

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3740296号

(P3740296)

(45) 発行日 平成18年2月1日(2006.2.1)

(24) 登録日 平成17年11月11日(2005.11.11)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 J 29/87 (2006.01) HO 1 J 29/87  
 HO 1 J 31/12 (2006.01) HO 1 J 31/12 C

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願平10-285764	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成10年10月7日(1998.10.7)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2000-113842(P2000-113842A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成12年4月21日(2000.4.21)	(74) 代理人	100065385
審査請求日	平成16年1月27日(2004.1.27)		弁理士 山下 穰平
		(72) 発明者	黒田 和生
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	光武 英明
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	伏見 正弘
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子を放出する電子源とプレートとをスペーサを介して対向させた構造を有する画像形成装置において、

該スペーサは基材と、該基材表面を被覆する絶縁性膜からなる第一層と、該第一層を被覆する半導電性膜からなる第二層とを有し、

前記第一層の一部が、前記第二層から複数箇所であらう露出していることを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】

前記第一層の露出部の面積と前記第二層の被覆部の面積比が3:1から1:100の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の画像形成装置。 10

【請求項3】

前記第一層の一つの露出部の面積の平均値が5000平方μm以下であることを特徴とする請求項1に記載の画像形成装置。

【請求項4】

前記第一層の一つの露出部の幅の平均値が70μm以下であることを特徴とする請求項1に記載の画像形成装置。

【請求項5】

前記基材を被覆する前記第一層の絶縁性膜の抵抗値が体積抵抗で $10^4$  m以上であることを特徴とする請求項1に記載の画像形成装置。

## 【請求項 6】

前記基材を被覆する前記第一層の絶縁性膜の材料が酸化物であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

## 【請求項 7】

前記基材を被覆する前記第一層の絶縁性膜の材料が  $Y_2O_3$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $CeO_2$  のうち少なくとも一つの材料を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

## 【請求項 8】

前記スペースの両端部間で電位差を生ずるように前記第二層の半導電性膜の両端部に電圧が印加されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

10

## 【請求項 9】

前記電子源は、複数の電子放出素子と該電子放出素子を駆動する駆動用配線とを有し、前記スペースの一方の端部が該駆動用配線に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

## 【請求項 10】

前記電子源から放出された電子を加速する加速電極が前記プレートに設けられ、前記スペースの一方の端部が前記加速電極に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

20

## 【発明の属する技術分野】

本発明は画像形成装置に関わり、特に複数の電子放出素子を配置した平面型画像形成装置に好適に用いられるものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来から、電子放出素子として熱陰極素子と冷陰極素子の 2 種類が知られている。このうち冷陰極素子では、たとえば表面伝導型電子放出素子や、電界放出型電子放出素子（以下 FE 型と記す）や、金属/絶縁層/金属型電子放出素子（以下 MIM 型と記す）、などが知られている。

## 【0003】

30

表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型放出素子としては、エリンソン等による  $SnO_2$  薄膜を用いたもの [M.I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290, (1965)]、Au 薄膜によるもの [G.D Mitter: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)] や、 $In_2O_3/SnO_2$  薄膜によるもの [M.Hartwell And C.G.Fonstad: "IEE E Trans. ED Conf.", 519 (1975)] や、カーボン薄膜によるもの [荒木久 他: 真空、第 2 6 巻、第 1 号、22 (1983)] 等が報告されている。

## 【0004】

これらの表面伝導型電子放出素子の素子構成の典型的な例として、図 20 に前述の M.Hartwell らによる素子の平面図を示す。同図において、1 は基板で、2 はスパッタで形成された金属酸化物よりなる導電性薄膜である。導電性薄膜 2 は図示のように H 字形の平面形状に形成されている。該導電性薄膜 2 に通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより、電子放出部 3 が形成される。

40

## 【0005】

通電フォーミングは、前記導電性薄膜 2 の両端に一定の直流電圧、もしくは、例えば 1 V / 分程度の非常にゆっくりとしたレートで昇圧する直流電圧を印加して通電し、導電性薄膜 2 を局所的に破壊もしくは変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗な状態の電子放出部 3 を形成することである。尚、局所的に破壊もしくは変形もしくは変質した導電性薄膜 2 の一部には、亀裂が発生する。前記通電フォーミング後に導電性薄膜 2 に適宜の電圧を印加した場合には、前記亀裂付近において電子放出が行われる。

50

## 【 0 0 0 6 】

F E 型の例は、たとえば、W.P.Dyke&W.W.Dolan, "Field Emission", Advance in Electron Physics, 8, 89(1956)や、あるいは、C.A.Spindt, "Physical Properties of Thin-Film Field Emission cathodes with molybdenum Cones", J.Appl.Phys., 47, 5248(1976)などが知られている。

## 【 0 0 0 7 】

F E 型の素子構成の典型的な例として、図 2 1 に前述の C.A.Spindt らによる素子の断面図を示す。同図において、4 は基板で、5 は導電材料よりなるエミッタ配線、6 はエミッタコーン、7 は絶縁層、8 はゲート電極である。本素子は、エミッタコーン 6 とゲート電極 8 の間に適宜の電圧を印加することにより、エミッタコーン 6 の先端部より電界放出を起

10

## 【 0 0 0 8 】

また、F E 型の他の素子構成として、図 2 1 のような積層構造以外に、基板上に基板平面とほぼ平行にエミッタとゲート電極を配置した例もある。

## 【 0 0 0 9 】

M I M 型の例としては、たとえば、C.A.Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", J.Appl.Phys., 32, 646(1961)などが知られている。M I M 型の素子構成の典型的な例を図 2 2 に示す。同図は断面図であり、図において、9 は基板で、10 は金属よりなる下電極、11 は厚さ 100 オングストローム程度の薄い絶縁層、12 は厚さ 80 ~ 300 オングストローム程度の金属よりなる上電極である。M I M 型においては、上電極 12 と下電極 10 の間に適宜の電圧を印加することにより、上電極 12 の表面より電子放出を起

20

## 【 0 0 1 0 】

上述した各種冷陰極素子は、熱陰極素子と比較して低温で電子放出を得ることができるため、加熱用ヒーターを必要としない。したがって、熱陰極素子よりも構造が単純であり、微細な素子を作成可能である。また、基板上に多数の素子を高い密度で配置しても、基板の熱溶解などの問題が発生しにくい。また、熱陰極素子がヒーターの加熱により動作するため応答速度が遅いとは異なり、冷陰極素子の場合には応答速度が速いという利点もある。

## 【 0 0 1 1 】

上述した冷陰極素子の応用については、画像表示装置、画像記録装置などの画像形成装置や、荷電ビーム源等がある。

30

## 【 0 0 1 2 】

特に冷陰極素子を画像表示装置へ応用した例として、本出願人による U S P 5,066,833 や特開平 2 - 257551 号公報や特開平 4 - 28137 号公報において開示されているように、表面伝導型放出素子と電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置が研究されている。表面伝導型放出素子と、表面伝導型放出素子による電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組み合わせ用いて発光する画像表示装置がある。

## 【 0 0 1 3 】

また、F E 型を多数個ならべて画像表示装置に応用した例として、R.Meyer らにより報告された平板型表示装置が知られている [R.Meyer: "Recent Development on Microchips Display at LETI", Tech.Digest of 4th Int.Vacuum Micro Electronics Conf., Nagahama, p.6~9(1991)]。

40

## 【 0 0 1 4 】

また、M I M 型を多数個ならべて画像表示装置に応用した例は、本出願人による特開平 3 - 55738 号公報に開示されている。

## 【 0 0 1 5 】

各冷陰極型の中でも表面伝導型電子放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積に多数の素子を形成しやすい利点がある。

50

## 【0016】

表面伝導型電子放出素子と蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置は、液晶表示装置と比較すると、自発光型であるためバックライトを必要としない点や、視野角が広い点が優れている。

## 【0017】

平面型画像表示装置は上述した電子放出素子を平面基板に多数配置し、これと対向して電子により発光する蛍光体が配置される。電子放出素子は基板に二次元マトリクス状に配列され(マルチ電子源と呼ぶ)、各素子は行方向配線と列方向配線に接続される。画像表示方式の一例として、以下の単純マトリクス駆動がある。

## 【0018】

マトリクス中の任意の一行から電子を放出させるためには、行方向に選択電圧を印加し、これと同期して列配線に信号電圧を印加する。

## 【0019】

選択された行の電子放出素子より放出した電子は蛍光体に向かって加速され、蛍光体を励起、発光させる。行方向に順次選択電圧を印加することにより画像が表示される。

## 【0020】

二次元マトリクス状に電子放出素子が形成された基板(リアプレート)と、蛍光体と加速電極が形成された基板(フェースプレート)間は真空に保たれる必要がある。リアプレートとフェースプレートには大気圧が加わるため、表示装置が大型化するに伴い、大気圧を支持する厚みの基板が必要となる。しかし、ガラス等の両基板の厚みを増加すれば、重量の増加を招くため、リアプレートとフェースプレート間に支持部材(スペーサ)を挿入することにより、軽量化できてリアプレートとフェースプレート間隔を一定に保つとともに、リアプレートとフェースプレートの破損を防ぐ構造が取られる。

## 【0021】

スペーサは大気圧に耐圧、支持するために十分な機械的強度が求められ、且つリアプレートとフェースプレート間を飛翔する電子の軌道に大きく影響してはならない。電子軌道に影響を与える原因はスペーサの帯電である。スペーサ帯電は電子源から放出した電子の一部あるいはフェースプレートで反射した電子がスペーサに入射し、スペーサから二次電子が放出されることにより、あるいは電子の衝突により電離したイオンが表面に付着することによるものと考えられる。

## 【0022】

スペーサが正帯電するとスペーサ近傍を飛翔する電子がスペーサに引き寄せられるため、スペーサ近傍で表示画像に歪みを生ずる。帯電の影響はリアプレートとフェースプレート間隔が大きくなるに従い顕著になる。

## 【0023】

一般に帯電を抑制する手段として、帯電面に導電性を付与し、若干の電流を流すことで電荷を除去することが行なわれる。この概念をスペーサに応用しスペーサ表面を酸化スズで被覆する手法が特開昭57-118355号公報に開示されている。また、特開平3-49135号公報にはPdO系ガラス材で被覆する手法が開示されている。

## 【0024】

また、画像表示装置として輝度が高いことは重要な要素である。フェースプレートに形成されている蛍光体を効率よく発光させるためには、高い電圧で加速した電子を蛍光体に照射すればよく、十分な効率で発光させるためには電子を3kV以上に、望ましくは5kV以上に加速するとよい。したがって、リアプレートとフェースプレート間には数kV以上の電圧が印加されていることになり、スペーサ両端にもこれとほぼ同電位の電圧が印加される。スペーサに使われる材料は加速電圧の印加において放電しないことが求められる。

