

明 細 書

発明の名称： プラズマ処理装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2022年6月29日に出願された「Plasma Processing Apparatus」と題する米国仮特許出願第63／356,713号の優先権を主張し、同米国仮特許出願の全体を参照することにより本明細書に援用する。

技術分野

[0002] 本開示の例示的实施形態は、プラズマ処理装置に関するものである。

背景技術

[0003] プラズマ処理装置が、プラズマ処理において用いられる。プラズマ処理装置は、チャンバ及びチャンバ内に配置される基板支持台（載置台）を備えている。基板支持台は、基台（下部電極）及び基板を保持する静電チャックを有している。静電チャックの内部には基板の温度を調整するための温度調整素子（例えば、ヒータ）が設けられている。また、温度調整素子と温度調整素子用電源との間には、チャンバ内の高周波電極及び／又はその他の電氣的部材から給電ライン及び／又は信号線等の線路上に入ってくる高周波ノイズを減衰させるか阻止するフィルタが設けられている。このようなプラズマ処理装置の一種は、下記の特許文献1に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-173027号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示の例示的实施形態は、プラズマ処理装置の蓄電部の負荷変動に対する出力電圧の変動を低減する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 一つの例示的实施形態においてプラズマ処理システムが提供される。プラズマ処理システムは、第1及び第2のプラズマ処理装置を備える。第1及び第2のプラズマ処理装置の各々は、プラズマ処理チャンバ、基板支持部、高周波電源、電極又はアンテナ、電力消費部材、グランドフレーム、蓄電部、受電コイル、及び整流・平滑部を備える。基板支持部は、プラズマ処理チャンバ内に配置されている。高周波電源は、高周波電力を発生するように構成されている。電極又はアンテナは、プラズマ処理チャンバ内でガスからプラズマを生成するために高周波電力を受けるよう高周波電源に電氣的に接続されている。電力消費部材は、プラズマ処理チャンバ内又は基板支持部内に配置されている。グランドフレームは、接地されており、プラズマ処理チャンバと共に基板支持部を囲む。蓄電部は、グランドフレームによって囲まれた空間内に配置されており、電力消費部材と電氣的に接続されている。受電コイルは、蓄電部と電氣的に接続され、送電コイルから電磁誘導結合により電力を受けることが可能である。整流・平滑部は、グランドフレームによって囲まれた空間内に配置されている。整流・平滑部は、受電コイルと接続された整流回路と、整流回路と蓄電部との間で接続された平滑回路と、を含む。第1及び第2のプラズマ処理装置の各々は、その電力消費部材に対して、その蓄電部と第1及び第2のプラズマ処理装置のうち他のプラズマ処理装置の蓄電部とが並列接続可能であるように構成されている。

発明の効果

[0007] 一つの例示的实施形態によれば、プラズマ処理装置の蓄電部の負荷変動に対する出力電圧の変動を低減する技術が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。

[図2]容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

[図3]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

。

[図4]別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図5]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図6]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図7]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図8]一つの例示的实施形態に係る送電部を示す図である。

[図9]一つの例示的实施形態に係る送電コイル部及び受電コイル部を示す図である。

[図10]一つの例示的实施形態に係る送電コイル部及び受電コイル部を示す図である。

[図11]一つの例示的实施形態に係る送電コイル部及び受電コイル部を示す図である。

[図12]一つの例示的实施形態に係る受電コイル部のインピーダンス特性を示すグラフである。

[図13]一つの例示的实施形態に係るRFフィルタを示す図である。

[図14]一つの例示的实施形態に係る整流・平滑部を示す図である。

[図15]一つの例示的实施形態に係るRFフィルタを示す図である。

[図16]一つの例示的实施形態に係る送電部の通信部及び整流・平滑部の通信部を示す図である。

[図17]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図18]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図19]別の例示的实施形態に係る送電部の通信部及び整流・平滑部の通信部を示す図である。

[図20]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図で

ある。

[図21]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図22]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。

[図23]図23の(a)及び図23の(b)の各々は、一つの例示的实施形態に係る蓄電部を示す図である。

[図24]一つの例示的实施形態に係る電圧制御コンバータを示す図である。

[図25]一つの例示的实施形態に係る定電圧制御部を示す図である。

[図26]別の例示的实施形態に係る定電圧制御部を示す図である。

[図27]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムを示す図である。

[図28]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。

[図29]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。

[図30]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。

[図31]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。

[図32]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。

[図33]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。

[図34]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムにおける蓄電部の充電時の状態を示す図である。

[図35]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムにおける蓄電部の放電時の状態を示す図である。

[図36]一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムにおける蓄電部の

放電に関連するタイミングチャートである。

[図37]別の例示的实施形態に係るプラズマ処理システムを示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して種々の例示的实施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附することとする。

[0010] 図1は、プラズマ処理システムの構成例を説明するための図である。一実施形態において、プラズマ処理システムは、プラズマ処理装置1及び制御部2を含む。プラズマ処理システムは、基板処理システムの一例であり、プラズマ処理装置1は、基板処理装置の一例である。プラズマ処理装置1は、プラズマ処理チャンバ10、基板支持部11及びプラズマ生成部12を含む。プラズマ処理チャンバ10は、プラズマ処理空間を有する。また、プラズマ処理チャンバ10は、少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理空間に供給するための少なくとも1つのガス供給口と、プラズマ処理空間からガスを排出するための少なくとも1つのガス排出口とを有する。ガス供給口は、後述するガス供給部20に接続され、ガス排出口は、後述する排気システム40に接続される。基板支持部11は、プラズマ処理空間内に配置され、基板を支持するための基板支持面を有する。

[0011] プラズマ生成部12は、プラズマ処理空間内に供給された少なくとも1つの処理ガスからプラズマを生成するように構成される。プラズマ処理空間において形成されるプラズマは、容量結合プラズマ(CCP:Capacitively Coupled Plasma)、誘導結合プラズマ(ICP:Inductively Coupled Plasma)、ECRプラズマ(Electron-Cyclotron-Resonance Plasma)、ヘリコン波励起プラズマ(HWP:Helicon Wave Plasma)、又は、表面波プラズマ(SWP:Surface Wave Plasma)等であってもよい。また、AC(Alternating Current)プラズマ生成部及びDC(Direct Current)プラ

ズマ生成部を含む、種々のタイプのプラズマ生成部が用いられてもよい。一実施形態において、ACプラズマ生成部で用いられるAC信号（AC電力）は、100kHz～10GHzの範囲内の周波数を有する。従って、AC信号は、RF（Radio Frequency）信号及びマイクロ波信号を含む。一実施形態において、RF信号は、100kHz～150MHzの範囲内の周波数を有する。

[0012] 制御部2は、本開示において述べられる種々の工程をプラズマ処理装置1に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部2は、ここで述べられる種々の工程を実行するようにプラズマ処理装置1の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部2の一部又は全てがプラズマ処理装置1に含まれてもよい。制御部2は、処理部2a1、記憶部2a2及び通信インターフェース2a3を含んでもよい。制御部2は、例えばコンピュータ2aにより実現される。処理部2a1は、記憶部2a2からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部2a2に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部2a2に格納され、処理部2a1によって記憶部2a2から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ2aに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース2a3に接続されている通信回線であってもよい。処理部2a1は、CPU（Central Processing Unit）であってもよい。記憶部2a2は、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース2a3は、LAN（Local Area Network）等の通信回線を介してプラズマ処理装置1との間で通信してもよい。

[0013] 以下に、プラズマ処理装置1の一例としての容量結合型のプラズマ処理装

置の構成例について説明する。図2は、容量結合型のプラズマ処理装置の構成例を説明するための図である。

- [0014] 容量結合型のプラズマ処理装置1は、プラズマ処理チャンバ10、ガス供給部20、電源30及び排気システム40を含む。また、プラズマ処理装置1は、基板支持部11及びガス導入部を含む。ガス導入部は、少なくとも1つの処理ガスをプラズマ処理チャンバ10内に導入するように構成される。ガス導入部は、シャワーヘッド13を含む。基板支持部11は、プラズマ処理チャンバ10内に配置される。シャワーヘッド13は、基板支持部11の上方に配置される。一実施形態において、シャワーヘッド13は、プラズマ処理チャンバ10の天部（ceiling）の少なくとも一部を構成する。プラズマ処理チャンバ10は、シャワーヘッド13、プラズマ処理チャンバ10の側壁10a及び基板支持部11により規定されたプラズマ処理空間10sを有する。プラズマ処理チャンバ10は接地される。シャワーヘッド13及び基板支持部11は、プラズマ処理チャンバ10の筐体とは電氣的に絶縁される。
- [0015] 基板支持部11は、本体部111及びリングアセンブリ112を含む。本体部111は、基板Wを支持するための中央領域111aと、リングアセンブリ112を支持するための環状領域111bとを有する。ウェハは基板Wの一例である。本体部111の環状領域111bは、平面視で本体部111の中央領域111aを囲んでいる。基板Wは、本体部111の中央領域111a上に配置され、リングアセンブリ112は、本体部111の中央領域111a上の基板Wを囲むように本体部111の環状領域111b上に配置される。従って、中央領域111aは、基板Wを支持するための基板支持面とも呼ばれ、環状領域111bは、リングアセンブリ112を支持するためのリング支持面とも呼ばれる。
- [0016] 一実施形態において、本体部111は、基台1110及び静電チャック1111を含む。基台1110は、導電性部材を含む。基台1110の導電性部材は下部電極として機能し得る。静電チャック1111は、基台1110

の上に配置される。静電チャック1111は、セラミック部材1111aとセラミック部材1111a内に配置される静電電極（吸着電極、チャック電極、又はクランプ電極ともいう）1111bとを含む。セラミック部材1111aは、中央領域111aを有する。一実施形態において、セラミック部材1111aは、環状領域111bも有する。なお、環状静電チャックや環状絶縁部材のような、静電チャック1111を囲む他の部材が環状領域111bを有してもよい。この場合、リングアセンブリ112は、環状静電チャック又は環状絶縁部材の上に配置されてもよく、静電チャック1111と環状絶縁部材の両方の上に配置されてもよい。また、後述するRF電源31及び／又はDC電源32に結合される少なくとも1つのRF／DC電極がセラミック部材1111a内に配置されてもよい。この場合、少なくとも1つのRF／DC電極が下部電極として機能する。後述するバイアスRF信号及び／又はDC信号が少なくとも1つのRF／DC電極に供給される場合、RF／DC電極はバイアス電極とも呼ばれる。なお、基台1110の導電性部材と少なくとも1つのRF／DC電極とが複数の下部電極として機能してもよい。また、静電電極1111bが下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部11は、少なくとも1つの下部電極を含む。

