



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 G01P 15/11	A1	(11) 国際公開番号 WO96/19733 (43) 国際公開日 1996年6月27日 (27.06.96)
(21) 国際出願番号 PCT/JP95/02556 (22) 国際出願日 1995年12月13日 (13.12.95) (30) 優先権データ PCT/JP94/02158 1994年12月20日 (20.12.94) WO (34) 先の出願たる広域出願または国際出願がその国についてされた国の国名 JP et al. (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本信号株式会社 (THE NIPPON SIGNAL CO., LTD.) [JP/JP] 〒100 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 浅田規裕 (ASADA, Norihiro) [JP/JP] 〒338 埼玉県浦和市上木崎1丁目13番8号 日本信号株式会社 与野事業所内 Saitama, (JP) (74) 代理人 弁理士 笹島富二雄 (SASAJIMA, Fujio) 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目19番5号 虎ノ門1丁目森ビル Tokyo, (JP)		(81) 指定国 JP, 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 : ACCELERATION SENSOR (54) 発明の名称 加速度センサ (57) Abstract An acceleration sensor which detects acceleration by utilizing magnetic coupling. A mass section (3) is displaceably supported by a frame (2) through supporting beams (4). A first planar coil (5) is provided on the section (5), and a second planar coil (8) is so provided as to face to the coil (5) at an interval. A transformer is constituted of the coil (5) as a primary coil and the coil (8) as a secondary coil. The sensor detects acceleration by detecting the variation of the distance between the coils (5 and 8), namely, the displacement of the mass section (3) by utilizing magnetic coupling.		

(57) 要約

本発明は、磁気結合を利用して加速度を検出する加速度センサに関する。

フレーム 2 に支持梁 4 を介して質量部 3 を変位可能に支持し、質量部 5 に第 1 の平面コイル 5 を配置すると共に、第 1 の平面コイル 5 に間隙をもって対向する第 2 の平面コイル 8 を設け、第 1 の平面コイル 5 を一次コイルとし、第 2 の平面コイル 8 を 2 次コイルとしてトランスを構成し、磁気結合を利用してコイル間の距離、即ち質量部の変位を検出して加速度を求める。

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	GB	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GE	イギリス	MC	モナコ	SI	スロベニア
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SN	セネガル
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	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
BY	ベラルーシ	IE	アイアランド	ML	マリ	TD	チャド
CA	カナダ	IT	イタリア	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CC	中央アフリカ共和国	JP	日本	MR	モリタニア	TJ	タジキスタン
CG	コンゴ	KE	ケニア	MW	マラウイ	TM	トルクメニスタン
CH	スイス	KG	キルギスタン	MX	メキシコ	TR	トルコ
CI	コート・ジボアール	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NE	ニジェール	TT	トリニダード・トバゴ
CM	カメルーン	KR	大韓民国	NL	オランダ	UA	ウクライナ
CN	中国	KZ	カザフスタン	NO	ノルウェー	UG	ウガンダ
CZ	チェコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	NZ	ニュージーランド	US	米国
DE	ドイツ			PL	ポーランド	UZ	ウズベキスタン共和国
						VN	ヴェトナム

明 細 書

加 速 度 セ ン サ

〔技術分野〕

本発明は、加速度センサに関して、特に、高精度で、しかも、安い製造コストで小型化及び薄型化の容易な加速度センサに関する。

〔背景技術〕

従来、マイクロマシニング技術で半導体基板を加工して小型化及び薄型化を図った加速度センサが知られている。この種の加速度センサとしては、静電容量型、圧電抵抗型及び誘導電流型等の種々の構造のものが提案されている。

静電容量型としては、例えば特開昭57-125355号公報に提案されたものがある。

このものは、基板にV形溝を形成し、このV形溝内に、一端側で支持される片持ちビームを配置し、互いに対面するV形溝の傾斜面とビームの傾斜面に、それぞれ電極を対面させて配置する構成である。そして、加速度が加わるとその大きさに応じてビームが変位する。この変位量を両電極間の静電容量Cの変化 ΔC として検出し加速度を検出するものである。

しかし、上記公報記載のものは、片持ち構造であるため上下及び横の2方向にビームが移動可能で、加速度に対する軸感度が2軸となるので、例えば上下方向の加速度に対しても、ビームが横方向に変位する可能性がある。この場合、左右方向の変位による出力変化分を除く必要があり、このための補償回路が必要で、回路構成が複雑となる。更に、変位量が大きくなるとビームの支持側端部より非支持側端部の方が変位量が大きくなって電極間ギャップの距離が均一でなくなる可能性がある等の問題がある。

また、静電容量型の加速度センサの場合、検出感度を高めるには静電容量Cの変化量 ΔC を大きくすればよく、この変化量 ΔC を大

2

きくするには、元の静電容量 C を大きくすればよい。静電容量 C を大きくするには、電極面積を A 、電極間ギャップを d とすると、静電容量 C は、 $C = \varepsilon \cdot A / d$ (ε は誘電率) であり、電極面積 A を大きくするか又は電極間ギャップ d を小さくする方法がある。

しかし、電極面積 A を大きくするとセンサが大きくなり、センサの小型化の点からは電極間ギャップ d を狭くする方がよいが、実用的な電極間ギャップ d は $2 \sim 3 \mu\text{m}$ と極めて狭く、製造過程において電極間ギャップにゴミが付着する等により極端に歩留りが悪い。また、実用的な電極間ギャップが狭くセンサのダイナミックレンジが小さい。更に、狭いギャップを均一に製作することが難しい等の問題がある。また、電極同士が一旦互いに吸着すると静電引力による吸着力は強く使用不能になるという問題がある。

