

제 7 회 LED  
Final Program & Abstracts  
반도체 조명 학회학술대회

일 시 || 2013년 2월 26일(화) ~ 27일(수)

장 소 || 영남대학교 종합강의동

주 최 || 사단법인 LED반도체조명학회

주 관 || LED-IT융합산업화연구센터

후 원 || 지식경제부 영남대학교 LED-IT융합산업화연구센터



## 인사말씀



안녕하십니까?.

바쁘신 중에도 이렇게 2013년 LED 반도체 조명 학술 동계 학회에 관심을 갖고 참석하여 주신 회원 여러분께 감사를 드립니다.

우리 학회 학술 활동은 지난 2011년부터 매년 하계 및 동계 학술 대회를 2회를 개최하고 있으며, 이와 같은 학회 활동은 우리나라 LED 산업을 한 단계 도약 시키는 밑거름이 되었다고 자부하고 있습니다. 작년도 세계적으로 LED 산업이 침체기를 다소 겪었음에도 불구하고, 올해 2월 중순 미국에서 개최되었던 "Strategies in lighting 2013"에서 발표된 자료에 보면 LED 관련 매출 top 10에 우리나라 기업이 5개나 포함 된 것을 보면 우리나라도 메모리, 디스플레이 산업 강국과 같이 LED 산업 강국으로도 점차 부상하고 있음을 알 수가 있었습니다.

따라서 우리나라 LED 국가 로드맵에 의해 2015년에는 LED 산업 세계 1위 국가가 되는 꿈이 점차 현실로 다가 오고 있음에 좀 더 자신감을 갖고 우리 회원들이 연구에 적극적으로 매진을 하였으면 하는 바람입니다.

이번 영남대에서 개최하는 동계 학술 대회에는 총 100여편의 논문이 발표되고 특별히 "차세대 smart LED 기술"에 대해 rump session을 통해 앞으로의 기술 발전 방향 및 새로운 기술 도전에 대해 열띤 토론이 있을 것으로 기대하고 있습니다. 기조연설 초청에 흔쾌히 허락해 주신 한국광기술원의 백종협 박사님, LG 이노텍의 권호기 박사님, SL의 사공극 이사님께 감사를 드립니다.

또한 이 학회를 위하여 학술 위원장으로 적극 봉사해 주신 영남대 장자순 교수님, 프로그램위원장으로 수고해 주신 박일규 교수님께도 감사를 드립니다. 그밖에 성공적인 학회 개최를 위해서 음으로 양으로 적극 협조해 주신 각 분과 위원장을 비롯한 모든 분께 깊은 감사를 다시금 드리며 이틀 동안 벌어지는 학술 잔치에 흠뻑 빠지고 서로 친목하는 귀한 시간이 되기를 간절히 바랍니다.

다시금 회원 여러분께 감사드립니다.

LED 반도체 조명학회

학회장 홍 창 희

## 인사말씀



안녕하십니까

이번 제7회 LED. 반도체 조명학회 학술대회를 LED-IT융합산업화연구센터에서 주관하게 되어 매우 영광스럽게 생각 합니다.

먼저 본 학술대회를 빛내주신 기조연설, 초청강연, 구두발표 및 포스터 발표에 참여 해 주신 많은 분들과 학술대회 진행에 도움을 주신 모든 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

실리콘 반도체가 20세기 신이 내린 "쌀"이었다면, 분명 LED는 21세기 우리나라가 일구어 낼 수 있는 "빛의 쌀"로서, 많은 가능성과 잠재성을 갖고 있습니다.

선진국들의 높은 기술 장벽과 견제를 극복하고, 원천기술 및 선도 상용화기술로 개발하여 관련 산업에서의 세계시장 선점과 위치를 확보해야 할 것입니다. 이를 통하여 LED.반도체 산업이 국가적 위상을 갖출 수 있을 뿐 아니라 국내 경제발전의 주역으로 우뚝 설 때까지 국가 경제의 신산업을 선도하는 핵심 연구 기술로 자리매김 할 수 있는 계기가 될 것입니다.

이번 학술행사에서는 국내외 대학교수, 연구원, 기업체, 정부인사 등 산. 학. 연 관련 분야의 전문가 약 200여 분을 모시고 지난 한 해 동안의 여러 회원님들의 노력의 결실을 함께 나누고 앞으로의 국내외 최신 연구동향을 파악할 수 있는 의미 있는 학술 교류의 장이 되길 바랍니다. 끝으로 제 7회 LED. 반도체 조명학회를 준비하면서 많은 도움을 주신 임직원 여러분과 회원님들께 다시 한번 감사의 말씀을 드립니다.

감사합니다.

LED반도체조명학회  
학술대회위원장 장 자 순

# CONTENT

■인사 말씀 .....	1
■조직기구안내 .....	5
■학술대회 일정 .....	6
■학술대회 일정프로그램 .....	7
■포스터 발표 .....	11
■초록요약 .....	19
■저자색인 .....	51
■캠퍼스 약도 .....	56
■MEMO .....	57



■ 조직기구안내

**[LED반도체조명학회]** : 홍창희 (전북대)

**[학술대회위원장]** : 장자순 (영남대)

**[자문위원회]** : 민석기 (한림원), 박명구(금호전기), 이형재 (전북대)

**[조직위원회]**

곽준섭 (순천대), 김문덕 (충남대), 남기범 (서울반도체), 남옥현 (산기대), 박성주 (GIST), 박중서 (LG이노텍), 백종협 (KOPTI), 손성진 (LG이노텍), 손철수 (삼성 LED), 신찬수 (KANC), 심종인 (한양대), 안형수 (해양대), 양민(해양대), 유영문 (부경대), 윤의준 (서울대), 이동선 (GIST), 이성남 (산기대), 이인환 (전북대), 이홍찬 (중원대), 장자순 (영남대), 장지호 (해양대), 황성민 (KETI)

**[프로그램 위원회]** 위원장 : 박일규 (영남대)

**에피 분과** : 위원장 : 박진섭(한양대)

이정희 (경북대), 권순용 (울산과기대), 이준기 (전남대), 윤석호 (삼성 LED), 최주원 (서울옵토디바이스), 김치선 (LG전자), 문용태 (LG이노텍), 전성란 (KOPTI)

**소자 분과** : 위원장 : 김종규 (POSTECH)

김태근 (고려대), 하준석(전남대), 김현수(전북대), 박시현(영남대), 이지면(순천대), 최윤경(LG이노텍), 김경국(산기대), 권민기(조선대)

**평가 및 신뢰성 분과** : 위원장 : 조용훈(KAIST)

김규상 (상지대), 류한열 (인하대), 송정훈(공주대), 신동수 (한양대), 양우철 (동국대), 조용익 (KOPTI), 오동철(호서대), 유재수 (경희대)

**LED 조명 및 융합 분과** : 위원장 : 송상빈(KOPTI)

조미령(조명기술연구소), 주정진(ETRI), 이성영(삼성LED), 이찬수(영남대), 김재필 (KOPTI), 정성윤 (영남대), 강태규(ETRI)

■ 학술대회일정

2013년 2월 26일 (화)		
9:00~10:00	등록 (영남대학교 종합강의동 1층 로비)	
10:00~10:20	개회사 (컨퍼런스룸 1)	
10:20~12:20	Plenary Session (컨퍼런스룸 1)	
12:20~12:40	정기 총회 (컨퍼런스룸 1)	
12:40~14:00	Lunch	
14:00~15:15	Session I 에피 (컨퍼런스룸 1)	Session II 평가 (컨퍼런스룸 2)
15:15~15:30	Coffee break	
15:30~16:45	Session III 소자 (컨퍼런스룸 1)	Session IV LED 융합 (컨퍼런스룸 2)
16:45~18:15	Poster Session (종합강의동 2층 로비)	
18:15~18:45	이동 / LED-IT 융합산업화연구센터 Tour	
18:45~20:00	Banquet (신라애)	
2013년 2월 27일 (수)		
10:00~11:30	Session V 에피 (컨퍼런스룸 1)	Session VI 평가 (컨퍼런스룸 2)
11:30~13:00	Lunch	
13:00~14:30	Session VII 소자 (컨퍼런스룸 1)	Session VIII 융합 (컨퍼런스룸 2)
14:30~14:45	Coffee break	
14:45~16:00	Special Session (컨퍼런스룸 1) "차세대 Smart LED 기술"	
16:00~16:20	발표상 시상 및 폐회사 (컨퍼런스룸 1)	

■ 학술대회 일정프로그램

2013년 2월 26일 (화)			
Plenary Session (컨퍼런스룸-1) 좌장 : 이동선 교수 (광주과학기술원)			
Plenary	한국광기술원 백종협 본부장	10:20	대구경 GaN/Si LED 개발동향과상용화전망
Plenary	SL 사공극 이사	11:00	자동차용 LED조명 기술 및 산업동향
Plenary	LG 이노텍 권호기 박사	11:40	Development of Light Emitting Diodes for General Lighting Application
Session I: Epitaxy (컨퍼런스룸-1) 좌장 : 박진섭 교수 (한양대학교)			
Invited	대구가톨릭대학교 박승환 교수	14:00	GaN 기반 발광다이오드에서의 droop 현상 최소화를 위한 구조설계 연구
Oral	Lee-Woon Jang <sup>1)</sup> , Dae-Woo Jeon <sup>1)</sup> , A. Y. Polyakov <sup>2)</sup> , Han-Su Cho <sup>1)</sup> , Jin-Hyeon Yun <sup>1)</sup> , Dong-Seob Jo <sup>1)</sup> , Jin-Woo Ju <sup>3)</sup> , Jong-Hyeob Baek <sup>3)</sup> and In-Hwan Lee <sup>1)*</sup> 1)Chonbuk National University 2)Institute of Rare Metals 3)KOPTI	14:30	Free-standing blue light-emitting diode by wet-etching method
Oral	정철성, 황정환, 유근호, 민대홍, 류용우, 문승환, 김민호, 남옥현* 한국산업기술대학교	14:45	Properties of Si doped (11-20) a-plane GaN grown with different buffer layers
Oral	Jae-Kyung Choi <sup>1)</sup> , Jae-Hoon Huh <sup>1)</sup> , Sung-Dae Kim <sup>2)</sup> , Daeyoung Moon <sup>2)</sup> , Duhee Yoon <sup>3)</sup> , Ki Su Joo <sup>2)</sup> , Jinsung Kwak <sup>1)</sup> , Jae Hwan Chu <sup>1)</sup> , Sung Youb Kim <sup>1)4)</sup> , Kibog Park <sup>4)5)</sup> , Young-Woon Kim <sup>2)</sup> , Euijoon Yoon <sup>2)</sup> , Hyeonsik Cheong <sup>3)</sup> , and Soon-Yong Kwon <sup>1)4)5)*</sup> 1)4)5)Ulsan National Institute of Science and Technology 2)Seoul National University 3)Sogang University	15:00	One-step growth of epitaxial GaN films on sapphire using ultrathin graphene coating layers
15:15~15:30 Coffee break			
Session II: 평가 및 신뢰성 (컨퍼런스룸-2) 좌장 : 백광현 교수 (홍익대학교)			
Invited	한국광기술원 (KOPTI) 이윤철 박사	14:00	최근 LED도로조명 환경설계 및 실증 방법 연구
oral	유형우 <sup>1)</sup> , 한동표 <sup>2)</sup> , 심종인 <sup>2)</sup> , 신동수 <sup>1)*</sup>	14:30	전기적 방법에 의한 LED의 운반자

	한양대학교		수명 측정
oral	임승혁, 유양석, 조용훈* 한국과학기술원	14:45	Investigation of carrier escape in InGaN/GaN light-emitting diodes under open- and short-circuit conditions
Oral	박승현 <sup>1)2)*</sup> , 고원우 <sup>1)</sup> , 이계선 <sup>1)2)</sup> , 조용익 <sup>1)</sup> 1)한국광기술원, 2)전남대학교	15:00	Enhanced color consistency of phosphor film conversion for white LEDs
<b>Session III: 소자 (컨퍼런스룸-1) 좌장 : 김경국 교수 (한국산업기술대학교)</b>			
Invited	고려대학교 김태근 교수	15:30	AlGaIn 기반의 UV C LED용 투명전극
Oral	문슬기, 양진규* 공주대학교	16:00	Ag/SiO <sub>2</sub> core-shell 나노입자 코팅 LED의 편광별 양자효율의 수치 분석
Oral	김상조, 이광재, 이상준, 박성주* 광주과학기술원	16:15	GaN 기반 발광다이오드의 efficiency droop 개선을 위한 trapezoidal quantum barrier 효과
Oral	고강복, Chndramohan, S., 김현, 강지혜, 한남, 박영재, 한민, 류버들, 양종한, 김영택, 홍창희* 전북대학교	16:30	A study on the performance of GaN based LEDs with metal/graphene hybrid as a transparent electrode
Oral	이재훈, 김경현, 김수진, 안호명, 김태근* 고려대학교	16:45	자외선 발광다이오드용 ITO/Ag/ITO 기반 구조를 갖는 투명 전도성 전극의 전기/광학적 특성 최적화
<b>Session IV: LED조명 및 융합 (컨퍼런스룸-2) 좌장 : 송상빈 박사 (KOPTI)</b>			
Invited	경북대학교 이정희 교수	15:30	전자소자 기술을 이용한 LED 효율 향상
oral	천성용, 이찬수* 영남대학교	16:00	Depth 카메라를 이용한 스마트 조명 제어 구현
oral	박현철, Song-Mei Li, Isnaeni, 조용훈* 한국과학기술원	16:15	Improving Fluorescence and Quantum Yield of Quantum Dot Light-Emitting Diodes by use of Metal Nanoparticles
oral	노재문 <sup>1)</sup> , 김봉수 <sup>2)</sup> 1)피엔에이디스플레이 2)피엘티	16:30	식물재배용 LED 조명장치에 관한 연구
16:45~18:15	<b>Poster Session (종합강의동 2층 로비)</b>		
18:15~18:45	<b>이동 / LED-IT 융합산업화연구센터 Tour</b>		
18:45~20:00	<b>Banquet (신라애)</b>		

■ 학술대회 일정프로그램

2013년 2월 27일 (수)			
Session V: Epitaxy (컨퍼런스룸-1)		좌장 : 권순용 교수 (UNIST)	
Invited	한국광기술원 김윤석 박사	10:00	녹색 InGaN 양자우물 레이저 다이오드의 광학이득에 영향을 미치는 인자들의 효과
Oral	이준엽, 배시영, 공득조, 이동선* 광주과학기술원	10:30	옆면 접촉 전극 구현을 위한 두꺼운 p-형 질화갈륨층을 가지는 발광다이오드 특성 연구
Oral	Nam Han <sup>1)</sup> , Tran Viet Cuong <sup>1)</sup> , Min Han <sup>1)</sup> , Beo Deul Ryu <sup>1)</sup> , S. Chandramohan <sup>1)</sup> , Jong Bae Park <sup>2)</sup> , Ji Hye Kang <sup>1)</sup> , Young-Jae Park <sup>1)</sup> , Kang Bok Ko <sup>1)</sup> , Hee Yun Kim <sup>1)</sup> , Hyun Kyu Kim <sup>1)</sup> , Jae Hyoung Ryu <sup>1)</sup> , Y. S. Katharria <sup>1)</sup> , Chel-Jong Choi <sup>1)</sup> and Chang-Hee Hong <sup>1)</sup> * 1) Chonbuk National University 2) Korea Basic Science Institute	10:45	Improved heat dissipation in gallium nitride light-emitting diodes with embedded graphene oxide pattern
Oral	Yongwoo Ryu, Joocheol Jeong, Jongjin Jang, Kyuseung Lee, Daehong Min, Jinwan Kim, Minho Kim, Seunghwan Moon, Geunho Yoo and Okhyun Nam* Korea Polytechnic University	11:00	Improvement of crystal quality in semipolar GaN layer by using self-organized nanomasks on m-sapphire
Session VI: 평가 및 신뢰성 (컨퍼런스룸-2)		좌장 : 류한열 교수 (인하대학교)	
Invited	대구경북과학기술원(DGIST) 조창희 교수	10:00	Light emission properties of nanophotonic and plasmonic semiconductors
Oral	오찬형 <sup>1)</sup> , 한동표 <sup>1)</sup> , 김현성 <sup>1)</sup> , 강민구 <sup>1)</sup> , 김규상 <sup>2)</sup> , 신동수 <sup>1)</sup> , 심종인 <sup>1)</sup> * 1)한양대학교 2)상지대학교	10:30	InGaN청색 발광다이오드에서 물리적 특성들의 고온 온도 의존성
Oral	이환기, 서재화, 윤영준, 강인만* 경북대학교	10:45	삼각형 구조의 발광 다이오드 제작과 특성
oral	Yang-Seok Yoo <sup>1)</sup> , Song-Mei Li <sup>1)</sup> , Je-Hyung Kim <sup>1)</sup> , Jong-Ho Na <sup>2)</sup> , and	11:00	Carrier dynamics of efficiency droop in InGaN-based blue-light-emitting

	<b>Yong-Hoon Cho*</b> 1)KAIST 2)LG Innotek		diode grown on patterned and planar sapphire substrates
11:30~13:00 Lunch			
<b>Session VII : 소자 (컨퍼런스룸-1)</b>		<b>좌장 : 조선대학교 권민기 교수</b>	
Invited	순천대학교 곽준섭 교수	13:00	Damage-free sputter ITO transparent metal electrodes on p-GaN for GaN-based LEDs
Oral	이재훈, 김경현, 김수진, 안호명, 김태근* 고려대학교	13:30	자외선 발광다이오드용 ITO/Ag/ITO 기반 구조를 갖는 투명 전도성 전극의 전기/광학적 특성 최적화
Oral	장정환 <sup>1)</sup> , 박성현 <sup>2)</sup> , Yasushi Nanish <sup>2)</sup> , 윤의준 <sup>1)3)</sup> * 1)3)서울대학교 2)Ritsmeikan University	13:45	FDTD simulation을 이용한 실리콘 나노 구조가 포함된 LED의 광 추출 효율 계산
Oral	김호연 <sup>1)</sup> , 이광재 <sup>1)</sup> , 이상준 <sup>1)</sup> , 김상조 <sup>2)</sup> , 박성주 <sup>1)2)</sup> * 1)2)광주과학기술원	14:00	AlGaIn 중간층의 위치에 따른 GaN기반 발광다이오드의 광학적 특성 향상
<b>Session VIII: LED 조명 및 융합 (컨퍼런스룸-2)</b>		<b>좌장 : 영남대학교 박시현 교수</b>	
Invited	(주)에스제이엘 조명연구소 안소현 소장	13:00	빛 공해의 유형과 평가기준
Oral	천재이 <sup>1)</sup> , 황영규 <sup>2)</sup> , 최용석 <sup>2)</sup> , 정탁 <sup>3)</sup> , 백종협 <sup>3)</sup> , 고희조 <sup>2)</sup> , 박성주 <sup>1)2)</sup> * 1)2)광주과학기술원 3)한국광기술원	13:30	레이저 기판 분리 및 전사 방법을 이용한 질화갈륨 기반의 유연한 발광다이오드 시스템 제작
Oral	이홍식 <sup>1)</sup> *, 조미령 <sup>1)</sup> , 이상신 <sup>2)</sup> 1)한국조명연구원 2)광운대학교	13:45	무선 광통신용 가시광/적외선 송신기
Oral	이규한, 박창균, 윤명희, 홍창희* 전북대학교	14:00	식물생육에 적합한 최적 LED 광원 설계에 대한 고찰
14:30~14:45	Coffee break		
14:45~16:00	<b>Special Session (컨퍼런스룸-1) "차세대 Smart LED 기술"</b> ETRI 강태규 박사 / 영남대학교 정성운 교수 / UNIST 곽영신 교수		
16:00~16:20	발표상 시상 및 폐회사 (컨퍼런스룸-1)		

■ 포스터 발표

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-01	광 추출효율 향상을 위한 PSS LED 구조에 대한 FDTD 전산모사 최호, 최원식, 박시현* 영남대학교
P-02	Epitaxial Lateral Overgrowth on the Air Void Embedded SiO <sub>2</sub> Mask for InGaN Light-Emitting Diode Eunmi You, Kwang Cheol Lee, Ahn Su Chang, Hwang Nam, Jong Hyeob Baek, and Sang-Mook Kim* 한국광기술원
P-03	Properties of MgZnO thin films grown by RF magnetron sputtering 우지훈1) 2), 장선호1) 2), 이영웅1) 2), 최준혁1) 2), 장자순* 1) 2) 1)영남대학교 2)LED-IT 융합산업화 연구센터
P-04	LED효율 향상을 위한 ZnO 나노구조 형상 제어 남광희, 이영석, 박일규* 영남대학교
P-05	Die-adhesive material 의 종류에 따른 GaN 기반의 발광 다이오드의 특성변화 이현기1), 박종원1), 장선호1),2), 장자순1),2)* 1)LED-IT 융합산업화 연구센터 2)영남대학교
P-06	GaN LED 표면 식각 패턴의 규칙성에 따른 광 추출 효율 연구 권순용, 양민호, 김성희, 김명관, 최홍일, 양진규* 공주대학교
P-07	Enhancement of the light extraction efficiency for GaN-based light emitting diodes by selective etched nanorods 김승환1), 박현호1), 송영호2), 박형조2), 김기영2), 전성란2), 양계모1)* 1)전북대학교 2)한국광기술원
P-08	DC와 RF 마그네트론 스퍼터링 방식으로 증착된 ITO와 p-type GaN의 Ohmic 접촉 특성 최준혁1), 장선호1), 장자순1)* 1)영남대학교
P-09	Reliable vertical-injection GaN-based light-emitting diodes fabricated with Ar plasma-treated current blocking layer 오문식, 정은진, 김현수* 전북대학교
P-10	표면누설전류 차단공법을 이용한 고효율 GaN기반 발광다이오드 김세민1,2), 장선호1,2), 이영웅1,2), 우지훈1,2), 장자순1,2)* 1)영남대학교 2)LED-IT 융합산업화 연구센터
P-11	Flip-chip GaN-based light-emitting diodes with GaN via electrode 이상현*, 정성훈, 정탁, 박형조, 주진우, 정태훈 김자연, 오화섭, 김윤석, 박승현, 백종협 한국광기술원

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-12	서로 다른 성장 메커니즘에 따른 ZnO 나노 구조 특성 장선호, 김세민, 이영웅, 최준혁, 이현기, 문명성, 우지훈, 장자순* 영남대학교
P-13	Light extraction improvement of LED by ZnO nanostructure arrays 최판주1), 강용진1), 전종현1), 오승종1), 김자연2), 권민기1)* 1)조선대학교 2)한국광기술원
P-14	Carrier Transport Mechanisms of Ti/Al/Au Ohmic Contacts to AlInN:Mg/GaN Heterostructure Analyzed by Parallel Network Model 김성준, 김현수* 전북대학교
P-15	Properties of ZnO/MgO/ZnO Layer by layer thin film deposited by RF Magnetron sputtering 이영웅1) 2), 장선호1) 2), 우지훈1) 2), 최준혁1) 2), 장자순1) 2)* 1)영남대학교 2)LED-IT 융합산업화 연구센터
P-16	Ti 전구체가 TiO2 코팅된 CaS:Eu 적색 형광체를 적용한 LED에 미치는 영향 강소라, 김덕기, 이광철* 한국광기술원
P-17	녹색 발광다이오드의 광 추출 효율 개선을 위한 표면 처리 및 나노구조 결합 효과에 관한 연구 손태준, 연승환, 김윤수, 김도현, 김윤형, 최준홍, 박진섭* 한양대학교
P-18	고효율 삼각형 LED 칩 개발 강용진1)2), 전종현1)2), 권민기2), 박형조1), 정탁1), 이상헌1), 백종협1), 김윤석1), 주진우 1), 김자연 1)* 1)한국광기술원 2) 조선대학교
P-19	Ni-dot/Ag/Pt 구조의 고반사율 p-type 전극에 의한 InGaN 발광다이오드 광효율 개선 김규상1)*, 신동수2), 심종인2) 1)상지대학교 2)한양대학교
P-20	UV 파장에서의 전류 분산층을 위한 SWNT와 fullerene이 혼합된 TCEs의 전기/광학적 특성 최적화 김경현, 이재훈, 김수진, 안호명, 김태근* 고려대학교
P-21	Blue Laser Diode Ridge 제작을 위한 Pd 와 AlGaIn/GaN superlattice 다층 박막의 건식 식각 방법 김재관1), 이동민1), 박민주1) 이성남2), 곽준섭1) 이지면1)* 1)순천 대학교 2)한국 산업기술대학교
P-22	수직형 발광 소자의 성능에 대한 내재 전극의 효과 연구 강지혜, 김현규, 한남, 박영재, 류버들, 한민, 고강복, 양종한, 김영택, 홍창희* 전북대학교

