

論文99-36D-10-5

CaSiN₂를 모체로 하는 형광체의 개발 및 발광 특성

(Development and Luminescent Characteristics of CaSiN₂ Based Phosphors)

李 淳 錫 * , 林 聖 奎 **

(Soon-seok Lee and Sung-kyoo Lim)

요 약

질소 화합물의 새로운 형광체를 개발하기 위하여 CaSiN₂:Eu, CaSiN₂:Tb 형광체를 합성한 후, 빛 발광 (photoluminescence, PL) 및 전계 발광(electroluminescence, EL) 특성을 평가하였다. Ca₃N₂, Si₃N₄ 및 EuF₃ 또는 TbF₃의 미분말을 혼합, 성형 및 소결하여 질소 화합물 형광체를 합성하였다. 합성된 CaSiN₂:Eu, CaSiN₂:Tb 형광체의 PL 특성이 각각 Eu, Tb 이온에 의한 고유한 발광 파장과 일치하여 형광체로의 활용 가능성을 확인하였다. 스퍼터링 방법으로 제작된 CaSiN₂:Eu 박막 전계 발광(thin-film electroluminescence, TFEL) 소자의 문턱 전압과 280 V에서의 발광 휘도는 각각 90 V, 1.62 cd/m²임을 알 수 있었다. 또한 charge-voltage(Q-V) 및 transferred charge-phosphor field(Q_t-F_p)의 전기적 특성도 함께 측정되었다.

Abstract

The CaSiN₂:Eu and CaSiN₂:Tb phosphors were synthesized and analyzed to develop new nitride compound phosphors. Ca₃N₂, Si₃N₄, and EuF₃(or TbF₃) powders were mixed, cold-pressed, and sintered to synthesize CaSiN₂:Eu and CaSiN₂:Tb phosphors. Photoluminescence(PL) and electroluminescence(EL) characteristics of the synthesized phosphors were measured and found to be similar to general emission spectra of Eu and Tb ion, respectively.

Threshold voltage(V_{th}) and luminance of the CaSiN₂:Eu TFEL device fabricated by sputtering were 90 V and 1.62 cd/m² at 280 V, respectively. The charge-voltage(Q-V) and transferred charge-phosphor field(Q_t-F_p) characteristics of the TFEL devices were also measured.

I. 서론

* 正會員, 檀國大學校 情報디스플레이 研究所
(Information Display Research Center, Dankook University)

** 正會員, 檀國大學校 電子工學科
(Department of Electronics Engineering, Dankook University)

※ 본 연구는 한국과학재단의 목적기초연구비 지원에 의해 이루어진 결과이며 감사드립니다.

接受日字:1999年7月23日, 수정완료일:1999年9月27日

최근까지 정보 표시 디스플레이에는 주로 cathode ray tube(CRT)가 이용되어 왔다. 그러나 점차로 효율성이 증대되고 또한 다양하게 요구되고 있는 대형 디스플레이, 고해상도 디스플레이 및 박막 디스플레이 등 현대의 디스플레이에는 무게와 부피가 커지는 CRT 보다는 평판 디스플레이(flat panel display, FPD)가 더욱 많이 요구되고 있다. 현재까지 상용 또는 개발되고 있는 여러 가지 평판 디스플레이 중에서 전계 발광(electroluminescence, EL) 특성을 이용한 전계 발광 디

스플레이(electroluminescent display, ELD)는 모든 부분이 고체로 형성되어 있는 구조적인 장점을 가지고 있다.

