

(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
2010 年 11 月 4 日(04.11.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/125670 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 49/06 (2006.01) H01J 43/22 (2006.01)
H01J 43/10 (2006.01) H01J 49/42 (2006.01)
H01J 43/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/058464
- (22) 国際出願日: 2009 年 4 月 30 日(30.04.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (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 2-5-1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村 恵 (NAKAMURA Megumi) [JP/JP]; 〒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). 塩川 善郎 (SHIOKAWA Yoshiro) [JP/JP]; 〒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). 彭 強 (PENG Qiang) [CN/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区

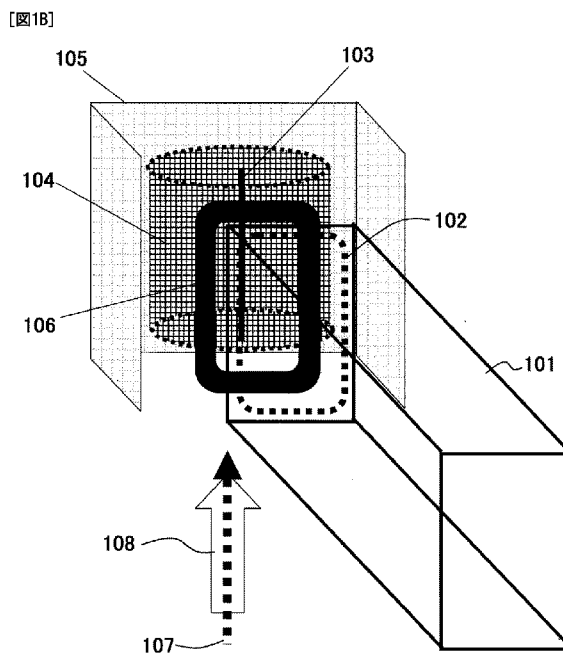
栗木 2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 岡部 正夫, 外(OKABE Masao et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 3-2-3 富士ビル 602号室 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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 (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[続葉有]

(54) Title: ION DETECTION DEVICE AND ION DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: イオン検出装置及びイオン検出方法



(57) Abstract: Provided is an ion detection device comprising a mechanism for converting ions into electrons and amplifying the electrons obtained by the conversion, which enables a reduction in noise caused by stray light. The ion detection device is provided with an ion-electron conversion electrode which converts mass-fractionated ions into electrons, and an amplification mechanism which is configured so as to amplify the electrons, the amplification mechanism leading the electrons obtained by the conversion by the ion-electron conversion electrode thereto by an electric field and amplifying the electrons. The ion-electron conversion electrode has any one of a needle shape, a ribbon shape, a mesh shape, or a slit shape.

(57) 要約: 本発明は、イオンを電子に変換し、該変換された電子を増幅する機構を有するイオン検出装置において、迷光に起因するノイズを低減可能なイオン検出装置を提供する。本発明の一実施形態に係るイオン検出装置は、質量分別されたイオンを電子に変換するイオン電子変換電極と、電子を増幅するように構成された増幅機構であって、イオン電子変換電極で変換された電子を電界で引き込み増幅する増幅機構とを備える。上記イオン電子変換電極は、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか1つである。



CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, — 補正された請求の範囲（条約第 19 条(1)
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： イオン検出装置及びイオン検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、質量分析装置においてイオンを極めて高いS/N(シグナル/ノイズ比)で検出するイオン検出装置及びイオン検出方法に関するものである。

背景技術

[0002] 質量分析装置は、混合試料を構成する各成分を質量の違いにより定性・定量する分析装置であり、他の分析装置に比べて極めて感度が高い(検出限界が低い)ことが大きな特長である。このことを実現している要素のひとつは質量ごとに分別されたイオンを検出するユニットであり、板形状のイオン電子変換電極、15段程度の2次電子増倍電極(Secondary Electron Multiplier; SEM、以降SEMとも呼ぶ)とコレクタなどを備えている。

[0003] 質量分別されたイオンがイオン電子変換電極に垂直に衝突する。その際、もしもイオン電子変換電極に-1.9kVが印加されていれば衝突エネルギーはほぼ1.9keVとなり、このエネルギーによりイオン電子変換電極の表面から電子が発生し、イオン/電子変換が行なわれる。この収率(効率)は0.1~0.2程度であり、イオン電子変換電極の材質や表面状態にはあまり影響されないが衝突エネルギーに概ね比例するので、イオン/電子変換にとってはイオンのエネルギーが重要となる。

[0004] 通常-1.9kV程度の電圧が印加されているイオン電子変換電極から発生した電子は、イオン電子変換電極に対してプラスの電位差が印加されているSEMの初段電極に入射する。SEMを構成する各電極には初段電極から最終段電極まで100~200V程度の電位差で順に電圧が印加されている。この各電圧は初段電極へ供給された印加電圧を検出ユニット内部に設置した抵抗で分割して供給されることが多い。初段電極には通常-1.5kV程度の電圧が印加されており、イオン電子変換電極からSEM初段電極に入射した電子は初段電極表面で2次電子

を発生させる。電子衝突による2次電子発生 of 収率は大変高く、この程度のエネルギーでは適切な表面状態において1.5~2.0程度となる。したがって、電子の増幅が実現しているのである。これ以降、2段目電極、3段目電極・・・で同じように電子増幅が行なわれ、最終段では5~6桁もの増幅が行なわれる。このように極めて高い増幅を行うことができるSEMは質量分析によっては必要不可欠となっている。

[0005] しかしながら、イオン電子変換電極には検出して信号とすべきイオンだけでなくノイズの原因となる光も到来する。イオン電子変換電極では光もイオン同様、電子に変換されるので、該光により生じた電子もSEMでシグナルと同じように増幅されてしまい、印加電圧の増加により電子増幅率を高くしてもS/Nは改善されない。質量分析装置では5~6桁もの濃度差を持つ混合試料を分析する必要があるため、S/Nも5~6桁が求められ、如何にノイズを抑えるかがその性能を決定付ける重要な要素となる。

[0006] 質量分別をするにあたっては、まず測定する中性分子をイオン化する必要がある。代表的なイオン化法は電子イオン化であり、イオン源のフィラメントから発生させた熱電子を用いて中性分子にエネルギーを与えて外殻電子を除去しイオン化する(電子イオン化の他にも、プラズマや電界などを用いる数多くの方法がある)。しかし、この過程でイオン化までには到らず励起されただけの分子も多く発生し、これらはしばらくして数~十数eVのエネルギーを持つ真空紫外光を放出して安定化する。この真空紫外光は電荷を持たないために質量分別機能では分別されずにイオン電子変換電極に到来し、照射されると電子(光起因のため光電子とも言われる)を放出する。

[0007] さらに、質量分析計の部品からもノイズの原因となる光が放出される可能性が知られている。さらに、質量分析計として最も代表的な四重極質量分析計においては、マイナスの高電圧が印加された四重極電極にイオンが衝突することにより、真空紫外光よりもエネルギーの高い軟X線が発生する。

[0008] このようにして発生した真空紫外光と軟X線は質量分析装置にとってノイズの原因となるので“迷光”と呼ばれている。迷光は質量分析装置のS/Nを低下

させることでその基本的性能を大きく低下させるため、SEMとしてはイオンのみを電子に変換し、迷光をできるだけ電子に変換しないようにする工夫が下記の文献に記載されているが、必ずしも充分ではない。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平 8－7 8 3 2 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 1－3 5 1 5 6 5 号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：大村 孝幸、山口 晴久、「質量分析計の検出器—二次電子増倍管」J. Vac. Soc. Jpn. (真空) Vol. 50、No. 4, p. 258-263 (2007)

発明の概要

[0011] イオン検出装置としてのイオン検出ユニットが迷光をノイズとして検出しないようにするため、特許文献 2 および非特許文献 1 では以下のような工夫がなされている。

図 2 0 A は、従来の質量分析装置の全体を示す模式図であり、図 2 0 B は、図 2 0 A に示す質量分析装置のイオン検出ユニット付近の拡大図であり、図 2 0 C は、図 2 0 A に示すイオン電子変換電極付近を三角法で示した詳細図である。

[0012] 図 2 0 A において、真空容器 1 a 内に配置された質量分析装置 1 は、イオン源 2、質量分別機構 3、およびイオン検出ユニット 4 を備えている。

イオン源 2 は、フィラメント 5 を有し、該フィラメントにより発生した熱電子 6 を用いて測定対象の分子を含む中性分子をイオン化し、該生成されたイオンを質量分別計 3 へと導入する。

[0013] 質量分析機構 3 は、4 本の円柱状電極からなる四重極電極 7 を有している。四重極電極 7 のうち対向する電極セットを電氣的に結合し、それぞれの電極セットに直流電圧と高周波交流電圧とを印加することにより、各電圧、周波数等に応じた質量数を有するイオンのみを、四重極電極 7 の長軸方向に通

過させるようにしている。また、質量分析機構 3 の出口部分には、アパーチャが形成された四重極出口電極としての、アパーチャが形成されたアパーチャ板 8 が配置されている。アパーチャ板 8 は、所定の電位に設定されるが、通常グランド電位（アース電位、0 V）となっている。

[0014] イオン検出ユニット 4 は、イオンの軌道を曲げるための偏向機構 9 と、二次電子増倍管（SEM）11 と、イオン電子変換電極 10 とを有している。図 20A において、二次電子増倍管 11 は、複数の電極、およびコレクタ 12 を有している。上記イオン電子変換電極 10 には -1.9 kV の電位が印加されている。また、二次電子増倍管 11 の初段電極には -1.5 kV の電位が印加されている。

[0015] このような構成において、イオン源 2 にて発生したイオンが質量分別機構 3 に入射されると、所望の質量数を有するイオン 13 が質量分別機構 3 を通過し、該イオン 13 がイオン検出ユニット 4 に入射される。イオン検出ユニット 4 に入射したイオン 13 は、偏向機構 9 の作用により、イオン電子変換電極 10 側へとその軌道を変化させる。イオン電子変換電極 10 にイオン 13 が入射すると、該イオン電子変換電極 10 にてイオン/電子変換により電子 15 を発生する。該電子 15 が二次電子増倍管 11 の初段電極に入射すると、該電極にて二次電子が発生し、該二次電子が後段の電極にて順次増幅されてコレクタ 12 に入射する。コレクタ 12 では入射された二次電子に応じた信号 14 を出力する。

[0016] このような質量分析の際には、上述のようにイオン源 2 から質量分別機構 3 にはイオンの他に真空紫外線といった迷光 16 が入射することがある。

[0017] 上述のようにアパーチャ板 8 の電位は通常グランド電位（アース電位：0V）であり、イオン検出ユニット 4 はこのアパーチャ板 8 を通過したイオンを検出する。イオンの検出だけを考えればイオン検出ユニット 4 はアパーチャ板 8 に形成されたアパーチャと同じ軸上に位置するのが効率的ではあるが、それでは 16 迷光もまともに検出してしまう。そこで、イオン検出ユニット 4 を上記アパーチャから外した位置に設置し、偏向機構 9 やイオン電子変換電極

10の電界によりイオン13の軌道のみを曲げることにより、イオンはあまり損失無く検出することができる一方で、迷光16がイオン電子変換電極10に直接照射しない構造になっている。この構造はOff-Axis構造として広く普及している。

このようにOff-Axis構造を採用することで迷光16のイオン電子変換電極への入射を低減することができるが、図20Bに示すように、該迷光16が偏向機構9等において反射して生じる迷光（以下、反射迷光とも呼ぶ）17が生じることがある。

[0018] 上記Off-Axis構造は直進する迷光16には有効だが、20～30%におよぶ真空紫外光や軟X線の反射率に起因する反射迷光17には無効である。なぜならばイオン電子変換電極10が板形状であるため、反射迷光17を受ける面積は迷光の断面積に等しく、その全てが検出されていたからである（図20C右上）。これは最新の質量分析装置にとってはS/Nの改善を阻む大きな問題になっており、さらに迷光の影響を減らすこと、すなわち外部迷光の影響を低減することが求められていた。

[0019] なお、図20Aで示した2次電子増倍管（SEM）は電子がSEM組立軸の正面から入射するフロントエントリー型であるが、これ以外にもSEM組立軸の側面から入射するサイドエントリー型がある。

[0020] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、イオンを電子に変換し、該変換された電子を増幅する機構を有するイオン検出装置において、迷光に起因するノイズを低減可能なイオン検出装置を提供することにある。

[0021] 本発明の第1の態様は、イオン検出装置であって、質量分別されたイオンを電子に変換するイオン電子変換電極と、電子を増幅するように構成された増幅機構であって、前記イオン電子変換電極で変換された電子を電界で引き込み増幅する増幅機構とを備え、前記イオン電子変換電極は、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか1つであることを特徴とする。

[0022] 本発明の第2の態様は、イオン検出方法であって、入射されたイオンを質量分別する工程と、前記質量分別されたイオンを、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか1つの形状を有するイオン電子変換電極により電子に変換する工程と、前記変換された電子を増幅する工程とを有することを特徴とする。

[0023] 本発明によれば、イオン電子変換電極を有するイオン検出装置において、該イオン変換電極に入射する迷光を低減することができ、S/N比の向上を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1A]本発明の一実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図である。

[図1B]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部の3次元透視図である。

[図1C]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図3A]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図3B]図3Aに示すイオン電子変換電極の電位切り替えを説明するための図である。

[図4]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図5]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図6]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図7]本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図で

ある。

[図8] 本発明の一実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図である。

[図9A] 本発明の一実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図である。

[図9B] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図10] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置のクリーニングを説明するための図である。

[図11A] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置のクリーニングを説明するための図であって、イオン検出装置の正面図である。

[図11B] 図 1 1 A に示すイオン検出装置の上面図である。

[図12A] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図12B] 図 1 2 A に示すイオン変換電極にイオンが入射される様子を説明するための図である。

[図13] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図14] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[図15A] 本発明の一実施形態に係る質量分析装置の一部を示す正面図である。

[図15B] 図 1 5 A に示す質量分析装置の一部を示す上面図である。

[図15C] 図 1 5 A に示すイオン検出装置の正面図である。

[図16] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置の正面図である。

[図17A] 本発明の一実施形態に係る質量分析装置の一部を示す正面図である。

[図17B] 図 1 7 A に示すイオン検出装置の正面図である。

[図18] 本発明の一実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図である。

[図19]本発明の一実施形態に係る２次電子増倍器の各形式の類型図である。

[図20A]従来の質量分析装置の全体を示す模式図である。

[図20B]図２０Ａに示す質量分析装置のイオン検出装置付近の拡大図である。

[図20C]図２０Ａに示すイオン電子変換電極付近を三角法で示した図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下で説明する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

[0026] (本発明の原理)

本発明は以下のような原理に基づいている。

原理１；＜実面積の縮小＞

本発明では、イオン電子変換電極の形状を従来の板からニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、スリット形状などすることにより、迷光（反射迷光やイオン検出装置の外部から入射した迷光）を受光する面積を小さくする。この面積縮小分だけ迷光の影響を低減できる。

[0027] 原理２；＜見込み面積の縮小＞

迷光の到来方向からの見込み面積（迷光が照射される面積）が小さくなるようにイオン電子変換電極を配置することにより、該イオン電子変換電極の、到来方向からの高強度の迷光が照射される面積を少なくする。迷光の影響を大幅に低減することができる。

[0028] 原理３；＜クーロン力によるイオン収集＞

ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、スリット形状などのイオン電子変換電極にイオンが引きつけられるような電界を形成することにより、面積縮小に伴うイオン検出効率低下を補い、イオン電子変換電極へとイオンを引き付ける効果を従来の板型と同等にすることができる。

[0029] 原理４；＜収集効率と変換効率の両立＞

ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、スリット形状などのイオン電子変換電極をイオンの入射方向にそって伸びるように設置することにより、

イオンの収集効率を良好に確保したままイオン電子変換効率を良好に確保する。

[0030] 以下、これらについて説明を行なう。

迷光に基づくノイズ量はイオン電子変換電極が迷光を受光する面積に比例する。一方、迷光は真空紫外光や軟X線などの電磁波であり電荷を持たないため、電界の影響を受けることはなく直進する。その結果、イオン電子変換電極が迷光を受光する面積は、照射される迷光束が見込んだイオン電子変換電極の断面積（迷光束の、イオン電子変換電極への照射面積）に等しくなる。そこで、この断面積を少なくすることがノイズを低減することになる。

[0031] イオン電子変換電極に照射されなかった迷光は通り過ぎて、いずれはグラウンド電位の真空チャンバーに照射されるが、そこで発生する電子(光電子)はグラウンド電位のポテンシャルを持つためマイナスの電位に設定されている2次電子増倍管の電極には入射せず、ノイズにはならない。しかし、迷光の一部分は光のまま反射して反射迷光となり、イオン電子変換電極に照射されノイズになり得る。すなわち、イオン電子変換電極に照射される迷光は、当初の到来方向からのものが高強度であるが、その他に反射によりあらゆる方向から照射する迷光も存在する。

[0032] 上記原理1<実面積の縮小>は、反射後の「あらゆる方向からの迷光」に対して有効であり、そのノイズ量はイオン電子変換電極の表面積に概ね比例する。次に原理2<見込みの面積の縮小>は、最初に挙げた反射前の「当初の到来方向からの迷光」に対して効果的であり、ノイズ量は、イオン電子変換電極における、当初の到来方向からの見込み面積に比例する。「当初の到来方向からの迷光」は強度が高いがそれだけに対策が奏功した場合の効果は高く、しかも見込み面積を大幅に小さくすることは現実的であるため、この実用性は高い。

