



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0021584  
(43) 공개일자 2017년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C03C 3/066 (2006.01) C03B 19/06 (2006.01)  
C03C 14/00 (2006.01) C03C 4/12 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C03C 3/066 (2013.01)  
C03B 19/06 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0116157  
(22) 출원일자 2015년08월18일  
심사청구일자 2015년08월18일

(71) 출원인  
한국세라믹기술원  
경상남도 진주시 소호로 101 (충무공동, 부속건물  
세라믹소재종합지원센터)  
주식회사 베이스  
충청남도 아산시 둔포면 윤보선로336번길 49  
(72) 발명자  
황종희  
경상남도 진주시 금산면 중장로154번길 49, 109동  
1805호 (진주금산두산위브아파트)  
이미재  
경상남도 진주시 사들로 126, 403동 1601호 (충무  
공동, 혁신도시엘에이치아파트4단지)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 수

전체 청구항 수 : 총 7 항

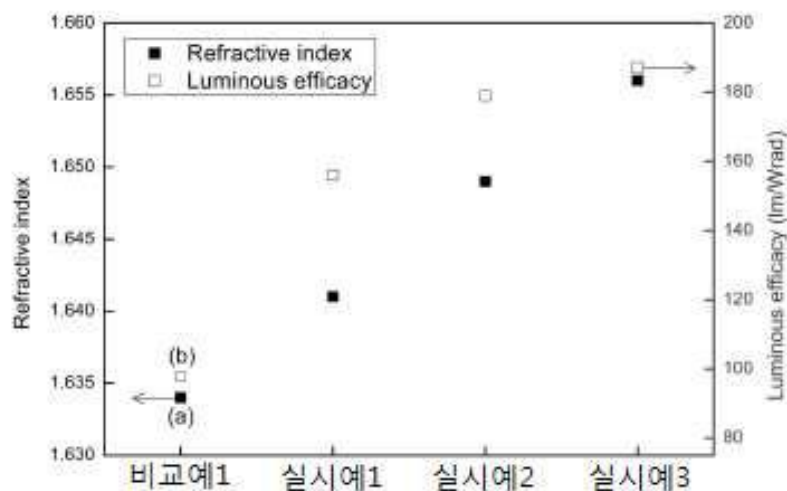
(54) 발명의 명칭 티타니아가 첨가되는 파장변환 소재용 유리 조성물 및 유리의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 티타니아가 첨가되는 파장변환 소재용 유리 조성물에 관한 것으로, 보다 상세하게는 파장변환 소재용 유리 조성물에 있어서, 상기 유리 조성물은 각 물 성분비가 25 mol%로 동일한 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리를 기지로 하여 여기에 TiO<sub>2</sub>를 첨가하여 고굴절률을 나타내는 것을 특징으로 하는 파장변환 소재용 유리 조성물을 제공한다.

이상과 같은 본 발명에 따르면, TiO<sub>2</sub>의 관점에서 유리 조성물의 굴절률과 발광효율을 관계로부터 우수한 발광효율을 갖는 파장변환 소재용 유리 조성물의 조성을 확립하도록 하는 작용효과가 기대된다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

**C03C 14/00** (2013.01)

**C03C 4/12** (2013.01)

(72) 발명자

**임태영**

경기도 수원시 영통구 센트럴타운로 76, 6121동  
2401호 (이의동, 이편한세상광교)

**김진호**

경상남도 진주시 사들로 126, 405동 1705호 (충무  
공동, 혁신도시엘에이치아파트4단지)

**전대우**

경상남도 진주시 하대로129번길 12-2, 201호 (하대  
동)

**박태호**

서울특별시 송파구 양재대로 1218, 102동 202호 (방  
이동, 올림픽선수기자촌아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10047778

부처명 산업통상부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 전략적핵심소재기술개발사업

연구과제명 고효율 LED 패키지용 고내열성 색변환 세라믹 복합소재 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주) 베이스

