

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5670357号  
(P5670357)

(45) 発行日 平成27年2月18日 (2015. 2. 18)

(24) 登録日 平成26年12月26日 (2014. 12. 26)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 C 19/5747 (2012.01)

G O 1 C 19/56 2 4 7

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-552481 (P2011-552481)	(73) 特許権者	507220615
(86) (22) 出願日	平成22年3月1日 (2010. 3. 1)		ムラタ エレクトロニクス オサケユキチ
(65) 公表番号	特表2012-519295 (P2012-519295A)		ユア
(43) 公表日	平成24年8月23日 (2012. 8. 23)		フィンランド国、O 1 6 2 0 ヴァンター
(86) 国際出願番号	PCT/FI2010/050160		、ミュエリユキベンクヤ 6
(87) 国際公開番号	W02010/100334	(74) 代理人	100080791
(87) 国際公開日	平成22年9月10日 (2010. 9. 10)		弁理士 高島 一
審査請求日	平成25年2月27日 (2013. 2. 27)	(74) 代理人	100125070
(31) 優先権主張番号	20095201		弁理士 土井 京子
(32) 優先日	平成21年3月2日 (2009. 3. 2)	(74) 代理人	100136629
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)		弁理士 鎌田 光宣
(31) 優先権主張番号	20095903	(74) 代理人	100121212
(32) 優先日	平成21年9月2日 (2009. 9. 2)		弁理士 田村 弥栄子
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)	(74) 代理人	100122688
			弁理士 山本 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度の振動微小機械センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

角速度の振動微小機械センサであって、当該角速度の振動微小機械センサは、  
 複数の固定点（ 8 ～ 1 1 ）を有し；  
 少なくとも 2 つの励起構造（ 3 、 4 ）を有し、それら励起構造は、前記固定点（ 8 ～ 1  
 1 ）にそれぞれ接続された第一のバネ（ 6 、 7 ）に接続され、それにより、該励起構造は  
 、該第一のバネによって支持されており；  
 少なくとも 2 つの振動質量構造（ 1 、 2 ）を有し、それら振動質量構造は、互いに離れ  
 て位置しており、かつ、複数の第二のバネ（ 2 7 ～ 3 0 ）を介して、前記励起構造（ 3 、  
 4 ）にそれぞれに接続され、それにより、該振動質量構造は、該励起構造によってそれぞ  
 れに支持されており、

当該角速度の振動微小機械センサの特徴は、

前記第一のバネのうちの少なくとも 1 つが連結シーソータイプのパネであって、該連結  
 シーソータイプのパネは、前記の少なくとも 2 つの励起構造（ 3 、 4 ）を固い支持構造で  
 連結しており、該支持構造は、固定軸の周りにおいて表面の平面内で回転し得るように構  
 成されており、該固定軸は前記表面の平面に対して直角をなす軸であり、これらの構成に  
 よって、前記少なくとも 2 つの励起構造は、前記表面の平面内における平行で互いに逆の  
 位相の振動を行うものとなっており；

平行で互いに逆の位相の振動を行うものとなっている励起構造のうちの、 1 つの励起構  
 造の動作の経路と、他の励起構造の動作の経路とが、前記表面の平面内において隣り合っ

て並んだ2つの弧形または2つの線を形成するものとなっていることである、  
前記角速度の振動微小機械センサ。

【請求項2】

当該角速度の振動微小機械センサが、さらに、励起コーム構造(12、13)を有し、  
該励起コーム構造は、上記の少なくとも2つの振動質量構造(1、2)を有する上記の励  
起構造(3、4)の間に位置している、請求項1記載の角速度の振動微小機械センサ。

【請求項3】

上記励起コーム構造(12、13)が、中央に位置する固定構造(14)に支持されて  
いる、請求項2記載の角速度の振動微小機械センサ。

【請求項4】

当該角速度の振動微小機械センサが、さらに、直交運動補償コーム構造(31、32)  
を有し、該直交運動補償コーム構造は、上記の振動質量構造(1、2)のそれぞれの内部  
に位置している、請求項1から3のいずれか一項に記載の角速度の振動微小機械センサ。

【請求項5】

当該角速度の振動微小機械センサが、さらに、検出コーム構造(23-26)を有し、  
該検出コーム構造(23-26)は、角速度によって生じるコリオリの力の二重差動検出  
のために配置されている、請求項1から4のいずれか一項に記載の角速度の振動微小機械  
センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、角速度を測定するために使用される測定装置に関するものであり、特に、角  
速度の振動微小機械センサに関するものである。本発明の目的は、特に小さな角速度の振  
動微小機械センサの解決法において、良好な効率で信頼性が高い測定を可能にする改良さ  
れたセンサ構造物を提供することである。

