



## 산업재의 품질 검사용 UV LED 조사기의 특성

The Characteristics of UV LED Illuminator used for Quality Investigation of Industrial Product

---

저자 (Authors)	류장렬, 박종현, 양진규 Jang-Ryeol Ryu, Jong-Hyun Park, Jin-Kyu Yang
출처 (Source)	<a href="#">한국정보기술학회논문지 14(7)</a> , 2016.7, 1-7 (7 pages) <a href="#">Journal of Korean Institute of Information Technology 14(7)</a> , 2016.7, 1-7 (7 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국정보기술학회</a> Korean Institute of Information Technology
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06715987">http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06715987</a>
APA Style	류장렬, 박종현, 양진규 (2016). 산업재의 품질 검사용 UV LED 조사기의 특성. 한국정보기술학회 논문지, 14(7), 1-7.
이용정보 (Accessed)	University of Pennsylvania(펜실베이니아 대학) 158.130.30.*** 2016/08/02 01:43 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

이 자료를 원저작자와의 협의 없이 무단게재 할 경우, 저작권법 및 관련법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

The copyright of all works provided by DBpia belongs to the original author(s). Nurimedia is not responsible for contents of each work. Nor does it guarantee the contents.

You might take civil and criminal liabilities according to copyright and other relevant laws if you publish the contents without consultation with the original author(s).

## 산업재의 품질 검사용 UV LED 조사기의 특성

류장렬\*, 박종현\*\*, 양진규\*\*\*

### The Characteristics of UV LED Illuminator used for Quality Investigation of Industrial Product

Jang-Ryeol Ryu\*, Jong-Hyun Park\*\*, and Jin-Kyu Yang\*\*\*

#### 요 약

LED는 저 전력, 긴 수명, 고 휘도, 빠른 응답, 친환경적인 특성의 장점을 갖고 있는데, LED가 여러 분야에 사용되기 위하여 LED 칩(chip)의 고효율화와 더불어 복사 조도와 배광분포가 우수해야 한다. 본 연구에서는 산업재의 제조공정에서 도포공정을 할 때, 접착제 내의 형광 물질을 통하여 접착제의 평탄성, 균일성 등을 검사하는 UV LED 검사기기를 제작하였다. 산업재의 접착공정에서 자동으로 도포된 접착제의 도포상태를 확인하기 위해서 접착제에 함유되어 있는 형광물질에 반응하는 자외선은 UV-A영역, 즉 315~400nm인데, 이중 미량의 형광물질에 확실히 반응할 수 있는 최적의 UV파장을 결정하고, UV광선이 인체에 도달하지 않도록 렌즈를 장착하여 지향각을 30°이하로 좁게 제작하는 것을 목표로 하였다. 입력전압 220V에서 소비전력 20.4W, 광속 11.9lm, 지향각 27°, UV 광 출력 3.2W를 얻어 신발 등의 제조공정에서의 결함 검출을 위한 검사기에 적합한 것으로 평가되었다.

#### Abstract

LEDs have several merits such as low power consumption, long lifespan, high brightness, fast response, and eco-friendliness. In order for LEDs to be used in many fields, they need to have high integration of LED chips, good radiance, and good photometric distribution. In this research, we have produced UV LED illuminator that inspects the flatness and uniformity of the bond through a fluorescent material within the adhesive in the coating process of the industrial products. Since UV rays with the wavelength of 315~400 nm react to fluorescent materials in the adhesive, they are used to examine the coating condition of the adhesive. We decided an optimal wavelength of the UV rays which definitely react to even a small amount of the fluorescent material, and aimed to make the direction angle of the illuminator to be less than 30° in order for the UV rays not to reach the body of the worker. Since the proposed UV LED illuminator showed the power consumption of 20.4W, luminous flux 11.9lm, direction angle of 27° and UV output power of 3.2W for the input voltage of 220V, we are sure that it is suitable for the flaw detection in the manufacturing process of shoes and so on.

