

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4592867号
(P4592867)

(45) 発行日 平成22年12月8日 (2010. 12. 8)

(24) 登録日 平成22年9月24日 (2010. 9. 24)

(51) Int. Cl.			F I		
C 2 3 C	16/44	(2006. 01)	C 2 3 C	16/44	J
C 2 3 C	16/509	(2006. 01)	C 2 3 C	16/509	
H O 1 L	21/31	(2006. 01)	H O 1 L	21/31	B

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-87474 (P2000-87474)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成12年3月27日 (2000. 3. 27)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2001-271170 (P2001-271170A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成13年10月2日 (2001. 10. 2)	(72) 発明者	一條 充弘
審査請求日	平成19年3月14日 (2007. 3. 14)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		審査官	吉田 直裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平行平板形プラズマCVD装置及びドライクリーニングの方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行平板形プラズマCVD装置において、
高周波電源と上部電極および下部電極との間に、マッチング回路と、第一の切り替えスイッチと、パルス振幅変調回路と、を有し、

前記第一の切り替えスイッチと前記下部電極の間に、インバーター回路と、第二の切り替えスイッチと、接地用の配線と、を有し、

前記上部電極は、前記第一の切り替えスイッチを切り替えることにより、前記パルス振幅変調回路を通じてあるいは前記パルス振幅変調回路を通じずに、前記高周波電源と接続でき、

前記下部電極は、前記第一の切り替えスイッチおよび前記第二の切り替えスイッチを切り替えることにより、前記パルス振幅変調回路および前記インバーター回路を通じて前記高周波電源と接続でき、前記第二の切り替えスイッチを切り替えることにより、前記接地用の配線と接続できることを特徴とする平行平板形プラズマCVD装置。

【請求項2】

請求項1に記載の平行平板形プラズマCVD装置のドライクリーニング法であって、

前記上部電極に、前記第一の切り替えスイッチを切り替えることによって前記パルス振幅変調回路を通じてパルス振幅変調された高周波電圧を印加し、

前記下部電極に、前記第一の切り替えスイッチを切り替えることによって前記パルス振幅変調回路を通じてパルス振幅変調された高周波電圧であって、前記第二の切り替えスイ

ッチを切り替えることによって前記インバーター回路を通じて前記上部電極に対して位相が180°異なった高周波電圧を印加することを特徴とするドライクリーニングの方法。

【請求項3】

請求項2において、前記パルス振幅変調回路はパルス振幅変調するための信号波のパルス間隔を任意に選択できることを特徴とするドライクリーニングの方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は平行平板型プラズマCVD装置に関するもので、特に反応室内のドライクリーニングに適した構成を有する平行平板形プラズマCVD装置とそのドライクリーニング方法に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

各種半導体装置などの作製において、薄膜形成の方法として、減圧下で、スパッタリング現象を利用したスパッタ法、蒸着現象を利用した真空蒸着法、プラズマによる低温ガス分解を利用したプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法、ガスの熱分解を利用した熱CVD法、短波長光や紫外線のエネルギーによってガスを分解する光CVD法などがある。このうち、プラズマCVD法は、形成する薄膜の元素を含んだ分解しやすいガスを減圧下で反応室内に供給し、電極間に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、このプラズマにより供給したガスを活性化させるため、低温で目的とする薄膜を形成することができ、アモルファスシリコン、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜などの薄膜形成に利用される方法である。

20

【0003】

しかし、目的とする薄膜は被処理対象物表面だけでなく反応室の壁面、電極表面、シールド材などにも付着する。付着した膜は累積膜厚が増加するほど反応室の壁面、電極表面、シールド材などから剥離するため、反応室内にパーティクルが発生する。発生したパーティクルは被処理対象物表面に付着してこの表面を汚染し、歩留まりの低下をもたらすという問題が生じる。そのため、反応室の壁面、電極表面、シールド材などに付着した膜が所定の累積膜厚に達したときまたは所定の時間稼働させたときに、この付着した膜を除去する必要がある。この除去方法の一つとして例えば、反応室内にエッチングガスを導入し、薄膜形成と同様プラズマで活性化させ、付着した膜をプラズマエッチングして除去するドライクリーニングがある。