ELD를 구성하는 박막 전계 발광(thin film electroluminescence, TFEL) 소자는 ZnS:Mn, ZnS:Tb 및 SrS:Ce 등의 형광체를 이용하여 각각 황색, 녹색 및 청록색의 빛을 방출시키고 있다^[1-3]. 그러나 이들 형광체는 모두 황 화합물로 취급하는 사람에게 해로운 영향을 미치고, 진공 증착 장비를 부식시키는 단점을 가지고 있다. 또한 최근에는 Zn₂SiO₄:Mn 및 CaO:Mn 등과 같은 산화물 형광체를 BaTiO₃ 세라믹 위에 증착시킨 다음 700~1100 °C의 고온에서 5~60 분 동안 열처리하여 고휘도의 발광 특성도 보고된 바 있다^[4, 5]. TFEL 소자의 형광체 모체가 갖추어야 할 조건은 모체의 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 3.0~4.5 eV의 범위에 있어야 하며, 모체와 발광 중심체의 이온 반경이 비슷하여야 한다^[6]. 작은 에너지 밴드 갭을 가질 경우는 발광 중심체에서 방출된 빛이 모체에서 재 흡수될 수 있으며, 큰 에너지 밴드 갭을 가질 경우에는 절연체와 형광체의 계면 준위가 깊어 형광체 박막으로 터널링하는 전자가 적을 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 위와 같은 조건들을 고려하여 형광체 모체로 현재까지 연구된 바가 없는 CaSiN₂를 선정하여 TFEL 소자에 적용하였다. CaSiN₂는 에너지 밴드 갭이 4.5 eV^[7]로 알려져 있으며 Ca 원자의 이온 반경이 발광 중심체로 사용되고 있는 휘토류 원소의 이온 반경과 비슷하기 때문이다^[8]. 합성된 CaSiN₂ 형광체 모체는 X-ray diffractometer(XRD)를 통하여 결정을 분석하였으며, 증착된 CaSiN₂:Eu 형광체 박막은 Auger electron spectroscopy(AES)를 통하여 성분을 분석하였다. 또한 CaSiN₂ 모체에 각각 Eu, Tb 발광 중심체를 첨가시킨 형광체에 대해서는 빛 발광(photoluminescence, PL) 특성을 측정하였다. 스퍼터링 시스템을 이용하여 제작된 CaSiN₂:Eu TFEL 소자에 대한 전기, 광학적 특성을 측정, 분석하여 형광체로의 활용 가능성을 평가하였다.

II. 형광체 합성 및 TFEL 소자 제작

CaSiN₂ 모체를 합성하기 위하여 Ca₃N₂와 Si₃N₄ 미분말을 사용하였고, Eu 및 Tb 발광 중심체를 첨가하기 위하여 각각 EuF₃ 및 TbF₃를 1 mol%로 혼합하였다. 순도는 모두 99.9 % 이상이었고 입자 크기는 325

mesh를 갖는다. Ca₃N₂는 수분과 매우 민감하게 반응하므로 글러브 박스 안에서 혼합하였다. 혼합물은 1 Ton/cm²의 압력으로 성형하여 알루미늄이나 보오트에 담고 전기로 튜브의 중앙에 놓고 소결하였다. 이때 튜브 내의 잔류 가스에 의한 오염을 방지하기 위하여 온도 상승 전 30 분 동안 500 sccm의 질소 가스를 공급하여 잔류 가스를 모두 제거하였다. 온도 상승 기울기는 5 °C/min로 하였으며 분위기 가스는 질소와 수소를 각각 300 sccm과 20 sccm으로 공급하였다. 수소는 소결 중 EuF₃의 Eu³⁺ 이온을 환원시켜 Eu²⁺ 이온으로 만들기 위하여 공급된 것이다. 소결 온도의 변화에 따른 형광체 합성 과정을 확인하기 위하여 혼합된 모체 재료를 각각 1000 °C, 1200 °C 및 1400 °C에서 2 시간 동안 소결하였다. 합성된 물질은 XRD를 이용하여 결정을 분석하였고, 200 nm~400 nm의 자외선을 조사시켜 가시광선 영역의 발광 파장을 분석하여 형광체로서의 활용 가능성을 확인하였다. 소결 합성된 CaSiN₂:Eu 형광체를 이용하여 제작된 TFEL 소자의 구조를 그림 1에 나타내었다. Indium tin oxide(ITO) 투명 전극과 AlTiO₃(ATO) 절연층이 증착된 2" x 2" Corning 7059 glass를 이용하여 스퍼터링 시스템으로 형광층을 증착하였다. CaSiN₂:Eu 형광체를 스퍼터링 타겟으로 제작하기 위하여 1400 °C에서 소결 합성된 형광체를 마노에 담아 잘게 분쇄한 다음, 직경 2"의 몰드에 담아 성형한 후, 질소와 수소 분위기에서 900 °C로 1 시간 동안 열처리하였다. CaSiN₂:Eu 형광층은 초기 진공, 증착 온도, rf power, 증착율 및 Ar 증착 압력이 각각 5 × 10⁻⁶ torr, 250 °C, 80 W, 0.5 Å/sec 및 30 mtorr의 조건에서 두께를 5000 Å로 증착하였다. CaSiN₂:Eu 형광층은

