(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 9 月 28 日(28.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/164228 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 1/59 (2006.01) *H02J 50/10* (2016.01)
G06K 7/10 (2006.01) *H04B 1/04* (2006.01)
G06K 19/07 (2006.01) *H04B 5/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/011406

(22) 国際出願日: 2017 年 3 月 22 日(22.03.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-059796 2016 年 3 月 24 日(24.03.2016) JP

(71) 出願人: デクセリアルズ株式会社 (DEXERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410032 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 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 管野　正喜 (KANNO, Masayoshi); 〒1410032 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　デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大森　純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂７－５－４７　Ｕ＆Ｍ赤坂ビル２Ｆ Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: TRANSMISSION DEVICE, ANTENNA DRIVE DEVICE, TUNING METHOD, AND PROGRAM FOR REALIZING TUNING METHOD

(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

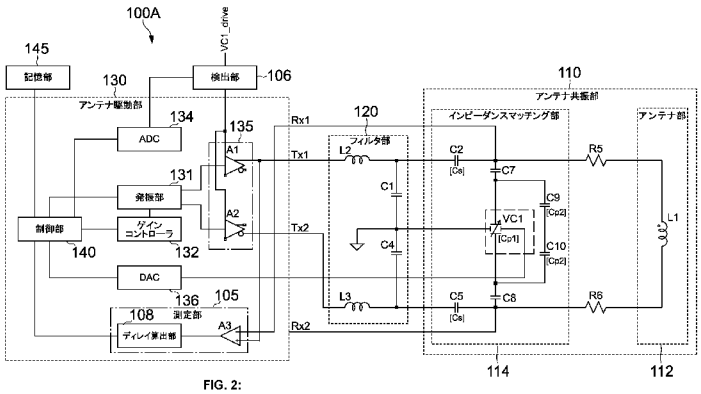


FIG. 2:
105 Measurement unit
106 Detection unit
108 Delay calculation unit
110 Antenna resonance unit
112 Antenna unit
114 Impedance matching unit
120 Filter unit
130 Antenna drive unit
131 Oscillation unit
132 Gain controller
140 Control unit
145 Storage unit

(57) **Abstract**: [Problem] To provide technology for a transmission device and the like which are able to appropriately control the resonance frequency of an antenna, regardless of the presence or absence of a booster, and as a result are able to obtain stable communication characteristics. [Solution] Provided is an antenna resonance unit 110 that includes an antenna coil L1 and an impedance matching unit 114. A drive unit (an antenna drive unit 130, for example) generates a transmission signal to the antenna resonance unit 110. A detection unit 106 detects a drive current or drive power for the drive unit to operate. A control unit 140 is capable of generating a control signal for controlling the impedance matching unit 114 and controls the resonance frequency of the antenna resonance unit 110 by using the optimum control value, from among control signals, at which the drive current or drive power detected by the detection unit 106 is minimized.

(57) 要約: 【課題】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。

[続葉有]

WO 2017/164228 A1

【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とを含む。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。

明　細　書

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

技術分野

[0001] 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用により受信する。

[0003] 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。

[0004] 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）。

[0005] 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。

[0006] 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 R/W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リーダライタとの間に、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］記載）。

[0007] 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］記載）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 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

[0009] 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。

[0010] 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

[0011] 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、ブ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。

[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] 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] 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対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対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。

[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、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、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。

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。

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。

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。

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。図９Ｂは、ブースターを持つ送信装置について、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。

[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Cp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Cp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

[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。

[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。

[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。

[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。

[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] 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）が制御される。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。

[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。

[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制御する機能を備える例を説明する。

[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制御される。

[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。

[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制御し、これにより、２次側アンテナ部２０１の共振周波数を制御する。

[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。

[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。

[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。

[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が行われる。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

[0066] ２．１）ブースター（外部駆動部）を持たない送信装置

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 例えばアンテナ共振部１１０は、アンテナコイルＬ１に、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。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 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（0Ω）とされる。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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f0（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f0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。ＤＡＣ１３６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] R/W機能を実現するためのRWモードでは、制御部１４０は、発振部１３１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１３５がその周波数を持つ信号をＴｘ１端子およびＴｘ２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１４０は、アンテナ共振部１１０のアンテナコイルＬ１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。

[0086] ２．２）ブースター（外部駆動部）を持つ送信装置

[0087] 図３は、図１に示した送信装置１００として、ブースターを持つ送信装置１００Ｂ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。

[0088] この送信装置１００Ｂでは、アンテナ駆動部１３０とフィルタ部１２０との間に接続されたブースター１７０を備える。ブースターを持つ送信装置１００Ｂでは、主にブースター１７０が「駆動部」として機能する。ブースター１７０は、アンテナ駆動部１３０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。

[0089] 図２に示した送信装置１００Ａにおけるパルス発生部１３５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１０６を介してブースター１７０に接続されている。すなわち、検出部１０６は、ブースター１７０に供給される電力（電流）を検出する。

[0090] 図２に示した送信装置１００Ａでは、上述したように、測定部１０５における位相比較器Ａ３の反転入力端子には、差動増幅器Ａ１が生成する信号によるアンテナ電流の信号Ｒｘ１が入力された。これに対し、この送信装置１００Ｂでは、位相比較器Ａ３の反転入力端子には、パルス発生部１３５における差動増幅器Ａ２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１１４において、当該差動増幅器Ａ２が生成する信号が供給される線を流れる電流）の信号Ｒｘ２が入力される。この違いの意味については後述する。

[0091] 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

[0092] ３．１）参考例に係る信号装置の構成

[0093] 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１０Ａは、ＬＳＩ部３３０（アンテナ駆動部）、フィルタ部３２０、インピーダンスマッチング部３１４、およびアンテナコイルＬ１を備える。インピーダンスマッチング部３１４は、固定容量の、直列共振のコンデンサＣ２、Ｃ５、並列共振のコンデンサＣ９、Ｃ１０を有する。

[0094] 図５は、参考例に係る、ブースター１７０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１０Ｂは、図４に示した送信装置１０Ａにおいて、ＬＳＩ部３３０とフィルタ部３２０との間にブースター１７０が挿入されたものである。このブースター１７０は、例えば決済端末で使用される回路である。

[0095] ブースター１７０は、トランジスタＱ１、Ｑ２、コイルＬ５、Ｌ６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Ｑ１、Ｑ２

が、コイルＬ５、Ｌ６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、ωL=1/ωC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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[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、パルス的な駆動電流となり、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80Ω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。

[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。

[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、図３に示したように、送信装置１０Ｂ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る）。

[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３３０）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、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Cp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Cp=116pF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Cp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80Ωより大きくなるためである。

[0121] 図９Ｂに示すように、容量Cp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Cp=115pF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ッ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。

[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、１０Ｂ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、それに応じ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。

[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Cp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（Ω）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、200Ω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、2μH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。

[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Cp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Cp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、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、160Ωでピークとなり、200Ω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。

[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130Ω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、[2πｆ（=13.56MHz）×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。

[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めに設定することで、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。

[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）。

[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。

[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。

[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。

[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

[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。

[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、上記の設定された最適時間差以下である場合（ステップ２０４のYes）、制御部１４０は、その測定された時間差を、最適時間差とする。そして制御部１４０は、最適時間差が検出されたときの、ＤＡＣ１

３６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] 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と磁気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。

[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] 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は、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。

[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。

[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] 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] Ａ１、Ａ２…一対の差動増幅器

