

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-91821

(P2004-91821A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int.CI.⁷

C23C 16/44
H01L 21/205
// GO3G 5/08
H01L 31/04

F 1

C 23 C 16/44
H 01 L 21/205
H 01 L 31/04
G O 3 G 5/08

A
V
3 6 0

テーマコード(参考)

2 H 06 8
4 K 03 0
5 F 04 5
5 F 05 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2002-251965(P2002-251965)

(22) 出願日

平成14年8月29日(2002.8.29)

(71) 出願人

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者

林 弘志

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地
の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内

(72) 発明者

川上 哲哉

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地
の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内

F ターム(参考) 2H068 EA27

4K030 AA03 AA06 BA30 BB12 FA10
LA16 LA17
5F045 AA03 AA06 AB04 AC01 CA16
HA24
5F051 AA05 CA18 CA36

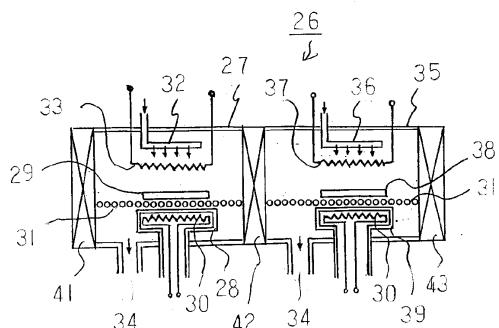
(54) 【発明の名称】薄膜デバイス用製造装置および薄膜デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】熱触媒体に影響されないで、もしくはその影響を小さくして安定した成膜を達成し、これによって高品質かつ高信頼性の積層型薄膜デバイスを提供する。

【解決手段】被成膜用基板29上にホットワイヤーCV法により少なくとも2層を順次積層する薄膜デバイス用製造装置において、先の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分に対し、その後の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分を違える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガス導入部と、このガス導入部より噴き出したガスが通過する発熱体とを備えて、被成膜用気基体上にホットワイヤー CVD 法により第 1 薄膜を被着せしめるように成した反応室と、さらにガス導入部と、このガス導入部より噴き出したガスが通過する発熱体とを備えた他の反応室と、第 1 薄膜を被着した被成膜用気基体を他の反応室に運ぶ搬送手段とを備えて、他の反応室にて第 1 薄膜上にホットワイヤー CVD 法により第 2 薄膜を被着せしめるように成した薄膜デバイス用製造装置。

【請求項 2】

前記反応室に備えた発熱体の成分と、他の反応室に備えた発熱体の成分とを、双方間にて 10 違えたことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜デバイス用製造装置。

【請求項 3】

請求項 2 の薄膜デバイス用製造装置を用いて、被成膜用気基体上に第 1 薄膜と第 2 薄膜とをホットワイヤー CVD 法により被着せしめることを特徴とする薄膜デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明はホットワイヤー CVD 装置（以下、ホットワイヤー CVD 装置を HW-CVD 装置と略す）を用いてホットワイヤー CVD 法によって被成膜用基体上に、たとえば組成や成分の異なるアモルファスシリコン系の薄膜を順次形成する薄膜デバイス用製造装置に関するものである。さらに本発明の薄膜デバイス用製造装置を用いた薄膜デバイスの製造方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

従来、アモルファスシリコン（以下、a-Si と略す）系の材料を用いた電子写真感光体や太陽電池、イメージセンサ、光センサ、 TFT（薄膜トランジスタ）等の製作には、主にグロー放電プラズマ CVD 法による成膜装置が広く用いられてきた。

【0003】

この成膜装置にて a-Si からなる電子写真感光ドラムを製作するには、図 5 に示すようなグロー放電プラズマ CVD 装置 1 が用いられる。

【0004】

同図はグロー放電プラズマ CVD 装置 1 の概略構成図であって、2 は円筒状の真空容器であり、この真空容器 2 の内部のほぼ中央に、アルミニウム金属材などからなる円筒状の導電性基体 4 を配置し、この導電性基体 4 上にグロー放電プラズマにより a-Si 系膜を成膜する技術である。

【0005】

導電性基体 4 は、その内部に設けた SUS などからなる基体支持体 3 により保持され、導電性基体 4 を接地電極とし、他方の高周波電力印加電極として、この外周面と等距離になるように囲んだ SUS などからなる円筒状の金属電極 5 を配置している。

【0006】

金属電極 5 には、成膜用の原料ガスを導入するガス導入管 6 が接続されており、金属電極 5 の内周面に設けられたガス吹き出し孔 7 から、導電性基体 4 に向けて両電極間に原料ガスが導入される。

【0007】

金属電極 5 の上下には、接地との絶縁のためのセラミックスなどからなる絶縁リング 8、8' が設けられ、金属電極 5 と導電性基体 4 との間には、高周波電源 9 が接続され、ガスの導入とともに、導電性基体 4 と金属電極 5 との間にグロー放電プラズマを発生させるようになされている。

【0008】

10

20

30

40

50

このようなグロー放電プラズマを発生させるに当り、基体支持体3の内部には、ニクロム線やカートリッジヒーターなどからなる基体加熱手段10が設けられ、導電性基体4を所望の温度に設定する。また、基体支持体3と導電性基体4は、回転用のモーター11によって、回転伝達手段12を介して一体して回転させ、これによって膜厚や膜質の均一化を図っている。