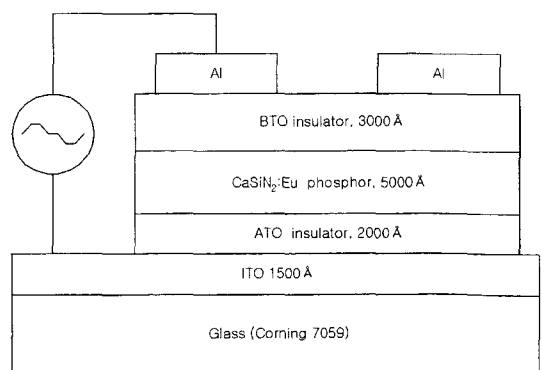


그림 1. 제작된 CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 구조
Fig. 1. Cross sectional structure of CaSiN₂:Eu TFEL device.

800 °C에서 2 분 동안 열처리하여 결정을 향상시켰다. 상부 절연층 역시 스퍼터링 시스템을 이용하여 BaTa₂O₆(BTO) 절연체를 3000 Å으로 적층 시켰으며, 상부 전극 Al은 thermal evaporator를 이용하여 1500 Å의 두께로 성장시켰다.

III. 결과 및 검토

그림 2는 CaSiN₂ 형광체 재료의 소결 온도 변화에 따른 XRD의 변화를 나타낸다. 위의 그래프로부터 각각 1000 °C, 1200 °C 및 1400 °C에서 소결한 형광체의 XRD를 의미하며, 가장 아래 그래프는 joint commission for powder diffraction standards(JCPDS) 카드(40-1151)의 CaSiN₂ XRD를 나타낸다^[9]. 소결 온도를 1000 °C, 1200 °C 및 1400 °C로 증가시킬 수록 CaSiN₂ 모체의 결정 성장 과정을 선명하게 보여주고 있다. 1000 °C에서 2 시간 동안 소결시킨 형광체는 Ca₃N₂ 피크가 크게 나타나지만, 소결 온도를 증가시킬 수록 점점 줄어들어 1400 °C에서 소결한 형광체에서는 완전히 소멸되었음을 알 수 있다. 또한 20.59°, 34.56° 및 35.54° 에서 크게 나타나던 Si₃N₄ 피크도 온도를 증가시키면서 크게 줄어 1400 °C에서 소결한 형광체에서는 완전히 소멸되었음을 나타내고 있다. 반면에 CaSiN₂ 피크는 1000 °C에서 미약하게 나타나지만 온도를 증가시킬수록 증가되어 1400 °C에서 소결된 형광체는 CaSiN₂ 피크가 크게 증가되었음을 보여주고 있다. 즉, 1400 °C에서 소결하는 것이 효과적인 소결 방법임을 알 수 있었다.

