

(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
2011 年 9 月 15 日(15.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/111343 A1

(51) 国際特許分類:

H01J 37/08 (2006.01) H01J 27/02 (2006.01)
G11B 5/84 (2006.01) H01L 21/302 (2006.01)

[PH/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2
丁目 5 番 1 号 キヤノンアネルバ株式会社内
Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001249

(74) 代理人: 渡辺 敬介, 外(WATANABE, Keisuke et al.); 〒1100016 東京都台東区台東四丁目 1 1 番 4 号三井住友銀行御徒町ビル 6 階 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2011 年 3 月 3 日(03.03.2011)

(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 2010-054004 2010 年 3 月 11 日(11.03.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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 丁目 5 番 1 号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平柳 裕久 (HIRAYANAGI, Hirohisa) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 丁目 5 番 1 号 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 三好歩 (MIYOSHI, Ayumu) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2 丁目 5 番 1 号 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). アバラ インシタイン ノエル (ABARRA, Einstein Noel)

(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, 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, JP, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

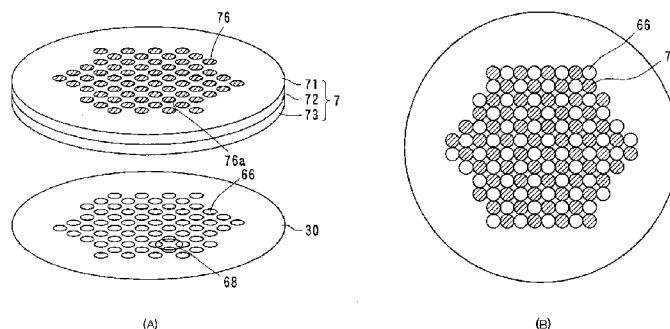
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

[続葉有]

(54) Title: ION-BEAM GENERATING APPARATUS, AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING ELECTRONIC DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: イオンビーム発生装置及びこれを用いた基板処理装置と電子デバイスの製造方法

[図4]



(57) Abstract: Provided is an ion-beam generating apparatus, wherein uniform substrate processing is made possible by dispersing ion beams pulled out from a plasma chamber, and reducing deviation in the directions of ion beams entering a substrate. Ion beams pulled out linearly from a discharge cell (2) by a pull-out electrode (7) are dispersed into a plurality of directions by a dispersion electrode (30) formed at the front side of the pull-out electrode (7), and made to enter a substrate (W) in an inclined state through a plurality of opening sections (66) formed on the dispersion electrode (30).

(57) 要約: プラズマチャンバから引き出したイオンビームを分散させて、基板上に入射するイオンビームの方向の偏りを少なくし、均一な基板処理が可能なイオンビーム発生装置を提供する。放電槽 2 から引き出し電極 7 によって直線状に引き出したイオンビームを、引き出し電極 7 の全面に設けた分散電極 30 によって複数の方向に分散し、分散電極 30 に設けた複数の開口部 66 より基板 W に向けて斜め入射させる。

WO 2011/111343 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

規則 4.17 に規定する申立て:

添付公開書類:

— 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則 4.17(ii))

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

イオンビーム発生装置及びこれを用いた基板処理装置と電子デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体基板や磁気ディスク基板の微細加工に係わり、高精度且つ均一に微細加工や表面の平坦化加工を行うためのイオンビーム発生装置と、係る装置を用いてなる基板処理装置、及び、該装置を用いた電子デバイスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体基板や磁気ディスク基板の微細加工に係わり、高精度且つ均一に微細加工や表面の平坦化加工を行う技術としてイオンビーム発生装置を備えた基板処理装置がある。イオンビーム発生装置においては、目的とする加工に適したイオンビームを発生させる必要があり、例えば、特許文献１には、マルチスロット構造が開示され、特許文献２にはスリット状の開口により傾斜イオンビームを発生させる方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特表平１１－５０３５６０号公報
特許文献２：特開２００６－１９０９７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１の装置では、プラズマチャンバから引き出されたイオンビームは、グリッド構造によって一方向には屈曲するが、イオンビームを分割して、それぞれ異なる方向に分散させて照射することができない。また、特許文献２の装置においても同様に、イオンビームを一方向に屈曲

することはできるが、イオンビームを複数に分割して、それぞれ異なる方向に分散させて照射することができない。そのため、基板上では、イオンビームの入射方向が所定の方向に偏っていて、入射方向や入射量が不均一であるという問題点があった。

- [0005] 本発明の課題は、プラズマチャンバから引き出したイオンビームを分散させて、基板上に入射するイオンビームの方向の偏りを少なくし、均一な基板処理が可能なイオンビーム発生装置を提供することを目的とする。さらに本発明では、係るイオンビーム発生装置を備えた基板処理装置と該イオンビーム発生装置による電子デバイスの製造方法を提供することも課題とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の第1は、プラズマを発生するための放電槽と、
前記放電槽で発生させたイオンを引き出すための複数の開口部を有する引き出し電極と、前記引き出し電極の前面に配置され、前記引き出し電極によって引き出されたイオンビームを分散させるための、複数の開口部を有する分散電極と、を有することを特徴とするイオンビーム発生装置である。
- [0007] 本発明の第2は、基板を保持するための基板ホルダと、
前記基板ホルダに基板を保持した際に、該基板の表面に対向して配置されたイオンビーム発生装置を、該基板の両面に対してそれぞれ設けた基板処理装置であって、
前記イオンビーム発生装置が、前記本発明のイオンビーム発生装置であることを特徴とする。
- [0008] 本発明の第3は、前記本発明のイオンビーム発生装置を用いた電子デバイスの製造方法であって、
前記放電槽内にプラズマを発生させる工程と、
前記引き出し電極に電圧を印加して、前記放電槽内のプラズマからイオンビームを引き出す工程と、
前記分散電極に電界を発生させ、前記イオンビームを分散させる工程と、
前記分散されたイオンビームにより、基板の表面処理を行う工程と、

を含むことを特徴とする。

発明の効果

- [0009] 本発明のイオンビーム発生装置は、分散電極を備えることにより、プラズマチャンバから引き出したイオンビームを多方向に分散させ、被処理基板全面に対して、入射方向に偏りが無く、均一なイオンビームを照射することができる。よって、本発明によれば、電子デバイスの製造において、イオンビームを用いた基板の表面処理を良好に行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の基板処理装置の一実施形態の全体構成を説明する模式図である。
- [図2]図1の装置において、基板を保持するキャリアの構成例を示す図である。
- [図3]図1の基板処理装置のイオンビーム発生装置の詳細を示す断面模式図である。
- [図4]本発明のイオンビーム発生装置の引き出し電極と分散電極の詳細構成を説明するための斜視図及び上面図である。
- [図5]本発明のイオンビーム発生装置の引き出し電極と分散電極の詳細構成を説明する断面図である。
- [図6]本発明のイオンビーム発生装置の分散電極構成の第1の実施形態を説明する断面図と平面図である。
- [図7]図6に示した第1分散電極の上面図である。
- [図8]図6に示した分散電極構成の突起部付近に形成される電界を説明するための断面図及び斜視図である。
- [図9]図6に示した分散電極構成において第2分散電極をフローティング電位に設定した場合に形成される電界を説明するための断面図である。
- [図10]図6に示した分散電極構成において第2分散電極に抵抗素子を接続した場合に形成される電界を説明するための断面図である。
- [図11]本発明のイオンビーム発生装置の第2の実施形態を説明するための断

面模式図である。

[図12]斜め入射のイオンビーム発生装置を用いた微細エッチングの効果を説明する断面模式図である。

[図13]斜め入射のイオンビーム発生装置を用いた平坦化エッチングの効果を説明する断面模式図である。

[図14]本発明の基板処理装置を用いたディスクリートトラックメディア加工成膜装置を示すブロック図である。

[図15]図14の装置を用いたディスクリートトラックメディア加工成膜プロセスフローを説明する断面模式図である。

[図16]図14の装置を用いたディスクリートトラックメディア加工成膜プロセスフローを説明する断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明するが、本発明は本例に限定されるものではない。

[0012] 図1を参照して、本発明の基板処理装置について説明する。図1は、本発明の基板処理装置の一実施形態を上から見た構成を模式的に示す図である。図1に示すように、基板処理装置100は、基板（ウエハ）Wと、基板Wを挟んで対向配置された第1及び第2のイオンビーム発生装置1a、1bと、制御部101と、カウンタ103と、コンピュータインターフェース105と、を備えている。

[0013] 本例における基板Wは、例えばハードディスク等の磁気記録媒体用基板であり、一般的には略円板状の基板の中心部に開口部が形成されている。基板Wは、例えば図2に示されたような基板キャリアにより、鉛直方向に沿って起立した姿勢で保持されている。

[0014] ここで、図2を参照して基板搬送装置（キャリア）の一構成例を説明する。図2（A）及び（B）はキャリアの構造を模式的に示す正面図及び側面図である。図2に示すように、キャリアは、2つの基板ホルダ20と、基板ホルダ20を鉛直方向（縦向き）に保持し搬送路上を移動するスライダ部材1

0とから構成される。スライダ部材及び基板ホルダには、通常軽量のAl（Al5052）等が用いられる。

[0015] 基板ホルダ20は、中央部に基板が挿入される円形の開口20aを有し、下部側ではその幅が2段階に縮小する形状となっている。開口20aの周囲に3カ所にインコネル製のL字型バネ部材21、22、23が取り付けられ、このうち、バネ部材（可動バネ部材）23は下方に押し下げられる構成となっている。バネ部材21、22、23の先端部には、基板の外周端面を把持するためのV字型の溝が形成され、開口20a内に突出している。ここで、バネ部材21、22、23の取り付け方向は、回転対称的に取り付けられている。また、2つのバネ部材21、22の支持爪は、基板ホルダ20の開口中心を通る鉛直線に対し対称な位置に配置され、可動バネ部材23の支持爪は、この鉛直線上に配置される。このように配置することにより、基板Wをキャリアに装着する際に、何らかの原因で基板ホルダ20の開口中心と装着される基板Wの中心とが若干ずれた場合でも、基板Wが回転する方向に力が加わり、より均等に3本の支持爪で基板を保持することができる。また、熱膨張があった場合に増大されるずれを解消することができる。基板ホルダ20の中間部は、スライダ部材10内部に取り付けられたアルミナ等の絶縁部材11a、11bによりその側端面が保持される。また、先端部は、基板バイアス印加用接点との接触部となる。

[0016] スライダ部材10は、図2（B）に示すように、中央部にくぼみ10bが形成されたコの字型の断面形状を有し、上部の肉厚部10aには、基板ホルダ20の中間部を保持するためのスリット状の溝がくぼみ部10bに貫通して形成されている。スリット状溝内の両端には1対の絶縁部材11a、11bが配置され、スライダ部材10の端部側の絶縁部材11aは溝内に固定され、スライダ部材10の中央側の絶縁部材11bは左右に移動可能に配置されている。さらに、可動絶縁部材11bをスライダ部材10の端部側に付勢するように板バネ12が取り付けられている。このように、スライダ部材10の溝内に基板ホルダ20を差し込み、ネジ13を締め付けることにより、

基板ホルダ 10 はキャリア外側に押しつけられ強固に固定される。

[0017] また、スライダ部材 10 の底部には、多数の磁石 14 が着磁方向を交互に逆にして取り付けられ、スライダ部材 10 は、搬送路に沿って配置される回転磁石 40 との相互作用により移動する。尚、搬送路からスライダの離脱を防止するためのガイドローラ 41 や、倒れを防止するためのローラ 42 が所定の間隔を開けて搬送路に取り付けられている。

[0018] 再び図 1 に戻り、基板 W の両面に臨むように、基板 W を挟んで第 1 のイオンビーム発生装置 1 a と第 2 のイオンビーム発生装置 1 b とが対向配置されている。即ち、第 1 のイオンビーム発生装置 1 a 及び第 2 のイオンビーム発生装置 1 b の各々は、それらの間の領域にイオンビームを照射するように配置されており、該領域に開口を有する基板 W を保持する基板キャリアが配置される。図 1 に示す構成では、第 1 及び第 2 のイオンビーム発生装置 1 a, 1 b のイオンビームの照射面と基板 W の処理面は、略平行になるように配置されている。

