

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第3553692号

(P3553692)

(45) 発行日 平成16年8月11日(2004.8.11)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/205

B O 1 J 19/08

B O 1 J 19/08

H

C 2 3 C 16/44

C 2 3 C 16/44

J

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-156972
 (22) 出願日 平成7年5月30日(1995.5.30)
 (65) 公開番号 特開平8-330242
 (43) 公開日 平成8年12月13日(1996.12.13)
 審査請求日 平成13年10月26日(2001.10.26)

(73) 特許権者 000227294
 アネルバ株式会社
 東京都府中市四谷5丁目8番1号
 (74) 代理人 100097548
 弁理士 保立 浩一
 (72) 発明者 酒井 純朗
 東京都府中市四谷5丁目8番1号日電アネ
 ルバ株式会社内

審査官 加藤 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ気相成長装置及びそのプラズマ気相成長装置における防着シールドの薄膜除去方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気系を備えた真空容器と、真空容器内に所定のガスを導入するガス導入機構と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給機構とを具備し、プラズマによって生じる気相反応を利用して基板の表面に所定の薄膜を作成するプラズマ気相成長装置において、

真空容器の内面を覆うようにして真空容器に対して絶縁された状態で配置され、真空容器内に浮遊する材料の真空容器の内面への付着を防止して当該内面への薄膜の堆積を防止する防着シールドと、この防着シールドとプラズマとの間に電界を設定して防着シールドにプラズマ中の荷電粒子を衝突させるためのシールドバイアス電圧を印加するシールドバイ

10

アス電圧印加機構とを有し、
前記防着シールドは、成膜中の基板を取り囲むものであり、

前記シールドバイアス印加機構は、成膜中に、負の電圧であるシールドバイアス電圧を前記防着シールドに印加するものであることを特徴とするプラズマ気相成長装置。

【請求項2】

前記シールドバイアス電圧印加機構は、プラズマとの相互作用によりシールドバイアス電圧が印加されるようにする高周波電源を含んでいることを特徴とする請求項1記載のプラズマ気相成長装置。

【請求項3】

前記基板に所定の電圧を印加してプラズマ中の荷電粒子を基板の表面に衝突させるための

20

基板バイアス電圧を印加する基板バイアス電圧印加機構を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ気相成長装置。

【請求項 4】

前記基板バイアス電圧印加機構は、基板の表面に形成された孔又は溝の角部をエッチングしながら当該孔又は溝が薄膜堆積によって塞がれるよう基板バイアス電圧を印加するものであることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のプラズマ気相成長装置。

【請求項 5】

前記防着シールドは、交換可能に設けられていることを特徴とする請求項 1, 2, 3 又は 4 記載のプラズマ気相成長装置。

【請求項 6】

前記防着シールドの温度を制御する温度調節機構が設けられていることを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 記載のプラズマ気相成長装置。

【請求項 7】

前記防着シールドと前記真空容器の内面との間の空間には、当該空間での放電を防止する放電防止部材が配設されていることを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 記載のプラズマ気相成長装置。

【請求項 8】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6 又は 7 記載のプラズマ気相成長装置の前記防着シールドに堆積した薄膜を除去する薄膜除去方法において、前記ガス導入機構によって所定のガスを導入し、導入されたガスに前記電力供給機構によってエネルギーを与えてプラズマを形成し、そのプラズマ中で生成された材料によって前記防着シールドに堆積した薄膜をエッチングして除去するとともに、このエッチング除去の際に、前記シールドバイアス電圧印加機構によって防着シールドに所定のシールドバイアス電圧を印加することを特徴とする防着シールドの薄膜除去方法。

【請求項 9】

請求項 3 又は 4 記載のプラズマ気相成長装置の前記防着シールドに堆積した薄膜を除去する薄膜除去方法において、前記ガス導入機構によって所定のガスを導入し、導入されたガスに前記電力供給機構によってエネルギーを与えてプラズマを形成し、そのプラズマ中で生成された材料によって前記防着シールドに堆積した薄膜をエッチングして除去するとともに、このエッチング除去の際に、前記シールドバイアス電圧印加機構によって防着シールドに所定のシールドバイアス電圧を印加し、さらに、前記基板バイアス電圧印加機構は、基板が載置された基板ホルダーに基板バイアス電圧を印加するものであり、前記シールドバイアス電圧印加機構とともにこの基板バイアス電圧印加機構を動作させ、基板ホルダーに基板バイアス電圧を印加させながら行うことを特徴とする防着シールドの薄膜除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願の発明は、基板の表面に各種薄膜を作成するに際して使用されるプラズマ気相成長装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

大規模集積回路（LSI）や液晶ディスプレイ（LCD）等を製作する際には、基板の表面に各種薄膜を作成する工程が必要になる。薄膜作成を行う装置としては、真空蒸着装置やスパッタリング装置等が知られているが、比較的低い温度で化合物や非晶質の薄膜を作成できるところから、プラズマ気相成長装置が多用されている。

【0003】

図 3 は、従来のプラズマ気相成長装置の一例の概略図である。図 3 に示すプラズマ気相成長装置は、排気系 11 を備えた真空容器 1 と、真空容器 1 内に所定のガスを導入するガス導入機構 2 と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給

