

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007 年 12 月 21 日 (21.12.2007)

PCT

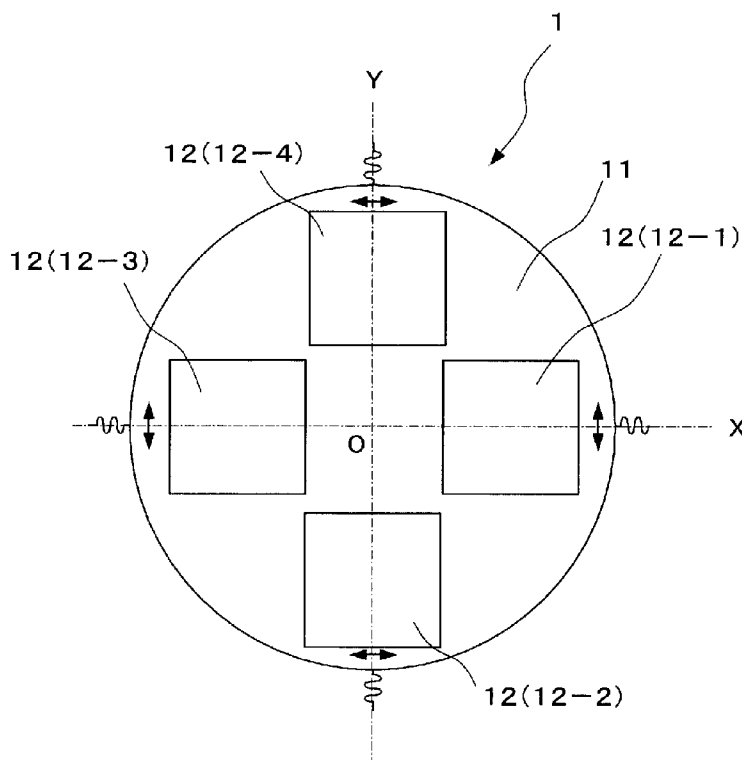
(10) 国際公開番号
WO 2007/145113 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 19/56 (2006.01) *G01P 15/18* (2006.01)
G01P 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/061447
- (22) 国際出願日: 2007 年 6 月 6 日 (06.06.2007)
- (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 2006-167760 2006 年 6 月 16 日 (16.06.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 福元 康司 (FUKUMOTO, Koji) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 岩崎幸邦, 外 (IWASAKI, Sachikuni et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 8 号 虎ノ門 琴平タワー 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, 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,

[続葉有]

(54) Title: INERTIAL SENSOR

(54) 発明の名称: 慣性センサ



(57) Abstract: An inertial sensor is provided with a drive structure (11) which performs one reference oscillation within an XY plane, and force detecting structures (12 (12-1 to 12-4)), which have a plurality of detection axes and are arranged on an X axis and a Y axis in the drive structure (11) in pairs at positions symmetrical to an original point. A three-axis angular velocity and a three-axis acceleration can be detected by permitting the force detecting structure (12) to have a plurality of detection axes including at least a detection axis orthogonally intersecting with the one reference oscillation.

(57) 要約: XY面内で一つの基準振動をする駆動構造体 11 と、前記駆動構造体 11 のX軸上およびY軸上のそれぞれの原点に対して対称な位置に一組ずつ配置された複数の検出軸を持つ力検出構造体 12 (12-1~12-4) とを備え、前記力検出構造体 12 が少なくとも一つの基準振動に直交する方向の検出軸を含む複数の検出軸を有

することで3軸の角速度および3軸の加速度を検出することを特徴とする。



SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

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

慣性センサ

技術分野

[0001] 本発明は、3軸の角速度および3軸の加速度を検出する慣性センサに関する。

背景技術

[0002] 自動車産業や機械産業などでは、加速度や角速度といった物理量を正確に検出できるセンサの需要が高まっている。一般に、三次元空間内において自由運動をする物体には、任意の向きの加速度および任意の回転方向の角速度が作用する。このため、この物体の運動を正確に把握するためには、XYZ三次元座標系における各座標軸方向ごとの加速度と各座標軸まわりの角速度とをそれぞれ独立して検出する必要がある。このため、小型で精度が高く、しかも製造コストを抑えることができる多次元加速度センサや多軸角速度センサの需要が高まっている。

[0003] 従来から多次元の加速度センサは種々のものが提案されている。たとえば、作用した加速度を各座標軸方向ごとに検出する加速度センサが開示されている(例えば、特許文献1、2、3参照)。これらの加速度センサの特徴は、複数の抵抗素子／静電容量素子／圧電素子を、可撓性をもった基板の所定位置に配置し、抵抗素子の抵抗値の変化／静電容量素子の容量値の変化／圧電素子の発生電圧の変化に基づいて、作用した加速度を検出する点にある。可撓性をもった基板には、重錘体に取り付けられており、加速度が作用するとこの重錘体に力が加わり、可撓性基板に撓みが生じる。この撓みを上述した抵抗値／容量値／発生電荷の変化に基づいて検出すれば、加速度の各軸方向成分を求めることができる。

[0004] これに対して、多軸の角速度センサについての記述は、これまでの文献にはほとんど記述が見られず、実用化もされていない。通常、角速度センサは車両の動力軸などの角速度を検出するために利用されており、ある特定の一軸まわりの角速度を検出する機能しかもたない。このような動力軸の回転速度を求めるような場合には、一次元の角速度センサを用いれば十分である。しかしながら、三次元空間内において自由運動する物体についての角速度を検出するには、XYZ三次元座標系における

X軸、Y軸、Z軸(以下、X軸、Y軸およびZ軸を3軸という)の各軸まわりの角速度をそれぞれ独立して検出する必要がある。従来利用されている一次元の角速度センサを用いて3軸の各軸まわりの角速度を検出するには、この一次元角速度センサを3組用意し、それぞれを各軸まわりの角速度を検出できるような特定の方向に取り付ける必要がある。このため、全体としての構造は複雑になり、コストも高いものになる。

[0005] 3軸検出可能な角速度センサが提案されている(例えば、特許文献4参照)。これは、重錘体を周回運動させ、接線方向に対し垂直な2方向と軸方向で3軸の角速度を検出する方法である。この角速度センサでは、安定に周回運動させるため、2自由度の構造のばらつき制御と電氣的な制御の困難さがある。すなわち、遠心力の分離、外乱加速度等によるノイズの抑制に技術的な難易度があり、従来の角速度センサ並みのSNを得る事は困難である。

[0006] また3軸の加速度および3軸に角速度を同時に検出するセンサが提案されている(例えば、特許文献5、6参照)。これらは、1つの重錘体から得られる加速度および角速度の変位を、信号処理により分離しているため、他軸感度や、外乱ノイズに対して、十分なSNを得ることができず、使用可能なアプリケーションが限定されてしまう。

[0007] 一方、1軸や2軸の角速度検出装置としては、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いた方法が実用化されている。これを2つもしくは3つを用いて3軸化することも可能ではある。例えば、3軸の加速度センサと1軸の角速度センサを複数個配置する構成例では、いずれも構造上、数 cm^3 以上の大きさとなり、また、X-Y軸方向とZ軸方向を同時に作成することの技術的な難易度等から実現されていない。

[0008] 多軸感度の慣性センサを携帯端末等のモバイル機器に搭載するには、さらなる小型化が必要とされているため、従来の多軸感度の慣性センサでは実現されていない。3軸の加速度と3軸の角速度が検出可能な慣性センサが小型・低価格化されれば、各種入力機器や携帯端末をはじめとするモバイル機器に搭載されることが期待されている。

[0009] 特許文献1:特許協力条約に基づく国際公開第WO88/08522号公報(米国特許(2)、特許3747044第4967605号/同第5182515号)

