

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-123214

(P2017-123214A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05H 1/46 (2006.01)	H05H 1/46 R	2G084
H01L 21/3065 (2006.01)	H01L 21/302 I01D	4K030
C23C 16/511 (2006.01)	H05H 1/46 B	5F004
	C23C 16/511	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-93 (P2016-93)
 (22) 出願日 平成28年1月4日 (2016.1.4)

(71) 出願人 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 山本 浩一
 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
 Fターム(参考) 2G084 AA01 BB22 CC15 CC33 DD57
 FF26 FF29 HH08 HH21 HH22
 HH23 HH27 HH43 HH55
 4K030 FA02 KA20 KA30 KA39
 5F004 AA02 AA16 BA14 BB13 BB14
 CA06 CB05 CB07

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

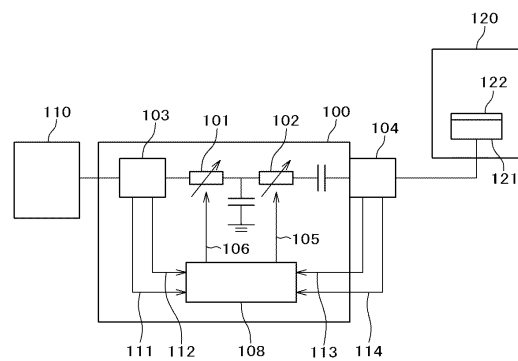
(57) 【要約】

【課題】 反射波が抑制され高速応答が可能なインピーダンス整合器を備えたプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 高周波電源110の電力が供給される電極内臓の試料台121と、インピーダンス整合器100とを備えたプラズマ処理装置において、インピーダンス整合器は、高周波電力の電圧及び電流を検知する出力側センサ104と、高周波電力のインピーダンスおよび位相を検知する入力側センサ103と、整合用回路(101、102、108等)とを備え、整合用回路は、入力側センサの出力が所定の値より大きい場合には出力側センサの出力を用い、入力側センサの出力が所定の値より小さい場合には入力側センサの出力を用いて整合を行う。

【選択図】 図2

図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

真空容器内部に配置され内側でプラズマが生成される処理室と、前記処理室の内部に配置され試料が載置される試料台と、前記試料台の内部に配置され前記試料の処理中に高周波電源から高周波電力が供給される電極と、前記高周波電源と前記電極との間の前記高周波電力が供給される伝送経路に配置されたインピーダンス整合器とを備えたプラズマ処理装置であって、

前記インピーダンス整合器は、

前記高周波電力を前記電極に出力する側に配置され、出力される高周波電力の電圧及び電流を検知する出力側センサと、

前記高周波電力が入力される側に配置され、入力される高周波電力のインピーダンス及び位相を検知する入力側センサと、

整合用回路と、を備え、

前記整合用回路は、

前記入力側センサの出力から検出されたインピーダンスおよび位相が所定の値より大きい場合には前記出力側センサの出力を用い、前記入力側センサの出力から検出されたインピーダンスおよび位相が所定の値より小さい場合には前記入力側センサの出力を用いて整合を実施するものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置であって、

前記入力側センサは、前記高周波電源からの前記処理室の内部に形成されたプラズマを負荷とする前記伝送経路の前記インピーダンス及び位相を検知するものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のプラズマ処理装置であって、

前記整合用回路は、可変リアクタンス素子を備え、

前記整合は、前記可変リアクタンス素子のリアクタンスの値を調節することにより実施されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体素子の製造工程では、エッチング処理、アッシング処理、CVD 処理など、プラズマを応用したさまざまな処理が行われている。これらの処理に用いられるプラズマ処理装置では、処理ガスを電離し、イオン化することで半導体ウエハ等の試料表面に予め配置され半導体デバイスの回路を構成する複数の膜層を含む膜構造の被処理材との反応性を高めている。また、試料表面の膜構造の被処理材が処理されて形成される形状の寸法を所望のものにするため、試料がその上面に載置される試料台の内部に配置された金属製の円板または円筒形状の電極にプラズマを形成するためのものと異なる所定の周波数の高周波電力を印加して試料の表面上方にプラズマの電位に応じた高周波バイアス電位を形成している。