【背景技術】

【0002】

角速度の振動センサに基づいた測定は単純な概念を有していて、信頼性が高い角速度の  
測定方法であることがわかった。角速度の振動センサにおいて特定の公知の一次運動(primary motion)が作成され、それはセンサにおいて維持される。センサでの測定が要求される動作はそれから、一次運動の偏差として検出される。

【0003】

角速度のセンサで必要とされる中心的な特徴は、振動および衝撃に対する抵抗である。  
例えば自動車産業における駆動制御システムのように特に要求が多い用途において、これ  
らの必要条件は、極めて厳しい。例えば石によって生じる外部の衝撃またはカーステレオ  
によって生じる振動のような鋭い一撃さえも、角速度のセンサの出力に影響するべきでな  
い。

【0004】

多くの場合使用される角速度の振動センサの動作の原理は、いわゆる音叉原理である。  
音叉原理において、一次運動は、共通軸線上の逆位相において振動している2つの直線的な共振器の振動である。該共振器の動作の方向に対して垂直である方向のセンサに影響を及ぼしている外部の角速度は、反対方向において質量に影響しているコリオリの力を生じさせる。

【0005】

角速度と比例したコリオリの力は直接質量からでも検出される、または、質量は同じ回  
転軸上に連結し、それによって、検出動作は角速度軸の方向の角度の振動である。検出さ  
れる角度の振動は、しかしながら外部の機械的な干渉に影響されやすい。

【0006】

衝撃および振動からの材料および基礎構造の振動による不可避免的な角加速度の例は、角  
速度のセンサの検出軸でも生成される。それから、検出共振器の動作は妨げられ、特に干

10

20

30

40

50

渉の周波数がセンサの動作周波数に近い場合、角速度のセンサの出力信号に偏差が生じる。

【 0 0 0 7 】

従来技術のいくつかのセンサの解決法は、干渉信号を補正するために示されたものである。そのようなセンサは多くの場合、いわゆる差動検出(differential detection)を用いて作成され、それによって、外部の機械的な干渉にそれほど反応しないセンサ構造物が達成される。そのような従来技術のセンサの解決法は例えば、米国特許公報第 6 , 7 0 5 , 1 6 4 号において説明され、そこでは互いに並んで配置される 2 つの振動質量は、表面の平面(surface plane)内で、同じ方向において逆位相で直線的に振動している。したがって、検出共振器の軸は両方の質量において共通であり、一次運動に対して垂直である。

10

【 0 0 0 8 】

差動検出において、検出共振器の重心の動作の共通軸線は、外部の機械的な妨害に最適な無感覚性を提供する。2 つの質量の差動検出は外部の直線的な加速を無効にし、伝統的な音叉ジャイロの角加速度に対する感度が検出共振器軸の間の距離と比例しているので、共通の検出軸の特別な場合にも角加速度を例証する。

【 0 0 0 9 】

したがって、いわゆる逆転音叉原理による角速度センサのこの実施態様は、例えば伝統的な音叉と比較すると振動状態においてかなりより確実に作動する。しかしながら、逆転音叉原理の最も大きな弱点は、外部の妨害に対する一次運動の感受性である。

【 0 0 1 0 】

20

前述の米国特許公報第 6 , 7 0 5 , 1 6 4 号による構造において、連結された直線的な共振器は、逆位相においてよりも共通の位相においてより容易に動くことができる。それから、主な軸に沿った直線的な加速は、主要な範囲でのそれらの差動検出がこのことにより生じられた信号を弱めるにも関わらず質量は物理的に移動するので、相当容易にセンサの動作を妨げる可能性がある。

【 0 0 1 1 】

機械的な妨害を補償するための差動検出よりも良好な解決法は、いわゆる二重差動検出である。そのような従来技術のセンサの解決法は、とりわけ米国特許公報第 6 , 1 2 2 , 9 6 1 号において説明され、そこでは、図 3 において二重差動音叉構造が示され、その構造も上記の並列質量での逆の音叉動作原理を含む。

30

【 0 0 1 2 】

米国特許公報第 6 , 1 2 2 , 9 6 1 号において、4 つの質量が二重差動音叉構造と一緒に連結され、音叉による差異に基づく質量の 2 つの対は、並列に逆位相において振動している。この従来の技術構造は、したがって 2 つの逆位相の逆転音叉を含む。