연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.30

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

파장변환 소재용 유리 조성물에 있어서,

상기 유리 조성물은 각각의 몰 성분비가 25 mol%인 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리에 추가적으로 TiO<sub>2</sub>를 조성물 전체 몰을 기준으로 하여 1~5 mol%가 포함되도록 하는 것을 특징으로 하는 파장변환 소재용 유리 조성물.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유리 조성물은 유리로 제조시 굴절율 1.6 이상의 고굴절 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 파장변환 소재용 유리 조성물.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 유리 조성물에는 상기 유리 조성물과 LED chip 으로부터 나오는 blue광을 변환시켜주기 위한 yellow계 형광체가 조성물 전체 중량 대비 1~5wt% 첨가되는 것을 특징으로 하는 파장변환 소재용 유리 조성물.

#### 청구항 4

BaO, ZnO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>를 원료물질로 하여 각각 동일 몰분율로 하여 혼합하는 단계;

상기 혼합된 원료물질에 첨가물질로 TiO<sub>2</sub>를 첨가하고 혼합하는 단계;

상기 혼합된 원료물질과 첨가물질을 용융하는 단계;

상기 용융 후 서냉하는 단계;

상기 서냉 후 얻어진 유리를 분쇄하고 성형하는 단계; 및

상기 성형 후 소결하는 단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 파장 변환 소재용 유리의 제조방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 소결시 소성온도는 유리의 전이점보다 100℃ 높은 것을 특징으로 하는 파장 변환 소재용 유리의 제조방법.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 TiO<sub>2</sub>는 조성물 전체 몰을 기준으로 하여 1~5몰% 첨가되는 것을 특징으로 하는 파장 변환 소재용 유리의 제조방법.

#### 청구항 7

제1항의 조성물을 이용하여 제조되며, 발광효율이 158~186 lm/Wrad인 것을 특징으로 하는 파장 변환 소재용 유리.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 티타니아가 첨가되는 파장변환 소재용 유리 조성물에 관한 것으로, 보다 상세하게는 파장변환 소재용 유리 조성물에 있어서, 상기 유리 조성물은 각 물 성분비가 25 mol%로 동일한 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리를 기지로서 하여 여기에 TiO<sub>2</sub>를 첨가하여 고굴절률을 나타내는 것을 특징으로 하는 파장변환 소재용 유리 조성물을 제공한다.

### 배경 기술

[0002] 최근 차세대 광원으로 주목 받고 있는 백색 LED(white light-emitting diode)는 고효율, 장수명, 저소비 전력 및 친환경적인 소자로서 현재 디스플레이용 백라이트, 조명용 광원, 자동차 헤드램프, 휴대전화 및 디지털 카메라의 액정 등으로 응용 범위가 넓어지고 있다. LED를 통해 백색을 구현하는 방법 중 현재 상용화되어 보편적으로 쓰이는 방법은 청색 LED에 황색 형광체를 도포하는 방법이다. 단일 형광체를 사용하기 때문에 제조가 용이하고 황색 형광체의 광 변환 효율이 매우 높기 때문에 광 손실이 적다는 장점이 있기 때문에 현재 보편적으로 널리 이용되고 있다. 기존에는 투명 에폭시 또는 실리콘 바인더를 이용하여 형광체를 LED 칩 위에 도포하는 방식을 사용하였는데, 이러한 방식은 고출력화에 따라 LED 칩 내의 급격한 온도 상승으로 LED 내의 투명 에폭시 또는 실리콘 바인더의 열화를 일으키게 된다. 그 결과 에폭시의 투과도 저하 및 색의 변성을 일으켜 백색 LED로서 발광효율을 감소, 발광 컬러의 변화, 수명단축 등의 문제를 일으키게 된다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근에는 형광체를 LED칩 위에 일정한 간격을 두고 막 형태로 제작하는 리모트 방식이 적용되기 시작하였으며, 이 방식은 기존의 방식보다 높은 광효율과 발광분포를 얻을 수 있다. 또한, 유리로 봉합된 형광체 형태의 색변환 유리(color conversion glass)를 적용하면 열적, 화학적 안정성을 확보할 수 있다. 하지만 형광체와의 굴절률 차이가 에폭시와 비슷하게 커서 산란 특성은 비슷하다. 따라서 형광체와의 굴절률 차이로 인한 산란 손실을 줄이기 위해 고굴절 유리의 조성 개발이 필요하다.

