

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4893335号  
(P4893335)

(45) 発行日 平成24年3月7日(2012.3.7)

(24) 登録日 平成24年1月6日(2012.1.6)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 C 19/56 1 2 1

GO 1 C 19/5621 (2012.01)

請求項の数 8 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-16475 (P2007-16475)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成19年1月26日 (2007. 1. 26)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-185343 (P2008-185343A)		東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(43) 公開日	平成20年8月14日 (2008. 8. 14)	(74) 代理人	100091306
審査請求日	平成21年9月18日 (2009. 9. 18)		弁理士 村上 友一
		(72) 発明者	米田 光普
			東京都日野市日野 4 2 1 - 8 エプソント
			ヨコム株式会社内
		(72) 発明者	菊池 尊行
			東京都日野市日野 4 2 1 - 8 エプソント
			ヨコム株式会社内
		審査官	清藤 弘晃
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 ジャイロモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 検出軸および第 2 検出軸を有し、少なくとも第 1 検出軸と第 2 検出軸の角速度に基づく信号を出力する第 1 ジャイロ素子片と、

第 1 検出軸および第 2 検出軸を有し、少なくとも第 1 検出軸と第 2 検出軸の角速度に基づく信号を出力する第 2 ジャイロ素子片と、

第 1 検出軸を有する第 3 ジャイロ素子片と、

前記第 1 ジャイロ素子片の出力信号と前記第 3 ジャイロ素子片の出力信号とを演算する第 1 演算回路と、

前記第 2 ジャイロ素子片の出力信号と前記第 3 ジャイロ素子片の出力信号とを演算する第 2 演算回路と、を備え、

前記第 1 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の伸びる方向と前記第 2 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の伸びる方向及び第 3 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の伸びる方向とが一致すると共に、前記第 1 ジャイロ素子片の第 2 検出軸の伸びる方向と前記第 2 ジャイロ素子片の第 2 検出軸の伸びる方向とが交差するよう前記第 1 ジャイロ素子片と前記第 2 ジャイロ素子片及び前記第 3 ジャイロ素子片とを配設した、

ことを特徴とするジャイロモジュール。

【請求項 2】

前記第 1 ジャイロ素子片と前記第 2 ジャイロ素子片及び前記第 3 ジャイロ素子片は、基部と、該基部を中心に該基部から対称方向に延びる 2 つの連結腕と、該連結腕を中心に該

10

20

連結腕から対称方向に延びる駆動腕と、前記連結腕と直交する方向であり且つ前記基部を中心に該基部から対称方向に延びる２つの検出腕とを備え、

前記第１ジャイロ素子片と前記第２ジャイロ素子片は前記検出腕に錘部を備えた構成であることを特徴とする請求項１に記載のジャイロモジュール。

【請求項３】

前記第１ジャイロ素子片と前記第２ジャイロ素子片及び前記第３ジャイロ素子片は、基部と、該基部を中心に該基部から対称方向に延びる２つの連結腕と、該連結腕を中心に該連結腕から対称方向に延びる駆動腕と、前記連結腕と直交する方向であり且つ前記基部を中心に該基部から対称方向に延びる２つの検出腕とを備え、

前記第１ジャイロ素子片と前記第２ジャイロ素子片は前記検出腕に該検出腕よりも幅広の構成を有する錘部を備えたものであることを特徴とする請求項１に記載のジャイロモジュール。

10

【請求項４】

前記第１ジャイロ素子片と前記第２ジャイロ素子片及び前記第３ジャイロ素子片のうち少なくとも一つは、双音叉振動ジャイロセンサであることを特徴とする請求項１に記載のジャイロモジュール。

【請求項５】

前記ジャイロ素子片は水晶基板から形成されたものであり、前記２つの検出軸が水晶結晶軸の光学軸と機械軸であることを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載のジャイロモジュール。

20

【請求項６】

前記第１ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性と前記第２ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性及び前記第３ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性とが同じであり、

前記第１演算回路と前記第２演算回路とが減算回路であることを特徴とする請求項１に記載のジャイロモジュール。

【請求項７】

前記第１ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性と前記第２ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性とが同じであり、前記第１ジャイロ素子片の前記検出軸の検出感度極性と前記第３ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性とが反転しており、

30

前記第１演算回路と前記第２演算回路とが加算回路であることを特徴とする請求項１に記載のジャイロモジュール。

【請求項８】

前記第１ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性と前記第３ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性とが同じであり、

前記第２ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性と前記第３ジャイロ素子片の前記第１検出軸の検出感度極性とが反転しており、

前記第１演算回路は減算回路であり、

前記第２演算回路は加算回路である、

40

ことを特徴とする請求項１に記載のジャイロモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、３軸ジャイロモジュールに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来のジャイロセンサでは、多軸の検出を行う場合、１つの検出軸を持つセンサ素子を組み合わせて形成していた。例えば、特許文献１に開示された多軸半導体センサは、１軸の検出ができる半導体センサ（角速度センサまたは加速度センサ）をセンサブロックに取

50

り付けたものを3つ用意し、このセンサブロックを貼り合わせて固定することにより形成している。また特許文献2に開示された多軸検出型振動ジャイロは、振動ジャイロや信号処理回路を平面基板に配設したものを複数有し、複数の平面基板のうちの1つに対して他の平面基板を起立させて、四角柱や角柱の形状を取ることににより多軸方向の回転角速度の検出を行うものである。

【特許文献1】特開2003-28646号公報

【特許文献2】特開平7-306047号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

前述した多軸検出を行うジャイロセンサでは、1軸の検出軸を有するセンサ素子を搭載している。このため3軸検出を行う場合では、一のセンサ素子が他のセンサ素子に対して互いに垂直に立っていないなければならない。このため一のセンサ素子に対して垂直に立たせて配設する他の2つのセンサ素子では、垂直に立たせたときの高さがセンサ素子の主面の幅に関係するので、薄型のものを使用しても十分に低背化することができなかった。

【0004】

そして近年では、多軸検出を行うジャイロセンサが搭載される電子機器では、小型化および高機能化が図られており、ジャイロセンサを始めとする電子機器に搭載される電子部品の数も多くなっている。このため電子機器に搭載される電子部品に対しては小型化の要求があるので、ジャイロセンサにも小型化が要求されている。

【0005】

本発明は、3軸の角速度検出を行えるジャイロモジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るジャイロモジュールは、第1検出軸および第2検出軸を有し、少なくとも第1検出軸と第2検出軸の角速度に基づく信号を出力する第1ジャイロ素子片と、第1検出軸および第2検出軸を有し、少なくとも第1検出軸と第2検出軸の角速度に基づく信号を出力する第2ジャイロ素子片と、第1検出軸を有する第3ジャイロ素子片と、前記第1ジャイロ素子片の出力信号と前記第3ジャイロ素子片の出力信号とを演算する第1演算回路と、前記第2ジャイロ素子片の出力信号と前記第3ジャイロ素子片の出力信号とを演算する第2演算回路と、を備え、前記第1ジャイロ素子片の第1検出軸の伸びる方向と前記第2ジャイロ素子片の第1検出軸の伸びる方向及び第3ジャイロ素子片の第1検出軸の伸びる方向とが一致すると共に、前記第1ジャイロ素子片の第2検出軸の伸びる方向と前記第2ジャイロ素子片の第2検出軸の伸びる方向とが交差するよう前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片及び前記第3ジャイロ素子片とを配設したことを特徴としている。

なおこの場合、第1演算回路で行う演算は減算および加算のうちのいずれか一方であり、第2演算回路で行う演算は減算および加算のうちのいずれか一方である。

【0007】

これにより各ジャイロ素子片が出力する信号を、3軸の各検出軸回りの角速度成分に分離することができ、これらの3軸の出力を得ることができる。また第1、2ジャイロ素子片は2つの検出軸を有しており、第3ジャイロ素子片は1つの検出軸を有しているので、3軸の検出を行うために、従来のように3つあるジャイロ素子片のうちの2つを立てて配置する必要がない。すなわちジャイロモジュールは、3つの検出軸回りの角速度成分を分離するために3つのジャイロ素子片を用いているが、第1検出軸を揃えたとともに、第2検出軸を交差させている構成であるから、ジャイロ素子片の主面は同一方向または反転した方向を向いていればよく、ジャイロ素子片を立てて配置する必要がないのである。よって3軸ジャイロ素子片を低背化できる。

【0008】

また本発明に係るジャイロモジュールは、前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片及び前記第3ジャイロ素子片は、基部と、該基部を中心に該基部から対称方向に延びる2つの連結腕と、該連結腕を中心に該連結腕から対称方向に延びる駆動腕と、前記連結腕と直交する方向であり且つ前記基部を中心に該基部から対称方向に延びる2つの検出腕とを備え、前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片は前記検出腕に錘部を備えた構成であることを特徴とすることができる。これによりジャイロ素子片は、ダブルT型ジャイロセンサとなるので、ジャイロ素子片を小型化することができる。

また本発明に係るジャイロモジュールは、前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片及び前記第3ジャイロ素子片は、基部と、該基部を中心に該基部から対称方向に延びる2つの連結腕と、該連結腕を中心に該連結腕から対称方向に延びる駆動腕と、前記連結腕と直交する方向であり且つ前記基部を中心に該基部から対称方向に延びる2つの検出腕とを備え、前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片は前記検出腕に該検出腕よりも幅広の構成を有する錘部を備えたものであることを特徴とすることができる。これによりジャイロ素子片は、ダブルT型ジャイロセンサとなるので、第1検出軸と第2検出軸との感度比は1:1となる。そしてジャイロ素子片を小型化することができ、また感度を高くすることができる。

【0009】

また前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片及び前記第3ジャイロ素子片のうち少なくとも一つは、双音叉振動ジャイロセンサである構成にすることもできる。このような双音叉振動ジャイロセンサでは、y軸回りの角速度と、z軸周りの角速度を検出することができる。したがってジャイロモジュールは、このような双音叉振動ジャイロセンサをジャイロ素子片として用いることができる。

また前記ジャイロ素子片は水晶基板から形成されたものであり、前記2つの検出軸が水晶結晶軸の光学軸と機械軸であることを特徴とすることもできる。これによりジャイロ素子片が出力する信号を、光学軸回りの角速度成分と、機械軸回りの角速度成分に分離することができる。

【0010】

また本発明に係るジャイロモジュールは、前記第1ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性と前記第2ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性及び前記第3ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性とが同じであり、前記第1演算回路と前記第2演算回路とが減算回路であることを特徴としている。

これにより第1ジャイロ素子片が出力する信号と第3ジャイロ素子片が出力する信号とで減算を行えば、第1検出軸回りの角速度成分を相殺でき、第1ジャイロ素子片の第2検出軸回りの角速度成分を得る。同様に、第2ジャイロ素子片と第3ジャイロ素子片が出力する信号を減算すれば、第2ジャイロ素子片の第2検出軸回りの角速度成分を得る。そして第3ジャイロ素子片によって、第1検出軸回りの角速度成分を得る。よって3軸の出力を得ることができる。

