

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4645730号
(P4645730)

(45) 発行日 平成23年3月9日(2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日(2010.12.17)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 Q 1/36 (2006.01)	HO 1 Q 1/36	
GO 4 G 21/04 (2010.01)	GO 4 G 1/00	3 0 7
HO 1 Q 1/44 (2006.01)	HO 1 Q 1/44	
GO 4 G 5/00 (2006.01)	GO 4 G 5/00	J
HO 1 Q 21/30 (2006.01)	HO 1 Q 21/30	
請求項の数 6 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-308482 (P2008-308482)	(73) 特許権者	000001443 カシオ計算機株式会社 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(22) 出願日	平成20年12月3日(2008.12.3)	(74) 代理人	100090033 弁理士 荒船 博司
(65) 公開番号	特開2010-135980 (P2010-135980A)	(74) 代理人	100093045 弁理士 荒船 良男
(43) 公開日	平成22年6月17日(2010.6.17)	(72) 発明者	染谷 薫 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ 計算機株式会社 羽村技術センター内
審査請求日	平成21年8月10日(2009.8.10)	審査官	麻生 哲朗
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、受信装置および電波時計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の固有振動数で振動する特性を有するとともに外部磁界を受けて変位する振動体、および、該振動体の運動を電気信号に変換する変換手段を備え、前記振動体を共振させる周波数帯の電波信号が到来したときに、当該電波信号の磁界成分によって前記振動体が共振し、この共振が前記変換手段により電気信号に変換されることで、当該周波数帯の電波信号が電気信号にされて取り込まれるアンテナ部を備えたアンテナ装置であって、

前記アンテナ部が前記振動体の固有振動数を異ならせて複数設けられていることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

前記複数のアンテナ部は、1チップの基板上に形成されていることを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記複数のアンテナ部のうち何れかのアンテナ部からの電気信号を選択的に後段に送るスイッチ手段を備えていることを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項4】

請求項3に記載のアンテナ装置と、前記スイッチ手段を介して前記アンテナ装置から送られてくる電気信号を増幅する増幅器と、

前記増幅器により増幅された信号に対して復調処理を行う復調器と、

を備えたことを特徴とする受信装置。

【請求項 5】

前記アンテナ装置、前記増幅器、前記復調器が 1 チップの半導体基板上に形成されていることを特徴とする請求項 4 記載の受信装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の受信装置により標準電波を受信するとともに、該標準電波に含まれるタイムコードを復調し、このタイムコードに基づいて時刻修正を行うことを特徴とする電波時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、電波信号を受信するアンテナ装置および受信装置、ならびに、タイムコードが含まれる標準電波の受信を行う電波時計に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、線状アンテナ、巻線型のバーアンテナ、平面アンテナなど、様々なアンテナが知られている。また、標準電波を受信する電波時計などでは、小さな時計本体にアンテナを搭載する必要があることから巻線型のバーアンテナが用いられる。

【0003】

また、本発明に関連する従来技術として、特許文献 1, 2 には、磁気抵抗効果素子によって電波の磁界成分に反応することで電波信号を受信するアンテナ装置が開示されている。また、特許文献 3 には、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 作製技術により形成された振動板に磁性体の薄膜を形成し、この振動板を振動させつつ、この振動板の共振周波数の変化を検出して外部磁場の測定を行う共振型磁気センサが開示されている。

20

【特許文献 1】特開 2000 - 188558 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 124335 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 201775 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

本発明者らは、現在、MEMS 作製技術を用いて形成した振動体に磁性体を設け、この振動体を電波信号により共振させて、この共振運動を電気信号に変換させることで、特定周波数帯の電波信号を受信するアンテナ装置の開発を行っている。

【0005】

しかしながら、上記構成のアンテナ装置では、振動体は狭帯域である特定の周波数帯の電波信号が到来したときだけ共振を行う特性を有しているため、周波数帯の離散した複数チャンネルの電波信号を選択的に受信することができないという課題があった。

【0006】

この発明の目的は、振動体を電波信号により共振させて、この共振運動を電気信号に変換することで、特定周波数帯の電波を受信するアンテナ装置において、複数チャンネルの電波受信を可能とすることである。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、

所定の固有振動数で振動する特性を有するとともに外部磁界を受けて変位する振動体、および、該振動体の運動を電気信号に変換する変換手段を備え、前記振動体を共振させる周波数帯の電波信号が到来したときに、当該電波信号の磁界成分によって前記振動体が共振し、この共振が前記変換手段により電気信号に変換されることで、当該周波数帯の電波信号が電気信号にされて取り込まれるアンテナ部を備えたアンテナ装置であって、

