

(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
2024年8月2日(02.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/157847 A1

(51) 国際特許分類:

H01J 49/02 (2006.01) G01N 35/04 (2006.01)
G01N 27/62 (2021.01) H01J 49/00 (2006.01)
G01N 30/72 (2006.01) H01J 49/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/001019

(22) 国際出願日: 2024年1月16日(16.01.2024)

(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 2023-010678 2023年1月27日(27.01.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク
(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/

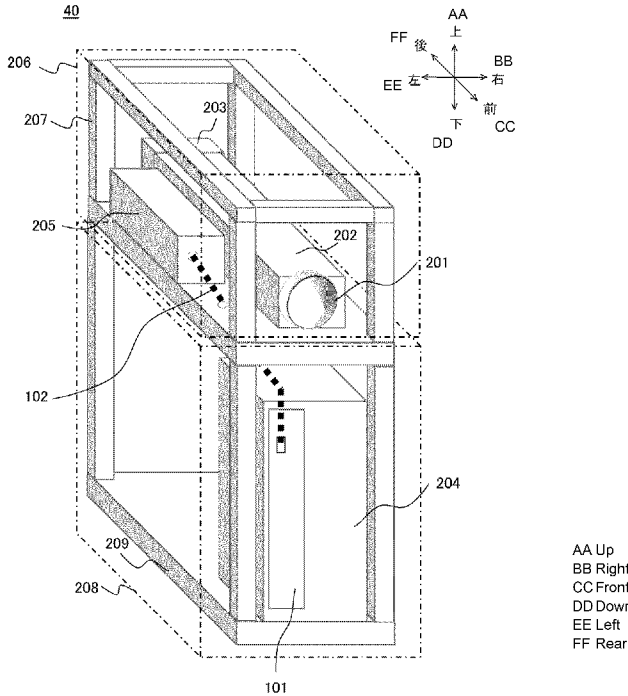
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
1 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 井出 光希(IDE Kohki); 〒1056409 東京
都港区虎ノ門一丁目 1 7 番 1 号 株式会社日
立ハイテク内 Tokyo (JP). 古矢 勇夫(FURUYA
Isao); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目 1
7 番 1 号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo
(JP). 近藤 克(KONDO Suguru); 〒1056409 東京
都港区虎ノ門一丁目 1 7 番 1 号 株式会社
日立ハイテク内 Tokyo (JP). オン ジーハオ
(ONG Zi Hao); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一
丁目 1 7 番 1 号 株式会社日立ハイテク内
Tokyo (JP). 西元 琢真(NISHIMOTO Takuma);

(54) Title: MASS SPECTROMETER

(54) 発明の名称: 質量分析装置

図2



(57) **Abstract:** Provided is a mass spectrometer that is compact with improved maintainability. A mass spectrometry part 40 has a first casing 206 and a second casing 208 disposed below the first casing. In the first casing are disposed an ionization unit 201, a mass spectrometry unit 202 comprising a quadrupole mass filter, a mass detection unit 203, and an RF output unit 205 comprising a resonance circuit 108 that applies a high-frequency voltage to the quadrupole mass filter. In the second casing is disposed a substrate storage unit 204 that at least stores a control circuit substrate including an RF

〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6
号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三
丁目 3 番 5 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

control circuit 101 that generates a high-frequency signal, and an RF substrate including an RF amplifier 107 that amplifies the high-frequency signal and supplies the amplified high-frequency signal to the resonance circuit. In the first casing, the ionization unit, the mass spectrometry unit, and the mass detection unit are disposed from a front surface toward a rear surface, and in the second casing, the substrate storage unit is disposed at a front surface.

(57) 要約: メンテナンス性を向上させながらも、コンパクトな質量分析装置を提供する。質量分析部 40 は、第 1 筐体 206 と第 1 筐体の下方に配置される第 2 筐体 208 とを有し、第 1 筐体には、イオン化ユニット 201、四重極マスフィルタを備える質量分析ユニット 202、質量検出ユニット 203 及び四重極マスフィルタに高周波電圧を印加する共振回路 108 を備える RF 出力ユニット 205 が配置され、第 2 筐体には、高周波信号を生成する RF 制御回路 101 を含む制御回路基板と、高周波信号を増幅して共振回路に供給する RF アンプ 107 を含む RF 基板とを少なくとも収納する基板収納ユニット 204 が配置され、第 1 筐体において前面から後面に向けてイオン化ユニット、質量分析ユニット及び質量検出ユニットが配置され、第 2 筐体において前面に基板収納ユニットが配置されている。

明 細 書

発明の名称：質量分析装置

技術分野

[0001] 本発明は、質量分析装置に関する。

背景技術

[0002] 質量分析装置は、分析対象試料をイオン化し、生成されたイオンの質量を分析することで分析対象試料の特定等を行う装置であり、その測定精度の高さから、近年、臨床検査、創薬研究等の分野でも活用されている。質量分析装置はイオンを質量に基づき分離する質量分析ユニットを有している。イオンを質量に基づき分離する方式は複数存在するが、特許文献1に示される四重極を用いる方式はその代表的なものである。質量分析ユニットは、互いに対向する2組の電極（四重極電極）を備え、四重極電極に高周波電圧を印加することで、四重極電極内部に高周波電場を形成する。分析対象試料のイオンはこの高周波電場内を振動しながら検出部へ進む。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-112282号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 多くの試料を高スループットに処理を可能にするため、質量分析装置は、装置に搬入された試料の前処理を行い、分析対象とする試料の成分を分離して、質量分析を行うといった一連の処理を連続的に行うことを可能にし、それをコンパクトに構成することが望ましい。このため、これらの各機能をモジュール化し、結合することで装置を構成する。この結果、オペレータが分析処理やメンテナンスで日常的にアクセス可能性のある機構については、他のモジュールと結合される側面や背面ではなく、質量分析装置の前面に配置されている必要がある。

[0005] 一方で、四重極を用いる質量分析計（ここでは四重極マスフィルタという）に印加される高周波電圧の精度は、検出されるイオンの測定精度に影響を与える。このため、印加する高周波電圧のフィードバック制御を行う。フィードバック制御を行う制御部と被制御部とは、できるだけ近距離に配置することが望ましい。近距離に配置できない場合には、制御部と被制御部との通信において生じるノイズの影響により、フィードバック制御の精度が低下するおそれがある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施の態様である質量分析装置は、質量分析部を備える質量分析装置であって、質量分析部は、第1筐体と第1筐体の下方に配置される第2筐体とを有し、第1筐体には、分析対象試料をイオン化するイオン化ユニット、イオン化ユニットからイオンが導入され、所定の質量電荷比（ m/z ）のイオンを通過させる四重極マスフィルタを備える質量分析ユニット、質量分析ユニットを通過したイオンを検出する質量検出ユニット及び四重極マスフィルタに直流電圧と高周波電圧とを重畳して印加する共振回路を備えるRF出力ユニットが配置され、第2筐体には、高周波信号を生成するRF制御回路を含む制御回路基板と、高周波信号を増幅して共振回路に供給するRFアンプを含むRF基板とを少なくとも収納する基板収納ユニットが配置され、第1筐体において前面から後面に向けてイオン化ユニット、質量分析ユニット及び質量検出ユニットが配置され、第2筐体において前面に基板収納ユニットが配置されている。