Ｌ１…アンテナコイルＬ１

ＶＣ１…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

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、

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。

[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

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、

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

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、

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

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

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

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、

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、

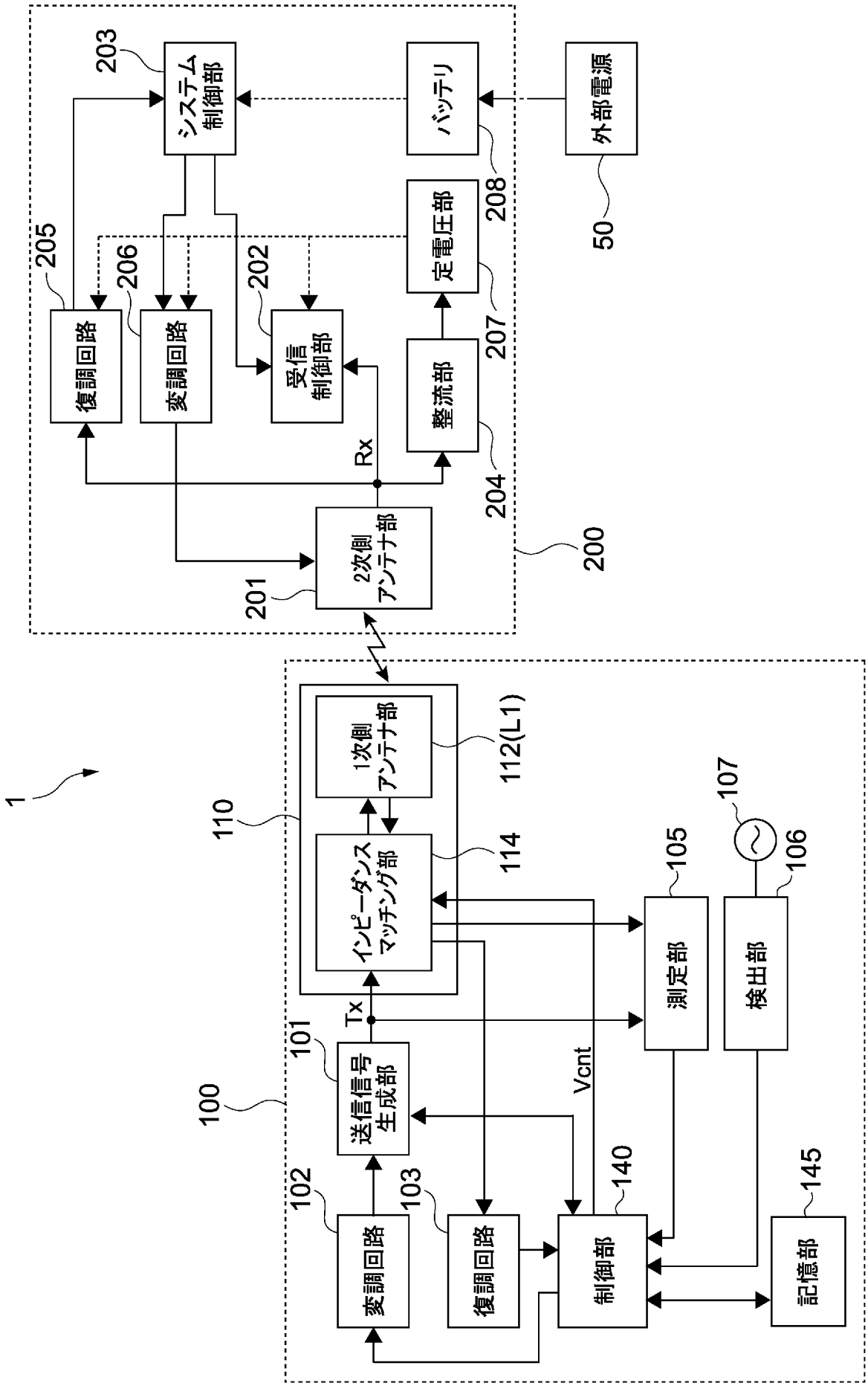
前記インピーダンスマッチング部を制御する制御信号を出力し、

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、

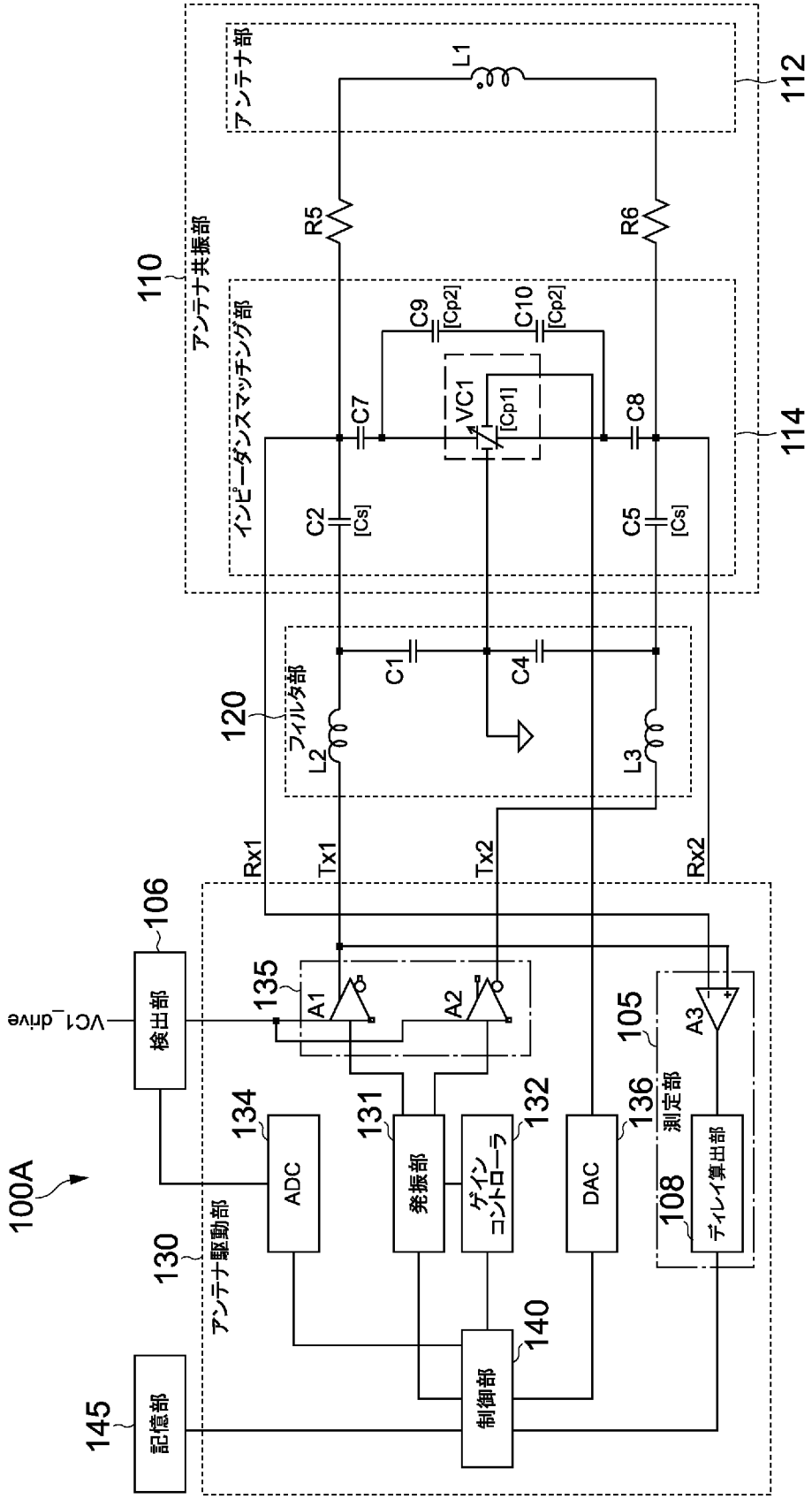
測定された時間差と、前記駆動部が動作するための駆動電流または駆動電力が最小となるときの前記インピーダンスマッチング部における被制御量に対応する最適な時間差であって、前記送信信号と前記アンテナコイルに流れるアンテナ電流との最適時間差とを比較することで、前記制御信号のうち、前記駆動電流または前記駆動電力が最小となる最適制御値を検出する

ことを前記送信装置に実行させるプログラム。

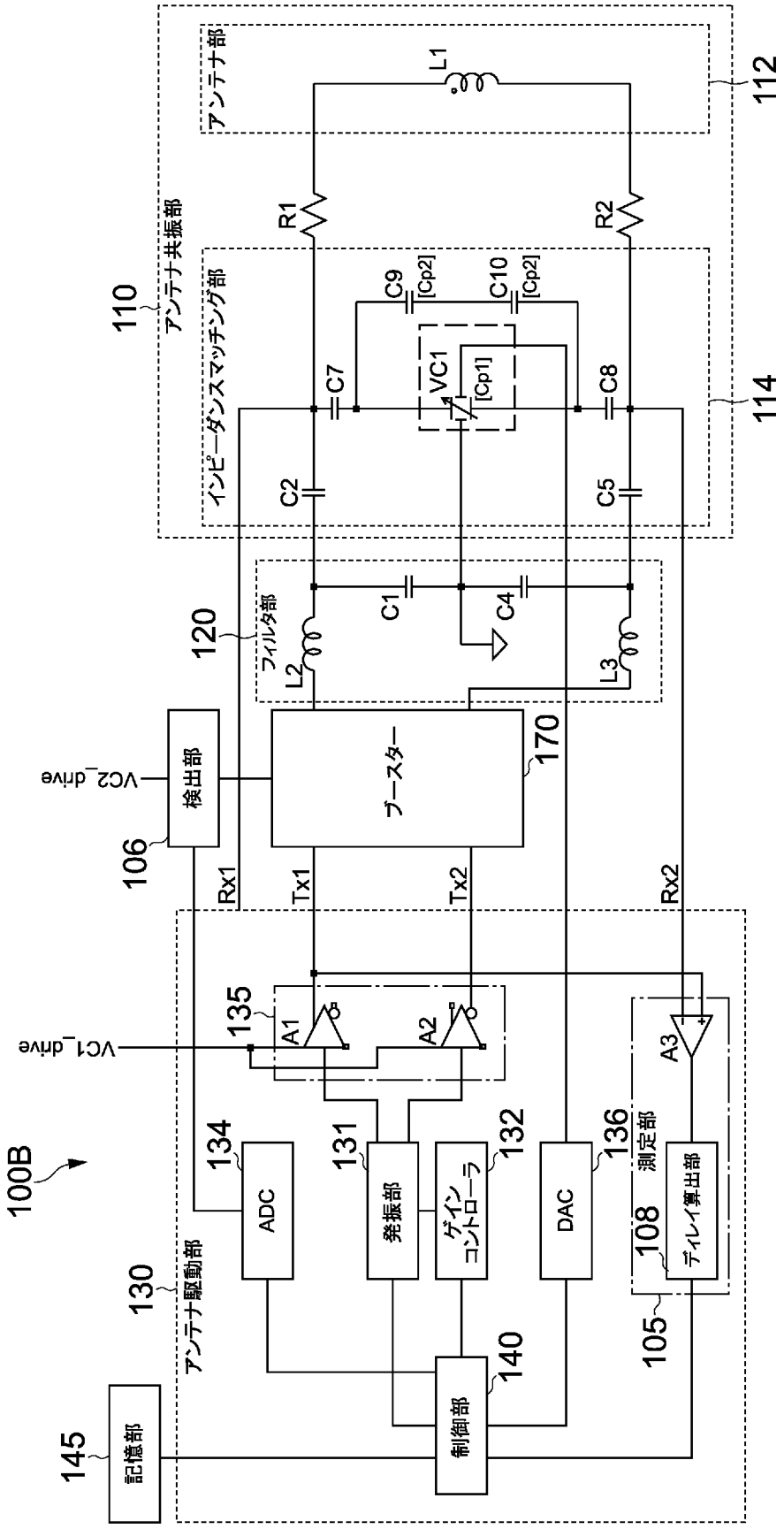
[図1]


