

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分
 【発行日】平成 20 年 8 月 7 日 (2008.8.7)

【公開番号】特開 2006-270019 (P2006-270019A)
 【公開日】平成 18 年 10 月 5 日 (2006.10.5)
 【年通号数】公開・登録公報 2006-039
 【出願番号】特願 2005-181133 (P2005-181133)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

H 0 5 H 1/00 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 1 0 1 B

H 0 5 H 1/00 A

H 0 5 H 1/46 M

【手続補正書】

【提出日】平成 20 年 6 月 23 日 (2008.6.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被処理基板が収容され、真空排気可能な処理容器と、
 処理容器内に対向して配置される第 1 電極および第 2 電極と、
 前記第 1 電極または第 2 電極にプラズマ形成用の高周波電力を供給する高周波電力供給
 ユニットと、

前記処理容器内に処理ガスを供給する処理ガス供給ユニットと
 を具備し、前記第 1 電極および第 2 電極との間に処理ガスのプラズマを生成して被処理基
 板の所定の層をプラズマ処理するプラズマ処理装置であって、

前記第 1 電極または第 2 電極に直流電圧または交流電圧を印加する電源をさらに具備し
 、

前記電源の一方の極が前記第 1 電極または第 2 電極に接続され、他方の極が前記処理容
 器内の所定の部材に接続され、

前記電源からの印加電圧、印加電流および印加電力のいずれかを制御することを特徴と
 するプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記所定の部材は、処理容器内に存在する絶縁部材に埋設された導体、または処理容器
 の壁部を構成する部材、または前記第 2 電極上の被処理基板周縁に載置された補正リング
 であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

他の直流電源をさらに有し、前記他の直流電源の一方の極が前記第 1 電極および第 2 電
 極のうち前記直流電源が接続されていない電極に接続され、他方の極が前記所定の部材ま
 たは前記所定の部材から絶縁された他の所定の部材に接続されていることを特徴とする請
 求項 1 または請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記他の直流電源が接続される前記他の所定の部材は、処理容器内に存在する絶縁部材

に埋設された導体、または処理容器の壁部を構成する部材、または前記第 2 電極上の被処理基板周縁に載置された補正リングであることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

被処理基板が収容され、真空排気可能な処理容器と、
処理容器内に対向して配置される第 1 電極および第 2 電極と、
前記第 1 電極または第 2 電極にプラズマ形成用の高周波電力を供給する高周波電力供給ユニットと、
前記処理容器内に処理ガスを供給する処理ガス供給ユニットと
を具備し、前記第 1 電極および第 2 電極との間に処理ガスのプラズマを生成して被処理基板の所定の層をプラズマ処理するプラズマ処理装置であって、
前記処理容器内の所定の部材に直流電圧または交流電圧を印加する電源をさらに具備することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記直流電圧または交流電圧は、パルス状または変調されたものであることを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記所定の部材は、処理容器内に存在する絶縁部材に埋設された導体、または処理容器の壁部を構成する部材であることを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記電源の極を前記所定の部材に接続し、他方の極を前記処理容器内の前記所定の部材から絶縁された他の所定の部材に接続することを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記所定の部材および前記他の所定の部材は、処理容器内に存在する絶縁部材に埋設された導体、または処理容器の壁部を構成する部材であることを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 電極は上部電極であり、前記第 2 電極は被処理体を載置する下部電極であり、前記第 2 電極上方の被処理基板の外周部の被処理基板に隣接した位置に設置された冷却可能な冷却リングと、その外側または上側に設置された補正リングとを有し、前記補正リングが直流電圧または交流電圧が印加される前記所定の部材として機能することを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】

前記冷却リングは、前記冷却リングと前記第 2 電極との間に放熱性が良好な部材を配置するか、または前記冷却リングと前記第 2 電極との間に熱伝達ガスを流すことにより冷却されることを特徴とする請求項 10 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 12】

