

## 파이버 포토 센서용 고출력 포인트 LED 광원 모듈 개발

소병문<sup>\*†</sup> · 김희권<sup>\*</sup> · 한우용<sup>\*\*</sup>

<sup>\*†</sup> 전북대학교 공과대학 IT응용시스템공학과

<sup>\*\*</sup> 전주비전대학교 신재생에너지공학과

### Developed High Output Point LED Light Source Module for Fiber Photo Sensor

Byung Moon So<sup>\*†</sup>, Hee KweonKim<sup>\*</sup> and Woo Yong Han<sup>\*\*</sup>

<sup>\*†</sup> Dept. IT Applied System Engineering, College of Eng., Chonbuk National Univ.

<sup>\*\*</sup> Dept. of New & Renewable Energy Vision College of Jeonju

#### ABSTRACT

Point LED applied in Korea is applied to communication RCLED, but it is designed to be suitable for communication, so it does not meet requirements in fiber coupling rate and optical output. - Currently, domestic optical pipe manufacturers use general LEDs for light emitting devices, but Japanese products use high power point LEDs to develop superior point LED (RED 620 ~ 660nm).

**Key Words** : Fiber, Photo, Sensor, Point LED

#### 1. 서 론

본 논문에서 개발하고자하는 고출력 파이버 포토센서는 전세계적 시장 규모는 1조원대로 장비 및 시스템에 필수적으로 적용되고 있으나 국내에서는 광파이버 포토센서 생산 및 개발 기술이 미비하여 대부분 수입에 의존하고 있고 키엔스나 옴론등의 일본 기업의 독점으로 인한 기술격차 심화되고 있다. 파이버 포토센서에 적용되는 광원의 경우 센서의 성능을 향상 시키기 위하여 고출력의 광원을 요구하고 있으나 일반 LED에 파이버만 연결시킨 형태의 경우 성능의 한계를 보여오고 있어 LED 소자의 입자에서는 고출력 광 지향각이 작은 LED가 필요하게 되었고 패키지의 경우 플라스틱 파이버 커플링 효율이 높은 패키지가 필요하게 됨.

국내에서 적용되는 Point LED는 통신용 RCLED가 일부

적용되었으나 통신에 적합하도록 설계되어 있어 파이버 결합률이나 광출력 등에서 요구사항에 크게 미치지 못하여 이를 최적화한 광원 개발과 광원모듈의 광학 설계한 패키지 기술을 지원 하며 제품 개발 완료시 시제품 성능 측정 지원, 시제품 현장적용에 대한 실증지원을 목표로 하는 기술개발이다.

현재 국내 광파이버 센서 생산 업체는 발광소자를 일반 저출력 LED를 사용하고 있으나 세계시장을 점유한 일본제품에 대응하기 위해서는 Point LED (RED 620-660nm) 최적화하여 고출력 Point LED 및 패키지 사용함으로써 기존 기술에 비하여 값싸고 월등한 센서 제작기술력을 바탕으로 시장에서 기술의 우위를 먼저 점하여 시장 지배력을 갖추는 것이 시급하다.

센서용 point LED 칩의 기술수준 향상과 더불어 적합한 렌즈적용 Transfer mold PKG 개발이 병행될 경우 부품소재 등 후방산업과의 조화로운 발전 뿐 아니라 이미 형성된 시장에도 고사양의 제품으로 대체 가능하다.

<sup>†</sup>E-mail: sbm0415@jbnu.ac.kr

## 2. 본 론

### 2.1 고출력 광파이버 포토센서용 포인트 LED 광원 및 패키지 최적화개발

중첩 DBR을 이용한 여러 파장대역의 반사도 시뮬레이션은 AlGaInP의 광원이 온도에 따라 파장대역의 변화가 있으므로 이로 인한 손실을 최소화 하는데 있다. 광의 입사각에 따른 반사도 시뮬레이션은 양자우물에서 발산되는 빔의 각도에 따른 중파장의 변화를 감지하는데 있다. 시뮬레이션 결과 성장두께는 최소화하여 비용을 절감하고, 650 nm 대역의 광 손실을 최소화한 에피구조 시뮬레이션 결과는 Fig. 1과 같다.

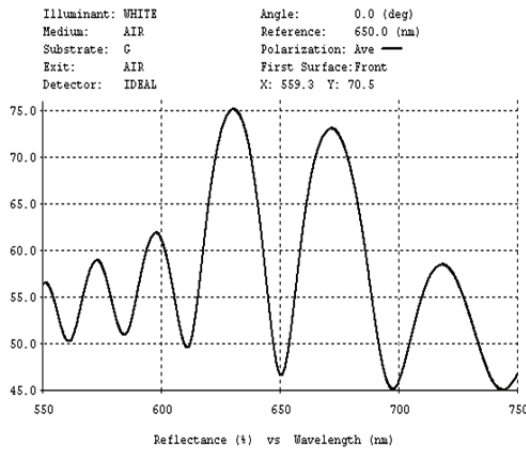


Fig. 1. Optimal simulation result.

