(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年1月6日(06.01.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/004209 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 13/00 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/020196

(22) 国際出願日： 2021年5月27日(27.05.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2020-111805 2020年6月29日(29.06.2020) JP

(71) 出願人: 住友大阪セメント株式会社 (**SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町６番地２８ Tokyo (JP).

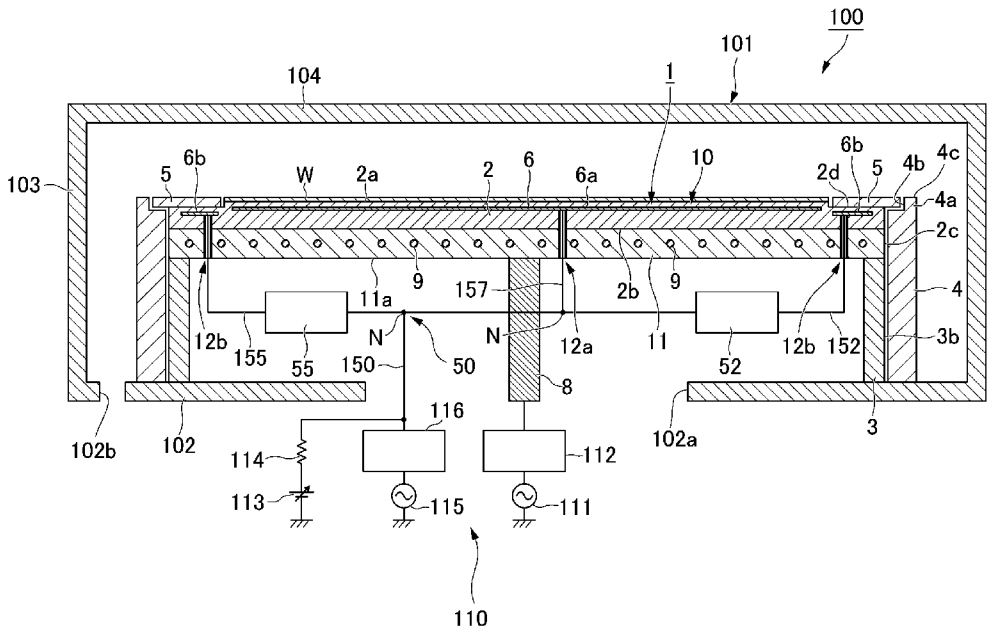
(72) 発明者: 平山 昌樹 (**HIRAYAMA Masaki**); 〒1028465 東京都千代田区六番町６番地２８ 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP). 板垣 哲朗(**ITAGAKI Tetsuro**); 〒1028465 東京都千代田区六番町６番地２８ 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 西澤 和純, 外(**NISHIZAWA Kazuyoshi** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) **Title:** ELECTROSTATIC CHUCK

(54) 発明の名称： 静電チャック



(57) **Abstract:** An electrostatic chuck device provided with: an electrostatic chuck plate having a dielectric substrate, which has a placement surface on which a wafer is placed, and an electrode, which is positioned in the interior of the dielectric substrate; a focus ring that is installed at the outer peripheral portion of the electrostatic chuck plate, and surrounds the placement surface; and a power supply connection part for connecting the electrode and a power supply. The electrostatic chuck plate has a first electrode which, in a planar view, is positioned in a region overlapping the placement

WO 2022/004209 A1

[続葉有]

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

surface, and a second electrode which, in a planar view, is positioned in a region overlapping the focus ring. The power supply connection part includes power supply wiring electrically connecting the first electrode and the second electrode via a current adjustment device.

(57) 要約：ウエハが載置される載置面を有する誘電体基板と、誘電体基板の内部に位置する電極とを有する静電チャックプレートと、静電チャックプレートの外周部に設置され、載置面を囲むフォーカスリングと、電極と電源とを接続する電源接続部と、を備える静電チャック装置。静電チャックプレートは、平面視で載置面と重なる領域に位置する第１電極と、平面視でフォーカスリングと重なる領域に位置する第２電極とを有する。電源接続部は、電流調整器を介して第１電極と第２電極とを電気的に接続する電源配線を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 静電チャック

技術分野

[0001] 本発明は、静電チャック装置に関する。

本願は、２０２０年６月２９日に、日本に出願された特願２０２０－１１１８０５号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 半導体ウエハを支持する静電チャック装置として、例えば特許文献１に記載のように、金属製のサセプタ上に、フォーカスリング吸着可能な静電チャックが設置された構成が知られる。サセプタには、プラズマ生成用の電力供給装置が接続される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－１３４３７５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 静電チャック装置において、ウエハの周囲にフォーカスリングがある場合、使用時間の経過に伴ってフォーカスリングが薄くなる。フォーカスリングが薄くなると、プラズマと電極との間の容量が変化し、プラズマが不均一になる。そのため、例えばウエハ中心部と外周部とのエッチングレート差が大きくなったり、フォーカスリングの損耗速度が大きくなったりする課題があった。

[0005] 本発明は、フォーカスリング周辺のプラズマ制御が可能な静電チャック装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第一態様によれば、ウエハが載置される載置面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板の内部に位置する電極とを有する静電チャックプレー

トと、前記静電チャックプレートの外周部に設置され、前記載置面を囲むフォーカスリングと、前記電極と電源とを接続する電源接続部と、を備える静電チャック装置が提供される。前記静電チャックプレートは、平面視で前記載置面と重なる領域に位置する第１電極と、平面視で前記フォーカスリングと重なる領域に位置する第２電極とを有する。前記電源接続部は、電流調整器を介して前記第１電極と前記第２電極とを電気的に接続する電源配線を含む。

[0007] 本発明の第一の態様の静電チャック装置は、以下に述べられる特徴を好ましく含む。以下の特徴は必要に応じて２つ以上を組み合わせることも好ましい。

前記静電チャックプレートを径方向外側から囲む側面カバーを有し、前記電流調整器は、前記誘電体基板の裏面側かつ前記側面カバーの内側に位置する構成としてもよい。

[0008] 前記電流調整器は、可変抵抗を含む構成としてもよい。

[0009] 前記電流調整器は、定電流回路を含む構成としてもよい。

[0010] 前記第２電極は、前記フォーカスリングが延びる方向に沿って並ぶ複数の電極部に分割されており、各々の前記電極部は、前記電源配線を介して前記第１電極に接続される構成としてもよい。

[0011] 前記載置面と反対の裏面側から前記静電チャックプレートを支持する金属基台を有し、前記電流調整器は、前記金属基台の前記静電チャックプレートと反対側かつ前記側面カバーの内側に位置する構成としてもよい。

発明の効果

[0012] 本発明の１つの態様によれば、フォーカスリング周辺のプラズマ制御が可能な静電チャック装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、実施形態の静電チャック装置を備えるプラズマ処理装置の好ましい例を示す概略断面図である。