1
100
101
送信信号生成部
102
変調回路
103
復調回路
110
112(L1)
1次側アンテナ部
114
インピーダンスマッチング部
Tx
Rx
Vcnt
105
測定部
106
検出部
107
140
制御部
145
記憶部
200
201
2次側アンテナ部
202
受信制御部
203
システム制御部
204
整流部
205
復調回路
206
変調回路
207
定電圧部
208
バッテリ
50
外部電源

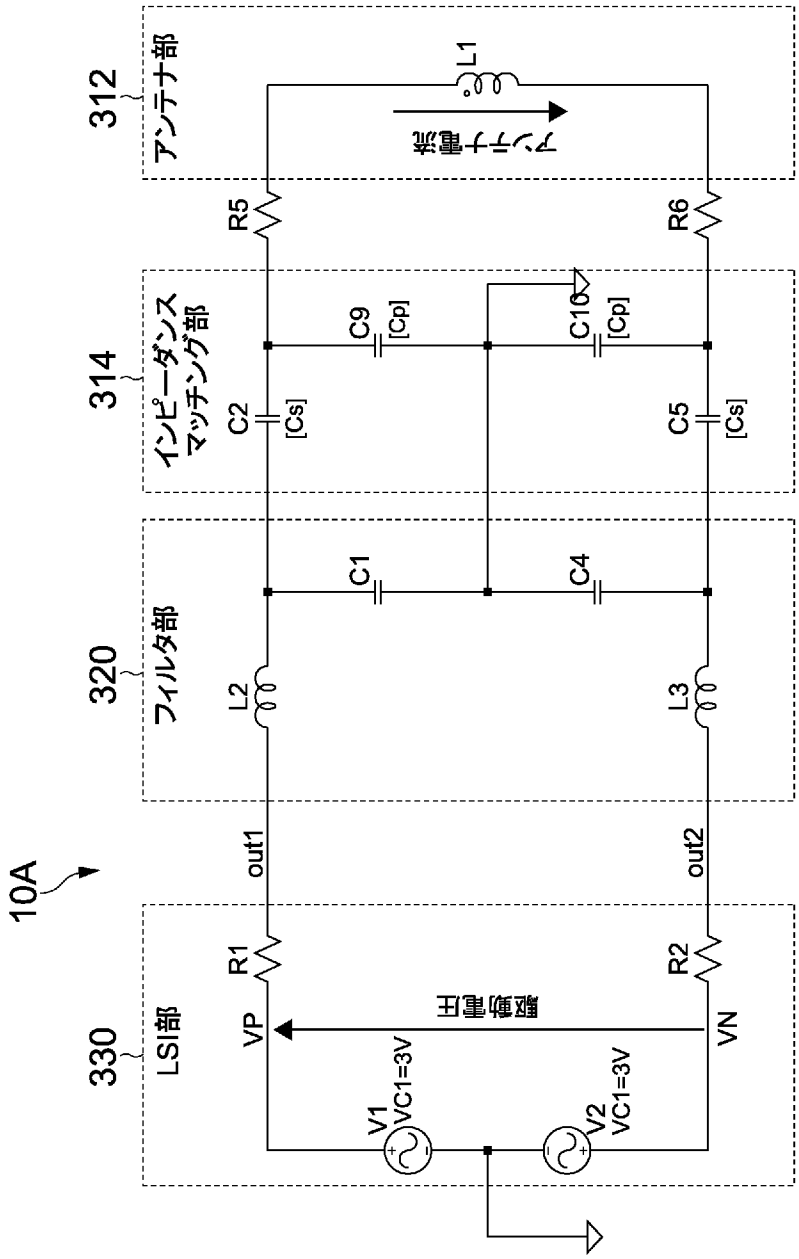
[図2]


100A
アンテナ共振部
110
アンテナ部
112
インピーダンスマッチング部
114
L1
R5
R6
C9
[Cp2]
C10
[Cp2]
C7
VC1
[Cp1]
C8
C2
[Cs]
C5
[Cs]
フィルタ部
120
C1
C4
L2
L3
Rx1
Tx1
Tx2
Rx2
検出部
106
VC1_drive
135
A1
A2
A3
105
測定部
136
108
ディレイ算出部
ADC
134
発振部
131
ゲイン
コントローラ
132
DAC
アンテナ駆動部
130
制御部
140
記憶部
145

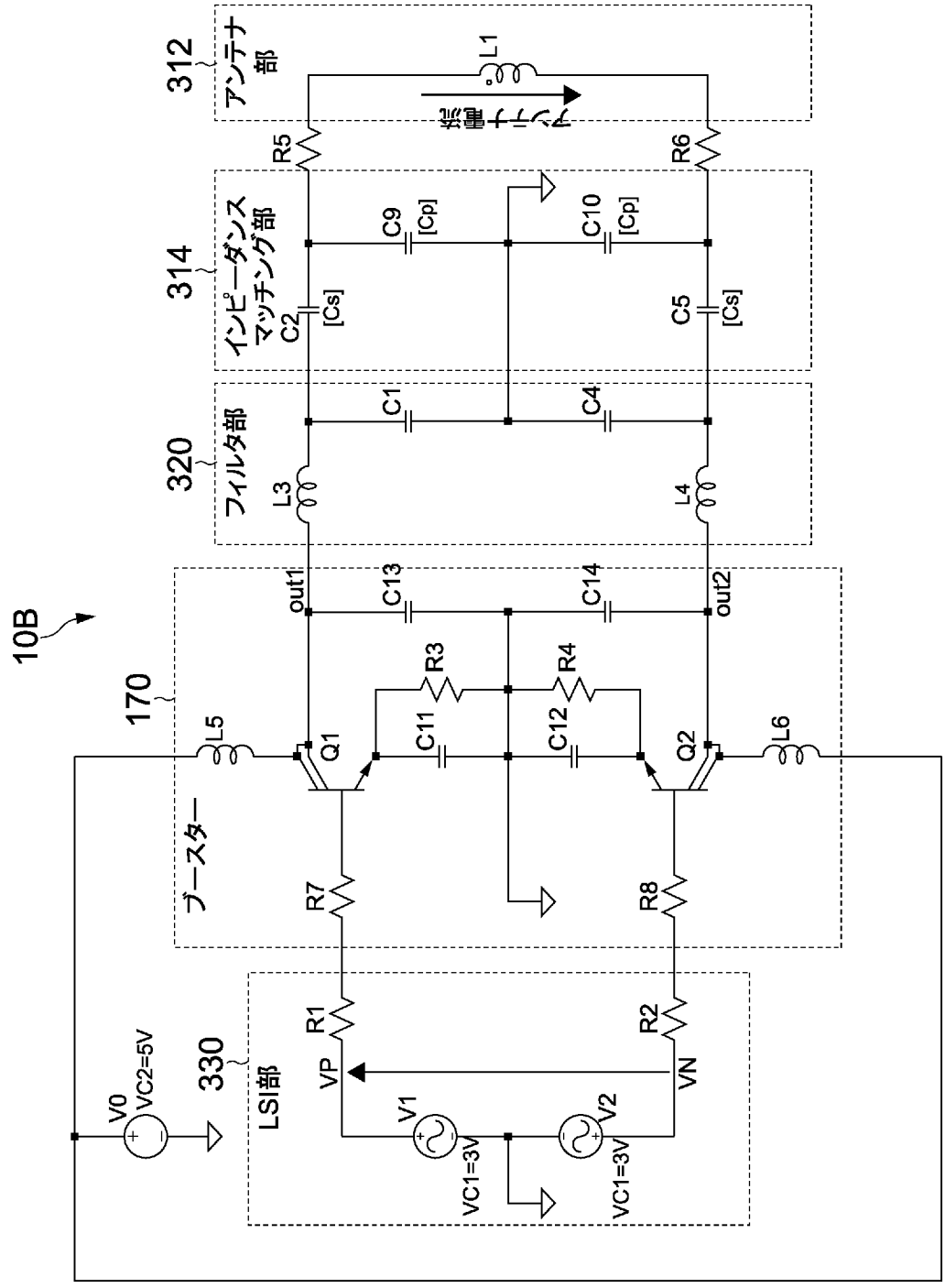
[図3]


100B
アンテナ共振部
110
アンテナ部
112
インピーダンスマッチング部
114
L1
R1
R2
C9
[Cp2]
C10
[Cp2]
C7
VC1
[Cp1]
C8
C2
C5
フィルタ部
120
C1
C4
L2
L3
検出部
106
VC2_drive
ブースター
170
Rx1
Tx1
Tx2
Rx2
135
A1
A2
A3
VC1_drive
アンテナ駆動部
130
ADC
134
発振部
131
ゲイン
コントローラ
132
DAC
136
測定部
108
ディレイ算出部
105
制御部
140
記憶部
145