[0003] 이와 관련하여, 국내공개특허 제2010-13368호에서는 LED 봉지용 실록산 수지를 개시하고 있다. 상기 봉지재는 우수한 내광성, 내열성, 투광도 및 굴절률을 나타내고 LED 봉지에 적합한 경도와 성형시 수축률이 적은 것을 특징으로 한다.

[0004] 상기 선행기술은 기존의 LED 용 실리콘계 고분자 화합물의 1.4 정도의 낮은 굴절률로 인해 LED의 발광효율을 감소시키는 문제점을 보완하였지만 그래도 1.6 미만의 낮은 굴절률을 갖는 문제점이 있다.

[0005] 이와 관련하여, 국내공개특허 특2003-46565호에서는 고굴절률 산화물인 TiO<sub>2</sub> 및 BaO를 주성분으로 하는 굴절률 1.9 이상의 고굴절률 유리조성을 개시하고 있으나, 위 특허는 반사용 유리알의 제조라는 측면에서 본 발명과는 무관하다. 특히 국내공개특허 제2011-9042호에 따르면 반사 및 굴절 등 광 투과 특성 조절을 위해 형광체보다 낮은 약 1.75 이하 수준의 굴절률을 갖는 것이 적절하며, 굴절률이 1.75보다 높을 경우 표면 반사 등에 의한 투과도 저하가 발생하므로 위 특2003-46565호는 이러한 점에서 본 발명의 추구점과는 괴리가 있는 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 유리조성물의 굴절률과 발광효율을 관계로부터 우수한 발광효율을 갖는 파장변환 소재용 유리 조성물의 조성을 확립하도록 하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 색변환 유리에 있어서 무엇보다 중요한 것은 유리와 형광체간의 화학적 안정성이다. 그 결과, LED chip에서 나오는 여기광을 받아 형광체가 원활하게 발광할 수 있다. 그러나 형광체가 색변환 유리내에서 안정적으로 분포하고 있어 발광을 하더라도 발광된 빛이 색변환 유리에서 잘 조사되어 나와야 높은 발광효율을 기대할 수 있다. 특히, TiO<sub>2</sub>의 굴절률 향상효과와 이로부터 도출되는 발광효율의 향상효과를 동시에 달성한 것으로서 본 발명의 의의가 있다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 전술한 목적을 달성하기 위하여, 파장변환 소재용 유리 조성물에 있어서, 상기 유리 조성물은 각각의

몰 성분비가 25 mol%인 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리에 추가적으로 TiO<sub>2</sub>를 조성물 전체 몰을 기준으로 하여 1~5 mol%가 포함되도록 하는 것을 특징으로 하는 파장변환 소재용 유리 조성물을 제공한다.

[0009] 상기 유리 조성물은 굴절율 1.64 이상의 고굴절 특성을 갖는 것이 바람직하다.

[0010] 상기 유리 조성물에는 상기 유리 조성물과 LED chip 으로부터 나오는 blue광을 변환시켜주기 위한 yellow계 형광체가 조성물 중량 대비 1~5wt% 첨가되는 것이 바람직하다.

[0011] 또한 본 발명은 BaO, ZnO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>를 원료물질로 하여 각각 동일 물분율로 하여 혼합하는 단계; 상기 혼합된 원료물질에 첨가물질로 TiO<sub>2</sub>를 첨가하고 혼합하는 단계; 상기 혼합된 원료물질과 첨가물질을 용융하는 단계; 상기 용융 후 서냉하는 단계; 상기 서냉 후 얻어진 유리를 분쇄하고 성형하는 단계; 및 상기 성형 후 소결하는 단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 파장 변환 소재용 유리의 제조방법을 제공한다.

