

明 細 書

発明の名称： プラズマ処理装置及び蓄電量の制御方法

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「P l a s m a P r o c e s s i n g A p p a r a t u s」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、プラズマ処理装置及び蓄電量の制御方法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／又はその他の電気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蓄電量を制御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装置が提供される。プラズマ処理装置は、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、整流・平滑部、給電入力コネクタ、及び受電コイルを備える。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。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、給電入力コネクタ及び整流回路を含む。給電入力コネクタは、第1の給電入力端子及び第2の給電入力端子を含み、グランドフレームの外側からアクセス可能に設けられている。整流回路は、ダイオードブリッジを含み、給電入力コネクタと蓄電部との間で接続されている。給電出力コネクタは、第1の給電入力端子及び第2の給電入力端子に電氣的に接続可能な第1の給電出力端子及び第2の給電出力端子を含み、給電入力コネクタに着脱可能である。受電コイルは、グランドフレームの外側に配置されており、給電出力コネクタに電氣的に接続されており、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。

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蓄電量を制御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]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28]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の蓄電部に対する充電を説明するための図である。

[図29]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30]図29に示すプラズマ処理装置の整流・平滑部に受電コイル部が接続された状態を示す図である。

[図31]図29に示すプラズマ処理装置の整流・平滑部に直流安定化電源が接続された状態を示す図である。

[図32]図32の(a)は、蓄電部の電圧の一例のタイミングチャートであり、図32の(b)は、蓄電部に供給される電流の一例のタイミングチャートである。

[図33]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34]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の整流・平滑部に受

電コイル部が接続された状態を示す図である。

[図35]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の整流・平滑部に直流安定化電源が接続された状態を示す図である。

[図36]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の整流・平滑部に放電ユニットが接続された状態を示す図である。

[図37]蓄電部の電圧の一例のタイミングチャートである。

[図38]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39]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置において蓄電部の放電に関連する構成を示す図である。

[図40]更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置において蓄電部の放電に関連する構成を示す図である。

[図41]蓄電部の電圧の一例のタイミングチャートである。

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

て記憶部 2 a 2 から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ 2 a 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 2 a 3 に接続されている通信回線であってもよい。処理部 2 a 1 は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部 2 a 2 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 2 a 3 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 1 0、ガス供給部 2 0、電源 3 0 及び排気システム 4 0 を含む。また、プラズマ処理装置 1 は、基板支持部 1 1 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 1 0 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 1 3 を含む。基板支持部 1 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 内に配置される。シャワーヘッド 1 3 は、基板支持部 1 1 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 1 3 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 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 1 0 は、シャワーヘッド 1 3、プラズマ処理チャンバ 1 0 の側壁 1 0 a 及び基板支持部 1 1 により規定されたプラズマ処理空間 1 0 s を有する。プラズマ処理チャンバ 1 0 は接地される。シャワーヘッド 1 3 及び基板支持部 1 1 は、プラズマ処理チャンバ 1 0 の筐体とは電氣的に絶縁される。

[0015] 基板支持部 1 1 は、本体部 1 1 1 及びリングアセンブリ 1 1 2 を含む。本体部 1 1 1 は、基板 W を支持するための中央領域 1 1 1 a と、リングアセン

ブリ 1 1 2 を支持するための環状領域 1 1 1 b とを有する。ウェハは基板 W の一例である。本体部 1 1 1 の環状領域 1 1 1 b は、平面視で本体部 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a を囲んでいる。基板 W は、本体部 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a 上に配置され、リングアセンブリ 1 1 2 は、本体部 1 1 1 の中央領域 1 1 1 a 上の基板 W を囲むように本体部 1 1 1 の環状領域 1 1 1 b 上に配置される。従って、中央領域 1 1 1 a 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 1 1 1 b は、リングアセンブリ 1 1 2 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 1 1 1 は、基台 1 1 1 0 及び静電チャック 1 1 1 1 を含む。基台 1 1 1 0 は、導電性部材を含む。基台 1 1 1 0 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 1 1 1 1 は、基台 1 1 1 0 の上に配置される。静電チャック 1 1 1 1 は、セラミック部材 1 1 1 1 a とセラミック部材 1 1 1 1 a 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） 1 1 1 1 b とを含む。セラミック部材 1 1 1 1 a は、中央領域 1 1 1 a を有する。一実施形態において、セラミック部材 1 1 1 1 a は、環状領域 1 1 1 b 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 1 1 1 1 を囲む他の部材が環状領域 1 1 1 b を有してもよい。この場合、リングアセンブリ 1 1 2 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 1 1 1 1 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 3 1 及び／又は DC 電源 3 2 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 1 1 1 1 a 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 1 1 1 0 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 1 1 1 1 b が下部電極として機能してもよい。従って、基板支持部 1 1 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～60M

Hz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。グラントフレーム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。グラントフレーム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110h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

0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、 -20 dB 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対の給電ライン（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対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対の給電ライン（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対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12

3、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か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 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 132a 及び共振コンデンサ 132b を含んでもよい。共振コンデンサ 132a 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 132b 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 132a、及び共振コンデンサ 132b 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 132a、及び共振コンデンサ 132b 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 132a と共振コンデンサ 132b 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130gを更に含んでいてもよい。金属筐体130g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130g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130g内に配置されており、金属筐体130g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130g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が更に収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が更に収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（グラウンド）との間に設けられている。スペーサ143は、受電コイル141とグラウ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の一端とグラウ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の一端とグラウンドとの間で接続されている。インダクタ201a及び終端コンデンサ202aは、ローパスフィルタを形成する。また、インダクタ201b及び終端コンデンサ202b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 1542 a の一端は、平滑回路 154 の一対の入力のうち一方及びインダクタ 1541 a の一端に接続されている。コンデンサ 1542 a の他端は、平滑回路 154 の一対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、後述する一対の給電ラインのうちマイナスライン 160 m (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 1542 b の一端は、インダクタ 1541 a の他端に接続されている。コンデンサ 1542 b の他端は、平滑回路 154 の一対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 155 v 及び電流検出器 155 i を更に含んでもよい。電圧検出器 155 v 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 155 i 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 155 v によって検出された電圧値及び電流検出器 155 i 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 か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) とを電氣的に接続する第 2 の信号ラインを含んでいてもよい。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いてもよい。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、一对の給電ライン、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 を含んでいてもよい。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 1732

a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 1 2 2 及び制御部 1 5 2 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 1 7 2 は、電圧検出器 1 7 6 v 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 1 7 4 4 を制御して、電圧制御コンバータ 1 7 0 から定電圧制御部 1 8 0 への直流電力の供給を遮断する。電圧制御コンバータ 1 7 0 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 1 7 0 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 1 7 0 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 2 5 及び図 2 6 を参照する。図 2 5 及び図 2 6 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 1 8 0 は、蓄電部 1 6 0 と少なくとも一つの電力消費部材 2 4 0 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 2 4 0 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 1 8 0 は、制御部 1 8 2 及び少なくとも一つのスイッチ 1 8 3 を含んでいる。定電圧制御部 1 8 0 の正入力 (V_{IN+}) は、スイッチ 1 8 3 を介して電力消費部材 2 4 0 に接続されている。定電圧制御部 1 8 0 の負入力 (V_{IN-}) は、電力消費部材 2 4 0 に接続されている。スイッチ 1 8 3 は、制御部 1 8 2 によって制御される。スイッチ 1 8 3 が閉じられているときには、定電圧制御部 1 8 0 からの直流電圧が電力消費部材 2 4 0 に印加される。スイッチ 1 8 3 が開かれているときには、定電圧制御部 1 8 0 から電力消費部材 2 4 0 への直流電圧の印加が停止される。なお、制御部 1 8 2 は、制御部 1 2 2、制御部 1 5 2 及び制御部 1 7 2 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 2 5 及び図 2 6 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 2 4 0 を含んでいる。定電圧制御部 1 8 0 は、制御部 1 8 2 及び複数のスイッチ 1 8 3 を含んでいる。定電圧制御部 1 8 0 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)を含んでいてもよい。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260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] [蓄電部の蓄電量の制御方法]

