(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0063700
(43) 공개일자 2011년06월13일

(51) Int. Cl.
*H05B 33/08* (2006.01) *H05B 35/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7011987(분할)
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년12월18일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2005-7011977
원출원일자(국제출원일자) 2003년12월18일
심사청구일자 2008년12월18일
(85) 번역문제출일자 2011년05월26일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2003/006099
(87) 국제공개번호 WO 2004/060024
국제공개일자 2004년07월15일
(30) 우선권주장
60/436,859 2002년12월26일 미국(US)

(71) 출원인
**코닌클리즈케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.**
네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인드호펜 그로네보드세베그 1
(72) 발명자
**장, 친**
미국 10510-8001 뉴욕주 브리아클리프 마노르 피.오. 박스 3001
(74) 대리인
**주성민, 백만기, 이중희**

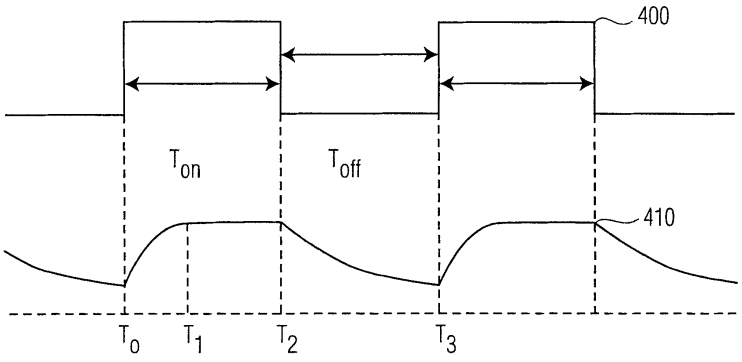
전체 청구항 수 : 총 1 항

# (54) 인광물질 변환 ＬＥＤ들에 대한 색채 온도 정정

## (57) 요 약

인광물질 변환 LED(520)의 색채 정정. PWM 전류 구동 하에서 인광물질 변환 LED의 발산 스펙트럼의 색채 정정을 제공하는 시스템 및 방법이 개시된다. 구동 전류 신호에 대한 변조가 결정된다(810). 일정 크기 전류 신호가 결정된 변조에 기초하여 변조된다(820). 변조된 전류 신호는, 발산 스펙트럼의 색채 정정을 유발하도록 인가된다(830). 인광물질 변환 LED의 발산 스펙트럼의 색채 정정을 제공하기 위한 장치가 개시된다. 색채 정정 제어 회로와, 이 제어 회로에 연결되는 인광물질 변환 LED가 또한 제공된다.

*대 표 도* - 도4



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

PWM 전류 구동(current drive) 하에서 인광물질 변환 LED(phosphor converted LED)의 발산 스펙트럼(emission spectra)의 색채 온도 정정(color temperature correction)을 제공하기 위한 방법으로서,

변조(modulation)를 결정하는 단계;

변조하는 단계; 및

전류 신호를 인가하는 단계

를 포함하는 방법.

## 명 세 서

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 발광 다이오드(light emitting diodes)를 동작시키는 방법에 관한 것으로, 특히 발광 다이오드 발산 스펙트럼(light emitting diode emission spectra)의 색채 정정(color correction)을 위한 기술에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 기존의 시장에서, 백색 LED 램프(white LED lamps)는 Nichia, LumiLeds 및 다른 광 반도체 제조자로부터 얻을 수 있다. 단일 칩 백색 광 LED(single-chip white-light LED)는 조명 시장(illumination market)에 대해 큰 잠재력을 가지고 있다. 백색 광 LED는 복잡한 제어 및 구동 회로 또는 색채 혼합 광학계(color mixing optics)를 필요로 하지 않고, 거의 통일된 제작 공정을 갖는다. 단일 칩 기반 LED 백색 광 세대(single chip based LED white light generation)용의 기존의 운송수단(vehicles)은, 상이한 유형들의 형광성 및 인광성 물질(fluorescent and phosphorescent materials)을 사용하는 파장 변환 기술(wavelength conversion technology)에 기초한다. 원칙적으로, LED 접합(LED junction)으로부터의 청색 또는 UV 파장 발산은 스펙트럼 하향 변환(spectral down-conversion)을 위해 코팅된 인광물질(coated phosphor)을 펌프(pump)하기 위하여 사용된다. 하나의 예는, 황색 인광물질을 갖는 LumiLeds 백색 LED이다.

[0003] 일반적으로, 인광물질의 지속성(persistence)은 $e^{-at}$ 형태, 또는 $t^{-n}$ 멱수 법칙(power law)의 대략 지수함수 감쇠(exponential decay), 또는 이들 두 개의 형태의 조합에 의해 특징지워진다. 본 논의에서는, 일반성을 잃지 않으면서, 인광물질 광 감소 프로세스는,

### 수학식 1

[0004] $$L_y e^{-\frac{t}{T_p}}$$

[0005] 형태의 식을 사용하여 근사화되는데, 여기서 $L_y$는 청색 또는 UV 여기(excitation)가 제거되는 순간에서 초기 인광물질 광 발산이다.