静電容量型の改良形として、吸着により使用不能となるのを防止すると共に、ダイナミックレンジの拡大を図った、例えば特開平 5 - 2 6 9 0 2 号公報に記載された静電サーボ型がある。

このものは、2つの固定電極間に可動電極を設け、加速度によって可動電極が変位するようにし、可動電極の変位による静電容量差に対応した電圧を電極部にフィードバックして静電容量差が零となるように可動電極を制御し、この時の電圧を加速度の検出信号として取り出す構成である。

しかし、固定電極と可動電極との間を一定に保持するために電極に印加する静電引力の電圧と検出電圧の分離が難しく、センサ部からの出力の処理回路も複雑になるという問題がある。

圧電抵抗型の加速度センサとしては、例えば特開昭 5 9 - 9 9 3 5 6 号公報に記載されたものがある。

このものは、シリコン基板の中央部の質量部を、互いに直角に延びる 4 本の梁で支持し、各梁の根本に圧電抵抗素子を設け、これら圧電抵抗素子でブリッジ回路を構成して加速度に対応する出力を取

り出す構成である。

しかし、加速度に対する圧電抵抗素子の変化量が小さいので、検出回路が複雑となる。また、半導体抵抗は温度係数が大きいのので、温度補償のための回路が必要となるという問題がある。

誘導電流型の加速度センサとしては、例えば特開平5-142246号公報に記載されたものがある。

このものは、枠状のフレームの中央に4本のビームで弾性支持して質量部を設け、質量部の上面に永久磁石を設ける一方、フレームの上下にカバーを設け、上側カバーの内面に、前記永久磁石と対向させて磁界の変化を検出するコイルを設ける構成である。そして、加速度により質量部が変位した時に、検出コイルを通過する永久磁石の磁束が変化して検出コイルに誘導電流が流れる。この誘導電流の変化から加速度を検出する。

かかる加速度センサでは、検出コイルの誘導電流は磁束の変化のみで生じるため、検出コイルの誘導電流は、永久磁石が動いている時、即ち質量部が変位している時だけしか発生しない。従って、加速度が一定で質量部の動きがない時には加速度の検出が不可能である。そして、この加速度センサで検出しているのは加速度の変化分であり、加速度そのものを検出するには、検出信号を積分する回路等が必要であり回路が複雑となるという問題がある。

本発明は上記の事情に鑑みなされたもので、磁気結合を利用して加速度を検出する構成とすることにより、ダイナミックレンジが広く、しかも、高感度で、回路構成が簡単で製造コストの極めて安い、小型化及び薄型化を容易に可能とする加速度センサを提供することを目的とする。

〔発明の開示〕

このため、本発明の加速度センサでは、枠状のフレームと、弾性復元力を有する支持梁を介して前記フレームに周囲が支持され加速

度に応答して変位する質量部と、該質量部の前記変位方向の面に配置される第1の平面コイルと、該第1の平面コイルと間隙を設けて対向配置される第2の平面コイルとを備え、前記第1の平面コイルと第2の平面コイルとでトランスを構成したセンサ部を有し、前記第1の平面コイルに交流信号を印加した状態で、加速度に対応する前記第1の平面コイルと第2の平面コイルとの前記間隙の変化に応じた電気信号を第2の平面コイルから取り出す構成とした。

かかる構成によれば、第1と第2の平面コイルとでトランスを形成して磁気結合を利用して質量部の加速度に対応する変位を検出するようにしたので、静電容量型に比べて両平面コイル間の間隙を格段に大きくとることができ、半導体基板を利用する場合に、ゴミの付着による影響はなく製造の歩留りが向上して製造コストを低減できる。また、コイルの巻数を変えて感度を調整することができるので、ダイナミックレンジが大きいにも拘らず高感度にできる。

また、前記質量部を、互いに直交する中心軸上の4つの位置でフレームに支持する構成とすることで、質量部の変位方向を確実に1軸に規制することができ、多軸感度構造の場合の出力の分離処理が不要にできる。

また、前記センサ部を、マイクロマシニング技術により半導体基板を加工して形成することで、容易に小型化及び薄型化ができる。

また、前記センサ部の第1の平面コイルに交流信号を印加する発振器と、前記第2の平面コイルから出力される電気信号に基づいて加速度を演算する電子回路とを備えて構成した。

また、前記電子回路が、前記第2の平面コイルから出力される交流電気信号を整流する整流回路と、該整流回路の整流出力をディジタル信号に変換するアナログーディジタル変換器と、該アナログーディジタル変換器のディジタル出力に基づいて加速度を演算するマイクロコンピュータとを備えて構成した場合に、前記整流回路を、

5

倍電圧整流回路とすることで、出力変化を大きく取り出すことができ、感度を高めることができる。

また、前記センサ部を、互いに直交する2つの面に配置する構成とすれば、2軸方向の加速度検出ができる。

また、前記センサ部を、互いに直交する3つの面に配置する構成とすれば、3軸方向の加速度検出ができ、ジャイロを含むナビゲーションシステムや自走ロボットの位置検出システム等に適用することが可能である。

また、前記センサ部を、第1の平面コイルと第2の平面コイルにそれぞれ近接して設けた磁性体を含んだ構成とすれば、各コイルのインダクタンスが向上するため両コイルの結合が密になって感度が向上する。

