

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4841346号
(P4841346)

(45) 発行日 平成23年12月21日 (2011. 12. 21)

(24) 登録日 平成23年10月14日 (2011. 10. 14)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 J 1/312 (2006. 01) H O 1 J 1/30 M

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-201494 (P2006-201494)	(73) 特許権者	000004064
(22) 出願日	平成18年7月25日 (2006. 7. 25)		日本碍子株式会社
(65) 公開番号	特開2007-250517 (P2007-250517A)		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(43) 公開日	平成19年9月27日 (2007. 9. 27)	(74) 代理人	110000213
審査請求日	平成21年5月22日 (2009. 5. 22)		特許業務法人プロスペック特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2006-39035 (P2006-39035)	(72) 発明者	佐藤 圭
(32) 優先日	平成18年2月16日 (2006. 2. 16)		名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	服部 哲也
			名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
		(72) 発明者	山口 浩文
			名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一般式： $\text{Pb}_x\text{Sr}_p\text{La}_q(\text{Mg}_{y/3}\text{Nb}_{2/3})_a\text{Ti}_b\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots (I)$

[前記一般式 (I) 中、 $0.85 \leq x \leq 1.03$ 、 $0.02 \leq p \leq 0.15$ 、 $0.001 \leq q \leq 0.15$ 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.1 \leq a \leq 0.55$ 、 $0.15 \leq b \leq 0.45$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.6$ 、 $a + b + c = 1$ である。]

で示される強誘電体組成物を構成し得る主成分と、酸化剤として機能することにより低酸化数の酸化物に変化し得る高酸化数の遷移金属元素である鉄又はクロムの酸化物からなる添加成分と、からなり、減圧雰囲気下で所定の駆動電界が印加されることで当該雰囲気に向けて電子を放出し得るように構成されたエミッタ層と、

前記エミッタ層に設けられた第一電極及び第二電極と、
を備え、

前記第一電極と前記第二電極との間で所定の駆動電圧が印加されて、前記エミッタ層に前記駆動電界が印加されることで、当該エミッタ層から前記減圧雰囲気に向けて電子が放出され得るように構成されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項2】

請求項1に記載の電子放出素子であって、

前記添加成分の添加量は、酸化物として換算した場合に、 0.05 ないし 5 重量%であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項3】

10

20

請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物には、酸化ケイ素、酸化ニッケル、及び酸化セリウムのうちの少なくとも 1 つが添加されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 4】

強誘電性組成物を構成し得る主成分と、酸化剤として機能することでより低酸化数の酸化物に変化し得る高酸化数の遷移金属元素である鉄又はクロムの酸化物からなる添加成分と、からなり、減圧雰囲気下で所定の駆動電界が印加されることで当該雰囲気に向けて電子を放出し得るように構成されたエミッタ層と、

前記エミッタ層に設けられた第一電極及び第二電極と、
を備え、

10

前記第一電極と前記第二電極との間で所定の駆動電圧が印加されて、前記エミッタ層に前記駆動電界が印加されることで、当該エミッタ層から前記減圧雰囲気に向けて電子が放出され得るように構成されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物は、マグネシウムニオブ酸鉛—ジルコン酸鉛—チタン酸鉛の三成分固溶系組成物からなることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物のうちの鉛の一部が、ランタン及び／又はストロンチウムで置換されていることを特徴とする電子放出素子。

20

【請求項 7】

請求項 5 又は請求項 6 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物には、酸化ケイ素、酸化ニッケル、及び酸化セリウムのうちの少なくとも 1 つが添加されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 8】

請求項 4 ないし請求項 7 のいずれかに記載の電子放出素子であって、

前記添加成分の添加量は、酸化物として換算した場合に、0.05 ないし 5 重量%であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 9】

30

強誘電性組成物を構成し得る主成分と、酸化剤として機能することでより低酸化数の酸化物に変化し得る高酸化数の遷移金属元素である鉄又はクロムの酸化物からなる添加成分と、からなり、減圧雰囲気下に配置されたエミッタ部を備えたエミッタ層と、

前記エミッタ層における前記エミッタ部の近傍に設けられた第一電極と、

前記エミッタ層に設けられた第二電極と、

を備え、

前記第一電極と前記第二電極との間で所定の駆動電圧が印加されて、前記エミッタ部に所定の駆動電界が印加されることで、当該エミッタ部から前記減圧雰囲気に向けて電子が放出され得るように構成されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 10】

40

請求項 9 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物は、マグネシウムニオブ酸鉛—ジルコン酸鉛—チタン酸鉛の三成分固溶系組成物からなることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物のうちの鉛の一部が、ランタン及び／又はストロンチウムで置換されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項 12】

請求項 10 又は請求項 11 に記載の電子放出素子であって、

前記強誘電性組成物には、酸化ケイ素、酸化ニッケル、及び酸化セリウムのうちの少な

50

くとも1つが添加されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項13】

請求項9ないし請求項12のいずれかに記載の電子放出素子であって、
前記添加成分の添加量は、酸化物として換算した場合に、0.05ないし5重量%であることを特徴とする電子放出素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子線を利用した種々の装置（例えば、フィールドエミッションディスプレイ（FED）、電子線照射装置、光源、電子部品製造装置、電子回路部品、等）における、電子線源として好適に用いられ得る、電子放出素子に関する。

10

【背景技術】

【0002】

上述の電子放出素子は、所定の真空度の減圧雰囲気中に配置されたエミッタ部を備えている。このエミッタ部は、所定の駆動電界が印加されることで、前記減圧雰囲気中に電子を放出し得るように構成されている。

【0003】

FEDにおいては、複数の前記電子放出素子が、ガラスやセラミックス等の基体上に、二次元的に配列されている。また、前記減圧雰囲気による所定のギャップを隔てて前記各電子放出素子と対向するように、蛍光体が配置されている。このFEDは、前記電子放出素子から放出された電子が、前記ギャップ中を飛翔して前記蛍光体に衝突して、当該蛍光体より蛍光が発せられることで、所望の表示が行われ得るように構成されている。

20

【0004】

前記電子放出素子のうち、前記エミッタ部が誘電体材料（圧電材料）で構成されたものが知られている。かかる電子放出素子は、「圧電膜型電子放出素子」と称される。この種の圧電膜型電子放出素子は、製造コストが安価であるので、上述のように多数の電子放出素子が比較的広い面積で二次元的に配置されるFEDに対して好適に用いられ得る。

【0005】

この圧電膜型電子放出素子としては、例えば、特開2005-183361号公報（特許文献1）に開示されているものが、従来知られている。

30

【特許文献1】特開2005-183361号公報

【0006】

上述の圧電膜型電子放出素子は、誘電体層からなる前記エミッタ部と、第一電極と、第二電極と、を備えている。前記第一電極は、前記誘電体層の表面に設けられている。前記第二電極は、前記誘電体層の裏面に設けられている。そして、前記誘電体層の前記表面側であって、前記第一電極の外縁部の近傍には、前記エミッタ部が当該圧電膜型電子放出素子の外部（前記減圧雰囲気）に向けて露出されている箇所が設けられている。この箇所が、当該圧電膜型電子放出素子における電子放出動作に供される主要部である電子放出領域として機能するように、当該圧電膜型電子放出素子が構成されている。

