



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월04일

(11) 등록번호 10-1437839

(24) 등록일자 2014년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7003505

(22) 출원일자(국제) 2006년07월04일

심사청구일자 2011년07월04일

(85) 번역문제출일자 2008년02월13일

(65) 공개번호 10-2008-0031409

(43) 공개일자 2008년04월08일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2006/052251

(87) 국제공개번호 WO 2007/007236

국제공개일자 2007년01월18일

(30) 우선권주장

05106451.7 2005년07월14일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003133062 A\*

US20030111955 A1\*

US05091653 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

코닌클리케 필립스 엔.브이.

네델란드, 아인트호벤 5656 에이이, 하이 테크 캠  
피스 5

(72) 발명자

베텔, 한스-헬무트

독일 52066 아헨 바이스하우스스트라쎄 2 필립스  
인텔렉츄얼프로퍼티 앤드 스탠다드스 게엠베하 내  
부센트, 볼프강독일 52066 아헨 바이스하우스스트라쎄 2 필립스  
인텔렉츄얼프로퍼티 앤드 스탠다드스 게엠베하 내  
슈미트, 피터 제이.독일 52066 아헨 바이스하우스스트라쎄 2 필립스  
인텔렉츄얼프로퍼티 앤드 스탠다드스 게엠베하 내

(74) 대리인

양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 금복희

(54) 발명의 명칭 전계 발광 장치

**(57) 요 약**

평균 발광 방향(5)을 중심으로 소정의 발광 특성을 갖는 1차 방사선을 방출하는 전계 발광층(21)을 갖는 적어도 하나의 전계 발광원(2)과 상기 1차 방사선의 적어도 일부를 2차 방사선으로 변환하는 적어도 하나의 광 변환 소자(3)를 포함하며, 상기 광 변환 소자(3)의 형태는 소정의 상관 색온도를 시야각(10)의 함수로서 발생하기 위하여 상기 전계 발광원(2)의 발광 특성에 맞도록 구성된 전계 발광 장치.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전계 발광 장치로서,

평균 발광 방향(5)을 중심으로 발광 특성을 갖는 1차 방사선을 방출하는 전계 발광층(21)을 갖는 적어도 하나의 전계 발광원(2), 및

상기 1차 방사선의 적어도 일부를 2차 방사선으로 변환하는 적어도 하나의 디스크 형태의 광 변환 소자(3)를 포함하며,

상기 광 변환 소자(3)의 형태는 시야각(10)의 합수로서 정해진 상관 색온도를 발생시키기 위하여 상기 전계 발광원(2)의 발광 특성에 맞도록 되어 있고,

상기 광 변환 소자(3)의 형태는 상기 전계 발광원(2) 쪽으로 향한 제1 표면(3a) - 상기 전계 발광층(21)은 상기 제1 표면(3a)으로부터 소정 거리를 두고 배치됨 -, 상기 전계 발광원(2)으로부터 멀어지는 쪽으로 향한 제2 표면(3b), 및 상기 제1 표면(3a)과 상기 제2 표면(3b) 사이에 배치된 에지 표면(3c)을 포함하고,

상기 에지 표면(3c)은 상기 전계 발광원(2)의 상기 전계 발광층(21)의 층 수직선에 대해 소정의 각도(12)로 배치되어, 상기 정해진 상관 색온도를 발생시킬도록 되어 있고, 상기 각도(12)는  $20^{\circ}$  내지  $70^{\circ}$  이며,

상기 광 변환 소자(3)의 상기 제1 표면(3a)과 상기 제2 표면(3b) 사이에, 상기 광 변환 소자(3)의 내측 영역(33)에서의 제1 간격(9a) 및 상기 제1 간격(9a)의 4배와 같거나 작은 상기 광 변환 소자(3)의 외측 영역(34)에서의 제2 간격(9b)이 있는 전계 발광 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 변환 소자(3)는 상기 전계 발광원(2)에 광학적으로 연결된 전계 발광 장치.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광 변환 소자(3)는 세라믹 재료 및 광 변환 입자가 매립된 치수적으로 안정된 매트릭스 재료 중 적어도 하나를 포함하는 전계 발광 장치.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 세라믹 재료는 이론적인 고체 밀도의 97% 보다 큰 밀도를 갖는 전계 발광 장치.

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전계 발광층(21)은 상기 광 변환 소자(3)의 상기 제1 표면(3a)과 평행한 초과 길이  $U_{EL}$  만큼 상기 광 변환 소자(3)를 넘어 돌출하는 전계 발광 장치.

### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 광 변환 소자(3)는 상기 전계 발광원(2)의 상기 전계 발광층(21)과 평행한 초과 길이  $U_{LKE}(7)$  만큼 상기 전계 발광층(21)을 넘어 돌출하는 전계 발광 장치.

### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 초과 길이  $U_{LKE}(7)$ 는 상기 전계 발광층(21)과 상기 광 변환 소자(3)의 상기 제1 표면(3a) 간의 거리(8)와 같거나 큰 전계 발광 장치.

### 청구항 12

삭제

### 청구항 13

제1항에 있어서,

제1 표면(3a), 제2 표면(3b) 및 예지 표면(3c)으로 이루어진 그룹으로부터의 적어도 하나의 표면은 굴절 구조를 갖는 전계 발광 장치.

### 청구항 14

제3항에 있어서,

상기 광 변환 소자(3)는 상기 1차 방사선의 20% 미만을 반사하는 전계 발광 장치.

### 청구항 15

삭제

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 애플리케이션에 적합한 상관 색온도를 시야각 함수로서 갖는 형광 변환 전계 발광 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 전계 발광 광원(LED)과 광 변환 형광 파우더(phosphor powder) 층을 포함하는 형광 변환(phosphor-converted) 전계 발광 장치(pcLED)들이 알려져 있다. 그와 같은 pcLED에서 LED는 1차 방사선을 방출하고, 그 중 일부는 LED 상에 배치된 형광 파우더 층에 의해 흡수되고 더 긴 파장의 2차 방사선으로 재방출된다. 이와 같은 과정은 색 변환 또는 광 변환이라고도 한다. 1차 방사선과 2차 방사선을 적당히 조합하면 예컨대 청색 1차 방사선과 황색 2차 방사선의 가법 혼색(additive color mixing)에 의해 백색광이 발생될 수 있다. pcLED의 중요 파라미터는 소위 패키지 게인(package gain)과, LED에 대한 혼색을 전체로서 설정하기 위한 1차 방사선과 2차 방사선의 강도들 간의 비이다. 패키지 게인은 형광층이 있는 pcLED와 형광층이 없는 pcLED 간의 방출 광자의 비를 의미하는 것으로 이해된다. 현재 이용 가능한 최상의 pcLED는 50% 미만의 패키지 게인을 갖고 있다.

