

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4095230号  
(P4095230)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月14日(2008.3.14)

(51) Int.Cl.

H01J 9/02 (2006.01)

F I

H01J 9/02

E

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-107493 (P2000-107493)  
 (22) 出願日 平成12年4月10日(2000.4.10)  
 (65) 公開番号 特開2001-291467 (P2001-291467A)  
 (43) 公開日 平成13年10月19日(2001.10.19)  
 審査請求日 平成18年12月25日(2006.12.25)

(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 100096828  
 弁理士 渡辺 敬介  
 (72) 発明者 塚本 健夫  
 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

審査官 村井 友和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子、電子源および画像形成装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体上に配置した一対の電極と、該電極上及び該電極間の基体上に配置されたカーボン膜とを有する電子放出素子の製造方法であって、炭素化合物のイオンにポテンシャルエネルギーを付与するイオンビーム透過窓を介して、前記炭素化合物のイオンビームを前記電極間の基体表面及び前記電極表面に照射すると共に、前記電極に電圧を印加することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項 2】

前記炭素化合物のイオンに付与するポテンシャルエネルギーと、前記電極に印加する電圧によって、前記炭素化合物のイオンが照射される領域と照射されない領域を調整することを特徴とする請求項 1 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 3】

前記電極に印加する電圧を、前記炭素化合物のイオンに付与するポテンシャルエネルギーよりも前記電極のポテンシャルエネルギーが大きくなるように調整することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項 4】

同一基体上に電子放出素子を複数個配置してなる電子源の製造方法であって、該電子放出素子が請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の製造方法によって形成されることを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項 5】

10

20

電子源と、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、該電子源が請求項 4 に記載の製造方法によって形成され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、該素子を複数用いた電子源、およびこれらを用いた表示装置や露光装置等の画像形成装置の製造方法に関する。

【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源と冷陰極電子源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源には電界放出型（以下、「FE 型」という。）、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。FE 型の例としては W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electoron Physics, 8, 89 (1956) あるいは C. A. Spindt, "PHYSICAL Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等が開示されたものが知られている。

【0003】

MIM 型の例としては C. A. Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", J. Apply. Phys., 32, 646 (1961) 等が開示されたものが知られている。

【0004】

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

【0005】

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  $\text{SnO}_2$  薄膜を用いたもの、Au 薄膜によるもの [G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)],  $\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$  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。

【0006】

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 7 に模式的に示す。同図において 71 は基板である。74 は導電性膜で、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、通電処理により電子放出部 75 が形成される。尚、図中の素子電極間隔 L は 0.5 ~ 1 mm、W' は 0.1 mm で設定されている。

【0007】

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膜 74 に予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施して電子放出部 75 を形成するのが一般的であった。即ち、前記導電性膜 74 両端に直流電圧或いはパルス電圧を印加し、導電性膜 74 を局所的に破壊、変形もしくは変質させて、電氣的に高抵抗な状態にした電子放出部 75 を形成するのである。このとき、導電性膜 74 の一部に亀裂が発生し、微小間隙が形成される。

【0008】

前記微小間隙を形成した表面伝導型電子放出素子は、上述導電性膜 74 に電圧を印加し、

10

20

30

40

50

素子に電流を流すことにより、上述電子放出部 75（微小間隙付近）より電子を放出させるものである。

【0009】

以上のような電子放出素子を複数個形成した電子源基板を用いれば、蛍光体などからなる画像形成部材と組み合わせることで画像形成装置を構成することができる。

【0010】

しかしながら、上述のM・ハートウエルの電子放出素子にあっては、安定な電子放出特性及び電子放出効率について、必ずしも満足のゆくものが得られておらず、これを用いて高輝度で動作安定性に優れた画像形成装置を提供するのは極めて難しいのが実状であった。

【0011】

そこで、例えば特開平8-264112、特開平8-162015、特開平9-027268、特開平9-027272、特開平10-003848、特開平10-003847、特開平10-003853、特開平10-003854号公報等に掲載されているように、活性化処理と呼ばれる処理を施す場合がある。活性化処理工程とは、この工程により、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_o$ が著しく変化する工程である。

【0012】

活性化工程は、有機物質を含有する雰囲気下で、フォーミング処理同様、素子にパルス電圧の印加を繰り返すことを行うことができる。この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素や炭素化合物からなる膜が素子の少なくとも電子放出部に堆積し、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_o$ が、著しく変化し、より良好な電子放出特性を得ることができるようになる。