【0011】

また本発明に係るジャイロモジュールは、前記第1ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性と前記第2ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性とが同じであり、前記第1ジャイロ素子片の前記検出軸の検出感度極性と前記第3ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性とが反転しており、前記第1演算回路と前記第2演算回路とが加算回路であることを特徴としている。

加算回路でそれぞれ信号の加算を行えば、第1ジャイロ素子片の第2検出軸回りの角速度成分と、第2ジャイロ素子片の第2検出軸回りの角速度成分を得る。そして第3ジャイロ素子片によって、第1検出軸回りの角速度成分を得る。よって3軸の出力を得ることができる。

【0012】

また本発明に係るジャイロモジュールは、前記第1ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性と前記第3ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性とが同じであり

10

20

30

40

50

、前記第2ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性と前記第3ジャイロ素子片の前記第1検出軸の検出感度極性とが反転しており、前記第1演算回路は減算回路であり、前記第2演算回路は加算回路である、ことを特徴としている。

第1ジャイロ素子片または第2ジャイロ素子片から出力した信号と、第3ジャイロ素子片から出力した信号とで減算を行えば、第1および第2ジャイロ素子片のうち一方の第1検出軸回りの角速度成分を相殺できる。このため一方のジャイロ素子片の第2検出軸回りの角速度成分を得る。同様に、他方のジャイロ素子片から出力した信号と第3ジャイロ素子片から出力した信号とで加算を行えば、他方のジャイロ素子片の第1検出軸回りの角速度成分を相殺できる。このため他方のジャイロ素子片の第2検出軸回りの角速度成分を得る。そして第3ジャイロ素子片によって、第1検出軸回りの角速度成分を得る。よって3軸の出力を得ることができる。

#### 【0013】

また本発明に係るジャイロモジュールは、第1検出軸および第2検出軸を有し、少なくとも第1検出軸と第2検出軸の角速度に基づく信号を出力する第1ジャイロ素子片と、第1検出軸および第2検出軸を有し、少なくとも第1検出軸と第2検出軸の角速度に基づく信号を出力する第2ジャイロ素子片と、第1検出軸および第2検出軸を有し、少なくとも第1検出軸と第2検出軸の角速度に基づく信号を出力する第4ジャイロ素子片と、前記第2ジャイロ素子片と前記第4ジャイロ素子片の出力信号を減算して出力する第3演算回路と、前記第2ジャイロ素子片と前記第4ジャイロ素子片の出力信号を加算して出力する第4演算回路と、前記第1ジャイロ素子片の出力信号と前記第3演算回路の出力信号とを演算して出力する第5演算回路とを備え、前記第1ジャイロ素子片の第1検出軸の伸びる方向と前記第2ジャイロ素子片の第1検出軸の伸びる方向及び第4ジャイロ素子片の第1検出軸の伸びる方向とが一致すると共に、前記第1ジャイロ素子片の第2検出軸の伸びる方向と前記第2ジャイロ素子片の第2検出軸の伸びる方向とが交差するよう前記各ジャイロ素子片を配設している、ことを特徴としている。

これにより各ジャイロ素子片が2つの検出軸を有している場合であっても、各ジャイロ素子片から出力した信号を加算・減算を行うことにより、3軸の出力を得ることができる。

#### 【0014】

前記の場合、前記第1ジャイロ素子片と前記第2ジャイロ素子片及び前記第4ジャイロ素子片は、基部と、該基部を中心に該基部から対称方向に延びる2つの連結腕と、該連結腕を中心に該連結腕から対称方向に延びる駆動腕と、前記連結腕と直交する方向であり且つ前記基部を中心に該基部から対称方向に延びる2つの検出腕と、前記検出腕に錘部を備えた構成であることを特徴とすることができる。

これによりジャイロ素子片を小型化することができ、また感度を高くすることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

以下に、本発明に係るジャイロモジュールの実施形態について説明する。まず第1の実施形態について説明する。図1は第1の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。3軸のジャイロモジュール10は、3つのジャイロ素子片を有している。これらのジャイロ素子片のうち、第1ジャイロ素子片12および第2ジャイロ素子片14は、2つの検出軸（第1検出軸および第2検出軸）を有している。また第3ジャイロ素子片16は、1つの検出軸（第1検出軸）を有している。

#### 【0016】

そして3つのジャイロ素子片は、第1検出軸を揃えて配置してある。ここで図1に示す場合では、第1検出軸の向きが同じになっているので、第1検出軸回りの角速度に対する検出感度極性が同じになっている。また第1ジャイロ素子片12と第2ジャイロ素子片14は、それぞれの第2検出軸を交差するよう配置してある。ここで本実施形態に係る3軸ジャイロモジュール10は、互いに直交する3軸における各軸回りの角速度を検出するた

めに、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸と第2ジャイロ素子片14の第2検出軸が直交している。また第1検出軸と第2検出軸も直交している。したがって各ジャイロ素子片の第1検出軸と、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸と、第2ジャイロ素子片14の第2検出軸とは互いに直交している。なお本実施形態では、各ジャイロ素子片の第1検出軸が3軸ジャイロモジュール10のZ軸、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸が3軸ジャイロモジュール10のY軸、第2ジャイロ素子片14の第2検出軸が3軸ジャイロモジュール10のX軸と一致している。

#### 【0017】

このように配置したジャイロ素子片に発振回路(図示せず)が接続している。この発振回路は、ジャイロ素子片を励振させるものである。またジャイロ素子片の出力側に演算部20が接続している。この演算部20は、第1演算回路22および第2演算回路24を備えており、図1に示す場合、第1, 2演算回路22, 24は減算回路になっている。

10

#### 【0018】

そして第1演算回路22は、第1ジャイロ素子片12と第3ジャイロ素子片16との出力側に接続し、これらのジャイロ素子片12, 16から入力した信号を減算(演算)して、この演算結果を出力している。この第1演算回路22の出力が、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のY軸出力となる。また第2演算回路24は、第2ジャイロ素子片14と第3ジャイロ素子片16との出力側に接続し、これらのジャイロ素子片14, 16から入力した信号を減算(演算)して、この演算結果を出力している。この第2演算回路24の出力が、第2ジャイロ素子片14の第2検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のX軸出力となる。さらに第3ジャイロ素子片16の出力が、第1検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のZ軸出力となる。

20

#### 【0019】

なお図1に示す回路図では、ジャイロ素子片と演算回路との接続構成を簡易的に記載したが、3軸ジャイロモジュール10における第1~第3ジャイロ素子片12, 14, 16の後段回路の具体的構成は、例えば、各ジャイロ素子片の検出電極が検出した検出信号(電荷)を電圧信号に変換する為のチャージアンプ回路を1つの検出腕に対して1つずつ備えたものである(1つのジャイロ素子片に対して2つのチャージアンプ回路を備える)。

#### 【0020】

30

さらに3軸ジャイロモジュール10は、前記2つのチャージアンプ回路からの出力信号を増幅する為の差動増幅回路と、差動増幅回路からの出力信号と発振器の出力信号とを同期検波する為の同期検波回路と、同期検波回路の出力から高周波信号を除去する為のローパスフィルタとを備える。

#### 【0021】

そしてローパスフィルタからの出力信号を演算回路に供給する構成を備え、また第3のジャイロ素子片16の出力に係るローパスフィルタからの出力信号においてはその一部を第一の検出軸出力へと利用する構成を有する。

#### 【0022】

またジャイロ素子片は次のようになっている。図2は2つの検出軸を備えたジャイロ素子片の概略斜視図である。2つの検出軸を備えたジャイロ素子片(2軸ジャイロ素子片30)、すなわち第1ジャイロ素子片12および第2ジャイロ素子片14は、いわゆるダブルT型ジャイロセンサとなっている。この2軸ジャイロ素子片30は水晶を用いており、水晶結晶のx軸(電気軸)およびy軸(機械軸)で形成されるxy平面で切り出されたZカット水晶基板から形成されている。この水晶基板の主面が、2軸ジャイロ素子片30の主面になっている。なおxy平面の垂直方向が水晶結晶のz軸(光学軸)になっている。

40

#### 【0023】

そして2軸ジャイロ素子片30は、前記xy平面内において、矩形状の基部32を有している。この基部32には、xy平面内において、y軸に平行な各端辺の中央からx軸に平行な方向に延びた連結腕34が存在する。すなわち基部32には、基部32と一体に形

50

成した + x 方向 ( x 軸矢印方向 ) に延びる連結腕 3 4 と、これとは逆の方向の - x 方向に延びる連結腕 3 4 が存在する。また各連結腕 3 4 の先端付近からは、 x y 平面内において、 y 軸に平行な方向に延びた駆動腕 3 6 が存在する。すなわち各連結腕 3 4 の先端 ( x 軸方向の先端 ) または中間 ( x 軸方向の中間 ) には、連結腕 3 4 と一体に形成した + y 方向 ( y 軸矢印方向 ) に延びる駆動腕 3 6 と、連結腕 3 4 を中心にして + y 方向に延びる駆動腕 3 6 と対称となるように - y 方向に延びる駆動腕 3 6 が存在する。そして各駆動腕 3 6 の先端には、この駆動腕 3 6 よりも x 軸方向の幅を広くした矩形状の錘部 3 8 が駆動腕 3 6 と一体に存在する。

#### 【 0 0 2 4 】

また基部 3 2 には、 x y 平面内において、 x 軸に平行な各端辺の中央から y 軸に平行な方向に延びた検出腕 4 0 が存在する。すなわち基部 3 2 には、基部 3 2 と一体に形成した + y 方向に延びる検出腕 4 0 と、 - y 方向に延びる検出腕 4 0 が存在する。そして各検出腕 4 0 の先端には、この検出腕 4 0 よりも x 軸方向の幅を広くした矩形状の錘部 4 2 が検出腕 4 0 と一体に存在する。この検出腕 4 0 の先端に設けた錘部 4 2 は、駆動腕 3 6 の先端に設けた錘部 3 8 の x 軸方向の幅よりも大きくしてある。そして検出腕 4 0 の先端に設けた錘部 4 2 の幅を D、駆動腕 3 6 の先端に設けた錘部 3 8 の幅を d とすると、 $5d < D$

$10d$  の関係を満たすようになっている。すなわち検出腕 4 0 の先端に設けた錘部 4 2 の幅 D は、駆動腕 3 6 の先端に設けた錘部 3 8 の幅 d の 5 ないし 10 倍となるように設計してある。このように検出腕 4 0 の先端に設けた錘部 4 2 の幅 D を設定するのは、 y 軸回転系の角速度検出において、検出腕 4 0 の捩れ振動を効率よく得るためである。

