

(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2017-175409  
(P2017-175409A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4B</b> 1/04 (2006.01)	HO4B 1/04 B	5K012
<b>GO6K</b> 7/10 (2006.01)	GO6K 7/10 156	5K060
<b>HO4B</b> 5/02 (2006.01)	HO4B 5/02	
<b>HO2J</b> 50/10 (2016.01)	HO2J 50/10	
<b>GO6K</b> 19/07 (2006.01)	GO6K 19/07 260	
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-59796 (P2016-59796)  
(22) 出願日 平成28年3月24日 (2016.3.24)

(71) 出願人 000108410  
 テクセリアルズ株式会社  
 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  
 (74) 代理人 100104215  
 弁理士 大森 純一  
 (74) 代理人 100117330  
 弁理士 折居 章  
 (74) 代理人 100168181  
 弁理士 中村 哲平  
 (74) 代理人 100176131  
 弁理士 金山 慎太郎

最終頁に続く

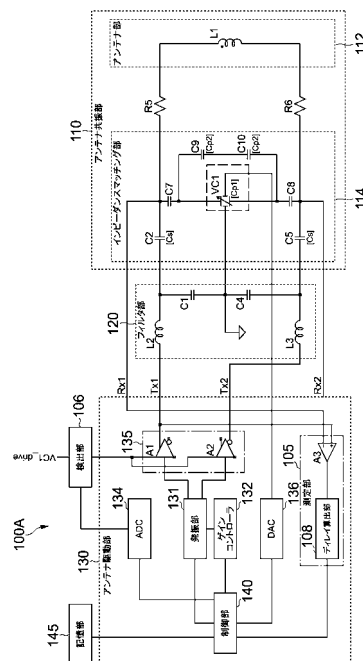
(54) 【発明の名称】 送信装置、アンテナ駆動装置、チューニング方法、およびチューニング方法を実現するプログラム

(57) 【要約】

【課題】ブラスターの有無に関わらず、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、これにより安定した通信特性を得ることができる送信装置等の技術を提供すること。

【解決手段】アンテナ共振部110は、アンテナコイルL1と、インピーダンスマッチング部114を含む。駆動部(例えばアンテナ駆動部130)は、アンテナ共振部110への送信信号を生成する。検出部106は、駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出する。制御部140は、インピーダンスマッチング部114を制御する制御信号を生成可能であり、制御信号のうち、検出部106で検出された駆動電流または駆動電力が最小となる最適制御値を使用して、アンテナ共振部110の共振周波数を制御する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含むアンテナ共振部と、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する駆動部と、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出する検出部と、前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち、前記検出部で検出された駆動電流または駆動電力が最小となる最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する制御部とを具備する送信装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の送信装置であって、前記制御部は、所定のサーチ範囲内で前記制御信号を出力することにより、前記最適制御値を検出する送信装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の送信装置であって、前記検出部は、前記駆動電流の平均値または実効値を出力する送信装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の送信装置であって、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる時の前記インピーダンスマッチング部における被制御量に対応する最適な時間差であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との最適時間差を記憶する記憶部をさらに具備する送信装置。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の送信装置であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定する測定部をさらに具備する送信装置。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の送信装置であって、前記制御部は、所定のサーチ範囲内で前記制御信号を出力することにより、前記測定部で測定された時間差を取得し、その測定された時間差と、前記最適時間差との比較結果に基づき、前記最適制御値を検出する送信装置。

**【請求項 7】**

請求項 5 または 6 に記載の送信装置であって、前記測定部は、前記駆動部から出力され前記アンテナ共振部へ入力される前記送信信号の位相と、前記アンテナ電流の位相とを比較する位相比較器を有する送信装置。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の送信装置であって、前記駆動部は、発振部と、前記発振部からの信号が入力され、前記送信信号として、第 1 信号および前記第 1 信号の位相とは逆位相の第 2 信号をそれぞれ生成する一対の差動増幅器とを有し、前記位相比較器は、前記一対の差動増幅器がそれぞれ生成する信号のうち前記第 1 信号の位相と、前記第 1 信号による前記アンテナ電流の位相とを比較する送信装置。

**【請求項 9】**

請求項 7 に記載の送信装置であって、

10

20

30

40

50

前記駆動部は、

前記アンテナ電流の増幅する外部駆動部と、  
発振部と、

前記発振部からの信号が入力され、前記送信信号として、第1信号および前記第1信号の位相とは逆位相の第2信号をそれぞれ生成する一对の差動増幅器とを有し、

前記位相比較器は、前記一对の差動増幅器がそれぞれ生成する信号のうち前記第1信号の位相と、前記第2信号による前記アンテナ電流の位相とを比較する

送信装置。

【請求項10】

請求項1に記載の送信装置であって、

前記駆動部は、前記アンテナ電流の増幅する外部駆動部を有する  
送信装置。

10

【請求項11】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部を含むアンテナ共振部と、

前記アンテナ共振部への送信信号を生成する駆動部と、

前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定する測定部と、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち最適制御値であって、前記測定部により測定された時間差のうち、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの最適時間差に対応する最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する制御部と

20

を具備する送信装置。

【請求項12】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部を含むアンテナ共振部を駆動するアンテナ駆動装置であって、

前記アンテナ共振部への送信信号を生成する生成部と、

前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出する検出部により検出された前記駆動電流の値を取得する取得部と、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち、前記検出部で検出された駆動電流または駆動電力が最小となる最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する制御部と

30

を具備するアンテナ駆動装置。

【請求項13】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部を含むアンテナ共振部を駆動するアンテナ駆動装置であって、

前記アンテナ共振部への送信信号を生成する生成部と、

前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定する測定部により測定された前記時間差を取得する取得部と、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち最適制御値であって、前記測定部により測定された時間差のうち、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの最適時間差に対応する最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する制御部と

40

を具備するアンテナ駆動装置。

【請求項14】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部を含むアンテナ共振部と、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する駆動部とを備える送信装置による、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニング方法であって、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を出力し、

前記制御信号の出力に応じて前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出することで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適

50

制御値を検出する

チューニング方法。

【請求項 15】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含むアンテナ共振部と、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する駆動部とを備える送信装置による、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニング方法であって、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を出力し、

前記制御信号の出力に応じて前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定し、

測定された時間差と、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの前記インピーダンスマッチング部における被制御量に対応する最適な時間差であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との最適時間差とを比較することで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適制御値を検出する

10

チューニング方法。

【請求項 16】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含むアンテナ共振部と、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する駆動部とを備える送信装置により実行されるプログラムであって、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を出力し、

20

前記制御信号の出力に応じて前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出することで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適制御値を検出する

ことを前記送信装置に実行させるプログラム。

【請求項 17】

アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含むアンテナ共振部と、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する駆動部とを備える送信装置により実行されるプログラムであって、

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を出力し、

30

前記制御信号の出力に応じて前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定し、

測定された時間差と、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの前記インピーダンスマッチング部における被制御量に対応する最適な時間差であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との最適時間差とを比較することで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適制御値を検出する

ことを前記送信装置に実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、電磁結合により非接触通信または非接触給電を行う送信装置等の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、近距離における非接触通信技術である NFC (Near Field Communication) を利用した非接触通信システムの普及が著しい。NFC は、クレジットカード、電子マネー、電子乗車券、ID カード、貨物管理用タグ、メモリカード、非接触式電力伝送システムなどに、広く利用されている。このような非接触通信システムでは、システム専用のリーダ/ライタ (以下、R/W と記す) 装置の送信アンテナ (共振回路) から出力された送信信号を、非接触 IC (Integrated circuit) カード内に設けられた受信アンテナが電磁誘導作

50

用により受信する。

【 0 0 0 3 】

このような非接触通信システムでは、安定した通信特性を得るためには、R/W装置内の信号源の周波数と、R/W装置の送信アンテナの共振周波数と、非接触ICカード内の受信アンテナ（共振回路）の共振周波数とが互いに一致することが重要である。しかしながら、非接触ICカードの受信アンテナまたはR/W装置の送信アンテナの共振周波数は、R/W装置が使用される環境等、様々な要因により変動する。この場合、非接触ICカードおよびR/W装置間で安定して情報を送受信することが困難になる。

【 0 0 0 4 】

そこで、非接触通信システムの技術分野では、あらゆる条件下において、安定した通信状態を保つための様々な技術が提案されている。例えば特許文献1の非接触通信装置では、アンテナ駆動部（例えばLSI）では、差動増幅器でなる測定部が、発振部からの出力電流（LSIによる駆動電流）を測定する。そして、制御部が、その出力電流の最小値または最大値を検出し、それら最小値または最大値に対応する最適制御値を使用して共振周波数を制御している（特許文献1の[要約]に記載）。

10

【 0 0 0 5 】

ところで、例えば非接触式の通信装置では、パワー不足による通信エラーが発生することがある。そこで、通信パワーの増幅のためにブースターが設けられる場合がある。

【 0 0 0 6 】

例えば、特許文献2では、ブースターを用いることの必要性が述べられている。非接触型のRFIDリーダー/ライターと、RFIDタグとの通信距離は、数cmである。しかし、上述のように、種々の用途が考えられるRFIDシステムでは、多様な用途が考えられ、適用分野によっては、通信距離をさらに延長できることが望ましい。これに対処するため、RFIDタグとRFIDリーダー/ライターとの間に、ブースターアンテナを配置することが提案されている（特許文献2の明細書段落[0005]に記載）。

20

【 0 0 0 7 】

特許文献3では、小型のアンテナでも通信距離を確保するためにブースターを設けることが開示されている。また、この特許文献3では、NFCコントローラと接続された検波回路が当該NFCコントローラからの入力信号に基づき検波信号を生成し、検波信号により起動した電源がブースターに電力を供給する。これにより、非通信状態では、ブースターが動作しないため、無線通信装置の消費電力を抑えることができる（特許文献3の明細書段落[0005]、[0016]、[0019]、[0025]に記載）。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開2016-25460号公報

【 特許文献 2 】 特開2009-21970号公報

【 特許文献 3 】 特開2015-177389号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

40

【 0 0 0 9 】

ブースターアンテナコイルを、メモリカードなど小型の送信機内に搭載することは難しい。また、ブースターの有無に関わらず、様々な環境の中で、適切な共振周波数に制御されることが要求される。