10

20

30

40

50

機構 3 と、薄膜作成を行う基板 40 を載置するための基板ホルダー 4 などから主に構成されている。

図 3 の装置では、不図示のゲートバルブを通して基板 40 を真空容器 1 内に搬入して基板ホルダー 4 上に載置する。排気系 11 によって真空容器 1 内を排気した後、ガス導入機構 2 によって所定のガスを導入する。次に、電力供給機構 3 によって高周波電力等のエネルギーを真空容器 1 内のガスに印加し、プラズマを形成する。そして、プラズマによって生ずる気相反応によって基板の表面に所定の薄膜が堆積する。例えば、ガス導入機構 2 によってシランガスと酸素ガスを導入すれば、プラズマによって分解反応等を生じ、酸化硅素の薄膜を基板 40 の表面に作成される。

【0004】

10

上記プラズマ気相成長装置において、プラズマと基板 40 の表面との間に電界を設定し、プラズマ中の荷電粒子を基板 40 の表面に衝突させるよう構成することがあった。例えば、イオンアシスト法と呼ばれる成膜技術では、成膜中に基板 40 の表面に比較的弱い加速エネルギーでイオンを衝突させ、このイオンのエネルギーを利用して効率的に薄膜が成長するようにする。

【0005】

プラズマと基板 40 との間に電界を設定するには、プラズマ電位 (0) に対して基板 40 の表面が所定の電位になるようバイアス電圧 (以下、基板バイアス電圧) を印加する。この基板バイアス電圧は、通常、プラズマと高周波との相互作用によって印加される。即ち、図 3 に示すように、基板ホルダー 4 に基板用高周波電源 422 を接続し、基板ホルダー 4 を通して基板 40 に高周波電力を印加する。印加された高周波の正の半周期においてはプラズマ中の電子が 基板 40 の表面に素早く捕集されるが、負の半周期においては、モビリティの小さいイオンはゆっくりと捕集される。このようなモビリティの差によって基板 40 の表面には電子が集まり負のバイアス電圧が印加されたのと同じ状態になる。この結果、プラズマとの間に電界が設定されるのである。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような基板バイアス電圧の印加は、最近では、基板 40 の表面に形成された孔又は溝を薄膜で塞ぐようにする薄膜作成の場合にも行われている。図 4 は、基板の表面に形成された孔又は溝を薄膜で塞ぐようにする薄膜作成の例の説明図である。

30

図 4 (a) に示すように、基板 40 の表面には例えば金属からなる薄膜のパターン 400 が配線として形成されており、このパターン 400 の形状にしたがって孔又は溝 401 が存在している。このパターン 400 の上層にさらに別のパターンを形成する場合には、パターン 400 を絶縁膜 402 で覆って層間を絶縁する。

【0007】

この場合、上記基板バイアス電圧を印加しないで通常の薄膜作成を行うと、薄膜の材料となる粒子は孔又は溝 401 の底に達しづらくパターン 400 の上面に集まり易いので、図 4 (b) のようにパターン 400 の上面から孔又は溝 401 の上縁にかけて丸く膨らむようにして薄膜が成長する。この結果、図 4 (c) のように、孔又は溝 401 が薄膜で塞がれたとしても、薄膜中にポイドと呼ばれる空洞 403 が形成されてしまう。このような空洞 403 が形成されると、空洞 403 中に侵入する かもしくは 存在する水分などによって金属配線であるパターン 400 間の絶縁耐圧が著しく劣化し、集積回路を短絡させる重大な故障の原因となる。

40

【0008】

そこで、基板バイアス電圧を印加してプラズマと基板 40 の表面との間に電界を設定し、この電界によってプラズマ中のイオンを取り出して衝突させるようにする。図 4 (a) に示すような場合、電界は孔又は溝 401 の上縁の角の部分において最も急峻となるから、この部分に最もよくイオンが衝突する。この結果、この部分に堆積する薄膜がエッチングされ、エッチングされた材料の一部は孔又は溝 401 の内部に達することになる。このため、孔又は溝 401 の内部とパターン 400 の上面との成膜速度の差が改善され、図 4 (

50

b') (c') に示すように、空洞 403 が形成されることなく孔又は溝 401 を薄膜で塞ぐことができる。尚、この場合は、薄膜をエッチングすることが必要になるため、上述したイオンアシスト法に比べ、一般的により高い加速電界が設定される。

【0009】

上記プラズマ気相成長装置において、薄膜作成を続けていくうちに、真空容器の内面に薄膜が堆積してしまうことが避けられない。この薄膜堆積は、真空容器内で浮遊する粒子が真空容器の内面に付着するために生ずるものである。内面に堆積した薄膜は、ある程度の膜厚に達すると剥離して塵埃となる。この塵埃が基板に付着すると、配線パターンの断線やショートを起こしたりして重大な回路欠陥を生ずる場合がある。

本願の発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、真空容器の内面への材料の付着を防止し、薄膜剥離によって生ずる塵埃の発生を効果的に抑制することが可能なプラズマ気相成長装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本願の請求項 1 記載の発明は、排気系を備えた真空容器と、真空容器内に所定のガスを導入するガス導入機構と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給機構とを具備し、プラズマによって生じる気相反応を利用して基板の表面に所定の薄膜を作成するプラズマ気相成長装置において、

