

(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
2019年1月3日(03.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/004191 A1

(51) 国際特許分類:
H05H 1/46 (2006.01) *C23C 14/34* (2006.01)
B01J 19/08 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/024153

(22) 国際出願日: 2018年6月26日(26.06.2018)

(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:
PCT/JP2017/023611 2017年6月27日(27.06.2017) JP
PCT/JP2017/023603 2017年6月27日(27.06.2017) JP
特願 2018-017557 2018年2月2日(02.02.2018) JP

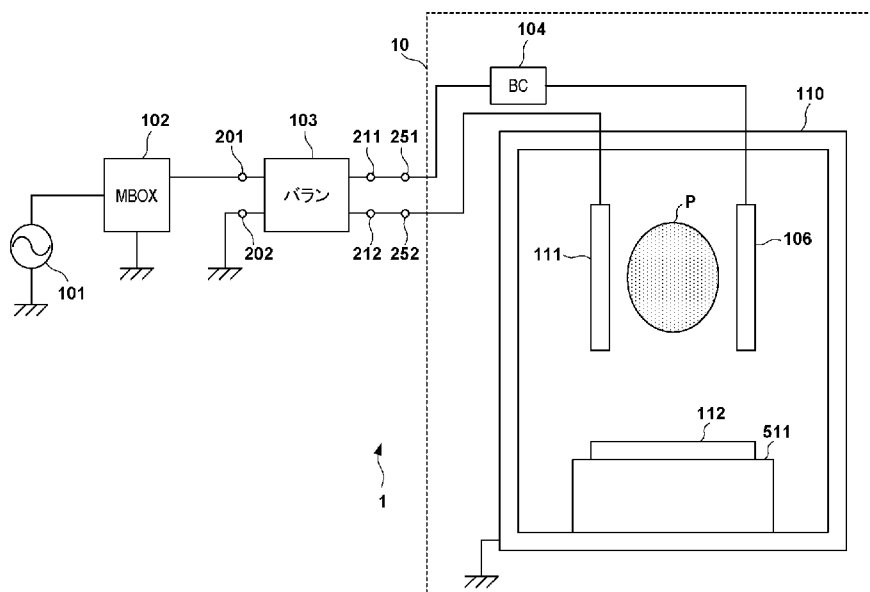
(71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社(CANON
ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550

神奈川県川崎市麻生区栗木2-5
-1 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 山崎 公司 (YAMAZAKI, Koji); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5
-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa
(JP). 井上 忠(INOUE, Tadashi); 〒2158550 神
奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノ
ンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 田名
部 正治(TANABE, Masaharu); 〒2158550 神奈
川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンア
ネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 関谷 一成
(SEKIYA, Kazunari); 〒2158550 神奈川県川崎
市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株
式会社内 Kanagawa (JP). 笹本 浩(SASAMOTO,
Hiroshi); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗

(54) Title: PLASMA TREATMENT DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



103 Balun

(57) **Abstract:** A plasma treatment device, comprising: a balun that has a first unbalanced terminal, a second unbalanced terminal, a first balanced terminal, and a second balanced terminal; a grounded vacuum container; a first electrode that is placed in the vacuum container and is electrically connected to the first balanced terminal; a second electrode that is placed so as to face opposite the first electrode in the vacuum container, and is electrically connected to the second balanced terminal; and a substrate-holding unit that holds a substrate in the vacuum container so that the substrate faces the space



木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルバ株式会社内
Kanagawa (JP). 佐藤 辰憲 (SATO, Tatsunori);
〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 -
1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).
土屋 信昭 (TSUCHIYA, Nobuaki); 〒2158550 神
奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノ
ンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 大塚 康徳, 外 (OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 番 6 号 紀尾井町パークビル 7 F 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, 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))

between the first electrode and the second electrode.

(57) 要約: プラズマ処理装置は、第 1 不平衡端子、第 2 不平衡端子、第 1 平衡端子および第 2 平衡端子を有するバラと、接地された真空容器と、前記真空容器の中に配置され、前記第 1 平衡端子に電氣的に接続された第 1 電極と、前記真空容器の中において前記第 1 電極に対向するように配置され、前記第 2 平衡端子に電氣的に接続された第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の空間に基板が面するように前記真空容器の中で前記基板を保持する基板保持部とを備える。

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] 2つの電極の間に高周波を印加することによってプラズマを発生し該プラズマによって基板を処理するプラズマ処理装置がある。このようなプラズマ処理装置は、2つの電極の面積比および／またはバイアスによってスパッタリング装置として動作したり、エッチング装置として動作したりしうる。スパッタリング装置として構成されたプラズマ処理装置は、ターゲットを保持する第1電極と、基板を保持する第2電極とを有し、第1電極と第2電極との間に高周波が印加され、第1電極と第2電極との間（ターゲットと基板との間）にプラズマが生成される。プラズマの生成によってターゲットの表面にセルフバイアス電圧が発生し、これによってターゲットにイオンが衝突し、ターゲットからそれを構成する材料の粒子が放出される。

[0003] 特許文献1には、接地されたチャンバと、インピーダンス整合回路網を介してRF発生源に接続されたターゲット電極と、基板電極同調回路を介して接地された基板保持電極とを有するスパッタリング装置が記載されている。

[0004] 特許文献1に記載されたようなスパッタリング装置では、基板保持電極の他、チャンバがアノードとして機能しうる。セルフバイアス電圧は、カソードとして機能しうる部分の状態およびアノードとして機能しうる部分の状態に依存しうる。よって、基板保持電極の他にチャンバもアノードとして機能する場合、セルフバイアス電圧は、チャンバのうちアノードとして機能する部分の状態にも依存して変化しうる。セルフバイアス電圧の変化は、プラズマ電位の変化をもたらし、プラズマ電位の変化は、形成される膜の特性に影響を与えうる。

[0005] スパッタリング装置によって基板に膜を形成すると、チャンバの内面にも

膜が形成されうる。これによってチャンバのうちアノードとして機能しうる部分の状態が変化しうる。そのため、スパッタリング装置を継続して使用すると、チャンバの内面に形成される膜によってセルフバイアス電圧が変化し、プラズマ電位も変化しうる。よって、従来は、スパッタリング装置を長期にわたって使用した場合において、基板の上に形成される膜の特性を一定に維持することが難しかった。

[0006] 同様に、エッチング装置が長期にわたって使用された場合においても、チャンバの内面に形成される膜によってセルフバイアス電圧が変化し、これによってプラズマ電位も変化しうるので、基板のエッチング特性を一定に維持することが難しかった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特公昭55-35465号公報

発明の概要

[0008] 本発明は、上記の課題認識に基づいてなされたものであり、長期間の使用においてプラズマ電位を安定させるために有利な技術を提供する。

本発明の1つの側面は、プラズマ処理装置に係り、前記プラズマ処理装置は、第1不平衡端子、第2不平衡端子、第1平衡端子および第2平衡端子を有するバランと、接地された真空容器と、前記真空容器の中に配置され、前記第1平衡端子に電氣的に接続された第1電極と、前記真空容器の中において前記第1電極に対向するように配置され、前記第2平衡端子に電氣的に接続された第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間の空間に基板が面するように前記真空容器の中で前記基板を保持する基板保持部とを備える。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。

[図2A]バランの構成例を示す図。

[図2B]バランの構成例を示す図。

[図3] バラン 103 の機能を説明する図。

[図4] 電流 I_1 ($= I_2$)、 I_2' 、 I_3 、 I_{SO} 、 α ($= X/R_p$) の関係を例示する図。

[図5A] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図5B] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図5C] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図5D] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図6A] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図6B] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図6C] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図6D] $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位およびカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図7] $R_p - jX_p$ の確認方法を例示する図。

[図8] 本発明の第2実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。

[図9] 本発明の第3実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。

[図10] 本発明の第4実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。
。

[図11] 本発明の第5実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。
。

[図12] 本発明の第6実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。
。

[図13]本発明の第7実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。
。

[図14]本発明の第6実施形態のバランの機能を説明する図。

[図15A]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図15B]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図15C]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図15D]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図16A]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図16B]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図16C]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図16D]1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位および2つのカソード電位をシミュレーションした結果を示す図。

[図17]本発明の第8実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。
。

[図18]本発明の第9実施形態のプラズマ処理装置1の構成を模式的に示す図。
。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。

[0011] 図1には、本発明の第1実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第1実施形態のプラズマ処理装置は、スパッタリングによっ

て基板 112 に膜を形成するスパッタリング装置として動作しうる。プラズマ処理装置 1 は、バラン（平衡不平衡変換回路）103 と、真空容器 110 と、第 1 電極 106 と、第 2 電極 111 とを備えている。あるいは、プラズマ処理装置 1 は、バラン 103 と、本体 10 とを備え、本体 10 が、真空容器 110 と、第 1 電極 106 と、第 2 電極 111 とを備えているものとして理解されてもよい。本体 10 は、第 1 端子 251 および第 2 端子 252 を有する。第 1 電極 106 は、真空容器 110 と協働して真空空間と外部空間とを分離するように（即ち、真空隔壁の一部を構成するように）配置されてもよいし、真空容器 110 の中に配置されてもよい。第 2 電極 111 は、真空容器 110 と協働して真空空間と外部空間とを分離するように（即ち、真空隔壁の一部を構成するように）配置されてもよいし、真空容器 110 の中に配置されてもよい。

[0012] バラン 103 は、第 1 不平衡端子 201、第 2 不平衡端子 202、第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 を有する。バラン 103 の第 1 不平衡端子 201 および第 2 不平衡端子 202 の側には、不平衡回路が接続され、バラン 103 の第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 の側には、平衡回路が接続される。真空容器 110 は、導体で構成され、接地されている。

[0013] 第 1 実施形態では、第 1 電極 106 は、カソードであり、ターゲット 109 を保持する。ターゲット 109 は、例えば、絶縁体材料または導電体材料でありうる。また、第 1 実施形態では、第 2 電極 111 は、アノードであり、基板 112 を保持する。第 1 実施形態のプラズマ処理装置 1 は、ターゲット 109 のスパッタリングによって基板 112 に膜を形成するスパッタリング装置として動作しうる。第 1 電極 106 は、第 1 平衡端子 211 に電氣的に接続され、第 2 電極 111 は、第 2 平衡端子 212 に電氣的に接続されている。第 1 電極 106 と第 1 平衡端子 211 とが電氣的に接続されていることは、第 1 電極 106 と第 1 平衡端子 211 との間で電流が流れるように第 1 電極 106 と第 1 平衡端子 211 との間に電流経路が構成されていること

を意味する。同様に、この明細書において、aとbとが電氣的に接続されているとは、aとbとの間で電流が流れるようにaとbとの間に電流経路が構成されることを意味する。

[0014] 上記の構成は、第1電極106が第1端子251に電氣的に接続され、第2電極111が第2端子252に電氣的に接続され、第1端子251が第1平衡端子211に電氣的に接続され、第2端子252が第2平衡端子212に電氣的に接続された構成としても理解されうる。

[0015] 第1実施形態では、第1電極106と第1平衡端子211（第1端子251）とがブロッキングキャパシタ104を介して電氣的に接続されている。ブロッキングキャパシタ104は、第1平衡端子211と第1電極106との間（あるいは、第1平衡端子211と第2平衡端子212との間）で直流電流を遮断する。ブロッキングキャパシタ104を設ける代わりに、後述のインピーダンス整合回路102が、第1不平衡端子201と第2不平衡端子202との間を流れる直流電流を遮断するように構成されてもよい。第1電極106は、絶縁体107を介して真空容器110によって支持されうる。第2電極111は、絶縁体108を介して真空容器110によって支持されうる。あるいは、第2電極111と真空容器110との間に絶縁体108が配置されうる。

[0016] プラズマ処理装置1は、高周波電源101と、高周波電源101とバラン103との間に配置されたインピーダンス整合回路102とを更に備えうる。高周波電源101は、インピーダンス整合回路102を介してバラン103の第1不平衡端子201と第2不平衡端子202との間に高周波（高周波電流、高周波電圧、高周波電力）を供給する。換言すると、高周波電源101は、インピーダンス整合回路102、バラン103およびブロッキングキャパシタ104を介して、第1電極106と第2電極111との間に高周波（高周波電流、高周波電圧、高周波電力）を供給する。あるいは、高周波電源101は、インピーダンス整合回路102およびバラン103を介して、本体10の第1端子251と第2端子252との間に高周波を供給するもの

としても理解されうる。

[0017] 真空容器 110 の内部空間には、真空容器 110 に設けられた不図示のガス供給部を通してガス（例えば、Ar、Kr または Xe ガス）が供給される。また、第 1 電極 106 と第 2 電極 111 との間には、インピーダンス整合回路 102、バラン 103 およびブロッキングキャパシタ 104 を介して高周波電源 101 によって高周波が供給される。これにより、第 1 電極 106 と第 2 電極 111 との間にプラズマが生成され、ターゲット 109 の表面にセルフバイアス電圧が発生し、プラズマ中のイオンがターゲット 109 の表面に衝突し、ターゲット 109 からそれを構成する材料の粒子が放出される。そして、この粒子によって基板 112 の上に膜が形成される。

[0018] 図 2A には、バラン 103 の一構成例が示されている。図 2A に示されたバラン 103 は、第 1 不平衡端子 201 と第 1 平衡端子 211 とを接続する第 1 コイル 221 と、第 2 不平衡端子 202 と第 2 平衡端子 212 とを接続する第 2 コイル 222 とを有する。第 1 コイル 221 および第 2 コイル 222 は、同一巻き数のコイルであり、鉄心を共有する。

[0019] 図 2B には、バラン 103 の他の構成例が示されている。図 2B に示されたバラン 103 は、第 1 不平衡端子 201 と第 1 平衡端子 211 とを接続する第 1 コイル 221 と、第 2 不平衡端子 202 と第 2 平衡端子 212 とを接続する第 2 コイル 222 とを有する。第 1 コイル 221 および第 2 コイル 222 は、同一巻き数のコイルであり、鉄心を共有する。また、図 2B に示されたバラン 103 は、第 1 平衡端子 211 と第 2 平衡端子 212 との間に接続された第 3 コイル 223 および第 4 コイル 224 を更に有し、第 3 コイル 223 および第 4 コイル 224 は、第 3 コイル 223 と第 4 コイル 224 との接続ノード 213 の電圧を第 1 平衡端子 211 の電圧と第 2 平衡端子 212 の電圧との中点とするように構成されている。第 3 コイル 223 および第 4 コイル 224 は、同一巻き数のコイルであり、鉄心を共有する。接続ノード 213 は、接地されてもよいし、真空容器 110 に接続されてもよいし、フローティングにされてもよい。

[0020] 図3を参照しながらバラン103の機能を説明する。第1不平衡端子201を流れる電流を I_1 、第1平衡端子211を流れる電流を I_2 、第2不平衡端子202を流れる電流を I_2' 、電流 I_2 のうち接地に流れる電流を I_3 とする。 $I_3 = 0$ 、即ち、平衡回路の側で接地に電流が流れない場合、接地に対する平衡回路のアイソレーション性能が最も良い。 $I_3 = I_2$ 、即ち、第1平衡端子211を流れる電流 I_2 の全てが接地に対して流れる場合、接地に対する平衡回路のアイソレーション性能が最も悪い。このようなアイソレーション性能の程度を示す指標ISOは、以下の式で与えられる。この定義の下では、ISOの値の絶対値が大きい方が、アイソレーション性能が良い。

$$[0021] \quad ISO [dB] = 20 \log (I_3 / I_2')$$

図3において、 $R_p - jX_p$ は、真空容器110の内部空間にプラズマが発生している状態で第1平衡端子211および第2平衡端子212の側から第1電極106および第2電極111の側（本体10の側）を見たときのインピーダンス（ブロッキングキャパシタ104のリアクタンスを含む）を示している。 R_p は抵抗成分、 $-X_p$ はリアクタンス成分を示している。また、図3において、 X は、バラン103の第1コイル221のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分）を示している。ISOは、 X / R_p に対して相関を有する。

[0022] 図4には、電流 I_1 （ $= I_2$ ）、 I_2' 、 I_3 、ISO、 α （ $= X / R_p$ ）の関係が例示されている。本発明者は、バラン103を介して高周波電源101から第1電極106と第2電極111との間に高周波を供給する構成、特に、該構成において $1.5 \leq X / R_p \leq 5000$ を満たすことが、真空容器110の内部空間（第1電極106と第2電極111との間の空間）に形成されるプラズマの電位（プラズマ電位）を真空容器110の内面の状態に対して鈍感にするために有利であることを見出した。ここで、プラズマ電位が真空容器110の内面の状態に対して鈍感になることは、プラズマ処理装置1を長期間にわたって使用した場合においてもプラズマ電位を安定させ

ることができることを意味する。1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ は、 $-10.0 \text{ dB} \geq \text{ISO} \geq -80 \text{ dB}$ に相当する。

[0023] 図5Aから図5Dには、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位および第1電極106の電位（カソード電位）をシミュレーションした結果が示されている。図5Aは、真空容器110の内面に膜が形成されていない状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図5Bは、真空容器110の内面に抵抗性の膜（ 1000Ω ）が形成された状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図5Cは、真空容器110の内面に誘導性の膜（ $0.6 \mu\text{H}$ ）が形成された状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図5Dは、真空容器110の内面に容量性の膜（ 0.1 nF ）が形成された状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図5A～図5Dより、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たすことが、真空容器110の内面が種々の状態においてプラズマ電位を安定させるために有利であることが理解される。

