

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3925566号  
(P3925566)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月9日(2007.3.9)

(51) Int. Cl.	F I
<b>C 2 3 C 16/50 (2006.01)</b>	C 2 3 C 16/50
<b>C 2 3 C 16/44 (2006.01)</b>	C 2 3 C 16/44 B
<b>H O 1 L 21/205 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/205
<b>H O 1 L 21/285 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/285 C

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平8-321144	(73) 特許権者	000227294
(22) 出願日	平成8年11月15日(1996.11.15)		キヤノンアネルバ株式会社
(65) 公開番号	特開平10-147880		東京都府中市四谷5丁目8番1号
(43) 公開日	平成10年6月2日(1998.6.2)	(74) 代理人	100094020
審査請求日	平成15年11月5日(2003.11.5)		弁理士 田宮 寛社
		(72) 発明者	水野 茂
			東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
		審査官	横山 敏志
		(56) 参考文献	特開平07-078774 (JP, A)
			特開平08-139034 (JP, A)
			特開平06-097080 (JP, A)
			特開平05-166734 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

反応ガス導入部と基板保持体を備えた反応容器を有し、前記基板保持体の上に配置された基板に対して前記反応ガス導入部から反応ガスを導入し、前記基板に薄膜を堆積する薄膜形成装置において、

前記反応ガス導入部の周囲にガスの流れを作るガス導入部を設け、このガス導入部は、前記反応容器の上壁に等間隔に形成された複数のガス導入孔と、前記ガス導入孔につながり前記上壁の内面側に形成された通路と、この通路を覆う多孔板とから成り、外部に設けたガス供給機構から前記ガス導入孔に前記ガスが供給されることを特徴とする薄膜形成装置。

## 【請求項2】

前記反応容器の下壁に対称の位置に複数の排気口が設けられ、前記ガス導入部によって生成される前記ガスの流れは前記排気口に向かって生じることを特徴とする請求項1記載の薄膜形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜形成装置に関し、特に、プラズマや化学反応を利用して気相成長(CVD)により基板上に薄膜を堆積する薄膜形成装置に関する。

## 【0002】

**【従来の技術】**

近年の半導体製造装置の分野では素子の集積化と微細化が進んでいる。素子の微細化は、製造工程において新しい技術を要求する。例えば、微細ホール内へ十分な膜を埋め込むこと、素子内の段差を軽減すること、高電流密度を原因とした発熱やエレクトロマイグレーションによる断線を防止することを要求する。スパッタリング法はこれらの要求を満たすことができない。ホールが微細化されると、段差被覆性が悪くなるからである。そこで、近年では、プラズマCVD法や熱CVD法が注目されている。プラズマCVD法ではプラズマと化学反応を利用し、熱CVD法は化学反応のみを利用する。CVD法によれば、アスペクト比が大きい微細ホールに、その底まで薄膜を均一に形成することができる。プラズマCVD法による薄膜の例として、拡散防止膜として使用されるTiCl<sub>4</sub>を原料としたTi膜あるいはTiN膜がある。熱CVDによる薄膜の例として、配線として使用されるブランケットタングステン膜がある。

10

**【0003】**

次に、Ti膜やTiN膜を形成する従来のプラズマCVD装置の一例を図4を参照して説明する。気密性を有する反応容器111は、下部中央に基板保持体112を備え、上部に円板状の反応ガス導入部113を備える。基板保持体112と反応ガス導入部113はほぼ平行に対向している。反応ガス導入部113は下面にガス吹出し孔が形成されている。ガス吹出し孔は、外部の反応ガス供給機構114に接続されている。反応ガス導入部113は、反応容器111の上壁115に、リング状絶縁体116を介して固定される。反応ガス導入部113と反応容器111はリング状絶縁体116により電氣的に絶縁されている。反応容器111は接地され、接地電位に保持される。これに対して、反応ガス導入部113は整合回路117を介して高周波電源118に接続され、高周波電力が給電される。