#### 【 0 0 2 5 】

また駆動腕 3 6 および検出腕 4 0 の x y 平面内に平行する両面には、 x 軸方向のそれぞれの幅の中央に溝 4 4 を設けている。この溝 4 4 の内面全体に駆動電極または検出電極用の金属膜を設けることにより、駆動腕 3 6 および検出腕 4 0 の z y 平面に平行する面に形成した駆動電極または検出電極と溝 4 4 に設けた電極との間に効率良く電界を発生させることができるので、2 軸ジャイロ素子片 3 0 の小型化を可能にしている。なお各駆動腕 3 6 に駆動電極 ( 図示せず ) が設けてあり、各検出腕 4 0 には検出電極 ( 図示せず ) が設けてある。前記駆動電極および前記検出電極は、基部 3 2 の裏面に設けた振動片側マウント電極 4 6 ( 図 4 を参照 ) と 1 対 1 に接続している。この振動片側マウント電極 4 6 は、2 軸ジャイロ素子片 3 0 がパッケージに収容されたときに、パッケージ側の電極との接続する箇所 ( 中間基板のリードとの接続する箇所 ) になる。

#### 【 0 0 2 6 】

そして 2 軸ジャイロ素子片 3 0 では、振動片側マウント電極 4 6 を介して前記駆動電極に発振回路からの電気信号 ( ドライブ信号 ) が供給されると、駆動腕 3 6 が対称的に屈曲振動 ( 駆動振動 ) する。すなわち図 2 の左側に示す駆動腕 3 6 と右側に示す駆動腕 3 6 とが、ジャイロ素子片の重心 G を通る y 軸に平行な線に対して線対称の振動をする。このような駆動振動を 2 軸ジャイロ素子片 3 0 が行っているときに、 z 軸回りの角速度が加えられると駆動腕 3 6 には y 軸方向のコリオリ力が働くことになる。そして、コリオリ力の影響を受けて検出腕 4 0 が屈曲振動 ( 検出振動 ) するので、電気信号が前記検出電極を介して振動片側マウント電極 4 6 から出力する。また 2 軸ジャイロ素子片 3 0 が駆動振動を行っているときに、 y 軸回りの角速度が加えられると検出腕 4 0 が捩れ振動 ( 検出振動 ) する。この捩れ振動は、コリオリ力によって生じた検出腕 4 0 の x 方向の屈曲振動と、 z 方向の屈曲振動とを合成した振動モードである。そしてこの捩れ振動により、電気信号が前記検出電極から出力する。なお x 軸回りの回転の場合には、コリオリ力が発生しないので、2 軸ジャイロ素子片 3 0 から電気信号を出力しない。

#### 【 0 0 2 7 】

このように 2 軸ジャイロ素子片 3 0 を構成しているので、 z 軸回りの角速度を検出する感度と、 y 軸回りの角速度を検出する感度の比が 1 対 1 になる。

#### 【 0 0 2 8 】

図 3 は 1 つの検出軸を備えたジャイロ素子片の概略斜視図である。 1 つの検出軸を備え

10

20

30

40

50

たジャイロ素子片（１軸ジャイロ素子片５０）、すなわち第３ジャイロ素子片１６は、いわゆるダブルＴ型ジャイロセンサとなっている。そして１軸ジャイロ素子片５０は、２軸ジャイロ素子片３０と同様の構成になっているが、検出腕５２の先端に設けた錘部５４の×軸方向の幅が異なっている。すなわち１軸ジャイロ素子片５０の検出腕５２に設けた錘部５４の幅は、２軸ジャイロ素子片３０の検出腕４０に設けた錘部４２の幅よりも狭くなっている。このように１軸ジャイロ素子片５０の検出腕５２に設けた錘部５４の幅を狭く設定するのは、ｙ軸回転系の角速度を検出しないように、検出腕５２の捩れ振動を生じさせないためである。そして１軸ジャイロ素子片５０は、駆動電極（図示せず）に電気信号が供給されると、駆動腕５６が対称的に屈曲振動（駆動振動）する。このときに、ｚ軸回りの角速度が加えられると駆動腕５６にはｙ軸方向のコリオリ力が働くことになる。そしてコリオリの影響を受けて検出腕５２が屈曲振動（検出振動）するので、１軸ジャイロ素子片５０の検出電極（図示せず）を介して振動片側マウント電極４６から電気信号が出力する。なお図３を用いて説明した１軸ジャイロ素子片５０は、検出腕５２および駆動腕５６の先端に錘部５４、５８を設けているが、実施形態によっては錘部５４、５８を設けない構成としてもよい。

10

#### 【００２９】

なお２軸ジャイロ素子片３０や１軸ジャイロ素子片５０は、フォトリソグラフィ加工技術を用いて製造できるので、小型化することができる。また検出腕４０、５２や駆動腕３６、５６に錘部３８、４２、５４、５８や溝４４、５９を設けることによっても小型化することができるとともに、感度を高くすることができる。

20

#### 【００３０】

そして３軸ジャイロモジュール１０は、このような２軸ジャイロ素子片３０と１軸ジャイロ素子片５０を用いた場合、次のような向きになるよう各ジャイロ素子片１２、１４、１６を配置すればよい。図４は各ジャイロ素子片を配置する向きを説明する概略底面図である。ここで図４の左上に第３ジャイロ素子片１６（１軸ジャイロ素子片５０）、右上に第１ジャイロ素子片１２（２軸ジャイロ素子片３０）、右下に第２ジャイロ素子片１４（２軸ジャイロ素子片３０）を示している。第１ジャイロ素子片１２と第２ジャイロ素子片１４は水晶の結晶軸方向の関係も含めて同一構成である。そして図面の左上に示す第３ジャイロ素子片１６は、＋ｚ方向を図面に対して垂直な手前側に向けて配置する。また図面の右上に示す第１ジャイロ素子片１２は、＋ｚ方向を図面に対して垂直な手前側に向け、＋ｙ方向を図面の右側に向け、＋ｘ方向を図面の右側に向けて配置する。さらに図面の右下に示す第２ジャイロ素子片１４は、＋ｚ方向を図面に対して垂直な手前側に向け、＋ｙ方向を図面の右側に向け、＋ｘ方向を図面の右側に向けて配置する。このように各ジャイロ素子片１２、１４、１６を配置すると、図４の左下に示すように、３軸ジャイロモジュール１０のＺ軸が図面に対して垂直な手前側に向き、Ｙ軸が図面の右側に向き、Ｘ軸が図面の右側に向く。

30

#### 【００３１】

なお各ジャイロ素子片１２、１４、１６のｚ軸は完全に揃っていてもよく、また３軸ジャイロモジュール１０に必要とされる検出精度に応じて略揃っている状態であってもよい。また第１ジャイロ素子片１２の第２検出軸と第２ジャイロ素子片１４の第２検出軸は、直交していてもよく、また３軸ジャイロモジュール１０に必要とされる検出精度に応じて略直交している状態であってもよい。

40

#### 【００３２】

なおｚ軸を完全に揃え、第１ジャイロ素子片１２の第２検出軸と第２ジャイロ素子片１４の第２検出軸とを完全に直交させた状態で構成すれば、検出精度の高い３軸ジャイロモジュール１０となる。

#### 【００３３】

そして３軸ジャイロモジュール１０は、１つのパッケージで構成することができる。図５は１つのパッケージで構成した３軸ジャイロモジュールの説明図である。ここで図５（Ａ）はジャイロ素子の斜視図であり、図５（Ｂ）は３軸ジャイロモジュールの概略斜視図

50



である。前述した各ジャイロ素子片 12, 14, 16 は、図 5 (A) に示すように、それぞれパッケージ 80 に収容してジャイロ素子 70 にすることができる。このときジャイロ素子片 12, 14, 16 は、中間基板 72 の上方に配設してあればよい (図 7 (A) 参照)。この中間基板 72 は、中央部にデバイスホール 74 を備えている。そして中間基板 72 の下面または中間層に複数のリード 76 (リード電極) が設けてあり、このリード 76 の先端側がデバイスホール 74 内に上方側の金属面を露出した状態となるよう凸出し、且つ、上方に折り曲げられている。このリード 76 の先端部にジャイロ素子片の基部が接合している。なおリード 76 の先端部とジャイロ素子片 12, 14, 16 に設けた各振動片側マウント電極 46 とが 1 対 1 に接続している。

【0034】

また図 5 (A) に示すパッケージ 80 は、上方に向けて開口した凹陥部 84 を備えたパッケージベース 82 と、パッケージベース 82 の上面に接合して凹陥部 84 を封止する蓋体 (図示せず) を備えている。このパッケージベース 82 の凹陥部 84 は、前記発振回路等を備えた集積回路 (IC) チップ (図示せず) や、ジャイロ素子片 12, 14, 16 を備えた中間基板 72 を搭載するようになっている。すなわち前記 IC チップは、凹陥部 84 内の底面に搭載すればよい。またジャイロ素子片 12, 14, 16 を備えた中間基板 72 は、ジャイロ素子片 12, 14, 16 を上方に向けるとともに、前記 IC チップの上方に位置するよう凹陥部 84 に配設すればよい。これによりジャイロ素子片 12, 14, 16 と前記 IC チップがパッケージベース 82 に設けた導体路を介して導通するとともに、パッケージベース 82 の裏面に設けた外部端子 (図示せず) と前記 IC チップが導通する。そしてパッケージベース 82 の上面 (表面) に前記蓋体を接合して、ジャイロ素子片 12, 14, 16 等を真空封止する。

【0035】

そして、このようなジャイロ素子 70 を用いた 3 軸ジャイロモジュール 10 の一例は、図 5 (B) に示す形態になっている。すなわち、この 3 軸ジャイロモジュール 10 は絶縁基板 86 を有しており、第 1 ジャイロ素子片 12 を収容したジャイロ素子 70、第 2 ジャイロ素子片 14 を収容したジャイロ素子 70 および第 3 ジャイロ素子片 16 を収容したジャイロ素子 70 を絶縁基板 86 上に配設する。このとき各ジャイロ素子片 12, 14, 16 の向きは、図 4 に示すようになっている。そして各ジャイロ素子片 12, 14, 16 は、絶縁基板 86 上を引き回した配線パターン (図示せず) によって導通することにより、前述した演算部 20 (第 1 演算回路 22 および第 2 演算回路 24) と導通すればよい。なお演算部 20 は、各ジャイロ素子 70 に搭載してある前記 IC チップのうちのいずれか 1 つに設けてあってもよく、外付け部品として絶縁基板 86 上に設けてあってもよい。そして第 3 ジャイロ素子片 16 を収容したジャイロ素子 70 や前記演算部 20 の各出力端子は、絶縁基板 86 に引き回された配線パターン (図示せず) を介して、絶縁基板 86 の裏面に設けた実装端子 (図示せず) と導通している。また絶縁基板 86 の上面には、ジャイロ素子 70 の周囲を覆うよう樹脂モールド材 88 を設けている。これにより 1 つのパッケージ 80 で構成した 3 軸ジャイロモジュール 10 を得る。