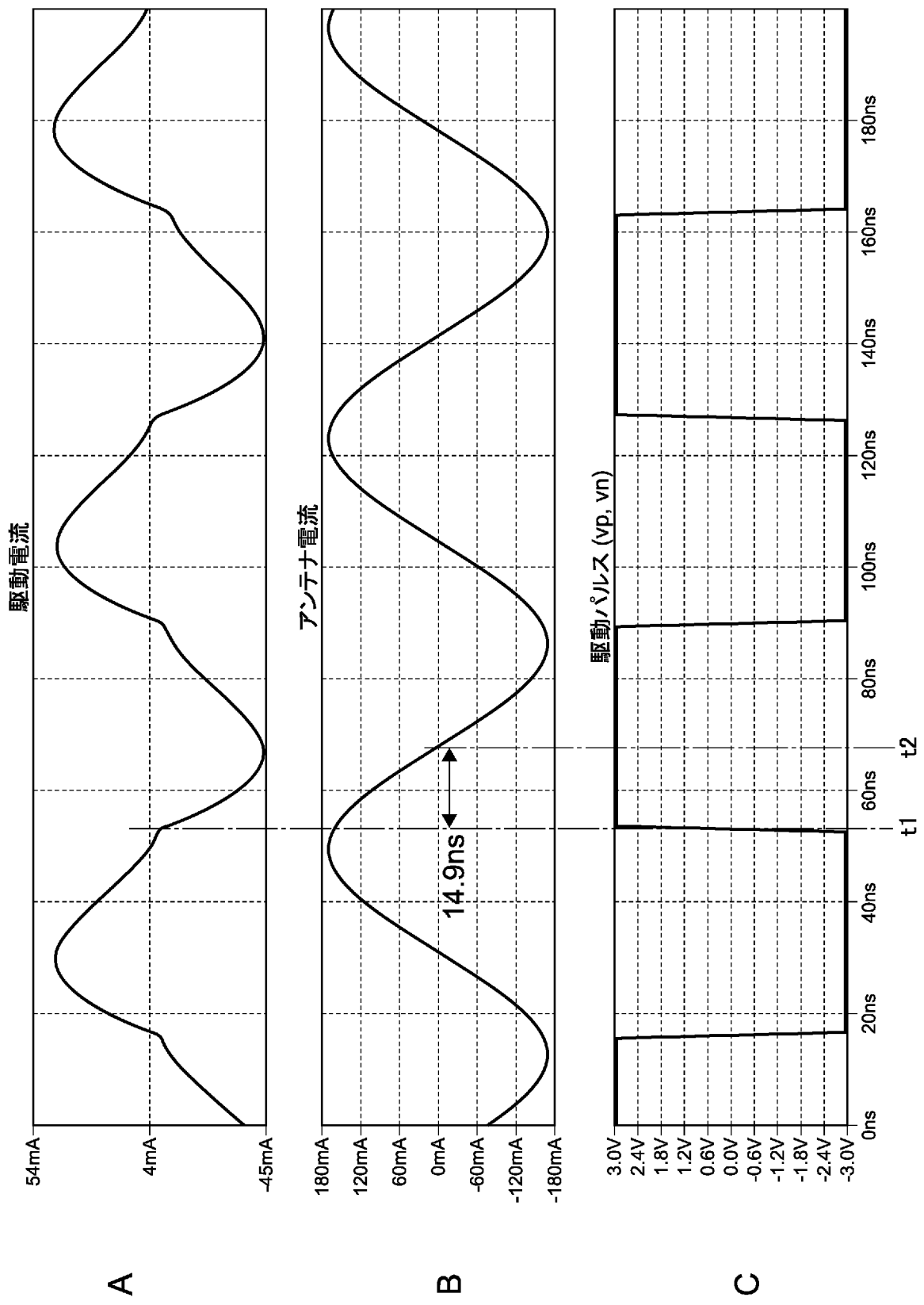
[図4]


312
アンテナ部
L1
アンテナ電流
R5
R6
314
インピーダンス
マッチング部
C9
[Cp]
C10
[Cp]
C2
[Cs]
C5
[Cs]
320
フィルタ部
C1
C4
L2
L3
10A
out1
out2
330
LSI部
R1
R2
VP
VN
駆動電圧
V1
VC1=3V
V2
VC1=3V

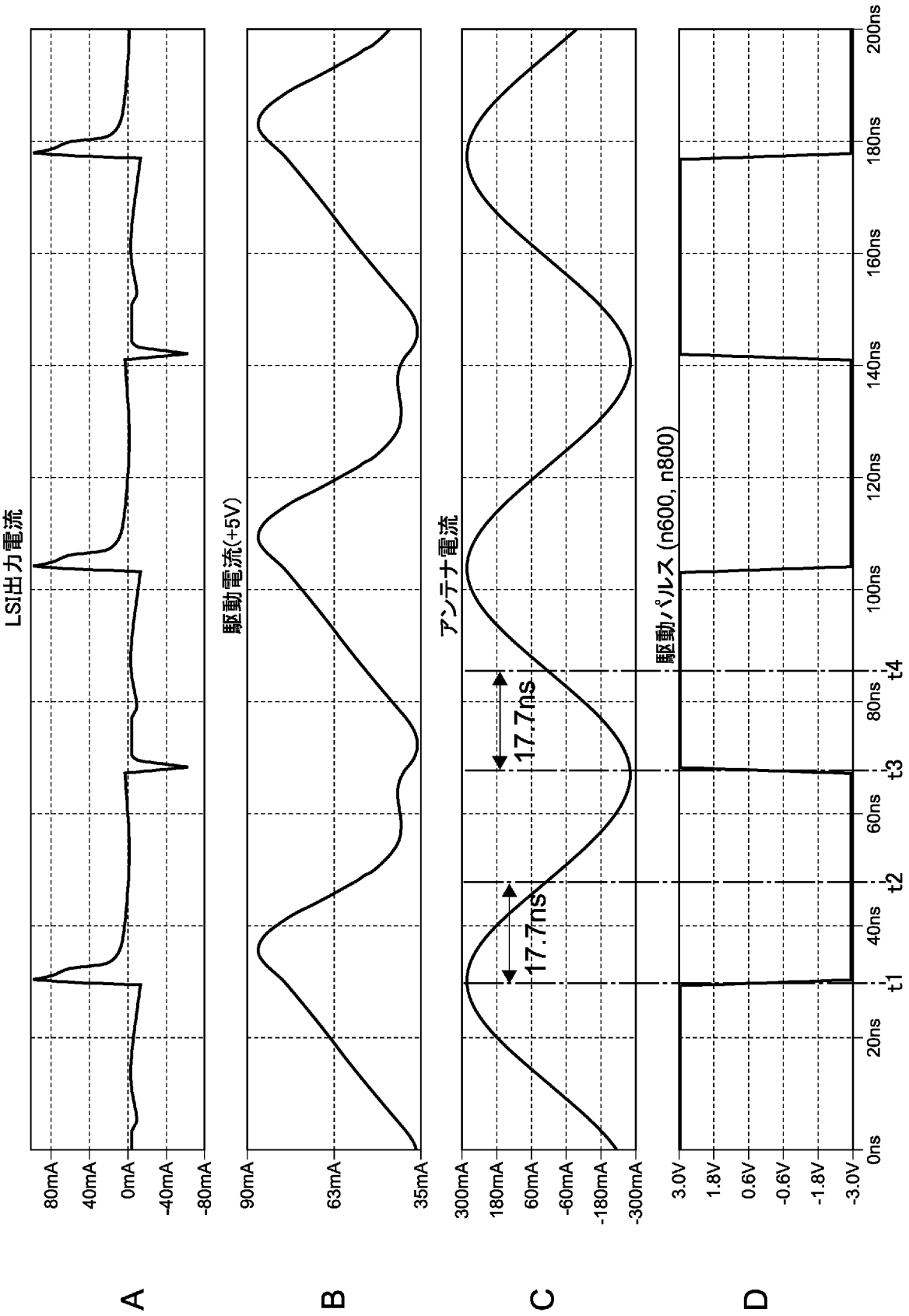
[図5]


10B
312
アンテナ部
L1
アンテナ電流
R5
R6
314
インピーダンスマッチング部
C9
[Cp]
C10
[Cp]
C2
[Cs]
C5
[Cs]
320
フィルタ部
C1
C4
L3
L4
out1
C13
C14
out2
R3
R4
170
L5
Q1
C11
C12
Q2
L6
ブースター
R7
R8
R1
R2
330
LSI部
VP
VN
V0
VC2=5V
V1
V2
VC1=3V
VC1=3V

[図6]


駆動電流
54mA
4mA
-45mA
A
アンテナ電流
180mA
120mA
60mA
0mA
-60mA
-120mA
-180mA
14.9ns
B
駆動パルス (vp, vn)
3.0V
2.4V
1.8V
1.2V
0.6V
0.0V
-0.6V
-1.2V
-1.8V
-2.4V
-3.0V
0ns
20ns
40ns
60ns
80ns
100ns
120ns
140ns
160ns
180ns
t1
t2
C

