(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3741027号
(P3741027)
(45)発行日　平成18年2月1日(2006.2.1)　(24)登録日　平成17年11月18日(2005.11.18)

(51)Int.Cl.　F I
G01C 19/56 (2006.01)　G01C 19/56
G01P 9/04 (2006.01)　G01P 9/04

請求項の数 4　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2001-341987(P2001-341987)
(22)出願日　平成13年11月7日(2001.11.7)
(65)公開番号　特開2002-277249(P2002-277249A)
(43)公開日　平成14年9月25日(2002.9.25)
審査請求日　平成15年9月30日(2003.9.30)
(31)優先権主張番号　特願2001-2473(P2001-2473)
(32)優先日　平成13年1月10日(2001.1.10)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
(72)発明者　小池　雅人
京都府長岡京市天神二丁目２６番１０号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　藤本　克巳
京都府長岡京市天神二丁目２６番１０号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　石床　信行
京都府長岡京市天神二丁目２６番１０号
株式会社村田製作所内

審査官　関根　洋之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】振動子およびそれを用いた振動ジャイロおよびそれを用いた電子装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
厚み方向に分極されるとともに一方主面に分割電極が形成された第１の圧電体基板、および、厚み方向に分極されるとともに一方主面に共通電極が形成された第２の圧電体基板を、他方主面同士で貼り合せてなる圧電振動子であって、
前記第１の圧電体基板の材料を第１の材料、前記第２の圧電体基板の材料を第２の材料とし、
前記第１および第２の圧電体基板を前記第１の材料のみで作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差が、前記第１および第２の圧電体基板を前記第２の材料のみで作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差より大きくなるように、前記第１および第２の材料が選定されていることを特徴とする、圧電振動子。
【請求項２】
前記第１および第２の圧電体基板を前記第１および第２の材料のみでそれぞれ作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差の平均値が、前記第１および第２の圧電体基板を前記第１の材料で作ったときの圧電振動子の横振動における共振周波数と反共振周波数の差に略一致するように、前記第１および第２の材料が選定されていることを特徴とする、請求項１に記載の圧電振動子。
【請求項３】
請求項１または２に記載の圧電振動子と、該圧電振動子を縦振動させるための駆動手段

と、前期圧電振動子の横振動を検出する検出手段とを有することを特徴とする振動ジャイロ。

【請求項４】

請求項３に記載の振動ジャイロを用いたことを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、振動子およびそれを用いた振動ジャイロおよびそれを用いた電子装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

厚み方向に分極されるとともに一方主面に分割電極が形成された第１の圧電体基板、および、厚み方向に分極されるとともに一方主面に共通電極が形成された第２の圧電体基板を、他方主面同士で貼り合せてなる圧電振動子およびそれを用いた振動ジャイロに関しては特開平７－３３２９８８号公報に開示されている。

【０００３】

この構成の圧電振動子においては、その厚み方向の屈曲振動である縦振動、および幅方向の屈曲振動である横振動のそれぞれにおいて、共振周波数と反共振周波数を有している。この場合の、圧電振動子の厚み方向および幅方向とは、第１および第２の圧電体基板の厚み方向および幅方向と同じ方向を意味している。

【０００４】

なお、本願においては、圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差を縦ＤＦ、横振動における共振周波数と反共振周波数の差を横ＤＦと定義する。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来は第１の圧電体基板と第２の圧電体基板に同じ圧電体材料を用いていた。その場合、圧電振動子の縦ＤＦと横ＤＦの関係は、縦ＤＦが横ＤＦのほぼ２倍になることが分かっている。

【０００６】

このような圧電振動子においては、ヒートショックなどによって圧電体基板のデポールがわずかながら発生すると、これによって縦ＤＦと横ＤＦが同じ割合で変化する。縦ＤＦと横ＤＦが大きく異なっていると、その変化量も大きく異なるため、縦振動と横振動の共振周波数の変化量も異なり、その差が変化してしまう。そして、縦振動と横振動の共振周波数の差が変化することによって、圧電振動子の特性が変化してしまうという問題がある。

