(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0071708
(43) 공개일자 2015년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/08 (2006.01) *H05B 37/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 33/0857 (2013.01)
F21K 9/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7012348
(22) 출원일자(국제) 2013년10월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년05월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/063775
(87) 국제공개번호 WO 2014/058815
국제공개일자 2014년04월17일
(30) 우선권주장
13/649,280 2012년10월11일 미국(US)

(71) 출원인
제네럴 일렉트릭 컴퍼니
미국, 뉴욕 12345, 쉐넥태디, 원 리버 로드
(72) 발명자
로버츠 브루스 리차드
미국 오하이오주 44060 멘토 온 더 레이크 팬우드 코트 5810
쿠엔즐러 글렌 하워드
미국 오하이오주 44112 이스트 클리블랜드 노블 로드 1975
(74) 대리인
김태홍, 김진회

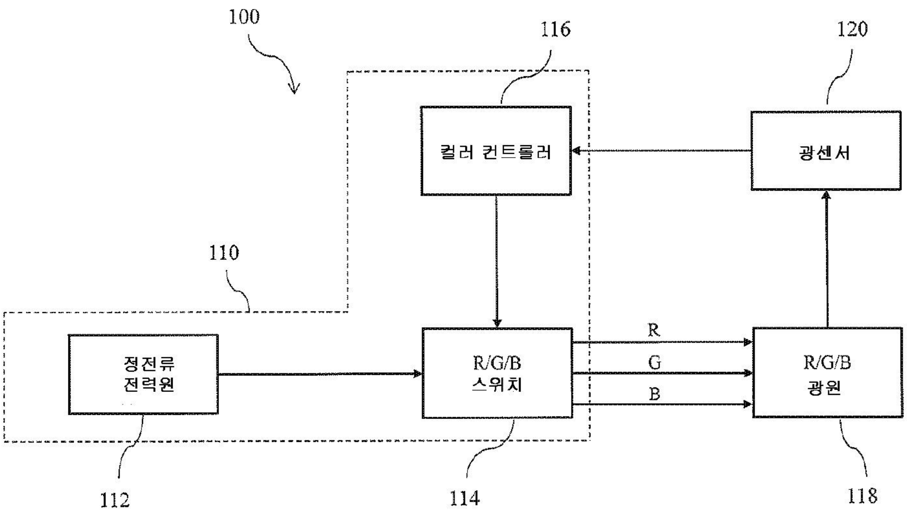
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **롤링 블랙아웃 조정가능한 컬러 LED 조명원**

(57) 요 약

조정가능한 발광 다이오드(LED) 조명 디바이스에서 백색광을 생산하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 상기 시스템 및 방법은 LED에서 일반적으로 발생하는 컬러 변이 또는 열화를 보상하고 안정시키기 위해 다수의 발광 다이오드(LED) 또는 채널 세트들 중 하나의 세트에 대한 "오프" 시간을 잇달아 변경한다. 각 채널은 상이한 컬러에 대응한다. 한번에 단 하나의 채널의 "오프" 시간을 변경함으로써, 시스템은 LED의 대부분을 효율적으로 이용하고, 그에 따라 보다 적은 LED로 보다 안정적인 백색광의 생산을 가능하게 한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

F21S 10/023 (2013.01)
H05B 33/086 (2013.01)
H05B 37/02 (2013.01)
Y02B 20/347 (2013.01)
Y02B 20/42 (2013.01)
Y02B 20/70 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

조정가능한 컬러 광원에 있어서,

상이한 채널들에 대응하는 상이한 컬러들의 조명을 발생시키는, 상기 상이한 채널들을 갖는 광원; 및

상기 상이한 채널들 각각과 연관된 발광 다이오드 세트

을 포함하고,

상기 상이한 채널들에는, 임의의 주어진 시간에서 하나의 채널을 제외한 모든 채널들이 동작 상태를 유지하도록 선택적으로 동력이 공급되는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 발생시키기 위해 시분할 다중화를 이용하여 상기 상이한 채널들에 선택적으로 동력을 공급하는 전력 공급기

를 더 포함하고, 상기 전력 공급기는,

상기 시분할 다중화의 구간보다 긴 시간스케일(timescale)에 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근(root-mean-square) 구동 전류를 발생시키는 전력원, 및

상기 상이한 채널들 중 선택된 채널들로 상기 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근 구동 전류를 시분할 다중화하는 회로

를 포함하는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 회로는, 동작중에 상기 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근 구동 전류로 상기 상이한 채널들 중 정확히 하나의 채널을 제외한 모든 채널들을 구동시키는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근 구동 전류의 전류 레벨을 조정하기 위해 상기 전력원과 통신하도록 구성된 전류 컨트롤러

를 더 포함하는, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근 구동 전류는 실질적으로 일정한 직류 구동 전류인 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 광원으로부터의 광을 측정하도록 배열되고, 상기 상이한 채널들에 대응하는 상이한 컬러들 중 임의의 컬러

를 측정할 수 있는 광센서(photosensor)

를 더 포함하는, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 광센서와 통신하고, 설정 포인트값과 비교된, 상기 광센서에 의해 제공되는 피드백에 기초하여 상기 시분할을 조정하도록 구성된 컬러 컨트롤러

를 더 포함하는, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 선택된 시간-평균화된 컬러는 백색광인 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 발광 다이오드 세트들은 각각 상이한 컬러들인 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 10

조정가능한 광원에 있어서,

상이한 채널들에 대응하는 상이한 컬러들의 조명을 발생시키는 상이한 채널들을 갖는 광원; 및

선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 발생시키기 위해 시분할 다중화를 이용하여 상기 채널들에 선택적으로 동력을 공급하는 전력 공급기

를 포함하고,

상기 광원은 N개의 채널들로 그룹화된 고상(solid state) 조명 디바이스들을 포함하고, 각 채널의 고상 조명 디바이스들은 그 채널에 선택적으로 동력이 공급될 때 함께 전기적으로 동력이 공급되며,

상기 전력 공급기는,

임의의 주어진 시간에 상기 N개의 채널들 중 하나의 채널을 제외한 모든 채널들에 선택적으로 동력을 공급하도록 배열된 스위칭 회로, 및

상기 스위칭 회로가 시간 간격의 선택된 시분할에 따라 상기 시간 간격에 걸쳐 동작하게 하여, 상기 선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 발생시키는 컬러 컨트롤러

를 포함하는 것인, 조정가능한 광원.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 시간 간격은 플리커 융합 문턱값(flicker fusion threshold)보다 짧은 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 각 채널의 고상 조명 디바이스들은 발광 다이오드들로 형성되는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 13

제 12 항에 있어서

상기 각 채널의 발광 다이오드들은 상이한 컬러 세트를 포함하는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

다수의 컬러 세트들은 3개의 컬러 세트들을 포함하고, 상기 3개의 컬러 세트들 중 정확히 2개의 컬러 세트에는 항상 선택적으로 동력이 공급되는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 3개의 컬러 세트들은 적색 발광 다이오드들, 녹색 발광 다이오드들, 및 청색 발광 다이오드들을 포함하는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

다수의 컬러 세트들은 5개의 컬러 세트들을 포함하고, 상기 5개의 컬러 세트들 중 정확히 4개의 컬러 세트에는 항상 선택적으로 동력이 공급되는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 N개의 채널들에 의해 발생된 컬러들을 포함하는 검출 대역폭을 갖는 광대역 광센서; 및

각 시분할 동안에 상기 광대역 광센서로부터 검출 신호를 수신하고, 상기 수신된 검출 신호들에 적어도 기초하여 각 시분할에 대하여 측정된 광학 에너지를 연산(computing)하는 광학 미터(optical meter)

를 더 포함하고,

상기 컬러 컨트롤러는 상기 측정된 광학 에너지 및 설정 포인트값에 기초하여 상기 시간 간격 T의 시분할을 조정하도록 구성되는 것인, 조정가능한 컬러 광원.

