

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4770792号  
(P4770792)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 Q	7/00	(2006.01)	HO 1 Q 7/00
HO 1 Q	1/38	(2006.01)	HO 1 Q 1/38
HO 1 Q	1/24	(2006.01)	HO 1 Q 1/24 Z

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2007-132344 (P2007-132344)	(73) 特許権者	000005832
(22) 出願日	平成19年5月18日 (2007.5.18)		パナソニック電気株式会社
(65) 公開番号	特開2008-288915 (P2008-288915A)		大阪府門真市大字門真1048番地
(43) 公開日	平成20年11月27日 (2008.11.27)	(74) 代理人	100084375
審査請求日	平成21年12月15日 (2009.12.15)		弁理士 板谷 康夫
		(74) 代理人	100121692
			弁理士 田口 勝美
		(74) 代理人	100125221
			弁理士 水田 慎一
		(72) 発明者	植田 真介
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内
		(72) 発明者	松本 一弘
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回路基板の実装面に対して略垂直となるように形成された微小ループアンテナと、前記回路基板の実装面に形成され、ダイポールアンテナとして機能するグランドパターンと、前記回路基板上に実装された無線回路部を備えたアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナを構成する導電路上に直列接続されたキャパシタンス成分をさらに備え、

前記微小ループアンテナへの給電点又は前記微小ループアンテナの前記グランドパターンへの接地点との間の導電路距離と、前記微小ループアンテナの前記グランドパターンへの接地点と前記キャパシタンス成分を直列接続する導電路上の接続点との間の導電路距離が、前記微小ループアンテナを構成する導電路に沿って流れ、微小ループアンテナとしての放射に寄与する電流（微小ループモード電流）と、前記グランドパターンを前記回路基板の長手方向に流れ、ダイポールアンテナとしての放射に寄与する電流（ダイポールモード電流）がほぼ同じ割合になるように設定されており、

導電体が近接している場合に、その導電体による前記微小ループアンテナの共振周波数の上昇を、前記ダイポールアンテナの共振周波数の低下により補償し、それにより、前記微小ループアンテナ及び前記ダイポールアンテナと前記無線回路部のインピーダンス不整合を防止又は低減したことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

前記微小ループアンテナは、前記回路基板に実装され、所定の断面形状を有する金属導

体により形成されたアンテナ素子を含み、前記アンテナ素子にスリットを形成したことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 3】

前記微小ループアンテナは、前記回路基板の両面にそれぞれ実装され、所定の断面形状を有する金属導体により形成された 2 つのアンテナ素子を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記微小ループアンテナは、前記回路基板の少なくとも一方の面に取り付けられた補助基板に形成された導体パターンを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記微小ループアンテナ及び前記回路基板を収容する非金属製の外郭ケースをさらに備え、前記外郭ケースの内面のうち、少なくとも前記微小ループアンテナ対向する箇所に、導電体をインサートし、導電性ペーストを塗布又は印刷し、あるいは導電性テープを貼り付けたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

ガラス面に取り付けられ、前記微小ループアンテナ及び前記回路基板を収容する非金属製の外郭ケースと、

前記ガラス面のうち、前記外郭ケースが取り付けられる面とは反対側の面に貼り付けられ、前記外郭ケースが取り付けられていることを外部から視認できないよう隠蔽する目隠しシールをさら備え、

前記目隠しシールの少なくとも前記微小ループアンテナと対向する箇所は導電性材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 7】

前記微小ループアンテナへの給電の位置を変更可能とする給電位置変更手段と、

テストモードにおいて、前記無線回路部から前記微小ループアンテナへテスト信号を出力したときに、前記無線回路部の出力インピーダンスと前記微小ループアンテナの入力インピーダンスの不整合により発生する反射波の大きさを計測する反射波計測手段と、

前記テストモードにおいて、前記給電位置変更手段により給電位置を少なくとも 2 箇所に設定して、それぞれの給電位置においての前記反射波の大きさを計測し、前記反射波の大きさが最小となるよう給電位置を決定する給電位置決定手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 8】

前記微小ループアンテナの接地位置を変更可能とする接地位置変更手段と、

テストモードにおいて、前記無線回路部から前記微小ループアンテナへテスト信号を出力したときに、前記無線回路部の出力インピーダンスと前記微小ループアンテナの入力インピーダンスの不整合により発生する反射波の大きさを計測する反射波計測手段と、

前記テストモードにおいて、前記接地位置変更手段にて接地位置を少なくとも 2 箇所に設定して、それぞれの接地位置においての前記反射波の大きさを計測し、前記反射波の大きさが最小となるよう接地位置を決定する接地位置決定手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信装置に用いられる微小ループアンテナを含むアンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、建造物の窓に取り付けられる防犯センサなどにおいては、個々の窓枠に取り付けられるセンサ本体と、守衛室などに設けられる親機との間で、無線通信を用いてデータの送受信が行われている。これらセンサ本体と親機との間で行われる無線通信の周波数は

10

20

30

40

50

固定されており、センサ本体に設けられる送信用アンテナは、その無線通信の周波数に合わせて設計されている。

【0003】

このような防犯センサのセンサ本体は、なるべく目立たないように小型に設計され、それに合わせて、送信用アンテナとして、例えば非特許文献1に示されているような微小ループアンテナが用いられている。微小ループアンテナは、ループアンテナの全長を送信波長の $1/10$ 以下程度にまで小さくしたものであり、微小ダイポールアンテナよりも雑音電界に強い特徴をもっている。

【0004】

微小ループアンテナを用いたアンテナ装置は、無線通信の周波数 $f_0$ に対して送信ロスが最も少なくなるようにループアンテナが設計されているが、金属板や人体などの導電体がアンテナ装置に、ある一定の距離よりも接近した場合には、微小ループアンテナの共振周波数がずれて、微小ループアンテナと無線回路部のインピーダンス整合が外れ、アンテナ装置の送信能力が低下するという問題点を有している。そのため、例えば従来のアンテナ装置を防犯センサに応用する場合、アルミサッシの窓枠などに取り付けて使用するためには、樹脂製の筐体をスペーサとして、微小ループアンテナをアルミサッシなどの導電体から離す必要があり、センサ本体の小型化が困難であるという問題点を有していた。

【0005】

なお、特許文献1には、開ループの微小ループアンテナのアンテナ利得の低下を抑制するために、キャパシタの使用及び微小ループアンテナを接地することが開示されている。

【非特許文献1】電子情報通信学会編 “アンテナ工学ハンドブック” P P. 62 - 63  
オーム社 第1版 1980年10月30日発行

【特許文献1】特許第3735635号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記の従来例の問題点を解決するためになされたものであり、導電体とアンテナ装置とが近接している場合でも、導電体によるアンテナの共振周波数ずれの影響を小さくして、アンテナ装置全体としての送信能力に低下を小さくし又は一定レベルの送信能力を維持しうるアンテナ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、請求項1の発明は、

回路基板の実装面に対して略垂直となるように形成された微小ループアンテナと、前記回路基板の実装面に形成され、ダイポールアンテナとして機能するグランドパターンと、前記回路基板上に実装された無線回路部を備えたアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナを構成する導電路上に直列接続されたキャパシタンス成分をさらに備え、

前記微小ループアンテナへの給電点又は前記微小ループアンテナの前記グランドパターンへの接地点との間の導電路距離と、前記微小ループアンテナの前記グランドパターンへの接地点と前記キャパシタンス成分を直列接続する導電路上の接続点との間の導電路距離が、前記微小ループアンテナを構成する導電路に沿って流れ、微小ループアンテナとしての放射に寄与する電流（微小ループモード電流）と、前記グランドパターンを前記回路基板の長手方向に流れ、ダイポールアンテナとしての放射に寄与する電流（ダイポールモード電流）がほぼ同じ割合になるように設定されており、

導電体が近接している場合に、その導電体による前記微小ループアンテナの共振周波数の上昇を、前記ダイポールアンテナの共振周波数の低下により補償し、それにより、前記微小ループアンテナ及び前記ダイポールアンテナと前記無線回路部のインピーダンス不整合を防止又は低減したことを特徴とする。