20

**【0004】**

反応容器111の底壁に複数の排気口119が形成される。排気口119は排気機構120に接続される。排気機構120によって反応容器111の内部は所望の減圧状態に保たれる。

**【0005】**

基板保持体112は反応容器111の底壁に固定される。基板保持体112は接地されている。基板保持体112の上面には静電吸着板121が設けられる。静電吸着板121は静電吸着制御電源122に接続される。基板保持体112上に載置された基板123は静電吸着板121によって固定される。基板保持体112の内部にはヒータ124が配置され、かつ温度検出作用を有する熱電対125が配置される。熱電対125の検出信号は加熱制御機構126に入力され、加熱制御機構126から出力される制御信号はヒータ124に与えられる。

30

**【0006】**

反応容器111内に搬送された基板123は基板保持体112の上に配置される。基板保持体112は、熱電対125と加熱制御機構126とヒータ124によって所定の温度に保持されている。基板123は、静電吸着板121によって固定される。

**【0007】**

基板123に対向する反応ガス導入部113から、Ti膜の成膜の場合にはH<sub>2</sub>、TiN膜の成膜の場合にはH<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>が、所定量導入される。一方、反応容器111の内部は排気口119を通して排気機構120によって排気される。これにより反応容器111の内部は所定の圧力に保たれる。反応容器111内のガスの流れが対称的になるように、複数の排気口119が対称的な位置関係で設けられている。さらに、高周波電源118から反応ガス導入部113に高周波電力を供給すると、反応ガス導入部113と基板123の間にプラズマが生成される。高周波としては10～100MHzのHF帯からVHF帯が使用される。

40

**【0008】**

放電が安定した時点で、反応ガス導入部113よりTiCl<sub>4</sub>が導入され、その結果、高

50

温の基板 1 2 3 上に T i 膜または T i N 膜が形成される。成膜中に生じた未反応ガスおよび副生成ガスは排気口 1 1 9 を通して排気機構 1 2 0 により排気される。

【 0 0 0 9 】

なお、通常の T i または T i N の成膜条件に関し、反応ガス T i C l<sub>4</sub> の流量は 2 ~ 1 0 sccm、H<sub>2</sub> の流量は 3 0 0 ~ 1 0 0 0 sccm、S i H<sub>4</sub> の流量は 0 . 2 ~ 4 sccm、N<sub>2</sub> の流量は 1 0 ~ 1 0 0 sccm ( T i N 膜の場合のみ ) であり、また基板保持体 1 1 2 の温度は 4 0 0 ~ 7 0 0 、さらに、反応ガス導入部 1 1 3 に給電される高周波の電力は 5 0 ~ 3 0 0 0 W、周波数は 1 0 ~ 1 0 0 M H z である。

【 0 0 1 0 】

【 発明が解決しようとする課題 】

従来のプラズマ C V D 装置では、図 4 で明らかなように、構造上、反応容器 1 1 1 の上壁の近傍で反応ガス導入部 1 1 3 の周囲にデッドスペース 1 2 7 が形成されている。特に、プラズマ C V D 装置の場合には、基板保持体 1 1 2 と反応ガス導入部 1 1 3 の距離を縮めるため、および上部電極である反応ガス導入部 1 1 3 を反応容器 1 1 1 の壁から離し、それらの間での放電の発生を防止するため、必然的に上記デッドスペース 1 2 7 が作られる。さらにプラズマ C V D 装置と熱 C V D 装置で、例えば四角形を利用してなる反応容器の中に円形を利用してなる反応ガス導入部を配置すると、デッドスペース 1 2 7 が作られる。さらに反応容器の上部に開閉構造を有する部分を設けると、反応ガス導入部の周囲に必然的にデッドスペース 1 2 7 が形成される。

