



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월11일
 (11) 등록번호 10-1664530
 (24) 등록일자 2016년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H05B 37/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0010372
 (22) 출원일자 2013년01월30일
 심사청구일자 2014년04월04일
 (65) 공개번호 10-2014-0092184
 (43) 공개일자 2014년07월23일
 (30) 우선권주장
 1020130003342 2013년01월11일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009277582 A*
 JP2010176853 A*
 KR100922617 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 단국대학교 산학협력단
 경기 용인시 수지구 죽전로 152, 내 (죽전동, 단국대학교)
 (72) 발명자
 강정원
 서울특별시 용산구 이촌1동 212동 1503호
 남해운
 경기 안양시 동안구 귀인로 237, 211동 901호 (평촌동, 초원대림아파트)
 강인성
 경기 안양시 만안구 병목안로130번길 50-10, (안양동)
 (74) 대리인
 특허법인이상

전체 청구항 수 : 총 7 항

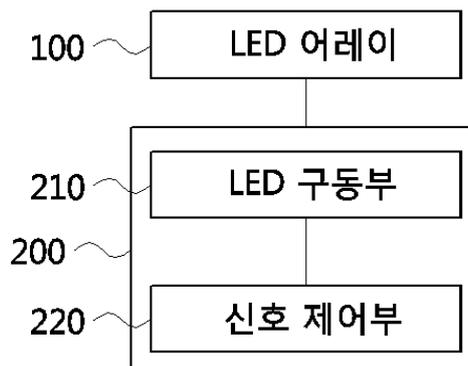
심사관 : 금종민

(54) 발명의 명칭 **엘이디의 수명을 연장하는 전력 제어 방법 및 그 장치**

(57) 요약

펄스 폭 변조의 듀티비를 제어하여 LED 수명을 연장하는 전력 제어 방법 및 장치가 개시된다. 전력 제어 장치는, 적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이에 대한 제어에 있어서, 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio) 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 신호 제어부와, 신호 제어부의 제어에 따르는 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 LED 어레이로 제공하는 LED 구동부를 포함한다. 따라서, 전체 LED의 평균 밝기를 일정하게 유지하면서 전체 LED의 평균 수명을 연장할 수 있고, LED 수명과 광출력 정밀도를 함께 고려하여 동시에 제어할 LED 그룹에 포함되는 LED의 개수를 효과적으로 결정할 수 있다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0000913

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 지역연고산업육성사업

연구과제명 광응용기기 핵심전력부품 및 제품화 지원 사업

기 여 율 1/1

주관기관 단국대학교

연구기간 2011.06.01 ~ 2014.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이에 대한 제어에 있어서,

상기 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio) 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 신호 제어부; 및

상기 신호 제어부의 제어에 따르는 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 상기 LED 어레이로 제공하는 LED 구동부를 포함하되,

상기 신호 제어부는,

상기 LED 어레이의 사용자에게 의해 미리 설정된 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비를 기반으로 상기 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 최대가 되도록하고,

상기 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비와 100간의 최소 공배수를 산출하고, 상기 최소 공배수를 상기 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비로 나눈 값을 동시에 제어할 LED의 개수로 결정한 후 상기 동시에 제어할 LED 개수에 따라 상기 적어도 하나의 LED를 그룹화함으로써, 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 것을 특징으로 하는, LED의 수명을 연장하는 전력 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 신호 제어부는,

상기 동시에 제어할 LED의 개수 또는 상기 동시에 제어할 LED의 개수의 배수(mutliple)로 LED를 그룹화하여 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 것을 특징으로 하는 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 LED 구동부는,

상기 신호 제어부의 제어에 따라 상기 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 상기 미리 설정된 값 이상이 되도록 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 장치.

청구항 8

적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이에 대한 평균 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio)를 설정하는 단계;

상기 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비를 만족하면서 상기 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 단계; 및

상기 제어된 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 상기 LED 어레이로 제공하는 단계를 포함하되,

상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 단계는,

상기 LED 어레이의 사용자에 의해 설정된 상기 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비를 기반으로 상기 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 최대가 되도록하고,

상기 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비와 100간의 최소 공배수를 산출하고, 상기 최소 공배수를 상기 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비로 나눈 값을 동시에 제어할 LED의 개수로 결정한 후 상기 동시에 제어할 LED 개수에 따라 상기 적어도 하나의 LED를 그룹화함으로써, 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 것을 특징으로 하는, LED의 수명을 연장하는 전력 제어 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 단계는,

상기 동시에 제어할 LED의 개수 또는 상기 동시에 제어할 LED의 개수의 배수(multiple)로 LED를 그룹화하여 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 것을 특징으로 하는 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 방법.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 제어된 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 상기 LED 어레이로 제공하는 단계는,

상기 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 상기 미리 설정된 값 이상이 되도록 상기 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 방법.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 LED 어레이는,

