

(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.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 C 19/72 (2006.01)	G O 1 C 19/72 C	2 F 1 0 5
G O 1 P 15/10 (2006.01)	G O 1 P 15/10	2 H 1 4 7
G O 1 P 15/18 (2013.01)	G O 1 P 15/00 K	4 M 1 1 2
G O 2 B 6/122 (2006.01)	G O 2 B 6/12 B	
H O 1 L 29/84 (2006.01)	H O 1 L 29/84 A	
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07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ビー・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

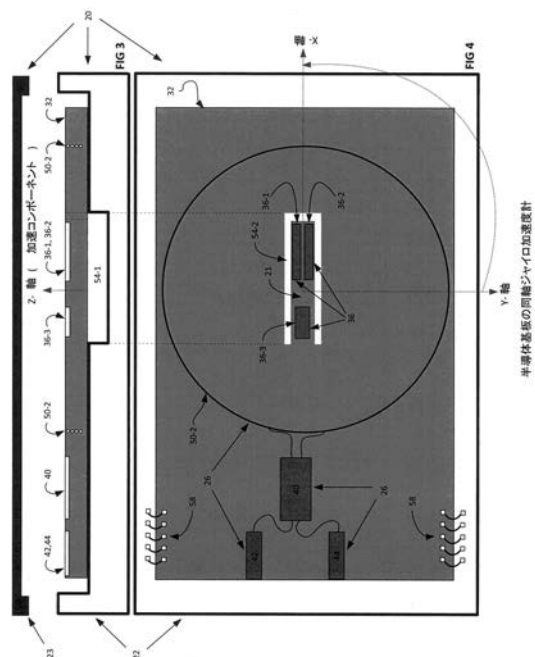
(54) 【発明の名称】 半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

(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、 piezo抵抗器ドライバ36-1、piezo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。piezo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、piezo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스코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。

10

【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。

20

【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、 piezo 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、 piezo 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。

30

【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。

40

【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】

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스코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ピティを有するセンサ・パッケージ、piezo抵抗器ドライバ、piezo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。piezo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piezo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。

10

【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。

20

【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PN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】

30

【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】

40

【0009】

【0015】 本発明は3軸ジャイロ스코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piezo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

50

、インプラントされた piezo 抵抗器 センサ 36-2 によって、piezo 抵抗に検出される。piezo 抵抗器 インプラント (36-1、36-2) は、piezo 抵抗器 電子コンポーネント 36-3 に電氣的に連結する。ある実施形態では、piezo 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] piezo 抵抗器 電子コンポーネント 36-3 は、piezo 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 piezo 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。piezo 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 piezo 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、piezo 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、マクスブ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 piezo 抵抗器 ドライバ 36-1 に重畳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。piezo 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；

プラズマ・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、共振しているキャパティ 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。共振キャパティ 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] IFOG 26 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。IFOG 26 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 piezo 抵抗器 要素 (36) を有する共振している片持ちビー

50

△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ベーション層（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。

【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。共振キャピティ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。

