



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월22일
(11) 등록번호 10-1086041
(24) 등록일자 2011년11월16일

(51) Int. Cl.

H01B 3/10 (2006.01) H01B 3/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0030080

(22) 출원일자 2010년04월01일

심사청구일자 2010년04월01일

(65) 공개번호 10-2011-0110636

(43) 공개일자 2011년10월07일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050021335 A*

KR1020100026154 A*

KR1020040108697 A

JP2009054886 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국화학연구원

대전 유성구 장동 100번지

(72) 발명자

최성호

경기도 용인시 수지구 상현동 만현마을3단지 성원
상떼빌 304동 105호

박병윤

경기도 수원시 팔달구 인계동 수정아파트 105동
1805호

정하균

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 116동 110
5호

(74) 대리인

한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

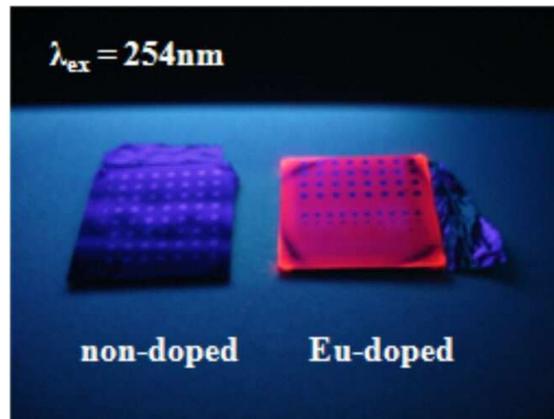
심사관 : 장기완

(54) 이종(異種) 희토류 발광원소를 함유하는 산화가돌리늄 절연막 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 산화가돌리늄 절연막 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하면 절연 특성이 좋은 산화가돌리늄에 이종(異種) 희토류 원소를 추가로 첨가함으로써 절연 특성이 한층 강화되고 특정 발광 스펙트럼을 나타내는 절연막에 관한 것이며, 또한 이러한 절연막을 비진공방식인 스핀코팅 방식을 이용하여 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 산화가돌리늄 절연막은 박막형 트랜지스터의 절연막 등으로 유용하게 적용할 수 있으며, 본 발명에서 제시하는 제조방법은 진공증착방식이 아닌 스핀코팅 방법을 사용함으로써 대형 디스플레이 전자 소자 개발에 적용이 가능하다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KK-0902-B0

부처명 산업기술연구회

연구관리전문기관

연구사업명 기관고유사업

연구과제명 인쇄공정기반 화학소재 원천기술 개발 사업

기여율

주관기관 한국화학연구원

연구기간 2009년 01월 01일 ~ 2009년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

폴리비닐피롤(polyvinylpyrrol, PVP); 및
 1 : 0.01 ~ 0.1 몰비를 이루고 있는 가돌리늄과 이종(異種) 희토류 원소;
 를 함유하는 산화가돌리늄(Gd_2O_3) 절연막.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 이종(異種) 희토류 원소는 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb) 및 세리움(Ce) 중에서 선택한 란탄
 족 원소인 것을 특징으로 하는 산화가돌리늄 절연막.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 가돌리늄과 상기 폴리비닐피롤의 몰비는 1 : 0.8 ~ 1.1 범위인 것을 특징으로 하는 산
 화가돌리늄 절연막.

청구항 5

가돌리늄 전구체와 이종(異種) 희토류 원소 전구체를 유기 용매에 용해시켜 제 1 용액을 제조하는 단계;
 상기 제 1 용액에 폴리비닐피롤(PVP)과 증류수를 첨가하고 반응시켜 제 2 용액을 제조하는 단계;
 피도물에 상기 제 2 용액을 스핀코팅하는 단계;
 상기 피도물을 열처리하여 막을 형성하는 단계;
 를 포함하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 가돌리늄 전구체는 가돌리늄을 포함하는 산화물, 아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서
 선택한 1 종 이상인 것을 특징으로 하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 이종 희토류 금속 전구체는 유로퓸, 테르븀 또는 세리움을 포함하는 산화물, 아세트산
 염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상인 것을 특징으로 하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서, 상기 유기용매는 $C_1 \sim C_6$ 의 알콜 및 $C_2 \sim C_8$ 의 알콕시 알콜 중에서 선택한 단일용매 또는 혼
 합용매인 것을 특징으로 하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서, 상기 스핀코팅은 피도물을 1000 ~ 4000 rpm 으로 회전시키면서 수행하는 것을 특징으로 하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법.