【0009】

上記構成のグロー放電プラズマCVD装置1を用いてa-Si系の膜を成膜するに当たって、所定の流量やガス比に設定された原料ガスを、ガス導入管6からガス吹き出し孔7を介して両電極間に導入すると共に、真空ポンプ(図示せず)に接続された排気配管13からの排気量を調整することにより、所定のガス圧力に設定し、そして、高周波電源9により高周波電力を印加して、両電極間にグロー放電プラズマを発生させて原料ガスを分解し、所望の温度に設定した導電性基体4上にa-Si系膜を成膜する。

【0010】

しかしながら、上記のグロー放電プラズマCVD法によれば、成膜中のa-Si系膜の表面がプラズマによりダメージを受けるため、膜特性の向上や積層膜の界面特性の制御に限界があるという問題点があった。

【0011】

また、グロー放電プラズマCVD装置1毎にグロー放電プラズマ発生用の高価な高周波電源が必要となることで製造コストが大きくなっていた。さらに高周波によるグロー放電プラズマの発生に伴って、電力の一部が高周波ノイズとして成膜装置の各部や外部に漏洩し、ガス流量やガス圧力ならびに基体温度の各種制御機器に対し誤動作を引き起こすという問題点もあった。

【0012】

加えて、プラズマによる分解生成物として、a-Si系膜の成膜中に副生成物として黄色の易燃性粉体が多量に発生し、真空容器内の導電性基体4以外の部位、すなわち電極や容器の内壁、排気配管系等にも付着し堆積し、その粉体が成膜中の導電性基体4表面に飛来して、成膜欠陥の発生原因となっていた。そして、成膜毎に反応炉内の粉体洗浄作業を必要とし、その取扱いに危険が伴っていた。

【0013】

これらの課題を解消し、a-Si系膜の特性を改善することを目的として、特許第1704110号と特許第3145536号において、ホットワイヤー(HW-CVD)法(このホットワイヤーCVD法は触媒CVD法もしくはCat-CVD法とも呼ばれる)と呼ばれる成膜方法およびその装置が提案されている。

【0014】

このHW-CVD装置を図6に示す装置の概略図に基づいて説明する。

真空容器からなる反応室14内には、被成膜用の基体16が基体保持台15の上に保持設置し、基体16の上部に、適当な間隔をあいてタンクステン等からなる発熱体17が配置され、その発熱体17を通過して基体16上に原料ガスを供給できるように、ガス導入管18が配置される。19は排気のために用いる真空ポンプ、20は基体加熱手段としてのヒーターである。

【0015】

このHW-CVD装置を用いてa-Si系膜を成膜するには、真空ポンプ19により真空状態に排気した反応室14内に、SiH₄とH₂の混合ガスなどからなる原料ガスをガス導入管18より導入し、1000～2000に加熱された発熱体17を通過させて触媒反応を起こさせ、その反応により分解生成した反応生成物を基体16に到達させて、a-Si系膜を堆積させる。

【0016】

さらに特許2692326号によれば、発熱体と被成膜用の基体との間に気体が通過可能な開口部を有する輻射断熱部材を設け、これによって発熱体からの輻射による基体の温度上昇を防止する技術が提案されている。

【 0 0 1 7 】

以上のような H W - C V D 装置に関連して、特開 2 0 0 0 2 7 7 5 0 1 号および特開 2 0 0 0 - 2 7 7 5 0 2 号には、発熱体に含まれた重金属等の不純物が膜中へ混入することを防止する技術が提案されている。

【 0 0 1 8 】

また、特開 2 0 0 1 - 3 4 5 2 8 0 号には、H₂などの材料ガスが発熱体によって分解活性化されて活性種が生成される活性種生成空間と、SiH₄などの原料ガスがこの活性種との化学反応によって基体上に膜堆積する成膜処理空間を同一真空容器内で隔離することによって、発熱体にて使用される高融点金属、たとえばタンゲステン線などがSiH₄と反応してシリコン化合物が生成し、その結果引き起こされる発熱体の劣化を防止する技術が提案されている。10

【 0 0 1 9 】

さらにまた、特開 2 0 0 2 - 9 3 7 2 3 号には、発熱体端部の支持部をカバーで覆い、その隙間に希釈ガス、不活性ガス等を導入して発熱体端部の温度低下部を原料ガスと隔離することにより、前記シリコン化合物の生成を防止する技術が提案されている。

【 0 0 2 0 】

このような H W - C V D 法によれば、成膜反応においてプラズマによるダメージがなくなり、これによって優れた膜特性が得られ、積層膜の界面特性も良好となり、しかも、水素を含む a - Si : H 膜中の水素含有量を低減でき、これにより、a - Si : H 膜の光学的バンドギャップが小さくなり、その結果、太陽電池の光電変換効率が向上し、太陽電池やイメージセンサにおける光劣化が改善され、TFTでのキャリア移動度が改善される。20

【 0 0 2 1 】**【 発明が解決しようとする課題 】**

しかしながら、前述したような H W - C V D 法の各技術によれば、成膜時のガスにより熱触媒体である発熱体を使用するに当り、つぎのような課題があった。

【 0 0 2 2 】

すなわち、通常、かかる熱触媒によれば、その触媒に伴なって発熱体が変質するが、個々の薄膜を形成するに際し、それぞれの薄膜に応じて発熱体の変質状態が異なり、熱触媒体の寿命にもムラが生じ、安定した成膜ができなかつた。