真空容器の内面を覆うようにして真空容器に対して絶縁された状態で配置され、真空容器内に浮遊する材料の真空容器の内面への付着を防止して当該内面への薄膜の堆積を防止する防着シールドと、この防着シールドとプラズマとの間に電界を設定して防着シールドにプラズマ中の荷電粒子を衝突させるためのシールドバイアス電圧を印加するシールドバイアス電圧印加機構とを有し、

前記防着シールドは、成膜中の基板を取り囲むものであり、

前記シールドバイアス電圧印加機構は、成膜中に、負の電圧であるシールドバイアス電圧を前記防着シールドに印加するものであるという構成である。

同様に上記目的を達成するため、請求項 2 記載の発明は、上記請求項 1 の構成において、シールドバイアス電圧印加機構は、プラズマとの相互作用によりシールドバイアス電圧が印加されるようにする高周波電源を含んでいる。

同様に上記目的を達成するため、請求項 3 記載の発明は、上記請求項 1 又は 2 の構成において、基板に所定の電圧を印加してプラズマ中の荷電粒子を基板の表面に衝突させるための基板バイアス電圧を印加する基板バイアス電圧印加機構を有している。

同様に上記目的を達成するため、請求項 4 記載の発明は、上記請求項 2 又は 3 の構成において、基板バイアス電圧印加機構は、基板の表面に形成された孔又は溝の角部をエッチングしながら当該孔又溝が薄膜堆積によって塞がれるよう基板バイアス電圧を印加するものである。

同様に上記目的を達成するため、請求項 5 記載の発明は、上記請求項 1, 2, 3 又は 4 の構成において、防着シールドは、交換可能に設けられている。

同様に上記目的を達成するため、請求項 6 記載の発明は、上記請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 の構成において、防着シールドの温度を制御する温度調節機構が設けられている。

同様に上記目的を達成するため、請求項 7 記載の発明は、上記請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 の構成において、防着シールドと真空容器の内面との間の空間には、当該空間での放電を防止する放電防止部材が配設されている。

同様に上記目的を達成するため、請求項 8 記載の発明は、請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6 又は 7 記載のプラズマ気相成長装置の前記防着シールドに堆積した薄膜を除去する薄膜除去方法において、ガス導入機構によって所定のガスを導入し、導入されたガスに電力供給機構によってエネルギーを与えてプラズマを形成し、そのプラズマ中で生成された材料によって防着シールドに堆積した薄膜をエッチングして除去するとともに、このエッチング除去の際に、シールドバイアス電圧印加機構によって防着シールドに所定のシールドバイアス電圧を印加するという構成を有する。

10

20

30

40

50

同様に上記目的を達成するため、請求項9記載の発明は、請求項3又は4記載のプラズマ気相成長装置の前記防着シールドに堆積した薄膜を除去する薄膜除去方法において、前記ガス導入機構によって所定のガスを導入し、導入されたガスに前記電力供給機構によってエネルギーを与えてプラズマを形成し、そのプラズマ中で生成された材料によって前記防着シールドに堆積した薄膜をエッチングして除去するとともに、このエッチング除去の際に、前記シールドバイアス電圧印加機構によって防着シールドに所定のシールドバイアス電圧を印加し、さらに、前記基板バイアス電圧印加機構は、基板が載置された基板ホルダーに基板バイアス電圧を印加するものであり、前記シールドバイアス電圧印加機構とともにこの基板バイアス電圧印加機構を動作させ、基板ホルダーに基板バイアス電圧を印加させながら行うという構成を有する。

10

【0011】

【実施例】

以下、本願発明の実施例を説明する。

図1は、本願発明の実施例のプラズマ気相成長装置の概略図である。図1に示すプラズマ気相成長装置は、図3の装置と同様、排気系11を備えた真空容器1と、真空容器1内に所定のガスを導入するガス導入機構2と、導入されたガスにエネルギーを与えてプラズマを形成するための電力供給機構3と、薄膜作成を行う基板を載置するための基板ホルダー4とを有している。

【0012】

さらに図1の装置は、真空容器1の内面を覆うようにして真空容器1に対して絶縁された状態で配置され、真空容器1内に浮遊する材料の真空容器1の内面への付着を防止して当該内面への薄膜の堆積を防止する防着シールド5と、この防着シールド5とプラズマとの間に電界を設定して防着シールド5にプラズマ中の荷電粒子を衝突させるためのシールドバイアス電圧を印加するシールドバイアス電圧印加機構51とを有している。

20

【0013】

まず、真空容器1は、成膜室101と、成膜室101の下側に位置した少し大きな空間の真空排気室102を構成している。そして、成膜室101を構成する部分と真空排気室102を構成する部分とが分離可能に構成されている。これは後述する防着シールド5の交換のためである。

また、成膜室101の部分の真空容器1の器壁には不図示のゲートバルブが設けられ、真空排気室102の部分の器壁には、排気系11がつながる排気管13が設けられている。排気系11は、粗引きポンプ111と、粗引きポンプ111の前段に配置された主ポンプ112と、これらのポンプ111、112によって排気する排気経路上に配置された主バルブ113及び可変コンダクタンスバルブ114とから主に構成されている。

30

上記真空容器1は、上側にベルジャー12を有している。真空容器1の上部器壁には中央に円形の開口が設けられ、ベルジャー12はこの開口に気密に接続されている。ベルジャー12は、先端が半球状で下端が開口になっている直径100mm程度の円筒状の形状を有するものであり、石英ガラス等の誘電体で形成されている。