청구항 10

제 5 항에 있어서, 상기 열처리는 400 ~ 700℃에서 수행되는 것을 특징으로 하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 산화가돌리늄(Gd_2O_3) 절연막 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명의 산화가돌리늄 절연막은 형광체의 발광 원소로 작용하는 이종(異種)의 희토류 원소를 추가로 함유함으로써 유전상수가 크고 특정 발광 스펙트럼을 나타내며, 특히 비진공방식에 의해 절연막의 제조가 가능하므로 대형 발광형 전자 소재로 적용이 가능하다.

배경기술

[0002] 근래 위성 및 디지털 방송이 본격적으로 추진되면서 대형 화면 디스플레이에 대한 수요와 관심이 증가하므로써 평판 디스플레이에 대한 기대와 역할이 매우 중요시되고 있다. 특히, 이러한 기능성 외에 활용성 및 디자인 특성을 고려한 투명 디스플레이에 대한 관심도 증가하고 있다. 투명 디스플레이 소자는 시각적 투명성을 유지하면서 문자, 정보 또는 영상이 표시되도록 하는 장치로서, 옥외 전광판, 상가 원도우를 이용한 광고판, 자동차용 표시판, 사무실 회의용 보드(board)등의 분야에 폭넓게 응용될 수 있다. 따라서, 이에 적용 가능한 유기 전계 발광 디스플레이(Organic light emitting display)를 구동시키는 스위칭 소자의 경우에는 우수한 전기적 특성뿐만 아니라 가시광 영역에서의 투과도가 기본적으로 요구된다. 지금까지의 연구는 인듐-주석 산화물(Indium tin oxide, ITO) 기반의 투명 전극, 산화아연(zinc oxide, ZnO), 인듐-갈륨 산화물(Indium gallium oxide, IGO)을 이용한 채널층에 중점적으로 이루어져 왔다.

[0003] 저전압 구동 및 절연내압이 우수한 트랜지스터 소자를 구현하기 위해서는 투과도 및 유전물성이 우수한 산화물 기반의 절연막 개발이 필수적이다. 일반적으로 사용되어져온 실리카(silica, SiO_2)의 경우에는 절연내압 및 투과도가 매우 우수하지만 상대적으로 낮은 유전율($\epsilon=3.5$)을 나타내는 문제가 있었다. 이에 따라 고유전율을 가지는 란탄 계열의 산화물 절연막에 대한 연구(J. Am. Chem. Soc., 2010, A. P. Milanov 등)가 진행되었으며, 기본적으로 가시광선 영역에서 투과도 및 절연내압 특성이 우수할 뿐 아니라, 실리카에 비하여 6 ~ 7 배 증가된 유전율을 나타내는 것으로 보고되어 있다. 또한, 대한민국 공개특허 제 10-2007-0044930 호에서는 하프늄란탄산화막을 이용한 절연막을, 대한민국 공개특허 제 10-2010-0026423 호에서는 란탄늄(La), 디스프로슘(Dy), 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 가돌리늄(Gd), 네오디뮴(Nd), 세륨(Ce) 또는 프라세오디뮴산화막(Pr) 중 1종을 함유하는 절연막을 제안하고 있다.

[0004] 그러나, 상기 기술들은 박막형 트랜지스터의 제작에 있어 기본적으로 필요한 전도층, 반도체층, 절연층 등의 복합 다층구조의 성막 방법이 진공 방식에 맞추어져 있어서 란탄 계열의 산화물 절연막을 제조하기 위해 원자층증착법(ALD), 화학기상증착법(CVD) 등 진공증착기술을 이용하고 있어 대형화, 저비용 문제가 우선시되는 최근의 투명 디스플레이(유기전계발광소자(organic light emitting diode, OLED), 액정디스플레이(liquid crystal display, LCD))용 전자 소재 개발에 적용하기 곤란한 점이 있다.

