

(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2014-27513
(P2014-27513A)

(43) 公開日 平成26年2月6日(2014. 2. 6)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
HO4B	1/59	(2006.01)	HO4B	1/59	5B035	
HO4B	5/02	(2006.01)	HO4B	5/02	5K011	
GO6K	19/07	(2006.01)	GO6K	19/00	H	5K012
HO4B	1/40	(2006.01)	GO6K	19/00	N	
			HO4B	1/40		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-166883 (P2012-166883)
(22) 出願日 平成24年7月27日 (2012. 7. 27)

(71) 出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(74) 代理人 100088672
弁理士 吉竹 英俊
(74) 代理人 100088845
弁理士 有田 貴弘
(72) 発明者 定本 宏道
大阪府大東市三洋町1番34号 京セラ株式会社大阪大東事業所内
Fターム(参考) 5B035 AA11 BB09 CA11 CA23
5K011 BA01 BA07 DA02 DA15 DA26
EA01 KA13
5K012 AB02 AC06 AE02

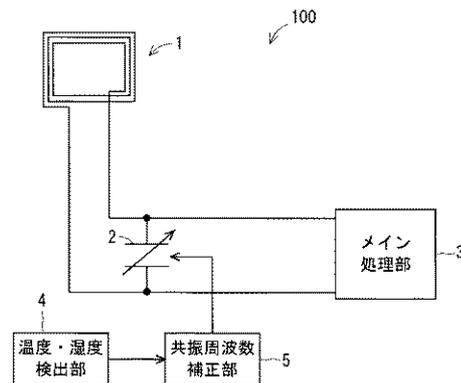
(54) 【発明の名称】 無線通信装置及び無線通信装置での共振周波数の補正方法

(57) 【要約】

【課題】 アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置の通信性能の劣化を抑制することが可能な技術を提供する。

【解決手段】 無線通信装置 100 は、アンテナコイル 1 とコンデンサ 2 とで構成される共振回路を用いて通信を行う。無線通信装置 100 は、温度及び湿度を検出する温度・湿度検出部 4 と、温度・湿度検出部 4 で検出された温度及び湿度に基づいて、共振回路の共振周波数を補正する共振周波数補正部 5 とを備えている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置であって、

アンテナコイルと、

前記アンテナコイルと共振回路を形成するコンデンサと、

温度及び湿度を検出する検出部と、

前記検出部で検出された温度及び湿度に基づいて、前記共振回路の共振周波数を補正する共振周波数補正部と

を備える、無線通信装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無線通信装置であって、

前記共振周波数補正部は、前記コンデンサのキャパシタンスを変化させて前記共振周波数を補正する、無線通信装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の無線通信装置であって、

前記コンデンサは、複数の容量素子を有し、

前記共振周波数補正部は、前記共振周波数を補正する際には、前記複数の容量素子の間での接続関係を変化させることによって前記コンデンサのキャパシタンスを変化させる、無線通信装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載の無線通信装置であって、

前記コンデンサは、バリキャップダイオードを有し、

前記共振周波数補正部は、前記共振周波数を補正する際には、前記バリキャップダイオードのキャパシタンスを変化させることによって前記コンデンサのキャパシタンスを変化させる、無線通信装置。

【請求項 5】

アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置における、当該共振回路の共振周波数の補正方法であって、

(a) 温度及び湿度を検出する工程と、

30

(b) 前記工程 (a) で検出された温度及び湿度に基づいて前記共振周波数を補正する工程と

を備える、無線通信装置での共振周波数の補正方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置での共振周波数の補正技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

40

従来から無線通信に関して様々な技術が提案されている。例えば特許文献 1 には、R F I D (Radio Frequency I D e n t i f i c a t i o n) タグに関する技術が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 3 1 8 1 0 2 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 にも記載されているように、R D I D タグなどでは、アンテナコイルとコン

50

デンサとで構成される共振回路を用いて通信が行われることがある。このような、アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置においては、当該共振回路の共振周波数が変化すると、当該無線通信装置の通信性能が劣化することがある。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は上述の点に鑑みて成されたものであり、アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置の通信性能の劣化を抑制することが可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するため、本発明に係る無線通信装置の一態様は、アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置であって、アンテナコイルと、前記アンテナコイルと共振回路を形成するコンデンサと、温度及び湿度を検出する検出部と、前記検出部で検出された温度及び湿度に基づいて、前記共振回路の共振周波数を補正する共振周波数補正部とを備える。

【 0 0 0 7 】

また、本発明に係る無線通信装置の一態様では、前記共振周波数補正部は、前記コンデンサのキャパシタンスを変化させて前記共振周波数を補正する。

【 0 0 0 8 】

また、本発明に係る無線通信装置の一態様では、前記コンデンサは、複数の容量素子を有し、前記共振周波数補正部は、前記共振周波数を補正する際には、前記複数の容量素子の間での接続関係を変化させることによって前記コンデンサのキャパシタンスを変化させる、無線通信装置。