【０００７】

本発明は上記の問題点を解決することを目的とするもので、ヒートショックなどによるデポールがおきても特性変化の少ない圧電振動子およびそれを用いた振動ジャイロおよびそれを用いた電子装置を提供する。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の圧電振動子は、厚み方向に分極されるとともに一方主面に分割電極が形成された第１の圧電体基板、および、厚み方向に分極されるとともに一方主面に共通電極が形成された第２の圧電体基板を、他方主面同士で貼り合せてなる圧電振動子であって、前記第１の圧電体基板の材料を第１の材料、前記第２の圧電体基板の材料を第２の材料とし、前記第１および第２の圧電体基板を前記第１の材料のみで作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差が、前記第１および第２の圧電体基板を前記第２の材料のみで作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差より大きくなるように、前記第１および第２の材料が選定されていることを特徴とする。

【００１０】

また、本発明の圧電振動子は、前記第１および第２の圧電体基板を前記第１および第２の材料のみでそれぞれ作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差の平均値が、前記第１および第２の圧電体基板を前記第１の材料で作ったときの圧電振動子の横振動における共振周波数と反共振周波数の差に略一致するように、前記第１および第２の材料が選定されていることを特徴とする。

【００１１】

また、本発明の振動ジャイロは、上記の圧電振動子と、該圧電振動子を縦振動させるための駆動手段と、前期圧電振動子の横振動を検出する検出手段とを有することを特徴とする。

【００１２】

また、本発明の電子装置は、上記の振動ジャイロを用いたことを特徴とする。

【００１３】

このように構成することにより、本発明の圧電振動子においては、ヒートショックなどによるデポールがおきても特性変化が少ない。

【００１４】

また、本発明の振動ジャイロおよび電子装置においては、環境変化による特性の変動が少ない。

【００１５】

【発明の実施の形態】

図１に、本発明の圧電振動子の一実施例の斜視図を示す。図１において、圧電振動子１は、一方主面に分割電極３および４を形成した第１の圧電体基板２と、一方主面に共通電極６を形成した第２の圧電体基板５が、それぞれ他方主面同士を中間電極７を介して貼り合されて構成されている。第１及び第２の圧電体基板２、５の形状は、いずれも幅が１．０ｍｍ、長さが１３ｍｍ、厚みが０．５ｍｍとなっている。第１の圧電体基板２には第１の材料である材料Ａが用いられており、第２の圧電体基板５には第２の材料である材料Ｂが用いられている。このうち、材料Ａは屈曲振動に関する圧電定数である圧電定数（ｄ３１）が－１０１ｐＣ／Ｎのものであり、材料Ｂは同じく圧電定数（ｄ３１）が－５９．３ｐＣ／Ｎのものである。

【００１６】

ここで、第１の圧電体基板と第２の圧電体基板を同じ材料Ａで同じ形状に作った場合を考えると、図２に示すように、その圧電振動子の縦ＤＦ（縦ＤＦａ）は６６５Ｈｚ、横ＤＦ（横ＤＦａ）は３６５Ｈｚで、両者の比率は１．８２倍となる。これより、縦ＤＦａが横ＤＦａの約２倍であることが分かる。また、第１の圧電体基板２と第２の圧電体基板５を同じ材料Ｂで同じ形状に作った場合を考えると、同じく図２に示すように、その圧電振動子の縦ＤＦ（縦ＤＦｂ）は３２５Ｈｚ、横ＤＦ（横ＤＦｂ）は１７２Ｈｚで、両者の比率は１．８９倍となる。これより、縦ＤＦｂが横ＤＦｂの約２倍であることが分かる。

【００１７】

第１の圧電体基板を第１の材料で作り、第２の圧電体基板を第２の材料で作ったこの構成の圧電振動子においては、縦ＤＦは第１および第２の圧電体基板を第１および第２の材料のみでそれぞれ作ったときの縦ＤＦのほぼ平均値になるという性質を持っている。これより、第１の材料で第１および第２の圧電体基板を作ったときの縦ＤＦが、第２の材料で第１および第２の圧電体基板を作ったときの縦ＤＦより大きくなるように第１および第２の材料を選ぶことによって、第１の圧電体基板を第１の材料で作り、第２の圧電体基板を第２の材料で作った圧電振動子の縦ＤＦを、第１の材料で第１および第２の圧電体基板を作ったときの縦ＤＦより小さくすることができる。