#### Keywords

UV wavelength, UV LED, lens, light distribution, radial angle, optical power

\* 공주대학교 전기전자제어공학부 교수  
\*\* 공주대학교 광공학과  
\*\*\* 공주대학교 광공학과 교수(교신저자)  
· 접수 일: 2016년 04월 12일  
· 수정완료일: 2016년 07월 11일  
· 게재확정일: 2016년 07월 14일

· Received: Apr. 12, 2016, Revised: July 11, 2016, Accepted: July 14, 2016  
· Corresponding Author: Jin-Kyu Yang  
Dept. of Optical Engineering, Kongju National University, 1223-24  
Cheonan Daro, Seobuk Gu, Cheonan-Si, Chungnam, Korea,  
Tel.: +82-41-521-9440, Email: jinkyuyang@kongju.ac.kr

## 1. 서 론

LED는 전기 에너지를 광 에너지로 전환하는 소자로 광원 대비 30%~60%의 에너지를 절감할 수 있고, 이산화탄소 발생량도 1/3 수준으로 줄일 수 있으며 수은 등의 중금속 유해물질을 사용하지 않아 세계적으로 중요한 녹색기술로 각광 받고 있다. 녹색기술에서 자외선 발광 파장을 갖는 LED는 산업재의 검사기, 교통신호, 이동전화, 건축조명의 응용 광원용으로 커다란 관심을 갖고 있다. 또한 slim화 추세, 저소비전력, 고 명암비, 색재현성, 환경 요인에 따라 대부분의 광원이 친환경 부품인 LED로 전환되고 있다. LED를 이용하는 경우 광변환 효율이 높고 낮은 전압을 사용하기 때문에 소비전력이 적으며 소형화, 박형화, 경량화, 수명이 반영구적이라는 장점을 갖고 있다[1]-[3].

최근 광원분야에 친환경 고효율의 광원으로 LED가 사용되고 있다. LED광원은 기존의 백열등이나 형광등에 비하여 효율이 좋아 급속한 시장이 형성되고 있는데, 2020년에 120조원의 시장이 형성될 것으로 예측하고 있다. 특히 200nm~400nm 영역의 자외선(UV) LED의 경우, 분광분석, 살균, 통신, 인쇄, 검사, 미용, 조명 등 다양한 응용분야에 적용할 수 있다. 2012년 경화 및 살균영역의 UV광원 비중은 60%이상이고, 이것은 앞으로 계속 지속될 것으로 전망되고 있다[4][5].

산업재의 제조공정에서 도포공정을 할 때, 이것을 검사하는 것은 형광등이나 일반 LED 조명으로는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 도포공정에서 오는 접착제 내의 형광 물질을 통하여 접착제의 평탄성, 균일성 등을 검사하는 UV LED 검사기기를 제작하였다. 산업재의 접착공정에서 자동으로 도포된 접착제의 도포상태를 확인하기 위해서 접착제에 함유되어있는 형광물질에 반응하는 자외선은 UV-A 영역, 즉 315~400nm인데, 이중 미량의 형광물질에 명확히 반응할 수 있는 최적의 UV파장을 결정하고, UV광선이 인체에 도달하지 않도록 지향각을 30°이하로 좁게 제작하는 것을 목표로 하였다. 입력전압 220V에서 소비전력 20.4W, 광속 11.9lm, 지향각 27°, UV 광 출력 3.2W를 얻어 신발 등의 제조공정에서

의 결함 검출을 위한 검사기에 적합한 것으로 평가되었다.

## II. UV 검사기기의 설계 및 제작

LED의 주 응용분야는 등기구, 검사기기, 조명 등이다. 이러한 등기구, 검사기기, 조명등의 주요 특성은 방열 특성, 광효율, 광 출력, 조도, 광 조사각 등이 매우 중요하다. 광효율은 조사 대상 영역의 조도와 밀접한 관련성이 있어 반사판 등을 활용한다.

본 연구에서는 UV를 발생하는 LED를 사용하여 산업재의 제조공정에서 발생할 수 있는 결함을 검출하는 검사기기를 제작하는데, UV LED에 렌즈를 부착하여 시인성과 지향각을 고려하였다. 그림 1에서는 제작할 시제품의 구조를 보여 주고 있는데, 렌즈 부착형 UV와 백색 LED를 동시에 사용할 수 있도록 하였다.

그림 2에서는 방열체의 구조를 보여 주고 있는데, UV LED의 최적 성능을 위하여 PCB와 방열판의 밀착성을 확보하고, 방열판은 알루미늄 재질을 사용하여 압출 가공하였으며, 수지형 PCB를 사용하였다.



