(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3619024号
(P3619024)
(45)発行日　平成17年2月9日(2005.2.9)　(24)登録日　平成16年11月19日(2004.11.19)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
H01J 9/02	H01J 9/02	E
H01J 31/12	H01J 31/12	C

請求項の数 15　(全 48 頁)

(21)出願番号	特願平10-261508
(22)出願日	平成10年9月16日(1998.9.16)
(65)公開番号	特開平11-195374
(43)公開日	平成11年7月21日(1999.7.21)
審査請求日	平成15年7月31日(2003.7.31)
(31)優先権主張番号	特願平9-250594
(32)優先日	平成9年9月16日(1997.9.16)
(33)優先権主張国	日本国(JP)
(31)優先権主張番号	特願平9-250595
(32)優先日	平成9年9月16日(1997.9.16)
(33)優先権主張国	日本国(JP)
(31)優先権主張番号	特願平9-297105
(32)優先日	平成9年10月29日(1997.10.29)
(33)優先権主張国	日本国(JP)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100065385
弁理士　山下　穣平
(72)発明者　三留　正則
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　織田　仁
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　岸　文夫
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】電子源の製造方法及び画像形成装置の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

電子放出素子を有する電子源の製造方法であって、

電子を放出する部分となる領域を含む導電物質に、堆積物を堆積させる堆積工程を有しており、該堆積工程は、前記堆積物の原料を少なくとも含む気体雰囲気で、かつ該雰囲気の圧力が１００Ｐａ以上の状態で行うとともに、

前記堆積工程は、前記雰囲気中で、前記電子を放出する部分となる領域に電圧を印加することによって、前記堆積物を堆積させるものであり、

前記気体は、前記堆積物の材料となる物質を不活性ガスで希釈した気体であることを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項２】

前記気体は、炭素もしくは炭素を含む化合物と窒素もしくはヘリウムもしくはアルゴンとを含む気体である請求項１に記載の電子源の製造方法。

【請求項３】

前記電子を放出する部分となる領域は、第１の間隙を挟んで対向する導電性物質の該第１の間隙の近傍部分であり、前記堆積工程によって、該対向する導電性物質に前記堆積物を堆積させ、前記第１の間隙部分よりも狭い第２の間隙を形成する請求項１又は２のいずれかに記載の電子源の製造方法。

【請求項４】

前記第１の間隙部分を形成する第１間隙形成工程を有する請求項３に記載の電子源の製造

方法。
【請求項５】
前記第１間隙形成工程は、導電性膜の前記第１の間隙を形成する部分に通電することによって前記第１の間隙を形成する工程である請求項４に記載の電子源の製造方法。
【請求項６】
前記第１間隙形成工程と、前記堆積工程とを同程度の圧力下で行う請求項４又は５に記載の電子源の製造方法。
【請求項７】
前記第１間隙形成工程と、前記堆積工程とを０．５気圧から１．５気圧の範囲の圧力下で行う請求項４又は５に記載の電子源の製造方法。
【請求項８】
前記堆積工程は、内部を前記雰囲気にできる容器内で行う請求項１乃至７のいずれかに記載の電子源の製造方法。
【請求項９】
前記堆積工程で用いる容器は、前記気体を拡散する拡散手段を有する請求項８に記載の電子源の製造方法。
【請求項１０】
前記堆積工程は、前記気体を前記容器に導入して行う請求項８又は９に記載の電子源の製造方法。
【請求項１１】
前記堆積工程は、前記気体を前記容器に流しながら行う請求項１０に記載の電子源の製造方法。
【請求項１２】
前記堆積工程において、前記容器から流出した気体を前記容器に再流入する請求項８乃至１１のいずれかに記載の電子源の製造方法。
【請求項１３】
前記再流入の前に、前記容器から流出した気体から不要物を減らす請求項１２に記載の電子源の製造方法。
【請求項１４】
前記再流入の前に、前記容器から流出した気体から水分を減らす請求項１２に記載の電子源の製造方法。
【請求項１５】
電子源と、該電子源から放出される電子により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置の製造方法であって、請求項１乃至１４のいずれかに記載の製造方法によって製造した電子源と、前記画像形成部材とを一体とする工程を有することを特徴とする画像形成装置の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、電子放出素子を有する電子源の製造方法、画像形成装置の製造方法、及びこれらの製造装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、電子放出素子としては大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた２種類のものが知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出方（以下、「ＦＥ型」という。）や、金属／絶縁層／金属型（以下、「ＭＩＭ型」という。）や、表面伝導型電子放出素子等がある。
【０００３】
ＦＥ型の例としては、Ｗ．Ｐ．Ｄｙｋｅ&Ｗ．Ｗ．Ｄｏｌａｎ，“Ｆｉｅｌｄｅｍｉｓｓｉｏｎ”，Ａｄｖａｎｃｅ ｉｎ Ｅｌｅｃｔｏｒｏｎ Ｐｈｙｓｉｃｓ，８，８９（１

９５６）、あるいはC．A．Spindt，“PHYSICAL Properties of thin−film field emission cathodes with molybdenium cones”，J．Appl．Phys．，４７，５２４８（１９７６）等に開示されたものが知られている。

【０００４】

ＭＩＭ型の例としては、C．A．Mead，“Operation of Tunnel−Emission Devices”，J．Apply．Phys．，３２，６４６（１９６１）等に開示されたものが知られている。

【０００５】

表面伝導型電子放出素子型の例としては、M．I．Elinson，Recio Eng．Electron Phys．，１０，１２９０（１９６５）等に開示されたものがある。

【０００６】

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。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等によるSnO_2 薄膜を用いたもの、Ａｕ薄膜によるもの［G．Dittmer：“Thin Solid Films”，９，３１７（１９７２）］、In_2O_3 ／SnO_2 薄膜によるもの［M．Hartwell and C．G．Fonstad：“IEEE Trans．ED Conf．”５１９（１９７５）］、カーボン薄膜によるもの［荒木久 他：真空、第２６巻、第１号、２２頁（１９８３）］等が報告されている。

【０００７】

これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な例として、前述のＭ．ハートウェルの素子構成を図１６に模式的に示す。同図において１は基板、２、３は素子電極である。４は導電性薄膜で、Ｈ型形状のパターンに、スパッタで形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部５が形成される。尚、図中の素子電極間隔Ｌ１は、０．５～１ｍｍ、Ｗ′は、０．１ｍｍで設定されている。

【０００８】

従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜４に、予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部５を形成するのが一般的であった。即ち、通電フォーミングとは前記導電性薄膜４両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧例えば１Ｖ／分程度を印加通電し、導電性薄膜を局所的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態にした電子放出部５を形成することである。

【０００９】

尚、電子放出部５は、導電性薄膜４の一部に亀裂等が発生しその亀裂等の付近から電子放出が行われる。前記通電フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、上述の導電性薄膜４に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより、上述の電子放出部５より電子を放出せしめるものである。

【００１０】

上述の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、大面積にわたり多数素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を生かせるようないろいろな応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、表示装置等があげられる。多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、後述する様に、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線（共通配線とも呼ぶ）で、それぞれ結線した行を多数行配列した電子源があげられる（例えば、特開昭６４−０３１３３２号公報、特開平１−２８３７４９号公報、特開平２−２５７５５２号公報等）。

【００１１】

また、特に表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置が、ＣＲＴに替わって、普及してきたが、自発光型でないため、バックライトを持たなけれ

ばならない等の問題点があり、自発光型の表示装置の開発が、望まれてきた。自発光型表示装置としては、表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と電子源より放出された電子によって、可視光を発光せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置が、挙げられる（例えば、ＵＳＰ．５０６６８８３）。

【００１２】

また、本出願人は、電子放出素子として、典型例として図２に模式的に示す構成を有する表面伝導型電子放出素子およびそれを用いた画像形成装置を提案している。この電子放出素子及び画像形成装置の構成及び製造方法の詳細については、例えば特開平７－２３５２５５号公報、特開平７－２３５２７５号公報、特開平８－１７１８４９号公報などに記載されている。以下ではその要点を簡単に説明する。

【００１３】

上記の表面伝導型電子放出素子は、基体１上に対向する一対の素子電極２，３と、該素子電極２，３に接続されその一部に電子放出部５を有する導電性膜４とを有してなる素子である。該電子放出部５は、上記導電性膜４の一部が、破壊・変形ないし変質され、高抵抗となった部分であり、該電子放出部には、導電性膜に亀裂が形成されており、該亀裂付近から電子が放出される。また、電子放出部及びその周辺には、少なくとも炭素を含む堆積膜が形成されている。

【００１４】

上記導電性膜は、後述する通電による処理（フォーミング工程）で電子放出部を好ましい状態に形成するためには、導電性微粒子により構成されたものであることが好ましい。

【００１５】

製造プロセスについて、図４を用いて簡単に説明する。

【００１６】

先ず、基体１上に、印刷、真空蒸着とフォトリソグラフィー技術など、適当な方法により、素子電極２，３を形成する（図４（Ａ））。

【００１７】

次いで、導電性膜４を形成する。導電性膜の材料を、真空蒸着、スパッタリング等の方法で成膜し、パターニングしても良いし、導電性膜の原料を含んだ液体を塗布するなどの方法でも良い。

【００１８】

例えば、金属の有機化合物の溶液を塗布し、これを熱分解して金属、あるいは金属酸化物とする方法が適用できる。このとき適当な条件で処理すれば、微粒子膜とすることができる。

【００１９】

このとき、導電性膜を形成した後所望の形状にパターニングしても良いが、特開平９－６９３３４号公報に記載されているように、インクジェット装置などにより、所望の形状に上記原料液体を付与して、熱分解すれば、パターニングの工程なしに所望の形状の導電性膜が得られる。

【００２０】

次いで、電子放出部５を形成する。これには、上記素子電極２，３間に電圧を印加し、導電性膜４に電流を流して、導電性膜の一部を変形・変質させる方法（通電フォーミング処理）を適用することができる。このとき印加する電圧は、パルス電圧であることが好ましい。パルス電圧の波形は、図５（Ａ）に示すように、波高値を一定とする方法、図５（Ｂ）に示すように、波高値を時間とともに漸増させる方法のいずれも適用できる。また、両方を適当に組み合わせても良い。また、フォーミングのための上記パルスの休止期間中（パルスとパルスの間）に、十分に低い波高値のパルスを挿入して抵抗値を測定し、電子放出部の形成により抵抗値が十分上昇したところで、例えば抵抗値が１ＭΩを越えたところで、パルスの印加を終了するようにするのが望ましい。

【００２１】

上記の処理は、通常電子放出素子を真空チャンバー内に設置し、チャンバー内を排気して

行う。このとき真空チャンバー内は、排気装置により排気した状態、これに酸化性のガスを導入した状態、還元性のガスを導入した状態などいずれの状態とすることも可能であり、導電性膜の材質などの条件に応じて適当な状態を採用する。

【００２２】

次いで、活性化工程を行う。この処理は、上記の工程（フォーミング工程）で形成された電子放出部付近に、少なくとも炭素を含む堆積物を堆積させ被膜を形成する工程で、これにより放出される電子の量が大幅に増大する。この処理は、通常素子を真空チャンバー内に設置し、チャンバー内を排気して行い、電子放出素子の一対の素子電極の間にパルス電圧を印加することにより、真空中に低い分圧で存在する有機物質を分解・重合して少なくとも炭素を含む堆積物として堆積させることにより行う。上記の有機物質は、真空チャンバー内を排気した後、適当な物質を導入しても良いし、排気装置として油拡散ポンプなど適当な装置を用い、この装置から真空チャンバーへ拡散する有機物質を用いても良い。

【００２３】

次いで、好ましくは安定化工程を施す。これは、電子放出素子自体やその周辺、あるいは電子放出素子を動作させる真空容器の壁面に吸着した有機物質の分子を、十分に除去することにより、これ以降電子放出素子を駆動しても更なる少なくとも炭素を含む堆積物が堆積せず、従って電子放出素子の特性が安定するように行う工程である。

【００２４】

具体的な方法は、例えば、電子放出素子を真空チャンバー内に設置し（上記活性化工程に引き続き行っても良い）、イオンポンプなどのオイルフリーの排気装置を用いて排気を行いながら、電子放出素子及び真空チャンバー自体を加熱する。これは、電子放出素子や真空チャンバー内壁に吸着した有機物質分子などを温度を上げることにより脱離させ、十分に除去するためである。これと同時に、あるいは加熱を終了した後に、排気を続けながら電子放出素子に駆動電圧を与えて電子を放出させることにより、さらに効果が上がる場合もある。また、活性化工程で導入する有機物質の種類などの条件によっては、真空チャンバー内を高真空にして電子放出素子を駆動することで、同様の効果が得られる場合もある。それぞれの場合の条件に応じて、適当な方法で該安定化処理を行う。

【００２５】

以上のようにして得られた表面伝導型電子放出素子の動作特性の典型例を図１３に模式的に示す。図７は、素子に印加する電圧Ｖｆ　に対する電子を流れる電流（素子電流）Ｉｆ　と、電子放出に伴う電流（放出電流）Ｉｅ　の関係を示す。なお、Ｉｅ　の値はＩｆ　に比べ、極めて小さいため、それぞれ任意目盛で示してある。ただし、いずれの目盛もリニアスケールである。図からわかるように、放出電流Ｉｅ　はＶｆ　に対し明瞭な閾値（Ｖｔｈ）を有する非線形特性を示す。Ｖｆ　がＶｔｈ以下では、実質的にＩｅ　はゼロであり、Ｖｆ　がＶｔｈを越えるとＩｅ　は急激に上昇する。図７では、Ｉｆ　もＩｅ　と同様に、Ｖｆ　に対する閾値を持ち、閾値以上のＶｆ　に対しＩｆ　が単調増加する場合（ＭＩ特性）を示したが、製造工程や、測定条件によっては、Ｉｆ　が電圧制御型負性抵抗を示す場合（ＶＣＮＲ特性）もある。ＶＣＮＲ特性を示す場合は、そのＩｆ　－Ｖｆ　特性は安定ではなく、この場合にもＩｅ　はＭＩ特性を示すが、やはり安定ではない。この場合、例えば特開平７－２３５２７５号公報に開示されているように、安定化工程を施すことにより、安定なＭＩ特性を示す様にすることができる。

【００２６】

上記のように、Ｖｆ　とＩｅ　の間に、明瞭な閾値を有する非線形な対応があるため、基体上にこの電子放出素子を複数配置し、マトリクス状に配線して、所望の電子放出素子のみから電子放出を行わせることができ、単純マトリクス駆動が可能となる。

【００２７】

上記の電子放出素子により構成された電子源を用いた画像形成装置は、該電子源と、画像形成部材をガラスなどにより構成される真空容器に内包したものである。この電子源の作成も上記の工程と基本的には同様の方法で行う。ただし、真空チャンバーを用いる代わりに、導電性膜の形成を行った電子源を、画像形成部材とともに、上記ガラスなどにより構

成される真空容器に内包させ、これの内部を排気して、フォーミング、活性化、安定化の各工程を行うことができる。このようにすると、画像形成装置を製造するための特別の真空チャンバーを用いる必要がなく、簡易な装置により製造することができる。

【００２８】

一方、このような画像形成装置は、極めて多数の電子放出素子を集積して用いるものであるため、形成されたすべての電子放出素子が正常に動作する電子源を、歩留まり良く製造するのは、高度な技術である。上記のように、電子源を真空容器内に内包させてから各種工程を行う場合、途中で不良が発生しても、これを修復することはほぼ不可能である。従って、非常に多くの電子放出素子を用いる、大型あるいは高精細度の画像形成装置の製造においては、大型の真空チャンバーを用いて各種工程を行った後に、電子源と画像形成部材を真空容器に内包させる方が有利な場合もある。

【００２９】

条件に応じ、上記のいずれかの方法、あるいは途中まで真空チャンバーを用いて工程を行い、その後電子源、画像形成部材を真空容器に内包させて以降の工程を行う、両者の中間の方法を採用することができる。

【００３０】

なお、図１３に模式的に示すようなはしご型に配線した電子源を用い、図１４に模式的に示すような画像形成装置を形成することも可能である。この場合は、画像形成部材に到達する電子線の量を変調するためのグリッド電極も有する。

【００３１】

また、特開平９－３３０６５４号公報には、有機物質とキャリアガスを混合したガスを用いて表面伝導型放出素子の活性化を行う構成が開示されている。

【００３２】

【発明が解決しようとする課題】

本願に関わる発明が解決しようとする課題は、電子源、即ち電子放出素子の製造における低コスト化、もしくは製造時間の短縮化、もしくは製造される電子放出素子の特性の向上など、電子放出素子の製造に関わる物である。

【００３３】

【課題を解決するための手段】

本願に関わる電子源の製造方法の一つは以下である。

【００３４】

電子放出素子を有する電子源の製造方法であって、

電子を放出する部分となる領域を含む導電物質に、堆積物を堆積させる堆積工程を有しており、該堆積工程は、前記堆積物の原料を少なくとも含む気体雰囲気で、かつ該雰囲気の圧力が１００Ｐａ以上の状態で行うとともに、

前記堆積工程は、前記雰囲気中で、前記電子を放出する部分となる領域に電圧を印加することによって、前記堆積物を堆積させるものであり、

前記気体は、前記堆積物の材料となる物質を不活性ガスで希釈した気体であることを特徴とする電子源の製造方法。

【００３７】

以上の各発明において、被堆積領域である電子を放出する部分となる領域は、堆積工程の前に、既に電子を放出する部分となっていてもよい。

【００４０】

また、前記気体は、炭素もしくは炭素を含む化合物と窒素もしくはヘリウムもしくはアルゴンとを含む気体であってもよい。

【００４２】

また、前記電子を放出する部分となる領域は、第１の間隙を挟んで対向する導電性物質の該第１の間隙の近傍部分であり、前記堆積工程によって、該対向する導電性物質に前記堆積物を堆積させ、前記第１の間隙部分よりも狭い第２の間隙を形成するようにしてもよい。