【0036】

次に、3 軸ジャイロモジュール 10 の動作について説明する。まず各ジャイロ素子片は、前記発振回路から駆動電極に電気信号が供給されて、駆動腕 36, 56 が励振している。このとき 3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸、Y 軸および X 軸の各軸回りの角速度が各ジャイロ素子片 12, 14, 16 に加わると、それぞれのジャイロ素子片 12, 14, 16 が備えている検出腕 40, 52 が励振し、これを電気信号に変換して出力する。このとき第 3 ジャイロ素子片 16 の第 1 検出軸は、3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸回りの角速度を検出している。このため第 3 ジャイロ素子片 16 は、図 1 に示すように、3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸出力として、検出した角速度の信号を出力する。

【0037】

また第 1 ジャイロ素子片 12 および第 3 ジャイロ素子片 16 が角速度を検出することにより出力した信号は、第 1 演算回路 22 (減算回路) に入力する。第 1 ジャイロ素子片 1

10

20

30

40

50

2と第3ジャイロ素子片16の各第1検出軸は方向が揃っているので、第1ジャイロ素子片12が出力した信号から第3ジャイロ素子片16が出力した信号を減算すると、第1検出軸の角速度成分が相殺され、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸で検出した角速度成分のみを得る。すなわち、第1ジャイロ素子片12の角速度に係る出力信号がZ軸回りに係る信号成分とY軸回りに係る信号成分とが重畳したものであっても、この減算により、第3ジャイロ素子片16のZ軸回りの角速度に係る信号成分を使って第1ジャイロ素子片12の出力信号からZ軸回りの角速度に係る信号成分を除去するので、3軸ジャイロモジュール10のY軸回りの角速度を得る。このため第1演算回路22は、第1ジャイロ素子片12が出力した信号から第3ジャイロ素子片16が出力した信号を減算し、この減算結果を3軸ジャイロモジュール10のY軸出力として、出力している。

10

#### 【0038】

また第2ジャイロ素子片14および第3ジャイロ素子片16が角速度を検出することにより出力した信号は、第2演算回路24(減算回路)に入力する。第2ジャイロ素子片14と第3ジャイロ素子片16の各第1検出軸は方向が揃っているので、第2ジャイロ素子片14が出力した信号から第3ジャイロ素子片16が出力した信号を減算すると、第2ジャイロ素子片14の第2検出軸で検出した角速度成分のみを得る。すなわち、第2ジャイロ素子片14の角速度に係る出力信号がZ軸回りに係る信号成分とX軸回りに係る信号成分とが重畳したものであっても、この減算により、第3ジャイロ素子片16のZ軸回りの角速度に係る信号成分を使って第2ジャイロ素子片14の出力信号からZ軸回りの角速度に係る信号成分を除去するので、3軸ジャイロモジュール10のX軸回りの角速度を得る。このため第2演算回路24は、第2ジャイロ素子片14が出力した信号から第3ジャイロ素子片16が出力した信号を減算し、この減算結果を3軸ジャイロモジュール10のX軸出力として、出力している。

20

#### 【0039】

このようになっている3軸ジャイロモジュール10では、3軸の各検出軸回りの角速度成分を分離して出力することができる。すなわち3軸ジャイロモジュール10は、X軸回りの角速度の検出、Y軸回りの角速度の検出およびZ軸回りの角速度の検出をそれぞれ行うことができる。

#### 【0040】

またジャイロ素子片としてダブルT型ジャイロセンサは、主面垂直方向を検出軸回りとした角速度を検出することができるものであるから、ジャイロ素子片12, 14, 16がパッケージ80に収容されるときは、ジャイロ素子片12, 14, 16の主面がパッケージ80の底面に沿っている状態とすることができる。このため前述した絶縁基板86にジャイロ素子70を固着するときも、ジャイロ素子片12, 14, 16の主面が絶縁基板86の上面に沿うことになる。よって3軸ジャイロモジュール10は、従来のようにジャイロ素子片を垂直に立たせて配置する必要がないので、低背化することができ、無駄な空間を生じることもない。すなわちジャイロ素子片12, 14, 16の厚みサイズを3軸ジャイロモジュール10の厚みサイズに反映させることができ、その結果、3軸ジャイロモジュール10を小型化することができる。

30

#### 【0041】

また3軸ジャイロモジュール10を1つのパッケージ(モジュール)で形成しておけば、3軸ジャイロモジュール10を電子機器の実装基板へ容易に搭載することができる。すなわち3軸ジャイロモジュール10を1つのパッケージに形成する際に、各ジャイロ素子片12, 14, 16の検出軸の向きを予め調整することができる。そして3軸ジャイロモジュール10のユーザは、3軸ジャイロモジュール10を電子機器の実装基板に実装するときに、各ジャイロ素子片12, 14, 16の検出軸の向きを個別に調整する必要がないので、容易に実装できる。よって1つのパッケージで構成した3軸ジャイロモジュール10は、3軸の角速度の検出を高精度に維持された状態で使用される。

40

#### 【0042】

なお前述した図5に示す形態では、1つのジャイロ素子片12, 14, 16を1つのパ

50

パッケージ 80 に収容したジャイロ素子 70 を 3 つ用意し、各ジャイロ素子 70 を絶縁基板 86 上に配設した構成であるが、3 軸ジャイロモジュール 10 はこの構成に限定されることはない。すなわち、この変形例に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 は 1 つのパッケージを備え、このパッケージを構成するパッケージベースにジャイロ素子片 12, 14, 16 を備えた中間基板 72 を 3 つ収容できる凹陥部を設ける。この凹陥部は、中間基板 72 を 3 つ並べて収容できる形態であればよい。またパッケージベースを断面視して方形波状にすることにより 3 つの凹陥部を形成して、この凹陥部にそれぞれ中間基板 72 を配設する形態であってもよい。このような凹陥部の形態としても、凹陥部が開口している箇所に蓋体を設けて、ジャイロ素子片 12, 14, 16 を真空封止する。このような構成のパッケージであっても、1 つのパッケージで 3 軸ジャイロモジュール 10 を得る。

10

#### 【0043】

そして 1 つの凹陥部に、ジャイロ素子片 12, 14, 16 を備えた中間基板 72 を平面方向に 3 つならべて配設する形態のパッケージとすれば、同一面内に各中間基板 72 を配設することができるので、各ジャイロ素子片 12, 14, 16 を搭載する平面精度を良好にすることができる。この場合、仮に、中間基板 72 を配設する面で構成する前記同一面が、水平方向に対して傾斜していても、各ジャイロ素子片 12, 14, 16 の傾斜角度は等しいので、この傾斜角度を調整する作業を簡易なものにすることができる。

#### 【0044】

なお一枚の中間基板 72 の同一面内にジャイロ素子片 12, 14, 16 を配設し、この中間基板 72 を 1 つの凹陥部内に配設して 3 軸ジャイロモジュール 10 を構成しても構わない。

20

#### 【0045】

次に、第 2 の実施形態について説明する。図 6 は第 2 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュールのブロック図である。ここで図 6 (A) は第 2 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させたときのブロック図であり、図 6 (B) は第 1 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させたときのブロック図である。第 2 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 は、第 1 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 と同様の構成であるが、第 1 ジャイロ素子片 12 および第 2 ジャイロ素子片 14 のいずれか一方の第 1 検出軸の検出感度極性を第 3 ジャイロ素子片 16 の第 1 検出軸の検出感度極性に対して反転させている点で異なっている。このため第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と構成が異なる箇所について説明する。

30

#### 【0046】

図 6 (A) に示す 3 軸ジャイロモジュール 10 は、各ジャイロ素子片 12, 14, 16 の第 1 検出軸を揃えているが、第 2 ジャイロ素子片 14 の第 1 検出軸と第 1, 3 ジャイロ素子片 12, 16 の第 1 検出軸とで軸回りの角速度の変化に対する検出感度極性が反転している。すなわち第 2 ジャイロ素子片 14 は、第 1, 3 ジャイロ素子片 12, 16 に対して光学軸の向きが逆向きになっている（同一構成の第 1 ジャイロ素子片 12 に対して裏向き）。なおこの場合でも、第 1 ジャイロ素子片 12 の第 2 検出軸と第 2 ジャイロ素子片 14 の第 2 検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。そして第 2 ジャイロ素子片 14 における第 1 検出軸の検出感度極性を反転させるには、図 5 (A) に示すジャイロ素子 70 の場合では、例えば中間基板 72 に搭載された第 2 のジャイロ素子片 14 の振動片側マウント電極 46 がパッケージベース 82 の凹陥部 84 の上方を向くよう第 2 ジャイロ素子片 14 のみをパッケージベース 82 に搭載すればよい。

40

#### 【0047】

なお第 2 ジャイロ素子片 14 の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させるには、図 7 に示す形態であってもよい。図 7 は 3 軸ジャイロモジュールの説明図である。ここで図 7 (A) は 2 つのジャイロ素子片を搭載したパッケージの断面図であり、図 7 (B) は 3 軸ジャイロモジュールの概略斜視図である。2 つのジャイロ素子片を搭載するパッケージ 90 はパッケージベース 92 を有しており、上方および下方に向けて開口した凹陥部 94 がパッケージベース 92 に設けてある。各凹陥部 94 の側面は階段状に形成してあり、この階段

50

部 9 6 の上面に該当する部分にジャイロ素子片を搭載するためのパッケージ側マウント電極 9 8 が設けてある。また各凹陷部 9 4 の底面は、ＩＣチップ 1 0 0 を固着する領域となっている。このような凹陷部 9 4 には、ＩＣチップ 1 0 0 とパッケージ側マウント電極 9 8 とを導通するパターン（図示せず）が設けてある。またパッケージベース 9 2 の下面に外部端子 1 0 2 が設けてあり、この外部端子 1 0 2 とＩＣチップ 1 0 0 とを導通するパターン（図示せず）が設けてある。

【 0 0 4 8 】

そしてＩＣチップ 1 0 0 は各凹陷部 9 4 の底面に固着しており、その内部または表面に前記発振回路を備えている。また凹陷部 9 4 に設けた階段部 9 6 の上面に該当する部分に、ジャイロ素子片を備えた中間基板 7 2 を配設する。これによりジャイロ素子片とＩＣチップ 1 0 0 が導通するとともに、ＩＣチップ 1 0 0 と外部端子 1 0 2 が導通する。このとき上方に開口した凹陷部 9 4 に配設するジャイロ素子片を第 3 ジャイロ素子片 1 6 にするとともに、下方に開口した凹陷部 9 4 （外部端子 1 0 2 が存在する側）に配設するジャイロ素子片を第 2 ジャイロ素子片 1 4 にすればよい。これにより第 2 ジャイロ素子片 1 4 の第 1 検出軸の向きが、第 1 ジャイロ素子片 1 2 や第 3 ジャイロ素子片 1 6 の第 1 検出軸の向きに対して反転した形態となり、第 2 ジャイロ素子片 1 4 の第 1 検出軸の検出感度極性が反転する。

【 0 0 4 9 】

また各凹陷部 9 4 には、その開口している部分に蓋体 1 0 4 を設けることにより、凹陷部 9 4 を封止している。これによりジャイロ素子片 1 4 , 1 6 等が真空封止される。このような構成にすることにより、2 つのジャイロ素子片 1 4 , 1 6 を 1 つのパッケージ 9 0 に収容することができる。