【0003】

この高周波電力の試料台内電極への供給により試料表面に形成された高周波バイアス電位とプラズマとの電位差に応じてプラズマ中のイオン等の荷電粒子が試料の表面に誘引され衝突し、膜構造の膜層の材料とプラズマ中の反応性粒子との反応を促進し処理の速度が増大する。さらに、膜構造への荷電粒子の入射角および入射エネルギーの大きさが所望の範囲内の値に調節されることにより、膜構造の加工を特定の方向に促進させる異方性の加工が実現されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

ここにおいて、高周波バイアス電力の供給を調節する精度は、試料表面の処理後の形状、寸法の精度とその分布に大きく影響する。とりわけ半導体素子の微細化に伴いその要求精度は年々高まってきている。

【 0 0 0 5 】

試料台内部に配置された電極に供給されるための高周波バイアス電力が伝送される伝送路上には、高周波電源の出力インピーダンスと負荷であるプラズマのインピーダンスを整合させるインピーダンス整合器が一般的に配置されている。伝送経路上にインピーダンス整合器が配置されることにより、試料台内の電極に供給された高周波バイアス電力の反射波電力は極力抑制されるが、いくらかの反射波電力は残留してしまう。この残留する反射波電力が大きいと試料へ印加される実効電力が低減してしまい、所期の処理の結果が得られない等の悪影響が生じてしまう。このため、近年の半導体素子の微細化に伴って、このような残留する反射波電力も、より小さな値に低減することが求められている。

10

【 0 0 0 6 】

このような課題に対して、特開 2 0 0 9 - 2 0 6 3 4 6 号公報（特許文献 1）に開示のものが従来から知られていた。特許文献 1 には、真空容器内部の処理室内に配置された試料台に内蔵された電極に高周波バイアス電位を形成するために供給される高周波電力の伝送経路上に自動整合器が配置されたプラズマ処理装置であって、自動整合器に高周波電力を供給する高周波電源からの出力が自動整合器の R F センサに入力され、この R F センサが入力された高周波電力の位相と伝送経路のインピーダンスを検出した結果に応じて自動整合器を構成する可変インピーダンス素子を調節する技術が開示されている。

20

【 0 0 0 7 】

さらに、特開 2 0 1 5 - 1 3 3 2 9 1 号公報（特許文献 2）には、プラズマ処理装置とこれに高周波電力を供給する高周波電源との間に配置された自動整合器であって、自動整合器の高周波電力を出力する側に配置されて高周波電力の電圧、電流を検出するセンサからの出力を用いて当該高周波電力の自動整合器に入力される側からプラズマが形成されるプラズマ処理装置を含む負荷側を見た場合の入力インピーダンスを算出し、これに合致するように自動整合器のインピーダンス可変回路のインピーダンス値を調節する技術が開示されている。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 2 0 6 3 4 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 5 - 1 3 3 2 9 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

上記従来技術を将来製品に適用する場合には次のような課題の生じる恐れがある。

【 0 0 1 0 】

すなわち、特許文献 1 に示す従来プラズマ処理装置においては、位相差信号とインピーダンス信号を入力とするため、入力インピーダンスが電源の出力インピーダンスより離れているとき、インピーダンス整合までの時間が長くなる。このため、インピーダンスの整合が為されるまでの時間では、この間に生じた反射波電力により所期のものと異なる条件で試料の表面が処理されることになり、結果として得られる形状の寸法が許容範囲を超えてしまい処理の歩留まりが損なわれてしまう虞がある。

40

【 0 0 1 1 】

一方、特許文献 2 の技術では、負荷側のインピーダンスを自動整合器の出力側で検出した結果から検出する構成を備え、検出された負荷インピーダンスと高周波電源の出力インピーダンスが整合するよう可変リアクタンス素子を制御することができ、整合にかかる時間が短いという利点がある。しかしながら、プラズマは非線形負荷であるため、高周波電