【0014】

ガス導入機構2は、図1に示す例では、二つのガス導入系21、22から構成されており、二種の異なるガスを同時に導入できるようになっている。各々のガス導入系21、22は、不図示のガスボンベに接続された配管211、221と、配管211、221の終端に接続されたガス導入体212、222とから主に構成されている。

40

図2は、上記ガス導入体の構成を説明する図である。図2に示すように、ガス導入体212、222は、断面円形の円環状のパイプから構成されている。このガス導入体212、222は、真空容器1に設けられた支持棒23によって支持され、真空容器1の内面に沿う形で水平に配置されている。尚、真空容器1は、円筒形の場合もあるし、角筒形の場合もある。

【0015】

また、真空容器1の壁を気密に貫通する状態で輸送管24が設けられており、この輸送管

50

24の一端はガス導入体212, 222に接続されている。ガス導入体212, 222の他端は図1の配管211, 221に接続されている。

そして、ガス導入体212, 222は、図2に示すように、その内側面にガス吹き出し口25を有している。このガス吹き出し口25は、直径0.5mm程度の開口であり、25mm程度の間隔をおいて周上に設けられている。

【0016】

一方、図1に戻り、電力供給機構3は、ベルジャー12の周囲を取り囲んで配置された高周波コイル31と、この高周波コイル31に整合器32を介して高周波電力を供給する高周波電源33とから主に構成されている。高周波電源33には、例えば13.56MHzの高周波電力を発生させるものが採用され、高周波コイル31からベルジャー12内にこの高周波電力が供給される。

10

【0017】

また、真空容器1内のベルジャー12の下方位置には、基板ホルダー4が設けられている。この基板ホルダー4は、薄膜作成を行う基板40を上面に載置させるものであり、必要に応じて基板40を加熱又は冷却する温度調節機構41を内蔵している。

この基板ホルダー4には、生成されるプラズマと高周波との相互作用によって基板40に所定の基板バイアス電圧を印加するための基板バイアス電圧印加機構42が付設されている。基板バイアス電圧印加機構42は、基板用整合器421と、基板用整合器421を介して印加する所定の高周波電力を発生させる基板用高周波電源422とから構成されている。尚、「プラズマと高周波との相互作用によるバイアス電圧」には、基板用高周波電源422とプラズマとの間に相当のキャパシタンスが存在していることが必要である。従って、基板ホルダー4や基板40がすべて金属で形成されている場合には、基板ホルダー40への給電回路上に所定のコンデンサを接続するようにする。

20

【0018】

本実施例の装置の大きな特徴点の一つである防着シールド5は、真空容器1に対して絶縁された状態で取り付けられたシート保持体52と、シート保持体52の前面に保持されたシールドシート53とから主に構成されている。

シート保持体52は、ほぼ円筒状の部材であり、図1に示すように上にいくに従って徐々に内径が小さくなる形状になっている。シート保持体52の内面の曲面となっている部分は、基板ホルダー4上の基板40の中心点に対してほぼ球面を形成するよう構成されている。

30

【0019】

シート保持体52の上端部分は、真空容器11の上壁部分の付近にまで達しており、図からは明かでないが、その上縁はベルジャー12の下端に対して接触した状態となっている。また、シート保持体52の下端部分は、基板ホルダー4の外側を取り囲むように位置し、その下縁は基板ホルダー4の上面よりも僅かに低い位置になっている。

シート保持体52は、上端部分と下端部分がそれぞれ内側に折れ曲がっており、この折れ曲がった部分に挟み込まれるようにしてシールドシート53が配置されている。シールドシート53は、純アルミニウム等の材質で形成された厚さ3mm程度の薄いシートである。

40

【0020】

上記構成の防着シールド5には、温度調節機構54が設けられている。この温度調節機構54は、シート保持体52の背後に配設された温調ブロック541と、温調ブロック541内に貫通して設けた媒体通路につながる配管542と、配管542を通して温調ブロック541に温度調節用の媒体を送る温調ユニット543とから主に構成されている。

温調ブロック541は、アルミニウム合金等の熱伝導性の良い材料から構成されており、シート保持体52に対して熱伝導性よく接触して配置されている。温調ユニット543は、液体又は気体を温調ブロック541内に送って温度調節する。例えば、防着シールド5を所定の高温に維持することで防着シールド5への薄膜堆積が防止される場合があり、このような場合に上記温度調節機構54が動作して防着シールド5の所定の温度に調節する

50

。また、ある温度では、堆積した薄膜の剥離が抑制される場合があり、この温度に防着シールド5を維持することで、薄膜が堆積したとしても剥離して塵埃を発生させるのを抑制することができる。

【0021】

上記温調ブロック541と真空容器1の間には、放電防止部材55が配置されている。放電防止部材55は、温調ブロック541と真空容器1とが形成する空間の形状に合わせ、当該空間を埋めるような形状で構成されたものである。本実施例の放電防止部材55は、断面L字状の板を丸めて周状にしたような形状のものであり、石英ガラス等の誘電体で形成されている。

