

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、送電コイルと受電コイルとの間での電力の伝送効率の向上及び高周波ノイズの抑制を可能と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、蓄電部、送電コイル、受電コイル、少なくとも一つの駆動系を備える。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。蓄電部は、電力消費部材と電氣的に接続されている。送電コイルは、プラズマ処理チャンバの外部に設けられている。受電コイルは、蓄電部と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。少なくとも一つの駆動系は、送電コイルと受電コイルのうち少なくとも一方を移動させて、送電コイルと受電コイルとの間の距離を変更す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、送電コイルと受電コイルとの間での電力の伝送効率の向上及び高周波ノイズの抑制が可能となる。

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]別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29]更に別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30]更に別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31]更に別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32]更に別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33]更に別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34]更に別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35]更に別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36]更に別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37]更に別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38]更に別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39]図39の(a)は、一つの例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図39の(b)は、図39の(a)に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。

[図40]図40の(a)は、別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図40の(b)は、図40の(a)に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。

[図41]図41の(a)は、更に別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図41の(b)は、図41の(a)に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。

[図42]図42の(a)は、更に別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図42の(b)は、図42の(a)に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。

[図43]更に別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44]更に別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45]更に別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46]更に別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47]更に別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48]更に別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49]更に別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50]更に別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51]更に別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52]更に別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53]図53の(a)、図53の(b)、及び図53の(c)の各々は、送電コイル及び受電コイルの各々と内側フェライト材との位置関係の例を示す図である。

[図54]図54の(a)～図54の(e)は、内側フェライト材の種々の例を示す図である。

[図55]図55の(a)～図55の(c)は、内側フェライト材の種々の例を示す図である。

[図56]図56の(a)～図56の(b)は、内側フェライト材の種々の例を示す図である。

[図57]図57の(a)～図57の(c)は、送電コイル部及び受電コイル部におけるフェライト材の種々の例を示す図である。

[図58]図58の(a)～図58の(b)は、送電コイル部及び受電コイル部におけるフェライト材の種々の例を示す図である。

[図59]更に別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60]図60の(a)は、図59に示す受電コイル部のヒートシンクの例を示す図であり、図60の(b)は、図59に示す送電コイル部のヒートシンクの例を示す図である。

[図61]更に別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62]更に別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63]更に別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64]更に別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65]更に別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66]図66の(a)は、別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図66の(b)は、図66の(a)に示すコイル部における冷却プレートを示す平面図である。

[図67]更に別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図である。

[図68]図67に示すコイル部における二つの冷却プレートを示す図である。

[図69]更に別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70]図70の(a)は、一つの例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図70の(b)は、一つの例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。

[図71]図71の(a)は、別の例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図71の(b)は、別の例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。

[図72]図72の(a)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図72の(b)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。

[図73]図73の(a)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図73の(b)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。

[図74]図74の(a)及び図74の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの平面図である。

[図75]図75の(a)及び図75の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの平面図である。

[図76]図76の(a)～図76の(d)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。

[図77]図77の(a)及び図77の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。

[図78]図78の(a)及び図78の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。

[図79]更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。

[図80]更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。

[図81]図81の(a)及び図81の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。

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、100 kHz ~ 10 GHz 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、100 kHz ~ 150 MHz 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 2 a 2 に格納され、処理部 2 a 1 によって記憶部 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 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。
- [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 1 3 0 及び受電コイル部 1 4 0 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 1 5 0 の電圧検出器 1 5 5 v (図 1 4 参照) 及び電流検出器 1 5 5 i (図 1 4 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 1 5 0 の故障及び／又は温度異常の発生を送電部 1 2 0 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 1 3 0 及び受電コイル部 1 4 0 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 1 8 0 は、蓄電部 1 6 0 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 2 4 0 に電圧を印加する。定電圧制御部 1 8 0 は、少なくとも電力消費部材 2 4 0 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 1 0 0 A において、受電コイル 1 4 1 は、第 1 の R F 信号及び／又は第 2 の R F 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 1 0 0 B について、プラズマ処理装置 1 0 0 A 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 1 0 0 B は、電圧制御コンバータ 1 7 0 を更に含んでいる。電圧制御コンバータ 1 7 0 は、D C - D C コンバータであり、蓄電部 1 6 0 と定電圧制御部 1 8 0 との間で接続されている。電圧制御コンバータ 1 7 0 は、蓄電部 1 6 0 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 1 8 0 に入力するように構成され得る。なお、蓄電部 1 6 0 における電圧変動は、例えば、蓄電部 1 6 0 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 1 0 0 C 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。また、送電部120は、無線部である通信部121を含む。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1

22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对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、当該一对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 1 4 5 は、ヒートシンク 1 4 4 上に配置されている。熱伝導シート 1 4 6 は、フェライト材 1 4 5 上に配置されている。受電コイル 1 4 1 は、熱伝導シート 1 4 6 上に配置されており、金属筐体 1 4 0 g の開口端を介して送電コイル 1 3 1 と対面している。図 1 1 に示すように、金属筐体 1 4 0 g 内には、共振コンデンサ 1 4 2 a 及び共振コンデンサ 1 4 2 b が更に收容されていてもよい。

[0062] スペース 1 4 3 は、誘電体から形成されており、受電コイル 1 4 1 と金属筐体 1 4 0 g（グランド）との間に設けられている。スペース 1 4 3 は、受電コイル 1 4 1 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 1 2 を参照する。図 1 2 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 1 2 は、スペース 1 4 3 の厚さに応じた受電コイル部 1 4 0 のインピーダンス特性を示している。スペース 1 4 3 の厚さは、ヒートシンク 1 4 4 と金属筐体 1 4 0 g との間の距離に対応する。図 1 2 に示すように、受電コイル部 1 4 0 は、スペース 1 4 3 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 1 4 0 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 1 4 0 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 2 0 0]

[0066] 図 1 3 を参照する。図 1 3 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 1 3 に示すように、RF フィルタ 2 0 0 は、受電コイル部 1 4 0 と整流・平滑部 1 5 0 との間で接続されている。RF フィルタ 2 0 0 は、インダクタ 2 0 1 a、インダクタ 2 0 1 b、終端コンデンサ 2 0 2 a、及び終端コンデンサ 2 0 2 b を含む。インダクタ 2 0 1 a の一端は、共振

コンデンサ 142 a に接続されており、インダクタ 201 a の他端は、整流・平滑部 150 に接続されている。インダクタ 201 b の一端は、共振コンデンサ 142 b に接続されており、インダクタ 201 b 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 202 a は、インダクタ 201 a 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 202 b は、インダクタ 201 b 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 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1541a、コンデンサ1542a、及びコンデンサ1542bを含んでいてもよい。インダクタ1541aの一端は、平滑回路154の一对の入力のうち一方に接続されている。インダクタ1541a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、後述する一对の給電ラインのうちプラスライン160p(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を更に含んでいてもよい。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 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witch1743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 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] [送電コイルと受電コイルとの間の可変ギャップに関する例示的实施形態]

- [0096] 以下、図27～図37を参照して、送電コイルと受電コイルとの間の可変ギャップに関する種々の例示的实施形態について説明する。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。図28～図37の各々は、別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28～図37の各々に示す送電コイル部及び受電コイル部は、図27に示すプラズマ処理装置100Gにおいて採用され得る。
- [0097] 以下、図27に示すプラズマ処理装置100Gについて、図7のプラズマ処理装置100Eとの相違点の観点から説明する。プラズマ処理装置100Gは、プラズマ処理装置100Eの構成と同様の構成に加えて、駆動系340d及びセンサ340mを更に備えている。
- [0098] 駆動系340dは、送電コイル131及び受電コイル141のうち少なくとも一方を移動させて、送電コイル131と受電コイル141との間の距離、即ち送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更するように構成されている。
- [0099] 駆動系340dは、少なくとも一つのアクチュエータを含んでいる。少なくとも一つのアクチュエータは、油圧式又はエア圧式のシリンダ、モータ、又は圧電素子等から構成されている。駆動系340dは、複数のアクチュエータを含んでもよい。駆動系340dは、送電コイル131と受電コイル141の平行度をセンサ340mにより検出して、センサ340mの検出結果に応じて送電コイル131と受電コイル141を互いに平行に保つように、少なくとも一つのアクチュエータが制御されてもよい。
- [0100] プラズマ処理装置100Gによれば、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を変更することができるので、送電コイル131と受電コイル141との間の電力の伝送効率を向上させることができ、受電コイル141から送電コイル131への高周波ノイズ（又は伝導性ノイズ）を抑制することが可能である。
- [0101] 一実施形態では、送電部120の制御部122は、高周波電源300から高周波電力の供給又はその停止に関する供給状態情報を受け取る。制御部1

22は、供給状態情報に基づき、高周波電源300から高周波電力が供給されているか、又はその供給が停止されているかを特定する。制御部122は、高周波電源300からの高周波電力の供給中には、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を比較的大きな距離に設定するよう、駆動系340dを制御する。これにより、伝導性ノイズを抑制することが可能である。制御部122は、高周波電源300からの高周波電力の供給停止中には、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を比較的小さな距離に設定するよう、駆動系340dを制御する。これにより、送電コイル131と受電コイル141との間の電力の伝送効率を向上させることが可能である。

[0102] 一実施形態において、制御部2は、プロセスレシピにおいて指定されている高周波電源300からの高周波電力のパワーレベルが所定レベル以上である場合には、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を比較的大きな距離に設定するよう、制御部122を介して駆動系340dを制御する。これにより、伝導性ノイズを抑制することが可能である。また、制御部2は、プロセスレシピにおいて指定されている高周波電源300からの高周波電力のパワーレベルが所定レベルよりも小さい場合には、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を比較的小さな距離に設定するよう、制御部122を介して駆動系340dを制御する。これにより、送電コイル131と受電コイル141との間の電力の伝送効率を向上させることが可能である。

[0103] 一実施形態において、制御部2は、プロセスレシピにおいて指定されている高周波電源300からの高周波電力の周波数に応じて決定される距離に送電コイル131と受電コイル141との間の距離を設定するよう、制御部122を介して駆動系340dを制御する。これにより、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を高周波電力の周波数に応じた適切な距離に設定して、送電コイル131と受電コイル141との間の電力の伝送効率を向上させ、受電コイル141から送電コイル131への高周波ノイズを抑制することができる。

- [0104] 以下、図28に示す実施形態について説明する。送電コイル部130は、図10に示した実施形態と同様に、金属筐体130g、送電コイル131、ヒートシンク134、フェライト材135、及び熱伝導シート136を含んでいる。送電コイル部130は、ファン130fを更に含んでいる。
- [0105] 金属筐体130gは、接地されている。金属筐体130gは、遮蔽空間130sを画成しており、遮蔽空間130s内に送電コイル131を収容している。金属筐体130gは、受電コイル141に対して送電コイル131の背面側で延在し、且つ、送電コイル131の外周を囲んでいる。
- [0106] 金属筐体130gは、背面壁130gb及び側壁130gsを含んでいる。背面壁130gb及び側壁130gsは、遮蔽空間130sを画成している。背面壁130gbは、略平坦な板状をなしており、受電コイル141に対して送電コイル131の背面側で延在している。側壁130gsは、角筒形状又は円筒形状のような筒形状を有しており、背面壁130gbから受電コイル部140に向けて延びている。側壁130gsは、送電コイル131の外周を囲んでいる。
- [0107] 遮蔽空間130s内且つ背面壁130gbと送電コイル131との間には、ヒートシンク134、フェライト材135、及び熱伝導シート136が、順に配置されている。
- [0108] 金属筐体130gの側壁130gsの先端の開口は、絶縁性プレート130iによって、閉じられている。絶縁性プレート130iは、例えば、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）又はPPS（ポリフェニレンサルファイド）のような樹脂から形成されている。
- [0109] 側壁130gsには、複数の通気孔130ghが形成されている。また、ファン130fが金属筐体130gの外側で側壁130gsに沿って配置されている。ファン130fは、送風ファンであってもよく、排気ファンであってもよい。ファン130fは、金属筐体130gの外部から複数の通気孔130gh及び遮蔽空間130sを経由して金属筐体130gの外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル131及びフェライト材135が