[0033] なお、迷光の一部はイオン検出ユニット内に並存するその他の電極(例えば、イオンサプレッサ電極、シールド電極)にも照射され、しかもそれらの電極にもマイナスの深い電位が印加されているため、そこから発生する電子が2

次電子増倍管に入射するなどしてノイズになり得る。そこで、これらの電極もニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、スリット形状などにして迷光の受光面積を小さくすることが有効である。

[0034] 一方、電荷を持つイオンは、高電位のイオン電子変換電極へ向かってクーロン力により軌道を曲げながら引きつけられる(正イオンの検出にあたって、イオン電子変換電極は例えば-2kVのようにマイナスの高電位である)。このため、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、スリット形状などのイオン電子変換電極の実面積は小さくなっているものの、イオンの検出効率は迷光ほど低下しない。イオン電子変換電極から離れた所を通過するイオンに対しては引きつける力が弱くなるが、イオン束の外側にイオン電子変換電極よりも絶対値の小さな負低電位、言い換えるとイオンに対して押し出し電位(例えば-600V)を持つイオンサプレッサ電極を設置することにより、その押し出し効果によりイオンの収集効率を高くすることが可能である。また、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、あるいはスリット形状等のイオン電子変換電極を複数本設置し、イオン束全体に分散して配置することも有効である。これらの効果が、原理3<クーロン力によるイオンの収集>から得ることができる。

[0035] ところで、停止状態(イオンの初期エネルギーがゼロ)のイオンはより低い電位を持つ電極に必ず収集される(収集効率が100%)が、垂直方向の初期エネルギーを持つと収集効率は低下する。これは、地球に引きつけられた物体が必ずしも地球に衝突せずに宇宙空間に弾き飛ばされることと同様である。そこで、イオンの検出効率を高くするにはイオンの初期エネルギーをより小さくすることが有効である。しかしながら、イオン電子変換を起こすのに必要とされるイオンのエネルギーは数百eV以上と相当高い。

[0036] この二つの要請は矛盾しているが、針形状のイオン電子変換電極をイオン束の入射方向と平行に設置すること、すなわち、イオン電子変換電極の延在方向に沿ってイオンを入射することにより解決することが可能である。

[0037] イオンの収集について考えると、収集効率を低下させるイオン束入射方向

に対して垂直方向のエネルギーは、それがイオン束である以上、わずかしかなければならない(もしも持っていたらイオン束にはなり得ない)。次に、イオンの引きつけ力は正確にはクーロン力とそれが加わる時間の積(力積)に比例することになり、伸延しているイオン電子変換電極に平行してイオンが飛行するので、イオン電子変換電極近傍を通過する時間が長くなり、その結果イオン変換電極に向かう大きな力積を受ける。最終的に、イオン入射方向に十分なエネルギーを維持しつつ、イオン変換電極に収集される。これが原理4<収集効率と変換効率の両立>であり、これにより従来技術の板形状の場合と同程度の検出効率を達成することが可能となる。

[0038] 以上まとめると、イオン電子変換電極をニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、またはスリット形状とすることでイオン検出をあまり犠牲せず(原理3)に迷光の影響を低減でき(原理1)る。また、イオン電子変換電極の延在方向をイオン入射方向に平行に設置するなどして、上記延在方向に沿ってイオンを入射させることでイオン検出を従来の板形状と同程度を維持したまま(原理4)迷光の影響を大幅に低減することができる(原理2)。

さらに、従来技術では、イオンはイオン電子変換電極の正面に入射していたが、本発明では斜めに入射することによりイオン収集効率が向上する効果がある。

[0039] (第1の実施形態)

図1Aは、本実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図であり、図1Bは、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部の3次元透視図であり、図1Cは、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図である。なお、図1Cの右上にイオン電子変換電極の迷光受光面積と迷光断面積を示す。また、図面を見易くするため、図1Bにおいてシールド電極の天板部分を省略した。

[0040] 図1Aにおいて、四重極電極112、および質量分別機構の出口電極としての、アパーチャ113aが形成されたアパーチャ板113を有する質量分別機構111の後段に、偏向機構114、および図1Bに示す構造を有する

イオン検出ユニット１０１が設けられている。このような構成において、質量分析機構１１１からアパーチャ１１３aを介して導入されたイオン束１０７は、偏向機構１１４の作用によりその軌道をイオン電子変換電極１０３側へと変化する。イオン束１０７がイオン電子変換電極１０３に入射すると、イオン/電子変換によりイオン電子変換電極１０３にて電子１０９が発生する。該電子１０９は、２次電子増倍器としての２次電子増倍管１０１に形成された電子入射口１０２を介して２次電子増倍管１０１内に入射され、該２次電子増倍管内にて増幅される。

[0041] 従来の２次電子増倍管はイオンだけでなく電子や（高エネルギー）光を検出することが可能で、初段の電極ではそれぞれイオン電子変換、２次電子発生、光電子発生を行なうが、いずれも基本的な機能・動作は同じであるため初段電極とそれ以後の電極はほぼ同じ形状・構造となっている。しかし、本実施形態では、以下のように全く新規な構造のイオン電子変換電極を、イオンを電子に変換し該変換された電子を増幅する機構（以下、“イオン電子増幅機構”と呼ぶ）の初段に配置することにより、イオン電子変換の性能を抜本的に改良して迷光ノイズを下げS/Nを向上させることができる。すなわち、本実施形態では、イオン電子増幅機構の初段電極を本発明に特徴的なイオン電子変換電極としている。

[0042] なお、「イオン電子増幅機構の初段電極」とは、検出すべきイオンが入射されると、該イオンによりシグナルとなる電子を生成する電極である。例えば、図１A～１Cにおいては、２次電子増倍管１０１の電子入射口１０２の直前に配置されたイオン電子変換電極１０３が、検出すべきイオン束１０７が入射されると、シグナルとなる２次電子１０９を生成するので、イオン電子増幅機構の初段電極となる。

[0043] 本実施形態では、図１Bに示すように、イオン電子増幅機構は、電子を増幅するように構成された増幅機構としての２次電子増倍管１０１と、イオン電子変換電極１０３とを有し、イオン電子変換電極１０３がイオン電子増幅機構の初段に配置されている。

[0044] 本実施形態では、イオンを電子に変換する電極であるイオン電子変換電極 103 をニードル形状にし、その延在方向（ここでは、長手方向＝軸方向）が迷光束 108 の中にその進行方向と平行になるように設置し、-1.9kVの電位を印加する。すなわち、イオン電子変換電極 103 の延在方向がイオン束 107 の進行方向と平行となるようにイオン電子変換電極 103 を配置する。その際の、イオン電子変換電極 103 の直径は0.1～1.0mm程度、例えば0.5mmで、長さは5～20mm程度、例えば10mmである。材質はステンレスやモリブデンなど、変質に強い材料が好ましい。また、イオン電子変換電極 103 の形状はニードルでなくても、スリットを有する形状（スリット形状）、メッシュ形状などでもよい。

[0045] このように、本実施形態では、イオン電子変換電極 103 の形状をニードルとしているので、例えば図 1A～1Cに示すようにイオン電子変換電極 103 をイオン束 107 や迷光束 108 内に設けても、迷光束 108 が実効的に入射される面積（受光面積）を小さくすることができる。すなわち、迷光束 108 は様々な要因によりイオン束 107 と共に到来するので、従来では、該迷光束内に含まれるようにイオンを電子に変換するための板状の電極（本発明のイオン電子変換電極に相当）を配置すると、板状の電極へ迷光の照射量が多くなってしまい、S/N比を低下させてしまう。しかしながら、本実施形態では、ニードル形状の電極をイオン電子変換電極として用いているので、迷光の受光面積自体を小さくすることができる。従って、迷光束 108 内に含まれるようにイオン電子変換電極 103 を設けても、S/N比の低下を低減することができる。

[0046] ここで、迷光束 108 は、上述した「当初の到来方向からの迷光」であり、この迷光束 108 のイオン電子変換電極 103 への入射を小さくすることは、ノイズ量低減の観点から有効である。そこで、本実施形態では、イオン電子変換電極 103 の延在方向に沿ってイオン束 107 を入射させることにより、迷光束 108 のイオン電子変換電極 103 への入射量をより一層低減することができる。従って、例えばイオン電子変換電極 103 が迷光束 108

の進行途中に存在することになっても、図 1 C に示すように、イオン束 107 と同一の方向から入射される迷光束 108 の、イオン電子変換電極 103 への入射量をさらに低減することができる。

[0047] また、図 1 B に示すように、イオン電子変換電極 103 の周囲に、かつイオン束 107 を囲む位置にメッシュ形状のイオンサプレッサ電極 104 が設けられている。このイオンサプレッサ電極 104 には -1.0kV の電位が印加される。この電位により、入射したイオン束 107 がイオン電子変換電極 103 に集束させることができるとともに、その形状がメッシュであるためイオン電子変換電極 103 から発生された 2 次電子を通過させることができる。イオンサプレッサ電極 104 の光学的透過率は $60\sim 95\%$ 程度、例えば 90% で、長さはイオン電子変換電極 103 を囲む寸法で、材質はステンレスやモリブデンなど、変質に強い材料が好ましい。形状はメッシュでなくてもスリットを有する形状、ニードル形状などでもよい。

[0048] 次に、イオンサプレッサ電極 104 の側面近傍に設置された 2 次電子増倍管 101 の初段電極（電子入射口 102）にイオン電子変換電極 103 よりプラス方向の -1.5kV を印加することでイオン電子変換電極 103 から発生した 2 次電子を取り込み、増倍して検出する。

[0049] また本実施形態では、イオン電子変換電極 103 とイオンサプレッサ電極 104 とを囲む位置にシールド電極 105 を設けている。該シールド電極 105 に -2.0kV の電位を印加することによりイオン電子変換電極 103 から発生した 2 次電子がグラウンド電位である真空容器の壁に放散せずに 2 次電子増倍管 101 の電子入射口 102 に入射させることができる。シールド電極 105 の形状は板形状でもスリット形状でもメッシュ形状でもよく、材質はステンレス、ニッケルなど、真空中で使用される電極材料を用いることができる。

[0050] さらに、シールド電極 105 の開口部と 2 次電子増倍管 101 との間に、中心に穴を有するフォーカス電極 106 が設置されている。フォーカス電極 106 に -1.8kV の電位を印加することにより 2 次電子が 2 次電子増倍管 101

に入射する効率を上げることが可能である。

[0051] 以上要点を整理すると、深いマイナス電位のイオン電子変換電極 103 は、それよりも浅い電位のイオンサプレッサ電極 104 に囲まれているので、図 1C に示すように、迷光束 108 を受けにくいニードル状であってもイオン束 107 を収集することが出来る。そして、図 1C に示すように、イオン電子変換電極 103 で発生した 2 次電子 109 は、メッシュ状のイオンサプレッサ電極 104 を透過するがその回りにあってイオン電子変換電極 103 よりも深い電位のシールド電極 105 によってグラウンド電位の周辺には放散されることなく、片側にあってイオン電子変換電極 103 よりも浅い電位の 2 次電子増倍管 101 の電子入射口 102 に輸送されて増幅される。なお、フォーカス電極 106 はイオン電子変換電極 103 と SEM の電子入射口 102 の間の電位を持ち、2 次電子 109 が電子入射口 102 に輸送されるのを助ける。

[0052] なお、これらイオン電子変換電極 103、イオンサプレッサ電極 104、シールド電極 105、フォーカス電極 106 へ印加する電位は個別に供給することもできるし、一方で 2 次電子増倍管 101 の各電極に分割抵抗で印加している電位を流用することもできる。

[0053] (第 2 の実施形態)

図 2 は、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図である。本実施形態において、全体の構成は第 1 の実施形態と同じであるが、イオン電子変換電極の設置場所を迷光束の外側にして形状をリボン(薄板)形状にしている。

[0054] 図 2 において、符号 201 は、リボン形状のイオン電子変換電極である。該イオン電子変換電極 201 は、迷光束 108 の外に配置されており、 -1.9 kV の電位が印加される。また、イオン電子変換電極 201 は、その延在方向(図 2 では、長軸方向)に沿ってイオン束 107 が入射されるように配置されている。

[0055] このように、イオン電子変換電極 201 の延在方向に沿ってイオン束 10

7を入射させることにより、図2に示すように、イオン束107と同一の方向から入射される迷光束108の、イオン電子変換電極103への入射量を低減することができる。

[0056] 本実施形態では、イオン電子変換電極201の設置場所を迷光束108の外側にしたことにより、迷光に基づくノイズの発生をさらに低減することができるが、その設置場所がイオンサプレッサ電極104の内部にとどまっております、さらにリボン形状である。従って、第1の実施形態にて説明したニードル形状のイオン電子変換電極よりも電極表面積が増えてイオン収集効率が增大することから、イオンの収集効率はあまり低下しない。なお、図2ではイオン電子変換電極201を2次電子増倍管101から離れるように設置したが、近くなるように設置してもよい。

また、本実施形態では、イオン電子変換電極201の形状はリボン形状に限定されるものではなく、メッシュ形状であっても良い。

さらに、本実施形態では、イオン電子変換電極201の外形は矩形型に限定されるものではなく、円形、楕円形、星型などその外形はいずれの形であっても良い。

[0057] (第3の実施形態)

図3Aは、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図である。本実施形態では、ニードル形状のイオン電子変換電極を用いることは第1の実施形態と同じであるが、図3に示すように、ニードル形状のイオン電子交換電極103を複数本用いる。これにより、イオンの収集効率を上げることができる。

[0058] そして、その全てをイオン電子変換電極として使用するのではなく、一部をイオンサプレッサ電極と同じ電位に設定して使用し、使用中のイオン電子変換電極が劣化してきたらイオンサプレッサ電極と同じ電位に設定していたものと入れ替えると、寿命を延ばすことができる。

[0059] この電位切り替えについて図3Bを用いて説明する。

図3Bにおいて、例えば、イオン電子変換電極103a、103b、10

3 dには、イオン電子変換電位として -1.9 kV の電位を印加し、イオン電子変換電極103 cには、イオンサプレッサ電位として -1.0 kV の電位を印加する。そして、所定のタイミングにおいて、イオン電子変換電極103 a、103 b、103 dのいずれか1つへの印加電位をイオンサプレッサ電位に変更し、イオン電子変換電極103 cへの印加電位をイオン電子変換電位に変更する。このようにして上記電位切り替えを行えばよい。

[0060] (第4の実施形態)

図4は、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図である。本実施形態では、イオンサプレッサ電極を用いることは第1の実施形態と同じであるが、その形状をニードルにしてイオン入射方向と平行に並べる。イオンサプレッサ電極としてのニードルの本数は6~10本程度、例えば8本とすることができる。またニードルの直径は $0.05\sim 1.0\text{ mm}$ 程度、例えば 0.1 mm とすることができ、長さはイオン電子変換電極を囲む寸法であれば良い。さらに、ニードルの材質はステンレスやモリブデンなど、変質に強い材料が好ましい。

[0061] 図4では、イオン電子変換電極103を囲むように8本のニードル形状のイオンサプレッサ電極401 a~401 hを配置している。これらイオンサプレッサ電極401 a~401 hは、その延在方向に沿ってイオン束107が入射されるように配置されている。上記8本のイオンサプレッサ電極401 a~401 hのそれぞれに、 -1.0 kV の電位が印加される。

[0062] このように本実施形態では、イオンサプレッサ電極を複数のニードルにより構成しているので、メッシュ形状のイオンサプレッサ電極（第1の実施形態）と比べて面積が減少する。よって、イオン電子変換電極103から発生した2次電子109がイオンサプレッサ電極に吸収される確率は、上記面積の減少に伴って低下するため、2次電子109の、2次電子増倍管101に入射する効率を上げることができる。

[0063] (第5の実施形態)

図5は、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図で

ある。ニードル形状のイオンサプレッサ電極を用いることは第4の実施形態と同じであるが、本実施形態では、2次電子増倍管101に近い側のイオンサプレッサ電極401e~401hに印加する電圧を、遠い側のイオンサプレッサ電極401a~401dに対して100V程度浅く(プラス方向に)設定する。すなわち、イオンサプレッサ電極401a~401dのそれぞれには-1.0kVの電位を印加し、イオンサプレッサ電極401e~401hのそれぞれには-0.9kVの電位を印加する。

[0064] 第4の実施形態(図4)では、イオンサプレッサ電極401a~401hへの印加電位はすべて同じ電位(-1.0kV)なので、2次電子109を2次電子増倍管101側へ輸送する力(電位)は2次電子増倍管101の入口の電位のみで発生させている。これに対して本実施形態では、ニードル形状の複数のイオンサプレッサ電極のうち、2次電子増倍管101側に配置されたイオンサプレッサ電極への印加電位を、2次電子増倍管101と反対側に配置されたイオンサプレッサ電極への印加電位よりも小さくしている。このように印加電位を設定し、イオンサプレッサ電極自体に2次電子増倍管101側に向かわせる電位差を付けたので、イオン電子変換電極103から発生した2次電子109が2次電子増倍管101に入射する効率を上げることができる。

[0065] (第6の実施形態)

図6は、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図である。本実施形態では、第1の実施形態において、イオンサプレッサ電極104のうち2次電子増倍管101に最も近い部分を削除する。これにより、イオンサプレッサ電極がメッシュ形状であっても、イオン電子変換電極103から発生した2次電子109が2次電子増倍管101に入射する効率を上げることができる。