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、ブースターの有無に関わらず、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、これにより安定した通信特性を得ることができる送信装置等の技術を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

50

上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る送信装置は、アンテナ共振部と、駆動部と、検出部と、制御部とを含む。

前記アンテナ共振部は、アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含む。

前記駆動部は、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する。

前記検出部は、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出する。

前記制御部は、前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち、前記検出部で検出された駆動電流または駆動電力が最小となる最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する。

【0012】

このような構成によれば、駆動部が動作するための駆動電流、またはその駆動電流に基づく駆動電力が最小になるように共振周波数が制御されるので、プースターの有無に関わらず、送信装置が使用される環境の変動に応じて、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、安定した通信特性を得ることができる。

10

【0013】

前記制御部は、所定のサーチ範囲内で前記制御信号を出力することにより、前記最適制御値を検出するように構成されていてもよい。

【0014】

前記検出部は、前記駆動電流の平均値または実効値を出力するように構成されていてもよい。

【0015】

20

前記送信装置は、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる時の前記インピーダンスマッチング部における被制御量に対応する最適な時間差であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との最適時間差を記憶する記憶部をさらに具備してもよい。

これにより、制御部は、最適時間差に基づき、その最適時間差に対応する最適制御値を用いて、共振周波数を制御することができる。

【0016】

前記送信装置は、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定する測定部をさらに具備してもよい。

【0017】

30

前記制御部は、所定のサーチ範囲内で前記制御信号を出力することにより、前記測定部で測定された時間差を取得し、その測定された時間差と、前記最適時間差との比較結果に基づき、前記最適制御値を検出するように構成されていてもよい。

これにより、送信装置は、環境の変動に対応した最適制御値を使用することができる。

【0018】

前記測定部は、前記駆動部から出力され前記アンテナ共振部へ入力される前記送信信号の位相と、前記アンテナ電流の位相とを比較する位相比較器を有する。

【0019】

前記駆動部は、発振部と、前記発振部からの信号が入力され、前記送信信号として、第1信号および前記第1信号の位相とは逆位相の第2信号をそれぞれ生成する一对の差動増幅器とを有していてもよい。

40

前記位相比較器は、前記一对の差動増幅器がそれぞれ生成する信号のうち前記第1信号の位相と、前記第1信号による前記アンテナ電流の位相とを比較するように構成されていてもよい。

【0020】

前記駆動部は、前記アンテナ電流の増幅する外部駆動部と、発振部と、前記発振部からの信号が入力され、前記送信信号として、第1信号および前記第1信号の位相とは逆位相の第2信号をそれぞれ生成する一对の差動増幅器とを有していてもよい。

前記位相比較器は、前記一对の差動増幅器がそれぞれ生成する信号のうち前記第1信号の位相と、前記第2信号による前記アンテナ電流の位相とを比較するように構成されてい

50

てもよい。

【0021】

前記駆動部は、前記アンテナ電流の増幅する外部駆動部を有していてもよい。

【0022】

本発明の他の形態に係る送信装置は、上記したアンテナ共振部と、上記した駆動部と、測定部と、制御部とを具備する。

前記測定部は、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定する。

前記制御部は、前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する。前記最適制御値は、前記測定部により測定された時間差のうち、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの最適時間差に対応する値である。

10

【0023】

このような構成によれば、最適時間差を使用して、駆動部が動作するための駆動電流、またはその駆動電流に基づく駆動電力が最小となるように共振周波数が制御されるので、プスターの有無に関わらず、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、安定した通信特性を得ることができる。

【0024】

本発明の一形態に係るアンテナ駆動装置は、アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含むアンテナ共振部を駆動するアンテナ駆動装置であって、生成部と、取得部と、制御部とを具備する。

20

前記生成部は、前記アンテナ共振部への送信信号を生成する。

前記取得部は、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力を検出する検出部により検出された前記駆動電流の値を取得する。

前記制御部は、前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち、前記検出部で検出された駆動電流または駆動電力が最小となる最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する。

【0025】

本発明の他の形態に係るアンテナ駆動装置は、アンテナコイルと、インピーダンスマッチング部とを含むアンテナ共振部を駆動するアンテナ駆動装置であって、上記した生成部と、取得部と、制御部とを具備する。

30

前記取得部は、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差を測定する測定部により測定された前記時間差を取得する。

前記制御部は、前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を生成可能であり、前記制御信号のうち最適制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する。前記最適制御値は、前記測定部により測定された時間差のうち、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの最適時間差に対応する値である。

【0026】

本発明の一形態に係るチューニング方法は、上記したアンテナ共振部と、上記した駆動部とを備える送信装置による、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニング方法である。

40

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号が出力される。

前記制御信号の出力に応じて前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が検出されることで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適制御値が検出される。

【0027】

本発明の他の形態に係るチューニング方法は、上記したアンテナ共振部と、上記した駆動部とを備える送信装置による、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニング方法である。

前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号が出力される。

50

前記制御信号の出力に応じて前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との時間差が測定される。

測定された時間差と、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となる時の前記インピーダンスマッチング部における被制御量に対応する最適な時間差であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との最適時間差とが比較されることで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適制御値が検出される。

【0028】

上記チューニング方法を実行する送信装置のプログラムも提供され得る。

【発明の効果】

【0029】

以上、本発明によれば、ブースターの有無に関わらず、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、これにより安定した通信特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る非接触通信システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1に示した送信装置として、ブースターを持たない送信装置の回路構成を示す。

【図3】図3は、図1に示した送信装置として、ブースターを持つ送信装置の回路構成を示す。

【図4】図4は、参考例に係る、ブースターを持たない送信装置の基本的な回路構成を示す。

【図5】図5は、参考例に係る、ブースターを持つ送信装置の基本的な回路構成を示す。

【図6】図6A～Cは、図4に示した参考例に係る送信装置において、共振条件での各部の信号の計算結果を示すグラフである。

【図7】図7A～Cは、図5に示した参考例に係る送信装置において、共振条件での各部の信号を示すグラフである。

【図8】図8は、ブースターを持たないおよびそれを持つ送信装置の両方について共振条件をまとめた表である。

【図9】図9Aは、ブースターを持たない送信装置について、容量 $C_p$ と、駆動電力、アンテナ電流、および時間差との関係を示すグラフである。図9Bは、ブースターを持つ送信装置について、容量 $C_p$ と、駆動電力、アンテナ電流、および時間差との関係を示すグラフである。

【図10】図10は、ブースターを持つ送信装置において、様々な値のマッチングインピーダンスについての、容量 $C_p$ と、アンテナ電流および駆動電力との関係を示すグラフである。

【図11】図11は、ブースターを持つ送信装置において、様々な値のマッチングインピーダンスについての、容量 $C_p$ と時間差との関係を示すグラフである。

【図12】図12は、ブースターを持つ送信装置において、マッチングインピーダンスと、アンテナ電流、時間差、駆動電力との関係を示すグラフである。

【図13】図13は、駆動電力最小法によるチューニング方法を示すフローチャートである。

【図14】図14は、最適時間差法によるチューニング方法を示すフローチャートである。

【図15】図15は、非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

【図16】図16は、その非接触給電システムにおける、外部駆動回路を持つ送信装置（給電装置）の回路構成を示す。

【図17】図17は、その外部駆動回路の構成を示す。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【0031】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

## 【0032】

1. 非接触通信システム

## 【0033】

1.1) 非接触通信システムの構成

## 【0034】

図1は、本発明の一実施形態に係る非接触通信システムの構成を示すブロック図である。なお、図1では、各回路ブロック間において情報の入出力に関する配線を実線矢印で示し、電力の供給に関する配線を破線矢印で示す。

10

## 【0035】

本発明の一実施形態に係る非接触通信システム1は、国際標準規格ISO/IEC18092を基礎とするNFC-A、NFC-B、NFC-F等を含む近距離無線通信技術であるNFC(Near Field Communication)に適用される。

## 【0036】

非接触通信システム1は、送信装置100と、受信装置200とを備える。非接触通信システム1は、送信装置100と受信装置200との間で非接触通信により情報の送受信を行う。なお、非接触通信システム1の例としては、例えば、Felica(登録商標)に代表されるような非接触ICカード規格と、NFC規格とを組み合わせた通信システムが挙げられる。

20

## 【0037】

1.2) 送信装置

## 【0038】

送信装置100について説明する。送信装置100は、受信装置200に対して非接触でデータを読み書きするリーダライタ(R/W)機能を有する装置である。送信装置100は、図1に示すように、アンテナ共振部110、アンテナ駆動部130(駆動部、アンテナ駆動装置)(図2参照)、検出部106、および記憶部145を備える。

## 【0039】

図1に示すようにアンテナ共振部110は、1次側アンテナ部112およびインピーダンスマッチング部114を有し、後述するように、アンテナコイルL1および共振コンデンサ(可変容量コンデンサ)を備える共振回路を構成する。アンテナ共振部110は、受信装置200の2次側アンテナ部201との間で、電磁結合により信号を送受信する。

30

## 【0040】

1次側アンテナ部112は、共振回路により所望の周波数の送信信号を送信すると共に、受信装置200からの応答信号を受信する機能を有する。

## 【0041】

インピーダンスマッチング部114は、アンテナ駆動部130の送信信号生成部(生成部)101と1次側アンテナ部112との間のインピーダンスの整合を取るマッチング回路としての機能を有する。本実施形態では、後述するように、アンテナ駆動部130の制御部が、後述するようにインピーダンスマッチング部114を制御することにより、送信信号生成部101と1次側アンテナ部112との間のインピーダンスマッチングおよび共振周波数の最適化を実現する。

40

## 【0042】

アンテナ駆動部130は、主に、送信信号生成部101、変調回路102、復調回路103、および制御部140を有する。

## 【0043】

送信信号生成部101は、変調回路102から入力された送信データにより所望の周波数(例えば13.56MHz)のキャリア信号を変調し、インピーダンスマッチング部114を介して、当該変調したキャリア信号を1次側アンテナ部112に出力する機能を有する。

