

5면 Photodiode를 이용한 양산 공정용 LED 지향각 측정 시스템개발에 관한 연구

김대완*, 박찬희⁺, 김근식⁺⁺, 김철생⁺⁺⁺

(논문접수일 2011. 08. 22, 수정일 2011. 09. 23, 심사완료일 2011. 10. 04)

Development and Mass Production Potential of a Novel 5-side Photodiode LED Viewing Angle Measurement System

Dae-Wan Kim*, Chan-Hee Park⁺, Keun-Sik Kim⁺⁺, Cheol-Sang Kim⁺⁺⁺

Abstract

Light emitting diodes (LEDs) which can produce uniform luminescence need a very difficult and complex procedure because LEDs have strong and straight optical property. One of the major parameters for LED production is the determination of the viewing angle. However, in the present, there is still no available production technology to measure LED viewing angle and optical property. In this study, we developed a five-side LED viewing angle and optical property measurement system, having a source meter that uses a high speed switching photo relay instead of a mercury relay. This new measurement system can measure the viewing angle at a very high accuracy of $\pm 0.66^\circ$. This new technology presents a great potential for fast and reliable LED mass production, which can significantly cut down the cost from savings in production time.

Key Words : LED(발광다이오드), Photodiode(포토다이오드), View Angle(지향각), Source Meter(소스미터), Mass Production(양산공정)

1. 서론

전류를 흘려주면 빛을 발하는 소자인 LED는 다른 광원에 비해 전기를 빛으로 변환하는 효율이 높아 저소비전력을 구현하며 수명이 길다는 등의 강점이 있어 향후 형광등 및 백열등을 대체 할 차세대 광원으로 급부상하고 있다⁽¹⁻²⁾. 그러나 이미 기존 연구에서 연구되었듯이⁽³⁻⁵⁾ 광원 구현에 있어 LED는 점광원으로서 직진성이 강하여 지향각의 차이와 균일하지 못한 발광특성으로 균일한 조도를 갖는 응용제품을 생산 하는데 있

어서는 어려움이 있다. 이러한 문제로 인해 생산 후 공정에서 LED의 배광 특성을 분석하는데 있어 많은 시간과 투자를 필요로 하고 있다.

현재 대부분의 LED 제조 공정은 전기적 특성, 광학적 특성 그리고 회로 패턴 검사 등을 전수 검사 하는 것을 권장하고 있지만, 실제로는 생산량을 감소시키는 지향각 검사 항목을 대부분 생략하고 기본적인 I-V 특성 및 열 특성에 관련된 항목만을 검사하여 생산하고 있다⁽⁶⁻⁸⁾. 최근 양산 공정에서 머신 비전 시스템을 이용한 패키징 된 LED 소자검사 및 오픈-쇼트

* 비케이시(BKC)
+ (사)전북대학교 자동차부품금형기술혁신센터
++ 교신저자, 비케이시(BKC) (dwkim@ebkc.co.kr)
주소: 전북 전주시 덕진구 팔복동2가 750-1
+++ 전북대학교 기계설계공학부

(Open-Short)와 같은 전기적 특성 검사 시스템에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다⁽⁹⁻¹²⁾. 그러나 광원인 LED 양산 공정에서 지향각 등과 같은 광학 측정을 위한 시스템 개발은 진행되지 않고 있다.

또한 현재 LED 패키지의 광량 및 광학적 특성에 대한 측정에 있어서 대부분 집광 된 광에 대하여 광 화이버(Fiber)를 통한 측정이 주로 이루어지고 있기 때문에 정확한 측정을 하지 못한다. 그리고 완벽하게 광량 및 광학특성을 측정할 수 있는 적분구 시스템 마저도 근본적으로 지향각을 측정할 수 없으며 LED 패키지 양산라인의 검사에 적용하기에는 시스템 크기가 너무 클 뿐만 아니라 측정시간이 너무 오래 걸려 양산 시스템을 구현하기에는 비실용적이며 가격 또한 고가이다.

따라서 본 연구에서는 LED 양산공정에서 전기적 특성 및 광학과 지향각을 측정할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 수은 릴레이 대신 고속 스위칭이 가능한 포토 릴레이를 이용한 소스미터 개발과 지향각 및 광 특성을 한꺼번에

측정 할 수 있는 시스템을 개발하였다. 그러나 본 연구에서는 지향각 측정만을 고려하여 실험을 진행하였다.

