

(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2010-141492

(P2010-141492A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO1Q	1/36 (2006.01)	HO1Q 1/36	2F002
HO1Q	9/02 (2006.01)	HO1Q 9/02	2F101
GO4G	5/00 (2006.01)	GO4G 5/00	5J046
GO4C	9/02 (2006.01)	GO4C 9/02	
			J
			A

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-314413 (P2008-314413)  
 (22) 出願日 平成20年12月10日 (2008.12.10)

(71) 出願人 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  
 (74) 代理人 100090033  
 弁理士 荒船 博司  
 (74) 代理人 100093045  
 弁理士 荒船 良男  
 (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  
 Fターム(参考) 2F002 AA12 AC01 AC04 BB04 BB06  
 FA16  
 2F101 CJ12  
 5J046 AA02 AB00 PA07 PA09

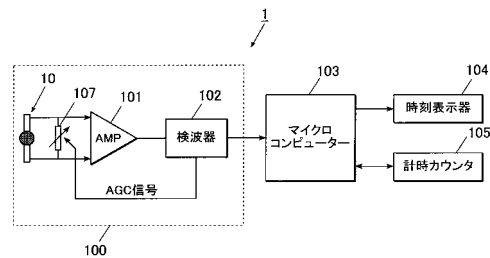
(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、受信装置および電波時計

(57) 【要約】

【課題】 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、電波信号の受信を行うアンテナ装置において、幅広い信号レベルの電波信号を受信可能とする。

【解決手段】 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たアンテナ部10を有したアンテナ装置において、振動体の外部磁界に対する変位の度合いを変化させる感度可変手段107と、取り込まれた電気信号に応じて感度可変手段107にAGC信号を出力する感度制御手段102とを備えている。

【選択図】 図1



**【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有したアンテナ装置であって、

前記振動体の外部磁界に対する変位の度合いを変化させる感度可変手段と、

取り込まれた前記電気信号に応じて前記感度可変手段による前記変位の度合いの変化量を調整する感度制御手段と、

を備えていることを特徴とするアンテナ装置。

10

**【請求項 2】**

前記感度可変手段は、

前記変換手段の出力に対して可変的なインピーダンスを付加する可変インピーダンス手段からな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】**

前記振動体に磁力を及ぼすコイル磁石を備え、

前記感度可変手段は、前記コイル磁石に流れる電流量を変化させる可変電流手段からな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】**

前記感度可変手段は、

前記振動体の周囲に配置されたコイルと、

前記コイルに流れる電流に対して可変的なインピーダンスを付加する可変インピーダンス手段と、

から構成されることを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

20

**【請求項 5】**

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有するアンテナ装置であって、

30

前記アンテナ部が、前記振動体の外部磁界による変位の度合いを異ならせて、複数設けられ、

さらに前記複数のアンテナ部の出力を合成して出力する合成手段を備えていることを特徴とするアンテナ装置。

**【請求項 6】**

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有するアンテナ装置であって、

40

前記アンテナ部が、前記振動体の外部磁界による変位の度合いを異ならせて、複数設けられ、

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アンテナ装置。

**【請求項 7】**

少なくとも前記アンテナ部が 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 ~ 6 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置。

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置と、

50

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 9】

請求項 8 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】

【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、タイムコードを含んだ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、巻線型のパーアンテナ、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パ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) 作製技術によって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。

【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】

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 MEMS の振動体は、電波信号の信号レベルが大きく変化した場合に、振動振幅が飽和して、電波信号の振幅に応じた振動が得られなくなるといった事態が発生することが考えられた。特に、高感度な受信を可能とするアンテナ構成では、検出限界の電波強度より 1000 倍以上の強度の電波信号が到来することも想定され、そのままの構成では、全てのレベルの電波信号を歪みなしに受信・再生することは難しいと考えられた。

【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、電波信号の受信を行うアンテナ装置において、幅広い信号レベルの電波信号を受信可能とすることにある。

【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

10

20

30

40

50

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有したアンテナ装置であって、

前記振動体の外部磁界に対する変位の度合いを変化させる感度可変手段と、

取り込まれた前記電気信号に応じて前記感度可変手段による前記変位の度合いの変化量を調整する感度制御手段と、

を備えていることを特徴としている。

【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、

前記感度可変手段は、

前記変換手段の出力に対して可変的なインピーダンスを付加する可変インピーダンス手段からなることを特徴としている。

10

【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、

前記振動体に磁力を及ぼすコイル磁石を備え、

前記感度可変手段は、前記コイル磁石に流れる電流量を変化させる可変電流手段からな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1記載のアンテナ装置において、

前記感度可変手段は、

前記振動体の周囲に配置されたコイルと、

前記コイルに流れる電流に対して可変的なインピーダンスを付加する可変インピーダンス手段と、

20

から構成されることを特徴としている。

【0011】

請求項5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有するアンテナ装置であって、

30

前記アンテナ部が、前記振動体の外部磁界による変位の度合いを異ならせて、複数設けられ、

さらに前記複数のアンテナ部の出力を合成して出力する合成手段を備えていることを特徴としている。

【0012】

請求項6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有するアンテナ装置であって、

40

前記アンテナ部が、前記振動体の外部磁界による変位の度合いを異ならせて、複数設けられ、

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。

【0013】

請求項7記載の発明は、請求項1～6の何れか1項に記載のアンテナ装置において、

少なくとも前記アンテナ部が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。

。

【0014】

50

請求項 8 記載の発明は、  
請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置と、  
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。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 記載の発明は、