## 【0044】

50

変調回路 102 は、制御部 140 から入力された送信データを符号化し、当該符号化した送信データを送信信号生成部 101 に出力する機能を有する。

【0045】

復調回路 103 は、1次側アンテナ部 112 で受信した応答信号をインピーダンスマッチング部 114 を介して取得し、該応答信号を復調する機能を有する。そして、復調回路 103 は、復調した応答データを制御部 140 に出力する機能を有する。

【0046】

制御部 140 は、外部からの指令や内蔵するプログラムにしたがって、各種制御用の指令信号を生成し、該指令信号を変調回路 102 に出力して、回路の動作を制御する機能を有する。また、制御部 140 は、指令信号に対応した送信データを生成し、該送信データを  
10 変調回路 102 に供給する機能を有する。さらに、制御部 140 は、復調回路 103 で復調された応答データに基づいて所定の処理を行う機能を有する。

【0047】

具体的には、制御部 140 は、送信装置 100 の R/W 機能とカード機能を制御する機能を有する。R/W 機能は、送信装置 100 が、2次側機器（相手側機器）である受信装置 200 と通信（データの読み書き）を行う機能である。カード機能とは、図 1 に示した 2次側機器である受信装置 200 の機能であり、送信装置 100 が、その機能を持つことを意味する。

【0048】

また、制御部 140 は、インピーダンスマッチング部 114 を制御する制御信号（例えば制御電圧）を生成し、これをインピーダンスマッチング部 114 に出力する。インピーダンスマッチング部 114 は、後述するように可変コンデンサ（可変容量コンデンサ）を備え、制御信号により可変コンデンサの容量（被制御量）が調整される。これにより、アンテナ共振部 110 の共振周波数が制御される。  
20

【0049】

なお、制御部 140 は、送信装置 100 のシステム全体を制御する制御部と、信号の送受信を制御する送受信制御部とに、機能的または物理的に分かれていてもよい。この場合、送受信制御部が、主に上記のインピーダンスマッチング部 114 の制御を実行するように構成される。

【0050】

制御部 140 は、例えば主に CPU（Central Processing Unit）および / または PLD（Programmable Logic Device）により構成される。  
30

【0051】

検出部 106 は、アンテナ駆動部 130 に接続された電源 107 から供給される電流を検出する機能を有する。この電流は、アンテナ駆動部 130（および / または後述するブースター）が動作するための駆動電流である。

【0052】

1.3) 受信装置

【0053】

次に、受信装置 200 について説明する。なお、図 1 に示す例では、受信装置 200 を非接触 IC カードとして動作するモバイル機器で構成した例を示す。また、この例では、受信装置 200 が、自身の共振周波数を調整する機能を備える例を説明する。  
40

【0054】

受信装置 200 は、図 1 に示すように、受信アンテナとしての機能を有する 2次側アンテナ部 201、整流部 204、受信制御部 202、復調回路 205、システム制御部 203、変調回路 206、定電圧部 207、バッテリー 208 を備える。

【0055】

2次側アンテナ部 201 は、例えば不図示の共振コイルおよび複数の共振コンデンサからなる共振回路を有している。この共振コンデンサは、制御電圧を印加することにより容量が変化する可変コンデンサを含む構成となっている。2次側アンテナ部 201 は、送信  
50

装置 100 の 1 次側アンテナ部 112 と電磁結合により通信を行い、1 次側アンテナ部 112 が発生する磁界を受けて、送信装置 100 からの送信信号を受信する機能を有する。この際、2 次側アンテナ部 201 の共振周波数が所望の周波数となるように、可変コンデンサの容量が調整される。

【0056】

整流部 204 は、例えば、整流用ダイオードと整流用コンデンサとからなる半波整流回路で構成され、2 次側アンテナ部 201 で受信した交流電力を直流電力に整流し、当該整流した直流電力を定電圧部 207 に出力する機能を有する。

【0057】

定電圧部 207 は、整流部 204 から入力された電気信号（直流電力）に対して電圧変動（データ成分）の抑制処理および安定化処理を施し、当該処理された直流電力を受信制御部 202 に供給する機能を有する。なお、整流部 204 および定電圧部 207 を介して出力された直流電力は、受信装置 200 内の IC を動作させるための電源として使用される。

10

【0058】

受信制御部 202 は、2 次側アンテナ部 201 の共振特性を制御して、受信時における共振周波数の最適化を図る機能を有する。具体的には、2 次側アンテナ部 201 内に含まれる可変コンデンサに制御電圧を印加してその容量を調整し、これにより、2 次側アンテナ部 201 の共振周波数を調整する。

【0059】

復調回路 205 は、2 次側アンテナ部 201 で受信した受信信号を復調し、当該復調した信号をシステム制御部 203 に出力する機能を有する。

20

【0060】

システム制御部 203 は、復調回路 205 で復調された信号に基づいて、その内容を判断して必要な処理を行い、変調回路 206 および受信制御部 202 を制御する機能を有する。

【0061】

変調回路 206 は、システム制御部 203 で判断された結果（復調信号の内容）に従って受信キャリアを変調して応答信号を生成する機能を有する。また、変調回路 206 は、生成した応答信号を 2 次側アンテナ部 201 に出力する機能を有する。変調回路 206 から出力された応答信号は、非接触通信により、2 次側アンテナ部 201 から 1 次側アンテナ部 112 に送信される。

30

【0062】

バッテリー 208 は、システム制御部 203 に電力を供給する機能を有する。このバッテリー 208 への充電は、その充電端子を外部電源 50 に接続することにより行われる。図 1 に示す例のように、受信装置 200 がバッテリー 208 を内蔵する構成である場合には、より安定した電力をシステム制御部 203 に供給することができ、安定した動作が可能となる。

【0063】

なお、受信装置 200 は、バッテリー 208 を使用せずに、整流部 204 および定電圧部 207 を介して生成される直流電力を用いて、システム制御部 203 を駆動する構成であってもよい。

40

【0064】

本実施形態の非接触通信システム 1 では、送信装置 100 の 1 次側アンテナ部 112 と受信装置 200 の 2 次側アンテナ部 201 との間において、電磁結合を介して非接触でデータ通信を行う。このため、送信装置 100 および受信装置 200 において効率良く通信を行うために、1 次側アンテナ部 112 および 2 次側アンテナ部 201 の各共振回路が同じキャリア周波数（例えば 13.56MHz）で共振するように構成される。

【0065】

2. 送信装置の回路構成

50

## 【 0 0 6 6 】

2.1) ブースター (外部駆動部) を持たない送信装置

## 【 0 0 6 7 】

図2は、図1に示した送信装置100として、ブースターを持たない送信装置100Aの回路構成を示す。ブースターを持たない送信装置100Aでは、アンテナ駆動部130が「駆動部」として機能する。

## 【 0 0 6 8 】

アンテナ共振部110は、アンテナコイルL1およびこれに接続されたインピーダンスマッチング部114を有する。インピーダンスマッチング部114は、アンテナ駆動部130とアンテナコイルL1のインピーダンス不整合を防ぎ、アンテナ駆動部130の負荷 (インピーダンス) をアンテナコイルL1によらず常に一定、かつ純抵抗としている。

10

## 【 0 0 6 9 】

例えばアンテナ共振部110は、可変コンデンサ (並列共振コンデンサ) VC1が並列接続され、また、固定容量のコンデンサC2、C5 (直列共振コンデンサ) が直列接続された直並列共振回路として構成される。可変コンデンサVC1は、これに入力される制御電圧 (制御信号) が変化することにより、容量が変化し、これにより、アンテナ共振部110の共振周波数が変化する。なお、可変コンデンサは、複数設けられ、それら複数の可変コンデンサの容量が、同じ制御電圧値により変化するように構成されていてもよい。

## 【 0 0 7 0 】

コンデンサC9、C10 (並列共振コンデンサ) は、アンテナサイズの違い等によるアンテナ特性差を吸収するための追加のコンデンサである。コンデンサC9、C10の容量をそれぞれCp2とし、可変コンデンサVC1の容量をCp1とすると、これらの合成容量はCp1+Cp2/2となる。可変容量コンデンサVC1は、印加される制御電圧が大きくなると容量が減少するように構成されている。したがって、制御電圧が大きくなると共振周波数は高くなる。

20

## 【 0 0 7 1 】

コンデンサC7、C8は、可変コンデンサVC1に印加される上記制御電圧 (DC電圧) がアンテナL3に漏れないようにするためのDCカットの機能を有する。コンデンサC7、C8の容量は、後述するチューニングの実行時での影響を小さくするため、合成容量 (Cp1+Cp2/2) としての例えば200pFに比べ、十分に大きな10nFに設定されている。コンデンサC7、C8の容量が小さい場合、可変コンデンサVC1の可変率が減少する等の影響が出てくる。

30

## 【 0 0 7 2 】

インピーダンスマッチング部114は、アンテナ共振部110のQ値 (Quality Factor、先鋭度) を決めるダンピング抵抗R5、R6を有する。本実施形態では、これらはショート抵抗 (0) とされる。

## 【 0 0 7 3 】

フィルタ部120は、コイルL2、L3、コンデンサC1、C4を有し、EMC (Electro Magnetic Compatibility) 機能を有する。アンテナ駆動部130から出力される高周波の発振信号 (上記送信信号) は矩形波である。フィルタ部120は、この発振信号による高周波ノイズを除去する機能を有する。そのカットオフ周波数は16MHz~20MHzとされる。コイルL2、L3は、コンデンサC2、C5の一方の端子にそれぞれ接続されている。コンデンサC1、C4は、コイルL2、L3のそれぞれとグランドとの間に接続されている。

40

## 【 0 0 7 4 】

アンテナ駆動部130の送信信号生成部101は、発振周波数を制御可能な発振部131と、発振部131により得られる発振信号をアンテナ共振部110に供給するパルス発生部135と、発振部131の出力ゲインを制御するゲインコントローラ132とを備える。パルス生成部135は駆動部としても機能する。

## 【 0 0 7 5 】

50

発振部 131 は、12MHz ~ 17MHz の広範囲に亘る発信周波数の信号を出力するように制御部 140 により制御される周波数可変発振器からなる。典型的には、発振周波数は、13.56MHz に制御されるが、設計上、13.56MHz からオフセットされた発振周波数に制御される場合もある。そのオフセットされた発振周波数は、メーカーや製品モデルによって異なる固有値である。

