世界知的所有権機関
国 際 事 務 局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 H02N 2/00	A1	(11) 国際公開番号 WO96/14687
		(43) 国際公開日 1996年5月17日(17.05.96)

(21) 国際出願番号 PCT/JP95/02267
(22) 国際出願日 1995年11月7日(07.11.95)

(30) 優先権データ
特願平6/272048 1994年11月7日(07.11.94) JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
松下電器産業株式会社
(MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)[JP/JP]
〒571 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
三木勝政(MIKI, Katsumasa)[JP/JP]
〒572 大阪府寝屋川市成田町6丁目6 成田荘B303 Osaka, (JP)
野村幸治(NOMURA, Koji)[JP/JP]
〒575 大阪府四條畷市田原台2丁目37番8号 Osaka, (JP)
増谷 武(MASUTANI, Takeshi)[JP/JP]
〒570 大阪府守口市京阪本通1丁目10番2号-201 Osaka, (JP)
(74) 代理人
弁理士 滝本智之, 外(TAKIMOTO, Tomoyuki et al.)
〒571 大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社内 Osaka, (JP)

(81) 指定国
CN, JP, KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

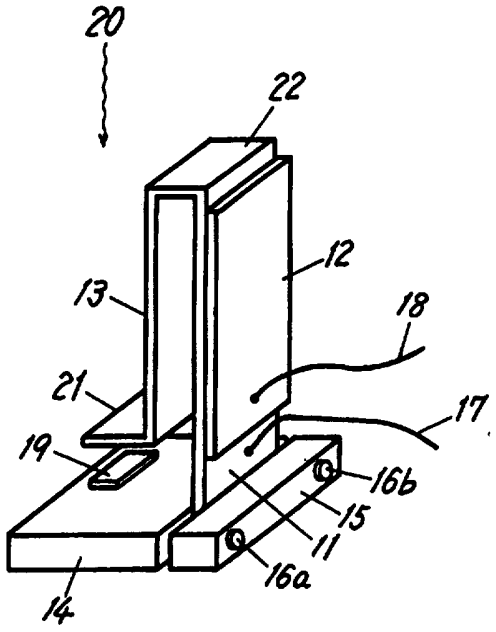
添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : PIEZOELECTRIC ACTUATOR AND PYROELECTRIC INFRARED-RAY SENSOR USING THE SAME

(54) 発明の名称 圧電アクチュエータおよびそれを用いた焦電型赤外線センサ

(57) Abstract

A piezoelectric actuator and a small chopper of an infrared sensor are stably driven maintaining improved reliability. For this purpose, a piezoelectric member (12) is bonded to a shim (11) to constitute a unimorphous actuator. The shim (11) is connected to a displacement amplifying unit (13) in a U-shape, so that the unimorphous actuator and the displacement amplifying unit (13) may oscillate to cause resonance at frequencies close to each other, thereby to drive the device at a frequency between these two resonance frequencies. This makes it possible to obtain a stable displacement amplification effect at the tip of the displacement amplifying unit (13) and to realize a pyroelectric infrared sensor in a small size maintaining high precision.



(57) 要約

本発明は、圧電アクチュエータの安定駆動と、赤外線センサの小型チョッパの駆動の安定化、信頼性の向上を図ることを目的とするものである。

この目的を達成するため、シム１１に圧電体１２を接着してユニモルフ型アクチュエータを構成し、またシム１１と変位拡大部１３をU字形につなげ、ユニモルフ型アクチュエータと変位拡大部１３のそれぞれの振動に起因する共振周波数をそれぞれ近接させ、両者の共振周波数の間において駆動を行う。これにより、変位拡大部１３先端において安定な変位拡大効果が得られ、焦電型赤外線センサの小型化、高精度化が図れる。

情報としての用途のみ

ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DK	デンマーク	LK	スリランカ	PT	ポルトガル
AM	アルメニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RO	ルーマニア
AT	オーストリア	ES	スペイン	LS	レソト	RU	ロシア連邦
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	イギリス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BF	ブルギナ・ファソ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SN	セネガル
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	TD	チャード
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CA	カナダ	IT	イタリー	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	MW	マラウイ	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴー	KE	ケニア	MX	メキシコ	TR	トルコ
CH	スイス	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	UG	ウガンダ
CN	中国	KZ	カザフスタン	NZ	ニュー・ジーランド	US	米国
CZ	チェッコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド	UZ	ウズベキスタン共和国
DE	ドイツ					VN	ヴィエトナム

明　　細　　書

発明の名称

圧電アクチュエータおよびそれを用いた焦電型赤外線センサ

技術分野

本発明は、物体から放出される赤外線を非接触で検知する焦電型赤外線センサおよび同焦電型赤外線のチョッパとして用いられる振動機構である圧電アクチュエータに関する。

背景技術

近年、焦電型赤外線センサは、電子レンジにおける調理物の温度測定や、エアコンにおける人体の位置検出などの幅広い分野で利用され、今後ますます需要が大きくなると思われる。焦電型赤外線センサは、$LiTaO_3$単結晶等の焦電体による焦電効果を利用したものである。焦電体は自発分極を有しており常に表面電荷が発生するが、大気中における定常状態では大気中の電荷と結びついて電気的に中性を保っている。この焦電体に赤外線が入射すると焦電体の温度が変化し、これにともない表面の電荷状態も中性状態が壊れて変化する。この表面に発生する電荷を検知し、赤外線入射量を測定するのが、焦電型赤外線センサである。物体はその温度に応じた赤外線を放射しており、このセンサを用いることにより物体の位置や温度を検出できる。焦電効果は赤外線の入射量の変化に起因するものであり、焦電型赤外線センサとして物体の温度を検出する場合、赤外線入射量を変化させる必要がある。この手段として用いられる手段をチョッパといい、入射する赤外線を強制的に断続し検出物体の温度を検出する。従来のチョッパとしては、電磁モー

タや圧電アクチュエータ等が用いられていた。

第１３図は弾性体平板に圧電体を接着した圧電アクチュエータをチョッパとして用いた焦電型赤外線センサの従来例の斜視図である。一般的に金属等の弾性体平板に圧電体を接着して貼り合わせ素子を構成して片端を固定し、圧電体による歪を利用して全体を屈曲運動を発生させるアクチュエータは、一般には弾性体平板の両面に圧電体を接着したものはバイモルフ型、片面にのみ接着したものはユニモルフ型と呼ばれており、また弾性体平板はシムと呼ばれており、以下各部材をそのように呼ぶ。

第１３図はバイモルフ型素子を焦電型赤外線センサ用チョッパとして用いたものであり、２０１はシム、２０２ａ，２０２ｂは圧電体、２０３は遮蔽板、２０４は台座、２０５は固定具、２０６はシム用配線、２０７ａ，２０７ｂは圧電体用配線、２０８は赤外線検出部、２０９はスリット、２１０は赤外線である。弾性を有する金属製シム２０１の両面には圧電体２０２ａ，２０２ｂがそれぞれ接着され、三者が一体となりバイモルフ型素子が構成されている。圧電体２０２ａ，２０２ｂは表面に電極が印刷され、また接着面に対し垂直方向に分極処理が施されており、圧電体２０２ａ，２０２ｂそれぞれの分極の方向は、シムから取り出された配線２０６と圧電体から取り出された配線２０７ａ，２０７ｂによりシム２０１と圧電体２０２ａ，２０２ｂそれぞれの間に加えられる電界の向きにより設定されるが、圧電体２０２ａ，２０２ｂが常に互いに逆の方向に歪を発生するように決められる。すなわち、圧電体２０２ａ，

２０２ｂの片方が分極方向に伸びる方向で歪むとき、もう一方は分極方向に縮むように印加電界の方向と分極方向は決められる。バイモルフ型素子は台座２０４と固定具２０５とによりシム２０１の一部分と圧電体２０２ａ，２０２ｂの一部分が同時に挟み込まれることにより固定保持されている。シム２０１の圧電体２０２ａ，２０２ｂが接着されていない部分にはシム用配線２０６が取り付けられ、また圧電体２０２ａ，２０２ｂ表面には圧電体用配線２０７ａ，２０７ｂが取り付けられている。バイモルフ型素子の自由端の先端部分には遮蔽板２０３が取り付けられ、遮蔽板２０３にはスリット２０９が設けられている。遮蔽板２０３の近傍には赤外線検出部２０８が遮蔽板２０３及び、バイモルフ型素子に接触しないように配置される。シム用配線２０６及び圧電体用配線２０７ａ，２０７ｂによりシム２０１と圧電体２０２ａ，２０２ｂの間にそれぞれ電界が印加されると、バイモルフ型素子は片端固定の屈曲運動を発生し、先端に取り付けられた遮蔽板２０３及びスリット２０９は電界の印加方向の変化に応じて往復運動（振動）を行う。このスリット２０９の往復運動により赤外線検出部２０８に入射する赤外線２１０を断続する。

しかしながら、上記の構成のバイモルフ型チョッパは、赤外線を断続するのに十分な移動距離を得るために、固定部から先端の移動部までの寸法を大きくする必要があり、また非常に高い駆動電圧が必要である。

そこで、従来の改善方法として、バイモルフ型素子あるいはユニモルフ型素子の先端移動部分に荷重負荷を設けて共振周波

数を低下させ、固定をシム部分のみで行うことにより圧電体が脆性破壊することを防止し、更に必要に応じて固定部近傍のシムに切り欠きを設けるなどの手段により共振周波数をより低下させることで、低電圧駆動で大きな変位を得るような改善が従来においてもなされていた。以下に上記の特徴を持つチョッパの構造の一例を示す。

第１４図は従来の改善例における、焦電型赤外線センサ用チョッパとしてのユニモルフ型素子を、シム部分の固定場所の幅が細くなるように成形した場合の一例を示す斜視図である。第１４図において、２１１ａ，２１１ｂはシム、２１２ａ，２１２ｂは圧電体、２１３ａ，２１３ｂは重り、２１４はセンサ台座、２１５ａ，２１５ｂはユニモルフ型素子固定具、２１６ａ，２１６ｂはシム用配線、２１７ａ，２１７ｂは圧電体用配線、２１８は赤外線検出部、２１９ａ，２１９ｂはユニモルフ型素子固定ネジ、２２０は赤外線である。

また第１５図はこの改善例に使用するシム２１１ａ，２１１ｂの詳細を示す斜視図であり、２２１は遮蔽部、２２２は圧電体接着部、２２３は切り欠き部、２２４は位置決め部、２２５ａ，２２５ｂは固定用穴である。遮蔽部２２１と圧電体接着部２２２は折曲げによって直角をなし、圧電体接着部２２２から位置決め部２２４にいたる間に幅が圧電体接着部２２２よりも小さくなるように成形された切り欠き部２２３を設け、位置決め部２２４の両端には固定用穴２２５ａ，２２５ｂが設けられている。

シム２１１ａ，２１１ｂは第１５図に示すように幅が細い切

り欠き部２２３が設けられ、切り欠き部２２３の下方において第１４図が示すようにセンサ台座２１４とユニモルフ型素子固定具２１５ａ，２１５ｂによって挟まれ、更にユニモルフ型素子固定ネジ２１９ａ，２１９ｂ等をそれぞれシムの固定用穴２２５ａ，２２５ｂに挿入して位置決め及び片端固定され、互いに平行に向かい合うように、かつ、段違いに配置されている。またシムのもう一方のシムと向かい合う面すなわち圧電体接着部２２２には圧電体２１２ａ，２１２ｂが、センサ台座２１４やユニモルフ型素子固定具２１５ａ，２１５ｂ及びシム２１１ａ，２１１ｂ先端の遮蔽部等に接触しない位置で接着されてユニモルフ型圧電アクチュエータを構成している。赤外線検出部２１８はセンサ台座２１４上にてユニモルフ型素子の自由端近傍にて配され、赤外線２２０の入射あるいは遮断をうける。赤外線２２０を断続する遮蔽部はシム２１１ａ，２１１ｂの固定する側とは反対側の端部を折曲げて構成され、この部分の平面部分に重り２１３ａ，２１３ｂがそれぞれ接着されている。シム２１１ａ，２１１ｂの可動部以外の一箇所すなわち位置決め部２２４の一箇所にはシム用配線２１６ａ，２１６ｂが取り付けられ、圧電体２１２ａ，２１２ｂには圧電体用配線２１７ａ，２１７ｂがそれぞれユニモルフ型素子の固定部に近い位置で取り付けられている。シム用配線２１６ａ，２１６ｂ及び圧電体用配線２１７ａ，２１７ｂによりシム２１１ａと圧電体２１２ａ、シム２１１ｂと圧電体２１２ｂの間に電界を加えるとユニモルフ型素子は曲げを起こし、先端の遮蔽部が移動する。２つのユニモルフ型素子を同一周波数にて反対方向に振

動させ、赤外線２２０を断続的に遮断する。こうすると赤外線の入射路を開閉することになるので、先の従来例のようにスリットを平行移動させるよりも振動幅を小さくすることができる。