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-23	<b>Probing the effect of hole-injection on the efficiency droop behavior with GaInN light-emitting triode</b> 황선용, 박준혁, 김동영, 김종규* 포항공과대학교
P-24	<b>단일층 그래핀 전극을 활용한 발광 다이오드의 제작 및 특성 분석</b> 주기수1), 정상균2), 김용승2), 김범호4), 문승현1), 문대영3), 이건도3), 송윤규1, 4), 여환국4), 천승현2), 윤의준1,3,4)* 1)3)서울대학교 2)세종대학교 4)차세대융합과학기술원
P-25	<b>봉지재 Overflow 방지를 위한 LED패키지 표면 코팅에 관한 연구</b> 구대형1), 김완호, 김기현, 전시욱, 송상빈, 여인선2), 김재필1)* 1)한국광기술원 2)전남대학교
P-26	<b>Light Emitting Diode (LED)소자의 Graphene Oxide transparent conductiong layer 성능 향상을 위한 reduction 방법 연구</b> 한민, 류버들, 한남, 김현규, 박영재, 고강복, 양종한, 김영택, 홍창희* 전북대학교
P-27	<b>GaN 계 고효율 LED를 위한 유전적 알고리즘 기반 AlGaIn/GaN 초격자 전자차단층의 최적화</b> 김동영, 박준혁, 황선용, 김종규* 포항공과대학교
P-28	<b>Al/Ag 두께 변화에 따른 나노 입자 배열을 통한 표면 플라즈몬 공명 현상 효과</b> 정호영, 김수진, 김경현, 안호명, 김태근*
P-29	<b>그래핀 / PEDOT:PSS 투명전극을 이용한 GaN 기반 발광다이오드의 제작 및 특성분석</b> 김효욱, 권혜진, 강장원, 김나영, 박성주* 광주과학기술원
P-30	<b>Reduction of efficiency droop and enhanced overall efficiency by graded AlGaIn/GaN superlattice electron blocking layer</b> Jun Hyuk Park1), David Meyaard2), Dong Yeong Kim1), Sunyong Hwang1), Yu Dae Han3), Ju Won Choi3), Jaehee Cho2), E. Fred Schubert2), and Jong Kyu Kim1)* 1)POSTECH 2)Rensselaer Polytechnic Institute 3)Seoul Opto-device Co. 고려대학교
P-31	<b>High-Efficiency GaN-based Vertical Light-Emitting Diodes Covered with Micro-Rod Structures</b> 박준범1),2), 김승환 3), 하준석2), 정탁1), 김자연 1), 이상현 1), 정성훈 1), 정태훈 1), 김윤석 1), 오화섭 1), 주진우 1), 백종협 1), 박형조1),2)* 1)한국광기술원 2)전남대학교 3)전북대학교
P-32	<b>이중층 전극구조의 Micro LED를 이용한 대면적 LED 제작</b> 유호돌, 박태현, 최현준, 오세미, 장웅, 김경국* 한국산업기술대학교

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-33	<p><b>Pre-deposited indium layer</b> 를 이용한 고품질의 저온 GaN layer 성장 신인수1), Ke Wang2), 이동현1), Yasushi Nanishi1),2), 윤의준1),3)* 1)서울대학교 2)Ritsmeikan University 3)차세대융합기술연구원</p>
P-34	<p><b>극성 (0001) 및 반극성 (11-22) n형 GaN박막의 실리콘 도핑 증가에 따른 흡수도 변화에 대한 연구</b> 한상현, 송기룡, 이재환, 박만수, 이성남* 한국산업기술대학교</p>
P-35	<p><b>나노필라 구조를 이용한 구조적 광학적 특성이 향상된 (11-22) 반분극 GaN 성장</b> 전대우1,2), 송재철1), 정태훈 1),정탁1), 이상헌1), 김자연1), 백종협1), 주진우1)* 1)한국광기술원 2) 전북대학교</p>
P-36	<p><b>극성 (0001) 및 반극성 (11-22) n-ZnO/p-GaN 이종접합 발광 다이오드의 전기 및 광학적 특성 분석에 대한 연구</b> 최낙정, 송기룡, 손효수, 이성남* 한국산업기술대학교</p>
P-37	<p><b>Nano-columnar 저온 GaN 을 이용한 semi-insulating GaN layer성장</b> 이동현1), 신인수1), 김동현2), 김창주2), Yasushi Nanishi 1), 3), 윤의준1), 4)* 1)서울대학교 2)한국나노기술원 3)Ritsmeikan University 4)차세대융합기술연구원</p>
P-38	<p><b>Limitation of the IQE Measurement by Temperature Dependent Electroluminescence</b> 정동광1), 윤주선1), 신동수2), 심종인1)* 1)한양대학교</p>
P-39	<p><b>광발광 및 전계발광 여기 세기 의존성 비교 분석을 통한 운반자 국소화 현상 Broadening Mechanism 분석</b> 박기남1), 김태수1), 이진규1), 오난초1), 유혜정1), 문영부2), 백종협3), 이상헌3), 정태훈3), 송정훈1)* 1)공주대학교 2)더리즈 3)한국광기술원</p>
P-40	<p><b>LM-80 System을 이용한 COB Module의 Lumen Maintenance 비교 평가</b> 이계선1)2), 박승현1)2)*, 여인선2) 고원우1), 조용익1) 1)한국광기술원 2)전남대학교</p>
P-41	<p><b>동작온도별 ideality factor 측정을 통한 재결합 메커니즘 분석</b> 조현우, 방태웅, 심종인* 한양대학교</p>
P-42	<p><b>갈륨질화물 기반의 수직형 녹색 LED의 광학적 및 열적 특성 분석</b> 이수현1, 유재수1*, 김승환2, 송영호2, 전성란2 1)경희대학교, 2)한국광기술원</p>
P-43	<p><b>GaN/InGaN 다중양자우물 청색 발광다이오드의 인가 전류 증가에 따른 접합 온도 변화와 캐리어 재결합 메커니즘 변화의 관계 연구</b> 한민병, 박현명, 윤주선, 김현성, 신동수, 심종인* 한양대학교</p>

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-44	<b>Micro-photoluminescence mapping과 여기광 발광 분석법(Photoluminescence excitation)을 이용한 청색 발광 다이오드 특성분석</b> 김용현1), 김태수1), 박기남1), 이진규1), 오난초1), 문영부2), 송정훈1)* 1)공주대학교 2)더리즈
P-45	<b>열화 데이터를 이용한 LED Bulb의 수명 특성 평가</b> 정승언, 이윤철, 채성기, 정동환, 지태일, 조용익, 황남, 김강호* 한국광기술원
P-46	<b>InGaN/GaN 다중양자우물 청색 발광다이오드의 결함밀도, 역 바이어스 발광 및 전기적 특성의 상관관계</b> 윤보라, 윤주선, 김현성, 신동수, 심종인* 한양대학교
P-47	<b>백색 발광다이오드 PKG 공정에서 film transfer 기법과 film 평가 시스템</b> 고원우*, 박승현1), 이계선1), 조용익1) 1)한국광기술원
P-48	<b>InGaN/GaN 발광다이오드의 광학적 전기적 분석을 통한 역방향전계발광 기원 연구</b> 이진규1), 김태수1), 박기남1), 김용현1), 유혜정1), 문영부2), 백종협3), 이상헌3), 정태훈3), 송정훈1)* 1)공주대학교 2)더리즈 3)한국광기술원
P-49	<b>전기용량-전압 측정법을 이용한 무분극 InGaN/GaN 발광다이오드에서의 Mg에 의한 활성층 효율저하 분석</b> 김태수1), 박기남1), 이진규1), 정석구2), 장영학2), 최윤호2), 송정훈1)* 1)공주대학교 2)엘지전자
P-50	<b>청색 및 녹색 InGaN LED의 광기전력 효과 특성 측정</b> 김현중, 류근환, 양원보, 이상호, 류한열* 인하대학교
P-51	<b>Current Crowding 현상에 따른 질화물계 발광 다이오드의 신뢰성 연구</b> 정은진, 김현수* 전북대학교
P-52	<b>InGaN 청색 LED의 온도에 따른 열특성 측정</b> 류근환, 이상호, 김현중, 양원보, 류한열* 인하대학교
P-53	<b>도로조명 에너지 절감 비교 분석</b> 허 준, 정동환, 고동현, 이윤철, 조용익, 채성기* 한국광기술원
P-54	<b>LED면광원의 조도 향상을 위한 최적의 패턴 설계</b> 최원식1), 최호1), 천성용1), 박신원1), 정탁2), 이찬수1), 박시현* 1)영남대학교 2)한국광기술원

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-55	<b>가로등 노면광학성능 측정 방법에 관한 연구</b> 채성기, 정동환, 허 준, 고동현, 최유경, 이윤철, 조용익* 한국광기술원
P-56	<b>조명용 LED 반사경의 자유곡면 설계 연구</b> 김현지1), 강은경, 이규항, 김태영2), 황보창권1)* 인하대학교
P-57	<b>도로조명 조도 시뮬레이션 및 실측 비교 연구</b> 고동현, 정동환, 채성기, 허 준, 조용익, 이윤철* 한국광기술원
P-58	<b>2W급 Bar Type COB Package 개발</b> 장혁진*, 이종찬, 이승민 금호전기
P-59	<b>조명용 LED 광원의 특성 평가</b> 김강호*, 정승언, 지태일, 조용익 한국광기술원
P-60	<b>Color mixing을 위한 Lensed rod 연구</b> 이규항1), 강은경, 김현지, 임재동2), 황보창권1)* 인하대학교
P-61	<b>LED 2차 렌즈 형상에 따른 배광곡선의 관한 연구</b> 조열양, 김형진, 곽준섭* 순천대학교
P-62	<b>Suppression 회로들을 이용한 LED-BLU의 전기적 안정화 방법</b> 문명성, 이종희, 장자순* 영남대학교
P-63	<b>풀컬러(Full-color) 감성조명용 6-in-1 LED</b> 김덕기, 강소라, 백종협, 이광철* 한국광기술원
P-64	<b>고반사 리플렉트를 이용한 고출력 LED투광등 개발</b> 김동식, 김성현, 조민진, 김병오, 김상욱 YUYANG DNU
P-65	<b>LED 시스템 조명 제어기의 무선 에드혹 통신 모듈설계</b> 유사프빈지크리아, 김성원* 영남대학교
P-66	<b>고역률 LED조명시스템 구현을 위한 벅부스트타입 컨버터 설계</b> 장혁진*, 이종찬, 윤동현 금호전기

포스터 번호	논문제목 및 저자
P-67	<b>청각 감성자극과 색온도 변화에 따른 감성평가</b> 남종우, 신지예, 이찬수*, 장자순 영남대학교
P-68	<b>기하 광학적 광선 추적법을 이용한 LED 패키지의 광 특성 해석</b> 최유민1) 2), 권민기2), 송상빈1), 김재필1), 전시욱1)* 1)한국광기술원 2)조선대학교
P-69	<b>LED조명을 이용한 해양도시 빛환경 연출 방안에 관한 연구</b> 조상희, 유영문* 부경대학교
P-70	<b>LED 조명 제어를 위한 센서 제어 모듈 설계 및 개발</b> 박웅규, 김성철*, 최규상 영남대학교
P-71	<b>LED 시스템조명설계를 위한 제품특성 및 광학성능 분석</b> 고재규, 이민진, 김주현, 조미령* 한국조명연구원



2013. 02. 26 (화)

**Plenary Session (컨퍼런스룸-1)**

10:20~12:20 좌장 : 이동선 교수 (광주과학기술원)

**[PL-1] 대구경 GaN/Si LED 개발동향과 상용화 전망**이승재<sup>1)2)</sup>, 김자연<sup>1)</sup>, 박형조<sup>1)</sup>, 이동승<sup>2)</sup>, 백종협<sup>1)</sup><sup>1)</sup>한국광기술원 LED연구사업본부,<sup>2)</sup>Veeco Instruments Inc.

크랙과 버퍼 결함을 제거한 다이오드 수준의 GaN/Si 에피가 성공적으로 개발된지 10여년이 흐른 최근, 몇몇 기업에서는 8인치 급 고효율 GaN/Si LED시제품을 생산하는 수준에 이르렀다. 사파이어 기판과의 경쟁에서 일정 부분의 LED 시장을 차지할 것으로 보이는 GaN/Si LED는 많은 장점에도 불구하고 여전히 풀어야 할 기술적, 비용적 문제들이 남아있는 상황에서, 빠르게 발전하는 사파이어 기반 LED기술로 인해 8인치급 이상의 대구경에서 경쟁하지 않는 한 특별한 장점을 찾아볼 수 없을 만큼 산업기술 환경이 급변하고 있다. 본 발표에서는 대구경 GaN/Si LED 최근 개발동향을 리뷰하고, 에피 기술적 이슈와 칩 공정기술, 기판별 소자 제조비용 등을 비교 분석하여 향후 상용화 전망에 대해 논의해 본다.

**[PL-2] 자동차 LED 조명기술 및 산업 동향****사공근**

에스엘주식회사 선행연구개발본부

최근 자동차용 LED 조명 시장이 급격하게 증가하고 있으며, 친환경 자동차의 관심 급증으로 저전력, 장수명 LED 램프의 적용기술 연구가 활발하게 진행되고 있다.

이러한 LED 적용 램프의 시장 및 기술동향과 LED 램프가 적용되고 있는 전조등 및 후미등에 대한 기술현황과 신기술 발전동향 등에 대하여 발표하고자 한다.

**[PL-3] Development of Light Emitting Diodes for****General Lighting Application**

권호기

LG 이노텍

Light-Emitting Diode 는 TV 와 조명 분야의 광원으로 점차 적용 범위가 넓어지고 있는 상황이다. TV 이후 일반조명에 적용되는 고휘도/고휘도 LED 는 지속적으로 성능과 가격, 그리고 신뢰성에 대한 도전을 받고 있다. 최근 시장 상황을 리뷰 하면서 고성능/고효율 제품 개발 현황을 소개하고, LM80 시험 관련 소개를 통하여 조명시장 대응 현황을 발표하고자 한다.

**Session I : Epitaxy (컨퍼런스룸-1)**

14:00~15:15 좌장 : 박진섭 교수 (한양대학교)

**[Invited] GaN 기반 발광다이오드에서의 droop 현상 최소화를 위한 구조설계 연구**

박승환 교수

대구가톨릭대학교 전자공학과

GaN 기반 발광다이오드에서의 가장 큰 문제점 중의 하나인 droop 현상 최소화를 위해서는 내부효율은 높이고 droop을 일으키는 원인은 낮추는 방법을 동시에 개발하는 것이 중요하다. 본 발표에서는 지금까지 내부장 효과를 감소시키기 위해 제안된 여러 가지 방법들 즉, 1) non-rectangular 모양의 우물구조를 가진 광전소자를 이용하는 방법, 2) 4원막 InGaAlN 를 사용하여 내부장을 줄이는 방법, 3) (0001)과 다른 결정성장방향을 가진 기판을 사용하는 방법 등에 대한 장단점에 대해 설명하고, electron injector 층을 이용해 전자의 overflow 를 최소화함으로써 droop 현상을 최소화할 수 있는 설계 방법에 대해서도 언급하고자 한다.

"This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012R1A1B3000476) and was supported by the Industrial Strategic technology development

program, 10041878, Development of WPE 75 % LED device process and standard evaluation technology funded by the Ministry of Knowledge Economy(MKE, Korea)."

### [I-1] Free-standing blue light-emitting diode by wet-etching method

Lee-Woon Jang<sup>1)</sup>, Dae-Woo Jeon<sup>1)</sup>, A. Y. Polyakov<sup>2)</sup>, Han-Su Cho<sup>1)</sup>, Jin-Hyeon Yun<sup>1)</sup>, Dong-Seob Jo<sup>1)</sup>, Jin-Woo Ju<sup>3)</sup>, Jong-Hyeob Baek<sup>3)</sup>, and In-Hwan Lee<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> School of Advanced Materials Engineering and Research Center of Advanced Materials Development, Chonbuk National University,

<sup>2)</sup>Institute of Rare Metals, Moscow

<sup>3)</sup>LED Device Research Center, Korea Photonics Technology Institute

Free-standing light-emitting diode (LED) structure was produced by combining electrochemical (EC) etching from the front surface, photo-electrochemical (PEC) etching from the back surface and subsequent re-growth of LED on the porous template thus produced. The EC etching resulted in the formation of etch channels in the surface portion of the starting film, the back-side PEC etching gave rise to columnar structure supporting the entire film. When the LED structure was re-grown on such template the underlying columnar structure provided weak places for easy separation and transfer of the film by mechanical bonding.

### [I-2] Properties of Si doped (11-20) a-plane GaN grown with different buffer layers

정철성, 황정환, 유근호, 민대홍, 류용우, 문승환, 김민호, 남옥현\*

한국산업기술대학교 LED technology center

c-plane GaN 박막과 최근 a-plane (11-20) 의 Si-doping 에 관한 논문들이 발표된바 있다. 그러나 nonpolar GaN 박막에 대한 충분한 이해 부족과 전기적 특성 분석과 같은 부분적 연구라는 한계를

가지고 있다. 본 연구는 nonpolar a-plane (11-20) GaN 박막의 결정성이 다른 두 샘플을 각각 성장한 후 Si-doping 을 통해 그 효과를 종합적으로 연구 하였다. 결과적으로, Si-doping 한 박막의 결정성이 캐리어의 스퀘터링 매커니즘에 중요한 인자가 되어, 이동도의 현격한 차이를 가져오게 되었다. 따라서 결정성의 향상이 무엇보다 LED 소자의 전기적 특성을 향상시키는데 중요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

### [I-3] One-step growth of epitaxial GaN films on sapphire using ultrathin graphene coating layers

Jae-Kyung Choi,<sup>1</sup> Jae-Hoon Huh,<sup>1</sup> Sung-Dae Kim,<sup>2</sup> Daeyoung Moon,<sup>2</sup> Duhee Yoon,<sup>3</sup> Ki Su Joo,<sup>2</sup> Jinsung Kwak,<sup>1</sup> Jae Hwan Chu,<sup>1</sup> Sung Youb Kim,<sup>1,4</sup> Kibog Park,<sup>4,5</sup> Young-Woon Kim,<sup>2</sup> Euijoon Yoon,<sup>2</sup> Hyeonsik Cheong,<sup>3</sup> and Soon-Yong Kwon<sup>1,4,5)\*</sup>

<sup>1)</sup>School of Mechanical and Advanced Materials Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology

<sup>2)</sup>Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University

<sup>3)</sup>Department of Physics, Sogang University

<sup>4)</sup>Low Dimensional Carbon Materials Center & Opto-Electronics Convergence Group, Ulsan National Institute of Science and Technology

<sup>5)</sup>School of Electrical and Computer Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology,

현재 고품위 GaN 성장을 위해 사파이어 기판이 주로 사용되며, 사파이어 기판상에 저온에서 성장한 질화물계 완충층을 선성장한 후 고온에서 GaN 박막을 성장하는 2단계 성장법을 주로 사용하고 있다. 본 연구에서는 새롭게 주목받고 있는 신소재인 그래핀을 사파이어 기판에 직접 성장한 후 이를 완충층으로 사용한 GaN 성장에 관한 연구를 진행하였다. 매우 얇은 두께의 그래핀을 완충층으로 도입함으로써 GaN의 성장모드가 3차원 모드에서 2차원 모드로 바뀔 수 있었고, 그래핀 완충층의 두께가

두꺼워짐에 따라 성장한 GaN박막의 구조적, 광학적 특성이 향상되어 기존의 2단계 성장법으로 성장한 GaN박막에 비견할 만큼 우수해짐을 확인할 수 있었다. 그래핀상에 성장한 GaN 박막과 2단계 성장법으로 성장한 GaN 박막 상에 동일한 InGaN/GaN 다중양자우물구조를 형성하여 유사한 내부양자효율을 얻을 수 있게 되어, 그래핀을 완충층으로 한 GaN 박막의 광전소자에의 응용가능성을 확인할 수 있었다.

## Session II: 평가 및 신뢰성 (컨퍼런스룸-2)

14:00~15:15      좌장 : 백광현 교수 (홍익대학교)

### [Invited]최근 LED 도로조명 환경 설계 및 실증 방법 연구

이윤철 박사

한국광기술원 LED 평가기술센터

최근 국내·외적으로 LED 도로조명에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다. 여러 장점을 보유하고 있는 LED 조명 특성을 감안하면 상대적으로 보급이 활발하게 이루어 지고 있지 않은 상황에 대해 여러 조명전문가들은 Cost, Reliability 및 수요자 인식 등 원인들을 그 이유로 보고 있다.

본 연구에서는 시각을 달리하여 LED 조명 보급에 장애가 될 수 있는 다른 요인들에 대해 연구한 결과 및 해법 방안에 대해 알아보하고자 한다. 특히 LED 조명의 장점을 제대로 반영하지 못하게 하는 조명 환경 설계 기술 및 실증 평가 기술에 대한 연구결과를 제시하려 한다. 또한 국제적으로 이슈가 되고 있는 Mesopic Photometry 및 Adaption Field Definition에 대해서도 소개 하고자 한다.

### [II-1] 전기적 방법에 의한 LED의 운반자 수명 측정

유형우<sup>1)</sup>, 한동표<sup>2)</sup>, 심종인<sup>2)</sup>, 신동수<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한양대학교 응용물리학과

<sup>2)</sup>한양대학교 전자통신공학과

InGaN에 바탕한 청색 LED의 운반자 수명을

전기적 방법으로 측정하여 구하였다. vector network analyzer를 이용하여 LED의 S11을 측정하였으며, 이를 바탕으로 impedance를 구하였다. LED rate equation에 기반한 등가회로를 이용하여 impedance를 fitting하였으며, 이를 통해 운반자 수명(differential carrier lifetime)을 얻을 수 있었다. 별도로 측정한 전류에 따른 내부양자효율과 결합하여 발광, 비발광 재결합 수명을 분리할 수 있음을 보였다. droop이 시작되는 고전류 영역으로 감에 따라 발광 재결합수명은 포화되지만 비발광 재결합 수명은 급격히 짧아짐을 확인하였다.

### [II-2] Investigation of carrier escape in InGaN/GaN light-emitting diodes under open- and short-circuit conditions

임승혁, 유양석, 조용훈\*

한국과학기술원 물리학과

본 연구에서는 LED의 내부양자효율(IQE)를 개방(OC), 단락(SC) 회로에서 각각 분석하였으며 그 차이를 이용하여 양자우물(QWs)에서 비 발광 재결합(non-radiative recombination)을 하는 비율과 빠져나가는 전하의 비율을 정량적으로 계산할 수 있었다. 또한 이 계산된 값이 측정된 단락회로전류 (photocurrent)의 경향과 일치함을 보임으로서 계산이 잘 맞음을 확인할 수 있었다.