[0005] 따라서, 유전율 및 가시광 영역에서의 투과도가 우수하면서도 스핀코팅, 잉크젯 등의 비진공방식의 절연막 제조 공정에 적용이 가능한 절연막 소재의 요구가 증대되고 있다.

[0006]

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에 본 발명자들은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 노력한 결과, 가돌리늄(Gd)과 또다른 희토류 원소를 함유하는 절연막의 경우 유전율이 높고, 가시광 영역에서의 투과도가 우수하여 첨가된 이중 희토류 원소에 의해 발현되는 발광 스펙트럼을 이용할 수 있으며, 폴리비닐피롤(polyvinylpyrrol, PVP)을 첨가함으로써 누설전류를 낮출 수 있음을 알게 되었고, 특히 비진공방식인 졸-겔법(스핀코팅 방법)을 통해 절연막을 제조할 수 있음을 알게 되어 본 발명을 완성하게 되었다.

[0008] 따라서, 본 발명은 대형화 되고 있는 투명 디스플레이용 전자 소재로 이용이 가능한 절연막 및 이를 이용한 절연막 제조방법의 제공에 그 목적이 있다.

[0009]

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 이중(異種) 희토류 원소와 폴리비닐피롤(polyvinylpyrrol, PVP)을 함유하는 산화가돌리늄(Gd_2O_3) 절연막을 특징으로 한다.

[0011] 또한 본 발명은 가돌리늄 전구체와 이중(異種) 희토류 원소 전구체를 유기 용매에 용해시켜 제 1 용액을 제조하는 단계; 상기 제 1 용액에 폴리비닐피롤(PVP)과 증류수를 첨가하고 반응시켜 제 2 용액을 제조하는 단계; 피도물에 상기 제 2 용액을 스핀코팅하는 단계; 상기 피도물을 열처리하여 막을 형성하는 단계;를 포함하는 산화가돌리늄 절연막의 제조방법을 그 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 산화가돌리늄 절연막은 유전상수가 높고 누설전류를 낮출 수 있으며, 가시광 영역에서의 투과도가 높아 이중 희토류 원소에 의해 발현되는 발광 스펙트럼을 이용하는 발광형 전자 소재로 유용하게 적용 가능하다.

또한, 본 발명의 절연막 제조방법은 란탄계 산화물 절연막의 제조방법이면서도 기존의 진공증착방식이 아닌 스핀코팅 방법을 이용함으로써 대형 디스플레이 전자 소재의 개발에 유용하게 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 비교예 1(좌) 및 실시예 1(우)에서 제조한 절연막의 발광 사진이다.(여기파장 254 nm)

도 2는 실시예 2에서 제조한 절연막의 254nm 여기하에서의 발광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

도 3은 실시예 2 및 비교예 1에서 제조한 절연막의 주파수 변화에 따른 유전 상수 변화를 나타낸 것이다.

도 4는 실시예 2 및 비교예 2에서 제조한 절연막의 PVP 첨가량에 따른 누설 전류 특성을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에서는 본 발명을 더욱 자세하게 설명하겠다.

[0015] 본 발명은 이중(異種) 희토류 원소와 폴리비닐피롤(polyvinylpyrrol, PVP)을 함유하여 유전상수가 우수하고 발광특성을 나타내는 산화가돌리늄(Gd_2O_3) 절연막에 관한 것이다.