【 0 0 2 3 】

したがって、成膜の途中にて、発熱体（熱触媒体）の交換が必要となったり、その熱触媒体自体が昇華して実用上支障が生じたり、あるいはガスが十分に分解せず、所望の膜質を得られない等の問題点があつた。30

【 0 0 2 4 】

このような問題点の解決策として、特開平 7 - 2 5 4 5 6 6 号、特開 2 0 0 2 - 9 3 7 2 3 号、もしくは第 49 回応用物理学関係連合講演会の 28P-YR-4、28P-YR-7、さらには北陸先端科学技術大学院大学材料科科学研究科の平成 13 年度第 1 回研究フォーラムにおける講演「Cat CVD 法による大面積デバイス用シリコン薄膜の作製」が挙げられる。

【 0 0 2 5 】

しかしながら、かかる提案によれば、発熱体（熱触媒体）の支持部における変質（シリサイド化）に対する改善、ならびに酸化薄膜での熱触媒体材料の選定に係る報告であり、薄膜の種別に応じた検討は、いまだおこなわれていないと言える。40

【 0 0 2 6 】

したがって、本発明の目的は熱触媒体に影響されないで、もしくはその影響を小さくして安定した成膜を達成した薄膜デバイス用製造装置ならびに薄膜デバイスの製造方法を提供することにある。

【 0 0 2 7 】**【 課題を解決するための手段 】**

本発明の薄膜デバイス用製造装置は、ガス導入部と、このガス導入部より噴き出したガス50

が通過する発熱体とを備えて、被成膜用気基体上にホットワイヤーCVD法により第1薄膜を被着せしめるように成した反応室と、さらにガス導入部と、このガス導入部より噴き出したガスが通過する発熱体とを備えた他の反応室と、第1薄膜を被着した被成膜用気基体を他の反応室に運ぶ搬送手段とを備えて、他の反応室にて第1薄膜上にホットワイヤーCVD法により第2薄膜を被着せしめるように成したことの特徴とする。

【0028】

本発明の他の薄膜デバイス用製造装置は、前記反応室に備えた発熱体の成分と、他の反応室に備えた発熱体の成分とを、双方間に違えたことを特徴とする。

【0029】

本発明の薄膜デバイスの製造方法は、かかる本発明の薄膜デバイス用製造装置を用いて、被成膜用気基体上に第1薄膜と第2薄膜とをホットワイヤーCVD法により被着せしめることの特徴とする。 10

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る薄膜デバイスとして、電子写真感光体を例にして詳細に述べる。

【0031】

図1は本発明の薄膜デバイス用製造装置の概略図であり、図2は電子写真感光体の積層構造を示す断面図である。図3は発熱体の正面概略図であり、図4は、その要部を示す拡大図である。 20

【0032】

はじめに図2によって電子写真感光体21の積層構造を説明する。

22は平板状の基板であり、この基板22の外周面に前記第1薄膜と第2薄膜に相当するキャリア注入阻止層23と光導電層24と表面保護層25とを順次積層したものである。

【0033】

基板22は銅、黄銅、SUS、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)などの金属導電体、あるいはガラス、セラミックなどの絶縁体の表面に金属材やITOなどの導電性薄膜を被覆したものである。 20

【0034】

キャリア注入阻止層23は、たとえば酸素や硼素をドープしたa-Siから成り、光導電層24もa-Siから成り、さらに表面保護層25はカーボンや窒素、酸素をドープしたa-Si系の薄膜である。 30

【0035】

つぎに図1に示す本発明の製造方法に用いるHW-CVD装置の一例であり、このHW-CVD装置26を述べる。

【0036】

27は前記反応室としての真空容器であり、この真空容器27の内部に被成膜用の支持体28が配置され、この被成膜用支持体28の上に前記基板22である被成膜用基板29を配設する。この被成膜用支持体28の内部には基体温度制御手段30が配設されている。 40

【0037】

この被成膜用基板29は、前記搬送手段である基体搬送用のコンベア31の上に配置し、つぎの反応室に移送するようになしている。

【0038】

32はガス導入部であって、真空容器27の内部の上方に配設し、その下に発熱体33を配置している。

【0039】

このような構成にしたことで、上方に配置したガス導入部32が噴き出したガスを、発熱体33を通して、下方に配置した被成膜用基板29に対し、ほぼ均等に流すことができる。

【0040】

また、34はガス排気部である。真空容器27には、さらに真空度をモニターする圧力計 50

(図示せず)も接続する。

【0041】

上記構成の真空容器27に対し、さらに他の反応室である真空容器35を並設する。

【0042】

この真空容器35についても、その内部の上方にガス導入部36を配設し、その下に発熱体37を配置している。さらにコンベア31の上に真空容器27にて成膜した成膜基板38を配置するが、この成膜基板38は、被成膜用の支持体39の上に配設する。この被成膜用支持体39の内部にも基体温度制御手段30が配設されている。

【0043】

そして、このような構成にしたことで、上方に配置したガス導入部36が噴き出したガスを、発熱体37を通して、下方に配置した被成膜用基板である成膜基板38に対し、ほぼ均等に流すことができる。真空容器35には、さらに真空度をモニターする圧力計(図示せず)も接続する。10

