

# マルチメディア用の超高精細・大表示容量電子ディスプレイの デバイスおよび材料の基礎的研究

## Basic Research on Materials and Device Structures of Electronic Information Displays with Super High-definition and High Content for Multi-media Applications

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96R12501)

プロジェクトリーダー

小林 洋志 鳥取大学工学部・教授

コアメンバー

田中 省作 鳥取大学工学部・教授

北川 雅彦 鳥取大学工学部・助教授

山元 明 東京工科大学工学部・教授

藤安 洋 静岡大学工学部・教授

筒井 哲夫 九州大学総合理工学研究科・教授

城戸 淳二 山形大学工学部・助教授

内池 平樹 佐賀大学理工学部・教授

御子柴茂生 電気通信大学電気通信学部・教授

谷 千束 日本電気研究開発グループ・首席技師長

村上 宏 NHK イメージデバイス研究部・部長



### 1. 研究目的

本研究プロジェクトでは、マルチメディアに対するニーズに応えるために、自発光型電子ディスプレイ(プラズマ・ディスプレイ、エレクトロルミネセンス・ディスプレイ、電界放射ディスプレイ、など)による超高精細・大表示容量電子ディスプレイの実現に向けた基礎的研究を行った。各コアメンバーは次の課題を分担して、研究プロジェクトを遂行した。

田中省作：無機 EL 材料、真空紫外線励起用蛍光体

北川雅彦：有機 EL 材料、有機・無機複合材料

山元 明：低速電子線励起用蛍光体

藤安 洋：無機 EL 材料

筒井哲夫：有機 EL 材料

城戸淳二：有機 EL 材料

内池平樹：PDP セル内の紫外線発生機構の物理

御子柴茂生：PDP の駆動方式と画質改善法の評価

谷 千束：電子ディスプレイの性能・機能の評価

村上 宏：電子ディスプレイの性能・機能の評価

(ポリマー)を用いた湿式法は、低価格やフレキシブル素子など期待されるが、塗布技術の開発が課題である。本研究プロジェクトでは、塗布法による多層型ポリマーELの開発を重点の1つとした。図1には研究成果の1例を示す。電荷輸送層(PVCz:Cz)と発光層(PVCz:Perylene)を積層した素子で、最高輝度 $10,000\text{cd/m}^2$ 、最高視感効率 $1\text{lm/W}$ を世界で初めて達成した。またナノスケールの無機微粒子とポリマーを複合させるナノテクノロジーを開発し、ポリマーと無機微粒子の複合した複雑系デバイスの探索的研究にも成功した。

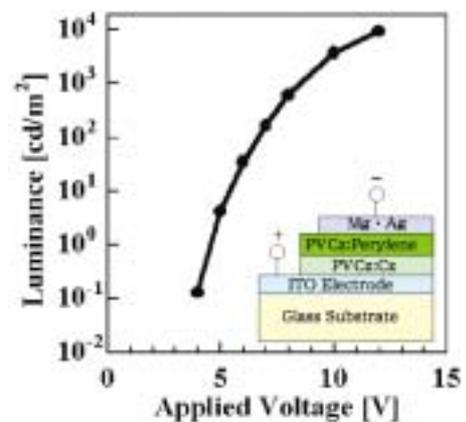


図1 有機EL素子の輝度-印加電圧特性  
挿入図は有機EL素子の構造

### 2. 主な研究成果の概要

#### 2.1 有機ELディスプレイ

有機ELディスプレイは、自発光型の低電圧動作できる次世代フルカラーディスプレイとして大変注目されている。既に、低分子有機化合物を真空蒸着法で作製する技術を用いて、携帯電話や車載用オーディオに実用化されている。現在、小型ディスプレイの実用に向けた開発が活発である。高分子有機化合物

#### 2.2 無機ELディスプレイ

無機ELディスプレイは、優れた耐環境特性(温度、振動)と視認性の良さを有し、FA機器や医療機器に広く使われている。また最近では、自動車のダッシュボードにも使用され始めている。しかし、現在実用化されてい

るのは黄橙色発光の ZnS:Mn 単色ディスプレイのみであり、カラー化が切望されている。本研究では、青色材料として実用が期待されている SrS:Ce の基礎物性の探究、ならびに実用化に必要な生産技術の確立を検討した。SrS:Ce の成膜には、図 2 に示す電子線蒸着装置を使用した。成長槽中の残留不純物を低減させた結果、安定かつ再現性のよい組成制御が可能となり、EL 特性として 1 kHz 駆動で最高輝度 1800 cd/m<sup>2</sup>、効率 1.2 lm/W を達成した。更にアルカリ金属、特に Rb の添加により、図 3 に示すように、色純度の優れた青色発光が得られる事を見出した。

