(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
2020年5月22日(22.05.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/100357 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/030660

(22) 国際出願日： 2019年8月5日(05.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 森 功(MORI, Isao); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 伊澤 勝(IZAWA, Masaru); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 安井 尚輝(YASUI, Naoki); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 池田 紀彦(IKEDA, Norihiko); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 山田 一也(YAMADA, Kazuya); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

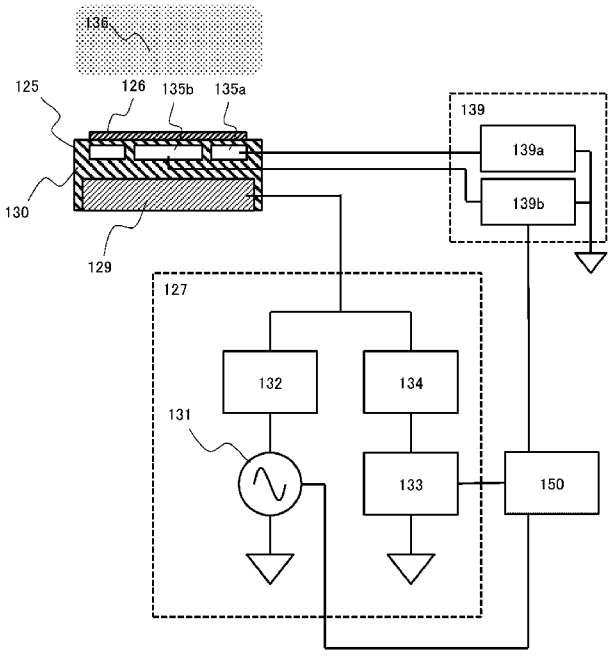
(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所(Patent Corporate Body Dai-ichi Kokusai Tokkyo Jimusho); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目５番１２号 Tokyo (JP).

(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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) **Title:** PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称： プラズマ処理装置

図3



(57) **Abstract:** This plasma processing device comprises a processing chamber in which a sample is subjected to plasma processing, a first high frequency power source which supplies high frequency power for generating plasma, a sample stage on which the sample is placed, and a second high frequency power source which supplies high frequency power to the sample stage, said device further comprising a direct current power source which applies a direct current voltage that has been modified using a cyclically repeating waveform to the sample stage, wherein the waveform of one cycle includes an interval in which the amplitude changes by a prescribed amount or more over a prescribed period of time. As a result, it is possible to remove charged particles from the wafer surface and obtain a highly vertical trench shape, and it is possible to reduce the damage to the film that is not to be etched on the interior of the trench.

WO 2020/100357 A1

[続葉有]

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。 (規則48.2(h))

— 出願人の請求に基づく第２１条(2)(a)による期間経過前の公開。

(57) 要約: プラズマ処理装置は、試料がプラズマ処理される処理室と、プラズマを生成するための高周波電力を供給する第一の高周波電源と、前記試料が載置される試料台と、前記試料台に高周波電力を供給する第二の高周波電源とを備えるプラズマ処理装置において、周期的に繰り返される波形により変化させた直流電圧を前記試料台に印加する直流電源をさらに備え、一周期の前記波形は、所定時間に所定量以上変化する振幅の期間を有する。これにより、ウエハ表面の荷電粒子を除去して、垂直性の高いトレンチ形状を得ることができ、またトレンチ内部のエッチング対象でない膜のダメージを低減することが可能となる。

明　細　書

発明の名称 ： プラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマ処理装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造工程においては、半導体装置に含まれるコンポーネントの微細化や集積化への対応が求められている。例えば、集積回路やナノ電気機械システムにおいて、構造物のナノスケール化がさらに推進されている。

[0003] 通常、半導体デバイスの製造工程において、微細パターンを成形するためにリソグラフィ技術が用いられる。この技術は、レジスト層の上にデバイス構造のパターンを適用し、レジスト層のパターンによって露出した基板を選択的にエッチング除去するものである。その後の処理工程において、エッチング領域内に他の材料を堆積させれば、集積回路を形成できる。

[0004] 従って、半導体デバイスの製造においては、プラズマエッチング処理装置が欠かせないものになっている。プラズマエッチング処理では、所定の真空度まで減圧された処理室内部に供給されたガスを真空容器内部に形成された電場等によりプラズマ化する。このとき、プラズマ内に生じた反応性の高いイオンやラジカルが、処理対象物であるウエハの表面と物理的、化学的に反応することによりエッチングが行われる。

[0005] プラズマエッチング処理においては、ウエハの載置台に高周波電圧を印加することが広く行われている。キャパシタを介して高周波電源が接続された載置台に高周波電圧を印加すると、プラズマと載置台の間に生じるシースに整流作用があることから、自己バイアスにより載置台は時間平均すると負電圧となる。そのため正イオンが加速され、エッチングが速やかに進行するとともに、垂直性が増すため異方性エッチングを実現できる。そして載置台に印加する高周波電圧の振幅を調整することで、エッチング速度や垂直性を制

御することが可能となる。

[0006] 一般的には、ウエハの載置台に印加される前記高周波電圧として正弦波が用いられるが、特許文献１に開示されたように、正弦波の代わりに矩形波を用いることもある。プラズマから載置台に流入するイオンのエネルギーは、プラズマと載置台の間にかかる電場によって決まる。正弦波の高周波電圧を印加すると、前記電場がなだらかに変化するため様々なエネルギーのイオンが載置台に流入する。しかし、矩形波の高周波電圧を印加すると、イオンのエネルギーは高いものと低いものとに明確に分かれるため、エッチングの制御が容易になる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１２－２１６６０８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] プラズマエッチング処理では、荷電粒子が衝突することによってウエハ上に成膜された誘電体材料が帯電する。プラズマエッチング処理では、図１に示すようにウエハ上にトレンチ形状を形成することも多く、その場合、一般的にはトレンチ(Ｔrench)の側壁がウエハ表面に対し垂直になることが望ましいとされる。しかし、トレンチ構造において高周波電圧を印加すると、図１に示すようにトレンチ(Ｔrench)の側壁が帯電することがある。これは、高周波電圧による負の自己バイアスによって正イオンはトレンチ(Ｔrench)内に垂直に入射するのに対し、電子や負イオンの方向はランダムなため、側壁には負の荷電粒子がより多く衝突するからである。その結果、図１に示すように、トレンチ(Ｔrench)内に飛来するイオン(Ｉon)は軌道が曲げられて側壁に衝突し、側壁がエッチングされるため、トレンチ(Ｔrench)側壁の垂直性の悪化を招く。

[0009] また工程の都合上、トレンチ内の一部にエッチングされるべきでないメタ

ル層が存在することもある。例えばそのようなメタル層が存在する場合においてイオンの軌道が曲がってしまうと、イオンはメタル層に対し斜めに入射することとなる。するとイオンが垂直に入射する場合と比べてメタル層はスパッタされやすくなるため、メタル層のダメージが増えてしまい、所望のエッチングを行えないこともある。以上のことから、ウエハ表面に帯電した荷電粒子を除去することが、高精度なエッチング処理を行う上での課題である。

[0010] ウエハ表面の荷電粒子を除去するためには、荷電粒子と逆極性の電圧をウエハに印加し、ウエハ上に成膜された誘電体材料内部に電場を形成することで、荷電粒子による継続的な電流を発生させることが一つの方策である。しかし、荷電粒子は誘電体材料内部での移動速度が小さいため、荷電粒子を誘電体材料から除去するにはミリ秒オーダの時間がかかることが知られている。一方で、特許文献１に開示されたような高周波電圧は、載置台と高周波電源の間にあるキャパシタを通過できるよう、一般的には数百ｋＨｚから数ＭＨｚの周波数が用いられている。そのため特許文献１の技術は、荷電粒子の除去に適さない。

[0011] 本発明は、ウエハ表面の荷電粒子を除去することにより、垂直性の高いトレンチ形状を得ることができ、またトレンチ内部のエッチング対象でない膜のダメージを低減することが可能なプラズマ処理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

[0012] 上記課題を解決するために、代表的な本発明にかかるプラズマ処理装置の一つは、試料がプラズマ処理される処理室と、プラズマを生成するための高周波電力を供給する第一の高周波電源と、前記試料が載置される試料台と、前記試料台に高周波電力を供給する第二の高周波電源とを備えるプラズマ処理装置において、周期的に繰り返される波形により変化させた直流電圧を前記試料台に印加する直流電源をさらに備え、一周期の前記波形は、所定時間に所定量以上変化する振幅の期間を有することにより達成される。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、ウエハ表面の荷電粒子を除去することにより、垂直性の高いトレンチ形状を得ることができ、またトレンチ内部のエッチング対象でない膜のダメージを低減することが可能なプラズマ処理装置を提供することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１は、プラズマエッチング処理におけるトレンチ形状、およびその側壁が帯電した場合のイオン軌道を示す模式図である。

[図2]図２は、本実施形態にかかるプラズマ処理装置の模式的な構成の一例を示す概略図である。

[図3]図３は、図１に示した実施形態にかかるプラズマ処理装置の一部の断面図、及び載置台に接続されたバイアス電圧発生部の概略を模式的に示す図である。

[図4]図４は、プラズマ処理装置の電気的な等価回路を示す図である。

[図5]図５は、図４に示した実施形態にかかる直流電源において出力される電圧波形を示す図である。

[図6]図６は、図４の等価回路を基に回路シミュレータで計算した電流の波形を示す図であり、図５の電圧によってウエハ上で発生する電流を模式的に示す図である。

[図7]図７は、変形した直線三角波の電圧波形を示す図である。

[図8]図８は、曲線三角波にかかる電圧波形を示す図である。

[図9]図９は、ウエハから流れる電流の波形を示す図である。

[図10]図１０は、マイクロ波電源、高周波電源及び直流電源の出力開始及び終了時刻の関係を示す図である。

[図11]図１１は、図１で示した実施形態の変形例１にかかるプラズマ処理装置の一部の断面図、及び載置台に接続されたバイアス電圧発生部の概略を模

式的に示す図である。

[図12]図１２は、図１で示した実施形態の変形例２にかかるプラズマ処理装置の一部の断面図、及び載置台に接続されたバイアス電圧発生部の概略を模式的に示す図である。

[図13]図１３は、図１で示した実施形態の変形例３にかかるプラズマ処理装置の一部の断面図、及び載置台に接続されたバイアス電圧発生部の概略を模式的に示す図である。

[図14]図１４は、図１で示した実施形態の変形例３において、静電吸着電源の出力する電圧波形を示す図である。

[図15]図１５は、図１で示した実施形態の変形例４にかかるプラズマ処理装置の一部の断面図、及び載置台に接続されたバイアス電圧発生部の概略を模式的に示す図である。

[図16]図１６は、図１で示した実施形態の変形例４において、バイアス電圧発生部の出力する電圧波形を示す図である。

[図17]図１７は、図１で示した実施形態の変形例５にかかるプラズマ処理装置の一部の断面図、及び載置台に接続されたバイアス電圧発生部の概略を模式的に示す図である。

[図18]図１８は、図１で示した実施形態の変形例５において、静電吸着電源の出力する電圧波形を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を用いて本願発明にかかるプラズマ処理装置の実施の形態を説明する。なお、本明細書中、電圧波形の「直線三角波」とは、最小電圧から最大電圧まで直線的に上昇し、最大電圧に達した後に直ちに最小電圧まで直線的に低下することを周期的に繰り返す波形をいい、電圧波形の「曲線三角波」とは、最小電圧から最大電圧まで、正の微分係数が単調減少する曲線に沿って上昇し、最大電圧に達した後に直ちに最小電圧まで、負の微分係数が単調増加する曲線に沿って低下することを周期的に繰り返す波形をいう。

[0016] ［実施形態１］

図２乃至図１０を用いて、本実施形態を説明する。図２は、本実施形態に関わるプラズマ処理装置の模式的な構成の一例を示す概略図である。

[0017] 図２に示す本実施形態にかかるプラズマ処理装置１００は、その一例であるマイクロ波ＥＣＲプラズマエッチング装置である。ここでは、真空処理室１０４の内部に配置された電極、真空処理室１０４の外部に配置された電場及び磁場の発生装置、並びに電源等が模式的に示されている。

[0018] プラズマ処理装置１００は、真空処理室１０４を備える。真空処理室１０４の内部には試料台である電極１２５が配置され、電極１２５の上部には試料であるウエハ１２６が載置されている。真空処理室１０４内部では、ガス供給機構１０５から真空処理室１０４に供給されたガスに対し、真空処理室１０４の外部に配置された電場発生手段及び磁場発生手段により形成された電場及び磁場が作用することによって、プラズマ１３６が発生する。プラズマ１３６にはイオン及びラジカルが含まれており、これらがウエハ１２６の表面と相互作用することによってプラズマエッチング処理がなされる。