[0017] リングアセンブリ112は、1又は複数の環状部材を含む。一実施形態において、1又は複数の環状部材は、1又は複数のエッジリングと少なくとも1つのカバーリングとを含む。エッジリングは、導電性材料又は絶縁材料で形成され、カバーリングは、絶縁材料で形成される。

[0018] また、基板支持部11は、静電チャック1111、リングアセンブリ112及び基板のうち少なくとも1つをターゲット温度に調節するように構成される温調モジュールを含んでもよい。温調モジュールは、ヒータ、伝熱媒体、流路1110a、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。流路1110aには、ブラインやガスのような伝熱流体が流れる。一実施形態において、流路1110aが基台1110内に形成され、1又は複数のヒータが静電チャック1111のセラミック部材1111a内に配置される。また、基板支

持部 11 は、基板 W の裏面と中央領域 111a との間の間隙に伝熱ガスを供給するように構成された伝熱ガス供給部を含んでもよい。

[0019] シャワーヘッド 13 は、ガス供給部 20 からの少なくとも 1 つの処理ガスをプラズマ処理空間 10s 内に導入するように構成される。シャワーヘッド 13 は、少なくとも 1 つのガス供給口 13a、少なくとも 1 つのガス拡散室 13b、及び複数のガス導入口 13c を有する。ガス供給口 13a に供給された処理ガスは、ガス拡散室 13b を通過して複数のガス導入口 13c からプラズマ処理空間 10s 内に導入される。また、シャワーヘッド 13 は、少なくとも 1 つの上部電極を含む。なお、ガス導入部は、シャワーヘッド 13 に加えて、側壁 10a に形成された 1 又は複数の開口部に取り付けられる 1 又は複数のサイドガス注入部 (SGI: Side Gas Injector) を含んでもよい。

[0020] ガス供給部 20 は、少なくとも 1 つのガスソース 21 及び少なくとも 1 つの流量制御器 22 を含んでもよい。一実施形態において、ガス供給部 20 は、少なくとも 1 つの処理ガスを、それぞれに対応のガスソース 21 からそれぞれに対応の流量制御器 22 を介してシャワーヘッド 13 に供給するように構成される。各流量制御器 22 は、例えばマスフローコントローラ又は圧力制御式の流量制御器を含んでもよい。さらに、ガス供給部 20 は、少なくとも 1 つの処理ガスの流量を変調又はパルス化する少なくとも 1 つの流量変調デバイスを含んでもよい。

[0021] 電源 30 は、少なくとも 1 つのインピーダンス整合回路を介してプラズマ処理チャンバ 10 に結合される RF 電源 31 を含む。RF 電源 31 は、少なくとも 1 つの RF 信号 (RF 電力) を少なくとも 1 つの下部電極及び／又は少なくとも 1 つの上部電極に供給するように構成される。これにより、プラズマ処理空間 10s に供給された少なくとも 1 つの処理ガスからプラズマが形成される。従って、RF 電源 31 は、プラズマ生成部 12 の少なくとも一部として機能し得る。また、バイアス RF 信号を少なくとも 1 つの下部電極に供給することにより、基板 W にバイアス電位が発生し、形成されたプラズ

マ中のイオン成分を基板Wに引き込むことができる。

- [0022] 一実施形態において、RF電源31は、第1のRF生成部31a及び第2のRF生成部31bを含む。第1のRF生成部31aは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に結合され、プラズマ生成用のソースRF信号（ソースRF電力）を生成するように構成される。一実施形態において、ソースRF信号は、10MHz～150MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第1のRF生成部31aは、異なる周波数を有する複数のソースRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のソースRF信号は、少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に供給される。
- [0023] 第2のRF生成部31bは、少なくとも1つのインピーダンス整合回路を介して少なくとも1つの下部電極に結合され、バイアスRF信号（バイアスRF電力）を生成するように構成される。バイアスRF信号の周波数は、ソースRF信号の周波数と同じであっても異なってもよい。一実施形態において、バイアスRF信号は、ソースRF信号の周波数よりも低い周波数を有する。一実施形態において、バイアスRF信号は、100kHz～60MHzの範囲内の周波数を有する。一実施形態において、第2のRF生成部31bは、異なる周波数を有する複数のバイアスRF信号を生成するように構成されてもよい。生成された1又は複数のバイアスRF信号は、少なくとも1つの下部電極に供給される。また、種々の実施形態において、ソースRF信号及びバイアスRF信号のうち少なくとも1つがパルス化されてもよい。
- [0024] また、電源30は、プラズマ処理チャンバ10に結合されるDC電源32を含んでもよい。DC電源32は、第1のDC生成部32a及び第2のDC生成部32bを含む。一実施形態において、第1のDC生成部32aは、少なくとも1つの下部電極に接続され、第1のDC信号を生成するように構成される。生成された第1のDC信号は、少なくとも1つの下部電極に印加される。一実施形態において、第2のDC生成部32bは、少なくとも1つの

上部電極に接続され、第2のDC信号を生成するように構成される。生成された第2のDC信号は、少なくとも1つの上部電極に印加される。

[0025] 種々の実施形態において、第1及び第2のDC信号がパルス化されてもよい。この場合、電圧パルスのシーケンスが少なくとも1つの下部電極及び／又は少なくとも1つの上部電極に印加される。電圧パルスは、矩形、台形、三角形又はこれらの組み合わせのパルス波形を有してもよい。一実施形態において、DC信号から電圧パルスのシーケンスを生成するための波形生成部が第1のDC生成部32aと少なくとも1つの下部電極との間に接続される。従って、第1のDC生成部32a及び波形生成部は、電圧パルス生成部を構成する。第2のDC生成部32b及び波形生成部が電圧パルス生成部を構成する場合、電圧パルス生成部は、少なくとも1つの上部電極に接続される。電圧パルスは、正の極性を有してもよく、負の極性を有してもよい。また、電圧パルスのシーケンスは、1周期内に1又は複数の正極性電圧パルスと1又は複数の負極性電圧パルスとを含んでもよい。なお、第1及び第2のDC生成部32a、32bは、RF電源31に加えて設けられてもよく、第1のDC生成部32aが第2のRF生成部31bに代えて設けられてもよい。

[0026] 排気システム40は、例えばプラズマ処理チャンバ10の底部に設けられたガス排出口10eに接続され得る。排気システム40は、圧力調整弁及び真空ポンプを含んでもよい。圧力調整弁によって、プラズマ処理空間10s内の圧力が調整される。真空ポンプは、ターボ分子ポンプ、ドライポンプ又はこれらの組み合わせを含んでもよい。

[0027] なお、容量結合型のプラズマ処理装置1においては、上部電極は、当該上部電極と基板支持部11との間にプラズマ処理空間が位置するように配置される。第1のRF生成部31aのような高周波電源は、上部電極又は基板支持部11内の下部電極に電氣的に接続される。プラズマ処理装置1が誘導結合型のプラズマ処理装置である場合には、アンテナが、当該アンテナと基板支持部11との間にプラズマ処理空間が位置するように配置される。第1のRF生成部31aのような高周波電源は、アンテナに電氣的に接続される。

プラズマ処理装置1がマイクロ波のような表面波によりプラズマを生成するプラズマ処理装置である場合には、アンテナが、当該アンテナと基板支持部11との間にプラズマ処理空間が位置するように配置される。第1のRF生成部31aのような高周波電源は、導波路を介してアンテナに電氣的に接続される。

[0028] 以下、種々の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置について説明する。以下に説明する各プラズマ処理装置は、チャンバ10内の少なくとも一つの電力消費部材に無線給電（電磁誘導結合）により電力を供給するように構成されており、プラズマ処理装置1と同じ構成を有し得る。

[0029] 図3は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図3に示すプラズマ処理装置100Aは、少なくとも一つの高周波電源300、受電コイル部140、蓄電部160、及び少なくとも一つの電力消費部材240（図25及び図26参照）を含んでいる。プラズマ処理装置100Aは、送電部120、送電コイル部130、整流・平滑部150、定電圧制御部180（一例の電圧制御部）、グランドフレーム110、整合部301を更に含んでもよい。

[0030] 少なくとも一つの高周波電源300は、第1のRF生成部31a及び／又は第2のRF生成部31bを含む。少なくとも一つの高周波電源300は、整合部301を介して基板支持部11に電氣的に接続されている。整合部301は、少なくとも一つのインピーダンス整合回路を含んでいる。

[0031] グランドフレーム110は、チャンバ10を含んでおり、電氣的に接地されている。グランドフレーム110は、その内部の空間110h（RF-Hot空間）と外側の空間110a（大気空間）とを電氣的に分離している。グランドフレーム110は、空間110h内に配置された基板支持部11を囲んでいる。プラズマ処理装置100Aでは、整流・平滑部150、蓄電部160、及び定電圧制御部180は、空間110h内に配置されている。また、プラズマ処理装置100Aでは、送電部120、送電コイル部130、及び受電コイル部140は、空間110aに配置されている。なお、空間1

10hは、減圧空間（真空空間）と非減圧空間（非真空空間）を含む。減圧空間は、チャンバ10内の空間であり、非減圧空間は、チャンバ10外の空間である。基板支持部11及び基板Wは、減圧空間内に配置される。整流・平滑部150、蓄電部160、及び定電圧制御部180は、非減圧空間内に配置される。

