

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年11月8日 (08.11.2007)

PCT

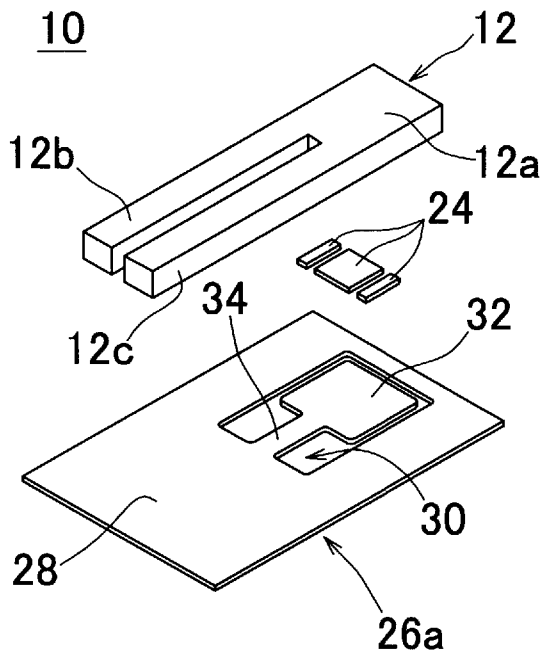
(10) 国際公開番号
WO 2007/125612 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 19/56 (2006.01) G01P 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/316340
- (22) 国際出願日: 2006年8月21日 (21.08.2006)
- (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2006-122326 2006年4月26日 (26.04.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小栗 慎也 (OGURI, Shinya) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 小池 雅人 (KOIKE, Masato) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 倉川 晴好 (KURAKAWA, Haruyoshi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 藤本 克己 (FUJIMOTO, Katsumi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 岡田 全啓 (OKADA, Masahiro); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目2番21号 イヨビル3階 岡田特許事務所内 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: VIBRATION GYRO

(54) 発明の名称: 振動ジャイロ



(57) Abstract: A small-sized vibration gyro that can be vibrated at an original vibration mode by confining torsional vibration of a vibrator when rotational angular velocity is detected. The vibration gyro (10) includes a tuning fork-type vibrator (12) composed of a base (12a) and legs (12b, 12c). The vibrator (12) is joined to a support plate (26a) by electrically conductive adhesive (24). The support plate (26a) includes an outer frame (28), and a joint section (32) is formed on one side in the longitudinal direction of the outer frame (28). The joint section (32) is supported in a space (30) by a first support section (34). The width of the first support section (34) is less than that of the joint section (32). The vibrator (12) is joined to the joint section (32) of the support plate (26a).

(57) 要約: 回転角速度検出時における振動子のねじれ振動を閉じ込めて、本来の振動モードで振動させることができる小型の振動ジャイロを得る。振動ジャイロ10は、基台部12aと脚部12bとからなる音叉型の振動子12を含む。振動子12は、導電性接着剤24で支持板26aに接合される。支持板26aは、外枠部28を含み、外枠部28の長手方向の一方側において、接合部32が形成される。接合部32は、空隙部30内に、第1の支持部34で支持される。第1の支持部34の幅は、接合部32の幅より狭く

形成される。支持板26aの接合部32に、振動子12が接合される。

WO 2007/125612 A1



添付公開書類：
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

振動ジャイロ

技術分野

[0001] この発明は、振動ジャイロに関し、特にたとえば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラの手振れ防止用などとして用いられる振動ジャイロに関する。

背景技術

[0002] 図18は、従来の振動ジャイロの一例を示す斜視図である。この振動ジャイロ1は、音叉型の振動子2を含む。この振動子2は、基台部2aと、基台部2aから延びるように形成される2つの脚部2b、2bとを含む。振動子2は、積層された音叉型の2つの圧電体基板3a、3bを含む。積層された圧電体基板3a、3bは、互いに逆向きの厚み方向に分極される。これらの圧電体基板3a、3bの間には、中間金属膜4が形成される。さらに、一方の圧電体基板3aの主面上には、駆動用電極5a、5b、5cが形成される。駆動用電極5a、5b、5cは、圧電体基板3aの幅方向に3分割して形成される。ここで、駆動用電極5a、5b、5cは、脚部2b、2bの長手方向に延びる分割部によって分割される。また、他方の圧電体基板3bの主面には、検出用電極6a、6bが形成される。検出用電極6a、6bは、圧電体基板3bの幅方向の中央部で2分割して形成される。

[0003] 振動子2は、支持板7に取り付けられる。支持板7は、たとえば長方形の板状に形成され、その中央部に振動子2の基台部2aが接着される。基台部2aの接着部分から両側に離れた部分において、支持板7には支持棒8が形成される。支持棒8は、振動子2の脚部2b、2bに沿って、支持板7の端部から延びるように形成される。そして、支持棒8が支持されることにより、振動子2がケースなどに固定される。

[0004] この振動ジャイロ1では、中央部の駆動用電極5bとその両側の駆動用電極5a、5cとの間に発振回路が接続される。発振回路は、たとえば増幅回路と位相補正回路とを含む。また、検出用電極6a、6bは、検出回路に接続される。検出回路は、差動回路、同期検波回路、積分回路、直流増幅回路などを含む。

[0005] 発振回路により、振動子2には分極方向と直行する向きの電界が印加され、振動子2の脚部2b、2bは、互いに開いたり閉じたりするように振動する。この基本振動のとき

、2つの脚部2b, 2bは、分極方向に対して同じ状態で振動するため、検出用電極6a, 6bからは同じ信号が出力される。そのため、検出回路の差動回路からは、信号が出力されない。この状態で、振動ジャイロ1の中心軸を中心として回転角速度が加わると、脚部2b, 2bには、基本振動と直交する向きにコリオリ力が働く。脚部2b, 2bに働くコリオリ力は互いに逆向きであるため、2つの脚部2b, 2bは互いに逆方向に変位する。この変位によって、検出用電極6a, 6bからは、逆位相の信号が出力され、差動回路から大きい信号が出力される。

[0006] 差動回路の出力信号は、同期検波回路で発振回路の信号に同期して検波され、積分回路で直流信号に変換される。さらに、積分回路の出力信号は、直流増幅回路で増幅される。そして、直流増幅回路の出力信号の大きさから回転角速度の大きさを知ることができ、直流増幅回路の出力信号の極性から回転角速度の向きを知ることができる。

[0007] このような振動ジャイロ1の場合、回転角速度が加わると、振動子2の2つの脚部2b, 2bには、基本振動と、それに直交するコリオリ力による振動とが組み合わさったねじれ振動が発生する。このような振動子2のねじれ振動により、支持板7には2つのノードラインが発生する。つまり、振動子2のねじれ振動によって、支持板7に振動子2との接合部をねじれの中心とした屈曲振動が発生する。この支持板7の屈曲振動の2つのノードラインが、振動子2の外側に現れる。したがって、支持板7の屈曲振動に対する2つのノードライン上に支持棒8を形成することにより、支持板7の屈曲振動が阻害されず、回転角速度が加わったときの振動子2の振動も阻害されない支持を行なうことができる。そのため、振動ジャイロ1から、回転角速度に対応して、正確な信号を取り出すことができる(特許文献1参照)。

特許文献1:特開2000-292171号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、このような振動ジャイロでは、振動子接着部の外側における支持棒で支持板を支持しているため、支持板の屈曲振動のノードラインで支持板を支持しているとはいえ、支持板が自由に屈曲できるわけではなく、回転角速度検出時における

振動子のねじれ振動の阻害を避けることはできない。そのため、振動子の振動周波数がシフトして、本来の振動モードと異なる共振が支配的となり、正確な回転角速度の検出が難しくなる。また、屈曲振動の2つのノードライン付近まで支持板を延長する必要があり、振動ジャイロ全体としてのサイズが大きくなるという問題もある。

[0009] それゆえに、この発明の主たる目的は、回転角速度検出時における振動子のねじれ振動を閉じ込めて、本来の振動モードで振動させることができる小型の振動ジャイロを提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] この発明は、一方主面および他方主面を有する振動子と、振動子を支持する支持基板と、振動子を支持基板に接合するための接合手段とを含み、支持基板は、接合手段で振動子が接合される接合部と、接合部と同一平面に形成される外枠部と、接合部の幅より狭い幅に形成されて外枠部の内側における空隙部内に接合部を中空に支持するための第1の支持部とを有する、振動ジャイロである。

外枠部の内側において、空隙部内に幅の狭い第1の支持部で接合部が支持され、接合部に振動子が接合されることにより、振動子の振動で第1の支持部が変形して、空隙部内で振動子が自由振動に近い振動をすることができる。そのため、振動子の振動が閉じ込められ、本来の振動モードで振動子を共振させることができる。