発明の効果

[0007] メンテナンス性を向上させながらも、コンパクトな質量分析装置を提供する。その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]質量分析装置の構成例である。

[図2]質量分析部を構成するユニットの配置例である。

[図3A]四重極マスフィルタの構成を説明するための図である。

[図3B]四重極マスフィルタの構成を説明するための図である。

[図4]四重極マスフィルタの電源回路の構成例である。

[図5]四重極マスフィルタに印加されるRF電圧の制御回路である。

[図6]RF電圧制御の第1のフィードバック方式を示す図である。

[図7]RF電圧制御の第2のフィードバック方式を示す図である。

[図8]RF電圧制御の第3のフィードバック方式を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 図1に本実施例の質量分析装置1の構成例を示す。質量分析装置1は、その主要な構成として、検体投入部10、前処理部20、分離部30、質量分析部40を備えている。分析対象となる検体は検体容器に收容され、検体容器は検体ラック16に搭載されて、検体投入部10から質量分析装置1に投入される。

[0010] 検体投入部10は、検体搬入出部11、バッファ部14を備える。検体搬入出部11に投入された検体ラック16はラック搬送機構12によって、前処理部20に向けて搬出される。前処理部20において、検体ラック16はラック搬送機構15に移送され、ラック搬送機構15上の分注位置にて、検体容器から必要量の検体がインキュベータ23上の反応容器に分注される。検体ラック16に搭載された複数の検体容器に收容された検体に対する分注がすべて終了すると、検体ラック16はラック搬送機構15からラック搬送機構13に移送され、ラック搬送機構13により検体搬入出部11に返却され、その後、オペレータによって回収される。バッファ部14は、検体搬入出部11に投入される検体ラック16の数が多すぎて、質量分析装置1の分析処理が追い付かない場合に、ラック搬送機構12上に検体ラック16が滞留しないよう、一時的に検体ラック16を退避するために使用される。なお、図1の例ではラック搬送機構としてベルトコンベア式の搬送機構を例示したが、この方式に限定されるものではない。

[0011] 前処理部20は、質量分析のための前処理を行うユニットである。前処理

の内容については限定しない。例えば、前処理部 20 では検体中の分析対象成分を増幅させる処理を行う。前処理部 20 は、前処理に必要な試薬を保管する試薬保冷库 21、試薬と検体との混合液を一定の温度に保って反応を促進させるインキュベータ 23、試薬と検体とを混合させる反応容器を保管し、反応容器をインキュベータ 23 に供給する反応容器供給機構 24、試薬保冷库 21 に保管された試薬容器からインキュベータ 23 上の反応容器に試薬を分注する試薬分注機構 25、検体ラック 16 上の検体容器からインキュベータ 23 上の反応容器に検体を分注する検体分注機構 26、インキュベータ 23 での反応が終了した試薬と検体との反応液から、以降の分析に不要な成分を取り除く検体抽出部 27 を備えている。

[0012] 分離部 30 は、前処理部 20 にて前処理のなされた検体を複数の成分に分離するユニットであり、質量分析部 40 は分離部 30 によって分離された複数の成分に対して質量分析を行うユニット（質量分析計）である。分離部 30 として液体クロマトグラフを用い、液体クロマトグラフの検出器として質量分析計を用いる分析手法は、液体クロマトグラフィー質量分析法（LC-MS）として知られている。

[0013] このように、質量分析装置 1 では、検体投入部 10、前処理部 20、分離部 30、質量分析部 40 のそれぞれがモジュール化されており、モジュールを組み合わせることで装置が構成されるようになっている。このため、装置全体がコンパクトに構成されるとともに、モジュールを追加することで、装置の使い方に応じた装置の処理能力をカスタマイズすることが可能になる。例えば、図 1 の例では、各モジュールを 1 つずつ組み合わせて装置を構成しているが、分離部 30、質量分析部 40 をさらに 1 セット組み合わせて装置を構成することで LC-MS 分析能力を強化することができる。

[0014] 図 2 は、質量分析部 40 を構成するユニットの配置例を示している。質量分析部 40 は複数のユニットから構成され、ここでは主要なユニットを示している。図 2 に示す構成例では、質量分析部 40 は上段筐体 206 と下段筐体 208 とで構成されている。上段筐体 206 及び下段筐体 208 はそれぞれ

れ金属製のフレーム207、209を備え、それぞれの筐体に配置されるユニットを支持している。フレーム207、209には筐体内部を保護するためのパネル（図示せず）が、取り付けられる。このように上下段の筐体構造とすることで、質量分析部40の前面の面積を狭くすることができるため、質量分析装置1をコンパクトに構成することが可能になる。

[0015] 上段筐体206には、イオン化ユニット201、質量分析ユニット202、質量検出ユニット203及びRF出力ユニット205が配置されている。イオン化ユニット201は、分析対象試料をイオン化するユニットである。LC-MS法では、液体クロマトグラフにより分離された試料が分析対象試料とされる。イオン化ユニット201で発生されたイオンは、質量分析ユニット202に導入される。質量分析ユニット202は導入されたイオンのうち、所定の質量電荷比（ m/z ）のイオンを通過させて質量検出ユニット203に導き、質量検出ユニット203では導入されたイオンを検出し、カウントする。本実施例では、質量分析ユニット202として四重極マスフィルタを使用する例を想定する。

[0016] 図3A、図3Bを用いて、四重極マスフィルタの構成について説明する。図3Bは図3Aに示した四重極マスフィルタの中心軸と垂直な面での断面図である。四重極マスフィルタ41を構成する4本の円筒型の電極51～54は、中心軸（イオン光軸）から等距離となる位置に、長手方向が互いに平行となるように配置されている。ここでは、第1電極51と第3電極53とがy軸方向に対向する電極対であり、第2電極52と第4電極54とがx軸方向に対向する電極対である例を示している。四重極マスフィルタ41には、直流電圧Uと高周波電圧（以下ではRF電圧という） $V \cos \omega t$ （ ω ：振動数、 t ：時間）とが重畳されて印加される。また、互に対向する電極には同じ極性（第1の極性）の直流電圧が印加され、隣接する電極には逆極性（第2の極性）の直流電圧が印加される。

[0017] 四重極マスフィルタ41にこのような電圧が印加されることにより、内部に電場が形成され、この電場によりイオン化ユニット201から導入された

イオンは、 x 軸または y 軸方向に振動する。印加電圧の(U , V , ω)によって定まる特定範囲の質量電荷比のイオンは安定な振動状態となり、四重極マスフィルタ41を通り抜けて質量検出ユニット203に到達する。一方、その他の質量電荷比のイオンは不安定な振動を行い、電極に衝突したり、系外に飛び出したりすることにより、質量検出ユニット203に到達しない。