청구항 18

조정가능한 컬러를 발생시키는 방법에 있어서,

구동 전기 전류를 발생시키는 단계;

상기 구동 전기 전류를 이용하여 다채널 광원의 선택된 채널들 - 상기 선택된 채널들은 상기 다채널 광원의 채널들 중 하나의 채널을 제외한 모든 채널들을 포함함 - 에 동력을 공급하는 단계;

시각적으로 인지가능한 플리커를 실질적으로 억제하기에 충분히 빠른 상기 다채널 광원의 선택된 채널들 사이에서 상기 동력을 공급하는 단계를 순환시키는(rotating) 단계; 및

선택된 시간-평균화된 컬러 - 상기 선택된 시간-평균화된 컬러는 백색광임 - 를 발생시키기 위해 상기 회전하는 단계의 시분할을 제어하는 단계

를 포함하는, 조정가능한 컬러를 발생시키는 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 발생된 구동 전기 전류는 상기 사이클링의 시간스케일에 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근 전류값을 갖는 것인, 조정가능한 컬러를 발생시키는 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 사이클링은 상기 사이클링의 임의의 지점에서 상기 다채널 광원의 채널들 중 하나의 채널을 제외한 모든

채널들에 동력을 공급하는 것인, 조정가능한 컬러를 발생시키는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명 개시는 조명 기술, 광 기술, 및 그 관련 기술들에 있어서 조정가능한 컬러 광원에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명개시는 백색광을 생성하고 LED에서 점진적으로 발생하는 컬러 변이 또는 열화를 안정시키기 위해 다수의 발광 다이오드(light emitting diode; LED) 칩 컬러 각각에 대한 오프 시간을 잇달아 변경하는 조정가능한 발광 다이오드(LED) 조명 디바이스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 복수의 상이한 컬러의 LED들을 포함하는 고상(solid state) 조명 디바이스에 있어서, 강도 및 컬러 모두를 제어하는 것은 일반적으로 펄스 폭 변조(pulse width modulation; PWM)를 이용하여 달성된다. 그러한 PWM 제어는 잘 알려져 있고, 사실 상업적인 PWM 컨트롤러들은 특히 LED를 구동하기 위해 오랫동안 이용해왔다. 예를 들어, PWM 출력 및 LED 드라이브를 갖는 MC68HC05D9 8-비트 마이크로컴퓨터용 모토로라 반도체 기술 데이터 시트(Motorola Ltd., 1990)를 보자. PWM에 있어서, 펄스 트레인은 고정된 주파수로 인가되고, 펄스 폭(즉, 펄스의 지속 시간)은 발광 다이오드로 인가되는 시간-적분된(time-integrated) 전력을 제어하기 위해 변조된다. 따라서, 시간-적분된, 인가되는 전력은 펄스 폭에 정비례하고, 그것은 0% 듀티 사이클(인가되는 전력없음) 내지 100% 듀티 사이클(전체 구간 동안 인가되는 전력) 사이의 범위 내에 있을 수 있다.

[0003] 알려진 PWM 조명 제어는 어떤 단점을 갖는다. 구체적으로, 알려진 시스템 및 방법은 전력 공급기에 매우 불균일한 부하를 도입한다. 예를 들어, 조명원이 적색, 녹색, 및 청색 조명 채널을 포함하고 3개의 채널 모두를 동시에 구동하는 것이 100% 전력을 소모하는 경우, 임의의 주어진 시간에서 전력 출력은 0%, 33%, 66%, 또는 100%일 수 있고, 전력 출력은 각 펄스 폭 변조 구간 동안 그들 레벨 중 2개, 3개 또는 4개 모두 사이에서 사이클링될 수 있다. 그러한 전력 사이클링은 전력 공급기에 압박을 주며, 급속한 전력 사이클링에 맞추기에 충분히 빠른 스위칭 속도를 갖는 전력 공급기를 이용하는 것을 지시한다. 추가적으로, 전력 공급기는, 전력량이 시간의 일부만을 소모하더라도, 전체 100% 전력을 공급하기에 충분히 커야 한다.

[0004] PWM 동안의 전력 변동은 "의사 부하(dummy load)" 저항기를 통해 각 "오프" 채널의 전류를 우회시킴으로써 회피할 수 있다. 그러나, 우회된 전류는 광 출력에 기여하지 않고, 그에 따라 상당한 전력 비효율을 가져온다.

[0005] 알려진 PWM 제어 시스템은 또한 피드백 제어에 관하여 문제가 있다. 알려진 PWM 기술을 채용하는 컬러-조정가능한 조명원의 피드백 제어를 제공하기 위해서는, 적색, 녹색, 및 적색 채널 각각의 전력 레벨이 독립적으로 측정되어야 한다. 이것은 전형적으로 각각의 적색, 녹색 및 청색 파장에서 생성되는 좁은 스펙트럼 수신 윈도우를 각각 갖는 3개의 상이한 광 센서들의 사용을 지시한다. 추가의 스펙트럼 분할이 소망되는 경우, 문제를 해결하기 위해 매우 비용이 많이 들 수 있다. 예를 들어, 5채널 시스템이 서로 매우 근접한 2개의 컬러를 갖는 경우, 매우 좁은 대역 검출기만이 2개의 조명원 사이의 변동을 검출할 수 있다.

[0006] 이러한 문제를 극복하기 위해서는, 하나의 알려진 조명 시스템은 상이한 채널들에 대응하는 상이한 컬러들의 조명을 생성하는 상이한 채널들을 갖는 다채널 광원을 이용한다. 그 시스템은 선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 생성하기 위해 시분할 다중화(time division multiplexing; TDM)를 이용함으로써 채널에 선택적으로 전력을 공급하는 전력 공급기를 포함한다. 그러나, 이 시스템은 큰 컬러 공간을 커버하도록 설계되었다. 이러한 큰 컬러 공간을 성취하기 위해서, 시스템은 특정 지속시간 동안의 시간에서 하나의 개별의 LED 컬러의 "온" 시간을 선택적으로 변경하도록 TDM을 이용한다. 그러므로, LED의 하나의 컬러만 그 시간에 사용되므로, 다수의 LED가 어떤 컬러, 특히 백색광을 생성하기 위해 요구된다. 또한, 이러한 접근법이 이용가능한 LED 칩들의 전체 범위 내의 임의의 컬러를 제공할 수 있지만, 낮은 LED 이용률을 갖는다. 이러한 다량이 LED가 큰 감마(Gamut)를 제공하지만, LED의 효율적인 사용을 이룰 수 없다.

[0007] 그러므로, 시스템에서 LED 칩의 대부분을 동시에 이용함으로써 백색광을 경제적이고 효율적으로 생성하는 조명 시스템에 대한 필요성이 남아 있다. 또한, LED에서 점진적으로 발생하는 컬러 변이 또는 열화를 빠르고 효율적으로 안정시키는 조명 시스템에 대한 필요성도 남아 있다.

발명의 내용

[0008] 적어도 일양상에 있어서,본 발명개시는 상이한 채널들에 대응하는 상이한 컬러들의 조명을 발생시키는 상이한 채널들을 갖는 광원, 및 상이한 채널들 각각과 연관된 발광 다이오드 세트를 포함하는 조정가능한 컬러 광원을 제공한다. 동작중, 상이한 채널들에는, 백색광과 같은 선택된 시간-평균화된 컬러를 생산하기 위해 임의의 주어진 시간에서, 상이한 채널들 중 하나의 채널을 제외한 모든 채널들을 동작 상태로 유지하도록, 선택적으로 동력이 공급된다. 적어도 추가의 양상에 있어서, 본 발명개시는 선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 발생시키기 위해 시분할 다중화를 이용하여 상이한 채널들에 선택적으로 동력을 공급하는 전력 공급기를 제공한다. 전력 공급기는 시분할 다중화의 구간보다 긴 시간스케일에 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근(root-mean-square) 구동 전류를 발생시키는 전력원, 및 상이한 채널들 중 선택된 채널들로 실질적으로 일정한 제곱-평균-제곱근 구동 전류를 시분할 다중화하는 회로를 포함한다.