【 0 0 1 1 】

上記のデッドスペース 1 2 7 は、反応ガス導入部 1 1 3 から排気口 1 1 9 に至るガスの流れる流路から外れ、当該流路の上方に位置する。基板 1 2 3 の周辺ではガスが加熱され、熱対流が起きやすい。このような熱対流が起きると、図 5 に示すように、デッドスペース 1 2 7 において反応ガスの循環流 1 2 8 が生じ、反応ガスが滞留する。ガスの流れは数値計算によるシミュレーションで得られた結果に基づいている。そのため、デッドスペース 1 2 7 の近傍の反応容器壁に膜が付着しやすく、これがパーティクルを発生し、半導体製造における歩留まりの原因になっていた。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、上記の課題を解決することにより、デッドスペースで反応ガスの滞留等が生じないようにした薄膜形成装置を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【 課題を解決するための手段および作用 】

第 1 の本発明 ( 請求項 1 に対応 ) に係る薄膜形成装置は、反応ガス導入部と基板保持体を備えた反応容器を有し、基板保持体の上に配置された基板に対して反応ガス導入部から反応ガスを導入し、基板に薄膜を堆積する薄膜形成装置であり、上記目的を達成するために、さらに、反応ガス導入部の周囲に、当該周囲のいわゆるデッドスペースにパージガス等のガスの流れを作るためのガス導入部を設け、さらにガス導入部が、反応容器の上壁に等間隔に形成された複数のガス導入孔と、ガス導入孔につながり上壁の内面側に形成された通路と、この通路を覆う多孔板とから成り、外部に設けられたガス供給機構からガス導入孔に対して上記のガスが供給され、上記のガスの流れを作り出すように構成する。上記のようなガスの流れを、反応ガス導入部の周囲のデッドスペースに作ると、デッドスペースに滞留しやすい反応ガス等も併せて押し流され、これにより、反応ガスの循環流がなくなり、滞留の発生を防止することができる。特に複数のガス導入孔から導入されたガスは、一時的に通路に蓄積され、多孔板の多数の微細な孔から吹出される。反応容器のデッドスペースで上記のガスは均一に流れ、滞留が偏って発生するのを防止する。

【 0 0 1 5 】

第 2 の本発明 ( 請求項 2 に対応 ) に係る薄膜形成装置は、上記の各発明の構成において、反応容器の下壁に対称の位置にて複数の排気口が設けられ、ガス導入部によって生成される上記ガスの流れは排気口に向かって生じる。上記ガスの流れは、いわゆるダウンフローとして発生し、デッドスペースにおける反応ガスの滞留を防ぐようにしている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 は本発明に係る薄膜形成装置を示し、より具体的には T i 膜または T i N 膜を成膜するプラズマ C V D 装置の内部構造を示している。この薄膜形成装置の基本的な構成部分は従来装置として説明した装置と同じである。気密性を有する反応容器 1 1 は、その内部で、下部中央に基板保持体 1 2 を備え、上部に円板状の反応ガス導入部 1 3 を備える。基板保持体 1 2 と反応ガス導入部 1 3 は、ほぼ平行な状態で対向している。反応ガス導入部 1 3 はリング状絶縁体 1 4 を介して反応容器 1 1 の上壁 1 1 a に固定される。上壁 1 1 a は反応容器 1 1 の周囲壁 1 1 b に対してヒンジ部 1 5 を開けて取り付けられる。従って、反応容器 1 1 において上壁 1 1 a は開閉自在である。

10

## 【 0 0 1 8 】

反応ガス導入部 1 3 は、その下面に多数のガス吹出し孔 1 3 a が形成されている。ガス吹出し孔 1 3 a は外部に設けられた反応ガス供給機構 1 6 に接続されており、反応ガス供給機構 1 6 から反応ガス導入部 1 3 に対して供給された反応ガスは、ガス吹出し孔 1 3 a を通って、反応容器 1 1 の内部における基板保持体 1 2 の上側の空間に導入される。

## 【 0 0 1 9 】

反応ガス導入部 1 3 と反応容器 1 1 はリング状絶縁体 1 4 によって電氣的に絶縁されている。反応容器 1 1 は接地されて接地電位に保持され、これに対して反応ガス導入部 1 3 は整合回路 1 7 を介して高周波電源 1 8 に接続され、高周波が給電されている。高周波としては 1 0 ~ 1 0 0 M H z の H F 帯から V H F 帯が使用される。反応ガス導入部 1 3 に高周波電力が供給されることにより、反応ガス導入部 1 3 と基板保持体 1 2 との間で反応ガスが励起され、放電が生じ、プラズマが生成される。