[図2]図２は、静電チャックプレートを裏面側から見た概略平面図である。

[図3]図３は、電流調整器に適用可能な定電流回路を示す図である。

[図4]図４は、電流調整器に適用可能な定電流回路を示す図である。

[図5]図５は、電流調整器に適用可能な定電流回路を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の静電チャック装置の各実施形態の好ましい例について、図面を参照して説明する。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の寸法や比率などは適宜異ならせて表示する場合がある。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、数や位置やサイズや部材等などについて、省略、追加、変更、置換、交換、その他の変更が可能である。

[0015] 図１は、本実施形態の静電チャック装置を備えるプラズマ処理装置の概略断面図である。図２は、静電チャックプレートを裏面側から見た平面図である。

プラズマ処理装置１００は、真空容器１０１と、真空容器１０１の内部に固定される静電チャック装置１とを備える。真空容器１０１は、底壁１０２と、底壁１０２の外周端から上側へ延びる筒状の側壁１０３と、側壁１０３の上端に固定され底壁１０２と上下方向に対向する頂壁１０４と、を有する。

[0016] 真空容器１０１の内部空間の底部に静電チャック装置１が固定される。静電チャック装置１は、底壁１０２の内側面（図示上面）に固定される。本実施形態の静電チャック装置１は、ウエハWが載置される載置面２ａを上側に向けた状態で真空容器１０１内に配置される。静電チャック装置１の配置形態は一例であり、他の配置形態であってもよい。

[0017] 真空容器１０１の底壁１０２は、底壁１０２を厚さ方向に貫通する開口部１０２ａと、排気口１０２ｂとを有する。静電チャック装置１は、開口部１０２ａを真空容器１０１の内側（図示上側）から塞ぐ。排気口１０２ｂは、静電チャック装置１の側方に位置する。排気口１０２ｂには、図示されない真空ポンプが接続される。

[0018] 静電チャック装置１は、ウエハWを吸着支持する静電チャックプレート１

０と、静電チャックプレート１０を支持する金属基台１１と、を備える。静電チャックプレート１０の上面の外周部には、平面視で載置面２ａ（ウエハＷ）を囲むフォーカスリング５が配置される。

[0019] 静電チャックプレート１０は、ウエハＷが載置される載置面２ａを有する誘電体基板２と、誘電体基板２の内部に位置する吸着電極６と、を有する。

誘電体基板２は、平面視で円形状である。誘電体基板２は、機械的な強度を有し、かつ腐食性ガスおよびそのプラズマに対する耐久性を有する複合焼結体からなる。誘電体基板２を構成する誘電体材料としては、機械的な強度を有し、しかも腐食性ガスおよびそのプラズマに対する耐久性を有するセラミックスが好適に用いられる。誘電体基板２を構成するセラミックスとしては、例えば、酸化アルミニウム（Al_2O_3）焼結体、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）焼結体、酸化アルミニウム（Al_2O_3）－炭化ケイ素（ＳｉＣ）複合焼結体などが好適に用いられる。

[0020] 誘電体基板２の上面が、ウエハＷが載置される載置面２ａである。載置面２ａには、複数の突起部（図示略）が所定の間隔で形成されている。複数の突起部のそれぞれは、ウエハＷの厚さより小さい直径を有する。載置面２ａの複数の突起部がウエハＷを支持する。突起部の形は任意に選択でき、例えば円柱形等が挙げられる。

[0021] 静電チャックプレート１０は、誘電体基板２の載置面２ａの径方向外側にリング吸着領域２ｄを有する。本実施形態の場合、リング吸着領域２ｄの上面は、図示上下方向において、載置面２ａよりも低い位置にある。リング吸着領域２ｄ上にフォーカスリング５が配置される。図１に示すように、リング吸着領域２ｄに配置されたフォーカスリング５の外周部は、誘電体基板２よりも径方向外側に突出する。誘電体基板２から外側へ突出するフォーカスリング５の外周部は、後述する側面カバー４の切欠部４ｂ内に配置される。フォーカスリング５の上面の高さ位置（上下方向位置）は、載置面２ａに載置されるウエハＷの上面の高さ位置とほぼ一致する。

[0022] フォーカスリング５は、例えば、載置面２ａに載置されるウエハＷと同等

の電気伝導性を有する材料を形成材料とする。具体的には、シリコン、炭化ケイ素、石英、アルミナなどをフォーカスリング５の構成材料として用いることができる。フォーカスリング５を配置することにより、ウエハＷの周縁部において、プラズマに対する電気的な環境をウエハＷと概ね一致させることができる。これにより、ウエハＷの中央部と周縁部とでプラズマ処理の差や偏りが生じにくくなる。

[0023] 吸着電極６は、誘電体基板２の内部に位置する。吸着電極６は、平面視で前記載置面と重なる領域に位置する第１電極６ａと、平面視でフォーカスリング５と重なる領域に位置する第２電極６ｂとからなる。すなわち、静電チャックプレート１０は、第１電極６ａと第２電極６ｂとを有する。

[0024] 第１電極６ａは、図２に示すように、平面視で円形状である。第１電極６ａは、載置面２ａおよびウエハＷと比較してやや小さい直径を有する。第１電極６ａは、複数の電極部に分割されていてもよい。複数の電極部は、誘電体基板２の径方向に並んで配置されていてもよく、周方向に並んで配置されていてもよく、径方向および周方向の両方向に並んで配置されていてもい。

[0025] 第２電極６ｂは、図２に示すように、誘電体基板２の外周部に沿って延びる円環状である。第２電極６ｂは、誘電体基板２の周方向に並ぶ６個の電極部６１～６６からなる。６個の電極部６１～６６は、互いに同一の大きさおよび形状を有し、第１電極６ａの外周縁に沿って等間隔に並ぶ。第２電極６ｂは、リング吸着領域２ｄと重なる領域に配置され、フォーカスリング５を吸着させる。

第２電極６ｂの分割形態は、図２に示す例に限られない。第２電極６ｂは、複数の円環状の電極部に分割されていてもよい。あるいは、６個の電極部６１～６６が、さらに径方向に分割されている形態であってもよい。

[0026] 第２電極６ｂの高さ位置（上下方向位置）は、図１に示すように、第１電極６ａの高さ位置よりも低い。本実施形態の場合、フォーカスリング５の厚さが、ウエハＷの厚さよりも大きい。誘電体基板２の載置面２ａとリング吸着領域２ｄとの間の段差は、フォーカスリング５とウエハＷとの厚さの差に

相当する高さである。第１電極６ａと第２電極６ｂの高さ位置を調整することで、第１電極６ａとウエハＷとの吸着力、および第２電極６ｂとフォーカスリング５との吸着力をそれぞれ適切な範囲に調整できる。