【 0 0 0 9 】

また、本発明に係る無線通信装置の一態様では、前記コンデンサは、バリキャップダイオードを有し、前記共振周波数補正部は、前記共振周波数を補正する際には、前記バリキャップダイオードのキャパシタンスを変化させることによって前記コンデンサのキャパシタンスを変化させる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係る無線通信装置での共振周波数の補正方法の一態様は、アンテナコイルとコンデンサとで構成される共振回路を用いて通信を行う無線通信装置における、当該共振回路の共振周波数の補正方法であって、(a) 温度及び湿度を検出する工程と、(b) 前記工程 (a) で検出された温度及び湿度に基づいて前記共振周波数を補正する工程とを備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、無線通信装置の通信性能の劣化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】無線通信装置の構成を示す図である。

【図 2】共振周波数補正部及びコンデンサの構成を示す図である。

【図 3】共振周波数が変化した際の検波電圧を示すグラフである。

【図 4】無線通信装置の動作を示すフローチャートである。

【図 5】補正テーブルの一例を示す図である。

【図 6】無線通信装置の変形例の構成を示す図である。

【図 7】無線通信装置の変形例の部分構成を示す図である。

【図 8】無線通信装置の変形例の部分構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図 1 は本実施の形態に係る無線通信装置 1 0 0 の構成を示す図である。本実施の形態に

10

20

30

40

50

係る無線通信装置 100 は、例えば、非接触 IC カードであって、リーダライタと無線通信を行う。

【0014】

図 1 に示されるように、無線通信装置 100 は、アンテナコイル 1 と、コンデンサ 2 と、メイン処理部 3 と、温度・湿度検出部 4 と、共振周波数補正部 5 とを備えている。以後、温度・湿度検出部 4 を単に「検出部 4」と呼ぶ。

【0015】

アンテナコイル 1 は、リーダライタからの送信信号を受信するとともに、メイン処理部 3 で形成された、リーダライタ向けの送信信号を送信する。アンテナコイル 1 は、一本の細長い導体が複数回巻かれて構成されている。アンテナコイル 1 は、プリント基板上あるいはフレキシブルシート上に導体パターンで形成しても良いし、リード線で形成しても良い。また、アンテナコイル 1 が周囲の金属の影響を受けることを抑制するために、アンテナコイル 1 に磁性体シートを貼り付けても良い。

【0016】

コンデンサ 2 は、そのキャパシタンス（静電容量）が可変であって、アンテナコイル 1 と共振回路を構成する。コンデンサ 2 の一端及び他端がアンテナコイル 1 の一端及び他端とそれぞれ電氣的に接続されることによって共振回路を構成する。無線通信装置 100 は、この共振回路を用いてリーダライタと通信を行う。以後、共振回路と言え、アンテナコイル 1 とコンデンサ 2 とで構成された共振回路を意味するものとし、共振周波数と言え、当該共振回路の共振周波数を意味するものとする。

【0017】

本実施の形態では、共振周波数が共振周波数補正部 5 によって補正されるようになっている。共振周波数は、無線通信装置 100 とリーダライタとの間の通信に使用される無線周波数（搬送波周波数）に応じて設定される。例えば、無線通信装置 100 が 1 種類のリーダライタだけと通信する際には、そのリーダライタとの間の通信で使用される無線周波数とできるだけ一致するように共振周波数が設定される。つまり、この場合には、共振周波数の理想的な値、つまり設計値として、無線通信装置 100 とリーダライタとの間の通信で使用される無線周波数が採用される。

【0018】

一方で、無線通信装置 100 が複数種類のリーダライタと通信する際には、各リーダライタとの間で所望の通信性能を確保できるように共振周波数が設定される。つまり、この場合には、共振周波数の設計値として、無線通信装置 100 が各リーダライタとの間で所望の通信性能を確保できるような値が採用される。これにより、無線通信装置 100 は、使用する無線周波数が異なる複数種類のリーダライタのそれぞれと適切に通信することが可能となる。

【0019】

アンテナコイル 1 のインダクタンスを L とし、コンデンサ 2 のキャパシタンスを C とすると、共振周波数 f_0 は、以下の式で表される。

【0020】

【数 1】

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

【0021】

メイン処理部 3 は、コンデンサ 2 の一端及び他端と接続されており、アンテナコイル 1 で受信された受信信号（共振回路で受信された受信信号）が入力される。メイン処理部 3 は、リーダライタから送信された無変調波（変調されていない搬送波）がアンテナコイル

1で受信されて入力されると、当該無変調波に基づいて、無線通信装置100の電源電圧を生成する。無線通信装置100は、この電源電圧を使用して動作を行う。

【0022】

またメイン処理部3は、リーダライタから送信された変調波がアンテナコイル1で受信されて入力されると、当該変調波に対して検波処理(復調処理)等を行って、当該変調波に含まれるビットデータを再生する。リーダライタから送信される変調波では、搬送波が例えばASK(amplitude shift keying)方式で変調されている。