【0009】

10

20

30

40

50

請求項2の発明は、請求項1に記載のアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナは、前記回路基板に実装され、所定の断面形状を有する金属導体により形成されたアンテナ素子を含み、前記アンテナ素子にスリットを形成したことを特徴とする。

【0010】

請求項3の発明は、請求項1に記載のアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナは、前記回路基板の両面にそれぞれ実装され、所定の断面形状を有する金属導体により形成された2つのアンテナ素子を含むことを特徴とする。

【0011】

請求項4の発明は、請求項1に記載のアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナは、前記回路基板の少なくとも一方の面に取り付けられた補助基板に形成された導体パターンを含むことを特徴とする。

【0012】

請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナ及び前記回路基板を収容する非金属製の外郭ケースをさらに備え、前記外郭ケースの内面のうち、少なくとも前記微小ループアンテナ対向する箇所に、導電体をインサートし、導電性ペーストを塗布又は印刷し、あるいは導電性テープを貼り付けたことを特徴とする。

【0013】

請求項6の発明は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のアンテナ装置において、

ガラス面に取り付けられ、前記微小ループアンテナ及び前記回路基板を収容する非金属製の外郭ケースと、

前記ガラス面のうち、前記外郭ケースが取り付けられる面とは反対側の面に貼り付けられ、前記外郭ケースが取り付けられていることを外部から視認できないよう隠蔽する目隠しシールをさらに備え、

前記目隠しシールの少なくとも前記微小ループアンテナと対向する箇所は導電性材料で形成されていることを特徴とする。

【0014】

請求項7の発明は、請求項1乃至6のいずれか1項に記載のアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナへの給電の位置を変更可能とする給電位置変更手段と、

テストモードにおいて、前記無線回路部から前記微小ループアンテナへテスト信号を出力したときに、前記無線回路部の出力インピーダンスと前記微小ループアンテナの入力インピーダンスの不整合により発生する反射波の大きさを計測する反射波計測手段と、

前記テストモードにおいて、前記給電位置変更手段により給電位置を少なくとも2箇所に設定して、それぞれの給電位置においての前記反射波の大きさを計測し、前記反射波の大きさが最小となるよう給電位置を決定する給電位置決定手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0015】

請求項8の発明は、請求項1乃至6のいずれか1項に記載のアンテナ装置において、

前記微小ループアンテナの接地位置を変更可能とする接地位置変更手段と、

テストモードにおいて、前記無線回路部から前記微小ループアンテナへテスト信号を出力したときに、前記無線回路部の出力インピーダンスと前記微小ループアンテナの入力インピーダンスの不整合により発生する反射波の大きさを計測する反射波計測手段と、

前記テストモードにおいて、前記接地位置変更手段にて接地位置を少なくとも2箇所に設定して、それぞれの接地位置においての前記反射波の大きさを計測し、前記反射波の大きさが最小となるよう接地位置を決定する接地位置決定手段をさらに備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

請求項1の発明によれば、アンテナ装置には、微小ループモード電流とダイポールモー

10

20

30

40

50

ド電流が合成された電流が流れるため、導電体を接近させた際に、微小ループアンテナの共振周波数が上昇する効果と、ダイポールアンテナの共振周波数が低下する効果が互いに打ち消しあう。その結果、共振周波数の変化が極めて小さく、アンテナ（微小ループアンテナ及びダイポールアンテナとして機能するグランドパターン）に接続される無線回路部との不整合を防止又は低減することができる。

【0017】

キャパシタンス成分（静電容量）によりアンテナの共振周波数が調整され、接地線的位置を変更することによってアンテナ装置の入力インピーダンスが調整され、キャパシタの位置を変更することによって微小ループモード電流とダイポールモード電流の寄与率を調節することができる。従って、請求項2の発明によれば、微小ループモード電流とダイポールモード電流の寄与率がほぼ同じであるので、導電体を接近させた際の共振周波数の変化を極めて小さく、事実上無視できる程度に低減することができる。

10

【0018】

請求項2の発明によれば、アンテナ素子にスリットを設けることにより、アンテナ素子の抵抗値が増加し、共振のQ値が下がる。そのため、アンテナ特性がなだらかになり、帯域幅が広がるので、仮に微小ループアンテナの共振周波数がずれたとしても、アンテナ特性の劣化を小さくすることができる。

【0019】

請求項3の発明によれば、回路基板が両面実装基板である場合に、回路基板の両面にそれぞれ実装され、所定の断面形状を有する金属導体により形成された2つのアンテナ素子で微小ループアンテナを構成することにより、回路基板の実装密度を高くして、アンテナ装置の小型化を図ることができる。また、回路基板のいずれかの面に背の高い部品が実装される場合には、その面側のアンテナ素子の高さを、他方のアンテナ素子10の高さよりも高くすることができ、それにより、アンテナ装置の全体的な高さを抑制して、アンテナ装置を薄型化することができる。

20

【0020】

請求項4の発明によれば、変形しやすいアンテナ素子の代わりに補助基板を用いて微小ループアンテナを構成するので、外力に対するアンテナ装置の耐久性が向上する。そのため、建造物の窓に取り付けられる防犯センサのような用途だけでなく、加速度や衝撃が加えられるような移動体の内部での無線通信などにも使用することができる。

30

【0021】

請求項5の発明によれば、上記の効果に加えて、アンテナ装置が、窓ガラス、壁、机などに貼り付けられたとしても、微小ループアンテナから導電体の裏側は電気的に見えないため、貼り付けられる面の材質によらず、共振周波数の変化を小さくすることができ、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下をより小さくすることができる。

【0022】

請求項6の発明によれば、隣り合う他の窓ガラスのサッシ、網戸、雨戸などが窓ガラスと重なり合ったとしても、微小ループアンテナから目隠しシールの裏側は電気的に見えないため、アンテナ装置の共振周波数の変化を小さくすることができ、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下をより小さくすることができる。

40

【0023】

請求項7の発明によれば、アンテナ装置の出荷検査工程において、従来は手動で行っていた補正キャパシタンス量の調整を自動化できるため、アンテナ装置の製造コストを低減することができる。さらに、テストモードを実使用状態において定期的に行うことにより、設置環境による共振周波数のずれを定期的に補正し、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下を小さくすることができる。

【0024】

請求項8の発明によれば、アンテナ装置の出荷検査工程において、アンテナ装置を構成する各部品の性能のばらつき、寸法誤差、実装位置誤差などに起因する入力インピーダンスのばらつきを抑え、所望する送信周波数においてアンテナ利得のばらつきを抑えること

50

ができる。さらに、テストモードを実使用状態において定期的に行うことにより、設置環境による共振周波数のずれを定期的に補正し、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下を小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

(第1実施形態)

本発明に係るアンテナ装置の第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る微小ループアンテナを用いたアンテナ装置1Aの基本的な構成を示す。アンテナ装置1Aは、回路基板2と、回路基板2上に形成された第1導体パターン3及び第2導体パターン4、第1導体パターン3と第2導体パターン4の間に挿入されたキャパシタ(コンデンサ)5及び回路基板2上に実装された略コの字状のアンテナ素子10で構成された微小ループアンテナ11と、回路基板2上に実装された無線回路部12及び制御回路部13などで構成されている。また、回路基板2上にはグランドパターン6、第1導体パターン3とグランドパターン6を接続する接地線7、微小ループアンテナ11に信号を供給する給電線8などが設けられている。

10

【0026】

無線通信の周波数を $f_0$ とすると、無線回路部12からは周波数 $f_0$ の信号が出力され、微小ループアンテナ11は、ループ1周の全長が送信波長 $\lambda_0$ の $1/10$ になるように、その幅及び高さが設計されており、周波数 $f_0$ ( $=2/\lambda_0$ )でロスが最も少なくなる(アンテナ利得の低下を小さくする)ようにインピーダンス調整されている。具体的には、キャパシタ5の静電容量を適宜選択することにより、微小ループアンテナ11の共振周波数を調整している。また、アンテナの共振周波数が所望する周波数であると仮定して、給電線8と第1導体パターン3の接続点P1から、接地線7と第1導体パターン3の接続点P2までの距離 $X$ を変化させることで、アンテナ入力インピーダンス $S_{11}$ を調整することができる。