[0016] 상기 이중(異種) 희토류 원소로는 형광체의 활성원소로 사용되는 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb) 및 세리움(Ce) 중에서 선택한 란탄족 원소를 사용할 수 있으며, 바람직하기로는 유로퓸을 사용하는 것이 좋다. 모체인 가돌리늄과 이중 희토류 원소의 몰비는 1 : 0.01 ~ 0.1 가 바람직한데, 몰비가 1 : 0.01 미만이면 유전상수의 개선 효과가 미미하고, 발광특성이 나타나지 않는 문제가 있을 수 있고, 반대로 1 : 0.1 을 초과하는 경우 균일한 필름형태의 막을 얻을 수 없고, 농도 소둔(concentration quenching)에 의한 발광 휘도 저하가 있을 수 있으므로 상기 범위내로 몰비를 조절하는 것이 좋다.

- [0017] 상기 폴리비닐피롤론은 절연막을 균일하게 하고 안정화 시키는 역할을 한다. 또한 폴리비닐피롤론은 누설전류를 낮추는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 폴리비닐피롤론은 가돌리늄과 폴리비닐피롤론의 몰비가 1 : 0.8 ~ 1.1 이 되도록 첨가하는 것이 좋은데, 폴리비닐피롤론의 몰비가 너무 작으면 누설전류가 증가하여 절연특성이 저하되는 문제가 있을 수 있고, 너무 높으면 코팅 용액의 점도가 커져서 스핀코팅시에 균일한 막이 생성되지 않는 문제가 있을 수 있다.
- [0018] 또한 본 발명은 상기 산화가돌리늄 절연막을 가돌리늄 전구체, 이종(異種) 희토류 원소 전구체 및 폴리비닐피롤론(polyvinylpyrrol, PVP)을 함유하는 용액을 사용하여 졸-겔법(스핀코팅 방법)으로 제조하는 방법에 관한 것이다.
- [0019] 상기 가돌리늄 전구체와 이종(異種) 희토류 원소 전구체를 유기용매에 용해시켜 제 1 용액을 제조하는 단계에서, 가돌리늄과 이종 희토류 원소의 몰비가 1 : 0.01 ~ 0.1 가 되도록 가돌리늄 전구체와 이종 희토류 원소 전구체를 유기용매에 용해시킨다. 가돌리늄 전구체로는 가돌리늄을 포함하는 산화물, 아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상을 사용할 수 있으며 바람직하기로는 질산염을 사용하는 것이 좋다. 또한 상기 형광특성을 부여하는 이종 희토류 원소 전구체로는 유로퓸, 테르븀 또는 세리움을 포함하는 산화물, 아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상을 사용할 수 있다. 상기 유기 용매는 C₁ ~ C₆의 알콜 및 C₂ ~ C₈의 알콕시 알콜 중에서 선택한 단일용매 또는 혼합용매를 사용하는 것이 좋으며, 구체적으로는 메탄올, 에탄올, 이소프로판올, 부탄올, 헥산올, 2-메톡시 에탄올 및 2-메톡시 프로판올 중에서 선택한 단일용매 또는 혼합용매를 사용할 수 있으며, 바람직하기로는 2-메톡시 에탄올을 사용하는 것이 좋다. 유기 용매에 용해시키는 가돌리늄 전구체의 농도는 0.1 ~ 0.6 M 이 좋은데, 농도가 너무 낮으면 전류손실이 큰 문제가 있을 수 있고, 너무 높으면 유전상수가 감소하며 균일한 절연막을 형성하는데 문제가 있을 수 있다.
- [0020] 상기 제 1 용액에 폴리비닐피롤론(PVP)과 증류수를 첨가하고 반응시켜 제 2 용액을 제조하는 단계에서, 폴리비닐피롤론은 가돌리늄과 폴리비닐피롤론의 몰비가 1 : 0.8 ~ 1.1 이 되도록 첨가하며, 이후 폴리비닐피롤론을 완전히 용해시키기 위해 증류수를 첨가하고 상온에서 교반하면서 적절히, 바람직하기로는 20 ~ 30 시간동안 반응시킨다. 증류수의 첨가량은 상기 유기용매 대비 1/8 ~ 1/4 부피로 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0021] 피도물에 상기 제 2 용액을 스핀코팅하는 단계를 설명한다. 스핀코팅 작업을 하기 전에 형성된 절연막의 접합특성을 향상시키고 균일한 막을 형성하기 위해 절연막을 형성하고자 하는 피도물의 표면을 전처리하는 것이 바람직한데, 전처리를 하는 경우 통상적인 UV-램프를 이용하여 300 ~ 330 초동안 처리하는 것이 좋다. 스핀코팅 공정을 수행하는 경우 피도물의 회전속도는 1000 ~ 4000 rpm 으로 조절하는 것이 바람직하다. 회전속도가 1000 rpm 미만이면 코팅의 균일도가 저하되는 문제가 있을 수 있고, 4000 rpm을 초과할 경우 형성되는 박막의 두께가 얇아서 재현성에 문제가 있을 수 있다.
- [0022] 이후 상기 피도물을 열처리하여 막을 형성하는 단계를 수행한다. 열처리 온도는 400 ~ 700℃이 바람직하며 처리 시간은 10 ~ 60 분이 바람직하다. 열처리 온도가 너무 낮거나 처리시간이 너무 짧을 경우 산화가돌리늄 화합물의 형성이 완전치 않을 수 있으며, 반대로 온도가 너무 높거나 처리시간이 너무 길 경우 누설전류가 급격히 증가하여 절연특성이 저하되는 문제가 있을 수 있으므로 상기 온도 및 시간을 유지하는 것이 좋다.
- [0023] 본 발명에 의한 산화가돌리늄 절연막은 유전상수가 높고 누설전류를 감소시킬 수 있으며, 가시광 영역에서 투과도가 우수하므로 첨가된 이종 희토류 원소에 의해 발현되는 발광 스펙트럼을 이용하는 발광 소자 등으로 유용하게 적용할 수 있다. 또한, 본 발명의 산화가돌리늄 절연막의 제조방법에 의하면 비진공방식인 스핀코팅 방식을 이용하여 절연막을 제조할 수 있으므로 대형화 되고 있는 투명 디스플레이용 전자 소재 개발에 적용이 가능하다.
- [0024] 이하 본 발명은 실시예에 의거하여 더욱 상세히 설명하겠는바, 본 발명이 다음 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0025] [실시예]
- [0026] 실시예 1
- [0027] 가돌리늄(Gd)의 농도가 0.5 M이며, 가돌리늄과 유로퓸(Eu)의 몰비가 1:0.01 의 혼합비가 되도록 가돌리늄 전구체인 가돌리늄 질산염과 유로퓸 전구체인 유로퓸 질산염을 평량하고 2-메톡시에탄올 4 ml에 용해시켜 제 1 용액