[0032] 空間110aに配置されているデバイス、即ち、送電部120、送電コイル部130、及び受電コイル部140等は、アルミニウムのような金属から形成された金属筐体によって覆われており、当該金属筐体は接地されている。これにより、第1のRF信号（ソースRF信号）及び／又は第2のRF信号（バイアスRF信号）のような高周波電力に起因する高周波ノイズの漏洩が抑制される。かかる金属筐体と各給電ラインは、それらの間に絶縁距離を有している。なお、以下の説明において、第1のRF信号及び／又は第2のRF信号のような高周波電力であって送電部120に向けて伝搬する高周波電力を、高周波ノイズ、コモンモードノイズ、又は伝導性ノイズということがある。

[0033] 送電部120は、交流電源400（例えば、商用交流電源）と送電コイル部130との間で電氣的に接続されている。送電部120は、交流電源400からの交流電力の周波数を受けて、当該交流電力の周波数を伝送周波数に変換することにより、伝送周波数を有する交流電力、即ち伝送交流電力を生成する。

[0034] 送電コイル部130は、後述する送電コイル131（図9参照）を含んでいる。送電コイル131は、送電部120に電氣的に接続されている。送電コイル131は、送電部120からの伝送交流電力を受けて、当該伝送交流電力を受電コイル141に無線伝送する。

[0035] 受電コイル部140は、後述する受電コイル141（図9参照）を含んでいる。受電コイル141は、送電コイル131と電磁誘導結合されている。電磁誘導結合は、磁界結合及び電界結合を含む。また、磁界結合は、磁界共鳴（磁界共振ともいう）を含む。受電コイル141と送電コイル131との

間の距離は、コモンモードノイズ（伝導性ノイズ）を抑制するように設定されている。また、受電コイル１４１と送電コイル１３１との間の距離は、給電可能な距離に設定されている。受電コイル１４１と送電コイル１３１との間の距離は、受電コイル１４１と送電コイル１３１との間での高周波電力（即ち、高周波ノイズ）の減衰量が閾値以下となり、且つ、送電コイル１３１からの電力を受電コイル１４１において受電可能なように設定される。減衰量の閾値は、送電部１２０の破損又は誤動作を十分に防止できる値に設定される。減衰量の閾値は、例えば、－２０ｄＢである。受電コイル部１４０によって受電された伝送交流電力は、整流・平滑部１５０に出力される。

[0036] 整流・平滑部１５０は、受電コイル部１４０と蓄電部１６０との間で電氣的に接続されている。整流・平滑部１５０は、受電コイル部１４０からの伝送交流電力に対する全波整流及び平滑化により、直流電力を生成する。整流・平滑部１５０によって生成された直流電力は、蓄電部１６０において蓄電される。蓄電部１６０は、整流・平滑部１５０と定電圧制御部１８０との間で電氣的に接続されている。なお、整流・平滑部１５０は、受電コイル部１４０からの伝送交流電力に対する半波整流及び平滑化により、直流電力を生成してもよい。

[0037] 整流・平滑部１５０と送電部１２０は、信号ライン１２５０により互いに電氣的に接続されている。整流・平滑部１５０は、信号ライン１２５０を介して指示信号を送電部１２０に送信する。指示信号は、伝送交流電力の供給又は伝送交流電力の供給の停止を送電部１２０に指示するための信号である。指示信号は、ステータス信号、異常検知信号、並びに、送電コイル部１３０及び受電コイル部１４０の冷却制御信号を含み得る。ステータス信号は、整流・平滑部１５０の電圧検出器１５５ｖ（図１４参照）及び電流検出器１５５ｉ（図１４参照）が検出する電圧、電流、電力の大きさ及び／又は位相等の値である。異常検知信号は、整流・平滑部１５０の故障及び／又は温度異常の発生を送電部１２０に伝達するための信号である。冷却制御信号は、送電コイル部１３０及び受電コイル部１４０に設けられた冷却機構を制御す

る。冷却制御信号は、例えば、空冷の場合は、ファンの回転数を制御する。
また、液冷の場合は、冷媒の流速及び／又は温度等を制御する。

- [0038] 定電圧制御部 180 は、蓄電部 160 において蓄電される電力を用いて、少なくとも電力消費部材 240 に電圧を印加する。定電圧制御部 180 は、少なくとも電力消費部材 240 に対する電圧印加とその停止を制御し得る。
- [0039] プラズマ処理装置 100A において、受電コイル 141 は、第 1 の RF 信号及び／又は第 2 の RF 信号のような高周波電力に起因する高周波ノイズに対するフィルタとして機能する。したがって、プラズマ処理装置の外部の電源への高周波ノイズの伝搬が抑制される。
- [0040] 図 4 を参照する。図 4 は、別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。以下、図 4 に示すプラズマ処理装置 100B について、プラズマ処理装置 100A に対するその相違点の観点から説明する。
- [0041] プラズマ処理装置 100B は、電圧制御コンバータ 170 を更に含んでいる。電圧制御コンバータ 170 は、DC-DC コンバータであり、蓄電部 160 と定電圧制御部 180 との間で接続されている。電圧制御コンバータ 170 は、蓄電部 160 に電圧変動が生じた場合においても、一定の出力電圧を定電圧制御部 180 に入力するように構成され得る。なお、蓄電部 160 における電圧変動は、例えば、蓄電部 160 を電気二重層で構成した場合に蓄電電力に応じた電圧低下等として生じ得る。
- [0042] 図 5 を参照する。図 5 は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。以下、図 5 に示すプラズマ処理装置 100C について、プラズマ処理装置 100B に対するその相違点の観点から説明する。
- [0043] プラズマ処理装置 100C は、RF フィルタ 190 を更に備えている。RF フィルタ 190 は、整流・平滑部 150 と送電部 120 との間で接続されている。RF フィルタ 190 は、信号ライン 1250 の一部を構成する。RF フィルタ 190 は、信号ライン 1250 を介した高周波電力（高周波ノイズ）の伝搬を抑制する特性を有する。即ち、RF フィルタ 190 は、高周波

ノイズ（伝導性ノイズ）に対して高いインピーダンスを有するが、比較的低い周波数の指示信号を通過させる特性を有するローパスフィルタを含む。

[0044] プラズマ処理装置１００Ｃでは、蓄電部１６０、電圧制御コンバータ１７０、及び定電圧制御部１８０が、互いに一体化されている。即ち、蓄電部１６０、電圧制御コンバータ１７０、及び定電圧制御部１８０は共に、単一の金属筐体内に配置されているか、単一の回路基板上に形成されている。これにより、蓄電部１６０と電圧制御コンバータ１７０とを互いに接続する一对の給電ライン（プラスライン及びマイナスライン）の各々の長さが短くなる。また、蓄電部１６０と電圧制御コンバータ１７０とを互いに接続する一对の給電ラインの長さを互いに等しくすることが可能である。また、電圧制御コンバータ１７０と定電圧制御部１８０とを互いに接続する一对の給電ライン（プラスライン及びマイナスライン）の各々の長さが短くなる。また、電圧制御コンバータ１７０と定電圧制御部１８０とを互いに接続する一对の給電ラインの長さを互いに等しくすることが可能である。したがって、ノーマルモードノイズ（プラスラインとマイナスラインの線間の電位差）に起因するデバイスの誤動作及び破損が抑制される。なお、チャンバ１０内に当該筐体の周囲に電磁界を遮蔽する別の金属体が設けられている場合は、単一の筐体は、金属製でなくてもよい。

[0045] 図６を参照する。図６は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。以下、図６に示すプラズマ処理装置１００Ｄについて、プラズマ処理装置１００Ｃに対する相違点の観点から説明する。

[0046] プラズマ処理装置１００Ｄは、ＲＦフィルタ１９０を含んでいない。プラズマ処理装置１００Ｄにおいて、整流・平滑部１５０は、無線部である通信部１５１を含む。通信部１５１は、非減圧空間内に配置されている。また、送電部１２０は、無線部である通信部１２１を含む。通信部１２１は、空間１１０ａに配置されている。上述の指示信号は、整流・平滑部１５０と送電部１２０との間で通信部１５１及び通信部１２１を用いて伝送される。通信部１２１及び通信部１５１の詳細については、後述する。

[0047] 図7を参照する。図7は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。以下、図7に示すプラズマ処理装置100Eについて、プラズマ処理装置100Dに対するその相違点の観点から説明する。

[0048] プラズマ処理装置100Eは、RFフィルタ200を更に含んでいる。RFフィルタ200は、受電コイル部140と整流・平滑部150との間で接続されている。RFフィルタ200は、受電コイル部140から送電コイル131及び送電部120へ伝搬する高周波ノイズを低減させるか遮断する特性を有する。RFフィルタ200の詳細については、後述する。

[0049] 以下、種々の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置における無線給電のための各部の構成について詳細に説明する。

[0050] [送電部の構成]

[0051] 図8は、一つの例示的实施形態に係る送電部を示す図である。送電部120は、上述したように、交流電源400からの交流電力の周波数を受けて、当該交流電力の周波数を伝送周波数に変換することにより、伝送周波数を有する伝送交流電力を生成する。

[0052] 一実施形態において、送電部120は、制御部122、整流・平滑部123、及びインバータ124を含む。制御部122は、CPUのようなプロセッサ又はFPGA (Field-Programmable Gate Array) のようなプログラム可能なロジックデバイスから構成されている。

[0053] 整流・平滑部123は、整流回路と平滑回路を含む。整流回路は、例えばダイオードブリッジを含む。平滑回路は、例えば線間コンデンサを含む。整流・平滑部123は、交流電源400からの交流電力に対する全波整流及び平滑化により、直流電力を生成する。なお、整流・平滑部123は、交流電源400からの交流電力に対する半波整流及び平滑化により、直流電力を生成してもよい。

[0054] インバータ124は、整流・平滑部123によって出力される直流電力が

ら伝送周波数を有する伝送交流電力を生成する。インバータ124は、例えば、フルブリッジインバータであり、複数のトライアック又は複数のスイッチング素子（例えばFET）を含む。インバータ124は、制御部122による複数のトライアック又は複数のスイッチング素子のON/OFF制御により、伝送交流電力を生成する。インバータ124から出力された伝送交流電力は、送電コイル部130に出力される。

