

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分
 【発行日】平成 18 年 3 月 23 日 (2006.3.23)

【公開番号】特開 2004-96066 (P2004-96066A)
 【公開日】平成 16 年 3 月 25 日 (2004.3.25)
 【年通号数】公開・登録公報 2004-012
 【出願番号】特願 2003-60670 (P2003-60670)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)
B 0 1 J 3/00 (2006.01)
B 0 1 J 19/08 (2006.01)
C 2 3 C 16/505 (2006.01)
H 0 1 L 21/205 (2006.01)
H 0 5 H 1/46 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L	21/302	1 0 1 B
B 0 1 J	3/00	J
B 0 1 J	19/08	E
C 2 3 C	16/505	
H 0 1 L	21/205	
H 0 5 H	1/46	M
H 0 5 H	1/46	R

【手続補正書】
 【提出日】平成 18 年 2 月 3 日 (2006.2.3)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0 0 3 4
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0 0 3 4】

具体的には、図 2 に示すようにまず、上記第 2 のマッチング回路 2 6 は、第 1 の固定コイル 3 4 と第 1 の可変コンデンサ C 1 と第 2 の固定コイル 3 6 とを有しており、高周波ライン 2 4 に上部電極 1 8 (図 1 参照) 側よりこの順序で第 2 の高周波電源 2 8 側に向けて直列接続されている。

そして、上記第 2 の固定コイル 3 6 の両端とアースとの間に、第 2 の可変コンデンサ C 2 と固定コンデンサ C 3 とがそれぞれ並列的に接続されている。この第 2 のマッチング回路 2 6 は、前述した第 1 のマッチング回路 1 2 と同様な機能を有しており、第 2 の高周波電源 2 8 から上記下部電極 1 8 へ供給される高周波電力が上記下部電極 1 8 にて反射を起こさないようにそのインピーダンスが、例えば 50 になるように自動的に調整される機能を有している。この際、自動的に変化する第 1 の可変コンデンサ C 1 の調整位置 (その時の容量に対応) をマッチャーポジション部 3 8 にて確認できるようになっている。尚、上部電極 6 から供給される第 1 の高周波電源 1 4 の電流は、処理容器 4 の側壁や下部電極 1 8 等を介してアースに流れ、逆に下部電極 1 8 から供給される第 2 の高周波電源 2 8 の電流は、処理容器 4 の側壁や上部電極 6 等を介してアースに流れるようになっている。

【手続補正 2】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0 0 4 7
 【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

この時のプロセス条件は、以下の通りである。

プロセスガス（エッチングガス）： $\text{CF}_4 / \text{O}_2 = 70 / 10 \text{ sccm}$

プロセス圧力：0.67 Pa (5 mTorr)

下部電極温度：60

そして、上部電極6と下部電極18のそれぞれへ印加する高周波電力の組み合わせを種々変更してプラズマ処理を行い、この時のプラズマの安定性を目視で確認した。この時の評価結果を図8に示す。尚、この時の可変インピーダンス手段30のダイヤル値は15.2に固定している。

図8は上部電極と下部電極とに印加する高周波電力の組み合わせを変えた時のプラズマの安定性を示すグラフである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0057】

（処理容器を含む校正：その2）

上記校正では、下部電極18にリアクタンス測定治具56を設けて、リアクタンスの変化を測定したが、この方法は、精度が高い反面、実際にプラズマを発生させないため、ウエハ状態やプロセス条件による共振のズレまでは反映されない。そこで、これに代えて、プラズマを実際に発生させてダイヤル値と第2のマッチング回路26のマッチングポジション部38におけるマッチングポジションとの関係を測定するようにしてもよい（図2参照）。すなわち、装置構成、パーツ構成、ウエハ状態、プロセス条件等に共振のズレが発生するので、これに応じてマッチングポジションのダイヤル値に対する挙動も変動することになる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0070】