【0076】

制御部 140 は、発振部 131 によって出力される発振周波数を、ターゲット周波数  $f_0$  (上述した 13.56MHz、または、それからオフセットされた発振周波数) に一致させるように制御する。

【0077】

本実施形態では、上記ターゲット周波数  $f_0$  は、アンテナ共振部 110 のインダクタンス、Q 値、インピーダンス等の設計により決まる設計値である。これらはアンテナ特性を決定する設計値である。

【0078】

パルス発生部 135 は、発振部 131 から供給される高周波の発振信号を、正相のパルス信号 (例えば第 1 信号) と、それと逆位相のパルス信号 (例えば第 2 信号) を生成し、これらを送信信号としてフィルタ部 120 に出力する。例えば、パルス発生部 135 は、これらの 2 つの信号をそれぞれ生成する一対の差動増幅器 A1、A2 を含む。

【0079】

アンテナ駆動部 130 は、制御部 140 からのデジタルの制御電圧値を、アナログ信号に変換する DAC (デジタル/アナログ変換器) 136 を有する。DAC 136 によって変換されたアナログのバイアス制御電圧は、可変コンデンサ VC1 に印加される。また、アンテナ駆動部 130 は、検出部 106 で検出された電流値を示す DC 電圧信号をデジタル化する ADC (アナログ/デジタル変換器) 134 を有する。

【0080】

アンテナ駆動部 130 は、パルス発生部 135 の送信信号と、アンテナ部を流れる電流であるアンテナ電流との時間差を測定する測定部 105 を有する。例えば測定部 105 は、位相比較器 A3 と、ディレイ算出部 108 とを有する。Tx1 端子および Tx2 端子からそれぞれ出力される信号でなる送信信号により、アンテナコイル L1 にアンテナ電流が流れる。そのアンテナ電流の位相を、アンテナコイル L1 の両端に接続された Rx1 端子 (あるいは、後述する送信装置 100B では Rx2 端子) を利用して、アンテナ駆動部 130 内に取り込むことができる。

【0081】

例えば、位相比較器 A3 の非反転入力端子には、送信信号として差動増幅器 A1 からの信号が入力される。反転入力端子には、送信信号によるアンテナ電流 (インピーダンスマッチング部 114 において、送信信号が供給される線を流れる電流) の信号が入力される。位相比較器 A3 は、これらの信号の位相を比較して位相差に相当する電圧信号を出力するように構成される。ディレイ算出部 108 はその位相差に基づき、その時間差を算出し、これを制御部 140 に出力する機能を有する。

【0082】

測定部 105 は、アンテナ駆動部 130 の外部に設けられていてもよい。

【0083】

送信装置 100A は、アンテナパラメータ、発振部 131 による発振周波数等の設定値、上記時間差等を記憶する記憶部 145 を備える。

【0084】

アンテナ駆動部 130 は、例えば LSI (Large Scale Integration) により構成される。検出部 106 および記憶部 145 のうち少なくとも 1 つは、この LSI の内部に設けられていてもよい。また、制御部 140 を構成する回路のうち一部または全部が、この LSI (アンテナ駆動部 130) の外部に設けられていてもよい。

【0085】

10

20

30

40

50

R/W機能を実現するためのRWモードでは、制御部 1 4 0 は、発振部 1 3 1 を上記した周波数範囲のうち任意の周波数で発振させ、パルス発生部 1 3 5 がその周波数を持つ信号を T x 1 端子および T x 2 端子にそれぞれ出力するように、制御を実行する。一方、カード機能を実現するためのカードモードでは、制御部 1 4 0 は、アンテナ共振部 1 1 0 のアンテナコイル L 1 に誘起される受信信号を図示しない受信回路で検出し、負荷変調により応答する制御を行う。

【 0 0 8 6 】

2 . 2 ) ブースター ( 外部駆動部 ) を持つ送信装置

【 0 0 8 7 】

図 3 は、図 1 に示した送信装置 1 0 0 として、ブースターを持つ送信装置 1 0 0 B の回路構成を示す。これ以降の説明では、図 2 に示した形態に係る送信装置が含む要素や機能等について実質的に同様の要素については同一の符号を付し、その説明を簡略化または省略し、異なる点を中心に説明する。

10

【 0 0 8 8 】

この送信装置 1 0 0 B では、アンテナ駆動部 1 3 0 とフィルタ部 1 2 0 との間に接続されたブースター 1 7 0 を備える。ブースターを持つ送信装置 1 0 0 B では、主にブースター 1 7 0 が「駆動部」として機能する。ブースター 1 7 0 は、アンテナ駆動部 1 3 0 からの出力電圧を増幅させることにより、アンテナ電流の振幅を増大させる機能を有する。

【 0 0 8 9 】

図 2 に示した送信装置 1 0 0 A におけるパルス発生部 1 3 5 への電力供給ライン ( VC1\_drive のライン ) とは別の電力供給ライン ( VC2\_drive のライン ) が、検出部 1 0 6 を介してブースター 1 7 0 に接続されている。すなわち、検出部 1 0 6 は、ブースター 1 7 0 に供給される電力 ( 電流 ) を検出する。

20

【 0 0 9 0 】

図 2 に示した送信装置 1 0 0 A では、上述したように、測定部 1 0 5 における位相比較器 A 3 の反転入力端子には、差動増幅器 A 1 が生成する信号によるアンテナ電流の信号 R x 1 が入力された。これに対し、この送信装置 1 0 0 B では、位相比較器 A 3 の反転入力端子には、パルス発生部 1 3 5 における差動増幅器 A 2 が生成する信号によるアンテナ電流 ( インピーダンスマッチング部 1 1 4 において、当該差動増幅器 A 2 が生成する信号が供給される線を流れる電流 ) の信号 R x 2 が入力される。この違いの意味については後述

30

【 0 0 9 1 】

3 . 本実施形態に係る送信装置 ( 図 1 、 2 ) の動作を理解するための参考例

【 0 0 9 2 】

3 . 1 ) 参考例に係る信号装置の構成

【 0 0 9 3 】

図 4 は、参考例に係る、ブースターを持たない送信装置の基本的な回路構成を示す。この送信装置 1 0 A は、 L S I 部 3 3 0 ( アンテナ駆動部 ) 、 フィルタ部 3 2 0 、 インピーダンスマッチング部 3 1 4 、 およびアンテナコイル L 1 を備える。インピーダンスマッチング部 3 1 4 は、固定容量の、直列共振のコンデンサ C 2 、 C 5 、 並列共振のコンデンサ C 9 、 C 1 0 を有する。

40

【 0 0 9 4 】

図 5 は、参考例に係る、ブースター 1 7 0 を持つ送信装置の基本的な回路構成を示す。この送信装置 1 0 B は、図 4 に示した送信装置 1 0 A において、 L S I 部 3 3 0 とフィルタ部 1 2 0 との間にブースター 1 7 0 が挿入されたものである。このブースター 1 7 0 は、例えば決済端末で使用される回路である。

【 0 0 9 5 】

ブースター 1 7 0 は、トランジスタ Q 1 、 Q 2 、 コイル L 5 、 L 6 により電圧増幅を行う。駆動電圧は、例えば 5V とされる。トランジスタ Q 1 、 Q 2 が、コイル L 5 、 L 6 に流れるそれぞれの電流を ON/OFF することで、駆動電圧 5V より高い電圧を発生させ、駆動電流

50

を増大させる。

【0096】

コイルL5、L6による位相遅れを補正して、ブースター170による位相変化をほぼゼロにするために、コンデンサC13、C14の容量は、 $L=1/C$ を満たすように設定されている。ブースター170での位相変化は、コイルL5およびコンデンサC1で相殺されるため、インピーダンスマッチング部314の各コンデンサC2、C5、C9、C10の容量は、ブースター170の有無に関わらず同じ値を使用できる。実際には、LSI部330の出力インピーダンスの影響やコンデンサC13による位相補正ずれが生じるため、図8の表に示すように、並列共振コンデンサC9、C10、直列共振コンデンサC2、C5の容量の最適化が図られている。

10

【0097】

図3に示した送信装置100Bにおけるブースター170は、図5に示したブースター170と同様の構成を有する。

【0098】

3.2) 駆動パルスおよびアンテナ電流の時間差

【0099】

図6A~Cは、図4に示した参考例に係る送信装置10Aにおいて、共振条件(コンデンサC2、C5、C9、C10が最適化された状態)での各部の信号の計算結果を示すグラフである。具体的には、図6Aは、LSI部330における抵抗R1を流れる電流であり、LSI部330が動作するための駆動電流を示す。図6Bは、アンテナコイルL1を流れるアンテナ電流を示す。図6Cは、電源V1、V2による駆動パルスを示す。

20

【0100】

なお、図1に示した電源107により供給される電力に相当する電力が、図4に示した電源V1、V2から供給される電力の一部に相当する(図2の「VC1\_drive」)。

【0101】

このような共振条件において、駆動パルス(つまり送信信号)およびアンテナ電流の時間差を求めることを考える。そのためには、駆動パルスおよびアンテナ電流のそれぞれの位相基準点を考慮する必要がある。

【0102】

この送信装置10Aにおいて、駆動パルスは、電圧V1、V2の位相が180°ずれた(極性が反転した)2つのパルスで駆動する差動回路により生成される。駆動パルスは、VP、VNの差信号であるため、-3~+3Vの6Vppとなる。駆動パルスの位相基準点は、0Vとなる点であり、駆動パルスの立ち上がりタイミングt1である。

30

【0103】

送信装置10Aは、コイルを含む回路を駆動するため、駆動電流は正弦波ではなく歪が生じる。駆動電流の位相基準点は、0mAとなる点である。これに対し、アンテナ電流は13.56MHzの共振回路となっているため、綺麗な正弦波となっており、アンテナ電流の位相基準点の0mAは容易に求められる。

【0104】

このような共振条件において、駆動パルスの位相基準点、つまり駆動パルスの立ち上がりタイミングt1から、アンテナ電流の位相基準点のタイミングt2までの時間差は、14.9nsとなった。この時間差(t2-t1)に相当する位相差は、当該時間差14.9nsと周波数13.56MHzから算出することができる。