冷却される。

- [0110] 受電コイル部140は、図10に示した実施形態と同様に、金属筐体140g、受電コイル141、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を含んでいる。受電コイル部140は、ファン140fを更に含んでいる。
- [0111] 金属筐体140gは、接地されている。金属筐体140gは、遮蔽空間140sを画成しており、遮蔽空間140s内に受電コイル141を収容している。金属筐体140gは、送電コイル131に対して受電コイル141の背面側で延在し、且つ、受電コイル141の外周を囲んでいる。
- [0112] 金属筐体140gは、背面壁140gb及び側壁140gsを含んでいる。背面壁140gb及び側壁140gsは、遮蔽空間140sを画成している。背面壁140gbは、略平坦な板状をなしており、送電コイル131に対して受電コイル141の背面側で延在している。側壁140gsは、角筒形状又は円筒形状のような筒形状を有しており、背面壁140gbから送電コイル部130に向けて延びている。側壁140gsは、受電コイル141の外周を囲んでいる。
- [0113] 遮蔽空間140s内且つ背面壁140gbと受電コイル141との間には、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が、順に配置されている。
- [0114] 金属筐体140gの側壁140gsの先端の開口は、絶縁性プレート140iによって、閉じられている。絶縁性プレート140iは、例えば、PEEK又はPPSのような樹脂から形成されている。
- [0115] 側壁140gsには、複数の通気孔140ghが形成されている。また、ファン140fが金属筐体140gの外側で側壁140gsに沿って配置されている。ファン140fは、送風ファンであってもよく、排気ファンであってもよい。ファン140fは、金属筐体140gの外部から複数の通気孔140gh及び遮蔽空間140sを経由して金属筐体140gの外部に至る気流を形成する。これにより、受電コイル141及びフェライト材145が

冷却される。

[0116] 図28に示す実施形態においては、駆動系340dは、送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更するために、送電コイル部130を移動させるように構成されている。

[0117] 以下、図29～図37に示す種々の実施形態について、図28に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図29～図37の各々に示す実施形態においては、送電コイル部130及び受電コイル部140は、一体化されている。送電コイル部130の送電コイル131及び受電コイル部140の受電コイル141は、少なくとも一つの金属筐体によって提供される遮蔽空間内に配置されている。少なくとも一つの金属筐体は、接地されており、遮蔽空間を外部の空間から電磁的に遮蔽している。遮蔽空間内には、少なくとも一つのフェライト材が設けられている。少なくとも一つのフェライト材は、送電コイル131及び受電コイル141を収容する空間を閉じている。

[0118] 以下、図29に示す実施形態について、図28に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図28に示す実施形態では、少なくとも一つの金属筐体として、二つの金属筐体が用いられている。即ち、送電コイル部130の金属筐体130g（第1の金属筐体）及び受電コイル部140の金属筐体140g（第2の金属筐体）が用いられている。

[0119] 金属筐体130gと金属筐体140gは、それらの側壁の先端が対面するように配置されており、且つ、それらの側壁の先端の間に絶縁性プレート34iを挟持している。即ち、金属筐体130gの遮蔽空間130sと金属筐体140gの遮蔽空間140sは、絶縁性プレート34iにより分離されている。絶縁性プレート34iは、例えば、PEEK又はPPSのような樹脂から形成されている。

[0120] 側壁130gsは、フランジ130gfを含んでおり、側壁140gsは、フランジ140gfを含んでいる。金属筐体130gと金属筐体140gは、フランジ130gfとフランジ140gfを互いに対面又は当接させて、電氣的に導通させた状態で、位置決めピン34pにより位置決めされて、

互いに固定されている。これにより送電コイル131と受電コイル141それぞれの巻線軸が一致し、送電コイル131と受電コイル141の平行度が機械的に確保される。したがって、送電コイル131と受電コイル141との間での電力の伝送効率の向上を可能とする技術を提供することが可能である。

[0121] 遮蔽空間130s内且つ背面壁130gbと送電コイル131との間には、ヒートシンク134、フェライト材135の背面部1351、及び熱伝導シート136が、順に配置されている。フェライト材135は、遮蔽空間130sの中に配置されており、絶縁性プレート34iの側で開口する空間135sを画成している。送電コイル131は、空間135sの中に配置されている。

[0122] フェライト材135の背面部1351（第1の背面部）は、略平坦な板状をなしており、送電コイル131の背面側で延在している。フェライト材135は、側壁部1353（第1の側壁部）を更に含んでいる。側壁部1353は、角筒形状又は円筒形状のような筒形状を有しており、背面部1351から絶縁性プレート34iに向けて延びている。側壁部1353は、送電コイル131の外周を囲んでいる。側壁部1353と送電コイル131の間には、送電コイル131の外周を囲むように熱伝導シート137が配置されていてもよい。側壁部1353の先端と後述する側壁部1454の先端は、それらの間に絶縁性プレート34iを介して互いに対面している。なお、単一の部材が、背面部1351及び側壁部1353を構成していてもよく、別個の部材が背面部1351及び側壁部1353をそれぞれ構成していてもよい。

[0123] 遮蔽空間140s内且つ背面壁140gbと受電コイル141との間には、スペーサ143、ヒートシンク144、フェライト材145の背面部1452、及び熱伝導シート146が、順に配置されている。フェライト材145は、遮蔽空間140sの中に配置されており、絶縁性プレート34iの側で開口する空間145sを画成している。受電コイル141は、空間145

sの中に配置されている。

- [0124] フェライト材145の背面部1452（第2の背面部）は、略平坦な板状をなしており、受電コイル141の背面側で延在している。フェライト材145は、側壁部1454（第2の側壁部）を更に含んでいる。側壁部1454は、角筒形状又は円筒形状のような筒形状を有しており、背面部1452から絶縁性プレート34iに向けて延びている。側壁部1454は、受電コイル141の外周を囲んでいる。側壁部1454と受電コイル141の間には、受電コイル141の外周を囲むように熱伝導シート147が配置されていてもよい。側壁部1454の先端と側壁部1353の先端は、それらの間に絶縁性プレート34iを介して互いに対面している。なお、単一の部材が、背面部1452及び側壁部1454を構成していてもよく、別個の部材が背面部1452及び側壁部1454をそれぞれ構成していてもよい。
- [0125] 図29の実施形態において、駆動系340dは、送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更するめに、送電コイルアセンブリを移動させるように構成されている。送電コイルアセンブリは、送電コイル131、ヒートシンク134、フェライト材135、熱伝導シート136、及び熱伝導シート137を含む。
- [0126] 図29に示す送電コイル部130及び受電コイル部140によれば、金属筐体130g及び140gにより、高周波ノイズの外部への漏れが抑制される。また、送電コイル部130及び受電コイル部140の各々の内部への異物の侵入を抑制することが可能である。
- [0127] また、フェライト材135及びフェライト材145により、磁束の漏れが抑制される。したがって、送電コイル131及び受電コイル141の各々の巻数を増加させなくても、送電コイル131と受電コイル141との間での高い給電効率を得ることができる。故に、送電コイル131と受電コイル141の各々の抵抗値を小さくすることができる。また、送電コイル131及び受電コイル141の各々を小型化することが可能である。
- [0128] また、フェライト材135及びフェライト材145の各々は、側壁部を有

するので、比較的大きい体積を有する。したがって、フェライト材 135 及びフェライト材 145 の各々は伝導性ノイズによって発熱を生じて、その温度上昇は小さい。また、フェライト材 135 及びフェライト材 145 の各々は、比較的大きい体積を有するので、比較的大きいインダクタンスを有する。フェライト材 135 及びフェライト材 145 の各々の比較的大きいインダクタンスと送電コイル 131 と受電コイル 141 の各々の小さい抵抗値は、送電コイル 131 及び受電コイル 141 の各々の高い Q 値をもたらす。したがって、送電コイル 131 及び受電コイル 141 との間での電力の高い伝送効率が確保される。

[0129] なお、フェライト材 135 及びフェライト材 145 の各々は、マンガニ亜鉛系フェライト、ニッケル亜鉛系フェライト又はナノ結晶軟磁性材料から形成されていてもよい。この場合には、伝送周波数が 1 MHz 以下では、高い透磁率により伝送周波数での磁束の高い閉じ込め効果が得られ、且つ、伝導性ノイズを効率的に熱に変換することが可能である。

[0130] 以下、図 30 に示す実施形態について、図 29 に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図 30 に示す実施形態では、少なくとも一つの金属筐体として、単一の金属筐体 340g が用いられている。

[0131] 金属筐体 340g は、接地されている。金属筐体 340g は、遮蔽空間 340s を画成しており、遮蔽空間 340s 内に送電コイル 131 及び受電コイル 141 を収容している。

[0132] 金属筐体 340g は、第 1 の背面壁 340g1、第 2 の背面壁 340g2、及び側壁 340g3 を含んでいる。第 1 の背面壁 340g1、第 2 の背面壁 340g2、及び側壁 340g3 は、遮蔽空間 340s を画成している。第 1 の背面壁 340g1 は、略平坦な板状をなしており、受電コイル 141 に対して送電コイル 131 の背面側で延在している。第 2 の背面壁 340g2 は、略平坦な板状をなしており、送電コイル 131 に対して受電コイル 141 の背面側で延在している。側壁 340gs は、角筒形状又は円筒形状のような筒形状を有しており、第 1 の背面壁 340g1 から第 2 の背面壁 340g2 まで延在している。

0 g 2 まで延びている。側壁 1 3 0 g s は、送電コイル 1 3 1 の外周及び受電コイル 1 4 1 の外周を囲んでいる。

[0133] 遮蔽空間 3 4 0 s 内且つ第 1 の背面壁 3 4 0 g 1 と送電コイル 1 3 1 との間には、ヒートシンク 1 3 4、フェライト材 1 3 5 の背面部 1 3 5 1、及び熱伝導シート 1 3 6 が、順に配置されている。

[0134] また、遮蔽空間 3 4 0 s 内且つ第 2 の背面壁 3 4 0 g 2 と受電コイル 1 4 1 との間には、スペーサ 1 4 3、ヒートシンク 1 4 4、フェライト材 1 4 5 の背面部 1 4 5 2、及び熱伝導シート 1 4 6 が、順に配置されている。

[0135] フェライト材 1 3 5 とフェライト材 1 4 5 は、遮蔽空間 3 4 0 s の中に配置されている。フェライト材 1 3 5 の側壁部 1 3 5 3 は、フェライト材 1 4 5 の側壁部 1 4 5 4 の外側で延在している。フェライト材 1 3 5 とフェライト材 1 4 5 は、側壁部 1 3 5 3 が側壁部 1 4 5 4 を囲むことにより、閉じられた空間 3 4 5 s を画成する。送電コイル 1 3 1 及び受電コイル 1 4 1 は、空間 3 4 5 s の中に配置されている。

[0136] また、ファン 3 4 0 f が、金属筐体 3 4 0 g の外側で金属筐体 3 4 0 g に沿って配置されている。ファン 3 4 0 f は、送風ファンであってもよく、排気ファンであってもよい。図 3 0 の例では、ファン 3 4 0 f は、側壁 3 4 0 g 3 に沿って配置されている。ファン 3 4 0 f は、金属筐体 3 4 0 g の外部から金属筐体 3 4 0 g の複数の通気孔 3 4 0 g h 及び遮蔽空間 3 4 0 s を経由して金属筐体 3 4 0 g の外部に至る気流を形成する。図 3 0 の例では、複数の通気孔 3 4 0 g h は、側壁 3 4 0 g 3 に形成されている。

[0137] 図 3 0 の実施形態において、駆動系 3 4 0 d は、送電コイル 1 3 1 と受電コイル 1 4 1 との間のギャップの長さを変更するめに、送電コイルアセンブリを移動させるように構成されている。送電コイルアセンブリは、送電コイル 1 3 1、ヒートシンク 1 3 4、フェライト材 1 3 5、熱伝導シート 1 3 6、及び熱伝導シート 1 3 7 を含む。駆動系 3 4 0 d による送電コイルアセンブリの移動により、側壁部 1 3 5 3 は、側壁部 1 4 5 4 の外周面に沿って移動する。