前記アンテナ部が前記振動体の固有振動数を異ならせて複数設けられていることを特徴

50

としている。

【0008】

請求項2記載の発明は、請求項1記載のアンテナ装置において、前記複数のアンテナ部は、1チップの基板上に形成されていることを特徴としている。

【0009】

請求項3記載の発明は、請求項1記載のアンテナ装置において、前記複数のアンテナ部のうち何れかのアンテナ部からの電気信号を選択的に後段に送るスイッチ手段を備えていることを特徴としている。

【0010】

請求項4記載の発明は、
請求項3に記載のアンテナ装置と、
前記スイッチ手段を介して前記アンテナ装置から送られてくる電気信号を増幅する増幅器と、
前記増幅器により増幅された信号に対して復調処理を行う復調器と、
を備えたことを特徴とする受信装置である。

10

【0011】

請求項5記載の発明は、請求項4記載の受信装置において、前記アンテナ装置、前記増幅器、前記復調器が1チップの半導体基板上に形成されていることを特徴としている。

【0012】

請求項6記載の発明は、
請求項4または5に記載の受信装置により標準電波を受信するとともに、該標準電波に含まれるタイムコードを復調し、このタイムコードに基づいて時刻修正を行うことを特徴とする電波時計である。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明に従うと、振動体の固有振動数が異なる複数のアンテナ部によって、周波数帯の異なる複数チャンネルの電波信号を受信することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

30

【0015】

図1は、本発明の実施形態の電波時計の全体を示す構成図である。

【0016】

この実施形態の電波時計1は、タイムコードによって変調された標準電波の受信を行うアンテナ部としての複数のMEMSアンテナ10、10a~10zと、複数のMEMSアンテナ10、10a~10zのうち何れか1つと選択的に接続するスイッチ手段としてのスイッチ回路108と、スイッチ回路108を介してMEMSアンテナ10、10a~10zから入力された受信信号を増幅する増幅器101と、受信信号からタイムコードの検波を行う復調器としての検波器102と、時計の全体制御を行うマイクロコンピュータ103と、時刻の表示出力を行う時刻表示器104と、計時を行う計時カウンタ105等から構成される。これらの構成のうちMEMSアンテナ10、スイッチ回路108、増幅器101および検波器102によって受信装置としての電波受信部100が構成される。

40

【0017】

複数のMEMSアンテナ10、10a~10zは、個々の構造は後に詳述するが、それぞれ異なる周波数帯の電波信号を受信するように構成されている。標準電波は、例えば、日本において西地区と東地区とで異なる周波数帯(40kHzと60kHz)の搬送波により送信されている。また、外国においては、地区ごとに異なる周波数の搬送波により送信されている。MEMSアンテナ10、10a~10zの各受信周波数帯は、これら各地区の標準電波の周波数帯にそれぞれ合わされたものになっている。上記複数のMEMSア

50

ンテナ10, 10a~10zによりアンテナ装置が構成される。

【0018】

スイッチ回路108は、例えば、MOSトランジスタやバイポーラトランジスタを組み合わせ形成したスイッチであり、複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zの複数の出力端子t1, t1, ... t1の何れか1つと、増幅器101の入力端子t2とを選択的に接続するものである。接続先は、マイクロコンピュータ103から送られるチャンネル選択信号によって制御される。

【0019】

電波受信部100は、例えば、複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zを含めて、1個の半導体基板上に形成されたものである。また、この電波受信部100とともに、

10

【0020】

まず、全体的な動作について説明する。マイクロコンピュータ103は、時刻表示器104への出力データを計時カウンタ105の計時データに同期させて更新していくことで時刻の表示出力を行う。さらに、マイクロコンピュータ103は、所定の時刻になったら、電波受信の制御プログラムを実行して、電波受信部100を作動させる。それにより、所定周波数帯の搬送波により送信されてくる標準電波が電波受信部100で受信され、この受信信号からタイムコードが検波される。マイクロコンピュータ103は、検波されたタイムコードを入力し、このタイムコードから正確な現在時刻を求める。そして、計時カウンタ105の計時時刻にずれがある場合に、これを自動的に修正する。このような制御動作によって、常に正確な時刻表示が行われるようになっている。

