(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0130531
(43) 공개일자 2015년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 37/02 (2006.01) *A61N 5/06* (2006.01)
F21S 10/02 (2006.01) *F21S 2/00* (2006.01)
F21W 131/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 37/0281 (2013.01)
A61M 21/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7029401
(22) 출원일자(국제) 2014년03월12일
심사청구일자 2015년10월30일
(85) 번역문제출일자 2015년10월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/024459
(87) 국제공개번호 WO 2014/159618
국제공개일자 2014년10월02일
(30) 우선권주장
13/830,390 2013년03월14일 미국(US)

(71) 출원인
라이팅 사이언스 그룹 코포레이션
미국 플로리다 32935, 세이텔라이트 비치, 빌딩 2에이, 1227 에스. 패트릭 드라이브
레간, 메튜
미국 플로리다 32940, 멜버른, #2501, 6440 보라스코 드라이브
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
막식, 프레드릭 에스.
미국 플로리다 32903, 인디아랜틱, 462 샌더링 드라이브
바틴, 데이비드 이.
미국 플로리다 32922, 코코아, #306, 93 델라노이 애비뉴
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

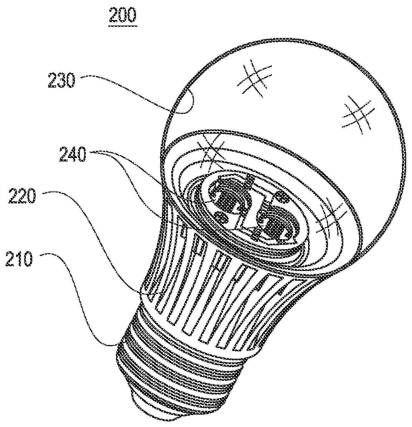
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 조명 시스템 및 관련된 방법**

(57) 요 약

감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광 발생을 위한 시스템이 제공된다. 상기 시스템은 제 1 광수용체에 상응하는 제 1 파장 범위 내에 광을 방출하도록 작동하는 제 1 광 소스 240' 및 제 2 광수용체에 상응하는 제 2 파장 범위 내에 광을 방출하도록 작동하는 제 2 광 소스 240"를 포함한다. 상기 시스템은 또한 상기 제 1 광 소스 240' 및 상기 제 2 광 소스 240" 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러를 포함한다. 상기 컨트롤러는 시각 피질의 반응 시간 보다 미만이고, 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과인 듀티 사이클(duty cycle)로 상기 제 1 광 소스 240' 및 제 2 광 소스 240" 중 하나를 교대로 작동시키도록 배치되며, 선택적으로 광 소스들의 작동 사이에 잠복기를 포함한다. 상기 시스템은 제 3 광수용체에 상응하는 제 3 광 소스를 추가 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
A61N 5/0618 (2013.01)
A61N 5/0622 (2013.01)
F21S 10/023 (2013.01)
F21S 2/005 (2013.01)
A61M 2021/0044 (2013.01)
A61N 2005/0662 (2013.01)
F21W 2131/20 (2013.01)
(71) 출원인

솔러, 로버트 알.
미국 플로리다 32931, 코코아 비치, 833 에스. 브레바드 애비뉴
그로브, 엘리자 카타르
미국 플로리다 32937, 세이텔라이트 비치, 913 에스. 패트릭 드라이브
막식, 프레드릭 에스.
미국 플로리다 32903, 인디아랜틱, 462 샌더링 드라이브
바틴, 데이비드 이.
미국 플로리다 32922, 코코아, #306, 93 텔라노이 애비뉴

(72) 발명자
솔러, 로버트 알.
미국 플로리다 32931, 코코아 비치, 833 에스. 브레바드 애비뉴
그로브, 엘리자 카타르
미국 플로리다 32937, 세이텔라이트 비치, 913 에스. 패트릭 드라이브
레간, 메튜
미국 플로리다 32940, 멜버른, #2501, 6440 보라스코 드라이브

명 세 서

청구범위

청구항 1

제 1 색에 상응하는 제 1 파장 범위 내의 광을 방출하도록 작동하는 제 1 광 소스(240');

제 2 색에 상응하는 제 2 파장 범위 내의 광을 방출하도록 작동하는 제 2 광 소스(240"); 및

상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240")의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러(controller)

를 포함하며,

시각 피질(visual cortex)의 반응(response) 시간과 피지오뉴럴 세포(physioneural cell)의 반응 시간의 차이가 작동 기간 범위를 정의하는 것이고; 및

상기 컨트롤러는 상기 작동 기간 범위 내의 듀티 사이클(duty cycle)로 상기 제 1 광 소스 및 제 2 광 소스의 각각을 교대로 작동시키도록 배치되는 것인,

감소된 피지오뉴럴 압축(physioneural compression)을 갖는 광 발생 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240")는 적색과 녹색 대비쌍(opponent pair) 및 황색과 청색 대비쌍으로 이루어진 군으로부터 선택되는 대비 색들의 쌍을 포함하는 것인, 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 제 1 광 소스(240') 및 제 2 광 소스(240")의 작동 사이에 잠복기를 포함하도록 배치되는 것인, 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 잠복기는 피지오뉴럴 세포의 방전 기간 보다 초과이거나 상기 방전 기간과 거의 동일한 것인, 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240")에 의해 방출된 광은 관찰자(observer)에 의해 감지된 밝기(brightness)를 갖는 혼합광으로서 감지될 수 있고; 상기 컨트롤러는 상기 제 1 광 소스(240') 및 제 2 광 소스(240")의 방출 순서를 변형함으로써 상기 혼합광의 감지된 밝기를 조절하도록 배치되는 것인, 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240")의 적어도 하나의 작동 기간을 감소시키는 것 및 상기 제 1 광 소스(240') 및 제 2 광 소스(240")의 작동 사이의 잠복기를 증가시키는 것 중 적어도 하나에 의해 상기 혼합광의 감지된 밝기를 조절하도록 상기 컨트롤러가 배치되는 것인, 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 감지된 밝기는 하기와 거의 동일한 것인, 시스템:

$$B = ((\frac{1}{3})^{.6} L^{0.6})3$$

,

여기서 B는 감지된 밝기이고 및 L은 휘도임.

청구항 8

주로 긴 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 1 광 소스(240');

주로 중간 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 2 광 소스(240");

주로 짧은 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 3 광 소스; 및

상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러

를 포함하며,

상기 컨트롤러는 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스 중 적어도 두 개가 교대로 작동하도록 배치되는 것이고;

시각 피질의 반응 시간과 피지오뉴럴 세포의 반응 시간의 차이가 작동 기간 범위를 정의하는 것이고; 및

상기 컨트롤러는 상기 작동 기간 내의 기간 동안 광을 방출하도록 상기 광 소스들을 교대로 작동시키도록 배치되는 것인,

감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광 발생 시스템.

청구항 9

제 9 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스의 적어도 두 개의 작동 사이에 잠복기를 포함하도록 배치되는 것인, 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 잠복기는 피지오뉴럴 세포의 방전 기간과 거의 동일한 것인, 시스템.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 광 소스(240')는 일반적인 적색을 가지는 광을 방출하도록 배치되는 것이고; 상기 제 2 광 소스(240")는 일반적인 녹색을 가지는 광을 방출하도록 배치되는 것이고; 및 상기 제 3 광 소스는 일반적인 청색을

가지는 광을 방출하도록 배치되는 것인, 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 대략 보라색인 혼합광을 생성하도록 상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240") 각각을 교대로 작동시키도록 배치되는 것이고; 상기 컨트롤러는 대략 황색인 혼합광을 발생시키도록 상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 3 광 소스 각각을 교대로 작동시키도록 배치되는 것이고; 및 상기 컨트롤러는 대략 밝은 청색인 혼합광을 발생시키도록 상기 제 2 광 소스(240") 및 상기 제 3 광 소스 각각을 교대로 작동시키도록 배치되는 것인, 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 백색 광을 발생시키도록 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스를 순차적으로 작동시키도록 배치되는 것이고; 및 상기 제 1 광 소스(240'), 이어서 제 2 광 소스(240"), 그 다음으로 상기 제 3 광 소스의 시퀀스(sequence)를 작동하는 기간은 상기 작동 기간 범위 내인 것인, 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 시간의 독립적으로 다양한 기간 동안 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스를 작동시키도록 배치되는 것이고; 상기 컨트롤러는 약 6,000 켈빈(Kelvin) 미만의 색 온도를 가지는 혼합광을 발생시키도록 상기 제 3 광 소스보다 더 긴 기간 동안 상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240")의 적어도 하나를 작동시키도록 배치되는 것이고; 및 상기 컨트롤러는 약 6,000 켈빈 초과의 색 온도를 가지는 혼합광을 발생시키도록 상기 제 1 광 소스보다 더 긴 기간 동안 상기 제 3 광 소스를 작동시키도록 배치되는 것인, 시스템.

청구항 15

주로 긴 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 1 광 소스(240'), 주로 중간 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 2 광 소스(240"), 주로 짧은 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 3 광 소스, 및 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240") 및 상기 제 3 광 소스의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러를 포함하는 조명 시스템을 사용하여 감소된 피지오뉴럴 압축을 가지는 광을 방출시키는 방법으로서,

제 1 기간 동안 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스 중 하나를 작동시키고; 및

상기 제 1 기간 동안에 작동된 광 소스의 대비색인, 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스 중 하나를 제 2 기간 동안 작동시키는 것

을 포함하며;

상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간의 합계 동안 경과된 시간은 시각 피질의 반응 시간 미만이고; 및

상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간의 각각 동안 경과된 시간은 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과인, 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간 사이의 잠복기 동안 상기 제 1 광 소스(240') 및 상기 제 2 광 소스(240")의 어느 것도 작동시키지 않는 단계를 추가 포함하며;

여기서 상기 제 1 기간, 상기 제 2 기간, 및 상기 잠복기의 합계 동안 경과된 시간은 상기 시각 피질의 반응 시간 미만이고; 및 상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간의 각각 동안 경과된 시간은 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과인, 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 잠복기는 피지오뉴럴 세포의 방전 기간의 초과이거나 상기 방전 기간과 거의 동일한 것인, 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간 동안 작동되지 않은 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스 중 하나를 제 3 기간 동안 작동시키는 단계를 추가 포함하며; 여기서 상기 제 1 기간, 상기 제 2 기간, 및 상기 제 3 기간의 합계 동안 경과된 시간은 상기 시각 피질의 반응 시간 미만이고; 및 상기 제 1 기간, 상기 제 2 기간, 및 상기 제 3 기간의 각각은 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과인 것인, 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간 사이의 제 1 잠복기 동안 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스 중 어떤 것도 작동시키지 않고; 및

상기 제 2 기간 및 상기 제 3 기간 사이의 제 2 잠복기 동안 상기 제 1 광 소스(240'), 상기 제 2 광 소스(240"), 및 상기 제 3 광 소스 중 어느 것도 작동시키지 않는 단계를 추가 포함하며,

여기서 상기 제 1 기간, 상기 제 2 기간, 상기 제 3 기간, 상기 제 1 잠복기, 및 상기 제 2 잠복기의 합계 동안 경과 시간은 상기 시각 피질의 반응 시간 미만이고; 및 상기 제 1 기간, 상기 제 2 기간, 및 상기 제 3 기간의 각각은 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과인 것인, 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 잠복기 및 상기 제 2 잠복기의 각각은 피지오뉴럴 세포의 방전 기간 보다 초과이거나 상기 방전 기간과 거의 동일한 것인, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광(light)을 제공하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광원에 의해 방출된 광의 총량 또는 방사 플럭스(radiant flux)가 관찰자에 의해 완전히 감지되지 않는다는 것은, 방출되는 광의 실제 밝기와 감지된 밝기의 차이의 결과를 가져온다. 상기 감소된 감지된 밝기는 많은 요인 때문이다. 우선, 인간의 눈은 감지된 광의 파장에 의존하는 다양한 수준의 민감성을 가진다. 그러나, 감소된 감지된 밝기의 또 다른 이유는 피지오뉴럴 압축(physioneural compression)으로 언급되는 생물학적 현상이다.

