

(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  
2021年8月19日(19.08.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/161976 A1

(51) 国際特許分類:  
G03B 5/00 (2021.01) H04N 5/225 (2006.01)  
H02K 33/02 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)  
H02N 1/00 (2006.01) H05K 1/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/004696

(22) 国際出願日: 2021年2月9日(09.02.2021)

(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 2020-021006 2020年2月10日(10.02.2020) JP

(71) 出願人: 国立大学法人東北大学 (TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).

(72) 発明者: 田中 秀治 (TANAKA Shuji); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP), 塚本 貴

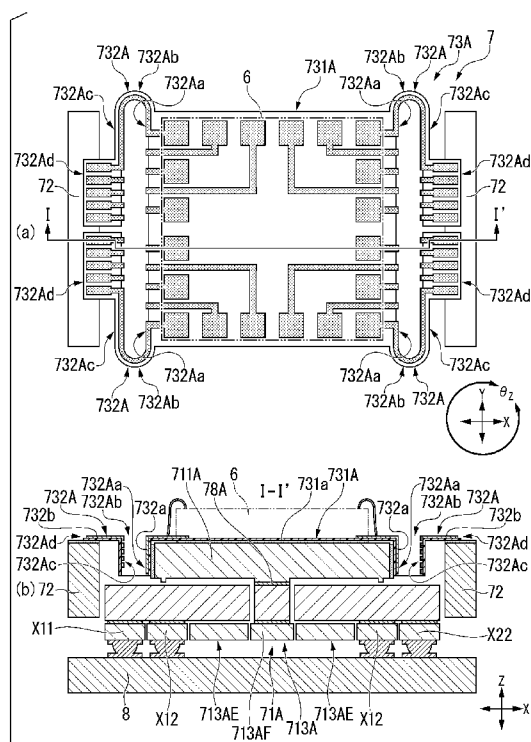
城 (TSUKAMOTO Takashiro); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: FLEXIBLE WIRING BODY, DRIVING SYSTEM, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: フレキシブル配線体、駆動システムおよび撮像装置



(57) Abstract: A driving system (7) is provided with an actuator (71A) which performs at least one movement among translations in three directions that are at right angles to one another and rotations about axes in the three directions, and a flexible wiring body (73A) which connects a semiconductor element (6) that moves along with the actuator (71A) and a frame body (72) located outside the semiconductor element (6). The flexible wiring body (73A) has a main part (731A) on which the semiconductor element (6) is mounted and which is electrically connected to the semiconductor element (6), and a plurality of arm parts (732A) which extend from the main part (731A) to the frame body (72) and are three-dimensionally bent.

(57) 要約: 駆動システム(7)は、互いに直交する3方向の並進及び3方向の軸回りの回転のうち少なくとも1つの動きをするアクチュエータ(71A)と、アクチュエータ(71A)に伴って移動する半導体素子(6)と該半導体素子(6)の外方に位置する枠体(72)とを接続するフレキシブル配線体(73A)とを備える。フレキシブル配線体(73A)は、半導体素子(6)が載置され、半導体素子(6)と電氣的に接続される主部(731A)と、主部(731A)から枠体(72)に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部(732A)とを有する。

WO 2021/161976 A1

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：フレキシブル配線体、駆動システムおよび撮像装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、フレキシブル配線体、駆動システムおよび撮像装置に関する。

本発明は、2020年2月10日に、日本に出願された特願2020-021006号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] スマートフォン等のカメラには、機械的な手振れ補正（OIS:Optical Image Stabilization）機能、および機械的な焦点合わせ機能を有するものがある。これは、レンズをボイスコイルモータ（VCM）で並進させることによって実現されている。

[0003] 一方、レンズを動かさずに撮像素子（CMOSイメージャ等）を動かすOISシステムもある。レンズは軸周りに回転させても効果はないが、撮像素子を動かすことで回転方向の手ぶれを補正できることが、このOISシステムの特長である。このようなOISシステムは、スマートフォンには大き過ぎ、高価であるため、一眼レフでのみ採用されている。

[0004] しかし近年、撮像素子移動型のOISシステムをスマートフォンに採用したいという要望が高まっている。これをスマートフォンに搭載するためには、OISシステムを十分小型に、しかも安価に作製する必要があることから、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）技術の利用が検討されている。

[0005] MEMS技術を用いて、並進かつ回転するアクチュエータを、撮像素子と同程度のフットプリントで実現することはできるが、数十 $\mu$ m以上の大きな変位を、しかも多軸で発生させるように設計すると、アクチュエータの発生力が小さくなる。一方、撮像素子からは数十本もの配線を外部に取り出さなくてはならず、しかもその配線の一部は高速通信を行う高周波配線であり、また他の一部は消費電力の大きい撮像素子に電流を供給するための電源配線

である。撮像素子を動かすには、このような配線を一緒に（引きずって）動かさなくてはならず、その抵抗は小型アクチュエータにとって大きな負荷になる。したがって、撮像素子移動型の小型OISシステムを実現するためには、アクチュエータの発生力を高めるとともに、撮像素子からどのように配線を取り出すかが鍵の1つになる。

[0006] 従来、3軸運動するように構成されたMEMSアクチュエータを備える多軸MEMSアセンブリがある。例えば、一端がMEMSアクチュエータコアに、他端が外側フレームに取り付けられた導電性屈曲部を有し、該導電性屈曲部が電気信号をMEMSアクチュエータコアの光電変換素子から外側フレームに供給するMEMSアクチュエータが開示されている（特許文献1）。また、周囲から外側フレームを押圧し、外側フレームを構成するバー同士をラッチ構造で固定することで、外側フレームと内側フレームに接続されたU字形の薄膜配線を上に立ち上げる構造を有するMEMSアクチュエータが開示されている（特許文献2）。このMEMSアクチュエータでは、撮像素子の移動に伴ってU字形薄膜配線が倒れたり起き上がったりに変形し、これにより多数の配線の機械的負荷（機械的抵抗）が小さくなるとされている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：米国特許出願公開第2019/0227266号明細書

特許文献2：米国特許出願公開第2015/0341534号明細書

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記特許文献1の技術では、導電性屈曲部が高速通信用の高周波信号と撮像素子駆動用の大電流の双方を流せるか否かについての開示は無く、改善の余地がある。また、上記特許文献2の技術では、外側フレームの構造が複雑であると共にMEMSアクチュエータの組立工程が煩雑であ

り、また、MEMSアクチュエータに取り付けられる撮像素子の位置決め性能が懸念される。

[0009] 本発明の目的は、高速通信用の高周波信号と撮像素子駆動用の大電流の双方を安定的に流すことができると共に、アクチュエータに取り付けられる撮像素子の位置決め性能を向上することができ、更には煩雑な組立工程が不要で大量生産にも対応可能なフレキシブル配線体、駆動システムおよび撮像装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するべく、本発明は、以下の手段を提供する。

[1] 互いに直交する3方向の並進及び前記3方向の軸回りの回転のうち少なくとも1つの動きをするアクチュエータに伴って移動する半導体素子と、該半導体素子の外方に位置する枠体とを接続するフレキシブル配線体であって、

前記半導体素子が載置され、前記半導体素子と電氣的に接続される主部と、

前記主部から前記枠体に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部と、

を有する、フレキシブル配線体。

[0011] [2] 前記腕部は、前記主部の主面と交わる主面を有するように曲げられ、更に折り返して曲げられており、

前記腕部の変形によって前記半導体素子の横方向、縦方向及び前記半導体素子の主面に対して垂直な方向の軸回りの回転に自由度を与える、上記[1]に記載のフレキシブル配線体。

[0012] [3] 前記複数の腕部は、4つ以上である、上記[1]又は[2]に記載のフレキシブル配線体。

[0013] [4] 前記主部の平面視において、前記複数の腕部が前記主部を基準として対称に配置され、

前記複数の腕部が折り返して曲げられていることによって弾性変形による

力が釣り合った状態が維持されている、上記 [ 1 ] ~ [ 3 ] のいずれかに記載のフレキシブル配線体。

[0014] [ 5 ] 前記腕部は、

前記主部の主面に対して実質的に垂直な主面を有する第一部位と、  
前記第一部位の一端に設けられ、折り返して湾曲した第二部位と、  
前記第一部位と対向配置される第三部位と、

前記第三部位の一端に設けられ、前記主部の主面と実質的に平行な主面を有する第四部位と、

を有し、

前記第一部位、前記第二部位及び前記第三部位は、前記主部の主面に対して実質的に垂直に配置されている、上記 [ 1 ] ~ [ 4 ] のいずれかに記載のフレキシブル配線体。

[0015] [ 6 ] 前記腕部は、樹脂層と、前記樹脂層上に並べて形成され、互いに絶縁された線状の複数の導電層とで構成されている、上記 [ 1 ] ~ [ 5 ] のいずれかに記載のフレキシブル配線体。

[0016] [ 7 ] 前記複数の腕部が、全体で 20 線以上の前記導電層を有する、上記 [ 6 ] に記載のフレキシブル配線体。

[0017] [ 8 ] 互いに直交する 3 方向の並進及び前記 3 方向の軸回りの回転のうちの少なくとも 1 つの動きをするアクチュエータと、上記 [ 1 ] ~ [ 7 ] のいずれかに記載のフレキシブル配線体と、を備え、

前記アクチュエータは、

基板に固定される基部と、

前記フレキシブル配線体の前記主部及び前記半導体素子を取り付けられる可動部と、 前記基部と前記可動部とを連結する複数のばね部と、

を有する、駆動システム。

[0018] [ 9 ] 前記可動部及び前記複数のばね部のうちの少なくとも 1 つの変位を測定する、少なくとも 1 つの変位センサを更に備える、上記 [ 8 ] に記載の駆動システム。

[0019] [10] 前記アクチュエータが、MEMSによって形成されている、上記[8]に記載の駆動システム。

[0020] [11] 前記アクチュエータが、静電アクチュエータである、上記[8]～[10]のいずれかに記載の駆動システム。

[0021] [12] 前記アクチュエータが、電磁アクチュエータである、上記[8]～[10]のいずれかに記載の駆動システム。

[0022] [13] 前記アクチュエータが、基板に取り付けられたMEMSと、前記基板内に設けられ、外部回路に電氣的に接続された少なくとも1つのコイルを有し、

前記MEMSが、基板に支持された基部と、前記フレキシブル配線体の前記主部及び前記半導体素子に固定される可動部と、前記基部と前記可動部とを連結する複数のばね部と、前記可動部に取り付けられた少なくとも1つの磁性体とを有する、上記[12]に記載の駆動システム。

[0023] [14] 前記磁性体が、磁性粉体又はめっき体を用いて形成されており、前記可動部に埋め込まれている、上記[13]に記載の駆動システム。

[0024] [15] 前記磁性粉体が、成膜体又は樹脂バインダーによって互いに接合されている、上記[14]に記載の駆動システム。

[0025] [16] 前記半導体素子が、撮像素子である、上記[8]～[13]のいずれかに記載の駆動システム。

[0026] [17] 上記[16]に記載の駆動システムを備え、

前記駆動システムが、前記撮像素子を駆動することによって手振れ補正及び焦点調整のうち的一方又は双方を行う、撮像装置。

### 発明の効果

[0027] 本発明によれば、高速通信用の高周波信号と撮像素子駆動用の大電流の双方を安定的に流すことができると共に、アクチュエータに取り付けられる撮像素子の位置決め性能を向上することができ、更には煩雑な組立工程が不要で大量生産にも対応可能なフレキシブル配線体、駆動システムおよび撮像装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る撮像装置の構成を概略的に示す分解斜視図である。

[図2]図2(a)は、図1における駆動システムの構成を概略的に示す平面図、図2(b)は、図1(a)の線1-1'に沿う断面図である。

[図3]図3は、図2(b)の部分拡大断面図である。

[図4]図4は、図2(a)におけるフレキシブル配線体の展開図である。

[図5]図5(a)は、図2(b)におけるアクチュエータの構成を概略的に示す底面図であり、図5(b)は、図5(b)は、図5(a)の線11-11'に沿う概略断面図、図5(c)は、図5(b)における絶縁部の拡大断面図である。

[図6]図6(a)は、図2(a)における駆動システムの変形例を示す平面図、図6(b)は、図6(a)の線111-111'に沿う断面図である。

[図7]図7は、図6(b)の部分拡大断面図である。

[図8]図8は、図6(a)におけるフレキシブル配線体の展開図である。

[図9]図9は、図4におけるフレキシブル配線体の他の変形例を示す平面図である。

[図10]図10(a)は、図9のフレキシブル配線体をアクチュエータに搭載した状態を示す部分平面図であり、図10(b)は、図10(a)の部分断面図である。

[図11]図11は、図4におけるフレキシブル配線体の他の変形例を示す平面図である。

[図12]図12(a)は、図11のフレキシブル配線体をアクチュエータに搭載した状態を示す部分平面図であり、図12(b)は、図12(a)の部分断面図である。

[図13]図13は、図5のアクチュエータの変形例を示す底面図である。

[図14]図14は、図5のアクチュエータの他の変形例を示す底面図である。

[図15]図15は、図2(b)におけるアクチュエータの変形例を示す断面図

である。

### 発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。  
なお、以下の説明で用いる図面は、本発明の特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合がある。このため、各構成要素の寸法比率などは、実際とは異なっている場合がある。

[0030] 図1は、本発明の実施形態に係る撮像装置の構成を概略的に示す分解斜視図である。図1に示すように、撮像装置1は、レンズ2、AFユニット3、ガラス部材4、カバー部材5、半導体素子6及び駆動システム7を備える。撮像装置1は、特に制限されないが、例えばスマートフォンなどのモバイル機器に搭載されるカメラである。半導体素子6は、例えば撮像素子である。本実施形態では、駆動システム7が、撮像素子としての半導体素子6を駆動することによって手振れ補正及び焦点調整のうち的一方又は双方を行う。

[0031] 図2(a)は、図1における駆動システム7の構成を概略的に示す平面図、図2(b)は、図1(a)の線1-1'に沿う断面図であり、図3は、図2(b)の部分拡大断面図である。

駆動システム7は、互いに直交する3方向(例えば、XYZ方向)の並進及び3方向の軸回りの回転のうち少なくとも1つの動きをするアクチュエータ71Aと、アクチュエータ71Aに伴って移動する半導体素子6と該半導体素子6の外方に位置する枠体72とを接続するフレキシブル配線体73Aとを備える。本実施形態では、アクチュエータ71Aは、互いに直交するXYZ方向のうちX方向及びY方向への並進、並びにZ方向の軸回りの回転( $\theta_z$ 方向)の動きを行う。

[0032] フレキシブル配線体73Aは、半導体素子6が載置され、半導体素子6と電氣的に接続される主部731Aと、主部731Aから枠体72に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部732Aとを有する。本実施形態では、フレキシブル配線体73Aは、4つの腕部732Aを有しており、4つの腕部732Aは、例えば、平面視で主部731Aの中心を通過してY方向

に沿う線を基準として線対称に配置されている。

[0033] 腕部732Aは、主部731Aの主面731aと交わる主面732aを有するように曲げられ(図2(b))、更に折り返して曲げられており(図2(a))、腕部732Aの変形によって半導体素子6の横方向(X方向)、縦方向(Y方向)及び半導体素子6の主面に対して垂直な方向(Z方向)の軸回りの回転に自由度を与える。