特許文献2:特許協力条約に基づく国際公開第WO91/10118号公報(米国特許第5295386号)

特許文献3:特許協力条約に基づく国際公開第WO92/17759号公報(米国特許第5492020号)

特許文献4:特開2004-294450号公報

特許文献5:特許第3549590号公報

特許文献6:特許第3585959号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 解決しようとする問題点は、3軸加速度と3軸角速度が検出可能な慣性センサの小型化が実現されていない点であり、他軸感度や外乱ノイズに対して、十分なSN比を得ることができない点である。

[0011] 本発明は、慣性センサのSNを高めるとともに小型化を可能にすることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の慣性センサは、XY面内で一つの基準振動をする駆動構造体と、前記駆動構造体のX軸上およびY軸上のそれぞれの原点に対して対称な位置に一組ずつ配置された複数の検出軸を持つ力検出構造体とを備え、前記力検出構造体が少なくとも一つの基準振動に直交する方向の検出軸を含む複数の検出軸を有することで3軸の角速度および3軸の加速度を検出することを特徴とする。

[0013] 本発明の慣性センサでは、駆動構造体のX軸上およびY軸上のそれぞれの原点に対して対称な位置に複数の検出軸を持つ力検出構造体が一組ずつ配置され、それぞれの組の力検出構造体が直交する方向に振動することから、力検出構造体が複数軸の力を検出することで、1軸角速度センサ2個分の面積で、角速度センサ3軸と加速度3軸が検出される。また、それぞれの組内で前記力検出構造体が反位相に振動することにより、コリオリ力は逆方向に加わり、この差分をとることで、高精度に角速度が検出される。さらに、加速度の外乱がキャンセルされる。

発明の効果

- [0014] 本発明の慣性センサによれば、1つの基準振動のみの1つの力検出構造体で3軸の角速度と3軸の加速度が同時に、高精度に検出することができる。また、検出変位に遠心力等の不要な外乱変位が入らず、検出のダイナミックレンジが大きくとれ、SN比を高めることができる。さらに、1駆動振動で3軸の角速度を検出できるので、駆動回路が1式で済み、回路を小型化でき、パッドや配線の面積も省略でき素子も小型化できるので、低価格なものとなり、小型かつ薄くなる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]図1は、本発明の慣性センサに係わる一実施の形態(実施例)を示した平面レイアウト図である。
- [図2]図2は、X軸、Y軸の反位相振動を示した平面レイアウト図である。
- [図3]図3は、上記力検出構造体を示した平面レイアウト図およびA-A'線断面図である。
- [図4]図4は、静電容量検出を用いた慣性センサの一例を示した図面である。
- [図5]図5は、ピエゾ検出を用いた慣性センサの一例を示した図面である。
- [図6]図6は、反位相モードで駆動する場合を示した慣性センサの平面レイアウト図である。
- [図7]図7は、静電容量検出用の電極配置例を示した平面レイアウト図である。
- [図8]図8は、Z軸まわりの角速度が印加された場合を示した慣性センサの平面レイアウト図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 本発明の慣性センサに係わる一実施の形態(実施例)を、図1の平面レイアウト図によって説明する。
- [0017] 図1に示すように、慣性センサ1は、一つの駆動構造体11のX軸上とY軸上のそれぞれに、原点Oと対象な位置に、1組ずつの力検出構造体12(12-1と12-3、12-2と12-4)を配置し、X軸上とY軸上で、力検出構造体12(12-1、12-3)と力検出構造体12(12-2、12-4)とが、直交する向きに振動するような基準振動を与えるものである。このような基準振動には、駆動構造体1を回転方向に振動させる回

転振動と、X軸、Y軸の反位相振動がある。

[0018] ここで、X軸、Y軸の反位相振動について、図2の平面レイアウト図によって説明する。

[0019] 図2(1)に示すように、慣性センサ1は、環状の駆動構造体11のX軸上とY軸上のそれぞれに、原点Oと対象な位置に、1組ずつの力検出構造体12(12-1と12-3、12-2と12-4)を配置し、X軸上とY軸上で、力検出構造体12(12-1、12-3)と力検出構造体12(12-2、12-4)とが、直交する向きに振動するような基準振動を与えるものである。

[0020] 上記駆動構造体11上に配置された各力検出構造体12は、複数軸の検出軸をもち、そのうち1つの検出軸が基準振動と垂直方向であるような構造を持つものである。

[0021] いま、図2(2)に示すように、駆動構造体11において、X軸上の力検出構造体12-1、12-3が原点Oから遠ざかる方向に振動するとき、Y軸の力検出構造体12-2、12-4は、原点Oに近づく方向に振動する。また、図2(3)に示すように、X軸上の力検出構造体12-1、12-3が原点Oに近づく方向に振動するとき、Y軸の力検出構造体12-2、12-4は、原点Oから遠ざかる方向に振動する。これは、駆動構造体11の共振モードを最適化することで実現できる。

[0022] 駆動力の印加は、静電力、圧電素子、電磁力等の手段があるが、半導体製造プロセスで形成することが比較的容易なものとしては、静電力を使った検出手段がある。駆動させたい方向に数 μm から数十 μm の間隔をおいて平行平板電極を形成し、その電極と駆動振動体11との間に上記共振モードを励起する周波数の電圧を印加することで駆動構造体11を振動させることができる。十分な駆動力を確保するために、平行平板電極の代わりに櫛歯電極を用いることも可能である。

[0023] このように本発明の慣性センサ1では、3軸方向の角速度検出に必要な2軸方向の基準振動を1つの駆動構造体11に複数の力検出構造体12を適切に配置し、その駆動構造体11を回転振動もしくはX軸方向、Y軸方向に反位相振動することにより実現している。この慣性センサ1では、本来3組ないし2組必要とされる駆動回路が1組ですみ、回路の削減、駆動周波数の調整機構と工数の削減といった利点がある。また、複数軸の駆動振動機構をもつ駆動構造体にありがちな、1つの駆動振動が他軸

へ漏れて機械的ノイズになるといった悪影響も排除できるという利点がある。

[0024] 次に、上記力検出構造体12を、図3によって説明する。図3は、(1)図に平面レイアウト図を示し、(2)図に(1)図中のA-A'線断面図を示す。

[0025] 図3に示すように、力検出構造体12は、支持部21に一端側が支持された弾性支持体22(22-1~22-6)と、各弾性支持体22の他端側に支持された振動子23と、図示はしていないが、上記振動子23の変位を検出して信号を出力する変位検出部とを備えている。上記支持部21、弾性支持体22および振動子23は、例えばSOI基板を使用して形成されている。例えば、このSOI基板は、例えば下層より、ベースシリコン層31、絶縁層(一例としてBOX層)32、シリコン活性層33を積層したものである。上記支持部21および振動子23は、ベースシリコン層31、絶縁層32、シリコン活性層33の3層で形成され、上記弾性支持体22はシリコン活性層33で形成されている。したがって、振動子23は、シリコン活性層33の弾性支持体22によって、吊り下げられるように支持されているため、X軸、Y軸、Z軸に平行な方向および各軸の回転方向に自由度を有するものとなっている。

[0026] 上記力検出構造体12では、X軸方向に力が加わると振動子23が傾き、その傾きを検出することによって、印加力を検出することができる。Y軸方向に力が加わった場合もX軸方向に力が加わった場合と同様である。またZ軸方向に力が加わった場合は、振動子23がZ軸方向に変位し、その変位量を検出することで印加力を検出することができる。X軸方向、Y軸方向の傾きやZ軸方向の変位を検出する方法は、静電検出、ピエゾ検出、圧電検出もしくは磁気検出を使った方法があり、変位を検出する様々な方法が使用できる。ここでは、半導体プロセスでイオン注入法等により比較的容易に形成できる静電検出とピエゾ検出の場合の例を示す。