[0019] 第 1 のイオンビーム発生装置 1 a は、RF（高周波）電極 5 a と、プラズマを発生するための放電槽 2 a と、プラズマ中のイオンの引き出し機構としての引き出し電極 7 a（プラズマ槽 2 a 側から電極 71 a、72 a、73 a）と、を備えている。さらに、引き出し電極 7 a で引き出されたイオンビームを分散させるための分散電極 30 a とを備えている。ここで、分散とは、一方向のイオンビームを、複数方向のイオンビームに分割することを言う。引き出し電極 71 a、72 a、73 a 及び分散電極 30 a は、それぞれ独立に制御可能なように電圧源 81 a、82 a、83 a、84 a と接続されている。引き出し電極 7 a 及び分散電極 30 a の近傍には、中和器 9 a が設置されている。中和器 9 a は、イオンビーム発生装置 1 a により発射されたイオンビームを中和するため、電子を照射できるように構成されている。

[0020] 放電槽内には、不図示のガス導入手段よりアルゴン（Ar）等の処理ガスが供給される。ガス導入手段より放電槽 2 a 内へ Ar が供給され、RF ソース 85 a から電極 5 a へ RF パワーを印加して、プラズマが生成される。

プラズマ中のイオンは、引き出し電極 7 a により引き出され、分散電極 3 0 a で分散された後、基板 W に照射され、基板 W の表面がイオンビームによって処理される。

[0021] 第 2 のイオンビーム発生装置 1 b についても、上記イオンビーム発生装置 1 a と同様に構成されているので、説明を省略する。

[0022] 制御部 1 0 1 は、イオンビーム発生装置 1 a の電圧源 8 a 及びイオンビーム発生装置 1 b の電圧源 8 b と電氣的に接続されており、それぞれの電圧源 8 a, 8 b を制御している。カウンタ 1 0 3 は、制御部 1 0 1 と接続されており、イオンビーム発生装置 1 a, 1 b により処理された基板数をカウントして、規定数（例えば、1 0 0 0 枚）に達したら、クリーニング処理を開始するように制御部 1 0 1 に指示できるように構成されている。特に、制御部 1 0 1 は、イオンビームエッチング処理及び基板の搬送処理などに関する一切の制御や各種付加機能に関する一切の制御を実行するためのプログラム（ソフトウェア）を格納するプログラムメモリを有しており、マイクロコンピュータの中央演算制御部（CPU）がプログラムメモリから逐次所要のプログラムを読み出して実行するようになっている。また、プログラムの保存管理にハードディスク、光ディスク、フラッシュメモリ等の各種記憶媒体を用いることができる。

[0023] コンピュータインターフェース 1 0 5 は、制御部 1 0 1 及びカウンタ 1 0 3 と接続されており、装置使用者により、クリーニング条件（処理時間等）が入力可能に構成されている。

[0024] 次に、図 3 及び図 4 を参照して、イオンビーム発生装置 1（1 a, 1 b）について詳細に説明する。

[0025] 図 3 は、本発明のイオンビーム発生装置の一実施形態の詳細構造を示す概略断面図である。尚、図 1 の第 1 及び第 2 のイオンビーム発生装置 1 a, 1 b の構造は共通するので、適宜 a, b の枝符号を省略して説明する。

[0026] 図 3 に示すように、イオンビーム発生装置 1 は、プラズマを閉じ込める放電槽 2 を備えている。この放電槽 2 の圧力は、通常、約 1×10^{-4} Pa（ $1 \times$

10^{-5} m b a r) から約 1×10^{-2} P a (1×10^{-3} m b a r) の範囲に維持される。放電槽 2 は、プラズマ閉じ込め容器 3 によって区画され、その周辺には、プラズマが形成された結果、放電槽 2 内に放出されるイオンをトラップする多極磁気手段 4 が配置されている。この磁気手段 4 は、通常、複数の棒状の永久磁石を備えている。また、極性が交互に変わる複数の比較的長い棒磁石を使用して、N、S サイクルが 1 つの軸に沿ってのみ発生する構成でも良い。また、より短い磁石を N、S サイクルが直交した 2 つの軸がなす平面上に広がるように配置したチェッカーボード構成でもよい。

[0027] R F コイル手段 (R F 電極) 5 によって、R F パワーがプラズマ閉じ込め容器 3 の後壁に付与され、誘電 R F パワー・カップリング・ウィンドウ 6 を経由して放電槽 2 に供給され、プラズマが生成される。

[0028] 図 3 に示すようにプラズマ閉じ込め容器 3 の前壁には、放電槽 2 内に形成されたプラズマからイオンを引き出し、イオンビームの形でプラズマ閉じ込め容器 3 から出てくるイオンを加速する引き出し電極 7 が配置されている。そして、引き出し電極 7 の前面には、引き出し電極 7 により垂直に加速されたイオンの方向を分散させるための分散電極 30 が配置されている。

[0029] 次に、引き出し電極 7 の開口部 76 と分散電極 30 の開口部 66 の位置関係について説明する。図 3 に示したように、引き出し電極 71, 72, 73 のそれぞれの開口部は、お互いに投影した場合、重なる位置に配置されている。つまり、イオンビームは、重なり合った各開口部を通じて直線的に引き出される。各引き出し電極の開口部のサイズは異なっても良い。

[0030] 一方、本例において、分散電極 30 の開口部 66 は、引き出し電極 71, 72, 73 の開口部 76 を分散電極 30 に投影した位置に対し、その一部のみが重なり合う、もしくは完全に重なり合わないように、異なる位置に開口している。

[0031] 図 4 に具体的に示す。図 4 中 (A) は本例の引き出し電極 71, 72, 73 と分散電極 30 との位置関係を示す斜視図であり、図 4 (B) は、本例の引き出し電極 71, 72, 73 の開口部 76 と分散電極 30 の開口部 66 と

を重ねて記載した上面図である。図4において、図中の斜線のハッチングで示す開口部が引き出し電極71, 72, 73の開口部76である。本例において、引き出し電極71, 72, 72の開口部76は、面心格子状に配列されており、分散電極30の開口部66とは互い違いの位置関係となるように配列されている。図4(A)に示すように、引き出し電極71, 72, 73の1つの開口部76aより出射したイオンビームは、分散電極30の開口部66近傍に形成された電界により、複数方向のイオンビームに分散して、屈曲する。その結果、分散電極30上の4つの開口部66を含む領域68に広げられ、領域68に含まれる1つの開口部66より出射するイオンビームは傾斜角を持って出射されることになる。

[0032] 図5は、分散電極30から引き出されるイオンの出射方向を説明するための概略断面図である。引き出し電極71, 72, 73より概垂直に引き出されたイオンビーム77は、分散電極30の開口部66近傍に形成された電界により、複数の方向に分割され、屈曲しながら分散電極30に到達する。この時、分散電極30の開口部66に到達したイオンは、開口部66を抜けて、引き出し電極7と相対する側に配置された被処理基板Wに対して傾斜して入射し、被処理基板の表面のエッチング加工や平坦化加工に寄与する。また、イオンを有効に屈曲させるためには、分散電極30付近のみで屈曲するように開口部66付近のみに強い電界が存在することが望ましい。

[0033] 図6、図7に本発明に係る分散電極30の一実施形態の詳細な構成を示す。図6は、本例の分散電極30の側断面図であり、図7は、放電槽2側から見た本例の第1分散電極31の上面図である。

[0034] 本例では、図6に示すように分散電極30は、第1分散電極31、第2分散電極32、及び第3分散電極33を、引き出し電極側から当該順に備えている。そして、第1分散電極31と第2分散電極32を互いに絶縁する第1絶縁体34、及び第2分散電極32と第3分散電極33を互いに絶縁する第2絶縁体35が積層して構成されている。

[0035] 図6及び図7に示すように、第1分散電極31には、第1開口部67と第

2開口部31aとが交互に配置されている。第2分散電極32は、突起部36と第3開口部32aを有し、該突起部36は先端が第1開口部67から引き出し電極7に向かって突き出し、該先端は第1分散電極31の面よりも引き出し電極7側に突設している。第2分散電極32の第3開口部32aは第1分散電極31の第2開口部31aに重なって開口している。そして、第2分散電極32の突起部36と、第1分散電極31との間には、第1絶縁体34が充填されている。

[0036] また、第3分散電極33には、第1分散電極31の第2開口部31aと、第2分散電極の第3開口部32aと重なる位置に第4開口部33aを開口し、これらが互いに整合して配置され、分散電極30の開口部66を形成している。

[0037] 尚、第1分散電極31と第3分散電極33は接地され、第2分散電極32にはプラスの電位が印加されている。

[0038] 図8を用い、分散電極30付近に発生する電界について説明する。図8中、(A)は図6の分散電極30の突起部36付近に形成される電界を説明するための断面模式図であり、(B)はその斜視図である。

[0039] 上述したように、第2分散電極32の突起部36には、プラスの電位が印加され、その周辺の第1分散電極31は接地されているので、図8(A)、(B)に示すように突起部36から第1分散電極31の面に向けて、電界46が形成される。この電界46により、引き出し電極7から略直線状に引き出されたイオンビーム47は、突起部36の周囲に分散され、図8(A)に示すように突起部36の周囲に設けられた開口部66を通過して、基板Wに照射される。

[0040] また、本例では、第3分散電極33を設けることにより、第2分散電極32から出た電界を第3分散電極33に閉じ込める（遮蔽する）ことで、分散電極30と基板Wとの間の空間でイオンビーム47を再度屈曲させる漏洩電界を防止している。

[0041] 尚、本例では第1分散電極31、及び第3分散電極33はアース電圧とし

たが、これに限定されるものではない。本発明においては、第 1 分散電極 3 1 及び第 3 分散電極 3 3 が同一極性、或いは、第 2 分散電極 3 2 に対して同一極性であれば良い。即ち、第 2 分散電極 3 2 の電位に対して、第 1 分散電極 3 1 及び第 3 分散電極 3 3 の両電位が同時にマイナス或いはプラスになればよい。本例においては、引き出し電極 7 や基板 W の電圧に応じイオンビームを有効に引き出せる電圧に設定することができる。

[0042] 本例では第 1、第 2 絶縁体 3 4、3 5 を構成要素としたが、第 1 乃至第 3 分散電極 3 1 乃至 3 3 を絶縁するためには、これら分散電極が互いに離間して空間を形成してもよい。

[0043] また、第 2 分散電極 3 2 をフローティング電圧とし、突起部 3 6 に入射するイオンにより、第 2 分散電極 3 2 を帯電させて、電圧が自己発生するように構成することもできる。図 9 にその様子を示す。図 9 中、(A) は初期状態、(B) は第 2 分散電極 3 2 が十分に帯電した状態を示す断面模式図である。例えば Ar ガスを使用して放電槽 2 にプラズマを発生させ、プラスのイオンを引き出し電極 7 より引き出す。図 9 (A) に示すように、引き出しを開始した当初、イオンビーム 4 7 は分散電極 3 0 の第 2 分散電極 3 2 の突起部 3 6 や第 1 分散電極 3 1 に一様に入射する。イオンの引き出し経過時間が進むにつれ、第 2 分散電極 3 2 はフローティング電位であるので、突起部 3 6 へ入射したイオンのプラスの電荷は、第 2 分散電極 3 2 に蓄積していくことになる。一方、第 1 分散電極 3 1 へ入射したイオンのプラスの電荷は第 1 分散電極 3 1 が接地されているため、中和され、第 1 分散電極 3 1 は接地電位が維持される。第 2 分散電極 3 2 に蓄積された電荷は、イオンビーム 4 7 を反発するように第 1 分散電極 3 1 との間で電界 4 6 を形成する。第 2 分散電極 3 2 への電荷の蓄積が進むと、最終的にはイオンビーム 4 7 は突起部 3 6 に到達できなくなり、第 2 分散電極 3 2 の電荷の蓄積量は、イオンビーム 4 7 の密度と加速電圧で決定される電荷量にて飽和する。これにより突起部 3 6 近傍に到達したイオンビーム 4 7 は分散され、突起部 3 6 近傍に形成された開口部 6 6 を通過して基板 W に傾斜して入射する。この時の電荷の蓄積

、発生する電界の形状及びイオンビームの分散の状態を図9（B）に示した。即ち、第2分散電極32をフローティングにすることは、第2分散電極32にイオンが到達できない電圧を印加することと同様な効果を持っている。