【0013】

図8を用いて、従来の電子放出素子の製造方法の一例を示す。

まず、基板1上に、第1の電極82と、第2の電極83を配置する（図8（a））。

次に、第1および第2の電極間をつなぐ導電性膜84を配置する（図8（b））。

そして、前述したフォーミング処理を行う。具体的には、上記導電性膜に電流を流すことで、導電性膜84の一部に第2の間隙86を形成する（図8（c））。さらに、前述した活性化処理を行う。具体的には、上記導電性膜に電流を流すことで、第2の間隙86内の基板1上、およびその近傍の導電性膜84上にカーボン膜90を配置する。この活性化工程により、上記第2の間隙よりも狭い、第1の間隙87が形成され、電子放出部85が形成される（図8（d））。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

電子放出素子を適用した画像形成装置が明るい画像を安定して表示するためには、より更に高い電子放出効率で且つ安定した電子放出特性を、より更に長時間保持し続けられることが望まれている。

【0015】

ここでいう電子放出効率とは、電子放出素子の一対の対向する素子電極間に電圧を印加したとき、該電極間に流れる電流（以下、素子電流 $I_f$ と呼ぶ）に対する真空中に放出される電流（以下、放出電流 $I_o$ と呼ぶ）との比率である。

【0016】

高い電子放出効率を長時間にわたり安定的に制御することができれば、例えば蛍光体を画像形成部材とする画像形成装置においては、低電力で明るい高品位な画像形成装置、例えばフラットテレビが実現可能となる。

【0017】

このような応用に用いるためには、実用的な電圧（例えば10V～20V）で十分な放出電流 $I_o$ が得られること、放出電流 $I_o$ および素子電流 $I_f$ が駆動中に大きく変動しないこと、長時間にわたり放出電流 $I_o$ 及び素子電流 $I_f$ が劣化しないこと、が求められる。しかしながら、前述した従来の表面伝導型電子放出素子の製造方法では、以下のような問題点があった。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

上記したフォーミング工程により形成される第2の間隙86の形状は、図9に模式的に示すように、その幅が不均一な形状に形成される場合があった。図9は、フォーミング工程を行った素子(図8(c))の平面模式図である。また、フォーミング工程により形成される第2の間隙86は、電極82、83間で大きく蛇行する場合があった。このように、フォーミング工程により形成される第2の間隙86の形状が不均一であると、素子電極82, 83間に電圧をかけた時、上記間隙86に生じる電界が不均一となる。

## 【 0 0 1 9 】

前記不均一な第2の間隙86を有する素子においても、前述の活性化工程を施すことによって、炭素や炭素化合物からなるカーボン膜90を、上記間隙86内の基板81上およびその近傍の導電性膜84上に堆積させることにより、上記間隙86を埋め、間隙の幅を実質的に狭めることができる。

10

## 【 0 0 2 0 】

その結果、フォーミング工程によって形成された間隙86の幅のばらつきを低減することができるとともに、放出電流 $I_e$ および素子電流 $I_f$ が増大させることができる。

## 【 0 0 2 1 】

しかしながら、上記活性化工程を行っても、素子電極82, 83から間隙86までの距離の不均一さ(間隙86の蛇行)は基本的に低減されない。

## 【 0 0 2 2 】

そして、また、フォーミング工程によって形成された間隙86の幅の不均一さに依存して、活性化工程によって形成される、カーボン膜90の堆積量が不均一となる場合があった。

20

## 【 0 0 2 3 】

これらの不均一性によって、素子電極82, 83間に電圧をかけた時、第1の間隙87部に実効的に印加される電圧が不均一となる、また、領域によって放出電流 $I_e$ の違いが生じたり、また、局所的に大きな電界がかかり劣化しやすい領域が生じることがある。

## 【 0 0 2 4 】

そして、必要な電子放出効率が得られなかったり、放出電流 $I_e$ が素子間でばらついたり、駆動中の特性の変動や劣化が生じる場合があった。

## 【 0 0 2 5 】

従って、電子放出素子を用いたフラットテレビ等に応用可能な高品位な画像形成装置を実現するためには、該電子放出素子の電子放出部に、より一層好適な構造と安定性を有する炭素あるいは炭素化合物からなるカーボン膜を形成する必要がある。

30

## 【 0 0 2 6 】

本発明は、上記問題を鑑み、良好な電子放出特性を均一に、長時間にわたり安定して実現する電子放出素子の製造方法を達成し、該製造方法を用いて電子源及び画像形成装置の製造方法を構成し、これらの製造方法によって、良好な電子放出特性が均一に得られる電子放出素子、電子源、さらには該電子源を用いてなる高輝度で均一な表示特性に優れた画像形成装置を提供するものである。

