

【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】

<i>H 01 L</i>	<i>21/3065</i>	<i>(2006.01)</i>
<i>B 01 J</i>	<i>3/00</i>	<i>(2006.01)</i>
<i>B 01 J</i>	<i>19/08</i>	<i>(2006.01)</i>
<i>C 23 C</i>	<i>16/505</i>	<i>(2006.01)</i>
<i>H 01 L</i>	<i>21/205</i>	<i>(2006.01)</i>
<i>H 05 H</i>	<i>1/46</i>	<i>(2006.01)</i>

【F I】

<i>H 01 L</i>	<i>21/302</i>	<i>1 0 1 B</i>
<i>B 01 J</i>	<i>3/00</i>	<i>J</i>
<i>B 01 J</i>	<i>19/08</i>	<i>E</i>
<i>C 23 C</i>	<i>16/505</i>	
<i>H 01 L</i>	<i>21/205</i>	
<i>H 05 H</i>	<i>1/46</i>	<i>M</i>
<i>H 05 H</i>	<i>1/46</i>	<i>R</i>

【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】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

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26は、第1の固定コイル34と第1の可変コンデンサC1と第2の固定コイル36とを有しており、高周波ライン24に上部電極18(図1参照)側よりこの順序で第2の高周波電源28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36の両端とアースとの間に、第2の可変コンデンサC2と固定コンデンサC3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26は、前述した第1のマッチング回路12と同様な機能を有しており、第2の高周波電源28から上記下部電極18へ供給される高周波電力が上記下部電極18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50Ω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C1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38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14の電流は、処理容器4の側壁や下部電極18等を介してアースに流れ、逆に下部電極18から供給される第2の高周波電源28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】0047

【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（エッティングガス）： $\text{C F}_4 / \text{O}_2 = 70 / 10 \text{ sccm}$

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(13.56MHz)に対するボトム電圧Vpp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(27.12MHz)に対するボトム電圧Vpp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(40.68MHz)に対するボトム電圧Vpp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(54.24MHz)に対するボトム電圧Vpp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】

## 【0071】

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22に示すように、各ポイントA1、A2、A3（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たことが確認できた。

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ティング処理を行ったので、その時のエッティングレートについて図23に基づいて説明する。尚、ここでは直径が200mmのウエハを用いた。プロセス条件は、エッティングガスをCF<sub>4</sub>を用い、その流量は80sccmである。またプロセス圧力は150mTorr(20Pa)である。図23中には、各ダイヤル値に対応したポイントA1～A3、B1～B4が示されている。この図23から明らかのように、共振点から外れている各ポイントB1～B4にダイヤル値を設定してエッティングを行った場合には、エッティングレートはウエハ中心部が全てにおいて盛り上がって周辺部が低下しており、エッティ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】0072

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0072】

これに対して、共振の各ポイントA1～A3にダイヤル値を設定した場合には、エッティングレートはウエハ中心部での盛り上がりが抑制されて全体的に略フラットになり、エッティ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、エッティングレートは、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、エッティ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A1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、エッティ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】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0076】

図25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26は図25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80の3点の接続ポイントがa、b、cで表されているが、図25及び図26で示される各ポイントが、図24及び後述する図30においてそれぞれ対応させて示されている。図25（A）に示す場合には、高周波ライン24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82A、82B、82Cを並列に接続してフィルタ手段82を構成している。この場合、第1のバンドパスフィルタ82A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82B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82C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82A～82Cは基本波（13.56MHz）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82A～82Cに、各可変コンデンサ86A、86B、86Cと固定コイル88A、88B、88C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84A、84B、84C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23

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図23】