このような振動ジャイロにおいて、振動子は、振動体と、振動体の一方主面に形成される電極とで構成され、かつ基台部と、基台部から平行に延びる2つ以上の柱状の脚部とを備えた音叉型に形成することができる。

音叉型の振動子を用いた振動ジャイロにおいて、上述のような支持基板に振動子を接合することにより、回転角速度検出時における振動子のねじれ振動が阻害されにくくなり、正確に回転角速度の検出を行なうことができる。

[0011] また、振動子の脚部に対応する位置において外枠部に第1の中空部が形成され、第1の支持部と交差する向きに延びるようにして外枠部内において第1の支持部を支持するための第2の支持部が形成されてもよい。

振動子の振動に応じて、第1の支持部が変形するとともに、第2の支持部も変形し、振動子がさらに振動しやすくなって、自由振動に近い振動をすることができ、振動閉

じ込め効果が大きくなる。

- [0012] また、第2の支持部が形成された支持板を用いた振動ジャイロにおいて、振動子の脚部が延びる向きに沿って、空隙および第1の中空部の両外側に長尺状の第2の中空部が形成され、第2の支持部と交差する向きに延びるようにして外枠部内において第2の支持部を支持するための第3の支持部が形成されてもよい。

振動子の振動に応じて、第1の支持部、第2の支持部とともに、第3の支持部も変形し、振動子がさらに振動しやすくなって、自由振動に近い振動をすることができ、振動閉じ込め効果が大きくなる。

- [0013] また、第3の支持部が形成された支持板を用いた振動ジャイロにおいて、第2の中空部の長手方向の両端部およびその中央部に、第2の中空部から外枠部の端部側に向かって第3の中空部が形成されてもよい。

第2の中空部から外枠部の端部側に向かって第3の中空部を形成することにより、外枠部が内部の第2の支持部や第3の支持部と逆位相で変形しやすくなり、支持板の変位量が小さくなって、振動閉じ込め効果が大きくなる。

- [0014] また、第3の中空部が形成された支持板を用いた振動ジャイロにおいて、第2の中空部の長手方向の中央部における第3の中空部に向かって、第2の支持部から延長するようにして第3の支持部に突出部が形成されてもよい。

第3の支持部に形成された突出部により、振動子が自由振動に近い振動をしながら、第3の支持部の変形が抑えられる。それにより、外枠部と第3の支持部との接続部付近の変位量が小さくなって、振動子の振動閉じ込め効果が大きくなる。

- [0015] これらの振動ジャイロにおいて、接合手段として導電性接着剤を使用することができる。

また、接合手段として金属バンプを使用してもよい。

さらに、支持板としては、金属板を使用することができる。

また、支持板として樹脂と金属とで構成された多層基板を使用してもよい。

このように、接合手段および支持板の材料としては、種々のものを用いることができる。

- [0016] これらの振動ジャイロにおいて、さらに、支持板の振動子を接合した主面と対向する

主面側に配置される内部に配線電極が形成された凹部を有する回路基板と、凹部内の配線電極に接続するように配置されるICとを含み、凹部形成面側に支持基板が配置され、回路基板と支持基板との対向する主面どうしを導電性接着剤で接着することにより、振動子の電極とICとが電氣的に接続されるようにしてもよい。

上述のような振動閉じ込め効果の大きい振動ジャイロにおいて、さらに回路基板とICとを組み合わせることにより、振動子の駆動検出に関する信号処理を行なうことができる振動ジャイロとすることができる。ここで、回路基板に凹部を形成し、この凹部内の配線電極にICを接続し、その上に振動子を接合した支持板を配置することにより、振動ジャイロを低背化することができる。

発明の効果

[0017] この発明によれば、振動子の振動閉じ込め効果を大きくすることができ、回転角速度に正確に対応した信号を出力させることができる。そのため、この振動ジャイロを用いることにより、正確に回転角速度を検出することができる。また、振動子を接合する接合部は、外枠部の内側において空隙部内に形成されるため、振動子接合部から外側に大きく延びる支持板は不要である。そのため、振動ジャイロを小型化することができる。また、回路基板、IC、支持板および振動子を適当な形で組み込むことにより、信号処理ができる低背化された振動ジャイロを得ることができる。

[0018] この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明を実施するための最良の形態の説明から一層明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]この発明の振動ジャイロの一例を示す分解斜視図である。

[図2]図1に示す振動ジャイロに用いられる振動子を一方面側からみた斜視図である。

[図3]図2に示す振動子を他方面側からみた斜視図である。

[図4]図1に示す振動ジャイロに用いられる支持板の一例を示す平面図である。

[図5]図1に示す振動ジャイロを用いて回転角速度を検出するための回路を示す回路図である。

[図6] (A)は図1に示す振動ジャイロの基本振動を示す解析図であり、(B)はコリオリ

力が働いたときの振動ジャイロの振動を示す解析図である。

[図7] (A)は振動子の自由振動時における基本振動を示す解析図であり、(B)はコリオリ力が働いたときの振動子の振動を示す解析図である。

[図8]この発明の振動ジャイロに用いられる支持板の他の例を示す平面図である。

[図9] (A)は図8に示す支持板を用いた振動ジャイロの基本振動を示す解析図であり、(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロの振動を示す解析図である。

[図10]この発明の振動ジャイロに用いられる支持板のさらに他の例を示す平面図である。

[図11] (A)は図10に示す支持板を用いた振動ジャイロの基本振動を示す解析図であり、(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロの振動を示す解析図である。

[図12]この発明の振動ジャイロに用いられる支持板の別の例を示す平面図である。

[図13] (A)は図12に示す支持板を用いた振動ジャイロの基本振動を示す解析図であり、(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロの振動を示す解析図である。

[図14]この発明の振動ジャイロの用いられる支持板のさらに別の例を示す平面図である。

[図15] (A)は図14に示す支持板を用いた振動ジャイロの基本振動を示す解析図であり、(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロの振動を示す解析図である。

[図16]信号処理を行なうことができる振動ジャイロの一例を示す分解斜視図である。

[図17]図16に示す振動ジャイロの断面図である。

[図18]従来の振動ジャイロの一例を示す斜視図である。

符号の説明

- [0020] 10, 80 振動ジャイロ
12 振動子
14 振動体
20a, 20b, 20c 第1の電極
22a, 22b 第2の電極
24 導電性接着剤
26a~26e 支持板

- 28 外枠部
- 30 空隙部
- 32 接合部
- 34 第1の支持部
- 60 第1の中空部
- 62 第2の支持部
- 64 第2の中空部
- 66 第3の支持部
- 68 第3の中空部
- 70 突出部
- 82 回路基板
- 84 凹部
- 86 配線電極
- 88 接続電極
- 90 IC
- 92 パターン電極
- 94 導電性接着剤
- 96 キャップ

発明を実施するための最良の形態

[0021] 図1は、この発明の振動ジャイロの一例を示す分解斜視図である。振動ジャイロ10は、振動子12を含む。図2は振動子12を一方面側からみた斜視図であり、図3は振動子12を他方面側からみた斜視図である。振動子12は、図2および図3に示すように、基台部12aを含み、基台部12aから2つの四角柱状の脚部12b, 12cが平行して延びるように形成され、全体として音叉型に形成される。

[0022] 振動子12は、振動体14を含む。振動体14は、音叉型の第1の圧電体基板16aおよび第2の圧電体基板16bを含む。これらの圧電体基板16a, 16bは、中間金属膜18を挟んでエポキシ樹脂等により接合される。圧電体基板16a, 16bは、図2および図3の矢印に示すように、互いに逆向きの厚み方向に分極される。この振動体14の両