## 【0025】

沿面放電耐圧の向上手段として、二次電子放出率が小さい材料で表面を被覆すると効果的である。二次電子放出率が小さい材料で被覆した例として、酸化クロム(T.S.Sudarshan and J.D.Cross:IEEE Tran.El-11,32(1976))、酸化銅(J.D.Cross and T.S.sudarshan:IE

10

20

30

40

50

EE Tran.EI-9146(1974))が知られている。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の酸化物半導体材料をマルチ電子源を有する画像表示装置のスペーサに適用した場合、以下の点で十分な性能を発揮しない場合がある。すなわち酸化物半導体材料は固有抵抗値が低いため、極めて薄くコーティングしない限り、スペーサ表面を流れる電流が大きくなりすぎる。抵抗値が低いと高加速電圧を使用する画像表示装置においては、スペーサ部の発熱が問題となる。また、酸化物半導体は雰囲気ガスにより抵抗値が大きく変化するためバラツキが大きく、非常に薄い薄膜での抵抗制御が困難であり、したがって再現よくスペーサを製造することができない。

10

【0027】

すなわち、スペーサあるいはその表面層の材質として好ましい物性についての予測はされていたが、マルチ電子源より放出した電子を3kV以上の電圧により加速し、これにより蛍光体を発光させる画像表示装置で代表される画像形成装置のスペーサとして適する材料がなかった。したがって高電圧により蛍光体を発光させることにより高輝度で歪みのない画像を形成する画像形成装置の実現が困難であった。

【0028】

本発明は、スペーサとして当該画像形成装置に適したスペーサの表面層の構造と材料を新規に提供し、高輝度で歪のない画像を表示できる画像形成装置を提供することを課題とする。

20

【0029】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像形成装置は、電子を放出する電子源とプレートとをスペーサを介して対向させた構造を有する画像形成装置において、該スペーサは基材と、該基材表面を被覆する絶縁性膜からなる第一層と、該第一層を被覆する半導電性膜からなる第二層とを有し、前記第一層の一部が、前記第二層から複数箇所て島状に露出していることを特徴とする画像形成装置である。

【0031】

【発明の実施の形態】

本発明による実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

30

【0032】

[表示パネルの説明]

図1は本発明による実施形態の画像表示装置の応用例として表示パネルの斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している。図中、符号17はリアプレート、18は側壁、19はフェースプレートであり、符号17~19により表示パネルの内部を真空に維持するための気密容器を形成している。気密容器を組み立てるにあたっては、各部材の接合部に十分な強度と気密性を保持させるため封着する必要があるが、例えばフリットガラスを各接合部に塗布し、大気中あるいは窒素雰囲気中で、摂氏400~500で10分以上焼成することにより封着を達成した。気密容器内部を真空に排気する方法については後述する。また、上記気密容器の内部は $10^{-4}$ Pa程度の真空に保持されるので、大気圧や不意の衝撃などによる気密容器の破壊を防止する目的で、耐大気圧構造体として、スペーサ22が設けられている。

40

【0033】

また、図1において、リアプレート17には、基板13を搭載し、基板13上に電子放出素子14と、該電子放出素子14の一方の電極に接続されたマトリクス状のX方向の配線15と、該電子放出素子14の他方の電極に接続されたY方向の配線16とが備えられ、フェースプレート19には、順次蛍光体20とメタルバック21とを備えており、各配線15, 16に画像信号と走査信号を供給して、メタルバック21に高電圧HVを印加した場合に電子放出素子14からの電子を蛍光体20に照射して蛍光を発して、図1の上方向からの視認者に画像を表示することができる。

50

## 【 0 0 3 4 】

## [ スペーサの構成と作用 ]

次に本発明を適用した画像表示装置の表示パネルに用いるスペーサの構成と作用について、具体的な例を示して説明する。

## 【 0 0 3 5 】

図2はスペーサ22を中心とした図1に示したA-A'線の表示装置断面模式図である。それぞれの番号は図1に対応している。図2において、符号14は冷陰極電子源を構成する電子放出素子、17はリアプレート、18は側壁、19はフェースプレートであり、符号17、18、19により表示パネルの内部を真空に維持するための気密容器を形成している。また、13は絶縁性基板、57は絶縁層、15はX方向配線、26は導電性材料を混入した接着材のフリットガラス、25は低抵抗材の導電膜、24はスペーサ22の絶縁性基材、23aは酸化物の絶縁性層である第一層、23bは高抵抗性材の第二層、21はメタルバック、20は蛍光体である。

10

## 【 0 0 3 6 】

スペーサ22は外囲器内を真空にすることにより、大気圧を受けて、外囲器が破損あるいは変形するのを避けるために設けられる。スペーサ22の材質、形状、配置、配置本数等は外囲器の形状ならびに熱膨張係数等、外囲器の受ける大気圧、熱等を考慮して決定される。スペーサ22の形状には平板型、十字型、L字型、円筒形、電子通過孔を設けた平板形等がある。

## 【 0 0 3 7 】

スペーサ22を構成する絶縁性基材24は電子放出素子14が形成されたリアプレート17、蛍光体20が形成されたフェースプレート19とほぼ同一の熱膨張特性の材料であることが必要である。あるいは、絶縁性基材24の弾性が高く、熱変形を容易に吸収するものであってもよい。フェースプレート19及びリアプレート17にかかる大気圧を支持する必要から、ガラス、セラミクス等機械的強度の高く、耐熱性の高い材料が適する。フェースプレート19、リアプレート17の材質としてガラスを用いた場合、表示装置作製行程中の熱応力を抑えるために、スペーサ22の絶縁性基材24はできるだけこれらの材質と同じものか、同様の熱膨張係数の材料であることが望ましい。

20

## 【 0 0 3 8 】

本発明者らはスペーサ22の帯電を防止する方法を検討した結果、帯電を防止するために二次電子放出率が小さい特性を有する第一の膜23aの上に第二層23bとしてネットワーク構造または島状で、第一層23aが露出する構造の導電性を有する膜を形成することが有効であることを見出した。特に第一層23aとして $Cr_2O_3$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Y_2O_3$ などの二次電子放出効率が小さい材料を含む組成の膜が極めて有効である。

30

## 【 0 0 3 9 】

ここで、スペーサ22の第一の膜23aの上に第二層23bとしてネットワーク構造または島状構造の概略図を示して説明する。図3は、本発明の実施例で用いた第二層がネットワーク構造と島状の混合状態の構造であるスペーサ表面の拡大図であり、図4は本発明の実施例で用いた第二層がネットワーク構造であるスペーサ表面の拡大図であり、図5は、本発明の参考例で用いた第二層が島状であるスペーサ表面の拡大図であり、図6は、本発明の実施例で用いた第二層がネットワーク構造であるスペーサ表面の拡大図である。

40

## 【 0 0 4 0 】

図7はスペーサの構成をあらわす模式図であり、絶縁性基材24上に酸化物の絶縁層である第一層23a及び導電性を有する第二層23bが形成されている。

## 【 0 0 4 1 】

第一層23aは二次電子放出効率の小さい材料とし、第二層23bは、その構造により二次電子放出を押えるとともに、スペーサ22の表面に帯電した電荷を除去する。第二層23bの構造は、第一層23aの露出部の面積と第二層23bの被覆部の面積比が、3:1以上で1:100以下であるネットワーク構造や、島状またはその混合状態であることが好ましく、さらに任意の面積部分 $100\mu m \times 100\mu m$ を観察した場合、第一層23a

50

の露出面と第二層 2 3 b が混在している状態であることが望ましい。本発明の第二層 2 3 b がネットワーク構造である場合は、一つの露出部の面積平均値が 5 0 0 0 平方  $\mu\text{m}$  以下であるが、より好ましくは 2 5 0 0 平方  $\mu\text{m}$  以下である。また、第二層 2 3 b が島状または島状とネットワーク構造の混合状態である場合は、露出部の幅の平均値が 7 0  $\mu\text{m}$  以下であり、より好ましくは 5 0  $\mu\text{m}$  以下である。

#### 【 0 0 4 2 】

この露出部の材料は、二次電子放出効率が小さいとはいえ絶縁体であり、一度帯電すると第一層の働きだけでは電荷の除去は困難である。そのため、帯電電荷を第二層 2 3 b に逃がすことにより除電を行う。露出部から、第二層 2 3 b までの面内方向の距離があまりに遠いと、第一層 2 3 a に蓄積した電荷を速やかに除電することが困難になる。材料の組合せにより多少の違いがあるが、経験的に、露出部の幅の平均値が 7 0  $\mu\text{m}$  以上になると速やかな除電がなされず、本発明の画像形成装置のパフォーマンスが損なわれる可能性がある。

10

#### 【 0 0 4 3 】

また、第二層 2 3 b の抵抗値はスペーサ 2 2 表面が帯電することなく電荷を速やかに除電するのに十分な電流がスペーサ 2 2 に流れる値に設定される。したがって、スペーサ 2 2 に適する抵抗値は帯電量により設定される。帯電量は電子源からの放出電流とスペーサ 2 2 表面の二次電子放出率に依存するが、第一層 2 3 a に含まれる  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  などは二次電子放出率が小さい材料であるために大きな電流を流す必要がない。シート抵抗が  $10^{12}$  以下であればほとんどの使用条件に対応できると考えられるが、 $10^{11}$  以下であれば申し分ない。一方抵抗値の下限はスペーサ 2 2 における消費電力で制限され、画像表示装置全体の消費電力が過度に増加せず、したがってスペーサ 2 2 の抵抗は装置全体の発熱に大きく影響しない値に選ばなければならない。

20

スペーサ 2 2 の抵抗温度係数が正の場合には温度上昇とともに抵抗値が増加するため、スペーサ 2 2 での発熱が抑制される。逆に抵抗温度係数が負であると、スペーサ 2 2 の表面で消費される電力による温度上昇で抵抗値が減少し、更に発熱し温度が上昇し続け、過大な電流が流れる、いわゆる熱暴走を引き起こす。しかし、発熱量すなわち消費電力と放熱がバランスした状況においては熱暴走は発生しない。したがって抵抗温度係数 (TCR) の絶対値が小さければ熱暴走しづらい。