[0034] フレキシブル配線体73Aは、4つの腕部732Aを有しているが、これに限らず、4つ以上の腕部732Aを有していてもよい。また、主部731Aの平面視において、複数の腕部732Aが主部731Aを基準として対称に配置され、複数の腕部732Aが折り返して曲げられていることによって弾性変形による力が釣り合った状態が維持されているのが好ましい。但し、必ずしも弾性変形による力が釣り合った状態である必要は無い。複数の腕部732Aが主部731Aを基準として対称に配置され、複数の腕部732Aが折り返して曲げられており、且つ、複数の腕部732Aのいずれにも弾性変形による力が生じていない状態が維持されていてもよい。これにより、アクチュエータ71Aの駆動電力を小さくすることができ、省電力化を図ることができる。

[0035] 腕部732Aは、具体的には、主部731Aの主面731aに対して実質的に垂直な主面732aを有する第一部位732Aaと、第一部位732Aaの一端に設けられ、折り返して湾曲した第二部位732Abと、第一部位732Aaと対向配置される第三部位732Acと、第三部位732Acの一端に設けられ、主部731Aの主面731aと実質的に平行な主面732bを有する第四部位732Adとを有する。第一部位732Aa、第二部位732Ab及び第三部位732Acは、主部731Aの主面731aに対して実質的に垂直に配置されている。

[0036] 主部731Aは、接着層74Aを介してステージ部711Aの上面711aに固定されている。また、腕部732Aの第一部位732Aaは、接着層75Aを介してステージ部711Aの側面711bに固定され、腕部732

Aの第四部位732Adは、接着層76Aを介して枠体72の上面72aに固定されている(図3)。主部731Aは、ステージ部711AのX方向、Y方向及び/又はθz方向への移動に伴って移動し、腕部732Aの第二部位732Ab及び第三部位732Acが、主部731Aの移動に伴って変形する。

[0037] 図4は、図2(a)におけるフレキシブル配線体73Aの展開図である。本実施形態では、図4中の線L1、L1でフレキシブル配線体73Aを山折りとし、更に4つの腕部732Aのそれぞれの中間部を折り返して曲げることにより、図2(a)及び図2(b)に示すような三次元構造が形成される。

[0038] フレキシブル配線体73Aは、樹脂層733Aと、樹脂層733A上に並べて形成され、互いに絶縁された線状の複数の導電層734Aとで構成されている。すなわち、主部731A及び腕部732Aは、樹脂層733Aと、樹脂層733A上に並べて形成され、互いに絶縁された線状の複数の導電層734Aとで構成されている。樹脂層733Aは、単層で構成されてもよいし、異なる材料からなる複数層で構成されてもよい。複数の導電層734Aも、単層で構成されてもよいし、異なる材料からなる複数層で構成されてもよい。導電層734Aの一端部734Aaは、金属で構成されるボンディングワイヤなどのワイヤ部77を介して半導体素子6に電氣的に接続され、他端部734Abは、不図示のコネクタ端子に電氣的に接続される(図3)。樹脂層733Aの厚みは、例えば10μm~30μmであり、導電層734Aの厚みは、例えば5μm~15μmである。樹脂層733Aは、例えばポリイミド(PI)で構成され、導電層734Aは、例えば銅(Cu)で構成される。この図では、導電層は1層になっているが、より複雑な配線を行うため多層になっていてもよい。また、導電層の上に絶縁保護膜が形成されていてもよい。さらに、この図では、半導体素子6だけがフレキシブル配線体73Aに搭載されているが、他の素子が搭載されていてもよい。

[0039] 複数の腕部732Aは、全体で20線以上の導電層734Aを有するのが

好ましい。本実施形態では、腕部 732A に 5 つの導電層 734A が設けられており、複数の腕部 732A が、全体で 20 線の導電層 734A を有している。但し、全体で 20 線以上の導電層 734A が設けられていれば、腕部の数及び各腕部の導電層の線数又は層数に制限は無く、仕様に応じて適宜変更することができる。これにより、半導体素子 6 の高機能化等に伴う配線の増大に十分に対応することができる。また、本実施形態では、平面視で 20 線の導電層 734A の線幅が同じであるが、これに限られず、20 線の導電層 734A の線幅が異なってもよい。例えば、複数の導電層 734A が、通信用の幅狭な導電層と電力用の幅広な導電層とを含んでいてもよい。これにより、複数の導電層 734A において、高速通信用の高周波信号を流す導電層と、撮像素子駆動用の大電流を流す導電層とを設けることができ、フレキシブル配線体 73A に高速通信用の高周波信号と撮像素子駆動用の大電流との双方を流すことが可能となる。

[0040] フレキシブル配線体 73A の形成方法は、特に制限されず、銅積層板の銅箔をエッチングして回路形成を行うサブトラクティブ法や、導電層を有する絶縁基材に電界銅めっきで回路を形成するセミアディティブ法などの方法を用いて形成することができる。

[0041] 図 5 (a) は、図 2 (b) におけるアクチュエータ 71A の構成を概略的に示す底面図であり、図 5 (b) は、図 5 (b) は、図 5 (a) の線 1-1' に沿う概略断面図、図 5 (c) は、図 5 (b) における絶縁部の拡大断面図である。本実施形態では、アクチュエータ 71A は、静電アクチュエータである。

[0042] アクチュエータ 71A は、基板 8 に固定される複数の基部 712A と、フレキシブル配線体 73A の主部 731A 及び半導体素子 6 がステージ部 711A を介して取り付けられる可動部 713A と、基部 712A と可動部 713A とを連結する複数のばね部 714A とを有する。アクチュエータ 71A は、基部 712A、可動部 713A 及び複数のばね部 714A を有していればその形態に制限は無いが、小型化や製造容易性の観点から、例えば MEM

Sによって形成されている。

[0043] 具体的には、複数の基部712Aは、X方向に関してアクチュエータ71Aの一端側に配置された固定部位X11, X12, GND14, GND15, GND14,  $\theta$ 12と、X方向に関してアクチュエータ71Aの他端側に配置された固定部位X21, X22,  $\theta$ 22, GND23, GND25, GND23とを有する。固定部位の符号「X」は、可動部713AをX方向に並進させる際に電圧が付与される部位であることを示し、符号「GND」は接地される部位、符号「 $\theta$ 」は $\theta$ z方向に回転させる際に電圧が付与される部位であることを示す。固定部位X11, X12は、取出電極79Aを介して基板8に接続されている。他の固定部位も同様の構成であるので、その説明を省略する。

[0044] 2つの固定部位X11, X12には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713AAに形成されている。4つの固定部位GND14, GND14, GND15,  $\theta$ 12は、それぞれ第一ばね部714AAを介して後述の第一可動部713AAに接続されている。また、2つの固定部位X21, X22には、それぞれ櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713ABに形成されている。4つの固定部位 $\theta$ 22, GND23, GND25, GND23は、それぞれ第一ばね部714AAを介して後述の第一可動部713ABに接続されている。

[0045] また、複数の基部712Aは、Y方向に関してアクチュエータ71Aの一端側に配置された固定部位Y11, Y12, GND31, GND35, GND31,  $\theta$ 31を有し、且つY方向に関してアクチュエータ71Aの他端側に配置された固定部位Y21, Y22,  $\theta$ 41, GND42, GND45, GND42を有する。固定部位の符号「Y」は、可動部713AをY方向に移動させる際に電圧が付与される部位、符号「GND」は接地される部位、符号「 $\theta$ 」は $\theta$ z方向に回転させる際に電圧が付与される部位であることを示す。

[0046] 2つの固定部位Y 1 1, Y 1 2には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部7 1 3 A Cに形成されている。4つの固定部位G N D 3 1, G N D 3 5, G N D 3 1,  $\theta$  3 1は、それぞれ第一ばね部7 1 4 A Aを介して後述の第一可動部7 1 3 A Cに接続されている。また、2つの固定部位Y 2 1, Y 2 2には、それぞれ櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部7 1 3 A Dに形成されている。4つの固定部位 $\theta$  2 2, G N D 2 3, G N D 2 5, G N D 2 3は、それぞれ第一ばね部7 1 4 A Aを介して後述の第一可動部7 1 3 A Dに接続されている。

[0047] 可動部7 1 3 Aは、後述する第二可動部の四方(X Y方向)に配置された4つの第一可動部7 1 3 A A, 7 1 3 A B, 7 1 3 A C, 7 1 3 A Dと、4つの第一可動部7 1 3 A A~7 1 3 A Dの中央部に配置され、4つの第一可動部7 1 3 A A~7 1 3 A Dと複数の第二ばね部7 1 4 A Bを介して連結され、平面視で略十字形の第二可動部7 1 3 A Eと、第二可動部7 1 3 A Eの中央部に配置され、第二可動部7 1 3 A Eと複数の第三ばね部7 1 4 A Cを介して連結された、平面視で略X字形の第三可動部7 1 3 A Fとを有する。

[0048] 第一可動部7 1 3 A A, 7 1 3 A B, 7 1 3 A C, 7 1 3 A Dは、例えば平面視で略井桁状の枠体である。第一可動部7 1 3 A AのY方向両側方には固定部位G N D 1 4, G N D 1 5, G N D 1 4,  $\theta$  1 2が配置され、第一可動部7 1 3 A Aの内側には固定部位X 1 1, X 1 2が配置されている。また、第一可動部7 1 3 A BのY方向両側方には固定部位 $\theta$  2 2, G N D 2 3, G N D 2 5, G N D 2 3が配置され、第一可動部7 1 3 A Bの内側には固定部位X 2 1, X 2 2が配置されている。同様にして、第一可動部7 1 3 A CのX方向両側方には固定部位G N D 3 1, G N D 3 5, G N D 3 1,  $\theta$  3 1が配置され、第一可動部7 1 3 A Cの内側には固定部位Y 1 1, Y 1 2が配置されている。また、第一可動部7 1 3 A DのX方向両側方には固定部位 $\theta$  4 1, G N D 4 2, G N D 4 5, G N D 4 2が配置され、第一可動部7 1 3 A Dの内側には固定部位Y 2 1, Y 2 2が配置されている。

[0049] 固定部位GND14, GND15, GND14,  $\theta$ 12は、それぞれ第一ばね部714AAを介して第一可動部713AAに連結されている。固定部位 $\theta$ 22, GND23, GND25, GND23は、それぞれ第一ばね部714AAを介して第一可動部713ABに連結されている。固定部位GND31, GND35, GND31,  $\theta$ 31は、それぞれ第一ばね部714AAを介して第一可動部713ACに連結されている。固定部位 $\theta$ 41, GND42, GND45, GND42は、それぞれ第一ばね部714AAを介して第一可動部713ADに連結されている。また、複数の第一ばね部714AAは、機械的な接続部としての機能に加えて、電気的な接続部としても機能する。

[0050] 第一可動部713AAには、固定部位GND14と固定部位 $\theta$ 12, GND15とを絶縁するための絶縁部715AA, 715ABが設けられている。第一可動部713ABには、固定部位GND23と固定部位 $\theta$ 22, GND25とを絶縁するための絶縁部715AC, 715ADが設けられている。第一可動部713ACには、固定部位GND31と固定部位 $\theta$ 31, GND35とを絶縁するための絶縁部715AE, 715AFが設けられている。第一可動部713ADには、固定部位GND42と固定部位 $\theta$ 41, GND45とを絶縁するための絶縁部715AG, 715AHが設けられている。上記絶縁部は、例えば、窒化ケイ素(SiN)、ポリシリコン(p-Si)等の材料からなる1層又は複数層で構成され、トレンチアイソレーション等によって形成される。

[0051] 本実施形態において、固定部位X11は固定部位X21と同電位であり、固定部位X12は固定部位X22と同電位である。固定部位Y11は固定部位Y21と同電位、固定部位Y12は固定部位Y22と同電位である。固定部位X11, X21に電圧を印加すると、第一可動部713AA, 713ABがX方向の一方(例えば+X方向)に移動し、固定部位X12, X22に電圧を印加すると、第一可動部713AA, 713ABがX方向の他方(例えば-X方向)に移動する。一方、固定部位Y11, Y21に電圧を印加す

ると、第一可動部 7 1 3 A C, 7 1 3 A D が Y 方向の一方（例えば + Y 方向）に移動し、固定部位 Y 1 2, Y 2 2 に電圧を印加すると、第一可動部 7 1 3 A C, 7 1 3 A D が Y 方向の他方（例えば - X 方向）に移動する。

[0052] 第二可動部 7 1 3 A E は、例えば平面視で略十字形の外郭を有する枠状体であり、8 つの第二ばね部 7 1 4 A B を介して 4 つの第一可動部 7 1 3 A A, 7 1 3 A B, 7 1 3 A C, 7 1 3 A D に連結されている。第二可動部 7 1 3 A E の X 方向一端側には 2 つの第二ばね部 7 1 4 A B が配置され、その他端側にも 2 つの第二ばね部 7 1 4 A B が配置されている。また、第二可動部 7 1 3 A E の Y 方向一端側に 2 つの第二ばね部 7 1 4 A B が配置され、その他端側にも 2 つの第二ばね部 7 1 4 A B が配置されている。第二ばね部 7 1 4 A B は、第二可動部 7 1 3 A E が一方向（X 方向及び Y 方向のうちのいずれか）に移動するように設計される。

[0053] 第二可動部 7 1 3 A E には、複数の櫛歯電極を構成する一方の櫛歯の複数形成されており、複数の櫛歯電極を構成する他方の櫛歯の複数形成が第三可動部 7 1 3 A F に形成されている。本実施形態では、4 つの櫛歯電極が、第二可動部 7 1 3 A E と第三可動部 7 1 3 A F との間であって第三可動部 7 1 3 A F の中心を基準として 180° 回転対称となるように配置されている。

[0054] また、第二可動部 7 1 3 A E は、第三可動部 7 1 3 A F を囲繞するように設けられた 6 つの移動部位  $\theta 5 1$ ,  $\theta 5 2$ , GND 5 5,  $\theta 6 1$ ,  $\theta 6 2$ , GND 6 5 を有する。移動部位  $\theta 5 1$ ,  $\theta 5 2$ , GND 5 5,  $\theta 6 1$ ,  $\theta 6 2$ , GND 6 5 は、第三可動部 7 1 3 A F の中心を基準として 180° 回転対称となるように配置されている。移動部位の符号「GND」は接地された部位、符号「 $\theta$ 」は  $\theta z$  方向に回転させる際に電圧が付与される部位であることを示す。

[0055] 移動部位  $\theta 5 1$  は、第二ばね部 7 1 4 A B と第一ばね部 7 1 4 A A を介して固定部位  $\theta 3 1$  と連結されている。移動部位  $\theta 5 2$  は、第二ばね部 7 1 4 A B と第一ばね部 7 1 4 A A を介して固定部位  $\theta 2 2$  と連結されている。移動部位 GND 5 5 は、第二ばね部 7 1 4 A B と第一ばね部 7 1 4 A A を介し

て固定部位GND15, GND35にそれぞれ連結されている。移動部位 $\theta 61$ は、第二ばね部714ABと第一ばね部714AAを介して固定部位 $\theta 41$ と連結されている。移動部位 $\theta 62$ は、第二ばね部714ABと第一ばね部714AAを介して固定部位 $\theta 12$ と連結されている。移動部位GND65は、第二ばね部714ABと第一ばね部714AAを介して固定部位GND25, GND45にそれぞれ連結されている。また、複数の第二ばね部714ABと第一ばね部714AAは、機械的な接続部としての機能に加えて、電気的な接続部としても機能する。