[0018] 図4に四重極マスフィルタ41に、直流電圧 U とRF電圧 $V\cos\omega t$ (ω : 振動数、 t : 時間)とを重畳して印加する電源回路の構成例を示す。電源回路はDC制御回路55、DCアンプ56, 57、RF制御回路101、RFアンプ107、共振回路108を含む。共振回路108はトランスを含み、トランスの1次側コイルには、RFアンプ107からRF電圧 $V\cos\omega t$ が印加される。また、トランスは、それぞれ y 軸方向の電極対51, 53と x 軸方向の電極対52, 54にその一端が接続される2つの2次側コイルを含み、一方の2次側コイルの他端はDCアンプ56に接続されて直流電圧 $-U$ が印加され、他方の2次側コイルの他端はDCアンプ57に接続され直流電圧 $+U$ が印加される。DC制御回路55は印加する直流電圧の大きさ、RF制御回路101は印加するRF電圧の振幅、周波数を制御する。

[0019] 再び、図2の説明に戻り、質量分析部40を構成するユニットの配置について説明する。イオン化ユニット201は、オペレータによる定期的なメンテナンスが想定されるため、オペレータが作業しやすいよう、オペレータがアクセスしやすい(図1参照)、上段筐体206の前面に配置される。これにより、必然的に質量分析ユニット202及び質量検出ユニット203が上段筐体206におけるイオン化ユニット201の後方に並ぶ。

[0020] 一方、質量分析部40の制御を行う制御部は下段筐体208に配置される。制御部は複数の回路基板として実装される。複数の回路基板は、下段筐体208の前面に配置される基板収納ユニット204に搭載される。複数の回路基板には、制御基板の他、上述したRFアンプ107が搭載されるRF基板、DCアンプ56, 57が搭載されるDC基板、外部装置と通信を行うための通信基板などを含む。基板交換などのサービスメンテナンスを容易にす

るため、これらの回路基板はオペレータがアクセスしやすい前面に配置することが望ましい。このため、基板収納ユニット204は下段筐体208の前面に配置されている。

[0021] ここで、質量分析ユニット202の四重極マスフィルタ41のRF電圧制御について説明する。図5に四重極マスフィルタ41に印加されるRF電圧($V \cos \omega t$)の制御回路を示す。上述したように、質量分析ユニット202を通過するイオンは、四重極マスフィルタ41に印加される電圧の(U , V , ω)によって定まる。このため、四重極マスフィルタ41に印加されるRF電圧は所望のRF電圧が印加されるようフィードバック制御がなされている。RF制御回路101は、RF信号を発生させるRF生成器103、RF信号の振幅に対応する指令電圧を生成する指令電圧生成器104、アナログ乗算器105及び乗算器106を備えている。アナログ乗算器105は、指令電圧生成器104から出力される指令電圧とフィードバック信号とから、例えばPI制御に基づく制御信号を生成し、乗算器106に伝達する。乗算器106は、アナログ乗算器105からの制御信号とRF生成器103からのRF信号とを乗算する。RFアンプ107は、乗算器106の出力するRF信号を増幅し、増幅されたRF電圧を共振回路108に供給する。共振回路108にはDCアンプ56, 57からの直流電圧も入力され(図4参照)、四重極マスフィルタ41に直流電圧とRF電圧とを重畳して印加する。共振回路108が出力するRF電圧は、分圧回路109により分圧され、検波回路110により分圧されたRF信号の振幅を直流電圧として検出する。検波回路110で検出された直流電圧がフィードバック信号としてアナログ乗算器105に入力される。

[0022] このRF電圧制御回路を質量分析部40(モジュール)に実装するにあたり、RF制御回路101、RFアンプ107はそれぞれ回路基板に実装され、基板収納ユニット204に搭載される。これに対して、共振回路108の損失と特性変動を低減するため、共振回路108は質量分析ユニット202に近接する位置に配置する必要がある。このため、共振回路108は、RF

出力ユニット 205 として、上段筐体 206 に配置される。RF 出力ユニット 205 には、フィードバック信号を生成するための分圧回路 109、検波回路 110 も配置され、この結果、フィードバック信号を伝送する信号線 102 は、上段筐体 206 に配置される RF 出力ユニット 205 と下段筐体 208 に配置される基板収納ユニット 204 に搭載される RF 制御基板との間を接続する長距離の信号線となる。

[0023] このような長距離の信号線でフィードバック信号を伝送する場合、検波回路 110 の GND となる基準電位と RF 制御回路 101 の GND となる基準電位との間に電位差（GND 電位差という）が生じている、あるいは長距離の信号線がアンテナとして作用してノイズがのりやすくなるといった理由により、フィードバック制御の精度が低下するおそれがある。フィードバック制御の精度低下は、質量分析部 40 の分析感度の低下につながる。

[0024] このため、本実施例の信号線 102 は、検波回路 110 からのフィードバック信号を耐ノイズ性の高い信号（以下、耐ノイズ信号という）に一旦変換し、耐ノイズ信号として長距離を伝送させた後に、電圧信号に再変換するよう構成する。

実施例 1

[0025] 図 6 に、第 1 のフィードバック制御方式（実施例 1）を示す。実施例 1 では、耐ノイズ信号として、検波回路 110 からのフィードバック信号を RF 制御回路 101 において使用される電源電圧よりも高い電圧の信号に変換する。このため、RF 出力ユニット 205 において検波回路 110 の後段に増幅回路 111 を、RF 制御回路 101 においてアナログ乗算器 105 の前段に減衰回路 112 を設け、増幅回路 111 と減衰回路 112 との間を信号線 102 によって接続する。

[0026] アナログ乗算器 105 に入力されるフィードバック信号は、指令電圧生成器 104 が生成する指令電圧とともに入力されるため、指令電圧の最大電圧はフィードバック信号の最大電圧と一致している必要がある。指令電圧生成器 104 としては、例えば 5 V 系の D-A コンバータが使用される。実施例

1では、検波回路110の検出した直流電圧を増幅回路111により、例えば最大15Vまで増幅させて信号線102を伝送させ、減衰回路112により5V系のフィードバック信号に再変換する。指令電圧生成器104の使用する電源電圧よりも高い電圧によって信号線102を伝送させることにより、GND電位差や伝送中に生じたノイズの影響を小さくすることができる。

[0027] 実施例1では、フィードバック信号を増幅して信号線102で伝送することにより、フィードバック信号の耐ノイズ性が向上する。これにより、質量分析部40の分析感度を低下させることなく、メンテナンス性を向上させることができる。

実施例 2

[0028] 図7に、第2のフィードバック制御方式（実施例2）を示す。実施例2では、耐ノイズ信号として、検波回路110からのフィードバック信号をデジタル信号に変換する。このため、RF出力ユニット205において検波回路110の後段にアナログーデジタル変換器（ADC）113を、RF制御回路101においてアナログ乗算器105の前段にデジタルーアナログ変換器（DAC）114を設け、ADC113とDAC114との間を信号線102によって接続する。