前記冷却リングの温度を計測する温度計測機構と、前記冷却リングを冷却する冷却部と、冷却部による前記内側リングの冷却を制御する冷却制御部とをさらに具備することを特徴とする請求項 10 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】

前記第 2 電極には高周波電力が供給され、前記補正リングへの給電は、前記第 2 電極を介して行われ、前記冷却リングと前記第 2 電極の間には誘電体部材が設けられていることを特徴とする請求項 10 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 14】

前記第 1 電極は上部電極であり、前記第 2 電極は被処理体を載置する下部電極であり、前記第 2 電極上方の被処理基板の外周部の被処理基板に隣接した位置に設置された第 1 補正リングと、その外側または上側に設置された第 2 補正リングとを有し、前記第 1 補正リングおよび第 2 補正リングが直流電圧または交流電圧が印加される前記所定の部材として

機能することを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 15】

前記第 1 補正リングと前記第 2 補正リングに印加する電圧は、それぞれ独立に変化させることが可能であることを特徴とする請求項 14 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 16】

前記第 1 補正リングと前記第 2 補正リングには、それぞれ異なる電源から電圧が印加されることを特徴とする請求項 14 または請求項 15 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 17】

前記第 1 補正リングと前記第 2 補正リングには、それぞれ単一の電源の一方の極および他方の極が接続されることを特徴とする請求項 14 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 18】

前記第 1 補正リングは冷却されることを特徴とする請求項 14 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 19】

前記第 1 電極は上部電極であり、前記第 2 電極は被処理体を載置する下部電極であり、前記第 2 電極上方の被処理基板の外周部の被処理基板に隣接した位置に設置された冷却可能な冷却リングと、その外側または上側に設置された補正リングとを有し、前記冷却リングと前記補正リングの少なくとも一方が直流電圧または交流電圧が印加される前記所定の部材として機能することを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 20】

被処理基板が収容され、真空排気可能な処理容器と、
処理容器内に対向して配置される第 1 電極および第 2 電極と、
前記第 1 電極または第 2 電極にプラズマ形成用の高周波電力を供給する高周波電力供給ユニットと、
前記処理容器内に処理ガスを供給する処理ガス供給ユニットとを具備し、前記第 1 電極および第 2 電極との間に処理ガスのプラズマを生成して被処理基板の所定の層をプラズマ処理するプラズマ処理装置を用いたプラズマ処理方法であって、
プラズマを形成する際に、前記処理容器内の所定の部材に直流電圧または交流電圧を印加することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 21】

コンピュータ上で動作する制御プログラムが記憶されたコンピュータ記憶媒体であって、
前記制御プログラムは、実行時に、請求項 20 に記載のプラズマ処理方法が行われるように、プラズマ処理装置を制御させることを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0108

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0108】

また、プラズマ処理時の一部の期間において、図 19 に示すように、第 2 スイッチ 53b をオフにし、GND ブロック 91 をフローティング状態としてもよい。このとき、直流電子電流は、プラズマを介して上部電極 34 から導電性補助部材 91b に流入する（正イオン電流の流れの向きは逆となる）。このとき GND ブロック 91 にはセルフバイアス電圧がかかり、その分のエネルギーをもって正イオンが入射され、プラズマ処理時に GND ブロック 91 をクリーニングすることができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0349

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0349】

【図1】本発明の実施形態1に係るプラズマ処理装置を示す概略断面図。

【図2】図1のプラズマ処理装置において第1の高周波電源に接続された整合器の構造を示す図。

【図3】図1のプラズマ処理装置において、上部電極に直流電圧を印加した際の V_d およびプラズマシース厚の変化を示す図。

【図4】図1のプラズマ処理装置において、上部電極に直流電圧を印加した場合と印加しない場合とのプラズマ状態を比較して示す図。

【図5】図1のプラズマ処理装置において、プラズマを検出する検出器を設けた状態を示す断面図。

【図6】図1のプラズマ処理装置により上部電極に印加する直流電圧を変化させて SiO_2 膜をエッチングした際におけるフォトリソ膜のエッチレート、 SiO_2 膜のエッチレート、およびフォトリソ膜に対する SiO_2 膜の選択比を示すグラフ。