【0044】

41、42、43はゲートバルブであり、各真空容器27、35を大気に対し、個別に隔離している。

【0045】

前記発熱体33、37の熱触媒体である各フィラメントに対しては双方の間にて異なる材質にて構成する。

【0046】

上記基体温度制御手段30については、フィラメントからの輻射熱を受けても成膜中の基体温度を所望の値に維持するために、温度検出手段(図示せず)と加熱手段(図示せず)および/または冷却手段(図示せず)からなる。20

【0047】

温度検出手段としては、熱電対やサーミスタ等を用いて支持体28、39の外壁の温度を検出するよう取り付け、外壁を介して支持体28、39に保持された被成膜用基体29、38の温度状態をモニターしながら、温度調節器(図示せず)により加熱手段と冷却手段を制御して、基体温度を所望の値に維持する。

【0048】

加熱手段には、ニクロム線やシーズヒーター、カートリッジヒーター等の電気的なものや、油等の熱媒体が用いられる。30

【0049】

冷却手段には、空気や窒素ガス等の気体や、水、油等からなる冷却媒体が、基体支持体28、39の内部を循環するようにして用いられる。

【0050】

そして、この基体温度制御手段30により、成膜中の基体温度を100~500、好適には200~350の一定温度に制御するとよい。

【0051】

上記構成のHW-CVD装置26によれば、ガス導入部32、36より導入されたガスは、発熱体33、37を通して流れるように接触し、そして、分解・活性化され、かかる後、放射状に熱拡散され、被成膜用基体29、38に到達し、その外周面に成膜される。40

【0052】

また、発熱体33、37の主体であるフィラメントの材料としては、原料ガスの少なくとも一部に触媒反応あるいは熱分解反応を起こして、その反応生成物を堆積種となし、かつ触媒材料自身が、昇華や蒸発により堆積される膜中に混入しにくいものが選択される。

【0053】

このような材料には、タンゲステン(W)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、モリブデン(Mo)、チタン(Ti)、ニオブ(Nb)、タンタル(35Aa)、コバルト(Co)、Ni、Cr、Mn、カーボン(C)あるいはそれらの合金がある。

【0054】

50

20

30

40

50

本発明によれば、発熱体33、37に対し双方の間にて異なる材質にて構成するとよい。

【0055】

たとえば、酸化系シリコン(Si)の膜を形成する場合は、発熱体として白金(Pt)、イリジウム(Ir)もしくはこれらの合金を使用すると好適であり、これによってフィラメントの耐酸化性に顕著な効果を奏する。

【0056】

ほぼシリコンからなるa-Si膜を形成する場合にはタンタル(Ta)、タングステン(W)もしくはこれらの合金からなる発熱体を用いると好適であり、これにより、フィラメントがシリサイド化されることに対し耐性を備える。また、フィラメントが1900にまで高められても、融点が高いことで、信頼性を著しく高める。

10

【0057】

また、炭素系Si膜を形成する場合には、カーボン(C)、タンタル(Ta)もしくはこれらの合金からなる発熱体を使用すると好適であり、これにより、ファラメントの炭化に対し耐性が得られる。また、窒素系Si膜であれば、タングステン(W)からなる発熱体を使用することで、窒化に対し耐性が得られる。

【0058】

つぎに発熱体33、37のフィラメントの構成を図3と図4に示す。

図5に示す発熱体によれば、(イ)、(ロ)、(ハ)の3とおりの構成でもって示すごとく、窓枠状(四角形枠形状)の絶縁部材45の内部に、上述したフィラメントであるワイヤaを張った構造である。

20

【0059】

(イ)に示す発熱体においては、各ワイヤaの両端を金属製電極46と接合させ、双方の金属製電極46はそれぞれ電流導入端子52を介して外部と通電される。47はワイヤaを金属製電極46に固定する取り付けフックである。

【0060】

(ロ)と(ハ)に示す発熱体においては、取り付けフック47でもってワイヤaをジグザグ状に張っている。

【0061】

このようにワイヤaを、もしくはフィラメント、リボン等を用いて、グリッド状、のこぎり状、固体波状にて平面型に1本乃至複数本張ることで、ガスが透過する構造となる。

30

【0062】

あるいは、上述した発熱体の材料でもって発熱主体となるように、その主体を、図4に示す発熱体である(a)~(f)の6とおりでもって示すごとく、格子状や網目状、メッシュ状、ハニカム状に組み合わせた構造、もしくはワイヤーやフィラメント、リボン等を、格子状や網目状、メッシュ状、ハニカム状と組み合わせた構造にしてもよい。

【0063】

また、上記の材料で作られた薄い平板に、円形や三角形、正方形、長方形、菱形、六角形、縦長のスリット状、横長のスリット状、斜めのスリット状、またはそれらの組合せからなる種々の通気孔を多数設けた構成にしてもよい。このような構成の発熱体を図4に示す(g)~(k)の5とおりでもって示す。

40

【0064】

その他、通気孔を設けた複数の筒状平板を、互いの通気孔が重ならず、かつ互いの筒状平板間にガスの通過する間隙を有するように、重ね合わせた構成の発熱体にしてもよい。これらの発熱体を(i)と(m)にて示す。

【0065】

以上のような構成の発熱体によれば、真空容器27、35の外部から電流端子52を介して電力が供給され、通電によるジュール熱で500~2200、好適には800~2000の高温に加熱される。