[0009] 적어도 다른 양상에 있어서, 본 발명개시는 상이한 LED 세트들을 갖는 광원을 포함하는 조정가능한 광원을 제공하고, 각 LED 세트는 단일의 고유 컬러로 형성된다. LED 세트들은 상이한 채널들에 대응하는 상이한 컬러들의 조명을 발생시키는 채널들, 및 선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 발생시키기 위해 시분할 다중화를 이용하여 채널들에 선택적으로 동력을 공급하는 전력 공급기를 각각 형성한다. 광원은 N개의 채널들로 그룹화된 고상 조명 디바이스를 포함하고, 각 채널의 고상 조명 디바이스는 그 채널에 선택적으로 동력이 공급될 때 함께 전기적으로 동력이 공급된다. 전력 공급기는, 동작중 임의의 주어진 시간에서 채널들 중 하나의 채널을 제외한 모든 채널들에 동력을 공급하는 스위칭 회로, 및 스위칭 회로가 시간 간격의 선택된 시분할에 따라 시간 간격에 걸쳐 동작하게 하여 선택된 시간-평균화된 컬러의 조명을 발생시키는 컬러 컨트롤러를 포함한다.

[0010] 또 다른 양상에 있어서, 본 발명개시는 구동 전기 전류를 발생시키는 단계, 및 구동 전기 전류를 이용하여 다채널 광원의 선택된 채널들에 동력을 공급하는 단계를 포함하고, 선택된 채널들은 다채널 광원의 채널들 중 하나의 채널을 제외한 모든 채널들을 포함한다. 상기 방법은 시각적으로 인지가능한 플리커(flicker)를 실질적으로 억제하기에 충분히 빠른 다채널 광원의 선택된 채널들 사이에서 상기 동력을 공급하는 단계를 회전하는 단계를 더 포함한다. 상기 밥업은 선택된 시간-평균화된 컬러를 발생시키기 위해 상기 회전하는 단계의 시분할을 제어하는 단계를 더 포함하고, 선택된 시간-평균화된 컬러는 백색광이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명개시의 적어도 일실시예에 따른 조명 시스템의 도식을 예시한다.

도 2는 본 발명개시의 적어도 일실시예에 따른 타이밍 사이클의 도식을 예시한다.

도 3은 본 발명개시의 적어도 일실시예에 따른 조명 시스템의 컬러 컨트롤러를 위한 계산 루프의 흐름도를 예시한다.

도 4는 본 발명개시의 적어도 일실시예에 따른 조정가능한 컬러 조명 시스템의 전기 회로를 예시한다.

도 5는 본 발명개시의 적어도 일실시예에 따른 조정가능한 컬러 조명 시스템의 동작에 대한 제어 프로세스를 위한 흐름도를 예시한다.

본 발명개시는 다양한 컴포넌트들과 컴포넌트들의 구성, 및 다양한 프로세스 동작들과 프로세스 동작들의 구성의 형태로 취해질 수 있다. 본 발명개시는 동반되는 도면들에 예시되고, 그 전체에 걸쳐 동일한 참조 번호가 여러 도면에서 대응하는 또는 유사한 부분들을 지시할 수 있다. 도면들은 단지 바람직한 실시예를 예시하기 위한 것이고, 본 발명개시를 제한하는 것으로 해석되지 않는다. 다음의 실시가능한 도면의 설명이 주어지면, 본 발명개시의 신규한 측면이 당업자에게 명백해질 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 다음의 상세한 설명은 단지 예시에 불과하고, 여기에 개시된 응용 및 사용을 제한하도록 의도되지 않는다. 또한, 선행하는 배경기술 또는 발명의 내용 또는 다음의 상세한 설명에 제시된 어떠한 이론에 의해 한정되도록 의도되지 않는다. 본 기술의 실시예들은 주로 여기서 발광 다이오드(light emitting diode; LED)와 연결하여 설명되지만, 그 개념은 고상 조명 디바이스를 포함한 다른 유형의 발광 디바이스에도 또한 적용가능하다. 고상 조명 디바이스는 예를 들어, LED, 유기 발광다이오드(organic light emitting diode; OLED), 반도체 레이저 다이오드 등을 포함한다. 조정가능한 컬러 고상 발광 디바이스는 여기서 예시로서 설명되고, 여기에 개시된 조정가능한 컬러 제어 기술 및 장치들은 백열 광원, 백열등, 할로겐, 다른 스포트라이트 광원 등과 같은 다른 유형의 멀티컬러 광원에 쉽게 적용된다.

[0013] 적어도 일실시예에 있어서, 소망의 컬러 온도를 생성하기 위해 LED 칩들의 다수의 컬러들을 이용하는 조정가능한 LED 조명 디바이스를 제공하는 시스템 및 방법이 제공된다. 적어도 일실시예에 있어서, 시스템 및 방법은 각 LED의 "오프" 시간을 변경하고, 감산에 의해 그 LED로부터 출력되는 광을 추론한다. 하나 이상의 실시예에 있어서, 시스템은 예를 들어 열화 등으로 인한 광 출력에서의 변동을 보상하도록 개별의 LED들의 출력을 변경하기 위해 광 출력 정보를 이용하는 제어 시스템을 포함한다. "오프" 시간을 변경함으로써, 시스템은 LED들의 대부분을 동시에 이용하고, 그에 따라 보다 적은 LED로 안정적인 백색광의 생산을 생산할 수 있다. 하나 이상의 실시예에 있어서, 시스템은 (전형적인 LED 백색 방법에 비교할 때) 컬러의 보다 넓고 보다 균일한 스펙트럼 분포를 생산하기 위해서, 칩의 색상 및 수량의 넓은 선택을 허용한다.

[0014] 도 1은 본 발명개시의 실시예에 따른 조명 시스템(100)의 도식을 예시한다. 조명 시스템(100)은 R/G/B 광원(118), 광센서(120), 정전류원(112), R/G/B 스위치(114), 및 컬러 컨트롤러(116)를 포함한 예를 들어 고상 조명 시스템일 수 있다. 정전류원(112), R/G/B 스위치(114), 및 컬러 컨트롤러(116)는 광원(118)에 의한 광 출력을 제어하는 컬러 제어 회로 또는 R/G/B 제어 회로(110)를 형성한다. R/G/B 광원(118)은 복수의 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드(LED)(도시되지 않음)를 포함한다. 적색 LED는 적색 입력 라인(R)에 의해 구동되도록 전기적으로 상호접속된다. 녹색 LED는 녹색 입력 라인(G)에 의해 구동되도록 전기적으로 상호접속된다. 청색 LED는 청색 입력 라인(B)에 의해 구동되도록 전기적으로 상호접속된다. 광원(118)은 단지 예시적인 예로만 나타내어진다. 일반적으로, 광원(118)은 상이한 컬러 채널들을 정의하기 위해 전기적으로 접속된 고상 광원 세트를 갖는 임의의 멀티컬러(multi-color) 광원일 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 예를 들어 적색, 녹색 및 청색 LED는 적색, 녹색 및 청색 LED 스트링으로서 배열된다. 또한, 상이한 컬러들은 적색, 녹색 및 청색 외에 다른 컬러일 수 있고, 녹색 및 황색 채널의 적절한 혼합에 의해 성취가능한 "창백한(whitish)" 컬러를 포함하지만, 풀-컬러 RGB 광원보다 작은 컬러 범위에 걸친 3개보다 많거나 적은 상이한 컬러들이 있을 수 있다. LED는 반도체 기반의 LED(선택적으로 통합 형광체를 포함), 유기 LED(일부 경우, 본 분야에서 약어 OLED로 나타냄), 반도체 레이저 다이오드 등일 수 있다.