【００１８】

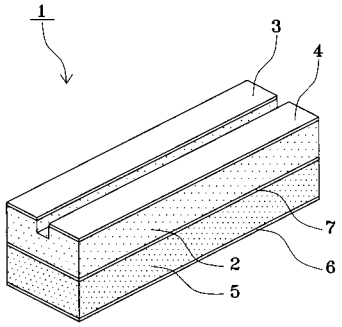
一方、第１の圧電体基板を第１の材料で作り、第２の圧電体基板を第２の材料で作ったこの構成の圧電振動子においては、横ＤＦは、第１および第２の圧電体基板を第１の材料で作ったときの横ＤＦにほぼ一致し、第１および第２の圧電体基板を第２の材料で作ったときの横ＤＦにはほとんど影響されないという性質を持っている。

【００１９】
そのため、第１の材料で第１および第２の圧電体基板を作ったときの縦ＤＦが、第２の材料で第１および第２の圧電体基板を作ったときの縦ＤＦより大きくなるように第１および第２の材料を選ぶことによって、第１の圧電体基板を第１の材料で作り、第２の圧電体基板を第２の材料で作った圧電振動子の縦ＤＦを、第１および第２の圧電体基板を第１の材料で作ったときの横ＤＦに近づけることができる。
【００２０】
ここで、第１の材料として材料Ａを、第２の材料として材料Ｂを用いる場合を考える。
【００２１】
第１の圧電体基板と第２の圧電体基板を材料Ａで作った場合の縦ＤＦ（縦ＤＦａ）と、第１の圧電体基板と第２の圧電体基板を材料Ｂで作った場合の縦ＤＦ（縦ＤＦｂ）の平均値は、（６６５＋３２５）÷２＝４９５Ｈｚとなる。また、第１の圧電体基板と第２の圧電体基板を材料Ａで作った場合の横ＤＦ（横ＤＦａ）は、上記のように３６５Ｈｚである。両者の比率は１．３５倍程度となり、従来の約２倍に比較してかなり近い値となり、略一致することが分かる。
【００２２】
実際に、第１の圧電体基板２に材料Ａを用い、第２の圧電体基板５に材料Ｂを用いたときの圧電振動子１の縦ＤＦ（縦ＤＦａｂ）は４６７Ｈｚ、横ＤＦ（横ＤＦａｂ）は３５６Ｈｚとなり、上記の計算にほぼ一致し、従来に比べて両者が近接していることが分かる。
【００２３】
図２に、上記の関係を表すグラフを示す。図２において、横軸は第１および第２の誘電体基板に用いる材料の組み合わせを示しており、縦軸は縦ＤＦおよび横ＤＦを示している。材料の組み合わせにおいて、ＡＡとＢＢは第１および第２の誘電体基板のそれぞれ材料Ａを用いたものを、ＡＢは第１の誘電体基板に材料Ａを用い第２の誘電体基板に材料Ｂを用いた場合を示している。図２からも、第１および第２の圧電体基板の材料を異ならせたときの縦ＤＦは、第１および第２の圧電体基板を第１および第２の材料のみでそれぞれ作ったときの縦ＤＦのほぼ平均値になり、横ＤＦは、第１および第２の圧電体基板を第１の材料で作ったときの横ＤＦにほぼ一致することが分かる。
【００２４】
なお、第１の誘電体基板に材料Ｂを用い第２の誘電体基板に材料Ａを用いた場合は、縦ＤＦと横ＤＦの差が逆に広がる方向となるために、ここでは採用できない。
【００２５】
このように、第１の圧電体基板２と第２の圧電体基板５の材料を異ならせることによって、圧電振動子の縦ＤＦと横ＤＦを略一致させることができ、それによって、ヒートショックなどによって圧電体基板のデポールが進んでも、縦振動と横振動の共振周波数の変化量がほぼ一致し、その差があまり変化しないようになる。その結果、環境の変化に対する圧電振動子の特性の変化が少なくなるというメリットを有する。
【００２６】
なお、上記の例では縦ＤＦと横ＤＦは完全には一致していないが、図２より予想できるように、材料Ｂとして縦ＤＦがもっと小さくなる材料を選ぶことによって完全に一致させることも可能である。
【００２７】
また、このように第１の誘電体基板と第２の誘電体基板の材料を異ならせることによって、縦ＤＦと横ＤＦを一致させることに限らず、必ずしも縦ＤＦと横ＤＦを一致させなくて構わないときには、圧電振動子の特性のバリエーションを材料の種類以上に広げることができ、材料の組み合わせによっては、例えば特性が良く、しかも低価格な圧電振動子を実現することも期待できる。
【００２８】
図３に、本発明の振動ジャイロの一実施例の概略ブロック図を示す。図３において、圧電振動子１に関しては図１と同じであるため、説明を省略する。

