

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-66700  
(P2014-66700A)

(43) 公開日 平成26年4月17日(2014.4.17)

(51) Int.Cl.

**G01C 19/72** (2006.01)  
**G01P 15/10** (2006.01)  
**G01P 15/18** (2013.01)  
**G02B 6/122** (2006.01)  
**H01L 29/84** (2006.01)

F 1

G01C 19/72  
G01P 15/10  
G01P 15/00  
G02B 6/12  
H01L 29/84

C  
K  
B  
A

テーマコード(参考)

2F105  
2H147  
4M112

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2013-152527 (P2013-152527)

(22) 出願日

平成25年7月23日 (2013.7.23)

(31) 優先権主張番号

13/625,699

(32) 優先日

平成24年9月24日 (2012.9.24)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(71) 出願人

500575824  
ハネウェル・インターナショナル・インコ  
ーポレーテッド  
アメリカ合衆国ニュージャージー州079  
62-2245, モーリスタウン, コロン  
ビア・ロード 101, ピー・オー・ボッ  
クス 2245

(74) 代理人

100140109  
弁理士 小野 新次郎

(74) 代理人

100075270

弁理士 小林 泰

(74) 代理人

100101373

弁理士 竹内 茂雄

(74) 代理人

100118902

弁理士 山本 修

最終頁に続く

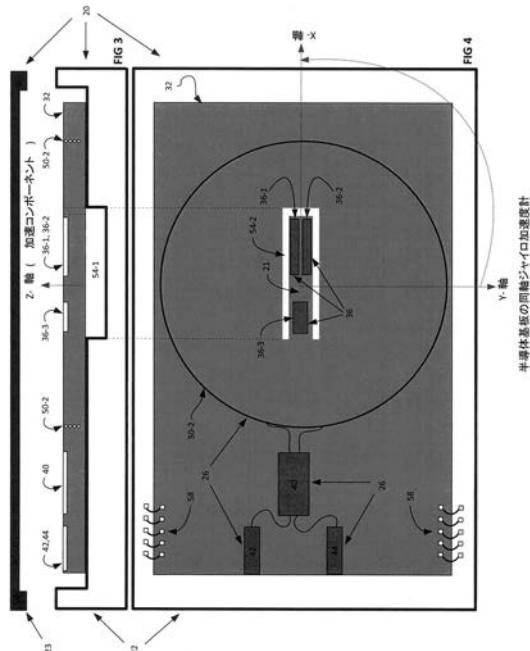
(54) 【発明の名称】半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】同軸方向の線形および回転力を同時に感知するための集積干渉ジャイロスコープと加速度計デバイスを提供する。

【解決手段】共振カンチレバー・ビーム21は、半導体基板32から形成される。基板32はまた、ピエゾ抵抗器ドライバ36-1、ピエゾ抵抗器センサ36-2および半導体干渉光学ジャイロ26を含む。ピエゾ抵抗器ドライバ36-1およびセンサ36-2は、ビーム21内に組み込まれる。ドライバ36-1は、電熱的にビームを共鳴させる。センサ36-2は、ピエゾ抵抗的にビームの面外の加速力に関する信号を感知する。半導体干渉光学ジャイロ26の導波管50-2は、ビーム21周辺の基板32に組み込まれる。ジャイロ26は、レーザー源42および光探知器44を含み、ビーム21の面外の加速ベクトルと同じ方向である軸を中心とした回転運動を検知する。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

集積された干渉ジャイロスコープおよび加速度計デバイスであって、  
該デバイスが、  
共振カンチレバービームと、  
前記共振カンチレバービームを取り囲む領域と  
を備えた基板と、  
前記共振カンチレバービームと加速度軸方向に沿って配置された共鳴キャビティを備  
えたパッケージと、  
前記共振カンチレバービーム内に組み入れられたドライバであって、前記共振カンチ  
レバービームを熱電的に共鳴するように構成されたことを特徴とするドライバと、  
前記共振カンチレバービーム内に組み入れられたセンサであって、前記共振カンチレ  
バービームの面外の加速力に関する信号を感知するように構成されることを特徴とするセ  
ンサと、  
前記基板の前記領域上で前記共振カンチレバービームを取り囲む光導波路を備えた半  
導体干渉光学ジャイロであって、加速力に相当するベクトルとおおよそ等しい軸を中心  
に回転運動を感知するように組み入れられているジャイロと  
を有することを特徴とする、デバイス。