前記各磁性体を、板状に形成してセンサ部に積層する構成にすれば、磁性体の加工コストが安くセンサ部の組立ても容易である。

〔図面の簡単な説明〕

第1図は本発明の加速度センサの一実施例を示すセンサ部の構成図である。

第2図は第1図のA-A矢視断面図である。

第3図はセンサ部の分解図である。

第4図は加速度センサの回路構成図である。

第5図は結合係数とコイル間のギャップとの関係の一例を示すグラフである。

第6図は2方向の加速度を検出する場合の構成例である。

第7図は3方向の加速度を検出する場合の構成例である。

第8図は本発明の加速度センサのセンサ部に関する別の実施例の構成図である。

第9図は第8図のセンサ部の測定実験に用いた回路図である。

第10図は第8図のセンサ部を用いた加速度センサの出力－加速度

特性を示すグラフである。

〔発明を実施するための最良の形態〕

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

第1図～第4図に本発明に係る加速度センサの構成を示す。

第1図～第3図は、センサ部の構成を示し、図において、センサ部1は、枠状のフレーム2の枠内に、質量部3が配置される。質量部3は、互いに直交する中心軸上の4つの位置、即ち、質量部3の各辺の略中心位置で4本の支持梁4を介してフレーム2に支持されている。前記支持梁4は、フレーム2及び質量部3に比べて厚さを薄く形成され、弾性復元力を有している。従って、質量部3は、上下方向の1軸方向のみに加速度に応答して変位可能に構成される。

前記質量部3の上面には、薄膜の第1の平面コイル5が設けられており、枠状のスペーサ6を介在してフレーム1に対面する平板状の基台7の上面に、前記第1の平面コイル5に対向して薄膜の第2の平面コイル8が設けられている。そして、第1の平面コイル5を一次コイルとし、第2の平面コイル8を2次コイルとして、両コイル5, 8によってトランスを構成している。例えば、フレーム2とスペーサ6の各厚さを $200\mu\text{m}$ とすれば、コイル間のギャップdが $400\mu\text{m}$ のトランスが構成される。

フレーム2、支持梁4及び質量部3は、マイクロマシニング技術を利用してシリコン基板を加工して一体形成される。スペーサ6及び基台7も同様にシリコン基板を加工して形成されたものであり、第3図に示すように、これらを別々に加工形成して互いに重ね合わせてセンサ部1を構成している。

第4図に本実施例の加速度センサの回路構成を示す。

図において、前記センサ部1の第1の平面コイル5には、発振器9が接続され、抵抗を介して交流電圧が印加される。一方、2次コイルとなる第2の平面コイル8には、整流回路、例えば2つのダイオ

ード D_1 、 D_2 と2つのコンデンサ C_1 、 C_2 と抵抗 R からなる倍電圧整流回路10が接続されている。倍電圧整流回路10からのアナログの整流出力は、アナログ—ディジタル変換器（以下、A/D変換器とする）11でディジタル信号に変換され、マイクロコンピュータ12に入力される。

次に、かかる構成の加速度センサの動作を説明する。

センサ部1に、第1図中の上下方向の加速度が作用すると、質量部3が加速度方向と反対方向に変位し、第1の平面コイル5と第2の平面コイル8との間のギャップ d が変化して、第1の平面コイル5（一次コイル）と第2の平面コイル8（2次コイル）とで構成したトランスの結合係数が変化し、第2の平面コイル8からの出力電圧が変化する。

ここで、トランスの入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_o の間には、次の関係が成立する。ただし、下記の式は、コイルに直流抵抗分がない理想的なものとした場合である。

$$V_o = \omega \cdot k \cdot V_{in}$$

ここで、 k はトランスの結合係数、 ω は入力電圧の周波数である。

上記の式から、結合係数 k と出力電圧 V_o とは比例関係にあり、 ω 及び V_{in} を一定とすれば、2次コイルの出力電圧 V_o を検出することで結合係数 k を求めることができる。この結合係数 k は、質量部3の変位による第1の平面コイル5と第2の平面コイル8との間のギャップ d に対応するものであり、センサ部1の特性として、予め結合係数 k とギャップ d との関係を求めておけば、検出された出力電圧 V_o から得られた結合係数 k により、両コイル5、8との間のギャップ d 、即ち、質量部3の変位量を知ることができ、加速度が検出できる。

第5図に、両コイル間のギャップ d と結合係数 k との関係の一例を示す。

従って、マイクロコンピュータ12に、予め結合係数 k とコイル間のギャップ d との関係を示すマップを記憶させておけば、前記センサ部1の第2の平面コイル8からの出力電圧 V_o を、倍電圧整流回路10で整流し、A/D変換器11でデジタル信号に変換してマイクロコンピュータ（マイコン）12に入力すると、マイクロコンピュータ12において結合係数 k を演算し、予め記憶された結合係数 k とコイル間のギャップ d との関係を示すマップからコイル間のギャップ d を求めることができ、質量部3の変位量が検出でき、加速度が検出できる。

例えば、入力電圧が交流10Vの場合、ギャップ d が $50\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ に変化した時、第5図の特性では、結合係数は0.96から0.94に変化するので、 $\omega = 1$ とすれば、出力電圧 V_o は9.6Vから9.4Vに変化し、この場合の出力の変化分は、200mVである。

この出力の変化200mVは、容易に検出できる大きい値であり、静電容量型や圧電抵抗型の加速度センサに比べて大きい変化を取り出すことができ、高感度な加速度検出が可能である。しかも、両コイル5, 8のギャップ d も、静電容量型の $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ に比べて数100 μm と格段に大きく、ダイナミックレンジを大きくできると共に、質量部3と基台7との間の塵の付着の影響がなく、製造が容易で歩留りが向上し製造コストを安くすることができる。更には、4本の支持梁4によって質量部3の四方を支持しており、加速度に応答する質量部3の移動方向が1方向に規制されるので、多軸感度構造の場合の出力分離回路等が不要であり、センサ部1からの出力信号を処理する処理回路が簡単な構成にできる。また、第1及び第2の平面コイル5, 8を半導体製造技術を利用して製作することで、手巻や機械巻のコイルの場合に比べて巻線間隔を高精度に作成でき、理想の相互インダクタンス及び自己インダクタンスの計算式に従った理想値に近い値を得るトランスを形成することができ、加速度の