【００４３】
また、更に、上述の発明において、前記第１の間隙部分を形成する第１間隙形成工程を有するものであってもよい。ここで、前記第１間隙形成工程は、導電性膜の前記第１の間隙を形成する部分に通電することによって前記第１の間隙を形成する工程であってもよい。
【００４４】
また、前記第１間隙形成工程と、前記堆積工程とを同程度の圧力下で行うものであってもよい。
【００４５】
また、前記第１間隙形成工程と、前記堆積工程とを大気圧程度の圧力下で行うものであってもよい。
【００４６】
以上の各発明で述べてきた、第１間隔形成工程は、不活性ガス中で行われる物であったり、酸化性ガスもしくは酸化性ガスを含む混合ガス中で行われる物であったり、還元性ガスもしくは還元性ガスを含む混合ガス中で行われる物であったりする。
【００４７】
以上述べてきた各発明において、前記堆積工程は、内部を前記雰囲気にできる容器内で行う物であってもよい。
【００４８】
この容器としては、この電子放出素子を内部に含む製造物、例えば後述する画像形成装置の外囲器を用いてもよく、また、チャンバーなど、電子源や電子源を用いた画像形成装置などの製造物とは異なる製造装置を用いてもよい。その場合、前記堆積工程終了後の工程においては、前記堆積工程で用いた容器とは異なる容器を用いるようにしてもよい。
【００４９】
また、前記堆積工程で用いる容器は、前記気体を拡散する拡散手段を有するものであってもよい。拡散手段としては、例えばメッシュなどを用いることができる。
【００５０】
また、前記堆積工程は、前記気体を前記容器に導入して行うものであってもよく、前記気体を前記容器に流しながら行うものであってもよい。気体を容器内に導入したり、流したりする方法としては、プロペラやポンプ等の積極的な導入手段を用いる方法を取ることもできる。
【００５１】
また、前記堆積工程は、前記気体の流入口と流出口を有する容器内で行うものであってもよい。また前記堆積工程において、前記容器から流出した気体を前記容器に再流入するようにしてもよい。この再流入の手段としては、前記プロペラやポンプなどの積極的な導入手段（循環手段）を用いることができる。また、前記再流入の前に、前記容器から流出した気体から不要物を減らすようにしてもよい。
【００５２】
また、前記堆積工程の後、前記気体を雰囲気から減少させる工程を有するものであってもよい。
【００５３】
また、前記電子放出素子は、冷陰極素子であるとよい。特には、表面伝導型放出素子に好適に適用できる。
【００５４】
また、本願に関わる発明は、前記電子放出素子を複数形成する場合に特に有効である。
【００５５】
また、本願は、画像形成装置の製造方法の発明として、以下の発明を含む。
【００５６】
電子源と、該電子源から放出される電子により画像を形成する画像形成部材とを有する画像形成装置の製造方法であって、上述の製造方法によって製造した電子源と、前記画像形成部材とを一体とする工程を有することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【００６５】
【発明の実施の形態】
以下に本願に関わる発明を実施例を挙げて説明していく。
【００６６】
（実施例１）
最初に本願に関わる発明の実施例について、概略を説明する。
【００６７】
［製造装置の概略構成］
以下、図面を参照しながら本発明実施例を説明する。図１は、本発明の表面伝導型電子放出素子作製装置の１例を示す模式図である。
【００６８】
図１において、１は基板、２および３は素子電極、４は導電性薄膜、５は電子放出部、５４は素子の電子放出部より放出される放出電流を捕捉するためのアノード電極、５５は真空容器、１３２は配管、１３５は排気装置、１３６は圧力計、１３７は四重極質量分析器、１３９は導入量制御手段、１４０は導入物質源、２０１は循環器、２０２は吸湿装置、２０３はバルブである。
【００６９】
活性化に用いるガスは、導入物質源１４０から導入量制御手段１３９を通して、真空容器５５へ導入される。
【００７０】
また、不図示であるが、真空容器５５内の素子電極２、３及びアノード電極には、後述する図６に示されるように電源が接続されている。
【００７１】
活性化工程の際は、循環器と吸湿装置につながるバルブ２０３Ｂ，Ｃだけが開けられ、他のバルブ２０３Ａ，Ｄは閉じられる。これによって、真空容器内の圧力分布を一定に保ったまま、活性化工程を施すことができ、且つ、真空容器内から発生する水分を効率よく取り除くこともできる。
【００７２】
本発明を適用し得る表面伝導型電子放出素子の基本的構成には大別して、平面型及び垂直型の２つがある。
【００７３】
［平面型電子放出素子］
まず、平面型表面伝導型電子放出素子について説明する。
【００７４】
図２は、本発明を適用可能な平面型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式図であり、図２（ａ）は平面図、図２（ｂ）は断面図である。
【００７５】
図２において、１は基板、２と３は素子電極、４は導電性薄膜、５は電子放出部である。
【００７６】
［基板］
基板１としては、石英ガラス、Ｎａ等の不純物含有量を減少したガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により形成したSiO_2を積層したガラス基板及びアルミナ等のセラミックス及びＳｉ基板等を用いることができる。
【００７７】
［素子電極］
対向する素子電極２，３の材料としては、一般的な導体材料を用いることができる。これは例えば、Ｎｉ，Ｃｒ，Ａｕ，Ｍｏ，Ｗ，Ｐｔ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｃｕ，Ｐｄ等の金属或は合金及びＰｄ，Ａｇ，Ａｕ，RuO_2，Ｐｄ－Ａｇ等の金属或は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In_2O_3－SnO_2等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体導体材料等から適宜選択することができる。

【００７８】
素子電極間隔Ｌ、素子電極長さＷ、導電性薄膜４の形状等は、応用される形態等を考慮して設計される。素子電極間隔Ｌは、好ましくは、数百ｎｍから数百μｍの範囲とすることができ、より好ましくは、数μｍから数十μｍの範囲とすることができる。
【００７９】
素子電極長さＷは、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数μｍから数百μｍの範囲とすることができる。素子電極２，３の膜厚ｄは、数十ｎｍから数μｍの範囲とすることができる。
【００８０】
尚、図２に示した構成だけでなく、基板１上に、導電性薄膜４、対向する素子電極２，３の順に積層した構成とすることもできる。
【００８１】
［導電性薄膜］
導電性薄膜４には、良好な電子放出特性を得るために、微粒子で構成された微粒子膜を用いるのが好ましい。
【００８２】
その膜厚は、素子電極２，３へのステップカバレージ、素子電極２，３間の抵抗値及び後述するフォーミング条件等を考慮して適宜設定されるが、通常は、０．１ｎｍの数倍から数百ｎｍの範囲とするのが好ましく、より好ましくは１ｎｍより５０ｎｍの範囲とするのが良い。
【００８３】
また、その抵抗値は、Ｒｓが10^2から10^7Ω／□の値である。なおＲｓは、厚さがｔ、幅がｗで長さがｌの薄膜の抵抗Ｒを、Ｒ＝Ｒｓ（ｌ／ｗ）とおいたときに現れる量である。
【００８４】
本願明細書において、フォーミング処理については、通電処理を例に挙げて説明するが、フォーミング処理はこれに限られるものではなく、膜に亀裂を生じさせて高抵抗状態を形成する処理を包含するものである。
【００８５】
導電性薄膜４を構成する材料は、Ｐｄ，Ｐｔ，Ｒｕ，Ａｇ，Ａｕ，Ｔｉ，Ｉｎ，Ｃｕ，Ｃｒ，Ｆｅ，Ｚｎ，Ｓｎ，Ｔａ，Ｗ，Ｐｄ等の金属、ＰｄＯ、SnO_2，In_2O_3，ＰｂＯ，Sb_2O_3等の酸化物、HfB_2，ZrB_2，LaB_6，CeB_6，YB_4，GdB_4等の硼化物、ＴｉＣ，ＺｒＣ，ＨｆＣ，Ｔａ，Ｃ，ＳｉＣ，ＷＣ等の炭化物、ＴｉＮ，ＺｒＮ，ＨｆＮ等の窒化物、Ｓｉ，Ｇｅ等の半導体、カーボン等の中から適宜選択される。
【００８６】
［微粒子］
ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は、微粒子が個々に分散配置した状態あるいは微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む）をとっている。微粒子の粒径は、０．１ｎｍの数倍から数百ｎｍの範囲、好ましくは、１ｎｍから２０ｎｍの範囲である。
【００８７】
なお、本明細書では頻繁に「微粒子」という言葉を用いるので、その意味について説明する。
【００８８】
小さな粒子を「微粒子」と呼び、これよりも小さなものを「超微粒子」と呼ぶ。「超微粒子」よりもさらに小さく原子の数が数百個程度以下のものを「クラスター」と呼ぶことは広く行われている。
【００８９】

しかしながら、それぞれの境は厳密なものではなく、どの様な性質に注目して分類するかにより変化する。また「微粒子」と「超微粒子」を一括して「微粒子」と呼ぶ場合もあり、本明細書中での記述はこれに沿ったものである。

【００９０】

「実験物理学講座１４　表面・微粒子」（木下是雄　編、共立出版　１９８６年９月１日発行）では次のように記述されている。

【００９１】

「本稿で微粒子と言うときにはその直径がだいたい２～３μｍ程度から１０ｎｍ程度までとし、特に超微粒子というときは粒径が１０ｎｍ程度から２～３ｎｍ程度までを意味することにする。両者を一括して単に微粒子と書くこともあってけっして厳密なものではなく、だいたいの目安である。粒子を構成する原子の数が２個から数十～数百個程度の場合はクラスターと呼ぶ。」（１９５ページ　２２～２６行目）付言すると、新技術開発事業団の“林・超微粒子プロジェクト”での「超微粒子」の定義は、粒径の下限はさらに小さく、次のようなものであった。

【００９２】

「創造科学技術推進制度の“超微粒子プロジェクト”（１９８１～１９８６）では、粒子の大きさ（径）がおよそ１～１００ｎｍの範囲のものを“超微粒子”（ｕｌｔｒａ　ｆｉｎｅ　ｐａｒｔｉｃｌｅ）と呼ぶことにした。すると１個の超微粒子はおよそ１００～１０^{8}　個くらいの原子の集合体という事になる。原子の尺度でみれば超微粒子は大～巨大粒子である。」（「超微粒子－創造科学技術－」林主税、上田良二、田崎明　編；三田出版　１９８８年　２ページ１～４行目）「超微粒子よりさらに小さいもの、すなわち原子が数個～数百個で構成される１個の粒子は、ふつうクラスターと呼ばれる」（同書２ページ１２～１３行目）。

【００９３】

上記のような一般的な呼び方をふまえて、本明細書において「微粒子」とは多数の原子・分子の集合体で、粒径の下限は０．１ｎｍの数倍から１ｎｍ程度、上限は数μｍ程度のものを指すこととする。

【００９４】

［電子放出部］

電子放出部５は、導電性薄膜４の一部に形成された高抵抗の亀裂等により構成され、導電性薄膜４の膜厚、膜質、材料及び後述する通電フォーミング等の手法等に依存したものとなる。電子放出部５の内部には、０．１ｎｍの数倍から数十ｎｍの範囲の粒径の導電性微粒子が存在する場合もある。この導電性微粒子は、導電性薄膜４を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。活性化工程を経て、電子放出部５には、炭素ないし炭素化合物あるいは両者の混合物よりなる堆積物を有する。また、この堆積物は、電子放出部５の近傍の導電性薄膜４の上にも存在する場合もある。

【００９５】

［垂直型表面伝導型電子放出素子］

次に、垂直型表面伝導型電子放出素子について説明する。

【００９６】

図３は、本発明の表面伝導型電子放出素子を適用できる垂直型表面伝導型電子放出素子の一例を示す模式図である。

【００９７】

図３においては、図２に示した部位と同じ部位には図２に付した符号と同一の符号を付している。２１は、段差形成部である。基板１、素子電極２及び３、導電性薄膜４、電子放出部５は、前述した平面型表面伝導型電子放出素子の場合と同様の材料で構成することができる。段差形成部２１は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO_2等の絶縁性材料で構成することができる。段差形成部２１の膜厚は、先に述べた平面型表面伝導型電子放出素子の素子電極間隔Ｌに対応し、数百ｎｍから数十μｍの範囲とすることができる。この膜厚は、段差形成部の製法、及び、素子電極間に印加する電圧を考慮し

て設定されるが、数十ｎｍから数μｍの範囲が好ましい。
【００９８】
導電性薄膜４は、素子電極２及び３と段差形成部２１作成後に、該素子電極２，３の上に積層される。電子放出部５は、図３においては、段差形成部２１に形成されているが、作成条件、フォーミング条件等に依存し、形状、位置ともこれに限られるものではない。
【００９９】
［表面伝導型電子放出素子の製造方法］
上述の表面伝導型電子放出素子の製造方法としては様々な方法があるが、その一例を図４に模式的に示す。
【０１００】
以下、図２及び図４を参照しながら製造方法の一例について説明する。図４においても、図２に示した部位と同じ部位には図２に付した符号と同一の符号を付している。
【０１０１】
１）基板１を洗剤、純水および有機溶剤等を用いて十分に洗浄し、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、例えばフォトリソグラフィー技術を用いて基板１上に素子電極２，３を形成する（図４（ａ））。
【０１０２】
２）素子電極２，３を設けた基板１に、有機金属溶液を塗布して、有機金属薄膜を形成する。有機金属溶液には、前述の導電性膜４の材料の金属を主元素とする有機金属化合物の溶液を用いることができる。有機金属薄膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターニングし、導電性薄膜４を形成する（図４（ｂ））。ここでは、有機金属溶液の塗布法を挙げて説明したが、導電性薄膜４の形成法はこれに限られるものでなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピンナー法等を用いることもできる。また上記の有機金属化合物の溶液をインクジェット装置により所望の位置に液滴として付与する方法を用いることもできる。この場合はリフトオフやエッチングによるパターニング工程は不要となる。
【０１０３】
３）［フォーミング工程］　つづいて、フォーミング工程を施す。このフォーミング工程の方法の一例として通電処理による方法を説明する。素子電極２，３間に、不図示の電源を用いて、通電を行うと、導電性薄膜４の部位に、構造の変化した電子放出部５が形成される（図４（ｃ））。通電フォーミングによれば導電性薄膜４に局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造の変化した部位が形成される。該部位が電子放出部５を構成する。
【０１０４】
通電フォーミングの電圧波形の例を図５に示す。電圧波形は、パルス波形が、好ましい。これにはパルス波高値を定電圧としたパルスを連続的に印加する図５（ａ）に示した手法とパルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する図５（ｂ）に示した手法がある。
【０１０５】
図５（ａ）におけるＴ１及びＴ２は電圧波形のパルス幅とパルス間隔である。通常Ｔ１は１μｓｅｃ．～１０ｍｓｅｃ．、Ｔ２は１０μｓｅｃ．～数１００ｍｓｅｃ．の範囲で設定される。三角波の波高値（通電フォーミング時のピーク電圧）は、表面伝導型電子放出素子形態に応じて適宜選択される。このような条件のもと、例えば、数秒から数十分間電圧を印加する。パルス波形は三角波に限定されるものではなく、矩形波など所望の波形を採用することができる。
【０１０６】
図５（ｂ）におけるＴ１及びＴ２は、図５（ａ）に示したのと同様とすることができる。三角波の波高値（通電フォーミング時のピーク電圧）は、例えば０．１Ｖステップ程度づつ、増加させることができる。
【０１０７】
通電フォーミング処理の終了は、パルス間隔Ｔ２中に、導電性薄膜２を局所的に破壊、変

形しない程度の電圧を印加し、電流を測定して検知することができる。例えば０．１Ｖ程度の電圧印加により流れる素子電流を測定し、抵抗値を求めて、１ＭΩ以上の抵抗を示した時、通電フォーミングを終了させる。

【０１０８】

なお、フォーミング工程の方法としては、上記の方法以外でも、電子放出部が適切に形成される方法であれば採用することができる。

【０１０９】

４）［活性化工程］　フォーミングを終えた素子には活性化工程と呼ばれる処理を施す。活性化工程とは、この工程により、素子電流Ｉｆ、放出電流Ｉｅが、著しく変化する工程である。

【０１１０】

図１に、この活性化工程に用いる装置の一例を示した。

【０１１１】

本実施例における活性化工程は、窒素もしくはヘリウムなどの不活性ガスに有機物質のガスを含んだ混合ガスの雰囲気下で、通電フォーミングと同様に、パルス電圧の印加を繰り返すことで行うことができる。

【０１１２】

［粘性流領域の導入圧力とは］

このときの混合ガスの導入圧力は、混合ガスを構成する気体分子の平均自由行程λが、電子放出素子が設置された空間内部の代表的寸法値（例えば、真空容器の内径もしくは、後述する画像形成装置における基板とフェースプレートとの距離）に比べて、十分小さくなる程度の圧力以上とする。これは、いわゆる粘性流領域であり、具体的には、構成ガスが窒素で代表的寸法が５ｍｍのとき、約１Ｐａ程度以上であるが、粘性流領域として扱えれば、この限りではない。一般には、１００Ｐａから大気圧程度の範囲で用いるのが好ましい。

【０１１３】

［大気圧程度の圧力とは］

なお、ここで「大気圧程度」の圧力とは、処理装置内の雰囲気を維持するために、処理装置に特別厳しい機密性や、機械的強度を要求しない範囲の圧力であり、０．５気圧程度から１．５気圧程度、好ましくは１気圧±２０％程度の圧力を意味する。

【０１１４】

［大気圧程度の圧力下で行う技術的な意味］

以下、活性化工程を大気圧程度の圧力下で行う技術的な意味について説明する。活性化工程は、電子衝突あるいはジュール熱により、有機物質の重合、分解を生じさせ、堆積物を生成する一種のＣＶＤ法（化学的気相成長法）と考えられる。一般的なＣＶＤ法（化学気相成長法）には、常圧ＣＶＤ法、減圧ＣＶＤ法がある。常圧ＣＶＤ法はソースガスを容器内にいれて、常圧下で熱分解等を行い堆積膜を形成するものであり、減圧ＣＶＤ法は容器内を真空状態とした後、ソースガスを入れて、減圧下で熱分解等を行い堆積膜を形成するものである。