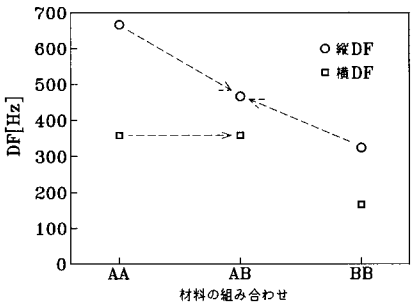
【００２９】
図３において、振動ジャイロ１０は、圧電振動子１、抵抗１１および１２、加算回路１３、ＡＧＣアンプ１４、差動回路１５、同期検波回路１６、平滑回路１７、および増幅回路１８から構成されている。ここで、圧電振動子１の２つの分割電極３および４はそれぞれ抵抗１１、１２を介して基準電圧に接続されている。また、圧電振動子１の２つの分割電極３および４は加算回路１３に接続され、加算回路１３の出力はＡＧＣアンプ１４を介して圧電振動子１の共通電極６に接続されている。また、圧電振動子１の２つの分割電極３および４は差動回路１５にも接続され、差動回路１５の出力は同期検波回路１６、平滑回路１７、および増幅回路１８を順に介して出力端子に接続されている。加算回路１３の出力は同期検波回路１６にも入力されている。
【００３０】
このように構成された振動ジャイロ１０において、２つの分割電極３および４から出力される信号は加算回路１３で加算され、ＡＧＣアンプ１４で増幅されて共通電極６に印加される。これによって圧電振動子１は厚み方向の屈曲振動である縦振動をするように駆動される。したがって、加算回路１３、ＡＧＣアンプ１４は圧電振動子１を振動させるための駆動手段１９を構成していることになる。なお、抵抗Ｒ１１、１２は信号検出に用いられているので、これを駆動手段に含めることもできる。
【００３１】
２つの分割電極３および４はほぼ対称に形成されているため、角速度が印加されない状態では２つの分割電極３および４から出力される信号は等しくなる。なお、圧電振動子１、加算回路１３、ＡＧＣアンプ１４からなる駆動ループには、必要に応じて位相を調整するための移相回路が挿入されることもある。
【００３２】
圧電振動子１に、その長手方向を回転の軸とする角速度が印加されると、圧電振動子１には、コリオリ力によってその幅方向の屈曲振動である横振動が励起される。圧電振動子１が横振動すると、２つの分割電極３および４から出力される信号に、コリオリ力の大きさに応じて一方が大きくなれば一方が小さくなるような差が生じる。
【００３３】
２つの分割電極３および４から出力される信号に差が生じても、互いに逆方向の変動であるため、加算回路１３で加算された信号では互いに打ち消され、角速度が印加されない状態の時と同じである。一方、２つの分割電極３および４から出力される信号は差動回路１５にも入力される。差動回路１５からは２つの信号の差、すなわちコリオリ力に応じた信号が出力される。差動回路１５から出力された信号は同期検波回路１６で加算回路１３から出力された信号によって同期検波され、平滑回路１７で平滑され、増幅回路１８で増幅されて出力される。したがって、差動回路１５、後期検波回路１６、平滑回路１７、増幅回路１８は圧電振動子１の横振動を検出する検出手段２０を構成していることになる。なお、抵抗Ｒ１１、１２は信号検出に用いられているので、これを検出手段に含めることもできる。
【００３４】
このように構成された振動ジャイロ１０においては、ヒートショックなどによるデポールがおきても特性変化が少ない本発明の圧電振動子１を用いているため、環境変化による特性の変動が少ないという優れた性質を持っている。
【００３５】
図４に、本発明の電子装置の一実施例であるビデオカメラの斜視図を示す。図４において、ビデオカメラ３０は、手ぶれ補正用に本発明の振動ジャイロ１０を備えている。
【００３６】
このように構成されたビデオカメラにおいては、振動ジャイロ１０によってぶれ補正ができるだけではなく、環境変化による特性の変動の少ない本発明の振動ジャイロを用いることによって、環境変化によるビデオカメラ自身の性能の劣化が少ないという優れた性質を持っている。

