

(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
2013年7月25日(25.07.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/108930 A1

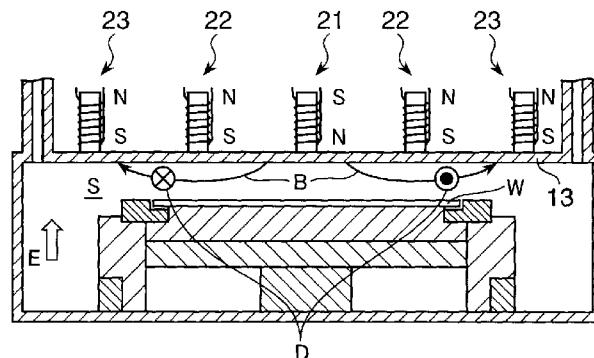
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 23/522 (2006.01)
H01L 21/3205 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
H01L 21/768 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/051362
- (22) 国際出願日: 2013年1月17日(17.01.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-008019 2012年1月18日(18.01.2012) JP
61/592,213 2012年1月30日(30.01.2012) US
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(Tokyo Electron Limited) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 横田 聡裕(YOKOTA, Akihiro); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 伊藤 悦治(ITO, Etsuji); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP). 檜森 慎司(HIMORI, Shinji); 〒9813629 宮城県黒川郡大和町テクノヒルズ1番 東京エレクトロン宮城株式会社内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 別役 重尚, 外(BECCHAKU, Shigehisa et al.); 〒1050004 東京都港区新橋5丁目2番10号 松岡田村町ビル7階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: 基板処理装置

図2A



(57) Abstract: Provided is a substrate processing apparatus wherein the plasma density distribution in a processing space can be easily changed. A substrate processing apparatus (10) wherein an electric field (E) is generated in a processing space (S) between a susceptor (12) to which a high-frequency power is supplied and an upper electrode (13) that is arranged so as to face the susceptor (12), and plasma processing is carried out on a wafer (W), which is disposed on the susceptor (12), using a plasma that is generated due to the electric field (E). In this substrate processing apparatus (10), a plurality of electromagnets (20) are arranged on the upper surface (13a) of the upper electrode (13), said upper surface (13a) being on the reverse side of the processing space (S), and the electromagnets (20) are radially arranged with respect to the center (C) of the upper electrode (13), said center (C) facing the center of the wafer (W).

(57) 要約: 処理空間のプラズマ密度の分布を容易に変更することができる基板処理装置を提供する。高周波電力が供給されるサセプタ12と、該サセプタ12と対向して配置される上部電極13との間の処理空間Sにおいて電界Eを生じさせ、該電界Eに起因して生じるプラズマを用いてサセプタ12に載置されたウエハWにプラズマ処理を施す基板処理装置10では、上部電極13において処理空間Sとは反対側の上面13aに複数の電磁石20が配置され、各電磁石20はウエハWの中心に対向する上部電極13の中心Cに関して放射状に配置される。

WO 2013/108930 A1

WO 2013/108930 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明細書

[発明の名称] 基板処理装置

[技術分野]

[0001]

5 本発明は、磁界を用いてプラズマ密度の分布を制御する基板処理装置に関する。

[背景技術]

[0002]

従来、電界が存在する処理空間において磁界を発生させてプラズマ密度の分布を制御する基板処理装置が知られている。この基板処理装置では、処理ガスが導入された処理空間において、電界及び磁界に起因して生じるローレンツ力によって電子がドリフト運動を行って処理ガスの分子や原子と衝突し、結果としてプラズマが発生する。

[0003]

例えば、従来のマグネトロンプラズマ処理装置は、チャンバーの外側においてリング状に配置される複数の異方性セグメント柱状磁石からなるダイポールリング磁石を備え、これら複数の異方性セグメント柱状磁石による磁化の方向を少しずつずらして全体として図11に示すような一様な水平磁界Bを形成する（例えば、特許文献1参照。）。なお、図11は、従来のマグネトロンプラズマ処理装置を上から見た図（平面図）であり、磁場方向の基端側をN、先端側をS、これらから90°の位置をEおよびWで示している。

[0004]

しかしながら、このようなダイポールリング磁石によって形成される水平磁界Bは、図においてNからSの一方向のみを向いている水平磁場であり、また、このマグネトロンプラズマ処理装置では電界が上から下に向かって形成されているため、電子はローレンツ力によってEからWに向かってドリフト運動を行って進み、その結果、E側ではプラズマ密度が低く、W側ではプラズマ密度が高いという不均一なプラズマ密度の分布が生じる。

[0005]

これに対応して、ダイポールリング磁石を周方向に沿って回転させて電子のドリフト運動の向きを変化させるが、実際にはダイポール磁石の回転だけでは広範囲にプラズマ密度の分布を均一にすることはできない。

5 [0006]

また、図12に示すような回転磁石を備えた従来のマグネトロネッチング装置も知られている。

[0007]

このマグネトロネッチング装置120は、処理室121と、該処理室121
10 内において上下方向に対向配置される上部電極122及び下部電極123と、上部電極122の上方且つ外に回転可能に配設された略円板状の磁石124と、上部電極122及び下部電極123の間の空間に高周波電力を供給する高周波電源125とを備え、処理室121内にはウエハWが配置される（例えば、特許文献2参照。）。

15 [0008]

上部電極122の上方且つ外に設けられる磁石124は、処理室121内においてウエハWの表面に沿う磁界Bを形成する。磁石124はモータ等の駆動機構（図示しない）によってウエハWの表面と平行な水平面内において所望の回転速度で回転され、これによって処理室121内の空間に印加される電界Eと交叉す
20 る磁界Bが発生する。

[0009]

このマグネトロネッチング装置120では、時間平均をとるとウエハWの上方においてプラズマ密度が均一化されるが、瞬間毎ではプラズマ密度が依然として偏る。また、ローレンツ力に起因する荷電粒子、例えば、電子のドリフト運動
25 により、ウエハWの表面上のプラズマ密度及びエッチング速度（エッチングレート）は一方向に沿って減少し、電位（VDC）は逆に増大する。つまり、プラズマ密度が不均一になると共に電位が不均一となって、ウエハWの両端に各々正・

負に分極した帯電領域が発生する（チャージアップ現象）。

[0010]

そこで、特許文献1や特許文献2におけるプラズマ密度の不均一を解消するために、処理空間においてウエハWの中心に関して対称な磁界を発生させるプラズマ処理装置が本出願人によって提案されている。具体的には、図13に示すように、プラズマ処理装置130では、ウエハWに対向する処理室131の上面においてウエハWの中心に関して多数の永久磁石132を複数の環状に配置し、各永久磁石132においてウエハWに向かう磁極を調整して処理空間においてウエハWの中心から放射状に分布する磁界Bを発生させる（例えば、特許文献3参照。）。これにより、電子はローレンツ力によってウエハWの上方において該ウエハWの中心に関して旋回するようにドリフト運動を行うため、一方向に沿ってプラズマ密度が単純に減少又は増加することがなく、プラズマはウエハWの中心に関して対称に分布する。その結果、プラズマ密度の不均一が解消される。

[先行技術文献]

15 [特許文献]

[0011]

[特許文献1] 特許3375302号公報

[特許文献2] 特許3037848号公報

[特許文献3] 特許4107518号公報

20 [発明の概要]

[発明が解決しようとする課題]

[0012]

ところで、ウエハWに施すプラズマ処理の条件を変更する際に、処理空間のプラズマ密度の分布が変化する場合がある。そのため、処理室内に発生する磁界の分布（磁束密度や磁束の向き）を変化させることで、プラズマ密度の偏りを補正する必要が生ずる場合もある。

[0013]

しかしながら、上記特許文献 3 に係るプラズマ処理装置では、磁界 B の発生に永久磁石 1 3 2 を用いるので、処理室内の磁束密度を変化させるためには、処理室に対する永久磁石 1 3 2 の位置の変更を必要とする。永久磁石 1 3 2 の位置の変更を行うには、例えば、磁石駆動機構の搭載等を行う必要があり、プラズマ処理装置の構成を複雑化させる。また、処理室内の磁束の向きを変化させるためには、各磁石における処理室側の磁極の変更を必要とする。しかし、永久磁石 1 3 2 は自在に磁極を変更することができない。すなわち、上記特許文献 3 に係る永久磁石を用いた磁場を適用するプラズマ処理装置では、処理空間のプラズマ密度の分布の変化に対応した最適な磁場の分布を得ることが困難である。

10 [0014]

本発明の目的は、処理空間のプラズマ密度の分布が最適となるような磁界の分布を得ることができる基板処理装置を提供することにある。

[課題を解決するための手段]

[0015]

15 上記目的を達成するために、本発明によれば、高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因して生じるプラズマを用いて前記下部電極に載置された基板にプラズマ処理を施す基板処理装置において、前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石を備え、各前記電磁石は前記基板の中心に対向する前記上部電極の中心に関して放射状に配置されることを特徴とする基板処理装置が提供される。

[0016]

本発明において、前記複数の電磁石は複数の電磁石群に分けられ、前記電磁石群毎に、各前記電磁石が発生する磁界の磁場強度及び／又は前記電磁石の磁極が
25 制御されることが好ましい。

[0017]

本発明において、前記複数の電磁石は第 1 の電磁石群、第 2 の電磁石群及び第

3の電磁石群に分けられ、前記第1の電磁石群は前記基板の中央部に対向する前記電磁石からなり、前記第2の電磁石群は前記基板の周縁部に対向する前記電磁石からなり、前記第3の電磁石群は前記基板と対向せず、前記上部電極の中心に関して前記第2の電磁石群よりも外側に配置される前記電磁石からなり、前記第1の電磁石群の各前記電磁石における前記処理空間側の磁極は同じであり、前記第2の電磁石群の各前記電磁石における前記処理空間側の磁極は同じであり、前記第3の電磁石群の各前記電磁石における前記処理空間側の磁極は同じであることが好ましい。

[0018]

10 本発明において、前記第1の電磁石群及び前記第2の電磁石群では各前記電磁石が互いに等間隔で配置され、前記第3の電磁石群では各前記電磁石が前記上部電極の中心を中心とする円環状に配置されることが好ましい。

[0019]

15 本発明において、前記第3の電磁石群における前記電磁石の各々が発生する全磁束は、前記第1の電磁石群及び前記第2の電磁石群における前記電磁石の各々が発生する全磁束の8～12倍であることが好ましい。

[0020]

20 本発明において、前記基板に施される前記プラズマ処理の内容に応じて各前記電磁石が発生させる磁界の磁場強度及び／又は前記電磁石の磁極を変更することが好ましい。

[0021]

25 上記目的を達成するために、本発明によれば、高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因して生じるプラズマを用いて前記下部電極に載置された基板にプラズマ処理を施す基板処理装置において、前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石と、前記下部電極に接続された第1の周波数の高周波電力を供給する第1の高周波電源と、前記下部電極に

接続された、前記第 1 の周波数よりも高い第 2 の周波数の高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを備え、前記第 1 の高周波電源が前記第 1 の周波数の高周波電力を供給する際、各前記電磁石は前記処理空間において磁界を発生させず、前記第 2 の高周波電源が前記第 2 の周波数の高周波電力を供給する際、各前記電磁石は前記処理空間において磁界を発生させることを特徴とする基板処理装置が提供される。

[0 0 2 2]

上記目的を達成するために、本発明によれば、高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因してフッ素含有ガスから生じるプラズマを用いて基板に貫通孔を形成する T S V 処理を行う基板処理装置であって、前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石を備え、各前記電磁石は、前記処理空間における前記基板の周縁部に対向する部分の磁場強度が前記処理空間における前記基板の中央部に対向する部分の磁場強度よりも大きくなる磁界を発生することを特徴とする基板処理装置が提供される。

[発明の効果]

[0 0 2 3]

本発明によれば、基板処理装置の上部電極における処理空間とは反対側の上面に複数の電磁石が配置される。各電磁石は基板の中心に対向する上部電極の中心に関して放射状に配置されるので、処理空間において基板の中心から放射状に分布する磁界を発生させることができる。さらには、各電磁石へ流す電流の向きや大きさを制御することにより、発生させる磁界の磁場強度や磁束の向きを容易に制御することができる。その結果、処理空間のプラズマ密度の分布が最適となるような、磁界の分布を得ることができる。

25 [図面の簡単な説明]

[0 0 2 4]

[図 1 A] 本発明の第 1 の実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示

す断面図である。

〔図 1 B〕 本実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す図であり、
図 1 A 中の白抜き矢印に沿って基板処理装置の上部電極を眺めた図である。

〔図 2 A〕 図 1 A 及び図 1 B の基板処理装置において発生する電界及び磁界に
5 起因する電子のドリフト運動を説明するための図であり、図 1 A 及び図 1 B の基
板処理装置の断面図である。

〔図 2 B〕 図 1 A 及び図 1 B の基板処理装置において発生する電界及び磁界に
起因する電子のドリフト運動を説明するための図であり、図 2 A 中の白抜き矢印
に沿って基板処理装置の上部電極を眺めた図である。