検出精度を向上できる。また、センサ部 1 の出力を整流する整流回路に倍電圧整流回路 10 を使用することで、出力電圧を大きくでき分解能を高めて検出感度を向上できる。

上記実施例では、前記センサ部 1 を 1 つとして 1 方向の加速度を検出できる場合について説明したが、例えば、第 6 図に示すように、互いに直交する 2 つの面に前記センサ部 1 をそれぞれ配置することで、2 方向、即ち 2 次元の加速度検出が可能であり、第 7 図に示すように、互いに直交する 3 つの面に前記センサ部 1 をそれぞれ配置することで 3 次元の加速度検出ができる。

そして、第 7 図のように 3 次元の加速度検出可能な構成とすれば、自動車等のナビゲーションシステムや自走ロボットの位置検出システムに適用することができる。尚、1 次元の加速度検出構造では、自動車用のアクティブサスペンション等に適用することができる。

第 8 図に、本発明の加速度センサのセンサ部の別の実施例を示す。

第 8 図の実施例は、加速度センサの感度を向上させるために第 1 図に示すセンサ部に磁性体を装着した場合の例である。尚、第 1 図の実施例と同一要素は同一符号を付して説明を省略する。

第 8 図において、本実施例のセンサ部 20 は、枠状のフレーム 2 の枠内に、弾性復元力を有する 4 本の支持梁 4 を介して薄膜の第 1 の平面コイル 5 を設けた質量部 3 が配置され、枠状のスペーサ 6 を介在して第 2 の平面コイル 8 を有する基台 7 が前記質量部 3 と所定の間隔を有して設けられていることは第 1 図のセンサ部 1 と同様である。そして、前記質量部 3 上面側及び基台 7 底面側に、それぞれ板状の第 1 及び第 2 の磁性体 21, 22 を装着している。

第 1 の磁性体 21 は、質量部 3 と略同等の大きさの板状に形成されて質量部 3 上面を覆って装着される。従って、第 1 の磁性体 21 は、加速度に応答して質量部 3 と一体に変位可能であり、質量部 3 の一部となる。第 2 の磁性体 22 は、第 2 の平面コイル 8 を設けた基台 7

と略同等の大きさの板状に形成され、基台 7 の底面側に装着されている。第 1 及び第 2 の磁性体 21, 22 は、例えば、 $Mn-Zn$ フェライト材等で形成される。

かかる構成では、前記第 1 及び第 2 の磁性体 21, 22 が、第 1 及び第 2 の平面コイル 5, 8 で構成されるトランスの鉄芯の機能を果たし、第 1 及び第 2 の平面コイル 5, 8 のインダクタンスが向上する。これにより、第 1 の平面コイル 5 に電流を流した時に発生する磁束密度が増大する。磁束密度が増大すると第 2 の平面コイル 8 に鎖交する磁束も増大するため、コイル間の結合が第 1 図に示す磁性体のない空芯のものに比べて密となる。従って、第 1 及び第 2 のコイル 5, 8 間の距離による変化分も増加するので加速度センサの感度が向上する。

ところで、本発明のトランス結合を利用した加速度センサの感度を向上させる方法としては、1 次コイルに印加する交流電流の振幅を大きくする方法、1 次コイルと 2 次コイルとの間の間隔を狭くする方法等が考えられる。

しかし、前者の方法では、1 次コイルに流れる電流値が大きくなると 1 次コイルそのものの抵抗（銅損）による発熱が問題となり、コイルの抵抗値を低減する必要がある。コイルの抵抗値を低減するには、コイルの断面積を増加させればよいが、同一面積内で同一巻き数のコイルを考えると、コイルの断面積を増加させるには高さのみ増加させる高アスペクト比のパターニング技術を用いることになるが、アスペクト比が高い程製造コストが幾何級数的に増大してしまう。

また、後者の方法では、質量部の動ける距離が小さくなり測定レンジが狭くなる。また、1 次コイルと 2 次コイルとの間に塵が存在した場合に塵によって質量部の動きが制限され誤差が生じる可能性が大きい。塵は一般的にデバイスが小さい程存在確率が高くなるの

1 1

で、デバイスをパッケージングして出荷するとすれば製造工程での塵の混入が問題となり、コイル間の間隙を狭くしようとするれば製造現場に高クリーン度が要求され製造コストの増加を招く。

本発明の磁性体を設ける方法によれば、下記に示す特性の測定結果から上述の各方法における問題が生じないことは明らかである。

第9図に示すように、交流電源23に第1の平面コイル5を接続し、第2の平面コイル8側に、2つのダイオードD、コンデンサC及び抵抗Rを図示の如く接続した回路を用いて測定を行った。

第1の平面コイル（1次コイルに相当する）への入力電圧 V_{in} を $3V_{p-p}$ とすると、第1図の空芯のセンサ部1の場合は出力電圧 V_{out} は $3mV$ 程度であるのに対し、第8図の磁性体21, 22を設けたセンサ部20の場合は $300mV$ 程度が得られ、出力は約100倍であり、感度が大幅に向上する。また、第1の平面コイル5の入力インピーダンスは、同じ電圧を入力した場合、空芯の時は約4オーム（1MHz, そのうち2オームは銅損）であるのに対し、磁性体を装着した時は約45オーム（1MHz, そのうち2オームは銅損）であり、第1の平面コイル5の入力インピーダンスが空芯の時と比較して大幅に増加している。従って、同一の入力電圧に対して第1の平面コイル5に流れる電流は空芯の時に比較して1桁小さくなる。このため、第1の平面コイル5での発熱量は大幅に抑制できる。