- [0138] 図30に示す送電コイル部130及び受電コイル部140によれば、金属筐体340gにより、高周波ノイズの外部への漏れが抑制される。また、送電コイル部130及び受電コイル部140の各々の内部への異物の侵入を抑制することが可能である。
- [0139] 以下、図31に示す実施形態について、図30に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図31に示す実施形態では、複数の通気孔340ghは、第1の背面壁340g1及び第2の背面壁340g2に形成されている。図31に示す実施形態においては、ファン340fが、金属筐体340gの外側で第2の背面壁340g2に沿って設けられている。
- [0140] 図31に示す実施形態では、ヒートシンク134、背面部1351、熱伝導シート136、及び送電コイル131は、送電コイル131と受電コイル141との間の空間を第1の背面壁340g1の複数の通気孔340ghに繋げる第1の気体流路を提供している。また、ヒートシンク144、背面部1452、熱伝導シート146、及び受電コイル141は、送電コイル131と受電コイル141との間の空間を第2の背面壁340g2の複数の通気孔340ghに繋げる第2の気体流路を提供している。
- [0141] 図31に示す実施形態において、ファン340fは、送風ファンであり、第2の背面壁340g2の複数の通気孔340gh、第2の気体流路、受電コイル141と送電コイル131との間の空間、第1の気体流路、及び、第1の背面壁340g1の複数の通気孔340ghを経由して、金属筐体340gの外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル131、フェライト材135、受電コイル141、及びフェライト材145が冷却される。
- [0142] 以下、図32に示す実施形態について、図31に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図32に示す実施形態では、送電コイル部130は、ヒートシンク134に代えてベースプレート138を含んでいる。ベースプレート138は、例えばガラスエポキシ基板である。また、送電コイル部130において、フェライト材135は、上述の背面部1351と同様に、略板状をなしており、送電コイル131の背面側で延在している。ベース

プレート138は、フェライト材135との接触面に少なくとも1つの中空部を有していてもよい。この場合は、フェライト材135の冷却効率を高めることができる。

[0143] 受電コイル部140は、ヒートシンク144に代えてベースプレート148を含んでいる。ベースプレート148は、例えばガラスエポキシ基板である。また、受電コイル部140において、フェライト材145の側壁部1454は、背面部1452から送電コイル部130の側へ延びており、送電コイル131の外周、熱伝導シート136の外周、及びフェライト材135の外周を囲んでいる。ベースプレート148は、フェライト材145との接触面に少なくとも1つの中空部を有していてもよい。この場合は、フェライト材145の冷却効率を高めることができる。

[0144] 図32の実施形態において、駆動系340dは、送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更するめに、送電コイルアセンブリを移動させるように構成されている。送電コイルアセンブリは、送電コイル131、ベースプレート138、フェライト材135、及び熱伝導シート136を含む。送電コイルアセンブリは、側壁部1454によって囲まれた領域の中で移動する。

[0145] 上述の図30及び図31の実施形態では、二つのフェライト材の側壁部が入れ子状に配置されている。一方、図32の実施形態では、金属筐体340gの中で、単一の側壁部1454が、送電コイル131及び受電コイル141を囲っている。したがって、図32の実施形態によれば、金属筐体340gの中でのフェライト材の幅が小さい。故に、図32の実施形態によれば、金属筐体340gの幅を小さくすることができる。

[0146] 以下、図33に示す実施形態について、図32に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図33に示す実施形態では、フェライト材145は、上述の背面部1452と同様に、略板状をなしており、受電コイル141の背面側で延在している。

[0147] フェライト材135は、上述の背面部1351及び側壁部1353を含ん

でいる。側壁部1353は、背面部1351から受電コイル部140の側へ延びており、受電コイル141の外周、熱伝導シート146の外周、及びフェライト材145の外周を囲んでいる。

[0148] 図33の実施形態において、駆動系340dは、送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更するために、送電コイルアセンブリを移動させるように構成されている。送電コイルアセンブリは、送電コイル131、ベースプレート138、フェライト材135、及び熱伝導シート136を含む。送電コイルアセンブリの送電コイル131、フェライト材135、及び熱伝導シート136は、フェライト材145が側壁部1353によって囲まれた領域内に位置するように、移動する。

[0149] 以下、図34に示す実施形態について、図32に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図34に示す実施形態では、ファン340fは、金属筐体340gの外側で、第1の背面壁340g1に沿って配置されている。

[0150] 以下、図35に示す実施形態について、図34に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図35に示す実施形態では、駆動系340dは、送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更するために、受電コイルアセンブリを移動させるように構成されている。受電コイルアセンブリは、受電コイル141、ベースプレート148、フェライト材145、及び熱伝導シート146を含む。受電コイルアセンブリは、送電コイル131、フェライト材135、及び熱伝導シート136が、側壁部1454によって囲まれた領域の中に位置するように、移動する。なお、図35に示す実施形態は、図32に示す実施形態の駆動系340d及びファン340fの位置を入れ替えた構成であるが、図33の実施形態の駆動系340d及びファン340fの位置が同様に入れ替えられてもよい。

[0151] 以下、図36に示す実施形態について、図34に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図36に示す実施形態では、二つの駆動系340dが用いられている。二つの駆動系340dのうち一方は、送電コイル13

1と受電コイルとの間の距離を変更するために、送電コイルアセンブリを移動させる。二つの駆動系340dのうち他方は、送電コイル131と受電コイルとの間の距離を変更するために、受電コイルアセンブリを移動させる。受電コイルアセンブリは、受電コイル141、ベースプレート148、フェライト材145、及び熱伝導シート146を含む。

[0152] 以下、図37に示す実施形態について、図36に示す実施形態に対する相違点の観点から説明する。図37に示す実施形態では、フェライト材145は、上述の背面部1452と同様に、略板状をなしており、受電コイル141の背面側で延在している。また、側壁部を構成するフェライト材1345が用いられている。フェライト材1345は、筒状をなしており、金属筐体340gに固定されている。図37の実施形態では、二つの駆動系340dは、送電コイルアセンブリ及び受電コイルアセンブリを、側壁部を構成するフェライト材1345によって囲まれた領域の中で、移動させるように構成されている。なお、駆動系340dは、送電コイルアセンブリ及び受電コイルアセンブリのいずれか一方を、側壁部を構成するフェライト材1345によって囲まれた領域の中で、移動させるように一つだけで構成されていてもよい。

[0153] [共振コンデンサとしての可変容量コンデンサの利用に関する例示的实施形態]

[0154] 以下、送電コイル131と受電コイル141との間のギャップの長さを変更可能な種々の実施形態の送電コイル部130及び受電コイル部140の各々における共振コンデンサについて、説明する。送電コイル部130及び受電コイル部140の一方のみ又はそれらの双方において、少なくとも一つの共振コンデンサは、可変容量コンデンサであってもよい。

[0155] 図9を参照する。例えば、図9に示す送電コイル部130において、共振コンデンサ132a及び132bのうち一方は、可変容量コンデンサであってもよい。或いは、共振コンデンサ132a及び132bの双方が、可変容量コンデンサであってもよい。共振コンデンサ132a及び132bは、そ

れらが可変容量コンデンサである場合には、互いに同一の静電容量を有していてもよく、互いに異なる静電容量を有していてもよい。

[0156] 図9に示す受電コイル部140において、共振コンデンサ142a及び142bのうち一方は、可変容量コンデンサであってもよい。或いは、共振コンデンサ142a及び142bの双方が、可変容量コンデンサであってもよい。共振コンデンサ142a及び142bは、それらが可変容量コンデンサである場合には、互いに同一の静電容量を有していてもよく、互いに異なる静電容量を有していてもよい。

[0157] また、図9に示す実施形態において、共振コンデンサ132a及び共振コンデンサ142aの各々が可変容量コンデンサであってもよい。或いは、共振コンデンサ132b及び共振コンデンサ142bの各々が可変容量コンデンサであってもよい。或いは、共振コンデンサ132a、共振コンデンサ132b、共振コンデンサ142a、及び共振コンデンサ142bの各々が可変容量コンデンサであってもよい。

[0158] 図38を参照する。図38は、更に別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。更に別の実施形態において、二つ以上の共振コンデンサが、送電コイル131に並列接続されていてもよい。或いは、又は、加えて、別の二つ以上の共振コンデンサが、受電コイル141に並列接続されていてもよい。

[0159] 図38の実施形態では、二つ以上の共振コンデンサ132aが、送電コイル131の一端と送電部120との間で並列接続されている。二つ以上の共振コンデンサ132bが、送電コイル131の他端と送電部120との間で並列接続されている。二つ以上の共振コンデンサ142aが、受電コイル141の一端に並列接続されている。また、二つ以上の共振コンデンサ142bが、受電コイル141の他端に並列接続されている。二つ以上の共振コンデンサ132aのうち少なくとも一つは、可変容量コンデンサであってもよい。二つ以上の共振コンデンサ132bのうち少なくとも一つは、可変容量コンデンサであってもよい。二つ以上の共振コンデンサ142aのうち少な

くとも一つは、可変容量コンデンサであってもよい。また、二つ以上の共振コンデンサ 1 4 2 b のうち少なくとも一つは、可変容量コンデンサであってもよい。

[0160] なお、図 3 8 の実施形態の変形例において、受電コイル 1 4 1 の一端には単一の共振コンデンサ 1 4 2 a だけが接続されていてもよく、受電コイル 1 4 1 の他端には単一の共振コンデンサ 1 4 2 b だけが接続されていてもよい。加えて、送電コイル 1 3 1 の一端には単一の共振コンデンサ 1 3 2 a だけが接続されていてもよい。或いは、送電コイル 1 3 1 の他端には単一の共振コンデンサ 1 3 2 b だけが接続されていてもよい。

[0161] 図 3 8 の実施形態の別の変形例において、送電コイル 1 3 1 の一端には単一の共振コンデンサ 1 3 2 a だけが接続されていてもよく、送電コイル 1 3 1 の他端には単一の共振コンデンサ 1 3 2 b だけが接続されていてもよい。加えて、受電コイル 1 4 1 の一端には単一の共振コンデンサ 1 4 2 a だけが接続されていてもよい。或いは、受電コイル 1 4 1 の他端には単一の共振コンデンサ 1 4 2 b だけが接続されていてもよい。

[0162] 図 3 8 の実施形態の更に別の変形例において、送電コイル 1 3 1 の一端には単一の共振コンデンサ 1 3 2 a だけが接続されていてもよく、受電コイル 1 4 1 の一端には単一の共振コンデンサ 1 4 2 a だけが接続されていてもよい。或いは、送電コイル 1 3 1 の他端には単一の共振コンデンサ 1 3 2 b だけが接続されていてもよく、受電コイル 1 4 1 の他端には単一の共振コンデンサ 1 4 2 b だけが接続されていてもよい。

[0163] 送電コイル部 1 3 0 及び受電コイル部 1 4 0 のうち少なくとも一方が共振コンデンサとして少なくとも一つの可変容量コンデンサを含む場合には、送電コイル 1 3 1 と受電コイル 1 4 1 との間の距離に応じて、少なくとも一つの可変容量コンデンサの静電容量が変更される。これにより、送電コイル部 1 3 0 において送電コイル 1 3 1 を含む回路が、伝送周波数に対して共振回路を形成するように補正される。また、受電コイル部 1 4 0 において受電コイル 1 4 1 を含む回路が、伝送周波数に対して共振回路を形成するように補

正される。なお、送電コイル１３１と受電コイル１４１との間の距離に応じた少なくとも一つの可変容量コンデンサの静電容量は、制御部２から制御部１２２を介して設定される。

[0164] [送電コイル部及び受電コイル部におけるフェライト材による伝導性ノイズ対策に関する例示的实施形態]

[0165] 以下、図３９の（ａ）、図３９の（ｂ）、図４０の（ａ）、図４０の（ｂ）、図４１の（ａ）、図４１の（ｂ）、図４２の（ａ）、及び図４２の（ｂ）を参照する。図３９の（ａ）は、一つの例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図３９の（ｂ）は、図３９の（ａ）に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。図３９の（ａ）は、図３９の（ｂ）に示すXXXIXA-XXXIXA線に沿ってとったコイル部の断面を示している。図４０の（ａ）は、別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図４０の（ｂ）は、図４０の（ａ）に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。図４０の（ａ）は、図４０の（ｂ）に示すXLA-XLA線に沿ってとったコイル部の断面を示している。図４１の（ａ）は、更に別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図４１の（ｂ）は、図４１の（ａ）に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。図４１の（ａ）は、図４１の（ｂ）に示すXLI A-XLI A線に沿ってとったコイル部の断面を示している。図４２の（ａ）は、更に別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図４２の（ｂ）は、図４２の（ａ）に示すコイル部においてベースプレートと熱伝導シートとの間に設けられた複数のフェライト材を示す平面図である。図４２の（ａ）は、図４２の（ｂ）に示すXLI I A-XLI I A線に沿ってとったコイル部の断面を示している。これらの図に示すコイル部５００の構成は、送電コイル部１３０及び受電コイル部１４０のうち少なくとも一方において金属筐体の内部に配置される構成として採用され得る。