[0066] 図6において、符号601は、イオンサプレッサ電極である。該イオンサプレッサ電極601では、製作を容易にするために、第1の実施形態のイオンサプレッサ電極104における円筒形状から直方体形状に変えている。そして、2次電子109の2次電子増倍管101への入射効率を向上させるた

めに、直方体形状の２次電子増倍管１０１に最も近い面を削除した切り欠き構造を有している。なお、切り欠きを有するイオンサプレッサ電極６０１には、－１．０ｋＶの電位が印加される。

[0067] （第７の実施形態）

図７は、本実施形態に係るイオン検出ユニットの一部を三角法で示した図である。本実施形態では、第５の実施形態において、複数のニードル形状のイオンサプレッサ電極４０１ａ～４０１ｈのうち、２次電子増倍管１０１に最も近いイオンサプレッサ電極４４０１ｆと４０１ｇを削除する。これにより、イオン電子変換電極１０３から発生した２次電子１０９が２次電子増倍管１０１に入射する効率を上げることができる。

[0068] （第８の実施形態）

図８は、本実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図である。本実施形態では、図１に示す第１の実施形態のイオン電子変換電極１０３を質量分別機構１１１の出口電極であるアパーチャ板１１３に形成されたアパーチャ１１３ａと同軸上に隣接して配置する。しかし、イオン電子変換電極１０３は迷光束１０８の影響を受けにくくなっているため、ノイズは深刻にはならず、一方イオン束１０７の収集効率をさらに上げることにによりＳ／Ｎを向上させることができる。その際、２次電子増倍管を、図８に示すように、側面に電子入射面８０２が設けられたサイドエントリー型の２次電子増倍管８０１にすることにより装置を小型化することができる。

[0069] （第９の実施形態）

図９Ａは、本実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図である。また、図９Ｂは、図９Ａに示すイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

[0070] 本実施形態では、図９Ａおよび９Ｂに示すように、サイドエントリー型の２次電子増倍管８０１を用い、電子入射面８０２がイオン電子変換電極１０３から直接見通せない位置に位置するように、２次電子増倍管８０１を配置する。本実施形態では、図１Ａ～図１Ｃに示した第１の実施形態からさらに迷

光の影響を低減する必要がある場合、２次電子増倍管８０１の電子入射口８０２がイオン電子変換電極１０３から見通せないように配置する。従って、迷光の２次電子増倍管８０１への入射量を更に減らすことができ、よりノイズを低減することができる。一方、イオン電子変換電極１０３から発生する２次電子１０９は電界により制御することで、２次電子増倍管８０１の電子入射口８０２に輸送可能であり、信号量を維持することができる。

[0071] （第１０の実施形態）

第１の実施形態において、イオン電子変換電極１０３に通電することにより加熱し、該イオン電子変換電極１０３の表面をクリーニングすることができる。イオン電子変換電極１０３には計測対象分子のイオンが衝突するため、その一部が分子になり固着することがある。そのため、当初とは異なる表面状態になりイオン電子変換効率に変化する。しかし、例えば、イオン電子変換電極１０３を１５００℃以上に加熱すれば固着したほとんどの分子は蒸発し、当初と同じ表面状態に戻ることができる。

[0072] そこで、本実施形態では、図１０に示すように、例えば、イオン電子変換電極１０３をモリブデン等の高融点物質で構成する場合、イオン電子変換電極１０３にＡオーダの通電電流１００１を流すことにより、イオン電子変換電極１０３を５００℃～２０００℃の範囲で加熱することができる。よって、クリーニングが必要な時に、通電電流１００１をＡオーダで流すなどして、イオン電子変換電極１０３を所定の温度まで加熱することにより、イオン電子変換電極１０３の表面のクリーニングを行うことができる。

[0073] （第１１の実施形態）

第１の実施形態に熱フィラメントをイオンサプレッサ電極１０４の外側に設置し、該熱フィラメントを通電加熱することでイオンサプレッサ電極１０４およびイオン電子変換電極１０３の少なくとも一方を電子衝撃または放射熱により加熱し、表面をクリーニングすることができる。

[0074] 図１１Ａ、１１Ｂは、本実施形態に係るイオン電子変換電極およびイオンサプレッサ電極の少なくとも一方を加熱クリーニングする様子を説明するた

めの図である。

図 1 1 A、1 1 Bにおいて、イオンサプレッサ電極 1 0 4 の外側に熱フィラメント 1 1 0 1 を設けている。イオン計測中においては、このフィラメント 1 1 0 1 は消灯される。実際のクリーニング時には、シールド電極 1 0 5 への印加電位を 0 V とし、イオン電子変換電極 1 0 3 への印加電位を + 5 0 0 V とし、イオンサプレッサ電極 1 0 4 への印加電位を + 1 0 0 V とする。さらに、熱フィラメント 1 1 0 1 への印加電位を 0 V とすることで、熱フィラメント 1 1 0 1 から電子 1 1 0 2 が発生する。電子 1 1 0 2 は mA オーダであり、イオン電子変換電極 1 0 3 へ向かう電子 1 1 0 2 は 5 0 0 eV のエネルギーを持ち、イオンサプレッサ電極 1 0 4 へ向かう電子 1 1 0 2 は 1 0 0 eV のエネルギーを持つことになる。このようなエネルギーを持った電子 1 1 0 2 がイオン電子変換電極 1 0 3 に入射すると、該イオン電子変換電極 1 0 3 を 5 0 0 °C ~ 2 0 0 0 °C の範囲で加熱し、イオン電子変換電極 1 0 3 のクリーニングを行うことができる。また、上記電子 1 1 0 2 がイオンサプレッサ電極 1 0 4 に入射すると、該イオンサプレッサ電極 1 0 4 を 2 0 0 °C ~ 1 0 0 0 °C の範囲で加熱し、イオンサプレッサ電極 1 0 4 をクリーニングすることができる。

[0075] (第 1 2 の実施形態)

図 1 2 A は、本実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。また、図 1 2 B は、図 1 2 A に示すイオン変換電極にイオンが入射される様子を説明するための図である。

[0076] 図 1 2 A に示すように、本実施形態では、複数のニードル形状のニードル電極を離間して配置することによりイオン電子変換電極 1 2 0 1 を構成し、該イオン電子変換電極 1 2 0 1 を構成するニードル電極の軸方向がイオン束 1 0 7 の進行方向に対して斜めとなるようにイオン電子変換電極 1 2 0 1 を配置している。すなわち、複数のニードル電極からなるイオン電子変換電極 1 2 0 1 を、イオン束 1 0 7 を斜めに横切るように設置し、それぞれのニードル電極に - 1 . 9 k V の電圧を印加する。さらにシールド電極 1 0 5 への

印加電圧をイオン電子変換電極 103 と同じ -1.9 V に設定する。また、2 次電子増倍管 101 の電子入口面 102 には -1.5 kV の電位が印加されている。

[0077] これにより、図 12B に示すように、イオン電子交換電極 1201 を構成する各ニードル電極間の領域（開口部分）を通過して 2 次電子増倍管 101 側に出たイオン束 107 は、電子入射口 102 に印加された -1.5 kV に起因する電界により軌道が曲げられる。この軌道が曲げられたイオンは、イオン電子交換電極 103 に衝突し、2 次電子 109 を発生することができる。本実施形態では、イオンの軌道変更が局所的に行われるため、イオンサプレッサ電極は不要である。

[0078] 一方、迷光束 108 についてはその大部分が、イオン電子交換電極 103 を構成するニードル電極間に形成された開口部分を通過するので、迷光束 108 に起因するノイズを低減することができる。

[0079] （第 13 の実施形態）

図 13 は、本実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

図 13 では、複数のニードル形状のニードル電極を離間して配置することによりイオン電子変換電極 1301 を構成する。具体的には、イオン電子変換電極 1301 を構成するニードル電極の軸方向がイオン束 107 束の進行方向に対して垂直になるように各ニードル電極を設置し、かつ複数のニードル電極並べ方がイオン束 107 の進行方向に対して斜めとなって、イオン束 107 を横断するように設置する。また、イオン電子変換電極 1301 を構成する複数のニードル電極のそれぞれには -1.9 kV の電位が印加される。また、シールド電極 105 には -2.0 kV の電位が印加され、2 次電子増倍管 101 の電子入口面には -1.5 kV の電位が印加される。イオンの軌道変更や収集効率は第 12 の実施形態とほぼ同じである。

[0080] このように、イオン電子変換電極 1301 は、複数のニードル電極を離間して配置しているので、イオン電子変換電極 1301 には開口部が形成され

ることになる。従って、迷光束 108 の多くは、上記ニードル電極間に形成された開口部分を通過するので、迷光束 108 に起因するノイズを低減することができる。

[0081] (第 14 の実施形態)

図 14 は、本実施形態に係るイオン検出装置の一部を三角法で示した図である。

本実施形態では、図 14 に示すように、イオン電子変換電極 1401 を、図 13 のイオン電子変換電極 1301 の複数のニードル電極をリボンまたはメッシュに変更し、かつそれらリボンまたはメッシュを、その大面積部が迷光束 108 の進行方向に平行となるように位置させる。このように配置することにより、本実施形態では、イオンの収集効率は第 13 の実施形態より向上している。

[0082] (第 15 の実施形態)

上述の実施形態では、電子を増幅するように構成された増幅機構として、多段に電極を配置して構成した 2 次電子増倍管を用いる形態を説明した。本実施形態では、電子を増幅するように構成された増幅機構としてマルチチャンネルプレート型の光電子増倍管を用いる。

[0083] 図 15 は、本実施形態に係る質量分析装置の一部を示す正面図である。図 15 B は、図 15 A に示す質量分析装置の一部を示す上面図である。さらに、図 15 C は、図 15 A に示すイオン検出装置の正面図である。

[0084] マイクロチャンネルプレートとは、超小型の連続型 SEM を水平に並べることにより、円盤形状の片面に電子入射面を持つ 2 次電子増倍管の一種である。本実施形態では、2 次電子増倍器としてイオン通過口（開口部）を持ったマイクロチャンネルプレート型を用い、かつ電子入射面が迷光の進行方向と同じ方向を向くように設置する。これにより、電子入射面に迷光が入射しないようにすることができる。

[0085] 本実施形態では、図 15 A ~ C に示すように、イオン電子増幅機構は、電子を増幅するように構成された増幅機構としてのマイクロチャンネルプレー

ト (MCP) 1501 と、イオン電子変換電極 103 とを有している。上記 MCP 1501 は、図 15B に示すように、ドーナツ状であり、イオン通過口としての開口部 1502 が形成されている。該開口部 1502 をイオン束 107 および迷光束 108 が通過することになる。また、MCP 1501 の電子入射口 1503 は、イオン束 107 および迷光束 108 の MCP 1501 の入射側と対向する側に、該電子入射面 1503 が位置する。

[0086] MCP 1501 の、イオン束 107 の進行方向の後段に配置されたイオン電子変換電極 103 には、 -1.9 kV の電位が印加され、イオンサプレッサ電極 104 には、 -1.8 kV の電位が印加され、シールド電極 105 には、 -2.0 kV の電位が印加される。また、MCP 1501 の電子入射面 1503 には、 -1.6 kV の電位が印加される。このような構成により、イオン束 107 はイオン電子変換電極 103 に引き寄せられ、該イオン束 107 によりイオン電子変換電極 103 に 2 次電子 109 が発生する。該発生した 2 次電子 109 は、イオンサプレッサ電極 104 や電子入射面 1503 に印加された電位により形成された電位により電子入射面 1503 に入射し、該入射した電子は MCP 1501 を構成する SEM 中で増幅される。

[0087] 本実施形態では、MCP 1501 におけるイオン 108 の入射面と対向する面を電子入射面 1503 としている。従って、図 15C に示すように、開口部 1502 を通過した迷光束 108 はそのまま直進することになるので、MP 1501 の電子入射面 1503 に入射することはない。一方、イオン電子変換電極 103 にて生じた 2 次電子 109 は、上記作用により電子入射面 1503 に良好に入射することができる。

[0088] なお、本実施形態では、イオン電子変換機構において、イオン束 107 の進行方向の前段に MCP 1501 が配置され、後段にイオン電子変換電極 103 が配置されているが、イオン束 107 は開口部 1502 を介して一旦 MCP 1501 を通過してイオン電子変換電極 103 に入射する。本実施形態において、イオン電子変換電極 103 は、検出すべきイオン束 107 が入射されると、シグナルとなる 2 次電子 109 を生成するので、本実施形態にお

いても、イオン電子変換電極 103 はイオン電子増幅機構の初段電極である。

[0089] (第 16 の実施形態)

図 16 は、本実施形態に係るイオン検出装置の正面図である。

本実施形態では、第 15 の実施形態において、先端に進むに従って配置箇所の直径が広がるよう(ラッパ状)にイオンサプレッサ電極を設置する。すなわち、本実施形態では、所定の方角に向かって徐々に幅が広がるラッパ状のイオンサプレッサ電極 1601 を用い、上記所定の方角をイオン束 107 の進行方向と一致させ、かつ幅が広い部分がイオン束 107 の進行方向の後段側に位置するようにイオンサプレッサ電極 1601 を配置する。なお、イオンサプレッサ電極 1601 には、 -1.8 kV の電位が印加される。

[0090] さて、イオン電子変換電極 103 と同様マイナスの深い電位が印加されているイオンサプレッサ電極に迷光が照射されてもノイズの原因となる一方、迷光束 108 は乱反射などもあって平行な束(円筒型)ではなく広がりを持った束(ラッパ型)となっている。そこで、本実施形態では、イオンサプレッサ電極を、上記迷光束 108 の広がりと同様にラッパ状とし、かつその幅がイオン束 107 の進行方向、すなわち迷光束 108 の進行方向に沿って広がるように構成したので、迷光束 108 が、ラッパ状のイオンサプレッサ電極 1601 に受光されないようにすることができる。従って、ノイズを低減することができる。

[0091] (第 17 の実施形態)

図 17A は、本実施形態に係る質量分析装置の一部を示す正面図である。

図 17B は、図 17A に示す質量分析装置の一部を示す上面図である。本実施形態では、図 15A ~ 15C に示した第 15 の実施形態のイオン電子変換電極 103 および MCP 1501 をアパーチャ板 113 に形成されたアパーチャ 113a の同軸上に隣接して配置する。しかし、本実施形態では、迷光束 108 の影響を受けにくくなっているため、ノイズは深刻にはならない。一方、イオン束 107 の収集効率をさらに上げることができ、S/N をさらに向

上させることができる。

[0092] (第18の実施形態)

図18は、本実施形態に係る質量分析装置の一部を三角法で示した図。本実施形態では、第1の実施形態に加えて、イオン電子変換電極103および2次電子増倍管101を有するイオン電子変換機構の周囲に遮光ケース1801を設置する。これにより、迷光108が2次電子増倍管101の各電極に入射することを妨げることができる。

[0093] 以上各実施形態を説明してきたが、本発明の実施形態はこれらに限定されることはなく、それぞれの実施形態の各要素を組み合わせること、入れ替えることが可能なのは当然である。

また、それぞれの電極に印加する電圧は上記実施形態に限定されることはなく、寸法・形状・目的などにより任意に選ぶことができる。

[0094] さらに、上述の各実施形態では、2次電子増倍器として、第1～第14、および第18の実施形態では多段型の2次電子増倍管（図19における符号1901や1902など）を用い、第15～17の実施形態ではマイクロチャネルプレート型の光電子増倍管を用いている。しかしながら、2次電子増倍器はこれらに限定されるものではなく、連続型、シンチレータ/光電子増倍管であってもよい。すなわち、本発明の一実施形態では、入射された電子を増幅して出力可能であれば、いずれの構成を用いても良い。

[0095] 図19に、本発明の一実施形態に係る2次電子増倍器の一例を示す。

図19において、符号1901aは、複数の電極を有する、サイドエントリー型の2次電子増倍管であり、符号1901bは、複数の電極を有する、フロントエントリー型の2次電子増倍管である。また、符号1901cは、サイドエントリー型の連続型光電子増倍管であり、符号1901dは、フロントエントリー型の連続型光電子増倍管である。また、符号1902は電子入射面であり、符号1903は電子であり、符号1904はコレクタである。

[0096] 例えば、2次電子増倍管1901a、1901bは、16個の電極を有し

ており、２次電子増倍管１９０１ａ、１９０１ｂのそれぞれの初段には電極Ｄ１が配置されている。そして、電極Ｄ１にて発生した２次電子が電極Ｄ２に入射され、該電極Ｄ２にて発生した２次電子が電極Ｄ３に入射されるというように、前段にて発生した２次電子がその後段に入射されるように各電極は配置されている。また、各電極には、前段から２次電子が入射されると増幅して後段に２次電子を出射するように各電極への印加電位が設定されている。

[0097] 一方、連続型光電子増倍管１９０１ｃ、１９０１ｄはそれぞれ、例えば鉛ガラス等により構成された、連続したチャネル構造１９０５、１９０６を有し、電子入射面１９０２から電子１９０３が入射されると、該チャネル構造１９０５、１９０６内にて電子を増幅するように構成されている。

[0098] さらに、上述の各実施形態では測定するイオンは正イオンを前提としたが、正イオンのみならず負イオンに対しても、設定電位の正負を反転させることで適用することができる。

なお、シールド電極に印加する電圧はイオン電子変換電極への印加電圧と同電位でもよい。

[0099] 本発明の一実施形態に係るイオン検出装置は、質量分析装置において高いＳ／Ｎを得ることができるイオン検出ユニットであり、幅広い用途向けの多種の質量分析装置に好適となる。