그림 1. 제품의 구조  
Fig. 1. Structure of UV illuminator

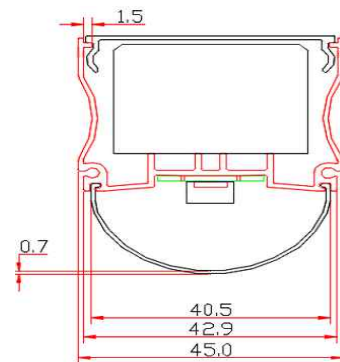


그림 2. 방열체의 구조  
Fig. 2. Structure of heat sink

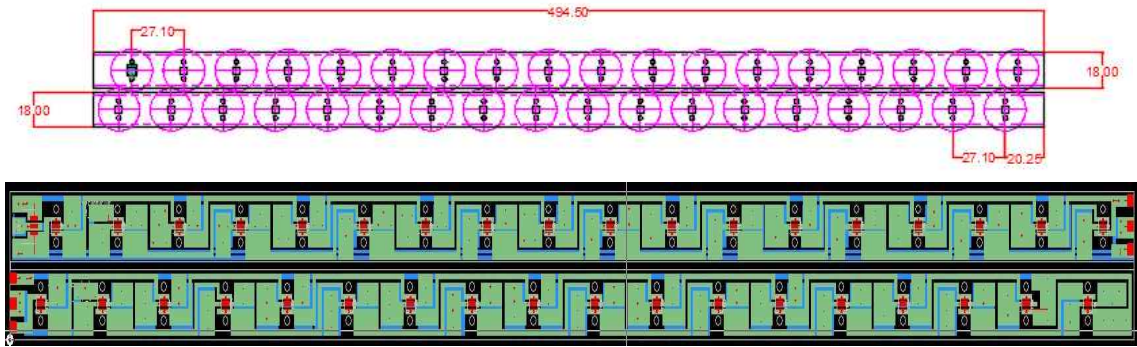


그림 3. UV LED의 배열 구조  
Fig. 3. UV LED array structure

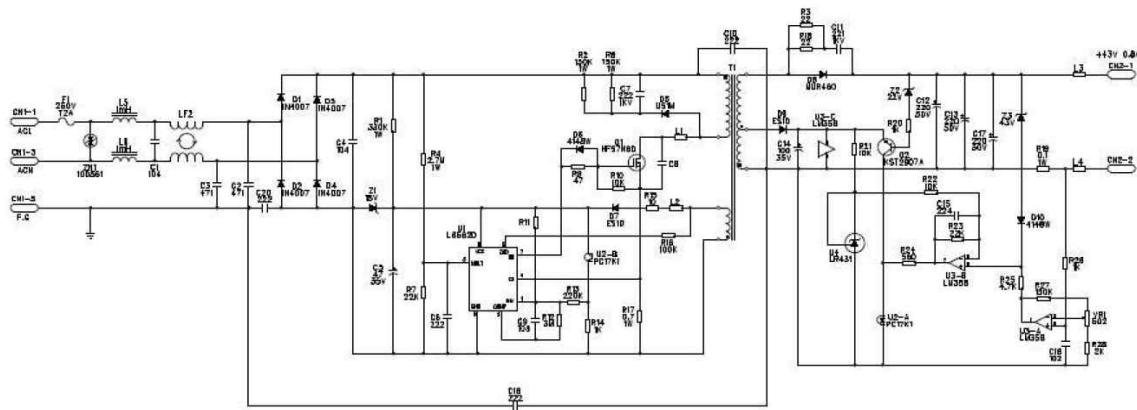


그림 5. 정전류 컨버터 회로도  
Fig. 5. Constant current controller



그림 4. LED 모듈과 렌즈 구조  
Fig. 4. LED module and lens structure

그림 3에서는 LED의 배열 구조를 보여 주고 있는데, UV LED 패키지 및 파장별 특성 측정용 PCB를 설계하였고, 등기구에 부착 가능한 모듈을 제작하였는데, 패키지는 360nm~400nm 6핀 LED와 400nm 2핀의 두 종류 LED를 사용하였다.

그림 4에서는 LED의 배열 구조와 함께 렌즈가 부착된 모듈을 보여 주고 있는데, 지향각을 최소화하여 LED에서 발생한 빛의 조사각을 작업면에 국한되도록 지향각 25°의 렌즈를 선택하였다.

그림 5에서는 정전류 컨버터 회로도를 보여 주고 있다. LED 등기구의 구동 방식은 여러 가지가 제시되고 있는데, 시 변환행렬을 이용한 LED Back Lighting 전류구동 기술, 공진형 컨버터 전류구동 기술, 불연속 전류구동 기술 등에 의한 방법이 제시되고 있다. 최근에는 등기구에 안정된 전류를 공급하기 위한 컨버터 기술을 적용하는 방식이 적용되고 있다. 본 연구에서는 PFC방식을 이용하여 500mA~700mA의 출력 정전류를 가변하여 얻을 수 있는 출력 절환 기능을 갖도록 PSR(Primary Side Regulation) 방식으로 설계하였다.