[0019] 真空処理室１０４には、容器１０１の上部にシャワープレート１０２、さらに上部に誘電体窓１０３が配置されており、真空処理室１０４を囲う容器１０１は、誘電体窓１０３によって気密封止されている。

[0020] 真空処理室１０４の外部に設けられたガス供給機構１０５は、ガス配管１０６を通じて、誘電体窓１０３とシャワープレート１０２との間に設けられた空間１０７と接続される。空間１０７は、シャワープレート１０２に設けられた複数の細孔１０８を通じて真空処理室１０４と連通している。

[0021] 真空処理室１０４の下部には可変コンダクタンスバルブ１１２が配置され、この可変コンダクタンスバルブ１１２を通じて接続されたターボ分子ポンプ１１３により、真空処理室１０４内のガスが排気される。ターボ分子ポンプ１１３は、さらに粗引きポンプ１１４と接続されている。可変コンダクタンスバルブ１１２とターボ分子ポンプ１１３及び粗引きポンプ１１４は、それぞれ制御部１５０と接続しており、制御部１５０によって動作が制御される。

[0022] より具体的には、真空処理室１０４の内部圧力を測定する圧力計１１５が設けられており、この圧力計１１５の値に応じて制御部１５０は、可変コンダクタンスバルブ１１２の開度をフィードバック制御し、真空処理室１０４の圧力を所望の値になるよう制御している。

[0023] プラズマ処理装置１００の上部には、第一の高周波電源であるマイクロ波電源１１６が設けられており、このマイクロ波電源１１６の周波数は例えば２．４５ＧＨｚである。マイクロ波電源１１６より発生したマイクロ波は、自動整合器１１７、方形導波管１１８、方形円形導波管変換器１１９、円形導波管１２０を通じて、空洞共振器１２１へと伝搬する。自動整合器１１７は反射波を自動的に抑制する働きがあり、また空洞共振器１２１は、マイクロ波電磁場分布をプラズマ処理に適した分布に調整する働きを持つ。マイクロ波電源１１６は、制御部１５０により制御される。

[0024] 空洞共振器１２１の下部には、マイクロ波導入窓である誘電体窓１０３、及びシャワープレート１０２を挟んで真空処理室１０４が設けられている。空洞共振器１２１で分布が調整されたマイクロ波は、誘電体窓１０３及びシャワープレート１０２を介して真空処理室１０４へ伝搬する。

[0025] 真空処理室１０４及び空洞共振器１２１の周囲には、電磁石を構成するソレノイドコイル１２２、１２３、１２４が配置されている。制御部１５０で制御されたコイル電源１４０により、各ソレノイドコイル１２２，１２３，１２４に電流を流すことで、真空処理室１０４内部に磁場が形成される。

[0026] 以上のように真空処理室１０４の内部に高周波電場及び磁場が形成されると、電場及び磁場の強さが特定の関係となる領域（例えば２．４５ＧＨｚの電場であれば磁場の強さが０．０８７５Ｔとなる領域）において、後述する電子サイクロトロン共鳴（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｃｙｃｌｏｔｒｏｎ　Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ；ＥＣＲ）によるプラズマが形成される。

[0027] 以下に、ＥＣＲについて詳細に説明する。真空処理室１０４内部に存在する電子はローレンツ力により、ソレノイドコイル１２２，１２３，１２４によって発生した磁場の磁力線に沿って回転しながら移動する。このときマイ

クロ波電源１１６より伝搬したマイクロ波の周波数が前記回転の周波数と一致すると、電子が共鳴的に加速され、プラズマが効果的に発生する。これをＥＣＲと呼ぶ。

[0028] ＥＣＲが発生する領域（ＥＣＲ面）は磁場分布により制御できる。具体的には、制御部１５０によりコイル電源１４０を介してソレノイドコイル１２２、１２３、１２４の各々に流れる電流を制御することで真空処理室１０４内部の磁場分布を制御し、真空処理室１０４の内部におけるプラズマ発生領域を制御することができる。またプラズマ中の荷電粒子の拡散は磁力線に対して垂直な方向へは抑制されるため、磁場分布制御によりプラズマの拡散を制御し、プラズマの損失を低減することも可能である。これらの効果によりウエハ１２６の上方におけるプラズマの分布を制御し、プラズマ処理の均一性を向上することができる。

[0029] 電極１２５はＥＣＲ面の下側に位置し、図示していない梁により真空処理室１０４に固定されている。電極１２５及び真空処理室１０４は略円筒形であり、各々の円筒の中心軸は同一である。プラズマ処理装置１００にはロボットアーム等の搬送装置（図示せず）が備えられており、処理対象物であるウエハ１２６は、前記搬送装置により電極１２５上部に搬送される。ウエハ１２６は、電極１２５内部に形成された静電吸着電極１３５の静電吸着により電極１２５上に保持される。

[0030] 電極１２５にはバイアス電圧発生部１２７が接続されており、バイアス電圧発生部１２７を通じてウエハ１２６にバイアス電圧が印加される。プラズマ１３６内のイオンがウエハ１２６の側に引き込まれる量はバイアス電圧に依存する。そこで、制御部１５０でバイアス電圧発生部１２７を制御してウエハ１２６に発生させるバイアス電圧を調整することにより、プラズマ処理形状（エッチング形状の分布）を制御することができる。

[0031] また電極１２５には温度制御機構１２８が搭載されており、電極１２５を通じてウエハ１２６の温度を制御することによってもプラズマ処理形状の制御が可能である。

[0032] 以上の構成は、すべて制御部１５０である制御用コンピュータに接続され、適切なシーケンスで動作するよう、そのタイミング及び動作量が制御されている。動作シーケンスの詳細なパラメータはレシピと呼ばれ、制御は予め設定されたレシピに基づいて行われる。

[0033] レシピは通常、複数のステップから構成されている。ステップ毎にガス供給機構１０５から真空処理室１０４に供給するガス種・ガス流量、マイクロ波電源１１６の出力電力、ソレノイドコイル１２２、１２３、１２４に流れる電流量、バイアス電圧発生部１２７より発生するバイアス電圧の態様等の処理条件が設定されており、各ステップは予め設定された順序及び時間で実行される。

[0034] 図３は、図２に示した実施形態にかかる電極１２５の断面及びバイアス電圧発生部１２７の詳細を示す模式図である。

[0035] 電極１２５は、導体の基材１２９、誘電体膜１３０を有し、バイアス電圧発生部１２７は基材１２９と接続されている。また電極１２５は、ウエハ１２６及び基材１２９の間に静電吸着電極１３５ａ，１３５ｂをそれぞれ有し、この静電吸着電極１３５ａ，１３５ｂは誘電体膜１３０によって周囲と絶縁されている。

[0036] 静電吸着電極１３５ａは電極の外周部に環状に配置されており、静電吸着電極１３５ｂは、静電吸着電極１３５ａの内側であって電極の中央部に配置されている。静電吸着電源１３９は電源ユニット１３９ａ、１３９ｂを有し、電源ユニット１３９ａは静電吸着電極１３５ａに、電源ユニット１３９ｂは静電吸着電極１３５ｂに、それぞれ接続されている。電源ユニット１３９ａ、１３９ｂから各々独立して電圧を出力することで、ウエハ１２６を電極１２５に吸着する力が生じる。

[0037] バイアス電圧発生部１２７は、高周波電源（第二の高周波電源）１３１、自動整合器１３２、周期的に繰り返される波形により変化させた直流電圧を出力する直流電源１３３、ローパスフィルタ１３４を有し、高周波電源１３１は自動整合器１３２を介して、直流電源１３３はローパスフィルタ１３４

を介して、それぞれ基材１２９に接続されている。高周波電源１３１及び直流電源１３３はそれぞれ制御部（制御機構）１５０と接続されており、制御部１５０からの信号に応じて動作が制御される。

[0038] 高周波電源１３１の出力周波数は、マイクロ波電源１１６より低く、かつ、誘電体膜１３０を介してウエハ１２６にバイアス電圧を伝達可能な程度に高い。具体的には、高周波電源１３１の出力周波数として数百ｋＨｚから数ＭＨｚを用いる。自動整合器１３２は、プラズマ１３６のインピーダンスに応じて内部素子の回路定数を変化させることでインピーダンスマッチングを行い、高周波電源１３１が効率的に電力をウエハ１２６に伝達できるようにしている。

[0039] 図４は、プラズマ処理装置１００の電気的な等価回路を表す。バイアス電圧発生部１２７からの出力は、基材１２９に相当する点１２９’を通り、誘電体膜１３０に相当するキャパシタ１３０’、ウエハ１２６に相当する点１２６’、ウエハ１２６とプラズマ１３６との間のシースに相当する並列回路１３８ａ、プラズマ１３６に相当する抵抗１３６’、プラズマ１３６と図１のアース１３７に相当するアース１３７’との間のシースに相当する並列回路１３８ｂを通じてアース１３７’へと伝達される。この等価回路では、バイアス電圧発生部１２７にて発生した電圧Ｖと、ウエハ１２６から流れる電流Ｉの間には、比例定数Ａを用いてＩ＝Ａ×ｄＶ／ｄｔの関係が概ね成り立つ。

[0040] 図５は直流電源１３３が出力する電圧波形を示す図である。直流電源１３３は、制御部１５０からの指令に従い、周波数f_t，振幅V_tの直線三角波１５１に従い変化する電圧を出力する。すなわち、直流電源１３３が出力する電圧波形は、一周期の波形が、所定時間に所定量以上変化する振幅の期間を有する。ここでウエハから流れる電流Ｉはバイアス電圧発生部１２７の電圧の微分に比例するため、直線三角波の微分である矩形波状の電流がウエハから流れる。

[0041] 従来技術のように、電圧の立ち上がり・立ち下がりが急峻な矩形波では、

電圧の微分値に比例するウエハから流れる電流Ｉの継続が瞬時に終了する。一方、直線三角波であれば、電圧が上昇または下降している間、電流Ｉが継続して流れる。ウエハの電荷除去の為には電流Ｉの継続時間が最低でも１ｍｓ以上で、それが長いほど好ましい。したがって、電流Ｉの継続時間が短い矩形波よりも、直線三角波を用いたほうが、ウエハ表面の電荷除去効果が高まる。後述する曲線三角波についても、同様な効果がある。

[0042] 特に立ち下がりについては、立ち下がりが急峻な矩形波と、後述する曲線三角波とでエッチング結果を比較したところ、曲線三角波の方がエッチングの対象でないメタル層のダメージが低減されており、立ち下がり時の電流Ｉの継続時間は重要である。

[0043] この電流Ｉを、図４の等価回路を基に回路シミュレータで計算したものが、図６に示す波形１５２である。シミュレーションではf_t＝５０Ｈｚとして計算した。シミュレーションの結果によれば、電流Ｉは矩形波状に変化し、極性が正負交互に入れ替わりつつ、各々の極性で１／（２×f_t）＝１０ｍｓの間継続して流れていることがわかる。

[0044] ウエハ上の誘電体内部に蓄積した荷電粒子を誘電体外部まで移動させるには、ミリ秒オーダの時間が必要であり、仮にウエハから流れる正もしくは負の電流が各々１ｍｓ未満しか継続しない場合、誘電体内部で荷電粒子が引き寄せられては戻ることを繰り返すのみとなる。そのためf_tは概ね５００Ｈｚ以下にする必要がある。この条件を満たせば正および負の電流が各々１ｍｓ以上継続するため、荷電粒子除去に有効に作用する。

[0045] また正電荷と負電荷ではウエハ内での移動度が異なることも考えられる。なお移動度μとは、電場Ｅを印加したときの荷電粒子の平均移動速度をｖとしたときに、μ＝ｖ／Ｅで表される値である。

[0046] そこで、両方の電荷を移動度によらず確実に除去しつつウエハからなるべく多くの電流が流れるよう、図７に示すような、変形した直線三角波１５３に従い変化する電圧を直流電源１３３から出力してもよい。この波形は、電圧が最小値から最大値まで上昇する時間と、最大値から最小値まで下降する

時間との比が、D_t：（１－D_t）である。

[0047] ここで、D_tは、ウエハ上の誘電体内部における電子とイオン各々の移動度をそれぞれμ_e、μ_iとしたとき、$D_t=\mu_i/(\mu_e+\mu_i)$と表される。換言すれば、D_tは、ウエハ上の誘電体内における電子の移動度と誘電体内におけるイオンの移動度との和によりイオンの移動度を除した値である。このとき直線三角波１５３で電圧が上昇する時間と下降する時間の比は、$(1/\mu_e)$：$(1/\mu_i)$となり、これは負電荷の移動に要する時間と正電荷の移動に要する時間の比となる。一方、各極性の時間を各々１ｍｓ以上確保するため、周波数f_pは、$f_p \leqq 1000D_t$および$f_p \leqq 1000(1-D_t)$を共に満たすよう定めなければならない。ただしf_pの単位はＨｚである。なお、三角波形の周波数f_pは、Ｈｚを単位としたとき、１からD_tを減じた値またはD_tのいずれか小さい方の値を１０００倍にした値であると好ましい。