圧電体とユニモルフ型素子の固定部の間のシム部に切り欠き部を設けることで、同一寸法で切り欠き部を設けないユニモルフ型素子に比べてより共振周波数を低下させることができるので、切り欠き部を設けないものに比べてチョッパの小型化と低周波数駆動時の変位量の増大が図れる。

しかしながら、上記従来の改善例による切り欠き部と、先端部に重りをもった構成のバイモルフ型あるいはユニモルフ型圧電アクチュエータは、一般的に共振周波数近傍での駆動であるので、駆動時の共振周波数が固体間でばらついた場合には大きな変位量の差が発生し、一定に保つためには微細な調整や、高精度が要求される部品加工や組立が必要であった。また経時的に共振周波数が変化した場合、変位の量が著しく変化してしまう。このような課題は従来例のチョッパに限らず、共振を利用した場合全てに等しい課題である。

以上の点に鑑み、より変位が安定し、微細な調整が不要な共振を利用した圧電アクチュエータおよびそれを用いた焦電型赤外線センサを提供することを目的とする。

発明の開示

この課題を解決するために本発明の圧電アクチュエータは、圧電体と弾性部材の貼り合わせをした圧電体接着部に変位を拡大するための部材を先端部分に取り付け、さらに変位拡大のた

めの部材（変位拡大部）は圧電体を貼り合わせた部分（圧電体接着部）の先端の取り付け部から固定部に向かう方向に配置され、かつ両者の起因する共振周波数が近接している構成として、両共振周波数の間の周波数において振動させる構成としたものである。

また、本発明の焦電型赤外線センサは、圧電体と弾性部材の貼り合わせをした圧電体接着部に変位を拡大するための部材を先端部分に取り付け、さらに変位拡大のための部材（変位拡大部）は圧電体を貼り合わせた部分（圧電体接着部）の先端の取り付け部から固定部に向かう方向に配置され、かつ両者の起因する共振周波数が近接している構成として、両共振周波数の間の周波数において振動させる構成とした圧電アクチュエータの近傍に焦電型の赤外線検出部を設け、この圧電アクチュエータを上記赤外線検出部に入射する赤外線の断続入射手段とする構成としたものである。

この構成により、変位拡大部を圧電体接着部の先端の取り付け部から固定部に向かう方向に配置することで、全体の構成の小型化が図れる。また両共振周波数の間を駆動周波数とすることで、複数の共振による変位拡大効果が得られる。さらに変位拡大部に起因する共振周波数が圧電体接着部に起因する共振周波数よりも高くなる構成とすることにより、変位拡大部先端においてより安定で経時的な変化も少ない振動が得られる。

図面の簡単な説明

第１図は本発明の第１の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第２図は本発明の第１の実施例の構成に

・ おける圧電アクチュエータの共振特性図、第３図は本発明の第１の実施例の構成における圧電アクチュエータの変位特性図、第４図は本発明の第２の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第５図は本発明の第３の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第６図は本発明の第４の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第７図は本発明の第５の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第８図は本発明の第６の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第９図は本発明の第７の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第１０図は本発明の第８の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第１１図は本発明の第９の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第１２図は本発明の第１０の実施例における圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第１３図は従来の圧電アクチュエータの構成を示す斜視図、第１４図は従来の圧電アクチュエータの他の構成を示す斜視図、第１５図は従来の圧電アクチュエータに使用のシムを示す斜視図、第１６図は本発明の第１の実施例における圧電アクチュエータの具体構成例を示す模式図、第１７図は同圧電アクチュエータの変位特性図、第１８図(a)は本発明の第１の実施例における圧電アクチュエータの他の具体構成例を示す模式図、第１８図(b)は同圧電アクチュエータの変位特性図、第１９図は本発明の第１０の実施例における圧電アクチュエータを利用した焦電型赤外線センサの構成を示す模式図、第２０図(a)は同センサにおける駆動波形図、第２０図(b)は同センサにおける駆動特性図である。

発明を実施するための最良の形態

（実施例１）

以下、本発明の第１の実施例について説明する。

第１図は本発明の第１の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第１図において、１１はシム、１２は圧電体、１３は変位拡大部、１４はセンサ台座、１５は固定具、１６ａ，１６ｂは固定用ネジ、１７はシム用配線、１８は圧電体用配線、１９は赤外線検出部、２０は赤外線、２１は折曲げ部、２２は結合部である。

リン青銅等の弾性体平板をコの字状に折曲げることによって、シム１１と変位拡大部１３は一体的に形成される。結合部（折曲げ部分）２２よりシム１１および変位拡大部１３は互いに平行、および同一方向に長手寸法を有する構成となっている。さらに変位拡大部１３においては、結合部２２と反対の先端は直角に、かつシム１１とは反対側に折曲げ部２１が形成されている。シム１１表面において圧電体１２が接着されて圧電体接着部（ユニモルフ型素子）を形成している。シム１１は変位拡大部１３との結合部の反対側の端部近傍においてセンサ台座１４と固定具１５によって挟まれ、さらにセンサ台座１４にはめネジ加工が、固定具１５には孔加工が施され、固定用ネジ１６ａ，１６ｂによって固定される。センサ台座１４上に赤外線検出部１９が配され、前記の変位拡大部１３先端の折曲げ部の近傍に位置している。また、シム１１の固定部近傍にはシム

用配線１７が、さらに圧電体１２の接着側と反対の表面の、シム１１の固定部に近い位置においては圧電体用配線１８が、それぞれ取り付けられている。ここでシム用配線１７と圧電体用配線１８より交流信号を印加するとシム１１と圧電体１２との間に電位差が生じ、圧電体接着部の変位拡大部１３との結合部が変位し、これに応じて変位拡大部先端部の折曲げ部２１も変位し、この運動によって赤外線検出部１９は入射する赤外線２０を断続的に遮断し、チョッパとしての役割を果たす。

ここで、前記構成の圧電アクチュエータの共振特性を第２図に示す。

第２図はコの字状に折曲げられたシムと変位拡大部からなる圧電アクチュエータの共振特性の一例であり、縦軸はアドミッタンス、横軸は駆動周波数を示している。ｆＸ，ｆＹのそれぞれの周波数において共振現象を有していることがわかり、これらはそれぞれ、前記圧電アクチュエータの、主に圧電体接着部の振動に起因する共振と、主に変位拡大部の振動に起因する共振のいずれかであり、圧電アクチュエータの構成によりいずれかに相当し、また構成によってｆＸとｆＹの差も変化する。前述のようにシムと変位拡大部とを結合部から同一方向に長手寸法を有する構成とすることにより、ｆＸとｆＹの相対位置の操作が容易なものとなる。例えば変位拡大部材の長手寸法が一定で、圧電体接着部の固定部から圧電体までの長さのみを変化させた場合、すなわち圧電体接着部の長手寸法のみを変化させた場合において、当初圧電体接着部の長手寸法が短い状態で圧電体接着部に起因する共振周波数がｆＹに相当した場合、すなわ

ち圧電体接着部に起因する共振周波数が変位拡大部に起因する共振周波数よりも高い場合、圧電体接着部の長手寸法を段々と長くしていくと、両者の共振周波数は相対的に近づき、ある長さにおいて両者は1つの共振として重なった状態となり、さらに圧電体接着部の長手寸法を長くした場合には、両者の相対位置は逆転し、変位拡大部に起因する共振周波数の方が圧電体接着部に起因する共振周波数よりも高い値を有するようになる。

こういうふうにして、fXとfYの間を近接させる構成とした場合の、変位拡大部先端の変位と、駆動周波数の関係を、第3図に示す。第3図において、縦軸は変位拡大部先端部変位（振幅）、横軸は駆動周波数を示している。横軸のスケールは第2図の約3分の1である。fXとfYの間の駆動周波数において両方の共振の影響により変位が拡大され、かつ比較的変位量が安定な周波数領域が存在することがわかる。よって、fXとfYを近接させ、両周波数の間の周波数において駆動することにより、共振による変位拡大効果と、安定した振幅とが得られる。

またfXを圧電体接着部に主に起因する共振周波数f1，fYを変位拡大部に主に起因する共振周波数f2とすること、すなわち圧電体接着部に主に起因する共振周波数よりも変位拡大部に主に起因する共振周波数の方が高い構成を有することにより、変位は拡大されて安定で、かつ印加した交流信号と変位拡大部先端の時間差が一定の周波数領域をさらに広く確保できる。

通常の共振を利用したユニモルフ型アクチュエータは変位が

駆動周波数により大幅な変化を示す。これを安定にする目的で、共振周波数より５％程度離れた周波数において駆動した場合、同様の変位を得るためには高い電圧を必要とした。これに対して、前述の構成を有する圧電アクチュエータの場合、シムが約１６㎜の長手方向の寸法を有し、変位拡大部に起因する共振周波数ｆ２が約１００Hz、圧電体接着部に起因する共振周波数ｆ１が約８５Hzとしたとき、ｆ１とｆ２の間で駆動した場合±３０Ｖの交流印加により、変位拡大部先端において１．１±０．０５㎜の変位を約６Hzの区間で得ることが可能である。同様の効果は圧電体接着部の長手寸法が１８㎜以下の状態において、変位拡大部の長手寸法に応じてｆ２が１２０Hz以下の構成を有する圧電アクチュエータの場合、ｆ２とｆ１の差がほぼｆ２の５～２５％の間において得られる。５％以内であっても同様の効果は得られるが、この場合駆動を行える周波数領域が少なくなる。

また駆動電圧波形について言えば、サイン波よりもより矩形的な形に近い方が、同じ大きさの電圧値に対して変位量は大きい。

第１６図は前記圧電アクチュエータの具体形状の一例を示す模式図である。

第１６図において１１はシム、１２は圧電体、１３は変位拡大部、１４はセンサ台座、２１は折曲げ部、２２は結合部である。

また図中のａ，ｂ，ｃ，ｄ，ｅ，ℓは圧電アクチュエータの各部の寸法を示し、ａは結合部２２から圧電体１２までの距

離、ｂは互いに平行に位置している圧電体接着部と変位拡大部１３との距離、ｃは変位拡大部１３の長手方向寸法、ｄは折曲げ部２１の長さ、ｅは圧電体１２の長手方向寸法、ℓは圧電アクチュエータの固定部から先端の結合部ｂまでの距離である。

前記圧電アクチュエータはその構成部材の材質、各部寸法によってその共振周波数が変化し、その都度駆動特性も変動する。よってその条件を適切に決定することが、目的の特性を得るためには重要である。焦電型赤外線センサのチョッパとして用いる場合には、高い駆動周波数ではセンサとしての感度低下につながり、また低い駆動周波数で用いる場合には圧電アクチュエータの共振周波数も落とさねばならず、この場合剛性不足により外乱からの影響を受けやすくなり、また衝撃によって破壊しやすくなる。このためある共振周波数の範囲以内で、所定量以上の変位を得る必要がある。

シム１１および変位拡大部１３、結合部２２の材料としてリン青銅や鉄系合金を用いた場合、ａを０㎜から２．５㎜、ｂを１．２㎜から３㎜、ｃを１１㎜から１５㎜、ｄを３．５㎜から６㎜、ｅを９㎜から１４㎜とし、シム１１等の厚みｔを０．０３㎜から０．０８㎜、圧電体１２の厚みｐを０．０５㎜から０．１２㎜、ℓを１４㎜から１８㎜までとして、おのおの調整を行うと、ほぼ６０Ｈｚから１４０Ｈｚの駆動周波数において、駆動電圧±３０Ｖ以内で変位１．０㎜を得ることが可能である。圧電アクチュエータ自身の大きさ、および変位量の観点から、特に焦電型赤外線センサのチョッパとして用いる場合は、前記条件において最適化が図れ、より小型で高感度の焦電型赤外線センサ

を実現できる。

より具体的な例としては、シム１１等の材料としてｔが０．０５㎜、幅ｗが１．０㎜から２．２㎜の３２Ｎｉ－５Ｃｏ－Ｆｅを用い、ａを０から２㎜、ｂを１．８㎜から２．８㎜、ｃを１２．５㎜から１４㎜、ｄを３．８㎜から４．８㎜、ｅを１０㎜から１３㎜、ｐを０．０５㎜から０．１２㎜、ℓを１４．５㎜から１６．５㎜までとした場合、ほぼ７０Ｈｚから１１０Ｈｚの間の駆動周波数において、前記の特性と同等のものが得られる。３２Ｎｉ－５Ｃｏ－Ｆｅは一般にはスーパーインバーと呼ばれ、低熱膨張率材料として知られている。圧電体は通常の金属よりもはるかに低い熱膨張率を有し、貼り合わせにおいてこの差が大きいと周囲の温度変化によって反りが生じる。スーパーインバーはこの現象を極力抑えることができ、よって焦電型赤外線センサ用チョッパとして用いると、チョッパの変位位置の温度依存性による、センサ出力の温度依存性を軽減できる。かつスーパーインバーは他の鉄系の材料よりも比較的曲げ性がよく、本実施例にあるような圧電アクチュエータのシムの形成に適する。また本実施例にみられる圧電アクチュエータの構造材として他の材料と比較した場合、スーパーインバーは銅系の材料と、一般のステンレス等の鉄系材料の間の性質を有し、すなわち両材料の間の共振周波数を有し、一般の鉄系の材料に比べて柔らかいため変位が得やすく、かつ銅系の材料よりも剛性を有するので外乱に対して強く、焦電型赤外線センサ用チョッパの構成材料として非常に適している。