[0027] 誘電体基板２は、裏面２ｂにおいて金属基台１１の上面に接着されている。

金属基台１１は、平面視で円板状の金属部材である。金属基台１１は、例えば、アルミニウム合金などからなる。金属基台１１は、静電チャックプレート１０を裏面２ｂ側から支持する。金属基台１１は、金属基台１１の裏面外周部から下側へ延びる筒状の支持部材３に下側から支持される。静電チャックプレート１０と金属基台１１と支持部材３の径方向外側には、これらを囲む筒状の側面カバー４が配置される。

[0028] 金属基台１１は、内部に張り巡らされるヒータエレメント９を有する。ヒータエレメント９と金属基台１１とは、互いに絶縁されている。ヒータエレメント９には、図示略のヒータ用電源装置が接続される。ヒータエレメント９は、金属基台１１の外部に設けられていてもよい。ヒータエレメント９は、静電チャックプレート１０の内部に配置されていてもよい。ヒータエレメント９は、静電チャックプレート１０と金属基台１１との間に配置されていてもよい。

[0029] 支持部材３は、金属基台１１の下面の外周端から底壁１０２に向かって延びる円筒状である。支持部材３は、アルミナなどの絶縁材料からなる部材である。支持部材３の下端部は、底壁１０２の上面に固定される。支持部材３は、底壁１０２の開口部１０２ａの周縁に沿って配置される。支持部材３と底壁１０２との間は、例えばＯリングなどによって気密に封止される。

[0030] 支持部材３の内側の空間は、底壁１０２の開口部１０２ａを介して真空容器１０１の外側の空間と繋がる。支持部材３の内側の空間には、誘電体基板２の裏面２ｂが露出する。作業者は、底壁１０２の開口部１０２ａを通じて、誘電体基板２の裏面２ｂにアクセス可能である。

[0031] 側面カバー４は、上下方向に延びる円筒状の部材である。側面カバー４は

、支持部材３の外側に被せられる。本実施形態の場合、側面カバー４は、誘電体基板２の側端面２ｃおよび支持部材３の外周面３ｂと径方向に対向する。側面カバー４は、誘電体基板２の側端面２ｃおよび支持部材３の外周面３ｂをプラズマから保護する。側面カバー４は、例えば、アルミナ、石英などからなる。側面カバー４の材質は、必要なプラズマ耐性を有する材料であれば特に限定されない。静電チャック装置１は、側面カバー４を備えない構成とすることもできる。

[0032] 側面カバー４の上端部４ａは、誘電体基板２の側方に位置する。側面カバー４は、上端部４ａの内周側の角部に、内周縁に沿って延びる切欠部４ｂを有する。切欠部４ｂの内側には、フォーカスリング５の外周部が配置される。側面カバー４の上側の端面４ｃの高さ位置（図示上下方向の位置）は、フォーカスリング５の上面の高さ位置、およびウエハWの上面の高さ位置とほぼ一致する。

[0033] 静電チャック装置１において、静電チャックプレート１０および金属基台１１は、金属基台１１の下面１１ａに開口する電源接続孔１２ａ、および複数の電源接続孔１２ｂを有する。電源接続孔１２ａは、平面視で金属基台１１の中央部に位置する。電源接続孔１２ａは、下面１１ａから上側へ延び、第１電極６ａの下面に達する。

[0034] 複数の電源接続孔１２ｂは、６個の電極部６１～６６のそれぞれに対応して６箇所に設けられる。各々の電源接続孔１２ｂは、金属基台１１の下面１１ａから上側へ延び、それぞれ電極部６１～６６の下面に達する。本実施形態の場合、６箇所の電源接続孔１２ｂは、静電チャックプレート１０の周方向において等間隔に配置される。

[0035] 電源接続孔１２ａ、１２ｂには、円筒状の絶縁管（図示略）が埋め込まれる。絶縁管は例えばアルミナなどからなる。絶縁管の内側には、後述する電源接続部５０の電源配線１５１～１５７が挿入され、電源接続孔１２ａ、１２ｂの底部（上端）において、第１電極６ａ、６ｂに接続される。電源配線１５１～１５７は、第１電極６ａおよび第２電極６ｂに対して、例えば、半

田付けまたは溶接により接続される。電源配線１５１～１５７と、第１電極６ａおよび第２電極６ｂとは、コネクタを介して接続されていてもよい。

[0036] 電源装置１１０は、図１に示すように、プラズマ励起用の高周波電源１１１と、整合器１１２と、静電吸着用の直流電源１１３と、抵抗１１４と、基板バイアス用の高周波電源１１５と、整合器１１６と、を備える。

[0037] プラズマ励起用の高周波電源１１１は、整合器１１２を介して、金属基台１１の下面から下側へ延びる主給電棒８に電気的に接続される。主給電棒８は、例えばアルミニウム、銅、ステンレス鋼などからなる金属製の棒状部材である。主給電棒８の上端は、金属基台１１の下面に固定される。高周波電源１１１から出力される高周波電力は、主給電棒８を介して金属基台１１に供給される。

[0038] 静電吸着用の直流電源１１３は、抵抗１１４を介して電源配線１５０に接続される。基板バイアス用の高周波電源１１５は、整合器１１６を介して電源配線１５０に接続される。

[0039] 静電チャック装置１は、図１および図２に示すように、電源装置１１０と吸着電極６とを接続する電源接続部５０を有する。電源接続部５０は、８本の電源配線１５０～１５７と、６個の電流調整器５１～５６と、を有する。電源接続部５０は、電源配線１５０を介して電源装置１１０と接続される。本実施形態の場合、電源配線１５０は、電源装置１１０のうち、静電吸着用の直流電源１１３および基板バイアス用の高周波電源１１５と電気的に接続される。

[0040] 電源配線１５０は、ノードＮにおいて７本の電源配線１５１～１５７と電気的に接続される。なお、図１では、図面表示の便宜のために、ノードＮを２箇所に分けて表示している。６本の電源配線１５１～１５６は、図２に示すように、ノードＮから静電チャックプレート１０の外周部に向かって放射状に延びる。電源配線１５７は、図１に示すように、ノードＮから電源接続孔１２ａに挿入され、第１電極６ａに接続される。

[0041] ６本の電源配線１５１～１５６は、静電チャックプレート１０の外周部に

おいて、それぞれ異なる電源接続孔１２ｂに挿入される。電源配線１５１は、第２電極６ｂの電極部６１と電気的に接続される。同様に、電源配線１５２と電極部６２、電源配線１５３と電極部６３、電源配線１５４と電極部６４、電源配線１５５と電極部６５、電源配線１５６と電極部６６が、それぞれ電気的に接続される。

[0042] 電流調整器５１は、電源配線１５１のノードＮと第２電極６ｂとの間に接続される。同様に、電流調整器５２～５６は、それぞれ、電源配線１５２～１５６におけるノードＮと第２電極６ｂとの間に接続される。