[0048] 本実施形態によれば、載置台に印加される高周波バイアス電圧とは別に、直流電源から出力される直線三角波を重畳させることで、ウエハ表面の荷電粒子の除去に十分な時間継続する電流が発生する。この電流により試料表面の荷電粒子が除去され、垂直性の高いトレンチ形状を得ることができ、またトレンチ内部のエッチング対象でない膜のダメージを低減することが可能となる。

[0049] さらに直線三角波１５１の代わりに、図８に示すような曲線三角波１５４の電圧を印加することでも同様の効果が得られる。曲線三角波１５４は、時定数の大きい矩形波ということもできるが、直線三角波に類似した特性を持つ。曲線三角波１５４を時定数の大きい矩形波から形成する場合、デューティ比を５０％とした場合、立ち上がり時定数τ_rおよび立ち下がり時定数τ_fを各々０．４３ｍｓ以上、典型的には数ｍｓ程度とすることが望ましい。加えて各電流は１ｍｓ以上継続する必要があるから、曲線三角波１５４の周波数f_pは５００Ｈｚ以下にしなければならない。

[0050] これらの条件を満たせば、図９に示すように、ウエハから流れる電流１５５は最大値の１０％以上を維持しつつ、電圧立ち上がりおよび立ち下がり開

始時から１ｍｓ以上持続するため、荷電粒子の除去に寄与することができる。換言すれば、直流電源から出力される電圧波形の振幅の変化時間及び変化量は、電圧波形によってウエハに生じる電流の最大値の１０％以上を１ｍｓ以上維持させる振幅の変化時間及び変化量であると好ましい。

[0051] またウエハ上誘電体内部の電子およびイオンの移動度μ_eおよびμ_iの差を考慮して、曲線三角波１５４のデューティ比D_pを５０％以外にしてもよい。この場合D_pは、D_p：（１－D_p）＝（１／μ_e）：（１／μ_i）を満たすようにすればよいから、$D_p=\mu_i/(\mu_e+\mu_i)$となる。換言すれば、D_pは、ウエハ上の誘電体内における電子の移動度と誘電体内におけるイオンの移動度との和によりイオンの移動度を除した値である。一方、各極性の時間を各々１ｍｓ以上確保するため、周波数f_pは、$f_p \leqq 1000D_t$および$f_p \leqq 1000(1-D_t)$を共に満たすよう定めなければならない。ただしf_pの単位はＨｚである。なお、三角波形の周波数ｆｐは、Ｈｚを単位としたとき、１からD_pを減じた値またはD_pのいずれか小さい方の値を１０００倍にした値であると好ましい。

[0052] 直線三角波の代わりに曲線三角波を用いると、矩形波を用いる場合と同様に直流電源１３３の制御が容易になる。曲線三角波を用いる場合は、制御部１５０より出力される制御信号はＯＮおよびＯＦＦの２種類の状態を交互に出力すればよく、時定数τ_rおよびτ_fは、制御信号もしくは直流電源１３３の出力に対しローパスフィルタを適用する、または直流電源１３３に出力フィードバックを設ける等の手段により実現することができる。

[0053] なお、図５、図７及び図８において、波形１５１、１５３及び１５４は常に電圧が正となるように示されているが、実際には常に電圧が負、あるいは正と負にまたがるような波形であってもよい。これは、ウエハから流れる電流は電圧の微分であるため、電圧の正負は影響を及ぼさないからである。

[0054] 図１０は、（a）高周波電源１３１、（ｂ）マイクロ波電源１１６及び（ｃ）直流電源１３３の出力開始及び終了時刻の関係を示す図であり、縦軸に出力、横軸に時間をとって示している。マイクロ波電源１１６の出力開始は高

周波電源１３１の出力開始以前であることが望ましい。なぜなら、プラズマの有無により高周波電源１３１から見たときのチャンバのインピーダンスは大きく異なるため、マイクロ波電源１１６の出力によりプラズマが発生した後に高周波電源１３１の出力を開始する方が、高周波電源１３１の出力が安定するからである。また同様の理由により、高周波電源１３１の出力終了は、マイクロ波電源１１６の出力終了以前であることが望ましい。

[0055] 直流電源１３３の出力開始は、高周波電源１３１の出力開始以前であることが望ましい。これは以下の理由による。高周波電源１３１から高周波電力が出力されていると、プラズマ１３６とウエハ１２６との間の電圧が高くなるため、ウエハ１２６に引き込まれる荷電粒子の垂直性が高くなり、ウエハ１２６上のトレンチ側壁が帯電しやすくなる。一方、直流電源１３３が出力されることによる装置及びエッチング結果への悪影響はない。そのため、直流電源１３３の出力を高周波電源１３１の出力以前とすることで、より効果的にトレンチ側壁への帯電を抑制することが可能となる。また同様の理由により、直流電源１３３の出力終了は、高周波電源１３１の出力終了以後であることが望ましい。

[0056] また、マイクロ波電源１１６によってプラズマが発生すると、プラズマ１３６とウエハ１２６の間に電位差が生じるため、高周波電源１３１が出力を開始している場合よりは程度が弱いものの、荷電粒子は垂直性を持ってしまう。一方、直流電源１３３がマイクロ波電源１１６以前に出力されることによる悪影響はない。そのため、直流電源１３３とマイクロ波電源１１６の出力タイミングの関係は、前述の直流電源１３３と高周波電源１３１の出力タイミングの関係と同様にすることが望ましい。すなわち、高周波電源１３１の出力開始は、直流電源１３３の出力開始以降であることが望ましく、また高周波電源１３１の出力終了は、直流電源１３３の出力終了以前であることが望ましい。

[0057] 一方、直流電源１３３と静電吸着電源１３９との出力タイミングの関係については、どちらが先に出力開始あるいは終了されても、装置およびエッチ

ングに悪影響はないため、特に問題ない。

[0058] ［変形例１］

図１１を用いて、本発明の実施形態についての第一の変形例を説明する。なお、既に説明した図２乃至図４に示されたものと同一の符号が付された構成は、同一の機能を有する部分であるので、その構成については重複説明を省略する。

[0059] 図１１は本変形例にかかる、電極１２５の断面及びバイアス電圧発生部１２７、静電吸着電源１３９の詳細を示す模式図である。本変形例ではバイアス電圧発生部１２７が、キャパシタ１３８ａ’、１３８ｂ’を介して静電吸着電極１３５ａ、１３５ｂとそれぞれ並列に接続されている。キャパシタ１３８ａ’、１３８ｂ’を介して接続することにより、バイアス電圧発生部１２７が静電吸着電源１３９による直流電圧の影響を受けないようになっている。またキャパシタ１３８ａ’、１３８ｂ’の容量を調整することにより、前述した実施形態における基材１２９と静電吸着電極１３５ａ、１３５ｂの間の容量を模擬することができ、該実施形態と本変形例にてウエハに対して同等の効果をもたらすことができる。上述した実施形態にかかる図３の構成と重複する構成については、説明を省略する。

[0060] ［変形例２］

図１２を用いて、本発明の実施形態についての第二の変形例を説明する。図１２は本変形例にかかる、電極１２５の断面及びバイアス電圧発生部１２７、静電吸着電源１３９、三角波発生部１４２の詳細を示す模式図である。本変形例では、静電吸着電極１３５ａおよび１３５ｂと基材１２９の間に、三角波印加電極１４１が配置されている。前記電極は誘電体膜１３０によって周囲と絶縁されており、またローパスフィルタ１３４を介して直流電源１３３と接続されている。また基材１２９には自動整合器１３２を介して高周波電源１３１と接続されている。上述した実施形態にかかる図３の構成と重複する構成については、説明を省略する。

[0061] 三角波印加電極１４１と静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂとの間の誘電

体膜１３０の厚さは、上述した実施形態における基材１２９と静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂの間の誘電体膜１３０の厚さと等しくすることが望ましい。そうすることで三角波の印加箇所と静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂの間の容量が、本変形例と該実施形態において等しくなり、本変形例において、ウエハに対して該実施形態と同様の効果をもたらすことができる。

[0062] ［変形例３］

図１３及び図１４を用いて、本発明の実施形態についての第三の変形例を説明する。図１３は本変形例にかかる、電極１２５の断面及びバイアス電圧発生部１２７、静電吸着電源１３９の詳細を示す模式図である。本変形例では、基材１２９にバイアス電圧発生部１２７が、静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂに静電吸着電源１３９が、それぞれ接続され、バイアス電圧発生部１２７及び静電吸着電源１３９は、制御部１５０により制御される。

[0063] ここでバイアス電圧発生部１２７は、基材１２９に接続する代わりに、キャパシタを介して静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂに接続してもよい。

[0064] 図１４は、静電吸着電源１３９より出力される電圧の波形を示し、波形１４３ａは静電吸着電源１３９ａの出力、波形１４３ｂは静電吸着電源１３９ｂの出力をそれぞれ示す図である。上述した実施形態においては、静電吸着電源１３９ａ及び１３９ｂはそれぞれ異なる直流電圧を出力するが、本変形例においてはそれぞれの直流電圧に三角波を重畳させた波形を出力するよう、各電源が制御部１５０により制御される。

[0065] 波形１４３ａ及び１４３ｂに重畳される三角波は、直線三角波であっても、曲線三角波であってもよく、また周波数及びデューティ比は前述の実施形態と同じ考え方で決定される。一方、ウエハ１２６から流れる電流が該実施形態と等しくなる振幅は、該実施形態より小さくなる。これは静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂとウエハ１２６との間の誘電体膜１３０は、基材１２９とウエハ１２６との間の誘電体膜１３０よりも小さくなるため、前者の静電容量が後者のものより大きいからである。

[0066] また波形１４３ａ及び１４３ｂに重畳される三角波の位相は、一致してい

ることが望ましい。位相を一致させることにより、静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂの間の電位差は常に一定となり、ウエハ１２６の吸着に影響を与えないようにすることができる。

[0067] ［変形例４］

図１５及び図１６を用いて、本発明の実施形態についての第四の変形例を説明する。図１５は本変形例にかかる、電極１２５の断面及びバイアス電圧発生部１２７、静電吸着電源１３９の詳細を示す模式図である。本変形例では、基材１２９にバイアス電圧発生部１２７が、静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂに静電吸着電源１３９が、それぞれ接続され、バイアス電圧発生部１２７及び静電吸着電源１３９は、制御部１５０により制御される。バイアス電圧発生部１２７は自動整合器１３２、アンプ１４４及び任意波形生成部１４５を有しており、アンプ１４４は自動整合器１３２を介して基材１２９と接続されている。またアンプ１４４は、任意波形生成部１４５から入力された電圧をあるゲインで増幅して出力する。

[0068] 図１６はアンプ１４４の出力する電圧波形１４６を示す図である。波形１４６は、上述した実施形態において高周波電源１３１の出力する高周波と、同じく該実施形態において直流電源１３３が出力する三角波とを重畳したものである。任意波形生成部１４５は、アンプ１４４が波形１４６を出力するよう、波形１４６の各時刻の電圧について、アンプ１４４のゲインで除した電圧をアンプ１４４に入力する。また、任意波形生成部１４５は、アンプ１４４が周波数特性を持つ場合に、アンプ１４４の出力が波形１４６になるよう、周波数特性から逆算して特定の周波数成分を強く、あるいは弱くした波形をアンプ１４４に入力してもよい。

[0069] ［変形例５］

図１７及び図１８を用いて、本発明の実施形態についての第五の変形例を説明する。図１５は本変形例にかかる、電極１２５の断面及び静電吸着電源１６０の詳細を示す模式図である。本変形例では、静電吸着電源１６０は任意波形生成部１４７ａ及び１４７ｂ、アンプ１４８ａ及び１４８ｂ、並びに

自動整合器１４９ａ及び１４９ｂを有し、アンプ１４８ａは自動整合器１４９ａを介して静電吸着電極１３５ａに、アンプ１４８ｂは自動整合器１４９ｂを介して静電吸着電極１３５ｂに、それぞれ接続されている。アンプ１４８ａ及び１４８ｂは、任意波形生成部１４７ａ及び１４７ｂからそれぞれ入力された電圧を、あるゲインで増幅してそれぞれ出力する。

[0070] 図１８はアンプ１４８ａ及び１４８ｂの出力電圧である波形１６１ａ及び１６１ｂを示す図である。波形１６１ａ及び波形１６１ｂは、変形例３における静電吸着電源１３９ａ及び１３９ｂの出力波形に、さらに高周波を重畳させたものである。重畳する高周波の周波数は、上述した実施形態において高周波電源１３１の出力する高周波と等しい。一方、電圧の振幅は、該実施形態における高周波電源１３１の出力電圧振幅に対して、該実施形態において基材１２９に印加された高周波が静電吸着電極１３５ａ及び１３５ｂに伝わるときの減衰率を乗じたものとすることで、ウエハ１２６上にて該実施形態と同等の効果を得ることができる。