【 0 0 5 0 】

そして図 7 ( B ) に示す形態の 3 軸ジャイロモジュール 1 0 では、図 7 ( A ) に示すジャイロ素子 1 0 6 と、図 5 ( A ) に示す第 1 ジャイロ素子片 1 2 をパッケージ 8 0 に収容したジャイロ素子 7 0 とを絶縁基板 8 6 上に搭載し、これらの周囲を樹脂モールド材 8 8 で覆っている。なお図 7 ( B ) に示す 3 軸ジャイロモジュール 1 0 は、図 5 ( B ) に示す形態と同様の構成になっている。このような構成にしても、3 軸ジャイロモジュール 1 0 は、その高さが低くなっており、また平面サイズも小さくなっている。

【 0 0 5 1 】

なお真空封止工程としては、2 つの凹陷部 9 4 を個別に真空封止しても良い。

また、一度の真空工程で 2 つの凹陷部 9 4 内を真空状態にしても良い。

この工程を実現する為には、例えば、パッケージベース 9 2 の内部（例えば、凹陷部の底面）に上下の凹陷部 9 4 を連結する為の貫通孔を形成しておけば良い。

【 0 0 5 2 】

これにより、一方の凹陷部 9 4 の開口している部分を蓋体 1 0 4 にて覆った後、他方の凹陷部 9 4 を封止する前に真空処理することで、一方の凹陷部 9 4 内の気体が貫通孔を介して排出されるので、一度の真空処理工程にて 2 つの凹陷部 9 4 内を真空にすることが可能である。

したがって真空工程を簡素化することができる。

【 0 0 5 3 】

また上述した 2 つ有るＩＣチップ 1 0 0 を 1 つにまとめた形態とした場合、一方のジャイロ素子片を搭載した中間基板 7 2 を凹陷部 9 4 の底面に搭載することが可能である。

【 0 0 5 4 】

すなわち、ＩＣチップ 1 0 0 が 1 つであれば、一方の凹陷部 9 4 内にはジャイロ素子片のみを収納すればよいので、リード 7 6 の基端部と接続する為のパッケージ側マウント電極 9 8 を当該凹陷部 9 4 の底面に配設することが可能である。

【 0 0 5 5 】

そしてこれに伴い、当該凹陷部 9 4 内部には階段部 9 6 が不要となるので 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の低背化に有効である。

## 【 0 0 5 6 】

さらには、Z軸方向における2つのジャイロ素子片12, 14間の距離が短くなるとx軸、y軸回転に対する角速度の検知結果(絶対値)の差を小さくすることができる。

## 【 0 0 5 7 】

なおICチップ100とパッケージベース92側の回路配線との接続にはワイヤボンディングを適用しても良いが、フリップチップボンディング工法などによりICチップ100をパッケージベース92にフェイスダウンボンディングしても良い。

## 【 0 0 5 8 】

ICチップ100をフェイスダウンボンディングした場合、ワイヤボンディングの場合のようにZ軸方向にはワイヤのループの高さ分のスペースを設ける必要がないので、階段部96の高さをより低く構成することが可能である。

10

## 【 0 0 5 9 】

したがって、ICチップ100をワイヤボンディングした場合と比較してZ軸方向における2つのジャイロ素子片の距離を更に短くすることができるので、x軸、y軸回転に対する角速度の検知結果(絶対値)の差を小さくすることができる。

## 【 0 0 6 0 】

さらに、上述ではパッケージ内にICチップを収容した構成を説明したが、ICチップをパッケージの外部に搭載しても構わない。

## 【 0 0 6 1 】

この場合、特に図7に示すように2つのジャイロ素子片を重ねた構成においては、外部端子102と検出電極とが導通した構成となり、また2つの中間基板72を凹陷部94の底面に搭載することができる。

20

## 【 0 0 6 2 】

したがって、Z軸方向における2つのジャイロ素子片間の距離を更に短くすることができるので、2つのジャイロ素子片のx軸、y軸回転に対する角速度の検知結果(絶対値)の差を小さくすることができる。

## 【 0 0 6 3 】

このように各ジャイロ素子片12, 14, 16を配置した3軸ジャイロモジュール10では、ジャイロ素子片12, 14, 16の後段が図6(A)に示す形態となっていればよい。すなわちジャイロ素子片12, 14, 16の出力側に演算部20を接続する。この演算部20は、第1演算回路22および第2演算回路24を備えており、図6(A)に示す場合、第1演算回路22が減算回路になり、第2演算回路24が加算回路になっている。そして第1演算回路22は、第1ジャイロ素子片12と第3ジャイロ素子片16とに接続し、これらのジャイロ素子片12, 16から入力した信号を減算(演算)して、この演算結果を出力している。この第1演算回路22の出力が、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸回りの角速度を検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のY軸出力となる。

30

## 【 0 0 6 4 】

また第2演算回路24は、第2ジャイロ素子片14と第3ジャイロ素子片16とに接続し、これらのジャイロ素子片14, 16から入力した信号を加算(演算)して、この演算結果を出力している。このとき第2ジャイロ素子片14と第3ジャイロ素子片16の各第1検出軸は揃っているが、方向が反転しているので、第2ジャイロ素子片14が出力した信号と第3ジャイロ素子片16が出力した信号を加算すると、第1検出軸の角速度成分が相殺され、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸で検出した角速度成分のみを得る。これにより第2演算回路24の出力が、第2ジャイロ素子片14の第2検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のX軸出力となる。

40

## 【 0 0 6 5 】

さらに第3ジャイロ素子片16の出力が、第1検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のZ軸出力となる。

## 【 0 0 6 6 】

また図6(B)に示す3軸ジャイロモジュール10は、各ジャイロ素子片12, 14,

50

16の第1検出軸を揃えているが、第1ジャイロ素子片12の第1検出軸と第2,3ジャイロ素子片14,16の第1検出軸とで検出感度極性が反転している。すなわち第1ジャイロ素子片12は、第2,3ジャイロ素子片14,16に対して裏向きになっている。なおこの場合でも、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸と第2ジャイロ素子片14の第2検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。また3軸ジャイロモジュール10は1つのパッケージで形成することができ、その形態は図5(B)や図7(B)を用いて説明した形態と同様になる。

#### 【0067】

そして各ジャイロ素子片12,14,16の後段に接続する演算部20では、第1ジャイロ素子片12と第3ジャイロ素子片16に接続した第1演算回路22が加算回路になり、第2ジャイロ素子片14と第3ジャイロ素子片16に接続した第2演算回路24が減算回路になっている。これにより第3ジャイロ素子片16の出力が3軸ジャイロモジュール10のZ軸出力になり、第1演算回路22の出力が3軸ジャイロモジュール10のY軸出力になり、第2演算回路24の出力が3軸ジャイロモジュール10のX軸出力になる。

#### 【0068】

このような第2実施形態に係る3軸ジャイロモジュール10でも第1の実施形態と同様の効果が得られる。

#### 【0069】

次に、第3の実施形態について説明する。図8は第3の実施形態に係る3軸ジャイロモジュールのブロック図である。ここで図8(A)は第3ジャイロ素子片および第1ジャイロ素子片の第1検出軸の検出感度極性を反転させたときのブロック図であり、図8(B)は第3ジャイロ素子片および第2ジャイロ素子片の第1検出軸の検出感度極性を反転させたときのブロック図である。第3の実施形態に係る3軸ジャイロモジュール10は、第1の実施形態に係る3軸ジャイロモジュール10と同様の構成であるが、第1ジャイロ素子片12および第2ジャイロ素子片14のいずれか一方と第3ジャイロ素子片16との第1検出軸の検出感度極性が第1ジャイロ素子片12および第2ジャイロ素子片14のいずれか他方に対して反転している点で異なっている。このため第3の実施形態では、第1の実施形態と構成が異なる箇所について説明する。

#### 【0070】

図8(A)に示す3軸ジャイロモジュール10は、各ジャイロ素子片12,14,16の第1検出軸を揃えているが、第2ジャイロ素子片14の第1検出軸と第1,3ジャイロ素子片12,16の第1検出軸回りの角速度の変化に対する検出感度極性が反転している。すなわち第1,3ジャイロ素子片12,16は、第2ジャイロ素子片14に対して光学軸が逆向きになっている。なおこの場合でも、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸と第2ジャイロ素子片14の第2検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。

#### 【0071】

そして第1,3ジャイロ素子片12,16の第1検出軸の検出感度極性を反転させるには、図5(A)に示すジャイロ素子70の場合では、例えば中間基板72に搭載されたジャイロ素子片の振動片側マウント電極46がパッケージベース82の凹陷部84の上方を向くよう第1,3ジャイロ素子片12,16のみをそれぞれパッケージベース82に搭載すればよい。また図7(A)に示すジャイロ素子106の場合では、上方に向けて開口した凹陷部94に第2ジャイロ素子片14を搭載するとともに、下方に向けて開口した凹陷部94に第3ジャイロ素子片16を搭載してもよい。この場合、第1ジャイロ素子片12を裏向きにして、図5(A)に示すパッケージ80に収容しておけばよい。このようにすることにより、3軸ジャイロモジュール10を図5(B)や図7(B)に示すように1体化することができる。

#### 【0072】

このように各ジャイロ素子片12,14,16を配置した3軸ジャイロモジュール10では、ジャイロ素子片12,14,16の後段が図8(A)に示す形態となっていればよ

10

20

30

40

50

い。すなわちジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の出力側に演算部 2 0 を接続する。この演算部 2 0 は、第 1 演算回路 2 2、第 2 演算回路 2 4 および極性反転手段 2 6 を備えており、図 8 ( A ) に示す場合、第 1 演算回路 2 2 が減算回路になり、第 2 演算回路 2 4 が加算回路になっている。

【 0 0 7 3 】

そして第 1 演算回路 2 2 は、第 1 ジャイロ素子片 1 2 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続し、これらのジャイロ素子片 1 2 , 1 6 から入力した信号を減算 ( 演算 ) して、この演算結果を出力している。この第 1 演算回路 2 2 の出力が、第 1 ジャイロ素子片 1 2 の第 2 検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Y 軸出力となる。また第 2 演算回路 2 4 は、第 2 ジャイロ素子片 1 4 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続し、これらのジャイロ素子片 1 4 , 1 6 から入力した信号を加算 ( 演算 ) して、この演算結果を出力している。この第 2 演算回路 2 4 の出力が、第 2 ジャイロ素子片 1 4 の第 2 検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の X 軸出力となる。

【 0 0 7 4 】

さらに極性反転手段 2 6 は、第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続し、第 3 ジャイロ素子片 1 6 から入力した信号の極性を反転させている。すなわち第 3 ジャイロ素子片 1 6 の第 1 検出軸の検出感度極性は反転しているので、これから出力される信号がマイナスの極性になっている。このため極性反転手段 2 6 は、信号の極性をプラスに反転させる処理を行うことで、3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Z 軸の検出感度方向に合わせている。この極性反転手段 2 6 の出力が、3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Z 軸出力となる。