- [0166] コイル部500は、コイル501、スペーサ503、ベースプレート508、複数のフェライト材505、及び熱伝導シート506を含む。コイル501は、送電コイル部130では送電コイル131として、受電コイル141では受電コイル141として用いられる。スペーサ503は、ベースプレート508を支持している。ベースプレート508は、例えば、ガラスエポキシ基板である。複数のフェライト材505は、ベースプレート508とコイル501との間に設けられている。熱伝導シート506は、複数のフェライト材505の各々とコイル501との間に設けられている。コイル部500は、コイル501からの引き出し線を、コイル501からベースプレート508の下スペースまで引き出すための孔500hを提供している。
- [0167] 図39の(a)及び図39の(b)に示す実施形態において、複数のフェライト材505は、単一の段を形成しており、ベースプレート508の主面に直交する一方向に沿って配列されている。複数のフェライト材505は、孔500hを避けて配置されている。図39の(a)及び図39の(b)に示す実施形態において、コイル部500は、内側フェライト材507を更に含んでいる。内側フェライト材507は、コイル501の内側に配置されている。
- [0168] 図40の(a)及び図40の(b)に示す実施形態において、複数のフェライト材505は、二つの段を形成している。複数のフェライト材505は、三つ以上の段を形成していてもよい。各段において、複数のフェライト材505は、ベースプレート508の主面に直交する一方向に沿って配列されている。複数のフェライト材505は、孔500hを避けて配置されている。図40の(a)及び図40の(b)に示す実施形態において、内側フェライト材507が、コイル501の内側に配置されていてもよく、配置されていなくてもよい。
- [0169] 図41の(a)及び図41の(b)に示す実施形態において、複数のフェライト材505は、単一の段を形成しており、ベースプレート508の主面に直交する第1の方向に沿って配列されている。複数のフェライト材505

は、孔500hを避けて配置されている。複数のフェライト材505のうち幾つかは、ベースプレート508の主面に直交し且つ第1の方向に直交する第2の方向において、孔500hの両側に配置されている。図41の(a)及び図41の(b)に示す実施形態において、内側フェライト材507が、コイル501の内側に配置されていてもよく、配置されていなくてもよい。

[0170] 図42の(a)及び図42の(b)に示す実施形態において、複数のフェライト材505は、二つの段を形成している。複数のフェライト材505は、三つ以上の段を形成していてもよい。各段において、複数のフェライト材505は、ベースプレート508の主面に直交する第1の方向に沿って配列されている。複数のフェライト材505は、孔500hを避けて配置されている。複数のフェライト材505のうち幾つかは、ベースプレート508の主面に直交し且つ第1の方向に直交する第2の方向において、孔500hの両側に配置されている。図42の(a)及び図42の(b)に示す実施形態において、内側フェライト材507が、コイル501の内側に配置されていてもよく、配置されていなくてもよい。

[0171] なお、各実施形態において、複数のフェライト材505及び内側フェライト材507は、マンガン亜鉛系フェライト、ニッケル亜鉛系フェライト又はナノ結晶軟磁性材料から形成されていてもよい。

[0172] 図39の(a)、図39の(b)、図40の(a)、図40の(b)、図41の(a)、図41の(b)、図42の(a)、及び図42の(b)に示す各実施形態では、全てのフェライト材が、大きい合計体積をコイル部500にもたらしめている。したがって、高周波ノイズによってこれらのフェライト材に発熱が生じて、これらのフェライト材の温度上昇は小さい。故に、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として、大きなパワーレベルを有する高周波電力を用いることが可能である。なお、コイル部500の構成は、送電コイル部130及び受電コイル部140の双方に採用されてもよい。或いは、コイル部500の構成は、特に伝導性ノイズによる渦電流に起因する発熱が生じやすい受電コイル部140のみにおいて採

用されてもよい。

[0173] [送電コイル部及び受電コイル部における内側フェライト材に関する例示的实施形態]

[0174] 以下、図43～図58を参照して、一体化された送電コイル部130及び受電コイル部140における内側フェライト材に関する種々の例示的实施形態について説明する。内側フェライト材は、送電コイル131及び受電コイルのうち141のうち一方のコイルの内側の領域から他方のコイルの内側の領域に向けて延びている。内側フェライト材は、マンガン亜鉛系フェライト、ニッケル亜鉛系フェライト又はナノ結晶軟磁性材料から形成されていてもよい。

[0175] 内側フェライト材によれば、送電コイル131及び受電コイル141の各々のQ値、送電コイル131と受電コイル141との間での結合係数、及び送電コイル131と受電コイル141との間での電力の伝送効率が高められる。故に、内側フェライト材によれば、無線給電の性能が向上される。また、送電コイル131と受電コイル141との間の距離を長くすることが可能であり、受電コイル141から送電コイル131への伝導性ノイズを低減することが可能である。また、所望のQ値を確保しつつ、送電コイル131と受電コイル141の各々を小型化することが可能である。

[0176] 図43は、更に別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。以下、図43に示す実施形態について、図30の実施形態に対する相違点の観点から説明する。図43に示す実施形態では、駆動系340dは利用されていない。

[0177] 図43の実施形態において、遮蔽空間340s内且つ第1の背面壁340g1と送電コイル131の間には、ヒートシンク134、フェライト材345の背面部3451（第1の部分）、及び熱伝導シート136が、順に配置されている。背面部3451は、略平坦な板状をなしており、送電コイル131の背面側で延在している。

[0178] また、遮蔽空間340s内且つ第2の背面壁340g2と受電コイル14

1との間には、スペーサ143、ヒートシンク144、フェライト材345の背面部3452（第2の部分）、及び熱伝導シート146が、順に配置されている。背面部3452は、略平坦な板状をなしており、受電コイル141の背面側で延在している。

[0179] フェライト材345は、遮蔽空間340sの中に配置されており、閉じられた空間345sを画成している。送電コイル131及び受電コイル141は、空間345sの中に配置されている。

[0180] フェライト材345は、側壁部3453（第3の部分）を更に含んでいる。側壁部3453は、角筒形状又は円筒形状のような筒形状を有しており、背面部3451から背面部3452まで延びている。側壁部3453は、送電コイル131の外周及び受電コイル141の外周を囲んでいる。送電コイル131及び受電コイル141の各々と側壁部3453との間には、送電コイル131の外周及び受電コイル141の外周を囲むように熱伝導シート347が配置されていてもよい。なお、単一の部材が、背面部3451、背面部3452、及び側壁部3453を構成していてもよい。或いは、別個の部材が、背面部3451、背面部3452、及び側壁部3453をそれぞれ構成していてもよい。

[0181] さらに、図43の実施形態では、柱状の内側フェライト材348が、フェライト材345の背面部3451からフェライト材345の背面部3452まで、送電コイル131の内側の領域及び受電コイル141の内側の領域を通して延びている。

[0182] 図43の実施形態によれば、フェライト材345により、磁束の漏れが抑制される。したがって、送電コイル131及び受電コイル141の各々の巻数を増加させなくても、送電コイル131と受電コイル141との間での高い給電効率を得ることができる。故に、送電コイル131と受電コイル141の各々の抵抗値を小さくすることができる。また、送電コイル131及び受電コイル141の各々を小型化することが可能である。

[0183] また、フェライト材345は、側壁部を有するので、比較的大きい体積を

有する。したがって、フェライト材３４５は伝導性ノイズによって発熱を生じて、その温度上昇は小さい。また、フェライト材３４５は、比較的大きい体積を有するので、比較的大きいインダクタンスを有する。フェライト材３４５の比較的大きいインダクタンスと送電コイル１３１と受電コイル１４１の各々の小さい抵抗値は、送電コイル１３１及び受電コイル１４１の各々の高いＱ値をもたらす。したがって、送電コイル１３１及び受電コイル１４１との間での電力の高い伝送効率が確保される。

[0184] なお、フェライト材３４５は、マンガン亜鉛系フェライト、ニッケル亜鉛系フェライト又はナノ結晶軟磁性材料から形成されていてもよい。この場合には、伝送周波数が１ＭＨｚ以下では、高い透磁率により伝送周波数での磁束の高い閉じ込め効果が得られ、且つ、伝導性ノイズを効率的に熱に変換することが可能である。

[0185] 図４４は、更に別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。以下、図４４に示す実施形態について、図４３の実施形態に対する相違点の観点から説明する。図４４の実施形態では、内側フェライト材３４８は、フェライト材３４５の背面部３４５１及びフェライト材３４５の背面部３４５２を貫通している。内側フェライト材３４８は、ヒートシンク１３４からヒートシンク１４４まで、送電コイル１３１の内側の領域及び受電コイル１４１の内側の領域を通して延びている。

[0186] 図４５は、更に別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。以下、図４５に示す実施形態について、図３０の実施形態に対する相違点の観点から説明する。

[0187] 図４５に示す状態では、内側フェライト材３４８が、背面部１４５２から受電コイル１４１の内側の領域を通して送電コイル１３１の内側の領域まで延びている。

[0188] 図３０の実施形態と同様に、送電コイル部１３０の送電コイル１３１、ヒートシンク１３４、フェライト材１３５、熱伝導シート１３６、及び熱伝導シート１３７は、駆動系３４０ｄによって受電コイル部１４０に近づく方向

（以下、「接近方向」という）及び受電コイル部１４０から離れる方向（以下、「離反方向」という）に移動可能である。図４５に示す状態では、駆動系３４０ｄによって、送電コイル１３１、ヒートシンク１３４、フェライト材１３５、熱伝導シート１３６、及び熱伝導シート１３７を接近方向に移動させると、内側フェライト材３４８の一端は、背面部１３５１に当接し得る。

[0189] 図４６は、更に別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。以下、図４６に示す実施形態について、図４５の実施形態に対する相違点の観点から説明する。図４６の実施形態において、内側フェライト材３４８は、背面部１３５１から送電コイル１３１の内側の領域を通して受電コイル１４１の内側の領域まで延びている。駆動系３４０ｄによって、送電コイル１３１、ヒートシンク１３４、フェライト材１３５、熱伝導シート１３６、熱伝導シート１３７、及び内側フェライト材３４８を接近方向に移動させると、内側フェライト材３４８の他端は、背面部１４５２に当接し得る。

[0190] 図４７は、更に別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。以下、図４７に示す実施形態について、図４５の実施形態に対する相違点の観点から説明する。図４７に示す実施形態では、内側フェライト材３４８は、背面部１４５２から受電コイル１４１の内側の領域及び送電コイル１３１の内側の領域を通して背面部１３５１まで延びている。駆動系３４０ｄによって、送電コイル１３１、ヒートシンク１３４、フェライト材１３５、熱伝導シート１３６、及び熱伝導シート１３７を接近方向に移動させると、内側フェライト材３４８の一端は、背面部１３５１の貫通孔を通してヒートシンク１３４に当接し得る。また、ヒートシンク１３４に内孔を設けることで、内側フェライト材３４８の一端は、背面部１３５１の貫通孔を通してヒートシンク１３４の内部に当接してもよい。

[0191] 図４８は、更に別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。以下、図４８に示す実施形態について、図４６の実施形態

に対する相違点の観点から説明する。図48の実施形態において、内側フェライト材348は、背面部1351から送電コイル131の内側の領域及び受電コイル141の内側の領域を通して背面部1452まで延びている。駆動系340dによって、送電コイル131、ヒートシンク134、フェライト材135、熱伝導シート136、熱伝導シート137、及び内側フェライト材348を接近方向に移動させると、内側フェライト材348の他端は、背面部1452の貫通孔を通してヒートシンク144に当接し得る。また、ヒートシンク144に内孔を設けることで、内側フェライト材348の他端は、背面部1452の貫通孔を通してヒートシンク144の内部に当接してもよい。

[0192] 図49及び図50の各々は、更に別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。以下、図49及び図50の各々に示す実施形態について、図45の実施形態に対する相違点の観点から説明する。図49及び図50の各々の実施形態では、内側フェライト材348に代えて、柱状の内側フェライト材3481及び柱状の内側フェライト材3482が用いられている。なお、図49の実施形態における内側フェライト材3481の長さは、図50の実施形態における内側フェライト材3481の長さよりも短い。また、図49の実施形態における内側フェライト材3482の長さは、図50の実施形態における内側フェライト材3482の長さよりも長い。図49及び図50に示すように、内側フェライト材3481の長さは、内側フェライト材3482の長さよりも短くてもよく、長くてもよい。