### [II-3] Enhanced color consistency of phosphor film conversion for white LEDs

박승현<sup>1,2)\*</sup>, 고원우<sup>1)</sup>, 이계선<sup>1,2)</sup>, 조용익<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원, <sup>2)</sup>전남대학교

백색 LED 패키징 공정상에서 발생하는 color consistency를 개선하기 위하여, 실리콘 수지 기반의 형광필름을 제조하고, 형광필름의 uniformity를 평가하였다. 형광필름을 Vertical type의 LED소자에 적용하여 백색 LED의 color consistency를 평가한 결과, 기존 dispensing 공정에 비교하여 color consistency가 개선되었음을 알 수 있다.

**Session III: 소자 (컨퍼런스룸-1)**

15:30~16:45 좌장 : 김경국 교수 (한국산업기술대학교)

**[Invited] AlGaN 기반의 UV C LED용 투명전극**

김태근 교수

고려대학교 전기전자전파공학부

Ultraviolet (UV) LED is one of the eco-friendly optical sources with various applications for different wavelength of the UV A to C regimes (200–400 nm), including sterilization and high color rendering index lighting areas. According to the Yole's latest report, the UV lamp market is currently \$300 million, but it will grow over \$500 million by 2016, among which UV LEDs are predicted to take nearly one-third of the lamp market. However, currently, the external quantum efficiency (EQE) of the UV LED, particularly in UV C bands, is extremely low (5–11%). One of the primary reasons for this low efficiency is a large absorption in narrow-bandgap contact layers for ohmic contact. For example, in UV C LEDs, most of the UV light generated in AlGaN-based multiple quantum wells are absorbed in a p-GaN contact layer, which is typically required for ohmic contact, when the light is coming out of the LED chip. To fundamentally solve this problem, we should obtain a direct ohmic contact in the p-AlGaN layers using UV-transparent conductive electrodes (TCEs). However, with conventional ohmic methods, it is almost impossible to make ohmic contact and therefore no report has been made so far. In this talk, I present a universal method of producing transparent electrodes with high conductivity and high transmittance in UV regimes using conducting filaments (CFs) providing a current path between the TCEs and the semiconductors, which leads to a large reduction in their

contact resistance.

**[III-1] Ag/SiO<sub>2</sub> core-shell 나노입자 코팅 LED의 편광별 양자효율의 수치 분석**

문슬기, 양진규\*

공주대학교 광공학과

Ag/SiO<sub>2</sub> core-shell이 코팅 GaN LED의 양자효율을 발광 빛의 편광에 따라 광원의 위치별, Ag의 크기별, SiO<sub>2</sub>의 두께별로 전산모사를 통해 살펴보았다.

LED 표면에 수평한 편광의 경우 광원의 위치가 표면에 가까울수록, Ag의 크기가 클수록, SiO<sub>2</sub> 두께가 얇을수록 내부 양자 효율이 크게 증가하지만, 외부양자 효율은 광원의 위치가 표면에 멀수록, Ag의 크기가 클수록, SiO<sub>2</sub> 두께가 클수록 증가된다.

한편, 수직인 편광의 경우 내부양자 효율이 광원의 위치가 표면에 멀수록 증가하지만 Ag의 크기와 SiO<sub>2</sub> 두께에 따른 내부양자 효율의 증가보다 흡수로 인한 손실이 더 큰 영향을 미쳤고, 외부양자 효율은 광원의 위치가 표면에 가까울수록, Ag의 크기가 클수록, SiO<sub>2</sub> 두께가 얇을수록 증가된다.

**[III-2] GaN 기반 발광다이오드의 efficiency droop 개선을 위한 trapezoidal quantum barrier 효과**김상조<sup>1)</sup>, 이광재<sup>2)</sup>, 이상준<sup>2)</sup>, 박성주<sup>1,2)\*</sup><sup>1)</sup>광주과학기술원 나노바이오재료전자공학과<sup>2)</sup>광주과학기술원 신소재공학부

본 연구에서는 trapezoidal quantum barrier 구조를 통해 GaN 기반 발광다이오드의 전기적, 광학적 특성에 대하여 보고하였다. 시뮬레이션을 이용하여 trapezoidal quantum barrier를 적용한 경우 quantum well 내 electrostatic field가 완화되었으며 구동전압과 internal quantum efficiency (IQE) droop 정도가 감소되었다. 이러한 전기적, 광학적 특성 향상 결과는 trapezoidal quantum barrier를 이용한 발광다이오드의

quantum well 내부 electric field 완화로 인한 효율적인 carrier transport 에 기인한 것이다.

### [III-3] A study on the performance of GaN based LEDs with metal/graphene hybrid as a transparent electrode

고강복, Chndramohan, S., 김현규, 강지혜, 한남, 박영재, 한민, 류버들, 양종한, 김영택, 홍창희\*  
전북대학교 반도체 화학공학부

최근 초박막 그래핀을 이용하여 투명 전도성 박막을 대체하려는 움직임이 있다. 발광다이오드에서 ITO을 대체할 수 있는 새로운 투명전극으로 사용하기 위해서는 높은 시트 저항 및 Schottky 에너지 장벽을 개선하기 위한 많은 연구가 진행 중이며, 본 연구에서는 금속/그래핀 하이브리드 투명전극 기술을 사용하여 문제점을 해결하기 위해 다양한 얇은 금속층을 p-GaN와 그래핀 사이에 삽입하여 일함수가 제어된 금속/그래핀 투명전극의 효과를 연구 하였다.

## Session IV: LED조명 및 융합 (컨퍼런스룸-2)

15:30~16:45

좌장 : 송상빈 박사 (KOPTI)

### [Invited] 전자소자 기술을 이용한 LED 효율 향상 이정희\*

<sup>1)</sup>경북대학교 IT대학 전자공학부

최근 들어 GaN계 전자소자에 대한 관심이 높아짐에 따라 많은 연구가 진행되어 왔다. 특히 레이더용 고주파용 소자와 전기자동차 인버터/컨버터용 전력소자에 대한 관심이 국내외적으로 높아지고 있다. 우수한 특성을 가지는 전자소자를 구현하기 위해서 다양한 에피 성장 기술 및 소자 기술들이 연구되고 있다. 본 연구에서는 GaN계 전자소자에 사용되는 에피 성장 기술 및 소자 제작 기술을 LED 구조에 융합하여 우수한 출력특성을 나타내는 LED 소자를 구현하였다.

### [IV-1] Depth 카메라를 이용한 스마트 조명 제어 구현

천성용, 이찬수\*

영남대학교 전자공학과 및 LED-IT 융합산업화연구센터

본 연구에서는 효과적인 조명 제어를 위한 방법으로 Depth 카메라를 이용하여 사람을 검출하고 위치를 추정하여 활동에 따른 조명을 제어하는 스마트 조명 제어 방법을 제시한다. 조명의 변화에 강인하고 효과적으로 사람을 검출하기 위해 Depth 카메라를 이용하여 거리를 바탕으로 사람을 검출하였다. 조명을 제어할 공간을 맵(Map) 이미지에 투영하여 가상의 공간을 생성하고 미리 정의된 활동 영역을 바탕으로 맵 이미지를 4x4의 영역으로 나누었다. 영상에서 검출된 사람의 위치 또한 맵 이미지에 투영하여 맵 이미지 안에서의 위치를 바탕으로 16개의 영역에 따라 조명을 제어하였다. 이러한 방법을 적용함으로써 사람의 위치에 따라 활동 모드에 따른 조명을 제공할 수 있는 시스템을 구현할 수 있었다.

### [IV-2] Improving Fluorescence and Quantum Yield of Quantum Dot Light-Emitting Diodes by use of Metal Nanoparticles

박현철, Song-Mei Li, Isnaeni, 조용훈\*

Department of Physics and Graduate School of Nanoscience & Technology (WCU), 한국과학기술원 (KAIST)

Quantum dot (QD)-metal nanoparticle (MNP) hybrid structures on the blue LED chip are fabricated in this work, in which QDs are conjugated with Au and Ag nanoparticles and the distance between QDs and MNPs are separated by a thin layer of SiO<sub>2</sub> spacer deposited by a sol-gel method. Enhancement of both fluorescence and quantum yield (QY) of hybrid QD-MNP-LEDs using different sizes of Au and Ag nanoparticles are obtained, due to the contributions of field enhancement and Purcell effect, respectively. The results of this

research indicate a potential for improving the brightness and the quantum efficiency of QD-MNP-LED.

### [IV-3] 식물재배용 LED 조명장치에 관한 연구

노재문<sup>1)</sup>, 김봉수<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(주)피엔에이디스플레이

<sup>2)</sup>(주)피엘티

본 논문은 식물 재배용 발광다이오드(LED) 조명장치에 관한 것으로 하나의 발광 다이오드 조명모듈로 복수 채널 및 복수 라인의 식물에 조명을 균일하게 비추고 각 식물의 성장특성에 부합하는 조명을 비추어 줌으로써 균일한 식물성장효과를 발생시킬 수 있는 식물 재배용 발광 다이오드 조명장치에 관한 것이다. 또한 발광 다이오드를 사용하여 식물 재배 환경을 조절하는 조명장치의 복수 채널 및 복수 라인의 식물에 대한 조명의 광량, 파장, 색온도 및 식물별 다양한 생육 조건에 따라 발광 다이오드 조명등을 구동하여 식물 재배환경을 최적화하고 그 관리를 용이하게 하는 식물 재배용 발광 다이오드 조명장치에 관한 것이다.

2013. 02. 27 (수)

## Session V: Epitaxy (컨퍼런스룸-1)

10:00~11:30

좌장 : 권순용 교수 (UNIST)

### [Invited] 녹색 InGaN 양자우물 레이저다이오드의 광학이득에 영향을 미치는 인자들의 효과

김윤석<sup>1)\*</sup>, Akio Kaneta, Mitsuru Funato, Yoichi Kawakami<sup>2)</sup>, Takashi Miyoshi, Shin-ichi Nagahama<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원 LED소자연구센터

<sup>2)</sup>Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University

<sup>3)</sup>Nitride Semiconductor Research Laboratory, Opto-Electronics Division, Nichia Corp.

본 연구에 사용된 녹색 LD는 MOVPE에 의해

성장된 InGaN기반의 양자우물 활성층으로 구성되어 있다. 광학적 이득에 대한 평가는 Hakki와 Paoli에 의해 제안된 방법을 이용하여 이루어졌다. 이 방법은 약 60 pm의 주기를 가지는 종축 모드로 구성되어 있고 이를 분광하기 위해서는 매우 높은 해상도 (4 pm)를 가지는 모노크로미터가 필요하다. 문턱치 전류밀도( $J_{th}$ )는 약 2.75 kA/cm<sup>2</sup> 로 이제까지 보고된 녹색 LD중 가장 낮은 값이며 기존의 녹색이하의 질화물 LD와 비슷한 수준이다. 그림 1은 측정된 전류밀도의존 모드이득 그래프이다. 이득 값이 주입전류에 관계없이 약 -10/cm 로 일정해지고 이는 다이오드의 내부 손실에 해당된다. 기존에 보고된 (0001)면 LD 들에 비교하여 훨씬 낮은 값이며 이는  $J_{th}$  를 낮추는데 크게 기여했다고 보여진다

### [V-1] 옆면 접촉 전극 구현을 위한 두꺼운 p-형 질화갈륨층을 가지는 발광다이오드 특성 연구

이준엽, 배시영, 공득조, 이동선\*

광주과학기술원 정보통신공학과

옆면 접촉 전극을 갖는 나노구조 발광다이오드에 적용하기 위하여 기존 100nm에 비해 두꺼운 630nm 정도의 p-형 질화갈륨층을 성장한 발광소자를 제작하고, 소자 특성 향상을 위해서 성장 조건, 활성화를 위한 열처리 조건에 따른 영향을 p-형 템플릿과 발광다이오드소자에 대해 비교 분석한다. 375 sccm Cp<sub>2</sub>Mg 유량조건에서 성장된 p-형 질화갈륨층을 갖는 소자에서 가장 나은 소자 특성이 나타났다. 최적의 발광다이오드 소자 특성을 위한 열처리 온도 조건은 열처리 중 InGaN 성능 저하를 줄이고 p-형 질화갈륨을 전기적으로 활성화 시키는 조건으로 결정되며, 700°C 20분 열처리한 것이 최적조건임이 확인 되었다.

### [V-2] Improved heat dissipation in gallium nitride light-emitting diodes with embedded graphene oxide pattern

Nam Han<sup>1</sup>, Tran Viet Cuong<sup>1</sup>, Min Han<sup>1</sup>, Beo Deul Ryu<sup>1</sup>, S. Chandramohan<sup>1</sup>, Jong Bae Park<sup>2</sup>, Ji Hye Kang<sup>1</sup>, Young-Jae Park<sup>1</sup>, Kang Bok Ko<sup>1</sup>, Hee Yun Kim<sup>1</sup>, Hyun Kyu Kim<sup>1</sup>, Jae Hyoung Ryu<sup>1</sup>, Y.S. Katharria<sup>1</sup>, Chel-Jong Choi<sup>1</sup> & Chang-Hee Hong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Semiconductor and Chemical Engineering, Semiconductor Physics Research Center, Chonbuk National University

<sup>2</sup> Korea Basic Science Institute (KBSI), Jeonju Center

그래핀 산화물 패턴을 내재시켜 GaN based LED의 열 방출 개선을 연구 한 논문이다.

그래핀 옥사이드 용액을 Spray method와 일반적인 photolithography 공정을 이용하여 사파이어 위에 패터닝을 하였고, 일반적으로 그래핀 위에 GaN template가 형성되기 어려운 점을 패터닝과 ELOG (Epitaxial Lateral Over Growth) technique을 이용하여 GaN template 형성 및 LED 소자제작을 하였다. 이렇게 소자를 제작하여 소자의 열 특성을 비교 하였고, 일반적인 LED에 비해 그래핀 산화물 패턴이 내제된 LED의 junction temperature가 약 25% 개선되는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 이유는 그래핀의 높은 열 전도율에 따른 LED 소자내의 열 방출 효과로 볼 수 있다.

### [V-3] Improvement of crystal quality in semipolar GaN layer by using self-organized nanomasks on m-sapphire

Yongwoo Ryu, Joocheol Jeong, Jongjin Jang, Kyuseung Lee, Daehong Min, Jinwan Kim, Minh Kim, Seunghwan Moon, Geunho Yoo and Okhyun Nam\*

LED Technology Center, Department of Nano-Optical Engineering, Korea Polytechnic University

We verified the effectiveness of SiO<sub>2</sub> nanorods in defect reduction and luminescence improvement for semipolar GaN. Semipolar GaN layers grown on SiO<sub>2</sub> nanorods had much lower defect density, a fact that was confirmed by XRC measurements.

Moreover, the CL intensity of SiO<sub>2</sub>-nanorod-inserted GaN layers was approximately 9.5 times that of reference GaN layers. Further, the IQE of the QWs on SiO<sub>2</sub> nanorods was approximately 26.3%, which was 80% higher than that of reference GaN layers. These observations confirmed the improvement in the crystal quality of semipolar GaN layers by the introduction of SiO<sub>2</sub> nanorods.

### Session VI: 평가 및 신뢰성 (컨퍼런스룸-2)

10:00~11:30 좌장 : 류한열 교수 (인하대학교)

#### [Invited] Light emission properties of nanophotonic and plasmonic semiconductors

조창희 교수

대구경북과학기술원(DGIST)

Nanostructured semiconductors and plasmonic materials are stimulating intense activity in the area of photonics due to their unique ability of tailoring the optoelectronic properties. In particular, controlling the radiative properties of light emitters with engineered materials/structures has been of great importance for understanding the underlying physics and designing new optoelectronic devices. At first, we will discuss the non-thermalized hot luminescence in single semiconductor nanowires coupled with plasmon nanocavities, which is absent for simple photonic semiconductor nanowires. By tuning the plasmonic cavity size to match the cavity mode resonances, an almost complete transition from thermalized luminescence to hot luminescence was achieved, which reflects exceptionally high radiative rate enhancement. Time-resolved measurements for the plasmonic semiconductors showed the excited-state lifetime shortening by a factor of 10<sup>3</sup>, resulting in sub-picosecond lifetimes.

Finally, we will discuss the one-dimensional exciton polaritons with size-tunable and enhanced coupling strengths in photonic semiconductor nanowires. By using the polaritonic characteristics, all-optical active switching was demonstrated in individual semiconductor nanowires. This indicates that the intrinsic optoelectronic properties of semiconductors can be engineered in a desirable way and is important for understanding and designing nanoscale materials with novel properties.

#### [M-1] InGaN청색 발광다이오드에서 물리적 특성들의 고온 온도 의존성

오찬형<sup>1)</sup>, 한동표<sup>1)</sup>, 김현성<sup>1)</sup>, 강민구<sup>1)</sup>, 김규상<sup>2)</sup>, 신동수<sup>1)</sup>, 심종인<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한양대학교 <sup>2)</sup>상지대학교

최근 질화물계 발광다이오드는 고온에서의 동작 특성이 매우 중요해 지고 있다. 본 연구에서는 상온에서부터 고온까지 동작온도를 변화시켜가며 내부양자효율, 전류-전압, 전압-정전용량, 압전전계, 스펙트럼 등, 각종 물리적 특성들을 체계적으로 조사하여 보았다.

#### [M-2] 삼각형 구조의 발광 다이오드 제작과 특성

이환기, 서재화, 윤영준, 강인만\*

경북 대학교 전자전기컴퓨터학과

발광 다이오드(LED)에서 주입 전류의 균일한 확산 효과는 소자의 성능 향상을 위한 필수 조건 중 하나이다. 비균일 전류 확산이 LED소자의 낮은 출력, 높은 전류 충돌, 열 발생, 그리고 신뢰성 감소를 유도한다는 것은 보고되었다. 소자 제작을 통하여 LED 소자의 구조와 전극 모양의 변화로 인한 효과를 실험하였다.

#### [M-3] Carrier dynamics of efficiency droop in InGaN-based blue-light-emitting diode grown on patterned and planar sapphire substrates

Yang-Seok Yoo<sup>1</sup>, Song-Mei Li<sup>1</sup>, Je-Hyung Kim<sup>1</sup>, Jong-Ho Na<sup>2</sup>, and Yong-Hoon Cho\*

<sup>1)</sup>Department of Physics and Graduate School of Nanoscience & Technology (WCU), Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

<sup>2)</sup>LG Innotek LED Division, LED R&D Center

평면 기판과 패턴 된 사파이어 기판 위에서 성장된 InGaN 기반의 청색 LED의 효율 저하에 대한 carrier dynamic의 연구를 진행하였다. 비록 패턴 된 기판 위에서 성장된 LED의 외부 양자 효율은 더 개선이 되었지만, 평면 기판을 이용한 LED 에 비하여 더 심각한 효율 저하의 특성을 보였다. 시 분해 발광 조사 연구로부터 우리는 발광 프로세스는 비교적 낮은 전류 레벨에서 포화가 된 반면, 비 발광 프로세스는 증가하다가 효율저하가 일어나는 시점부터 감소하는 것을 알았다. 전류 구동 소자에 대한 다양한 분석으로부터 효율저하의 특성을 체계적으로 분석을 할 수가 있었다.

#### Session VII : 소자 (컨퍼런스룸-1)

13:00~14:30 좌장 : 권민기 교수 (조선대학교)

#### [Invited] Damage-free sputter ITO transparent metal electrodes on p-GaN for GaN-based LEDs

곽준섭 교수

순천대학교 인쇄전자공학과 (WCU)

Indium tin oxide (ITO) is commonly used as a transparent electrode on p-type GaN in light emitting diodes (LEDs). Because transmittance and specific resistance of ITO film have a significant impact on the efficiency of top emission LEDs, various vacuum deposition methods have been studied to grow a high quality ITO film on p-type GaN. However, due to the plasma damage in ITO sputtering process, e-beam evaporated ITO is widely used to make the top emission LEDs in spite

of its relatively low film quality. Although a sputtering process is well known to obtain the best quality of ITO films, it cannot be applied due to the degradation of p-type GaN through the impact of high energy particles such as Ar, O, In, Sn ions or electron in plasma. In this study, the properties of ITO films grown by plasma damage-free condition will be shown. Especially, the enhancement of LED efficiency will be discussed applying a novel design of damage-free ITO sputtering process. Furthermore, the mechanism for forming a low resistance ohmic contact to p-GaN will also be discussed.

#### [VII-1] 자외선 발광다이오드용 ITO/Ag/ITO 기반 구조를 갖는 투명 전도성 전극의 전기/광학적 특성 최적화

이재훈, 김경현, 김수진, 안호명, 김태근\*

고려대학교 전기전자전파 공학과

본 연구에서는 다층 구조를 갖는 박막의 ITO(15 nm)/Ag(7 nm)/ITO(15 nm) 투명 전도성 전극을 제작한 후, RTA(rapid thermal annealing) 열처리 온도에 따른 전기, 광학적 특성 향상에 대해서 조사하였다. 사용된 ITO/Ag/ITO 전극의 구조는 ITO 사이에 Ag를 삽입함으로써 trade off 관계에 있는 광학적/전기적 특성을 모두 향상시킴으로써 자외선 LED에 적용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

실험 결과로, 400 °C에서 열처리한 ITO/Ag/ITO 다층 구조는 365 nm에서 일반적인 ITO의 투과도(약 73%)보다 높은 85.12%의 투과도를 보였으며 17.22 omh/sq 의 전기적 특성을 확인하였다. 이는 ITO 사이에 금속을 삽입으로써 금속에 의한 전기적 특성 향상과 열처리에 의한 Burstein-moss effect로 투과도 향상을 보여준다.

#### [VII-2] FDTD simulation을 이용한 실리카 나노 구조가 포함된 LED의 광 추출 효율 계산

장정환<sup>1)</sup>, 박성현<sup>2)</sup>, Yasushi Nanish<sup>2)</sup>, 윤의준<sup>1,3)</sup>\*

<sup>1)</sup>서울대학교재료공학부

<sup>2)</sup>Department of Photonics, Ritsmeikan University

<sup>3)</sup>서울대학교 융합기술원

본 연구실에서는 간단한 공정으로 비극성 a-면LED의 광 특성을 향상시키기 위하여, 의도적으로 실리카 나노 구조를 GaN 에피층에 삽입하였다. GaN 에피층 내부의 실리카 나노 구조들이 광 추출 효율 증가에 미치는 영향을 알아 보기 위해FDTD (Finite Difference Time Domain) simulation을 수행하였다. 이를 통해 실리카 나노 구조의coverage, 모양, GaN 에피층과의 굴절률 차이가 광추출 효율에 미치는 영향을 연구하였다.

#### [VII-3] AlGaIn 중간층의 위치에 따른 GaN기반한 발광다이오드의 광학적 특성 향상

김호연<sup>1)</sup>, 이광재<sup>1)</sup>, 이상준<sup>1)</sup>, 김상조<sup>2)</sup>, 박성주<sup>1,2)</sup>\*

<sup>1)</sup>광주과학기술원 신소재공학부

<sup>2)</sup>광주과학기술원 나노바이오재료전자공학과

본 연구에서는 다중양자우물구조, AlGaIn 전자장벽층, p형 GaN 층 사이에 AlGaIn 중간층의 위치에 따른 발광다이오드 특성에 대하여 조사되었다. 시뮬레이션 결과, 다중양자우물구조와 AlGaIn 전자장벽층 사이에 AlGaIn 중간층을 삽입한 LED가 전도대의 에너지를 높여 전자의 overflow를 막고, 가전자대의 에너지를 낮춰 효율적인 정공주입이 가능함을 확인할 수 있었다. 이로 인해 20 mA에서 구동 전압이 3.63 V에서 3.53 V로 전기적 특성이 개선되었고 efficiency droop이 18%정도 향상되었다.