第１７図は、本実施例の圧電アクチュエータにおける、同一

の圧電アクチュエータの固定端から結合部先端までの長さを変化させた場合の、変位拡大部先端の変位量と、駆動周波数の関係の一例を示す特性図である。

第１７図において、ℓ－１，ℓ－２，ℓ－３はそれぞれ圧電アクチュエータの固定端から結合部先端までのある長さを示し、ℓ－３，ℓ－２，ℓ－１の順で長いものとする。それぞれの長さでの変位と駆動周波数の関係は、ある駆動周波数において変位量が最低値を示し、それよりも高い駆動周波数あるいは低い駆動周波数に向かって変位量が増大している。すなわち、低い駆動周波数側は圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１に近づき、高い側の駆動周波数は変位拡大部の振動に起因する共振周波数ｆ２に接近する。両方の共振における変位量は同じではなく、ｆ２側の変位量の方が大きい。圧電アクチュエータの長さをℓ－１からℓ－２，ℓ－３へ変化させると、ｆ１は徐々に低い値へ移動するが、ｆ２はｆ１よりもその移動量が小さい。これにともない安定領域の変位量は両共振が遠ざかった影響で減少するが、ｆ２の値およびその近傍の変位量はより減少幅が小さい。よって、ℓ－１，ℓ－２，ℓ－３それぞれの特性が互いに交わる駆動周波数はほぼ非常に近接し、かつ変位量も近い値をとる。すなわち、この駆動周波数によって圧電アクチュエータの駆動を行えば、取り付け誤差がℓ－１からℓ－３の間であればほぼ同じ変位量が得られる。さらに言えば、ある長さにおける安定領域の変位量に対し、より長い形状を有する圧電アクチュエータはほぼ同程度の変位をおこす。この場合の駆動は、圧電アクチュエータの安定領域および、安定領域より

さらに高い周波数においての駆動となる。ここで、ℓ－１よりも短い寸法として、安定領域において変位量が最低になる駆動周波数よりも低い周波数での駆動も可能であるが、この場合は圧電体接着部に起因する共振が主体を占めるようになり、シムと圧電体との接着層や、圧電体自身にかかる歪が増し、信頼性的に好ましくない。逆に変位拡大部の共振により接近させることで、前記の影響は軽減され、信頼性はより弾性金属体の強度に依存する傾向となる。よって変位拡大部の変位量に対する強度を確保し、変位の安定領域の近傍およびより高い周波数において駆動することで、より高い信頼性を有し、かつ安定な変位での駆動が得られる。具体的には、スーパーインバーを用いた前記の圧電アクチュエータにおいて、ℓが１６㎜で駆動周波数８５Hzにおいて、変位量が１．２㎜得られている場合、ℓが１６．５㎜となっても１．１㎜程度の変位量を確保できる。よって、前記の構成および駆動方法を用いることで、圧電アクチュエータの取付が容易で、かつ安定した特性が得られ、さらに信頼性も向上する。ただし、ℓはある値で最大となり、それよりも短くなると変位は減少傾向を示すので、この点は注意を要する。

これは本実施例の形状の圧電アクチュエータのみならず、同様の構成および駆動方法を有する圧電アクチュエータにおいて同様の傾向を示すことは、容易に想像ができる。

第１８図(a)、第１８図(b)は、本実施例の圧電アクチュエータにおける、同一の圧電アクチュエータにおいて一部の曲げ角度を変化させた場合の、変位拡大部先端の変位量と、駆動周波数の関係の一例を示す模式図および特性図である。

第１８図(a)において、１１はシム、１２は圧電体、１３は変位拡大部、１４はセンサ台座、２１は折曲げ部、２２は結合部である。

第１８図(a)における圧電アクチュエータの構成は前述の弾性金属体の折曲げにより構成されるものと同様であり、シム１１と結合部２２のなす角をα、結合部２２と変位拡大部１３のなす角をβ、変位拡大部１３と折曲げ部２１のなす角をγとする。α，β，γはそれぞれ本実施例においてはほぼ９０°をなし、この値は加工時の折曲げ誤差や、あるいはセンサ等と組み合わせてユニット化する場合の構成上の都合等によって、意図的に様々な角度をなす。これらの角度の変化は同一の寸法形状を有する圧電アクチュエータにおいて、様々な特性変化をひきおこし、角度を任意に設定する場合にはこの点に留意する必要がある。例えばαについて着目すると、第１８図(b)のように特性が変化する。

第１８図(b)において、$\alpha-1$，$\alpha-2$，$\alpha-3$はそれぞれあるαの値を示し、$\alpha-1$を９０°とし、$\alpha-2$を９０°よりも小とし、$\alpha-3$を９０°よりも大とする。このとき、シム１１と変位拡大部１３はつねに平行でかつ、固定部から先端までの長さ、変位拡大部１３や折曲げ部２１、結合部２２、圧電体１２等の角度以外の構成部材の寸法は全て同一とする。第１８図(b)は、この場合における各αでの変位拡大部先端の変位および駆動周波数の関係を示している。各々の変位は前述と同様に安定領域を有し、駆動周波数がここから遠ざかるにつれて変位が両共振点まで拡大する。各変位を比較すると、最も大きい変位を

有するのはα－１であり、またα－１とα－２の相違に対して、α－１とα－３の相違の方が大きい。すなわちαを９０°以上としたよりも、９０°以下とした方が変位特性の減少を小さくでき、また９０°の設計値に対して、折曲げの誤差を９０°よりも小さくなる方向とすれば、固体間の特性ばらつきを軽減できる。具体例としては、本実施例のスーパーインバーを用いて構成した圧電アクチュエータにおいて、αが９０°のとき変位量１．１㎜であったのに対し、８０°では１．０５㎜、１００°では０．９５㎜程度である。

また同様にβについては、βが９０°であるときの共振周波数に対し、βのばらつきに対して共振周波数のばらつき幅が最も小さいのは９０°近傍であり、βが９０°以上の方が９０°以下に対して共振周波数の変動幅が小さい。よって変位拡大部と結合部のなす角を鈍角とすることで、共振周波数のばらつきを抑え、固体間の特性を安定化できる。加えて、変位拡大部と結合部のなす角を鈍角とすることで、変位拡大部先端とシムとの相対距離が増し、両者の接触が避けられるのでより大きな変位量を得ることが可能になる。

ところで、これまで本実施例の圧電アクチュエータの共振に関し、変位拡大部の振動に起因する共振および圧電体接着部に起因する共振としたが、駆動中において両者の振動は互いに完全な独立ではなく、一方が大きく振動している場合においても他方は微少な振動をもっており、変位拡大部において得られる変位量はこれらの振動を複合したものである。またさらに幅広い観点でみると、構造によってはこの２つ以外の共振が励振さ

れる場合、例えば変位拡大部の先端の折曲げ部において共振が発生する場合や、その他の駆動に使用しない共振が駆動周波数近傍において励振される場合等、様々である。しかし実際に使用する周波数との距離が十分離れていたり、使用する周波数内において不要な共振が発生した場合においてもその規模が小さいものであれば何ら支障はなく、本実施例と同様の駆動を行うことができる。

以上のように前記の構成とすることにより、共振を利用しての駆動がより低電圧で安定して行え、駆動および組立、部材の加工が容易になる。また折曲げた構成により全体の長手寸法が小型化し、この構成を焦電型赤外線センサのチョッパとして用いることにより、センサ全体の小型化が図れ、また赤外線検出部と同一の台座への固定を行うことで、簡易に赤外線検出部との一体化が図れ、加えて赤外線検出部の近傍を開閉することができるので、開閉の面積を少なくできてチョッパの負担を軽減できる。さらに、低電圧での駆動により、圧電体からのノイズの赤外線検出部への影響を低減できる。

従来の共振方式に比べて共振周波数近くでの振動が安定であり、また、低い電圧で駆動できるので、製造の際にいろいろなバラツキがあっても、それを吸収することができる。

なお本実施例においては、圧電体接着部として圧電体をシムの片面にのみ接着したユニモルフ型素子を用いたが、両面に接着したバイモルフ型素子を用いても同様の効果が得られることは言うまでもなく、また構成によってはシムと圧電体を同時に固定してもよい。さらに、本実施例で圧電体を接着した面と逆

の面にのみ圧電体を接着しても、同様の効果が得られることは言うまでもない。

（実施例２）

第４図は本発明の第２の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第４図において、４１はシム、４２は圧電体、４３は変位拡大部、４４はセンサ台座、４５は固定具、４６ａ，４６ｂは固定用ネジ、４７はシム用配線、４８は圧電体用配線、４９は赤外線検出部、５０は赤外線、５１は折曲げ部、５２は結合部材である。シム４１および変位拡大部４３はそれぞれ別部材の弾性体平板からなり、両者の一端においてそれぞれ結合部材５２を介して結合され、シム４１と変位拡大部４３は互いに前記結合部から平行に、同一方向に長手寸法を有する構成となっている。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、シム４１と変位拡大部４３を別個の部材により構成し、結合部材を介して結合することにより、シムと変位拡大部の材質、寸法をそれぞれ任意に選択できるので、共振周波数の設定や変位、強度の面からより幅広い設計が可能となる。また組立において、圧電体の接着が容易であり、折曲げによる形成よりも結合部の応力集中が緩和できる。加えて、結合部材の重みにより圧電体接着部に起因する共振周波数ｆ１を低下させ、変位拡大部に起因する共振周波数ｆ２よりも容易に低い値に設定でき、長手寸法の小型化、安

定駆動に寄与する。

またこの時、結合部材を圧電体接着部に接着されている圧電体の長手方向に沿って、圧電体の接着範囲内に一部５２ａが位置する構成とすることで、圧電体接着部先端の圧電体接着範囲外に位置させるよりも、圧電体とシムの間の接着層への応力を緩和でき、圧電体のはがれを防止できる。

（実施例３）

第５図は本発明の第３の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第５図において、６１はシム、６２は圧電体、６３は変位拡大部、６４はセンサ台座、６５は固定具、６６ａ，６６ｂは固定用ネジ、６７はシム用配線、６８は圧電体用配線、６９は赤外線検出部、７０は赤外線、７１は赤外線を遮断する折曲げ部である。シム６１および変位拡大部６３は同一の弾性体平板より一体で構成され、両者の間は折曲げにより鋭角７２が形成されている。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、シムと変位拡大部を鋭角をなす形状としたのでより少ない部品数および加工によって構成が可能であり、また鋭角に折曲げた部分７２が赤外線の入射光路から遠いところにあるので、圧電体結合部の運動が赤外線検出部への赤外線の入射を妨げるといった問題を防止できる。また、同じ形状の変位拡大部においても、角度によって特に圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１を変化させる

ことができ、角度が大きいと圧電体接着部の振動に起因する共振周波数は低下する。高い周波数で駆動を行う場合は角度は小さい方が向いており、５０Hz以上での駆動の場合、４５°以内に鋭角に折曲げすると効果が著しい。

（実施例４）

第６図は本発明の第４の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いて焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第６図において、８１はシム、８２は圧電体、８３は変位拡大部、８４はセンサ台座、８５は固定具、８６ａ，８６ｂは固定用ネジ、８７はシム用配線、８８は圧電体用配線、８９は赤外線検出部、９０は赤外線、９１は折曲げ部である。シム８１および変位拡大部８３は同一の弾性体平板から一体的に構成され、両者の間の結合部９２は、チョッパとして開閉する距離の１／４以上の曲率半径を有している。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、シムと変位拡大部の結合部９２に適当な曲率をもたせることにより、結合部への応力集中を緩和し、機械的信頼性が向上する。また曲率半径を少なくともチョッパの開閉距離の１／４以上とすることで、シムと変位拡大部とが平行な構成を有した場合、両者が駆動中に衝突することを防止できる。この構成は前述のシムと変位拡大部とを一体で構成し、かつ鋭角をなす構成とする場合と併用できる。

（実施例５）

第７図は本発明の第５の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第７図において、１０１はシム、１０２は圧電体、１０３は変位拡大部、１０４はセンサ台座、１０５は固定具、１０６ａ，１０６ｂは固定用ネジ、１０７はシム用配線、１０８は圧電体用配線、１０９は赤外線検出部、１１０は赤外線、１１１は折曲げ部、１１２は重りである。弾性体平板をコの字状に折曲げることによって、シム１０１と変位拡大部１０３は一体的に形成され、かつ結合部よりシム１０１および変位拡大部１０３は互いに平行、および同一方向に長手寸法を有する構成となっている。またシム１０１の前記結合部近傍の、変位拡大部１０３と相対する向きと反対の面に重り１１２が取り付けられている。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、圧電体接着部の可動部先端近傍に重りを配することにより、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１を主に低下させ、変位拡大部の振動に起因する共振周波数ｆ２よりも容易に低い共振周波数として設定でき、よって容易に安定した駆動が得られる。また重りを設けて共振周波数を低下させることにより、重りを設けずに長手寸法において共振周波数を調整した場合に比べ、全体の形状を小型化できる。