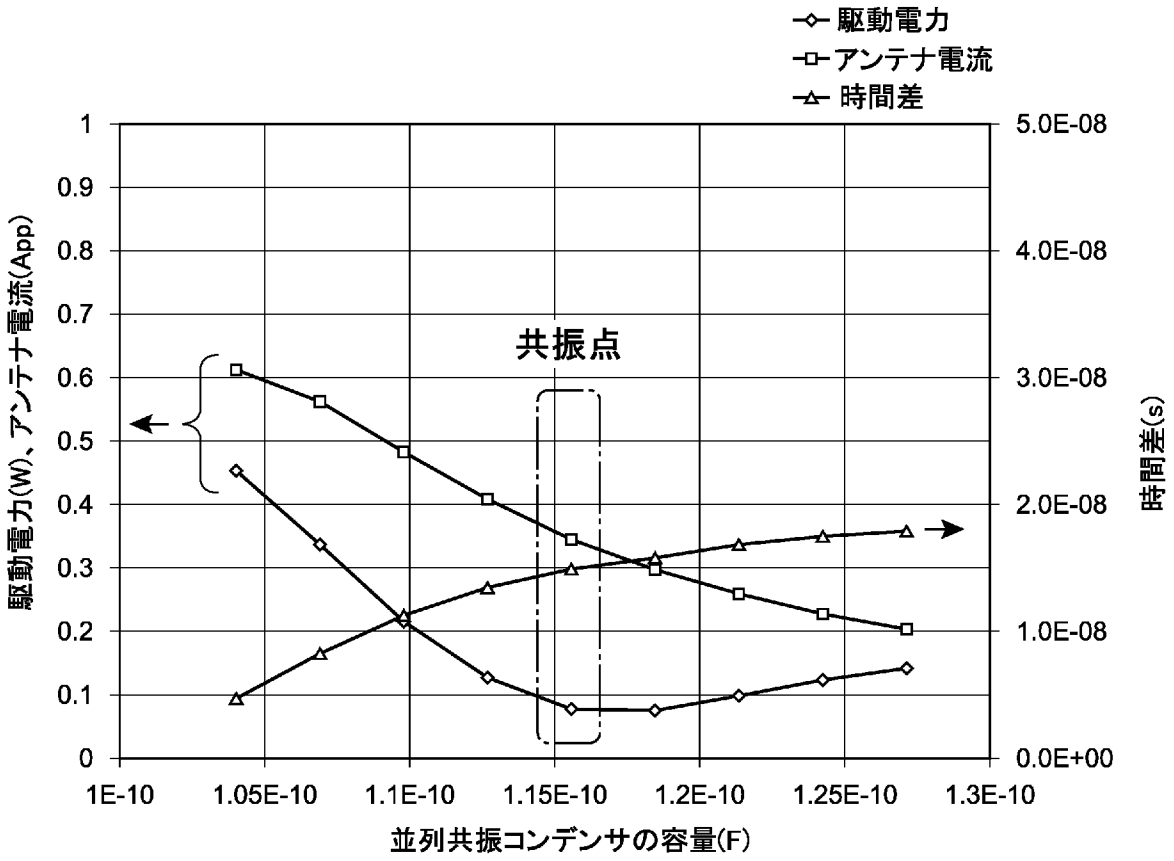
[図7]


LSI出力電流
80mA
40mA
0mA
-40mA
-80mA
A
駆動電流(+5V)
90mA
63mA
35mA
B
アンテナ電流
300mA
180mA
60mA
-60mA
-180mA
-300mA
17.7ns
17.7ns
C
駆動パルス (n600, n800)
3.0V
1.8V
0.6V
-0.6V
-1.8V
-3.0V
D
0ns
20ns
40ns
60ns
80ns
100ns
120ns
140ns
160ns
180ns
200ns
t1
t2
t3
t4

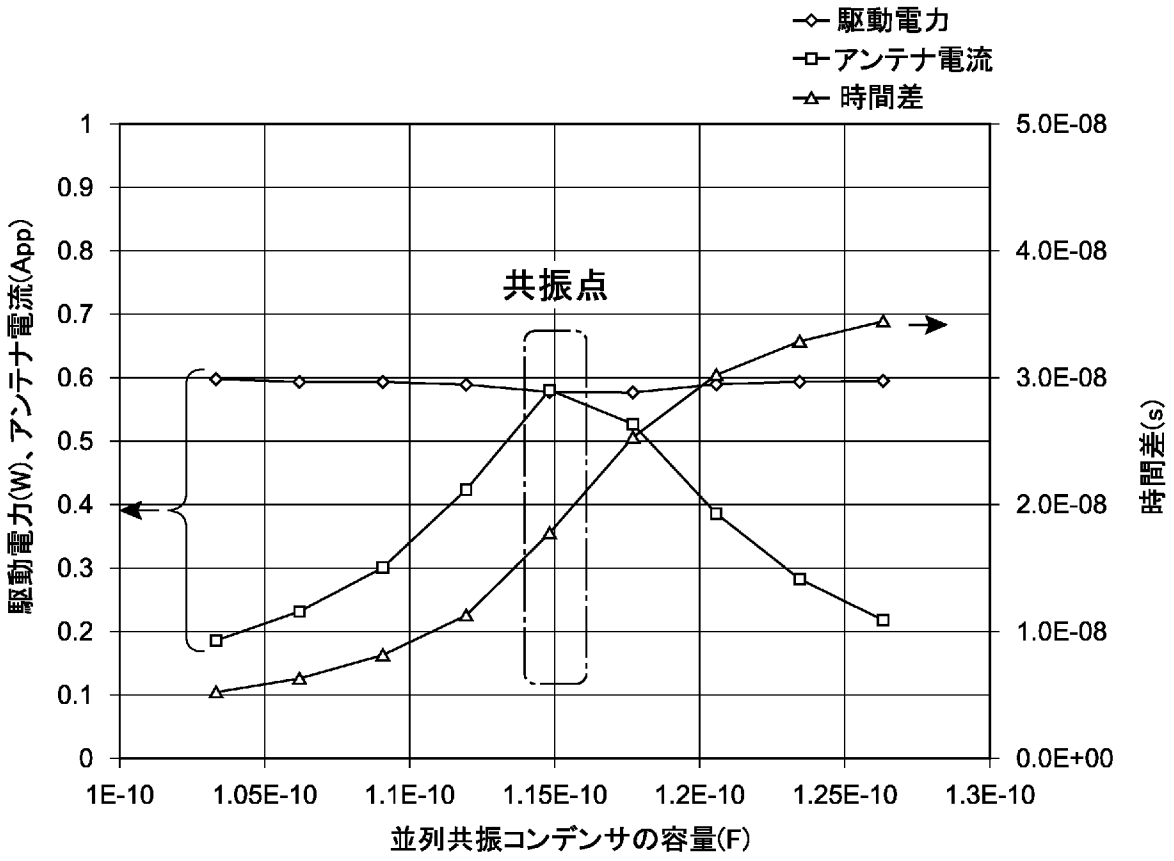
[図8]

	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
送信装置10B	80	115	24.6	578	17.7

[図9]

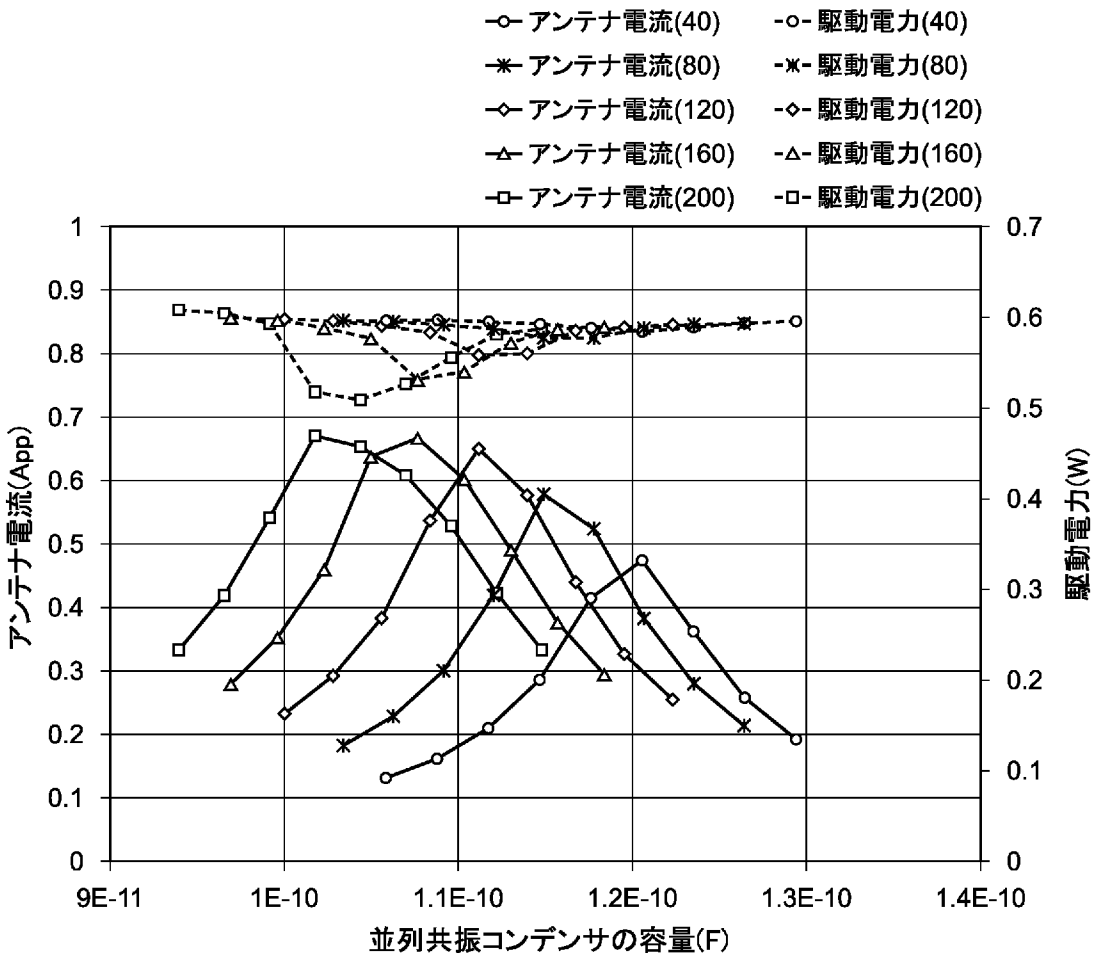

駆動電力
アンテナ電流
時間差
共振点
駆動電力(W)、アンテナ電流(App)
時間差(s)
並列共振コンデンサの容量(F)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
5.0E-08
4.0E-08
3.0E-08
2.0E-08
1.0E-08
0.0E+00
1E-10
1.05E-10
1.1E-10
1.15E-10
1.2E-10
1.25E-10
1.3E-10

