

(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 9 月 30 日(30.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/110122 A1

- (51) 国際特許分類:
F03G 7/06 (2006.01) G02B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054434
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 16 日(16.03.2010)
- (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 2009-074102 2009 年 3 月 25 日(25.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小坂 明 (KOSAKA Akira) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 谷村 康隆 (TANIMURA Yasutaka) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 松尾 隆 (MATSUO Takashi) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタ

テクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 山本 夏樹 (YAMAMOTO Natsuki) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).

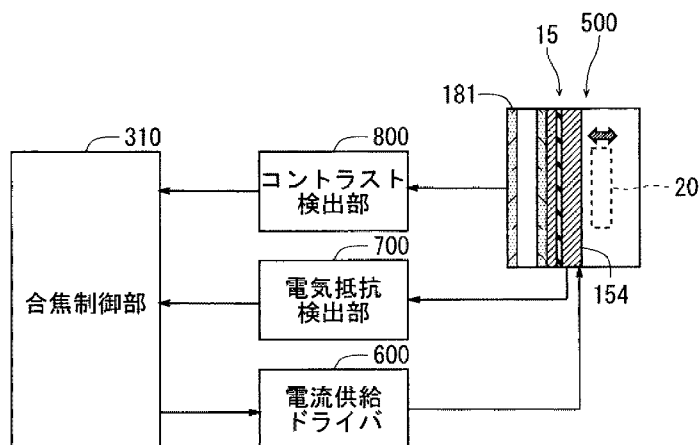
- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外 (YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 7 0 号住友生命 O B P プラザビル 1 0 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, 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), ユーロッパ (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,

[続葉有]

(54) Title: ACTUATOR, DRIVE DEVICE, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: アクチュエータ、駆動装置、および撮像装置

[図26]



310 FOCUS CONTROL PORTION
600 CURRENT SUPPLY DRIVER
700 ELECTRIC RESISTANCE DETECTION PORTION
800 CONTRAST DETECTION PORTION

(57) Abstract: Provided are an actuator which can control a displacement and has a structure which can be flexibly designed; and a drive device and an imaging device using the actuator. The actuator is comprised of a movable portion which deforms in accordance with heat generation; and a control portion which controls the deformation of the movable portion. In the actuator, the movable portion has a structure where-in a plurality of portions including a base portion, a force generating portion which generates a force in accordance with heating, and a heat generating portion which generates heat in accordance with the supply of electric current, are stacked. The control portion controls the deformation of the movable portion by controlling the electric current to be supplied to the heat generating portion on the basis of the electric resistance of the heat generating portion.

(57) 要約: 本発明の目的は、変位の制御が可能であり且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータ、ならびに該アクチュエータを用いた駆動装置および撮像装置を提供することである。この目的を達成するために、発熱に応じて変形する可動部と、該可動部

の変形量を制御する制御部とを備えるアクチュエータが採用される。そして、このアクチュエータでは、可動部が、ベース部と、加熱に応じて力を発生する力発生部と、電流の供給に応じて発熱する発熱部とを含む複数の部分が重ねられている構造を有する。そして、制御部が、発熱部の電気抵抗に基づいて、発熱部に供給する電流を制御することで、該可動部の変形量を制御する。

WO 2010/110122 A1

WO 2010/110122 A1



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, 添付公開書類:

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
TD, TG).

明 細 書

発明の名称： アクチュエータ、駆動装置、および撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、アクチュエータ、ならびに該アクチュエータを用いた駆動装置および撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話機に代表される携帯式の電子機器にデジタルカメラの機能が標準搭載されるようになってきている。このような携帯式の電子機器については、更なる小型軽量化が常に要求されており、カメラモジュールの小型軽量化も必然的に求められる。その一方で、携帯式の電子機器に搭載されるカメラモジュールに対しては、オートフォーカス機能や手振れ補正機能等といった機能の強化も要請される。

[0003] このようなカメラモジュールの高機能化には、光学系やメカ機構を駆動するためのアクチュエータが必須であり、小型軽量化の要求を満足しながら高機能化を実現するためのアクチュエータが求められる。

[0004] このような要求に対して、形状記憶合金を用いたアクチュエータが注目されている。形状記憶合金を用いたアクチュエータでは、形状記憶合金の通電加熱によって、形状記憶合金を伸縮させることで変位が発生する。そして、形状記憶合金の変形による抵抗値の変化を検出することで変位を間接的に検出し、アクチュエータの変位を自在に制御する技術が提案されている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００８－２７４８９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献１の技術では、形状記憶合金の変形が、該形

形状記憶合金の抵抗値の変化とアクチュエータの変位の双方に影響を及ぼす。このため、所望の駆動力をアクチュエータに持たせようとする、形状記憶合金の寸法が限定されてしまう。換言すれば、アクチュエータに持たせたい駆動力や変位等といった出力特性との関係で、形状記憶合金の寸法や抵抗値等が決まってしまう。すなわち、アクチュエータの設計の自由度が大幅に制限される。そして、このような問題は、アクチュエータの小型軽量化を図る上では、非常に大きな阻害要因となり得る。

[0007] 本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、変位の制御が可能であり且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータ、ならびに該アクチュエータを用いた駆動装置および撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、第1の態様に係るアクチュエータは、発熱に応じて変形する可動部と、前記可動部の変形量を制御する制御部とを備える。該アクチュエータでは、前記可動部が、ベース部と、加熱に応じて力を発生する力発生部と、電流の供給に応じて発熱する発熱部とを含む複数の部分が重ねられている構造を有している。そして、前記制御部が、前記発熱部の電気抵抗に基づいて、前記発熱部に供給する電流を制御することで、前記可動部の変形量を制御する。

[0009] また、第2の態様に係るアクチュエータは、第1の態様に係るアクチュエータであって、前記発熱部が、前記ベース部と前記力発生部との間の第1領域、および前記力発生部を基準として前記ベース部が存在する方向とは反対方向に位置する第2領域のうちの少なくとも一方の領域に設けられる。

[0010] また、第3の態様に係るアクチュエータは、第1の態様に係るアクチュエータであって、前記力発生部が、形状記憶合金を含む。

[0011] また、第4の態様に係るアクチュエータは、第1の態様に係るアクチュエータであって、前記力発生部が、前記ベース部の熱膨張率よりも高い熱膨張率を有する。

[0012] また、第5の態様に係る駆動装置は、第1の態様に係るアクチュエータと

、前記可動部の変形によって移動される移動対象物とを備える。

- [0013] また、第 6 の態様に係る撮像装置は、第 1 の態様に係るアクチュエータと、撮像素子と、被写体からの光を前記撮像素子まで導く光学系とを備える。該撮像装置では、前記撮像素子および前記光学系のうちの少なくとも一方が、前記可動部の変形によって移動される。

発明の効果

- [0014] 第 1 の態様に係るアクチュエータによれば、加熱に応じて力を発生する部分と、発熱する部分とが別々に設けられるため、変位の制御が可能であり且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータを提供することができる。
- [0015] 第 2 の態様に係るアクチュエータによれば、可動部の変形量に対して、発熱部における変形と電気抵抗の変化量とが十分生じるため、可動部の変形量を高精度で制御することができる。
- [0016] 第 3 の態様に係るアクチュエータによれば、電流の付与に対して可動部の変形が大きく生じるため、効率良く、可動部を変形させることができる。
- [0017] 第 4 の態様に係るアクチュエータによれば、製造コストの低減を図ることができる。
- [0018] 第 5 の態様に係る駆動装置によれば、変位の制御が可能であり且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータを用いた駆動装置が実現される。
- [0019] 第 6 の態様に係る撮像装置によれば、変位の制御が可能であり且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータを用いた撮像装置が実現される。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図 1 は、本発明の一実施形態に係るカメラモジュールを搭載した携帯電話機の概略構成を示す模式図である。
- [図2]図 2 は、本発明の一実施形態に係る第 1 の筐体に着目した断面模式図である。
- [図3]図 3 は、本発明の一実施形態に係るカメラモジュールの断面模式図である。

[図4] 図4は、本発明の一実施形態に係るカメラモジュールを側方から見た外観図である。

[図5] 図5は、本発明の一実施形態に係るカメラモジュールを側方から見た外観図である。

[図6] 図6は、レンズ群の断面模式図である。

[図7] 図7は、レンズ群の断面模式図である。

[図8] 図8は、第1レンズ構成層を下方から見た外観図である。

[図9] 図9は、第2レンズ構成層を上方から見た外観図である。

[図10] 図10は、スペーサ層の形状を説明するための図である。

[図11] 図11は、レンズ位置調整層を上方から見た外観図である。

[図12] 図12は、レンズ位置調整層を側方から見た外観図である。

[図13] 図13は、アクチュエータ層を上方から見た外観図である。

[図14] 図14は、アクチュエータ層を側方から見た外観図である。

[図15] 図15は、アクチュエータ層を構成するベース層の形状を示す図である。

[図16] 図16は、アクチュエータ層を構成するアクチュエータ素子層の形状を示す図である。

[図17] 図17は、アクチュエータ層を構成する絶縁層の形状を示す図である。

[図18] 図18は、アクチュエータ層を構成するヒータ層の形状を示す図である。

[図19] 図19は、アクチュエータ層の詳細な構成を示す上面外観図である。

[図20] 図20は、可動部の動作例を説明するための図である。

[図21] 図21は、可動部の動作例を説明するための図である。

[図22] 図22は、第2平行ばねを下方から見た外観図である。

[図23] 図23は、レンズ群に装着された第2平行ばねを示す図である。

[図24] 図24は、第1平行ばねを下方から見た外観図である。

[図25] 図25は、レンズ群に装着された第1平行ばねを示す図である。

[図26]図26は、オートフォーカス制御に係る機能的な構成を示すブロック図である。

[図27]図27は、カメラモジュールの製造工程を示すフローチャートである。

[図28]図28は、準備されたシート等を積層させて接合する様子を模式的に示す図である。

[図29]図29は、本発明の一変形例に係る撮像素子を移動させる態様を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

[0022] <(1)携帯電話機の概略構成>

図1は、本発明の一実施形態に係るカメラモジュール500を搭載した携帯電話機100の概略構成を示す模式図である。なお、図1および図1以降の図では方位関係を明確化するために、XYZの相互に直交する3軸が適宜付されている。

[0023] 図1で示されるように、携帯電話機100は、折り畳み式の携帯電話機として構成され、第1の筐体200と、第2の筐体300と、ヒンジ部400とを有する。第1の筐体200および第2の筐体300は、それぞれ板状の略直方体の形状を有し、各種電子部材を格納する筐体としての役割を有する。具体的には、第1の筐体200は、カメラモジュール500および表示ディスプレイ（不図示）を有し、第2の筐体300は、携帯電話機100を電氣的に制御する制御部とボタン等の操作部材（不図示）とを有する。なお、ヒンジ部400は、第1の筐体200と第2の筐体300とを回動可能に接続している。このため、携帯電話機100は、折り畳み可能となっている。

[0024] また、第1の筐体200には、電流供給ドライバ600、電気抵抗検出部700、およびコントラスト検出部800が搭載されている。電流供給ドライバ600は、カメラモジュール500のヒータ層154（図18）への電流の供給を制御する。電気抵抗検出部700は、ヒータ層154における電

気抵抗を検出する。コントラスト検出部 800 は、カメラモジュール 500 の撮像素子 181（図 3）で得られる画像信号についてコントラストを検出する。また、第 2 の筐体 300 には、合焦制御部 310 が搭載されている。合焦制御部 310 は、電気抵抗検出部 700 およびコントラスト検出部 800 からの信号の入力に応じて、電流供給ドライバ 600 を介したヒータ層 154 への電流の供給量を制御することで、カメラモジュール 500 の合焦状態を調整するオートフォーカス制御を行う。このオートフォーカス制御については、更に後述する。

[0025] 図 2 は、携帯電話機 100 のうちの第 1 の筐体 200 に着目した断面模式図である。図 1 および図 2 で示されるように、カメラモジュール 500 は、XY 断面のサイズが約 5 mm 四方であり、厚さ（Z 方向の奥行き）が約 3 mm 程度である小型の撮像装置、所謂マイクロカメラユニット（MCU）となっている。

[0026] 以下、カメラモジュール 500 の構成、カメラモジュール 500 におけるオートフォーカス制御、およびカメラモジュール 500 の製造工程について順次説明する。

[0027] <(2) カメラモジュールの構成>

図 3 は、カメラモジュール 500 の断面模式図であり、図 3 の矢印 AR1 の示す方向が +Z 方向に対応する。なお、図 3 以降の図面においても、方位関係の明確化のために、+Z 方向に対応する方向を示す矢印 AR1 が適宜付されている。また、図 4 および図 5 は、カメラモジュール 500 を側方から見た側面図である。

[0028] 図 3 で示されるように、カメラモジュール 500 は、撮影光学系としてのレンズ群 20 が移動可能に設けられている光学ユニット KB と、被写体像に関する撮影画像を取得する撮像部 PB とを有している。

[0029] 撮像部 PB は、例えば、COMS センサまたは CCD センサ等の撮像素子 181 を有する撮像素子層 18 と、カバーガラス層 17 とが +Z 方向にこの順序で積層された構成を有する。なお、カバーガラス層 17 が、赤外線（I

R) をカットするフィルタ層を含むようにしても良い。

[0030] 光学ユニットKBは、蓋層10、第1枠層11、第1平行ばね（上層平行ばね）12、第2枠層13、第2平行ばね（下層平行ばね）14、アクチュエータ層15、レンズ位置調整層16、およびレンズ群20を備える。蓋層10、第1枠層11、第1平行ばね12、第2枠層13、第2平行ばね14、アクチュエータ層15、レンズ位置調整層16、およびレンズ群20は、いずれもウエハ状態（ウエハレベルで）製作される。これらの製作工程については後述する。

[0031] 光学ユニットKBでは、レンズ位置調整層16、アクチュエータ層15、第2平行ばね14、第2枠層13、第1平行ばね12、第1枠層11、および蓋層10が＋Z方向にこの順序で積層され、第2平行ばね14と第1平行ばね12との間にレンズ群20が保持される。そして、第1平行ばね12と第2平行ばね14とアクチュエータ層15とが互いに協働することで、レンズ群20をZ軸に沿った方向に移動させる。