【 0 0 1 3 】

実際、二重差動音叉は、一平面における直線的な動作に基づく最も信頼性が高い角速度センサ構造物である。その最も大きな弱点は、しかしながら極めて複雑であることと、大きなバネ構造であることである。励起構造はまた設計するのに困難であり、それらも多くの空間を占めるものである。

【 0 0 1 4 】

40

角速度の良好なセンサを設計する際の有意な他の挑戦は、静電駆動の容量性クロストーク、特にコリオリの検出である。一次運動の駆動信号は質量の速度と同期し、クロストーク信号は多くの場合コリオリ信号を有する位相において正確に観察される。これにより、とりわけ温度に依存する誤差を生じさせる駆動信号の振幅に依存してセンサのゼロ点の値の妨害が生じる。

【 0 0 1 5 】

この問題に対する従来の解決法は、いわゆるキャリア検出である。キャリア検出において、交流電圧、すなわち搬送波は、測定されるキャパシタンス全体に適用される。この構成では、可変静電容量は前置増幅器の出力信号の振幅を調整するようにされ、キャパシタンスに依存する電圧はキャリアによって復調することによって得られる。それから、容量

50

性クロストークによって生じる干渉信号は、搬送周波数で信号帯から離れて調整される。

【0016】

しかしながら、キャリア検出は角速度のセンサのすでにかなり複雑な電子回路を複雑にして、電子回路のコストおよびサイズを増加させてしまい、その信頼性を損なってしまう。差異に基づくコリオリの検出においてできるだけ完全に漂遊容量によって生じる駆動信号のクロストークが無効になるように容量性センサ要素を設計することは、実際に価値がある。

【0017】

本発明の目的は、実際小さなサイズに適し、干渉に抵抗力のある構造の角速度の振動センサを達成することであり、それにより、表面の平面に対して垂直な角速度が信頼性が高い方法で測定することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】米国特許公報第6,705,164号

【特許文献2】米国特許公報第6,122,961号

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の目的は、表面の平面に対して垂直な角速度の、特に小さな角速度の振動センサの解決法における確実かつ良好なパフォーマンスで測定を可能にし、2つの質量を有する従来技術の解決法と比較すると機械的な干渉にそれほど感度が高くはない、改良された角速度の振動センサを提供することである。

20

【0020】

本発明によると、角速度のセンサが加えて、励起構造および連結するシーソータイプのバネを含むような少なくとも2つの振動質量構造を含む角速度の振動微小機械センサが提供され、前記少なくとも2つの振動質量構造が離れて配置され、前記励起構造が連結するシーソータイプのバネにより少なくともそれらの一端で固定点に支持されるようにバネによって励起構造が支持される。

【0021】

30

好ましくは、前記シーソータイプのバネは、バネの固い支持構造が固定軸の周りにおいて表面の平面で回転することができるよう配置される。好ましくは、前記シーソータイプのバネは、該バネが、前記少なくとも2つの振動質量構造を含む励起構造を、表面の平面において、互いに逆の位相にて振動させるように配置される。好ましくは、前記励起構造の逆相における振動の動作の経路は、反対方向に2つの平行した弧形を形成する。

【0022】

好ましくは、角速度のセンサは、前記少なくとも2つの振動質量構造を含む励起構造の間に位置する励起コーム構造(excitation comb structures、励起櫛形構造)をさらに含む。好ましくは、前記励起コーム構造は中央に位置する固定構造に支持される。

【0023】

40

好ましくは、角速度のセンサは、前記少なくとも2つの振動質量構造を含む励起構造の間に位置する直交運動補償コーム構造(quadrature motion compensating comb structures)をさらに含む。好ましくは、角速度のセンサは、検出コーム構造をさらに含み、その検出コーム構造は一次運動の差動検出に適応する。好ましくは、角速度のセンサはコリオリ検出コーム構造をさらに含み、その検出コーム構造は角速度によって生じるコリオリ動作の二重差動検出に適応する。