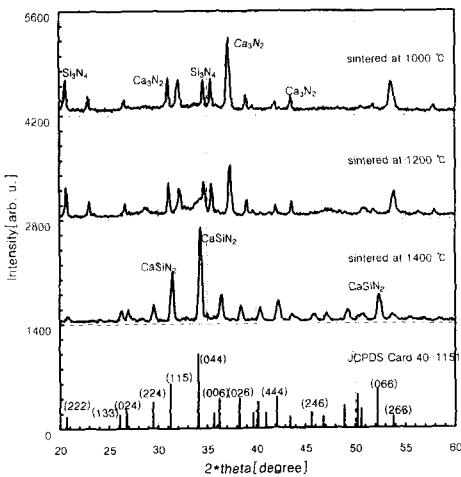


그림 2. 소결 온도에 따른 CaSiN₂ XRD 패턴의 변화
Fig. 2. Patterns of CaSiN₂ XRD depending on sintering temperature.

그림 2에는 JCPDS 카드(40-1151)의 CaSiN₂ XRD^[9]를 나타내어 1400 °C에서 2시간 동안 소결시킨 CaSiN₂ XRD와 비교하였다. CaSiN₂ 결정은 입방 구조^[7, 9]로 알려져 있으며 그림 2의 각각 피크 위에 CaSiN₂ 결정면의 밀러 지수를 나타내었다. 1400 °C에서 소결된 CaSiN₂ XRD 패턴과 JCPDS 카드(40-1151)의 CaSiN₂ XRD 패턴이 매우 유사함을 알 수 있어 CaSiN₂ 결정이 성장하였음을 알 수 있다.

그림 3은 ITO glass 위에 CaSiN₂:Eu 형광체 박막을 증착할 때와 같은 증착 조건에서 실리콘 웨이퍼 위에 증착된 CaSiN₂:Eu 박막의 AES에 의한 성분 분석 결과이다. 전자 에너지가 각각 92 eV, 291 eV, 397 eV 및 500 eV 전후에서의 피크는 각각 Si, Ca, N 및 O에 의한 고유한 AES 피크이다^[10]. 형광체 박막에는 형광체를 이루는 주요한 성분 Si, Ca 및 N 외에 O도 포함하고 있으며, 형광체 박막으로 증착되는 동안 포함되었음을 의미한다. 그림 3에서 질소와 산소의 AES 피크 크기는 산소가 약 2.2 배 크다. 또한 AES 감도는 산소가 약 1.6 배 크므로 형광체 박막에는 질소 : 산소의 비는 약 42 : 58가 된다^[10]. 이것은 5 가 원소인 질소보다도 6 가 원소인 산소가 화학 결합이 쉽게 이루어지기 때문에 스퍼터링 타겟 또는 스퍼터링 시스템 내부에 있던 소량의 산소가 증착 중에 형광체 박막에 포함된 것으로 판단된다. 그러므로 양질의 형광체 박막을 형성하기 위해서는 10⁻⁷ torr 이상의 고진공 증착 장비를 이용하여야 할 것으로 사료된다.

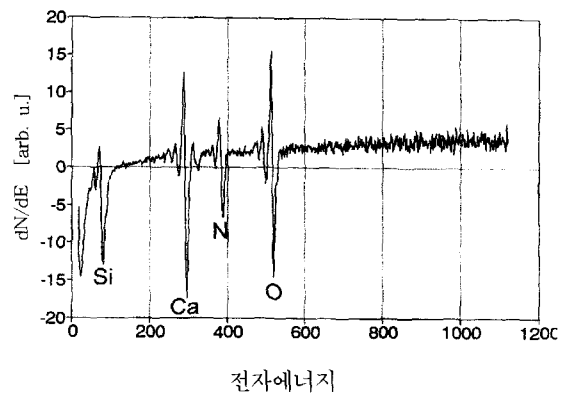


그림 3. CaSiN₂ 형광체 박막의 AES
Fig. 3. AES of CaSiN₂ thin film.