このように防着シールド5と真空容器1との間に形成される空間を誘電体よりなる放電防止部材55で埋めることによって、当該空間にプラズマが入り込んで放電が生ずることが防止される。このような部分に放電が生ずると、放電によって構成部材が損傷するほか、構成部材がスパッタされて異物が放出される元になる。

【0022】

次に、本実施例の装置の別の特徴点の一つであるシールドバイアス電圧印加機構51について説明する。

本実施例のシールドバイアス電圧印加機構51は、シールド用整合器511と、シールド用整合器511を介して防着シールド5に印加する所定の高周波電力を発生させるシールド用高周波電源512とから主に構成されている。即ち、本実施例のシールドバイアス電圧印加機構51は、基板バイアス電圧印加機構42と同様に、「プラズマと高周波との相

互作用によるバイアス電圧」を発生させる機構が採用されている。尚、シールド用整合器511からの給電ラインは、シート保持体52に対して接続されている。シールドシート53は、シート保持体52に対して上述の通り保持されており、両者は良好な電氣的接触を保つようになっている。また、基板バイアス電圧印加機構42と同様、給電ライン上には必要に応じてコンデンサが配置される。

【0023】

次に、上記構成に係る本実施例のプラズマ気相成長装置の動作について説明する。

まず、真空容器1に設けられた不図示のゲートバルブを通して基板40を真空容器1内に搬入し、基板ホルダー4上に載置する。ゲートバルブを閉じて排気系11を作動させ、真空容器1内を例えば5mTorr程度まで排気する。

次に、ガス導入機構2を動作させ、所定のガスを所定の流量で真空容器1内に導入する。この際、ガスは、配管211、221から輸送管24を経由してガス導入体212、222に供給され、ガス導入体212、222のガス吹き出し口25から内側に吹き出すようにして真空容器1内に導入される。導入されたガスは真空容器1内を拡散してベルジャー12内に達する。

【0024】

この状態で、電力供給機構3を作動させ、高周波電源33から整合器32を介して高周波コイル31に13.56MHz2500W程度の高周波電力を印加する。同時に、基板バイアス電圧印加機構4242及びシールドバイアス電圧印加機構51も動作し、基板40及び防着シールド5に所定のバイアス電圧がそれぞれ印加される。

電力供給機構3が供給した高周波電力は、高周波コイル31を介してベルジャー12内に導入され、ベルジャー12内に存在するガスにエネルギーを与えてプラズマを生成する。生成されたプラズマは、ベルジャー12から下方の基板40に向けて拡散する。プラズマ中では、所定の生成物が生じ、この生成物が基板40に到達することにより所定の薄膜が作成される。

例えば酸化硅素薄膜を作成する場合、第一のガス導入系21によってモノシランガスを導入し、第二のガス導入系22によって酸素ガスを導入する。モノシラン／酸素のプラズマによってモノシランが分解し、酸素と反応することによって酸化硅素薄膜が作成される。

【0025】

この際、基板バイアス電圧印加機構42が与える基板バイアス電圧によって、基板40の

10

20

30

40

50

表面にはプラズマ中の荷電粒子が衝突するようになっている。例えば、前述したような孔又は溝への薄膜の作成を行う場合には、基板用高周波電源42から13.56MHz2400W程度の高周波電力を基板に印加するようにする。これによって、図4(b')及び(c')に示した通り、空洞を形成することなく孔又は溝を薄膜で塞ぐことが可能となる。

【0026】

また一方、上述のように本実施例のプラズマ気相成長装置が動作している際、真空容器1内には防着シールド5に対して薄膜堆積作用のある材料が浮遊している。即ち、基板40の表面に付着して薄膜を形成する材料は同時に防着シールド5に付着して薄膜を堆積する可能性がある。また特に、上述のような基板バイアス電圧印加機構42を動作させながら孔又は溝への薄膜作成を行っている場合、孔又は溝の上縁に積もった膜がイオンによってスパッタされて真空容器1中に再放出されて浮遊している。この浮遊する材料がシールドシート53の表面に付着して滞留し、その付着滞留が相当程度の量及び時間に達すると、付着した材料はシールドシート53の表面上で薄膜に成長する。

しかしながら、上述のようにシールドバイアス電圧印加機構51が動作して防着シールド5に所定のシールドバイアス電圧が印加されているため、上記シールドシート53の表面での薄膜の成長が抑制される。即ち、シールドバイアス電圧機構42が印加する負の電圧であるシールドバイアス電圧により防着シールド5とプラズマとの間に所定の電界が形成され、シールドシート53の表面に堆積しつつある薄膜を、この電界により加速されたプラズマ中のイオンがスパッタする。この結果、薄膜の堆積が抑制される。

【0027】

さらに特筆すべきことは、上述のようにシールドバイアス電圧印加機構51を動作させると、シールドシート53に堆積する薄膜は、プラズマ中のイオンによってスパッタされ、再び真空容器1中に放出される。この再放出された材料の一部は、基板40の表面に達して上記基板の表面への薄膜作成に寄与する。このため、シールドバイアス電圧印加機構51を動作させると、シールドシート53への薄膜堆積が抑制される他、基板40の表面の成膜速度が向上するという重要な副次的効果が得られる。