【図面の簡単な説明】

【0024】

以下に、添付の図の例証となる参照とともに本発明およびその好ましい実施態様を詳述する。図面の説明は次の通りである：

50

【図 1】図 1 は、本発明による角速度の振動微小機械センサの機能的な構造のダイアグラムを示す；

【図 2】図 2 は、本発明による角速度の振動微小機械センサの代替の機能的な構造のダイアグラムを示す；

【図 3】図 3 は、本発明による角速度の振動微小機械センサの第 2 の代替の機能的な構造のダイアグラムを示す；

【図 4】図 4 は、本発明による角速度の振動微小機械センサの第 3 の代替の機能的な構造のダイアグラムを示す；

【図 5】図 5 は、二次連結のない実施態様の詳細の例を示す。

【発明を実施するための形態】

10

【0025】

図 1 は、本発明による角速度の振動微小機械センサの機能的な構造のダイアグラムを示す。本発明による表された角速度の振動微小機械センサは離れて配置される 2 つの質量構造 1、2 を含み、その質量構造 1、2 が、バネ 27 - 30 によって励起構造 3、4 に支持される。前記励起構造 3、4 は、センサに接しているフレーム 5 の固定点 8 - 11 に連結シーソータイプのバネ 6、7 によって支持される。

【0026】

本発明の角速度の振動微小機械センサは、振動質量 1、2 に支持される容量性コーム構造 23 - 26 と、励起構造 3、4 に連結される励起コーム構造 12、13 とをさらに含む。前記励起コーム構造 12、13 は質量構造 1、2 を含む励起構造 3、4 間に配置され、前記励起コーム構造 12、13 は、中央に位置する固定構造 14 に支持される。

20

【0027】

本発明による角速度の振動微小機械センサは、固定点 21、22 に支持される容量性励起動作コーム構造 17、18 と、直交運動補償コーム構造 31、32 とをさらに含む。

本発明による角速度の振動微小機械センサでは、一次運動は、対向する励起コーム構造 12、13 によって、共通モードの信号を用いて、静電的に励起され、それは、検出コーム構造によって差分的に検出される。

【0028】

本発明の角速度の振動微小機械センサは、離れて配置される 2 つの振動質量構造 1、2 を含み、それらの質量構造 1、2 は、励起構造 3、4 および連結バネ 6、7 によって、センサのカバー、および / または、センサの底部に固定された固定点 (anchoring points、係留点) 8 - 11 に吊着 (suspended、懸架) される。

30

【0029】

本発明の連結バネ 6、7 は、固い支持構造が固定軸の周りにおいて表面の平面内で回転することができるように設計される。したがって、一次運動のサスペンション 6、7 により、表面の平面における逆相の振動に振動質量 1、2 の励起 3、4 が移動される。励起 3、4 の走行軌跡は、反対方向において 2 つの平行した弧形を形成する。

【0030】

本発明の角速度の振動微小機械センサにおいて、振動質量 1、2 は、サスペンション 27 - 30 が、コリオリの力によって生じる質量の一次運動から表面の平面における偏差を可能にするように励起 (構造) 3、4 に吊着される。偏差は、励起方向に対して垂直な方向において質量 1、2 の反対方向の表面の平面の偏差を検出する検出コーム構造 15 - 18 によって検出することができる。

40

【0031】

図 2 は、本発明による角速度の振動微小機械センサの代替の機能的な構造のダイアグラムを示す。示された代替の本発明の角速度の振動微小機械センサは、離れて配置される 2 つの質量構造を含み、その質量構造は、バネによって励起構造に支持される。前記励起構造は、連結シーソータイプのバネによってセンサの固定点に支持される。本発明の代替の角速度の振動微小機械センサは、励起構造に支持される容量性コーム構造と、励起構造に連結される励起コーム構造とを含む。前記励起コーム構造は質量構造を含む励起構造間に

50

配置され、前記励起コーム構造は中央に位置する固定構造に支持される。本発明の代替の角速度の振動微小機械センサは、容量性励起動作検出コーム構造と、直角位相動作補正コーム構造とを含む。

【0032】

本発明の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、連結バネに加えて、励起構造は、一次運動の寸法決めバネによってセンサの固定点に支持される。

【0033】

本発明の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、励起構造のサスペンションは強化され、一次運動の共振周波数および曲率半径は、別々の一次運動の寸法決めバネによって調整することができる。

【0034】

図3は、本発明による角速度の振動微小機械センサの第2の代替の機能的な構造のダイヤグラムを示す。示された第2の代替の本発明の角速度の振動微小機械センサは、離れて配置される2つの質量構造を含み、その質量構造は、バネによって励起構造に支持される。前記励起構造は、連結シーソータイプのバネによってセンサの固定点に支持される。本発明の第2の代替の角速度の振動微小機械センサは、励起構造に支持される容量性コーム構造と、励起構造に連結される励起コーム構造とを含む。前記励起コーム構造は質量構造を含む励起構造間に配置され、前記励起コーム構造は中央に位置する固定構造に支持される。本発明の第2の代替の角速度の振動微小機械センサは、容量性励起動作検出コーム構造と、直角位相動作補正コーム構造とを含む。