10 〔図 3 A〕 各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強
度との関係を説明するための図である。

〔図 3 B〕 各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強
度との関係を説明するための図である。

〔図 3 C〕 各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強
15 度との関係を説明するための図である。

〔図 4 A〕 各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強
度との関係を説明するための図である。

〔図 4 B〕 各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強
度との関係を説明するための図である。

20 〔図 4 C〕 各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強
度との関係を説明するための図である。

〔図 5〕 本発明の第 2 の実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す
断面図である。

〔図 6 A〕 本実施の形態に係る基板処理装置がその一部を実行する T S V 処理
25 を説明するための工程図である。

〔図 6 B〕 本実施の形態に係る基板処理装置がその一部を実行する T S V 処理
を説明するための工程図である。

〔図 6 C〕 本実施の形態に係る基板処理装置がその一部を実行する T S V 処理を説明するための工程図である。

〔図 7 A〕 本実施の形態に係る基板処理装置がその一部を実行する T S V 処理を説明するための工程図である。

5 〔図 7 B〕 本実施の形態に係る基板処理装置がその一部を実行する T S V 処理を説明するための工程図である。

〔図 7 C〕 本実施の形態に係る基板処理装置がその一部を実行する T S V 処理を説明するための工程図である。

10 〔図 8 A〕 本発明の第 3 の実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す断面図である。

〔図 8 B〕 本発明の第 3 の実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す図であり、図 8 A 中の白抜き矢印に沿って基板処理装置の上部電極を眺めた図である。

15 〔図 9 A〕 図 8 A 及び図 8 B の基板処理装置がウエハにエッチング処理を施した際のエッチレートを示すグラフであり、処理空間において磁界を発生させない場合を示す。

〔図 9 B〕 図 8 A 及び図 8 B の基板処理装置がウエハにエッチング処理を施した際のエッチレートを示すグラフであり、処理空間において放射状の磁界を発生させた場合を示す。

20 〔図 1 0 A〕 図 8 A 及び図 8 B の基板処理装置において中央部対向群、周縁部対向群及び外側対向群における各電磁石の処理空間側の磁極を変更した場合の計算結果を説明するグラフであり、エッチレートの分布を示す。

25 〔図 1 0 B〕 図 8 A 及び図 8 B の基板処理装置において中央部対向群、周縁部対向群及び外側対向群における各電磁石の処理空間側の磁極を変更した場合の計算結果を説明するグラフであり、磁束密度の分布を示す。

〔図 1 1〕 従来のマグネトロンプラズマ処理装置における水平磁場を示す図である。

〔図 1 2〕従来のマグネトロンエッチング装置の構成を概略的に示す断面図である。

〔図 1 3〕従来のプラズマ密度の不均一を解消するプラズマ処理装置の構成を概略的に示す断面図である。

5 〔発明を実施するための形態〕

 〔 0 0 2 5 〕

 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

 〔 0 0 2 6 〕

 まず、本発明の第 1 の実施の形態に係る基板処理装置について説明する。

10 〔 0 0 2 7 〕

 図 1 A 及び図 1 B は、本実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す図であり、図 1 A に基板処理装置の断面図を示す。図 1 B は図 1 A 中の白抜き矢印に沿って基板処理装置の上部電極を眺めた図である。本基板処理装置は、基板としての半導体デバイス用のウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）W にプラ
15 ズマ処理、例えば、ドライエッチング処理を施す。

 〔 0 0 2 8 〕

 図 1 A において、基板処理装置 1 0 は、例えば、直径が 3 0 0 mm のウエハ W を収容する円筒状のチャンバ 1 1 （処理室）を有し、該チャンバ 1 1 内にはウエハ W を載置する円柱状のサセプタ 1 2 （下部電極）が下方に配置され、該サセプ
20 タ 1 2 に対向するチャンバ 1 1 の天井部は上部電極 1 3 を構成し、サセプタ 1 2 及び上部電極 1 3 は間に処理空間 S を構成する。

 〔 0 0 2 9 〕

 基板処理装置 1 0 では、不図示の排気装置によって減圧された処理空間 S においてプラズマを生じさせて該プラズマによってサセプタ 1 2 に載置されたウエハ
25 W にプラズマ処理を施す。

 〔 0 0 3 0 〕

 チャンバ 1 1 内のサセプタ 1 2 には第 1 の高周波電源 1 4 が第 1 の整合器 1 5

を介して接続されるとともに第2の高周波電源16が第2の整合器17を介して接続され、第1の高周波電源14は高い周波数、例えば、60MHzの高周波電力をサセプタ12に供給し、第2の高周波電源16は低い周波数、例えば、3.2MHzの高周波電力をサセプタ12に供給する。これにより、サセプタ12は下部電極として機能する。また、第1の整合器15及び第2の整合器17はインピーダンスを調整して高周波電力のサセプタ12への供給効率を最大にする。

[0031]

サセプタ12の上部周縁部には、該サセプタ12の中央部分が図中上方へ向けて突出するように、段差が形成される。該サセプタ12の中央部分の先端には静電電極板を内部に有するセラミックスからなる静電チャック（図示しない）が配置されている。静電チャックはクーロン力又はジョンソン・ラーベック力によってウエハWを吸着保持する。

[0032]

サセプタ12の上部周縁部における段差には、静電チャックに吸着保持されたウエハWを囲うように、フォーカスリング18が載置される。フォーカスリング18は珪素（Si）又は炭化珪素（SiC）からなり、処理空間Sにおけるプラズマの分布域をウエハW上だけでなく該フォーカスリング18上まで拡大させることができる。サセプタ12と処理空間Sを挟んで対向するチャンバ11の天井部には処理ガス導入管19が接続され、該処理ガス導入管19は処理ガスを処理空間Sへ導入する。

[0033]

基板処理装置10では、処理ガスが処理ガス導入管19から処理空間Sへ導入され、第1及び第2の高周波電源14、16からサセプタ12へ供給される高周波電力によって処理空間Sにおいて図中白抜き矢印方向、すなわち、サセプタ12から上部電極13へ向かう電界Eが発生する。電界Eは導入された処理ガスの分子や原子を励起してプラズマを生じさせる。このとき、プラズマ中のラジカルは浮遊してウエハWへ移動し、プラズマ中の陽イオンは、第1及び第2の高周波

電源 1 4、1 6 がサセプタ 1 2 に供給する高周波電力によってウエハ W に向けて引きこまれ、該ウエハ W にプラズマ処理が施される。

[0 0 3 4]

また、基板処理装置 1 0 は、上部電極 1 3 において処理空間 S とは反対側の上面 1 3 a において略放射状に配置される多数の電磁石 2 0 を備える。各電磁石 2 0 は、鉄心からなる棒状のヨーク 2 0 a と、該ヨーク 2 0 a の側面に巻回されて両端が引き出される導線からなるコイル 2 0 b とを有する。コントローラ（図示せず）によって電磁石 2 0 のコイル 2 0 b へ流す電流の値や電流の向きを制御して、該電磁石 2 0 が発生する全磁束や磁束の向きを任意に変化させることができる。

[0 0 3 5]

基板処理装置 1 0 では、図 1 B に示すように、多数の電磁石 2 0 は、ウエハ W の中心に対向する電磁石 2 0 からなる中央部対向群 2 1 （第 1 の電磁石群）と、ウエハ W の中心に対向する上部電極 1 3 の中心 C （以下、「上部電極中心 C」という。）に関して円環状に配置され、且つウエハ W の周縁部に対向する複数の電磁石 2 0 からなる周縁部対向群 2 2 （第 2 の電磁石群）と、上部電極中心 C に関して円環状に配置され、且つ周縁部対向群 2 2 よりも外側に配置されてウエハ W とは対向しない複数の電磁石 2 0 からなる外側対向群 2 3 （第 3 の電磁石群）とに分けられる。基板処理装置 1 0 では、周縁部対向群 2 2 の各電磁石 2 0 における処理空間 S 側の磁極が全て同じとなるように各電磁石 2 0 のコイル 2 0 b へ流す電流の向きが制御され、外側対向群 2 3 の各電磁石 2 0 における処理空間 S 側の磁極が全て同じとなるように各電磁石 2 0 のコイル 2 0 b へ流す電流の向きが制御される。

[0 0 3 6]

本実施の形態では、図中では中央部対向群 2 1 が 1 つの電磁石 2 0 からなるが、ウエハ W の中心に対向する上部電極中心 C に関して円環状に配置される複数の電磁石 2 0 からなってもよい。

[0037]

なお、図1A中の白抜き矢印に沿って基板処理装置10の上部電極13を処理空間S側から眺めた場合、上部電極13は透過性を有さないため、本来であれば、上部電極13の上面13aに配置される各電磁石20を見ることはできないが、
5 図中では各電磁石20の配置の説明を容易にするために、本実施の形態では、上部電極13が透過性を有するものとし、各電磁石20の配置が上部電極13を透して視認できるものとしており、後述する図2Bや図8Bにおいても同様である。

[0038]

図2A及び図2Bは、図1の基板処理装置において発生する電界及び磁界に起因する電子のドリフト運動を説明するための図であり、図2Aは図1の基板処理装置の断面図であり、図2Bは図2A中の白抜き矢印に沿って基板処理装置の上部電極を眺めた図である。

[0039]

基板処理装置10では、例えば、図2Aに示すように、中央部対向群21における電磁石20の処理空間S側の磁極をN極に設定し、周縁部対向群22及び外側対向群23における各電磁石20の処理空間S側の磁極をS極に設定すると、中央部対向群21から周縁部対向群22や外側対向群23に向けて放射状に磁界Bが発生する。このとき、上述したように、処理空間Sには電界Eが発生しているので、処理空間S中の電子は電界E及び磁界Bに起因するローレンツ力を受けてドリフトする。具体的には、図2Bにおいて手前から奥に向けて電界Eが発生し、且つ上部電極中心Cに関して放射状に磁界Bが発生するので、電子はフレミング左手の法則に従い、上部電極中心Cを中心とする円周の接線方向に加速度を受けて上部電極中心Cを中心に円状の電子軌跡Dに沿って旋回する。このとき、旋回する電子は処理空間S中の処理ガスの分子や原子と衝突してプラズマを生成
25 する。その結果、円状の電子軌跡Dに沿って円環状のプラズマが発生する。

[0040]

ところで、電界及び磁界による電子のドリフト運動の速度 v_{gE} は下記式

(1) で示される。

$$v_{gE} = E/B \quad \dots \quad (1)$$

上記式 (1) によれば、電界 E の強さが一定であるとする、磁界 B の強度 (磁場強度) が大きいほど電子のドリフト運動の速度は低下する。電子のドリフト運動の速度は低下すると、電子が或る箇所に滞在する時間が長くなるため、当該箇所において電子密度が上昇する。その結果、電子と処理ガスの分子や原子との衝突機会が増加するため、当該箇所においてプラズマ密度が上昇する。すなわち、電磁石 20 によって或る箇所の磁場強度を大きくすると、当該箇所のプラズマ密度を高くすることができる。

10 [0 0 4 1]

したがって、中央部対向群 21、周縁部対向群 22 及び外側対向群 23 における各電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を調整することにより、処理空間 S において発生する磁界 B の形態を変化させて所望の箇所に磁場強度の大きい部分を作り出し、当該所望の箇所のプラズマ密度を高くすることができる。

15 [0 0 4 2]

図 3A 乃至図 3C 及び図 4A 乃至図 4C は、各電磁石の処理空間側の磁極と処理空間において発生する磁界の強度との関係を説明するための図である。

[0 0 4 3]

図 3A は、中央部対向群 21 における電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、周縁部対向群 22 における各電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定し、且つ外側対向群 23 における各電磁石 20 のコイル 20b へ通電せずに磁束を発生させない場合を示す。

[0 0 4 4]

この場合、磁界 B が中央部対向群 21 から周縁部対向群 22 へ向けて発生し、中央部対向群 21 及び周縁部対向群 22 の間において磁場強度が最大となるため、中央部対向群 21 及び周縁部対向群 22 の間においてプラズマ密度を高くすることができる。

[0045]

図3Bは、中央部対向群21における電磁石20のコイル20bへ通電せずに磁束を発生させず、周縁部対向群22における各電磁石20の処理空間S側の磁極をS極に設定し、且つ外側対向群23における各電磁石20の処理空間S側の
5 磁極をN極に設定する場合を示す。

[0046]

この場合、磁界Bが外側対向群23から周縁部対向群22へ向けて発生し、外側対向群23及び周縁部対向群22の間において磁場強度が最大となるため、外側対向群23及び周縁部対向群22の間においてプラズマ密度を高くすることが
10 できる。

[0047]

図3Cは、中央部対向群21における電磁石20の処理空間S側の磁極をN極に設定し、周縁部対向群22における各電磁石20の処理空間S側の磁極をS極に設定し、且つ外側対向群23における各電磁石20の処理空間S側の磁極をN
15 極に設定する場合を示す。