[0055] 送電部120は、電圧検出器125v、電流検出器125i、電圧検出器126v、及び電流検出器126iを更に含んでもよい。電圧検出器125vは、整流・平滑部123とインバータ124とを互いに接続する一対の給電ラインの間の電圧値を検出する。電流検出器125iは、整流・平滑部123とインバータ124との間での電流値を検出する。電圧検出器126vは、インバータ124と送電コイル部130を互いに接続する一対の給電ラインの間の電圧値を検出する。電流検出器126iは、インバータ124と送電コイル部130との間での電流値を検出する。電圧検出器125vによって検出された電圧値、電流検出器125iによって検出された電流値、電圧検出器126vによって検出された電圧値、及び電流検出器126iによって検出された電流値は、制御部122に通知される。

[0056] 送電部120は、上述した通信部121を含んでいる。通信部121は、ドライバ121d、送信器121tx、及び受信器121rxを含む。送信器121txは、無線信号の送信器であるか、光信号の送信器である。受信器121rxは、無線信号の受信器であるか、光信号の受信器である。通信部121は、ドライバ121dにより送信器121txを駆動して制御部122からの信号を無線信号又は光信号として送信器121txから出力させる。送信器121txから出力された信号は、後述する通信部151（図14参照）において受信される。また、通信部121は、通信部151から上述の指示信号のような信号を受信器121rxにより受信して、受信した信号をドライバ121dを介して制御部122に入力する。制御部122は、通信部151から通信部121を介して受信した指示信号、電圧検出器12

5 vによって検出された電圧値、電流検出器125 iによって検出された電流値、電圧検出器126 vによって検出された電圧値、及び電流検出器126 iによって検出された電流値に応じてインバータ124を制御することにより、伝送交流電力の出力及びその停止を切り替える。

[0057] [送電コイル部及び受電コイル部]

[0058] 図9～図11を参照する。図9～図11の各々は、一つの例示的实施形態に係る送電コイル部及び受電コイル部を示す図である。図9に示すように、送電コイル部130は、送電コイル131に加えて、共振コンデンサ132 a及び共振コンデンサ132 bを含んでいてもよい。共振コンデンサ132 aは、送電部120と送電コイル部130とを互いに接続する一対の給電ラインのうち一方と送電コイル131の一端との間で接続されている。共振コンデンサ132 bは、当該一対の給電ラインのうち他方と送電コイル131の他端との間で接続されている。送電コイル131、共振コンデンサ132 a、及び共振コンデンサ132 bは、伝送周波数に対して共振回路を構成する。即ち、送電コイル131、共振コンデンサ132 a、及び共振コンデンサ132 bは、伝送周波数に略一致する共振周波数を有する。なお、送電コイル部130は、共振コンデンサ132 aと共振コンデンサ132 bの何れか一方を含んでいなくてもよい。

[0059] 図10及び図11に示すように、送電コイル部130は、金属筐体130 gを更に含んでいてもよい。金属筐体130 gは、開口端を有しており、接地されている。送電コイル131は、金属筐体130 g内に絶縁距離を確保して配置されている。送電コイル部130は、ヒートシンク134、フェライト材135、及び熱伝導シート136を更に含んでいてもよい。ヒートシンク134は、金属筐体130 g内に配置されており、金属筐体130 gによって支持されている。フェライト材135は、ヒートシンク134上に配置されている。熱伝導シート136は、フェライト材135上に配置されている。送電コイル131は、熱伝導シート136上に配置されており、金属筐体130 gの開口端を介して受電コイル141と対面している。図11に

示すように、金属筐体 130g 内には、共振コンデンサ 132a 及び共振コンデンサ 132b が更に收容されていてもよい。

[0060] 図 9 に示すように、受電コイル部 140 は、受電コイル 141 を含む。受電コイル 141 は、送電コイル 131 と電磁誘導結合される。受電コイル部 140 は、受電コイル 141 に加えて、共振コンデンサ 142a 及び共振コンデンサ 142b を含んでいてもよい。共振コンデンサ 142a は、受電コイル部 140 から延びる一对の給電ラインのうち一方と受電コイル 141 の一端との間で接続されている。共振コンデンサ 142b は、当該一对の給電ラインのうち他方と受電コイル 141 の他端との間で接続されている。受電コイル 141、共振コンデンサ 142a、及び共振コンデンサ 142b は、伝送周波数に対して共振回路を構成する。即ち、受電コイル 141、共振コンデンサ 142a、及び共振コンデンサ 142b は、伝送周波数に略一致する共振周波数を有する。なお、受電コイル部 140 は、共振コンデンサ 142a と共振コンデンサ 142b の何れか一方を含んでいなくてもよい。

[0061] 図 10 及び図 11 に示すように、受電コイル部 140 は、金属筐体 140g を更に含んでいてもよい。金属筐体 140g は、開口端を有しており、接地されている。受電コイル 141 は、金属筐体 140g 内に絶縁距離を確保して配置されている。受電コイル部 140 は、スペーサ 143、ヒートシンク 144、フェライト材 145、及び熱伝導シート 146 を更に含んでいてもよい。スペーサ 143 は、金属筐体 140g 内に配置されており、金属筐体 140g によって支持されている。スペーサ 143 については、後述する。ヒートシンク 144 は、スペーサ 143 上に配置されている。フェライト材 145 は、ヒートシンク 144 上に配置されている。熱伝導シート 146 は、フェライト材 145 上に配置されている。受電コイル 141 は、熱伝導シート 146 上に配置されており、金属筐体 140g の開口端を介して送電コイル 131 と対面している。図 11 に示すように、金属筐体 140g 内には、共振コンデンサ 142a 及び共振コンデンサ 142b が更に收容されていてもよい。

[0062] スペーサ 143 は、誘電体から形成されており、受電コイル 141 と金属筐体 140g（グランド）との間に設けられている。スペーサ 143 は、受電コイル 141 とグランドとの間に空間浮遊容量を与えている。

[0063] [受電コイル部のインピーダンス特性]

[0064] 図 12 を参照する。図 12 は、一つの例示的实施形態に係る受電コイル部のインピーダンス特性を示すグラフである。図 12 は、スペーサ 143 の厚さに応じた受電コイル部 140 のインピーダンス特性を示している。スペーサ 143 の厚さは、ヒートシンク 144 と金属筐体 140g との間の距離に対応する。図 12 に示すように、受電コイル部 140 は、スペーサ 143 の厚さに応じて周波数 f_H 及び周波数 f_L の各々のインピーダンスを調整することができる。したがって、受電コイル部 140 によれば、第 1 の RF 信号及び第 2 の RF 信号のようなプラズマ処理装置において使用される二つの高周波電力の周波数の各々において高いインピーダンスを提供することが可能である。また、受電コイル部 140 において高いインピーダンスを得ることができるので、高周波電力の損失を抑制して、高い処理レート（例えばエッチングレート）を得ることができる。

[0065] [RF フィルタ 200]

[0066] 図 13 を参照する。図 13 は、一つの例示的实施形態に係る RF フィルタを示す図である。図 13 に示すように、RF フィルタ 200 は、受電コイル部 140 と整流・平滑部 150 との間で接続されている。RF フィルタ 200 は、インダクタ 201a、インダクタ 201b、終端コンデンサ 202a、及び終端コンデンサ 202b を含む。インダクタ 201a の一端は、共振コンデンサ 142a に接続されており、インダクタ 201a の他端は、整流・平滑部 150 に接続されている。インダクタ 201b の一端は、共振コンデンサ 142b に接続されており、インダクタ 201b の他端は、整流・平滑部 150 に接続されている。終端コンデンサ 202a は、インダクタ 201a の一端とグランドとの間で接続されている。終端コンデンサ 202b は、インダクタ 201b の一端とグランドとの間で接続されている。インダク

タ 201 a 及び終端コンデンサ 202 a は、ローパスフィルタを形成する。また、インダクタ 201 b 及び終端コンデンサ 202 b は、ローパスフィルタを形成する。RF フィルタ 200 によれば、第 1 の RF 信号及び第 2 の RF 信号のようなプラズマ処理装置において使用される二つの高周波電力の周波数の各々において高インピーダンスが得られる。したがって、高周波電力の損失が抑制されて、高い処理レート（例えばエッチングレート）を得ることができる。

[0067] [整流・平滑部]

[0068] 図 14 を参照する。図 14 は、一つの例示的实施形態に係る整流・平滑部を示す図である。一実施形態において、整流・平滑部 150 は、制御部 152、整流回路 153、及び平滑回路 154 を含む。整流回路 153 は、受電コイル部 140 と平滑回路 154 との間で接続されている。平滑回路 154 は、整流回路 153 と蓄電部 160 との間で接続されている。制御部 152 は、CPU のようなプロセッサ又は FPGA (Field-Programmable Gate Array) のようなプログラム可能なロジックデバイスから構成されている。なお、制御部 152 は、制御部 122 と同一であってもよく、異なってもよい。

[0069] 整流回路 153 は、受電コイル部 140 からの交流電力に対する全波整流により生成した電力を出力する。整流回路 153 は、例えばダイオードブリッジである。なお、整流回路 153 は、受電コイル部 140 からの交流電力に対する半波整流により生成した電力を出力してもよい。

[0070] 平滑回路 154 は、整流回路 153 からの電力に対する平滑化により直流電力を生成する。平滑回路 154 は、インダクタ 1541 a、コンデンサ 1542 a、及びコンデンサ 1542 b を含んでもよい。インダクタ 1541 a の一端は、平滑回路 154 の一対の入力のうち一方に接続されている。インダクタ 1541 a の他端は、整流・平滑部 150 の正出力 (V_{OUT+}) に接続されている。整流・平滑部 150 の正出力は、後述する一対の給電ラインのうちプラスライン 160 p (図 23 の (a) 及び図 23 の (b) を参

照)を介して蓄電部160の一つ以上のコンデンサの各々の一端に接続されている。

[0071] コンデンサ1542aの一端は、平滑回路154の一对の入力のうち一方及びインダクタ1541aの一端に接続されている。コンデンサ1542aの他端は、平滑回路154の一对の出力のうち他方及び整流・平滑部150の負出力(V_{OUT-})に接続されている。整流・平滑部150の負出力は、後述する一对の給電ラインのうちマイナスライン160m(図23の(a)及び図23の(b)を参照)を介して蓄電部160の一つ以上のコンデンサの各々の他端に接続されている。コンデンサ1542bの一端は、インダクタ1541aの他端に接続されている。コンデンサ1542bの他端は、平滑回路154の一对の出力のうち他方及び整流・平滑部150の負出力(V_{OUT-})に接続されている。