【0035】

本発明の第2の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、連結バネに加えて、励起構造は、一次運動の寸法決めバネによってセンサの固定点に支持され、そして、第2の一次運動の寸法決めバネによってセンサ構成要素に接しているフレーム5に支持される。

【0036】

本発明の第2の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、励起構造のサスペンションは強化され、一次運動の共振周波数および曲率半径は、別々の一次運動の寸法決めバネによって調整することができる。

【0037】

本発明の第2の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、連結バネに加えて、励起は、一次運動の曲率半径がほぼ無限になるように、したがって、本質的に表面の平面において直線的になるようにその動作を限定する一次運動の曲率半径を増やす一次運動の寸法決めバネによってすべての四隅で吊着される。

【0038】

図4は、本発明による角速度の振動微小機械センサの第3の代替の機能的な構造のダイヤグラムを示す。示された第3の代替の本発明の角速度の振動微小機械センサは、離れて配置される2つの質量構造を含み、その質量構造は、バネによって励起構造に支持される。前記励起構造は、連結シーソータイプのバネによってセンサの固定点に支持される。本発明の第3の代替の角速度の振動微小機械センサは、励起構造に支持される容量性コーム構造と、励起構造に連結される励起コーム構造とを含む。前記励起コーム構造は質量構造を含む励起構造間に配置され、前記励起コーム構造は中央に位置する固定構造に支持される。本発明の第3の代替の角速度の振動微小機械センサは、容量性励起動作検出コーム構造と、直角位相動作補正コーム構造とを含む。

【0039】

本発明の第3の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、連結バネに加えて、励起構造は、一次運動の寸法決めバネによってセンサの固定点に支持され、そして、第2の一次運動の寸法決めバネによって固定点でセンサ要素のフレームに支持される。本発明の第3の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、励起構造のサスペンションは強化され、一次運動の共振周波数および曲率半径は、別々の一次運動の寸法決めバネによって調整することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

本発明の第3の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、連結バネに加えて、励起は、一次運動の曲率半径がほぼ無限になるように、したがって、本質的に表面の平面において直線的になるようにその動作を限定する一次運動の曲率半径を増やす一次運動の寸法決めバネによってすべての四隅で吊着される。

## 【 0 0 4 1 】

本発明の第3の代替の角速度の振動微小機械センサにおいて、二重差動検出コーム構造は、バネ構造によって励起構造にさらに支持される。

## 【 0 0 4 2 】

本発明の解決法において、一端を有する一次運動励起構造は、質量の間に位置する。本発明の解決法において、さらに、コリオリの力の検出構造は差動式であり、それらは励起構造から遠く離れて対称的にセンサ構成要素の両側に位置し、それらはできる限り互いに近くにその両側でセンサ構成要素のフレームに固定する。加えて、直角位相信号補正構造は、励起構造と検出構造との間でできるだけ対称的に配置される。したがって、漂遊容量によって生じる励起信号クロストークが検出においてほとんどなくなり、加えて、それは差動聴取において無効にされる。

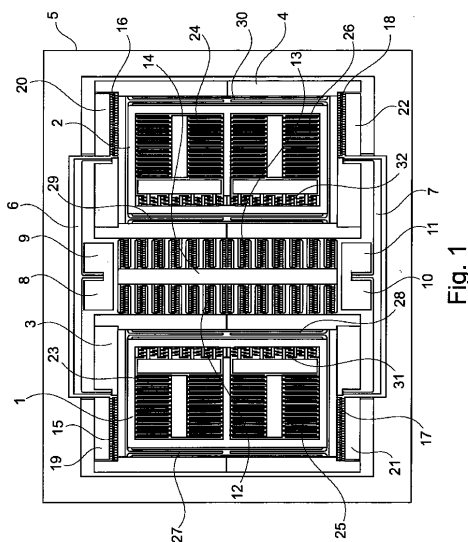
## 【 0 0 4 3 】

実施態様によれば、センサ構造は、質量部(masses)同士の間にある駆動構造に取り付けられる共通モードの駆動コーム構造を含む。本発明の一実施態様によれば、センサ構造は、それら質量部の内部に対称性の二重差動検知コームを含む。本発明の一実施態様によれば、励起構造は励起フレーム構造としてのフレームによって実行される。そのような実施態様によれば、該構造は閉じられたフレーム構造を含む。