[0044] さらに、完全なフローティング電圧でなくとも所定の抵抗を持つ抵抗素子を第2分散電極32と接地電位との間に挿入することで第2分散電極32の電圧を制御し、イオンビームの分散の大きさを制御することも可能である。図10は第2分散電極32と接地電位との間に抵抗素子49を挿入した構成におけるイオンビーム47の分散の仕方を示す概念図である。前述の通り、第2分散電極32は突起部36を介して流入したプラスのイオンの電荷により帯電すると同時にこの蓄積電荷によりプラスの電位となる。第2分散電極32の電位が上昇すると、イオンビーム47は分散され、突起部36への入射量は減少する。一方、第2分散電極32の電位が上昇すると、接地電位との間の電位差により抵抗素子49を介して電子が第2分散電極32に流入するようになり、第2分散電極32のプラスの電荷の一部を中和する。定常状態では突起部36及び第2分散電極32の蓄積電荷量はイオンビーム47により流入するプラスの電荷と、抵抗素子49を介して流入する電子によるマイナスの電荷がバランスして、正味の電荷の流入が無い状態となる。この時の突起部36の電位は、完全なフローティング電位の場合よりも低くなる。このようにすることでイオンビーム47を分散させる電界46の強度を弱くすることができ、この結果、イオンビーム47の分散を小さくすることができる。抵抗素子49を、可変抵抗とした理由は、第2分散電極32の電位の制御が可能となるためであり、イオンビーム47の分散の大きさを制御することができるためである。

[0045] 図11に本発明のイオンビーム発生装置の第2の実施形態を示す。図11は本例の引出し電極7と分散電極30の構成を模式的に示す断面図であり、図6と同じ部位には同じ符号を示した。

[0046] 上述した第1の実施形態では、引き出し電極7の開口部76と、分散電極30の開口部66とが、同じピッチで、且つ互い違いに配置している例を示

した。本例は、引き出し電極 7 の開口部 7 6 の密度に対して、分散電極 3 0 の開口部 6 6 の密度が大きくなるように構成した例である。即ち、本例における分散電極 3 0 の開口部 6 6 のサイズ及びピッチは、引き出し電極の開口部 7 6 のサイズ及び配列のピッチに比べ、非常に小さく構成され、開口部 7 6 内に、複数の開口部 6 6 が配置する構成となっている。尚、本例の分散電極 3 0 は、第 1 の実施形態の分散電極 3 0 と同様な構成を有し、開口部サイズ、突起部サイズ、配列ピッチのみ異なるように構成されている。

[0047] この配置において引き出し電極 7 の 1 つの開口部 7 6 から垂直に引き出されたイオンは、複数の分散電極 3 0 の開口部 6 6 及び突起部 3 6 付近に到達する。分散電極 3 0 において電界は突起部 3 6 近傍のみに形成されるため、開口部 6 6 に到達するイオンビームは電界を受けずにそのまま直進するが、突起部 3 6 近傍に到達するイオンビームは電界により屈曲させられる。その結果、垂直から傾斜した成分までを含む広範囲な傾斜方向成分を持つイオンビームを得ることができる。

[0048] 次に、図 1 を参照して、本例の基板処理装置 1 0 0 の作用について説明する。

[0049] 第 1 のイオンビーム発生装置 1 a から基板 W の一方の表面（被処理面）にイオンビームが照射されて、基板 W の被処理面が処理される。同様に、第 2 のイオンビーム発生装置 1 b から基板 W の他方の被処理面にイオンビームが照射されて、基板 W の他方の被処理面が処理される。

[0050] 本例の基板処理装置 1 0 0 では、第 1、第 2 のイオンビーム発生装置 1 a、1 b には各々イオンを垂直に引き出す引き出し電極 7 a、7 b と垂直に引き出されたイオンビームの角度を分散させる分散電極 3 0 a、3 0 b が構成されている。これにより被処理基板 W にイオンを均一に斜め入射させ所定の処理を行うことが出来る。

[0051] 次に本発明に係るイオンビームの入射角を傾斜させることの効果について説明する。

[0052] イオンビームを入射させて基板に表面処理を施す例としては、例えばエッ

チング処理であり、基板上に堆積させた膜の所定形状への加工及び全面加工、基板上に形成された凹凸面の平坦化加工などが挙げられる。

[0053] 図12はイオンビームを入射させて基板上に堆積された膜を所定の形状に微細加工する工程を模式的に示す断面図である。図12(A)、(B)はイオンビームを垂直方向のみから入射させた場合の加工形状を、(C)、(D)はイオンビームを傾けた場合を示す。図12(A)、(C)に示すように、被処理基板W上にスパッタ法やCVD法などで堆積させた被処理膜201にフォトリソスト202を所定の形状にリソグラフィーで形成する。これをマスクとして前記イオンビーム発生装置よりイオンビーム203を照射し被処理膜201を加工する。半導体基板の加工のような微細加工を要求される用途では、素子の性能確保のため、設計したパターン通り、即ちよりマスクに合わせた垂直加工が望まれる。

[0054] この際、イオンビーム発生装置ではプラズマ源に所定のガスを導入し発生させたイオンを引き出し電極にて加速し、このイオンビームを基板に照射させてエッチング加工を行う。この時、Ar、He等の不活性ガスを用いた場合や、被処理材料が所謂難ドライエッチング材で、被処理材とプラズマで発生させた活性種との化学反応により揮発性生成物を形成しない場合、基板処理面よりスパッタリングにより付着性の粒子204が飛散する。粒子の飛散方向は例えば一般的なスパッタリング理論によれば、放出角のコサインに比例した分布といったようにある分布をもって飛散するため、一部は加工体側面方向に飛散した後に付着し、エッチングの垂直な進行を阻害しパターン側面堆積膜205を形成する。この堆積膜205によりパターン側壁は図12(B)のようにテーパ形状を呈する。実際にこのような垂直入射でエッチングを行った場合、概略75°以上のテーパ角を得ることができない。テーパのついた側壁へ基板に対してイオン入射角が0°のビームを入射させた場合、前記側壁面のイオン入射角は非常に大きくなる。例えば前記の側壁のテーパ角が75°の場合、文献”R. E. Lee: J. Vac. Sci. Technol., 16, 164 (1979)”の図2に従えば、側壁へ

のイオン入射角は 75° となる。よって、基板に平行な被エッチング面に対して、側壁のエッチング速度は極端に低下することとなる。尚、テーパ角とは、側壁と基板表面とのなす角度を言い、イオン入射角とは、入射するイオンビームが入射面に対して直交する方向から傾斜する角度を言い、例えば、被エッチング面に対して垂直に入射する場合が 0° である。

[0055] これに対し、傾斜したイオンビーム206を、例えば 15° 傾けて照射した場合（図12（C））、イオンビームは例えば 75° のテーパ角を持つ側面に対しては、イオン入射角が 60° で照射される。また、被エッチング面（基板表面）に対してはイオン入射角が 15° で照射される。よって、前記文献によれば、イオンビームが傾斜していない場合に比べて、そのエッチング速度の差は著しく低下する。よって、図12（D）に示したように、被処理膜201の側壁もエッチングが進行しより垂直なエッチング側面が得られる。

[0056] 本発明のイオンビーム発生装置は、傾斜させて基板Wに入射させるイオンビームをさらに分散電極によって分散しているため、イオンビームの入射方向に偏りがなく、均一に効率良く表面処理を行うことができる。

[0057] 図13は、斜め入射のイオンビーム発生装置及び垂直入射のイオンビーム発生装置を用いて、基板表面の凹凸面を平坦化する加工例を示す。図13中、（A）乃至（C）は従来のイオンビームを垂直入射させる装置による加工工程を示す断面模式図であり、（D）乃至（F）は斜め入射のイオンビーム発生装置を用いた加工工程を示す断面模式図である。

[0058] 図13（A）、（D）に示すように、被処理基板W上に予め被加工層208を成膜した後、リソグラフィ法を用いてエッチング加工等により微細加工処理を行う。エッチング加工は、例えば前記図12（A）、（B）のような斜め入射イオンビームによって行われる。このエッチング加工された層208の上に、例えばスパッタリング法などを用いて埋め込み成膜を行ない埋め込み層209を形成する。スパッタリング等で成膜を行った場合、埋め込み層209の表面には、図13（A）、（D）に示した様にパターンが存在

する部分と存在しない部分で段差が発生する。これはスパッタリング粒子が基板面に均等に入射するため、基板上各部の成膜される膜の体積が等しいことによるものである。一部の半導体加工や磁気ディスク加工においては、素子の性能確保や次の工程の便宜のため、このような凹凸表面を平坦にすることが望まれる。

[0059] 図 1 3 (B)、(C) は前記凹凸表面にイオンビーム 2 0 3 を垂直に入射させた場合の表面形状の変化を示す。この場合には基板 W に平行な面は一樣に加工されるが、テーパ部分はイオンビームの入射角が非常に大きいためエッチングの進行が抑制された形状を呈する。但しイオンビームは凸部の角部を選択的にエッチングする効果があるため、凸部の形状は丸みを帯びるが、十分な平坦化の効果を得ることができない。

[0060] 一方、図 1 3 (E)、(F) に示す様に段差側壁面に対して概垂直に、即ち基板面に対して傾斜してイオンビーム 2 0 6 を入射させた場合、段差側壁を基板に平行な面に比べ、大幅に早いエッチング速度でエッチングすることができる。これによって凸部の幅のみが次第に狭くなり最終的に凸部が消失し平坦面を得ることができる。例えば段差の側壁が 75° のテーパを持つ場合、イオンビーム 2 0 6 を 60° 傾けて入射させれば、段差の側壁面にはイオン入射角が 15° のイオンビームが照射される。この時、基板 W に平行な面へのイオンビームの入射角は 60° となり前記文献によれば段差面が大幅に早いエッチング速度でエッチングされる。

[0061] 本発明のイオンビーム発生装置は、傾斜させて基板 W に入射させるイオンビームをさらに分散電極によって分散しているため、イオンビームの入射方向に偏りがなく、均一に効率良く表面処理を行うことができる。

[0062] 従来、イオンビームを対向して配置し、基板の両面を同時に処理する装置においては、イオン入射角分散の時間的平均値の均一化を図るため、基板回転機構を設ける場合があった。しかしながら、その機構によりイオンビームの入射が阻害される部分が発生したり、又は特開 2 0 0 8 - 1 1 7 7 5 3 号公報の図 5 のように基板外周部に摺動部分を設けることが必要となっていた

。基板外周部に摺動部を設けることは、基板上に不要なパーティクル付着させ歩留まりを著しく阻害せしめることに繋がる。また、他にもイオンビームを阻害させることなく、また基板部に摺動部を持たせずに基板を回転させるためには非常に大きな構造を必要としていた。本発明のイオンビーム発生装置においては、イオンビームを多方向に分散させているため、上記のような、基板の回転機構等を設けてイオン入射角分散の時間的平均値の均一化を図る必要がない。

[0063] 以上説明したように、本例の基板処理装置 100 においては、対向するイオンビーム発生装置 1a, 1b において、引き出し電極 7 から引き出された垂直なイオンビームを屈曲させて、複数の方向のイオンビームに分散させる分散電極 30 を設けている。これにより、多方向に傾斜したイオンビームを被処理基板 W に照射させることで、よりパターン精度の高いエッチング加工や凹凸の平坦化を行うための小型でパーティクルの発生を抑えた均一な傾斜イオンビーム発生装置を構成することができる。

[0064] 本発明のイオンビーム発生装置は、上記したように、電子デバイスの製造工程において、基板表面をエッチングして微細加工や平坦化を施す場合に好ましく適用される。

[0065] 図 14 は、本発明のイオンビーム発生装置を備えた基板処理装置を磁気記録媒体の製造に用いた場合の製造装置であって、ディスクリートトラックメディア加工成膜装置の概略構成図である。本例の製造装置は、図 14 に示すように、複数の真空排気可能なチャンバ 111 乃至 121 が無端の方形状に接続配置されたインライン式の製造装置である。そして、各チャンバ 111 乃至 121 内には、隣接する真空室に基板を搬送するための搬送路が形成され、基板は製造装置内を周回するうちに順次各真空室内での処理が行われる。また、基板は方向転換チャンバ 151 乃至 154 において搬送方向が転換され、チャンバ間を直線状に搬送されてきた基板の搬送方向を 90° 回転し、次のチャンバに引き渡す。また、基板はロードロックチャンバ 145 により製造装置内に導入され、処理が終了すると、アンロードロックチャンバ 1

46により製造装置から搬出される。尚、チャンバ121のように、同じ処理を実行可能なチャンバを複数個連続して配置し、同じ処理を複数回に分けて実施させてもよい。これにより、時間がかかる処理もタクトタイムを伸ばすことなく実施できる。図14の装置では、チャンバ121のみ複数個配置しているが、他のチャンバを複数個配置してもよい。

[0066] 図15、図16は、本例の製造装置により積層体の処理を行う工程を模式的に示した断面図である。図15(A)は、本例の製造装置によって処理を行う積層体の断面図である。尚、本例では、基板301の両面に積層体が形成されているが、図15、図16では、便宜上、図面及び説明を簡便化するために、基板301の片面に形成された積層体の処理に着目し、もう一方の面に形成された積層体及び該積層体への処理は省略する。