[0056] また、6つの移動部位 $\theta 51$ ,  $\theta 52$ , GND55,  $\theta 61$ ,  $\theta 62$ , GND65のうちの隣接する移動部位間には、絶縁部716AA, 716AB, 716AC, 716AD, 716AE, 716AFが設けられている。上記絶縁部は、例えば、SiN、p-Si等の材料からなる1層又は複数層で構成され、トレンチアイソレーション等によって形成される。本実施形態では、図5(c)に示すように、絶縁部716ABは、SiNからなる第一層716ABaと、p-Siからなる第二層716ABbとを有する。絶縁部716AA, 716AC~716AFも、絶縁部716ABと同様の構成であるので、その説明を省略する。

[0057] 第三可動部713AFは、例えば平面視で略X字形の枠状体であり、複数の第三ばね部714ACを介して第二可動部713AEに連結されている。複数の第三ばね部714ACは、機械的な接続部としての機能に加えて、電気的な接続部としても機能する。第三可動部713AFのX方向一端側には第三ばね部714ACが配置され、その他端側にも第三ばね部714ACが配置されている。また、第三可動部713AFのY方向一端側に第三ばね部714ACが配置され、その他端側にも第三ばね部714ACが配置されている。本実施形態では、4つの第三ばね部714ACは、第三可動部713AFの中心を原点とする $y = x$  或いは  $y = -x$  に相当する線を基準として線対称となるように配置されている。第三可動部713AFは、接着層78Aを介してステージ部711Aに固定されている(図2(b))。

- [0058] 本実施形態において、移動部位 $\theta 5 1$ は固定部位 $\theta 3 1$ と同電位であり、移動部位 $\theta 5 2$ は固定部位 $\theta 2 2$ と同電位である。移動部位 $\theta 6 1$ は固定部位 $\theta 4 1$ と同電位、移動部位 $\theta 6 2$ は固定部位 $\theta 1 2$ と同電位である。また、移動部位GND 5 5、GND 6 5は、固定部位GND 3 5、GND 4 5と同電位である。そして、移動部位 $\theta 5 1$ 、 $\theta 6 1$ に同電圧を印加すると、第三可動部7 1 3 A Fが $\theta z$ 方向の一方（例えば時計回り）に移動し、移動部位 $\theta 5 2$ 、 $\theta 6 2$ に同電圧を印加すると、第三可動部7 1 3 A Fが $\theta z$ 方向の他方（例えば反時計回り）に移動する。
- [0059] 上記のように所定の固定部位及び／又は移動部位に電圧を印加することにより、第一可動部7 1 3 A A～7 1 3 A D及び第二可動部7 1 3 A Eは、X方向及び／又はY方向に並進し、第三可動部7 1 3 A Fは、 $\theta z$ 方向に回転する。したがって、第三可動部7 1 3 A Fは、X方向、Y方向及び／又は $\theta z$ 方向に移動する。ステージ部7 1 1 Aは、第三可動部7 1 3 A Fの移動に伴ってX方向、Y方向及び／又は $\theta z$ 方向に移動し、ステージ部7 1 1 Aの移動に伴ってフレキシブル配線体7 3 Aの主部7 3 1 AがX方向、Y方向及び／又は $\theta z$ 方向に移動する。フレキシブル配線体7 3 Aの複数の腕部7 3 2 Aは、主部7 3 1 Aの移動に伴って容易に変形し、追従する。
- [0060] アクチュエータ7 1 Aの形成方法は、特に制限されず、例えば、酸化膜の両面にシリコン単結晶が形成されたSOI等の基板を用い、ハンドル層及び活性層にDRIE（深掘り反応性エッチング）などのエッチング加工を施すことによって形成することができる。また、アクチュエータ7 1 A内の上記絶縁部は、DRIE、LPCVD、研磨などを組み合わせて形成することができる。
- [0061] 駆動システム7は、上記可動部及び上記複数のばね部のうちの少なくとも1つの変位を測定する、少なくとも1つの変位センサを備えていてもよい。例えば、駆動システム7は、第三可動部7 1 3 A Fの変位を測定するのに、駆動用櫛歯電極を用いてもよいし、別の変位センサを更に備えていてもよい。変位センサからの信号を不図示の制御部に入力し、該信号に基づいてアク

アクチュエータ71Aの駆動を制御することにより、半導体素子6のより高精度な位置制御を実現することができる。

[0062] 上述したように、本実施形態によれば、フレキシブル配線体73Aが、半導体素子6が載置され、半導体素子6と電氣的に接続される主部731Aと、主部731Aから枠体72に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部732Aとを有するので、主部731Aと一体成形された複数の腕部732Aの主面732aが主部731Aの主面731aに対して非平行となり、複数の腕部732Aが、ステージ部711Aに固定された主部731Aの並進（X方向及び／又はY方向）や回転（ $\theta_z$ 方向）に対して面外方向に容易且つ十分に屈曲し、アクチュエータ71Aの移動が阻害され難く、その結果、主部731A上に載置された半導体素子6の位置決め性能を向上することができる。また、腕部732Aに通信用の導電層と電力用の導電層とを設けることで、高速通信用の高周波信号と撮像素子駆動用の大電流の双方を安定的に流すことができる。また、フレキシブル配線体73Aは、フレキシブル配線体73Aの展開体に簡単な曲げ加工を施すことで形成できるので、煩雑な組立工程が不要で大量生産にも対応することができる。

[0063] また、主部731Aの平面視において、複数の腕部732Aが主部731Aを基準として対称に配置され、複数の腕部732Aが折り返して曲げられていることによって弾性変形による力が釣り合った状態が維持されているので、アクチュエータ71AがMEMS等で形成されていて発生力が小さい場合であっても、フレキシブル配線体73Aの剛性に因る抵抗力が小さくなるため、アクチュエータ71Aの移動が阻害され難く、半導体素子6の高精度の移動を実現することができる。

[0064] 更に、腕部732Aは、主部731Aの主面731aに対して実質的に垂直な主面732aを有する第一部位732Aaと、第一部位732Aaの一端に設けられ、折り返して湾曲した第二部位732Abと、第一部位732Aaと対向配置される第三部位732Acとが、主部731Aの主面731aに対して実質的に垂直に配置されるので、複数の腕部732Aが、ステー

ジ部711Aに固定された主部731Aの並進（X方向及び／又はY方向）や回転（ $\theta z$ 方向）に対して確実に追従することができ、主部731A上に載置された半導体素子6の位置決め性能を更に向上できると共に、接続信頼性を向上することができる。

[0065] また、本実施形態によれば、アクチュエータ71Aに複数の絶縁部715AA～715AF、716AA～716AFが形成されており、X方向への並進を行う駆動機構及び回路、Y方向への並進を行う駆動機構及び回路、並びに $\theta z$ 方向の回転を行うための駆動機構及び回路がそれぞれ電氣的に独立して設けられるため、X方向、Y方向及び／又は $\theta z$ 方向への任意の移動を実現することができる。また、アクチュエータ71Aの駆動回路が基板8の不図示の回路に接続されるので、アクチュエータ71Aの配線と半導体素子6の配線（フレキシブル配線体73Aの導電層）とを、ステージ部711Aを基準として上下に分けて形成することができ、これらの配線の物理的な干渉を確実に防止することができる。また、アクチュエータ71Aにおける複数の基部712Aを基板8にフリップチップ接続することにより、アクチュエータ71Aの可動部713Aの微細部分を保護することができる。

[0066] 図6(a)は、図2(a)における駆動システム7の変形例を示す平面図、図6(b)は、図6(a)の線I-I'に沿う断面図であり、図7は、図6(b)の部分拡大断面図である。図6(a)における駆動システムは、主にステージ部711Aを有さず、アクチュエータ71Aが接着層80Aを介してフレキシブル配線体73Aに直接接続されている点で、図2(a)における駆動システム7の構成と異なる。図2(a)における駆動システム7と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0067] 図6(a)のフレキシブル配線体73Aは、展開体の状態で図2(a)のフレキシブル配線体73Aと同一の構成を有し、加工により三次元構造を形成した状態では図2(a)のフレキシブル配線体73Aと異なる構成を有している。フレキシブル配線体73Aは、図6(b)に示すように、主部731Aと腕部732Aで画定され、半導体素子6が収容される収容部81Aを

有している。主部731Aは、図7に示すように、接着層82Aを介して半導体素子6の下面6aに固定されている。腕部732Aの第一部位732Aaは、接着層83Aを介して半導体素子6の側面6bに固定されている（図7）。また、導電層734Aの一端部734Aaは、超音波接続、熱圧着、導電性接着材を用いた接続等により形成された接合部84Aを介して半導体素子6に電氣的に接続され、他端部734Abは、不図示のコネクタ端子に電氣的に接続される。

[0068] 図8は、図6(a)におけるフレキシブル配線体73Aの展開図である。本変形例では、図8中の線L2、L2でフレキシブル配線体73Aを山折りとし、更に4つの腕部732Aのそれぞれの中間部を折り返して曲げることにより、図6(a)及び図6(b)に示すような三次元構造が形成される。

[0069] このように、本変形例によれば、ステージ部711Aを有さない駆動システム7にもフレキシブル配線体73Aを適用することができる。すなわち、フレキシブル配線体73Aが、半導体素子6が載置され、半導体素子6と電氣的に接続される主部731Aと、主部731Aから枠体72に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部732Aとを有するので、主部731Aと一体成形された複数の腕部732Aの主面732aが主部731Aの主面731aに対して非平行となり、複数の腕部732Aが、ステージ部711Aに固定された主部731Aの並進(X方向及び/又はY方向)や回転( $\theta_z$ 方向)に対して面外方向に容易且つ十分に屈曲し、アクチュエータ71Aの移動が阻害され難く、その結果、主部731A上に載置された半導体素子6の位置決め性能を向上することができる。また、ワイヤ部を設けずに接合部84Aを設けて半導体素子6とフレキシブル配線体73Aとを電氣的に接続するので、半導体素子6及び駆動システム7を合わせた構成の低背化に寄与することができる。

[0070] 図9は、図4におけるフレキシブル配線体の他の変形例を示す平面図である。図10(a)は、図9のフレキシブル配線体をアクチュエータに搭載した状態を示す部分平面図であり、図10(b)は、図10(a)の部分断面

図である。図9のフレキシブル配線体では、腕部の形状が異なる点で、図4のフレキシブル配線体の構成と異なる。

- [0071] 図9に示すように、フレキシブル配線体73Bは、半導体素子6が載置され、半導体素子6と電氣的に接続される主部731Bと、主部731Bから枠体72（図2（a）及び図2（b）参照）に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部732Bとを有する。
- [0072] 腕部732Bは、図10（a）及び図10（b）に示すように、主部731Bの主面731bに対して実質的に垂直な主面732cを有する第一部位732Baと、第一部位732Baの一端に設けられ、折り返して湾曲した第二部位732Bbと、第一部位732Baと対向配置される第三部位732Bcと、第三部位732Bcの一端に設けられ、主部731Bの主面731bと実質的に平行な主面732dを有する第四部位732Adとを有する。第一部位732Ba、第二部位732Bb及び第三部位732Bcは、主部731Bの主面731bに対して実質的に垂直に配置されている（図10（b））。
- [0073] 第四部位732Bdは、第三部位732Bcに対して垂直に配置された延出部732Bdaと、延出部732Bdaに対して垂直に配置された延出部732Bdbとを有する（図9）。フレキシブル配線体73Bをアクチュエータ71Aに搭載した状態では（図10（a））、延出部732Bdaは、平面視で主部731Bから離れる方向（X方向）に延出しており、延出部732Bdbは、延出部732Bdaから横方向（Y方向）に延出している。隣接する2つの腕部732Bに設けられた2つの延出部732Bdbは、横方向（Y方向）延出すると共に、互いに離れる方向に延出している。また、本変形例では、第四部位732Bdは、主部731Bと異なる平面上に設けられており、主部731Bの下方に配置されている。
- [0074] 本変形例では、延出部732Bdbに導電層734Bの他端部734Bbが設けられており、導電層734Bの一端部734Baが半導体素子6に電氣的に接続され、他端部734Bbが、不図示のコネクタ端子に電氣的に接

続される。また、フレキシブル配線体73Bが三次元的に曲げられた状態において、導電層734Bの他端部734Bbは、Z方向に関して樹脂層733Bの下側（裏側）に配置される（図10（b））。

[0075] 腕部732Bは、主部731Bと第一部位732Baとの間に、折り曲げの際にマージン部となる第五部位732Beを有していてもよい（図9）。また、第五部位732Beの幅方向（Y方向）寸法が、主部731Bの幅方向寸法よりも小さいことが好ましい。これにより、曲げ加工によって第一部位732Baを形成し易くなり、また、折り曲げられた部分での導電層734Bの座屈を抑制することができ、導電層734Bの電氣的な接続信頼性を更に向上することができる。

[0076] 本変形例によれば、第四部位732Bdが、第三部位732Bcに対して垂直に配置された延出部732Bdaと、延出部732Bdaに対して垂直に配置された延出部732Bdbとを有するので、コネクタ端子に挿入される第四部位732Bdの設計の自由度を向上することができる。

[0077] 図11は、図4におけるフレキシブル配線体の他の変形例を示す平面図である。図12（a）は、図11のフレキシブル配線体をアクチュエータに搭載した状態を示す部分平面図であり、図12（b）は、図12（a）の部分断面図である。

[0078] 図11に示すように、フレキシブル配線体73Cは、半導体素子6が載置され、半導体素子6と電氣的に接続される主部731Cと、主部731Cから枠体72（図2（a）及び図2（b）参照）に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部732Cとを有する。

[0079] 腕部732Cは、図12（a）及び図12（b）に示すように、主部731Cの主面731cに対して実質的に垂直な主面732eを有する第一部位732Caと、第一部位732Caの一端に設けられ、折り返して湾曲した第二部位732Cbと、第一部位732Caと対向配置される第三部位732Ccと、第三部位732Ccの一端に設けられ、主部731Cの主面731cと実質的に平行な主面732fを有する第四部位732Cdとを有する

。第一部位732Ca、第二部位732Cb及び第三部位732Ccは、主部731Cの主面731cに対して実質的に垂直に配置されている。(図10(b))。

[0080] 第四部位732Cdは、第三部位732Ccに対して垂直に配置された延出部732Cdaと、延出部732Cdaに対して垂直に配置された延出部732Cdbとを有する(図11)。フレキシブル配線体73Cをアクチュエータ71Aに搭載した状態では(図12(a))、延出部732Cdaは、平面視で主部731Cから離れる方向(X方向)に延出しており、延出部732Cdbは、延出部732Cdaから横方向(Y方向)に延出している。隣接する2つの腕部732Cに設けられた2つの延出部732Cdbは、横方向(Y方向)延出すると共に、互いに離れる方向に延出している。また、本変形例では、第四部位732Cdは、主部731Cと同一の平面上に設けられている。

[0081] また、本変形例では、延出部732Cdbに導電層734Cの他端部734Cbが設けられており、導電層734Cの一端部734Caが半導体素子6に電氣的に接続され、他端部734Bbが、不図示のコネクタ端子に電氣的に接続される。また、フレキシブル配線体73Cが三次元的に曲げられた状態において、導電層734Cの他端部734Cbは、Z方向に関して樹脂層733Cの上側(表側)に配置される(図12(b))。

