

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3606399号  
(P3606399)

(45) 発行日 平成17年1月5日(2005.1.5)

(24) 登録日 平成16年10月15日(2004.10.15)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

**C 2 3 C 16/509**  
**C 2 3 C 14/34**  
**C 2 3 F 4/00**  
**G 0 3 G 5/08**  
**H 0 1 L 21/203**

C 2 3 C 16/509  
C 2 3 C 14/34 T  
C 2 3 F 4/00 A  
G 0 3 G 5/08 1 0 5  
G 0 3 G 5/08 3 6 0

請求項の数 10 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-206600  
(22) 出願日 平成7年7月20日(1995.7.20)  
(65) 公開番号 特開平9-31659  
(43) 公開日 平成9年2月4日(1997.2.4)  
審査請求日 平成13年6月12日(2001.6.12)

(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 100105289  
弁理士 長尾 達也  
(72) 発明者 土田 伸史  
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 宮澤 尚之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 堆積膜形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気手段と原料ガス供給手段を有する真空気密可能な反応容器を備え、前記反応容器の放電空間内に回転軸により回転可能な一方の電極を兼ねた円筒状基体又は補助基体を取り付けた円筒状基体を設置し、該一方の電極と別に設けられたカソード電極との間に20MHz～450MHzの高周波電力を印加し、前記円筒状基体上に堆積膜を形成する堆積膜形成装置において、前記円筒状基体の母線方向の一方の端部は前記回転軸との接触により接地させ、その他方の端部は前記円筒状基体又は前記補助基体側から順に誘電体及びアース電極を配置して構成した該端部と非接触のコンデンサを介し接地させたことを特徴とする堆積膜形成装置。

【請求項2】

前記コンデンサが、前記円筒状基体又は前記補助基体の外周全体或いは外周の一部に設けられたことを特徴とする請求項1に記載の堆積膜形成装置。

【請求項3】

前記コンデンサが、前記円筒状基体又は前記補助基体の内周全体或は内周の一部に設けられたことを特徴とする請求項1に記載の堆積膜形成装置。

【請求項4】

前記円筒状基体を、前記反応容器の放電空間内に鉛直に配置し、該円筒状基体の母線方向上部を前記回転軸により保持及び接地させ、下部を前記コンデンサにより接地させたことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の堆積膜形成装置。

## 【請求項 5】

前記円筒状基体を、前記反応容器の放電空間内に鉛直に配置し、該円筒状基体の母線方向下部を前記回転軸により保持及び接地させ、上部を前記コンデンサにより接地させたことを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の堆積膜形成装置。

## 【請求項 6】

前記円筒状基体は、前記反応容器の放電空間内に複数の円筒状基体が同心円状に配置され、該円筒状基体に囲まれた空間の内部にはカソード電極が設置されていることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の堆積膜形成装置。

## 【請求項 7】

前記誘電体は、アルミナセラミックス、テフロン、石英ガラス、ホウケイ酸ガラスの中の少なくとも一つからなることを特徴とする請求項 1 に記載の堆積膜形成装置。 10

## 【請求項 8】

前記誘電体は、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化珪素の元素酸化物の中の少なくとも一つの元素酸化物を主成分とするものからなることを特徴とする請求項 1 に記載の堆積膜形成装置。

## 【請求項 9】

前記コンデンサの容量  $C$  (ファラッド) が、高周波電力の周波数を  $f$  (ヘルツ)、前記回転軸のインダクタンスを  $L$  (ヘンリー) とした時、 $0.1 (4^{-2} f^2 L)^{-1} C > 1$  0  $(4^{-2} f^2 L)^{-1}$

を満たすことを特徴とする請求項 1～請求項 8 のいずれか 1 項に記載の堆積膜形成装置。 20

## 【請求項 10】

前記コンデンサの容量  $C$  (ファラッド) が、高周波電力の周波数を  $f$  (ヘルツ)、前記回転軸のインダクタンスを  $L$  (ヘンリー) とした時、

$$0.5 (4^{-2} f^2 L)^{-1} C > 5 (4^{-2} f^2 L)^{-1}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1～請求項 8 のいずれか 1 項に記載の堆積膜形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本発明は半導体デバイスとしての電子写真用感光体デバイス、画像入力用ラインセンサー、撮像デバイス、光起電力デバイスなどに有用な結晶質、非単結晶質の機能性堆積膜を良好に形成し得るプラズマ CVD 装置、半導体デバイスや、光学素子としての絶縁膜、金属配線などを好適に形成し得るスパッタ装置、或は半導体デバイスなどのエッチング装置などのプラズマ処理による堆積膜形成装置に関し、更に詳しくは、特にプラズマを励起源として用い基体の処理を行うプラズマ処理装置であって、特に 20 MHz 以上、450 MHz 以下の高周波を好適に使用可能なプラズマ処理装置に関する。 30

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体などで使用されているプラズマ処理装置はそれぞれの用途に応じてさまざまな方法がある。

例えば成膜などではプラズマ CVD 装置やプラズマ CVD 法を用いた酸化膜、窒化膜の形成やアモルファスシリコン系の半導体膜、又スパッタリング装置やスパッタリング法を用いた金属配線膜、エッチング装置や方法を用いた微細加工技術などさまざまにその特徴を生かす装置、方法が使用されている。 40

更に、近年膜質及び処理能力向上に対する要望も強くなっており、さまざまな工夫も検討されている。

特に高周波電力を用いたプラズマプロセスは放電の安定性が高く、酸化膜や窒化膜などの絶縁性の材料形成にも使用出来るなど、さまざまな利点より使用されている。

従来、プラズマ CVD などのプラズマプロセスに用いられている放電用高周波電源の発振周波数は一般的に 13.56 MHz が用いられている。この従来の堆積膜形成に一般的に多く用いられているプラズマ CVD 装置の一例を図 6 に示す。図 6 に示されるプラズマ C 50

V D装置は円筒状の電子写真感光体用基体上にアモルファスシリコン膜（以下、「a - S i膜」と記す）を形成する場合に好適な成膜装置である。

#### 【0003】

以下、この装置を用いた a - S i膜の形成方法を説明する。

減圧可能な堆積室600内にカソード電極601及び対向電極として円筒状基体602が配置されている。円筒状基体602には補助基体603が取り付けられており、電極の一部を成している。円筒状基体602は内部の基体加熱ヒーター604により内側より加熱される。高周波電源610は整合回路609を介してカソード電極601に1ヶ所接続されている。611は排気口、607は原料ガス導入口である。

堆積室600内に円筒状基体を設置し、排気口611を介して不図示の排気装置で堆積室600を一旦排気する。その後不図示の原料ガス導入口を開し、不活性ガスを導入し、所定の圧力になるように流量及び排気速度を調整する。駆動モーター608により円筒状基体を周方向に回転させながら基体加熱用ヒーター604に通電し、円筒状基体を100～400の所望の温度に加熱する。

その後、原料ガス導入口607を介して成膜用の原料ガス、例えばシランガス、ジシランガス、メタンガス、エタンガスなどの材料ガスを、またジボランガス、ホスフィンガスなどのドーピングガスを不図示のミキシングパネルで混合した後に導入し、数10mTorrから数Torrの圧力に維持するよう排気速度を調整する。

高周波電源610より13.56MHzの高周波電力を整合回路609を介してカソード電極601の一ヶ所に供給して、円筒状基体602との間にプラズマ放電を発生させ原料ガスを分解することにより、円筒状基体602上にa - S i膜を堆積する。この間、円筒状基体は基体加熱ヒーター604により100～400程度に維持されており、又、円筒状基体も周方向に回転している。