20

【0027】

無線回路部12から高周波信号が出力されると、アンテナ装置1Aに高周波電流が励起される。図2に示すように、この高周波電流は、微小ループアンテナ11を構成する導電路に沿って流れ微小ループアンテナ11としての放射に寄与する電流(微小ループモード電流) $I_1$ と、回路基板2の長手方向に流れ、回路基板2の長手方向のダイポールアンテナとしての放射に寄与する電流(ダイポールモード電流) $I_2$ の2つに分けて考えることができる。微小ループモード電流 $I_1$ は、微小ループアンテナ11によって構成される矩形と平行な方向に、微小ループ面と平行な偏波の電波(水平偏波成分)を励起する。一方、ダイポールモード電流 $I_2$ は、グランドパターン6の長手方向と垂直な方向に、グランドパターン6の長手方向と平行な偏波の電波(垂直偏波成分)を励起する。

30

【0028】

従来、微小ループアンテナを用いたアンテナ装置では、微小ループアンテナに流れる微小ループモード電流 $I_1$ によって励起される水平偏波成分のみに注目し、この水平偏波成分の振幅が最大になるように微小ループアンテナのインピーダンス調整が行われており、ダイポールモード電流 $I_2$ によって励起される垂直偏波成分は無視され、あるいはなるべく小さくなるように調整されていた。

40

【0029】

図3(a)に一般的なアンテナの送信周波数 $f$ と入力インピーダンスの特性を示す。図3(a)において、実線は送信周波数 $f_0$ に対して理想的なアンテナ特性を示す。設計段階では、送信周波数 $f_0$ に対して最もアンテナ利得が高くなるように、アンテナ特性が設定されている。実際には、部品誤差やその他の原因により、図中破線で示すように、アンテナ特性はこのグラフの上下及び/又は左右方向にシフトする。アンテナ特性が実際には破線で示すようなものであったとすると、送信周波数 $f_0$ では、アンテナ利得は設計基準値からかなり低下したものとなる。

50

## 【0030】

ところで、導電体とアンテナ装置とが近接している場合、微小ループアンテナとダイポールアンテナでは、逆の特性を示すことが知られている。図3(b)において、実線は、部品誤差などが無いと仮定した場合のアンテナ特性を示す。その状態で、微小ループアンテナのアンテナ特性は、導電体がアンテナ装置に接近すると、一点鎖線で示すように、このグラフの右方にシフトする(共振周波数が上昇する)性質を有している。一方、グランドパターン6によるダイポールアンテナは、導電体がアンテナ装置に接近すると、二点鎖線で示すように、このグラフの左方にシフトする(共振周波数が低下する)性質を有している。本発明では、この近接する導電体に対する微小ループアンテナとダイポールアンテナの逆の性質を利用して、アンテナ装置全体としてのアンテナ利得、すなわち送信能力の低下を小さくし又は一定レベルのアンテナ利得を維持しようとするものである。

10

## 【0031】

図1に示す第1実施形態に係るアンテナ装置1Aにおいては、前述のような微小ループモード電流とダイポールモード電流が合成された電流が流れるため、導電体を接近させた際に、微小ループアンテナの共振周波数が上昇する効果と、ダイポールアンテナの共振周波数が低下する効果が互いに打ち消しあう。その結果、共振周波数の変化が極めて小さく、アンテナ(微小ループアンテナ11及びダイポールアンテナとして機能するグランドパターン6)に接続される無線回路部12との不整合を防止又は低減することができる。

## 【0032】

次に、図1に示すアンテナ装置1Aに対して具体的な寸法を、図4(a)に示すように設定し、図4(b)に示すように導電体20に接近させた場合について、有限要素法により数値計算を行った。図5は、回路基板2と導電体20の距離Dに対するアンテナの共振周波数の変化を示すグラフである。

20

## 【0033】

アンテナ素子10は、高さ10mm、幅23mm、断面が1mm×1mmの銅(導電率 $5.8 \times 10^7$  S i m e n s / m)製である。回路基板2は、長手方向が120mm、幅25mm、厚みが0.8mm、材質はFR-4(比誘電率4.4、誘電正接0.02)である。グランドパターン6は、回路基板2上の銅箔パターンであり、長手方向が113mm、幅23mmである。給電線8、接地線7、第1導体パターン3及び第2導体パターン4は、グランドパターン6と同様に、回路基板2上の銅箔パターンである。給電線8と第1導体パターン3の接続点P1から、接地線7と第1導体パターン3の接続点P2までの距離は2.5mmである。キャパシタ5の静電容量は4.1pFである。

30

## 【0034】

図5からわかるように、接地線7と第1導体パターン3の接続点P2からキャパシタ5までの距離Yが短いときは、\*印で示すように、前述の微小ループモード電流に対して、ダイポールモード電流が支配的になり、アンテナ装置1Aを導電体20に接近させたときに共振周波数が低下する。逆に、接地線7と第1導体パターン3の接続点P2からキャパシタ5までの距離Yが長いときは、印で示すように、ダイポールモード電流に対して、微小ループモード電流が支配的になり、アンテナ装置1Aを導電体20に接近させたときに共振周波数が上昇する。例えば、アルミサッシの窓枠にこのアンテナ装置1Aを両面テープで貼り付けて使用する場合を想定すると、回路基板2と導電体20の距離は1mm程度と考えられる。この例では、印で示すように、Y=7.5mmのときに微小ループモード電流とダイポールモード電流のバランスがとれて、導電体20に接近させたときの共振周波数の変化が小さくなる。

40

## 【0035】

図6は、アンテナ装置1Aを設計する際のフローチャートである。このフローチャートに従って設計することにより、図4(a)に示す寸法とは異なる寸法のアンテナ装置についても、導電体が近接している場合における共振周波数の変化が小さくなるように設計することができる。

## 【0036】

50

まず、回路基板 2、グランドパターン 6、アンテナ素子 10 などの各部の位置及び寸法を定め、給電線 8 の位置を決定する（# 1）。次に、接地線 7 及びキャパシタ 5 の位置を仮決めし（# 2）、キャパシタ 5 の静電容量を仮決めする（# 3）。このようにして、仮に組み立てられたアンテナ装置 1 A の入力インピーダンスを測定する（# 4）。そして、測定した入力インピーダンスの値をスミスチャート上にプロットし、インピーダンスの軌跡がスミスチャートの中央を通るか否か判断する（# 5）。インピーダンスの軌跡がスミスチャートの中央を通らないときは（# 5 で No）、接地線 7 の位置、すなわち、接地線 7 と第 1 導体パターン 3 の接続点 P 2 までの距離 X を変更し（# 6）、上記ステップを繰り返す。

#### 【 0 0 3 7 】

インピーダンスの軌跡がスミスチャートの中央を通るときは（# 5 で Yes）、次に、アンテナ装置 1 A のアンテナ（微小ループアンテナ 11 及びダイポールアンテナとして機能するグランドパターン 6）の共振周波数が所望する送信周波数  $f_0$  に一致しているか否かを判断する（# 7）。微小ループアンテナ 11 の共振周波数が所望する送信周波数  $f_0$  に一致していないときは、キャパシタ 5 の静電容量を変更して、上記ステップを繰り返す。微小ループアンテナ 11 の共振周波数が所望する送信周波数  $f_0$  に一致しているときは、例えば、導電体 20 をアンテナ装置 1 A に対して想定している最接近距離に位置させた状態で、アンテナ装置 1 A の入力インピーダンスを測定する（# 9）。測定した入力インピーダンスから、アンテナ装置 1 A のアンテナの共振周波数が、所望する周波数からずれていないかどうか、あるいはずれていても許容できる範囲であるか否かを判断する（# 10）。アンテナ装置 1 A のアンテナの共振周波数が、所望する周波数から大きくずれているときは（# 10 で No）、キャパシタ 5 の位置を変更して、すなわち、接地線 7 と第 1 導体パターン 3 の接続点 P 2 からキャパシタ 5 までの距離 Y を変更して（# 11）、上記ステップを繰り返す。このように構成された第 1 実施形態に係るアンテナ装置 1 A によれば、導電体近接時にも共振周波数の変化が小さくなり、所望する送信周波数  $f_0$  において利得低下を小さくすることができる。

