

F E D用の青色蛍光体の開発に成功

一次世代薄型テレビの耐久性向上へ

平成19年 3月26日

独立行政法人物質・材料研究機構

概要

1. 独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：岸 輝雄）ナノセラミックスセンター（センター長：目 義雄）窒化物粒子グループの広崎 尚登グループリーダーは、次世代の薄型テレビであるフィールドエミッションディスプレイ（F E D）¹⁾ 向けの新たな青色蛍光体の合成に成功した。
2. 現在の薄型テレビは液晶方式やプラズマ方式が主流であるが、その先の方式としてF E Dが実用化されつつある。F E Dは、自発光で高コントラストであることに加え、応答性に優れるため、C R Tの画質を凌ぐ薄型テレビが実現できる。F E Dでは高いエネルギーを持つ電子線で蛍光体を励起するため蛍光体が劣化しやすい問題があり、既存の酸化物や硫化物の蛍光体では長期間使用すると画質が低下する問題があった。このため、耐久性に優れる電子線励起用の蛍光体の実現が待ち望まれていた。
3. 開発した青色蛍光体は、窒化ケイ素²⁾、窒化アルミニウム³⁾、酸化ユーロピウム⁴⁾ 粉末を混合させ、その後窒化ホウ素製のるつぼに入れて10気圧の窒素中で、2050℃で反応させて作製する。合成した粉末はE uを含むA l N型窒化物結晶であり、化学的安定性や耐久性に優れている。この蛍光体に5 k Vの加速電圧⁵⁾ を持つ電子線を当てると、470 n mの波長の青色に発光することから、カソードルミネッセンス⁶⁾ 用の蛍光体としての発光特性を有する。
4. 双葉電子工業（株）の協力の下、本青色蛍光体で電子線励起発光デバイスを試作したところ、従来品の酸化物蛍光体を用いたデバイスと比べて、劣化が1/3以下であることを確認した。今後、メーカーとの協力の下に信頼性を評価し、1年後にF E Dへ適用することを目指している。
5. この成果は3月27日から神奈川県相模原市の青山学院大学相模原キャンパスで開催される第54回応用物理学関係連合講演会で発表の予定である。

研究の背景

フィールドエミッションディスプレイ（FED）は次世代の平面ディスプレイとして注目されており、内外のメーカーで開発中である。また、類似の方式の薄型テレビである表面伝導型電子放出ディスプレイ（SED）も販売に向けた開発が進められている。これらのディスプレイは電子線を蛍光体に当てると光るブラウン管（CRT）と同じ方式であり、高コントラスト、高速応答、高視野角、多階調性などの特長を持つ。その上、軽量、薄型、低消費電力であるため、実用化が期待されている。

FEDでは、モリブデンやカーボンナノチューブの励起源（エミッタ）から放出された電子線が蛍光体に当たることにより発光する構造であり、自発光の画像が得られる。この方式はCRTと比べて励起源と蛍光体の距離が近いこと、蛍光体は高エネルギーの電子線に曝される。電子線がよく光る蛍光体として知られている硫化物蛍光体は、使用中に劣化して光らなくなるため、FEDには使えない。現在は、比較的耐久性に優れた酸化物蛍光体を用いて開発が進められているが、それでも数万時間に渡って使用すると画質が劣化する。中でも、青色蛍光体は特に耐久性の向上が望まれていた。

物質・材料研究機構では、耐熱材料として実績のある窒化ケイ素関連物質をホスト結晶⁷⁾とした蛍光体の研究を進めており、2002年には、アルファサイアロン（ α -sialon:Eu）⁸⁾黄色蛍光体を開発した。2004年8月には、カズン（CaAlSiN₃:Eu）⁹⁾赤色蛍光体を開発した。2005年3月には、ベータサイアロン（ β -sialon:Eu）¹⁰⁾緑色蛍光体を開発した。図1に物質・材料研究機構で開発し、既に発表した蛍光体（サイアロン黄色蛍光体、カズン赤色蛍光体、サイアロン緑色蛍光体）を示す。これらの蛍光体は、青色LEDが放つ光で効率よく光ることから、白色LED用の蛍光体として注目を浴びている。機構では、電子線用途も含めて幅広く蛍光体の物質探索研究を継続しており、その後も新しい蛍光体材料が見つかる。