#### 2.1.1 박막두께 균일성 확보기술

실시간 성장률 모니터링 기술을 이용한 정확한 성장두께 가능함. 이를 토대로 MOCVD 장치의 가스 주입구를 최적의 상태로 조절하여 생산수율에 막대한 영향을 주는 박막두께의 균일성을 확보함.

아래 그림은 에피웨이퍼의 위치별 성장두께를 보여줌.

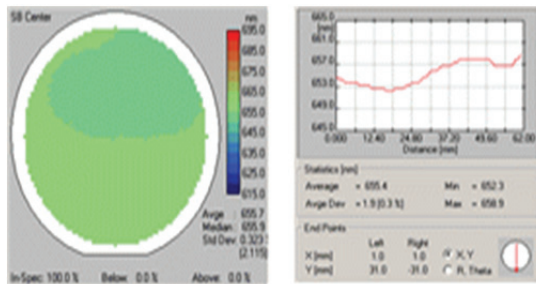


Fig. 2. 650 nm DBR Epi Wafer Growth Rate by Wafer.

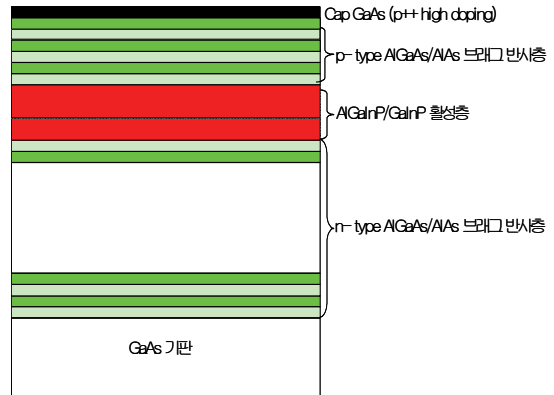


Fig. 3. 650 nm RCLED epilayer schematic.

#### 2.1.2 650 nm RCLED 에피 성장

Fig3은 AlGaInP 복합소재를 이용한 650 nm RCLED 에피의 대략도이며 성장균일도가 95% 이상 확보된 에피웨이퍼 성장 수행하였으며. 아래 Fig 4는 최종 650 nm RCLED 에피웨이퍼의 반 사율 및 FP-Dip 평가를 시뮬레이션과 비교한 그림이다.

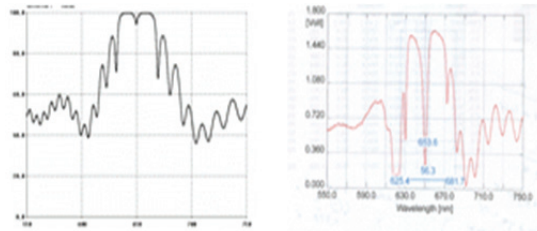


Fig. 4. 650 nm RCLED FP-Dip Evaluation Content.

#### 2.1.3 고출력 저 지향각 RCLED 칩제조 기술개발

칩의 전류 전압 특성과 광 출력을 고려한 디자인 설계 및 마스크를 제작하기 위하여 단일 칩 설계 및 마스크 제작하는데 있어서 생산수율과 고출력 구동이 가능한 RCLED 칩 디자인을 하고 Fig. 5는 다양한 칩 설계로 최적의 디자인 선별을 하기 위함이다.

Fig 6은 칩 구조의 개략도를 보여준다.

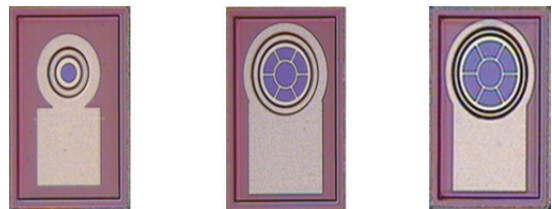


Fig. 5. Various 650 nm RCLED chip designs.

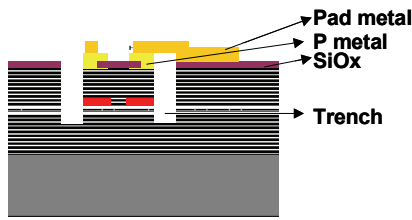


Fig. 6. Schematic of chip structure.

2.1.4 고출력 확보를 위한 렌즈형성기술

650nm RCLED and Red LED chip 지향각 120°를 30°로 설계, Radiometric Power : 1.0W

Chip Wavelength : 650nm (red), Chip Size : 300um × 300um × 150um, View Angle : 120, Ray Number : 5,000,000, Error Estimate rate : 1.3%로 주어진다.

