

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5216920号
(P5216920)

(45) 発行日 平成25年6月19日(2013.6.19)

(24) 登録日 平成25年3月8日(2013.3.8)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q 7/06 (2006.01)		HO 1 Q 7/06	
GO 6 K 19/07 (2006.01)		GO 6 K 19/00	K
GO 6 K 19/07 (2006.01)		GO 6 K 19/00	H

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-524790 (P2011-524790)	(73) 特許権者	000108410
(86) (22) 出願日	平成22年7月27日 (2010.7.27)		デクセリアルズ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/062618		東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階
(87) 国際公開番号	W02011/013662	(74) 代理人	100067736
(87) 国際公開日	平成23年2月3日 (2011.2.3)		弁理士 小池 晃
審査請求日	平成24年9月5日 (2012.9.5)	(74) 代理人	100096677
(31) 優先権主張番号	特願2009-175751 (P2009-175751)		弁理士 伊賀 誠司
(32) 優先日	平成21年7月28日 (2009.7.28)	(74) 代理人	100106781
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 藤井 稔也
早期審査対象出願		(74) 代理人	100113424
			弁理士 野口 信博
		(74) 代理人	100150898
			弁理士 祐成 篤哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、及び、通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発信器から所定の発振周波数で発信される磁界を受けるアンテナコイルと、該アンテナコイルと電氣的に接続された強誘電体材料を用いた可変容量コンデンサとを有し、該発信器と誘導結合されて通信可能となる共振回路と、

上記アンテナコイルと重畳する位置に形成され、該アンテナコイルのインダクタンスを変化させる磁性シートとを備え、

上記可変容量コンデンサは、温度変化により容量が変化する温度特性を有し、

上記磁性シートは、上記使用温度領域の温度変化に伴う上記可変容量コンデンサの容量の変化と逆特性で上記アンテナコイルのインダクタンスを変化させて、該使用温度領域で上記共振回路の共振周波数を上記発振周波数と略一致させる温度特性の磁性材料からなることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

上記可変容量コンデンサは、上記使用温度領域における温度変化に伴って容量が単調変化する温度特性を有し、

上記磁性シートは、上記アンテナコイルのインダクタンスを、下記式の条件を満たすように変化させる温度特性の磁性材料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。

$$L1 / L2 \quad C2 / C1$$

但し、L1、L2は、それぞれ、上記使用温度領域の上限値及び下限値における上記ア

ンテナコイルのインダクタンスであり、C 1、C 2 は、それぞれ、上気使用温度領域の上限値及び下限値における上記コンデンサの容量である。

【請求項 3】

上記可変容量コンデンサは、温度上昇に伴って容量が単調減少する強誘電材料からなり、

上記磁性シートは、上記アンテナコイルのインダクタンスを、上記使用温度領域での温度上昇に伴って単調増加させて、該使用温度領域で上記共振回路の共振周波数を上記発振周波数と略一致させる温度特性の磁性材料からなることを特徴とする請求項 2 記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

上記磁性シートは、複数種類の磁性材料からなるフェライトであり、各磁性材料の含有率を調整することで、上記使用温度領域で上記共振回路の共振周波数を上記発振周波数と略一致させる温度特性を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうち何れか 1 項記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

上記磁性シートは、 $500 \text{ ppm} /$ 以上の温度係数を有することを特徴とする請求項 4 記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

発信器から所定の発振周波数で発信される磁界を受けるアンテナコイルと、該アンテナコイルと電氣的に接続された強誘電体材料からなる可変容量コンデンサとを有し、該発信器と誘導結合されて通信可能となる共振回路と、

上記アンテナコイルと重畳する位置に形成され、該アンテナコイルのインダクタンスを変化させる磁性シートと、

上記共振回路に流れる電流により駆動し、上記発信器との間で通信を行う通信処理部とを備え、

上記可変容量コンデンサは、温度変化により容量が変化する温度特性を有し、

上記磁性シートは、上記使用温度領域の温度変化に伴う上記可変容量コンデンサの容量の変化と逆特性で上記アンテナコイルのインダクタンスを変化させて、該使用温度領域で上記共振回路の共振周波数を上記発振周波数と略一致させる温度特性の磁性材料からなることを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁界を発信する発信器との間で発生する電磁誘導により通信可能状態となるアンテナ装置、及び、このアンテナ装置が組み込まれた通信装置に関する。

本出願は、日本国において2009年7月28日に提出された日本特許出願番号特願2009-175751を基礎として優先権を主張するものであり、これらの出願を参照することにより、本出願に援用される。

【背景技術】

【0002】

近年、電磁誘導により信号を授受する非接触通信技術が確立し、交通系乗車券や電子マネーとして利用が拡大している。また、このような非接触通信機能は携帯電話機にも搭載される傾向にあり、今後益々発展するものと期待されている。電磁誘導による近接通信のみでなく物流においては数mの距離を隔てて読み書きが可能なICタグも商品化されている。また、このような非接触通信技術は非接触で通信を可能にするだけでなく、さらに電力伝送も同時に出来るため、自らは電池などの電源を持たないICカードにも実装が可能である。