なお、重りの取り付け位置は先端部近傍でなくてもよいが、同一の重りにおいては、先端部に近いほど共振周波数に及ぼす

影響が大きい。また、本実施例においては重りを圧電体接着面と同一面に取り付けたが、これと逆の面に取り付けた場合でも、同様の効果が得られることは言うまでもない。この場合、重りを圧電体の長手方向に沿って、圧電体接着の範囲内に一部あるいは全部が位置するように取り付ければ、重りを取り付けたことによるシムと圧電体との接着層への応力負担を軽減でき、圧電体のはがれを防止できる。

（実施例６）

第８図は本発明の第６の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第８図において、１２１はシム、１２２は圧電体、１２３は変位拡大部、１２４はセンサ台座、１２５は固定具、１２６ａ，１２６ｂは固定用ネジ、１２７はシム用配線、１２８は圧電体用配線、１２９は赤外線検出部、１３０は赤外線、１３１は折曲げ部、１３２は切り欠き部である。弾性体平板をコの字状に折曲げることによって、シム１２１と変位拡大部１２３は一体的に、かつ結合部よりシム１２１および変位拡大部１２３は互いに平行、および同一方向に長手寸法を有する構成となっている。なおかつシム１２１はもう一端の、センサ台座１２４と固定具１２５とで挟まれる部分において、切り欠き部１３２を有し、幅が細くなっている。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、圧電体接着部の固定部あるいは、圧電体接着部の可動部における固定部近傍に幅方

向に切り欠きを有する構造とすることで、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１を主に低下させ、変位拡大部の振動に起因する共振周波数ｆ２よりも容易に低い共振周波数として設定でき、よって容易に安定した駆動が得られ、長手寸法の小型化にも寄与する。

（実施例７）

第９図は本発明の第７の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第９図において、１４１はシム、１４２は圧電体、１４３は変位拡大部、１４４はセンサ台座、１４５は固定具、１４６ａ，１４６ｂは固定用ネジ、１４７はシム用配線、１４８は圧電体用配線、１４９は赤外線検出部、１５０は赤外線、１５１は折曲げ部、１５２は孔加工部である。弾性体平板をコの字状に折曲げることによって、シム１４１と変位拡大部１４３は一体的に形成され、かつ結合部よりシム１４１および変位拡大部１４３は互いに平行、および同一方向に長手寸法を有する構成となっている。なおかつシム１４１はもう一端の、センサ台座１４４と固定具１４５とで挟まれる部分において、孔加工部１５２を有している。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、圧電体接着部の固定部あるいは、圧電体接着部の可動部における固定部近傍に孔加工部を有する構造とすることで、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１を主に低下させ、変位拡大部の振動に起因す

る共振周波数ｆ２よりも容易に低い共振周波数として設定でき、よって容易に安定した駆動が得られ、また長手寸法の小型化にも寄与する。

また切り欠き等により幅方向に寸法を縮小した形状に比べてねじれ応力に対して安定であり、長手方向を軸とする回転振動モードの発生に対して強く、機械的信頼性が向上する。なお、同様の孔加工および、実施例７で述べた切り欠きは変位拡大部にも設けることができることは言うまでもなく、圧電体接着部と可動部を小型化した場合の共振周波数の増加に対して、それぞれ所定の共振周波数を容易に得るための手段となる。

（実施例８）

第１０図は本発明の第８の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第１０図において、１６１はシム、１６２は圧電体、１６３は変位拡大部、１６４はセンサ台座、１６５は固定具、１６６ａ，１６６ｂは固定用ネジ、１６７はシム用配線、１６８は圧電体用配線、１６９は赤外線検出部、１７０は赤外線、１７１は折曲げ部である。弾性体平板をコの字状に折曲げることによって、シム１６１と変位拡大部１６３は一体的に形成され、かつ結合部１７２よりシム１６１および変位拡大部１６３は互いに同一方向に長手寸法を有する構成となっている。またシム１６１は前記結合部１７２から固定端に向かって幅が狭くなっている。また変位拡大部１６３も同様に結合部１７２からもう一端に向かって幅が狭くなっている。シム１６１表面にはシム１６１

の外形に沿った形状を有する圧電体１６２が接着されている。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、圧電体接着部の可動部の外形を、変位拡大部との結合部から固定部に向かって狭くしていくことにより、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１は外形寸法が一定幅の場合に比べ、低い値となる。逆に変位拡大部において、結合部からもう一端に向かって外形寸法を狭くしていくことにより、変位拡大部の振動に起因する共振周波数ｆ２は外形寸法が一定幅の場合に比べて高い値となる。よって変位拡大部に起因する共振周波数ｆ２を圧電体接着部に起因する共振周波数ｆ１よりも容易に高く設定できるので、駆動の安定化と、外形に変化がない場合と比べて長手寸法の小型化が図れる。また本実施例においては圧電体接着部と変位拡大部の両方に外形の変化をもたせたが、どちらか片方においても同様の効果が得られることは言うまでもない。

（実施例９）

第１１図は本発明の第９の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第１１図において、１８１はシム、１８２は圧電体、１８３は変位拡大部、１８４はセンサ台座、１８５は固定具、１８６ａ，１８６ｂは固定用ネジ、１８７はシム用配線、１８８は圧電体用配線、１８９は赤外線検出部、１９０は赤外線、１９１は折曲げ部である。弾性体平板をコの字状に折曲げることによって、シム１８１と変位拡大部１８３は一体的に形成され、かつ

結合部よりシム１８１および変位拡大部１８３は互いに同一方向に長手寸法を有する構成となっている。また、変位拡大部１８３はシム１８１との結合部と反対側の一端の近傍において孔加工部１９２を有している。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、変位拡大部の折曲げ部近傍において孔加工部を有することにより、変位拡大部１８３の振動に起因する共振周波数ｆ２はより高い値となり、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数ｆ１よりも高い値を容易に確保でき、変位の安定化と、孔加工部を設けずに同一の共振周波数を得る場合に比べての全体形状の小型化に寄与する。また、孔加工部は折曲げ部近傍でなくても効果は得られるが、圧電体接着との結合部より距離が離れているほどその効果は大きくなる。

なお、実施例５から９までに述べた構成を複合させることにより、以上で述べた効果は一層大きなものとなる。

（実施例１０）

第１２図は本発明の第１０の実施例におけるユニモルフ型の圧電アクチュエータを用いた焦電型赤外線センサ用チョッパの一例を示す斜視図である。

第１２図において、２３１はシム、２３２は圧電体、２３３は変位拡大部、２３４はセンサ台座、２３５ａ，２３５ｂは固定具、２３７はシム用配線、２３８は圧電体用配線、２３９は赤外線検出部、２４０は赤外線、２４１は折曲げ部である。

リン青銅やステンレス合金等の弾性体平板をコの字状に折曲

げることによって、シム２３１と変位拡大部２３３は一体的に形成され、かつ、結合部よりシム２３１および変位拡大部２３３は互いに平行、および同一方向に長手寸法を有する構成となっている。さらに変位拡大部２３３において、結合部と反対の先端は直角に、かつシム２３１とは反対側に折曲げ部２４１が形成されている。シム２３１表面において圧電体２３２が接着されて圧電体接着部（ユニモルフ型素子）を形成している。シム２３１は変位拡大部２３３との結合部２４２の反対側の端部近傍において固定具２３５ａ，２３５ｂによって挟まれて固定される。センサ台座２３４および固定具２３５ａ，２３５ｂはセンサの外周を覆う剛体箱等の内面に取り付けられ、折曲げ部２４１はセンサ台座２３４上に配された赤外線検出部２３９の近傍に位置し、また変位拡大部２３３は折曲げ部２４１から、赤外線検出部２３９に入射する赤外線２４０の進行方向側に長手方向が伸びる構成をもつ。

その他の構成は第１図に示した実施例１と同様であり、その効果も実施例１と同様であるが、加えて、折曲げ部から伸びる変位拡大部の長手方向を、入射する赤外線の進行方向と同方向に（平行に）とる構成とすることで、赤外線検出部を圧電体接着部と変位拡大部の結合部よりも赤外線２４０に近く位置させることができ、チョッパとしての駆動の際、折曲げ部の振動と同時に発生する結合部２４２の振動による赤外線２４０の進行の妨げを防止でき、より安定な赤外線検出を行うことができる。また、同構成とすることで変位拡大部の長手方向と重ね合わせて赤外線検出部やセンサ台座を配置できるので、体積を有

効活用でき、センサ全体の寸法が小型化できる。この構成は、実施例１から９の特徴を有するいずれのチョッパにおいても同様に行え、かつ同様の効果を有する。

第１９図、第２０図(a), (b)は本発明の第１０の実施例における、ユニモルフ型の圧電アクチュエータをチョッパとして用いた焦電型赤外線センサの一例を示す模式図および駆動波形図、駆動特性図である。

第１９図において、２５１はシム、２５２は圧電体、２５３は変位拡大部、２５４は固定部、２５５は折曲げ部ａ、２５６は結合部、２５７は折曲げ部ｂ、２５８は温度検出器、２５９は赤外線検出部である。

シム２５１、圧電体２５２、変位拡大部２５３、固定部２５４、折曲げ部ａ２５５、結合部２５６によって前記実施例１０と同様に圧電アクチュエータが構成され、またその共振周波数や駆動に用いる周波数に関しても同様である。赤外線検出部２５９は赤外線を検出する素子部が円筒形の缶と赤外線を透過する窓材に封入されることによって構成されており、折曲げ部ａ２５５の近傍において取り付けられ、折曲げ部ａ２５５の動きによって、入射する赤外線を断続してチョッパとしての機能を果たす。焦電型赤外線センサは赤外線入射による温度変化に起因するセンサであり、すなわちチョッパと検出部だけで温度差を検出し、出力することは可能であるが、測定物の実際の温度の値を知ることはできない。そこで実際の温度の値を知るため、サーミスタ等の温度検出器２５８が用いられる。温度検出器２５８は通常チョッパの近傍に取り付けられてチョッパ自身の

温度を測定する。検出部に現れる温度変化はチョッパと測定物の温度差によるものであり、チョッパ自身の温度を基準とすることで、測定物の実際の温度を知ることができる。

チョッパを構成するシム２５１と圧電体２５２のユニモルフ型貼り合わせ素子は、通常温度特性を持ち、すなわちシム２５１と圧電体２５２の熱膨張率の差によって反りを発生する。すなわち第１９図の初期状態からチョッパ周辺の温度を上昇させると、チョッパである圧電アクチュエータは圧電体２５２を接着した側と逆の方へ反りを発生させ、結果として折曲げ部ａ２５５は折曲げ部ｂ２５７に移動する。駆動時の変位位置もほぼこの動きに左右される。よってチョッパ周辺の温度が変化すると赤外線の開閉に変化が生じ、温度検知の精度に影響を与え、これが無視できないレベルである場合がある。これに対しては駆動電圧を上げてチョッパの変位量を温度特性の影響がなくなるまで増加させる方法により、反りの影響を軽減できる。また駆動電圧を全体的に上げるのではなく、温度特性によって移動した量を補正するだけで電圧を変化させれば、前記の影響は最小限で抑えられる。

第２０図(a)，(b)はチョッパである貼り合わせ素子型圧電アクチュエータの温度特性を補正するため、駆動電圧波形を変化させた場合の一例を示す特性図である。第２０図(a)，(b)において、縦軸は駆動電圧値、横軸は時間を表している。第２０図(a)は通常の矩形波駆動の波形であり、正負で等しい値の電圧値での駆動であり、かつ１周期内の時間は正負で半々である。これに対し第２０図(b)は正の方向にバイアスを加えて駆動電圧を正

負で非対称とした場合の一例である。バイアスを加えた効果によって圧電アクチュエータは常に反りを発生させる。すなわちこれを利用し、温度特性によって生じた反りの反対側に反りを発生させるように駆動電圧を調整すれば、両者の反りは相殺されてもとの位置において変位を行う。温度検知に用いる焦電型赤外線センサは前述のようにチョッパの温度検出手段を有しており、この測定温度を利用すれば、温度特性による反りの軽減が効果的に行える。例えばある温度での先端部の位置を基準に、周囲温度の変化による先端部の移動量をあらかじめ情報として得ていれば、チョッパの測定温度の情報を駆動電圧に与えて必要な量だけバイアスを加え、チョッパの反りを打ち消すことができる。またバイアスを加えるのではなく、正負の電圧量の比を変化させることによっても、同様の効果が得られる。一例を上げると、本実施例1記載のスーパーインバーによる圧電アクチュエータは25℃から60℃までで反りが0.1㎜程度発生する場合がある。これを打ち消すために、反りと反対方向に変位するよう10Vのバイアスを加えると、ほぼ0.05㎜反りが軽減できる。さらに、全体の電圧量変化と、駆動電圧の非対称を同時に実行することで、より温度特性による反りの影響の軽減に大きな効果が得られる。特に本発明における圧電アクチュエータは駆動電圧が小さく、かつ変位的に安定であるので、前記の調整が容易である。