[0072] 整流・平滑部150は、電圧検出器155v及び電流検出器155iを更に含んでもよい。電圧検出器155vは、整流・平滑部150の正出力と負出力との間の電圧値を検出する。電流検出器155iは、整流・平滑部150と蓄電部160との間での電流値を検出する。電圧検出器155vによって検出された電圧値及び電流検出器155iによって検出された電流値は、制御部152に通知される。制御部152は、蓄電部160において蓄えられている電力に応じて、上述の指示信号を生成する。例えば、制御部152は、蓄電部160において蓄えられている電力が第1の閾値以下である場合には、送電部120に給電、即ち伝送交流電力の出力を指示するための指示信号を生成する。第1の閾値は、例えば、電力消費部材240といった負荷での消費電力である。また、余裕度を考慮して電力消費部材240といった負荷での消費電力に一定の値(例えば、1以上、3以下の範囲内の値)を乗算した値でもよい。一方、制御部152は、蓄電部160において蓄えられている電力が第2の閾値よりも大きい場合には、送電部120に対して給電の停止、即ち伝送交流電力の出力の停止を指示するための指示信号を生成する。第2の閾値は、蓄電部160の限界蓄電電力を超えない値である。

第2の閾値は、例えば、蓄電部160の限界蓄電電力に一定の値（例えば1以下の値）を乗算した値である。

[0073] 整流・平滑部150は、上述した通信部151を含んでいる。通信部151は、ドライバ151d、送信器151tx、及び受信器151rxを含む。送信器151txは、無線信号の送信器であるか、光信号の送信器である。受信器151rxは、無線信号の受信器であるか、光信号の受信器である。通信部151は、ドライバ151dにより送信器151txを駆動して指示信号のような制御部122からの信号を送信器151txから無線信号又は光信号として出力させる。送信器151txら出力された信号は、送電部120の通信部121において受信される。また、通信部151は、通信部121からの信号を受信器151rxにより受信して、受信した信号をドライバ151dを介して制御部152に入力する。

[0074] [RFフィルタ190]

[0075] 図15を参照する。図15は、一つの例示的实施形態に係るRFフィルタ190を示す図である。図15に示すように、信号ライン1250は、送電部120の信号出力(Tx)と整流・平滑部150の信号入力(Rx)とを電気的に接続する第1の信号ライン、及び送電部120の信号入力(Rx)と整流・平滑部150の信号出力(Tx)とを電気的に接続する第2の信号ラインを含んでもよい。信号ライン1250は、送電部120の第1の基準電圧端子(VCC)と整流・平滑部150の第1の基準電圧端子(VCC)とを接続する信号ライン、及び送電部120の第2の基準電圧端子(GND)と整流・平滑部150の第2の基準電圧端子(GND)とを接続する信号ラインを含んでもよい。信号ライン1250は、グラウンド電位のシールドで覆われたシールドケーブルであってもよい。この場合には、信号ライン1250を構成する複数の信号ラインは、一つずつ個別にシールドで覆われてもよく、まとめてシールドで覆われてもよい。RFフィルタ190は、信号ライン1250を構成する複数の信号ラインの各々にローパスフィルタを提供する。ローパスフィルタは、インダクタ及びコンデンサを含むLC

フィルタであってもよい。ローパスフィルタのインダクタは、対応する信号ラインの一部を構成する。コンデンサは、送電部120に接続されたインダクタの一端とグラウンドとの間で接続されている。RFフィルタ190によれば、整流・平滑部150と送電部120との間の信号ライン1250を介した高周波電力（高周波ノイズ）の伝搬を抑制することが可能となる。

[0076] [送電部の通信部及び整流・平滑部の通信部]

[0077] 図16～図18を参照する。図16は、一つの例示的实施形態に係る送電部の通信部及び整流・平滑部の通信部を示す図である。図17及び図18の各々は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図6、図7、図16、図17、及び図18に示すように、通信部121及び通信部151は、互いの間で無線通信を介して上述の指示信号のような信号の伝送を行うように構成されていてもよい。無線通信を介した通信は、光通信により行われてもよい。通信部121及び通信部151がそれらの間で無線通信を介して信号の伝送を行う場合には、通信部121及び通信部151は、それらの間に遮蔽物が介在しなければ、如何なる位置に配置されていてもよい。これらの図に示す例によれば、RFフィルタ190が不要となる。なお、図16～図18に示す例を含む種々の例示的实施形態において、信号ライン1250は、グラウンド電位のシールドで覆われたシールドケーブルであってもよい。この場合には、信号ライン1250を構成する複数の信号ラインは、一つずつ個別にシールドで覆われてもよく、まとめてシールドで覆われてもよい。

[0078] 図19～図22を参照する。図19は、別の例示的实施形態に係る送電部の通信部及び整流・平滑部の通信部を示す図である。図20～図22の各々は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置を概略的に示す図である。図19～図22に示すように、通信部121及び通信部151は、互いの間で光ファイバ1260を介して、即ち、光ファイバ通信により、上述の指示信号のような信号（光信号）の伝送を行うように構成されていてもよい。通信部121及び通信部151がそれらの間で光ファイバ1260を介し

て信号の伝送を行う場合には、通信部 121 及び通信部 151 は、光ファイバ 1260 の曲げ半径が許容される範囲内にあれば、如何なる位置に配置されていてもよい。これらの図に示す例においても、RF フィルタ 190 が不要となる。

[0079] 〔蓄電部〕

[0080] 図 23 の (a) 及び図 23 の (b) を参照する。図 23 の (a) 及び図 23 の (b) の各々は、一つの例示的实施形態に係る蓄電部を示す図である。図 23 の (a) に示すように、蓄電部 160 は、コンデンサ 161 を含んでいる。コンデンサ 161 は、一対の給電ライン、即ち、プラスライン 160p とマイナスライン 160m との間で接続されている。プラスライン 160p は、整流・平滑部 150 の正出力 (V_{OUT+}) から負荷に向けて延びている。マイナスライン 160m は、整流・平滑部 150 の負出力 (V_{OUT-}) から負荷に向けて延びている。コンデンサ 161 は、有極性のコンデンサであってもよい。コンデンサ 161 は、電気二重層又はリチウムイオンバッテリーであってもよい。

[0081] 図 23 の (b) に示すように、蓄電部 160 は、複数のコンデンサ 161 を含んでもよい。複数のコンデンサ 161 は、プラスライン 160p とマイナスライン 160m との間で直列接続されている。複数のコンデンサ 161 は、互いに同一の静電容量を有してもよいし、互いに異なる静電容量を有してもよい。複数のコンデンサ 161 の各々は、有極性のコンデンサであってもよい。複数のコンデンサ 161 の各々は、電気二重層又はリチウムイオンバッテリーであってもよい。蓄電部 160 は、それに対する入力電圧とノーマルモードノイズによる線間電位差との合計値が許容入力電圧よりも低くなる条件で用いられる必要がある。蓄電部 160 が、複数のコンデンサ 161 の直列接続を含む場合には、蓄電部 160 の許容入力電圧が高くなる。したがって、図 23 の (b) に示す例によれば、蓄電部 160 のノイズ耐性が向上される。

[0082] 〔電圧制御コンバータ〕

- [0083] 図24を参照する。図24は、一つの例示的实施形態に係る電圧制御コンバータを示す図である。電圧制御コンバータ170は、DC-DCコンバータである。電圧制御コンバータ170は、蓄電部160と定電圧制御部180との間で接続されている。電圧制御コンバータ170の正入力(V_{IN+})には、プラスライン160pが接続されている。電圧制御コンバータ170の負入力(V_{IN-})には、マイナスライン160mが接続されている。電圧制御コンバータ170の正出力(V_{OUT+})は、定電圧制御部180の正入力(V_{IN+})に接続されている。電圧制御コンバータ170の負出力(V_{OUT-})は、定電圧制御部180の負入力(V_{IN-})に接続されている。
- [0084] 電圧制御コンバータ170は、制御部172、ローパスフィルタ173、トランス174、及びコンデンサ175を含んでもよい。ローパスフィルタ173は、インダクタ1731a、コンデンサ1732a、及びコンデンサ1732bを含んでもよい。インダクタ1731aの一端は、電圧制御コンバータ170の正入力(V_{IN+})に接続されている。インダクタ1731aの他端は、トランス174の一次側コイルの一端に接続されている。コンデンサ1732aの一端は、インダクタ1731aの一端及び電圧制御コンバータ170の正入力(V_{IN+})に接続されている。コンデンサ1732aの他端は、電圧制御コンバータ170の負入力(V_{IN-})に接続されている。コンデンサ1732bの一端は、インダクタ1731aの他端に接続されている。コンデンサ1732bの他端は、電圧制御コンバータ170の負入力(V_{IN-})に接続されている。
- [0085] トランス174は、一次側コイル1741、二次側コイル1742、及びスイッチ1743を含んでいる。一次側コイル1741の他端は、スイッチ1743を介して電圧制御コンバータ170の負入力(V_{IN-})に接続されている。二次側コイル1742の一端は、コンデンサ175の一端及び電圧制御コンバータ170の正出力(V_{OUT+})に接続されている。二次側コイル1742の他端は、コンデンサ175の他端及び電圧制御コンバータ170の負出力(V_{OUT-})に接続されている。