#### 【 0 0 4 4 】

第二層 2 3 b の抵抗温度係数 TCR が約 - 1 % の薄膜を用いた条件で、スペーサ 2 2 の  $1\text{cm}^2$  あたりの消費電力がおよそ 0.1 W を超えるようになるとスペーサ 2 2 に流れる電流が増加し続け、熱暴走状態となることが実験で認められた。これはもちろんスペーサ 2 2 の形状とスペーサ両端間に印加される電圧 Va 及び帯電防止膜の抵抗温度係数により左右されるが、以上の条件から、消費電力が  $1\text{cm}^2$  あたり 0.1 W を越えない Rs の値は  $10 \times \text{Va}^2$  以上である。すなわち、スペーサ 2 2 上に形成した第二層 2 3 b のシート抵抗 Rs は、 $10 \times \text{Va}[\text{V}]^2 \sim 10^{11}$  の範囲に設定されることが望ましい。

30

#### 【 0 0 4 5 】

第一層 2 3 a の厚み t は 1 0 nm 以上が望ましい。一方膜厚 t が 1  $\mu\text{m}$  を超えると膜応力が大きくなって膜はがれの危険性が高まり、また、成膜時間が長くなるため生産性が悪い。したがって、膜厚は 1 0 nm ~ 1  $\mu\text{m}$ 、更に好適には 2 0 nm ~ 5 0 0 nm であることが望ましい。

40

#### 【 0 0 4 6 】

第二層 2 3 b の材料としては、抵抗値が上述したスペーサ 2 2 に好ましい範囲に調節でき、かつ安定ならば何でもよく、酸化物、窒化物などを用いることができる。中でも、遷移金属とセラミックの複合体。(サーメット)、Cr-SiO、Cr-SiO<sub>2</sub>、Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等や遷移金属と高抵抗窒化物(窒化アルミ、窒化硼素、窒化珪素など)の複合体、Cr-Al-N、Ti-Al-N、Ta-Al-N、Cr-B-N、Cr-Si-N 等は抵抗値の調節が容易かつ画像形成装置作製プロセス中で抵抗値が安定で好ましい材料である。

50

## 【0047】

スペーサ22全体の抵抗値は概ね第二層23bの抵抗値で規定される。電子源からの放出電子の軌道に乱れを発生させないためには、フェースプレート19～リアプレート17間の電位分布が一樣である、すなわちスペーサ22の抵抗値がすべての場所でほぼ均一であることが必要である。電位分布が乱れると、スペーサ22近傍の蛍光体に到達すべき電子が曲げられ、隣接した蛍光体に当たるために画像に乱れを生ずる。Cr、Ti、Taの窒化膜は安定であり、抵抗値の一樣性を確保し、画像の乱れを防止するのに有効である。

## 【0048】

第一層23aに用いる材料としては二次電子放出率の小さいものが好ましい。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などは二次電子放出効率が小さく、第一層23aに用いるのに適した材料である。筆者らの測定によればこれらの材料の二次電子放出効率は、入射角0°において最大でも1.8を越えない。

## 【0049】

しかし、これらの第一層23aの材料は体積抵抗で10<sup>8</sup> cm以上の抵抗値を持つ絶縁体であり、電荷を逃がすことが難しいため、単独では用いることができない。しかし本発明の二層23bの構成の第一層23aとして用いることで、その特性を最大限に生かす事ができる。

## 【0050】

第一層23aはスパッタ法、反応性スパッタ法、電子ビーム蒸着法、イオンプレーティング法、イオンアシスト蒸着法、CVD法、ディッピング法、スピナー法、スプレー法等の薄膜形成手段により絶縁性基材24上に形成することができる。

## 【0051】

また、第二層23bの形成には、反応性スパッタ法、イオンアシスト蒸着法、CVD法、イオンビームスパッタ法、ディッピング法、スピナー法、スプレー法などにより形成することができる。

## 【0052】

次に本発明を適用した画像表示装置の表示パネルの構成と製造法について、具体的な例を示して説明する。

## 【0053】

## [表示パネル]

図1は上述した本実施例形態に用いた表示パネルの斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している。

## 【0054】

リアプレート17には基板13が固定されているが、該基板には冷陰極素子14がN×M個形成されている。ここで、N、Mは2以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。たとえば、高品位テレビジョンの表示を目的とした表示装置においては、N=3000、M=1000以上の数を設定することが望ましい。前記N×M個の冷陰極素子は、M本の行方向配線15とN本の列方向配線16により単純マトリクス配線されている。前記、基板13、行方向配線15、列方向配線16によって構成される部分をマルチ電子ビーム源と呼ぶ。

## 【0055】

本発明に関わる画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源は、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源であれば、冷陰極素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。したがって、たとえば表面伝導型放出素子やFE型、あるいはMIM型などの冷陰極素子を用いることができる。また、電子源をリアプレートに直接形成することも可能である。

## 【0056】

次に、冷陰極素子として表面伝導型放出素子(後述)を基板上に配列して単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

## 【0057】

図8に示すのは、図1の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の平面図である。基板1

10

20

30

40

50

3上には、後述の図9で示すものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これらの素子は行方向配線電極15と列方向配線電極16により単純マトリクス状に配線されている。行方向配線電極15と列方向配線電極16の交差する部分には、電極間に絶縁層(不図示)が形成されており、電氣的な絶縁が保たれている。

【0058】

[マルチ電子源の構成と作用]

図8のB-Bに沿った平面図を図9(a)に、その断面図を図9(b)に示す。

【0059】

なお、このような構造のマルチ電子源は、あらかじめ基板上行方向配線電極15、列方向配線電極16、電極間絶縁層(不図示)、および表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した後、行方向配線電極15および列方向配線電極16を介して各素子に給電して通電フォーミング処理(後述)と通電活性化処理(後述)を行うことにより製造した。

10

【0060】

本実施形態においては、気密容器のリアプレート17にマルチ電子ビーム源の基板13を固定する構成としたが、マルチ電子ビーム源の基板13が十分な強度を有するものである場合には、気密容器のリアプレート17としてマルチ電子ビーム源の基板13自体を用いてもよい。

【0061】

[フェースプレートの構成と作用]

20

また、フェースプレート19の下面には、蛍光膜20が形成されている。本実施形態はカラー表示装置であるため、蛍光膜20の部分にはCRTの分野で用いられる赤、緑、青の3原色の蛍光体が塗り分けられている。各色の蛍光体は、たとえば図10の(a)に示すようにストライプ状に塗り分けられ、蛍光体のストライプの間には黒色の導電体20aが設けてある。黒色の導電体20aを設ける目的は、電子ビームの照射位置に多少のずれがあっても表示色にずれが生じないようにする事や、外光の反射を防止して表示コントラストの低下を防ぐ事などである。黒色体20aを導電性とする場合には、電子ビームによる蛍光膜のチャージアップを防止する事が可能である。黒色の導電体20aには、黒鉛を主成分として用いたが、上記の目的に適するものであればこれ以外の材料を用いても良い。

30

【0062】

また、3原色の蛍光体の塗り分け方は前記図10(a)に示したストライプ状の配列に限られるものではなく、たとえば図10(b)に示すようなデルタ状配列や、それ以外の配列であってもよい。

【0063】

なお、モノクロームの表示パネルを作成する場合には、単色の蛍光体材料を蛍光膜20bに用いればよく、また黒色導電材料は必ずしも用いなくともよい。

【0064】

また、蛍光膜20のリアプレート側の面には、CRTの分野では公知のメタルバック21を設けてある。メタルバック21を設けた目的は、蛍光膜20が発する光の一部を鏡面反射して光利用率を向上させる事や、負イオンの衝突から蛍光膜20を保護する事や、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させる事や、蛍光膜20を励起した電子の導電路として作用させる事などである。メタルバック21は、蛍光膜20をフェースプレート基板19上に形成した後、蛍光膜表面を平滑化处理し、その上にAlを真空蒸着する方法により形成した。なお、蛍光膜20に低電圧用の蛍光体材料を用いた場合には、メタルバック21は用いない。この場合、本実施形態では用いなかったが、加速電圧の印加や蛍光膜の導電性向上を目的として、フェースプレート基板19と蛍光膜20との間に、たとえばITOを材料とする透明電極を設けてもよい。

40

【0065】

[スペーサの作用と機能]

50

図 2 に示すように、スペーサ 2 2 は絶縁性基材 2 4 の表面に絶縁性層の第一層 2 3 a と高抵抗膜の第二層 2 3 b を成膜し、かつフェースプレート 1 9 の内側（メタルバック 2 1 等）及び基板 1 3 の表面（行方向配線 1 5 又は列方向配線 1 6）に面したスペーサの当接面及び接する側面部に低抵抗膜 2 5 を成膜した部材からなるもので、上記目的を達成するのに必要な数だけ、かつ必要な間隔をおいて配置され、フェースプレート 1 9 の内側および基板 1 3 の表面に接合材 2 6 により固定される。また、導電性膜 2 3 は、絶縁性部材 2 4 の表面のうち、少なくとも気密容器内の真空中に露出している面に成膜されており、スペーサ 2 2 上の低抵抗膜 2 5 および接合材 2 6 を介して、フェースプレート 1 9 の内側（メタルバック 2 1 等）および基板 1 3 の表面（行方向配線 1 5 または列方向配線 1 6）に電氣的に接続される。ここで説明する態様におけるスペーサ 2 2 の形状は薄板状であり、行方向配線 1 5 に平行に配置され、行方向配線 1 5 に電氣的に接続されている。

10

## 【0066】

スペーサ 2 2 を構成する低抵抗膜 2 5 は、半導電性膜 2 3 b あるいは絶縁性膜 2 3 a を高電位側のフェースプレート 1 9（メタルバック 2 1 等）および低電位側の基板 1 7（配線 1 5、1 6 等）と電氣的に接続するために設けられたものであり、以下では、中間電極層（中間電極）という名称を用いる。中間電極層（中間層）は、半導電性膜 2 3 b と絶縁性膜 2 3 a とを導電性膜 2 3 として、以下に列挙する複数の機能を有する。

## 【0067】

（1）導電性膜 2 3 をフェースプレート 1 9 及び基板 1 3 と電氣的に接続する。

## 【0068】

既に記載したように、導電性膜 2 3 はスペーサ 2 2 表面での帯電を防止する目的で設けられたものであるが、導電性膜 2 3 をフェースプレート 1 9（メタルバック 2 1 等）及び基板 1 3（配線 1 5、1 6 等）と直接或いは接合材 2 6 を介して接続した場合、接続部界面に大きな接触抵抗が発生し、スペーサ 2 2 の表面に発生した電荷を速やかに除去できなくなる可能性がある。これを避ける為に、フェースプレート 1 9、基板 1 3 及び当接材 2 6 と接触するスペーサ 2 2 の当接面或いは側面部に低抵抗の中間電極を設けた。