30

【0004】

プラズマエッチングを用いたドライクリーニングの一例について図1(a)に簡略化して示した平行平板形プラズマCVD装置を用いて説明する。

【0005】

反応室101内に高周波電圧印加電極である上部電極102と接地電極である下部電極103がある。反応室はターボ分子ポンプ108やドライポンプ109などを有する真空排気システム110により減圧下に保たれる。また、上部電極と下部電極にはヒーターが取り付けられ(図示せず)ドライクリーニングに適した温度条件に保たれる。ドライクリーニングに用いられるエッチングガスはマスフローコントローラ107によりドライクリーニングに適したガス流量に制御されバルブ106を通じて反応室内に供給される(以下、これらを総称してエッチングガス供給ラインとする)。そして、高周波電圧が高周波電源104からマッチング回路105を通じて上部電極102に供給されプラズマが発生しエッチングによるドライクリーニングが行われる。ここで、上部電極には高周波電源を接続し、下部電極は接地させているため、高周波電圧の波形は模式的に図2(a)のようになる。

40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

図1(a)に示したようなプラズマCVD装置では、薄膜形成時、反応室内の温度を良質

50

な薄膜形成条件にするため上部電極と下部電極のヒーター温度を異なる値に設定することがある。また、上部電極から高周波電圧を供給し、下部電極を接地させていることから、反応室内の壁面、電極表面などに付着する膜の堆積機構が異なってくるため膜質および累積膜厚も異なっていた。さらに、プラズマエッチングによるドライクリーニングを行った場合も同様な要因で、反応室内の壁面、電極表面などでエッチング機構が異なってくるためエッチング速度も異なり、付着した膜の除去は不均一であった。

【0007】

例えば、図1(a)に示したようなプラズマCVD装置において、図3(a)、(b)、(c)の順で付着した膜がエッチングされ除去されていた。つまり、下部電極、下部電極付近から上部電極付近の反応室内壁面、そして上部電極の順、すなわち下部電極から上部電極へ向かった方向性を持って除去されていた。これは、上部電極の場合、活性ラジカルと付着した膜の化学反応により化学的エッチングが進行するが、下部電極の場合、活性ラジカルとともにわずかにイオンが存在しそれらイオンによる化学的エッチングのほかスパッタ効果による物理的エッチングも加わることに起因しているものと考えられる。このようにして、下部電極、下部電極付近などは付着した膜が上部電極より先にエッチング除去されるため、表面が露出した状態でプラズマ照射を長時間受けなければならず、プラズマ損傷によるダメージが大きかった。

10

【0008】

また、付着した膜の除去が不均一であったため、完全に付着した膜を除去するために除去に要する時間が長くなり、その分余計にガスや電力などを消費していた。

20

【0009】

【発明を解決するための手段】

本発明の構成は

高周波電源と上部電極および下部電極間に、

マッチング回路と、

第一の切り替えスイッチと、

パルス振幅変調回路とを有し、

前記第一の切り替えスイッチと下部電極間に、

インバーター回路と、

第二の切り替えスイッチと、

接地用の配線と、

を有することを特徴とする平行平板形プラズマCVD装置およびそのドライクリーニングの方法である。

30

【0010】

上記の平行平板形プラズマCVD装置のドライクリーニングの方法は、エッチングガスを反応室内に供給したのち、上部電極および下部電極にパルス振幅変調回路を通じてパルス振幅変調された高周波電圧を印加する方法である。また、このとき下部電極に印加されるパルス振幅変調された高周波電圧はインバーター回路を通じて上部電極に対して位相を180°ずれる。

【0011】

また、反応室内に付着した膜の付着の不均一性に応じて、つまり、付着した膜の膜質および累積膜厚の反応室内での不均一性に応じて、また、プラズマエッチングの不均一性に応じてパルス振幅変調するための信号波のパルス間隔を任意に選択する。

40

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図1、図2を用いて説明する。

【0013】

図1(b)に本発明のプラズマ装置について簡略化して示した。反応室内の構造、エッチングガス供給ライン、真空排気システムといった構成は従来のCVD装置図1(a)と同じで、エッチングガス供給ラインからエッチングガスを反応室内に供給しプラズマを発生