[0032] カメラモジュール500では、蓋層10、第1および第2枠層11、13、レンズ位置調整層16、カバーガラス層17、および撮像素子層18が、レンズ群20に対する固定部となる。また、カメラモジュール500および光学ユニットKBは、ウエハ状態（ウエハレベルで）製作され、その4つの側面（図4および図5のZ軸に平行な側面）が、ダイシングによって形成された切断面となっている。そして、この切断面では、光学ユニットKBおよび撮像部PBを構成する複数層の積層構造が露出している。

[0033] ここで、レンズ群20は、固定部に結合された第1および第2平行ばね12、14によって支持される。より詳細には、レンズ群20の－Z側（撮像素子181が配置される側）におけるアクチュエータ層15と該レンズ群20との間には、第2平行ばね14が介挿される。また、レンズ群20の＋Z側（蓋層10が配置される側）における第1枠層11と該レンズ群20との間には、第1平行ばね12が介挿される。つまり、レンズ群20は、第1平行ばね12と第2平行ばね14とによって挟まれている。ここでは、第1お

よび第2平行ばね12, 14によってレンズ群20が挟持されるため、レンズ群20の移動に拘わらず、レンズ群20の姿勢が保持され、レンズ群20の光軸が略一定に保持される。

[0034] また、第1および第2平行ばね12, 14は、移動対象物であるレンズ群20が+Z方向に移動する際に、レンズ群20の移動方向（すなわち+Z方向）とは反対方向の力を、該レンズ群20に対して付与する。なお、レンズ群20が-Z方向に移動する際には、第1および第2平行ばね12, 14がレンズ群20に対して付与する力の方向は、レンズ群20の移動方向（すなわち-Z方向）と一致する。

[0035] 更に、レンズ群20が+Z方向に移動していない非駆動状態（例えば駆動前の静止状態）では、第1および第2平行ばね12, 14の弾性力によってレンズ群20がレンズ位置調整層16の突起部162の上端面に対して押し付けられ、レンズ群20がレンズ位置調整層16によっても支持される。そして、この非駆動状態では、レンズ群20がZ軸に沿って変位可能な範囲（変位可能範囲）の最も-Z側の所定位置に配置されて静止する。

[0036] なお、この所定位置は、例えば、撮像素子181において多数の画素回路が配列されている+Z側の面（以下「撮像面」とも称する）上に光学ユニットKBの焦点が配置されるような位置に設定される。ここで言う光学ユニットKBの焦点とは、+Z側から平行光線を光学ユニットKBに入射したときに、該光学ユニットKBから射出される光線が一点に集まる点のことを言う。

[0037] また、上述したように、非駆動状態では、レンズ群20は、第1および第2平行ばね12, 14の弾性力によってレンズ位置調整層16に対して押し付けられるため、カメラモジュール500に対して強い衝撃が付与されても、レンズ群20の姿勢が保持される。

[0038] アクチュエータとしてのアクチュエータ層15は、+Z方向への駆動変位を発生させる可動部15a, 15b（図13）を有し、レンズ群20の-Z側に配置されている。可動部15a, 15bは、レンズ群20の-Z側に突

出した第1突起部201と接触し、可動部15a, 15bで生じる駆動変位は、第1突起部201を介してレンズ群20に伝達される。つまり、アクチュエータ層15は、移動対象物であるレンズ群20を所定方向（ここでは、+Z方向）に移動させる。なお、可動部15a, 15bにおける+Z方向への駆動変位が小さくなっていく場面では、第1および第2平行ばね12, 14の弾性力によって、レンズ群20が所定方向とは反対方向（-Z方向）に移動する。

[0039] 側面配線21は、カメラモジュール500の4つの側面のうちの1つの側面に配設される薄型の導電部材である。側面配線21は、図4および図5で示されるように、撮像素子層18を介して、ヒータ層154（図18）と、電流供給ドライバ600および電気抵抗検出部700とを電氣的に接続する。なお、側面配線21と第2平行ばね14とが短絡しないように、第2平行ばね14と側面配線21との間に絶縁部14epが設けられる。

[0040] 以上のように、カメラモジュール500では、移動対象物であるレンズ群20が、該レンズ群20を介して互いに対向する位置に配置された第1および第2平行ばね12, 14と結合され、該第1および第2平行ばね12, 14がレンズ群20に垂直な方向（+Z方向）に弾性変形しつつ、レンズ群20の姿勢を保持する。そして、レンズ群20は、アクチュエータ層15の可動部15a, 15bから駆動力を受けて、その位置をZ軸に沿って変位させる。従って、カメラモジュール500に設けられた光学ユニットKBは、レンズ群20を該レンズ群20の光軸方向（+Z方向）に変位させることができ、レンズ群20を変位させる駆動装置としてカメラモジュール500を機能させる。

[0041] <(2-1) レンズ群について>

レンズ群20は、ガラス基板を基材としてウエハレベルで作製され、例えば、2枚以上のレンズを重ね合わせて成形される。本実施形態では、2枚の光学レンズを重ね合わせてレンズ群20が構成される場合について例示する。なお、本実施形態では、レンズ群20は、被写体からの光を撮像素子18

1に導く撮像レンズとして機能する。

[0042] 図6および図7は、レンズ群20の断面模式図であり、矢印AR2の示す方向が+Z方向に対応する。図8は、レンズ群20を下方（-Z側）から見たレンズ群20の下面外観図であり、図9は、レンズ群20を上方（+Z側）から見たレンズ群20の上面外観図である。

[0043] 図6および図7で示されるように、レンズ群20は、第1レンズG1を有する第1レンズ構成層LY1と、第2レンズG2を有する第2レンズ構成層LY2と、スペーサ層RBとを備える。そして、第1レンズ構成層LY1と第2レンズ構成層LY2とが、スペーサ層RBを介して結合される。ここでは、第1および第2レンズ構成層LY1、LY2の非レンズ部の外縁が略正方形の形状を有する。

[0044] また、図6～図8で示されるように、第1レンズG1を有する第1レンズ構成層LY1の一方主面（ここでは、-Z側）には、レンズとして機能しない非レンズ部に第1突起部201が設けられる。更に、図6、図7および図9で示されるように、第2レンズG2を有する第2レンズ構成層LY2の一方主面（ここでは、+Z側）には、レンズとして機能しない非レンズ部に第2突起部202が設けられる。

[0045] また、図10は、スペーサ層RBの形状に着目して、スペーサ層RBを上方（+Z側）から見た図である。図10で示されるように、スペーサ層RBは、第1および第2レンズ構成層LY1、LY2の非レンズ部の外縁に沿って設けられ、XY断面の外縁および内縁の形状が矩形である環状の構成を有する。そして、レンズ群20の光軸が、Z軸に沿った方向に設定される。

[0046] <(2-2)各機能層について>

以下では、カメラモジュール500を構成する各機能層の詳細について説明する。なお、各機能層については、-Z側の面を一主面と称し、+Z側の面を他主面と称する。

[0047] <(2-2-1)撮像素子層>

図3で示されるように、撮像素子層18は、光学ユニットKBを通過した

被写体からの光を受光して、被写体の像に関する画像信号を生成する撮像素子 181、その周辺回路、および撮像素子 181 を囲む外周部を備える部材である。また、撮像素子 181 は、多数の画素回路が配列されて構成される。なお、撮像素子層 18 の一主面（−Z 側の面）には、リフロー方式によるはんだ付けを行うためのはんだボール HB が設けられている。また、ここでは図示を省略しているが、撮像素子層 18 の一主面には、撮像素子 181 に対する信号の付与、および該撮像素子 181 からの信号の読み出しを行う配線を接続するための各種端子が設けられる。

[0048] <(2-2-2) カバーガラス層>

図 3 で示されるように、カバーガラス層 17 は、略平板状であり且つ XY 断面が略正方形の形状を有し、透明なガラス等によって構成される。このカバーガラス層 17 は、撮像素子層 18 の他主面（+Z 側の面）に対して接合され、撮像素子 181 を保護する機能を有する。なお、カバーガラス層 17 が撮像素子層 18 上に接合された状態で撮像素子基板 178 を構成する。

[0049] <(2-2-3) レンズ位置調整層>

レンズ位置調整層 16 は、樹脂材料を用いて構成されるとともに、撮像素子 181 とレンズ群 20 との間に配設され、且つ撮像素子 181 とレンズ群 20 との距離を調整する部材である。具体的には、レンズ位置調整層 16 は、非駆動状態におけるレンズ群 20 の位置（初期位置）を規定する。なお、レンズ位置調整層 16 は、例えば、樹脂をエッチングする手法等を用いて生成される。

[0050] 図 11 は、レンズ位置調整層 16 を上方（+Z 側）から見たレンズ位置調整層 16 の上面図である。図 12 は、レンズ位置調整層 16 を側方から見たレンズ位置調整層 16 の側面図である。図 11 および図 12 で示されるように、レンズ位置調整層 16 は、枠体 161 と突起部 162 とを備える。

[0051] 枠体 161 は、レンズ位置調整層 16 の外周部分を構成する略矩形の環状の部分であり、XY 平面に略平行な板状の形状を有する。そして、枠体 161 は、Z 軸に沿った方向に貫通する孔（貫通孔）16H を形成し、枠体 16

1を構成する＋Ｙ側の板状の部材および－Ｙ側の板状の部材は、貫通孔16H側に出っ張った部分（凸部）161Tをそれぞれ有する。また、枠体161の一主面は、隣接するカバーガラス層17に対して接合され、枠体161の他主面は、隣接するアクチュエータ層15（詳細には、アクチュエータ層15の枠体15f（図13））と接合される。

[0052] 突起部162は、枠体161を構成する凸部161Tの内縁近傍において上方（＋Ｚ方向）に向けて立設される。この突起部162は、ＸＺ平面に略平行で且つ略長方形の盤面を有する板状の部分であり、突起部162の長手方向がＸ軸に略平行な方向とされ、突起部162の短手方向がＺ軸に略平行な方向とされている。そして、突起部162の＋Ｚ側の端面は、レンズ群20が当接することで、該レンズ群20を初期位置に配置する機能を有する。

[0053] また、図11では、撮像素子181を構成する複数の画素回路が配列される領域（画素配列領域）、すなわち撮像素子181の前面（撮像面）の外縁が破線で示されている。図11で示されるように、撮像面は、（短辺の長さ）：（長辺の長さ）：（対角線の長さ）＝3：4：5の関係が成立するように構成される。そして、突起部162は、被写体からレンズ群20を介して撮像素子181の画素配列領域に至る光路を、該画素配列領域の幅が最も狭い方向において挟む位置に配設されている。つまり、撮影への悪影響、および装置の大型化を招かないように、突起部162が設置される。

[0054] <(2-2-4)アクチュエータ層>

図13は、アクチュエータ層15を上方（＋Ｚ側）から見た該アクチュエータ層15の上面図である。図14は、アクチュエータ層15を側方から見た該アクチュエータ層15の側面図である。図15から図18は、アクチュエータ層15を構成する各層の構成を示す図である。

[0055] 図13で示されるように、アクチュエータ層15は、外周部を構成する枠体15fと、枠体15fの内側の中空部分に対して枠体15fから突設される2枚の板状の可動部15aおよび15bとを備える。また、アクチュエータ層15は、ベース層151（図15）、アクチュエータ素子層152（図

16)、絶縁層153(図17)、およびヒータ層154(図18)が、-Z側から+Z側に向けてこの順番に積層されて構成される。なお、ここでは、図示を省略するが、ヒータ層154と第2平行ばね14との短絡を防止する目的で、ヒータ層154の上面(+Z側の面)に絶縁膜が形成されることが好ましい。

[0056] ベース層151は、枠体15fを構成するベース枠体151fと、ベース枠体151fの内側の中空部分に対してベース枠体151fから突設される2枚の板状の突設部151a, 151bを備える。ここでは、ベース部としての突設部151aが可動部15aを構成するとともに、ベース部としての突設部151bが可動部15bを構成する。また、ベース層151は、シリコン等の熱膨張率が低い素材によって構成される。

[0057] アクチュエータ素子層152は、可動部15aを構成する力発生部152a、および可動部15bを構成する力発生部152bを有する。力発生部152a, 152bは、ベース層151とは異なる特性を有する素材によって構成され、加熱に応じて変形することで、力を発生する。ここでは、力発生部152a, 152bが、形状記憶合金(SMA)によって構成されているものとして説明する。なお、力発生部152aは、スパッタリングや蒸着等の手法によって、突設部151aの+Z側の主面(他主面)の全域を覆うように形成される。同様に、力発生部152bは、スパッタリング等の手法によって、突設部151bの+Z側の主面(他主面)の全域を覆うように形成される。

[0058] 絶縁層153は、シリカ(二酸化珪素)等の絶縁体によって構成される。この絶縁層153は、スパッタリングや蒸着等の手法によって、ベース枠体151fおよびアクチュエータ素子層152の+Z側の主面(他主面)の全域を覆うように形成される。

[0059] ヒータ層154は、白金等の抵抗率が高い導電性を有する金属等によって構成される。ヒータ層154は、半導体の製造プロセス等で一般的に用いられるフォトリソグラフィ技術によって、絶縁層153の+Z側の主面(他主

面)上に形成される。図18で示されるように、ヒータ層154では、配線部1541、ヒータ部154b、配線部1542、ヒータ部154a、および配線部1543がこの順番で延設され、順次に電氣的に接続される。そして、配線部1541、1542、1543が、枠体15fを構成し、ヒータ部154aが、可動部15aを構成し、ヒータ部154bが、可動部15bを構成する。また、配線部1541、1542、1543は、ヒータ部154a、154bと比較して、幅が広く、電気抵抗が低くなるように構成される。従って、ヒータ層154の一端(具体的には、配線部1541の-Y側の端面)と他端(配線部1543の-Y側の端面)との間に電圧が印加されると、電気抵抗が高いヒータ部154a、154bが、自身のジュール熱によって発熱する。つまり、発熱部としてのヒータ部154a、154bが電流の供給に応じて発熱する。

[0060] 図19は、アクチュエータ層15を上方(+Z側)から見た該アクチュエータ層15の詳細な構成を示す上面図である。図19で示されるように、アクチュエータ層15の他主面(+Z側の面)には、ヒータ層154が形成される。詳細には、ヒータ部154aが、可動部15aのうちの枠体15fに固定される一端部(固定端)から、該可動部15aの他端部(自由端)FT近傍にかけて延設されるとともに、自由端FT近傍で折り返されて、自由端FT近傍から固定端にかけて延設される。同様に、ヒータ部154bが、可動部15bのうちの枠体15fに固定される一端部(固定端)から、該可動部15bの他端部(自由端)FT近傍にかけて延設されるとともに、自由端FT近傍で折り返されて、自由端FTから固定端にかけて延設される。また、ヒータ層154の一端(具体的には、配線部1541の-Y側の端面)と他端(配線部1543の-Y側の端面)が、カメラモジュール500の側面に露出する。そして、ヒータ層154の一端および他端に対しては、側面配線21(図3~図5)を介して電圧および電流が供給される。