【0023】

またメイン処理部3は、リーダライタに送信するビットデータを生成する。そして、メイン処理部3は、生成したビットデータに基づいて、アンテナコイル1で受信される、リーダライタからの無変調波に対して負荷変調を行って、変調された反射波をアンテナコイル1に入力する。これにより、アンテナコイル1からは、リーダライタ向けの変調波(送信信号)が無線送信される。

【0024】

検出部4は、アンテナコイル1及びコンデンサ2の周辺の温度及び湿度(より詳細には相対湿度)を検出する。つまり、検出部4は、共振回路の周辺の温度及び湿度を検出する。そして、検出部4は、検出した温度及び湿度を示す検出信号DSを共振周波数補正部5に出力する。

【0025】

共振周波数補正部5は、検出部4から出力される検出信号DSに基づいて共振回路の共振周波数を補正する。つまり、共振周波数補正部5は、検出部4で検出された温度及び湿度に基づいて共振周波数を補正する。本実施の形態では、共振周波数補正部5は、コンデンサ2のキャパシタンスを変化させることによって共振周波数を補正する。図2は共振周波数補正部5とコンデンサ2の構成を示す図である。

【0026】

図2に示されるように、コンデンサ2は、互いにキャパシタンスが異なっている複数の容量素子20~23で構成されている。また共振周波数補正部5は、複数の選択回路50~52と接続制御部53とを備えている。共振周波数補正部5は、共振周波数を補正する際には、複数の容量素子20~23の間の接続関係を変化させることによって、コンデンサ2のキャパシタンスを変化させる。

【0027】

容量素子20~22の一端は、互いに接続され、かつアンテナコイル1の一端に接続されている。容量素子20~22の一端がコンデンサ2の一端を構成している。容量素子23の一端は、アンテナコイル1の他端に接続されており、当該一端がコンデンサ2の他端を構成している。容量素子20~22の他端は選択回路50~52にそれぞれ接続され、容量素子23の他端は選択回路50~52のそれぞれに接続されている。

【0028】

接続制御部53は、検出部4から出力される検出信号DSに基づいて、選択回路50~52を制御する。選択回路50は、接続制御部53による制御によって、容量素子23の他端に、容量素子20の他端を接続するか否かを切り替える。選択回路51は、接続制御部53による制御によって、容量素子23の他端に、容量素子21の他端を接続するか否かを切り替える。選択回路52は、接続制御部53による制御によって、容量素子23の他端に、容量素子22の他端を接続するか否かを切り替える。

【0029】

本実施の形態では、選択回路50~52が接続制御部53によって制御されることによって、3つの容量素子20~22のうちの少なくとも1つが容量素子23に接続される。そして、共振周波数補正部5は、複数の容量素子20~23の間の接続関係を変化させることにより、コンデンサ2のキャパシタンスを7通りに変化させることができる。

【0030】

コンデンサ2がとり得るキャパシタンスとしては、容量素子23に対して容量素子20

10

20

30

40

50

だけが直列接続された場合のキャパシタンスと、容量素子 2 3 に対して容量素子 2 1 だけが直列接続された場合のキャパシタンスと、容量素子 2 3 に対して容量素子 2 2 だけが直列接続された場合のキャパシタンスと、容量素子 2 3 に対して、並列接続された容量素子 2 0 , 2 1 が直列接続された場合のキャパシタンスと、容量素子 2 3 に対して、並列接続された容量素子 2 0 , 2 2 が直列接続された場合のキャパシタンスと、容量素子 2 3 に対して、並列接続された容量素子 2 1 , 2 2 が直列接続された場合のキャパシタンスと、容量素子 2 3 に対して、並列接続された容量素子 2 0 ~ 2 2 が直列接続された場合のキャパシタンスとの 7 通りが存在する。以後、この 7 通りのキャパシタンスを、値の小さいものから順に C 1 ~ C 7 と呼ぶ。C 1 ~ C 7 のそれぞれの値は、固定値ではなく、共振回路の周辺の温度あるいは湿度の変化によって変化することがある。

10

【 0 0 3 1 】

以上のような構成を有する無線通信装置 1 0 0 においては、共振回路の周辺の温度あるいは湿度が変化すると当該共振回路の共振周波数が変化することがある。例えば、共振回路の周辺の温度あるいは湿度が変化すると、アンテナコイル 1 の温湿度特性によってそのインダクタンスが変化して共振周波数が変化することがある。また、共振回路の周辺の温度あるいは湿度が変化すると、コンデンサ 2 (容量素子 2 0 ~ 2 3) の温湿度特性によってそのキャパシタンスが変化して共振周波数が変化することがある。また、アンテナコイル 1 に磁性体シートが貼られている場合には、共振回路の周辺の温度あるいは湿度が変化すると、当該磁性体シートの特性が変化し、その影響を受けてアンテナコイル 1 のインダクタンスが変化することがある。その結果、共振周波数が変化することがある。