50

源からの電力の周波数以外の高調波が発生してしまい、この高調波による影響で検出される負荷インピーダンスに検出誤差が生じる場合がある。この場合、負荷インピーダンスと高周波電源の出力インピーダンスと整合するよう可変リアクタンス素子を制御する上においても誤差が生じ、結果、反射波電力を効果的に低減できず、上記と同様に、所期のものと異なる条件で試料の表面が処理されてしまう虞がある。

【0012】

また、上記の入力側でのインピーダンスの算出を高い精度で行うには負荷側のインピーダンスの全範囲にわたって高い精度でインピーダンスを検出することが必要となるが、プラズマ処理装置で実際に生じるインピーダンスの範囲全体において高い精度でインピーダンスを検出することは一般的に困難であり、検出される負荷インピーダンスに検出誤差が生じる場合がある。この場合、負荷インピーダンスと高周波電源の出力インピーダンスと整合するよう可変リアクタンス素子を制御する上においても誤差が生じ、結果、反射波電力を効果的に低減できず、このため反射波電力を効果的に低減できず処理の歩留まりが損なわれてしまう虞がある。

10

【0013】

本発明の目的は、反射波が抑制され高速応答が可能なインピーダンス整合器を備えたプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するための一実施形態として、真空容器の内部に配置され内側でプラズマが生成される処理室と、前記処理室の内部に配置され試料が載置される試料台と、前記試料台の内部に配置され前記試料の処理中に高周波電源から高周波電力が供給される電極と、前記高周波電源と前記電極との間の前記高周波電力が供給される伝送経路に配置されたインピーダンス整合器とを備えたプラズマ処理装置であって、

20

前記インピーダンス整合器は、

前記高周波電力を前記電極に出力する側に配置され、出力される高周波電力の電圧及び電流を検知する出力側センサと、

前記高周波電力が入力される側に配置され、入力される高周波電力のインピーダンスおよび位相を検知する入力側センサと、

整合用回路と、を備え、

30

前記整合用回路は、

前記入力側センサの出力から検出されたインピーダンスおよび位相が所定の値より大きい場合には前記出力側センサの出力を用い、前記入力側センサの出力から検出されたインピーダンスおよび位相が所定の値より小さい場合には前記入力側センサの出力を用いて整合を実施するものであることを特徴とするプラズマ処理装置とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、反射波が抑制され高速応答が可能な自動整合器を備えたプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0016】

【図1】本発明の実施例に係る、インピーダンス整合器を備えたプラズマ処理装置の一例を示すブロック図（一部縦断面図）である。

【図2】図1に示すプラズマ処理装置におけるインピーダンス整合器の一例を示すブロック図である。

【図3】図2に示すインピーダンス整合器の制御フローを示すフロー図である。

【図4】従来のインピーダンス整合器の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

従来のプラズマ処理装置においては、例えば図4に示すように、真空容器120の内部

50

の処理室内に配置されその上面に処理対象の半導体ウエハ等の板状の試料 1 2 2 が載置される試料台 1 2 1 の内部には、試料 1 2 2 の表面に高周波バイアス電位を形成するための高周波バイアス電力が供給される電極（図示せず）が配置されている。この高周波バイアス電位形成用の電力が伝送される伝送路上には、高周波電源 1 1 0 の出力インピーダンスと負荷であるプラズマのインピーダンスを整合させるインピーダンス整合器 1 0 0 が一般的に配置されている。

【 0 0 1 8 】

伝送経路上にインピーダンス整合器 1 0 0 が配置されることにより、試料台内の電極に供給された高周波バイアス電力の反射波電力は極力抑制されるが、いくらかの反射波電力は残留してしまう。この残留する反射波電力が大きいと試料へ印加される実効電力が低減してしまい、所期の処理の結果が得られない等の悪影響が生じてしまう。このため、近年の半導体素子の微細化に伴って、このような残留する反射波電力もより小さな値に低減することが求められている。

10

【 0 0 1 9 】

従来のインピーダンス整合器において、高周波電源 1 1 0 より出力された高周波バイアス電力はインピーダンス整合器 1 0 0 を経由してウエハステージ（試料台） 1 2 1、ウエハ 1 2 2 に印加される。インピーダンス整合器 1 0 0 においては可変リアクタンス素子 1 0 1 および 1 0 2 を調整して、インピーダンス整合を行う。