[0003] 관찰자의 눈은 간상 세포 및 원뿔 세포를 포함하는, 수많은 광수용체 세포들을 포함한다. 또한, 세 종류의 원뿔 세포, 즉, 긴, 중간, 및 짧은 원뿔 세포가 있다. 원뿔 세포 각각의 종류는 광 파장의 상이한 범위에 대해 더 반응을 나타낸다. 긴 원뿔 세포는 약 564 nm 내지 약 580 nm에서 피크 반응성(peak responsiveness)을 가지고, 중간 원뿔 세포는 약 534 nm 내지 약 545 nm에서 피크 반응성을 가지고, 짧은 원뿔 세포는 약 420 nm 내지 약 440 nm에서 피크 반응성을 가진다. 피지오뉴럴 압축은 광이 원뿔 세포에 입사할 때 발생하고, 원뿔 세포의 두 개 이상의 종류에서 반응을 발생시키는 광의 두 개 이상의 파장을 포함한다. 이러한 것의 발생 시, 원뿔 세포들과 소통(communication)하는 피지오뉴럴 세포는, 시각 정보를 뇌의 시각 피질에 전송되는 신호로 통합하도록 하며, 이것은, 나아가 시각 정보를 해석하고 관찰자가 시각 정보의 일관된 이해를 갖게 한다. 피지오뉴럴 세포가 한 번에 하나 초과의 원뿔 세포로부터 정보를 해석할 때, 이것은 수용된 시각 정보의 합계의 감지된 밝기를 감소시킨다.

[0004] 예를 들어, 긴 원뿔 세포가 일 유닛(one unit)의 표준화된 밝기를 가지는 시각 정보를 제공하고, 짧은 원뿔 세포 또한 일 유닛의 표준화된 밝기를 가지는 시각 정보를 제공한다면, 상기 피지오뉴럴 세포들은 상기 시각 정보를 일 유닛 미만의 밝기로 시각 피질에 전송한다. 이것은 현재 조명 디바이스가 작동하는 방법이다. 따라서, 그러한 방식으로 발광하는 조명 디바이스에 대하여 피지오뉴럴 압축을 방지하여 광의 감지된 밝기를 증가시키는 것이 필요하다.

[0005] 상기 배경 정보는 본 출원인에 의하여 본 발명에 관련이 있을 수 있는 것으로 생각되는 정보를 나타내기 위해 제공된다. 임의의 상기 정보는 본 발명에 대한 선행 기술을 구성하는 것으로 해석되어서는 안되며 그런 의도도 전혀 없는 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 것에 주의하여, 본 발명의 구현예는 감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광 발생 시스템에 관한 것이다. 상기 시스템은, 제 1 색에 상응하는 제 1 파장 범위 내의 광을 방출하도록 작동하는 제 1 광 소스(source) 및 제 2 색에 상응하는 제 2 파장 범위 내에 광을 방출하도록 작동하는 제 2 광 소스를 포함할 수 있다. 상기 시스템은 상기 제 1 광 소스 및 상기 제 2 광 소스의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러(controller)를 추가 포함할 수 있다. 상기 제 1 색은 상기 제 2 색의 대비되는 색일 수 있다. 추가로, 상기 컨트롤러는 상기 제 1 광 소스 및 제 2 광 소스 중 하나를 교대로 작동시키도록 배치되는 것일 수 있다. 또한, 상기 컨트롤러는 관찰자의 시각 피질의 반응 시간 미만이고, 관찰자의 피지오뉴럴 세포의 반응 시간의 초과인 듀티 사이클(duty cycle)로 상기 제 1 광 소스 및 제 2 광 소스의 각각을 교대로 작동시키도록 배치되는 것일 수 있다. 피지오뉴럴 세포는 광검출(photodetector) 세포 및 물질과 뇌의 시각 피질 사이의 시각 정보의 감지, 전송, 또는 전환과 연관되거나 어떠한 방식으로든 용이하게 하는 임의의 생리학적 성분(element)일 수 있다. 추가로, 상기 광 소스들의 방출 순서는 광의 감지된 밝기를 변경하도록 변경될 수 있다.

[0007] 본 발명의 또 다른 구현예는, 주로 긴 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 1 광 소스, 주로 중간 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 2 광 소스, 및 주로 짧은 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 3 광 소스를 포함하는, 감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광 발생 시스템에 관한 것이다. 상기 시스템은 상기 제 1 광 소스, 상기 제 2 광 소스, 및 상기 제 3 광 소스의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러를 추가 포함할 수 있다. 상기 컨트롤러는 관찰자의 시각 피질의 반응 시간 미만이고, 상기 관찰자의 피지오뉴럴 세포의 반응 시간의 초과인 듀티 사이클(duty cycle)로 상기 제 1 광 소스, 상기 제 2 광 소스, 및 상기 제 3 광 소스 중 적어도 두 개의 조합을 교대로 작동하도록 배치될 수 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 구현예는 주로 긴 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 1 광 소스, 주로 중간 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 2 광 소스, 주로 짧은 원뿔 세포에서 반응을 발생시키는 광을 방출하도록 배치되는 제 3 광 소스, 및 상기 제 1 광 소스, 상기 제 2 광 소스,

및 상기 제 3 광 소스의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러를 포함하는 광 시스템을 사용하여 감소된 피지오뉴럴 압축을 가지는 광을 방출시키는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 제 1 기간 동안 상기 제 1 광 소스, 상기 제 2 광 소스, 및 상기 제 3 광 소스 중 하나를 우선 작동시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 제 1 기간 동안에 작동된 광 소스의 대비되는 색인, 상기 제 1 광 소스, 상기 제 2 광 소스, 및 상기 제 3 광 소스 중 하나를 제 2 기간 동안 작동시키는 단계를 계속하는 것일 수 있다. 상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간의 합계 동안 경과된 시간은 시각 피질의 반응 시간 미만이다. 또한, 상기 제 1 기간 및 상기 제 2 기간의 각각 동안 경과된 시간은 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 인간 원뿔 세포의 표준화된 반응성 스펙트럼을 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 램프의 투시도이다.

도 3은 종래 광 시스템의 감지된 밝기 대 본 발명의 감지된 밝기를 나타낸다.

도 4는 도 2의 램프의 분해 투시도이다.

도 5는 본 발명의 일 구현예의 작동 기간 범위를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 구현예에 따른 감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광을 발생시키는 방법을 나타낸 순서도이다.

도 8은 잠복기를 추가 포함하는 도 7의 구현예에 따른 광을 발생시키는 방법을 나타낸 순서도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 구현예에 따른 감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광을 발생시키는 방법을 나타낸 순서도이다.

도 10은 잠복기를 추가 포함하는 도 9의 구현예에 따른 광을 발생시키는 방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명은 첨부하는 도면을 참조하여 아래에서 더 자세히 설명될 것이고, 여기서 본 발명의 바람직한 구현예들을 나타낸다. 그러나, 본 발명은 많은 상이한 형태들로 구체화될 수 있고 본원에서 설명되는 구현예들에 제한되는 것으로서 해석되지 않아야만 한다. 오히려, 이러한 구현예들은 상기 본원이 전체적으로 완전하게 되도록 하고, 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범위를 완전히 전달하도록 제공된다. 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 구현예의 다음의 설명이 예시적인 것이며 어떠한 방식으로도 한정하도록 의도되지 않는다는 것을 인식한다. 본 발명의 다른 구현예는 용이하게 본원의 이점을 갖는 이러한 통상의 지식을 가진 자에게 용이하게 제안될 것이다. 동일한 숫자는 동일한 요소(element)를 나타낸다.

[0011] 다음의 상세한 설명은 예시의 목적을 위해 많은 세부 사항을 포함하지만, 통상의 지식을 가진 자는 다음의 세부 사항에 다양한 변형 및 변경이 본 발명의 범위 내에 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 하기 구현예는 청구된 발명에 대해 어떠한 일반성의 손실 없이, 그리고 제한 없이 설명된다.

[0012] 본 발명의 상세한 설명에서, 통상의 지식을 가진 자는 "위(above)", "아래(below)", "상부(upper)", "하부(lower)", 및 다른 유사한 용어들과 같은 지시 용어가 도면을 참조하여 읽는 사람의 편의를 위해 사용되는 것을 주목해야만 한다. 또한, 통상의 지식을 가진 자는 상기 설명이 본 발명의 원리를 벗어나지 않고 위치, 배향, 및 방향을 전달하는 다른 용어를 포함할 수 있다는 것을 주목해야만 한다.

[0013] 또한, 통상의 지식을 가진 자는 "램프", "조명 기구(luminaire)", "전구", 및 다른 유사한 용어들과 같은 조명 시스템의 참조가 첨부된 도면에 관하여 읽는 사람의 편의를 위해 사용된 것을 주목해야만 한다. 광을 발생시키는 임의 시스템은 본 발명의 범위 내에 포함된다.

[0014] 본 발명의 구현예는, 다양한 도면 및 수반하는 텍스트(text)에 의해 나타내고 설명된 바와 같이, 광 관찰자의 피지오뉴럴 세포의 피지오뉴럴 압축에 의해 조명 시스템에 의해 방출된 광의 감지된 밝기의 감소를 감소시키도록 배치되는, 광을 방출하는 광 시스템을 제공한다. 상기 광 시스템은, 광수용체 세포가 반응하는 파장의 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 교대로 방출시킴으로써 피지오뉴럴 압축을 감소시킨다. 더 구체적으로, 상기 조명 시스템은 긴 원뿔 세포, 중간 원뿔 세포, 및 짧은 원뿔 세포와 같은 원뿔 세포들의 반응 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 교대로 방출하도록 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 조명 시스템은 멜

라놉신(melanopsin)을 포함하는, 광의 감지에 수반되는 다른 생리학적 성분들(elements)뿐만 아니라 간상 세포와 같은 다른 광수용체 세포들의 반응 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 또한, 일부 성분들은 원뿔 세포의 네 번째 종류를 가져 4 색시(tetrachromatic vision)를 갖는 것으로 확인된다. 임의의 미래에 발견될 생리학적 성분들뿐만 아니라, 상기 조명 시스템은 앞서 언급된 임의의 생리학적 성분들이 반응할 수 있는 파장 범위 내 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 조명 시스템은 광-방출 요소들이 관찰자의 시각 피질의 반응 시간 보다 미만이고, 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 초과인 듀티 사이클을 갖는 파장 범위 내 광을 교대로 방출할 수 있다.