[0082] 本変形例によれば、第四部位732Cdが、第三部位732Ccに対して垂直に配置された延出部732Cdaと、延出部732Cdaに対して垂直に配置された延出部732Cdbとを有するので、フレキシブル配線体73Bの第四部位732Bdと同様、コネクタ端子に挿入される第四部位732Cdの設計の自由度を向上することができる。

[0083] 図13は、図5のアクチュエータ71Aの変形例を示す底面図である。

図13に示すように、アクチュエータ71Bは、基板8(図2(b)参照)に固定される複数の基部712Bと、フレキシブル配線体73Aの主部731A及び半導体素子6が取り付けられる可動部713Bと、基部712B

と可動部 7 1 3 B とを連結する複数のばね部 7 1 4 B とを有する。アクチュエータ 7 1 B は、アクチュエータ 7 1 A と同様、例えば MEMS によって形成されている。

[0084] 複数の基部 7 1 2 B は、X 方向に関してアクチュエータ 7 1 B の一端側に配置された固定部位 X 3 1, X 3 2, GND 5 1, GND 5 1 と、X 方向に関してアクチュエータ 7 1 B の他端側に配置された固定部位 X 4 1, X 4 2, GND 5 1, GND 5 1 とを有する。固定部位 X 3 1, X 3 2 は、不図示の取出電極を介して基板 8 に接続されている（図 5 (b) 参照）。他の固定部位も同様の構成であるので、その説明を省略する。

[0085] 2 つの固定部位 X 3 1, X 3 2 には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部 7 1 3 B A に形成されている。2 つの固定部位 GND 5 1, GND 5 1 は、それぞれ第一ばね部 7 1 4 B A を介して後述の第一可動部 7 1 3 B A に接続されている。また、2 つの固定部位 X 4 1, X 4 2 には、それぞれ櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部 7 1 3 B B に形成されている。2 つの固定部位 GND 5 1, GND 5 1 は、それぞれ第一ばね部 7 1 4 B A を介して後述の第一可動部 7 1 3 B B に接続されている。

[0086] また、複数の基部 7 1 2 B は、Y 方向に関してアクチュエータ 7 1 B の一端側に配置された固定部位 Y 3 1, Y 3 2, GND 5 1, GND 5 1 を有し、且つ Y 方向に関してアクチュエータ 7 1 B の他端側に配置された固定部位 Y 4 1, Y 4 2, GND 5 1, GND 5 1 を有する。

[0087] 2 つの固定部位 Y 3 1, Y 3 2 には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部 7 1 3 B C に形成されている。2 つの固定部位 GND 5 1, GND 5 1 は、それぞれ第一ばね部 7 1 4 B A を介して後述の第一可動部 7 1 3 B C に接続されている。また、2 つの固定部位 Y 4 1, Y 4 2 には、それぞれ櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部 7 1 3 B D に形成されている。2 つの固定部位 GND 5 1, GND 5 1 は、それぞれ第一ばね部 7 1 4 B A を介して後述の第

一可動部 7 1 3 B D に接続されている。

[0088] 可動部 7 1 3 B は、後述する第二可動部の四方（X Y 方向）に配置された 4 つの第一可動部 7 1 3 B A, 7 1 3 B B, 7 1 3 B C, 7 1 3 B D と、4 つの第一可動部 7 1 3 B A ~ 7 1 3 B D の中央部に配置され、4 つの第一可動部 7 1 3 B A ~ 7 1 3 B D と複数の第二ばね部 7 1 4 B B を介して連結され、平面視で略風車形の第二可動部 7 1 3 B E とを有する。

[0089] 第一可動部 7 1 3 B A, 7 1 3 B B, 7 1 3 B C, 7 1 3 B D は、例えば平面視で略井桁状の枠体である。第一可動部 7 1 3 B A の Y 方向両側方には固定部位 G N D 5 1, G N D 5 1 が配置され、第一可動部 7 1 3 B A の内側には固定部位 X 3 1, X 3 2 が配置されている。同様にして、第一可動部 7 1 3 B B の Y 方向両側方には固定部位 G N D 5 1, G N D 5 1 が配置され、第一可動部 7 1 3 B B の内側には固定部位 X 4 1, X 4 2 が配置されている。

また、第一可動部 7 1 3 B C の X 方向両側方には固定部位 G N D 5 1, G N D 5 1 が配置され、第一可動部 7 1 3 B C の内側には固定部位 Y 3 1, Y 3 2 が配置されている。また、第一可動部 7 1 3 B D の X 方向両側方には固定部位 G N D 5 1, G N D 5 1 が配置され、第一可動部 7 1 3 B D の内側には固定部位 Y 4 1, Y 4 2 が配置されている。

[0090] 複数の固定部位 G N D 5 1 は、それぞれ第一ばね部 7 1 4 B A を介して第一可動部 7 1 3 B A ~ 7 1 3 B D に連結されている。また、複数の第一ばね部 7 1 4 B A は、機械的な接続部としての機能に加えて、電気的な接続部としても機能する。

[0091] 本変形例において、固定部位 X 3 1, X 3 2, X 4 1, X 4 2, Y 3 1, Y 3 2, Y 4 1, Y 4 2 に任意の電圧を与えることによって、第一可動部 7 1 3 B A, 7 1 3 B B, 7 1 3 B C, 7 1 3 B D が独立に移動し、第二可動部 7 1 3 B E が X, Y,  $\theta_z$  方向に移動する。例えば、固定部位 X 3 2 と X 4 1 に同電圧を与えれば、第一可動部 7 1 3 B A と 7 1 3 B B は等しく X 方向（右向き）に移動し、第二可動部 7 1 3 B E は + X 方向（右向き）に移動

する。また、固定部位 X 3 2, X 4 2, Y 3 2, Y 4 2 に同電圧を与えれば、第一可動部 7 1 3 B A, 7 1 3 B B, 7 1 3 B C, 7 1 3 B D は等しく中心方向に移動し、第二可動部 7 1 3 B E は  $\theta z$  方向（時計回り）に回転する。

[0092] 第二可動部 7 1 3 B E は、8 つの第二ばね部 7 1 4 B B を介して 4 つの第一可動部 7 1 3 B A, 7 1 3 B B, 7 1 3 B C, 7 1 3 B D に連結されている。第二可動部 7 1 3 B E の X 方向一端側には 2 つの第二ばね部 7 1 4 B B が配置され、その他端側にも 2 つの第二ばね部 7 1 4 B B が配置されている。また、第二可動部 7 1 3 B E の Y 方向一端側に 2 つの第二ばね部 7 1 4 B B が配置され、その他端側にも 2 つの第二ばね部 7 1 4 B B が配置されている。第二ばね部 7 1 4 B B を適切に設計することによって、第一可動部 7 1 3 B A と 7 1 3 B B は X 方向のみに、第一可動部 7 1 3 B C と 7 1 3 B D は Y 方向のみに移動することができる。第二可動部 7 1 3 B E は、接着層 7 8 A を介してステージ部 7 1 1 A に固定される（図 2 (b) 参照）。

[0093] 本変形例によれば、X 方向への並進を行う駆動機構及び回路、並びに Y 方向への並進を行う駆動機構及び回路がそれぞれ独立して設けられ、また、X 方向への上記並進と Y 方向への上記並進とを制御して  $\theta z$  方向の回転も行うため、第二可動部 7 1 3 B E の X 方向、Y 方向及び／又は  $\theta z$  方向への移動を実現することができる。

[0094] 図 1 4 は、図 5 のアクチュエータ 7 1 A の他の変形例を示す底面図である。

図 1 4 に示すように、アクチュエータ 7 1 C は、基板 8（図 2 (b) 参照）に固定される複数の基部 7 1 2 C と、フレキシブル配線体 7 3 A の主部 7 3 1 A 及び半導体素子 6 が取り付けられる可動部 7 1 3 C と、基部 7 1 2 C と可動部 7 1 3 C とを連結する複数のばね部 7 1 4 C とを有する。アクチュエータ 7 1 C は、アクチュエータ 7 1 A と同様、例えば MEMS によって形成されている。

[0095] 複数の基部 7 1 2 C は、X 方向に関してアクチュエータ 7 1 C の一端側に

配置された固定部位X51, X52, GND61, X61, X62, GND61と、X方向に関してアクチュエータ71Cの他端側に配置された固定部位X71, X72, GND61, X81, X82, GND61とを有する。固定部位X51, X52は、不図示の取出電極を介して基板8に接続されている(図5(b)参照)。他の固定部位も同様の構成であるので、その説明を省略する。

[0096] 2つの固定部位X51, X52には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CAAに形成されている。同様にして、2つの固定部位X61, X62には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CABに形成されている。2つの固定部位GND61, GND61は、それぞれ2つの第一ばね部714CAを介して後述の第一可動部713CAA, 第一可動部713CABに接続されている。

また、2つの固定部位X71, X72には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CBAに形成されている。同様にして、2つの固定部位X81, X82には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CBBに形成されている。2つの固定部位GND61, GND61は、それぞれ2つの第一ばね部714CAを介して後述の第一可動部713CBA, 第一可動部713CBBに接続されている。

[0097] また、複数の基部712Cは、Y方向に関してアクチュエータ71Cの一端側に配置された固定部位Y51, Y52, GND61, Y61, Y62, GND61と、Y方向に関してアクチュエータ71Cの他端側に配置された固定部位Y71, Y72, GND61, Y81, Y82, GND61を有する。

[0098] 2つの固定部位Y51, Y52には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CCAに形成されている。同様にして、2つの固定部位Y61, Y62には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成

されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CCBに形成されている。2つの固定部位GND61, GND61は、それぞれ2つの第一ばね部714CAを介して後述の第一可動部713CCA, 第一可動部713CCBに接続されている。

また、2つの固定部位Y71, Y72には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CDAに形成されている。同様に、2つの固定部位Y81, Y82には、櫛歯電極の一方の櫛歯が形成されており、他方の櫛歯が後述の第一可動部713CDBに形成されている。2つの固定部位GND61, GND61は、それぞれ2つの第一ばね部714CAを介して後述の第一可動部713CDA, 第一可動部713CDBに接続されている。

[0099] 可動部713Cは、後述する第二可動部の四方(XY方向)に配置された8つの第一可動部713CAA, 713CAB, 713CBA, 713CBB, 713CCA, 713CCB, 713CDA, 713CDBと、8つの第一可動部713CAA~713CDBの中央部に配置され、8つの第一可動部713CAA~713CDBと複数の第二ばね部714CBを介して連結され、平面視で略矩形の第二可動部713CEとを有する。

[0100] 第一可動部713CAA, 713CAB, 713CBA, 713CBB, 713CCA, 713CCB, 713CDA, 713CDBは、例えば平面視で略矩形の枠体である。X方向に関して第一可動部713CAAの第二可動部713CEとは反対側には固定部位X51が配置され、第一可動部713CAAの内側には固定部位X52, GND61が配置されている。また、X方向に関して第一可動部713CABの第二可動部713CEとは反対側には固定部位X61が配置され、第一可動部713CABの内側には固定部位X52, GND61が配置されている。

更に、X方向に関して第一可動部713CBAの第二可動部713CEとは反対側には固定部位X71が配置され、第一可動部713CBAの内側には固定部位X72, GND61が配置されている。また、X方向に関して第

一可動部 7 1 3 C B B の第二可動部 7 1 3 C E とは反対側には固定部位 X 8 1 が配置され、第一可動部 7 1 3 C B B の内側には固定部位 X 8 2, G N D 6 1 が配置されている。

[0101] 同様に、Y 方向に関して第一可動部 7 1 3 C C A の第二可動部 7 1 3 C E とは反対側には固定部位 Y 5 2 が配置され、第一可動部 7 1 3 C C A の内側には固定部位 Y 5 1, G N D 6 1 が配置されている。また、Y 方向に関して第一可動部 7 1 3 C C B の第二可動部 7 1 3 C E とは反対側には固定部位 X 6 2 が配置され、第一可動部 7 1 3 C C B の内側には固定部位 Y 6 1, G N D 6 1 が配置されている。

更に、Y 方向に関して第一可動部 7 1 3 C D A の第二可動部 7 1 3 C E とは反対側には固定部位 Y 7 2 が配置され、第一可動部 7 1 3 C D A の内側には固定部位 Y 7 1, G N D 6 1 が配置されている。また、Y 方向に関して第一可動部 7 1 3 C D B の第二可動部 7 1 3 C E とは反対側には固定部位 Y 8 2 が配置され、第一可動部 7 1 3 C D B の内側には固定部位 Y 8 1, G N D 6 1 が配置されている。

[0102] 複数の固定部位 G N D 6 1 は、それぞれ第一ばね部 7 1 4 C A を介して第一可動部 7 1 3 C A A ~ 7 1 3 C D B に連結されている。また、複数の第一ばね部 7 1 4 C A は、機械的な接続部としての機能に加えて、電気的な接続部としても機能する。

[0103] 本変形例において、固定部位 X 5 2, X 6 2, X 7 1, X 8 1 に電圧を印加すると、第一可動部 7 1 3 C A A, 7 1 3 C A B, 7 1 3 C B A, 7 1 3 C B B が X 方向の一方（例えば + X 方向）に移動し、固定部位 X 5 1, X 6 1, X 7 2, X 8 2 に電圧を印加すると、第一可動部 7 1 3 C A A, 7 1 3 C A B, 7 1 3 C B A, 7 1 3 C B B が X 方向の他方（例えば - X 方向）に移動する。一方、固定部位 Y 5 2, Y 6 2, Y 7 1, Y 8 1 に電圧を印加すると、第一可動部 7 1 3 B C, 7 1 3 B D が Y 方向の一方（例えば + Y 方向）に移動し、固定部位 Y 5 1, Y 6 1, Y 7 2, Y 8 2 に電圧を印加すると、第一可動部 7 1 3 B C, 7 1 3 B D が Y 方向の他方（例えば - Y 方向）に

移動する。

[0104] 第二可動部713CEは、8つの第二ばね部714CBを介して8つの第一可動部713CAA, 713CAB, 713CBA, 713CBB, 713CCA, 713CCB, 713CDA, 713CDBに連結されている。第二可動部713CEのX方向一端側には2つの第二ばね部714CBが配置され、その他端側にも2つの第二ばね部714CBが配置されている。また、第二可動部713BEのY方向一端側に2つの第二ばね部714CBが配置され、その他端側にも2つの第二ばね部714CBが配置されている。第二可動部713CEは、接着層78Aを介してステージ部711Aに固定される(図2(b)参照)。