#### 【 0 0 3 8 】

なお、図 1 では給電線 8 とキャパシタ 5 の間に接地線 7 が配置されているが、給電線 8 と接地線 7 の位置を入れ替え、接地線 7 とキャパシタ 5 の間に給電線 8 を配置してもよい。また、トリマコンデンサをキャパシタ 5 と並列に挿入してもよい。その場合、部品性能のばらつき、部品の寸法誤差、実装位置誤差などに起因する共振周波数のずれを、トリマコンデンサの容量を調整することにより補正することができる。

#### 【 0 0 3 9 】

また、微小ループアンテナ 11 の利得を上げるには、ループの面積を広くすることが一般的であるが、デザイン性、携帯性、施工性、その他の制約により、ループの面積を広くすることができない場合もある。図 4 (a) に示す具体例では、アンテナ素子 10 の断面を  $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$  の正方形としたが、これに限定されるものではなく、必要に応じてアンテナ素子 10 の断面寸法を変更（例えば、厚さよりも幅を広く）してもよい。それにより、ループの面積を広くすることなく、利得を上げることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

あるいは、図 7 に示すように、アンテナ素子 10 の断面における幅を広くすると共に、アンテナ素子 10 にスリット 10 a を設けてもよい。なお、図 7 では、アンテナ素子 10 を構成する面のうち回路基板 2 と平行な面にのみスリット 10 a が設けられているが、回路基板 2 と垂直な面にスリットを設けてもよい。このように、アンテナ素子 10 にスリット 10 a を設けると、アンテナ素子 10 の抵抗値が増加し、共振の Q 値が下がる。そのため、図 8 において、破線で示す図 3 (a) に示す場合の特性と比較して、実線で示すようにアンテナ特性がなだらかになり、帯域幅が広がる。その結果、微小ループアンテナの共振周波数がずれたとしても、アンテナ特性の劣化を小さくすることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

（第 2 実施形態）

本発明のアンテナ装置の第2実施形態について説明する。図9は、第2実施形態に係るアンテナ装置1Bの構成を示す。図1に示す第1実施形態に係るアンテナ装置1Aと比較して、第2実施形態に係るアンテナ装置1Bでは、回路基板2が両面実装基板であり、第1のアンテナ素子10を回路基板2の第1面（例えば表面）に、第2のアンテナ素子10'を回路基板2の第2面（例えば裏面）に、それぞれ設けている。回路基板2の第1面側のランド2aと第2面側のランド2bは、それぞれスルーホールで電氣的に接続されている。

#### 【0042】

このように、回路基板2として両面実装基板を用い、微小ループアンテナ11を回路基板2と交差するように構成することにより、回路基板2の実装密度を高くして、アンテナ装置1Bの小型化を図ることができる。また、回路基板2の第1面又は第2面のいずれか（例えば第2面とする）に背の高い部品が実装される場合には、その背の高い部品が実装される面（第2面）側のアンテナ素子10'の高さを、他方の面（第1面）側のアンテナ素子10の高さよりも高くしてもよい。それにより、アンテナ装置1Bの全体的な高さを抑制することができる。このように、第2実施形態によれば、背の高い部品によって生じるスペースを有効活用し、アンテナ装置1Bを薄型化することができる。

#### 【0043】

##### （第3実施形態）

本発明のアンテナ装置の第3実施形態について説明する。図10は、第3実施形態に係るアンテナ装置1Cの構成を示す。図1に示す第1実施形態に係るアンテナ装置1Aと比較して、第3実施形態に係るアンテナ装置1Cでは、アンテナ素子10の代わりに、補助基板21を使用し、回路基板2上に形成された導体パターン2cと、補助基板21の一方の面（外面）に形成された導体パターン21a、21b及び端面スルーホール21cなどを利用して微小ループアンテナ11を構成している。

#### 【0044】

なお、回路基板2及び補助基板21として多層基板を用いてもよく、その場合、微小ループアンテナ11を構成する導体パターン2c、21a、21bなどは、必ずしも各基板の表面の表面に形成されている必要はなく、内層に形成されていてもよい。また、図10に示す構成例では、キャパシタ5を補助基板21上に配置しているが、キャパシタ5を回路基板2上に配置してもよい。さらに、給電線8及び接地線7は、端面スルーホール2dを介して補助基板21の導体パターン21aに接続されているが、給電線8及び接地線7を回路基板2上の導体パターン2cに接続するようにしてもよい。

#### 【0045】

このように、変形しやすいアンテナ素子10の代わりに補助基板21を用いて微小ループアンテナ11を構成することにより、外力に対するアンテナ装置1Cの耐久性が向上する。そのため、建造物の窓に取り付けられる防犯センサのような用途だけでなく、加速度や衝撃が加えられるような移動体の内部での無線通信などにも使用することができる。

#### 【0046】

また、図11に示すアンテナ装置1C'のように、回路基板2の両面に補助基板21及び22を設け、これら補助基板21及び21上の導体パターン21a、21b、22a及び端面スルーホール21c、22cなどを利用して微小ループアンテナ11を構成してもよい。この構成は、回路基板2が両面実装基板である場合に、特に有効である。

#### 【0047】

##### （第4実施形態）

本発明のアンテナ装置の第4実施形態について説明する。図12(a)は、第4実施形態に係るアンテナ装置1Dの概略構成を示す。第4実施形態に係るアンテナ装置1Dは、状規格実施形態におけるアンテナ装置1A、1B、1C及び1C'のいずれかの構成に、さらに、そのアンテナ装置を収容する非金属製の外郭ケース30を備え、この外郭ケース30の内面のうち、少なくとも微小ループアンテナ11に対向する箇所に、導電体31をインサートしたものである。

## 【0048】

アンテナ装置1Dが、窓ガラス、壁、机などに貼り付けられた状態で使用されることがあらかじめ予想される場合、外郭ケース30の面のうち、窓ガラス、壁、机などに貼り付けられると予想される面30aのうち微小ループアンテナ11に対向する箇所に、導電体31をインサートしておき、この状態で所望の共振周波数において整合がとれるようにアンテナ装置1Dの設計を行う。このような構成により、上記第1乃至第3実施形態の効果に加えて、アンテナ装置1Dが、窓ガラス、壁、机などに貼り付けられたとしても、微小ループアンテナ11から導電体31の裏側は電気的に見えないため、貼り付けられる面の材質によらず、共振周波数の変化を小さくすることができ、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下をより小さくすることができる。

10

## 【0049】

なお、導電体31をインサートする代わりに、図12(b)に示すように、外郭ケース30の内面のうち微小ループアンテナ11に対向する箇所に、導電性ペースト32を塗布又は印刷し、あるいは導電性テープを貼り付けても、同様の効果が得られる。また、これら導電体31、導電性ペースト32あるいは導電性テープは、回路基板2の前面、すなわち、ダイポールアンテナとして機能するグランドパターン6に対向する部分にも設けられていてもよい。

## 【0050】

## (第5実施形態)

本発明のアンテナ装置の第5実施形態について説明する。図13は、第5実施形態に係るアンテナ装置1Dの概略構成を示す。第5実施形態では、アンテナ装置1Eが両面テープによって窓ガラス40に貼り付けられた状態で使用される場合を想定している。

20

## 【0051】

窓ガラス40の外表面、すなわちアンテナ装置1Eが貼り付けられていない面には、アンテナ装置1Eが取り付けられていることが外部から視認できないようにするために、目隠しシール41が貼り付けられている。そして、この目隠しシール41のうち少なくとも微小ループアンテナ11と対向する箇所、より好ましくはアンテナ装置1Eの回路基板2に対向する箇所は、導電性材料で形成されている。なお、アンテナ装置1Eの外郭ケース30の面のうち微小ループアンテナ11に対向する箇所には、導電体、導電性ペースト、あるいは導電性テープは設けられていない。