## 【 0 0 2 7 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の電子放出素子の製造方法は、基体上に配置した一対の電極と、該電極上及び該電極間の基体上に配置されたカーボン膜とを有する電子放出素子の製造方法であって、炭素化合物のイオンにポテンシャルエネルギーを付与するイオンビーム透過窓を介して、前記炭素化合物のイオンビームを前記電極間の基体表面及び/または前記電極表面に照射すると共に、前記電極に電圧を印加することを特徴とする。

40

## 【 0 0 2 8 】

また、本発明の電子源の製造方法は、同一基体上に電子放出素子を複数個配置してなる電子源の製造方法であって、該電子放出素子が上記本発明の電子放出素子の製造方法によって形成されることを特徴とする。

50

## 【 0 0 2 9 】

また、本発明の画像形成装置の製造方法は、電子源と、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、該電子源が上記本発明の電子源の製造方法によって形成されることを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

## 【発明の実施の形態】

本発明の主目的であるイオンビームを用いた製造方法およびその作用について、図面を用いて説明をする。

## 【 0 0 3 2 】

図 1 は本発明の製造方法の一例を示す模式図である。図中、1 は絶縁性基体、2 , 4 は電極、7 はカーボン膜、6 はイオンビーム透過窓、15 はイオンビーム発生装置、8 は真空排気装置、9 は有機物質を封入した容器、10 , 11 は真空バルブ、12 は真空容器を示している。

10

## 【 0 0 3 3 】

最初に絶縁性基体 1 に一对の導電性部材（電極 2 , 4 ）を形成し、出来上がった基体を真空容器 12 に取り付ける。

## 【 0 0 3 4 】

次にバルブ 10 を空けて真空装置 8 で内部の空気を排気する。

## 【 0 0 3 5 】

真空度がおよそ  $1 \times 10^{-5}$  Pa 程度に到達したら、バルブ 11 を開けて炭素化合物（有機物質）をイオンビーム発生装置 15 に導入し、炭素化合物ガス雰囲気を形成する。

20

## 【 0 0 3 6 】

本図では最も簡単なイオン発生装置として、熱フィラメント 17 を電源 V3 にて加熱し、発生した電子を加速電圧 V4 にて加速して、コレクター 16 に集め、この中を中性の炭素化合物（図中 A で表示）が通過するとき、中性の炭素化合物がイオン化（図中 A<sup>+</sup> で表示）する一般的なイオン化手法を用いている。イオン化室ではほとんどエネルギーを持たないイオンが形成されるので、イオンビーム透過窓 6 に負の電位（イオン化室の電位に比較して）を与えることでイオンにポテンシャルエネルギー E<sub>i</sub> を与えることが出来る。

## 【 0 0 3 7 】

前記の熱フィラメントを用いる方法では、生成されるイオンによっては価数が 2 のイオンも極まれに生成される。このときのイオンのポテンシャルエネルギーは価数が 1 のイオンの場合の 2 倍となるが、多くは価数が 1 のイオンであり、価数が 2 のイオンの影響はほとんど無かった。

30

## 【 0 0 3 8 】

イオン化の手法にはこの方法以外にも DC あるいは RF、マイクロ波をもちいてガスをイオン化する手法などが存在する。用いるイオンとしては、陽イオンが特に好ましい。陰イオンを用いた場合には、イオン化に用いられる電子も素子（電極）に照射されてしまう可能性があるためである。

## 【 0 0 3 9 】

このときの好ましい炭素化合物（有機物質）のガス圧は、真空容器の形状や、炭素化合物の種類などにより異なるため場合に応じ適宜設定される。

40

## 【 0 0 4 0 】

適当な炭素化合物としては、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、ニトリル類、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、ベンゾニトリル、アセトニトリル、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等が使用できる。

50

## 【 0 0 4 1 】

次にイオンビーム発生装置 1 5 を用いて素子にイオンビームを照射する。このときのイオンビームのポテンシャルエネルギーは  $E_1$  ( e V ) になるように調整される。

## 【 0 0 4 2 】

さらに基体に形成された二つの電極 ( 2 , 4 ) の一方には外部より  $V_2$  なる電位が与えられる。

## 【 0 0 4 3 】

本件類似の手法として、電子線を用いる方法との差異を説明する。

## 【 0 0 4 4 】

イオンビームを用いた場合のカーボン膜形成の様子を図 2 ( a ) に模式的に示し、電子ビームを用いた場合のカーボン膜形成の様子を図 2 ( b ) に示す。図 2 では 6 はそれぞれビームの照射領域を制限するためのビーム透過絞り ( アパーチャー ) である。