[0012] 상기 소결시 소성온도는 유리의 전이점보다 100℃ 높은 것이 바람직하다.

[0013] 상기 TiO<sub>2</sub>는 조성물 전체 몰을 기준으로 하여 1~5몰% 첨가되는 것이 바람직하다.

[0014] 또한 본 발명은 전술한 조성물을 이용하여 제조되며, 발광효율이 158~186 lm/Wrad인 것을 특징으로 하는 파장 변환 소재용 유리를 제공한다.

### 발명의 효과

[0015] 이상과 같은 본 발명에 따르면, TiO<sub>2</sub>의 관점에서 유리 조성물의 굴절률과 발광효율을 관계로부터 우수한 발광효율을 갖는 파장변환 소재용 유리 조성물의 조성을 확립하도록 하는 작용효과가 기대된다. 즉, 본 발명은 굴절률의 조절로부터 발광효율의 극대화가 가능하도록 하였다는 점에 관한 기술적 특징을 갖는다.

[0016] 또한, TiO<sub>2</sub>의 투입량에 따라서 연색성의 향상 또한 도모할 수 있는 작용효과가 기대된다.

### 도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리에 있어서 TiO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 유리의 굴절률 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도 2는 448nm의 blue LED 빛으로 여기한 색변환 유리들의 PL 스펙트럼을 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명에서의 유리 굴절률과 색변환 유리의 발광효율을 비교하여 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 본 발명을 바람직한 실시예 및 도면을 기초로 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0019] <시료 제조예 및 물성 측정예>

[0020] 본 발명에서 도출한 것은 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리 조성물에서 TiO<sub>2</sub> 함량에 따른 굴절률 향상 및 발광특성이다. 이를 위하여 비교예 1을 기준샘플로 하여 각각 조성의 몰 성분비를 동일하게 25mol%로 하여 glass frit을 제조하고 여기에 YAG 형광체 (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup>)를 5wt% 혼합하여 색변환 유리를 제작하였다.

[0021] 여기서 형광체는 조성물 중량대비 5wt%로 하여 첨가하였으나, 1~5wt%로 하여 첨가하는 것이 바람직하다.

[0022] 나머지 샘플로서 실시예 1은 TiO<sub>2</sub>의 함량을 1mol%, 실시예 2는 TiO<sub>2</sub>의 함량을 3mol%, 실시예 3은 TiO<sub>2</sub>의 함량을 5mol%로 하여 각각의 TiO<sub>2</sub> 함량을 다르게 하여 기준 샘플과 굴절률 및 발광특성을 비교하였다.

[0023] 제조방법에 관한 실시예를 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[0024] 유리 조성물을 제조하기 위해 각각의 조성 함량별로 원료를 혼합하여 볼밀에서 12시간 혼합하였다. 혼합된 시료를 1400℃에서 2시간 용융한 유리를 굴절률 측정 시편 및 glass frit 제작을 위해 각각 580℃에서 예열한 흑연 몰드에 부어 어닐링하고, roller-quenching하여 ribbon cullet을 제조하였다. Ribbon cullet은 볼밀에서 60 RPM으로 2시간 분쇄 후 270 mesh sieve에 통과시켜 4가지 glass frit을 얻었다. 각각의 glass frit에 D50이 15

$\mu\text{m}$  크기를 갖는 cerium이 도핑 된 YAG 형광체를 5 wt%를 혼합하였다. 혼합된 glass frit 3g을 30 $\phi$  스텐 몰드에 넣고 프레스에서 2~3 ton으로 1분간 유지한 후 성형체를 얻었다. 얻어진 성형체는 각 glass frit의 Tg보다 100  $^{\circ}\text{C}$  높은 온도를 소성온도로 설정, 소성온도에서 30분간 유지하여 소결체를 얻었다. 얻어진 소결체를 두께 1 mm 로 가공하여 최종 색변환 유리를 얻었다.