20

【0021】

マイクロコンピュータ103は、図示略の操作入力部から現在地の情報を受け、この現在地の情報に基づいてスイッチ回路108の接続の切り替えを行う。MEMSアンテナ10, 10a~10zは、それぞれ異なる周波数帯の標準電波の受信を行う特性を有しており、マイクロコンピュータ103がこれら複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zの中から現在地に応じたものを選択して受信信号の取り込みを行わせる。これにより、現在地に応じた標準電波が受信されて、そのタイムコードから時刻修正が行われるようになっている。

30

【0022】

また、電波受信処理によってタイムコードの受信が確認されない場合には、マイクロコンピュータ103はスイッチ回路108の接続を順次切り換えて、タイムコードの受信が確認できるMEMSアンテナ10, 10a~10zを探し出し、このタイムコードの受信が確認されたMEMSアンテナ10, 10a~10zから電波受信を行うといった制御も行われたりする。

【0023】

図2は、本発明の実施形態の1個のMEMSアンテナ10の構成を示す斜視図、図3は、このMEMSアンテナ10の縦断面図、図4は、このMEMSアンテナ10の電氣的な構成を示す回路図である。

40

【0024】

MEMSアンテナ10は、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)作製技術を用いて半導体基板上に形成された極めて小さな(例えば数ミリメートル以下、或いは、ミクロンオーダーの大きさの)アンテナであり、電波信号の磁界成分を受けてこの受信電波を電気信号に変換するものである。

【0025】

このMEMSアンテナ10は、図2や図3に示すように、基板11上に形成された梁部12と、梁部12の一部を固定している絶縁体からなるスペーサー15, 15と、梁部12の可動範囲に形成された磁性体13と、梁部12の下側に固定された永久磁石14と、該梁部12に形成された面状の電極(第1電極)16と、梁部12に対向する基板11上

50

の部位に形成された面状の電極 17 (第2電極)等から構成される。そして、梁部 12 の周囲に空間を設けて梁部 12 が上下に変位可能な状態で樹脂 19 等により周囲が封止されてなる。なお、梁部 12 自体に導電性を持たせることで、電極 16 を梁部 12 と共用にしても良い。

【0026】

上記の構成のうち、梁部 12 と磁性体 13 によって振動体が構成され、電極 16, 17 により梁部 12 の変位を電気信号に変換する変換手段が構成される。

【0027】

梁部 12 は、例えば、シリコンにより形成されたものである。梁部 12 は、板状の構成であり、その長手方向が基板 11 に沿った向きで、一部の箇所(例えば両端部)がスペーサー 15, 15 を介して基板 11 に固定され、他の部位が空間をあけて基板 11 上に浮いた状態になっている。梁部 12 の下側の空間は犠牲層エッチングなどにより形成することができる。そして、この固定されていない部位が基板 11 に対して上下に振動するようになっている。

10

【0028】

梁部 12 の固有振動数は、梁部 12 の長さや厚みなどから所望の振動数に設定することが可能になっており、この実施の形態では1つの標準電波の搬送波の周波数(例えば40kHz)と同一になるように設定されている。また、梁部 12 にSiGe(シリコン・ゲルマニウム)やその他の材料を適宜組み合わせることで、このような振動特性の温度補償を行うことも可能である。

20

【0029】

複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zの各々において、各梁部12の固有振動数は異なるものに設定され、例えば、異なる地区や異なる国の標準電波の搬送波の周波数とそれぞれ同一になるように設定されている。

【0030】

梁部 12 に形成される面状の電極 16 や、基板 11 に形成される面状の電極 17 は、対向配置されて電気容量を構成するものであり、例えば、金属材料を蒸着して形成されるものである。この金属材料は磁化しないアルミなどを使用すると好ましい。なお、梁部 12 に電極 16 を形成する代わりに、梁部 12 を形成している材料自体をドーピング等することで導電性を付加した構成とし、この梁部 12 自体を電極としても良い。

30

【0031】

電極 16, 17 には、通常の半導体製造プロセスによって配線 h1, h2 が接続され、これらの配線 h1, h2 が基板 11 上に引き出された構成となっている。図3では、配線 h1, h2 を単純化して示しているが、実際には、基板 11 側の配線 h2 はそのまま基板 11 上のMEMSアンテナ10の外部まで引き出され、梁部 12 側の配線 h1 はスペーサー 15 にコンタクトホールを形成して基板 11 上まで導いた後、基板 11 上のMEMSアンテナ10の外部まで引き出されている。