[0105] 本変形例において、第二可動部713CEは、固定部位GND61と同電位である。例えば、固定部位X52, X62, X71, X81及び固定部位X51, X61, X72, X82のうち的一方と、固定部位Y52, Y62, Y71, Y81及び固定部位Y51, Y61, Y72, Y82のうち的一方とに電圧を印加すると、第一可動部713CAA, 713CAB, 713CBA, 713CBBがX方向の一方(例えば+X方向)に移動すると共に、第一可動部713CCA, 713CCB, 713CDA, 713CDBがY方向の一方(例えば+Y方向)に移動する。そして、第一可動部713CAA~713CDBの移動に伴って、第二可動部713CEがX, Y,  $\theta z$ 方向に移動する。例えば、固定部位X52, X62, X71, X81に同電圧を与えれば、第一可動部713CAA, 713CAB, 713CBA, 713CBBが+X方向(右向き)に等しく移動し、第二可動部713CEが+X方向(右向き)に移動する。また、固定部位X52, X61, X71, X82, Y52, Y61, Y71, Y82に同電圧を与えれば、第一可動部713CAAと713CBAは+X方向に、第一可動部713CABと713CBBは-X方向に、第一可動部713CCAと713CDAは+Y方向(上向き)に、第一可動部713CBBと713CDBは-Y方向に移動し、第二可動部713CEが $\theta z$ 方向(時計回り)に移動する。

- [0106] 上記のように所定の固定部位に選択的に電圧を印加することにより、第一可動部713CAA~713CDBは、X方向及び/又はY方向に並進すると共に、第二可動部713BEは、X、Y、 $\theta z$ 方向に移動する。
- [0107] 本変形例によれば、X方向への並進を行う駆動機構及び回路、並びにY方向への並進を行う駆動機構及び回路がそれぞれ独立して設けられ、また、X方向への上記並進とY方向への上記並進とを制御して $\theta z$ 方向の回転を行うため、第二可動部713CEのX方向、Y方向及び/又は $\theta z$ 方向への移動を実現することができる。
- [0108] 図15は、図2(b)のアクチュエータ71Aの変形例を示す断面図である。本変形例では、アクチュエータが電磁アクチュエータである点で、アクチュエータ71Aと異なる。
- [0109] 図15に示すように、アクチュエータ71Dは、基板8に取り付けられたMEMS711Dと、基板8内に設けられ、不図示の外部回路に電氣的に接続された複数のコイル712Dとを有する。MEMS711Dは、基板8に支持された基部711DAと、フレキシブル配線体73Aの主部731A及び半導体素子6に固定される可動部711DBと、基部711DAと可動部711DBとを連結する複数のばね部711DCと、可動部711DBに取り付けられた複数の磁性体711DDとを有する。
- [0110] 複数のコイル712Dは、MEMS711Dの直下であって複数の磁性体711DDに対応する位置に配置され、例えばプリント基板やセラミック基板などの基板8に埋め込まれている。MEMS711Dの基部711DA、可動部711DB及び複数のばね部711DCの構成は、上述したアクチュエータの基部、可動部及び複数のばね部の構成と基本的に同じであるので、その説明を省略する。
- [0111] 磁性体711DDは、例えばネオジウム磁石などの磁性粉体を用いて形成されており、可動部711DBに埋め込まれている。磁性体711DDは、例えばSOI等の基板にDRIEで穴を形成し、穴の内部に磁性粉体を入れた状態で成膜にて当該磁性粉体を穴に固定することで得られる。磁性粉体は

、成膜体によって互いに接合されており、成膜体は、例えばアルミナ ( $Al_2O_3$ ) で構成されており、ALDで形成される。あるいは、磁性粉体は、樹脂バインダーによって互いに接合される。さらに、磁性粉体を埋め込む代わりに、めっきによって前記穴に磁性体 (例えばCoPt) を形成してもよい。これらにより、SOI等の基板の厚みに対する磁性体711DDの厚みを大きくすることができ、可動部711DBに高磁力の磁性体711DDを形成することができる。

[0112] アクチュエータ71Dは、可動部711DB及び複数のばね部711DCのうち少なくとも1つの変位を測定する、少なくとも1つの変位センサを有していてもよい。例えば、MEMS711Dに変位センサ及びその回路を形成することができる。

[0113] 本変形例によれば、電磁アクチュエータであるアクチュエータ71Dを用いて可動部711DBをX方向、Y方向及び/又は $\theta_z$ 方向に移動することができ、静電アクチュエータと同様、半導体素子6の高精度の移動を実現することができる。

[0114] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

[0115] 例えば、本実施形態では、アクチュエータ71Aは、互いに直交するXYZ方向のうちX方向及びY方向への並進、及びZ方向の軸回りの回転 ( $\theta_z$ 方向) の動きを行うが、これに限らず、互いに直交するXYZ方向のうちX方向、Y方向及びZ方向への並進、並びにX方向の軸回りの回転 ( $\theta_x$ 方向)、Y方向の軸回りの回転 ( $\theta_y$ 方向) 及びZ方向の軸回りの回転 ( $\theta_z$ 方向) の動きのうち少なくとも1つの動きを行ってもよい。このようなアクチュエータに上記と同様の構成を有するフレキシブル配線体を用いた場合でも、複数の腕部が、互いに直交する3方向の並進及び該3方向の軸回りの回転のうち少なくとも1つの動きに対して追従することができ、主部上に載置された半導体素子の位置決め性能を向上することができ、また、高速

通信用の高周波信号と撮像素子駆動用の大電流の双方を安定的に流すことができる。

## 符号の説明

- [0116] 1 撮像装置
- 2 レンズ
- 3 AFユニット
- 4 ガラス部材
- 5 カバー部材
- 6 半導体素子
- 6 a 下面
- 6 b 側面
- 7 駆動システム
- 8 基板
- 7 1 A アクチュエータ
- 7 1 B アクチュエータ
- 7 1 C アクチュエータ
- 7 1 D アクチュエータ
- 7 2 枠体
- 7 2 a 上面
- 7 3 A フレキシブル配線体
- 7 3 B フレキシブル配線体
- 7 3 C フレキシブル配線体
- 7 4 A 接着層
- 7 5 A 接着層
- 7 6 A 接着層
- 7 7 ワイヤ部
- 7 8 A 接着層
- 7 9 A 取出電極

80A 接着層  
81A 収容部  
82A 接着層  
83A 接着層  
84A 接合部  
711a 上面  
711A ステージ部  
711b 側面  
711DA 基部  
711DB 可動部  
711DC 複数のばね部  
711DD 磁性体  
712A 基部  
712B 基部  
712C 基部  
712D コイル  
713A 可動部  
713AA 第一可動部  
713AB 第一可動部  
713AC 第一可動部  
713AD 第一可動部  
713AE 第二可動部  
713AF 第三可動部  
713B 可動部  
713BA 第一可動部  
713BB 第一可動部  
713BC 第一可動部  
713BD 第一可動部

7 1 3 B E 第二可動部  
7 1 3 C 可動部  
7 1 3 C A A 第一可動部  
7 1 3 C A B 第一可動部  
7 1 3 C B A 第一可動部  
7 1 3 C B B 第一可動部  
7 1 3 C C A 第一可動部  
7 1 3 C C B 第一可動部  
7 1 3 C D A 第一可動部  
7 1 3 C D B 第一可動部  
7 1 3 C E 第二可動部  
7 1 4 A 複数のばね部  
7 1 4 A A 第一ばね部  
7 1 4 A B 第二ばね部  
7 1 4 A C 第三ばね部  
7 1 4 B 複数のばね部  
7 1 4 B A 第一ばね部  
7 1 4 B B 第二ばね部  
7 1 4 C 複数のばね部  
7 1 4 C A 第一ばね部  
7 1 4 C B 第二ばね部  
7 1 5 A A 絶縁部  
7 1 5 A B 絶縁部  
7 1 5 A C 絶縁部  
7 1 5 A D 絶縁部  
7 1 5 A E 絶縁部  
7 1 5 A F 絶縁部  
7 1 5 A G 絶縁部

7 1 5 A H 絶縁部  
7 1 6 A A 絶縁部  
7 1 6 A B 絶縁部  
7 1 6 A B a 第一層  
7 1 6 A B b 第二層  
7 1 6 A C 絶縁部  
7 1 6 A D 絶縁部  
7 1 6 A E 絶縁部  
7 1 6 A F 絶縁部  
7 3 1 a 主面  
7 3 1 A 主部  
7 3 1 b 主面  
7 3 1 B 主部  
7 3 1 C 主部  
7 3 1 c 主面  
7 3 2 a 主面  
7 3 2 A 腕部  
7 3 2 A a 第一部位  
7 3 2 A b 第二部位  
7 3 2 A c 第三部位  
7 3 2 A d 第四部位  
7 3 2 b 主面  
7 3 2 B 腕部  
7 3 2 B a 第一部位  
7 3 2 B b 第二部位  
7 3 2 B c 第三部位  
7 3 2 B d 第四部位  
7 3 2 B d a 延出部

7 3 2 B d b 延出部  
7 3 2 B e 第五部位  
7 3 2 c 主面  
7 3 2 C 腕部  
7 3 2 C a 第一部位  
7 3 2 C b 第二部位  
7 3 2 C c 第三部位  
7 3 2 C d 第四部位  
7 3 2 C d a 延出部  
7 3 2 C d b 延出部  
7 3 2 d 主面  
7 3 2 e 主面  
7 3 2 f 主面  
7 3 3 A 樹脂層  
7 3 3 B 樹脂層  
7 3 3 C 樹脂層  
7 3 4 A 導電層  
7 3 4 A a 一端部  
7 3 4 A b 他端部  
7 3 4 B 導電層  
7 3 4 B a 一端部  
7 3 4 B b 他端部  
7 3 4 C 導電層  
7 3 4 C a 一端部  
7 3 4 C b 他端部  
X 1 1, X 1 2, G N D 1 4, G N D 1 5,  $\theta$  1 2 固定部位  
X 2 1, X 2 2,  $\theta$  2 2, G N D 2 3, G N D 2 5 固定部位  
Y 1 1, Y 1 2, G N D 3 1, G N D 3 5,  $\theta$  3 1 固定部位

Y 2 1, Y 2 2,  $\theta$  4 1, GND 4 2, GND 4 5 固定部位  
X 3 1, X 3 2, GND 5 1 固定部位  
X 4 1, X 4 2, GND 5 1 固定部位  
Y 3 1, Y 3 2, GND 5 1 固定部位  
Y 4 1, Y 4 2, GND 5 1 固定部位  
X 5 1, X 5 2, GND 6 1, X 6 1, X 6 2 固定部位  
X 7 1, X 7 2, GND 6 1, X 8 1, X 8 2 固定部位  
Y 5 1, Y 5 2, GND 6 1, Y 6 1, Y 6 2 固定部位  
Y 7 1, Y 7 2, GND 6 1, Y 8 1, Y 8 2 固定部位  
 $\theta$  5 1,  $\theta$  5 2, GND 5 5,  $\theta$  6 1,  $\theta$  6 2, GND 6 5 移動部位

## 請求の範囲

- [請求項1] 互いに直交する3方向の並進及び前記3方向の軸回りの回転のうちの少なくとも1つの動きをするアクチュエータに伴って移動する半導体素子と、該半導体素子の外方に位置する枠体とを接続するフレキシブル配線体であって、
- 前記半導体素子が載置され、前記半導体素子と電氣的に接続される主部と、
- 前記主部から前記枠体に向かって延出し、三次元的に曲げられた複数の腕部と、
- を有する、フレキシブル配線体。
- [請求項2] 前記腕部は、前記主部の主面と交わる主面を有するように曲げられ、更に折り返して曲げられており、
- 前記腕部の変形によって前記半導体素子の横方向、縦方向及び前記半導体素子の主面に対して垂直な方向の軸回りの回転に自由度を与える、請求項1に記載のフレキシブル配線体。
- [請求項3] 前記複数の腕部は、4つ以上である、請求項1又は2に記載のフレキシブル配線体。
- [請求項4] 前記主部の平面視において、前記複数の腕部が前記主部を基準として対称に配置され、前記複数の腕部が折り返して曲げられていることによって弾性変形による力が釣り合った状態が維持されている、請求項1～3のいずれか1項に記載のフレキシブル配線体。
- [請求項5] 前記腕部は、
- 前記主部の主面に対して実質的に垂直な主面を有する第一部位と、
- 前記第一部位の一端に設けられ、折り返して湾曲した第二部位と、
- 前記第一部位と対向配置される第三部位と、
- 前記第三部位の一端に設けられ、前記主部の主面と実質的に平行な主面を有する第四部位と、
- を有し、

前記第一部位、前記第二部位及び前記第三部位は、前記主部の主面に対して実質的に垂直に配置されている、請求項1～4のいずれか1項に記載のフレキシブル配線体。

[請求項6] 前記腕部は、樹脂層と、前記樹脂層上に並べて形成され、互いに絶縁された線状の複数の導電層とで構成されている、請求項1～5のいずれか1項に記載のフレキシブル配線体。

[請求項7] 前記複数の腕部が、全体で20線以上の前記導電層を有する、請求項6に記載のフレキシブル配線体。

[請求項8] 互いに直交する3方向の並進及び前記3方向の軸回りの回転のうちの少なくとも1つの動きをするアクチュエータと、請求項1～7のいずれか1項に記載のフレキシブル配線体と、を備え、

前記アクチュエータは、  
基板に固定される基部と、

前記フレキシブル配線体の前記主部及び前記半導体素子を取り付けられる可動部と、前記基部と前記可動部とを連結する複数のばね部と、

を有する、駆動システム。

[請求項9] 前記可動部及び前記複数のばね部のうちの少なくとも1つの変位を測定する、少なくとも1つの変位センサを更に備える、請求項8に記載の駆動システム。

[請求項10] 前記アクチュエータが、MEMSによって形成されている、請求項8に記載の駆動システム。

[請求項11] 前記アクチュエータが、静電アクチュエータである、請求項8～10のいずれか1項に記載の駆動システム。

[請求項12] 前記アクチュエータが、電磁アクチュエータである、請求項8～10のいずれか1項に記載の駆動システム。

[請求項13] 前記アクチュエータが、基板に取り付けられたMEMSと、前記基板内に設けられ、外部回路に電氣的に接続された少なくとも1つのコ

イルを有し、

前記MEMSが、基板に支持された基部と、前記フレキシブル配線体の前記主部及び前記半導体素子に固定される可動部と、前記基部と前記可動部とを連結する複数のばね部と、前記可動部に取り付けられた少なくとも1つの磁性体とを有する、請求項12に記載の駆動システム。