**【請求項 2】**

回転力および加速力を感知するための方法であって、  
共振カンチレバービームを取り囲む基板からフレキシブルに共振カンチレバービームを  
熱電的に共鳴させるステップと、  
共振カンチレバービームの面外の加速力に関する信号を感知するステップと、  
加速力に相当するベクトルとおおよそ等しい軸を中心に共振カンチレバービームの回転  
運動を感知するステップと  
を有し、  
前記回転運動を感知するステップが、前記共振カンチレバービームを取り囲む基板に組  
み入れられた光導波路を備えた半導体干渉光学ジャイロを使用することを有することを特  
徴とする方法。

**【請求項 3】**

前記共振カンチレバービームを熱電的に共鳴させるステップが、ピエゾ抵抗器ドライバ  
によって実行され、前記加速力に関する信号を感知するステップが、ピエゾ抵抗器センサ  
によって実行されることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

政府の権利  
[0001] 本願明細書において記載されている本発明は、米国政府契約SC 0010000000014  
5/USネイビーN00030-05-C-0007の下で、作業のパフォーマンスがなされた。米国政府は、  
本発明の一部に関する権利を有することができる。

**【背景技術】****【0002】**

[0002] 振り子集積ジャイロ加速度計 (PIGA) は、加速度を測定すると同時にだけでなく、速度の測定を生成する時間に対して、この加速を集積することができ、加速度計の一種である。PIGAのメイン使用は、航空機の案内および特に弾道ミサイル・ガイダンスのためのほとんど慣性航法装置 (INS) にある。それは、広い加速範囲での動作に連動して、その極めて高い感度と精度を評価される。MEMS技術に基づいたシステムは、より低い性能要件のために魅力的であるけれどもPIGAはまだ、戦略的なグレードのミサイル誘導のための最高の道具と考えられている。

**【0003】**

10

20

30

40

50

[0003] しかし、PIGAは、多くの用途では、非最適にする重要なサイズおよび重量を有する。また、PIGAは高精度の機械加工耐性を必要としている機械式機構であり、このように製造するのに非常に高価である。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

[0004] 本発明は、同軸線形および回転力を同時に感知するための集積干渉ジャイロスコープと加速度計デバイスを提供する。典型的なデバイスは、基板、RCビームのためのキャビティを有するセンサ・パッケージ、ピエゾ抵抗器ドライバ、ピエゾ抵抗器センサおよび半導体干渉光学ジャイロの範囲内で共振しているカンチレバー(RC)ビームを含む。ピエゾ抵抗器ドライバおよびセンサは、RCビームの範囲内で組み込まれる。ドライバは、電熱的にRCビームを共鳴させる。センサは、RCビームの面外の加速力に関する信号をピエゾ抵抗的に感知する。半導体干渉光学ジャイロの導波管は、RCビーム周辺の基板に組み入れられる。(RCビームの面外の) 加速ベクトルと同様である軸を中心に、ジャイロは回転運動を検知する。ジャイロはまた、レーザー源および光探知器を含む。RCビームは、半導体基板から形成される。ジャイロは、対応するRCビームの重心の中心(CG)点と同軸である螺旋形導波管を含む。各々の決定された中心点は、z軸がそれぞれのRCビームを通過するポイントである。

【0005】

[0005] 本発明の一態様では、半導体基板は単一のシリコン基板である。

[0006] 本発明の別の態様では、光源および光探知器(レーザーダイオード)は、基板の層の範囲内で形成されるP-N接合を含む。

【0006】

[0007] 本発明の更に別の態様では、干渉光学ジャイロは、基板の上に形成されるインターフェース・エレクトロニクスを更に含む。

[0008] 本発明の更に別の態様では、デバイスは、センサ・パッケージで密封して封止されるセンサ・パッケージのふたを含む。

【0007】

[0009] 本発明の好適な他の実施形態は、図面を参照して以下に詳細に記載する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】[0010] 図1は、本発明の実施形態に従って形成される典型的な装置の断面図である。

【図2】[0011] 図2は、図1に示される装置の上面図である。

【図3】[0012] 図3は、本発明の他の実施形態に従って形成される典型的な装置の断面図である。

【図4】[0013] 図4は、図3に示される装置の上面図である。

【図5】[0014] 図5は、本発明の実施形態に従って形成される3軸ジャイロ/加速度計システムの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[0015] 本発明は3軸ジャイロスコープ/加速度計に組み合わせ可能である単一の半導体基板に統合されたジャイロおよび加速度計である。このように、一つの半導体基板は、同時に線形で回転力を検出する能力を有する。