CaSiN₂:Eu 형광체에 대한 빛 발광(photoluminescence, PL) 특성은 자외선 영역에서 일정한 세기의 안정된 빛

을 방출시키는 세논 램프(Osram XBO 150 Watt)를 사용하여 측정하였다. 그림 4는 CaSiN₂:Eu 형광체에 대한 PL 발광 특성으로 620 nm에 중심을 두고 넓은 범위의 발광 특성을 나타내고 있다. 620 nm는 Eu²⁺ 이온 내의 전자가 4f⁶5d 준위에서 4f⁷ 준위로 떨어지면서 발광하는 고유한 파장이다.

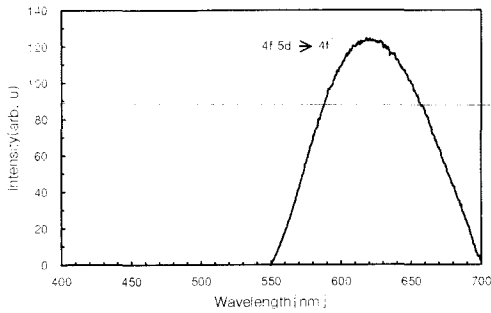


그림 4. CaSiN₂:Eu의 PL 발광 스펙트럼
Fig. 4. PL emission spectrum of CaSiN₂:Eu.

그림 5는 CaSiN₂:Tb 형광체에 세논 램프의 자외선을 조사하였을 때의 발광 스펙트럼이다. 495 nm에서의 발광은 Tb³⁺이온의 ⁵D₄ 준위에 있는 전자가 ⁷F₆ 준위로 떨어지면서 방출하는 파장이고, 549 nm의 파장은 ⁵D₄ 준위에서 ⁷F₅ 준위로, 590 nm의 파장은 ⁵D₄ 준위에서 ⁷F₄ 준위로 및 625 nm의 파장은 ⁵D₄ 준위에서 ⁷F₃ 준위로 떨어지면서 그에 해당하는 에너지를 빛으로 방출하기 때문에 나타난 것이다. 이와 같은 PL 스펙트럼은 형광체 모체로 ZnS를 사용한 경우도 동일한 결과를 얻을 수 있다. 이것은 Tb 이온 내의 여기된 전자가 외부의 f 준위에서 내부의 f 준위로 떨어지면서 빛을 발생시키고, 외부의 f 준위 외각에 d 준위가 있어 모체 재료의 영향을 막아 주기 때문이다. Tb³⁺ 이온을 발광 중심체로 사용하면 형광체 모체에 관계없이 항상 안정된 녹색 빛이 방출된다^[1, 11].

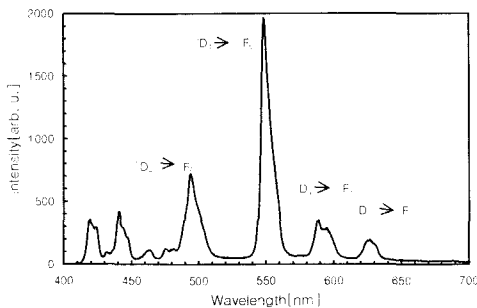


그림 5. CaSiN₂:Tb의 PL 발광 스펙트럼
Fig. 5. PL emission spectrum of CaSiN₂:Tb.

그림 4와 그림 5는 CaSiN₂에 각각 Eu과 Tb을 첨가시켰을 때의 발광 특성이며 이 결과는 CaS 또는 ZnS 형광체 모체에 Eu 또는 Tb을 첨가시킨 경우에도 동일한 결과를 나타낸다^[2, 12].