【0066】

そして、基体支持体28、39に保持された被成膜用基体29、38については、発熱体

50

の主体であるフィラメントからの熱輻射が発散され、そして、これが吸収されるように、効果な設計をおこなうとよい。

【0067】

本発明者が繰り返しあこなった実験によれば、支持体28、39および被成膜用基体29、38の材質、厚さ、大きさ等によつても異なるが、熱輻射と堆積密度、膜厚の均一性などの点から、被成膜用基体29、38とフィラメント(発熱体)との間隔を10~150mm、好適には40~80mm、最適には50~70mmとするよい。

【0068】

本発明のHW-CVD装置を用いてa-Si膜を成膜する場合には、そのa-Si系膜の原料ガスは、グロー放電プラズマCVD法で用いられるものと同じである。

10

【0069】

成膜原料ガスとしては、シリコンと水素やハロゲン元素とからなる化合物、たとえばSiH₄、Si₂H₆、Si₃H₈、SiF₄、SiCl₄、SiCl₂H₂等が用いられる。

【0070】

希釈用ガスとしては、H₂、N₂、He、Ar、Ne、Xe等が用いられる。

【0071】

価電子制御ガスには、P型不純物としては元素周期律表第IIIA族Bの元素(B、Al、Ga等)を含む化合物、たとえばB₂H₆、B(CH₃)₃、Al(CH₃)₃、Al(C₂H₅)₃、Ga(CH₃)₃等が用いられ、N型不純物としては元素周期律表第VA族Bの元素(P、As、Sb等)を含む化合物、たとえばPH₃、P₂H₄、AsH₃、SbH₃等が用いられる。

20

【0072】

また、バンドギャップ調整用ガスとしては、バンドギャップを拡大する元素であるC、N、Oを含む化合物、たとえばCH₄、C₂H₂、C₃H₈、N₂、NH₃、NO、N₂O、NO₂、O₂、CO、CO₂等や、バンドギャップを狭める元素であるGe、Snを含む化合物、たとえばGeH₄、SnH₄、Sn(CH₃)₃等が用いられる。

【0073】

成膜に当たっては、これらのガスを減圧弁やマスフローコントローラーなどを用いて所望の流量や混合比に調整し、真空容器27、35に導入して、ガス導入部32、36からフィラメントに供給する。

30

【0074】

成膜時のガス圧力は、0.133~2660Pa、好適には0.665~1330Pa、さらに好適には1.33~133Paに設定するとよい。ガス圧力をこのような範囲に設定することで、供給されたガスが効率的に分解され、輸送される。また、反応生成物同士の気相中の2次反応が抑制されることで、基体上に良質なa-Si系膜を形成することができる。なお、より高品質の膜を得るために、成膜を開始するに先立って、基体がセットされた後の真空容器27、35内を一旦10⁻⁴Pa程度の高真空中に排気し、容器内の水分や残留不純物ガスを除去しておくことが望ましい。

40

【0075】

以上のような構成のHW-CVD装置によれば、a-Si系電子写真感光体を作製するに当り、支持体28に対しコンベア31を介して基体29を保持し、そして、支持体28の内部に温度検出手段と加熱手段と冷却手段からなる基体温度制御手段30を設けたことで、成膜中に発熱体からの輻射熱を受けても、ガスの利用効率を低下させることなく基体温度が維持できた。

【0076】

つぎに上記構成のHW-CVD装置26を用いて電子写真感光体21を作製する工程の一例を述べる。

【0077】

50

支持体 28 の上にコンベア 31 を介してセットした基体 29 をヒーター 30 にて 250 に加熱し、そして、SiH₄、NO、H₂、B₂H₆（もしくは PH₃）の各ガスをマスフローコントローラーにて流量制御して導入し、ガス導入部 32 より均一に真空容器 26 内に導入する。同時に真空排気装置などにて真空容器 26 内のガス圧力を 6.65 Pa になるように調整し、かかる後、発熱体の成分が Ta 金属からなるフィラメントに対し通電し発熱させ、そして、成膜がおこなわれ、キャリア注入阻止層 23 を 2 μm の厚みにて形成する。

【0078】

つぎにマスフローコントローラーにて導入ガスを入れ替え、SiH₄、H₂、B₂H₆（もしくは PH₃）をガス導入部 32 より均一に真空容器 26 内に導入し、ガス流量、圧力をコントロールして光導電層 24 を 20 μm の厚みにて形成する。
10

【0079】

かかる後に、SiH₄ と C₂H₂ と H₂ をガス導入部 36 より均一に真空容器 35 内に導入し、圧力を 133 Pa に調整する。そして、発熱体の成分がカーボン（炭素）からなるフィラメントに対し通電し発熱させ、そして、ゲートバルブ 42 を開け、コンベア 31 にて真空容器 35 に搬送し、発熱体 37 と支持体 39 との間に被成膜用基体 38 を搬送し、そして、成膜がおこなわれ、厚み 0.5 μm の表面保護層 25 が得られる。

【0080】

かくして本発明の HW-CVD 装置 26 ならびに本発明の薄膜デバイスの製造方法によれば、上記のごとく、先の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分に対し、その後の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分を変えたことで、すなわち、キャリア注入阻止層 23 と光導電層 24 との成膜には、耐酸化性または耐シリサイド化性に優れた Ta 金属からなる発熱体を用いて、一方、表面保護層 25 の成膜には炭化に対する耐性に優れたカーボンからなる発熱体を用いて、このように使い分けることで、発熱体の成分に影響されないで、品質に優れ、さらに安定した成膜を達成することができた。
20