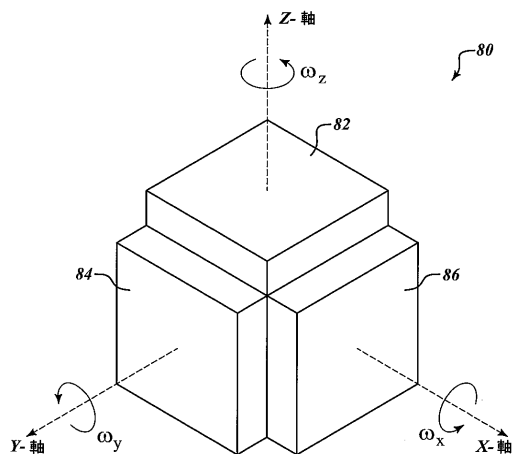
【0020】

[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/取り付けののに使用される。

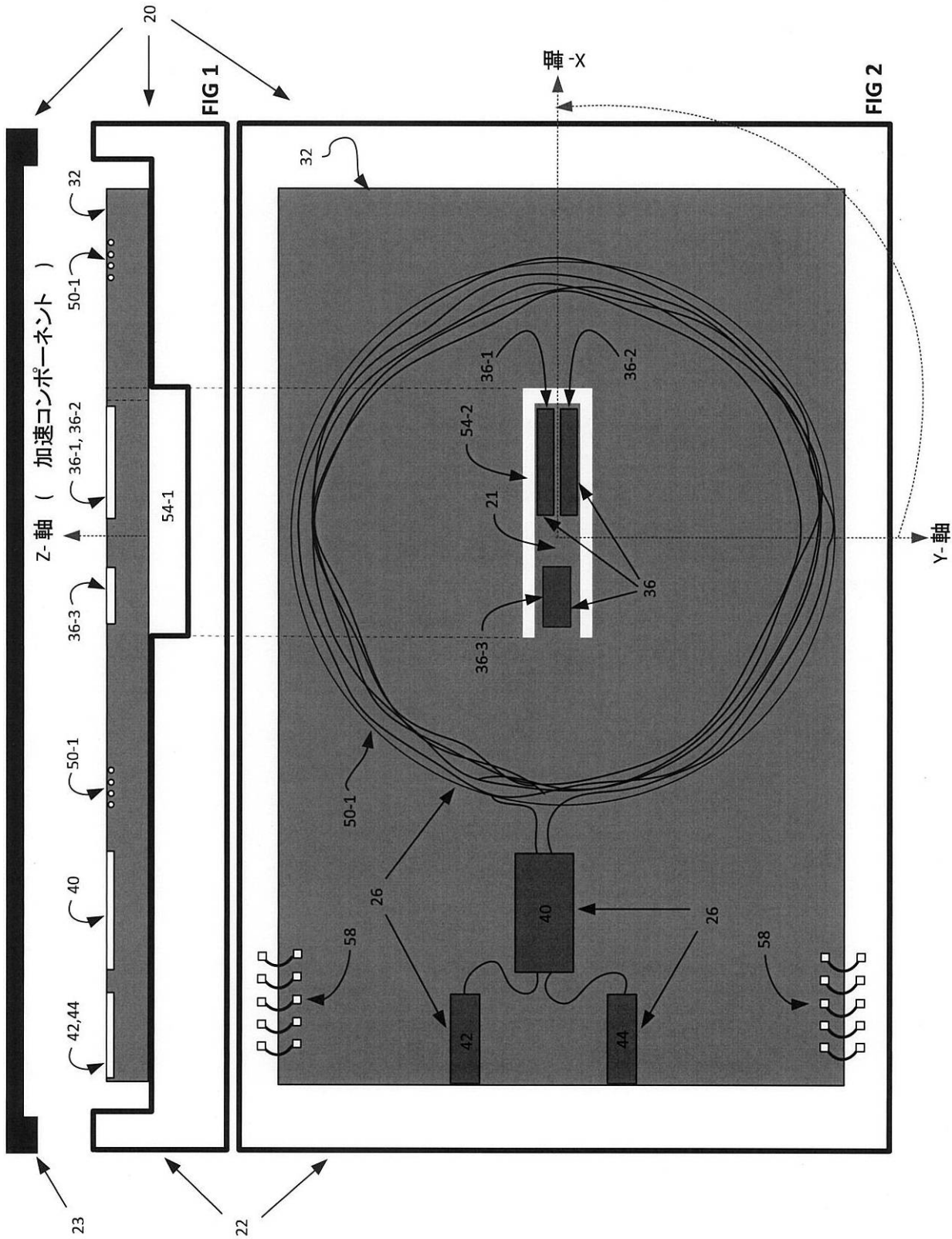
【0021】

[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されることができる。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。