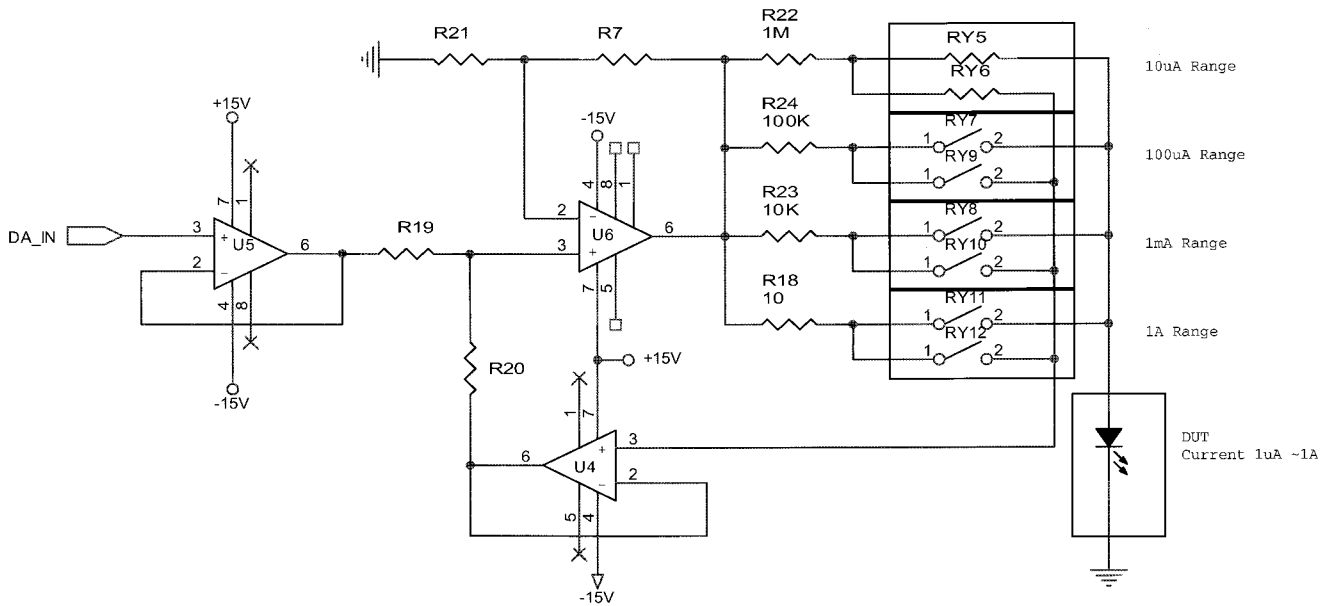
2. 본 론

2.1 소스미터 및 지향각 측정 시스템 개발

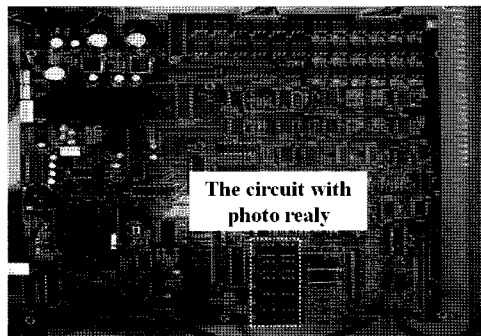
2.1.1 소스미터(Source meter) 개발

고속으로 LED 패키지에 대한 검사를 위해서는 고속으로 LED를 발광할 수 있는 소스미터 개발이 필수이며, 현재 출시된 대부분의 고압 및 고 전류용 소스미터는 수은 릴레이를 사용하고 있다. 하지만 수은 릴레이는 정밀하고 안정적인 스위칭을 하는 장점은 있지만 속도가 느리고 수은이라는 유해한 중금속으로 인해 취급에 주의가 필요하고 점진적으로 사용이 규제되어지고 있으며 가격 또한 고가이다.

이를 해결하기 위하여 본 연구에서는 그림 1과 같은 포토 릴



(a) Main PCB circuit of photo relay implementation to source meter



(b) A location of photo relay chip implementation in source meter

Fig. 1 Development of source meter using photo relay

레이 및 FET를 이용한 친환경 고속 스위칭이 가능한 소스미터를 설계하였다. 본 연구에서 개발한 소스미터의 특징은 그림 1 (b)와 같이 수은 릴레이 대신 포토 릴레이를 추가하고 그림 1 (a)와 같이 RY6, RY9, RY10, RY12의 피드백을 받는 회로 쪽의 OPAMP를 입력 임피던스 값이 $10^{13} \parallel I(\Omega \parallel pF)$ 로 큰 소자를 사용하여 Turn On 시 부하 전류가 흐르는 포토 릴레이의 저항을 보상하여 최종 전류 값 제어에 영향을 주지 않도록 하였다. 입력 전압은 R21, R7, R19, R20에 의하여 전류의 증폭도가 결정되며 R22(Max 10uA), R24(Max 100uA), R23(Max 1mA), R18(Max 1A) 저항을 이용하여 4개의 영역을 가지게 된다. 이로써 1~10V를 가지고 각 영역을 DAC의 분해능(Resolution)으로 제어함으로써 정밀도를 보다 높일 수 있으며 본 실험에서의 정밀도는 $\pm 0.3\%$ 를 가진다. 이러한 저항들은 온도 특성에 따라 전류량에 영향을 주므로 0.1% 이하의 높은 정밀도와 10PPM 이하의 높은 온도 특성을 가지는 제품을 사용하도록 해야 한다.

2.1.2 지향각 및 광량 측정모듈 개발

측정모듈은 발광된 LED의 빛의 방향선별이 가능하도록 그림 2 (a)와 같이 5면에서 측정할 수 있도록 고안하였으며 광학적 특성 평가를 위한 분광기의 접속을 그림 3 (a)와 같이 중앙의 작은 홀(Hall)을 통해 이루어지도록 설계하였다.

