(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
2016 年 1 月 21 日(21.01.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/009937 A1

(51) 国際特許分類:
*H04B 5/02* (2006.01) *H02J 17/00* (2006.01)
*G06K 7/10* (2006.01) *H04B 1/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069759

(22) 国際出願日: 2015 年 7 月 9 日(09.07.2015)

(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 2014-148054 2014 年 7 月 18 日(18.07.2014) 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, 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, KN, KP, KR, 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.

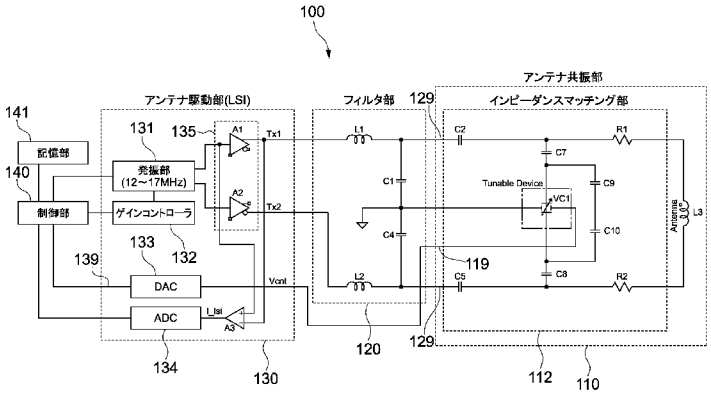
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

WO 2016/009937 A1

**(54) Title**: NONCONTACT COMMUNICATION APPARATUS, ANTENNA CIRCUIT, ANTENNA DRIVE APPARATUS, NONCONTACT FEEDING APPARATUS, ELECTRONIC DEVICE, TUNING METHOD, DISCOVERY METHOD, AND PROGRAMS FOR ACHIEVING THESE METHODS

**(54) 発明の名称**: 非接触通信装置、アンテナ回路、アンテナ駆動装置、非接触給電装置、電子機器、チューニング方法、ディスカバリ方法、およびこれらの方法を実現するプログラム




110 Antenna resonance unit
112 Impedance matching unit
120 Filter unit
130 Antenna drive unit (LSI)
131 Oscillation unit
132 Gain controller
140 Control unit
141 Storage unit

**(57) Abstract**: [Problem] To provide techniques of a noncontact communication apparatus and others that can support the variation of a resonance frequency caused by various factors and can achieve an excellent communication property. [Solution] A noncontact communication apparatus (100) comprises an antenna resonance unit (110) and an antenna drive unit (130). In the antenna drive unit (130), a measurement unit constituted by, for example, a differential amplifier (A3) measures an output current from an oscillation unit (131). A control unit (140) then detects the minimum or maximum value of the output current and controls the resonance frequency by use of the optimum control value corresponding to the minimum or maximum value. Therefore, even if the resonance frequency varies due to the manufacture variation of an antenna property or due to use environment and/or aged deterioration, an excellent communication property using an established resonance frequency can be achieved.

**(57) 要約**:

[続葉有]

【課題】様々な要因による共振周波数の変動に対応でき、良好な通信特性を得ることができる非接触通信装置等の技術を提供すること。 【解決手段】非接触通信装置１００は、アンテナ共振部１１０と、アンテナ駆動部１３０とを備える。アンテナ駆動部１３０では、例えば差動増幅器Ａ３でなる測定部が、発振部１３１からの出力電流を測定し、制御部１４０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する。したがって、アンテナ特性の製造上のばらつきによって、あるいは、使用環境や経時変化によって共振周波数が変動する場合があっても、設定された共振周波数による良好な通信特性を得ることができる。

# 明　細　書

## 発明の名称 ：

# 非接触通信装置、アンテナ回路、アンテナ駆動装置、非接触給電装置、電子機器、チューニング方法、ディスカバリ方法、およびこれらの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を行う非接触通信装置、非接触給電を行う非接触給電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。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、良好な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、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、良好な通信状態を保つための様々な技術が提案されている。特許文献１には、電磁誘導作用により外部と非接触通信を行う送信装置として、送信アンテナ、信号出力部、モニタ回路部、および補正回路部を備える構成として、通信状態をモニターしながら通信特性の最適化を図る技術が開示されている。

この送信装置は、モニタ回路部がアンテナコイルに流れる電流に関する情報をモニタして、そのモニタされた情報に基づいて通信状態を判別し、補正回路部がモニタ回路部での判別結果に基づいて、通信特性を補正する（例えば特許文献１の段落［０１３７］等参照）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-58170号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] 上述のように、アンテナの共振周波数は、様々な要因により変動する。例えばそれは、アンテナの特性の製造上のばらつき、使用環境、経時変化等によって変動する。これらの要因に基づく共振周波数の変動に対する新たな対策が望まれる。