#### Session VIII: LED 조명 및 융합 (컨퍼런스룸-2)

13:00~14:30

좌장 : 영남대학교 박시현 교수

#### [Invited] 빛 공해의 유형과 평가기준

(주)에스제이엘 조명연구소 안소현 소장

빛공해란 인공광에 의해 피해가 유발되는 현상이다. 빛공해는 크게 네 가지 유형으로 구분할

수 있다. ① 밤하늘이 밝아지는 스카이라이프 ② 시각적 불편감이나 시인성 저하를 초래하는 글레어 ③ 사적 공간을 밝혀 사생활에 침해를 주는 침입광 ④ 인간 및 동식물에 가해지는 생리학적 피해 등이 있으며, 이에 관한 논의를 하고자 한다.

#### [Ⅷ-1] 레이저 기판 분리 및 전사 방법을 이용한 질화갈륨 기반의 유연한 발광다이오드 시스템 제작

천재이<sup>1)</sup>, 황영규<sup>2)</sup>, 최용석<sup>2)</sup>, 정탁<sup>3)</sup>, 백중협<sup>3)</sup>, 고흥조<sup>2)</sup>, 박성주<sup>1,2)\*</sup>

<sup>1)</sup>광주과학기술원 나노바이오재료전자공학과

<sup>2)</sup>광주과학기술원 신소재공학부

<sup>3)</sup>한국광기술원 LED 소자연구센터

본 연구에서는 사파이어 기판에 성장된 질화갈륨 발광다이오드 박막을 레이저 기판 분리법을 이용하여 실리콘 기판 위로 전사시킨 후, 실리콘 기판에서 제작된 발광다이오드 화소를 유연한 기판에 전사시키는 방법으로 유연한 발광다이오드 시스템을 제작하였다. 질화갈륨 발광다이오드 화소를 실리콘 기판 위에서 제작하는 방법은 레이저를 이용한 사파이어 기판 분리 시 보다 안정한 공정을 제공할 수 있다. 그 결과, 9 x 9 발광다이오드 배열을 PET 기판에 전사하였으며 종이에 전사된 하트 모양의 발광다이오드도 제작할 수 있었다. 또한, 전류-전압 측정을 통하여 발광다이오드가 전사과정에서 손상되지 않았음을 확인하였다.

#### [Ⅷ-2] 무선 광통신용 가시광/적외선 송신기

이흥식<sup>1)\*</sup>, 조미령<sup>1)</sup>, 이상신<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>한국조명연구원

<sup>2)</sup>광운대학교 전자공학과

본 논문에서는 초소형 무선 광통신용 송신기 개발을 위해 도파로 정렬기 기반의 가시광/적외선 송신기를 제안 및 구현하였다. 제안된 송신기는 광원과 도파로 정렬기, 빔 성형 렌즈로

구성하였다. 실리카 기반의 도파로 정렬기는 빔 전파 방법과 평면 광집적회로 기술로 설계 및 제작되었으며 빔 성형 렌즈와 함께 빔 추적 기법을 활용하여 송신기를 구현하였다. 구현된 송신기의 광 전파 특성 중에서 가시광과 적외선의 정렬각은 0.0002도이며, 발산각은 가시광과 적외선이 각각 0.03도, 0.2도임을 확인하였다. 결론적으로 무선 광통신용 도파로 정렬기 기반의 가시광/적외선 송신기를 성공적으로 구현하였으며 IT융합기술의 핵심 분야인 LED 기반의 가시광 통신을 비롯하여 무선 광통신 소자에 핵심 기술로 응용 될 것으로 사료된다.

#### [Ⅷ-3] 식물생육에 적합한 최적 LED 광원 설계

이규한, 박창균, 윤명희, 홍창희\*

전북대학교 LED농생명융합기술연구센터

식물의 광합성은 엽록소에서 이루어지고, 엽록소는 광원의 파장에 따라 광합성 효율이 달라진다. 식물에 흡수된 파장은 엽록소 내부의 전자를 여기시키고, 이 전자들에 의해 광합성이 이루어진다. 본 연구는 기존에 사용하고 있는 형광등, 백열등, LED 등의 분광 특성과 식물의 식물의 광 반응 곡선을 연산하여, 광합성 효율을 추출하였고, 추출된 광 특성을 기반으로 최적의 조건을 갖는 LED 조명을 설계 하였다. 또한, 본 연구를 기반으로 LED를 이용하여 식물 성장용 조명을 설계할 때 최적의 광합성 효율을 갖는 LED 조명의 제작 기간을 단축하고, 최대의 광 효율을 갖는 LED 조명 구현할 수 있다.

#### Special Session (컨퍼런스룸-1)

14:45~16:00 좌장 : 박일규 교수 (영남대학교)

#### “차세대 Smart LED 기술”

##### [SP-1] Smart LED 조명 제어

강태균\*, 성정식, 강현주, 강현철, 박성희, 최종우  
한국전자통신연구원LED통신연구실

LED 조명은 태우는 조명, 전기 조명의 기존 기능을 모두 만족하면서 새로운 기능을 제공한다. 새로운 조명 기능은 조명 산업의 미래 먹거리가 더욱 커지는 효과를 갖는다. 새로운 조명 기능은 LED 조명의 제어 기술이 핵심 원천 기술이 된다. 제어 기술에 의해 밝기도 디지털로 제어가 되며, 빛으로 정보도 전달하여 조명과 동시에 무선통신도 가능하게 된다. 조명의 디지털 제어에 의해 위치 조명, 콘텐츠 조명, 기능 조명, Active 조명으로 발전할 전망이다. 본 고에서는 LED 조명 제어의 역사, 대체 조명, 디밍 조명, 시스템조명의 기능 비교, 조명 디밍 PWM과 가시광 무선통신 VLC(Visible Light Communication) PHY 기술, 스마트한 기능을 갖는 LED 제어 기술에 의한 새로운 융합 기술 산업을 전망한다.

#### [SP-2] LED 통신 응용 서비스 기술

정성윤\*, 유종호, 김현철

영남대학교 전자공학과

최근 반도체 소자인 LED(Light Emitted Diode)가 기존 조명인프라(백열등, 형광등 등)를 대체할 차세대 조명으로 각광 받고 있는 가운데 LED 조명 인프라에 통신을 융합한 차세대 무선 통신 기술로 LED 무선 통신에 대한 연구가 이루어지고 있다. 현재 초창기의 이론적인 연구를 벗어나 실제 상용화 모델에 대한 연구 및 개발이 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 실내 및 실외에 구성된 LED 조명 인프라를 활용한 LED 무선 통신 응용 서비스 기술에 대한 연구 개발의 동향을 소개한다.

#### [SP-3] LED 조명 색채 인식 기술 분야

곽영신

UNIST 디자인 및 인간공학부

LED 조명은 분위기에 맞는 다양한 조명 색을 사용자가 쉽게 조절할 수 있도록 설계할 수 있다는 특징을 갖는다. 이러한 LED 조명의 장점을 최대한 활용한 조명 시스템 개발을 위해서는 'LED 조명색'과 'LED 조명에 의해

보여지는 물체색'이 어떻게 사람들에게 인지되고 어떤 감성을 유발하는 가에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 LED 조명과 관련된 색채 연구의 현황 및 연구 방향에 대해 소개하겠다.

2013. 02. 26 (화)

## Poster Session (종합강의동 2층 로비)

16:45 ~ 18:15

**[P-01] 광 추출효율 향상을 위한 PSS LED 구조에 대한 FDTD 전산모사**

최호, 최원식, 박시현\*

영남대학교 전자공학과

LED의 광 추출효율을 높이기 위하여 사파이어 기판 표면에 일정한 형태로 패터닝하는 (patterned sapphire substrate : PSS) 연구가 활발히 진행되고 있다. 소자외부로 방출되지 못하는 빛들을 다중반사와 산란현상을 통해 전반사를 효과적으로 줄이고, LED의 광 추출효율을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 PSS LED 구조에 대해 finite-difference time-domain (FDTD) 알고리즘을 사용하여 전산모사를 수행하였다. FDTD알고리즘은 맥스웰 회전방정식을 중심차분방법을 이용하여 시간과 공간상에서 방정식을 분리하여, 방정식의 해를 수치적으로 구하는 방법이다. 패턴의 구조적 파라미터들의 변화에 따라 광 추출효율을 추측함으로써, 향후 최적의 사파이어 패턴 제작 구조를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

**[P-02] Epitaxial Lateral Overgrowth on the Air Void Embedded SiO<sub>2</sub> Mask for InGaN Light-Emitting Diode**

Eunmi You, Kwang Cheol Lee, Ahn Su Chang, Hwang Nam, Jong Hyeob Baek, and Sang-Mook Kim\*

Korea Photonics Technology Institute (KOPTI)

We fabricated In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N multiple quantum well (MQW) light-emitting diodes (LEDs) on air void embedded SiO<sub>2</sub> mask using a simple

process (silver (Ag) deposition, SiO<sub>2</sub> capping, and high-temperature annealing). Ag was volatilized in the MOCVD process and formed air void, as revealed by energy dispersive X-ray spectroscopy images. The light output power (at 20 mA) of the LED using epitaxial lateral overgrowth on the SiO<sub>2</sub> mask (47.8 %) and LED with the air void embedded SiO<sub>2</sub> mask (96.8 %) are enhanced compared to conventional LEDs. From reflectance measurements, the enhancement of LEDs with an air void embedded SiO<sub>2</sub> mask could be mainly explained by the increased high incident angle specular reflectance.

**[P-03] Properties of MgZnO thin films grown by RF magnetron sputtering**우지훈<sup>1) 2)</sup>, 장선호<sup>1) 2)</sup>, 이영웅<sup>1) 2)</sup>, 최준혁<sup>1) 2)</sup>, 장자순\*<sup>1) 2)</sup><sup>1)</sup>영남대학교 전자공학과, <sup>2)</sup>LED-IT 융합산업화 연구센터

II-VI족 반도체 물질인 ZnO는 우수한 전기적, 광학적 특성으로 인해 LED와 LD(laser diode), Solla cell 등의 다양한 광학디바이스에 폭넓게 사용된다. Mg이 도핑된 MgZnO는 성장온도, 후열처리에 따른 전기적·광학적 특성의 변화로 인해 다양한 목적으로 사용될 수 있다. 본 연구는 RF magnetron co-sputtering 방법으로 성장된 MgZnO박막의 후열처리에 따른 전기적, 광학적 특성에 대하여 분석하였다.

**[P-04] LED 효율 향상을 위한 ZnO 나노구조 형상 제어**

남광희, 이영석, 박일규\*

영남대학교 전자공학과

본 연구에서는 LED의 효율 향상을 위해 ZnO 나노구조의 형상 제어에 관한 연구를 진행하였

다. ZnO 나노구조는 수열합성법 (Hydrothermal method) 를 통해 형성되었다. 일반적인 hydrothermal 법으로 형성된 ZnO 나노구조는 1차원 나노구조의 형태이지만, 본 연구에서는 광추출 효율의 극대화를 위해 반구형의 나노구조 제작에 관한 연구를 진행하였다. 특히 반구형 나노 구조를 제작하기 위한 공정을 저온 습식공정인 수열합성법으로 진행함으로써 LED 공정에 도입이 용이하게 하였다. ZnO 나노구조의 형상제어는 Hydrothermal공정시 계면활성제(surfactant)인 trisodiumcitrate (TSC)를 첨가함으로써, 표면의 원자 결합을 조절하고 이를 통해 이방성의 성장 특성을 갖는 ZnO나노구조의 형상을 제어하였다. 본 논문에서는 ZnO나노구조의 LED 표면에서의 구조적 형상 변화 및 메커니즘을 논하고자 한다.

#### [P-05] Die-adhesive material 의 종류에 따른 GaN 기반의 발광 다이오드의 특성변화

이현기<sup>1)</sup>, 박종원<sup>1)</sup>, 장선호<sup>1), 2)</sup>, 장자순<sup>1), 2)\*</sup>

<sup>1)</sup>LED-IT 융합 산업화 연구센터 <sup>2)</sup>영남대학교 전자공학과

Die-adhesive material 의 종류에 따른 LED chip 특성의 변화에 관하여 연구 하였으며, Si, Ag-paste, 1000 x 1000 $\mu$ m<sup>2</sup> GaN LED, COB type MCPCB를 사용 하였다. paste 경화 전과 후, LED chip의 optical & electrical 비교 하였으며, chip의 thermal effet를 배제하기 위해 1A/cm<sup>2</sup> 이하에서 optical & electrical특성을 측정 하였다. 측정 결과 Si-paste를 사용한 chip은 파장이 blue shift, forward voltage가 증가 하였으며, Ag-paste를 사용한 sample은 파장이 Red shift, forward voltage가 감소 하였다.

#### [P-06] GaN LED 표면 식각 패턴의 규칙성에 따른 광 추출 효율 연구

권순용, 양민호, 김성희, 김명관, 최홍일, 양진

규\*

공주대학교 광공학과

광결정에서 랜덤까지 표면 패턴의 규칙성이 변화함에 따라 GaN LED의 광추출 효율이 어떻게 변화하는지 전산모사를 통해 이론적으로 고찰하였다. p-GaN 식각 깊이를 증가시킬수록 광추출 효율은 지속적으로 증가하지만, 패턴의 주기나 규칙성에 의한 효율 변화는 거의 보이지 않았다. 식각 면적의 경우 40% 이상일 경우 대체로 높은 추출 효율을 얻고, 60% 정도일 경우 최대 광추출 효율을 얻을 수 있었다. 식각 깊이가 p-GaN 표면에서 150nm 정도 일 경우, 최대19% 정도의 광추출 효율을 얻을 수 있었는데, 이는 패턴 없는 경우 대비 2.1배 이상 증가된 값이다.

#### [P-07] Enhancement of the light extraction efficiency for GaN-based light emitting diodes by selective etched nanorods

김승환<sup>1)</sup>, 박현호<sup>1)</sup>, 송영호<sup>2)</sup>, 박형조<sup>2)</sup>, 김기영<sup>2)</sup>, 전성란<sup>2)</sup>, 양계모<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>전북대학교 반도체화학공학과 <sup>2)</sup>한국광기술원 LED응용연구센터

We have demonstrated an enhancement in the light output power for the GaN-based LED with and without nanorods in microholes. The forward voltages of these LEDs were similar, at about 3.8 V at 80 mA. The light output powers of the GaN-based LED with and without nanorods in microholes are enhanced by ~43% and ~15%, respectively, compared to that of the reference LED at 80 mA. The enhanced light output power is attributed to the photon wave-guiding effect and scattering through the nanorods in microholes, by the decrease in total internal reflection to improve extraction efficiency. This study proposed a simple method for enhancing the light output power

of GaN-based LED via incorporating microholes with nanorods, using Alumina by the spin coating method

**[P-08] DC와 RF 마그네트론 스퍼터링 방식으로 증착된 ITO와 p-type GaN의 Ohmic 접촉 특성**

최준혁<sup>1)</sup>, 장선호<sup>1)</sup>, 장자순<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>영남대학교 전자공학과 & LED-IT융합산업화 연구센터

DC 마그네트론 스퍼터링[DCMS] 방식과 RF 마그네트론 스퍼터링[RFMS] 방식으로 증착한 ITO 박막과 p-type GaN 사이의 ohmic 접촉 특성 차이를 비교, 분석하였다. 또한, 급속열처리장비를 이용하여 열처리가 전반적인 특성에 미치는 영향을 연구하였다. p-type GaN 위에 ITO박막을 상온에서 증착하였고 전기적, 광학적, 구조적 특성을 비교하였다. DCMS 방식 ITO 박막의 전류-전압 특성은 비선형인데 반해 RFMS 방식 ITO 박막의 특성은 선형이다. 전류-전압 특성의 차이는 열처리 전 결정구조와 서로 다른 열처리 온도에 따른 반응에 의해 발생한다. DCMS 방식과 RFMS 방식으로 증착한 ITO박막의 열처리 온도는 각각 600°C와 550°C이다. DCMS 방식의 ITO 박막이 열처리 전에도 결정성을 가지는 것과는 달리, RFMS 방식의 ITO 박막은 열처리 후에 비정질 구조에서 다 결정체로 위상이 변화한다.

**[P-09] Reliable vertical-injection GaN-based light-emitting diodes fabricated with Ar plasma-treated current blocking layer**

오문식, 정은진, 김현수\*

<sup>1)</sup>전북대학교 반도체·화학공학부

This study employed Ar plasma treatment to selectively damage the highly Mg-doped p-GaN surface and hence to form current-

blocking layer (CBL) for the fabrication of reliable vertical-injection GaN-based light-emitting diodes (LEDs). The optimized Ar plasma treatment was found to effectively suppress the carrier transport through hopping conduction, i.e., the non-ohmic contact can be produced. Accordingly, the LED fabricated with Ar plasma treatment showed ~5% brighter emission as compared to that of the reference sample

**[P-10] 표면누설전류 차단공법을 이용한 고효율 GaN기반 발광다이오드**

김세민<sup>1,2)</sup>, 장선호<sup>1,2)</sup>, 이영웅<sup>1,2)</sup>, 우지훈<sup>1,2)</sup>, 장자순<sup>1,2)\*</sup>

<sup>1)</sup>영남대학교 전자공학과, <sup>2)</sup>LED-IT 융합산업화 연구센터

GaN기반 발광다이오드는 차세대 조명기기의 우수한 후보 중 하나다. 형광등, 백열등 등 기존의 조명기기를 대체하기 위해서는 고효율, 고신뢰성이 요구된다. GaN기반 발광다이오드는 여러 결함들로 인한 누설전류로 인해 효율이 저하된다. 특히, p-GaN에서 n-GaN 표면을 따라 비교적 많은 누설전류 통로가 형성된다. 표면누설전류를 차단하기 위해 n-형 GaN표면에 SiO<sub>2</sub>를 채운 참호를 형성했으며, 전기적-광학적 특성을 평가한 결과 -5V에서의 Reverse 누설전류가 1/100배로 낮아졌으며, 200mA에서의 광출력이 약 12% 이상 증가했다

**[P-11] Flip-chip GaN-based light-emitting diodes with GaN via electrode**

이상헌<sup>1)\*</sup>, 정성훈<sup>1)</sup>, 정탁<sup>1)</sup>, 박형조<sup>1)</sup>, 주진우<sup>1)</sup>, 정태훈<sup>1)</sup>, 김자연<sup>1)</sup>, 오화섭<sup>1)</sup>, 김윤석<sup>1)</sup>, 박승현<sup>1)</sup>, 백종협<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원 LED소자연구센터

We report on the flip-chip with GaN via

electrode for GaN-based light-emitting diodes (LEDs). The GaN via electrodes with 90, 70, 50um size were fabricated in the LED device. For the fabrication of flip-chip LED(FC LED) devices, AgIn reflector layer was deposited on top of p-GaN by lift-off method by using electron beam evaporation. The LED devices were characterized by conventional LED test system for fabricated FC LED.

#### [P-12] 서로 다른 성장 메커니즘에 따른 ZnO 나노 구조 특성

장선호, 김세민, 이영웅, 최준혁, 이현기, 문명성, 우지훈, 장자순\*

영남대학교 전자공학과 & LED-IT 융합산업화 연구센터

Zinc Oxide (ZnO) 물질은 넓은 에너지 밴드 (3.37eV)를 갖는 물질로써, 높은 exciton binding energy (60meV)를 가지고 있어 UV 영역의 중요한 물질로 각광을 받고 있다. [1] 나노구조는 일차원, 이차원 구조를 형성 할 수 있어 청색 및 자외선 발광소자, 센서 등의 넓은 활용범위를 갖는다. 본 연구는 열기상증착 방법으로 촉매의 사용유무에 따른 ZnO 나노구조물을 합성 하였고, 사파이어와 GaN 기판 위에 1 차원, 2차원 나노구조를 합성 하였다. 2종의 기판위에 금속 촉매를 이용한 vapor-liquid-solid 성장 메커니즘과 vapor-solid 메커니즘에 의한 합성 방법을 통하여, 나노구조의 형성 모양과 특성을 평가 하였다. ZnO 의 나노구조의 광학적, 구조적 특성 변화를 photoluminescence (PL), Field-Emission Scanning electron microscope (FE-SEM), G-Xray diffraction (G-XRD) 을 이용하여 분석하였다.

#### [P-13] Light extraction improvement of LED

#### by ZnO nanostructure arrays

최판주<sup>1)</sup>, 강용진<sup>1)</sup>, 전종현<sup>1)</sup>, 오승종<sup>1)</sup>, 김자연<sup>2)</sup>, 권민기<sup>1)</sup>\*

<sup>1)</sup>조선대학교 광기술공학과 <sup>2)</sup>한국광기술원 LED 소자팀

LED의 높은 내부 양자 효율에 비하여 광 추출 효율은 GaN ( $n = 2.4$ ) 와 Air ( $n = 1$ )에 큰 굴절률 차이로 인하여 낮다. 본 연구에서는 LED의 낮은 광추출 효율을 향상 하기 위하여 ITO 위에 ZnO 나노 구조를 수직정렬 구조, Flower 정렬 구조, nanocone 모양 등 다양한 형태로 Hydrothermal 법에 의해 증착하였다. ZnO 나노 구조 증착에 따른 광 추출 효율 향상을 계산하기 위하여 FDTD 시뮬레이션을 이용하였다. 또한 LED를 제작하여 전기적인 특성과 광 출력의 증가를 평가하고 최적의 ZnO 나노 구조를 도출하였다

#### [P-14] Carrier Transport Mechanisms of Ti/Al/Au Ohmic Contacts to AlInN:Mg/GaN Heterostructure Analyzed by Parallel Network Model

김성준<sup>1)</sup>, 김현수<sup>1)</sup>\*

<sup>1)</sup>전북대학교 반도체화학공학부

The carrier transport mechanism of a low resistance Ti/Al/Au Ohmic contact to AlInN/GaN heterostructures was investigated. The Ohmic contact produced upon thermal annealing was due to the generation of TiN contact inclusions with a density of  $2.8 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ , i.e., spike mechanism. The sheet resistance of channel layer was found to follow power law, yielding the power index of  $-1.57$ . Temperature dependent contact resistance could be understood based on the parallel network model consisting of distributed resistance components of TiN contact inclusion (predominant) and the rest sound

region (negligible), giving the barrier height of 0.65 eV and the carrier density of  $2.3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  at the TiN/GaN interfaces.

**[P-15] Properties of ZnO/MgO/ZnO Layer by layer thin film deposited by RF Magnetron sputtering.**

이영웅<sup>1) 2)</sup>, 장선호<sup>1) 2)</sup>, 우지훈<sup>1) 2)</sup>, 최준혁<sup>1) 2)</sup>, 장자순<sup>1) 2)\*</sup>

<sup>1)</sup>영남대학교 전자공학과 <sup>2)</sup>LED-IT 융합산업화 연구센터

본 연구에서는, GaN 기반의 LED 및 광 소자에 응용 가능한 ZnO 기반 박막 설계에 앞서 ZnO 와 도펀트로서 MgO의 증착 및 도핑 방법, 특성 분석을 진행 하였다. 우선 ZnO(99.999%)와 MgO(99.99%)의 타겟을 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 Layer by layer 형태로 적층하여 진행한 후, N<sub>2</sub> 분위기에서 열처리 하여, Photoluminescence (PL), XRD, parameter analyzer, UV-Vis spectroscopy, Hall effect measurement 를 이용하여 광학적, 전기적 특성을 측정, 분석 하였다.