을 제조하였다. 상기 제 1 용액에 가돌리늄과 같은 몰수의 폴리비닐피롤(PVP)을 첨가하고 완전히 용해시키기 위해 1 ml의 증류수를 첨가하여 상온에서 24시간 동안 반응시켜 제 2 용액을 제조하였다. 증류수와 아세톤 그리고 메탄올로 순차적으로 세정한 기판을 UV-램프로 300초 동안 조사하여 전처리한 후, 3000 rpm으로 회전시키면서 상기 제 2 용액으로 스핀코팅하였다. 이후 제 2 용액이 도포된 기판을 600℃에서 40분간 열처리하여 Gd₂O₃ 절연막을 형성하였다.

[0028] 실시예 2 ~ 3

[0029] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 가돌리늄과 유로퓸의 몰비가 1:0.05(실시예 2), 1:0.1(실시예 3)이 되도록 가돌리늄 전구체와 유로퓸 전구체를 평량하여 실시하였다.

[0030] 비교예 1

[0031] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 유로퓸을 첨가하지 않고 Gd₂O₃ 절연막을 제조하였다.

[0032] 비교예 2

[0033] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 폴리비닐피롤을 첨가하지 않고 제 1 용액으로 기판을 스핀코팅하여 Gd₂O₃ 절연막을 제조하였다.