主面に、第1の電極および第2の電極が形成される。

- [0023] 第1の圧電体基板16aの表面には、第1の電極20a, 20b, 20cが形成される。第1の電極20a, 20b, 20cは、第1の圧電体基板16aの幅方向に3分割され、基台部12aから脚部12b, 12cに渡って延びるように形成される。これらの第1の電極20a, 20b, 20cは、脚部12b, 12cの幅方向の中央部で分割される。なお、第1の電極20a, 20b, 20cが3分割されていれば、第1の圧電体基板16aに溝が形成される必要はないが、製造方法によっては、第1の電極20a, 20b, 20cの分割部において、第1の圧電体基板16aに溝が形成されてもよい。その場合、溝は、中間金属膜18まで届かない範囲で形成される。
- [0024] また、第2の圧電体基板16bの表面には、第2の電極22a, 22bが形成される。第2の電極22a, 22bは、第2の圧電体基板16bの幅方向に2分割され、基台部12aから脚部12b, 12cに渡って延びるように形成される。これらの第2の電極22a, 22bは、基台部12aの中央部で分割される。この場合においても、第2の電極22a, 22bが分割されていれば、第2の圧電体基板16bに溝が形成されていても、形成されていなくてもよい。溝が形成される場合には、中間金属膜18まで届かない範囲で形成される。
- [0025] この振動子12は、たとえば接合手段としての導電性接着剤24によって、支持板26aに接合される。図4は、支持板26aを示す平面図である。支持板26aは、図4に示すように、長方形板状の外枠部28を含む。外枠部28の長手方向の一方側において、外枠部28の内側に空隙部30が設けられ、この空隙部30内に接合部32が形成される。接合部32は、長方形板状に形成され、外枠部28と同一平面に配置される。接合部32は第1の支持部34で支持され、第1の支持部34によって外枠部28に接続される。第1の支持部34の幅は、接合部32の幅より狭く形成される。
- [0026] 振動子12の基台部12aは、導電性接着剤24などによって、支持板26aの接合部32に接合される。図1においては、3つの導電性接着剤24によって、第1の電極20a, 20b, 20cが接合部32に接合されている。このような接合は、たとえば支持板26aに第1の電極20a, 20b, 20cに接続されるパターン電極が形成されている場合に採用される。このようなパターン電極が形成された支持板26aの例としては、たとえばCu、

ポリイミド樹脂、Cuの3層構造の積層板などがある。また、Cuとポリイミド樹脂の2層構造や、Cu、ポリイミド樹脂、ステンレス鋼の3層構造の積層板であってもよい。このような支持板26aを用いた場合、支持板26aに形成されたパターン電極を介して振動子12の第1の電極20a, 20b, 20cが駆動検出回路に接続され、振動子12への入出力信号の処理が行なわれる。

[0027] なお、支持板26aとして、Cuやステンレス鋼などの金属板を用いてもよい。この場合、駆動検出用として用いられる第1の電極20a, 20b, 20cを支持板26aに接合できないので、第2の電極22a, 22bが支持板26aの接合部32に接合される。そして、第1の電極20a, 20b, 20cには、たとえばリード線などを介して駆動検出回路を接続することができる。このように、振動子12のどちらの面を支持板26aに接合するののかについては、支持板26aの材質や駆動検出回路との接続方法などによって選択される。また、振動子12と支持板26aとの接合は、たとえば金属バンプなどによって行なわれてもよい。

[0028] 図5は、振動ジャイロ10を用いて回転角速度を検出するための回路を示す回路図である。振動子12は、たとえば自励振駆動により励振される。そのため、この振動子12においては、図5に示すように、振動子12の中央部の第1の電極20bとその両側の第1の電極20a, 20cとの間に、発振回路40が接続される。発振回路40は、たとえば増幅回路と位相補正回路とを含む。ここで、両側の第1の電極20a, 20cの出力信号の和が増幅回路で増幅され、さらに位相補正回路で位相補正されて、中央の第1の電極20bに入力される。

[0029] また、両側の第1の電極20a, 20cは、検出回路42に接続される。検出回路42は差動回路44を含み、差動回路44から両側の第1の電極20a, 20cの出力信号の差が出力される。さらに、差動回路44は同期検波回路46に接続され、差動回路44の出力信号が検波される。ここで、同期検波回路46には、発振回路40が接続され、発振回路40の信号に同期して、差動回路44の出力信号が検波される。また、同期検波回路46は積分回路48に接続され、同期検波回路46の出力信号が直流信号に変換される。さらに、積分回路48は直流増幅回路50に接続され、積分回路48の出力信号が増幅される。なお、検出回路42には、第1の電極20a, 20cでなく、第2の電

極22a, 22bを接続してもよい。この場合、振動子12の両面の電極が、駆動回路および検出回路に接続されるため、リード線などを用いて電極を駆動回路または検出回路に接続する必要がある。

[0030] 発振回路40によって、振動子12は、2つの脚部12b, 12cが開いたり閉じたりするようにして基本振動する。このとき、脚部12b, 12cは、分極方向に対して同じ向きの変位となるため、第1の電極20a, 20cからの出力信号は同じである。そのため、差動回路44からは、信号が出力されない。この状態で、振動子12の脚部12b, 12cの間の中心軸を中心として回転角速度が加わると、脚部12b, 12cには、基本振動に直交する向きにコリオリ力が働く。基本振動は、脚部12b, 12cが互いに開閉する振動であるため、これらの脚部12b, 12cに働くコリオリ力は逆向きとなる。そのため、脚部12b, 12cは、基本振動の方向と直交する向きで、互いに逆向きに変位する。この脚部12b, 12cの変位により、第1の電極20a, 20cの出力信号は、逆位相に変化し、差動回路44からこれらの出力信号の変化量に対応した信号が出力される。

[0031] 差動回路44の出力信号は、同期検波回路46で、発信回路40の信号に同期して、信号の正部分または負部分が検波される。同期検波回路46の出力信号は、積分回路48で直流信号に変換され、さらに直流増幅回路50で増幅される。

[0032] 回転角速度が大きいとき、コリオリ力は大きくなって、脚部12b, 12cの変位量は大きくなる。そのため、差動回路44の出力信号は大きくなり、直流増幅回路50の出力信号も大きくなる。したがって、直流増幅回路50の出力信号の大きさから、回転角速度の大きさを知ることができる。また、回転角速度の方向が反対になると、コリオリ力の方向も反対となり、差動回路44の出力信号は逆位相となる。そのため、回転角速度の方向が反対になれば、直流増幅回路50の出力信号の極性は逆となる。したがって、直流増幅回路50の出力信号の極性から、回転角速度の向きを知ることができる。

[0033] 図1に示す振動ジャイロ10において、有限要素法により各部の動きを求め、その結果を図6に示した。図6(A)は振動ジャイロ10の基本振動を示す解析図であり、図6(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロ10の振動を示す解析図である。また、比較のため、外枠部がなく、振動子12が空中に浮いた状態で自由振動する場合について、有限要素法により各部の動きを求め、その結果を図7に示した。図7(A)は振

動子12の自由振動時における基本振動を示す解析図であり、図7(B)はコリオリ力が働いたときの振動子12の振動を示す解析図である。なお、これらの解析図においては、脚部12cが支持板26aを突き抜けていたり、脚部12b, 12cが重なっていたりして、実際にはあり得ない状態が示されているが、これは各部の動きをわかりやすくするために、各部の動きを実際より大きく示しているためである。実際には、各部の動きは小さく、導電性接着剤24の厚みがあれば、十分に振動子12の振動領域を確保できるものである。

- [0034] 振動ジャイロ10においては、たとえば支持板26aの外枠部28の4隅部近傍が固定されるが、振動子12の振動が支持板26aによって阻害されることは避けられない。しかしながら、図7に示すような自由振動に近い振動ができる状態であれば、振動子12の振動はあまり阻害されておらず、良好な特性を得ることができる。図6からわかるように、回転角速度が加わっていない基本振動においては、自由振動に近い振動をしている。また、振動子12に回転角速度が加わったとき、第1の支持部34がねじれて、振動子12は自由振動に近い振動をすることができる。
- [0035] ここで、外枠部28も変形し、外枠部28が固定されることにより振動子12の振動は阻害されるものと考えられるが、図18に示すように、振動子の振動が直接板状の支持板に伝達される振動ジャイロに比べて、第1の支持部34のねじれによる振動閉じ込め効果が大きい。そのため、この振動ジャイロ10では、従来の振動ジャイロに比べて、振動子12の振動が阻害されず、良好な特性を得ることができる。
- [0036] また、図8は、振動ジャイロ10に用いられる他の支持板26bを示す平面図である。図8に示すように、外枠部28の長手方向の一方側において、空隙部30内に第1の支持部34で接合部32を支持し、外枠部28の長手方向の他方側に四角形状の第1の中空部60が形成された支持板26bを用いてもよい。第1の中空部60を形成することにより、第1の支持部34と直交する向きに、第2の支持部62が形成される。第2の支持部62の両側は、外枠部28の内側に接続され、第2の支持部62の中央部から第1の支持部34が延びて、空隙部30内に接合部32が支持されている。
- [0037] このような支持板26bを用いた振動ジャイロ10について、有限要素法により各部の動きを求め、その結果を図9に示した。図9(A)は支持板26bを用いた振動ジャイロ1

0の基本振動を示す解析図であり、図9(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロ10の振動を示す解析図である。このような支持板26bを用いた場合、第2の支持部62が変形しやすい形状となっているため、振動子12のねじれ振動に対応して、第1の支持部34にねじれが発生するとともに、第2の支持部62が変形し振動子12がさらに自由振動に近い振動をすることができる。したがって、この支持板26bを用いることにより、振動子12の振動閉じ込め効果を大きくすることができ、良好な特性を得ることができる。