【0081】

【実施例】

以下、本発明の実施例を述べる。

本発明者は、上記構成の HW-CVD 装置 26 において、発熱体 33、37 として、図 3 に示す発熱体のうち、（ハ）の構成のものを用いた。そして、表 1 に示すような成膜条件でもって、キャリア注入阻止層 23 と光導電層 24 と表面保護層 25 とを順次積層した。
30

【0082】

【表 1】

	ガス流量(sccm)					触媒 温度(°C)	ガス圧 (Pa)	膜厚 (μm)
	SiH ₄	B ₂ H ₆	NO	H ₂	C ₂ H ₂			
表面保護層	2	-	-	20	20	1900	13.3	0.5
光導電層	20	**	1	-	20	-	1800	6.65
阻止層	15*	10	1	20	-	1500	6.65	2

*のB₂H₆ガスは、0.2%の濃度でH₂希釈されている

**のB₂H₆ガスは、20ppmの濃度でH₂希釈されている

40

【0083】

このような成膜において、発熱体のフィラメントに対し、さまざまな材料を用いて、それぞれのワイヤー交換頻度と、画像の品質を評価した。

【0084】

（例 1）

支持体 28 にセットした基体 29（基板 22）をヒーター 30 にて 250 に加熱し、そして、表 1 に示す成膜条件にしたがって、SiH₄、NO、H₂、B₂H₆ の各ガスをマスフローコントローラーにて流量制御して導入し、ガス導入部 32 より均一に真空容器 26 内に導入する。同時に真空排気装置などにて真空容器 26 内のガス圧力を 6.65 Pa になるように調整し、かかる後、発熱体の成分が W 金属からなるフィラメント（発熱体 3 50

3)に対し通電し発熱させる。なお、各ワイヤaはWフィラメントの純度が99.99%であり、その線形は0.5mmである。

【0085】

そして、被成膜用基体29の上に成膜がおこなわれ、キャリア注入阻止層23を2μmの厚みにて形成する。

【0086】

つぎにマスフローコントローラーにて導入ガスを入れ替え、SiH₄、H₂、B₂H₆をガス導入部32より均一に真空容器26内に導入し、ガス流量、圧力をコントロールして光導電層24を20μmの厚みにて形成する。

【0087】

しかる後に、その成膜基板を真空容器35内に搬送し、発熱体の成分がW金属からなるフィラメント(発熱体36)に対し通電し、発熱させ、そして、SiH₄とC₂H₂とH₂の各ガスをガス導入部36より均一に真空容器35内に導入し、ガス流量、圧力をコントロールして厚み0.5μmの表面保護層25を形成した。

【0088】

以上のような電子写真感光体の作製工程において、この電子写真感光体を5個作製した。そして、個々の作製において、ワイヤaの断線数を計測し、ワイヤーの交換回数を表2にて「Wのみ」の項目にて示す。

【0089】

【表2】

	ワイヤー交換回数					平均
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
Wのみ	3	2	4	2	4	3
Taのみ	2	1	1	2	2	1.6
Moのみ	3	3	4	4	4	3.6
Pt, Ta複合	0	0	0	0	0	0
Ir,Ta複合	0	0	0	0	0	0
Ir, C複合	0	0	0	0	0	0

【0090】

同表から明らかなとおり、1回目の電子写真感光体の作製において、3本のワイヤが順次断線したことで交換し、同様に2回目の電子写真感光体の作製では2本のワイヤを、3回目では4本のワイヤを、4回目では2本のワイヤを、5回目では4本のワイヤを交換した。平均にて1回の電子写真感光体の作製において、3本のワイヤを交換した。

【0091】

ちなみに、このようにフィラメントが断線した場合には、フィラメントの張り替え作業として、プロセスガスのバージ作業、真空容器内の冷却、フィラメント交換、所定温度までの昇温作業を行う必要があるが、通常、フィラメントを1回交換するに当り、約4時間のロスタイムが発生した。

【0092】

(例2)

(例1)によれば、双方のフィラメントの各ワイヤaをWフィラメントにて構成したが、これに代えて、双方のフィラメントの各ワイヤaに対し、Taフィラメントを用いた。その他の成膜工程は同じである。

【0093】

そして、5個の電子写真感光体21の作製工程において、同様にワイヤaの断線数を計測し、ワイヤーの交換回数を表2にて「Taのみ」の項目にて示す。

【0094】

平均にて1回の電子写真感光体の作製において、1.6回ワイヤを交換した。

【0095】

(例3)

10

20

30

40

50

(例1)によれば、双方のフィラメントの各ワイヤaをWフィラメントにて構成したが、これに代えてMoフィラメントを用いた。その他の成膜工程は同じである。

【0096】

そして、5個の電子写真感光体21の作製工程において、同様にワイヤaの断線数を計測し、ワイヤーの交換回数を表2にて「Moのみ」の項目にて示す。

【0097】

平均にて1回の電子写真感光体の作製において、3.6回ワイヤを交換した。

【0098】

(例4)

支持体28にセットされた基体29(基板22)をヒーター30にて250℃に加熱し、
そして、表1に示す成膜条件にしたがって、SiH₄、NO、H₂、B₂H₆の各ガスを
マスフローコントローラーにて流量制御して導入し、ガス導入部32より均一に真空容器
26内に導入する。同時に真空排気装置などにて真空容器26内のガス圧力を6.65Pa
になるように調整し、しかる後、発熱体の成分がPt金属からなるフィラメントに対し
通電し発熱させ、そして、被成膜用基体29の上に成膜し、キャリア注入阻止層23を2
μmの厚みにて形成する。
10