[0029] 実施例2では、フィードバック信号をデジタル信号として信号線102で伝送することにより、フィードバック信号の耐ノイズ性が向上する。これにより、質量分析部40の分析感度を低下させることなく、メンテナンス性を向上させることができる。

実施例 3

[0030] 図8に、第3のフィードバック制御方式（実施例3）を示す。実施例3では、信号線102の両端間が電氣的に絶縁された状態でフィードバック信号を伝送（絶縁伝送）する。例えば、耐ノイズ信号として、検波回路110からのフィードバック信号を光信号に変換する。このため、RF出力ユニット205において検波回路110の後段に絶縁信号送信機115を、RF制御回路101においてアナログ乗算器105の前段に絶縁信号受信機116を

設け、絶縁信号送信機 115 と絶縁信号受信機 116 との間を信号線 102 によって接続する。光信号として伝送する場合、例えば、絶縁信号送信機 115 に電光変換素子を、絶縁信号受信機 116 に光電変換素子を用い、信号線 102 に光ファイバを用いることができる。

[0031] 実施例 3 では、フィードバック信号を絶縁伝送することにより、フィードバック信号の耐ノイズ性が向上する。これにより、質量分析部 40 の分析感度を低下させることなく、メンテナンス性を向上させることができる。

[0032] 本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0033] 1 : 質量分析装置、10 : 検体投入部、11 : 検体搬入出部、12, 13, 15 : ラック搬送機構、14 : バッファ部、20 : 前処理部、21 : 試薬保冷库、23 : インキュベータ、24 : 反応容器供給機構、25 : 試薬分注機構、26 : 検体分注機構、27 : 検体抽出部、30 : 分離部、40 : 質量分析部、41 : 四重極マスフィルタ、51 : 第 1 電極、52 : 第 2 電極、53 : 第 3 電極、54 : 第 4 電極、55 : DC 制御回路、56, 57 : DC アンプ、101 : RF 制御回路、102 : 信号線、103 : RF 生成器、104 : 指令電圧生成器、105 : アナログ乗算器、106 : 乗算器、107 : RF アンプ、108 : 共振回路、109 : 分圧回路、110 : 検波回路、111 : 増幅回路、112 : 減衰回路、113 : アナログーデジタル変換器、114 : デジタルーアナログ変換器、115 : 絶縁信号送信機、116 : 絶縁信号受信機、201 : イオン化ユニット、202 : 質量分析ユニット、203 : 質量検出ユニット、204 : 基板収納ユニット、205 : RF 出力ユニット、206 : 上段筐体、207, 209 : フレーム、208 : 下段筐体。

請求の範囲

[請求項1]

質量分析部を備える質量分析装置であって、

前記質量分析部は、第1筐体と前記第1筐体の下方に配置される第2筐体とを有し、

前記第1筐体には、分析対象試料をイオン化するイオン化ユニット、前記イオン化ユニットからイオンが導入され、所定の質量電荷比（ m/z ）のイオンを通過させる四重極マスフィルタを備える質量分析ユニット、前記質量分析ユニットを通過したイオンを検出する質量検出ユニット及び前記四重極マスフィルタに直流電圧と高周波電圧とを重畳して印加する共振回路を備えるRF出力ユニットが配置され、

前記第2筐体には、高周波信号を生成するRF制御回路を含む制御回路基板と、前記高周波信号を増幅して前記共振回路に供給するRFアンプを含むRF基板とを少なくとも収納する基板収納ユニットが配置され、

前記第1筐体において前面から後面に向けて前記イオン化ユニット、前記質量分析ユニット及び前記質量検出ユニットが配置され、前記第2筐体において前記前面に前記基板収納ユニットが配置されている質量分析装置。

[請求項2]

請求項1において、

前記質量分析部は、前記RF出力ユニットが備える検波回路と前記RF制御回路とを接続する信号線を備え、

前記検波回路は、前記四重極マスフィルタに印加される前記高周波電圧の振幅を示すフィードバック信号を生成し、

前記RF制御回路は、前記信号線により伝送された前記フィードバック信号に応じて前記高周波信号の振幅を制御する質量分析装置。

[請求項3]

請求項2において、

前記フィードバック信号は、前記RF出力ユニットにおいて耐ノイズ信号に変換されて前記信号線を伝送され、前記RF制御回路におい

て電圧信号に再変換される質量分析装置。

[請求項4]

請求項2において、

前記RF出力ユニットは、前記フィードバック信号を増幅する増幅回路を備え、

前記RF制御回路は、前記信号線により伝送された前記フィードバック信号を減衰させる減衰回路を備える質量分析装置。

[請求項5]

請求項2において、

前記RF出力ユニットは、前記フィードバック信号をデジタル信号に変換するアナログーデジタル変換器を備え、

前記RF制御回路は、前記信号線により伝送された前記フィードバック信号をアナログ信号に変換するデジタルーアナログ変換器を備える質量分析装置。

[請求項6]

請求項2において、

前記信号線は、前記フィードバック信号を絶縁伝送し、

前記RF出力ユニットは絶縁信号送信機を備え、前記RF制御回路は絶縁信号受信機を備える質量分析装置。

[請求項7]