[0096] 図27を参照する。図27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27に示すプラズマ処理装置100Gについて、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説明する。

[0097] プラズマ処理装置100Gにおいて、蓄電部160は、電圧制御コンバータ170及び定電圧制御部180と一体化されていない。また、プラズマ処理装置100Gにおいて、蓄電部160は、一對の入力スイッチ160S1及び一對の出力スイッチ160S0を含んでいる。蓄電部160は、一對の入力スイッチ160S1を介して整流・平滑部150に接続されている。蓄電部160は、一對の出力スイッチ160S0を介して電圧制御コンバータ170に接続されている。プラズマ処理装置100Gの他の構成は、プラズマ処理装置100Eの対応の構成と同様である。

[0098] 以下、プラズマ処理装置100Gにおける蓄電部160の蓄電量の制御方法について説明する。蓄電量の制御方法は、蓄電部160のプラズマ処理装置100Gへの搭載時における蓄電部160の充電方法を含む。蓄電部160がプラズマ処理装置100Gに搭載される際には、一對の入力スイッチ160S1がON状態（導通状態）に設定されることにより、整流・平滑部150に対する蓄電部160の接続が確立される。また、一對の出力スイッチ160S0がON状態（導通状態）に設定されることにより、電圧制御コンバータ170に対する蓄電部160の接続が確立される。

[0099] そして、初期充電モードでの処理が行われる。初期充電モードでは、送電部120、送電コイル部130、及び受電コイル部140を用いた無線給電により、蓄電部160への充電が行われる。このとき、送電部120は、初期充電モードにて動作する。整流・平滑部150の制御部152は、電圧検

出器 155 v によって検出される蓄電部 160 の電圧値が所定値に達している場合に、通信部 151 及び通信部 121 を介して、充電完了を示す信号を送電部 120 に送信する。送電部 120 の制御部 122 は、充電完了を示す信号を受けると、初期充電モードから通常動作モードに移行する。

[0100] 以下、図 28 を参照する。図 28 は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の蓄電部に対する充電を説明するための図である。別の実施形態の充電方法において、蓄電部 160 は、プラズマ処理装置 100 G への搭載前に充電されてから、プラズマ処理装置 100 G に搭載されてもよい。

[0101] 具体的には、図 28 に示すように、プラズマ処理装置 100 G への搭載前に、蓄電部 160 は、一對の入力スイッチ 160 S I を介して、直流安定化電源 510 に接続されてもよい。蓄電部 160 の正極は、一對の入力スイッチ 160 S I のうち一方及び逆流防止ダイオードを介して直流安定化電源 510 の正出力に接続されてもよい。蓄電部 160 への充電時には、一對の入力スイッチ 160 S I は、ON 状態に設定され、一對の出力スイッチ 160 S O は、OFF 状態（非導通状態）に設定される。蓄電部 160 の充電の完了後、一對の入力スイッチ 160 S I は、OFF 状態に設定される。

[0102] そして、充電された蓄電部 160 は、プラズマ処理装置 100 G に搭載されて、一對の入力スイッチ 160 S I を介して整流・平滑部 150 に接続され、一對の出力スイッチ 160 S O を介して電圧制御コンバータ 170 に接続される。しかる後に、一對の入力スイッチ 160 S I 及び一對の出力スイッチ 160 S O が、ON 状態に設定される。

[0103] 蓄電部 160 の蓄電量の制御方法は、蓄電部 160 の放電方法を更に含んでもよい。プラズマ処理装置 100 G の蓄電部 160 の放電方法において、一對の入力スイッチ 160 S I 及び一對の出力スイッチ 160 S O は、OFF 状態（非導通状態）に設定される。次いで、蓄電部 160 が、プラズマ処理装置 100 G から取り外される。そして、プラズマ処理装置 100 G の外部において、蓄電部 160 の電力が、当該蓄電部 160 に接続されたダミー負荷等に放電される。

- [0104] 以下、図29～図31を参照する。図29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30は、図29に示すプラズマ処理装置の整流・平滑部に受電コイル部が接続された状態を示す図である。図31は、図29に示すプラズマ処理装置の整流・平滑部に直流安定化電源が接続された状態を示す図である。以下、図29に示すプラズマ処理装置100Hについて、図27に示すプラズマ処理装置100Gに対する相違点の観点から説明する。
- [0105] プラズマ処理装置100Hにおいて、整流・平滑部150は、表示器156、ドライバ156d、及び給電入力コネクタ157を更に含んでいる。
- [0106] 給電入力コネクタ157は、グランドフレーム110の外側からアクセス可能に設けられている。即ち、グランドフレーム110には、グランドフレーム110の外側から給電入力コネクタ157へのアクセスを可能とするための開口110wが設けられている。給電入力コネクタ157は、第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572を含んでいる。図30及び図31の例では、第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572の各々は、雌型の端子であるが、雄型の端子であってもよい。
- [0107] 上述したように、整流・平滑部150において、整流回路153は、ダイオードブリッジを含んでいる。整流回路153は、給電入力コネクタ157と蓄電部160との間で接続されている。整流回路153は、平滑回路154を介して蓄電部160に接続されている。
- [0108] 図30に示すように、プラズマ処理装置100Hは、給電出力コネクタ450を更に備えている。給電出力コネクタ450は、第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452を含んでおり、給電入力コネクタ157に着脱可能である。第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452は、第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572に電氣的に接続可能である。第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452は、開口110wを通して、第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572に電氣的に接続される。このため、給電出力コネクタ4

50は、絶縁部材453を更に含んでもよい。第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452は、絶縁部材453を貫通して、絶縁部材453から突き出している。絶縁部材453は、第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452が第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572に接続されている状態では、第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452の各々とグラウンドフレーム110の間に介在する。

[0109] 受電コイル部140は、グラウンドフレーム110の外側、即ち、空間110aに配置されており、給電出力コネクタ450に接続されている。即ち、即ち、受電コイル141は、第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452に接続されている。受電コイル141と第1の給電出力端子451及び第2の給電出力端子452の各々との間では、RFフィルタ200が接続されていてもよい。