[0043] 上記の回路構成により、第２電極６ｂの電極部６１は、電源配線１５１、１５７および電流調整器５１を介して第１電極６ａと電気的に接続される。同様に、電極部６２は電源配線１５２、１５７および電流調整器５２を介して第１電極６ａと電気的に接続される。他の電極部６３～６６についても、電源配線１５３～１５７および電流調整器５３～５６を介して、それぞれが第１電極６ａと電気的に接続される。

すなわち、静電チャック装置１は、電流調整器５１～５６のいずれかを介して第１電極６ａと第２電極６ｂとを接続する電源配線１５１～１５７を有する。

[0044] ノードＮには電源配線１５０を介して電源装置１１０が接続されている。したがって、直流電源１１３および高周波電源１１５から入力される電力は、電源配線１５０、１５７を介して第１電極６ａに供給される。一方、第２電極６ｂの電極部６１～６６に対しては、それぞれ電流調整器５１～５６によって電流制御された電力が、電源配線１５１～１５６を介して供給される。

[0045] 静電チャック装置１では、使用時間の経過に伴ってフォーカスリング５が薄くなる。そうすると、金属基台１１とプラズマ生成空間との間の容量が相対的に大きくなり、フォーカスリング５が配置された領域に入力される高周波パワーが大きくなる。これにより、プラズマの分布が変化し、ウエハＷにおいて中心部と外周部とのエッチングレート差が大きくなったり、フォーカ

スリング５の損耗速度が大きくなったりする。

[0046] そこで、本実施形態の静電チャック装置１では、ウエハWの下側に位置する第１電極６ａと、フォーカスリング５の下側に位置する第２電極６ｂとが電流調整器５１～５６を介して接続されており、電流調整器５１～５６よりも第１電極６ａ側に位置するノードＮにおいて、電源装置１１０に接続されている構成とした。

[0047] この構成によれば、電流調整器５１～５６によって、電源装置１１０から第２電極６ｂに流れる電流を調整することができる。したがって、フォーカスリング５が損耗することにより第２電極６ｂに流れる電流が増加したときに、電流調整器５１～５６によって電流を抑制することで、フォーカスリング５の位置に過大な高周波パワーが入力されるのを防ぎ、良好なプラズマ分布を維持できる。本実施形態の静電チャック装置１によれば、フォーカスリング５周辺のプラズマ制御が可能である。

[0048] 図３から図５は、電流調整器５１～５６に適用可能な定電流回路を示す図である。

[0049] 図３に示す定電流回路２００は、抵抗２０１と、ＰＴＣサーミスタ（Positive Temperature Coefficient Thermistor）２０２とが並列接続された回路である。定電流回路２００において、入力端子ＩＮから出力端子ＯＵＴに流れる電流が増加すると、ＰＴＣサーミスタ２０２が自己発熱して高抵抗になり、定電流回路２００を流れる電流が減少する。定電流回路２００に流れる電流量は、抵抗２０１の大きさで調整可能である。

定電流回路２００を電流調整器５１～５６として用いることで、電源配線１５１～１５６に流れる電流を所定の範囲内に制御できるので、フォーカスリング５の周辺でプラズマ分布が不均一になるのを抑制可能である。

[0050] 図４に示す定電流回路３００は、入力端子ＩＮ側から順に接続される第１トランジスタ３０１と、抵抗３０２と、第２トランジスタ３０３とを有する。第１トランジスタ３０１および第２トランジスタ３０３は、いずれも、Ｎチャネルディプリーションモード電界効果トランジスタである。

[0051] 第１トランジスタ３０１のドレインは入力端子ＩＮに接続されている。第１トランジスタ３０１のソースは、抵抗３０２のＩＮ側端子と第２トランジスタ３０３のゲートに接続されている。第１トランジスタのゲートは、抵抗３０２のＯＵＴ側端子と第２トランジスタ３０３のソースに接続されている。第２トランジスタ３０３のドレインは出力端子ＯＵＴに接続されている。第２トランジスタ３０３のゲートは、抵抗３０２のＩＮ側端子と第１トランジスタ３０１のソースに接続されている。

なお、図４中に示される２つのダイオードは、第１トランジスタ３０１および第２トランジスタ３０３の寄生ダイオードである。

[0052] 定電流回路３００において、第１トランジスタ３０１は、ディプリーションモードＦＥＴであり、ノーマルオンスイッチである。入力端子ＩＮから入力される電流は、第１トランジスタ３０１のドレインからソースへ流れ、抵抗３０２に流れる。抵抗３０２の電圧降下が、第１トランジスタ３０１のゲートにバイアス電圧として入力される。これにより、第１トランジスタ３０１のゲート電位がソース電位に対して低くなり、ドレイン－ソース間に流れる電流が所定値まで減少する。なお、抵抗３０２から第２トランジスタ３０３のソースに入力される電流は、第２トランジスタ３０３の寄生ダイオードを通って出力端子ＯＵＴへ出力される。

[0053] 定電流回路３００に出力端子ＯＵＴから入力端子ＩＮに向かう電流が流れる場合には、第２トランジスタ３０３によって、定電流回路３００に流れる電流が調整される。抵抗３０２から第１トランジスタ３０１に流れる電流は、第１トランジスタ３０１の寄生ダイオードを通って入力端子ＩＮへ出力される。

[0054] 以上に説明した定電流回路３００を電流調整器５１～５６として用いることで、電源配線１５１～１５６に流れる電流を所定の範囲内に制御できる。定電流回路３００を用いる構成においても、フォーカスリング５の周辺でプラズマ分布が不均一になるのを抑制可能である。

[0055] 図５に示す定電流回路４００は、入力端子ＩＮ側から順に接続される第１

トランジスタ４０１と、抵抗４０２と、第２トランジスタ４０３とを有する。さらに、定電流回路４００は、第１トランジスタ４０１のゲートと抵抗４０２のＯＵＴ側端子との間に接続される第１フォトダイオード４０４と、第２トランジスタのゲートと抵抗４０２のＩＮ側端子との間に接続される第２フォトダイオード４０５と、を有する。

第１トランジスタ４０１および第２トランジスタ４０３は、いずれも、Ｎチャネルエンハンスメントモード電界効果トランジスタである。

[0056] 第１トランジスタ４０１のドレインは入力端子ＩＮに接続されている。第１トランジスタ４０１のソースは、抵抗４０２のＩＮ側端子と第２フォトダイオード４０５のアノードに接続されている。第１トランジスタのゲートは、第１フォトダイオード４０４のカソードに接続されている。

[0057] 第２トランジスタ４０３のソースは、抵抗４０２のＯＵＴ側端子と第１フォトダイオード４０４のアノードに接続されている。第２トランジスタ４０３のドレインは出力端子ＯＵＴに接続されている。第２トランジスタ４０３のゲートは、第２フォトダイオード４０５のカソードに接続されている。第２フォトダイオード４０５のアノードは、抵抗４０２のＩＮ側端子と第１トランジスタ４０１のソースに接続されている。