[0003] 문현 US 6417019는 상이한 크기의 형광 입자를 포함하는 형광 파우더 층을 구비한 pcLED를 개시한다. 입자 크기와 재료 조건에 따라서 광산란이 큰 형광 파우더 층(형광층이라 함)과 광산란이 작은 형광 파우더 층(형광막

이라 함) 간에 구별된다. LED는 형광 파우더 재료가 채워진 그릇(bowl)의 하단에 배치되거나 균일한 두께를 가진 형광층이 피복될 수 있다. 형광층의 경우에 매트릭스에 과 문힌 형광 입자의 농도와 특성이 2차 방사선으로 변환되는 1차 방사선의 정수비(integral proportion)를 결정한다. 형광막은 기본적으로 형광 입자 재료만을 포함하는 균일한 두께의 세라믹층으로서 LED에 도포되며, 여기서 형광막의 두께와 그 산란성은 2차 방사선으로 변환되는 1차 방사선의 비율을 결정한다. 더욱이, 형광층의 산란성은 광원의 1차 방사선의 각 분포(angle distribution)가 형광층의 2차 방사선의 코사인 분포를 결정하는 정도를 결정한다. 현재의 LED는 코사인 분포와는 상당히 다른 각 분포를 갖고 있기 때문에 높은 산란성을 가진 형광층이 이용되지만 이것은 광원의 페키지 게인을 감소시키기도 한다. 형광막의 여러 가지 구현예들은 완전 상관 색온도(integral correlated color temperature)를 설정하는 데에만 소용된다. 모든 시야각에 대해 평균된 색온도를 완전 상관 색온도라 한다.

[0004] 상관 색온도라는 용어는 선택적인 방사체(emitter)의 컬러풀니스(colorfulness)가 흑체 방사체의 컬러풀니스와 같지 않을 때에 사용된다. 그러면 소위 상관 색온도는 인식된 색이 주어진 방사체의 색과 아주 유사한 흑체 방사체의 온도를 말한다. 해당 상관 색온도는 CIE 색도(color diagram)의 모든 값에 대해 결정될 수 있다.

[0005] 그럼에도 불구하고, 예컨대 통합된 상관 색온도를 가진 백색 pcLED 광원은 관측자가 쉽게 인식할 수 있는 2000 K까지의 시야각에 걸쳐 상관 색온도의 변동을 나타낸다. 시야각 함수로서의 상관 색온도의 균일성 또는 변동에 대해서는 많은 요구 사항이 있다. 한편 많은 응용에 있어서, 예컨대 표시등(indicator lights)에 있어서는 시야각에 걸쳐 상관 색온도의 변동이 가능한 작은 것이 바람직하다. 반면에 예컨대 특수 조명 효과를 채용하는 응용은 시야각에 걸쳐 상관 색온도의 정의된 불균일성을 필요로 한다. 이러한 종래의 기술은 당업자에게 시야각( $\beta$ )에 대한 상관 색온도(FT)의 원하는 함수( $FT(\beta)$ )를 목표한 방식으로 어떻게 설정할 수 있는지에 대해 어떠한 암시도 주지 못한다.

### 발명의 상세한 설명

[0006] 그러므로 본 발명의 목적은 응용에 적합한 시야각에 걸친 상관 온도의 변동을 특징으로 하는 형광 변환 전계 발광 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 상기 목적은, 평균 발광 방향을 중심으로 소정의 발광 특성을 갖는 1차 방사선을 방출하는 전계 발광층을 갖는 적어도 하나의 전계 발광원과 상기 1차 방사선의 적어도 일부를 2차 방사선으로 변환하는 적어도 하나의 광 변환 소자를 포함하며, 상기 광 변환 소자의 형태는 소정의 상관 색온도를 시야각의 함수로서 발생하기 위하여 상기 전계 발광원의 발광 특성에 맞도록 구성된 전계 발광 장치에 의해 달성된다. 여기서 발광 특성은 평균 발광 방향을 중심으로 한 1차 방사선의 전파 방향의 분포를 말한다.

[0008] 전계 발광 장치의 일 실시예로서, 상기 광 변환 소자는 상기 전계 발광원에 광학적으로 연결된다. 이와 같은 광원의 광 변환 소자로의 연결에 따라서 연결 재료를 통한 대략 등방성의 발광 특성을 제공할 수 있고, 그 결과, 대략 람베르트(Lambert) 발광 특성을 가진 연결되지 않은 광 변환소자보다 더 용이하게 색온도의 각도의 존성을 적합하게 구성할 수 있다. 람베르트 광원은 코사인 발광 특성을 가진 광원이다.

[0009] 다른 실시예로서, 상기 광 변환 소자는 세라믹 재료 및/또는 광 변환 입자가 매립된 치수적으로 안정된 매트릭스 재료를 포함한다. 여기서, 치수적으로 안정된 것이란 동작 조건에 따라 동작 시간에 걸쳐 변하지 않는 기하학적 형태를 의미하는 것으로 이해된다. 세라믹 재료는 이러한 특성을 그 자체로 제공한다.

[0010] 세라믹 재료로 만들어진 광 변환 소자를 포함하는 전계 발광 장치의 다른 실시예로서, 상기 세라믹 재료는 이론적인 고체 밀도의 97% 보다 큰 밀도를 갖는다. 밀도가 높기 때문에 광 변환 소자 내에서의 광 산란이 감소하고, 그 결과, 1차/2차 방사선 비율은 산란 비율에 상관없이 조절될 수 있으며, 이는 색온도의 각도 분포에 영향을 미친다.

[0011] 다른 실시예에서, 상기 광 변환 소자의 형태는 상기 전계 발광원 쪽으로 향한 제1 표면, 상기 전계 발광원으로부터 멀어지는 쪽으로 향한 제2 표면, 및 상기 제1 표면과 상기 제2 표면 사이에 배치된 에지 표면을 포함한다.

[0012] 다른 실시예에서, 상기 광 변환 소자의 형태는 시트 형태, 디스크 형태 및 그릇 형태로 이루어진 그룹으로부터 선택된 형태이다. 여기서, 시트 형태란 2가지 공간 방향에서의 평균 크기가 이를 공간 방향에 직교하는 제3의 공간 방향의 크기보다 훨씬 큰 형태를 말한다. 디스크 형태는 제1 및 제2 표면이 기본적으로 서로 평행하게 배치된 형태를 말한다. 그릇 형태는 전계 발광원의 발광면 모두를 둘러싸는 형태를 말한다.