상기 동시에 제어할 LED의 개수 또는 상기 동시에 제어할 LED의 개수의 배수에 상응한 상기 적어도 하나의 LED를 포함하는 것을 특징으로 하는 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 LED의 전력 제어에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 펄스 폭 변조의 듀티비를 제어하여 LED 수명을 연장하는 전력 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] LED(Light Emitting Diode)는 내부의 정공과 전자들의 이동으로 발광하는 반도체 소자로, 반도체 제조 기술과 광 소자 성능의 발달로 LED의 광 효율이 크게 상승하였다.
- [0003] LED는 기존의 고압 방전등(HID), 나트륨 램프, 형광등 등에 비하여 긴 수명을 갖고, 전력 효율과 연색성이 우수하다. 또한, LED는 공정 상에 오염물질을 적게 포함하고 있어 친환경적인 특징을 가진다.
- [0004] 이에 따라, LED는 각종 실내 및 실외 조명뿐만 아니라, TV의 백라이트, 각종 모바일 기기 등과 같이 응용범위를 확장하고 있다.
- [0005] 한편, LED는 발광과 동시에 PN 접합부에서 열이 발생하는 문제점이 있다. 이로 인하여, LED 접합 온도(Junction Temperature)가 상승한다. 즉, LED는 다른 광원들과 비교하여 많은 열을 발생시키고, 온도에 따라 전기적 특성이 변한다는 측면에서 별도의 LED 드라이버를 사용하여 출력을 고정시킨다. 또한, 일반적으로 LED의 광 출력은 입력 전류와 거의 비례하기 때문에 정전류 드라이버를 이용하여 온도 변화에 대해 LED의 전류를 일정하게 유지시킨다.
- [0006] 상세하게는, 접합 온도의 상승은 LED의 전기적, 광학적 특성에 나쁜 영향을 미치게 되며, 특히, 광 출력의 감소, 광색 및 파장의 변화, 소자 수명의 단축을 유발한다.
- [0007] 또한, LED는 실내 및 실외 조명용으로 사용하는 경우 표시용으로 사용하는 경우보다 소비 전력이 높기 때문에 접합 온도의 상승이 크다. 따라서, 조명용 LED의 광 출력 및 소자의 수명을 보장하기 위하여 접합 온도 상승을 고려한 방열 설계 및 그에 따른 LED 제어가 필요한 실정이다.
- [0008] 특히, LED의 수명과 관련된 측면에서 소비 전력의 증가는 LED의 수명을 단축시키기 때문에, 히트 싱크(heat sink)를 부착하거나 열적 폴드백(thermal foldback) 방식을 이용하여 설정된 온도 이상으로 LED가 과열되는 것을 방지하였다. 여기서, 열적 폴드백 방식은 접합 온도에 반비례하는 신호를 얻고, 이러한 신호를 이용하여 LED 전류를 조절할 수 있다.
- [0009] 그러나, 기존의 방식은 다수의 LED가 장착된 LED 어레이(array)의 평균 밝기를 일정하게 유지시킴과 동시에 LED 어레이의 평균 수명을 연장시키는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 다수 LED의 평균 밝기를 일정하게 유지하면서 다수 LED의 평균 수명을 연장시키는 전력 제어 장치를 제공하는데 있다.
- [0011] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, 다수 LED의 평균 밝기를 일정하게 유지하면서 다수 LED의 평균 수명을 연장시키는 전력 제어 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 장치는, 적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이에 대한 제어에 있어서, 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio) 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 신호 제어부와, 신호 제어부의 제어에 따르는 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 LED 어레이로 제공하는 LED 구동부를 포함한다.
- [0013] 여기에서, 상기 신호 제어부는, 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 최대가 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다.
- [0014] 여기에서, 상기 신호 제어부는, LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비를 설정하도록 하는 사용자 인터페이스(UI)를 제공할 수 있다.
- [0015] 여기에서, 상기 신호 제어부는, LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비에 기반하여 동시에 제어할 LED의 개수를 결정하고, 동시에 제어할 LED 개수에 따라 LED를 그룹화하여 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다.
- [0016] 여기에서, 상기 신호 제어부는, LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비와 100간의 최소 공배수를 산출하고, 최소

공배수를 LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비로 나눈 값을 동시에 제어할 LED의 개수로 결정할 수 있다.

[0017] 여기에서, 상기 신호 제어부는, 동시에 제어할 LED의 개수 또는 동시에 제어할 LED의 개수의 배수(multiple)로 LED를 그룹화하여 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다.

[0018] 여기에서, 상기 LED 구동부는, 신호 제어부의 제어에 따라 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 발생시킬 수 있다.

[0019] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 방법은, 적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이에 대한 평균 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio)를 설정하는 단계와, LED 어레이에 대한 평균 PWM 듀티비를 만족하면서 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 단계와, 제어된 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 LED 어레이로 제공하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 상기와 같은 본 발명의 실시예에 따른 LED의 수명을 연장하는 전력 제어 방법 및 장치는 각각의 LED에 대한 PWM 듀티비의 편차가 최대가 되도록 제어함으로써, 전체 LED의 평균 밝기를 일정하게 유지하면서 전체 LED의 평균 수명을 연장할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, LED 수명과 광출력 정밀도를 함께 고려하여 동시에 제어할 LED 그룹에 포함되는 LED의 개수를 효과적으로 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 PWM 듀티비에 따른 LED의 접합 온도의 상승을 나타내는 그래프이다.

도 2는 LED의 접합 온도의 상승에 따른 LED 수명의 단축을 나타내는 그래프이다.

도 3은 PWM 듀티비에 따른 LED 수명을 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 LED 수명을 연장하는 전력 제어 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 2개의 LED가 가질 수 있는 전체 PWM 듀티비 조합에서 각 PWM 듀티비 조합이 차지하는 크기들을 나타내는 표이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따라 3개의 LED를 조합한 경우 각 PWM 듀티비에 따른 LED 수명을 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따라 평균 PWM 듀티비를 30%로 설정한 경우 LED 개수에 따른 LED 어레이의 평균 수명을 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라 평균 PWM 듀티비를 70%로 설정한 경우 LED 개수에 따른 LED 어레이의 평균 수명을 나타내는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 LED 수명을 연장하는 전력 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0024] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0025] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에

직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0026] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0027] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0028] 먼저, 본 출원에 사용하는 '접합 온도(junction temperature)'라는 용어를 설명한다.

[0029] LED 구동 시 접촉 저항에 의해 전압 강하가 발생하고 그에 따른 줄 열(Joule's Heat)이 발생한다. 즉, 이러한 줄 열에 의해 PN 접합부의 온도가 상승한다. 여기서, PN 접합부의 온도를 '접합 온도'라 할 수 있다.

[0030] 또한, 접합 온도는 날씨, 기온, 설치 위치, 등기구의 재질, 방열 설계 등과 같은 환경적인 요소에 따라 변화할 수 있다.