【 0 0 2 0 】

インピーダンス整合器 1 0 0 の入力側には R F センサ 1 0 3 が設けられており、R F センサからのインピーダンス信号 1 1 1 および位相信号 1 1 2 が制御回路 1 0 8 に入力される。制御回路 1 0 8 では R F センサ 1 0 3 で検出されるインピーダンス信号 1 1 1 および位相信号 1 1 2 が所定の値になるよう可変リアクタンス素子 1 0 1 および 1 0 2 を制御信号 1 0 6 および 1 0 5 により調整する。

20

【 0 0 2 1 】

上記の構成において、入力のインピーダンスと高周波電源 1 1 0 の出力インピーダンスとが離れている場合には、インピーダンス整合までに長時間を要する。インピーダンスの整合が為されるまでの時間では、この間に生じた反射波電力により所期のものと異なる条件で試料の表面が処理されることになり、結果として得られる形状の寸法が許容範囲を超えてしまい処理の歩留まりが損なわれてしまう虞がある。加工寸法が微細になるほど許容範囲が狭くなり、歩留まりへの影響が大きくなる。

30

【 0 0 2 2 】

本発明者等は、真空容器内部に配置され内側でプラズマが生成される処理室と、この処理室内に配置され処理対象の試料がその上に載置される試料台と、この試料台内部に配置され前記試料の処理中に高周波電源から高周波電力が供給される電極とを備えたプラズマ処理装置において、高周波電源と試料台との間に、高周波電源から出力される高周波電力の電圧及び電流を検出する出力側のインピーダンス検知手段と、入力される高周波電力のインピーダンス及び位相を検知する入力側検知手段とを含む自動整合器（インピーダンス整合器）を配置し、入力側検知手段の出力から得られたインピーダンス及び位相の差が大きい場合、つまり反射波電力が大きいと判定された場合には、出力側検知手段の出力から検出されたインピーダンスに基づいて自動整合器を構成する可変リアクタンス素子のリアクタンスまたは可変容量素子の容量を増減させて整合用の回路を調節し、入力側検知手段の出力から得られたインピーダンス及び位相の差が小さく反射波電力が小さいと判定された場合には入力側の検知手段から検出されたインピーダンスに基づいて整合用の回路を調節することとした。このことにより、より短い時間でインピーダンスを整合させることができ、プラズマ処理装置で処理されて得られる試料表面の形状の寸法を所期のものに近付けることができる。

40

【 0 0 2 3 】

以下、本発明について実施例により説明する。なお、同一符号は同一構成要素を示す。

【 実施例 1 】

50

【0024】

本発明の実施例に係るプラズマ処理装置について図1乃至3を用いて説明する。

図1は本実施例に係る、インピーダンス整合器を備えたプラズマ処理装置である。真空容器120の内部に図示されないガス供給手段により反応性ガスが供給される。マグネトロン127から出力されたマイクロ波は、マイクロ波整合器128、導波管129及び共振室125を経由して真空容器120の内部に導入される。

【0025】

また、磁場コイル126により真空容器120の内部には静磁場が励起され、上記マイクロ波との相互作用によりプラズマ123が生成される。一方、被処理材であるウエハ122とウエハステージ121には、高周波電源110により出力された高周波バイアス電力が、インピーダンス整合器100（高周波バイアス電力の電圧と電流を検出するセンサ（以下、VIセンサ）104を含む）を介して印加される。本実施例の図1や図2では、図4に示す従来のRFセンサのみを用いた整合器との差を明確化するために便宜的にVIセンサ104を整合器100の外側に記載した。なお、符号113は電圧信号、符号114は電流信号、符号124は石英天板を示す。

10

【0026】

図2に、本実施例に係るプラズマ処理装置におけるインピーダンス整合器のブロック図を示す。

高周波電源110より出力された高周波バイアス電力はインピーダンス整合器100（VIセンサ104を含む）を経由してウエハステージ121、ウエハ122に印加される。インピーダンス整合器100においては可変リアクタンス素子101および102が調整され、インピーダンス整合が行われる。