[0013] 전계 발광 장치의 다른 실시예에서, 상기 에지 표면은 상기 전계 발광원의 상기 전계 발광층의 층 수직선에 대해 소정의 각도로 배치되고, 소정의 상관 색온도를 발생하도록 구성된다. 층 수직선은 해당 층 상에 수직으로

서 있는 벡터를 의미하는 것으로 이해된다. 시야각이 큰 경우에는 상관 색온도는 전계 발광층의 층 수직선에 대한 예지 표면의 각도에 의해 설정될 수 있다. 바람직한 일 실시예에서, 상기 각도는  $20^\circ$  내지  $70^\circ$  이다. 예지 표면에 대한 이 각도 범위에서는 시야각과 거의 무관한 색온도가 달성될 수 있다.

[0014] 다른 실시예에서, 상기 전계 발광층은 상기 광 변환 소자의 상기 제1 표면과 평행한 초과 길이  $U_{EL}$  만큼 상기 광 변환 소자를 넘어 돌출한다. 다른 실시예에서, 상기 광 변환 소자는 상기 전계 발광원의 상기 전계 발광층과 평행한 초과 길이  $U_{LKE}$  만큼 상기 전계 발광층을 넘어 돌출한다. 초과 길이 때문에 전계 발광원의 측면 영역으로부터의 1차 방사선의 강도는 큰 시야각에 대해 변화될 수 있으며, 따라서 색온도는 시야각이 작은 경우의 색온도에 상대적으로 설정될 수 있다.

[0015] 다른 실시예에서, 상기 초과 길이  $U_{LKE}$ 는 상기 전계 발광층과 상기 광 변환 소자의 상기 제1 표면 간의 거리와 같거나 크다. 이 초과 길이 때문에 큰 시야각과 작은 시야각에 대한 색온도가 같아진다.

[0016] 다른 실시예에서, 상기 광 변환 소자의 상기 제1 표면과 상기 제2 표면 사이에 제1 간격과 상기 제1 간격보다 작거나 상기 제1 간격의 4배와 같은 제2 간격이 있다. 이러한 간격 차 때문에 예지 영역에서의 상관 색온도는 1차 방사선의 증가 또는 흡수의 감소에 의해 평균 발광 방향을 따른 전파 방향을 가진 광 빔에 대해 설정될 수 있다.

[0017] 다른 실시예로서, 제1 표면, 제2 표면 및 예지 표면으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 표면은 굴절 구조를 갖는다. 이러한 구조 때문에 전계 발광원으로부터의 광 변환 소자 내로의 광 커플링 인(coupling-in)과 광 변환 소자로부터의 광 커플링 아웃(coupling-out) 모두가 개선된다. 더욱이, 굴절 구조는 1차 및 2차 방사선의 광 분포에 영향을 미치며 따라서 시야각 함수로서의 색온도에 영향을 미친다.

[0018] 다른 실시예로서, 상기 광 변환 소자는 상기 1차 방사선의 20% 미만을 반사시킨다. 그 결과, 광 변환 소자의 산란 거동이 감소하고, 따라서 특정 시야각 범위에 대한 상관 색온도의 변동을 더 양호하게 조절할 수가 있다. 게다가, 투과성이 더 양호해짐에 따라 패키지 게인이 더 높아진다.

[0019] 더욱이, 본 발명은, 청구항 제1항에 따른 전계 발광 장치를 생성하는 방법에 있어서,

[0020] - 소정의 원하는 상관 색온도를 시야각의 함수로 정의하는 단계,

[0021] - 전계 발광원의 발광 특성을 광 변환 소자 없이 결정하는 단계, 및

[0022] - 상기 광 변환 소자를 상기 소정의 상관 색온도를 상기 시야각의 함수로서 발생하기 위하여 상기 전계 발광원의 발광 특성에 맞도록 구성하는 단계

[0023] 를 포함하는 전계 발광 장치 생성 방법을 제공한다.

[0024] 본 발명은 도면에 도시된 실시예의 예를 참조로 자세히 설명될 것이나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다.

## 실시예

[0031] 도 1은 종래 기술에 따른 전계 발광 장치(1)를 도시한 것으로, 이 전계 발광 장치(1)는 기대(base)(4) 상에 도포되어 중앙의 발광 방향(4)을 중심으로 소정의 발광 특성을 가진 1차 방사선을 방출하기 위한 전계 발광원(2)과 1차 방사선의 빔 경로에 배치되어 1차 방사선을 적어도 부분적으로 흡수하고 2차 방사선을 방출하기 위한 광 변환 소자(3)를 포함한다. 전계 발광원(2)은 상관 색온도를 가진 1차 및 2차 방사선으로 이루어진 혼합광을 방출한다. 전계 발광원(2)과 이 전계 발광원(2)에 도포된 광 변환 소자(3)는 통상적으로 투명 재료로 만들어진 렌즈(6)로 둘러 싸여져 있으며, 이 렌즈는 발광 방향(5)에서 보는 바와 같이 오목한 외면을 갖고 있다.

[0032] 도 1에 도시된 전계 발광원(2)은 예컨대 사파이어로 만들어진 기판과 이 기판에 도포된 전계 발광층 구조를 포함하며, 이 전계 발광층 구조는 두 개의 전극 사이에 배치된 적어도 하나의 유기 또는 무기 전계 발광층을 포함한다. 통상적으로 이 기판은 1차 및 2차 방사선에 대해 투명하다. 통상적으로 기판 쪽으로 향한 전극은 투명하여 1차 방사선이 이 기판을 통과한다. 따라서 기판으로부터 면 쪽에 있는 전극은 반사 성질을 갖고 있다(보텀(bottom) 방사체). 다른 실시예들에서는 1차 방사선은 기판이 아니라 기판으로부터 면 쪽에 있는 투명 전극을 통과할 수 있다(탑(top) 방사체). 전계 발광 장치(1)는 동일한 및/또는 상이한 1차 방사선을 방출하는 복수의 전계 발광원(2)을 포함할 수도 있다. 광 변환 소자(3)는 1차 방사선을 적어도 부분적으로 흡수하기 위해 1차 방사선의 빔 경로에 배치된다. 이 경우 이 광 변환 소자(3)는 전계 발광원(2)에 직접 도포되거나 투명 재료에 의해 전계 발광원(2)에 광학적으로 연결될 수 있다. 광 변환 소자(3)를 전계 발광원(2)에 광학적으로 연결

하기 위해서는, 예컨대 광 변환 소자(3)와 전계 발광원(2) 사이에, 1차 방사선에 대해 굴절률이 1.4 내지 3.0인 탄성 또는 경성 재료로 만들어진 접착층, 예컨대 고온에서 광원과 광 변환 소자에 결합되는 백금이나 유리 재료가 가교된 가교성 2성분 실리콘 고무가 사용될 수 있다. 더욱이, 광 변환 소자(3)와 전계 발광원(2) 간의 거리가 평균적으로 1차 방사선의 평균 파장의 30배 이하, 바람직하게는 10배 이하, 특히 바람직하게는 3배 이하가 되도록 광 변환 소자(3)가 전계 발광원(2)과 밀접하게 접촉하는 것이 특히 바람직하다. 그러나 다른 실시예들에서는 배치, 크기, 기하학적 형태나 재료에 있어 서로 다른 복수의 광 변환 소자들이 하나 또는 그 이상의 전계 발광원에 광학적으로 연결될 수도 있다.