### 2.3 プラズマ・ディスプレイ

プラズマ・ディスプレイ(PDP)はその構造や動作原理から大型ディスプレイに向いており、既に対角 1m 以上のものが実用化されている。しかし、市販のプラズマ・ディスプレイ(PDP)青色蛍光体 BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> (BAM)では、製造工程やパネル点灯時における輝度劣化が問題となっている。そこで、この BAM に代わる青色 PDP 蛍光体として、本研究プロジェクトでは CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>:Eu<sup>2+</sup> (CMS:Eu<sup>2+</sup>)に着目し、蛍光体の合成と PDP パネルの試作を行ない、輝度劣化の改善を検討した。図 4 に、CMS:Eu<sup>2+</sup> 試作パネルの駆動劣化特性を示す。300 時間駆動後の輝度は、初期輝度に対して BAM が約 60%であるのに対し、CMS:Eu<sup>2+</sup>は約 90%であり、大幅な劣化特性の改善を達成した。その他に、プラズマセル内の放電現象の直接観察などの基礎的な研究も行った。

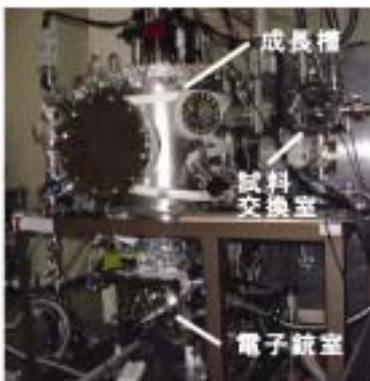


図 2 SrS:Ce 成膜用に開発した電子線蒸着装置

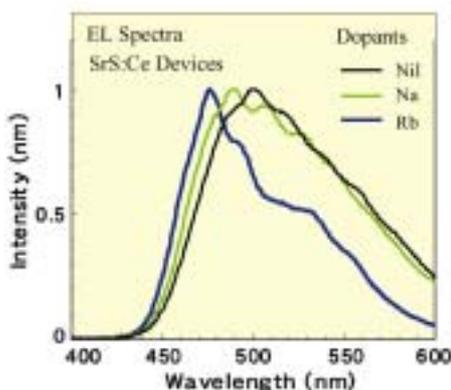


図 3 アルカリ金属(Na,Rb)を添加した SrS:Ce 薄膜 EL 素子の発光スペクトル

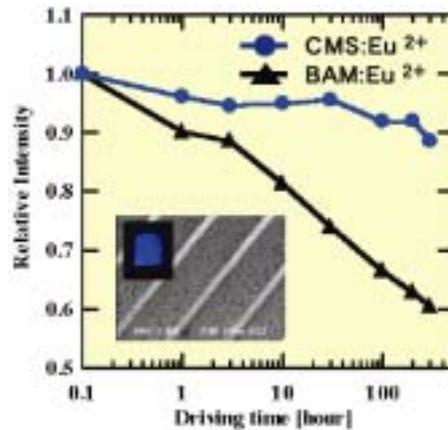


図 4 CMS:Eu<sup>2+</sup> PDP 素子の駆動劣化特性  
挿入図は PDP セルに塗布した CMS:Eu<sup>2+</sup> 蛍光体の SEM 写真と発光画素の写真

### 3. 結論

様々な発光原理を持つ自発光型電子ディスプレイについて、それぞれ新規で有用な知見が得られた。これらの成果について、現時点で 2 件の特許申請を行い、今後も数件の申請を予定している。また直接的な成果ではないが、本研究プロジェクトでは 2 名のポスドクを始め、多くの大学院学生が研究補助者が加わり、活発に研究を行った。人材育成の見地からも多大な成果があったと思われる。

### 主な発表論文

- (1) S. Okamoto, H. Kobayashi and H. Yamamoto, Journal of The Electrochemical Society, Vol.147, No.6, (2000) pp. 2389-2393.
- (2) T. Kiichi, K. Ito, T. Ohyama, K. Fujii, T. Ishikawa, T. Nakamura and H. Fujiyasu, Journal of Crystal Growth", Vol.214/215, (2000) pp. 405-409.
- (3) S. Kawakami, M. Kitagawa, H. Kusano, D. Morita, Y. Horii, Y. Hirooka, K. Hatano, T. Sawada, T. Tsushima and H. Kobayashi, Thin Solid Films Vol.363 No. 1-2, (2000) pp. 17-20.
- (4) J. Kido and T. Matsumoto, Applied Physics Letters, Vol. 73, No. 20, (1998) pp. 2866-2868.
- (5) M. Peter, S. Nishimura, M. Murayama, K. Ohmi, S. Tanaka and H. Kobayashi, Journal of Applied Physics, Vol.86, No. 12, (1999) pp. 7071-7078.
- (6) M. Sawa, H. Uchiike and K. Yoshida, Journal of the SID Vol. 8, No. 2, (2000) pp. 163-168.
- (7) K. Sawa, T. Shiga, S. Mikoshiba, T. Ohe, K. Toda, T. Ueda and K. Kariya, SID '00 DIGEST, (2000) pp. 392-395.
- (8) R. Yoshimatsu, T. Kunimoto, K. Ohmi, S. Tanaka, H. Kobayashi, Proc. 21th Int. Display Research Conf., Asia Display '01, Nagoya, pp. 1115-1118 (2001).