[0038] また、図10は、振動ジャイロ10に用いられるさらに他の支持板26cを示す平面図である。図10に示すように、振動子12の脚部12b、12cの延びる向きに沿って、空隙部30および第1の中空部60の両側に、長尺状の第2の中空部64が形成された支持板26cを用いてもよい。第2の中空部64が形成されることにより、第2の支持部62の両端から外枠部28の長手方向に延びる第3の支持部66が形成される。第3の支持部66の両端は、外枠部28の内側に接続され、第3の支持部66の中央部に第2の支持部62が接続される。したがって、第2の支持部62と第3の支持部66とでH字状に形成され、第2の支持部62の中央部から第1の支持部34が延びて接合部32を支持している。

[0039] このような支持板26cを用いた振動ジャイロ10について、有限要素法により各部の動きを求め、その結果を図11に示した。図11(A)は支持板26cを用いた振動ジャイロ10の基本振動を示す解析図であり、図11(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロ10の振動を示す解析図である。このような支持板26cを用いた場合、振動子12のねじれ振動に対応して、第1の支持部34にねじれが発生するとともに、H字状の第2の支持部62および第3の支持部66が変形し、振動子12が自由振動に近い振動をすることができる。したがって、この支持板26cを用いることにより、振動子12の振動閉じ込め効果をさらに大きくすることができ、良好な特性を得ることができる。なお、第2の中空部64の長手方向の長さは、振動閉じ込め効果が得られる長さであれば、特に限定されるものではない。

[0040] 図12は、振動ジャイロ10に用いられる別の支持板26dを示す平面図である。第1の支持部34、第2の支持部62および第3の支持部66を有する支持板において、図12

に示すように、第2の中空部64から外枠部28の幅方向の端部に向かって、第3の中空部68が形成された支持板26dとしてもよい。第3の中空部68は、第2の中空部64の両端および中央部に形成される。第2の中空部64の両端においては、第3の中空部68は、空隙部30の端部および第1の中空部60の端部に対応した位置に形成される。また、第2の中空部64の中央部においては、第3の中空部68は、第2の支持部62と第3の支持部66の接続部に対応した位置に形成される。

[0041] このような支持板26dを用いた振動ジャイロ10について、有限要素法により各部の動きを求め、その結果を図13に示した。図13(A)は支持板26dを用いた振動ジャイロ10の基本振動を示す解析図であり、図13(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロ10の振動を示す解析図である。このような支持板26dを用いた場合、支持板26dの各部は、図10に示す支持板26dを用いた振動ジャイロ10と同様に変位するが、第3の中空部68が形成されていることにより、外枠部28の長手方向部分が、H字状の第2の支持部62および第3の支持部66と逆位相で動きやすくなる。それにより、支持板26d全体の変位量を少なくすることができ、振動子12の振動閉じ込め効果を大きくすることができる。

[0042] また、図14は、振動ジャイロ10に用いられるさらに別の支持板26eを示す平面図である。第2の中空部64に第3の中空部68を形成した支持板において、図14に示すように、中央の第3の中空部68に向かって、第3の支持部66から突出部70が形成された支持板26eとしてもよい。この突出部70は、第2の支持部62と第3の支持部66との接続部に対応した位置において、第2の支持部62から延長して突出するように形成される。

[0043] このような振動板26eを用いた振動ジャイロ10について、有限要素法により各部の動きを求め、その結果を図15に示した。図15(A)は支持板26eを用いた振動ジャイロ10の基本振動を示す解析図であり、図15(B)はコリオリ力が働いたときの振動ジャイロ10の振動を示す解析図である。このような支持板26eを用いた場合、H字状の第2の支持部62および第3の支持部66の変位量が抑えられ、第3の支持部66と外枠部28との接続部分近傍の変位量も小さくなり、振動子12の振動閉じ込め効果をさらに大きくすることができる。

- [0044] このように、これらの支持板26a～26eを用いることにより、振動子12の振動が阻害されにくくなり、振動閉じ込め効果の大きい振動ジャイロ10を得ることができる。それにより、回転角速度を検出する際にも、良好な特性を得ることができる。
- [0045] さらに、図16および図17に示すように、振動子12の駆動検出のための信号処理を行なう回路を設けた振動ジャイロ80とすることができる。図16は信号処理を行うことができる振動ジャイロ80を示す分解斜視図であり、図17はその断面図である。このような振動ジャイロ80を得るために、回路基板82が用いられる。回路基板82は、たとえば長方形の板状に形成され、その一方面側に四角形の凹部84が形成される。この凹部84の底面に、配線電極86が形成される。凹部84の外側には、配線電極86に接続される接続電極88が形成される。
- [0046] 回路基板82の凹部84内には、IC90が取り付けられる。IC90には、発振回路40や検出回路42などが形成されている。このIC90は、配線電極86に接続される。さらに、回路基板82上には、たとえば支持板26eが取り付けられる。支持板26eには、接合部32から外枠部28の4隅の近傍まで、パターン電極92が形成される。たとえば、振動子12の両側の第1の電極20a、20cから空隙部30側の隅部までパターン電極92が形成され、中央部の第1の電極20bから第1の中空部60側の隅部までパターン電極92が形成される。支持板26eの4隅部近傍においては、パターン電極92は支持板26eの反対面に回り込むように形成される。この支持板26eの反対面に回り込んだパターン電極92が、導電性接着剤94によって、回路基板82の接続電極88に接続される。ここでは、支持板26eとして、Cu、ポリイミド樹脂、Cuの3層構造の積層板が用いられている。なお、この振動ジャイロ80において、上述の他の支持板26a～26dを用いてもよいことは言うまでもない。
- [0047] 支持板26eの回路基板82側の主面と対向する主面側において、接合部32には、導電性接着剤24によって、振動子12が取り付けられる。それにより、振動子12の第1の電極20a、20b、20cは、パターン電極92に接続され、さらにIC90に接続される。この支持板26eによって、IC90が取り付けられた凹部84が覆われる。さらに、振動子12および支持板26eを覆うようにして、金属性のキャップ96が取り付けられる。
- [0048] この振動ジャイロ80では、IC90によって振動子12が励振され、回転角速度が加わ

ることによって検出された信号が、IC90で処理される。ここで、IC90は、回路基板82の凹部84内に取り付けられ、それを覆うようにして支持板26eが取り付けられている。また、導電性接着剤24によって、振動子12が支持板26eに支持されるとともに、第1の電極20a, 20b, 20cがIC90に接続される。このような構成とすることにより、信号処理を行なうことができ、かつ低背化された振動ジャイロ80を得ることができる。

[0049] このような振動ジャイロ80において、支持板26eがCuやステンレス鋼などの単板で形成される場合、その表面にパターン電極を形成することができないため、第2の電極22a, 22bが支持板26eに接合される。そして、第1の電極20a, 20b, 20cと回路基板82の配線電極86との接続は、リード線などによって行なわれる。このような構成とした場合においても、回路基板82に凹部84を形成し、この凹部84内にIC90を取り付け、IC90を覆うように支持板26eを取り付けることにより、振動ジャイロ80の低背化が可能である。

[0050] このような低背化された振動ジャイロ80において、上述のような支持板26a～26eを用いることにより、振動子12の振動を閉じ込めることができ、振動ジャイロ80に加わった回転角速度を正確に検出することができる。

[0051] なお、本発明における振動ジャイロの振動子としては、音叉型のみならず音片型やユニモルフ型等の他の振動子にも適用することができる。また、上記実施例で示した支持部あるいは中空部の形状は長方形に限ったものではなく、楕円等の別の形状でも構わない。さらに、上記実施例で使用した音叉型振動子12の圧電体基板16bの表面に形成した第2の電極22a, 22bは部分的に形成されていても、完全に除去されていても構わない。