[0033] 연결되지 않은 광 변환소자(3)의 경우에는 1차 방사선은 대략 람베르트 각 분포(Lambert's angle distribution)(평균 발광 방향(5)에 상대적인 전파각(propagation angle)의 분포)를 갖고서 광 변환 소자(3)에 도달한다. 광 변환 소자가 전계 발광원(2)에 광학적으로 연결되어 있는 경우에는 1차 방사선의 각 분포는 광 연결의 굴절률에 따라서 등방성 각 분포에 근사한다. 더욱이, 전계 발광원의 각 분포는 대부분 광원 자체의 여러 가지 활성층의 총 구조에 따라 결정된다.

[0034] 도 1에 도시된 광 변환 소자(3)와는 달리, 본 발명에 따른 광 변환 소자는 임의의 시야각에 대해 원하는 상관 색온도에 적합한 형태를 갖는다. 적합한 적응을 위해서는 전계 발광원(2)의 발광 특성은 (광 변환 소자(3) 없이) 미리 결정되어야 한다. 이를 위해서는 전계 발광원의 1차 방사선의 강도가 광 변환 소자 없이 각도에 의존하여 측정된다. 여기서 이 각도 의존성은 광 변환 소자를 광학적으로 연결하는데 사용되는 재료/매질에서 특정되어야 함에 유의한다. 그러면 혼합광에서의 1차 방사선의 비율은 상관 색온도의 원하는 각도 의존성에 따라서 광 변환 소자의 적합한 형태에 의해서 증가 또는 감소될 수 있다.

[0035] 도 2는 디스크 형태의 광 변환 소자(3)를 갖는 본 발명에 따른 전계 발광 장치(1)의 실시예의 예를 보여준다. 이 경우에 광 변환 소자(3)는 예컨대 기본적으로 광 변환 형광 재료나 치수 안정된 매트릭스 재료, 예컨대 매립된 광 변환 입자를 포함하는 입자가 도핑될 수 있는 PMMA나 기타 다른 재료로 만들어진 가압된 세라믹을 포함할 수 있다. 여기서, 광 변환 소자(3)의 기하학적 형태는 관측자(11)가 전계 발광 장치(1)를 보는 시야각(10)에 대한 혼합광의 상관 색온도의 의존성을 원하는대로 설정하도록 구성된다. 도 2에 예시적으로 도시된 디스크 형태는 제1 및 제2 표면(3a, 3b)과 에지 표면(3c)을 포함한다. 디스크 형태는 제1 및 제2 표면(3a, 3b)이 기본적으로 서로 평행하게 배치된 형태이다. 광 변환 소자(3)는 광 변환 소자(3)의 제1 표면(3a)과 전계 발광층(21) 사이에 소정 거리(8)를 두고 배치된다. 그러나 광 변환 소자(3)는 광 변환 소자(3)의 사용 조건에 따라 그러나 그 재료에는 무관하게 예컨대 시트 형태, 곡선 형태 또는 그릇 형태와 같이 다른 형태를 가질 수도 있다. 여기서, 시트 형태란 2가지 공간 방향에서의 평균 크기가 이들 공간 방향에 직교하는 제3의 공간 방향의 크기보다 훨씬 큰 형태를 말한다. 이 경우 시트 형태는 제3의 차원에서 굽어진 또는 평탄하지 않은 시트로서 구체화될 수 있다. 그릇 형태는 전계 발광원(2)의 발광면 모두를 둘러싸는 형태를 말한다.

[0036] 시야각이 큰 경우에 상관 색온도를 적합하게 하는 한 가지 파라미터는 전계 발광층(21)에 평행한 광 변환 소자(3)의 상대적 초과 길이( $U_{EL}$  또는  $U_{LKE}$ )이다. 전계 발광원(2)이 광 변환 소자(3)을 넘어 돌출하면, 초과 길이는  $U_{EL}$ 로 나타낸다. 광 변환 소자(3)가 전계 발광원(2)을 넘어 돌출하면, 광 변환 소자(3)가 전계 발광층(21)에 평행한 전계 발광원(2)을 넘어 돌출하는 초과 길이(7)는  $U_{LKE}$ 로 나타낸다.

[0037] 시야각에 대해 상관 색온도를 적합하게 하는 다른 파라미터는 광 변환 소자(3)의 제1 표면(3a)과 제2 표면(3b) 간의 간격(또는 두께)이다. 영역(33)에 제1 간격(9a)을 갖고 영역(34)에 제2 간격(9b)을 갖는 광 변환 소자(3)의 경우에는 시야각의 특정 영역들에 대해 서로 무관하게 색 온도가 설정될 수 있다.

[0038] 시야각에 대해 상관 색온도를 적합하게 하는 또 다른 파라미터는 전계 발광원(2)의 전계 발광층(21)의 총 수직 선에 대한 광 변환 소자(3)의 에지 표면(3c)의 각도(12)이다.