20

## 【 0 0 2 0 】

反応容器 1 1 の底壁 1 1 c に複数の排気口 1 9 が形成される。排気口 1 9 は排気機構 2 0 に接続される。複数の排気口 1 9 は反応容器 1 1 の底壁 1 1 c の周縁部の回りに対称的な位置関係で配置され、これによって排気作用が生じるとき反応容器 1 1 内のガスの流れは対称になる。また排気機構 2 0 によって反応容器 1 1 の内部は所望の減圧状態に保たれる。

30

## 【 0 0 2 1 】

基板保持体 1 2 は反応容器 1 1 の底壁 1 1 c に支持体 1 2 a で固定される。基板保持体 1 2 も接地されている。基板保持体 1 2 の上面には静電吸着板 2 1 が設けられる。静電吸着板 2 1 は静電吸着制御電源 2 2 に接続される。基板保持体 1 2 上に載置された基板 2 3 は静電吸着板 2 1 によって固定される。基板保持体 1 2 の内部にはヒータ 2 4 が配置され、かつ温度検出作用を有する熱電対 2 5 が配置される。熱電対 2 5 の検出信号は加熱制御機構 2 6 に入力され、加熱制御機構 2 6 から出力される制御信号はヒータ 2 4 に与えられる。

## 【 0 0 2 2 】

反応容器 1 1 内に搬送された基板 2 3 は基板保持体 1 2 の上に配置される。基板保持体 1 2 は、熱電対 2 5 と加熱制御機構 2 6 とヒータ 2 4 によって所定の温度に保持されている。基板 2 3 は静電吸着板 2 1 によって固定される。

40

## 【 0 0 2 3 】

上記の上壁 1 1 a には、その周縁部に沿って複数の孔 2 7 がほぼ等間隔で形成されている。各孔 2 7 は、供給路 2 8 を介して外部のパージガス供給機構 2 9 につながっている。上壁 1 1 a の内面側には、図 1 および図 2 に示すように、周縁部に沿ってまたは各孔 2 7 に対応して通路 3 0 が形成され、さらにその下側には通路 3 0 を覆うように多孔板 3 1 が取り付けられている。多孔板 3 1 は細かい孔 3 1 a が多数形成されている。パージガス供給機構 2 9 から供給されるパージガスは、供給路 2 8 を通って孔 2 7 に導かれる。パージガスは孔 2 7 を通って一旦通路 3 0 の中に充満し、その後、多孔板 3 1 の細孔 3 1 a を通

50

て反応容器 11 内に吹き出される。

【0024】

本実施形態の場合には、孔 27 は上壁 11a において例えば 4 箇所に等間隔に形成されている。また多孔板 31 は厚さが 1 ~ 5 mm であり、その細孔 31a は直径が例えば 0.1 ~ 1 mm である。細孔 31a は、同一の径のものが、多孔板 31 において均一に形成されている。

【0025】

反応容器 11 内に搬送された基板 23 は所定温度に保持された基板保持体 12 の上に固定される。基板 23 に対向する反応ガス導入部 13 から、Ti 膜の成膜の場合には  $H_2$ 、TiN 膜の成膜の場合には  $H_2$  と  $N_2$  が、所定量導入される。一方、反応容器 11 の内部は排気口 19 を通して排気機構 20 によって排気される。これにより反応容器 11 の内部は所定の減圧状態に保たれる。通常の Ti 膜または TiN 膜の成膜条件は、従来技術の箇所で説明した条件と同じである。さらに、パージガス供給機構 29 から孔 27 を通して反応容器 11 の内部に導入されるパージガスの流量は例えば 50 ~ 100 sccm である。