【0010】

[0016] 図1および2に示すように、例示的な集積ジャイロ加速度計装置20は、半導体干渉光ファイバ・ジャイロ(IFOG)26およびカンチレバー歪み抵抗ビーム21を含む半導体基板層32を含む。カンチレバー歪み抵抗ビーム21は、共振しているコンポーネント36を含む。カンチレバー歪み抵抗ビーム21は、電熱的にインプラントされたピエゾ抵抗器ドライバ36-1によって共振するようにされる。ビーム反響(すなわちz軸に沿った加速)の変化は

、インプラントされたピエゾ抵抗器センサ36-2によって、ピエゾ抵抗に検出される。ピエゾ抵抗器インプラント(36-1、36-2)は、ピエゾ抵抗器電子コンポーネント36-3に電気的に連結する。ある実施形態では、ピエゾ抵抗器電子コンポーネント36-3はまた、カンチレバー歪み抵抗ビーム21に置かれる。

【0011】

[0017] ピエゾ抵抗器電子コンポーネント36-3は、ピエゾ抵抗器ドライバ36-1を駆動するための発振回路(図示せず)およびピエゾ抵抗器センサ36-2から信号を受け取るためのフィードバック回路(図示せず)を含む。ピエゾ抵抗器電子コンポーネント36-3は、表層の金属トレース(図示せず)を介してピエゾ抵抗器要素(36-1、36-2)に接続している。他の表層の金属トレース(図示せず)は、ピエゾ抵抗器電子コンポーネント36-3と一つ以上の基板ダイ・パッド(図示せず)を接続する。一つ以上の結合導線58は、基板ダイ・パッドおよびセンサ・パッケージ・リードフレーム(図示せず)に取り付けられる。

10

【0012】

[0018] ある実施形態では、共振片持ち(RC)ビーム21は、それが、マススプリング構成に基づいて共振することができるような厚さ/幅/長さを備えた半導体材料(例えば、シリコン、ガリウム砒素または同等な材料)から形成される。加速のための力は、RCビーム21の軸方向(z軸)に作用する負荷に変わる。加速の大きさはRCビームの共鳴周波数の変化に関し、それはドライバ36-1に送信される信号の周波数に基づいて検出され、センサ36-2によって受け取られる。加速のベクトルコンポーネントは、RCビーム21に対して垂直である。直流電圧はピエゾ抵抗器ドライバ36-1に重畠された正弦波信号によって印加され、かくして、RCビーム21に偏向して、振動させるドライバ36-1の周期的な加熱および冷却を生じる。ピエゾ抵抗器センサ36-2は、RCビーム21の周波数の変化を検出する。RCビーム21の共振している周波数変化は、z軸に沿って加速コンポーネントによって発生する負荷による。加速センサの分解能は、RCビームの材料/厚/幅/長の関数である。

20

【0013】

[0019] RCビーム21は、以下の典型的な方法のうちの1つを使用して半導体基板32から作製される：

レーザカット；  
プラスマ・エッチング；  
機械加工水ジェット； または  
他の相当する方法(54-2参照)。

30

【0014】

基板32は、共振しているキャビティ54-1を有するセンサ・パッケージベース22に取り付けられる。共振キャビティ54-1は、RCビーム21の下に位置し、z軸に沿ってフレックスにRCビーム21を許容する。

【0015】

[0020] IFOG26は、加速度のベクトル(すなわち、z軸周り)の周りに巻き付く回転成分と共振カンチレバーコンポーネント36を取り囲む基板32上に組み込まれている光導波路50-1を含む。光導波路50-1は、垂直にかXY平面に沿って螺旋のZ平面(図3および4の50-2を参照)の基板32に作られる。IFOG26はまた、光源(レーザダイオード)42、光検出器(フォトダイオード)44、IFOGインタフェース電子回路40(すなわち、集積光学チップ(IOC))を含む。光源(レーザダイオード)42と、光検出器(フォトダイオード)44は、半導体基板に形成された光導波路50-1と光学的に連通している。光源(レーザダイオード)42と、光検出器(フォトダイオード)44、および/またはIFOGインタフェース電子回路40は、表面金属トレース(図示せず)を介して、ボンドワイヤ58と信号的に通信している。一つ以上結合導線58は、基板ダイ・パッド、および、センサ・パッケージ・リードフレーム(図示せず)に取り付けられる。周知のジャイロ原理に従って光導波路50-1の中心を通過する軸(z軸)を中心に、IFOG 26は回転力を検出する。