[0015] 도 1을 참조하면, 광의 파장의 대략적인 광수용체 흡광도의 그래프가 제시된다. 상기 그래프에서 확인할 수 있는 바와 같이, S 원뿔 세포, 또는 작은 원뿔 세포는, 일반적인 청색 광에 상응하는, 약 420 nm에서 피크 흡광도를 가진다. M 원뿔 세포, 또는 중간 원뿔 세포는, 일반적인 녹색 광에 상응하는, 약 534 nm에서 피크 흡광도를 가진다. L 원뿔 세포, 또는 긴 원뿔 세포는, 일반적인 적색 광에 상응하는, 약 564 nm에서 피크 흡광도를 가진다. 상기 기재된 것처럼, 피지오뉴럴 압축은, 광 관찰자의 눈의 망막의 피지오뉴럴 세포들(PCs)이 두 개 이상의 종류의 원뿔 세포가 반응하고 흡수하는 광을 감지할 때 발생한다. PC가 두 개 이상의 상기 원뿔 세포로부터 시각 정보를 수용할 때, 상기 PC는 상기 감지된 색을 결정하기 위해 상기 원뿔 세포로부터 시각 정보를 해석하면서 또한 상기 두 개 종류의 원뿔 세포의 각각에 의해 개별적으로 감지된 광의 밝기를 압축한다. 상기 밝기의 압축은 상기 PC가 감지된 색 및 감지된 밝기를 이용하여 뇌의 시각 피질에 시각 정보를 전달하도록 하며, 여기서 상기 감지된 밝기는 상기 두 개 종류의 원뿔 세포 각각에 의해 개별적으로 감지된 밝기의 합계 미만이다.

[0016] 도 3을 참조하면, 두 개 이상의 종류의 원뿔 세포에 의해 주로 흡수되는 광의 파장을 동시에 포함하는 다색(polychromatic) 광의 감지된 밝기는 하기 식에 의해 근사될 수 있으며:

$$B = L^{.6}$$

[0017] ,

[0018] 이것은 플롯 310에 의해 나타낸다. 대조적으로, 본 발명에 따른 조명 시스템의 감지된 밝기는 하기 식에 의해 근사될 수 있으며;

$$B = 3((\frac{1}{3})^{.6} L^{0.6})$$

[0019]

[0020] 이것은 플롯 320에 의해 나타낸다. 플롯 320의 감지된 밝기는 본 발명에 따른 조명 시스템이, 현저하게 더 낮은 휘도(luminance)를 갖는 플롯 310에서 나타낸 종래 조명 시스템의 동일한 감지된 밝기를 어떻게 달성할 수 있는지를 나타내며, 이는 상기 조명 시스템의 상기 광 방출 요소에 의해 감소된 전력 소비를 야기한다. 추가적으로, 감지된 밝기에서 그러한 증가는 조명 시스템이 보다 적은 광 방출 요소를 포함하도록 하며, 그러한 조명 시스템을 제조하는 재료 비용을 감소시킨다. 또한, 광 방출 요소의 효율이 온도에서 증가에 의해 감소되는 시스템에서, 본 발명에 따른 조명 시스템은 일반적으로 종래 조명 시스템 보다 열을 덜 생성하여, 나아가 상기 시스템의 전기적 효율을 더 증가시킨다. 또한, 상기 조명 시스템의 광 방출 요소의 온도를 감소시키는 것은 상기 광 방출 요소의 수명을 증가시킬 수 있다.

[0021] 따라서, 본 발명에 따른 조명 시스템은 주로 단일 종류의 원뿔 세포에 의해 흡수되고 다른 종류의 원뿔 세포에 의해 일반적으로 흡수되지 않거나, 매우 낮은 비율로만 흡수되도록 배치되는 단색 광을 일반적으로 방출하도록 배치되는 하나 이상의 광 소스를 포함할 수 있다. 또한, 상기 조명 시스템은 단일 종류의 원뿔 세포와 관련된 흡수 범위에 상응하는 파장 범위 내의 광을 포함하는 순간(instantaneous) 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 상기 조명 시스템은 시퀀스(sequence)로 순간 광을 방출하도록 추가 배치될 수 있고, 여기서 상기 시퀀스에서 각각의 순간 광은 단일 종류의 원뿔 세포와 관련된 흡수 범위에 상응하는 파장 범위 내 이지만, 상기 광과 연관된 원뿔 세포 종류는 상기 시퀀스에서 상기 순간 광들 사이에서 변화된다. 또한, 상기 순간 광의 지속은 이것이 상기 PCs에 의해 차별적으로 감지될 수 있도록 하며, 이것은, 상기 지속이 상기 PCs의 반응 시간 보다 초과인 것을 의미한다. 게다가, 상기 순간 광의 지속은 이것이 상기 시각 피질에 의해 비차별적으로 감지되도록 하며, 이것은 시각 피질이 상기 시퀀스의 연속적인 순간 광들의 색을 혼합하는 결과를 가져온다. 이것은 상기 지속이 상기 시각 피질의 반응 시간 보다 미만인 것을 의미한다.

[0022] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 조명 시스템을 나타낸다. 본 구현예에서, 상기 조명 시스템은 램프 200를 포함할 수 있다. 상기 램프 200은 전구 표준의 기하구조를 준수하도록 배치될 수 있다. 상기 램프 200은 베이스(base) 210, 히트 싱크(heat sink) 220, 및 옵틱(optic) 230을 포함할 수 있다. 하기에서 설명되는 바와

같이, 상기 램프 200은 하나 이상의 광 소스 240를 포함할 수 있고 감소된 피지오뉴럴 압축을 갖는 광을 생성하도록 배치되는 회로와 연관된다.

[0023] 상기 베이스 210은, 당업계에서 알려진, 에디슨(edison), 베이어넷(bayonet), 바이-포스트(bi-post), 바이-핀(bi-pin), 및 웨지 조립(wedge fitting)을 포함하는, 전구 조립(fitting)의 임의 종류일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 추가로, 상기 베이스 210은 앞서 언급된 조립의 다양한 크기 및 배열에 따라 배치될 수 있다. 상기 베이스 210은 알루미늄과 같은 전기 전도성 물질로 형성될 수 있다. 대안적 구현예에서, 상기 베이스 210은 은, 구리, 금, 전도성 합금 등과 같은 다른 전기 전도성 물질들로 형성될 수 있다. 내부의 전기적 리드(lead)(미도시)는 광 소켓(미도시)에 대한 컨택트(contact)로서 역할을 하도록 상기 베이스 210에 결착될 수 있다.

[0024] 상기 히트 싱크 220은 상기 램프 200의 열 방출(dissipation) 용량을 증가시키도록 배치될 수 있다. 따라서, 상기 히트 싱크 220은, 상기 광 소스 240 및 관련된 회로와 같은, 상기 램프 200의 임의의 열-발생 요소와 열적으로 소통되도록 위치될 수 있다. 또한, 상기 히트 싱크 220은 성형되어 이것의 열-방출 용량을 증가시키는 특징(features)을 포함하도록 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 히트 싱크 220은 상기 히트 싱크의 표면적을 증가시키는 역할을 하는 복수의 핀 222을 포함할 수 있다. 게다가, 상기 히트 싱크 220은 알루미늄, 구리, 스틸, 열적-전도성 폴리머 등과 같은 임의의 열적 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0025] 상기 옵틱 230은 광 소스 240에 의해 방출된 광이 광학적 챔버로 들어가도록 광학적 챔버를 정의하도록 배치될 수 있다. 상기 옵틱 230은, 상기 광 소스 240에 의해 방출된 광이 광학적 챔버를 가로질러 상기 옵틱 230을 통해 상기 램프 200 주위 환경으로 투과될 수 있도록 위치될 수 있다. 상기 옵틱 230은 임의의 형태 또는 배열로 형성될 수 있다. 또한, 상기 옵틱 230은 전구에 대한 표준화된 형태를 따라 성형될 수 있다. 추가로, 상기 옵틱 230은 광학적으로 투명 또는 반투명이 되도록 배치될 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 옵틱 230은, 2004 년 8 월 9 일자로 출원된, 발명의 명칭 "결정성 재료를 이용한 와이드 앵글 광 분산을 가지는 전구(light bulb having wide angle light dispersion using crystalline material)"의 미국 특허 제7,319,293호에 나타낸 바와 같은, 확산 기술을 결합시킴으로써 광(optic) 확산 요소로서 작동하도록 배치될 수 있고, 상기의 전체 내용은 참고문헌으로서 온전히 본원에 병합된다. 또한, 다른 일부 구현예에서, 상기 옵틱 230은 광 확산성의 플라스틱 또는 폴리머로 형성될 수 있고, 광 확산성 코팅을 포할할 수 있고, 또는 그 안에 부착되거나 매립된 확산성 입자를 가질 수 있다.

[0026] 상기 광 소스 240은 광을 방출하도록 배치된 임의의 디바이스일 수 있다. 상기 광 소스 240은 하나 이상의 광 방출 요소를 포함할 수 있다. 상기 광 방출 요소는 발광 반도체, 백열 전구, 할로겐 램프, 가스-방전 램프, 및 형광 램프를 포함하는, 광을 방출할 수 있는 임의의 디바이스일 수 있다. 본 발명의 구현예에서, 상기 광 방출 요소는 발광 반도체, 또는, 더 구체적으로, 발광 다이오드(LEDs)일 수 있다.

[0027] 도 4를 참조하면, 상기 램프 200의 내부 성분들을 나타내는, 상기 램프 200의 분해 조립도가 제시된다. 나타낸 바와 같이, 상기 기술된 성분들에 추가하여, 상기 램프 200은 하우징(housing) 250, 인쇄 회로 기판(PCB) 260, 스프링 배선 컨넥터(spring wire connentor) 270, 나사(screw) 280, 및 홀더(holder) 290을 또한 포함할 수 있다.