【0007】

40

かかる構成を有する圧電膜型電子放出素子は、以下のように動作する。まず第1段階として、前記第一電極と前記第二電極との間に、前記第一電極の方が高電位となるような電圧が印加される。この印加電圧によって形成された電界に基づいて、前記エミッタ部の分極状態が所定の状態に設定される。次に、第2段階として、前記第一電極と前記第二電極との間に、前記第一電極の方が低電位となるような電圧が印加される。これにより、前記エミッタ部の分極が反転するとともに、前記電子放出領域に電子が蓄積される。続いて、第3段階として、再度前記第一電極が高電位となるような電圧が印加される。これにより、前記エミッタ部の分極が再度反転する。この分極の反転に伴い、前記電子放出領域に蓄積された電子が、双極子との静電斥力により、前記エミッタ部から放出されて、前記減圧雰囲気中に飛翔する。このようにして、当該圧電膜型電子放出素子による電子放出動作が

50

行われる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来、前記圧電膜型電子放出素子においては、繰り返し使用されることによって電子放出量が大幅に低下してしまうという問題があった。そして、当該圧電膜型電子放出素子の構成要素である前記エミッタ部、前記第一電極、前記第二電極、及びこれらを支持する基体のうち、繰り返し使用によって特性の変化が起こり得る構成要素は、主として前記エミッタ部である。よって、前記圧電膜型電子放出素子の繰り返し使用による電子放出量の低下の主たる原因は、繰り返し使用による前記エミッタ部の劣化であると考えられる。

10

【0009】

前記エミッタ部の劣化の一要因として、当該エミッタ部における電子の蓄積能力の低下が考えられる。すなわち、前記エミッタ部における電子の蓄積量が低下することで、前記第3段階における電子の飛翔量が低下し、電子放出量が低下する、という、前記エミッタ部の劣化メカニズムが考えられる。

【0010】

このような、前記エミッタ部における電子の蓄積能力の低下は、主として、当該エミッタ部の表面の絶縁性の低下によるものと考えられる。このエミッタ部の表面の絶縁性の低下は、前記エミッタ部を構成する前記誘電体材料に含まれる金属元素が還元されて単体金属として析出することによるものと考えられる。特に、減圧雰囲気中においては、酸素分圧が低下するため、前記誘電体材料の還元に伴う前記単体金属の析出が発生しやすい。

20

【0011】

また、前記圧電膜型電子放出素子においては、前記誘電体材料として、鉛系の圧電材料が広く用いられている。この鉛系の圧電材料からなる前記圧電膜型電子放出素子においては、減圧雰囲気中における駆動に伴って、金属鉛が前記エミッタ部の表面に析出しやすい。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の電子放出素子は、エミッタ層と、第一電極と、第二電極と、を備えている。前記エミッタ層は、減圧雰囲気面に面するように配置されている。すなわち、前記エミッタ層における、前記減圧雰囲気面に面する部分によって、前記電子放出領域としての、本発明におけるエミッタ部が構成されている。前記第一電極及び前記第二電極は、前記エミッタ層に設けられている。前記第一電極は、前記エミッタ層の表面上であって、前記エミッタ部の近傍に設けられている。

30

【0013】

かかる電子放出素子は、前記第一電極と前記第二電極との間で所定の駆動電圧が印加されて、前記エミッタ層に所定の駆動電界が印加されることで、当該エミッタ層から前記減圧雰囲気に向けて電子が放出され得るように構成されている。

【0014】

40

そして、本発明の特徴は、前記エミッタ層（前記エミッタ部）が、強誘電性組成物を構成し得る主成分と、酸化剤として機能することでより低酸化数の酸化物に変化し得る高酸化数の遷移金属元素の酸化物からなる添加成分と、からなることにある。

【0015】

前記添加成分の代表例としては、マンガン、鉄、クロム、コバルト、タングステン、及びモリブデン（前記高酸化数の遷移金属酸化物として表現した場合に、 MnO_2 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Co_3O_4 、 MoO_3 、 WO_3 等）が挙げられる。前記添加成分としては、1種類が単独で、あるいは複数種類が組み合わせられて用いられ得る。添加量は、前記酸化物として換算した場合に、0.05ないし5重量%であることが好ましい。

【0016】

50

前記添加成分は、前記主成分の原材料である酸化物や炭酸塩等を仮焼する前に、当該原材料に予め混合することで添加され得る。あるいは、前記添加成分は、前記原材料の仮焼後であって、成形及び焼成の前に添加され得る。

【0017】

前記強誘電性組成物は、鉛系の圧電材料であってもよい。この圧電材料は、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN）－ジルコン酸鉛（PZ）－チタン酸鉛（PT）の三成分固溶系組成物であってもよい。

【0018】

前記強誘電性組成物がPMN－PZ－PT三成分固溶系組成物からなる場合、以下の一般式（I）に示されるものが好適である。

【0019】

一般式： $\text{Pb}_x\text{Sr}_p\text{La}_q(\text{Mg}_{y/3}\text{Nb}_{2/3})_a\text{Ti}_b\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots$ （I）

[前記一般式（I）中、 $0.85 \leq x \leq 1.03$ 、 $0.02 \leq p \leq 0.15$ 、 $0.001 \leq q \leq 0.15$ 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.1 \leq a \leq 0.55$ 、 $0.15 \leq b \leq 0.45$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.6$ 、 $a + b + c = 1$ である。]

【0020】

前記強誘電性組成物のうちの鉛の一部が、ランタン及び／又はストロンチウムで置換されていてもよい。

【0021】

前記強誘電性組成物には、酸化ケイ素（ SiO_2 ）、酸化ニッケル（ NiO_2 ）、及び酸化セリウム（ CeO_2 ）のうちの少なくとも1つが添加されていてもよい。このうち、酸化ケイ素（ SiO_2 ）によれば、表面に皮膜が形成されることにより、電子放出量の低下が抑制され得る。この添加量としては、2重量%以下であることが好適である。

【0022】

ここで、本発明の電子放出素子は、特に、以下のような動作を行い得るように構成されることが好適である：まず第1段階として、前記第一電極が前記第二電極よりも高電位となるような電圧が印加されることで、前記エミッタ部の分極状態が所定の状態に設定される。次に、第2段階として、前記第一電極が前記第二電極よりも低電位となるような電圧が印加されることで、前記第一電極から前記エミッタ部に向けて電子の放出（供給）が行われる。すなわち、当該エミッタ部に電子が蓄積され、当該エミッタ部が帯電する。次に、第3段階として、前記第一電極が前記第二電極よりも高電位となるような電圧が印加されることで、前記エミッタ部に蓄積された電子が放出される。