[0071] 任意波形生成部１４７ａ及び１４７ｂは、波形１６１ａ及び１６１ｂの各時刻の電圧を、アンプ１４８ａ又は１４８ｂのゲインでそれぞれ除した電圧を、アンプ１４８ａ及び１４８ｂにそれぞれ入力する。また、任意波形生成部１４７ａ及び１４７ｂは、アンプ１４８ａ及び１４８ｂが周波数特性を持つ場合に、アンプ１４８ａ及び１４８ｂの出力が波形１６１ａ及び１６１ｂになるよう、周波数特性から逆算して特定の周波数成分を強く、あるいは弱くした波形をアンプ１４８ａ及び１４８ｂに入力してもよい。

[0072] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

[0073] また、ある実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を

加えることも可能である。また、各実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換をすることが可能である。なお、図面に記載した各部材や相対的なサイズは、本発明を分かりやすく説明するため簡素化・理想化しており、実装上はより複雑な形状となることもある。

[0074] なお、上記実施の形態で説明した構造や方法については、上記実施の形態のものに限定されるものではなく、様々な応用例が含まれる。

符号の説明

[0075] １００　プラズマ処理装置、１０４　真空処理室、１２５　電極、１２６　ウエハ、１２７　バイアス用高周波電源、１２９　基材、１３０　誘電体膜、１３１　高周波電源、１３２，１４９a、１４９ｂ　自動整合器、１３３　直流電源、１３４　ローパスフィルタ、１３５ａ，１３５ｂ　静電吸着電極、１３６　プラズマ、１３８a、１３８ｂ　並列回路、１３９，１３９a、１３９ｂ、１６０　静電吸着電源、１３９ａ，１３９ｂ　電源ユニット、１４５，１４７a、１４７ｂ　任意波形生成部、１５０　制御部

請求の範囲

[請求項1] 試料がプラズマ処理される処理室と、プラズマを生成するための高周波電力を供給する第一の高周波電源と、前記試料が載置される試料台と、前記試料台に高周波電力を供給する第二の高周波電源とを備えるプラズマ処理装置において、

周期的に繰り返される波形により変化させた直流電圧を前記試料台に印加する直流電源をさらに備え、

一周期の前記波形は、所定時間に所定量以上変化する振幅の期間を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項2] 請求項１に記載のプラズマ処理装置において、

前記振幅の変化時間及び変化量は、前記波形によって前記試料に生じる電流の最大値の１０％以上を１ｍｓ以上維持させる振幅の変化時間及び変化量であることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項3] 請求項１に記載のプラズマ処理装置において、

前記波形は、三角波であることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項4] 請求項１に記載のプラズマ処理装置において、

前記試料台は、前記試料を静電吸着させるための電極を具備し、

前記直流電圧は、前記電極に印加されることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項5] 請求項１に記載のプラズマ処理装置において、

前記試料台に供給される高周波電力は、前記直流電圧が前記試料台に印加されている時、前記試料台に供給されることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項6] 請求項１に記載のプラズマ処理装置において、

前記波形の周波数は、５００Ｈｚ以下であることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項7] 請求項１に記載のプラズマ処理装置において、

前記波形は、矩形波であり、

前記矩形波は、立ち上がりおよび立ち下がりの時定数が各々０．４３ｍｓ以上であることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項8] 請求項３または請求項７に記載のプラズマ処理装置において、

前記直流電圧が下降する時間に対する前記直流電圧が上昇する時間の比は、１から値Ｄを減じた値により前記値Ｄを除した値であり、

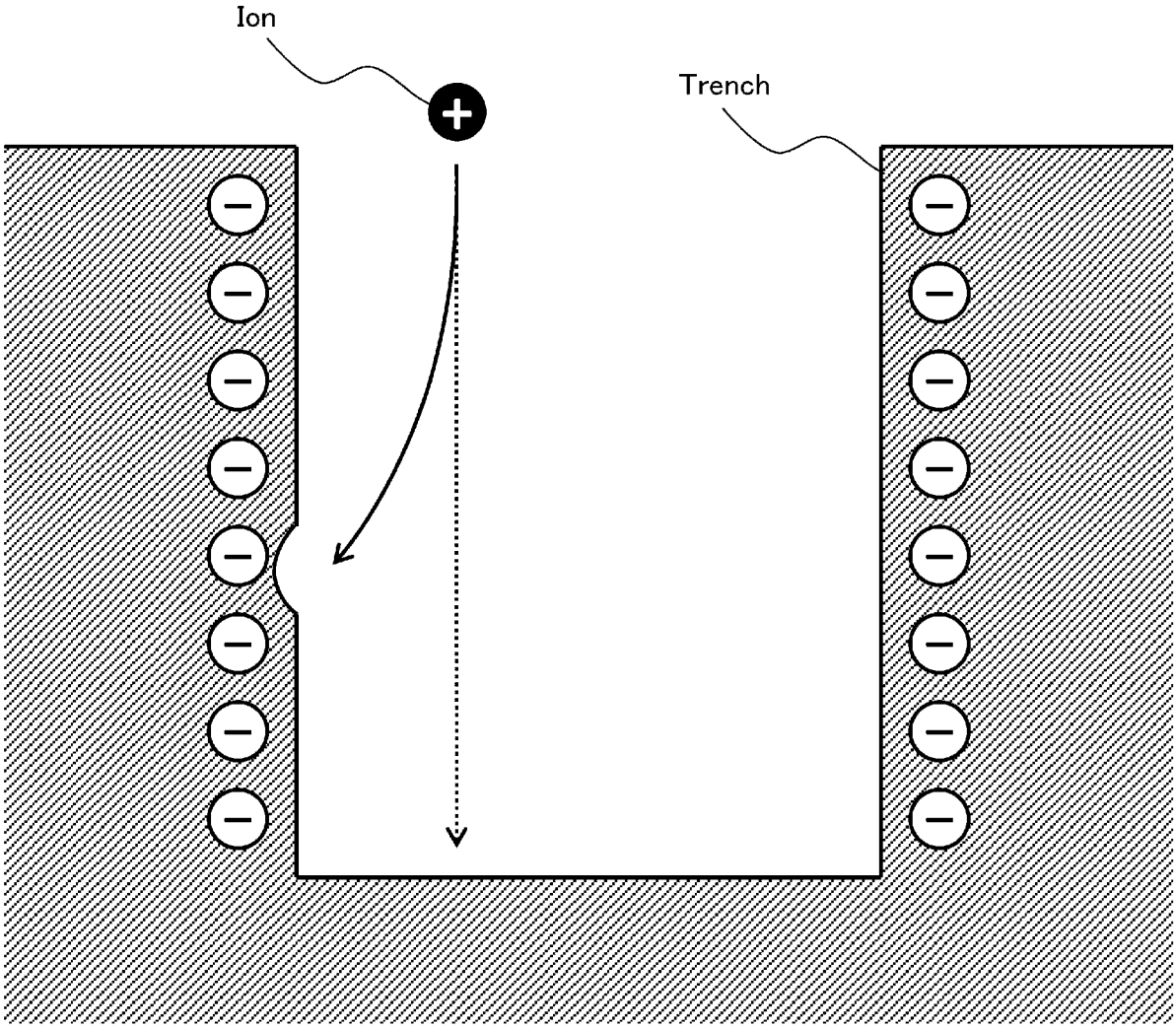
前記値Ｄは、前記試料上の誘電体内における電子の移動度と前記誘電体内におけるイオンの移動度との和により前記イオンの移動度を除した値であることを特徴とするプラズマ処理装置。

[請求項9] 請求項８に記載のプラズマ処理装置において、

前記波形の周波数は、Ｈｚを単位としたとき、１から前記値Ｄを減じた値または前記値Ｄのいずれか小さい方の値を１０００倍にした値であることを特徴とするプラズマ処理装置。

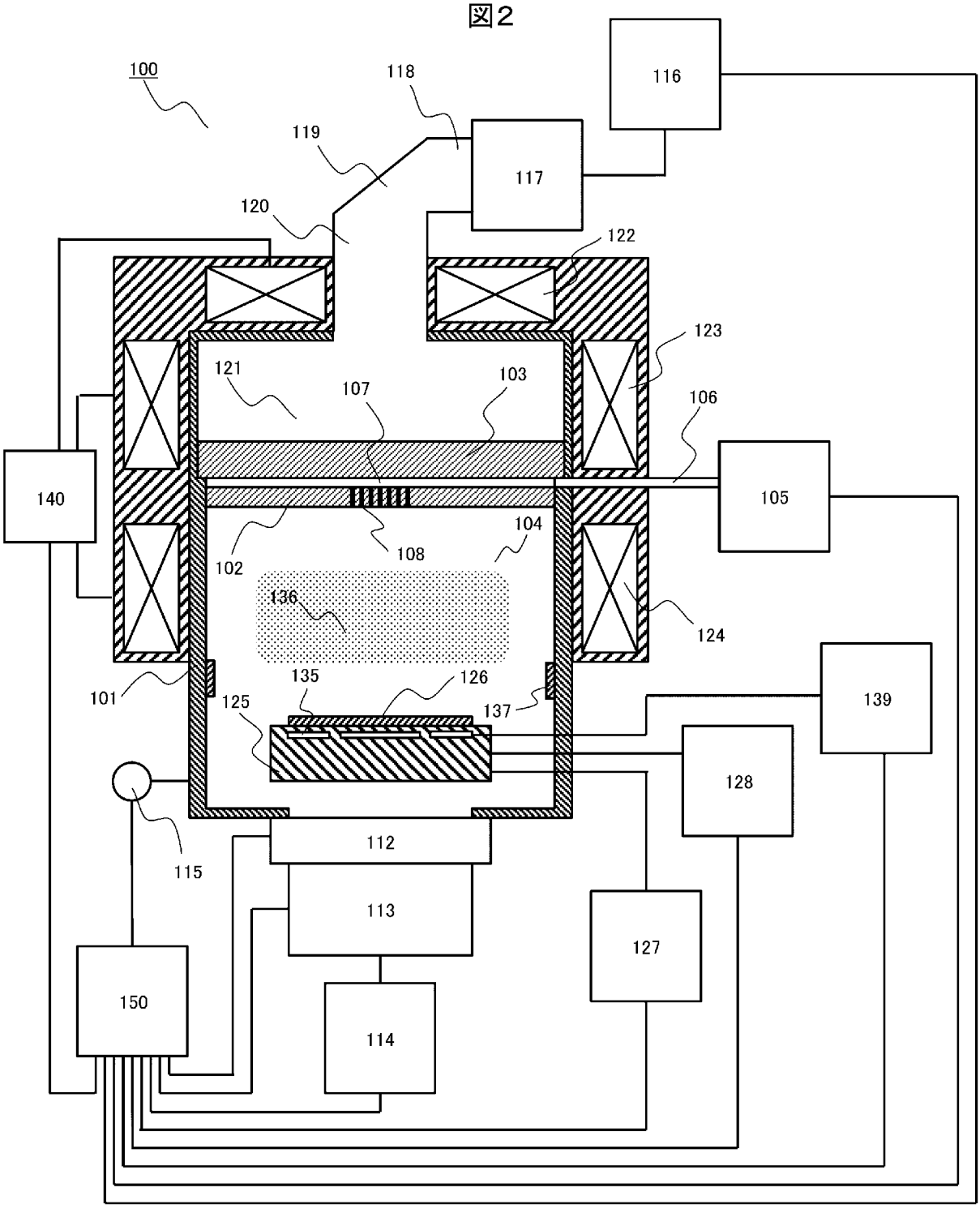
[図1]