[0027] 次に、静電容量検出を用いた場合の構造例を、図4によって説明する。

[0028] 図4(1)に示すように、振動子23[前記図3参照]の上部に配置される検出基板41には、その検出基板41の前記振動子23と対向する面に、例えば2枚の検出電極42、43が形成されている。図4(2)に示すように、この検出電極42、43と振動子23との容量の差分を検出することでX軸方向の傾きが検出でき、図4(3)に示すように、上記検出電極42、43と振動子23との間の容量和を検出することでZ軸方向の変位が

検出できる。

- [0029] 次に、ピエゾ検出を用いた慣性センサ1の一例を、図5によって説明する。図5(2)は図5(1)中のB-B'線断面図であり、図5(3)、(4)は図5(1)中のB-B'線断面での変位をみたものである。
- [0030] 図5(1)に示すように、振動子23を支える弾性支持体22-1~22-4上のそれぞれに、ピエゾ素子51(51-1~51-4)を形成したものであり、ピエゾ素子51(51-1~51-4)の抵抗変化を検出することで、傾きや変位による曲げが検出できる。
- [0031] 図5(2)に示すように、力検出構造体12は初期状態にある。すなわち、弾性支持体22は定常状態にあり、振動子23は傾いていない。よって、ピエゾ素子51には抵抗変化は起きていない。
- [0032] このとき、例えば力検出構造体12がX軸方向に力を受けたとき、図5(3)に示すように、振動子23はX軸方向に傾く振動を発現する。このとき、X軸方向に配置されたピエゾ素子51-1の一方には圧縮方向(または引張方向)の応力がかかり、他方のピエゾ素子51-4には前記ピエゾ素子51-1とは逆の引張方向(または圧縮方向)の応力がかかる。この引張応力と圧縮応力とを検出することによって、X軸方向の傾きが検出できる。
- [0033] また、例えば力検出構造体12がZ軸方向に力を受けたとき、図5(4)に示すように、振動子23がZ軸方向へ変位する。このとき、X軸方向またはY軸方向に配置されたピエゾ素子51-1、51-4には引張方向の応力または圧縮方向の応力がかかる。この引張応力または圧縮応力を検出することによって、Z軸方向の変位が検出できる。
- [0034] ここで、角速度の検出原理について説明する。ある質量を持った振動子が、Z軸方向に往復運動をするような振動をしているときに、Z軸に鉛直な方向、例えばX軸に角速度 ω の回転運動を行うと、Y軸方向にコリオリ力Fが発生する。Y軸に角速度 ω の回転運動を行っても、同様に、X軸方向にコリオリ力Fが発生する。この現象は、フーコーの振り子として古くから知られている力学現象であり、発生するコリオリ力Fは、 $F = 2m \cdot v \cdot \omega$ で表される。ここで、mは振動子の質量、vは振動子の運動についての瞬時の速度、 ω は振動子の瞬時の角速度である。このコリオリ力は、振動に対して垂直な向きに発生するので、その原理上、振動方向にはコリオリ力は発生しない。した

がって、従来の振動型角速度検出装置では、1軸振動で最大で2軸までの角速度しか検出できないか、2次元に楕円運動(2軸同時に振動と同等)させることで3軸方向に検出可能にするかであった。

[0035] 本発明の慣性センサ1における角速度と加速度の検出原理を、以下に説明する。

[0036] 前述のような基準振動を与えられた1つの駆動構造体11上に配置された、複数の力検出振動体12によって、3軸の角速度と3軸の加速度を検出することが可能となる。

[0037] 最低2つの駆動検出構造体12があれば、3軸角速度と3軸加速度を検出可能であるが、ここでは、外乱をキャンセルし、高精度に角速度と加速度を検出できる構成例として、X軸上、Y軸上の原点に対称な位置に、計4つの力検出構造体12(12-1～12-4)を配置した例を説明する。

[0038] 先ず、反位相モードで駆動し、静電容量検出を用いた力検出構造体12を使用した例を、図6の平面レイアウト図によって説明する。

[0039] 図6に示すように、力検出構造体12は、複数軸の検出可能とするが、ここでは、不要な機械的振動を抑え、精度よく検出するため、Z軸への平行移動と、XY面内の軸と直交する方向(X軸またはY軸)を検出軸とする。検出軸の共振周波数は、振動周波数の $\pm 20\%$ 以内とする。利得(ゲイン)を大きくするためには、 $\pm 5\%$ 前後が望ましい。その他の軸は、不要な機械的ノイズを抑えるため、振動周波数の $\pm 20\%$ 以上の共振周波数となるように弾性支持体22[前記図3参照]の構造を設定する。これは、弾性支持体22のばね定数を設定することによる。例えば弾性支持体22の厚み、幅、長さ、形状でばね定数は制御可能である。もしくは材質を変更することによっても制御可能である。

[0040] 次に、振動子23の上部に配置された静電容量検出用の電極例を、図7の平面レイアウト図によって説明する。

[0041] 図7に示すように、振動子(図示せず)の上部に配置した検出基板41の振動子と対向する側の面に検出電極42、43が配置されている。この例では、振動子上部のみ配置したが、もちろん、振動子下部もしくは振動子の両側に検出電極を設置することもできる。

[0042] 前記図6に示すように、X軸上の力検出構造体12-1、12-3が原点O方向へ移動する時、Y軸上の力検出構造体12-2、12-4は、原点Oから遠ざかるように移動する。この時、X軸まわりに角速度 Ω が印加されるとY軸上の2個の力検出構造体12-2、12-4のZ方向にコリオリ力 $F_c = 2mA\omega\Omega$ が印加される。Aは基準振動の最大振幅、 ω は基準振動の周波数、mは力検出構造体の重錘体の質量である。Y軸上の2つの力検出構造体12-2、12-4は、X軸周りの角速度に対し、逆方向(反位相)に振動しているので、コリオリ力の向きは、Z軸方向で逆向きである。この2つ力検出構造体12-2、12-4の差分、すなわち図7に示した $(Y1+Y2) - (Y3+Y4)$ をとれば、X軸まわりの角速度が検出できる。Y1~Y4は各電極の検出容量である。

[0043] Y軸まわりの角速度についてもX軸上の2つの力検出構造体12-1、12-3のZ軸方向の変位を検出することにより、同様に検出できる。すなわち図7に示した $(X1+X2) - (X3+X4)$ をとれば、X軸まわりの角速度が検出できる。X1~X4は各電極の検出容量である。

[0044] 次に、Z軸まわりの角速度が印加された場合について、図8の平面レイアウト図によって説明する。

[0045] 図8に示すように、各力検出構造体12-1~12-4の各振動子23〔前記図3参照〕は、それぞれZ軸と直行する方向にコリオリ力を受け、各力検出構造体12-1~12-4はZ軸と直交する方向(例えば矢印の方向)に傾く。この傾きによる変位は、X軸、Y軸の各軸上、2つの力検出構造体12-1と12-3が逆向きであり、力検出構造体12-2と12-4が逆向きなので、その差分を検出すれば、Z軸周りの角速度が検出できる。4個の力検出構造体12-1~12-4のうち、反位相となる2つ以上力検出構造体の差分をとればよい。4個の全部を使っても検出できる。例えば、前記図7に示した電極構成の場合、 $\{(Y2-Y1) - (Y3-Y4)\} + \{(X1-X2) - (X4-X3)\}$ となる。X1~X4、Y1~Y4は各電極の検出容量である。

[0046] また、X軸方向に加速度が印加された場合、Y軸上の2つの力検出振動体12-2、12-4がX軸方向に傾く。このときは、Y軸上の2つの力検出構造体12-2、12-4は、同方向に傾くので、その和をとれば、加速度となる。