[請求項14] 前記磁性体が、磁性粉体又はめっき体を用いて形成されており、前記可動部に埋め込まれている、請求項13に記載の駆動システム。

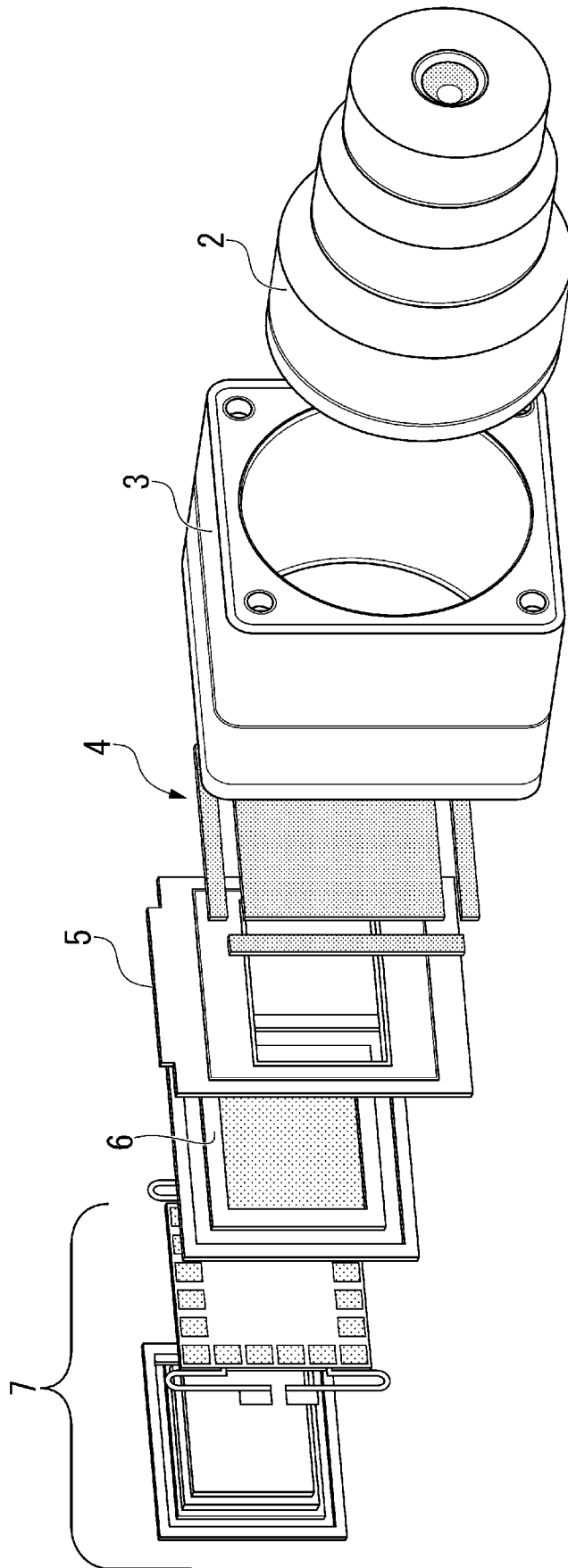
[請求項15] 前記磁性粉体が、成膜体又は樹脂バインダーによって互いに接合されている、請求項14に記載の駆動システム。

[請求項16] 前記半導体素子が、撮像素子である、請求項8～13のいずれか1項に記載の駆動システム。

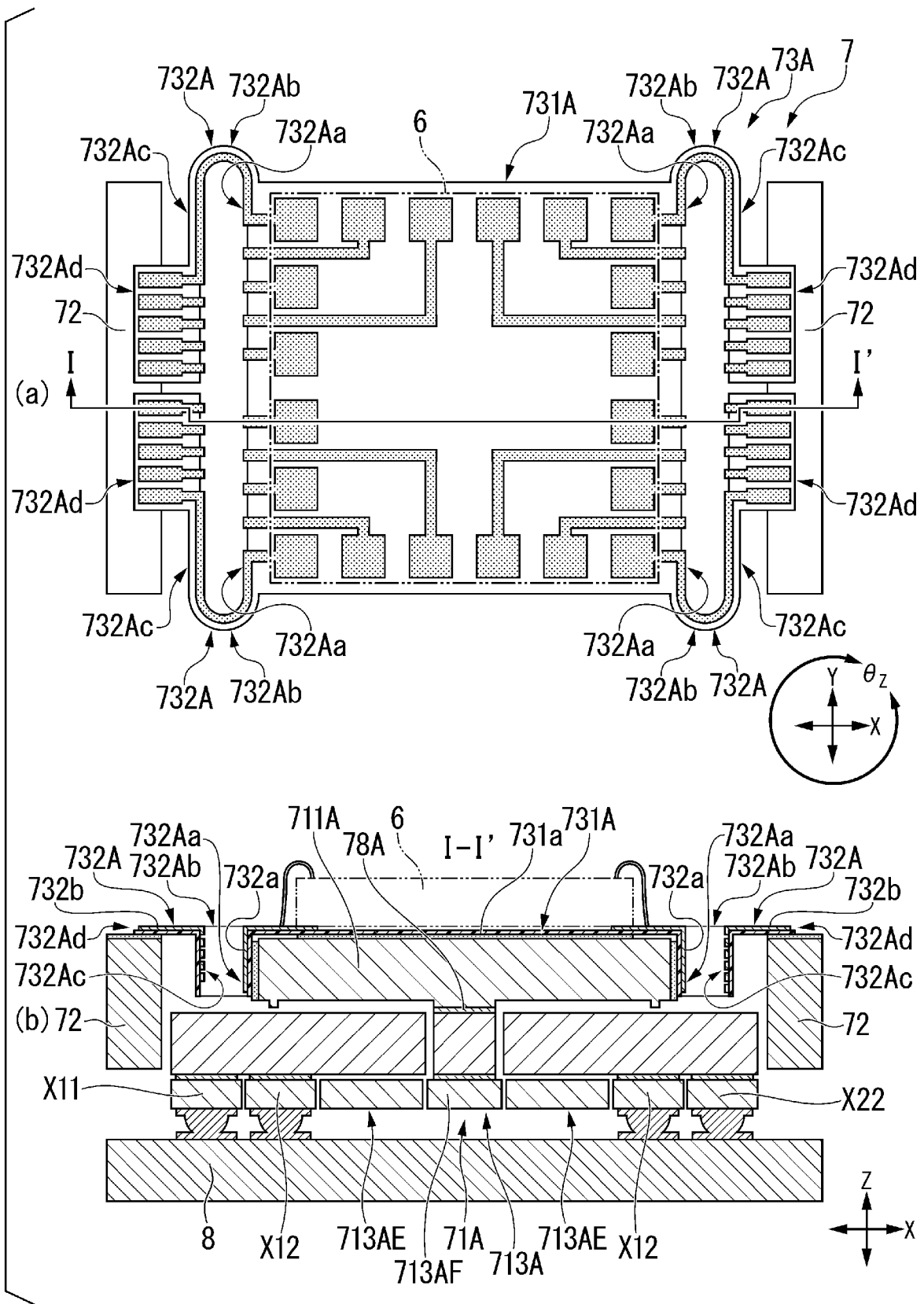
[請求項17] 請求項16に記載の駆動システムを備え、

前記駆動システムが、前記撮像素子を駆動することによって手振れ補正及び焦点調整のうち的一方又は双方を行う、撮像装置。

[図1]

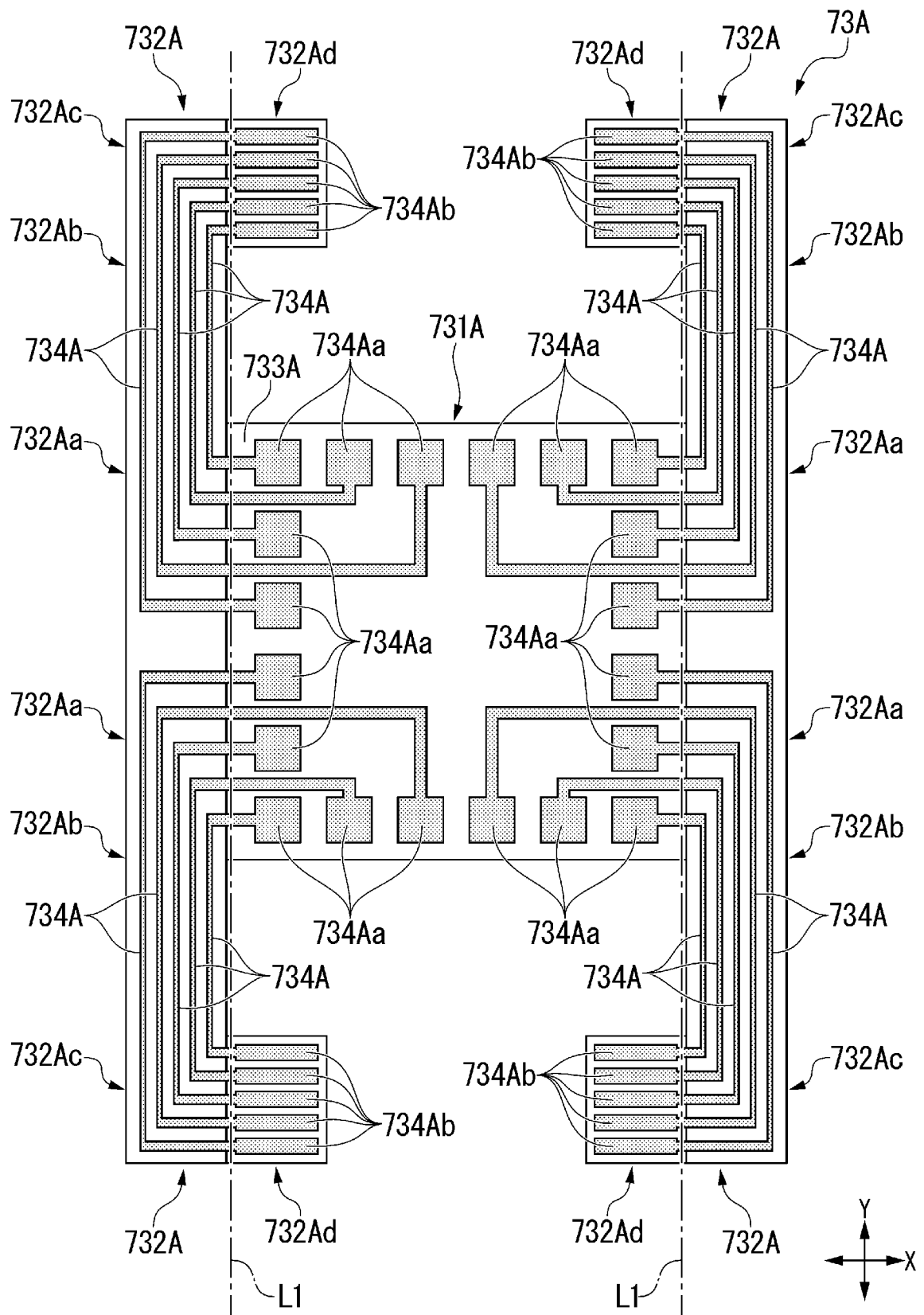


[図2]



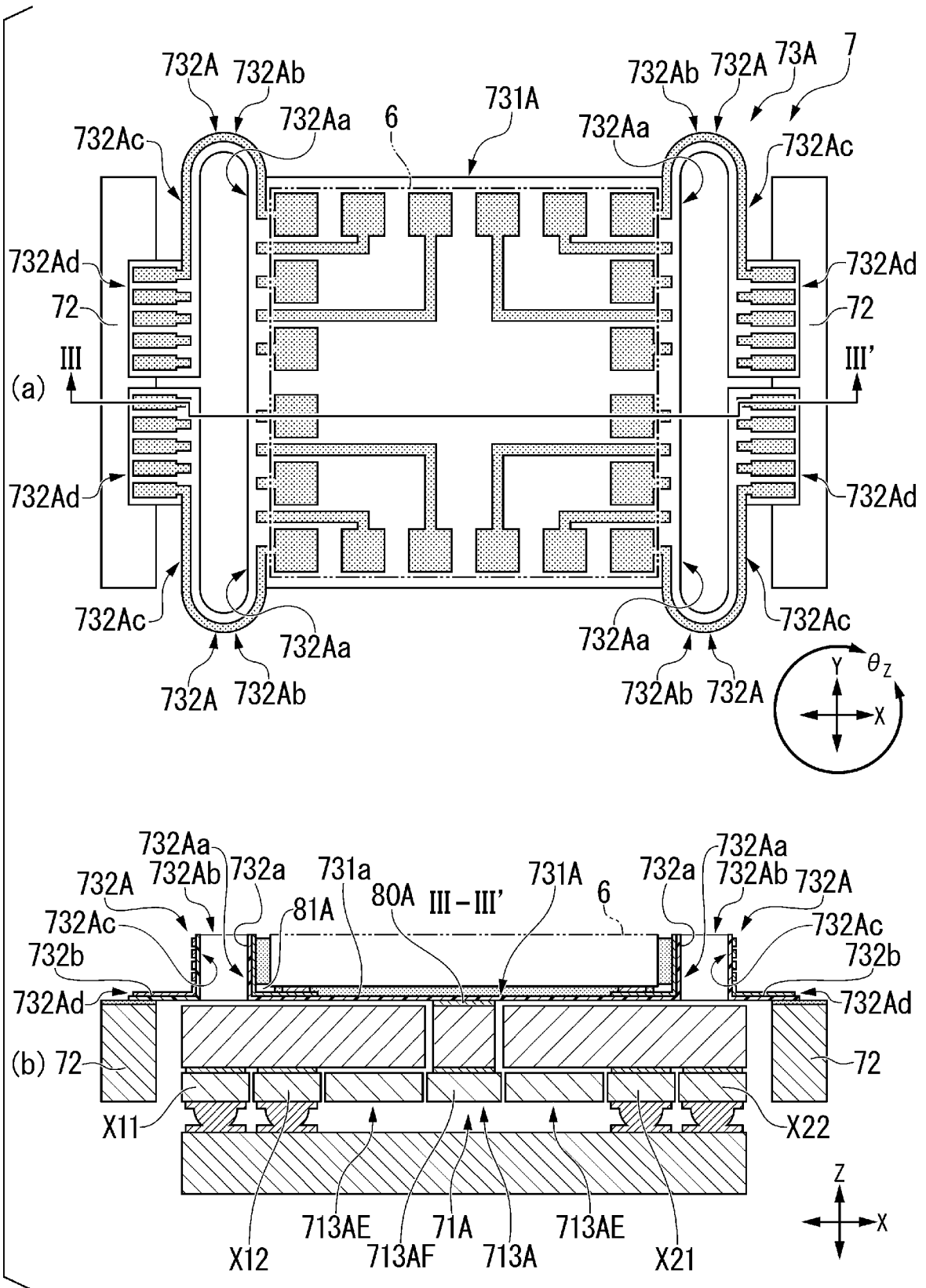


[図4]