なお、第１トランジスタ４０１および第２トランジスタ４０３は、それぞれ寄生ダイオードを有する。

[0058] 定電流回路４００は、第１フォトダイオード４０４および第２フォトダイオード４０５に光を照射する光源装置４１０により電流量を制御可能である。光源装置４１０は、発光ダイオード４１１と、発光ダイオード４１１を駆動制御する制御装置４１２とを有する。制御装置４１２は、発光ダイオード４１１の輝度を制御可能である。発光ダイオード４１１から射出される光は、例えば光ファイバを介して、第１フォトダイオード４０４および第２フォトダイオード４０５に照射される。

[0059] 定電流回路４００において、第１トランジスタ４０１は、エンハンスメントモードＦＥＴであり、ノーマルオフスイッチである。光源装置４１０から

第１フォトダイオード４０４に光が照射されない状態では、第１トランジスタ４０１に電流は流れない。

光源装置４１０から第１フォトダイオード４０４に光が照射されると、第１フォトダイオード４０４のカソード電位が第１トランジスタ４０１のゲートに入力され、第１トランジスタ４０１がオン状態となる。これにより、入力端子ＩＮから入力される電流が、第１トランジスタ４０１のドレインからソースへ流れ、抵抗４０２に流れる。

抵抗４０２の電圧降下が、第１トランジスタ４０１のゲートにバイアス電圧として入力されることで、第１トランジスタ４０１のゲート電位がソース電位に対して低くなり、ドレイン－ソース間に流れる電流が所定値まで減少する。抵抗４０２から第２トランジスタ４０３のソースに入力される電流は、第２トランジスタ４０３の寄生ダイオードを通って出力端子ＯＵＴへ出力される。

[0060] 定電流回路４００に出力端子ＯＵＴから入力端子ＩＮに向かう電流が流れる場合には、第２トランジスタ４０３および第２フォトダイオード４０５によって、定電流回路４００に流れる電流が調整される。抵抗４０２から第１トランジスタ４０１に流れる電流は、第１トランジスタ４０１の寄生ダイオードを通って入力端子ＩＮへ出力される。

[0061] 以上に説明した定電流回路４００を電流調整器５１～５６として用いることで、電源配線１５１～１５６に流れる電流を所定の範囲内に制御できる。定電流回路４００を用いる構成においても、フォーカスリング５の周辺でプラズマ分布が不均一になるのを抑制可能である。さらに、定電流回路４００では、光源装置４１０から第１フォトダイオード４０４および第２フォトダイオード４０５に照射する光量によって、定電流回路４００に流れる電流量を制御可能である。定電流回路４００を用いることで、フォーカスリング５周辺のプラズマをより高精度に制御可能である。

[0062] なお、本実施形態では、電流調整器５１～５６に適用可能な回路として、図３から図５に示す定電流回路を例示したが、これらの構成に限定されない

。電流調整器５１～５６としては、自動または手動により電源配線１５１～１５６に流れる電流を調整可能な素子を用いることができる。例えば、電流調整器５１～５６として、バリアブルコンデンサを用いることもできる。バリアブルコンデンサの静電容量を電気的または機械的に変化させることで、電源配線１５１～１５６に流れる電流を調整し、ウエハWおよびフォーカスリング５上のプラズマの均一性を維持することができる。

[0063] 本実施形態の静電チャック装置１では、静電チャックプレート１０を径方向外側から囲む側面カバー４を有し、電流調整器５１～５６は、誘電体基板２の裏面２ｂ側かつ側面カバー４の内側に位置する。さらに本実施形態の場合、側面カバー４の内側に筒状の支持部材３が配置されており、電流調整器５１～５６は、支持部材３の内側に位置する。

この構成によれば、電流調整器５１～５６が静電チャック装置１の内部空間に収容されるので、静電チャック装置１をコンパクト化できる。また、静電チャック装置１の外部に構成部品が配置されないため、従来のプラズマ処理装置にも設置しやすい静電チャック装置とすることができる。

[0064] 本実施形態の静電チャック装置１では、図３に示す定電流回路２００を電流調整器５１～５６に用いることができる。すなわち、静電チャック装置１は、電流調整器５１～５６に、可変抵抗を含む構成とすることができる。

この構成によれば、簡単な回路を用いて電流調整器を構成できる。電流調整器５１～５６を小型化しやすいので、静電チャックプレート１０の裏面に電源接続部５０を配置しやすくなる。

[0065] 本実施形態の静電チャック装置１では、図３～図５に示す定電流回路２００、３００、４００を電流調整器５１～５６に用いることができる。これらの定電流回路２００、３００、４００を電流調整器５１～５６に用いることで、電流調整器５１～５６が、フォーカスリング５の損耗に伴う電流変化を抑制するように動作する。これにより、長期間にわたりプラズマの分布状態を維持することができる。

[0066] 本実施形態の静電チャック装置１では、図２に示したように、第２電極６

ｂは、フォーカスリング５が延びる方向に沿って並ぶ複数の電極部６１～６６に分割されており、各々の電極部６１～６６は、電源配線１５１～１５６を介して第１電極６ａに接続される。　この構成によれば、複数の電極部６１～６６が静電チャックプレート１０の周方向に並んでおり、それぞれの電極部６１～６６の電流を制御可能であるため、周方向においてもプラズマが不均一になるのを抑制できる。

[0067] 本実施形態の静電チャック装置１では、載置面２ａと反対の裏面２ｂ側から静電チャックプレート１０を支持する金属基台１１を有し、電流調整器５１～５６は、金属基台１１の静電チャックプレート１０と反対側かつ側面カバー４の内側に位置する。

この構成によれば、電流調整器５１～５６を静電チャック装置１の内部空間に収容できるので、静電チャック装置１を小型化できる。静電チャック装置１の外側に構成部品が配置されないため、既存のプラズマ処理装置に対して静電チャック装置１を設置しやすくなる。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明は、フォーカスリング周辺のプラズマ制御が可能な静電チャック装置を提供できる。本発明は、基板とフォーカスリングのパワーバランスを一定に保つ静電チャックを提供できる。

符号の説明

[0069] １…静電チャック装置

２…誘電体基板

２ａ…載置面

２ｂ…裏面

２ｃ…側端面

２ｄ…リング吸着領域

３…支持部材

３ｂ…外周面

４…側面カバー

４ａ…上端部

４ｂ…切欠部

４ｃ…上側の端面

５…フォーカスリング

６…吸着電極

６ａ…第１電極

６ｂ…第２電極

８…主給電棒

９…ヒータエレメント

１０…静電チャックプレート

１１…金属基台

１１ａ…下面

１２ａ…電源接続孔

１２ｂ…電源接続孔

５０…電源接続部

５１，５２，５３，５４，５５，５６…電流調整器

６１，６２，６３，６４，６５，６６…電極部　１５０，１５１，１５２，１５３，１５４，１５５，１５６，１５７…電源配線

２００，３００，４００…定電流回路

２０１…抵抗

２０２…ＰＴＣサーミスタ（可変抵抗）

３０１…第１トランジスタ

３０２…抵抗

３０３…第２トランジスタ

４０１…第１トランジスタ

４０２…抵抗

４０３…第２トランジスタ

４０４…第１フォトダイオード

４０５…第２フォトダイオード

４１０…光源装置

４１１…発光ダイオード

４１２…制御装置

Ｎ…ノード

Ｗ…ウエハ

請求の範囲

[請求項1] ウエハが載置される載置面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板の内部に位置する電極とを有する静電チャックプレートと、