[0015] 정전류 전력원(112)은 R/B/G 스위치(114)를 통해 광원(118)을 구동한다. 정전류 전력원(112)은 "정전류" 또는 일정한 rms(root-mean-square; 제곱-평균-제곱근) 전류를 출력한다. 일부 실시예에 있어서, 일정한 rms 전류는 일정한 직류 전류이다. 그러나, 일정한 rms 전류는 일정한 rms값을 갖는 사인파 전류 등일 수 있다. "정전류"는 선택적으로 조정가능하지만, 정전류 전력원(112)에 의한 전류 출력은 PWM의 경우와 같이 급격히 사이클링되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 정전류 전력원(112)의 출력은 R/B/G 스위치(114)로 입력된다. R/B/G 스위치(114)는 임의의 주어진 시간에 3개의 컬러 채널(R, G, B) 중 2개의 컬러 채널로 정전류를 보내기 위한 역다중화(demultiplexer; demux) 또는 1대3(one-to-three) 스위치로서 기능한다. 본 실시예의 R/B/G 스위치(114)는 전체 이용가능한 컬러 중 하나만 임의의 주어진 시간에 "오프"이도록, 즉 3개의 컬러 중 하나만 임의의 시간에 "오프"이도록 보장한다. 본 실시예는 2개의 컬러만 병행하여(concurrently) "온"이고, 동시에 제 3 컬러는 "오프"이도록 보장하는 3채널 스위치의 관점에서 설명되었지만, 다른 실시예는 본 발명개시로부터 벗어남 없이 비제한적으로 4개 및 5개의 컬러를 포함한, 상이한 수의 컬러를 이용하는 것으로 구상됨을 주목해야 한다. 4개의 컬러를 채용하는 실시예에 있어서, 4개의 컬러 중 3개는 임의의 주어진 시간에 병행하여 "온"일 것이고, 동시에 제 4 컬러는 "오프"일 것이다. 유사하게, 5개의 컬러를 채용하는 실시예에 있어서, 5개의 컬러 중 4개는 임의의 주어진 시간에 병행하여 "온"일 것이고, 동시에 제 5 컬러는 "오프"일 것이다.

[0016] 도 2는 도 1의 조정가능한 컬러 조명 시스템의 동작 동안의 타이밍 사이클(200)의 도식을 예시한다. 타이밍도(200)는 정전류 전력원(112) 및 R/G/B 스위치(114)를 이용하여 성취되는 컬러 제어의 기본 개념을 제공한다. R/G/B 스위치(114)의 스위칭은 150 Hertz 보다 크거나 동등한 시간 간격(T)에 걸쳐 수행된다. 시간 간격은 위상(P1, P2 및 P3) 각각에 대응하는 단편 시구간(T1, T2 및 T3)에 의해 정의되는 3개의 시간 서브-간격으로 분할된다. 단편 시구간(T1)은 식 T1 = R1 + G1에 의해 나타내어지고, 대응하는 에너지 측정값 E1 = T1 (R1 + G1)을 포함한다. 단편 시구간(T2)은 식 T2 = R1 + B1에 의해 나타내어지고, 대응하는 에너지 측정값 E2 = T2 (G1 + B1)을 포함한다. 단편 시구간(T3)은 식 T3 = B1 + R1에 의해 나타내어지고, 대응하는 에너지 측정값 E3 = T3 (B1 + R1)을 포함한다. 컬러 컨트롤러(116)는 단편 시구간들 T1 x T2 x T3으로 나타내어지는 제어 신호를 출력한다. 예를 들어, 컬러 컨트롤러(116)는, 예시적인 일실시예에 있어서, 단편 시구간(T1)을 나타내는 값 "00"을 갖고, 단편 시구간(T2)을 나타내도록 값 "01"으로 스위칭되고, 단편 시구간(T3)을 나타내도록 값 "10"으로 스위칭되고, 단편 시구간(T1)의 다음 발생을 나타내도록 값 "00"으로 다시 스위칭되는 등의, 2비트 디지털 신호를 출력할 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 제어 신호는 아날로그 제어 신호(예를 들어, 제 1, 제 2, 및 제 3 단편 시구간을 각각 나타내는 0 볼트, 0.5 볼트, 및 1.0 볼트)일 수 있거나, 또는 다른 포맷을 취할 수 있다. 또다른

예시적인 접근법에 있어서, 제어 신호는 각 시구간을 나타내는 상수값을 유지하는 것보다는, 단편 시구간들 사이의 천이(transition)를 나타낼 수 있다. 후자의 접근법에 있어서, R/G/B 스위치(114)는 단지 그것이 제어 펄스를 수신할 때 1쌍의 컬러 채널로부터 다음의 컬러 채널로 스위칭하도록 구성되고, 컬러 컨트롤러(116)는 하나의 단편 시구간으로부터 다음의 단편 시구간으로의 각 천이에서 제어 펄스를 출력한다.

[0017] 3개의 단편 시구간(T1, T2, 및 T3) 각각은 그 시간 동안에 병행하여 "온"인 2개의 선택된 컬러 채널들에 대응한다. 대안적으로 언급하면, 3개의 단편 시구간(T1, T2, 및 T3) 각각은 그 시간 동안에 "오프"인 하나의 선택된 컬러 채널에 대응한다. 특히, 단편 시구간(T1)은 "온"인 적색 컬러 채널(R1) 및 녹색 컬러 채널(G1)에 대응하고, 즉 T1 = R1 + G1이다. 단편 시구간(T2)은 "온"인 녹색 컬러 채널(G1) 및 청색 컬러 채널(B1)에 대응하고, 즉 T2 = G1 + B1이다. 단편 시구간(T3)은 "온"인 청색 컬러 채널(B1) 및 적색 컬러 채널(R1)에 대응하고, 즉 T3 = B1 + R1이다. 제 1 단편 시구간(T1) 동안에, R/G/B 스위치(114)는 정전류 전력원(112)으로부터의 정전류가 컬러 채널들 중 2개, 즉 적색 컬러 채널(R1) 및 녹색 컬러 채널(G1)로 흐르도록 설정된다. 그 결과, 광원(118)은 제 1 단편 시구간(T1) 동안에 적색광 및 녹색광만 발생시킨다, 즉 적색광 및 녹색광이 "온" 상태로 유지된다. 이 시간 동안에, 청색광으로 공급되는 전력은 없고, 청색광은 "오프" 상태로 유지된다. 제 2 단편 시구간(T2) 동안에, R/G/B 스위치(114)는 정전류 전력원(112)으로부터의 정전류가 제 2 쌍의 컬러 채널들, 즉 녹색 컬러 채널(G1) 및 청색 컬러 채널(B1)로 흐르도록 설정된다. 그 결과, 광원(118)은 제 2 단편 시구간(T2) 동안에 녹색광 및 청색광만 발생시킨다, 즉 녹색광 및 청색광이 "온" 상태로 유지된다. 이 시간 동안에, 적색광으로 공급되는 전력은 없고, 적색광은 "오프" 상태로 유지된다. 제 3 단편 시구간(T3) 동안에, R/G/B 스위치(114)는 정전류 전력원(112)으로부터의 정전류가 제 3 쌍의 컬러 채널들, 즉 청색 컬러 채널(B1) 및 적색 컬러 채널(R1)로 흐르도록 설정된다. 그 결과, 광원(118)은 제 3 단편 시구간(T3) 동안에 청색광 및 적색광만 발생시킨다, 즉 청색광 및 적색광이 "온" 상태로 유지된다. 이 시간 동안에, 녹색광으로 공급되는 전력은 없고, 녹색광은 "오프" 상태로 유지된다. 이러한 사이클은 시구간(T)으로 계속 반복된다.