30

## 【0052】

このように構成により、隣り合う他の窓ガラスのサッシ、網戸、雨戸など42がこの窓ガラス40と重なり合ったとしても、微小ループアンテナ11から目隠しシール41の裏側は電気的に見えないため、アンテナ装置1Eの共振周波数の変化を小さくすることができ、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下をより小さくすることができる。

## 【0053】

## (第6実施形態)

本発明のアンテナ装置の第6実施形態について説明する。図14は、第6実施形態に係るアンテナ装置1Fの概略構成を示す。第6実施形態に係るアンテナ装置1Fでは、微小ループアンテナ11のループに直列挿入されるキャパシタ5として、第1導体パターン3の一端と第2導体パターン4の一端をそれぞれくし状パターンとし、これら2つのくし状パターンを互いにかみ合わせるようにしたものである。このような構成によれば、部品を実装せずに、回路基板2の表面をパターン化するだけでキャパシタ5を実現することができるので、アンテナ装置1Fの部品点数削減によるコストダウンが可能となる。

40

## 【0054】

## (第7実施形態)

本発明のアンテナ装置の第7実施形態について説明する。図15は、第7実施形態に係るアンテナ装置1Gの概略構成を示す。第7実施形態に係るアンテナ装置1Gでは、微小ループアンテナ11のループに直列挿入されるキャパシタ5に対して並列に可変キャパシタ14を接続すると共に、回路基板2上に温度センサ15を実装したものである。

50

## 【 0 0 5 5 】

あらかじめ、制御回路部 1 3 のメモリ内に、キャパシタ 5 の温度特性を元にして、周囲温度に対応した補正キャパシタンス量のデータテーブルを記憶させておき、温度センサ 1 5 による温度計測値に応じてデータテーブルを参照して、可変キャパシタ 1 4 の補正キャパシタンス量を制御する。このような構成によれば、周囲温度の変化に関わらず、アンテナ装置 1 G 共振周波数の変化を小さくすることができ、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下をさらに小さくすることができる。

## 【 0 0 5 6 】

(第 8 実施形態)

本発明のアンテナ装置の第 8 実施形態について説明する。図 1 6 は、第 8 実施形態に係るアンテナ装置 1 H の概略構成を示す。第 8 実施形態に係るアンテナ装置 1 H では、微小ループアンテナ 1 1 のループに直列挿入されるキャパシタ 5 に対して並列に可変キャパシタ 1 4 を接続すると共に、無線回路部 1 2 から出力された信号の反射波の大きさを計測する検波回路 1 6 を備えたものである。

10

## 【 0 0 5 7 】

アンテナ装置の出荷検査工程において、制御回路部 1 3 をテストモードに設定し、可変キャパシタ 1 4 の補正キャパシタンス量を所定の値に設定した状態で、無線回路部 1 2 よりテスト信号を出力する。このとき、無線回路部 1 2 の出力インピーダンスと、微小ループアンテナ 1 1 の入力インピーダンスの整合状態により、反射波が発生する。この反射波の大きさを無線回路部 1 2 内の検波回路 1 6 によって計測する。次に、制御回路部 1 3 からの制御信号により可変キャパシタ 1 4 の補正キャパシタンス量を別の値に設定し、同様に反射波の大きさを計測する。このようにして、複数の補正キャパシタンス量に対してそれぞれ反射波の大きさを計測し、最も反射波が小さくなる補正キャパシタンス量を求める。

20

## 【 0 0 5 8 】

このような構成によれば、アンテナ装置の出荷検査工程において、従来は手動で行っていた補正キャパシタンス量の調整を自動化できるため、アンテナ装置の製造コストを低減することができる。さらに、テストモードを実使用状態において定期的に行うことにより、設置環境による共振周波数のずれを定期的に補正し、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下を小さくすることができる。なお、テストモードでは、無線回路部 1 2 よりテスト信号を出力する必要があるため、本来行う通信とテストモードとを同時に実行することはできない。間欠的に通信を行う無線装置においては、1 つの通信シーケンスが完了した直後は、通信を行わない時間が存在する。この通信を行わない時間を利用してテストモードを実行することにより、本来行うべき通信を妨げることなく、確実にテストモードを実行することができる。

30

## 【 0 0 5 9 】

(第 9 実施形態)

本発明のアンテナ装置の第 9 実施形態について説明する。図 1 7 は、第 9 実施形態に係るアンテナ装置 1 J の概略構成を示す。第 9 実施形態に係るアンテナ装置 1 J では、無線回路部 1 2 から出力された信号の反射波の大きさを計測する検波回路 1 6 と、給電線 8 の経路を切り替えて給電線 8 と第 1 導体パターン 3 との接続点 P 1 の位置を変更することができる切り替えスイッチ 1 7 を備えたものである。

40

## 【 0 0 6 0 】

アンテナ装置の出荷検査工程において、制御回路部 1 3 をテストモードに設定し、切り替えスイッチ 1 7 により給電線 8 と第 1 導体パターン 3 との接続点 P 1 を所定の位置に設定した状態で、無線回路部 1 2 よりテスト信号を出力する。このとき、無線回路部 1 2 の出力インピーダンスと、微小ループアンテナ 1 1 の入力インピーダンスの整合状態により、反射波が発生する。この反射波の大きさを無線回路部 1 2 内の検波回路 1 6 によって計測する。次に、制御回路部 1 3 からの制御信号により切り替えスイッチ 1 7 を切り替えて、同様に反射波の大きさを計測する。このようにして、給電線 8 の経路を複数設定し、そ

50

それぞれの経路に対する反射波の大きさを計測し、最も反射波が小さくなる経路を求める。切り替えスイッチ 17 は、機械的に経路を切り替えるものでもよいし、ダイオードスイッチのような電氣的に経路を切り替えるものでもよい。

#### 【0061】

このような構成によれば、アンテナ装置の出荷検査工程において、アンテナ装置を構成する各 부품の性能のばらつき、寸法誤差、実装位置誤差などに起因する入力インピーダンスのばらつきを抑え、所望する送信周波数においてアンテナ利得のばらつきを抑えることができる。さらに、テストモードを実使用状態において定期的に行うことにより、設置環境による共振周波数のずれを定期的に補正し、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下を小さくすることができる。なお、テストモードでは、無線回路部 12 よりテスト信号を出力する必要があるため、本来行う通信とテストモードとを同時に実行することはできない。間欠的に通信を行う無線装置においては、1つの通信シーケンスが完了した直後は、通信を行わない時間が存在する。この通信を行わない時間を利用してテストモードを実行することにより、本来行うべき通信を妨げることなく、確実にテストモードを実行することができる。

10

#### 【0062】

(第10実施形態)

本発明のアンテナ装置の第10実施形態について説明する。図18は、第10実施形態に係るアンテナ装置 1K の概略構成を示す。第10実施形態に係るアンテナ装置 1K では、無線回路部 12 から出力された信号の反射波の大きさを計測する検波回路 16 と、接地線 7 の経路を切り替えて接地線 7 と第1導体パターン 3 との接続点 P2 の位置を変更することができる切り替えスイッチ 18 を備えたものである。

20

#### 【0063】

アンテナ装置の出荷検査工程において、制御回路部 13 をテストモードに設定し、切り替えスイッチ 18 により接地線 7 と第1導体パターン 3 との接続点 P2 を所定の位置に設定した状態で、無線回路部 12 よりテスト信号を出力する。このとき、無線回路部 12 の出力インピーダンスと、微小ループアンテナ 11 の入力インピーダンスの整合状態により、反射波が発生する。この反射波の大きさを無線回路部 12 内の検波回路 16 によって計測する。次に、制御回路部 13 からの制御信号により切り替えスイッチ 18 を切り替えて、同様に反射波の大きさを計測する。このようにして、接地線 7 の経路を複数設定し、それぞれの経路に対する反射波の大きさを計測し、最も反射波が小さくなる経路を求める。切り替えスイッチ 18 は、機械的に経路を切り替えるものでもよいし、ダイオードスイッチのような電氣的に経路を切り替えるものでもよい。