温度検知用焦電型赤外線センサはチョッパの温度検出手段を通常有するので、あらたにこれをつけ加える必要はなく、前記のチョッパ駆動方法を用いることで、より安定して赤外線の開

閉を行えるので、温度検知用焦電型赤外線センサの精度が向上する。

産業上の利用可能性

以上のように本発明は、ユニモルフ型あるいはバイモルフ型等の貼り合わせの圧電体接着部の自由端に変位拡大部を接続し、かつ変位拡大部の先端が圧電体接着部の先端部よりも固定部に近い位置にある構成とし、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数と、変位拡大部の振動に起因する共振周波数とを近づけて振動させることにより、全体の長手方向の寸法を縮小でき、これをチョッパとして用いることで焦電型赤外線センサ全体の小型化ができる。

また圧電体接着部の振動に起因する共振周波数と、変位拡大部の振動に起因する共振周波数とを互いに近づけ、両周波数の間の周波数において同圧電アクチュエータを駆動することにより、両方の共振の影響により変位拡大部先端の変位が拡大され、かつ両共振周波数の間の周波数において、変位量が比較的安定な領域が存在し、この領域を駆動に用いることで、低い電圧で振動させることができ、共振時の変位の不安定さも軽減し、安定した変位特性が得られる。

さらに、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数よりも変位拡大部の振動に起因する共振周波数の方を高い値に設定することで、より広い変位が安定し、かつ駆動信号と変位拡大機構の変位の時間差を、前述の周波数領域内においてほぼ一定に保つことができる領域が拡大され、駆動信号と変位出力間の調整が容易となる。

この圧電アクチュエータを焦電型赤外線センサのチョッパとして用いることにより、共振利用による変位拡大にともないチョッパ全体の形状が縮小され、かつ変位量が安定していることでチョッパとしての開閉を安定して行え、センサ出力の精度向上が図れ、さらに経時的に見ても信頼性が増す。

加えて、圧電アクチュエータの構成部材である弾性金属体材料、および折曲げ加工の寸法を最適化することにより、大きな変位量を得つつ、焦電型赤外線センサ用チョッパという用途に適した開閉周波数を有し、かつ組立ばらつきに対しても影響が少なく、安定した生産を行うことができる圧電アクチュエータを提供できる。またさらに、駆動周波数を変位の安定領域の近傍および、安定領域よりも高い周波数とすることで、固定位置に変位量が影響されにくく、かつ圧電体接着部に対して負荷を軽減して駆動を行えるので、圧電体の割れや剥がれを防止でき、より生産性、信頼性を向上させることができる。

さらに加えて、本発明の圧電アクチュエータを駆動する電圧を、チョッパ温度によって変動させることにより、温度によって影響を受けない温度検知用焦電型赤外線センサを実現でき、および本発明の圧電アクチュエータは駆動電圧が通常の共振を用いた貼り合わせ素子型圧電アクチュエータよりも低く、かつ変位が安定であるので、前記の操作が非常に容易である。

また圧電体接着部の固定部近傍に切り欠きや孔を設け、あるいは圧電体接着部の先端近傍に重りを取り付け、またあるいは外形を固定部に近づくにつれて細くすることにより圧電体接着部の振動に起因する共振周波数を主に低下させることができ

る。またさらに変位拡大部先端に孔加工を行うことで変位拡大部の振動に起因する共振周波数の値を上げることができる。これらの措置によって容易に、かつより長手寸法を小型にして、圧電体接着部の振動に起因する共振周波数よりも変位拡大部の振動に起因する共振周波数の方を高い値に設定することができ、小型で高精度の焦電型赤外線センサの達成が可能となる。

請　求　の　範　囲

1．平板状の弾性部材に対して、平板状の圧電体を、前記弾性部材の片面あるいは両面に接着して貼り合わせ素子を構成し、前記貼り合わせ素子の一端を固定部材により固定した固定端とし、前記貼り合わせ素子に電界を印加して前記貼り合わせ素子を屈曲運動させることで、固定されていない側の一端を振動させる圧電体接着部と、

前記圧電体接着部の、固定されていない側の一端部近傍の弾性部材または圧電体に結合し、この結合部と反対側の先端部が、前記結合部よりも前記圧電体接着部の固定端に近い位置にある変位拡大部とを有し、

前記固定端から前記結合部までの圧電体接着部の振動に起因して発生する共振周波数ｆ１と、前記変位拡大部の振動に起因して発生する共振周波数ｆ２との差を近傍させ、前記ｆ１とｆ２の間の周波数において振動させる圧電アクチュエータ。

2．請求の範囲第１項において、ｆ１とｆ２の差が、高い側の２０％以内であることを特徴とする圧電アクチュエータ。

3．請求の範囲第１項において、圧電体接着部と変位拡大部が互いに単独な別個の部材からなり、前記圧電体接着部の先端部近傍において、前記圧電体接着部と前記変位拡大部とが直接、あるいは別部材を介して結合した構成を特徴とする圧電アクチュエータ。

4．請求の範囲第１項～第３項において、ｆ１よりもｆ２が高いことを特徴とする圧電アクチュエータ。

5．請求の範囲第４項において、圧電体接着部の長手寸法が１８㎜以下で、ｆ２が１２０Hz以下であり、かつｆ１とｆ２の周波数の差が高い方の周波数の２５％以内であることを特徴とする圧電アクチュエータ。

6．請求の範囲第２項において、圧電体接着部と変位拡大部の間の両者と別個の部材を介して両者を結合し、かつ前記結合部材は前記圧電体接着部の長手寸法に沿って、圧電体接着部において平板状の弾性部材に接着された圧電体の接着範囲内に全体あるいは一部が位置していることを特徴とする圧電アクチュエータ。

7．請求の範囲第１項～第６項において、赤外線センサに入射する赤外線の断続入射手段として用いることを特徴とする圧電アクチュエータ。

8．請求の範囲第７項において、圧電体接着部と変位拡大部とが互いに鋭角の角度をなして結合していることを特徴とする圧電アクチュエータ。

9．請求の範囲第８項において、圧電体接着部と変位拡大部とが４５°以内の角度を成して結合し、振動させる周波数が５０Hz以上であることを特徴とする圧電アクチュエータ。

10．請求の範囲第７項において、弾性部材を円弧形状で折曲げて圧電体接着部と変位拡大部とにしたことを特徴とする圧電アクチュエータ。

11．請求の範囲第７項において、圧電体接着部と変位拡大部間の結合部近傍において、重りが取り付けられていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

12. 請求の範囲第７項において、圧電体接着部の固定端あるいはその近傍において平板状の弾性部材に切り欠きを有することを特徴とする圧電アクチュエータ。

13. 請求の範囲第７項において、圧電体接着部の固定端あるいはその近傍において平板状の弾性部材に孔を有することを特徴とする圧電アクチュエータ。

14. 請求の範囲第７項において、圧電体接着部の幅が固定端側から変位拡大部との結合部側へ行くにしたがって広くなり、変位拡大部の幅が圧電体接着部との結合部側から先端の変位部へ行くにしたがって狭くなることを特徴とする圧電アクチュエータ。

15. 請求の範囲第７項において、変位拡大部の先端可動部近傍において孔を有することを特徴とする圧電アクチュエータ。

16. 請求の範囲第７項において、赤外線センサに入射する赤外線の進行方向と平行な方向において、変位拡大部と圧電体接着部の結合部よりも、前記赤外線を検出する素子部が前記赤外線の入射方向に対して前方にあることを特徴とする圧電アクチュエータ。

17. 請求の範囲第７項において、変位拡大部は、圧電体接着部先端近傍での、圧電体を接着した弾性部材と一体の弾性部材のコの字型の折曲げによってなされ、前記弾性部材として、鉄あるいは銅を主成分とする厚みが０．０３㎜から０．０８㎜までの寸法でかつ幅が一様で１㎜から３㎜の寸法の金属材料を用い、固定端から圧電体接着部を経て先端部の折曲

げによる結合部までの寸法が１４㎜から１８㎜の寸法であり、前記先端部と変位拡大部との間に位置して両者を結合している結合部の、前記圧電体接着部と直角方向の寸法を１．２㎜から３㎜とし、変位拡大部の長手寸法を１１㎜から１５㎜とし、また前記変位拡大部の前記結合部と反対の先端に位置し、折曲げによって変位拡大部と直角方向を有する部材の前記直角方向の寸法を３．５㎜から６㎜とし、さらに前記弾性部材と接着する圧電体を長手寸法を９㎜から１４㎜とし、前記圧電体の厚みを０．０５㎜から０．１２㎜とし、かつ接着の位置を前記結合部からの距離で０㎜から２．５㎜とし、前記の形状において６０Hzから１４０Hzまでの周波数において駆動を行うことを特徴とする圧電アクチュエータ。

18. 請求の範囲第１７項において、圧電体が接着される弾性部材として厚みが０．０５㎜でかつ幅寸法が１．２㎜から２．２㎜の３２Ｎｉ－５Ｃｏ－Ｆｅを用い、固定端から圧電体接着部を経て先端の結合部までの寸法を１４．５㎜から１６．５㎜とし、前記先端部と変位拡大部との間に位置して両者を結合している結合部の、前記圧電体接着部と直角方向の寸法を１．８㎜から２．８㎜とし、変位拡大部の長手寸法を１２．５㎜から１４㎜とし、また前記変位拡大部の前記結合部と反対の先端に位置し、折曲げによって変位拡大部と直角方向を有する部材の前記直角方向の寸法を３．８㎜から４．８㎜とし、さらに前記弾性部材と接着される圧電体を長手寸法を１０㎜から１３㎜とし、前記圧電体の厚みを

０．０５㎜から０．１２㎜とし、かつ接着の位置を前記結合部からの距離で０㎜から２㎜とし、前記形状において７０Hzから１００Hzの周波数において駆動を行うことを特徴とする圧電アクチュエータ。

19．請求の範囲第４項において、固定端から先端の結合部までの圧電体接着部の振動に起因して発生する共振周波数ｆ１と、変位拡大部の振動に起因して発生する共振周波数ｆ２の間の周波数における最低の変位量となる周波数近傍および前記周波数よりも高い周波数において駆動を行うことを特徴とする圧電アクチュエータ。

20．請求の範囲第４項において、圧電体接着部先端の弾性部材と変位拡大部との間に位置して両者を結合している結合部の、前記圧電体接着部となす角度を直角もしくは鋭角とすることを特徴とする圧電アクチュエータ。

21．請求の範囲第４項において、圧電体接着部先端の弾性部材と変位拡大部との間に位置して両者を結合している結合部の、前記変位拡大部となす角度を直角もしくは鈍角とすることを特徴とする圧電アクチュエータ。

22．請求の範囲第４項記載の圧電アクチュエータ近傍に温度検出手段を設け、この温度検出手段による圧電アクチュエータ検出温度に応じて圧電アクチュエータに印加する電圧値を変化させることを特徴とする焦電型赤外線センサ。