10

## 【 0 0 4 5 】

約 1 0 0 0 e V 以下のエネルギーを持つイオンビームを用いて、導電性基板に照射を行うと図 2 ( a ) に示すように、ビーム透過絞り 6 の形状を反映して、ビーム透過絞り 6 の開口形状とほぼ同じ大きさの膜が堆積する。

## 【 0 0 4 6 】

一方、約 1 0 0 0 e V 以下のエネルギーを持つ電子ビームを用いて、同様に基板に照射を行うと図 2 ( b ) に示すように、ビーム透過絞り 6 の形状よりも大きな膜が堆積する場合があった。この要因として電子ビームの場合は、入射した一次電子が基板表面で多重散乱 2 1 が生じ、電子ビームが広がるだけでなく、基板表面に滞在している有機分子をイオン化 2 2 し、イオンの再付着によるカーボン膜形成領域の広がりが生じたものと予想される。

20

## 【 0 0 4 7 】

この様に電子線を用いるより、イオンビームを用いる方が形成する膜の形状制御を精密に行える。

## 【 0 0 4 8 】

さらに本発明では、イオンビームのポテンシャルエネルギー  $E_1$  だけでなく、電極 2 , 4 に印加する電位  $V_2$  との関係を実際に設定することで、選択的に電極及び、その周囲にカーボン膜を形成することができる。

30

## 【 0 0 4 9 】

このときのイオンビームのポテンシャルエネルギー  $E_1$  と素子に印加した電圧  $V_2$  の関係を示したのが図 3 である。ここで  $e$  は素電荷 (  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  ) を表す。

## 【 0 0 5 0 】

図 3 において入射したイオンビームのポテンシャルエネルギーは  $E_1$ 、 $V_2$  が印加されている電極のポテンシャルは  $E_2$  で表されている。このポテンシャル図から分かるように、イオンビームのポテンシャルエネルギーよりも電極のポテンシャルが  $E_3$  で示される値だけ高いため、電極 4 にはイオンビームが到達することは出来ない。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 に示されるように電極 2 , 4 の間に等電位線 1 3 が形成され、このうち前述の  $E_3$  に相当する電位よりも高いポテンシャル障壁 1 4 が形成されているところでイオンが跳ね返される。このため二つの電極 2 , 4 の間でイオンが照射される領域とイオンが照射されない領域が形成される。

40

## 【 0 0 5 2 】

さらにイオンが照射された領域ではイオンビームの付着と中性化より、有機物質の堆積 7 が生じる。このため電極 2 , 4 間にはイオンビームによって有機物質が堆積する領域 D 1 と堆積が進行しない領域 D 2 が形成される。

## 【 0 0 5 3 】

この堆積が進行しない領域 ( 以下ギャップと呼ぶ ) D 2 ( 1 0 0 ) はイオンビームの照射前後でその距離が異なる。この変化を図 4 を用いて説明する。図 4 は図 1 と同様な構成で

50

素子にイオンビームを照射した時、イオンビーム照射の時間経過に応じたギャップ形成の様子を模式的に表したものである。

【0054】

イオンビームを照射した初期図4(A)では等電位線13は電極間全体にわたって、ほぼ等間隔で形成される。このためギャップD2は図に示すような場所に形成されると予想される。

【0055】

電極間に有機物質が堆積する過程で、sp<sup>2</sup>による電子が形成されること等により堆積膜に導電性が付与される(カーボン膜化する)と、堆積膜の先端とV<sub>2</sub>の印加された電極4の間に新たな電位分布が形成される。有機物質の堆積が進行すると図4(C)に示すように、堆積膜自身の先端が新たに電極となって、初期のギャップD2をさらに埋めるように堆積が進行することを意味している。

【0056】

この結果初期のギャップD2と照射後期のギャップD3の間にはD2 > D3の関係となり、照射時間によってギャップ間距離を制御することが可能となる。

【0057】

この進行過程により、二つの電極間に形成される電界は、堆積に伴ってギャップが小さくなるため、結果として電界が初期値よりも大きくなる。形成された電界がトンネリングに必要な値になればギャップ100付近から電子を引き出すことが可能となる。

【0058】

また、電極間の距離を電極長さに渡って均一に形成することができれば、最終的な電子放出に必要とされるギャップも均一性高く形成される。

【0059】

このイオンビーム照射を用いた有機物質の堆積工程を以後イオンビーム蒸着と呼ぶ。

【0060】

このイオンビーム蒸着を用いると、従来の活性化による素子作製方法と比較して、導電性膜の形成、フォーミング工程、を省略できるだけでなく、従来の活性化工程に見られるような、フォーミング時のばらつきを反映したカーボン膜の不均一堆積が起きない。