30

#### 【0064】

このような構成によれば、アンテナ装置の出荷検査工程において、アンテナ装置を構成する各 부품の性能のばらつき、寸法誤差、実装位置誤差などに起因する入力インピーダンスのばらつきを抑え、所望する送信周波数においてアンテナ利得のばらつきを抑えることができる。さらに、テストモードを実使用状態において定期的に行うことにより、設置環境による共振周波数のずれを定期的に補正し、所望する送信周波数においてアンテナ利得の低下を小さくすることができる。なお、テストモードでは、無線回路部 12 よりテスト信号を出力する必要があるため、本来行う通信とテストモードとを同時に実行することはできない。間欠的に通信を行う無線装置においては、1つの通信シーケンスが完了した直後は、通信を行わない時間が存在する。この通信を行わない時間を利用してテストモードを実行することにより、本来行うべき通信を妨げることなく、確実にテストモードを実行することができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0065】

【図1】本発明に係るアンテナ装置の第1実施形態の構成を示す斜視図。

【図2】本発明に係るアンテナ装置における微小ループモード電流及びダイポールモード電流の方向と、それらのアンテナによる水平偏向成分及び垂直偏向成分の関係を示す斜視

50

図。

【図3】(a)は一般的なアンテナの送信周波数と入力インピーダンスの特性を示すグラフ、(b)は本発明の原理を説明するグラフであり、実線は部品誤差などが無いと仮定した場合のアンテナ特性、一点鎖線は導電体がアンテナ装置に接近したときの微小ループアンテナのアンテナ特性、二点鎖線は導電体がアンテナ装置に接近したときのダイポールアンテナの特性を示す。

【図4】(a)は第1実施形態における具体的な設計寸法例を示す斜視図、(b)はアンテナ装置を導電体に近づけた状態を示す側面図。

【図5】アンテナ装置を導電体に近接させた場合について有限要素法により数値計算を行った結果を示すグラフ。

【図6】第1実施形態におけるアンテナ装置を設計するためのフローチャート。

【図7】第1実施形態における変形例の構成を示す斜視図。

【図8】図7に示す変形例におけるスリットの効果を示すグラフ。

【図9】本発明に係るアンテナ装置の第2実施形態の構成を示す斜視図。

【図10】本発明に係るアンテナ装置の第3実施形態の構成を示す斜視図。

【図11】第3実施形態における変形例の構成を示す斜視図。

【図12】(a)は本発明に係るアンテナ装置の第4実施形態の構成を示す側部断面図、(b)は第4実施形態の変形例の構成を示す側部断面図。

【図13】本発明に係るアンテナ装置の第5実施形態の構成を示す側部断面図。

【図14】本発明に係るアンテナ装置の第6実施形態の構成を示す斜視図。

【図15】本発明に係るアンテナ装置の第7実施形態の構成を示す斜視図。

【図16】本発明に係るアンテナ装置の第8実施形態の構成を示す斜視図。

【図17】本発明に係るアンテナ装置の第9実施形態の構成を示す斜視図。

【図18】本発明に係るアンテナ装置の第10実施形態の構成を示す斜視図。

【符号の説明】

【0066】

1 A、1 B、1 C、1 D、1 E、1 F、1 G、1 H、1 J、1 K アンテナ装置

2 回路基板

3 第1導体パターン

4 第2導体パターン

5 キャパシタ

6 グランドパターン

7 接地線

8 給電線

10 アンテナ素子

10 a スリット

11 微小ループアンテナ

12 無線回路部

13 制御回路部(給電位置決定手段、接地位置決定手段)

14 可変キャパシタ

15 温度センサ

16 検波回路(反射波計測手段)

17 切り替えスイッチ(給電位置変更手段)

18 切り替えスイッチ(接地位置変更手段)

20 導電体

21、22 補助基板

21 a、21 b、22 a 導体パターン

30 外郭ケース

31 導電体

32 導電性ペースト又は導電性テープ

10

20

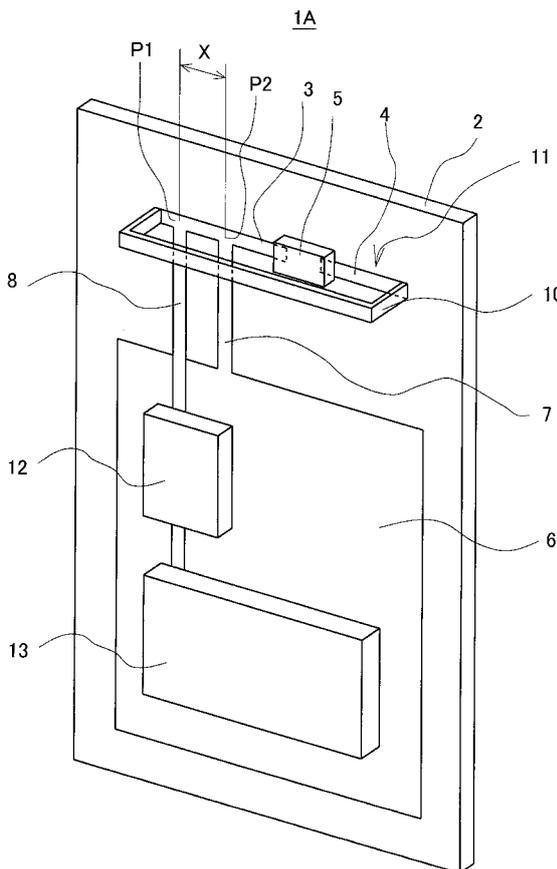
30

40

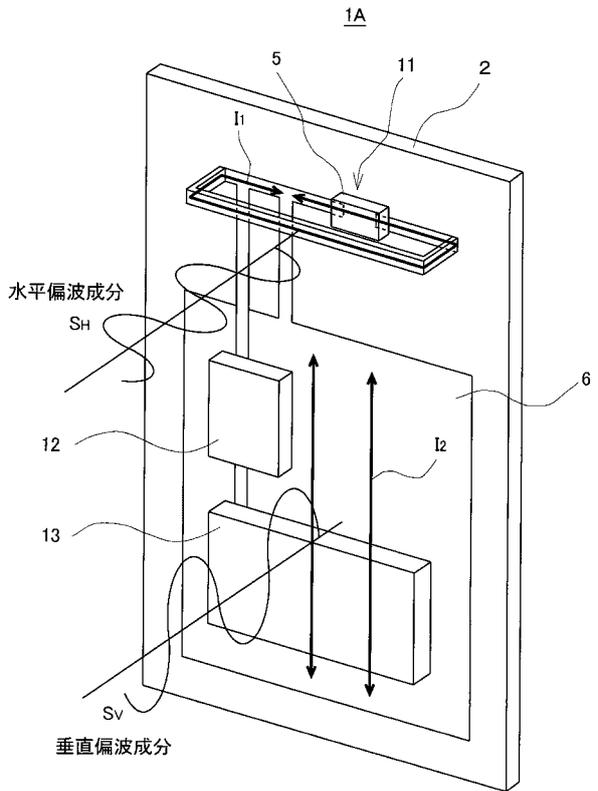
50

- P 1 給電線 8 と第 1 導体パターン 3 の接続点
- P 2 接地線 7 と第 1 導体パターン 3 の接続点
- X 接続点 P 1 から接続点 P 2 までの距離 X
- Y 接続点 P 2 からキャパシタ 5 までの距離
- $I_1$  微小ループモード電流
- $I_2$  ダイポールモード電流
- $S_{11}$  アンテナ入力インピーダンス
- $f_0$  送信周波数