23．請求の範囲第２２項において、圧電アクチュエータに印加する電圧値および駆動波形を正負で非対称に変化させることを特徴とする焦電型赤外線センサ。

Fig.1

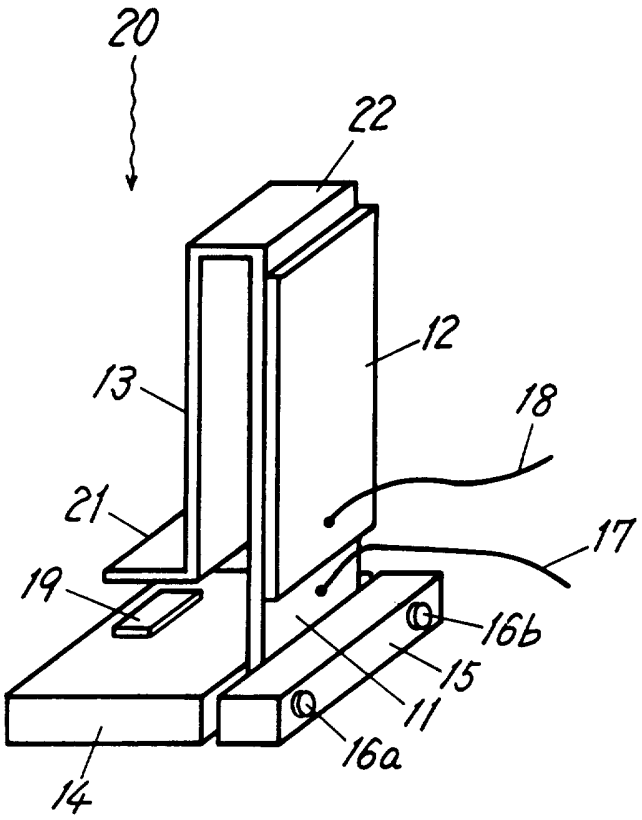


Fig. 2

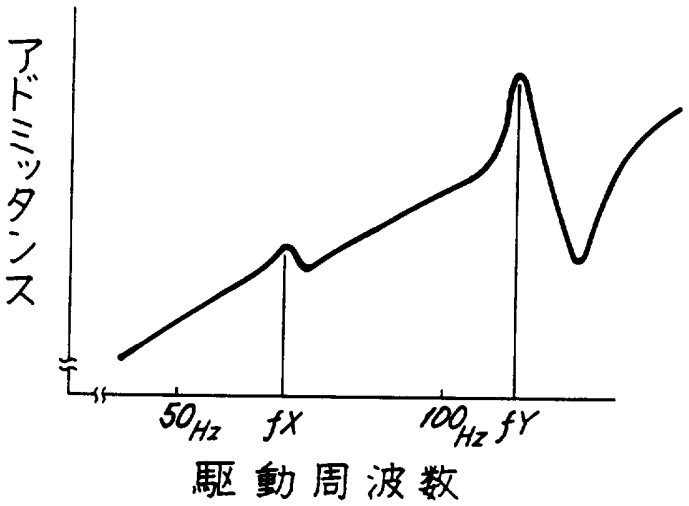


Fig.3

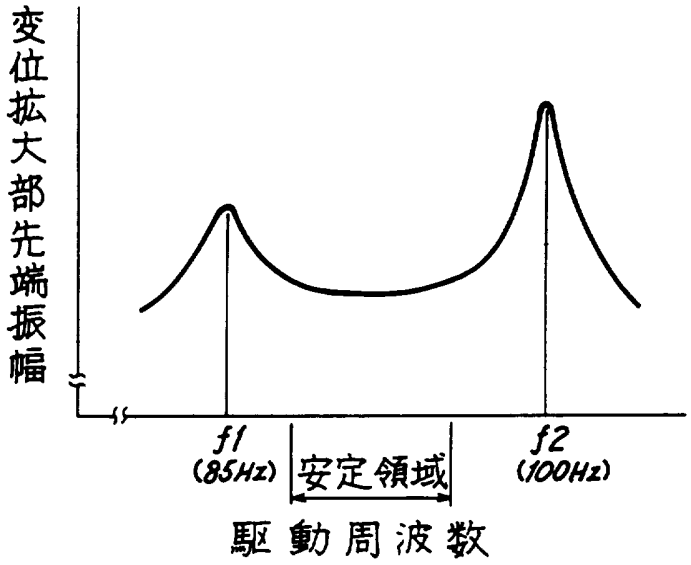


Fig. 4

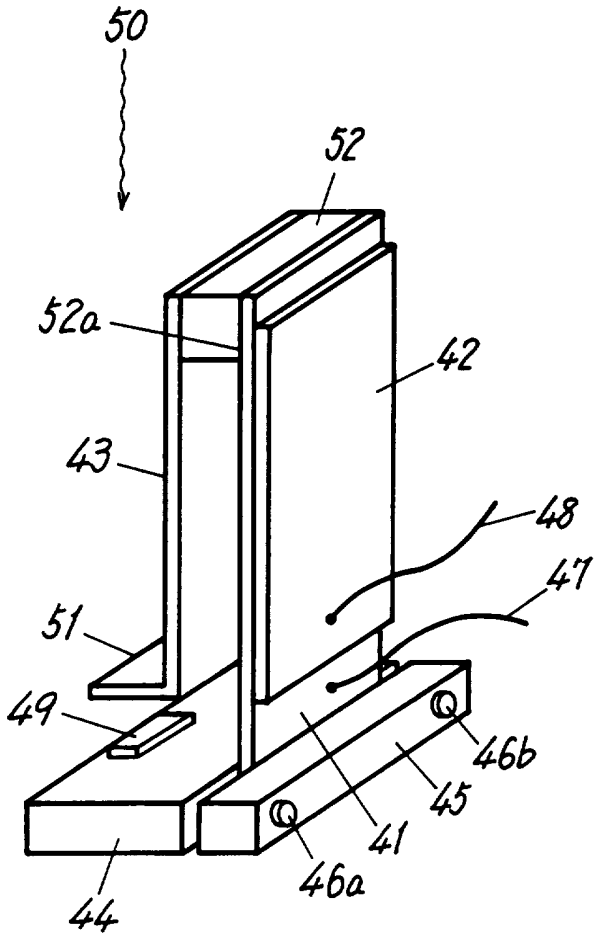


Fig.5

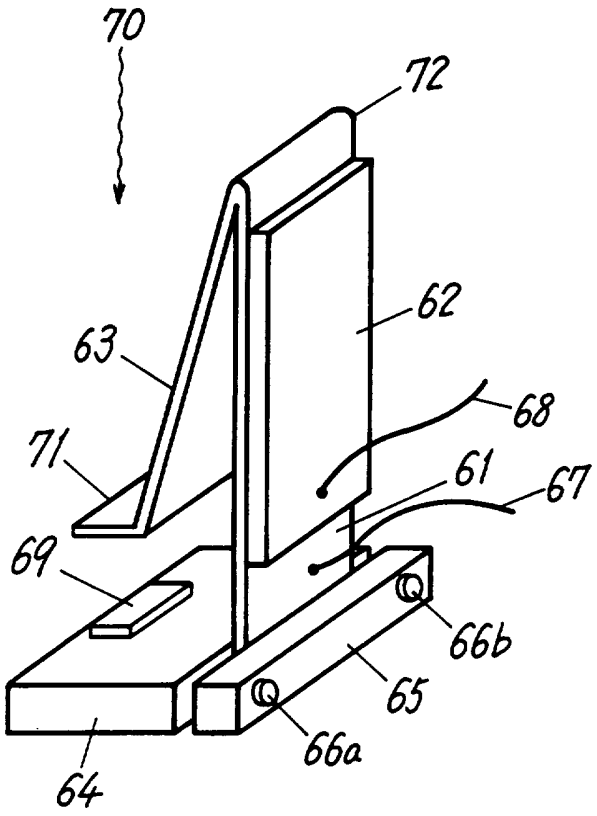


Fig. 6

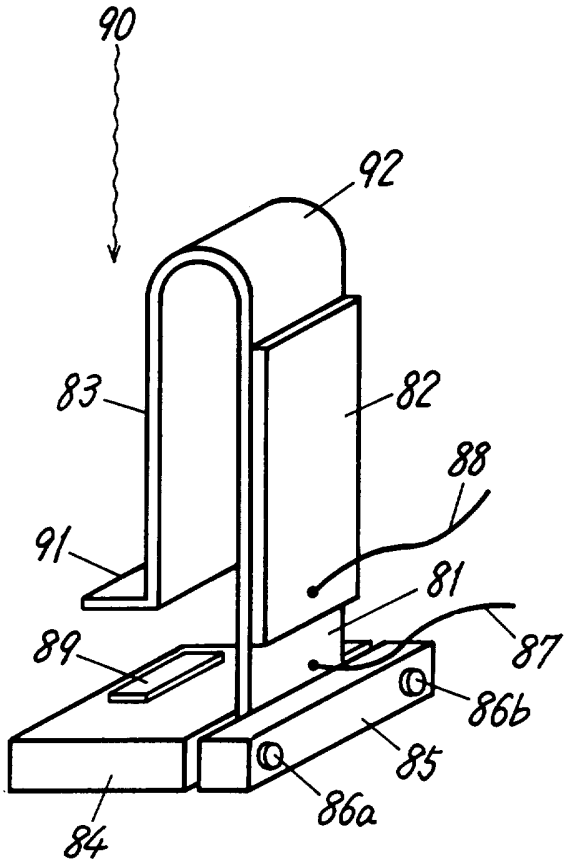


Fig. 7

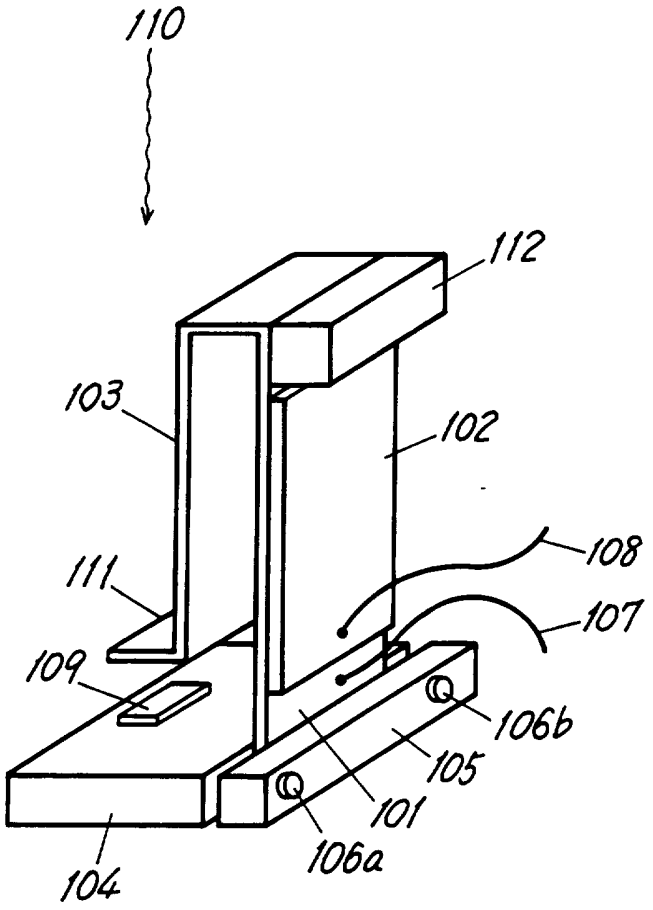


Fig. 8