#### 【0004】

上記の手順で複写機用の円筒状基体に a - S i膜を堆積させる場合、図6に示した同軸型の成膜装置においても周方向の均一性を向上させるために円筒状基体の周方向に回転させながら成膜することが望ましい。

又、複数の円筒状基体を同心円状に設置し、これらの円筒状基体に囲まれた内部に電極を設置して放電を発生させる図7のような装置においては基体の全周に膜を堆積させるために回転が必須である。図中、700は堆積室であり、真空気密化構造となっている。そして排気口711を介して不図示の排気装置に接続されている。701はカソード電極であり、整合器709を介して高周波電源710に接続されている。

707は原料ガス導入口であり、不図示のガス供給源に接続されている。堆積室700内には円筒状基体702が設置されている。そして円筒状基体702には、補助基体703が取り付けられており電極の一部を成している。基体加熱用ヒーター704は同心円上に配置した回転軸705に設置されている。回転軸705は基体駆動用モーター708によって回転可能になっている。以下、成膜方法については図6を用いた場合と同様である。同時に、一般にプラズマCVD装置においては成膜時の基体温度を100～400に維持する必要があるため基体を加熱するヒーターが必須である。このヒーターの容量は熱の伝わりにくい真空中で基体を加熱する必要性から容量が0.5～5kWと大きく基体を回転せしめる回転軸内部に内蔵させることは電源供給が難しく困難である。このため、装置構造の簡略化、コスト低減、メンテナンスの容易さから基体加熱用ヒーターは堆積室内に固定するのが一般である。

このため、回転軸は基体加熱用ヒーター内を通るように設置され、この回転軸で円筒状基体上部を支持することによって円筒状基体の加熱と回転を可能にしている。

#### 【0005】

この成膜方法で電気写真用感光体の性能を満足する a - S i膜を得るための堆積速度は、例えば1時間当たり0.5～6μm程度の堆積速度であり、それ以上に堆積速度を上げると感光体としての特性を得ることが出来ない場合がある。又、一般に電子写真用感光体として a - S i膜を利用する場合、帯電能を得るために少なくとも20～30μmの膜厚が

10

20

30

40

50

必要であり、電子写真用感光体を製造するためには長時間を要していた。このため、感光体としての特性を落とさずに製造時間を短縮する技術が切望されていた。

ところで近年、平行平板型のプラズマCVD装置を用い20MHz以上の高周波電源を用いたプラズマCVD法の報告があり(Plasma Chemistry and Plasma Processing, vol. 7, No. 3, (1987) p267-273)、放電周波数を従来の13.56MHzより高くすることで堆積膜の性能を落とさずに堆積速度を向上させることが出来る可能性が示されており、注目されている。又この放電周波数を高くする報告はスパッタリングなどでもなされ、近年広くその優位性が検討されている。

そこで、堆積速度向上のために放電周波数を従来の13.56MHzより高い周波数の高周波電力に替え、成膜手順は従来と同様の方法で成膜を行ったところ確かに従来より高い堆積速度で作製できることが確認できた。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例では13.56MHzの放電周波数では問題にならなかった以下のような問題が新たに発生する可能性があることが判明した。

基体加熱ヒーターが堆積室内に固定され、その内部を回転軸が通る構成の場合、円筒状基体は回転軸と接触することにより1ヶ所からアースに接続されることになる。この構成で20MHz~450MHzという高い周波数の電力を用いて成膜を行うと、13.56MHzといった低い周波数では問題にならなかった膜厚分布が発生するという弊害が発生するようになった。つまりアースを取っている側の膜厚が厚くなり、反対側で薄くなるという現象である。

このことは長手方向の堆積膜の膜質に関しても変化を来し、電子写真感光体においては濃度ムラ、感度ムラ、画像のがさつきといった弊害が発生しやすくなる。又、回転軸によりアースされている側と反対側を例えばアース電極のようなものを擦りつけることにより強制的に接地すると、今度は金属同士が擦られることにより発生するダストのために、例えば電子写真用感光体の場合には画像欠陥が非常に悪化し、実用に耐えなくなってしまう。更には、アースを取っている側と反対側ではプラズマ状態も異なり不安定な状態なため、特性の再現性にも問題があった。

以上のように、20MHz以上の高い周波数の高周波電力による成膜では、円筒状基体のアースを上下から取ることが困難であり、このために基体の軸方向に膜厚ムラ、膜質ムラが発生し、例えば電子写真用感光体に供する場合には濃度ムラ、感度ムラ、がさつきなどの画像ムラが発生し、画像欠陥が悪化する場合があります、更には特性の再現性にも問題があった。

上記のような問題は電子写真用感光体のみならず、画像入力用ラインセンサー、撮像デバイス、光起電力デバイスなどに有用な結晶質、又は非単結晶質の機能性堆積膜を形成する場合にも大きな問題となる。又ドライエッチング、スパッタなどのほかのプラズマプロセスにおいても、放電周波数を上げた場合に同様な問題が生じ、このままでは実用上大きな問題になってくる。

#### 【0007】

そこで、本発明は、上記問題を解決し、高い周波数、特に、20MHz~450MHzによる高周波電力による成膜において、画像欠陥を増加させることなく軸方向の膜厚ムラの低減を可能にし、濃度ムラ、感度ムラ、画像のがさつきが無く、特性の再現性が良好で、高速の処理速度で比較的大面積の膜形成を、製造時間が短く低コストで行うことのできる堆積膜の形成装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するため、反応容器に回転可能に配置された円筒状基体の母線方向のいずれか一方の端部を、前記基体の回転軸により接地させ、その他方の端部は前記円筒状基体又は前記補助基体側から順に誘電体及びアース電極を配置して構成した該端部

10

20

30

40

50

と非接触のコンデンサを介し接地させることにより、上記した膜厚分布の発生の弊害を防止したものである。

すなわち、本発明は排気手段と原料ガス供給手段を有する真空気密可能な反応容器を備え、前記反応容器の放電空間内に回転軸により回転可能な一方の電極を兼ねた円筒状基体又は補助基体を取り付けた円筒状基体を設置し、該一方の電極と別に設けられたカソード電極との間に20MHz～450MHzの高周波電力を印加し、前記円筒状基体上に堆積膜を形成する堆積膜形成装置において、前記円筒状基体の母線方向の一方の端部は前記回転軸との接触により接地させ、その他方の端部は前記円筒状基体又は前記補助基体側から順に誘電体及びアース電極を配置して構成した該端部と非接触のコンデンサを介し接地させたことを特徴とするものである。

10

本発明は、この構成により、20MHz～450MHzという従来の13.56MHzより高い周波数のもとにおいても良好な結果を達成することができる。

本発明における前記コンデンサの配設位置は、前記円筒状基体又は前記補助基体における外周全体或いは外周の一部乃至は内周全体或は内周の一部に設けることができる。

そして、そのアースは、前記円筒状基体を前記反応容器の放電空間内に鉛直に配置した場合には、該円筒状基体の母線方向上部を前記回転軸により保持及び接地させ、下部を前記コンデンサにより接地させるか、または、該円筒状基体の母線方向下部を前記回転軸により保持及び接地させ、上部を前記コンデンサにより接地させることにより行うことができる。

また、本発明においては、前記円筒状基体を前記反応容器の放電空間内に複数同心円状に配置してもよく、その場合には該円筒状基体に囲まれた空間の内部にカソード電極を設置する。