[0018] 시구간(T)은 플리커 융합 문턱값(flicker fusion threshold)보다 짧도록 선택되고, 그 아래에서는 광 컬러 스위칭에 의해 발생되는 플리킹이 실질적으로 시각적으로 인지할 수 없게 되는 구간으로서 정의되어 그 광이 실질적으로 일정한 혼합 컬러로서 시각적으로 인지된다. 즉, T는 사람의 눈이 단편 시구간(T1, T2, 및 T3) 동안의 광 출력을 혼합하여, 그 사람이 눈이 균일한 혼합 컬러를 인지하기에 충분히 짧도록 선택된다. 예를 들어, 구간 T는 약 1/10 초 이하, 바람직하게는 약 1/24 초 이하, 보다 바람직하게는 1/30 초 이하, 또는 더 짧게 해야 한다. 시구간(T) 상의 하한선은 R/G/B 스위치(114)의 스위칭 속도에 의해 부과되고, 스위칭 속도는 그 동작이 전류 레벨 변화를 수반하지 않으므로 상당히 빠를 수 있다.

[0019] 컬러는 다음과 같이, 양적으로 연산될(computed) 수 있다. 제 1 단편 시구간(T1) 동안에 적색 및 녹색 LED에 의해 출력되는 적색광 및 녹색광의 전체 에너지는 E1 = T1 (R1 + G1)에 의해 주어진다. 제 2 단편 시구간(T2) 동안에 녹색 및 청색 LED에 의해 출력되는 녹색광 및 청색광의 전체 에너지는 E2 = T2 (G1 + B1)에 의해 주어진다. 제 3 단편 시구간(T3) 동안에 청색 및 적색 LED에 의해 출력되는 청색광 및 적색광의 전체 에너지는 E3 = T3 (B1 + R1)에 의해 주어진다. 단편 시구간이 P1 : P2 : P3 = 1 : 1 : 1의 비례법을 가지면, 광 출력은 적색광, 녹색광 및 청색광의 동등한 혼합으로서 시각적으로 인지될 것이고, 그것은 감마의 중심에 있는 광 출력을 생산할 것이다. 백색광의 발생은 그러므로 P1 대 P2 대 P3의 비율 및 LED의 선택에 의존한다.

[0020] 정전류 전력원(112)에 의한 광원(118)으로의 전류 출력은 항상 실질적으로 일정하게 유지된다. 정전류 전력원(112)이 컴포넌트(114, 118)를 포함한 부하에 실질적으로 일정한 전류(constant current)를 출력하는 것을 말한다.

[0021] 일부 실시예에 있어서, 컬러 컨트롤러(116)에 의해 수행되는 단편 시구간들 사이의 스위칭은 오픈-루프(open-loop) 방식으로, 즉 광학 피드백에 의존하지 않고 이루어진다. 이들 실시예에 있어서, 예를 들어 룩-업 테이블, 저장된 수학적 곡선 등의 저장된 정보, 또는 다른 저장된 정보는 다양한 컬러를 갖는 단편적 비율의 값에 연관한다. 예를 들어, a1 = a2 = a3이면, 값 P1 = P2 = P3 = 1/3은 "컬러" 백색과 적합하게 연관될 수 있다.

[0022] 다른 실시예에 있어서, 컬러는 광학 피드백을 이용하여 선택적으로 제어된다. 도 1을 더 참조하면, 광센서(120)는 R/G/B 광원(118)에 의한 광 출력을 모니터링한다. 광센서(120)는 적색광, 녹색광 및 청색광 중 임의의 광을 감지하기 위해 충분히 넓은 파장을 갖는다. 간략함을 위해, 광센서(120)는 적색광, 녹색광 및 청색광에 동일한 감도를 갖는다고 가정된다. 그러나, 광센서(120)가 적색광, 녹색광 및 청색광에 동일한 감도를 갖지 않는 실시예에 있어서, 스펙트럼 감도차를 보상하기 위해 적합한 스케일링 팩터가 도입될 것이다. 광센서(120)는 연이은 단편 시구간(T1, T2, T3) 동안에 R/G/B 광원(118)에 의해 출력된 광을 측정한다. 단편 시구간(T1) 동안에,

광센서(120)는, 이 시구간 동안에 청색광이 출력되지 않으므로, 적색광 및 녹색광만 측정한다. 광센서(120)는 또한 이 시구간 동안에 제 1 컬러 에너지(E1)에 대한 측정 출력을 발생시킨다. 단편 시구간(T2) 동안에, 광센서(120)는, 이 시구간 동안에 적색광이 출력되지 않으므로, 녹색광 및 청색광만 측정한다. 광센서(120)는 또한 이 시구간 동안에 제 2 컬러 에너지(E2)에 대한 측정 출력을 발생시킨다. 단편 시구간(T3) 동안에, 광센서(120)는, 이 시구간 동안에 녹색광이 출력되지 않으므로, 청색광 및 적색광만 측정한다. 광센서(120)는 또한 이 시구간 동안에 제 3 컬러 에너지(E3)에 대한 측정 출력을 발생시킨다. 광센서(120)는 측정된 제 1 컬러 에너지(E1), 측정된 제 2 컬러 에너지(E2), 및 측정된 제 3 컬러 에너지(E3)의 3개 모두를 발생시킬 수 있다.

[0023] 특정된 지속 시간 동안의 시간에서 하나의 컬러를 측정하는 대신에, R/G/B 제어 회로(110)는 상이한 컬러의 LED들 중 2개, 그리고 단 2개의 세트만 임의의 주어진 시간에 동작상 ("온")되도록 동력이 공급되도록 보장한다. 상이한 컬러의 동작상 ("온") LED 중 2개의 세트를 한번에 이용하는 것은, 컬러 컨트롤러(116)로 하여금, 컬러 출력을 계산하고, LED의 제 3 세트의 "오프" 시간을 변경하고, 이어서 감산에 의해 광 출력을 추론함으로써 각 컬러 위상의 컬러 출력을 변경하도록 한다. 이것은 시스템으로 하여금, 열화 등으로 인해 시간에 따라 LED에서 발생하는 작은 컬러 변이에 대해 안정시키고 보상하게 한다.

[0024] 병행하여 동작상 ("온") LED 중 2개의 세트를 이용하는 것은, 시스템으로 하여금 한번에 동작상 ("온") LED 중 1개의 세트만을 이용하는 시스템과 비교하여 훨씬 적은 LED 및 더 균일한 컬러의 스펙트럼 분포를 갖는 백색광을 생산하게 하고, 그에 따라 보다 효율적이고 경제적인 시스템을 제공한다. 또한, 병행하여 동작상 ("온") LED 중 2개의 세트를 이용하는 것은, 또한 열화 등으로 인한 컬러 변이의 보다 빠르고 정확한 보정을 가능하게 하고, 그에 따라, 우수한 연색성을 생산하고, 한 타워 내의 컬러 온도를 시스템의 수명에 걸쳐 유지하도록 컬러를 추적할 수 있는 능력을 제공한다.

[0025] 컬러 컨트롤러(116)는 피드백 컬러 제어를 제공하기 위해 측정된 컬러 에너지(E1, E2, E3)를 이용한다. 동작에 있어서, 광센서(120)는, 빠른 시퀀스, 즉 내재된 사람의 잔상으로 인해 사람이 광 강도에서의 변화를 인지할 수 없는 속도로 광원(118)으로부터의 다양한 광 출력을 측정한다. 광센서(120)는 각 LED 채널 쌍에 대한 광 출력의 변화를 측정한다. 컬러 컨트롤러(116)는 특정 LED 세트의 광 출력을 추론하기 위해 출력 정보를 이용하고 그것을 기준선에 비교한다. 예를 들어, 컬러 컨트롤러(116)는 R/G/B 광원(118)의 각 LED 채널 쌍에 대한 광 출력을 계산하기 위해 알고리즘을 이용할 수 있다. 2쌍의 LED 또는 광원이 동시에 온되므로, 시스템은 각 LED 쌍에 대한 광 출력을 결정하기 위해 감산을 이용한다.