[0048]

この場合、磁界Bが中央部対向群21から周縁部対向群22へ向けて発生するとともに外側対向群23から周縁部対向群22へ向けて発生し、中央部対向群21及び周縁部対向群22の間、並びに外側対向群23及び周縁部対向群22の間
20 において磁場強度が比較的大きくなるため、中央部対向群21及び周縁部対向群22の間、並びに外側対向群23及び周縁部対向群22の間においてプラズマ密度を高くすることができる。

[0049]

図4Aは、中央部対向群21における電磁石20の処理空間S側の磁極をN極に設定し、周縁部対向群22における各電磁石20の処理空間S側の磁極をS極に設定し、且つ外側対向群23における各電磁石20の処理空間S側の磁極をS
25 極に設定する場合を示す。

[0050]

この場合、磁界Bが中央部対向群21から周縁部対向群22や外側対向群23
へ向けて発生し、中央部対向群21及び周縁部対向群22の間において磁界Bが
重畳されるために磁場強度が最大となるとともに、外側対向群23及び周縁部対
5 向群22の間において磁場強度が比較的大きくなるため、中央部対向群21及び
周縁部対向群22の間、並びに外側対向群23及び周縁部対向群22の間におい
てプラズマ密度を高くすることができる。なお、プラズマ密度は磁場強度に応じ
て変化するため、外側対向群23及び周縁部対向群22の間におけるプラズマ密
度よりも中央部対向群21及び周縁部対向群22の間におけるプラズマ密度の方
10 が高い。

[0051]

図4Bは、中央部対向群21における電磁石20の処理空間S側の磁極をN極
に設定し、周縁部対向群22における各電磁石20の処理空間S側の磁極をN極
に設定し、且つ外側対向群23における各電磁石20の処理空間S側の磁極をS
15 極に設定する場合を示す。

[0052]

この場合、磁界Bが中央部対向群21や周縁部対向群22から外側対向群23
へ向けて発生し、外側対向群23及び周縁部対向群22の間において磁界Bが重
畳されるために磁場強度が最大となるとともに、中央部対向群21及び周縁部対
20 向群22の間において磁場強度が比較的大きくなるため、中央部対向群21及び
周縁部対向群22の間、並びに外側対向群23及び周縁部対向群22の間におい
てプラズマ密度を高くすることができる。なお、この場合では、中央部対向群2
1及び周縁部対向群22の間におけるプラズマ密度よりも外側対向群23及び周
縁部対向群22の間におけるプラズマ密度の方が高い。

25 [0053]

図4Cは、中央部対向群21における電磁石20の処理空間S側の磁極をN極
に設定し、周縁部対向群22における各電磁石20のコイル20bへ通電せずに

磁束を発生させず、且つ外側対向群 2 3 における各電磁石 2 0 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定する場合を示す。

[0 0 5 4]

この場合、磁界 B が中央部対向群 2 1 から外側対向群 2 3 へ向けて発生し、中央部対向群 2 1 及び外側対向群 2 3 の間、具体的には周縁部対向群 2 2 の対向部において磁場強度が最大となるため、周縁部対向群 2 2 の対向部においてプラズマ密度を高くすることができる。

[0 0 5 5]

本実施の形態に係る基板処理装置 1 0 によれば、上部電極 1 3 において処理空間 S とは反対側の上面 1 3 a において略放射状に配置される複数の電磁石 2 0 を備えるので、処理空間においてウエハ W の中心から放射状に分布する磁界 B を発生させることができるとともに、各電磁石 2 0 へ流す電流の向きや大きさを変化させることにより、発生させる磁界 B の磁束密度や磁束の向きを容易に制御することができる。その結果、処理空間のプラズマ密度の分布が最適となるような磁界の分布を得ることができる。

[0 0 5 6]

処理空間 S におけるプラズマ密度の分布は、プラズマ処理の内容、例えば、処理ガスの種類や高周波電力のパワー、周波数に応じて変わるが、基板処理装置 1 0 を用いることにより、所望のプラズマ密度の分布を実現することができる。例えば、処理空間 S において均一なプラズマ密度の分布を実現したい場合において、電界 E のみによって発生するプラズマ密度の分布が処理空間 S の中央部において高くなる分布であれば、上述した図 3 B や図 4 B の場合のように、外側対向群 2 3 及び周縁部対向群 2 2 の間において磁場強度を最大にして外側対向群 2 3 及び周縁部対向群 2 2 の間においてプラズマ密度を高くすればよい。これにより、電界 E のみによって発生するプラズマ密度の分布（処理空間 S の中央部で密）、及び磁界 B によって発生するプラズマ密度の分布（処理空間 S の周縁部で密）が重畳されて均一なプラズマ密度の分布を実現することができる。

[0057]

また、電界Eのみによって発生するプラズマ密度の分布が処理空間Sの周縁部において高くなる分布であれば、上述した図3Aや図4Aの場合のように、中央部対向群21及び周縁部対向群22の間において磁場強度を最大にして中央部対向群21及び周縁部対向群22の間においてプラズマ密度を高くすればよい。これにより、電界Eのみによって発生するプラズマ密度の分布（処理空間Sの周縁部で密）、及び磁界Bによって発生するプラズマ密度の分布（処理空間Sの中央部で密）が重畳されて均一なプラズマ密度の分布を実現することができる。

[0058]

すなわち、基板処理装置10では、ウエハWに施されるプラズマ処理の条件に応じて各電磁石20が発生させる磁界の磁場強度及び／又は電磁石20の磁極を変更することにより、ウエハWに施すプラズマ処理の条件を変更する際、磁界Bの発生条件を制御して変更前及び変更後のプラズマ処理条件のそれぞれに最適なプラズマ密度の分布を実現することができる。

15 [0059]

次に、本発明の第2の実施の形態に係る基板処理装置について説明する。

[0060]

本実施の形態は、その構成、作用が上述した第1の実施の形態と基本的に同じであるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

20 [0061]

図5は、本実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す断面図である。

[0062]

図5において、基板処理装置24は、高周波電力を供給する3つの高周波電源を備える。具体的には、サセプタ12に第1の高周波電源25が第1の整合器26を介して接続され、第2の高周波電源27が第2の整合器28を介して接続され、且つ第3の高周波電源29が第3の整合器30を介して接続され、第1の高

周波電源 25 は例えば、40 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給し、第 2 の高周波電源 27 は例えば、100 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給し、且つ第 3 の高周波電源 29 は例えば、3.2 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給する。

5 [0063]

基板処理装置 24 では、プラズマ処理の条件に応じて、第 1 の高周波電源 25、第 2 の高周波電源 27 及び第 3 の高周波電源 29 からサセプタ 12 に高周波電力を供給する。なお、サセプタ 12 へは 3 つの高周波電源 25、27、29 から高周波電力が供給されなくてもよく、例えば、3 つの高周波電源 25、27、29
10 のうちから選択された 1 つ又は 2 つの高周波電源から高周波電力が供給されてもよい。本実施の形態では 3 つの高周波電源 25、27、29 がサセプタ 12 に接続されているが、サセプタ 12 には 4 つ以上の高周波電源が接続されていてもよく、さらに、サセプタ 12 に高周波電源が接続されることがなく、上部電極へ高周波電源が接続されて該上部電極から高周波電力が処理空間 S に供給されてもよい。
15 い。

[0064]

ところで、例えば、特開 2007-266533 号公報において開示されるように、サセプタ等の下部電極に高周波電力を供給して低圧下で高密度のプラズマを生成する際、近年の加工微細化要求に対応するために高周波電力の周波数が高
20 くなると、当該高周波電力によって生じる高周波電流が上部電極や下部電極の中心部に集まり、処理空間に生成されるプラズマ密度も処理空間の中央部が処理空間の周縁部より高くなり、その結果、ウエハ W に施されるプラズマ処理の面内均一性が低下するという問題がクローズアップされてきている。

[0065]

25 本実施の形態では、上述の高周波電源の周波数が高くなる場合に生ずるプラズマ密度の不均一な分布に対応するために、サセプタ 12 へ供給される高周波電力の周波数に応じて各電磁石 20 を制御して発生させる磁界の磁場強度及び／又は

電磁石 20 の磁極を変化させる。

[0066]

例えば、第 2 の高周波電源 27 が 100 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給する場合、処理空間 S では中央部で密なプラズマ密度分布が生じるが、これ
5 に対応して、例えば、上述した図 3 B や図 4 B の場合のように、周縁部対向群 22 における各電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定し、且つ外側対向群 23 における各電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定するか、若しくは、中央部対向群 21 における電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、周縁部対向群 22 における各電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、且
10 つ外側対向群 23 における各電磁石 20 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定する。これにより、外側対向群 23 及び周縁部対向群 22 の間において磁場強度が最大となる磁界 B を発生させることができ、該磁界 B によって処理空間 S の周縁部で密なプラズマ密度分布を生じさせることができる。

[0067]

15 その結果、処理空間 S において中央部で密なプラズマ密度分布と、周縁部で密なプラズマ密度分布とを重畳することができ、処理空間 S において均一なプラズマ密度の分布を実現することができる。

[0068]

第 1 の高周波電源 25 が 40 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給する場合、
20 処理空間 S では比較的均一なプラズマ密度分布が生じるため、該プラズマ密度分布を磁界 B によって乱さないように、中央部対向群 21、周縁部対向群 22 及び外側対向群 23 における全ての電磁石 20 のコイル 20b に通電しないことによって磁界 B を生じさせない。

[0069]

25 本実施の形態に係る基板処理装置 24 によれば、第 2 の高周波電源 27 が 100 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給する場合、外側対向群 23 及び周縁部対向群 22 の間において磁場強度が最大となる磁界 B を発生させ、第 1 の高周

波電源 25 が 40 MHz の高周波電力をサセプタ 12 に供給する場合、全ての電
磁石 20 のコイル 20b に通電しないことによって磁界 B を生じさせないので、
サセプタ 12 へ供給される高周波電力の周波数にかかわらず、処理空間 S におい
て均一なプラズマ密度分布を実現することができ、もって、プラズマ処理におけ
るウエハ W の面内均一性が低下するのを防止することができる。

[0070]

上述した基板処理装置 24 では、第 3 の高周波電源 29 は 3.2 MHz の高周
波電力をサセプタ 12 に供給したが、第 3 の高周波電源 29 は 13 MHz の高周
波電力をサセプタ 12 に供給してもよい。

10 [0071]

次に、本発明の第 3 の実施の形態に係る基板処理装置について説明する。

[0072]

本実施の形態は、その構成、作用が上述した第 1 の実施の形態と基本的に同じ
であるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、
作用についての説明を行う。

[0073]

図 6A 乃至図 6C 及び図 7A 乃至図 7C は、本実施の形態に係る基板処理装置
がその一部を実行する TSV (Through Silicon Via) 処理を説明するための工程
図である。TSV 処理とは、半導体デバイスを構成するために積層されるチップ
間の電気的な接続を得るために、チップのシリコン層に貫通ビアを形成して、立
体的な配線構造を得るための処理方法である。

[0074]

まず、ウエハ W の表面にトランジスタ 31 を形成し、該トランジスタ 31 が形
成されたウエハ W 上にさらに層間絶縁膜 32 を形成する (図 6A)。

25 [0075]

次いで、層間絶縁膜 32 上に配線構造 33 を形成する。この配線構造 33 では、
層間絶縁膜 32 上に配線層 34 及び絶縁膜 35 が交互に複数層に亘って積層され

るとともに、絶縁膜 3 5 を貫通して上下の配線層 3 4 間を電氣的に接続する配線を実現するためのビアホール 3 6 が形成される（図 6 B）。

[0 0 7 6]

次いで、ウエハ W を上下反転させて光反応性の接着剤 G を介してサポートウエハ S W と貼り合わせることによって貼り合わせウエハ L W を構成する。サポートウエハ S W は、ウエハ W の裏面 W b を研削して薄化したときに、該薄化されたウエハ W を補強して反りを防ぐ支持体となる基板であり、例えば、厚さが数 1 0 μ m のシリコン板又は石英ガラスからなる。さらに、貼り合わせウエハ L W を、例えば、研削装置に備えられたサポートに支持させてウエハ W の裏面 W b を、研削
10 前の厚さ T 1 が所定厚さ T 2 、例えば、5 0 ～ 2 0 0 μ m になるまで研削する（図 6 C）。

[0 0 7 7]

次いで、ウエハ W の裏面 W b にレジスト（図示しない）を塗布し、さらに露光・現像することによってビアホール形成用のレジストパターン（図示しない）
15 を形成し、該貼り合わせウエハ L W へ、後述する基板処理装置 3 9 によってドライエッチング処理を施して、例えば、直径が 1 ～ 1 0 μ m のビアホール V を形成する。さらに、貼り合わせウエハ L W の裏面 W b に残存するレジストを後述する基板処理装置 3 9 が実行するアッシング処理によって除去する（図 7 A）。なお、ビアホール V の深さは、ウエハ W の裏面 W b を研削して薄化した後のウエハ W の
20 基体自体の厚さに相当し、例えば、5 0 ～ 2 0 0 μ m である。