[0039] 도 3은 전계 발광원(2)에 광학적으로 연결되고 균일한 두께(제1 간격(9a)=제2 간격(9b))와 전계 발광층의 총 수직선(여기서는 발광 방향(5))에 대응함)에 평행한 에지 표면(3c)을 가진 디스크형 광 변환 소자(3)의 예를 이용하여 여러 가지 초과 길이( $U_{EL}$  및  $U_{LKE}$ )에 대해 시야각(10)의 함수로서의 상관 색온도의 변동을 보여준다. 이 경우에 초과 길이( $U_{EL}$  및  $U_{LKE}$ )는 도 3의 범례에서 파라미터 d로서 나타낸, 광 변환 소자(3)의 제1 표면(3a)과 전계 발광층(21) 사이의 거리(8)의 배수로 주어진다. 작은 시야각과 큰 시야각 사이의 색온도 변동은 특히 초과 길이(7)가 큰 경우에 큰데, 그 이유는 평균 발광 방향(5)에 대해 큰 각의 전파 방향을 가진 1차 방사선의 비율이 광로가 더 길기 때문에 광 변환 소자(3)에서 더 많이 흡수되기 때문이다. 이것은 특히 전계 발광원(2) 측으로부터 나오는 1차 방사선에 적용된다. 그와 같은 형태의 광 변환 소자(3)가 주어지면, 큰 시야각(10)에서 색온

도는  $U_{LKE}$  값이 증가함에 따라 순수한 2차 방사선의 색온도에 더 많이 일치하게 된다. 광 변환 소자(3)의 제1 표면(3a)과 전계 발광층(21) 사이의 거리(8)에 비해 또는 전계 발광층이 광 변환 소자를 넘어 돌출하는 초과 길이( $U_{EL}$ )에 비해 초과 길이( $U_{LKE}$ )가 매우 작은 경우에는 1차 및 2차 방사선의 상대적인 비율이 역전된다.

[0040] 작은 시야각(10)에서 큰 시야각(10)에 이르는 상관 색온도의 곡선은 전계 발광원(2)의 전계 발광층(21)의 총 수직선에 대한 예지 표면(3c)의 각도(12)에 의해 추가적으로 조정될 수 있다. 큰 각(12)에 대해서는 시야각(10)의 넓은 각 범위에 걸쳐 시야각에 따라 증가하는 1차 방사선의 비율이 이 시야각에 대해 방출된 혼합광에서 얻어진다. 반면에 각(12)이 작거나 음인 경우에는 큰 시야각(10)에 대한 1차 방사선의 비율은 전계 발광 장치(1)의 수직 관측의 경우에 비해 훨씬 더 작아질 수 있다.

[0041] 도 4는 제1 및 제2 간격(9a, 9b)이 시야각(10)의 함수로서의 상관 색온도에 미치는 영향을 초과 길이(7)가 제로이고 예지 표면(3c)이 전계 발광층(21)의 총 수직선(여기서는 발광 방향(5)에 해당함)에 평행한 디스크형 광 변환 소자에 대해 예시적으로 보여주고 있다. 도 4의 범례에서 제1 간격은 A1으로 나타내고, 제2 간격은 A2로 나타낸다. 광 변환 소자(3)의 외측 영역(34)에서의 제2 간격(9b)이 광 변환 소자(3)의 내측 영역(33)에서의 제1 간격(9a)의 60%인 경우에는, 시야각(10)의 함수로서의 색온도가 변동하며, 평균 발광 방향(5)에 대해  $-50^\circ$  내지  $+50^\circ$ 의 시야각에 대해 상관 색온도는 아주 균일하게 된다.  $|50^\circ|$  이상의 시야각(10)에 대해서는 혼합광에서의 1차 방사선의 비율은 증가하고 따라서 시야각이 작은 경우의 값에 비해 색온도 차이가 증가한다.  $|60^\circ|$  이상의 시야각에 대한 색온도의 곡선은 (광 변환 소자의 초과 길이가 제로이므로) 기본적으로 영역(34)에서의 제2 간격(9b)에 의존하지 않지만, 제2 간격이 작은 시야각(10)에 대해 증가함에 따라  $20^\circ$  내지  $50^\circ$  과  $-20^\circ$  내지  $-50^\circ$ 의 각 범위에서의 2차 방사선의 비율은 증가한다.

[0042] 도 5는 도 4에서와 동일한 제1 및 제2 간격의 비율에 대해 시야각의 함수로서의 상관 색온도의 곡선을 초과 길이(7)가 광 변환 소자(3)의 제1 표면(3a)과 전계 발광층(21) 간의 거리(8)와 같고 예지 표면(3c)이 전계 발광층(21)의 총 수직선(여기서는 발광 방향(5)에 해당함)에 평행한 디스크형 광 변환 소자에 대해 예시적으로 보여주고 있다. 도 5의 범례에서 제1 간격은 A1으로 나타내고, 제2 간격은 A2로 나타낸다. 광 변환 소자(3)의 외측 영역(34)에서의 제2 간격(9b)이 광 변환 소자(3)의 내측 영역(33)에서의 제1 간격(9a)의 60%인 경우에, 도 5는 시야각(10)에 따라 혼합광에서의 1차 방사선의 비율을 증가하는 색온도를 보여준다. 외측 영역(34)에서의 제2 간격(9b)이 클수록 시야각(10)에 걸쳐 상관 색온도는 더 균일해진다. 제2 간격(9a)이 제2 간격(9a)의 2배인 경우에는 색온도는 시야각(10)에 크게 의존한다. 이 경우에 색점(color point)의 위치(1차 방사선 대 2차 방사선의 비에 대응함)는 제1 및 제2 간격(9a, 9b)의 절대값을 통해 원하는 값으로 맞추어져야 한다. 여기서, 혼합광에서의 1차 방사선의 비율은 1차 방사선이 2차 방사선으로 완전히 변환될 때까지 큰 제2 간격(9b)에 대해 국소적으로 감소될 수 있다. 광 변환 소자(3)를 적당하게 구성함으로써 혼합광에서의 1차 방사선의 비율이 높고 낮은 여러 개의 국소적인 영역들을 발생시킬 수 있다.

[0043] 주어진 제1 및 제2 간격(9a, 9b)에서 상관 색온도는 도 4 및 5의 비교로부터 알 수 있는 바와 같이 초과 길이에도 의존한다.

[0044] 상술한 효과를 주는 이들 파라미터들은 광 변환 소자(3)의 다른 비시트 형태의 기하학적 실시예에도 대응하는 적용을 갖고서 이용될 수 있다.