[0100] さて、本発明では、イオン検出装置内の、イオンを電子に変換し、該変換された電子を増幅するように構成されたイオン電子増幅機構の、最初にイオンが入射される電極をニードル形状、リボン形状、またはメッシュ形状にすることを特徴としている。すなわち、ニードル形状、リボン形状、またはメッシュ形状のイオン電子変換電極をイオン電子増幅機構の初段電極とし、該イオン電子変換電極の後段に電子を増幅するように構成された増幅機構を設けることにより、上記イオン電子増幅機構を形成することが重要なのである。このようにイオン電子増幅機構の初段電極を、ニードル形状、リボン形状、またはメッシュ形状のイオン電子変換電極とすることにより、上述した原

理 1 ～ 4 による効果を得ることができる。

[0101] 従って、上記増幅機構は、例えば図 19 に示す 2 次電子増倍管 1901a、1901b 自体であっても良いし、2 次電子増倍管 1901a、1901b の 2 段目以降の構造（電極 D2 ～ D16）であっても良い。

[0102] 例えば、パッケージ化された 2 次電子増倍管 1901a、1901b を用いれば、本発明のイオン電子増幅機構を簡単に形成することができるので、イオン検出装置を簡単に作製することができる。パッケージ化された 2 次電子増倍管を用いる場合、パッケージ化された 2 次電子増倍管 1901a、1901b の前段に上記イオン電子変換電極を設けても良い（上記前者に相当）。この場合、イオン電子増幅機構は、パッケージ化された 2 次電子増倍管 1901a、1901b とその前段に設けられたイオン電子変換電極とを備えることになる。この設計概念は、上記各実施形態において用いられている。

[0103] また、パッケージ化された 2 次電子増倍管 1901a、1901b の初段に位置する電極 D1 を、上述した本発明に特徴的なイオン電子変換電極に変更しても良い（上記後者に相当）。この場合は、パッケージ化された 2 次電子増倍管 1901a、1901b 自体がイオン電子増幅機構となり、電極 D2 ～ 電極 16 が、電子を増幅するように構成された増幅機構となる。

[0104] このように、本発明においては、イオン検出装置の、検出すべきイオンを電子に変換し、該変換された電子を増幅して出力するメカニズムにおいて、検出すべきイオンが最初に入射されて、シグナルとなる電子を出射する電極に、上記各実施形態にて説明したイオン電子変換電極の構造を適用することが本質である。

請求の範囲

- [請求項1] 質量分別されたイオンを電子に変換するイオン電子変換電極と、
電子を増幅するように構成された増幅機構であって、前記イオン電子変換電極で変換された電子を電界で引き込み増幅する増幅機構とを備え、
前記イオン電子変換電極は、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか1つであることを特徴とするイオン検出装置。
- [請求項2] 前記イオン電子変換電極の周囲に、かつイオン束を囲む位置に、前記イオン電子変換電極にて発生した2次電子が通過可能な形状で設置されたイオンサプレッサ電極をさらに備え、
前記イオンサプレッサ電極には、入射したイオンが前記イオン電子変換電極に集束する電位が印加されることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。
- [請求項3] 前記イオンサプレッサ電極は、メッシュ形状、スリット形状、およびニードル形状のいずれか1つであることを特徴とする請求項2のイオン検出ユニット。
- [請求項4] 前記イオンサプレッサ電極が複数のニードル形状の電極により形成されており、
前記複数のニードル形状の電極に印加する電圧は、前記イオン電子変換電極にて発生した2次電子を前記増幅機構に導くような電位差をもつことを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。
- [請求項5] 前記イオンサプレッサ電極の一部に電子が通過するための切り欠きが形成されていることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。
- [請求項6] 前記イオン電子変換電極は複数個配置され、
前記複数のイオン電子変換電極のうち任意に選択した一部を前記イオンサプレッサ電極と同じ電位に設定することを特徴とする請求項2

に記載のイオン検出装置。

[請求項7] 電子衝撃または放射熱により前記イオン電子変換電極および前記イオンサプレッサ電極の少なくとも一方を加熱する熱フィラメントをさらに備えることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。

[請求項8] 前記イオン電子変換電極と前記イオンサプレッサ電極とを囲む位置に設置されたシールド電極をさらに備え、

前記シールド電極には、前記イオン電子変換電極から放出された2次電子が放散せずに前記増幅機構に入射する電位が印加されることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。

[請求項9] 前記イオン電子変換電極が複数個配置されていることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。

[請求項10] 前記イオン電子変換電極は、該イオン電子変換電極の延在方向が、イオン束進行方向に対して平行になるように設置されていることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。

[請求項11] 前記イオン電子変換電極は、該イオン電子変換電極の延在方向が、イオン束の進行方向に対して斜めとなって、該イオン束を横断するように設置されていることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。

[請求項12] 前記複数のイオン電子変換電極は、該イオン電子変換電極の延在方向が、イオン束の進行方向に対して垂直に設置し、かつ前記複数のイオン電子変換電極を、前記イオン束の進行方向に対して斜めとなって、該イオン束を横断するように並べられていることを特徴とする請求項9に記載のイオン検出装置。

[請求項13] 前記イオン電子変換電極は、迷光束の外に設置されていることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。

[請求項14] 前記イオン電子変換電極は、通電により加熱可能であることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。

[請求項15] 電子衝撃または放射熱により前記イオン電子変換電極を加熱する熱

フィラメントをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン検出装置。

[請求項16] 前記イオン電子交換電極と前記増幅機構の電子入射面との間に設置されたフォーカス電極であって、前記イオン電子交換電極にて発生した 2 次電子を前記電子入射面に集束させるためのフォーカス電極をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン検出装置。

[請求項17] 前記増幅機構の周囲に設置された遮光ケースをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン検出装置。

[請求項18] 前記増幅機構の電子入射面は、前記イオン電子変換電極から直接見通せない位置に設置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン検出装置。

[請求項19] 前記増幅機構は、イオン通過口を有し、かつ電子入射面がイオン束の進行方向と同じ方向を向くマイクロチャンネルプレートであることを特徴とする請求項 1 に記載のイオン検出装置。

[請求項20] 入射されたイオンを質量分別する工程と、
前記質量分別されたイオンを、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか 1 つの形状を有するイオン電子変換電極により電子に変換する工程と、
前記変換された電子を増幅する工程と
を有することを特徴とするイオン検出方法。

補正された請求の範囲
[2010年8月20日(20.08.2010)国際事務局受理]

1. (削除)
2. (補正後) 質量分別されたイオンを電子に変換するイオン電子変換電極と、
電子を増幅するように構成された増幅機構であって、前記イオン電子変換電極で変換された電子を電界で引き込み増幅する増幅機構とを備え、
前記イオン電子変換電極は、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか1つであり、
前記イオン電子変換電極の周囲に、かつイオン束を囲む位置に、前記イオン電子変換電極にて発生した2次電子が通過可能な形状で設置されたイオンサプレッサ電極をさらに備え、
前記イオンサプレッサ電極には、入射したイオンが前記イオン電子変換電極に集束する電位が印加されることを特徴とするイオン検出装置。
3. (補正後) 前記イオンサプレッサ電極は、メッシュ形状、スリット形状、およびニードル形状のいずれか1つであることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。
4. 前記イオンサプレッサ電極が複数のニードル形状の電極により形成されており、
前記複数のニードル形状の電極に印加する電圧は、前記イオン電子変換電極にて発生した2次電子を前記増幅機構に導くような電位差をもつことを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。
5. 前記イオンサプレッサ電極の一部に電子が通過するための切り欠きが形成されていることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。
6. 前記イオン電子変換電極は複数個配置され、
前記複数のイオン電子変換電極のうち任意に選択した一部を前記イオン

サプレッサ電極と同じ電位に設定することを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。

7. 電子衝撃または放射熱により前記イオン電子変換電極および前記イオンサプレッサ電極の少なくとも一方を加熱する熱フィラメントをさらに備えることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。

8. 前記イオン電子変換電極と前記イオンサプレッサ電極とを囲む位置に設置されたシールド電極をさらに備え、

前記シールド電極には、前記イオン電子変換電極から放出された2次電子が放散せずに前記増幅機構に入射する電位が印加されることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。

9. (削除)

10. (削除)

11. (削除)

12. (削除)

13. (削除)

14. (削除)

15. (削除)

16. (削除)

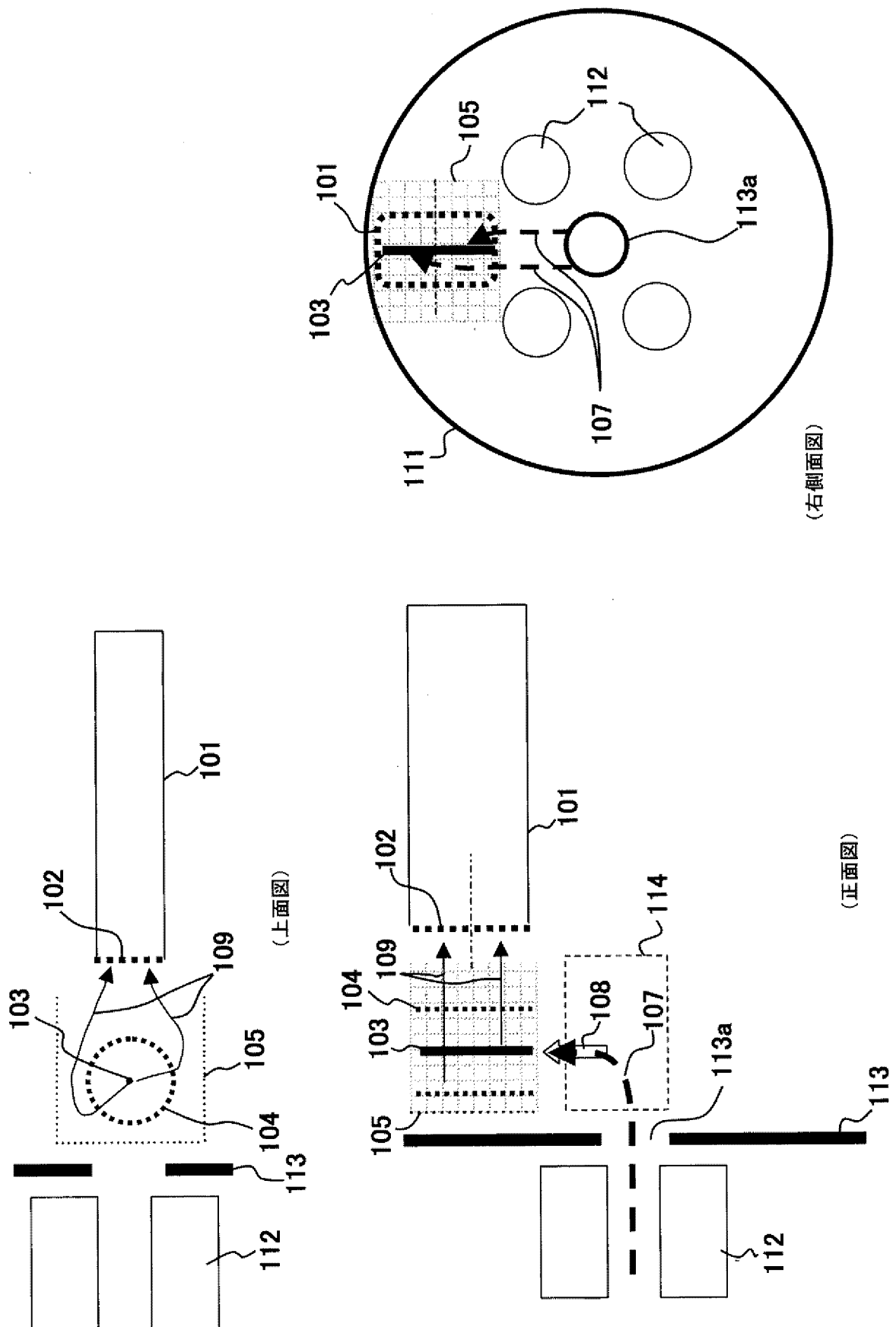
17. (削除)

18. (削除)

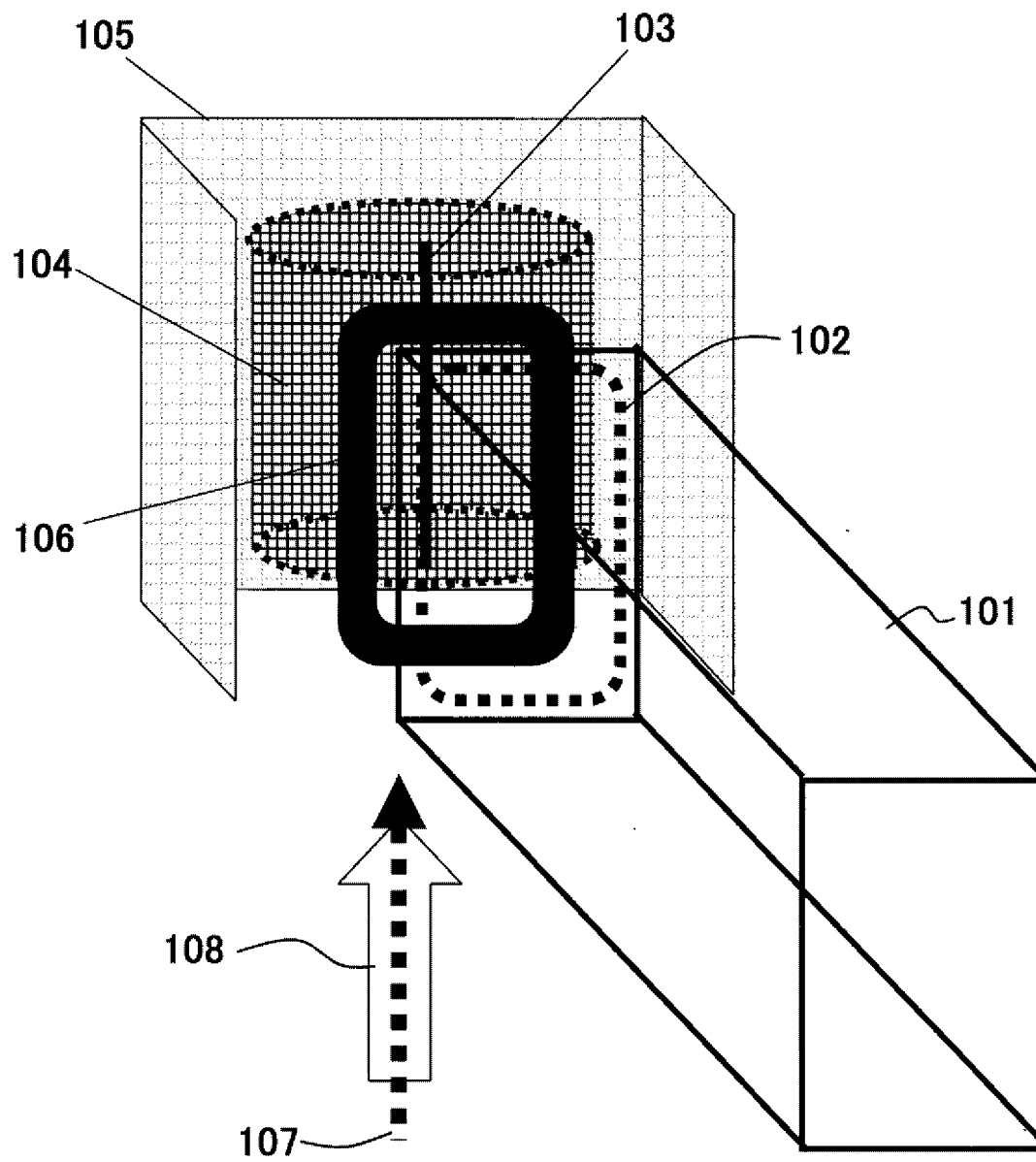
19. (補正後) 前記増幅機構は、イオン通過口を有し、かつ電子入射面がイオン束の進行方向と同じ方向を向くマイクロチャンネルプレートであることを特徴とする請求項2に記載のイオン検出装置。

20. (補正後) 入射されたイオンを質量分別する工程と、
前記質量分別されたイオンを、ニードル形状、リボン形状、メッシュ形状、およびスリット形状のいずれか1つの形状を有するイオン電子変換電極により電子に変換する工程と、
前記変換された電子を増幅する工程とを有し、
前記変換する工程では、前記イオン電子変換電極の周囲に、かつイオン束を囲む位置に、前記イオン電子変換電極にて発生した2次電子が通過可能な形状で設置されたイオンサプレッサ電極に対して、入射したイオンが前記イオン電子変換電極に集束する電位を印加することを特徴とするイオン検出方法。