LED의 패키지의 크기 및 지향각을 고려하여 모듈은 그림 3 (a)와 같이 120°의 각도를 갖는 상하좌우의 4면이 되도록 하고

광학 특성을 측정할 수 있는 중앙의 홀(Hall)을 위한 디텍터는 작은 4개의 포토 디텍터를 그림 2 (b)와 같이 시계방향으로 병렬 연결하여 배치하였다.

2.1.3 지향각 측정 원리

지향각의 측정은 그림 4 (b)와 같이 중앙을 제외한 4면(#1~#4)을 이용하여 측정된 광량 값을 가지고 연산하도록 한다. 정확히 0°의 지향각을 가지는 이상적인 LED 패키지는 각 4면에 대하여 똑같은 광량을 갖는 것으로 생각 할 수 있으며 검출하는 포토 디텍터가 동일하다고 가정하면 그 광량 값은 하기와 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{center photo detector} &= a \\
 \text{top photo detector} &= e \\
 \text{right photo detector} &= b \\
 \text{bottom photo detector} &= c \\
 \text{left photo detector} &= d \\
 b = c = d = e
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

하지만 이상적인 LED는 실제로 존재하지 않고 포토 디텍터마다 오차가 있기 때문에 측정기준인 원점을 설정하기 위해 식 (2)와 같이 원점의 기준을 만들었다.

$$b \approx c \approx d \approx e \tag{2}$$

한편 LED와 지향각 모듈은 절대거리를 가지는 상태에서 일정한 기울기를 가질 때 각각의 면에 대한 광량 값은 변하게 된

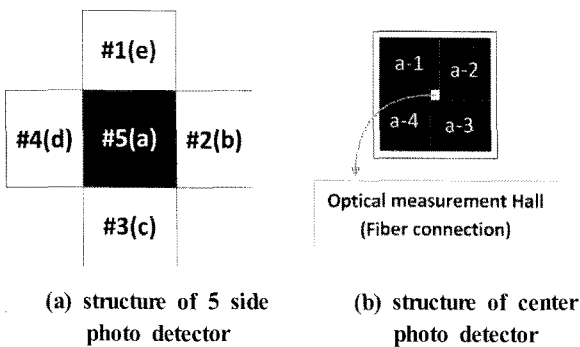


Fig. 2 Structure of center photo detector in beam spread measurement

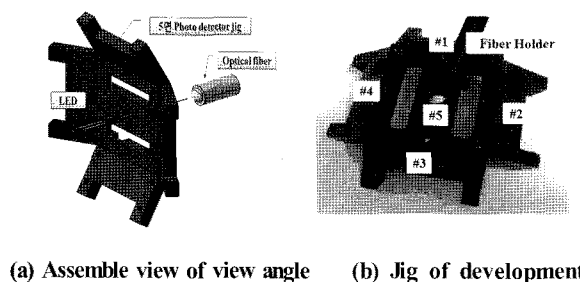


Fig. 3 The assemble of jig for view angle

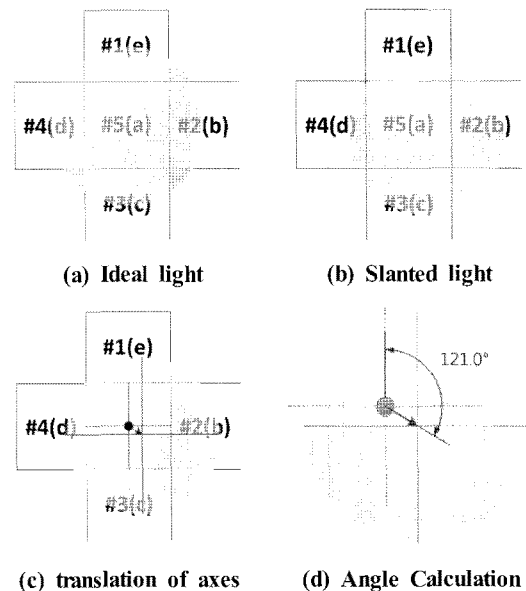


Fig. 4 The concept of calculation of view angle

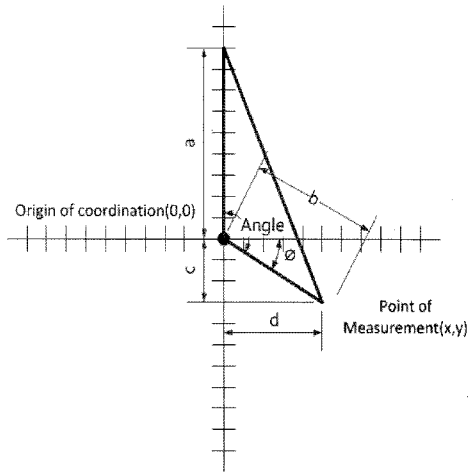


Fig. 5 The principle of view angle

다. 이렇게 변화된 광량 값은 중앙좌표로부터 일정거리를 가지는 x, y 좌표를 그림 5와 같이 표현 할 수 있다. 그리고 광원의 치우친 정도에 대한 각도 측정은 그림 4(d)와 같은 원리로 그려진 x, y좌표를 이용하여 원점으로 부터 삼각함수를 이용하여 계산이 가능하며 360°방위각에 대한 틀어진 방향을 알 수 있게 된다.