[0024] 図6Aから図6Dには、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位および第1電極106の電位（カソード電位）をシミュレーションした結果が示されている。図6Aは、真空容器110の内面に膜が形成されていない状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図6Bは、真空容器110の内面に抵抗性の膜（ 1000Ω ）が形成された状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図6Cは、真空容器110の内面に誘導性の膜（ $0.6 \mu\text{H}$ ）が形成された状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図6Dは、真空容器110の内面に容量性の膜（ 0.1 nF ）が形成された状態でのプラズマ電位およびカソード電位を示している。図6A～図6Dより、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合は、真空容器110の内面の状態に依存してプラズマ電位が変化しうることが理解される。

[0025] ここで、 $X/R_p > 5000$ （例えば、 $X/R_p = \infty$ ）である場合と $X/R_p < 1.5$ である場合（例えば、 $X/R_p = 1.0$ 、 $X/R_p = 0.5$ ）

との双方において、真空容器 110 の内面の状態に依存してプラズマ電位が変化しやすい。 $X/R_p > 5000$ である場合は、真空容器 110 の内面に膜が形成されていない状態では、第 1 電極 106 と第 2 電極 111 との間でのみ放電が起こる。しかし、 $X/R_p > 5000$ である場合、真空容器 110 の内面に膜が形成され始めると、それに対してプラズマ電位が敏感に反応し、図 6A～6D に例示されるような結果となる。一方、 $X/R_p < 1.5$ である場合は、真空容器 110 を介して接地に流れ込む電流が大きいので、真空容器 110 の内面の状態（内面に形成される膜の電気的な特性）による影響が顕著となり、膜の形成に依存してプラズマ電位が変化する。したがって、前述のように、 $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たすようにプラズマ処理装置 1 を構成することが有利である。

[0026] 図 7 を参照しながら $R_p - jX_p$ （実際に知りたいものは R_p のみ）の決定方法を例示する。まず、プラズマ処理装置 1 からバラン 103 を取り外し、インピーダンス整合回路 102 の出力端子 230 を本体 10 の第 1 端子 251（ブロッキングキャパシタ 104）に接続する。また、本体 10 の第 2 端子 252（第 2 電極 111）を接地する。この状態で高周波電源 101 からインピーダンス整合回路 102 を通して本体 10 の第 1 端子 251 に高周波を供給する。図 7 に示された例では、インピーダンス整合回路 102 は、等価的に、コイル L_1 、 L_2 および可変キャパシタ VC_1 、 VC_2 で構成される。可変キャパシタ VC_1 、 VC_2 の容量値を調整することによってプラズマを発生させることができる。プラズマが安定した状態において、インピーダンス整合回路 102 のインピーダンスは、プラズマが発生しているときの本体 10 の側（第 1 電極 106 および第 2 電極 111 の側）のインピーダンス $R_p - jX_p$ に整合している。このときのインピーダンス整合回路 102 のインピーダンスは、 $R_p + jX_p$ である。

[0027] よって、インピーダンスが整合したときのインピーダンス整合回路 102 のインピーダンス $R_p + jX_p$ に基づいて、 $R_p - jX_p$ （実際に知りたいものは R_p のみ）を得ることができる。 $R_p - jX_p$ は、その他、例えば、

設計データに基づいてシミュレーションによって求めることができる。

[0028] このようにして得られた R_p に基づいて、 X/R_p を特定することができる。例えば、 $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たすように、 R_p に基づいて、バラン103の第1コイル221のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分） X を決定することができる。

[0029] 図8には、本発明の第2実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第2実施形態のプラズマ処理装置1は、基板112をエッチングするエッチング装置として動作しうる。第2実施形態では、第1電極106は、カソードであり、基板112を保持する。また、第2実施形態では、第2電極111は、アノードである。第2実施形態のプラズマ処理装置1では、第1電極106と第1平衡端子211とがブロッキングキャパシタ104を介して電氣的に接続されている。換言すると、第2実施形態のプラズマ処理装置1では、ブロッキングキャパシタ104が第1電極106と第1平衡端子211との電氣的な接続経路に配置されている。

[0030] 図9には、本発明の第3実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第3実施形態のプラズマ処理装置1は、第1実施形態のプラズマ処理装置1の変形例であり、第2電極111を昇降させる機構および第2電極111を回転させる機構の少なくとも一方を更に備える。図9に示された例では、プラズマ処理装置1は、第2電極111を昇降させる機構および第2電極111を回転させる機構の双方を含む駆動機構114を備える。真空容器110と駆動機構114との間には、真空隔壁を構成するベローズ113が設けられうる。

[0031] 同様に、第2実施形態のプラズマ処理装置1も、第1電極106を昇降させる機構および第2電極106を回転させる機構の少なくとも一方を更に備えうる。

[0032] 図10には、本発明の第4実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第4実施形態のプラズマ処理装置は、スパッタリングによって基板112に膜を形成するスパッタリング装置として動作しうる。第4

実施形態のプラズマ処理装置 1 として言及しない事項は、第 1 乃至第 3 実施形態に従いうる。プラズマ処理装置 1 は、第 1 バラン 103 と、第 2 バラン 303 と、真空容器 110 と、第 1 組を構成する第 1 電極 106 および第 2 電極 135 と、第 2 組を構成する第 1 電極 141 および第 2 電極 145 とを備えている。あるいは、プラズマ処理装置 1 は、第 1 バラン 103 と、第 2 バラン 303 と、本体 10 とを備え、本体 10 が、真空容器 110 と、第 1 組を構成する第 1 電極 106 および第 2 電極 135 と、第 2 組を構成する第 1 電極 141 および第 2 電極 145 とを備えているものとして理解されてもよい。本体 10 は、第 1 端子 251、第 2 端子 252、第 3 端子 451、第 4 端子 452 を有する。

[0033] 第 1 バラン 103 は、第 1 不平衡端子 201、第 2 不平衡端子 202、第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 を有する。第 1 バラン 103 の第 1 不平衡端子 201 および第 2 不平衡端子 202 の側には、不平衡回路が接続され、第 1 バラン 103 の第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 の側には、平衡回路が接続される。第 2 バラン 303 は、第 1 バラン 103 と同様の構成を有しうる。第 2 バラン 303 は、第 1 不平衡端子 401、第 2 不平衡端子 402、第 1 平衡端子 411 および第 2 平衡端子 412 を有する。第 2 バラン 303 の第 1 不平衡端子 401 および第 2 不平衡端子 402 の側には、不平衡回路が接続され、第 2 バラン 303 の第 1 平衡端子 411 および第 2 平衡端子 412 の側には、平衡回路が接続される。真空容器 110 は、接地されている。

[0034] 第 1 組の第 1 電極 106 は、ターゲット 109 を保持する。ターゲット 109 は、例えば、絶縁体材料または導電体材料でありうる。第 1 組の第 2 電極 135 は、第 1 電極 106 の周囲に配置される。第 1 組の第 1 電極 106 は、第 1 バラン 103 の第 1 平衡端子 211 に電氣的に接続され、第 1 組の第 2 電極 135 は、第 1 バラン 103 の第 2 平衡端子 212 に電氣的に接続されている。第 2 組の第 1 電極 141 は、基板 112 を保持する。第 2 組の第 2 電極 145 は、第 1 電極 141 の周囲に配置される。第 2 組の第 1 電極

1 4 1 は、第 2 バラン 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 に電氣的に接続され、第 2 組の第 2 電極 1 4 5 は、第 2 バラン 3 0 3 の第 2 平衡端子 4 1 2 に電氣的に接続されている。

[0035] 上記の構成は、第 1 組の第 1 電極 1 0 6 が第 1 端子 2 5 1 に電氣的に接続され、第 1 組の第 2 電極 1 3 5 が第 2 端子 2 5 2 に電氣的に接続され、第 1 端子 2 5 1 が第 1 バラン 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 に電氣的に接続され、第 2 端子 2 5 2 が第 1 バラン 1 0 3 の第 2 平衡端子 2 1 2 に電氣的に接続された構成として理解されうる。また、上記の構成は、第 2 組の第 1 電極 1 4 1 が第 3 端子 4 5 1 に電氣的に接続され、第 2 組の第 2 電極 1 4 5 が第 4 端子 4 5 2 に電氣的に接続され、第 3 端子 4 5 1 が第 2 バラン 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 に電氣的に接続され、第 4 端子 4 5 2 が第 2 バラン 3 0 3 の第 2 平衡端子 4 1 2 に電氣的に接続されているものとして理解されうる。

[0036] 第 1 組の第 1 電極 1 0 6 と第 1 バラン 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 (第 1 端子 2 5 1) とは、ブロッキングキャパシタ 1 0 4 を介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ 1 0 4 は、第 1 バラン 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 と第 1 組の第 1 電極 1 0 6 との間 (あるいは、第 1 バラン 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 と第 2 平衡端子 2 1 2 との間) で直流電流を遮断する。ブロッキングキャパシタ 1 0 4 を設ける代わりに、第 1 インピーダンス整合回路 1 0 2 が、第 1 バラン 1 0 3 の第 1 不平衡端子 2 0 1 と第 2 不平衡端子 2 0 2 との間を流れる直流電流を遮断するように構成されてもよい。第 1 組の第 1 電極 1 0 6 および第 2 電極 1 3 5 は、絶縁体 1 3 2 を介して真空容器 1 1 0 によって支持されうる。

[0037] 第 2 組の第 1 電極 1 4 1 と第 2 バラン 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 (第 3 端子 4 5 1) とは、ブロッキングキャパシタ 3 0 4 を介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ 3 0 4 は、第 2 バラン 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 と第 2 組の第 1 電極 1 4 1 との間 (あるいは、第 2 バラン 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 と第 2 平衡端子 4 1 2 との間) で直流電流を遮断する。ブロッキングキャパシタ 3 0 4 を設ける代わりに、第 2 インピーダンス整合

回路 302 が、第 2 バラン 303 の第 1 不平衡端子 201 と第 2 不平衡端子 202 との間を流れる直流電流を遮断するように構成されてもよい。第 2 組の第 1 電極 141 および第 2 電極 145 は、絶縁体 142 を介して真空容器 110 によって支持されうる。

[0038] プラズマ処理装置 1 は、第 1 高周波電源 101 と、第 1 高周波電源 101 と第 1 バラン 103 との間に配置された第 1 インピーダンス整合回路 102 とを備えうる。第 1 高周波電源 101 は、第 1 インピーダンス整合回路 102 を介して第 1 バラン 103 の第 1 不平衡端子 201 と第 2 不平衡端子 202 との間に高周波を供給する。換言すると、第 1 高周波電源 101 は、第 1 インピーダンス整合回路 102、第 1 バラン 103 およびブロッキングキャパシタ 104 を介して、第 1 電極 106 と第 2 電極 135 との間に高周波を供給する。あるいは、第 1 高周波電源 101 は、第 1 インピーダンス整合回路 102、第 1 バラン 103 を介して、本体 10 の第 1 端子 251 と第 2 端子 252 との間に高周波を供給する。第 1 バラン 103 並びに第 1 組の第 1 電極 106 および第 2 電極 135 は、真空容器 110 の内部空間に高周波を供給する第 1 高周波供給部を構成する。

[0039] プラズマ処理装置 1 は、第 2 高周波電源 301 と、第 2 高周波電源 301 と第 2 バラン 303 との間に配置された第 2 インピーダンス整合回路 302 とを備えうる。第 2 高周波電源 301 は、第 2 インピーダンス整合回路 302 を介して第 2 バラン 303 の第 1 不平衡端子 401 と第 2 不平衡端子 402 との間に高周波を供給する。換言すると、第 2 高周波電源 301 は、第 2 インピーダンス整合回路 302、第 2 バラン 303 およびブロッキングキャパシタ 304 を介して、第 2 組の第 1 電極 141 と第 2 電極 145 との間に高周波を供給する。あるいは、第 2 高周波電源 301 は、第 2 インピーダンス整合回路 302、第 2 バラン 303 を介して、本体 10 の第 3 端子 451 と第 4 端子 452 との間に高周波を供給する。第 2 バラン 303 並びに第 2 組の第 1 電極 141 および第 2 電極 145 は、真空容器 110 の内部空間に高周波を供給する第 2 高周波供給部を構成する。

[0040] 第1高周波電源101からの高周波の供給によって真空容器110の内部空間にプラズマが発生している状態で第1 balan 103の第1平衡端子211および第2平衡端子212の側から第1組の第1電極106および第2電極135の側（本体10の側）を見たときのインピーダンスを $R_{p1} - jX_{p1}$ とする。また、第1 balan 103の第1コイル221のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分）を X_1 とする。この定義において、 $1.5 \leq X_1 / R_{p1} \leq 5000$ を満たすことは、真空容器110の内部空間に形成されるプラズマの電位を安定させるために有利である。

[0041] また、第2高周波電源301からの高周波の供給によって真空容器110の内部空間にプラズマが発生している状態で第2 balan 303の第1平衡端子411および第2平衡端子412の側から第2組の第1電極141および第2電極145の側（本体10の側）を見たときのインピーダンスを $R_{p2} - jX_{p2}$ とする。また、第2 balan 303の第1コイル221のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分）を X_2 とする。この定義において、 $1.5 \leq X_2 / R_{p2} \leq 5000$ を満たすことは、真空容器110の内部空間に形成されるプラズマの電位を安定させるために有利である。

[0042] 図11には、本発明の第5実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第5実施形態の装置1は、第4実施形態のプラズマ処理装置1に対して駆動機構114、314を追加した構成を有する。駆動機構114は、第1電極141を昇降させる機構および第1電極141を回転させる機構の少なくとも一方を備えうる。駆動機構314は、第2電極145を昇降させる機構を備えうる。

[0043] 図12には、本発明の第6実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第6実施形態のプラズマ処理装置は、スパッタリングによって基板112に膜を形成するスパッタリング装置として動作しうる。第6実施形態として言及しない事項は、第1乃至第5実施形態に従いうる。第6実施形態のプラズマ処理装置1は、複数の第1高周波供給部と、少なくとも1つの第2高周波供給部とを備えている。複数の第1高周波供給部のうちの

1つは、第1電極106aと、第2電極135aと、第1バルン103aとを含みうる。複数の第1高周波供給部のうちの他の1つは、第1電極106bと、第2電極135bと、第1バルン103bとを含みうる。ここでは、複数の第1高周波供給部が2つの高周波供給部で構成される例を説明する。また、2つの高周波供給部およびそれに関連する構成要素を添え字a、bで相互に区別する。同様に、2つのターゲットについても、添え字a、bで相互に区別する。

[0044] 他の観点において、プラズマ処理装置1は、複数の第1バルン103a、103bと、第2バルン303と、真空容器110と、第1電極106aおよび第2電極135aと、第1電極106bおよび第2電極135bと、第1電極141および第2電極145とを備えている。あるいは、プラズマ処理装置1は、複数の第1バルン103a、103bと、第2バルン303と、本体10とを備え、本体10が、真空容器110と、第1電極106aおよび第2電極135aと、第1電極106bおよび第2電極135bと、第1電極141および第2電極145とを備えているものとして理解されてもよい。本体10は、第1端子251a、251b、第2端子252a、252b、第3端子451、第4端子452を有する。

[0045] 第1バルン103aは、第1不平衡端子201a、第2不平衡端子202a、第1平衡端子211aおよび第2平衡端子212aを有する。第1バルン103aの第1不平衡端子201aおよび第2不平衡端子202aの側には、不平衡回路が接続され、第1バルン103aの第1平衡端子211aおよび第2平衡端子212aの側には、平衡回路が接続される。第1バルン103bは、第1不平衡端子201b、第2不平衡端子202b、第1平衡端子211bおよび第2平衡端子212bを有する。第1バルン103bの第1不平衡端子201bおよび第2不平衡端子202bの側には、不平衡回路が接続され、第1バルン103bの第1平衡端子211bおよび第2平衡端子212bの側には、平衡回路が接続される。

[0046] 第2バルン303は、第1バルン103a、103bと同様の構成を有し

うる。第2バラン303は、第1不平衡端子401、第2不平衡端子402、第1平衡端子411および第2平衡端子412を有する。第2バラン303の第1不平衡端子401および第2不平衡端子402の側には、不平衡回路が接続され、第2バラン303の第1平衡端子411および第2平衡端子412の側には、平衡回路が接続される。真空容器110は、接地されている。

[0047] 第1電極106a、106bは、それぞれターゲット109a、109bを保持する。ターゲット109a、109bは、例えば、絶縁体材料または導電体材料でありうる。第2電極135a、135bは、それぞれ第1電極106a、106bの周囲に配置される。第1電極106a、106bは、それぞれ第1バラン103a、103bの第1平衡端子211a、211bに電氣的に接続され、第2電極135a、135bは、それぞれ第1バラン103a、103bの第2平衡端子212a、212bに電氣的に接続されている。

[0048] 第1電極141は、基板112を保持する。第2電極145は、第1電極141の周囲に配置される。第1電極141は、第2バラン303の第1平衡端子411に電氣的に接続され、第2電極145は、第2バラン303の第2平衡端子412に電氣的に接続されている。