【0032】

スペーサー 15, 15 は、例えば、絶縁性を持たせるためにシリコン酸化膜(SiO2)などにより形成されたものである。

40

【0033】

基板 11 上の永久磁石 14 は、梁部 12 の磁性体 13 に磁力を及ぼすためのものであり、例えば、スパッタリングにより強磁性体の薄膜堆積により強磁性体のブロックを形成した後、この強磁性体のブロックに強い磁界を加えて該強磁性体を特定の方向に磁化させることで形成することができる。

【0034】

梁部 12 上の磁性体 13 は、電波信号の磁界成分を受けて磁化することで、永久磁石 14 に対して斥力や引力を発生させて梁部 12 を変位させるように作用するものであり、例えば、スパッタリングを使用した磁性体(例えば軟磁性体)の薄膜堆積により形成することができる。

50

【 0 0 3 5 】

図 4 に示すように、MEMS アンテナ 1 0 の電極 1 6 , 1 7 は、梁部 1 2 が変位することで電気容量の大きさを变化させる可変容量 C_v を構成するものである。半導体基板には、この可変容量 C_v と直列に容量素子 C_1 が接続され、これらの直列回路に電圧 E_1 が印加された構成になっている。このような構成により、梁部 1 2 が変位して可変容量 C_v の容量値が変化することで、可変容量 C_v の端子間に梁部 1 2 の変位に応じた電気信号（電圧）が出力されるようになっている。

【 0 0 3 6 】

なお、図 4 の容量素子 C_1 の代わりに抵抗素子を可変容量 C_v に直列接続しても同様の作用を得ることができる。

10

【 0 0 3 7 】

次に、上記構成の MEMS アンテナ 1 0 および電波受信部 1 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 3 8 】

上記構成の MEMS アンテナ 1 0 によれば、梁部 1 2 の固有振動数に対応した周波数帯（例えば 4 0 k H z）の標準電波が到来したときには、この電波信号の磁界成分が梁部 1 2 に作用力を及ぼして梁部 1 2 が共振するとともに、梁部 1 2 が電波信号の磁界成分の大きさに応じた変位を行う。

【 0 0 3 9 】

この梁部 1 2 の変位は可変容量 C_v の容量変化となって、この容量変化に応じた電気信号が MEMS アンテナ 1 0 からスイッチ回路 1 0 8 を介して増幅器 1 0 1 に出力される。この電気信号は到来した標準電波をほぼそのまま電気信号に変換した信号となる。そして、この電気信号が増幅器 1 0 1 で増幅され、その後、検波器 1 0 2 に送られてタイムコードが検波される。

20

【 0 0 4 0 】

一方、梁部 1 2 の固有振動数から外れた周波数帯の電波が到来したときには、この電波信号の磁界成分が梁部 1 2 に作用力を及ぼすが、梁部 1 2 の固有振動数から外れた周波数で振動する作用力なので、梁部 1 2 において吸収および打ち消されて梁部 1 2 は振動しない。従って、可変容量 C_v の容量変化も生じず、MEMS アンテナ 1 0 の信号出力はほぼゼロとなる。

30

【 0 0 4 1 】

また、上記の標準電波とそれ以外の周波数帯の電波が入り混じって到来したときには、両者による作用がそれぞれ重なるように動作するので、梁部 1 2 の固有振動数から外れた周波数帯の電波はカットされ、標準電波のみが MEMS アンテナ 1 0 で抽出されて受信される。そして、標準電波の信号のみが増幅器 1 0 1 と検波器 1 0 2 に送られることとなる。

【 0 0 4 2 】

図 5 には、MEMS アンテナと従来のコイル型アンテナとの周波数特性を表わしたグラフを示す。

【 0 0 4 3 】

MEMS 作製技術によって形成される振動体は、帯域の狭い固有振動数の範囲でのみ大きな共振を行うといった周波数特性が得られる。そのため、上記構成の MEMS アンテナ 1 0 によれば、図 5 の実線に示すように、非常に高い Q 値で、特定の周波数 f_0 の電波のみを受信し、特定周波数 f_0 から外れた電波を大幅にカットする特性を得ることができる。図 5 の点線にコイル型アンテナの周波数特性を比較用に示す。図 5 の実線と点線の特性線の比較から分かるように、MEMS アンテナ 1 0 のアンテナ自体の受信利得の Q 値は、コイル型アンテナよりも非常に高いものとなる。