[0025] 하기 표 1에는 실험에 사용한 5가지 실시예의 유리 조성물 몰 성분비 및 물성 나타내었다.

표 1

[0026]

실시예			비교예1	실시예1	실시예2	실시예3
Glass composition	BaO	mol%	25	25	25	25
	ZnO	mol%	25	25	25	25
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mol%	25	25	25	25
	SiO <sub>2</sub>	mol%	25	25	25	25
	TiO <sub>2</sub>	mol%	0	1	3	5
	Total		100	101	103	105
Glass Property	Tg	$^{\circ}\text{C}$	586	562	560	558
	n		1.6344	1.6405	1.6493	1.6559
	Transparency	○/×	○	○	○	○
PIG Property	발광 효율	lm/W	42.4	67.5	61.0	81.1
	발광 효율	lm/Wrad	97.91	156.03	141.05	187.22
	색좌표(x)		0.4531	0.4493	0.4402	0.4408
	색좌표(y)		0.5271	0.531	0.5202	0.5242
	색온도	K	3527	3594	3668	3678
	연색지수	Ra	48.7	45.9	58.72	56.81

[0027] 유리의 Tg 측정결과, TiO<sub>2</sub>를 첨가함으로써 전이점이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. TiO<sub>2</sub>를 첨가하지 않은 기준 샘플 비교예 1이 586 $^{\circ}\text{C}$ 로 가장 높은 값을 보였으며, TiO<sub>2</sub>를 5 mol% 첨가한 실시예 3이 558 $^{\circ}\text{C}$ 로 가장 낮은 값을 보였다.

[0028] 이를 바탕으로 색변환 유리의 소결 온도를 결정하였다. TiO<sub>2</sub>를 첨가함으로써 굴절률 향상에 의한 광효율 증가를 목표로 하는 것이지만 색변환 유리의 소결온도 저하에 따른 형광체와 유리의 반응가능성도 작아져 색변환 유리의 화학적 안정성도 증가될 수 있는 부가적인 효과를 볼 수도 있을 것으로 판단된다.

[0029] <물성 측정 결과>

[0030] 도 1은 BaO-ZnO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>계 유리에 있어서 TiO<sub>2</sub> 첨가량에 따른 유리의 굴절률 측정 결과를 나타낸 것이다. TiO<sub>2</sub> 첨가량이 증가함에 따라 유리의 굴절률이 높게 측정되었다. 즉, 유리의 굴절률 측정 결과, 비교예 1은 1.6344, 실시예 1은 1.6405, 실시예 2는 1.6493, 실시예 3은 1.6559의 값으로 나타나 TiO<sub>2</sub>를 5 mol% 함유한 실시예 3의 유리가 가장 높은 값을 보이고, TiO<sub>2</sub>를 함유하지 않은 비교예 1 유리가 가장 낮은 값을 보였다. 이로써 TiO<sub>2</sub>를 첨가함으로써 유리의 굴절률을 향상시켜 색변환 유리의 형광체 담체로 쓰이기 적합한 고굴절 유리를 제작할 수 있었다.

[0031] 도 2는 448nm의 blue LED 빛으로 여기한 색변환 유리들의 PL 스펙트럼을 나타낸 것이다. 스펙트럼 중 480nm에서 780nm 까지는 발광 스펙트럼으로 448nm의 여기광이 YAG:Ce 형광체를 함유한 색변환 유리들을 통과하면서 나온 발광 피크이다.

[0032] TiO<sub>2</sub>를 1 mol% 첨가한 색변환 유리에 관한 실시예 1의 경우, TiO<sub>2</sub> 첨가 효과가 매우 적어 발광 피크의 intensity가 TiO<sub>2</sub>를 첨가하지 않은 기준 샘플 비교예 1과 유사한 것을 확인할 수 있었다. 하지만 TiO<sub>2</sub> 첨가량이 3 mol%로 증가함에 따라 발광 피크의 intensity가 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, TiO<sub>2</sub>를 5 mol% 첨가한 색변환 유리 실시예 2의 경우 TiO<sub>2</sub>를 3 mol% 첨가한 색변환 유리보다 약간 높은 발광 피크의 intensity를

확인할 수 있었다. 즉,  $\text{TiO}_2$ 의 첨가량이 증가함에 따라 색변환 유리의 발광 피크의 세기가 증가하였으나 함량증가에 따른 증가폭은 점차 작아지는 것을 알 수 있었다.