40

【0016】

[0021] インプラントされたピエゾ抵抗器要素(36)を有する共振している片持ちビー

50

ム加速度計の実施形態は、米国特許第3,614,677号に開示され、リファレンスとして本願明細書に組み入れられる。

【0017】

[0022] 半導体IFOG 26の実施形態は、2006年7月14日に出願の米国特許出願番号第2008/0013094号に開示され（現在は放棄されている）、リファレンスとして本願明細書に組み入れられる。

【0018】

[0023] 例えば、共振ビームに配置された加速度計および半導体IFOGは、米国特許第7,929,143号に開示され、リファレンスとしてここに組み入れられる。

[0024] 基板32上のコンポーネントは、コンポーネントを保護するためのパッシブーション層（例えばガラス）によってカバーされることができる。コンポーネントは、基板32に配置されることができるかまたは基板32において作成されることができる。

10

【0019】

[0025] センサ・パッケージのふた23は密封して溶接を使用しているセンサ・パッケージ・ベース22に取り付けられ、次いで、RCビーム21をおおう。共振キャビティ54-1、および、センサパッケージベース22と気密封止カバー23との間に封入された空間は、真空を有し、および/または、不活性ガスを充填している。

【0020】

[0026] 図5は、3-加速度計（3-ジャイロ・システム80）を例示する。システム80は、ベースに対して直交する関係で取り付けられた3個の集積ジャイロ加速度計82,84、および86を含む。各々の別々の集積したジャイロ加速度計82、84および86の製造の時間に、IFOG（すなわち、螺旋状導波路50-1の中心）の正確な中心位置は、決定される。螺旋導波路50-1の中心は、対応するRCビーム21の重心中心（CG）点と同軸である。各々の決定された中央点は、z軸がそれぞれのビームを通過する位置である。図5に示すような装置80を形成するために結合している場合、それらの公知のz軸点は、ベースを中心に互いに関してジャイロ加速度計82、84、および86を適切に方向付け／取り付けるのに使用される。

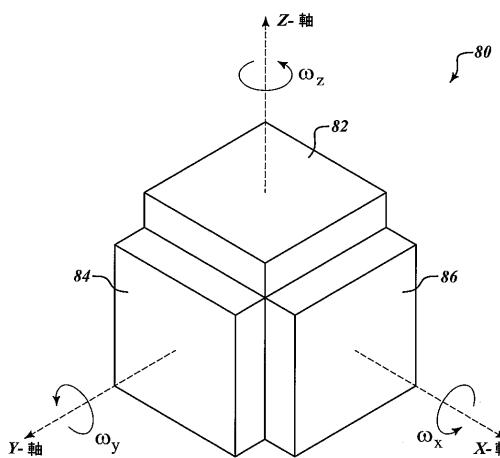
20

【0021】

[0027] 本発明の好ましい実施形態を例示し、上記したように記載されると共に、多くの変化は本発明の精神と範囲から逸脱することなくななることができる。したがって、本発明の範囲は、好ましい実施形態の開示によって限定されない。その代わり、あとに続く特許請求の範囲を参照して、本発明は完全に決定されなければならない。