[0110] 受電コイル部140がプラズマ処理装置100Hに搭載される際には、給電出力コネクタ450が給電入力コネクタ157に接続される。これにより、グラウンドフレーム110の外側に配置されている受電コイル部140が、給電出力コネクタ450、給電入力コネクタ157、及び整流・平滑部150を介して蓄電部160に接続される。なお、図30に示す例では、受電コイル部140は、送電コイル部130と共に一体化されている。受電コイル部140及び送電コイル部130には、これらを冷却するファン134fが取り付けられている。なお、図30に示す例では、ファン134fが、受電コイル部140及び送電コイル部130の左方に取り付けられているが、ファン134fが取り付けられる位置は、図30に示す例に限定されるものではない。ファン134fは、受電コイル部140及び送電コイル部130の右方に取り付けられてもよく、下方に取り付けられてもよい。

[0111] プラズマ処理装置100Hのグラウンドフレーム110は、光学窓110vを更に含んでもよい。光学窓110vは、表示器156をグラウンドフレーム110の外部から視認可能とするよう、表示器156とグラウンドフレー

ム 1 1 0 の外部の空間との間に介在している。光学窓 1 1 0 v は、金属製の遮蔽部材 1 1 0 c により開閉可能である。光学窓 1 1 0 v は、受電コイル部 1 4 0 が整流・平滑部 1 5 0 と電氣的に接続されている状態では、遮蔽部材 1 1 0 c により閉じられる。光学窓 1 1 0 v が、遮蔽部材 1 1 0 c により閉じられると、遮蔽部材 1 1 0 c とグランドフレーム 1 1 0 は電氣的に接続される。

[0112] 以下、図 2 9 ～図 3 1 に加えて、図 3 2 の (a) 及び図 3 2 の (b) を参照して、プラズマ処理装置 1 0 0 H の蓄電部 1 6 0 の蓄電量の制御方法について説明する。図 3 2 の (a) は、蓄電部の電圧の一例のタイミングチャートであり、図 3 2 の (b) は、蓄電部に供給される電流の一例のタイミングチャートである。蓄電部 1 6 0 の蓄電量の制御方法は、蓄電部 1 6 0 の充電方法を含む。

[0113] プラズマ処理装置 1 0 0 H の蓄電部 1 6 0 の充電方法では、給電出力コネクタ 4 5 0 が給電入力コネクタ 1 5 7 から取り外されて、受電コイル部 1 4 0 がプラズマ処理装置 1 0 0 H から取り外される。

[0114] そして、プラズマ処理装置 1 0 0 H の蓄電部 1 6 0 の充電方法では、図 3 1 に示すように、蓄電部 1 6 0 の充電のために、電源ユニット 5 0 0 が用いられる。電源ユニット 5 0 0 は、直流安定化電源 5 1 0 及び給電コネクタ 5 2 0 を含んでいる。給電コネクタ 5 2 0 は、第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 を含んでおり、給電入力コネクタ 1 5 7 に着脱可能である。第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 は、グランドフレーム 1 1 0 の外側、即ち空間 1 1 0 a に配置された直流安定化電源 5 1 0 に接続されている。第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 は、第 1 の給電入力端子 1 5 7 1 及び第 2 の給電入力端子 1 5 7 2 に電氣的に接続可能である。

[0115] プラズマ処理装置 1 0 0 H の蓄電部 1 6 0 の充電方法では、図 3 1 に示すように、第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 が、第 1 の給電入力端子 1 5 7 1 及び第 2 の給電入力端子 1 5 7 2 に接続される。第 1 の給電

端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 は、開口 1 1 0 w を通って、第 1 の給電入力端子 1 5 7 1 及び第 2 の給電入力端子 1 5 7 2 に電氣的に接続される。このため、給電コネクタ 5 2 0 は、絶縁部材 5 2 3 を更に含んでもよい。第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 は、絶縁部材 5 2 3 を貫通して、絶縁部材 5 2 3 から突き出している。絶縁部材 5 2 3 は、第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 が第 1 の給電入力端子 1 5 7 1 及び第 2 の給電入力端子 1 5 7 2 に接続されている状態では、第 1 の給電端子 5 2 1 及び第 2 の給電端子 5 2 2 の各々とグランドフレーム 1 1 0 の間に介在する。

[0116] 次いで、プラズマ処理装置 1 0 0 H の蓄電部 1 6 0 の充電方法では、直流安定化電源 5 1 0 から蓄電部 1 6 0 への給電が行われて、蓄電部 1 6 0 が充電される。なお、直流安定化電源 5 1 0 から蓄電部 1 6 0 に供給される電流の初期的な設定値は、図 3 2 の (b) に示す電流値 I_{SET} である。

[0117] 蓄電部 1 6 0 の充電状態は、制御部 1 5 2 によって監視される。蓄電部 1 6 0 の充電時には、蓄電部 1 6 0 の電圧値が、制御部 1 5 2 によって電圧検出器 1 5 5 v を用いて監視されてもよい。また、蓄電部 1 6 0 の充電時には、直流安定化電源 5 1 0 から蓄電部 1 6 0 に流れる電流の値（即ち、電流値）が、制御部 1 5 2 によって電流検出器 1 5 5 i を用いて監視されてもよい。

[0118] 図 3 2 の (a) 及び図 3 2 の (b) に示すように、制御部 1 5 2 は、蓄電部 1 6 0 の電圧値を監視して、蓄電部 1 6 0 の電圧値が、設定電圧値 V_{SET} に達した時点 t_A で又は時点 T_A の後且つ後述する時点 t_E の前に蓄電部 1 6 0 の充電を完了（即ち、停止）してもよい。或いは、制御部 1 5 2 は、蓄電部 1 6 0 の電圧値及び直流安定化電源 5 1 0 から蓄電部 1 6 0 への電流値を監視して、蓄電部 1 6 0 の電圧値が設定電圧値 V_{SET} に達した時点 t_A の後に、当該電流値が閾値 I_{TH} に達した時点 t_E で、蓄電部 1 6 0 の充電を完了（即ち、停止）してもよい。閾値 I_{TH} は、例えば、制御部 1 5 2 が起動するために必要な値に設定される。閾値 I_{TH} は、例えば、0.5 A に設定され得る。制御

部 1 5 2 は、通信部 1 2 1 及び通信部 1 5 1 を介した通信により、直流安定化電源 5 1 0 による給電を停止する信号を、直流安定化電源 5 1 0 に送信し、これにより蓄電部 1 6 0 の充電を停止してもよい。

[0119] 制御部 1 5 2 は、表示器 1 5 6 により蓄電部 1 6 0 の充電状態を表す表示を行ってもよい。表示器 1 5 6 は、半導体発光素子（即ち、L E D）を含んでいてもよい。制御部 1 5 2 は、ドライバ 1 5 6 d を制御して、表示器 1 5 6 に蓄電部 1 6 0 の充電状態を表す表示を行わせてもよい。なお、この場合には、表示器 1 5 6 をグランドフレーム 1 1 0 の外部から視認できるように、光学窓 1 1 0 v が開かれる。