即ち、抵抗による発熱量Pは、

$$P = i^2 R$$

で表される。ここで、 i はコイルに流れる電流、 R は銅損である。今、 R は一定であるから、発熱量Pは、 $1/100$ になることがわかる。

更に、磁束密度が増加するため、コイル間の距離を狭くしなくとも十分な測定感度を得ることができ測定範囲を拡大できる。

また、磁性体21, 22を、簡単な形状の板状としてセンサ部に積層

1 2

するようにすれば加工費も安い。磁性体の材質として、一般的に用いられるフェライト等の材料を用いれば安価であり、空芯のものに比較して大きなコストアップを招くこともない。

第10図には、第8図に示すセンサ部20の出力電圧－加速度の関係を示す。

尚、第8図のセンサ部20に関しても、第6図のように、互いに直交する2つの面にそれぞれ配置すれば2次元の加速度検出が可能であり、第7図のように、互いに直交する3つの面にそれぞれ配置すれば3次元の加速度検出ができることは言うまでもない。

以上説明したように本発明によれば、加速度に応答して変位する質量部と固定部に互いに対向する平面コイルを設けてトランスを構成し、両コイル間の磁気結合を利用してコイル間のギャップ、即ち質量部の変位を検出する構成としたので、従来の静電容量型に比べて質量部と固定部との間のギャップを格段に大きくでき、製造が容易で、ギャップ間の塵付着による影響がなく、製造コストを安くできると共に、ダイナミックレンジを広くとれる。また、コイル巻数を調整することで感度の調整が自由にできるので、高感度にできる。従って、小型且つ薄型であり、高感度の加速度センサを低コストで提供することができる。

尚、感度の調整が可能であるので、低感度にもできることは言うまでもなく、用途に応じた感度のものを製造することができる。

〔産業上の利用可能性〕

本発明は、小型且つ薄型で、高感度の加速度センサを低コストで提供することができ、加速度センサを使用するシステムの制御精度の向上及び低コスト化を図ることができ、産業上利用性は大である。

請求の範囲

(1) 枠状のフレームと、弾性復元力を有する支持梁を介して前記フレームに周囲が支持され加速度に応答して変位する質量部と、該質量部の前記変位方向の面に配置される第1の平面コイルと、該第1の平面コイルと間隙を設けて対向配置される第2の平面コイルとを備え、前記第1の平面コイルと第2の平面コイルとでトランスを構成したセンサ部を有し、前記第1の平面コイルに交流信号を印加した状態で、加速度に対応する前記第1の平面コイルと第2の平面コイルとの前記間隙の変化に応じた電気信号を第2の平面コイルから取り出す構成としたことを特徴とする加速度センサ。

(2) 前記質量部は、互いに直交する中心軸上の4つの位置で支持梁を介してフレームに支持される構成である請求項1記載の加速度センサ。

(3) 前記センサ部が、半導体基板で構成される請求項1記載の加速度センサ。

(4) 前記センサ部の第1の平面コイルに交流信号を印加する発振器と、前記第2の平面コイルから出力される電気信号に基づいて加速度を演算する電子回路とを備えて構成した請求項1記載の加速度センサ。

(5) 前記電子回路が、前記第2の平面コイルから出力される交流電気信号を整流する整流回路と、該整流回路の整流出力をデジタル信号に変換するアナログ-デジタル変換器と、該アナログ-デジタル変換器のデジタル出力に基づいて加速度を演算するマイクロコンピュータとを備えてなる請求項4記載の加速度センサ。

(6) 前記整流回路が、倍電圧整流回路である請求項5記載の加速度センサ。

(7) 前記センサ部を、互いに直交する2つの面に配置して構成した請求項1記載の加速度センサ。

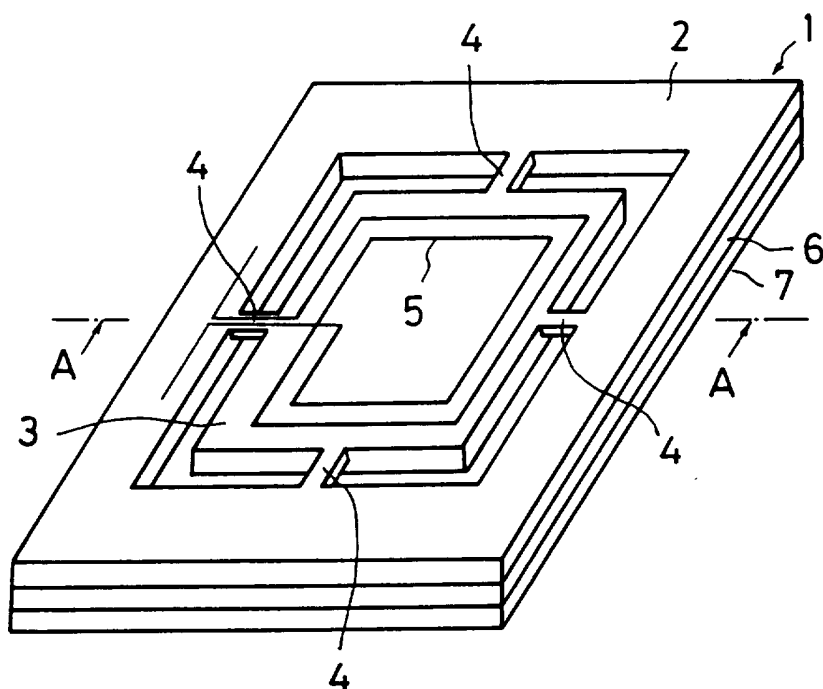
(8) 前記センサ部を、互いに直交する 3 つの面に配置して構成した請求項 1 記載の加速度センサ。