[0031] 이렇게 상승된 접합 온도는 LED의 여러 특성이 변화시킬 수 있으며, LED의 광 출력, 수명 등에 영향을 미칠 수 있다.

수학식 1

[0032]
$$T_J = T_A + R_{thJ-A} \times P_D$$

[0033] 수학식 1을 참조하면, LED의 접합 온도(T_J)는 외부 온도, 열 방출 통로의 열 저항(접촉 저항) 및 소모 전력 등에 의해 결정될 수 있다.

[0034] LED의 접합 온도는 열 저항 및 소모 전력에 비례하여 증가하고, 외부 온도에 의해 영향을 받는다. 즉, 수학식 1

에서 T_A 는 외부 온도, R_{thJ-A} 는 열 저장, P_D 는 소모 전력을 나타낸다.

[0035] 일반적으로, LED는 독립적으로 사용되는 경우가 드물다. 즉, 다수의 LED가 장착된 LED 어레이(array)의 형태로 사용될 수 있다.

[0036] 예컨대, PCB(Print Circuit Board)에 다수의 LED를 장착하여 사용할 수 있으며, 이러한 경우 인접한 LED에서 발생하는 열이 다른 LED의 접합 온도에 영향을 미칠 수 있다.

수학식 2

[0037]
$$T_D = k \times P_{den} - k_0$$

[0038] 수학식 2를 참조하면, 접합 온도는 다수의 LED가 실장되는 패키지(package)의 특성 및 패키지에 실장된 LED들의

전력 밀도에 따른 온도 상승에 영향을 받는다. 즉, 패키지에 실장된 LED들의 전력 밀도에 비례하여 상승하는 온도(T_D)가 결정될 수 있다.

[0039] 수학식 2에서, k, k_0 는 LED가 실장되는 패키지의 특성을 나타내는 상수, P_{den} 은 전력 밀도를 나타낸다.

수학식 3

[0040]
$$T_J = T_A + R_{thJ-A} \times P_D + k \times P_{den} - k_0$$

[0041] 따라서, 다수의 LED가 함께 사용될 경우를 고려한 접합 온도(T_J)는 상기 수학식 1 및 수학식 2를 참조하여 결정될 수 있으며, 이는 수학식 3과 같다.

[0042] LED의 광 출력을 증가시키기 위해서는 입력되는 전류가 증가하여야 하고 이는 소모 전력의 증가로 이어진다. 또한, 소모 전력의 증가는 LED의 수명을 단축시킬 수 있다. 즉, LED의 접합 온도는 LED의 수명에 영향을 미칠 수 있다.

[0043] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0044] 도 1은 PWM 듀티비에 따른 LED의 접합 온도의 상승을 나타내는 그래프이고, 도 2는 LED의 접합 온도의 상승에 따른 LED 수명의 단축을 나타내는 그래프이다.

[0045] 도 1 및 도 2를 참조하면, LED의 접합 온도와 LED 수명은 선형적인 관계에 있지 않기 때문에 LED 전력 제어 장치와 결합하여 다수 LED의 평균 밝기를 일정하게 유지함과 동시에 각 LED에 대한 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio)를 다르게 개별적으로 조절함으로써 전체 LED의 평균 수명을 연장할 수 있다.

[0046] LED의 구동에 있어서, SMPS(Switching Mode Power Supply)와 같은 정전류 드라이버를 사용하는 경우 각각의 LED에 대한 PWM 듀티비와 소모 전력은 비례 관계에 있다.

[0047] 따라서, 수학식 1은 아래의 수학식 4와 같이 정리될 수 있다.

수학식 4

[0048]
$$T_J = T_A + R_{thJ-A} \times P_D = T_A + R_{thJ-A} \times \frac{D_{LED}}{100} \times P_{100}$$

[0049] 수학식 4에서 D_{LED} 는 LED의 PWM 듀티비, P_{100} 는 LED의 PWM 듀티비가 100%일 때 소모 전력을 나타낸다.

[0050] 예를 들어, LED의 PWM 듀티비가 50%라고 하면 100%일때와 비교하여 대략 1/2만큼 온도가 상승할 수 있다.

[0051] 도 1은 PWM 듀티비에 따른 LED의 접합 온도를 나타내는 그래프로, PWM 듀티비와 접합 온도는 선형적인 관계에 있는 것을 알 수 있다. 즉, PWM 듀티비의 상승에 비례하여 접합 온도가 상승한다.

[0052] 또한, 이러한 현상은 하나의 LED뿐만 아니라 LED 어레이(28개의 LED를 포함한 LED 어레이)에도 적용될 수 있음을 알 수 있다. 다만, 다수의 LED를 포함하는 LED 어레이의 경우에 접합 온도가 더 높은 것을 알 수 있다. 이는

수학식 2에 따른 T_D 성분에 기인할 수 있다.

[0053] LED 수명은 가속 수명 시험(accelerated life test)을 통하여 측정될 수 있다. 여기서, 가속 수명 시험은 전압, 온도, 진동 압력 등 제품의 수명에 큰 영향을 미치는 변수의 수준을 실제 사용조건 보다 열악한 수준으로 시험하는 것으로, 빠른 기간 내에 제품의 고장자료를 얻고, 실제 사용조건에서의 수명관련 품질 특성치를 추정하는 방법으로 사용된다.

[0054] 도 2는 LED의 접합 온도의 상승에 따른 LED 수명을 나타내는 그래프로, 가속 수명 시험을 통한 LED 수명과 접합 온도 간의 관계를 나타낸다. 도 2에서 보는 바와 같이 접합 온도의 상승에 따라 LED 수명이 감소하는 것을 알 수 있다.

수학식 5

$$LED\ Life\ Time = \frac{A}{T_J} - B \times (1 + e^{-c \times T_J})$$

[0055]

[0056] 수학식 5는 도 2에 기반하여 접합 온도에 따른 LED 수명을 모델링한 수식이다. 수학식 5에서, A, B, C는 각 LED의 특성에 따른 고유 상수를 나타낸다.