請求項1～6のいずれか一項において、

検体の前処理を行う前処理部と、

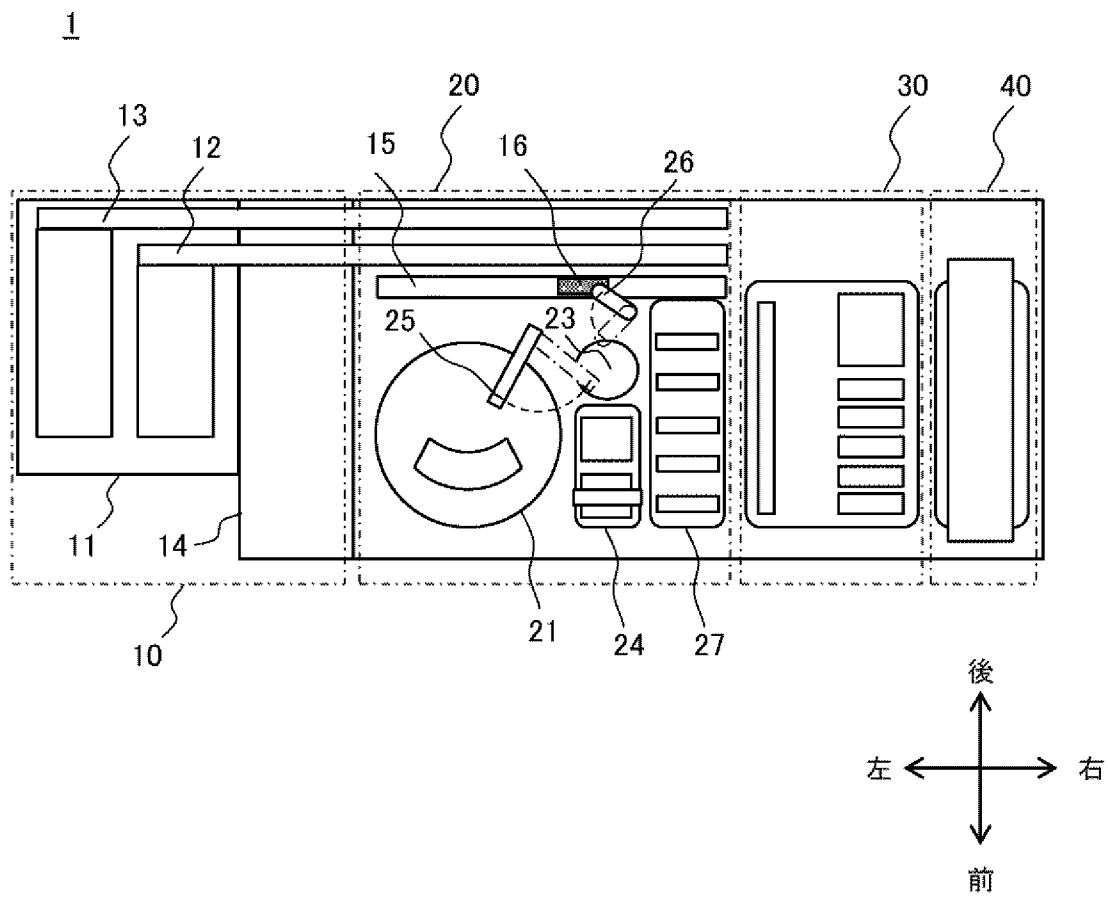
前記前処理部で前処理のなされた検体を複数の成分に分離する分離部とを有し、

前記分離部で分離された前記検体の成分を前記分析対象試料とし、

前記質量分析部の前後方向と直交する左右方向に、前記前処理部、前記分離部及び前記質量分析部の順に並んで配置されている質量分析装置。

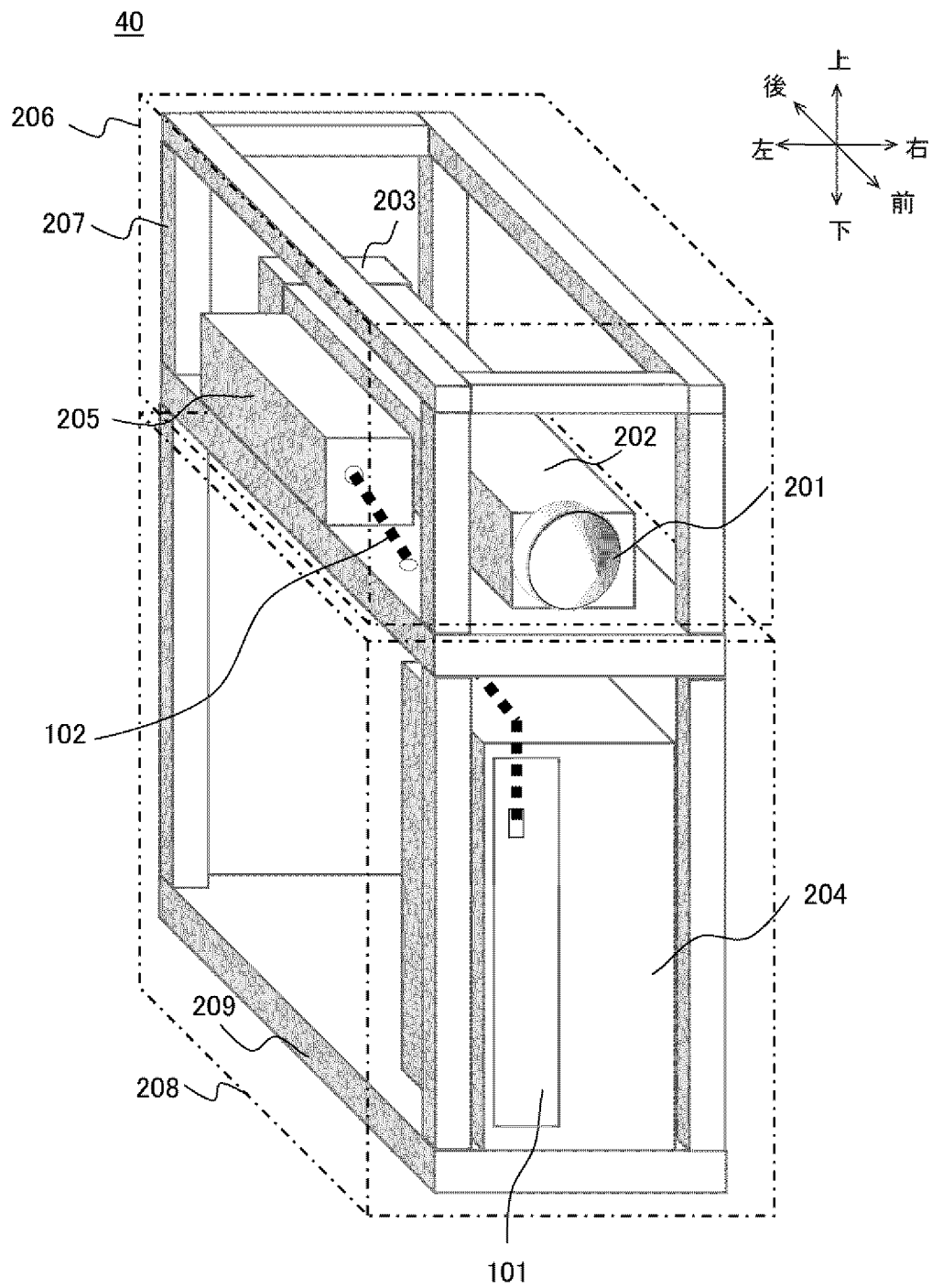
[図1]

図 1



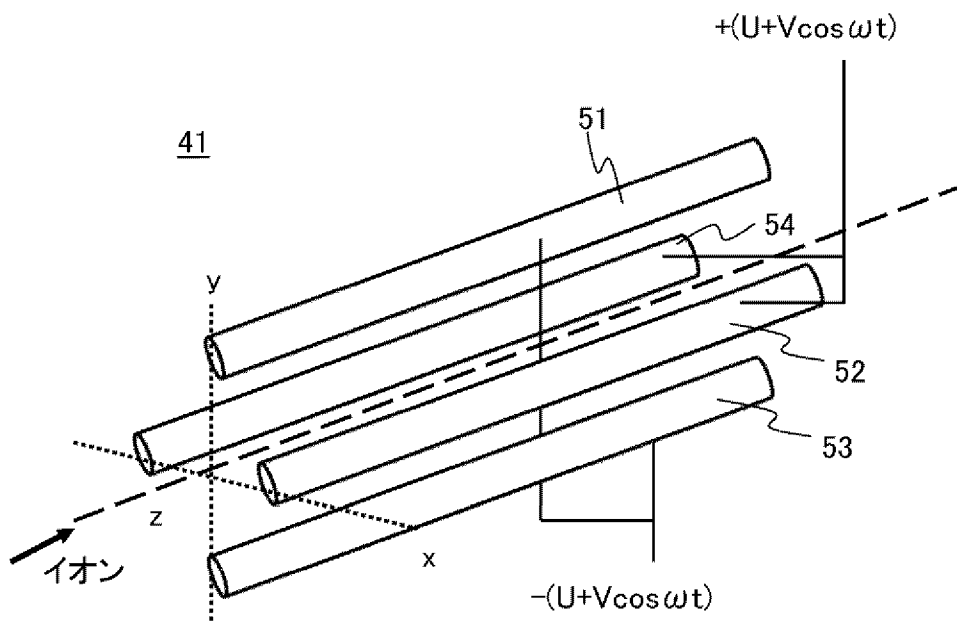
[図2]