請求項 8 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。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明に従うと、幅広い強度レベルの電波信号に対して正常な受信を行えるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 1 8 】

[ 第 1 実施形態 ]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態の電波時計の全体を示す構成図である。

【 0 0 1 9 】

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 MEMS アンテナ 10 と、MEMS アンテナ 10 の感度を変化させる感度可変手段および可変インピーダンス手段としての可変抵抗器 107 と、固定抵抗器 110 ( 図 4 参照 )、MEMS アンテナ 10 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、可変抵抗器 107、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。

【 0 0 2 0 】

可変抵抗器 107 は、MEMS アンテナ 10 の出力端子間に、MEMS アンテナ 10 の受信動作によって生じる電流を流して配線 h1, h2 間の電圧変化量を減少させることで、MEMS アンテナ 10 の受信動作を抑制し、さらに MEMS アンテナ 10 の Q 値を低下させることで MEMS アンテナ 10 の感度を低下させるように機能するものである。可変抵抗器 107 の抵抗値を変化させることで、MEMS アンテナ 10 の感度の低下量が変化する。

【 0 0 2 1 】

検波器 102 は、振幅変調された受信信号からタイムコードの検波を行う機能に加えて、感度制御手段としても機能するものであり、例えば、内部で受信信号の最大振幅を表わす信号を生成するとともに、この最大振幅が一定の範囲を超えないように上記の可変抵抗器 107 の抵抗値を変化させる AGC ( オートゲイン制御 ) 信号を生成するようになっている。例えば、受信信号の最大振幅が大きくなってきたら可変抵抗器 107 の抵抗値を低下させ、受信信号の最大振幅が小さくなってきたら可変抵抗器 107 の抵抗値を大きくさせるような AGC 信号を生成する。

【 0 0 2 2 】

なお、AGC 信号を生成する回路は、検波器 102 に設ける必要はなく、例えば、専用の AGC 回路を設け、この AGC 回路が検波器 102、増幅器 101、或いは、MEMS アンテナ 10 の出力を受けて上記のような AGC 信号を生成するようによっても良い。また、マイクロコンピュータ 103 が検波器 102 からの検波出力に基づきデジタル的な処理

10

20

30

40

50

によって上記のような A G C 信号を生成するように構成することもできる。

【 0 0 2 3 】

電波受信部 1 0 0 は、例えば、 M E M S アンテナ 1 0 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 1 0 0 とともに、マイクロコンピュータ 1 0 3 や計時カウンタ 1 0 5 も含めて 1 個の半導体基板上に形成することも可能である。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、第 1 実施形態の M E M S アンテナ 1 0 の構成を示す斜視図、図 3 は、この M E M S アンテナ 1 0 の縦断面図である。

【 0 0 2 5 】

M E M S アンテナ 1 0 は、 M E M S ( M i c r o E l e c t r o M e c h a n i c a l S y s t e m s ) 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、マイクロ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。

10

【 0 0 2 6 】

この M E M S アンテナ 1 0 は、図 2 や図 3 に示すように、基板 1 1 上に形成された梁部 1 2 と、梁部 1 2 の一部を固定している絶縁体からなるスペーサー 1 5 , 1 5 と、梁部 1 2 の可動範囲に形成された磁性体 1 3 と、梁部 1 2 の下側に固定された永久磁石 1 4 と、該梁部 1 2 に形成された面状の電極 ( 第 1 電極 ) 1 6 と、梁部 1 2 に対向する基板 1 1 上の部位に形成された面状の電極 1 7 ( 第 2 電極 ) 等から構成される。そして、梁部 1 2 の周囲に空間を設けて梁部 1 2 が上下に変位可能な状態で樹脂 1 9 等により周囲が封止されてなる。なお、梁部 1 2 自体に導電性を持たせることで、電極 1 6 を梁部 1 2 と共用にしても良い。

20

【 0 0 2 7 】

上記の構成のうち、梁部 1 2 と磁性体 1 3 によって振動体が構成され、電極 1 6 , 1 7 により梁部 1 2 の変位を電気信号に変換する変換手段が構成される。

【 0 0 2 8 】

梁部 1 2 は、例えば、シリコンにより形成されたものである。梁部 1 2 は、板状の構成であり、その長手方向が基板 1 1 に沿った向きで、一部の箇所 ( 例えば両端部 ) がスペーサー 1 5 , 1 5 を介して基板 1 1 に固定され、他の部位が空間をあけて基板 1 1 上に浮いた状態になっている。梁部 1 2 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 1 1 に対して上下に振動するようになっている。

30

【 0 0 2 9 】

梁部 1 2 の固有振動数は、梁部 1 2 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標準電波の搬送波の周波数 ( 例えば 6 0 k H z ) と同一になるように設定されている。また、梁部 1 2 に S i G e ( 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。

【 0 0 3 0 】

梁部 1 2 に形成される面状の電極 1 6 や、基板 1 1 に形成される面状の電極 1 7 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 1 2 に電極 1 6 を形成する代わりに、梁部 1 2 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 1 2 自体を電極としても良い。