20

## 【0069】

（2）導電性膜 2 3 の電位分布を均一化する。

## 【0070】

冷陰極素子 1 4 より放出された電子は、フェースプレート 1 9 と基板 1 3 の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ 2 2 の近傍で電子軌道に乱れが生じないようにする為には、導電性膜 2 3 の電位分布を全域にわたって制御する必要がある。導電性膜 2 3 をフェースプレート 1 9（メタルバック 2 1 等）及び基板 1 3（配線 1 5、1 6 等）と直接或いは当接材 2 6 を介して接続した場合、接続部界面の接触抵抗の為に、接続状態のむらが発生し、導電性膜 2 3 の電位分布が所望の値からずれてしまう可能性がある。これを避ける為に、スペーサ 2 2 がフェースプレート 1 9 及び基板 1 3 と当接するスペーサ端部（当接面或いは側面部）の全長域に低抵抗の中間層を設け、この中間層部に所望の電位を印加することによって、導電性膜 2 3 全体の電位を制御可能とした。

30

## 【0071】

（3）放出電子の軌道を制御する。

40

## 【0072】

冷陰極素子 1 4 より放出された電子は、フェースプレート 1 9 と基板 1 3 の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ 2 2 の近傍の冷陰極素子から放出された電子に関しては、スペーサ 2 2 を設置することに伴う制約（配線、素子位置の変更等）が生じる場合がある。このような場合、歪みやむらの無い画像を形成する為には、放出された電子の軌道を制御してフェースプレート 1 9 上の所望の位置に電子を照射する必要がある。フェースプレート 1 9 及び基板 1 3 と当接する面の側面部に低抵抗の中間層を設けることにより、スペーサ 2 2 近傍の電位分布に所望の特性を持たせ、放出された電子の軌道を制御することが出来る。

## 【0073】

50

中間電極となる低抵抗膜 25 は、高抵抗膜 23 b に比べ十分に低い抵抗値を有する材料を選択すればよく、Ni, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, Al, Cu, Pd 等の金属、あるいは合金、及び Pd, Ag, Au, RuO<sub>2</sub>, Pd-Ag 等の金属や金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、あるいは In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> 等の透明導体及びポリシリコン等の半導体材料等より適宜選択される。

【0074】

接合材 26 はスペーサ 22 が行方向配線 15 およびメタルバック 21 と電氣的に接続するように、導電性をもたせる必要がある。すなわち、導電性接着材や金属粒子や導電性フィラーを添加したフリットガラスが好適である。

【0075】

[表示パネルの製作と動作]

また、図 1 に示す D x 1 ~ D x m および D y 1 ~ D y n および H v は、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電氣的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。D x 1 ~ D x m はマルチ電子ビーム源の行方向配線 15 と、D y 1 ~ D y n はマルチ電子ビーム源の列方向配線 16 と、H v はフェースプレートのメタルバック 21 と電氣的に接続している。

【0076】

また、気密容器内部を真空に排気するには、気密容器を組み立てた後、不図示の排気管と排気ポンプを接続し気密容器内を 10<sup>-5</sup> Pa 程度の真空度まで排気する。その後、排気管を封止するが、気密容器内の真空度を維持するために、封止の直前あるいは封止後に気密容器内の所定の位置にゲッター膜（不図示）を形成する。ゲッター膜とは、たとえば Ba を主成分とするゲッター材料をヒーターもしくは高周波加熱により加熱し蒸着して形成した膜であり、該ゲッター膜の吸着作用により気密容器内は 1 x 10<sup>-3</sup> ないしは 1 x 10<sup>-5</sup> Pa の真空度に維持される。

【0077】

以上説明した表示パネルを用いた画像表示装置は、容器外端子 D x 1 ないし D x m、D y 1 ないし D y n を通じて各冷陰極素子 14 に電圧を印加すると、各冷陰極素子 14 から電子が放出される。それと同時にメタルバック 21 に容器外端子 H v を通じて数 kV の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート 19 の内面に衝突させる。これにより、蛍光膜 20 をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画像が表示される。

【0078】

通常、冷陰極素子である本発明の表面伝導型放出素子 14 への印加電圧は 12 ~ 16 [V] 程度、メタルバック 21 と冷陰極素子 14 との距離 d は 1 mm から 8 mm 程度、メタルバック 21 と冷陰極素子 14 間の電圧は 3 kV から 15 kV 程度である。

【0079】

以上、本発明の実施形態の表示パネルの基本構成と製法、及び画像表示装置の概要を説明した。

【0080】

[マルチ電子ビーム源の構成および製造方法]

次に、前記実施形態の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の製造方法について説明する。本発明の画像表示装置に関わる画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源は、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源であれば、冷陰極素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。したがって、たとえば表面伝導型放出素子や FE 型、あるいは MIM 型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0081】

ただし、表示画面が大きくてしかも安価な表示装置が求められる状況のもとでは、これらの冷陰極素子の中でも、表面伝導型放出素子が特に好ましい。すなわち、FE 型ではエミッタコーンとゲート電極の相対位置や形状が電子放出特性を大きく左右するため、極めて高精度の製造技術を必要とするが、これは大面積化や製造コストの低減を達成するには不利な要因となる。また、MIM 型では、絶縁層と上電極の膜厚を薄くてしかも均一にする

10

20

30

40

50

必要があるが、これも、大面積化や製造コストの低減を達成するには不利な要因となる。

【0082】

その点、表面伝導型放出素子は、比較的製造方法が単純なため、大面積化や製造コストの低減が容易である。また、発明者らは、表面伝導型放出素子の中でも、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成したものがとりわけ電子放出特性に優れ、しかも製造が容易に行えることを見いだしている。したがって、高輝度で大画面の画像表示装置のマルチ電子ビーム源に用いるには、最も好適であると言える。そこで、上記実施形態の表示パネルにおいては、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子を用いた。そこで、まず好適な表面伝導型放出素子について基本的な構成と製法および特性を説明し、その後で多数の素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

10

【0083】

(表面伝導型放出素子の好適な素子構成と製法)

電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成する表面伝導型放出素子の代表的な構成には、平面型と垂直型の2種類があげられる。

【0084】

(平面型の表面伝導型電子放出素子)

まず最初に、平面型の表面伝導型放出素子の素子構成と製法について説明する。図9に示すのは平面型の表面伝導型放出素子の構成を説明するための平面図(a)および断面図(b)である。図中、13は基板、27と28は素子電極、29は導電性薄膜、30は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、31は通電活性化処理により形成した薄膜である。

20

【0085】

基板13としては、たとえば、石英ガラスや青板ガラスをはじめとする各種ガラス基板や、アルミナをはじめとする各種セラミクス基板、あるいは上述の各種基板上にたとえばSiO<sub>2</sub>を材料とする絶縁層を積層した基板、などを用いることができる。

【0086】

また、基板13上に基板面と平行に対向して設けられた素子電極27と素子電極28は、導電性を有する材料によって形成されている。たとえば、Ni, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, Cu, Pd, Ag等をはじめとする金属、あるいはこれらの金属の合金、あるいはIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>をはじめとする金属酸化物、ポリシリコンなどの半導体、などの中から適宜材料を選択して用いればよい。電極を形成するには、たとえば真空蒸着などの製膜技術とフォトリソグラフィ、エッチングなどのパターニング技術を組み合わせ用いれば容易に形成できるが、それ以外の方法(たとえば印刷技術)を用いて形成してもさしつかえない。

30

【0087】

素子電極27と28の形状は、当該電子放出素子の応用目的に合わせて適宜設計される。一般的には、電極間隔Lは通常は数百オングストロームから数百マイクロメートルの範囲から適当な数値を選んで設計されるが、なかでも表示装置に応用するために好ましいのは数マイクロメートルより数十マイクロメートルの範囲である。また、素子電極の厚さdについては、通常は数百オングストロームから数マイクロメートルの範囲から適当な数値が選ばれる。

40

【0088】

また、導電性薄膜29の部分には、微粒子膜を用いる。ここで述べた微粒子膜とは、構成要素として多数の微粒子を含んだ膜(島状の集合体も含む)のことをさす。微粒子膜を微視的に調べれば、通常は、個々の微粒子が離間して配置された構造か、あるいは微粒子が互いに隣接した構造か、あるいは微粒子が互いに重なり合った構造が観測される。

【0089】

微粒子膜に用いた微粒子の粒径は、数オングストロームから数千オングストロームの範囲に含まれるものであるが、なかでも好ましいのは10オングストロームから200オング

50

ストロームの範囲のものである。また、微粒子膜の膜厚は、以下に述べるような諸条件を考慮して適宜設定される。すなわち、素子電極 27 あるいは 28 と電氣的に良好に接続するのに必要な条件、後述する通電フォーミングを良好に行うのに必要な条件、微粒子膜自身の電気抵抗を後述する適宜の値にするために必要な条件、などである。具体的には、数オングストロームから数千オングストロームの範囲のなかで設定するが、なかでも好ましいのは 10 オングストロームから 500 オングストロームの間である。

【0090】

また、微粒子膜を形成するのに用いられうる材料としては、たとえば、Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pb, などをはじめとする金属や、PdO, SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などをはじめとする酸化物や、HfB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>, LaB<sub>6</sub>, CeB<sub>6</sub>, YB<sub>4</sub>, GdB<sub>4</sub>, などをはじめとする硼化物や、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC, などをはじめとする炭化物や、TiN, ZrN, HfN, などをはじめとする窒化物や、Si, Ge, などをはじめとする半導体や、カーボン、などがあげられ、これらの中から適宜選択される。

10

【0091】

以上述べたように、導電性薄膜 29 を微粒子膜で形成したが、そのシート抵抗値については、 $10^3$  から  $10^7$  [オーム/sq] の範囲に含まれるよう設定した。

【0092】

なお、導電性薄膜 29 と素子電極 27 および 28 とは、電氣的に良好に接続されるのが望ましいため、互いの一部が重なりあうような構造をとっている。その重なり方は、図 11 の例においては、下から、基板、素子電極、導電性薄膜の順序で積層したが、場合によっては下から基板、導電性薄膜、素子電極、の順序で積層してもさしつかえない。

20

【0093】

また、電子放出部 30 は、導電性薄膜 29 の一部に形成された亀裂状の部分であり、電氣的には周囲の導電性薄膜よりも高抵抗な性質を有している。亀裂は、導電性薄膜 29 に対して、後述する通電フォーミングの処理を行うことにより形成する。亀裂内には、数オングストロームから数百オングストロームの粒径の微粒子を配置する場合がある。なお、実際の電子放出部の位置や形状を精密かつ正確に図示するのは困難なため、図 11 においては模式的に示した。