50

させプラズマエッチングによりドライクリーニングを行うという点でも同じである。従来のCVD装置図1(a)との相違点はドライクリーニング時の高周波電圧の印加方法つまりプラズマの発生方法という点にある。

【0014】

具体的には、上部電極102と下部電極103にパルス振幅変調された高周波電圧を印加するわけだが、下部電極102には上部電極103に対して位相を180°ずらした高周波電圧を印加する。これによって、上部電極102と下部電極103の高周波電圧印加電極と接地電極の関係を交互に反転させる。そのために、高周波電源104から高周波電圧を印加するラインに、図1(b)に示したようにパルス振幅変調回路114およびインバーター回路111を設ける。また、通常、薄膜形成時は上部電極102を高周波電圧印加電極とし下部電極103を接地電極とするため、薄膜形成時とドライクリーニング時で高周波電圧印加電極と接地電極との関係を切り替える、切り替えスイッチ112および113を設ける。例えば、スイッチ1、2、3、4をそれぞれOFF、ON、ON、OFFとすることにより、上部電極102と下部電極103の高周波電圧印加電極と接地電極の関係を交互に反転させることが可能となるためドライクリーニングに適用でき、スイッチ1、2、3、4をそれぞれON、OFF、OFF、ONとすることにより上部電極102を高周波電圧印加電極とし下部電極103を接地電極とすることが可能となるため、薄膜形成に適用できる。

10

【0015】

ドライクリーニングは、減圧下でエッチングガス供給ラインからエッチングガスを反応室内に供給したのち、高周波電源から上部電極、下部電極にパルス振幅変調された高周波電圧を印加してプラズマエッチングして行う。上部電極、下部電極に印可される高周波電圧は高周波電源と下部電極の間に設けられたインバーターにより互いに位相が180°ずれている。ここで、上部電極に高周波電圧印加電極となる電圧(ON電圧)を、下部電極に接地電極となる電圧(OFF電圧)を印加したときの時間をaとし、下部電極に高周波電圧印加電極となる電圧(ON電圧)を上部電極に接地電極となる電圧(OFF電圧)を印加したときの時間をbとし、 $a/(a+b)$ をパルス波のデューティ比とする。このデューティ比を反応室内に付着した膜の付着の不均一性に応じて、つまり、付着した膜の膜質および累積膜厚の反応室内での不均一性に応じて、また、プラズマエッチングの不均一性に応じて任意に選択することにより、付着した膜を均一に除去することができる。具体的には、高周波電圧をパルス振幅変調するための信号波のパルス幅を任意に選択して行えばよい。なお、OFF電圧は必ずしも0Vに設定しなければならないという訳ではなく、わずかに電圧を印加してもよい。プラズマの進行波および反射波の整合は図2(b)でいえばパルス波の波形が立ち上がる各所でマッチング回路105により行われるが、わずかに電圧を印加することによってこの整合が容易になる。

20

30

【0016】

以上のようにして、付着した膜の膜質および累積膜厚の反応室内での不均一性、また、プラズマエッチングの不均一性に伴って生じる反応室内の壁面および電極などのプラズマ損傷を防ぐ。また、これまで除去過程が遅い部分があったために処理時間が余計にかかっていたが、付着した膜を均一に除去できることから、処理時間を短縮できガスや電力などの消費量が削減される。

40

【0017】

【実施例】

本発明の実施例について図1(b)を用いて説明する。ここでは、反応室内の壁面および電極などに付着した膜を酸化シリコン膜とし、この付着した酸化シリコン膜の推定累積膜厚がドライクリーニングを必要とされる所定の膜厚に達した時のドライクリーニングの方法について説明する。

【0018】

反応室内の温度、つまり、上部電極および下部電極に取り付けられたヒーター(それぞれ上部ヒーター、下部ヒーターと示す)の設定温度は除去対象である酸化シリコン膜を成膜

50

する時と同じ条件で行う。これにより、ドライクリーニングのために反応室内の温度を調整する時間が不要になる。ここでは、上部ヒーター、下部ヒーターともにそれぞれ300とした。もちろん、付着した膜の成膜時の設定温度はそれぞれ異なるし、上部ヒーターと下部ヒーター間で異なる値に設定されることもあるため、ドライクリーニング時の反応室内の温度はこれに限定されるわけではない。また、付着した膜の膜質によりドライクリーニング適した温度に設定し、温度調整を行っても良い。