#### 4 산업제의 품질 검사용 UV LED 조사기의 특성



그림 6. UV/백색 LED의 시제품  
Fig. 6. The prototype of UV/white LED illuminator

그림 6에서는 UV/백색 LED 절환형 시제품을 보여 주고 있다. 정전류 구동방식의 컨버터 하나로 두 종류의 LED를 구동할 수 있으며, 이것은 순방향 전압차에 따른 구동 기술을 이용한 것으로 출력 절환시 플리커 잡음이 발생하지 않고, 스위치를 본체에 부착하여 단순성을 구현하였다.

### III. UV LED의 특성 평가

#### 3.1 UV LED의 시인성 특성

본 연구에서의 응용 제품은 신발의 접착제로 사용하는 본드에 대한 형광의 시인성을 조사하였다. 실제 신발 접착제인 primer와 무색 접착제의 형광 시인성 테스트 결과 Primer의 경우, 푸른색 시인성이 약하게 보였으며, 무색 접착제와 백색 LED용 형광체를 섞을 경우 뚜렷하게 나타났다.

그림 7에서는 접착제에 대한 형광 시인성 반응 실험에서 UV-A(400nm)의 파장대에서 강도가 가장 높게 나와 식별 특성이 우수한 결과를 보여 주고 있다.

#### 3.2 UV LED의 배광특성

본 연구에서는 렌즈가 없는 경우와 있는 경우의 UV LED에서의 배광분포 특성을 조사하였다. 그림 8에서 조사각에 따른 방사상 광 분포 특성을 보여 주고 있는데, 4개의 조사각 0°, 45°, 90°, 135°에서 ±0.3 범위에서 좌우 대칭의 광분포를 얻고 있어 광이 균일하게 방사하고 있음을 보였다. 표 1에서는 광조사의 50% 폭(Width) 범위에서 광량을 보여 주고 있는데, 여기서 50% 폭은 전체 광폭 중 0~50%를 경계 기준으로 잡고, <50%width>이내와 >50%width< 이외를 측정된 값을 보여 주고 있다.

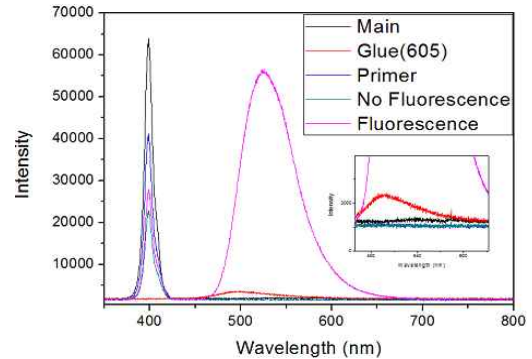


그림 7. 접착제별 시인성 특성  
Fig. 7. Characteristics of visibility by various bond

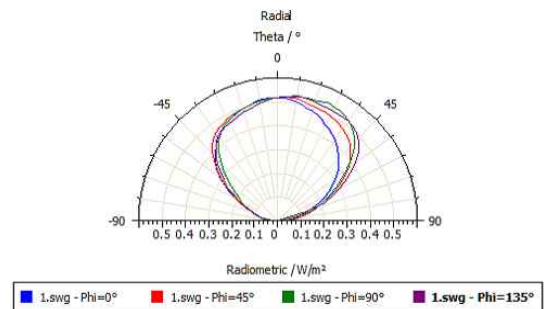


그림 8. LED 배광분포  
Fig. 8. Light distribution

표 1. 복사각에 따른 복사량  
Table 1. Radiometric by radiation angle

phi [°]	<50%width>	> 50%width <	중심각
0	118.07	118.07	0.44
45	121.76	121.76	2.86
90	113.78	113.78	3.88
135	121.56	121.56	2.88

그림 9와 표 1에서는 복사각에 따른 광량 분포 특성을 보여 주고 있는데, 4개 광의 지향각 0°, 45°, 90°, 135°에서의 광량 분포에서 50% 이상과 이하 범위의 폭에서 0.5W/cm<sup>2</sup>의 균일성을 보였다.