【図7】連続エッチングプロセスが適用される多層膜の一例を示す図。

【図8】図1のプラズマ処理装置において、上部電極に直流電圧を印加した際のプラズマポテンシャル波形の変化を示す図。

【図9】図1のプラズマエッチング装置において、印加する直流電圧を変化させた場合の電子密度およびその分布の変化を示す図。

【図10】図9のエッチングにおいて、各直流電圧におけるセンターとエッジのエッチング状態を模式的に示す図。

【図11】上部電極表面における自己バイアス電圧と、印加する直流電圧との関係を示す図。

【図12】図1のプラズマエッチング装置において、プラズマを検出する検出器を設けた状態を示す断面図。

【図13】図1のプラズマエッチング装置において、上部電極へ直流電圧を印加する際に異常放電を抑制するための波形を示す図。

【図14】GNDブロックの他の配置例を示す概略図。

【図15】GNDブロックのさらに他の配置例を示す概略図。

【図16】GNDブロックの付着物防止例を説明するための図。

【図17】GNDブロックの付着物を除去可能な装置構成の一例を示す概略図。

【図18】図17の装置におけるプラズマエッチング時における状態とクリーニング時における状態を説明するための概略図。

【図19】図17の装置におけるプラズマエッチング時における他の状態を示す概略図。

【図20】GNDブロックの付着物を除去可能な装置構成の他の例を示す概略図。

【図21】図20の装置におけるプラズマエッチング時における状態とクリーニング時における状態を説明するための概略図。

【図22】DC的に接地されなくなることを防止する機能を備えたGNDブロックの一例を示す模式図。

【図23】DC的に接地されなくなることを防止する機能を備えたGNDブロックの他の例を示す模式図。

【図24】DC的に接地されなくなることを防止する機能を備えたGNDブロックのさらに他の例を示す模式図。

【図25】DC的に接地されなくなることを防止する機能を備えたGNDブロックのさらに他の例を示す模式図。

【図26】DC的に接地されなくなることを防止する機能を備えたGNDブロックのさらに他の例を示す模式図。

【図27】DC的に接地されなくなることを防止する機能を備えたGNDブロックのさらに他の例を示す模式図。

- 【図 28】RF プラズマおよび DC プラズマにおける電子温度分布を示す図。
- 【図 29】高周波電力のみでプラズマを形成した場合と直流電圧も印加した場合における電子温度分布を示す図。
- 【図 30】バイアス高周波電力の周波数が 2 MHz の場合と 13.56 MHz の場合におけるイオンの追従性を説明するための図。
- 【図 31】バイアス高周波電力の周波数が 2 MHz の場合と 13.56 MHz の場合におけるイオンエネルギー分布を示す図。
- 【図 32】図 1 のプラズマエッチング装置によりエッチングを行う際におけるエッチング対象となり得るウエハの断面構造の一例を示す模式図。
- 【図 33】図 1 のプラズマエッチング装置によりエッチングを行う際におけるエッチング対象となり得るウエハの断面構造の他の例を示す模式図。
- 【図 34】本発明の実施形態 2 に係るプラズマエッチング装置を示す概略断面図。
- 【図 35】図 34 のプラズマエッチング装置の要部の構成を示す概略断面図。
- 【図 36】図 34 のプラズマエッチング装置におけるプラズマ生成手段の要部の等価回路を示す回路図。
- 【図 37】図 34 のプラズマエッチング装置における可変コンデンサのキャパシタンスの値と、電界強度比率との関係を示す図。
- 【図 38】図 34 のプラズマエッチング装置の上部電極への直流電圧印加の変形例を示す図。
- 【図 39】図 34 のプラズマエッチング装置の上部電極への直流電圧印加の他の変形例を示す図。
- 【図 40】本発明の実施形態 3 に係るプラズマエッチング装置を示す概略断面図。
- 【図 41】本発明の実施形態 3 に係るプラズマエッチング装置を示す概略断面図。
- 【図 42】図 41 のプラズマエッチング装置において、上部電極に直流電圧を印加した際の V_{dc} およびプラズマシース厚の変化を示す図。
- 【図 43】図 41 のプラズマエッチング装置において、HARC エッチングの条件を用い、印加する直流電圧を変化させた場合の電子密度の変化を示す図。
- 【図 44】図 41 のプラズマエッチング装置において、Via エッチングの条件を用い、印加する直流電圧を変化させた場合の電子密度の変化を示す図。
- 【図 45】上記 HARC エッチングで、第 1 の高周波電力を 3000 W、第 2 の高周波電力を 4000 W にした場合のウエハ径方向の電子密度分布を示す図。
- 【図 46】トレンチエッチングの条件を用い、直流電圧を印加した場合と印加しない場合とでウエハ径方向の電子密度分布を測定した結果を示す図。
- 【図 47】図 41 のプラズマエッチング装置における、上部電極の電気的状態を表す図。