A

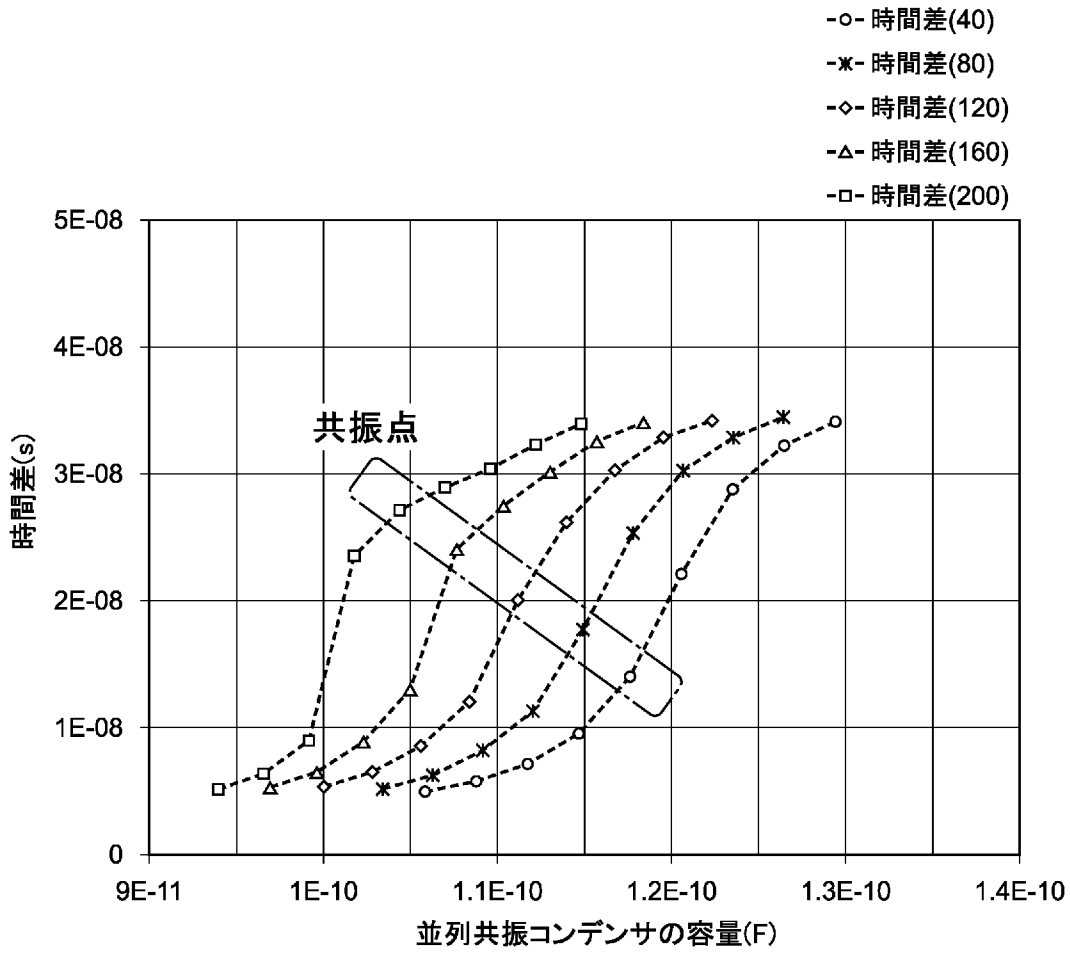

駆動電力
アンテナ電流
時間差
共振点
駆動電力(W)、アンテナ電流(App)
時間差(s)
並列共振コンデンサの容量(F)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
5.0E-08
4.0E-08
3.0E-08
2.0E-08
1.0E-08
0.0E+00
1E-10
1.05E-10
1.1E-10
1.15E-10
1.2E-10
1.25E-10
1.3E-10

B

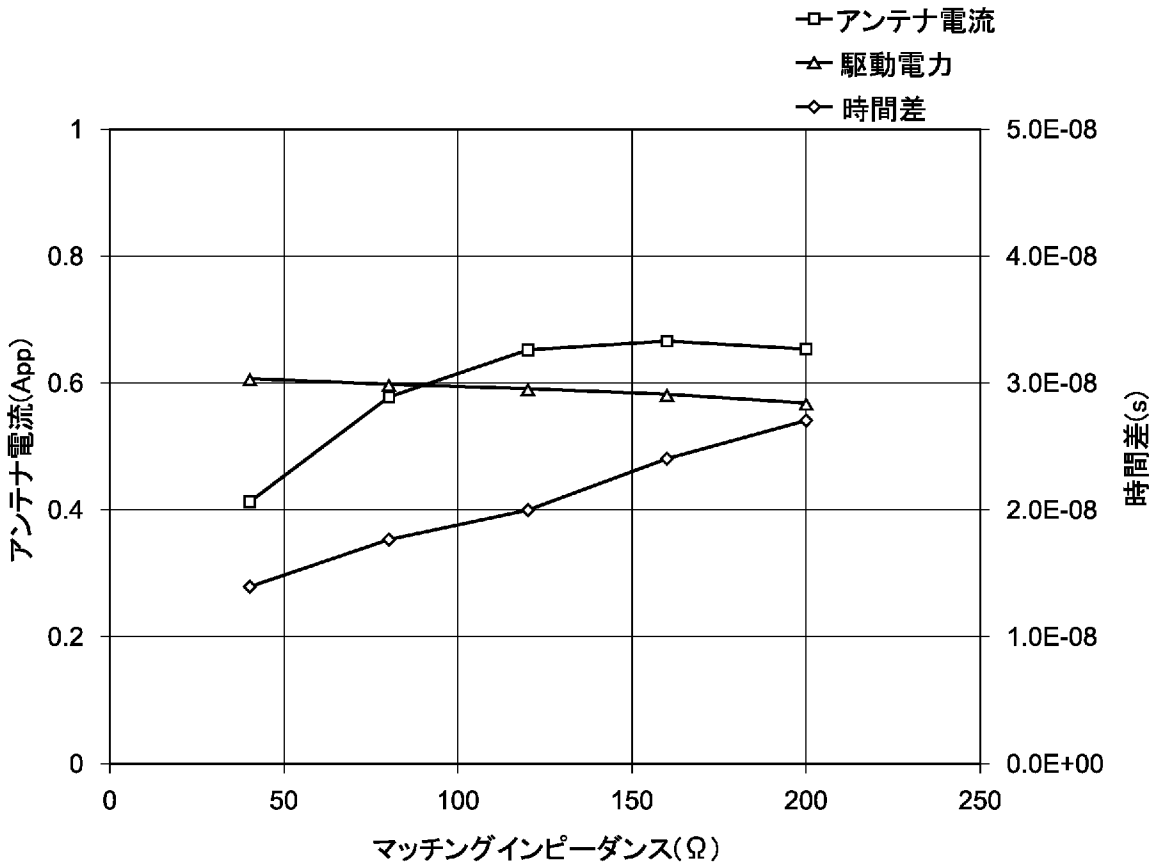
[図10]


アンテナ電流(40)
駆動電力(40)
アンテナ電流(80)
駆動電力(80)
アンテナ電流(120)
駆動電力(120)
アンテナ電流(160)
駆動電力(160)
アンテナ電流(200)
駆動電力(200)
アンテナ電流(App)
駆動電力(W)
並列共振コンデンサの容量(F)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
9E-11
1E-10
1.1E-10
1.2E-10
1.3E-10
1.4E-10