【0099】

しかる後に、前述したごとく、真空容器35にて、マスフローコントローラーにてSiH₄、
H₂、B₂H₆をガス導入部36より均一に真空容器35内に導入し、ガス流量、
圧力をコントロールする。
20

【0100】

そして、発熱体の成分がTa金属からなるフィラメント37に対し通電し発熱させ、被成
膜用基体38の上に光導電層24を20μmの厚みにて形成する。

【0101】

その後、マスフローコントローラーにて導入ガスを入れ替え、SiH₄とC₂H₂とH₂
をガス導入部36より均一に真空容器35内に導入し、圧力を133Paに調整する。そして、
発熱体の成分がTa金属からなるフィラメント37に対し通電し発熱させ、被成膜
用基体38の上に、さらに厚み0.5μmの表面保護層25を成膜する。

【0102】

以上のような電子写真感光体21の作製工程において、この電子写真感光体21を5個作
製した。そして、個々の作製において、ワイヤaの断線数を計測し、ワイヤーの交換回数
を表2にて「Pt、Ta複合」の項目にて示す。
30

【0103】

表2に示す結果から明らかなとおり、まったくワイヤが断線しなかった。

【0104】

(例5)

例4においては、Pt金属からなるフィラメント(発熱体)33を用いたが、これに代え
てIr金属からなるフィラメントを用いて、そして、その他の成膜工程および成膜上の構
成は、例4に示すとおりにした。

【0105】

すなわち、Ta金属からなるフィラメント37を用いて、例4に記載したごとく、光導電
層24と表面保護層25とを順次形成した。
40

【0106】

以上のような電子写真感光体21の作製工程において、この電子写真感光体21を5個作
製し、個々の作製において、ワイヤaの断線数を計測した。ワイヤーの交換回数を表2にて
「Ir、Ta複合」の項目にて示す。その結果、まったくワイヤが断線しなかった。

【0107】

(例6)

本例においては、前述したごとく、キャリア注入阻止層と光導電層との成膜には、Ir金
属からなるフィラメントを用いて、一方の表面保護層の成膜にはカーボンからなるフィラ
50

メントを用いて、電子写真感光体21を作製した。

【0108】

以上のような電子写真感光体21の作製工程において、この電子写真感光体21を5個作製し、個々の作製において、ワイヤaの断線数を計測した。ワイヤーの交換回数を表2にて「Ir、C複合」の項目にて示す。その結果、まったくワイヤが断線しなかった。

【0109】

(例7)

つぎに本発明者は(例1)~(例6)にて得られた各電子写真感光体に対し、京セラ製のエコシスプリンター(LS-1700)に搭載し、画像印字をおこなって、その画像品質の確認したところ、表3に示すような結果が得られた。

10

【0110】

評価は画像に表れる黒点、白点、ならびに解像力の3種類でもって行ったが、それぞれの評価を○、×の2とおりに区分し、○印は感光体性能として良好である場合、×印は感光体性能として不適な状態である場合を示す。

【0111】

【表3】

	画像品質		
	黒点	白点	解像力
Wのみ	×	×	×
Taのみ	×	○	×
Moのみ	×	×	×
Pt、Ta複合	○	○	○
Ir,Ta複合	○	○	○
Ir,C複合	○	○	○

20

【0112】

この表から明らかなどおり、例1~例3の各電子写真感光体においては、Wフィラメント、TaフィラメントおよびMoフィラメントをそれぞれ単独にて使用したことで、画像中の黒点や白点等の画像欠陥が多く発生していた。しかも、解像力においても、印字の太り等が発生していた。

30

【0113】

画像欠陥の発生原因は、フィラメント断線による交換作業時に真空容器を大気開放したことで、これに起因して真空容器の内壁等に付着していたa-Si膜が温度変化や気圧変化による外圧を受け、そして、剥がれ落ちた物体が感光体表面に付着したことによると考える。

【0114】

また、解像力が低下した原因は、大気開放によって、a-Si感光体の表面が空気との自然酸化を受け、そのような反応により界面が生成されたためである。

【0115】

これに対し本発明によれば、先の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分に対し、その後の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分を違えるというように、フィラメントを使い分けることで、フィラメントを断線させないようにすることができ、その結果、黒点や白点等の画像欠陥がなく、しかも、解像力においても優れた画像を得ることができた。

40

【0116】

なお、本発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更や改良等はなんら差し支えない。たとえば、積層型薄膜デバイスとして、電子写真感光体を例にして述べたが、これに代えて他の薄膜デバイスでもよく、たとえば太陽電池やセンサ、TFTタイプの液晶表示装置などによれば、半導体の積層構造(たとえばpin型)を用いることから、これらの薄膜デバイスにも適用してもよい。

【0117】

【発明の効果】

50

以上のとおり、本発明の薄膜デバイス用製造装置および薄膜デバイスの製造方法によれば、基体上にホットワイヤー CVD 法により少なくとも 2 層を順次積層するに当り、先の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分に対し、その後の薄膜の成膜に用いる発熱体の成分を違えるような構成にでき、これにより、熱触媒体に影響されないで、もしくはその影響を小さくして安定した成膜を達成することができ、その結果、高品質かつ高信頼性の薄膜デバイスを提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の薄膜デバイス用製造装置の概略図である。