図1



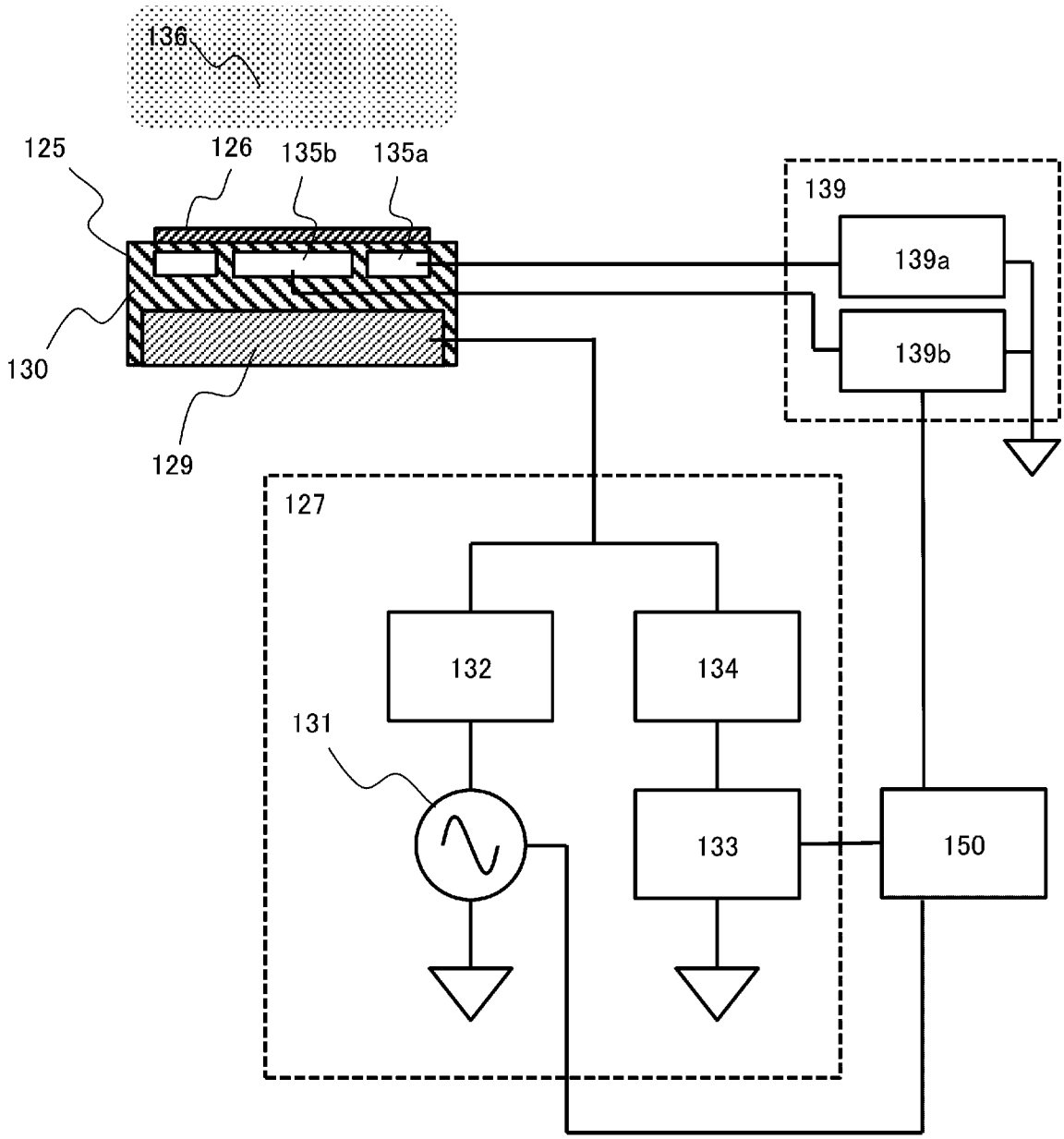
[図2]

図2


100
118
116
119
117
120
122
123
121
107
103
106
140
105
102
108
104
136
124
101
135
126
125
137
139
128
115
112
113
127
150
114

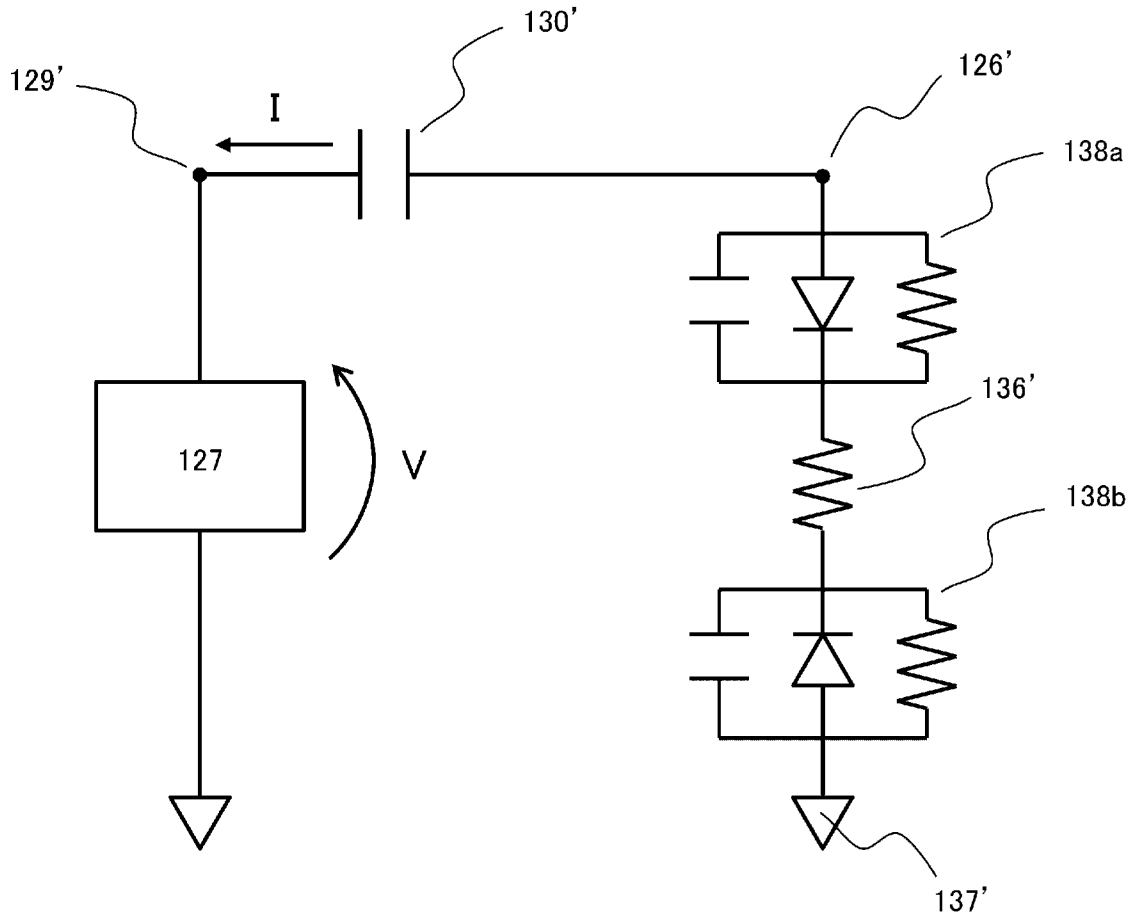
[図3]

図3


136
125
126
135b
135a
139
139a
139b
130
129
127
132
134
131
133
150

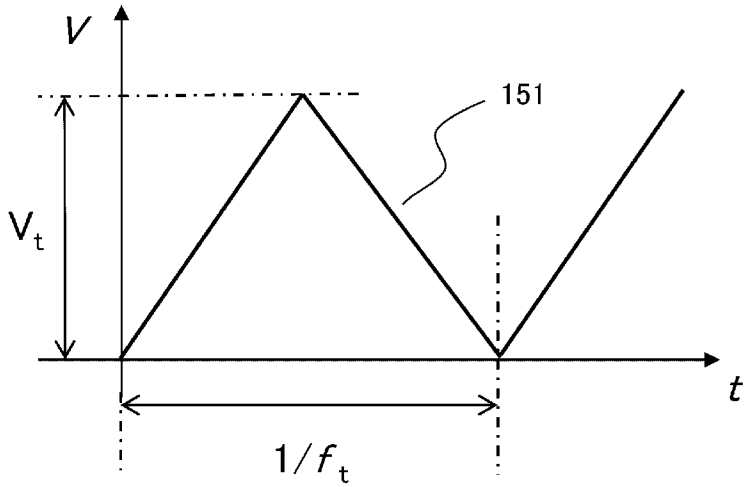
[図4]

図4



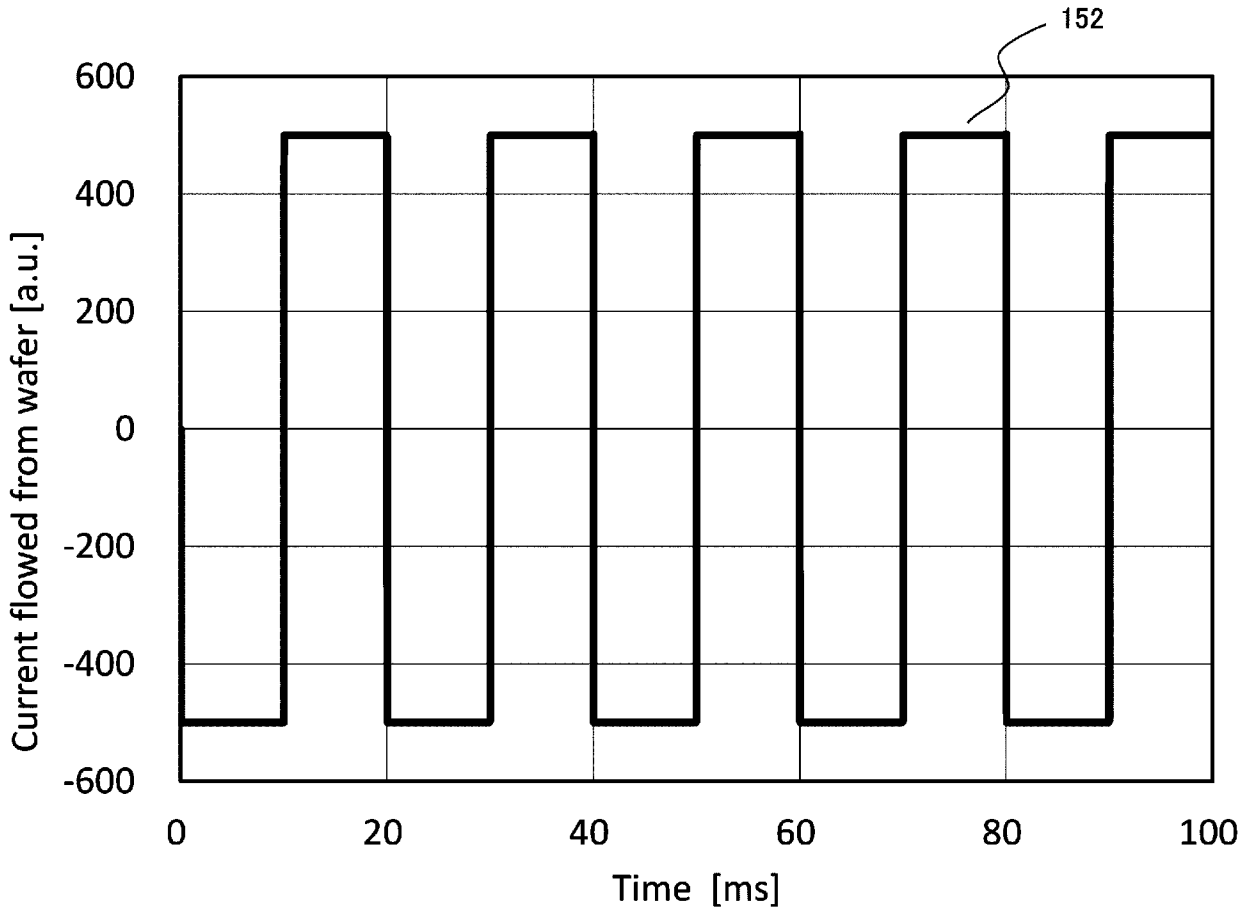
[図5]

図5



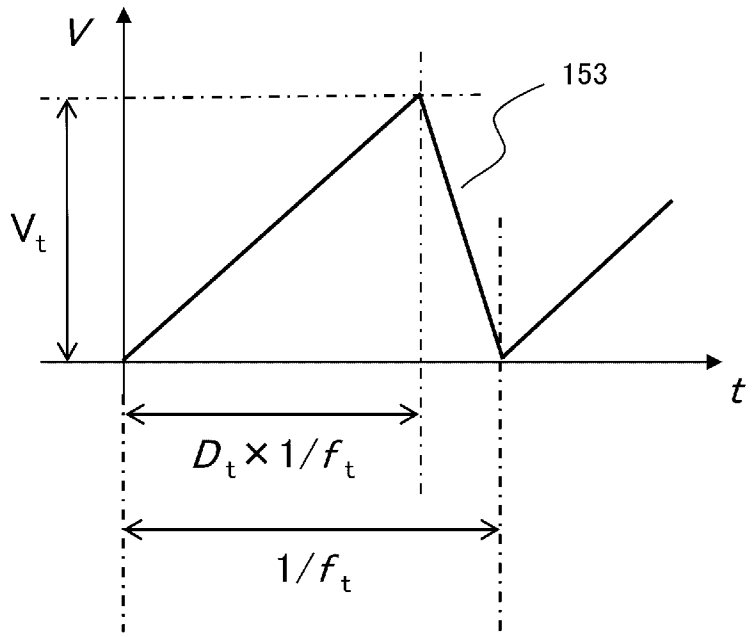
[図6]