[0067] 積層体300は、図15(A)に示すように、DTM(Discrete Track Media)に加工途中のものであり、基板301と、軟磁性層302と、下地層303と、記録磁性層304と、マスク305と、レジスト層306とを備えている。係る積層体300を図14に示す製造装置に導入する。基板301としては、例えば直径2.5インチ(65mm)のガラス基板やアルミニウム基板を用いることができる。尚、軟磁性層302、下地層303、記録磁性層304、マスク305、レジスト層306は、基板301の対向する両面に形成されているが、上述のように図面及び説明の簡便化のために、基板301の片面に形成された積層体は省略している。

[0068] 軟磁性層302は、記録磁性層304のヨークとしての役割を果たす層であり、Fe合金やCo合金などの軟磁性材料を含んでいる。下地層303は、記録磁性層304の容易軸を垂直配向(積層体300の積層方向)させるための層であり、RuとTaの積層体等を含んでいる。この記録磁性層304は、基板301に対して垂直方向に磁化される層であり、Co合金などを含んでいる。

[0069] また、マスク305は、記録磁性層304に溝を形成するためのものであり、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)などを用いることができる。レ

ジスト層 306 は、記録磁性層 304 に溝パターンを転写させるための層である。本例では、ナノインプリント法により溝パターンをレジスト層に転写し、この状態で図 14 に示す製造装置に導入する。尚、ナノインプリント法によらず、露光、現像により溝パターンを転写してもよい。

[0070] 図 14 に示す製造装置では、第 1 チャンバ 111 で反応性イオンエッチングによりレジスト層 306 の溝を除去し、次に第 2 チャンバ 112 で溝に露出したマスク 305 を反応性イオンエッチングにより除去する。この時の積層体 300 の断面を図 15 (B) に示す。その後、第 3 チャンバ 113 で溝に露出した記録磁性層 304 をイオンビームエッチングにより除去し、記録磁性層 304 を図 15 (C) に示すように各トラックが径方向で離間した凹凸パターンとして形成する。例えば、この時のピッチ（溝幅＋トラック幅）は 70 乃至 100 nm、溝幅は 20 乃至 50 nm、記録磁性層 304 の厚さは 4 乃至 20 nm である。第 3 チャンバ 113 において、本発明のイオンビーム発生装置を用いたイオンビーム加工を行うことでパターン精度が高く基板内での均一性に優れたエッチング加工をすることができる。

[0071] このようにして、記録磁性層 304 を凹凸パターンで形成する工程を実施する。その後、第 4 チャンバ 114、第 5 チャンバ 115 にて、記録磁性層 304 の表面に残ったマスク 305 を反応性イオンエッチングにより除去する。これにより、図 15 (D) に示すように記録磁性層 304 が露出した状態とする。

[0072] 次に、図 16 (A) 乃至 (D) を用いて、記録磁性層 304 の凹部に非磁性材料からなる埋め込み層を成膜して充填する工程、余剰の埋め込み層をエッチングにより除去するエッチング工程について説明する。

[0073] 図 15 (D) に示すように、積層体 300 の記録磁性層 304 を露出させた後、埋め込み層形成用チャンバ 117 において、図 16 (A) に示すように、記録磁性層 304 の凹部である溝 307 の表面に埋め込み層 309 を成膜する。尚、埋め込み層形成用チャンバ 117 が、記録磁性層 304 上に非磁性材料からなる埋め込み層 309 を成膜・充填する第 2 の成膜チャンバと

して機能する。埋め込み層 309 は、記録磁性層 304 への記録や読み出しに影響を与えない非磁性材料であって、例えば、Cr、Ti やこれらの合金（例えば、CrTi）などを用いることができる。非磁性材料は、強磁性材料を含んでいる場合であっても、他の反磁性材料や非磁性材料を含むなどして全体として強磁性材料としての性質を失っているものであればよい。

[0074] 埋め込み層 309 の成膜方法は特に限定されないが、本例では、積層体 300 にバイアス電圧を印加し、RF スパッタを行う。このようにバイアス電圧を印加することで、スパッタされた粒子を溝 307 内に引き込み、ボイドの発生を防止する。バイアス電圧として、例えば、直流電圧、交流電圧、直流のパルス電圧を印加することができる。また、圧力条件は特に限定されないが、例えば 3 乃至 10 Pa の比較的高圧力の条件下であると、埋め込み性が良好である。また、イオン化率の高い RF スパッタを行うことで、溝 307 に比べて埋め込み材料が積層しやすい凸部 308 を、イオン化された放電用ガスにより成膜と同時にエッチングすることができる。よって、溝 307 及び凸部 308 に積層される膜厚の差を抑制することができる。尚、コリメートスパッタリングや低圧遠隔スパッタリングを用いて、凹部である溝 307 に埋め込み材料を積層させてもよいが、本例の方法を用いることで、基板 301 とターゲットの距離を短くすることができ、装置を小型化できる。

[0075] 尚、図示しないが、埋め込み層 309 成膜前にエッチングストップ層を成膜しても良い。エッチングストップ層は上層の埋め込み層 309 に対して後述する平坦化の条件でエッチング速度が埋め込み層 309 より低い材料を選択すると良い。これにより平坦化の際のエッチングの進み過ぎによる記録磁性層 304 へのダメージを抑制する機能を付与することができる。また、エッチングストップ層として非磁性の金属材料を選択すると、後工程の埋め込み層 309 成膜時のバイアス電圧を有効に機能させることができ前記ボイドの発生を効果的に抑制できる。

[0076] 図 14 中にはエッチングストップ層成膜チャンバ 116 を含めて図示して

いる。

[0077] 埋め込み成膜を行った後の表面は図 16 (A) に示すように微細な凹凸上は概ね埋め込まれるが、前記のように平坦な面に比べ低くなる。微細な凹凸上は埋め込み層の膜厚が十分でない場合微小な凹凸が残ることがある。

[0078] 次に、第 1 のエッチングチャンバ 118 において、図 16 (B) に示すように、記録磁性層 304 上に若干埋め込み層 309 を残し、埋め込み層 309 を除去する。本例では、Ar ガスなどの不活性ガスをイオン源としたイオンビームエッチングにより埋め込み層 309 を除去する。この時、本発明のイオンビーム発生装置を用いて傾斜したイオンビームを照射することで、表面に形成された段差を効果的に平坦化する。

[0079] 第 1 のエッチングチャンバ 118 は、図 1 に例示した本発明のイオンビーム発生装置 1a、1b を備えている。この第 1 のエッチングチャンバ 118 は、埋め込み層 309 の一部をイオンビームエッチングにより除去するためのチャンバである。尚、具体的なエッチング条件としては、例えば、チャンバ圧力を 1.0×10^{-1} Pa 以下、電極 73 の電圧を +500 V 以上、電極 72 の電圧を -500 V 乃至 -2000 V、誘導結合プラズマ (ICP) 放電での RF パワーを 200 W 程度とする。

[0080] 平坦化された後もイオンビームエッチングを継続することにより、図 16 (C) に示すように、残された埋め込み層 309 を完全に除去する。

[0081] 図 14 には前記の図示しないエッチングストップ層を除去するための第 2 のエッチングチャンバ 119 も記載した。尚このエッチングチャンバは反応性ガスによる ICP プラズマを用い、キャリアに DC、RF、DC パルス等のバイアスを印加する機構等により構成される。

[0082] 次に、図 16 (D) に示すように、平坦化された表面に DLC 層 310 を成膜する。本例では、この成膜は加熱チャンバ 120 或いは冷却チャンバにおいて DLC の形成に必要な温度に調整した後、保護膜形成チャンバ 121 にて行う。成膜条件は、例えば、平行平板 CVD にて、高周波電力を 2000 W、パルスー DC バイアスを -250 V、基板温度を 150 乃至 200 °C

、チャンバ圧力を3.0Pa程度とし、ガスは C_2H_4 、流量250sccmとすることができる。ICP-CVDなどでも良い。

[0083] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。

[0084] 例えば、マスク305がカーボンであれば、エッチングストップ層を形成する代わりに、マスク305を残しておく方法でもよい。しかしながら、この場合、レジスト層306を除去するためのエッチングと、余剰の埋め込み層309を除去するためのエッチングの、2度のエッチングによりマスク305の厚さがばらばらになってしまうおそれがある。よって、上記実施形態のようにマスク305を取り去り、エッチングストップ層を形成しなおす方が好ましい。この場合、溝307の底面や壁面にもエッチングストップ層を形成することができ、エッチングストップ層に導電性材料を用いれば、上述したようにバイアス電圧をかけ易くなるので好ましい。

[0085] また、DTMの場合について説明したが、これに限定されない。例えば、記録磁性層304が点在するBPMの凹凸パターンに埋め込み層309を形成する場合にも本発明を適用できる。

[0086] 本発明は、例示した基板処理装置（マグネトロンスパッタリング装置）のみならず、ドライエッチング装置、プラズマアッシャ装置、CVD装置及び液晶ディスプレイ製造装置等のプラズマ処理装置に応用して適用可能である。

[0087] また、本発明のイオンビーム発生装置を製造に用いることが可能な電子デバイスとしては、半導体、磁気記録媒体などが挙げられる。

符号の説明

[0088] 1, 1a, 1b: イオンビーム発生装置、2, 2a, 2b: 放電槽、7, 71, 72, 73: 引き出し電極、20: 基板ホルダ、30, 30a, 30b: 分散電極、31: 第1分散電極、31a: 第2開口部、32: 第2分散電極、32a: 第3開口部、33: 第3分散電極、33a: 第4開口部、36: 突起部、47: イオンビーム、66: 分散電極の開口部、67: 第1開

口部、76：引き出し電極の開口部、77：イオンビーム

請求の範囲

- [請求項1] プラズマを発生するための放電槽と、
前記放電槽で発生させたイオンを引き出すための複数の開口部を有する引き出し電極と、前記引き出し電極の前面に配置され、前記引き出し電極によって引き出されたイオンビームを分散させるための、複数の開口部を有する分散電極と、を有することを特徴とするイオンビーム発生装置。
- [請求項2] 前記分散電極は、前記引き出し電極側から順に、互いに離間して配置された第1分散電極及び第2分散電極からなり、
前記第1分散電極は、互いに隣接して設けられた複数の第1開口部及び第2開口部を有し、
前記第2分散電極は、前記第1分散電極の第1開口部より引き出し電極に向けて先端が突き出した突起部、及び、前記第1分散電極の第2開口部に重なる第3開口部を有し、
前記第1分散電極の第2開口部と第2分散電極の第3開口部とで分散電極の開口部が形成されており、
前記第2分散電極の電位は、前記第1分散電極の電位と異なる電位に設定されることを特徴とする請求項1に記載のイオンビーム発生装置。
- [請求項3] 前記分散電極は、さらに、前記第2分散電極の前面に、第2分散電極とは互いに離間して配置された第3分散電極を有し、
前記第3分散電極は、前記第1分散電極の第2開口部及び第2分散電極の第3開口部に重なる第4開口部を有すると共に、前記第2分散電極の電位と異なる電位に設定されることを特徴とする請求項2に記載のイオンビーム発生装置。
- [請求項4] 前記第1分散電極及び第3分散電極に印加される電圧が同一極性、
或いは第2分散電極に対して同一極性であり、第1分散電極及び第3分散電極によって、第2分散電極によって生じた電界を遮蔽すること

を特徴とする請求項 3 に記載のイオンビーム発生装置。

[請求項 5] 前記引き出し電極の開口部を、前記第 1 分散電極に投影した際に、前記引き出し電極の開口部と前記第 1 分散電極の第 2 開口部が互いに一部のみ重なり合う、又は完全に重なり合わないよう配置されていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のイオンビーム発生装置。

[請求項 6] 前記分散電極の開口部の密度が前記引き出し電極の開口部の密度に比べ大きいことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のイオンビーム発生装置。

[請求項 7] 基板を保持するための基板ホルダと、
前記基板ホルダに基板を保持した際に、該基板の表面に対向して配置されたイオンビーム発生装置を、該基板の両面に対してそれぞれ設けた基板処理装置であって、
前記イオンビーム発生装置が、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のイオンビーム発生装置であることを特徴とする基板処理装置。

[請求項 8] 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のイオンビーム発生装置を用いた電子デバイスの製造方法であって、