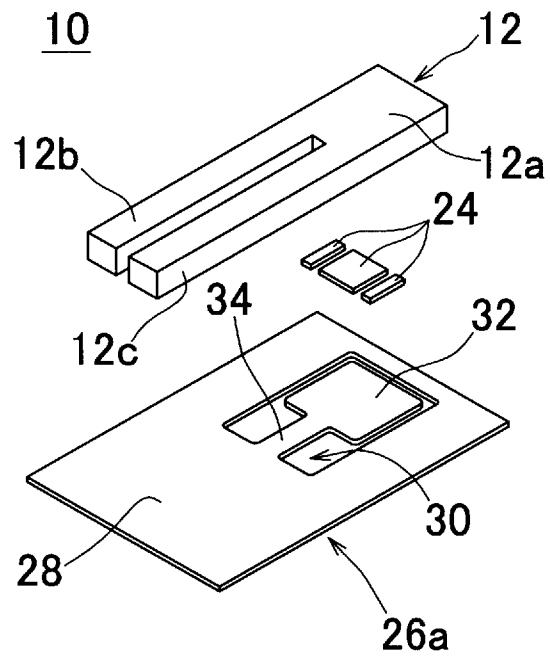
請求の範囲

- [1] 一方主面および他方主面を有する振動子、
前記振動子を支持する支持基板、および
前記振動子を前記支持基板に接合するための接合手段を含み、
前記支持基板は、前記接合手段で前記振動子が接合される接合部と、前記接合部と同一平面に形成される外枠部と、前記接合部の幅より狭い幅に形成されて前記外枠部の内側における空隙部内に前記接合部を中空に支持するための第1の支持部とを有する、振動ジャイロ。
- [2] 前記振動子は、振動体と、前記振動体の一方主面に形成される電極とで構成され、かつ基台部と、前記基台部から平行に延びる2つ以上の柱状の脚部とを備えた音叉型に形成される、請求項1に記載の振動ジャイロ。
- [3] 前記振動子の前記脚部に対応する位置において前記外枠部に第1の中空部が形成され、前記第1の支持部と交差する向きに延びるようにして前記外枠部内において前記第1の支持部を支持するための第2の支持部が形成された、請求項2に記載の振動ジャイロ。
- [4] 前記振動子の前記脚部が延びる向きに沿って、前記空隙部および前記第1の中空部の両外側に長尺状の第2の中空部が形成され、前記第2の支持部と交差する向きに延びるようにして前記外枠部内において前記第2の支持部を支持するための第3の支持部が形成された、請求項3に記載の振動ジャイロ。
- [5] 前記第2の中空部の長手方向の両端部およびその中央部に、前記第2の中空部から前記外枠部の端部側に向かって第3の中空部が形成された、請求項4に記載の振動ジャイロ。
- [6] 前記第2の中空部の長手方向の中央部における前記第3の中空部に向かって、前記第2の支持部から延長するようにして前記第3の支持部に突出部が形成された、請求項5に記載の振動ジャイロ。
- [7] 前記接合手段として導電性接着剤を使用した、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の振動ジャイロ。
- [8] 前記接合手段として金属バンプを使用した、請求項1ないし請求項6のいずれかに

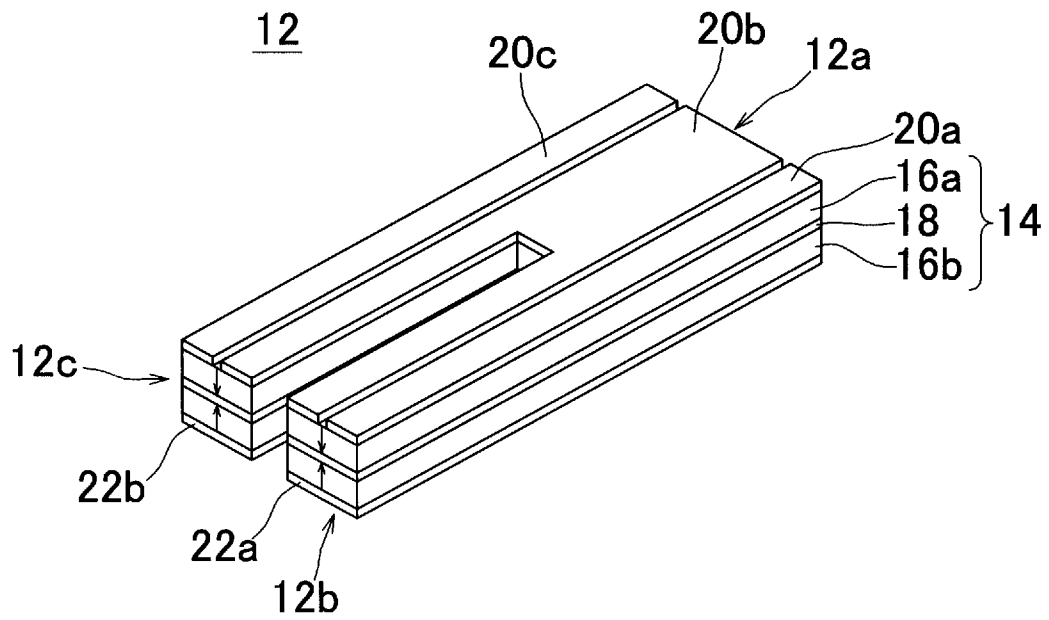
記載の振動ジャイロ。

- [9] 前記支持板として金属板を使用した、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の振動ジャイロ。
- [10] 前記支持板として樹脂と金属とで構成された多層基板を使用した、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の振動ジャイロ。
- [11] さらに、前記支持板の前記振動子を接合した主面と対向する主面側に配置される内部に配線電極が形成された凹部を有する回路基板と、前記凹部内において前記配線電極に接続するように配置されるICとを含み、
- 前記凹部形成面側に前記支持基板が配置され、前記回路基板と前記支持基板との対向する主面どうしを導電性接着剤で接着することにより、前記振動子と前記ICとが電氣的に接続された、請求項1ないし請求項10のいずれかに記載の振動ジャイロ。
- 。

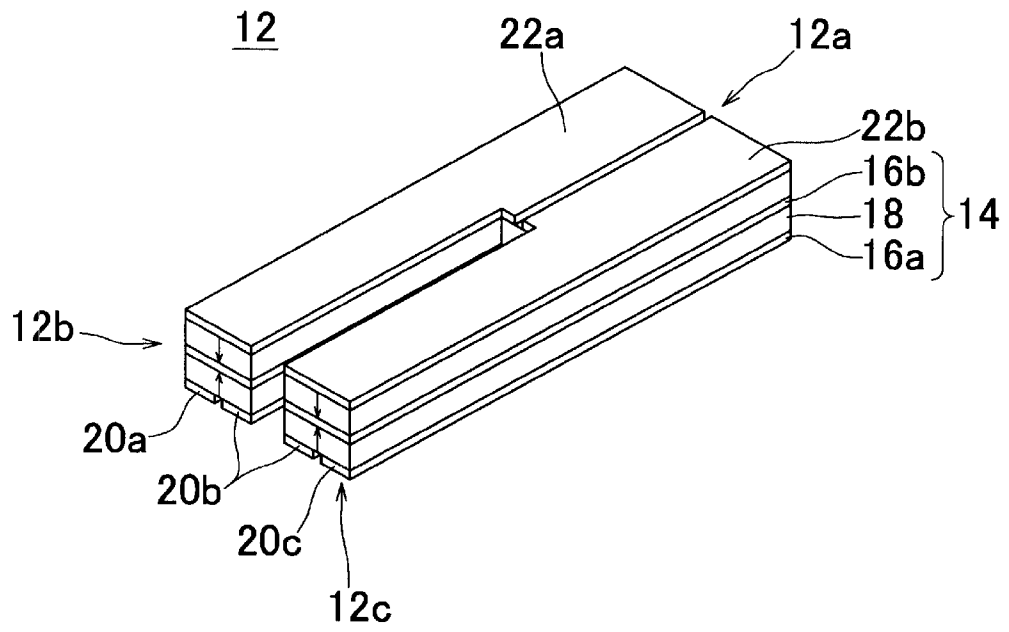
[図1]



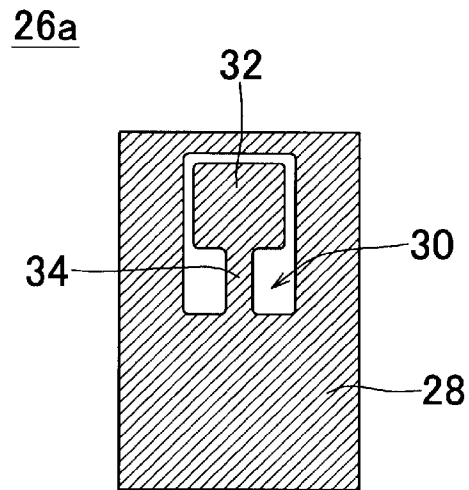
[図2]