【 図 5 】

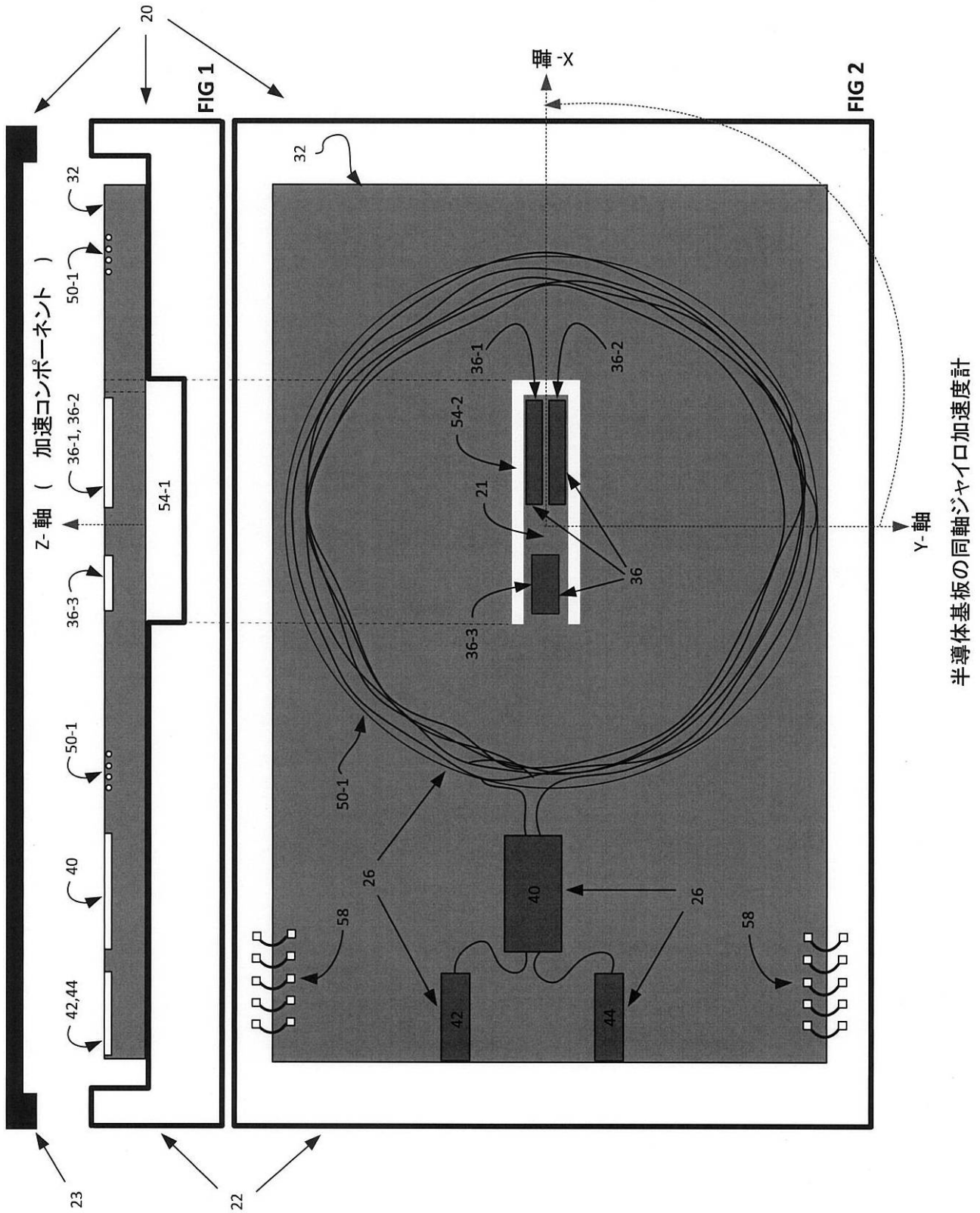


【図 1】

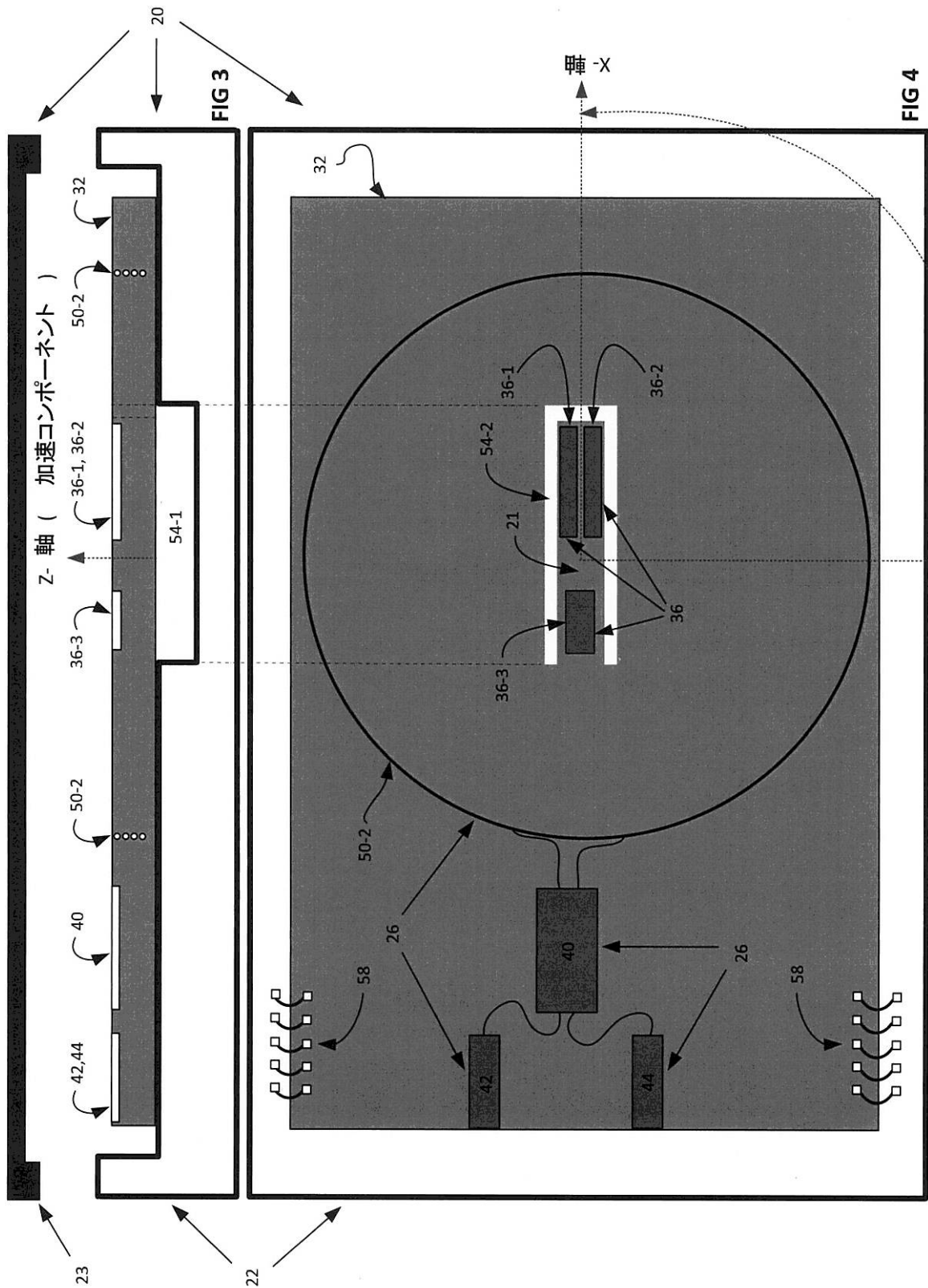


半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

【図2】

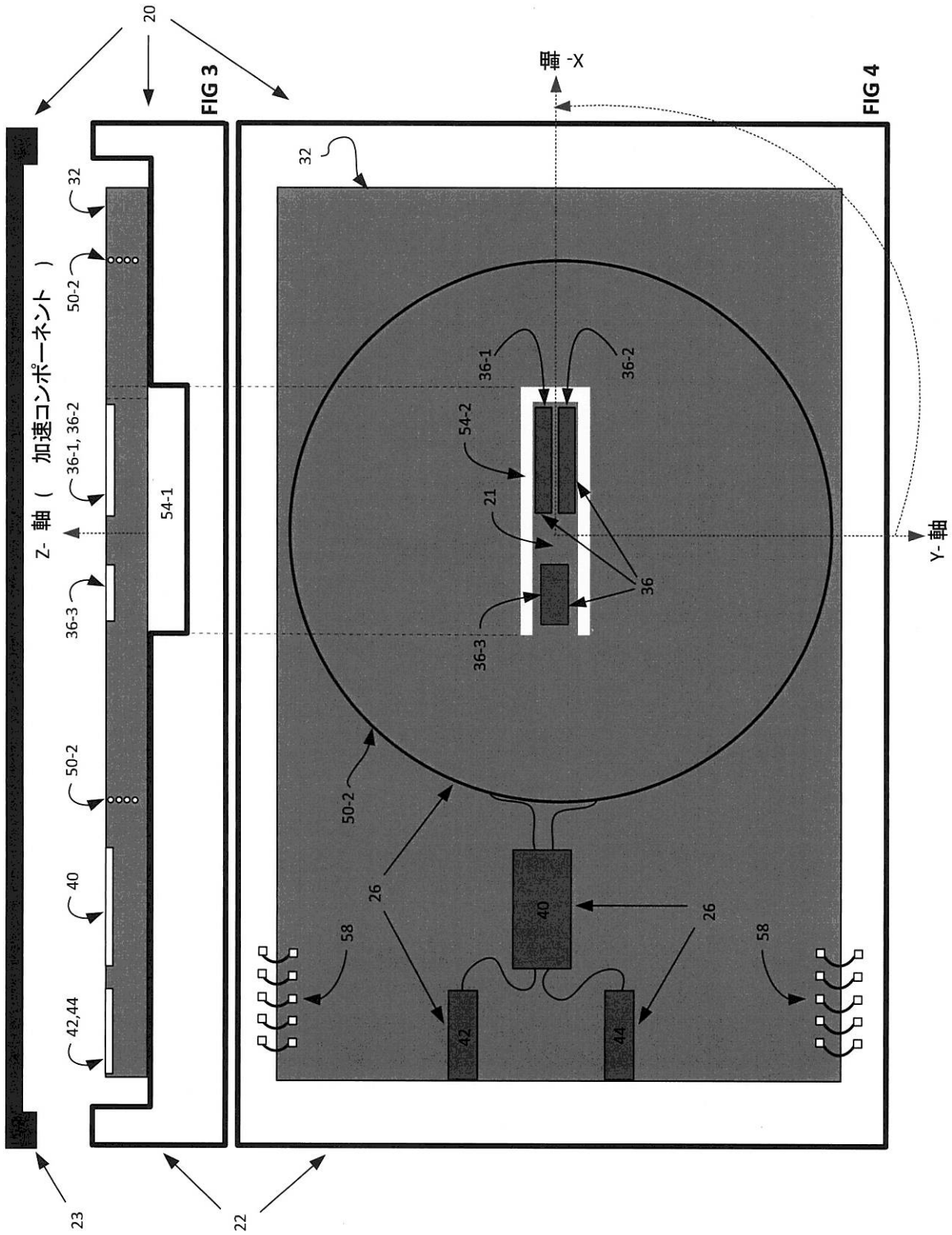


【図 3】



半導体基板の同軸ジャイロ加速度計

【図 4】



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 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン, コロンビア・ロード
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・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 エイビー/2ビー

(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 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン, コロンビア・ロード
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・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 エイビー/2ビー

(72)発明者 カール・ウィンガード

アメリカ合衆国ニュージャージー州 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン, コロンビア・ロード
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・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 エイビー/2ビー

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

【外国語明細書】
2014066700000001.pdf