30

【0094】

また、薄膜 31 は、炭素もしくは炭素化合物よりなる薄膜で、電子放出部 30 およびその近傍を被覆している。薄膜 31 は、通電フォーミング処理後に、後述する通電活性化の処理を行うことにより形成する。

【0095】

薄膜 31 は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれかが、もしくはその混合物であり、膜厚は 500 [オングストローム] 以下とするが、300 [オングストローム] 以下とするのがさらに好ましい。

【0096】

以上、好ましい素子の基本構成を述べたが、実施形態においては以下のような素子を用いた。

40

【0097】

すなわち、基板 13 には青板ガラスを用い、素子電極 27 と 28 には Ni 薄膜を用いた。素子電極の厚さ d は 1000 [オングストローム]、電極間隔 L は 2 [マイクロメートル] とした。

【0098】

微粒子膜の主要材料として Pd もしくは PdO を用い、微粒子膜の厚さは約 100 [オングストローム]、幅 W は 100 [マイクロメートル] とした。

【0099】

(平面型表面伝導型放出素子の製造方法)

50

次に、好適な平面型の表面伝導型放出素子の製造方法について説明する。

【0100】

図11(a)~(d)は、表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図9と同一である。

【0101】

(1)まず、図11(a)に示すように、基板13上に素子電極27および28を形成する。

【0102】

形成するにあたっては、あらかじめ基板13を洗剤、純水、有機溶剤を用いて十分に洗浄後、素子電極の材料を堆積させる。(堆積する方法としては、たとえば、蒸着法やスパッタ法などの真空成膜技術を用いればよい。)その後、堆積した電極材料を、フォトリソグラフィ・エッチング技術を用いてパターンニングし、図11(a)に示した一对の素子電極(27と28)を形成する。

10

【0103】

(2)次に、同図(b)に示すように、導電性薄膜29を形成する。

【0104】

形成するにあたっては、まず前記(a)の基板に有機金属溶液を塗布して乾燥し、加熱焼成処理して微粒子膜を成膜した後、フォトリソグラフィ・エッチングにより所定の形状にパターンニングする。ここで、有機金属溶液とは、導電性薄膜29に用いる微粒子の材料を主要元素とする有機金属化合物の溶液である。具体的には、本実施形態では主要元素としてPdを用いた。また、実施形態では塗布方法として、ディッピング法を用いたが、それ以外のたとえばスピナー法やスプレー法を用いてもよい。

20

【0105】

また、微粒子膜で作られる導電性薄膜29の成膜方法としては、本実施形態で用いた有機金属溶液の塗布による方法以外の、たとえば真空蒸着法やスパッタ法、あるいは化学的気相堆積法などを用いる場合もある。

【0106】

(3)次に、図11(c)に示すように、フォーミング用電源32から素子電極27と28の間に適宜の電圧を印加し、通電フォーミング処理を行って、電子放出部30を形成する。

30

【0107】

通電フォーミング処理とは、微粒子膜で作られた導電性薄膜29に通電を行って、その一部を適宜に破壊、変形、もしくは変質せしめ、電子放出を行うのに好適な構造に変化させる処理のことである。微粒子膜で作られた導電性薄膜のうち電子放出を行うのに好適な構造に変化した部分(すなわち電子放出部30)においては、薄膜に適当な亀裂が形成されている。なお、電子放出部30が形成される前と比較すると、形成された後は素子電極27と28の間で計測される電気抵抗は大幅に増加する。

【0108】

通電方法をより詳しく説明するために、図12に、フォーミング用電源32から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。微粒子膜で作られた導電性薄膜をフォーミングする場合には、パルス状の電圧が好ましく、本実施形態の場合には同図に示したようにパルス幅T1の三角波パルスをパルス間隔T2で連続的に印加した。その際には、三角波パルスの波高値Vpfを、順次昇圧した。また、電子放出部30の形成状況をモニターするためのモニターパルスPmを適宜の間隔で三角波パルス間に挿入し、その際に流れる電流を電流計33で計測した。

40

【0109】

本実施形態においては、たとえば $10^{-3}$ Torr程度の真空雰囲気下において、たとえばパルス幅T1を1[ミリ秒]、パルス間隔T2を10[ミリ秒]とし、波高値Vpfを1パルスごとに0.1[V]ずつ昇圧した。そして、三角波を5パルス印加するたびに1回の割り、モニターパルスPmを挿入した。フォーミング処理に悪影響を及ぼすことがない

50

ように、モニターパルスの電圧  $V_{pm}$  は  $0.1$  [V] に設定した。そして、素子電極 27 と 28 の間の電気抵抗が  $1 \times 10^6$  になった段階、すなわちモニターパルス印加時に電流計 33 で計測される電流が  $1 \times 10^{-7}$  A 以下になった段階で、フォーミング処理にかかわる通電で終了した。

#### 【0110】

なお、上記の方法は、本実施形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい方法であり、たとえば微粒子膜の材料や膜厚、あるいは素子電極間隔  $L$  など表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて通電の条件を適宜変更するのが望ましい。

#### 【0111】

(4) 次に、図 11 の (d) に示すように、活性化用電源 34 から素子電極 27 と 28 の間に適宜の電圧を印加し、通電活性化処理を行って、電子放出特性の改善を行う。

#### 【0112】

通電活性化処理とは、前記通電フォーミング処理により形成された電子放出部 30 に適宜の条件で通電を行って、その近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積せしめる処理のことである。図 11 (d) においては、炭素もしくは炭素化合物よりなる堆積物を部材 31 として模式的に示した。なお、通電活性化処理を行うことにより、行う前と比較して、同じ印加電圧における放出電流を典型的には 100 倍以上に増加させることができる。

#### 【0113】

具体的には、 $10^{-1}$  ないし  $10^{-4}$  Pa の範囲内の真空雰囲気中で、電圧パルスを定期的に印加することにより、真空雰囲気中に存在する有機化合物を起源とする炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。堆積物 31 は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれかが、もしくはその混合物であり、膜厚は 500 [オングストローム] 以下、より好ましくは 300 [オングストローム] 以下である。

#### 【0114】

通電方法をより詳しく説明するために、図 13 の (a) に、活性化用電源 34 から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。本実施形態においては、一定電圧の矩形波を定期的に印加して通電活性化処理を行ったが、具体的には、矩形波の電圧  $V_{ac}$  は  $1.4$  [V]、パルス幅  $T_3$  は  $1$  [ミリ秒]、パルス間隔  $T_4$  は  $10$  [ミリ秒] とした。なお、上述の通電条件は、本実施形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

#### 【0115】

図 11 の (d) に示す 35 は該表面伝導型放出素子から放出される放出電流  $I_e$  を捕捉するためのアノード電極で、直流高電圧電源 36 および電流計 37 が接続されている。なお、基板 13 を、表示パネルの中に組み込んでから活性化処理を行う場合には、表示パネルの蛍光面をアノード電極 35 として用いる。活性化用電源 34 から電圧を印加する間、電流計 37 で放出電流  $I_e$  を計測して通電活性化処理の進行状況をモニターし、活性化用電源 34 の動作を制御する。電流計 37 で計測された放出電流  $I_e$  の一例を図 13 (b) に示すが、活性化電源 34 からパルス電圧を印加しはじめると、時間の経過とともに放出電流  $I_e$  は増加するが、やがて飽和してほとんど増加しなくなる。このように、放出電流  $I_e$  がほぼ飽和した時点で活性化用電源 34 からの電圧印加を停止し、通電活性化処理を終了する。

#### 【0116】

なお、上述の通電条件は、本実施形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

#### 【0117】

以上のようにして、図 9 (b) に示す平面型の表面伝導型放出素子を製造した。

#### 【0118】

(垂直型の表面伝導型放出素子)

次に、電子放出部もしくはその周辺を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子のもうひ

10

20

30

40

50

とつの代表的な構成、すなわち垂直型の表面伝導型放出素子の構成について説明する。

【0119】

図14は、垂直型の基本構成を説明するための模式的な断面図であり、図中の38は基板、39と40は素子電極、43は段差形成部材、41は微粒子膜を用いた導電性薄膜、42は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、44は通電活性化処理により形成した薄膜、である。

【0120】

垂直型が先に説明した平面型と異なる点は、片方の素子電極39が段差形成部材43上に設けられており、導電性薄膜41が段差形成部材43の側面を被覆している点にある。したがって、前記図8の平面型における素子電極間隔Lは、垂直型においては段差形成部材43の段差高Lsとして設定される。なお、基板38、素子電極39および40、微粒子膜を用いた導電性薄膜41、については、前記平面型の説明中に列挙した材料を同様に用いることが可能である。また、段差形成部材43には、たとえばSiO<sub>2</sub>のような電氣的に絶縁性の材料を用いる。

10

【0121】

次に、垂直型の表面伝導型放出素子の製法について説明する。図15の(a)~(e)は、製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図14と同一である。

【0122】

(1) まず、図15(a)に示すように、基板38上に素子電極40を形成する。

【0123】

(2) 次に、同図(b)に示すように、段差形成部材を形成するための絶縁層を積層する。絶縁層は、たとえばSiO<sub>2</sub>をスパッタ法で積層すればよいが、たとえば真空蒸着法や印刷法などの他の成膜方法を用いてもよい。

20

【0124】

(3) 次に、同図(c)に示すように、絶縁層の上に素子電極39を形成する。

【0125】

(4) 次に、同図15(d)に示すように、絶縁層の一部を、たとえばエッチング法を用いて除去し、素子電極40を露出させる。

【0126】

(5) 次に、同図(e)に示すように、微粒子膜を用いた導電性薄膜41を形成する。形成するには、前記平面型の場合と同じく、たとえば塗布法などの成膜技術を用いればよい。

30

【0127】

(6) 次に、前記平面型の場合と同じく、通電フォーミング処理を行い、電子放出部を形成する。通電フォーミング処理は、図11(c)を用いて説明した平面型の通電フォーミング処理と同様の処理を行えばよい。

【0128】

(7) 次に、前記平面型の場合と同じく、通電活性化処理を行い、電子放出部近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。通電活性化処理は、図11(d)を用いて説明した平面型の通電活性化処理と同様の処理を行えばよい。

40

【0129】

以上のようにして、図14に示す垂直型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0130】

(表示装置に用いた表面伝導型放出素子の特性)

以上、平面型と垂直型の表面伝導型放出素子について素子構成と製法を説明したが、次に表示装置に用いた素子の特性について述べる。

【0131】

図16に、表示装置に用いた素子の、(放出電流I<sub>e</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性、および(素子電流I<sub>f</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性の典型的な例を示す。なお、放出電流I<sub>e</sub>は素子電流I<sub>f</sub>に比べて著しく小さく、同一尺度で図示するのが困難であるうえ、こ