【0023】

かかる構成によれば、前記第2段階における前記エミッタ部の帯電量の制御が比較的容易であるため、安定した電子放出量が高い制御性で得られる。また、かかる構成によれば、上述のような、極性が変化する交番電圧が印加されるという過酷な駆動環境の下でも、繰り返し使用による電子放出量の大幅な低下が抑制され得る。

【発明の効果】

【0024】

上述のような構成を備えた本発明の電子放出素子においては、前記エミッタ層（前記エミッタ部）における前記添加成分の酸化剤としての作用により、前記エミッタ部を構成する前記誘電体材料に含まれる前記金属元素の還元が抑制される。すなわち、前記エミッタ層（前記エミッタ部）の表面における単体金属の析出が抑制される。

【0025】

このように、本発明の電子放出素子によれば、前記エミッタ層（前記エミッタ部）における電子の蓄積能力の低下が抑制される。これにより、前記エミッタ部における電子の蓄積量が低下することによる電子放出量の低下が抑制される。したがって、本発明の電子放出素子によれば、繰り返し使用による電子放出量の大幅な低下が抑制され、圧電膜型電子放出素子の耐久性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の好適な実施形態を、図及び表を参照しながら説明する。なお、本実施形態の各構成要素の材質や構造については、とりあえず代表的な1つの実施形態を理解しやすく首尾一貫して説明する便宜上、単なる1つの代表例が例示的に示されているものである。本実施形態の各構成要素の材質や構造に関する変形例は、実施形態の構成、作用、効果の説明の後に、末尾にまとめて記述されている。

【0027】

＜電子放出素子を用いたFEDの概略構成＞

図1は、本実施形態に係る電子放出素子が適用されたFEDである、ディスプレイ100の概略構成を示す断面図である。

10

【0028】

図1を参照すると、ディスプレイ100は、発光パネル101を備えている。この発光パネル101は、透明板101aと、コレクタ電極101bと、蛍光体層101cと、から構成されている。

【0029】

透明板101aは、ガラスやアクリル製の板から構成されている。透明板101aの図中下側の表面には、コレクタ電極101bが形成されている。このコレクタ電極101bは、ITO（インジウム・錫酸化物）薄膜等の透明電極により構成されている。

【0030】

コレクタ電極101bの下側には、蛍光体層101cが形成されている。この蛍光体層101cは、所定の抵抗器を介してバイアス電圧源102と接続されたコレクタ電極101bに向けて飛翔する電子が衝突することで、蛍光を発し得るように構成されている。バイアス電圧源102は、アースとコレクタ電極101bとの間に所定のコレクタ電圧Vcを出力し得るように構成されている。

20

【0031】

発光パネル101の図中下方には、電子放出源装置110が配置されている。電子放出源装置110は、パルス発生源111と電氣的に接続されている。この電子放出源装置110は、パルス発生源111によって駆動電圧Vaが入力されることで、電子を図中上方の発光パネル101（コレクタ電極101b及び蛍光体層101c）に向かって放出し得るように構成されている。

30

【0032】

電子放出源装置110と発光パネル101（蛍光体層101c）との間には、所定のギャップが形成されている。電子放出源装置110と蛍光体層101cとの間の空間は、所定の真空度、例えば $10^2 \sim 10^{-6}$ Pa、より好ましくは $10^{-3} \sim 10^{-5}$ Paの真空度の減圧雰囲気設定されている。

【0033】

かかるディスプレイ100は、パルス発生源111によって電子放出源装置110に駆動電圧Vaが入力されることで当該電子放出源装置110から前記減圧雰囲気に電子が放出され、この放出された電子が、コレクタ電圧Vcの印加によって発生する電界によってコレクタ電極101bに向かって飛翔して蛍光体層101cと衝突することで蛍光を発するように構成されている。

40

【0034】

＜電子放出源装置の構成＞

電子放出源装置110は、薄い平板状に構成されている。この電子放出源装置110には、本実施形態の電子放出素子120が、2次元的に多数形成されている。

【0035】

電子放出素子120は、基板121と、下部電極122と、エミッタ層123と、上部電極124と、から構成されている。基板121は、耐熱性のガラスの薄板、又はセラミックスの薄板からなる。この基板121の上には、下部電極122が形成されている。下部電極122は、 $20 \mu\text{m}$ 以下の厚さの金属膜からなる。下部電極122には、上述のパ

50

ルス発生源 1 1 1 が電氣的に接続されている。

【0036】

下部電極 1 2 2 の上には、エミッタ層 1 2 3 が形成されている。本実施形態におけるエミッタ層 1 2 3 は、厚さが $1 \sim 300 \mu\text{m}$ 、より好適には $5 \sim 100 \mu\text{m}$ の強誘電体材料の多結晶体からなる。この強誘電体材料は、強誘電体組成物としての主成分と、酸化剤として機能することでより低酸化数の酸化物に変化し得る高酸化数の遷移金属元素の酸化物からなる添加成分と、からなる。

【0037】

前記主成分としては、鉛系の強誘電体組成物が好適に用いられ得る。特に、PMN-PZ-P T 三成分固溶系組成物が好適に用いられ得る。この三成分固溶系組成物としては、
10

【0038】

一般式： $\text{Pb}_x\text{Sr}_p\text{La}_q(\text{Mg}_{y/3}\text{Nb}_{2/3})_a\text{Ti}_b\text{Zr}_c\text{O}_3 \cdots (\text{I})$

[前記一般式 (I) 中、 $0.85 \leq x \leq 1.03$ 、 $0.02 \leq p \leq 0.15$ 、 $0.001 \leq q \leq 0.15$ 、 $0.8 \leq y \leq 1.0$ 、 $0.1 \leq a \leq 0.55$ 、 $0.15 \leq b \leq 0.45$ 、 $0.1 \leq c \leq 0.6$ 、 $a + b + c = 1$ である。]

【0039】

前記添加成分としては、例えば、二酸化マンガン (MnO_2)、酸化第二鉄 (Fe_2O_3)、酸化第二クロム (Cr_2O_3)、四三酸化コバルト (Co_3O_4)、三酸化モリブデン (MoO_3)、三酸化タングステン (WO_3)、等が好適に用いられる。
20

【0040】

エミッタ層 1 2 3 における上側表面 1 2 3 a には、結晶粒界等により、微視的な凹凸が形成されている。すなわち、上側表面 1 2 3 a には、多数の凹部 1 2 3 b が形成されている。上側表面 1 2 3 a は、表面粗さ R_a (中心線平均粗さ：単位 μm) が 0.005 以上 3.0 以下となるように形成されている。