【0061】

ここで用いるイオンビームのポテンシャルエネルギーE<sub>1</sub>はカーボン膜の結晶性、比抵抗値などのエネルギー依存性、実用的な電位、膜内のダメージ等を考慮して決められる。

【0062】

本発明者の検討によると、形成したカーボン膜の結晶性はイオンエネルギーが高いほどグラファイトに近い構造となり、比抵抗値はイオンエネルギーが高いほど小さい値を持つことが分かった。しかしイオンエネルギーをあまり上げすぎると膜内にイオン照射のダメージが残るだけでなく、基板が削れるなどの問題が生じる場合がある。

【0063】

電極に与える電位V<sub>2</sub>はイオンビームのポテンシャルエネルギーE<sub>1</sub>とそのエネルギーの広がりEの半値幅を考慮して適宜決められる。ただし、少なくともeV<sub>2</sub> > E<sub>1</sub> + Eなる関係が必要である。

【0064】

以上述べたように、イオンビーム蒸着においてイオンビームのポテンシャルエネルギーE<sub>1</sub>と電極2, 4の間の電位V<sub>2</sub>を適当な値に設定することで、電子放出に必要な電界を得るためのギャップの形成が制御性高く得られるようになった。

【0065】

また本手法は単素子のみならずマトリクス状に配置された複数の電子放出素子等の製造に適応可能なため、画像形成装置等を安価に製造することが可能となった。

【0066】

本手法を用いた電子放出素子は均一性に優れることで、単素子内のビームの揺らぎが減少しただけでなく、複数配置された基板内の電子放出特性のばらつきが減少した。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

【実施例】

(実施例 1)

本発明による第一の実施例について図 1 を用いて説明する。

【 0 0 6 8 】

図 1 中、1 は絶縁性基体、2, 4 は電極、7 はカーボン膜、6 はイオンビーム透過窓、15 はイオンビーム発生装置、8 は真空排気装置、9 は有機物質を封入した容器、10, 11 は真空バルブ、12 は真空容器を示している。

【 0 0 6 9 】

最初に石英基板 1 に Pt 電極 2, 4 を形成し、出来上がった基体を真空容器 12 に取り付け  
ける。

【 0 0 7 0 】

次にバルブ 10 を開けて真空装置 8 で内部の空気を排気する。

【 0 0 7 1 】

真空度がおよそ  $1 \times 10^{-5}$  Pa 程度に到達したら、バルブ 11 を開けて、真空度が  $1 \times 10^{-3}$  Pa 程度になるようにトルニトリルをイオンビーム発生装置 15 に導入し、イオン発生装置内に有機ガス雰囲気を形成した。

【 0 0 7 2 】

本説明図では最も簡単なイオン発生装置として、熱フィラメント 17 が 1800 以上になるように、電源 V3 に 6 V、1 A にて加熱し、発生した電子を 100 V の加速電圧 V4  
にて加速して、電子をコレクター 16 に集め、この中を中性のトルニトリル 9 ( 図中 A で表示 ) が通過するときに中性の有機材料がイオン化 ( 図中 A<sup>+</sup> で表示 ) するイオンビーム発生装置を用いた。

【 0 0 7 3 】

次に、イオンビーム発生装置 15 を用いて電極が形成された基板に向けてイオンビームを照射する。このときのイオンビームのエネルギーは 20 ( e V ) になるように調整される。

【 0 0 7 4 】

さらに基体に形成された二つの電極の一方 ( 電極 4 ) には外部より 25 V ( V2 ) なる電位が与えられた。

【 0 0 7 5 】

このときカーボン系の堆積膜が、ゼロ電位に保たれている電極 2 の周囲だけに選択的に堆積した。

【 0 0 7 6 】

このため電極 2, 4 間にはイオンビームによって有機物質が堆積する領域 D1 と堆積しない領域 D2 が形成された。

【 0 0 7 7 】

前述したように、二つの電極間に形成される電界は、堆積に伴ってギャップが小さくなるため、結果として電界が初期値よりも大きくなり、トンネリングに十分なギャップを素子内で均一に形成することが出来た。

【 0 0 7 8 】

出来たカーボン膜のギャップ部周辺を拡大して観察すると、従来の活性化による素子作製方法と比較して、フォーミングに起因すると見られる第 2 の間隔形状ばらつきを反映したカーボン膜の形状ばらつきが抑制されることが分かった。