[0034] **물성측정시험**

[0035] 시험예 1 : 상대휘도 및 유전상수 측정

[0036] 상기 실시예 1 ~ 3 및 비교예 1에서 제조한 절연막을 254 nm의 여기 에너지원으로 하였을 때의 상대휘도 및 유전상수를 측정하였다. 상대 휘도는 PSI社의 UV2501를 사용하여 가장 낮은 휘도값을 나타내는 가돌리늄(Gd)과 유로퓸(Eu)의 몰비가 1:0.01인 실시예 1에서 제조한 절연막의 휘도를 100으로 하여, 254 nm 여기조건에서 측정한 발광강도를 비교기준으로 하여 나타내었다. 유전상수는 절연막의 주파수에 따른 정전용량을 정전용량 측정장치(Agilent社, 4294A)를 사용하여 측정하고, 이로부터 유전상수값을 계산하였다. 측정결과는 도 1, 도 2 및 다음 표 1에 나타내었다.

표 1

[0037]

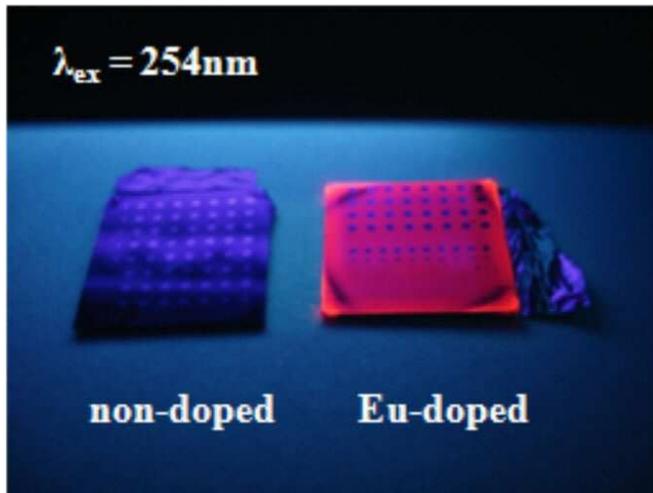
구분	상대휘도 (여기파장 254 nm)	주파수에 따른 유전상수		
		1,000 Hz	10,000 Hz	100,000 Hz
비교예 1	없음	18.8	18.1	13.1
실시예 1	100	15.0	15.0	13.4
실시예 2	120	22.1	21.7	19.8
실시예 3	130	15.0	15.8	13.9

[0038] 이종(異種) 희토류 원소인 유로퓸을 함유하지 않은 비교예 1에서 제조한 절연막은 도 1에서 보이는 바와 같이 발광 특성을 나타내지 아니하였으나, 유로퓸을 추가로 함유한 산화가돌리늄 절연막은 도 1 및 도 2에서 보이는 바와 같이 특정 발광 스펙트럼을 발현시키므로 발광 소자로 적용이 가능함을 확인할 수 있다. 또한, 상기 표 1에서 나타낸 바와 같이 본 발명에 따른 실시예 1 ~ 3 에서 제조한 절연막은 모든 주파수 영역에서 안정한 유전상수를 나타내었다. 상기 표 1에서 보이듯이 첨가되는 유로퓸의 양이 절연막의 유전상수에 상당한 영향을 주는 것을 알 수 있는데, 가돌리늄과 유로퓸의 몰비가 1:0.05 인 실시예 2에서 제조한 절연막에서 가장 좋은 유전상수 상승효과를 나타내었다. 실시예 3에서 제조한 절연막의 경우, 유로퓸의 첨가량이 증가함에 따라 발광 휘도는 증가하였으나, 유전상수는 감소하였다.