【 0 0 7 5 】

また図 8 ( B ) に示す 3 軸ジャイロモジュール 1 0 は、各ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の第 1 検出軸を揃えているが、第 1 ジャイロ素子片 1 2 の第 1 検出軸と第 2 , 3 ジャイロ素子片 1 4 , 1 6 の第 1 検出軸とで検出感度極性が反転している。すなわち第 2 , 3 ジャイロ素子片 1 4 , 1 6 は、第 1 ジャイロ素子片 1 2 に対して裏向きになっている。なおこの場合でも、第 1 ジャイロ素子片 1 2 の第 2 検出軸と第 2 ジャイロ素子片 1 4 の第 2 検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。また 3 軸ジャイロモジュール 1 0 は 1 つのパッケージで形成することができ、その形態は図 5 ( B ) や図 7 ( B ) を用いて説明した形態と同様になる。

【 0 0 7 6 】

そして各ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の後段に接続する演算部 2 0 では、第 1 ジャイロ素子片 1 2 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続した第 1 演算回路 2 2 が加算回路になり、第 2 ジャイロ素子片 1 4 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続した第 2 演算回路 2 4 が減算回路になっている。これにより第 1 演算回路 2 2 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Y 軸出力になり、第 2 演算回路 2 4 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の X 軸出力になる。また第 3 ジャイロ素子片 1 6 の後段に極性反転手段 2 6 が接続しており、第 3 ジャイロ素子片 1 6 から入力した信号の極性を反転させている。この極性反転手段 2 6 の出力が、3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Z 軸出力となる。

【 0 0 7 7 】

このような第 3 実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 1 0 でも第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 8 】

次に、第 4 の実施形態について説明する。図 9 は第 4 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュールのブロック図である。ここで図 9 ( A ) は第 1 ジャイロ素子片および第 2 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させたときのブロック図であり、図 9 ( B ) は第 3 ジャイロ素子片の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させたときのブロック図である。第 4 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 1 0 は、第 1 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 1 0 と同様の構成であるが、第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 の第 1 検出軸と第 3 ジャイロ素子片 1 6 の第 1 検出軸との検出感度極性を反転させている点で異なっている。このため第 3 の実施形態では、第 1 の実施形態と構成が異なる箇所について説

明する。

【 0 0 7 9 】

図 9 ( A ) に示す 3 軸ジャイロモジュール 1 0 は、各ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の第 1 検出軸を揃えているが、第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 の第 1 検出軸と第 3 ジャイロ素子片 1 6 の第 1 検出軸回りの角速度の変化に対する検出感度極性が反転している。すなわち第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 は、第 3 ジャイロ素子片 1 6 に対して光学軸方向が逆になっている。なおこの場合でも、第 1 ジャイロ素子片 1 2 の第 2 検出軸と第 2 ジャイロ素子片 1 4 の第 2 検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。

【 0 0 8 0 】

そして第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させるには、図 5 ( A ) に示すジャイロ素子 7 0 の場合では、例えば中間基板 7 2 に搭載されたジャイロ素子片の振動片側マウント電極 4 6 がパッケージベース 8 2 の凹陷部 8 4 の上方を向くよう第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 のみを下方に向けてパッケージベース 8 2 に搭載すればよい。また図 7 ( A ) に示すジャイロ素子 1 0 6 の場合では、上方に向けて開口した凹陷部 9 4 に第 3 ジャイロ素子片 1 6 を搭載するとともに、下方に向けて開口した凹陷部 9 4 に第 1 ジャイロ素子片 1 2 および第 2 ジャイロ素子片 1 4 の何れか一方を搭載してもよい。この場合、第 1 ジャイロ素子片 1 2 および第 2 ジャイロ素子片 1 4 のうちの他方を裏向きにして、図 5 ( A ) に示すパッケージ 8 0 に収容すればよい。このようにすることにより、3 軸ジャイロモジュール 1 0 を図 5 ( B ) や図 7 ( B ) に示すように 1 体

【 0 0 8 1 】

そして各ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の後段に接続する演算部 2 0 では、第 1 ジャイロ素子片 1 2 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続した第 1 演算回路 2 2 が加算回路になり、第 2 ジャイロ素子片 1 4 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続した第 2 演算回路 2 4 が加算回路になっている。これにより第 3 ジャイロ素子片 1 6 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Z 軸出力になり、第 1 演算回路 2 2 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Y 軸出力になり、第 2 演算回路 2 4 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の X 軸出力になる。

【 0 0 8 2 】

また図 9 ( B ) に示す 3 軸ジャイロモジュール 1 0 は、各ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の第 1 検出軸を揃えているが、第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 の第 1 検出軸と第 3 ジャイロ素子片 1 6 の第 1 検出軸との検出感度極性が反転している。すなわち第 3 ジャイロ素子片 1 6 は、第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 に対して裏向きになっている。なおこの場合でも、第 1 ジャイロ素子片 1 2 の第 2 検出軸と第 2 ジャイロ素子片 1 4 の第 2 検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。

【 0 0 8 3 】

そして第 3 ジャイロ素子片 1 6 の第 1 検出軸の検出感度極性を反転させるには、図 5 ( A ) に示すジャイロ素子 7 0 の場合では、第 3 ジャイロ素子片 1 6 を下方に向けてパッケージベース 8 2 に搭載すればよい。また図 7 ( A ) に示すジャイロ素子 1 0 6 の場合では、上方に向けて開口した凹陷部 9 4 に第 1 , 2 ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 の何れか一方を搭載するとともに、下方に向けて開口した凹陷部 9 4 に第 3 ジャイロ素子片 1 6 を搭載すればよい。このようにすることにより、3 軸ジャイロモジュール 1 0 を図 5 ( B ) や図 7 ( B ) に示すように 1 体化することができる。

【 0 0 8 4 】

そして各ジャイロ素子片 1 2 , 1 4 , 1 6 の後段に接続する演算部 2 0 では、第 1 ジャイロ素子片 1 2 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続した第 1 演算回路 2 2 が加算回路になり、第 2 ジャイロ素子片 1 4 と第 3 ジャイロ素子片 1 6 に接続した第 2 演算回路 2 4 が加算回路になっている。これにより第 1 演算回路 2 2 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の Y 軸出力になり、第 2 演算回路 2 4 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 1 0 の X 軸出力になる。また第 3 ジャイロ素子片 1 6 の後段に極性反転手段 2 6 が接続しており、第 3 ジャイ

10

20

30

40

50



ロ素子片 16 から入力した信号の極性を反転させている。この極性反転手段 26 の出力が、3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸出力となる。

【0085】

このような第 4 実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 でも第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0086】

次に、第 5 の実施形態について説明する。図 10 は第 5 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュールのブロック図である。第 5 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 は、第 1 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 と同様の構成であるが、全てのジャイロ素子片 12, 14, 16 が裏向きに搭載されている点で異なっている。すなわち各ジャイロ素子片 12, 14, 16 の第 1 検出軸が揃うとともに、向きも一致している。しかし 3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸と、各ジャイロ素子片 12, 14, 16 の第 1 検出軸との向きが反転しているのである。このような 3 軸ジャイロモジュール 10 は、図 5 に示すように、各ジャイロ素子片 12, 14, 16 を裏向きにしてパッケージ 80 にそれぞれ収容し、これらのジャイロ素子 70 を 1 体化して形成すればよい。

【0087】

そして図 10 に示すように、各ジャイロ素子片 12, 14, 16 の後段に接続する演算部 20 では、第 1 ジャイロ素子片 12 と第 3 ジャイロ素子片 16 に接続した第 1 演算回路 22 が減算回路になり、第 2 ジャイロ素子片 14 と第 3 ジャイロ素子片 16 に接続した第 2 演算回路 24 が減算回路になっている。第 1 演算回路 22 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 10 の Y 軸出力になり、第 2 演算回路 24 の出力が 3 軸ジャイロモジュール 10 の X 軸出力になる。また第 3 ジャイロ素子片 16 の後段に極性反転手段 26 が接続しており、第 3 ジャイロ素子片 16 から入力した信号の極性を反転させている。この極性反転手段 26 の出力が、3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸出力となる。

【0088】

このような第 5 実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュール 10 でも第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0089】

次に、第 6 の実施形態について説明する。図 11 は第 6 の実施形態に係る 3 軸ジャイロモジュールのブロック図である。第 6 の実施形態では、全てのジャイロ素子片に 2 軸ジャイロ素子片 30 を用いている。すなわち第 6 の実施形態では、第 1 ないし 5 の実施形態で説明した第 3 ジャイロ素子片 16 (1 軸ジャイロ素子片 50) の代わりに、第 4 ジャイロ素子片 110 (2 軸ジャイロ素子片 30) を用いている。

【0090】

図 11 (A) に示す 3 軸ジャイロモジュール 10 は、各ジャイロ素子片 12, 14, 110 の第 1 検出軸を揃えているが、第 2 ジャイロ素子片 14 の第 1 検出軸と第 4 ジャイロ素子片 110 の第 1 検出軸における軸回りに対する角速度の変化に対する検出感度極性が反転している。すなわち第 4 ジャイロ素子片 110 は、第 2 ジャイロ素子片 14 に対して裏向きになっている。また第 1 ジャイロ素子片 12 は表向きに配置されているので、図 11 (A) に示す場合では、第 1 ジャイロ素子片 12 の第 1 検出軸と第 2 ジャイロ素子片 14 の第 1 検出軸との向きが反転している。また第 2 ジャイロ素子片 14 の第 2 検出軸と第 4 ジャイロ素子片 110 の第 2 検出軸とは揃っており、向きも一致している。さらに第 1 ジャイロ素子片 12 の第 2 検出軸と第 2 ジャイロ素子片 14 の第 2 検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。

【0091】

なお本実施形態では、各ジャイロ素子片 12, 14, 110 の第 1 検出軸と 3 軸ジャイロモジュール 10 の Z 軸が沿い、第 2, 4 ジャイロ素子片 14, 110 の第 2 検出軸と 3 軸ジャイロモジュール 10 の Y 軸が沿い、第 1 ジャイロ素子片 12 の第 2 検出軸と 3 軸ジャイロモジュール 10 の X 軸が沿っている。

【0092】

10

20

30

40

50

そして3軸ジャイロモジュール10は、このように各ジャイロ素子片12, 14, 110の検出軸を配置した場合であっても、前述した実施形態と同様に、1体化したモジュールを構成することができる。

【0093】

このように各ジャイロ素子片12, 14, 110を配置した3軸ジャイロモジュール10では、ジャイロ素子片12, 14, 110の後段に接続する演算部118が次の構成になっている。すなわち演算部118は、第3演算回路112、第4演算回路114および第5演算回路116を備えている。