[0061] また、アクチュエータ層15については、記憶させたい形状の型に可動部15a、15bをセットし、所定温度(例えば、600℃)程度で加熱する

処理（形状記憶処理）が施される。アクチュエータ素子層 152 を構成する SMA は、加熱されて所定の相変態温度を超えて所定温度に達すると、予め記憶されている所定形状（「記憶形状」とも称する）に復元する特性を有する。ここでは、可動部 15a, 15b の自由端 FT が上方（+Z 方向）に変位する反り形状が記憶される。このため、ヒータ層 154 の通電によって SMA が加熱されると、SMA は、収縮しつつ記憶形状に復元するように変形し、可動部 15a, 15b の自由端 FT が上方（+Z 方向）に変位する。

[0062] 図 20 および図 21 は、ヒータ部 154a, 154b の発熱に応じて可動部 15a, 15b が変形する態様を示す模式図である。なお、可動部 15a, 15b の変形の態様は、それぞれ同様であるから、図 20 および図 21 では、可動部 15a の変形の態様が一例として示されている。図 20 で示されるように、ヒータ部 154a が発熱していない状態では、可動部 15a が平坦な形状を有する。これに対して、図 21 で示されるように、ヒータ部 154a の発熱に応じて、力発生部 152a が変形することで力を発生し、可動部 15a が、枠体 15f に固定されている一端（固定端）近傍を支点として、自由端 FT が上方（+Z 方向）に変位するような変形を生じる。

[0063] <(2-2-5) 第 2 平行ばね>

図 22 は、第 2 平行ばね 14 を下方（-Z 方向）から見た該第 2 平行ばね 14 の下面外観図である。図 23 は、レンズ群 20 に接合された第 2 平行ばね 14 を示す図である。図 22 で示されるように、第 2 平行ばね 14 は、固定枠体 141 と、弾性部 142 とを有する弾性部材であり、ばね機構を形成する層（弾性層）となっている。なお、第 2 平行ばね 14 の素材としては、例えば、SUS 系の金属材料またはりん青銅等が採用される。

[0064] 固定枠体 141 は、第 2 平行ばね 14 の外周部を構成し、隣接するアクチュエータ層 15 の枠体 15f と接合される。ここで、アクチュエータ層 15 のヒータ層 154 と、第 2 平行ばね 14 との間隔は、通常は、10 μ m 程度しかない。このため、ヒータ層 154 に電圧および電流を供給する側面配線 21 を、例えば、印刷などによって撮像素子層 18 からアクチュエータ

層 1 5 に渡って単に設けると、側面配線 2 1 が、固定枠体 1 4 1 にまでかかってしまう。つまり、側面配線 2 1 と第 2 平行ばね 1 4 とが短絡してしまう。

[0065] そこで、この短絡を防ぐ目的で、第 2 平行ばね 1 4 の固定枠体 1 4 1 の 4 隅の近傍の外縁に窪んだ切り欠き部 1 4 3 が設けられる。この切り欠き部 1 4 3 には、第 2 枠層 1 3 と第 2 平行ばね 1 4 とが接合される際、および第 2 平行ばね 1 4 とアクチュエータ層 1 5 とが接合される際に、接合に用いられるエポキシ系の樹脂等の接着剤が充填されることで、絶縁部 1 4 e p (図 3, 図 4) が形成される。この絶縁部 1 4 e p の存在により、側面配線 2 1 と第 2 平行ばね 1 4 とが接触することによる不要な短絡が防止される。

[0066] 弾性部 1 4 2 は、固定枠体 1 4 1 との接続部 P G 1 と、レンズ群 2 0 との接合部 P G 2 とを有し、接続部 P G 1 と接合部 P G 2 とが板状部材 E B で繋がれる。そして、図 2 3 で示されるように、第 2 平行ばね 1 4 は、弾性部 1 4 2 に設けられる接合部 P G 2 においてレンズ群 2 0 と接合される。ここでは、第 1 突起部 2 0 1 は、第 2 平行ばね 1 4 の固定枠体 1 4 1 と板状部材 E B との隙間を通して、アクチュエータ層 1 5 の自由端 F T と当接する。つまり、第 2 平行ばね 1 4 は、レンズ群 2 0 の第 1 突起部 2 0 1 と接触しないような形状を有する。

[0067] そして、レンズ群 2 0 が固定枠体 1 4 1 に対して + Z 方向に移動されるにつれて、接続部 P G 1 と接合部 P G 2 との Z 方向の位置がずれ、板状部材 E B は曲げ変形（たわみ変形）を生じて湾曲する。つまり、第 2 平行ばね 1 4 は、板状部材 E B の弾性変形によって、レンズ群 2 0 の光軸方向（± Z 方向）に弾性変形可能であり、ばね機構として機能する。

[0068] なお、第 2 平行ばね 1 4 は、S U S 系の金属材料またはりん青銅等を用いて作製される。例えば、S U S 系の金属材料で第 2 平行ばね 1 4 が作製される場合は、フォトリソグラフィ技術により、平行ばねの形状のレジストが金属材料上にパターンニングされ、塩化鉄系のエッチング液に浸してウェットエッチングが行われることで、平行ばねのパターンが形成される。

[0069] <(2-2-6) 第 2 枠層>

図 3 で示されるように、第 2 枠層 13 は、X Y 断面の外縁および内縁がそれぞれ略矩形状であるリング状の部材であり、Z 軸に沿って貫通する中空部分を形成する。第 2 枠層 13 は、中空部分にレンズ群 20 が配置されることで、該レンズ群 20 を側方から囲む。なお、第 2 枠層 13 を構成する素材としては、樹脂やガラス等が挙げられ、第 2 枠層 13 は、金属金型を用いたいわゆるプレス法や射出成型法等によって製作される。そして、第 2 枠層 13 の -Z 側に位置する下端面（一主面）は、隣接する第 2 平行ばね 14 の固定枠体 141 と接合される。また、第 2 枠層の +Z 側に位置する上端面（他主面）は、隣接する第 1 平行ばね 12（詳細には、第 1 平行ばね 12 の固定枠体 121（図 24））と接合される。

[0070] <(2-2-7) 第 1 平行ばね>

図 24 は、第 1 平行ばね 12 を下方（-Z 方向）から見た該第 1 平行ばね 12 の下面外観図である。図 24 で示されるように、第 1 平行ばね 12 は、切り欠き部 143 が設けられていないことを除いて、第 2 平行ばね 14 と同様の構成および機能を有する弾性部材であり、固定枠体 121 と弾性部 122 とを備える。そして、固定枠体 121 の一主面は、隣接する第 2 枠層 13 の他主面と接合され、固定枠体 121 の他主面は、隣接する第 1 枠層 11（詳細には、第 1 枠層 11 の -Z 側の下端面）と接合される。

[0071] 図 25 は、レンズ群 20 に接合された第 1 平行ばね 12 を示す図である。図 25 で示されるように、弾性部 122 に設けられた接合部 PG2 は、レンズ群 20 の突起部 202 の +Z 側の上端面と接合される。このため、固定枠体 121 に対してレンズ群 20 が +Z 方向に相対的に移動されると、板状部材 EB において弾性変形が発生し、第 1 平行ばね 12 が、ばね機構として機能する。

[0072] <(2-2-8) 第 1 枠層>

図 3 で示されるように、第 1 枠層 11 は、第 2 枠層 13 と同様に、X Y 断面の外縁および内縁がそれぞれ略矩形状であるリング状の部材であり、Z 軸

に沿って貫通する中空部分を形成する。第1枠層11の中空部分は、レンズ群20が+Z方向に移動される際に、弾性変形する板状部材EBおよび突起部202が移動可能な空間となる。なお、第1枠層11は、第2枠層13と同様な素材および製作方法によって形成される。そして、第1枠層11の-Z側に位置する下端面（一主面）は、隣接する第1平行ばね12の固定枠体121と接合される。また、第1枠層の+Z側に位置する上端面（他端面）は、隣接する蓋層10（詳細には、蓋層の外周部近傍）と接合される。

[0073] <(2-2-9) 蓋層>

図3で示されるように、蓋層10は、XY断面の外縁が略正方形であるとともに、略中央にZ軸に平行な方向に貫通する孔（貫通孔）10Hを有し、XY平面に略平行な盤面を有する板状の部材である。貫通孔10Hは、被写体からの光をレンズ群20を介して撮像素子181に導くための孔であり、この蓋層10は、平板状の樹脂材料をプレス加工する手法、あるいは樹脂材料をパターニングした後にエッチングする手法によって、貫通孔10Hが形成されて製作される。

[0074] なお、図3では、図示が省略されているが、蓋層10の貫通孔10Hからカメラモジュール500の内部にゴミ等が侵入しないように、蓋層10の上（他主面）側には、適宜ガラス等で構成される透明な保護層が設けられる。

[0075] <(3) カメラモジュールにおけるオートフォーカス制御>

図26は、カメラモジュール500のオートフォーカス制御に係る機能的な構成を示すブロック図である。電気抵抗検出部700は、ヒータ層154の電気抵抗を検出し、該電気抵抗を示す信号を合焦制御部310に対して出力する。合焦制御部310は、ヒータ層154の電気抵抗に基づいて、可動部15a、15bの変形（具体的には、自由端FTの変位）を検出する。この自由端FTの変位の検出については、ヒータ層154（具体的には、ヒータ部154a、154b）における形状と電気抵抗との関係が一義的に決まることが利用されて実行される。そして、合焦制御部310は、自由端FT

の変位を検出しつつ、電流供給ドライバ600を介してヒータ層154に供給する電流を制御することで、可動部15a, 15bの変形量、すなわち自由端FTの変位を制御する。このとき、自由端FTによる第1突起部201の押し上げにより、レンズ群20が+Z方向に移動されることで、レンズ群20と撮像素子181との離隔距離が変更されて、光学ユニットKBの焦点の位置が変更される。

[0076] また、コントラスト検出部800は、撮像素子181で得られる画像信号について、コントラストを検出する。例えば、隣接画素間の階調値の差分を画像全体について積算した数値が、コントラストを示す評価値として検出される。このコントラストを示す評価値を示す信号は、合焦制御部310に対して出力される。

[0077] オートフォーカス制御を行う際には、合焦制御部310の制御により、まず、レンズ群20と撮像素子181との離隔距離が予め設定された多段階の離隔距離に順次に設定され、各離隔距離にされる状態で撮像素子181によって画像信号が取得される。換言すれば、レンズ群20の+Z方向への繰り出し位置が、予め設定された多段階の位置に設定されるとともに、各繰り出し位置にレンズ群20が配置される時点において撮像素子181によって画像信号が取得される。なお、このとき、合焦制御部310が、電気抵抗検出部700で検出されるヒータ層154の電気抵抗をモニタリングしつつ、電流供給ドライバ600を介したヒータ層154への電流の供給を制御することで、レンズ群20の繰り出し位置が変更される。

[0078] 次に、合焦制御部310が、コントラスト検出部800によって各繰り出し位置について検出されたコントラストを示す評価値に基づいて、コントラストを示す評価値が最大となる繰り出し位置を検出する。このコントラストを示す評価値が最大となる繰り出し位置にレンズ群20が配置されている状態が、被写体に合焦している状態に相当する。そして、合焦制御部310の制御により、レンズ群20がコントラストを示す評価値が最大となる繰り出し位置まで移動されることで、カメラモジュール500における被写体に対

する合焦が実現される。すなわち、オートフォーカス制御が実現される。

[0079] ところで、上述したように、可動部 15 a では、ヒータ部 15 4 a が、力発生部 15 2 a を基準として、突設部 15 1 a が存在する方向とは反対方向に位置する領域に設けられるとともに、可動部 15 b では、ヒータ部 15 4 b が、力発生部 15 2 b を基準として、突設部 15 1 b が存在する方向とは反対方向に位置する領域に設けられる。このため、各ヒータ部 15 4 a, 15 4 b の発熱によって各力発生部 15 2 a, 15 2 b が収縮しつつ記憶形状にまで変形することで、各可動部 15 a, 15 b の自由端 F T が上方に変位する際には、図 21 で示されるように、各可動部 15 a, 15 b では、各突設部 15 1 a, 15 1 b の下面（－Z 側の面）近傍における変形が最小となる。

[0080] これに対して、各ヒータ部 15 4 a, 15 4 b は、力発生部 15 2 a, 15 2 b および絶縁層 15 3 の存在により、各突設部 15 1 a, 15 1 b の下面近傍（中立面）から離隔配置される。このため、各可動部 15 a, 15 b の自由端 F T が上方に変位する際には、各ヒータ部 15 4 a, 15 4 b では比較的大きな変形が発生する。その結果、各可動部 15 a, 15 b の自由端 F T の変位に対して、ヒータ層 15 4 におけるより大きな電気抵抗の変化が得られる。すなわち、各可動部 15 a, 15 b の変形量に対して、各ヒータ部 15 4 a, 15 4 b における変形と電気抵抗の変化量とが十分生じる。従って、各可動部 15 a, 15 b の変形量を高精度で制御することが可能となる。

[0081] <(4) カメラモジュールの製造工程>

 ここで、カメラモジュール 500 の製造工程について簡単に説明する。図 27 は、カメラモジュール 500 の製造工程を示すフローチャートである。図 27 で示されるように、（工程 A）レンズ群 20 の生成（ステップ S P 1）、（工程 B）シートの準備（ステップ S P 2）、（工程 C）組み立て治具の準備（ステップ S P 3）、（工程 D）シートの第 1 の接合（ステップ S P 4）、（工程 E）レンズ群 20 の取り付け（ステップ S P 5）、（工程 F）

シートの第2の接合（ステップSP6）、（工程G）撮像素子基板178の取り付け（ステップSP7）、および（工程H）ダイシング（ステップSP8）が順次に行われて、カメラモジュール500が製造される。

[0082] <(4-1) レンズ群の生成（工程A）>

ステップSP1では、レンズ群20が生成される。ここでは、まず、多数のレンズ群20がマトリックス状に配列されたウエハ（以下「レンズ群ウエハ」とも称する）が製作され、ダイシングにより、多数のレンズ群20が個片化されて、多数のレンズ群20が製作される。レンズ群ウエハは、多数の第1レンズ構成層LY1が配列されたウエハ（第1レンズ構成層ウエハ）と、多数のスペーサ層RBが配列されたウエハ（スペーサ層ウエハ）と、多数の第2レンズ構成層LY2が配列されたウエハ（第2レンズ構成層ウエハ）とが積層されて、相互に接合されることで製作される。