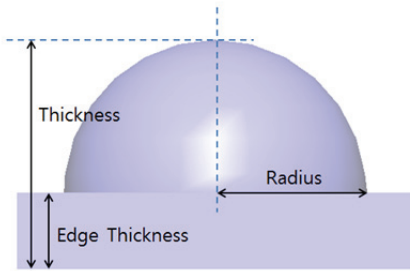


Fig. 7. Lens Schematic.

2.2 고출력 포인트 광원 모듈 설계 및 Simulation

2.2.1 Simulation 환경에서 mold 의 광학특성 평가 및 분석

LED chip에서는 광추출을 위한 patterning, shaping의 기하학적 모델링이 마이크로 또는 서브 마이크로 영역에서 수행되나 봉지 물질의 기하학적 형태나, 고굴절률 봉지재의 개발, 고 반사율을 갖는 패키지 재료의 선정, 패키지 형태의 최적화를 통한 최적의 광학성능 구현을 모델링함.

2.2.2 LED 패키지 배광 특성 시뮬레이션 및 개발

일반적인 LED의 경우에는 그 발광 분포가 Lambertian에 가깝고 이에 따라 지향각은 약 120도 근처이나 원하는 배광특성을 확보하기 위한 봉지재 도포 형태에 따른 광학 설계 분석 큐어 조건 설정 및 봉지재 몰드컵의 모양이나 각도에 따른 광도 및 조도의 최적화 곡률반경이 1.0R에서 1.5R, 1.7R, 2.0R, 2.5R, 3.0R, 3.5R, 4.0R 순으로 굴절률1.48의 실리콘 봉지재를 적용하여 simulation을 수행함. 결과를 보면 구의 중심이 동일한 경우 곡률반경 값은 지향각에 큰 영향을 주지 않았고, 광속의 변화도 약 6%이내에서 변

화됨을 확인함. 그리고 반구형 Encap의 경우에 봉지층의 면적은 chip 면적의 약 1.4배에서 3배 이내에서 광속비가 가장 높게 형성되는 결과를 얻음. 동일 동일한 형태에서 봉지층의 재료를 굴절률 1.52 소재로 변경한 결과 전체적으로 약 6% 수준의 광속 증가효과를 가져옴.

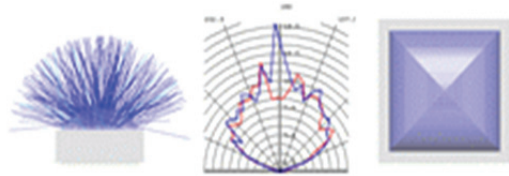


Fig. 8. Simulation in the case of Round-type encapsulation layer.

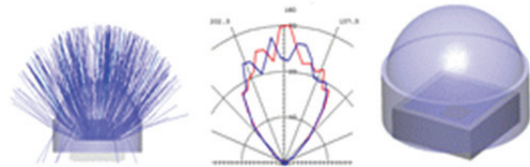


Fig. 9. Simulation of case when lamp mold is applied to prototype package.

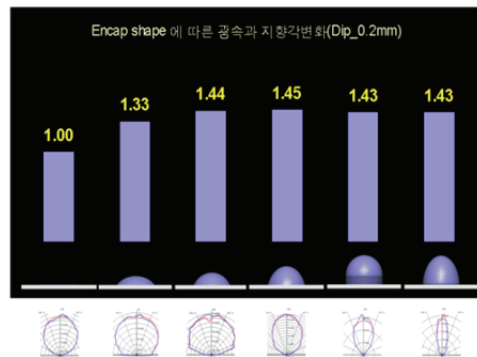


Fig. 10. Change of optical property according to Encap shape.

봉지재의 몰딩 방식 결정(Discrete, One-Shot) 및 이에 따른 반사컵 (reflector-cup) 각도 및 재질 결정하고 균일도 있는 빛의 분포를 위한 소자 배치함. 일반 확산반사면의 substrate일 경우 Encap의 면적을 동일하게 하였을 때 Encap shape에 대한 광속과 지향각의 의존성을 simulation 분석함. Fig. 10에서 보는 것처럼 평면도포를 기준으로 광속을 1이라고 하면 shape의 형태에 따라 30~45%수준의 광효율 증가를 나타내고 있으며 동일한 도포면적일 경우 곡률반경이 작아질 수록 또는 Hyperbolic에서 parabolic 또는 Elliptic surface로 진행될수록 지향각이 작아짐을 확인함.