[0193] 内側フェライト材3481は、背面部1351から送電コイル131の内側の領域を通して、送電コイル131から受電コイル141に向けて突き出している。内側フェライト材3482は、背面部1452から受電コイル141の内側の領域を通して、受電コイル141から送電コイル131に向けて突き出している。

[0194] 駆動系340dによって、送電コイル131、ヒートシンク134、フェライト材135、熱伝導シート136、熱伝導シート137、及び内側フェ

ライト材 3481 を接近方向に移動させると、内側フェライト材 3481 の先端は、内側フェライト材 3482 の先端に当接し得る。

[0195] 図 5 1 は、更に別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。以下、図 5 1 に示す実施形態について、図 4 9 の実施形態に対する相違点の観点から説明する。図 5 1 に示す状態では、内側フェライト材 3481 の先端は、内側フェライト材 3482 の先端を含む平面上に位置している。図 5 1 に示す実施形態では、内側フェライト材 3482 は、その先端から内側フェライト材 3482 の内部に延びる内孔を提供している。

[0196] 駆動系 340d によって、送電コイル 131、ヒートシンク 134、フェライト材 135、熱伝導シート 136、熱伝導シート 137、及び内側フェライト材 3481 を接近方向に移動させると、内側フェライト材 3481 の先端部分は、内側フェライト材 3482 の内孔の中に収容される。なお、内側フェライト材 3481 が内孔を提供していてもよく、内側フェライト材 3482 の先端部分が内側フェライト材 3481 の内孔の中に収容されてもよい。

[0197] 図 5 2 は、更に別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。以下、図 5 2 に示す実施形態について、図 4 5 の実施形態に対する相違点の観点から説明する。

[0198] 図 5 2 に示す実施形態では、送電コイル部 130 は、ヒートシンク 134 に代えてベースプレート 138 を含んでいる。ベースプレート 138 は、例えばガラスエポキシ基板である。また、送電コイル部 130 において、フェライト材 135 は、上述の背面部 1351 と同様に、略板状をなしており、送電コイル 131 の背面側で延在している。ベースプレート 138 は、フェライト材 135 との接触面に少なくとも 1 つの中空部を有していてもよい。この場合は、フェライト材 135 の冷却効率を高めることができる。

[0199] 受電コイル部 140 は、ヒートシンク 144 に代えてベースプレート 148 を含んでいる。ベースプレート 148 は、例えばガラスエポキシ基板である。また、受電コイル部 140 において、フェライト材 145 の側壁部 14

54は、背面部1452から送電コイル部130の側へ延びており、送電コイル131の外周、熱伝導シート136の外周、及びフェライト材135の外周を囲んでいる。ベースプレート148は、フェライト材145との接触面に少なくとも1つの中空部を有していてもよい。この場合は、フェライト材145の冷却効率を高めることができる。

[0200] 駆動系340dによって、送電コイル131、ベースプレート138、フェライト材135、熱伝導シート136、及び内側フェライト材3481を接近方向に移動させると、内側フェライト材348の先端は、ベースプレート138の貫通孔を通して、ベースプレート138から第1の背面壁340g1に向けて突き出す。

[0201] また、図52に示す実施形態では、ファン340fは、第2の背面壁340g2に沿って配置されている。複数の通気孔340ghは、第1の背面壁340g1及び第2の背面壁340g2に形成されている。

[0202] 以下、図53の(a)、図53の(b)、及び図53の(c)を参照する。図53の(a)、図53の(b)、及び図53の(c)の各々は、送電コイル及び受電コイルの各々と内側フェライト材との位置関係の例を示す図である。

[0203] 図53の(a)に示すように、内側フェライト材348は、送電コイル131及び受電コイル141に接していてもよい。また、内側フェライト材3481は送電コイル131に接していてもよく、内側フェライト材3482は受電コイル141に接していてもよい。

[0204] 図53の(b)に示すように、内側フェライト材348は、送電コイル131の内側の領域から延びて、受電コイル141の内側の領域に到達していてもよい。或いは、内側フェライト材348は、受電コイル141の内側の領域から延びて、送電コイル131の内側の領域に到達していてもよい。

[0205] 図53の(c)に示すように、内側フェライト材348は、送電コイル131及び受電コイル141に接していなくてもよい。また、内側フェライト

材 3 4 8 1 は送電コイル 1 3 1 に接していなくてもよく、内側フェライト材 3 4 8 2 は受電コイル 1 4 1 に接していなくてもよい。

[0206] 以下、図 5 4 の (a) ～図 5 4 の (e) を参照する。図 5 4 の (a) ～図 5 4 の (e) は、内側フェライト材の種々の例を示す図である。図 5 4 の (a) に示すように、内側フェライト材 3 4 8 は、単一の角柱であってもよい。内側フェライト材 3 4 8 1 及び内側フェライト材 3 4 8 2 の各々も、単一の角柱であってもよい。

[0207] 図 5 4 の (b) に示すように、内側フェライト材 3 4 8 は、二つ以上の角柱から構成された角柱であってもよい。内側フェライト材 3 4 8 1 及び内側フェライト材 3 4 8 2 の各々も、二つ以上の角柱から構成された角柱であってもよい。

[0208] 図 5 4 の (c) に示すように、内側フェライト材 3 4 8 は、直方体状をなしているもよく、内孔を有するか中空であってもよい。内側フェライト材 3 4 8 は、幾つかの板材から構成されていてもよい。また、内側フェライト材 3 4 8 1 及び内側フェライト材 3 4 8 2 の各々も、直方体状をなしているもよく、内孔を有するか中空であってもよい。内側フェライト材 3 4 8 1 及び内側フェライト材 3 4 8 2 の各々も、幾つかの板材から構成されていてもよい。

[0209] 図 5 4 の (d) に示すように、内側フェライト材 3 4 8 は、円柱形状を有しているもよい。内側フェライト材 3 4 8 1 及び内側フェライト材 3 4 8 2 の各々も、円柱形状を有しているもよい。図 5 4 の (e) に示すように、内側フェライト材 3 4 8 は、円筒形状を有しているもよい。内側フェライト材 3 4 8 1 及び内側フェライト材 3 4 8 2 の各々も、円筒形状を有しているもよい。

[0210] 以下、図 5 5 の (a) ～図 5 5 の (c) 及び図 5 6 の (a) ～図 5 6 の (b) を参照する。図 5 5 の (a) ～図 5 5 の (c) 及び図 5 6 の (a) ～図 5 6 の (b) は、内側フェライト材の種々の例を示す図である。図 5 5 の (a) ～図 5 5 の (c) 及び図 5 6 の (a) ～図 5 6 の (b) の各々は、内側

フェライト材の先端面を示す平面図である。

- [0211] 図55の(a)に示すように、内側フェライト材348は、直方体形状を有していてもよい。また、図55の(a)に示すように、内側フェライト材348は、格子状をなしていてもよい。また、内側フェライト材348は、複数の板材から形成されていてもよい。内側フェライト材348が、その中に提供する複数の空間は、均等に配置されていてもよく、不均等に配置されていてもよい。或いは、内側フェライト材348は、その中に提供する一つ以上の空間の中に異形状を有する一つ以上の部材を挿入することにより構成されていてもよい。異形状は、例えば円柱形状であってもよい。
- [0212] 図55の(b)及び図55の(c)に示すように、内側フェライト材348は、複数の部材から形成されていてもよい。図55の(b)及び図55の(c)の各々の例において、複数の部材の各々は、円柱形状を有している。図55の(b)に示すように、複数の部材は、互いに平行に且つ二次元的に配列されていてもよい。図55の(c)に示すように、複数の部材は、互いに平行に且つ空間を囲むように配列されていてもよい。複数の部材の各々は、円筒形状を有していてもよい。或いは、複数の部材のうち一つ以上の部材が円柱形状を有し、他の部材が円筒形状を有していてもよい。
- [0213] なお、送電コイル131及び受電コイル141の各々の内側の領域の形状に応じて、内側フェライト材348の複数の部材の個数、形状、及び配列は適宜に選択され得る。例えば、図56の(a)に示すように、内側フェライト材348の複数の部材の形状は、六角柱であってもよい。また、図56の(b)に示すように、内側フェライト材348は、複数の板状部分から形成される任意の形状を有していてもよい。また、内側フェライト材3481及び内側フェライト材3482の各々も、内側フェライト材348に関する上述の種々の例のうち何れかと同様に構成されていてもよい。
- [0214] 以下、図57の(a)～図57の(c)及び図58の(a)～図58の(b)を参照する。図57の(a)～図57の(c)及び図58の(a)～図58の(b)は、送電コイル部及び受電コイル部におけるフェライト材の種

々の例を示す図である。

[0215] 図57の(a)に示すように、内側フェライト材348は、背面部1452又は背面部3452と一体に形成されていてもよい。また、内側フェライト材3482は、背面部1452又は背面部3452と一体に形成されていてもよい。

[0216] 図57の(b)に示すように、内側フェライト材348は、背面部1351又は背面部3451と一体に形成されていてもよい。また、内側フェライト材3481は、背面部1351又は背面部3451と一体に形成されていてもよい。

[0217] 図57の(c)に示すように、内側フェライト材348は、背面部1351及び背面部1452と一体に形成されていてもよい。内側フェライト材348は、背面部3451及び背面部3452と一体に形成されていてもよい。

[0218] 図58の(a)に示すように、内側フェライト材348は、背面部1452及び側壁部1454と一体に形成されていてもよい。内側フェライト材348は、背面部3452及び側壁部3453と一体に形成されていてもよい。また、内側フェライト材3482は、背面部1452及び側壁部1454と一体に形成されていてもよい。内側フェライト材3482は、背面部3452及び側壁部3453と一体に形成されていてもよい。

[0219] 図58の(b)に示すように、内側フェライト材348は、背面部1351及び側壁部1353と一体に形成されていてもよい。内側フェライト材348は、背面部3451及び側壁部3453と一体に形成されていてもよい。また、内側フェライト材3481は、背面部1351及び側壁部1353と一体に形成されていてもよい。内側フェライト材3481は、背面部3451及び側壁部3453と一体に形成されていてもよい。

[0220] [送電コイル部及び受電コイル部の冷却機構に関する例示的实施形態]

[0221] 以下、図59～図69を参照して、送電コイル部130及び受電コイル部140の冷却機構に関する種々の例示的实施形態について説明する。冷却機

構は、送電コイル 1 3 1 及び受電コイル 1 4 1 のようなコイル及びフェライト材を冷却する。冷却機構により、送電コイル部 1 3 0 及び受電コイル部 1 4 0 における部品の破損が抑制される。また、冷却機構によりフェライト材が冷却されるので、第 1 の R F 信号及び第 2 の R F 信号のような高周波電力として、高いパワーレベルを有する高周波電力を用いることができる。

[0222] 図 5 9 は、更に別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 6 0 の (a) は、図 5 9 に示す受電コイル部のヒートシンクの例を示す図であり、図 6 0 の (b) は、図 5 9 に示す送電コイル部のヒートシンクの例を示す図である。図 5 9 に示す実施形態では、駆動系 3 4 0 d が用いられていない点を除いて、図 2 8 に示す実施形態と同一である。

[0223] 図 2 8 及び図 5 9 の各々に示す実施形態を含む種々の実施形態において、ヒートシンク 1 3 4 は、図 6 0 の (b) に示すように、複数のフィン 1 3 4 f を含んでいる。複数のフィン 1 3 4 f は、複数の間隙と交互に、且つ、互いに平行に配列されている。また、図 6 0 の (a) に示すように、ヒートシンク 1 4 4 は、複数のフィン 1 4 4 f を含んでいる。複数のフィン 1 4 4 f は、複数の間隙と交互に、且つ、互いに平行に配列されている。