【0026】

次に、上記構成を有するプラズマ CVD 装置によれば、反応ガス導入部 13 と反応容器 11 の壁部との間における反応ガスの滞留や循環が抑制される作用について説明する。図 3 は、本装置による反応容器 11 内における反応ガスの流れ 32 とパージガスの流れ 33 を示したものである。図 3 で、装置構成の図示は一部が簡略化されている。これらのガスの流れ 32, 33 は、数値計算によるシミュレーションに基づいて得られたものである。図 3 で明らかなように、反応ガス導入部 13 の周囲の上壁 11a からパージガスを導入し、デッドスペースにパージガスを流すようにしたため、反応ガス導入部 13 の側壁と反応容器 11 の壁部との間の空間での反応ガスの循環流や滞留はなくなった。この空間では、パージガスの下方向への流れ（ダウンフロー）だけが生じている。当該空間における反応ガスの循環流等を完全になくすためには、反応容器 11 の内部に対してパージガスが均一に吹き出されることが重要である。反応容器 11 へのパージガスの均一の吹出しは、孔 27 の形成位置と、多孔板 31 の構造によって達成される。

【0027】

数値計算によるシミュレーションに基づいて  $TiCl_4$  の温度分布を調べた結果、反応ガス導入部 13 の側面と反応容器 11 の壁部との間の空間における  $TiCl_4$  の濃度は、従来装置と比較して約 1 / 10 以下に低減できることが判明した。

【0028】

実際の成膜においても、反応容器 11 の壁部の内面への膜付着量は約 1 / 10 以下に減少し、パーティクルの発生も従来装置と比較して減少した。さらに、反応容器 11 の壁部の内面に付着した膜の量が減少したので、メンテナンスのサイクルを従来装置の場合に比較して 1.5 倍から 2 倍に長くすることができた。

【0029】

さらに、副次的な効果として、本装置による膜の成膜速度は、従来装置における膜の成膜速度に比較して約 10 % 程度増大させることができた。かかる成膜速度の増大は、パージガスのダウンフローによって、原料である  $TiCl_4$  の反応容器内での拡散を防止し、使用効率を高めることができたからである。

【0030】

上記の実施形態では、プラズマ CVD 装置に関して説明したが、同様な構成は熱 CVD 装置や類似の薄膜形成装置に適用できるのは勿論である。

【0031】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように本発明によれば、対向して配置された基板保持体と反応ガス導入部を内蔵する反応容器を備え、反応ガス導入部から反応ガスを導入し、かつ基板保持体上に配置される基板の前面空間でプラズマ等を生成して化学反応により当該基板に薄膜を堆積させる装置において、反応ガス導入部の周囲のデッドスペースにパージガスを流す

10

20

30

40

50

ように構成したため、デッドスペースにおける反応ガス等の循環を抑制して滞留をなくし、気相反応による膜の付着を防止することができ、パーティクルの発生を低減することができる。従って、生産の歩留まりを向上でき、成膜速度が高くなり、生産性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る薄膜形成装置の代表的実施形態を示す縦断面図である。