【０１１５】

以下、常圧ＣＶＤ法と減圧ＣＶＤ法の欠点及び利点について説明する。

【０１１６】

まず、常圧ＣＶＤ法の欠点は、

１）　ソースガス過剰に陥り、作られたものが高分子状（Ｃを含む場合）となる場合がある；

２）　希釈ガスの選択によっては、希釈ガスが堆積物に含まれる。例えば、N_2　を希釈ガスにしたとき、Ｎが堆積物に含まれる；

３）　堆積膜の分布が生じやすい。これはガスの消耗によって、ガスの導入口からガスの出口に渡って分布を生ずるからである；

ことが挙げられる。

【０１１７】
一方、常圧ＣＶＤ法の利点は、堆積レートが大きい点が挙げられる。
【０１１８】
また、減圧ＣＶＤ法の欠点は、
１）　堆積レートが小さい；
２）　希釈ガスの選択によっては、希釈ガスが堆積物に含まれる。例えば、N_2　を希釈ガスにしたとき、Ｎが堆積物に含まれる；
ことが挙げられる。
【０１１９】
一方、減圧ＣＶＤ法の利点は、ソースガス過剰はなく、作られたものが高分子状（Ｃを含む場合）を作るケースは少ない点が挙げられる。
【０１２０】
このように、常圧ＣＶＤ法と減圧ＣＶＤ法には一長一短がある。
【０１２１】
しかしながら、本発明者らは、上記の活性化工程を常圧において行った場合にも上述した一般的な常圧ＣＶＤ法の欠点が生じないことを見出した。
【０１２２】
活性化工程において、常圧において行っても上述した常圧ＣＶＤ法の欠点が生じない理由は次のように考えることができる。
１）　高分子を作りにくい。これは、活性化工程における亀裂近傍における温度が高いために、活性化物質は高分子にならず熱分解し、グラファイト等の生成が起こるからである。
２）　堆積膜の分布が小さい。これは、一般の常圧ＣＶＤ法では導入ガスをフィラメント等で分解した前駆体（ｐｒｅｃｕｒｓｅｒ　）が堆積されるが、活性化工程においては、電子放出部の亀裂に吸着した分子のみ分解し、グラファイト等を形成するので導入量の消耗が少なく、堆積膜の分布が小さいからである。
３）　希釈ガスを含みにくい。これは、上記１）の理由と同様で、グラファイト等が生成し、希釈ガスは含みにくいからである。
【０１２３】
なお、活性化工程において、常圧で行った場合、減圧で行った場合と比べ堆積レートは大きい。これは、吸着量が導入ガス圧等により決まるために、活性化工程において、グラファイト等を形成する速度が増加するためである。
【０１２４】
活性化工程を、上記のように大気圧程度の圧力のもとで行うことにより、真空装置を用いる場合に比べ、装置が簡易になったことはもちろん、真空装置内を排気するのに必要な時間を省略することができ、製造に必要な時間を短縮することができる。
【０１２５】
［循環器，吸湿装置］
さらに、この活性化工程において、容器外部に設けた循環器２０１を用いて封入した混合ガスを容器全体に満遍なく行き渡らせる。さらに、この循環器の吸気側もしくは排気側に吸湿装置２０２を設けておき、容器内部から発生する水分を効率よく除去する。
【０１２６】
この際に用いる循環器は、扇風機状のプロペラ、ルーツポンプやメンブランポンプなどの機械式ポンプなどを用いることができる。また、吸湿装置としては、シリカゲル、モレキュラーシーブなどの乾燥材、P_2O_5　などの潮解性の物質、氷点下に冷却されたトラップなどを用いることができる。
【０１２７】
また、混合される有機物質の混合分圧は、前述の応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため、適宜設定される。一般には、全導入圧力の$1／10^6$から$1／10^4$　程度の混合比で用いるのが好ましい。

【０１２８】
［原料ガス］
混合する適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることが出来、具体的には、メタン、エタン、プロパンなど$C_n H_{2n+2}$で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなど$C_n H_{2n}$等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等あるいはこれらの混合物が使用できる。

【０１２９】
この活性化処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素あるいは炭素化合物が素子上に堆積し、素子電流Ｉｆ，放出電流Ｉｅが、著しく変化するようになる。

【０１３０】
活性化工程の終了判定は、素子電流Ｉｆと放出電流Ｉｅを測定しながら、適宜行う。なおパルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【０１３１】
［構成元素として炭素を含む堆積物］
構成元素として少なくとも炭素を含む堆積物とは、例えばグラファイト（いわゆるＨＯＰＧ，ＰＧ，ＧＣを包含する。ＨＯＰＧはほぼ完全なグラファイトの結晶構造、ＰＧは結晶粒が２００Å程度で結晶構造がやや乱れたもの、ＧＣは結晶粒が２０Å程度になり結晶構造の乱れがさらに大きくなったものを指す。）、非晶質カーボン（アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す。）すなわち、炭素からなる堆積物、炭素化合物からなる堆積物、あるいは炭素と炭素化合物の混合物からなる堆積物である。

【０１３２】
また、その膜厚は、５０ｎｍ以下の範囲とするのが好ましく、３０ｎｍ以下の範囲とすることがより好ましい。

【０１３３】
５）［安定化工程］　このような工程を経て得られた電子放出素子は、安定化工程を行うことが好ましい。この工程は、真空容器内の有機物質を排気する工程である。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソープションポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることが出来る。

【０１３４】
真空容器内の有機成分の分圧は、上記の炭素及び炭素化合物がほぼ新たに堆積しない分圧で1.3×10^{-6}Ｐａ以下が好ましく、さらには、1.3×10^{-8}Ｐａ以下が特に好ましい。さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して、真空容器内壁や、電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときの加熱条件は、８０～２５０℃、好ましくは１５０℃以上で、できるだけ長時間処理するのが望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれる条件により行う。真空容器内の圧力は極力低くすることが必要で、1.3×10^{-5}Ｐａ以下が好ましく、さらに1.3×10^{-6}Ｐａ以下が特に好ましい。

【０１３５】
安定化工程を行った後の、駆動時の雰囲気は、上記安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば、真空度自体は多少低下しても十分安定な特性を維持することが出来る。

【０１３６】
このような真空雰囲気を採用することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑

制でき、また真空容器や基板などに吸着したH_2　Ｏ，O_2　なども除去でき、結果として素子電流Ｉｆ、放出電流Ｉｅが、安定する。

【０１３７】

［電子放出素子の基本特性］

上述した工程を経て得られた本発明を適用可能な電子放出素子の基本特性について図６、図７を参照しながら説明する。

【０１３８】

図６は、真空処理装置の一例を示す模式図であり、この真空処理装置は測定評価装置としての機能をも兼ね備えている。図６においても、図２に示した部位と同じ部位には図２に付した符号と同一の符号を付している。図６において、５５は真空容器であり、５６は排気ポンプである。真空容器５５内には電子放出素子が配されている。即ち、１は電子放出素子を構成する基体であり、２及び３は素子電極、４は導電性薄膜、５は電子放出部である。５１は、電子放出素子に素子電圧Ｖｆを印加するための電源、５０は素子電極２，３間の導電性薄膜４を流れる素子電流Ｉｆを測定するための電流計、５４は素子の電子放出部より放出される放出電流Ｉｅを捕捉するためのアノード電極である。５３はアノード電極５４に電圧を印加するための高圧電源、５２は素子の電子放出部５より放出される放出電流Ｉｅを測定するための電流計である。一例として、アノード電極の電圧を１ｋＶ～１０ｋＶの範囲とし、アノード電極と電子放出素子との距離Ｈを２ｍｍ～８ｍｍの範囲として測定を行うことができる。

【０１３９】

真空容器５５内には、不図示の真空計等の真空雰囲気下での測定に必要な機器が設けられていて、所望の真空雰囲気下での測定評価を行えるようになっている。排気ポンプ５６は、ターボポンプ、ロータリーポンプからなる通常の高真空装置系と、更に、イオンポンプ等からなる超高真空装置系とにより構成されている。ここに示した電子源基板を配した真空処理装置の全体は、不図示のヒーターにより加熱できる。従って、この真空処理装置を用いると、前述の通電フォーミング以降の工程も行うことができる。

【０１４０】

図７は、図６に示した真空処理装置を用いて測定された放出電流Ｉｅ、素子電流Ｉｆと素子電圧Ｖｆの関係を模式的に示した図である。図７においては、放出電流Ｉｅが素子電流Ｉｆに比べて著しく小さいので、任意単位で示している。なお、縦・横軸ともリニアスケールである。

【０１４１】

図７からも明らかなように、本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子は、放出電流Ｉｅに関して対する三つの特徴的性質を有する。

【０１４２】

即ち、

（ｉ）本素子は、ある電圧（しきい値電圧と呼ぶ、図７中のV_{th}）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流Ｉｅが増加し、一方しきい値電圧V_{th}以下では放出電流Ｉｅがほとんど検出されない。つまり、放出電流Ｉｅに対する明確なしきい値電圧V_{th}を持った非線形素子である。

【０１４３】

（ｉｉ）放出電流Ｉｅが素子電圧Ｖｆに単調増加依存するため、放出電流Ｉｅは素子電圧Ｖｆで制御できる。

【０１４４】

（ｉｉｉ）アノード電極５４に捕捉される放出電荷は、素子電圧Ｖｆを印加する時間に依存する。つまり、アノード電極５４に捕捉される電荷量は、素子電圧Ｖｆを印加する時間により制御できる。

【０１４５】

以上の説明より理解されるように、本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子は、入力信号に応じて、電子放出特性を容易に制御できることになる。この性質を利用すると複数

の電子放出素子を配して構成した電子源、画像形成装置等、多方面への応用が可能となる。

【０１４６】

図７においては、素子電流Ｉｆが素子電圧Ｖｆに対して単調増加する（以下、「ＭＩ特性」という。）例を実線に示した。素子電流Ｉｆが素子電圧Ｖｆに対して電圧制御型負性抵抗特性（以下、「ＶＣＮＲ特性」という。）を示す場合もある（不図示）。この場合上記安定化工程を行うことによりＭＩ特性に変化させることができる。これら特性は、前述の工程を制御することで制御できる。

【０１４７】

［電子源及び画像形成装置］

本発明を適用可能な電子放出素子の応用例について以下に述べる。本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の複数個を基板上に配列し、例えば電子源あるいは、画像形成装置が構成できる。

【０１４８】

電子放出素子の配列については、種々のものが採用できる。

【０１４９】

一例として、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）で、該電子放出素子の上方に配した制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御駆動するはしご状配置のものがある。

【０１５０】

また、これとは別に、電子放出素子をＸ方向及びＹ方向に行列状に複数個配し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、Ｘ方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Ｙ方向の配線に共通に接続するものが挙げられる。このようなものは所謂単純マトリクス配置である。まず単純マトリクス配置について以下に詳述する。

【０１５１】

［単純マトリクス配置の電子源］

本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子については、前述したとおり（ｉ）ないし（ｉｉｉ）の特性がある。即ち、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では、対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と幅で制御できる。一方、しきい値電圧以下では、殆ど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子に、パルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて、表面伝導型電子放出素子を選択して電子放出量を制御できる。

【０１５２】

以下この原理に基づき、本発明を適用可能な電子放出素子を複数配して得られる電子源基板について、図８を用いて説明する。図８において、７１は電子源基板、７２はＸ方向配線、７３はＹ方向配線である。７４は表面伝導型電子放出素子、７５は結線である。尚、表面伝導型電子放出素子７４は、前述した平面型あるいは垂直型のどちらであってもよい。

【０１５３】

ｍ本のＸ方向配線７２は、Ｄｘ１，Ｄｘ２，…，Ｄｘｍからなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。Ｙ方向配線７３は、Ｄｙ１，Ｄｙ２，…，Ｄｙｎのｎ本の配線よりなり、Ｘ方向配線７２と同様に形成される。これらｍ本のＸ方向配線７２とｎ本のＹ方向配線７３との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電気的に分離している（ｍ，ｎは、共に正の整数）。

【０１５４】

不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成されたSiO_2等で構成される。例えば、Ｘ方向配線７２を形成した基板７１の全面或は一部に所望の

形状で形成され、特に、Ｘ方向配線７２とＹ方向配線７３の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が、適宜設定される。Ｘ方向配線７２とＹ方向配線７３は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【０１５５】

表面伝導型放出素子７４を構成する一対の電極（不図示）は、ｍ本のＸ方向配線７２とｎ本のＹ方向配線７３と導電性金属等からなる結線７５によって電気的に接続されている。

【０１５６】

配線７２と配線７３を構成する材料、結線７５を構成する材料及び一対の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なってもよい。これら材料は、例えば前述の素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極ということもできる。

【０１５７】

Ｘ方向配線７２には、Ｘ方向に配列した表面伝導型放出素子７４の行を、選択するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Ｙ方向配線７３には、Ｙ方向に配列した表面伝導型放出素子７４の各列を入力信号に応じて、変調するための不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

【０１５８】

上記構成においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し、独立に駆動可能とすることができる。

【０１５９】

［単純マトリクス配置の電子源を用いた画像形成装置］

このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図９と図１０及び図１１を用いて説明する。図９は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図であり、図１０は、図９の画像形成装置に使用される蛍光膜の模式図である。図１１は、ＮＴＳＣ方式のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【０１６０】

図９において、７１は電子放出素子を複数配した電子源基板、８１は電子源基板７１を固定したリアプレート、８６はガラス基板８３の内面に蛍光膜８４とメタルバック８５等が形成されたフェースプレートである。８２は、支持枠であり該支持枠８２には、リアプレート８１、フェースプレート８６が低融点のフリットガラスなどを用いて、接合される。

【０１６１】

７４は、図２における電子放出部に相当する。７２，７３は、表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極と接続されたＸ方向配線及びＹ方向配線である。

【０１６２】

外囲器８８は、上述の如く、フェースプレート８６、支持枠８２、リアプレート８１で構成される。リアプレート８１は主に基板７１の強度を補強する目的で設けられるため、基板７１自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート８１は不要とすることができる。即ち、基板７１に直接支持枠８２を封着し、フェースプレート８６、支持枠８２及び基板７１で外囲器８８を構成しても良い。一方、フェースプレート８６、リアプレート８１間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器８８を構成することもできる。

【０１６３】

図１０は、蛍光膜を示す模式図である。蛍光膜８４は、モノクロームの場合は蛍光体のみから構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材９１と蛍光体９２とから構成することができる。ブラックストライプ、ブラックマトリクスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体９２間の塗り分け部を黒くすることで混

色等を目立たなくすることと、蛍光膜８４における外光反射によるコントラストの低下を抑制することにある。ブラックストライプの材料としては、通常用いられている黒鉛を主成分とする材料の他、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料を用いることができる。

【０１６４】

ガラス基板８３に蛍光体を塗布する方法は、モノクローム、カラーによらず、沈澱法、印刷法等が採用できる。蛍光膜８４の内面側には、通常メタルバック８５が設けられる。メタルバックを設ける目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート８６側へ鏡面反射させることにより輝度を向上させること、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こと、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージから蛍光体を保護すること等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィルミング」と呼ばれる。）を行い、その後Ａｌを真空蒸着等を用いて堆積させることで作製できる。

【０１６５】

フェースプレート８６には、更に蛍光膜８４の導電性を高めるため、蛍光膜８４の外面側に透明電極（不図示）を設けてもよい。

【０１６６】

前述の封着を行う際には、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせを行う。

【０１６７】

［画像形成装置の製造方法］

図９に示した画像形成装置の製造方法の一例を以下に説明する。

【０１６８】

図１２はこの工程に用いる装置の概要を示す模式図である。画像形成装置１３１は、２本の配管１３２が取り付けられており、一方は、排気装置１３５に連結され、一方は、導入物質源１４０に連結されており、導入物質がアンプルやボンベなどに入れて貯蔵されている。また、２本の配管は循環器２０１および吸湿装置２０２を通して連結されている。画像形成装置１３１と導入物質源１４０を結ぶ配管には、導入物質を導入するレートを制御するための導入量制御手段１３９が設けられている。該導入量制御手段としては具体的には、スローリークバルブなど逃す流量を制御可能なバルブや、マスフローコントローラーなどが、導入物質の種類に応じて、それぞれ使用が可能である。なお、画像形成装置１３１には、不図示の電源が接続されている。

【０１６９】

［フォーミング工程］

図１２の装置により画像形成装置１３１の内部を排気し、フォーミングを行う。この際、例えば図１５に示すように、Ｙ方向配線７３を共通電極１４１に接続し、Ｘ方向配線７２の内の一つに接続された素子に電源１４２によって、同時に電圧パルスを印加して、フォーミングを行うことができる。パルスの形状や、処理の終了の判定などの条件は、個別素子のフォーミングについての既述の方法に準じて選択すればよい。また、複数のＸ方向配線に、位相をずらせたパルスを順次印加（スクロール）することにより、複数のＸ方向配線に接続された素子をまとめてフォーミングする事も可能である。図中１４３は電流測定用抵抗を、１４４は、電流測定用のオシロスコープを示す。

【０１７０】

［活性化工程］

フォーミング終了後、活性化工程を行う。画像形成装置１３１内は、十分に排気した後、導入物質源１４０より有機物質を含んだ混合ガスが導入され、粘性流領域に相当する圧力に達したところで、全てのバルブが閉じられ、混合ガスが封止される。続いて、循環器２０１および吸湿装置２０２に接続するバルブのみが開けられ、画像形成装置１３１内の混合ガスを循環させる。

【０１７１】

この様にして形成した、有機物質を含む雰囲気中で、各電子放出素子に電圧を印加することにより、炭素あるいは炭素化合物、ないし両者の混合物が電子放出部に堆積し、電子放出量がドラスティックに上昇するのは、個別素子の場合と同様である。このときの電圧の印加方法は、上記フォーミングの場合と同様の結線により、一つの方向配線につながった素子に、同時の電圧パルスを印加すればよい。