그림 6은 스퍼터링 시스템을 이용하여 제작된 CaSiN₂:Eu TFEL 소자에 상승과 하강 시간이 각각 5 μsec, 최대 전압 유지시간 30 μsec의 사다리꼴 전압을 1 kHz로 공급하였을 때, 인가 전압의 크기에 따른 발광 휘도의 변화를 나타낸 것이다. 90 V 이하에서는 발광 휘도가 매우 미약하였다가 90 V 이상에서 발광 휘도가 급격히 증가되었다가 서서히 포화되는 특성을 나타내고 있다. 이는 TFEL 소자의 전형적인 luminance-voltage(L-V) 특성과 일치하는 것이다. 그림 6으로부터 제작된 CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 문턱 전압은 90 V임을 알 수 있었으며 최대 전압 280 V에서 발광 휘도는 1.62 cd/m²을 나타내었다. 발광 휘도는 CaSiN₂ 형광체 모체에 대한 Eu 발광 중심체의 농도, 형광체 박막의 제작 조건 및 열처리 조건 등을 최적화시킬 경우 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

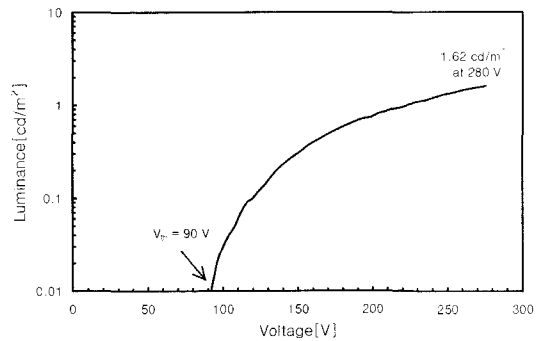


그림 6. CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 L-V 특성
Fig. 6. L-V characteristics of CaSiN₂:Eu TFEL device.

그림 7은 제작된 CaSiN₂:Eu TFEL 소자에 사다리꼴 형태의 전압을 공급하였을 때의 전계 발광 스펙트럼이다. 그림 4의 PL 스펙트럼과 그림 7의 EL 스펙트럼이 매우 유사하며, 이것은 CaSiN₂:Eu 형광체내의 일정한 발광 기구에 의해 발광하는 것이기 때문이다. 또한 발광 파장이 넓어 Eu²⁺에 의한 고유한 발광으로 해석된다. 645 nm에 발광 중심을 둔 적색 발광은 Eu²⁺ 이온의 전자가 4f⁶5d 준위에서 4f⁷ 준위로 떨어지면서 발광하는 파장이다.

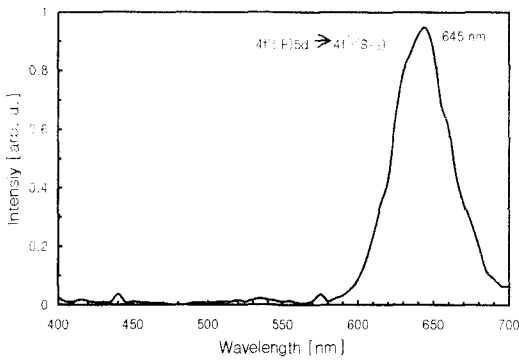


그림 7. CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 발광 스펙트럼
Fig. 7. Emission spectrum of CaSiN₂:Eu TFEL device.

그림 8과 그림 9는 CaSiN₂:Eu TFEL 소자에 각각 1 kHz의 사다리꼴 전압을 최대 260 V, 280 V 및 300 V로 인가한 후, 측정된 charge-voltage(Q-V) 특성과 형광체를 이동하는 transferred charge-phosphor field (Q_t-F_p) 특성을 나타낸다. 그림 8에서 인가 전압이 300 V까지 증가되면서 전압의 크기에 따라 전하의 변화가 매우 미약하였다. 이것은 CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 형광층과 절연층 계면에 전자가 포획될 수 있는 계면 준위가 적어 외부 인가 전압이 증가하여도 형광체로 터널링하는 전자 수가 적기 때문에 나타나는 현상으로 판단 된다. 그림 9에서 가로축은 형광층만의 전계, 세로축은 형광층을 이동하는 이동 전하를 의미한다. 외부 인가 전압이 260 V에서 300 V로 증가되면서 형광층 전계가 0.7 MV/cm에서 0.8 MV/cm로 증가되었다. 이것은 외부 인가 전압이 증가되었을 때 형광층 전계도 같이 증가되는 것을 의미하므로, 외부 전압의 크기에 비례하여 내부 이동 전하의 양이 증가되지 못하여 형광층 전계가 clamping되지 못함을 나타낸다. 즉, 절연체와 형광체의 계면 준위가 적은 것으로 해석된다. Conduction charge Q_{cond}는 전압이 증가하고 있는 동안에 이동하는 전하로 발광 중심체와 충돌하여 빛을 발생시키는 주된 전하이다. 전압이 260 V일 때는 0.2 μC/cm²의 전하가 이동하였으며 300 V에서는 0.4 μC/cm²의 전하가 이동하였다. CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 Q_{cond} 0.4 μC/cm²와 ZnS:Mn TFEL 소자의 Q_{cond} 2.8~5.3 μC/cm²¹¹³⁾와 비교할 때, CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 Q_{cond}가 상당히 적음을 알 수 있으며 그림 6의 L-V 특성에서 발광 휘도가 약한 하나의 원인이 되는 것으로 판단된다.