【0019】

まず、排気配管中での化学反応による危険性を避けるために、薄膜形成ガス専用の配管からエッチングガス専用の配管へ排気配管をバルブで切り替える(図示せず)。その後、真空排気システム110を用いて反応室内を所定の圧力まで真空引きする。この間、上部電極102と下部電極103の間隔をプラズマの発生に適した条件に設定する。ここでは、25mmとした。所定の圧力まで減圧されたら、次に圧力0.8Torr、流量200SCCMでN₂パージを行う。そして再び真空引きを行い所定の圧力まで減圧する。

【0020】

上記のようにして、CVD装置内の配管系統に残留する未反応ガスなどを除去し清浄化する。配管系統の清浄化を行った後、ドライクリーニング用のエッチングガスとしてNF₃をマスフローコントローラー107で流量を100SCCMに制御しバルブ106を通して反応室内に供給し、圧力をドライクリーニングに適した圧力に調整する。ここでは圧力0.1Torrとした。

【0021】

次に、高周波電源104から上部電極102または下部電極103にパルス振幅変調された高周波電圧を印加しプラズマを発生させプラズマエッチングによりドライクリーニングを行う。高周波電圧を印可する前に、予め電極への電圧印加方法を切り替える切り替えスイッチ112および113を薄膜形成用からドライクリーニング用に切り替えておく。また、反応室内に付着した膜の付着の不均一性に依りて、つまり、付着した膜の膜質および累積膜厚の反応室内での不均一性に依りて、また、プラズマエッチングの不均一性に依りてパルス振幅変調回路において信号波のパルス間隔(デューティー比)を任意に設定しておく。電圧印加方法を切り替える操作およびデューティー比の設定は、電圧を印加する以前であればいつでも良い。ここで、薄膜形成用の電圧印加方法とは、上部電極102を高周波電圧印加電極とし下部電極103を接地電極とする方法で、ドライクリーニング用の電圧印加方法とは上部電極102と下部電極103にパルス振幅変調された高周波電圧を印加する方法で、下部電極103に印加する高周波電圧の波形はインバーター回路を通じて上部電極102に対して位相が180°ずれた波形となり、上部電極102と下部電極103間で高周波電圧印加電極と接地電極の関係が一定の周期を持って反転する方法を指す。

【0022】

プラズマエッチングによるドライクリーニングが終了したら、真空排気システム110を用いて反応室内を所定の圧力まで真空引きする。次に、圧力0.8Torr、流量200SCCMでN₂パージを行う。そして、再び真空引きを行い所定の圧力まで真空引きする。これにより、CVD装置内の配管系統に残留する未反応ガスなどを除去し清浄化する。この間、上部電極102と下部電極103の間隔を初期値に戻す。

【0023】

以上のようにして、プラズマCVD装置の反応室壁面および電極などに付着した膜を均一に除去し、反応室壁面および電極などのプラズマ損傷を防ぐとともに、処理時間が短縮化される。なお、本実施例では、酸化シリコン膜を除去するドライクリーニングの方法について述べたが、アモルファスシリコン、窒化シリコン膜などの平行平板形プラズマCVD装置を用いて成膜される薄膜についても条件を任意に選択することにより適用することができる。また、ドライクリーニング時の圧力、温度などの条件は本実施例に記載したものに限定されるわけではなく、任意に選択して行えばよい。

【0024】

【発明の効果】

本発明により、反応室内構成部品である反応室内の壁面、電極などに付着した膜を均一に除去することができるため不均一なプラズマエッチングに起因する反応室内構成部品のプラズマ損傷を防ぐことができる他、処理時間の短縮化でガスや電力の消費量を抑えることができるため反応室内構成部品に付着した膜を除去するドライクリーニングのコスト低下を図ることができる。