**[P-16] Ti 전구체가 TiO<sub>2</sub> 코팅된 CaS:Eu 적색 형광체를 적용한 LED에 미치는 영향**

강소라, 김덕기, 이광철\*

한국광기술원 LED연구사업본부 LED응용연구센터

CaS:Eu 적색 형광체는 고연색성 백색 LED 구현에 있어서 매우 좋은 물질이나 황화물로서 화학적으로 불안정하여 습기나 산소분위기에서 분해가 잘되어 외부환경에 노출된 LED에 적용할 경우 신뢰성 문제가 대두된다. 이를 해결하기 위해 주로 산화물로 표면을 코팅하는 방법으로 문제점을 보완하고 있다. 본 연구에서는 높은 투광성 및 화학적 안정성을 갖은 TiO<sub>2</sub> 코팅을 위해 Titanium isopropoxide (Ti(OPr)<sub>4</sub>),

Titanium butoxide (Ti(OBu)<sub>4</sub>)와 같은 Ti 전구체 별로 TiO<sub>2</sub> 코팅을 한 CaS:Eu 형광체를 LED 패키지에 적용하여 고온고습(85°C,85RH%) 보존기간 동안 LED 특성을 평가하였다. 그 결과, TiO<sub>2</sub> 코팅한 CaS:Eu 형광체를 적용한 경우, 코팅을 하지 않은 형광체를 적용한 경우에 비하여 신뢰성이 우수하였으며, Ti(OBu)<sub>4</sub> 전구체를 적용하여 코팅한 경우, 상대적으로 우수한 적색 형광체로서 특성이 발현되었다.

**[P-17] 녹색 발광다이오드의 광 추출 효율 개선을 위한 표면 처리 및 나노구조 결합 효과에 관한 연구**

손태준<sup>1)</sup>, 연승환<sup>1)</sup>, 김윤수<sup>1)</sup>, 김도현<sup>1)</sup>, 김윤형<sup>1)</sup>, 최준홍<sup>2)</sup>, 박진섭<sup>1) 2)\*</sup>

<sup>1)</sup>한양대학교 전자컴퓨터통신공학과, <sup>2)</sup>한양대학교 융합전자공학부

본 연구에서는 에칭된 질화갈륨(GaN) 기반 녹색 발광다이오드와 결합된 산화아연(ZnO) 나노 기둥 구조의 광 추출 효율 향상에 대한 효과를 조사하였다. 전산모사(Finite-difference-time-domain)를 이용하여 하이브리드 구조의 이론적인 결과에 대해 예상을 해 보았고, 전장 발광(electroluminescence)을 통해 광 추출 특성을 조사하였다. 또한 제안한 방법으로 제작된 샘플에 역방향 바이어스(Reverse bias)를 인가하여 안정성(reliability)에 대해 조사하였다. p-GaN 표면의 에칭 조건 변화와 그 위에 형성된 ZnO 나노 기둥 구조를 통해 최적의 광 추출 효율과 reliability 확보를 위한 전기적 특성에 관한 고찰이 이루어 졌다.

**[P-18] 고효율 삼각형 LED 칩 개발**

강용진<sup>1), 2)</sup>, 전종현<sup>1), 2)</sup>, 권민기<sup>2)</sup>, 박형조<sup>1)</sup>, 정탁<sup>1)</sup>, 이상헌<sup>1)</sup>, 백종협<sup>1)</sup>, 김윤석<sup>1)</sup>, 주진우<sup>1)</sup>, 김자연<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원, LED소자 연구센터 <sup>2)</sup>조선대학교,

## 광기술공학과

삼각형LED 칩의 각도를 다양하게 설계하여 각 각도에 따라 광추출 효율이 어떻게 변하는지 연구하였고, 각 각도에 따른 전극 구조를 다르게 설계하여 시뮬레이션 및 실험을 통해 전류분포의 변화를 관찰하였으며, 최적의 전극 구조를 도출하였다. 광추출 효율에 대한 시뮬레이션은 Ligth tools를 이용하였고, 전극 구조는 SpeCLED를 이용하여 실제 실험값과 비교, 분석하였다. 삼각형 LED의 칩 사이즈는 사각형 280um X 280um를 기준으로 최대한 동일하게 제작하여 수평형 칩을 제작 후 패키지 하여 적 분구 측정을 통해 총 광량을 측정하였으며, 전극 구조의 변화에 따른 I-V 특성 분석 및 다양한 전기적 특성 분석을 통해 최적의 각도의 삼각형 칩과 최적의 전극 구조를 도출하였다.

**[P-19] Ni-dot/Ag/Pt 구조의 고반사율 p-type 전극에 의한 InGaN 발광다이오드 광효율 개선**

김규상<sup>1)\*</sup>, 신동수<sup>2)</sup>, 심종인<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>상지대학교 응용물리전자학과, <sup>2)</sup>한양대학교 응용물리학과, <sup>3)</sup>한양대학교 전자통신공학과

본 연구에서는 nanometer 크기의 Ni-dot/Ag/Pt 구조를 갖는 p-type 반사전극을 적용한 수직구조 청색 InGaN 발광다이오드의 광효율 개선에 대해 연구하였다. 박막형태의 Ni/Ag/Pt 구조의 반사율 86.7% 대비 Ni-dot/Ag/Pt 구조의 반사율이 최대 93.7%까지 향상되었다. Ni-dot/Ag/Pt 구조의 p-type 반사전극을 적용한 발광다이오드의 외부 양자 효율(EQE)는 350mA에서 1.3배 향상되었으며, 광량은 같은 전류에서 1.27배 향상되었다

**[P-20] UV 파장에서의 전류 분산층을 위한 SWNT와 fullerene이 혼합된 TCEs의 전기/광학적 특성 최적화**

김경현, 이재훈, 김수진, 안호명, 김태근\*

## 고려대학교 전기전자전파 공학과

본 논문에서는 단일벽 탄소 나노튜브(single-walled carbon nanotube; SWNTs)와 fullerene (C60)을 혼합 코팅함으로써 UV영역에 높은 투과도와 낮은 전기전도도를 갖는 TCEs를 보고한다. SWNT와 C60이 혼합된 TCEs는 UV-LED의 전류 분산층으로 사용될 수 있다. 네트워크 형태로 흡착되었을 때 SWNT 필름의 높은 면저항의 해결하기 위해서 전자를 전달해주는 도너 (donor) 역할의 C60을 SWNT 네트워크 박막에 삽입함으로써 전기/광학적 특성을 최적화하는 실험이 진행되었다. 결과적으로 C60이 삽입된 SWNT 네트워크 박막은 단일 SWNT 네트워크 박막과 비교하여 약간의 투과도의 감소는 있지만 자외선 영역에서 보다 높은 전기적 특성을 보였다. SWNT와 C60의 농도와 기판의 담금 (dipping) 횟수를 변화함에 따라 UV 영역에서 전기/광학적으로 최적화된 TCEs를 제작하였다.

**[P-21] Blue Laser Diode Ridge 제작을 위한 Pd 와 AlGaIn/GaN superlattice 다층 박막의 건식 식각 방법**

김재관<sup>1)</sup>, 이동민<sup>1)</sup>, 박민주<sup>1)</sup>, 이성남<sup>2)</sup>, 곽준섭<sup>1)</sup> 이지면<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>순천 대학교, 재료금속공학과, <sup>2)</sup>한국 산업기술대학교, 나노-광 공학과

GaN 레이저 다이오드(LD) 샘플을 MOCVD를 이용하여 사파이어 기판위에 성장 시켰다. LD 구조로 성장된 GaN의 p-층은 AlGaIn/GaN superlattice 구조로 성장시켰으며 이에 따른 p층의 ohmic metal 은 palladium을 사용하였다. 2.0 um 폭을 가지는 Ridge 형성을 위하여 Pd 와 AlGaIn/GaN superlattice 박막을 모두 건식 식각 방법으로 패터닝을 실시 하였다. AlGaIn/GaN superlattice 은 Cl<sub>2</sub>/Ar 플라즈마를 이용하여 식각하였으며 이때의 식각율은 n-GaN의 식각율과 비슷한 경향성을 보이지만 상

대적으로 약간 낮은 식각을 보였다. 반면, Palladium은  $\text{Cl}_2/\text{Ar}$  플라즈마로 전혀 식각이 진행되지 않았으며  $\text{CHF}_3/\text{Ar}$  플라즈마에서 식각율이 낮지만 부드러운 식각벽면을 형성하며 식각이 진행되는 것을 확인하였다. 이에 따라 2-step 으로 건식식각 공정을 진행하여 LD 구조의 Ridge를 형성 한 후 LD 발진을 확인하였다.

### [P-22] 수직형 발광 소자의 성능에 대한 내재 전극의 효과 연구

강지혜, 김현규, 한남, 박영재, 류버들, 한민, 고강복, 양종한, 김영택, 홍창희\*

전북대학교 반도체화학공학부

본 논문에서는 고휘도 소자 제작을 위한 특정 구조로 패턴 된 사파이어 기판에의 선택적 성장 기술과 식각 기술을 통한 사파이어 기판과 질화물 반도체 사이의 균일한 에어 프리즘의 형성과 삽입되어있는 최적화된 에어 프리즘 구조를 내재전극 형성의 통로로 적용하여 내재전극을 갖는 수직형 LED의 전류-전압 특성 곡선 그래프와 일반적인 LED와 제안된 내재전극을 갖는 수직형 LED의 발광이미지를 나타낸 그림 1과 같이 수평형 LED 구조에서의 수직 전류 인가를 가능하게 하는 새로운 구조의 LED를 제작, 분석하였다.

### [P-23] Probing the effect of hole-injection on the efficiency droop behavior with GaInN light-emitting triode

황선용<sup>1)</sup>, 박준혁<sup>1)</sup>, 김동영<sup>1)</sup>, 김종규<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>포항공과대학교 신소재공학과

In GaN-based light-emitting diode, asymmetry of hole- and electron-injection efficiency into active region is considered as one of the main causes of efficiency droop. It was suggested that the increased hole-

injection efficiency reduced efficiency droop behavior of light-emitting diode (LED) in our previous work. In this work, we further analyzed the light-emitting triode (LET), fabricated on conventional LED wafer. Not only the modulation of anode-to-anode bias, but also temperature dependent recombination behavior of the device provide with key information for elucidating the relation between hole-injection efficiency and efficiency droop. We systemically analyzed the recombination behavior of the device at each operating condition by using ABC+f(n) model.

### [P-24] 단일층 그래핀 전극을 활용한 발광 다이오드의 제작 및 특성 분석

주기수<sup>1)</sup>, 정상균<sup>2)</sup>, 김용승<sup>2)</sup>, 김범호<sup>4)</sup>, 문승현<sup>1)</sup>, 문대영<sup>3)</sup>, 이건도<sup>3)</sup>, 송윤규<sup>1, 4)</sup>, 여환국<sup>4)</sup>, 천승현<sup>2)</sup>, 윤의준<sup>1, 3, 4)\*</sup>

<sup>1)</sup>서울 대학교 융합과학기술대학원 나노융합학과<sup>2)</sup>세종대학교 그래핀 연구센터<sup>3)</sup>서울대학교 재료공학부 <sup>4)</sup>차세대융합과학기술원 에너지반도체연구센터

본 논문에서는 대면적으로 합성된 단일층 그래핀(graphene)을 투명전극으로 이용하여 일괄 처리(batch process)방식으로 질화물 발광 다이오드를 제작하는 기술에 대한 묘사 및 전기적, 광학적 특성 분석에 대한 내용을 다룰 것이다. 본 실험에 사용된 단일층 그래핀은 구리를 촉매제로 최근 양질의 대면적 그래핀 합성에 주로 사용되는 화학기상증착법 (chemical vapor deposition technique)으로 합성되었다. 합성된 그래핀은 400nm ~ 800nm 범위의 파장 대역에서 약 90% 이상의 높은 투과율 및 600  $\Omega/\text{cm}^2$ 의 박막저항 (sheet resistance) 특성을 보였다. 전기적, 광학적으로 우수한 특성을 나타내는 단 원자 층 그래핀을 청색 발광 다이오드에 적용하였다. 제작된 발광 다이오드

의 특성 평가를 위해 보편적으로 사용되는 인듐주석산화물(indium tin oxide)을 이용한 발광 다이오드를 제작하여 전기적, 광학적 특성을 비교하였다. 마지막으로 그래핀을 이용하여 발광 다이오드를 제작하는 기술을 묘사하였다.

#### [P-25] 봉지재 Overflow 방지를 위한 LED패키지 표면 코팅에 관한 연구

구대형<sup>1)</sup>, 김완호, 김기현, 전시욱, 송상빈, 여인선<sup>2)</sup>, 김재필<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원 <sup>2)</sup>전남대학교 전기공학과

본 연구에서는 LED 패키징 공정 시 발생하는 봉지재 overflow를 방지하기 위한 방안에 관하여 연구하였다. LED패키지 제작 공정은 Die Bonding과 Wire Bonding 후 에폭시, 실리콘과 같은 봉지재를 이용하여 몰딩하는 공정으로 이루어진다. 표면 코팅 물질에 따른 접촉각을 측정하고 패키지 상부에 소수성과 친수성의 물질을 코팅하여 봉지재 overflow 현상을 확인하였다. 그 결과 소수성 코팅 면에서는 overflow가 발생하지 않았으며 코팅 물질의 소수성이 강할수록 overflow 방지 효과도 우수 할 것으로 사료된다.

#### [P-26] Light Emitting Diode (LED)소자의 Graphene Oxide transparent conducting layer 성능 향상을 위한 reduction 방법 연구

한민<sup>1)</sup>, 류버들<sup>1)</sup>, 한남, 김현규, 박영재, 고강복, 양종한, 김영택, 홍창희<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>전북 대학교 반도체화학공학과

Graphene은 전기적으로 매우 빠른 mobility를 가지며 매우 높은 열전도도 그리고 기계적인 특성 역시 매우 강한 물질로 최근 많이 연구되고 있으며 또한 Reduction된 Graphene oxide(G.O)역시 잠재적으로 넓은 면적의 Graphene film을 형성하기 위한 하나의 방법으로 연구되고 있다. 본 논문에서는 Graphene

Oxide(GO)를 LED의 Transparent Conducting Layer 로 응용하기 위해 Graphene Oxide의 전기적 광학적 성능을 향상시키기 위해 G.O의 reduction 방법 연구하였으며 다양한 방법의 reduction 방법을 비교하였다

#### [P-27] GaN 계 고효율 LED를 위한 유전적 알고리즘 기반 AlGaIn/GaN 초격자 전자차단층의 최적화

김동영, 박준혁, 황선용, 김종규\*

포항공과대학교 신소재공학과

We develop AlGaIn/GaN superlattice (SL) electron blocking layer (EBL) optimization method based on *genetic algorithm* (GA) for high-efficiency GaN-based light-emitting diode (LED). GA predicts that SL EBL with gradual increase of Al composition toward p-cladding layer would show the best performance. Then, LED with optimized SL EBL structure is numerically investigated by in-house device simulator to figure out the origins of its high performance. According to the numerical analysis, high performance originates from enhanced hole injection, carrier confinement and carrier overlap due to small polarization-induced positive sheet charge at hole injection layer and EBL interface

#### [P-28] Al/Ag 두께 변화에 따른 나노 입자 배열을 통한 표면 플라즈몬 공명 현상 효과

정호영, 김수진, 김경현, 안호명, 김태근\*

고려대학교 전기전자전파공학과

본 연구에서는 Ag과 Al을 이중 증착한 뒤 나노 크기의 입자 패턴을 형성하여 그 증착두께 비율에 따라서 특정 파장에서 국부적 표면 플라즈몬 현상이 일어나는지를 확인하였다. Ag/Al 나노 입자 패턴은 500 nm 크기의 SiO<sub>2</sub>

나노스피어 기반의 NSL 공정 방법을 이용하여 형성 하였다. 이렇게 해서 형성된 나노 입자 패턴은 기존 은으로 형성한 나노 입자 보다 단 파장 영역에서 국부적 표면 플라즈몬 현상을 일으키게 된다. 이것을 이용하면 원하는 LED의 파장대에서 최대의 표면 플라즈몬 현상 효과를 볼 수 있고, 또한 기존 가시광 영역뿐 아니라 자외선 영역에 적용시켜 자외선 LED에서 기존 보다 고효율을 얻을 수 있다.

#### [P-29] 그래핀 / PEDOT:PSS 투명전극을 이용한 GaN 기반 발광다이오드의 제작 및 특성분석

김효욱<sup>1)</sup>, 권혜진<sup>1)</sup>, 강장원<sup>2)</sup>, 김나영<sup>1)</sup>, 박성주<sup>1,2)\*</sup>

<sup>1)</sup>광주과학기술원 나노바이오재료전자공학과, <sup>2)</sup>광주과학기술원 신소재공학부

GaN 발광다이오드에 그래핀과 PEDOT:PSS를 투명전극으로 사용함으로써 전기적 및 광학적 특성을 향상시켰다. 그래핀을 GaN 발광다이오드의 전극으로 사용하면 그래핀과 GaN 사이 오믹 특성 때문에 소자의 광출력이 낮은 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 전도성 고분자인 PEDOT:PSS를 이용하여 그래핀과 GaN사이 오믹 컨택을 향상시킬 뿐 아니라, 순방향 전압과 직렬저항이 감소함으로써 전기적 특성 또한 개선되어 광출력이 20 mA 에서 28.4%, 100 mA 에서 14.4% 향상됨을 확인하였다. EL특성 역시 그래핀과 PEDOT:PSS를 투명전극으로 사용한 발광다이오드가 그래핀만 전극으로 사용한 경우보다 28.6% 향상되어, PEDOT:PSS를 그래핀 전극에 중간층으로 삽입하였을 경우 소자의 효율이 향상됨을 알 수 있다.

#### [P-30] Reduction of efficiency droop and enhanced overall efficiency by graded AlGaIn/GaN superlattice electron blocking layer

Jun Hyuk Park<sup>1)</sup>, David Meyaard<sup>2)</sup>, Dong Yeong

Kim<sup>1)</sup>, Sunyong Hwang<sup>1)</sup>, Yu Dae Han<sup>3)</sup>, Ju Won Choi<sup>3)</sup>, Jaehee Cho<sup>2)</sup>, E. Fred Schubert<sup>2)</sup>, and Jong Kyu Kim<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> Department of Materials Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), <sup>2)</sup>Future Chips Constellation, Department of Electrical, Computer, and Systems Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, <sup>3)</sup>Seoul Opto-device Co.

We present an AlGaIn/GaN superlattice (SL) electron blocking layer (EBL) with graded Al composition as a promising solution to reduce efficiency droop. It is found that GaN-based LEDs with AlGaIn/GaN graded superlattice (GSL) EBLs show reduced efficiency droop as well as comparable or even lower operation voltage compared to LEDs with conventional bulk EBL, while LEDs with SL-EBL with equal Al composition showed higher operation voltage than LEDs with bulk EBL. These improvements in device properties of LEDs with SL-EBL are attributed to (i) high hole concentration enabled by superlattice-doping effect, (ii) reduced barrier height for hole injection by graded Al compositions

#### [P-31] High-Efficiency GaN-based Vertical Light-Emitting Diodes Covered with Micro-Rod Structures

박준범<sup>1,2)</sup>, 김승환<sup>3)</sup>, 하준석<sup>2)</sup>, 정탁<sup>1)</sup>, 김자연<sup>1)</sup>, 이상헌<sup>1)</sup>, 정성훈<sup>1)</sup>, 정태훈<sup>1)</sup>, 김윤석<sup>1)</sup>, 오화섭<sup>1)</sup>, 주진우<sup>1)</sup>, 백종협<sup>1)</sup>, 박형조<sup>1,2)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원, <sup>2)</sup>LED연구사업본부<sup>2)</sup>전남대학교 신화학소재공학과<sup>3)</sup>전북대학교 반도체화학공학과

The periodic micro-rods (MRs) were constructed on the emission surface of GaN-

based vertical light-emitting diodes (VLEDs) in order to improve the light-extraction efficiency. It was experimentally demonstrated that the light output power of the VLEDs with a periodic MR (MR-VLED) were enhanced about 15.6%, compared with that of the VLEDs with randomly textured surface (RT-VLED) at an injection current of 350 mA. This finding indicates that the photons emitted from the active layer were well out-coupled at an n-GaN surface having a periodic MR structure, resulting in an increase in the probability of escaping from the VLED structure.

#### [P-32] 이중층 전극구조의 Micro LED를 이용한 대면적 LED 제작

유호돌, 박태현, 최현준, 오세미, 장웅, 김경국\*  
한국산업기술대학교 나노광공학과

현재 상용화 되는 수평형 LED 단일칩의 크기는 1.5mm를 넘지 못하고 있다. 수평형의 대면적 LED의 경우 칩의 크기가 증가함에 따라 LED의 효율이 저하하여 칩 크기의 제한을 갖는다. 이러한 효율 감소 요인은 chip크기 증가에 따른 내부전반사 증가로 광추출효율이 감소하게 되는 것이고, 또 다른 효율 저하의 요인은 전류 퍼짐 (current spreading)의 제한으로 인한 효율 저하 현상이다. 이러한 문제는 칩 크기가 증가할수록 크게 작용하여 칩 크기의 제한을 일으키게 된다. 본 연구에서는 이러한 단점을 극복하기 위해서 기존 대면적 수평형 LED의 면적과 동일한 크기를 갖는 micro LED를 배열하여 대면적 LED에서 발생하는 광추출 효율 감소문제와 제한된 전류퍼짐 현상을 해결하고자 한다.

#### [P-33] Pre-deposited indium layer 를 이용한 고품질의 저온 GaN layer 성장

신인수<sup>1)</sup>, Ke Wang<sup>2)</sup>, 이동현<sup>1)</sup>, Yasushi Nanishi<sup>1),2)</sup>, 윤의준<sup>1),3)\*</sup>

<sup>1)</sup>서울대학교 재료공학부 WCU하이브리드 재료 전공, <sup>2)</sup>Department of Photonics Ritsmeikan University <sup>3)</sup>차세대융합기술연구원 에너지반도체 연구센터

III-nitride 계열의 반도체들의 다양한 응용을 위해서는 각 물질들 간의 특성 차에 따른 성장 한계를 극복해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 고품질의 저온 GaN layer를 성장 하기 위해서 pre-deposited indium layer를 이용하는 성장 방법을 고안 하였다. 본 연구의 결과를 통해 pre-deposited indium이 저온 GaN 의 특성을 크게 향상 시키는 것을 확인 하였다. 본 발표에서는 pre-deposited indium의 사용을 통한 저온 GaN layer 의 특성 분석과 그의 메커니즘에 대해서 논의할 예정이다.

#### [P-34] 극성 (0001) 및 반극성 (11-22) n형 GaN박막의 실리콘 도핑 증가에 따른 흡수도 변화에 대한 연구

한상현, 송기룡, 이재환, 박만수, 이성남\*  
한국산업기술대학교나노-광공학과

본 연구는 UV-visible spectrometer를 이용하여 극성(0001) 및 반극성 (11-22) GaN박막의 실리콘 도핑농도에 따른 밴드-엣지의 변화와 광학적 흡수도를 관찰하여 LED에 미칠 영향에 대해 분석하였다. 실리콘 도핑 농도가 증가함에 따라 레이저 여기에 의한 포토루미네선스의 발광 피크 에너지 및 흡수계수로 유추한 광학적 밴드갭 모두 장파장으로 이동하였다. 또한, 흡수도에 의해 측정된 밴드갭보다 포토루미네선스의 피크에너지가 높은 에너지를 가짐을 볼 수 있는데, 레이저에 의해 여기된 전자에 의한 자유전자의 흡수 또는 Urbach tail에 의한 현상으로 여겨진다. 또한, 실리콘 도핑이 증가함에 따라 극성 (0001)과 반극성 (11-22) GaN 박막 모두 가시광 영역 (1.7~3.4 eV)에서의 흡수계수

가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이는 질화물계 발광다이오드에서 n형 GaN 박막에서의 실리콘 도핑 증가를 통하여 가시광영역의 흡수계수를 감소시킬 수 있으므로, GaN계 LED의 활성층에서 발생한 빛이 하부의 n형 GaN 박막으로 흡수가 감소됨으로 전체적인 LED 소자의 발광 효율이 증가할 것으로 기대된다.