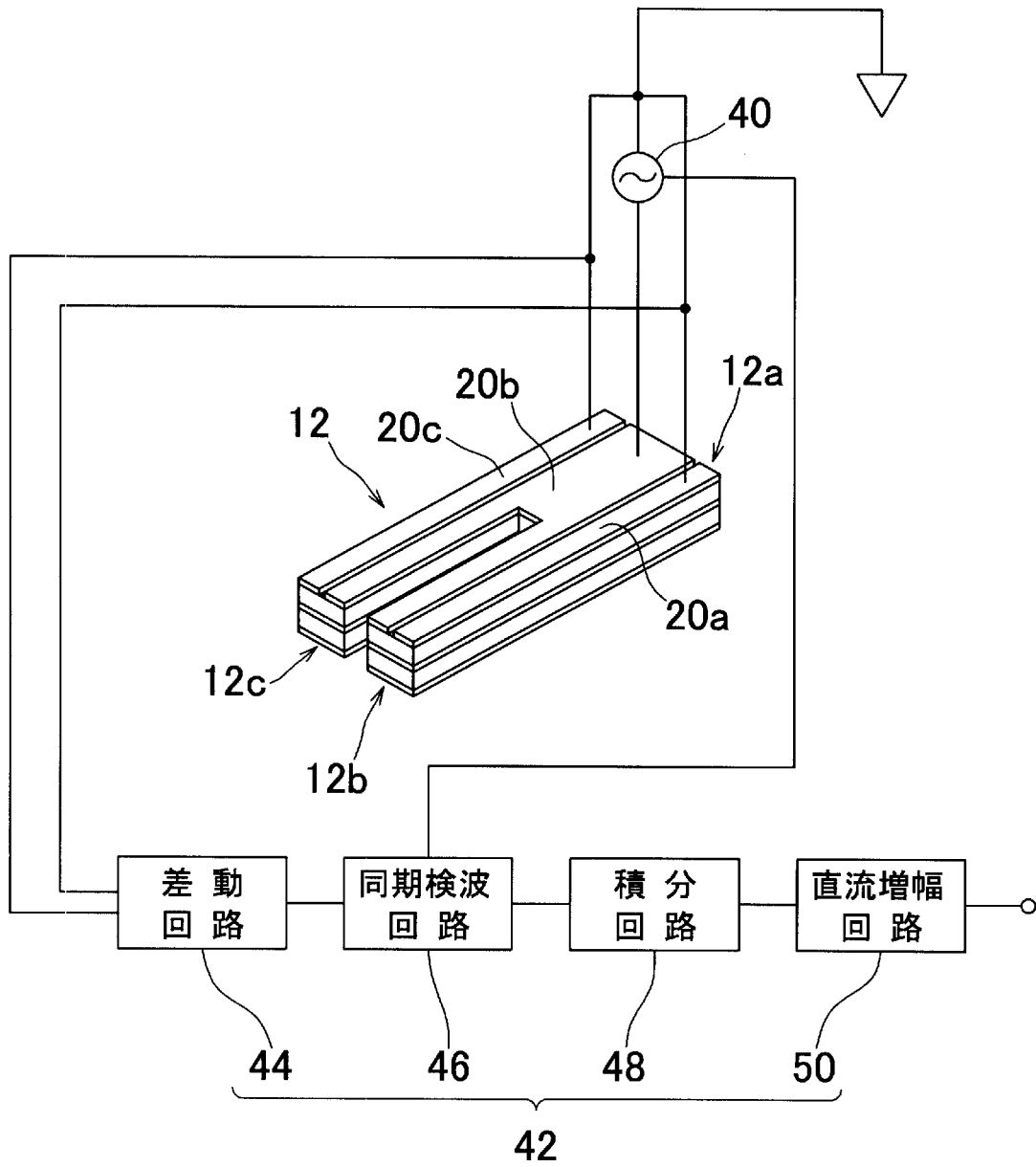
[図3]



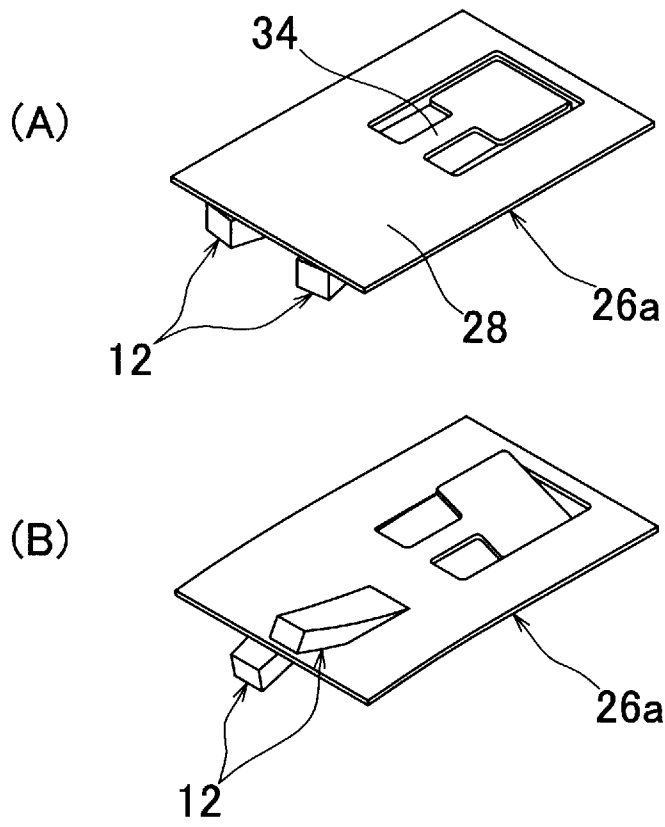
[図4]



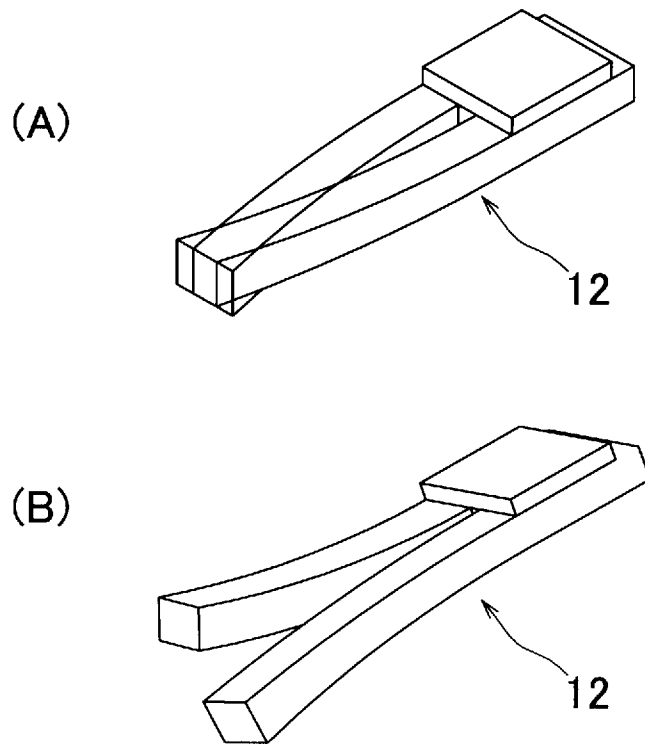
[図5]



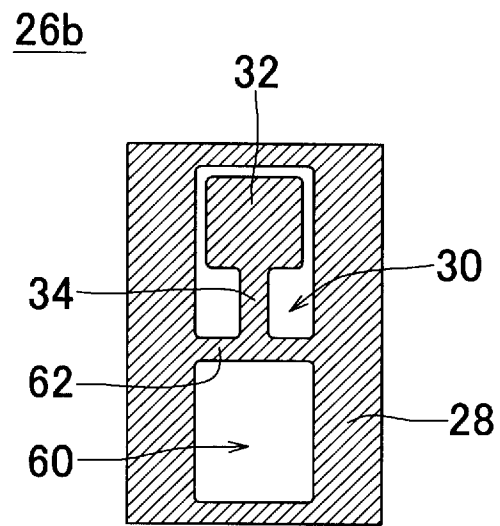
[図6]



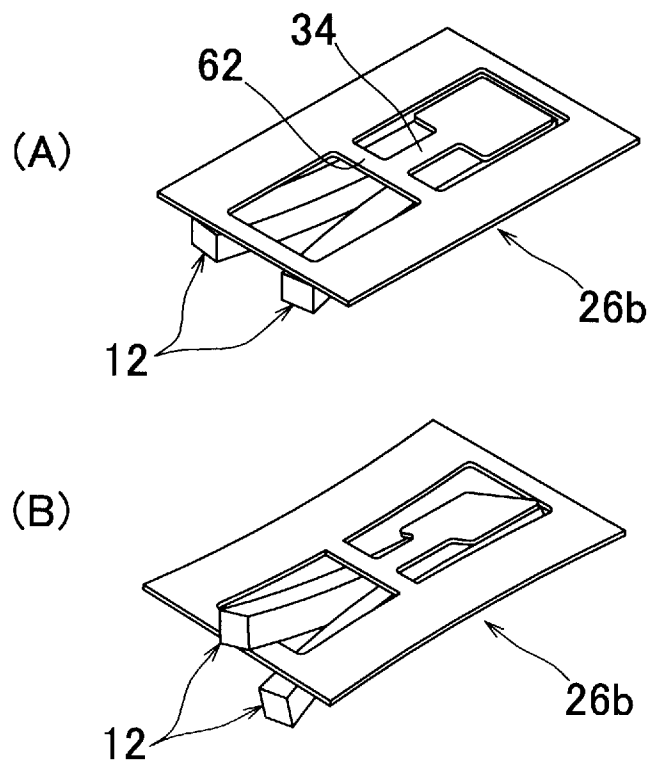
[図7]