50

これらの特性は素子の大きさや形状等の設計パラメータを変更することにより変化するものであるため、2本のグラフは各々任意単位で図示した。

【0132】

表示装置に用いた素子は、放出電流  $I_e$  に関して以下に述べる3つの特性を有している。

【0133】

第一に、ある電圧（これを閾値電圧  $V_{th}$  と呼ぶ）以上の大きさの電圧を素子に印加すると急激に放出電流  $I_e$  が増加するが、一方、閾値電圧  $V_{th}$  未満の電圧では放出電流  $I_e$  はほとんど検出されない。すなわち、放出電流  $I_e$  に関して、明確な閾値電圧  $V_{th}$  を持った非線形素子である。

【0134】

第二に、放出電流  $I_e$  は素子に印加する電圧  $V_f$  に依存して変化するため、電圧  $V_f$  で放出電流  $I_e$  の大きさを制御できる。

【0135】

第三に、素子に印加する電圧  $V_f$  に対して素子から放出される電流  $I_e$  の応答速度が速いため、電圧  $V_f$  を印加する時間の長さによって素子から放出される電子の電荷量を制御できる。

【0136】

以上のような特性を有するため、表面伝導型放出素子を表示装置に好適に用いることができた。たとえば多数の素子を表示画面の画素に対応して設けた表示装置において、第一の特性を利用すれば、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。すなわち、駆動中の素子には所望の発光輝度に応じて閾値電圧  $V_{th}$  以上の電圧を適宜印加し、非選択状態の素子には閾値電圧  $V_{th}$  未満の電圧を印加する。駆動する素子を順次切り替えてゆくことにより、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。

【0137】

また、第二の特性か、または第三の特性を利用することにより、発光輝度を制御することができるため、階調表示を行うことが可能である。

【0138】

上述した実施形態による電子放出素子、電子ビーム源、表示パネルによって、平板型画像形成装置を製造し、不図示の表示ドライブ回路を設けて、例えばX方向配線に画像信号を、Y方向配線に走査信号を印加し、メタルバックに直流高電圧3kV以上を印加して駆動することにより、フェースプレート側から観察すると、高画質、高品質の画像を表出することができる。

【0139】

【実施例】

以下本発明の具体的な実施例について図面を用いて説明する。

【0140】

（実施例1）

本実施例では、まず未フォーミングの複数の表面伝導型電子源14を基板13に形成した。基板13として表面を清浄化した青板ガラスを用い、これに、図9に示した表面伝導型電子放出素子を160個×720個マトリクス状に形成した。

【0141】

素子電極24、25はPtスパッタ膜であり、X方向配線15、Y方向配線16はスクリーン印刷法により形成したAg配線である。導電性薄膜26はPdアミン錯体溶液を焼成したPdO微粒子膜である。

【0142】

画像形成部材であるところの蛍光膜20は図10(a)に示すように、各色蛍光体がY方向に伸びるストライプ形状を採用し、黒色体20aとしては各色蛍光体間だけでなく、X方向にも設けることでY方向の画素間を分離しつつスペーサ22を設置するための部分を加えた形状を用いた。先に黒色体（導電体）20aを形成し、その間隙部に各色蛍光体を塗布して蛍光膜20を作成した。ブラックストライプ（黒色体20a）の材料として通常

10

20

30

40

50

良く用いられている黒鉛を主成分とする材料を用いた。フェースプレート 19 に蛍光体を塗布する方法はスラリー法を用いた。

【0143】

また、蛍光膜 20 より内面側（電子源側）に設けられるメタルバック 21 は、蛍光膜 20 の作成後、蛍光膜 20 の内面側表面の平滑化处理（通常フィルミングと呼ばれる）を行い、その後、Al を真空蒸着することで作成した。フェースプレート 19 には、更に蛍光膜 20 の導電性を高めるため、蛍光膜 20 より外面側（ガラス基板と蛍光膜の間）に透明電極が設けられる場合もあるが、本実施例ではメタルバックのみで十分な導電性が得られたので省略した。

【0144】

図7において、スペーサ 22 は清浄化したソーダライムガラスからなる絶縁性基材 24（高さ 3.8 mm、板厚 200  $\mu\text{m}$ 、長さ 20 mm）上に、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  膜の第一層 23a を真空成膜法により形成し成膜した。本実施例で用いた  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  はスパッタリング装置を用いてアルゴンと酸素の混合雰囲気中で  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  のターゲットをスパッタすることにより成膜した。

【0145】

成膜室にアルゴンを 0.7 Pa、酸素を 0.3 Pa 導入し、酸化クロムのターゲットには 8.3 W/cm<sup>2</sup> を印加した。45 分間成膜を行なうことにより 200 nm の酸化クロム膜を得た。

【0146】

これらの試料を第一層 23a として成膜後、第二層 23b の Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> サーメット膜を成膜した。本実施例で用いた Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> サーメット膜はスパッタリング装置を用いてアルゴン雰囲気中で Cr と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のターゲットを同時にスパッタすることにより成膜した。

【0147】

成膜室にアルゴンを 0.7 Pa 導入し、それぞれのターゲットにかける電力を変化することにより組成の調節を行ない、抵抗値の調節を行なった。膜厚は 2  $\mu\text{m}$  とした。

【0148】

このようにして作成したスペーサ表面に凹凸をつけるために、網目状のマスクをスペーサにかぶせ、アルゴン雰囲気下スパッタすることにより Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> サーメット膜を物理エッチングした。スパッタの条件は Ar 分圧が 1.0 Pa、投入電力が 2.0 W/cm<sup>2</sup> であり、30 分間スパッタすることにより約 200 nm の Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> サーメット膜をエッチングすることができる。本実施例では 300 分の物理スパッタを行ない、図 A に示すような表面構造のスペーサを得ることができた。

【0149】

このスペーサ 22 に関して、500、1 時間の熱処理をすることによりスペーサ 22 の作成を終了した。この試料の成膜条件を次に示す。

【0150】

第一層： $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、膜厚 2  $\mu\text{m}$

第二層：Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> サーメット膜、膜厚 200 nm、

抵抗値 =  $1.6 \times 10^5 \Omega\text{cm}$

第二層の膜の形状 網目構造（図 17 の平面図と断面図を示す）

また、スペーサ 22 は、X 方向配線およびメタルバックとの電氣的接続を確実にするためにその接続部に Al による電極 25 を設けた。この電極 25 は X 方向配線からフェースプレートに向かって 150  $\mu\text{m}$ 、メタルバックからリアプレートに向かって 100  $\mu\text{m}$  の範囲でスペーサ 22 の 4 面を完全に被覆した。

【0151】

その後、電子源 14 の 3.8 mm 上方にフェースプレート 19 を支持棒 18 を介して配置

10

20

30

40

50

し、リアプレート13、フェースプレート19、支持棒18およびスペーサ22の接合部を固定した。スペーサはX方向配線15上に等間隔に固定した。スペーサ22はフェースプレート19側では黒色体20a(線幅300 $\mu$ m)上に、Auを被覆シリカ球を含有した導電性フリットガラス26を用いることにより、帯電防止膜23とフェースプレート19との導通を確保した。なお、メタルバック21とスペーサ22とが当接する領域においてはメタルバック21の一部を除去した。リアプレート17と支持棒18の接合部はフリットガラス(不図示)を塗布し、大気中で420 $^{\circ}$ Cで10分以上焼成することで封着した。

#### 【0152】

以上のようにして完成したあと、排気管を通じ真空ポンプにて排気し、十分低い圧力に達した後、容器外端子Dx1~DxmとDy1~Dynを通じ電子放出素子14の素子電極27、28間に電圧を印加し、導電性薄膜29を通電処理(フォーミング処理)することにより電子放出部30を形成した。フォーミング処理は、図12に示した波形の電圧を印加することにより行った。

10

#### 【0153】

次に排気管を通してアセトン $0.133$  Paの圧力となるように真空容器に導入し、容器外端子Dx1~Dxmと、Dy1~Dynに電圧パルスを定期的に印加することにより、炭素あるいは炭素化合物を堆積する通電活性化処理を行った。通電活性化は図13(a)に示すような波形を印加することにより行った。

#### 【0154】

次に容器全体を200 $^{\circ}$ Cに加熱しつつ10時間真空排気した後、 $10^{-4}$  Pa程度の圧力で、排気管をガスバーナーで熱することで溶着し封止を行った。最後に、封止後の圧力を維持するために、ゲッター処理を行った。

20

#### 【0155】

以上のように完成した画像形成装置において、各電子放出素子14には、容器外端子Dx1~Dxm、Dy1~Dynを通じ走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ印加することにより電子を放出させ、メタルバック21には、高圧端子Hvを通じて高圧を印加することにより放出電子ビームを加速し、蛍光膜20に電子を衝突させ、蛍光体20bを励起・発光させることで画像を表示した。なお高圧端子Hvへの印加電圧Vaは1~5 kV、素子電極27、28間への印加電圧Vfは14 Vとした。この時、スペーサの試料Aに関しては上記駆動条件においてのスペーサ近傍のビームずれはないか、あっても非常に少なく、テレビ画像として問題のない範囲であった。

30

#### 【0156】

また、第二層23bは、Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>サーメット膜の抵抗温度係数は-0.3%/から-0.33%/であり、上記駆動条件において熱暴走することはなかった。

#### 【0157】

##### (参考例)

参考例においては第一層23aを酸化ニオブNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とした。スパッタによる成膜を行い、成膜条件については以下の通りである。まず、スパッタリングターゲットとしてはNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の焼結体を用いた。成膜室にArを0.4 Pa、O<sub>2</sub>を0.1 Paの分圧で導入し、ターゲットには3.8 W/cm<sup>2</sup>の電力を投入した。50分間成膜を行なうことにより100 nmの膜厚のNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜を得た。この膜の比抵抗を測定した所、通常の抵抗測定装置では測定不可能な領域であり、比抵抗は $10^8$   $\Omega$ cm以上であることが示された。

40

#### 【0158】

次に第二層23bとしてPtを用いた島状膜を形成した。スパッタガスはアルゴンで全圧は1 Paである。1.0 W/cm<sup>2</sup>の投入電力でPtターゲットをスパッタすることによりPtの島状膜を得た。この膜をSEM観察したのが、図18に示す平面図と断面図である。このようにして作成したスペーサの抵抗値は $1.1 \times 10^5$   $\Omega$ cmであった。