このような非接触通信が適用された通信システムでは、リーダライタと非接触データキャリアとの間で非接触の通信と電力伝送を行うためループアンテナに共振用コンデンサを接続し、ループアンテナと共振用コンデンサの定数LCで決まる共振周波数をシステムの

10

20

30

40

50

規定周波数に合わせることでリーダライタと非接触データキャリアの安定な通信を行い通信距離を最大にしている。

しかしながらループアンテナと共振用コンデンサのLCの定数はいくつかの変動要因を持っており必ずしも想定した値にはならない。例えば非接触データキャリアでは低コストのためにループアンテナは銅箔パターンで作られておりパターン幅のズレなどによりLの値は変化する。また同じく低コスト化のために共振用コンデンサもアンテナ基板の銅箔を電極として基板の樹脂を誘電体として構成されており、銅箔の幅、長さ、間隔によって容量値が変化する。さらに最終的にICカードとして使用するためにアンテナ基板の上下を保護フィルムによりラミネートするが、この保護フィルムの影響によりコンデンサの容量が変化するためラミネート後の周波数シフトを見越して見込み調整として銅箔パターンのカットにより電極面積を調整し共振用コンデンサの容量値を調整している。

10

上述したような各種要因により共振周波数がずれて通信が不安定になったり、通信距離が短くなってしまふ。このような問題に対して、特許文献1には、リーダライタから出力された磁束を受けるアンテナコイルと、その磁束の変化を効率よく電圧に変換する共振回路を有するアンテナモジュールにおいて、通信の安定性を得るために、可変容量コンデンサの容量を調整することによって、共振周波数を調整する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-111483号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述したように、特許文献1に記載されたアンテナでは、可変容量コンデンサの容量を調整することによって、共振周波数を調整することができる。しかしながら、可変容量コンデンサは、温度変化に応じて容量が変化する温度特性がある。このため、可変容量コンデンサが組み込まれた共振回路では、共振周波数を正確に調整したとしても、温度変化により共振周波数が増減してしまうという問題がある。

本発明は、このような実情に鑑みて提案されたものであり、温度が変化しても共振周波数を略一定に維持することによって安定して通信を行うことが可能なアンテナ装置、及び、このアンテナ装置が組み込まれた通信装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するための手段として、本発明に係るアンテナ装置は、発信器から所定の発振周波数で発信される磁界を受けるアンテナコイルと、アンテナコイルと電氣的に接続された強誘電体材料からなる可変容量コンデンサとを有し、発信器と誘導結合されて通信可能となる共振回路と、アンテナコイルと重畳する位置に形成され、アンテナコイルのインダクタンスを変化させる磁性シートとを備え、可変容量コンデンサは、温度変化により容量が変化する温度特性を有し、磁性シートは、使用温度領域の温度変化に伴う可変容量コンデンサの容量の変化と逆特性でアンテナコイルのインダクタンスを変化させて、使用温度領域で共振回路の共振周波数を発振周波数と略一致させる温度特性の磁性材料からなることを特徴とする。

40

また、本発明に係る通信装置は、発信器から所定の発振周波数で発信される磁界を受けるアンテナコイルと、アンテナコイルと電氣的に接続された強誘電体材料からなる可変容量コンデンサとを有し、発信器と誘導結合されて通信可能となる共振回路と、アンテナコイルと重畳する位置に形成され、アンテナコイルのインダクタンスを変化させる磁性シートと、共振回路に流れる電流により駆動し、発信器との間で通信を行う通信処理部とを備え、可変容量コンデンサは、温度変化により容量が変化する温度特性を有し、磁性シートは、使用温度領域の温度変化に伴う可変容量コンデンサの容量の変化と逆特性でアンテナコイルのインダクタンスを変化させて、使用温度領域で共振回路の共振周波数を発振周波

50

数と略一致させる温度特性の磁性材料からなることを特徴とする。

本発明は、使用温度領域の温度変化に伴う強誘電体材料からなる可変容量コンデンサの容量の変化と逆特性でアンテナコイルのインダクタンスを変化させて、使用温度領域で共振回路の共振周波数を発振周波数と略一致させる温度特性を有する磁性シートを、アンテナコイルに重畳するように形成する。このようにして、本発明は、温度変化に応じた可変容量コンデンサの容量の変化による共振周波数の変化を、磁性シートの温度特性に応じたアンテナコイルのインダクタンスの変化により相殺させることで、予め設定された使用温度領域において温度が変化しても共振周波数を略一定に維持し、安定して通信を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0006】