20

【 0 0 3 2 】

このように、無線通信装置 1 0 0 においては、共振回路の周辺の温度あるいは湿度が変化すると共振周波数が変化することがあることから、共振回路の周辺の温度及び湿度によっては、共振周波数が設計値 (基準値) からずれることがある。共振回路の共振周波数が設計値からずれると、無線通信装置 1 0 0 とリーダライタとの間の通信に使用される無線周波数 (搬送波周波数) と、共振周波数とが大きく異なるようになって、無線通信装置 1 0 0 の送信性能及び受信性能が劣化することがある。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、無線通信装置 1 0 0 での共振周波数が変化した際のリーダライタでの検波電圧を示している。ここで、リーダライタでの検波電圧とは、リーダライタにおいて、無線通信装置 1 0 0 から送信される変調波に対して検波処理を行って得られる電圧である。図 3 のグラフ 2 0 0 は、無線通信装置 1 0 0 から送信される変調波において振幅が大きい部分 (負荷変調において負荷が大きい場合の反射波) に対して検波処理を行って得られる電圧 (以後、「第 1 検波電圧」と呼ぶ) を示している。図 3 のグラフ 2 1 0 は、無線通信装置 1 0 0 から送信される変調波において振幅が小さい部分 (負荷変調において負荷が小さい場合の反射波) に対して検波処理を行って得られる電圧 (以後、「第 2 検波電圧」と呼ぶ) を示している。リーダライタは、第 1 検波電圧と第 2 検波電圧との差に基づいて、無線通信装置 1 0 0 からの変調波に含まれるビットデータを再生している。

30

【 0 0 3 4 】

図 3 に示されるように、無線通信装置 1 0 0 での共振周波数が、搬送波周波数と一致する周波数 f_1 を示し、共振周波数が設計値と一致する場合には、第 1 検波信号と第 2 検波信号との差が大きくなるため、リーダライタにおいては、無線通信装置 1 0 0 からの変調波に含まれるビットデータを適切に再生できる。

40

【 0 0 3 5 】

一方で、無線通信装置 1 0 0 での共振周波数が、搬送波周波数から大きくずれた周波数 f_2 を示し、共振周波数が設計値からずれている場合には、第 1 検波信号と第 2 検波信号との差が小さくなるため、リーダライタにおいては、無線通信装置 1 0 0 からの変調波に含まれるビットデータを適切に再生できない可能性がある。

【 0 0 3 6 】

このように、無線通信装置 1 0 0 において共振周波数が設計値からずれると、無線通信

50

装置 100 の送信性能が低下して、リーダライタにおいて無線通信装置 100 からの送信信号に含まれるビットデータを適切に再生できない可能性がある。同様に、無線通信装置 100 において共振周波数が設計値からずれると、無線通信装置 100 の受信性能が低下して、無線通信装置 100 では、リーダライタからの送信信号に含まれるビットデータを適切に再生できない可能性がある。

【0037】

そこで、本実施の形態に係る無線通信装置 100 では、検出部 4 で検出された温度及び湿度に基づいて共振周波数を補正することによって共振周波数をできるだけ設計値に近づけるようにして当該共振周波数を適切な値にしている。これにより、共振回路の周辺の温度あるいは湿度の変化によって、無線通信装置 100 の通信性能が劣化することを抑制することができる。以下に、無線通信装置 100 での共振周波数の補正方法について詳細に説明する。

10

【0038】

図 4 は無線通信装置 100 が共振周波数の補正を行う際の当該無線通信装置 100 の動作を示すフローチャートである。本実施の形態では、共振周波数補正部 5 は、定期的にあるいは不定期的に共振周波数を補正する。共振周波数補正部 5 は、例えば、無線通信装置 100 がリーダライタと通信を行っていない間に共振周波数を補正する。また、本実施の形態では、無線通信装置 100 の出荷時においては、コンデンサ 2 のキャパシタンスは、例えば、C1 ~ C7 の真ん中の値、つまり C4 に補正されているものとする。無線通信装置 100 においては、共振回路の周辺の温度及び湿度がそれぞれ 25 度及び 50 % のときに、コンデンサ 2 のキャパシタンスが C4 に設定されると、共振周波数は設計値とほぼ一致するようになっている。つまり、無線通信装置 100 は、共振回路の周辺の温度及び湿度がそれぞれ 25 度及び 50 % のときに、コンデンサ 2 のキャパシタンスが C4 に設定されると、リーダライタと適切に通信が行えるようになっている。

20

【0039】

図 4 に示されるように、無線通信装置 100 では、ステップ s1 において、共振周波数の補正を行う補正実行タイミングになると、ステップ s2 において、検出部 4 が共振回路の周囲の温度及び湿度を検出し、それらを示す検出信号 DS を出力する。

【0040】

次にステップ s3 において、共振周波数補正部 5 は、検出信号 DS 及び補正テーブル 300 に基づいて、コンデンサ 2 のキャパシタンスに設定することが可能な C1 ~ C7 のうち最も適切なキャパシタンス（以後、「適切キャパシタンス」と呼ぶ）を決定する。つまり、共振周波数補正部 5 は、C1 ~ C7 のキャパシタンスのうち、コンデンサ 2 のキャパシタンスをそれに設定すると共振周波数がより適切な値となるようなキャパシタンスを決定する。補正テーブル 300 は共振周波数補正部 5 に記憶されている。

