SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

低速電子線用蛍光体の導電性制御と発光特性に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小南, 裕子 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1526

氏名・(本籍)	小　南　裕　子 (静岡県)
学位の種類	博　士　(工　学)
学位記番号	工博甲第　185　号
学位授与の日付	平成11年 3 月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻の名称	電子科学研究科　電子応用工学
学位論文題目	**低速電子線用蛍光体の導電性制御と発光特性に関する研究**
論文審査委員	(委員長) 教授　菜原　弘　　教授　福家俊郎 教授　畑中義式　　教授　中西洋一郎 教授　中村高遠　　助教授　喜多尾道火児

論文内容の要旨

電界放射型ディスプレイ(FED)は高品質画像、広視野角、高速応答、広い動作温度範囲、低消費電力、軽量、薄型等の特長を有することから、次世代のディスプレイとして期待されている。FBDでは蛍光体が低速電子線によって励起されるため、それに適した導電性を有し、電子線照射に対して安定な蛍光体の開発が課題である。CRT用蛍光体は高速電子線励起で高輝度・高効率を示すが、高抵抗であるため低速電子線には適さない、そこで、本研究ではCRT用蛍光体の表面を改質することによって低速電子線励起下での発光特性の向上を図ることを目的とし研究を行った。用いた蛍光体は通常のCRTに使用されている$ZnS:Ag,Cl$、$ZnS:Cu,Al$、$Y_2O_2S:Eu$である。

まずIn_2O_3の導電性微粉末を蛍光体に混合し、その発光特性の変化について調べた。その結果、200V以下の低い励起電圧時において、発光輝度は導電性の付与により向上したが、長時間の電子線照射による輝度劣化については有効ではなかった。そこで、新たな導電性付与及び蛍光体を保護する方法として、粒子の表面に極薄の酸化物導電層を形成し、導電性及び低速電子線励起による発光特性について検討を行った。導電性酸化物材料として、代表的な欠陥性酸化物半導体であるIn_2O_3を用いた。また蛍光体表面の被覆方法は、ゾルーゲル法を用い、蛍光体表面に極薄の導電層を形成させた。使用した原材料はトリーイソプロポキシーインジウムである。その結果、被覆により低い励起電圧領域での発光特性が大幅に向上した。被覆導電層の膜厚を変化させることにより、発光特性は大きく変動し、それは低速電子線励起時の帯電の抑制の度合いが変化したことによると示唆された。被覆量が増加するほど、帯電の抑制は大きくなることが示されたが、被覆膜厚が厚くなり過ぎると、輝度は再

び低下した。それは電子線の蛍光体への侵入が表面の被覆層によって阻害されるからである。従って、蛍光体には被覆の最適条件が存在し、ZnS：Ag、Clではインジウムプロポキシドが蛍光体に対して3.7Wt％の時、低速電子線励起時においてもっとも高い輝度を示た。ZnS：Cu、Alでは2.7wt％、Y_2O_2S：Euでは4.4wt％が量適条件であった。また、蛍光体表面の抵抗率を調べた結果、被覆量の増加に伴い抵抗率は徐々に低減し、各蛍光体における最適被覆条件ではいずれも$10^5\Omega \cdot cm$という結果が得られた。更に蛍光体表面の導電層の膜厚を計算により求めたところ、最適被覆条件においていずれの蛍光体も抜覆膜厚は約10nmであることが分かった。以上の結果から、最適条件における被覆層の構造的、電気的特性はすべて同じであり、同質のIn_2O_3層が蛍光体表面に形成されているということが示唆された。これより最適被覆条件は、蛍光体の種類によりも、蛍光体の粒子径や形状への依存性の方が大きいことが示された。様々な条件により被覆したZnS：Ag、Cl蛍光体の電子線照射時にとける輝度の経時変化特性を調べた結果、被覆していない蛍光体は著しい輝度劣化を示し、これは蛍光体表面が露出していることにより、電子ビームを媒介とした蛍光体表面の分解、劣化が起きたためと思われる。真空度を変化させたところ、真空度の上昇により劣化は抑制された。チャンバー内の残留しているH_2Oガスによる蛍光体の分解メカニズムについて報告がされているが、電子線を照射した部分の構成元素をオージェ電子分光法により調べた結果、Cが付着していることが示された。これにより微小のCO_2等の酸化炭素系残留ガスも劣化に寄与していることが示された。

