

投写管用球状蛍光体

Spherical Phosphors for Projection CRTs

アルベサル 恵子
ALBESSARD Ariane Keiko

松田 直寿
MATSUDA Naotoshi

玉谷 正昭
TAMATANI Masaaki

熱プラズマ処理法により粒子形状が真球状の蛍光体(球状蛍光体)を開発し、世界で初めて投写型テレビ(TV)用CRT(投写管)に実用化した。熱プラズマ処理による蛍光体組成の変動を抑えることが課題であったが、処理条件とアニール条件を工夫して解決した。球状蛍光体は分散性が良いため、蛍光膜を形成すると緻密(ちみつ)で薄い膜が形成できるという特長を持っている。シミュレーションによる球状蛍光体の粒径の最適化と新開発電子銃の組合せにより、ビームスポット径が最大40%減少した高解像度投写管を実現した。

We have developed spherical phosphors and used them in projection cathode ray tubes (CRTs) for the first time in the world. Decomposition of the phosphor materials has been minimized by optimizing both the plasma treatment and annealing conditions. Phosphor layers made of spherical phosphors are found to be dense and thin. Thus, by optimizing the phosphor particle size with the aid of simulation calculations and using a newly developed electron gun, the resolution of the projection CRT has been increased by up to 40%.

1 まえがき

近年、TVは大型化が主流であり、そのなかでもCRT(Cathode Ray Tube)方式投写型TVの市場が、特に米国中心に拡大している(6,000億円/年)。この方式では図1に示すように、赤色・緑色・青色発光の3本の投写管の画像をレンズで拡大し、大型スクリーンに映し出す。7インチの画像を40インチ以上に拡大するため、投写管には高輝度と高解像度が必要になる。特に、高品位デジタル放送の時代に合わせて高解像度化が求められている。

投写管の画質に直接関与しているのが蛍光膜である。蛍光膜は投写管のガラスの内面に施されており、蛍光体層と反射膜から成っている(図1(c)参照)。電子線のエネルギーを可視光に変換して画像を出すこの部分で画質が決まる。そこで、われわれは高解像度の要求を満たすために、緻密で薄い蛍光膜が形成できる球状蛍光体を開発した。

2 球状蛍光体の開発

開発した球状蛍光体は、粒子形状が真球状の蛍光体であ

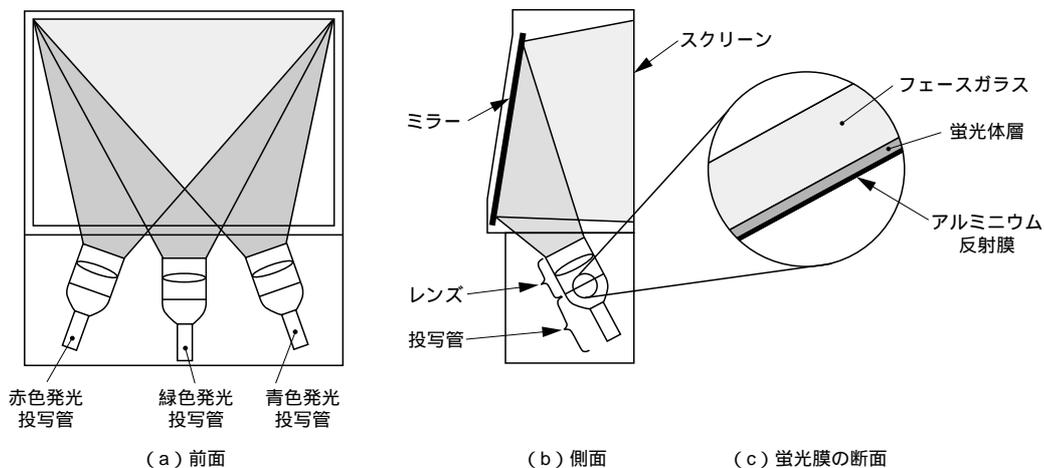


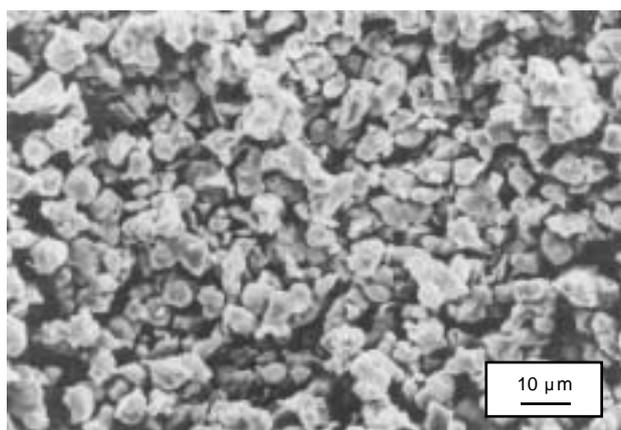
図1. 投写型TVの構造 投写管の映像を拡大投影し、カラーの大画面映像を得る。蛍光膜は蛍光体層とアルミニウム反射膜で構成されている。
Projection type TV system