30

【0041】

ステップ s3 が実行されると、ステップ s4 において、共振周波数補正部 5 は、コンデンサ 2 のキャパシタンスがステップ s3 で決定した適切キャパシタンスとなるように、コンデンサ 2 の現在のキャパシタンスを変更する。これにより、共振周波数が補正されて、共振周波数の設計値からのずれが低減される。その結果、共振周波数が適切な値となる。

40

【0042】

図 5 は補正テーブル 300 の一例を示す図である。補正テーブル 300 においては、共振回路の周囲の温度及び湿度の値と、共振回路の周囲の温度及び湿度が当該値をとる場合の適切キャパシタンスとが対応付けられている。図 5 の例では、補正テーブル 300 には、共振回路の周囲の温度の値として T1 ~ T4 (T1 < T2 < T3 < T4) が登録されており、共振回路の周囲の湿度の値として H1 ~ H4 (H1 < H2 < H3 < H4) が登録されている。そして、補正テーブル 300 には、共振回路の周囲の温度及び湿度の値がそれぞれ Tx (1 ≤ x ≤ 4) 及び Hy (1 ≤ y ≤ 4) のときの適切キャパシタンスが、当該 Tx 及び当該 Hy に対応付けられて登録されている。

【0043】

50

図5の補正テーブル300においては、例えば、共振回路の周囲の温度及び湿度の値がそれぞれT1及びH1のときの適切キャパシタンスはC7となっている。また、共振回路の周囲の温度及び湿度の値がそれぞれT2及びH3のときの適切キャパシタンスはC4となっている。また、共振回路の周囲の温度及び湿度の値がそれぞれT4及びH4のときの適切キャパシタンスC1となっている。

【0044】

本実施の形態に係る無線通信装置100では、共振回路の周辺の湿度が大きくなると、アンテナコイル1及びコンデンサ2の温湿度特性等によって、共振周波数が小さくなるようになっている。小さくなった共振周波数を大きくするためには、上記の式から明らかのように、コンデンサ2のキャパシタンスを小さくする必要がある。したがって、図5の補正テーブル300では、共振回路の周辺の温度の値が一定の場合には、共振回路の周辺の湿度の値が大きくなるにつれて適切キャパシタンスが小さくなっている。

10

【0045】

また、本実施の形態に係る無線通信装置100では、共振回路の周辺の温度が大きくなると、アンテナコイル1及びコンデンサ2の温湿度特性等によって、共振周波数が小さくなるようになっている。したがって、図5の補正テーブル300では、共振回路の周辺の湿度の値が一定の場合には、共振回路の周辺の温度の値が大きくなるにつれて適切キャパシタンスが小さくなっている。

【0046】

上述のステップs3においては、共振周波数補正部5は、補正テーブル300に登録されているT1～T4の温度の値のうち、検出信号DSが示す温度に最も近いものを特定する。また共振周波数補正部5は、補正テーブル300に登録されているH1～H4の湿度の値のうち、検出信号DSが示す湿度に最も近いものを特定する。そして、共振周波数補正部5は、補正テーブル300を参照して、特定した温度及び湿度の値に応じた適切キャパシタンスを取得する。これにより、共振周波数補正部5では、共振回路の周辺の現在の温度及び湿度に応じた適切キャパシタンスが決定される。

20

【0047】

上述のステップs4においては、共振周波数補正部5は、コンデンサ2のキャパシタンスが、ステップs3で取得した適切キャパシタンスとなるように、コンデンサ2の現在のキャパシタンスを変更する。つまり、共振周波数補正部5は、コンデンサ2での複数の容量素子20～23の間の接続関係を変化させることにより、コンデンサ2の現在のキャパシタンスを適切キャパシタンスに変更する。例えば、コンデンサ2の現在のキャパシタンスがC2であって、適切キャパシタンスがC5であるとすると、共振周波数補正部5はコンデンサ2のキャパシタンスをC2からC5に変更する。これにより、共振周波数は適切な値となって、無線通信装置100とリーダーライタとの間の良好な通信が維持される。

30

【0048】

なお、ステップs3で決定された適切キャパシタンス(例えばC4)が、コンデンサ2の現在のキャパシタンス(例えばC4)と同じであれば、現在の共振周波数は適切な値となっており、ステップs4においてコンデンサ2のキャパシタンスは変更されない。

【0049】

また、図5に示されるような補正テーブル300については、無線通信装置100についてのサンプル機での共振周波数の温湿度特性を測定し、その測定結果から作成することができる。このとき、複数台のサンプル機での共振周波数の温湿度特性を測定し、それらの測定結果から補正テーブル300を作成しても良い。