【 0 0 7 9 】

本製造方法において、有機材料の分圧、基板温度、イオンのエネルギー外部電位は前述の値に限定されるものではなく、カーボン系膜の比抵抗、結晶性、膜厚などのパラメータとの依存性の中から適当な値に設定されるものである。

【 0 0 8 0 】

以上述べた製造方法によって、イオンビーム蒸着においてイオンエネルギー  $E_1$  と素子間

10

20

30

40

50



の電位  $V_2$  を適当な値に設定することで、電子放出に必要な電界を得るためのギャップの形成が制御性高く得られるようになった。

【 0 0 8 1 】

本手法を用いた電子放出素子は均一性に優れることで、単素子内のビームの揺らぎが減少した。

【 0 0 8 2 】

( 実施例 2 )

本発明による第二の実施例について説明する。

【 0 0 8 3 】

図 5 は、実施例 1 とは異なる形状の素子に導電性膜 7 をイオンビーム蒸着製造方法にて作製する製造方法を示すものである。1 は基体、2 は第 1 の電極、3 は層間絶縁層、4 は第 2 の電極、7 はカーボンを主成分とする導電性膜、8 は真空排気装置、9 はエチレンを封入した容器、10、11 は真空バルブ、12 は真空容器、15 はイオンビーム発生装置を示している。出来上がった素子を真空容器 12 に取り付け、次にバルブ 10 を開けて真空装置 8 で内部を排気する。

【 0 0 8 4 】

真空度がおよそ  $1 \times 10^{-5}$  Pa 程度に到達したら、バルブ 11 を開けてエチレンをイオンビーム発生装置 15 内に導入し、イオンビームを形成する。このときのエチレンの圧力は用いる基板温度などで変化するが、基板温度が室温ではおよそ  $1 \times 10^{-2}$  Pa 程度に設定した。

【 0 0 8 5 】

次にイオンビーム装置 15 の直下に配置された素子にイオンビームを照射する。このときのイオンビームのエネルギーは 15 ( eV ) になるように調整された。さらに基体に形成された電極 4 には外部より 20 V なる電位、電極 2 にはゼロ電位を与えた。

【 0 0 8 6 】

このとき素子には外部より与えられたイオンの障壁となる電位障壁 14 が形成され、薄い絶縁層側の電位障壁の厚さが D5、厚い絶縁層側の厚さが D4 に示されるように形成されることで、薄い絶縁層側が厚い絶縁層側よりも早く電界が強まる構成に達する。

【 0 0 8 7 】

実際に、このイオンビーム蒸着を上記構成の電子放出素子の導電膜形成に用いると、薄い絶縁層側にのみ電界電子放出に十分な電界を形成することが可能となった。尚、電子放出に十分な電界であるかどうかは電極間に流れる電流を計測してモニタすることでこの工程の終点とすることが出来た。

【 0 0 8 8 】

本発明の製造方法による電子放出素子の電子放出特性は、電子放出部の均一性の向上により、電子放出電流  $I_e$  の変動が従来よりも小さいことが確認された。

【 0 0 8 9 】

( 実施例 3 )

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および画像形成装置の製造方法について、図 6 を用いて説明する。図 6 において、61 は電子源基体、62 は X 方向配線、63 は Y 方向配線、64 は電子放出素子である。

【 0 0 9 0 】

m 本の X 方向配線 62 は  $DX_1, DX_2, \dots, DX_m$  からなり、蒸着法にて形成された厚さ約  $1 \mu m$ 、幅約  $300 \mu m$  のアルミニウム系配線材料で構成されている。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。Y 方向配線 63 は  $DY_1, DY_2, \dots, DY_n$  の n 本の配線よりなり、厚さ約  $0.5 \mu m$ 、幅約  $100 \mu m$  で X 方向配線 62 と同様に形成される。これら m 本の X 方向配線 62 と n 本の Y 方向配線 63 との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している ( m, n は、共に正の整数 ) 。

【 0 0 9 1 】

不図示の層間絶縁層は、スパッタ法等を用いて厚さ約  $0.8 \mu m$  の  $SiO_2$  で構成され、

10

20

30

40

50

X方向配線62を形成した基体61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62とY方向配線63の交差部の電位差に耐え得るように、本実施例では1素子当たりの素子容量が1 p F以下、素子耐圧30 Vになるように層間絶縁層の厚さが決められた。X方向配線62とY方向配線63は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0092】

各電子放出素子64を構成する一対の電極は、m本のX方向配線62とn本のY方向配線63にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0093】

本電子源基体を図5と同様なイオンビーム照射装置の中に配置し、有機材料ガスとしてメタンを用い、選択された低電位電極62と選択された高電位電極63に30 Vの電位を印加し、イオンビームのエネルギーを25 ( e V ) に設定して、カーボン系導電膜の堆積を行った。