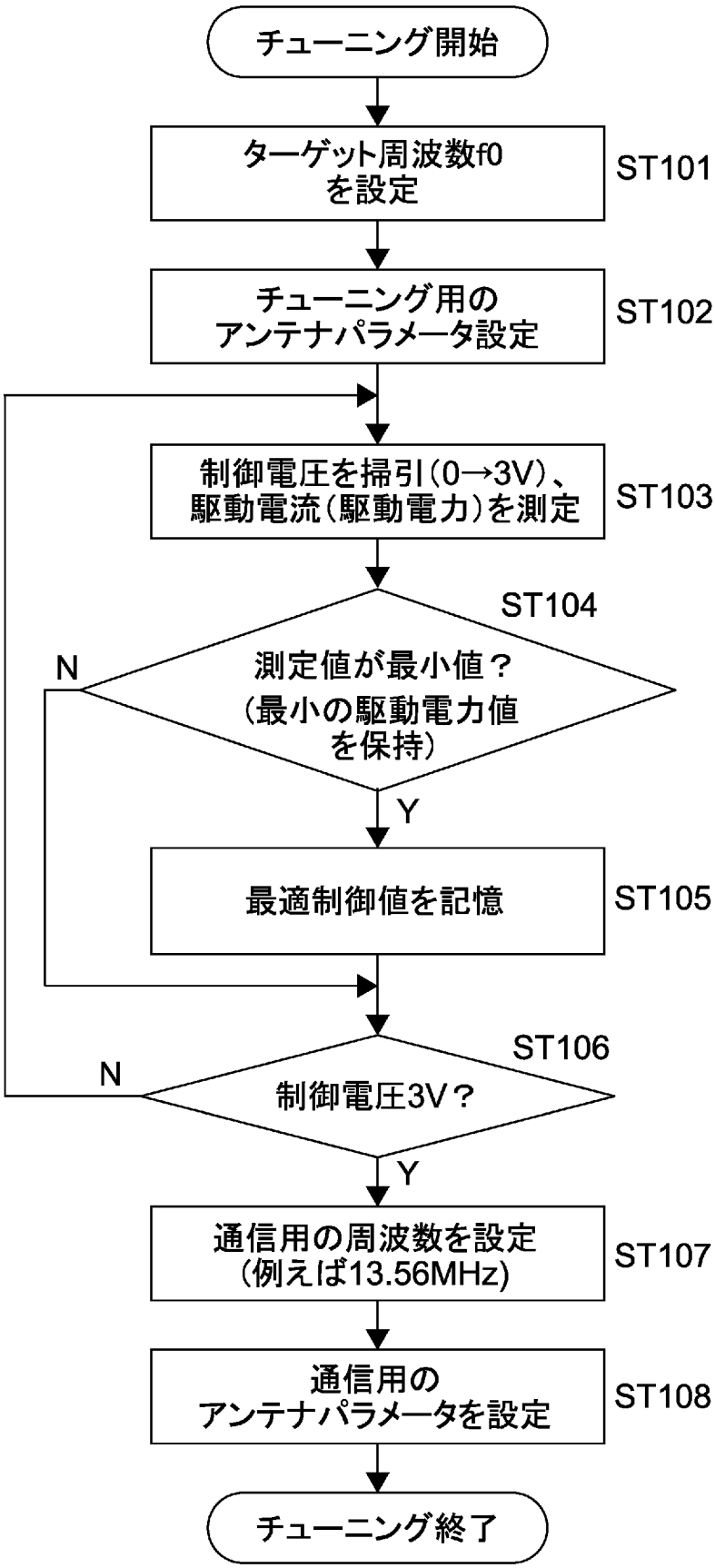
[図11]


時間差(40)
時間差(80)
時間差(120)
時間差(160)
時間差(200)
共振点
時間差(s)
5E-08
4E-08
3E-08
2E-08
1E-08
0
9E-11
1E-10
1.1E-10
1.2E-10
1.3E-10
1.4E-10
並列共振コンデンサの容量(F)

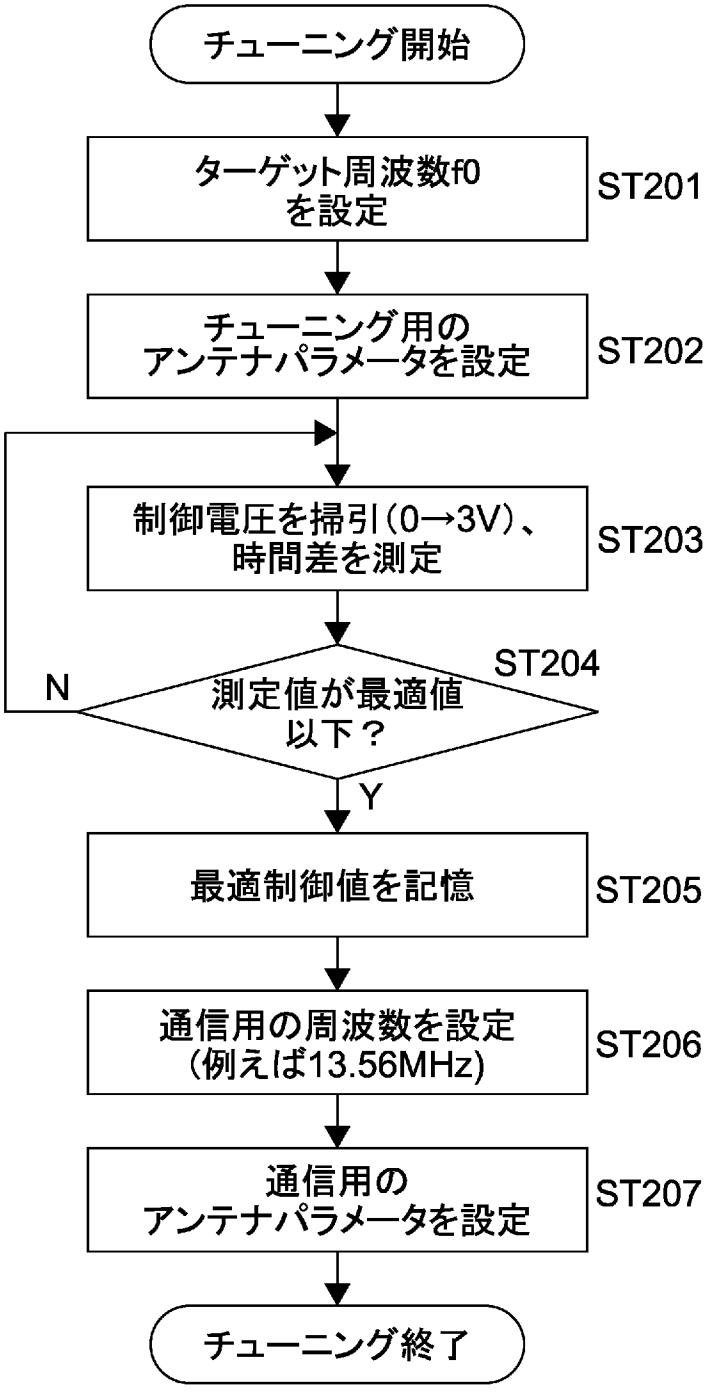
[図12]


アンテナ電流
駆動電力
時間差
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
アンテナ電流(App)
5.0E-08
4.0E-08
3.0E-08
2.0E-08
1.0E-08
0.0E+00
時間差(s)
0
50
100
150
200
250
マッチングインピーダンス(Ω)

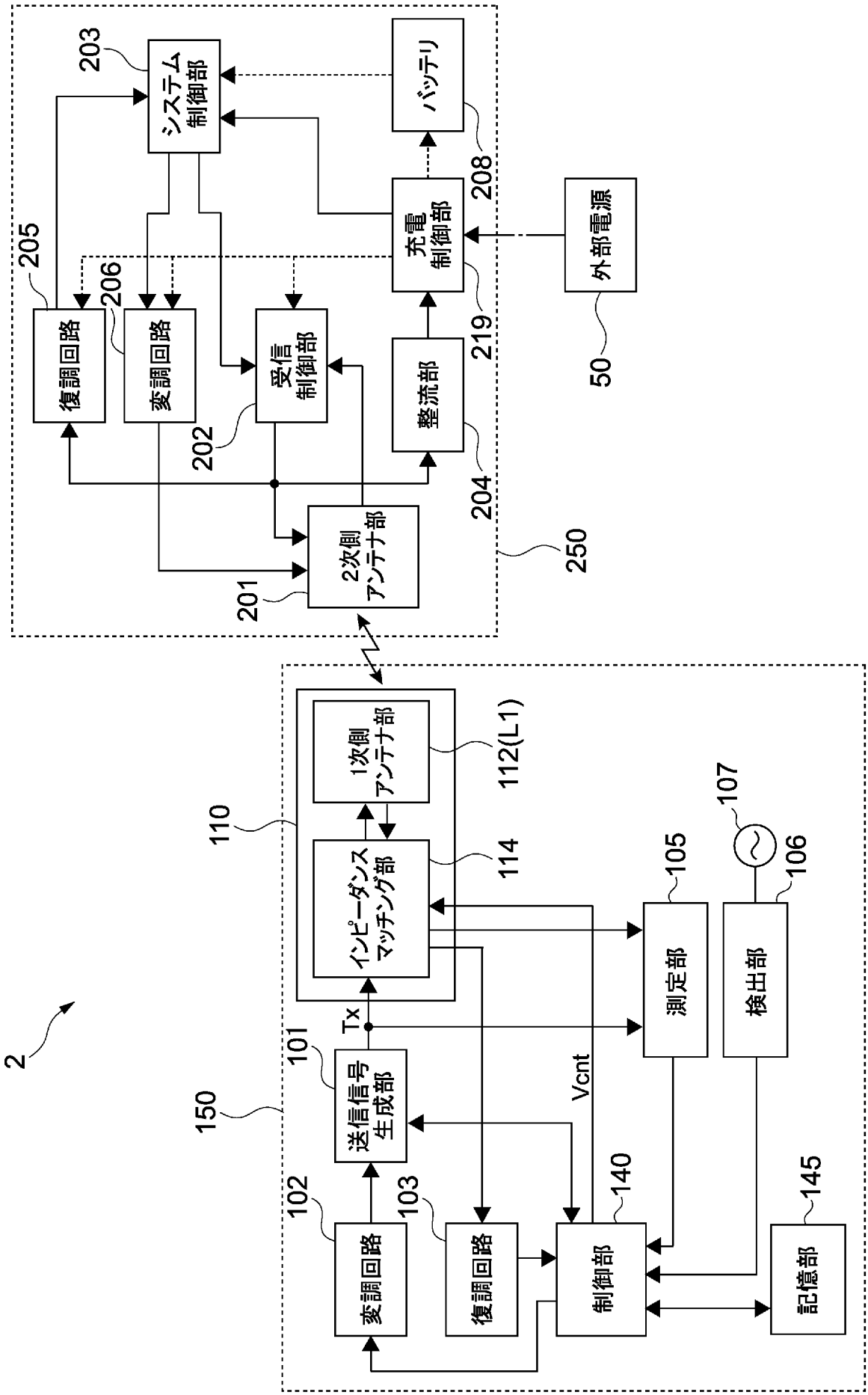
[図13]