【図 2】多孔板および通路の部分拡大して示した断面図である。

【図 3】反応ガスとパージガスの流れを示す図である。

【図 4】従来の薄膜形成装置を示す縦断面図である。

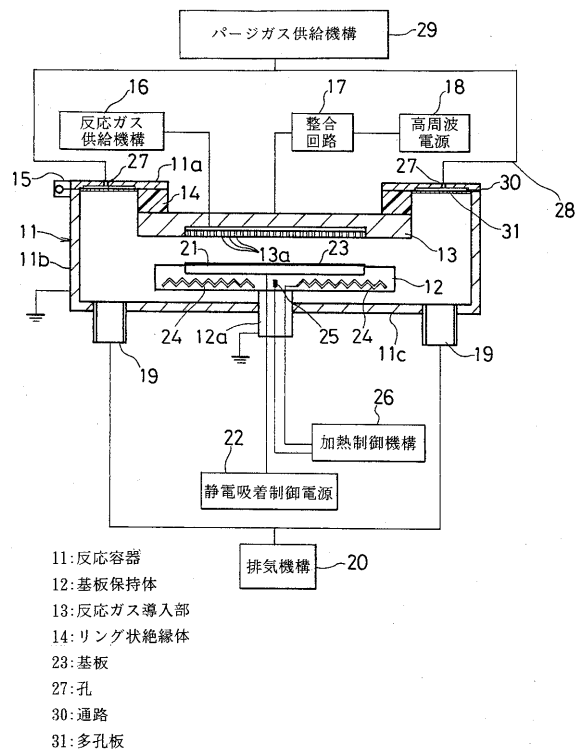
【図 5】従来の薄膜形成装置におけるデッドスペースと反応ガスの滞留状態を示す図である。 10

【符号の説明】

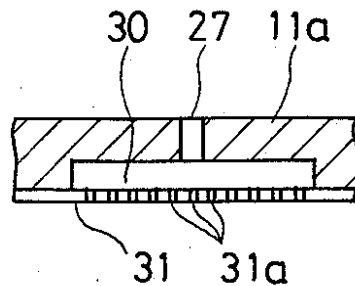
1 1	反応容器
1 2	基板保持体
1 3	反応ガス導入部
1 4	リング状絶縁体
1 5	ヒンジ部
2 1	静電吸着板
2 3	基板
2 7	孔
3 0	通路
3 1	多孔板
3 1 a	細孔

20

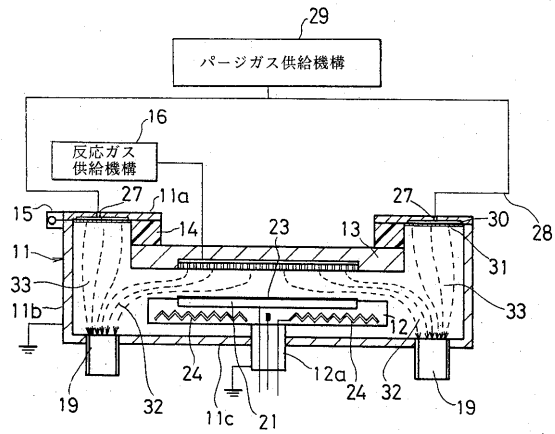
【図 1】



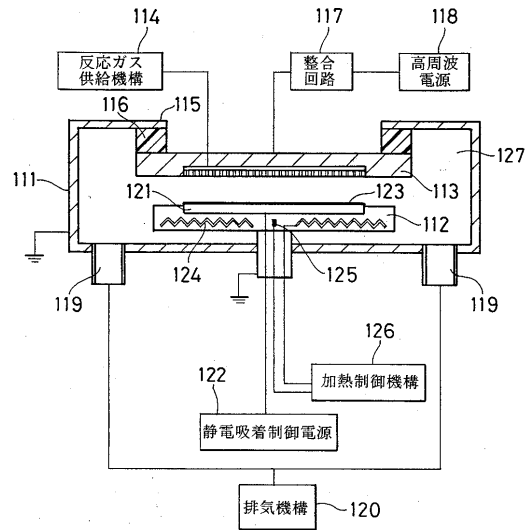
【図 2】



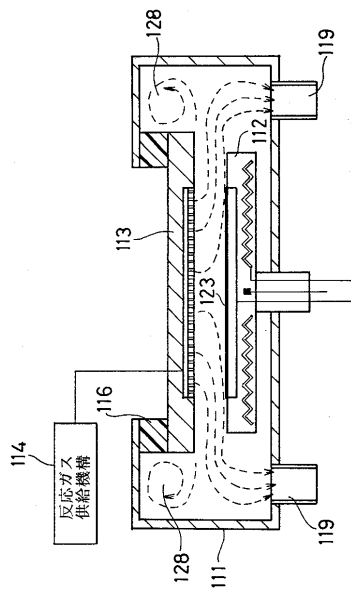
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C23C16/00-16/56

H01L21/205

H01L21/285