成果の内容

【蛍光体の開発】

今回発表する蛍光体は、電子線励起に適した青色蛍光体である。

合成方法としては窒化ケイ素、窒化アルミニウム、酸化ユーロピウム粉末を混合したものを窒化ホウ素製のるつぼに入れて、10気圧の窒素中で2050℃に加熱して反応させることにより、ユーロピウムが固溶した窒化アルミニウム系固溶体粉末を合成して作製した。

図2にこの蛍光体の発光の様子（写真撮影のため365nmの紫外線を照射）を、図3に5kVの加速電圧の電子線を照射した蛍光体の発光特性を示す。得られた粉末は、発光ピーク波長が470nmの青色を発光する蛍光体である。

従来から知られている、イットリウム系酸化物を母体とする青色蛍光体は、電子線ではよく光るが、長期間の使用に発光強度が低下する問題があったが、開発品は発光強度の低下が少なく、耐久性に優れた長寿命蛍光体であることが確認された（図4）。

【評価デバイスの試作】

双葉電子工業（株）の協力の下に、開発蛍光体を用いて電子線励起による評価デバイスを試作した。評価デバイスは、単色の蛍光体が塗布されており、3 k Vの加速電圧の電子線を照射できる構造である。従来の青色蛍光体を用いたデバイスは、長期間の使用中に発光強度が低下する問題があったが、開発品は発光強度の低下が従来品の1 / 3以下であり、耐久性に優れた長寿命蛍光体であることが確認された。（図5）

波及効果と今後の展開

今回開発した青色蛍光体をFEDに用いると、長期間に渡り画質の劣化が少ないディスプレイを作ることができる。現在のテレビは大面積薄型がトレンドであり、液晶テレビやプラズマテレビが実用化されているが、これらの方式は画質や応答性の点ではCRT方式にはかなわない。FEDは、薄型であることに加えてCRTの持つ高画質で応答性に優れた性能を持つため、高画質の薄型テレビが期待できる。

本材料は、材料単体および評価デバイスでの発光特性結果が得られているが、信頼性の評価と量産技術が今後の課題である。メーカーとの協力の下に、1年後にFEDへ適用することにより、耐久性に優れた薄型テレビを実用化することを目指している。

この成果は、3月27日から神奈川県相模原市の青山学院大学相模原キャンパスで開催される第54回応用物理学関係連合講演会で発表の予定である。

問い合わせ先：

〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1
独立行政法人物質・材料研究機構
広報室 TEL:029-859-2026

研究内容に関すること：

独立行政法人物質・材料研究機構
ナノセラミックスセンター 窒化物粒子グループ
グループリーダー 広崎 尚登（ひろさき なおと）
TEL：029-860-4479（ダイヤルイン）
E-mail：HIROSAKI.Naoto@nims.go.jp

用語解説

1) フィールドエミッションディスプレイ (FED)

モリブデンやカーボンナノチューブの励起源 (エミッタ) から放出された電子線が蛍光体に当たることにより発光する画像表示装置。CRTと同程度の画質を持ち、液晶やプラズマテレビと同程度の薄型となることから、次世代のテレビとして期待されている。