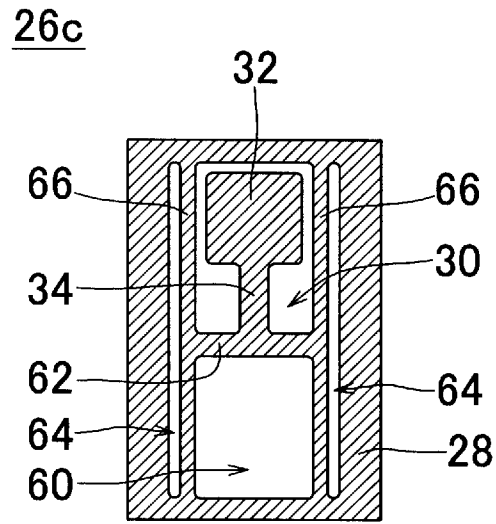
[図8]



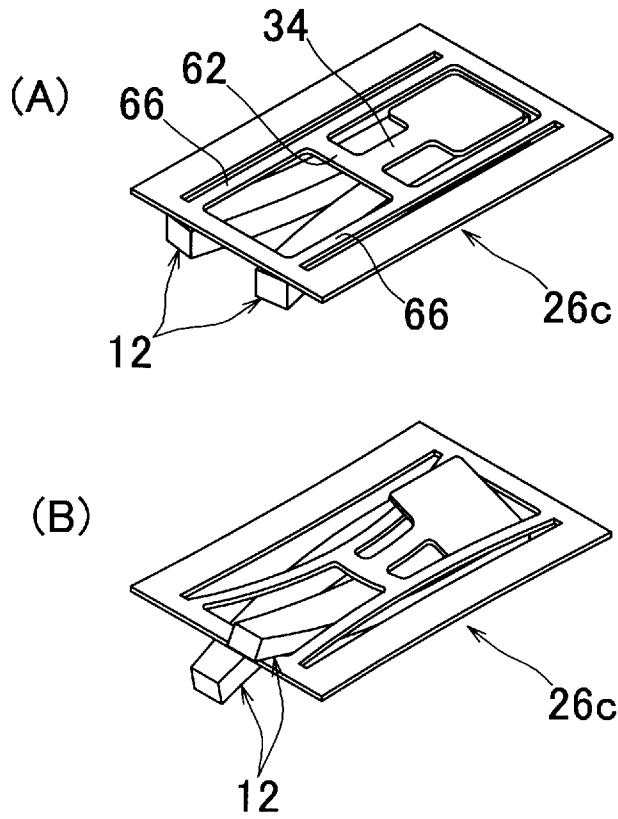
[図9]



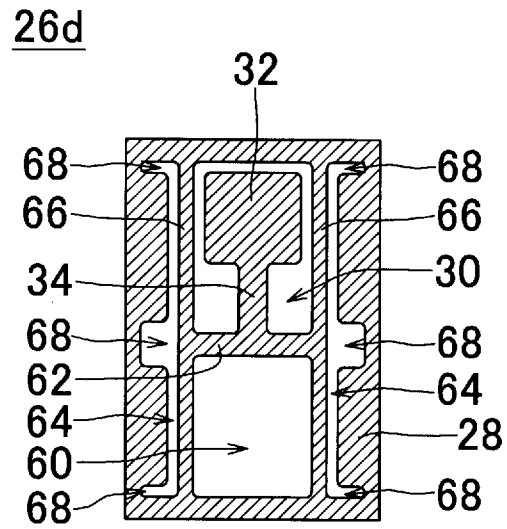
[図10]



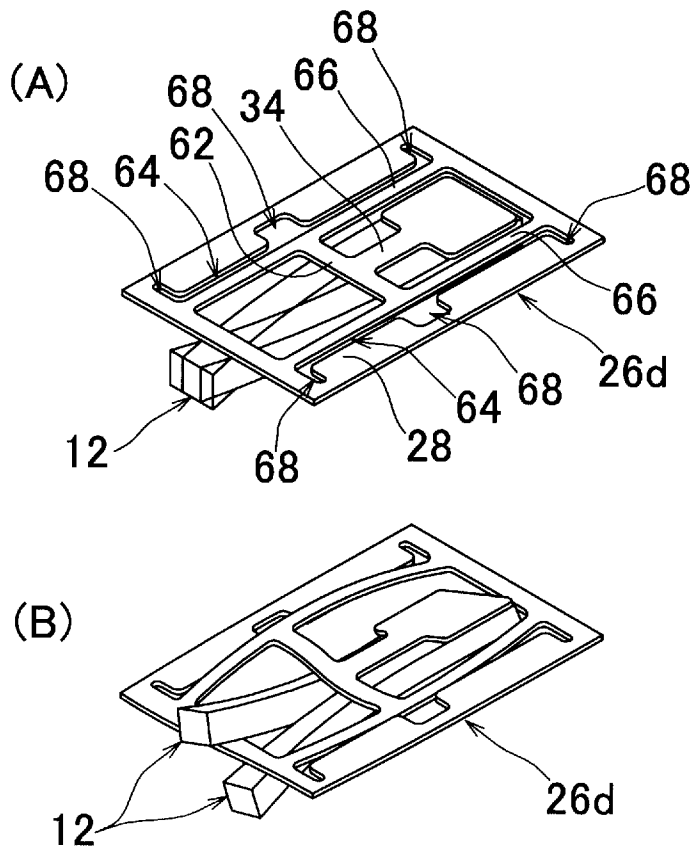
[図11]



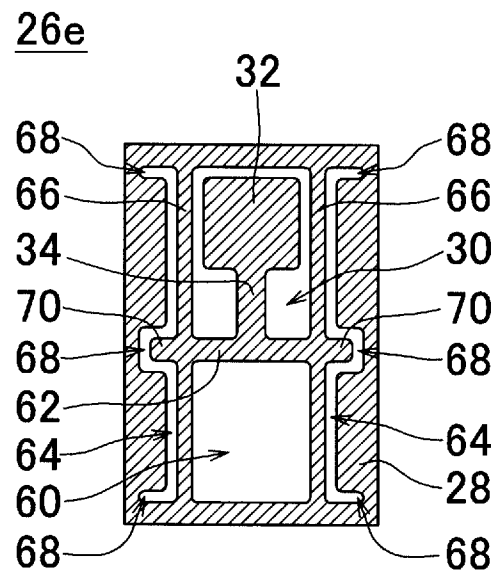
[図12]



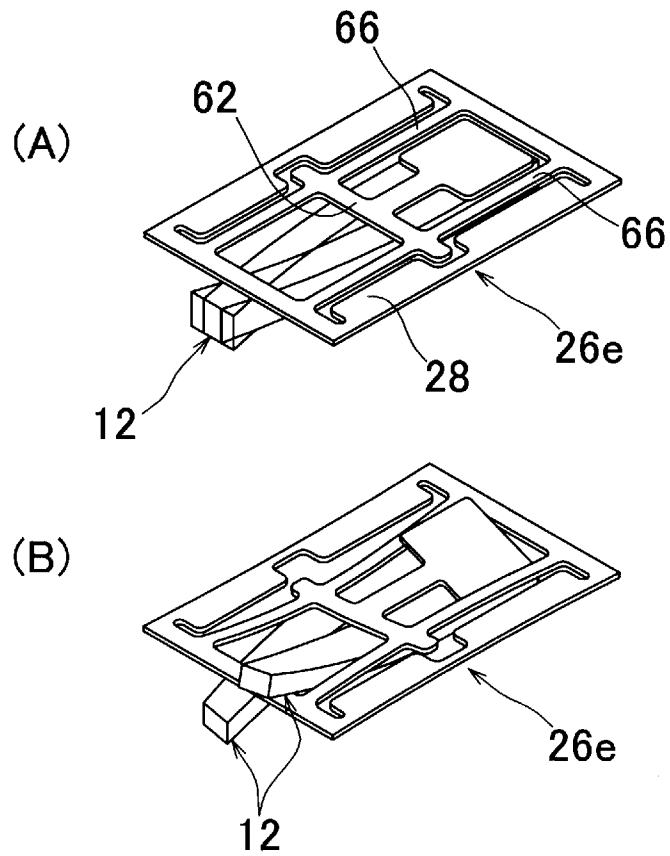
[図13]