40

【0105】

図7A~Cは、図5に示した参考例に係る送信装置10Bにおいて、共振条件(コンデンサC2、C5、C9、C10が最適化された状態)での各部の信号を示すグラフである。具体的には、図7Aは、LSI部330における抵抗R1を流れる電流である。図7Bは、ブースター170のコイルL5に流れる電流であり、駆動電流(例えば駆動電圧5Vによる電源電流)を示す。図7Cは、アンテナ電流を示し、図7Dは、電源V1、V2による駆動パルスを示す。

50

## 【0106】

なお、図1に示した電源107により供給される電力に相当する電力が、図4に示した電源V0から供給される電力の一部に相当する(図3の「VC2\_drive」)。

## 【0107】

この送信装置10Bについても、上記送信装置10Aの場合と同様に、駆動パルス(つまり送信信号)およびアンテナ電流の時間差を求めることを考える。

## 【0108】

この送信装置10Bにおいて、ブースター170のコイルL5、L6によるブースト効果により、図7Bに示したように駆動電流に大きな歪が生じていること、また、その駆動電流の位相基準点が判然としないことがわかる。

10

## 【0109】

図7Aに示すように、図6Aの駆動電流に相当する、LSI部330の出力電流は、トランジスタQ1、Q2のみを駆動すればよいため、パルスのな駆動電流となり、電流値が小さくなっていること、連続波でなく歪が多いことがわかる。したがって、このLSI部330の出力電流の電流検出を行うことは容易ではない(不向きである)ことがわかる。

## 【0110】

図7Cに示すように、アンテナ電流はブースター170によりインピーダンスZが同じ80であるにも関わらず、図6Bに示したアンテナ電流に比べ、振幅が1.7倍に増えているのがわかる。

## 【0111】

送信装置10Bでは、LSI部330から出力されたパルス信号は、トランジスタQ1、Q2によって反転する。したがって、アンテナ電流の位相基準点は、図7Dにおいてタイミングt2で示す立ち下がりエッジから、タイミングt4で示す立ち上がりエッジへシフト(反転)される必要がある。つまり、位相基準点は、駆動パルスの半周期分シフトされる必要がある。

20

## 【0112】

この場合、駆動パルスとアンテナ電流の位相基準点同士の時間差は、駆動パルスの立ち上がりエッジのタイミングt3から、アンテナ電流の位相基準点(立ち上がりから0mAになる点)のタイミングt4までとなる。当該時間差(t4 - t3)は、17.7nsとなった。

## 【0113】

駆動パルスの立ち下がりのタイミングt1から、アンテナ電流の位相基準点(立ち下がりから0mAになる点)のタイミングt2までの時間差も、同じ17.7nsである。

30

## 【0114】

この送信装置10Bでの時間差(17.7ns)は、トランジスタQ1により時間遅れや、コンデンサC13による位相補正ずれのため、送信装置10Aでの時間差(14.9ns)に比べ、約3ns大きな値となった。

## 【0115】

上記位相基準点のシフトあるいはエッジの反転を実現するために、送信装置10Bは、図3に示したように、位相比較器A3の反転入力端子に入力される信号は、送信装置10Aにおける位相比較器A3の反転入力端子に入力される信号とが異なっている(180°シフトあるいは反転されたものとなっている)。

40

## 【0116】

3.3)共振条件

## 【0117】

図8は、送信装置10A、10Bについて、共振条件をまとめた表である。具体的には、マッチングインピーダンス、並列共振コンデンサC9、C10の容量(Cp)、直列共振コンデンサC2、C5の容量(Cs)、アンテナ電流、時間差を示す。

## 【0118】

図9Aは、送信装置10Aについて、容量Cpと、駆動電力、アンテナ電流、および時間差との関係を示すグラフである。ここでの駆動電力とは、アンテナ駆動部(LSI部33

50

0) に供給される電力であり、グラフではその実効値（あるいは平均値）を示す。

【0119】

図9Bは、送信装置10Bについて、容量 $C_p$ と、駆動電力、アンテナ電流、および時間差との関係を示すグラフである。ここでの駆動電力とは、ブースターに供給される電力であり、グラフではその実効値（あるいは平均値）を示す。

【0120】

図9Aに示すように、容量 $C_p$ が大きくなると（共振周波数が低くなると）、時間差は大きくなり、アンテナ電流は低くなる。駆動電力は共振条件となる $C_p=116\text{pF}$ で最小となることがわかる。つまり、共振条件では、アンテナ電流を最も効率的に駆動できていることになる。容量 $C_p$ が大きいとアンテナ電流が減ってしまう理由は、共振周波数ずれによってインピーダンス $Z$ が80より大きくなるためである。

10

【0121】

図9Bに示すように、容量 $C_p$ が大きくなると（共振周波数が低くなると）、図9Aと同様に、時間差は大きくなるが、アンテナ電流は、共振条件の $C_p=115\text{pF}$ で最大となり、その場合、駆動電力は最小となることがわかる。

【0122】

送信装置10A、10Bで、駆動電圧は違うものの、どちらも電圧は一定となるため、駆動電流を検出することで、駆動電力も測定可能となる。

【0123】

以上のことから、時間差を最適値（最適時間差）に合わせるようにすること、または、駆動電力（もしくは駆動電流）を最小にすることで、ブースター170の有無に関わらず、共振周波数のオートマティクなチューニングができることが理解できる。以下、前者によるチューニング方法を最適時間差法と言い、後者によるチューニング方法を駆動電力最小法と言う。具体的なチューニング方法の詳細については後述する。

20

【0124】

チューニングとは、主に、共振周波数を適切に制御するための、可変コンデンサVC1に入力する制御信号の最適値（最適制御値）を検出することである。送信装置10A、300Bが使用される環境に応じて最適制御値は変動する。したがって、それに依りて最適制御値を検出することが、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、安定した通信特性を得ることにつながる。

30

【0125】

図10は、送信装置10Bにおいて、様々な値のマッチングインピーダンスについての、容量 $C_p$ と、アンテナ電流および駆動電力との関係を示すグラフである。グラフでは、実線がアンテナ電流、破線が駆動電力を示している。（ ）内の値がマッチングインピーダンス（ ）を表している。すなわち、マッチングインピーダンスは、40、80、120、160、200 に設定された。また、アンテナコイルL1のインダクタンスは、 $2\mu\text{H}$ と設定された。

【0126】

共振条件を保ったまま、マッチングインピーダンスを変えるためには、直列共振コンデンサおよび並列共振コンデンサの両方の容量を変える必要がある。本実施形態では、それぞれのマッチングインピーダンスで、直列共振コンデンサの容量は最適化し、固定とされている。

40

【0127】

マッチングインピーダンスによらず、共振条件ではアンテナ電流は最大となり、そのアンテナ電流が最大の場合の容量 $C_p$ に対応する駆動電力は最小値とほぼ一致している。マッチングインピーダンスを変えても、駆動電力最小の場合の容量 $C_p$ が、共振周波数に対応する容量であることは変わらない。したがって、駆動電力最小法は、最適時間差法に比べ、マッチングインピーダンスを考慮する必要がない、というメリットを有する。

【0128】

図11は、送信装置10Bにおいて、様々な値のマッチングインピーダンスについての

50

、容量Cpと時間差との関係を示すグラフである。マッチングインピーダンスとアンテナコイルL1の設定値は、図10の場合と同じである。マッチングインピーダンスが大きくなると、共振条件での時間差が大きくなる。したがって、マッチングインピーダンスごとに、最適時間差、つまり最適な位相差を変える必要がある。

【0129】

図12は、送信装置10Bにおいて、マッチングインピーダンスと、アンテナ電流、時間差、駆動電力との関係を示すグラフである。アンテナコイルL1の設定値は、図10、11の場合と同じである。

【0130】

アンテナ電流は、マッチングインピーダンスが大きくなると大きくなるが、160でピークとなり、200では少し減少している。これに対し、時間差は単調増加、駆動電力は単調減少となりどちらもほぼ直線と考えてよい。

10

【0131】

ブースター170(の駆動部)の出力インピーダンスはコイルL5、L6のインダクタンスで決まる。したがって、共振条件でのアンテナ電流がピークを持つのは、このインダクタンス(1.5μH)とのインピーダンスマッチングによるものと考えられる。

【0132】

共振周波数13.56MHzでのコイルL5、L6のインピーダンスは約130であるため、この近辺で電流最大となる。例えば、コイルL5のインピーダンスは、 $[2 \pi f (=13.56\text{MHz}) \times \text{インダクタンス値}L5]$ により計算される。コイルL5、L6のインダクタンスにより、トランジスタQ1、Q2のON/OFFによる逆起電力の大きさ(ブースター170効果の大きさ)が決まるため、出力インピーダンスとの兼ね合いから最適な設計を行えばよい。

20

【0133】

図12から、ブースター170を持つ送信装置では、マッチングインピーダンスを高く設定することで、より少ない駆動電力で大きなアンテナ電流を得ることができることがわかる。したがって、ブースター170を持つ送信装置は、バッテリー駆動の機器で有用となる。

【0134】

#### 4. チューニング方法

【0135】

以下、図1または2で示した送信装置100A、100Bが実行する共振周波数のチューニング方法について説明する。

30

【0136】

#### 4.1) 駆動電力最小法

【0137】

図13は、駆動電力最小法によるチューニング方法を示すフローチャートである。この駆動電力最小法は、送信装置100A、100Bの両方に適用することが可能な方法である。

【0138】

制御部140は、ターゲット周波数f0を記憶部145から読み出し、これを発振部131に設定する(ステップ101)。また、制御部140は、予め記憶部145に記憶されているアンテナパラメータを、制御部140の内部レジスタやゲインコントローラ132等に設定する(ステップ102)。

40

【0139】

アンテナパラメータとは、例えば、インピーダンス、Q値、発振部131から出力される発振信号のゲイン、可変コンデンサVC1への制御信号としてのDAC136の制御電圧値(初期値として例えば0V)等である。

【0140】

ステップ103~106では、制御部140は、最適制御値を検出する処理を実行する。

50

## 【0141】

例えば、制御部140は、所定のサーチ範囲内（例えば0～3V）で、制御信号である制御電圧を掃引する。具体的には、制御部140は、DAC136への制御電圧値を、例えば0Vから1ステップごとに、単位電圧ずつ増加させ、その1ステップごとに、検出部106により駆動電流を測定し、駆動電力を演算する（ステップ103）。この場合、制御部140は、駆動電力値を取得する取得部として機能する。