본 연구에서 개발한 시스템의 지향각 측정 원리를 정리하면, 이동된 좌표 x, y에 대한 계산은 각각의 4면 포토 디텍터의 좌표 성분을 이용하여 하기와 같이 표현한다. #1과 #2는 (+)측으로 하고 #3과 #4는 (-)측으로 하여 식 (3)과 식 (4)를 얻는다.

$$x = \frac{(\#2 + \#4)}{2} \tag{3}$$

$$y = \frac{(\#1 + \#3)}{2} \tag{4}$$

식 (3)과 식 (4)로부터 계산된 실측점(x, y)을 이용하여 원점 (0,0)으로부터 이동된 직선을 통한 방위각을 그림 5와 같은 삼각 함수가 있을 때 식 (7)을 도출 할 수 있다.

- 좌표 x>0 & y>0 면 $\tan\theta$
 - 좌표 x>0 & y<0 면 $90^\circ + \tan\theta$
 - 좌표 x<0 & y<0 면 $180^\circ + \tan\theta$
 - 좌표 x<0 & y>0 면 $270^\circ + \tan\theta$
- (가정)

좌표x = d, 좌표y = c, Angle = $90^\circ + \theta$ (가정)

$$\tan(\theta) = \frac{c}{d} \tag{5}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{c}{d} \tag{6}$$

$$\text{Angle} = 90^\circ + \tan^{-1} \frac{c}{d} \tag{7}$$

위의 식을 이용하여 LED 패키지에 대한 지향각을 측정함으로써 지향각이 동일한 제품들에 대한 랭크(Rank) 분류가 가능해진다.

2.1.4 지향각 및 광량 측정 회로 개발

그림 6의 회로를 이용하여 각각의 5면에 대한 광량을 측정하여 발광된 LED에 대한 넓은 광 출력 측정 및 상용 노이즈에 대한 오차를 줄이도록 하였다.

해당 회로는 포토 디텍터에서 발생된 전류를 전압으로 바꿔

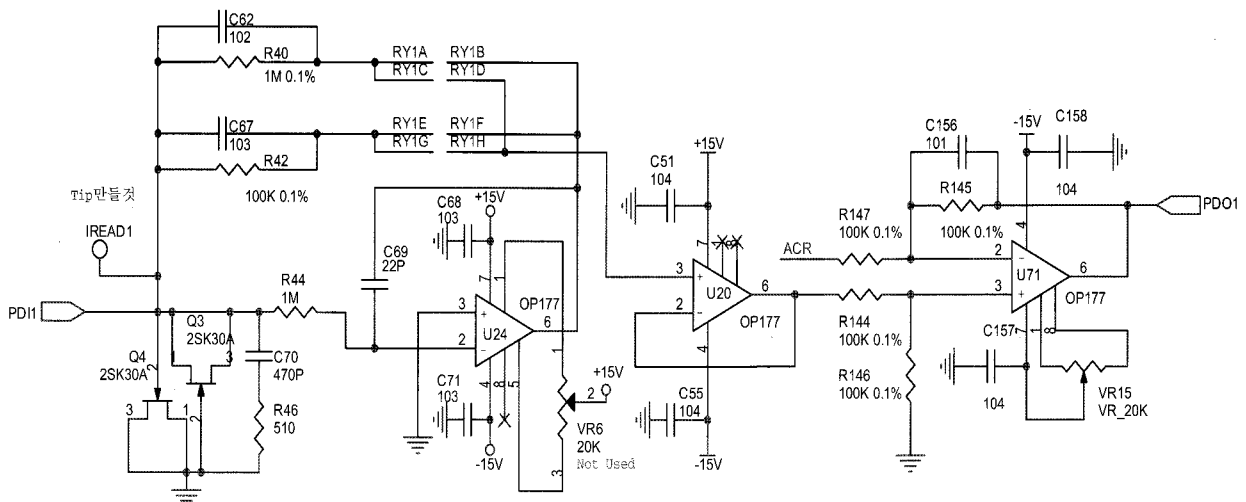


Fig. 6 The circuit of intensity of radiation and beam spread measurement

주는 회로로서 R42 영역에서 1,000배 증폭을 하며 미소 광 출력을 측정하기 위하여 R40 영역에서 10,000배로 증폭하여 폭 넓은 광 영역을 읽을 수 있도록 설계 하였다.

※ PD1: 포토 디텍터 연결단자 PDO1: 1,000~10,000배 증폭된 광 출력(to ADC)

한편, 그림 7과 같이 Photo diode를 부착한 5면의 지향각 및 광량 측정 모듈을 개발하였으며 #b, #c, #d, #e면에 사용된 포토다이오드는 S5107(Hamamatsu Photonics)이며 #a면에 적용된 포토다이오드는 S5106(Hamamatsu Photonics)이다. 또한, 본 연구의 지향각 측정 시스템은 LED 발광 후의 열화 특성으로 인한 광 출력 변화로 인하여 순차적 광 측정 시에 미세한 오차가 발생하게 된다. 또한 포토디텍터 역시 노출시간(Integration time)에 의하여 그 출력 값이 변하게 되기 때문에 각각의 포토 디텍터는 동시에 값을 측정하여야 한다. 하지만 각각의 광 출력에 대한 패러렐(Parallel) 측정 시스템 구성은 높은 가격상승과 큰 구성 공간을 필요로 하게 되는데, 본 연구에서는 이러한 문제들로 인하여 동시에 광 출력에 대한 값을 일정하게 유지하는 그림 8과 같은 샘플&홀드(Sample & Hold) 시스템을 구현하여 적은 구성요소로 설계를 하였다.