[0028] 상기 PCB 260은, 드라이브, 및 하나 이상의 상기 광 소스 240에 전원을 공급하고, 상기 광 소스를 운전하고 조절하는 전용 회로를 포함할 수 있다. 상기 PCB 260은 드라이버(driver) 회로 및 전원 회로를 포함할 수 있다. 상기 PCB 260 상의 회로는 상기 광 소스 240를 파워링(powering) 및 운전(driving)하기 위한 수단으로서 역할을 할 수 있다. 일 구현예에서, 상기 드라이버 회로는 상기 광 소스들 240의 각각에 기능적으로 연결된 컨트롤러를 포함하도록 배치될 수 있다. 일 구현예에서, 상기 컨트롤러는 제 1 광 소스 240' 및 제 2 광 소스 240"에 기능적으로 연결된 것일 수 있다. 상기 컨트롤러는, 상기 광 소스 240이 광을 방출하는 동안 듀티 사이클을 갖도록 상기 제 1 광 소스 240' 및 상기 제 2 광 소스 240"의 각각을 작동시키도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 컨트롤러는 피지오뉴럴 압축을 감소시키는 듀티 사이클을 갖는 상기 제 1 광 소스 240' 및 상기 제 2 광 소스 240"의 각각을 작동시키도록 배치될 수 있다.

[0029] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 구현예에 따른 광 시스템의 작동 기간을 나타낸 그래프 500이 도시된다. 상기 그래프 500의 첫 번째 플롯 510은 인간의 PC 반응 시간의 대략적인 분포이다. PC 반응 시간은 일반적으로 약 2 밀리초(millisecond) 미만인 것으로 고려될 수 있다. 상기 그래프 500의 두 번째 플롯 520은 인간의 시각 피질 반응 시간의 대략적인 분포이다. 시각 피질 반응 시간은 일반적으로 적어도 약 20 밀리초인 것으로 고려될 수 있다. 상기 첫 번째 플롯 510 및 상기 두 번째 플롯 520의 각각의 사이의 그래프 500의 영역은 개별 반응 시간

들의 각각의 사이의 차이를 나타낸다. 상기 차이는 요소 530에 의해 나타내며 본 발명의 일 구현예에 따른 광 시스템의 작동 기간 범위를 정의한다. 상기 작동 기간 범위는 약 2 밀리초 내지 약 20 밀리초일 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 작동 기간은 약 20 밀리초, 약 16.67 밀리초, 약 10 밀리초, 약 8.33 밀리초, 약 6.67 밀리초, 약 5.56 밀리초, 약 5 밀리초, 약 4.17 밀리초, 약 3.33 밀리초, 또는 약 2.22 밀리초일 수 있다.

[0030] 상기 작동 기간 범위 530 내에 속하는 시간의 길이 동안 제 1 광을 방출하는 광 소스는 PCs에 의해 구별되어 감지되어, 상기 시각 피질로 전달될 것이다. 상기 제 1 광은, 예를 들어, 원뿔 세포와 같은, 인간의 광수용체 세포가 반응할 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광일 수 있다. 또한, 상기 작동 기간 범위 530 내에 유사하게 속하는 시간의 길이 동안 순차적 제 2 광을 방출하는 광 소스 또한 PCs에 의해 구별적으로 감지될 것이다. 유사하게, 상기 제 2 광은, 예를 들어, 원뿔 세포와 같은, 인간의 광수용체 세포가 반응할 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광일 수 있다. 상기 제 2 광에 반응하는 광수용체 세포의 특정 종류는, 상기 기술된 바와 같이, 상기 제 1 광에 반응하는 광수용체 세포의 종류와 상이한 것일 수 있다.

[0031] 상기 제 1 광 및 상기 제 2 광이 충분히 빨리 순차적으로 방출될 때, 각각의 광이 PCs에 의해 구별되어 감지되고 전달됨에도 불구하고, 상기 시각 피질은 혼합광(combined light)으로서 광을 인식하는, 혼합된 방식으로 광을 인식할 것이다. 상기 혼합광의 특징은, 각각의 색에 상응하는, 상기 제 1 광 및 상기 제 2 광의 각각의 파장이 혼합되어 동위색(metamer)과 기능적으로 동등한 것을 형성하도록 결합될 수 있으며, 상기 동위색은 대략적으로 제 1 광 및 제 2 광의 각각의 색의 혼합, 조합, 또는 평균인 겉보기 색(apparent color)을 갖는다. 대조적으로, 상기 혼합광의 밝기는 PCs에 의해 압축되지 않을 것이며, 오직 단일 종류의 광수용체 세포가 주어진 시간에서 활성화될 것이기 때문이다. 따라서, 상기 혼합광의 감지된 밝기는 도 3의 플롯 320에 의해 근사될 수 있으며, 이것은, 플롯 310에 의해 근사되는 것과 같이, 상기 제 1 광 및 상기 제 2 광이 동시에 방출되는 광 시스템에 대하여 감지된 밝기에서 증가를 나타낸다.

[0032] 도 4로 돌아가서 참조하면, 상기 PCB 260의 드라이버 회로의 컨트롤러는 도 5에서 나타낸 것과 같은 작동 기간 범위 530 내의 듀티 사이클을 갖도록 광 소스 240를 작동시키도록 배치될 수 있다. 더 구체적으로, 상기 컨트롤러는 상기 작동 기간 범위 530 내의 듀티 사이클을 갖는 상기 제 1 광 소스 240'를 작동시키도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 제 1 광 소스 240'는 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 광 소스 240'는 일반적인 녹색 광에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출할 수 있다. 따라서, 관찰자의 중간 원뿔 세포는 상기 제 1 광 소스 240'에 의해 방출되는 광에 반응할 수 있다. 게다가, 상기 제 2 광 소스 240"는 일반적인 청색 광 소스에 상응하는 파장 범위을 갖는 광을 방출할 수 있다. 따라서, 관찰자의 작은 원뿔 세포는 상기 제 2 광 소스 240"에 의해 방출되는 광에 반응할 수 있다.

[0033] 상기 제 1 광 소스 240' 및 상기 제 2 광 소스 240" 각각이 가시 스펙트럼의 임의 색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출할 수 있다는 것이 고려되며 본 발명의 범위 내이다. 일부 구현예에서, 상기 광 소스 240은 단색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 일부 다른 구현예에서, 상기 광 소스 240은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 단색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 일부 다른 구현예에서, 상기 광 소스 240은 다색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 광 소스 240은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광 성분을 포함하는 다색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 더불어, 상기 컨트롤러는 다색 광을 방출하도록 배치된 광 소스 240에 기능적으로 연결되어, 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 상기 컨트롤러가 상기 광 소스 240을 선택적으로 작동시킬 수 있도록 할 수 있다. 게다가, 상기 램프 200은 임의의 갯수의 광 소스 240을 포함할 수 있고, 두 개의 광 소스 240', 240"를 포함하는 상기 램프 200의 상기 설명은 단지 예시적이며 본 발명의 범위를 제한하지 않는다. 예를 들어, 비제한적인 것으로서, 상기 램프 200은 제 3 광 소스(미도시)를 포함할 수 있고, 여기서 상기 제 1 광 소스 240'는, 긴-종류의 원뿔 세포와 같은 제 1 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 적색 광에 상응하는 파장 범위와 같은 파장 범위를 갖는 단색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 제 2 광 소스 240"는, 중간-종류의 원뿔 세포와 같은 제 2 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 녹색 광에 상응하는 파장 범위와 같은 파장 범위를 갖는 단색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 더 나아가, 상기 제 3 광 소스는, 짧은-종류의 원뿔 세포와 같은 제 3 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 청색 광에 상응하는 파장 범위와 같은 파장 범위를 갖는 단색 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 상기 컨트롤러는 상기 작동 기간 범위 530 내의 듀티 사이클을 갖는 상기 광 소스 240의 각각을 교대로 작동시키도록 제 1 광 소스 240', 상기 제 2 광 소스 240", 및 상기 제 3 광 소스의 각각에 기능적으로 연결될 수 있다.

[0034] 또한, 일부 구현예에서, 상기 컨트롤러는 광 소스 240의 각각에 따라서 상기 램프 200에 의해 방출되는 광의 특징을 변경, 조절, 또는 다르게 변화시키기 위해 상기 광 소스 240을 선택적으로 작동시키도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 일부 구현예에서, 상기 컨트롤러는 상기 램프 200에 의해 방출된 광의 감지된 밝기를 변경하기 위하여 상기 광 소스 240에 의해 방출된 광의 평균 광도(luminous intensity)를 변경할 수 있다. 예를 들어, 상기 컨트롤러는 최대 광도로부터 상기 광도를 감소시키기 위해 상기 광 소스 240에 의해 방출된 광의 광도를 일반적으로 감소시키도록 펄스 폭 변조(pulse width modulation, PWM)를 채용할 수 있고, 이에 따라 상기 램프 200에 의해 방출된 광의 감지된 밝기를 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 램프는 특정 색의 광 소스 240이 상이한 색의 다른 광 소스 240의 듀티 사이클 보다 초과될 수 있도록 상기 다양한 광 소스 240의 듀티 사이클을 변화시킬 수 있고, 이에 따라 상기 램프 200에 의해 방출된 광의 감지된 색에 영향을 미친다. 게다가, 일부 구현예에서, 상기 광 소스 240은 상기 광 소스 240 각각에 대한 듀티 사이클의 첫 번째 부분(proportion)에 따라 작동될 때 일반적으로 백색 광을 방출하도록 배치될 수 있고, 적색 광 소스 및 청색 광 소스를 포함할 수 있다. 백색 광은 이것의 색 온도와 관련될 수 있다. 상기 컨트롤러는 상기 다른 광 소스 240의 듀티 사이클과 비교하여 적색 광 소스의 듀티 사이클을 증가시킴으로써 상기 백색 광의 상기 색 온도를 일반적으로 감소시키도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 컨트롤러는 상기 다른 광 소스 240의 상기 듀티 사이클과 비교하여 상기 청색 광 소스의 듀티 사이클을 증가시킴으로써 상기 백색 광의 상기 색 온도를 일반적으로 증가시키도록 배치될 수 있다. 일 구현예에서, 상기 듀티 사이클의 첫 번째 부분은 약 6,000 켈빈(Kelvin)의 색 온도를 갖는 백색 광을 발생시킬 수 있다. 다른 구현예에서, 상기 첫 번째 부분은 듀티 사이클의 약 2,000 켈빈, 약 2,500 켈빈, 약 2,700 켈빈, 약 2,800 켈빈, 약 2,900 켈빈, 약 3,000 켈빈, 약 3,100 켈빈, 약 3,200 켈빈, 약 3,300 켈빈, 약 3,350 켈빈, 약 3,500 켈빈, 약 4,000 켈빈, 약 4,500 켈빈, 약 5,000 켈빈, 또는 약 5,500 켈빈의 색 온도를 갖는 백색 광을 발생시킬 수 있다.