【図1】図1は、無線通信システムの全体構成を示す図である。

【図2】図2は、無線通信システムに係る回路構成を示す図である。

【図3】図3は、常温(20)の容量を基準値として、温度変化によるコンデンサの容量の変化を示す図である。

【図4】図4は、温度変化に応じたアンテナコイルのインダクタンスの変化について説明するための図である。

【図5】図5は、温度を変化させたときの、アンテナコイルのインダクタンスLに対応する磁性シートの複素比透磁率の実部 μ' の変化を示す図である。

【図6】図6は、アンテナコイル11aと磁性シート12とからなる積層体の構造を示す図である。

20

【図7】図7は、携帯電話機などに組み込まれるアンテナモジュールのアンテナコイルの具体的な寸法について説明するための図である。

【図8】図8は、積層セラミックコンデンサの温度特性を示す図である。

【図9】図9は、アンテナ回路に用いられているアンテナコイルのインダクタンスの温度特性を示す図である。

【図10】図10は、アンテナ回路の共振周波数の温度特性を示す図である。

【図11】図11は、使用温度領域である0から60の範囲において、図10の各ラインA、B、Cに対応するアンテナ回路の周波数偏差を示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0007】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更が可能であることは勿論である。

<全体構成>

本発明が適用されたアンテナモジュールは、電磁波を発信する発信器との間で発生する電磁誘導により通信可能状態となるアンテナ装置であって、例えば図1に示すようなRFID(Radio Frequency Identification)用の無線通信システム100に組み込まれて使用される。

無線通信システム100は、本発明が適用されたアンテナモジュール1と、アンテナモジュール1に対するアクセスを行うリーダライタ2とからなる。

40

リーダライタ2は、アンテナモジュール1に対して磁界を発信する発信器として機能し、具体的には、アンテナモジュール1に向けて磁界を発信するアンテナ2aと、アンテナ2aを介して誘導結合されたアンテナモジュール1と通信を行う制御基板2bとを備える。

すなわち、リーダライタ2は、アンテナ2aと電氣的に接続された制御基板2bが配設されている。この制御基板2bには、一又は複数の集積回路チップ等の電子部品からなる制御回路が実装されている。この制御回路は、アンテナモジュール1から受信されたデータに基づいて、各種の処理を実行する。例えば、制御回路は、アンテナモジュール1にデータを書き込む場合、データを符号化し、符号化したデータに基づいて、所定の周波数(

50

例えば、13.56MHz)の搬送波を変調し、変調した変調信号を増幅し、増幅した変調信号でアンテナ2aを駆動する。また、制御回路は、アンテナモジュール1からデータを読み出す場合、アンテナ2aで受信されたデータの変調信号を増幅し、増幅したデータの変調信号を復調し、復調したデータを復号する。なお、制御回路では、一般的なリーダライタで用いられる符号化方式及び変調方式が用いられ、例えば、マンチェスタ符号化方式やASK(Amplitude Shift Keying)変調方式が用いられている。

電子機器の筐体3内部に組み込まれるアンテナモジュール1は、誘導結合されたリーダライタ2との間で通信可能となるアンテナコイル11aが実装されたアンテナ回路11と、磁界をアンテナコイル11aに引き込むためアンテナコイル11aと重畳する位置に形成された磁性シート12と、アンテナ回路11に流れる電流により駆動してリーダライタ2との間で通信を行う通信処理部13とを備える。

10

アンテナ回路11は、本発明に係る共振回路に相当する回路であって、アンテナコイル11aと、アンテナコイル11aと電気的に接続されたコンデンサ11bとを備える。

アンテナ回路11は、リーダライタ2から発信される磁界をアンテナコイル11aで受けると、リーダライタ2と誘導結合によって磁氣的に結合され、変調された電磁波を受信して、受信信号を通信処理部13に供給する。

磁性シート12は、リーダライタ2から発信される磁界をアンテナコイル11aに引き込むため、アンテナコイル11aと重畳する位置に形成され、当該磁性シート12がない場合に比べて、アンテナコイル11aのインダクタンスが増加するように変化させる。具体的に、磁性シート12は、携帯型電子機器の筐体3内部に設けられた金属部品がリーダライタ2から発信される磁界を跳ね返したり、渦電流が発生するのを抑制するために、磁界が放射されてくる方向の反対側に貼り付けた構造をとる。

20

通信処理部13は、電気的に接続されたアンテナ回路11に流れる電流により駆動し、リーダライタ2との間で通信を行う。具体的に、通信処理部13は、受信された変調信号を復調し、復調したデータを復号して、復号したデータを、後述するメモリ133に書き込む。また、通信処理部13は、リーダライタ2に送信するデータをメモリ133から読み出し、読み出したデータを符号化し、符号化したデータに基づいて搬送波を変調し、誘導結合によって磁氣的に結合されたアンテナ回路11を介して変調された電波をリーダライタ2に送信する。