그림 8에서 LED의 출력으로 5개의 포토 디텍터는 동시에 광전류를 발생하게 된다. 이때 똑같은 시간(Timing)에 광 출력 값을 읽을 수 있어야 LED 열화에 의한 광량 변화를 대응할 수 있으므로 입력된 5면 각각의 광전류를 그림 6의 회로를 이용하여 전압으로 변환한 후 그림 8의 로직(Logic)과 같은 고속 샘플&홀드(Sample & Hold) IC에 연결하여 MCU의 동기 신호에 맞춰 입력 값을 유지하도록 한다. 이렇게 유지된 값을 ADC를 이용하여 측정함으로써 광량 변화에 무관하게 같은 시간에 각각의 광전류를 확보함으로써 좀 더 정확한 지향각 값을 확보하게 된다.

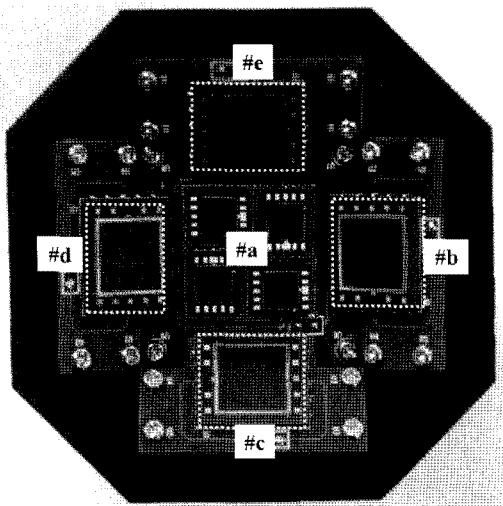


Fig. 7 The finale version of 5 side view angle measurement

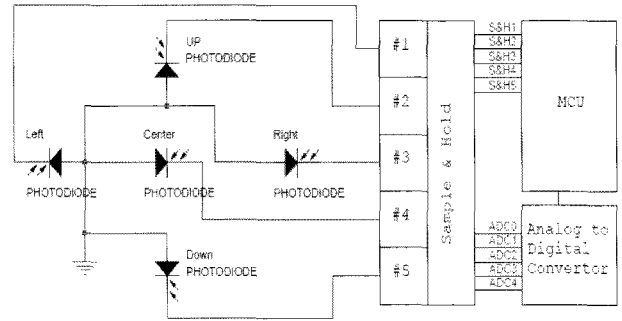


Fig. 8 The logic of High Speed Sample & Hold Method

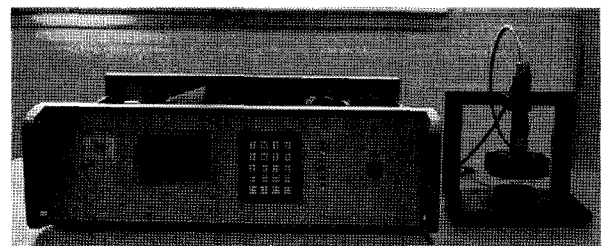
3. 실험

3.1 실험 방법

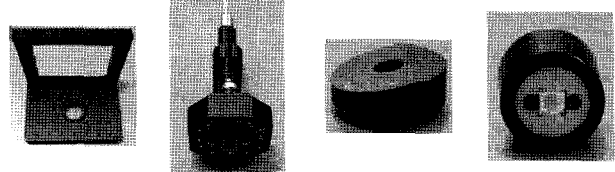
본 연구에서 개발한 5면의 지향각 측정 모듈의 성능을 검증하기 위하여 표 1과 같은 재료와 환경을 선정 하였으며 실험 순서는 (1) 표준시료를 이상적인 원점 값을 가지도록 위치시키고 (2) 12° 기울어진 LED를 360° 방향으로 15°마다 위치시킨다. (3) 마지막으로 측정각도에 따라 5면에 걸친 데이터를 취득하여 계산한다.

Table 1 Materials of experiment

Item	Contents
LED	Reference LED (KRISS) CRM No : 204-01-019
Source	5V/30mA
LED slope	12°
Measure range	0~360°(Interval 15°)
Environment	Darkroom/temperature 24°C