[0083] <(4-2) シートの準備（工程B）>

ステップSP2では、カメラモジュール500を構成する各機能層に係るシートが、層ごとに形成される。なお、ここでは、ウエハレベルの円盤状のシートが準備される。機能層ごとのシートには、該機能層に係る部材に相当するチップがマトリックス状に所定配列で多数形成される。具体的には、ステップSP2では、蓋層10、第1枠層11、第1平行ばね12、第2枠層13、第2平行ばね14、アクチュエータ層15、およびレンズ位置調整層16といった各機能層に係るチップがそれぞれ所定配列で多数形成された各シートU10～U16、ならびにカバーガラス層17と撮像素子層18とが接合されて形成される撮像素子基板178に係るチップを含むシート（撮像素子基板シート）U178がそれぞれ準備される。つまり、8枚のシートU10～16、U178が準備される。

[0084] <(4-3) 組み立て治具の準備（工程C）>

ステップSP3では、組み立て治具が準備される。この組み立て治具は、平板状の基台上に略同一の形状を有する多数の突起部が所定配列で設けられて構成される。なお、組み立て治具には、2カ所以上の所定の箇所に位置合

わせのためのアライメントマークが形成される。また、突起部の上面は、平板状の基台の主面に対して略平行となるように構成される。なお、該上面上で各カメラモジュール500に相当するユニットが製作される。

[0085] <(4-4) シートの第1の接合（工程D）>

ステップSP4では、準備された8枚のシートU10～16，U178のうちの3枚のシートU11～U13が接合される。ここでは、第1枠層シートU11、第1平行ばねシートU12、および第2枠層シートU13について、各シートU11～U13に含まれる各チップが互いに積層されるように、シート形状のまま位置合わせ（アライメント）が行われる。そして、各シートU11～U13が接着剤等を用いて接合される。

[0086] 図28は、ステップS4で3枚のシートU11～U13が積層されて接合される様子、ステップS5でレンズ群20が取り付けられる様子、ステップS6で4枚のシートU10，U14～U16が積層されて接合される様子、およびステップSP7で撮像素子基板シートU178が接合される様子を合わせて模式的に示す図である。

[0087] <(4-5) レンズ群の取り付け（工程E）>

ステップSP5では、ステップSP4で製作されたユニットの各第2枠層13の中空部分に、ステップSP1で生成されたレンズ群20が、所定のマウンターによって取り付けられる。つまり、格子状の形状を有する第2枠層シートU13の各空隙に、レンズ群20がそれぞれ挿入される。具体的には、レンズ群20が接合部PG2に対して押し付けられつつ、第2突起部202の端面が、接合部PG2の一主面側に対して接合される。なお、この接合手法としては、紫外線の照射によって硬化する接着剤（紫外線硬化接着剤）を用いて接合する手法等が挙げられる。

[0088] <(4-6) シートの第2の接合（工程F）>

ステップSP6では、ステップSP2で準備された8枚のシートU10～16，U178のうちの4枚のシートU10，U14～U16が接合される。具体的には、ステップSP6では、ステップSP5までに生成されたユニ

ットの一主面側に対して、第2平行ばねシートU14、およびアクチュエータ層シートU15に含まれる各チップが、第2枠層シートU13に含まれる各チップに対してそれぞれ積層されるように、シート形状のまま位置合わせ（アライメント）が行われる。そして、各シートU14、U15が順次に接着剤等を用いて接合される。

[0089] また、第1枠層シートU11の他主面側に対して、蓋層シートU10に含まれる各チップが、第1枠層シートU11に含まれる各チップに対してそれぞれ積層されるように、シート形状のまま位置合わせ（アライメント）が行われる。そして、この状態で、第1枠層シートU11の他主面側に対して、蓋層シートU10が接着剤等を用いて接合される。

[0090] 更に、アクチュエータ層シートU15の一主面側に対して、レンズ位置調整層シートU16に含まれる各チップが、アクチュエータ層シートU15に含まれる各チップに対してそれぞれ積層されるように、シート形状のまま位置合わせ（アライメント）が行われる。そして、この状態で、アクチュエータ層シートU15の一主面側に対して、レンズ位置調整層シートU16が接着剤等を用いて接合される。

[0091] <(4-7)撮像素子基板の取り付け（工程G）>

ステップSP7では、ステップSP6までにレンズ位置調整層16が接合されて形成されたユニットのレンズ位置調整層16の枠体161に対して、撮像素子基板178の外周部が接合されるように、レンズ位置調整層シートU16の一主面に対して、撮像素子基板シートU178の他主面が接合される。

[0092] <(4-8)ダイシング（工程H）>

ステップSP8では、多数のレンズ群20がそれぞれ挿入され、8つのシートU10～U16、U178が積層されて形成された積層部材が、ダイシングテープ等で保護された後、ダイシング装置によってチップ毎に切り離される。このとき、多数のカメラモジュール500が完成される。なお、このダイシング工程の途中で、側面配線21が形成される。具体的には、一方向

に沿ったダイシングが行われた時点で、各カメラモジュール500の側面に相当する切断面において、各ヒータ層154が露出する。このため、切断面に側面配線21を形成するための導電材料が塗布され、その後、他方向に沿ったダイシングが行われることで、多数のカメラモジュール500が完成される。

[0093] 以上のように、本発明の一実施形態に係るカメラモジュール500を搭載した携帯電話機100では、アクチュエータ層15において、加熱に応じて力を発生する部分である力発生部152a, 152bと、電流の供給に応じて発熱する部分であるヒータ部154a, 154bとが別々に設けられる。そして、ヒータ部154a, 154bにおける電気抵抗に応じた該ヒータ部154a, 154bへの電流の供給によって、可動部15a, 15bにおける自由端FTの変位が制御される。このため、可動部15a, 15bにおける変位の制御が可能であるとともに、力発生部152a, 152bの設計とヒータ部154a, 154bの設計とを別々に行うことが可能となる。従って、可動部15a, 15bにおける変位の制御が可能であり、且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータ層15が実現される。

[0094] また、力発生部152a, 152bが形状記憶合金によって構成されるため、電流の付与に対して可動部15a, 15bの変形が大きく生じる。従って、効率良く、可動部15a, 15bを変形させることができる。

[0095] <(5) 変形例>

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良等が可能である。

[0096] ◎例えば、上記一実施形態では、可動部15a, 15bにおいて、ヒータ部154aが、力発生部152aを基準として、突設部151aが存在する方向とは反対方向に位置する領域に設けられるとともに、ヒータ部154bが、力発生部152bを基準として、突設部151bが存在する方向とは反対方向に位置する領域に設けられたが、これに限られない。例えば、ヒータ部154aが、突設部151aと力発生部152aとの間の領域に設けられ

ても良いし、ヒータ部 154b が、突設部 151b と力発生部 152b との間の領域に設けられても良い。

[0097] 但し、ヒータ部 154a を突設部 151a の下面近傍から離せば離す程、可動部 15a が変形する際に、ヒータ部 154a の変形量が大きくなり、ヒータ部 154b を突設部 151b の下面近傍から離せば離す程、可動部 15b が変形する際に、ヒータ部 154b の変形量が大きくなる。このため、各可動部 15a, 15b の変形量を高精度で制御する観点から言えば、上記一実施形態のように、ヒータ部 154a が突設部 151a の下面近傍から極力離隔されるとともに、ヒータ部 154b が突設部 151b の下面近傍から極力離隔される方が好ましい。従って、ヒータ部 154a が突設部 151a の下面に設けられず、ヒータ部 154b が突設部 151b の下面に設けられないことが好ましい。

[0098] ◎また、上記一実施形態では、力発生部 152a, 152b が、形状記憶合金によって構成されたが、これに限られない。例えば、力発生部 152a, 152b が、形状記憶合金の代わりに、ベース層 151 を構成する素材の熱膨張率よりも高い熱膨張率を有する素材によって構成されても良い。詳細には、ベース層 151 がシリコン等の熱膨張率が比較的小さな素材で形成され、力発生部 152a, 152b がアルミニウムやニッケル等の熱膨張率が比較的大きな素材で形成される、いわゆるバイメタル (Bi-metallic strip) が適用されても良い。

[0099] このような構成では、ヒータ部 154a, 154b の発熱に応じた突設部 151a, 151b と力発生部 152a, 152b との間の膨張の違いによって、可動部 15a, 15b が反るような変形を生じて、自由端 FT の変位が発生する。この動作を詳細に言えば、膨張率が比較的大きな素材からなる力発生部 152a, 152b が加熱に応じて膨張することによって力が発生し、この力がベース層 151 等に作用することで、可動部 15a, 15b が反るような変形を生じる。但し、自由端 FT を上方 (+Z 方向) に変位させるためには、上記一実施形態に係る可動部 15a, 15b を構成する複数層

の積層順を逆にする必要がある。なお、このようなバイメタルが適用される構成では、形状記憶合金を使用する場合よりも、安価な素材を用いて力発生部 152a, 152b を形成することができる。このため、アクチュエータ層 15 の製造コストの低減が図られる。

[0100] ◎また、上記一実施形態では、各可動部 15a, 15b が、突設部 151a, 151b、力発生部 152a, 152b、絶縁層 153、およびヒータ部 154a, 154b が重ねられて構成されたが、これに限られない。例えば、突設部 151a, 151b と、力発生部 152a, 152b との間に絶縁層を配置する等、各可動部 15a, 15b が、突設部 151a, 151b、力発生部 152a, 152b、およびヒータ部 154a, 154b を含む複数層が重ねられている構造を有していれば良い。なお、上記一実施形態では、突設部 151a, 151b、力発生部 152a, 152b、およびヒータ部 154a, 154b が、それぞれ層状の形状を有していたが、これに限られない。例えば、各可動部 15a, 15b において、ヒータ部 154a, 154b にある程度の厚みを有する構造が採用され、突設部 151a, 151b、力発生部 152a, 152b、およびヒータ部 154a, 154b を含む複数の部分が重ねられている構造が採用されても良い。

[0101] ◎また、上記一実施形態では、レンズ群 20 の移動を規制する部材として、板状の第 1 および第 2 平行ばね 12, 14 が採用されたが、これに限られない。例えば、つる巻き状のばね等を含む各種弾性部材が採用されても良い。

[0102] ◎また、上記一実施形態では、可動部 15a, 15b によって移動される対象物（移動対象物）が、光学系としてのレンズ群 20 であったが、これに限られない。例えば、撮像素子等のその他の部材を移動対象物としても良い。例えば、被写体からの光を撮像素子に導く光学系にあたるレンズ群 20B を固定し、上記一実施形態においてレンズ群 20 を移動させるための構成と同様な構成によって撮像素子層を Z 方向に移動させても良い。

[0103] 図 29 は、レンズ群 20B を固定して、該レンズ群 20B の光軸 Ax に沿

った方向に撮像素子層 18B を前後に移動させる一態様の概念図を例示する図である。図 29 では、撮像素子層 18B を光軸 Ax に沿って前後に移動させる撮像部 PBB が描かれている。このような構成では、アクチュエータ層の動作に応じて撮像素子層 18B が光軸 Ax に沿って前後に移動されて、レンズ群 20B と撮像素子層 18B との距離が変更されることで、オートフォーカス制御が実現される。このように、可動部 15a, 15b の曲げ変形に応じて撮像素子および光学系のうちの少なくとも一方が移動されれば、オートフォーカス制御が実現される。そして、可動部 15a, 15b における変位の制御が可能であり、且つ設計の自由度が高い構成を有するアクチュエータ層 15 を用いた撮像装置が実現される。

[0104] また、アクチュエータによって移動される対象物（移動対象物）は、光学系や撮像素子等といった撮像装置を構成する要素に限られない。例えば、移動対象物は、光ピックアップレンズの対物レンズ等といったその他のものであっても良い。すなわち、本発明は、アクチュエータと、該アクチュエータの曲げ変形に応じて移動対象物が移動される駆動装置一般に適用することができる。

[0105] ◎なお、上記一実施形態および各種変形例をそれぞれ構成する全部または一部を、適宜、矛盾しない範囲で組み合わせ可能であることは、言うまでもない。

符号の説明

[0106] 15 アクチュエータ層
15a, 15b 可動部
18, 18B 撮像素子層
20, 20B レンズ群
100 携帯電話機
151 ベース層
151a, 151b 突設部
152 アクチュエータ素子層