40

【0050】

上記の例では、コンデンサ2のキャパシタンスは7通りに変化させることが可能であったが、コンデンサ2のキャパシタンスを7通りよりも多く変化させることができるようにしても良い。図2の例では、容量素子23に対して接続することが可能な容量素子は3つであったが、4つ以上にすることによって、コンデンサ2のキャパシタンスを7通りよりも多く変化させることができる。また、図2の例では、コンデンサ2の一端と容量素子2

50

3との間には、容量素子20～22及び選択回路50～52から成る回路が1段だけ設けられていたが、コンデンサ2の一端と容量素子23との間において、当該回路を多段接続することによって、コンデンサ2のキャパシタンスを7通りよりも多く変化させることができる。

【0051】

また、上記の例では補正テーブル300を用いて共振周波数を補正していたが、補正テーブル300で記述されているような、共振回路の周辺の温度と共振回路の周辺の湿度と適切キャパシタンスとの対応関係を数式で表して、当該数式を補正テーブル300の代わりに使用して共振周波数を補正しても良い。

【0052】

以上のように、本実施の形態では、検出部4で検出された温度及び湿度に基づいて共振回路の共振周波数が補正されるため、共振周波数のずれを小さくすることができる。よって、無線通信装置100においては、温度あるいは湿度の変化によって通信性能が劣化することを抑制することができる。

【0053】

なお、上述の特許文献1にも記載されているように、アンテナコイル1のループ形状を変化させることによって当該アンテナコイル1のインダクタンスを変化させ、これにより、共振周波数を補正することができる。この場合には、アンテナコイル1のアンテナ特性が変化する可能性がある。例えば、アンテナコイル1のQ値が低下する可能性がある。

【0054】

これに対して、本実施の形態のように、コンデンサ2のキャパシタンスを変化させて共振周波数を補正する場合には、アンテナコイル1のアンテナ特性が変化するのを抑制できる。よって、無線通信装置100において、所望の通信性能を維持することができる。

【0055】

<各種変形例>

<第1変形例>

上記の例では、コンデンサ2を複数の容量素子20～23で構成していたが、図6に示されるように、コンデンサ2をバリキャップダイオード25で構成しても良い。この場合には、共振周波数補正部5は、バリキャップダイオード25のカソードに印加する制御電圧を変化させることによって、バリキャップダイオード25のキャパシタンスを変化させる。共振周波数補正部5は、バリキャップダイオード25のキャパシタンスを例えばC1～C10の10通りに変化させる場合には、10種類の制御電圧をバリキャップダイオード25のカソードに印加する。補正テーブル300においては、上記の例と同様に、共振回路の周辺の温度及び湿度の各値に対応付けて、C1～C10のうちから選択された適切キャパシタンスを登録しても良いし、当該適切キャパシタンスの代わりに、当該適切キャパシタンスに応じた、バリキャップダイオードへの制御電圧を登録しても良い。

【0056】

本変形例のように、コンデンサ2をバリキャップダイオード25で構成することによって、コンデンサ2のキャパシタンスを簡単に細かく変化させることができる。よって、共振周波数をより精度良く補正することができる。

【0057】

<第2変形例>

上記の例では、コンデンサ2のキャパシタンスを意図的に変化させることによって共振周波数を補正していたが、この代わりに、アンテナコイル1のインダクタンスを意図的に変化させることによって共振周波数を補正しても良い。図7はこの場合の無線通信装置100でのアンテナコイル1及びコンデンサ2を示す図である。

【0058】

図7に示されるように、本変形例に係る無線通信装置100では、アンテナコイル1のインダクタンスを調整することが可能なインダクタンス調整部55が設けられている。このインダクタンス調整部55は、上述の接続制御部53によって制御される。本変形例で

10

20

30

40

50

は、インダクタンス調整部 5 5 及び接続制御部 5 3 によって、共振周波数を補正する共振周波数補正部 5 が構成されている。本変形例では、コンデンサ 2 のキャパシタンスは意図的に変化させられないため、上述の選択回路 5 0 ~ 5 2 は不要である。

【 0 0 5 9 】

インダクタンス調整部 5 5 は、アンテナコイル 1 において、導体が巻かれている巻回部分 1 a からコンデンサ 2 の他端までの部分 1 0 (以後、「調整部分 1 0」と呼ぶ)の長さを変化させることによって、アンテナコイル 1 全体のインダクタンスを変化させる。本実施の形態では、アンテナコイル 1 の調整部分 1 0 の長さを 3 通りに変化させることによって、アンテナコイル 1 のインダクタンスを 3 通りに変化させる。

【 0 0 6 0 】

インダクタンス調整部 5 5 は、複数の端子 5 5 0 a ~ 5 5 0 c を有する選択回路 5 5 0 を備えている。端子 5 5 0 a は導体 1 b によってコンデンサ 2 の他端と接続されており、端子 5 5 0 b は導体 1 c によって巻回部分 1 a と接続されている。また、端子 5 5 0 c は、導体 1 d によって巻回部分 1 a と接続されており、端子 5 5 0 d は、導体 1 e によって巻回部分 1 a と接続されている。選択回路 5 5 0 は、接続制御部 5 3 による制御により、端子 5 5 0 a に対して、端子 5 5 0 b ~ 5 5 0 d のいずれか一つを接続する。導体 1 c , 1 d , 1 e の長さは、この順で大きくなっている。図 7 では、導体 1 b ~ 1 e のそれぞれを等化回路 (インダクタ) で示している。