以上のような構成からなる無線通信システム100において、アンテナモジュール1のアンテナ回路11の具体的な回路構成について、図2を参照して説明する。

30

上述したように、アンテナ回路11は、アンテナコイル11aと、コンデンサ11bとを備える。

アンテナコイル11aは、例えば矩形状に形成されており、リーダライタ2のアンテナ2aより放射された磁束のうち、アンテナコイル11aと鎖交する磁束の変化に応じて逆起電力を発生させる。

コンデンサ11bは、通信処理部13から出力される制御電圧によって容量を調整可能なコンデンサであって、例えば、バリキャップと呼ばれる可変容量ダイオードや、耐圧特性に優れた強誘電材料からなる可変容量のコンデンサである。

アンテナ回路11は、アンテナコイル11aとコンデンサ11bとが電気的に接続され、共振回路を構成しており、コンデンサ11bの容量が可変されることで、アンテナコイル11a及びコンデンサ11bを含む共振回路の共振周波数が調整される。

40

通信処理部13は、変復調回路131と、CPU132と、メモリ133とを備えたマイクロコンピュータにより構成されている。

変復調回路131は、アンテナ回路11からリーダライタ2へ送出するデータをキャリアに重畳させた変調波を生成する変調処理を行う。また、変復調回路131は、リーダライタ2から出力された変調波からデータを抽出する復調処理を行う。

CPU132は、メモリ133に記憶された制御電圧情報を読み出して、制御電圧Vをコンデンサ11bに印加してコンデンサ11bの容量を調整することで、製造時の素子の誤差やバラツキに起因した共振周波数のズレを補正する。

50

メモリ 133 には、アンテナ回路 11 の共振周波数と、リーダライタ 2 が磁界を発振する発振周波数とのズレを考慮して、アンテナ回路 11 の共振周波数が、リーダライタ 2 の発振周波数と一致するようにコンデンサ 11b の容量を制御する制御電圧情報が記憶されている。

上記の構成を有するアンテナモジュール 1 と通信を行うリーダライタ 2 では、アンテナ 2a が、アンテナコイル 21 とコンデンサ 22 とを備え、制御基板 2b が、変復調回路 23 と CPU 24 とメモリ 25 とを備える。

アンテナコイル 21 は、例えば矩形状に形成されており、アンテナモジュール 1 側のアンテナコイル 11a と磁氣的に結合することで、コマンドや書込みデータなどの各種データを送受信し、さらにアンテナモジュール 1 で使用する電力を供給する。

コンデンサ 22 は、アンテナコイル 21 と接続されて共振回路を構成している。変復調回路 23 は、リーダライタ 2 からアンテナモジュール 1 へ送出するデータをキャリアに重畳させた変調波を生成するための変調処理を行う。また、変復調回路 23 は、アンテナモジュール 1 から送出された変調波からデータを抽出する復調処理を行う。

CPU 24 は、メモリ 25 から読み出したデータをアンテナモジュール 1 に送出するように変復調回路 23 を制御し、また、変復調回路 23 で復調されたデータをメモリ 25 に書き込む処理を行う。

以上のようにして、アンテナモジュール 1 のアンテナ回路 11 は、通信処理部 13 によって制御される制御電圧により、アンテナ回路 11 のコンデンサ 11b の容量を調節することによって、アンテナ回路 11 の共振周波数を、リーダライタ 2 の発振周波数と一致させて、安定した通信を実現できるようにしている。

< 温度補償 >

アンテナ回路 11 は、仮に同じ制御電圧をコンデンサ 11b に印加しても、温度変化によってコンデンサ 11b の容量が変化してしまうため、温度変化に伴って共振周波数がずれてしまう。

図 3 は、常温 (20) の容量を基準値として、温度変化によるコンデンサの容量の変化を示す図である。

可変容量ダイオードは、図 3 のライン X に示すように、温度上昇に伴って容量が単調増加する。このため、可変容量ダイオードを共振用コンデンサとして用いた共振回路では、温度上昇に伴って共振周波数が低くなってしまふ。

また、材料 1 の強誘電体からなる可変容量コンデンサは、図 3 のライン A に示すように、20 以下では温度上昇に伴って容量が増加し、20 以上では温度上昇に伴って容量が減少する。このため、材料 1 の強誘電体からなる可変容量コンデンサが組み込まれた共振回路では、温度変化に対して、20 を極大値として「上に凸」となるように共振周波数が変化してしまう。

また、材料 2 の強誘電体からなる可変容量コンデンサは、図 3 のライン B に示すように、温度上昇に伴って容量が単調減少する。このため、材料 2 の強誘電体からなる可変容量コンデンサが組み込まれた共振回路では、温度上昇に伴って共振周波数が高くなってしまふ。

温度変化に応じたコンデンサの容量の変化による共振周波数の変化を、アンテナコイルのインダクタンスの変化により相殺させるため、アンテナモジュール 1 は、磁性シートの温度特性に応じてアンテナコイルのインダクタンスが変化する特性を利用したものである。