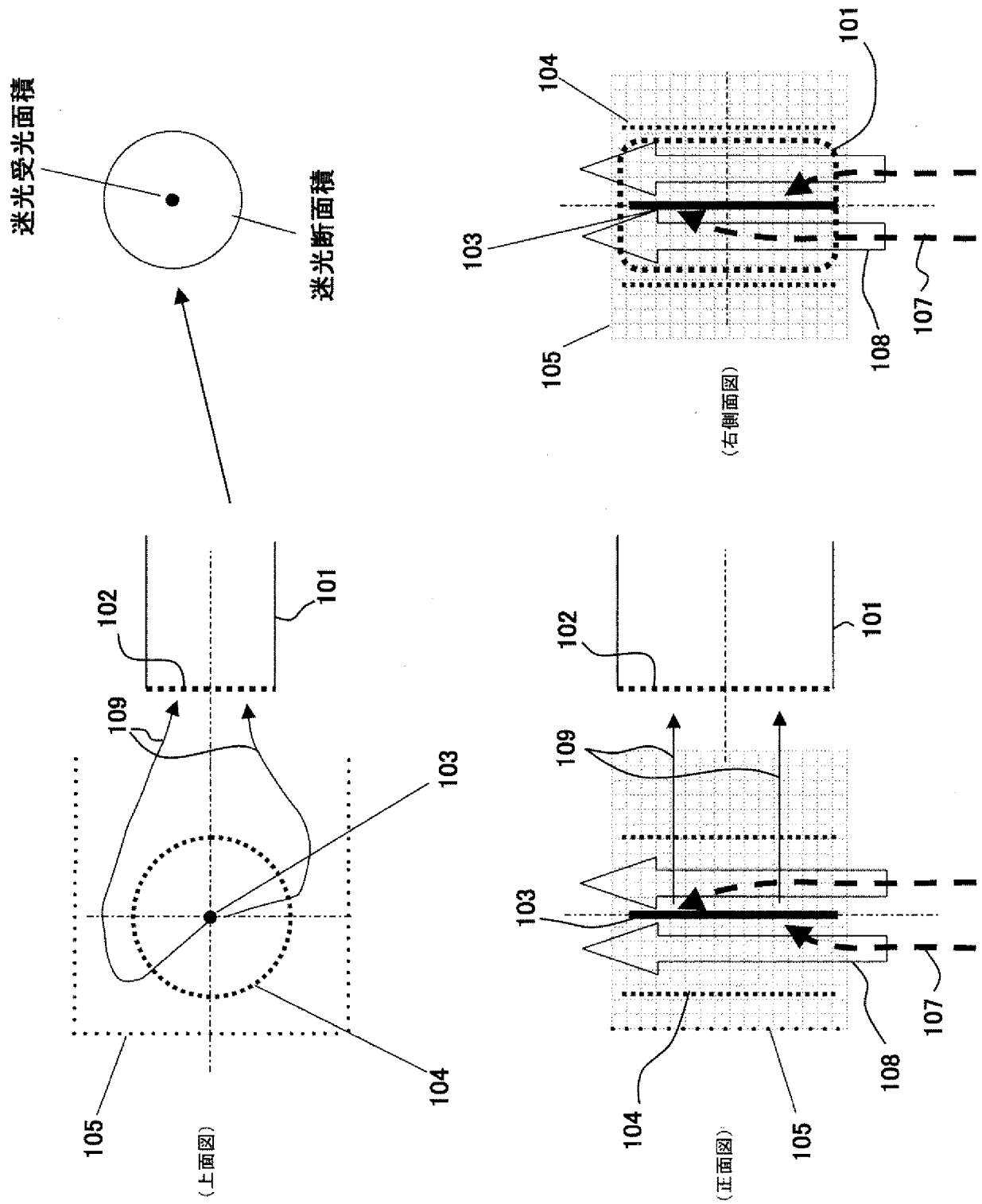
[図1A]



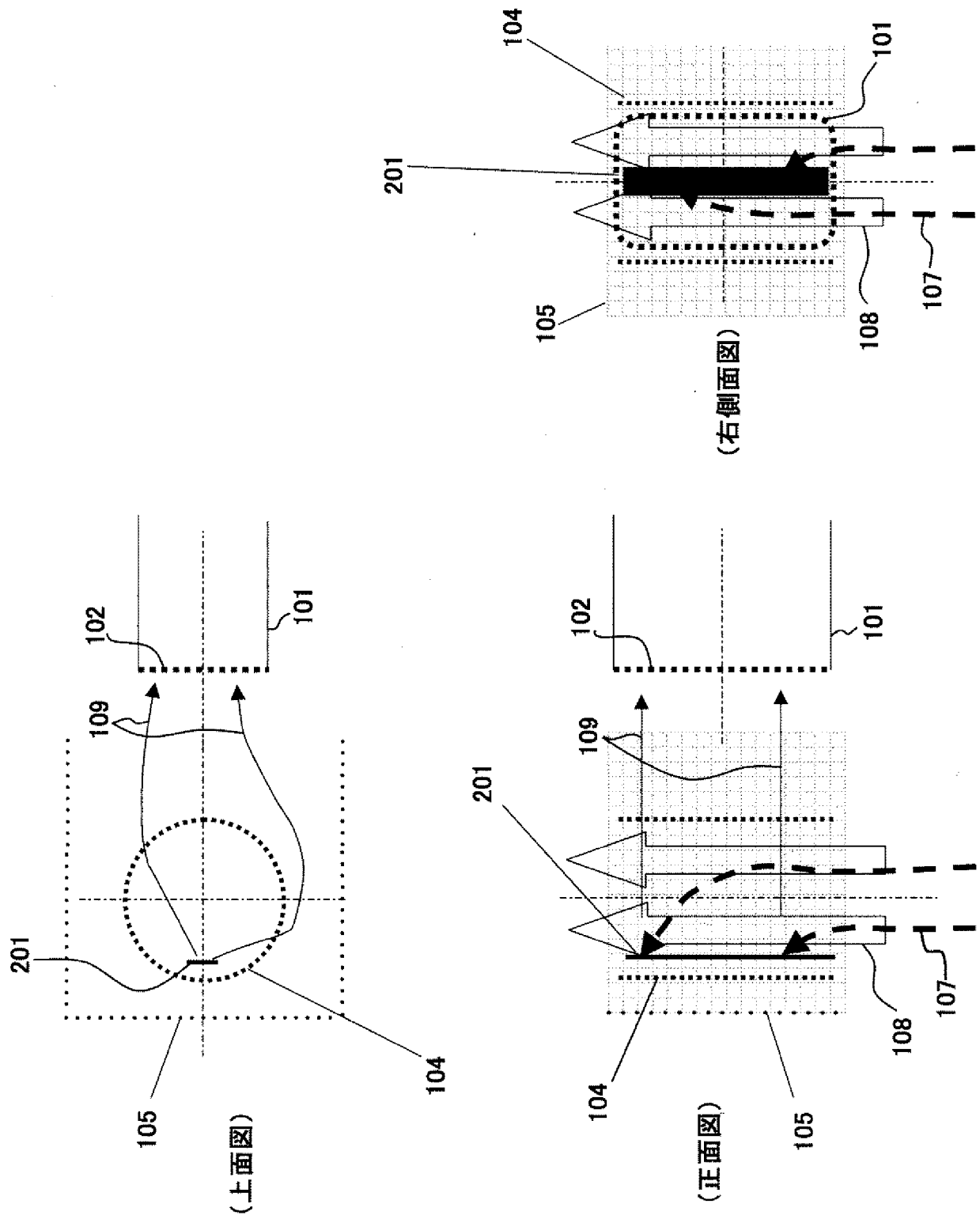
[図1B]



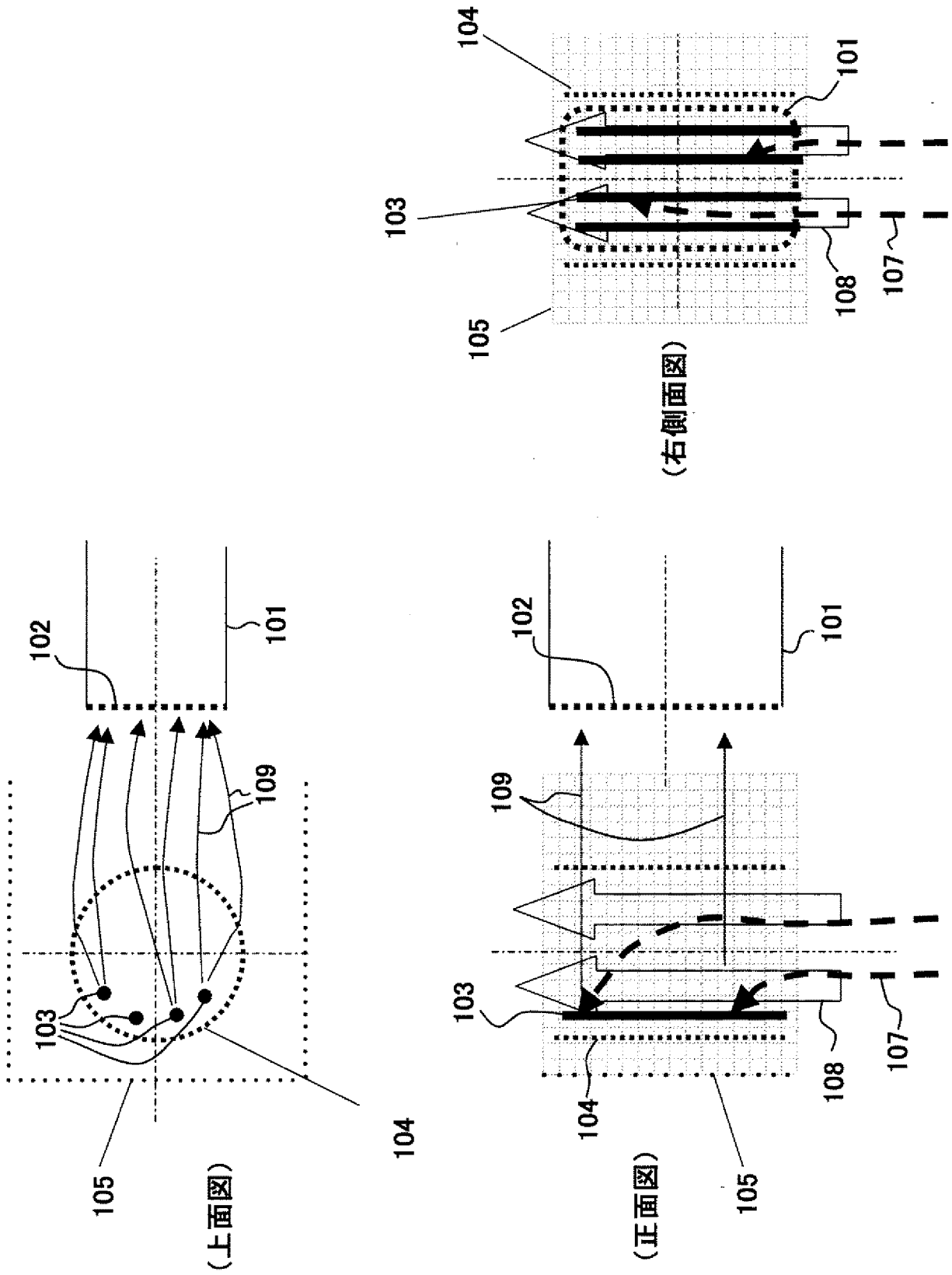
[図1C]



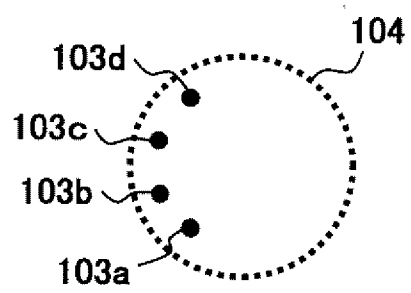
[図2]



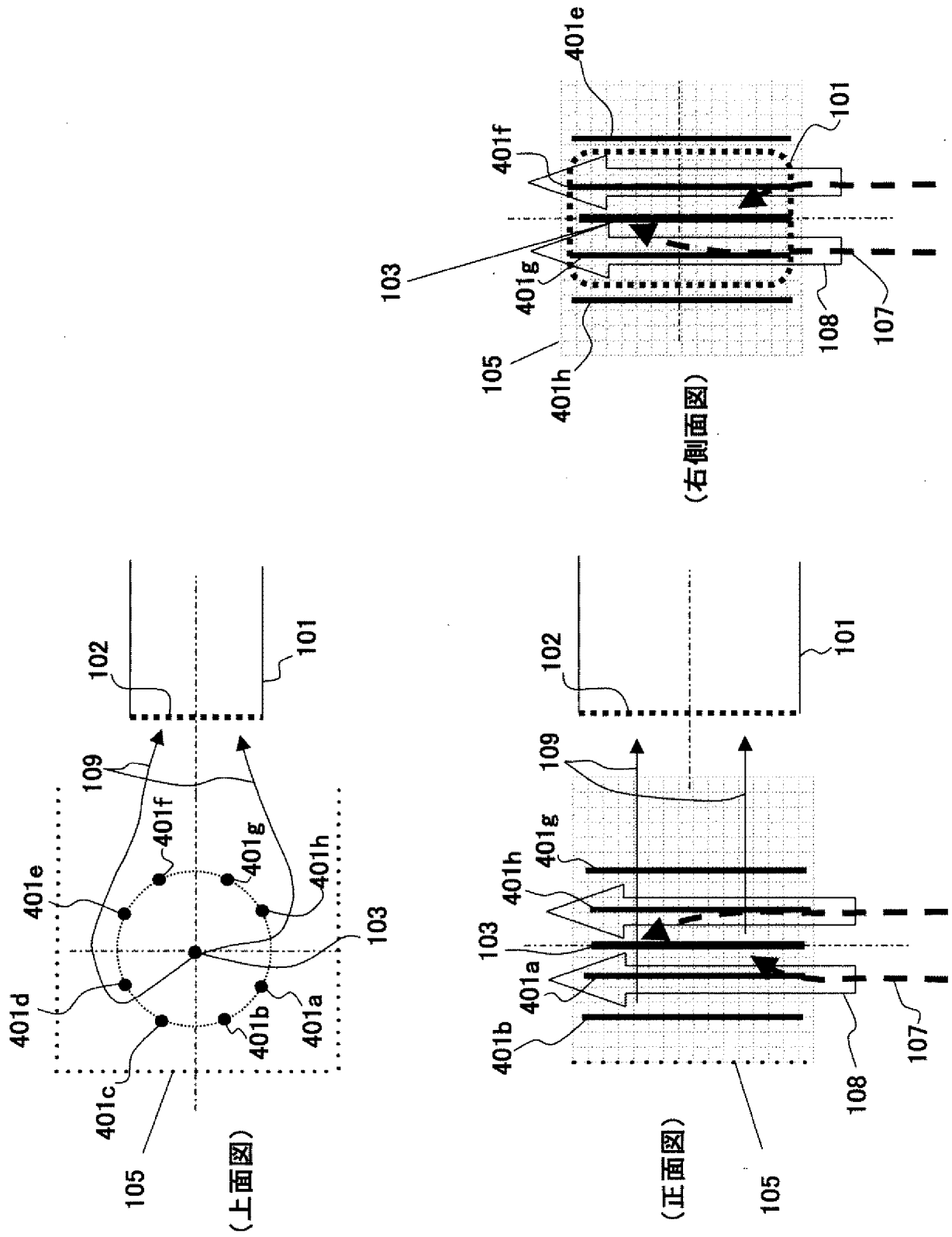
[図3A]



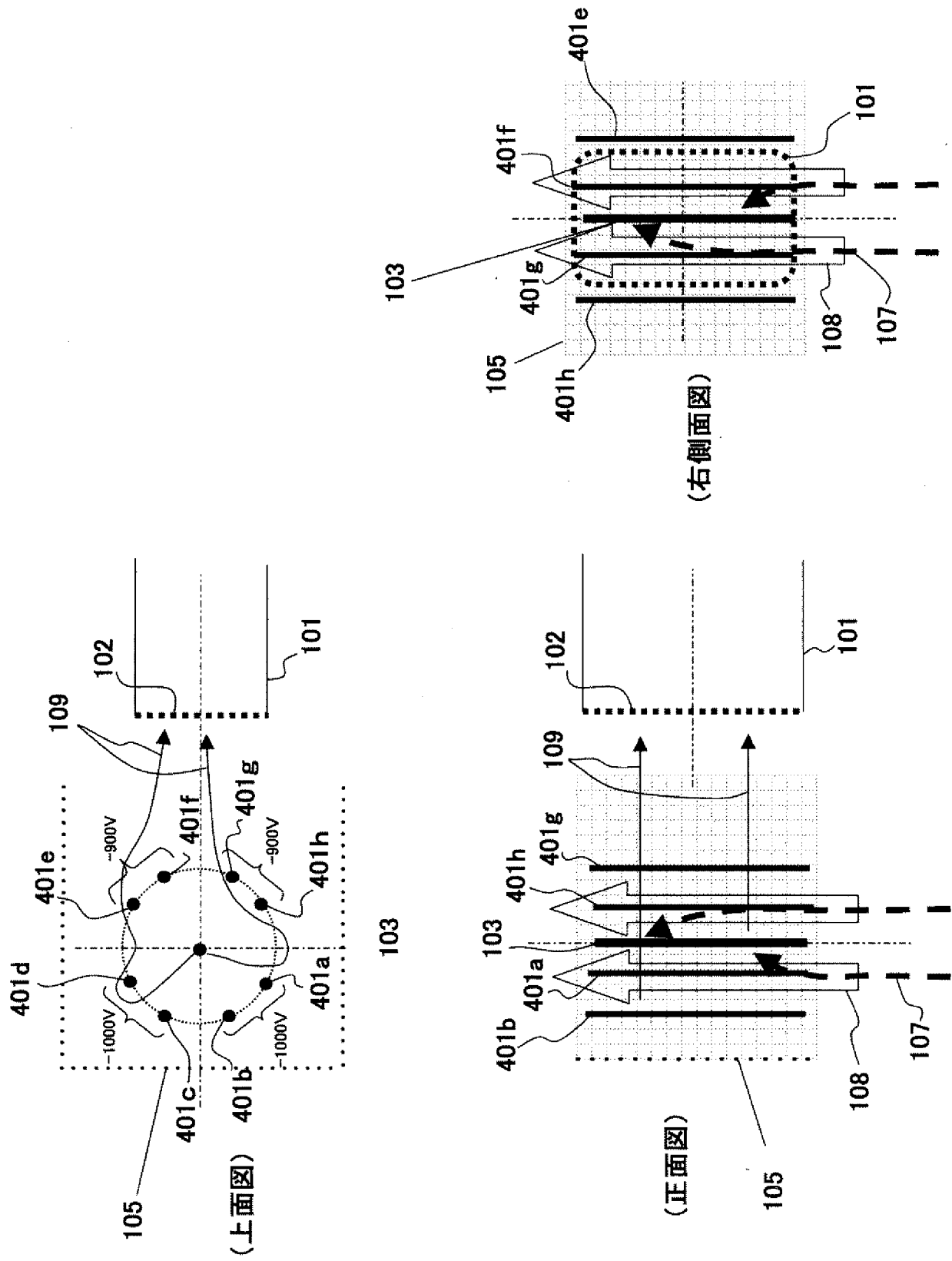
[図3B]