20

本発明において、前記誘電体は、アルミナセラミックス、テフロン、石英ガラス、ホウケイ酸ガラスの中の少なくとも一つ、または、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化珪素の元素酸化物の中の少なくとも一つの元素酸化物を主成分とするものにより構成することができる。

本発明においては、前記コンデンサの容量C(ファラッド)は、高周波電力の周波数をf(ヘルツ)、前記回転軸のインダクタンスをL(ヘンリー)とした時、 $0.1(4^2 f^2 L)^{-1} C 10(4^2 f^2 L)^{-1}$

を満たすようにすることが好ましい。

30

更には、それを、 $0.5(4^2 f^2 L)^{-1} C 5(4^2 f^2 L)^{-1}$ を満たすようにすることがより好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明は、上記したように、反応容器に回転可能に配置された円筒状基体の母線方向のいずれか一方の端部を、前記基体の回転軸により接地させ、その他方の端部はこれと非接触のコンデンサを介し接地させることにより、上記した膜厚分布の弊害を防止したものである。

これを、さらに説明すると、既に述べたとおり、従来のように複写機用の円筒状基体のような長い基体のアースを一ヶ所から取る方法は従来の13.56MHzといった低い周波数で成膜を行う場合にはなんら問題はなかった。

40

しかし、20MHz～450MHzという高い周波数の電力を用いて成膜を行う場合には、基体自体が持つインピーダンスの影響が無視出来なくなる。このため基体の長手方向においてアースを取っている側と取っていない値でプラズマ状態が異なって膜厚分布が発生するという弊害が起こる。

つまりアースを取っている側ではアースまでのインピーダンスが低いためプラズマ密度が高くなり堆積速度が高まって膜厚が厚くなるが、反対側は円筒状基体自体のインピーダンスのためにあるセルフバイアスが発生し、このためにプラズマ密度が減少し、膜厚も薄くなる。更に、長手方向の堆積膜の膜質に関してもプラズマ密度、堆積速度が変わることから当然変化を来し、電子写真感光体においては濃度ムラ、画像のがさつき、感度ムラの発

50

生原因となり、更には特性の再現性にも問題が生じる。

【0010】

本発明者は、この問題の最も根本的な解決方法としてダストの発生を覚悟して回転軸に支えられている側とは反対側の円筒状基体を接地したブラシ状電極で擦ることによりアースに落とし、円筒状基体のアースの状態を見かけ上対称にする実験を行った。

しかし、意外なことにこの実験では逆に回転軸でアースしている側で薄く、接地電極側が厚くなってしまった。この理由としては、回転軸でアースしている側は確かにアースされているが、高周波的に見ると回転軸という長いパスを介して接地されているためにこのパスのインピーダンスの方がブラシ状電極を介してアースした側のインピーダンスより遥かに大きくなるためプラズマ状態も異なり膜厚分布が発生してしまうのだと考えられる。よって、回転軸で支えられている側と反対側を接地したブラシ状電極で擦る方法はダストの発生のみならず、膜厚分布を低減する、特性の再現性を良くするという意味でも効果がないことが判明した。

10

以上の結果を踏まえ、ダストの発生もなく、かつ円筒状基体の軸方向ムラを無くし、特性の再現性も良くするためには円筒状基体と非接触で、かつ高周波的にある程度の抵抗を持ってアースに落とすことが必要であるとの結論に達した。そして、このような機能を持った構造としてコンデンサを考えた。

その際、最初に考えられるのが、例えば上部を回転軸で支持された円筒状基体の場合、円筒状基体の下側の近傍に堆積室に接地されたアース電極を、基体の回転を妨げないように設置することが挙げられる。つまり、こうすることで円筒状基体と接地されたアース電極は一種のコンデンサを形成する。従来の低い周波数を用いたプラズマCVD装置ではこのように形成されたコンデンサでは容量が小さすぎて電流が流れることはないが、本発明のように20～450MHzといった高い周波数を用いる場合にはこのような低容量のコンデンサでも十分に電流を流すことが出来アースに落とすことが可能となる。

20

【0011】

それから更に鋭意検討を行った結果、アース電極と円筒状基体の間にプラズマが流れ込んでアース電極と円筒状基体との間で形成されるコンデンサの容量が変化することを改善し特性の再現性を安定にする手段として、回転軸によりアースされている側の反対側の円筒状基体端部とアース電極間に誘電体を設置することを考えた。こうすることで、同容量のコンデンサでは、回転軸によりアースされている側の反対側の円筒状基体端部とアース電極間の空間は誘電体が無い場合よりも小さくなるので、プラズマの流れ込みも少なくなり特性の再現性も安定すると考え実験を行った。その結果、従来の堆積膜形成装置を用いた場合よりも良好な堆積膜が得られ、特性の再現性も良くなることが分かった。そして、従来の堆積膜形成装置で20～450MHzといった高周波電力を用いて成膜を行った場合よりも堆積速度が向上することが分かった。この理由は定かではないが、アースを上下2ヶ所から取ることによって円筒状基体全体のインピーダンスが下がり、より効率的に高周波パワーが印加出来るようになったためではないかと考えている。

30

以上の様に、円筒状基体の母線方向の片方の端は円筒状基体を回転せしめる回転軸により接地し、他端は円筒状基体と接触せずに隣接した状態で円筒状基体から順に設置された誘電体及びアース電極との間でコンデンサを形成することにより非接触で接地することで本発明の効果は初めて得られる。

40

【0012】

円筒状基体と直接Cカップリングを形成せしめるには円筒状基体の外側或は内側に接触せずに隣接した状態で円筒状基体から順に誘電体及びアース電極を設ければ良い。

又、円筒状基体の上下に補助基体を取りつけて成膜を行う場合にはその補助基体の外側或は内側に接触せずに隣接した状態で円筒状基体から順に誘電体及びアース電極を設ければ良い。円筒状基体から順に設置された誘電体及びアース電極は円筒状基体或いは補助基体の周方向全周にわたって設けても良いし、周方向一部のみで設けてももちろん良い。

【0013】

ある周波数 $f$  (Hz)の高周波電力によって成膜を行う堆積膜形成装置において、回転軸

50

のインダクタンスが  $L(H)$  であれば本発明の  $C$  カップリングの容量  $C(F)$  は次式で求まる。

$$C = (4 \pi^2 f^2 L)^{-1}$$

回転軸のインダクタンスは形状が複雑な場合には計算が困難になるが、大ざっぱに円柱状の棒として近似した値を使えば本発明の効果は十分に得ることが出来るのであまり注意を払う必要はない。又、LCRメーター等を用いて実際に測定から求めてももちろん良い。又、計算から得られた  $C$  の値を厳密に実現する必要はなく、0.1倍から10倍の間に入る程度に設計をすれば本発明の効果は充分実用上問題ないレベルまで改善出来る。上式から得られた  $C$  の値から具体的に  $C$  カップリングを設計するには、

$$C = \frac{1}{2S} \left\{ \frac{1}{d_2} + \frac{2}{d_1 + d_3} \right\}$$

を満たすように設置された誘電体及びアース電極を取りつければ良い。但しここで  $\epsilon_1$  は円筒状基体と誘電体間及び誘電体とアース電極間の誘電率、 $\epsilon_2$  は誘電体の誘電率、 $d_1$  は円筒状基体と誘電体間の距離、 $d_2$  は誘電体の幅、 $d_3$  は誘電体とアース電極間の距離及び  $S$  は誘電体、アース電極及び円筒状基体の重なり合った面積である。 $\epsilon_1$  は厳密には堆積室に導入されている原料ガスの種類、圧力により値が異なるが、大ざっぱに真空中の誘電率を用いても本発明の効果は十分に得ることが出来る。