[0120] 表示器 1 5 6 は、L E D の点灯又は消灯により、蓄電部 1 6 0 の充電が完了しているか否かを表してもよい。或いは、表示器 1 5 6 は、L E D の発光色により、蓄電部 1 6 0 の充電状態を表してもよい。例えば、表示器 1 5 6 は、緑色の発光により蓄電部 1 6 0 の電圧値が整流・平滑部 1 5 0 が動作可能な電圧値であることを示してもよい。また、表示器 1 5 6 は、橙色の発光により、蓄電部 1 6 0 の電圧値が整流・平滑部 1 5 0 が動作可能な電圧値ではあるが、充電の余地があることを示してもよい。また、表示器 1 5 6 は、赤色の発光により蓄電部 1 6 0 の電圧値が整流・平滑部 1 5 0 が動作不可能な電圧値であり、充電が必要であることを示してもよい。或いは、表示器 1 5 6 は、7 セグメント L E D を含んでいてもよく、7 セグメント L E D により蓄電部 1 6 0 の電圧値を表す数値を表示してもよい。なお、表示器 1 5 6 が用いられる場合には、蓄電部 1 6 0 の充電は、その完了時に作業者による手動で停止されてもよい。

[0121] プラズマ処理装置 1 0 0 H では、第 1 の給電入力端子 1 5 7 1 及び第 2 の給電入力端子 1 5 7 2 は、整流・平滑部 1 5 0 の整流回路 1 5 3 のダイオードブリッジを介して蓄電部 1 6 0 に接続される。したがって、蓄電部 1 6 0 の充電のために、逆流防止回路を用いることなく、直流安定化電源 5 1 0 を蓄電部 1 6 0 に電氣的に接続することが可能である。また、蓄電部 1 6 0 の充電完了後に、受電コイル部 1 4 0 を整流・平滑部 1 5 0 に電氣的に接続す

る際には（図３０参照）、第１の給電入力端子１５７１及び第２の給電入力端子１５７２は帯電していない。したがって、作業者の感電が防止される。

[0122] 以下、図３３～図３６を参照する。図３３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３４が、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の整流・平滑部に受電コイル部が接続された状態を示す図である。図３５は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の整流・平滑部に直流安定化電源が接続された状態を示す図である。図３６は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置の整流・平滑部に放電ユニットが接続された状態を示す図である。以下、図３３に示すプラズマ処理装置１００Ｊについて、図２９に示すプラズマ処理装置１００Ｈとの相違点の観点から説明する。

[0123] 図３４に示すように、プラズマ処理装置１００Ｊにおいて、整流・平滑部１５０は、プラズマ処理装置１００Ｈの整流・平滑部１５０と同様に、ドライバ１５６ｄ及び給電入力コネクタ１５７を含んでいる。図３４に示すように、プラズマ処理装置１００Ｊは、プラズマ処理装置１００Ｈと同様に、給電出力コネクタ４５０を備えている。プラズマ処理装置１００Ｊにおいて、整流・平滑部１５０は、表示器１５６１、表示器１５６２、及び放電出力コネクタ１５８を更に含んでいる。

[0124] プラズマ処理装置１００Ｈの場合と同様に、受電コイル部１４０がプラズマ処理装置１００Ｊに搭載される際には、給電出力コネクタ４５０が給電入力コネクタ１５７に接続される。これにより、グランドフレーム１１０の外側に配置されている受電コイル部１４０が、給電出力コネクタ４５０、給電入力コネクタ１５７、及び整流・平滑部１５０を介して蓄電部１６０に接続される。なお、図３４に示す例では、受電コイル部１４０は、送電コイル部１３０と共に一体化されている。受電コイル部１４０及び送電コイル部１３０には、これらを冷却するファン１３４ｆが取り付けられている。なお、図３４に示す例では、ファン１３４ｆが受電コイル部１４０及び送電コイル部１３０の右方に取り付けられているが、ファン１３４ｆが取り付けられる位

置は、図34に示す例に限定されるものではない。ファン134fは、受電コイル部140及び送電コイル部130の上方に取り付けられてもよく、下方に取り付けられてもよい。

[0125] プラズマ処理装置100Jにおいて、給電出力コネクタ450は、絶縁部454を更に含んでもよい。絶縁部454は、絶縁性材料から形成されている。絶縁部454は、第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582の各々が雌型の端子である場合には、第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582それぞれの中に挿入される一対の絶縁ピンであってもよい。或いは、絶縁部454は、第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582を覆う絶縁キャップであってもよい。

[0126] 以下、図33～図36に加えて、図32の(a)及び図32の(b)並びに図37を参照して、プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の蓄電量の制御方法について説明する。図37は、蓄電部の電圧の一例のタイミングチャートである。

[0127] プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の蓄電量の制御方法は、蓄電部160の充電方法を含む。プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の充電方法では、給電出力コネクタ450が給電入力コネクタ157から取り外されて、受電コイル部140がプラズマ処理装置100Hから取り外される。

[0128] そして、プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の充電方法では、図35に示すように、電源ユニット500が用いられる。電源ユニット500は、プラズマ処理装置100Hの蓄電部160の充電に関連して上述したように、直流安定化電源510及び給電コネクタ520を含んでいる。

[0129] プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の充電方法では、図35に示すように、第1の給電端子521及び第2の給電端子522が、第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572に接続される。第1の給電端子521及び第2の給電端子522は、開口110wを通して、第1の給電入力端子1571及び第2の給電入力端子1572に電氣的に接続される。

- [0130] 次いで、プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の充電方法では、直流安定化電源510から蓄電部160への給電が行われて、蓄電部160が充電される。
- [0131] 蓄電部160の充電状態は、制御部152によって監視される。蓄電部160の充電時には、蓄電部160の電圧値が、制御部152によって電圧検出器155vを用いて監視されてもよい。また、蓄電部160の充電時には、直流安定化電源510から蓄電部160に流れる電流の値（即ち、電流値）が、制御部152によって電流検出器155iを用いて監視されてもよい。
- [0132] 図32の（a）及び図32の（b）に示すように、制御部152は、蓄電部160の電圧値を監視して、蓄電部160の電圧値が、設定電圧値 V_{SET} に達した時点 t_A で又は時点 T_A の後且つ後述する時点 t_E の前に蓄電部160の充電を完了（即ち、停止）してもよい。或いは、制御部152は、蓄電部160の電圧値及び直流安定化電源510から蓄電部160への電流値を監視して、蓄電部160の電圧値が設定電圧値 V_{SET} に達した時点 t_A の後に、当該電流値が閾値 I_{TH} に達した時点 t_E で、蓄電部160の充電を完了（即ち、停止）してもよい。制御部152は、通信部121及び通信部151を介した通信により、直流安定化電源510による給電を停止する信号を、直流安定化電源510に送信し、これにより充電を停止してもよい。
- [0133] 制御部152は、表示器1561により蓄電部160の充電状態を表す表示を行ってもよい。表示器1561は、プラズマ処理装置100Hにおける表示器156と同様に、半導体発光素子（即ち、LED）を含んでいてもよい。制御部152は、ドライバ156dを制御して、表示器1561に蓄電部160の充電状態を表す表示を行わせてもよい。なお、この場合には、表示器1561をグランドフレーム110の外部から視認できるように、絶縁部材523は、光学的に透明な材料から形成されていてもよい。表示器1561での蓄電部160の充電状態を表す表示は、プラズマ処理装置100Hにおける表示器156の表示と同様であり得る。