40

【 0 0 3 1 】

電極 1 6 , 1 7 には、通常の半導体製造プロセスによって配線 h 1 , h 2 が接続され、これらの配線 h 1 , h 2 が基板 1 1 上に引き出された構成となっている。図 3 では、配線 h 1 , h 2 を単純化して示しているが、実際には、基板 1 1 側の配線 h 2 はそのまま基板 1 1 上の M E M S アンテナ 1 0 の外部まで引き出され、梁部 1 2 側の配線 h 1 はスペーサー 1 5 にコンタクトホールを形成して基板 1 1 上まで導いた後、基板 1 1 上の M E M S ア

50

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 (SiO<sub>2</sub>) などにより形成されたものである。

【0033】

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。

【0035】

図 4 は、この MEMS アンテナ 10 の電気的な構成を示す回路図である。

【0036】

図 4 に示すように、MEMS アンテナ 10 の電極 16, 17 は、梁部 12 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<sub>v</sub> を構成するものである。半導体基板には、この可変容量 C<sub>v</sub> と直列に容量素子 C<sub>1</sub> が接続され、これらの直列回路に電圧 E<sub>1</sub> 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 12 が変位して可変容量 C<sub>v</sub> の容量値が変化することで、可変容量 C<sub>v</sub> の端子間に梁部 12 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。なお、図 4 の容量素子 C<sub>1</sub> の代わりに抵抗素子を可変容量 C<sub>v</sub> に直列接続しても同様の作用が得られる。

【0037】

ここで、可変抵抗器 107 の作用について説明する。可変抵抗器 107 は、抵抗値が高く設定されているときには、殆ど電流を流さないため、上記梁部 12 の変位および可変容量 C<sub>v</sub> の容量変化に対してエネルギー的なロスを殆ど及ぼさない。適切に設定された固定抵抗器 110 も同様である。増幅器 101 の入力インピーダンスも非常に高いため、MEMS アンテナ 10 から増幅器 101 への電流流入は殆どなく、梁部 12 の変位および可変容量 C<sub>v</sub> の容量変化に対してエネルギー的なロスを殆ど及ぼさない。

【0038】

一方、可変抵抗器 107 の抵抗値が低い値に設定された場合、梁部 12 の変位によって可変容量 C<sub>v</sub> の容量値が変化することで、可変抵抗器 107 に電流が流れて電力消費が発生する。そして、この電力消費は梁部 12 の変位を抑制するように作用する。従って、可変抵抗器 107 の抵抗値が低い値に設定されることで、外部磁界に対する梁部 12 の変位の度合いが低下し、MEMS アンテナ 10 の受信感度を低くすることができる。

【0039】

次に、上記構成の電波時計 1 および電波受信部 100 の動作について説明する。

【0040】

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。

【0041】

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。

【0042】

10

20

30

40

50

MEMS 作製技術によって形成された梁部 12 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を有している。それゆえ、本実施形態の MEMS アンテナ 10 は、梁部 12 の固有振動数に対応した周波数帯（例えば 60 kHz）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 12 に作用力を及ぼして梁部 12 が共振するとともに、梁部 12 が電波信号の磁界成分の大きさに応じた変位を行う。

【0043】

この梁部 12 の変位は可変容量 C<sub>v</sub> の容量変化となっており、この容量変化に応じた電気信号が MEMS アンテナ 10 から増幅器 101 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 101 で増幅され、その後、検波器 102 に送られてタイムコードが検波される。

10

【0044】

一方、梁部 12 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 12 に作用力を及ぼすが、梁部 12 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 12 において吸収および打ち消されて梁部 12 は振動しない。従って、可変容量 C<sub>v</sub> の容量変化も生じず、MEMS アンテナ 10 の信号出力はほぼゼロとなる。

【0045】

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 12 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 10 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 101 と検波器 102 に送られることとなる。

20

【0046】

図 5 の実線に示すように、上記構成の MEMS アンテナ 10 によれば、非常に高い Q 値で、特定の周波数 f<sub>0</sub>（例えば 60 kHz）の電波のみを受信し、特定周波数 f<sub>0</sub> から外れた電波の入力を大幅にカットすることができる。比較用として、図 5 の点線にコイル型アンテナの周波数特性を示すが、図 5 の実線と点線の特性能の比較から分かるように、MEMS アンテナ 10 は、アンテナ自体の受信利得の Q 値がコイル型アンテナに比べて非常に高くなっている。

【0047】

次に、標準電波の信号レベルが非常に大きくなった場合について説明する。標準電波の信号レベルが過大になると、梁部 12 の振動振幅が最大振幅に達して飽和する。すると、標準電波を振幅変調しているタイムコードのハイレベル期間もローレベル期間も、梁部 12 の振動振幅にあまり変化が生じなくなる。このような場合、そのままでは、再生したタイムコードの信号波形は歪んでくる。

30

【0048】

そこで、この実施形態の電波受信部 100 では、MEMS アンテナ 10 の出力信号の振幅最大値が一定範囲を超えた場合に、それが検知されて、検波器 102 から可変抵抗器 107 の抵抗値を低下させるような AGC 信号が出力される。