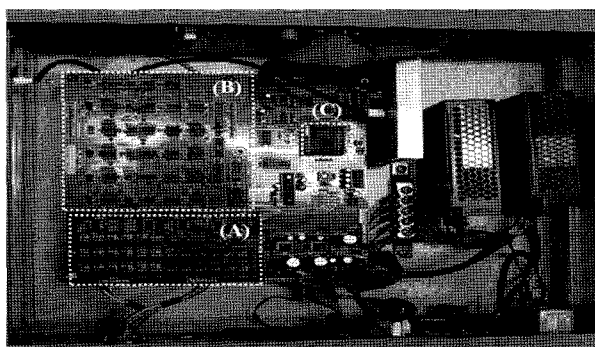


(a) Measure System

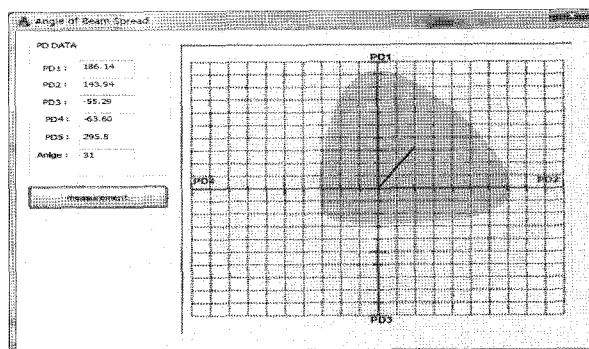


(b) Jig (c) Detector (d) LED Head (e) LED

Fig. 9 Configuration of experiment



A : Switching Matrix Circuit
 B : P.D & Sample and Holding
 C : CPU (PIC 30F6104A)



The front panel of viewing angle measurement software

Fig. 10 Inside configuration of source meter and front panel of operating program

한편, 본 실험 장치의 구성은 그림 9와 같으며 본 연구에서 개발한 소스미터와 각도를 조절하기 위한 정밀 지그 및 12° 기울어진 LED 결합 기구부(Head)와 지향각 측정을 위한 5면의 포토 디텍터로 구성하고 암실에서 측정하였다. 본 실험에서 사

용된 소스미터의 주요 구성은 그림 10과 같으며 개발된 소스미터는 공인인증기관의 검·교정을 거친 후 실험에 사용하였다.

실험에 사용된 소스미터 내부는 그림 10과 같으며 주요 구성 성분으로는 스위칭 매트릭스 회로(Switching matrix circuit)와

Table 2 Averaging value of beam spread measurement

Set	Up	Right	Down	Left	Angle	Error
0°	116.6	94.2	72.3	94.3	0.0	-0.6
15°	114.3	99.2	72.9	87.8	15.0	+0.0
30°	112.3	104.4	75.0	82.5	30.0	+0.0
45°	108.3	109.1	78.9	78.1	46.0	-1.0
60°	107.0	114.4	83.6	76.2	58.0	+2.0
75°	101.0	116.5	89.6	74.2	74.1	+0.9
90°	95.3	116.6	95.6	74.1	90.0	+0.0
105°	89.9	115.3	101.2	75.3	105.2	-0.2
120°	82.0	115.0	106.8	74.3	121.0	-1.0
135°	77.9	110.8	111.3	78.1	135.0	+0.0
150°	74.5	105.8	115.0	82.6	149.9	+0.1
165°	73.0	100.1	116.7	88.3	164.1	+0.9
180°	72.7	94.6	116.9	93.8	178.4	+1.6
195°	73.9	88.8	115.9	99.8	194.0	+1.0
210°	76.1	83.4	113.5	105.3	209.8	+0.2
225°	79.9	78.7	109.6	110.2	226.0	-1.0
240°	84.7	75.5	104.5	113.5	241.8	-1.8
255°	90.1	73.8	99.1	115.3	257.0	-2.0
270°	95.2	73.9	94.2	115.2	270.8	-0.8
285°	99.7	75.6	89.7	113.4	284.2	+0.8
300°	104.5	78.2	84.9	111.0	300.3	-0.3
315°	107.4	82.0	81.6	107.0	315.5	-0.5
330°	116.6	83.0	74.0	106.9	330.0	+0.0
345°	118.9	88.5	71.8	101.2	344.2	+0.8