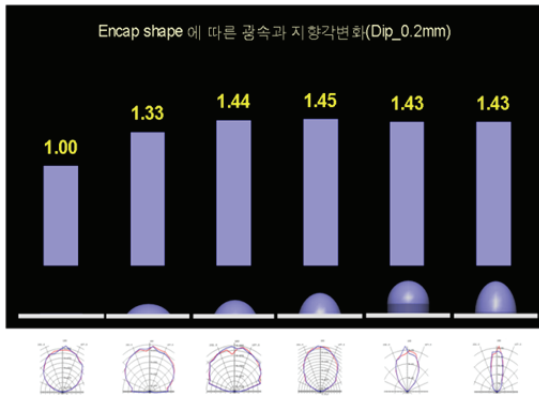


Fig. 11. Change of optical property according to Encap shape.

이것은 SMD 패키지 구조에서 원하는 형태의 지향각이 (일반적으로 80도~120도는 쉽게 구현되는 반면 50도 이하나 140도 이상의 지향각은 매우 어려움.) 구현될 수 있다는 것을 보여준다고 할 수 있다.

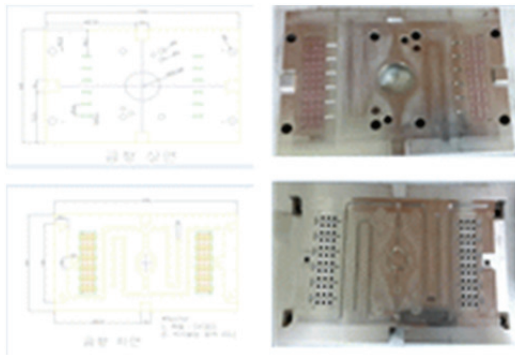


Fig. 12. Manufactured prototype design and mold.

### 2.3 파이버 센서 모듈용 광원 시뮬레이션 결과에 의한 몰딩 시금형 설계 및 제작

Transfemold 장비에 올려야 하는 금형형태의 시작품 금형을 설계 제작함(실체는 제품 소량 특성 검증을 위한 시작품 제작비임) 제품 개발의 목적이 센서용 고효율 저비용의 LED 패키지 로이를 제작하기 위하여서는 Transfemold Type의 제품개발이 필수적임.

### 2.4 파이버 센서용 광원 제작

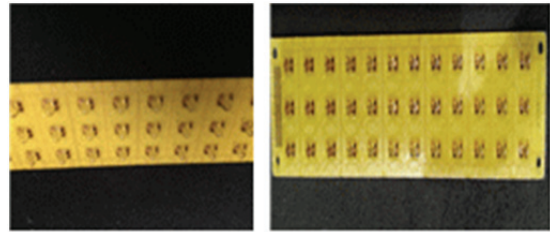


Fig. 13. Light source for fiber sensor.

## 3. 결 론

광Fiber센서의 전세계적 시장 규모는 1조원대로 장비 및 시스템에 필수적으로 적용되고 있으나 국산 제품의 적용이 힘들었으나 고출력 포인트 LED 패키지의 개발로 인하여 키엔스나 옴론등의 일본 기업의 독점으로 인한 기술격차 심화를 극복. 국내에서 처음으로 적용되는 Point LED는 RCLED패키지가 개발되어 센서에 적용할 수 있는 맞춤형 기술이 개발되어 급변하는 시장의 요구에 능동적으로 대응이 가능해짐.

현재 대부분의 광파이버용 센서 생산 업체는 발광소자를 일반 LED를 사용하고 있으나 고출력 Point LED 사용하여 특성을 월등하게 향상시켜 기술경쟁력을 강화하고 특성 개선으로 Point LED (RED 620~660nm) 국산화가 가능해 지리라 본다.

## 참고문헌

1. C. H. Hong, "Trend of High Power Intensity LED Developments", Journal of The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers 1225-1135, 18(3), pp.3-10, 2004.
2. Daniel A. Steigerwald, Jerome C. Bhat, Dave Collins, Robert M. Fletcher, Mari Ochiai Holcom Michael J. Ludowise, Member, IEEE, Paul S. Martin, and Serge L.Rudaz, "Illumination With Solid State Lighting Technology", IEEE journal on selected topics in quantum electronics, Vol. 8, No. 2, March/April 2002.
3. D,H, Park "A study on growth of the Plant depends on PPFd and Wavelength of LED lighting module", JKsMT, Vol. 17, No. 1, pp. 31-38, 2015.
4. Gerard Harbers, Christoph Hoelen, "LP2:High Performance LCD Backlighting using High Intensity Red, Green and BlueLED", Society for Information Display(SID) International Symposium 2001: Digest of Technology Paper.

5. G. H. Ryu, "Trend of High Power White LED Developments and Patents." Korea Institute of Patent Information, 2005.
6. IALA, "Recommendations for the colours of light signals on aids to navigation", MOMAF Standards, 1977. 12.

---

접수일: 2018년 6월 8일, 심사일: 2018년 6월 19일,  
게재확정일: 2018년 6월 19일