【0049】

可変抵抗器 107 の抵抗値が下げられると、先に説明したように、可変抵抗器 107 での電力消費によって MEMS アンテナ 10 の梁部 12 の振動が抑制される。そして、この振動の抑制作用によって、過大な信号レベルの標準電波が受信されても、梁部 12 の振動振幅は可変抵抗器 107 による Q 値の低下により適性な範囲に収まる。すなわち、図 5 の一点鎖線の特性能に示されるように、MEMS アンテナ 10 の受信感度が低下して、過大な信号レベルの標準電波が受信されても、適度な信号レベルの受信信号を出力することができる。そして、この適度な信号レベルの受信信号が検波器 102 に送られて、この受信信号からタイムコードが検波される。

40

【0050】

マイクロコンピュータ 103 は、検波されたタイムコードを受けると、このタイムコー

50

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。

【0051】

以上のように、この実施の形態のMEMSアンテナ10および電波受信部100によれば、可変抵抗器107によりMEMSアンテナ10の受信感度を变化させることができる。従って、受信される標準電波の信号レベルが過大になった場合でも、受信感度を低下させることで、正常な電波受信を行うことができる。

【0052】

また、受信信号の振幅が過大になってきた場合に、検波器102から出力されるAGC信号により可変抵抗器107の抵抗値が自動的に低くなるように制御されるので、標準電波の信号レベルの変化に追従して、MEMSアンテナ10の感度が自動的に調整され、常に、正常な電波受信を行うことが可能となる。

10

【0053】

また、MEMSアンテナ10の梁部12の振動を抑制する感度可変手段として、MEMSアンテナ10の出力端子間に接続した可変抵抗器107を採用しているため、半導体製造プロセスによって感度可変手段を容易に形成することができ、また、感度可変手段のチップの占有面積も小さくできる。

【0054】

また、この実施形態の電波時計1によれば、MEMSアンテナ10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ので、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。

20

【0055】

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、金属の筐体に囲まれた電波時計の内部であっても、アンテナや受信回路の搭載箇所の自由度を増すことができる。

30

【0056】

[MEMSアンテナの変形例]

図6は、MEMSアンテナの変形例を示す縦断面図である。

【0057】

この変形例のMEMSアンテナ10A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10Aから比較的に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。

【0058】

この変形例のMEMSアンテナ10Aにおいては、梁部12の上方を覆うように板状の覆い板20が設けられ、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。

40

【0059】

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。

【0060】

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

50

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。

【0061】

図7は、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。

【0062】

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。また、受信信号を出力する可変容量 $C$ の両端子間には可変抵抗器107が接続されている。

10

【0063】

このような構成によれば、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。

【0064】

また、このような構成のMEMSアンテナ10Aにおいても、可変抵抗器107の抵抗値を変化させることで、梁部12の振動の抑制量を変化させて、過大な信号レベルの標準電波が到来したときでも、MEMSアンテナ10Aから正常な受信信号を出力させることが可能となる。

20

【0065】

[第2実施形態]

図8は、本発明の第2実施形態の電波受信部100Bを示す構成図である。

【0066】

第2実施形態の電波受信部100Bは、MEMSアンテナ10Eと、その受信感度を変化させる構成のみが、第1実施形態と異なるものである。第1実施形態と同様の構成については同一符号を付して説明を省略する。

30

【0067】

この実施形態の電波受信部100Bは、コイル磁石25を有したMEMSアンテナ10Eと、コイル磁石25に電流を出力するとともにAGC信号に応じて電流量を変化させる可変電流手段としてのVI変換器108と、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を検波したり受信感度を調整するAGC信号を出力する検波器102とを備えたものである。

【0068】

図9は、第2実施形態のMEMSアンテナ10Eを示すもので、(a)は縦断面図、(b)は基板面の平面図である。

【0069】

第2実施形態のMEMSアンテナ10E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。

40

【0070】

コイル磁石25は、図9(b)に示すように、配線を複数回巻回してなり、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。

【0071】

このコイル磁石25は、例えば、基板11上の電極17Eを形成する蒸着工程において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17Eと同時に形成されたものである。図9(b)に示すように、電極17Eの中央部位に隙間171が

50

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。

【0072】

また、電極 17E の中央部位から一方の端部にかけてスリット 172 が形成され、このスリット 172 の部位に、コイル磁石 25 の巻回配線から外部の端子 T25a, T25b 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 17E にスリット 172 を設けて、電極 17E 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 17E 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

【0073】

この第 2 実施形態の MEMS アンテナ 10E 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、その他は、第 1 実施形態の MEMS アンテナ 10 と同様の動作によって標準電波の受信を行うことができる。

【0074】

また、この第 2 実施形態の MEMS アンテナ 10E によれば、コイル磁石 25 に流す電流量を変化させることで、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ができる。コイル磁石 25 の磁力が小さくなることで、到来した外部磁界に対して梁部 12 の変位量が小さくなり、それにより、MEMS アンテナ 10E の受信感度が低下される。

20

【0075】

従って、標準電波の信号レベルが過大になって検波器 102 から出力される AGC 信号の電圧レベルが低くなると、VI 変換器 108 によってコイル磁石 25 に流れる電流が低くされて、MEMS アンテナ 10E の受信感度が低くされる。そして、このような制御によって、過大な信号レベルの標準電波に対しても正常な受信動作が行われて、適度な信号レベルの受信信号を出力することが可能となる。