[0057] 수학식 5 및 도 2를 참조하면, 가속 수명 시험에 따른 실제(real) LED 수명과 수학식 5에 따라 모델링(modeling)된 LED 수명이 거의 유사하게 나타남을 알 수 있다.

[0058] 따라서, 수학식 4, 수학식 5 및 도 1 및 도 2를 참조하여 LED의 PWM 듀티비에 따른 LED 수명을 예측할 수 있다.

[0059] 도 3은 PWM 듀티비에 따른 LED 수명을 나타내는 그래프이다.

[0060] 도 3을 참조하면, LED의 PWM 듀티비가 높을수록 LED 수명이 단축되는 것을 알 수 있다. 다시 말해, PWM 듀티비가 낮을수록 LED 수명이 연장될 수 있으며, PWM 듀티비는 LED 수명과 반비례의 관계에 있을 수 있다.

[0061] 또한, 이러한 현상은 주변에 서로 영향을 주는 LED가 많을수록 커질 수 있다.

[0062] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 LED 수명을 연장하는 전력 제어 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

[0063] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 전력 제어 장치(200)는 LED 구동부(210) 및 신호 제어부(220)를 포함한다. 전력 제어 장치(200)는 적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이(100)를 제어할 수 있다.

[0064] 신호 제어부(220)는 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다. 여기서, 미리 설정된 값은 사용자가 원하는 LED 어레이(100)의 평균 밝기 또는 평균 PWM 듀티비에 기반하여 결정될 수 있다.

[0065] 각각의 LED에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 최대가 되도록 함으로써 LED 어레이(100)를 구성하는 적어도 하나의 LED의 수명을 연장할 수 있다.

[0066] 어느 하나의 LED에 대해 PWM 듀티비를 높게하여 장시간 LED를 구동할 경우, 해당 LED 수명이 단축될 수 있다.

[0067] 먼저, LED 어레이(100)가 2개의 LED를 포함하고 있고, 평균 PWM 듀티비를 50%로 설정한 경우를 예로 하여 설명한다.

[0068] 2개의 LED 각각에 대한 PWM 듀티비가 50%가 되도록 제어할 수 있다. 또한, 하나의 LED에 대한 PWM 듀티비가 100%가 되도록 하고, 다른 하나의 LED에 대한 PWM 듀티비가 0%로 되도록 번갈아가며 제어함으로써, LED 어레이(100)의 평균 PWM 듀티비가 50%가 되도록 할 수 있다.

[0069] 이러한 경우에 있어서는, 하나의 LED에 대한 PWM 듀티비가 100%가 되도록 하고, 다른 하나의 LED에 대한 PWM 듀티비가 0%가 되도록 번갈아가며 제어할 때 LED 수명이 가장 길 수 있다.

[0070] 다음으로, LED 어레이(100)가 5개의 LED를 포함하고 있고, 평균 PWM 듀티비를 60%로 설정한 경우를 예로 하여 설명한다.

[0071] 이러한 경우에 있어서는, 세 개의 LED에 대한 PWM 듀티비가 100%가 되도록 하고, 다른 2개의 LED에 대한 PWM 듀

티비가 0%가 되도록 번갈아가며 제어할 때 LED 수명이 가장 길 수 있다.

- [0072] 따라서, 각각의 LED에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 최대가 되도록 할 때 LED 어레이(100)를 구성하는 적어도 하나의 LED의 수명을 연장할 수 있다.
- [0073] 이에 대한 세부적인 데이터는 후술하는 도 5 및 도 6에 의해 더욱 명확하게 이해될 수 있다.
- [0074] LED 구동부(210)는 신호 제어부(220)의 제어에 따르는 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 LED 어레이(100)로 제공할 수 있다. 즉, LED 구동부(210)는 신호 제어부(220)의 제어에 따라 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 발생시킬 수 있다.
- [0075] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 2개의 LED가 가질 수 있는 전체 PWM 듀티비 조합에서 각 PWM 듀티비 조합이 차지하는 크기들을 나타내는 표이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 3개의 LED를 조합한 경우 각 PWM 듀티비에 따른 LED 수명을 나타내는 그래프이다.
- [0076] 도 5를 참조하여 LED 어레이(100)가 2개의 LED를 포함하는 경우를 설명한다.
- [0077] 예를 들어, 10 행(column) 을 보면, 2개의 LED에 대한 PWM 듀티비의 합이 10%가 되는 조합을 상정할 수 있다.
- [0078] 각각의 LED에 대하여 (0%, 10%), (1%, 9%), (2%, 8%), ..., (10%, 0%)와 같이 11개의 PWM 듀티비 조합이 나올 수 있다. 여기에서, (5%, 5%)인 경우를 제외하고 10개의 조합을 만든 후, 각각의 경우에 대한 LED 수명을 구할 수 있다.
- [0079] 이렇게 구한 LED 수명을 10 행의 각 열(row)에 기재하였다. 즉, 10행에서 1열, 2열, 3열, ..., 10열에 기재된 값은 각각의 LED에 대하여 (0%, 10%), (1%, 9%), (2%, 8%), ..., (10%, 0%)와 같은 PWM 듀티비를 적용한 경우의 LED 수명을 나타낸다.
- [0080] 10행에서 각 열에 기재된 LED 수명을 비교하여 보면, 1열과 10열의 LED 수명이 가장 긴 것을 알 수 있다. 즉, 각각의 LED에 대하여 (0%, 10%) 또는 (10%, 0%)의 PWM 듀티비를 적용한 경우 LED 수명이 가장 길다.
- [0081] 도 6을 참조하여 LED 어레이(100)가 3개의 LED를 포함하는 경우를 설명한다.
- [0082] LED 어레이(100)의 평균 PWM 듀티비를 70%로 설정한 경우를 상정하여 설명한다. LED 어레이(100)의 평균 PWM 듀티비가 70%가 되도록 하기 위해서는 3개의 LED에 대한 PWM 듀티비의 합이 210%가 되어야 한다.
- [0083] 이러한 경우 3개의 LED 중에서 하나의 LED의 PWM 듀티비를 10%, 40%, 70% 또는 100%로 할 수 있다. 도 6은 LED3의 PWM 듀티비를 10%, 40%, 70% 또는 100%로 한 경우의 그래프를 각각 나타낸다.
- [0084] 예를 들어, LED3의 PWM 듀티비를 100%로 하면, 나머지 두 개의 LED의 PWM 듀티비의 합은 210%-100%=110%가 되어야 한다. 즉, 나머지 2 개의 LED의 PWM 듀티비의 합이 110%가 되도록 하는 다양한 조합이 가능하다. 이러한 조합들에 의한 LED 수명은 ◇로 표시되는 그래프를 통하여 알 수 있다.
- [0085] ◇로 표시되는 그래프를 참조하면, 나머지 2개의 LED가 (10%, 100%) 또는 (100%, 10%)의 PWM 듀티비를 가질 경우 LED 수명이 가장 긴 것을 알 수 있다.
- [0086] 따라서, 도 5 및 도 6의 그래프를 참조하면 각각의 LED의 PWM 듀티비의 편차가 클수록 전체 LED 수명이 길어지는 것을 확인할 수 있다.
- [0087] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 평균 PWM 듀티비를 30%로 설정한 경우 LED 개수에 따른 LED 어레이(100)의 평균 수명을 나타내는 그래프이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 평균 PWM 듀티비를 70%로 설정한 경우 LED 개수에 따른 LED 어레이(100)의 평균 수명을 나타내는 그래프이다.
- [0088] 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비 간의 편차가 최대가 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 발생시켜 제공하는 경우, LED들이 비추고 있는 영역의 광출력의 정밀도가 낮아질 수 있다.
- [0089] 예를 들어, 인접한 다수의 LED의 PWM 듀티비가 동시에 0%가 되는 경우, 해당 부분이 다른 부분과 비교하여 현저하게 어두워질 수 있다. 또한, 동시에 제어되는 LED가 많아질수록 LED 어레이(100)가 비추고 있는 영역에 대한 광출력의 정밀도를 보장하기 어렵다.