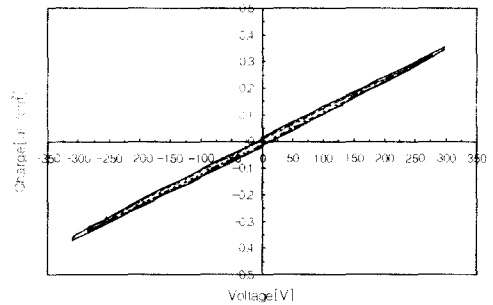


그림 8. CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 Q-V 특성
Fig. 8. Q-V characteristics of CaSiN₂:Eu device.

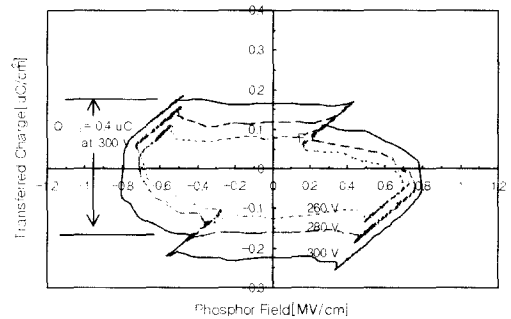


그림 9. CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 Q_t-F_p 특성
Fig. 9. Q_t-F_p characteristics of CaSiN₂:Eu TFEL device.

IV. 결 론

질소 화합물의 새로운 형광체를 개발하기 위하여 Ca₃N₂, Si₃N₄ 및 EuF₃ 또는 TbF₃의 미분말을 혼합, 성형 및 소결하여 현재까지 연구된 바가 없는 CaSiN₂:Eu, CaSiN₂:Tb 형광체를 처음으로 합성하였다. 소결 온도를 1000 °C에서 1400 °C까지 변화시킨 결과, 1400 °C에서 소결, 합성된 CaSiN₂의 XRD 패턴이 JCPDS 카드 (40 1151)의 CaSiN₂ 패턴과 일치하여 1400 °C에서 소결하는 것이 효과적인 CaSiN₂ 형광체의 합성 방법임을 알 수 있었다.

CaSiN₂:Tb 형광체의 PL 특성은 495 nm, 550 nm, 590 nm 및 625 nm에서 발광 피크를 나타내어 Tb 이온에 의한 고유한 발광 파장임을 확인하였다. CaSiN₂:Eu 형광체의 PL 및 EL 특성이 매우 유사하여 발광 중심체 Eu²⁺ 이온의 일정한 발광 기구에 의해 빛이 방출됨을 확인 할 수 있었다. 또한 스퍼터링 시스템으로 제작된 CaSiN₂:Eu TFEL 소자의 L-V 특성으로부터 문턱 전압은 90 V임을 알 수 있었으며 최대 전압 280 V