前記放電槽内にプラズマを発生させる工程と、

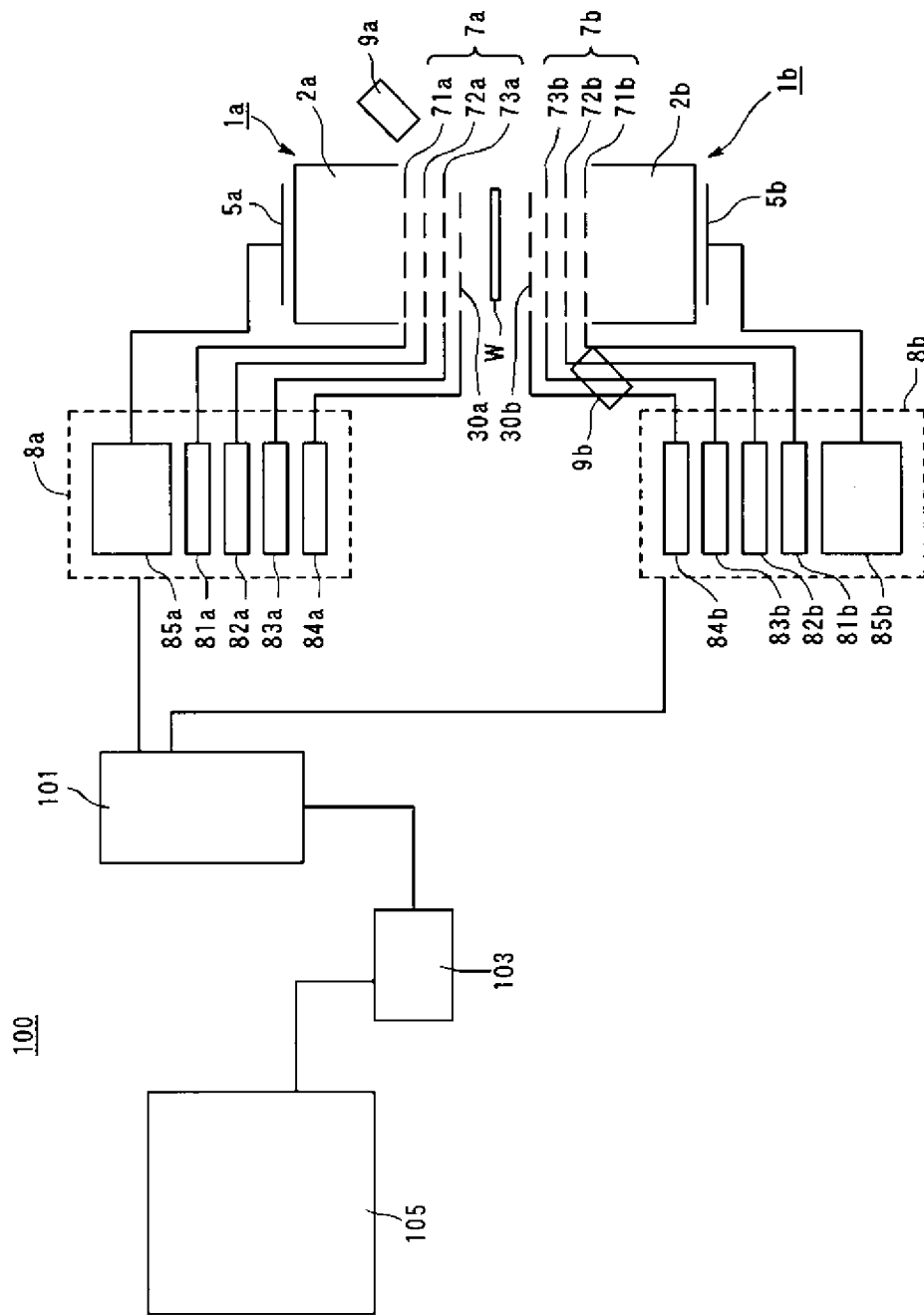
前記引き出し電極に電圧を印加して、前記放電槽内のプラズマからイオンビームを引き出す工程と、

前記分散電極に電界を発生させ、前記イオンビームを分散させる工程と、

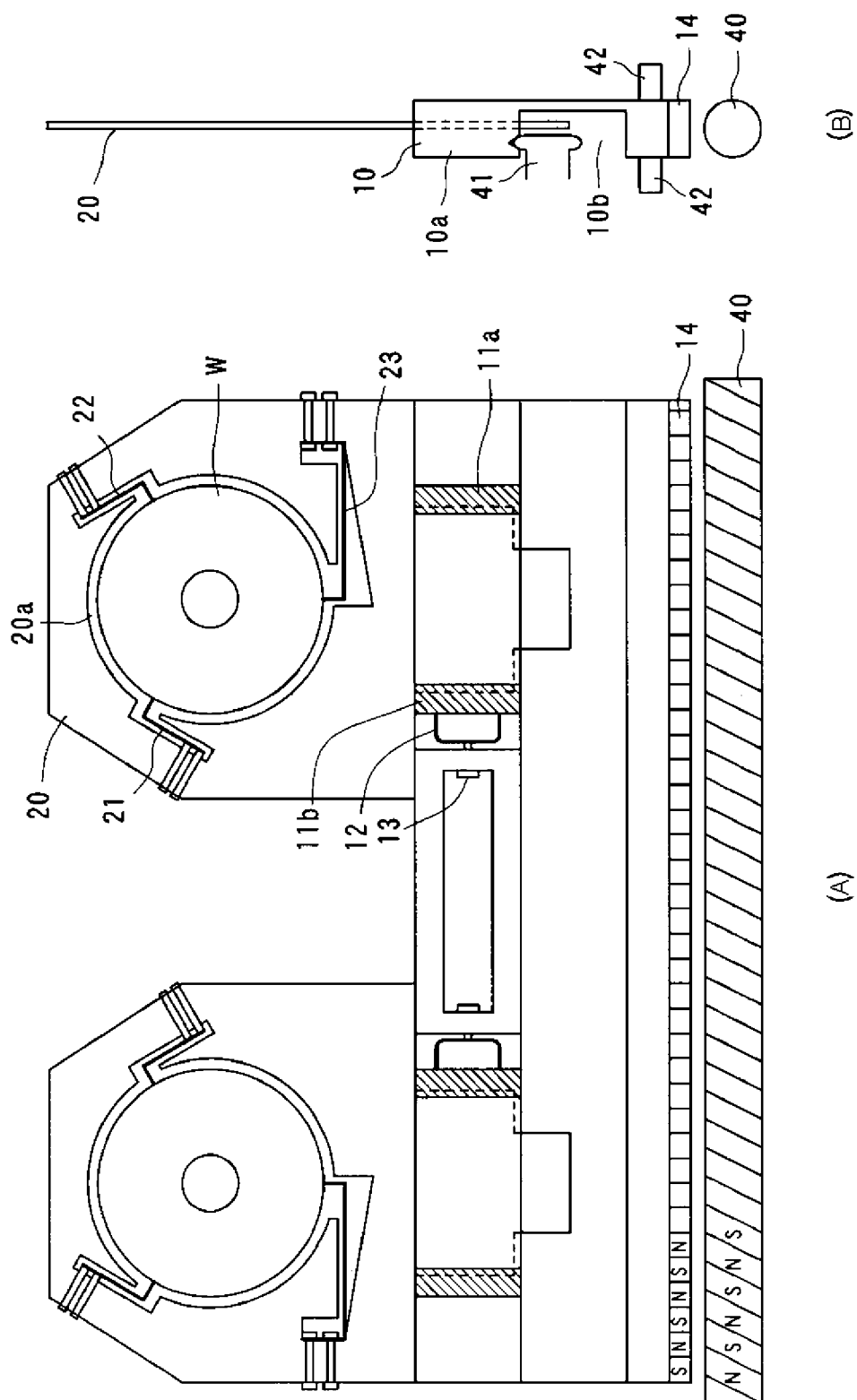
前記分散されたイオンビームにより、基板の表面処理を行う工程と、

を含むことを特徴とする電子デバイスの製造方法。

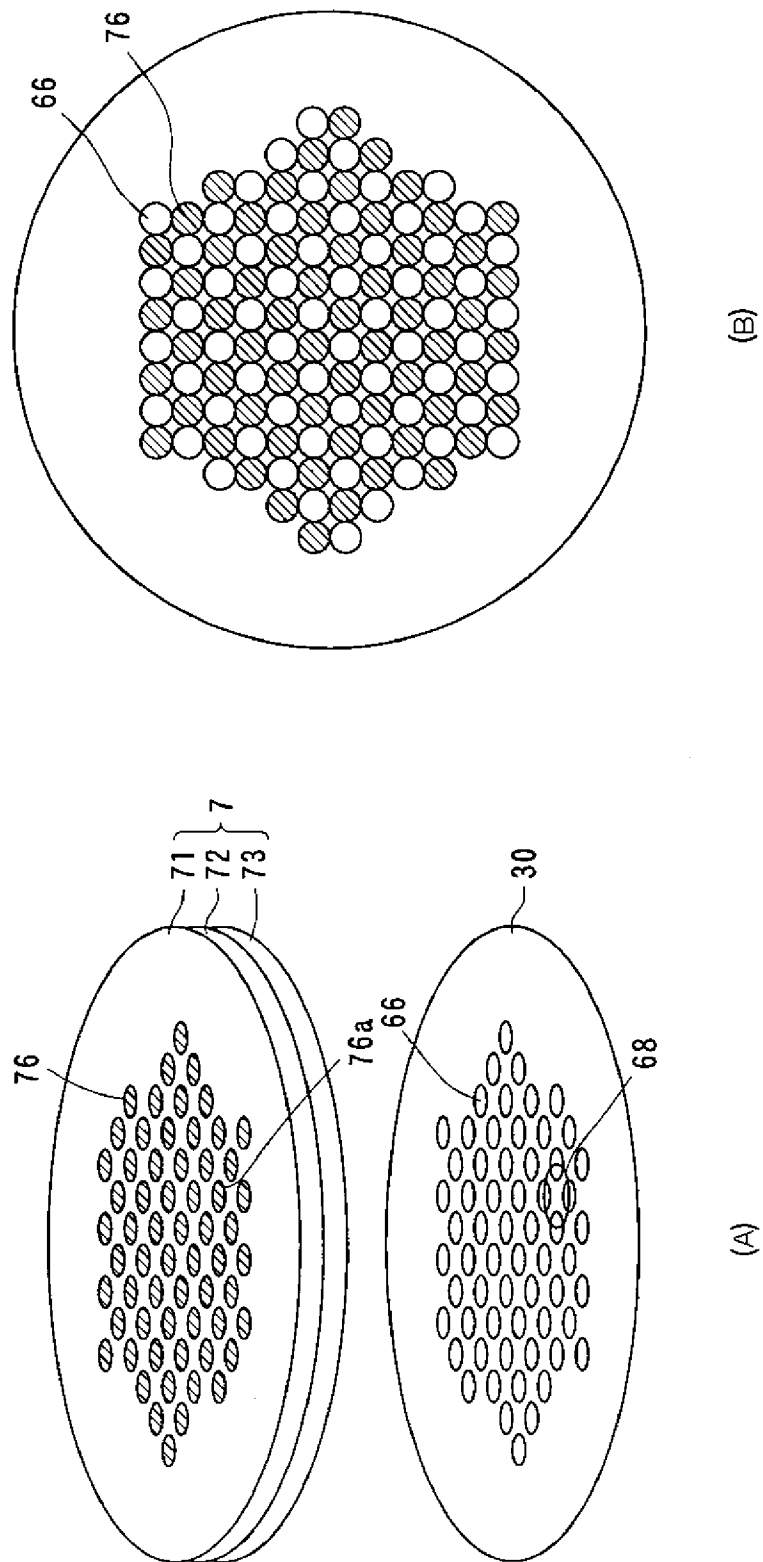
[図1]