2) 窒化ケイ素

ケイ素と窒素の化合物であり、 Si_3N_4 の化学組成を持つ。耐熱セラミックスとして、エンジン部品などに使われている。

3) 窒化アルミニウム

アルミニウムと窒素の化合物であり、 AlN の化学組成を持つ。トランジスタの放熱基板などに使われている。

4) 酸化ユーロピウム

ユーロピウムと酸素の化合物であり、 Eu_2O_3 の化学組成を持つ。ユーロピウム原子がセラミックス中に取り込まれると蛍光体となる。

5) 加速電圧

電子線を放出するエミッタに付加する電圧。この値が大きいほど高いエネルギーを持つ電子線が放出される。

6) カソードルミネッセンス

電子線を照射すると蛍光を発する現象。CRTやFEDで画像が光る原理。

7) ホスト結晶

蛍光体を構成する母体となる結晶。ホスト結晶に光学活性な希土類イオンを固溶させることにより蛍光体となる。

8) α -サイアロン

α 型窒化ケイ素結晶にCaなどの金属イオンとアルミニウムと酸素とが固溶した $\text{M}_x(\text{Si}, \text{Al})_{12}(\text{O}, \text{N})_{16}$ の組成で示される結晶。Mは金属イオンでxは固溶量を示す。従来は、耐熱構造材料として研究されてきた。

9) CaAlSiN_3

窒化カルシウムと窒化アルミニウムと窒化ケイ素を 1800°C の高温で反応させて得られる窒化物結晶。この結晶にEuを固溶させることにより赤色蛍光体を得られる。

10) β -サイアロン

β 型窒化ケイ素結晶にアルミニウムと酸素とが固溶した $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}$ の組成で示される結晶。 z は固溶量を示す。