- [0090] 따라서, 동시에 제어되는 LED 그룹에 포함되는 LED의 개수를 결정하는 것이 필요하다.
- [0091] 먼저, 도 7을 참조하여 LED 어레이(100)의 평균 PWM 듀티비를 30%로 설정한 경우를 설명한다. 이러한 경우, 10개, 20개 또는 30개 등과 같이 10의 배수 개의 LED를 하나의 그룹으로 하여 각각의 LED에 할당되는 PWM 듀티비를 제어할 경우, 전체 LED 수명이 가장 긴 것을 알 수 있다.
- [0092] 또한, 도 8을 참조하여 LED 어레이(100)의 평균 PWM 듀티비를 70%로 설정한 경우를 설명한다. 이러한 경우에도, 10개, 20개 또는 30개 등과 같이 10의 배수 개의 LED를 하나의 그룹으로 하여 각각의 LED에 할당되는 PWM 듀티비를 제어할 경우, 전체 LED 수명이 가장 긴 것을 알 수 있다.
- [0093] 따라서, 신호 제어부(220)는 LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비에 기반하여 동시에 제어할 LED의 개수를 결정하고, 동시에 제어할 LED 개수에 따라 LED를 그룹화하여 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다.

수학식 6

[0094]
$$N_{LED} = \frac{LCM(D_{avg}, 100)}{D_{avg}}$$

[0095] 수학식 6을 참조하면, LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비와 100간의 최소 공배수(LCM: Least Common Multiple)를 산출하고, 최소 공배수를 LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비로 나눈 값을 동시에 제어할 LED의 개수로 결정할 수 있다.

[0096] 수학식 6에서 N_{LED} 는 LED의 개수, D_{avg} 는 사용자가 원하는 LED 어레이(100)의 PWM 듀티비의 평균을 나타낸다.

[0097] 이에, 신호 제어부(220)는 LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비와 100간의 최소 공배수를 산출하고, 최소 공배수를 LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비로 나눈 값을 동시에 제어할 LED의 개수로 결정하여 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다.

[0098] 또한, 신호 제어부(220)는 동시에 제어할 LED의 개수 또는 동시에 제어할 LED의 개수의 배수(multiple)로 LED를 그룹화하여 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다.

[0099] 또한, 신호 제어부(220)는 LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비를 설정하도록 하는 사용자 인터페이스(UI)를 제공할 수 있다. 즉, 신호 제어부(220)는 사용자에게 평균 PWM 듀티비를 설정할 수 있도록 하는 디스플레이 또는 입력부를 포함하거나 디스플레이 또는 입력부에 연동할 수 있다.

[0100] 본 발명의 실시예에 따른 전력 제어 장치(200)의 각 구성부는 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 설명하였으나, 각 구성부 중 적어도 두 개가 합쳐져 하나의 구성부로 이루어지거나, 하나의 구성부가 복수개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있고 이러한 각 구성부의 통합 및 분리된 실시예의 경우도 본 발명의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

[0101] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 LED 수명을 연장하는 전력 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