[0 0 7 8]

次いで、ビアホール V の内周面に、例えば、ポリイミドからなる絶縁膜 3 7 を形成し、内周面が絶縁膜 3 7 で被覆されたビアホール V 内に、例えば、電解めっき法によって貫通電極 3 8 を形成する（図 7 B）。

25 [0 0 7 9]

次いで、例えば、紫外光（U V 光）を照射することによって接着剤 G の接着力を低下させた後、サポートウエハ S W をウエハ W から剥がすことにより、薄化さ

れ且つ貫通電極 38 が形成されたウエハ W からなるチップ P を得ることができる
(図 7 C)。

[0080]

図 8 A 及び図 8 B は、本実施の形態に係る基板処理装置の構成を概略的に示す
5 図であり、図 8 A は断面図であり、図 8 B は図 8 A 中の白抜き矢印に沿って基板
処理装置の上部電極を眺めた図である。本基板処理装置は、ウエハにプラズマ処
理、例えば、上述した図 6 及び図 7 の T S V 処理におけるドライエッチング処理
やアッシング処理を施す。

[0081]

10 図 8 A において、基板処理装置 39 は、上部電極 13 の上面 13 a に配置され
る 2 種類の多数の電磁石 40 及び電磁石 41 を備える。各電磁石 40 は、円棒状
のヨーク 40 a と、該ヨーク 40 a の側面に巻回されるコイル 40 b とを有し、
各電磁石 41 も、電磁石 40 と同様に、円棒状のヨーク 41 a と、該ヨーク 41
a の側面に巻回されるコイル 41 b とを有する。

15 [0082]

電磁石 40 において、ヨーク 40 a は直径が 6.5 ~ 7.5 mm の鉄心からな
り、側面に銅線が 180 ~ 200 回ほど巻回されてコイル 40 b が構成される。
また、電磁石 41 において、ヨーク 41 a は直径が 26 ~ 28 mm の鉄心からな
り、側面に銅線が 1300 ~ 1500 回ほど巻回されてコイル 41 b が構成され
20 る。

[0083]

電磁石 40 や電磁石 41 ではコイル 40 b 又はコイル 41 b へ流す電流の値や
電流の向きを制御することにより、電磁石 40 や電磁石 41 が発生する全磁束や
磁束の向きを変化させることができる。

25 [0084]

一般に電磁石が発生させる全磁束は下記式 (2) で示される。

全磁束 = 起磁力 / 磁気抵抗 … (2)

全磁束は鉄心であるヨークの一端から生じる全ての磁力線の量であり、単位はWb（ウェーバ）で示され、起磁力はいわゆる磁気回路において磁束を発生させる力であり、単位はAT（アンペアターン）で示される。起磁力は、具体的にヨークに巻回されたコイルの巻回数と、該コイルに流れる電流の積で示される。したがって、コイルの巻回数が多くなり、該コイルに流れる電流の値が大きいほど、起磁力は大きくなる。また、磁気抵抗は磁気回路において磁束の流れにくさを表す指標であり、下記式（3）で示される。

$$\text{磁気抵抗} = \text{磁路長} / (\text{透磁率} \times \text{磁路断面積}) \quad \cdots \quad (3)$$

磁路長はヨークの長さであり、透磁率はヨークの透磁率であり、磁路断面積はヨークの断面積である。したがって、ヨークが長くなり、ヨークの直径が小さくなるほど、磁気抵抗は大きくなる。

[0085]

電磁石40及び電磁石41に関し、ヨーク40a及びヨーク41aの長さは同じであり、ヨーク40a及びヨーク41aの透磁率は同じであり、コイル40b及びコイル41bに流れる電流の値はほぼ同じ（コイル40bにはピークで0.78Aの電流が流れ、コイル41bにはピークで0.70Aの電流が流れる）であるが、コイル41bの巻回数がコイル40bの巻回数よりも多いので、電磁石41の起磁力が電磁石40の起磁力よりも大きく、ヨーク41の直径がヨーク40の直径よりも大きいので、電磁石41の磁気抵抗が電磁石40の磁気抵抗よりも小さくなる。したがって、電磁石41が発生する全磁束は電磁石40が発生する全磁束よりも大きくなり、具体的に、電磁石41が発生する全磁束は電磁石40が発生する全磁束の8～12倍となる。

[0086]

基板処理装置39では、図8Bに示すように、電磁石40及び電磁石41は、ウエハWの中心に対向する複数の電磁石40からなる中央部対向群42（第1の電磁石群）と、該中央部対向群42を囲むように配置される複数の電磁石40からなる周縁部対向群43（第2の電磁石群）と、上部電極中心Cに関して円環状

に配置され、且つ周縁部対向群 4 3 よりも外側に配置されてウエハ W とは対向しない複数の電磁石 4 1 からなる外側対向群 4 4 （第 3 の電磁石群）とに分けられる。中央部対向群 4 2 及び周縁部対向群 4 3 において、各電磁石 4 0 は上部電極 1 3 の半径方向及び周方向のそれぞれに関して互いに等間隔で配置され、且つ略放射状に配列される。また、外側対向群 4 4 では各電磁石 4 1 が上部電極 1 3 の周方向に沿って一重環状に配列される。なお、図 8 A 及び図 8 B において、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 を破線で示す。

[0087]

中央部対向群 4 2 は上部電極中心 C からその中心までの距離が 7 4. 4 mm （図 8 B 中に L 1 で示す）以下の複数の電磁石 4 0 から構成され、周縁部対向群 4 3 は上部電極中心 C からその中心までの距離が 7 4. 4 mm より大、且つ 1 4 8. 8 mm （図 8 B 中に L 2 で示す）以下の複数の電磁石 4 0 から構成され、外側対向群 4 4 は上部電極中心 C からその中心までの距離 L 3 が 1 9 0 mm （図 8 B 中に L 3 で示す）の複数の電磁石 4 1 から構成される。なお、図 8 A 及び図 8 B において、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 を破線で示す。

[0088]

中央部対向群 4 2 及び周縁部対向群 4 3 では各電磁石 4 0 における処理空間 S 側の磁極が全て同じとなるように各電磁石 4 0 のコイル 4 0 b へ流す電流の向きが設定され、外側対向群 4 4 では各電磁石 4 1 における処理空間 S 側の磁極が全て同じとなるように各電磁石 4 1 のコイル 4 1 b へ流す電流の向きが設定される。

[0089]

ところで、処理ガスとしてフッ素含有ガス及び酸素ガスの混合ガス、例えば、SF₆ ガス及び O₂ ガスの混合ガスを用い、該処理ガスからプラズマを発生させて TSV 処理をウエハ W に施す場合、処理空間 S の中央部のプラズマ密度が処理空間 S の周縁部のプラズマ密度より高くなり、結果として、図 9 A のグラフに示すように、ウエハ W の中央部のエッチレートがウエハ W の周縁部のエッチレートよりも高くなることが知られている。

[0090]

本実施の形態に係る基板処理装置39では、これに対応して、中央部対向群42における電磁石40の処理空間S側の磁極をN極に設定し、周縁部対向群43における各電磁石40の処理空間S側の磁極及び外側対向群44における各電磁石41の処理空間S側の磁極をS極に設定する。

[0091]

この場合、図8A及び図8Bに示すように、中央部対向群42から周縁部対向群43や外側対向群44に向けて放射状に磁界Bが発生する。発生する磁界Bとしては、上述したように、外側対向群44における各電磁石41が発生する全磁束が、中央部対向群42や周縁部対向群43における各電磁石40が発生する全磁束よりも大きいため、処理空間Sの中央部の磁場強度よりも処理空間Sの周縁部の磁場強度が大きい磁界Bとなり、ほぼ外側対向群44の近傍、すなわち、処理空間Sの周縁部で磁場強度が最大の磁界Bとなる（後述する図10B参照。）。

[0092]

このとき、第1の高周波電源14がサセプタ12へ供給する高周波電力によって図8Bにおいて手前から奥に向けて電界Eが発生しているので、電子はフレミング左手の法則に従い、上部電極中心Cを中心に円状の電子軌跡Dに沿って旋回するが、処理空間Sの周縁部で磁場強度が最大となるため、処理空間Sの周縁部で数多くの電子が旋回し、結果として、処理空間Sの周縁部で多くのプラズマが生成されてプラズマ密度が高くなる。これにより、エッチング処理に付随して発生するプラズマ密度の分布（処理空間Sの中央部で密）、及び基板処理装置39が発生させる磁界Bによって発生するプラズマ密度の分布（処理空間Sの周縁部で密）が重畳されて均一なプラズマ密度の分布を実現することができる。

[0093]

図9Bは、図8の基板処理装置39が磁界Bが発生させつつ、ウエハWへエッチング処理を施した際のエッチングレート分布のグラフを示す。

[0094]

図 9 B のグラフが示すように、エッチング処理の際に基板処理装置 3 9 が中央部対向群 4 2 における電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、周縁部対向群 4 3 における各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極及び外側対向群 4 4 における各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定して磁界 B を発生させると、
5 ウエハ W の前面においてほぼ均一なエッチレートを実現することができる。

[0 0 9 5]

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、基板処理装置 3 9 において中央部対向群 4 2 、周縁部対向群 4 3 及び外側対向群 4 4 における各電磁石 4 0 、電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を変更した場合の計算結果を説明するグラフであり、図 1 0 A はエッチ
10 レートの分布を示し、図 1 0 B は磁束密度の分布を示す。

[0 0 9 6]

細破線は全ての電磁石 4 0 、電磁石 4 1 が磁束を発生しない場合を示す（比較例 1）。細実線は、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、周縁部対向群 4 3 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定し、且つ外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 が磁束を発生しない場合を示す（比較
15 例 2）。太破線は、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、周縁部対向群 4 3 の各電磁石 4 0 は磁束を発生せず、且つ外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定した場合を示す（実施例 1）。太実線は、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を
20 N 極に設定し、周縁部対向群 4 3 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定し、且つ外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定した場合を示す（実施例 2）。

[0 0 9 7]

図 1 0 B のグラフにおける実施例 1 及び実施例 2 より、中央部対向群 4 2 の各
25 電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、且つ外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定すれば、処理空間 S の周縁部、具体的には、ウエハ W のやや外側であるウエハ W の中心から 1 5 0 ～ 1 6 0 mm の範囲

で磁場強度（各グラフでは磁束密度で代用して示す）が最大となる磁界Bを得られることが分かった。

[0098]

また、実施例1及び実施例2に示すように、ウエハWの面内においてほぼ均一なエッチレートを実現することができたのは、外側対向群44をウエハWと対向しない場所、具体的には、ウエハWの外側に設けたので、ウエハWのやや外側で磁場強度が最大となる磁界Bを得ることができ、もって、処理空間SにおけるウエハWの対向する部分の全域に亘ってプラズマ密度をほぼ均一にすることができたためと推察された。

10 [0099]

また、実施例2において磁場強度が、処理空間Sの中心（ウエハWの中心）から処理空間Sの周縁部（ウエハWの中心から150～160mmの範囲）にかけて滑らかに立ち上がらず、特に周縁部対向群43に対向する部分（ウエハWの中心から70～100mmの範囲）において段差を形成するのは、周縁部対向群43の各電磁石40の処理空間S側の磁極と、外側対向群44の各電磁石41の処理空間S側の磁極とが同じS極であり、周縁部対向群43の各電磁石40から発生する磁束と外側対向群44の各電磁石41から発生する磁束が打ち消しあったためであると推察された。

[0100]

20 本実施の形態に係る基板処理装置39によれば、上部電極13の上面13aに配置される2種類の多数の電磁石40及び電磁石41は、ウエハWの中心に対向する中央部対向群42と、該中央部対向群42を囲む周縁部対向群43と、周縁部対向群43よりも外側に配置されてウエハWとは対向しない外側対向群44とに分けられ、処理空間Sの中央部の磁場強度よりも処理空間Sの周縁部の磁場強度
25 度が大きい磁界Bを発生するので、TSV処理で発生する処理空間Sの中央部が処理空間Sの周縁部よりも高くなるプラズマ密度の分布を改善することができる。

[0101]

上述した基板処理装置 3 9 では、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定し、且つ外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定したが、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極と外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極とが反対であれば、

- 5 処理空間 S の中央部の磁場強度よりも処理空間 S の周縁部の磁場強度が大きい磁界 B を発生することができるので、中央部対向群 4 2 の各電磁石 4 0 の処理空間 S 側の磁極を S 極に設定し、且つ外側対向群 4 4 の各電磁石 4 1 の処理空間 S 側の磁極を N 極に設定してもよい。

[0 1 0 2]