10

【0094】

選択素子は線順次あるいは点順次に駆動され、電流をX方向とY方向の配線間に流れる電流をモニターしながらこの工程の終点が決められた。

【0095】

前述のイオンビーム蒸着方法によって各素子均一にカーボン系導電膜が成膜された。

【0096】

本発明の製造方法による電子放出素子の電子放出特性は、電子放出部の均一性の向上により、電子放出電流  $I_e$  の変動が従来よりも小さく、素子間のばらつきも小さいことが確認された。

20

【0097】

また従来の素子製造工程で必要であったフォーミング工程、活性化工程が不要となるばかりでなく、イオンビーム蒸着における電子線絞り機構(マスク)が不要となり、低コストで簡易な製造方法で素子を作製することが可能となった。

【0098】

【発明の効果】

本発明によるイオンビーム蒸着により、特別な絞りマスクを用いずとも電子放出素子にカーボン系導電性膜の堆積と均一な間隙を形成することが可能となった。

【0099】

30

またこの手法によると、従来必要とされた、フォーミング工程、活性化工程を不要とし、きわめて短時間に電子放出素子を製造することが可能となった。

【0100】

さらにこの手法によると単素子だけでなく、複数の素子を備えた画像形成装置に対しても適応可能となり、安価に画像形成装置を提供することが可能となった。

【0101】

この製造方法を用いた電子放出素子の電子放出特性は揺らぎが小さく、複数の電子放出素子を形成した装置では素子間のばらつきが小さくなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による電子放出素子の製造方法の一例を示す図である。