에서 발광 휘도는 1.62 cd/m²을 나타내었다. Q-V, Q-I_b 특성으로부터 인가 전압의 크기에 따라 전하의 변화가 미약함을 알 수 있었으며, 형광층을 이동하며 형광체에 에너지를 공급하는 이동 전하도 매우 적었다. 향후 CaSiN₂ 형광체에 대한 합성 조건, 발광 중심체 농도 및 형광체 박막 제작 조건 등을 최적화 시킨다면 발광 휘도의 향상이 이루어 질 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] E. W. Chase, R. T. Hepplewhite, D. C. Krupka, and D. Kahng, "Electroluminescence of ZnS lumocen devices containing rare-earth and transition metal fluorides," J. Appl. Phys., Vol. 40, No. 6, pp. 2512-2519, 1969.
- [2] R. H. Mauch, "Electroluminescence based on rare earth alkaline-earth-sulfides," EL'94 Digest, pp. 17-18, 1994.
- [3] V. P. Singh, and D. C. Morton, "A model for electroluminescence in SrS:Ce ACIFEL display devices," IEEE. Trans. ED., Vol. 39, No. 6, 1992.
- [4] T. Minami, Y. Kubota, T. Miyata, and H. Yamada, "High-luminance thin-film EL devices using Mn-activated multicomponent oxide phosphors," SID 98 digest, pp. 953-956, 1998.
- [5] T. Minami, Y. Kubota, and T. Miyata, "High-luminance Zn₂Si_{1-x}Ge_xO₄:Mn thin-film electroluminescent devices using a thick ceramic sheet insulating layer," Asia display '98, pp. 1015-1018, 1998.
- [6] C. N. King, "Electroluminescent displays," Digest of 3rd ASID 1995 workshop on information displays, pp. 39-65, 1995.
- [7] W. A. Groen, M. J. Kraan, and G. De With, "New ternary nitride ceramics : CaSiN₂," J. Mater. Sci., Vol. 29, pp. 3161-3166, 1994.
- [8] 김병희 외 18명, "이화학 사전", 교육 서판, 1993
- [9] Joint commission for powder diffraction standards (JCPDS) card, 40-1151.
- [10] L. E. Davis, N. C. MacDonald, P. W. Palmberg, G. E. Riarch, and R. E. Weber, "Handbook of auger electron spectroscopy," Physical Electronics Industries, Inc.
- [11] A. Mikami, T. Ogura, K. Tanaka, K. Taniguchi, M. Yoshida, and S. Nakajima, "Tb-F emission centers in ZnS:Tb,F thin-film electroluminescent devices," J. Appl. Phys., Vol. 61, No. 8, pp. 3028-3034, 1987.
- [12] M. Ando, and U. A. Ono, "Electro and photo-luminescent quenching effects imposed by field-induced ionization of the Eu²⁺ luminescent centers in CaS:Eu thin films," J. Appl. Phys., Vol. 69, No. 10, pp. 7225-7230, 1991.
- [13] A. Abu-Dayah, S. Kobayashi, and J. F. Wager, "Internal charge-phosphor field characteristics of alternating-current thin film electroluminescent devices," Appl. Phys. Lett., Vol. 62, No. 7, pp. 744-746, 1993.

저 자 소 개



李 淳 錫(正會員)

1964年 10月 25日生. 1987年 2月 단국대학교 전자공학과 학사. 1989年 2月 단국대학교 대학원 전자공학과 석사. 1999年 2月 단국대학교 대학원 전자공학과 박사. 경력 : 1989年 2月~1995年 3月 국방과학연구소 연구원. 1999年 2月~현재 단국대학교 정보디스플레이 연구소 연구원. 주관심분야 : Electroluminescent Display, Plasma Display Panels, Driving Circuit for Flat Panel Display, ASIC 등

林 聖 奎(正會員) 第 35卷 D 編 第 6號 參照

현재 단국대학교 전자공학과 교수. 주관심분야: Design and Fabrication of Optical Interference Filter, Electroluminescent Displays, Plasma Display Panels, Plasma Assisted Liquid Crystal(PALC) Displays