[0047] Y軸方向に加速度が印加された場合も、X軸同様に、X軸上の2つの力検出構造

体12-1、12-3の和をとることで、Y軸方向成分の加速度を検出できる。

[0048] Z軸方向に加速度が印加された場合は、4つの力検出構造体12-1~12-4の全てが、同一方向に平行移動するので、その総容量変化($X1 + X2 + X3 + X4 + Y1 + Y2 + Y3 + Y4$)、もしくは、最低1つの力検出構造体、例えば力検出構造体12-1の容量変化($X1 + X2$ 等)をモニタすることでZ軸方向の加速度を検出できる。

[0049] このように、本発明の慣性センサ1では、組になる振動子同士で演算することで、加速度、角速度を検出可能であるが、それに加えて、従来から行われているように、角速度の出力は、基準振動に同期し加速度信号は独立で、かつ、検出する周波数も概ね200Hz以下なので、得られた信号を200Hz以下とそれ以上で分別したのちに演算を行う事により、SN比を上げることもできる。

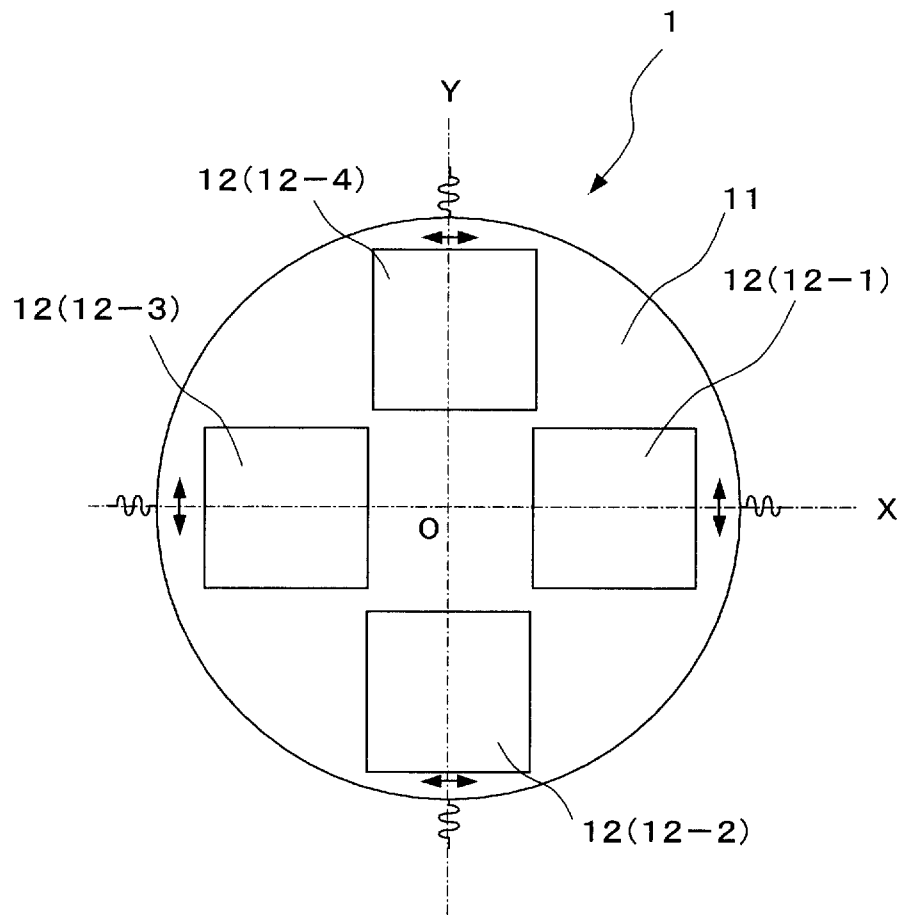
[0050] 力検出構造体12を反位相で駆動することで、加速度外乱をキャンセルし、高精度に角速度を検出できる。また、反位相モードの場合、検出変位に遠心力等の不要な外乱変位が入らず、検出のダイナミックレンジが大きくとれ、高精度な角速度と加速度センサが実現できる。また、回転駆動の場合、容易に駆動を実現でき、力検出構造体22の位相遅れなく反位相を実現でき、高精度に角速度が検出できる。さらに、一つの力検出構造体22で複数軸検出するにも関わらず、軸間の干渉が少なく、高精度に検出できる。このように、1駆動振動で3軸の角速度を検出できるので、駆動回路が1式で済み、回路を小型化でき、パッドや配線の面積も省略でき素子も小型化できるので、低価格なものとなり、小型かつ薄くなる。

[0051] 上記慣性センサ1は、ロボットの機構制御、入力インターフェース、ビデオカメラやスチルカメラの手ブレ補正、落下防止手段等に適用できる。

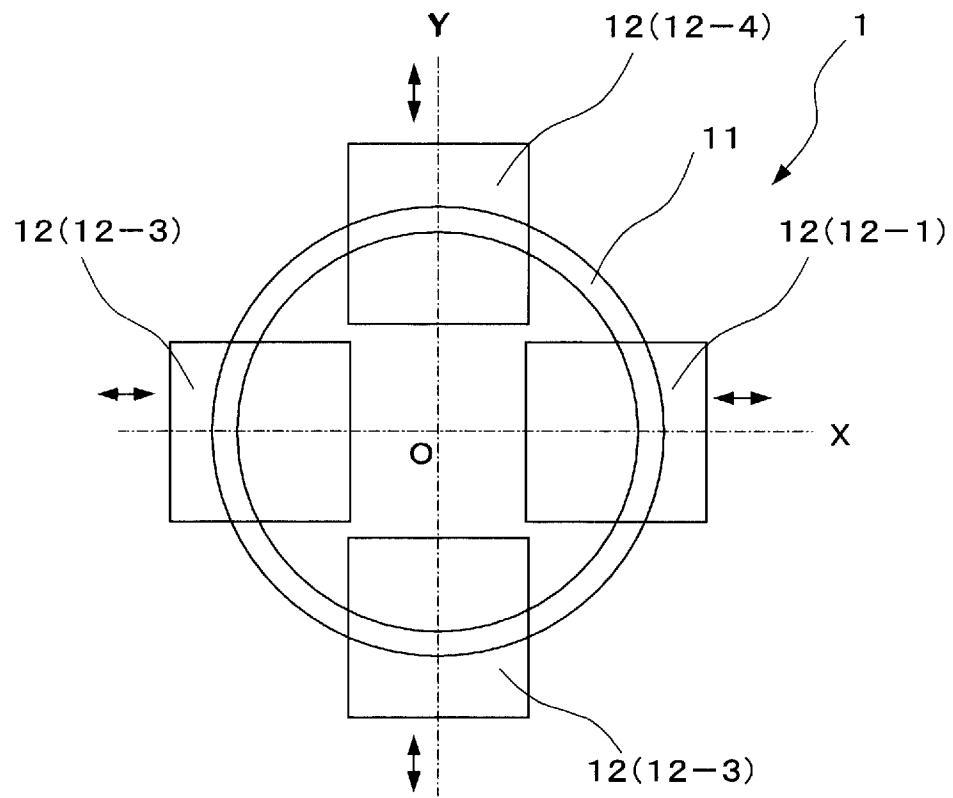
請求の範囲

- [1] XY面内で一つの基準振動をする駆動構造体と、
前記駆動構造体のX軸上およびY軸上のそれぞれの原点に対して対称な位置に一組ずつ配置された複数の検出軸を持つ力検出構造体とを備え、
前記力検出構造体が少なくとも一つの基準振動に直交する方向の検出軸を含む複数の検出軸を有することで3軸の角速度および3軸の加速度を検出することを特徴とする慣性センサ。
- [2] 前記それぞれの一組の力検出構造体は、駆動振動が反位相であることを特徴とする請求項1記載の慣性センサ。
- [3] 前記X軸上の力検出構造体が原点から遠ざかる向きに振動するとき、前記Y軸の力検出構造体は原点に近づく方向に振動し、
前記X軸上の力検出構造体が原点から近づく向きに振動するとき、前記Y軸の力検出構造体は原点から遠ざかる方向に振動することを特徴とする請求項1記載の慣性センサ。
- [4] 前記駆動構造体は前記X軸および前記Y軸の原点を中心とする回転方向に単振動することを特徴とする請求項1記載の慣性センサ。
- [5] 前記力検出構造体の駆動方式が静電駆動、圧電駆動または電磁駆動であることを特徴とする請求項1記載の慣性センサ。
- [6] 前記力検出構造体の検出軸がZ軸方向の平行移動と駆動方向に直行する回転方向であることを特徴とする請求項1記載の慣性センサ。
- [7] 前記力検出構造体の力検出が静電検出、圧電検出、ピエゾ検出または電磁検出であることを特徴とする請求項1記載の慣性センサ。