尚、本発明の堆積膜形成装置ではいずれも円筒状基体を回転可能な構成になっているが、本発明の効果が円筒状基体を回転させなければ得られないというものでは当然なく、静止状態で成膜を行っても本発明の効果は得られる。又、円筒状基体の保持機構が本件と同様の円筒状基体の上部又は下部を保持する機構であれば回転可能でなくても本件の効果は得られる。

#### 【0014】

以下、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

図1は本発明の方法を行うための装置の一例を模式的に示したものであり、電子写真用感光体のような円筒状の基体の堆積膜の作成に好適なものである。図1において100は堆積膜を形成するための堆積室であり、排気口111によって不図示の排気装置に接続されている。107は原料ガスを堆積室に導入するための原料ガス導入口であり、不図示のガス供給系から原料ガスを堆積室内に導入する。102は円筒状基体であり、補助基体103にセットされて回転軸105に取りつけられている。回転軸105は堆積室に回転可能に取りつけられている。円筒状基体102及び補助基体103は上部を回転軸105によってアースに接続されている。104は円筒状基体を所定の温度に加熱するための基体加熱用ヒーターであり、堆積室内に固定されている。又、円筒状基体102は、回転軸105を介して駆動モーター108により回転され、周方向の膜厚の均一化を図る。110は20MHz～450MHzの高周波を発生する高周波電源であり、高周波出力は109の整合回路を介してカソード電極101に印加されるように配線されている。図に示したようにカソード電極101は堆積室100の内壁を兼ねていてももちろん良い。

#### 【0015】

106および112がそれぞれ本発明によるところのアース電極および誘電体であり、補助基体103に接触しないように近接してアース電極106、誘電体112、補助基体103の順に設置されており、互いに重なり合っている領域でコンデンサを形成している。このコンデンサの容量はアース電極106及び誘電体112の高さ、誘電体112、アース電極106及び補助基体103のそれぞれの距離を変えることにより任意に設定することが出来る。この装置構成では円筒状基体102の上部は回転軸105を介して堆積室に設置されているが、20MHz～450MHzといった高い周波数では回転軸のインダクタンスが無視出来ないため、アースに落ちるまでにある程度抵抗を持つ。このインダクタンスによる抵抗と同じ程度の抵抗を持つようにアース電極106と補助基体103の間で形成されるコンデンサの容量を調整する。具体的には、

$$C = (4 \pi^2 f^2 L)^{-1}$$

によって計算される  $C$  の値になるように構成を設定すればよい。

#### 【0016】

10

20

30

40

50

図2は本発明の方法を行うための装置の他の一例を模式的に示したものであり、電子写真用感光体のような円筒状の基体の堆積膜の作成に好適なものである。この装置では円筒状基体202及び補助基体203を堆積室上部から吊り下げるように支持している。アース電極206及び誘電体212はこの装置では補助基体の内側に設置されている。その他の構成部分は図1と同様である。

図3は本発明の方法を行うための装置の更にもう1つの例を模式的に示したものである。この装置では基体加熱ヒーター304は堆積室上部に取りつけられ、円筒状基体302は堆積室下部に取りつけられた回転軸305に乗せられる形で設置されている。この例では補助基体がいわれておらず円筒状基体302の外側にアース電極306を設けると膜厚分布にムラが出来るため、円筒状基体302の内側に設置されている。その他の構成部分

10

は図1と同様である。

図4は本発明の誘電体412、アース電極406及び補助基体403の形状の他の一例を模式的に示したものであるが、このように誘電体412、アース電極406及び補助基体403につばを出すことによってコンデンサを形成してももちろん良い。

【0017】

図5は本発明の更に別の一例を模式的に示したものである。円筒状基体502の下部のアースを取るコンデンサー部分は図1と同様であるが、この例では円筒状基体が6本同心円状に並んでおり、その中央にカソード電極501が設置され、円筒状基体502に囲まれた空間で放電が起こるようになっている。

【0018】

アース電極106、206、306、406、506に用いる材料は、熱に強く、導電性が高いものなら何でも使用出来る。又、アース電極106、206、306、406、506自体のインダクタンスを出来るだけ小さくするという目的から用いる材料は透磁率の小さいものが好ましい。又、高周波は表皮効果によって導体最表面のみを伝導することから表面積が出来るだけ大きい形状が好ましい。

20

一般的には平板状の形状が用いられる。具体的なアース電極106、206、306、406、506の材料としては、銅、アルミニウム、金、銀、白金は導電性が高く透磁率も小さいので好適である。鉛、ニッケル、コバルト、鉄、クロム、モリブデン、チタン、ステンレスも熱に強いので適している。或はこれらの材料の中の2種以上の複合材料なども好ましい。

30

誘電体112、212、312、412、512に用いる材料としてはアルミナセラミックス、テフロン、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、或は酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化珪素の元素酸化物の中の単数または複数の元素酸化物を主成分とするもの等の熱に強い絶縁性材料であれば特に規定はない。

使用される高周波電源110、210、310、410、510は、発振周波数が20MHzから450MHzであれば何でも使用することが出来る。又、出力は10Wから5000W以上まで、装置に適した電力を発生することが出来ればいかなる出力のものでも好適に使用出来る。更に、高周波電源の出力変動率はいかなる値であっても本発明の効果を得ることが出来る。

【0019】

使用される整合器109、209、309、409、509は高周波電源と負荷の整合を取ることが出来るものであればいかなる構成のものでも好適に使用出来る。

40

又、整合を取る方法としては、自動的に調整されるものが製造時の煩雑さを避けるために好適であるが、手で調整されるものであっても本発明の効果に全く影響はなく、かつコストが安い点で望ましい。又、整合器が配置される位置に関しては整合が取れる範囲においてどこに設置してもなんら問題はないが、整合器からカソード間の配線のインダクタンスを出来るだけ小さくするような配置とした方が広い負荷条件で整合を取ることが可能になるため望ましい。

カソード電極101、201、301、401、501の材質としては銅、アルミニウム、金、銀、白金、鉛、ニッケル、コバルト、鉄、クロム、モリブデン、チタン、ステン

50



レスなどが熱伝導が良く、電気伝導も良いので好適である。

これらの材料の中の２種以上の複合材料なども好適に用いられる。又、加工の容易さから形状は円筒形状が好ましいが、必要に応じて楕円形、多角形状を用いても良い。カソード電極 101、201、301、401、501 は必要に応じて冷却手段を設けても良い。具体的な冷却手段としては、水、空気、液体チッ素、ペルチエ素子などによる冷却が必要に応じて用いられる。

本発明の円筒状基体 102、202、302、402、502 及び補助基体 103、203、303、403、503 は、使用目的に応じた材質を有するものであれば良い。材質においては銅、アルミニウム、金、銀、白金、鉛、ニッケル、コバルト、鉄、クロム、モリブデン、チタン、ステンレスが電気伝導が良好のため好適である。さらにこれらの材料の中の２種以上の複合材料も耐熱性が向上するために望ましい。更にはポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ガラス、セラミックス、紙などの絶縁材料に導電性材料を被覆したものはコストが低減出来るため望ましい。

10

#### 【0020】

図 1 に示した装置において本発明の堆積膜の形成方法の一例は次の手順のように行われる。

尚、この手順は図 2 ~ 図 5 の装置においても同様に適用出来る。

まず、例えば表面を旋盤を用いて鏡面加工を施した円筒状基体 102 を補助基体 103 に取り付け、堆積室 100 内の基体加熱用ヒーター 104 を包含するように回転軸 105 に取り付ける。