[0033] 위 표 1에서 나타난 바와 같은 CIE 색좌표는 448nm blue LED의 빛으로 색변환 유리에 여기 시켰을 때 발광되는 빛의 색을 나타내는 것이다. 본 발명에서 제작한  $\text{TiO}_2$  첨가 색변환 유리는  $\text{TiO}_2$  첨가량에 상관없이 모두 노란색 영역에서 발광하는 것으로 나타났다. 따라서 조명으로 쓰이기 위해 적합한 백색광 영역으로의 색좌표 이동을 위해 향후에 적색 형광체를 적용하여 조절해 줄 필요가 있다.

[0034] 위 표 1에 나타난 바와 같은 색온도란 빛의 색상을 수치적으로 나타내는 지표이며, 같은 백색광이라도 색온도에 따라 따뜻하고 차가움을 느낄 수 있다. 즉, 어떤 색의 색온도가 낮다는 것은 그 색이 좀 더 따뜻하게 느껴진다는 것을 의미하고, 색온도가 높다는 것은 차게 느껴지는 색을 의미한다.  $\text{BaO-ZnO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 계 유리에  $\text{TiO}_2$ 를 첨가하여 제작한 색변환 유리는  $\text{TiO}_2$  첨가량이 증가할수록 색온도가 점점 증가하였다.  $\text{TiO}_2$ 를 함유하지 않은 기준 샘플 비교예 1의 색변환 유리의 색온도는 3527K로 가장 낮은 값을 나타냈으며,  $\text{TiO}_2$ 를 5 mol%로 가장 많이 함유한 실시예 3의 색변환 유리의 색온도는 3678K로 가장 높은 값을 나타내었다. 본 발명에서 사용된 색변환 유리들은 모두 3500~3700K 사이의 값을 가지며, 따뜻한 색온도 값을 나타내었다.

[0035] 위 표 1에서 나타난 바와 같은 연색지수는 인공 광원이 얼마나 기준광과 비슷하게 물체의 색을 보여 주는가를 나타내는 지수이며, 연색지수가 100에 가까울수록 색이 자연스럽게 보인다. 본 발명에서  $\text{TiO}_2$  첨가량이 증가할수록 색변환 유리의 연색지수가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서  $\text{TiO}_2$ 를 첨가함으로써 조명으로 쓰이기 위해 요구되는 조건 중 하나인 고연색성의 색변환 유리를 제작 할 수 있을 것으로 판단된다.

[0036] 도 3에서는 본 발명에서의 유리 굴절률과 색변환 유리의 발광효율을 비교하였다. 유리의 굴절률은 비교예 1은 1.6344, 실시예 1은 1.6405, 실시예 2는 1.6493, 실시예 3은 1.6559의 값으로 나타나,  $\text{TiO}_2$ 가 5 mol% 함유된 실시예 3 유리가 가장 높은 값을 보였으며  $\text{TiO}_2$ 를 함유하지 않은 비교예 1 유리가 가장 낮은 값을 보였다. 광추출 효율은 158~186 lm/Wrad의 범위의 값을 나타내어 100 lm/Wrad 미만의 값을 나타내는 종래의 기술인 비교예1보다 발광효율이 우수함을 알 수 있다.