20

【0027】

インピーダンス整合器100の入力側にはRFセンサ103が設けられており、RFセンサからのインピーダンス信号111および位相信号112が制御回路108に入力される。インピーダンス信号111および位相信号112を用いて可変リアクタンス素子101および102が調整され、負荷より高周波電源110側に戻ってくる反射波電力が最小となるようインピーダンス整合が行われる。尚、前記反射波電力が最小となるよう可変リアクタンス素子101および102を調整するために、RFセンサ103はインピーダンス整合器100の入力側に配置される必要がある。

30

【0028】

VIセンサ104はインピーダンス整合器100のウエハステージ121側、即ち、インピーダンス整合器100の出力側に配置され、VIセンサ104からの高周波バイアス電力の電圧信号113および電流信号114が制御回路108に入力される。高周波バイアス電力の電圧信号113および電流信号114より負荷インピーダンスが算出され、インピーダンス整合するための可変リアクタンス素子101および102の位置（以下、整合位置）が算出される。可変リアクタンス素子101および102は、制御回路108からの制御信号106および105によってこの整合位置に向けて直接移動させることにより、短い時間でインピーダンス整合を行うことができる。可変リアクタンス素子101および102、制御回路108、容量等を含めインピーダンス整合用回路を構成する。

40

【0029】

しかしながら、前記VIセンサ104を用いたインピーダンス整合は、負荷インピーダンスの算出精度や分解能、また、高周波バイアスに用いている周波数以外の高調波の影響により、RFセンサ103を用いたインピーダンス整合に比較し、反射波電力を小さくすることができない。そのため、反射波電力がある程度まで小さくなった時点で、VIセンサを用いたインピーダンス整合からRFセンサ103を用いた整合に切り替える。本実施例ではRFセンサ103で検出されるインピーダンス信号111と位相信号112を確認し、しきい値以下になったらRFセンサ103を用いたインピーダンス整合に切り替える。すなわち、RFセンサ103で検出されるインピーダンス信号111および位相信号112を用いて制御回路108からの制御信号106および105により可変リアクタンス

50

素子 101 および 102 を調整し、インピーダンス整合を行う。

【0030】

VI センサ 104 は、本実施例に示されるようなインピーダンス整合器 100 の出力側に配置せず、インピーダンス整合器 100 の入力側に配置してもよい。但し、その場合は、負荷インピーダンスを算出するために可変リアクタンス素子 101 および 102 の現在の位置の情報が必要となり、インピーダンス整合器 100 の出力側に配置する場合に比較して構成が複雑になる。

【0031】

図 3 に本実施例に係るプラズマ処理装置におけるインピーダンス整合器の制御フローを示す。

インピーダンス整合を開始 (ステップ S301) すると、まず始めにステップ S302 において可変リアクタンス素子 101 および 102 をプリセット位置に移動させる。プリセット位置はインピーダンス整合器 100 の上位制御装置となるプラズマ処理装置の制御装置 (図示せず) により指定される。次にステップ S303 において、高周波バイアス出力 (RF 出力) が ON かどうかの判別が、VI センサ 104 で検出される電圧信号 113 あるいは電流信号 114 を用いてなされる。

【0032】

高周波バイアス出力が ON であることが確認できたら、ステップ S304 において高周波バイアスの電圧と電流を測定する。引き続きステップ S305 において目標となる整合位置を算出し、ステップ S306 において、ステップ S305 にて算出した目標となる整合位置に可変リアクタンス素子を移動させる。

【0033】

次にステップ S307 において、RF センサ 103 で検出されるインピーダンス信号 111 および位相信号 112 がしきい値の範囲内か確認する。しきい値の範囲外であれば再び VI センサ 104 を用いた整合をステップ S304 ~ ステップ S306 にて実施し、しきい値の範囲内であれば、ステップ S308 により RF センサ 103 を用いた整合を行う。

【0034】

上記しきい値については、VI センサ 104 を用いたインピーダンス整合により到達できる整合位置でのインピーダンス信号 111 および位相信号 112 の値より大きく、かつ、できるだけ小さな値に設定するのがよい。