【0041】

エミッタ層 1 2 3 は、上述の上側表面 1 2 3 a と反対側の表面である下側表面 1 2 3 c と下部電極 1 2 2 とが互いに密着するように、当該下部電極 1 2 2 上に形成されている。エミッタ層 1 2 3 の上側表面 1 2 3 a の上には、上部電極 1 2 4 が形成されている。上部電極 1 2 4 には、上述のパルス発生源 1 1 1 が電氣的に接続されている。
30

【0042】

上部電極 1 2 4 は、 $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度の厚さの導電性物質の薄層からなる。この上部電極 1 2 4 を構成する前記導電性物質としては、金属膜、金属粒子、非金属導電性膜 (カーボン膜や非金属導電性酸化物膜等)、非金属導電性粒子 (カーボン粒子や導電性酸化物粒子等) が用いられ得る。上述の金属膜や金属粒子の材質としては、白金、金、銀、イリジウム、パラジウム、ロジウム、モリブデン、タングステン及びこれらの合金が好適に用いられ得る。上述の非金属導電性膜や非金属導電性粒子の材質としては、黒鉛、ITO (インジウム・錫酸化物)、LSCO (ランタン・ストロンチウム・コバルト酸化物) が好適に用いられ得る。この上部電極 1 2 4 が金属粒子や非金属導電性粒子から形成される場合の粒子形状としては、鱗片状、板状、箔状、針状、棒状、コイル状が好適に用いられ
40

【0043】

上部電極 1 2 4 には、複数の開口部 1 2 4 a が形成されている。この開口部 1 2 4 a は、エミッタ層 1 2 3 の上側表面 1 2 3 a を電子放出源装置 1 1 0 の外部 (すなわち上述の減圧雰囲気：以下同様) に露出するように形成されている。また、上部電極 1 2 4 の外周における縁部である外縁部 1 2 4 b においても、エミッタ層 1 2 3 の上側表面 1 2 3 a が電子放出源装置 1 1 0 の外部に露出されている。そして、電子放出源装置 1 1 0 の外部に露出されたエミッタ層 1 2 3 の部分によって、電子放出動作の主要部分であるエミッタ部 1 2 5 が構成されている。

【0044】

電子放出素子 120 は、後述するように、上部電極 124 から供給された電子がエミッタ部 125 上に蓄積され、このエミッタ部 125 上に蓄積された電子が、当該電子放出装置 110 の外部に向けて（すなわち蛍光体層 101c に向けて）放出されるように構成されている。

【0045】

＜電子放出素子の構成の詳細＞

図 2 は、図 1 に示されている電子放出素子 120 の要部を拡大した断面図である。なお、図 1 や図 2 においては、1 つの開口部 124a 内に 1 つの凹部 123b が形成されている場合が示されている。もっとも、1 つの開口部 124a 内に複数の凹部 123b が形成されている場合もあり得る。あるいは、1 つの開口部 124a 内に凹部 123b が全く形成されない場合もあり得る。

10

【0046】

図 2 を参照すると、上部電極 124 における開口部 124a の近傍の部分である、底部 126 は、エミッタ部 125 に対して底の如く張り出すように設けられている。すなわち、この底部 126 の下面 126a 及び先端 126b と、エミッタ部 125 に対応するエミッタ層 123 の上側表面 123a とが離隔するように、当該底部 126 が形成されている。なお、この底部 126 は、上部電極 124 の外縁部 124b（図 1 参照）に対応する位置にも形成されている。

【0047】

底部 126 の基端部であって、エミッタ層 123 の上側表面 123a と接触する位置には、エミッタ層 123 と上部電極 124 と前記減圧雰囲気との 3 重点であるトリプルジャンクション 126c が形成されている。

20

【0048】

このトリプルジャンクション 126c は、図 1 を参照すると、下部電極 122 と上部電極 124 との間に駆動電圧 V_a が印加された場合に、電気力線の集中（電界集中）が生じる箇所（電界集中部）である。なお、ここにいう「電気力線の集中」とは、仮に下部電極 122、エミッタ層 123、及び上部電極 124 を側断面視にて無限長の平板として電気力線を描く場合に、下部電極 122 から均等間隔で発した電気力線が集中する箇所をいうものとする。この電界集中部における電気力線の集中（電界集中）の様子は、有限要素法による数値解析によってシミュレーションすることで簡単に確認され得る。

30

【0049】

再び図 2 を参照すると、底部 126 の下面 126a 及び先端 126b と、エミッタ層 123 の上側表面 123a（エミッタ部 125）との間には、ギャップ 127 が形成されている。このギャップ 127 は、最大幅 d が $0\ \mu\text{m} < d \leq 10\ \mu\text{m}$ 、エミッタ部 125 の表面とのなす角 θ が $1^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ となるように形成されている。

【0050】

また、底部 126 の先端 126b は、前記電界集中部となるような形状を備えている。具体的には、底部 126 は、先端 126b に向かうにつれて鋭角に尖る（厚みが徐々に薄くなる）ように形成されている。

【0051】

開口部 124a は、平面視（図 2 における上側から見た場合）にて、円形、楕円形、多角形、不定形等、様々な形状に形成され得る。また、開口部 124a は、下記の理由により、その平面視における平均開口径が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、 $20\ \mu\text{m}$ 以下となるような大きさに形成されている。ここで、開口部 124a の平均開口径とは、当該開口部 124a の開口面積と同面積の円形の直径の個数基準平均値をいうものとする。

40

【0052】

図 2 に示されているように、エミッタ層 123 のうちの、前記駆動電圧（図 1 における駆動電圧 V_a ）の印加に応じて分極が反転する部分は、第 1 の部分 128 と第 2 の部分 129 である。第 1 の部分 128 は、上部電極 124 と対向する部分である。第 2 の部分 129 は、底部 126 の先端 126b から開口部 124a の中心側に向かう領域に対応した

50

部分である。この第二の部分 1 2 9 の発生範囲は、駆動電圧 V_a のレベルや当該第二の部分 1 2 9 の近傍における電界集中の状態によって変化する。

【0053】

開口部 1 2 4 a の平均開口径が上述の範囲 ($0.1 \mu\text{m}$ 以上、 $20 \mu\text{m}$ 以下) である場合、開口部 1 2 4 a の内側から放出される電子の量が十分に確保されるとともに、高い電子放出効率が確保される。

【0054】

一方、開口部 1 2 4 a の平均開口径が $0.1 \mu\text{m}$ 未満の場合、前記第二の部分 1 2 9 の面積が小さくなる。この第二の部分 1 2 9 は、上部電極 1 2 4 から供給された電子を一旦蓄積した後に放出するという電子放出動作を行うためのエミッタ部 1 2 5 の、主要な部分