【0076】

[第 3 実施形態]

図 10 は、本発明の第 3 実施形態の電波受信部を示す構成図である。

30

【0077】

第 3 実施形態の電波受信部 100C は、MEMS アンテナ 10F の構成と、MEMS アンテナ 10F の受信感度を変化させる構成のみが、第 1 や第 2 実施形態と異なるものである。第 1 と第 2 の実施形態と同様の構成については同一符号を付して説明を省略する。

【0078】

この実施形態の電波受信部 100C は、感度調整用コイル 25F を有した MEMS アンテナ 10F と、感度調整用コイル 25F に流れる電流に対して可変的な抵抗を付加する可変インピーダンス手段としての可変抵抗器 109 と、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を検波したり受信感度を調整する AGC 信号を出力する検波器 102 とを備えたものである。

40

【0079】

図 11 は、第 3 実施形態の MEMS アンテナ 10F を示すもので (a) はその縦断面図、(b) は感度調整用コイルの基板面を示す平面図である。

【0080】

この実施形態の MEMS アンテナ 10F は、図 6 に示した MEMS アンテナ 10A の覆い板 20 に、図 11 (a), (b) に示す感度調整用コイル 25F を形成したものである。感度調整用コイル 25F の巻回配線や引き出し線は、覆い板 20 の電極 21 を形成する半導体製造プロセスにおいてマスクパターンに感度調整用コイル 25F の配線パターンを付加することで形成することができる。

【0081】

50

この実施形態のMEMSアンテナ10Fによれば、可変抵抗器109の抵抗値が小さな値に設定されると、標準電波の磁界成分によって梁部12が振動したときに、梁部12の磁性体13によって生起される磁束の変化が感度調整用コイル25Fを貫く。そして、それにより、感度調整用コイル25Fに電流が流れて、この電流により可変抵抗器109で電力消費が発生する。この電力消費は梁部12の変位を抑制するように作用するため、外部磁界に対する梁部12の変位の度合いが低下し、MEMSアンテナ10Fの受信感度が低下することになる。

【0082】

さらに、可変抵抗器109の抵抗値が小さな値に設定されることで、標準電波の磁界成分によって感度調整用コイル25Fに電流が流れ、それにより標準電波の一部が吸収される。そして、これによりMEMSアンテナ10Fの受信感度が低下するように作用する。

10

【0083】

一方、可変抵抗器109の抵抗値が大きな値に設定されると、感度調整用コイル25Fには、梁部12の振動に起因した電流や、標準電波の磁界成分に起因した電流が流れなくなる。それゆえ、上記のような受信感度を低下させる作用は働かなくなる。従って、可変抵抗器107の抵抗値を変化させることで、MEMSアンテナ10Fの感度を調整することが可能となる。

【0084】

第3実施形態の電波受信部100Cにおいても、標準電波の信号レベルが過大になって検波器102から可変抵抗器109の抵抗値を下げるようなAGC信号が出力されることで、MEMSアンテナ10Fの受信感度が低くされる。そして、このような制御によって、過大な信号レベルの標準電波に対して正常な受信動作を行って、適度な信号レベルの受信信号を出力することが可能となる。

20

【0085】

なお、第3実施形態では、感度調整用コイル25Fを電極21の一部の範囲を切欠いてこの中に形成した例を示したが、感度調整用コイル25Fの形成方法や形成配置は種々の変形が可能である。

【0086】

図12には、感度調整用コイルの第1変形例を表わした平面図を、図13には、感度調整用コイルの第2変形例を表わした斜視図を示す。

30

【0087】

第1変形例の感度調整用コイル25Dは、図12に示すように、覆い板20から電極21を省き、その分、大きな範囲に感度調整用コイル25Dを形成したものである。感度調整用コイル25Dの巻回配線を大きく形成することで、MEMSアンテナ10Fの感度の調整幅を大きくすることができる。

【0088】

第2変形例の感度調整用コイル25Gは、図13に示すように、基板11上の梁部12の周囲に梁部12を取り巻くように巻回配線を形成したものである。図示は省略しているが、感度調整用コイル25Gの端子間には可変抵抗器が接続されている。

【0089】

40

感度調整用コイル25Gを、このような配置としても、梁部12の振動に起因して感度調整用コイル25Gに電流を流してMEMSアンテナ10Gの感度を変化させたり、外部から到来する標準電波の一部を感度調整用コイル25Gで吸収することでMEMSアンテナ10Gの感度を変化させることができる。

【0090】

[第4実施形態]

図14は、本発明の第4実施形態の電波受信部を示す構成図である。

【0091】

第4実施形態の電波受信部100Dは、受信感度の異なる複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zを設け、これらの中から到来した標準電波の信号レベルに適した受信感

50

度のMEMSアンテナを選択的に使用して電波受信を行うようにしたものである。

【0092】

この電波受信部100Dは、受信感度の異なる複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zと、これら複数の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201と、スイッチ回路201を介して取り込ま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を検波するとともにAGC信号を出力する検波器102と、AGC信号を受けてその大きさに応じたスイッチ回路201の切り換えを行う制御ロジック200等を備えている。