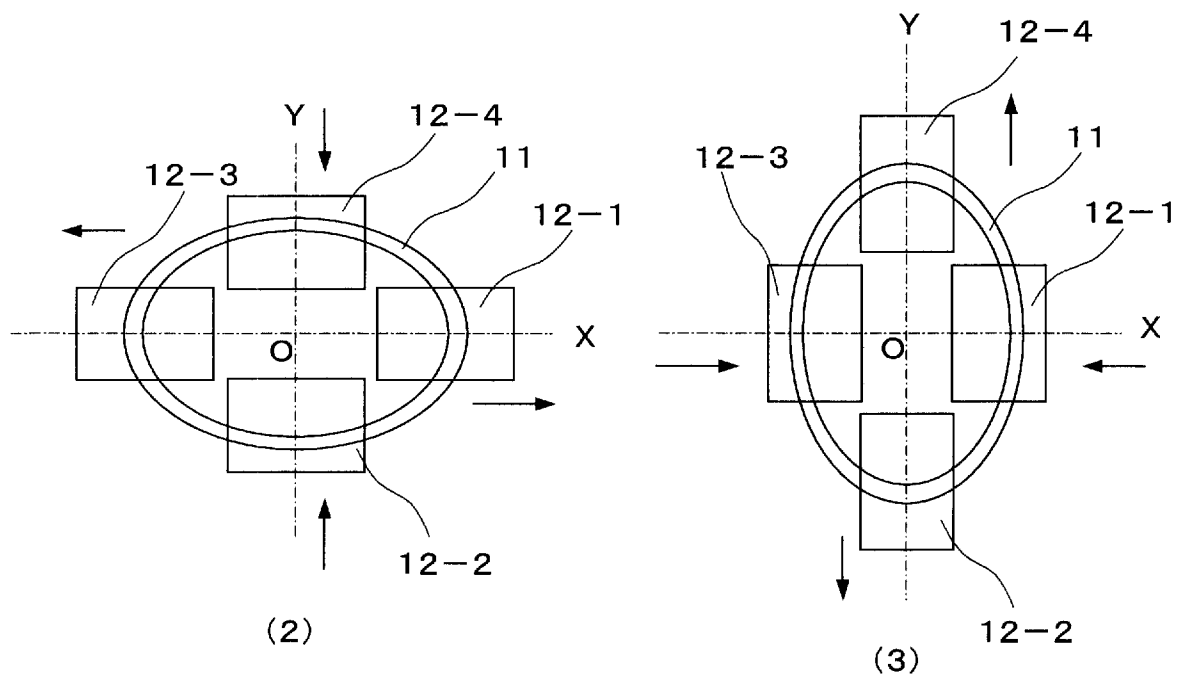
[図1]



[図2]



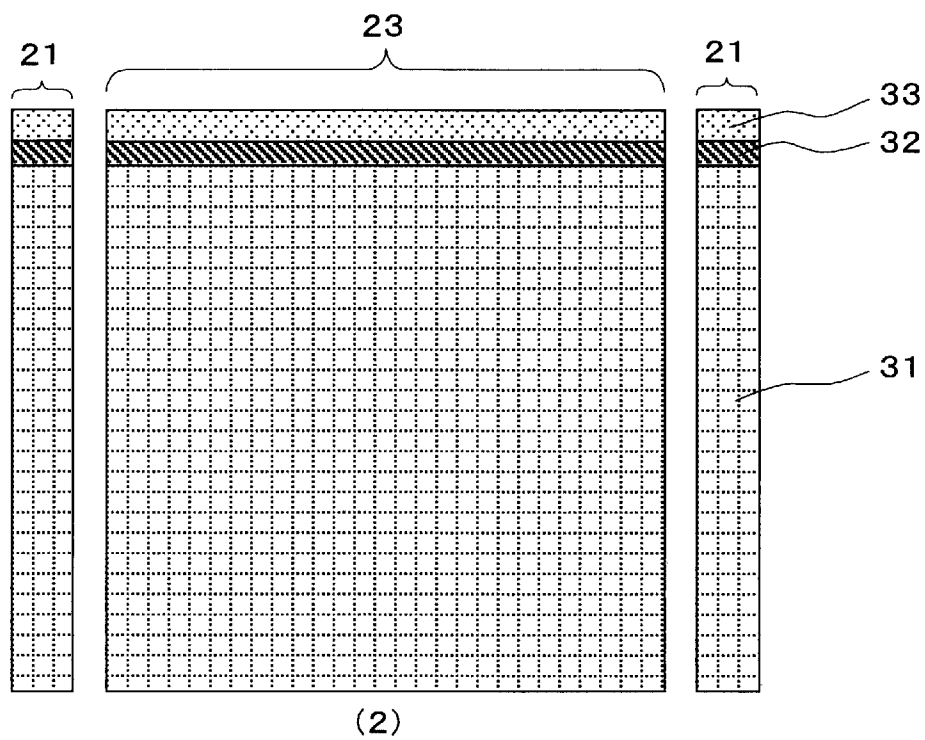
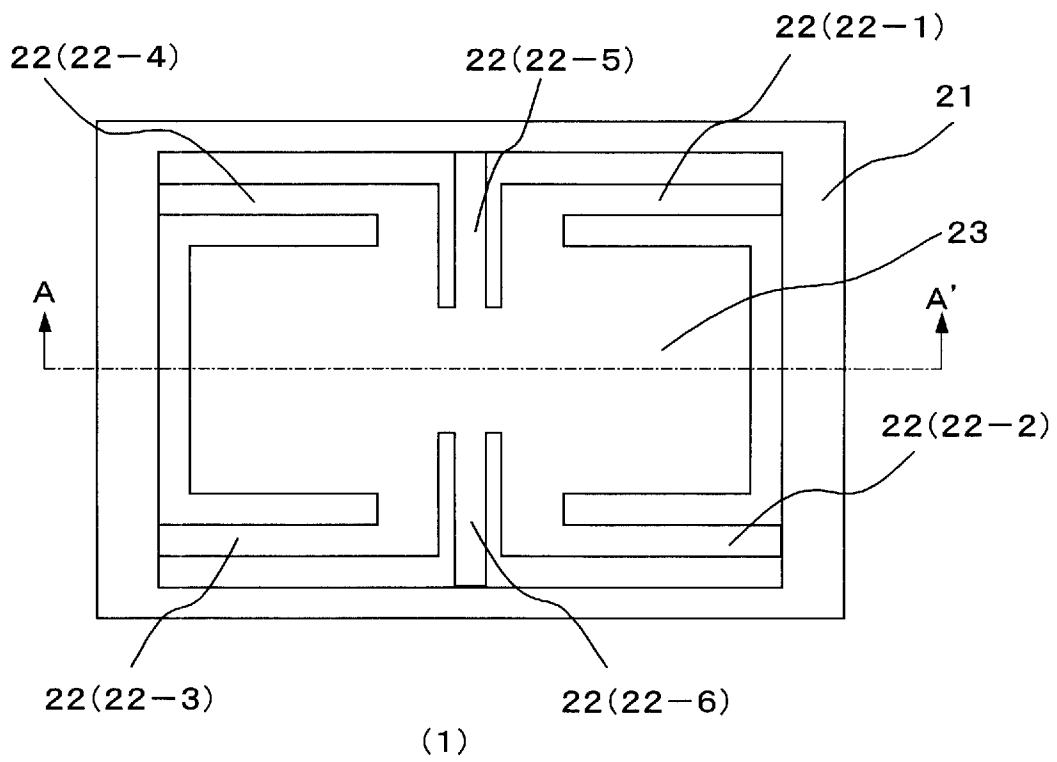
(1)