[0049] 上記の構成は、第1電極106a、106bがそれぞれ第1端子251a、251bに電氣的に接続され、第2電極135a、135bがそれぞれ第2端子252a、252bに電氣的に接続され、第1端子251a、251bがそれぞれ第1バラン103a、103bの第1平衡端子211a、211bに電氣的に接続され、第2端子252a、252bがそれぞれ第1バラン103a、103bの第2平衡端子212a、212bに電氣的に接続された構成として理解されうる。また、上記の構成は、第1電極141が第3端子451に電氣的に接続され、第2電極145が第4端子452に電氣的に接続され、第3端子451が第2バラン303の第1平衡端子411に電氣的に接続され、第4端子452が第2バラン303の第2平衡端子412

に電氣的に接続されているものとして理解されうる。

[0050] 第1電極106a、106bと第1 balan 103a、103bの第1平衡端子211a、211b（第1端子251a、251b）とは、それぞれブロッキングキャパシタ104a、104bを介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ104a、104bは、第1 balan 103a、103bの第1平衡端子211a、211bと第1電極106a、106bとの間（あるいは、第1 balan 103a、103bの第1平衡端子211a、211bと第2平衡端子212a、212bとの間）で直流電流を遮断する。ブロッキングキャパシタ104a、104bを設ける代わりに、第1インピーダンス整合回路102a、102bが、第1 balan 103a、103bの第1不平衡端子201a、201bと第2不平衡端子202a、202bとの間を流れる直流電流を遮断するように構成されてもよい。あるいは、ブロッキングキャパシタ104a、104bは、第2電極135a、135bと第1 balan 103a、103bの第2平衡端子212a、212b（第2端子252a、252b）との間に配置されてもよい。第1電極106a、106bおよび第2電極135a、135bは、それぞれ絶縁体132a、132bを介して真空容器110によって支持されうる。

[0051] 第1電極141と第2 balan 303の第1平衡端子411（第3端子451）とは、ブロッキングキャパシタ304を介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ304は、第2 balan 303の第1平衡端子411と第1電極141との間（あるいは、第2 balan 303の第1平衡端子411と第2平衡端子412との間）で直流電流を遮断する。ブロッキングキャパシタ304を設ける代わりに、第2インピーダンス整合回路302が、第2 balan 303の第1不平衡端子201と第2不平衡端子202との間を流れる直流電流を遮断するように構成されてもよい。あるいは、ブロッキングキャパシタ304は、第2電極145と第2 balan 303の第2平衡端子412（第4端子452）との間に配置されてもよい。第1電極141および第2電極145は、絶縁体142を介して真空容器110によって支持され

うる。

[0052] プラズマ処理装置 1 は、複数の第 1 高周波電源 101 a、101 b と、複数の第 1 高周波電源 101 a、101 b と複数の第 1 バラン 103 a、103 b との間にそれぞれ配置された第 1 インピーダンス整合回路 102 a、102 b とを備えうる。第 1 高周波電源 101 a、101 b は、それぞれ第 1 インピーダンス整合回路 102 a、102 b を介して第 1 バラン 103 a、103 b の第 1 不平衡端子 201 a、201 b と第 2 不平衡端子 202 a、202 b との間に高周波を供給する。換言すると、第 1 高周波電源 101 a、101 b は、それぞれ第 1 インピーダンス整合回路 102 a、102 b、第 1 バラン 103 a、103 b およびブロッキングキャパシタ 104 a、104 b を介して、第 1 電極 106 a、106 b と第 2 電極 135 a、135 b との間に高周波を供給する。あるいは、第 1 高周波電源 101 a、101 b は、第 1 インピーダンス整合回路 102 a、102 b、第 1 バラン 103 a、103 b を介して、本体 10 の第 1 端子 251 a、251 b と第 2 端子 252 a、252 b との間に高周波を供給する。

[0053] プラズマ処理装置 1 は、第 2 高周波電源 301 と、第 2 高周波電源 301 と第 2 バラン 303 との間に配置された第 2 インピーダンス整合回路 302 とを備えうる。第 2 高周波電源 301 は、第 2 インピーダンス整合回路 302 を介して第 2 バラン 303 の第 1 不平衡端子 401 と第 2 不平衡端子 402 との間に高周波を供給する。換言すると、第 2 高周波電源 301 は、第 2 インピーダンス整合回路 302、第 2 バラン 303 およびブロッキングキャパシタ 304 を介して、第 1 電極 141 と第 2 電極 145 との間に高周波を供給する。あるいは、第 2 高周波電源 301 は、第 2 インピーダンス整合回路 302、第 2 バラン 303 を介して、本体 10 の第 3 端子 451 と第 4 端子 452 との間に高周波を供給する。

[0054] 図 13 には、本発明の第 7 実施形態のプラズマ処理装置 1 の構成が模式的に示されている。第 7 実施形態のプラズマ処理装置は、スパッタリングによって基板 112 に膜を形成するスパッタリング装置として動作しうる。第 7

実施形態のプラズマ処理装置 1 として言及しない事項は、第 1 乃至第 6 実施形態に従いうる。プラズマ処理装置 1 は、第 1 バラン 103 と、第 2 バラン 303 と、真空容器 110 と、第 1 組を構成する第 1 電極 105a および第 2 電極 105b と、第 2 組を構成する第 1 電極 141 および第 2 電極 145 とを備えている。あるいは、プラズマ処理装置 1 は、第 1 バラン 103 と、第 2 バラン 303 と、本体 10 とを備え、本体 10 が、真空容器 110 と、第 1 組を構成する第 1 電極 105a および第 2 電極 105b と、第 2 組を構成する第 1 電極 141 および第 2 電極 145 とを備えているものとして理解されてもよい。本体 10 は、第 1 端子 251、第 2 端子 252、第 3 端子 451、第 4 端子 452 を有する。

[0055] 第 1 バラン 103 は、第 1 不平衡端子 201、第 2 不平衡端子 202、第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 を有する。第 1 バラン 103 の第 1 不平衡端子 201 および第 2 不平衡端子 202 の側には、不平衡回路が接続され、第 1 バラン 103 の第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 の側には、平衡回路が接続される。第 2 バラン 303 は、第 1 バラン 103 と同様の構成を有しうる。第 2 バラン 303 は、第 1 不平衡端子 401、第 2 不平衡端子 402、第 1 平衡端子 411 および第 2 平衡端子 412 を有する。第 2 バラン 303 の第 1 不平衡端子 401 および第 2 不平衡端子 402 の側には、不平衡回路が接続され、第 2 バラン 303 の第 1 平衡端子 411 および第 2 平衡端子 412 の側には、平衡回路が接続される。真空容器 110 は、接地されている。

[0056] 第 1 組の第 1 電極 105a は、第 1 ターゲット 109a を保持し、第 1 ターゲット 109a を介して基板 112 の側の空間と対向する。第 1 組の第 2 電極 105b は、第 1 電極 105a の隣に配置され、第 2 ターゲット 109b を保持し、第 2 ターゲット 109b を介して基板 112 の側の空間と対向する。ターゲット 109a および 109b は、例えば、絶縁体材料または導電体材料でありうる。第 1 組の第 1 電極 105a は、第 1 バラン 103 の第 1 平衡端子 211 に電氣的に接続され、第 1 組の第 2 電極 105b は、第 1

balan 1 0 3 の第 2 平衡端子 2 1 2 に電氣的に接続されている。

[0057] 第 2 組の第 1 電極 1 4 1 は、基板 1 1 2 を保持する。第 2 組の第 2 電極 1 4 5 は、第 1 電極 1 4 1 の周囲に配置される。第 2 組の第 1 電極 1 4 1 は、第 2 balan 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 に電氣的に接続され、第 2 組の第 2 電極 1 4 5 は、第 2 balan 3 0 3 の第 2 平衡端子 4 1 2 に電氣的に接続されている。

[0058] 上記の構成は、第 1 組の第 1 電極 1 0 5 a が第 1 端子 2 5 1 に電氣的に接続され、第 1 組の第 2 電極 1 0 5 b が第 2 端子 2 5 2 に電氣的に接続され、第 1 端子 2 5 1 が第 1 balan 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 に電氣的に接続され、第 2 端子 2 5 2 が第 1 balan 1 0 3 の第 2 平衡端子 2 1 2 に接続された構成として理解されうる。また、上記の構成は、第 2 組の第 1 電極 1 4 1 が第 3 端子 4 5 1 に電氣的に接続され、第 2 組の第 2 電極 1 4 5 が第 4 端子 4 5 2 に電氣的に接続され、第 3 端子 4 5 1 が第 2 balan 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 に電氣的に接続され、第 4 端子 4 5 2 が第 2 balan 3 0 3 の第 2 平衡端子 4 1 2 に接続されているものとして理解されうる。

[0059] 第 1 組の第 1 電極 1 0 5 a と第 1 balan 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 （第 1 端子 2 5 1 ）とは、ブロッキングキャパシタ 1 0 4 a を介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ 1 0 4 a は、第 1 balan 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 と第 1 組の第 1 電極 1 0 5 a との間（あるいは、第 1 balan 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 と第 2 平衡端子 2 1 2 との間）で直流電流を遮断する。第 1 組の第 2 電極 1 0 5 b と第 1 balan 1 0 3 の第 2 平衡端子 2 1 2 （第 2 端子 2 5 2 ）とは、ブロッキングキャパシタ 1 0 4 b を介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ 1 0 4 b は、第 1 balan 1 0 3 の第 2 平衡端子 2 1 2 と第 1 組の第 2 電極 1 0 5 b との間（あるいは、第 1 balan 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 と第 2 平衡端子 2 1 2 との間）で直流電流を遮断する。第 1 組の第 1 電極 1 0 5 a 、第 2 電極 1 0 5 b は、それぞれ絶縁体 1 3 2 a 、 1 3 2 b を介して真空容器 1 1 0 によって支持されうる。

[0060] 第 2 組の第 1 電極 1 4 1 と第 2 balan 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 （第 3

端子４５１）とは、ブロッキングキャパシタ３０４を介して電氣的に接続されうる。ブロッキングキャパシタ３０４は、第２バラン３０３の第１平衡端子４１１と第２組の第１電極１４１との間（あるいは、第２バラン３０３の第１平衡端子４１１と第２平衡端子４１２との間）で直流電流を遮断する。ブロッキングキャパシタ３０４を設ける代わりに、第２インピーダンス整合回路３０２が、第２バラン３０３の第１不平衡端子４０１と第２不平衡端子４０２との間を流れる直流電流を遮断するように構成されてもよい。第２組の第１電極１４１、第２電極１４５は、それぞれ絶縁体１４２、１４６を介して真空容器１１０によって支持されうる。

[0061] プラズマ処理装置１は、第１高周波電源１０１と、第１高周波電源１０１と第１バラン１０３との間に配置された第１インピーダンス整合回路１０２とを備えうる。第１高周波電源１０１は、第１インピーダンス整合回路１０２、第１バラン１０３、およびブロッキングキャパシタ１０４ａ、１０４ｂを介して、第１電極１０５ａと第２電極１０５ｂとの間に高周波を供給する。あるいは、第１高周波電源１０１は、第１インピーダンス整合回路１０２、第１バラン１０３を介して、本体１０の第１端子２５１と第２端子２５２との間に高周波を供給する。第１バラン１０３並びに第１組の第１電極１０５ａおよび第２電極１０５ｂは、真空容器１１０の内部空間に高周波を供給する第１高周波供給部を構成する。

[0062] プラズマ処理装置１は、第２高周波電源３０１と、第２高周波電源３０１と第２バラン３０３との間に配置された第２インピーダンス整合回路３０２とを備えうる。第２高周波電源３０１は、第２インピーダンス整合回路３０２を介して第２バラン３０３の第１不平衡端子４０１と第２不平衡端子４０２との間に高周波を供給する。第２高周波電源３０１は、第２インピーダンス整合回路３０２、第２バラン３０３およびブロッキングキャパシタ３０４を介して、第２組の第１電極１４１と第２電極１４５との間に高周波を供給する。あるいは、第２高周波電源３０１は、第２インピーダンス整合回路３０２、第２バラン３０３を介して、本体１０の第３端子４５１と第４端子４

5 2 との間に高周波を供給する。第 2 バラン 3 0 3 並びに第 2 組の第 1 電極 1 4 1 および第 2 電極 1 4 5 は、真空容器 1 1 0 の内部空間に高周波を供給する第 2 高周波供給部を構成する。

[0063] 第 1 高周波電源 1 0 1 からの高周波の供給によって真空容器 1 1 0 の内部空間にプラズマが発生している状態で第 1 バラン 1 0 3 の第 1 平衡端子 2 1 1 および第 2 平衡端子 2 1 2 の側から第 1 組の第 1 電極 1 0 5 a および第 2 電極 1 0 5 b の側（本体 1 0 の側）を見たときのインピーダンスを $R_{p1} - jX_{p1}$ とする。また、第 1 バラン 1 0 3 の第 1 コイル 2 2 1 のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分）を X_1 とする。この定義において、 $1.5 \leq X_1 / R_{p1} \leq 5000$ を満たすことは、真空容器 1 1 0 の内部空間に形成されるプラズマの電位を安定させるために有利である。

[0064] また、第 2 高周波電源 3 0 1 からの高周波の供給によって真空容器 1 1 0 の内部空間にプラズマが発生している状態で第 2 バラン 3 0 3 の第 1 平衡端子 4 1 1 および第 2 平衡端子 4 1 2 の側から第 2 組の第 1 電極 1 2 7 および第 2 電極 1 3 0 の側（本体 1 0 の側）を見たときのインピーダンスを $R_{p2} - jX_{p2}$ とする。また、第 2 バラン 3 0 3 の第 1 コイル 2 2 1 のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分）を X_2 とする。この定義において、 $1.5 \leq X_2 / R_{p2} \leq 5000$ を満たすことは、真空容器 1 1 0 の内部空間に形成されるプラズマの電位を安定させるために有利である。

[0065] 第 7 実施形態のプラズマ処理装置 1 は、第 2 組を構成する第 1 電極 1 4 1 を昇降させる機構および第 2 組を構成する第 1 電極 1 4 1 を回転させる機構の少なくとも一方を更に備えうる。図 1 3 に示された例では、プラズマ処理装置 1 は、第 1 電極 1 4 1 を昇降させる機構および第 1 電極 1 4 1 を回転させる機構の双方を含む駆動機構 1 1 4 を備える。また、図 1 3 に示された例では、プラズマ処理装置 1 は、第 2 組を構成する第 2 電極 1 4 5 を昇降させる駆動機構 3 1 4 を備える。真空容器 1 1 0 と駆動機構 1 1 4、3 1 4 との間には、真空隔壁を構成するベローズが設けられうる。

[0066] 図 1 4 を参照しながら、図 1 3 に示された第 7 実施形態のプラズマ処理装

置 1 における第 1 バラン 103 の機能を説明する。第 1 不平衡端子 201 を流れる電流を I_1 、第 1 平衡端子 211 を流れる電流を I_2 、第 2 不平衡端子 202 を流れる電流を I_2' 、電流 I_2 のうち接地に流れる電流を I_3 とする。 $I_3 = 0$ 、即ち、平衡回路の側で接地に電流が流れない場合、接地に対する平衡回路のアイソレーション性能が最も良い。 $I_3 = I_2$ 、即ち、第 1 平衡端子 211 を流れる電流 I_2 の全てが接地に対して流れる場合、接地に対する平衡回路のアイソレーション性能が最も悪い。このようなアイソレーション性能の程度を示す指標 ISO は、第 1 乃至第 5 実施形態と同様に、以下の式で与えられうる。この定義の下では、 ISO の値の絶対値が大きい方が、アイソレーション性能が良い。

[0067] $ISO [dB] = 20 \log (I_3 / I_2')$

図 14 において、 $R_p - jX_p (= R_p / 2 - jX_p / 2 + R_p / 2 - jX_p / 2)$ は、真空容器 110 の内部空間にプラズマが発生している状態で第 1 平衡端子 211 および第 2 平衡端子 212 の側から第 1 電極 105 a および第 2 電極 105 b の側（本体 10 の側）を見たときのインピーダンス（ブロッキングキャパシタ 104 a 及び 104 b のリアクタンスを含む）を示している。 R_p は抵抗成分、 $-X_p$ はリアクタンス成分を示している。また、図 14 において、 X は、第 1 バラン 103 の第 1 コイル 221 のインピーダンスのリアクタンス成分（インダクタンス成分）を示している。 ISO は、 X / R_p に対して相関を有する。

[0068] 第 1 実施形態の説明において参照した図 4 には、電流 $I_1 (= I_2)$ 、 I_2' 、 I_3 、 ISO 、 $\alpha (= X / R_p)$ の関係が例示されている。図 4 の関係は、第 7 実施形態においても成り立つ。本発明者は、第 7 実施形態においても、 $1.5 \leq X / R_p \leq 5000$ を満たすことが、真空容器 110 の内部空間（第 1 電極 105 a と第 2 電極 105 b との間の空間）に形成されるプラズマの電位（プラズマ電位）を真空容器 110 の内面の状態に対して鈍感にするために有利であることを見出した。ここで、プラズマ電位が真空容器 110 の内面の状態に対して鈍感になることは、プラズマ処理装置 1 を長期

間にわたって使用した場合においてもプラズマ電位を安定させることができることを意味する。1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ は、 $-10.0 \text{ dB} \leq |S_{11}| \leq -80 \text{ dB}$ に相当する。

[0069] 図15A～15Dには、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす場合におけるプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示されている。図15Aは、真空容器110の内面に抵抗性の膜（1 mΩ）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図15Bは、真空容器110の内面に抵抗性の膜（1000 Ω）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図15Cは、真空容器110の内面に誘導性の膜（0.6 μH）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図15Dは、真空容器110の内面に容量性の膜（0.1 nF）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図15A～15Dより、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たすことが、真空容器110の内面が種々の状態においてプラズマ電位を安定させるために有利であることが理解される。