[0006] 10% 레벨까지의 지속성을 갖는 인광 시간(phosphorescence time)(감쇠 시간 $T_{pd}$로서 표시됨)은, 사용되는 물질의 특성에 따라 1㎲ 미만부터 1초 초과까지 변한다. 기존의 고 전력 PC-LED 샘플에서, 측정된 감쇠 시간 상수($T_p$)는 1㎲ 미만이다. $T_{pd} \approx 4T_p$ 임을 유의. 급속한 상승 및 감쇠 특성을 나타내는 인광물질이, 보통 10㎲ 내지 100ms의 감쇠 지속 시간을 갖는 종래의 매체 레벨(conventional medium level) P20 황색/녹색 인광물질에 비교하여, 대략 50% 미만 밝기 효율(brightness efficiency)을 갖는 것은 흔한 일이다. 이용가능한 PC-LED의 데이터 테이블로부터, 인광물질 상승 시간($T_{pr}$)이 보통 감쇠 시간보다 보통 몇 배(a few times) 적다는 것이 관

찰된다. 이상적으로, pc-백색 LED의 인광물질은 대략 100㎲ 내지 10ms 범위의 지속 시간을 갖도록 설계된다.

[0007] 상이한 DC 구동 전류 하의 백색 광 인광물질 변환 LED 패키지의 전형적인 전력 방사 스펙트럼(power radiation spectrum)이 도 10에 도시된다. 460nm 주위에서의 제1 스펙트럼 혹(spectral hump)은 LED 접합(InGaN)으로부터의 발산에 기인하고, 500-600nm 주위에서 피크(peak)를 갖는 더 넓은 대역폭을 갖는 제2 혹은, 46nm 주위에서 광자(photons)에 의해 펌프되는 황색 인광물질로부터의 발산에 기인한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 일단 인광물질(phosphor material)이 제조 공정 동안 다이 돔(die dome) 주위에 코팅되면, pc-백색 LED의 상대적인 발산 스펙트럼은 고정된다. 정상적인 DC 전류 구동 조건 하에서, 결과적으로 생기는 백색 광 상관된 색채 온도(white-light correlated color temperature)(CCT) 및 색채 렌더링 인덱스(color rendering index; CRI)는 특정 접합 동작 온도, 예컨대 25C에서 거의 고정된다. 접합 온도가 25C로부터 80C로 변하면, 거의 800K CCT 증가가 발생한다는 것을 실험 결과는 보여준다. CCT 시프트(shift)는, 인광물질 변환 백색 LED의 불행하고 바람직하지 않은 속성으로서 인식된다. LED CCT 시프트는, LED에 의해 조명되는 객체의 인간 색채 인식(human color perception)에 대해, 대응하는 시프트 효과(shifting effect)를 갖는다.

[0009] 또한, 멀티 색채 LED 발산의 스펙트럼 내용을 바꾸기 위한 기존의 방법은, 다수의 가변 크기 전류원(multiple variable-magnitude current sources)에 의존하는데, 이는 복잡성 및 비용을 증가시킨다. 그러므로, 이들 및 다른 제한을 극복하기 위하여 기존의 pc-백색 LED를 이용하는 방법을 제공하는 것이 바람직하다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은, 펄스 폭 변조(pulse-width-modulation; PWM) 전류 구동 하의 인광물질 변환 LED(PC-LED)의 발산 스펙트럼의 색채 정정을 제공하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 구동 전류 신호용 변조가 결정된다. 일정 크기 전류 신호는 결정된 변조에 기초하여 변조된다. 변조된 전류 신호는, LED의 발산 스펙트럼의 색채 온도 정정을 유발하기 위하여, 인가된다.

[0011] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 인광물질 변환 LED의 발산 스펙트럼의 색채 온도 정정을 제공하기 위한 장치가 제공된다. 본 장치는, 색채 정정 제어 회로와, 제어 회로에 연결되는 인광물질 변환 LED를 포함한다.

[0012] 본 발명은, 일정 전류 PWM 구동 인광물질 변환 백색 광 LED(constant current PWM driven phosphor converted white-light LEDs)의 발산 스펙트럼의 색채 온도 정정을 위한 시스템을 더 포함한다. 본 시스템은, 발산 스펙트럼에 색채 정정을 유발하기 위해 구동 전류 변조를 결정하기 위한 수단, 결정된 변조로 전류 신호를 변조하기 위한 수단, 및 LED의 발산 스펙트럼의 색채 온도 정정을 유발하기 위해, 변조된 전류 신호를 인가하기 위한 수단을 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명의 전술한 특징 및 다른 특징과 이점은 첨부된 도면과 함께 읽으면 예시적인 실시예의 다음의 상세한 설명으로부터 자명하다. 상세한 설명 및 도면은 본 발명을 단순히 설명하기 위함이지 제한하는 것은 아니며, 본 발명의 범위는 첨부되는 청구항 및 이의 균등물에 의하여 규정된다.