#### 3.3 렌즈를 포함한 UV LED의 배광분포

그림 10에서는 렌즈를 장착한 UV LED의 복사각에 따른 조도의 분포를 보여 주고 있는데, 렌즈가 없는 경우와 비교하여 방사각 0°를 중심으로 ±9° 범위에서 조도의 분포가 상당히 좁아져 방사하고 있음을 보였다.

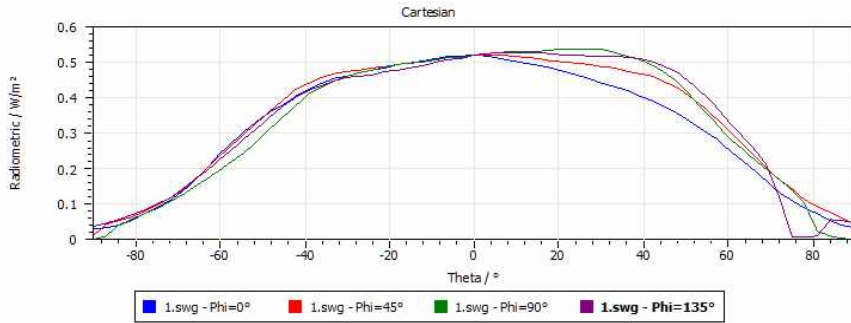


그림 9. 복사각에 따른 광량(W/cm²)  
Fig. 9. Radiometric by radiation angle

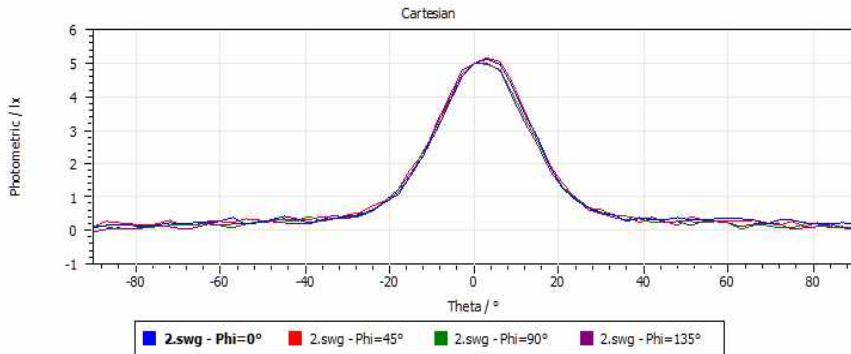


그림 11. 복사각에 따른 조도[lux]  
Fig. 11. Light distribution by radiation angle

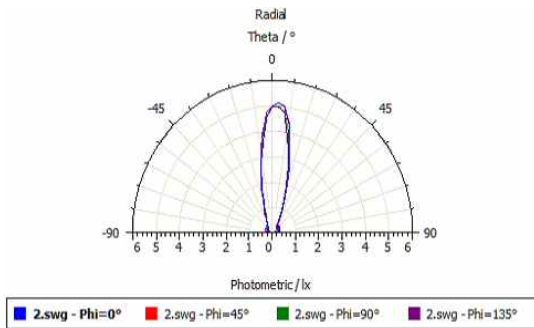


그림 10. 복사각에 따른 조도[lux]  
Fig. 10. Light distribution by radiation angle

렌즈를 통하여 방사되는 조도의 폭이 대단히 좁아져 인체에 미치는 유해성을 상당히 줄이는 효과로 볼 수 있다. 이것은 표 2와 비교하여 확인할 수 있는데, 광량의 폭이 50% 이상과 이하에서 균일한 조도 분포를 보였다.

표 2 복사각에 따른 조도[lux]

Table 2. Radiometric by radiation angle

phi [°]	<50%width>	> 50%width <	중심각
0	26.39	26.39	2.99
45	26.7	26.70	1.07
90	26.95	26.95	1.84
135	26.32	26.32	2.19

표 3 시험결과

Table 3. Result of tests

시험 항목	전압 [V]	소비 전력[W]	역율	광속 [lm]	지향각 [°]	UV출력 [W]
측정결과	219.9	20.4	0.9	11.9	27	3.2

그림 11에서도 렌즈가 포함된 UV LED의 조도분포를 보여 주고 있는데, 역시 렌즈가 없는 경우와 비교하여 조도의 폭이 상당히 좁아져 있음을 보이고 있다.