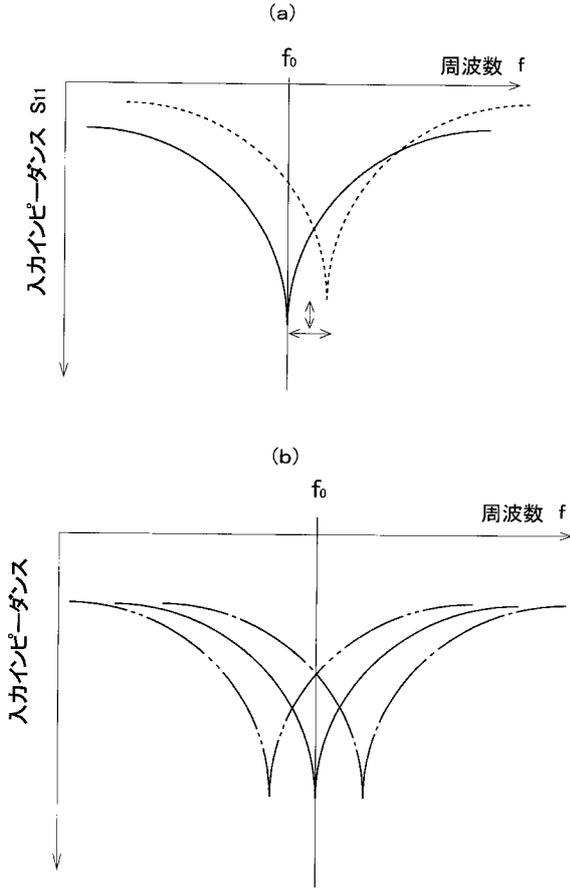
【図 1】



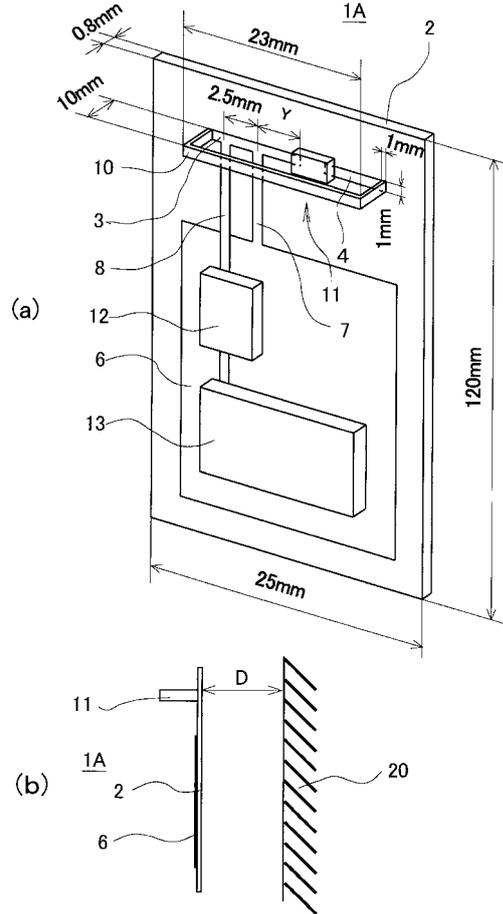
【図 2】



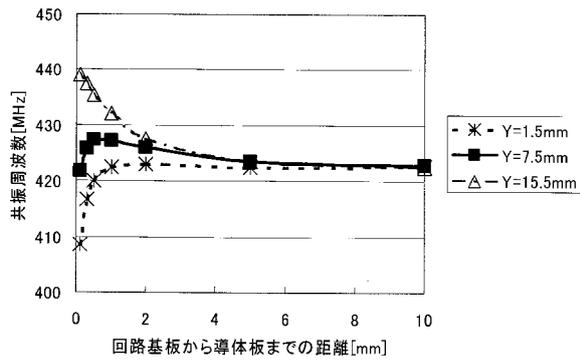
【図3】



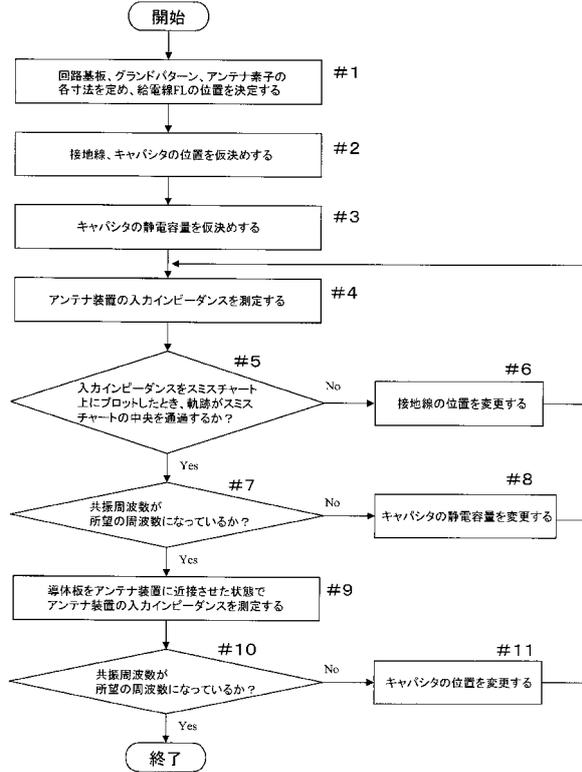
【図4】



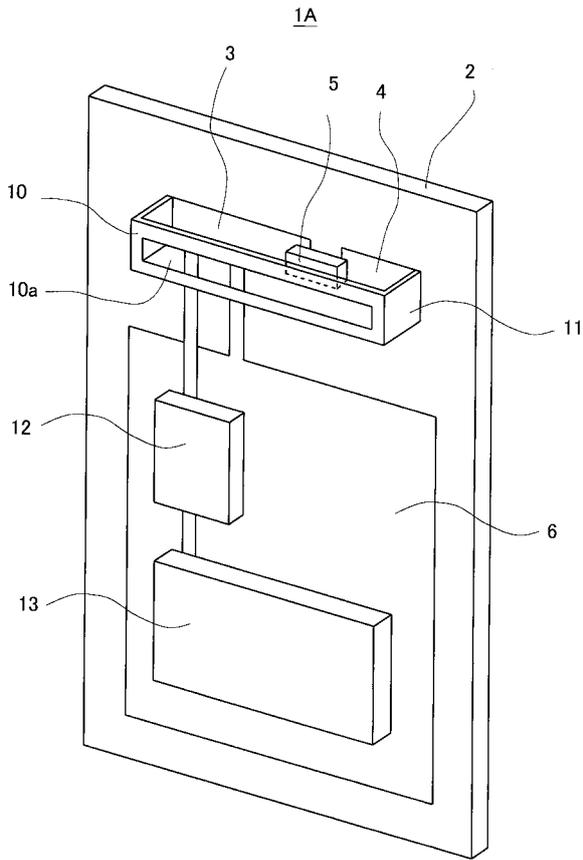
【図5】



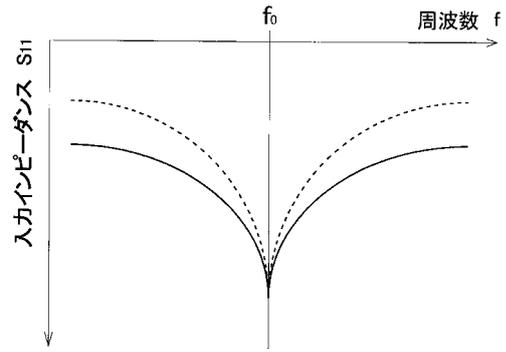
【図6】



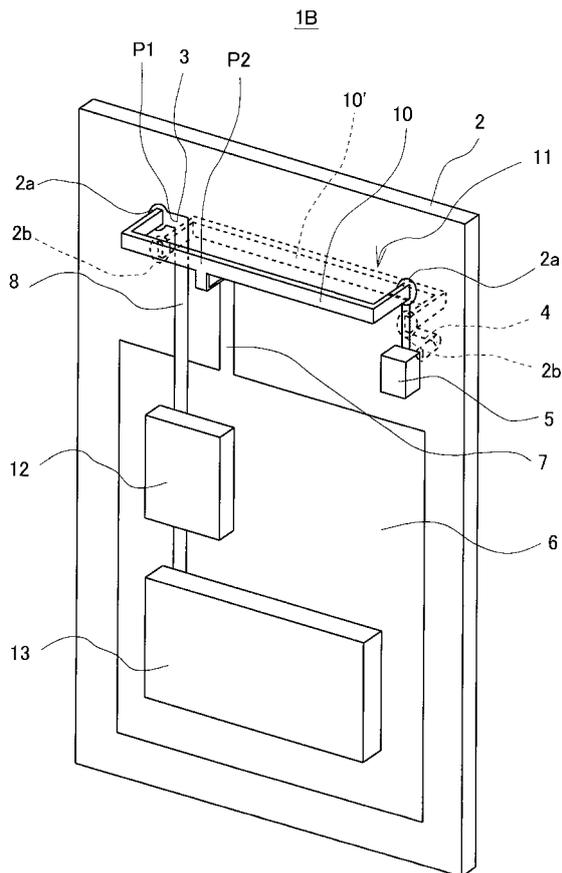
【図7】



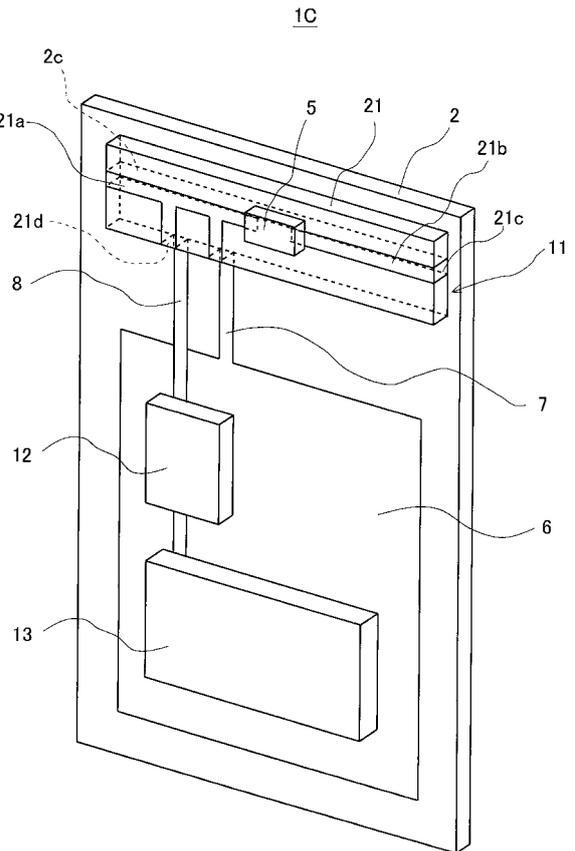
【図8】



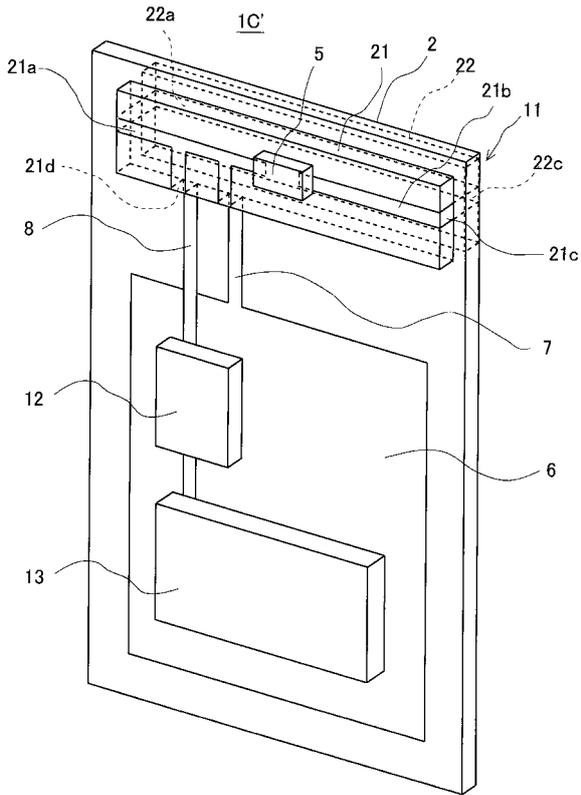
【図9】



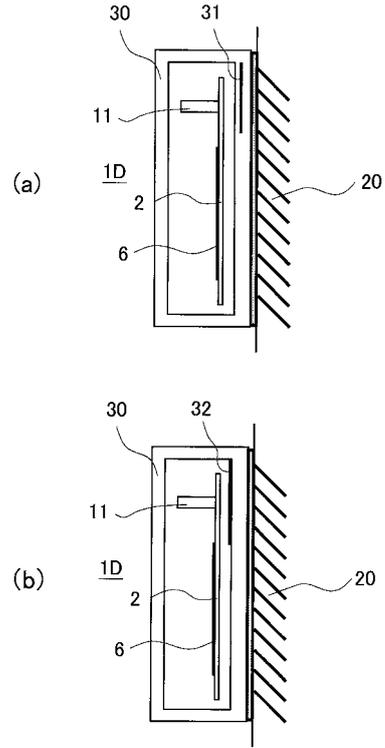
【図10】



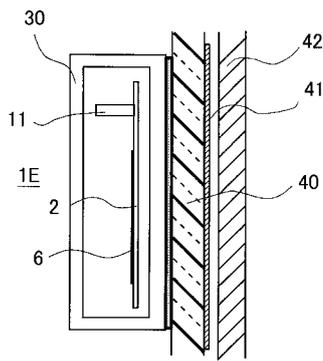
【図 1 1】