10

【0055】

＜電子放出素子の等価回路構成＞

図 3 及び図 4 は、図 1 に示されている電子放出素子 1 2 0 の等価回路構成を示す図である。

【0056】

本実施形態の電子放出素子 1 2 0 は、最も簡略には、図 3 に示されているような等価回路構成に近似され得る。図中の C_1 は、エミッタ層 1 2 3 を挟んで下部電極 1 2 2 と上部電極 1 2 4 との間に形成されたコンデンサである。図中の C_a は、各ギャップ 1 2 7 (図 2 参照) によって形成されたコンデンサである。図中の C_2 は、複数のコンデンサ C_a の集合体であって、これらを並列に接続したものである。そして、エミッタ層 1 2 3 によるコンデンサ C_1 と、ギャップ 1 2 7 (図 2 参照) によるコンデンサ C_2 とは、直列接続されている。

20

【0057】

もっとも、エミッタ層 1 2 3 によるコンデンサ C_1 と、コンデンサ C_a の集合体であるコンデンサ C_2 とが、単純に直列接続された等価回路は実際的ではない。実際には、上部電極 1 2 4 における開口部 1 2 4 a (図 2 参照) の形成状態 (個数や面積等) に応じて、エミッタ層 1 2 3 によるコンデンサ C_1 のうちの、集合体によるコンデンサ C_2 と直列接続される割合が変化するものと考えられる。

30

【0058】

そこで、例えば、図 4 に示されているように、エミッタ層 1 2 3 によるコンデンサ C_1 のうちの 25% が、コンデンサ C_2 と直列接続された場合を想定して、容量計算を行ってみる。

【0059】

ギャップ 1 2 7 は真空 (比誘電率 $\epsilon_r = 1$) とする。また、ギャップ 1 2 7 の最大間隔 d を $0.1 \mu\text{m}$ 、1 つのギャップ 1 2 7 の部分の面積 S を $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ とし、ギャップ 1 2 7 の数を 10,000 個とする。さらに、エミッタ層 1 2 3 の比誘電率を 2000、エミッタ層 1 2 3 の厚みを $20 \mu\text{m}$ 、下部電極 1 2 2 と上部電極 1 2 4 とが対向する面積を $200 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$ とする。

40

【0060】

以上の仮定の下では、コンデンサ C_1 の容量値は 35.4 pF となり、コンデンサ C_2 の容量値は 0.885 pF となる。そして、上部電極 1 2 4 と下部電極 1 2 2 との間の全体の合成容量値は、 27.5 pF となる。この合成容量値は、エミッタ層 1 2 3 によるコンデンサ C_1 の容量値 35.4 pF よりも小さくなる (コンデンサ C_1 の容量値の 78%)。

【0061】

このように、ギャップ 1 2 7 (図 2 参照) によるコンデンサ C_a 、及びその集合体の合

50

成容量値 C_2 は、これらと直列接続されるエミッタ層 123 によるコンデンサ C_1 よりも非常に小さいものとなる。よって、この直列回路に印加電圧 V_a を印加した場合の分圧の大部分は、容量の小さな方のコンデンサ C_a (C_2) の方に印加される。換言すれば、印加電圧 V_a の大部分がギャップ 127 (図 2 参照) に印加されることになる。これにより、電子放出素子の高出力化が実現される。

【0062】

また、エミッタ層 123 によるコンデンサ C_1 と、ギャップ 127 (図 2 参照) によるコンデンサ C_a 及びその集合体の合成容量 C_2 とは、直列接続された構造となる。よって、全体の合成容量値は、エミッタ層 123 によるコンデンサ C_1 の容量値よりも小さくなる。したがって、全体の消費電力が小さくなるという好ましい特性が得られる。

10

【0063】

＜電子放出素子の電子放出原理＞

図 5 は、図 1 に示されている電子放出素子 120 に印加される駆動電圧 V_a の波形を示す図である。図 6 及び図 7 は、図 1 に示されている電子放出素子 120 に対して図 5 に示されている駆動電圧 V_a が印加された場合の動作の様子を示す図である。以下、電子放出素子 120 の電子放出原理について、図 5～図 7 を用いて説明する。

【0064】

本実施形態においては、駆動電圧 V_a としては、図 5 に示されている通りの、周期が ($T_1 + T_2$) の矩形波の交流電圧が用いられる。この駆動電圧 V_a においては、基準電圧 (波動の中心に対応する電圧) が 0 V である。

20

【0065】

図 5 ないし図 7 を参照すると、駆動電圧 V_a における第 1 段階としての時間 T_1 において、上部電極 124 の方が下部電極 122 よりも低電位である (負電圧) V_2 となり、続く第 2 段階としての時間 T_2 において、上部電極 124 の方が下部電極 122 よりも高電位である (正電圧) V_1 となる。

【0066】

また、図 6 A に示されているように、初期状態において、エミッタ部 125 の分極方向が一方向に揃えられていて、双極子の負極がエミッタ層 123 の上側表面 123a に向いた状態となっているものとする。

【0067】

まず、基準電圧が印加されている初期状態では、図 6 A に示されているように、エミッタ部 125 における分極状態が、双極子の負極がエミッタ層 123 の上側表面 123a に向いた状態となっている。この状態においては、エミッタ部 125 には電子がほとんど蓄積されていない。

30

【0068】

その後、図 6 B に示されているように、負電圧 V_2 が印加されると、分極が反転する。この分極反転によって、上述した電界集中部において電界集中が発生する。これにより、上部電極 124 における、上述の電界集中部から、エミッタ部 125 に向けて電子の供給が行われる。すると、図 6 C に示されているように、エミッタ部 125 に電子が蓄積される。すなわち、エミッタ部 125 が帯電する。この帯電は、エミッタ層 123 の表面抵抗値に基づく所定の飽和量に達するまで可能であり、制御電圧の印加時間や電圧波形により帯電量を制御することが可能である。このように、上部電極 124 (特に上述の電界集中部) が、エミッタ部 125 への電子供給源として機能する。

40

【0069】

その後、図 7 A に示されているように、駆動電圧 V_a が一旦基準電圧となった後、さらに、図 7 B に示されているように、駆動電圧 V_a として正電圧 V_1 が印加されると、分極が再度反転する。すると、双極子の負極との静電反発力によって、エミッタ部 125 に蓄積されていた電子が、図 7 C に示されているように、開口部 124a を通過して外部に向けて放出される。

【0070】

50

なお、上部電極 1 2 4 における外縁部 1 2 4 b (図 1 参照) においても、上述と同様に電子放出が行われる。

【実施例 1】

【0 0 7 1】

次に、上述のように構成された電子放出素子 1 2 0 の第一の実施例について、評価結果に基づいて説明する。この実施例の電子放出素子 1 2 0 の評価は、以下の通りの「電子放出効率」の変化を指標として行われたものである (後述する実施例 2 及び実施例 3 についても同様である)。