- 10 上述した基板処理装置 3 9 では、図 9 A のグラフに示す、ウエハ W の中心から約 7.5 mm 近傍に位置するエッチレートの変曲点に合わせるように、中央部対向群 4 2 が電極中心 C からその中心までの距離が 74.4 mm までの電磁石 4 0 で構成され、周縁部対向群 4 3 が電極中心 C からその中心までの距離が 74.4 mm より大きい電磁石 4 0 で構成される。すなわち、中央部対向群 4 2 及び周縁部対向群 4 3 の境界は電極中心 C から 74.4 mm に設定されるが、中央部対向群 4 2 及び周縁部対向群 4 3 の境界は変更可能であり、処理空間 S のプラズマ密度の分布が最適となるような磁界 B の分布を得るために、当該境界は変更されてもよい。

[0 1 0 3]

- 20 また、複数の電磁石 4 0 は中央部対向群 4 2 及び周縁部対向群 4 3 のみに分けられる必要はなく、エッチング処理に付随して発生するプラズマ密度の分布を磁界 B によって発生するプラズマ密度の分布で補完して均一なプラズマ密度の分布を実現すべく、複数の電磁石 4 0 を 1 つ又は 3 つ以上の電磁石群に分け、処理空間 S のプラズマ密度の分布が最適となるような磁界 B の分布を得てもよい。

- 25 [0 1 0 4]

なお、中央部対向群 4 2 及び周縁部対向群 4 3 の境界の変更や、電磁石群の数の変更は、コントローラによって各電磁石 4 0 のコイル 4 0 b へ流す電流の値や

電流の向きを制御して各電磁石 40 が発生する磁界 B の強度及び／又は各電磁石 40 の磁極を変更することによって行う。

[0105]

以上、本発明について、上記各実施の形態を用いて説明したが、本発明は上記

5 各実施の形態に限定されるものではない。

[0106]

本出願は、2012年1月18日に出願された日本出願第2012-008019号に基づく優先権を主張するものであり、当該日本出願に記載された全内容を本出願に援用する。

10 [符号の説明]

[0107]

B 磁界

D 電子軌跡

E 電界

15 S 処理空間

W ウエハ

10, 24, 39 基板処理装置

11 チャンバ

12 サセプタ

20 13 上部電極

14 第1の高周波電源

16 第2の高周波電源

20, 40, 41 電磁石

21, 42 中央部対向群

25 22, 43 周縁部対向群

23, 44 外側対向群

請求の範囲

[請求項 1]

高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因して生じるプラズマを用いて前記下部電極に載置された基板にプラズマ処理を施す基板処理装置において、

前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石を備え、

各前記電磁石は前記基板の中心に対向する前記上部電極の中心に関して放射状に配置されることを特徴とする基板処理装置。

[請求項 2]

前記複数の電磁石は複数の電磁石群に分けられ、前記電磁石群毎に、各前記電磁石が発生する磁界の磁場強度及び／又は前記電磁石の磁極が制御されることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

15 [請求項 3]

前記複数の電磁石は第 1 の電磁石群、第 2 の電磁石群及び第 3 の電磁石群に分けられ、前記第 1 の電磁石群は前記基板の中央部に対向する前記電磁石からなり、前記第 2 の電磁石群は前記基板の周縁部に対向する前記電磁石からなり、前記第 3 の電磁石群は前記基板と対向せず、前記上部電極の中心に関して前記第 2 の電磁石群よりも外側に配置される前記電磁石からなり、

前記第 1 の電磁石群の各前記電磁石における前記処理空間側の磁極は同じであり、前記第 2 の電磁石群の各前記電磁石における前記処理空間側の磁極は同じであり、前記第 3 の電磁石群の各前記電磁石における前記処理空間側の磁極は同じであることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

25 [請求項 4]

前記第 1 の電磁石群及び前記第 2 の電磁石群では各前記電磁石が互いに等間隔で配置され、前記第 3 の電磁石群では各前記電磁石が前記上部電極の中心を中心

とする円環状に配置されることを特徴とする請求項 3 記載の基板処理装置。

〔請求項 5〕

- 前記第 3 の電磁石群における前記電磁石の各々が発生する全磁束は、前記第 1 の電磁石群及び前記第 2 の電磁石群における前記電磁石の各々が発生する全磁束の 8 ～ 12 倍であることを特徴とする請求項 4 記載の基板処理装置。

〔請求項 6〕

前記基板に施される前記プラズマ処理の内容に応じて各前記電磁石が発生させる磁界の磁場強度及び／又は前記電磁石の磁極を変更することを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

- 10 〔請求項 7〕

高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因して生じるプラズマを用いて前記下部電極に載置された基板にプラズマ処理を施す基板処理装置において、

- 15 前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石と、

前記下部電極に接続された第 1 の周波数の高周波電力を供給する第 1 の高周波電源と、

- 20 前記下部電極に接続された、前記第 1 の周波数よりも高い第 2 の周波数の高周波電力を供給する第 2 の高周波電源とを備え、

前記第 1 の高周波電源が前記第 1 の周波数の高周波電力を供給する際、各前記電磁石は前記処理空間において磁界を発生させず、

前記第 2 の高周波電源が前記第 2 の周波数の高周波電力を供給する際、各前記電磁石は前記処理空間において磁界を発生させることを特徴とする基板処理装置。

- 25 〔請求項 8〕

高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因してフッ素含有ガス

から生じるプラズマを用いて基板に貫通孔を形成するTSV処理を行う基板処理装置であって、

前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石を備え、

- 5 各前記電磁石は、前記処理空間における前記基板の周縁部に対向する部分の磁場強度が前記処理空間における前記基板の中央部に対向する部分の磁場強度よりも大きくなる磁界を発生することを特徴とする基板処理装置。

図2A

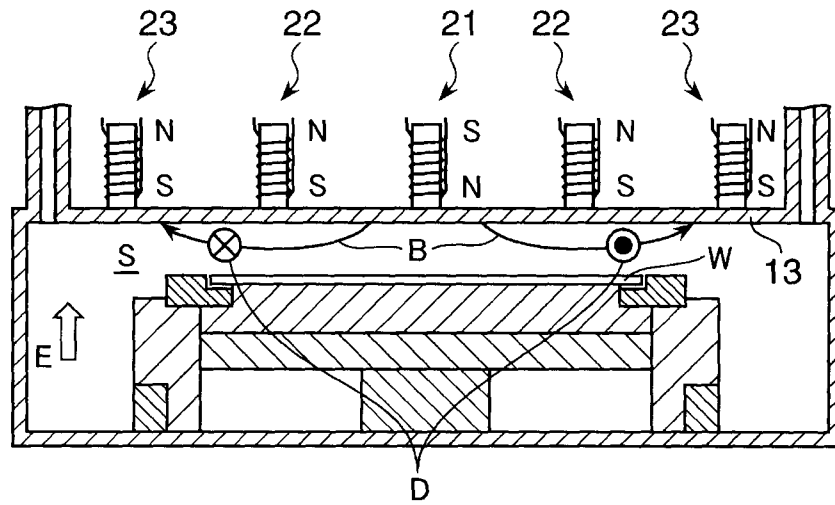
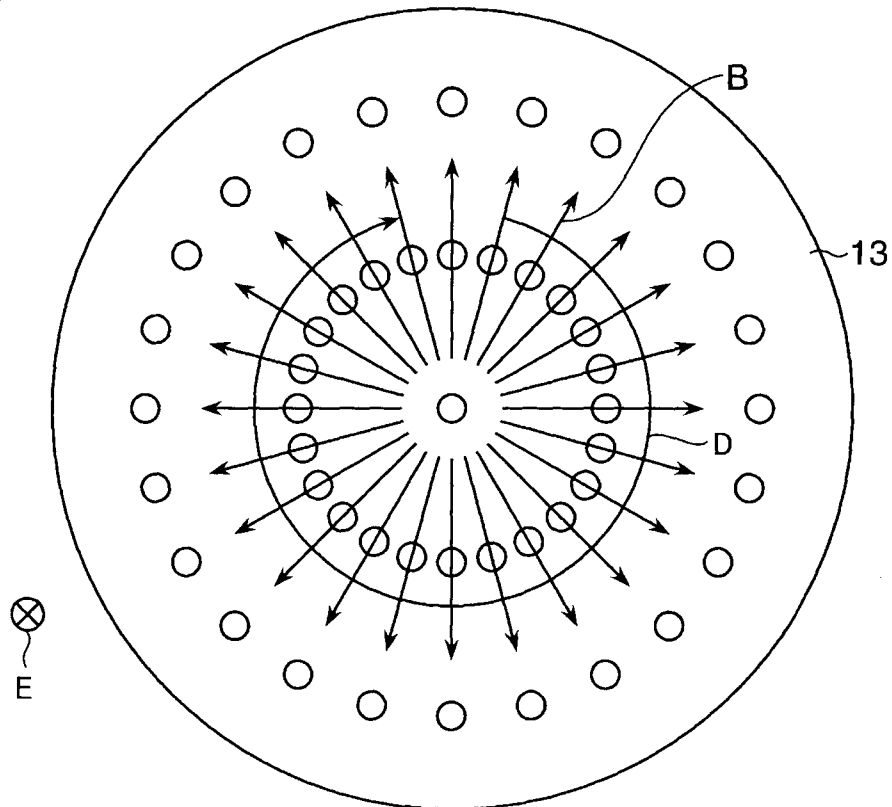


图 2B



3/12

図3A

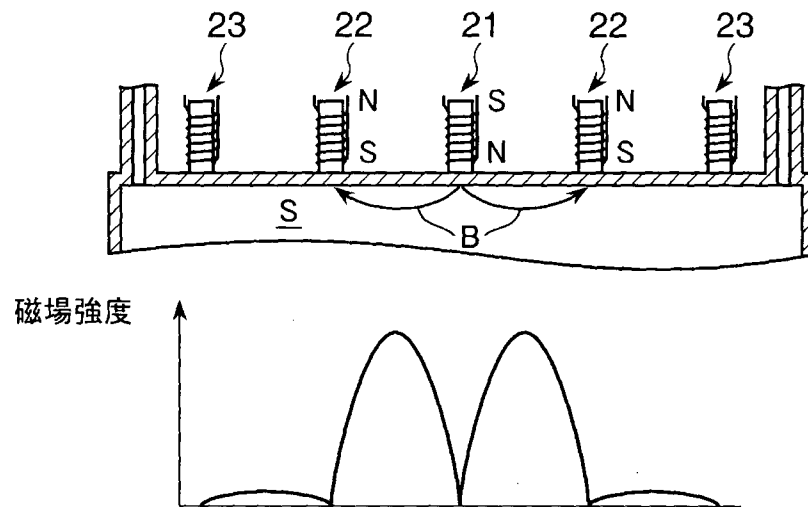


図3B

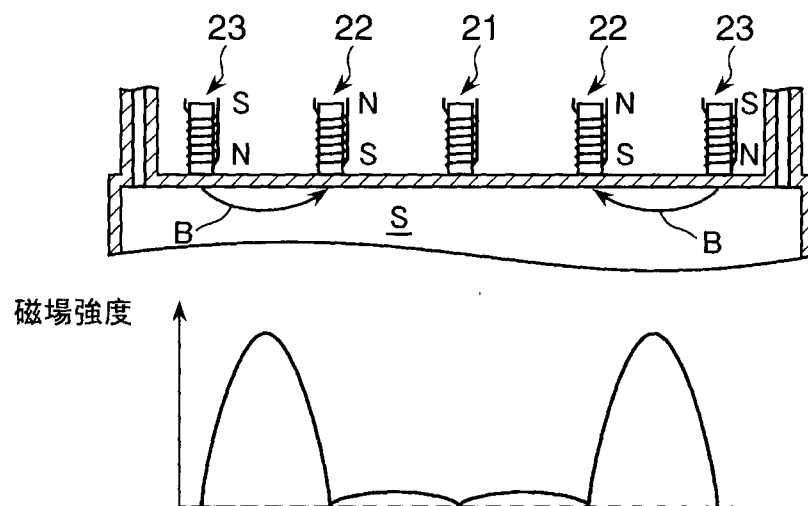
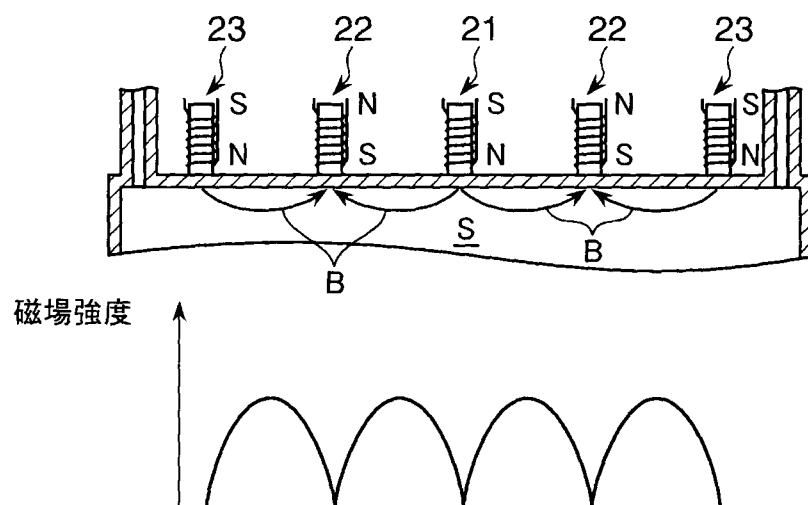