【0093】

複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zは、例えば、梁部12に形成される磁性体13の体積を異ならせることで、外部磁界に対する梁部12の変位量の度合い、すなわち、アンテナの受信感度をそれぞれ異ならせたものである。これら複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zは同一の製造プロセスにより同一のチップ上に形成されたものである。また、これら複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zにおいて、梁部12の固有振動数は皆同一に設定されている。

10

【0094】

スイッチ回路201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。

20

【0095】

制御ロジック200は、例えば、AGC信号の電圧レベルが高くなってきたらMEMSアンテナの接続が一段受信感度の低いものに切り換わるように選択信号を出力し、また、AGC信号の電圧レベルが低くなってきたらMEMSアンテナの接続が一段受信感度の高いものに切り換わるように選択信号を出力するように組まれている。

【0096】

このような構成の電波受信部100Dにおいても、スイッチ回路201の接続を切り換えることにより、異なる受信感度のMEMSアンテナ10, 10a~10zの何れか1つから電波受信が行われることになる。従って、受信される標準電波の信号レベルが過大になった場合に、受信感度の低いMEMSアンテナが選択されることで、正常な電波受信を行うことができる。

30

【0097】

[第5実施形態]

図15は、本発明の第5実施形態の電波受信部を示す構成図である。

【0098】

第5実施形態の電波受信部100Eは、受信感度の異なる複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zからそれぞれ出力される複数の受信信号を合成して、この合成された受信信号からタイムコードの検波を行うようにしたものである。

【0099】

この電波受信部100Eは、受信感度の異なる複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zと、複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zの出力を合成する合成器(合成手段)202と、合成器202を介して取り込ま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を検波する検波器102等から構成される。

40

【0100】

合成器202は、例えば、複数の入力信号の信号レベルをそのままアナログ的に加算して出力する回路である。

【0101】

この電波受信部100Eによれば、例えば、信号レベルの低い標準電波が受信された場合には、受信感度の高いMEMSアンテナ10zにおいて、梁部12の適度な振動が生じられて、適度な信号レベルの受信信号が出力される。また、受信感度の異なる他のMEM

50

Sアンテナ10, 10a...では、梁部12に生起される振動が小さくなって、この梁部12の振動により信号レベルの低い受信信号が出力される。そして、これらの受信信号が合成器202で合成されることで、タイムコードによる変調成分が大きく乗った受信信号を増幅器101に送ることができる。

【0102】

一方、信号レベルの非常に高い標準電波が受信された場合には、受信感度の低いMEMSアンテナ10において、梁部12の適度な振動が生起されて、適度の信号レベルの受信信号が出力される。また、受信感度の高いMEMSアンテナ10zでは、信号レベルの非常に高い標準電波によって梁部12の振動振幅が最大振幅に達して飽和する。そのため、このMEMSアンテナ10zからはタイムコードによる変調成分が余り含まれない受信信号が出力される。また、中間の受信感度のMEMSアンテナ10a...からは、これらの中間の受信信号が出力される。従って、これらの受信信号が合成器202で合成されることで、タイムコードによる変調成分が一定以上含まれた受信信号が出力されてこれを増幅器101に送ることができる。

10

【0103】

従って、この第5実施形態の電波受信部100Eにおいても、受信される標準電波の信号レベルが過大になった場合でも、正常な電波受信と正常なタイムコードの検波とを行うことが可能となる。

【0104】

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、上記第1と第3の実施形態では、可変インピーダンス手段として可変抵抗器を採用した例を示したが、梁部12の振動成分の信号を受けて振動変位量を可変にできるものであれば、抵抗器に限られるものではない。

20

【0105】

また、上記第1～第5の実施形態では、梁部12の磁性体13に磁力を及ぼす磁石14やコイル磁石25を、梁部12の下方に配置した例を示したが、スペーサーを介して梁部12の上方に配置したり、側方に配置したり、種々に変更可能である。さらに、MEMSアンテナの製造プロセスとは別の工程で、MEMSアンテナが形成されたチップに対して磁石やコイル磁石を後付するようにしても良い。

【0106】

また、上記第1～第5の実施形態では、MEMSアンテナ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化することもできる。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。

30

【0107】

また、上記第1～第5の実施形態では、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

【0108】

また、上記第1～第5の実施形態では、梁部12の固有振動数を受信電波の周波数帯と一致させた例を示したが、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ような場合には、この振動数のズレを反映させた特性で梁部12を形成するようにしても良い。

【0109】

また、第4と第5の実施形態においては、梁部12上の磁性体13の体積を異ならせることで、複数のMEMSアンテナ10, 10a～10zの受信感度をそれぞれ異ならせた例を示したが、例えば、個々のMEMSアンテナ10, 10a～10zごとに永久磁石1

50

4の磁力の大きさを異ならせるようにしても良いし、また、永久磁石14の代わりにコイル磁石25を適用させ、コイル磁石25に流す電流値を個々のMEMSアンテナ10, 10a~10zごとに異ならせるようにしても良い。また、複数のMEMSアンテナ10, 10a~10zを全て同一種類のものとする必要はなく、異なる構造のMEMSアンテナを混在させるようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】本発明の第1実施形態の電波時計の全体を示す構成図である。