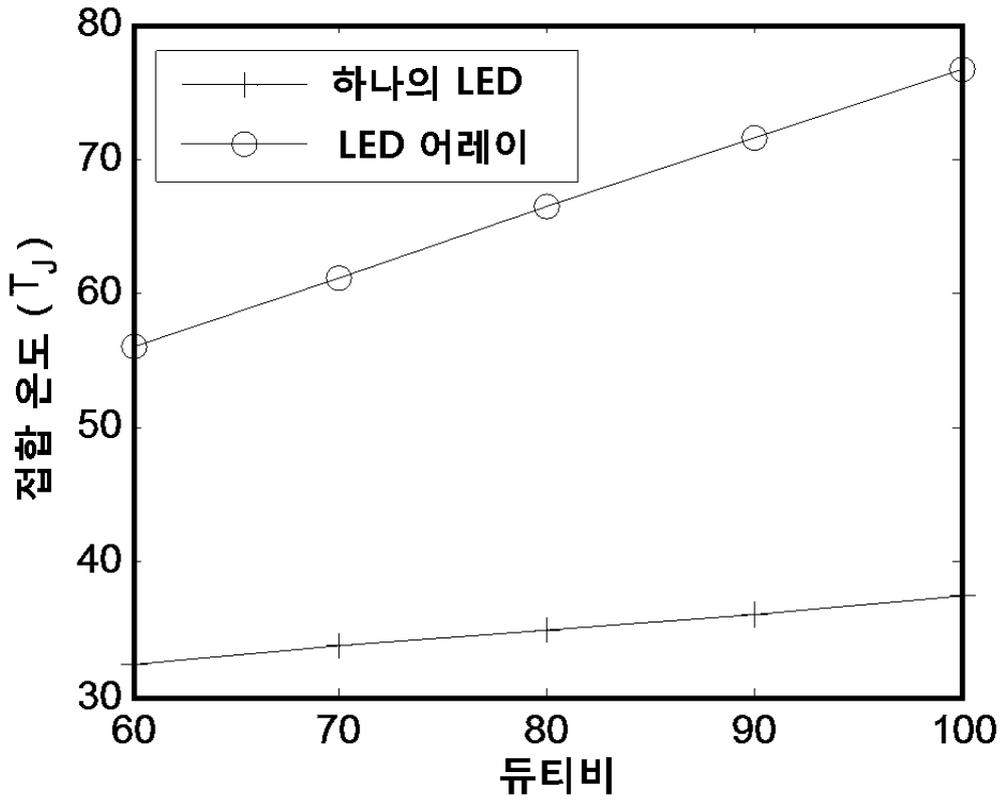
[0102] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 전력 제어 방법은 LED 어레이(100)의 평균 PWM 듀티비를 설정하는 단계(S910), 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어하는 단계(S920) 및 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 LED 어레이(100)로 제공하는 단계(S930)를 포함한다.

[0103] 적어도 하나의 LED를 포함하는 LED 어레이(100)에 대한 평균 펄스 폭 변조(PWM: Plus Width Modulation) 듀티비(duty-ratio)를 설정할 수 있다(S910). 즉, 사용자는 LED 어레이(100)를 통하여 원하는 평균적인 밝기에 기반하여 평균 PWM 듀티비를 설정할 수 있다.

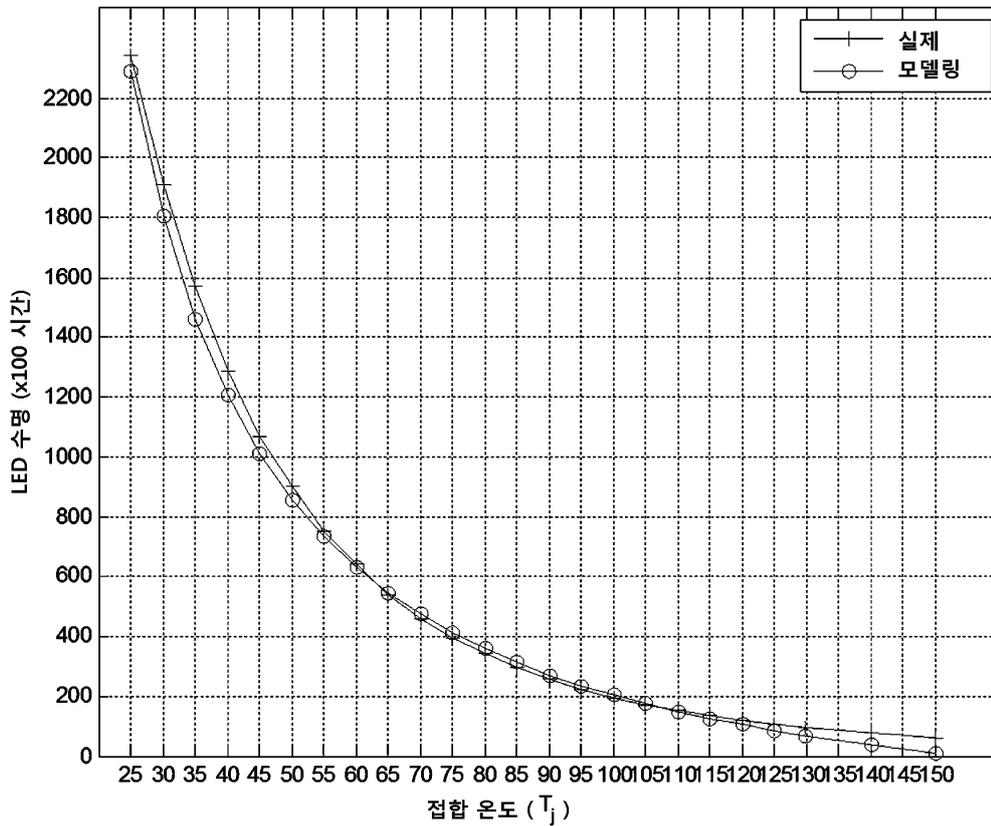
[0104] 설정된 LED 어레이(100)에 대한 평균 PWM 듀티비를 만족하면서 적어도 하나의 LED 각각에 할당되는 PWM 듀티비간의 편차가 미리 설정된 값 이상이 되도록 각각의 LED에 대한 펄스 신호를 제어할 수 있다(S920).