【0 0 7 2】

図 1 を参照すると、下部電極 1 2 2 と上部電極 1 2 4 との間に印加される駆動電圧を V_a 、電子放出素子 1 2 0 から放出された電子を発光パネル 1 0 1 に向けて飛翔させるための外部電界を形成するためのバイアス電圧源 1 0 2 による電子加速電圧であるコレクタ電圧を V_c 、当該電子放出素子 1 2 0 から放出された電子による電流 (コレクタ電極 1 0 1 b とバイアス電圧源 1 0 2 との間を流れる電流) を i_c 、当該電子放出素子 1 2 0 の駆動電力を P とすると、上述の電子放出効率 η は、以下の式で示される。

【0 0 7 3】

$$\eta = V_c \times i_c / (P + V_c \times i_c)$$

ここで、駆動電力 $P = [\text{素子のヒステリシス損 } P_1] + [\text{駆動回路での抵抗損 } P_2]$

P_1 は、図 8 に示されている $Q-V$ ヒステリシスの面積 (図 8 における斜線部分の面積) であり、

P_2 は、駆動の方法により、

$$0 \leq P_2 \leq (\text{駆動電圧 } V_a \times \text{電荷量 } Q_e) - (\text{前記 } Q-V \text{ ヒステリシスの面積}) \\ = (\text{図 8 における斜線部分の外側の面積})$$

で表される。なお、上記の不等式における左辺の 0 は、 $Q-V$ ヒステリシスに沿うような電力となるように電子放出素子を駆動させた場合である。

【0 0 7 4】

そして、電子放出素子 1 2 0 の製造直後の電子放出効率 (初期値) η_0 と、所定回数駆動後の電子放出効率 η と、を測定して、初期比 $r = \eta / \eta_0$ を求めることにより、実施例の電子放出素子 1 2 0 の評価が行われた。

【0 0 7 5】

実施例 1 において、前記主成分は、モル分率がマグネシウムニオブ酸鉛：ジルコン酸鉛：チタン酸鉛 = 37.5 : 25 : 37.5 である PMN-PZ-PT 三成分固溶系組成物 (37.5 PMN-25 PZ-37.5 PT と省略表記する。以下同様。) を母材とし、この母材における鉛の 6 モル% をストロンチウムで及び 0.7 モル% をランタンで置換し、さらに酸化セリウム (CeO_2) を 0.1 重量% 添加したものである (この材料を、37.5 PMN-25 PZ-37.5 PT / 6 Sr / 0.7 La + 0.1 wt% CeO_2 と省略表記する。以下同様。))。

【0 0 7 6】

また、前記添加成分は、二酸化マンガン (MnO_2) である。

【0 0 7 7】

実施例 1 においては、前記主成分を構成するための原材料である酸化物や炭酸塩等をボールミル等で混合して仮焼した後に、前記添加成分を適宜量添加することで得られた焼成前組成物を、成形及び焼成することで、エミッタ層 1 2 3 が形成された (仮焼後添加)。

【0 0 7 8】

前記添加成分の添加量が異なる複数のサンプルについて、図 1 に示されている構成の電子放出素子 1 2 0 を形成し、その電子放出効率の初期比 r を求めたものを、表 1 に示す。なお、初期比 r_1 を求めた際の電子放出効率 η_1 は、 1.1×10^8 回駆動後のものである。また、初期比 r_2 を求めた際の電子放出効率 η_2 は、初期比 r_1 を求めた際の電子放出効率 η_1 の倍以上の駆動回数 (時間) を経た後のものである。すなわち、 $r_1 = \eta_1 / \eta_0$ 、 $r_2 = \eta_2 / \eta_0$ である。

10

20

30

40

50

【表 1】

	MnO ₂ 添加量 (重量%)	初期比 r_1 $= \eta_1 / \eta_0$	初期比 r_2 $= \eta_2 / \eta_0$
比較例	0	0.06	0.02
試料 1	0.2	0.25	0.23
試料 2	0.6	0.60	0.52
試料 3	1.0	0.80	0.64
試料 4	1.5	0.80	0.64
試料 5	2.0	0.80	0.66

10

【0079】

この表 1 に示されている評価結果から明らかなように、二酸化マンガン (MnO₂) が添加されていない比較例においては、 1.1×10^8 回駆動後の電子放出効率 η_1 及び 4.0×10^8 回駆動後の電子放出効率 η_2 が、初期値 η_0 よりも大幅に低下した。これに対し、二酸化マンガン (MnO₂) が添加されている試料 1 ないし 5 においては、 1.1×10^8 回駆動後の電子放出効率 η_1 及び 4.0×10^8 回駆動後の電子放出効率 η_2 の低下が改善された。

【0080】

20

また、二酸化マンガン (MnO₂) 添加の実施例 1 の場合、添加量が多くなるにつれて、耐久性が向上する (初期比 r_1 及び r_2 が高くなる) 傾向がみられた。特に、添加量が 0.6 重量% 以上 (より好ましくは 1.0 重量% 程度) である場合に、耐久性が大幅に向上した。

【0081】

なお、添加量が 1.0 重量% 以上においては、駆動回数にかかわらず、耐久性の向上が飽和傾向にある一方、添加量が多くなると電子放出効率の初期値が低下することがあり得る。よって、二酸化マンガン (MnO₂) の添加量としては、電子放出効率及び耐久性の観点から、1.0 重量% 程度が最も好適である。

【実施例 2】

30

【0082】

次に、35.5 PMN-25 PZ-39.5 PT / 6 Sr / 0.7 La からなる前記主成分に、二酸化マンガン (MnO₂) からなる前記添加成分を添加してなるエミッタ層 123 による結果を示す。実施例 2 においては、前記主成分を構成するための原材料である酸化物や炭酸塩等に、前記添加成分を適宜量添加した後に、ボールミル等で混合し、仮焼、成形、焼成することで、エミッタ層 123 が形成された (仮焼前添加)。

【0083】

この実施例 2 においては、前記添加成分である二酸化マンガン (MnO₂) の添加量が 0.6 重量% である場合に、初期比が 0.6 となった。その後、さらに 6.5×10^8 回駆動しても、初期比が 0.4 を下回ることはなかった。

40

【実施例 3】

【0084】

続いて、37.5 PMN-37.5 PZ-25 PT / 10 Sr からなる前記主成分に、二酸化マンガン (MnO₂) からなる前記添加成分を添加してなるエミッタ層 123 による結果を示す。この実施例 3 も、上述の実施例 2 と同様に、仮焼前添加である。

【0085】

この実施例 3 においては、前記添加成分である二酸化マンガン (MnO₂) の添加量が 0.2 重量% である場合に、初期比が 0.7 となった。その後、さらに 9.5×10^8 回駆動しても、初期比が 0.4 を下回ることはなかった。