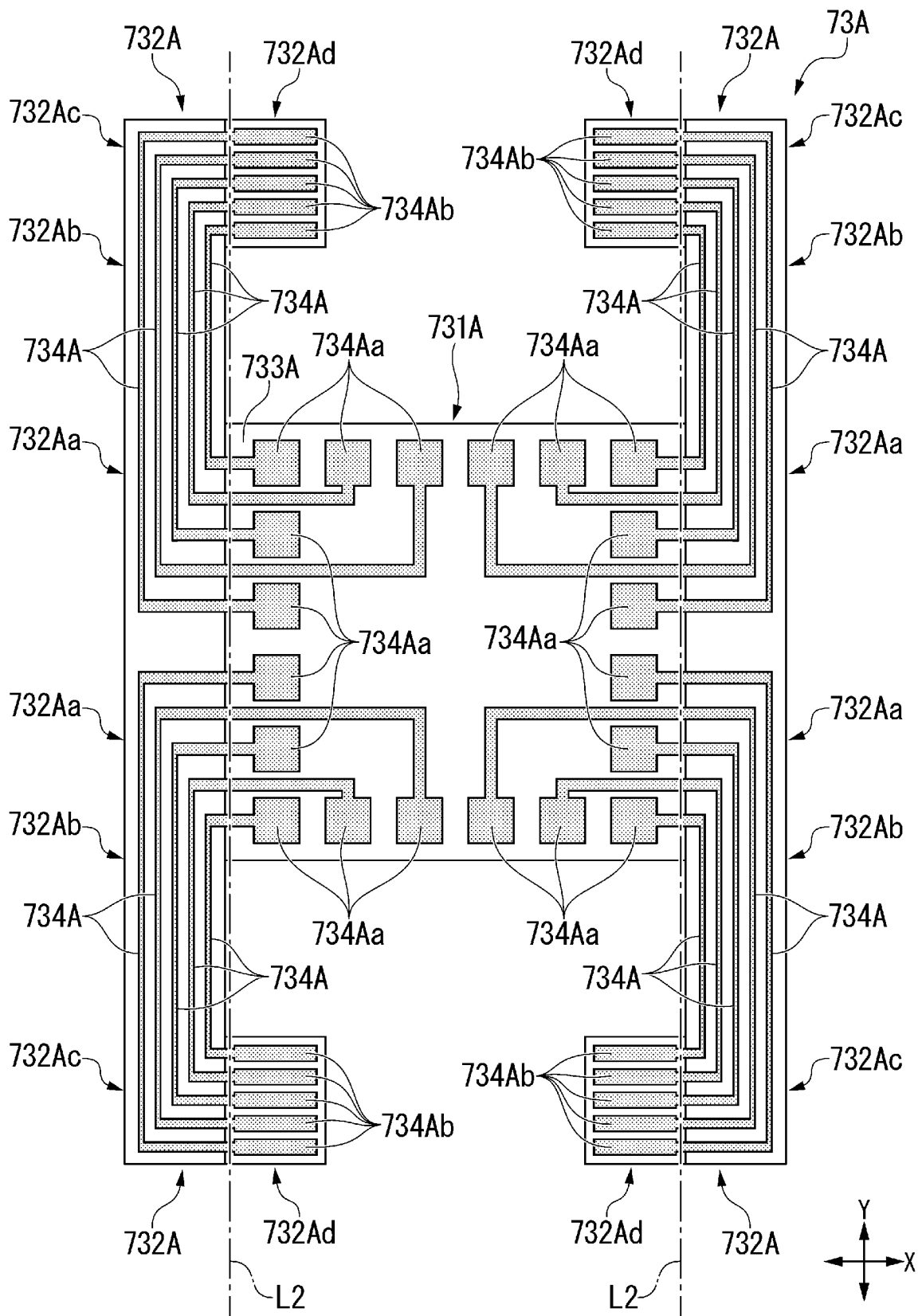


[図6]

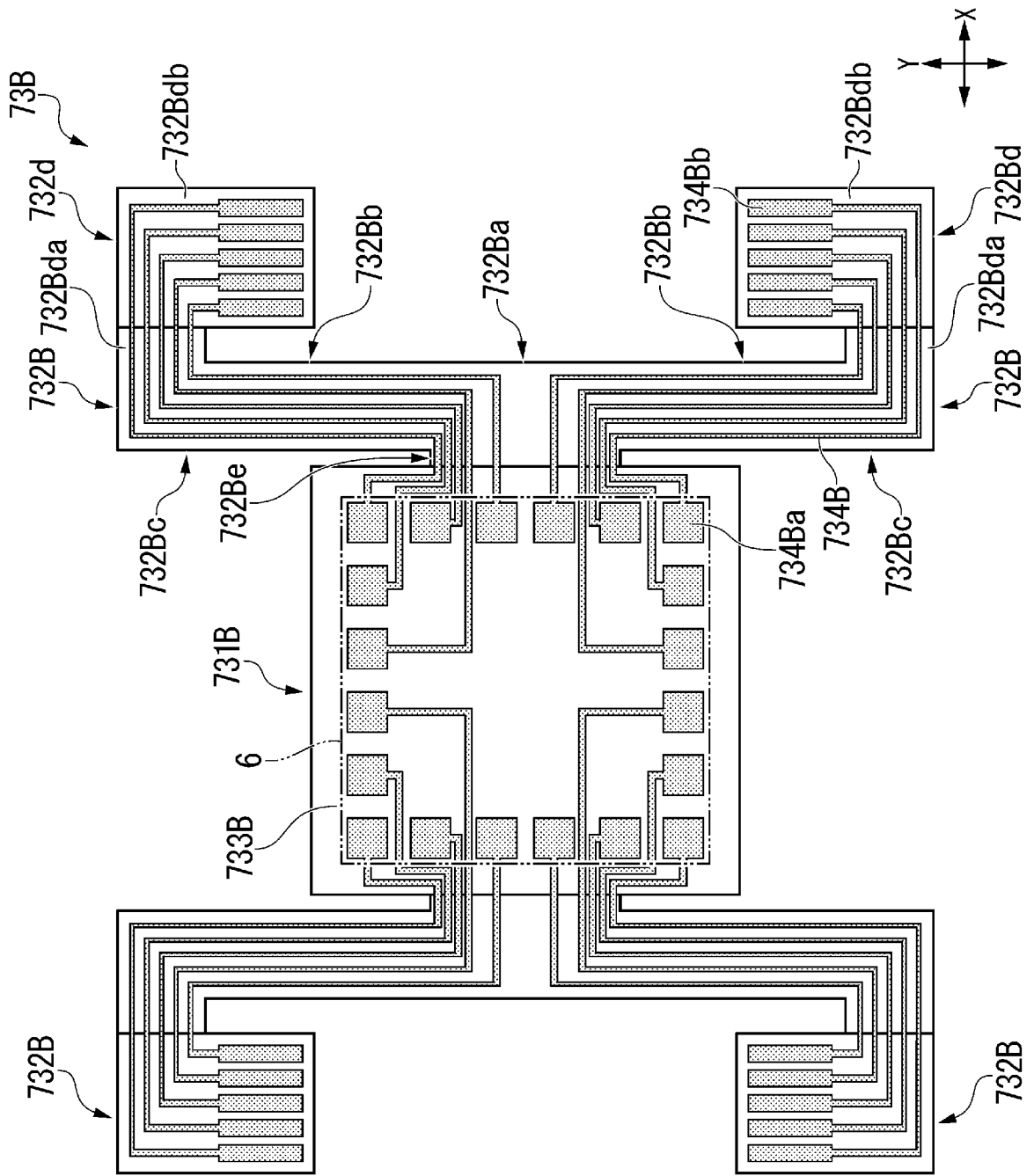




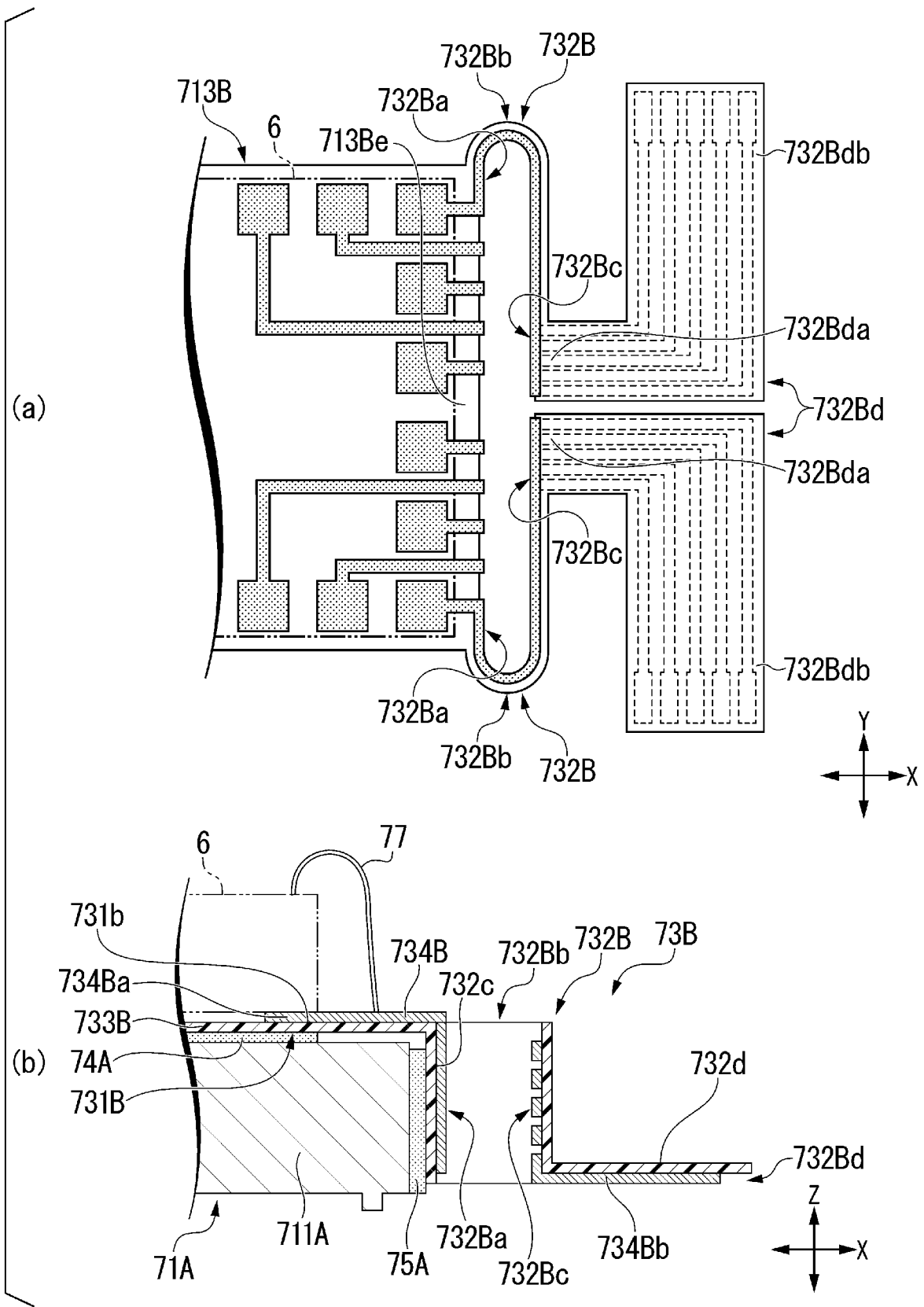
[図8]



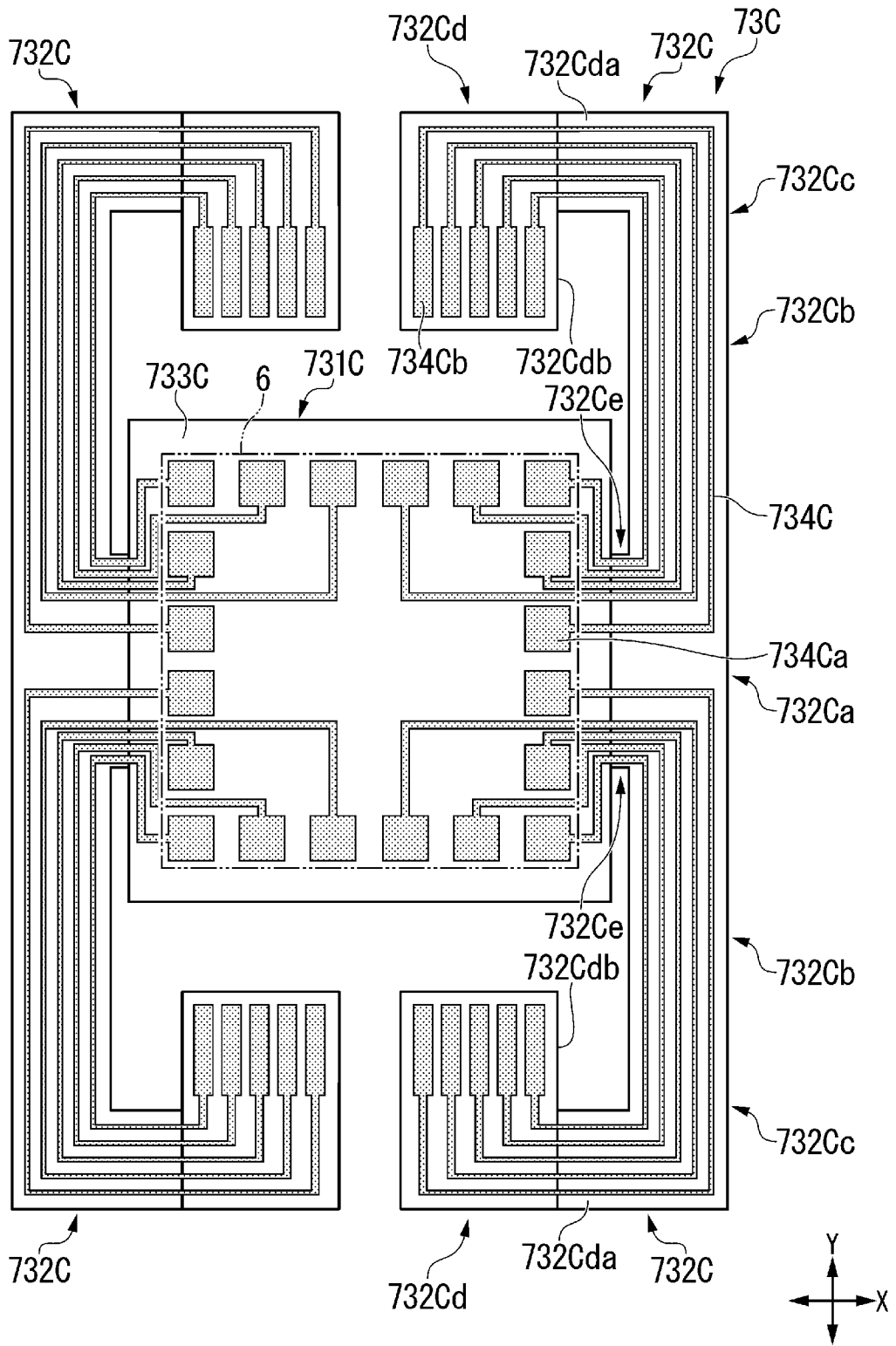
[9]



[図10]