【０１７２】

［安定化工程］

活性化工程終了後は、個別素子の場合と同様に、安定化工程を行うことが好ましい。

【０１７３】

画像形成装置１３１を加熱して、８０～２５０℃に保持しながら、イオンポンプ、ソープションポンプなどのオイルを使用しない排気装置１３５により配管１３２を通じて排気し、有機物質の十分少ない雰囲気にした後、配管をバーナーで熱して溶解させて封じきる。画像形成装置１３１の封止後の圧力を維持するために、ゲッター処理を行なうこともできる。これは、画像形成装置１３１の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱により、画像形成装置１３１内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常はＢａ等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、画像形成装置１３１内の雰囲気を維持するものである。

【０１７４】

［電子源の駆動回路］

次に、単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した表示パネルに、ＮＴＳＣ方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行う為の駆動回路の構成例について、図１１を用いて説明する。図１１において、１０１は画像表示パネル、１０２は走査回路、１０３は制御回路、１０４はシフトレジスタである。１０５はラインメモリ、１０６は同期信号分離回路、１０７は変調信号発生器、ＶｘおよびＶａは直流電圧源である。

【０１７５】

表示パネル１０１は、端子Ｄｏｘ１乃至Ｄｏｘｍ、端子Ｄｏｙ１乃至Ｄｏｙｎ、及び高圧端子Ｈｖを介して外部の電気回路と接続している。端子Ｄｏｘ１乃至Ｄｏｘｍには、表示パネル内に設けられている電子源、即ち、Ｍ行Ｎ列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を一行（Ｎ素子）ずつ順次駆動する為の走査信号が印加される。

【０１７６】

端子Ｄｏｙ１乃至Ｄｏｙｎには、前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。高圧端子Ｈｖには、直流電圧源Ｖａより、例えば１０ｋＶの直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子から放出される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

【０１７７】

走査回路１０２について説明する。同回路は、内部にＭ個のスイッチング素子を備えたもので（図中、Ｓ１ないしＳｍで模式的に示している）ある。各スイッチング素子は、直流電圧源Ｖｘの出力電圧もしくは０Ｖ（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル１０１の端子Ｄｏｘ１ないしＤｏｘｍと電気的に接続される。Ｓ１乃至Ｓｍの各スイッチング素子は、制御回路１０３が出力する制御信号Ｔｓｃａｎに基づいて動作するものであり、例えばＦＥＴのようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

【０１７８】

直流電圧源Ｖｘは、本例の場合には表面伝導型電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

【０１７９】

制御回路１０３は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように

各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路１０３は、同期信号分離回路１０６より送られる同期信号Ｔｓｙｎｃに基づいて、各部に対してＴｓｃａｎおよびＴｓｆｔおよびＴｍｒｙの各制御信号を発生する。

【０１８０】

同期信号分離回路１０６は、外部から入力されるＮＴＳＣ方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、一般的な周波数分離（フィルター）回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路１０６により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上Ｔｓｙｎｃ信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は便宜上ＤＡＴＡ信号と表した。該ＤＡＴＡ信号はシフトレジスタ１０４に入力される。

【０１８１】

シフトレジスタ１０４は、時系列的にシリアルに入力される前記ＤＡＴＡ信号を、画像の１ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのもので、前記制御回路１０３より送られる制御信号Ｔｓｆｔに基づいて動作する（即ち、制御信号Ｔｓｆｔは、シフトレジスタ１０４のシフトクロックであるということもできる。）。シリアル／パラレル変換された画像１ライン分（電子放出素子Ｎ素子分の駆動データに相当）のデータは、Ｉｄ１乃至ＩｄｎのＮ個の並列信号として前記シフトレジスタ１０４より出力される。

【０１８２】

ラインメモリ１０５は、画像１ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路１０３より送られる制御信号Ｔｍｒｙに従って適宜Ｉｄ１乃至Ｉｄｎの内容を記憶する。記憶された内容は、Ｉｄ’１乃至Ｉｄ’ｎとして出力され、変調信号発生器１０７に入力される。

【０１８３】

変調信号発生器１０７は、画像データＩｄ’１乃至Ｉｄ’ｎの各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源であり、その出力信号は、端子Ｄｏｙ１乃至Ｄｏｙｎを通じて表示パネル１０１内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【０１８４】

前述したように、本発明を適用可能な電子放出素子は放出電流Ｉｅに対して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧Ｖｔｈがあり、Ｖｔｈ以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値Ｖｍを変化させる事により出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅Ｐｗを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御する事が可能である。

【０１８５】

従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器１０７として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。

【０１８６】

パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器１０７として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【０１８７】

シフトレジスタ１０４やラインメモリ１０５は、デジタル信号式のものもアナログ信号式のものも採用できる。画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれれば良いからである。

【０１８８】

デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路１０６の出力信号ＤＡＴＡをデジタル信号化する必要があるが、これには１０６の出力部にＡ／Ｄ変換器を設ければよい。これに関連してラインメモリ１０５の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器１０７に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器１０７には、例えばＤ／Ａ変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器１０７には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【０１８９】

アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器１０７には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてレベルシフト回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制御型発振回路（ＶＯＣ）を採用でき、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【０１９０】

このような構成をとり得る本発明を適用可能な画像表示装置においては、各電子放出素子に、容器外端子Ｄｏｘ１乃至Ｄｏｘｍ、Ｄｏｙ１乃至Ｄｏｙｎを介して電圧を印加することにより、電子放出が生ずる。高圧端子Ｈｖを介してメタルバック８５、あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜８４に衝突し、発光が生じて画像が形成される。ここで述べた画像形成装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については、ＮＴＳＣ方式を挙げたが入力信号はこれに限られるものではなく、ＰＡＬ，ＳＥＣＡＭ方式など他、これよりも、多数の走査線からなるＴＶ信号（例えば、ＭＵＳＥ方式をはじめとする高品位ＴＶ）方式をも採用できる。

【０１９１】

［はしご型配置の電子源及び画像形成装置］

次に、はしご型配置の電子源及び画像形成装置について図１３及び図１４を用いて説明する。

【０１９２】

図１３は、はしご型配置の電子源の一例を示す模式図である。図１３において、１１０は電子源基板、１１１は電子放出素子である。１１２、Ｄｘ１～Ｄｘ１０は、電子放出素子１１１を接続するための共通配線である。電子放出素子１１１は、基板１１０上に、Ｘ方向に並列に複数個配されている（これを素子行と呼ぶ）。この素子行が複数個配されて、電子源を構成している。各素子行の共通配線間に駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を、電子ビームを放出しない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加する。各素子行間の共通配線Ｄｘ２～Ｄｘ９は、例えばＤｘ２，Ｄｘ３を同一配線とすることもできる。

【０１９３】

図１４は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置におけるパネル構造の一例を示す模式図である。１２０はグリッド電極、１２１は電子が通過するため空孔、１２２はＤｘｏ１，Ｄｘｏ２，…，Ｄｘｏｍよりなる容器外端子である。１２３は、グリッド電極１２０と接続されたＧ１，Ｇ２，…，Ｇｎからなる容器外端子、１１０は各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。図１４においては、図９、図１３に示した部位と同じ部位には、これらの図に付したのと同一の符号を付している。ここに示した画像形成装置と、図９に示した単純マトリクス配置の画像形成装置との大きな違いは、電子源基板１１０とフェースプレート８６の間にグリッド電極１２０を備えているか否かである。

【０１９４】

図１４においては、基板１１０とフェースプレート８６の間には、グリッド電極１２０が設けられている。グリッド電極１２０は、表面伝導型放出素子から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して１個ずつ円形の開口１２１が設けられている。グリッドの形状や設置位置は図１４に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッドを表面伝導型放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。

【０１９５】

容器外端子１２２およびグリッド容器外端子１２３は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【０１９６】

本例の画像形成装置では、素子行を１列ずつ順次駆動（走査）していくのと同期してグリッド電極列に画像１ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を１ラインずつ表示することができる。

【０１９７】

本発明の画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【０１９８】

図１を用いて、より具体的に本実施例を説明する。

【０１９９】

本実施例では、真空容器５５内に表面伝導型電子放出素子を設置し、フォーミング工程、活性化工程を行った。１は電子放出素子を構成する基板であり、２及び３は素子電極、４は導電性薄膜、５は電子放出部である。５４は素子の電子放出部より放出される放出電流Ｉｅを捕捉するためのアノード電極である。これら素子電極２及び３とアノード電極５４は、真空容器５５の外に設置された、素子駆動用電源（不図示）及び放出電子測定用高圧電源（不図示）に、それぞれ接続されている。

【０２００】

真空容器内に設置された素子は、前記実施態様に記述された方法で作製した。フォーミング工程は、該真空容器内において、素子にパルス電圧を印加することで行った。印加パルスは、図５（ｂ）の様な三角波とし、パルス幅１ｍｓｅｃ、パルス間隔１０ｍｓｅｃとした。また、電圧は徐々に上げることでフォーミングを行った。

【０２０１】

続く活性化工程では、窒素ガスにアセチレンを分圧にして１Ｐａだけ混合した混合ガスを用いた。真空容器５５内に、該混合ガスを大気圧まで導入し、全てのバルブを閉じた。その後、循環器２０１と吸湿装置２０２に接続するバルブを開け、循環器２０１を用いて真空容器内の混合ガスを循環させた。

【０２０２】

本実施例では、循環器２０１として４枚羽根のプロペラを用い、吸湿装置としては、シリカゲルを用いた。これにより、真空容器内から発生する水分を除去することができる。

【０２０３】

活性化工程に用いた印加パルスは、矩形波で、波高値は１５Ｖとし、３０分間の駆動を行った。その結果、素子電流Ｉｆは、８ｍＡまで上昇した。

【０２０４】

その後、真空容器をベーキングしながら排気することによって安定化工程を施した。その結果、素子の電子放出特性として、１５Ｖの印加電圧、アノード印加電圧１ｋＶに対し、Ｉｆ＝７ｍＡ、Ｉｅ＝１０μＡ、電子放出効率η＝０．１４％が得られた。

【０２０５】

（実施例２）

本実施例を、図１２を用いて説明する。

【０２０６】
本実施例では、表面伝導型電子放出素子を複数並べた画像形成装置を作製した。作製方法は、実施態様に示した方法に準じた。配管１３２の、画像形成装置１３１に接続する部分は、ガラス管になっている。
【０２０７】
本実施例において、フォーミング工程は、Ｙ方向配線を共通電極に接続し、Ｘ方向配線に接続された素子に電圧パルスを印加することで行った。このときの印加パルスは三角波で、パルス幅１ｍｓｅｃ、パルス間隔１６．７ｍｓｅｃとし、電圧は徐々に上げていった。
【０２０８】
活性化工程には、窒素ガスにアセチレンを混合した混合ガスを用いた。アセチレンの混合分圧は１Ｐａとした。また、混合ガスの導入圧力は、５×１０^{4}　Ｐａとした。
【０２０９】
本実施例では、循環器としてルーツポンプを用い、吸湿装置としては、冷媒で－１０℃に冷やされたコールドトラップを用いた。
【０２１０】
印加パルスは、交互に極性の変わる矩形波を用い、波高値は１４Ｖとした。パルスを印加した時間は、１時間であった。
【０２１１】
活性化工程の後、画像形成装置を加熱しながら排気することによって、安定化工程を施し、続いて配管をガスバーナーで加熱溶融して封止した。その後、各素子の特性を評価したところ、１４Ｖの印加電圧、アノード印加電圧５ｋＶに対し、平均でＩｆ＝４．１ｍＡ、Ｉｅ＝８．３μＡ、電子放出効率η＝０．２０％が得られた。また、各素子での特性ばらつきは小さく、輝度ムラの少ない高品位な画像形成装置を作製することができた。
【０２１２】
上述の実施例１，２においては、活性化時の混合ガスの圧力を、該混合ガスが粘性流領域の気体として扱える程度にしたことによって、必要なガスを速やかに供給することができた。また、素子特性のむらを減らすことができた。また高真空の排気形を用いることなく、活性化を行えることができるので、生産コストを低く抑えることができる。
【０２１３】
上述の実施例１においては、活性化の際の混合ガスの圧力を大気圧とすることによって、必要なガスをより速やかに供給できた。実施例２では、混合ガスの圧力を５×１０^{4}　Ｐａとすることにより、実施例１の場合と比べると、時間はかかったものの、充分短い時間で活性化できた。
【０２１４】
製造の低コスト化をより進めたい時には、大気圧程度、もしくは大気圧に近い圧力を採用すればよい。ただし、圧力が大きすぎると装置のコストが上昇するので、数気圧程度以下にすることが望ましい。
【０２１５】
ただし、大気圧よりも圧力を低めにしてもよい。その場合、活性化を行う際の気体の圧力（活性化を行う容器内の全圧）は０．５気圧以下、特には０．２気圧以下、更には０．１気圧以下としてもよい。圧力を低めにすることによって特性の向上も実現できる。ただし、気体をより効果的に供給するためには、活性化を行う際の気体の圧力（活性化を行う容器内の全圧）は１Ｐａより大きいことが望まれ、特には、１００Ｐａ以上、より望ましくは１０００Ｐａ以上が望ましい。
【０２１６】
また、実施例１，２においては、循環器を用いて活性化時のガスを供給したため、導入される原料ガスの濃度分布をより均一にすることができた。それにより各素子の特性をより近づけることができる。
【０２１７】
また、同時に吸湿装置により、工程中に発生する水分を除去できるため、水分による悪影

響を除去することができる。

【０２１８】

（実施例３）

以下に本願に関わる発明の実施例３を説明する。

【０２１９】

本実施例における活性化工程においても、有機物質としては、上記実施例１，２と同様の物を用いることができ、希釈ガス、不活性ガスとしては、アルゴン、ヘリウムなどの希ガス、窒素などを用いることができる。

【０２２０】

両者の混合ガスは、有機物質が常温で気体である場合には、ガス流量を制御して混合すればよい。また有機物質が液体また固体である場合には、容器内で蒸発また昇華させてこれを不活性ガスと混合するなどの方法を用いることができ、両者の混合比は、上記の容器の温度を制御して調整することができる。

【０２２１】

図１７に本実施例及び実施例４，５，６で用いる活性化のための装置の特に処理容器の構成を模式的に示す。なお、図１７は、処理すべき素子と、上記の雰囲気の形成に着目した物であり、パルス電圧を印加するための配線や電源装置などは示されていない。図１７（Ａ）は本実施例及び実施例４で用いる処理容器であり、容器１７０６の中央上部より、活性化用のガスを導入する。容器内はほぼ１気圧となり、容器の端から流出したガスは局所排気装置などにより適宜処理される。図１７（Ｂ）は実施例５で用いる構成であり、活性化のために容器内に流入したガスを外部に流出させず、還流路を設けた物である。図１７（Ｃ）は実施例６で用いる構成であり、容器内にメッシュ１７０７を設けており、例えば複数の電子放出素子を一度に処理する場合、素子のおかれた位置により、ガスの流量が異なることを抑制し、活性化が更に均一に進むようにすることができる物である。

【０２２２】

本実施例において、活性化工程の終了判定は、素子電流Ｉｆ　を測定しながら、適宜行う。なお、パルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【０２２３】

なお、活性化工程後安定化工程を行った真空容器内の有機成分の分圧は、先の実施例と同様に上述の炭素もしくは炭素化合物の新たな堆積を抑制できるようになっているとよく、より望ましくは、1×10^{-8} Ｔｏｒｒ以下が好ましく、さらには1×10^{-10} Ｔｏｒｒ以下が特に好ましい。真空容器内の圧力は極力低くすることが望まれ、1×10^{-7} Ｔｏｒｒ以下が好ましく、さらには1×10^{-8} Ｔｏｒｒ以下が特に好ましい。

【０２２４】

また、図９に示した画像形成装置を製造する場合は、安定化工程を行ってから、電子源、画像形成部材、真空容器形成部材等をフリットガラスなどを用いて接合し、組立工程を行い、内部を排気して、排気管をバーナーなどを用いて加熱して封じ切る。この後、必要に応じてゲッタ処理を行ってもよい。また、組立工程を行った後、安定化工程を行ってもよい。

【０２２５】

図１８は、その場合の工程に用いる装置の概要を示す模式図である。画像形成装置１８０１は、排気管１８０２を介して真空チャンバー１８０３に連結され、さらにゲートバルブ１８０４を介して排気装置１８０５に接続されている。真空チャンバー１８０３には、内部の圧力及び雰囲気中の各成分の分圧を測定するために、圧力計１８０６、四重極質量分析器１８０７等が取り付けられている。画像表示装置１８０１の外囲器８８内部の圧力などを直接測定することは困難であるため、該真空チャンバー１８０３内の圧力などを測定する。

【０２２６】

外囲器８８を加熱して、８０～２５０℃の適当な温度に保持しながら、イオンポンプ、ソープションポンプなどのオイルを使用しない排気装置１８０５により排気管１８０２を通

じて排気し、有機物質の十分少ない雰囲気にし、圧力計１８０６及び四重極質量分析器１８０７によりこれを確認した後、排気管をバーナーで熱して溶解させて封じきる。外囲器８８の封止後の圧力を維持するために、ゲッター処理を行なうこともできる。これは、外囲器８８の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱法により、外囲器８８内の所定の位置（不図示）に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常はＢａ等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、外囲器８８内の雰囲気を維持するものである。

【０２２７】

以下より具体的に本実施例を説明する。

【０２２８】

本実施例により形成された電子放出素子は、図２（Ａ），（Ｂ）に模式的に示される構成を有する。

【０２２９】

（工程－ａ）

基板１として石英を用い、これを洗剤、純水及び有機溶剤により洗浄した後、フォトレジストＲＤ－２０００Ｎ（日立化成（株）製）をスピンナーにより塗布（２５００ｒｐｍ、４０秒）し、８０℃，２５分間のプリベークを行った。

【０２３０】

次いで、素子電極のパターンに対応するマスクを用いて、密着露光し、現像液を用いて現像、１２０℃，２０分間のポストベークを行って、レジストマスクを形成した。

【０２３１】

次いでＮｉを真空蒸着法より成膜した。成膜レートは０．３ｎｍ／ｓｅｃ．で膜厚を１００ｎｍとした。

【０２３２】

次いで、上記基板をアセトンに浸してレジストマスクを溶解し、リフトオフによりＮｉの素子電極２，３を形成した。電極間隙は２μｍ、電極長は５００μｍである（図４（Ａ））。