40

【 0 0 4 4 】

電波受信部 1 0 0 に形成された複数の MEMS アンテナ 1 0 , 1 0 a ~ 1 0 z は、上記の特定周波数 f_0 の値をそれぞれ異ならせて設定されるが、受信利得の Q 値等は同様の特

50

性を有するものである。従って、電波受信を行わせるMEMSアンテナ10, 10a~10zを選択的に切り換えることで、所望のチャンネルから狭帯域に電波信号を取り込むことが可能となる。

【0045】

このような構成のMEMSアンテナ10によれば、MEMS技術を用いてアンテナの顕著な小型化を図ることができる。また、MEMSアンテナ10自体が狭帯域フィルタのように特定の周波数帯の電波信号のみを受信し、特定周波数帯から外れた電波の入力をカットするので、帯域外の信号入力を電波受信の段階で除去することができる。それにより、帯域外の電波の入力によって増幅段の動作が飽和し、この飽和によって受信感度が低下するといった不都合も生じない。

10

【0046】

また、コイル型アンテナでは、電波受信に伴ってコイルやコアに比較的大きな磁束の変化が生じるため、周囲の金属に渦電流を発生させて、この渦電流の発生により受信感度が大幅に低下するという問題があったが、MEMSアンテナ10ではこのような渦電流を発生させないので、それによる受信感度が低下することもない。従って、周囲に金属があっても電波の入力を遮断することがなければ高い受信感度を実現できる。

【0047】

また、MEMSアンテナ10として、梁部12に磁性体13を設け、梁部12の下方に永久磁石14を設けて、梁部12を振動させる構成を採用しているため、製造プロセスの単純化や製造コストの低減が図られている。また、永久磁石14が梁部12の磁性体13に磁力を及ぼすことにより、電波信号の磁界成分の作用による梁部12の変位を大きくとることができる。

20

【0048】

また、基板11と梁部12とに互いに対向する面状の電極16, 17を形成して、これら電極16, 17からなる可変容量Cvにより梁部12の変位に応じた電気信号を出力する構成を採用しているため、比較的単純な構成により梁部12の変位を確実に電気信号へ変換することができる。

【0049】

さらに、この実施形態のアンテナ装置によれば、受信周波数帯の異なる複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zを備えているため、これらから複数チャンネルの電波受信を行うことが可能となる。しかも、個々のMEMSアンテナ10, 10a~10zは非常に小さいものなので、複数個のMEMSアンテナ10, 10a~10zを有していてもアンテナ装置全体のチップ面積はさほど大きくならない。さらに、全てのMEMSアンテナ10, 10a~10zは同一のMEMS作製プロセスによって同時に作製することができるため、複数個のMEMSアンテナ10, 10a~10zを有していても、アンテナ装置の製造コストを大幅に増加させたりしない。

30

【0050】

また、この実施形態のアンテナ装置および電波受信部100によれば、スイッチ回路108により、複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zの何れかと後段の回路(増幅器101)との接続を切り換えられるようになっているため、複数チャンネルの電波が共に送信されている中で1つのチャンネルの電波を選択的に受信することが可能となる。なお、複数チャンネルの電波信号を共に受信する場合や、複数チャンネルの電波信号が排他的に送信されるような場所では、スイッチ回路108を省略することも可能である。

40

【0051】

また、この実施形態の電波時計1によれば、MEMSアンテナ10, 10a~10zを含めて電波受信部100を極めて小型に構成できる。また、MEMSアンテナ10自体に帯域の狭いフィルタ特性が付与されているため、別途、狭帯域のフィルタなどを設ける必要がなく、電波受信部100の回路の単純化や実装面積の削減を図ることができる。それゆえ、腕時計本体など小さな装置にも余裕をもってアンテナや受信回路を搭載することができる。

50

【 0 0 5 2 】

[MEMS アンテナの第 1 変形例]

図 6 は、MEMS アンテナの第 1 変形例を示す縦断面図である。

【 0 0 5 3 】

この第 1 変形例の MEMS アンテナ 10 A は、梁部 12 の上方（基板 11 の逆側）にも電極を設けることで、MEMS アンテナ 10 A から比較的 to 大きな電気信号を取り出せるようにしたものであり、基本的な構成は図 2 の MEMS アンテナ 10 と同様である。同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