[0026] P1, P2, 및 P3이 각각 광센서 T1, T2, 및 T3 동안의 광센서 측정값에 대응한다(즉, P1 = T1 동안의 광센서; P2 = T2 동안의 광센서; 및 P3 = T3 동안의 광센서)고 가정하면, LED의 적색, 녹색 및 청색 세트 각각에 대한 에너지 출력의 계산은 다음에 의해 각각 제공된다:

[0027] $R(T1) = (P1 + P3 - P2)/2 \qquad (1)$

[0028] $G(T2) = (P2 + P1 - P3)/2 \qquad (2)$

[0029] $B(T3) = (P3 + P2 - P1)/2 \qquad (3)$

[0030] 도 3은, 상기 논의된 바와 같이, 각 LED 세트의 에너지를 결정하기 위해 본 발명개시의 시스템에 의해 이용되는 프로세스를 위한 계산 루프(300)를 예시한다. 계산 루프(300)는 302에서 시작한다. 302에서, 시스템은 각 단편 시구간(T1, T2, T3)에 대해 P1, P2, P3를 측정한다. 304에서, 시스템은 각 개별의 적색광,녹색광, 및 청색광 세트에 대해 각각 대응하는 에너지 출력(E_R, E_G, E_B)을 계산한다. 306에서, 시스템은 계산된 에너지 출력을 설정 포인트값(또는 최종 계산된 출력값)에 비교한다. 308에서, 시스템은 적색광의 에너지 출력이 설정 포인트값보다 작은지, 즉 ER이 ERSET보다 작은지를 결정한다. ER < ERSET 이면, 시스템은 T1 및 T3을 모두 1만큼 증가시키거나 (T1 + 1; T3 + 1)이고, T2를 2만큼 감소시키거나 (T2 - 2)이다. 310에서, 시스템은 녹색광의 에너지 출력이 설정 포인트값보다 작은지, 즉 EG가 EGSET보다 작은지를 결정한다. EG < EGSET 이면, 시스템은 T2 및 T1을 모두 1만큼 증가시키거나 (T2 + 1; T1 + 1)이고, T3를 2만큼 감소시키거나 (T3 - 2)이다. 312에서, 시스템은 청색광의 에너지 출력이 설정 포인트값보다 작은지, 즉 EB가 EBSET보다 작은지를 결정한다. EB < EBSET 이면, 시스템은 T3 및 T2를 모두 1만큼 증가시키거나 (T3 + 1; T2 + 1)이다. 314에서, 시스템은 R/G/B 제어 회로(110)에 계산된 시간을 출력한다. 계산 루프(300)는, 컬러 컨트롤러(116)가 예를 들어 컬러 변이, 열화 등으로 인한 LED에서의 광 출력 변동을 보상하기 위해 LED 세트의 출력을 변경할 수 있도록, 계산을 업데이트하기 위해 계속해서 반복된다.

[0031] 여기서 사용되는 "컬러"란 용어는 임의의 시각적으로 인지가능한 컬러로서 광범위하게 해석되어야 한다. "컬

러"란 용어는 백색을 포함하는 것으로서 해석되어야 하고, 원색에 제한되도록 해석되지 않아야 한다. "컬러"란 용어는, 예를 들어 2개 이상의 이산 스펙트럼 피크를 출력하는 LED(예를 들어, 이산 적색 및 황색 스펙트럼 피크를 갖는 오렌지 컬러를 성취하기 위해 적색 및 황색 LED를 포함하는 LED 패키지)를 말할 수 있다. "컬러"란 용어는 또한, 예를 들어, 반도체 칩으로부터 저계발광(electroluminescence)에 의해 여기되는 광대역 인광체를 포함하는 LED 패키지와 같은, 넓은 광 스펙트럼을 출력하는 LED를 말한다. 여기서 사용되는 "조정가능한 컬러 광원"은 상이한 스펙트럼의 선택적인 출력 광일 수 있는 임의의 광원으로서 넓게 해석되어야 한다. 조정가능한 컬러 광원은 풀 컬러 선택을 제공하는 광원에 제한되지 않는다. 예를 들어, 일부 실시예에 있어서, 조정가능한 컬러 광원은 단지 백색광만 제공할 수 있지만, 백색광은 컬러 온도, 연색 특성 등의 관점에서 조정가능하다.

[0032] 도 4는 본 발명개시의 실시예에 따른 조정가능한 컬러 광원(400)의 도식을 예시한다. 조정가능한 컬러 광원(400)은 5개의 LED 각각의 3개의 직렬 접속된 스트링(S1, S2, S3) 세트를 포함한다. 제 1 스트링(S1)은 피상적인 적색(shallow red)에 대응하는, 약 617 nm의 피크 파장에서 발광하는 5개의 LED를 포함한다. 제 2 스트링(S2)은 녹색에 대응하는, 530 nm의 피크 파장에서 발광하는 5개의 LED를 포함한다. 제 3 스트링(S3)은 청색에 대응하는, 약 455 nm의 피크 파장에서 발광하는 5개의 LED를 포함한다. 구동 및 제어 회로는 제 1, 제 2, 및 제 3 LED 스트링(S1, S2, S3)을 통해 구동 전류가 흐르도록 배열된 입력(R1, G1 , B1)을 갖는 3개의 전도 트랜지스터 및 정전류원(CC)을 포함한다. 도 4의 조정가능한 컬러 광원에 대한 동작 상태 테이블은 표 1에서 이하 목록된다.

표 1

[0033]

단편 시구간	전도 트랜지스터	채널 조명 피크 파장(들)	채널 컬러 (질적)
T1	R1 및 G1	617 nm 및 530 nm	적색 및 녹색
T2	G1 및 B1	530 nm 및 455 nm	녹색 및 청색
T3	B1 및 R1	455 nm 및 617 nm	청색 및 적색

[0034] 본 실시예는 5개의 LED 각각의 3개의 직렬 접속된 스트링 세트를 개시하고, 다른 실시예가 본 발명개시로부터 벗어나지 않고 고려된다. LED의 세트는 3개 이외의 수일 수 있고, 예를 들어 상이한 컬러의 LED의 4개 또는 5개의 스트링을 포함할 수 있다. 각 실시예에 있어서, 제어 회로(110)는 LED 중 하나, 그리고 단 하나의 스트링만 임의의 시간에 "오프" 상태에 유지하도록 동작하고, LED 중 다른 모든 스트링은 병행하여 동작상 또는 "온" 상태이다. 유사하게, 본 실시예는 스트링 당 5개의 LED를 개시하지만, LED의 수는 예를 들어 소망하는 광 출력과 같은 조정가능한 컬러 광원의 사용 및 기술 요건에 기초하여 선택될 수 있다. 그러므로, 각 스트링은 본 발명개시로부터 벗어남없이 임의의 수의 LED를 포함할 수 있다. 또한, 특정 파장의 LED등이 여기에 개시되지만, 그러한 파장들은 간략함을 위해(적색광, 녹색광, 및 청색광의 범위 내에 각각 떨어지도록) 선택되었고, 제한으로 간주되지 않아야 한다. 변하는 파장의 LED가 본 발명개시로부터 벗어남 없이 이용될 수 있다. 또한, LED의 각 스트링은, 본 발명개시로부터 벗어남 없이, 예를 들어 동일한 또는 유사한 컬러 범위 내의 다중 LED와 같은 상이한 파장의 LED를 또한 포함할 수 있다.