40

【図2】イオンビーム蒸着法と電子線アシストCVDの違いを説明するための図である。

【図3】イオンビーム蒸着で用いるポテンシャルエネルギーを示す図である。

【図4】イオンビーム蒸着による堆積とギャップ形成を説明する図である。

【図5】本発明による電子放出素子の製造方法の別の例を示す図である。

【図6】本発明による電子源の製造方法の一例を示す図である。

【図7】従来例の電子放出素子を示す図である。

【図8】従来例の電子放出素子の製造方法を示す図である。

【図9】従来例の電子放出素子を示す図である。

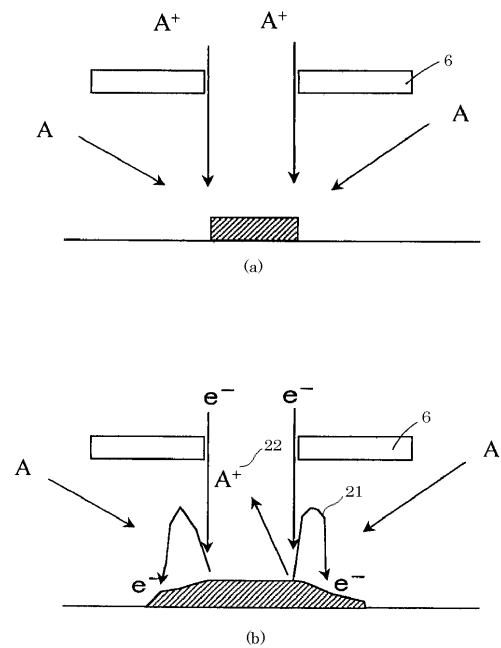
【符号の説明】

1 基体

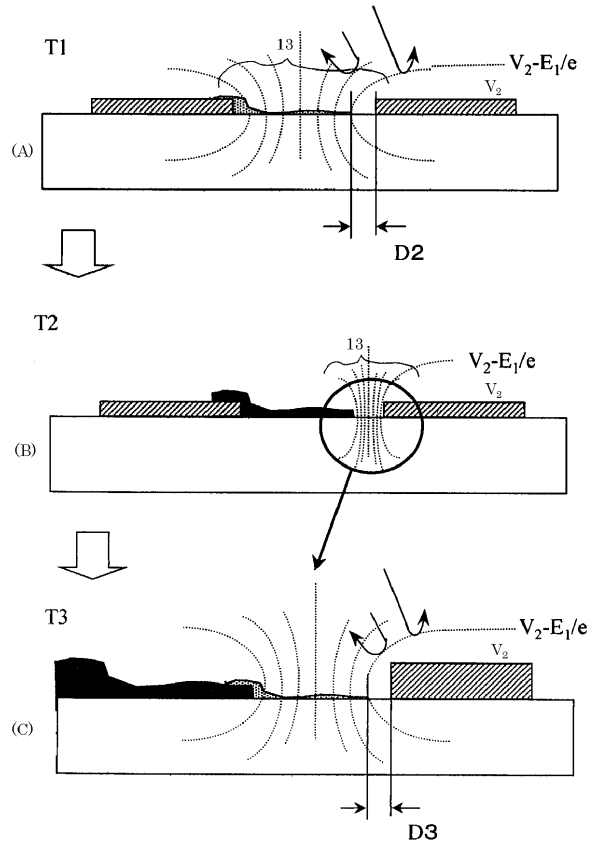
50

- 10

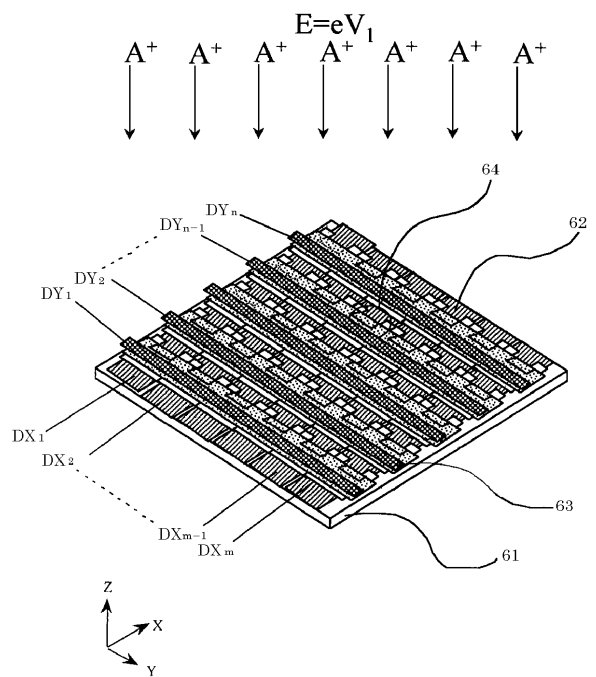
【圖 2】



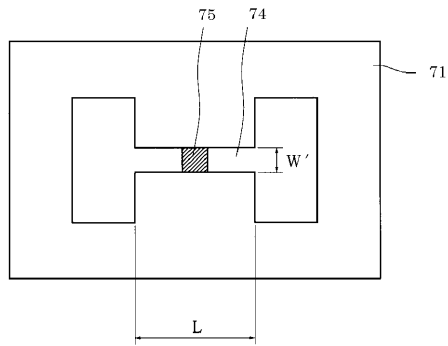
【 図 4 】



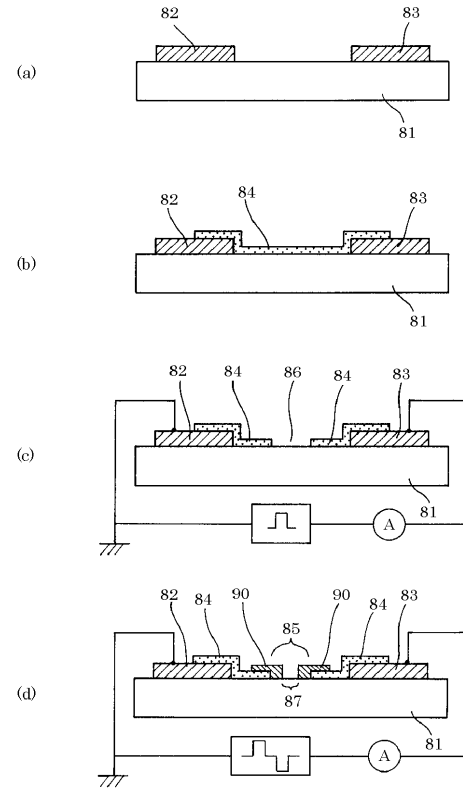
【 図 6 】



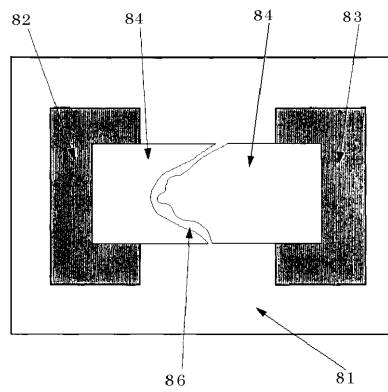
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 2 - 6 0 0 2 5 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 7 6 3 2 0 ( J P , A )  
特開平 8 - 2 6 4 1 1 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 5 5 6 4 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 8 2 3 8 3 ( J P , A )  
特開平 9 - 3 2 6 2 3 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01J 9/02

H01J 1/30

H01J 31/12