[0070] 図16A～16Dには、1. $5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合におけるプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）をシミュレーションした結果が示されている。図16Aは、真空容器110の内面に抵抗性の膜（1 mΩ）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図16Bは、真空容器110の内面に抵抗性の膜（1000 Ω）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第

2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図16Cは、真空容器110の内面に誘導性の膜（ $0.6\mu\text{H}$ ）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図16Dは、真空容器110の内面に容量性の膜（ 0.1nF ）が形成された状態でのプラズマ電位、第1電極105aの電位（カソード1電位）および第2電極105bの電位（カソード2電位）を示している。図16A～16Dより、 $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たさない場合は、真空容器110の内面が状態に依存してプラズマ電位が変化することが理解される。

[0071] ここで、 $X/R_p > 5000$ （例えば、 $X/R_p = \infty$ ）である場合と $X/R_p < 1.5$ である場合（例えば、 $X/R_p = 1.16$ 、 $X/R_p = 0.87$ ）との双方において、真空容器110の内面の状態に依存してプラズマ電位が変化しやすい。 $X/R_p > 5000$ である場合は、真空容器110の内面に膜が形成されていない状態では、第1電極105aと第2電極105bの間でのみ放電が起こる。しかし、 $X/R_p > 5000$ である場合、真空容器110の内面に膜が形成され始めると、それに対してプラズマ電位が敏感に反応し、図16A～16Dに例示されるような結果となる。一方、 $X/R_p < 1.5$ である場合は、真空容器110を介して接地に流れ込む電流が大きいので、真空容器110の内面の状態（内面に形成される膜の電気的な特性）による影響が顕著となり、膜の形成に依存してプラズマ電位が変化する。したがって、前述のように、 $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たすようにプラズマ処理装置1を構成することが有利である。

[0072] 図17には、本発明の第8実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第8実施形態のプラズマ処理装置1は、第1又は第2実施形態のプラズマ処理装置1の変形例であり、基板112から離隔した位置にプラズマPを発生することによって基板112を処理する装置として動作しうる。第8実施形態のプラズマ処理装置1は、例えば、スパッタリング装置、エッチング装置またはCVD装置として動作するように構成されうる。

- [0073] プラズマ処理装置 1 は、バラン（平衡不平衡変換回路）103と、真空容器 110と、第1電極106と、第2電極111と、基板保持部511とを備えている。あるいは、プラズマ処理装置 1 は、バラン103と、本体10とを備え、本体10が、真空容器110と、第1電極106と、第2電極111と、基板保持部511とを備えているものとして理解されてもよい。本体10は、第1端子251および第2端子252を有する。
- [0074] バラン103は、第1不平衡端子201、第2不平衡端子202、第1平衡端子211および第2平衡端子212を有する。バラン103の第1不平衡端子201および第2不平衡端子202の側には、不平衡回路が接続され、バラン103の第1平衡端子211および第2平衡端子212の側には、平衡回路が接続される。真空容器110は、導体で構成され、接地されている。
- [0075] 第8実施形態では、第1電極106は、カソードである。また、第8実施形態では、第2電極111は、アノードである。第1電極106は、真空容器110の中に配置され、第1平衡端子211に電氣的に接続される。第2電極111は、真空容器110の中において第1電極106に対向するように配置され、第2平衡端子212に電氣的に接続される。高周波電源101からバラン103を介して第1電極106と第2電極111との間に高周波が供給されることによって、第1電極106と第2電極111との間の空間にプラズマPが発生する。基板保持部511は、第1電極106と第2電極111との間の空間（プラズマP）に基板112（の表面）が面するように真空容器110の中で基板112を保持する。
- [0076] バラン103を介してインピーダンス整合回路102から第1電極106と第2電極111との間に高周波が供給される構成では、プラズマPが接地（真空容器110）に対して分離されているので、プラズマPが第1電極106と第2電極111との間の空間に閉じ込められうる。また、プラズマPから離れた位置に基板112が配置される構成によれば、プラズマPの中の荷電粒子によって基板112に与えられるダメージが抑えられる。

[0077] 一例において、第1電極106と第1平衡端子211とは、ブロッキングキャパシタ104を介して電氣的に接続されうる。換言すると、ブロッキングキャパシタ104が第1電極106と第1平衡端子211との電氣的な接続経路に配置されうる。このような構成に代えて、第2平衡端子212と第2電極111とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続されてもよい。あるいは、第1平衡端子211と第1電極106とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続され、第2平衡端子212と第2電極111とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続されてもよい。

[0078] 図18には、本発明の第9実施形態のプラズマ処理装置1の構成が模式的に示されている。第9実施形態のプラズマ処理装置1は、第8実施形態のプラズマ処理装置1の変形例であり、第1電極106の面積と第2電極111の面積とが異なる。具体的には、第9実施形態では、第1電極106の面積が第2電極111の面積より小さい。第1電極106は、ターゲット109を保持し、プラズマ処理装置1は、第1電極106と第2電極111との間にプラズマPを発生し、プラズマPによってターゲット109をスパッタリングすることによって基板112の上に膜を形成するスパッタリング装置として動作する。

[0079] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

符号の説明

[0080] 1：プラズマ処理装置、10：本体、101：高周波電源、102：インピーダンス整合回路、103：バラン、104：ブロッキングキャパシタ、106：第1電極、107、108：絶縁体、109：ターゲット、110：真空容器、111：第2電極、112：基板、201：第1不平衡端子、202：第2不平衡端子、211：第1平衡端子、212：第2平衡端子、251：第1端子、252：第2端子、221：第1コイル、222：第2コイル、223：第3コイル、224：第4コイル、511：基板保持部

請求の範囲

- [請求項1] 第1不平衡端子、第2不平衡端子、第1平衡端子および第2平衡端子を有するバラと、
接地された真空容器と、
前記真空容器の中に配置され、前記第1平衡端子に電氣的に接続された第1電極と、
前記真空容器の中において前記第1電極に対向するように配置され、前記第2平衡端子に電氣的に接続された第2電極と、
前記第1電極と前記第2電極との間の空間に基板が面するように前記真空容器の中で前記基板を保持する基板保持部と、
を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。
- [請求項2] 前記第1平衡端子と前記第1電極とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続されている、
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] 前記第2平衡端子と前記第2電極とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続されている、
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4] 前記第1平衡端子と前記第1電極とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続され、前記第2平衡端子と前記第2電極とがブロッキングキャパシタを介して電氣的に接続されている、
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5] 前記バラは、前記第1不平衡端子と前記第1平衡端子とを接続する第1コイルと、前記第2不平衡端子と前記第2平衡端子とを接続する第2コイルとを有する、
ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。
- [請求項6] 前記バラは、前記第1平衡端子と前記第2平衡端子との間に接続された第3コイルおよび第4コイルを更に有し、前記第3コイルおよ

び前記第4コイルは、前記第3コイルと前記第4コイルとの接続ノードの電圧を前記第1平衡端子の電圧と前記第2平衡端子の電圧との中点とするように構成されている、

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] 前記空間にプラズマを発生させることにより前記基板をエッチングするエッチング装置として構成されている、

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項8] 前記空間にプラズマを発生させることにより前記基板に膜を形成するCVD装置として構成されている、

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項9] 前記第1電極がターゲットを保持し、前記空間にプラズマを発生させることにより、スパッタリングによって前記基板に膜を形成するスパッタリング装置として構成されている、

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項10] 高周波電源と、

前記高周波電源と前記バランとの間に配置されたインピーダンス整合回路と、

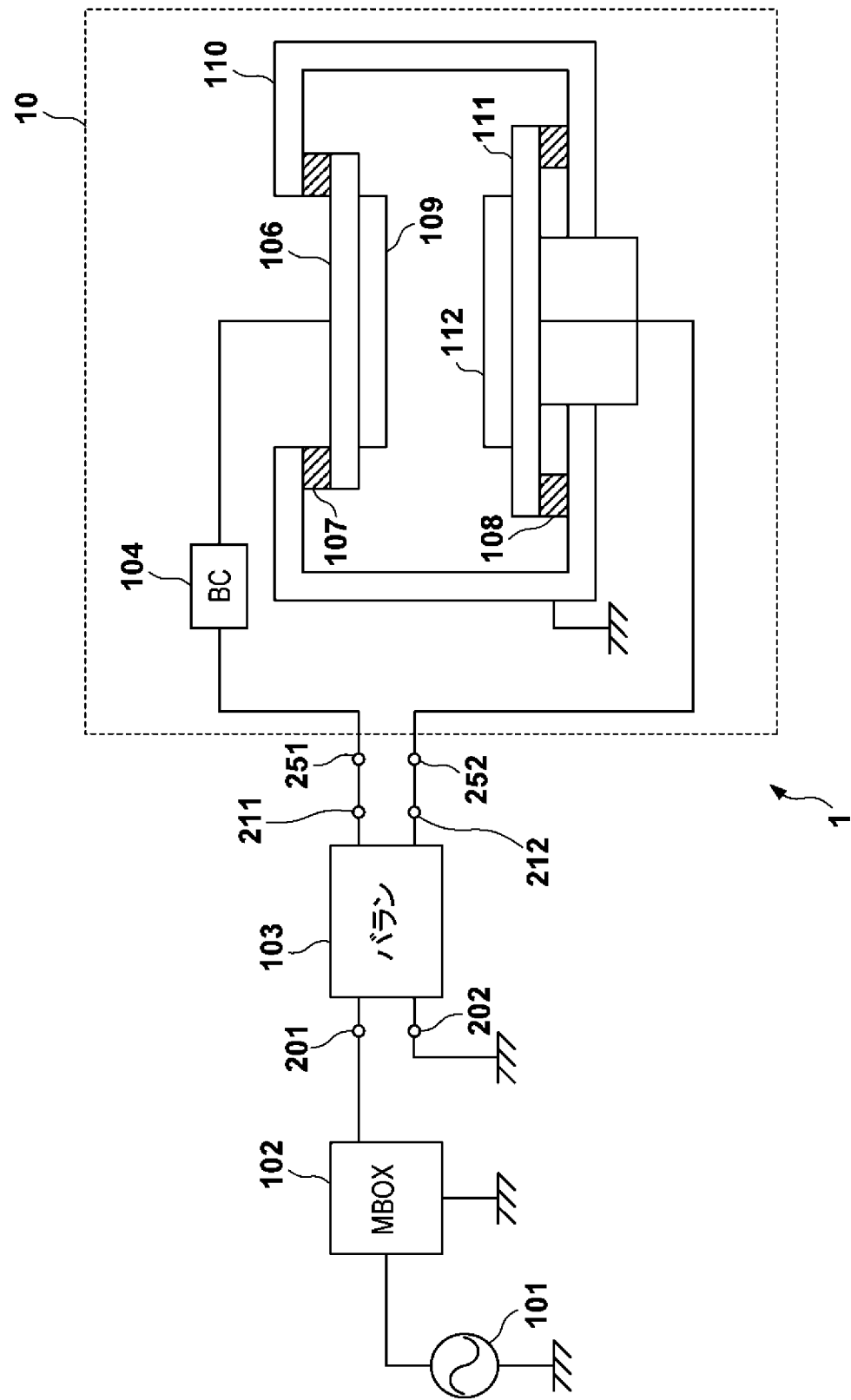
を更に備えることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置。

[請求項11] 前記第1平衡端子および前記第2平衡端子の側から前記第1電極および前記第2電極の側を見たときの前記第1平衡端子と前記第2平衡端子との間の抵抗成分を R_p とし、前記第1不平衡端子と前記第1平衡端子との間のインダクタンスを X としたときに、 $1.5 \leq X/R_p \leq 5000$ を満たす、

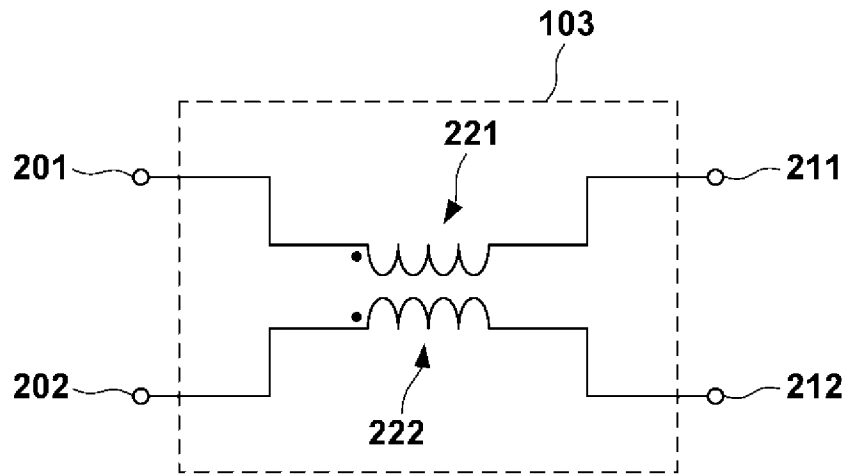
ことを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載のプラズ

マ処理装置。

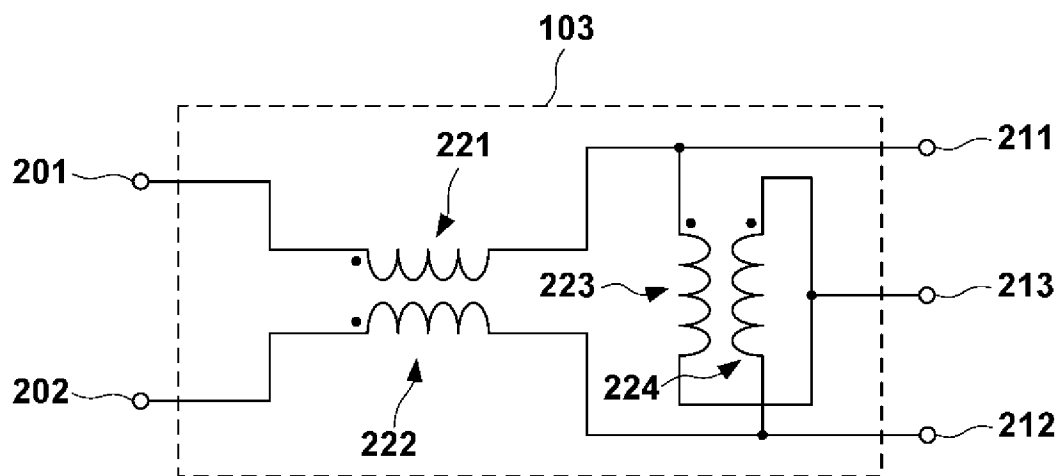
[図1]



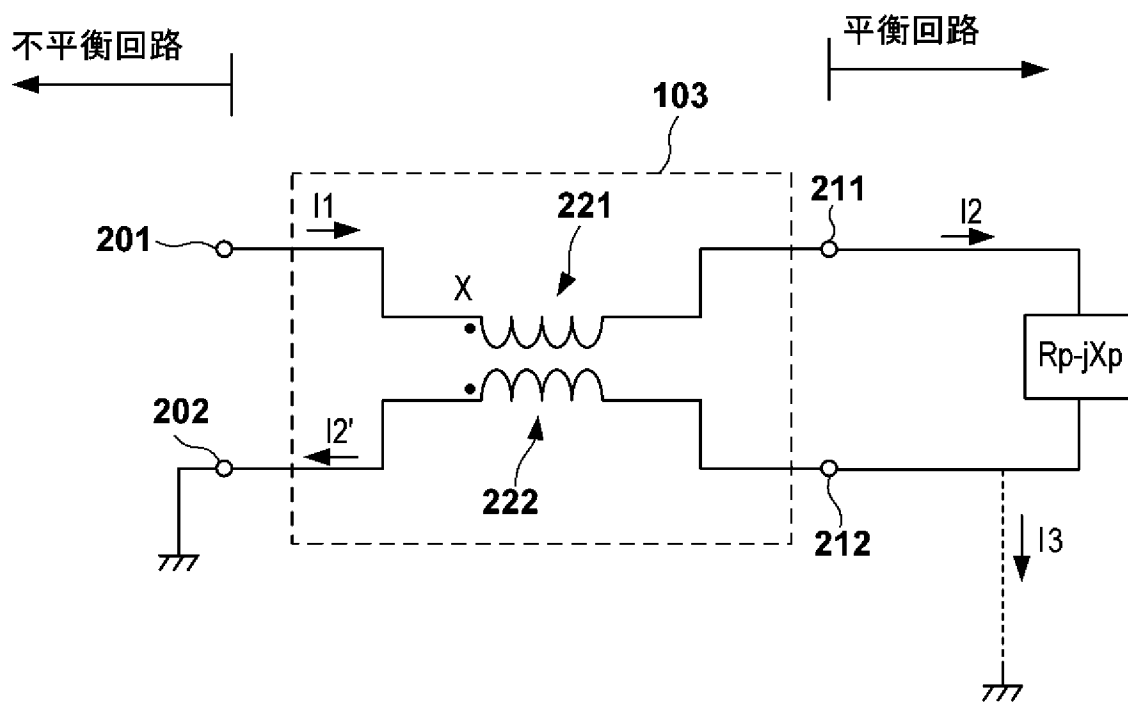
[図2A]



[図2B]