## 【0142】

制御部140は、システム電圧の最大値である3Vまで（測定が終了するまで）制御電圧値を増加させていく。0～3Vまでの間（ステップ106）に、制御部140は、駆動電力の最小値を検出すると（ステップ104のYES）、駆動電力が最小となるときの、DAC136への制御電圧値である最適制御値を、記憶部145に記憶する（ステップ105）。ステップ105では、測定された最小の駆動電力値を記憶しておいてもよい。

10

## 【0143】

ステップ103では、制御部140は、具体的には、前回測定された値と、今回測定された値とを比較し、今回測定された値が、前回測定された値より小さい場合、その値を保持しておけばよい。

## 【0144】

ステップ103では、制御部140は、駆動電力を演算するのではなく、測定された駆動電流値を取得し、ステップ104で最小の駆動電流を検出してもよい。この場合、制御部140またはADC134は、駆動電流値を取得する取得部として機能する。そして、制御部140は、ステップ105で、駆動電流が最小となるときの、DAC136への制御電圧値である最適制御値を、記憶部145に記憶する。

20

## 【0145】

制御部140は、制御電圧値を3Vまで増加させた後（ステップ106のYes）、通常の、通信用の発振周波数（例えば13.56MHz）を、発振部131に設定する（ステップ107）。制御部140は、通信用のアンテナパラメータを設定して（ステップ108）、チューニング処理を終了する。通信用のアンテナパラメータの1つとして、記憶部145に記憶された最適制御値がある。つまり、通信時には、制御部140は、記憶部145に記憶された最適制御値を使用して共振周波数を制御する。

## 【0146】

4.2) 最適時間差法

30

## 【0147】

図14は、最適時間差法によるチューニング方法を示すフローチャートである。この最適時間差法は、送信装置100A、100Bの両方に適用することが可能な方法である。このフローチャートにおいて、図13に示したものと同様のステップについては、その説明を省略する。

## 【0148】

制御部140は、ステップ202において、記憶部145に記憶された最適時間差を抽出し、これをアンテナパラメータのうちの1つとして設定する。最適時間差は、送信装置100A、100Bの工場出荷時（製造時）に、記憶部145に記憶されていればよい。工場出荷後に任意または所定のタイミングで、最適時間差が校正または更新されるようにしてもよい。

40

## 【0149】

ステップ203では、例えば、制御部140は、所定のサーチ範囲内（例えば0～3V）で、制御信号である制御電圧を掃引する。具体的には、制御部140は、0Vから1ステップごとに、単位電圧ずつ増加させ、その1ステップごとに、測定部105により、駆動パルス（送信信号）とアンテナ電流の時間差を測定する（ステップ203）。制御部140は、測定された時間差を取得し、この場合、取得部として機能する。

## 【0150】

測定された時間差が、設定された最適時間差以下である場合（ステップ204のYes）

50

、制御部 140 は、その測定された時間差を、最適時間差とし、最適時間差が検出されたときの、DAC 136 への制御電圧値である最適制御値を、記憶部 145 に記憶する（ステップ 205）。

【0151】

図 13 に示した駆動電力最小法では、フローチャートでは、0~3Vのすべての制御電圧値をサーチする必要があった。しかし、この最適時間差法では、0~3Vのすべての制御電圧値（所定のサーチ範囲）をサーチする必要はなく、ステップ 203、204 において、最適時間差を検出した時点で、サーチを終了することができる。

【0152】

制御部 140 は、ステップ 108 の通信用のアンテナパラメータの設定時において、ステップ 205 で記憶された最適制御値を、アンテナパラメータの 1 つとして設定する（ステップ 208）。

【0153】

5. まとめ

【0154】

以上のように、駆動電力最小法では、駆動電流またはその駆動電流に基づく駆動電力が最小になるように共振周波数が制御される。したがって、ブースター 170 の有無に関わらず、送信装置 100A、100B が使用される環境の変動に応じて、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、安定した通信特性を得ることができる。

【0155】

また、駆動電力最小法では、マッチングインピーダンスに無関係となるため、設計が簡易となる。

【0156】

一方、最適時間差法では、予め記憶された、送信信号およびアンテナ電流の最適時間差を用いて、駆動電流またはその駆動電流に基づく駆動電力が最小になるように共振周波数が制御される。したがって、上記同様に、ブースター 170 の有無に関わらず、送信装置が使用される環境の変動に応じて、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、安定した通信特性を得ることができる。

【0157】

本実施形態では、ブースター 170 の有無によらずに、つまり送信装置 100A、100B で同一の制御方法が使用可能である。したがって、適用範囲が広まり、コスト上もメリットもある。NFC による通信のためには、アンテナをメモリカード内に配置する必要があるが、メモリカードの外形よりも小さいサイズのアンテナを搭載する場合がある。アンテナの特性として小型であるが故に発する電波は微弱になり、小型のアンテナを使うということは、通信という観点からは、不利になってしまう。弱い電波強度を高めるためのブースターの小型化は難しいので、メモリカード内にブースターを配置することは難しくなる。本技術では、機器のサイズに応じて、ブースター 170 を持たない送信装置 100A、および、それを持つ送信装置 100B のうち 1 つを選択して、当該機器に組み込むことができる。

【0158】

6. 非接触給電（ワイヤレス給電）システム

【0159】

上記非接触通信システム 1（図 1 参照）の技術を、非接触給電システムの技術である WPC（Wireless Power Consortium）等に適用可能である。

【0160】

図 15 は、非接触給電システムの構成を示すブロック図である。この非接触給電システム 2 と、図 1 に示す非接触通信システム 1 の異なる点は、給電モードが設けられる点であり、受電装置 250 に充電制御部 219 が設けられる点である。ここでは、送受の双方向通信に対応する方式を示している。

【0161】

10

20

30

40

50

給電装置（送信装置）150のアンテナ共振部110は、LCの共振回路で構成されており、例えばQiフォーマットで知られる電磁誘導方式では、100~200kHzの出力周波数を持つ。このようにシステムが、フォーマットとして複数の方式を許容する場合、LSI（アンテナ駆動部）により使用する発振周波数や、アンテナ共振部110におけるアンテナコイルL1の仕様が違ってくる。

【0162】

この非接触給電システム2の給電方式として、電磁誘導や磁界共鳴等の方式が適用可能であり、方式によらない。給電装置150は、キャリア信号を送出し、1次側アンテナ部112を経てアンテナに電流を流す。アンテナコイルに流れた電流により発生する磁界が、受電装置250の2次側アンテナ部201と磁氣的に結合することで、2次側アンテナ部201に電圧が励起されエネルギーの伝送が行われる。

10

【0163】

非接触通信システム1の通信状態では、送信装置100と受信装置200との通信距離が長く、距離が変わる。しかし、例えば給電方式として、Qiフォーマットで知られる電磁誘導方式では、給電装置150（例えば給電送信パッド）に受電装置250（例えば携帯電話デバイス）を置く形となるため、両者の距離は常にほぼ一定となる。このような非接触給電システム2は、給電装置150および受電装置250にそれぞれ共振回路を有しており、位置ずれや給電される機器によりその共振周波数がずれるという課題は、上記非接触通信システム1の（非接触通信システム1で解決される）課題と同じである。

【0164】

20

具体的には、1次側アンテナ部112および2次側アンテナ部201は、効率的な伝送を行うため、キャリア周波数で共振するように共振回路により構成されている。一般にエネルギー効率、電磁誘導結合の結合係数 $k$ とアンテナの $Q$ 値の掛け算で決まるため、大きな $k$ と高い $Q$ であることが望ましい。しかしながら共振回路の $Q$ を高くすると、定数のばらつきにより共振周波数が大きくずれてしまうため、非常に高精度の部品を使うか、前述したように共振周波数を調整する必要がある。

【0165】

図16は、外部駆動部を持つ給電装置150の回路構成を示す。図17は、その外部駆動部370の構成を示す。外部駆動部370は、フルブリッジ回路として構成される。図16に示すように、検出部106は、外部駆動部370に供給される電力（電流）を検出するように構成される。

30

【0166】

非接触給電システムの給電装置にも、上記の送信装置の技術を適用可能である。すなわち、外部駆動部の有無に関わらず、駆動電力最小法または最適時間差法の適用により、給電装置が使用される環境の変動に応じて、アンテナの共振周波数に適切に制御でき、安定した通信特性を得ることができる。

【0167】

7. 他の種々の形態

【0168】

本発明は、以上説明した実施形態に限定されず、他の種々の実施形態を実現することができる。

40

【0169】

図2に示した送信装置100Aにおいて、例えば位相比較器A3の非反転入力端子に、送信信号として差動増幅器A2からの信号が入力され、反転入力端子に、その送信信号によるアンテナ電流の信号が入力されるようにしてもよい。

【0170】

同様に、図3に示した送信装置100Bにおいて、位相比較器A3の非反転入力端子に、送信信号として差動増幅器A2からの信号が入力され、反転入力端子に、差動増幅器A1からの送信信号によるアンテナ電流の信号が入力されるようにしてもよい。