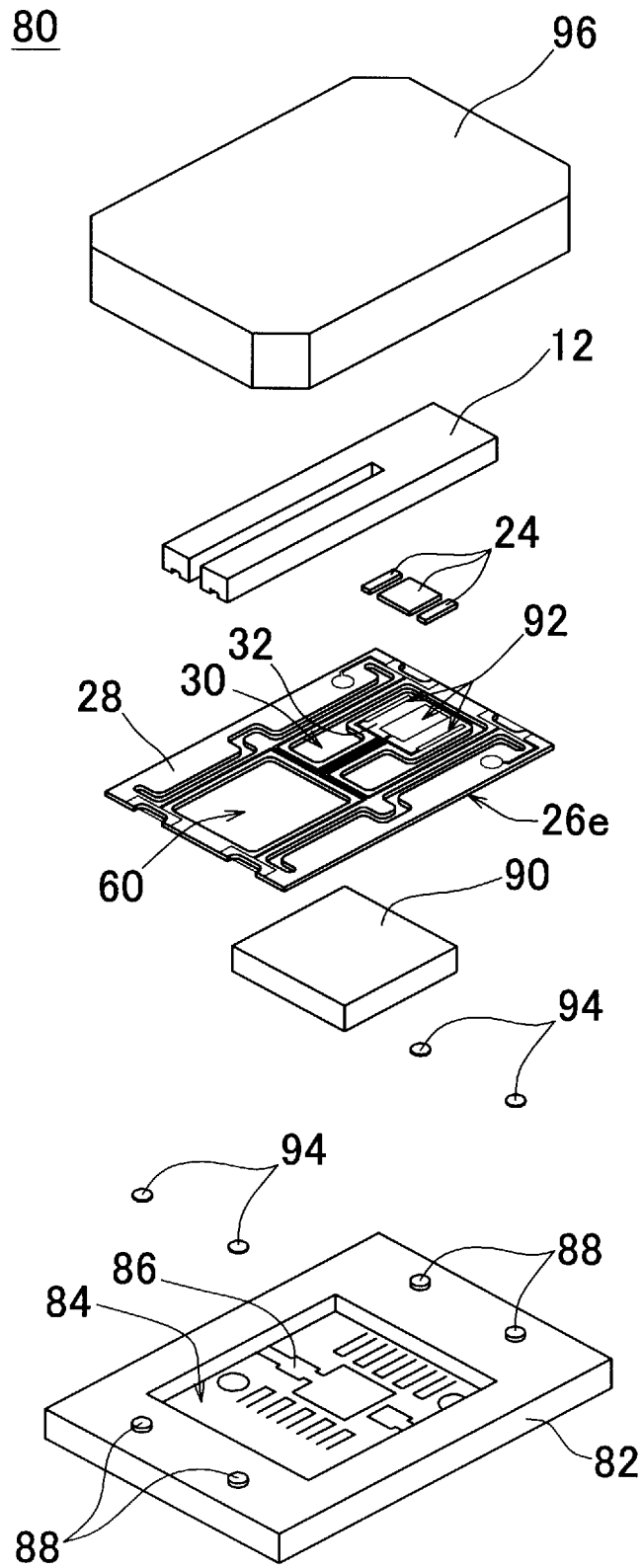
[図14]



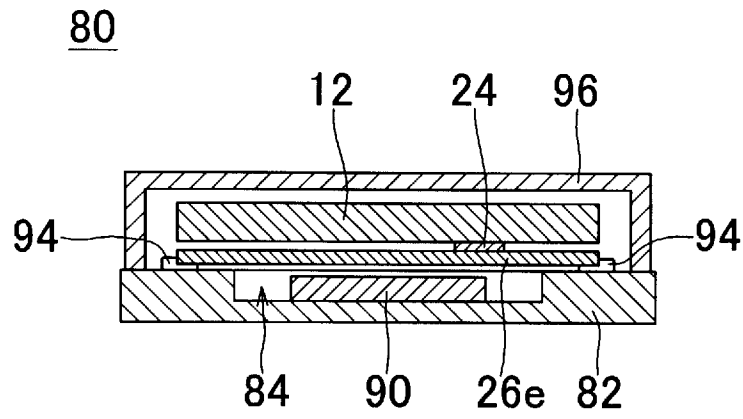
[図15]



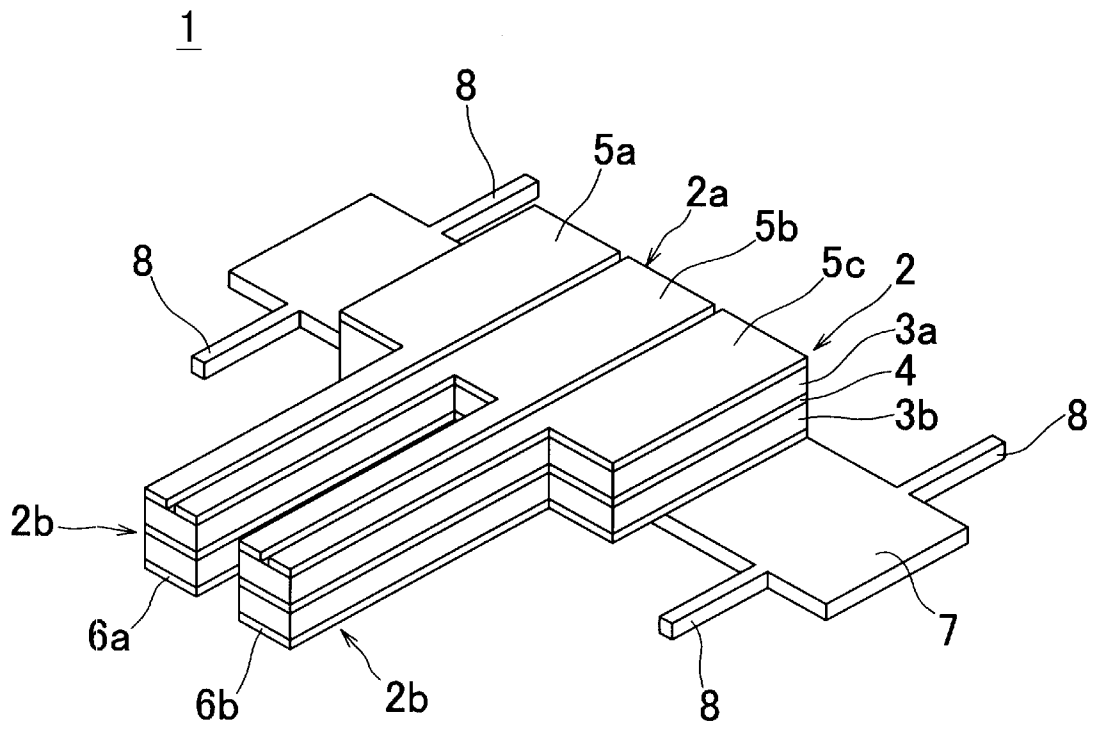
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/316340

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C19/56(2006.01) i, G01P9/04(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)

G01C19/56, G01P9/04

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 11-23285 A (Alps Electric Co., Ltd.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 52-119884 A (Kabushiki Kaisha Daini Seikosha), 07 October, 1977 (07.10.77), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 54-58395 A (Matsushima Kogyo Kabushiki Kaisha), 11 May, 1979 (11.05.79), Full text; all drawings (Family: none)	1-11

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 September, 2006 (04.09.06)

Date of mailing of the international search report
07 November, 2006 (07.11.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/316340

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-210673 A (Seiko Epson Corp.), 03 August, 2001 (03.08.01), Par. No. [0028]; Fig. 4 (Family: none)	7
A	JP 2004-289478 A (Seiko Epson Corp.), 14 October, 2004 (14.10.04), Full text; all drawings (Family: none)	8
A	JP 2005-260727 A (Daishinku Corp.), 22 September, 2005 (22.09.05), Full text; all drawings (Family: none)	11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01C19/56(2006.01)i, G01P9/04(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 (IPC)) Int.Cl. G01C19/56, G01P9/04			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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 11-23285 A(アルプス電気株式会社)1999.01.29, 全文全図 (ファミリーなし)	1-11	
A	JP 52-119884 A(株式会社第二精工舎)1977.10.07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-11	
A	JP 54-58395 A(松島工業株式会社)1979.05.11, 全文全図 (ファミリーなし)	1-11	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 04.09.2006		国際調査報告の発送日 07.11.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 丑田 真悟 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2S 3405

C (続き) . 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 2001-210673 A(セイコーエプソン株式会社)2001. 08. 03, 段落【0028】, 第4図 (ファミリーなし)	7
A	JP 2004-289478 A(セイコーエプソン株式会社)2004. 10. 14, 全文全図 (ファミリーなし)	8
A	JP 2005-260727 A(株式会社大真空)2005. 09. 22, 全文全図 (ファミリーなし)	11