### [P-35] 나노필라 구조를 이용한 구조적 광학적 특성이 향상된 (11-22) 반분극 GaN 성장

전대우<sup>1,2)</sup>, 송재철<sup>1)</sup>, 정태훈<sup>1)</sup>, 정탁<sup>1)</sup>, 이상헌<sup>1)</sup>, 김자연<sup>1)</sup>, 백종협<sup>1)</sup>, 주진우<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원 LED 소자연구센터, <sup>2)</sup>전북대학교 신소재공학부

본 연구에서는 나노 필라 구조를 이용하여 구조적, 광학적 특성이 크게 개선된 반분극 에피를 성장하였다. 반분극 에피에 나노 필라 구조를 적용했을 때 +C 방향으로 성장 속도가 빠르게 하여 필라와 필라 사이에 pore를 형성시키고 필라 상단 부에는 SiO<sub>2</sub>에 의해 pore를 형성시켜 전위 밀도를 감소시키고 pore에 의해 scattering 효과로 광 특성이 매우 향상되었음을 확인하였다.

### [P-36] 극성 (0001) 및 반극성 (11-22) n-ZnO/p-GaN 이종접합 발광 다이오드의 전기 및 광학적 특성 분석에 대한 연구

최낙정, 송기룡, 손효수, 이성남\*

한국산업기술대학교 나노-광공학과

본 연구에서는 금속유기화학증착법을 이용하여 c-면 및 m-면 사파이어 기판 위에 극성 (0001) 및 반극성 (11-22) p-형 GaN 박막을 각각 성장시킨 후 원자층증착법을 이용하여 극성 (0001) 및 비극성 (10-10) n형 ZnO 박막을 성장시킨 이종접합 구조의 발광다이오드의 발광 특성 및 전기적 특성을 분석하였다. 극성 (0001) n-ZnO/p-GaN 발광 다이오드는 낮은 전

류주입 영역 (< 5 mA)에서는 550 nm 발광이 우세하다가 10 mA 이상부터는 p-GaN의 깊은 준위인 430 nm에서 발광이 우세한 것을 확인하였다. 또한, 비극성 n-ZnO/반극성 (11-22) p-GaN의 경우 ZnO의 깊은 준위 발광인 약 510 nm대역에서 발광피크가 전체적으로 우세한 것을 확인하였는데, 이는 반극성 p-GaN의 특성이 극성 p-GaN의 특성보다 우수하기 때문으로 판단된다.

### [P-37] Nano-columnar 저온 GaN 을 이용한 semi-insulating GaN layer 성장

이동현<sup>1)</sup>, 신인수<sup>1)</sup>, 김동현<sup>2)</sup>, 김창주<sup>2)</sup>, Yasushi Nanishi<sup>1), 3)</sup>, 윤의준<sup>1), 4)\*</sup>

<sup>1)</sup>서울대학교 재료공학부 WCU하이브리드 재료 전공, <sup>2)</sup>한국나노기술원, <sup>3)</sup>Department of Photonics, Ritsmeikan University, <sup>4)</sup>차세대융합기술연구원 에너지반도체연구센터

GaN 기반 HEMT (high electron mobility transistor) 을 구현하기 위해서는 semi-insulating GaN layer 성장이 필수적이다. 이를 위해 본 연구에서는 nano-columnar 저온 GaN 을 도입하여 semi-insulating GaN layer를 성장하였다. 성장 결과, 이러한 구조를 갖는 GaN layer가 semi-insulating 특성을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 이 semi-insulating GaN layer 에 AlGaIn layer를 성장 하여 2DEG가 구현됨을 확인하였다. 본 발표에서는 nano-columnar 구조와 semi-insulating 특성과의 관계에 대해서 논의해 보고자 한다.

### [P-38] Limitation of the IQE Measurement by Temperature Dependent Electroluminescence

정동광<sup>1)</sup>, 윤주선<sup>1)</sup>, 신동수<sup>2)</sup>, 심종인<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한양대학교 전자통신공학과, <sup>2)</sup>한양대학교 응용물리학과

InGaN/GaN 다중양자우물 청색 발광다이오드 샘플들의 온도변화(18~300K)에 따른 광파워 vs. 주입전류 특성 측정결과를 Rate equation을 통하여 분석하였으며, 이로부터 캐리어 재결합 메커니즘의 변화 경향을 추적하였다. 실험 결과는 특정 샘플의 경우 극저온으로 온도가 감소하면 결함이 비활성화되고 발광재결합이 주도적이 된다는 일반적인 가정을 적용할 수 없음을 보였다. 따라서 우리는 이러한 경우 보편적으로 사용되는 TDEL(temperature dependent electro-luminescence)을 이용한 내부양자효율 계산은 불가능을 보였다.

**[P-39] 광발광 및 전계발광 여기 세기 의존성 비교 분석을 통한 운반자 국소화 현상 Broadening Mechanism 분석**

박기남<sup>1)</sup>, 김태수<sup>1)</sup>, 이진규<sup>1)</sup>, 오난초<sup>1)</sup>, 유혜정<sup>1)</sup>, 문영부<sup>2)</sup>, 백종협<sup>3)</sup>, 이상헌<sup>3)</sup>, 정태훈<sup>3)</sup>, 송정훈<sup>1)\*</sup>  
<sup>1)공주대학교 물리학과<sup>2)</sup> (주)더리즈, <sup>3)한국광기술원</sup></sup>

GaN 계열 반도체 내에는 기판과 GaN의 격자상수 차이로 강한 압전 전기장과 높은 결함 밀도 밀도를 가지고 있다. GaN 계열 반도체는 높은 결함밀도에도 불구하고 높은 효율을 가지고 있다. 이것은 In 국소화 영역에서 결함밀도의 확산을 막고 운반자를 응집시켜 복사성 재결합 확률을 높이기 때문이라고 알려져 있다. 본 연구에서 광발광, 전계발광, 여기 세기 의존성 실험을 이용하여 InGaN/GaN 발광 다이오드의 In 조성비에 따른 효과와 압전 전기장 효과를 각각 분리하기 위한 연구를 하였다.

**[P-40] LM-80 System을 이용한 COB Module의 Lumen Maintenance 비교 평가**

이계선<sup>1)2)</sup>, 박승현<sup>1)2)\*</sup>, 여인선<sup>2)</sup> 고원우<sup>1)</sup>, 조용익<sup>1)</sup>

<sup>1)한국광기술원 LED평가기술센터, <sup>2)전남대학교</sup></sup>

LED 소자의 크기가 증가할수록 광 추출 효율이 떨어지는 문제점이 나타나게 되며 이는 LED의 가장 큰 장점의 하나를 퇴색시키는 것이라고 할 수 있다. LED PKG의 단점을 보완하기 위하여 COB Type의 LED를 개발하고 있다. 흔히 사용하는 LED는 PCB 기판에 납땀을 하여 사용하는 SMT형 제품이다. 본 논문에서는 LM-80-08 시험 규격에 의거한 LM-80 Test System 장비를 활용하여 COB Module의 신뢰성 및 L70 수명을 예측하고자 한다.

**[P-41] 동작온도별 ideality factor 측정을 통한 재결합 메커니즘 분석**

조현우, 방태웅, 심종인\*

한양대학교

질화물계 다중양자우물 발광다이오드 (InGaN multiple-quantum-wells light-emitting diodes)에서 ideality factor는 carrier transport, recombination, 등과 연관된 가장 기본적인 특성으로써 전류-전압곡선으로부터 추출할 수 있다. 이 논문에서는 저온에서 상온까지 전류-전압 측정을 이용하여 온도에 따라서 변하는 ideality factor를 추출하였고 ideality factor의 변화 원인과 동작온도에 따른 재결합 메커니즘을 분석하였다. 측정결과 동작온도가 낮아질수록 전자와 정공의 분포의 문제 및 활성도 문제로 인하여 재결합이 정상적이지 못하게 발생하고 있다.

**[P-42] 갈륨질화물 기반의 수직형 녹색 LED의 광학적 및 열적 특성 분석**

이수현<sup>1)</sup>, 유재수<sup>1)\*</sup>, 김승환<sup>2)</sup>, 송영호<sup>2)</sup>, 전성란<sup>2)</sup>

<sup>1)경희대학교 전자전파과 <sup>2)한국광기술원</sup></sup>

갈륨질화물 기반의 발광다이오드(light emitting diodes, LEDs)는 높은 광 변환효율, 고 휘도, 긴 수명, 색 안정성, 친환경 소자 등의 장점을 지니고 있어 신호등, 차량용 광원, 디스

플레이 광원, 실내/외 디자인 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 GaN 기반 수직형 녹색 LED를 제작하여 패키징을 한 뒤 광학적 및 열적 특성을 분석하였다. 측정된 L-I-V 특성 곡선으로부터 350 mA의 인가전류에서 ~ 3.5 V의 구동 전압과 100 mW 이상의 광출력을 확인하였다. Forward voltage method를 이용하여 junction temperature를 측정하여, 소자의 열저항을 산출하였다.

**[P-43] GaN/InGaN 다중양자우물 청색 발광다이오드의 인가 전류 증가에 따른 접합 온도 변화와 캐리어 재결합 메커니즘 변화의 관계 연구**

한민영<sup>1)</sup>, 박현명<sup>1)</sup>, 유주선<sup>1)</sup>, 김현성<sup>1)</sup>, 신동수<sup>2)</sup>, 심종인<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한양대학교 전자통신공학과, <sup>2)</sup>한양대학교 응용물리학과

GaN/InGaN 다중양자우물 발광다이오드에서의 접합온도 상승과 캐리어 재결합 메커니즘 변화의 상관관계에 대하여 연구하였다. 접합온도의 측정은 Forward voltage 방법을 통하여 수행되었으며 캐리어 재결합 메커니즘의 변화 경향은 광파워-전류 특성의 분석으로부터 수행하였다. 상기의 실험들을 통하여 도출된 결과는 고전류 인가시의 효율 저하 현상의 주된 원인이 활성층 내부에서의 Auger process 또는 SRH 재결합일 수 없음을 보였다.

**[P-44] Micro-photoluminescence mapping과 여기광 발광 분석법(Photoluminescence excitation)을 이용한 청색 발광 다이오드 특성분석**

김용현<sup>1)</sup>, 김태수<sup>1)</sup>, 박기남<sup>1)</sup>, 이진규<sup>1)</sup>, 오난초<sup>1)</sup>, 문영부<sup>2)</sup>, 송정훈<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>공주대학교 물리학과, <sup>2)</sup>㈜더리즈

본 연구에서는 InGaN/GaN LED의 특성을 분

석하기 위하여 광발광 분석과 여기광 분석법을 이용하였다. 광발광 분석은 파장이 고정된 여기광을 LED에 조사시켜 나오는 광을 분석하는 방법이고, 여기광 분석은 여기광의 파장을 변화시키면서 측정 파장을 고정시켜 발광세기를 측정하는 방법이다. 따라서 이러한 분석법을 통해 활성층의 양질성 및 발광효율을 분석할 수 있다. 시료는 r-sapphire기판 위에 c-방면으로 성장시킨 일반적인 InGaN/GaN LED를 이용하였고, 405 nm 레이저를 여기광으로 사용하여 광분석 하였으며, 여기광분석은 제논램프를 사용하였다.

**[P-45] 열화 데이터를 이용한 LED Bulb의 수명 특성 평가**

정승언, 이윤철, 채성기, 정동환, 지태일, 조용익, 황남, 김강호\*

한국광기술원

본 실험에서는 LED Bulb에 대해서 상온 정격의 상태에서 열화 시험을 실시하고 광출력의 변화를 측정하여 초기광속의 70%로 광출력값이 떨어지는 수명값을 유추하여 실제 조명기기의 수명이 얼마인지를 확인하고 수명 특성을 평가하였다. 6000 시간의 광출력 변화 데이터를 이용하여 수명 특성을 평가하여본 결과 약 16,000 시간의 수명을 얻을 수 있었다. LED Bulb에 대하여 얻어진 수명 특성을 확인하기 위하여 상온에서 수명 시험이 진행 중이며, 차후 이에 대한 시험결과를 보고할 예정이다.

**[P-46] InGaN/GaN 다중양자우물 청색 발광다이오드의 결함밀도, 역 바이어스 발광 및 전기적 특성의 상관관계**

윤보라<sup>1)</sup>, 유주선<sup>1)</sup>, 김현성<sup>1)</sup>, 신동수<sup>2)</sup>, 심종인<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> 한양대학교 전자통신공학과, <sup>2)</sup>한양대학교 응용물리학과

InGaN/GaN 다중양자우물 청색 발광다이오드

의 상대적 결함밀도를 역 바이어스 발광 패턴의 정량적 분석을 통하여 추적하였다. 또한 그에 따른 전기적 특성 차를 비교 및 분석하였다. 실험 결과는 상대적 결함밀도가 높은 샘플일수록 역 바이어스에서의 단위 면적당 점 발광 개수가 더 많으며, 순 바이어스에서의 터널링 전류 성분이 더 큼을 보였다. 본 연구 결과는 결함 밀도가 큰 샘플일수록 단위면적당 터널링 전류 경로의 수가 많으며, 역 바이어스 및 순 바이어스시의 전기적 특성에 큰 영향을 미침을 뒷받침하고 있다.

#### [P-47] 백색 발광다이오드 PKG 공정에서 film transfer 기법과 film 평가 시스템

고원우\*, 박승현, 이계선, 조용익  
한국광기술원

최근 백색 LED 패키징 공정에서 conformal coating 이 이슈로 떠오르는데 silicone 수지 기반의 phosphor film을 제조하고, film 평가 시스템으로 uniformity를 평가하였다. 이렇게 제작된 PKG를 기존 dispensing 방법으로 제작된 PKG 와 비교해볼 때 color consistency 개선과 color coordinate distribution 를 줄이는데 효과가 있음을 확인할 수 있다.

#### [P-48] InGaN/GaN 발광다이오드의 광학적 전기적 분석을 통한 역방향전계발광 기원 연구

이진규<sup>1)</sup>, 김태수<sup>1)</sup>, 박기남<sup>1)</sup>, 김용현<sup>1)</sup>, 유혜정<sup>1)</sup>, 문영부<sup>2)</sup>, 백종협<sup>3)</sup>, 이상헌<sup>3)</sup>, 정태훈<sup>3)</sup>, 송정훈<sup>1)\*</sup>  
<sup>1)</sup>공주대학교 물리학과, <sup>2)</sup>㈜더리즈, <sup>3)</sup>한국광기술원

InGaN/GaN 발광다이오드(LED)에서의 의도하지 않은 역방향전계발광은 많은 관측에도 불구하고 현상의 기원에 대한 연구는 자세히 이뤄지지 못하였다. 이번 연구를 통하여 역방향전계발광의 기원을 밝히고 이러한 현상이 InGaN/GaN LED에 어떠한 영향을 주는가에 대

한 연구를 하였다. 실험은 온도 변화에 따른 역방향 전류-전압 곡선의 역분석과 역방향 전류에 따른 광학적 세기변화를 분석하였다. 이번 연구를 통하여 역방향전계발광과 결함 사이에 직접적인 관계가 있다는 것을 추측할 수 있었고 이러한 역방향전계발광은 InGaN/GaN LED의 신뢰성에 영향을 준다는 결론을 내릴 수 있다.

#### [P-49] 전기용량-전압 측정법을 이용한 무분극 InGaN/GaN 발광다이오드에서의 Mg에 의한 활성층 효율저하 분석

김태수<sup>1)</sup>, 박기남<sup>1)</sup>, 이진규<sup>1)</sup>, 정석구<sup>2)</sup>, 장영학<sup>2)</sup>, 최윤희<sup>2)</sup>, 송정훈<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>공주대학교 물리학과, <sup>2)</sup>㈜엘지전자 종합기술원

A-plane InGaN/GaN 발광다이오드(LED)의 p-GaN의 Mg 도핑의 농도와 위치에 따른 활성층 효율저하를 분석하기 위해 진동수 의존성 전기용량-전압(C-V), 광발광(PL), 전류-전압(I-V) 측정 등을 시도하였다. C-V측정은 소자의 효율을 결정짓는 주요한 인자중의 하나인 결함과 운반자 분포, 특히 활성층 안에서의 운반자 분포 등을 연구하기 위한 방법으로 쓰이고 있다.

본 실험에서는 a-plane InGaN/GaN LED에서 Mg의 도핑농도와 도핑위치를 변화시킨 시료들로 결함의 분포도 및 활성층의 효율을 비교하였고, Mg의 확산에 의해 활성층의 효율저하가 일어남을 확인하였다.

#### [P-50] 청색 및 녹색 InGaN LED의 광기전력 효과 특성 측정

김현중, 류근환, 양원보, 이상호, 류한열\*

<sup>1)</sup>인하대학교 물리학과

본 연구에서는 청색 및 녹색 InGaN LED의 광기전 효과(photo-voltaic effect) 특성을 측정하였다. 파장이 405nm인 laser diode(LD)를 청색

및 녹색 LED에 입사시켜 광기전효과를 발생시키고, LD의 power에 따른 I-V curve를 구하였다. 측정된 I-V curve로부터 diode ideality factor와 fill-factor를 구하였다. 녹색 LED의 경우 청색 LED에 비해서 ideality factor가 크고 fill factor가 상당히 작았는데, 이는 녹색 LED의 양자 우물에서 높은 In 조성으로 인하여 carrier transport가 원활하지 않고 상대적으로 양자 우물에서 전하 재결합의 영향이 크기 때문으로 이해할 수 있었다.

#### [P-51] Current Crowding 현상에 따른 질화물계 발광 다이오드의 신뢰성 연구

정은진<sup>1)</sup>, 김현수<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>반도체·화학공학부

We performed the reliability test of LEDs as a function of dc stress current (100 and 200 mA) and encapsulation of packaging materials to evaluate each contribution of multiple degradation kinetics to the overall optical degradation. The optical output power of LEDs was shown to decrease rapidly with stress time. These behaviors were more prominent when the dc stress current is higher and the LEDs are encapsulated. The reverse leakage current becomes more increased at higher stress current. From these observations, we could find that the degradation mechanism is closely related to the generation of nonradiative recombination paths.

#### [P-52] InGaN 청색 LED의 온도에 따른 열특성 측정

류근환, 이상호, 김현중, 양원보, 류한열\*

인하대학교 물리학과

InGaN 청색 LED의 외부 온도에 따른 온도 계수 (K-factor), 접합부 온도, 열저항 특성을

측정하였다. K-factor는 펄스 구동에서 LED의 온도에 따른 동작 전압 변화를 통해 측정하였는데, 외부 온도에 따라 감소함을 확인할 수 있었다. 펄스와 CW 구동에서 전압 차이와 K-factor를 이용하여 온도에 따른 접합부 온도를 구하고 또한 이로부터 열저항도 구하였다. 접합부 온도와 열저항은 외부 온도와 관계없이 비교적 일정하게 유지됨을 알 수 있었다.

#### [P-53] 도로조명 에너지 절감 비교 분석

허준, 정동환, 고동현, 이윤철, 조용익, 채성기\*

한국광기술원 LED 평가기술센터

Relux Simulation을 활용하여 CIE M3 환경 기준으로 KS A 3701 및 KS C 7658의 조도 & 휘도 기준을 만족 시키는 등주 최대 설치 간격을 구하고 이 데이터를 통하여 km당 등기구 개수, 소비전력 및 전기요금(11시간\*365일)을 산출하였다. 그 결과 기존가로등기구 보다 등주 최대 설치 간격이 넓은 LED가로등기구가 1km당 등기구 설치 개수도 적기 때문에 상대적으로 에너지 절감에 유리하다.

#### [P-54] LED면광원의 조도 향상을 위한 최적의 패턴 설계

최원식<sup>1)</sup>, 최호<sup>1)</sup>, 천성용<sup>1)</sup>, 박신원<sup>1)</sup>, 정탁<sup>2)</sup>, 이찬수<sup>1)</sup>, 박시현\*

<sup>1)</sup>영남대학교 전자공학과, <sup>2)</sup> LED소자연구센터, 한국광기술원(KOPTI)

녹색성장 산업의 일환으로 친환경 광원인 LED가 주목 받고 있다. LED를 이용한 면광원은 종래의 형광등을 이용한 면광원을 기준으로 하였을 때 전력소모는 적으나 조도량이 낮다. 본 연구에서는 시중에 널리 사용되고 있는 LED면광원의 조도향상을 위해 광학 시뮬레이션 프로그램인 LightTools를 이용하여 확산판에 다양한 모양(shape), 간격(spacing), 높이(height), 폭(diameter)의 패턴을 설계하여 시뮬레이션 결

과를 토대로 최적의 조도를 가지는 LED면광원을 설계하였다.

#### [P-55] 가로등 노면광학성능 측정 방법에 관한 연구

채성기, 정동환, 허 준, 고동현, 최유경, 이윤철, 조용익\*

한국광기술원 LED 조명실증센터

현재의 가로등 노면 성능 평가는 일반적으로 실측 보다는 시뮬레이션 프로그램을 이용해 평가하고 있다. 하지만 실제 환경의 노면 반사 특성을 시뮬레이션이 구현하기 어렵기 때문에 평균 노면 휘도 결과에는 많은 차이를 보였다. 이를 위해 도로조명실측시스템을 구축하였으며 실제 설치 조건에서 측정한 결과와 비교하였다. 측정 결과 노면 반사 특성 차이 때문에 편차가 발생하였으나 이를 측정하여 보정하면 실제 설치 조건에서 측정한 결과와 유사한 결과 값을 나타낸다.

#### [P-56] 조명용 LED 반사경의 자유곡면 설계 연구

김현지<sup>1)</sup>, 강은경, 이규항, 김태영<sup>2)</sup>, 황보창권<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>인하대학교 물리학과, <sup>2)</sup>인하대학교 물리학과

본 연구에서는 LED의 눈부심 현상과 광 균일도를 해결하기 위하여 점 광원을 이용하여 타깃에서 조도가 균일하도록 하는 자유곡면 반사경 설계를 목표로 하였다. 점 광원에서 등각도로 발광된 빔들이 반사경에서 반사되어 타깃에 균일하게 도달하도록 벡터 스넬의 법칙을 이용하였으며, 반사경의 형상이 오목과 볼록인 경우에 대해 설계하고 전산모의하여 균일도를 계산하였다. 오목한 형상이 소형화에 유리함을 알 수 있었고, 볼록한 형상과 비교할 때 15% 정도 높은 균일도를 가짐을 알 수 있었다. 설계 시 고려하는 빔의 수를 무한하게 하고, 타깃에 도달하는 빔의 기울기가 일정하도록 추가

적인 렌즈나 반사경을 이용한다면 타깃에서의 균일도가 향상될 것이라 예상된다.

#### [P-57] 도로조명 조도 시뮬레이션 및 실측 비교 연구

고동현<sup>1)</sup>, 정동환, 채성기, 허 준, 조용익, 이윤철\*

<sup>1)</sup> 한국광기술원 LED 조명실증센터

도로조명 분석 프로그램(Relux)을 이용하여 얻은 시뮬레이션 데이터와 실측한 조도 값을 비교하여 편차를 확인하였다. KS C 7612 9점법에 의거하여 11종의 LED 가로등의 조도를 측정하였으며, 동일한 환경조건으로 실시한 시뮬레이션임에도 실측한 조도 값과 -59%~137%의 큰 차이를 보인다. 아직까지 시뮬레이션에 적용 할 수 있는 조건에는 한계가 있으며, 실측을 대체하기 위해서는 보완이 필요하다. 시뮬레이션에 추가적으로 적용 할 수 있는 데이터를 찾아 그것을 수치화하는 연구가 필요하다.