30

【図5】



【図1】

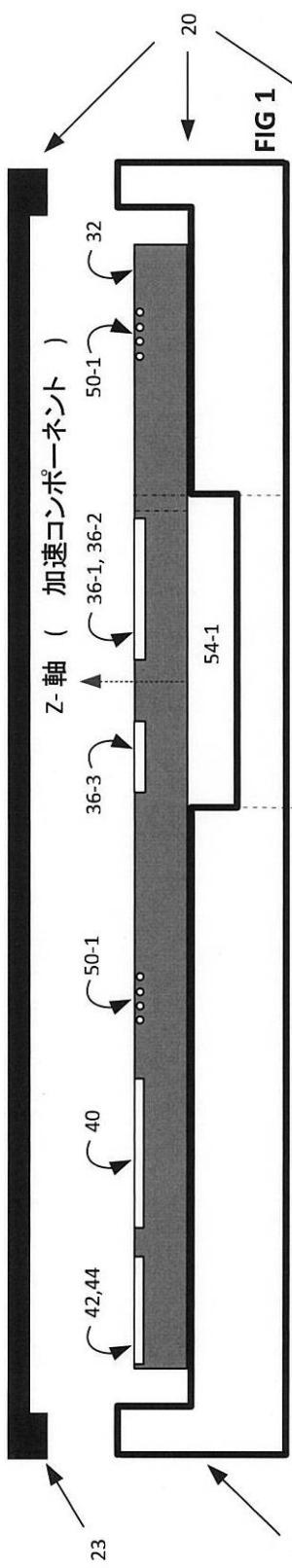


FIG 1