そこで、基本波を含めて各高調波に対する電圧の変化を測定した。ここでは高調波として2次、3次、4次の場合を例に示すが、更に高次の高調波を考慮するようにしてもよい。図21(A)は基本波(13.56 MHz)に対するボトム電圧 V_{pp} の変化を示しており、それぞれポイントA1、A2、A3で微少ながら電圧が一次的に急激に低下していることが判る。図21(B)は2次高調波(27.12 MHz)に対するボトム電圧 V_{pp} の変化を示しており、ポイントA1で電圧が急激に増加しており、ダイヤル値"0"で2次高調波に対して共振が発生していることが判明した。図21(C)は3次高調波(40.68 MHz)に対するボトム電圧 V_{pp} の変化を示しており、ポイントA2で電圧が急激に増加し、ダイヤル値"7.5"で2次高調波に対して共振が発生していることが判明した。図21(D)は4次高調波(54.24 MHz)に対するボトム電圧 V_{pp} の変化を示しており、ポイントA3で電圧が急激に増加し、ダイヤル値"9.9"で2次高調波に対して共振が発生していることが判明した。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 7 1 】

またプラズマ中に電子密度を測定するためのプローブを挿入して電子密度を測定した結果、図 2 2 に示すように、各ポイント A 1、A 2、A 3 (ダイヤル 0、7.5、9.9) において電子密度が一時的に低下しており、この各ポイントでプラズマの状態が制御を受けていることが確認できた。

さて、上記したような評価結果に基づいて、種々異なったダイヤル値でウエハのシリコン酸化膜のエッチング処理を行ったので、その時のエッチングレートについて図 2 3 に基づいて説明する。尚、ここでは直径が 200 mm のウエハを用いた。プロセス条件は、エッチングガスを CF_4 を用い、その流量は 80 sccm である。またプロセス圧力は 150 mTorr (20 Pa) である。図 2 3 中には、各ダイヤル値に対応したポイント A 1 ~ A 3、B 1 ~ B 4 が示されている。この図 2 3 から明らかなように、共振点から外れている各ポイント B 1 ~ B 4 にダイヤル値を設定してエッチングを行った場合には、エッチングレートはウエハ中心部が全てにおいて盛り上がり、周辺部が低下しており、エッチングレートの面内均一性が悪化していることが判明した。

【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 7 2

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 7 2 】

これに対して、共振の各ポイント A 1 ~ A 3 にダイヤル値を設定した場合には、エッチングレートはウエハ中心部での盛り上がり抑制されて全体的に略フラットになり、エッチングレートの面内均一性が大幅に改善されていることが判明した。この場合、エッチングレートは、4 次、3 次、2 次高調波となるに従ってこの順に次第に低下しているので、エッチングレートを高く維持するためには特に 4 次高調波 に共振するようにインピーダンス調整するのが好ましいことが判明した。尚、ポイント A 1 にダイヤル値を設定した場合には、面内均一性は改善できるが、エッチングレート自体がかなり低くなり過ぎる。

【 手 続 補 正 7 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 7 6

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 7 6 】

図 2 5 は、このような複数のインピーダンス可変部を有する共振用可変インピーダンス手段の変形例を示す回路図、図 2 6 は図 2 5 に示す回路図の各接続ポイントを説明するための模式図である。ここでは共振用可変インピーダンス手段 8 0 の 3 点の接続ポイントが a、b、c で表されているが、図 2 5 及び図 2 6 で示される各ポイントが、図 2 4 及び後述する図 3 0 においてそれぞれ対応させて示されている。図 2 5 (A) に示す場合には、高周波ライン 2 4 に、それぞれ異なる高調波を通す 3 つのバンドパスフィルタ 8 2 A、8 2 B、8 2 C を並列に接続してフィルタ手段 8 2 を構成している。この場合、第 1 のバンドパスフィルタ 8 2 A は 2 次高調波を中心とする周波数帯域を通し、第 2 のバンドパスフィルタ 8 2 B は 3 次高調波を中心とする周波数帯域を通し、第 3 のバンドパスフィルタ 8 2 C は 4 次高調波を中心とする周波数帯域を通す。また各バンドパスフィルタ 8 2 A ~ 8 2 C は基本波 (13.56 MHz) は通さないのは勿論である。そして、各バンドパスフィルタ 8 2 A ~ 8 2 C に、各可変コンデンサ 8 6 A、8 6 B、8 6 C と固定コイル 8 8 A、8 8 B、8 8 C とをそれぞれ個別に直列接続してなる 3 つのインピーダンス可変部 8 4 A、8 4 B、8 4 C を、個別に直列接続している。

【 手 続 補 正 8 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 図 面

【 補 正 対 象 項 目 名 】 図 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2 3】