【図2】図1のMEMSアンテナ10の構成を示す斜視図である。

【図3】図1のMEMSアンテナ10の縦断面図である。

10

【図4】図1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】本発明の第2実施形態の電波受信部を示す構成図である。

【図9】図8のMEMSアンテナを示すもので、(a)は縦断面図、(b)は基板面の平面図である。

【図10】本発明の第3実施形態の電波受信部を示す構成図である。

【図11】図10のMEMSアンテナを示すもので(a)はその縦断面図、(b)は感度調整用コイルの基板面を示す平面図である。

20

【図12】感度調整用コイルの第1変形例を示す平面図である。

【図13】感度調整用コイルの第2変形例を示す斜視図である。

【図14】本発明の第4実施形態の電波受信部を示す構成図である。

【図15】本発明の第5実施形態の電波受信部を示す構成図である。

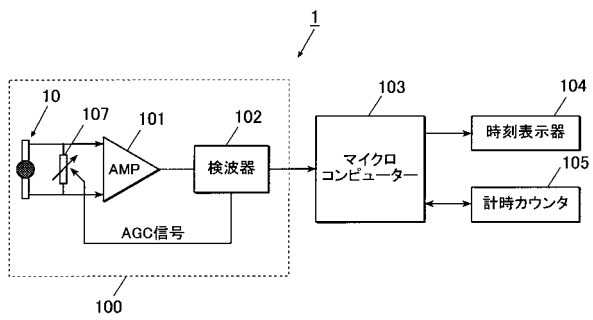
【符号の説明】

【0111】

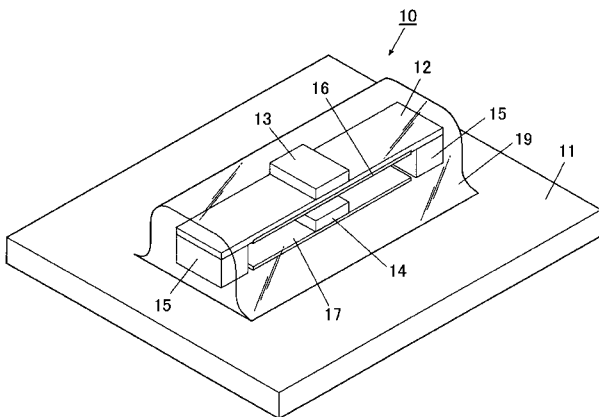
1	電波時計	
10, 10a~10z, 10A, 10F, 10G	MEMSアンテナ(アンテナ部)	
11	基板	30
12	梁部	
13	磁性体	
14	永久磁石	
15	スペーサー	
16	電極(第1電極)	
17	電極(第2電極)	
20	覆い板	
21	電極(第3電極)	
25	コイル磁石	
Cv, Cv2	可変容量	40
100, 100B~100E	電波受信部(受信装置)	
101	増幅器	
102	検波器(復調器)	
103	マイクロコンピュータ	
104	時刻表示器	
105	計時カウンタ	
107	可変抵抗器(可変インピーダンス手段)	
108	VI変換器(可変電流手段)	
25F, 25D, 25G	感度調整用コイル	
109	可変抵抗器(可変インピーダンス手段)	50