[0035] 계속해서 도 4를 참조하면, 상기 PCB 260은 하우징 250 및 히트 싱크 220의 각각의 내부에 적어도 부분적으로 위치되도록 배치될 수 있고 상기 하우징 250 및 상기 히트 싱크 220 각각에 의해 지지될 수 있도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 하우징 250은 상기 베이스 210 및 상기 히트 싱크 220의 각각의 내부에 적어도 부분적으로 위치될 수 있도록, 그리고 상기 베이스 210 및 상기 히트 싱크 220의 각각에 의해 지지될 수 있도록 배치될 수 있다. 상기 히트 싱크 220은 그 위에 상기 광 소스 240을 위치시키는 것을 용이하게 하도록 배치될 수 있다. 또한, 홀더 290은, 상기 광 소스 240을 고정(secure)시키기 위해 상기 히트 싱크 220과 연관시켜, 상기 램프 200의 다른 요소들에 대하여 상기 광 소스 240의 이동을 방지하도록 배치될 수 있다. 상기 히트 싱크 220 및 상기 홀더 290 각각은 상기 광 소스 240의 고정(securing)을 더 용이하게 하기 위해 상기 나사 280과 연관되도록 배치될 수 있다. 체결구(fastener), 용접(welding), 접착제 등을 포함하는 임의의 고정 디바이스가 상기 광 소스 240를 고정하는데 사용될 수 있고, 상기 히트 싱크 200 및 상기 홀더 290이 이들과 함께 연관되도록 배치될 수 있는 것이 고려된다. 스프링 배선 컨넥터 270은, 상기 PCB 260 및 이것의 구성 요소들과 전기적으로 소통하도록 상기 광 소스 240를 위치하도록 배치될 수 있다. 상기 스프링 배선 컨넥터 270은 상기 PCB 260 및 상기 광 소스 240의 회로 사이에 전기적 연결을 용이하게 하도록 배치될 수 있다.

[0036] 본 발명의 다른 구현예에서, 특정한 종류의 광수용체 세포가 반응하는 광을 방출하는 방법은 램프, 조명 기구, 또는 다른 종래의 조명 디바이스의 다른 조명 디바이스에 적용될 수 있다. 일부 구현예에서, 다양한 색을 갖는 광을 방출하도록 배치된 디바이스는 감소된 PC 압축을 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 이와 같은 디바이스는, 컴퓨터화된 디바이스 디스플레이, 디스플레이 어댑터(adaptor), 프로젝터(projector), 및 광 방출이 가능한 임의의 다른 디바이스와 같은 디스플레이를 제한 없이 포함할 수 있다. 더 구체적으로, 가시 매체(visible medium)를 가로질러 정보를 전달하기 위한 광 방출에 의존하는 디바이스가 본 발명의 범위 내에 포함된다. 추가로, 상기 디바이스가 한 종류의 광수용체 세포가 반응하는 색을 갖는 광을 방출할 수 있는 한, 본 발명은 백라이트, 엣지 조명(edge lighting), 또는 상기 디바이스의 밝기를 증가시키기 위한 임의의 다른 보충적 광 소스에 의존하는 디바이스에 의해 채용될 수 있다.

[0037] 도 6을 참조하여, 상기 기술된 구현예의 설명이 제시된다. 도 6에서, 시각적 디스플레이 610을 갖는 디스플레이 디바이스 600이 설명된다. 상기 시각적 디스플레이 610은 당업계에 알려진 시각적 방식으로 정보를 전달하기 위한 임의 종류의 디스플레이 디바이스일 수 있고, 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드(LED) 디스플레이, 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이, 음극선관 디스플레이, 전자발광 디스플레이, 표면-전도 전자-방출 디스플레이, 간섭 변조기 디스플레이, 양자점 디스플레이, 탄소 나노튜브 디스플레이, 레이저 디스플레이, 디지털 미소반사 디바이스 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, 및 당업계에 알려진 임의의 다른 종류의 디스플레이를 포함하나, 이에 제한되지 않는다. 제한의 수단이 아닌, 단지 설명의 목적을 위해서, 상기 시각적 디스플레이 610

은 복수의 픽셀(pixel)을 포함하는 LCD일 수 있고, 각각의 픽셀은 광수용체 세포가 반응하는 파장 범위에 상응하는 파장 범위 내의 광 방출이 가능하다. 추가로, 각각의 픽셀은 광 방출이 가능하고 도 5에서 요소 530에 의해 구현되는 작동 범위 내에서 광 발생을 종료시킬 수 있다.

[0038] 상기 디스플레이 디바이스 600은 상기 시각적 디스플레이 610의 작동을 조절하도록 배치된 디스플레이 디바이스 어댑터 620를 추가 포함할 수 있다. 본 발명의 구현예에서, 상기 디스플레이 디바이스 어댑터 620은 상기 시각적 디스플레이 610과 분리되어 이격되어 있으며 전기적으로 연결된 것으로서 설명된다. 일부 구현예에서 상기 시각적 디스플레이 610 및 상기 디스플레이 디바이스 어댑터 620은 단일 구조 요소로 통합될 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0039] 상기 디스플레이 디바이스 어댑터 620은 상기 시각적 디스플레이 610의 상기 픽셀 각각과 소통하여 선택적으로 작동시킬 수 있다. 이미지, 비디오, 또는 다른 시각적 정보가 상기 디스플레이 디바이스 어댑터 620에 의해 수용될 때, 상기 디스플레이 디바이스 어댑터 620은, 상기 수용된 시각적 정보의 어느 부분이 대비색과 같은, 피지오뉴럴 압축의 대상이 될 수 있는지를 결정할 수 있다. 이후, 상기 디스플레이 어댑터는, 상기 및 하기에 기술된 것처럼, 두 개 이상의 광수용체 세포의 반응 파장 범위와 관련된 파장을 갖는 두 개 이상의 광의 시퀀스를 방출하도록 상기 시각적 디스플레이의 관련된 복수의 픽셀을 작동시킬 수 있다. 이와 같이, 상기 시각적 디스플레이 610에 의해 방출된 광에 의해서 묘사되는 시각적 정보는 피지오뉴럴 압축 때문에 감소된 감지된 밝기를 갖지 않으면서 상기 디스플레이 디바이스 어댑터 620에 의해 수용된 정보를 정확하게 표현할 것이다.

[0040] 도 7을 참조하여, 피지오뉴럴 압축을 감소시키는 광을 방출하기 위한 조명 디바이스를 작동시키는 방법을 설명하는 순서도가 제시된다. 상기 방법 700은, 도 3에서 플롯 320에 의해 나타낸 것과 같은, 감지된 밝기를 가지는 광을 방출하도록 조명 디바이스를 작동시키는 방법을 나타낸다. 상기 방법은 블록 710에서 시작한다. 블록 720에서, 상기 조명 디바이스는 제 1 기간 동안 제 1 광을 방출할 수 있다. 상기 제 1 광은 도 5에서 요소 530에 의해 기술되는 것과 같은 작동 기간 범위에 상응하는 듀티 사이클을 가지도록 제 1 기간의 시간 동안 작동될 수 있다. 즉, 상기 제 1 광은 피지오뉴럴 세포의 반응 시간 보다 더 길지만, 시각 피질의 반응 시간 보다 짧은 시간의 기간 동안 광을 방출할 수 있다. 또한, 제 1 광은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장의 범위 내의 파장 범위를 갖는 단색 광을 방출할 수 있다.

[0041] 상기 방법은 블록 730에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 광 디바이스는 제 2 기간 동안 제 2 광을 방출할 수 있다. 유사하게, 상기 제 2 기간은 상기 작동 기간 범위에 상응하는 시간의 길이일 수 있다. 또한, 상기 제 2 광은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장의 범위 내의 파장 범위를 갖는 단색 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제 2 광은 상기 제 1 광에 반응하는 광수용체 세포의 종류와 상이한 광수용체 세포의 종류에서 반응을 야기할 수 있다.

[0042] 블록 740에서, 상기 광 디바이스는 광 방출을 지속할지 여부를 결정할 수 있다. 상기 결정은 회로에 의해 수행될 수 있고, 상기 램프 200에 대해 기재된 것처럼, 상기 회로는 컨트롤러를 포함할 수 있다. 상기 결정은 외부 전원에 의해 상기 조명 디바이스에 전력의 계속된 수용에 기초되어 이루어질 수 있다. 다른 구현예에서, 상기 결정은 상기 조명 디바이스에 의해 수용된 통신(communication)에 기초되어 이루어질 수 있다. 상기와 같은 구현예에서, 상기 조명 디바이스는, 2012 년 5 월 3 일자로 출원된, 발명의 명칭 "무선의 쌍 형성 시스템 및 관련된 방법(wireless pairing system and associated methods)"의 미국 특허 제13/463,020호에 기술된 것과 같은, 그러한 통신을 달성하기 위해 필요한 통신 회로를 포함할 수 있고, 상기 내용은 참고문헌에 의해 전체적으로 본원에 병합된다. 만약 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하는 것으로 결정된다면, 상기 방법은 블록 720으로 되돌아갈 수 있다. 만약 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하지 않는 것으로 결정된다면, 상기 방법은 블록 750에서 종료될 수 있다.

[0043] 도 8을 참조하여, 도 7에 나타낸 상기 방법과 유사한 피지오뉴럴 압축을 감소시키는 광을 방출하기 위한 광 디바이스를 작동시키는 방법 800을 설명하는 순서도가 제시된다. 도 8의 상기 방법 800에서, 조명 시스템은 광 소스로부터 광의 순차적인 방출 사이에 잠복기를 포함하도록 배치될 수 있다. 상기 조명 시스템은 상기 기재된 것과 같은 조명 디바이스일 수 있다. 상기 잠복기는 상기 조명 시스템의 어느 것도 광을 방출하도록 작동되지 않는 동안의 기간으로서 특정될 수 있다. 상기와 같은 잠복기를 포함하는 목적은 상기 조명 시스템에 의해 방출된 광의 관찰자의 PC를 상기 조명 시스템에 의해 이전에 방출된 광과 관련된 광 정보를 시각 피질로 전달하는 것을 중단하도록 하기 위해서이다. 대략 PCs의 방전 시간, 상기 잠복기가 대략 동일하도록 배치될 수 있는 시간의 기간에 상응하는 시간의 기간이 경과 하면, 상기 조명 디바이스는 순차적인 광을 방출하도록 광 소스를 작동시킬 수 있다. 상기 PCs의 방전 시간은 약 50 나노초(nanosecond)인 것으로 일반적으로 간주될 수 있다.

[0044] 상기 방법 800은 블록 810에서 시작할 수 있다. 블록 820에서, 상기 조명 디바이스는 제 1 기간 동안 제 1 광을 방출할 수 있다. 상기 제 1 광은 상기 기재된 것처럼 상기 작동 기간 범위에 상응하는 듀티 사이클을 갖도록 시간의 제 1 기간 동안 작동될 수 있다. 블록 830에서, 상기 조명 디바이스가 상기 조명 디바이스의 어떤 광 소스도 작동시키지 않는 동안 잠복기로 진입할 수 있으며, 이것은 상기 조명 디바이스가 광을 방출하지 않도록 한다. 상기 방법은 블록 840에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 제 2 기간 동안 제 2 광을 방출할 수 있다. 유사하게, 상기 제 2 기간은 상기 작동 기간 범위에 상응하는 시간의 길이가 될 수 있다. 또한, 상기 제 2 광은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장의 범위 내의 파장 범위를 갖는 단색 광을 방출할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 제 2 광은 상기 제 1 광에 반응하는 광수용체 세포의 종류와 상이한 광수용체 세포의 종류에서 반응을 야기할 수 있다.