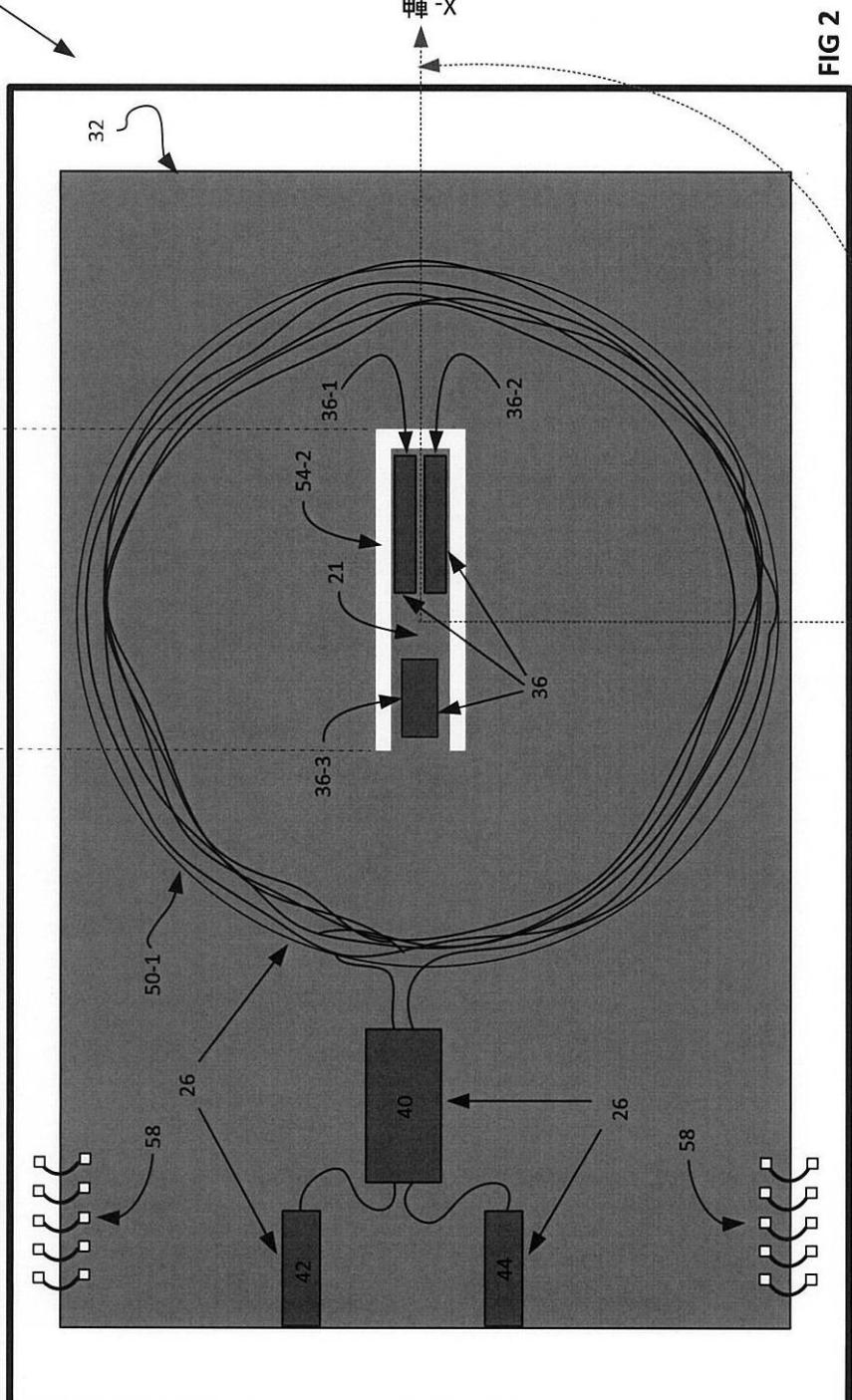
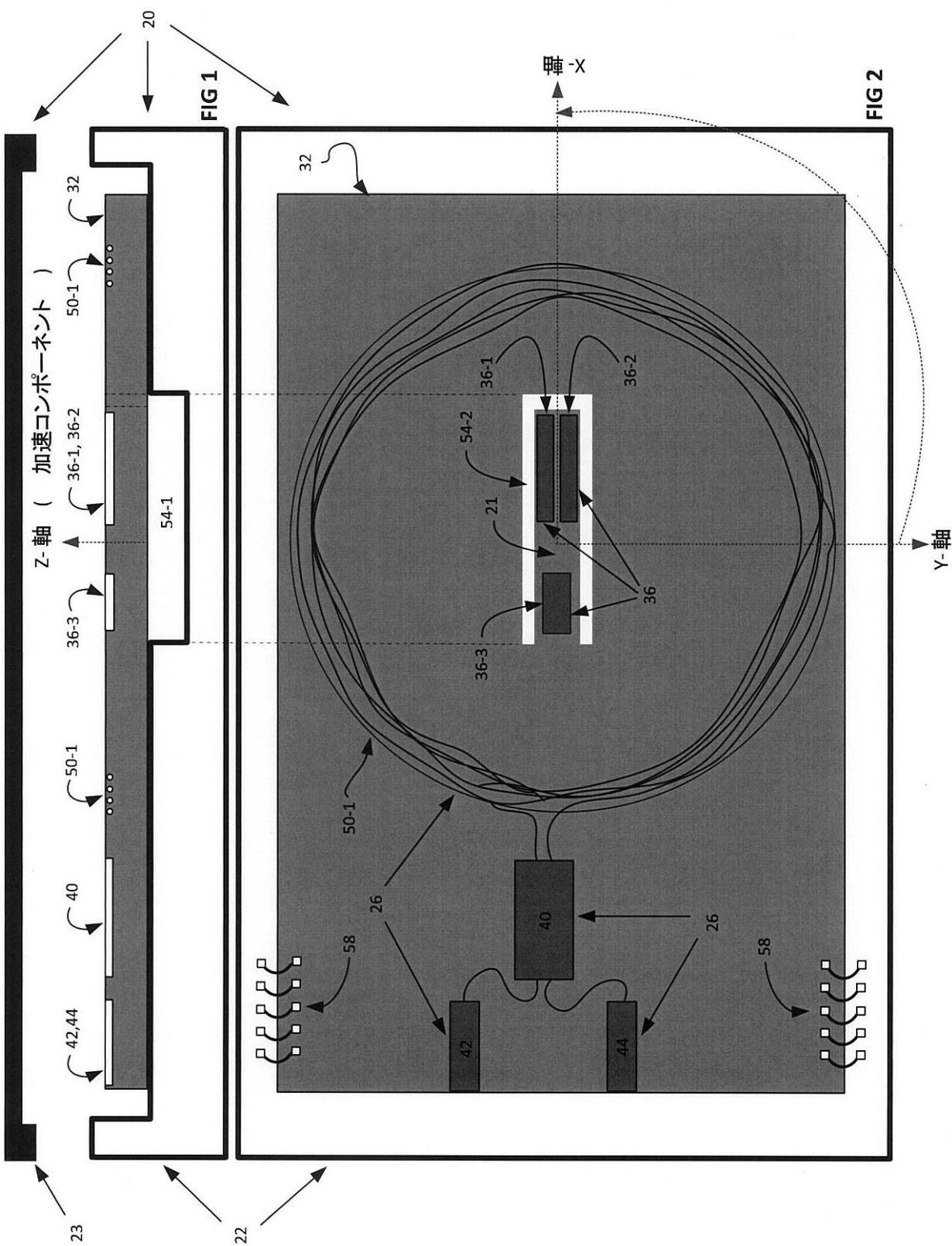