[0045] 모든 시야각(10)에 걸쳐 상관 색온도의 변동이 가능한 낮은 다른 예시적인 실시예들에 대해서는, 전계 광원(2)의 발광 특성에 따라서 큰 각으로 광 변환 소자(3)의 외측 영역(34)을 통과하는 변환되지 않은 1차 방사선의 광로는 대응하는 전파 방향을 갖는 광 변환 소자(3)의 내측 영역(33)에서의 광로와 어느 정도 같아야 함에 유의해야 한다. 예컨대 광 변환 소자(3)가 전계 발광층(21)과 광 변환 소자(3)의 제1 표면(3a) 간의 거리 이상인 초과 길이( $U_{LKE}$ )(7)를 갖는 전계 발광 장치(1)에서는 모든 시야각(10)에 걸쳐 매우 균일한 상관 색온도가 달성될 수 있다. 예지 표면(3c)의 각(12)은 상관 색온도의 균일성을 향상시키기 위해  $20^\circ$  내지  $70^\circ$ 이다. 외측 영역(34)의 제2 간격(9b)은 광 변환 소자(3)의 내측 영역(33)의 제1 간격(9a)보다 60% 내지 100% 정도 더 크다. 이 경우에 평균 간격(즉 평균 소자 두께)은 40% 이상의 세라믹 광 변환 재료의 투과율에 대해  $50 \mu\text{m}$  내지  $500 \mu\text{m}$ 이다. 투과율이 크면, 광 변환 소자(3)에 큰 각으로 입사하는 1차 방사선에 대한 산란 가능성이 줄어들고, 따라서 큰 시야각(10)에 대한 1차 방사선의 비율이 증가한다. 게다가, 광 변환 소자(3)의 투과율에 따라 전계 발광 장치(1)의 소위 패키지 계인이 증가한다.

[0046] 도 6은 청색 1차 방사선을 갖는 본 발명에 따른 2개의 백색 발광 전계 발광 장치(1)와 시야각(10)의 함수로서의 황색 2차 방사선을 발생시키는 Ce 도핑된 YAG 세라믹의 상관 색온도를 보여준다. 비교를 위해서 종래의 파우더

형광층과 형광 파우더 막에 대한 해당 데이터가 나타나 있다. 도 6에 나타난 데이터는 멜케르스 게엠바하(Melchers GmbH)로부터 입수 가능한 오트로닉(Autronic) DMS 401에 의해 pcLED에 대해 측정된 발광 스펙트럼으로부터 산출되었다. 각 경우에 측정 면적은 pcLED의 발광 면적보다 크다.

[0047] 본 발명에 따른 두 개의 전계 발광 장치의 데이터는 전계 발광원을 넘어 서로 다른 정도로 돌출하는 여러 가지 광 변환 소자(3)를 가지는 pcLED에 대해 측정되었다. 각 경우에 전계 발광원의 표면적은  $2x2 \text{ mm}^2$ 이다. 도 6에 도시된 곡선(51)은 광 변환 입자가 매립된 매트릭스 재료로 구성되며 전계 발광원을 돔(dome) 형태로 둘러싸는 광 변환 소자를 갖는 전계 발광원에 대해 결정되었다. 여기서 상관 색온도는 시야각(10)의 함수로서 2000 K이상 만큼 변화한다. 곡선(52)은 800 K의 상관 색온도의 더 작은 변동을 보여주며, 전기 이동에 의해 생성된 커버링 입자층의 두께가 일정한 전계 발광원에 대해 측정되었다. 곡선(53, 54)은 모든 시야각에 걸쳐 300 K이하 만큼 변화하는 전술한 형상 파라미터들을 가진 광 변환 소자(3)를 가진 본 발명에 따른 두 개의 전계 발광 장치(1)에 대한 값들에 해당한다. 60° 이상의 큰 시야각에 대한 상관 색온도의 약간의 증가와 약간의 감소는 각각 외측 영역(34)에서 소자 두께를 적당하게 설정함으로써 더 감소될 수 있다. 본 발명에 따라 광 변환 소자(3)의 형태를 전계 발광원(2)의 발광 특성에 맞춤으로써, 예컨대 상관 색온도가 시야각(10)과 거의 무관한 혼합광을 방출하는 전계 발광 장치(1)를 제공할 수 있다. 광 변환 소자의 평균 두께는 450  $\mu\text{m}$ 이다. 초과 길이는 전계 발광층(21)과 광 변환 소자(3) 간의 거리의 5배이며, 예지 표면(3c)은 전계 발광층(21)의 층 수직선에 대해 45° 각도로 배치된다. 제1 간격(9a)과 제2 간격(9b) 간의 차이는 20  $\mu\text{m}$ 이다.

[0048] 도 6에 나타난 측정값들은 전계 발광원과 광 변환 소자(3) 주위에 렌즈(6)나 광학 소자가 없는 전계 발광원에 대해서 측정되었다. 이에 불구하고 본 발명에 따른 실시예들의 효율은 종래의 pcLED보다 높다.

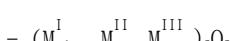
[0049] 본 발명에 따른 전계 발광 장치(1)의 다른 실시예에서, 전계 발광원(2)에 광학적으로 연결된 본 발명에 따른 광 변환 소자(3)는 제1 표면(3a), 제2 표면(3b) 및 예지 표면(3c)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 표면 상에 전계 발광원(2)으로부터 광 변환 소자(3) 밖으로의 광 커플링(coupling) 및/또는 광 변환 소자(3) 내로의 개선된 광 커플링을 위한 굴절 구조를 갖고 있다. 일 실시예에서, 본 발명에 따른 광 변환 소자(3)는 광의 커플링 인(coupling-in)을 개선하기 위한 굴절 구조와 광의 커플링 아웃(coupling-out)을 개선하기 위한 굴절 구조 모두를 포함할 수 있다. 이들 구조는 광 변환 소자의 재료에 내포되거나, 예컨대 접착층에 의해 광 변환 소자에 부가층으로서 도포될 수 있다. 예컨대, 굴절 구조들은 통상적인 피라미드나 돔 패턴 또는 어떤 다른 방식으로 성형된 구조로서 설계될 수 있다.

[0050] 광 변환 소자의 재료는 예컨대, PMMA와 같은 담체(carrier) 재료에 매립된 퍼릴렌 염료를 주기재로 하는, 바스프(BASF)사로부터 입수할 수 있는 루모겐스(Lumogens)와 같은 유기 형광 물질로 이루어질 수 있다. 황색에서, 오렌지색, 적색, 청색 및 녹색에 이르는 색공간을 커버하는 고효율의 투명 광 변환 소자가 얻어진다. 통상적으로 종래의 증착 기법에 의해 도포될 수 있는 무기 파우더 형광 물질들이 이용된다. 한편, 이들 파우더 형광 물질은 예컨대 PMMA와 같은 통상의 유기 매트릭스 재료 내에 매립된다. 이 재료는 층으로서 또는 판으로서 처리될 수 있다. 다른 한편으로 이들 파우더 형광 물질은 다결정 세라믹을 형성하도록 처리될 수도 있다. 이 경우 세라믹의 밀도는 처리 파라미터에 따라 달라진다. 투과율이 높은 광 변환 소자의 경우에는 이론적인 고체 밀도의 97% 보다 큰 세라믹 밀도가 요구된다.