Table 3 Raw data of view angle

Set	Measured values 5side photodiode (unit : μA)				Angle	Error	Set	Measured values 5side photodiode (unit : μA)				Angle	Error
	Up(e)	Right(b)	Down(c)	Left(d)				Up(e)	Right(b)	Down(c)	Left(d)		
0°	115.4	93.23	71.41	93.23	0	+0°	0°	117	94.61	72.79	94.91	359	-1°
15°	114.3	99.18	72.74	87.74	15	+0°	15°	114.4	99.34	72.94	87.89	15	+0°
30°	112.3	104.4	74.9	82.4	30	+0°	30°	112.3	104.4	75.07	82.7	30	+0°
45°	108.3	109.1	79.04	78.13	46	+1°	45°	108.3	109.1	79.04	78.13	46	+1°
60°	107.1	114.4	83.62	76.14	58	-2°	60°	106.8	114.4	83.77	76.3	58	-2°
75°	101.2	116.6	89.57	74.16	74	-1°	75°	101	116.6	89.57	74.31	74	-1°
90°	95.22	116.6	95.67	74.16	90	+0°	90°	95.37	116.6	95.83	74.16	90	+0°
105°	90.03	115.4	101.5	75.38	105	+0°	105°	89.72	115.2	101.3	75.38	106	+1°
120°	82.09	115.1	107	74.46	121	+1°	120°	82.09	115.1	106.8	74.16	121	+1°
135°	77.97	110.9	111.4	78.13	135	+0°	135°	78.13	110.5	111.4	78.13	135	+0°
150°	74.46	105.9	115.1	82.7	150	+0°	150°	74.46	105.9	114.7	82.7	150	+0°
165°	72.94	100.3	116.9	88.35	164	-1°	165°	73.09	100.1	116.7	88.2	164	-1°
180°	72.94	94.76	117	94	179	-1°	180°	72.94	94.76	117	93.84	178	-2°
195°	73.85	88.81	116	99.79	194	-1°	195°	73.85	88.81	115.8	99.79	194	-1°
210°	76.3	83.62	113.5	105.3	210	+0°	210°	76.3	83.31	113.7	105.3	210	+0°
225°	79.96	78.74	109.6	110.2	226	+1°	225°	79.96	78.58	109.7	110.2	226	+1°
240°	84.84	75.38	104.4	113.5	242	+2°	240°	84.84	75.53	104.4	113.7	242	+2°
255°	90.18	73.85	99.18	115.4	257	+2°	255°	90.18	73.85	99.18	115.4	257	+2°
270°	95.37	74.01	94.3	115.1	271	+1°	270°	95.06	73.85	94.3	115.1	271	+1°
285°	99.49	75.68	90.03	113.4	284	-1°	285°	99.79	75.68	89.72	113.5	284	-1°
300°	104.4	78.13	84.84	111.1	300	+0°	300°	104.7	78.13	84.84	110.9	301	+1°
315°	107.3	82.09	81.79	106.8	315	+0°	315°	107.3	82.09	81.79	106.8	315	+0°
330°	116.7	83.16	74.01	107.1	330	+0°	330°	116.7	83.16	74.16	106.8	330	+0°
345°	119	88.5	71.87	101.3	344	-1°	345°	118.9	88.5	72.02	101.3	344	-1°
0°	116.9	94.61	72.48	94.61	0	+0°	0°	116.9	94.61	72.63	94.76	359	-1°
15°	114.4	99.18	72.94	87.89	15	+0°	15°	114.4	99.18	72.94	87.59	15	+0°
30°	112.3	104.4	74.92	82.55	30	+0°	30°	112.3	104.2	75.07	82.55	30	+0°
45°	108.2	109.1	78.89	78.13	46	+1°	45°	108.3	108.9	78.74	78.13	46	+1°
60°	107	114.1	83.62	76.3	58	-2°	60°	106.8	114.4	83.62	76.3	58	-2°
75°	101	116.6	89.72	74.31	75	+0°	75°	101	116.6	89.42	74.16	74	-1°
90°	95.22	116.6	95.52	74.01	90	+0°	90°	95.22	116.6	95.52	74.16	90	+0°
105°	90.03	115.2	101.3	75.38	105	+0°	105°	89.88	115.4	101	75.38	105	+0°
120°	82.09	115.1	106.8	74.46	121	+1°	120°	82.09	115.1	106.8	74.31	121	+1°
135°	77.82	110.8	111.4	77.97	135	+0°	135°	78.13	110.8	111.4	78.13	135	+0°
150°	74.46	105.9	115.1	82.55	150	+0°	150°	74.46	105.9	114.7	82.55	149	-1°
165°	72.94	100.1	116.9	88.2	164	+1°	165°	72.94	100.3	116.7	88.2	164	-1°
180°	72.79	94.61	116.9	93.84	178	-2°	180°	72.63	94.61	116.9	93.84	179	-1°
195°	74.01	88.81	115.7	99.79	194	-1°	195°	74.01	88.81	116	99.64	194	-1°
210°	76.14	83.62	113.5	105.1	209	-1°	210°	75.99	83.31	113.5	105.3	210	+0°
225°	79.8	78.58	109.6	110.2	226	+1°	225°	80.11	78.74	109.6	110.2	226	+1°
240°	84.99	75.53	104.4	113.5	242	+2°	240°	84.84	75.68	104.4	113.5	242	+2°
255°	90.03	74.01	99.03	115.4	257	+2°	255°	90.03	73.85	99.18	115.2	257	+2°
270°	95.22	73.85	94	115.1	271	+1°	270°	95.52	73.85	94.15	115.1	271	+1°
285°	99.79	75.68	89.88	113.5	284	-1°	285°	99.64	75.53	89.72	113.2	284	-1°
300°	104.4	78.13	84.99	111.1	300	+0°	300°	104.7	78.13	84.84	110.9	301	+1°
315°	107.4	81.94	81.48	107	315	+0°	315°	107.4	81.94	81.48	107.1	315	+0°
330°	116.6	83.01	74.01	107	330	+0°	330°	116.6	83.01	73.85	106.8	330	+0°
345°	119	88.5	71.72	101.3	344	-1	345°	118.7	88.5	71.72	101.2	344	-1°

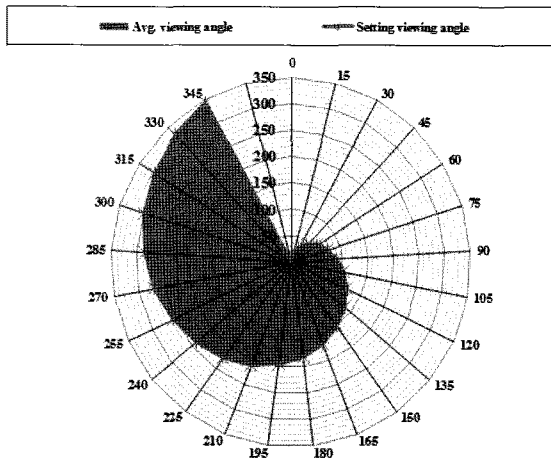


Fig. 11 The result of view angle

데이터를 동시에 샘플링 할 수 있도록 샘플 & 홀드(Sample & hold) 회로, 마지막으로 CPU(PIC 30F6104A)를 주로 구성되어 있으며 그 외의 구동을 위한 전원부로 구성되어 있다.