る(図2(b))。従来の蛍光体の製造法では、図2(a)に示すような多面体で凝集の多い粒子しか得られなかったが、熱プラズマ処理法により球状蛍光体の製造が可能になった⁽¹⁾。

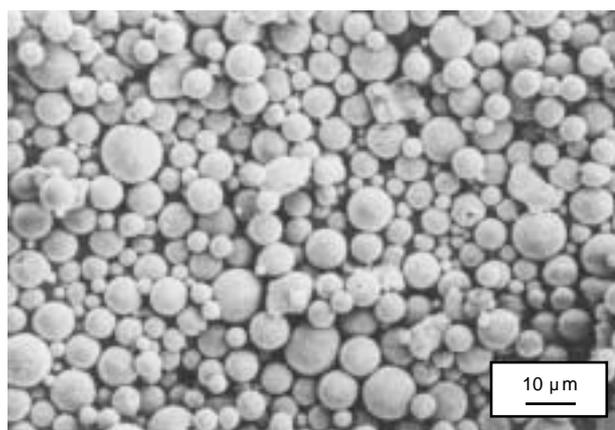
熱プラズマ処理装置を図3に示す。数千℃以上の熱プラズマ炎の中に蛍光体原料を導入し、溶融した粒子が表面張力で球状化したところを冷却凝固して球状の粒子を得る。この熱プラズマ処理法により、酸化物系をはじめ多くの蛍光体の球状化が可能である⁽²⁾⁽³⁾。

われわれは、投写管用蛍光体として、赤色発光に $Y_2O_3:Eu$ (ユウロピウム付活酸化イットリウム)蛍光体、緑色発光に

$Y_2SiO_5:Tb$ (テルビウム付活ケイ酸イットリウム)蛍光体の球状化を試みた。熱プラズマ処理では、高温の炎にさらされることにより蛍光体の結晶系が変化したり、材料の組成が元の比率からずれたりする。 $Y_2O_3:Eu$ の場合は通常の立方晶に加え単斜晶が現れ、ユウロピウムの蒸発も伴う。また $Y_2SiO_5:Tb$ の場合はケイ素が蒸発することにより組成の異なる材料が共存する現象が起こる。このため、炎の雰囲気や電気入力などの条件を適切に設定した。また、熱プラズマ処理後、結晶系や組成の変化を改善するために行う熱処理条件(温度、雰囲気)を最適化して、従来の蛍光体と同等



(a) 従来蛍光体



(b) 球状蛍光体

図2. $Y_2SiO_5:Tb$ 蛍光体のSEM像 従来蛍光体(a)の粒子形状は不均一で凝集が多く、球状蛍光体(b)は真球状で分散性が良い。
SEM images of $Y_2SiO_5:Tb$ phosphors

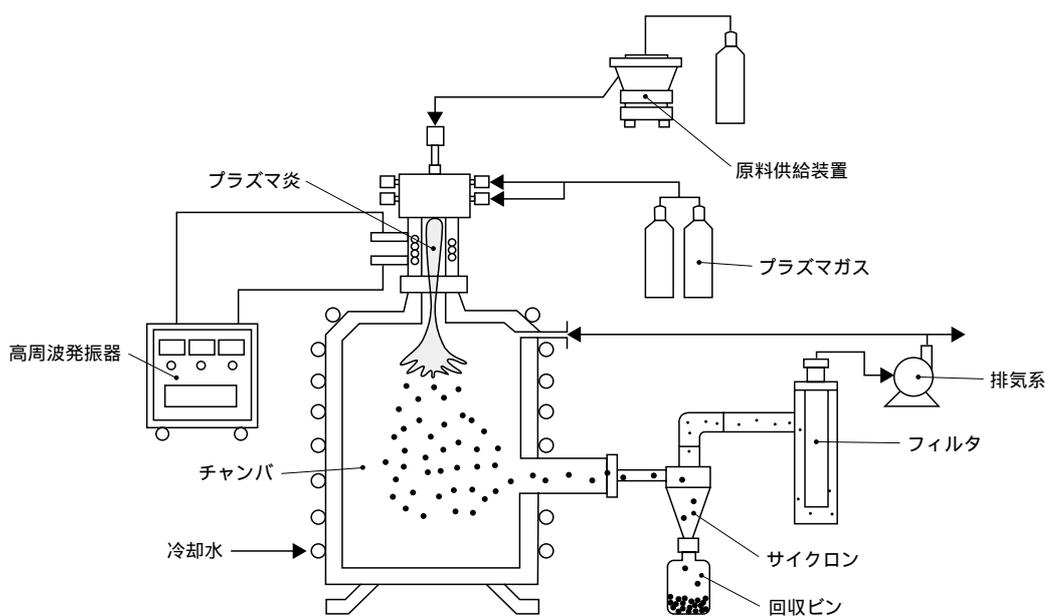


図3. 熱プラズマ処理装置 プラズマ炎内で溶融した原料蛍光体は表面張力で球状化した後、固化し、サイクロンで分級後、回収する。
Plasma treatment apparatus