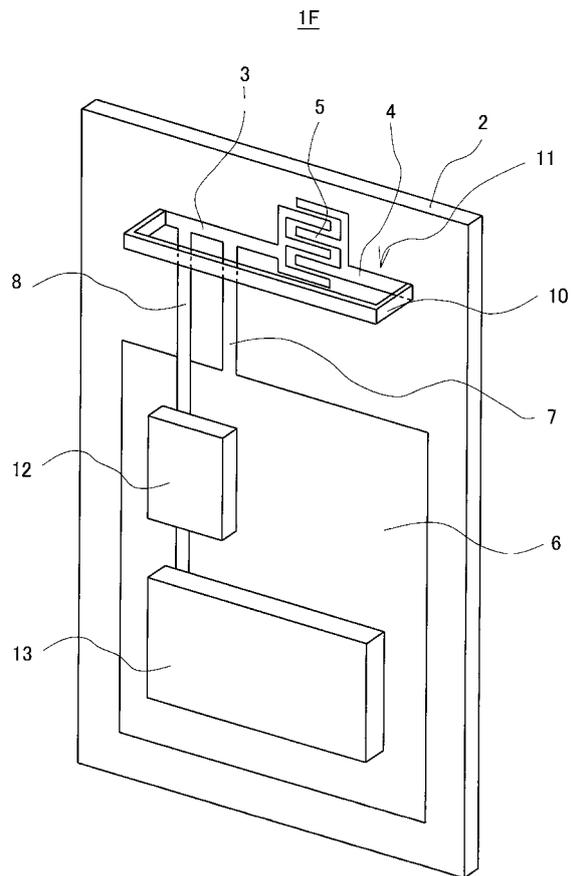
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】





## フロントページの続き

審査官 宮崎 賢司

- (56)参考文献 特許第3840883(JP, B2)  
特許第2841358(JP, B2)  
国際公開第2008/143220(WO, A1)  
特開2004-179995(JP, A)  
特公平7-77324(JP, B2)  
特公平2-13842(JP, B2)  
特開2002-299880(JP, A)  
特開2004-165916(JP, A)  
特開平6-90107(JP, A)  
国際公開第92/20117(WO, A1)  
独国特許出願公開第10025992(DE, A1)  
英国特許出願公開第2245428(GB, A)  
米国特許第06437750(US, B1)  
アンテナ工学ハンドブック, 日本, 社団法人 電子情報通信学会, 1999年 3月 5日, 第1版第10刷, 第62-68頁

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q	7/00
H01Q	1/24
H01Q	1/38