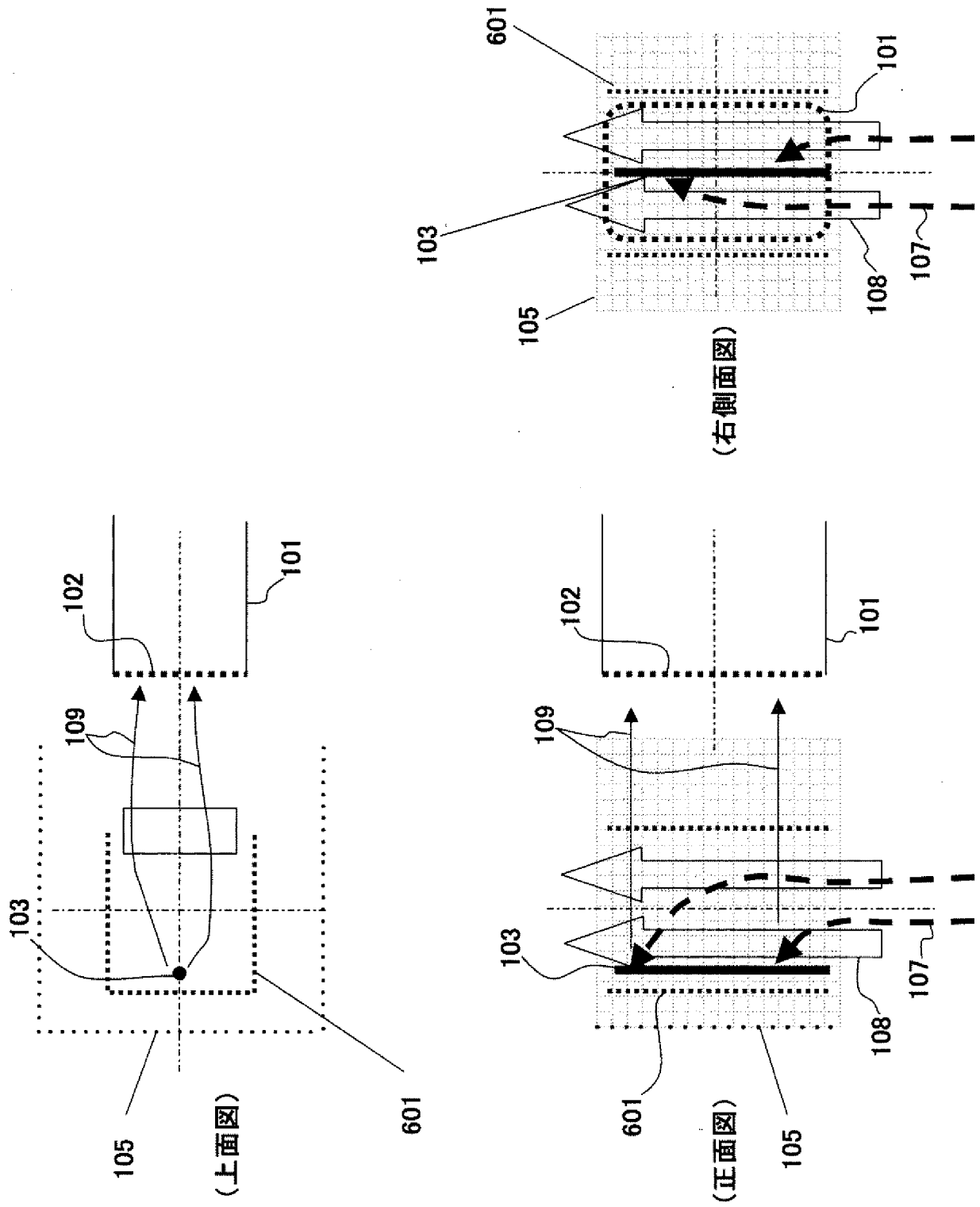
[図4]



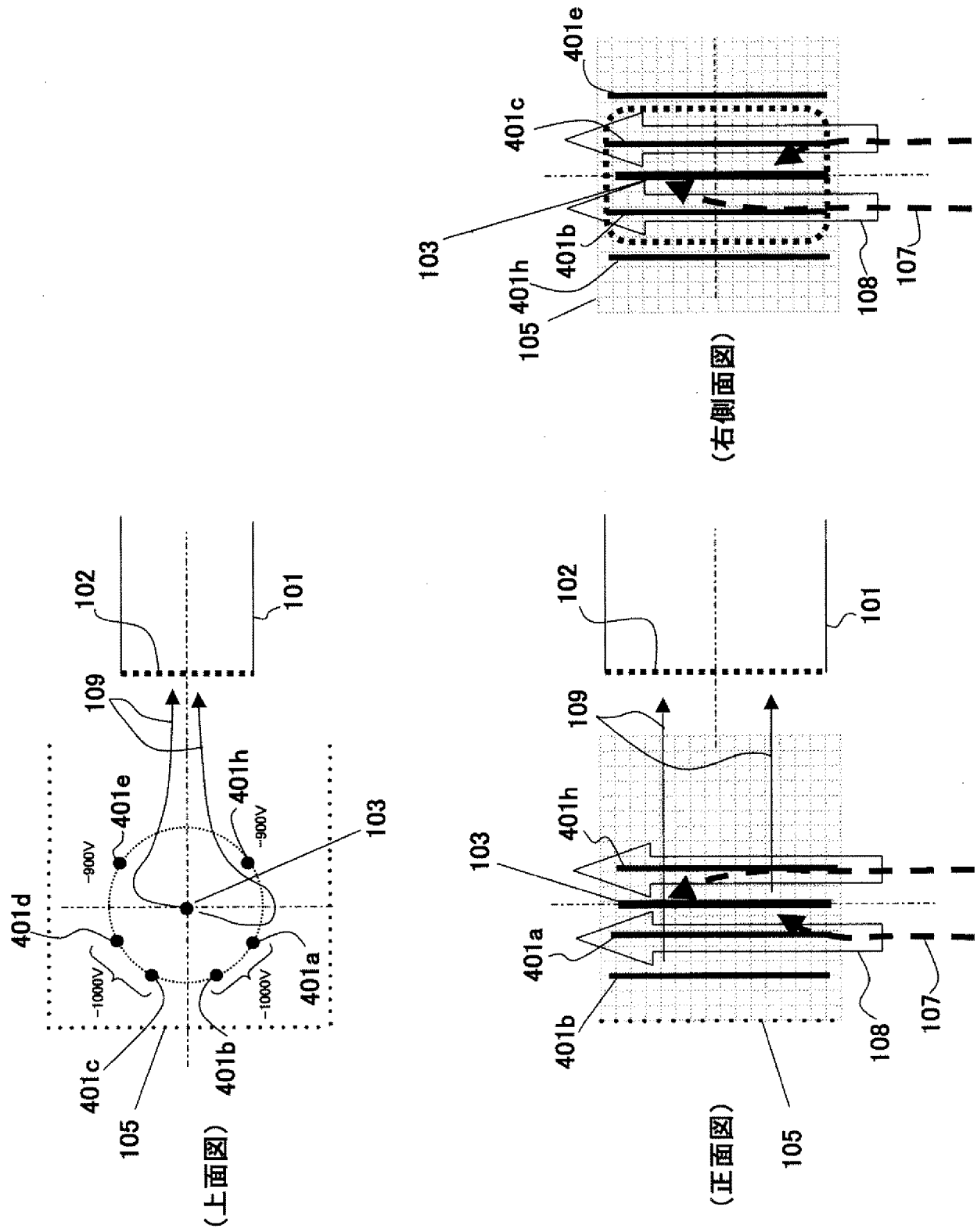
[図5]



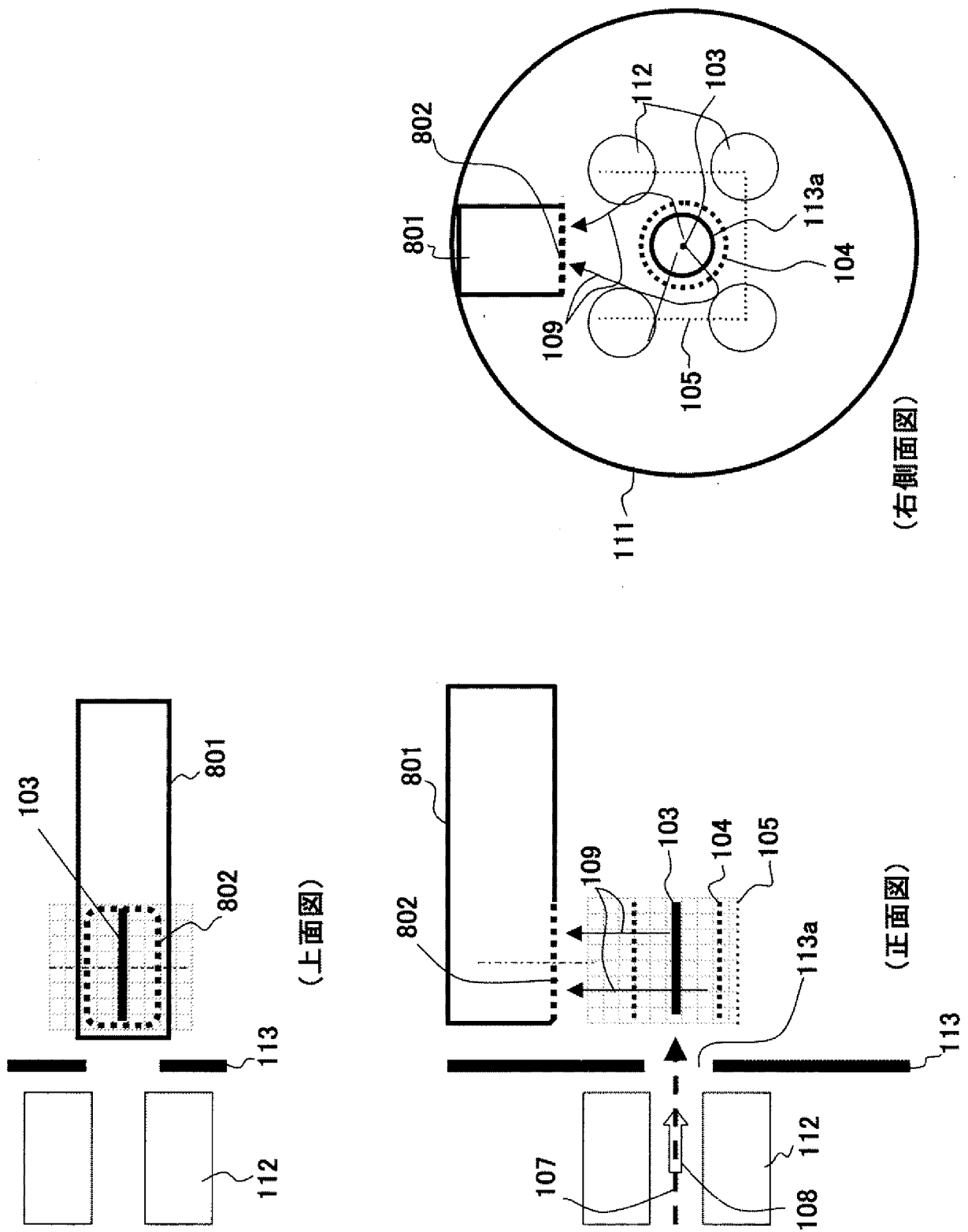
[図6]



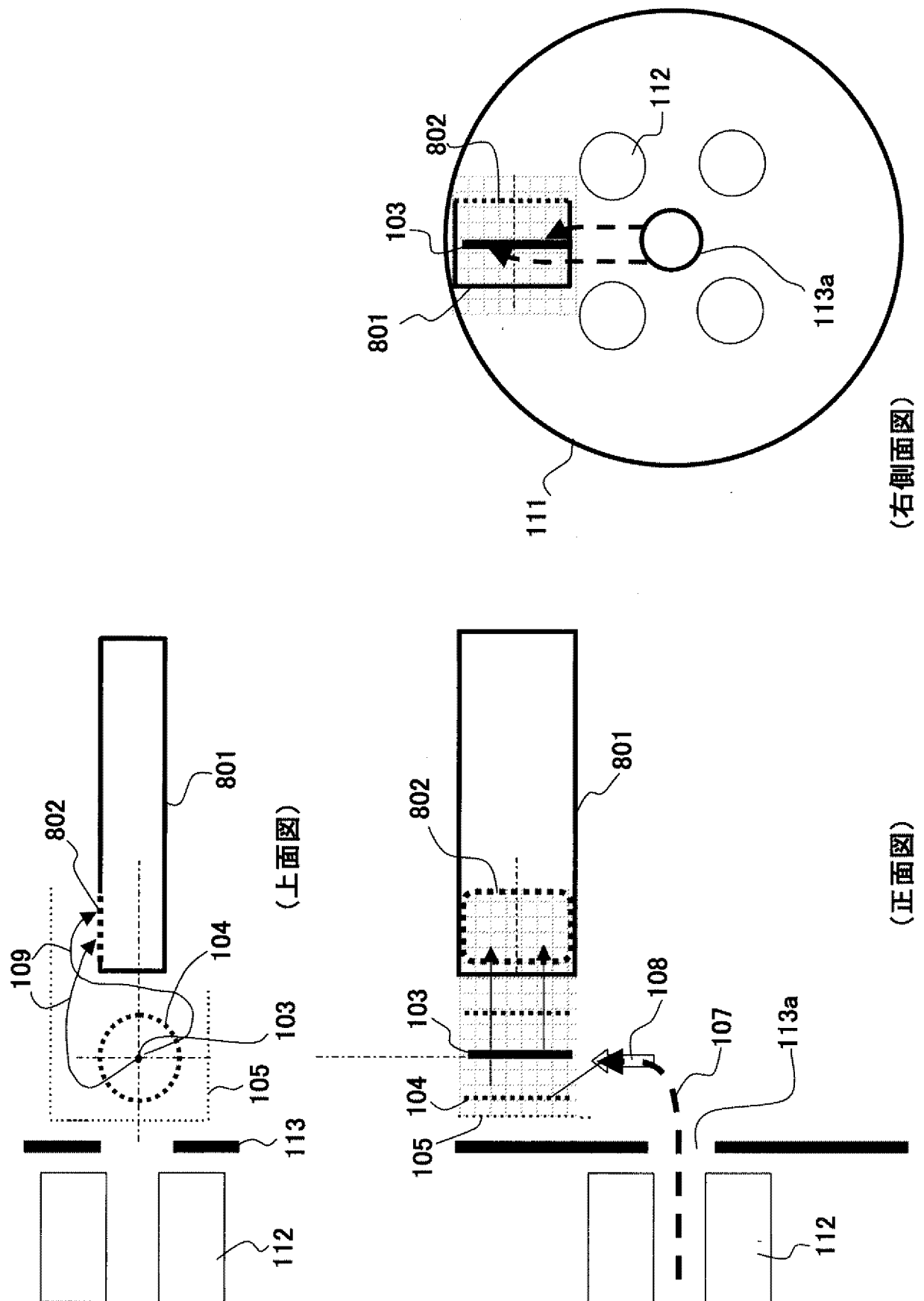
[図7]