- [0086] スイッチ 1743 には、ドライバ 1744 が接続されている。ドライバ 1744 は、スイッチ 1743 を開閉する。スイッチ 1743 が閉じているとき、即ち、一次側コイル 1741 の他端と負入力 (V_{IN-}) が導通状態にあるときには、一次側コイル 1741 の他端が電圧制御コンバータ 170 の負入力 (V_{IN-}) に接続されて、電圧制御コンバータ 170 からの直流電力が定電圧制御部 180 に与えられる。一方、スイッチ 1743 が開いているとき、即ち、一次側コイル 1741 の他端と負入力 (V_{IN-}) が非導通状態にあるときには、一次側コイル 1741 の他端と電圧制御コンバータ 170 の負入力 (V_{IN-}) との接続が切断されて、電圧制御コンバータ 170 から定電圧制御部 180 への直流電力の供給が遮断される。
- [0087] 電圧制御コンバータ 170 は、電圧検出器 176v 及び電流検出器 176i を更に含んでもよい。電圧検出器 176v は、二次側コイル 1742 の両端間の電圧値又は電圧制御コンバータ 170 の正出力と負出力との間での電圧値を検出する。電流検出器 176i は、二次側コイル 1742 の他端と電圧制御コンバータ 170 の負出力との間での電流値を測定する。電圧検出器 176v によって検出された電圧値及び電流検出器 176i によって検出された電流値は、制御部 172 に通知される。なお、制御部 172 は、制御部 122 及び制御部 152 の少なくとも何れか一つと同一であってもよく、異なってもよい。
- [0088] 制御部 172 は、電圧検出器 176v によって検出された電圧値が閾値以上である場合に、ドライバ 1744 を制御して、電圧制御コンバータ 170 から定電圧制御部 180 への直流電力の供給を遮断する。電圧制御コンバータ 170 の正出力と負出力との間の電圧値は、電圧制御コンバータ 170 の出力電圧値とノーマルモードノイズによる線間電位差の加算値である。この実施形態では、ノーマルモードノイズによる線間電位差に起因する過電圧による電圧制御コンバータ 170 の負荷の破損を抑制することができる。
- [0089] [定電圧制御部]
- [0090] 図 25 及び図 26 を参照する。図 25 及び図 26 は、幾つかの例示的实施

形態に係る定電圧制御部を示す図である。定電圧制御部 180 は、蓄電部 160 と少なくとも一つの電力消費部材 240 との間で接続されており、少なくとも一つの電力消費部材 240 への電圧印加（直流電圧の印加）及びその停止を制御するように構成されている。

[0091] 定電圧制御部 180 は、制御部 182 及び少なくとも一つのスイッチ 183 を含んでいる。定電圧制御部 180 の正入力 (V_{IN+}) は、スイッチ 183 を介して電力消費部材 240 に接続されている。定電圧制御部 180 の負入力 (V_{IN-}) は、電力消費部材 240 に接続されている。スイッチ 183 は、制御部 182 によって制御される。スイッチ 183 が閉じられているときには、定電圧制御部 180 からの直流電圧が電力消費部材 240 に印加される。スイッチ 183 が開かれているときには、定電圧制御部 180 から電力消費部材 240 への直流電圧の印加が停止される。なお、制御部 182 は、制御部 122、制御部 152 及び制御部 172 の少なくとも何れか一つと同一であってもよく、異なってもよい。

[0092] 図 25 及び図 26 に示す実施形態において、プラズマ処理装置は、複数の電力消費部材 240 を含んでいる。定電圧制御部 180 は、制御部 182 及び複数のスイッチ 183 を含んでいる。定電圧制御部 180 の正入力 (V_{IN+}) は、複数のスイッチ 183 を介して複数の電力消費部材 240 に接続されている。定電圧制御部 180 の負入力 (V_{IN-}) は、複数の電力消費部材 240 に接続されている。

[0093] 図 25 及び図 26 に示す実施形態において、複数の電力消費部材 240 は複数のヒータ（抵抗加熱素子）を含んでもよい。複数のヒータは、基板支持部 11 内に設けられていてもよい。図 25 に示す実施形態では、複数の抵抗体 260 が複数のヒータそれぞれの近傍に配置されている。複数の抵抗体 260 の各々は、温度によって変化する抵抗値を有する。複数の抵抗体 260 の各々は、例えばサーミスタである。複数の抵抗体 260 の各々は、基準抵抗（図示せず）と直列接続されている。定電圧制御部 180 は、複数の測定部 184 を含んでいる。複数の測定部 184 の各々は、複数の抵抗体 2

60のうち対応する抵抗体と基準抵抗の直列接続に基準電圧を印加して、当該抵抗体の両端間の電圧値を検出する。複数の測定部184の各々は、検出した電圧値を制御部182に通知する。制御部182は、通知された電圧値から複数のヒータのうち対応するヒータが配置されている領域の温度を特定し、当該領域の温度を目標温度に近づけるように、対応するヒータへの直流電圧の印加を制御する。なお、複数の抵抗体260の代わりに光ファイバ温度計を配置してもよい。この場合は、複数の抵抗体260と複数の測定部184との間の配線が不要になるため、電力消費部材240への高周波の伝導性ノイズの影響を無くすることができる。

[0094] 図26に示す実施形態において、定電圧制御部180は、電圧検出器185v及び複数の電流検出器185iを含む。電圧検出器185vは、複数のヒータの各々に印加されている電圧値を検出する。複数の電流検出器185iは、複数のヒータのうち対応するヒータに供給される電流の値、即ち電流値を測定する。複数の測定部184は、複数のヒータのうち対応するヒータの抵抗値を、複数の電流検出器185iのうち対応する電流検出器によって検出された電流値と電圧検出器185vによって検出された電圧値から特定する。制御部182は、複数のヒータそれぞれの検出された抵抗値から、複数のヒータそれぞれが配置されている複数の領域それぞれの温度を特定する。制御部182は、複数の領域それぞれの温度を目標温度に近づけるように、複数のヒータそれぞれへの直流電圧の印加を制御する。

[0095] [複数のプラズマ処理装置の蓄電部の共用]

[0096] 図27～図33を参照する。図27は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムを示す図である。図28～図33の各々は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムの構成を部分的に示す図である。図27～図33に示すプラズマ処理システム（以下、「システムPS」という）は、複数のプラズマ処理装置100Gを含んでいる。以下、複数のプラズマ処理装置100Gの各々の図7に示すプラズマ処理装置100Eに対する相違点の観点から、システムPSについて説明する。

- [0097] 図27に示す例において、システムPSは、複数のプラズマ処理装置100Gとして、プラズマ処理装置100G1（第1のプラズマ処理装置）及びプラズマ処理装置100G2（第2のプラズマ処理装置）を含んでいる。システムPSは、三つ以上のプラズマ処理装置100Gを含んでいてもよい。
- [0098] システムPSでは、複数のプラズマ処理装置100Gの各々は、他のプラズマ処理装置100Gの蓄電部160を共用することが可能である。即ち、複数のプラズマ処理装置100Gの各々は、その一つ以上の電力消費部材240の各々に対して、その蓄電部160と他のプラズマ処理装置100Gの蓄電部160が並列接続され得るように構成されている。
- [0099] 複数のプラズマ処理装置100Gの各々は、一对の端子Ta及びTbを含んでいる。端子Taは、整流・平滑部150と蓄電部160とを互いに接続する一对の給電ラインのうち一方（例えば、プラスライン160p）に接続される。端子Tbは、整流・平滑部150と蓄電部160とを互いに接続する一对の給電ラインのうち他方（例えば、マイナスライン160m）に接続される。
- [0100] 一对の端子Ta及びTbは、グランドフレーム110内の非減圧空間の中に配置されている。グランドフレーム110は、一对の端子Ta及びTbをグランドフレーム110の外側に露出させるための開口110wを有している。開口110wにより、グランドフレーム110内的一对の端子Ta及びTbにアクセス可能となる。複数のプラズマ処理装置100Gの各々の端子Taは、複数のプラズマ処理装置100Gのうち他のプラズマ処理装置の端子Taと、開口110wを通して延びる第1の配線を介して接続される。第1の配線は、グランドフレーム110から絶縁距離以上離れて配置されている。複数のプラズマ処理装置100Gの各々の端子Tbは、複数のプラズマ処理装置100Gのうち他のプラズマ処理装置の端子Tbと、開口110wを通して延びる第2の配線を介して接続される。これにより、複数のプラズマ処理装置100Gそれぞれの蓄電部160が並列接続される。第2の配線は、グランドフレーム110から絶縁距離以上離れて配置されている。

- [0101] 一実施形態において、複数のプラズマ処理装置 100G それぞれの蓄電部 160 は、それらの間での許容される電力の逆流の方向を切り替え可能に構成された少なくとも一つの逆流防止切替器 162 を介して並列接続される。図 27～図 33 に示す例では、プラズマ処理装置 100G1 及びプラズマ処理装置 100G2 の各々は、逆流防止切替器 162 を含んでいる。プラズマ処理装置 100G1 の蓄電部 160 とプラズマ処理装置 100G2 の蓄電部 160 は、プラズマ処理装置 100G1 の逆流防止切替器 162 及びプラズマ処理装置 100G2 の逆流防止切替器 162 を介して並列接続されている。
- [0102] 逆流防止切替器 162 は、複数のプラズマ処理装置 100G のうち対応する一つのプラズマ処理装置の上述した非減圧空間内に設けられていてもよい。或いは、逆流防止切替器 162 は、複数のプラズマ処理装置 100G それぞれのグラウンドフレーム 110 の外側に設けられていてもよい。図 29 に示すように、複数のプラズマ処理装置 100G の各々は、その整流・平滑部 150 とは別に、逆流防止切替器 162 を含んでもよい。或いは、図 30 に示すように、複数のプラズマ処理装置 100G の各々の整流・平滑部 150 が、逆流防止切替器 162 を含んでもよい。即ち、逆流防止切替器 162 は、整流・平滑部 150 の一部であって、整流・平滑部 150 に内蔵されていてもよい。
- [0103] 図 29～図 31 に示すように、逆流防止切替器 162 は、端子 162a 及び端子 162b を含んでいる。図 29～図 31 の例では、端子 162a は、端子 Ta である。端子 162b は、整流・平滑部 150 と蓄電部 160 とを互いに接続する一対の給電ラインのうち一方（例えば、プラスライン 160p）に接続されている。逆流防止切替器 162 は、端子 162a 及び端子 162b との間の接続を、ダイオード 1621 を介した接続、ダイオード 1622 を介した接続、及び電氣的パス 1623 を介した接続の中で切り替え可能なスイッチとして構成されている。図 29～図 31 の例では、逆流防止切替器 162 の端子 162a 及び端子 162b がプラスライン 160p に接続