ここで、材料 1 の強誘電体からなる可変容量コンデンサの容量の変化による共振周波数の変化は、図 4 のライン A に示すような温度特性を有するアンテナコイル A のインダクタンスの変化により相殺させることができる。

また、材料 2 の強誘電体からなる可変容量コンデンサの容量の変化による共振周波数の変化は、図 4 のライン B に示すような温度特性を有するアンテナコイル B のインダクタンスの変化により相殺させることができる。

このようにして、共振周波数のズレを相殺することができるのは、アンテナコイルのイ

10

20

30

40

50

ンダクタンス L と、コンデンサの容量 C とから、共振周波数 f が下記式のより導出されるからである。

$$f = 1 / (2 \pi \sqrt{LC})$$

アンテナコイル自体は、導線から構成されているため、図4に示すような温度特性を実現することが難しいが、本願発明者は、アンテナコイルに重畳するように形成する磁性シートの温度特性に起因してアンテナコイルのインダクタンスが変化する特性に注目して、図4に示すような温度特性を実現することを見出した。

具体的に、磁性シートの磁性材料として適用されるフェライトは、キュリー温度以上になると磁気特性が無くなるが、キュリー温度以下では、個々の磁性材料の特性、その含有率を調整することで、温度に対する磁気特性を調節することができる。

図5は、温度を変化させたときの、アンテナコイルのインダクタンス L に対応する磁性シートの複素比透磁率の実部 μ' の変化を示す図である。

例えば、上記のアンテナコイルAのような温度特性は、図5のラインAに示すような磁気特性を有するフェライトAからなる磁性シートをアンテナコイルAに張り合わせることで実現可能である。

また、上記のアンテナコイルBのような温度特性は、図5のラインBに示すような磁気特性を有するフェライトBからなる磁性シートをアンテナコイルBに張り合わせることで実現可能である。

このようにして、本実施形態に係るアンテナ回路11は、温度変化に応じたコンデンサ11bの容量の変化による共振周波数の変化を、磁性シート12の温度特性に応じたアンテナコイル11aのインダクタンスの変化により相殺させる。

磁性シート12の温度特性を調節するだけでは、いかなる温度帯域においてもコンデンサ11bの容量の変化による共振周波数の変化を、アンテナコイル11aのインダクタンスの変化により相殺させることが難しい。したがって、予めアンテナモジュール1がリーダライタ2と通信可能な使用を保障する使用温度領域を設定して、この使用温度領域において温度が変化しても共振周波数を略一定に維持するように、磁性シート12の温度特性を設計する必要がある。

このようにして、本実施形態に係るアンテナ回路11は、磁性シート12の温度特性に応じてアンテナコイル11aのインダクタンスが変化することを利用して、予め設定された使用温度領域において温度が変化しても共振周波数を略一定に維持し、安定して通信を行うことができる。

なお、本実施形態に係るアンテナ回路11は、温度変化に応じたコンデンサの容量の変化による共振周波数の変化を、磁性シートの温度特性に応じたアンテナコイルのインダクタンスの変化により相殺させることができれば、いかなる温度特性のものを用いてもよい。

すなわち、温度上昇に応じてコンデンサの容量が単調増加すれば、この容量の変化による共振周波数の変化を相殺するようにインダクタンスが単調減少するアンテナコイルを用いればよい。また、温度上昇に応じてコンデンサの容量が「上に凸」で変化すれば、この容量の変化による共振周波数の変化を相殺するようにインダクタンスが「下に凸」で変化するアンテナコイルを用いればよい。

このように、本実施形態に係るアンテナ回路11は、温度変化に応じて、コンデンサの容量とアンテナコイルのインダクタンスが互いに逆特性を有していればよいが、共振周波数を略一定に維持する設計を容易に実現する観点から、特に、次の具体例で示すように温度変化に応じて単調に変化するものを用いることが望ましい。

まず、コンデンサ11bは、使用温度領域における温度変化により容量が単調変化する温度特性を有するものとする。

このような温度特性を有するコンデンサ11bに対して、磁性シート12は、アンテナコイル11aのインダクタンスを、下記式の条件を満たすように変化させる温度特性を有する材料とする。

$$L_1 / L_2 = C_2 / C_1$$

10

20

30

40

50

ここで、L1、L2は、それぞれ、使用温度領域の上限値及び下限値におけるアンテナコイル11aのインダクタンスである。また、C1、C2は、それぞれ、使用温度領域の上限値及び下限値におけるコンデンサ11bの容量である。

このようにして、アンテナ回路11は、コンデンサ11bの容量とアンテナコイル11aのインダクタンスが、予め設定された使用温度領域においてそれぞれ逆特性で同様の変化率で単調変化するようにすることで、容易に共振周波数を略一定に維持することができる。

また、コンデンサ11bの容量とアンテナコイル11aのインダクタンスが、使用温度領域においてそれぞれ逆特性で単調変化しても、異なる変化率で変化する場合には、コンデンサ11bの容量の変化による共振周波数の変化を、アンテナコイル11aのインダクタンスの変化により相殺させることが困難である。