20

次に、不図示の原料ガス導入バルブを閉とし、排気口 111 を介して不図示の排気装置により堆積室内を一旦排気した後、不図示の原料ガス導入バルブを開として加熱用の不活性ガス、一例としてアルゴンを原料ガス導入口 107 より堆積室内に導入し、堆積室内が所望の圧力になるように排気装置の排気速度及び加熱用ガスの流量を調整する。

その後、駆動用モーター 108 により円筒状基体 102 を回転させながら不図示の温度コントローラーを作動させて円筒状基体 102 を基体加熱用ヒーター 104 により加熱する。

円筒状基体 102 が所望の温度に加熱されたところで不図示の原料ガス導入バルブを閉じ、堆積室内へのガス流入を止める。

30

堆積膜の形成は不図示の原料ガス導入バルブを開として原料ガス導入口 107 から所定の原料ガス、例えばシランガス、ジシランガス、メタンガス、エタンガスなどの材料ガスを、またジボランガス、ホスフィンガスなどのドーピングガスを不図示のミキシングパネルにより混合した後に堆積室 100 内に導入し、数 m Torr から数 Torr の圧力に維持するよう排気速度を調整する。圧力が安定した後、高周波電源 110 の電源を入れて周波数 20 MHz ~ 450 MHz の電力を供給し、グロー放電を生起させる。このとき整合回路 109 を調整し、反射波が最小となるように調整する。高周波の入射電力から反射電力を差し引いた値を所望の値に調整し、所望の膜厚を形成したところでグロー放電を止め、原料ガスの堆積室 100 への流入を止めて堆積室内を一旦高真空に引き上げた後に層の形成を終える。この間、周方向の膜厚均等化のために円筒状基体は回転させながら成膜を行うことが望ましい。種々の機能を有する堆積膜を積層する場合には、上記のような操作が繰り返し行われる。

40

#### 【0021】

以下本発明の効果を実証するための具体例を説明するが、本発明は具体例によって何等限定されるものではない。

#### 【0022】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施について説明するが、本発明はこれらによって何等限定されるものではない。

##### [ 実施例 1 ]

50

図 1 に示した堆積膜形成装置において発振周波数 1 0 5 M H z の高周波電源 1 1 0 を設置し、アルミニウム製の円筒状基体 1 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。本堆積膜形成装置の回転軸を円柱と近似して計算によりインダクタンス L を計算したところ 0 . 1 5 μ H であった。そこで  $C = ( 4 \pi^2 f^2 L )^{-1}$  に当てはめて C を計算したところ本実施例では 1 5 . 3 p F となった。よって、真空中で補助基体 1 0 3 と誘電体 1 1 2、アース電極 1 0 6 で構成するコンデンサがこの値になるように誘電体 1 1 2 としてアルミナセラミックス、アース電極 1 0 6 としてアルミニウムを用いて大きさと間隔を設定した。本実施例では、アース電極 1 0 6 及び誘電体 1 1 2 は円筒状とし、補助基体 1 0 3 の周方向全周に渡って設置した。

成膜条件として、表 1 に示された製造条件に従って成膜を行った。

#### 【 0 0 2 3 】

( 比較例 1 )

図 6 に示した従来の堆積膜形成装置において発振周波数 1 0 5 M H z の高周波電源 6 1 0 を設置し、アルミニウム製の円筒状基体 6 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。

成膜条件として、実施例 1 と同様に表 1 に示された製造条件に従って成膜を行った。

#### 【 0 0 2 4 】

( 比較例 2 )

図 6 に示した従来の堆積膜形成装置で補助基体 6 0 3 の下部をアースに落とした金属製ブラシで擦ることにより強制的にアースに落とした。本比較例では発振周波数 1 0 5 M H z の高周波電源 6 1 0 を設置し、アルミニウム製の円筒状基体 6 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作成した。

成膜条件として、実施例 1 と同様に表 1 に示された製造条件に従って成膜を行った。

#### 【 0 0 2 5 】

実施例 1、比較例 1、2 で作製した電子写真感光体は次の方法で評価した。

##### 1 膜厚分布、堆積速度評価

各々の感光体について軸方向 1 6 ヶ所の膜厚を渦電流式膜厚計 ( K e t t 科学研究所製 ) により測定し、最大の膜厚と最小の膜厚の差を平均の膜厚で割ることにより膜厚分布の比を定義し、次のランクに区分した。

非常に良好

良好

実用上問題無し

× 実用上問題有り

同時にトータル膜厚を成膜時間で割ることにより堆積速度を求め、評価を行った。堆積速度の評価基準は比較例 1 の装置を基準とし、次のようにランク分けした。

比較例 1 より 2 0 % 以上早い

比較例 1 より 1 0 ~ 2 0 % 早い

比較例 1 と同程度

× 比較例 1 より遅い

##### 2 電子写真特性

各々の感光体について電子写真装置 ( キヤノン社製 N P 6 0 6 0 を実験用に改造したもの ) にセットして、初期の帯電能、残留電位等の電子写真特性を次のように評価した。

帯電ムラ.....電子写真感光体を実験装置に設置し、帯電器に + 6 k V の高電圧を印加しコロナ帯電を行ない、表面電位計により電子写真感光体の暗部表面電位を現像位置で測定する。電子写真用感光体の軸方向に 5 点測定し、このときの電位ムラを評価する。

感度ムラ.....電子写真感光体を、一定の暗部表面電位に帯電させる。そして直ちにフィルターを用いて 5 5 0 n m 以下の波長域の光を除いたハロゲンランプ光を照射し、電子写真感光体の明部表面電位が所定の値になるように光量を調整する。このときに必要な光量をハロゲンランプ光源の点灯電圧から換算する。この手順で電子写真用感光体の軸方向に 5 点感度を測定し、このときの感度ムラを評価する。

10

20

30

40

50

それぞれについて、

非常に良好

良好

実用上問題無し

× 実用上問題有り

画像のガサツキ...ハーフトーンチャートをコピーし、得られたハーフトーン画像を詳細に観察し、限度見本と比較し、評価した。

ガサツキが全く見られず、非常に良好である

ややガサツキがわずかに見られるが良好である

ガサツキがやや多いが、従来レベルである

× ガサツキが多く、実用上問題あり

白ポチ...キヤノン製全面黒チャート(部品番号:FY9-9073)を原稿台に置きコピーしたときに得られたコピー画像の同一面積内にある直径0.2mm以上の白ポチについて評価した。評価区分は次のとおり。

非常に良好

良好

白ポチはあるが、従来レベルで実用上問題無し

× 白ポチが多く、実用上問題有り

を用いて評価した。

### 3 特性の再現性

2 の電子写真特性の帯電ムラの測定を10回行いその時の再現性を比較例1で作製した時の電子写真感光体の場合と比較し、

比較例1より非常に良好

比較例1より良好

比較例1と同等

× 比較例1より悪化

を用いて評価を行った。

以上の結果を表2にまとめて示す。本発明の堆積膜形成装置による電子写真感光体はムラは無く特性の再現性も良く非常に優れているが、従来の堆積膜形成装置ではムラは改善されない。又、補助基体下部をアースに落とした金属ブラシで強制的にアースしてもムラは改善されないばかりか白ポチレベルが悪化し、実用に耐えなくなってしまう。尚、比較例1に比較して実施例1では堆積速度の向上が見られる。この理由は定かではないが、アースを上下2ヶ所から取ることによって円筒状基体全体のインピーダンスが下がり、より効率的に高周波パワーが印加出来るようになったためではないかと考えている。