도 1은 저 주파수 $f_1$ 및 $T_{off} >> 4T_p$에서 전형적인 PC-LED 구동 전류/청색 광 발산 및 대응하는 인광물질 광 출력을 도시하는 도면.

도 2는 $T_{off} > 4T_p$로 중간 범위 주파수 $f_2$에서 전형적인 PC-LED 구동 전류/청색 광 발산 및 대응하는 인광물질 광 출력을 도시하는 도면.

도 3은 $T_{off} \sim 4T_p$로 중간 범위 주파수 $f_3$에서 전형적인 PC-LED 구동 전류/청색 광 발산 및 대응하는 인광물질 광 출력을 도시하는 도면.

도 4는 $T_{off} < 4T_p$로 중간 범위 주파수 $f_2$에서 전형적인 PC-LED 구동 전류/청색 광 발산 및 대응하는 인광물질 광 출력을 도시하는 도면.

도 5는 본 발명의 실시예의 색채 정정된 인광물질 변환 LED 시스템의 블록도.

도 6은 본 발명의 실시예의 색채 정정 제어 회로의 블록도.

도 7은 본 발명의 다른 실시예의 색채 감지(color sensing)를 갖는 색채 정정된 인광물질 변환 LED 시스템의 블록도.

도 8은 PWM 전류 구동 하에서 인광물질 변환 LED의 발산 스펙트럼의 색채 정정을 제공하기 위한 공정을 도시하는 도면.

도 9는 일련의 LED(LED string)에 변조를 적용하기 위한 종래 기술의 단순화된 회로 실시예를 도시하는 도면.

도 10은 백색 광 인광물질 변환 LED의 종래 기술의 전력 방사 스펙트럼을 도시하는 도면.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0014] 도 1은 저 주파수 $f_1$ 및 $T_{off} >> 4T_p$에서 전형적인 구동 전류/청색 광 발산(100) 및 대응하는 인광물질 광 출력(110)을 도시한다. 일반적으로, pc-백색 LED는, 일정한 진폭 및 주파수($f_0$)의 구형파 전류(square wave current) 하에서 구동된다. 구동 신호의 듀티율(duty ratio)은 $D = T_{on}/(T_{off} + T_{on}) = T_{on}/T = T_{on} f_0$이다. 대응하여, 일반적으로 LED 접합으로부터의 청색 광 발산은, LED 응답 시간이 50ns 아래라고 가정하면 $f_0 < 10$㎒일 때 구동 전류 신호를 따른다. 본 예에 대하여, $f_1 \approx 200$ Hz라고 가정하자. 이러한 조건 하에서, 인광물질 상승 및 감쇠 시간은 유휴 시간(off time) $T_{off}$와 비교하여 매우 작아서 무시될 수 있다. LED 접합 및 인광물질의 결합된 발산을 설명하는, CIE 색채 차트를 참조하는 색채 좌표 쌍(color coordinate pair)이 결정될 수 있다. 백색 광 색채 포인트 좌표 $(x_w, y_w)$는,

### *수학식 2*

[0015]
$$\begin{bmatrix} \frac{x_w}{y_w} \\ \frac{1}{y_w} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{x_b}{y_b} & \frac{x_y}{y_y} \\ \frac{1}{y_b} & \frac{1}{y_y} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} I_b \\ I_y \end{bmatrix}$$

[0016] 형태의 식에 의하여 결정되는데, 여기서 $(xb, yb)$ 및 $(xy, yy)$는 각각 청색 광 및 백색 인광물질 광의 색채 좌표이고, 강도는 각각,

### *수학식 3*

[0017]
$$I_b = \frac{L_b T_{on} f_0}{L_b T_{on} f_0 + L_y T_{on} f_0}$$

*수학식 4*

$$I_y = \frac{L_y T_{on} f_0}{L_b T_{on} f_0 + L_y T_{on} f_0}$$

[0018]

[0019] 이다.

[0020] 도 2 및 3은, $T_{off} > 4T_p$로 $f_2$ 200에서 그리고 $T_{off} \sim 4T_p$로 $f_3$ 300에서와 같은 중간 범위 주파수 $f_{mid}$에서 전형적인 LED 구동 전류/청색 광 발산 및 대응하는 인광물질 광 출력(210, 310)을 각각 도시한다. 중간 범위 주파수 범위에서, 인광물질 광 감쇠 프로세스는 LED 백색 광 색채 포인트에 영향을 주기 시작한다. 청색 광 강도가 $L_b T_{on} f_0$로서 유지되는 동안, 황색 광 강도는, $\alpha > 1$ 에서

*수학식 5*

$$I_y(f_{mid}) = f_0 L_y \left[ T_2 - \frac{T_p}{\alpha}\left(1 - e^{-\frac{\alpha T_1}{T_p}}\right) + T_p\left(1 - e^{-\frac{T_3 - T_2}{T_p}}\right)\right]$$

[0021]

[0022] 형태의 식에 의해 표현된다.

[0023] 그러면, 백색 광 색채 포인트 $(x_w, y_w)$는 수학식 2, 3 및 5에 기초하여 결정될 수 있다.