도면

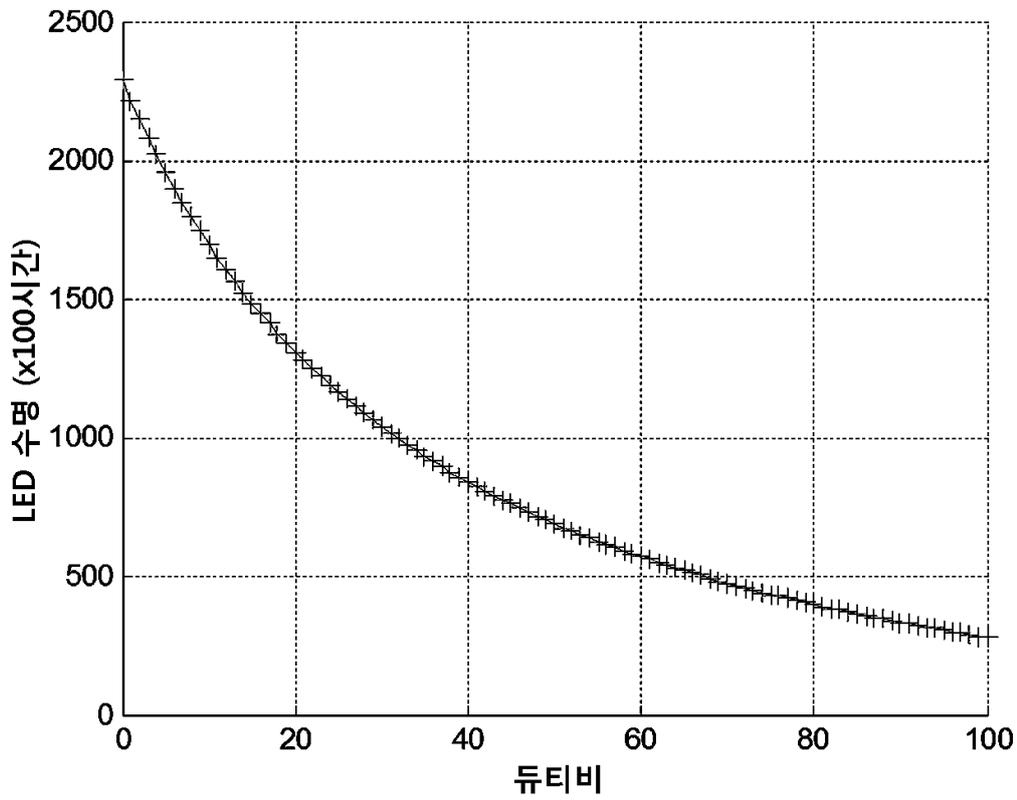
도면1



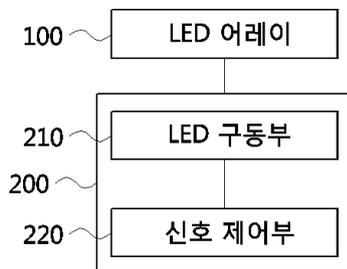
도면2



도면3



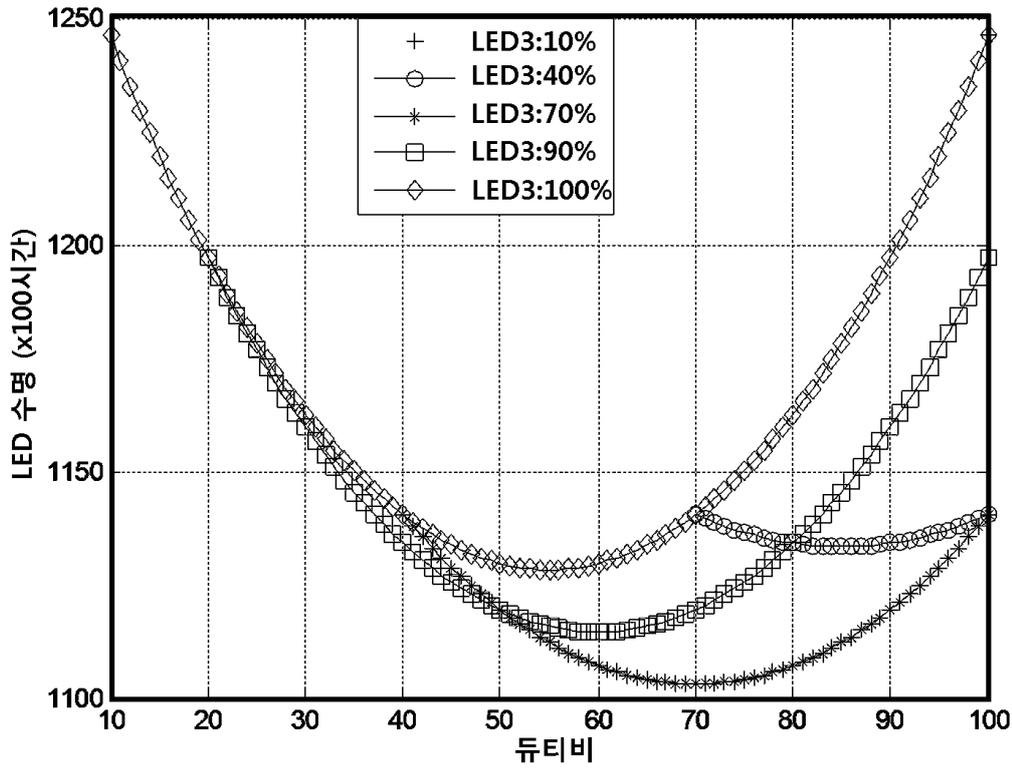
도면4



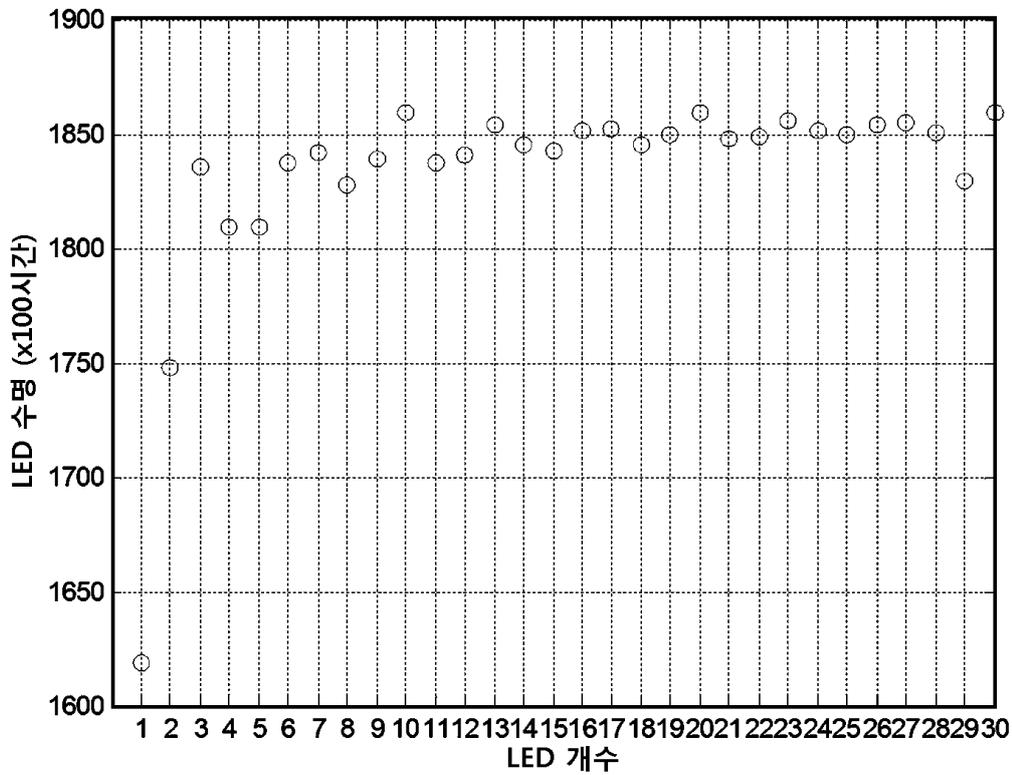
도면5

1	2.5989e-04	2.5660e-04	2.5339e-04	2.5023e-04	2.4714e-04	2.4411e-04	2.4113e-04	2.3821e-04	2.3535e-04	2.3255e-04
2	0	2.5660e-04	2.5336e-04	2.5018e-04	2.4707e-04	2.4401e-04	2.4102e-04	2.3808e-04	2.3520e-04	2.3238e-04
3	0	0	2.5339e-04	2.5018e-04	2.4704e-04	2.4397e-04	2.4095e-04	2.3800e-04	2.3510e-04	2.3225e-04