【0028】

尚、基板バイアス電圧印加機構42が基板40に与える基板バイアス電圧は、シールドバイアス電圧印加機構51が防着シールド5に与えるシールドバイアス電圧よりも小さい。これは、シールドバイアス電圧5が薄膜堆積を完全に抑制するものであるのに対し、基板バイアス電圧は、図4(b)に示すような孔又は溝401の上縁の角の部分に堆積する薄膜をスパッタして孔又は溝401中への薄膜堆積を促進させるものであり、基板4への薄膜堆積を完全に抑制するものではないからである。

【0029】

また、上記のようにシールドバイアス電圧印加機構51を動作させても、非常に長い時間薄膜作成処理を続けると、シールドシート53の表面にある程度の薄膜が堆積するのが避けられない。この場合は、プラズマエッチングを行って薄膜を除去するか、シールドシート53を別のものに交換するようにする。

【0030】

プラズマエッチングを行う場合、ガス導入機構2によって四フッ化炭素などのフッ素系のガスを真空容器1内に導入し、前述と同様にプラズマを形成する。プラズマ中ではフッ素活性種が生成され、このフッ素活性種がシールドシート53の表面に達して薄膜と反応することによって薄膜がエッチング除去される。即ち、フッ素活性種は、薄膜と反応して蒸気圧の高い化合物を形成し、それが排気系によって排出されることで除去される。

尚、このプラズマエッチングの際、基板バイアス電圧印加機構42を動作させて基板バイアス電圧を印加するようにしておくことさらに好適である。即ち、防着シールド5から放出された材料が基板ホルダー4に付着したとしても、基板バイアス電圧によって加速された荷電粒子がこの付着物を弾き出し、基板ホルダー4上で薄膜に成長するのを抑制する。

【0031】

また、シールドシート 53 を交換する場合には、真空容器 1 の上側の部分を持ち上げて下側の部分から分離し、古いシールドシート 53 をシート保持体 52 から取り外す。そして、新しいシールドシート 53 を同様にシート保持体 52 にセットして保持させ、その後真空容器 1 の上側部分を下側部分に気密に連結させるようにする。

【0032】

次に、本実施例のプラズマ気相成長装置の効果を確認した実験の結果について説明する。表 1 及び表 2 は、本実施例のプラズマ気相成長装置の効果を確認した実験の結果を示したものである。この実験の条件について説明すると、導入したガスはモノシラン 100 sccm で酸素 300 sccm である。尚、sccm とは、standard cubic centimeter per minute の略であり、0℃ 一気圧で毎分に流れるガスの量（体積）で表したものである。また、電力供給機構 3 が与える高周波は 13.56 MHz 2.5 kW、基板バイアス電圧印加機構 42 が与える高周波は 13.56 Hz 2.5 kW、シールドバイアス電圧印加機構 51 が与える高周波は 400 kHz 2 kW とした。

【0033】

また、この条件で 25 枚の基板を連続処理した後、防着シールド 5 に堆積した薄膜を除去するため、ガス導入機構 2 によって四フッ化炭素ガスを 200 sccm、酸素ガスを 100 sccm 導入し、電力供給機構 3 によって 2 kW の高周波を供給してプラズマエッチングを行った。尚、この際、防着シールド 5 には 2.5 kW の高周波を印加した。また、プラズマエッチングが終了する時点が、防着シールド 5 のインピーダンスの変化などを検出することにより測定された。即ち、防着シールド 5 に堆積した薄膜が完全に除去されると、高周波回路の負荷としての防着シールド 5 のインピーダンスなどが処理開始前の元の状態に戻るため、この時点を検出して薄膜除去終了とすることができる。

【0034】

【表 1】

		基板上の成膜速度 [nm/分]	必要とするクリーニング時間 [分]
基板処理最中に 防着シールドに 高周波電力を 2.5 kW 導入	しない	480	45
	した	525	30

まず、表 1 に示す通り、上記条件による酸化硅素薄膜の作成において、防着シールド 5 にシールドバイアス電圧を印加した場合の基板上の成膜速度は 525 nm/分であり、印加しない場合の 480 nm/分に比べると、成膜速度が約 10% 向上していた。また、プラズマエッチングが終了するまでの時間は、基板上への薄膜作成時にシールドバイアス電圧を印加していた場合には 30 分で済むが、印加していなかった場合には 45 分の時間を要した。このことは、上記シールドバイアス電圧の印加によって防着シールド 5 への薄膜堆積を 2/3 に抑制できることを意味している。

【0035】

また、基板を 25 枚処理するごとに上記プラズマエッチングによる薄膜除去を行い、計 1850 枚の基板を処理した後の基板へのパーティクルの付着状況を測定した。即ち、1850 枚めの基板の処理の後、上述のようなプラズマエッチングによる薄膜除去を行い、その後新たな基板を真空容器 1 に搬入して処理を行った。そして、その処理の後、その基板

の表面に付着していたパーティクルの数をレーザー光散乱法で測定した。表2にレーザー光散乱法による散乱断面積 $0.28 \mu\text{m}^2$ 以上のパーティクルの測定結果を示す。

【0036】

【表2】

		従来法	本実施例による結果	
高周波 電力 [kW]	ベルジャー内	2.0	2.0	2.0
	防着シールド	0	3.0	3.0
	基板ホルダー	0	0	1.0
パーティクル の数 [個/基板]		1048	16	15