[0051] 응용 분야와 원하는 혼합광에 따라서, 무기 파우더 형광 물질을 포함하는 광 변환 소자는 다음의 그룹들로부터 선택된 적어도 하나의 재료로 이루어진다.



[0053] 여기서,  $0 \leq x \leq 1$ ;  $0 \leq y \leq 0.1$  및  $0 \leq z \leq 1$ 에 대해  $M^I = (Y, Lu)$ ;  $M^{II} = (Gd, La, Yb)$ ;  $M^{III} = (Tb, Pr, Ce, Er, Nd, Eu)$  및  $M^{IV} = (Cd, Sc)$



[0055] 여기서,  $0 \leq x \leq 1$  및  $0 \leq y \leq 0.1$ 에 대해  $M^I = (Y, Lu)$ ;  $M^{II} = (Gd, La, Yb)$  및  $M^{III} = (Tb, Pr, Ce, Er, Nd, Eu, Bi, Sb)$



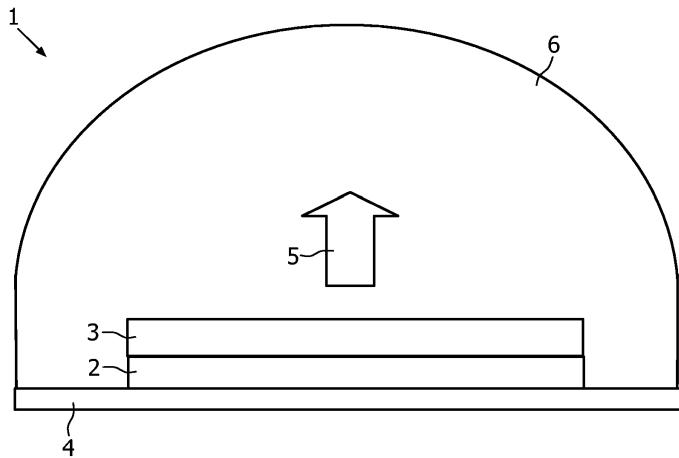
- [0057] 여기서,  $0 \leq x \leq 0.01$ ;  $0 \leq y \leq 0.05$  및  $0 \leq z \leq 1$ 에 대해  $M^I = (Ca, Sr, Mg, Ba)$ ;  $M^{II} = (Ce, Eu, Mn, Tb, Sm, Pr, Sb, Sn)$  및  $M^{III} = (K, Na, Li, Pb, Zn)$
- [0058] -  $(M_{1-x-y}^I M_x^{II} M_y^{III})_0$
- [0059] 여기서,  $0 \leq x \leq 0.1$  및  $0 \leq y \leq 0.1$ 에 대해  $M^I = (Ca, Sr, Mg, Ba)$ ;  $M^{II} = (Ce, Eu, Mn, Tb, Sm, Pr)$  및  $M^{III} = (K, Na, Li, Pb, Zn)$
- [0060] -  $(M_{2-x}^I M_x^{II} M_2^{III})_0$
- [0061] 여기서,  $0 \leq x \leq 1$ 에 대해  $M^I = (La, Y, Gd, Lu, Ba, Sr)$ ;  $M^{II} = (Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm)$  및  $M^{III} = (Hf, Zr, Ti, Ta, Nb)$
- [0062] -  $(M_{1-x}^I M_x^{II} M_{1-y}^{III} M_y^{IV})_0$
- [0063] 여기서,  $0 \leq x \leq 0.1$  및  $0 \leq y \leq 0.1$ 에 대해  $M^I = (Ba, Sr, Ca, La, Y, Gd, Lu)$ ;  $M^{II} = (Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm)$ ;  $M^{III} = (Hf, Zr, Ti, Ta, Nb)$  및  $M^{IV} = (Al, Ga, Sc, Si)$
- [0064] -  $(M_{1-x}^I M_x^{II} M_y^{III}) Al_{11}O_{19}$
- [0065] 여기서,  $0 \leq x \leq 1$  및  $0 \leq y \leq 1$ 에 대해  $M^I = (La, Y, Gd, Lu, Sc, Ba, Sr, Ca)$ ;  $M^{II} = (Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm)$  및  $M^{III} = (Mg, Al, Zn, Sc, B, Ga, Mn)$ , 및
- [0066] -  $(M_{1-x}^I M_x^{II} M_y^{III}) Al_{10}O_{17}$
- [0067] 여기서,  $0 \leq x \leq 1$  및  $0 \leq y \leq 1$ 에 대해  $M^I = (Ba, Sr, Ca)$ ;  $M^{II} = (Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm, Mn)$  및  $M^{III} = (Mg, Al, Zn, Sc, B, Ga)$
- [0068] 여기서, 예컨대  $M^I$ 에 대한  $M^I = (Ca, Sr, Mg, Ba)$ 와 같은 표시는 괄호 내의 개별적인 원소들뿐만 아니라 이들 원소들의 혼합을 포함하는 의미를 갖고 있다.
- [0069] 바람직하게는 1차 방사선의 평균 광장은 200 nm 내지 490 nm 사이의 광장 범위이며, 따라서 1차 방사선과 1차 방사선을 혼합하여 백색광을 발생시키는데 필요한 다른 모든 스펙트럼 영역이 여기될 것이다. 그러므로 청색 1차 방사선의 경우에는 바람직하게는 2차 방사선은 황색 또는 녹색 및 적색 스펙트럼 영역의 광을 포함하며, 색 혼합에 의해 백색광이 발생될 수 있다.
- [0070] 본 발명에 따른 광 변환 소자의 또 다른 실시예에서, 치수적으로 안정된 매트릭스 재료는 여러 가지 지름의 광 변환 입자들을 포함하며, 평균 지름은 국소적으로 상이할 수 있다. 흡수와 산란 간의 비율은 입자 크기에 따라 다르며 제1 및 제2 광 변환 입자의 수와 농도를 통해 조절될 수 있다. 형광층의 투과와 흡수 거동은 소위 산란 능(scattering power), 산란 계수와 총 두께의 곱, 및 흡수 계수에 의해 결정된다. 흡수 계수는 (예컨대 활성제 특성과 농도에 의해 결정되는) 재료 상수이지만,  $\mu m$  범위의 지름에 대한 산란 계수는 평균 입자 지름에 반비례한다. 전계 발광 장치에 의해 방출된 광에서 1차 방사선과 2차 방사선의 비율이 동일하다고 할 때에, (예컨대 입자 지름 감소에 의해) 광 변환 소자의 산란이 증가하면 적은 1차 방사선으로도 전계 발광 장치를 그 원래의 발광 방향에 유지할 수 있는 효과가 있다.
- [0071] 도면과 상세한 설명을 통해 설명된 실시예들은 전계 발광 장치의 시야각의 함수로서 상관 색온도의 변동을 감소시키는 예로서 제공된 것들이며, 청구범위를 이들 예들로 한정하는 것으로 이해해서는 안 된다. 당업자에게는 다른 실시예들도 가능하며, 이러한 다른 실시예들도 마찬가지로 청구범위의 보호 범위 내에 있다. 종속항 번호는 청구항의 여러 조합이 본 발명의 바람직한 실시예들을 표현하지 않는다는 것을 의미하는 것은 아니다.