このような場合には、アンテナコイル11aと磁性シート12との離間距離を調節することで、アンテナコイル11aのインダクタンスの変化率を調整し、コンデンサ11bの容量の変化による共振周波数の変化を、アンテナコイル11aのインダクタンスの変化により相殺させることができる。

図6は、アンテナコイル11aと磁性シート12とからなる積層体の構造を示す図である。

図6に示すように、アンテナコイル11aは、例えば、ポリイミド、液晶ポリマー、テフロン（登録商標）等の可撓性を有するフレキシブルプリント基板などからなるプリント基板14に実装されている。プリント基板14は、ADHなどの接着層15を介して磁性シート12が張り合わせられている。このような積層構造により、アンテナコイル11aと磁性シート12との離間距離は、接着層15の膜厚によって調整可能である。すなわち、プリント基板14の膜厚aと、接着層15の膜厚bとの合計値が、アンテナコイル11aと磁性シート12との離間距離となる。

ここで、アンテナコイル11aと磁性シート12との離間距離が大きくなると、アンテナコイル11aのインダクタンスが単調に減少する傾向がある。したがって、温度変化によるコンデンサ11bの容量の変化率に対して、アンテナコイル11aのインダクタンスの変化率が大きければ、アンテナコイル11aと磁性シート12との離間距離を長くするように調節することで、使用温度領域においてそれぞれ逆特性で同様の変化率で単調変化することができ、容易に共振周波数を略一定に維持することができる。

なお、プリント基板14としては、上述したフレキシブルプリント基板以外にも、例えば、エポキシ樹脂などの可塑性を有するリジット基板を用いるようにしてもよいが、相対的に誘電率を抑えることができるという観点から、フレキシブルプリント基板を用いることが好ましい。

以上のような構成からなるアンテナモジュール1は、アンテナコイル11aのインダクタンスが、使用温度領域でのコンデンサ11bの容量の変化と逆特性で変化させて、使用温度領域で共振回路の共振周波数を発振周波数と略一致させる温度特性を有する磁性シート12を、アンテナコイル11aに重畳するように形成されている。このようにして、アンテナモジュール1は、温度変化に応じたコンデンサ11bの容量の変化による共振周波数の変化を、磁性シート12の温度特性に応じたアンテナコイル11aのインダクタンスの変化により相殺させることで、予め設定された使用温度領域において温度が変化しても共振周波数を略一定に維持し、安定して通信を行うことができる。

携帯電話機などに組み込まれるアンテナモジュールの具体例として、図7に示すような、外形形状が42.4 [mm] × 25.6 [mm]であって、幅が0.3 [mm]の導線が0.2 [mm]のスペース幅で、巻線数4で巻回されたアンテナを用いて説明する。このようなアンテナコイルのインダクタンスは2 [μH]であり、13.56 MHzで共振するのに必要なコンデンサの容量は、約69 [μF]である。このようなアンテナモジュールにおいて、使用温度領域でコンデンサの容量が10%変化した場合、何ら温度補償をしなければ、周波数偏差は、約700 [kHz]に達し正常な通信を実現することができない。

10

20

30

40

50

これに対して、本実施形態に係るアンテナモジュール1は、通常の通信で問題ない程度の周波数偏差、例えば、使用温度領域においてコンデンサの容量変化に換算して1%程度の周波数偏差である約70 [kHz]に抑制するように磁性シート12の温度特性を設計することが可能となる。

なお、上記のような温度補償は、共振回路の環境温度を、温度センサにより検出して、検出結果に応じてコンデンサに印加する制御電圧を制御することでも可能であるが、本実施形態に係るアンテナモジュール1は、このような温度センサを用いなくても温度補償することができるので、コストや装置規模を抑制する観点から有利である。

実施例1

以下では、実際のアンテナ回路で用いられる回路素子を用いて、上述した本実施の形態のアンテナモジュールの通信特性について説明する。

具体的に、下記の実施例では、20 GHz付近でのアンテナ回路の共振周波数を、リーダーの発振周波数である13.56 [MHz]に合わせて、使用温度領域である0 ~ 60 °Cにおける共振周波数の偏差について評価した。

まず、図8に示すような温度特性を有する積層セラミックコンデンサを、アンテナ回路の共振用のコンデンサとして用いた。この積層セラミックコンデンサは、図8に示すように、いわゆる可変容量コンデンサの1種で、-55 ~ 85 °Cの温度範囲において、変化量 dC/C が±5%の偏差がある。

なお、図8に示すように、可変容量コンデンサは、-55 ~ 85 °Cの温度範囲において「上に凸」となるように容量が変化するが、使用温度領域である0 ~ 60 °Cでは容量が単調減少する。そこで、上述した逆特性を容易に実現する観点から、アンテナ回路に用いるアンテナコイルとしては、図9に示すように、使用温度領域である0 ~ 60 °Cにおいてインダクタンス値が単調減少する温度特性があるものを用いた。