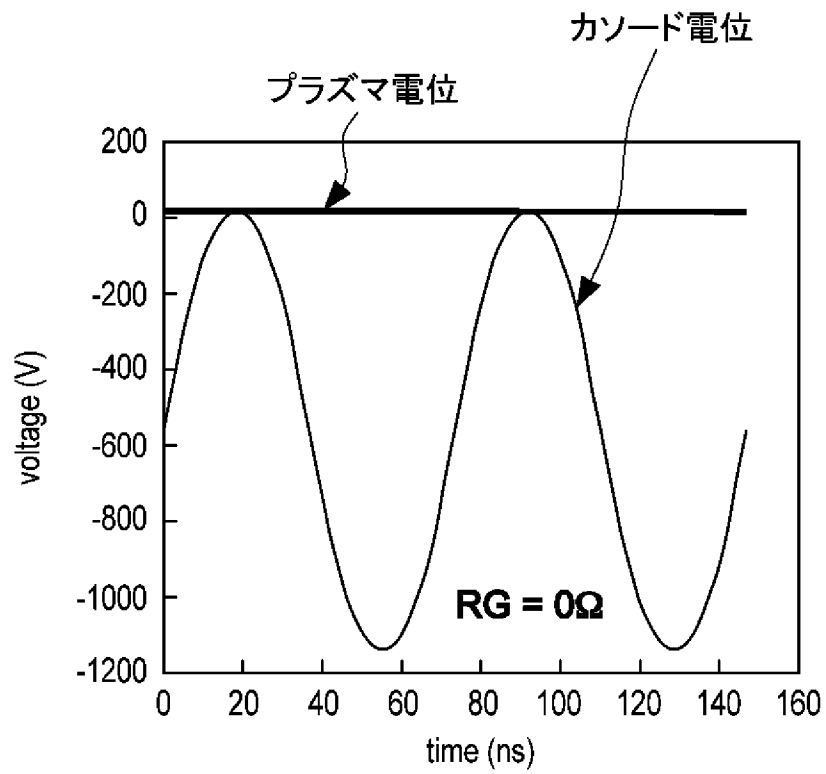
[図3]



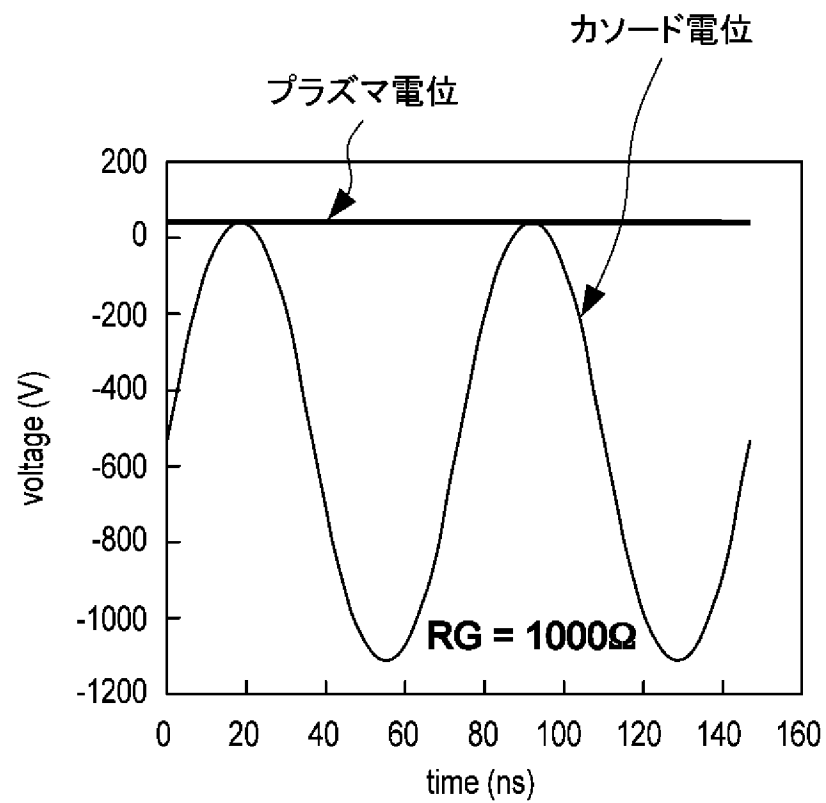
[図4]

総電流 I1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
電流 I2'	1	0.9999	0.9997	0.999	0.997	0.99	0.97	0.9	0.68	0.55	0.29
電流 I3	0	0.0001	0.0003	0.001	0.003	0.01	0.03	0.1	0.32	0.45	0.71
ISO[dB]= 20log(I3/I2')	$-\infty$	-80.0	-70.0	-60.0	-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	-10.0	-7.0	-3.0
$\alpha=X/Rp$	∞	5000	1582	500	158	50	15.8	5.0	1.5	1.0	0.5

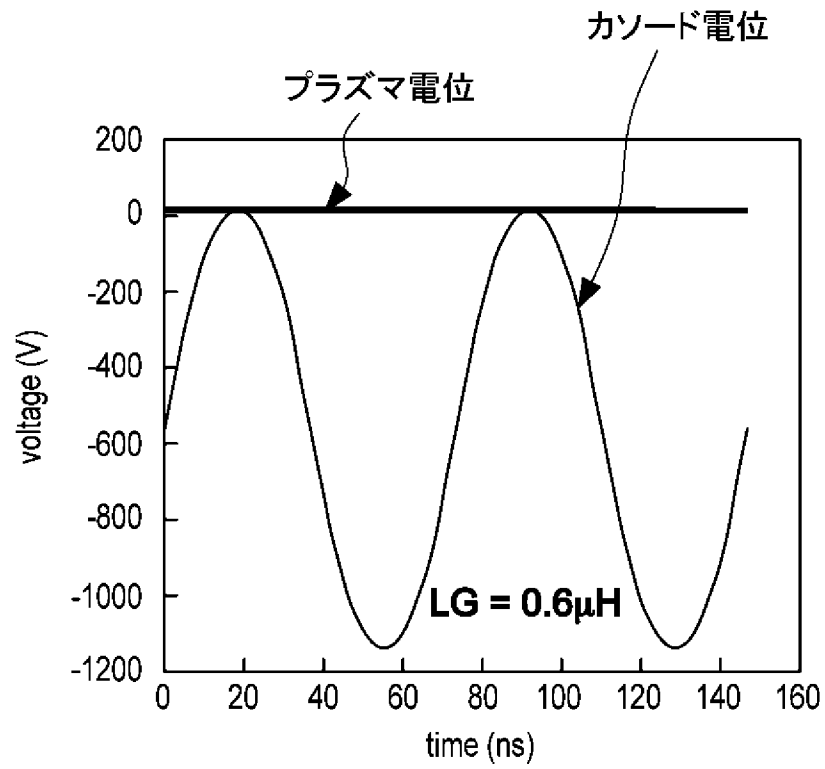
[図5A]



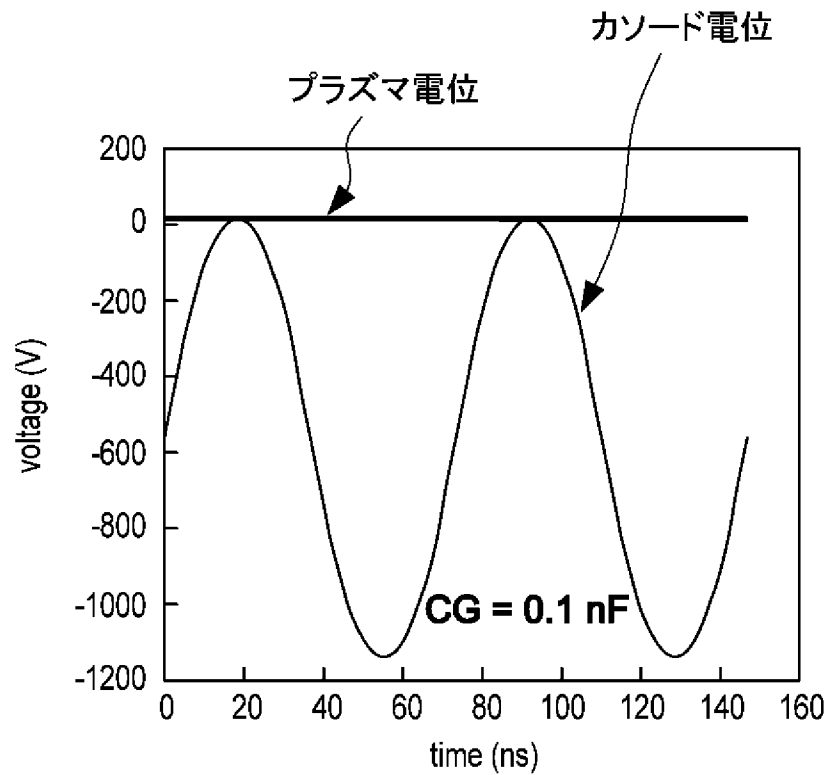
[図5B]



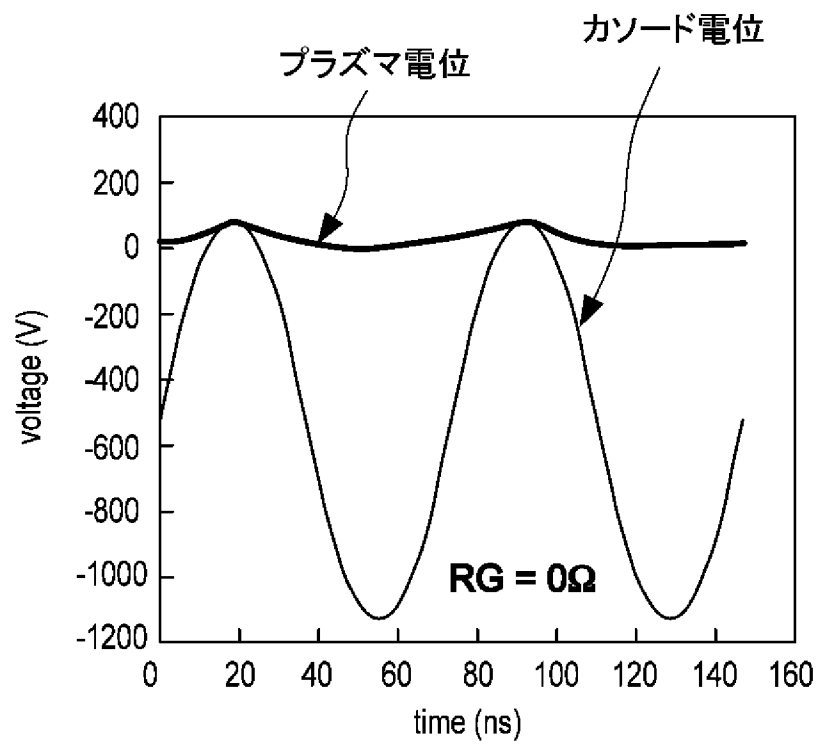
[図5C]



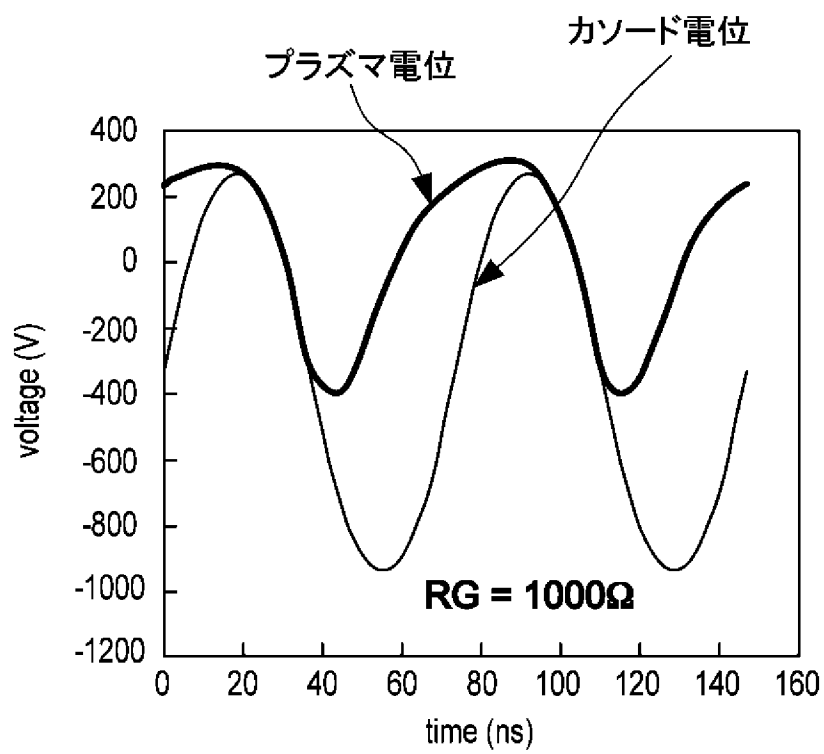
[図5D]



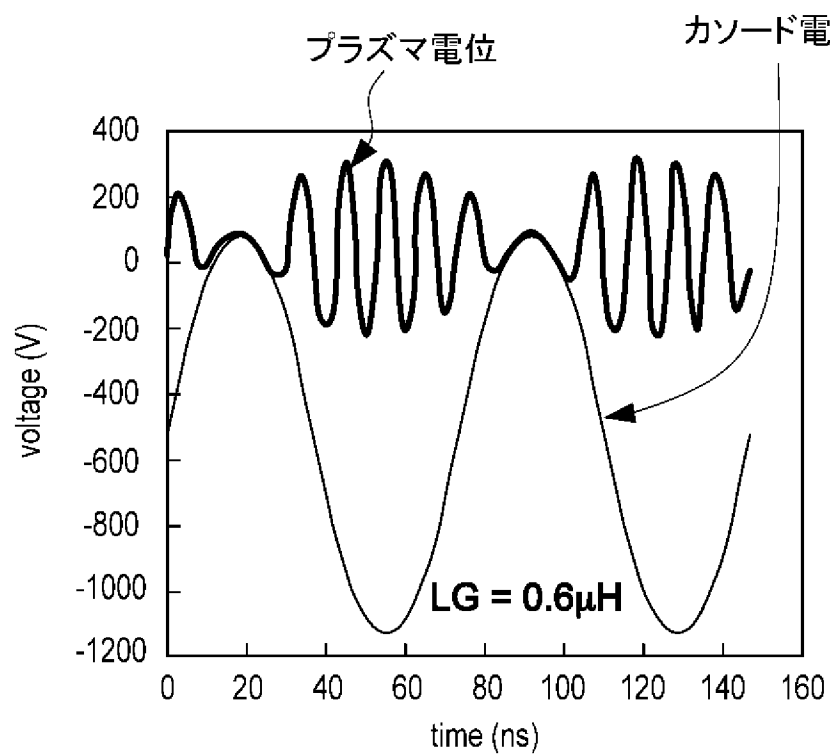
[図6A]



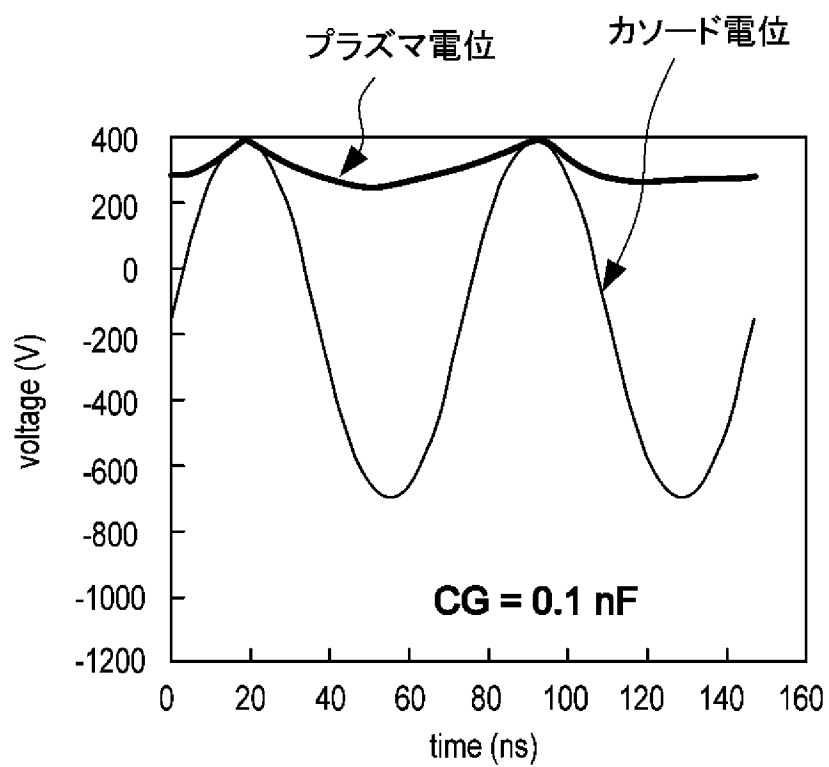
[図6B]