以上の発光特性を持つ球状蛍光体を得た。青色発光蛍光体として使用されている ZnS(硫化亜鉛)系蛍光体は、液相を持たず昇華してしまうため、球状化が不可能であった。

球状蛍光体の特長は分散性の良さにある。従来蛍光体及び球状蛍光体の粒径を表1に示す。一次粒径(単一粒子の粒径)と二次粒径(凝集体単位の粒径)の比が1に近いほど凝集が少なく分散性が良いことを示しており、球状蛍光体では分散性が良いことがわかる⁽⁴⁾。

表1. 従来蛍光体と球状蛍光体の粒径比較
Phosphor particle sizes

粒径	Y ₂ O ₃ : Eu		Y ₂ SiO ₅ : Tb	
	従来蛍光体	球状蛍光体	従来蛍光体	球状蛍光体
一次粒径(μm)	6.3	6.8	5.5	5.8
二次粒径(μm)	8.2	7.2	8.7	6.4
二次/一次	1.30	1.06	1.58	1.10

*一次粒径はブレン法で測定、二次粒径はレーザー折法で測定

3 投写管への応用

分散性の良い球状蛍光体を使用すると、密度が高く薄い蛍光膜が形成できる。同じ重さの従来蛍光体と球状蛍光体を使用して試作した蛍光膜(沈降法)の断面SEM(走査型電子顕微鏡)像を図4に示す。従来の多面体粒子では、膜中に空洞ができやすくなるため緻密な蛍光膜を作りにくい。球状蛍光体を使用した膜は緻密で、その膜厚は従来蛍光体のその約2/3である。蛍光膜内で電子ビームによる発光は広がるため、発光点の幅(スポットサイズ)は一般に電子ビームの径より広がる。膜厚を薄くできると、この広がりを抑え

ることができるため、スポットサイズを小さくできる。

しかし、球状蛍光体は比表面積が小さく光散乱が少ないため、蛍光膜の光透過率が大きくなり、横方向への透過率も大きくなるのでスポットサイズが逆に広がるというデメリットも生ずる。そこで、この問題を解決するために、蛍光膜内の光散乱のシミュレーション計算をモンテカルロ法^(注1)を用いて実施した⁽⁵⁾。その結果、従来の蛍光体よりも二次粒径が20%小さい球状蛍光体を使用することにより、最適塗布量低減の効果と合わせて、輝度を5%、解像度を10%向上することができた。投写管では、新たに開発された電子銃と組み合わせることにより、もっともよく使われる電流範囲では40%の解像度向上という飛躍的な改善が得られた。従来の投

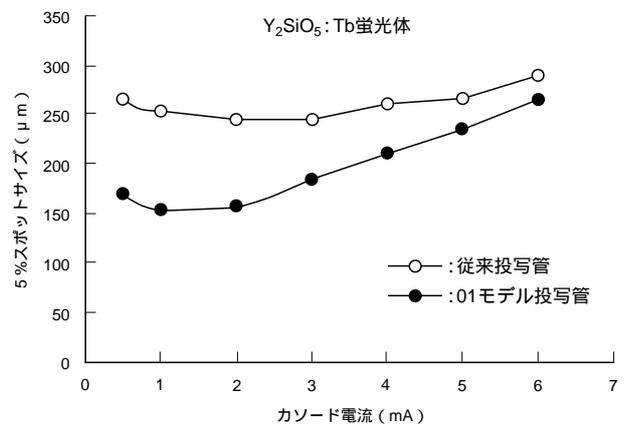


図5. 投写管のスポットサイズデータ 球状蛍光体を使用した投写管ではスポットサイズが最大40%減少し、解像度が向上した。
5% spot size data of projection CRTs