#### 【0159】

この後の組立工程は実施例1と同様に行ない、実施例1と同様の条件で駆動した。本参

50

考例においてはこの駆動条件においてスペーサ近傍のビームずれはないか、あっても非常に少なく、テレビ画像として問題のない範囲であった。

【0160】

また、全組立工程を經過し、画像を表示した後の装置を分解して本参考例に用いたスペーサの抵抗を測定した所、比抵抗が  $7.6 \times 10^5 \text{ cm}$  になっていた。

【0161】

(実施例2)

実施例2においては第一層23aの材料を  $Y_2O_3$  とした。イオンビームスパッタによる成膜を行い、成膜条件については以下の通りである。まず、スパッタリングターゲットとしては  $Y_2O_3$  の焼結体を用いた。成膜室に  $Ar 0.4 \text{ Pa}$ 、 $O_2 0.1 \text{ Pa}$  導入した。ターゲットに  $8.3 \text{ W/cm}^2$  を印加した。40分間成膜を行なうことにより200nmの酸化イットリウム膜を得た。

【0162】

次に第二層23bとして酸化インジウムを用いた。これについては酸化インジウムの前駆体物質をディッピングによりコートし、焼成することで作成を行なった。条件及び出来上がりの試料については以下の通りである。

【0163】

第一層： $Y_2O_3$ 、膜厚0.2  $\mu\text{m}$

第二層： $In_2O_3$ 、膜厚=3nm、抵抗値  $8.2 \times 10^4 \Omega\text{cm}$

第二層成膜条件…原料：SYM-IN02 高純度化学研究所(株)製を

キシレンで15倍に希釈

引上げ速度：20mm/min

焼成条件：450℃、2時間

この試料をSEM観察したところ、図19に示す平面図と断面図のような形態をしていることが確認された。

【0164】

その後の組立工程は実施例1と同様に行ない、実施例1と同様の条件で駆動した。本実施例においてはこの駆動条件においてスペーサ近傍のビームずれはないか、あっても非常に少なく、テレビ画像として問題のない範囲であった。

【0165】

【発明の効果】

以上説明した通り、二次電子放出効率の小さい材料による膜の上に、導電性を有する膜を、ネットワーク構造、島状またはそれらの混在する構造とすることで、第一層、第二層のどちらに電子が入射しても、帯電を抑える効果がある。また、第二層が導電性を有することで、除電効果も得られた。また、これを使用した画像形成装置はスペーサ近傍でのビーム電位の乱れは抑止され、ビームが蛍光体に衝突する位置と、本来発光すべき蛍光体との位置ずれのない鮮明な画像表示が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例である画像表示装置の、表示パネルの一部を切り欠いて示した斜視図である。

【図2】本発明による画像表示装置のスペーサ周辺の断面図である。

【図3】本発明の実施例で用いた第二層がネットワーク構造と島状の混合状態の構造であるスペーサ表面の拡大図である。

【図4】本発明の実施例で用いた第二層がネットワーク構造であるスペーサ表面の拡大図である。

【図5】本発明の参考例で用いた第二層が島状であるスペーサ表面の拡大図である。

【図6】本発明の実施例で用いた第二層がネットワーク構造であるスペーサ表面の拡大

10

20

30

40

50

図である。

【図 7】本発明で用いたスペーサの断面模式図である。

【図 8】本実施例で用いたマルチ電子ビーム源の基板の平面図である。

【図 9】実施例で用いた平面型の表面伝導型放出素子の平面図 ( a ) , 断面図 ( b ) である。

【図 10】表示パネルのフェースプレートの蛍光体配列を例示した平面図である。

【図 11】平面型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図 12】通電フォーミング処理の際の印加電圧波形である。

【図 13】通電活性化処理の際の印加電圧波形 ( a ) 、放出電流  $I_e$  の変化 ( b ) である。

。 10

【図 14】実施例で用いた垂直型の表面伝導型放出素子の断面図である。

【図 15】垂直型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図 16】実施例で用いた表面伝導型放出素子の典型的な特性を示すグラフである。

【図 17】本発明の第 1 の実施例で用いたスペーサ表面の拡大図と断面図である。

【図 18】本発明の参考例で用いたスペーサ表面の拡大図と断面図である。

【図 19】本発明の第 2 の実施例で用いたスペーサ表面の拡大図と断面図である。

【図 20】従来知られた表面伝導型放出素子の一例の構造図である。

【図 21】従来知られた F E 型素子の一例の構造図である。

【図 22】従来知られた M I M 型素子の一例の構造図である。

【符号の説明】 20

1 基板

2 導電性薄膜

3 電子放出部

4 基板

5 エミッタ配線

6 エミッタコーン

7 絶縁層

8 ゲート電極

9 基板

10 下電極 30

11 絶縁層

12 上電極

13 基板

14 冷陰極素子

15 行方向配線

16 列方向配線

17 リアプレート

18 側壁

19 フェースプレート

20 蛍光膜 40

21 メタルバック

22 スペーサ

23 導電膜

23 a 第一層 ( 下引き層 )

23 b 第二層 ( キャップ層 )

24 絶縁性基材

25 中間層電極

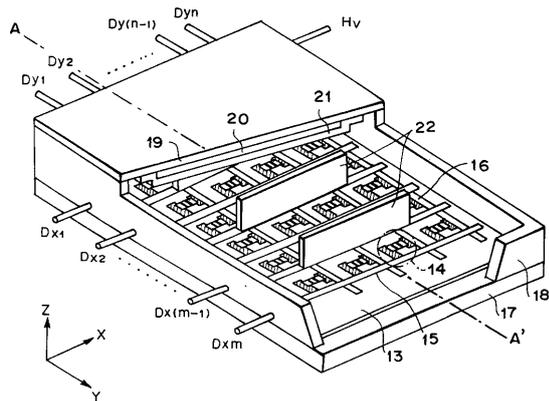
26 導電性フリット ( 当接材 )

27 , 28 素子電極

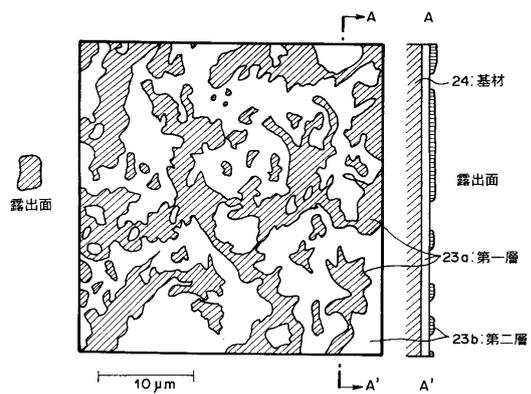
29 導電性薄膜 50

- 3 0 電子放出部
- 3 1 通電活性化処理により形成した薄膜
- 3 2 フォーミング用電源
- 3 3 電流計
- 3 4 活性化用電源
- 3 5 アノード電極
- 3 6 直流高電圧電源
- 3 7 電流計
- 3 8 基板
- 3 9 素子電極
- 4 0 素子電極
- 4 1 導電性薄膜
- 4 2 電子放出部
- 4 3 段差形成部材
- 4 4 通電活性化により形成した薄膜
- 5 7 基板上の絶縁層