- [0134] 一実施形態において、電源ユニット５００は、テスト５３０を更に含んでもよい。また、給電コネクタ５２０は、一对のテスト端子５２４を含んでもよい。一对のテスト端子５２４は、第１の放電出力端子１５８１及び第２の放電出力端子１５８２に接続可能であり、第１の放電出力端子１５８１及び第２の放電出力端子１５８２に対する接続を解除することも可能である。一对のテスト端子５２４は、第１の給電端子５２１及び第２の給電端子５２２が第１の給電入力端子１５７１及び第２の給電入力端子１５７２に接続されている状態では、第１の放電出力端子１５８１及び第２の放電出力端子１５８２に接続される。一方、一对のテスト端子５２４は、第１の給電端子５２１及び第２の給電端子５２２が第１の給電入力端子１５７１及び第２の給電入力端子１５７２から引き離されると、第１の放電出力端子１５８１及び第２の放電出力端子１５８２から引き離される。
- [0135] 一对のテスト端子５２４が第１の放電出力端子１５８１及び第２の放電出力端子１５８２に接続されている状態において、テスト５３０は、蓄電部１６０の電圧値を監視する。したがって、直流安定化電源５１０から蓄電部１６０への充電時には、テスト５３０により蓄電部１６０の充電状態を監視することができる。
- [0136] プラズマ処理装置１００Ｊでは、第１の給電入力端子１５７１及び第２の給電入力端子１５７２は、整流・平滑部１５０の整流回路１５３のダイオードブリッジを介して蓄電部１６０に接続される。したがって、蓄電部１６０の充電のために、逆流防止回路を用いることなく、直流安定化電源５１０を蓄電部１６０に電氣的に接続することが可能である。また、蓄電部１６０の充電完了後に、受電コイル部１４０を整流・平滑部１５０に電氣的に接続する際には（図３４参照）、第１の給電入力端子１５７１及び第２の給電入力端子１５７２は帯電していない。したがって、作業者の感電が防止される。
- [0137] プラズマ処理装置１００Ｊの蓄電部１６０の蓄電量の制御方法は、蓄電部１６０の放電方法を含む。プラズマ処理装置１００Ｊの蓄電部１６０の放電方法では、給電出力コネクタ４５０が給電入力コネクタ１５７から取り外さ

れて、受電コイル部140がプラズマ処理装置100Hから取り外される。

[0138] そして、プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の放電方法では、図36に示すように、放電ユニット600が用いられる。放電ユニット600は、放電用負荷610及び放電コネクタ620を含んでいる。放電ユニット600は、ファン630を更に含んでいてもよい。ファン630は、放電用負荷610を冷却するために、設けられている。

[0139] 放電コネクタ620は、第1の放電端子621及び第2の放電端子622を含んでおり、放電出力コネクタ158に着脱可能である。第1の放電端子621及び第2の放電端子622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610に接続されている。第1の放電端子621及び第2の放電端子622は、第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582に電氣的に接続可能である。第1の放電端子621は、スイッチ624を介して、放電用負荷610に接続されていてもよい。

[0140] プラズマ処理装置100Jの蓄電部160の放電方法では、図36に示すように、第1の放電端子621及び第2の放電端子622が、スイッチ624がOFF状態（即ち、非導通状態）に設定されている状態で、第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582に接続される。第1の放電端子621及び第2の放電端子622は、開口110wを通して、第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582に電氣的に接続される。このため、放電コネクタ620は、絶縁部材623を更に含んでいてもよい。第1の放電端子621及び第2の放電端子622は、絶縁部材623を貫通して、絶縁部材623から突き出している。絶縁部材623は、第1の放電端子621及び第2の放電端子622が第1の放電出力端子1581及び第2の放電出力端子1582に接続されている状態では、第1の放電端子621及び第2の放電端子622の各々とグランドフレーム110の間に介在する。

[0141] 次いで、蓄電部160の放電方法では、スイッチ624がON状態（即ち

、導通状態)に設定される。これにより、蓄電部160の電力が放電用負荷610に放電される。

[0142] 図37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を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。蓄電部160の放電が完了した後に、スイッチ624がOFF状態に設定されて、放電ユニット600がプラズマ処理装置100Jから取り外される。

[0143] 制御部152は、表示器1562により蓄電部160の放電状態を表す表示を行ってもよい。表示器1562は、半導体発光素子(即ち、LED)を含んでいてもよい。制御部152は、ドライバ156dを制御して、表示器1562に蓄電部160の放電状態を表す表示を行わせてもよい。この場合において、表示器1562をグランドフレーム110の外部から視認できるように、絶縁部材523は、光学的に透明な材料から形成されていてもよい。なお、表示器1562は、蓄電部160の放電が完了すると、その動作が不可能となって、消灯するように構成されていてもよい。また、プラズマ処理装置100Jは、表示器1561及び表示器1562の代わりに、表示器1561及び表示器1562の双方と同様に用いられる単一の表示器を有していてもよい。

[0144] かかるプラズマ処理装置100Jによれば、蓄電部160をプラズマ処理装置100Jに搭載した状態で、グランドフレーム110の外側に配置された放電用負荷610に対して蓄電部160の放電を行うことができる。したがって、蓄電部160の放電のための作業における作業者の感電が防止される。

[0145] 以下、図38及び図39を参照する。図38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39は、更に別の例示

的实施形態に係るプラズマ処理装置において蓄電部の放電に関連する構成を示す図である。以下、図38に示すプラズマ処理装置100Kについて、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説明する。

[0146] 図38に示すように、プラズマ処理装置100Kは、放電用負荷65、複数のスイッチ66、及び表示器67を更に備えている。放電用負荷65は、蓄電部160の放電のみの用途で設けられた負荷、即ち放電専用負荷であるか、上述の複数の電力消費部材240のうち少なくとも一つ（例えば、少なくとも一つのヒータ）である。放電用負荷65は、グラウンドフレーム110から絶縁距離以上離れて配置されている。複数のスイッチ66は、グラウンドフレーム110の外側からアクセス可能であるように、空間110hの非減圧空間に設けられていてもよい。また、表示器67は、グラウンドフレーム110の外側から視認可能であるように設けられていてもよい。

[0147] 図39に示すように、放電用負荷65の一端は、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。放電用負荷65の他端は、当該一対の給電ラインのうち他方（例えば、マイナスライン160m）に接続されている。

[0148] 複数のスイッチ66は、放電モードスイッチ660及びスイッチ662（又はダイレクトモードスイッチ）を含んでいる。また、表示器67は、表示部670及び表示部672を含んでいる。表示部670及び表示部672の各々は、蓄電部160の放電状態を表すように構成された放電状態表示部であり、LEDであってもよい。

[0149] 放電モードスイッチ660及び表示部670は、制御部152に対して直列に接続されている。また、スイッチ662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）と放電用負荷65との間で接続されている。表示部672は、蓄電部160に対して放電用負荷65と並列に接続されている。