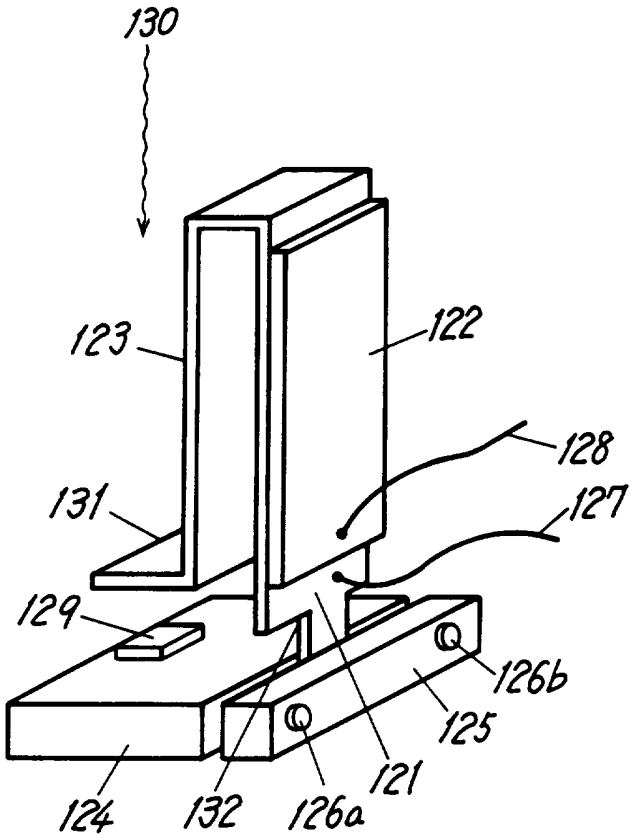


Fig. 9

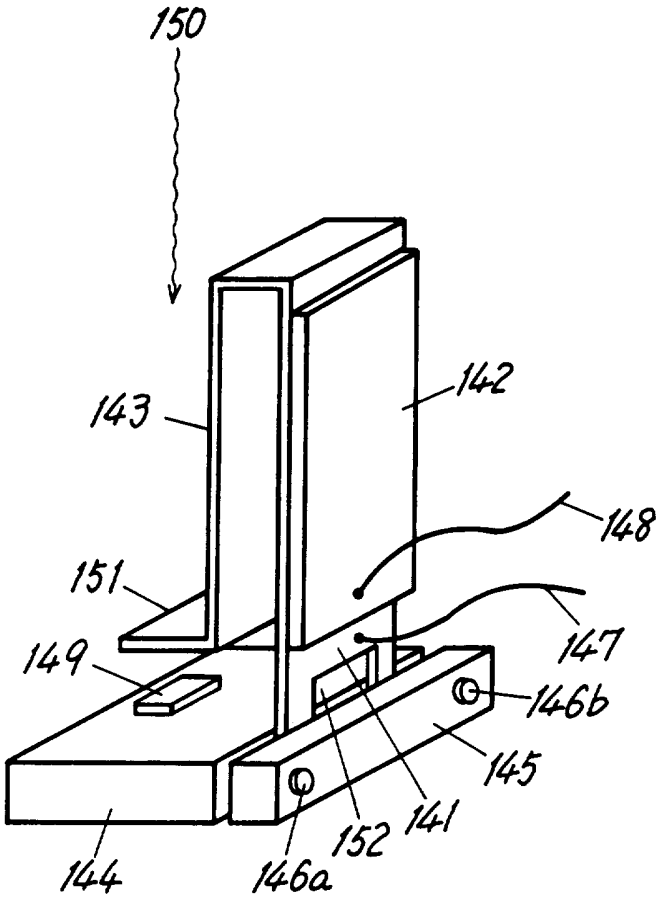


Fig. 10

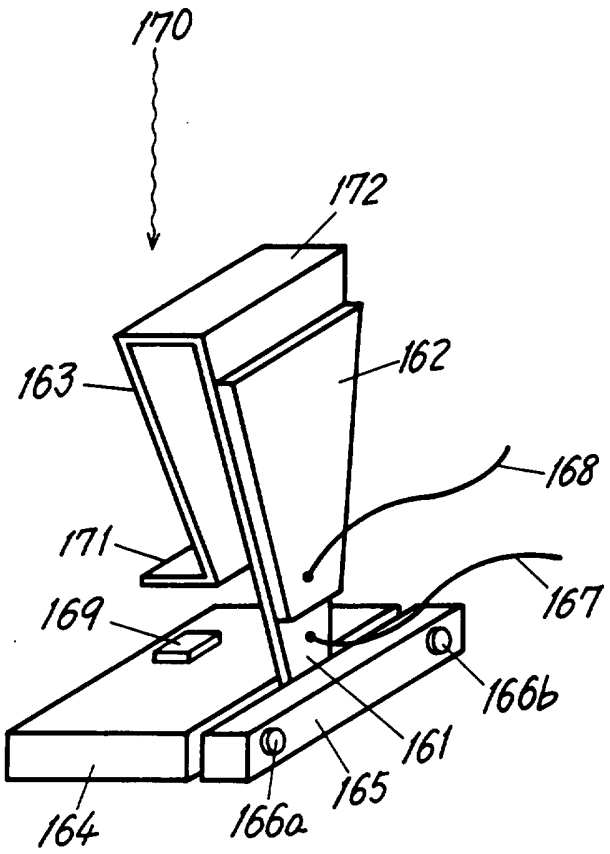


Fig. 11

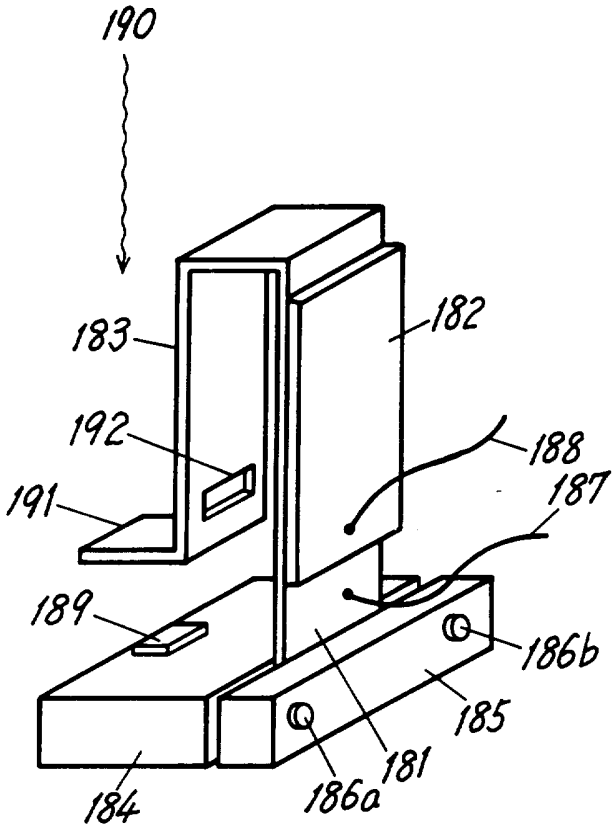


Fig. 12

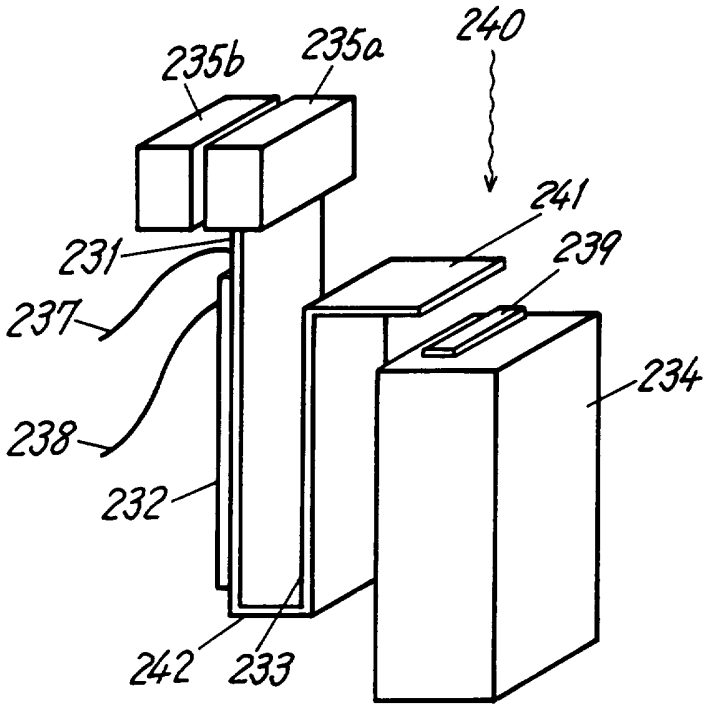


Fig. 13

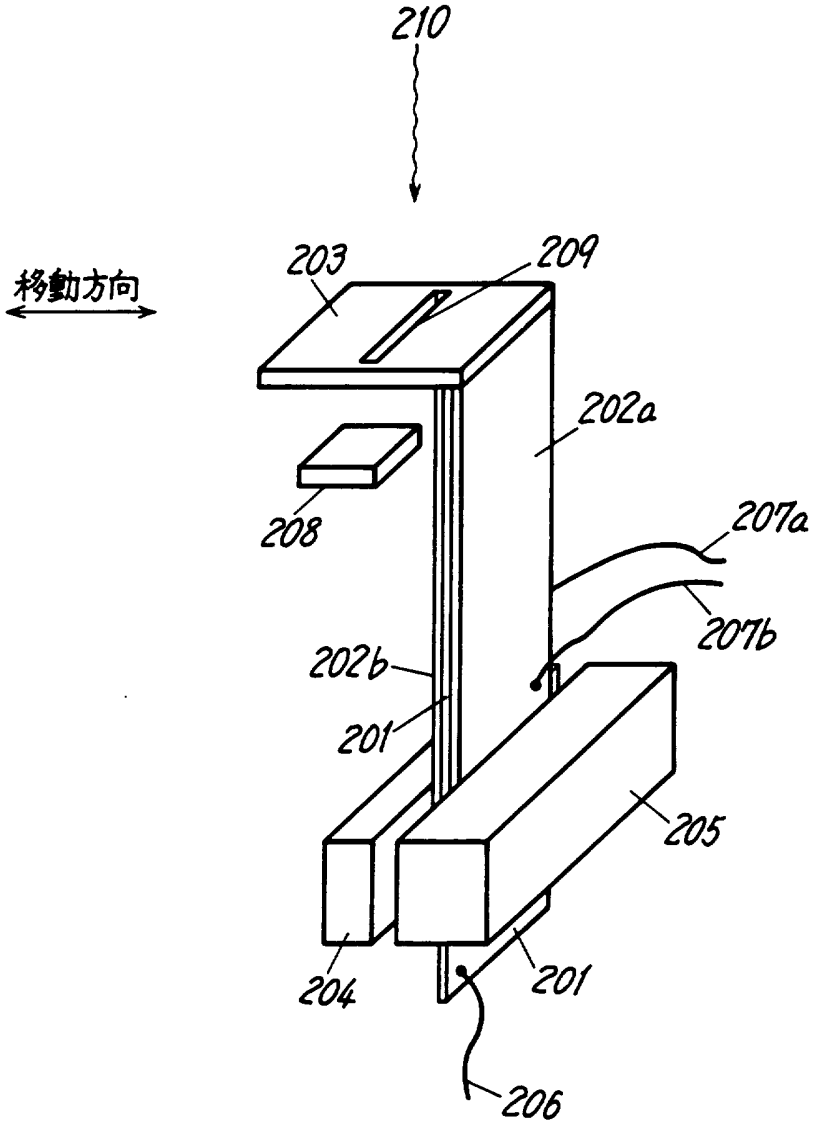


Fig. 14

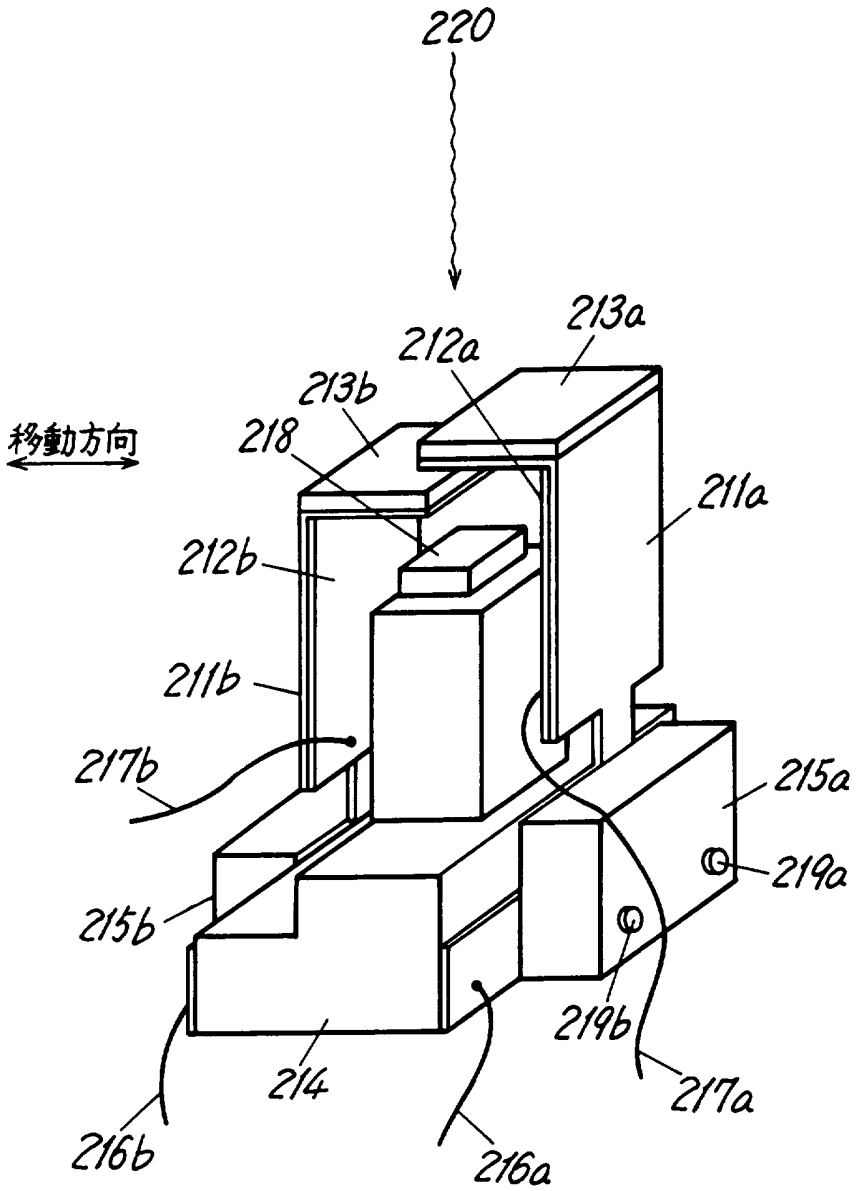

220
213a
212a
213b
218
移動方向
211a
212b
211b
217b
215a
219a
215b
219b
214
217a
216b
216a