図2



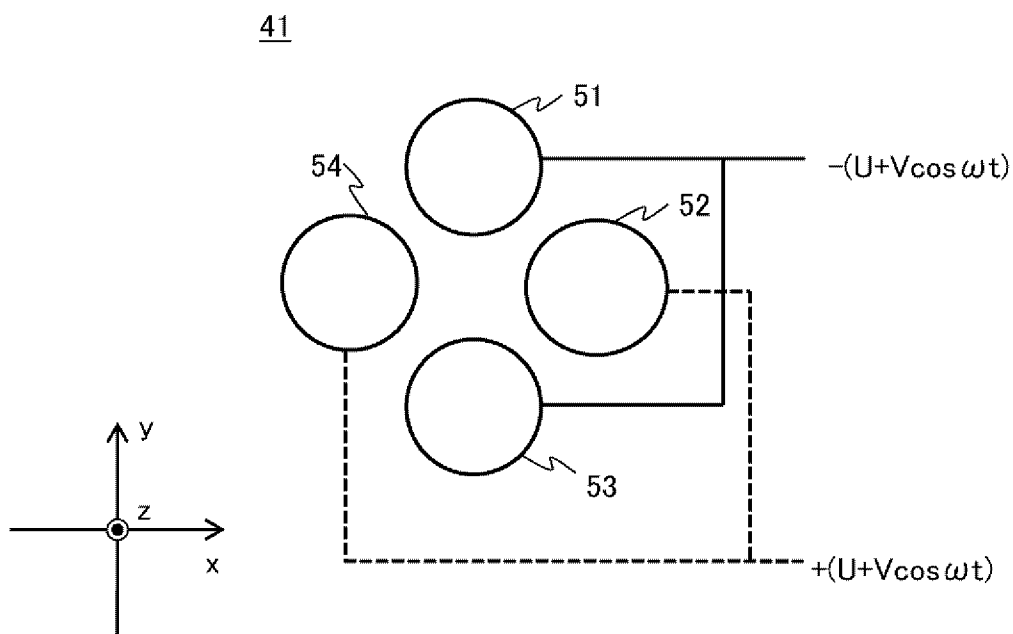
[図3A]

図3A



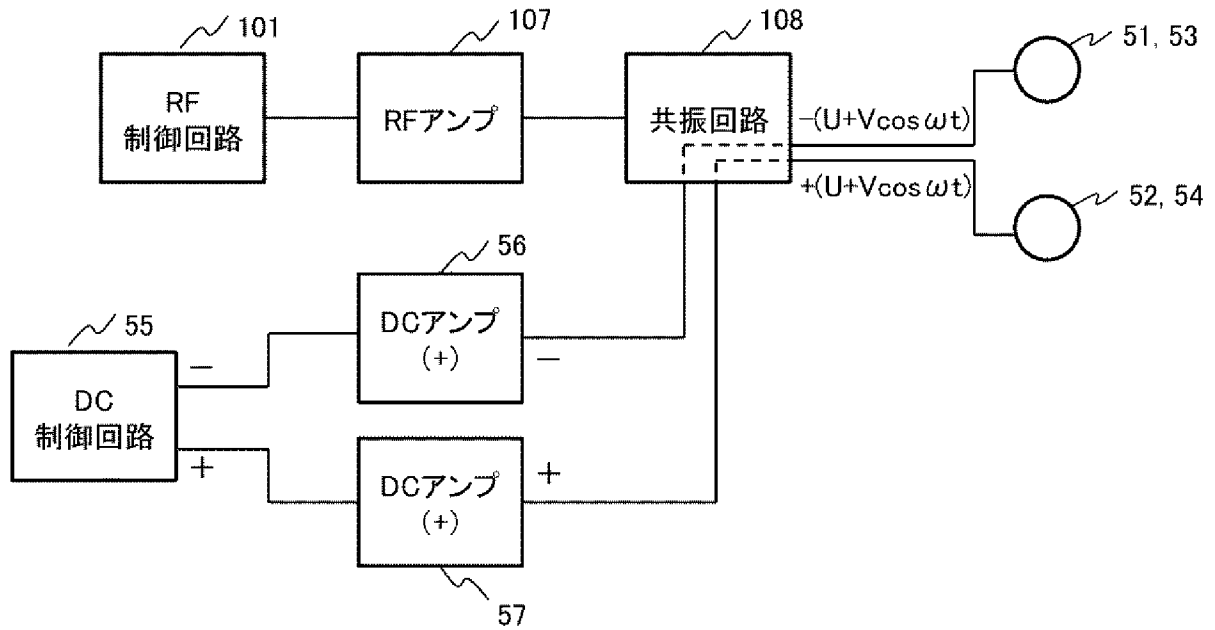
[図3B]