チューニング開始
ターゲット周波数f0
を設定
ST101
チューニング用の
アンテナパラメータ設定
ST102
制御電圧を掃引(0→3V)、
駆動電流(駆動電力)を測定
ST103
ST104
測定値が最小値？
(最小の駆動電力値
を保持)
N
Y
最適制御値を記憶
ST105
ST106
制御電圧3V？
N
Y
通信用の周波数を設定
(例えば13.56MHz)
ST107
通信用の
アンテナパラメータを設定
ST108
チューニング終了

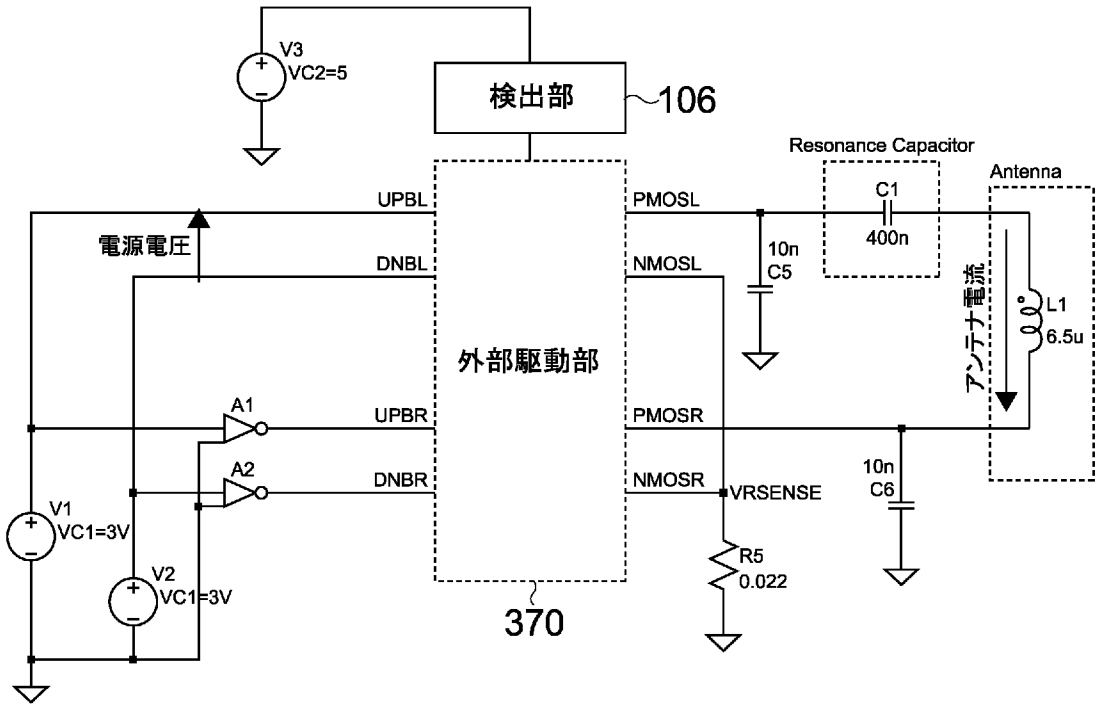
[図14]


チューニング開始
ターゲット周波数f0
を設定
ST201
チューニング用の
アンテナパラメータを設定
ST202
制御電圧を掃引(0→3V)、
時間差を測定
ST203
ST204
測定値が最適値
以下？
N
Y
最適制御値を記憶
ST205
通信用の周波数を設定
(例えば13.56MHz)
ST206
通信用の
アンテナパラメータを設定
ST207
チューニング終了

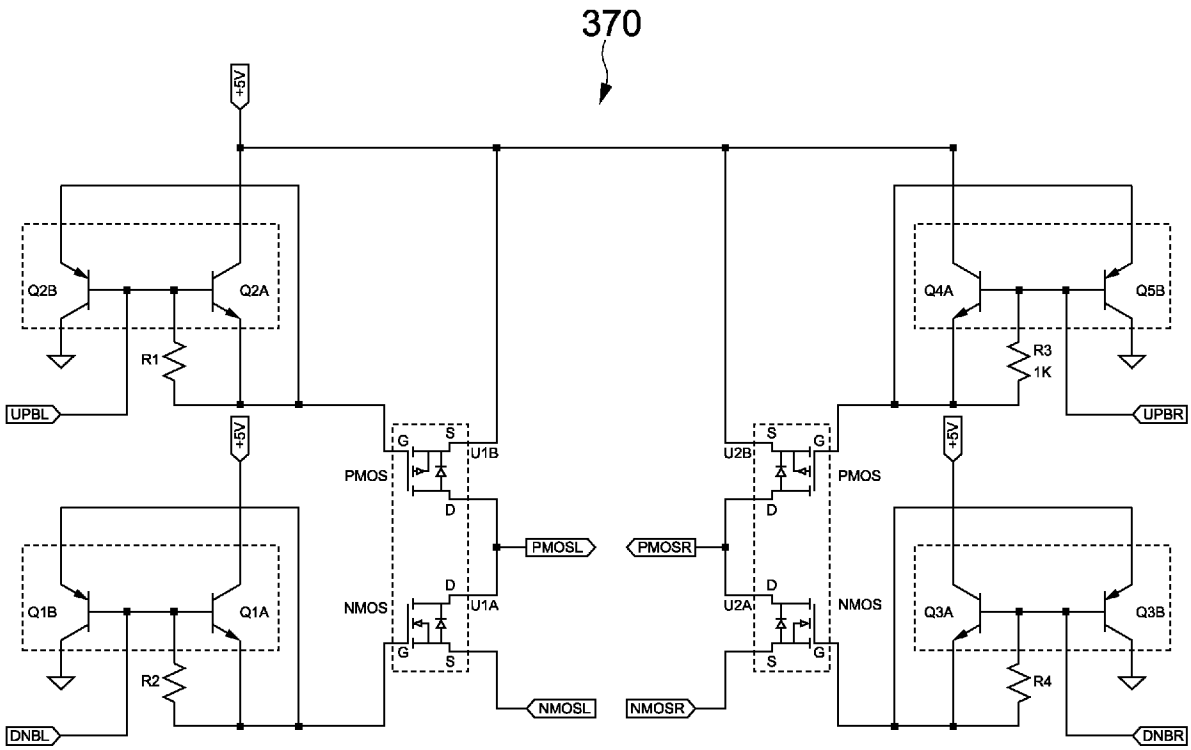
[図15]


2
250
201
2次側
アンテナ部
204
整流部
219
充電
制御部
208
バッテリ
203
システム
制御部
205
復調回路
206
変調回路
202
受信
制御部
50
外部電源
110
112(L1)
1次側
アンテナ部
114
インピーダンス
マッチング部
105
測定部
107
106
検出部
150
101
送信信号
生成部
Tx
Vcnt
102
変調回路
103
復調回路
140
制御部
145
記憶部

[図16]


V3
VC2=5
検出部
106
Resonance Capacitor
Antenna
C1
400n
UPBL
PMOSL
電源電圧
DNBL
NMOSL
10n
C5
外部駆動部
アンテナ電流
0.0°
L1
6.5u
A1
UPBR
PMOSR
A2
DNBR
NMOSR
VRSENSE
10n
C6
V1
VC1=3V
R5
0.022
V2
VC1=3V
370

[図17]


370
+5V
Q2B
Q2A
R1
UPBL
Q4A
Q5B
R3
1K
UPBR
PMOS
U1B
U2B
PMOSL
PMOSR
Q1B
Q1A
NMOS
U1A
U2A
R2
NMOSL
NMOSR
Q3A
Q3B
R4
DNBL
DNBR

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/011406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04B1/59(2006.01)i, *G06K7/10*(2006.01)i, *G06K19/07*(2006.01)i, *H02J50/10*(2016.01)i, *H04B1/04*(2006.01)i, *H04B5/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04B1/59, G06K7/10, G06K19/07, H02J50/10, H04B1/04, H04B5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 5808849 B1 (Dexerials Corp.), 10 November 2015 (10.11.2015), fig. 2, 8; paragraphs [0046] to [0062], [0088] to [0091] & JP 2016-103233 A & WO 2016/084338 A1	1-3,12,14,16 10 4-9,11,13,15,17
Y	JP 2015-177389 A (Ricoh Co., Ltd.), 05 October 2015 (05.10.2015), fig. 1 (Family: none)	10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)	20 June 2017 (20.06.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１１４０６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B1/59(2006.01)i, G06K7/10(2006.01)i, G06K19/07(2006.01)i, H02J50/10(2016.01)i, H04B1/04(2006.01)i, H04B5/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B1/59, G06K7/10, G06K19/07, H02J50/10, H04B1/04, H04B5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 5808849 B1（デクセリアルズ株式会社）2015.11.10, 図２、８、段落【００４６】－【００６２】、 【００８８】－【００９１】 & JP 2016-103233 A & WO 2016/084338 A1	1-3, 12, 14, 16 10 4-9, 11, 13, 15, 17
Y	JP 2015-177389 A（株式会社リコー）2015.10.05, 図１ （ファミリーなし）	10

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０６．０６．２０１７	国際調査報告の発送日 ２０．０６．２０１７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｋ　４６８５ 大野　友輝 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５６