【 0 0 6 1 】

以上のようなインダクタンス調整部 5 5 において、選択回路 5 5 0 が端子 5 5 0 a と端子 5 5 0 b とを接続すると、アンテナコイル 1 の調整部分 1 0 の長さが最小となる。このときのアンテナコイル 1 のインダクタンスを L_1 と呼ぶ。また、選択回路 5 5 0 が端子 5 5 0 a と端子 5 5 0 c とを接続すると、アンテナコイル 1 の調整部分 1 0 の長さが 2 番目に小さくなる。このときのアンテナコイル 1 のインダクタンスを L_2 と呼ぶ。そして、選択回路 5 5 0 が端子 5 5 0 a と端子 5 5 0 d とを接続すると、アンテナコイル 1 の調整部分 1 0 の長さが最大となる。このときのアンテナコイル 1 のインダクタンスを L_3 と呼ぶ。 $L_1 \sim L_3$ は、この順に大きくなっている。 $L_1 \sim L_3$ のそれぞれの値は、固定値ではなく、共振回路の周辺の温度あるいは湿度の変化によって変化することがある。

【 0 0 6 2 】

以上のような構成を有する本変形例に係る無線通信装置 1 0 0 では、共振周波数補正部 5 は、検出信号 D S 及び補正テーブル 3 0 0 に基づいて、アンテナコイル 1 のインダクタンスに設定することが可能な $L_1 \sim L_3$ のうち最も適切なインダクタンス (以後、「適切インダクタンス」と呼ぶ) を決定する。つまり、共振周波数補正部 5 は、 $L_1 \sim L_3$ のインダクタンスのうち、アンテナコイル 1 のインダクタンスをそれに設定すると共振周波数がより適切な値となるようなインダクタンスを決定する。

【 0 0 6 3 】

本変形例に係る補正テーブル 3 0 0 においては、共振回路の周囲の温度及び湿度の値と、共振回路の周囲の温度及び湿度が当該値をとる場合の適切インダクタンスとが対応付けられている。共振周波数補正部 5 は、補正テーブル 3 0 0 に登録されている温度の値のうち、検出信号 D S が示す温度に最も近いものを特定するとともに、補正テーブル 3 0 0 に登録されている湿度の値のうち、検出信号 D S が示す湿度に最も近いものを特定する。そして、共振周波数補正部 5 は、補正テーブル 3 0 0 を参照して、特定した温度及び湿度の値に応じた適切インダクタンスを取得する。これにより、共振周波数補正部 5 では、共振回路の周辺の現在の温度及び湿度に応じた適切インダクタンスが決定される。

【 0 0 6 4 】

その後、共振周波数補正部 5 は、アンテナコイル 1 のインダクタンスが、決定した適切インダクタンスとなるように、アンテナコイル 1 の現在のインダクタンスを変更する。つまり、共振周波数補正部 5 は、アンテナコイル 1 での導体 1 b ~ 1 e の間の接続関係を変化させることにより、アンテナコイル 1 の現在のインダクタンスを適切インダクタンスに変更する。例えば、アンテナコイル 1 の現在のインダクタンスが L_1 であって、適切イン

10

20

30

40

50

ダクタンスがL3であるとする、共振周波数補正部5はアンテナコイル1のインダクタンスをL1からL3に変更する。これにより、共振周波数は適切な値となって、無線通信装置100とリーダライタとの間の良好な通信が維持される。

【0065】

なお、アンテナコイル1のインダクタンスは3通りよりも多く変化できるようにしても良い。例えば、インダクタンス調整部55を図8に示されるように構成することによって、アンテナコイル1のインダクタンスを9通りに変化させることができる。

【0066】

図8に示されるインダクタンス調整部55には、複数の端子551a~551dを有する選択回路551がさらに設けられている。端子551b~551dは、導体1f~1hによって選択回路550の端子550aにそれぞれ接続されている。端子551aは、上述の導体1bによってコンデンサ2の他端に接続されている。選択回路551は、接続制御部53による制御によって、端子551aに対して、3つの端子551b~551dのいずれか一つを接続する。導体1f~1hの長さは互いに異なっている。

【0067】

図8のインダクタンス調整部55においては、選択回路550, 551のそれぞれの端子間の接続状態を変化させることによって、アンテナコイル1のインダクタンスを9通りに変化させることができる。

【0068】

図8の例では、巻回部分1aと導体1bの間において、選択回路とそれに接続された3つの導体とで構成される回路を多段(2段)接続することによって、アンテナコイル1のインダクタンスを3通りよりも多く変化できるようにしたが、他の方法を用いて、アンテナコイル1のインダクタンスを3通りよりも多く変化できるようにしても良い。例えば、図7の例において、選択回路550によって導体1bと接続することが可能な導体の数を4つ以上にすることによって、アンテナコイル1のインダクタンスを3通りよりも多く変化できるようにしても良い。