【図 2】電子写真感光体の層構成を示す断面図である。

【図 3】(イ) ~ (ハ) は発熱体の正面図である。

10

【図 4】(a) ~ (m) は発熱体の構成を示す要部正面図である。

【図 5】グロー放電プラズマ CVD 装置の概略構成図である。

【図 6】従来の HW-CVD 装置の概略構成図である。

【符号の説明】

2 1 . . . 電子写真感光体

2 2 . . . 基板

2 3 . . . キャリア注入阻止層

2 4 . . . 光導電層

2 5 . . . 表面保護層

2 6 . . . HW-CVD 装置

20

2 7 、 3 5 . . . 真空容器

2 8 、 3 9 . . . 被成膜用支持体

2 9 、 3 8 . . . 被成膜用基板

3 0 . . . 基体温度制御手段

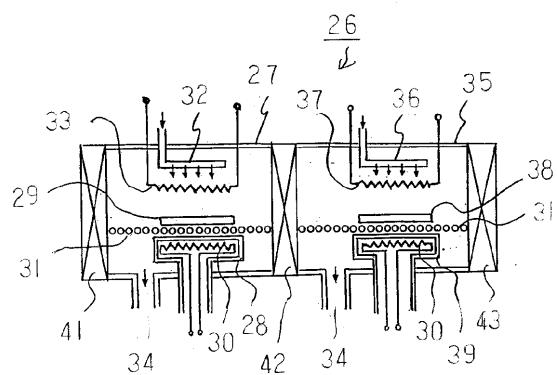
3 2 、 3 6 . . . ガス導入部

3 4 . . . ガス排気部

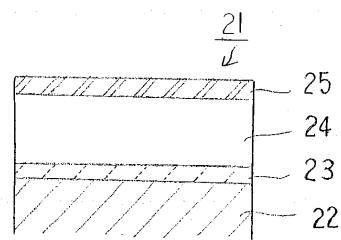
3 3 、 3 7 . . . 発熱体

4 1 、 4 2 、 4 3 . . . ゲートバルブ

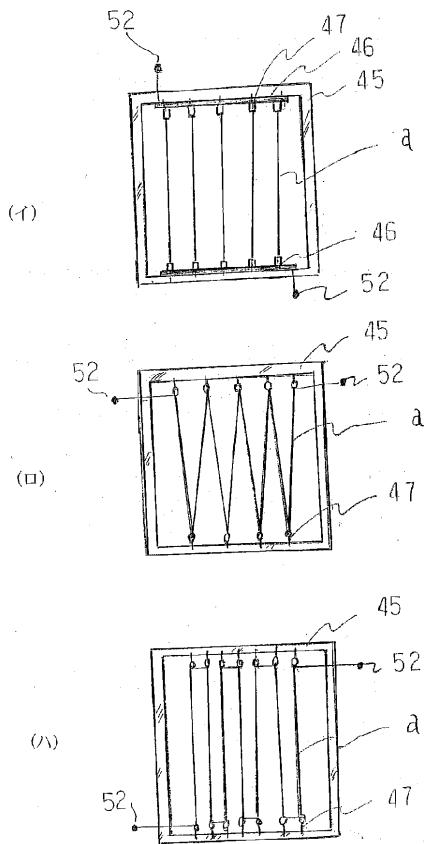
【図1】



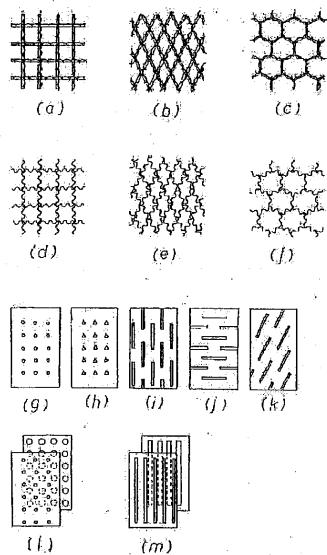
【図2】



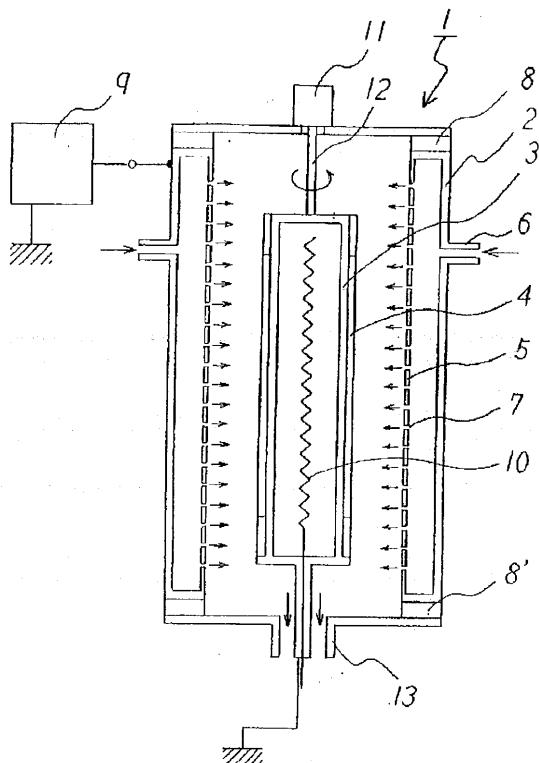
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