【０２３３】

（工程－ｂ）

電極が形成された基板を、アセトン、イソプロパノール、酢酸ブチルで洗浄し乾燥した後、真空蒸着法によりＣｒを５０ｎｍ成膜した。次いでフォトレジストＡＺ１３７０（ヘキスト社製）をスピンナーにより塗布（２５００ｒｐｍ、３０秒）し、９０℃，３０分間のプリベークを行った。

【０２３４】

次いでマスクを用いた露光と現像により、導電性薄膜の形状に対応する開口を形成、１２０℃，３０分間のポストベークを行ってレジストマスクを形成した。次いで、エッチャント（（NH_4）Ｃｅ（NO_3）$_6$／ＨＣｌ／H_2O＝１７ｇ／５ｃｃ／１００ｃｃ）に３０秒間浸漬し、マスク開口部のＣｒエッチングし、次いでアセトンによりレジストを剥離しＣｒマスクを形成した。

【０２３５】

次いで、有機Ｐｄ化合物の溶液（ｃｃｐ－４２３０；奥野製薬（株）製）をスピンナーで塗布（８００ｒｐｍ、３０秒）し、３００℃，１０分間の焼成を行いＰｄＯ微粒子よりなる導電性膜を形成した。

【０２３６】

次いで、上記エッチャントに再度浸漬して、Ｃｒマスクを除去し、リフトオフにより、所望のパターンの、導電性膜４を形成した（図４（Ｃ））。

【０２３７】

（工程－ｃ）

次いで、上記の素子を図６に模式的に示した装置に設置し、排気装置５６により真空チャンバー５５内を排気し、圧力が1×10^{-5}Ｔｏｒｒ以下となってから素子電極２，３の

間に図５（Ｂ）に示すような、波高値の漸増する三角波パルスを印加した。パルス幅Ｔ１は１ｍｓｅｃ．、パルス間隔Ｔ２は１０ｍｓｅｃ．とした。波高値が約５．０Ｖと成ったところで、フォーミングが完了した。

【０２３８】

（工程－ｄ）

電子放出素子を真空装置から取り出し、図１７（Ａ）に模式的に示したガス導入装置に設置した。ガス導入ラインには不図示の脱水フィルタが取り付けられており、水分を除去するようにしている。導入するガスはH_2とC$_2$ H_2の混合ガスで、流量制御器により、H_2を２（ｌ／ｍｉｎ．）、C$_2$ H_2を１（ｃｃ／ｍｉｎ．）で流し混合することにより調整した。この気流中で素子電極間に図１４に示すような波高値一定の矩形波パルスを繰り返し印加した。波高値は１４Ｖパルス幅Ｔ３は１００μｓｅｃ．、パルス間隔Ｔ４は１０ｍｓｅｃ．とした。

【０２３９】

（工程－ｅ）

この素子を再度、図６の装置に設置し、素子を１５０℃に保持して排気を行ったところ、約３時間で1×10^{-8}Ｔｏｒｒの圧力に到達した。

【０２４０】

次いで素子を室温に戻した後、アノード電極に１ｋＶの電圧を印加し、工程－ｄで用いたのと同じ波形のパルス電圧を印加して特性の測定を行った。なお、アノード電極と素子の間隔は４ｍｍにセットした。

【０２４１】

その結果、素子電流Ｉｆは５ｍＡ、放出電流Ｉｅは７μＡ、電子放出効率η（＝Ｉｅ／Ｉｆ）＝０．１４％であった。

【０２４２】

本発明の製造方法の具体例である本実施例の方法により、活性化工程と安定化工程にかかる時間は従来よりも極めて短いもので十分であった。

【０２４３】

（実施例４）

工程－ｄにおいて、実施例３で用いたアセチレンの代わりに、アセトンを用いた。バブラー容器内にアセトンを入れ、窒素ガスをバブリングさせてアセトン蒸気を含ませたものを、図１７（Ａ）の装置内に導入し、同様の処理を行った。他の工程は実施例３と同じである。

【０２４４】

図１７（Ａ）の装置内は、アセトン蒸気を含むN_2ガス雰囲気で、ほぼ１気圧に保たれている。ガスは、図１９に模式的に示すような多段に連結したバブリング装置１９０１により、N_2ガスをアセトン１９０２中を通したものである。バブリング装置全体を、恒温槽１９０３により２５℃に保つようにし、飽和蒸気圧のアセトン蒸気を含んだN_2ガスが毎秒１cm^3（１気圧）ずつ流出するように、ガス注入口１９０４にN_2ガスを流入させる。流出したガスは、混合器１９０５で高純度N_2ガスと混合され１００倍に希釈、つづいて分配機１９０６で９９：１に分岐され、１９０７に分岐された方は排気となり、コールドトラップ１９０７でアセトンを除去した後、放出される。他方に分岐された方は、再度１００倍に希釈、さらに１０倍に希釈され、全体では、10^5倍に希釈される。アセトンの２５℃における飽和蒸気圧は、3×10^4Ｐａ程度であるから、最終的に、活性化処理室に流入するガス中のアセトン分圧は、3×10^{-1}Ｐａ程度となる。なお、このように非常に大きな比率で希釈することを考慮して、高純度N_2ガスの純度は、９９．９９９９％（６Ｎ）のものを使用した。

【０２４５】

実施例３と同じ条件で測定したところ、素子電流Ｉｆ＝４ｍＡ、放出電流Ｉｅ＝４．４μＡ、電子放出効率はη＝０．１１％であった。

【０２４６】

（実施例５）
本実施例は、図８に模式的に示したマトリクス配線の電子源と、これを用いた画像形成装置（図９）の製造方法に関するものである。図２０は本実施例により形成されたマトリクス配線の電子源の構成を模式的に示す部分平面図で、図中の折れ線Ａ－Ａに沿った断面の構造を図２１に示す。以下、図２２～図２８を参照して、電子源の製造工程を説明し、さらに画像形成装置の製造工程も説明する。
（工程－Ａ）
洗浄した青板ガラス上にシリコン酸化膜をスパッタリング法により０．５μｍ形成し、これを基板として、この上にＣｒ５ｎｍ、Ａｕ６００ｎｍを真空蒸着法により順次成膜した後、フォトレジストＡＺ１３７０（ヘキスト社製）を用い、フォトリソグラフィー技術により下配線７２を形成した（図２２）。
【０２４７】
（工程－Ｂ）
次いで厚さ１μｍのシリコン酸化膜よりなる層間絶縁層２１０１をスパッタリング法により堆積する（図２３）。
【０２４８】
（工程－Ｃ）
層間絶縁膜にコンタクトホール２１０２を形成するためのフォトレジストパターンを作成、これをマスクとしてCF_4 とH_2 を用いたＲＩＥ（Ｒｅａｃｔｉｖｅ Ｉｏｎ Ｅｃｈｉｎｇ ）法により、層間絶縁膜２１０１をエッチングした（図２４）。
【０２４９】
（工程－Ｄ）
素子電極のパターンに対応する開口を有するフォトレジスト（ＲＤ－２０００Ｎ－４１；日立化成社製）のマスクパターンを形成し、真空蒸着法により５ｎｍのＴｉ、１００ｎｍのＮｉを順次堆積、次いで有機溶剤によりフォトレジストを除去してリフトオフにより素子電極２，３を形成した（図２５）。素子電極の間隔は３μｍとした。
【０２５０】
（工程－Ｅ）
工程－Ａと同様のフォトレジストを用いたフォトリソグラフィー法により、５ｎｍのＴｉ、５００ｎｍのＡｕの積層構造を有する上配線７３を形成した（図２６）。
【０２５１】
（工程－Ｆ）
実施例３の工程－ｂと同様のＣｒマスクを用いたリフトオフにより、ＰｄＯ微粒子よりなる導電性膜４を形成した（図２７）。
【０２５２】
（工程－Ｇ）
コンタクトホール２１０２以外を覆うレジストパターンを形成し、真空蒸着により、５ｎｍのＴｉ、５００ｎｍのＡｕを順次堆積し、レジストパターンを除去して不要な積層膜を除去してコンタクトホールの埋め込みを行った（図２８）。
【０２５３】
（工程－Ｈ）
上記電子源を真空装置内に設置し、各配線を通じて、実施例３の工程－ｃと同様に三角波パルスを印加し、フォーミング工程を行って電子放出部を形成した。
（工程－Ｉ）
電子源を真空装置から取り出し、図１７（Ｂ）に模式的に示す装置を用いて、実施例３の工程－ｄと同じ条件で活性化処理を行った。
【０２５４】
（工程－Ｊ）
次いで、電子源を再度真空装置内に設置し、実施例３の工程－ｅと同様に安定化工程を行った。同様に約３時間で圧力が1×10^{-8} Ｔｏｒｒに到達した。

【０２５５】
実施例３と同様に電子放出特性を測定したところ、すべての素子が正常に電子放出を行った。
【０２５６】
上記電子源を用い、図９に示す構成の画像形成装置を作成した。
【０２５７】
電子源の基板７１をリアプレート８１に固定し、基板の５ｍｍ上方にフェースプレートを支持枠８２を介して配置し、接合部にフリットガラスを塗布し窒素雰囲気中で４００℃に１０分間保持して接合し、外囲器を形成した。フェースプレートの内面には蛍光膜８４とメタルバック８５が形成されている。蛍光膜８４はストライプ形状（図１０（Ａ））のものを採用し、印刷法により形成した。黒色導電材はグラファイトを主成分とする材質を用いた。メタルバックは、蛍光膜の内面を平滑処理（フィルミング）した後、Ａｌを真空蒸着することにより形成した。
【０２５８】
上記の組立を行う際、蛍光体と電子放出素子との対応を正確に行い、十分に位置合わせを行った。なお、外囲器内にはゲッター装置（不図示）も取り付けられている。
【０２５９】
このようにして作成した画像形成装置の外囲器内を排気し、圧力を1×10^{-6}Ｔｏｒｒ以下とした後、高周波加熱法によりゲッター処理を行い、排気管をバーナーで加熱して封じきった。
【０２６０】
このようにして作成した装置に、駆動装置を接続し、ＴＶ信号を入力して画像を表示させたところ、高品位の画像を安定に表示することができた。
【０２６１】
（実施例６）
実施例５の工程－Ｉまでと同様に行った。ただし、工程－Ｉにおいては図１７（Ｃ）に模式的に示す構造の装置を用いた。その後、組み立て工程を行い外囲器を形成、ついで外囲器内を排気管を通じて排気しながら、１５０℃，５時間の安定化工程を行ったところ、圧力が1×10^{-6}Ｔｏｒｒに到達した。次いで、ゲッター処理を行い排気管を封じきって画像形成装置を完成した。実施例５と同様に高品位な画像を安定して表示することができた。
【０２６２】
（実施例７）
本実施例の製造法は、図２９に示す各工程により構成される。左側に示したステップＳ１　～Ｓ６　の「基板洗浄」～「検査工程」までが電子放出素子ないし電子源を製造する工程であり、これを用いた画像形成装置の製造にはさらに、右側に示したステップＳ７　～Ｓ１１の「画像形成部材形成」～「排気管封止」までを行う。
【０２６３】
本実施例の第１の特徴は、図２９のフォーミング工程Ｓ３　、活性化工程Ｓ４　、安定化工程Ｓ５　をいずれも大気圧程度の圧力下で行うものである。なお、安定化工程Ｓ５　は必ずしも大気圧程度の圧力下で行わなくてもよい。ここで「大気圧程度の圧力」は、大気圧および大気圧に近い圧力をいい、その工程を行うための処理容器が、その内部の雰囲気を形成、維持するために、例えば真空装置のような大がかりな装置を必要としない条件であり、具体的には数分の一気圧から数気圧程度の範囲の圧力であり、０．５～１．５気圧の範囲が好ましく、さらには１気圧の±２０％が特に好ましい。
【０２６４】
本発明は少なくともフォーミング工程Ｓ３　、活性化工程Ｓ４　を大気圧程度の圧力下で行う（さらには、安定化工程Ｓ５　も大気圧程度の圧力下で行うことが望ましい。）ものである。
【０２６５】

このような、大気圧程度の圧力下での処理においては、その処理のための容器は、真空容器のように微量の漏れに対して厳重な対策をする必要はなく、また容器内壁などに吸着している気体分子が放出されることにより活性化工程の処理条件が大きく影響を受ける可能性も、比較的少ない。また、特に１気圧程度の圧力の場合、内外の圧力差に耐えるような機械的強度を要求する必要もないので、処理に用いる装置が極めて簡便にできる。

【０２６６】

このような処理は、所定の雰囲気を保持するため、処理する電子放出素子あるいは電子源を適当な容器内に置き、該容器内に所望の雰囲気を形成するためのガスを流入させて行う。

【０２６７】

容器内に一旦ガスを満たして、その後は補給せずにそのまま処理を続けると、素子の周囲の雰囲気が変化してしまう場合があるので、これを防ぐために十分な量のガスが容器内に流入し、他方で容器外へ流出して容器内に気流が形成されていることが望ましい。

【０２６８】

図３０（Ａ）は、このような本実施例での処理に用いる容器の構成の一例を示す模式図である。電子放出素子あるいは電子源３００７を設置したホルダーに、図のような容器３００１を被せ、端面３００２をＯリング３００３に押しつけることにより、ガスの漏れを防ぐ。上記容器３００１には、ガス流入口３００４が設けられ、他方ホルダー３００５にはガス流出口３００６が設けられている。ガス流入口３００４から、所望の組成のガスを流入させ、流入口３００６から同量が流出する。あるいは、図３０（Ｂ）のように、被せる容器３００１を２重構造とするなどして、流入、流出口とも容器の側に設ける構成でも良い。あるいは、このほかの構成でも、所望のガスの流入、流出を十分に行える構成であれば差し支えない。

【０２６９】

容器の内外にあまり大きな圧力差はないので、上記のＯリング３００３や、それとつきあわせられる容器の端面３００２に関しては、例えば真空装置のように厳密な気密性は要求されない。また、活性化工程を上記装置で行うことで導入ガスの圧力分布が減少し、電子放出素子の特性分布が改善される。

【０２７０】

上記のように、容器が移動する代わりに、例えば図３１に示すように適当な搬入口、搬出口を有する、箱状の容器を連ねて用い、処理する電子放出素子あるいは電子源の方を順次移動させても良い。この際各処理容器３１０１，３１０２，３１０３の内部は、適当なガスの気流が形成されているが、搬入口（試料導入部）３１０５、接続部３１０４、搬出口（試料排出部）（不図示）にも不活性ガスなどの気流が形成されていることが好ましい。

【０２７１】

図３１には示していないが、処理の際、必要に応じて電子放出素子あるいは電子源に、電圧を印加するための接続端子が設けられている。

【０２７２】

以下、より具体的に、説明する。

【０２７３】

洗浄した基板上に、表面伝導型電子放出素子の素子電極、導電性膜、必要な配線などを形成する。それぞれは、真空蒸着法やスパッタ法による成膜、フォトリソグラフィー法などによるパターニングを行って形成しても良いし、印刷法やインクジェット法によりこれらを形成してもよい。

【０２７４】

これらを形成した後、上記素子電極、配線、導電性膜がダメージを受けない程度の温度に加熱するなどの方法により、脱ガス処理を行った後、フォーミング工程を行う。

【０２７５】

この工程では、素子電極間に、例えば図５（ａ）または図５（ｂ）に示したようなパルス電圧を印加して電子放出部の形成を行う。このときの処理容器内の雰囲気は、導電性膜の

材質等により、様々のものが用いられる。例えば、ヘリウム（Ｈｅ）などの希ガスあるいは窒素ガス（N_2 ）などの、不活性なガスを用いることが可能である。なお、不活性ガスはヘリウム（Ｈｅ）などの周期律０族に属する希ガスのみをいう場合もあるが、ここでは希ガスの他に窒素ガスなどを含む。また、酸化性の雰囲気、例えば酸素を含む雰囲気、を用いる場合もあり、導電性膜が金属酸化物により形成されており、これがパルス電圧印加によるジュール熱で還元されるのを避ける必要がある場合などはこのような雰囲気が好ましく用いられる。あるいは、還元性の雰囲気、例えば水素ガスを含む雰囲気を採用する場合もある。例えば、比較的還元されやすい金属酸化物、ＰｄＯなど、の微粒子により導電性膜が形成されている場合、不活性ガス雰囲気中で、図５（ａ）のような（それだけでは電子放出部の形成に至らない程度の）一定の波高値を持つパルスを印加し、次いで雰囲気中に水素ガスを少量混合させ、ＰｄＯ微粒子を還元し、凝集しやすくすることにより、上記のパルス電圧の電力が比較的低くても電子放出部を形成することができる。

【０２７６】

処理の終点を決める方法としては、フォーミングのためのパルスの合間に、導電性薄膜を破壊、変形あるいは変質しない程度の例えば０．１Ｖ程度の波高値のパルス電圧を挿入し、このとき流れる電流を測定することにより、導電性膜の抵抗値を検知し、例えば抵抗値が１素子あたり１ＭΩを越えたことを検知して、フォーミング処理を終了することができる。

【０２７７】

つづいて、活性化工程を行う。この処理は、上記フォーミング工程で形成された電子放出部とその周辺に、少なくとも炭素を含む堆積物を堆積させる処理で、これにより、素子の電気的特性は大きく変化する。具体的な処理方法としては、処理容器内に電子放出素子、あるいは電子源を設置して、容器内に有機物質のガス（あるいは蒸気）と不活性ガス（アルゴン、ヘリウム、窒素など）の混合ガスを、流入、流出させ、この混合ガスの気流中で電子放出素子の素子電極間に、パルス電圧を繰り返し印加することにより行う。上記混合ガスに用いる有機物質が、例えばメタン、エチレン、アセチレンなど常温で気体である場合には、ガス流量制御装置などを用いて、所望の混合比率に調整する。また、アセトン、エタノールなどの常温で液体である物質の場合には、不活性ガスを有機物質の液体中にバブリングさせ、蒸気を含ませる。バブリング装置の温度を正確に管理し、飽和蒸気圧の有機物質蒸気を含ませた後、蒸気を含まない不活性ガスと混合することにより、混合比を制御することができる。