[0224] 図 2 8 及び図 5 9 の各々に示す実施形態において、ファン 1 3 0 f は、送風ファンであり、図 5 9 において矢印で示すように、複数のフィン 1 3 4 f と交互の複数の間隙を経由して、複数の通気孔 1 3 0 g h から送電コイル部 1 3 0 の外部に至る気流を形成する。また、ファン 1 3 0 f は、図 5 9 において矢印で示すように、送電コイル 1 3 1 と絶縁性プレート 1 3 0 i との間の空間を経由して、複数の通気孔 1 3 0 g h から送電コイル部 1 3 0 の外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル 1 3 1 及びフェライト材 1 3 5 が冷却される。なお、ファン 1 3 0 f は、排気ファンであってもよい。ファン 1 3 0 f が排気ファンである場合には、図 5 9 において矢印で示す気流とは反対方向の気流が送電コイル部 1 3 0 において形成される。

[0225] 図 2 8 及び図 5 9 の各々に示す実施形態において、ファン 1 4 0 f は、送風ファンであり、図 5 9 において矢印で示すように、複数のフィン 1 4 4 f

と交互の複数の間隙を経由して、複数の通気孔140ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。また、ファン140fは、図59において矢印で示すように、受電コイル141と絶縁性プレート140iとの間の空間を経由して、複数の通気孔140ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。これにより、受電コイル141及びフェライト材145が冷却される。なお、ファン140fは、排気ファンであってもよい。ファン140fが排気ファンである場合には、図59において矢印で示す気流とは反対方向の気流が受電コイル部140において形成される。

[0226] 図61は、更に別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。以下、図61に示す実施形態について、図59の実施形態に対する相違点の観点から説明する。

[0227] 図61に示す実施形態において、複数の通気孔130ghのうち幾つかは、背面壁130gbに形成されている。ファン130fは、金属筐体130gの外側で背面壁130gbに沿って設けられている。ヒートシンク134、フェライト材135、熱伝導シート136、及び送電コイル131は、送電コイル131と絶縁性プレート130iとの間の空間を背面壁130gbの複数の通気孔130ghに繋げる第1の気体流路を提供している。

[0228] また、図61に示す実施形態において、複数の通気孔140ghのうち幾つかは、背面壁140gbに形成されている。ファン140fは、金属筐体140gの外側で背面壁140gbに沿って設けられている。ヒートシンク144、フェライト材145、熱伝導シート146、及び受電コイル141は、受電コイル141と絶縁性プレート140iとの間の空間を背面壁140gbの複数の通気孔140ghに繋げる第2の気体流路を提供している。

[0229] 図61に示す実施形態において、ファン130fは、送風ファンであり、図61において矢印で示すように、複数のフィン134fと交互の複数の間隙を経由して、側壁130gsの複数の通気孔130ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。また、ファン130fは、図61において矢印で示すように、第1の気体流路及び送電コイル131と絶縁性プレ

ート130iとの間の空間を経由して、側壁130gsの複数の通気孔130ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル131及びフェライト材135が冷却される。なお、ファン130fは、排気ファンであってもよい。ファン130fが排気ファンである場合には、図61において矢印で示す気流とは反対方向の気流が送電コイル部130において形成される。

[0230] 図61に示す実施形態において、ファン140fは、送風ファンであり、図61において矢印で示すように、複数のフィン144fと交互の複数の間隙を経由して、側壁140gsの複数の通気孔140ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。また、ファン140fは、図61において矢印で示すように、第2の気体流路及び受電コイル141と絶縁性プレート140iとの間の空間を経由して、側壁140gsの複数の通気孔140ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。これにより、受電コイル141及びフェライト材145が冷却される。なお、ファン140fは、排気ファンであってもよい。ファン140fが排気ファンである場合には、図61において矢印で示す気流とは反対方向の気流が受電コイル部140において形成される。

[0231] 図62は、更に別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。以下、図62に示す実施形態について、図29に示す実施形態との相違点の観点から説明する。図62に示す実施形態では、駆動系340dは用いられていない。また、図62に示す実施形態では、側壁部1353の先端は、絶縁性プレート34iまで延びており、側壁部1353の先端と側壁部1454の先端との間に絶縁性プレート34iを挟んで対面している。図62に示す実施形態の他の構成は、図29に示す実施形態の対応の構成と同様である。

[0232] 図62に示す実施形態では、矢印で示す気流を形成するために、フェライト材135の側壁部1353及び熱伝導シート137には複数の通気孔が形成されている。また、フェライト材145の側壁部1454及び熱伝導シー

ト 1 4 7 には、矢印で示す気流を形成するために、複数の通気孔が形成されている。側壁部 1 3 5 3 及び側壁部 1 4 5 4 の各々における複数の通気孔は、側壁部 1 3 5 3 及び側壁部 1 4 5 4 の各々における磁束の閉じ込めの効果を確保するために、小さいサイズを有する。

[0233] 図 6 2 に示す実施形態において、ファン 1 3 0 f は、送風ファンであり、図 6 2 において矢印で示すように、複数のフィン 1 3 4 f と交互の複数の間隙を経由して、複数の通気孔 1 3 0 g h から送電コイル部 1 3 0 の外部に至る気流を形成する。また、ファン 1 3 0 f は、図 6 2 において矢印で示すように、側壁部 1 3 5 3 及び熱伝導シート 1 3 7 の複数の通気孔並びに送電コイル 1 3 1 と絶縁性プレート 3 4 i との間の空間を経由して、複数の通気孔 1 3 0 g h から送電コイル部 1 3 0 の外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル 1 3 1 及びフェライト材 1 3 5 が冷却される。なお、ファン 1 3 0 f は、排気ファンであってもよい。ファン 1 3 0 f が排気ファンである場合には、図 6 2 において矢印で示す気流とは反対方向の気流が送電コイル部 1 3 0 において形成される。

[0234] 図 6 2 に示す実施形態において、ファン 1 4 0 f は、送風ファンであり、図 6 2 において矢印で示すように、複数のフィン 1 4 4 f と交互の複数の間隙を経由して、複数の通気孔 1 4 0 g h から受電コイル部 1 4 0 の外部に至る気流を形成する。また、ファン 1 4 0 f は、図 6 2 において矢印で示すように、側壁部 1 4 5 4 及び熱伝導シート 1 4 7 の複数の通気孔並びに受電コイル 1 4 1 と絶縁性プレート 3 4 i との間の空間を経由して、複数の通気孔 1 4 0 g h から受電コイル部 1 4 0 の外部に至る気流を形成する。これにより、受電コイル 1 4 1 及びフェライト材 1 4 5 が冷却される。なお、ファン 1 4 0 f は、排気ファンであってもよい。ファン 1 4 0 f が排気ファンである場合には、図 6 2 において矢印で示す気流とは反対方向の気流が受電コイル部 1 4 0 において形成される。

[0235] 図 6 3 は、更に別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。以下、図 6 3 に示す実施形態について、図 6 2 の実施形態

に対する相違点の観点から説明する。

- [0236] 図63に示す実施形態において、複数の通気孔130ghのうち幾つかは、背面壁130gbに形成されている。ファン130fは、金属筐体130gの外側で背面壁130gbに沿って設けられている。ヒートシンク134、フェライト材135、熱伝導シート136、及び送電コイル131は、送電コイル131と絶縁性プレート34iとの間の空間を背面壁130gbの複数の通気孔130ghに繋げる第1の気体流路を提供している。
- [0237] また、図63に示す実施形態において、複数の通気孔140ghのうち幾つかは、背面壁140gbに形成されている。ファン140fは、金属筐体140gの外側で背面壁140gbに沿って設けられている。ヒートシンク144、フェライト材145、熱伝導シート146、及び受電コイル141は、受電コイル141と絶縁性プレート34iとの間の空間を背面壁140gbの複数の通気孔140ghに繋げる第2の気体流路を提供している。
- [0238] 図63に示す実施形態において、ファン130fは、送風ファンであり、図63において矢印で示すように、複数のフィン134fと交互の複数の間隙を経由して、側壁130gsの複数の通気孔130ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。また、ファン130fは、図63において矢印で示すように、第1の気体流路、送電コイル131と絶縁性プレート34iとの間の空間、並びに側壁部1353及び熱伝導シート137の複数の通気孔を経由して、側壁130gsの複数の通気孔130ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル131及びフェライト材135が冷却される。なお、ファン130fは、排気ファンであってもよい。ファン130fが排気ファンである場合には、図63において矢印で示す気流とは反対方向の気流が送電コイル部130において形成される。
- [0239] 図63に示す実施形態において、ファン140fは、送風ファンであり、図63において矢印で示すように、複数のフィン144fと交互の複数の間隙を経由して、側壁140gsの複数の通気孔140ghから受電コイル部

140の外部に至る気流を形成する。また、ファン140fは、図63において矢印で示すように、第2の気体流路、受電コイル141と絶縁性プレート34iとの間の空間、並びに側壁部1454及び熱伝導シート147の複数の通気孔を経由して、側壁140gsの複数の通気孔140ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。これにより、受電コイル141及びフェライト材145が冷却される。なお、ファン140fは、排気ファンであってもよい。ファン140fが排気ファンである場合には、図63において矢印で示す気流とは反対方向の気流が受電コイル部140において形成される。

[0240] 図64は、更に別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64に示す実施形態は、内側フェライト材348が用いられていない点を除いて、図43に示す実施形態と同一である。図64に示す実施形態では、矢印で示す気流を形成するために、フェライト材345の側壁部3453及び熱伝導シート347には複数の通気孔が形成されている。側壁部3453における複数の通気孔は、側壁部3453における磁束の閉じ込めの効果を確保するために、小さいサイズを有する。

[0241] 図64に示す実施形態において、ファン340fは、送風ファンであり、図64において矢印で示すように、ヒートシンク134の複数のフィン134fと交互の複数の間隙を経由して、複数の通気孔340ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。また、ファン340fは、図64において矢印で示すように、ヒートシンク144の複数のフィン144fと交互の複数の間隙を経由して、複数の通気孔340ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。また、ファン340fは、図64において矢印で示すように、側壁部3453及び熱伝導シート347の複数の通気孔並びに送電コイル131と受電コイル141との間の空間を経由して、複数の通気孔340ghから送電コイル部130及び受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル131、フェライト材345、及び受電コイル141が冷却される。なお、ファン340fは、排気

ファンであってもよい。ファン340fが排気ファンである場合には、図64において矢印で示す気流とは反対方向の気流が送電コイル部130及び受電コイル部140において形成される。

[0242] 図65は、更に別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。以下、図65に示す実施形態について、図64の実施形態に対する相違点の観点から説明する。

[0243] 図65に示す実施形態において、複数の通気孔340ghのうち幾つかは、第1の背面壁340g1及び第2の背面壁340g2に形成されている。図65に示す実施形態においては、ファン130fが、金属筐体340gの外側で第1の背面壁340g1に沿って設けられている。また、ファン140fが、金属筐体340gの外側で第2の背面壁340g2に沿って設けられている。

[0244] 図65の実施形態において、ヒートシンク134、フェライト材345の背面部3451、熱伝導シート136、及び送電コイル131は、送電コイル131と受電コイル141との間の空間を第1の背面壁340g1の複数の通気孔340ghに繋げる第1の気体流路を提供している。また、ヒートシンク144、フェライト材345の背面部3452、熱伝導シート146、及び受電コイル141は、送電コイル131と受電コイル141との間の空間を第2の背面壁340g2の複数の通気孔340ghに繋げる第2の気体流路を提供している。

[0245] 図65に示す実施形態において、ファン130fは、送風ファンであり、図65において矢印で示すように、複数のフィン134fと交互の複数の間隙を経由して、側壁340g3の複数の通気孔130ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。また、ファン130fは、図65において矢印で示すように、第1の気体流路、送電コイル131と受電コイル141との間の空間、並びに側壁部3453及び熱伝導シート347の複数の通気孔を経由して、側壁340g3の複数の通気孔340ghから送電コイル部130の外部に至る気流を形成する。これにより、送電コイル131及

びフェライト材345が冷却される。なお、ファン130fは、排気ファンであってもよい。ファン130fが排気ファンである場合には、図65において矢印で示す気流とは反対方向の気流が送電コイル部130において形成される。

[0246] 図65に示す実施形態において、ファン140fは、送風ファンであり、図65において矢印で示すように、複数のフィン144fと交互の複数の間隙を経由して、側壁340g3の複数の通気孔340ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。また、ファン140fは、図65において矢印で示すように、第2の気体流路、受電コイル141と送電コイル131との間の空間、並びに側壁部3453及び熱伝導シート347の複数の通気孔を経由して、側壁340g3の複数の通気孔340ghから受電コイル部140の外部に至る気流を形成する。これにより、受電コイル141及びフェライト材345が冷却される。なお、ファン140fは、排気ファンであってもよい。ファン140fが排気ファンである場合には、図65において矢印で示す気流とは反対方向の気流が受電コイル部140において形成される。