図9のラインAは、磁性シートが積層されていないアンテナコイルのインダクタンスの温度特性である。

また、図9のラインBは、メタル系磁性シートを積層したアンテナコイルのインダクタンスの温度特性である。メタル系磁性シートとして、FeSiCr系の磁性シートを用いた。

また、図9のラインCは、共振周波数を略一定に維持するように設計された温度特性を有するフェライト製の磁性シートを積層したアンテナコイルのインダクタンスの温度特性である。フェライト製の磁性シートとして、NiZn系の磁性シートを用いた。

図9に示すように、アンテナコイル単体、及び、メタル系の磁性シートを積層したアンテナコイルでは、温度変化によってインダクタンスの変化が比較的小さい。これに対して、フェライト製の磁性シートを積層したアンテナコイルは、予め設定した使用温度領域である0 から60 °Cの範囲内において、偏差が約3.3%でインダクタンスが変化する。

次に、図8に示した温度特性を有するコンデンサと、図9に示すような温度特性を有する各アンテナコイルを組合せたアンテナ回路の共振周波数の温度特性を計算により求めた。

図10は、各アンテナコイルを有するアンテナ回路の共振周波数の温度特性を示す図である。

図10のラインAは、磁性シートが積層されていないアンテナコイルを有するアンテナ回路の共振周波数の温度特性である。また、図10のラインBは、メタル系磁性シートを積層したアンテナコイルを有するアンテナ回路の共振周波数の温度特性である。また、図10のラインCは、共振周波数を略一定に維持するように設計されたフェライト製の磁性シートを積層したアンテナコイルのインダクタンスの温度特性である。

図10に示すように、ラインA、Bに対応するアンテナ回路は、30 °Cを超えたあたりから、急峻に共振周波数が高く変化してしまった。なお、温度上昇に伴ってコンデンサの温度特性が容量が小さくなる方向に変化することから、ラインA、Bに対応するアンテナ回路の共振周波数は、使用温度領域の下限値である0 °Cにおいて、予めラインCに対応するアンテナ回路の共振周波数に比べて小さくなるように設計した。

10

20

30

40

50

これに対して、図10のラインCに対応するアンテナ回路は、使用温度領域の下限值である0で共振周波数を13.65[MHz]近くにするため約20で共振周波数を13.56[MHz]に合わせることで、結果的に30を下限値ピークとして共振周波数が低くなるが、その勾配が他のアンテナ回路の共振周波数と比べてなだらかとなっている。この結果、ラインCに対応するアンテナ回路は、使用温度領域である0から60の範囲において、共振周波数の偏差を約0.1[MHz]に抑えることができた。

図11は、使用温度領域である0から60の範囲において、図10の各ラインA、B、Cに対応するアンテナ回路の共振周波数の偏差をパーセント表示したものである。この図11から見ても明らかなように、ラインCに対応するアンテナ回路は、使用温度領域において共振周波数の偏差を±10%程度にすることができ、他のアンテナ回路に比べて共振周波数を略一定に維持することができた。

この実施例から見ても明らかなように、本実施形態に係るアンテナモジュールは、温度変化に応じたコンデンサの容量の変化による共振周波数の変化を、アンテナコイルのインダクタンスの変化により相殺させることで、予め設定された使用温度領域において温度が変化しても共振周波数を略一定に維持し、安定して通信を行うことができた。