前記静電チャックプレートの外周部に設置され、前記載置面を囲むフォーカスリングと、

前記電極と電源とを接続する電源接続部と、

を備える静電チャック装置であって、

前記静電チャックプレートは、平面視で前記載置面と重なる領域に位置する第１電極と、平面視で前記フォーカスリングと重なる領域に位置する第２電極とを有し、

前記電源接続部は、電流調整器を介して前記第１電極と前記第２電極とを電気的に接続する電源配線を含む、

静電チャック装置。

[請求項2] 前記静電チャックプレートを径方向外側から囲む側面カバーを有し、

前記電流調整器は、前記誘電体基板の裏面側かつ前記側面カバーの内側に位置する、

請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項3] 前記電流調整器は、可変抵抗を含む、

請求項１または２に記載の静電チャック装置。

[請求項4] 前記電流調整器は、定電流回路を含む、

請求項１または２に記載の静電チャック装置。

[請求項5] 前記第２電極は、前記フォーカスリングが延びる方向に沿って並ぶ複数の電極部に分割されており、

各々の前記電極部は、前記電源配線を介して前記第１電極に接続される、

請求項１から４のいずれか１項に記載の静電チャック装置。

[請求項6] 前記載置面と反対の裏面側から前記静電チャックプレートを支持す

る金属基台を有し、　前記電流調整器は、前記金属基台の前記静電チャックプレートと反対側かつ前記側面カバーの内側に位置する、

請求項１から５のいずれか１項に記載の静電チャック装置。

[請求項7]　前記第１電極は平面視で円形状の電極であり、

前記第２電極は、前記誘電体基板の外周部に沿って延びる、複数に分割された円環状の電極である、

請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項8]　前記第２電極は、互いに同一の大きさと形状を有する、

請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項9]　前記電流調整器は、抵抗と、ＰＴＣサーミスタとが、並列接続された、定電流回路である、

請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項10]　前記電流調整器は、第１トランジスタと、抵抗と、第２トランジスタとがこの順で接続された、定電流回路であり、

前記第１トランジスタのドレインは入力端子側に配置され、

前記第１トランジスタのソースは、前記抵抗のＩＮ側端子と前記第２トランジスタのゲートに、接続されており、

前記第１トランジスタのゲートは、前記抵抗のＯＵＴ側端子と前記第２トランジスタのソースに接続されており、

前記第２トランジスタのドレインは出力側に配置され、

前記第２トランジスタのゲートは、前記抵抗のＩＮ側端子と前記第１トランジスタのソースに接続されている、

請求項１に記載の静電チャック装置。

[請求項11]　前記定電流回路は、前記第１トランジスタのゲートと前記抵抗のＯＵＴ側端子との間に接続される第１フォトダイオードと、前記第２トランジスタのゲートと前記抵抗のＩＮ側端子との間に接続される第２フォトダイオードと、を有し、

前記第１トランジスタのソースは、前記抵抗のＩＮ側端子と前記第

２フォトダイオードのアノードに接続され、

前記第１トランジスタのドレインは入力側に配置され、

前記第１トランジスタのゲートは、前記第１フォトダイオードのカソードに接続され、

前記第２トランジスタのソースは、前記抵抗のＯＵＴ側端子と前記第１フォトダイオードのアノードに接続され、

前記第２トランジスタのドレインは出力側に配置され、

前記第２トランジスタのゲートは、前記第２フォトダイオードのカソードに接続され、

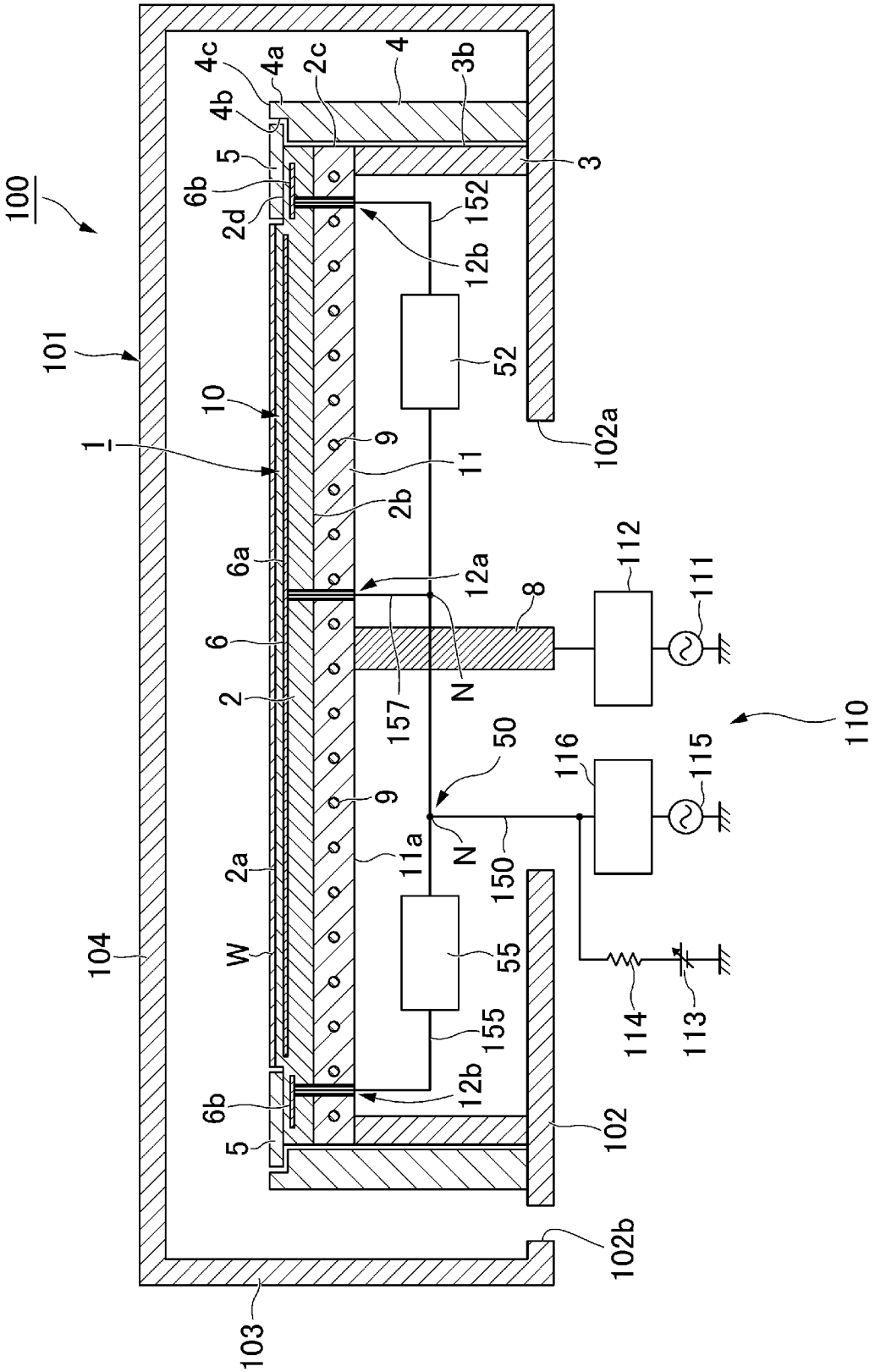
前記第２フォトダイオードのアノードは、前記抵抗のＩＮ側端子と前記第１トランジスタのソースに接続されている、