[0024] 도 4는 $T_{off} < 4T_p$로 더 높은 주파수 $f_4$에서 전형적인 LED 구동 전류/청색 광 발산(400) 및 대응하는 인광물질 광 출력(410)을 도시한다. 더 높은 주파수 범위에서, 인광물질 광 감쇠 프로세스는 LED 백색 광 색채 포인트에 상당한 영향을 미친다. 청색 광 강도가 여전히 $L_b T_{on} f_0$로서 유지되는 동안, 황색 광 강도는, 도 2 및 3에서 논의된 바와 같은 종래의 시프트와, 더 높은 주파수 구동 신호에 기이한 그 이상의 증가의 선형 조합(linear combination)이 된다. 그러면, 황색 광 강도는, $\alpha > 1$ 에서

*수학식 6*

$$I_y(f_{high}) = f_0 L_y \left[ T_2 - \frac{T_p}{\alpha}\left(1 - e^{-\frac{\alpha T_1}{T_p}}\right) + T_p\left(1 - e^{-\frac{T_3 - T_2}{T_p}}\right)\right] + I_{y_0}$$

[0025]

[0026] 형태의 식으로 표현된다.

[0027] 백색 광 색채 좌표 포인트 $(x_w, y_w)$는 수학식 2, 3, 및 6에 기초하여 다시 결정될 수 있다. PWM 구동 전류 듀티율은 구동 전류 주파수에 독립적이기 때문에, 듀티 사이클은 LED의 총 광 출력에서의 대응하는 증가로 CCT 색채 시프트를 변조하기 위하여 선택적으로 사용될 수 있음을 유의. 나아가, 색채 온도 시프트를 보상하는 동안 일정한 광 출력을 유지하기 위해 일정 크기 PWM 전류 신호에 듀티 사이클 및 주파수 변조 양자 모두를 채용하는 것이 가능하다. 설명된 방식으로, 변조된 PWM 전류 신호를 사용하여 인광물질 변환 LED의 발산 스펙트럼의 크

기 및 모양을 변조하는 것이 가능하다.

[0028] 다음의 설명에서, 용어 "연결된(coupled)"은, 설명되는 물건들(things) 간의 직접 전기적 접속(direct electrical connection) 또는 하나 이상의 수동 또는 능동 콤포넌트(passive or active components)를 통한 접속을 의미한다. 어구(phrase) "색채 좌표"는 "백색 광 색채 좌표"를 의미한다.

[0029] 도 5는 본 발명의 실시예의 색채 정정된 인광물질 변환 LED 시스템의 블록도이다. 도 5는, 색채 정정 제어 회로(600), 및 인광물질 변환 LED(520)를 포함하는 색채 정정된 PC-LED 시스템(color corrected PC-LED system; 500)을 도시한다. 도 5에서, 색채 정정 제어 회로(이하, 제어 회로)는, 인광물질 변환 LED(이하, PC-LED)에 연결된 것으로 도시된다. 제어 회로(600)의 실시예는 도 6을 참조하여 후에 상술될 것이다.

[0030] 일반적으로, 제어 회로(600)는, PC-LED(500)에 색채 정정 제어를 제공하는 시스템 및 장치의 조합이다. 제어 회로(600)는, 구동 전류 신호에 대한 변조를 결정하고, 결정된 변조에 기초하여 일정 크기 전류 신호를 변조하며, 그 후 PC-LED(520)의 출력 발산 스펙트럼의 색채 정정을 유발하기 위하여 PC-LED(520)에 변조된 전류 신호를 인가하도록 동작할 때, 배치될 수 있다.

[0031] PC-LED(520)는 색채 정정을 위해 적절한 임의의 인광물질 변환 LED이다. 특히, 일반적으로 PC-LED(520)는 동작 온도 유도된 CCT 시프트(operational temperature induced CCT shift)를 갖는다. 그러나, 본 발명은, CCT 시프트가 동작 온도 유도된 CCT 시프트를 역으로 하든지 아니든지 간에, 임의의 CCT 시프트가 소망될 때, 색채 변환을 위해 PC-LED(520)에 적용될 수 있다. 예컨대, 저 비용 백색 광 PC-LED(520)는 판독 조명(reading illumination) 또는 야간등(nightlights)과 같은 특정 애플리케이션에 대해 바람직하지 않은 색채 좌표 세트(set)를 가질 수 있어서, LED 출력으로의 색채 조정은 애플리케이션에 따라 CCT를 상향 또는 하향 시프트하기 위해 제어 회로(600)를 사용하여 달성될 수 있다. 본 설명은 인광물질 변환 백색 광 LED에 적용되지만, 본 발명은 백색 광 이외의 스펙트럼 출력을 갖도록 설계되는 PC-LED를 포함하여 임의의 PC-LED에 적용될 수 있다는 것을 유의하여야 한다.