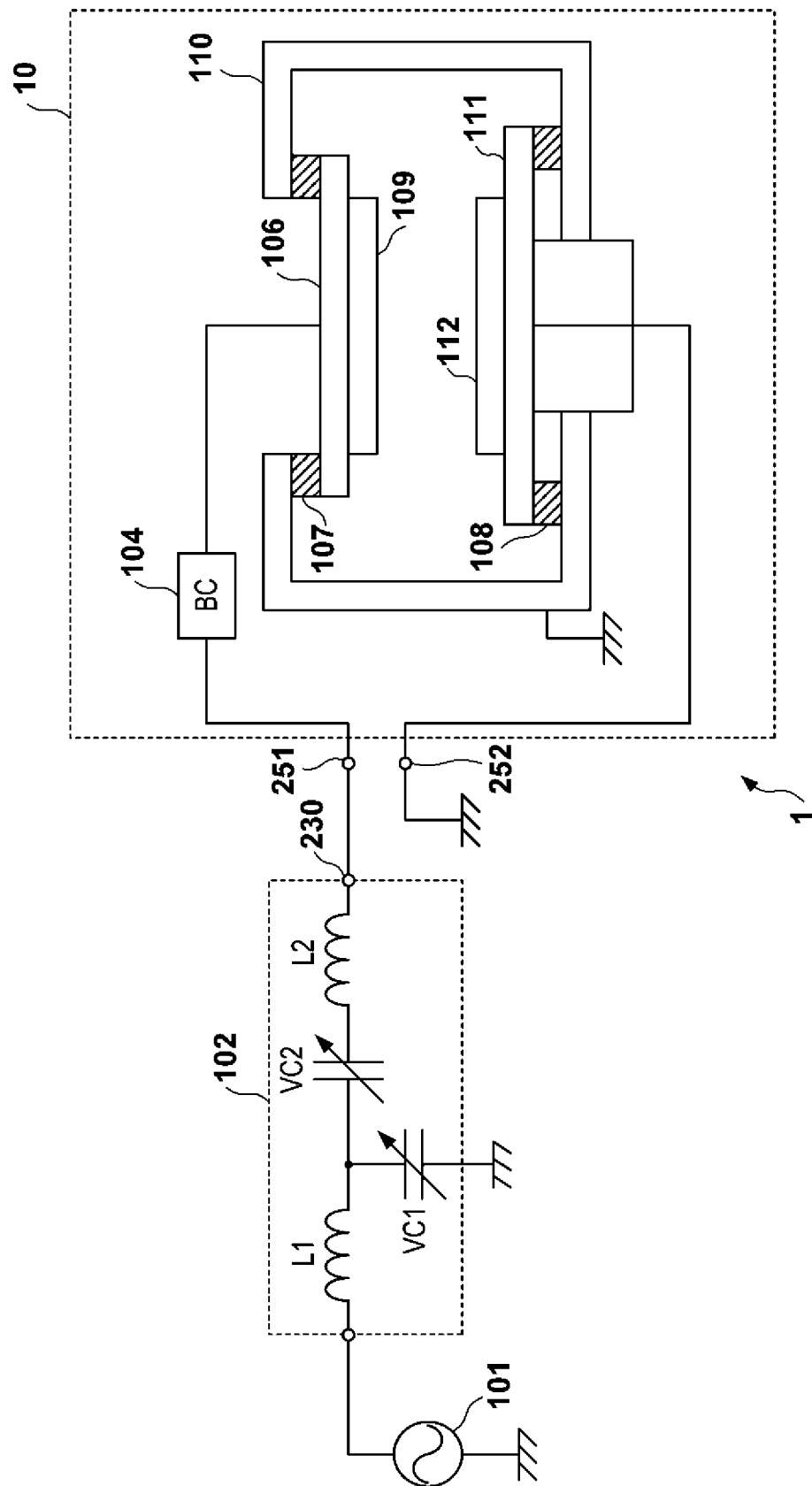
[図6C]

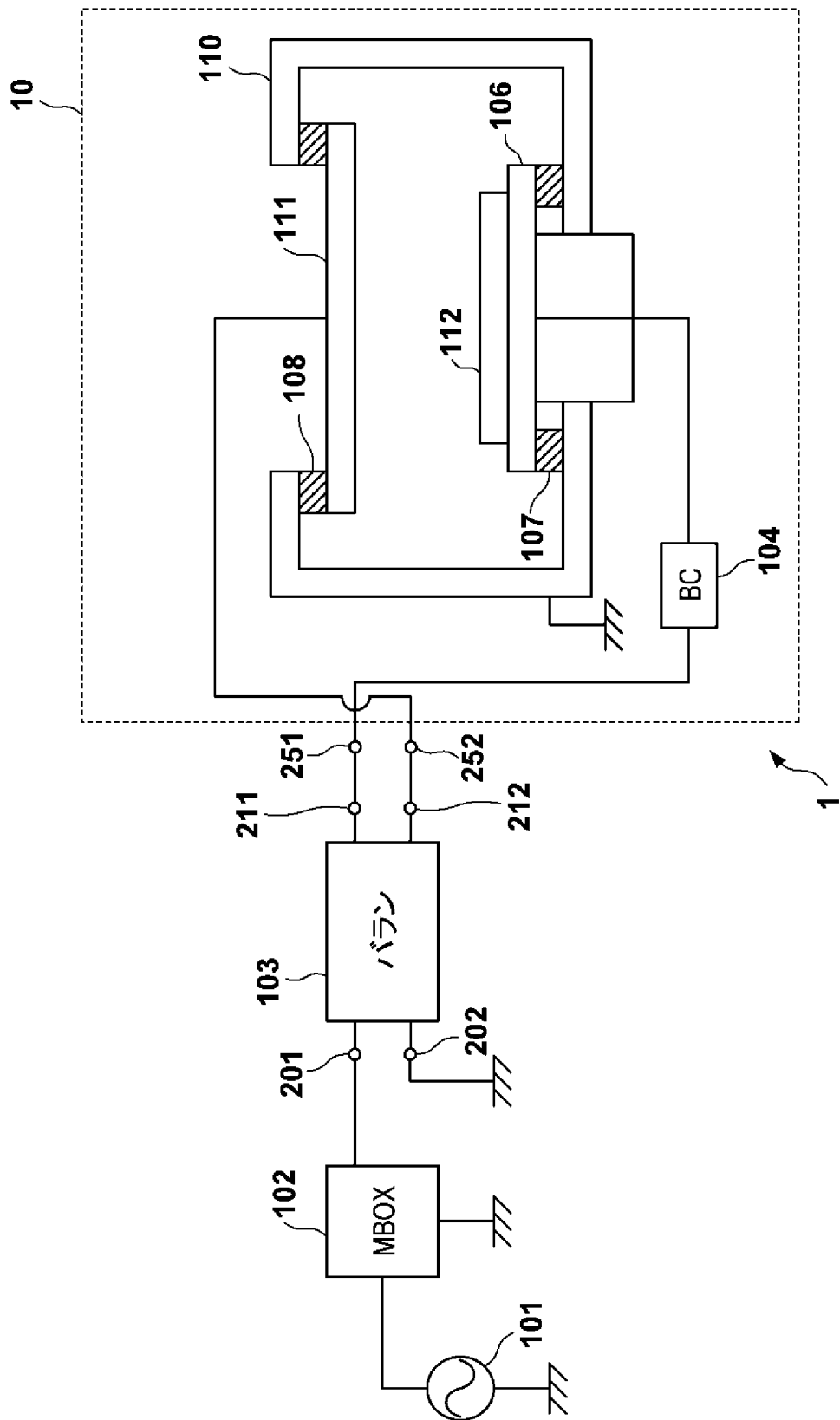


[図6D]

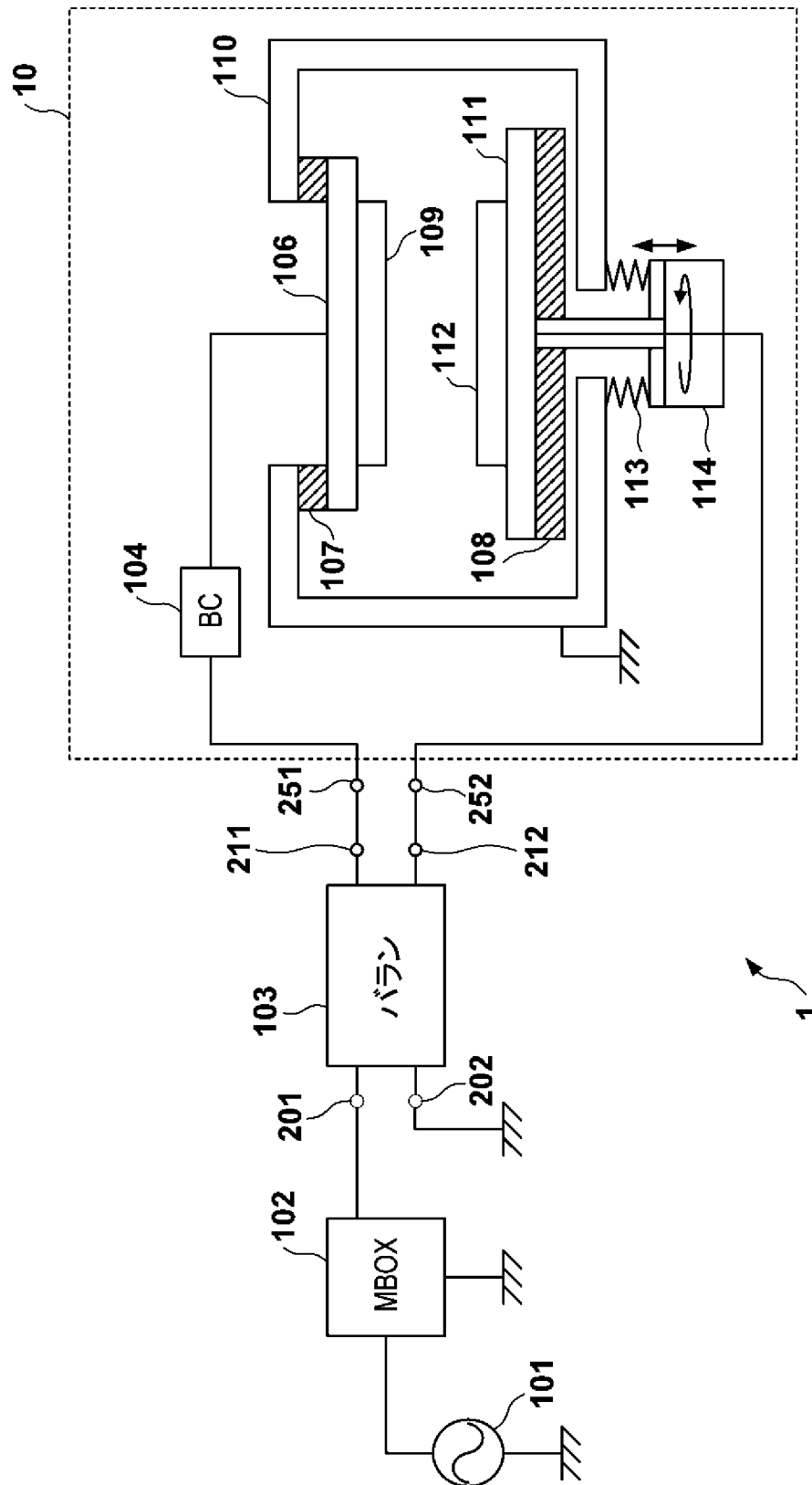


[図7]

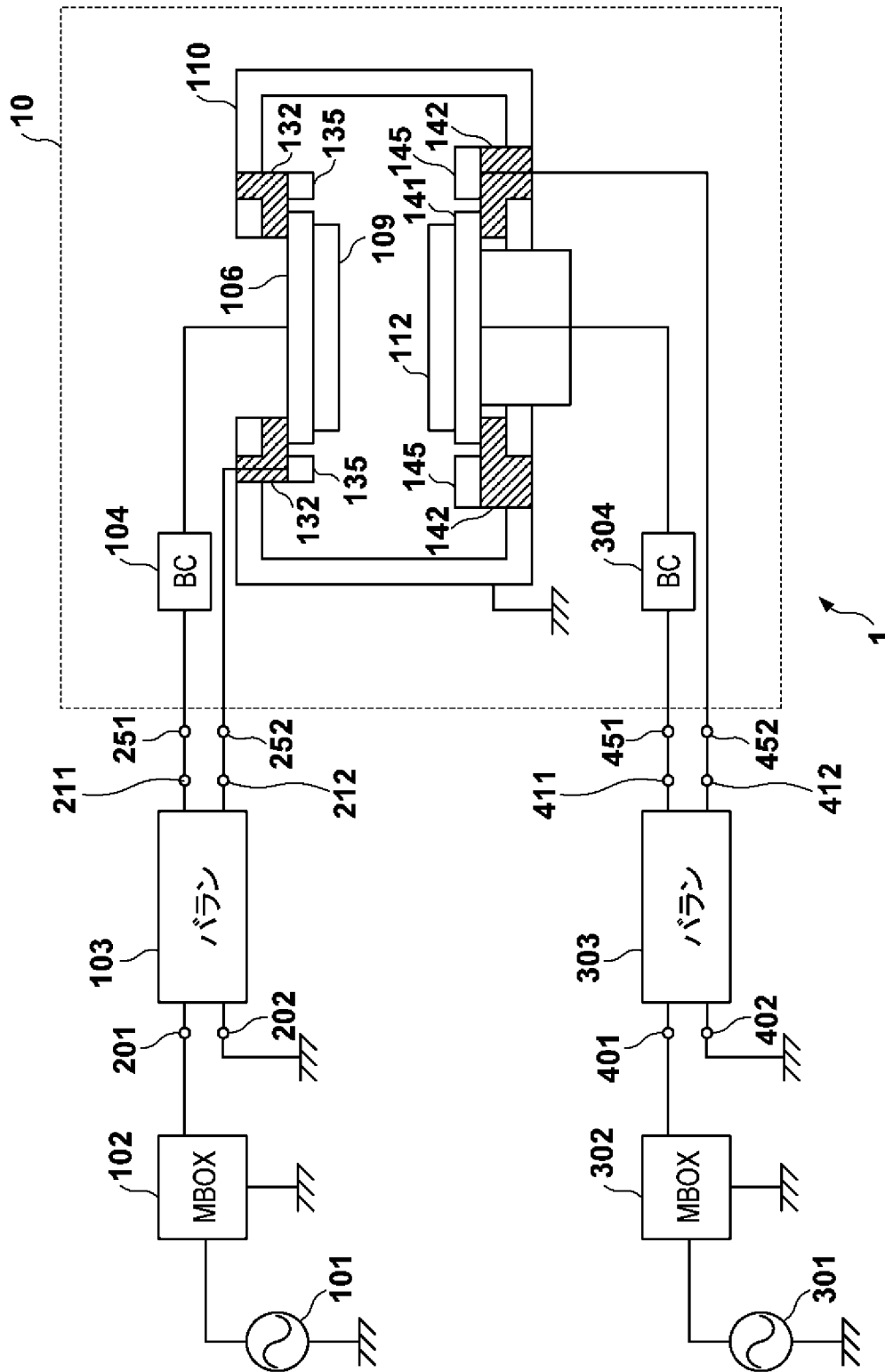




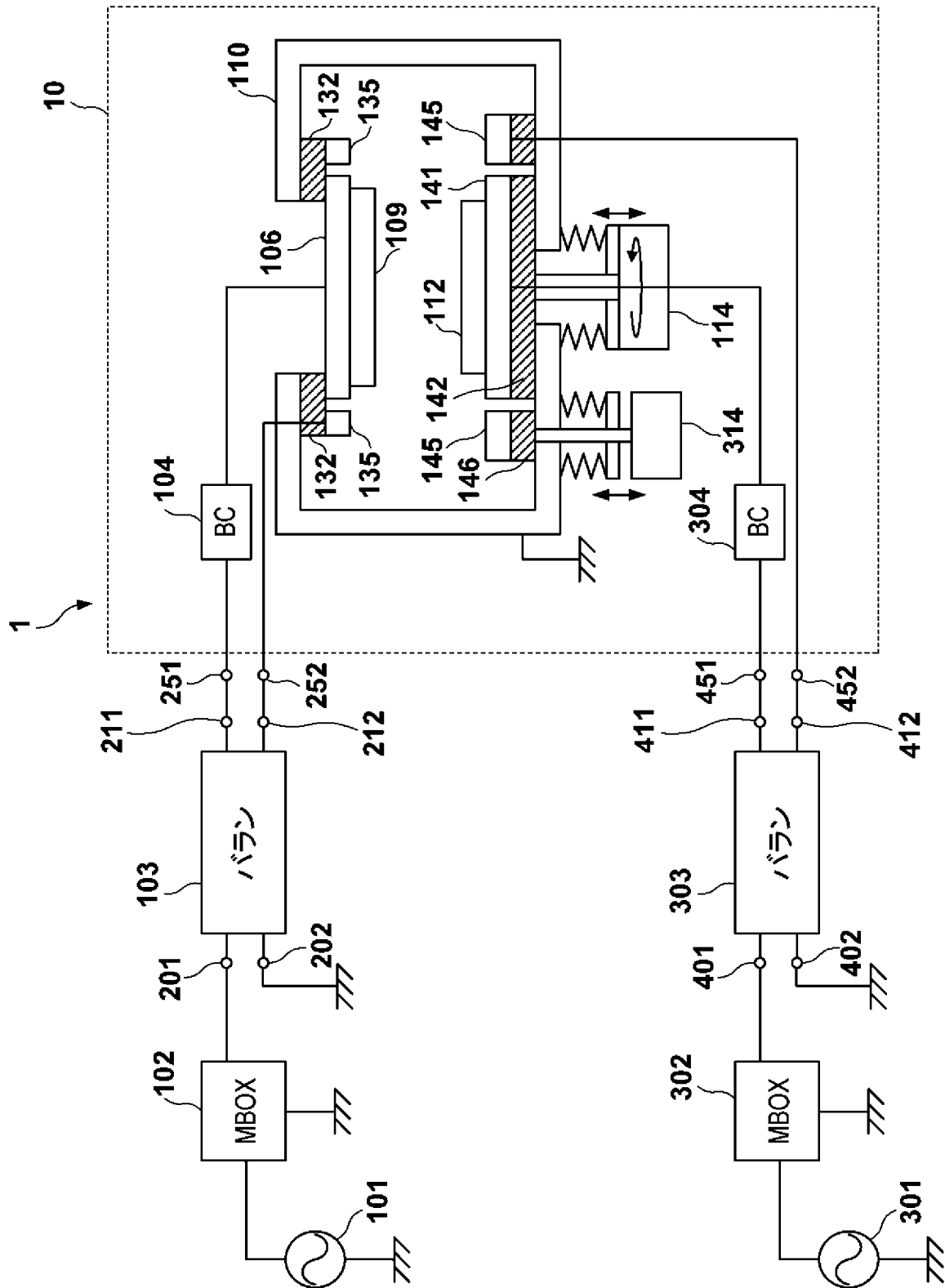
[図9]