[0035] 도 2를 더 참조하면, 타이밍 사이클(200)이 또한 도 4의 조정가능한 컬러 조명 시스템의 동작을 위한 도식을 플로팅한다. 도 4의 조정가능한 컬러 조명 시스템의 LED 파장 또는 컬러는 조정가능한 풀-컬러 조명을 제공하도록 선택되지 않았지만, 예를 들어 따뜻한 백색(적색으로 편향됨) 또는 차가운 백색(청색으로 편향됨)을 포함한 변하는 질(quality)의 백색광을 제공하도록 선택되었음이 주목된다. 도 4의 조정가능한 컬러 조명 시스템은 표 1에서 라벨링된 바와 같은 3개의 컬러 채널을 갖는다. 3개의 트랜지스터는 시간 간격(T)에 걸쳐 3개 중 2개(two-of-three)의 스위칭 동작을 제공하도록 동작되고, 도 2에서 시간 간격(T)는 선택된 질 또는 특성을 갖는 백색광을 발생하도록 시간 간격(T)의 선택된 시간 분할에 따른 1/150 sec (6.67 ms)이다. 여기서, 시간 간격 T = 1/150 sec는 일반적인 뷰어(viewer)의 플리커 융합 문턱값보다 짧다. 시간 간격(T)는 3개의 단편 시구간(T1, T2, T3)으로 시분할 다중화되고, 여기서 3개의 단편 시구간은 중첩되지 않고 시간 간격(T)으로 합산된다, 즉 T = T1 + T2 + T3이다. 도 2의 실시예에 있어서, 각각의 단편 시구간과 연관된 각 컬러 채널 쌍에 대한 에너지 측

정은, 각 컬러 에너지 측정에서 동작 파장을 나타내는 에너지 측정 표기(E1, E2, E3) 및 화살표에 의해 나타내어지는 바와 같이, 각 단편 시구간 내의 실질적으로 중심이 되는 중간 시간에서 획득된다. 편 시구간(T1)은 식 T1 = R1 + G1에 의해 나타내어지고, 대응하는 에너지 측정값 E1 = T1 (R1 + G1)를 포함한다. 단편 시구간(T2)은 식 T2 = R1 + B1에 의해 나타내어지고, 대응하는 에너지 측정값 E2 = T2 (G1 + B1)를 포함한다. 단편 시구간(T3)은 식 T3 = B1 + R1에 의해 나타내어지고, 대응하는 에너지 측정값 E3 = T3 (B1 + R1)를 포함한다.

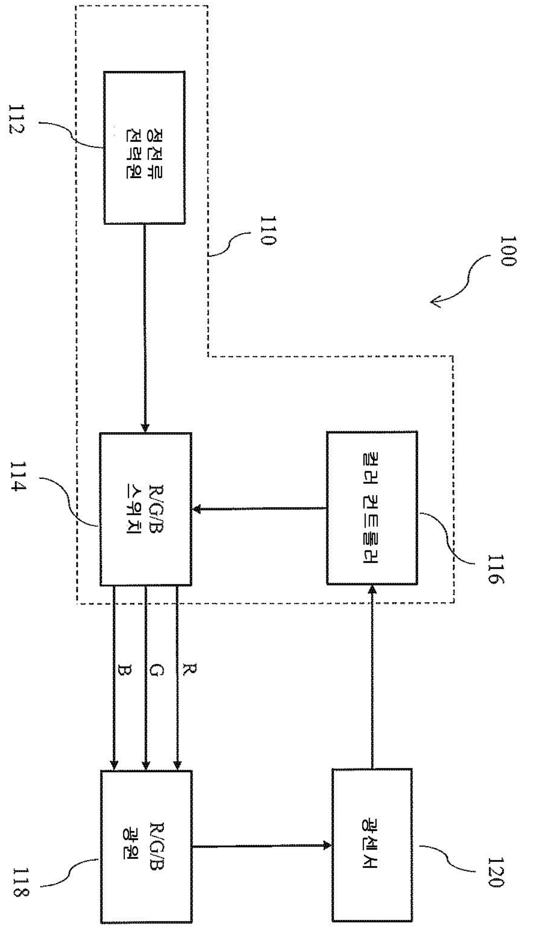
[0036] 도 5는 도 4에 관해 상기 논의된 바와 같이 3개의 트랜지스터를 포함하는 조정가능한 컬러 조명 시스템의 동작을 위한 제어 프로세스를 예시한다. 제어 프로세스(500)은, 컨트롤러로 단편 시구간(T1, T2, T3)에 대한 기존 타이밍 값을 로딩함으로써 502에서 시작한다. 504, 506, 508에서, 단편 시구간(T1, T2, T3)에 대해 단일 광센서가 각각의 에너지 측정을 수행하는 연속하는 동작이 개시된다. 도 510에서는, 계산 블록이 단편 시구간(T1, T2, T3)에 대해 업데이트된 값들을 연산하기 위해 측정값을 이용한다. 예를 들어, 관계식 [E1 x T] / [E2 x T2] = C_{12} - 여기서 C_{12}는 소망되는 적색-녹색/녹색-청색 컬러 비율을 반영한 상수 - 는 단편 시구간(T1 및 T2)을 제약하기 위해 적합하게 사용되고; 관계식 [E2 x T2] / [E3 x T3] = C_{23} - 여기서 C_{23}은 소망되는 녹색-청색/청색-적색 컬러 비율을 반영한 상수 - 은 단편 시구간(T2 및 T3)을 제약하기 위해 적합하게 사용되고; 관계식 [E3 x T3] / [E1 x T1] = C_{31} - 여기서 C_{31}은 소망되는 청색-적색/적색-녹색 컬러 비율을 반영한 상수 - 은 단편 시구간(T3 및 T1)을 제약하기 위해 적합하게 사용된다. 계산 블록은 단편 시구간(T1, T2, T3)에 대해 업데이트된 값을 얻기 위해 제약 T = T1 + T2 + T3을 따라 그들 3개의 식을 알맞게 동시에 풀 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 계산 블록은 시간 간격(T)에서 광원의 사이클링에 대해 비동기 방식으로 백그라운드에서 동작한다. 520에서, 그러한 비동식 동작을 수용하기 위해, 결정 블록이 계산 블록을 모니터링하고, 타이밍 계산이 완료되었는지를 결정한다. "No"이면, 타이밍 계산은 502에서 로딩된다. "Yes"이면, 522에서 새로운 타이밍 값이 로딩되고, 504에서 입력된다. 제어 프로세스(500)는, 새로운 타이밍 값이 위상(P1, P2, 및 P3) 각각과 연관된 단편 시구간(T1, T2, T3)를 각각 적합하게 제어하기 위해 연산될 수 있도록 LED 세트에 의해 에너지 출력을 측정하기 위해서 연속적으로 반복, 즉 루프된다.

[0037] 본 발명개시에 의해 여전히 포함될 대안의 실시예, 예시 및 수정이, 특히 상기 기술들을 고려하려 당업자에게 이루어질 수 있다. 또한, 본 발명개시를 기술하기 위해 사용된 용어들은 제한보다는 설명의 단어 특성으로 의도된다.