図3C



4/12

図4A

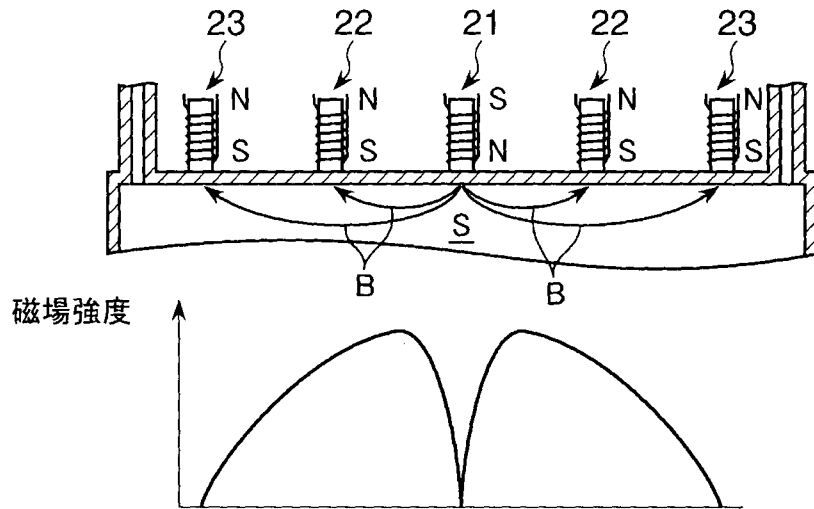


図4B

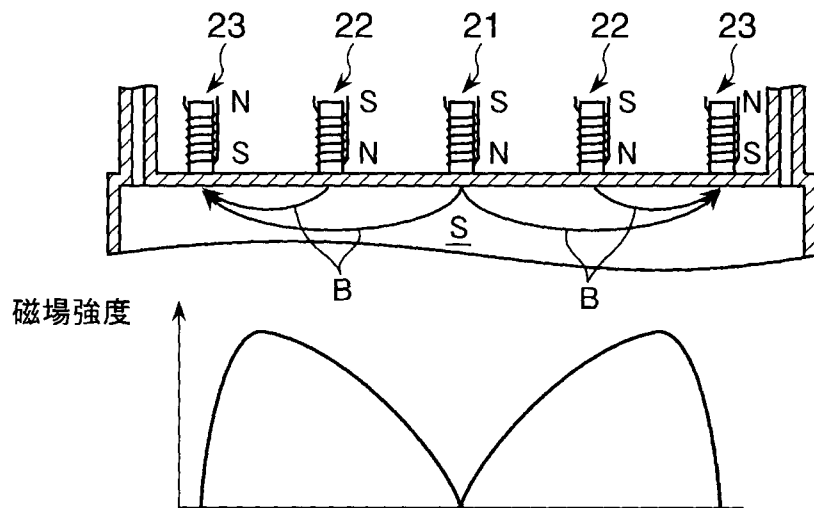


図4C

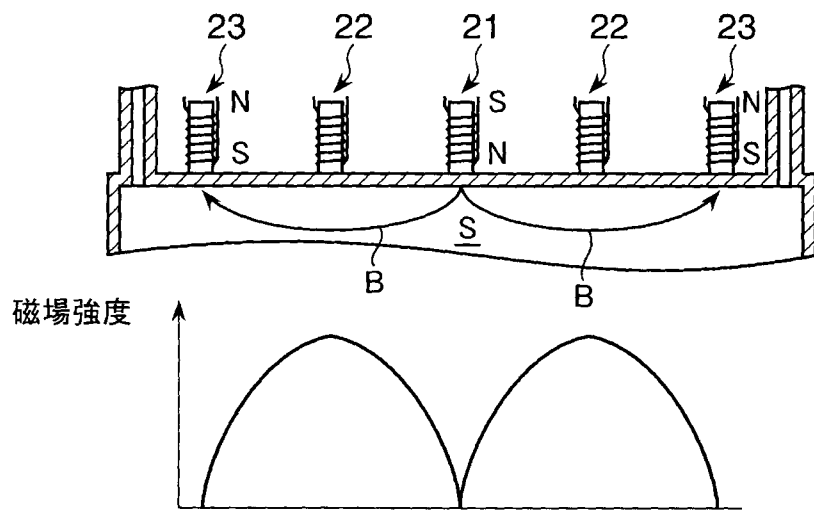
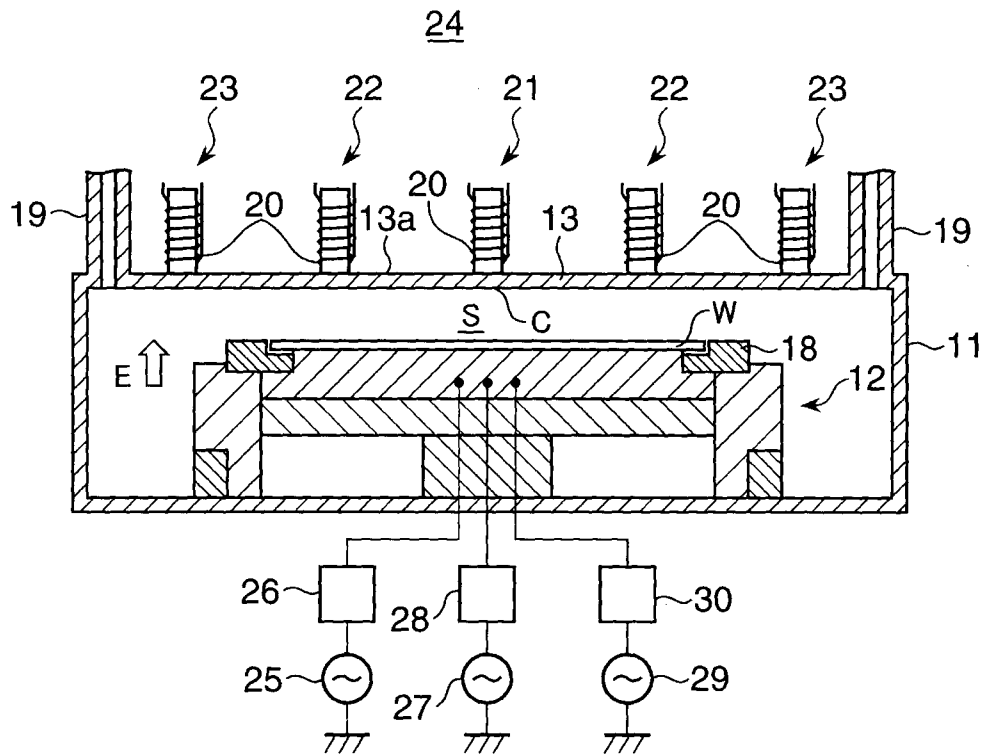


图5



6/12

図6A

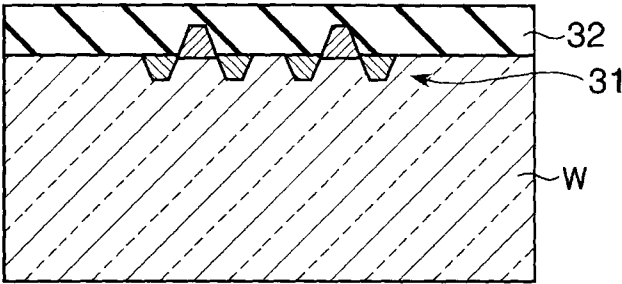


図6B

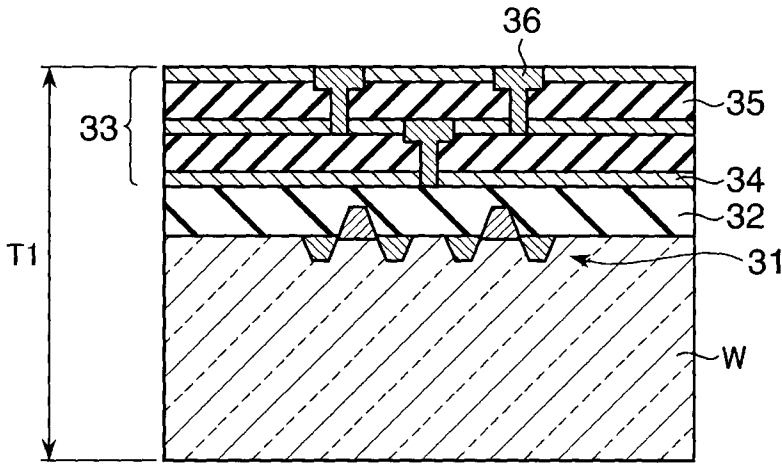
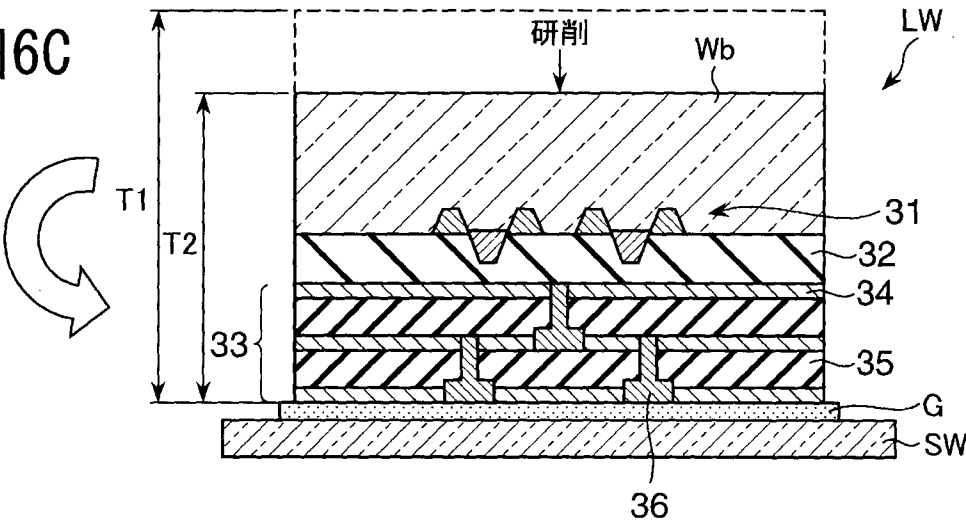