[0045] 블록 850에서, 상기 조명 디바이스는 광 방출을 지속할지 여부를 결정할 수 있다. 상기 결정은 회로에 의해 수행될 수 있고, 상기 램프 200에 대해 기재된 것처럼, 상기 회로는 컨트롤러를 포함할 수 있다. 만약 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하는 것으로 결정되는 경우, 상기 방법은 블록 860에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 또 다른 잠복기로 진입할 수 있다. 상기 블록 860의 잠복기는 블록 830의 잠복기와 대략 동일할 수 있다. 이후, 상기 방법은 블록 820으로 되돌아갈 수 있다. 그러나, 만약 블록 850에서 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하지 않는 것으로 결정되는 경우, 상기 방법은 블록 870에서 종료될 수 있다.

[0046] 도 9를 참조하여, 피지오뉴럴 압축을 감소시키는 광을 방출하기 위한 조명 디바이스를 작동시키는 방법 900을 설명하는 순서도가 제시된다. 본 발명의 구현예에서, 조명 시스템은 세 개의 광 소스를 포함하는 조명 디바이스일 수 있다. 상기 광 소스의 각각은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장 범위 내의 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 더 구체적으로, 상기 제 1 광 소스는, 긴-종류의 원뿔 세포에 반응하는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 적색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있고, 상기 제 2 광 소스는, 중간-종류의 원뿔 세포에 반응하는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 녹색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있고, 및 상기 제 3 광 소스는, 짧은-종류의 원뿔 세포에 반응하는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 청색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있다.

[0047] 상기 방법 900은 블록 910에서 시작할 수 있다. 블록 920에서, 상기 조명 디바이스는 제 1 기간 동안 제 1 광을 방출하도록 상기 제 1 광 소스를 작동시킬 수 있다. 상기 제 1 기간은 상기 기재된 것처럼 상기 작동 기간 범위 내 일 수 있다. 이후, 상기 방법은 블록 930에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 제 2 기간 동안 제 2 광을 방출하도록 상기 제 2 광 소스를 작동시킬 수 있다. 상기 제 2 기간은 유사하게 상기 기재된 것처럼 상기 작동 기간 범위 내 일 수 있다. 이후, 상기 방법은 블록 940에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 제 3 기간 동안 제 3 광을 방출하도록 상기 제 3 광 소스를 작동시킬 수 있다. 다시, 상기 제 3 기간은 상기 기재된 것처럼 상기 작동 기간 범위 내 일 수 있다.

[0048] 또한, 상기 제 1 기간, 상기 제 2 기간, 및 상기 제 3 기간의 각각은 대략 동일하거나, 또는 상이할 수 있으나, 여전히 상기 작동 기간 범위 내이다. 상기 조명 디바이스는 상기 시각 피질에 의해 감지된 광의 색을 변경하기 위하여 상기 제 1 기간, 제 2 기간, 및 제 3 기간을 선택적으로 변화시킬 수 있고, 여기서 상기 기간이 더 길어질수록, 감지된 색은 상기 기간과 관련된 광의 색과 더 밀접하게 관련되는 것으로 나타난다. 예를 들어, 만약 상기 제 1 기간이 상기 제 2 기간 및 상기 제 3 기간 중 어느 하나 보다 상대적으로 더 길다면, 상기 기재된 바와 같이, 상기 혼합광이 더 적색의 색을 나타낸다. 따라서, 상기 혼합광의 색은, 당업계에 알려진 바와 같이, 부가적인 색(additive color)의 원리에 따라 조절될 수 있다.

[0049] 상기 방법은 블록 950에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 광 방출을 지속할지 여부를 결정할 수 있다. 상기 결정은 회로에 의해 수행될 수 있고, 상기의 램프 200에 대해 기재된 것처럼, 상기 회로는 컨트롤러를 포함할 수 있다. 만약 상기 광 디바이스가 광 발생을 지속하는 것으로 결정된다면, 상기 방법은 블록 920으로 되돌아가 계속될 수 있다. 그러나, 만약 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하지 않는 것으로 결정된다면, 상기 방법은 블록 960에서 종료될 수 있다.

[0050] 도 10을 참조하여, 도 9에 나타낸 상기 방법과 유사하게 피지오뉴럴 압축을 감소시키는 광을 방출하기 위한 조명 디바이스를 작동시키는 방법 1000을 설명하는 순서도가 제시된다. 도 10의 방법 1000에서, 조명 시스템은 광 소스로부터 광의 순차적 방출 사이에 잠복기를 포함하도록 배치될 수 있다. 상기 본 발명의 구현예의 조명 시스템은 도 9에서 나타낸 구현예의 것과 유사할 수 있고, 여기서 상기 조명 시스템은 세 개의 광 소스를 포함하는 조명 디바이스일 수 있다. 상기 광 소스의 각각은 광수용체 세포가 반응할 수 있는 파장 범위에 상응하는 파장 범위 내의 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 더 구체적으로, 상기 제 1 광 소스는, 긴-종류의 원뿔 세포

에 반응하는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 적색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있고, 상기 제 2 광 소스는, 중간-종류의 원뿔 세포에 반응하는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 녹색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있고, 및 상기 제 3 광 소스는, 짧은-종류의 원뿔 세포에 반응하는 파장 범위에 상응하는, 일반적인 청색에 상응하는 파장 범위를 갖는 광을 방출하도록 배치될 수 있다. 또한, 상기 본 발명의 구현예의 조명 시스템은, 상기 기재된 것처럼, 구체적으로 도 8에서 나타낸 구현예의 기재와 같이, 상기 조명 디바이스의 각각의 작동 사이에 잠복기를 포함할 수 있다.

[0051] 상기 방법 1000은 블록 1010에서 시작할 수 있다. 블록 1020에서, 상기 조명 디바이스는 제 1 기간 동안 제 1 광을 방출하도록 상기 제 1 광 소스를 작동시킬 수 있다. 상기 제 1 기간은 상기 기재된 것처럼 상기 작동 기간 범위 내 일 수 있다. 이후, 상기 방법 1000은 블록 1030에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 상기 조명 디바이스의 어떤 광 소스도 작동시키지 않는 동안 잠복기로 진입할 수 있으며, 이것은 상기 조명 디바이스가 광을 방출하지 않도록 한다. 상기 잠복기는 도 8에서 나타낸 상기 잠복기와 동일하게 특정될 수 있다. 이후, 상기 방법 1000은 블록 1040에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 제 2 기간 동안 제 2 광을 방출하도록 상기 제 2 광 소스를 작동시킬 수 있다. 상기 방법 1000은 블록 1050에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 또 다른 잠복기로 진입할 수 있다. 상기 방법 1000은 블록 1060에서 아직 더 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 제 3 기간 동안 제 3 광을 방출하도록 상기 제 3 광 소스를 작동시킬 수 있다. 상기 제 1 기간, 제 2 기간, 및 제 3 기간의 각각은, 상기 기재된 것처럼, 길이를 변형시킬 수 있다.

[0052] 상기 방법 1000은 블록 1070에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 광 방출을 지속할지 여부를 결정할 수 있다. 상기 결정은 회로에 의해 수행될 수 있고, 상기의 램프 200에 대해 기재된 것처럼, 상기 회로는 컨트롤러를 포함할 수 있다. 만약 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하는 것으로 결정된다면, 상기 방법 1000은 블록 1080에서 계속될 수 있고, 여기서 상기 조명 디바이스는 또 다른 잠복기로 진입할 수 있다. 이후, 상기 방법 1000은 블록 1020으로 되돌아갈 수 있다. 그러나, 만약 블록 1070에서 상기 조명 디바이스가 광 발생을 지속하지 않는 것으로 결정된다면, 상기 방법은 블록 1090에서 종료될 수 있다.

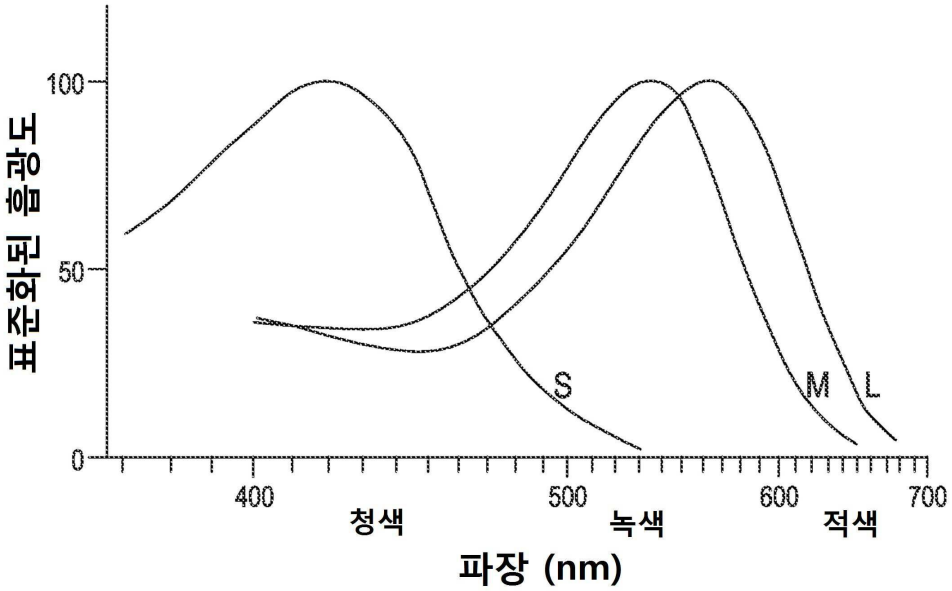
[0053] 본 발명의 기술된 측면들의 일부는 본원에서 기술된 문제 및 통상의 지식을 가진 자에 의해 발견될 수 있는 기술되지 않은 다른 문제를 해결하는데 유리할 수 있다.