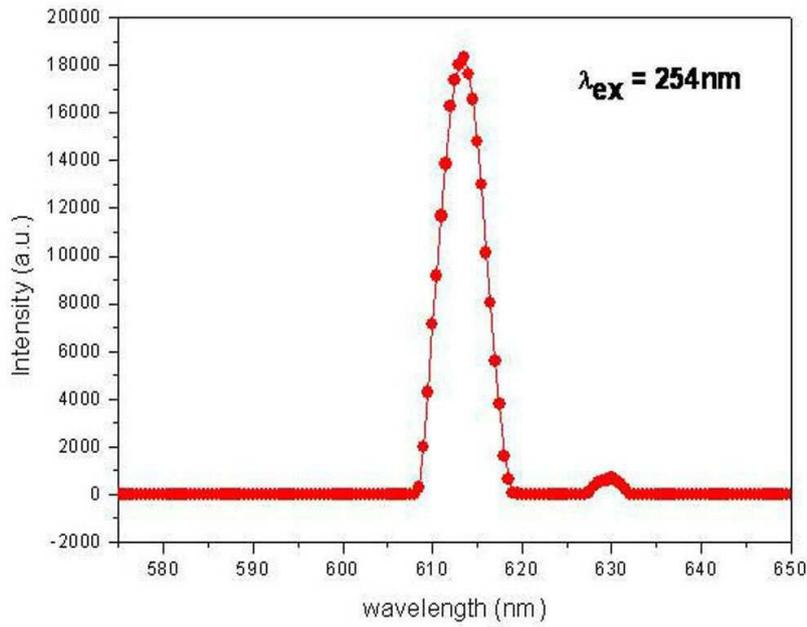
- [0039] 시험예 2 : 누설전류 측정
- [0040] 상기 실시예 2 및 비교예 2에서 제조한 절연막의 누설전류를 Agilent社의 E5272A 기기를 사용하여 측정하고 그 결과를 도 4에 나타내었다.
- [0041] 도 4의 결과에서 보이듯이 폴리비닐피롤(PVP)를 첨가한 실시예 2 에서 제조한 절연막의 경우 0.6 MV/cm 이하의 전기장 영역에서 폴리비닐피롤을 함유하지 않은 비교예 2에서 제조한 절연막보다 더 우수한 누설전류 특성을 보임을 알 수 있다. 이는 폴리비닐피롤이 절연막의 표면을 균일하고 안정화 시켜 스핀코팅 공정을 가능하게 할 뿐만 아니라 절연막의 물성에도 영향을 미침을 확인시켜 주는 결과이다.
- [0042] 결국, 본 발명의 이중 희토류 발광원소와 폴리비닐피롤을 함유한 산화가돌리늄 절연막은 이중 희토류 원소를 추가로 함유함으로써 유전상수의 상승효과 및 자외선 여기조건에서의 발광특성을 나타내며, 낮은 누설전류값을 가지므로 반도체 소자의 게이트 절연막 등으로 적용할 수 있으며, 특히 기존의 진공증착방법이 아닌 스핀코팅 방식으로 제조가 가능하므로 대형 디스플레이 전자 소재에 적용 가능함을 확인할 수 있었다.

도면

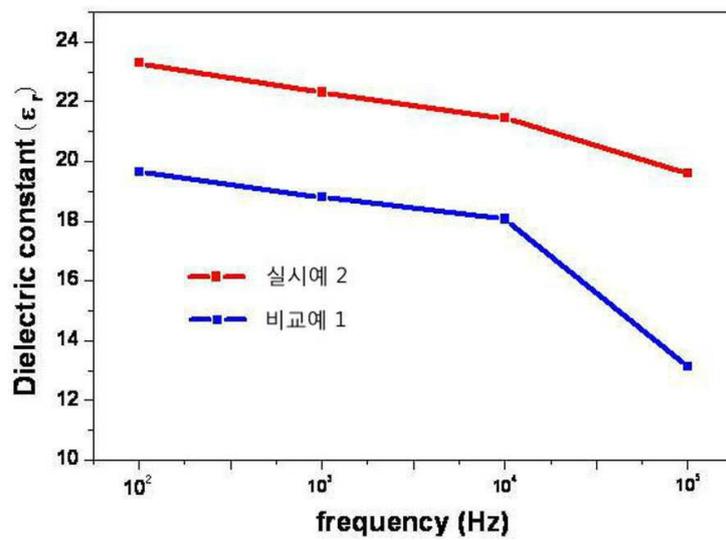
도면1



도면2



도면3



도면4