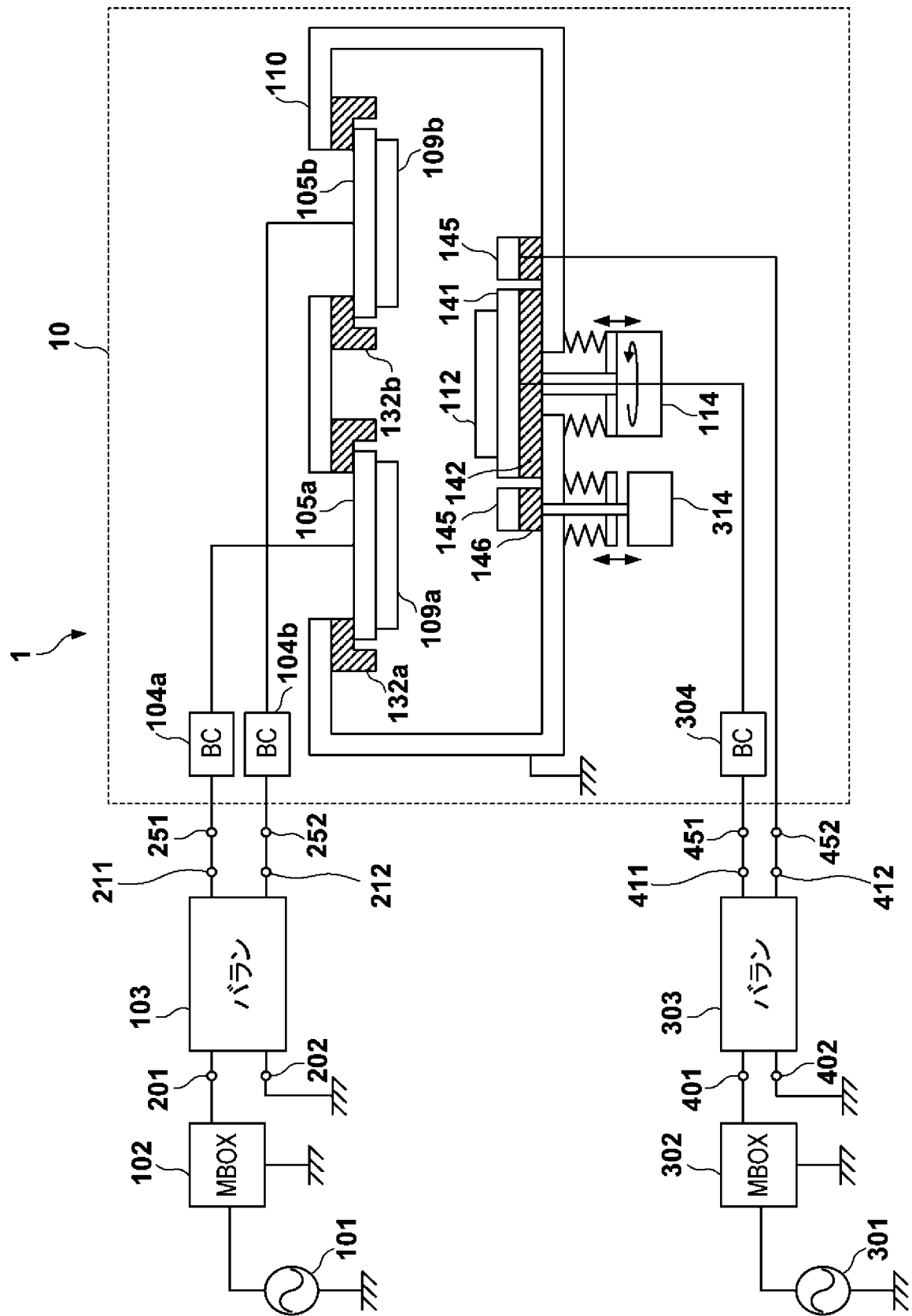
[図10]



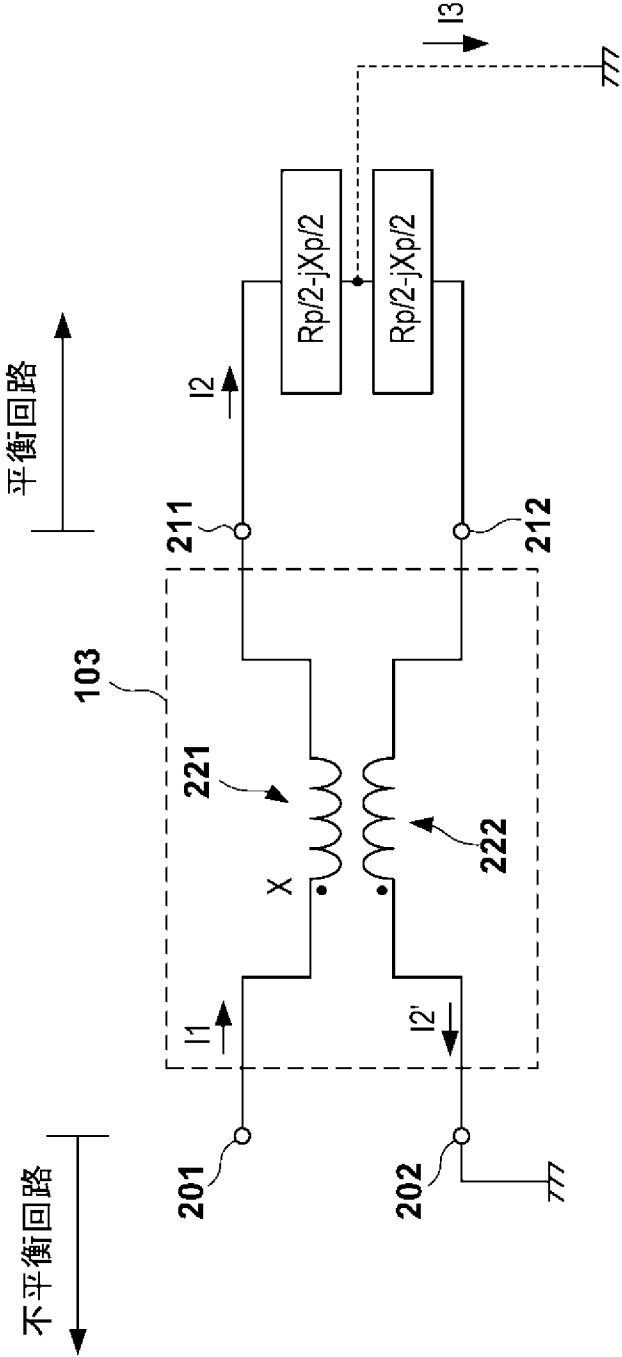
[図11]



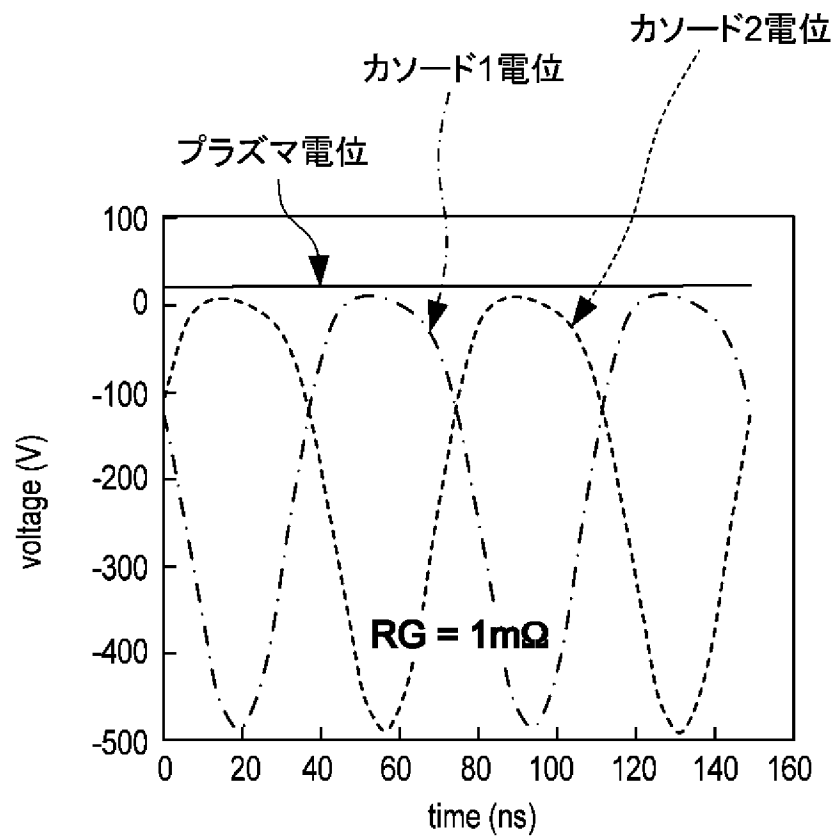
[図13]



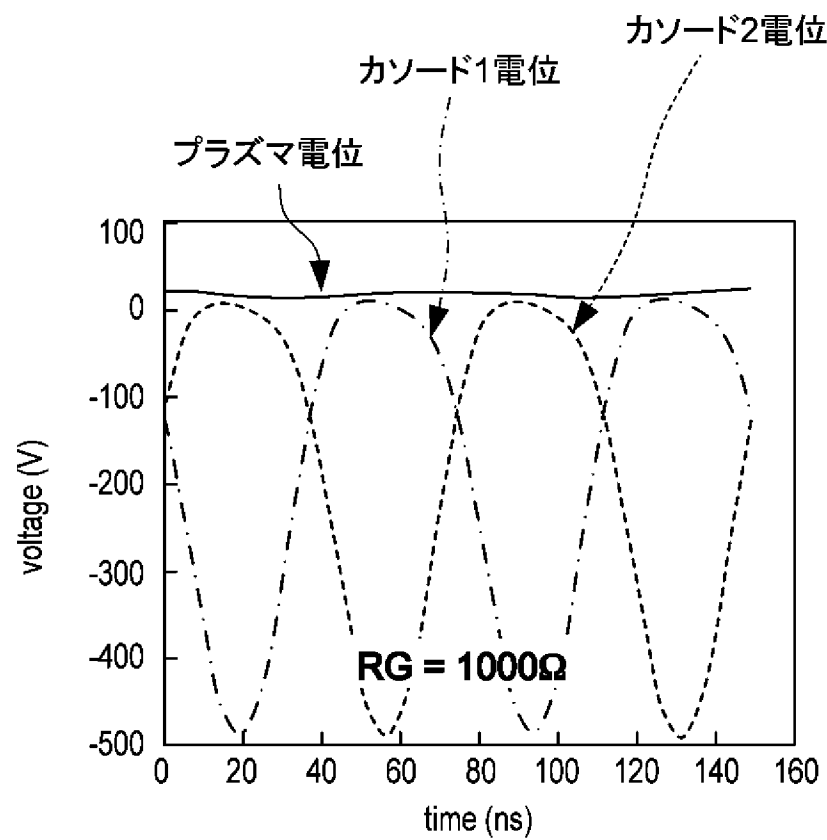
[図14]



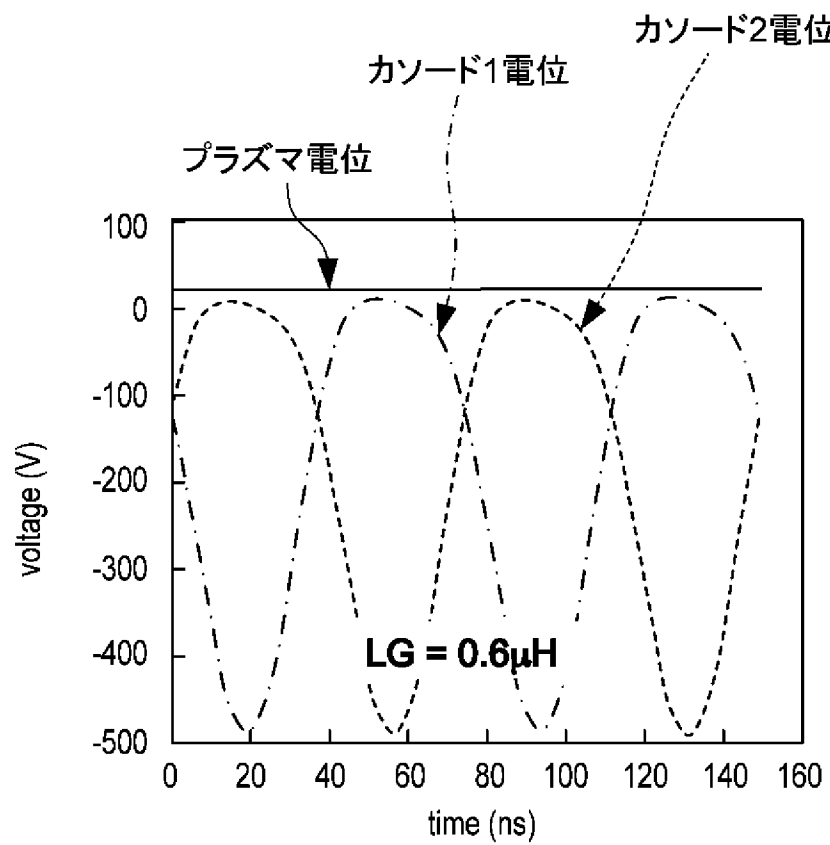
[図15A]



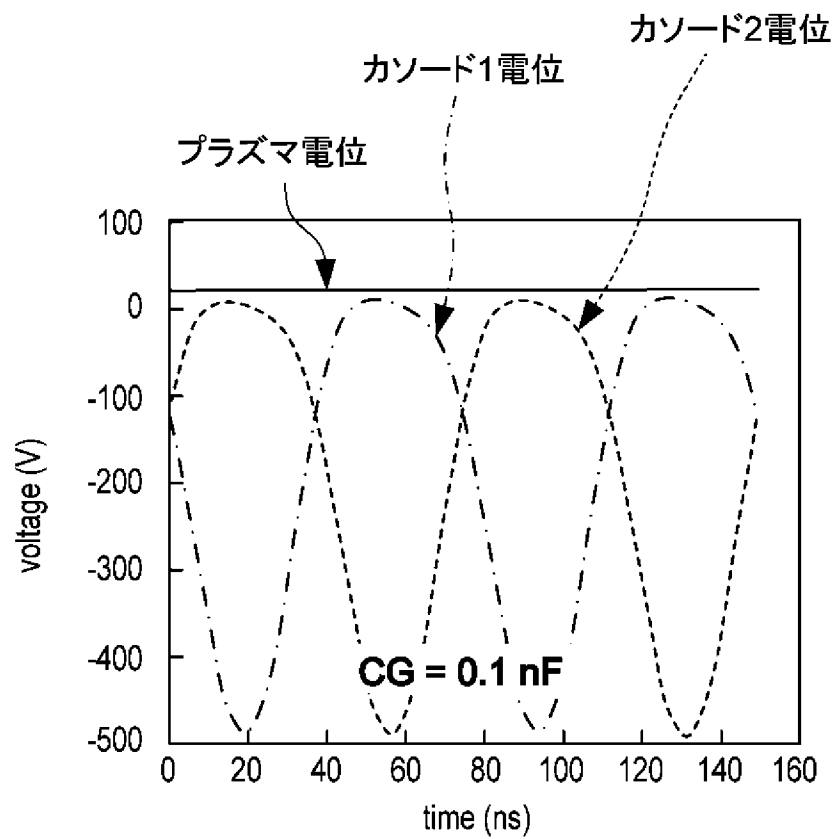
[図15B]