この第 1 変形例の MEMS アンテナ 10 A においては、梁部 12 の上方を覆うように板状の覆い板 20 を設け、この覆い板 20 に面状の電極（第 3 電極）21 が形成されている。覆い板 20 は、梁部 12 の自由な変位を妨げないように、例えば、スペーサー 22, 22 を介して梁部 12 から浮いた状態に形成されている。

10

【 0 0 5 5 】

このような覆い板 20 は、例えば梁部 12 と同様の材料および製造プロセスによって形成することができる。また、覆い板 20 は、梁部 12 のように振動することがないように、例えば厚みを増したり硬度を増したりして形成されている。

【 0 0 5 6 】

電極 21 は梁部 12 の電極 16 と同様の材料および製造プロセスによって形成することができ、スペーサー 22, 22 は梁部 12 を支持するスペーサー 15, 15 と同様の材料および製造プロセスにより形成することができる。スペーサー 22, 22 は、例えば、梁部 12 を支持するスペーサー 15, 15 と重なる配置で形成されている。

20

【 0 0 5 7 】

図 7 は、第 1 変形例の MEMS アンテナの電気的な接続構成を示す回路図である。

【 0 0 5 8 】

図 7 に示すように、上記の 3 つの電極 17, 16, 21 は、梁部 12 が変位することで各々の電気容量を変化させる 2 つの可変容量 C_v , C_v2 を構成するものである。詳細には、梁部 12 の電極 16 と基板 11 側の電極 17 によって一方の可変容量 C_v が構成され、梁部 12 の電極 16 と覆い板 20 の電極 21 によってもう一方の可変容量 C_v2 が構成される。また、これら 2 つの可変容量 C_v , C_v2 は直列に接続され、これらの直列回路に定電圧 E_1 が印加された構成にされる。

30

【 0 0 5 9 】

このような構成により、梁部 12 が変位すると、2 つの可変容量 C_v , C_v2 の容量値が互いに正負逆向きに変化する。それにより、可変容量 C_v の端子間に梁部 12 の変位に応じた電気信号が出力される。この構成によれば、図 4 に示した上述の回路と比較して、出力電圧の振幅をほぼ二倍近く大きくすることができる。

【 0 0 6 0 】

[MEMS アンテナの第 2 変形例]

図 8 は、MEMS アンテナの第 2 変形例を示すもので、(a) は縦断面図、(b) は基板面の平面図である。

40

【 0 0 6 1 】

第 2 変形例の MEMS アンテナ 10 E は、梁部 12 の磁性体 13 に磁力を与える構成として、永久磁石の代わりにコイル磁石（電磁石）25 を適用したものである。その他の構成は図 2 の構成とほぼ同様であり、同様の構成は同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 6 2 】

コイル磁石 25 は、図 8 (b) に示すように、配線を複数巻回してなり、この巻回された配線に定電流を流すことで所定の磁力を磁性体 13 に及ぼすものである。この実施形態においては、コイル磁石 25 は、基板 11 上の磁性体 13 の下方に配置されている。

【 0 0 6 3 】

このコイル磁石 25 は、例えば、基板 11 上の電極 17 E を形成する蒸着工程において

50

マスクパターンにコイル磁石 25 の配線パターンを付加することで、電極 17 E と同時に形成されたものである。図 8 (b) に示すように、電極 17 E の中央部位に隙間 17 1 が設けられ、この部位にコイル磁石 25 の巻回配線が形成されている。巻回された配線は多層配線により内側の配線が外側に引き出されている。

【 0 0 6 4 】

また、電極 17 E の中央部位から一方の端部にかけてスリット 17 2 が形成され、このスリット 17 2 の部位に、コイル磁石 25 の巻回配線から外部の端子 T 25 a , T 25 b まで伸びる引き出し線が形成されている。このように電極 17 E にスリット 17 2 を設けて、電極 17 E がコイル磁石 25 の巻回配線の全周を取り囲まないようにすることで、コイル磁石 25 に電流を流すときや停止させるときに、電極 17 E の巻回配線の周りで、巻回配線を周回するような渦電流が生じることを回避して、この渦電流によりコイル磁石 25 に影響が生じないようにされている。

10

【 0 0 6 5 】

この第 2 変形例の MEMS アンテナ 10 E によれば、電波受信時にコイル磁石 25 に定電流を流すことでコイル磁石 25 から磁性体 13 に所定の磁力を及ぼすことができる。そして、第 1 実施形態と同様の動作によって所定周波数帯の電波受信を行うことができる。