1 5 2 a, 1 5 2 b 力発生部

1 5 4 ヒータ層

1 5 4 a, 1 5 4 b ヒータ部

1 8 1 撮像素子

3 1 0 合焦制御部

5 0 0 カメラモジュール

6 0 0 電流供給ドライバ

7 0 0 電気抵抗検出部

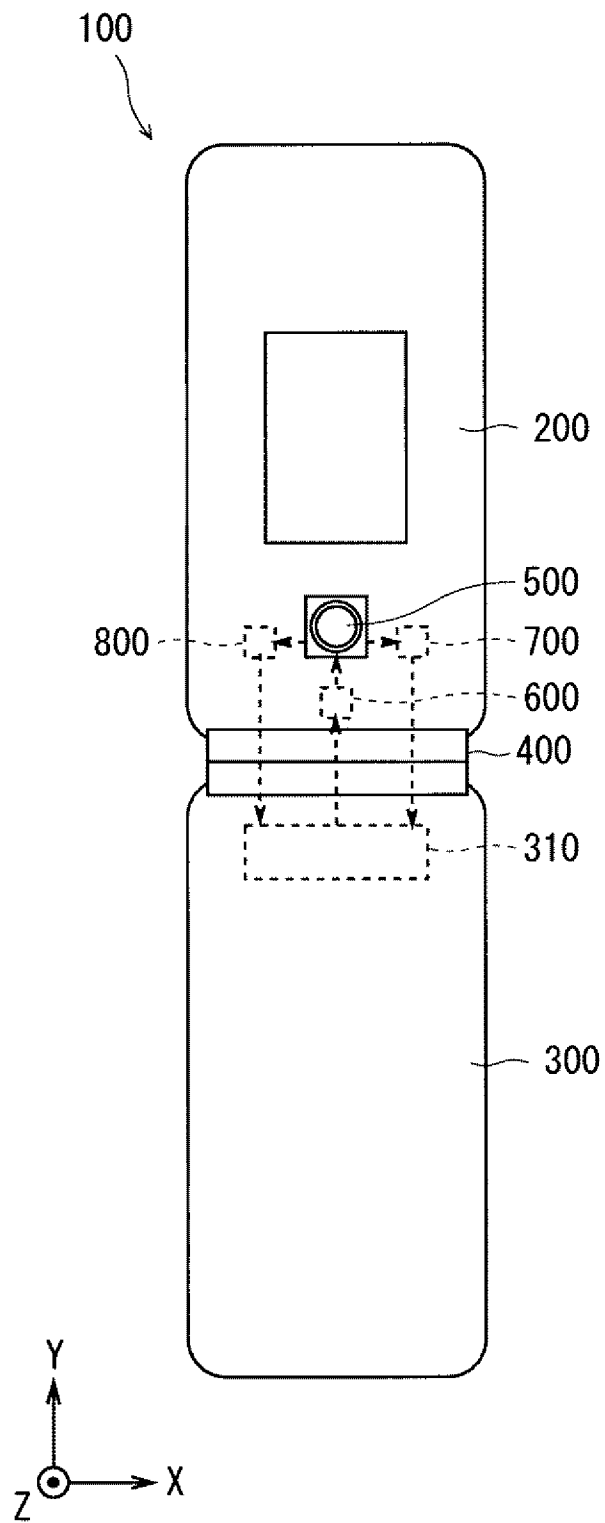
8 0 0 コントラスト検出部

請求の範囲

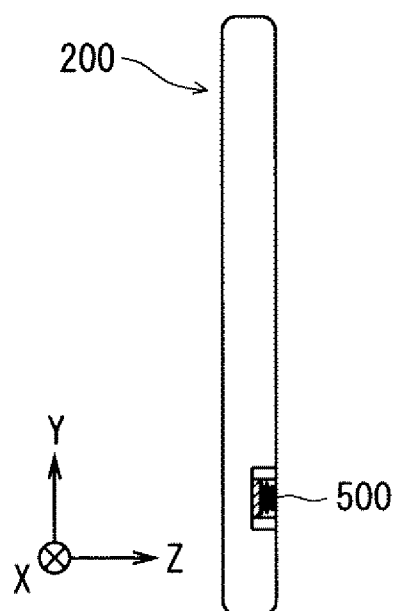
- [請求項1] 発熱に応じて変形する可動部と、
前記可動部の変形量を制御する制御部と、
を備え、
前記可動部が、
ベース部と、加熱に応じて力を発生する力発生部と、電流の供給に応じて発熱する発熱部とを含む複数の部分が重ねられている構造を有しており、
前記制御部が、
前記発熱部の電気抵抗に基づいて、前記発熱部に供給する電流を制御することで、前記可動部の変形量を制御することを特徴とするアクチュエータ。
- [請求項2] 請求項1に記載のアクチュエータであって、
前記発熱部が、
前記ベース部と前記力発生部との間の第1領域、および前記力発生部を基準として前記ベース部が存在する方向とは反対方向に位置する第2領域のうちの少なくとも一方の領域に設けられることを特徴とするアクチュエータ。
- [請求項3] 請求項1に記載のアクチュエータであって、
前記力発生部が、
形状記憶合金を含むことを特徴とするアクチュエータ。
- [請求項4] 請求項1に記載のアクチュエータであって、
前記力発生部が、前記ベース部の熱膨張率よりも高い熱膨張率を有することを特徴とするアクチュエータ。
- [請求項5] 請求項1に記載のアクチュエータと、
前記可動部の変形によって移動される移動対象物と、
を備えることを特徴とする駆動装置。
- [請求項6] 請求項1に記載のアクチュエータと、

撮像素子と、
被写体からの光を前記撮像素子まで導く光学系と、
を備え、
前記撮像素子および前記光学系のうちの少なくとも一方が、前記可動部の変形によって移動されることを特徴とする撮像装置。

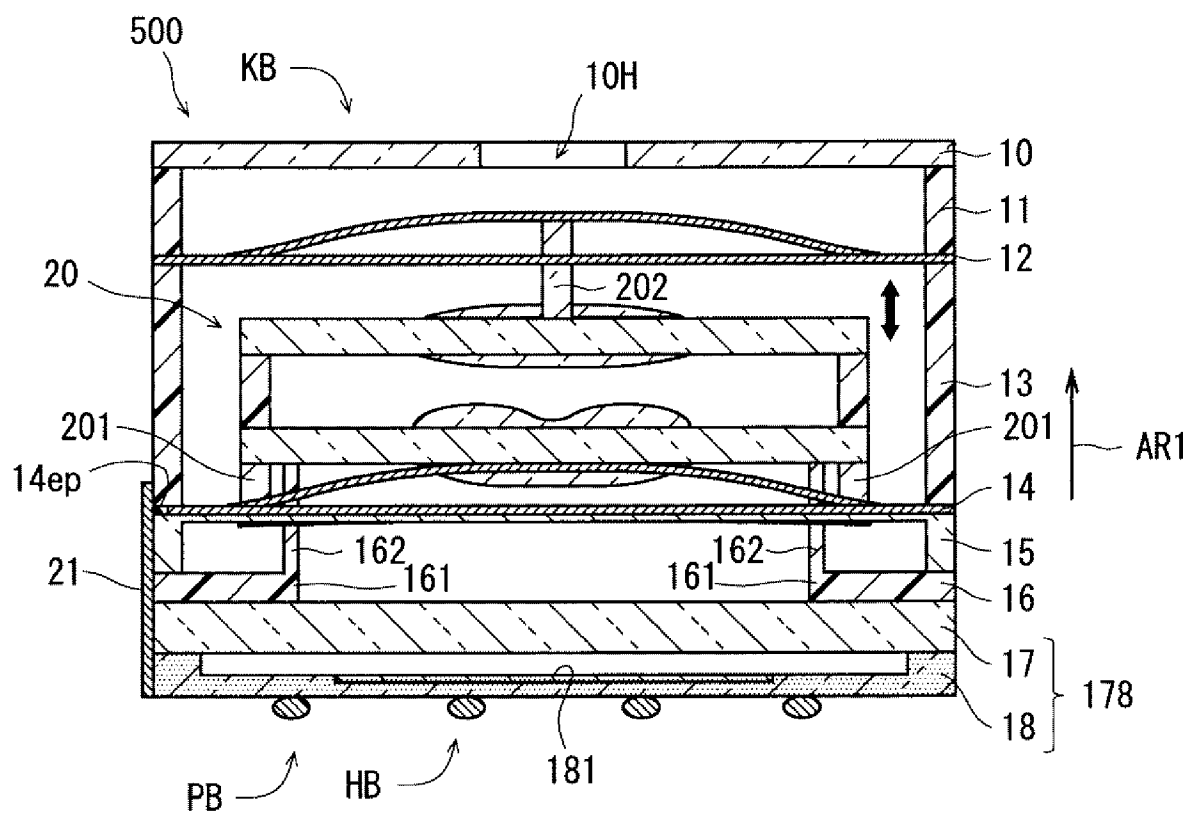
[図1]



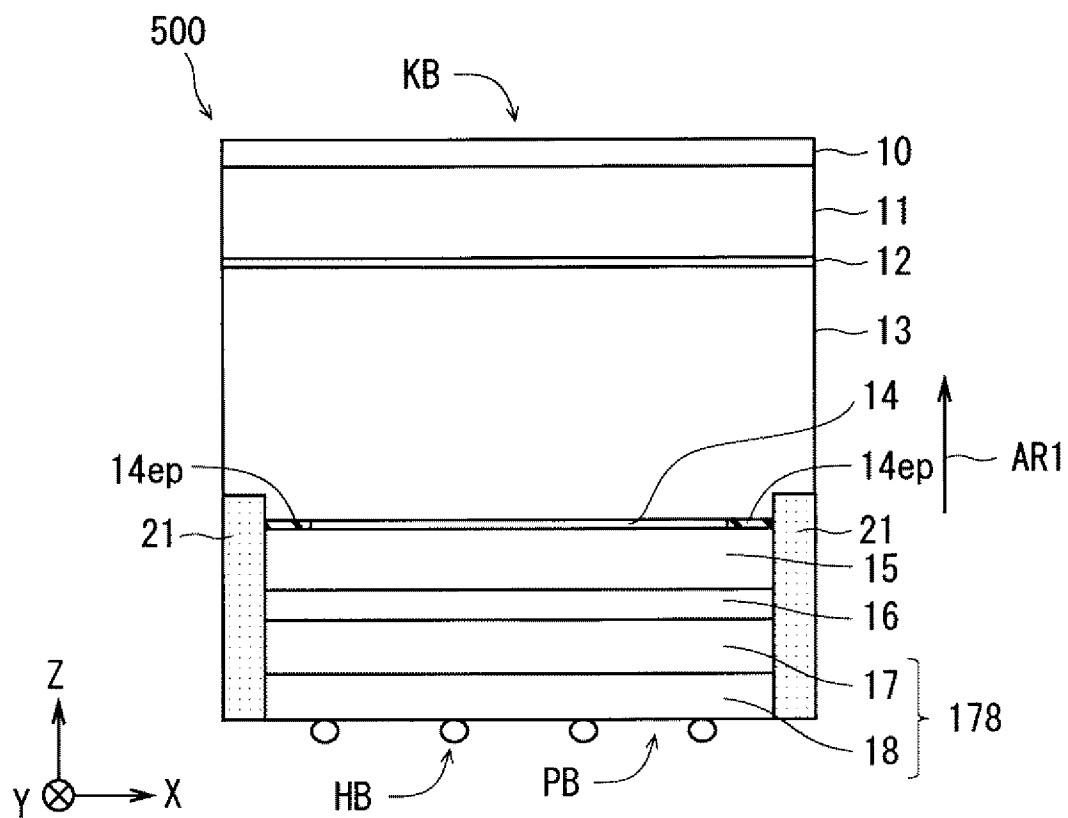
[図2]



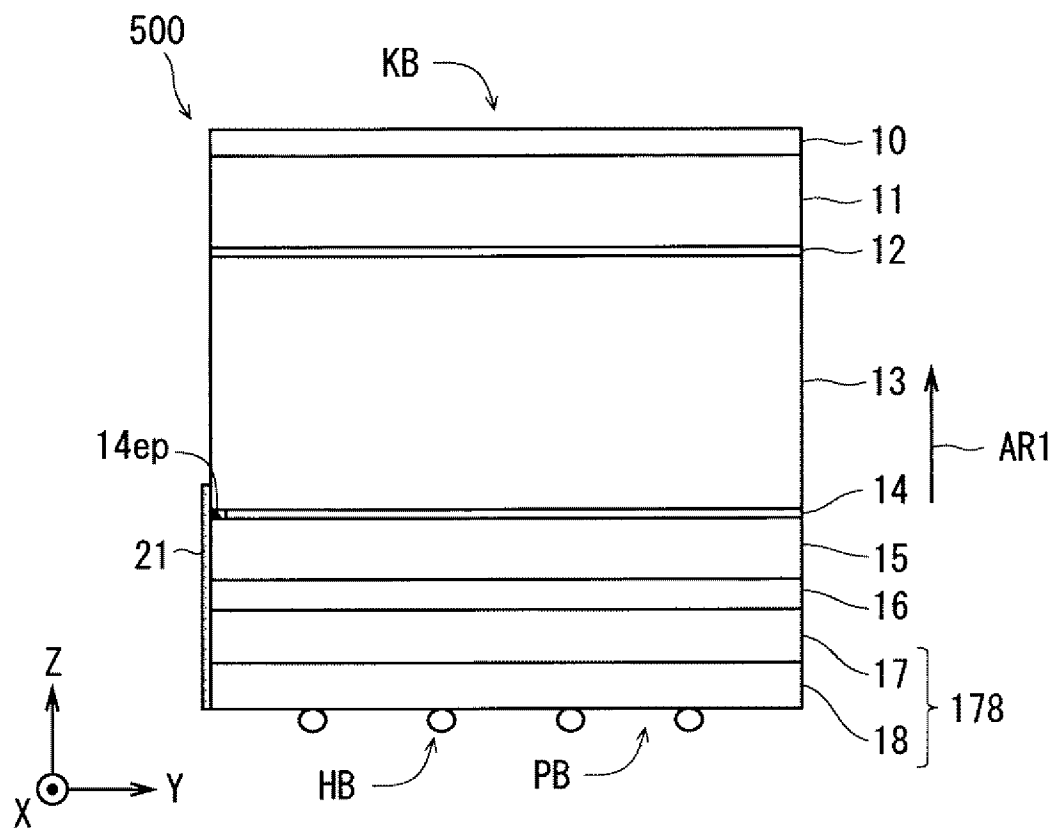
[図3]



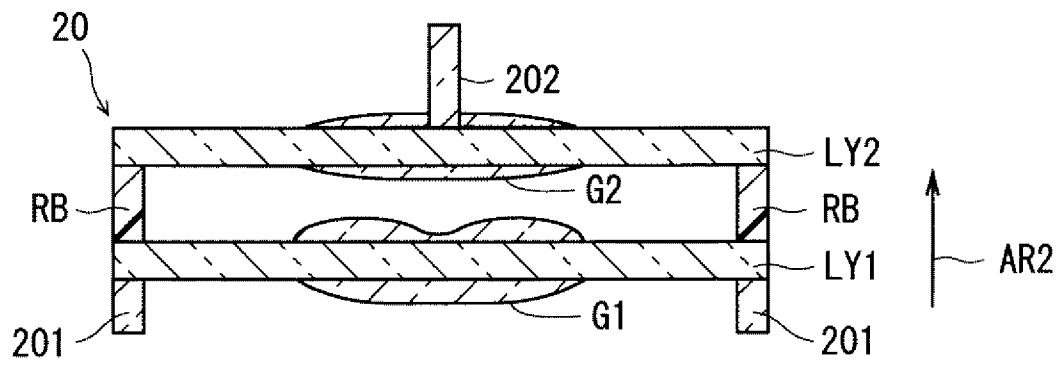
[図4]