[0032] 도 6은 본 발명의 실시예의 색채 정정 제어 회로의 블록도이다. 도 6은, 전원 공급기(power supply)(650), PWM 변조기(660), 및 프로세서 제어 시스템(670)을 포함하는 색채 정정 제어 회로(600)를 도시한다. 전원 공급기(650)는 프로세서 제어 시스템(670) 및 PWM 변조기(660)에 연결된 것으로 도시된다. 또한, 프로세서 제어 시스템(670)은 PWM 변조기(660)에 연결된 것으로 도시된다. 전압 및 전류 조정 콤포넌트(voltage and current regulation components), 온도 모니터링 장치, 사용자 제어 등과 같은 추가적인 콤포넌트(도시되지 않음)가 제어 회로(600)에 포함될 수 있다. 전원 공급기(650)는 부하(load)에, 조정된 또는 조정되지 않은 전력(regulated or unregulated power)을 선택적으로 연결하고, 다양한 조정 회로를 포함할 수 있다.

[0033] 동작에서, 전원 공급기(650)는 프로세서 제어 시스템(670)으로부터의 제어 신호에 기초하여 PWM 변조기(660)에 선택적으로 연결된다. 펄스 폭 변조된 전류 신호를 생성 및 제어하고 부하에 그 신호를 연결하기 위한 다양한 수단 및 방법이 당업자에게 알려져 있어, 부연 설명하지 않는다.

[0034] 프로세서 제어 시스템(670)은, 일반적으로 마이크로콘트롤러와 같은 프로세서(도시되지 않음)와, 예컨대 입력/출력 인터페이스, 저장된 프로세서 실행가능 명령어(stored processor- executable instructions)(도시되지 않음) 및 저장된 데이터(도시되지 않음)를 포함하는 메모리(도시되지 않음)와 같은 다양한 접속된 콤포넌트(connected components)를 포함하는 제어 시스템이다. 프로세서 제어 시스템은, 예컨대 LED 동작 온도 곡선에 참조되는 수학식 1에 따라 결정되는 색채 좌표 포인트와 같은 미리 결정된 기준 데이터를 포함하는 메모리를 가질 수 있다. 일 실시예(도시되지 않음)에서, 프로세서 제어 시스템(670)은, 계산된 색채 좌표의 룩업 테이블(lookup table)에 기초하여 LED 온도 기반 색채 정정을 허용하기 위하여 LED 동작 온도 정보를 수신하도록 구성된다.

[0035] 동작에서, 프로세서 제어 시스템(670)은, PC-LED(520)와 같은 LED의 출력 스펙트럼의 CCT 시프트를 유발하기 위한 변조 스킴(modulation scheme)을 결정하도록 구성된다. 프로세서 제어 시스템(670)은, PWM 구동 전류 신호에 대한 주파수 및/또는 듀티 사이클 변조를 결정하기 위해 이네이블된다. 일 실시예에서, 프로세서 제어 시스템(670)은, 도 7에 도시된 바와 같이, LED의 출력에 기초하여 실시간으로, 측정된 데이터를 수집할 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서 제어 시스템(670)은, PC-LED(520) 출력 강도와 같은 다양한 데이터에 기초하여 수학식 1에 따라 색채 좌표 쌍의 계산을 통하여 변조를 결정한다. 프로세서 제어 시스템(670)을 구현하기 위한 다양한 구성은 당업자에게 알려져 있어, 부연 설명하지는 않는다.

[0036] 당업자는, 도 9에 도시된 바와 같은 일련의 LED에 변조를 인가하기 위한 간단화된 회로 실시예와 같이, 본 발명

을 구현하기 위한 다른 회로 실시예가 가능하다는 것을 인식할 것이다.

[0037] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에서 색채 감지를 갖는 색채 정정된 인광물질 변환 LED 시스템의 블록도이다. 도 7은, 색채 정정 제어 회로(600), 인광물질 변환 LED(520) 및 색채 감지 시스템(730)을 포함하는 색채 정정된 PC-LED 시스템(700)을 도시한다. 도 7에서, 색채 정정 제어 회로(600)는 인광물질 변환 LED(520)에 연결된 것으로 도시된다. 인광물질 변환 LED(520)는 색채 감지 시스템(730)에 광을 방사하는 것으로 도시된다.

[0038] 색채 정정된 시스템(700)은 색채 감지 시스템(730)을 추가하여, 도 5의 색채 정정된 시스템과 동일한 요소들을 포함한다. 색채 감지 시스템은 PC-LED(520)와 같은 광원(light source)에 응답하여 색채를 감지하도록 설계되는 임의의 시스템이다.

[0039] 동작에서, 색채 감지 시스템(730)은 PC-LED(520) 광 발산의 CCT를 감지하고, 감지된 광 발산에 기초하여 색채 정정 회로에 색채 신호를 제공하도록 구성된다. 색채 감지 시스템은, PC-LED(520) 광 발산의 스펙트럼 내용을 나타내는 디지털로 변조된 또는 아날로그 신호와 같은 임의의 형태로 색채 신호를 송신할 수 있다. 그 후, 색채 감지 시스템(730)과 제어 회로(600) 간의 피드백 제어 루프는 시간에 대하여 그리고 가변 파라미터(variable parameters) 하에서 PC-LED(520) 발산 스펙트럼의 CCT를 제어할 수 있다. 색채 정정된 시스템(700)의 색채 감지 시스템(730)을 구현하기 위한 다양한 다른 구성은 당업자에게 알려져 있어, 부연 설명하지 않는다.