【０２７８】

つづいて、安定化工程を行う。この処理は、電子放出素子あるいは電子源を実際に電子放出させて用いる際に、該電子放出素子あるいは電子源に吸着している、有機物質分子が供給源となって、少なくとも炭素を含む堆積物の堆積がさらに進行し、電子放出特性が不安定となることを防ぐために、不要な吸着有機物質分子を除去する工程である。この処理は、適当なガスを容器に流入、流出させつつ、電子放出素子あるいは電子源を加熱することにより行う。加熱により、吸着した有機物質分子は、脱離しやすくなり、脱離した分子はガスの気流により容器外に運び去られる。なお、脱離した有機物質分子が、処理容器の内壁に再度吸着した場合、容器が低温であると脱離しづらく、容器内に残留する恐れがあるので、容器自体も加熱することが望ましい。

【０２７９】

また、電子放出素子に通常駆動する場合と同程度の波高値を持つ電圧パルスを印加しながら、加熱処理を行うと、本工程がさらに効果的に行われる場合もある。

【０２８０】

また、容器内に流入させるガスは、適当な酸化性を有するものを用いることができる。このようにすると、吸着した有機物質分子は、酸化され、主にCO_2 ，ＣＯ，H_2 Ｏ等に変化する。これらは、高真空を形成する際などには、必ずしも排気しやすいガスではないが、ある程度重合の進んだ有機物質の吸着分子に比べれば、排気しやすいものであり、

本工程の目的を達成しやすくなる。

【０２８１】

なお、安定化工程は、容器内を簡単な排気装置を用いて、低真空として行っても良い。排気装置として高真空用の大がかりなもの、例えばターボポンプや、イオンポンプを用いることもできるが、本工程の目的程度であれば、スクロールポンプなどの通常予備排気に用いられる程度の排気装置により行うことができ、容器、排気装置ともさほど大がかりにはならない。また、排気に時間を要することもないので、本発明の目的を損なわず、本発明を構成する工程として好適に採用することができる。

【０２８２】

上記工程により作製した、電子放出素子、あるいは電子源を例えばガラスの真空容器に封入して、画像形成装置を形成する場合などには、封入する前に電子放出素子あるいは電子源が、正常に形成されていることを確認するのが好ましい。確認の方法としては、電子放出素子の電気特性、すなわち素子電圧Ｖｆ　と素子電流Ｉｆ　の関係を測定することにより行うことができる。さらに、万全を期するためには、電子放出素子、あるいは電子源を測定用の真空装置内に設置して、実際に電子を放出させて、電子放出特性を測定しても良い。この方法は、最も確実であるが、真空装置内を十分に排気するためにある程度の時間を要し、またそのための装置も大がかりとなる。全体の工程を考慮し、最もコストが低くなるような確認方法を採用する。

【０２８３】

次いで、上記工程により作成した電子放出素子あるいは電子源を、画像形成部材など必要な部材とともに、真空容器内に封入する。電子放出素子あるいは電子源以外の各部材も、予め加熱するなどして十分に脱ガスを行っておく。各部材を内部に設置して真空容器を形成した後、該真空容器内を排気管を介して排気し、次いで排気管をバーナーなどで加熱して封じきる。この際に用いる排気装置は、有機物質を真空中に拡散させることのないよう、オイルフリーの装置を用いる。

【０２８４】

この後、ゲッタ処理を行っても良い。これは、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱により、真空容器内の所定の位置に配置されたゲッタを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッタは通常Ｂａ等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、真空容器内の雰囲気を維持するものである。ゲッタ処理は、容器内を十分排気した後、あるいは排気管を封じきるのに先立って行っても良い。

【０２８５】

なお、排気管を介して真空容器内を排気する代わりに、内部で組立作業を行うことができる真空チャンバー内に必要な部材を入れ、真空中で組立てても良い。本発明に係わる電子源には、図９に示すように、電子放出素子をＸ方向及びＹ方向に行列状に複数個配し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、Ｘ方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Ｙ方向の配線に共通に接続するものが挙げられるが、その他にも、図１３及び図１４に示したような、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）で、該電子放出素子の上方に配した制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御駆動するはしご状配置のものがある。

以下に本実施例をより具体的に説明する。

【０２８６】

本実施例は、単一の表面伝導型電子放出素子の製造方法である。本発明により作成される、表面伝導型電子放出素子の構成を、図２（ａ）、図２（ｂ）に模式的に示す。図２（ａ）は平面図、図２（ｂ）は断面図である。

【０２８７】

（工程－Ａ）

石英ガラスより成る基板１を洗浄した後、Ｔｉ及びＰｔをスパッタリング法により、それ

ぞれ５ｎｍ、６０ｎｍ重ねて成膜し、通常のフォトリソグラフィーの方法によりパターニングして素子電極２，３を形成した（図２（ａ））。電極の間隔Ｌは、２μｍとした。

【０２８８】

（工程－Ｂ）

次いでスパッタリング法によりＣｒを５０ｎｍ堆積し、フォトリソグラフィーの方法により、導電性膜４のパターンに対応する開口を形成し、次いで有機Ｐｄ化合物の溶液（ｃｃｐ－４２３０；奥野製薬（株）製）を塗布、大気中３００℃，１２分間の焼成を行い、ＰｄＯ微粒子膜を形成、次いでＣｒエッチャントにより上記Ｃｒ膜を剥離し、所望の形状の導電性膜４を形成した（図２（ｂ））。

【０２８９】

（工程－Ｃ）

次いで、フォーミング工程を行うが、この工程から上述の安定化工程までは、図３１に示すような、それぞれの処理容器６１～６３を連絡路６４で連結した処理装置を用いて行う。各処理容器、すなわちフォーミング処理容器３１０１、活性化処理容器３１０２、安定化処理容器３１０３（図にはその一部のみ記載）には、それぞれの工程で必要なガスを導入、送出するための、ガス導入管３１０６、ガス排気管３１０７が接続されている。また、試料導入部３１０５がフォーミング処理容器３１０１に、試料排出部（不図示）が安定化処理容器３１０３にそれぞれ接続されている。連結路３１０４、試料導入部３１０５、試料排出部にも、それぞれの内部を適当な雰囲気とするため、ガス導入管３１０６、ガス排出管３１０７が接続されている。３１０８は試料搬送装置である。

【０２９０】

工程－Ｂを終えた素子は、試料ホルダー３１０９に設置され（素子電極への配線が設けられ、処理容器外の電源装置などと接続されるようになっている。）、試料導入部３１０５に入れられ、試料搬送装置３１０８にセットされ、フォーミング処理容器３１０１内へ搬送される。試料導入部３１０５及びフォーミング処理容器３１０１内は、１気圧のN_2で満たす。そのためガス導入管３１０６、ガス排出管３１０７によりN_2 ガスが流されている。

【０２９１】

接続端子（不図示）を通じて、素子電極間に図５（ｂ）に示すような波高値の漸増する三角波パルスを印加し、電子放出部５を形成する。また、不図示であるがフォーミング用パルスの合間に波高値０．１Ｖの矩形波パルスを挿入し、このとき流れる電流を測定して、素子の抵抗を検知する。抵抗が１ＭΩを越えたところで、本工程を終了する。

【０２９２】

（工程－Ｄ）

試料ホルダー３１０９を活性化処理容器３１０２内へ移動して、活性工程を行う。活性化処理容器３１０２の内部は、アセトン蒸気を含むN_2 ガス雰囲気で、ほぼ１気圧に保たれている。ガスは、図１９に模式的に示すような多段に連結したバブリング装置１９０１により、N_2 ガスをアセトン１９０２中を通したものである。バブリング装置全体を、恒温槽１９０３により２５℃に保つようにし、飽和蒸気圧のアセトン蒸気を含んだN_2 ガスが毎秒１cm^3 （１気圧）ずつ流出するように、ガス注入口１９０４にN_2 ガスを流入させる。流出したガスは、混合器１９０５で高純度N_2 ガスと混合され１００倍に希釈、つづいて分配機１９０６で９９：１に分岐され、１９０７に分岐された方は排気となり、コールドトラップ１９０７でアセトンを除去した後、放出される。他方に分岐された方は、再度１００倍に希釈、さらに１０倍に希釈され、全体では、10^5 倍に希釈される。アセトンの２５℃における飽和蒸気圧は、3×10^4 Ｐａ程度であるから、最終的に、活性化処理室に流入するガス中のアセトン分圧は、3×10^{-1} Ｐａ程度となる。なお、このように非常に大きな比率で希釈することを考慮して、高純度N_2 ガスの純度は、９９．９９９９％（６Ｎ）のものを使用した。

【０２９３】

上記のようなガスの気流中で、素子電極間にパルス電圧を印加する。パルスは、波高値１

４Ｖの矩形波で、パルス間隔は１０ｍｓｅｃ．パルス幅は１ｍｓｅｃ．とし、３０分間パルスの印加を続けた後、処理を終了した。

【０２９４】

（工程－Ｅ）

次いで、試料ホルダーを安定化処理容器３１０３内へ移動し、安定化処理を行った。容器内は、N_2 ガスが流入、流出しており、温度は１５０℃に保持されている。圧力はほぼ１気圧に保たれている。素子を該安定化容器内に７時間保持した後、図６に模式的に示す測定装置の真空チャンバー５５内に設置した。

【０２９５】

電子放出素子と対向して、素子から放出されて電子を補足するアノード電極５４が設置されている。素子とアノード電極の間隔Ｈは５ｍｍとした。５６は超高真空用の排気装置で、イオンポンプとスクロールポンプを組み合わせたものである。該排気装置により、真空チャンバー内を排気し、圧力を10^{-8} Ｐａ以下とした。

【０２９６】

パルスジェネレーター５１により波高値１４Ｖの矩形波パルスを素子電極２，３の間に印加して、電流計５０により、素子に流れる電流Ｉｆ を測定した。また、アノード電極５４には、高圧電源５３により１ｋＶの電位を与え、電流計５２により、放出電流Ｉｅ を測定した。

【０２９７】

［比較例１］

実施例７と工程－Ａ～工程－Ｂまでを同様に行った。つづいて、

（工程－ｄ）

素子を、真空装置内に設置し、排気装置により圧力を10^{-3} Ｐａ以下とした。この真空装置は、真空チャンバー内を排気するだけでなく、適当なガスを導入できるようにしたものである。また、素子の電極に配線を接続するための端子も有する。上記圧力に減圧するまでに、１時間１５分を要した。

【０２９８】

先ず、フォーミング工程を行う。素子電極間に図５（ｂ）に示す、波高値の漸増する三角波パルスを印加し、電子放出部を形成する。

【０２９９】

（工程－ｅ）

次いで、活性化工程を行う。真空チャンバー内を一旦1×10^{-6} Ｐａまで減圧した後、アセトンを導入し、圧力を3×10^{-1} Ｐａとし、素子電極間に１４Ｖの矩形波パルスを印加する。最初の減圧により上記圧力に達するまでに、３時間を要した。パルス間隔、パルス幅は実施例７の場合と同様とした。パルス印加を３０分間続けた後、活性化工程を終了した。

【０３００】

（工程－ｆ）

次いで、安定化工程を行う。真空チャンバー内を排気しながら、真空チャンバーと素子を１５０℃に加熱し、保持する。１０時間加熱と排気を続けたところ、圧力が1×10^{-6} Ｐａを下回るようになったので、安定化工程を終了した。

【０３０１】

素子を、上記工程用の真空チャンバーから取り出し、上述の測定用真空チャンバーに設置して、実施例７と同様の測定を行った。

【０３０２】

いずれの素子も図７に示すような特性を示した。Ｉｆ －Ｖｆ 、Ｉｅ －Ｖｆ 特性とも、明確な閾値を持ち、閾値以上の素子電圧に対し、単調増加特性（ＭＩ特性）を示す。この特性は、１４Ｖ以上の電圧をかけない限り、変化せず、測定の際のパルス波高値（ただし１４Ｖ以下）、パルス幅、パルス間隔に依存しないものであった。また、パルス印加を暫く停止した後に、測定を再開した場合にも、一時的に電流が大きくなるような現象は

見られなかった。
【０３０３】
従って、いずれの素子も、同程度の安定した特性示すものであるが、実施例７の方法は、比較例１の方法と比べ、真空容器内を排気するのに必要な時間などが大幅に短縮でき、製造コストを抑制できた。また製造装置も、比較例１で用いたような、製造工程に用いる真空装置を必要とせず、装置が大がかりになることによるコストの上昇も抑制できた。
【０３０４】
（実施例８）
本実施例の方法により作成するのは、表面伝導型電子放出素子を多数有し、マトリクス状に配線されて電子源、及びそれを用いた画像形成装置である。製造工程を、図３２を参照して説明する。
【０３０５】
（工程－Ａ）
洗浄した青板ガラスの表面に、０．５μｍのSiO_2　層をスパッタリングにより形成し、基板１とした。
【０３０６】
該基板上にスパッタ成膜法とフォトリソグラフィー法を用いて表面伝導型電子放出素子の素子電極２と３を形成する。材質は５ｎｍのＴｉ、１００ｎｍのＮｉを積層したものである。素子電極間隔は２μｍとした（図３２（Ａ））。
【０３０７】
（工程－Ｂ）
つづいて、Ａｇペーストを所定の形状に印刷し、焼成することによりＹ方向配線９１を形成した。該配線の幅は１００μｍ、厚さは約１０μｍである（図３２（Ｂ））。
【０３０８】
（工程－Ｃ）
次に、ＰｂＯを主成分とし、ガラスバインダーを混合したペーストを用い、同じく印刷法により絶縁層３２０２を形成する。これは上記Ｙ方向配線３２０１と後述のＸ方向配線を絶縁するもので、厚さ約２０μｍとなるように形成した。なお、素子電極３と重なる部分には切り欠き３２０３を設けて、Ｘ方向配線と素子電極の接続をとるようにしてある（図３２（Ｃ））。
【０３０９】
（工程－Ｄ）
つづいてＸ方向配線３２０４を上記絶縁層３２０２に形成する（図３２（Ｄ））。方法はＹ方向配線の場合と同じで、配線の幅は３００μｍ、厚さは約１０μｍである。
【０３１０】
（工程－Ｅ）
ＰｄＯ微粒子よりなる導電性膜４を形成する。有機Ｐｄ化合物の水溶液を、所定の位置に、バブルジェット方式のインクジェット装置を用いて、液滴として付与し、乾燥させた後、大気中で３００℃，１０分間の加熱処理を行い、ＰｄＯ微粒子膜とすることにより形成した（図３２（Ｅ））。
【０３１１】
（工程－Ｆ）
次いでフォーミング工程を行う。実施例７で用いたのと同じ処理装置を用いる。
【０３１２】
以降の工程のために、電子源には図３３に示すように、配線が行われている。Ｘ方向配線３２０１は、各配線がフィードスルー３３０４を介して処理容器３３０３外に取り出されている。Ｙ方向配線３２０４は共通電極３３０２にすべて接続され、共通電極につながった配線が、フィードスルー３３０４を介して外部に取り出されている。３３０１は電子放出素子を示す。パルスジェネレータ３３０５は、上記共通電極と、Ｘ方向配線の一つとに接続されている。３３０６は電流測定用の抵抗、３３０７は電流モニタである。実施例７

と同様にフォーミング用に波高値の漸増する三角波パルスを印加、該フォーミング用パルスの合間に、波高値０．１Ｖの矩形波パルスを印加し、電流を測定して、抵抗を検知した。抵抗値が１素子あたり、１００ｋΩを越えたところで、そのＸ方向配線に接続された電子放出素子３３０１のフォーミングを完了し、パルスジェネレータ３３０５の接続を次のＸ方向配線につなぎ替える。これを繰り返してすべての電子放出素子に電子放出部を形成する。

【０３１３】

（工程－Ｇ）

次いで、活性化処理を行う。実施例７と同様のアセトンを含有するN_2　ガスを流入させ、工程－Ｆと同様の配線により、各Ｘ方向配線ごとに波高値１８Ｖの矩形波パルスを印加した。検知される電流の量がほぼ飽和した時点で、パルスジェネレータの接続を次のＸ方向配線に切り替え、順次同様の処理を行い、すべての電子放出素子の活性化工程を完了した。

【０３１４】

（工程－Ｈ）

次いで、安定化工程を行う。実施例７と同様に、上記電子源を１５０℃のN_2　気流中で、７時間保持した。

【０３１５】

（工程－Ｉ）

電子源の各素子の電気特性を測定し、短絡などの異常がないことを確認した。

（工程－Ｊ）

上記電子源と組み合わせる真空容器の部材と、画像形成部材を準備する。ガラス製真空容器は、フェースプレート、リアプレート、及び支持枠より成り、さらに容器内部を排気するための排気管を有する。画像形成部材は、上記フェースプレートの真空容器内側表面上に、蛍光膜とメタルバックを積層したものである。本実施例では、蛍光膜としては図１０（Ａ）に示した、ストライプ状の構造を採用した。上記のフィルミング処理を行った後、Ａｌを真空蒸着により成膜し、メタルバックを形成した。

【０３１６】

画像形成部材を含むフェースプレート、リアプレート及び支持枠は予めN_2　気流中４５０℃，１時間の熱処理を行い、吸着物を除去した。

【０３１７】

上記電子源をリアプレートに固定、次いでリアプレートと支持枠、フェースプレート、排気管を組み合わせ、固定して、真空容器を形成した。この際電子源と画像形成部材の位置を厳密に合わせた。接合にはフリットガラスを用い、大気中で４００℃に加熱することにより固定した。このようにして形成した画像形成装置は、図９に模式的に示すような構成を有する。８１はリアプレート、８２は支持枠、８３はフェースプレートで、これらにより真空容器（外囲器）８８が作製される。８４は蛍光膜、８５はメタルバックで両者により画像形成部材が構成される。９０１は真空容器８８の内部を排気するための排気管、８７はメタルバック８５に接続され、電子を加速するための電圧を画像形成部材に印加するための高圧端子である。このほか、図には示されていないが、電子源の周囲にゲッタが配置されている。

