

# 백색 LED 조명을 이용한 디지털 신호 전송 Digital signal transmission through the white LED lightings

\*#김승택<sup>1</sup>, 조경용<sup>1</sup>, 김형태<sup>1</sup>, 김종석<sup>1</sup>, 조영준<sup>1</sup>

\*#S. Kim(stkim@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, C.Y. Cho<sup>1</sup>, H.T. Kim<sup>1</sup>, J.S. Kim<sup>1</sup>, Y.J. Cho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 스마트시스템연구그룹

Key words : LED, White LED lightings, Digital signal transmission

## 1. 서론

백색 LED 는 높은 에너지 효율과 반영구적 수명 때문에 기존의 방전등 및 전열등과 같은 전통 조명시장을 빠르게 대체하고 있다. 특히 LED 가 가지는 여러 가지 장점으로 식물공장, 조명, 통신 등의 다양한 분야에 널리 활용되고 있다[1, 2]. 백색 LED 제조는 크게 Blue LED 와 Yellow 형광체를 이용한 방법, RGB LED 를 함께 이용하는 방법, UV LED 와 형광체를 이용하는 방법으로 나누어 볼 수 있다[2]. 특히 첫번째 방법인 Blue LED 와 Yellow 형광체를 이용한 방법은 Blue LED 의 효율이 대폭 개선되고, 간단한 구조 때문에 가장 많이 이용되는 백색 LED 제조 방법으로, LED 조명 시장 성장에 가장 주목 받는 기술이라 할 수 있다. 한편, LED 는 전류 신호의 변조를 이용하여 저속의 디지털 광신호를 전송할 수 있기 때문에 LED 조명을 이용한 디지털 브로드캐스팅 하향 네트워크를 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 논문에서는 앞서 언급한 Blue LED 와 Yellow 형광체를 이용한 YAG:Ce blue LED 를 사용하여 70W 급 백색 white LED 조명을 제작하고, 적합한 구동 드라이버 보드를 개발하여 저속의 디지털 신호를 전송하였다. 수신된 신호와 전송 신호를 비교하여 백색 LED 조명의 디지털 전송 오율을 측정하여, LED 조명을 이용한 디지털 신호 전송의 가능성을 검토하고, 나아가 그린 스마트 팩토리 구현의 발판을 마련하고자 한다.

## 2. 실험 방법

Fig. 1 은 백색 LED 조명을 이용한 디지털 그린 스마트 팩토리의 가상 개념도이다.

Fig.1 에서 보는 바와 같이 LED 조명 아래 다양한 물류 이송, 제조 및 검사 장비들이 배치되어 있어, 각 LED 조명 아래를 LED 광신호가 브로드캐스팅하여 하향 네트워크를 구축할 수 있다.



Fig. 1 Conceptual image of the green smart factory through the white LED lightings.



Fig. 2 Experimental setup.

Fig. 2 는 360 개의 백색 LED 를 이용하여 제작된 백색 LED 조명을 이용한 디지털 신호 전송을 위한 실험 셋업이다. 개발된 20 채널의 LED 전류 구동 보드를 이용하여 PRBS 신호를

전송하고, 약 2m 떨어진 지점에서 광검출기를 이용하여 광 신호를 전류 신호로 변환하고, 다시 Logic 신호로 변환하여 전송된 비트와 수신된 비트를 상호 비교하여 전송 오율을 측정하였다.

### 3. 실험 결과

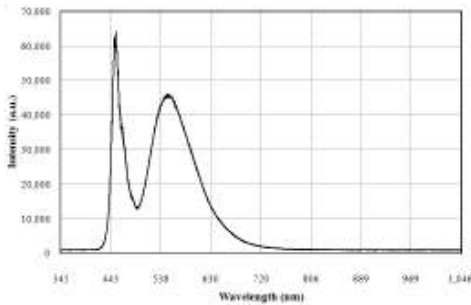


Fig. 3 Spectrum of the white LED lightings.

Fig. 3 은 제작된 백색 LED 조명을 구동하여 스펙트럼미터를 통해서 얻은 파장 스펙트럼으로, YAG:Ce blue LED 의 약 450nm 의 파장 성분과 545nm 대역의 Yellow 파장 성분의 조합으로 이루어졌음을 확인하였다.

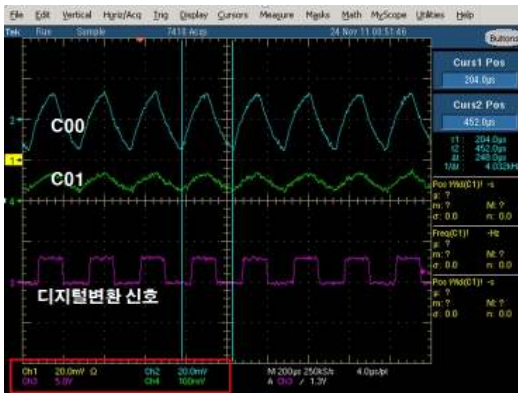


Fig. 4 Raw signal waveforms detected from the photodiodes (C00 and C01) and the recovered and reconstructed waveform (magenta).

Fig. 4 는 백색 LED 조명을 이용하여 광신호를 전송하고 광검출기에서 검출된 신호 파형을 나타내는 그래프이다. 첫번째와 두번째 신호파형은 광검출기에서 광전변환된 신호를 나타내며, 세번째의 신호는 광검출기에서 변환된 신호를 비교기와 로직 변환기를 거쳐

TTL 신호로 변환된 신호의 파형을 나타내었다.

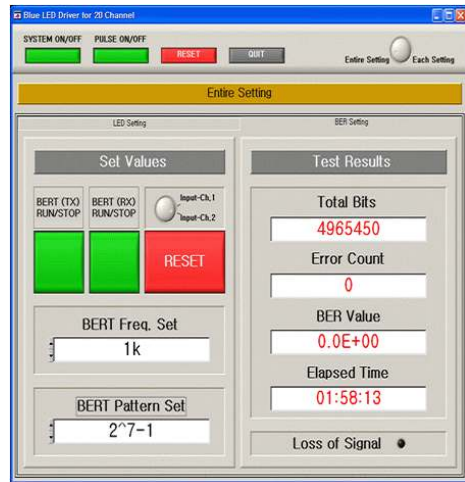


Fig. 5 Bit error rate test results.

Fig. 5 는 백색 LED 조명을 이용한  $2^7-1$  의 PRBS 신호의 전송 및 전송 오율 결과를 분석하기위해서 개발된 프로그램의 GUI 이다. 1kHz 의 주파수에서 총 4,965,450 bits 를 약 2 시간동안 전송하여 Error 가 발생하지 않음을 확인하였다.

### 4. 결론

360 개의 YAG:Ce blue LED 를 이용하여 백색 LED 조명을 제작하고, 이에 적합한 LED 구동 보드를 개발하여, 저속의 디지털 신호를 LED 조명을 이용하여 성공적으로 전송할 수 있음을 전송 오율 실험을 통해서 확인하였다. 이를 통해서 친환경 고효율 LED 를 공장 자동화 분야에 접목하여, Green smart factory network 구현에 크게 기여 할 수 있을 것으로 판단한다.

### 참고문헌

1. E. Fred Schubert and Jong Kyu Kim, "Solid-state light sources getting smart," SCIENCE, **308**, 1274-1278, 2005.
2. Daniel A. Steigerwald et al, "Illumination with solid state lighting technology," IEEE Journal of selected topics in quantum electronics, **8**, no.2, 310-320, 2002.