表2に示す通り、シールドバイアス電圧を印加しないで薄膜作成を行った場合には、目視観察でも防着シールド5に堆積した酸化硅素薄膜が剥離していることがわかり、パーティクルの数も1000個以上と多いことがわかった。一方、シールドバイアス電圧を印加して薄膜作成を行った場合には、パーティクルが20個以下に激減していた。

尚、基板バイアス電圧を印加した場合には、同様に20個以下であった。これは、プラズマエッチングによる薄膜除去の際に、防着シールド5から飛来して基板ホルダー4に付着する材料も同時に除去することで、パーティクルの原因となる薄膜堆積を基板ホルダー4も含めて完全に除去できた効果である。

【0037】

また、基板ホルダー4に基板バイアス電圧を印加した場合としない場合では、基板ホルダー4に付着した酸化膜の表面状態が異なることが観察できた。印加しない場合、表面は白濁して粉状の様子を呈すのに対し、印加した場合には無色透明で、その後も継続してパーティクル発生の心配なく基板を処理できることが推定された。

また、プラズマエッチングによる薄膜除去の際に防着シールド5にシールドバイアス電圧を印加しない場合には、四フッ化炭素ガス/酸素ガスの流量を $400 \text{ sccm} / 200 \text{ sccm}$ と増加させても、24時間プラズマエッチングによる薄膜除去を継続しても、防着シールド5上の薄膜は除去できず、極めてエッチング速度が小さいことがわかった。このことから、薄膜の堆積した部分にバイアス電圧を印加することが、堆積薄膜のエッチング除去に要する時間の短縮に非常に有効であることが確認された。

【0038】

上記実施例の説明において、基板バイアス電圧及びシールドバイアス電圧は、「プラズマと高周波との相互作用」により印加されるとして説明したが、堆積又は作成する薄膜が導電体である場合には、直流電源によってもこれらを印加することが可能である。但し、高周波電源によってこれらを印加する方が、薄膜材料等の点で受ける制約が少なくなるので、汎用性の意味から好適である。

【0039】

また上述した実施例のプラズマ気相成長装置は、ヘリコン波プラズマを利用するように構成を変更することができる。ヘリコン波プラズマは、強い磁場を加えるとプラズマ振動数より低い周波数の電磁波が減衰せずにプラズマ中を伝搬することを利用するものであり、高密度プラズマを低圧で生成できる技術として最近注目されているものである。プラズマ中の電磁波の伝搬方向と磁場の方向とが平行のとき、電磁波はある定まった方向の円偏光となり螺旋状に進行する。このことからヘリコン波プラズマと呼ばれている。

ヘリコン波プラズマを形成する場合には、一本の棒状の部材を曲げて上下二段の丸いルー

10

20

30

40

50

プ状に形成したループ状アンテナを図1の高周波コイル31に代えてベルジャー11の外側を取り囲むようにして配置し、その外側にヘリコン波用磁場設定手段としての直流の電磁石をベルジャー12と同心上に配置する。整合器22を介して高周波電源23から13.56MHzの高周波をベルジャー12内に供給すると、磁場の作用によって上記ヘリコン波プラズマが形成される。

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、本願の請求項1の発明によれば、真空容器の内面への材料の付着が防止され、薄膜剥離によって生ずる塵埃の発生を効果的に抑制することが可能となる。また、成膜中に防着シールドに負の電圧であるシールドバイアス電圧が印加されるため、防着シールドに付着した材料が再放出されて基板上の薄膜作成に寄与する結果、基板への成膜速度も向上する。また尚、防着シールドが真空容器に対して絶縁されている結果、真空容器にシールドバイアス電圧が印加されることがなく、この点で安全である。

10

また、請求項2の発明によれば、上記請求項1の効果に加え、プラズマと高周波との相互作用によりシールドバイアス電圧が印加されるので、薄膜材料の点で制約が少なく、汎用性が高いというメリットがある。

また、請求項3の発明によれば、基板バイアス電圧印加機構を有するので、基板の表面に荷電粒子を衝突させながら薄膜作成等を行うことができる。

また、請求項4の発明によれば、上記請求項2又は3の効果に加え、基板表面に形成された孔又は溝を薄膜堆積によって塞ぐ際に、薄膜中に空洞が形成されることがないという効果が得られる。

20

また、請求項5の発明によれば、上記請求項1, 2, 3又は4の効果に加え、防着シールドの交換によって塵埃の発生を未然に防止することができ、この点でさらに好適である。

また、請求項6の発明によれば、上記請求項1, 2, 3, 4又は5の効果に加え、防着シールドの温度が最適な値に調節されるので、防着シールドを薄膜堆積しない温度にしたり、また逆に薄膜堆積したとしても剥離しない温度にしたりすることが可能となる。

また、請求項7の発明によれば、上記請求項1, 2, 3, 4, 5又は6の効果に加え、防着シールドと真空容器との間の空間での放電が抑制されるので、放電による部材の損傷やスパッタによる異物の放出等を防ぐことができる。

またさらに、請求項8の発明によれば、防着シールドのエッチングによる薄膜除去の際にシールドバイアス電圧が印加されるので、エッチングの効率が向上し、薄膜除去完了までの時間を短縮することができる。