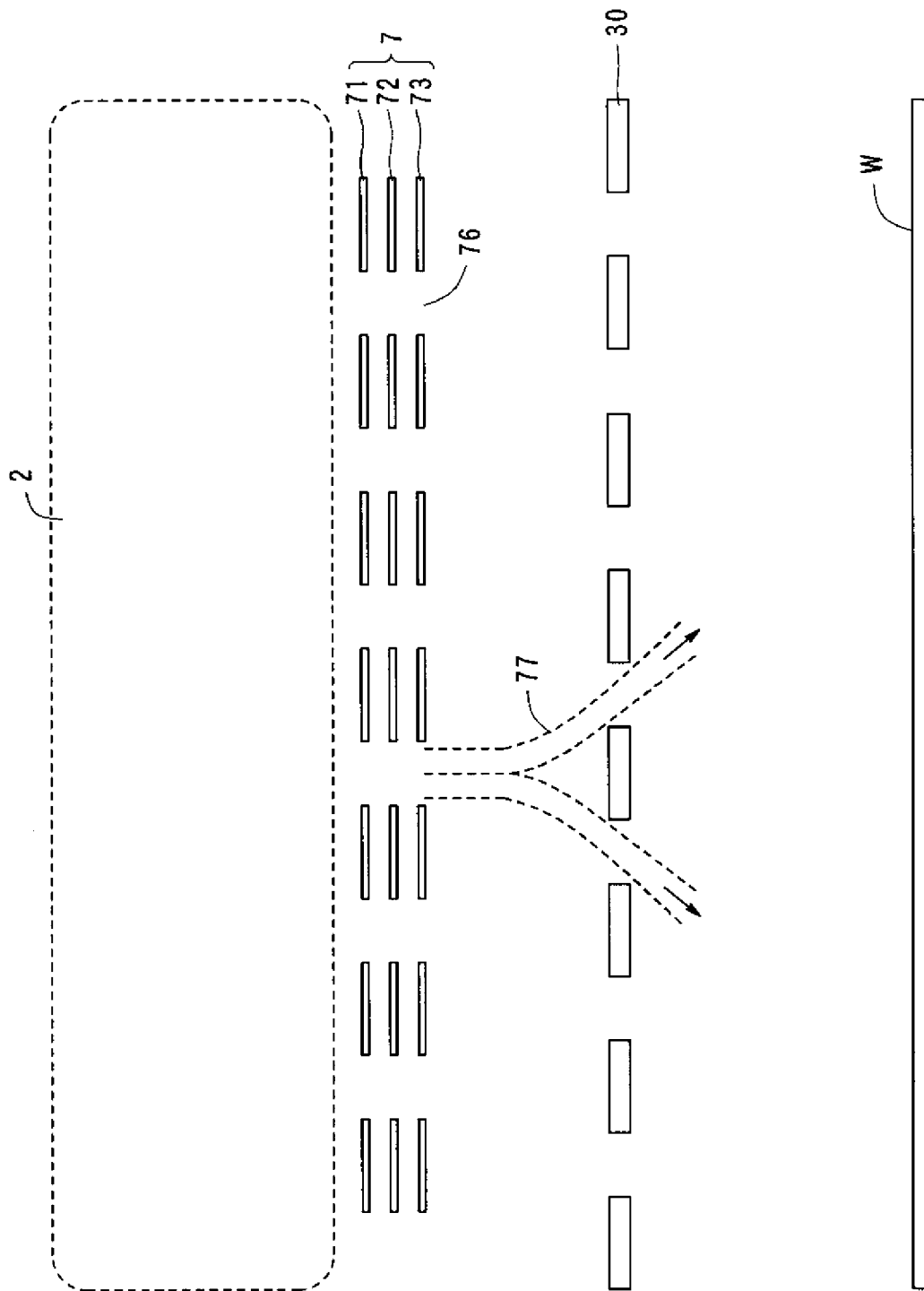
[図2]



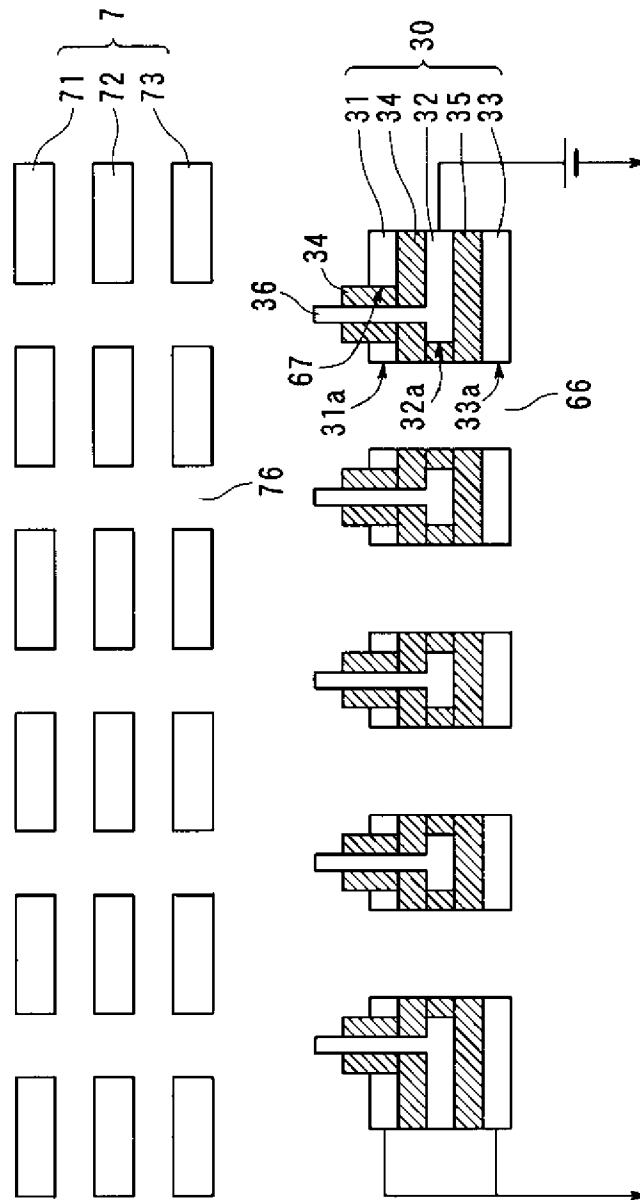
[図4]



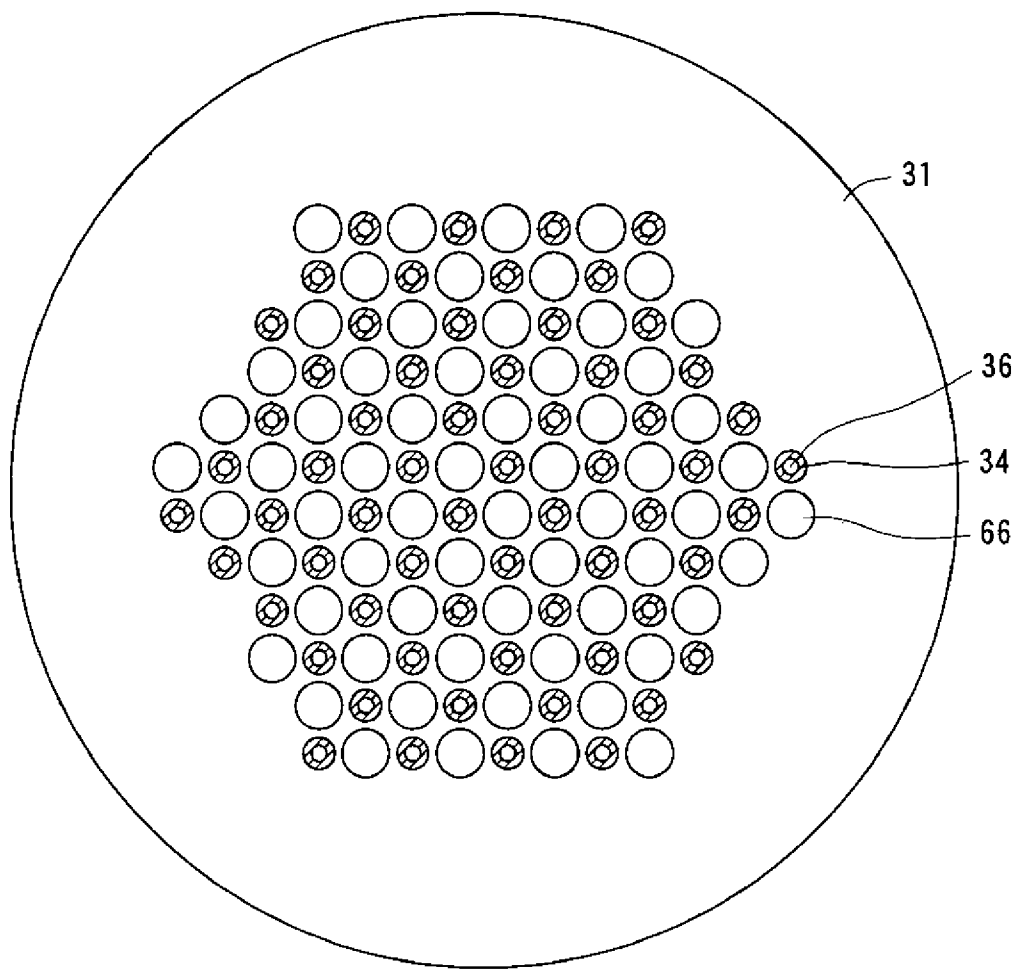
[図5]



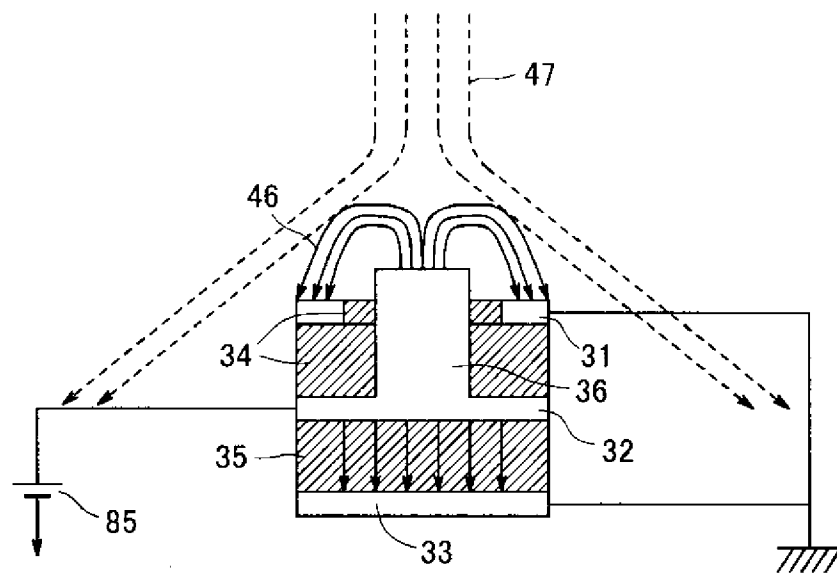
[図6]



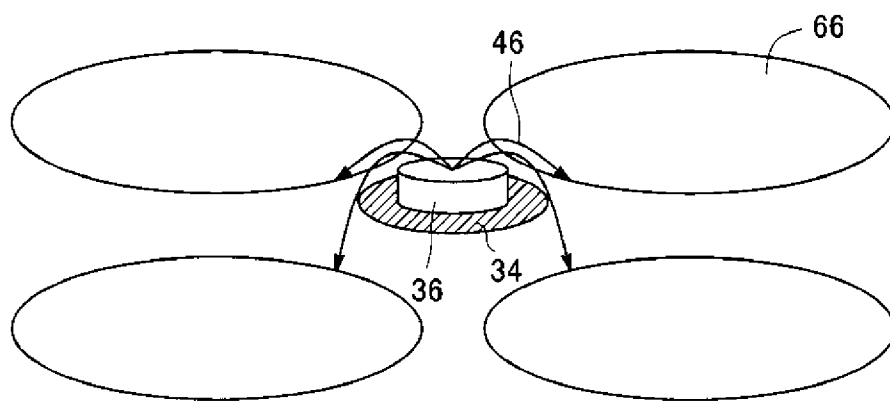
[図7]



[図8]