[0037] 따라서, 광 추출효율, 즉 발광효율을 증가시키기 위한 색변환 유리 조성물은 굴절률 1.64 이상의 고굴절 특성을 갖는 것이 바람직하다. 이와 같이 어느 수준에서 유리의 굴절률이 높아야 광추출 효율이 증가하여 발광효율이 증가하며 적어도 60 lm/W 이상의 높은 발광효율을 기대할 수 있다. 그러나, 전술한 바와 같이, 굴절률이 1.75보다 높을 경우 표면 반사 등에 의한 투과도 저하가 발생되므로 굴절률이 계속하여 높아진다고 반드시 좋은 결과가 도출되는 것은 아니며, 따라서 굴절률은 발광효율과의 관계에서 적절한 범위를 나타내어야 하는 것이 바람직하다.

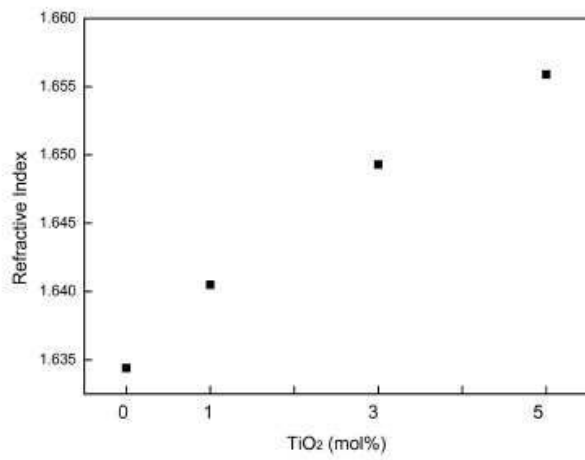
[0038] 따라서, 본 발명에 의한 유리의 굴절률은 1.64 이상이되, 1.75 미만의 값을 갖는 것이 좋다고 할 것이다. 다만,  $\text{TiO}_2$ 를 5 mol% 이상 첨가하는 경우에는 굴절률은 1.75 가까이 높아질 수 있으나 유리의 실투현상이 나타나기 쉬워 유리의 투과도가 저하되는 문제점이 있다. 따라서 더욱 바람직한 유리의 굴절률 범위는 1.64 ~ 1.66이며, 유리의 굴절률이 1.64 미만인 경우에는 발광효율이 좋지 않고, 1.66 이상인 경우에는 경우에 따라서 유리의 투과도가 저하되는 문제점이 있으므로, 본 발명에 의한 유리의 굴절률은 1.64 ~ 1.66의 범위에서 그 임계적 의의를 갖는다.

[0039] 한편 색변환 유리의 발광효율은  $\text{TiO}_2$ 가 5 mol% 함유된 유리를 적용한 실시예 3이 가장 높은 효율값을 보였으며, 굴절률과 발광효율의 경향이 정확히 일치하였다. 색변환 유리의 발광효율은 사용된 유리의 굴절률 크기에 의존하는 것을 알 수 있었으며, LED의 광추출 효율이 유기물 봉지재의 굴절률에 비례한다는 결과와 일치하였다. 색변환 유리에 있어서도 유리 성분에  $\text{TiO}_2$ 를 첨가함으로써 굴절률을 높여 광추출 효율을 증가시키고 더불어 발광효율도 증가시킬 수 있었다.

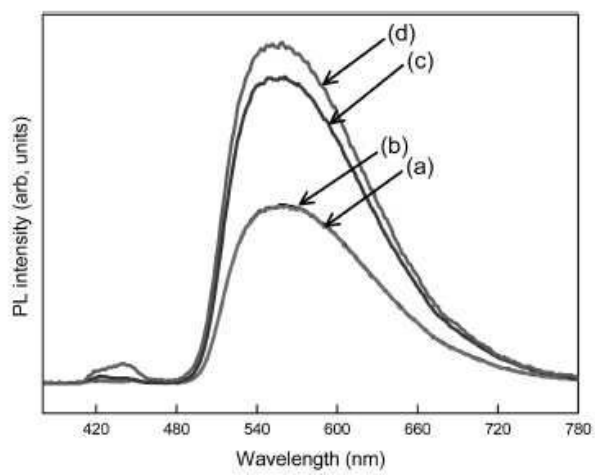


도면

도면1



도면2



도면3