[0040] 아래의 프로세스 설명에서, 하나 이상의 단계는 본 발명을 벗어나지 않으면서 동시에 결합 또는 수행될 수 있다.

[0041] 도 8은 PWM 전류 구동 하에서 인광물질 변환 LED의 발산 스펙트럼의 색채 정정을 제공하기 위한 프로세스를 도시한다. 프로세스(800)는 단계 "810"에서 시작한다. 단계 "810"에서, 구동 전류 신호에 대한 변조가 결정된다. 일반적으로, 변조는 구형파 PWM 전류 신호에 인가될 주파수 또는 듀티율이다. 변조는 임의의 시간에서 결정된다. 예컨대, 변조는 데이터 신호, 턴온 사이클(turn-on cycle) 또는 사용자 입력에 응답하여 결정될 수 있다. 일반적으로, 이 결정은 도 5, 6 및 7에서와 같은 색채 정정 제어 회로와 같은 시스템에 의하여 수행된다. 선택적으로, 변조 결정은 수학식 1에 따라 제조자 데이터에 기초하여 미리 결정될 수 있고, 프로세서 제어 시스템(670)과 같은 프로세서에 의해 참조용 룩업 테이블(lookup table for reference)에 제공될 수 있다. 변조 결정은, 온도, 총 광 출력 및 인광물질 구성(composition)과 같은 변화하는 동작 조건 하에서 PC-LED의 소망하는 CCT와 같은 기준에 기초하여 만들어진다. 변조는 수학식 1과 수학식 2, 3, 4 또는 5를 동시에 풀어서 결정될 수 있는데, 여기서 좌표 쌍 $(x_w, y_w)$ 는 미리 선택된다.

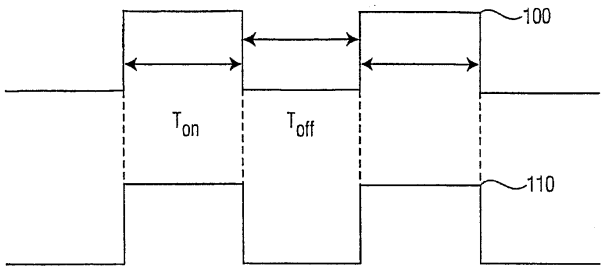
[0042] 단계 "820"에서, 일정 크기 전류 신호는 단계 "810"에서 결정되는 변조에 기초하여 변조된다. 일반적으로, 일정 크기 전류 신호는 전원 공급기(650)와 같은 조정된 전원 공급기에 의해 제공된다. 일 실시예에서, 프로세서 제어 시스템(670)은 전원 공급기(650)로부터 PWM 변조기(660)에 전력을 선택적으로 연결하여, 단계 "810"에서 결정되는 변조에 기초하여, 변조된 전류 신호를 생성한다. 전류 및/또는 주파수 변조로 일정 크기 PWM 전류 신호를 변조하는 다른 방법은 당업자에게 자명할 것이므로, 더 이상 부연 설명하지 않는다.

[0043] 단계 "830"에서, 변조된 전류 신호는 PC-LED의 발산 스펙트럼의 색채 정정을 유발하기 위하여 인가된다. 변조된 전류 신호는 PC-LED(520)와 같은 LED에 인가된다. 일 실시예에서, 단계 "820"에서 변조되는 전류 신호는 색채 정정 회로(600)로부터 PC-LED(520)에 전달된다. 변조된 전류 신호는, 전류 신호가 단계 "820"에서 변조된 후의 임의의 시간에서, 인가된다. PC-LED(520)에 변조된 전류 신호를 인가하는 것은, 온도 유도 드리프트(temperature induces drift)에 기인한, 또는 다른 목적을 위해 CCT 시프트에 정정을 달성한다. 일 실시예에서, 인가된 전류 신호는, 전류 신호가 인가되는 PC-LED의 총 광 출력에 영향을 미치지 않으면서 CCT 정정을 허용하기 위해 주파수 및 듀티율 변조 양자 모두를 포함한다.

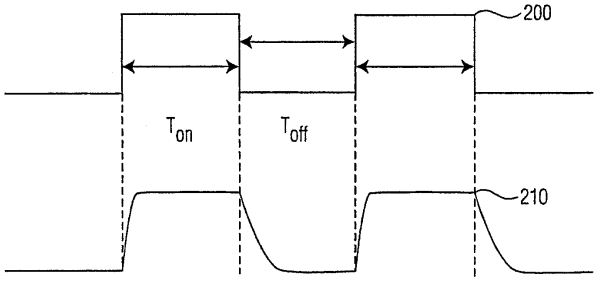
[0044] 본 발명의 바람직한 실시예가 도시되고 설명되었지만, 다수의 변경 및 선택적인 실시예가 당업자에게 발생할 수 있다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항에 의해서만 제한된다는 것이 의도된다.