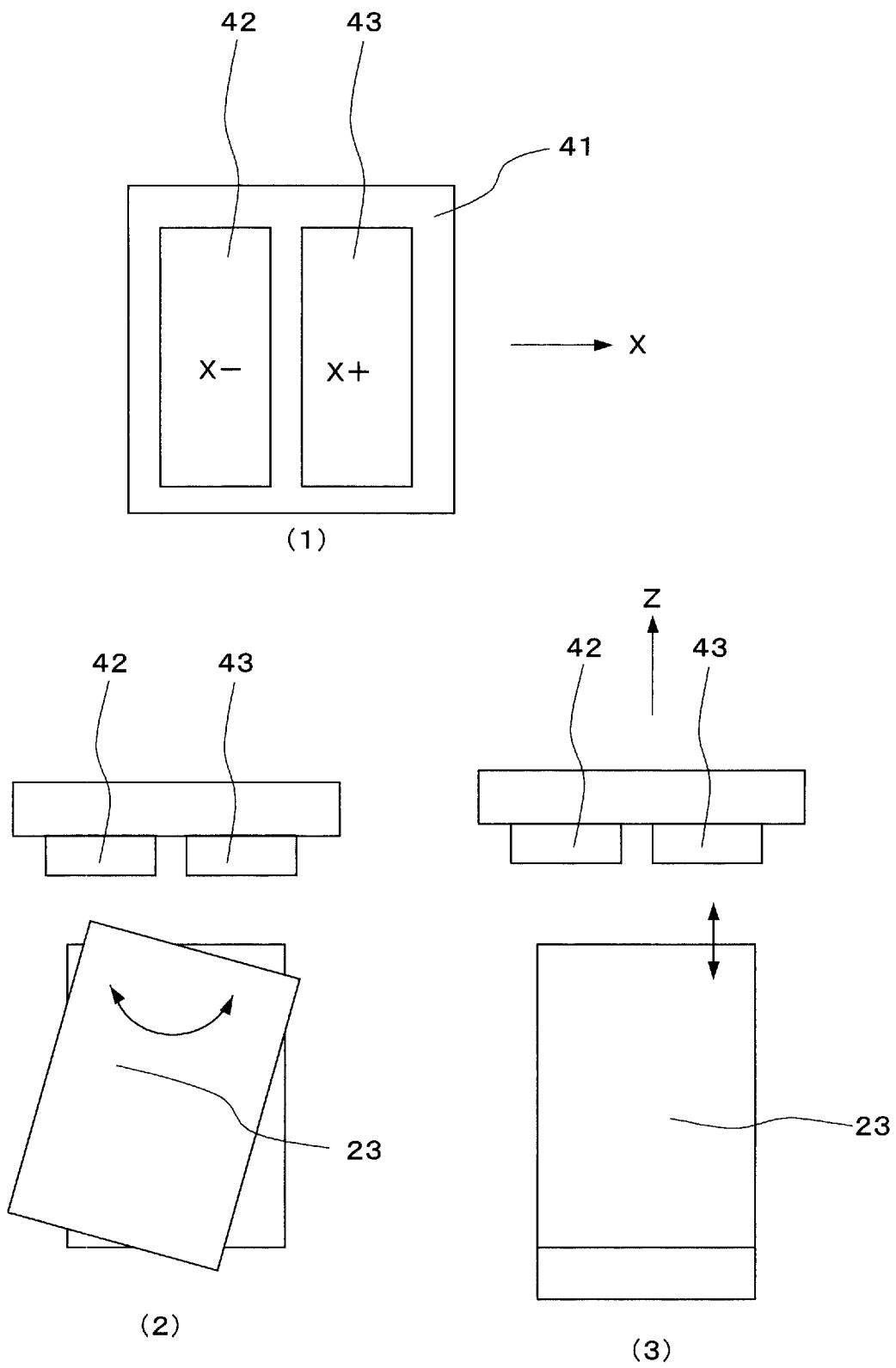
(2)

(3)

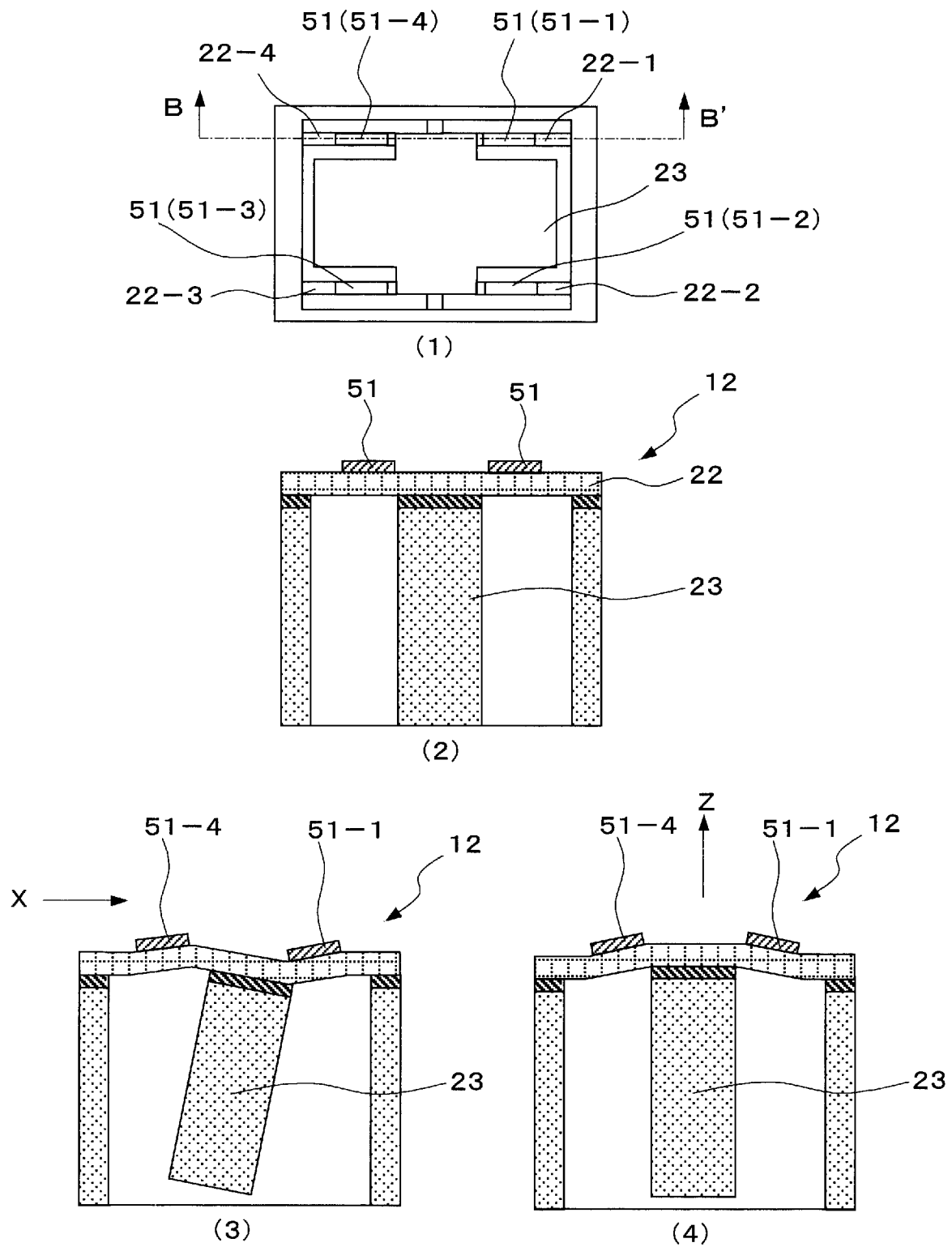
[図3]