[0054] 상기 기술은 많은 구체화를 포함하지만, 이들은 임의 구현예의 범위에 대한 제한으로서 해석되어서는 안되며, 상기 나타낸 구현예의 예시로서만 해석되어야 한다. 많은 다른 세분화 및 변형이 상기 다양한 구현예의 교시 내에서 가능하다. 본 발명은 예시적인 구현예를 참조하여 설명되지만, 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 다양한 변형이 만들어지고 균등물이 그들의 요소에 대해 치환될 수 있음을 이해할 것이다. 또한, 본 발명의 본질적인 범위에서 벗어나지 않고 본 발명의 교시에 특정 상황 또는 물질을 적용하도록 많은 변형이 만들어질 수 있다. 그러므로, 본 발명을 수행하기 위해 고려된 최상의 또는 단지 모드로서 나타낸 상기 특정 구현예에 본 발명이 제한되지 않으며, 본 발명은 첨부된 청구항의 범위 내에 속하는 모든 구현예를 포함하는 것으로 의도된다. 또한, 상기 도면 및 상기 설명에서, 본 발명의 예시적인 구현예를 나타낸 것이고, 구체적 용어가 사용될 수 있지만, 이것들은 달리 언급되지 않는다면 단지 포괄적이고 기술적인 의미로서 제한의 목적이 아닌 것으로 사용되고, 그러므로 본 발명의 범위는 제한되지 않는다. 게다가, 첫 번째(제 1), 두 번째(제 2) 등의 용어의 사용은 어떤 순서 또는 중요성을 나타내지 않으며, 첫 번째(제 1), 두 번째(제 2) 등의 용어는 한 요소를 다른 것과 구별하기 위해 사용된다. 게다가, a, an 등의 용어의 사용은 양의 제한을 나타내지 않으며, 언급된 대상의 적어도 하나의 존재를 나타낸다.

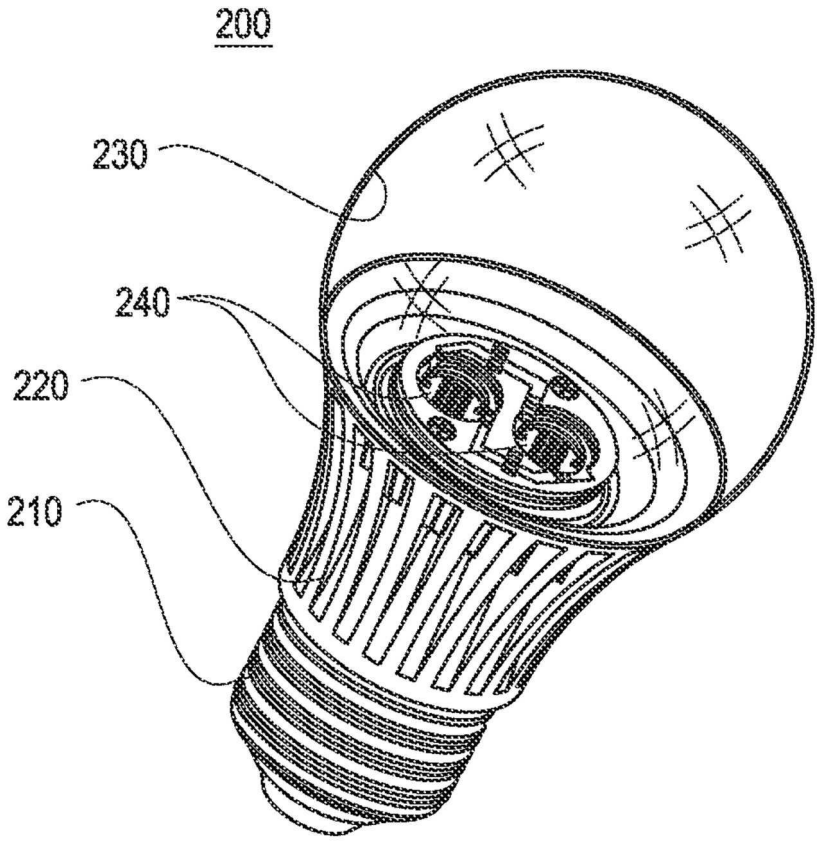
[0055] 그러므로 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위 및 그들의 법적 균등물에 의해 결정되어야 하고, 주어진 실시예에 의해 결정되지 않는다.

도면

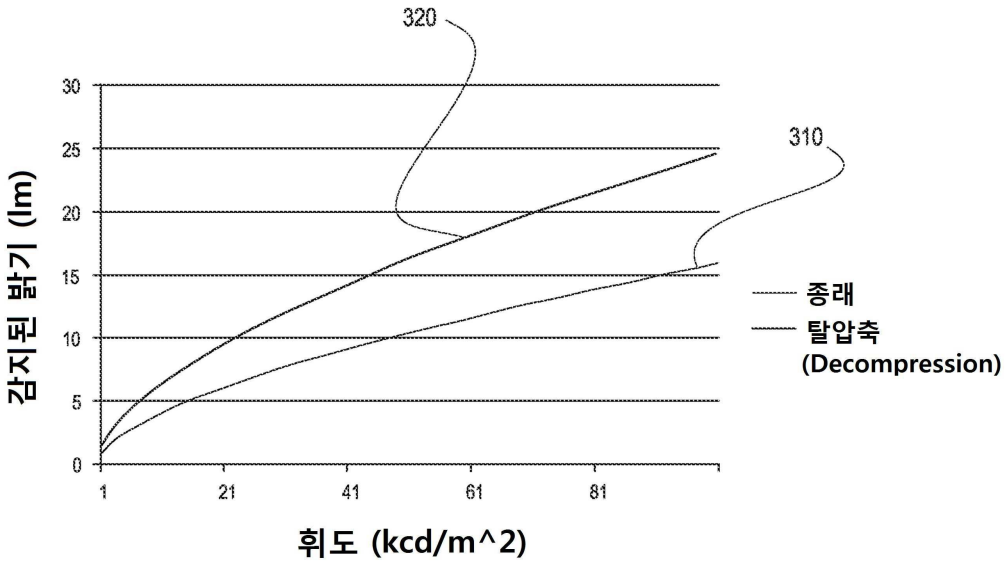
도면1



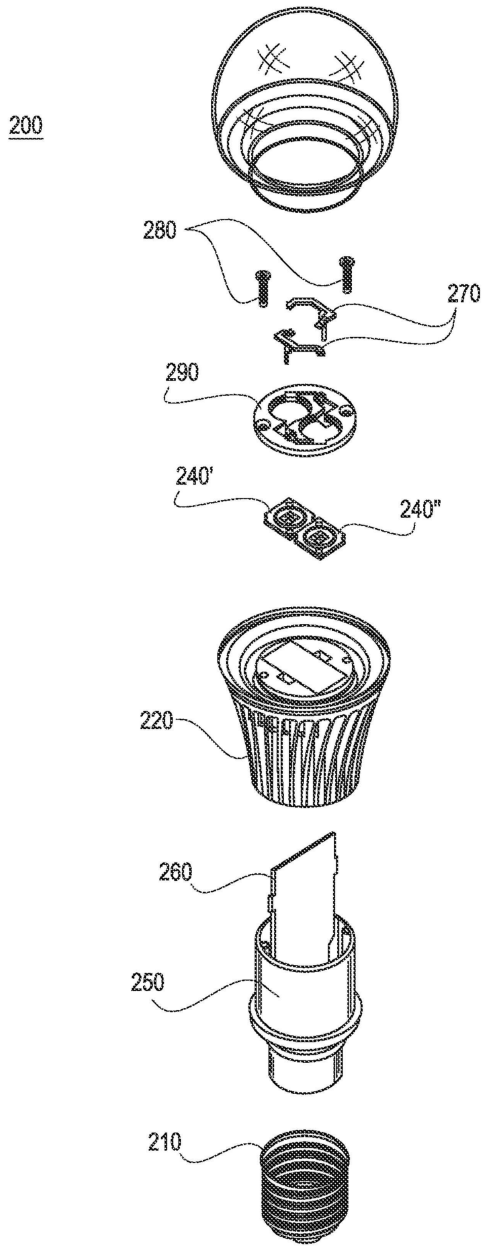
도면2



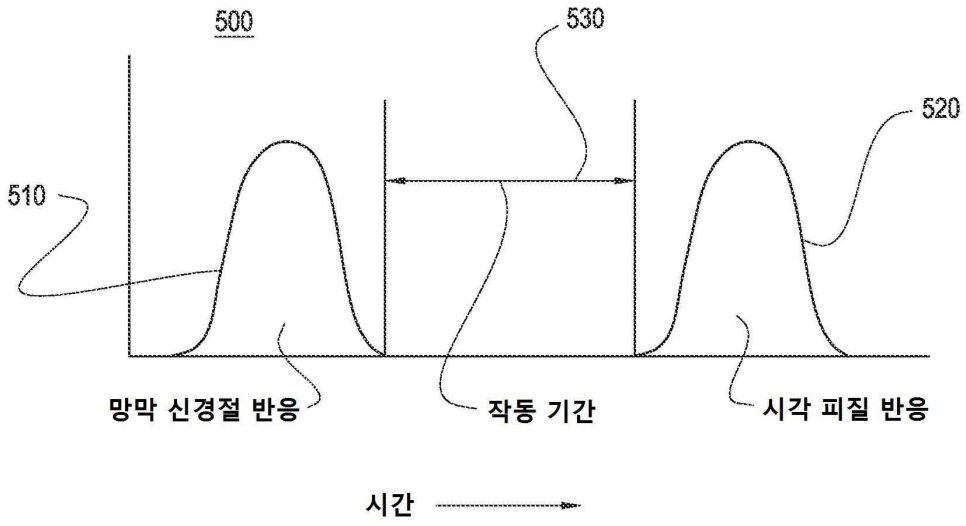
도면3


320
310
30
25
20
15
10
5
0
1
21
41
61
81
감지된 밝기 (lm)
휘도 (kcd/m^2)
종래
탈압축
(Decompression)