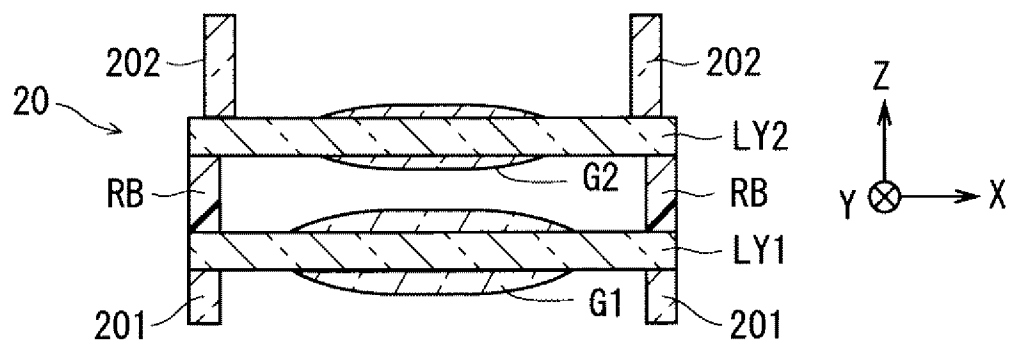
[図5]



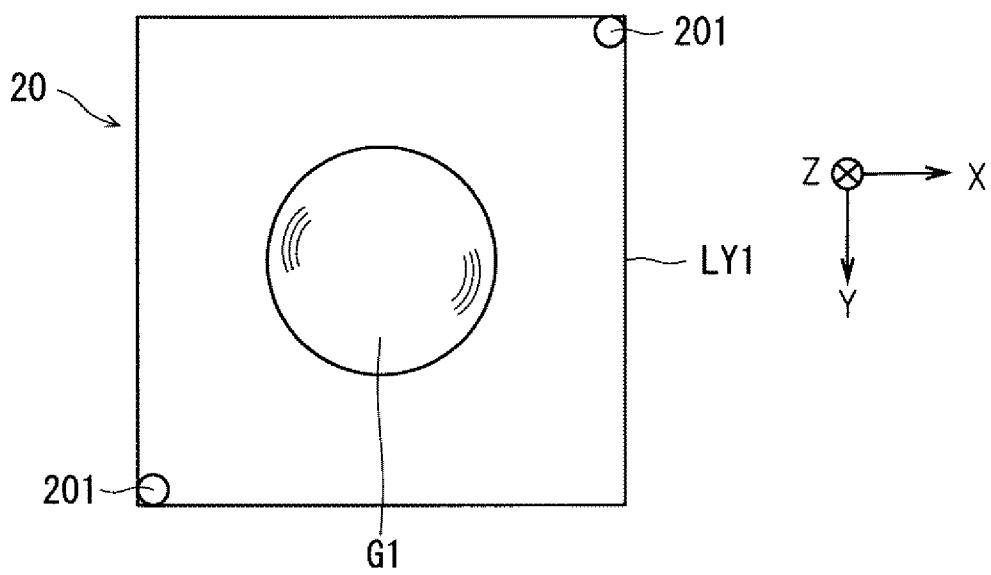
[図6]



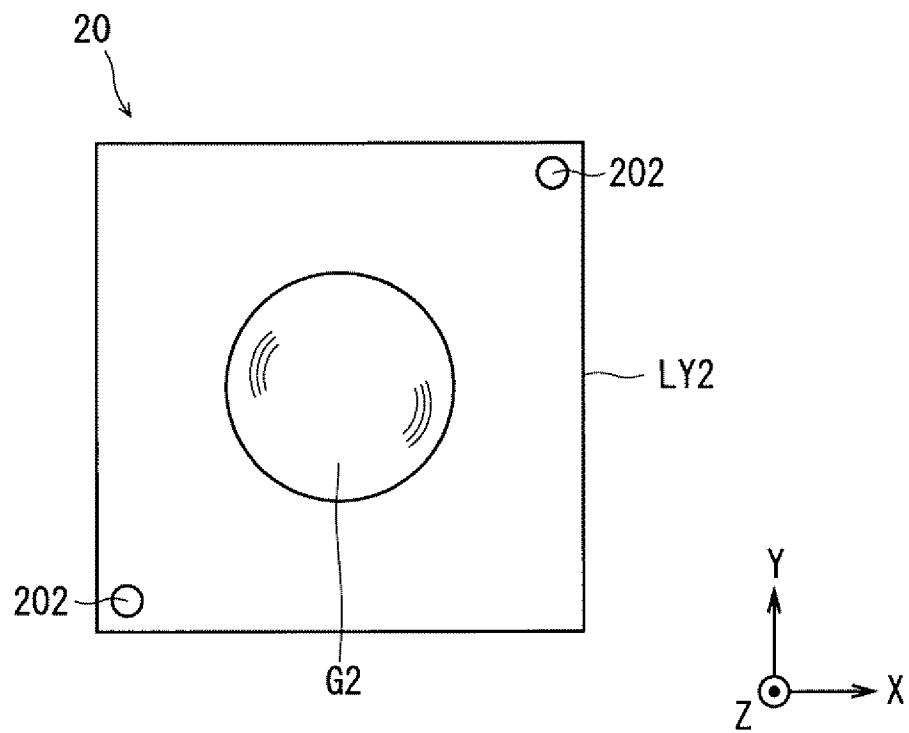
[図7]



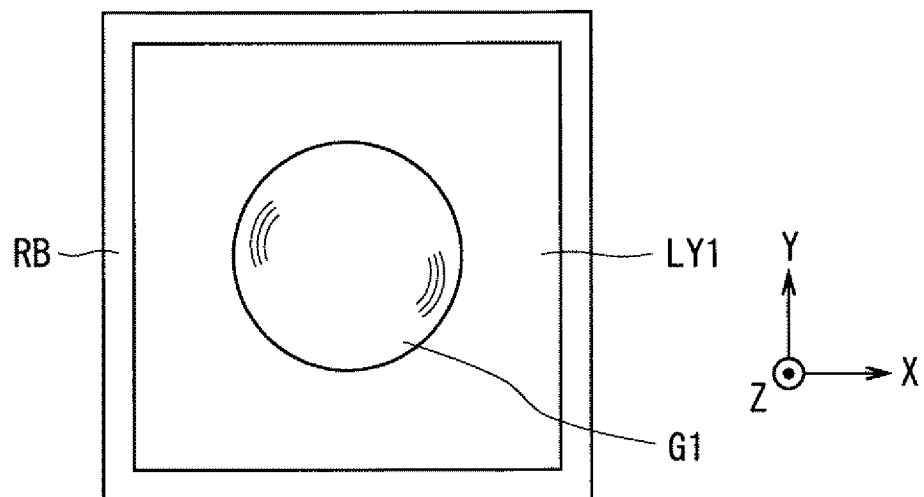
[図8]



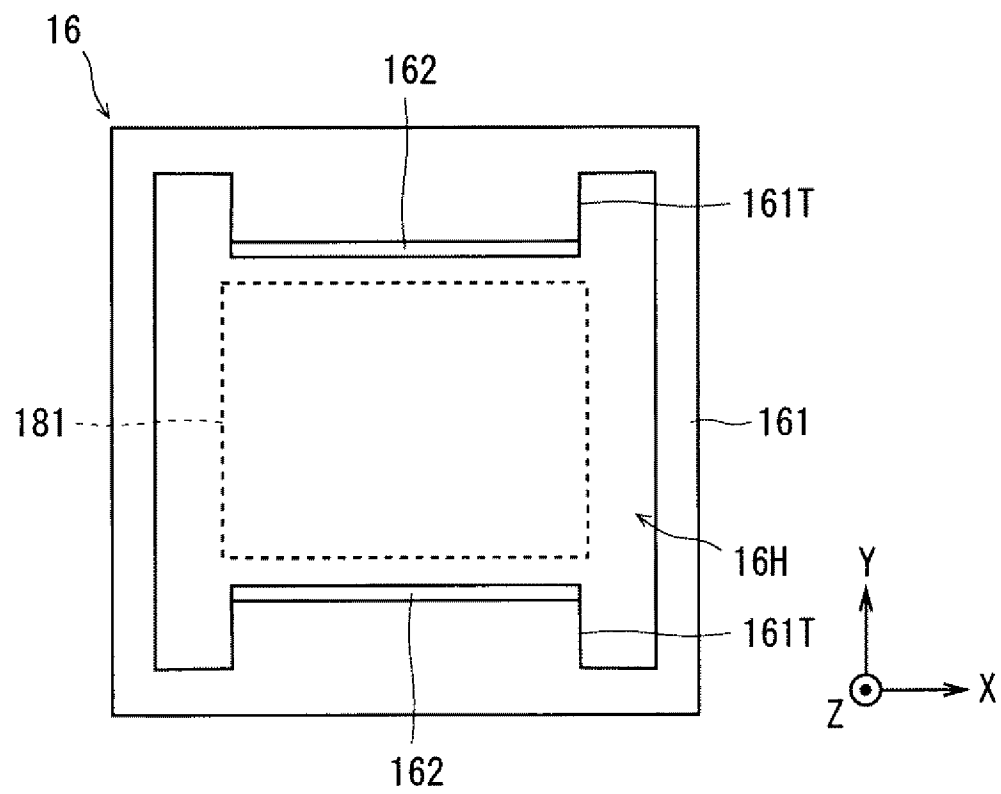
[図9]



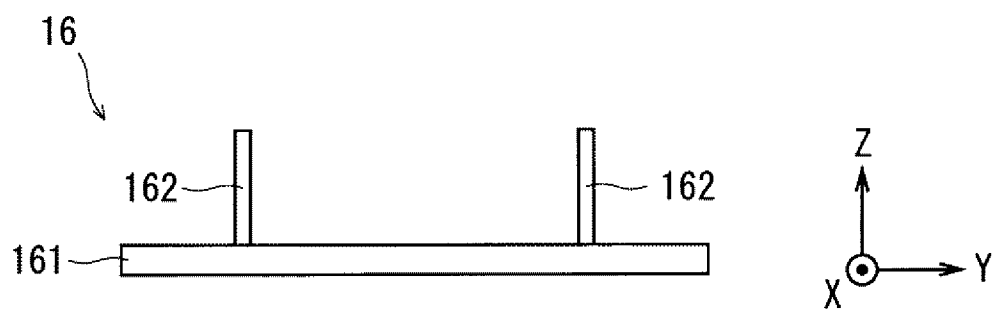
[図10]



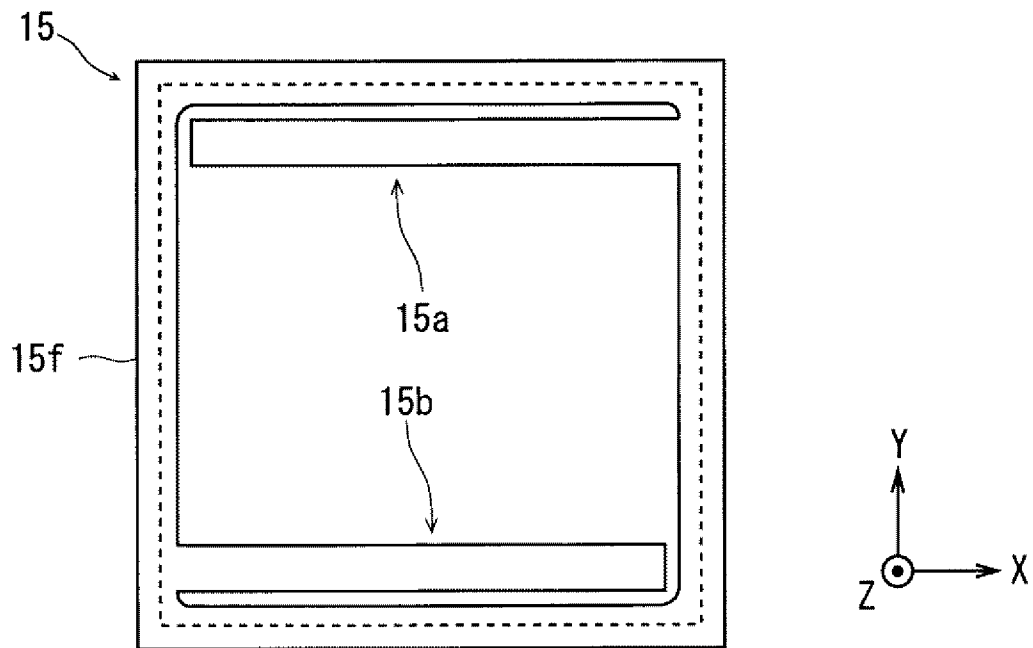
[図11]



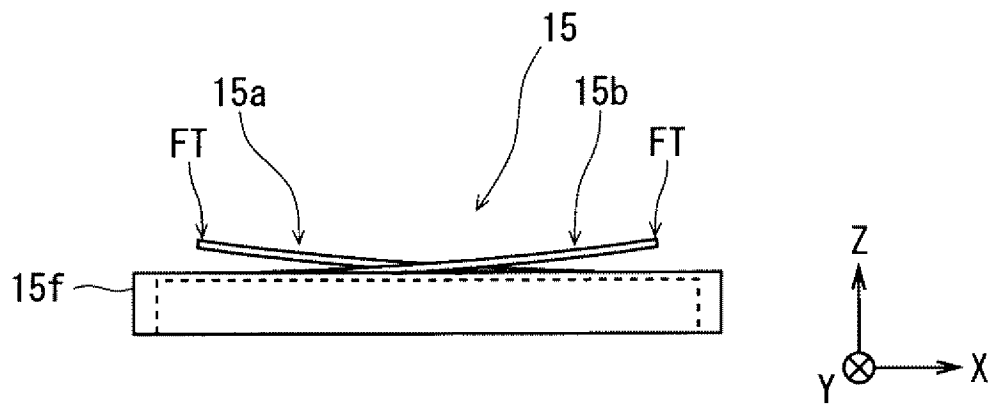
[図12]



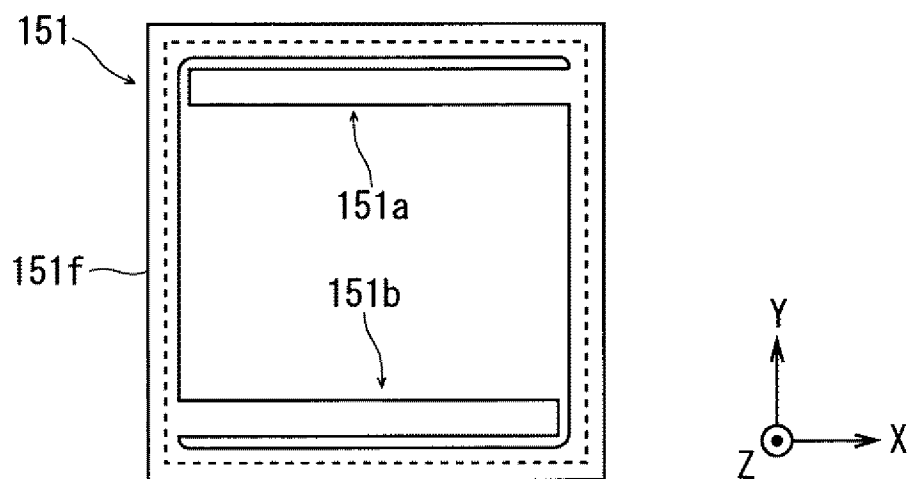
[図13]