【 0 0 6 6 】

また、この第 2 変形例の MEMS アンテナ 10 E によれば、MEMS アンテナ 10 E の半導体製造プロセスから永久磁石を形成する工程を省くことができるので、MEMS アンテナ 10 E の製造プロセスの単純化を図ることができる。

20

【 0 0 6 7 】

また、コイル磁石 25 に流す電流を調整することで、コイル磁石 25 から梁部 12 の磁性体 13 に及ぼされる磁力の大きさを変化させることもできるという効果が得られる。

【 0 0 6 8 】

なお、本発明は、上記実施の形態に限られるものではなく、様々な変更が可能である。例えば、上記実施形態の MEMS アンテナ 10 やその第 1 と第 2 の変形例では、磁石 14 やコイル磁石 25 を梁部 12 の下方に配置しているが、スペーサーを介して上方に配置したり、側方に配置したり、種々に変更可能である。さらに、MEMS アンテナ 10 をチップ上に形成する MEMS 作製プロセスとは別の工程で、磁石やコイル磁石を後付するよう

30

【 0 0 6 9 】

また、上記実施形態では、MEMS アンテナ 10 , 10 a ~ 10 z をシリコン基板上に形成した例を示したが、シリコン基板に限られず、例えば、ガラス基板や有機材料などの上に集積することもできる。また、振動体として両端が支持され中央部位が上下に振動する梁部 12 を例示したが、例えば、片持支持されたカンチレバー型の振動体を適用したり、音叉構造の振動体を適用したりしても良い。

【 0 0 7 0 】

また、上記実施形態では、梁部 12 の一部に磁性体 13 を形成した例を示したが、梁部 12 の全体に磁性体を薄く形成するようにしても良い。また、梁部 12 自体を磁性体から構成するようにしても良い。また、電波信号の磁界成分を受けて磁性体のみで変位する大きさの電波信号を受信する構成であれば、磁性体に磁力を及ぼす磁石を省略しても良い。

40

【 0 0 7 1 】

また、上記実施形態では、MEMS アンテナ 10 , 10 a ~ 10 z を各地区の標準電波の周波数帯に合わせた例を示したが、受信する電波はタイムコードが含まれる標準電波に限られるものでなく、本発明のアンテナ装置および電波受信装置は種々の電波受信に利用することができる。また、梁部 12 の固有振動数を受信電波の周波数帯と一致させて形成した例を示したが、梁部 12 が実際に共振する場合に、本来の固有振動数から僅かに振動数がずれる場合には、受信電波の周波数帯にこのズレを反映させた固有振動数に形成するようにしても良い。

【 0 0 7 2 】

50

また、複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zを受信周波数帯をそれぞれ僅かずつずらした特性に形成し、プロセス誤差等に基づく受信周波数帯のズレや、装置のケーシングが電波に与える影響など外部要因による受信周波数帯のズレを、これら複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zの中から利用するMEMSアンテナを適宜選択することで吸収するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の実施形態の電波時計の全体を示す構成図である。

【図2】本発明の実施形態のMEMSアンテナの構成を示す斜視図である。

【図3】図2のMEMSアンテナの縦断面図である。

【図4】図2のMEMSアンテナの電気的な構成を示す回路図である。

【図5】MEMSアンテナと従来のコイル型アンテナとの周波数特性を表わしたグラフを示す。

【図6】MEMSアンテナの第1変形例を示す縦断面図である。

【図7】第1変形例のMEMSアンテナの電気的な接続構成を示す回路図である。

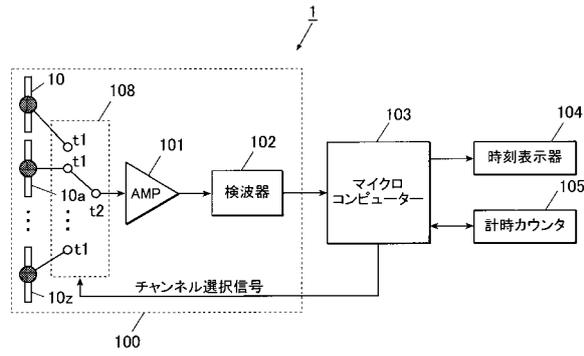
【図8】MEMSアンテナの第2変形例を示すもので、(a)は縦断面図、(b)は基板面の平面図である。