以上の実施例より、本発明の堆積膜形成装置により画像欠陥を悪化させずにムラ及び特性の再現性を改善することが出来、かつ堆積速度の向上も図れることが判明した。

【0026】

【表1】

10

20

30

## 電子写真用感光体の製造条件

下部阻止層…	SiH <sub>4</sub>	200sccm	
	H <sub>2</sub>	300sccm	
	NO	8sccm	
	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2000ppm	
	パワー	400W	
	内圧	30mTorr	
光導電層…	膜厚	1 μm	10
	SiH <sub>4</sub>	400sccm	
	H <sub>2</sub>	800sccm	
	パワー	600W	
	内圧	40mTorr	
	膜厚	20 μm	
表面保護層…	SiH <sub>4</sub>	50sccm	
	CH <sub>4</sub>	400sccm	
	パワー	100W	20
	内圧	30mTorr	
	膜厚	0.6 μm	

【 0 0 2 7 】

【 表 2 】

	実施例1	比較例1	比較例2
膜厚ムラ	○	△	△
堆積速度	○	△	○
帯電ムラ	○	△	△
感度ムラ	○	△	△
画像のガサツキ	○	△	△
白ポチ	○	○	×
特性の再現性	○	△	△

【 実施例 2 】

実施例 1 において誘電体 1 1 2 の材料として、テフロン、石英ガラス、テフロンホウケイ酸ガラス、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化珪素、酸化アルミニウムと酸化マグネシウムをモル比で 1 : 1 含むもの、酸化アルミニウムと酸化珪素をモル比で 1 : 1 含むもの、酸化マグネシウムと酸化珪素をモル比で 1 : 1 含むもの、酸化アルミニウムと酸化珪素と酸化マグネシウムをモル比で 1 : 1 : 1 含むものをそれぞれ用いて真空中で補助基体 1 0 3 と誘電体 1 1 2、アース電極 1 0 6 で構成するコンデンサが 1 5 . 3 p F になるようにそれぞれ大きさと間隔を設定した以外は実施例 1 と同様な条件でアルミニウム製の円筒状基体 1 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。

実施例 2 で作製した電子写真感光体を実施例 1 と同様の手順で膜厚ムラ、堆積速度、帯電ムラ、感度ムラ、ガサツキ、白ポチ、特性の再現性について評価した結果、実施例 1 と同様に良好な結果が得られた。

以上の結果より、誘電体を変化させても本発明の堆積膜形成装置を用いることにより良好な堆積膜が得られることが分かった。

【 0 0 2 8 】

[ 実施例 3 ]

図 5 に示した堆積膜形成装置において発振周波数 1 0 5 M H z の高周波電源 5 1 0 を設置し、アルミニウム製の円筒状基体 5 0 1 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。本堆積膜形成装置の回転軸を円柱と近似して計算によりインダクタンス L を計算したところ 0 . 1 5 μ H であった。そこで  $C = ( 4 \pi^2 f^2 L )^{-1}$  に当てはめて C を計算したところ本実施例では 1 5 . 3 p F となった。よって、真空中で補助基体 5 0 3 と誘電体 5 1 2、アース電極 5 0 6 で構成するコンデンサがこの値になるように誘電体 5 1 2 としてアルミナセラミックス、アース電極 5 0 6 としてアルミニウムを用いて大きさと間隔を設定した。本実施例では、アース電極 5 0 6 及び誘電体 5 1 2 は円筒状とし、補助基体 5 0 3 の周方向全周に渡って設置した。

10

成膜条件として、表 1 に示された製造条件に従って成膜を行った。

【 0 0 2 9 】

( 比較例 3 )

図 7 に示した従来の堆積膜形成装置において発振周波数 1 0 5 M H z の高周波電源 7 1 0 を設置し、アルミニウム製の円筒状基体 7 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。

20

成膜条件として、表 1 に示された製造条件に従って成膜を行った。

実施例 3、比較例 3 で作製した電子写真感光体は実施例 1 と同様の手順で膜厚ムラ、堆積速度、帯電ムラ、感度ムラ、ガサツキ、白ポチ、特性の再現性について評価した。その結果を表 3 に示すが、本発明の堆積膜形成装置では画像欠陥は悪化せず膜厚、特性ムラ、特性の再現性が改善し、やはり堆積速度も向上している。

【 0 0 3 0 】

【 表 3 】

30

	実施例3	比較例3
膜厚ムラ	◎	△
堆積速度	○	△
帯電ムラ	◎	△
感度ムラ	◎	△
画像のガサツキ	◎	△
白ポチ	○	○
特性の再現性	◎	△

40

[ 実施例 4 ]

図 2 に示した堆積膜形成装置において発振周波数 6 0 M H z の高周波電源 2 1 0 を設置し、アルミニウム製の円筒状基体 2 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。本堆積膜形成装置の回転軸を円柱と近似して計算によりインダクタンス L を計算したところ 0 . 0 7 μ H であった。そこで  $C = ( 4 \pi^2 f^2 L )^{-1}$  に当てはめて C を計算したところ本実施例では 1 0 0 p F となった。本実施例では本発明のコンデンサの値を 0 . 1 C、C、5 C、1 0 C ( C = 1 0 0 p F ) に変化させて本発明の効果を調べた。本実

50

施例では、真空中で補助基体 5 0 3 と誘電体 5 1 2、アース電極 5 0 6 で構成するコンデンサが上記の値になるように誘電体 1 1 2 としてアルミナセラミックス、アース電極 1 0 6 としてアルミニウムを用いてそれぞれ大きさと間隔を設定した。本実施例では、アース電極 5 0 6 及び誘電体 5 1 2 は円筒状とし、補助基体 5 0 3 の周方向全周に渡って設置した。

【 0 0 3 1 】

成膜条件として、表 1 に示された製造条件に従って成膜を行った。

【 0 0 3 2 】

( 比較例 4 )

実施例 4 において本発明のコンデンサの値を 0 . 0 5 C、1 5 C ( C = 1 0 0 p F ) とした以外は実施例 4 と同様な条件でアルミニウム製の円筒状基体 2 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。

10

実施例 4、比較例 4 で作成した電子写真感光体は実施例 1 と同様の手順で膜厚ムラ、堆積速度、帯電ムラ、感度ムラ、ガサツキ、白ボチ、特性の再現性について評価した。その結果を表 4 に示す。本発明のコンデンサの値が 0 . 1 C から 1 0 C では本発明の効果が得られているが、0 . 0 5 C、1 5 C まで値がずれると効果が薄れることが明確になった。

又、堆積速度についてもコンデンサの容量が 0 . 1 C 以上で改善が見られる。

【 0 0 3 3 】

【 表 4 】

20

	比較例4 0.05C	0.1C	実施例4			比較例4 15C
			0.5C	5C	10C	
膜厚ムラ	△	○	◎	◎	◎	△
堆積速度	△	○	◎	◎	◎	○
帯電ムラ	△	○	◎	◎	◎	△
感度ムラ	△	○	◎	◎	◎	△
画像のガサツキ	△	○	◎	◎	◎	△
白ボチ	○	○	○	○	○	○
特性の再現性	△	◎	◎	◎	◎	◎

30

[ 実施例 5 ]

図 4 に示した堆積膜形成装置においてアルミニウム製の円筒状基体 4 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。本堆積膜形成装置の回転軸を円柱と近似して計算によりインダクタンス L を計算し本発明のコンデンサの値を求めて誘電体 4 1 2 としてアルミナセラミックス、アース電極 4 0 6 としてアルミニウムを用いてそれぞれ大きさと間隔を設定した。本実施例では、アース電極 4 0 6 及び誘電体 4 1 2 は円盤状とし、補助基体 4 0 3 の周方向全周に渡って設置した。本実施例では、高周波電源 4 1 0 の周波数を 2 0 M H z、5 0 M H z、3 0 0 M H z、4 5 0 M H z とし、成膜条件として、表 5 に示された製造条件に従って成膜を行った。