3.2 실험 결과

본 연구에서 개발된 측정 시스템을 실험하기 위하여 총 10번의 실험을 동일한 조건에서 진행하였으며 실험결과 설정각도 대비 실제 측정된 지향각의 평균 오차는 그림 11과 같다.

표 2의 데이터로부터 지향각의 평균측정의 최대 오차는 2°임을 알 수 있고 오차가 가장 컸던 4번의 실험에 대한 기본 데이터인 표3의 데이터를 통해서도 개별적인 측정에서의 지향각의 최대 오차 역시 2°임을 확인 할 수 있다.

본 연구에서 개발한 시스템으로 측정한 지향각 데이터는 설정한 지향각과 통계적으로 차이가 나지 않음을 확인할 수 있었고 최대 측정오차 2°는 양산시 충분히 감안하여 랭크(Rank) 분류가 가능한 시스템으로 구현할 수 있을 것이라 생각된다.

4. 결론

현재 LED 양산공정의 출하단계에서 지향각 측정 시스템의 부재로 인하여 균일한 조도와 지향각 특성을 가지는 조명을 연출하는데 어려움이 있다. 또한 지향각 보안을 위한 추가적인 기구물과 별도의 지향각 측정공정이 필요 하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 LED 양산공정에서 전기적 특성 및 광학 특성과 지향각을 측정할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였으며, 이를 위하여 수은 릴레이 대신 고속 스위칭이 가능한 포토 릴레이를 이용한 소스미터 개발과 지향각 및 광 특성을 한꺼번에 측정 할 수 있는 시스템을 개발하였다. 또한 개발된 시스템의 지향각 측정 결과 평균 오차가 최대 2°로 설정 지향각도와 유사한 지향각을 측정할 수 있었다. 따라서 본 기술개발

로 인하여 LED 양산출하 공정에서의 지향각을 랭크(Rank)별로 구분하여 출하할 시 현장공정에서의 공수 및 제조 원가 절감이 가능하게 되었다.

후 기

본 연구는 2010년도 한국산업단지공단 지원 받아 수행된 연구임(현장맞춤형 기술개발 사업).

참 고 문 헌

- (1) Song, Y. J., and Hong, M. S., 2011, "A Study on the Optimal Design for Optical Efficiency of LED," *J. of the KSMTE*, Vol. 20, No. 3, pp. 361~367.
- (2) Jung, I. H., and Yoon, C. Y., and Ye, I. S., and Hyun, D. H., 2011, "A Study of Aspheric Mirror Optical Design to Improve Luminous Intensity Uniformity of LED Security Lights," *J. of the KSMTE*, Vol. 20, No. 1, pp. 114~119.
- (3) Kwon, S. P., and Noh, M. J., and Seo, J. C., and Hyun, D. H. 2010, "A Study of LED Light Diffusion Solution," *KSMTE autumn conference*, pp. 69~72.
- (4) Ha, C. S., 2000, "Light Scattering Studies on the Phase Structure of Ethyl Acetate Casting PMMA/PVAc Blends," *Korea polymer journal*, Vol. 9, No. 1 pp. 66~70.
- (5) Shim, J. M., and Kim, J. B., 2008, "View Angle Change of LED by Micro Sphere," *The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineer Spring conference*, pp. 220~221.
- (6) Marta, R., 2005, "Thermal Issues in Stacked Die Packages," *21st IEEE SEMI-THERM Symposium '05*, pp. 307~312.
- (7) Rencz, M., and Szekely, V., 2004, "Die Attach Quality Control of 3D Stacked Dies," *IEMT symposium of SEMICON*, pp. 78~82.
- (8) Naby, M. A., 1999, "Degradation Characterization of AlGaInP LEDs Using I-V and Low Frequency Noise Measurements," *The Eleventh International Conference on Microelectronics*, pp. 43~46.
- (9) Narendran, N., and Gu, Y., 2005, "Life of LED-based White Light Sources," *IEEE/OSA J. of Display Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 167~171.
- (10) Hsu, Y. C., and Lin, Y. K., and Tsai, C. C., and

- Kuang, J. H., and Huang, S. B., and Hu, H. L., and Su, Y. I., and Cheng, W. H., 2007, "Failure Mechanisms Associated With Lens Shape of High-Power LED Modules in Aging Test," *Lasers and Electro-Optics Society - The 20th Annual meeting of the IEEE*, pp. 570~571.
- (11) Xi, W., and Yoo, S. G., and Kim, T. C., and Felipe P. Vista, 2009, "LED Deformity Detection using LabVIEW Builder," *The Institute of electronics engineers of KOREA*, Vol. 46, No. 5, pp. 336~342.
- (12) Koo, J. M., and Cho, T. H., 2010, "Inspectioin for Wires and Balls of LEDs using Machine Vision," *Proceedings of KIIS Spring conference* Vol. 20, No 1, pp. 98~100.