図6


152
600
400
200
0
-200
-400
-600
Current flowed from wafer [a.u.]
0
20
40
60
80
100
Time [ms]

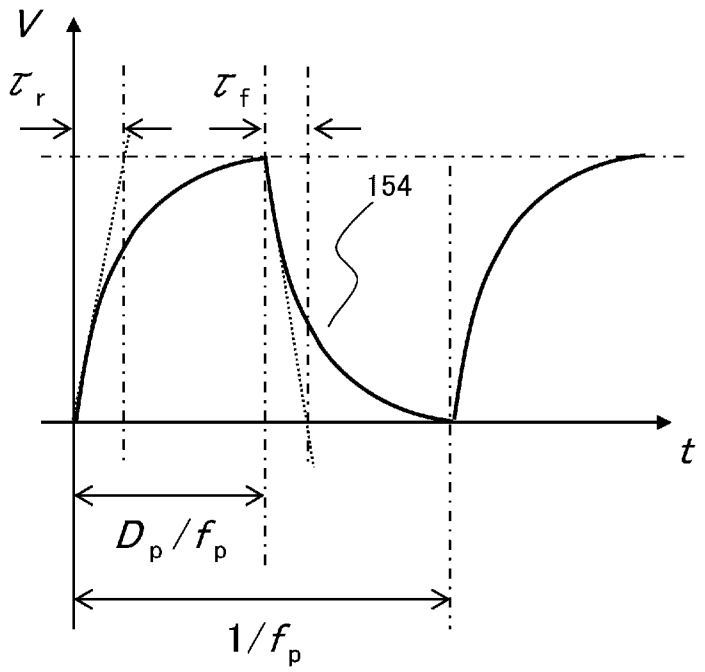
[図7]

図7


V
153
Vt
t
Dt×1/ft
1/ft

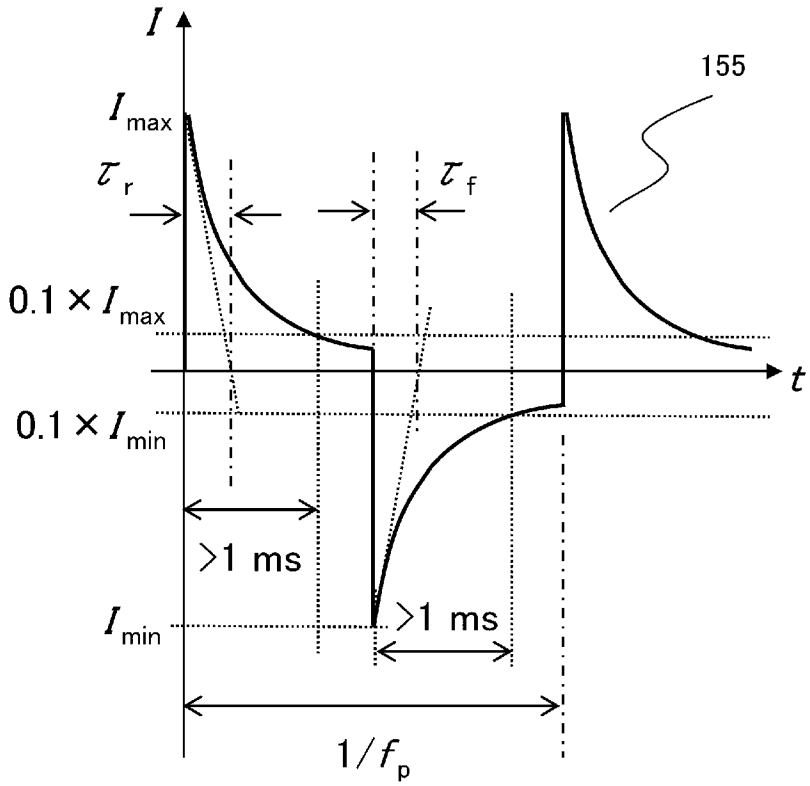
[図8]

図8


V
τr
τf
154
t
Dp/fp
1/fp

[図9]

図9


I
Imax
τr
τf
155
0.1×Imax
t
0.1×Imin
>1 ms
Imin
>1 ms
1/fp

[図10]

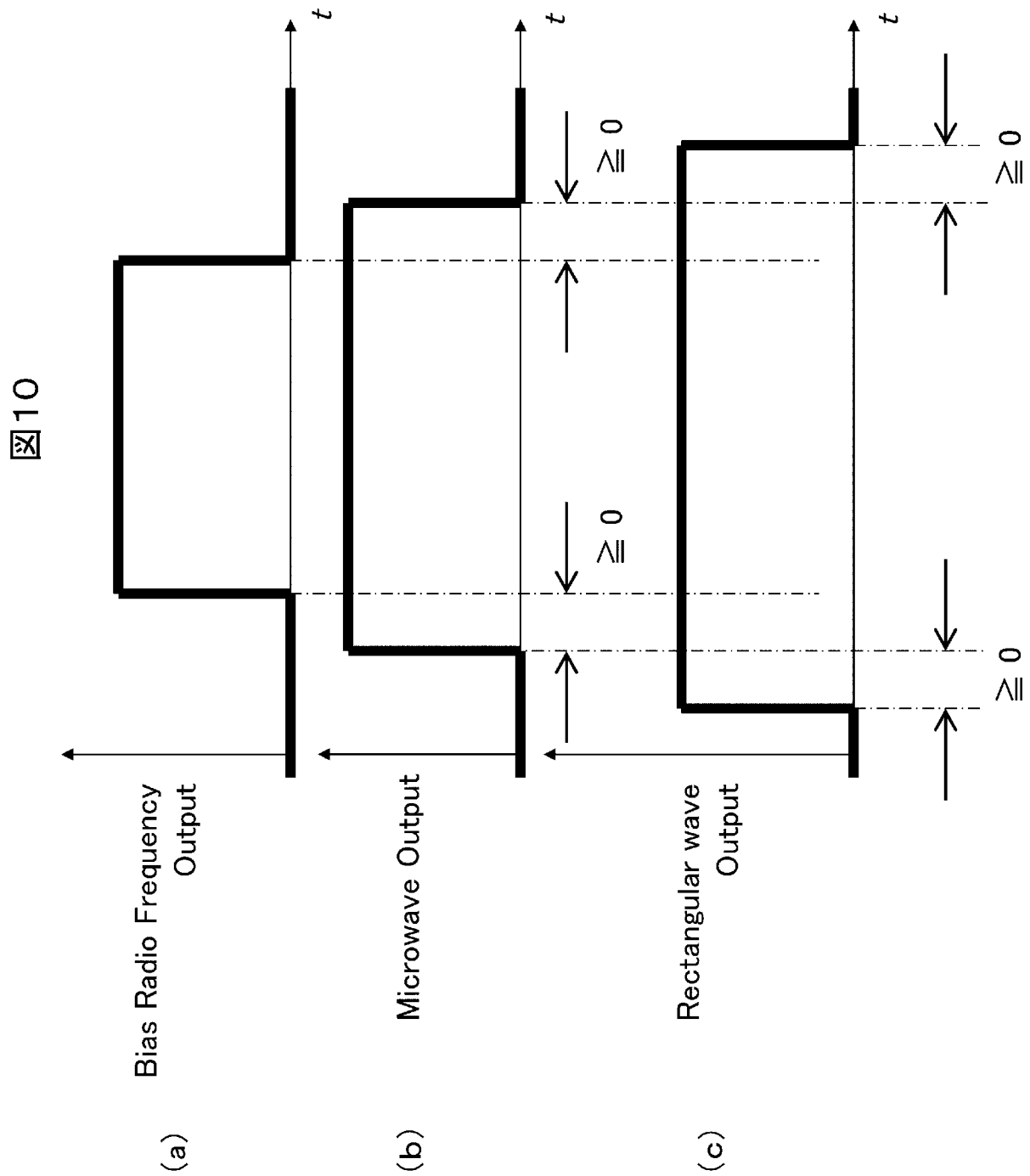
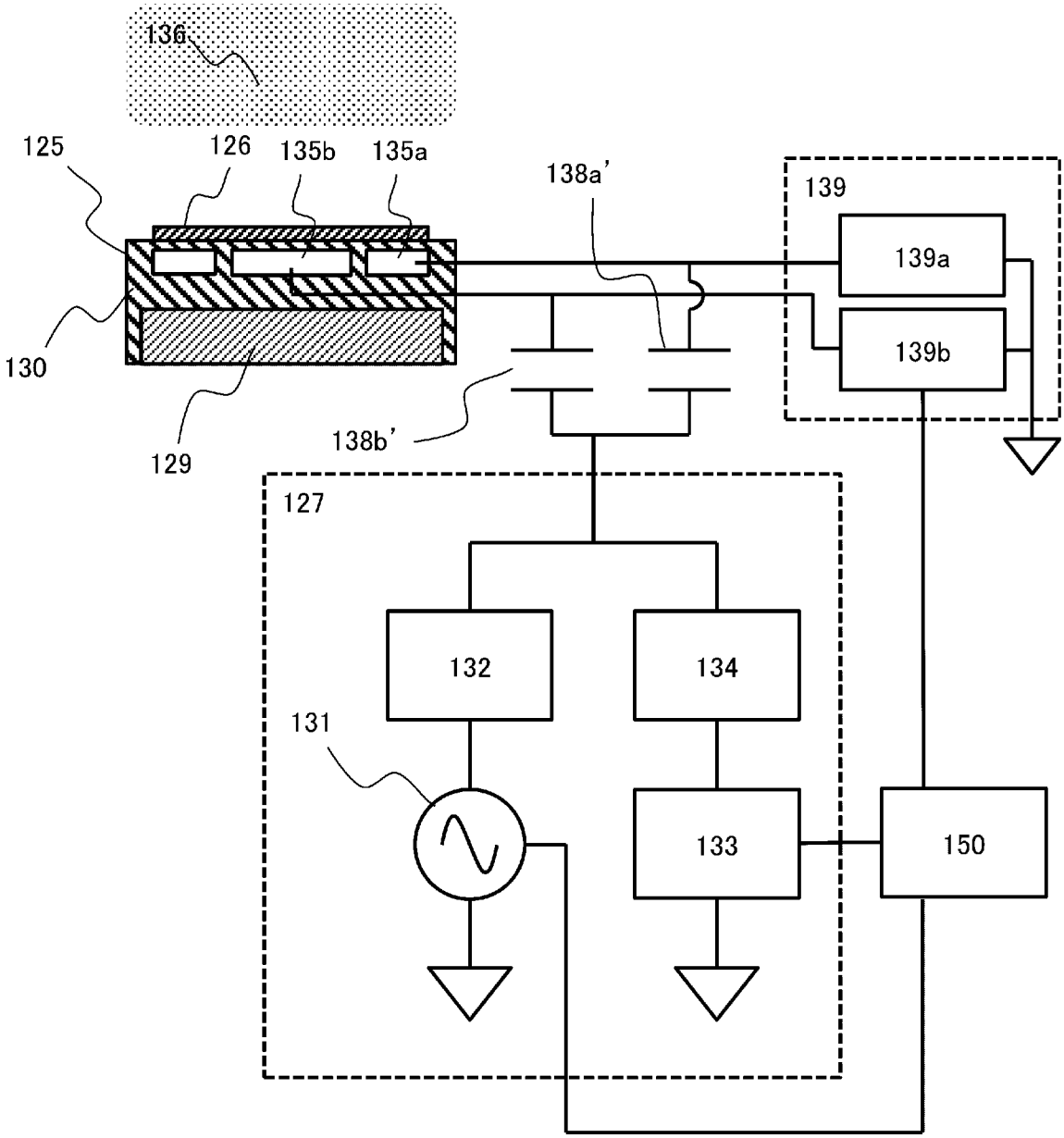

t
t
t
0
All
0
All
0
All
0
All
Bias Radio Frequency Output
Microwave Output
Rectangular wave Output
(a)
(b)
(c)