図3B



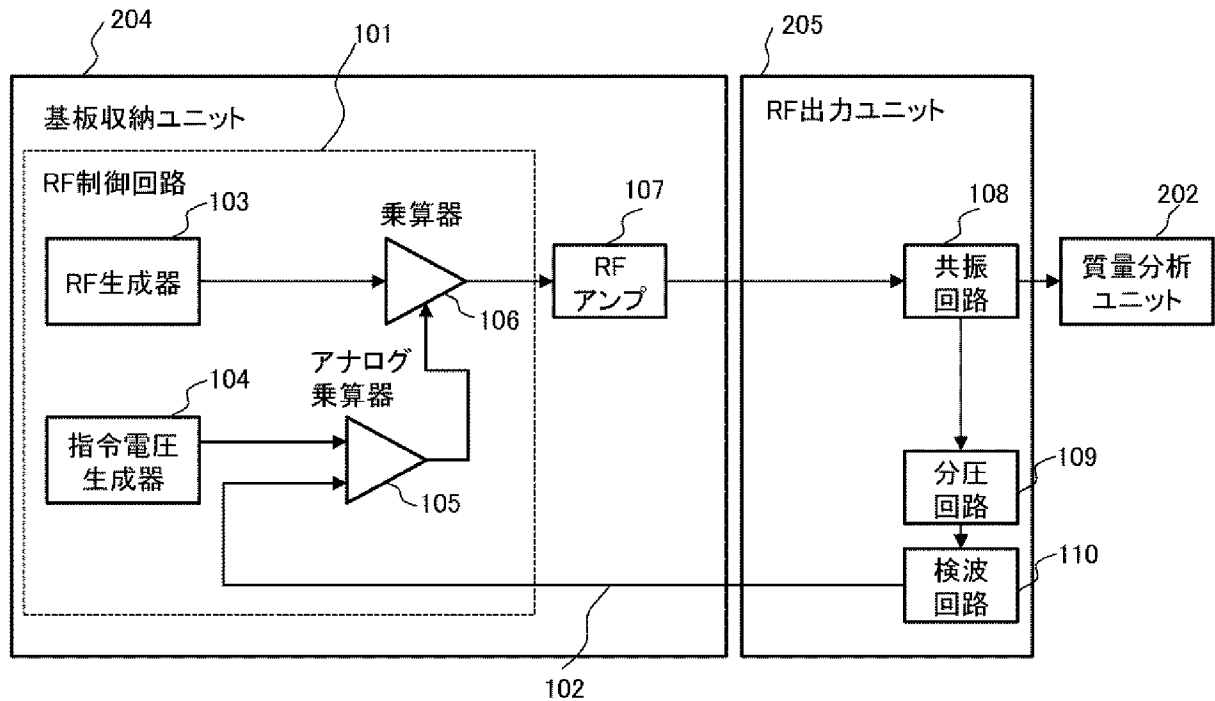
[図4]

図4



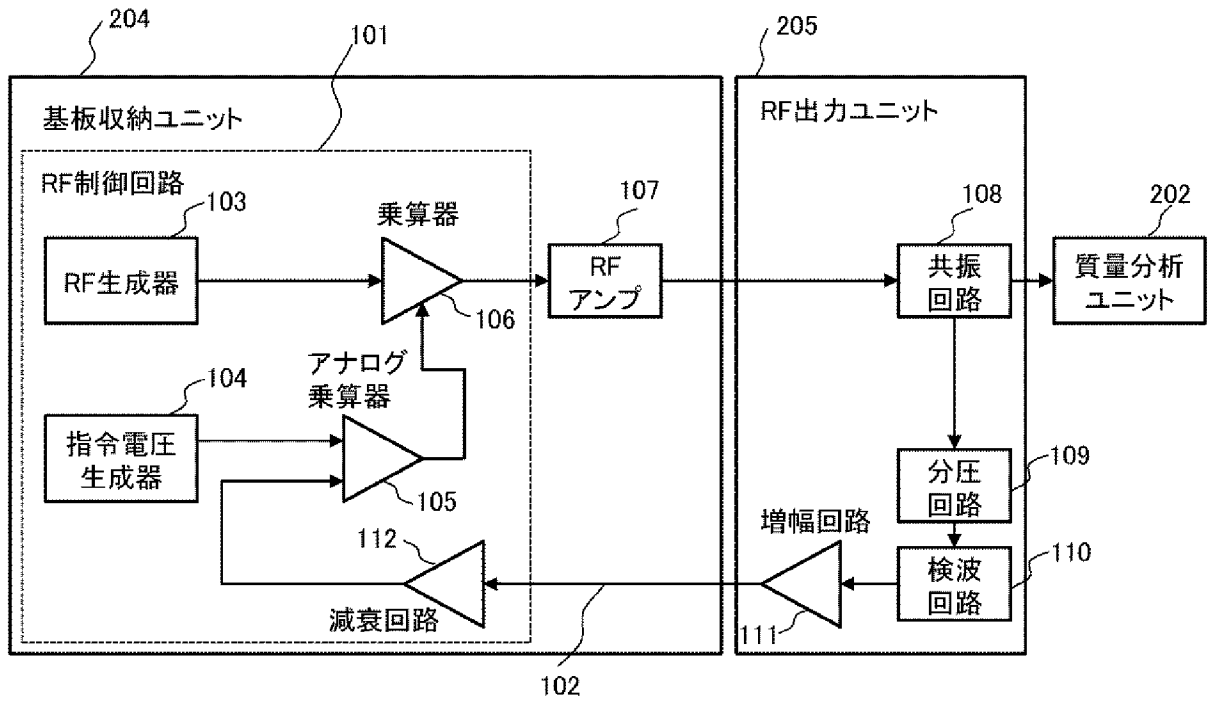
[図5]

図5



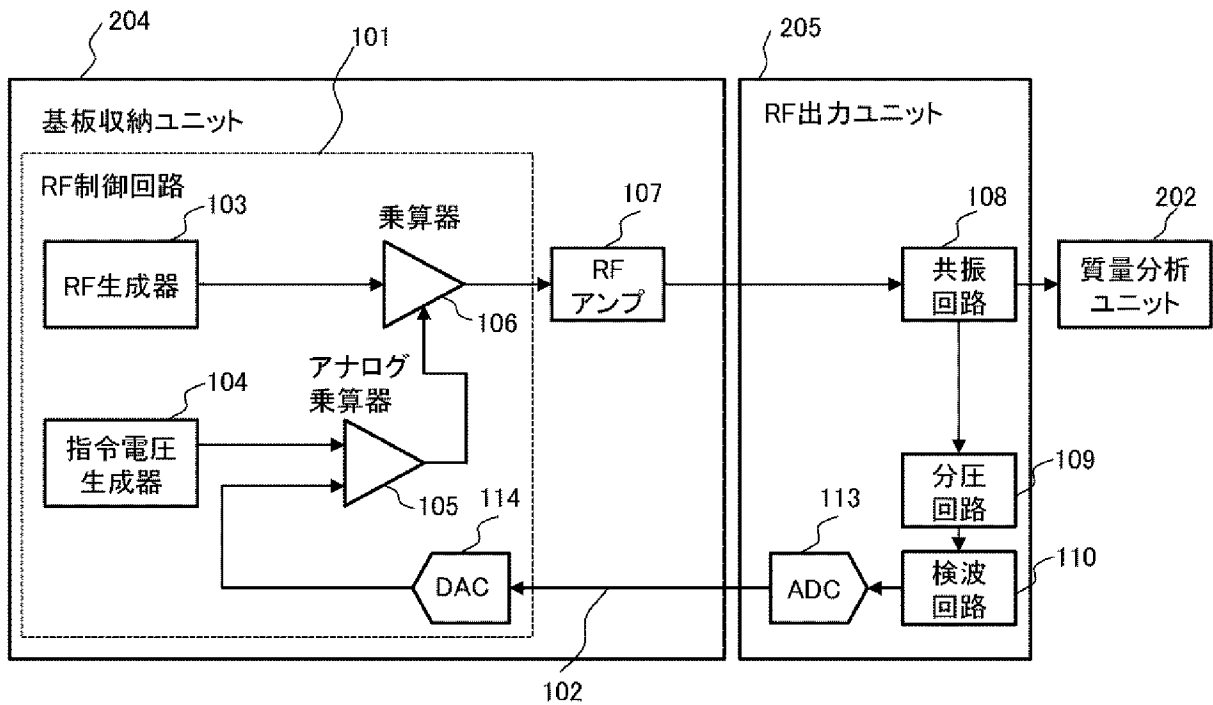
[図6]