FIG 2

半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

【 図 2 】



半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

【図3】

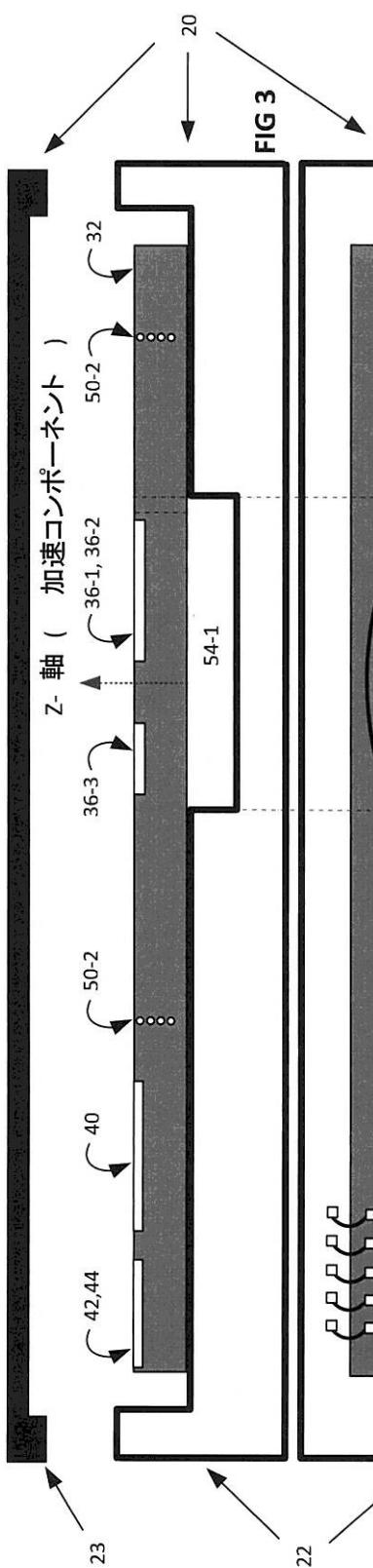


FIG 3

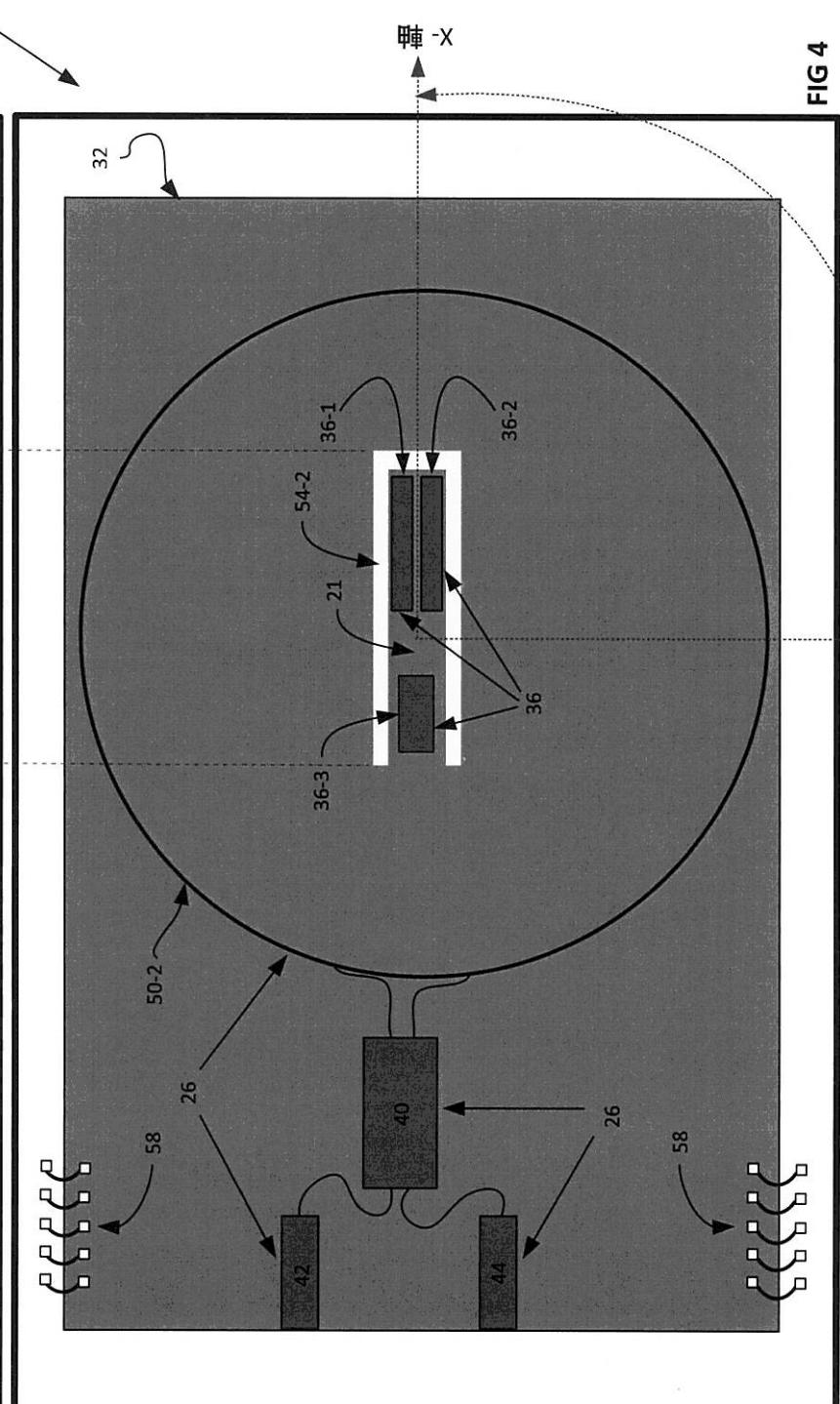
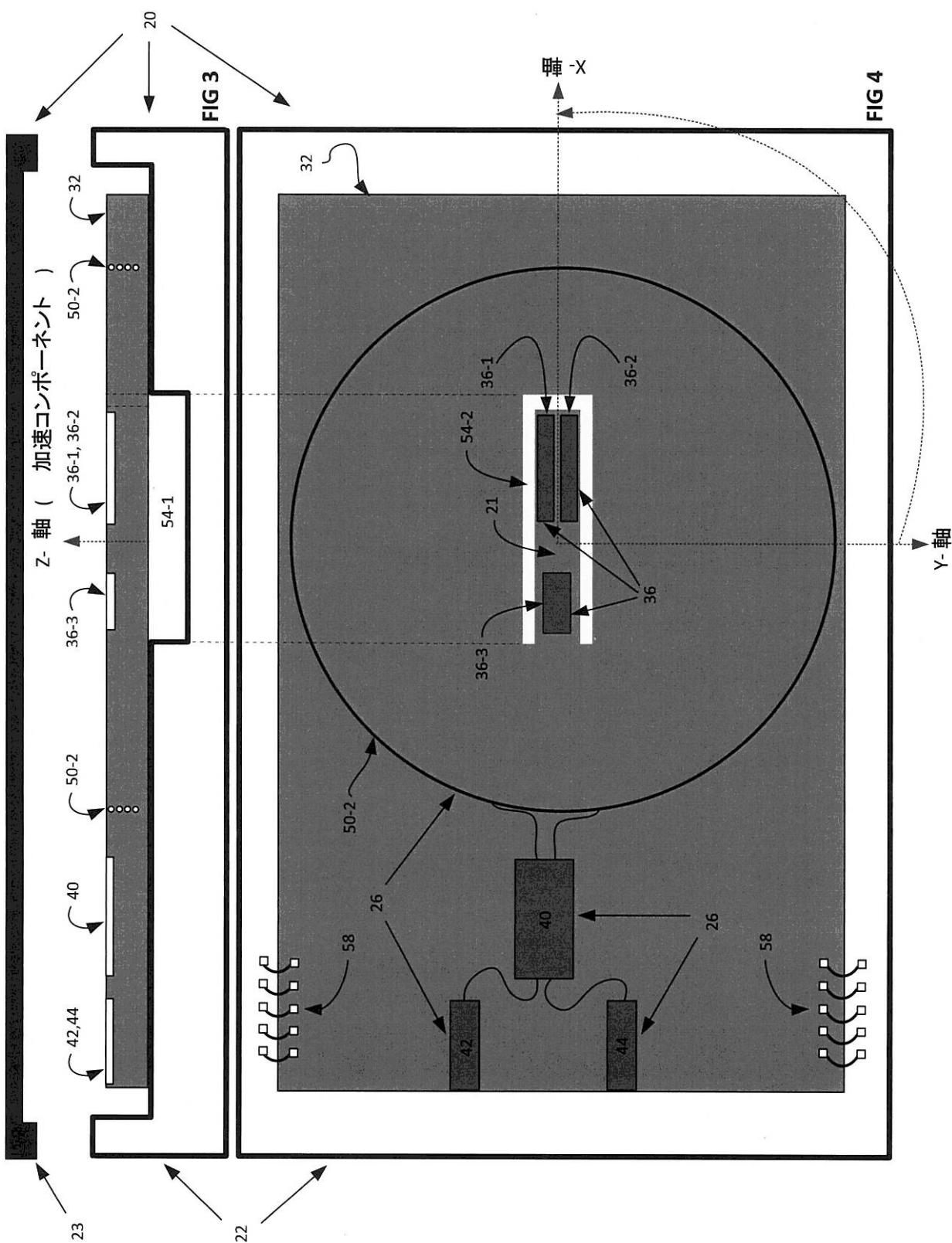


FIG 4

半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

【図4】



半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

---

フロントページの続き

(74)代理人 100147681

弁理士 夫馬 直樹

(72)発明者 レイ・ウィルフィンガー

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ピー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイピー/2ピー

(72)発明者 ウィリアム・イー・ベイリー

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ピー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイピー/2ピー

(72)発明者 カール・ワインガード

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ピー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイピー/2ピー

F ターム(参考) 2F105 AA03 AA05 BB13 BB15 BB17 DD11 DE01 DE06 DE21 DE23

2H147 AA03 AB04 AB05 DA08

4M112 AA02 BA01 BA08 CA21 CA22 CA23 CA32 CA33 CA34 DA03

DA15 EA03 EA09 EA13 FA20 GA01

【外國語明細書】

2014066700000001.pdf