【実施例 4】

50

【0086】

さらに、 $37.5\text{ PMN}-25\text{ PZ}-37.5\text{ PT}/6\text{ Sr}/0.7\text{ La}+0.1\text{ wt}\%\text{ CeO}_2$ からなる前記主成分に、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) からなる前記添加成分を添加してなるエミッタ層123による結果を、表2に示す。この実施例4は、上述の実施例1と同様に、仮焼後添加である。また、初期比 r_2 を求めた際の電子放出効率 η_2 は、 3.0×10^8 回駆動後のものである。

【表2】

	Fe_2O_3 添加量 (重量%)	初期比 r_1 $= \eta_1 / \eta_0$	初期比 r_2 $= \eta_2 / \eta_0$
試料 6	0.2	0.80	0.70
試料 7	0.6	0.60	0.50
試料 8	1.0	0.68	0.58
試料 9	1.5	0.60	0.54

10

【0087】

この実施例4においては、前記添加成分である酸化第二鉄 (Fe_2O_3) の添加量が0.2重量%である場合(試料6)に、初期比 r_1 が0.8となり、初期比 r_2 が0.7となった。また、添加量が0.6重量%である場合(試料7)に、初期比 r_1 が0.6となり、初期比 r_2 が0.5となった。

20

【0088】

上述のように、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) 添加の実施例4の場合、0.2重量%という比較的少ない添加量(試料6)で、 1.1×10^8 回駆動後、及び 3.0×10^8 回駆動後のいずれにおいても、初期比が0.70を下回らないという、非常に優れた耐久性が得られた。

【0089】

また、表2に示されている評価結果から明らかなように、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) 添加の場合、少なくとも略2重量%までの範囲内において、添加量にかかわらず、良好な耐久性が得られた。すなわち、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) の添加量にかかわらず、 1.1×10^8 回駆動後の初期比 r_1 が0.6を下回らず、且つ 3.0×10^8 回駆動後の初期比 r_2 が0.5を下回らなかった。

30

【0090】

さらに、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) 添加の場合、いずれの添加量においても、 1.1×10^8 回駆動後の初期比 r_1 から 3.0×10^8 回駆動後の初期比 r_2 への減少量が0.1以下であり、駆動回数(時間)の増加に伴う特性の低下の度合いが小さかった。

【0091】

このように、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) 添加の実施例4の場合、非常に良好な耐久性が得られた。

【0092】

<実施例のまとめ>

以上に説明したように、各実施例によれば、繰り返し使用による電子放出効率の低下が効果的に改善された。これは、以下のメカニズムによるものと考えられる。

40

【0093】

エミッタ部125には、上述の通り、減圧雰囲気中で交番電界が印加される。ここで、減圧雰囲気中においては、酸素分圧が低くなるため、エミッタ部125を構成するPMN-PZ-PT三成分固溶系組成物の還元による金属鉛の析出が発生しやすい。しかしながら、エミッタ部125に、価数の高い遷移金属元素が、酸化物の状態で添加(固溶又は混合)されることで、当該酸化物が酸化剤として機能し、上述のPMN-PZ-PT三成分固溶系組成物の還元による金属鉛の析出が抑制される。これにより、エミッタ部125に

50

おける電子の蓄積能力の低下が抑制される。

【0094】

＜変形例の例示列举＞

なお、上述の実施形態及び実施例は、出願人が取り敢えず本願の出願時点において最良であると考えた、本発明の代表的な実施形態及び実施例が単に例示的に記述されているものにすぎない。本発明はもとより、上述の実施形態等に何ら限定されるものではない。よって、上述の実施形態や実施例に対しては、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、種々の変形が施され得ることは当然である。

【0095】

以下、変形例について幾つか例示するが、変形例としてこれらに限定されるものではないことはいうまでもない。本願発明を、上述の実施形態等及び下記変形例の記載に基づき限定解釈すること（特に、本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に表現されている要素を、実施形態等の記載に基づき限定解釈すること）は、（先願主義の下で出願を急ぐ）出願人の利益を不当に害する反面、模倣者を不当に利するものであって、発明の保護及び利用を目的とする特許法の目的に反し、許されない。

【0096】

（i）本発明に係る電子放出素子は、FED用に限定されない。また、本発明に係る電子放出素子の構成も、上述の実施形態の構成に限定されない。例えば、前記実施形態の電子放出素子120においては、エミッタ層123の下側表面123cに下部電極122が形成され、エミッタ層123の上側表面123aに上部電極124が形成されていたが、かかる構成に代えて、エミッタ層123の上側表面123aに第一電極と第二電極とが形成されていてもよい。

【0097】

（ii）基板121の材質としては、ガラスやセラミックスの他に、金属をも用いることができる。基板121を構成するセラミックスの種類には特に制限がない。もっとも、耐熱性、化学的安定性、及び絶縁性の点から、安定化された酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びガラスからなる群より選択される少なくとも一種を含むセラミックスからなることが好ましい。機械的強度が大きく、韌性に優れる点から、安定化された酸化ジルコニウムが用いられることが更に好ましい。

【0098】

なお、ここにいう「安定化された酸化ジルコニウム」とは、安定化剤の添加により結晶の相転移が抑制された酸化ジルコニウムをいう。これには、部分安定化酸化ジルコニウムも包含される。安定化された酸化ジルコニウムとしては、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化イットリウム、酸化スカンジウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム又は希土類金属の酸化物等の安定化剤を、1～30モル％含有するものが用いられ得る。機械的強度が特に高くなる点で、酸化イットリウムを安定化剤として含有したものが好ましい。この酸化イットリウムの含有量は、1.5～6モル％が好ましく、2～4モル％が更に好ましい。また、更に酸化アルミニウムを0.1～5モル％含有したのも好適に用いられ得る。

【0099】

安定化された酸化ジルコニウムの結晶相は、立方晶＋単斜晶の混合相、正方晶＋単斜晶の混合相、立方晶＋正方晶＋単斜晶の混合相などであってもよい。強度、韌性、及び耐久性の観点から、主たる結晶相が、正方晶、又は正方晶＋立方晶の混合相であるものが好ましい。

【0100】

（iii）エミッタ層123の材質や形成方法も、様々なものが用いられ得る。例えば、エミッタ層123を構成する強誘電体物質としては、機械的品質係数 Q_m が高い材料（高 Q_m 材料）が好適に用いられ得る。例えば、実施例に挙げられているような鉛系の圧電／電歪材料の他に、非鉛系の圧電／電歪材料が用いられ得る。非鉛系の具体例としては、ニ

10

20

30

40

50

オブ酸リチウム (LiNbO_3)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、これらの固溶体 ($\text{LiNb}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_3$)、これらのLiをKやNaで置換したもの (一般式 ABO_3 [ここで、AはK, Na, Liのうちの少なくとも1種、BはNb及び／又はTaである。])、四ホウ酸リチウム ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)等を挙げることができる。

【0101】

エミッタ層123は、例えば、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、電気泳動法、エアロゾルデポジション法、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相成長法 (CVD)、グリーンシート法、アルコキシド法、共沈法、等の一般的な誘電体膜形成プロセスによって形成され得る。必要に応じて、熱処理が適宜行われ得る。