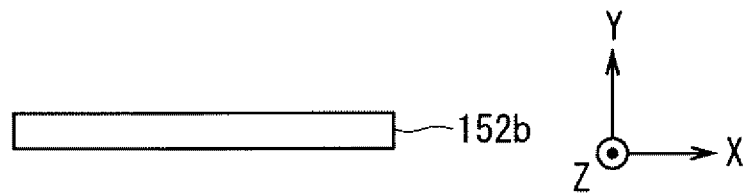
[図14]



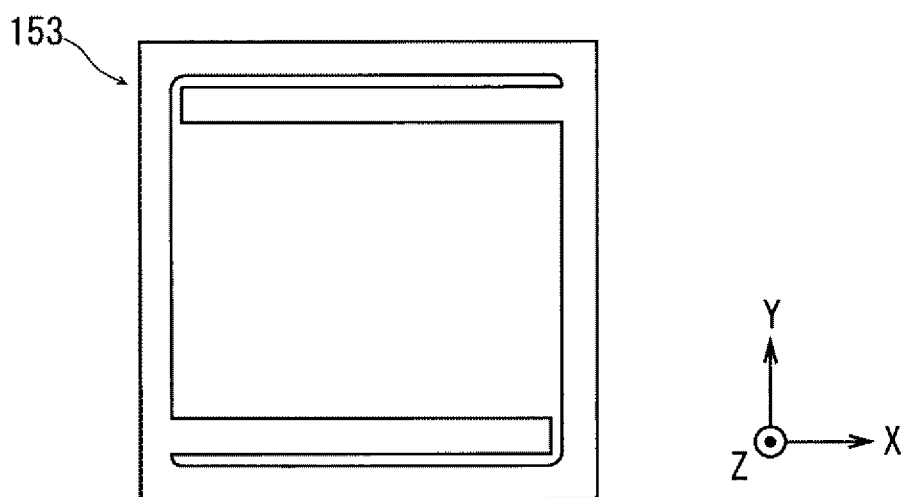
[図15]



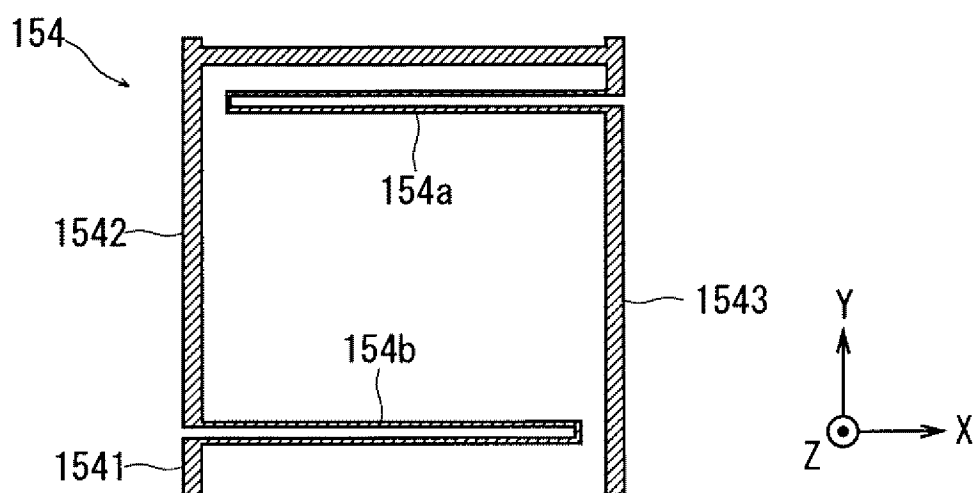
[図16]



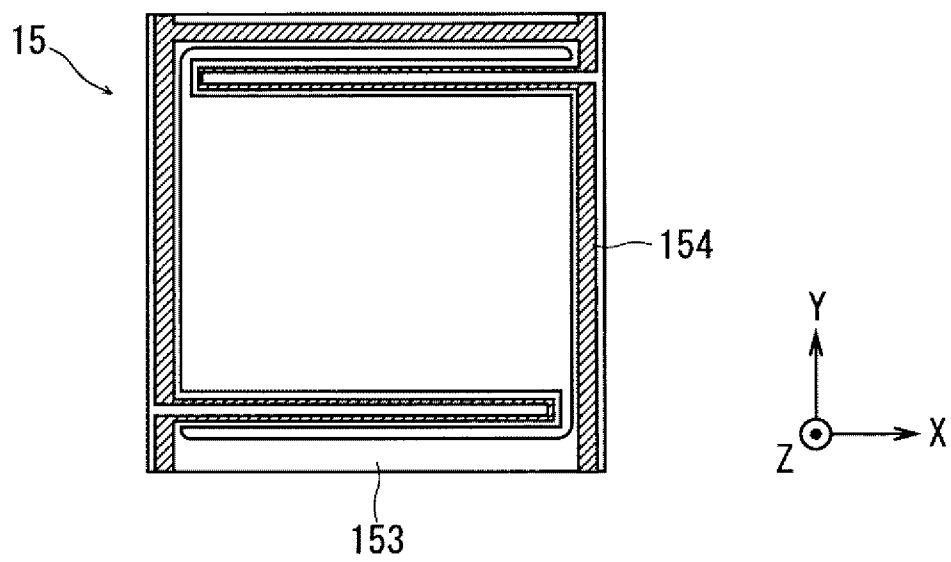
[図17]



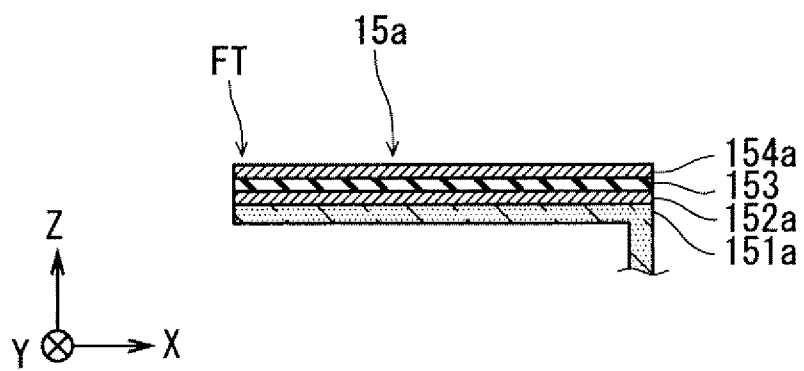
[図18]



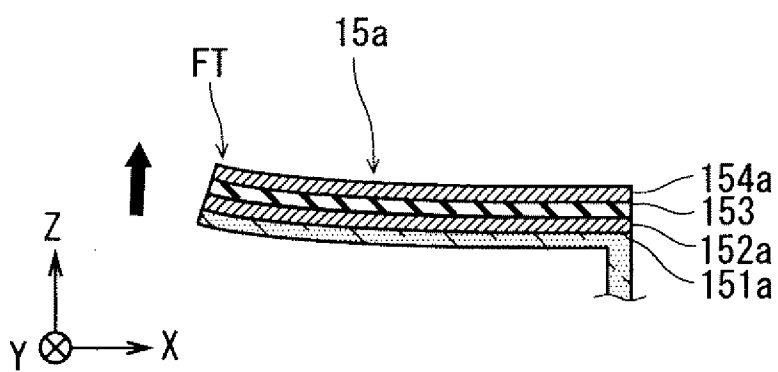
[図19]



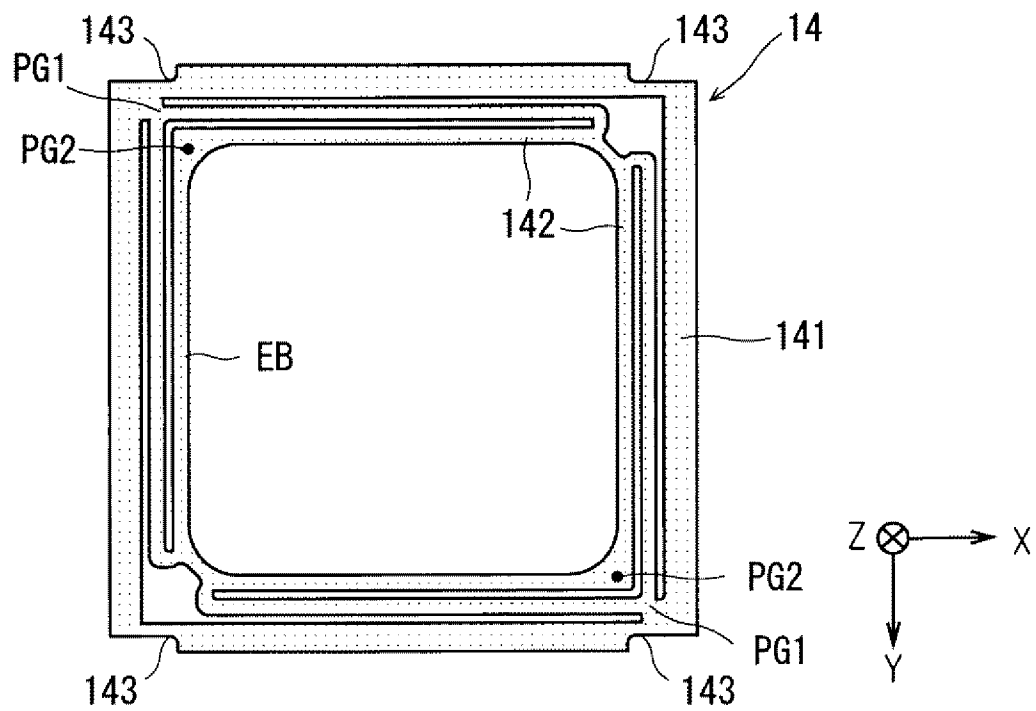
[図20]



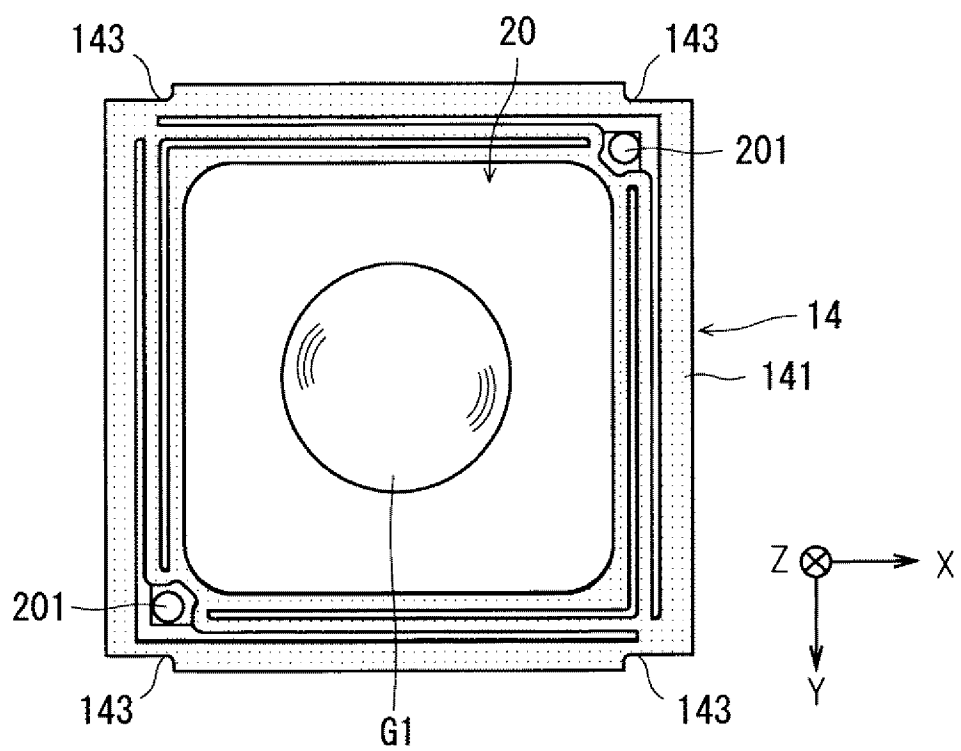
[図21]



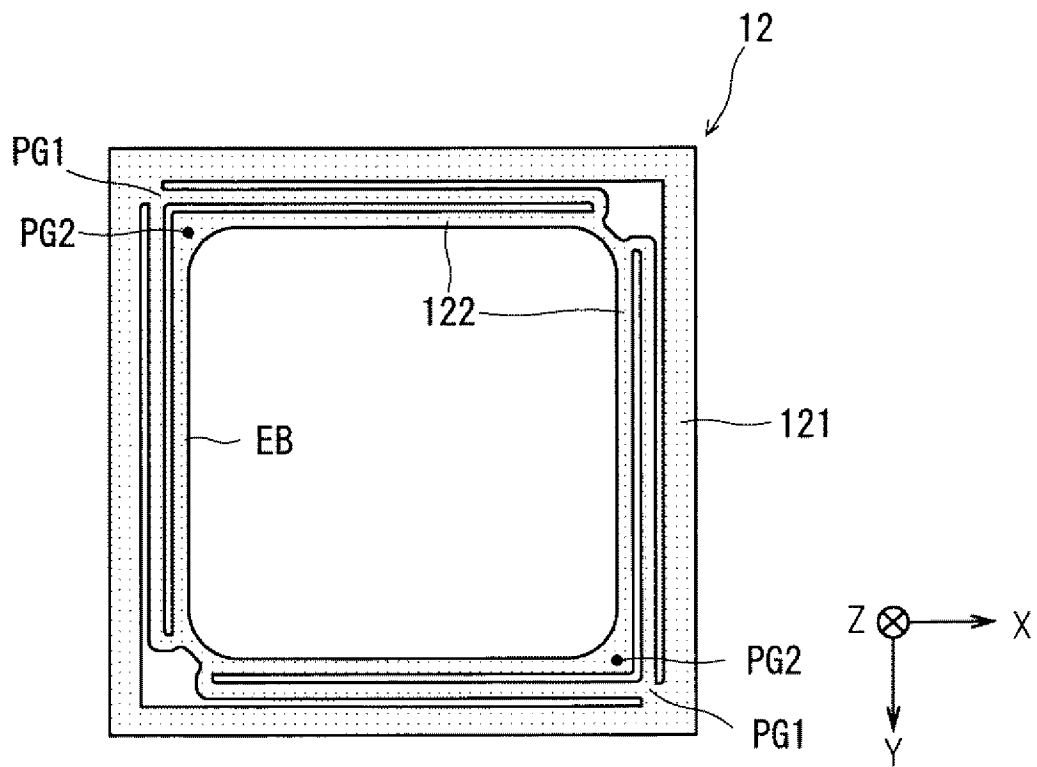
[図22]