## 도면

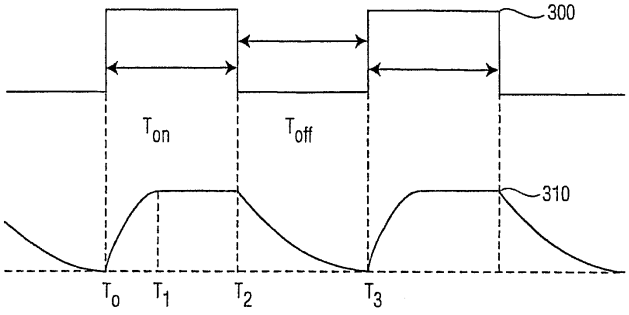
### 도면1



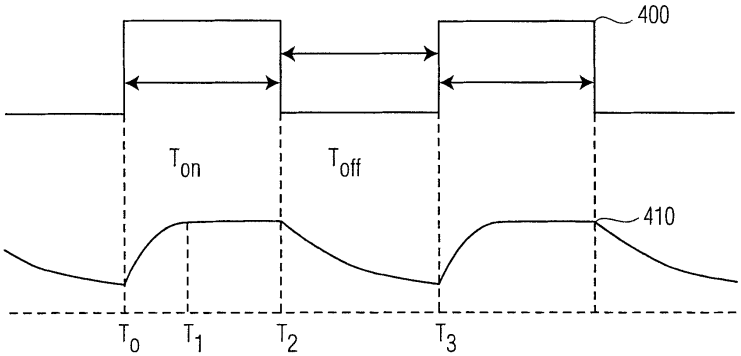

### 도면2



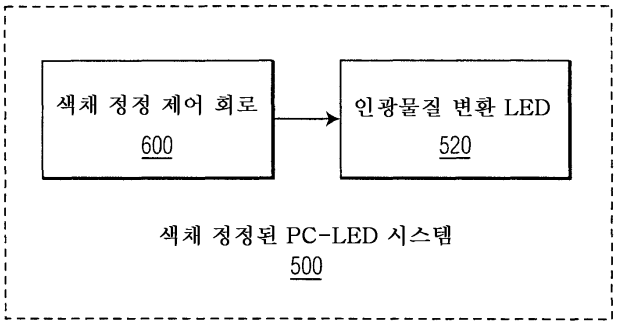

### 도면3



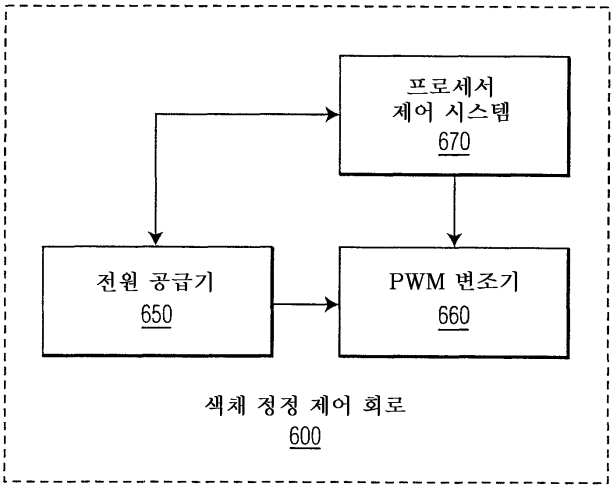

### 도면4



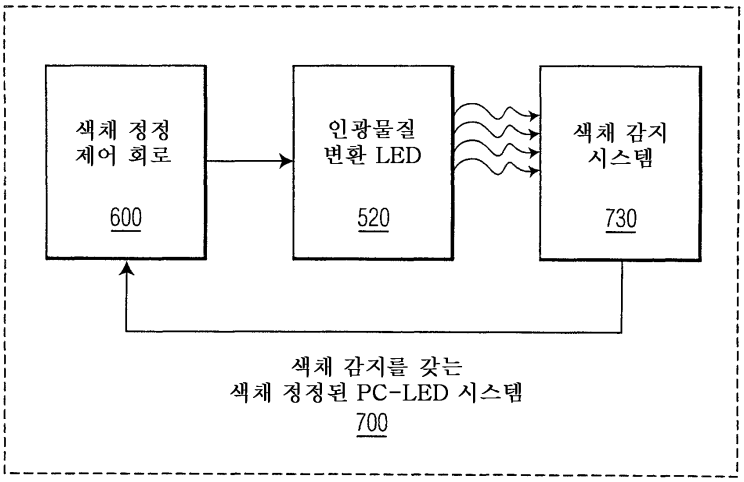
도면5


색채 정정 제어 회로
600
인광물질 변환 LED
520
색채 정정된 PC-LED 시스템
500

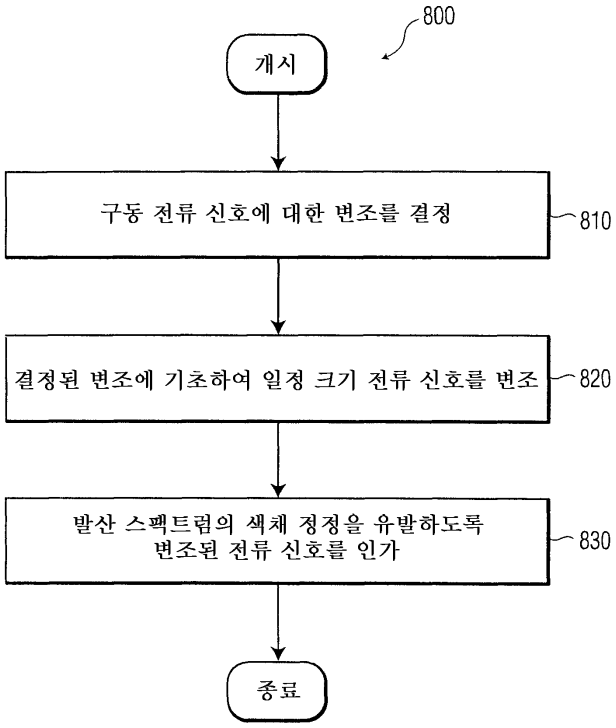
도면6


프로세서
제어 시스템
670
전원 공급기
650
PWM 변조기