蛍光体の帯電は高抵抗が原因である。従って電子線励起時、蛍光体操で電圧降下が生じていることが考えられる。そこで電圧降下の現象を詳しく知るために、蛍光体試料表面の表面電位の測定を行った。その方法として、試料上部にメッシュ電極を形成し、メッシュ電圧を変化させたときの試料及びメッシュ電流の変化から、蛍光体の表面電位を測定した。この方法により、蛍光体の表面電位が正確に測定でき、またその表面電位は導電処理によって変化することが確認された。被覆量の増加に従い表面電位は大きくなり、このことから導電処理により蛍光体表面の抵抗率が減少し、蛍光体試料部における励起電圧の電圧降下が低減化されることが示された。また、表面電位の励起電圧に対する割合を調べたところ、被覆していないZnS：Ag、Cl蛍光体は、約200V以下で電圧降下の割合が大きくなることがわかった。表面電位の占める割合の減少は、蛍光体試料部における電圧降下が増大を意味し、蛍光体表面部に電荷が蓄積され、逆電圧が印加された状態であることを意味する。従って、励起電圧に対する表面電位の割合の著しい減少は、帯電が顕著に現れた結果である。他の蛍光体についても同様の傾向を示す結果が得られた。メッシュ電流及び試料電流量から、蛍光体の二次電子放出比の相対量を求めた。その結果、500V程度の励起電圧においては、いずれも被覆していない、未処理の蛍光体がもっとも高い放出比を示したが、200V及びそれよりも低い励起電圧においては、被覆された蛍光体の方が高い放出比を示し、またその比は被覆量が増加するほど高いことが示された。この結果より、被覆によって二次電子放出比が増大し、その結果、低い励起電圧時において発光特性が向上したことも、発光特性の向上の一因になったのではないかと考えられる。

以上、本研究により、蛍光体表面の改質が、低速電子線励起において非常に有効であることが示された。

論文審査結果の要旨

電界放射型ディスプレイ(FED)は高品質画像、低消費電力、軽量、薄型等の特長を有することから、次世代のディスプレイとして期待されている。FEDでは蛍光体が低速電子線により励起されるため、導電性を有し、電子線照射に対して安定であることが必要である。本論文ではCRT用蛍光体の導電性を制御することにより500eV以下の低速電子線励起下での発光特性の向上を図ることを目的とし研究を行った結果を述べている。

第1章ではFEDの原理並びに現状を含む本研究の背景について述べた上で、本研究の目的を示している。

第2章では蛍光体の電子線励起発光機構並びに本研究における発光特性の測定系について述べている。

第3章では蛍光体と導電性In_2O_3微粉末との混合による発光特性の改善について述べている。その結果、導電性の付与により低い励起電圧時の輝度は向上したが、長時間の電子線照射による輝度劣化の抑制については効果が得られなかった。そこで新たな導電性付与及び蛍光体を保護する方法について次章以後で検討を行っている。

第4章から第7章にわたり、その導電処理方法における実験及び考察を行っている。即ち原材料としてインジウムイソプロポキシドを使用し、ゾルーゲル法により蛍光体粒子表面への導電性In_2O_3薄膜の被覆を試み、その結果について検討している。被覆量により低励起電圧領域での発光特性が大きく変動し、最適被覆膜厚が存在することが示された。即ち本研究において使用した、赤、緑及び青色蛍光体のいずれにおいても抵抗率は概ね$10^5\Omega\cdot$cmであり、この時の導電層の膜厚はいずれも約12nmであると報告している。以上より、最適条件における被覆層の構造及び電気特性は全て同じであることが示されたと述べている。本研究において被覆により電子線照射時の蛍光体の輝度劣化が約1桁以上改善されることが示されたと報告している。

第8章では、蛍光体の表面電位測定方法について述べている。即ち、蛍光体塗布面上にメッシュ電極をおき、この電極及び蛍光体への流れる電流の大小関係を測定することによって、蛍光体の表面電位が正確に測定でき、またその表面電位は導電処理によって変化することを示している。このことから、低い励起電圧領域での帯電の現象を表面電位の測定を通して定量的に説明することができたと述べている。第9章では以上の結果をまとめ、本研究で得られた成果の意義と展望について述べている。

以上のように、本論文は蛍光体表面への導電性In_2O_3薄膜の被覆が低速電子線励起発光特性に及ぼす効果及びその機構について検討している。本論文の成果は次世代の電界放射型ディスプレイの実現に関して工学上の寄与が大きい、よって本論文は博士(工学)を授与するのに十分な内容を有するものと認める。