【0035】

上記しきい値が、VI センサ 104 を用いたインピーダンス整合により到達できる整合位置でのインピーダンス信号 111 および位相信号 112 の値より大きくなければ、RF センサ 103 を用いたインピーダンス整合に切り替えることができず、結果、反射波電力を最小とすることができない。そのため、上記しきい値は VI センサ 104 を用いたインピーダンス整合により到達できる整合位置でのインピーダンス信号 111 および位相信号 112 の値より大きくなければならない。

【0036】

一方、インピーダンス整合にかかる時間をできるだけ短くするためには、VI センサ 104 を用いたインピーダンス整合により、可変リアクタンス素子 101 および 102 をできるだけ整合位置に近い位置に移動させた方がよい。そのため上記しきい値はできるだけ小さな値がよい。

【0037】

以上より、上記しきい値については、VI センサ 104 を用いたインピーダンス整合により到達できる整合位置でのインピーダンス信号 111 および位相信号 112 の値より大きく、かつ、できるだけ小さな値に設定するのがよい。この値は、インピーダンス不整合による反射波と VI センサ使用時の高調波の両者による加工処理への影響を考慮して決めることが望ましい。

【0038】

10

20

30

40

50

ステップ S 3 0 9 にて高周波バイアス出力が O F F かどうかの判別を行い、高周波バイアス出力が O F F となるまで、ステップ S 3 0 7 の判別とステップ S 3 0 8 の整合動作を行う。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 3 0 7 において、負荷インピーダンスが大きく変動し、R F センサ 1 0 3 にて検出されるインピーダンス信号 1 1 1 および位相信号 1 1 2 がしきい値の範囲外となった場合には、ステップ S 3 0 4 へ戻り、ステップ S 3 0 4 ~ ステップ S 3 0 6 により V I センサ 1 0 4 を用いた整合動作を実施する。

上記の動作を高周波バイアスが O F F となるまで繰り返す。

【 0 0 4 0 】

上記のように、入力インピーダンスと出力インピーダンスとの差が大きく反射波電力が大きい場合（しきい値範囲外）の粗調整には高速応答が可能な出力側検知手段（V I センサ）を用いて短時間で行う。これにより、短時間で反射波電力を低減できる。入力インピーダンスと出力インピーダンスとの差が小さくなり反射波電力が小さくなった場合（しきい値範囲内）の精密な調整は、入力側検知手段（R F センサ）を用いて行う。これにより、高調波の影響を受けることなくインピーダンス整合を行い、より反射波電力を抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

図 2 に示すインピーダンス整合器を備え、図 1 に示すプラズマ処理装置を用いて図 3 に示す制御フローに従ってプラズマ処理を行ったところ、インピーダンス整合を速やかに行うことができ、反射波電力や高調波の影響が抑制され許容範囲内の寸法を有する素子数が増えプラズマ処理の歩留まりが向上した。

【 0 0 4 2 】

以上本実施例によれば、反射波が抑制され高速応答が可能なインピーダンス整合器を備えたプラズマ処理装置を提供することができる。

【 0 0 4 3 】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある構成の一部を他の構成に置き換えることも可能であり、また、ある構成に他の構成を加えることも可能である。

【 0 0 4 4 】

本願発明は、以下の実施の形態を含む。

(1) 真空容器内部に配置され内側でプラズマが生成される処理室と、この処理室内に配置され処理対象の試料がその上に載置される試料台と、この試料台内部に配置され前記試料の処理中に高周波電源から高周波電力が供給される電極とを備え、

前記高周波電源と前記電極との間の前記高周波電力が供給される経路上に配置された整合器であって、前記高周波電源から出力される高周波電力の電圧及び電流を検知する第 1 センサと、前記高周波電力のインピーダンスおよび位相を検知する第 2 センサと、整合用回路とを備え、前記第 2 センサの出力から検出されたインピーダンスおよび位相が所定の値より大きい場合に前記第 1 センサの出力を用いて前記整合用回路による整合を実施し、前記第 2 センサの出力から検出されたインピーダンスおよび位相が所定の値より小さい場合に当該第 2 センサの出力を用いて前記整合用回路による整合を実施することを特徴とするプラズマ処理装置。