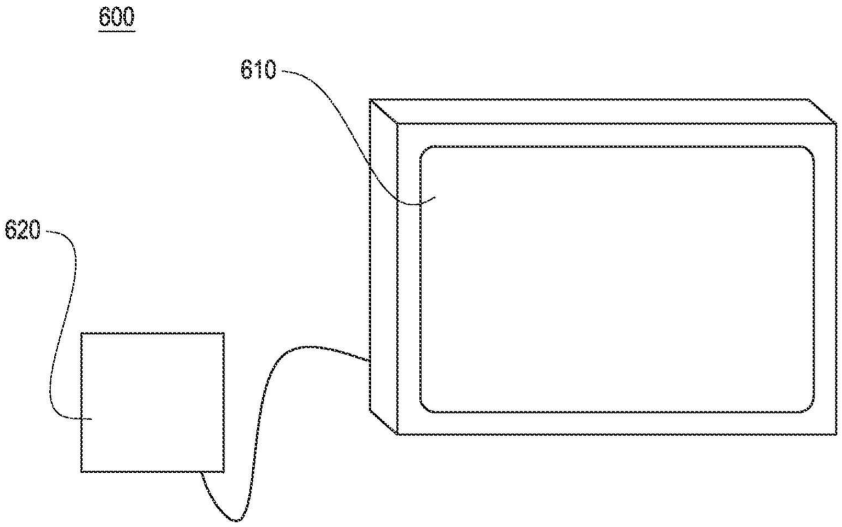
도면4



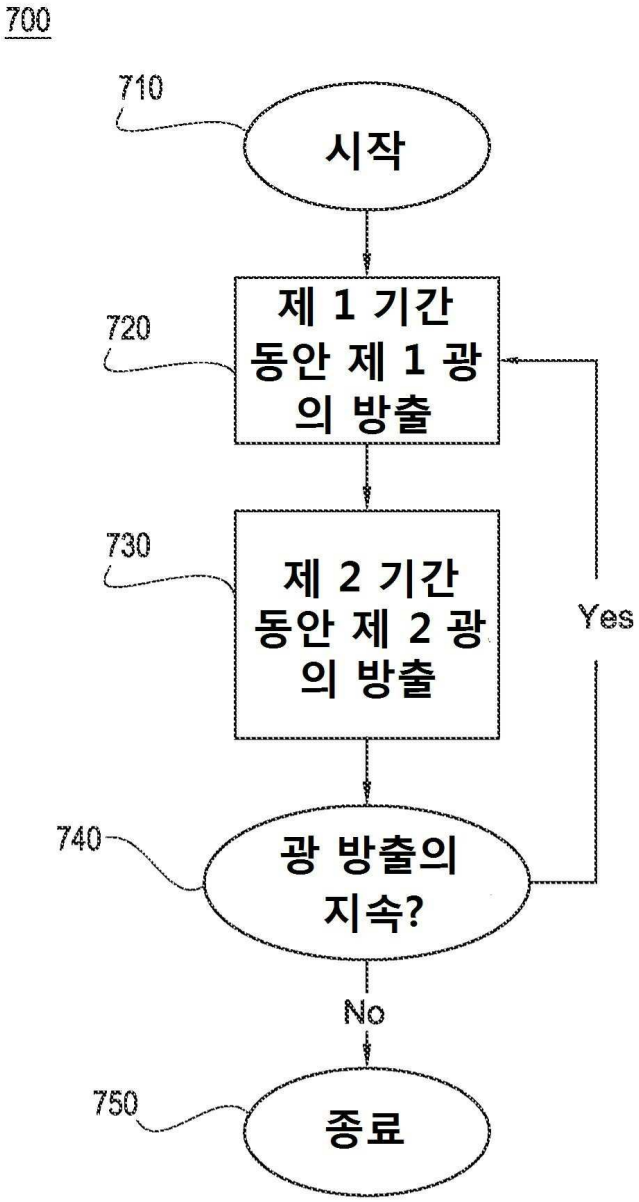
도면5



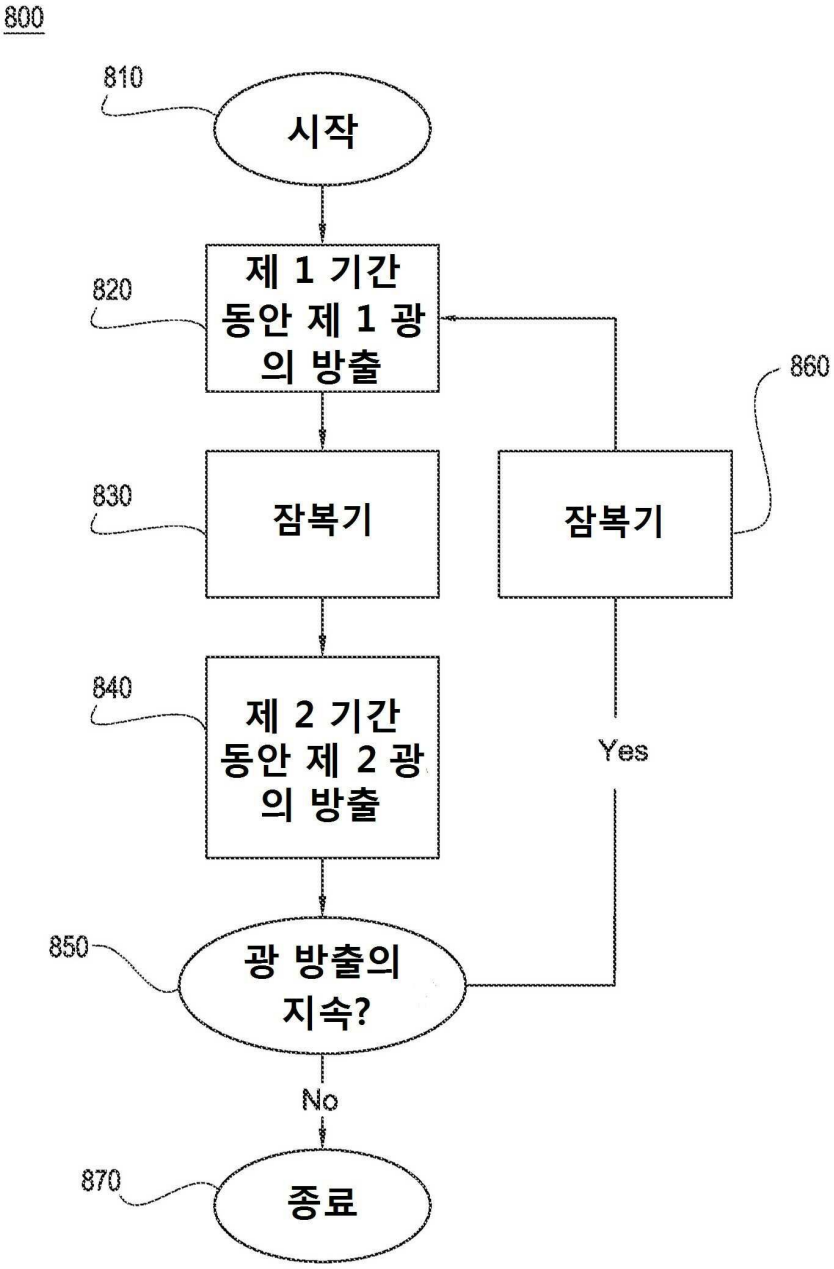
도면6



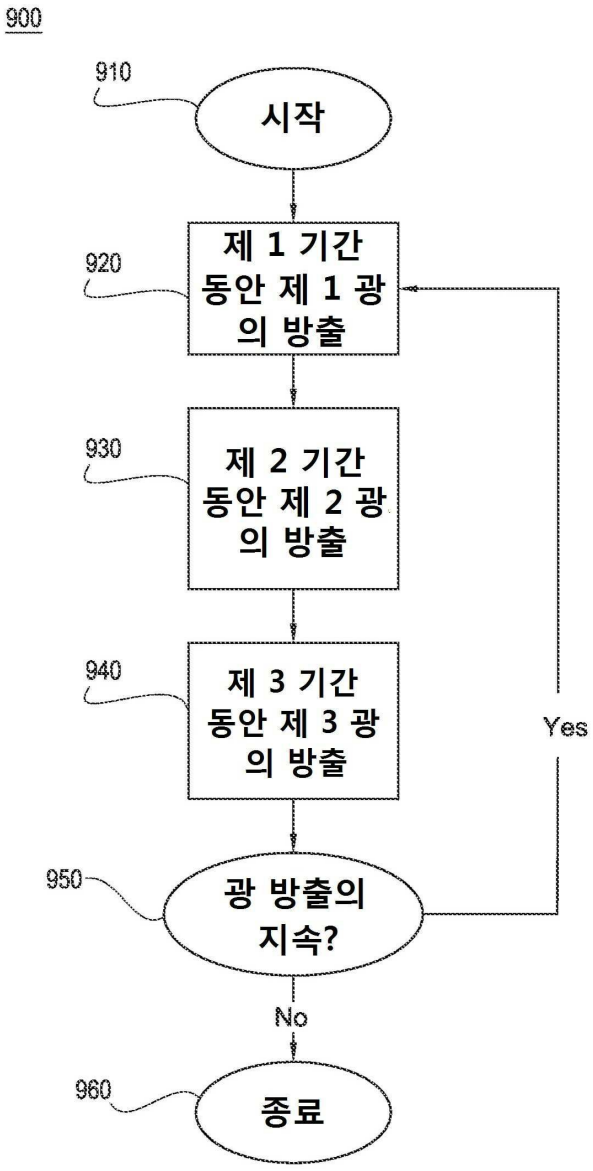
도면7


700
710
시작
720
제 1 기간 동안 제 1 광의 방출
730
제 2 기간 동안 제 2 광의 방출
740
광 방출의 지속?
Yes
No
750
종료

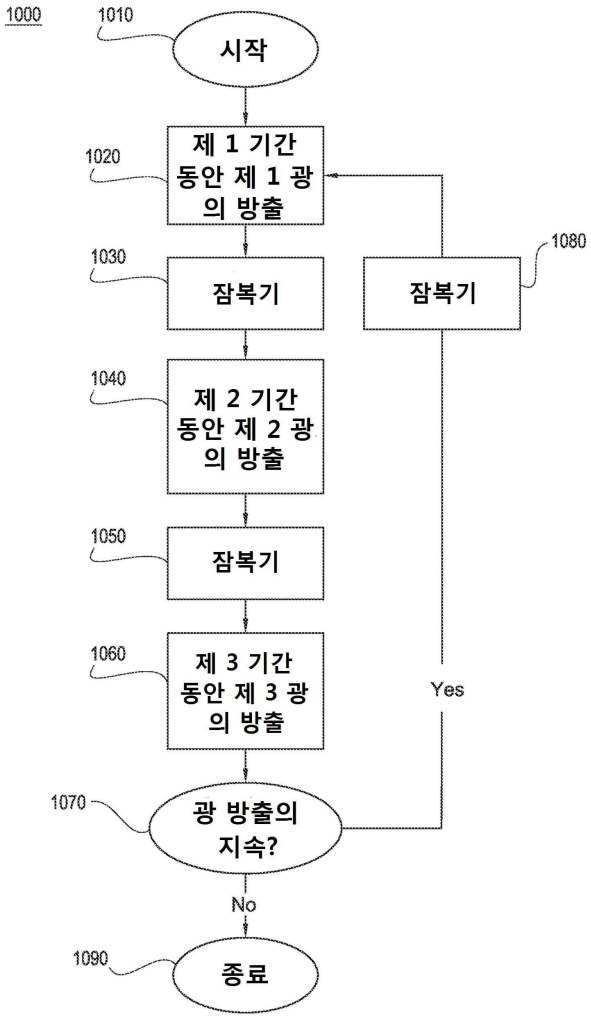
도면8


800
810
시작
820
제 1 기간 동안 제 1 광의 방출
830
잠복기
840
제 2 기간 동안 제 2 광의 방출
850
광 방출의 지속?
No
870
종료
860
잠복기
Yes

도면9


900
910
시작
920
제 1 기간 동안 제 1 광의 방출
930
제 2 기간 동안 제 2 광의 방출
940
제 3 기간 동안 제 3 광의 방출
950
광 방출의 지속?
Yes
No
960
종료

도면10


1000
1010
시작
1020
제 1 기간 동안 제 1 광의 방출
1030
잠복기
1040
제 2 기간 동안 제 2 광의 방출
1050
잠복기
1060
제 3 기간 동안 제 3 광의 방출
1070
광 방출의 지속?
Yes
No
1080
잠복기
1090
종료