10

【0102】

(iv) 本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に表現されている要素は、上述の実施形態・実施例や変形例にて開示されている具体的構造の他、当該作用・機能を実現可能な、いかなる構造をも含む。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本実施形態に係る電子放出素子が適用されたディスプレイの概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に示されている電子放出素子の要部を拡大した断面図である。

【図3】図1に示されている電子放出素子の等価回路構成を示す図である。

20

【図4】図1に示されている電子放出素子の他の等価回路構成を示す図である。

【図5】図1に示されている電子放出素子に印加される駆動電圧 V_a の波形を示す図である。

【図6】図1に示されている電子放出素子の動作説明のための模式図である。

【図7】図1に示されている電子放出素子の動作説明のための模式図である。

【図8】誘電体材料のQ-Vヒステリシスを示す図である。

【符号の説明】

【0104】

100…ディスプレイ、

110…電子放出源装置、

120…電子放出素子、

121…基板、

30

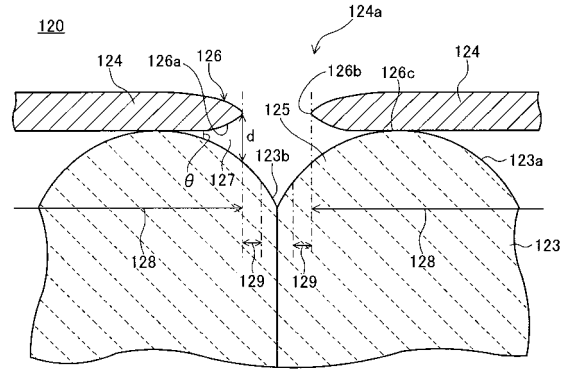
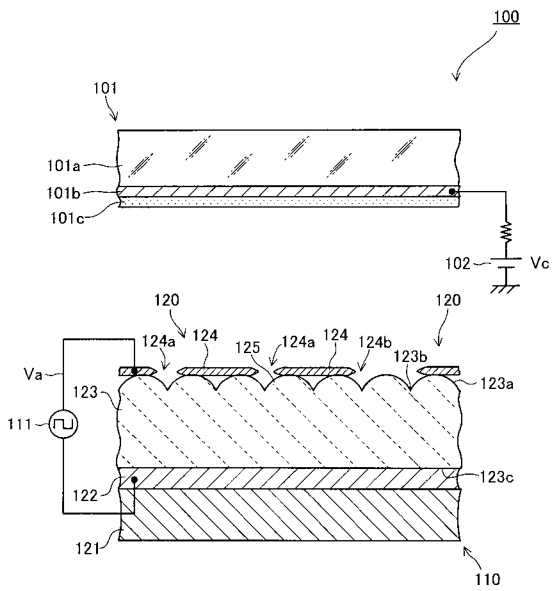
122…下部電極、

123…エミッタ層、

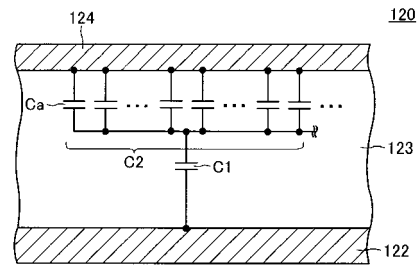
124…上部電極、

125…エミッタ部

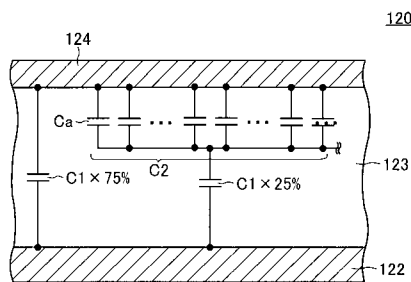
【図 2】



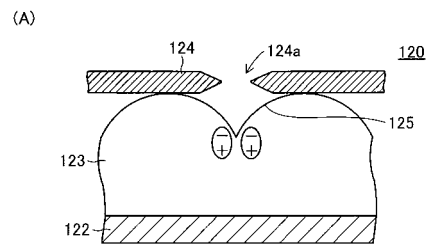
【图 3】



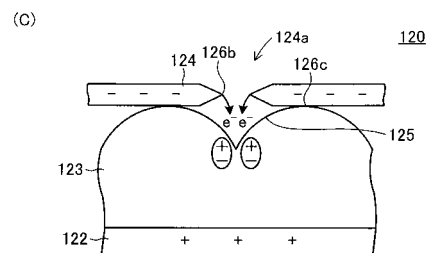
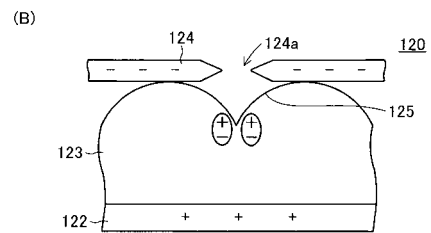
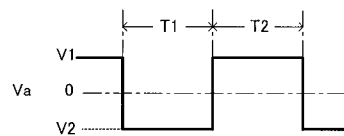
【図 4】



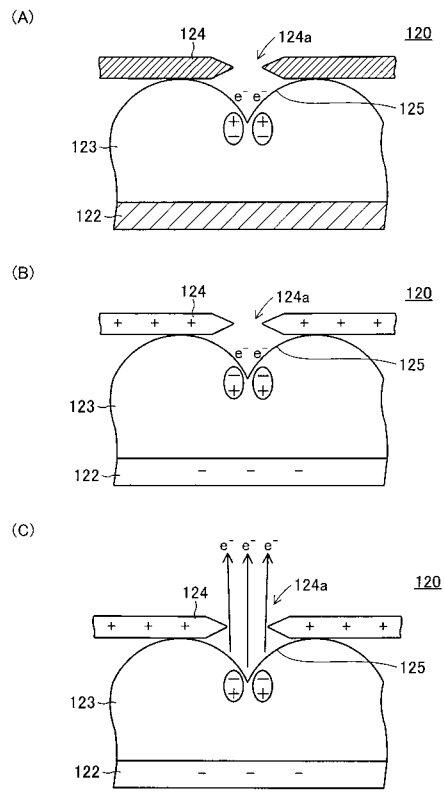
【图 6】



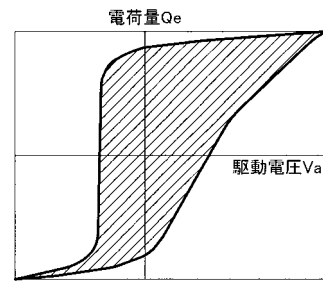
【図 5】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 小澤 修一
名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

審査官 山口 剛

(56)参考文献 特開2006-024370 (JP, A)
特開2006-028004 (JP, A)
特開平07-074324 (JP, A)
特開2004-228062 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01J 1/30- 1/316