[0150] 図39に示す実施形態において、放電モードスイッチ660は、プラズマ

処理装置 100Kでの異常発生時にハードウェアインターロックとしてON状態に設定されてもよい。或いは、放電モードスイッチ660は、蓄電部160の放電のために、作業者による手動でON状態に設定されてもよい。スイッチ662は、放電モードスイッチ660がON状態に設定されているときに、作業者による手動でON状態に設定されてもよく、或いは、制御部2又は制御部152による制御によってON状態に設定されてもよい。蓄電部160の放電が完了したときには、放電モードスイッチ660及びスイッチ662は、作業者による手動でOFF状態に設定されてもよく、或いは、制御部2又は制御部152による制御によってOFF状態に設定されてもよい。なお、スイッチ662は、放電モードスイッチ660と共用されていてもよい。

[0151] 図39に示す実施形態に示す実施形態において、プラズマ処理装置100Kの蓄電部160の蓄電量の制御方法は、蓄電部160の放電方法を含む。蓄電部160の放電は、放電モードスイッチ660及びスイッチ662がON状態に設定されることで開始する。放電モードスイッチ660及びスイッチ662がON状態に設定されると、蓄電部160の電力は放電用負荷65に放電される。

[0152] 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(図37参照)。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。蓄電部160の放電が完了した後に、放電モードスイッチ660及びスイッチ662は、OFF状態に設定される。

[0153] 表示部670及び表示部672は、上述の表示器1562と同様に、蓄電部160の放電中に蓄電部160の放電状態を表す表示(例えば、LEDの発光)を行う。表示部670及び表示部672は、蓄電部160の放電が完了すると、その動作が不可能となって、消灯するように構成されていてもよい。

[0154] 図39に示す実施形態では、蓄電部160の電力は、放電用負荷65に放

電されるが、蓄電部 160 の電力は、放電用負荷 65 以外の負荷に放電されてもよい。例えば、蓄電部 160 の電力は、複数の電力消費部材 240 のうち少なくとも一つに放電されてもよい。

[0155] 以下、図 40 を参照する。図 40 は、更に別の例示的实施形態に係るプラズマ処理装置において蓄電部の放電に関連する構成を示す図である。図 40 に示す蓄電部 160 の放電に関連する構成は、プラズマ処理装置 100K において採用され得る。以下、図 40 の実施形態について、図 39 の実施形態に対する相違点の観点から説明する。

[0156] 図 40 の実施形態において、放電用負荷 65 は、放電専用負荷であってもよい。図 40 の実施形態において、複数のスイッチ 66 は、放電モードスイッチ 660、スイッチ 661（1 次放電モードスイッチ）、及びスイッチ 662（ダイレクトモードスイッチ又は 2 次放電モードスイッチ）を含んでいる。また、表示器 67 は、表示部 67a（ダイレクト放電モード表示部）、表示部 67b（2 段階放電モード表示部）、表示部 671（1 次放電状態表示部）、及び表示部 672（ダイレクトモード放電状態表示部又は 2 次放電状態表示部）を含んでいる。表示部 67a、表示部 67b、表示部 671、及び表示部 672 の各々は、LED であってもよい。

[0157] 放電モードスイッチ 660 は、制御部 152 に接続されている。表示部 67a 及び表示部 67b は、放電モードスイッチ 660 と制御部 152 との間で並列接続されている。スイッチ 661 及び表示部 671 は、制御部 152 に対して直列に接続されている。また、スイッチ 662 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）と放電用負荷 65 との間で接続されている。表示部 672 は、蓄電部 160 に対して放電用負荷 65 と並列に接続されている。

[0158] 図 40 に示す実施形態において、放電モードスイッチ 660 は、プラズマ処理装置 100K での異常発生時にハードウェアインターロックとして ON 状態に設定されてもよい。或いは、放電モードスイッチ 660 は、蓄電部 1

60の放電のために、作業者による手動でON状態に設定されてもよい。

- [0159] 放電モードスイッチ660がON状態に設定される場合には、放電モードスイッチ660は、表示部67a及び表示部67bのうち一方に選択的に接続する。放電モードスイッチ660が表示部67aに接続している場合には、スイッチ662がON状態に設定されて、図39の実施形態と同様に放電用負荷65だけを用いた蓄電部160の放電（即ち、ダイレクトモード放電）が行われる。この場合には、表示部67aは、ダイレクトモード放電が行われていることを表す表示（例えば、LEDの発光）を行う。また、表示部672は、ダイレクトモード放電が行われていることを表す表示（例えば、LEDの発光）を行う。
- [0160] 放電モードスイッチ660が表示部67bに接続している場合には、2段階放電モードでの放電が行われる。この場合には、表示部67bは、2段階放電モードでの放電が行われていることを表す表示（例えば、LEDの発光）を行う。2段階放電モードでの放電では、1段階目に、スイッチ661がON状態に設定されて、蓄電部160の電力が、上述の複数の電力消費部材240のうち少なくとも一つ（例えば、少なくとも一つのヒータ）に放電される。このとき、表示部671は、1段階目の放電が行われていることを表す表示（例えば、LEDの発光）を行う。
- [0161] 2段階放電モードでの放電では、2段階目に、スイッチ661がOFF状態に設定され、且つ、スイッチ662がON状態に設定されて、蓄電部160の電力が放電用負荷65に放電される。このとき、表示部672は、2段階目の放電が行われていることを表す表示（例えば、LEDの発光）を行う。
- [0162] 図40の実施形態において、放電モードスイッチ660、スイッチ661、及びスイッチ662の各々の状態は、作業者による手動で切り替えられてもよく、或いは、制御部2又は制御部152の制御により切り替えられてもよい。なお、スイッチ661は、放電モードスイッチ660の2段階放電モードへのスイッチングと共用されていてもよい。また、スイッチ662は、

放電モードスイッチ 660 のダイレクト放電モードへのスイッチングと共用されていてもよい。即ち、放電モードスイッチ 660 が、スイッチ 661 及びスイッチ 662 の少なくとも一方を兼ねていてもよい。

[0163] 図 40 に示す実施形態に示す実施形態において、プラズマ処理装置 100 K の蓄電部 160 の蓄電量の制御方法は、蓄電部 160 の放電方法を含む。蓄電部 160 の放電は、上述したように、ダイレクトモード放電及び 2 段階放電モードを含む。以下、図 41 を参照して、2 段階放電モードでの蓄電部 160 の放電方法について説明する。図 41 は、蓄電部の電圧の一例のタイミングチャートである。

[0164] 2 段階放電モードでの放電方法は、放電モードスイッチ 660 が、2 段階放電モードの選択（表示部 67b への接続）に切り替えられ、且つ、及びスイッチ 661 が ON 状態に設定されることで開始する。そして、1 段階目の放電が行われる。1 段階目の放電において、蓄電部 160 の電力は上述の複数の電力消費部材 240 のうち少なくとも一つ（例えば、少なくとも一つのヒータ）に放電される。