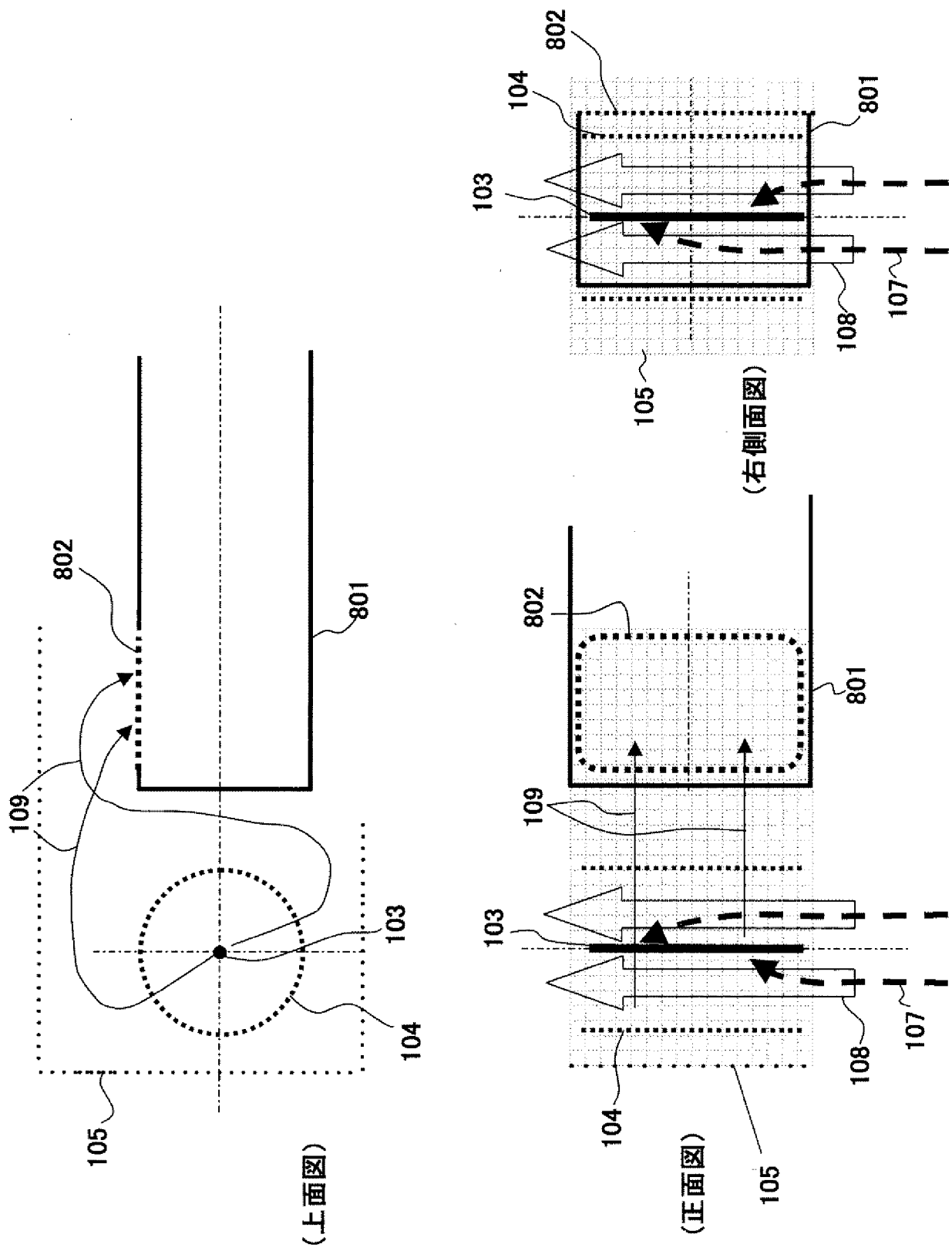
[図8]



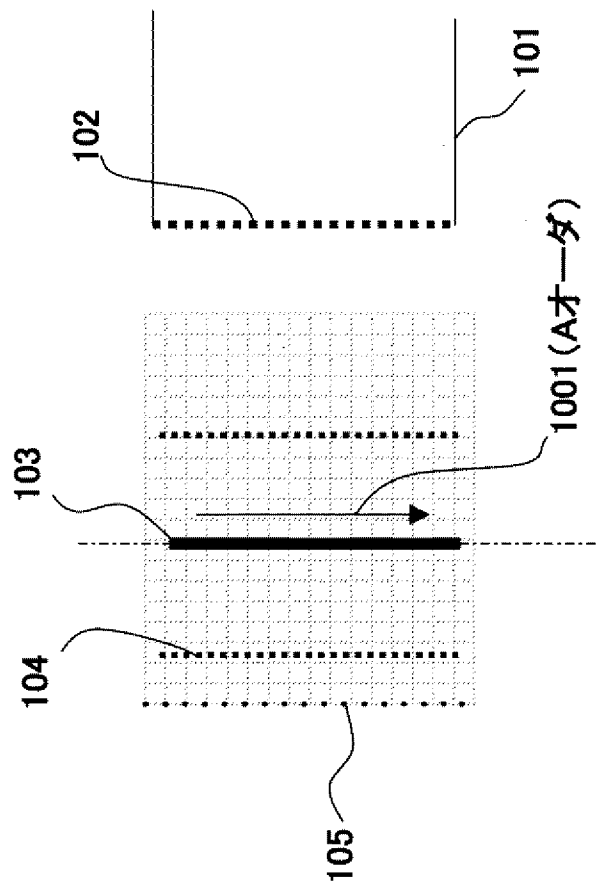
[図9A]



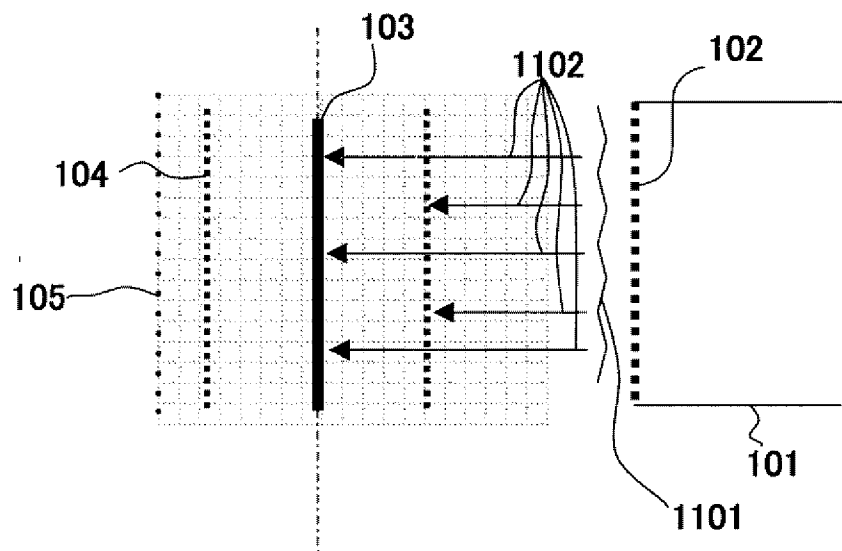
[図9B]



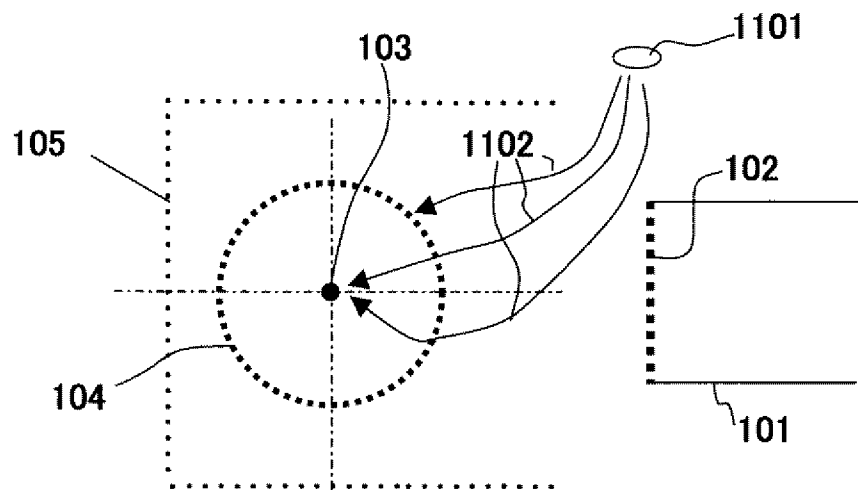
[図10]



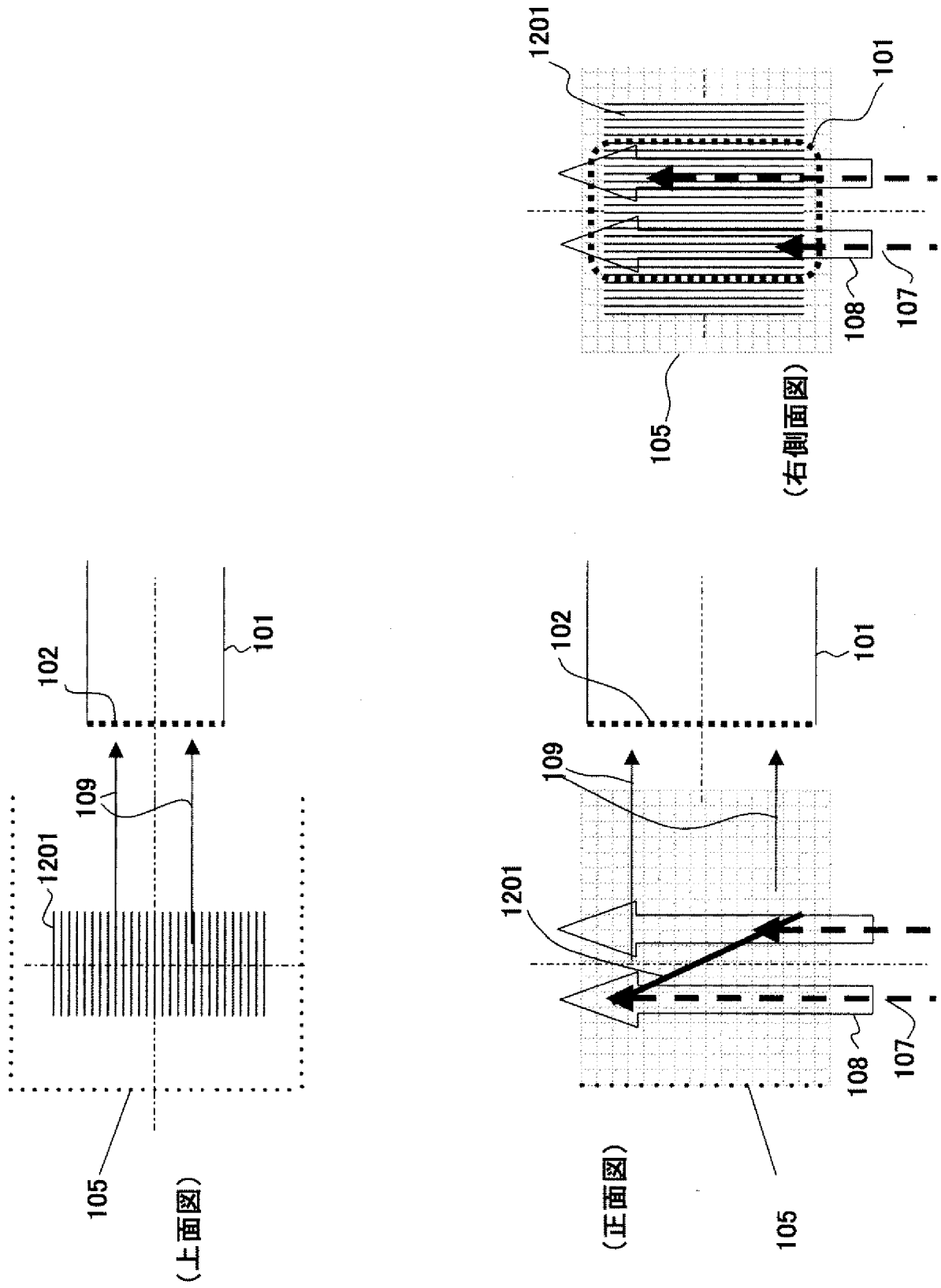
[図11A]



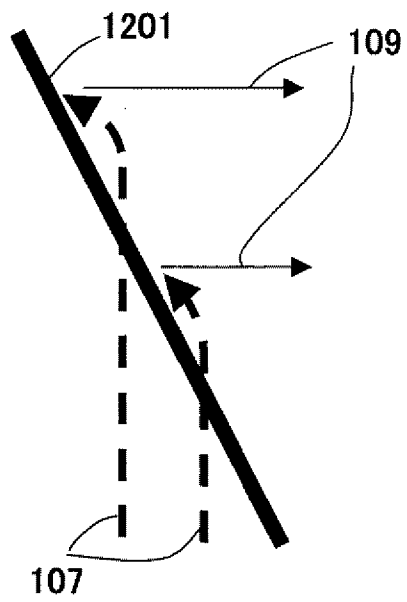
[図11B]



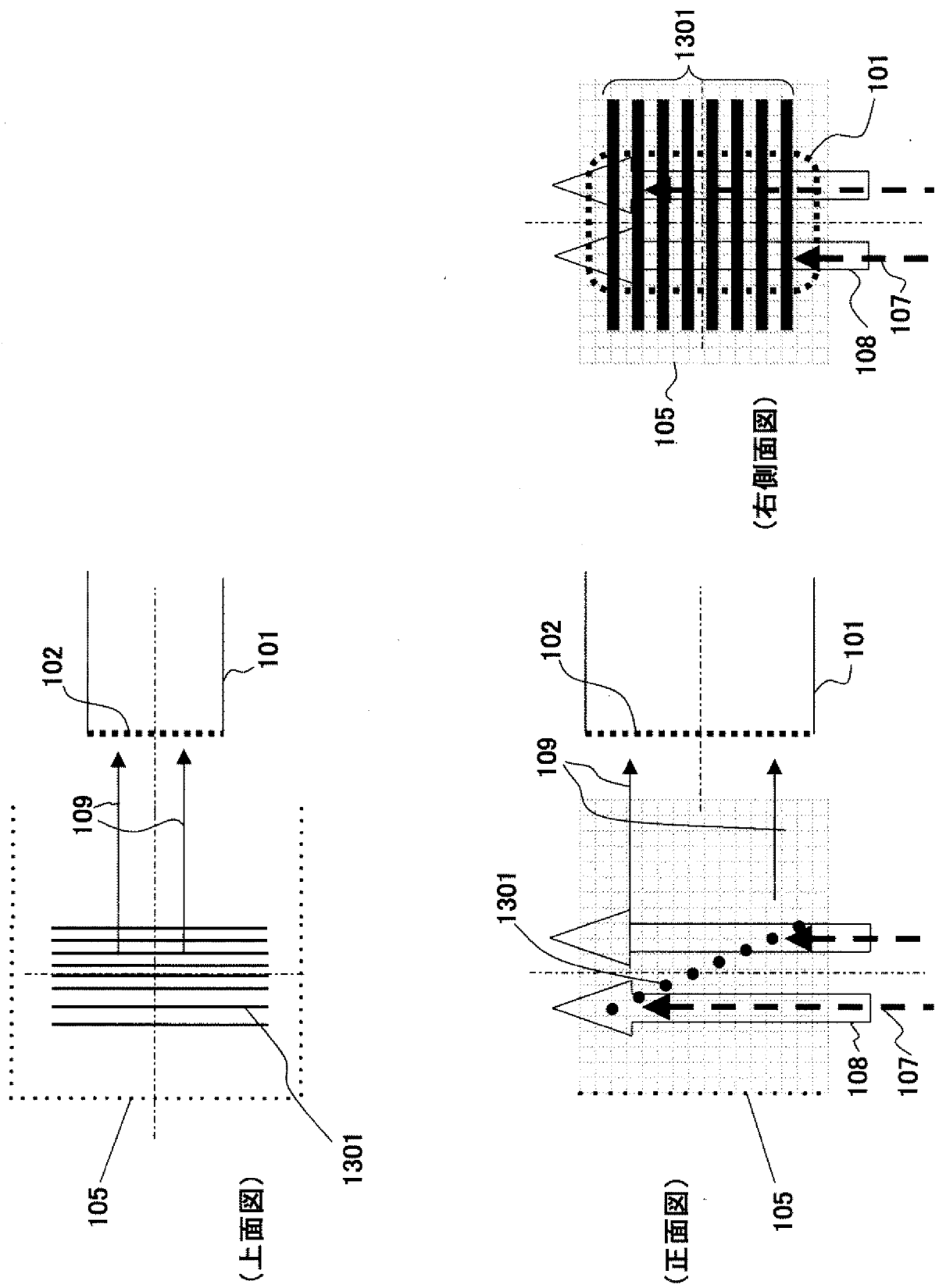
[図12A]



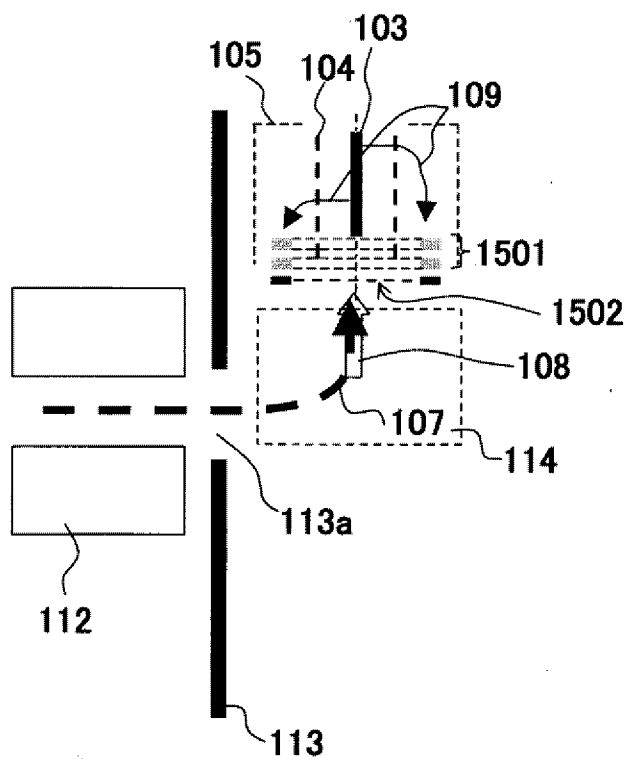
[図12B]