40

【 0 0 3 4 】

( 比較例 5 )

図 4 に示した堆積膜形成装置において実施例 5 と同様にアルミニウム製の円筒状基体 4 0 2 に a - S i 膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。但し、本比較例では高周波電源 4 1 0 の周波数を 1 3 . 5 6 M H z、5 0 0 M H z とした。但し、周波数 1 3 . 5 6 M H z では電荷輸送層、電荷発生層、表面保護層の内圧をそれぞれ 2 0 0 m T o r r、3 0 0 m T o r r、3 5 0 m T o r r にした。実施例 5、比較例 5 で作製した電子写真感光体は実施例 1 と同様の手順で膜厚ムラ、堆積速度、帯電ムラ、感度ムラ、ガサツキ、白ボチ

50

、特性の再現性について評価を行った。

その結果を表6に示す。高周波電源の周波数が20MHz～450MHzでは本発明の効果が得られており、かつ成膜時間の短縮が図れるが、13.56MHzでは成膜時間の短縮は図れず、また500MHzになると軸方向で更に別のムラが発生し、本発明の効果が得られなくなることが分かる。

#### 【0035】

##### [実施例6]

図5に示した複数の円筒状基体を同時に成膜出来る堆積膜形成装置において発振周波数105MHzの高周波電源510を設置し、アルミニウム製の円筒状基体502にa-Si膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。本堆積膜形成装置の回転軸を円柱と近似して計算によりインダクタンスLを計算したところ0.2μHであった。そこで、 $C = (4\pi^2 f^2 L)^{-1}$ に当てはめてCを計算したところ本実施例では11.5pFとなった。よって、真空中で補助基体503と誘電体512、アース電極506で構成するコンデンサが上記の値になるように誘電体112としてアルミナセラミックス、アース電極106としてアルミニウムを用いてそれぞれ大きさと間隔を設定した。本実施例では、アース電極506及び誘電体512は円筒状とし、補助基体503の周方向半周にのみ面するように設置した。成膜条件として、表5に示された製造条件に従って成膜を行った。実施例6で作製した感光体の評価を実施例1と同様に膜厚ムラ、堆積速度、帯電ムラ、感度ムラ、ガサツキ、白ボチ、特性の再現性について行ったところ、いずれの感光体も実施例1と同様の良好な結果が得られた。

更に得られた感光体をキヤノン製複写機NP-6650に設置し画像を出したところ、ハーフトーン画像にムラはなく、均一な画像が得られた。更に文字原稿を複写したところ、黒濃度が高く鮮明な画像が得られた。また写真原稿の複写においても原稿に忠実に鮮明な画像を得ることが出来た。

#### 【0036】

##### [実施例7]

図3に示した堆積膜形成装置において発振周波数60MHzの高周波電源310を設置し、アルミニウム製の円筒状基体302にa-Si膜を形成し、電子写真用感光体を作製した。本実施例ではアース電極306としてアルミニウム、誘電体312としてアルミナセラミックスを用い円筒状基体の周方向1/6周のみと面する形状のものを設置した。アース電極306、誘電体312の大きさと間隔は本堆積膜形成装置の回転軸を円柱と近似して計算によりインダクタンスLを計算し本発明のコンデンサの値を求めて設定した。成膜条件として、表5に示された製造条件に従って成膜を行った。

実施例7で作製した感光体の評価を実施例1と同様に膜厚ムラ、堆積速度、帯電ムラ、感度ムラ、ガサツキ、白ボチ、特性の再現性について行ったところ、いずれの感光体も実施例1と同様の良好な結果が得られた。

更に得られた感光体をキヤノン製複写機NP-6650に設置し画像を出したところ、ハーフトーン画像にムラはなく、均一な画像が得られた。更に文字原稿を複写したところ、黒濃度が高く鮮明な画像が得られた。また写真原稿の複写においても原稿に忠実に鮮明な画像を得ることができた。

#### 【0037】

##### 【表5】

10

20

30

40

電子写真用感光体の製造条件

電荷輸送層…	SiH4	200sccm
	H2	500sccm
	CH4	100sccm
	B2H6	20ppm
	パワー	500W
	内圧	20mTorr
電荷発生層…	膜厚	15 μm
	SiH4	400sccm
	H2	500sccm
	パワー	400W
	内圧	30mTorr
	膜厚	2 μm
表面保護層…	SiH4	20sccm
	CH4	500sccm
	パワー	150W
	内圧	30mTorr
	膜厚	0.5 μm

10

20

【 0 0 3 8 】

【 表 6 】

	比較例5 13.56MHz	20MHz	実施例5 50MHz	300MHz	450MHz	比較例5 500MHz
膜厚ムラ	○	○	○	○	○	△
堆積速度	×	△	○	○	○	○
帯電ムラ	○	○	○	○	○	○
感度ムラ	○	○	○	○	○	△
画像のがサツキ	○	○	○	○	○	△
白ボチ	○	○	○	○	○	○
特性の再現性	○	○	○	○	○	○

30

40

【 0 0 3 9 】

【 発 明 の 効 果 】

本発明は、以上のように反応容器に回転可能に配置された円筒状基体の母線方向のいずれか一方の端部を、前記基体の回転軸により接地させ、その他方の端部はこれと非接触のコンデンサを介し接地させることにより、高い周波数による成膜において、膜厚分布の発生を無くすることができる。

特に、20MHz～450MHzの高周波電力による成膜において、画像欠陥を増加させることなく軸方向の膜厚ムラの低減を図ることができ、濃度ムラ、感度ムラ、画像のがさつきが無く、特性の再現性が良好で、高速の処理速度で比較的大面積の膜形成が可能な堆積膜の形成装置を実現することができ、とりわけ短時間のもとで低コストの電子写真用感

50



光体の製造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】1本の円筒状基体を成膜するのに供される本発明の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【図2】1本の円筒状基体を成膜するのに供される本発明の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【図3】1本の円筒状基体を成膜するのに供される本発明の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【図4】1本の円筒状基体を成膜するのに供される本発明の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【図5】複数本の円筒状基体を成膜するのに供される本発明の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【図6】本発明外の従来の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【図7】複数本の円筒状基体を成膜するのに供される本発明外の堆積膜形成装置の一例を示す模式図である。