【符号の説明】

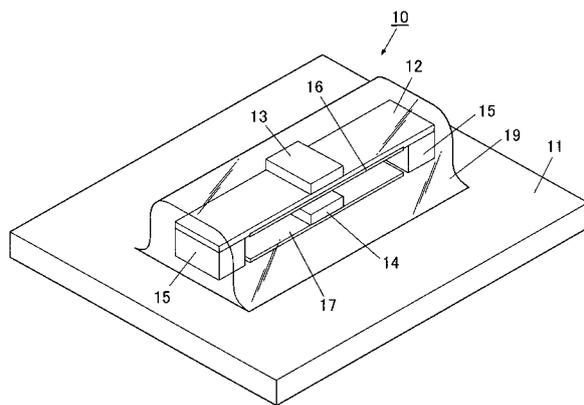
【0074】

1	電波時計	20
10, 10a~10z, 10A, 10E	MEMSアンテナ(アンテナ部)	
11	基板	
12	梁部	
13	磁性体	
14	永久磁石	
15	スペーサー	
16	電極(第1電極)	
17	電極(第2電極)	
20	覆い板	
21	電極(第3電極)	30
25	コイル磁石	
Cv, Cv2	可変容量	
100	電波受信部(受信装置)	
101	増幅器	
102	検波器(復調器)	
103	マイクロコンピュータ	
104	時刻表示器	
105	計時カウンタ	
108	スイッチ回路	

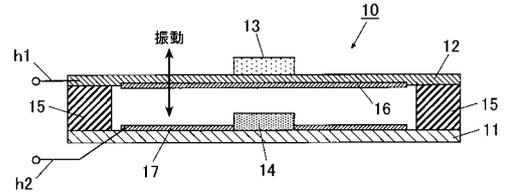
【図1】



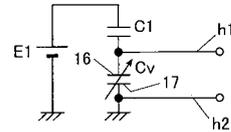
【図2】



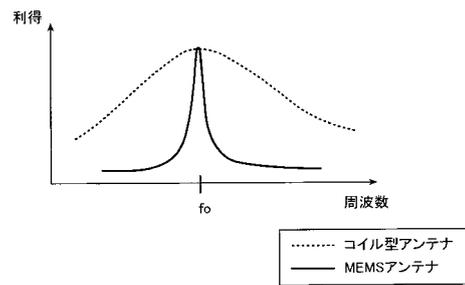
【図3】



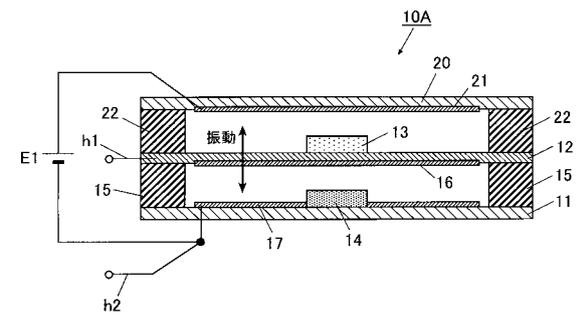
【図4】



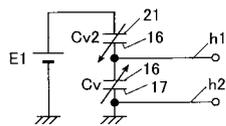
【図5】



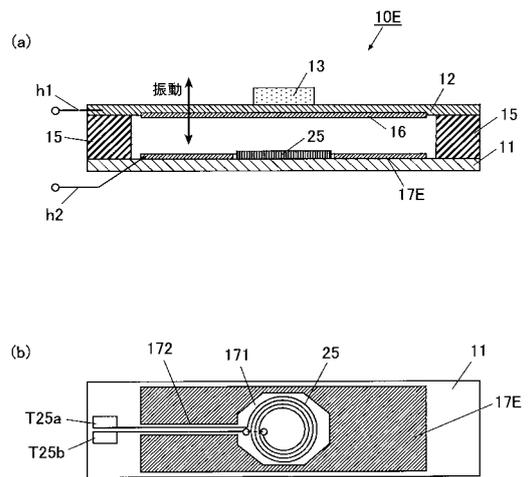
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 1 Q 9/02 (2006.01) H 0 1 Q 9/02

(56) 参考文献 特開 2 0 0 5 - 3 3 8 0 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 1 2 7 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 4 5 2 8 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 0 8 7 3 8 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 6 7 5 2 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 8 3 6 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 4 1 3 5 4 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 Q 1 / 3 6
G 0 4 G 5 / 0 0
G 0 4 G 2 1 / 0 4
H 0 1 Q 1 / 4 4
H 0 1 Q 9 / 0 2
H 0 1 Q 2 1 / 3 0