10

【図1】

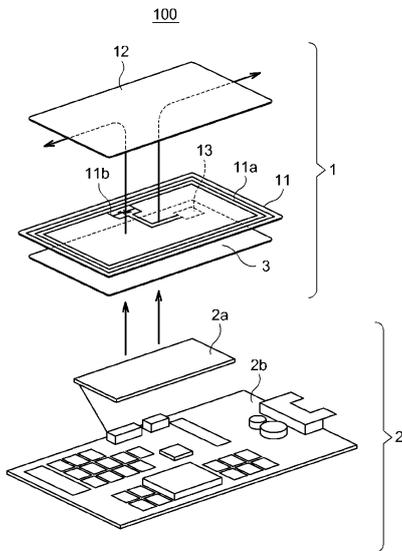


FIG. 1

【図2】

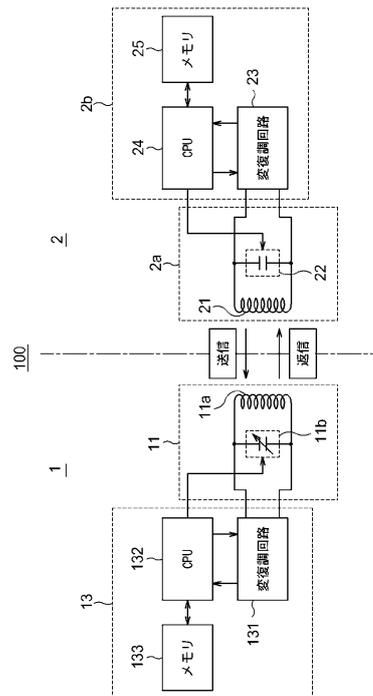


FIG. 2

【 図 3 】

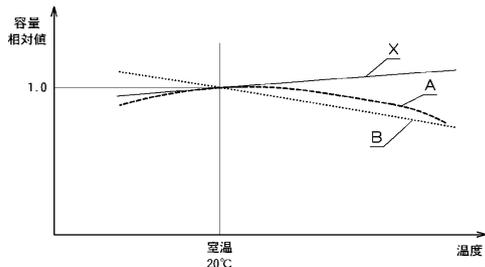


FIG.3

【 図 5 】

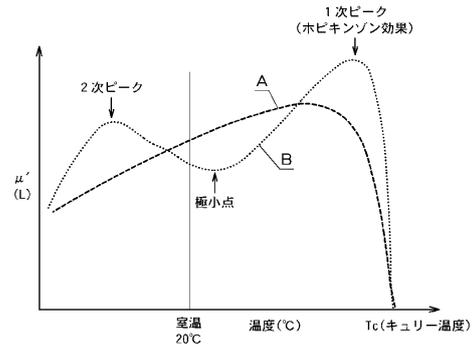


FIG.5

【 図 4 】

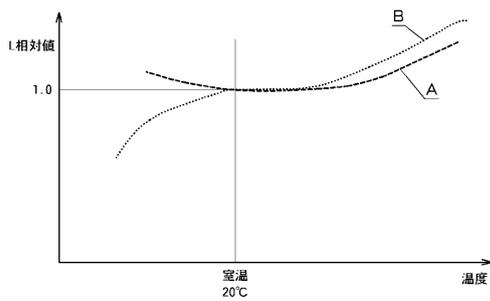


FIG.4

【 図 6 】

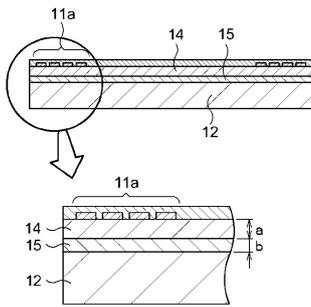


FIG.6

【 図 8 】

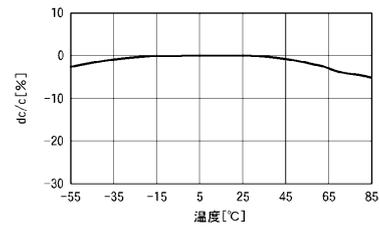


FIG.8

【 図 7 】

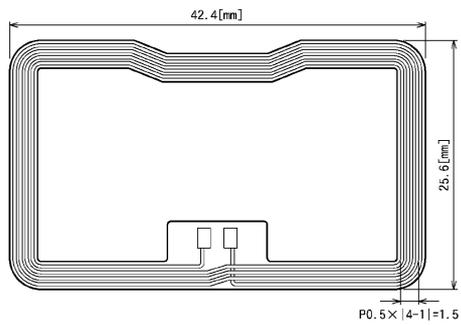


FIG.7

【 図 9 】

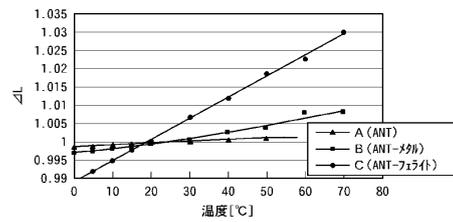


FIG.9

【図10】

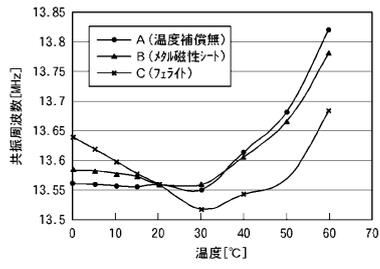


FIG.10

【図11】

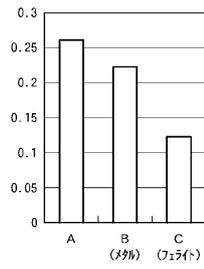


FIG.11

フロントページの続き

- (72)発明者 折原 勝久
日本国東京都品川区大崎1丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社内
- (72)発明者 杉田 悟
日本国東京都品川区大崎1丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社内
- (72)発明者 斉藤 憲男
日本国東京都品川区大崎1丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 ソニーケミカル&インフォメーションデバイス株式会社内
- (72)発明者 管野 正喜
日本国東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 赤穂 美香

- (56)参考文献 特開2006-262053(JP,A)
国際公開第2008/105477(WO,A1)
特開平10-284315(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01Q | 7/00 |
| G06K | 19/07 |
| G06K | 19/077 |