図10

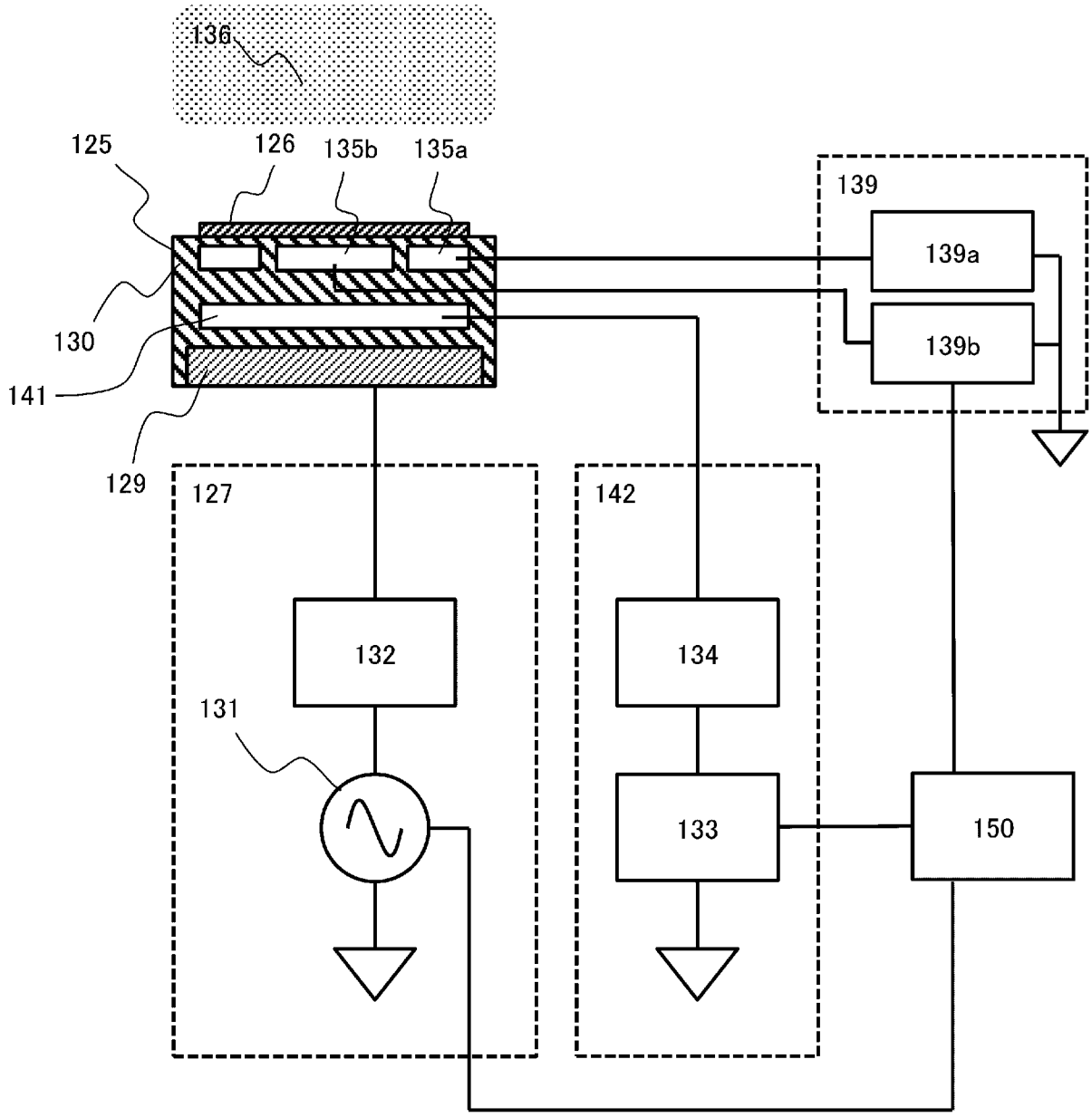
[図11]

図11


136
125
126
135b
135a
138a'
139
139a
139b
130
129
138b'
127
132
134
131
133
150

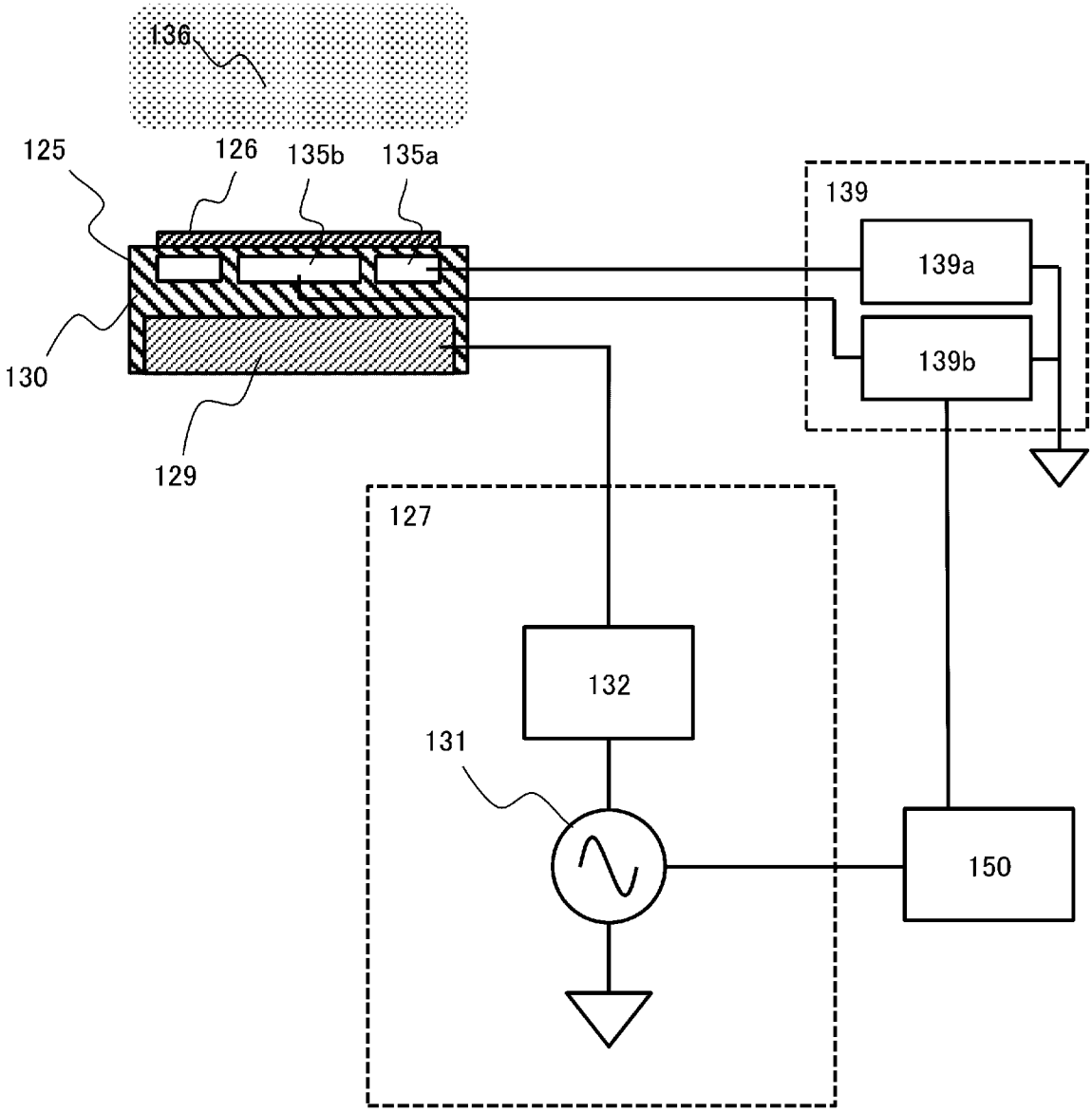
[図12]

図12


136
125
126
135b
135a
139
139a
139b
130
141
129
127
142
132
134
131
133
150

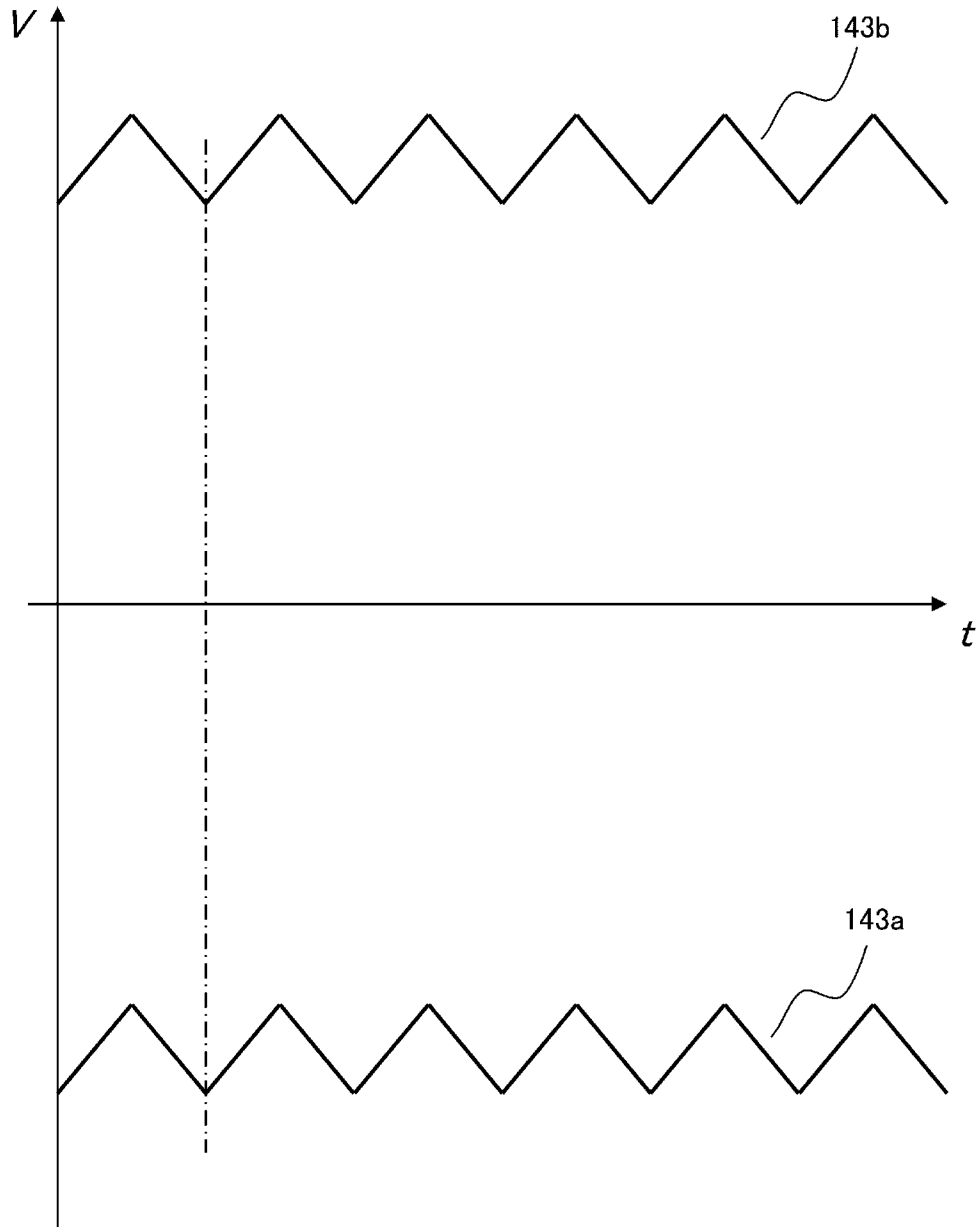
[図13]

図13



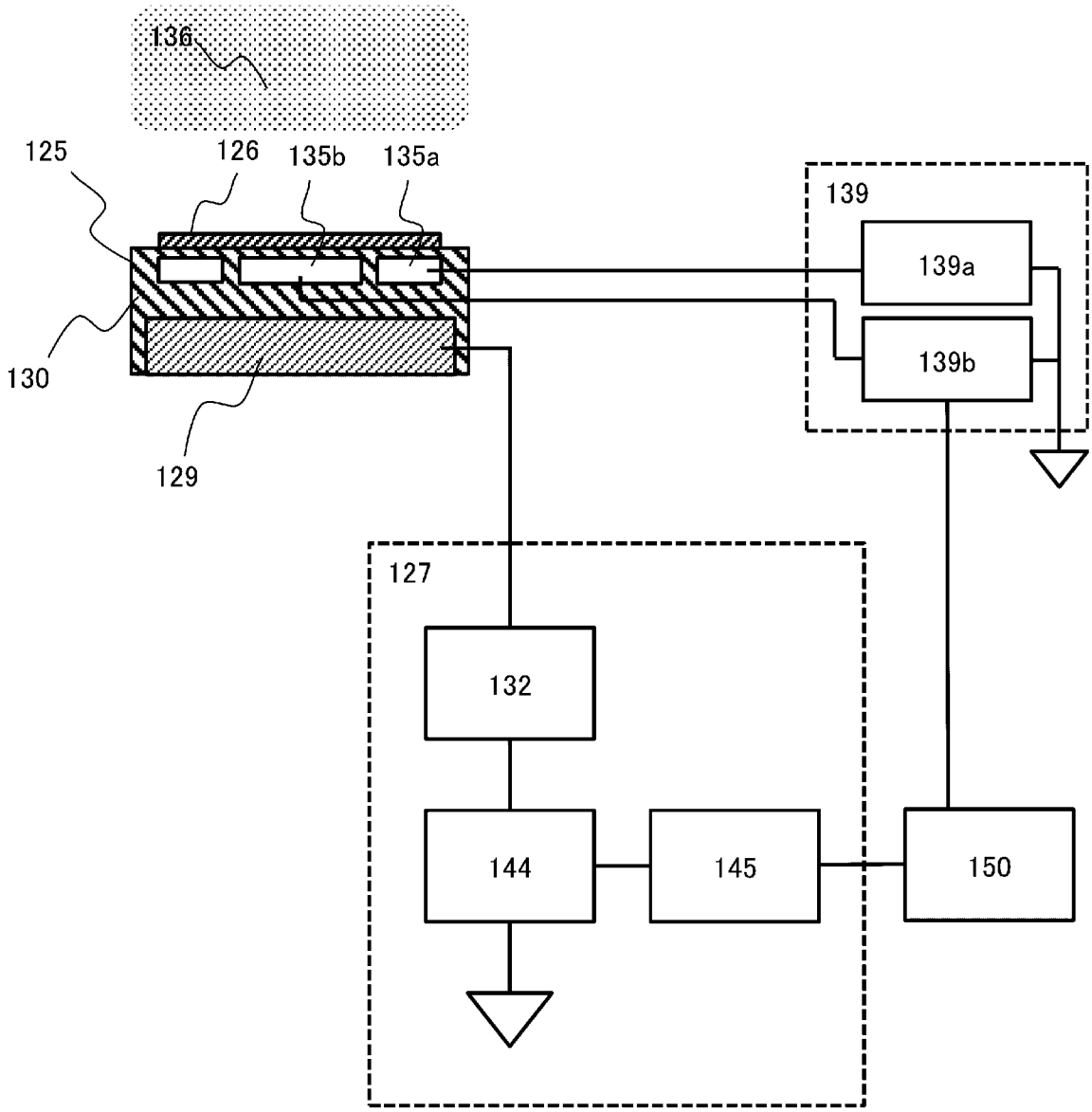
[図14]