【0069】

<その他の変形例>

上記の例では、本願発明を非接触ICカードに適用する場合を例にあげて説明したが、本願発明は他の無線通信装置にも適用することができる。例えば、本願発明は、RFIDに適用することができる。また、本願発明は、携帯電話機等に内蔵される非接触ICチップに適用することができる。また、本願発明は、非接触ICカード等と通信を行うリーダライタにも適用することができる。

【0070】

この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

【符号の説明】

【0071】

- 1 アンテナコイル
- 2 コンデンサ
- 4 温度・湿度検出部
- 5 共振周波数補正部
- 20~23 容量素子
- 25 パリキャップダイオード
- 100 無線通信装置

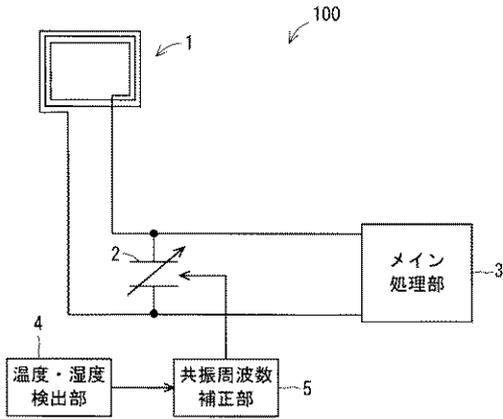
10

20

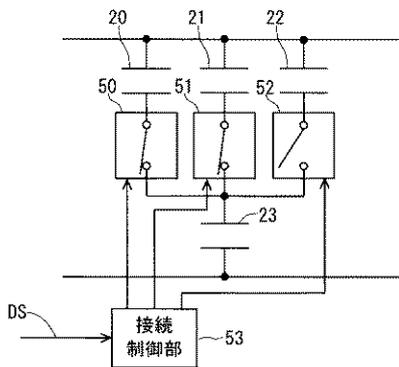
30

40

【図1】



【図2】

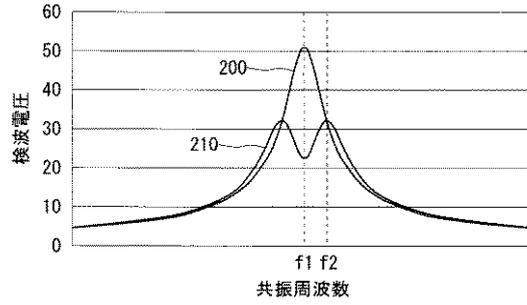


【図5】

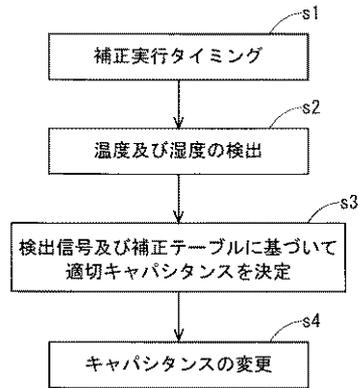
300

温度	湿度	適切キャパシタンス
T 1	H 1	C 7
	H 2	C 6
	H 3	C 5
	H 4	C 4
T 2	H 1	C 6
	H 2	C 5
	H 3	C 4
	H 4	C 3
T 3	H 1	C 5
	H 2	C 4
	H 3	C 3
	H 4	C 2
T 4	H 1	C 4
	H 2	C 3
	H 3	C 2
	H 4	C 1

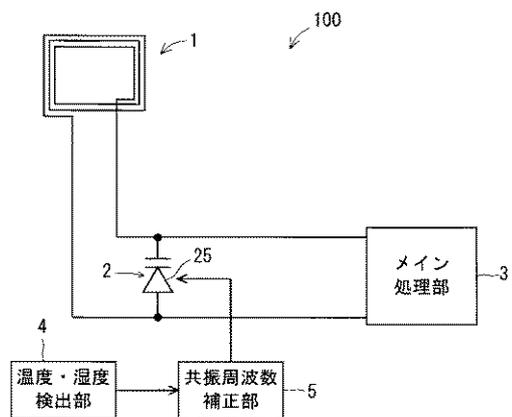
【図3】



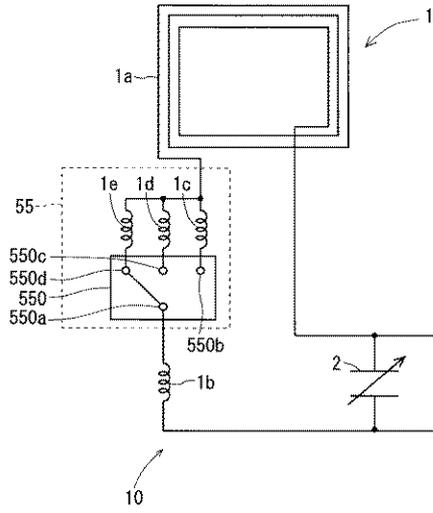
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