Fig 15

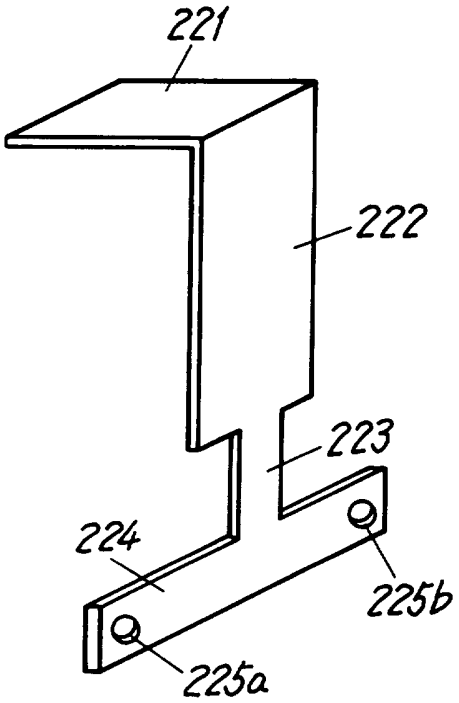


Fig. 16

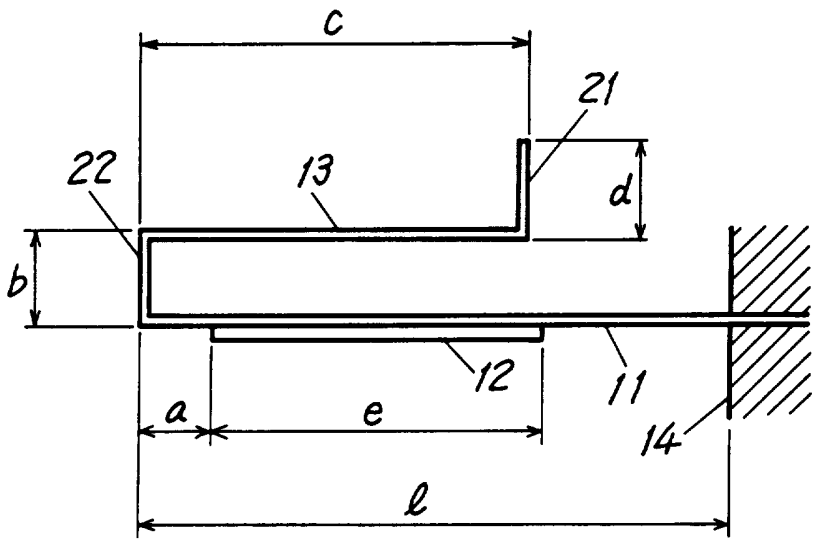


Fig. 17

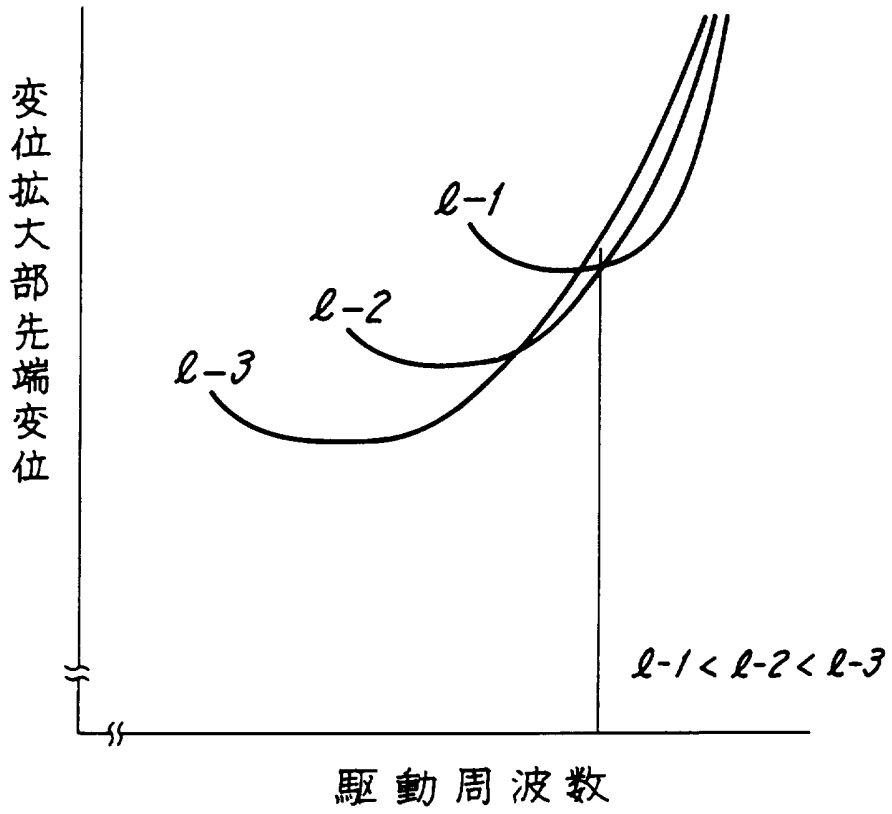
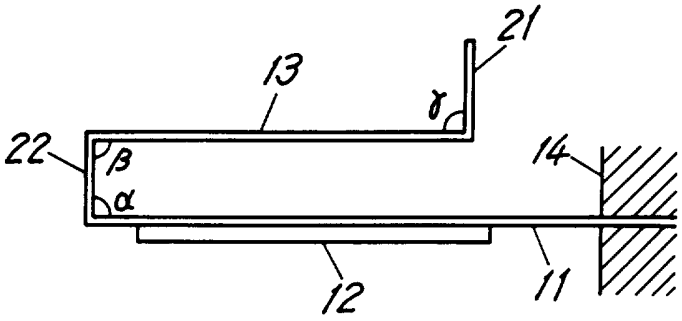


Fig. 18

(a)



(b)

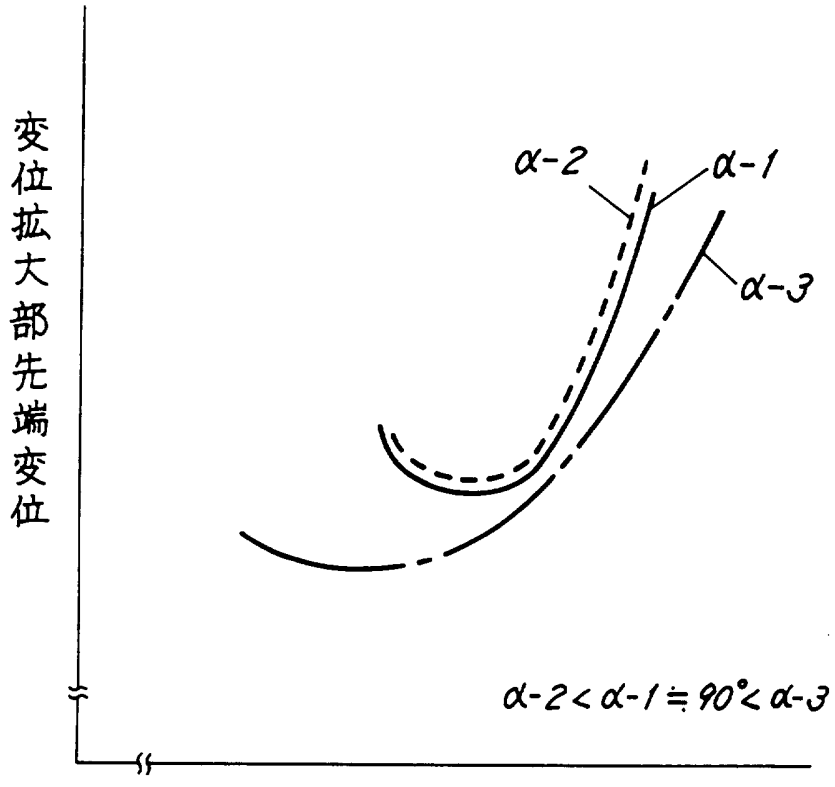


Fig. 19

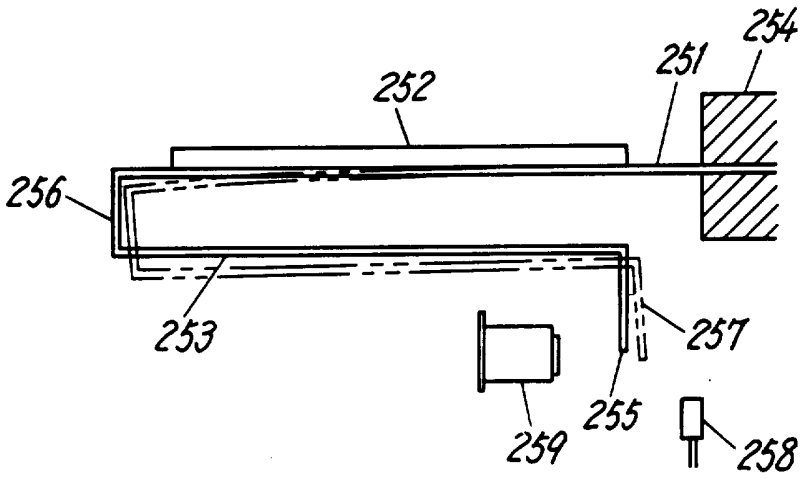
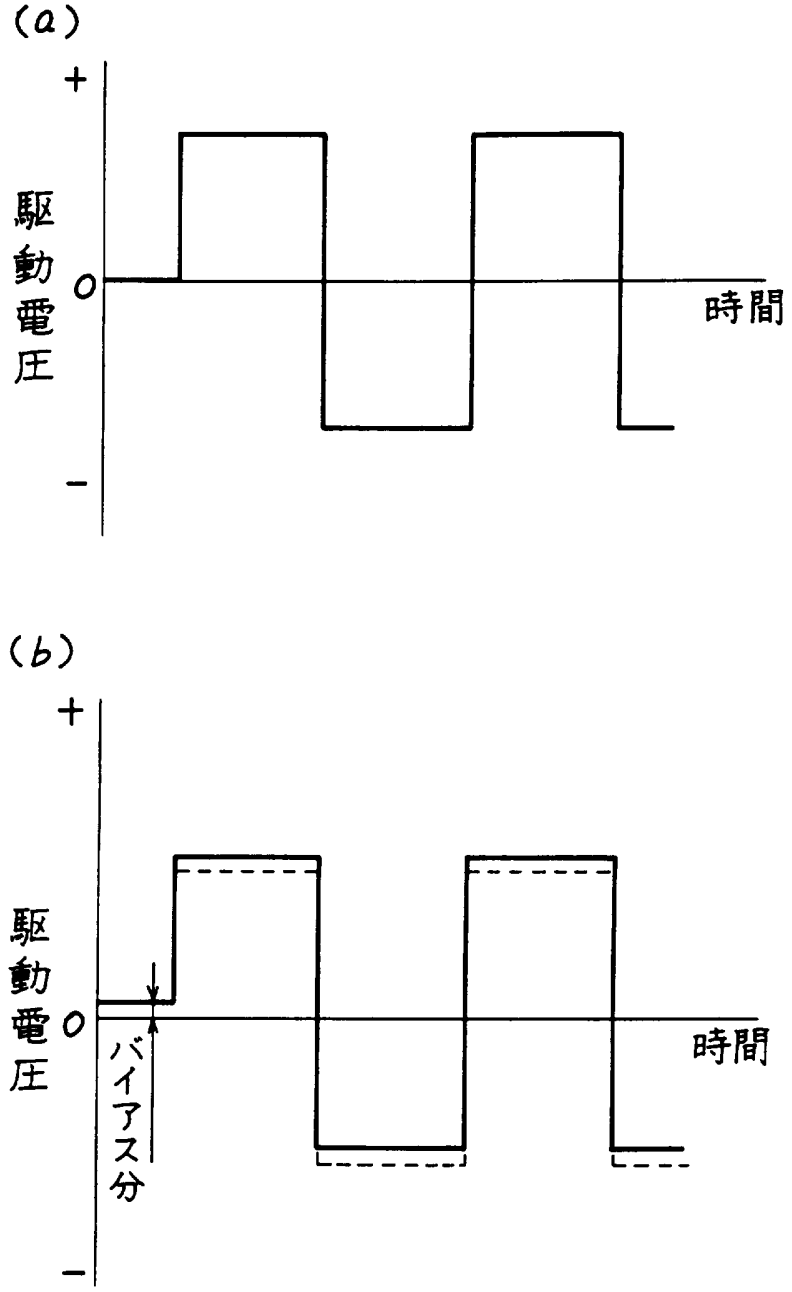


Fig. 20



・ 図面の参照符号の一覧表

１１……シム

１２……圧電体

１３……変位拡大部

１４……センサ台座

１５……固定具

１７……シム用配線

１８……圧電体用配線

１９……赤外線検出部

２０……赤外線

２１……折曲げ部

２２……結合部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP95/02267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 H02N2/00

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)

Int. Cl^6 H02N2/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1995
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

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.
A	JP, 61-296781, A (NEC Corp.), June 25, 1985 (25. 06. 85), Line 13, column 5 to line 5, column 6 (Family: none)	1 - 23

☐ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
January 10, 1996 (10. 01. 96)	February 6, 1996 (06. 02. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 95/02267

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6] H02N2/00

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））

Int. Cl[6] H02N2/00

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 1926－1995年
日本国公開実用新案公報 1971－1995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	関連する請求の範囲の番号
A	JP, 61－296781, A（日本電気株式会社）, 25. 6月. 1985（25. 06. 85）, 第5欄第13－第6欄第5（ファミリーなし）	1－23

☐ 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」先行文献ではあるが、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
10. 01. 96

国際調査報告の発送日
06.02.96

名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/JP）
郵便番号100
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）
長崎洋一 印
3H 8610

電話番号 03－3581－1101 内線 3316

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）