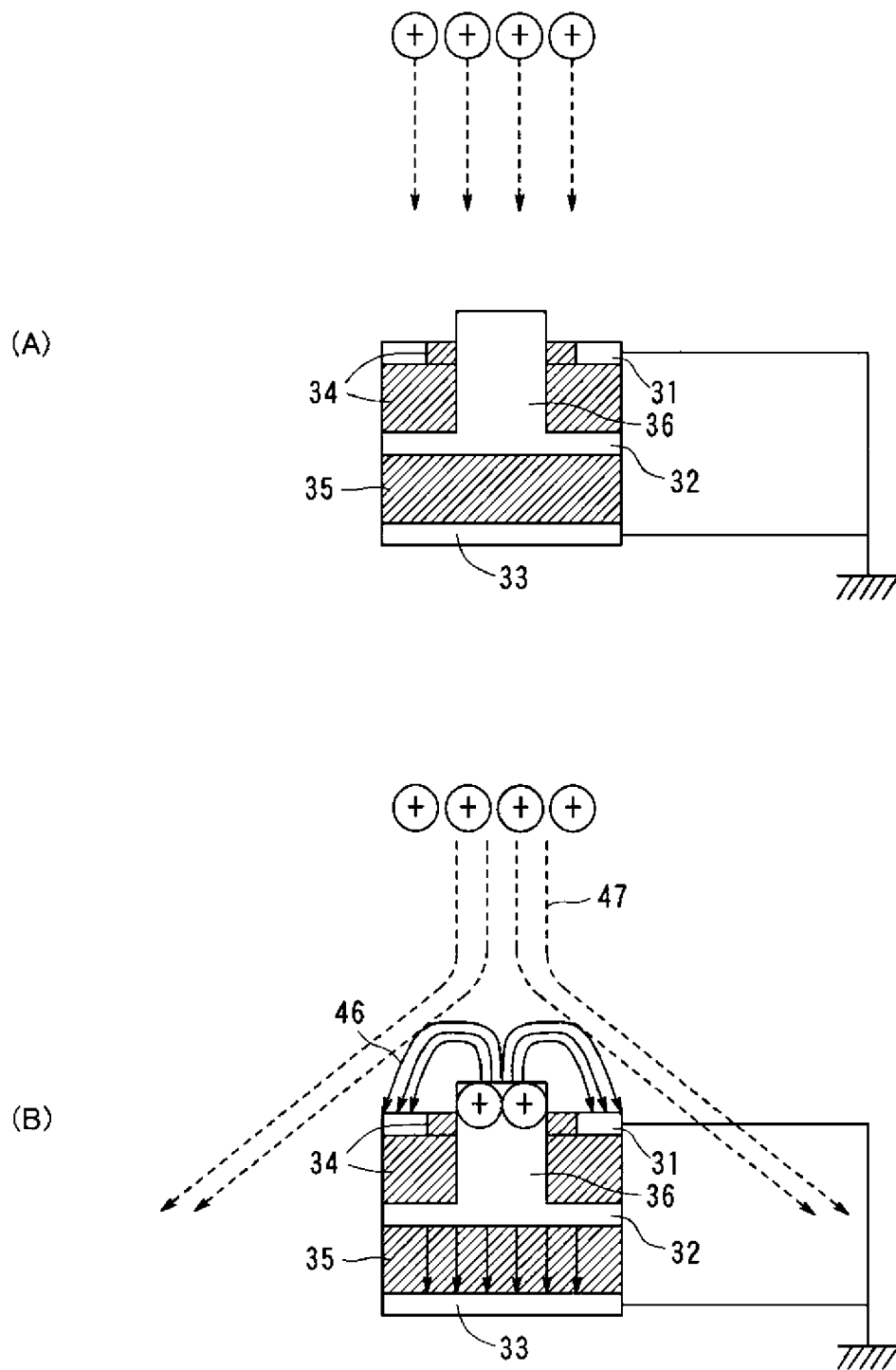


(A)

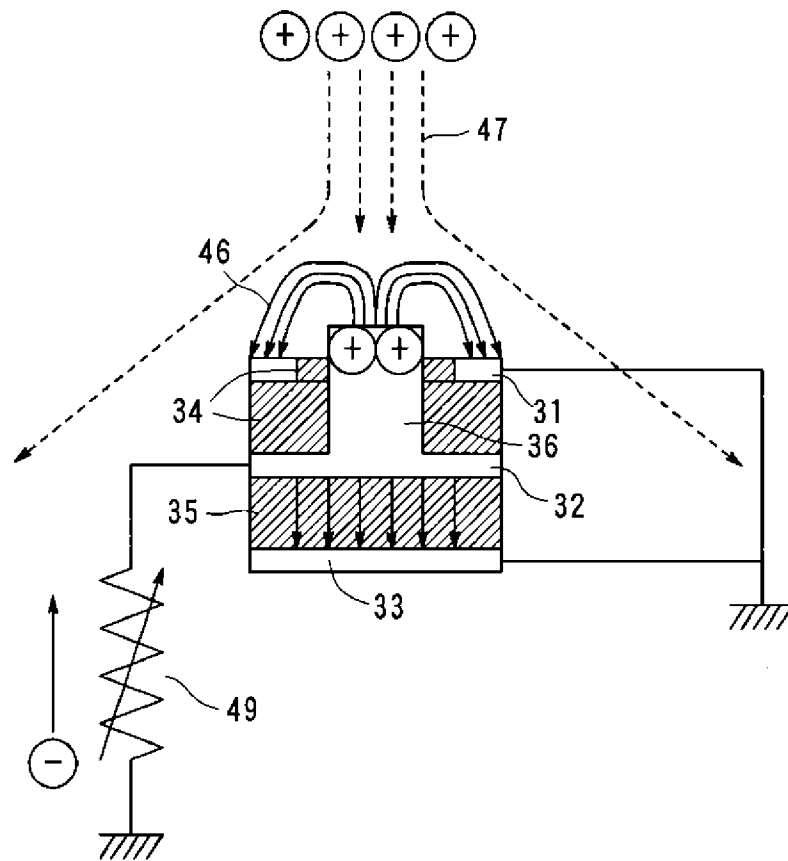


(B)

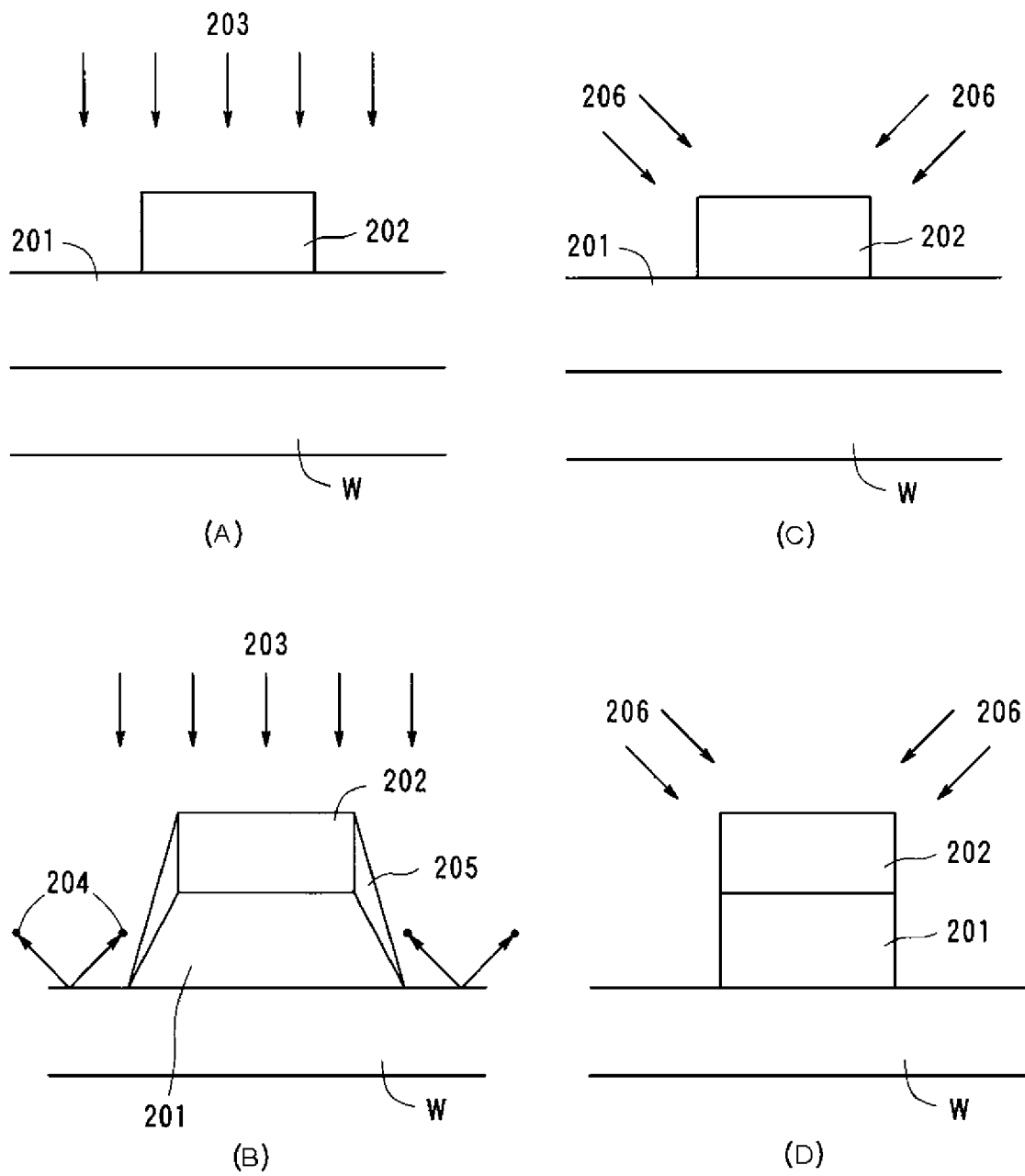
[図9]



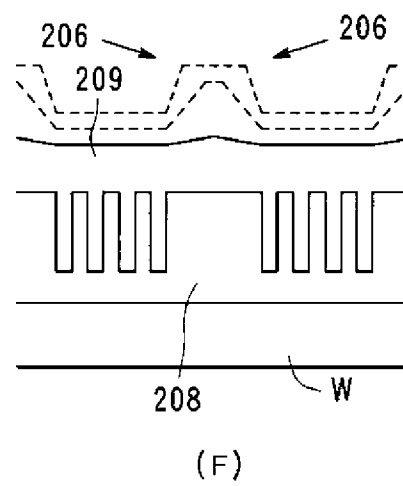
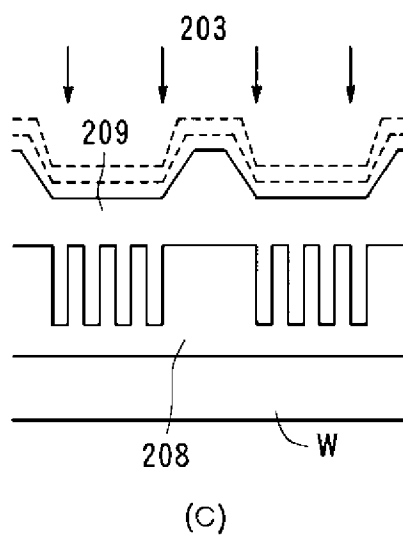
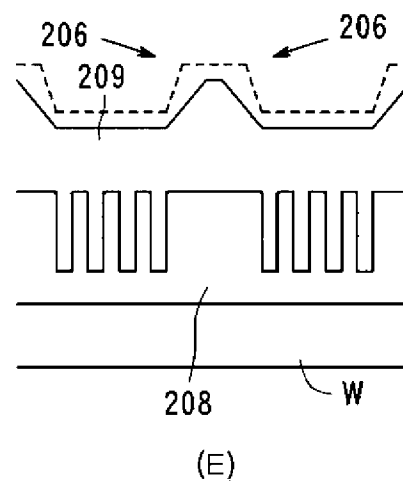
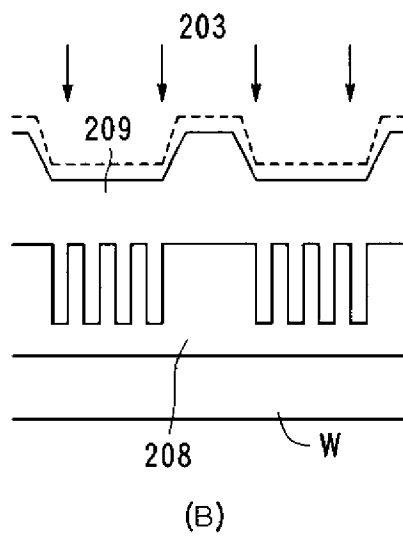
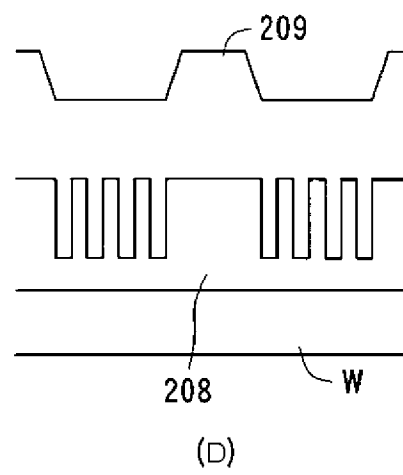
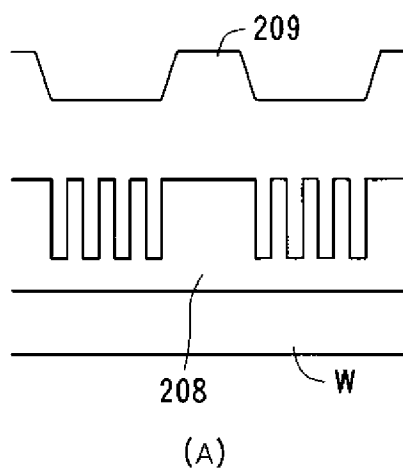
[図10]