- 【図 48】図 41 のプラズマエッチング装置における、上部電極の電気的状態を表す図。
- 【図 49】図 41 のプラズマエッチング装置における、上部電極の電気的状態を表す図。
- 【図 50】図 41 のプラズマエッチング装置において、プラズマを検出する検出器を設けた状態を示す断面図。
- 【図 51】GND ブロックの他の配置例を示す概略図。
- 【図 52】GND ブロックのさらに他の配置例を示す概略図。
- 【図 53】GND ブロックの付着物を除去可能な装置構成の一例を示す概略図。
- 【図 54】図 53 の装置におけるプラズマエッチング時における状態とクリーニング時における状態を説明するための概略図。
- 【図 55】図 53 の装置におけるプラズマエッチング時における他の状態を示す概略図。
- 【図 56】GND ブロックの付着物を除去可能な装置構成の他の例を示す概略図。
- 【図 57】図 56 の装置におけるプラズマエッチング時における状態とクリーニング時における状態を説明するための概略図。
- 【図 58】本発明の実施形態 4 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。
- 【図 59】本発明の実施形態 5 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概

略断面図。

【図 6 0】本発明の実施形態 6 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 1】本発明の実施形態 7 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 2】本発明の実施形態 8 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 3】本発明の実施形態 9 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 4】本発明の実施形態 10 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 5】本発明の実施形態 11 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 6】本発明の実施形態 12 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 7】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 8】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置と対比すべき従来のプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 6 9】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置の変形例の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 0】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置の他の変形例の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 1】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置の他の変形例の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 2】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置のさらに他の変形例の要部を示す概略断面図。

【図 7 3】本発明の実施形態 13 に係るプラズマエッチング装置のさらにまた他の変形例の要部を示す概略断面図。

【図 7 4】本発明の実施形態 14 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 5】本発明の実施形態 14 に係るプラズマエッチング装置の変形例の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 6】本発明の実施形態 15 に係るプラズマエッチング装置の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 7】本発明の実施形態 15 に係るプラズマエッチング装置の変形例の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 8】本発明の実施形態 15 に係るプラズマエッチング装置の他の変形例の要部を簡略化して示す概略断面図。