されているが、端子162a及び端子162bは、マイナスライン160mに接続されていてもよい。端子162a及び端子162bがマイナスライン160mに接続されている場合においても、逆流防止切替器162は、上述した切り替え動作と同様の切り替え動作を行う。

[0104] ダイオード1621は、並列接続される二つの蓄電部160のうち一方（例えば、プラズマ処理装置100G1の蓄電部160）から他方（例えば、プラズマ処理装置100G2の蓄電部160）への電力の逆流を防止する向きに設けられている。ダイオード1622は、並列接続される二つの蓄電部160のうち他方（例えば、プラズマ処理装置100G2の蓄電部160）から一方（例えば、プラズマ処理装置100G1の蓄電部160）への電力の逆流を防止する向きに設けられている。電氣的パス1623は、並列接続される二つの蓄電部160との間での双方向の電力の流れを許容する。電氣的パス1623は、ダイオードを含んでいない。

[0105] 一実施形態では、図29又は図30に示すように、プラズマ処理装置100G1の逆流防止切替器162の端子162aと端子162bは、ダイオード1621を介して接続されてもよい。また、プラズマ処理装置100G2の逆流防止切替器162の端子162aと端子162bは、電氣的パス1623を介して接続されてもよい。この場合には、プラズマ処理装置100G1の蓄電部160からプラズマ処理装置100G2の蓄電部160への電力の逆流が抑制される。換言すると、プラズマ処理装置100G2の蓄電部160からプラズマ処理装置100G1の蓄電部160への電力の供給は許容されるが、プラズマ処理装置100G1の蓄電部160からプラズマ処理装置100G2の蓄電部160への電力の供給は抑制される。この実施形態において、プラズマ処理装置100G1はマスタ装置であり、プラズマ処理装置100G2はスレーブ装置である。プラズマ処理装置100G1がマスタ装置であってプラズマ処理装置100G2がスレーブ装置である実施形態は、以下の第1～第3のケースにおいて利用され得る。

[0106] 第1のケースは、プラズマ処理装置100G1の電力消費部材の負荷変動

が、プラズマ処理装置 100G2 の電力消費部材の負荷変動よりも大きい場合である。第 1 のケースの具体例は、図 28 に示すように、プラズマ処理装置 100G2 において蓄電部 160 からの電力が供給される電力消費部材は、電力消費部材 240b だけであるが、プラズマ処理装置 100G1 において蓄電部 160 からの電力が供給される電力消費部材が、電力消費部材 240a 及び電力消費部材 240c のうち一方から双方に、或いは、双方から一方に切り替えられるケースである。このような場合には、プラズマ処理装置 100G1 において負荷変動が生じる。負荷変動が生じると、プラズマ処理装置 100G1 の蓄電部 160 の出力電圧が変動し得る。しかしながら、図 29 又は図 30 に示す実施形態では、プラズマ処理装置 100G1 の蓄電部 160 に対してプラズマ処理装置 100G2 の蓄電部 160 が並列接続されているので、これらの蓄電部 160 の合成静電容量が大きい。したがって、負荷変動に起因するプラズマ処理装置 100G1 の蓄電部 160 の出力電圧の変動が抑制される。

[0107] 第 2 のケースは、プラズマ処理装置 100G1 の高周波電源 300 が発生する第 1 の RF 信号及び／又は第 2 の RF 信号のような高周波電力のパワーレベルが、プラズマ処理装置 100G2 の高周波電源 300 が発生する高周波電力のパワーレベルよりも大きい場合である。また、第 3 のケースは、プラズマ処理装置 100G1 の蓄電部 160 から出力される電力が、プラズマ処理装置 100G2 の蓄電部 160 から出力される電力よりも大きい場合である。

[0108] 別の実施形態では、図 31 に示すように、プラズマ処理装置 100G1 の逆流防止切替器 162 の端子 162a と端子 162b は、電氣的パス 1623 を介して接続されてもよい。また、プラズマ処理装置 100G2 の逆流防止切替器 162 の端子 162a と端子 162b は、電氣的パス 1623 を介して接続されてもよい。この実施形態では、プラズマ処理装置 100G1 の蓄電部 160 とプラズマ処理装置 100G2 の蓄電部 160 の間で双方向に電力が供給され得る。この実施形態においても、プラズマ処理装置 100G

1の蓄電部160とプラズマ処理装置100G2の蓄電部160は並列接続されているので、これらの蓄電部160の合成静電容量は大きい。したがって、負荷変動に起因するプラズマ処理装置100G1の蓄電部160の出力電圧の変動が抑制される。また、負荷変動に起因するプラズマ処理装置100G2の蓄電部160の出力電圧の変動が抑制される。

[0109] 図29～図32に示すように、一对の端子Ta及びTbは、逆流防止切替器162によって提供されていてもよい。この場合に、端子Taは、端子162aであってもよい。或いは、逆流防止切替器162は、グランドフレーム110の外側に設けられていてもよく、一对の端子Ta及びTbは、図33に示すように、逆流防止切替器162とは別途の要素として、グランドフレーム110内の非減圧空間に設けられていてもよい。この場合には、一对の端子Ta及びTbは、グランドフレーム110の外側に設けられた逆流防止切替器162に接続される。

[0110] 何れの実施形態においても、一对の端子Ta及びTbは、グランドフレーム110内でグランドフレーム110から絶縁距離以上離れて設けられ得る。なお、複数のプラズマ処理装置100Gの各々における蓄電部160が他のプラズマ処理装置の蓄電部160と並列接続されない場合には、図32及び図33に示すように、開口110wは、これを開閉可能な金属製の遮蔽部材110cによって閉じられる。開口110wが、遮蔽部材110cにより閉じられると、遮蔽部材110cとグランドフレーム110は電氣的に接続される。この遮蔽部材110cは、グランドフレーム110の一部を構成する。

[0111] 以下、図34を参照する。図34は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムにおける蓄電部の充電時の状態を示す図である。図34に示すように、複数のプラズマ処理装置100Gの各々の蓄電部160は、グランドフレーム110の外側（即ち、空間110a）に配置された直流安定化電源500によって充電されてもよい。直流安定化電源500は、開口110wを通して延びる一对の配線を介して、一对の端子Ta及びTbに接続さ

れる。

[0112] 以下、図35を参照する。図35は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムにおける蓄電部の放電時の状態を示す図である。図35に示すように、複数のプラズマ処理装置100Gの各々の蓄電部160の電力は、グランドフレーム110の外側（即ち、空間110a）に配置された放電用負荷600に放電されてもよい。放電用負荷600は、開口110wを通して延びる一对の配線を介して、一对の端子Ta及びTbに接続される。一对の配線のうち一方は、スイッチ610を介して放電用負荷600に接続されてもよい。放電用負荷600には、これを冷却するファン602が取り付けられていてもよい。

[0113] 図36は、一つの例示的实施形態に係るプラズマ処理システムにおける蓄電部の放電に関連するタイミングチャートである。図36に示すように、蓄電部160の放電中には、蓄電部160の電圧値は、蓄電部160の放電の開始時の電圧値 V_s から減少する。蓄電部160の放電は、蓄電部160の電圧値が閾値 V_{TH} に到達した時点 t_F で完了し、停止される。閾値 V_{TH} は、例えば、制御部152が起動することができず、且つ、人体に影響を与えない値に設定される。閾値 V_{TH} は、例えば、2.5Vに設定され得る。

[0114] 以下、図37を参照する。図37は、別の例示的实施形態に係るプラズマ処理システムを示す図である。図37に示すシステムPSは、プラズマ処理装置100G1、プラズマ処理装置100G2、及びプラズマ処理装置100G3を含んでいる。プラズマ処理装置100G1の蓄電部160、プラズマ処理装置100G2の蓄電部160、及びプラズマ処理装置100G3の蓄電部160は、互いに並列接続されている。

[0115] プラズマ処理装置100G1の蓄電部160は、プラズマ処理装置100G1の逆流防止切替器162B及びプラズマ処理装置100G2の逆流防止切替器162Aを介してプラズマ処理装置100G2の蓄電部160と並列接続されている。プラズマ処理装置100G2の蓄電部160は、プラズマ処理装置100G2の逆流防止切替器162B及びプラズマ処理装置100

G 3 の逆流防止切替器 1 6 2 A を介してプラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の蓄電部 1 6 0 と並列接続されている。プラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の蓄電部 1 6 0 には、逆流防止切替器 1 6 2 B が更に接続されている。プラズマ処理装置 1 0 0 G 1、プラズマ処理装置 1 0 0 G 2、及びプラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の各々における逆流防止切替器 1 6 2 A 及び逆流防止切替器 1 6 2 B は、上述の逆流防止切替器 1 6 2 と同様に構成されている。

[0116] 図 3 7 に示すシステム P S では、プラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の逆流防止切替器 1 6 2 B の一対の端子 T a 及び T b に、開口 1 1 0 w を通って延びる一対の配線を介して放電用負荷 6 0 0 を接続してもよい。この場合において、プラズマ処理装置 1 0 0 G 1、プラズマ処理装置 1 0 0 G 2、及びプラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の各々における逆流防止切替器 1 6 2 A 及び逆流防止切替器 1 6 2 B では、それらプラズマ処理装置の蓄電部 1 6 0 から放電用負荷 6 0 0 への電力の流れを許容するように端子 1 6 2 a と端子 1 6 2 b との間の接続が設定される。これにより、プラズマ処理装置 1 0 0 G 1、プラズマ処理装置 1 0 0 G 2、及びプラズマ処理装置 1 0 0 G 3 それぞれの蓄電部 1 6 0 を単一の放電用負荷 6 0 0 に一括して放電することが可能である。