【0171】

50

送信装置 100A、100Bにおいて、最適時間差法を用いず、駆動電力最小法のみでチューニングを実行する場合、測定部 105 は設けられていなくてもよい。

【0172】

逆に、送信装置 100A、100Bにおいて、駆動電力最小法を用いず、最適時間差法のみでチューニングを実行する場合、検出部 106 は設けられていなくてもよい。

【0173】

以上説明した各形態の特徴部分のうち、少なくとも2つの特徴部分を組み合わせることも可能である。

【符号の説明】

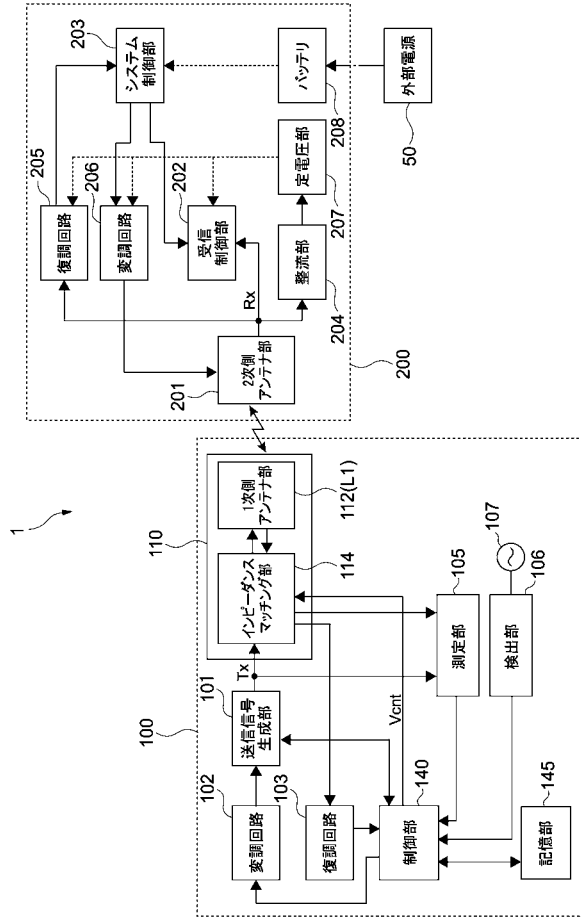
【0174】

- A 1、A 2 ... 一对の差動増幅器
- L 1 ... アンテナコイル L 1
- VC 1 ... 可変容量コンデンサ
- 100 ... 送信装置
- 100A ... 送信装置（ブースターを持たない）
- 100B ... 送信装置（ブースターを持つ）
- 105 ... 測定部
- 106 ... 検出部
- 110 ... アンテナ共振部
- 114 ... インピーダンスマッチング部
- 130 ... アンテナ駆動部
- 131 ... 発振部
- 135 ... パルス発生部
- 140 ... 制御部
- 145 ... 記憶部
- 150 ... 給電装置
- 170 ... ブースター（外部駆動部）
- 370 ... 外部駆動部