[0165] 蓄電部 160 の放電中には、蓄電部 160 の電圧値は、図 41 に示すように、蓄電部 160 の放電の開始時の電圧値 V_s から減少する。1 段階目の蓄電部 160 の放電は、蓄電部 160 の電圧値が閾値 V_1 に到達した時点 t_1 で完了し、停止される。閾値 V_1 は、例えば、蓄電部 160 の電荷を電力消費部材 240 への放電することができなくなる値に設定される。閾値 V_1 は、例えば、電圧制御コンバータの入力下限電圧値に設定され得る。

[0166] 次いで、スイッチ 661 が OFF 状態に設定されて、スイッチ 662 が ON 状態に設定される。そして、2 段階目の放電が行われる。2 段階目の放電において、蓄電部 160 の電力は放電用負荷 65 に放電される。

[0167] 2 段階目の蓄電部 160 の放電中には、蓄電部 160 の電圧値は、図 41 に示すように、更に減少する。2 段階目の蓄電部 160 の放電は、蓄電部 160 の電圧値が閾値 V_2 に到達した時点 t_2 で完了し、停止される。2 段階目の蓄電部 160 の放電が完了した後に、放電モードスイッチ 660 及びス

ッチ 6 6 2 は、OFF 状態に設定される。閾値 V_2 は、例えば、制御部 1 5 2 を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、2.5 V に設定され得る。

[0168] 図 4 0 及び図 4 1 に示す実施形態では、蓄電部 1 6 0 の電力は、1 段階目の放電においては複数の電力消費部材 2 4 0 のうち少なくとも一つに放電され、2 段階目の放電においては放電用負荷 6 5 に放電されるが、蓄電部 1 6 0 の電力の放電はこの例に限定されるものではない。蓄電部 1 6 0 の電力は、1 段階目の放電においては放電用負荷 6 5 に放電され、2 段階目の放電においては複数の電力消費部材 2 4 0 のうち少なくとも一つに放電されてもよい。また、特定の期間のみにおいて、蓄電部 1 6 0 の電力は、複数の電力消費部材 2 4 0 のうち少なくとも一つ及び放電用負荷 6 5 に同時に放電されてもよい。

[0169] 上述したように、表示部 6 7 1 は、1 段階目の放電が行われているときに、1 段階目の放電が行われていることを示す表示（例えば、LED の発光）を行う。表示部 6 7 1 は、時点 t_1 で消灯してもよい。また、表示部 6 7 2 は、2 段階目の放電が行われているときに、2 段階目の放電が行われていることを示す表示（例えば、LED の発光）を行う。表示部 6 7 2 は、時点 t_2 で消灯してもよい。

[0170] 以上、種々の例示的实施形態について説明してきたが、上述した例示的实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。

[0171] 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 1 4] に記載する。

[0172] [E 1]

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ンドフレームと、

前記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、前記電力消費部材と電氣的に接続される蓄電部と、

前記グラ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、

第1の給電入力端子及び第2の給電入力端子を含み、前記グランドフレームの外側からアクセス可能に設けられた給電入力コネクタと、

ダイオードブリッジを含み、前記給電入力コネクタと前記蓄電部との間で接続された整流回路と、

を含む、該整流・平滑部と、

前記第1の給電入力端子及び前記第2の給電入力端子に電氣的に接続可能な第1の給電出力端子及び第2の給電出力端子を含み、前記給電入力コネクタに着脱可能な給電出力コネクタと、

前記グランドフレームの外側に配置されており、前記給電出力コネクタに電氣的に接続されており、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、

を備えるプラズマ処理装置。

[0173] [E 2]

前記整流・平滑部は、前記グランドフレームの外側からアクセス可能に設けられた放電出力コネクタを更に備え、

前記放電出力コネクタは、前記蓄電部と前記整流回路とを互いに接続する二つの給電ラインにそれぞれ接続された第1の放電出力端子及び第2の放電

出力端子を含む、

E 1 に記載のプラズマ処理装置。

[0174] [E 3]

前記蓄電部に電氣的にスイッチを介して接続された放電専用負荷を更に備える、E 1 又は E 2 に記載のプラズマ処理装置。

[0175] [E 4]

前記整流・平滑部は、前記グランドフレームの外側から視認可能であるように設けられた表示器であり、前記蓄電部の放電状態を表示するように構成された、該表示器を更に含む、E 2 又は E 3 に記載のプラズマ処理装置。

[0176] [E 5]

前記整流・平滑部は、
前記蓄電部の電圧値を検出するように構成された電圧検出器と、
前記電圧検出器によって検出される前記電圧値に基づいて前記蓄電部の放電状態を表示するよう前記表示器を制御するように構成された制御部と、
を更に含む、E 4 に記載のプラズマ処理装置。

[0177] [E 6]

前記表示器は、半導体発光素子を含む、E 4 又は E 5 に記載のプラズマ処理装置。

[0178] [E 7]

前記整流・平滑部は、
前記グランドフレームの外側から視認可能であるように設けられた表示器と、
前記蓄電部の電圧値を検出するように構成された電圧検出器と、
前記電圧検出器によって検出される前記電圧値に基づいて前記蓄電部の充電状態を表示するよう前記表示器を制御するように構成された制御部と、
を更に含む、E 1 ～E 4 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0179] [E 8]

前記表示器は、半導体発光素子を含む、E 7 に記載のプラズマ処理装置。

[0180] [E 9]

前記グラウンドフレームは、
前記表示器を該グラウンドフレームの外側から視認可能とする光学窓と、
前記光学窓を開閉可能な金属製の遮蔽部材と、
を含む、E 4～E 8の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0181] [E 10]

前記整流・平滑部は、前記整流回路と前記蓄電部との間で電氣的に接続された平滑回路を更に含む、E 1～E 9の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0182] [E 11]

蓄電量の制御方法であって、
該蓄電量の該制御方法が適用されるプラズマ処理装置は、
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、
第1の給電入力端子及び第2の給電入力端子を含み、前記グラウンドフレームの外側からアクセス可能に設けられた給電入力コネクタと、

ダイオードブリッジを含み、前記給電入力コネクタと前記蓄電部との間で接続された整流回路と、

を含む、該整流・平滑部と、

前記第 1 の給電入力端子及び前記第 2 の給電入力端子に電氣的に接続可能な第 1 の給電出力端子及び第 2 の給電出力端子を含み、前記給電入力コネクタに着脱可能な給電出力コネクタと、

前記グラウンドフレームの外側に配置されており、前記給電出力コネクタに電氣的に接続されており、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、

を備え、

該蓄電量の該制御方法は、

前記グラウンドフレームの外側に配置された直流安定化電源に接続された第 1 の給電端子及び第 2 の給電端子を前記第 1 の給電入力端子及び前記第 2 の給電入力端子に接続する工程と、

前記直流安定化電源から前記蓄電部に給電する工程と、

を含む、蓄電量の制御方法。

[0183] [E 1 2]