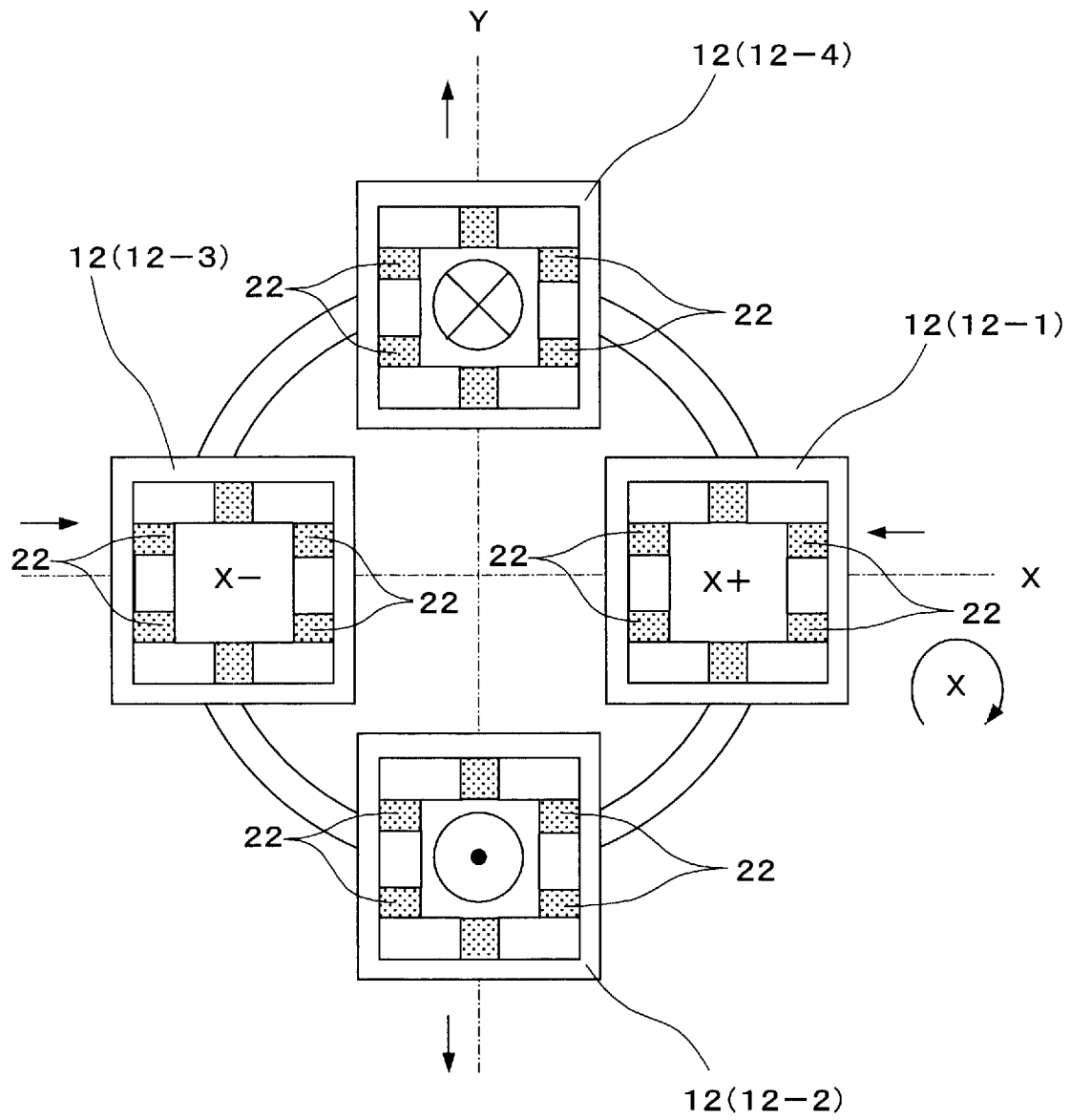
[図4]



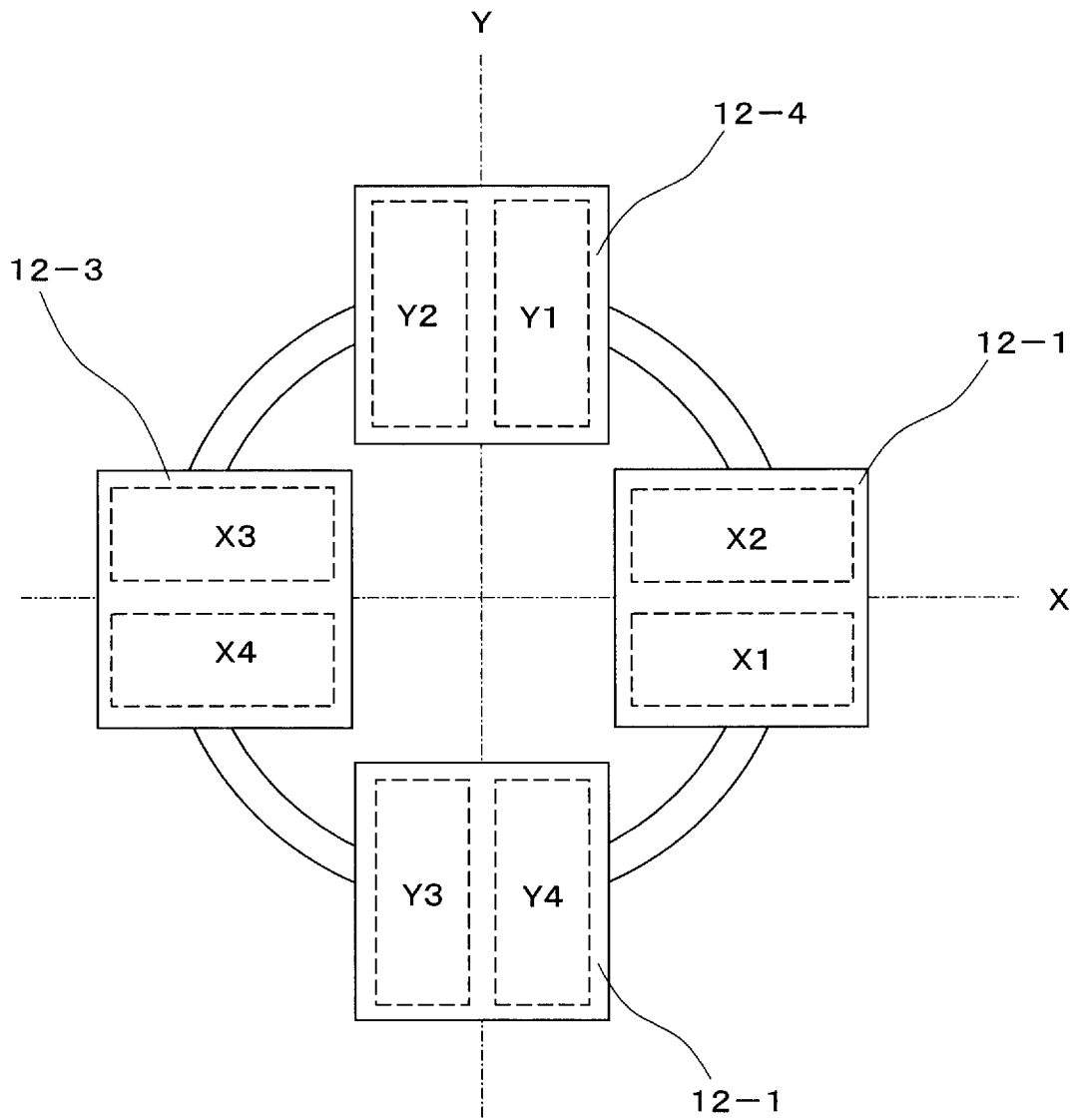
[図5]