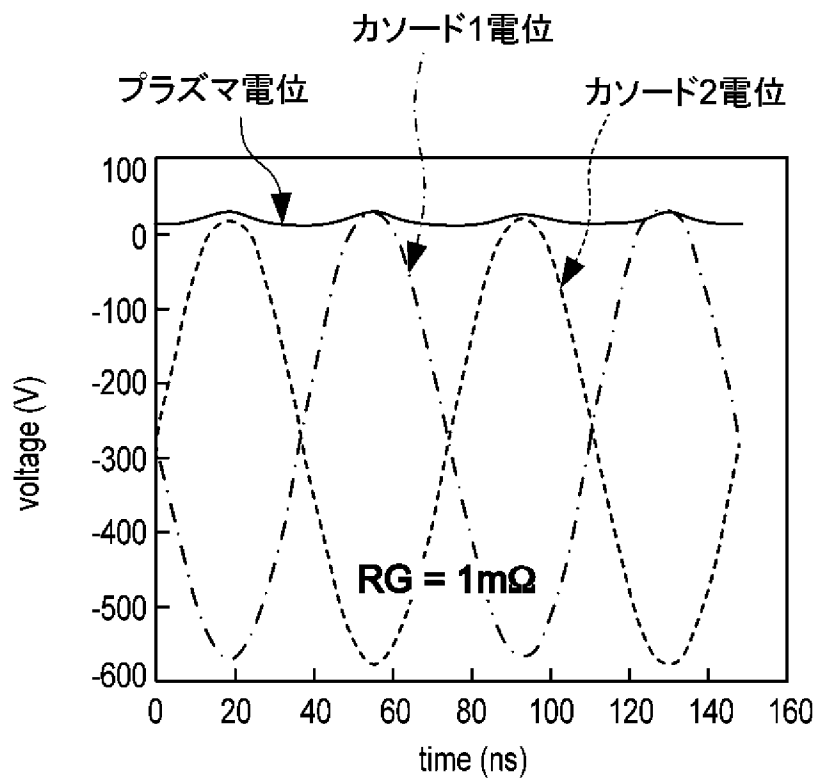
[図15C]



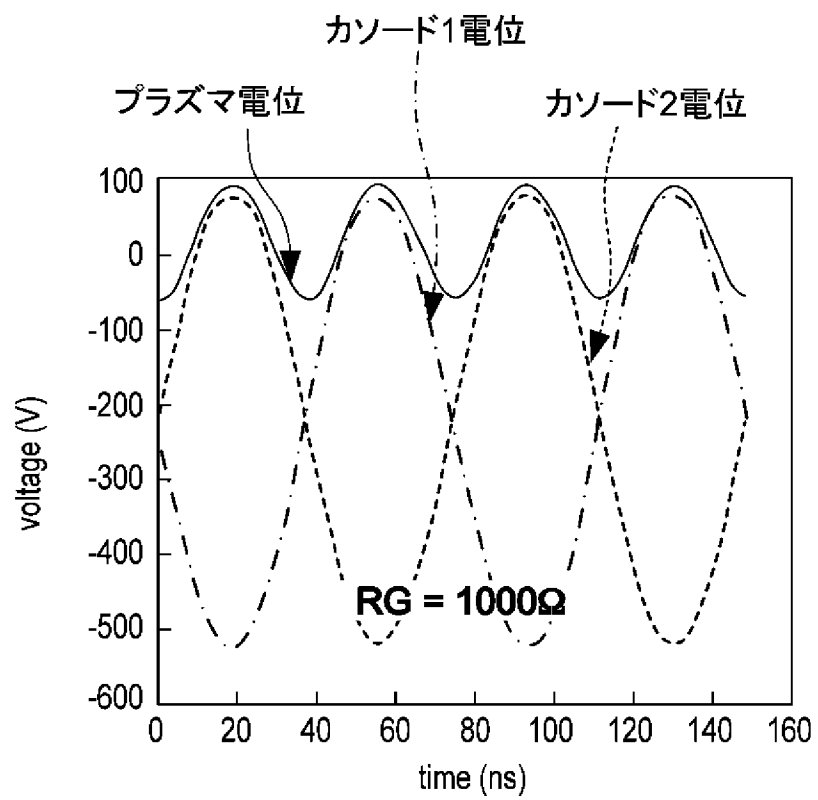
[図15D]



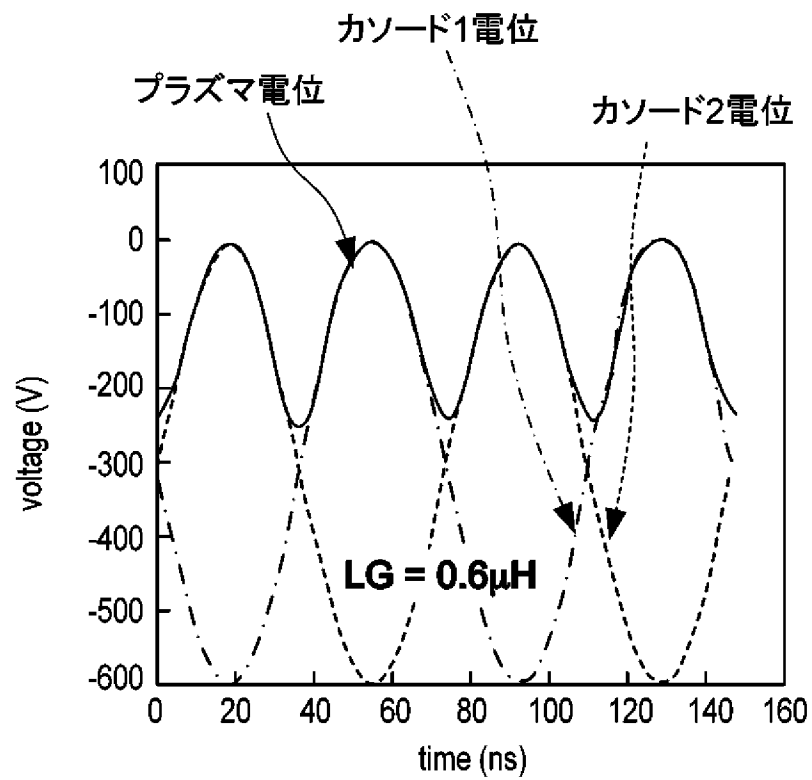
[図16A]



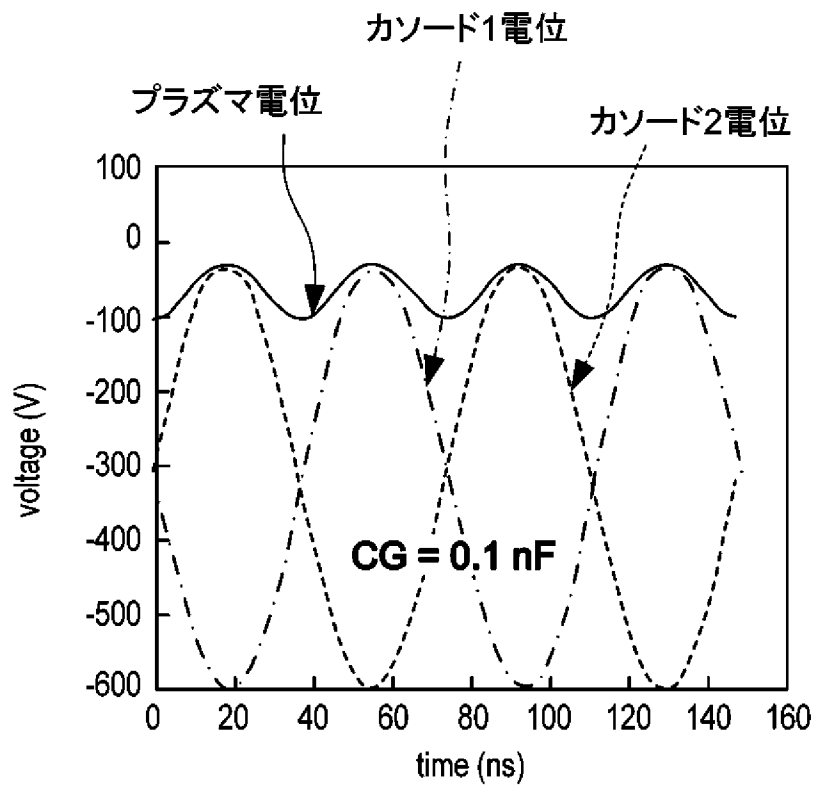
[図16B]



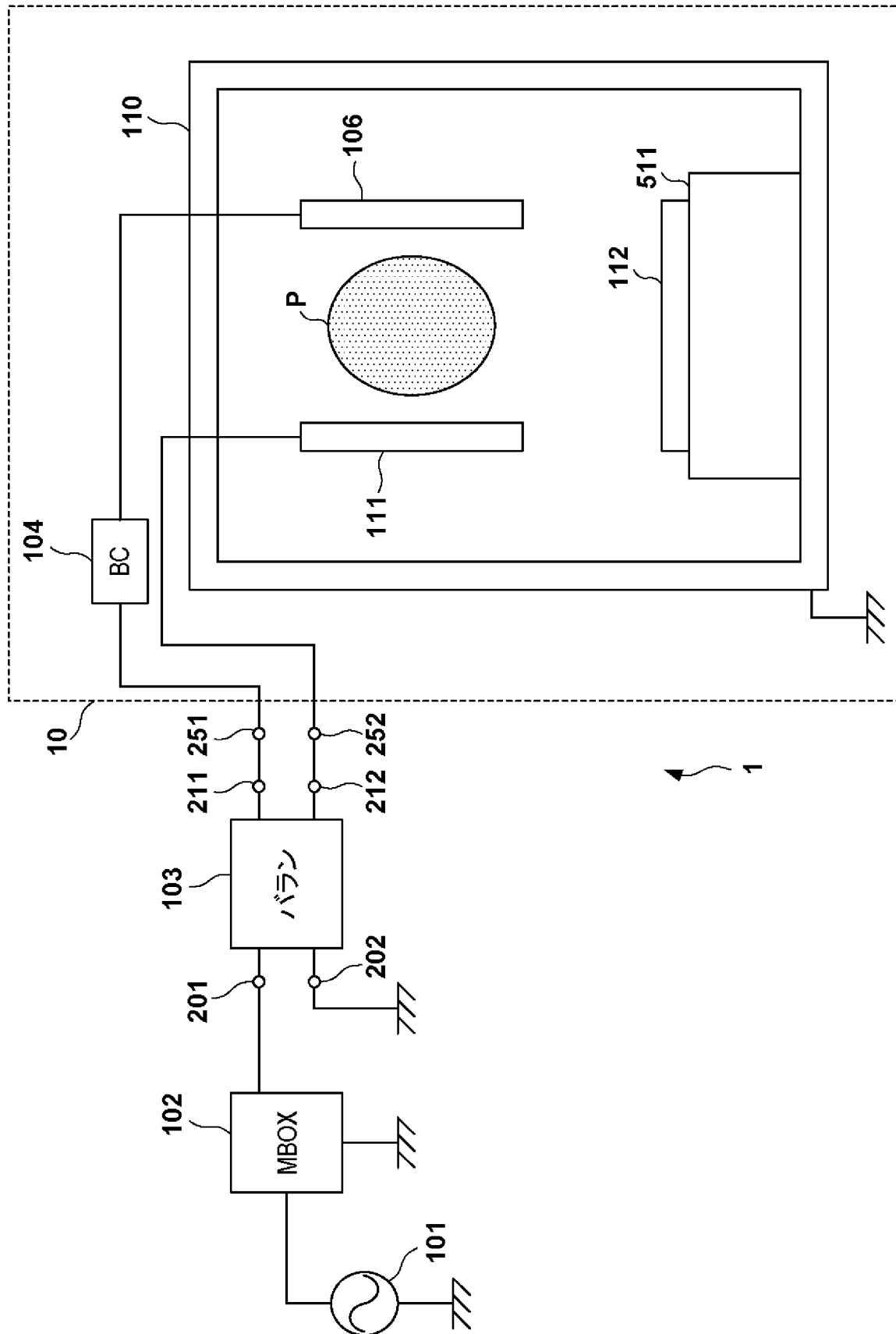
[図16C]



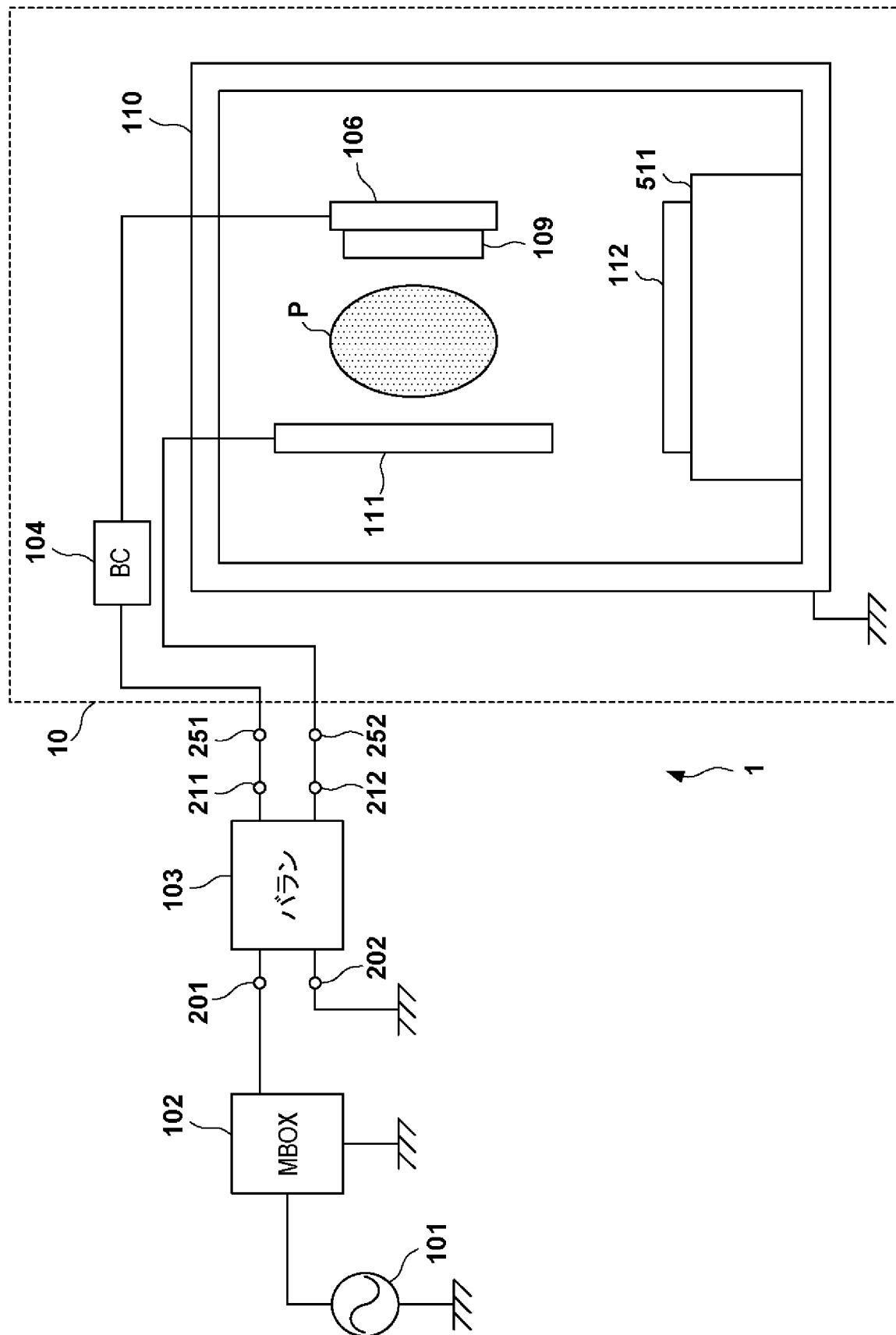
[図16D]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/024153

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05H1/46 (2006.01) i, B01J19/08 (2006.01) i, C23C14/34 (2006.01) i,
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. H05H1/46, B01J19/08, C23C14/34, 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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
Y	JP 2002-141292 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 17 May 2002, paragraphs [0002], [0013], fig. 2 (Family: none)	1-11
Y	JP 2008-294465 A (MURATA, Masayoshi) 04 December 2008, paragraphs [0053]-[0055], fig. 1 & WO 2010/013624 A1	1-11
Y	JP 2-156081 A (TOKUDA SEISAKUSHO LTD.) 15 June 1990, page 3, lower right column, lines 8-10 (Family: none)	2-4



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
20 August 2018 (20.08.2018)

Date of mailing of the international search report
28 August 2018 (28.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/024153

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 48200/1977 (Laid-open No. 141937/1978) (NEC CORP.) 09 November 1978, page 2, lines 3-7, fig. 1, 3 (Family: none)	5-6
P, Y	JP 6280677 B1 (CANON ANELVA CORP.) 14 February 2018, entire text, all drawings (Family: none)	11
P, Y	JP 6309683 B1 (CANON ANELVA CORP.) 11 April 2018, entire text, all drawings (Family: none)	11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05H1/46(2006.01)i, B01J19/08(2006.01)i, C23C14/34(2006.01)i, 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. H05H1/46, B01J19/08, C23C14/34, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y	JP 2002-141292 A（独立行政法人産業技術総合研究所）2002.05.17, [0002]、[0013]、図2（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 2008-294465 A（村田 正義）2008.12.04, [0053] - [0055]、図1 & WO 2010/013624 A1	1-11
Y	JP 2-156081 A（株式会社徳田製作所）1990.06.15, 第3ページ右下欄第8-10行（ファミリーなし）	2-4

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

20.08.2018

国際調査報告の発送日

28.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

鳥居 祐樹

2G

4070

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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	日本国実用新案登録出願 52-48200 号(日本国実用新案登録出願公開 53-141937 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 1978. 11. 09, 第 2 ページ第 3 - 7 行、第 1、3 図 (ファミリーなし)	5-6
P, Y	JP 6280677 B1 (キャノンアネルバ株式会社) 2018. 02. 14, 全文、全図 (ファミリーなし)	11
P, Y	JP 6309683 B1 (キャノンアネルバ株式会社) 2018. 04. 11, 全文、全図 (ファミリーなし)	11