[0247] 図66の(a)は、別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図であり、図66の(b)は、図66の(a)に示すコイル部における冷却プレートを示す平面図である。図66の(a)に示すコイル部500は、送電コイル部130及び受電コイル部140のうち少なくとも一方として用いられ得る。

[0248] 図66の(a)に示すように、コイル部500は、金属筐体500g、ファン500fは、コイル501、ヒートシンク504、フェライト材505、及び冷却プレート509を含む。金属筐体500gは、金属筐体130g、金属筐体140g、又は金属筐体340gとして用いられる。金属筐体500gの側壁の先端の開口は、絶縁性プレート500iによって閉じられていてもよい。金属筐体500gには、複数の通気孔130gh、140gh、又は340ghのような、複数の通気孔500ghが形成されている。また、ファン500fは、ファン130f、140f、又は340fとして用

いられる。

[0249] コイル501は、送電コイル部130では送電コイル131として、受電コイル141では受電コイル141として用いられる。ヒートシンク504は、送電コイル部130ではヒートシンク134として、受電コイル141ではヒートシンク144として用いられる。フェライト材505は、ヒートシンク504とコイル501との間に設けられている。

[0250] 冷却プレート509は、フェライト材505とコイル501との間に設けられている。冷却プレート509は、フェライト材505及びコイル501の一方又は双方に接していてもよい。冷却プレート509は、中空の板材であり、その内部の空間509hに冷媒を収容している。冷却プレート509により、コイル501及びフェライト材505が冷却される。図66(a)の例では、冷却プレート509の外径は、コイル501の外径と同一であるが、空間509hの外径がコイル501の外径と同一であってもよい。この場合は、冷却プレート509の外径は、コイル501の外径より大きい。なお、冷却プレート509は、セラミックのような絶縁部材で形成されてもよい。また、冷媒は、流体であり、誘電体であり得る。冷媒は、水、ブライン、及び空気から選択される少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0251] 図67は、更に別の例示的实施形態に係るコイル部の断面図である。図68は、図67に示すコイル部における二つの冷却プレートを示す図である。以下、図67に示すコイル部について、図66の(a)に示すコイル部に対する相違点の観点から説明する。

[0252] 図67に示すコイル部500は、冷却プレート509に代えて、二つの冷却プレート509a及び509bを含んでいる。冷却プレート509a及び冷却プレート509bは、コイル501の背面側に設けられている。フェライト材505は、冷却プレート509bとコイル501との間に設けられている。冷却プレート509bは、フェライト材505に接していてもよい。冷却プレート509aは、フェライト材505とコイル501との間に設けられている。冷却プレート509aは、フェライト材505及びコイル50

1 の一方又は双方に接していてもよい。

[0253] 図 6 8 に示すように、冷却プレート 5 0 9 a は、その内部に冷媒流路 5 0 9 a f を有している。また、冷却プレート 5 0 9 b は、その内部に冷媒流路 5 0 9 b f を有している。

[0254] コイル部 5 0 0 の外部には、チラーユニット 5 0 0 c が設けられている。チラーユニット 5 0 0 c は、冷媒流路 5 0 9 a f 及び 5 0 9 b f に冷媒を供給して、冷媒流路 5 0 9 a f 及び 5 0 9 b f から冷媒を回収する。冷却プレート 5 0 9 a 及び 5 0 9 b により、コイル 5 0 1 及びフェライト材 5 0 5 が冷却される。なお、冷媒は、流体であり、誘電体であり得る。冷媒は、水、ブライン、及び空気から選択される少なくとも一つを含んでいてもよい。一実施形態において、チラーユニット 5 0 0 c は、冷媒流路 5 0 9 a f の入口に接続していてもよい。また、冷媒流路 5 0 9 a f の出口は、冷媒流路 5 0 9 b f の入口に接続していてもよい。さらに、冷媒流路 5 0 9 b f の出口は、チラーユニット 5 0 0 c に接続していてもよい。

[0255] 図 6 9 は、更に別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。以下、図 6 9 の例示的实施形態について、図 6 4 の実施形態に対する相違点の観点から説明する。

[0256] 図 6 9 の例示的实施形態では、熱伝導シート 1 3 6 に代えて、冷却プレート 5 0 9 b が送電コイル 1 3 1 とフェライト材 3 4 5 の背面部 3 4 5 1 との間に設けられている。冷却プレート 5 0 9 b は、送電コイル 1 3 1 及びフェライト材 3 4 5 の背面部 3 4 5 1 の一方又は双方に接していてもよい。また、熱伝導シート 1 4 6 に代えて、冷却プレート 5 0 9 a が受電コイル 1 4 1 とフェライト材 3 4 5 の背面部 3 4 5 2 との間に設けられている。冷却プレート 5 0 9 a は、受電コイル 1 4 1 とフェライト材 3 4 5 の背面部 3 4 5 2 の一方又は双方に接していてもよい。

[0257] 冷却プレート 5 0 9 a は、その内部に冷媒流路 5 0 9 a f を有している（図 6 8 参照）。また、冷却プレート 5 0 9 b は、その内部に冷媒流路 5 0 9 b f を有している（図 6 8 参照）。

[0258] 送電コイル部130及び受電コイル部140の外部には、チラーユニット500cが設けられている。チラーユニット500cは、冷媒流路509af及び509bfに冷媒を供給して、冷媒流路509af及び509bfから冷媒を回収する。冷却プレート509a及び509bにより、送電コイル131、フェライト材345、及び受電コイル141が冷却される。なお、冷媒は、流体であり、誘電体であり得る。冷媒は、水、ブライン、及び空気から選択される少なくとも一つを含んでいてもよい。一実施形態において、チラーユニット500cは、冷媒流路509afの入口に接続していてもよい。また、冷媒流路509afの出口は、冷媒流路509bfの入口に接続していてもよい。さらに、冷媒流路509bfの出口は、チラーユニット500cに接続していてもよい。

[0259] [送電コイル及び受電コイルに関する例示的实施形態]

[0260] 以下、図70の(a)～図81の(b)を参照して、送電コイル131及び受電コイル141の各々として利用可能なコイル501の種々の例示的实施形態について説明する。種々の例示的实施形態の各々のコイル501の内径は150mm未満であってもよく、その外径は350mm未満であってもよい。なお、送電コイル131の巻線方向及び受電コイル141の巻線方向は、高い結合係数を実現するために、互いに逆方向であってもよい。

[0261] 図70の(a)は、一つの例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図70の(b)は、一つの例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。図70の(a)及び図70の(b)に示すコイル501の線材521は、単一の層を形成するよう、コイル501の中心軸線の周りで内側から外側に巻かれている。線材521は、複数の素線522を積層することにより構成されており、矩形の断面形状を有する。複数の素線522の各々は、平角線である。複数の素線522は、コイル501の内側から外側に向かう方向に層状に束ねられている。複数の素線522の各々は、ポリウレタンのような絶縁被膜により覆われていてもよい。

[0262] 図71の(a)は、別の例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図

71の(b)は、別の例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。以下、図71の(a)及び図71(b)に示すコイル501について、図70の(a)及び図70(b)に示すコイル501に対する相違点の観点から説明する。図71の(a)及び図71(b)に示すコイル501において線材521を構成する複数の素線522の各々は、平角線である。図71の(a)及び図71(b)に示すコイル501において線材521を構成する複数の素線522は、コイル501の厚さ方向に沿って層状に束ねられている。

[0263] 図72の(a)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図72の(b)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。以下、図72の(a)及び図72(b)に示すコイル501について、図70の(a)及び図70(b)に示すコイル501に対する相違点の観点から説明する。図72の(a)及び図72(b)に示すコイル501において、線材521を構成する複数の素線522は、矩形の断面形状を有する。複数の素線522は、互いに密着するように、コイル501の内側から外側に向かう方向及びコイル501の厚さ方向に沿って二次元的に配列されている。

[0264] 図70の(a)～図72の(b)に示す種々のコイル501の各々において、線材521は、複数の素線522から構成されており、円形の断面形状を有する単線の線材よりも大きい断面積を有する。したがって、これらのコイル501の各々は、高いインダクタンスを有する。また、線材521が複数の素線522から構成されているので、コイル501の交流抵抗成分は、単線の線材から構成されたコイルの交流抵抗成分よりも小さい。

[0265] 図73の(a)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図であり、図73の(b)は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの線材の断面図である。以下、図73の(a)及び図73(b)に示すコイル501について、図70の(a)及び図70(b)に示すコイル501に対する相違点の観点から説明する。

[0266] 図73の(a)及び図73(b)に示すコイル501において、線材521は、リッツ線であり、複数の素線522を有する。線材521を構成する複数の素線522は、矩形の断面形状を有する。複数の素線522は、互いに密着するように、コイル501の内側から外側に向かう方向及びコイル501の厚さ方向に沿って二次元的に配列されている。線材521の絶縁被膜は、例えばテトロン繊維から形成されている。

[0267] 図73の(a)及び図73(b)に示すコイル501において、線材521は、複数の素線522から構成されており、一般的なリッツ線よりも大きい断面積を有する。したがって、これらのコイル501の各々は、高いインダクタンスを有する。なお、一般的なリッツ線は、円形の断面形状を有し、これを構成する複数の素線も円形の断面形状を有する。また、図73の(a)及び図73(b)に示すコイル501は、一般的なリッツ線よりも大きい断面積を有するので、一般的なリッツ線の素線数よりも多くの素線数を有することができる。したがって、コイル501の交流抵抗成分は、一般的なリッツ線から構成されたコイルの交流抵抗成分よりも小さい。

[0268] また、図73の(a)及び図73(b)に示すコイル501によれば、線材521を引っ張り、線材521の隣り合うターンを密着させつつ、線材521を巻き回しても、一般的なリッツ線において生じる変形量よりも線材521において生じる変形量を小さくすることができる。また、図73の(a)及び図73(b)に示すコイル501によれば、線材521の複数のターンのうち一部が、他のターンに対してコイル501の厚さ方向に浮くことを抑制することができる。

[0269] 図74の(a)及び図74の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの平面図である。また、図75の(a)及び図75の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの平面図である。コイル501の平面形状は、限定されるものではなく、これらの図に示すように、種々の形状から選択され得る。

[0270] 図74の(a)に示すように、コイル501の平面形状は円環状であって

もよく、線材521は、コイル501の中心軸線の周りで、渦巻き状に巻かれていてもよい。図74の(b)に示すように、コイル501の平面形状は角環状であってもよく、線材521は、コイル501の中心軸線の周りで、内側から外側に向けて巻かれていてもよい。

[0271] 図75の(a)に示すように、コイル501の平面形状は角環状と円環状の組合わせであってもよい。線材521は、コイル501の角環状の部分の内側に円環状の部分を提供するよう、コイル501の中心軸線の周りで、内側から外側に向けて巻かれている。また、図75の(b)に示すように、コイル501の平面形状は、C字形状又は馬蹄形状であってもよい。

[0272] 図76の(a)～図76の(d)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。図76の(a)に示すように、コイル501の線材521は、コイル501における線材521のターン間のピッチが等ピッチであるように、巻かれていてもよい。図76の(b)に示すように、コイル501の線材521は、当該ターン間のピッチが不等ピッチであるように、巻かれていてもよい。図76の(c)に示すように、コイル501の線材521の隣り合うターンは、密着していてもよい。図76の(d)に示すように、コイル501の線材521は、ターン間に部材523が介在するように、巻かれていてもよい。部材523は、磁性材料又は誘電体から形成されていてもよい。部材523の高さは、線材521の高さと同一であってもよく、異なってもよい。部材523の幅は、線材521の幅と同一であってもよく、異なってもよい。

[0273] 図77の(a)及び図77の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。図77の(a)及び図77の(b)に示すように、コイル501において、線材521は、複数の層を形成するように巻かれていてもよい。複数の層は、図77の(a)に示すように離間していてもよく、図77の(b)に示すように密着していてもよい。

[0274] 図78の(a)及び図78の(b)の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。図78の(a)及び図78の(b)に示すよう