【0094】

第3演算回路112は、入力した信号を減算し、信号レベルを1/2にする回路である。そして第3演算回路112は、第2ジャイロ素子片14と第4ジャイロ素子片110に接続して、これらのジャイロ素子片14, 110から入力した信号を減算し、減算後の信号レベルを半分にして、これを演算結果として出力している。すなわち第2ジャイロ素子片14と第4ジャイロ素子片110の第2検出軸の向きが一致しているので、これらのジャイロ素子片14, 110が出力した信号を減算すると第2検出軸の角速度成分が相殺される。また第2ジャイロ素子片14と第4ジャイロ素子片110の第1検出軸は揃っているが、向きが反転しているので、これを減算すると信号同士が足され、第1検出軸で検出した角速度成分のみを得る。なお第3演算回路112は、各ジャイロ素子片14, 110から入力した信号のレベルをそれぞれ半分にした後減算をして、これを演算結果として出力してもよい。この第3演算回路112の出力が、第2, 4ジャイロ素子片14, 110の第1検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のZ軸出力となる。

【0095】

また第4演算回路114は、入力した信号を加算し、信号レベルを1/2にする回路である。そして第4演算回路114は、第2ジャイロ素子片14と第4ジャイロ素子片110に接続して、これらのジャイロ素子片14, 110から入力した信号を加算し、加算後の信号レベルを半分にして、これを演算結果として出力している。すなわち第2ジャイロ素子片14と第4ジャイロ素子片110の第1検出軸は揃っているが、向きが反転しているので、これを加算すると第1検出軸の角速度成分が相殺され、第2, 4ジャイロ素子片14, 110の第2検出軸で検出した角速度成分のみを得る。なお第4演算回路114は、各ジャイロ素子片14, 110から入力した信号のレベルをそれぞれ半分にした後に加算をして、これを演算結果として出力してもよい。この第4演算回路114の出力が、第2, 4ジャイロ素子片14, 110の第2検出軸回りの角速度の検出結果、すなわち3軸ジャイロモジュール10のY軸出力となる。

【0096】

また第5演算回路116は、減算回路になっている。そして第5演算回路116は、第1ジャイロ素子片12と第3演算回路112に接続して、第1ジャイロ素子片12から入力した信号と第3演算回路112から入力した信号とを減算(演算)し、これを演算結果として出力している。すなわち第1ジャイロ素子片12の第1検出軸は、3軸ジャイロモジュール10のZ軸と一致しているので、第1ジャイロ素子片12が出力した信号から第3演算回路112が出力した信号を減算すると第1検出軸の角速度成分が相殺され、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸で検出した角速度成分のみを得る。この第5演算回路116の出力が3軸ジャイロモジュール10のX軸出力となる。

【0097】

なお図11(A)に示す形態では、第2ジャイロ素子片14と第4ジャイロ素子片110の向きがそれぞれ反転していればよい。このため第2ジャイロ素子片14が裏向きになっており、第4ジャイロ素子片110が表向きになっていてもよい。この場合でも、第1ジャイロ素子片12は表向きになっている。

【0098】

また図11(B)に示す3軸ジャイロモジュール10は、各ジャイロ素子片12, 14

10

20

30

40

50

、110の第1検出軸を揃えているが、第2ジャイロ素子片14の第1検出軸と第1、4ジャイロ素子片12、110の第1検出軸との検出感度極性が反転している。すなわち第1、4ジャイロ素子片12、110は、第2ジャイロ素子片14に対して裏向きになっている。また第2ジャイロ素子片14の第2検出軸と第4ジャイロ素子片110の第2検出軸とは揃っており、向きも一致している。さらに第1ジャイロ素子片12の第2検出軸と第2ジャイロ素子片14の第2検出軸は交差しており、本実施形態の場合では直交している。そして3軸ジャイロモジュール10は、このように各ジャイロ素子片12、14、110の検出軸を配置した場合であっても、前述した実施形態と同様に、1体化したモジュールを構成することができる。

#### 【0099】

このように各ジャイロ素子片12、14、110を配置した3軸ジャイロモジュール10では、ジャイロ素子片12、14、110の後段に接続する演算部118が次の構成になっている。演算部118は、第3演算回路112、第4演算回路114および第5演算回路116を備えている。この第3演算回路112および第4演算回路114は、図11(A)を用いて説明した形態と同じ構成になっている。また第5演算回路116は、図11(A)を用いて説明した形態と同様の構成になっているが、加算回路である点で異なっている。そして第5演算回路116は、第1ジャイロ素子片12から入力した信号と第3演算回路112から入力した信号とを加算(演算)し、これを演算結果として出力している。この第5演算回路116の出力が、第1ジャイロ素子片12の第2検出軸で検出した角速度成分であり、3軸ジャイロモジュール10のX軸出力となる。

#### 【0100】

このような第6実施形態に係る3軸ジャイロモジュール10でも第1の実施形態と同様の効果が得られる。

さらに3つのジャイロ素子片12、14、110とも図2に示す構成のジャイロ素子片を使用することができるので、使用する部品の共通化に伴い生産性に優れた3軸ジャイロモジュール10を可能にする。

#### 【0101】

なお図11(A)に示す3軸ジャイロモジュール10や図11(B)に示す3軸ジャイロモジュール10は、第3演算回路112および第4演算回路114に信号レベルを1/2にする回路を設けた構成であるが、本発明はこの形態に限定されることはない。すなわち第3演算回路112および第4演算回路114には、信号レベルを1/2にする回路を設けなくてもよい。この変形例の場合、第5演算回路116には、第1ジャイロ素子片12から入力した信号レベルを2倍にする回路を設けておけばよい。これにより第5演算回路116では、第1ジャイロ素子片12から入力して信号レベルを2倍にする演算を行い、この2倍にした信号と変形例に係る第3演算回路112から入力した信号との減算または加算(演算)を行うことにより、3軸ジャイロモジュール10のX軸出力を得る。

#### 【0102】

次に、第7の実施形態について説明する。前述した実施形態では、ジャイロ素子片12、14、16、110にダブルT型ジャイロセンサを用いた構成を説明したが、本発明はこの形態に限定されることはない。すなわちジャイロ素子片は、双音叉振動ジャイロセンサを用いた構成であってもよい。図12は双音叉振動ジャイロセンサの概略平面図である。双音叉振動ジャイロセンサ120は、x軸とy軸で形成されるxy平面で切り出されたZカット水晶基板から形成されている。この水晶基板の主面が、双音叉振動ジャイロセンサ120の主面になっている。なおxy平面の垂直方向がz軸になっている。

#### 【0103】

そして双音叉振動ジャイロセンサ120は2本の振動腕122を有しており、これらの振動腕122の両端に双音叉支持部124が設けてある。各双音叉支持部124には、振動腕122が接続している側に対して反対の方向に、検出部126を介して支持固定部128が接続している。振動腕122は駆動部になっており、表面に駆動電極(図示せず)が設けてある。この駆動電極に電気信号を供給することにより、各振動腕122が互いに

10

20

30

40

50

近づいたり離れたりする屈曲振動を行う。また検出部 126 の表面に検出電極（図示せず）が設けてある。そして双音叉振動ジャイロセンサ 120 は、角速度が加わるとコリオリ力が働くので、これに応じた屈曲振動が発生する。この屈曲振動の時には検出部 126 も振動をするので、前記検出電極で検出部 126 の振動を電気信号に変えて出力する。このような双音叉振動ジャイロセンサ 120 では、y 軸回りの角速度と、z 軸周りの角速度を検出することができる。したがって 3 軸ジャイロモジュール 10 は、このような双音叉振動ジャイロセンサ 120 をジャイロ素子片として用いることができる。

#### 【0104】

なお前述した第 1 ないし 7 実施形態の 3 軸ジャイロモジュール 10 は、ジャイロ素子片 12, 14, 16, 110 に水晶を用いた形態であるが、本発明はこれに限定されること  
10  
はない。すなわちジャイロ素子片は、水晶以外の他の圧電材料を用いて作製したものであってもよく、シリコンの微細加工技術を用いて作製したもの（MEMS：微小電気機械システム）であってもよい。またジャイロ素子片の形状は、図 2, 3, 12 に示す形状に限定されることはない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0105】

【図 1】第 1 の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。

【図 2】2 つの検出軸を備えたジャイロ素子片の概略斜視図である。

【図 3】1 つの検出軸を備えたジャイロ素子片の概略斜視図である。

【図 4】各ジャイロ素子片を配置する向きを説明する概略底面図である。  
20

【図 5】1 つのパッケージで構成したジャイロモジュールの説明図である。

【図 6】第 2 の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。

【図 7】ジャイロモジュールの説明図である。

【図 8】第 3 の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。

【図 9】第 4 の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。

【図 10】第 5 の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。

【図 11】第 6 の実施形態に係るジャイロモジュールのブロック図である。

【図 12】双音叉振動ジャイロセンサの概略平面図である。

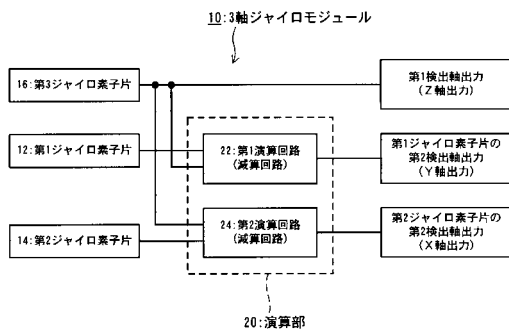
#### 【符号の説明】

#### 【0106】

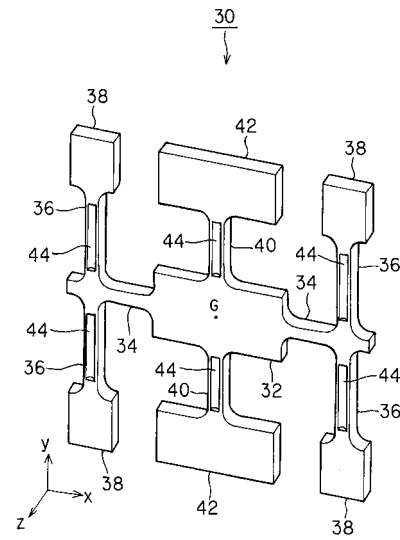
  
30

10 ... 3 軸ジャイロモジュール、12 ... 第 1 ジャイロ素子片、14 ... 第 2 ジャイロ素子片、16 ... 第 3 ジャイロ素子片、20 ... 演算部、22 ... 第 1 演算回路、24 ... 第 2 演算回路、26 ... 極性反転手段、30 ... 2 軸ジャイロ素子片、50 ... 1 軸ジャイロ素子片、70 ... ジャイロ素子、80 ... パッケージ、106 ... ジャイロ素子、110 ... 第 4 ジャイロ素子片、112 ... 第 3 演算回路、114 ... 第 4 演算回路、116 ... 第 5 演算回路、118 ... 演算部、120 ... 双音叉振動ジャイロセンサ。