【０３１８】

（工程－Ｋ）

排気管を、超高真空用の排気装置に接続し、真空容器内を排気、圧力を10^{-6} Ｐａ以下になるまで排気を続けた。

【０３１９】

（工程－Ｌ）

排気管をバーナーで加熱して封じきった。次いで、高周波加熱により、ゲッタを加熱し、ゲッタ処理を行い、画像形成装置を完成した。

【０３２０】

この画像形成装置に、高圧端子に５ｋＶを印加し、マトリクス駆動により動作を確認したところ、正常に動作することが確かめられた。

【０３２１】

（実施例９）

本実施例により作成されるのは、実施例８と同様の電子源及びそれを用いた画像形成装置である。実施例８の工程－Ａから工程－Ｅまでと同様の工程を行った後、

（工程－Ｆ）

フォーミング工程を行う。電子源をフォーミング処理容器内に設置し、容器内に先ずN_2　ガスを流入させる。配線は、図３３に示したものと基本的には同じであるが、パルスジェネレータ３３０５とＸ方向配線の接続端子との間に、スイッチング装置を置き、１パルス毎に、接続するＸ方向配線が順次切り替わるようにする。この状態で、波高値５Ｖ、パルス幅１００μｓｅｃの矩形波パルスを各Ｘ方向配線に順次印加する。

【０３２２】

次いで、容器内に流入させるガスをN_2　９９％－H_2　１％の混合ガスに切り替える。

【０３２３】

素子の抵抗は、初め僅かに上昇した後徐々に低下し、その後急激に上昇に転じて高抵抗となり、電子放出部が形成される。なお、H_2　の爆発濃度範囲の下限は、空気中で４％であるので、上記混合ガスの使用に関しては特別な防爆設備は設けず、装置の周囲を通常の換気が行われるようにした。

【０３２４】

（工程－Ｇ）

活性化工程を行う。活性化処理容器内には、N_2　９９％－CH_4　１％の混合ガスを流入させる。なお、メタンCH_4　の爆発濃度範囲の下限は、空気中で５％であるので、上記混合ガスに関して特別な防爆設備は設けていない。

【０３２５】

工程－Ｆと同様にパルス電圧を印加する。パルス波高値は初め５Ｖとし、０．５Ｖ／ｍｉｎ．のレートで昇圧し、１８Ｖとなった時点で、波高値を固定した。本工程は、電流を観測しながら行い、電流値の増加が飽和傾向を示したところで、工程を終了した。

【０３２６】

（工程－Ｈ）

次いで、安定化工程を行う。安定化処理容器内には、N_2　を流入させ、１５０℃で５時間保持した。このうち、最初の１時間は、工程－Ｇにおけると同様なパルスの印加を行った。波高値は１８Ｖとした。

【０３２７】

（工程－Ｉ）

各電子放出素子のＩｆ　－Ｖｆ　特性を測定し、すべての素子が正常に形成されていることを確かめた。

【０３２８】

この後、実施例８と同様に、上記電子源と画像形成装置、真空容器を組み合わせ、画像形成装置を作成した。高圧端子に５ｋＶを印加し、動作を確認したところ、正常に動作することが確かめられた。電子放出素子から放出電流は、実施例２の場合よりもやや大きいものであった。

【０３２９】

（実施例１０）

本実施例により作成されるのは、実施例８と同様の電子源及びそれを用いた画像形成装置である。実施例８の工程－Ａから工程－Ｅまでと同様の工程を行った後、

（工程－Ｆ）

電子源をフォーミング処理容器内に設置する。フォーミング処理容器内に、乾燥空気を流入させながら、実施例８のフォーミング工程と同様の方法でパルス電圧を印加し、電子放出部を形成した。

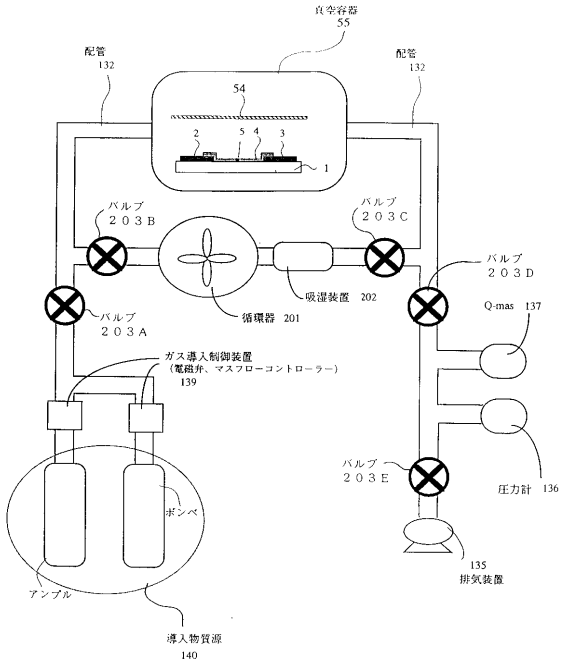
【０３３０】
（工程－Ｇ）
活性化処理容器内に電子源を移し、容器内にN_2　９９．９５％－C_2　H_2　０．０５％の混合ガスを流入させた。実施例２と同様に電子源にパルス電圧を印加し、活性化を行った。
【０３３１】
（工程－Ｈ）
安定化処理容器内に電子源を移し、容器内に、N_2　９５％－O_2　５％の混合ガスを流入させた。内部を１５０℃に保持し、３時間の処理を行った。
【０３３２】
この後、各電子放出素子の検査を上述と同様に行った後、実施例８と同様にして画像形成装置を作成し、動作の確認を行った。実施例２とほぼ同様の結果であった。
【０３３３】
（実施例１１）
実施例８と同様に工程Ｇまで行った後、安定化工程を次のようにして行った。
（工程－Ｈ）
電子源を真空チャンバー内に設置し、真空チャンバーをスクロールポンプにより、圧力が10^{-3} Ｐａとなるよう排気を行った。この圧力に達するまで、１５分を要した。次いで、真空チャンバー全体を加熱して１５０℃とした後、排気を続けながら１０時間保持した。用いた真空チャンバーは、簡易なバルブを介して上記スクロールポンプに接続されたもので、極めて簡易な装置である。
【０３３４】
この後、各電子放出素子の検査を上述と同様に行った後、実施例８と同様にして画像形成装置を作成し、動作の確認を行った。実施例８とほぼ同様の結果であった。
【０３３５】
以上述べてきた各実施例においては、速やかに活性化原料を電子放出素子に供給でき、また、むらを減らすことができる。また、活性化の工程において高真空の雰囲気を用いないので、活性化工程に先立ち電子放出素子もしくは電子源を真空装置に設置し排気、必要な場合には処理後にリークするということを行う必要がない。それにより全体の工程の時間を非常に短くすることができ、量産性の面でも特に好ましい。また、真空装置を真空搬送路で連結して処理を行わなくてもいいので、そのような大型で極めて高価な製造装置を用いる必要がない。
【０３３６】
また、活性化工程とその後の工程とを一つの真空装置で行う場合、活性化工程では、真空容器内に有機物質が導入され、ついで安定化工程でこれを除去することになる。活性化工程で導入された有機物質は電子放出素子或いは電子源のみならず、真空容器自体の内壁に大量に吸着されてしまうため、これを除去するには長時間を要する。それに対して、活性化工程における雰囲気を保持する容器と、その後の工程において用いる容器が異なる実施例においては、活性化工程において用いる容器への有機物質の吸着が生じてもその後の工程には影響を与えないため、製造プロセスにかかる時間を短くすることができる。
【０３３７】
【発明の効果】
以上述べてきた様に、本発明によると、電子放出素子や電子源や画像形成装置の製造にかかる時間を短縮でき、またコストを減少することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の表面伝導型電子放出素子作製装置の一例を示す模式図である。
【図２】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的平面図及び断面図である。
【図３】本発明を適用可能な垂直型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式図である。
【図４】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例を示す模式図であ

る。
【図５】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の製造に際して採用できる通電フォーミング処理における電圧波形の一例を示す模式図である。
【図６】測定評価機能を備えた真空処理装置の一例を示す模式図である。
【図７】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子についての放出電流Ｉｅ、素子電流Ｉｆと素子電圧Ｖｆの関係の一例を示すグラフである。
【図８】本発明を適用可能な単純マトリクス配置した電子源の一例を示す模式図である。
【図９】本発明を適用可能な画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。
【図１０】蛍光膜の一例を示す模式図である。
【図１１】画像形成装置にＮＴＳＣ方式のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路の一例を示すブロック図である。
【図１２】本発明の画像表示装置のフォーミング、活性化工程を行うための真空排気装置の模式図である。
【図１３】本発明を適用可能な梯子配置の電子源の一例を示す模式図である。
【図１４】本発明を適用可能な画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。
【図１５】本発明の画像形成装置の、フォーミング、活性化工程のための結線方法を示す模式図である。
【図１６】従来の表面伝導型電子放出素子の一例を示す模式図である。
【図１７】（Ａ）～（Ｃ）は、本発明の製造方法の、活性化工程において使用する処理装置の構造を示す模式図である。
【図１８】本発明の画像形成装置の製造方法において、使用される真空装置の構成の一例を示す模式図である。
【図１９】本発明の電子放出素子の製造方法において、使用されるバブリング装置の構成の一例を示す模式図である。
【図２０】本発明の適用されるマトリクス配線を有する電子源の構成を模式的に示す平面図である。
【図２１】図２０の折れ線Ａ－Ａに沿った断面の構成を模式的に示す断面図である。
【図２２】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２３】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２４】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２５】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２６】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２７】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２８】本発明の電子源の製造工程の一部を説明するための図である。
【図２９】本発明の製造方法の工程の流れを説明するための流れ図である。
【図３０】（Ａ），（Ｂ）は、本発明に用いる、処理容器の構成の例を示す模式図である。
【図３１】本発明に用いる連続処理装置の構成を示す模式図である。
【図３２】（Ａ）～（Ｅ）は、マトリクス配線を有する電子源の製造法の一例を示す模式図である。
【図３３】本発明の電子源の製造方法において、用いられる配線方法を説明するための模式図である。
【符号の説明】
１　基板
２，３　素子電極
４　導電性薄膜
５　電子放出部
２１　段さ形成部
５０　素子電極２・３間の導電性薄膜４を流れる素子電流Ｉｆを測定するための電流計
５１　電子放出素子に素子電圧Ｖｆを印加するための電源

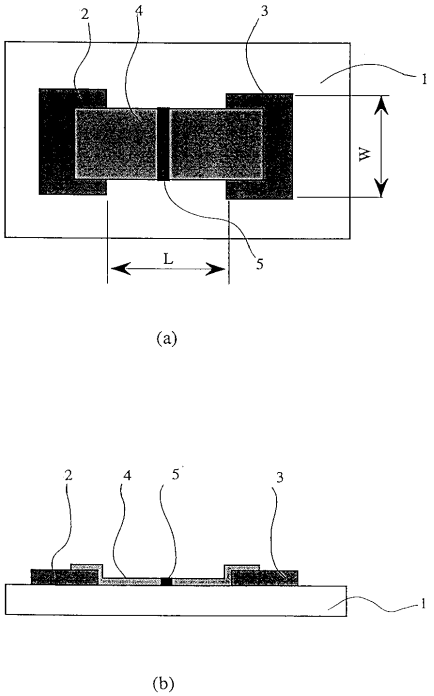
５２　素子の電子放出部５より放出される放出電流Ｉｅを測定するための電流計
５３　アノード電極５４に電圧を印加するための高圧電源
５４　素子の電子放出部より放出される放出電流Ｉｅを捕捉するためのアノード電極
５５　真空容器
５６　排気ポンプ
７１　電子源基板
７２　Ｘ方向配線
７３　Ｙ方向配線
７４　表面伝導型電子放出素子
７５　結線
８１　リアプレート
８２　支持枠
８３　ガラス基板
８４　蛍光膜
８５　メタルバック
８６　フェースプレート
８７　高圧端子
８８　外囲器
９１　黒色導電材
９２　蛍光体
１０１　表示パネル
１０２　走査回路
１０３　制御回路
１０４　シフトレジスタ
１０５　ラインメモリ
１０６　同期信号分離回路
１０７　変調信号発生器
ＶｘおよびＶａ　直流電圧源
１１０　電子源基板
１１１　電子放出素子
１１２　Ｄｘ１～Ｄｘ１０は、前記電子放出素子を配線するための共通配線
１２０　グリッド電極
１２１　電子が通過するため空孔
１２２　Ｄｘｏ１，Ｄｘｏ２，…，Ｄｘｏｍよりなる容器外端子
１２３　グリッド電極１２０と接続されたＧ１，…Ｇｎ
１３１　画像表示装置
１３２　配管
１３５　排気装置
１３６　圧力計
１３７　四重極質量分析器
１３９　導入量制御手段
１４０　導入物質源
１４１　共通電極
１４２　電源
１４３　電流測定用抵抗
１４４　オシロスコープ
２０１　循環器
２０２　吸湿装置
２０３　バルブ
１７０６，３００１　容器

１７０７　メッシュ
３００３　Ｏリング
３１０８　試料搬送装置
３１１０　仕切り
１９０１　バブラー

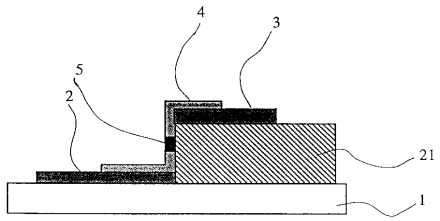
【図１】



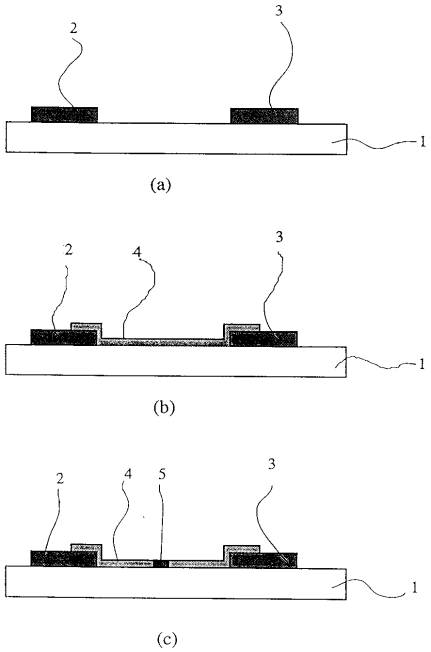
【図２】



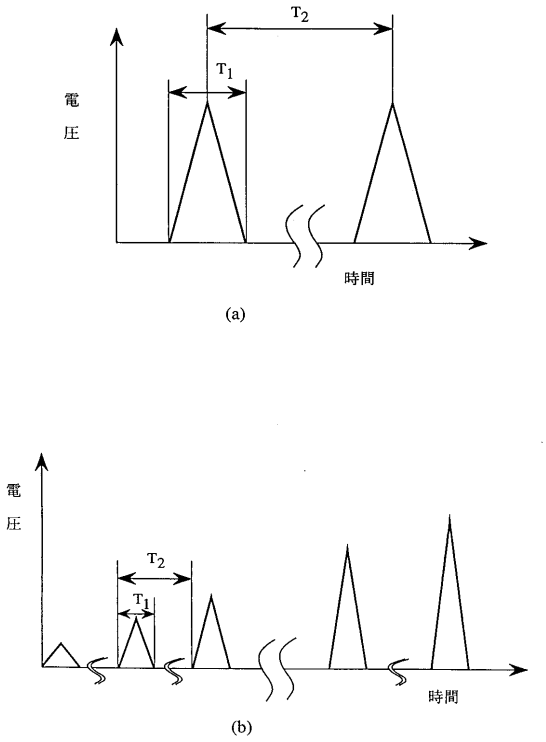
【図３】


4
3
5
2
21
1

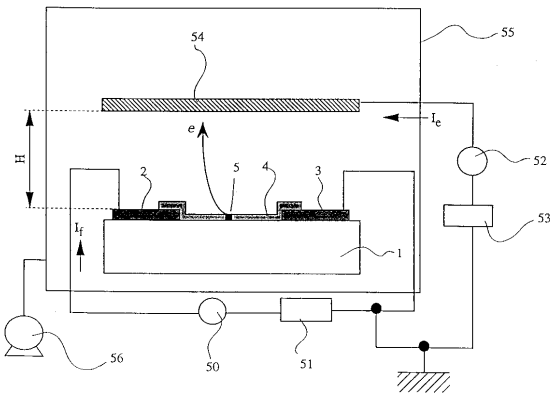
【図４】


2
3
1
(a)
2
4
3
1
(b)
2
4
5
3
1
(c)

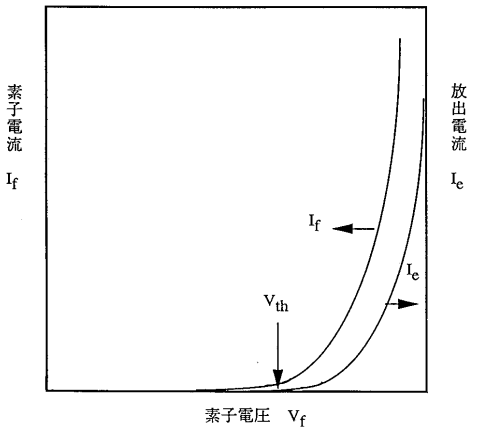
【図５】


T2
T1
電圧
時間
(a)
電圧
T2
T1
時間
(b)