(2) 上記 (1) に記載のプラズマ処理装置であって、

前記第 1 センサは、前記整合器の前記電極に近い側に配置され、

前記第 2 センサは、前記整合器の前記高周波電源に近い側に配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

(3) 上記 (1) 又は (2) に記載のプラズマ処理装置であって、

前記所定の値は、前記第 1 センサを用いたインピーダンス整合により到達できる整合位

10

20

30

40

50

置でのインピーダンス信号および位相信号の値より大きく、かつ、できるだけ小さな値に設定されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

(4) 上記(3)に記載のプラズマ処理装置であって、

前記できるだけ小さな値は、インピーダンス不整合による反射波と前記第1センサ使用時の高調波の両者を考慮して決定されるものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【符号の説明】

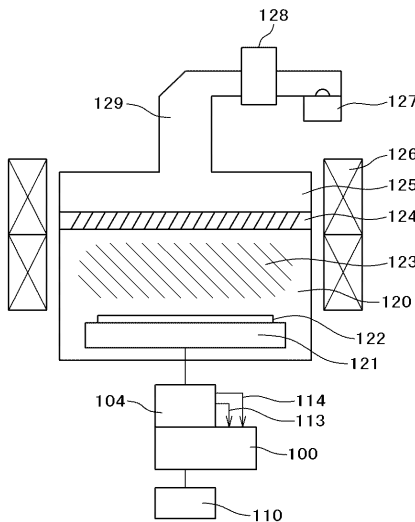
【0045】

100...インピーダンス整合器、101, 102...可変リアクタンス素子、103...RFセンサ、104...VIセンサ、105, 106...制御信号、108...制御回路、110...高周波電源、111...インピーダンス信号、112...位相信号、113...電圧信号、114...電流信号、120...真空容器、121...ウエハステージ(試料台)、122...ウエハ、123...プラズマ、124...石英天板、125...共振室、128...マイクロ波整合器、126...磁場コイル、127...マグネトロン。

10

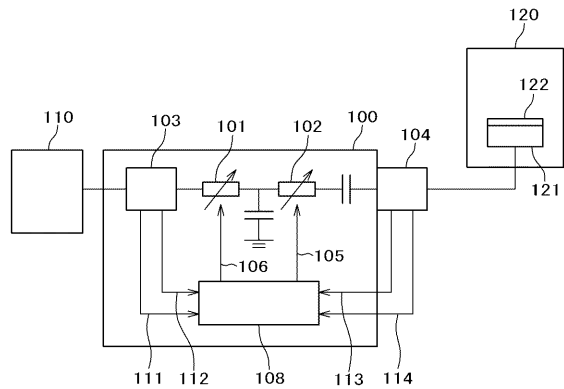
【図1】

図1



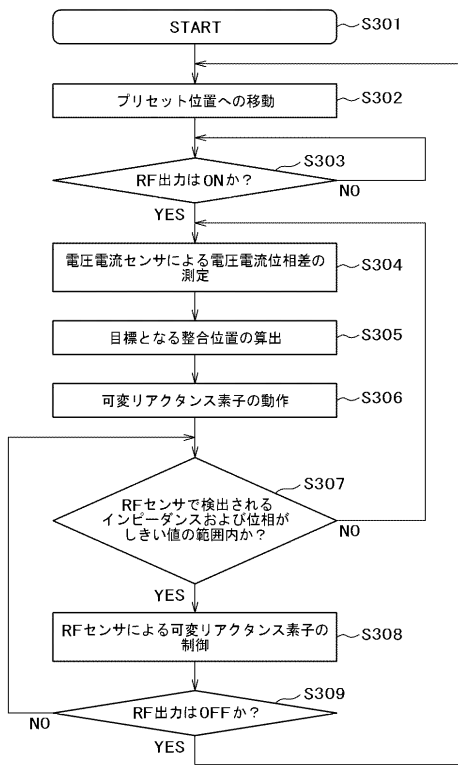
【図2】

図2



【 図 3 】

図 3



【 図 4 】

図 4