図14



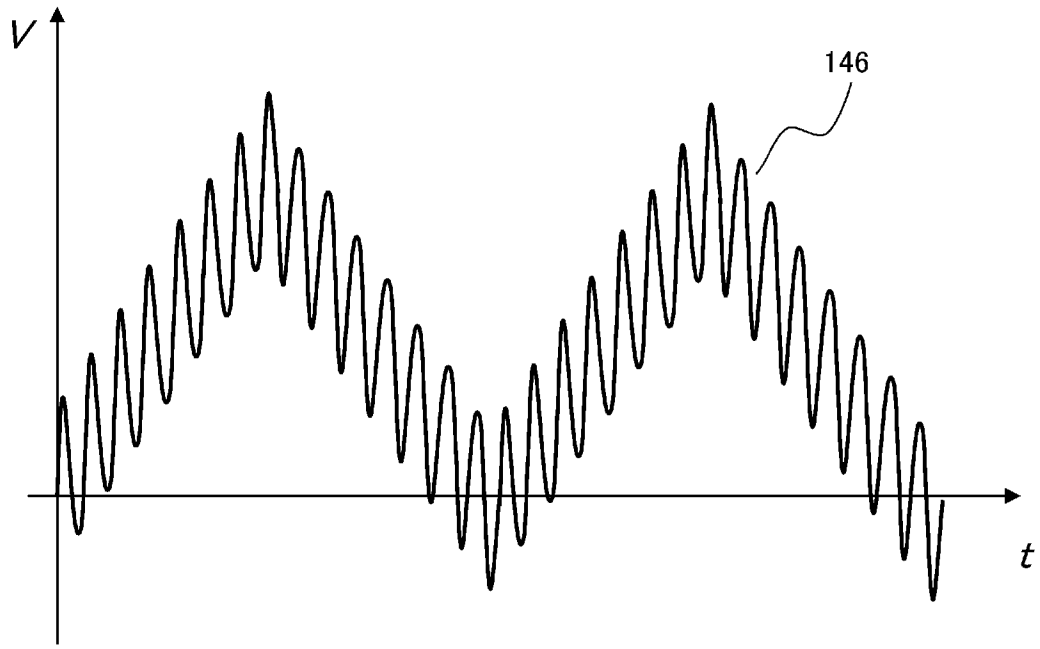
[図15]

図15



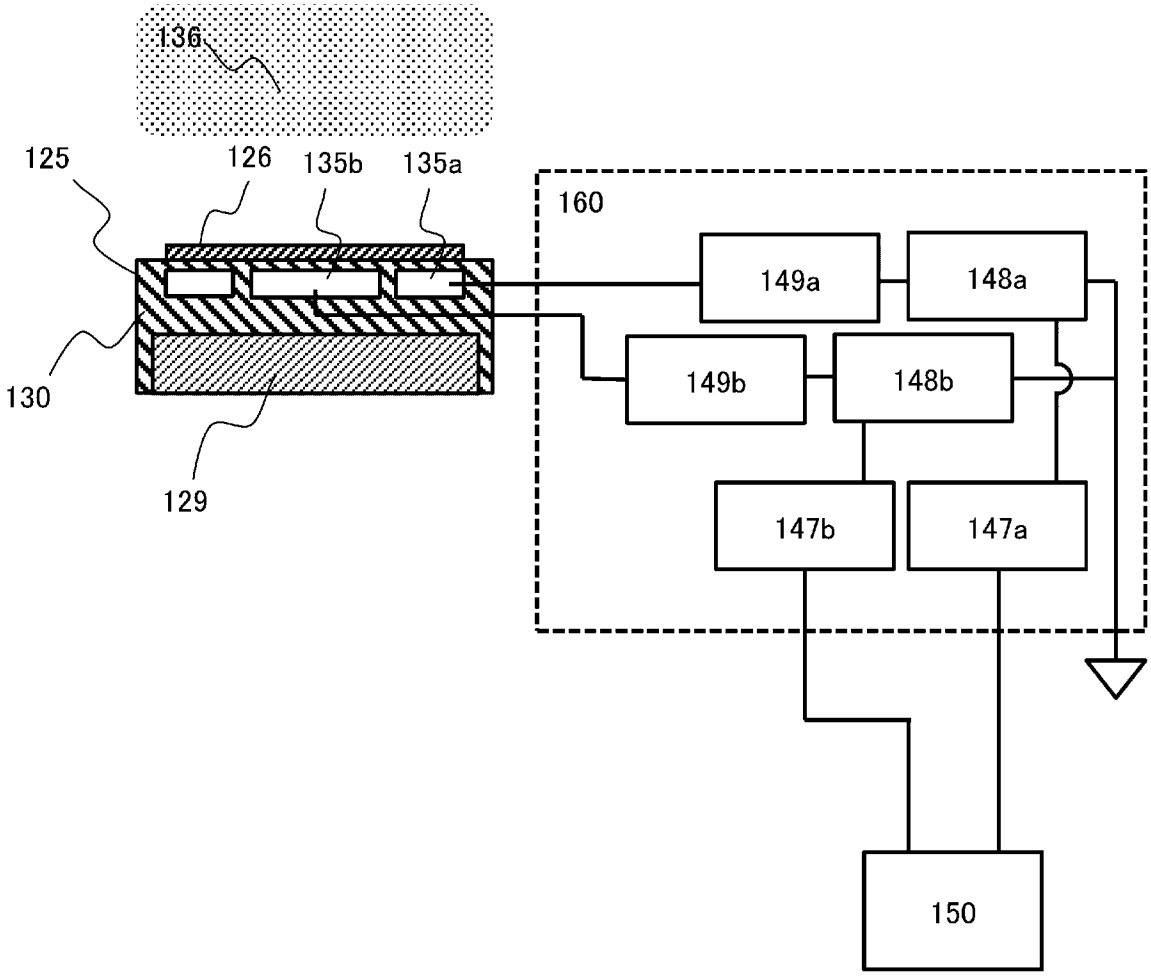
[図16]

図16



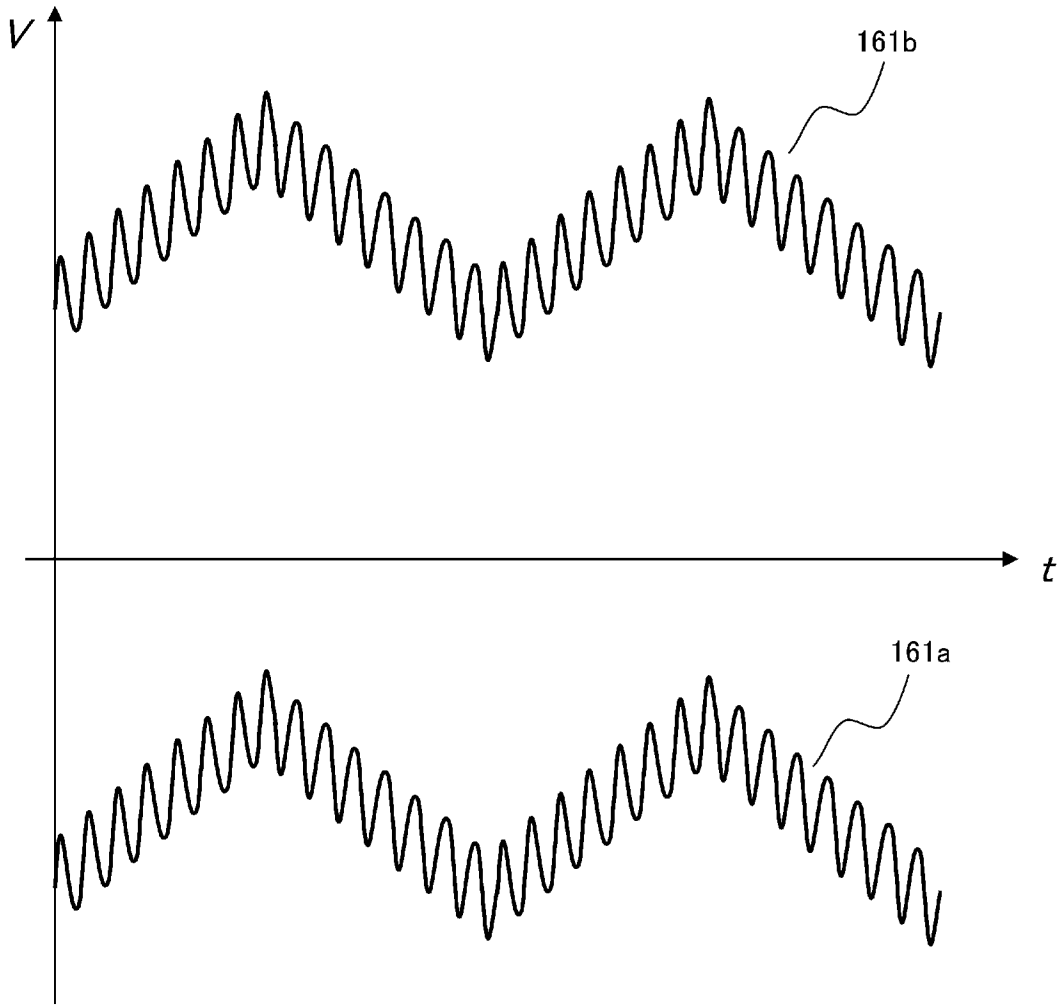
[図17]

図17


136
125
126
135b
135a
160
130
129
149a
148a
149b
148b
147b
147a
150

[図18]

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030660

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01L21/3065(2006.01)i

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. H01L21/3065

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
X Y A	JP 2012-169542 A (ULVAC, INC.) 06 September 2012, paragraphs [0019]-[0067], fig. 1-3 (Family: none)	1-6 7 8-9
X Y A	JP 2012-054534 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 15 March 2012, paragraphs [0014]-[0066], fig. 1-11 & US 2012/0052689 A1, paragraphs [0023]-[0083], fig. 1-11 & KR 10-2012-0022251 A	1-4, 6 7 8-9
Y A	JP 8-181118 A (NISSIN ELECTRIC CO., LTD.) 12 July 1996, paragraphs [0013]-[0034], fig. 1, 2 (Family: none)	7 8-9

☐ 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
02.09.2019	10.09.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３０６６０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/3065(2006.01)i

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））

Int.Cl.　H01L21/3065

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X	JP 2012-169542 A (株式会社アルバック)	1-6
Y	2012.09.06, 段落[0019]-[0067], 図 1-3	7
A	(ファミリーなし)	8-9
X	JP 2012-054534 A (三星電子株式会社)	1-4, 6
Y	2012.03.15, 段落[0014]-[0066], 図 1-11	7
A	& US 2012/0052689 A1, 段落[0023]-[0083], 図 1-11 & KR 10-2012-0022251 A	8-9

☑　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矛盾するものではなく、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
０２．０９．２０１９	１０．０９．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｏ　１１６３
鈴木　聡一郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５９

Ｃ（続き）．　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
Y	JP 8-181118 A（日新電機株式会社）	7
A	1996.07.12, 段落[0013]-[0034], 図 1-2	8-9
	(ファミリーなし)	