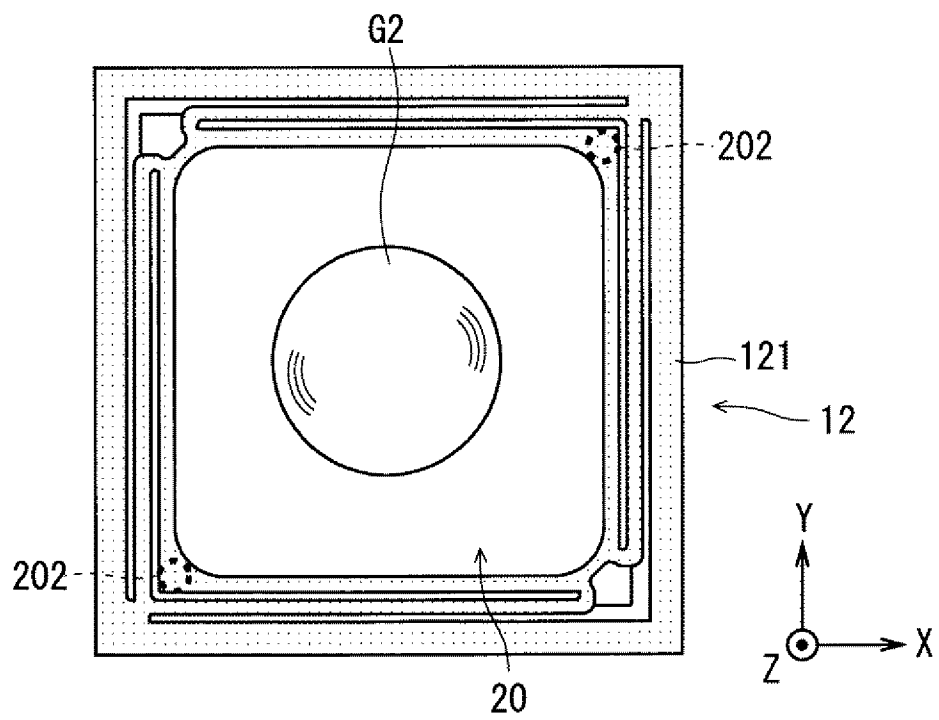
[図23]



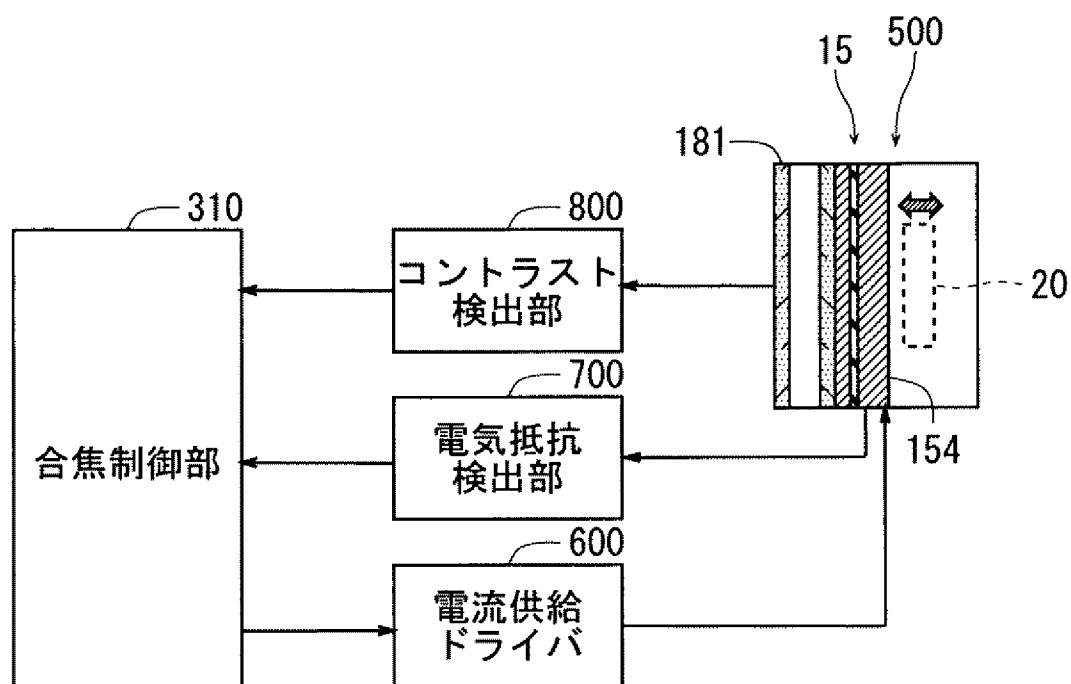
[図24]



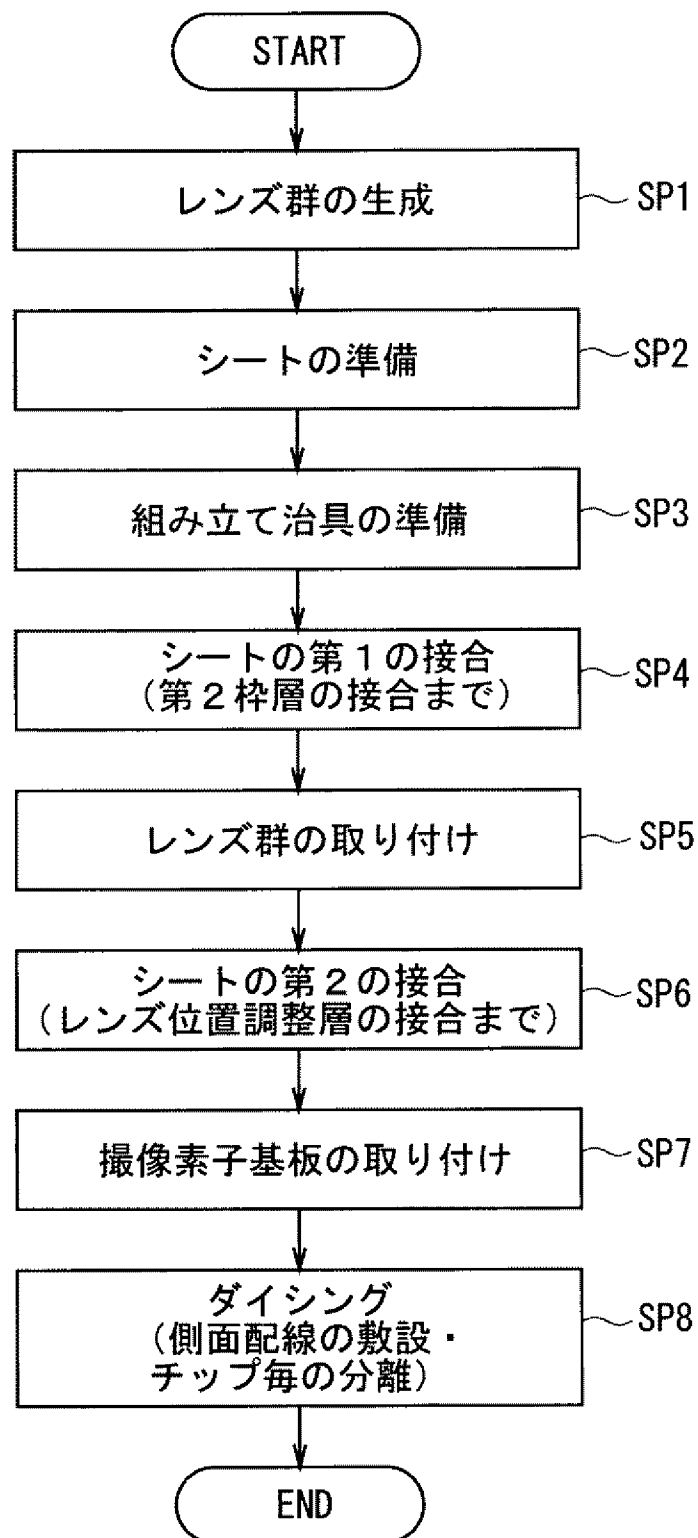
[図25]



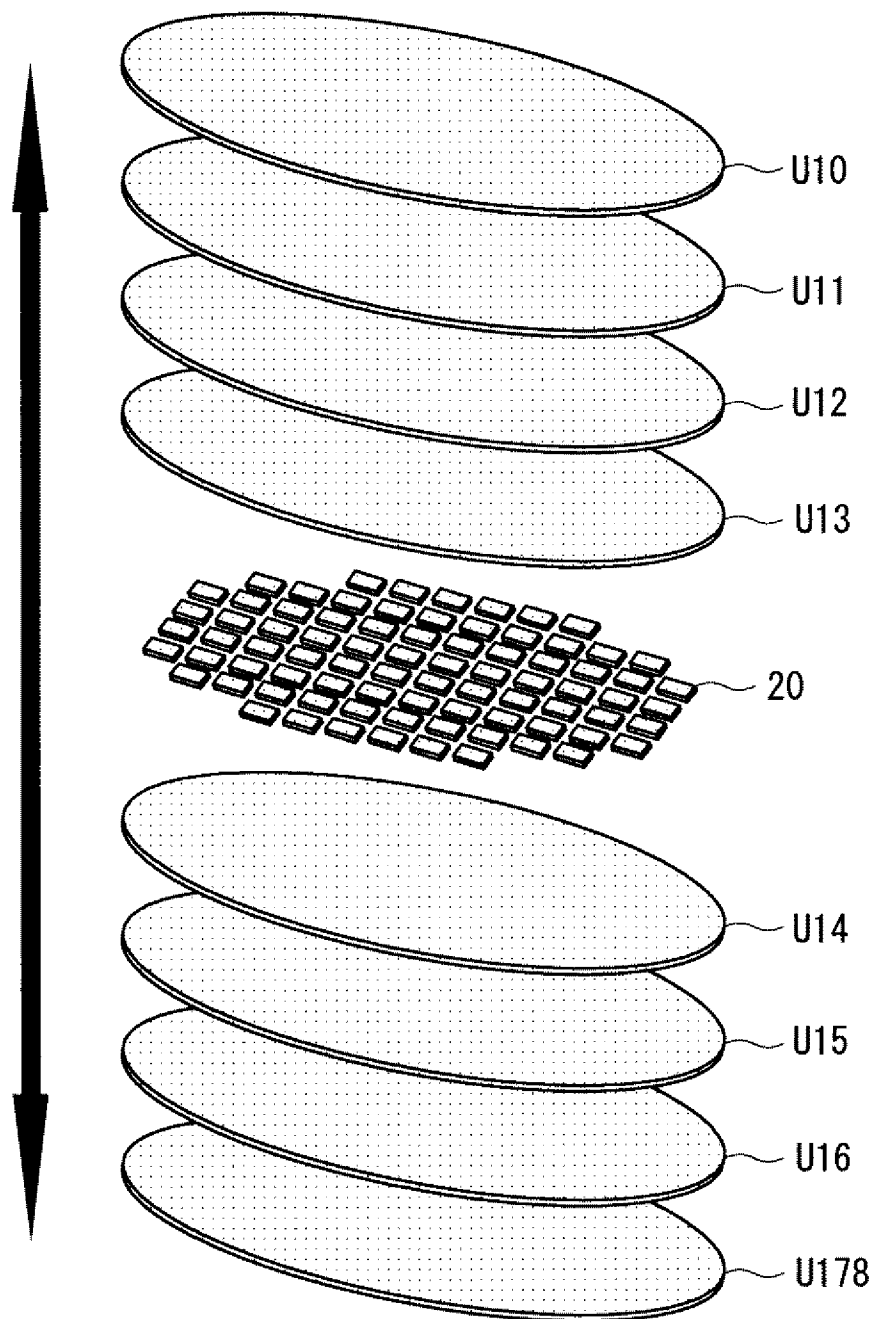
[図26]



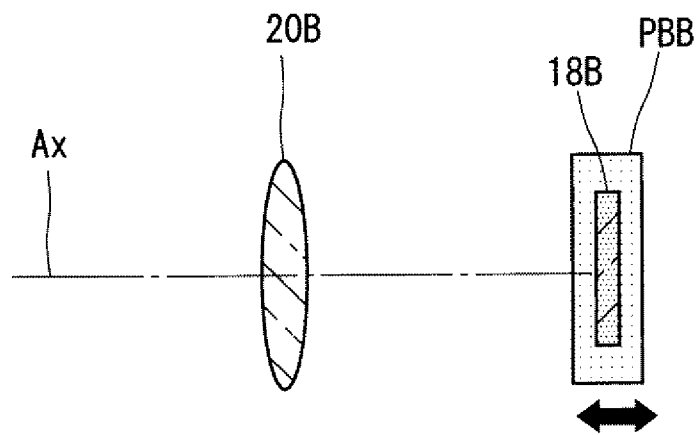
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054434

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03G7/06(2006.01) i, G02B7/04(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)

F03G7/06, G02B7/04

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 60-195386 A (NEC Corp.), 03 October 1985 (03.10.1985), page 2, lower left column, line 1 to page 3, upper right column, line 18; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5 6
Y	JP 2009-13891 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 22 January 2009 (22.01.2009), paragraphs [0024] to [0025], [0032] to [0033]; fig. 3, 6 & EP 2012008 A2 & US 2009/0009656 A1	6

☐ 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
04 June, 2010 (04.06.10)

Date of mailing of the international search report
15 June, 2010 (15.06.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F03G7/06(2006.01)i, G02B7/04(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. F03G7/06, G02B7/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 60-195386 A（日本電気株式会社）1985. 10. 03, 第 2 頁左下欄第 1 行－第 3 頁右上欄第 1 8 行, 第 1－3 図 （ファミリーなし）	1－5 6
Y	JP 2009-13891 A（コニカミノルカオプト株式会社）2009. 01. 22, 段落番号 0 0 2 4－0 0 2 5, 0 0 3 2－0 0 3 3, 第 3, 6 図 & EP 2012008 A2 & US 2009/0009656 A1	6

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 6 . 2 0 1 0

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）

井上 茂夫

3 T

8 9 2 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5