に、コイル５０１の断面形状は、凸形状、又は、凹形状を有していてもよい。例えば、コイル５０１の断面形状は、円錐又はドーム状であってもよい。

[0275] 図７９は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。図７９に示すように、コイル５０１において、線材５２１は、複数の層を形成するように巻かれていてもよい。複数の層のうち少なくとも一つの層において、線材５２１は、ターン間に部材５２３が介在するように、巻かれていてもよい。部材５２３は、磁性材料又は誘電体から形成されていてもよい。部材５２３の高さは、線材５２１の高さと同一であってもよく、異なってもよい。部材５２３の幅は、線材５２１の幅と同一であってもよく、異なってもよい。

[0276] 図８０は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。図８１の（ａ）及び図８１の（ｂ）の各々は、更に別の例示的实施形態に係るコイルの断面図である。これらの図に示すように、コイル５０１において、線材５２１は、螺旋状に巻かれていてもよい。線材５２１のターン間のピッチは、等ピッチであってもよく、不等ピッチであってもよい。図８０に示すように、線材５２１の隣り合うターンは、密着していてもよい。図８１の（ａ）及び図８１の（ｂ）に示すように、線材５２１の隣り合うターンは、離間していてもよい。また、図８１の（ｂ）に示すように、線材５２１は、櫛歯状の部材５２４によって、固定されていてもよい。部材５２４は、絶縁性の材料、例えばＰＥＥＫ又はＰＰＳのような樹脂から形成され得る。或いは、部材５２４は、磁性材料から形成されてもよい。部材５２４は、単一の部材から構成されてもよく、複数の部材から構成されてもよい。

[0277] 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て他の実施形態を形成することが可能である。

[0278] 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〔Ｅ１〕～〔Ｅ１２〕に記載する。

[0279] [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、
前記電力消費部材と電氣的に接続される蓄電部と、
前記プラズマ処理チャンバの外部に設けられた送電コイルと、
前記蓄電部と電氣的に接続されており、前記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、
前記送電コイルと前記受電コイルのうち少なくとも一方を移動させて、前記送電コイルと前記受電コイルとの間の距離を変更するように構成された少なくとも一つの駆動系と、
を備えるプラズマ処理装置。

[0280] [E 2]

遮蔽空間を提供し、該遮蔽空間内に前記送電コイル及び前記受電コイルを収容する少なくとも一つの金属筐体と、
前記遮蔽空間内に配置されており、前記送電コイル及び前記受電コイルがその中に配置される空間を閉じるように設けられた少なくとも一つのフェライト材と、
を更に備える、E 1 に記載のプラズマ処理装置。

[0281] [E 3]

前記少なくとも一つの金属筐体は、
前記受電コイルに対して前記送電コイルの背面側で延在し、且つ、前記送電コイルの外周を囲む第1の金属筐体と、

前記送電コイルに対して前記受電コイルの背面側で延在し、且つ、前記受電コイルの外周を囲む第2の金属筐体と、
を含む、E2に記載のプラズマ処理装置。

[0282] [E4]

前記少なくとも一つの金属筐体は、前記遮蔽空間を提供する単一の筐体であり、前記受電コイルに対して前記送電コイルの背面側で延在し、前記送電コイルに対して前記受電コイルの背面側で延在し、且つ、前記送電コイルの外周及び前記受電コイルの外周を囲む、E2に記載のプラズマ処理装置。

[0283] [E5]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第1の背面部と、
前記送電コイルの外周を囲むように前記第1の背面部から延在する第1の側壁部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第2の背面部と、
前記受電コイルの外周を囲むように前記第2の背面部から延在する第2の側壁部と、
を含み、
前記第1の側壁部及び第2の側壁部のうち一方が前記第1の側壁部及び第2の側壁部のうち他方の外側で延在し、
前記送電コイル、前記第1の背面部、及び前記第1の側壁部は、送電コイルアセンブリを構成し、
前記受電コイル、前記第2の背面部、及び前記第2の側壁部は、受電コイルアセンブリを構成し、
前記少なくとも一つの駆動系は、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、
E3に記載のプラズマ処理装置。

[0284] [E6]

前記少なくとも一つの駆動系は、前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち前記一方が前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち前記他方の外周面に沿って移動するよう、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させる、E 5 に記載のプラズマ処理装置。

[0285] [E 7]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第 1 の背面部と、
前記送電コイルの外周を囲むように前記第 1 の背面部から延在する第 1 の側壁部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第 2 の背面部と、
前記受電コイルの外周を囲むように前記第 2 の背面部から延在する第 2 の側壁部と、
を含み、
前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち一方が前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち他方の外側で延在し、
前記送電コイル、前記第 1 の背面部、及び前記第 1 の側壁部は、送電コイルアセンブリを構成し、
前記受電コイル、前記第 2 の背面部、及び前記第 2 の側壁部は、受電コイルアセンブリを構成し、
前記少なくとも一つの駆動系は、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、
E 4 に記載のプラズマ処理装置。

[0286] [E 8]

前記少なくとも一つの駆動系は、前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち前記一方が前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち前記他方の外周面に沿って移動するよう、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させる、E 7 に記載のプラズマ処理装置。

[0287] [E 9]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第 1 の背面部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第 2 の背面部と、
前記第 1 の背面部及び前記第 2 の背面部のうち一方から延びて、前記送電コイル、前記受電コイル、並びに前記第 1 の背面部及び前記第 2 の背面部のうち他方を囲む側壁部と、
を含み、
前記送電コイル及び前記第 1 の背面部は、送電コイルアセンブリを構成し、
、
前記受電コイル及び前記第 2 の背面部は、受電コイルアセンブリを構成し、
、
前記少なくとも一つの駆動系は、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、
、
E 4 に記載のプラズマ処理装置。

[0288] [E 10]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第 1 の背面部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第 2 の背面部と、
前記送電コイル、前記受電コイル、前記第 1 の背面部、及び前記第 2 の背面部を囲む側壁部と、
を含み、
前記送電コイル及び前記第 1 の背面部は、送電コイルアセンブリを構成し、
、
前記受電コイル及び前記第 2 の背面部は、受電コイルアセンブリを構成し、
、
前記少なくとも一つの駆動系は、前記側壁部によって囲まれた領域の中で

、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、

E 4 に記載のプラズマ処理装置。

[0289] [E 1 1]

前記少なくとも一つのフェライト材は、前記受電コイルの内側の領域から前記受電コイルの内側の領域まで延びる少なくとも一つの内側フェライト材を含む、E 2～E 1 0 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0290] [E 1 2]

前記送電コイルと前記受電コイルとの間で送信される電力の伝送周波数に対して前記送電コイルと共に共振回路を構成するために、前記送電コイルに接続された少なくとも一つの可変容量コンデンサと、

前記伝送周波数に対して前記受電コイルと共に共振回路を構成するために、前記受電コイルに接続された少なくとも一つの可変容量コンデンサと、を更に備える、E 1～E 1 1 の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。

[0291] 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

[0292] 1…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 0 g…金属筐体、1 3 1…送電コイル、1 3 5…フェライト材、1 4 0…受電コイル部、1 4 0 g…金属筐体、1 4 1…受電コイル、1 4 5…フェライト材、1 5 0…整流・平滑部、1 6 0…蓄電部、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、3 4 0 d…駆動系。

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、
前記電力消費部材と電氣的に接続される蓄電部と、
前記プラズマ処理チャンバの外部に設けられた送電コイルと、
前記蓄電部と電氣的に接続されており、前記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、
前記送電コイルと前記受電コイルのうち少なくとも一方を移動させ
て、前記送電コイルと前記受電コイルとの間の距離を変更するように
構成された少なくとも一つの駆動系と、
を備えるプラズマ処理装置。
- [請求項2] 遮蔽空間を提供し、該遮蔽空間内に前記送電コイル及び前記受電コ
イルを収容する少なくとも一つの金属筐体と、
前記遮蔽空間内に配置されており、前記送電コイル及び前記受電コ
イルがその中に配置される空間を閉じるように設けられた少なくとも
一つのフェライト材と、
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] 前記少なくとも一つの金属筐体は、
前記受電コイルに対して前記送電コイルの背面側で延在し、且つ
、前記送電コイルの外周を囲む第1の金属筐体と、
前記送電コイルに対して前記受電コイルの背面側で延在し、且つ
、前記受電コイルの外周を囲む第2の金属筐体と、

を含む、請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項 4]

前記少なくとも一つの金属筐体は、前記遮蔽空間を提供する単一の筐体であり、前記受電コイルに対して前記送電コイルの背面側で延在し、前記送電コイルに対して前記受電コイルの背面側で延在し、且つ、前記送電コイルの外周及び前記受電コイルの外周を囲む、請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項 5]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第 1 の背面部と、
前記送電コイルの外周を囲むように前記第 1 の背面部から延在する第 1 の側壁部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第 2 の背面部と、
前記受電コイルの外周を囲むように前記第 2 の背面部から延在する第 2 の側壁部と、
を含み、
前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち一方が前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち他方の外側で延在し、
前記送電コイル、前記第 1 の背面部、及び前記第 1 の側壁部は、送電コイルアセンブリを構成し、
前記受電コイル、前記第 2 の背面部、及び前記第 2 の側壁部は、受電コイルアセンブリを構成し、
前記少なくとも一つの駆動系は、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、
請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項 6]

前記少なくとも一つの駆動系は、前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち前記一方が前記第 1 の側壁部及び第 2 の側壁部のうち前記他方の外周面に沿って移動するよう、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させる、請求項

5 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項7]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第1の背面部と、
前記送電コイルの外周を囲むように前記第1の背面部から延在する第1の側壁部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第2の背面部と、
前記受電コイルの外周を囲むように前記第2の背面部から延在する第2の側壁部と、
を含み、
前記第1の側壁部及び第2の側壁部のうち一方が前記第1の側壁部及び第2の側壁部のうち他方の外側で延在し、
前記送電コイル、前記第1の背面部、及び前記第1の側壁部は、送電コイルアセンブリを構成し、
前記受電コイル、前記第2の背面部、及び前記第2の側壁部は、受電コイルアセンブリを構成し、
前記少なくとも一つの駆動系は、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、
請求項4に記載のプラズマ処理装置。

[請求項8]

前記少なくとも一つの駆動系は、前記第1の側壁部及び第2の側壁部のうち前記一方が前記第1の側壁部及び第2の側壁部のうち前記他方の外周面に沿って移動するよう、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させる、請求項7に記載のプラズマ処理装置。

[請求項9]

前記少なくとも一つのフェライト材は、
前記送電コイルの前記背面側に設けられた第1の背面部と、
前記受電コイルの前記背面側に設けられた第2の背面部と、
前記第1の背面部及び前記第2の背面部のうち一方から延びて、

前記送電コイル、前記受電コイル、並びに前記第 1 の背面部及び前記第 2 の背面部のうち他方を囲む側壁部と、

を含み、

前記送電コイル及び前記第 1 の背面部は、送電コイルアセンブリを構成し、

前記受電コイル及び前記第 2 の背面部は、受電コイルアセンブリを構成し、

前記少なくとも一つの駆動系は、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、

請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項10]

前記少なくとも一つのフェライト材は、

前記送電コイルの前記背面側に設けられた第 1 の背面部と、

前記受電コイルの前記背面側に設けられた第 2 の背面部と、

前記送電コイル、前記受電コイル、前記第 1 の背面部、及び前記第 2 の背面部を囲む側壁部と、

を含み、

前記送電コイル及び前記第 1 の背面部は、送電コイルアセンブリを構成し、

前記受電コイル及び前記第 2 の背面部は、受電コイルアセンブリを構成し、

前記少なくとも一つの駆動系は、前記側壁部によって囲まれた領域の中で、前記送電コイルアセンブリ及び前記受電コイルアセンブリのうち少なくとも一方を移動させるように構成されている、

請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

[請求項11]

前記少なくとも一つのフェライト材は、前記受電コイルの内側の領域から前記受電コイルの内側の領域まで延びる少なくとも一つの内側フェライト材を含む、請求項 2 ～ 10 の何れか一項に記載のプラズマ

処理装置。

- [請求項12] 前記送電コイルと前記受電コイルとの間で送信される電力の伝送周波数に対して前記送電コイルと共に共振回路を構成するために、前記送電コイルに接続された少なくとも一つの可変容量コンデンサと、
- 前記伝送周波数に対して前記受電コイルと共に共振回路を構成するために、前記受電コイルに接続された少なくとも一つの可変容量コンデンサと、
- を更に備える、請求項1～10の何れか一項に記載のプラズマ処理装置。