- 200 制御ロジック
- 201 スイッチ回路
- 202 合成器

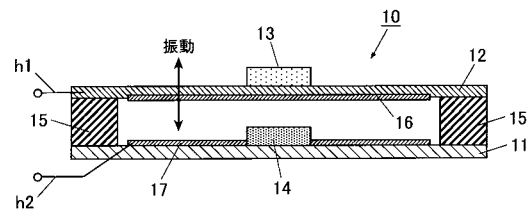
【図1】



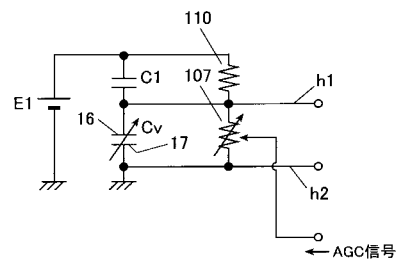
【図2】



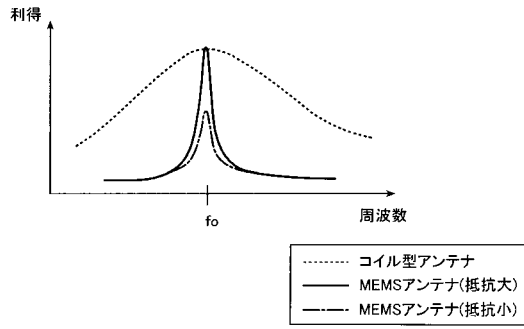
【図3】



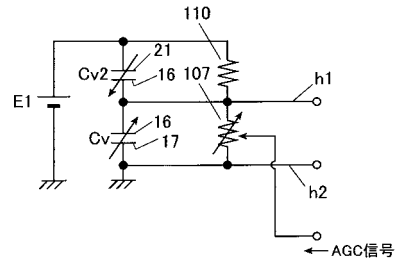
【図4】



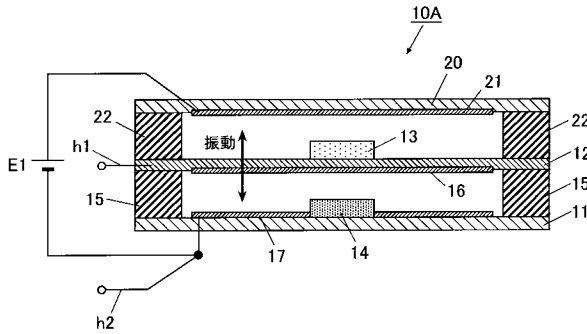
【図5】



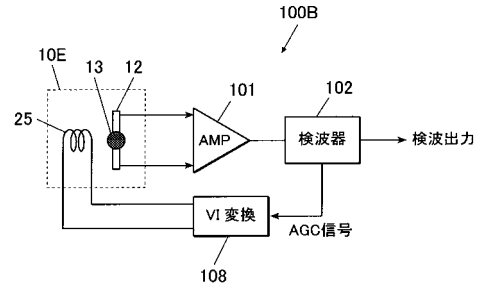
【図7】



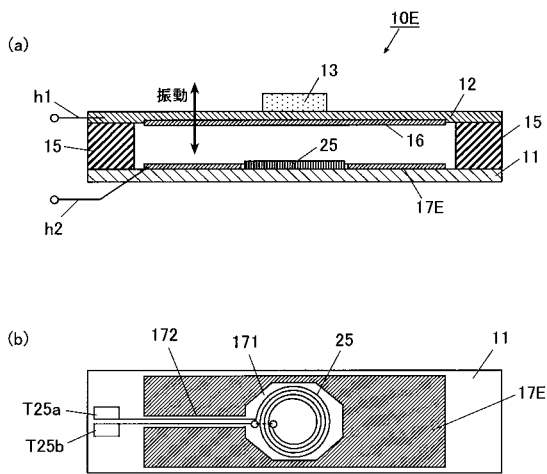
【図6】



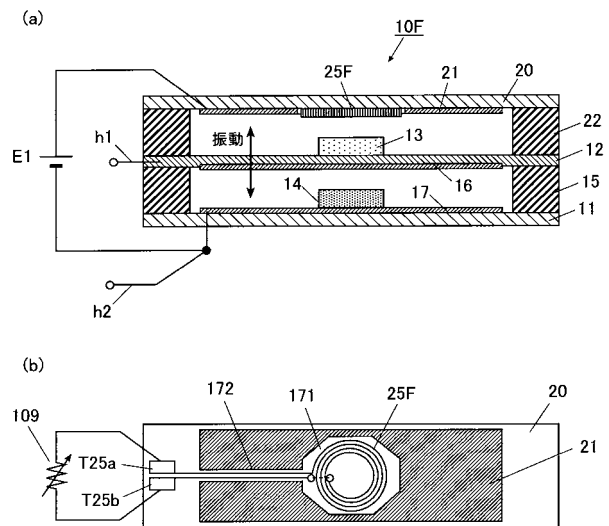
【図8】



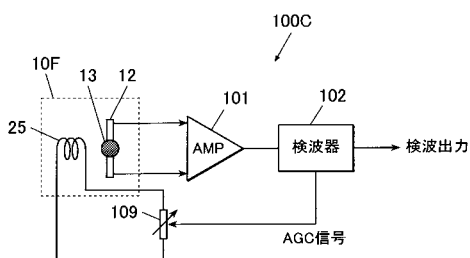
【図9】



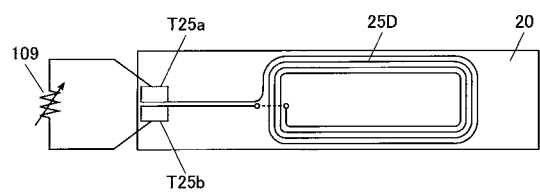
【図11】



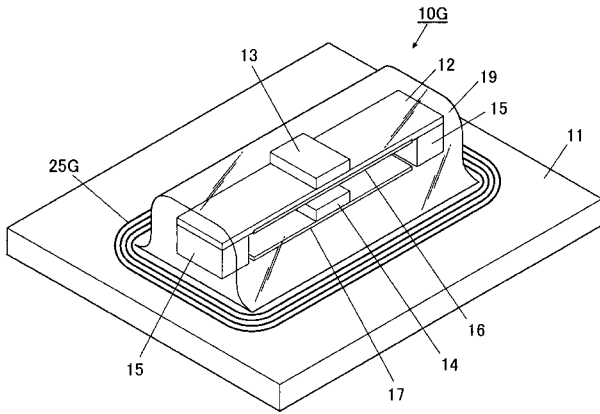
【図10】



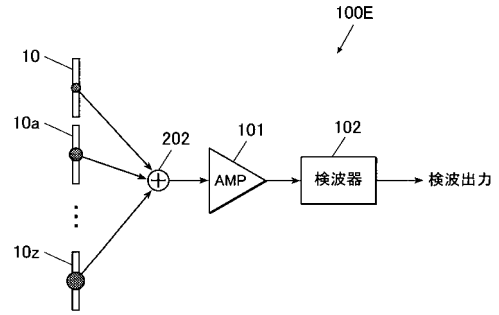
【図12】



【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



【 図 1 4 】