図6C



7/12

图7A

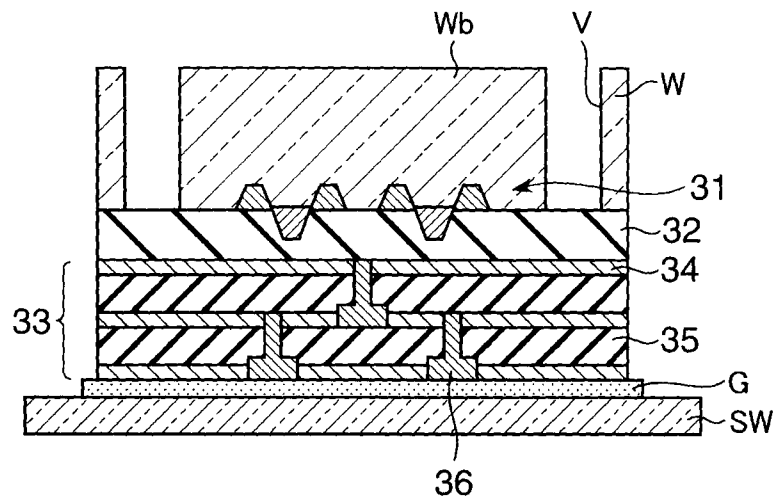


图7B

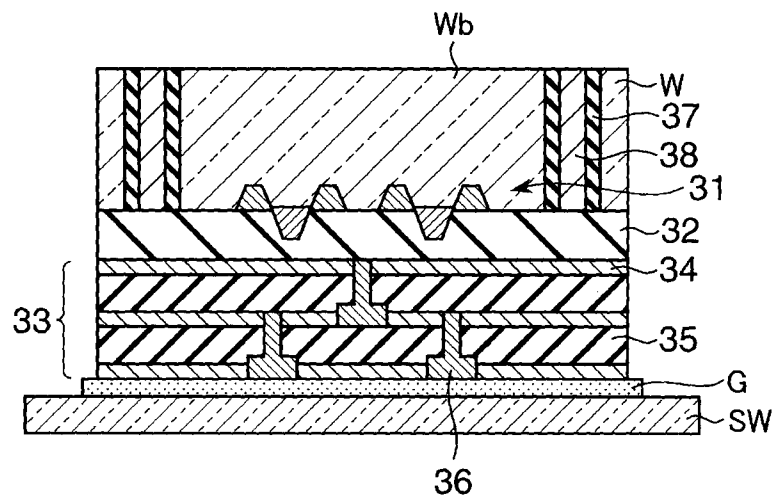
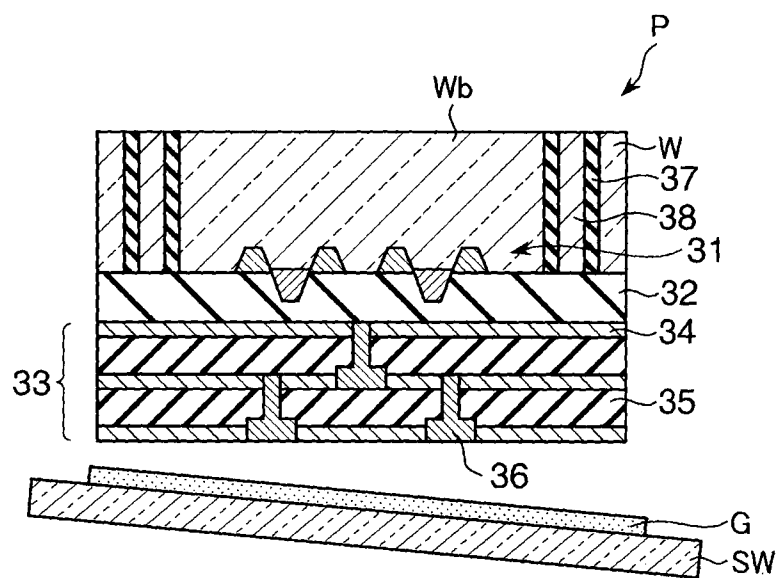
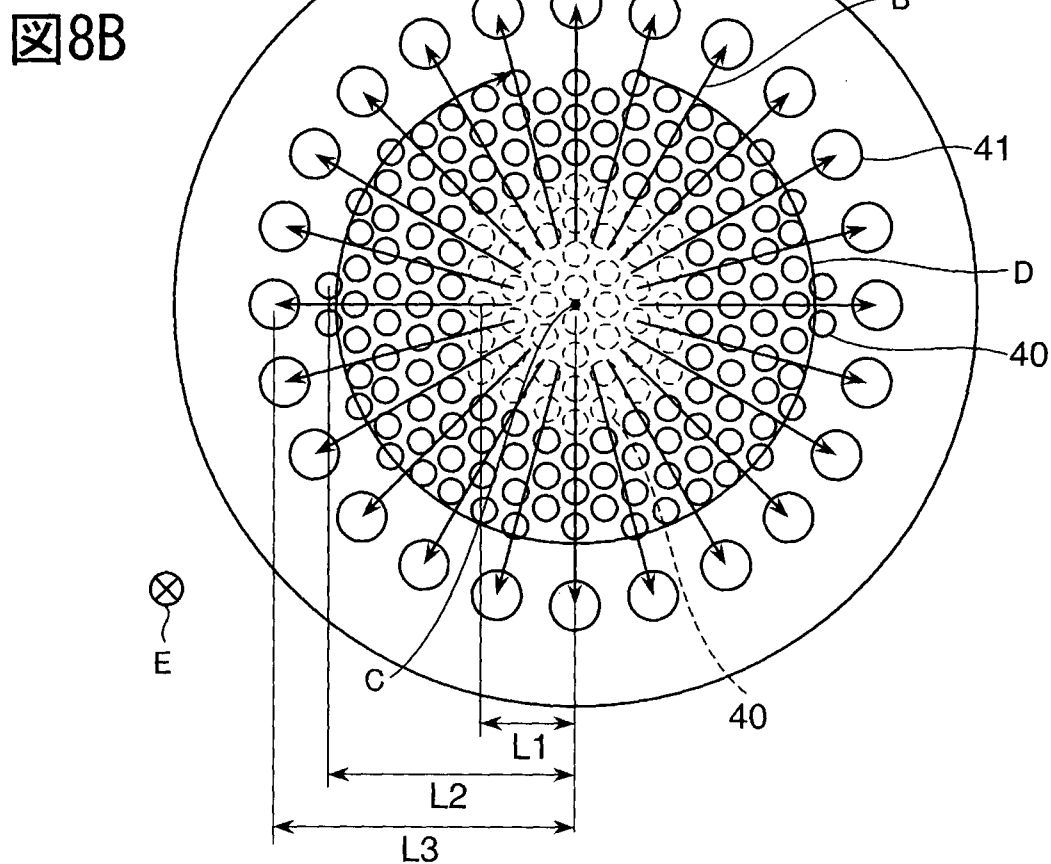
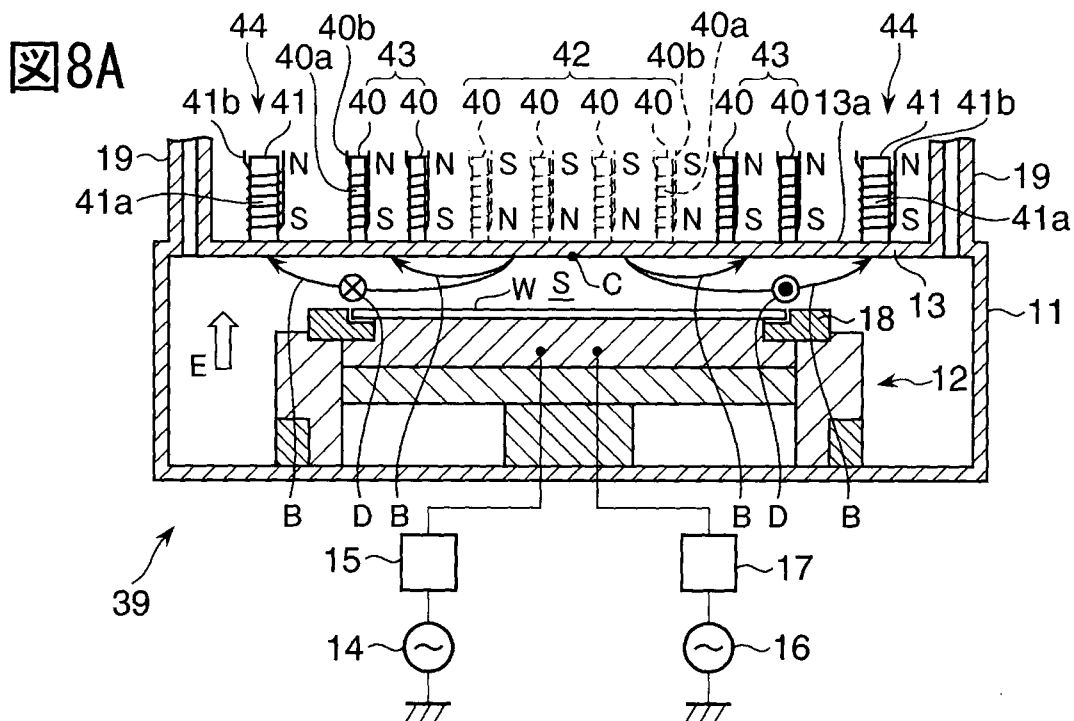


图7C



8/12



9/12

図9A

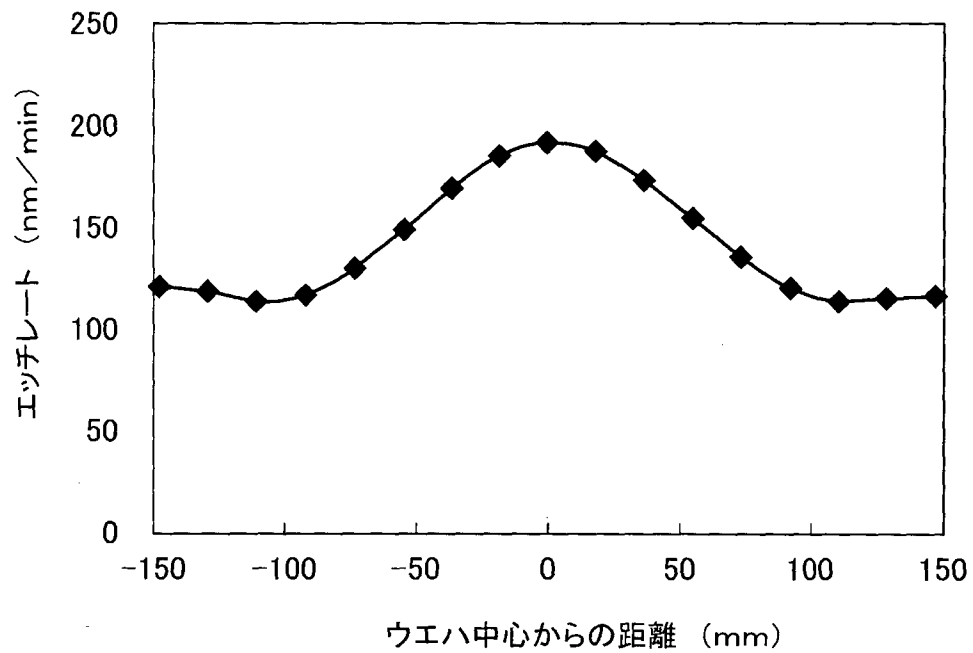
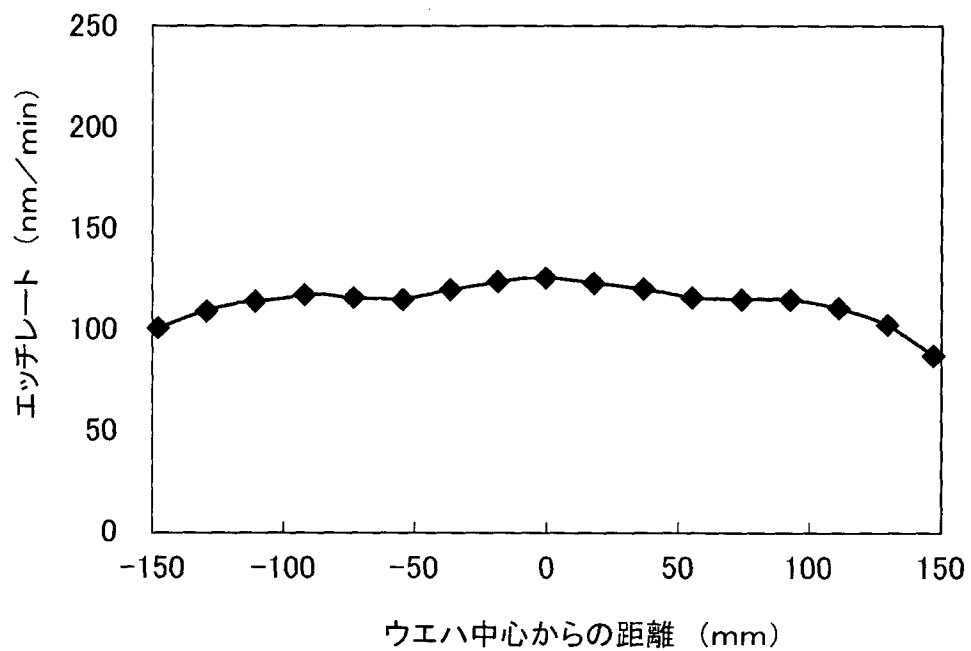


図9B



10/12

図10A

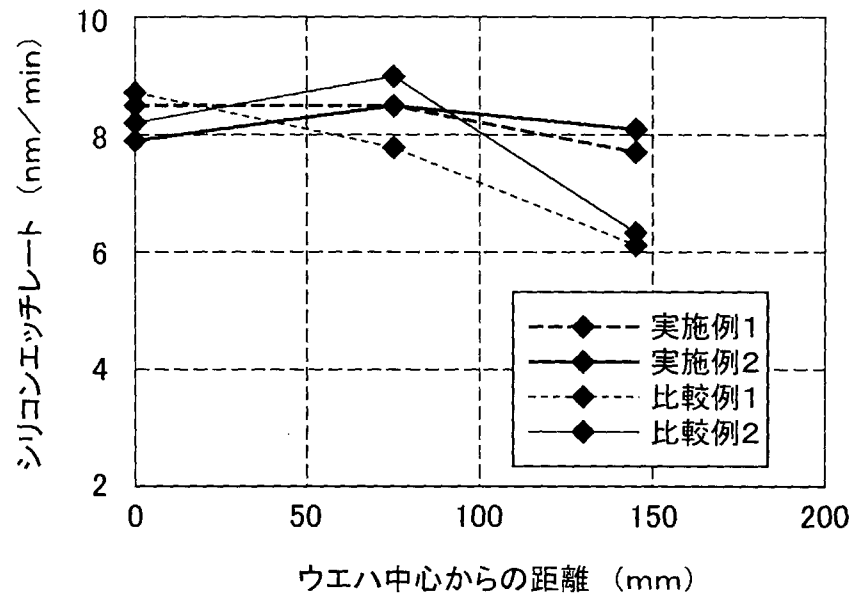
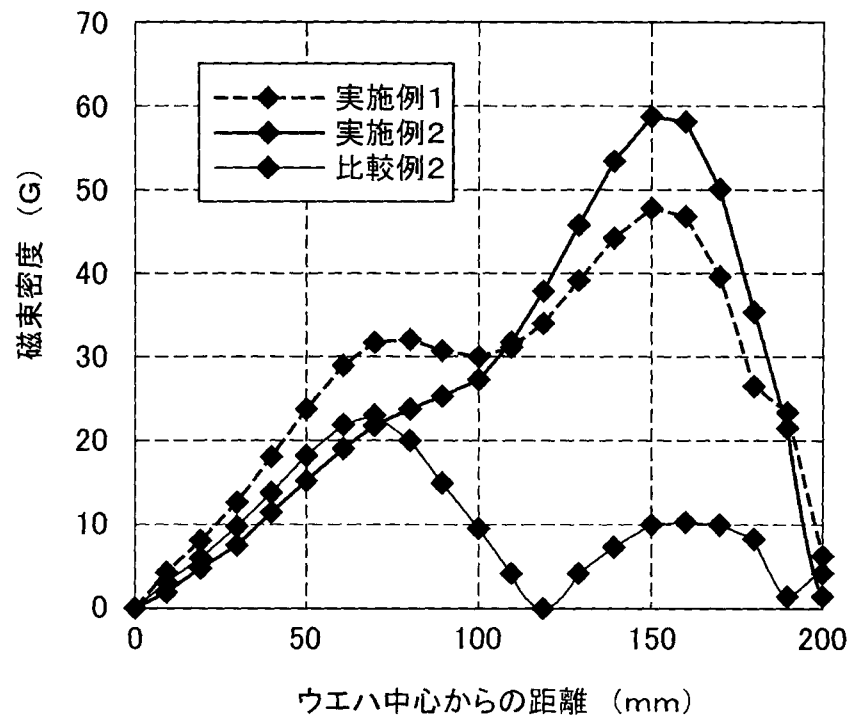