#### [P-58] 2W급 Bar Type COB Package 개발

장혁진<sup>1)\*</sup>, 이종찬<sup>1)</sup>, 이승민<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 금호전기(주) 종합기술원

본 논문에서는 LED조명 제품에 대한 가격경쟁력을 확보하고 보다 향상된 광학적 특성을 지닌 LED Module를 개발하고자 Bar타입 COB PKG를 개발하였다. 개발된 Bar타입 COB PKG를 LED주차등에 적용하여 기존 SMD PKG에 바탕을 둔 28W급 LED주차등과 광학적 특성 비교한 결과, 효율 95[lm/W], 연색성 80[Ra], 색온도 6428[K]로 기존품에 비해 우수한 광학적 특성을 나타내었다. 또한 Bar타입 COB PKG 1개당 LED Chip 20개를 사용하였고, 28W급 LED주차등에 적용시 PKG 14개, Chip 420개로 SMD PKG 1개당 LED Chip 3개를 사용하고, 28W LED주차등에 적용시 PKG 168개, Chip 504개를 사용한 기존 SMD타입 LED Module에 비해 Chip수량 개선으로 가격경쟁력을 확보할

수 있게 되었다. 이에 따라 COB PKG에 대한 신뢰성 부분에서 SMD타입 LED PKG와 동등한 성능이 확보된다면 LED조명분야에 용이하게 사용되고 Cost down에 큰 부분을 차지할 것으로 기대된다.

#### [P-59] 조명용 LED 광원의 특성 평가

김강호\*, 정승언, 지태일, 조용익

한국광기술원, LED 평가기술센터

조명용 고출력 LED 광원에 대하여 동작 시간에 따른 특성의 변화를 확인하였다. 동작 특성의 온도에 따른 변화를 확인하기 위하여 광 출력과 전류-전압 특성을 측정하였으며, 온도에 따른 영향을 확인하기 위하여 3가지 다른 온도 조건에서 시험을 진행하였다. 시험 결과 온도에 따라 전류-전압 특성 곡선이 온도에 따라 영향을 많이 받으며 역전류 값의 경우 고온에서 급격한 변화가 나타남을 확인할 수 있었다.

#### [P-60] Color mixing을 위한 Lensed rod 연구

이규형<sup>1)</sup>, 강은경, 김현지, 임재동<sup>2)</sup>, 황보창권<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>인하대학교물리학과, <sup>2)</sup>인하대학교 물리학과

본 연구는 기존 Mixing rod의 큰 부피에 대한 문제와 그에 수반되는 효율문제를 감소시키기 위하여 rod의 입사부를 평면이 아닌 곡률을 입력함으로써, Color mixing 정도와 효율을 모두 상승시킬 수 있다는 것을 보여주기 위하여 4개의 광원과 Lens형태를 가지고 있는 Rod를 설치하여 전산모의를 진행하였다. 그 결과 동일한 부피를 가졌음에도 불구하고, 입사부가 평면인 rod 보다 입사부에 오목형태인 곡률을 입력하였을 때가, Color mixing과 광의 효율을 더욱 상승시킬 수 있다는 결과를 볼 수 있다. 하지만 이러한 곡률이 rod 안에서의 내부전반사에 영향을 미치기 때문에 반대로 효율저하를 가져올 수 있으므로, 이에 대한 연구를 추가로 진행해야 하며, 이를 보완했을 때, 더 좋은 성

능을 가진 rod가 출시될 것이라고 기대한다.

#### [P-61] LED 2차 렌즈 형상에 따른 배광곡선의 관한 연구

조열양, 김형진, 곽준섭\*

순천대학교 인쇄전자공학과

렌즈의 광학 설계 위해 MonteCarl광선 추적 방법을 이용한 광학 프로그램인 LightTools Ver.7.3을 이용하여 렌즈의 내부면과 외부면은 X축, Y축 각각 축대칭 형상을 가지고 있으며, 내외부 모두 비구면 형태를 설계하였다. LightTools에서는 신뢰할 수 있는 시뮬레이션 결과를 얻기 위해 외형을 설계한 뒤 die, cup, lens의 특성에 맞게 적절한 재질을 선택하고 그에 맞는 굴절률, 투과율과 반사율 등의 데이터 입력이 필요하다.[1] 시뮬레이션의 신뢰성 높이기 위하여 에러율 1%이내 설정하였다.

그림 1은 시뮬레이션 배광특성곡선을 보여주고 있다. 60°렌즈에서는 Convex 형태의 설계를 갖기 때문에 빛이 중심으로 모아지게 된다. 120° 렌즈에서는 중심부에서는 flat 형태이며, 외각부에는 곡률이 크다. 그러므로 배광특성곡선에서 중심부는 flat형태를 보여주며, 외각부에서는 빛이 바깥으로 굴절하게 된다. 150° 렌즈는 비대칭 렌즈로 설계를 하였다. 내부렌즈와 외부렌즈를 Anamorphic Asphere 를 사용하였다. Anamorphic Asphere 은 광학시스템에서 수평과 수직의 확대율이 서로 다른 경우 사용을 한다. 본 논문에서는 좁은 배광곡선을 갖는 60°와 전반조명으로 보안등에 사용하는 120°, 도로에서 운전자에게 넓은 시야와 안전을 확보해 주는 150°렌즈를 설계 및 시제품을 제작하였다.

#### [P-62] Suppression 회로들을 이용한 LED-BLU의 전기적 안정화 방법

문명성<sup>1)</sup>, 이중희<sup>1)</sup>, 장자순<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>영남 대학교 전자 공학과, LED-IT융합 산업화 연구센터

LED(Light Emitting Diode)-BLUs(Back Light Units)의 시간에 대한 휘도 특성을 향상시키기 위해 기존 boost 컨버터의 ripple 현상과 overshoot 현상을 제거하기 위한 방법으로 Suppression 회로들은 RLC 회로와 개선된 snubber 방법을 이용하였다.

확실하게, 제안된 회로를 사용하여 ripple과 overshoot 현상 둘 다 완전한 제거로 인하여 일정한 전압과 전류 공급뿐만 아니라 기본 converter의 효율과 근접한 결과를 도출 하였다.

#### [P-63] 풀컬러(Full-color) 감성조명용 6-in-1 LED

김덕기<sup>1)</sup>, 강소라<sup>1)</sup>, 백종협<sup>1)</sup>, 이광철<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원 LED연구사업본부

조명 분야에서 추구하는 풀컬러(full-color) 감성조명은 풀컬러 구현과 일반 백색 조명을 동시에 구현해야 하는 복합 스펙트럼 광원이 필수적이다. 본 연구에서는 풀컬러 구현을 위한 RGB 3-in-1 LED에 비하여 색 구현 영역을 훨씬 넓힐 수 있고 백색 영역을 세분화하여 구현할 수 있는 풀컬러 감성조명용 6-in-1 LED를 구현하였다. 색 구현 영역을 넓히기 위해 625nm 적색(R), 595nm 황색(Y), 525nm 녹색(G), 460nm 청색(B) 칩을 조합했을 뿐 만 아니라 발광효율을 높일 수 있고 백색 영역을 세분화하여 구현할 수 있도록 청색 칩에 형광체를 조합한 6,500K 주광색(Wc), 3,000K 온백색(Ww) 백색 칩을 추가로 조합하여 세라믹 재질 패키지 프레임에 6개의 칩이 실장된 고휘도 고휘도 고휘도 RYGBWcWw 6-in-1 LED 패키지를 제작하였다.

#### [P-64] 고반사 리플렉트를 이용한 고출력 LED

#### 투광등 개발

김동식, 김성현, 조민진, 김병오, 김상욱

YUYANG DNU

본 연구의 목적은 고출력 600[W]급 이상 투광등 개발하기 위하여, 실외 투광 특성에 적합한 고반사 LED 리플렉트를 설계하여 높은 휘도의 반사장치 및 최적화된 광원의 배치를 이용함과 더불어, 마그네슘(Mg) 방열판으로 재질을 변경함으로써, 광선 집종의 효과 및 중심 영역의 조도가 향상되게 하여 원하는 조명 영역으로 정확히 빛을 전달할 수 있을 뿐만 아니라, 투광등의 광효율이 우수하면서 투광등이 경량 및 소형화될 수 있어 효율과 제품성이 대폭 향상될 수 있는 효과를 가질수 있다. 전체적으로 고르게 열이 분포되어 있는 것을 확인할 수 있었으며, 설계된 PCB중앙에 열집중포화 현상은 없었다. 또한 LED  $T_j$ 에서 나오는 열은 최고 82°C로 방열이 우수하다는 입증하였으며 PCB온도의 평균은 60°C 정도로 LED PKG의 수명과 신뢰성이 높은 유효한 데이터를 추출할 수 있었다.

#### [P-65] LED 시스템 조명 제어기의 무선 애드혹 통신 모듈설계

유사프빈지크리아, 김성원\*

영남대학교 정보통신공학과

LED 시스템 조명 제어기에는 무선 애드혹 통신을 위한 지그비 모듈이 장착된다. 장착되는 지그비 모듈은 IEEE 802.15.4로 표준화되어 있다. 지그비 통신 모듈은 Atmega 128 CPU에 의해서 제어된다. CPU는 센서에 의해서 측정된 환경 정보를 통신 모듈을 사용하여 이웃한 조명 제어기로 전달된다. 이웃한 조명 제어기가 보내준 상황정보는 다른 조명 제어기로 전달하는 역할도 수행한다. 중앙 조명 제어기가 보내준 명령어를 해석하여 적절한 동작을 수행하도록 한다.

### [P-66] 고역률 LED조명시스템 구현을 위한 벅 부스트타입 컨버터 설계

장혁진<sup>1)\*</sup>, 이종찬<sup>1)</sup>, 윤동현<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 금호전기(주) 종합기술원

LED가 조명분야 적용되면서 LED의 특성에 부합되는 구동회로, 이러한 LED구동회로는 IT기술과 접목되는 제어회로와 결합되어 다양한 가능성을 갖는 제어시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 LED조명시스템 구현에 있어서 전원공급 회로와 드라이버 회로의 설계는 전체 조명시스템의 안정적인 제품 개발에 있어서 중요한 부분을 차지한다. LED조명시스템의 전기적인 사양에서 중요한 요소로 인식되고 있는 소비전력, 역률, 고조파 함유율, 효율 등을 결정짓는 부분이 바로 전원공급 회로와 드라이버 회로 부분이다. 특히, 에너지 절약 차원에서 밝기 조절을 위해 Dimming제어회로를 구성하게 되는데 대부분 Dimming시 역률 저하 현상이 빈번하게 발생한다. 이러한 LED 구동회로분야에서 역률과 효율개선에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 LED조명제어시스템 구현에 있어서 Dimming시 역률과 효율을 개선하기 위해 Buck-boost 회로와 밝기 조절을 위해 PWM제어 방식 채택하여 Dimming시에도 고역률을 유지하는 PWM Dimming 컨버터를 설계하였다. 실험 결과, 5단계 Dimming시에도 역률 0.95, 효율 0.9이상을 나타내어 LED조명제어시스템 개발에 있어서 전기적인 향상된 구동회로를 확보할 수 있었다.

### [P-67] 청각 감성자극과 색온도 변화에 따른 감성평가

남종우<sup>1)</sup>, 신지예<sup>2)</sup>, 이찬수<sup>2)\*</sup>, 장자순<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>영남대학교 LED-IT융합산업화연구센터, <sup>2)</sup>영남대학교 전자공학과

최근LED 조명은 색온도, 조도, 컬러 등의 조절이 용이하며, 이러한 요소들의 변화는 인간의 감성 반응에 영향을 미친다. 본 연구에서는 LED 조명의 조절 가능한 요소 중에 색온도 변화에 따른 청각 감성자극을 제시하고 뇌파의 주파수 분석으로 감성평가를 실시 하였다. 세 가지 패턴의 색온도를 변화시키며 긍정적, 부정적 청각자극을 제시하였을 때 뇌파의 알파파/베타파 값의 평균값을 활용하여 경향성을 알아보았다. 연구결과에 따르면 긍정, 부정자극 모두 낮은 색온도(2700K)에서 이완되고, 높은 색온도(7000K)에서는 각성이 되는 경향을 보였다. 본 논문에서는 앞서 연구된 결과를 토대로 9명의 피실험자에 대한 개인별로 분석을 하여 평균값과의 경향성을 알아보려고 한다.

### [P-68] 기하 광학적 광선 추적법을 이용한 LED 패키지의 광 특성 해석

최유민<sup>1)2)</sup>, 권민기<sup>2)</sup>, 송상빈<sup>1)</sup>, 김재필<sup>1)</sup>, 전시욱<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국광기술원, <sup>2)</sup>조선대학교

본 연구는 LED 패키지의 배광 패턴을 최적화하기 위해 근접영역(Near-field)에서 기하광학적 광선추적 광학 시뮬레이션 정확도를 향상시키고자 한다. 특히 상면과 측면에 배광 모양을 정확히 디자인 하기 위하여 각각 발광면을 제외한 부분에 흡수체를 이용하여 각각의 면에서 나오는 배광 분포를 측정하고 이를 광학 시뮬레이션 상의 각각 광원의 모델링 면에 적용하여 광원을 설계하였다. 또한 리드프레임과 PPA (poly phthal Amide) 소재로 구성된 패키지의 재질을 정확하게 평가하여 모델링에 적용하였다. 제안된 방법은 기존 고니오미터를 통하여 얻어진 패턴을 단순히 광원 모델링에 접목시키는 방법에 비하여 측면에서 발광하는 빛의 세기와 경로를 정확하게 추적하기 때문에 광학 설계 결과가 실제 LED 패키지의 근접 영역에서 측정된 결과와 거의 일치하였다. 모델링의 정확성을 확인하기 위하여 측면 배광의 영향이

큰 7030 패키지 디자인에 제시된 광원 모델링 기술을 접목 하여 그 결과를 분석하였다.

#### [P-69] LED조명을 이용한 해양도시 빛환경 연출 방안에 관한 연구

조상희<sup>1)</sup>, 유영문<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>부경대학교 LED-해양 융합기술 연구센터

부산시 해안가 지역의 빛환경 문제점을 조사하여 각 공간을 구성하는 빛환경 요소들의 모습을 설정하고 기능 및 성격에 따라 구분하여 대상지별 빛환경 개선 방안을 제시하였다. 이를 위하여 부산시 야간경관계획 및 빛환경 기준에 대한 이론 고찰을 하였으며, 빛환경 문제점을 보완하여 해양도시의 정체성을 살리며 효율적인 빛환경 조성을 위한 방안을 마련하였다. 본 연구의 연구대상지로는 기장군 해안가를 선정하였다. 본 연구에서 제시된 방안을 통하여 주거지, 상권, 해안이 함께 어우러져 주변과의 조화를 이루면서도 자연 환경에 영향을 끼치지 않는 빛환경이 조성될 것으로 기대되며, 또한 자연환경에서 사용하기 적합하고 빛품질이 우수한 고신뢰성·고효율 해양 LED조명을 사용함으로써 에너지 절약 및 친환경 조명명소 조성에 일조하게 될 것이다.

#### [P-70] LED 조명 제어를 위한 센서 제어 모듈 설계 및 개발

박웅규<sup>1)</sup>, 김성철<sup>1)\*</sup>, 최규상<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>영남대학교 정보통신공학과

LED 조명 장치에 모션 감지 센서, 조도 센서, 온습도 센서를 제어 관리 하는 모듈을 설계하고 개발하여 주변환경을 인식하여 동적으로 LED 밝기를 제어 하여 에너지 소비를 절감하는 효과를 볼 수 있다. 즉, 차량 또는 사람이 주위에 있는지를 모션 감지 센서를 통해 확인할 수 있으며, 조도 센서를 통해 현재의 광량을 체크하여 낮에는 동작 하지 않도록 하고,

밤에는 주위 환경의 조도에 따라 빛의 밝기를 조절하여 에너지 절감 효과를 높인다.

#### [P-71] LED 시스템조명설계를 위한 제품특성 및 광학성능 분석

고재규<sup>1)</sup>, 이민진<sup>1)</sup>, 김주현<sup>1)</sup>, 조미령<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>한국조명연구원

본 논문은 색온도와 조도의 조절이 가능한 국내외LED조명제품 및 광학특성을 비교 분석하여 LED시스템조명 도입의 기초자료로 활용하고자 한다. LED칩의 조합 또는 RGB칩의 사용으로 밝기와 색온도를 조절하여 사용자의 행위 및 상황의 특성에 맞도록 IT기술과 센서기술 또는 다른 장치와의 연동을 통하여 사용자에게 최적화된 다이나믹한 조명 환경을 연출하는 것을 LED시스템조명이라고 말할 수 있다. LED시스템조명에 적용이 가능한 국내5개, 국외 8개의 제품의 특성을 비교하였다. 국내제품은 총 13단계의 색온도 가변이 가능하였으며 최저밝기, 중간밝기, 최대밝기 수준에서 색온도의 변화를 측정하였고 국외제품은 총 28단계의 색온도 가변이 가능하였고 국내제품과 같은 방법으로 측정하였다. 이와 동시에 연색성 및 스펙트럼의 변화도 측정하여 그 데이터를 비교하였다.



**A**

A. Y. Polyakov..... I -1  
 Ahn Su Chang.....P-02  
 Akio Kaneta.....Session V-Invited

**B**

Beo Deul Ryu..... V -2

**C**

Chang-Hee Hong..... V -2  
 Chel-Jong Choi..... V -2  
 Chndramohan, S..... III-3

**D**

Daehong Min..... V -2  
 Dae-Woo Jeon..... I -1  
 Daeyoung Moon..... I -3  
 David Meyaard.....P-30  
 Dong Yeong Kim.....P-30  
 Dong-Seob Jo..... I -1  
 Duhee Yoon..... I -3

**E**

E. Fred Schubert.....P-30  
 Euijoon Yoon..... I -3  
 Eunmi You.....P-02

**G**

Geunho Yoo..... V -2

**H**

Han-Su Cho..... I -1  
 Hee Yun Kim..... V -2  
 Hwang Nam.....P-02  
 Hyeonsik Cheong..... I -3  
 Hyun Kyu Kim..... V -2

**I**

In-Hwan Lee..... I -1  
 Isnaeni..... IV-2

**J**

Jae Hwan Chu..... I -3  
 Jae Hyoung Ryu..... V -2  
 Jaehee Cho.....P-30  
 Jae-Hoon Huh..... I -3  
 Jae-Kyung Choi..... I -3  
 Je-Hyung Kim.....VI-3  
 Ji Hye Kang..... V -2  
 Jin-Hyeon Yun..... I -1  
 Jinsung Kwak..... I -3  
 Jinwan Kim..... V -2  
 Jin-Woo Ju..... I -1  
 Jong Bae Park..... V -2  
 Jong Hyeob Baek..... I -1, P-02  
 Jong Kyu Kim.....P-30  
 Jong-Ho Na.....VI-3  
 Jongjin Jang..... V -2  
 Joocheol Jeong..... V -2  
 Ju Won Choi.....P-30  
 Jun Hyuk Park.....P-30

**K**

Kang Bok Ko..... V -2  
 Ke Wang.....P-33  
 Ki Su Joo..... I -3  
 Kibog Park..... I -3  
 Kwang Cheol Lee.....P-02  
 Kyuseung Lee..... V -2

**L**

Lee-Woon Jang..... I -1

**M**

Min Han..... V -2  
 Minho Kim..... V -2  
 Mitsuru Funato.....Session V-Invited

**N**

Nam Han..... V -2

**O**

Okhyun Nam..... V -2

**S**

S. Chandramohan..... V -2  
 Sang-Mook Kim.....P-02  
 Seunghwan Moon..... V -2  
 Shin-ichi Nagahama...Session V-Invited  
 Song-Mei Li.....IV-2, VI-3  
 Soon-Yong Kwon..... I -3  
 Sung Youb Kim..... I -3  
 Sung-Dae Kim..... I -3  
 Sunyong Hwang.....P-30

**T**

Takashi Miyoshi.....Session V-Invited  
 Tran Viet Cuong..... V -2

**Y**

Y.S. Katharria..... V -2  
 Yang-Seok Yoo.....VI-3  
 Yasushi Nanishi.....VII-2, P-33, P-37  
 Yoichi Kawakami.....Session V-Invited  
 Yong-Hoon Cho.....VI-3  
 Yongwoo Ryu.....V-3  
 Young-Jae Park..... V -2  
 Young-Woon Kim..... I -3  
 Yu Dae Han.....P-30

**ㄱ**

강민구.....VI-1  
 강소라.....P-16, P-63  
 강용진.....P-13, P-18  
 강은경.....P-56, P-60  
 강인만.....VI-2  
 강장원.....P-29  
 강지혜.....III-3, P-22  
 강태규.....SP-1  
 강현주.....SP-1  
 강현철.....SP-1  
 고강복.....III-3, P-22, P-26  
 고동현.....P-53, P-55, P-57  
 고원우.....II-3, P-40, P-47  
 고재규.....P-71  
 고희조.....VIII-1  
 공득조.....V-1

곽영신.....SP-3  
 곽준섭.....Session VII-Invited,  
 P-21, P-61  
 구대형.....P-25  
 권민기.....P-13, P-18, P-68  
 권순용.....P-06  
 권혜진.....P-29  
 권호기.....PL-3  
 김강호.....P-45, P-59  
 김경국.....P-32  
 김경현.....VII-1, P-20, P-28  
 김규상.....VI-1, P-19  
 김기영.....P-07  
 김기현.....P-25  
 김나영.....P-29  
 김덕기.....P-16, P-63  
 김도현.....P-17  
 김동식.....P-64  
 김동영.....P-23, P-27  
 김동현.....P-37  
 김명관.....P-06  
 김민호.....I-2  
 김범호.....P-24  
 김병오.....P-64  
 김봉수.....IV-3  
 김상옥.....P-64  
 김상조.....III-2, VII-3  
 김성원.....P-65  
 김성준.....P-14  
 김성철.....P-70  
 김성현.....P-64  
 김성희.....P-06  
 김세민.....P-10, P-12  
 김수진.....VII-1, P-20, P-28  
 김승환.....P-07, P-31, P-42  
 김영택.....III-3, P-22, P-26  
 김완호.....P-25  
 김용승.....P-24  
 김용현.....P-48, P-44  
 김윤석.....P-11, P-18, P-31  
 김윤석.....Session V-Invited  
 김윤수.....P-17  
 김윤형.....P-17  
 김자연.....PL-1, P-11, P-13,  
 P-18, P-31, P-35  
 김재관.....P-21  
 김재필.....P-25, P-68  
 김종규.....P-23, P-27  
 김주현.....P-71  
 김창주.....P-37  
 김태근.....Session III-Invited,  
 VII-1, P-20, P-28

김태수.....P-39, P-44,  
P-48, P-49  
김태영.....P-56  
김현규.....III-3, P-22, P-26  
김현성.....VI-1, P-43, P-46  
김현수.....P-09, P-14, P-51  
김현중.....P-50, P-52  
김현지.....P-56, P-60  
김현철.....SP-2  
김형진.....P-61  
김호연.....VII-3  
김효욱.....P-29

ㄴ

남광희.....P-04  
남옥현.....I-2  
남종우.....P-67  
노재문.....IV-3

ㄹ

류근환.....P-50, P-52  
류버들.....III-3, P-22, P-26  
류용우.....I-2  
류한열.....P-50, P-52

ㄴ

문대영.....P-24  
문명성.....P-12, P-62  
문슬기.....III-1  
문승현.....P-24  
문승환.....I-2  
문영부.....P-39, P-44, P-48  
민대홍.....I-2