(9) 前記センサ部が、第 1 の平面コイルと第 2 の平面コイルにそれぞれ近接して設けた磁性体を含んで構成される請求項 1 記載の加速度センサ。

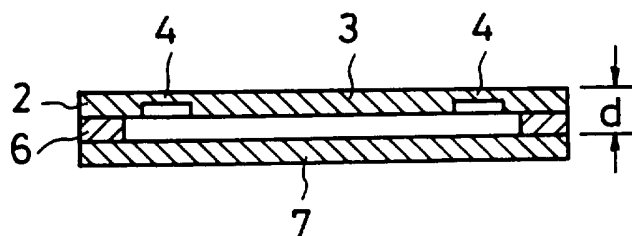
(10) 前記各磁性体は、板状に形成してセンサ部に積層する構成である請求項 9 記載の加速度センサ。

1 / 7

第 1 図

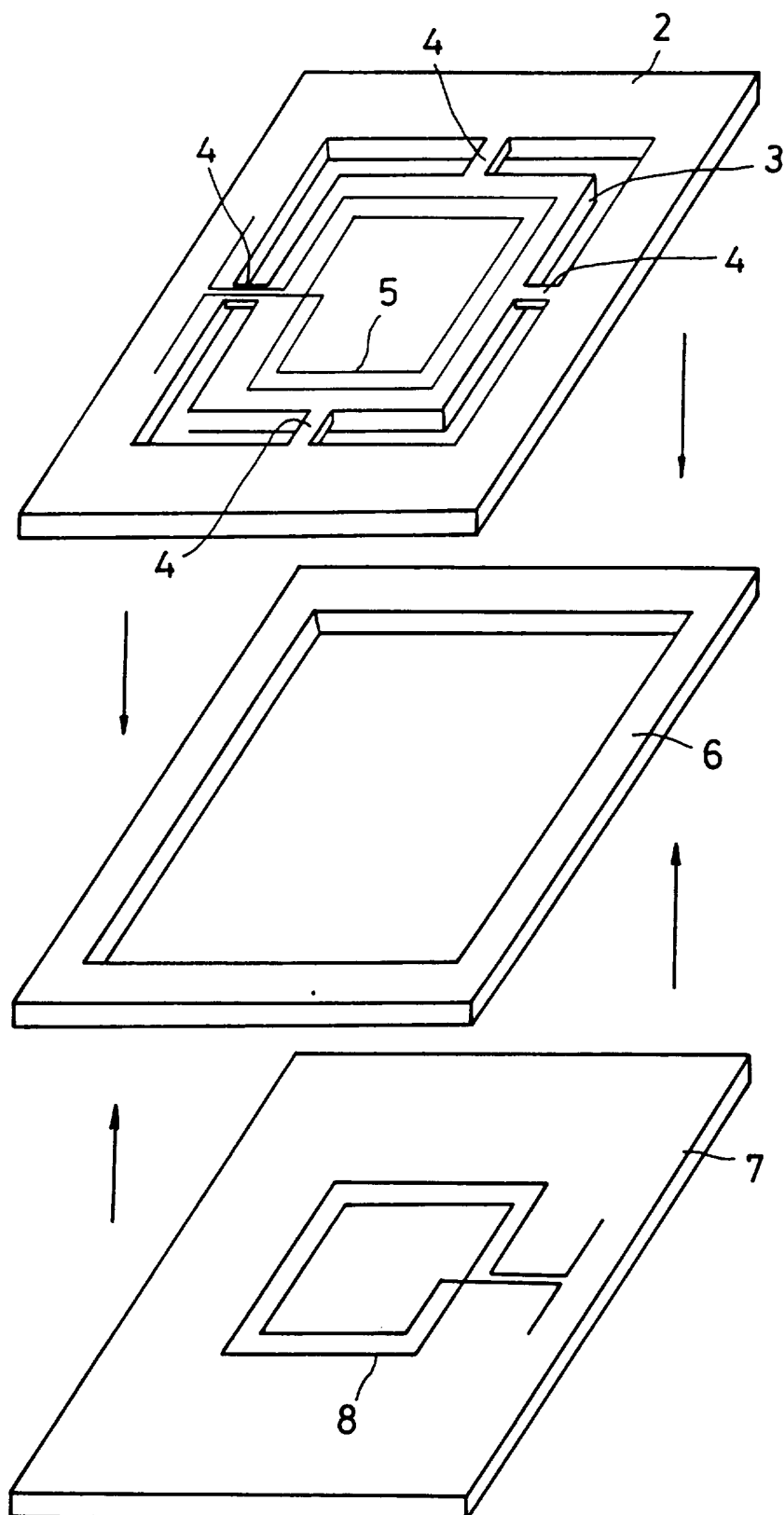


第 2 図



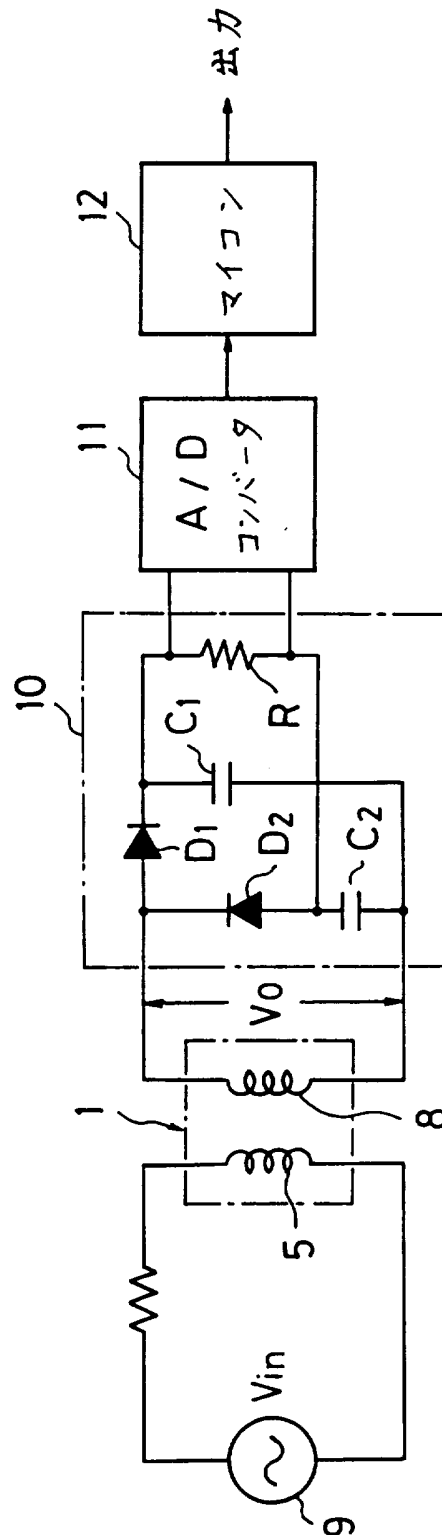
2 / 7

第 3 図

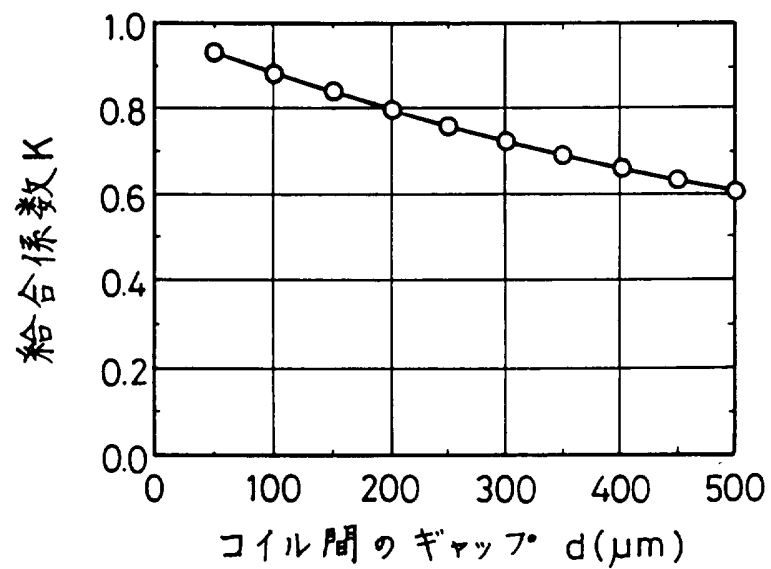


3 / 7

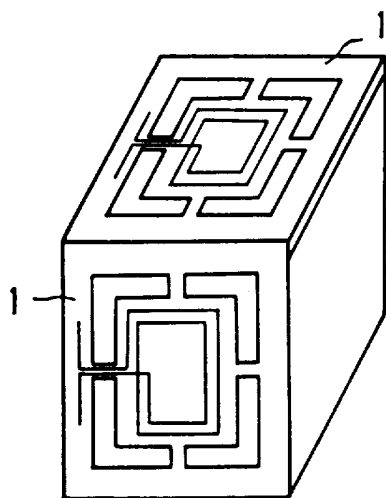
第 4 図



4/7
第 5 図

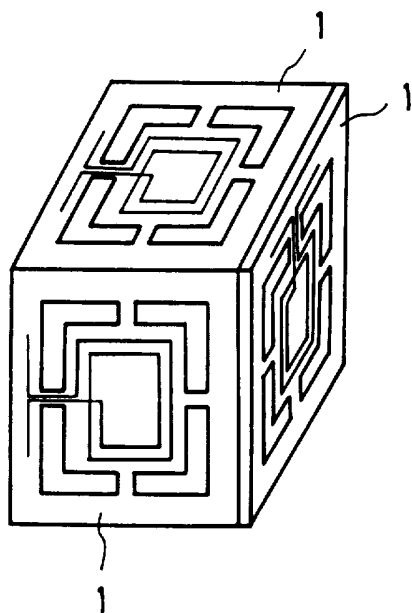


第 6 図

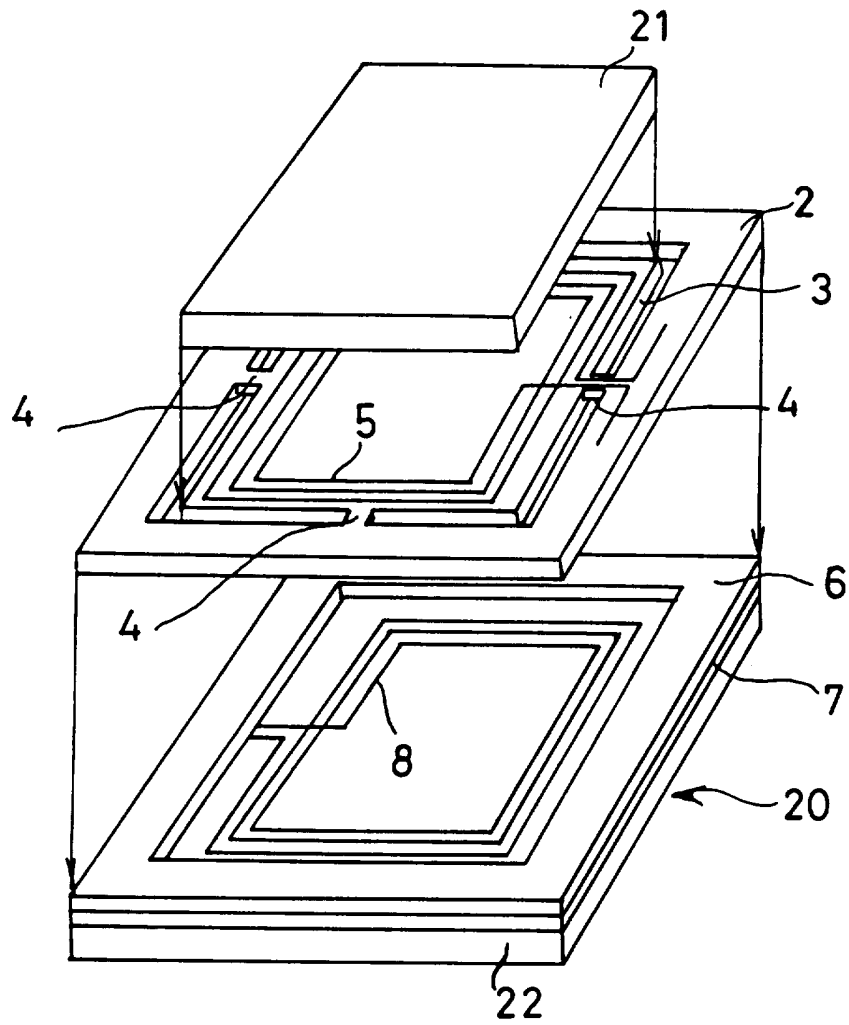


5/7

第 7 図

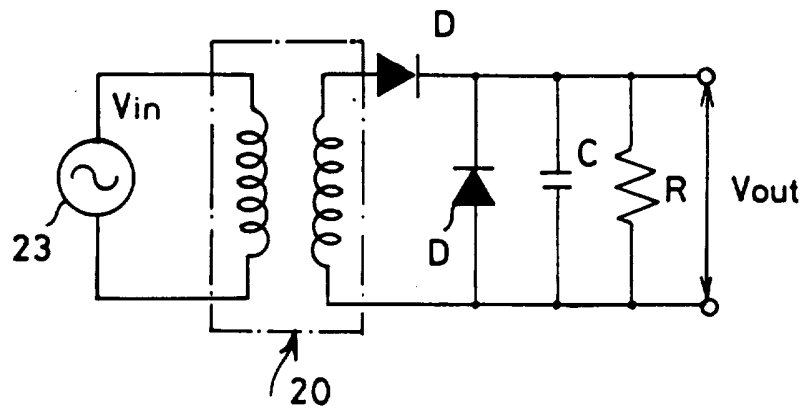


6/7
第 8 図

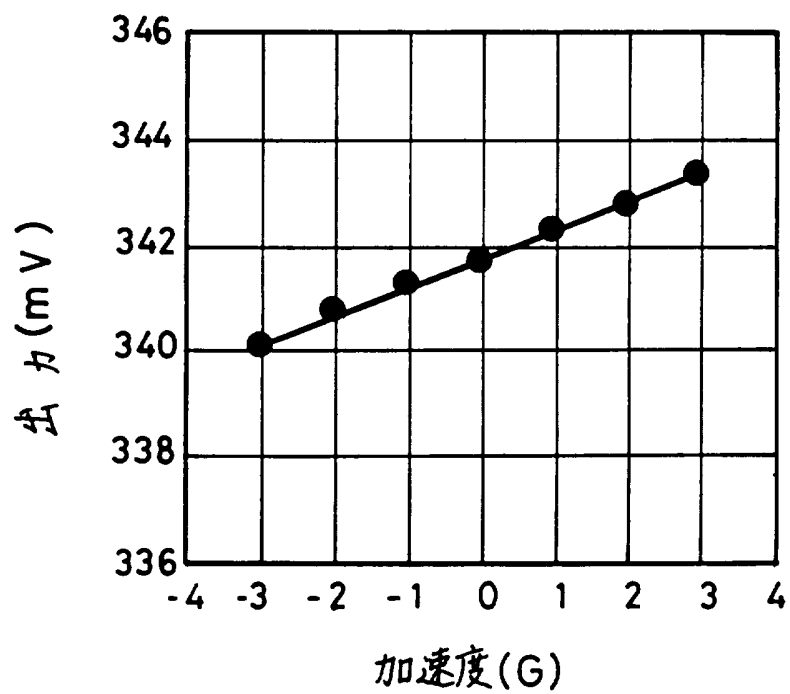


7/7

第 9 図



第 10 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP95/02556

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ G01P15/11

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. Cl⁶ G01P15/11

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1996

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, 5-142246, A (Omron Corp.), June 8, 1993 (08. 06. 93), Full descriptions, all drawings (Family: none)	1 - 10



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

February 27, 1996 (27. 02. 96)

Date of mailing of the international search report

March 19, 1996 (19. 03. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G 01 P 15 / 11

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 G 01 P 15 / 11

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 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1996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, 5-142246, A (オムロン株式会社), 8.6月.1993 (08.06.93), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ 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

27.02.96

国際調査報告の発送日

19.03.96

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)

治田 義孝

2 F

7 1 8 7

電話番号 03-3581-1101 内線

3 2 1 6