前記整流・平滑部は、前記グラウンドフレームの外側からアクセス可能に設けられた放電出力コネクタを更に備え、

前記放電出力コネクタは、前記蓄電部と該整流回路とを互いに接続する二つの給電ラインにそれぞれ接続された第 1 の放電出力端子及び第 2 の放電出力端子を含み、

前記蓄電量の該制御方法は、

前記グラウンドフレームの外側に配置された放電用負荷に接続された第 1 の放電端子及び第 2 の放電端子を前記第 1 の放電出力端子及び前記第 2 の放電出力端子に接続する工程と、

前記蓄電部の電力を前記放電用負荷に放電する工程と、

を更に含む、E 1 1 に記載の蓄電量の制御方法。

[0184] [E 1 3]

前記プラズマ処理装置は、前記蓄電部に電氣的にスイッチを介して接続された放電専用負荷を更に備え、

前記蓄電量の該制御方法は、

前記スイッチにより前記蓄電部を前記放電専用負荷に導通させる工程と

、

前記蓄電部の電力を前記放電専用負荷に放電する工程と、

を更に含む、E 1 1 に記載の蓄電量の制御方法。

[0185] [E 1 4]

前記プラズマ処理装置は、前記蓄電部に電氣的にスイッチを介して接続された放電専用負荷を更に備え、

前記蓄電量の該制御方法は、

前記蓄電部の電力を前記電力消費部材に供給することにより前記蓄電部の電力を放電する工程と、

前記スイッチにより前記蓄電部を前記放電専用負荷に導通させる工程と

、

前記蓄電部の電力を前記放電専用負荷に放電する工程と、

を更に含む、E 1 1 に記載の蓄電量の制御方法。

[0186] 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

[0187] 1…プラズマ処理装置、10…チャンバ、11…基板支持部、110…グランドフレーム、120…送電部、130…送電コイル部、131…送電コイル、140…受電コイル部、141…受電コイル、150…整流・平滑部、160…蓄電部、170…電圧制御コンバータ、180…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]

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
を囲むグランドフレームと、
前記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、
前記電力消費部材と電氣的に接続される蓄電部と、
前記グラ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、
第1の給電入力端子及び第2の給電入力端子を含み、前記グランド
フレームの外側からアクセス可能に設けられた給電入力コネクタと
、
ダイオードブリッジを含み、前記給電入力コネクタと前記蓄電部
との間で接続された整流回路と、
を含む、該整流・平滑部と、
前記第1の給電入力端子及び前記第2の給電入力端子に電氣的に接
続可能な第1の給電出力端子及び第2の給電出力端子を含み、前記給
電入力コネクタに着脱可能な給電出力コネクタと、
前記グランドフレームの外側に配置されており、前記給電出力コネ
クタに電氣的に接続されており、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、
を備えるプラズマ処理装置。

- [請求項2] 前記整流・平滑部は、前記グランドフレームの外側からアクセス可能に設けられた放電出力コネクタを更に備え、
前記放電出力コネクタは、前記蓄電部と前記整流回路とを互いに接続する二つの給電ラインにそれぞれ接続された第1の放電出力端子及び第2の放電出力端子を含む、
請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項3] 前記蓄電部に電氣的にスイッチを介して接続された放電専用負荷を更に備える、請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項4] 前記整流・平滑部は、前記グランドフレームの外側から視認可能であるように設けられた表示器であり、前記蓄電部の放電状態を表示するように構成された、該表示器を更に含む、請求項2に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項5] 前記整流・平滑部は、
前記蓄電部の電圧値を検出するように構成された電圧検出器と、
前記電圧検出器によって検出される前記電圧値に基づいて前記蓄電部の放電状態を表示するよう前記表示器を制御するように構成された制御部と、
を更に含む、請求項4に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項6] 前記表示器は、半導体発光素子を含む、請求項4に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項7] 前記整流・平滑部は、
前記グランドフレームの外側から視認可能であるように設けられた表示器と、
前記蓄電部の電圧値を検出するように構成された電圧検出器と、
前記電圧検出器によって検出される前記電圧値に基づいて前記蓄電部の充電状態を表示するよう前記表示器を制御するように構成された制御部と、
を更に含む、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

- [請求項8] 前記表示器は、半導体発光素子を含む、請求項7に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項9] 前記グラウンドフレームは、
前記表示器を該グラウンドフレームの外側から視認可能とする光学窓と、
前記光学窓を開閉可能な金属製の遮蔽部材と、
を含む、請求項4～8の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項10] 前記整流・平滑部は、前記整流回路と前記蓄電部との間で電氣的に接続された平滑回路を更に含む、請求項1に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項11] 蓄電量の制御方法であって、
該蓄電量の該制御方法が適用されるプラズマ処理装置は、
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、
第1の給電入力端子及び第2の給電入力端子を含み、前記グラウンドフレームの外側からアクセス可能に設けられた給電入力コネクタ

と、

ダイオードブリッジを含み、前記給電入力コネクタと前記蓄電部との間で接続された整流回路と、

を含む、該整流・平滑部と、

前記第1の給電入力端子及び前記第2の給電入力端子に電氣的に接続可能な第1の給電出力端子及び第2の給電出力端子を含み、前記給電入力コネクタに着脱可能な給電出力コネクタと、

前記グラウンドフレームの外側に配置されており、前記給電出力コネクタに電氣的に接続されており、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、

を備え、

該蓄電量の該制御方法は、

前記グラウンドフレームの外側に配置された直流安定化電源に接続された第1の給電端子及び第2の給電端子を前記第1の給電入力端子及び前記第2の給電入力端子に接続する工程と、

前記直流安定化電源から前記蓄電部に給電する工程と、

を含む、蓄電量の制御方法。

[請求項12]

前記整流・平滑部は、前記グラウンドフレームの外側からアクセス可能に設けられた放電出力コネクタを更に備え、

前記放電出力コネクタは、前記蓄電部と該整流回路とを互いに接続する二つの給電ラインにそれぞれ接続された第1の放電出力端子及び第2の放電出力端子を含み、

前記蓄電量の該制御方法は、

前記グラウンドフレームの外側に配置された放電用負荷に接続された第1の放電端子及び第2の放電端子を前記第1の放電出力端子及び前記第2の放電出力端子に接続する工程と、

前記蓄電部の電力を前記放電用負荷に放電する工程と、

を更に含む、請求項11に記載の蓄電量の制御方法。

- [請求項13] 前記プラズマ処理装置は、前記蓄電部に電氣的にスイッチを介して接続された放電専用負荷を更に備え、
前記蓄電量の該制御方法は、
前記スイッチにより前記蓄電部を前記放電専用負荷に導通させる工程と、
前記蓄電部の電力を前記放電専用負荷に放電する工程と、
を更に含む、請求項 1 1 に記載の蓄電量の制御方法。
- [請求項14] 前記プラズマ処理装置は、前記蓄電部に電氣的にスイッチを介して接続された放電専用負荷を更に備え、
前記蓄電量の該制御方法は、
前記蓄電部の電力を前記電力消費部材に供給することにより前記蓄電部の電力を放電する工程と、
前記スイッチにより前記蓄電部を前記放電専用負荷に導通させる工程と、
前記蓄電部の電力を前記放電専用負荷に放電する工程と、
を更に含む、請求項 1 1 に記載の蓄電量の制御方法。