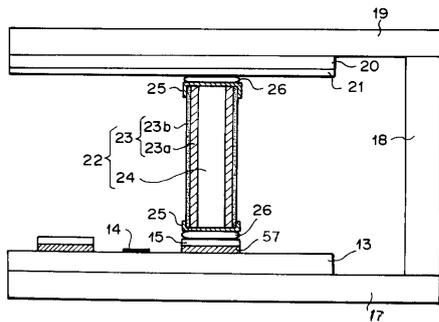
【 図 1 】



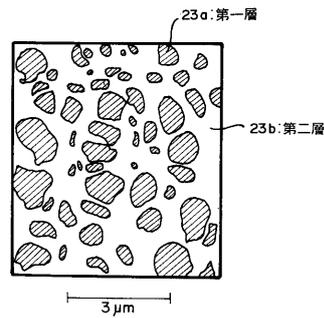
【 図 3 】



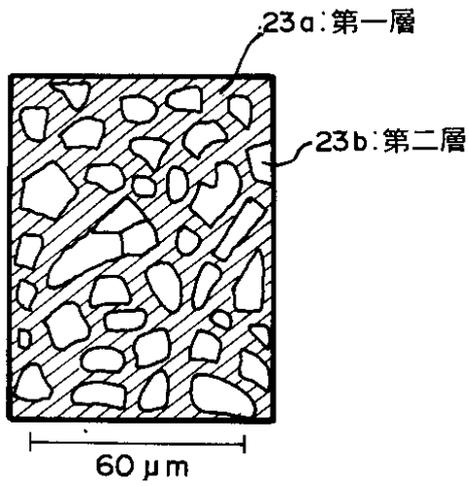
【 図 2 】



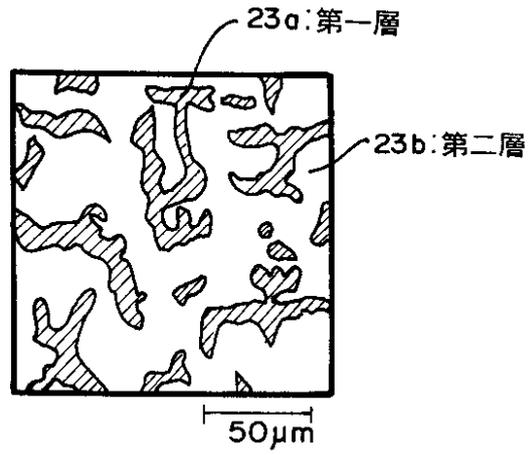
【 図 4 】



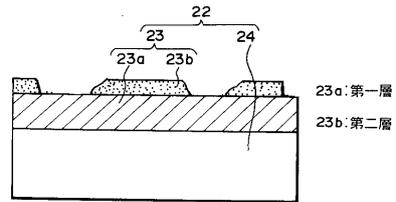
【 図 5 】



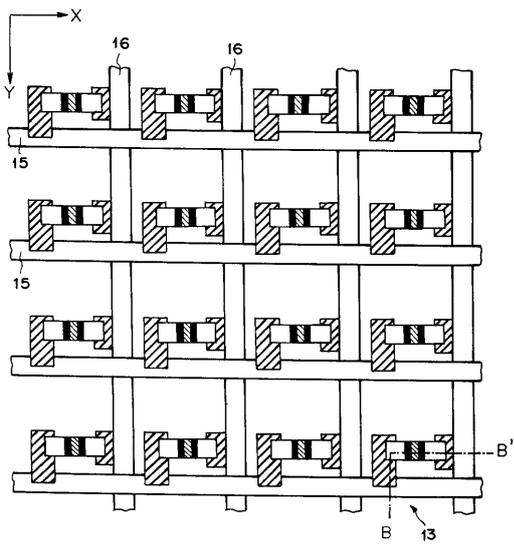
【 図 6 】



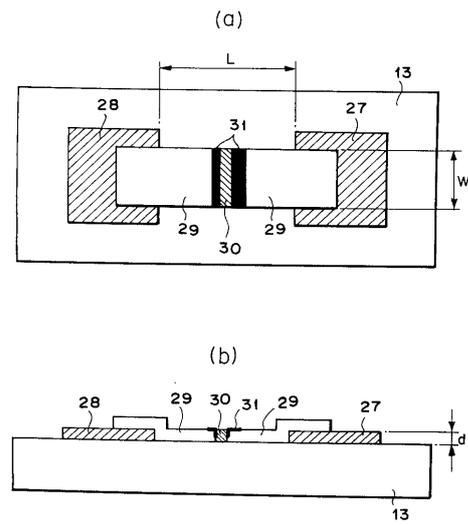
【 図 7 】



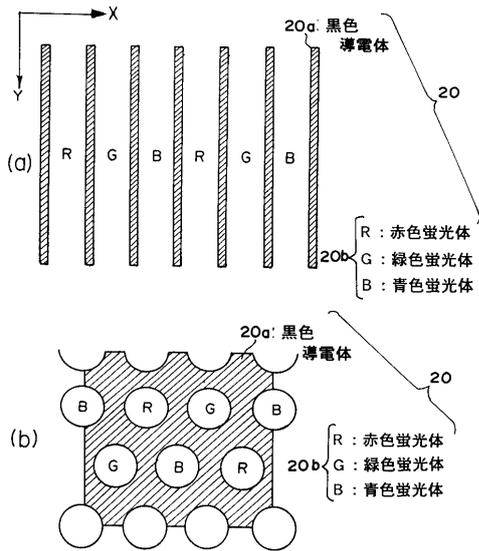
【 図 8 】



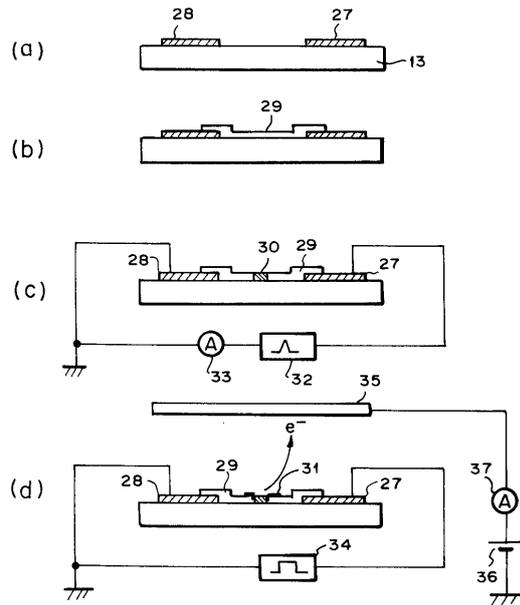
【 図 9 】



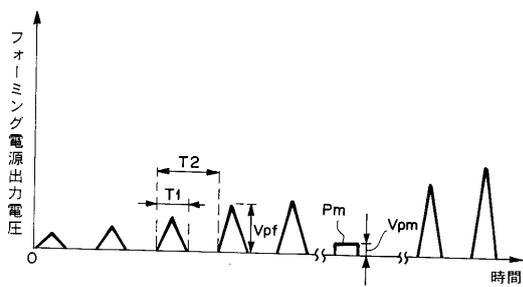
【 図 1 0 】



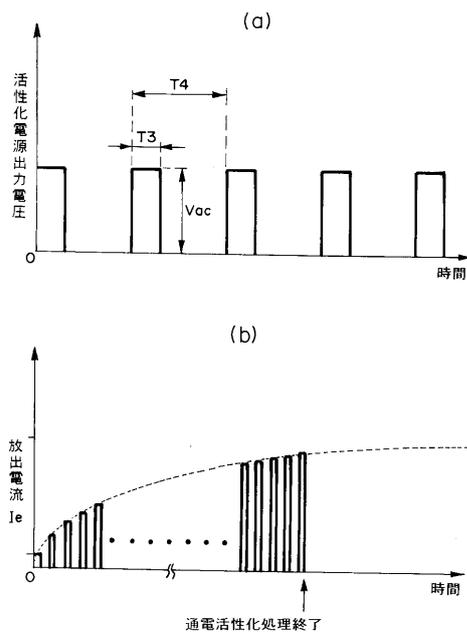
【 図 1 1 】



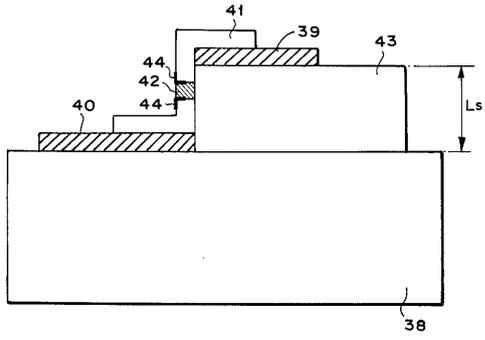
【 図 1 2 】



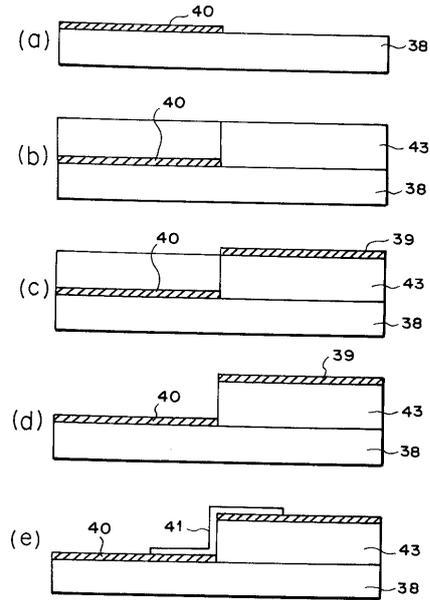
【 図 1 3 】



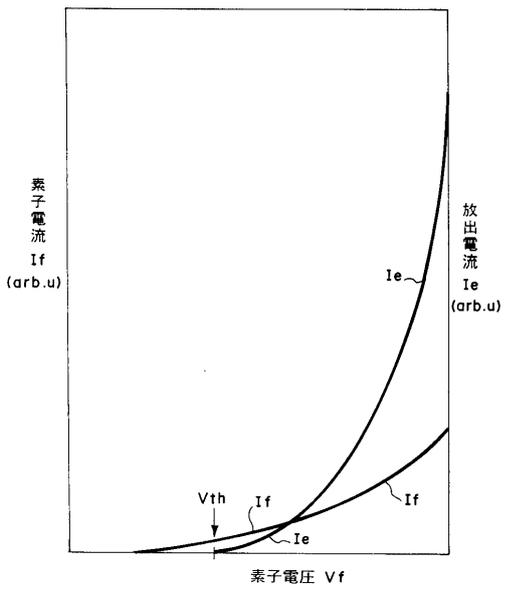
【 図 1 4 】



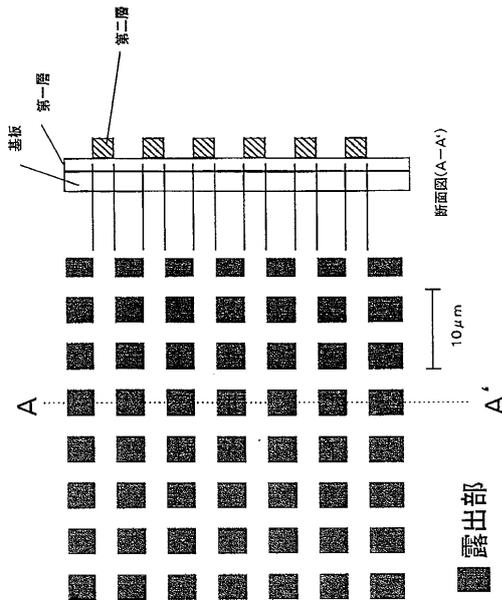
【 図 1 5 】



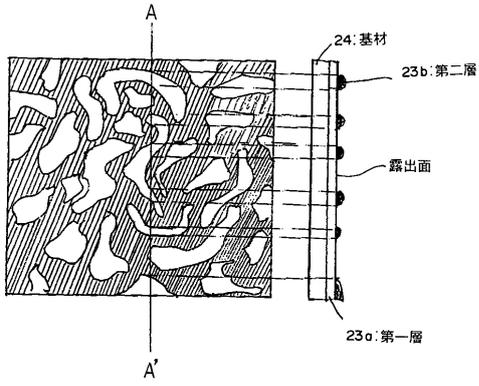
【 図 1 6 】



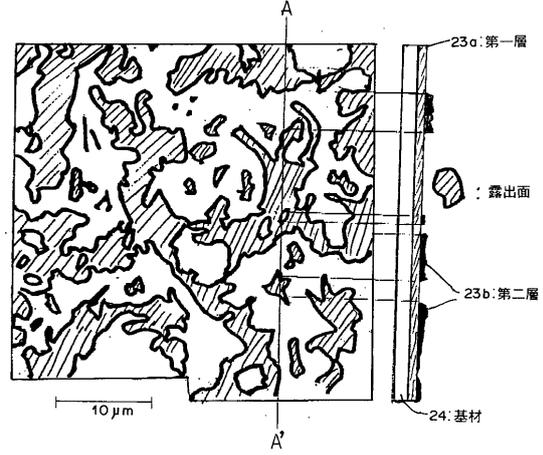
【 図 1 7 】



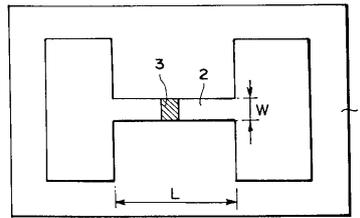
【 図 1 8 】



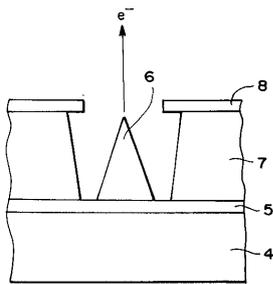
【 図 1 9 】



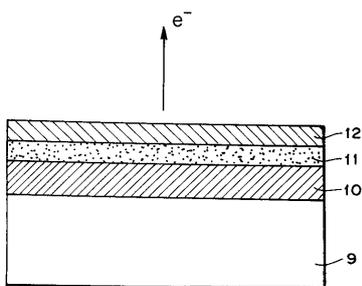
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

審査官 古屋野 浩志

(56)参考文献 特開平9 - 22649 (JP, A)

特開2000 - 311632 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 29/87

H01J 31/12