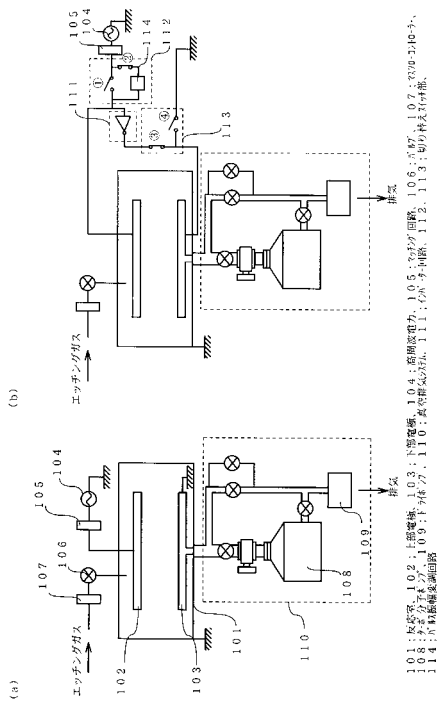
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の平行平板形プラズマCVD装置および従来の平行平板形プラズマCVD装置の構成を示す概略図。

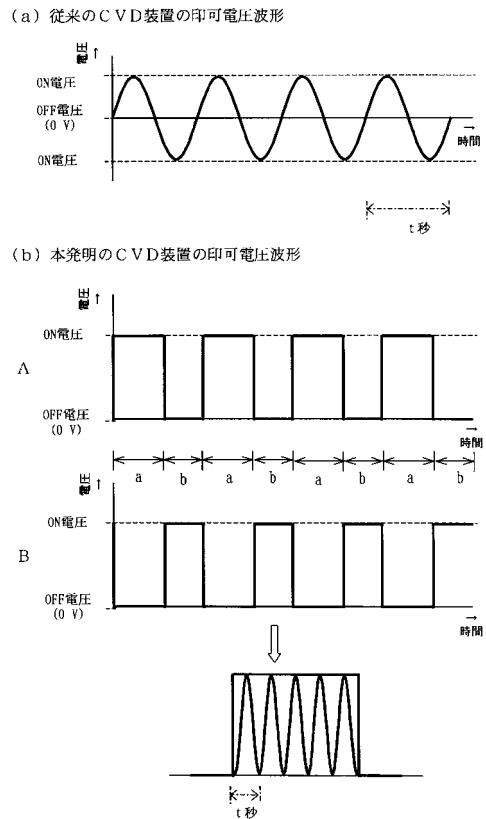
【図2】本発明の平行平板形プラズマCVD装置および従来の平行平板形プラズマCVD装置で高周波電源から電極に印加される電圧の波形を示す図。

【図3】従来の平行平板形プラズマCVD装置で付着した膜のプラズマエッチングによる除去過程を示す図。

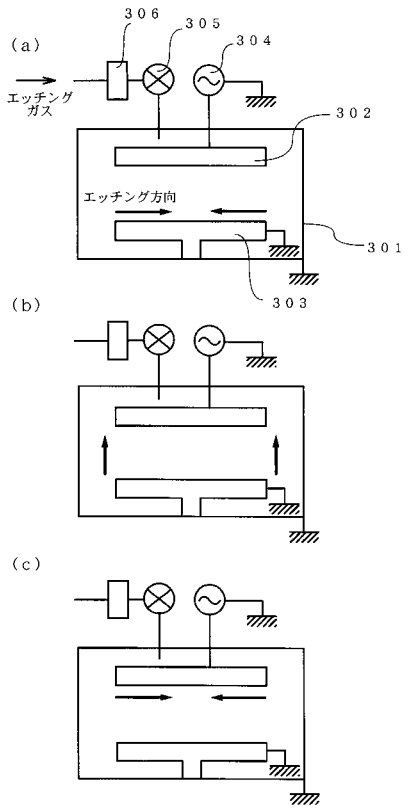
【図1】



【図2】



【図3】



301;反応室、302;上部電極、303;下部電極
304;高周波電源、305;マッチング、306;ラジオコントローラ

フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C23C 16/00-16/56
H01L 21/205
H01L 21/31