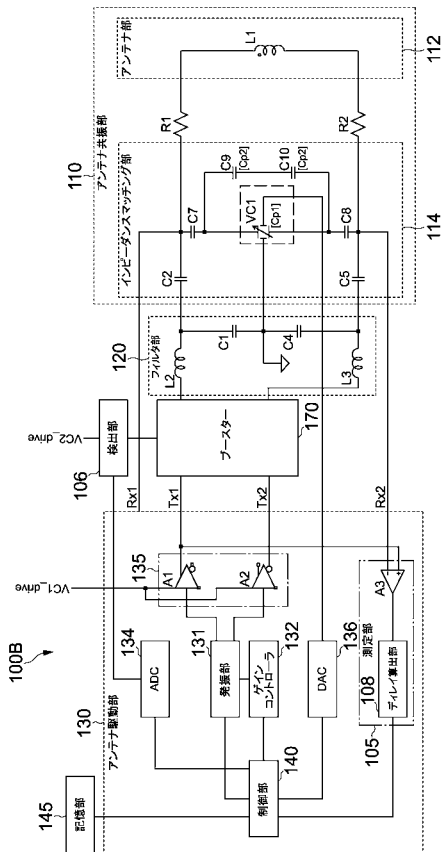
10

20

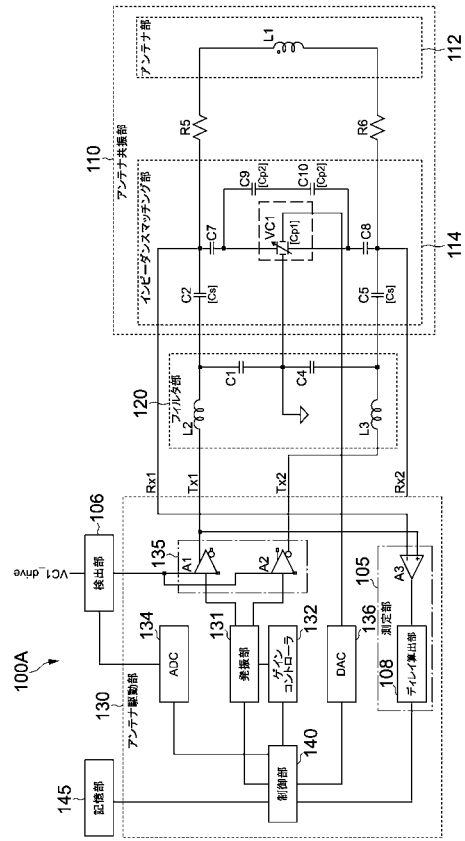
【図1】



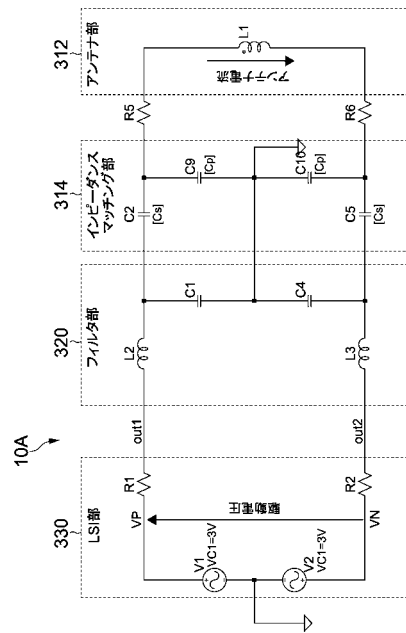
【図3】



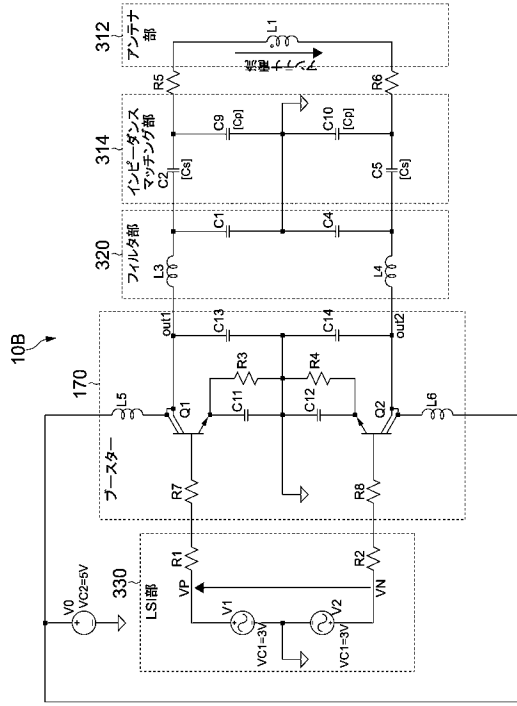
【図2】



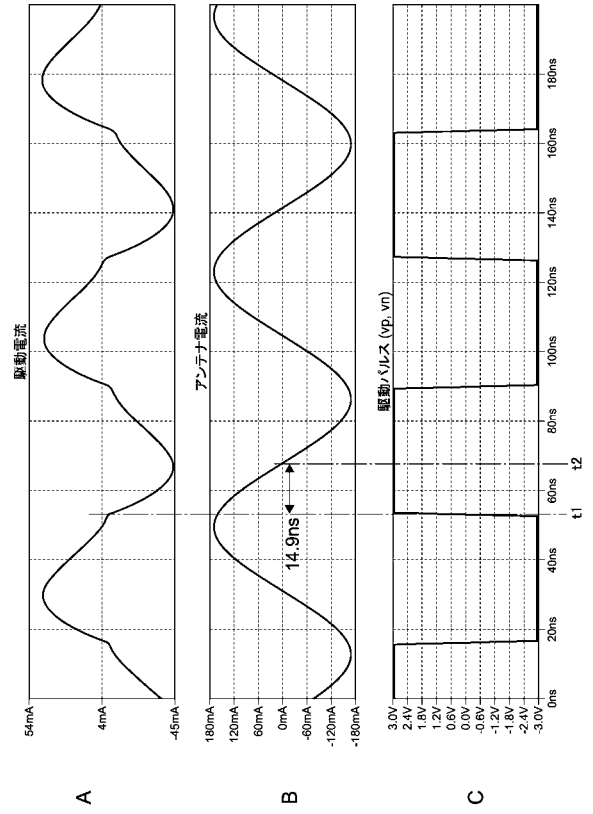
【図4】



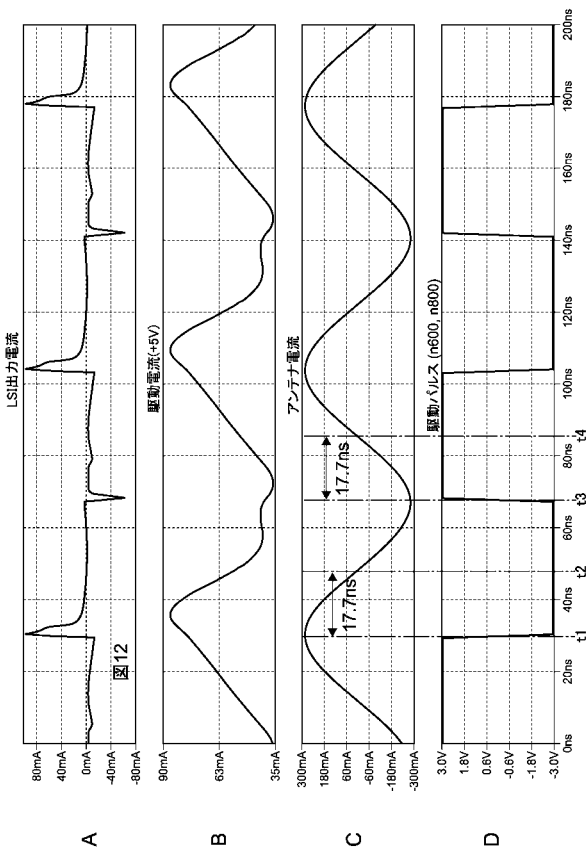
【 図 5 】



【 図 6 】



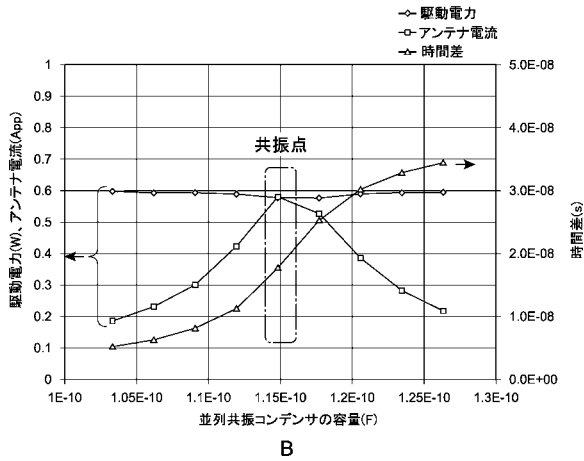
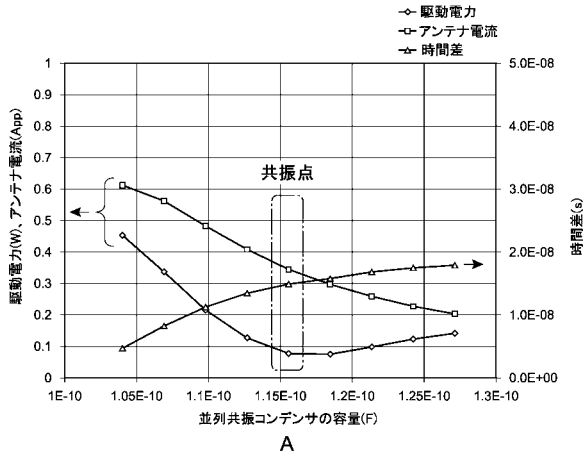
【 図 7 】



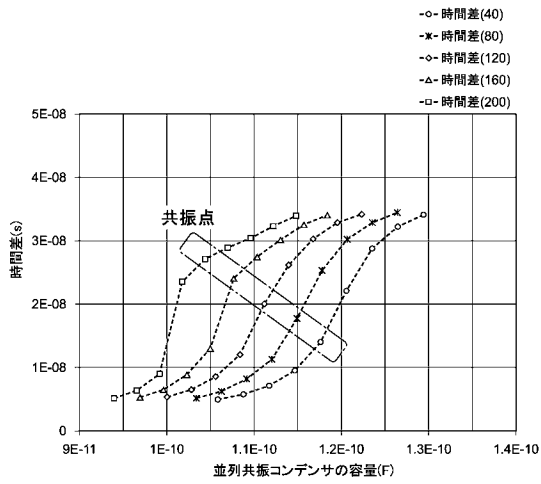
【 図 8 】

	マッチング インピーダンス(Ω)	Cp (pF)	Cs (pF)	アンテナ電流 (mApp)	時間差 (nsec)
送信装置10A	80	116	23.5	343	14.9
受信装置10B	80	115	24.6	578	17.7

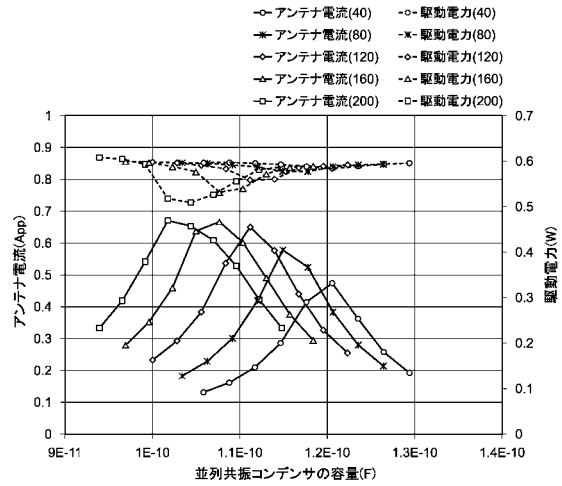
【 図 9 】



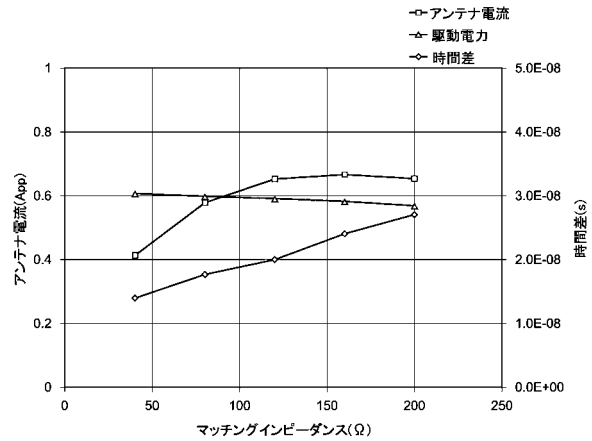
【 図 1 1 】



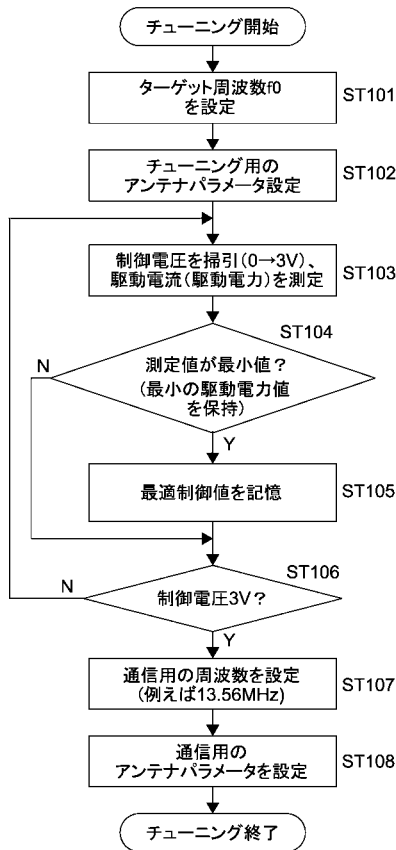
【 図 1 0 】



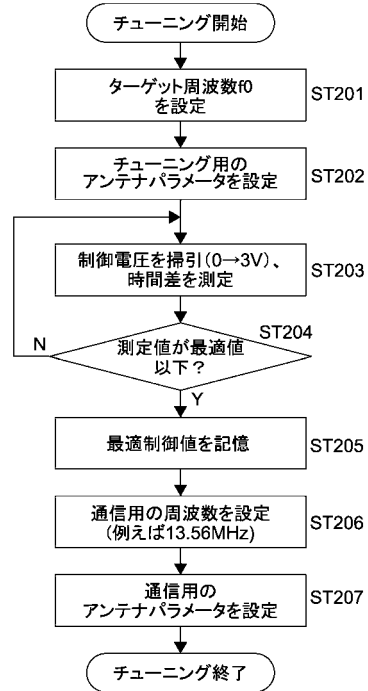
【 図 1 2 】



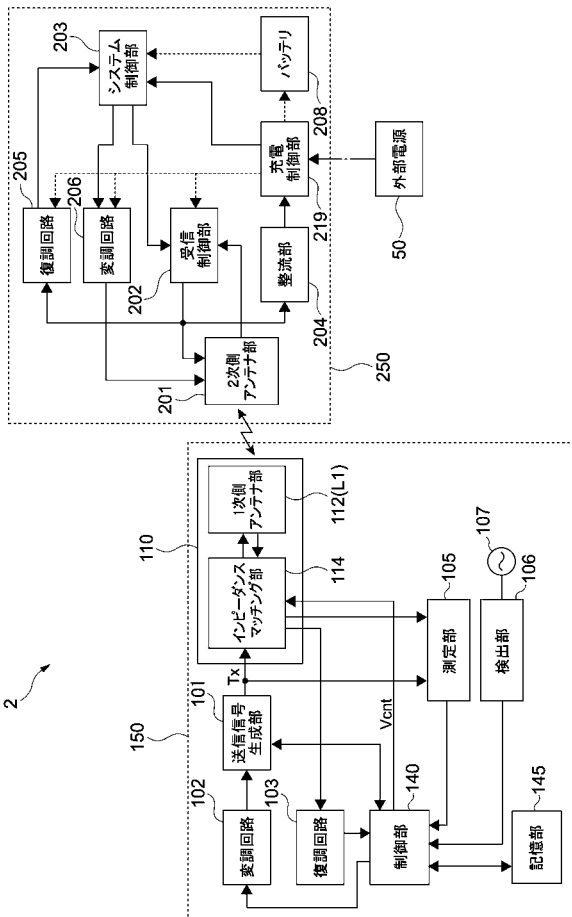
【図13】



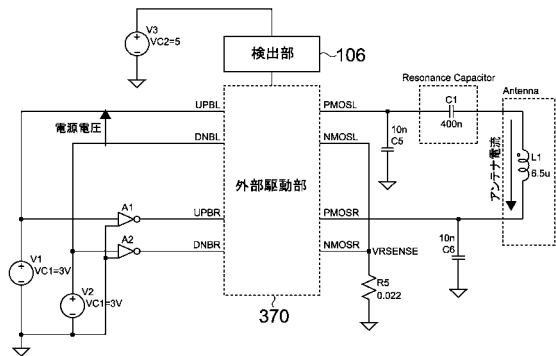
【図14】



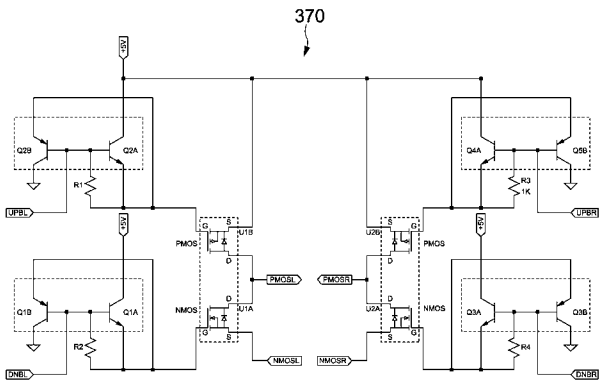
【図15】



【図16】



【 図 17 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**H 0 4 B 1/59 (2006.01) H 0 4 B 1/59**

(72)発明者 管野 正喜  
東京都品川区大崎一丁目1番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式  
会社内

Fターム(参考) 5K012 AB02 AC06 AC08  
5K060 BB07 CC04 DD08 HH03 HH11 HH13 HH21 JJ02 JJ03 JJ04  
JJ21 LL07