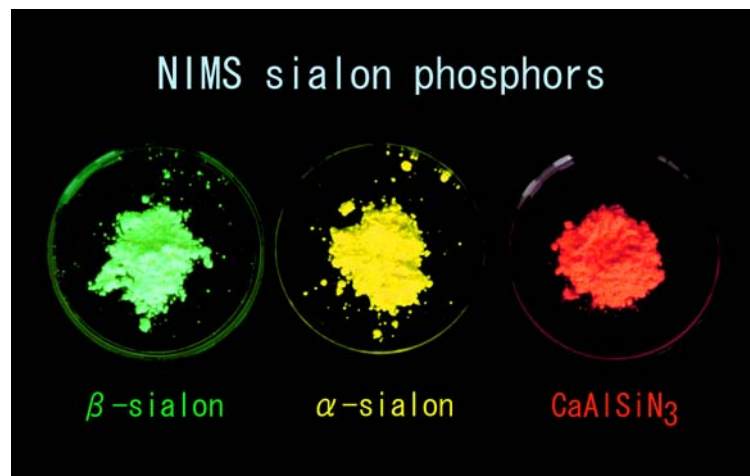


図1 既に発表済みのサイアロン蛍光体



図2 今回発表の青色蛍光体の発光特性

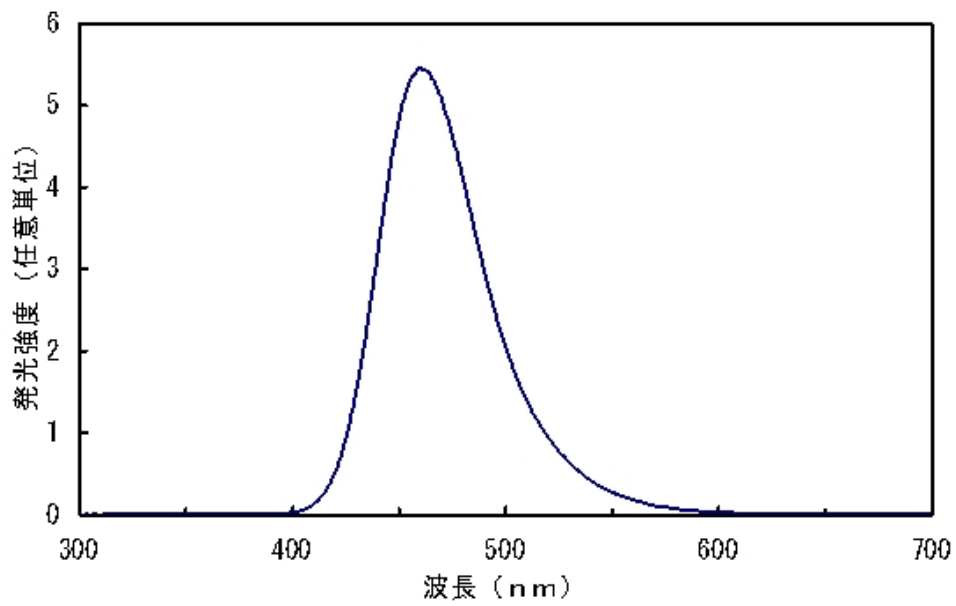


図3 開発蛍光体のスペクトル

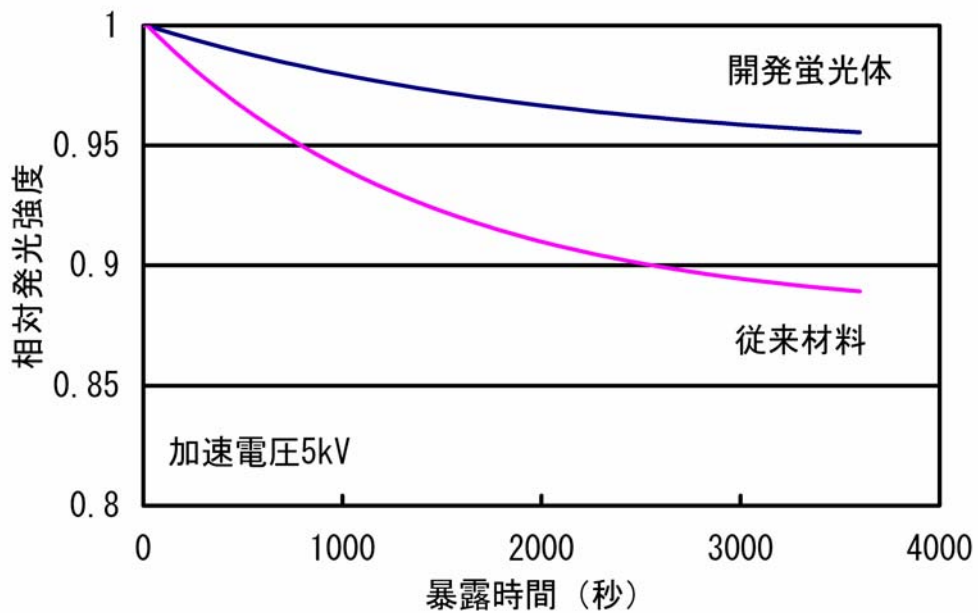


図4 電子線照射による耐久性

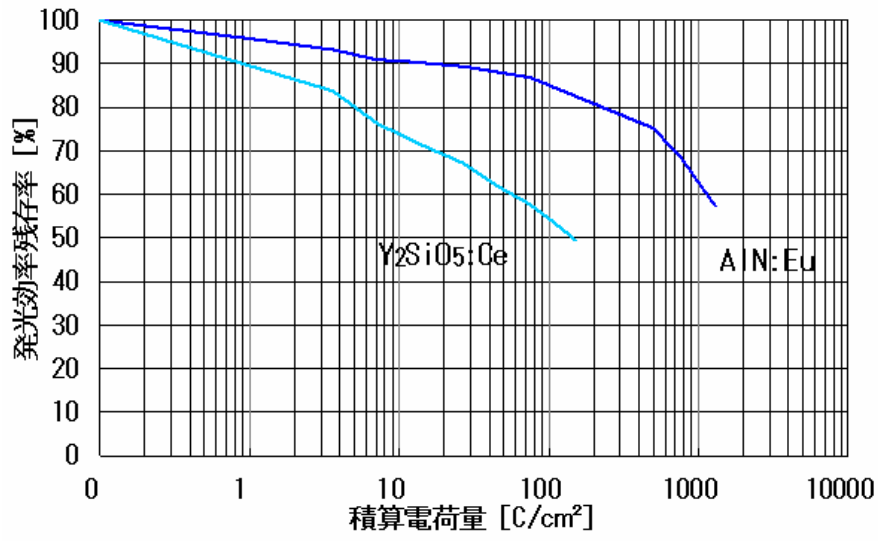


図5. 電子線励起デバイスにおける輝度変化