【図 7 9】本発明の実施形態 16 に係るプラズマエッチング装置の例を示す断面図。

【図 8 0】本発明の実施形態 17 に係るプラズマエッチング装置の例を示す断面図。

【図 8 1】本発明の適用が可能な他のタイプのプラズマエッチング装置の例を示す断面図。

【図 8 2】本発明の適用が可能なさらに他のタイプのプラズマエッチング装置の例を示す概略図。

【手続補正 4】

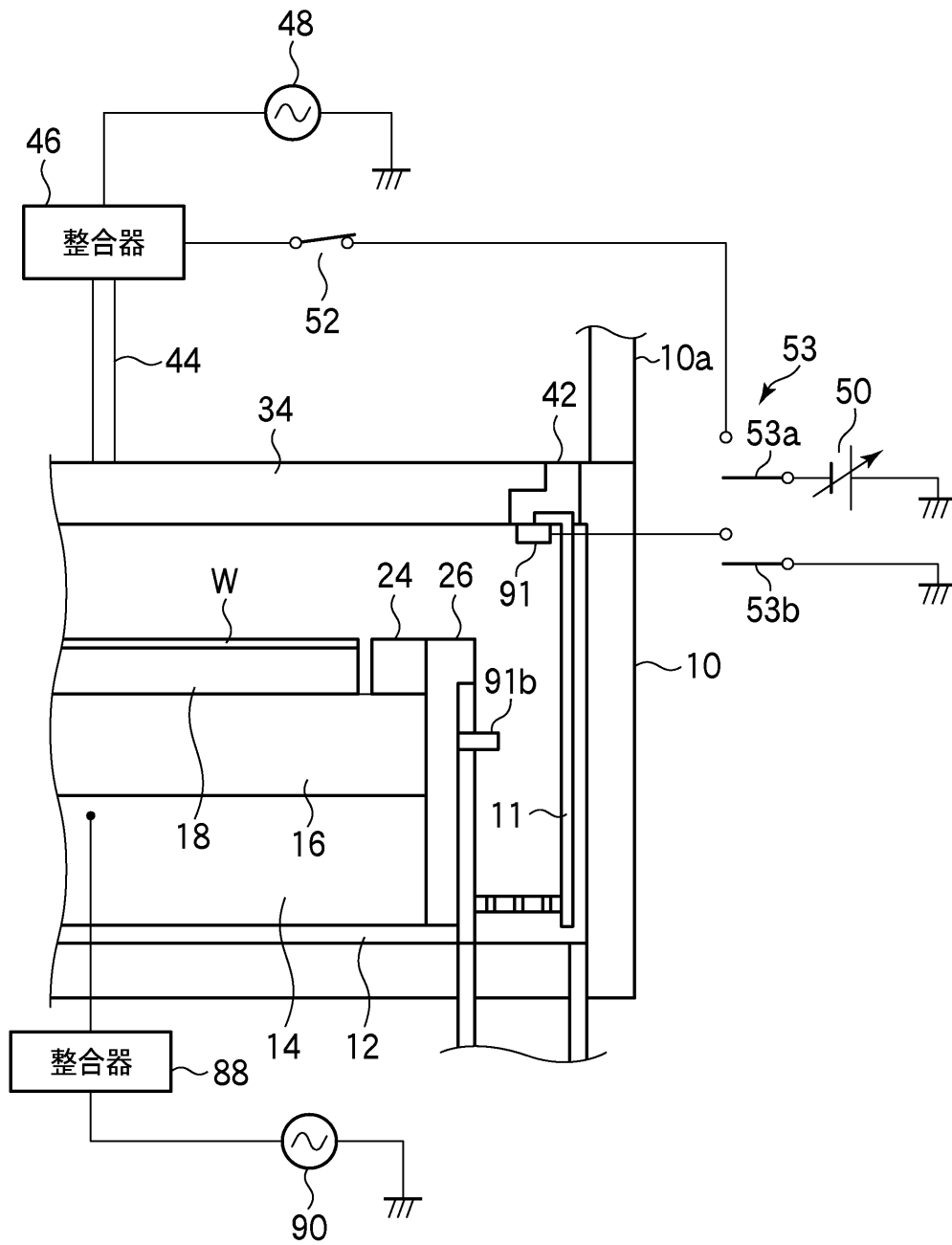
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 17