請求項１０に記載の静電チャック装置。

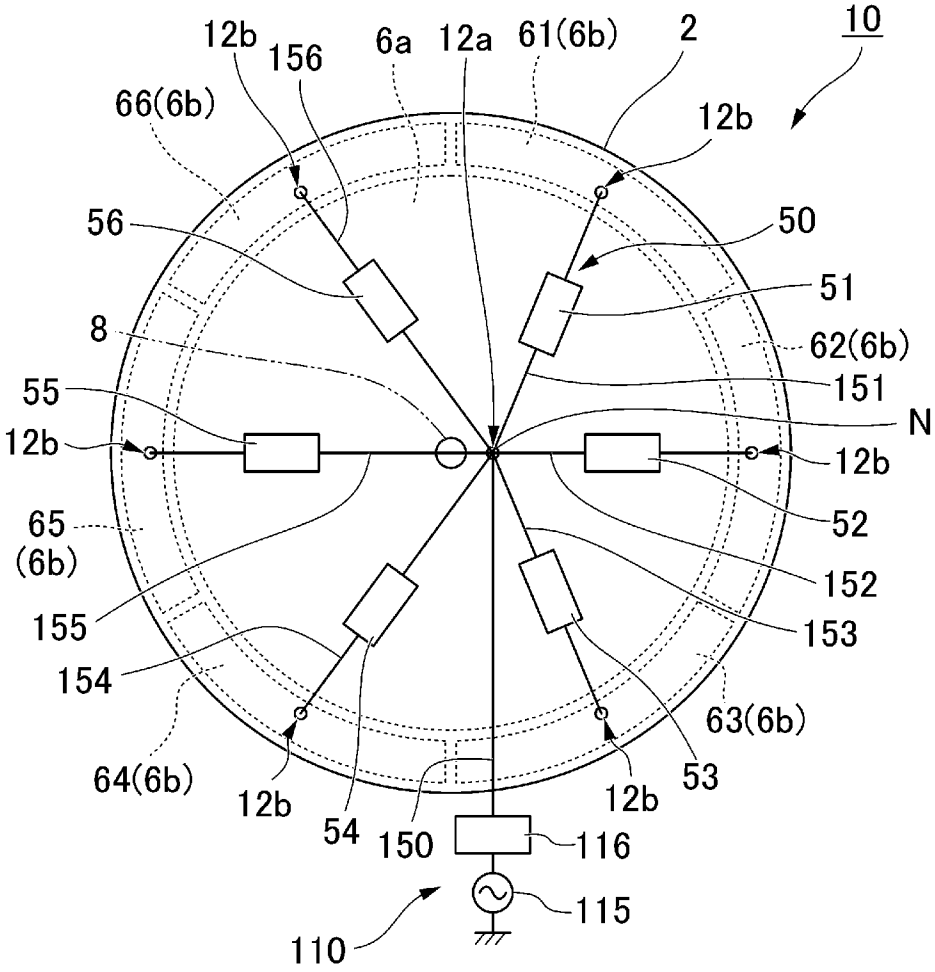
[請求項12] 前記定電流回路は、前記第１フォトダイオードおよび前記第２フォトダイオードに光を照射する光源装置により、電流量を制御可能である、

請求項１１に記載の静電チャック装置。

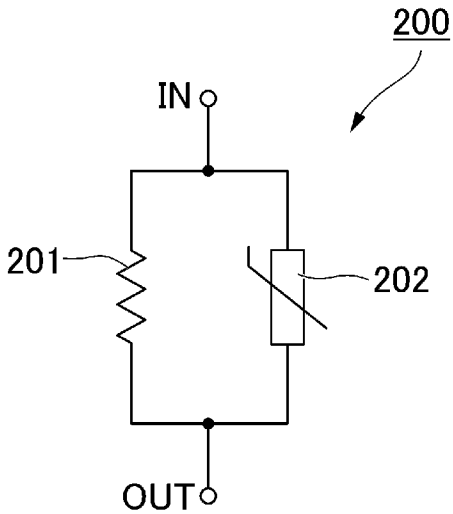
[図1]


100
101
1
10
9
11
2b
2
2a
W
104
103
102b
102
102a
3
4
4c
4a
2c
3b
4b
5
6b
2d
12b
152
52
6a
12a
8
112
111
6
157
N
110
50
116
115
150
55
155
114
113
6b
5

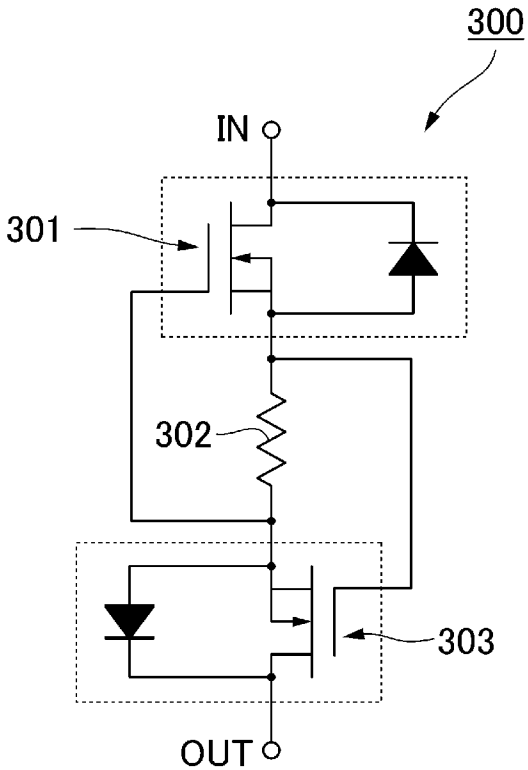
[図2]