[0117] また、図 3 7 に示すシステム P S では、プラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の逆流防止切替器 1 6 2 B の一対の端子 T a 及び T b に、開口 1 1 0 w を通って延びる一対の配線を介して直流安定化電源 5 0 0 を接続してもよい。この場合において、プラズマ処理装置 1 0 0 G 1、プラズマ処理装置 1 0 0 G 2、及びプラズマ処理装置 1 0 0 G 3 の各々における逆流防止切替器 1 6 2 A 及び逆流防止切替器 1 6 2 B では、直流安定化電源 5 0 0 からそれらプラズマ処理装置への電力の流れを許容するように端子 1 6 2 a と端子 1 6 2 b との間の接続が設定される。これにより、プラズマ処理装置 1 0 0 G 1、プラズマ処理装置 1 0 0 G 2、及びプラズマ処理装置 1 0 0 G 3 それぞれの蓄電部 1 6 0 を単一の直流安定化電源 5 0 0 で一括して充電することが可能である。

[0118] 以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的実

施形態に限定されることなく、様々な追加、省略、置換、及び変更がなされてもよい。また、異なる実施形態における要素を組み合わせることで他の実施形態を形成することが可能である。

[0119] ここで、本開示に含まれる種々の例示的实施形態を、以下の [E 1] ~ [E 110] に記載する。

[0120] [E 1]

第1のプラズマ処理装置と、
第2のプラズマ処理装置と、
を備え、

前記第1のプラズマ処理装置と前記第2のプラズマ処理装置の各々は、
プラズマ処理チャンバと、
前記プラズマ処理チャンバ内に配置された基板支持部と、
高周波電力を発生するように構成された高周波電源と、
前記プラズマ処理チャンバ内でガスからプラズマを生成するために前記高周波電力を受けるよう前記高周波電源に電氣的に接続された電極又はアンテナと、

前記プラズマ処理チャンバ内又は前記基板支持部内に配置される電力消費部材と、

接地されており、前記プラズマ処理チャンバと共に前記基板支持部を囲むグラウンドフレームと、

前記グラウンドフレームによって囲まれた空間内に配置されており、前記電力消費部材と電氣的に接続される蓄電部と、

前記蓄電部と電氣的に接続され、送電コイルから電磁誘導結合により電力を受けることが可能な受電コイルと、

前記グラウンドフレームによって囲まれた前記空間内に配置された整流・平滑部であり、

前記受電コイルと接続された整流回路と、

前記整流回路と前記蓄電部との間で接続された平滑回路と、

を含む整流・平滑部と、

を含み、

前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々は、その前記電力消費部材に対して、その蓄電部と前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置のうち他のプラズマ処理装置の前記蓄電部とが並列接続可能であるように構成されている、プラズマ処理装置。

[0121] [E 2]

前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置のうち一方又は前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々は、その前記蓄電部と前記他のプラズマ処理装置の前記蓄電部との間での許容される電力の逆流の方向を切り替え可能に構成された逆流防止切替器を更に備える、E 1 に記載のプラズマ処理装置。

[0122] [E 3]

前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部と前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部との間の接続を、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への電力の逆流を防止するように設けられた第 1 のダイオードを介した接続、前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への電力の逆流を防止するように設けられた第 2 のダイオードを介した接続、及び、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部と前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部との間での双方向の電力の流れを許容する電気的パスを介した接続の中で、選択的に切り替えるように構成されている、E 2 に記載のプラズマ処理装置。

[0123] [E 4]

前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々が、その前記整流・平滑部とは別に、前記逆流防止切替器を含んでいる、E 2 又は E 3 に記載のプラズマ処理装置。

[0124] [E 5]

前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々の前記整流・平滑部が、前記逆流防止切替器を含んでいる、E 2 又は E 3 に記載のプラズマ処理装置。

[0125] [E 6]

前記第 1 のプラズマ処理装置の前記電力消費部材の負荷変動が、前記第 2 のプラズマ処理装置の前記電力消費部材の負荷変動よりも大きい場合に、前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への逆流を防止するように設定される、E 2 ～ E 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0126] [E 7]

前記第 1 のプラズマ処理装置の前記高周波電源が発生する高周波電力のパワーレベルは、前記第 2 のプラズマ処理装置の前記高周波電源が発生する高周波電力のパワーレベルよりも大きい場合に、前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への逆流を防止するように設定される、E 2 ～ E 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0127] [E 8]

前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から出力される電力が、前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から出力される電力よりも大きい場合に、前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への逆流を防止するように設定される、E 2 ～ E 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0128] [E 9]

前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々は、その前記蓄電部を前記他のプラズマ処理装置の前記蓄電部と並列接続するためにその前記グランドフレーム内で該グランドフレームから絶縁距離以上離れて設けられた一対の端子を含む、E 1 ～ E 8 の何れか一項に記載のプラズ

マ処理装置。

[0129] [E 1 0]

前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々の前記グランドフレームは、

前記一対の端子を前記グランドフレームの外側に露出させるための開口と、

前記開口を開閉可能な金属製の遮蔽部材と、

を含む、E 9 に記載のプラズマ処理装置。

[0130] 以上の説明から、本開示の種々の実施形態は、説明の目的で本明細書で説明されており、本開示の範囲及び主旨から逸脱することなく種々の変更をなし得ることが、理解されるであろう。したがって、本明細書に開示した種々の実施形態は限定することを意図しておらず、真の範囲と主旨は、添付の特許請求の範囲によって示される。

符号の説明

[0131] P S…プラズマ処理システム、1, 1 0 0 G…プラズマ処理装置、1 0…チャンバ、1 1…基板支持部、1 1 0…グランドフレーム、1 2 0…送電部、1 3 0…送電コイル部、1 3 1…送電コイル、1 4 0…受電コイル部、1 4 1…受電コイル、1 5 0…整流・平滑部、1 6 0…蓄電部、1 6 2…逆流防止切替器、1 7 0…電圧制御コンバータ、1 8 0…定電圧制御部、2 4 0…電力消費部材、3 0 0…高周波電源。

請求の範囲

[請求項1]

第1のプラズマ処理装置と、
第2のプラズマ処理装置と、
を備え、
前記第1のプラズマ処理装置と前記第2のプラズマ処理装置の各々は、
プラズマ処理チャンバと、
前記プラズマ処理チャンバ内に配置された基板支持部と、
高周波電力を発生するように構成された高周波電源と、
前記プラズマ処理チャンバ内でガスからプラズマを生成するために前記高周波電力を受けるよう前記高周波電源に電氣的に接続された電極又はアンテナと、
前記プラズマ処理チャンバ内又は前記基板支持部内に配置される電力消費部材と、
接地されており、前記プラズマ処理チャンバと共に前記基板支持部を囲むグラウンドフレームと、
前記グラウンドフレームによって囲まれた空間内に配置されており、前記電力消費部材と電氣的に接続される蓄電部と、
前記蓄電部と電氣的に接続され、送電コイルから電磁誘導結合により電力を受けることが可能な受電コイルと、
前記グラウンドフレームによって囲まれた前記空間内に配置された整流・平滑部であり、
前記受電コイルと接続された整流回路と、
前記整流回路と前記蓄電部との間で接続された平滑回路と、
を含む整流・平滑部と、
を含み、
前記第1のプラズマ処理装置及び前記第2のプラズマ処理装置の各々は、その前記電力消費部材に対して、その蓄電部と前記第1のプラ

ズマ処理装置及び前記第2のプラズマ処理装置のうち他のプラズマ処理装置の前記蓄電部とが並列接続可能であるように構成されている、プラズマ処理装置。

[請求項2] 前記第1のプラズマ処理装置及び前記第2のプラズマ処理装置のうち一方又は前記第1のプラズマ処理装置及び前記第2のプラズマ処理装置の各々は、その前記蓄電部と前記他のプラズマ処理装置の前記蓄電部との間での許容される電力の逆流の方向を切り替え可能に構成された逆流防止切替器を更に備える、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

[請求項3] 前記逆流防止切替器は、前記第1のプラズマ処理装置の前記蓄電部と前記第2のプラズマ処理装置の前記蓄電部との間の接続を、前記第1のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第2のプラズマ処理装置の前記蓄電部への電力の逆流を防止するように設けられた第1のダイオードを介した接続、前記第2のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第1のプラズマ処理装置の前記蓄電部への電力の逆流を防止するように設けられた第2のダイオードを介した接続、及び、前記第1のプラズマ処理装置の前記蓄電部と前記第2のプラズマ処理装置の前記蓄電部との間での双方向の電力の流れを許容する電氣的パスを介した接続の中で、選択的に切り替えるように構成されている、請求項2に記載のプラズマ処理装置。

[請求項4] 前記第1のプラズマ処理装置及び前記第2のプラズマ処理装置の各々が、その前記整流・平滑部とは別に、前記逆流防止切替器を含んでいる、請求項2に記載のプラズマ処理装置。

[請求項5] 前記第1のプラズマ処理装置及び前記第2のプラズマ処理装置の各々の前記整流・平滑部が、前記逆流防止切替器を含んでいる、請求項2に記載のプラズマ処理装置。

[請求項6] 前記第1のプラズマ処理装置の前記電力消費部材の負荷変動が、前記第2のプラズマ処理装置の前記電力消費部材の負荷変動よりも大きい。

い場合に、前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への逆流を防止するように設定される、請求項 2 ～ 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項7] 前記第 1 のプラズマ処理装置の前記高周波電源が発生する高周波電力のパワーレベルは、前記第 2 のプラズマ処理装置の前記高周波電源が発生する高周波電力のパワーレベルよりも大きい場合に、前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への逆流を防止するように設定される、請求項 2 ～ 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項8] 前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から出力される電力が、前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から出力される電力よりも大きい場合に、前記逆流防止切替器は、前記第 1 のプラズマ処理装置の前記蓄電部から前記第 2 のプラズマ処理装置の前記蓄電部への逆流を防止するように設定される、請求項 2 ～ 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項9] 前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々は、その前記蓄電部を前記他のプラズマ処理装置の前記蓄電部と並列接続するためにその前記グラウンドフレーム内で該グラウンドフレームから絶縁距離以上離れて設けられた一対の端子を含む、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項10] 前記第 1 のプラズマ処理装置及び前記第 2 のプラズマ処理装置の各々の前記グラウンドフレームは、

前記一対の端子を前記グラウンドフレームの外側に露出させるための開口と、

前記開口を開閉可能な金属製の遮蔽部材と、
を含む、請求項 9 に記載のプラズマ処理装置。