【符号の説明】

100、200、300、400、500、600、700 ... 堆積室

101、201、301、401、501、601、701 ... カソード電極

102、202、302、402、502、602、702 ... 円筒状基体

103、203、403、503、603、703 ... 補助基体

104、204、304、404、504、604、704

... 基体加熱用ヒーター

105、205、305、405、505、605、705 ... 回転軸

106、206、306、406、506 ... アース電極

107、207、307、407、507、607、707 ... 原料ガス導入口

108、208、308、408、508、608、708

... 基体駆動用モーター

109、209、309、409、509、609、709 ... 整合器

110、210、310、410、510、610、710 ... 高周波電源

111、211、311、411、511、611、711 ... 排気口

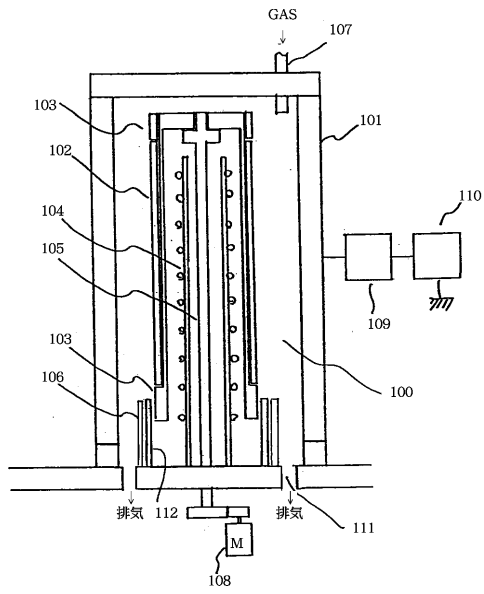
112、212、312、412、512、・・・誘導体

10

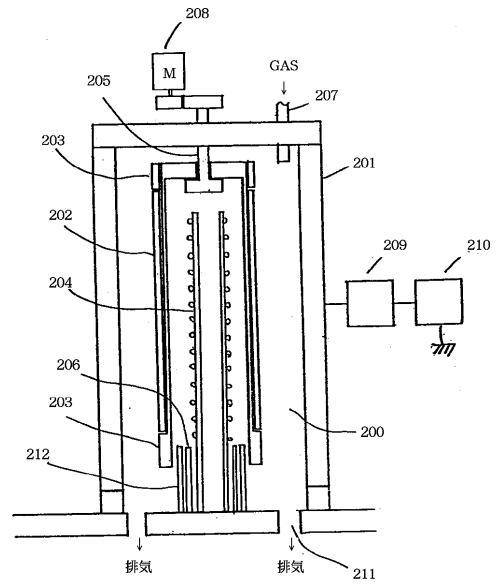
20

30

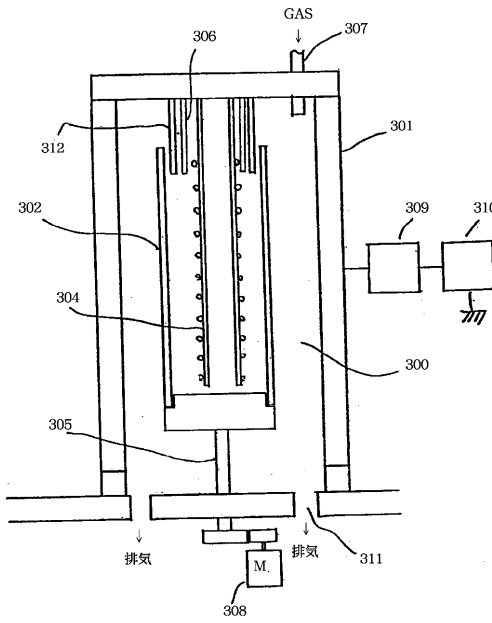
【 図 1 】



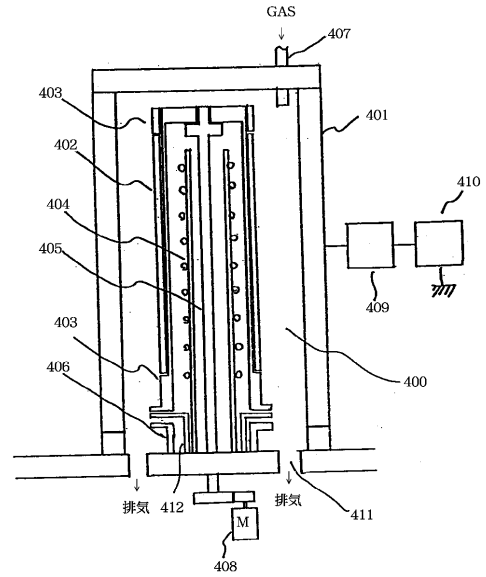
【 図 2 】



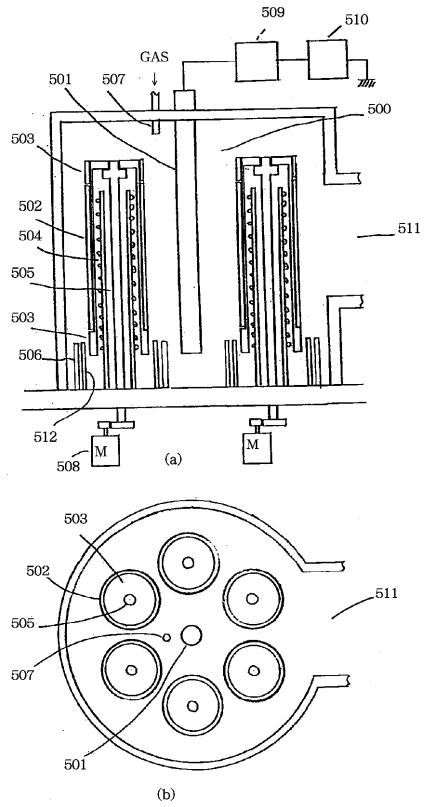
【 図 3 】



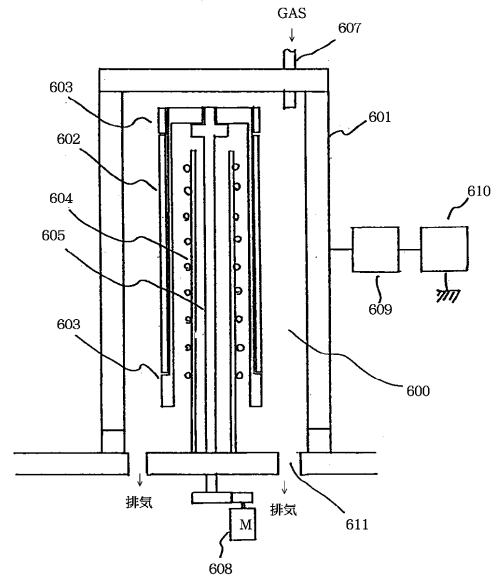
【 図 4 】



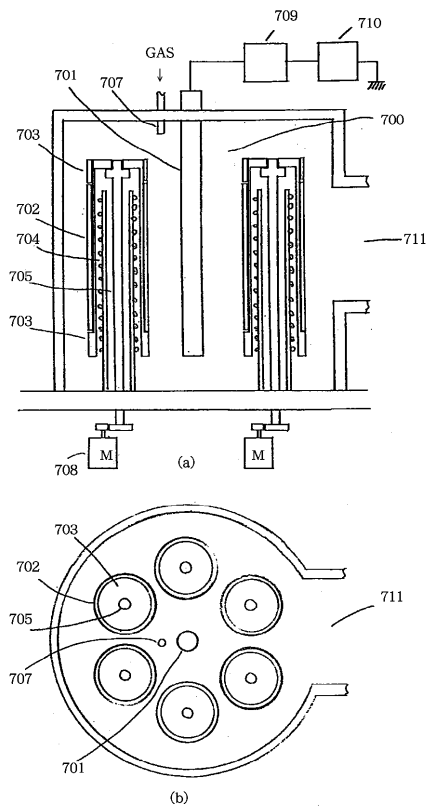
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>		F I	
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/203	S
H 0 1 L 21/285		H 0 1 L 21/205	
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/285	Z
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	C
H 0 5 H 1/46		H 0 5 H 1/46	A
		H 0 1 L 21/302	B

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

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

C23C 16/00 -16/56  
 C23C 14/00 -14/58  
 C23F 1/00 - 4/04  
 G03G 5/00 - 5/16  
 H01L 21/203-21/205  
 H01L 21/28 -21/285  
 H01L 21/3065  
 H01L 21/31  
 H05H 1/46