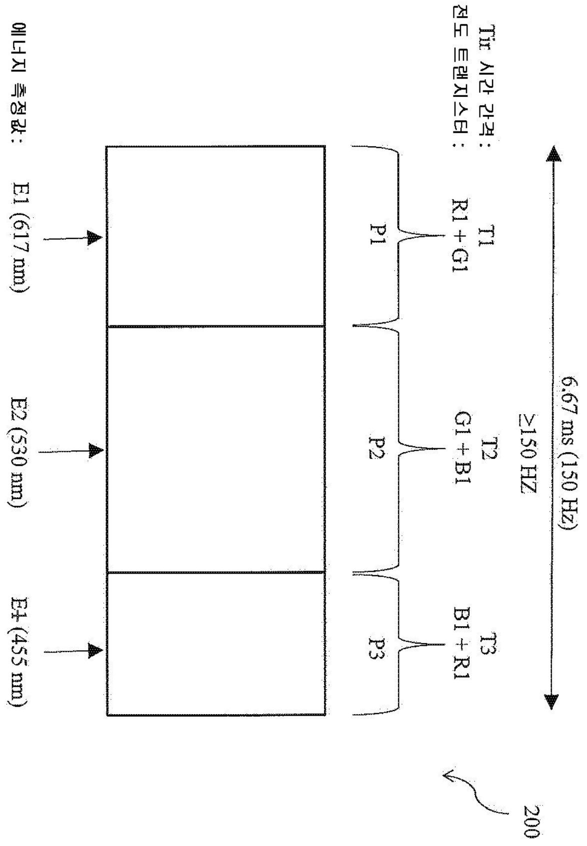
[0038] 당업자는 또한 본 발명개시로부터 벗어남없이 상기 설명된 바람직한 대안의 실시예들의 다양한 개조 및 수정이 구성될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 그러므로, 첨부되는 청구항의 범위 내에서 본 발명 개시가 특히 여기서 기재된 바와 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

도면

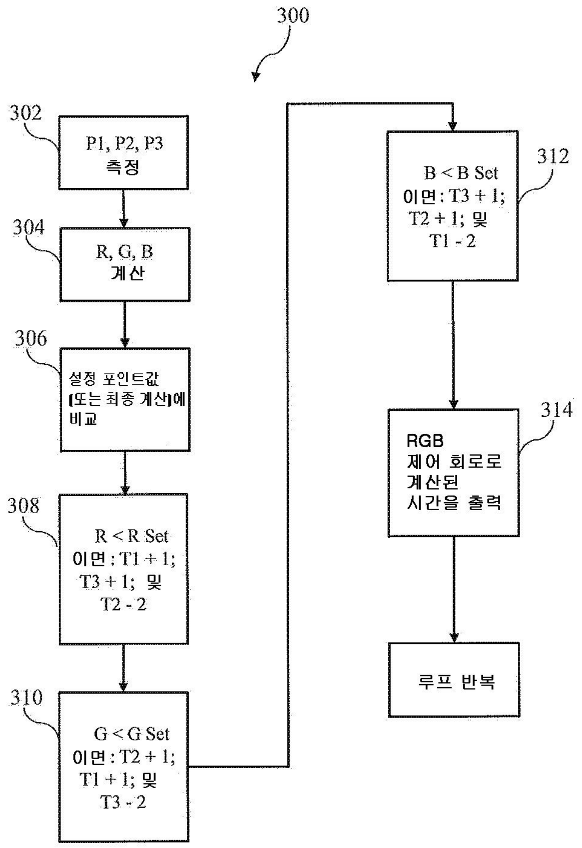
도면1


정전류
전력원
R/G/B
스위치
컬러 컨트롤러
R/G/B
광원
광센서
R
G
B
100
110
112
114
116
118
120

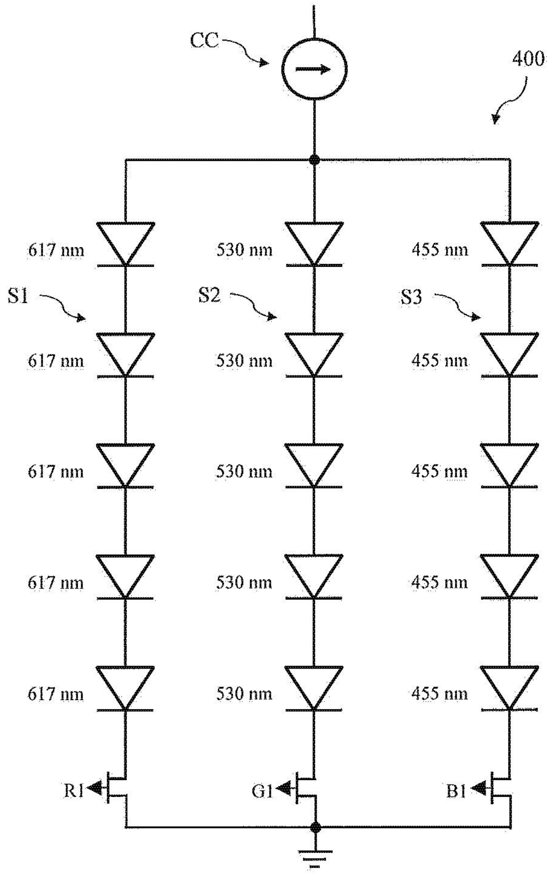
도면2


Tir 시간 간격 :
전도 트랜지스터 :
T1
R1 + G1
T2
G1 + B1
T3
B1 + R1
6.67 ms (150 Hz)
≥150 HZ
P1
P2
P3
에너지 측정값:
E1 (617 nm)
E2 (530 nm)
E4 (455 nm)
200

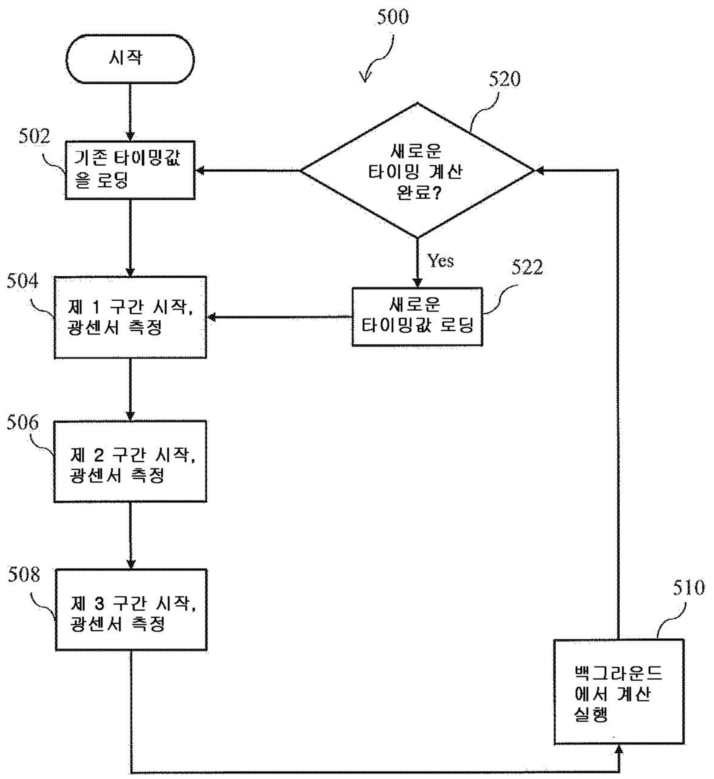
도면3


300
302
P1, P2, P3
측정
304
R, G, B
계산
306
설정 포인트값
(또는 최종 계산)에
비교
308
R < R Set
이면 : T1 + 1;
T3 + 1; 및
T2 - 2
310
G < G Set
이면 : T2 + 1;
T1 + 1; 및
T3 - 2
312
B < B Set
이면 : T3 + 1;
T2 + 1; 및
T1 - 2
314
RGB
제어 회로로
계산된
시간을 출력
루프 반복

도면4


CC
400
617 nm
530 nm
455 nm
S1
S2
S3
617 nm
530 nm
455 nm
617 nm
530 nm
455 nm
617 nm
530 nm
455 nm
617 nm
530 nm
455 nm
R1
G1
B1

도면5


500
시작
502
기존 타이밍값을 로딩
520
새로운 타이밍 계산 완료?
Yes
522
새로운 타이밍값 로딩
504
제 1 구간 시작, 광센서 측정
506
제 2 구간 시작, 광센서 측정
508
제 3 구간 시작, 광센서 측정
510
백그라운드에서 계산 실행