図6



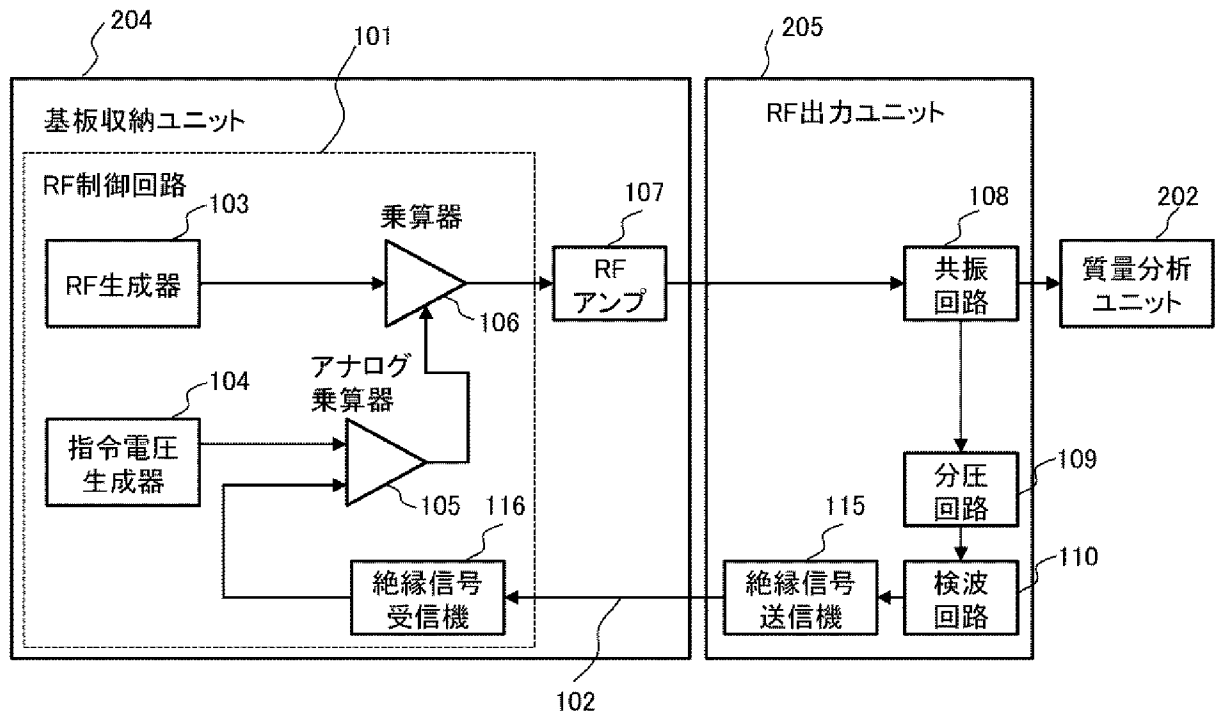
[図7]

図7



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/001019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01J 49/02 (2006.01)i; G01N 27/62 (2021.01)i; G01N 30/72 (2006.01)i; G01N 35/04 (2006.01)i; H01J 49/00 (2006.01)i; H01J 49/42 (2006.01)i FI: H01J49/02 200; H01J49/42; H01J49/00 130; G01N35/04 H; G01N30/72 C; G01N27/62 E; G01N27/62 X 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) H01J49/00; G01N27/62; G01N30/72; G01N35/04 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-146525 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 14 August 2014 (2014-08-14) paragraphs [0017]-[0020], [0022]-[0026], fig. 5	1-3, 5, 7
Y	JP 2015-50085 A (SHIMADZU CORPORATION) 16 March 2015 (2015-03-16) paragraph [0024], fig. 1-3	1-3, 5, 7
Y	JP 5-217558 A (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY CORPORATION) 27 August 1993 (1993-08-27) paragraph [0015]	1-3, 5, 7
Y	JP 4-323534 A (TOKICO, LTD.) 12 November 1992 (1992-11-12) paragraph [0021]	1-3, 5, 7
A	JP 2021-82496 A (SHIMADZU CORPORATION) 27 May 2021 (2021-05-27) entire text, all drawings	1-7
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 March 2024		Date of mailing of the international search report 26 March 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/001019

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-146525	A	14 August 2014	(Family: none)	
JP	2015-50085	A	16 March 2015	US 8927929 B1 column 6, lines 30-44, fig. 1-3 EP 2843685 A2 paragraph [0031], fig. 1-3 CN 104425203 A paragraphs [0048]-[0049], fig. 1-3	
JP	5-217558	A	27 August 1993	(Family: none)	
JP	4-323534	A	12 November 1992	(Family: none)	
JP	2021-82496	A	27 May 2021	US 2021/0151313 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01J 49/02(2006.01)i; G01N 27/62(2021.01)i; G01N 30/72(2006.01)i; G01N 35/04(2006.01)i;
H01J 49/00(2006.01)i; H01J 49/42(2006.01)i
FI: H01J49/02 200; H01J49/42; H01J49/00 130; G01N35/04 H; G01N30/72 C; G01N27/62 E; G01N27/62 X

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

H01J49/00; G01N27/62; G01N30/72; G01N35/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922 - 1996年
日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-146525 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）14.08.2014（2014 - 08 - 14） [0017] - [0020]、[0022] - [0026]、図5	1-3, 5, 7
Y	JP 2015-50085 A（株式会社島津製作所）16.03.2015（2015 - 03 - 16） [0024]、図1 - 3	1-3, 5, 7
Y	JP 5-217558 A（東芝ライテック株式会社）27.08.1993（1993 - 08 - 27） [0015]	1-3, 5, 7
Y	JP 4-323534 A（トキコ株式会社）12.11.1992（1992 - 11 - 12） [0021]	1-3, 5, 7
A	JP 2021-82496 A（株式会社島津製作所）27.05.2021（2021 - 05 - 27） 全文、全図	1-7

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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
12. 03. 2024

国際調査報告の発送日
26. 03. 2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

後藤 慎平 2G 2544

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/001019

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-146525	A	14.08.2014	(ファミリーなし)	
JP	2015-50085	A	16.03.2015	US 8927929 B1	
				第6欄第30-44行目、 図1-3	
				EP 2843685 A2	
				[0031]、図1-3	
				CN 104425203 A	
				[0048] - [0049]、 図1-3	
JP	5-217558	A	27.08.1993	(ファミリーなし)	
JP	4-323534	A	12.11.1992	(ファミリーなし)	
JP	2021-82496	A	27.05.2021	US 2021/0151313 A1	
				全文, 全図	