30

さらに、請求項9の発明によれば、請求項8と同様、防着シールドのエッチングによる薄膜除去の際にシールドバイアス電圧が印加されるので、エッチングの効率が向上し、薄膜除去完了までの時間を短縮することができる。またこの際、エッチングされて防着シールドから放出された材料が基板ホルダーに再付着して薄膜堆積するのが抑制されるため、さらに好適な良質な薄膜作成に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の実施例のプラズマ気相成長装置の概略図である。

【図2】図1のガス導入体212, 222の構成を説明する図である。

40

【図3】従来のプラズマ気相成長装置の一例の概略図である。

【図4】基板の表面に形成された孔又は溝を薄膜で塞ぐようにする薄膜作成の例の説明図である。

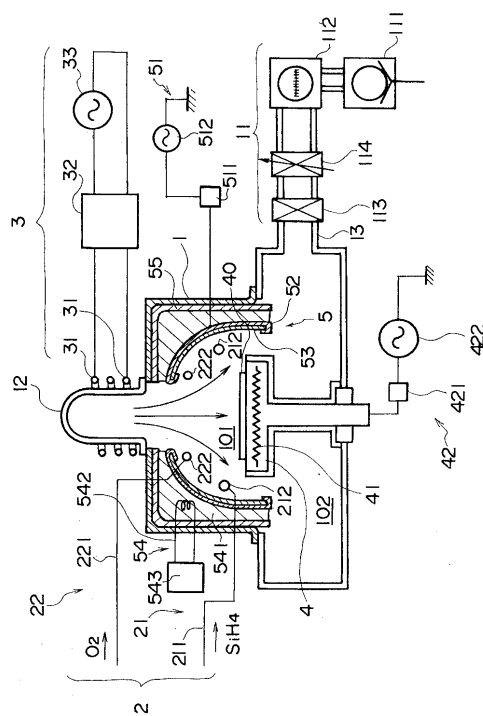
【符号の説明】

- 1 真空容器
- 11 排気系
- 2 ガス導入機構
- 3 電力供給機構
- 4 基板ホルダー
- 42 基板バイアス電圧印加機構

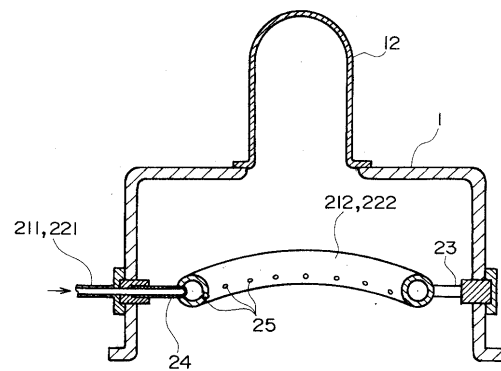
50

- 5 防着シールド
- 5 1 シールドバイアス電圧印加機構
- 5 2 シート保持体
- 5 3 シールドシート
- 5 4 温度調節機構
- 5 5 放電防止部材

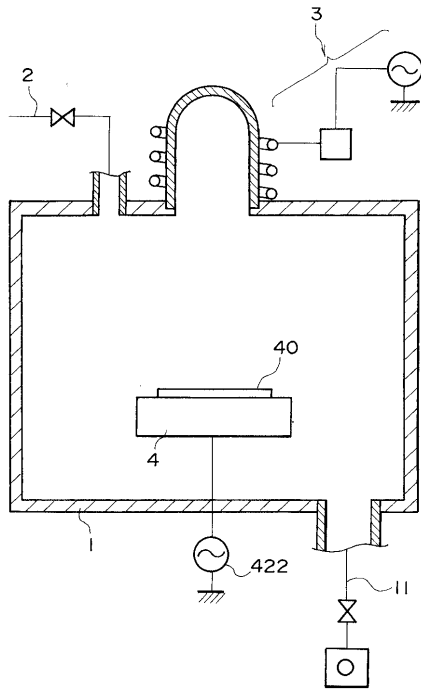
【図 1】



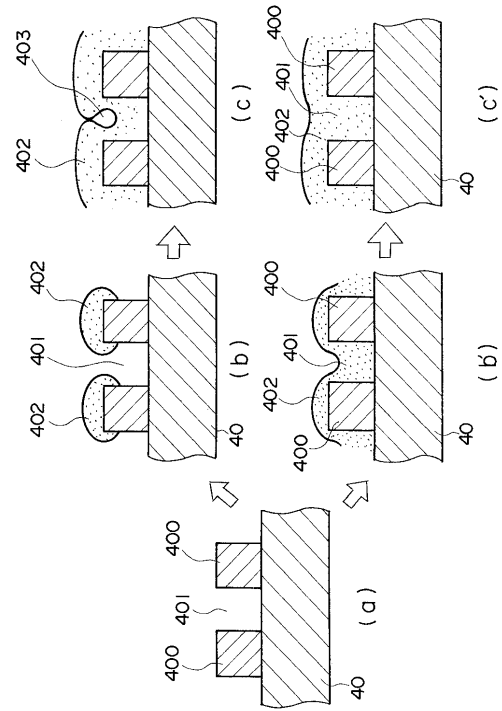
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平01-231320 (JP, A)
特開平04-184924 (JP, A)
特開平02-183533 (JP, A)
特開平07-022333 (JP, A)
特開平06-196421 (JP, A)
特開平06-196410 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/205

B01J 19/08

C23C 16/44