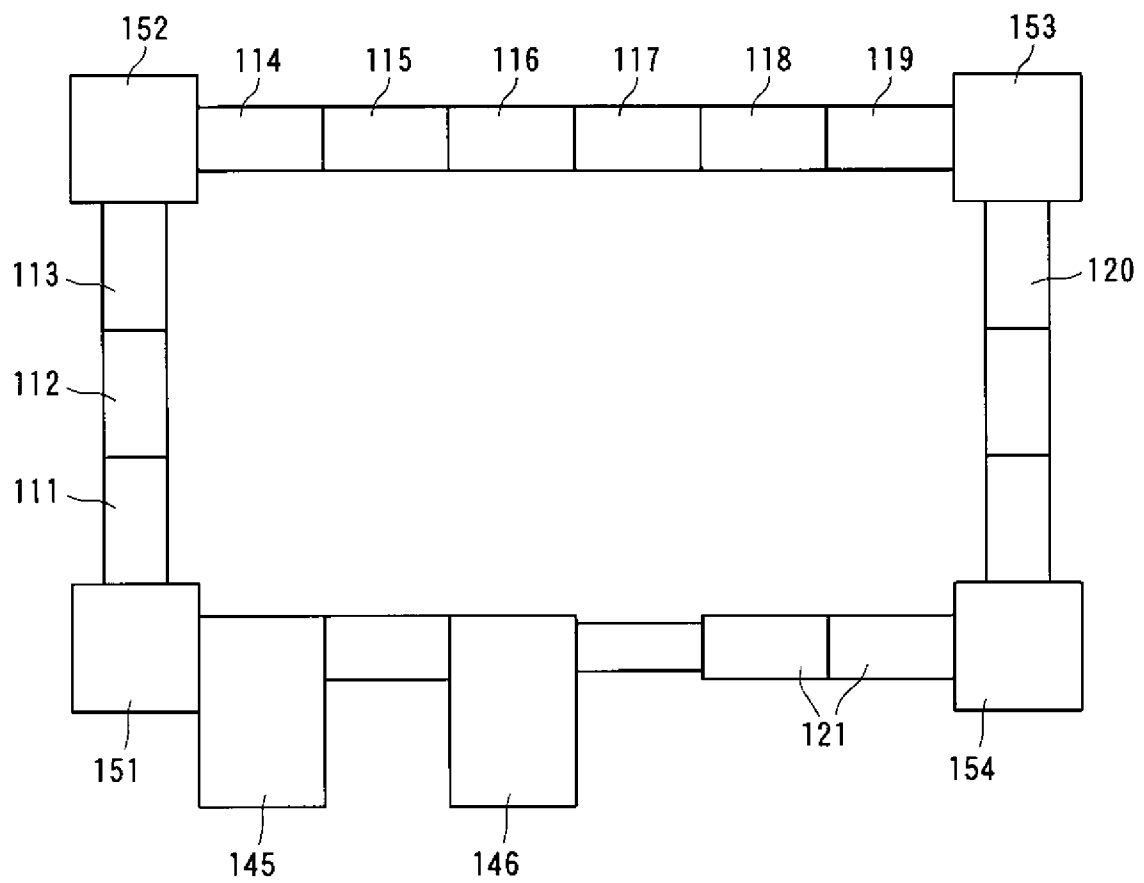
[図12]



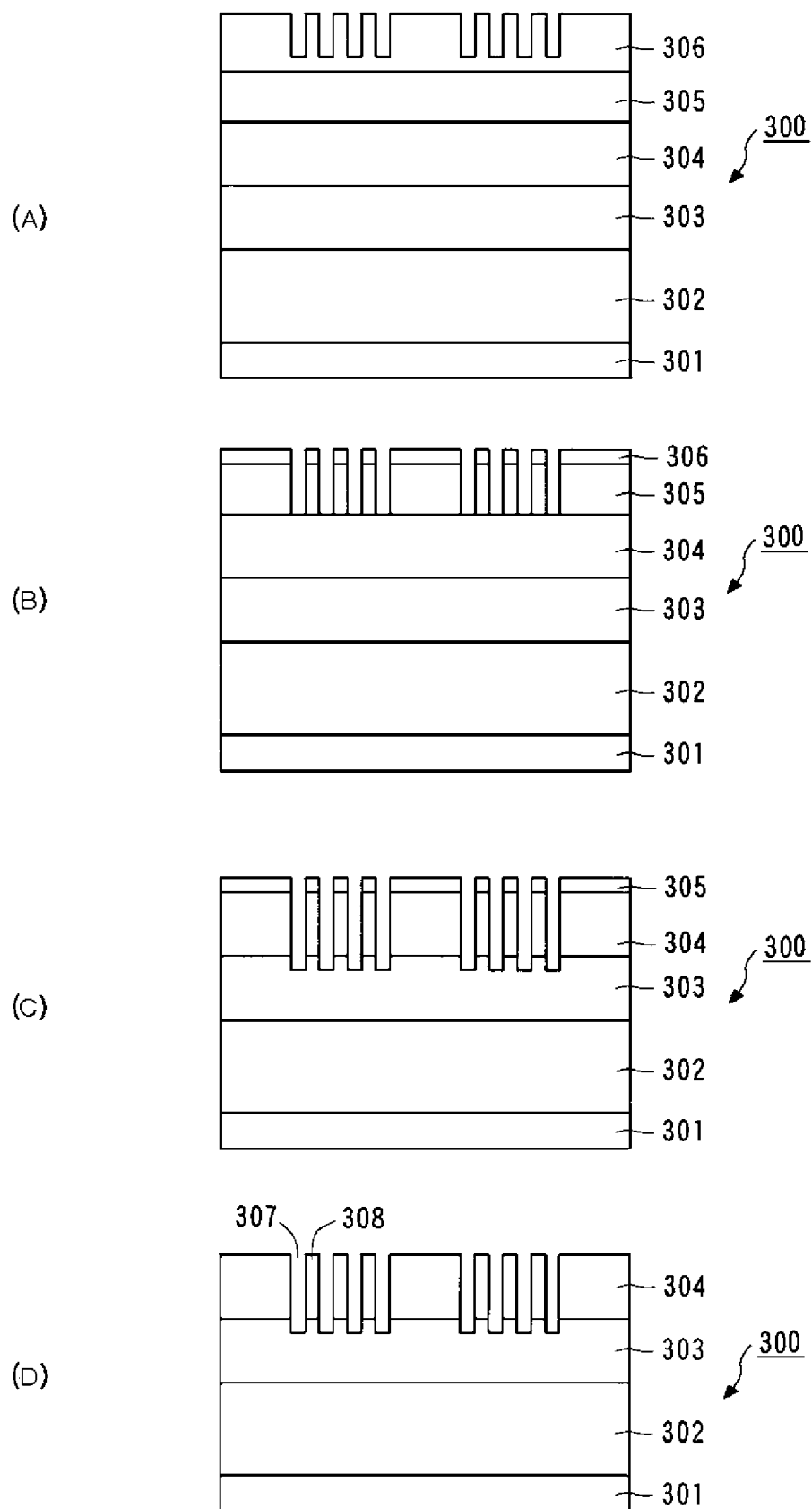
[図13]



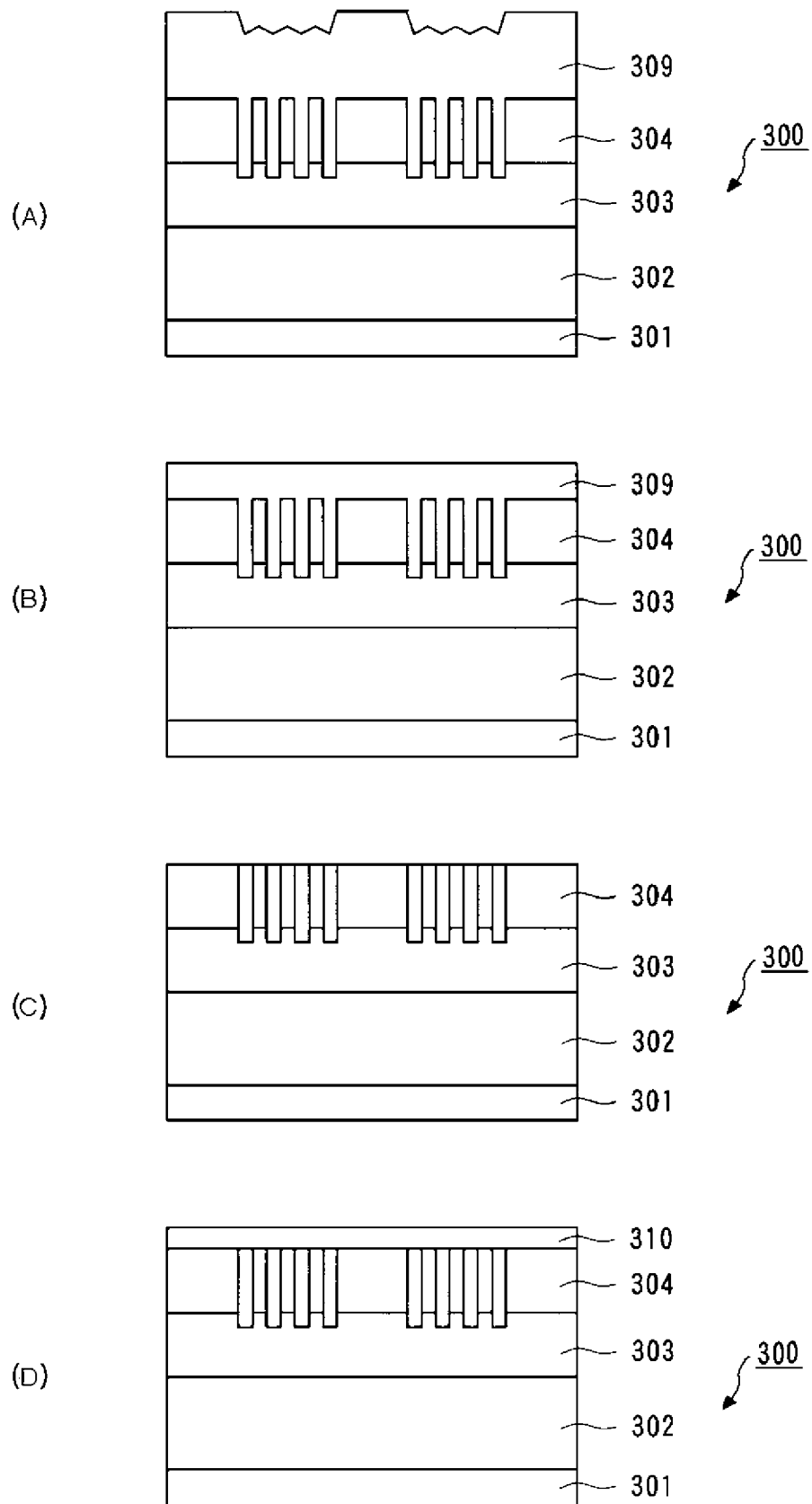
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/08(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i, H01J27/02(2006.01)i, H01L21/302(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)

H01J37/08, G11B5/84, H01J27/02, H01L21/302

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2005-183331 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 July 2005 (07.07.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1, 8 7 2-6
Y A	JP 2008-117753 A (TDK Corp.), 22 May 2008 (22.05.2008), paragraphs [0089] to [0093]; fig. 17 & US 2008/0087631 A1	7 2-6
A	JP 11-503560 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der angewandten Forschung e.V.), 26 March 1999 (26.03.1999), entire text; all drawings & WO 1997/027613 A1 & DE 19618734 A1	1-8

☒ 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
25 April, 2011 (25.04.11)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001249

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-320670 A (Hitachi, Ltd.), 08 December 1995 (08.12.1995), entire text; all drawings & US 5504340 A	1-8
A	JP 11-329334 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 November 1999 (30.11.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J37/08(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i, H01J27/02(2006.01)i, H01L21/302(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. H01J37/08, G11B5/84, H01J27/02, H01L21/302

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 A	JP 2005-183331 A（株式会社田村製作所）2005.07.07, 全文、全図 （ファミリーなし）	1, 8 7 2-6
Y A	JP 2008-117753 A（TDK株式会社）2008.05.22, 段落【0089】 －【0093】、図17 & US 2008/0087631 A1	7 2-6

☒ 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

2 5 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

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）

遠藤 直恵

2 G

3 7 0 1

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
A	JP 11-503560 A (フラウンホーファー ゲゼルシャフト ツア フ オルデルンク デア アンゲヴァンテン フォルシュンク エー ファウ) 1999. 03. 26, 全文、全図 & WO 1997/027613 A1 & DE 19618734 A1	1-8
A	JP 7-320670 A (株式会社日立製作所) 1995. 12. 08, 全文、全図 & US 5504340 A	1-8
A	JP 11-329334 A (三洋電機株式会社) 1999. 11. 30, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-8