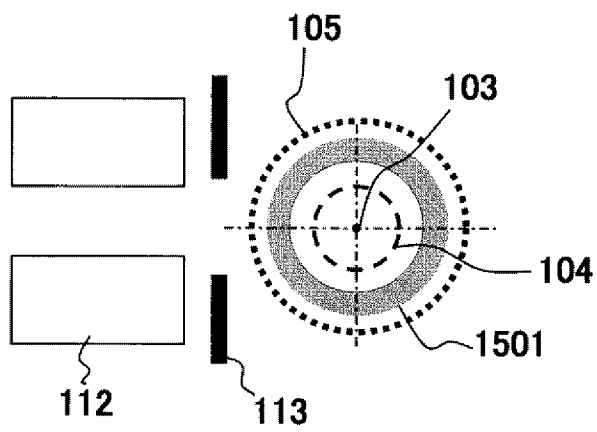
[図13]



[図15A]

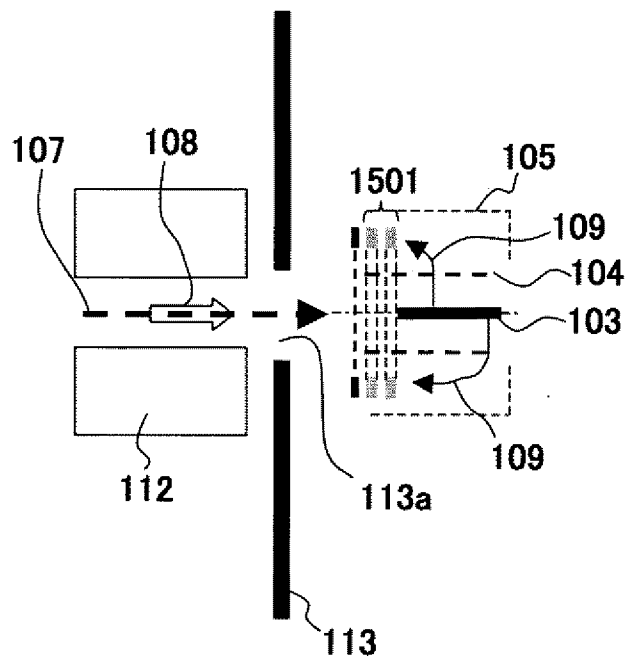


[図15B]

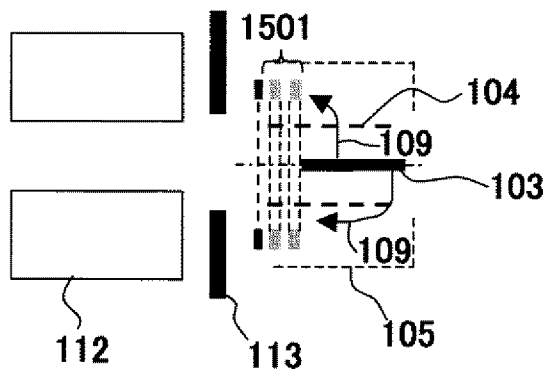


This diagram shows a cross-sectional view of a semiconductor device. A central channel region (103) is defined by a vertical dashed line. On either side of the channel are side gate regions (105) and a central gate region (107). The side gates (105) are shown with dashed lines and arrows (109) indicating an electric field or potential distribution. The central gate (107) is shown with a solid line and arrows (109) indicating an electric field or potential distribution. The device is formed on a substrate (108) and includes a top layer (1601) and a bottom layer (1501).

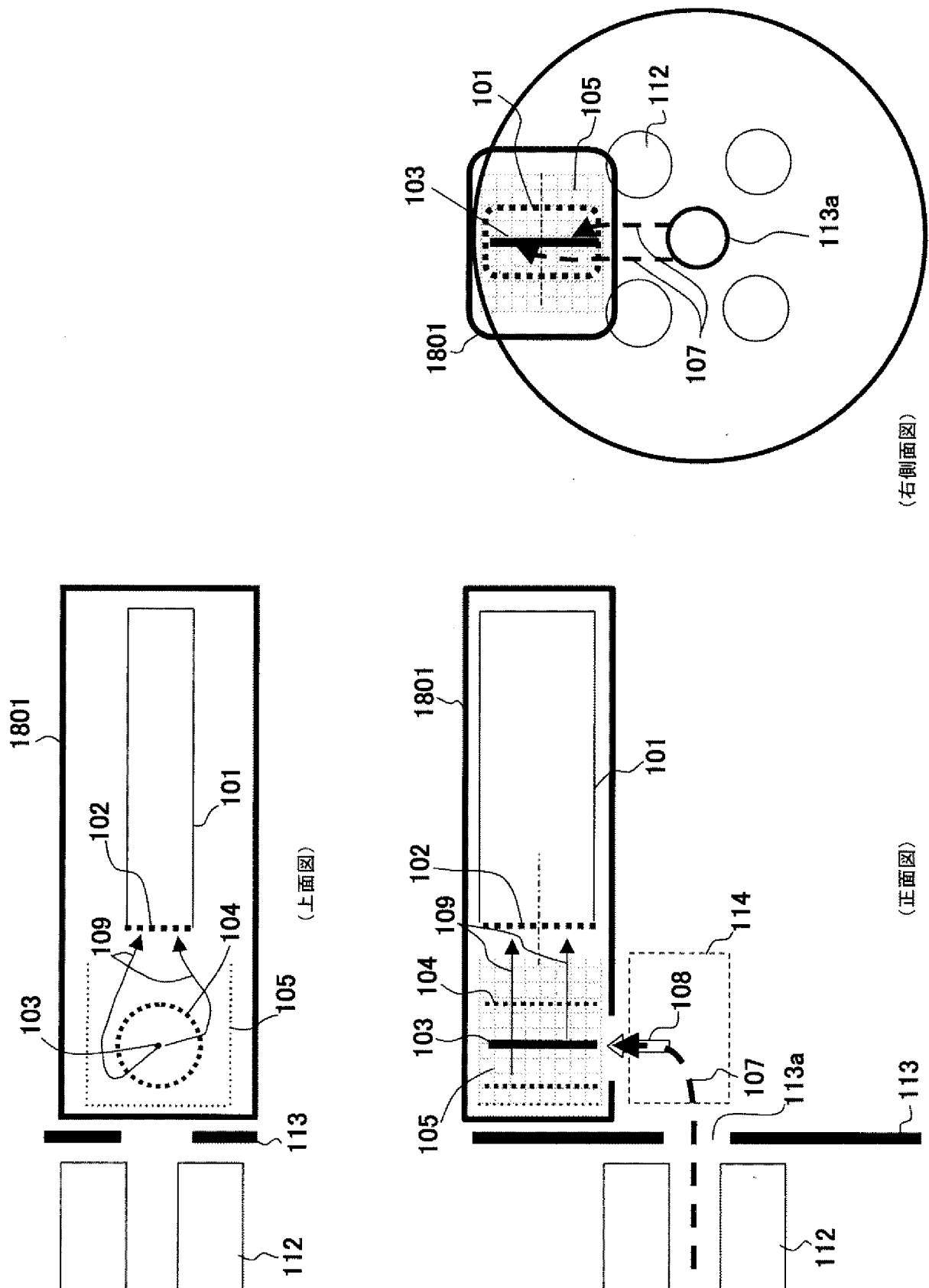
[図17A]



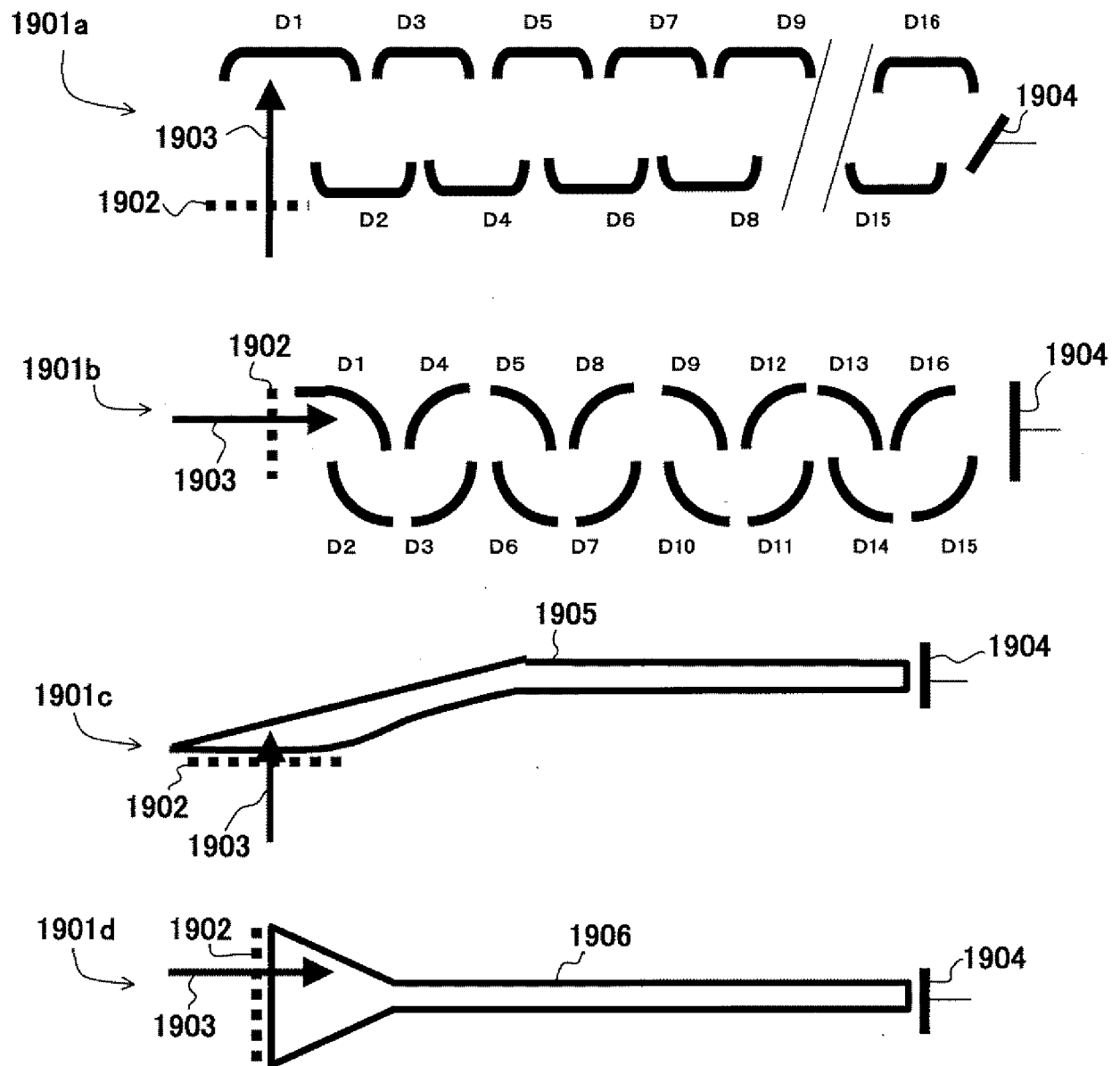
[図17B]



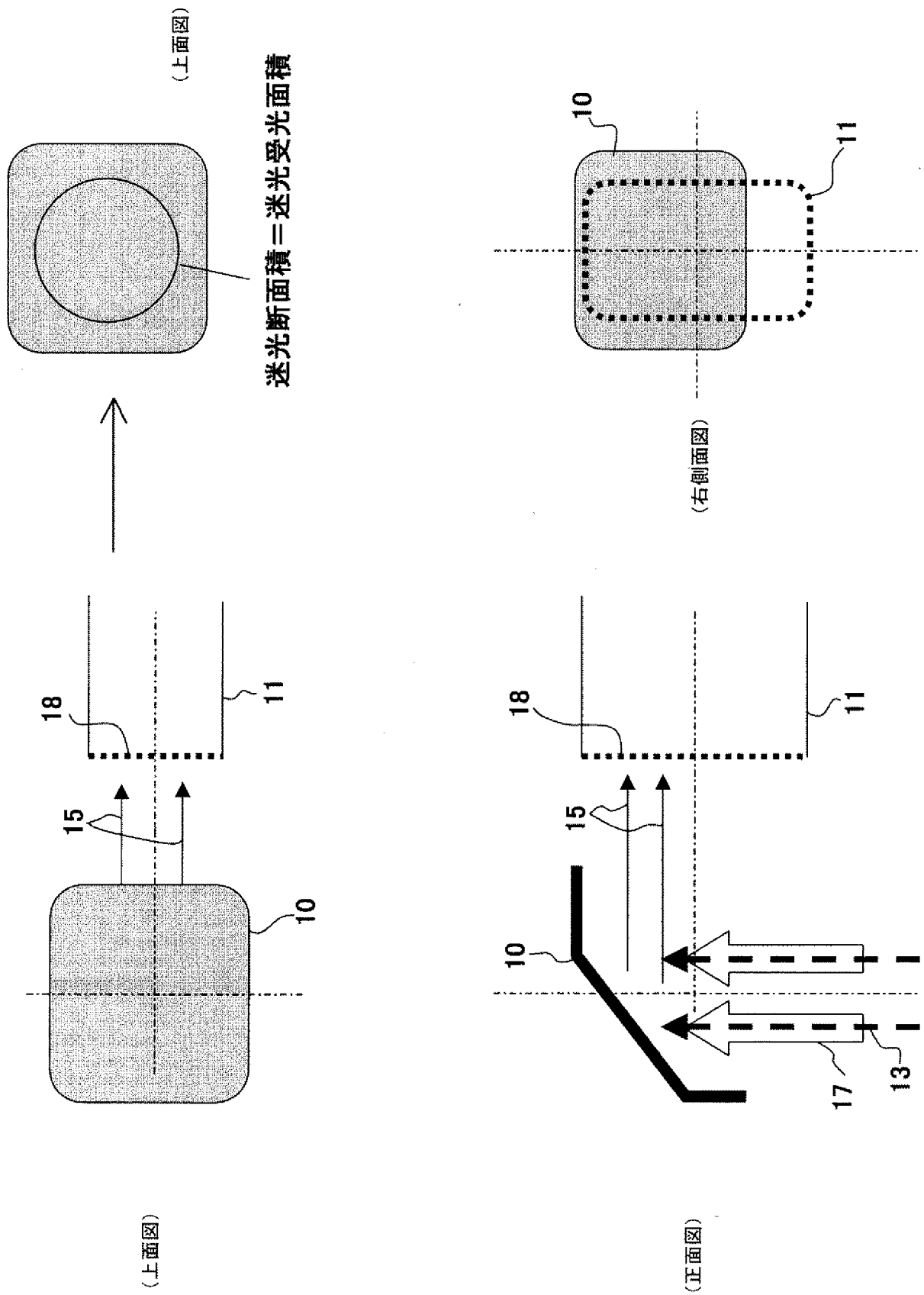
[図18]



[図19]



[図20C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J49/06(2006.01)i, H01J43/10(2006.01)i, H01J43/18(2006.01)i, H01J43/22(2006.01)i, H01J49/42(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)

H01J49/06, H01J43/10, H01J43/18, H01J43/22, H01J49/42

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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	JP 62-40147 A (Shimadzu Corp.), 21 February, 1987 (21.02.87), Full text; all drawings (Family: none)	1, 9, 12, 19, 20
A	JP 8-7832 A (ULVAC Japan Ltd.), 12 January, 1996 (12.01.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-9, 12, 19, 20
A	JP 2001-351565 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 21 December, 2001 (21.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-9, 12, 19, 20

☐ 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
12 August, 2009 (12.08.09)

Date of mailing of the international search report
25 August, 2009 (25.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058464

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:

The search has revealed that the invention of claim 1 is not novel since it is disclosed in document JP 62-040147 A (Shimadzu Corp.), 21 February, 1987 (21.02.87), the full text, all figures.

In consequence, since the invention of claim 1 makes no contribution over the prior art, this invention cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence. Therefore, there exists no matter common to all the inventions of claims 1-20.

Since there is no other common matter which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship among (Continued to the 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.:
1-9, 12, 19, 20

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, 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/JP2009/058464

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

these inventions within the meaning of PCT Rule 13 can be seen.

Incidentally, since it is determined from the above document that the inventions of claims 9, 12, 19, 20 are not novel or do not involve an inventive step, these inventions are classified into the same group as the inventions of claims 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. H01J49/06(2006.01)i, H01J43/10(2006.01)i, H01J43/18(2006.01)i, H01J43/22(2006.01)i,
H01J49/42(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. H01J49/06, H01J43/10, H01J43/18, H01J43/22, H01J49/42

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 62-40147 A（株式会社島津製作所）1987.02.21, 全文、全図（ファミリーなし）	1, 9, 12, 19, 20
A	JP 8-7832 A（日本真空技術株式会社）1996.01.12, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9, 12, 19, 20
A	JP 2001-351565 A（浜松ホトニクス株式会社）2001.12.21, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9, 12, 19, 20

☐ 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

1 2 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 8 . 2 0 0 9

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）

中塚 直樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

2 I

8 9 0 8

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（PCT 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PCT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。

調査の結果、請求項 1 に係る発明は、文献 JP 62-040147 A（株式会社島津製作所）1987.02.21, 全文, 全図 に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として、請求項 1 に係る発明は先行技術の域を出ないから、PCT 規則 13.2 の第2文の意味における特別な技術的特徴ではない。それ故、請求項 1－20に係る発明全てに共通の事項はない。

PCT 規則 13.2 の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項も存在しないので、それらの発明の間に PCT 規則 13 の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

なお、請求項 9, 12, 19, 20に係る発明は上記文献により新規性又は進歩性が否定されるものであるため、請求項 1－8に係る発明と同区分とした。

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 1－9, 12, 19, 20

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。