4	0	0	0	2.5023e-04	2.4707e-04	2.4397e-04	2.4093e-04	2.3795e-04	2.3503e-04	2.3217e-04
5	0	0	0	0	2.4714e-04	2.4401e-04	2.4095e-04	2.3795e-04	2.3501e-04	2.3213e-04
6	0	0	0	0	0	2.4411e-04	2.4102e-04	2.3800e-04	2.3503e-04	2.3213e-04
7	0	0	0	0	0	0	2.4113e-04	2.3808e-04	2.3510e-04	2.3217e-04
8	0	0	0	0	0	0	0	2.3821e-04	2.3520e-04	2.3225e-04
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3535e-04	2.3238e-04
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3255e-04
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

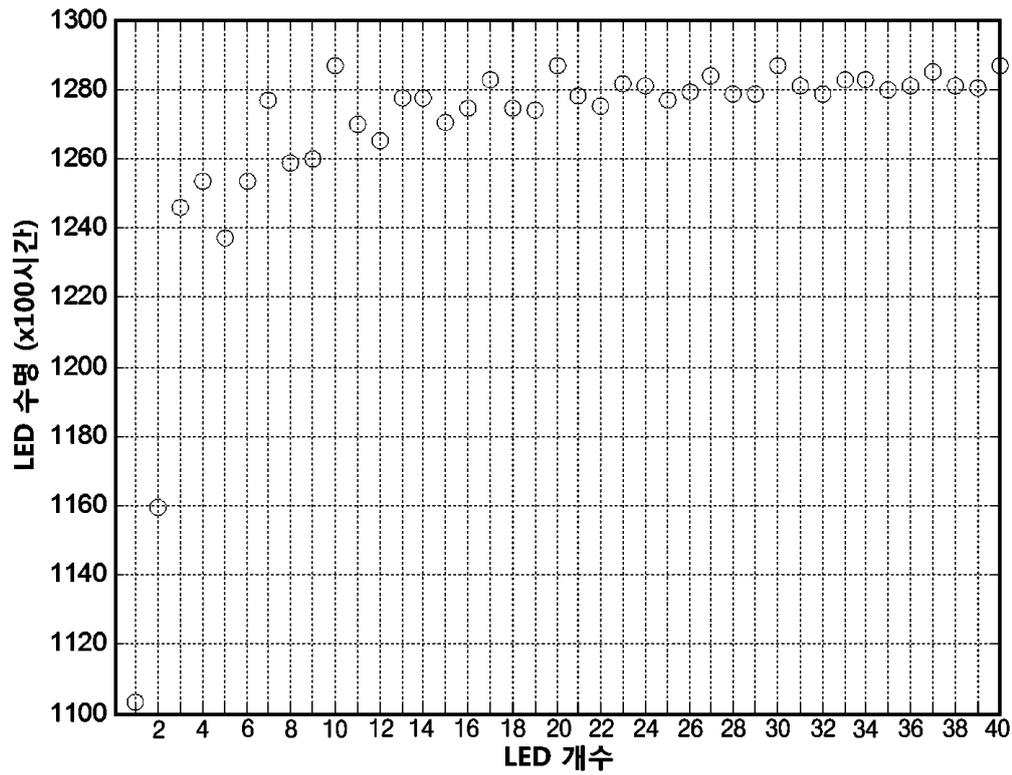
도면6



도면7



도면8



도면9