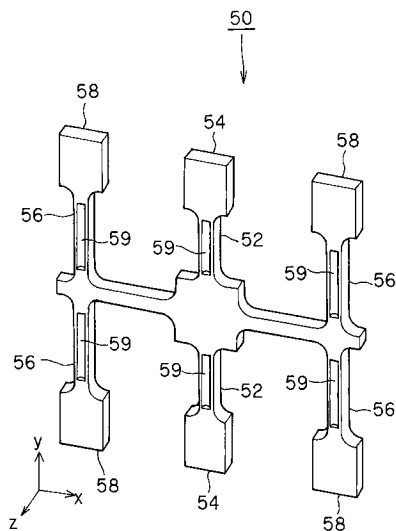
【図 1】



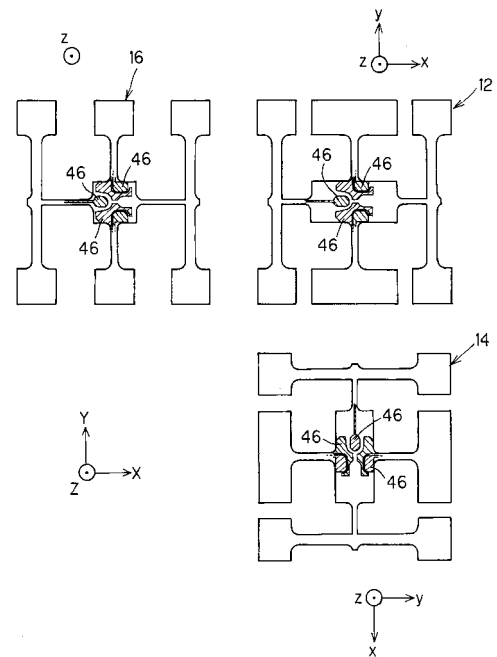
【図 2】



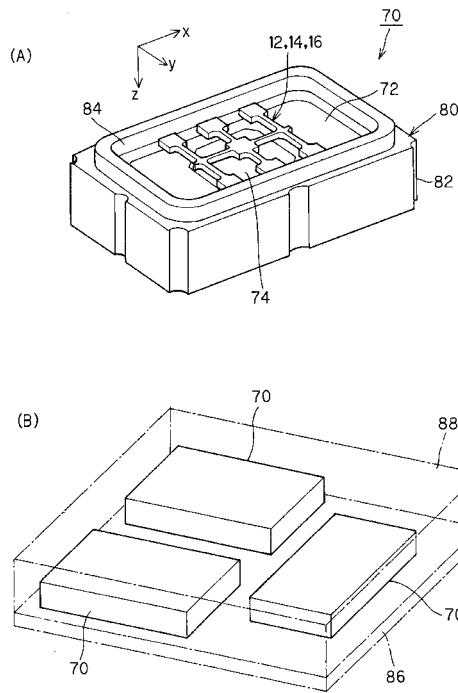
【図 3】



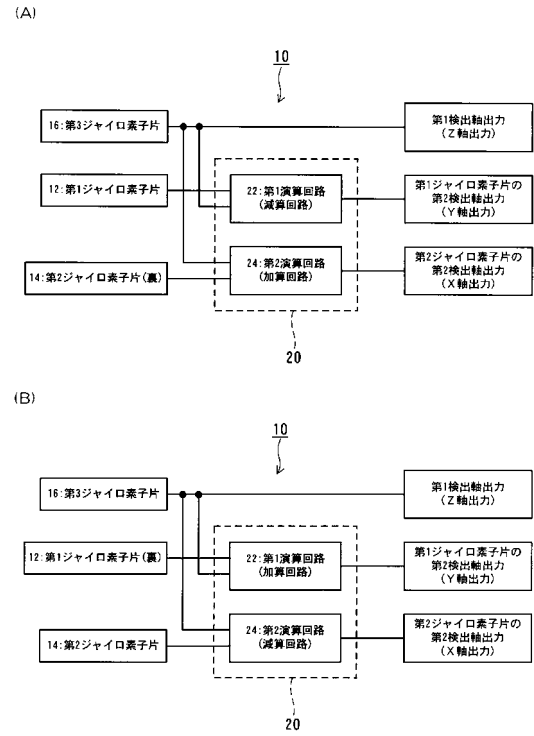
【図 4】



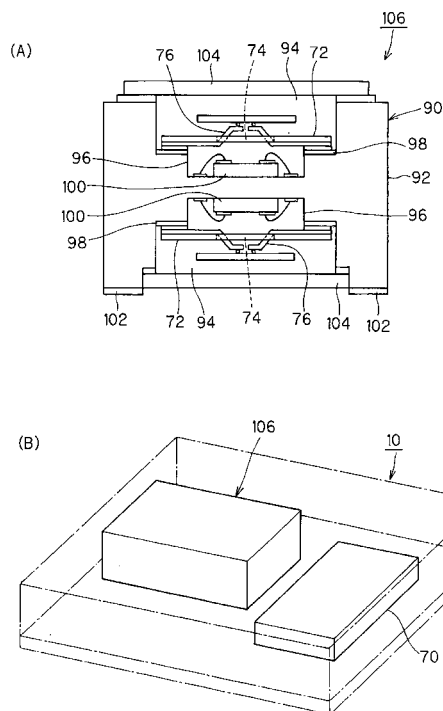
【図 5】



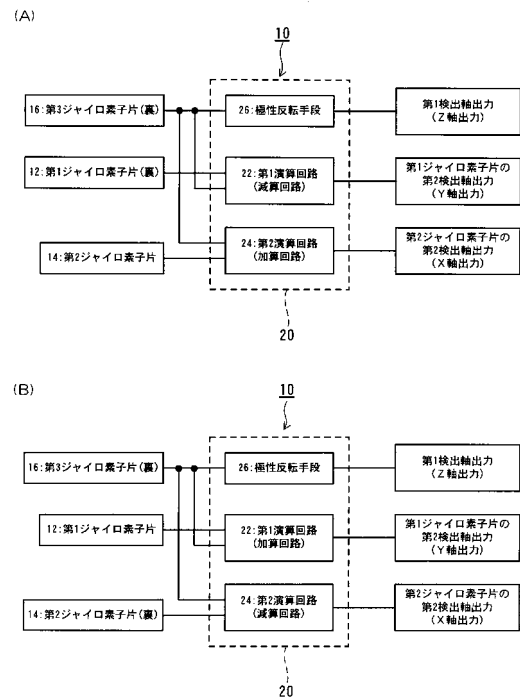
【図 6】



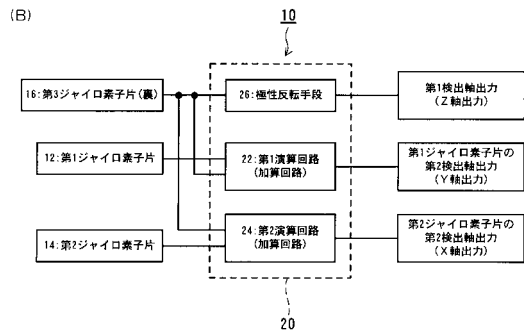
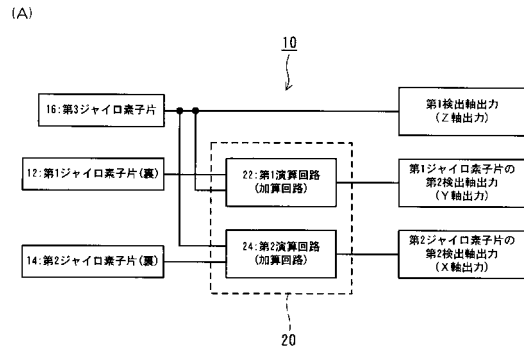
【図 7】



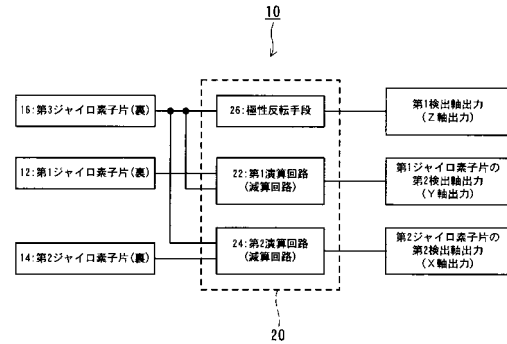
【図 8】



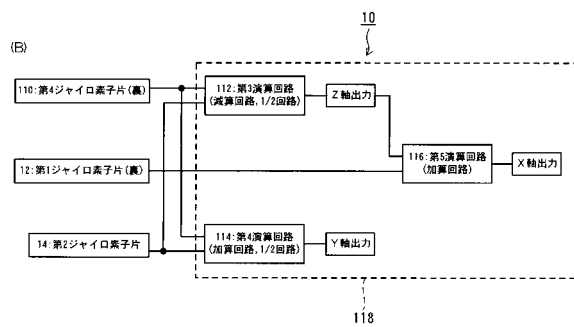
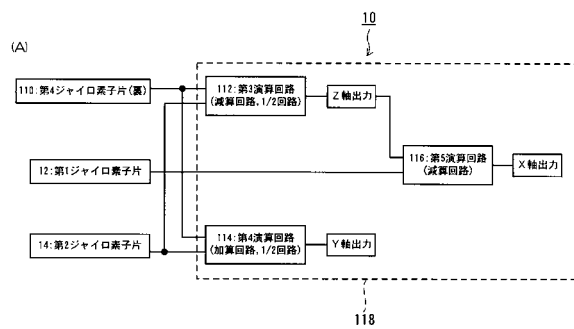
【図 9】



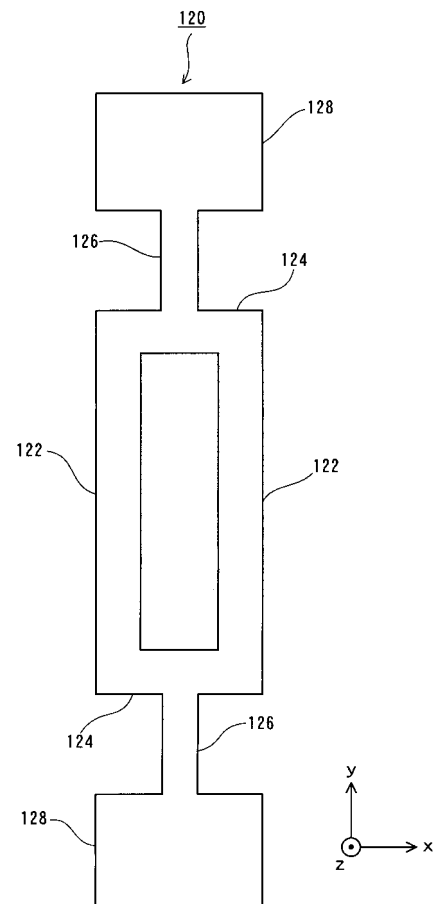
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-145420(JP,A)  
特表2006-525514(JP,A)  
特開平08-152328(JP,A)  
特開2000-180178(JP,A)  
特開2000-206141(JP,A)  
特開2005-069801(JP,A)  
特開2000-146595(JP,A)  
特開2005-221361(JP,A)  
特開2006-266984(JP,A)  
特開2002-257548(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C19/56

G01P 7/00 - 11/02

G01P15/00 - 15/16