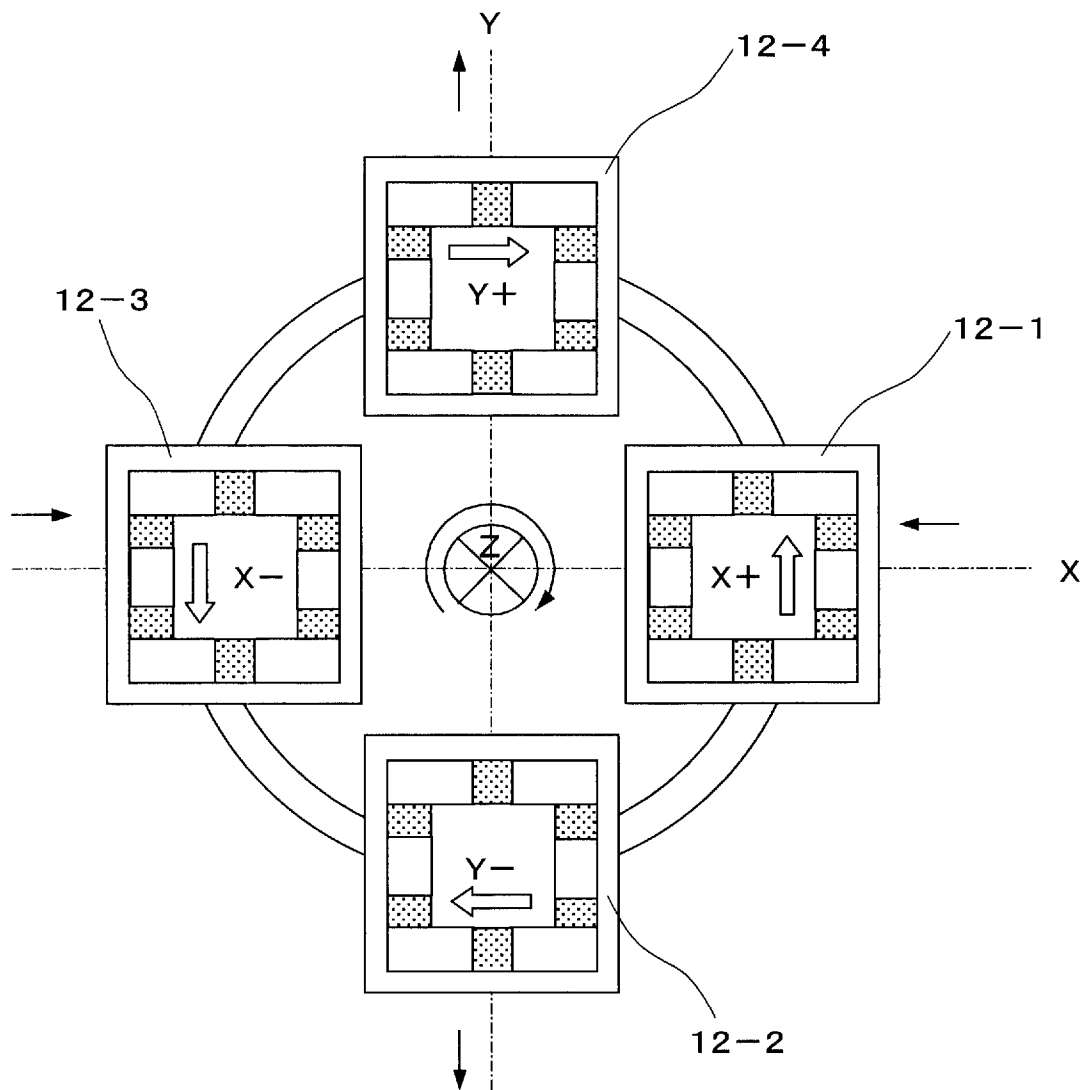
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/061447

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C19/56(2006.01) i, G01P9/04(2006.01) i, G01P15/18(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, G01P15/18

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 11-230760 A (Zexel Corp.), 27 August, 1999 (27.08.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	WO 2004/097431 A2 (ANALOG DEVICES, INC.), 11 November, 2004 (11.11.04), Full text; all drawings & US 2004/211258 A1 & EP 1618391 A	1-7
A	JP 9-318359 A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), 12 December, 1997 (12.12.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"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
28 June, 2007 (28.06.07)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2007 (10.07.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/061447

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 2006-17538 A (Kyocera Kinseki Corp.), 19 January, 2006 (19.01.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	WO 98/01722 A1 (Kabushiki Kaisha Wako), 15 January, 1998 (15.01.98), Full text; all drawings & US 6076401 A1 & EP 851212 A1	1-7
A	JP 10-239347 A (Japan Aviation Electronics Industry Ltd.), 11 September, 1998 (11.09.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 11-183179 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 09 July, 1999 (09.07.99), Full text; all drawings & US 6158280 A1	1-7
A	JP 11-325917 A (NGK Insulators, Ltd.), 26 November, 1999 (26.11.99), Full text; all drawings & US 6192756 B1 & EP 936440 A1	1-7
A	JP 8-504275 A (Allied Signal Inc.), 07 May, 1996 (07.05.96), Full text; all drawings & WO 1994/014076 A1 & US 5396797 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
 Int.Cl. G01C19/56(2006.01)i, G01P9/04(2006.01)i, G01P15/18(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. G01C19/56, G01P9/04, G01P15/18

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 1971-2007年
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年
 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 11-230760 A(株式会社ゼクセル) 1999.08.27, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	WO 2004/097431 A2(ANALOG DEVICES, INC.) 2004.11.11, 全文全図 & US 2004/211258 A1 & EP 1618391 A	1-7
A	JP 9-318359 A(多摩川精機株式会社) 1997.12.12, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「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 28.06.2007	国際調査報告の発送日 10.07.2007		
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） 谷口 智利	2 S	3 4 0 5
	電話番号 03-3581-1101 内線 3258		

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 2006-17538 A(京セラキンセキ株式会社) 2006. 01. 19, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	WO 98/01722 A1(株式会社ワコー) 1998. 01. 15, 全文全図 & US 6076401 A1 & EP 851212 A1	1-7
A	JP 10-239347 A(日本航空電子工業株式会社) 1998. 09. 11, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 11-183179 A(株式会社豊田中央研究所) 1999. 07. 09, 全文全図 & US 6158280 A1	1-7
A	JP 11-325917 A(日本碍子株式会社) 1999. 11. 26, 全文全図 & US 6192756 B1 & EP 936440 A1	1-7
A	JP 8-504275 A(アライド・シグナル・インコーポレーテッド) 1996. 05. 07, 全文全図 & WO 1994/014076 A1 & US 5396797 A1	1-7