ㅁ

박기남.....P-39, P-44,  
P-48, P-49  
박만수.....P-34  
박민주.....P-21  
박성주.....III-2, VII-3,  
VIII-1, P-29  
박성현.....VII-2  
박성희.....SP-1  
박승현.....II-3, P-11,  
P-40, P-47  
박승환.....Session I-Invited  
박시현.....P-01, P-54

박신원.....P-54  
박영재.....III-3, P-22, P-26  
박웅규.....P-70  
박일규.....P-04  
박종원.....P-05  
박준범.....P-31  
박준혁.....P-23, P-27  
박진섭.....P-17  
박창균.....VIII-3  
박태현.....P-32  
박현명.....P-43  
박현철.....IV-2  
박현호.....P-07  
박형조.....PL-1, P-07, P-11,  
P-18, P-31  
방태웅.....P-41  
배시영.....V-1  
백종협.....PL-1, VIII-1, P-11,  
P-18, P-31, P-35,  
P-39, P-48, P-63

ㅂ

사공극.....PL-2  
서재화.....VI-2  
성정식.....SP-1  
손태준.....P-17  
손효수.....P-36  
송기룡.....P-34, P-36  
송상빈.....P-25, P-68  
송영호.....P-07, P-42  
송윤규.....P-24  
송재철.....P-35  
송정훈.....P-39, P-44,  
P-48, P-49  
신동수.....II-1, VI-1, P-19,  
P-38, P-43, P-46  
신인수.....P-33, P-37  
신지예.....P-67  
심종인.....II-1, VI-1, P-19,  
P-38, P-41, P-46

ㅇ

안소현.....Session VIII-Invited  
안호명.....VII-1, P-20, P-28  
양계모.....P-07  
양민호.....P-06  
양원보.....P-50, P-52  
양종한.....III-3, P-22, P-26  
양진규.....III-1, P-06

여인선.....P-25, P-40  
 여환국.....P-24  
 연승환.....P-17  
 오난초.....P-39, P-44  
 오문식.....P-09  
 오세미.....P-32  
 오승종.....P-13  
 오찬형.....VI-1  
 오화섭.....P-11,P-31  
 우지훈.....P-03, P-10,  
 P-12, P-15  
 유근호.....I-2  
 유사프 빈지크리아.....P-65  
 유양석.....II-2  
 유명문.....P-69  
 유재수.....P-42  
 유종호.....SP-2  
 유형우.....II-1  
 유혜정.....P-39, P-48  
 유호돌.....P-32  
 윤동현.....P-66  
 윤명희.....VIII-3  
 윤보라.....P-46  
 윤영준.....VI-2  
 윤의준.....VII-2, P-24,  
 P-33, P-37  
 윤주선.....P-38, P-43, P-46  
 이건도.....P-24  
 이계선.....II-3, P-40, P-47  
 이광재.....III-2, VII-3  
 이광철.....P-16, P-63  
 이규한.....VIII-3  
 이규항.....P-56, P-60  
 이동민.....P-21  
 이동선.....V-1  
 이동승.....PL-1  
 이동현.....P-33, P-37  
 이민진.....P-71  
 이상신.....VIII-2  
 이상준.....III-2, VII-3  
 이상현.....P-11, P-18, P-31,  
 P-35, P-39, P-48  
 이상호.....P-50, P-52  
 이성남.....P-21, P-34, P-36  
 이수현.....P-42  
 이승민.....P-58  
 이승재.....PL-1  
 이영석.....P-04  
 이영웅.....P-03, P-10, P-12, P-15  
 이윤철.....Session II -Invited,  
 P-45, P-53,  
 P-55, P-57

이재환.....P-34  
 이재훈.....VII-1, P-20  
 이정희.....Session IV-Invited  
 이종찬.....P-58, P-66  
 이준엽.....V-1  
 이중희.....P-62  
 이지면.....P-21  
 이진규.....P-39, P-44,  
 P-48, P-49  
 이찬수.....IV-1, P-54, P-67  
 이현기.....P-05, P-12  
 이홍식.....VIII-2  
 이환기.....VI-2  
 임승혁.....II-2  
 임재동.....P-60

ㄷ

장선호.....P-03, P-05, P-08,  
 P-10, P-12, P-15  
 장영학.....P-49  
 장웅.....P-32  
 장자순.....P-03, P-05, P-08,  
 P-10, P-12, P-15,  
 P-62, P-67  
 장정환.....VII-2  
 장혁진.....P-58, P-66  
 전대우.....P-35  
 전성란.....P-07, P-42  
 전시욱.....P-25, P-68  
 전종현.....P-13, P-18  
 정동광.....P-38  
 정동환.....P-45, P-53,  
 P-55, P-57  
 정상균.....P-24  
 정석구.....P-49  
 정성윤.....SP-2  
 정성훈.....P-11, P-31  
 정승언.....P-45, P-59  
 정은진.....P-09, P-51  
 정철성.....I-2  
 정탁.....VIII-1, P-11, P-18,  
 P-31, P-35, P-54  
 정태훈.....P-11, P-31, P-35,  
 P-39, P-48  
 정호영.....P-28  
 조미령.....VIII-2, P-71  
 조민진.....P-64  
 조상희.....P-69  
 조열양.....P-61  
 조용익.....II-3, P-40, P-45,

	P-47, P-53, P-55, P-57, P-59
조용훈.....	II-2, IV-2
조창희.....	Session VI-Invited
조현.....	P-41
주기수.....	P-24
주진우.....	P-11
주진우.....	P-18, P-31, P-35
지태일.....	P-45, P-59

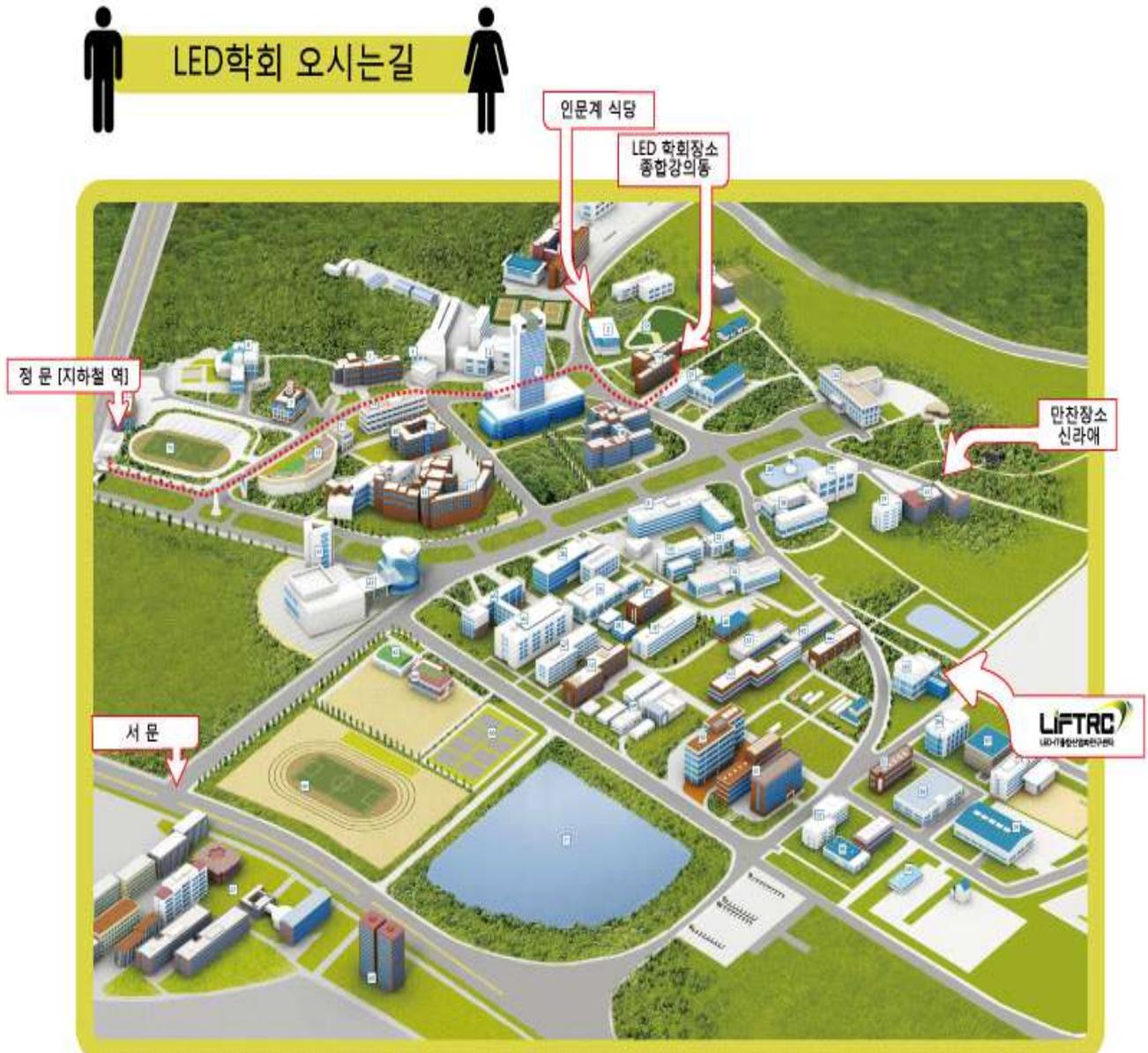
## ㄸ

채성기.....	P-45, P-53, P-55, P-57
천성용.....	IV-1, P-54
천승현.....	P-24
천재이.....	VIII-1
최규상.....	P-70
최낙정.....	P-36
최용석.....	VIII-1
최원식.....	P-01, P-54
최유경.....	P-55
최유민.....	P-68
최윤호.....	P-49
최종우.....	SP-1
최준혁.....	P-03, P-08, P-12, P-15
최준홍.....	P-17
최판주.....	P-13
최현준.....	P-32
최 호.....	P-01, P-54
최홍일.....	P-06

## ㅎ

하준석.....	P-31
한 남.....	III-3, P-22, P-26
한동표.....	II-1, VI-1
한 민.....	III-3, P-22, P-26
한민녕.....	P-43
한상현.....	P-34
허 준.....	P-53, P-55, P-57
홍창희.....	III-3, VIII-3, P-22, P-26
황 남.....	P-45
황보창권.....	P-56, P-60
황선용.....	P-23, P-27
황영규.....	VIII-1
황정환.....	I-2

■ 캠퍼스 약도



※ 문의 전화 053.810.4322

■ MEMO

■ MEMO

■ MEMO

■ MEMO

■ MEMO

■ MEMO

## ■ LED-IT융합산업화연구센터

안녕하십니까?

LED-IT융합산업화연구센터장 장자순입니다.

지식경제부 지정 LED-IT융합산업화 연구센터(LIFTRC)는 신성장 동력사업이자 국가전략산업인 LED산업 중 대표적 LED응용산업인 LCD, 자동차, 조명산업과 "LED-IT융합산업육성"을 위해서 2009년 설립된 센터입니다.

특히, IT와 자동차, 디스플레이 산업이 잘 집적화 되어있는 지역주력산업을 하나로 묶어 시너지 효과를 거두는 방안으로 광원, 지능형자동차, TV, 조명, 신뢰성 및 고장분석 등 5대 분야에서 LED-IT 융합형 원천기술과 상용화 기술 개발을 통한 기업지원을 수행하고 있습니다.

본 연구센터는 자동차용 지능형 LED광원 시스템분야, 조명용 LED-IT광원 시스템 분야에 특화된 연구지원과 LED-IT 관련 분야 전문 인력을 양성하고 있습니다.

또한 LED응용 산업의 부품 국산화와 LED-IT융합기술을 원천기술 및 선도 상용화 기술로 개발하여 세계 3대 LED산업단지 및 동북아 LED융합산업 허브 구축을 위해 모든 역량을 집중하고자 합니다.

LED-IT융합산업화연구센터가 여러분들의 든든한 성공 파트너로서 자리매김할 수 있도록 많은 관심과 격려를 부탁드립니다.

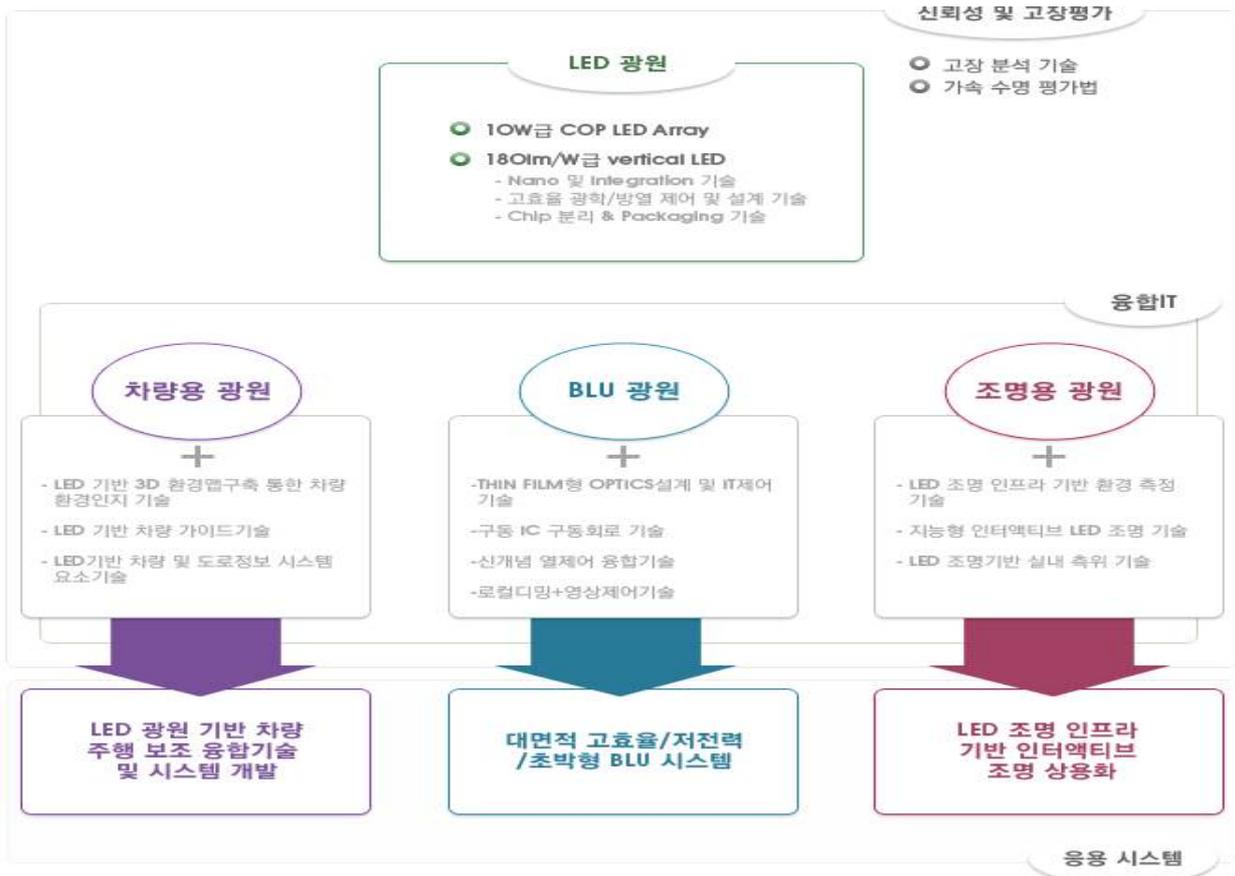
감사합니다.

LED-IT융합산업화연구센터  
센터장 장자순



■ LIFTRC 핵심사업영역

LED-IT융합산업 (자동차 광원, BLU, 스마트 조명, 의료 광원)분야에서 필요로 하는 핵심기반 및 선도융합기술을 연구개발 하고자 합니다.



■ LIFTRC 주요사업

1. 인프라 구축

구분	기반 구축		지원 체계 구축		지원 확대/전문화	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
장비 구축 로드 맵	광/전기 성능 평가 지원	LED 광원분야 인증용 광/전기적 성능 및 전기안정성 평가 장비	자동차용 LED 광원 및 Smart 조명 평가 EMI/EMS 평가 장비/시설	EMI 시설(10m 실드룸, RS chamber) 설비국제 인증용 평가 장비 확대		
	신뢰성/고장분석 지원	내열성 분석 및 일부 내구성 평가 장비	내구성 시험 장비 확장, 특수/가속시험 신뢰성 분석·향상 장비	고장분석 및 내구성 장비 capa. 확장		
	기술개발지원	광학, 열, 전기 분야 설계/분석지원 장비	Chip/PKG 프로세스 장비	Epi/Chip 보완/PKG 보완/검사, 분석장비 및 수직형 칩 제작 장비	Chip to system 공정 장비 보완	
	교육, 인력양성	교육용 software 및 기자재 (시스템 및 부품 설계용, 신뢰성 분석 등)		전문 교육 기관 구축		
종합	센터 (건물) 신축 및 기본 지원 장비 구축		센터 운영 및 기업지원의 내실 확대	KOLAS 취득 기업지원의 내실 확대	KOLAS 인증 평가 실시	

## 2. 기술개발 지원

### ▶ 한계기술개발

- 제품 및 기술개발에 있어서 고가의 장비 및 프로그램, 전문인력을 활용하여 기업의 어려운 요소기술을 지원함으로써 기업 경쟁력 강화에 기여

### ▶ 공동기술개발

- 기업이 필요로 하는 핵심기술에 대한 개발지원을 효율적으로 수행하기 위해 관련 기업과 LED Epi/chip/PKG 원천기술과 LED-IT 응용기술을 공동으로 개발하여 산업의 경쟁력 강화

### ▶ 신뢰성평가 및 고장분석기술

- 관련제품의 수명예측, 신뢰성평가, 고장분석기술을 지원함으로써 제품의 신뢰성 및 품질 향상에 기여

## 3. 기업 평가지원



## 4. 전문 인력양성

### ▶ 기업체인력교육

- LED-IT융합기술의 전문인력 양성

LED-IT융합산업화분야 기업현장인력의 교육을 통한 관련 산업 활성화

기술 정보 제공을 통한 최신 기술 및 지식 습득과 LED-IT융합기술의 보급, 확산

- 사내 교육과정(기업연계교육)

LED전문인력양성을 위한 연계교육 추진

기업 맞춤형 교육을 통한 전문인력양성

### ▶ LED트랙 개설

전자공학과 LED트랙 개설, 석박사생 IT융합 LED트랙 운영

■ LIFTRC 보유설비

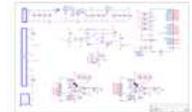
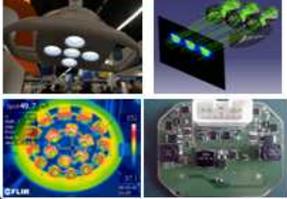
1. IT융합 LED 시험 인증지원 장비

- 국가공인시험기관(KOLAS) 지정으로 LED 광·전기분야에 대한 시험분석결과와 공신력 있는 서비스 제공
- 기업 및 연구기관의 기술개발지원 및 시험분석평가 지원체계 구축
- 고장 및 신뢰성 분석 장비 지원

<p><b>광원 평가</b></p> 	<p><b>환경 신뢰성</b></p> 	<p><b>Safety</b></p> 	<p><b>EMC</b></p> 
<p>2m적분구, 배광기, 점멸수명 측정기, 광휘도계, 소자용적분구, 점멸수명측정기, 광생물학적측정시스템, 조명도계, 색도계, 분광분석기</p>	<p>IP 시험기(살수시험기, 먼지시험기), 염수시험기, 항온항습기, 열충격시험기, LED램프 내구성측정시스템, 진동시험기</p>	<p>내전압시험기, 누설전류 시험기, 절연저항 시험기, 접지도통시험기, 화재 시험기, 정전기 방전 내성 시험기, 전력분석계</p>	<p>EMI 측정 분석시스템, 전원/전압변동시험기 및 고조파 잡음시험기, 전도성 전자파 방출 측정시스템, 전자기기 전도내성시험기</p>

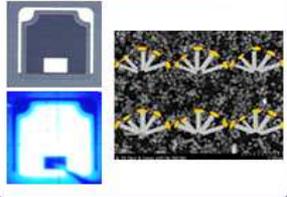
2. LED-IT융합 설계 및 개발지원 장비

- LED-IT융합 기반기술 개발 및 구현을 위한 설계 프로그램
- 기업 한계 기술 지원 및 공동기술 개발을 통한 강소기업 육성
- 가시광통신 기반의 스마트 조명 및 자동차용 광원 개발

<p><b>광학 설계</b></p> 	<p><b>방열 분석설계</b></p> 	<p><b>회로분석 설계</b></p> 	<p><b>개발 사례</b></p> 
<p>Code V, Light Tools, Speos, Speos Catia, Optis works</p>	<p>ANSYS, ICEPAK, EFD, T3Ster</p>	<p>OrCAD PCB Designer, 오실로스코프, Power analyzer, Data recoder</p>	

3. LED 제작 기술 개발 및 공정지원 장비

- Epi 성장, Chip 제작, 패키징 공정 기술 개발 및 기업 공정 지원
- CCT-제어형 LED소자, NT기술융합소자, 고방열/고신뢰성 패키징 기술 개발 지원
- IT융합 기술 적용을 통한 스마트 기능이 부여된 LED Light 엔진 개발

<p><b>Epi</b></p> 	<p><b>Chip</b></p> 	<p><b>PKGing</b></p> 	<p><b>개발 사례</b></p> 
<p>MOCVD system, SimuLED, 고분해능 XRD, PL measure system</p>	<p>Aligner, ICP etcher, PECVD, Wet station, LLO, 웨이퍼본더, 프로빙소터</p>	<p>Die bonder, Wire bonder, 플라즈마 클리너, Mixer, Dispenser, 스프레이코터</p>	

■ LIFTRC 실적현황

1. 공동기술개발 및 사업화 이전

LED 전조등 개발	지능형 LED 헤드램프 개발	치과 진료용 무영등 개발	COB/COH기반 조명 개발
(주) 에이엠에스	SL, 에이엠에스	덴티스	루셈
광학/방열/회로 특허기반의 시제품 개발 	광학/방열/제어/가시광통신기반의 시제품 개발 	광학/방열/회로 최적화를 통한 치과 진료용 무영등 양산이전 	COH기반 패키지 및 형광체 도포 최적화를 통한 PAR 개발 
신규 사업 창출에 기여	선도 기술 개발 및 이전	LUMIS-S 양산	LED조명 사업화 기여

2. 기업평가지원 및 개발지원

구분	내용	목표/실적	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	추진율(%)	5차년도	비고	
기업평가지원	광원 평가 및 고장 분석	광원평가 지원	목표	15	50	300	700	100	1,000	적분구, 배광 분석
		실적	건	57	748	921	632			
		신뢰성 및 고장분석 지원	목표	15	50	100	150		200	항온 항습 챔버
		실적	건	64	111	135	175			
	분석 및 시뮬레이션	목표	-	-	-	-	-			
		실적	건	117	115	79	44			
소계		목표	30	100	400	850		1,200		
		실적	238	974	1,135	851				
기술개발지원	기술개발 지원	한계기술 개발지원	목표	5	20	14	20	48	20	기업 애로 기술 지원
		실적	건	6	20	18	10			
	산업화공동 기술개발	목표	0	1	0	1	48	1	기업 공동 기술 개발	
		실적	건	2	2	3		0		
	소계		목표	5	21	14	21		21	
			실적	8	22	21	10			

3. 논문 현황

중분류	합계	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
논문	KCI	11	-	5	1	5
	SCI	21	2	9	6	4
	SCIE	3	-	-	2	1
	SCOPUS	1	-	-	-	1
	비등재	77	2	20	42	13
	합계	113	4	34	51	24

4. 특허 현황