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 17】



【手続補正 5】

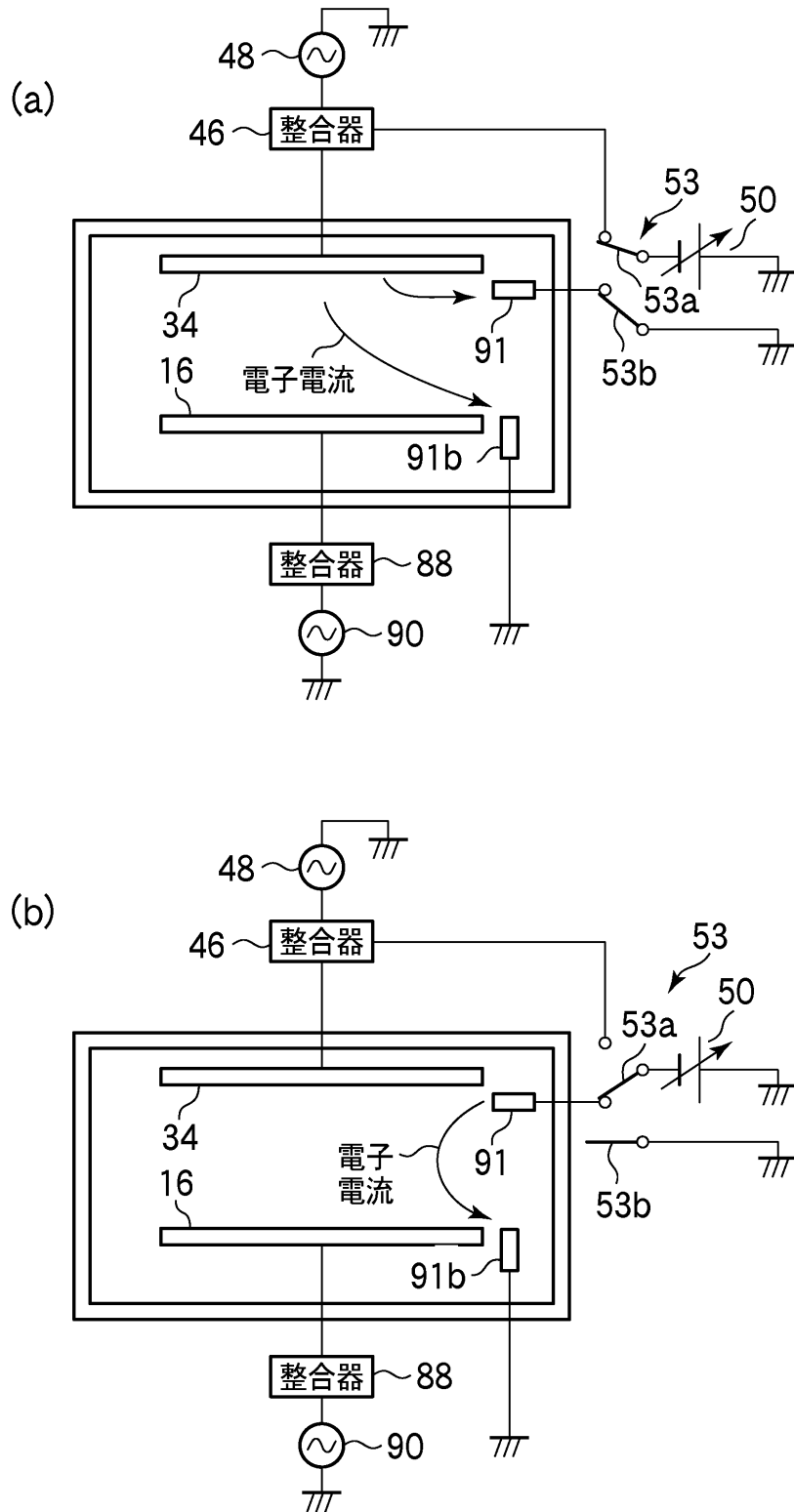
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 18

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 18】



【手続補正 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 19

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 19】