## 6 산업재의 품질 검사용 UV LED 조사기의 특성

표 3에서는 제작된 시제품의 입력전압 219.9V에서 광속 11.9lm, 소비전력 20.4W, 지향각 27°, UV 출력 3.2W의 측정결과를 얻었는데, 일반적으로 LED 시스템에서 20W의 소모전력으로 3.2W의 광출력은 높은 수치이어서 운동화 등 형광물질을 이용한 신발재 UV LED 검사기기로서 적합한 특성을 얻을 것으로 평가된다.

### IV. 결 론

최근 LED는 방출 파장에 따라서 다양한 응용분야의 기기들이 개발되고 있다. 발광 파장이 200~400nm 범위의 UV LED는 산업재의 검사기기, 살균, 바이오, 통신, 인쇄, 위폐 감별기, 조명, 의료기기 등에 응용할 수 있으며 많은 연구와 개발이 진행되고 있다.

본 연구에서는 신발 등 산업재의 접착공정에서 사용하는 기존의 일반 형광등 또는 LED 조명의 사용에서 오는 결함을 줄일 수 있는 품질 검사용 UV LED 조사기를 설계하고 제작하여 그 특성을 조사하였는데, 형광 물질의 시인성, 배광 분포, 지향각, 광 출력 등을 측정하였다. 특히 인체의 유해성 방지를 위하여 UV LED에 렌즈를 부착하여 광의 조사영역을 제한하는 시스템을 구축하였다. 입력전압 220V에서 소비전력 20.4W, 광속 11.9lm, 지향각 27°, 3.2W의 UV LED의 높은 광출력을 얻어 신발 등의 제조공정에서의 결함 검출을 위한 검사기기에 적합한 것으로 평가되어 이 분야의 공정 신뢰성 향상에 기여할 것으로 판단되며, 앞으로 다양한 산업분야의 UV LED 검사기기 개발이 필요하다.

### References

- [1] J. W. Lee, J. W. LEE, J. W. Lim, and K. H. Lee, "A study on market of LED products", The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 59-62, 2010.
- [2] Y. M Yoo, "Market and Technical Trends of LED", The Magazine of the IEEK, Vol. 37, No. 2, pp. 148-163, 2010.
- [3] Dong-Gyu Jeong, Gyu-Bum Joung, and Wan-Bum

Lee, "LED Display Panel System with Variable Size", Journal of KIIT, Vol. 11, No. 9, pp. 1-6, Sep. 30, 2013.

- [4] G. D. Kim, "The Trend of LED Lighting Technology", TECH. TREND REPORT, KISTI, 01, 2004
- [5] S. B. Song, "The Trend and Prospect of Components Technologies for LED lighting", The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 29, No. 2, pp. 22-34, Mar. 2015
- [6] S. Nakamura and G. Gasol, "The Blue Laser Diode", New York: springer, Vol. 10, No. 3, pp. 223-226, May 1997.
- [7] S. H. Whang et al, "A study on Optimized radiant heat design for 10W LED lighting system", KAIS, Vol. 11, No. 7, pp. 2317-2322, July 2010.
- [8] K. Y. Kim and W. K. Ham, "Technology Trends for radiant heat high power LED lighting system", KIIEE Spring Conference, pp. 26-31, May 2009.
- [9] J. W. Park et al, "Comparison of radiant heat characteristics for Design of LED lighting system", KIIEE Spring Conference, pp. 66-69, May 2009.
- [10] Y. H. Fan, C. J. Wu, C. C. Fan, K. W. Chih, and L. D. Liao, "Simplified LED converter design and implement", in the Proc. of the 9th Joint Conf. on Inf. Sci., Taipei, Taiwan, Oct. 2006

### 저자소개

류 장 렬 (Jang-Ryeol Ryu)



1982년 : 인하대학교 전자공학과  
학사

1985년 : 충남대학교 전자공학과  
석사

1994년 : 충남대학교 전자공학과  
박사

2016년 7월 현재 : 공주대학교

전기전자제어공학부 교수

관심분야 : 실리콘소자, LCD부품, LED

박 종 현 (Jong-Hyun Park)



2016년 : 공주대학교 광공학과  
학사  
관심분야 : 양자광학, 나노광학,  
LED

양 진 규 (Jin-Kyu Yang)



2001년 : 연세대학교 물리학과  
학사  
2003년 : 한국과학기술원 물리학과  
석사  
2007년 : 한국과학기술원 물리학과  
박사  
2016년 7월 현재 : 공주대학교

광공학과 부교수  
관심분야 : 반도체광소자, 나노광학, LED