10
12b
156
6a
12a
61(6b)
2
66(6b)
12b
56
50
51
8
62(6b)
151
55
N
12b
12b
52
65
(6b)
152
155
153
154
63(6b)
64(6b)
12b
12b
53
54
150
116
115
110

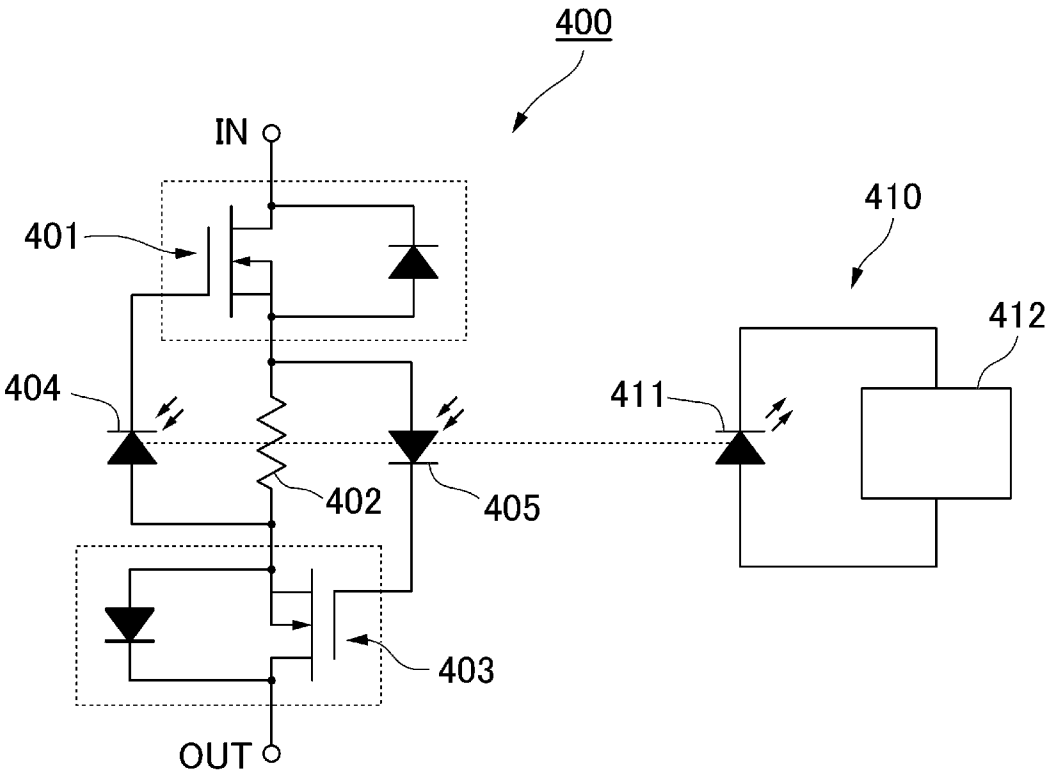
[図3]


200
IN
201
202
OUT

[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/020196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02N13/00(2006.01)i, H01L21/683(2006.01)i
FI: H01L21/68R, H02N13/00D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H02N13/00, H01L21/683

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-026331 A (LAM RESEARCH CORPORATION) 15 February 2018 (2018-02-15), entire text, all drawings	1-12
A	US 2020/0118796 A1 (SEMES CO., LTD.) 16 April 2020 (2020-04-16), entire text, all drawings	1-12
A	JP 2011-035266 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 17 February 2011 (2011-02-17), entire text, all drawings	1-12
A	JP 2018-006299 A (TOSHIBA MEMORY CORP.) 11 January 2018 (2018-01-11), entire text, all drawings	1-12
A	WO 2015/060185 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 30 April 2015 (2015-04-30), entire text, all drawings	11-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 July 2021	03 August 2021

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/020196

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2021-044540 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 18 March 2021 (2021-03-18), paragraphs [0082]-[0099], fig. 6-10	1, 5, 7-8
P, X	US 2020/0251313 A1 (APPLIED MATERIALS INC.) 06 August 2020 (2020-08-06), paragraphs [0032]-[0037], fig. 1	1, 5, 7-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/020196

JP 2018-026331 A	15 February 2018	US 2018/0025891 A1 entire text, all drawings TW 201816831 A CN 107665804 A KR 10-2018-0011711 A
US 2020/0118796 A1	16 April 2020	CN 111048388 A KR 10-2020-0042583 A
JP 2011-035266 A	17 February 2011	US 2011/0031217 A1 entire text, all drawings TW 201130032 A CN 101990353 A KR 10-2011-0014104 A
JP 2018-006299 A	11 January 2018	US 2018/0012784 A1 entire text, all drawings
WO 2015/060185 A1	30 April 2015	US 2016/0225645 A1 entire text, all drawings TW 201523786 A KR 10-2016-0078332 A
JP 2021-044540 A	18 March 2021	(Family: none)
US 2020/0251313 A1	06 August 2020	WO 2020/159674 A1

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/020196

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02N 13/00(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i
FI: H01L21/68 R; H02N13/00 D

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02N13/00; H01L21/683

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2018-026331 A (ラム リサーチ コーポレーション) 15.02.2018 (2018-02-15) 全文，全図	1-12
A	US 2020/0118796 A1 (SEMES CO., LTD.) 16.04.2020 (2020-04-16) 全文，全図	1-12
A	JP 2011-035266 A (東京エレクトロン株式会社) 17.02.2011 (2011-02-17) 全文，全図	1-12
A	JP 2018-006299 A (東芝メモリ株式会社) 11.01.2018 (2018-01-11) 全文，全図	1-12
A	WO 2015/060185 A1 (東京エレクトロン株式会社) 30.04.2015 (2015-04-30) 全文，全図	11-12
P, X	JP 2021-044540 A (東京エレクトロン株式会社) 18.03.2021 (2021-03-18) 段落0082-0099，図6-10	1，5，7-8
P, X	US 2020/0251313 A1 (APPLIED MATERIALS INC) 06.08.2020 (2020-08-06) 段落0032-0037，図1	1，5，7-8

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
21.07.2021	03.08.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
宮久保　博幸 50 3136
電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/020196

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-026331 A	15.02.2018	US 2018/0025891 A1 全文，全図 TW 201816831 A CN 107665804 A KR 10-2018-0011711 A	
US 2020/0118796 A1	16.04.2020	CN 111048388 A KR 10-2020-0042583 A	
JP 2011-035266 A	17.02.2011	US 2011/0031217 A1 全文，全図 TW 201130032 A CN 101990353 A KR 10-2011-0014104 A	
JP 2018-006299 A	11.01.2018	US 2018/0012784 A1 全文，全図	
WO 2015/060185 A1	30.04.2015	US 2016/0225645 A1 全文，全図 TW 201523786 A KR 10-2016-0078332 A	
JP 2021-044540 A	18.03.2021	（ファミリーなし）	
US 2020/0251313 A1	06.08.2020	WO 2020/159674 A1	