図10B



11/12

図11

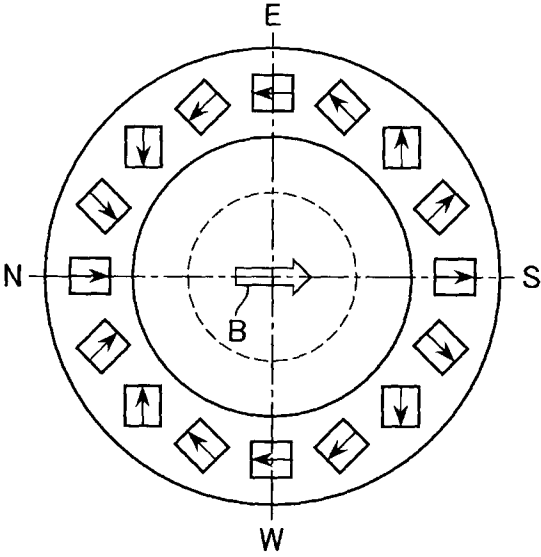


図12

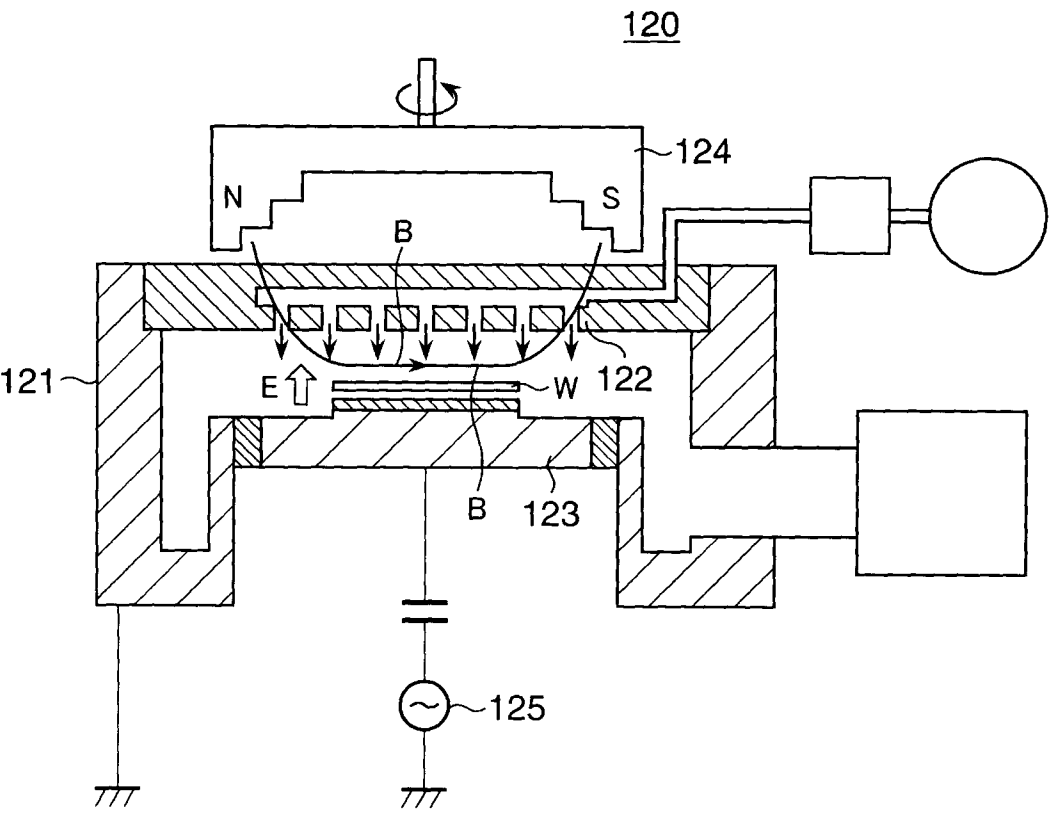
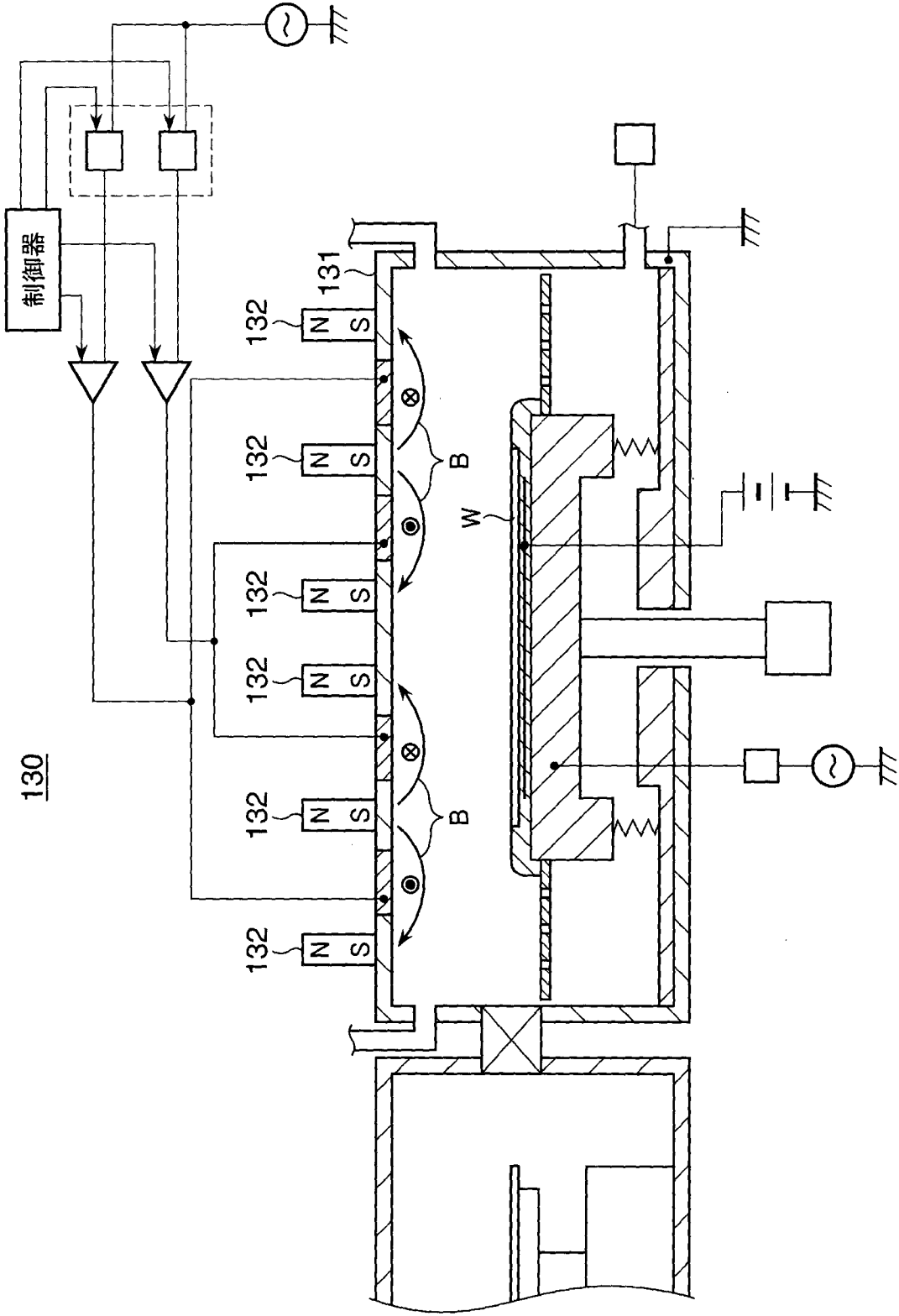


図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/3065(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i,
H01L23/522(2006.01)i, H05H1/46(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)

H01L21/3065, H01L21/3205, H01L21/768, H01L23/522, H05H1/46

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 09-139380 A (Applied Materials Inc.), 27 May 1997 (27.05.1997), paragraphs [0035] to [0037]; fig. 1, 4 to 5 & US 6022446 A	1 1-2
Y	JP 04-080385 A (ULVAC Japan Ltd.), 13 March 1992 (13.03.1992), page 1, right column, line 10 to page 2, upper right column, line 5; page 3, upper left column, line 16 to page 3, lower right column, line 11; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2



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
05 April, 2013 (05.04.13)

Date of mailing of the international search report
16 April, 2013 (16.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051362

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-200696 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 July 2000 (18.07.2000), paragraphs [0025] to [0029]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051362

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-2

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051362

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

There must exist a special technical feature so linking the group of inventions of claims 1-8 as to form a single general inventive concept in order that the group of inventions may satisfy the requirement of unity of invention. The group of inventions of claims 1-8 is considered to be linked only by the technical feature of "a substrate processing apparatus which produces an electric field in a processing space between a lower electrode to which a high-frequency power is supplied and an upper electrode which is arranged so as to face the lower electrode and carries out plasma processing on a substrate that is disposed on the lower electrode using a plasma that is generated due to the electric field, said substrate processing apparatus being provided with a plurality of electromagnets that are arranged on the upper surface of the upper electrode, said upper surface being on the reverse side of the processing space".

However, the above-said matter cannot be a special technical feature, since the matter is disclosed in the prior art documents, for example, JP 09-139380 A (Applied Materials Inc.), 27 May 1997 (27.05.1997), and JP 04-080385 A (ULVAC Japan Ltd.), 13 March 1992 (13.03.1992).

Consequently, there is no special technical feature among a group of inventions set forth in claims 1-8 for so linking the inventions as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/3065 (2006.01) i, H01L21/3205 (2006.01) i, H01L21/768 (2006.01) i, H01L23/522 (2006.01) i, H05H1/46 (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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/3065, H01L21/3205, H01L21/768, H01L23/522, H05H1/46

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 Y	JP 09-139380 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 1997.05.27, 段落【0035】-【0037】, 図 1, 図 4-図 5 & US 6022446 A	1 1-2
Y	JP 04-080385 A (日本真空技術株式会社) 1992.03.13, 第 1 頁右欄 第 10 行-第 2 頁右上欄第 5 行, 第 3 頁左上欄第 16 行-第 3 頁右下欄 第 11 行, 第 1 図-第 3 図 (ファミリーなし)	1-2

☒ 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

0 5 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

山本 雄一

4 R

3 1 2 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

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 2000-200696 A (松下電器産業株式会社) 2000. 07. 18, 段落【0025】 - 【0029】, 図 1, 図 5 (ファミリーなし)	1-2

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1～2

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1～8に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすためには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であるところ、請求項 1～8に記載されている一群の発明は、「高周波電力が供給される下部電極と、該下部電極と対向して配置される上部電極との間の処理空間において電界を生じさせ、該電界に起因して生じるプラズマを用いて前記下部電極に載置された基板にプラズマ処理を施す基板処理装置において、前記上部電極において前記処理空間とは反対側の上面に配置される複数の電磁石を備えた基板処理装置」からなる事項でのみ連関していると認める。

しかしながら、この事項は先行技術文献、例えば、JP 09-139380 A（アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド）1997.05.27、JP 04-080385 A（日本真空技術株式会社）1992.03.13に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求項 1～8に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴は存在しないこととなる。