## 【 0 0 4 4 】

上記の例として示した構造に加えて、本発明の範囲内において、多数の変形例が、発明による2つの軸を有する角速度のセンサで示すことができる。

## 【 図 1 】



## 【 図 2 】

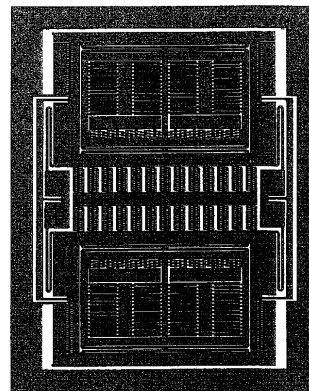


Fig. 2

【図 3】

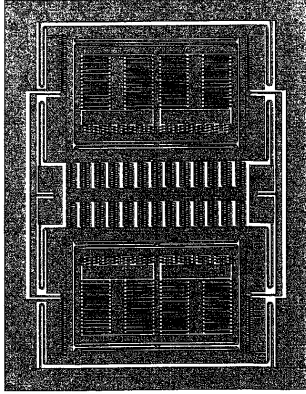


Fig. 3

【図 4】

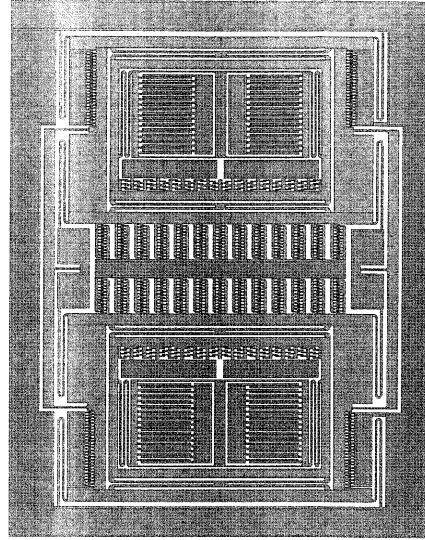


Fig. 4

【図 5】

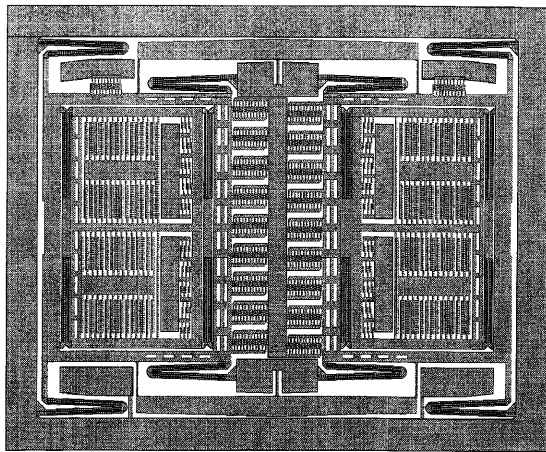


Fig. 5



## フロントページの続き

- (74)代理人 100117743  
弁理士 村田 美由紀
- (74)代理人 100163658  
弁理士 小池 順造
- (74)代理人 100174296  
弁理士 當麻 博文
- (72)発明者 ブロムクヴィスト, アンッシ  
フィンランド国 エフアイ - 0 0 9 8 0 ヘルシンキ, サーレンマーンカトゥ 4 エー 13
- (72)発明者 ルオヒオ, ヤーッコ  
フィンランド国 エフアイ - 0 0 4 3 0 ヘルシンキ, マウヌンネヴァンティエー 34 ビー

審査官 梶田 真也

- (56)参考文献 特開平09 - 119942 (JP, A)  
特表2006 - 515928 (JP, A)  
米国特許第06122961 (US, A)  
米国特許第05920012 (US, A)  
特開2000 - 028366 (JP, A)  
特開2001 - 196484 (JP, A)  
米国特許出願公開第2003 / 0154788 (US, A1)  
米国特許出願公開第2004 / 0250620 (US, A1)  
米国特許出願公開第2005 / 0024527 (US, A1)  
特開2005 - 106550 (JP, A)  
特開2006 - 105698 (JP, A)  
特開2008 - 008884 (JP, A)  
米国特許出願公開第2008 / 0282833 (US, A1)  
特表2008 - 545988 (JP, A)  
米国特許出願公開第2010 / 0218605 (US, A1)  
特開2011 - 252908 (JP, A)  
特表2012 - 519294 (JP, A)  
特開2007 - 155489 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/00 - 19/72