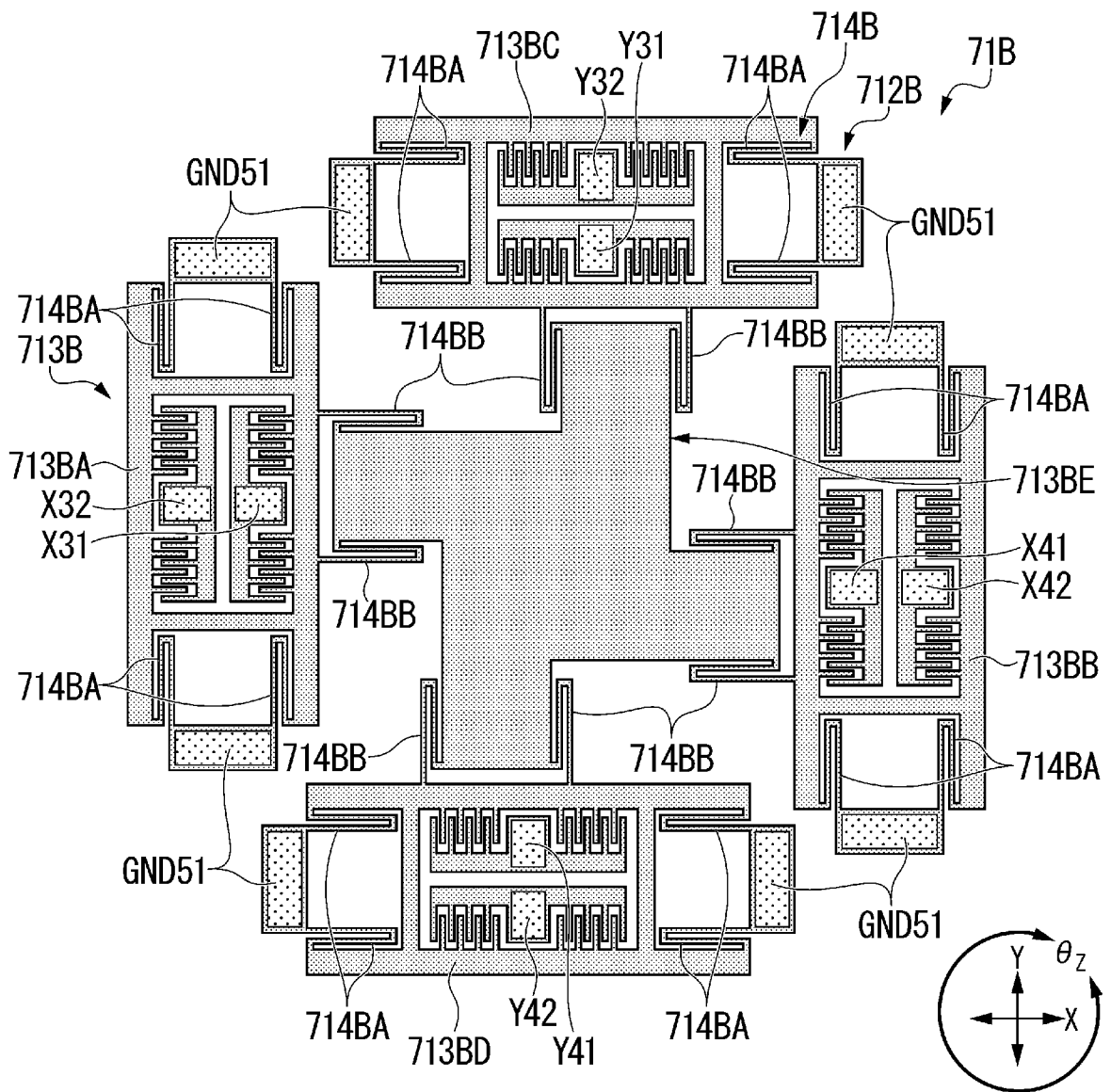


[図11]

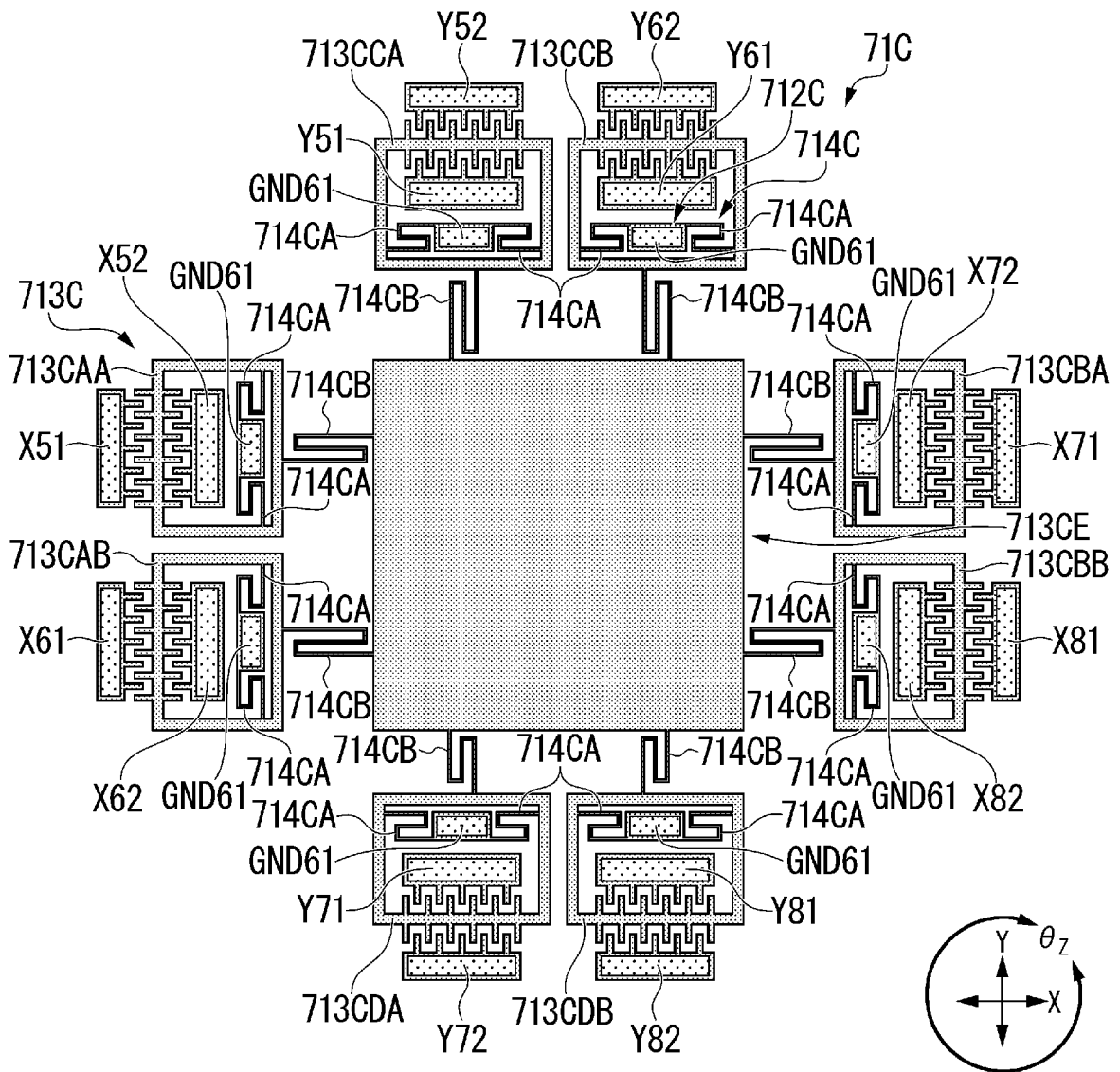




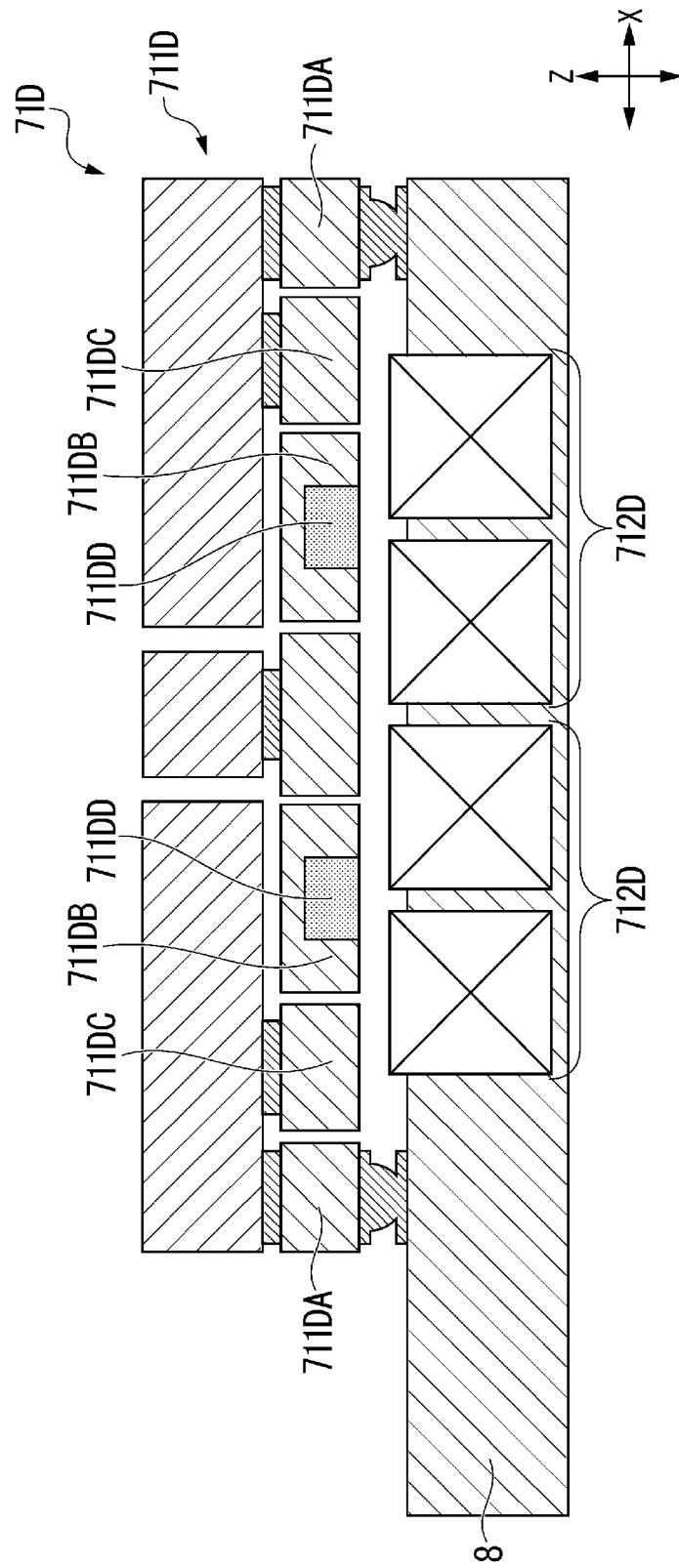
[図13]



[図14]



[図15]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2021/004696

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G03B 5/00(2021.01)i; H02K 33/02(2006.01)i; H02N 1/00(2006.01)i; H04N 5/225(2006.01)i; H04N 5/232(2006.01)i; H05K 1/02(2006.01)i  
 FI: G03B5/00 J; H04N5/225 300; H04N5/232 480; H05K1/02 B; H05K1/02 J;  
 H02K33/02 A; H02N1/00

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)

G03B5/00; H02K33/02; H02N1/00; H04N5/225; H04N5/232; H05K1/02

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-521566 A (BAYER MATERIALSCIENCE AG) 13 September 2012 (2012-09-13) paragraphs [0027]-[0039], fig. 7A, 7B	1, 3-7, 16, 17 8-12
Y	JP 2013-72967 A (TOSHIBA CORP.) 22 April 2013 (2013-04-22) paragraphs [0008]-[0037], fig. 1	8-12
A	JP 2008-203402 A (KONICA MINOLTA OPTO, INC.) 04 September 2008 (2008-09-04) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2009-128521 A (FUJIFILM CORPORATION) 11 June 2009 (2009-06-11) entire text, all drawings	1-17
A	US 2016/0241785 A1 (UE TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 August 2016 (2016-08-18) entire text, all drawings	8-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 20 April 2021 (20.04.2021)	Date of mailing of the international search report 11 May 2021 (11.05.2021)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/004696

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2012-521566 A	13 Sep. 2012	WO 2010/108041 A1 paragraphs [0027]- [0039], fig. 7A, 7B EP 2409486 A1 US 2012/0075519 A1 TW 201115205 A KR 10-2011-0128929 A CN 102422627 A	
JP 2013-72967 A	22 Apr. 2013	US 2013/0076923 A1 paragraphs [0021]- [0078], fig. 1	
JP 2008-203402 A	04 Sep. 2008	US 2008/0198249 A1 entire text, all drawings	
JP 2009-128521 A	11 Jun. 2009	US 2009/0126976 A1 entire text, all drawings	
US 2016/0241785 A1	18 Aug. 2016	CN 101442878 A TW 201630407 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>G03B 5/00(2021.01)i; H02K 33/02(2006.01)i; H02N 1/00(2006.01)i; H04N 5/225(2006.01)i; H04N 5/232(2006.01)i; H05K 1/02(2006.01)i FI: G03B5/00 J; H04N5/225 300; H04N5/232 480; H05K1/02 B; H05K1/02 J; H02K33/02 A; H02N1/00</p>																																			
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>G03B5/00; H02K33/02; H02N1/00; H04N5/225; H04N5/232; H05K1/02</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																									
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																																		
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年																																		
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年																																		
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																																		
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2012-521566 A (パイヤー・マテリアルサイエンス・アーゲー) 13.09.2012 (2012 - 09 - 13) 段落[0027]-[0039], 図7A, 7B</td> <td>1, 3-7, 16, 17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>8-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2013-72967 A (株式会社東芝) 22.04.2013 (2013 - 04 - 22) 段落[0008]-[0037], 図1</td> <td>8-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2008-203402 A (コニカミノルタオプト株式会社) 04.09.2008 (2008 - 09 - 04) 全文, 全図</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009-128521 A (富士フイルム株式会社) 11.06.2009 (2009 - 06 - 11) 全文, 全図</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016/0241785 A1 (UE TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.08.2016 (2016 - 08 - 18) 全文, 全図</td> <td>8-15</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			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 2012-521566 A (パイヤー・マテリアルサイエンス・アーゲー) 13.09.2012 (2012 - 09 - 13) 段落[0027]-[0039], 図7A, 7B	1, 3-7, 16, 17	Y		8-12	Y	JP 2013-72967 A (株式会社東芝) 22.04.2013 (2013 - 04 - 22) 段落[0008]-[0037], 図1	8-12	A	JP 2008-203402 A (コニカミノルタオプト株式会社) 04.09.2008 (2008 - 09 - 04) 全文, 全図	1-17	A	JP 2009-128521 A (富士フイルム株式会社) 11.06.2009 (2009 - 06 - 11) 全文, 全図	1-17	A	US 2016/0241785 A1 (UE TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.08.2016 (2016 - 08 - 18) 全文, 全図	8-15	* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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 2012-521566 A (パイヤー・マテリアルサイエンス・アーゲー) 13.09.2012 (2012 - 09 - 13) 段落[0027]-[0039], 図7A, 7B	1, 3-7, 16, 17																																	
Y		8-12																																	
Y	JP 2013-72967 A (株式会社東芝) 22.04.2013 (2013 - 04 - 22) 段落[0008]-[0037], 図1	8-12																																	
A	JP 2008-203402 A (コニカミノルタオプト株式会社) 04.09.2008 (2008 - 09 - 04) 全文, 全図	1-17																																	
A	JP 2009-128521 A (富士フイルム株式会社) 11.06.2009 (2009 - 06 - 11) 全文, 全図	1-17																																	
A	US 2016/0241785 A1 (UE TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.08.2016 (2016 - 08 - 18) 全文, 全図	8-15																																	
* 引用文献のカテゴリー	“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																																		
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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																																		
“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	“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																																		
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																																		
“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																																			
<p>国際調査を完了した日</p> <p>20.04.2021</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>11.05.2021</p>																																		
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>丑田 真悟 2V 3100</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>																																		

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/JP2021/004696

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-521566 A	13.09.2012	WO 2010/108041 A1 段落[0027]-[0039], 図7A, 7B EP 2409486 A1 US 2012/0075519 A1 TW 201115205 A KR 10-2011-0128929 A CN 102422627 A	
JP 2013-72967 A	22.04.2013	US 2013/0076923 A1 段落[0021]-[0078], 図1	
JP 2008-203402 A	04.09.2008	US 2008/0198249 A1 全文, 全図	
JP 2009-128521 A	11.06.2009	US 2009/0126976 A1 全文, 全図 CN 101442878 A	
US 2016/0241785 A1	18.08.2016	TW 201630407 A	