### 도면의 간단한 설명

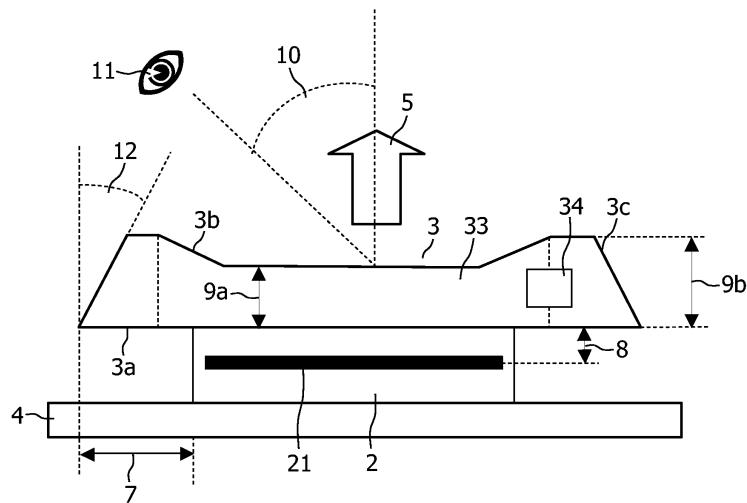
- [0025] 도 1은 종래 기술에 따른 전계 발광 장치를 도시한 도면.
- [0026] 도 2는 본 발명에 따른 전계 발광 장치의 실시예를 도시한 도면.
- [0027] 도 3은 여러 가지 초과 길이( $U_{EL}$  및  $U_{LKE}$ )에 대해 시야각 함수로서의 상관 색온도의 변동을 보여주는 도면.
- [0028] 도 4는 초과 길이가 0인 경우에 여러 가지 제1 및 제2 간격에 대해 시야각 함수로서의 상관 색온도의 변동을 보여주는 도면.
- [0029] 도 5는 초과 길이가 광 변환 소자의 제1 표면과 전계 발광층 간의 거리와 같은 경우에 여러 가지 제1 및 제2 간격에 대해 시야각 함수로서의 상관 색온도의 변동을 보여주는 도면.
- [0030] 도 6은 도 3에 도시된 본 발명에 따른 전계 발광 장치에 대한 시야각 함수로서의 상관 색온도의 변동들의 비교를 보여주는 도면.

### 도면

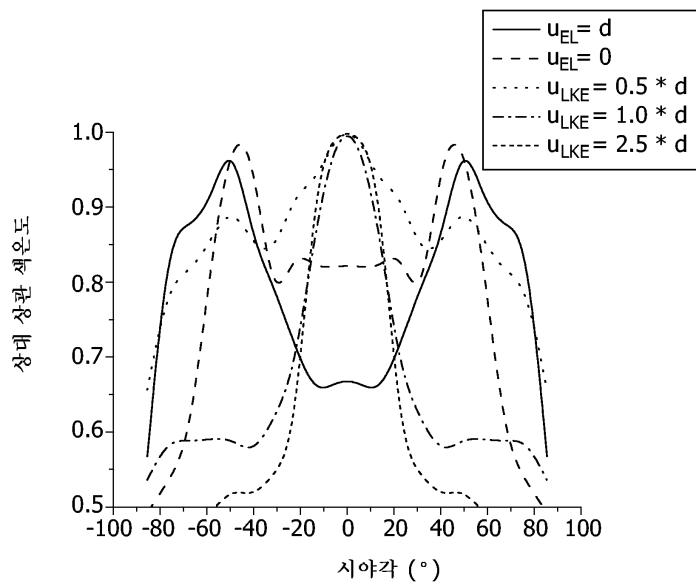
#### 도면1



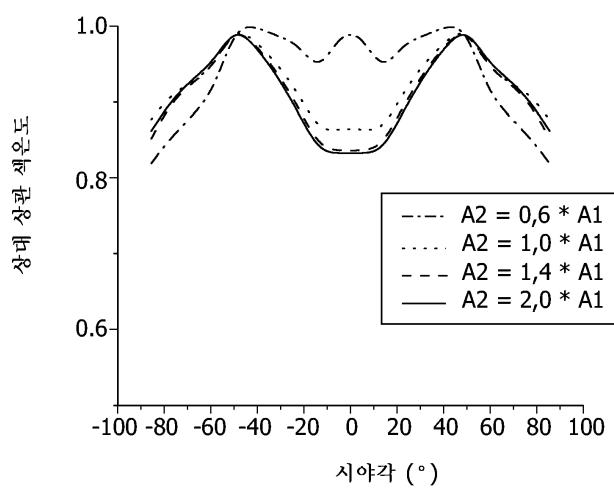
#### 도면2



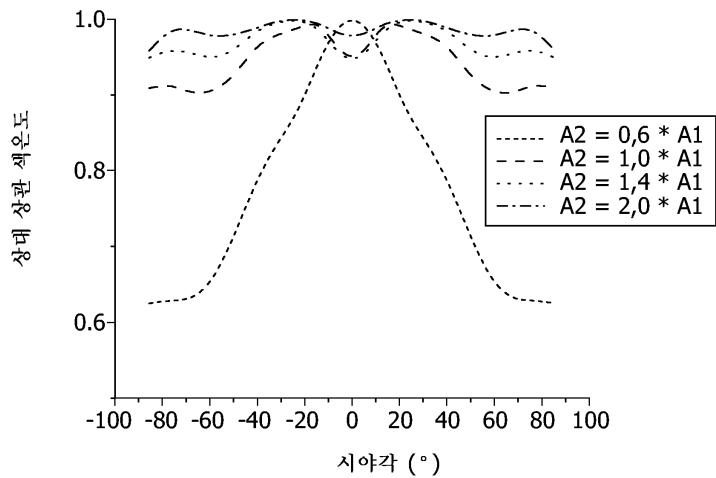
도면3



도면4



도면5



도면6