(注1) 乱数を用いた数値計算法。

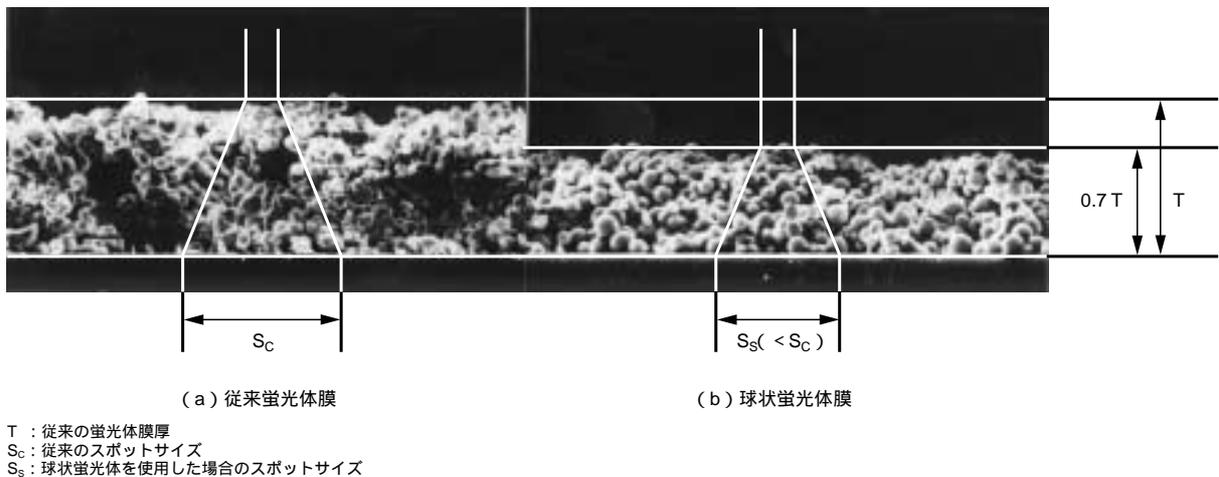


図4. 蛍光膜の断面SEM像 球状蛍光体を使用した蛍光膜は薄くなるため、スポットサイズの広がりを抑えることができる。
Cross-sectional SEM image of phosphor layers

写管と球状蛍光体を使用した新しい投写管(01モデル)のスポットサイズデータを図5に示す⁽⁶⁾(40%のスポットサイズの減少は40%の解像度の改善を意味する)。

4 あとがき

投写管用球状蛍光体は高周波熱錬(株)と当社のディスプレイ・部品材料社で、投写管は東芝ホクト電子(株)で2000年4月から製造され、当社のデジタルメディアネットワーク社のCRT方式投写型TVに採用されている。

CRT方式投写型TVは現在、大画面TVの主流である。しかし、近年各社で開発が進んでいるPDP(Plasma Display Panel)やFED(Field Emission Display)などとの性能競争の面で、今後は特に寿命(膜やけ)と解像度の改善が必要と考えている。

蛍光体は蛍光ランプ、CRT、PDP、FED、X線検出器などの照明、ディスプレイ、医用の分野に使われており、その種類は多い。これらの分野の蛍光体でも球状化すれば発光特性が向上すると考えている。

謝 辞

球状蛍光体の実用化のために多大な協力をいただいた、高周波熱錬(株)に深く感謝の意を表します。

文 献

(1) Albessard, A. K., et al. Phosphor Layers Made of Spherical Particles. Proc. Asia Display '95. Hamamatsu Japan, 1995, p.643 - 646.

- (2) Matsuda, N., et al. Preparation of Spherical Phosphors by Thermal Plasma Treatment. J. SID. 6, 3, 1998, p.159 - 161.
- (3) Tamatani, M., et al. Spherical Phosphors Prepared by Inductively Coupled Thermal Plasma. Proc. 6th In. Conf. on Luminescent Materials. Paris France, 1998, p.10 - 15.
- (4) Hattori, H., et al. New Projection Tubes Using Spherical Phosphors. Proc. IDW'00. Kobe Japan, 2000, p.483 - 496.
- (5) Albessard, A. K., et al. Spherical Phosphors for New Projection Tubes. Proc. IDW'00. Kobe Japan, 2000, p.877 - 880.
- (6) Hattori, H. New Projection Tubes Using Spherical Phosphors and an Electron Gun Having an Impregnated Cathode. J. SID. to be published.



アルベサル 恵子 ALBESSARD Ariane Keiko
 研究開発センター 表示材料・デバイスラボラトリー。
 蛍光体材料開発業務に従事。応用物理学会、蛍光体同学会
 会員。
 Display Materials & Devices Lab.



松田 直寿 MATSUDA Naotoshi
 研究開発センター 表示材料・デバイスラボラトリー主任研究
 員。蛍光体材料開発業務に従事。応用物理学会、蛍光体同
 学会会員。
 Display Materials & Devices Lab.



玉谷 正昭 TAMATANI Masaaki, D.Sci.
 東芝リサーチコンサルティング(株)フェロー、理博。
 蛍光材料開発業務に従事。照明学会、蛍光体同学会会員。
 Toshiba Research Consulting Corp.