【００３７】
なお、本発明の電子装置としては、ビデオカメラに限られるものではなく、同じく振動ジャイロを手ぶれ補正用に用いるデジタルカメラや、位置検出に用いるナビゲーションシステムなど、振動ジャイロを用いるあらゆる電子装置を含むものである。
【００３８】
【発明の効果】
本発明の圧電振動子によれば、厚み方向に分極されるとともに一方主面に分割電極が形成された第１の圧電体基板、および、厚み方向に分極されるとともに一方主面に共通電極が形成された第２の圧電体基板を、他方主面同士で貼り合せてなる圧電振動子であって、第１および第２の圧電体基板の材料を異ならせてなることによって、特に、第１の圧電体基板の材料を第１の材料、前記第２の圧電体基板の材料を第２の材料とし、第１および第２の圧電体基板を第１および第２の材料のみでそれぞれ作ったときの圧電振動子の縦振動における共振周波数と反共振周波数の差の平均値が、第１および第２の圧電体基板を第１の材料で作ったときの圧電振動子の横振動における共振周波数と反共振周波数の差に略一致するように、第１および第２の材料を選定することによって、ヒートショックなどによるデポールがおきても特性変化が少ないものとすることができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の圧電振動子の一実施例を示す斜視図である。
【図２】本発明の圧電振動子の、第１および第２の圧電体基板の材料の組み合わせと縦ＤＦおよび横ＤＦの関係を示すグラフである。
【図３】本発明の振動ジャイロの一実施例を示す概略ブロック図である。
【図４】本発明の電子装置の一実施例を示す斜視図である。
【符号の説明】
１…圧電振動子
２…第１の圧電体基板
３、４…分割電極
５…第２の圧電体基板
６…共通電極
７…中間電極
１０…振動ジャイロ
１９…駆動手段
２０…検出手段
３０…ビデオカメラ

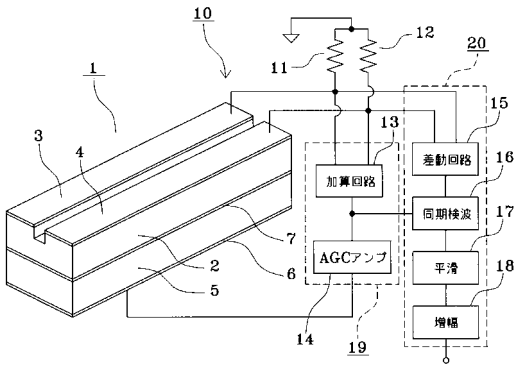
【図１】


1
3
4
7
2
6
5

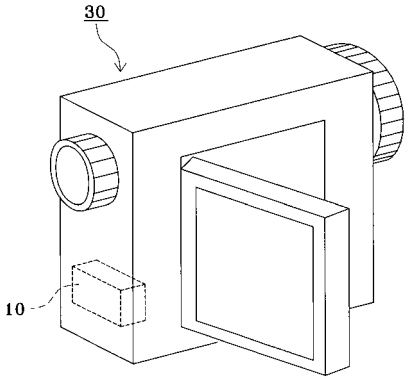
【図２】


700
600
500
400
300
200
100
0
DF[Hz]
縦DF
横DF
AA
AB
BB
材料の組み合わせ

【図３】


10
1
11
12
20
15
13
3
4
差動回路
16
加算回路
同期検波
17
7
2
6
AGCアンプ
平滑
18
5
14
19
増幅

【図４】


30
10

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－０１９５７８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２７８１４５（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０６８６３４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２９８０２３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01C 19/56
G01P 9/04