660
색채 정정 제어 회로
600

도면7

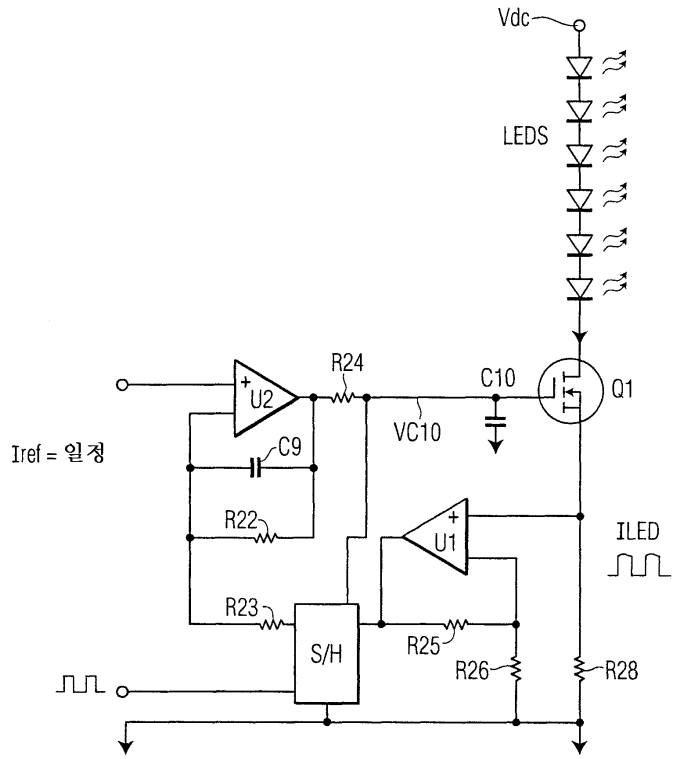

색채 정정
제어 회로
600
인광물질
변환 LED
520
색채 감지
시스템
730
색채 감지를 갖는
색채 정정된 PC-LED 시스템
700

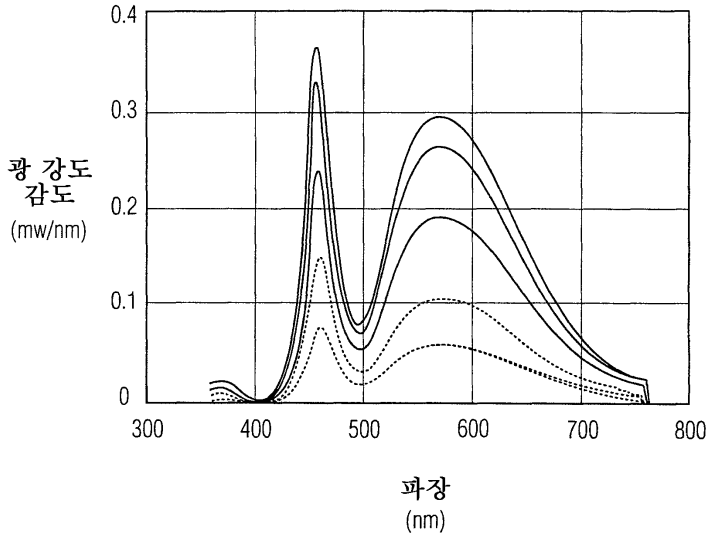
도면8


800
개시
구동 전류 신호에 대한 변조를 결정
810
결정된 변조에 기초하여 일정 크기 전류 신호를 변조
820
발산 스펙트럼의 색채 정정을 유발하도록
변조된 전류 신호를 인가
830
종료

도면9

(종래 기술)


Vdc
LEDS
R24
C10
Q1
U2
VC10
Iref = 일정
C9
R22
U1
ILED
R23
S/H
R25
R26
R28

도면10

(종래 기술)