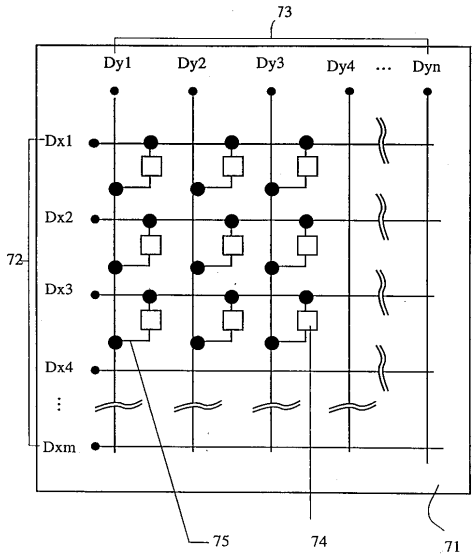
【図６】


54
55
e
Ie
H
2
5
4
3
If
1
52
53
56
50
51

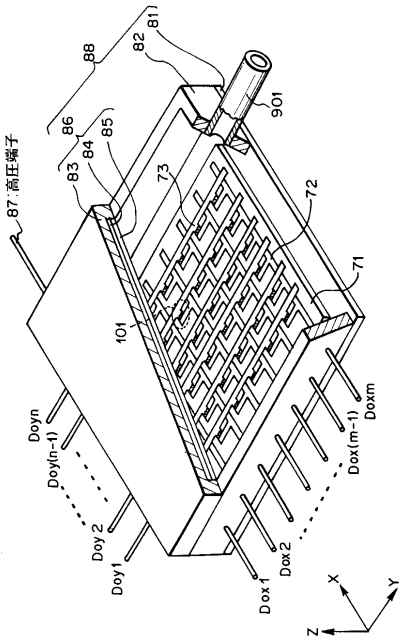
【図７】


素子電流
I_f
放出電流
I_e
I_f
I_e
V_{th}
素子電圧 V_f

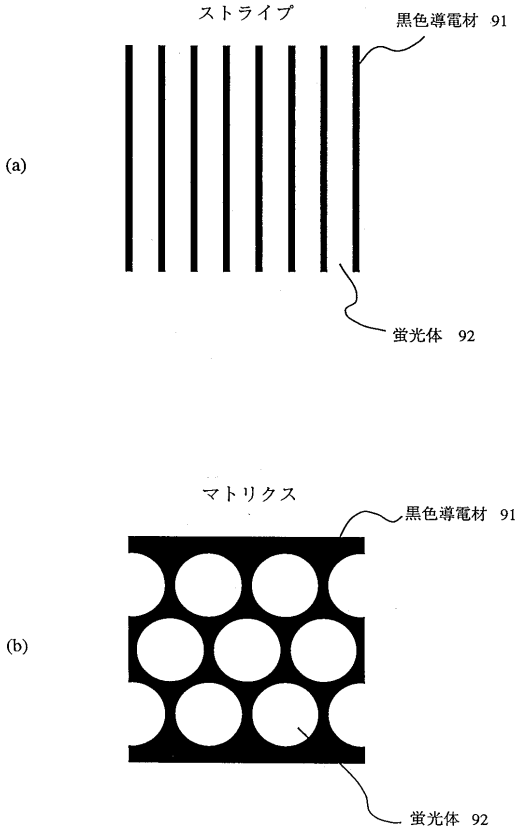
【図８】


73
Dy1
Dy2
Dy3
Dy4
…
Dyn
Dx1
Dx2
Dx3
Dx4
Dxm
72
75
74
71

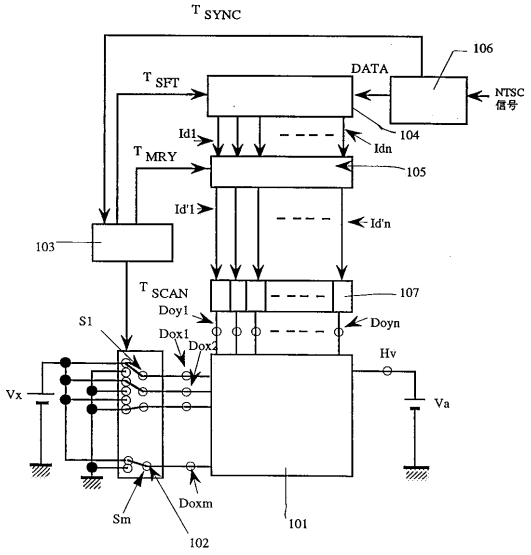
【図９】


88
82
811
901
86
85
84
83
87:高圧端子
73
72
71
101
Doyn
Doy(n-1)
Doy 2
Doy1
Dox 1
Dox 2
Dox(m-1)
Doxm
X
Y
Z

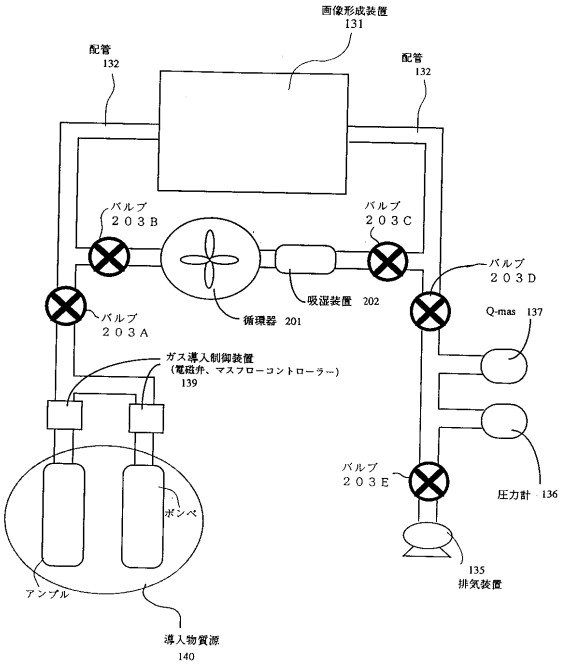
【図１０】


ストライプ
黒色導電材 91
(a)
蛍光体 92
マトリクス
黒色導電材 91
(b)
蛍光体 92

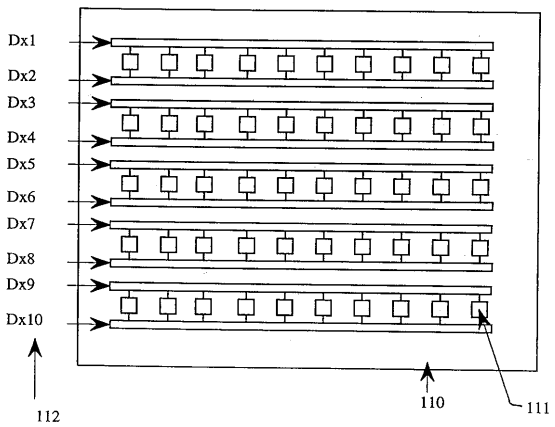
【図１１】



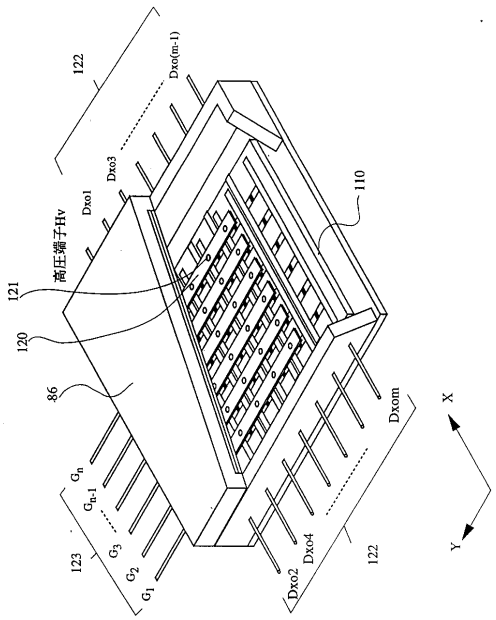
【図１２】



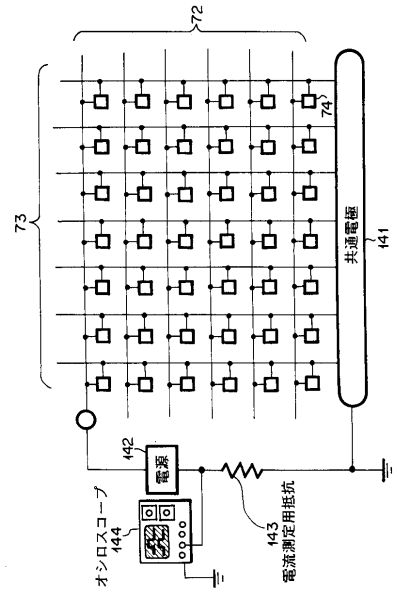
【図１３】



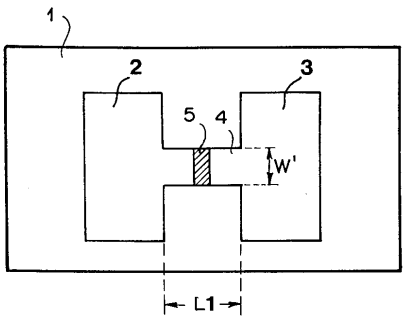
【図１４】



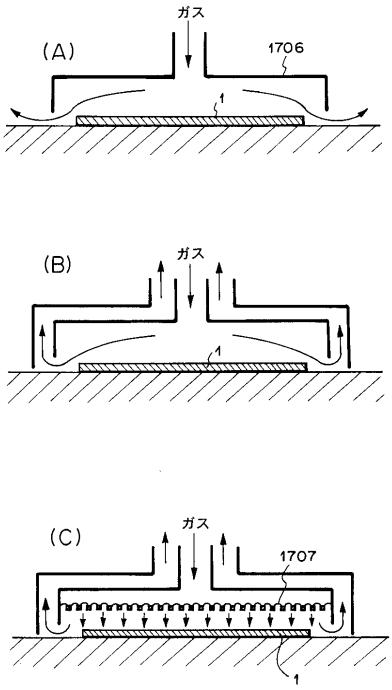
【図１５】



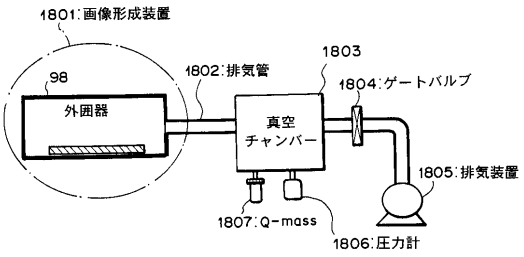
【図１６】



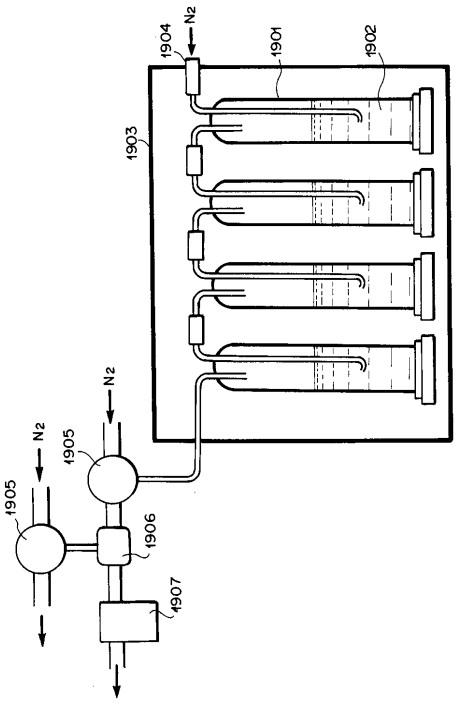
【図１７】



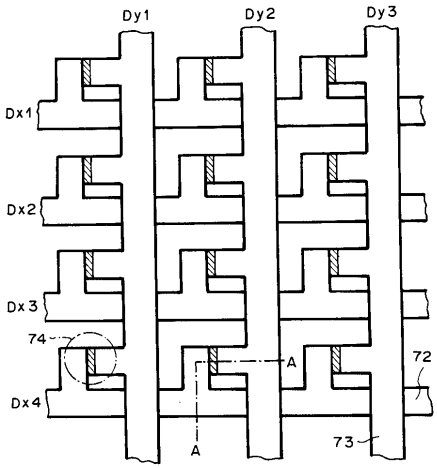
【図１８】



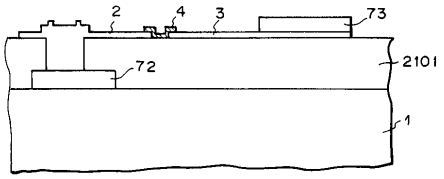
【図１９】



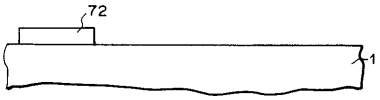
【図２０】



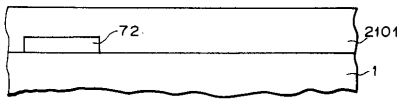
【図２１】



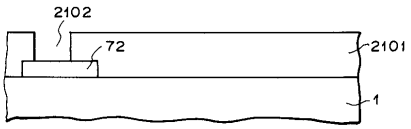
【図２２】



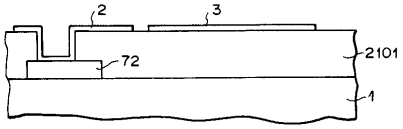
【図２３】



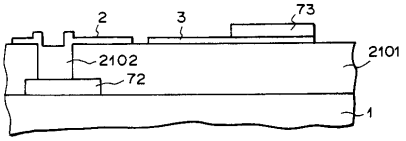
【図２４】



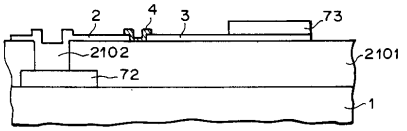
【図２５】



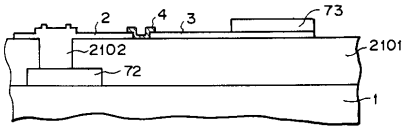
【図２６】



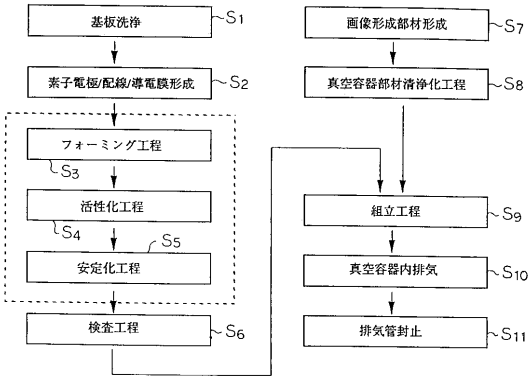
【図２７】



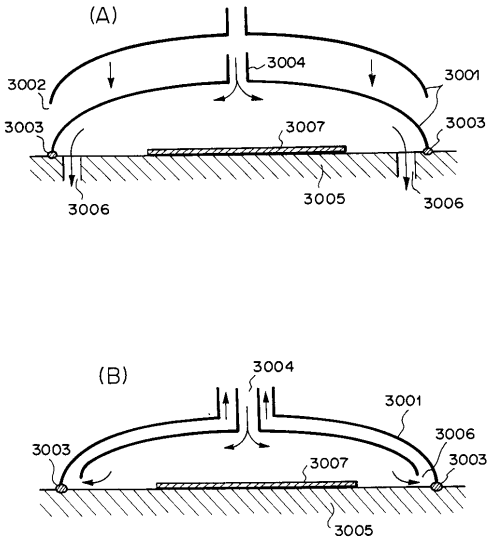
【図２８】



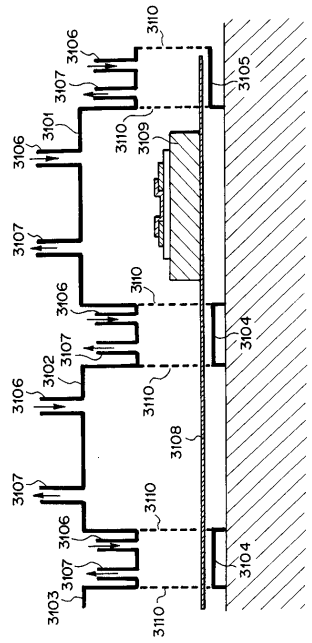
【図２９】



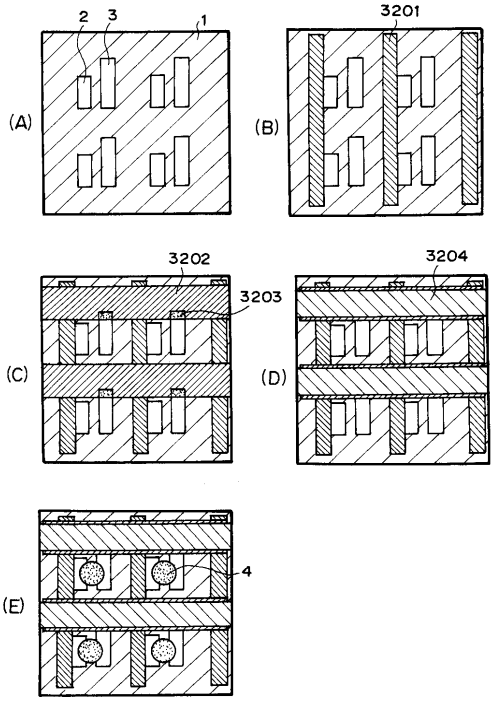
【図３０】



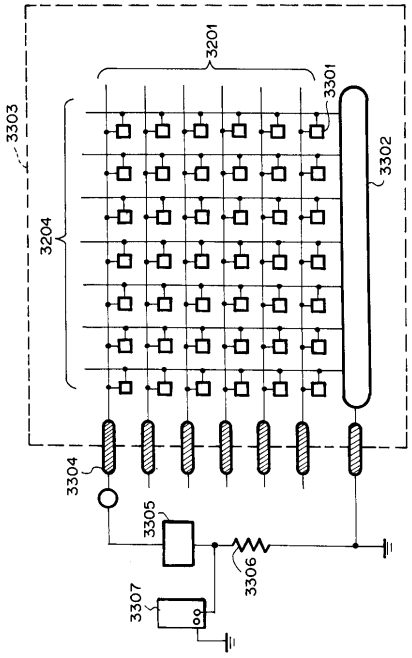
【図３１】



【図３２】



【図３３】



フロントページの続き

(72)発明者　山野辺　正人
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

審査官　古屋野　浩志

(56)参考文献　特開平０９－０１７３２５（ＪＰ，Ａ）
特開平９－３３０６５４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01J　9/02
H01J　1/30
H01J 31/12