[0007] 本発明の目的は、上記要因による共振周波数の変動に対応でき、良好な通信特性を得ることができる非接触通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

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る非接触通信装置は、アンテナ共振部と、発振部と、測定部と、制御部とを具備する。

前記アンテナ共振部は、アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含む。

前記発振部は、所定の発振周波数を持つ信号を前記アンテナ共振部に出力可能である。

前記測定部は、前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定するように構成される。

前記制御部は、前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、前記コンデンサ部の前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制

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ように構成される。

この非接触通信装置では、測定部が発振部からの出力電流を測定し、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含む制御値を使用して共振周波数を制御する。したがって、共振周波数が、様々な要因による共振周波数の変動がある場合でも、設定された共振周波数による良好な通信特性を得ることができる。

[0009] 前記発振周波数は、所定の周波数からオフセットされた発振周波数であってもよい。

[0010] 前記制御部は、前記任意の範囲の制御値のうち、前記出力電流が最小または最大となる制御値からオフセットされた値を使用して制御を行ってもよい。

[0011] 前記発振部および前記測定部は、前記アンテナ共振部に接続されたアンテナ駆動部内に設けられていてもよい。

これにより、特許文献１のように、アンテナ共振部におけるアンテナ電流をモニタするための抵抗や配線を、アンテナ共振部とアンテナ駆動部との間に設ける必要がなく、シンプルな回路構成とすることができる。また、これにより、ノイズが発生しにくくなり、良好な通信特性を得ることができる。

[0012] 前記非接触通信装置は、前記最適制御値を記憶する記憶部をさらに具備してもよい。

例えば、非接触通信装置の製造後（工場出荷後）に、この装置の使用環境や経時変化によって共振周波数が変化した場合でも、制御部は、記憶された最適制御値を使用することにより、最適な共振周波数での通信特性を得ることができる。

[0013] 前記非接触通信装置は、前記発振部から出力される信号のゲインを調整するゲイン調整部をさら具備してもよい。そして、前記制御部は、アンテナパラメータの１つである前記ゲインを、通信期間には第１の値に設定し、前記出力電流の最小値または最大値の検出期間には前記第１の値と異なる第２の

値に設定するように構成されていてもよい。

この場合、前記第２の値は、前記第１の値より大きくてもよい。これにより、検出期間においては信号のSN比を高めることができるので、制御部は、正確な最適制御値を得ることができる。

[0014] 前記コンデンサ部は、直列共振コンデンサ部および並列共振コンデンサ部のうち少なくとも１つを含んでいてもよいし、両方含んでいてもよい。

[0015] 前記並列共振コンデンサ部は、前記可変容量コンデンサを有し、前記直列共振コンデンサ部は、固定容量コンデンサを有していてもよい。あるいは、前記並列共振コンデンサ部が固定容量コンデンサを有し、前記直列共振コンデンサ部が前記可変容量コンデンサを有していてもよい。あるいは、前記並列共振コンデンサ部および前記直列共振コンデンサ部が、前記可変容量のコンデンサをそれぞれ有していてもよい。

[0016] 本発明の一形態に係るアンテナ回路は、上記発振部、上記測定部および上記制御部を含む非接触通信装置のアンテナ回路であって、上記アンテナ共振部と、入力ラインと、制御信号ラインとを具備する。

前記入力ラインは、前記発振部により設定された、所定の発振周波数を持つ信号が入力されるように構成される。

前記制御信号ラインは、前記可変容量コンデンサに接続されるように構成される。制御信号ラインには、前記制御部から出力される、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうちの最適制御値を含む任意の範囲の制御値が入力される。前記最適制御値は、前記測定部により測定された前記発振部からの前記アンテナ回路への出力電流の最小値または最大値に対応する値である。

[0017] 本発明の一形態に係るアンテナ駆動装置は、上記アンテナ共振部を駆動するように構成され、上記発振部、上記測定部、また、上記最適制御値を含む制御値が入力される制御値入力部とを具備する。

[0018] 上記非接触通信装置は、非接触給電装置にも適用され得る。

[0019] 本発明の一形態に係るチューニング方法は、上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、前記アンテナ共振部に出力される信号が持つ所定の発振周波数を発振部に設定することを含む。

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流が測定される。

前記測定された出力電流の最小値または最大値が検出される。

前記コンデンサ部の前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制御値が記憶部に記憶される。

[0020] 本発明の一形態に係るディスカバリ方法は、上記アンテナ共振部を備える非接触通信装置によるディスカバリ方法であって、R/W（リーダ／ライタ）モードで相手側機器の存在を検出することを含む。

前記相手側機器の存在が検出されない場合、カードモードで相手側機器の存在が検出される。

前記カードモードでの前記相手側機器の存在が検出されない場合、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち最適制御値を検出して、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニング処理が実行される。

[0021] 前記チューニング処理の実行は、前記最適制御値を含む任意の範囲の制御値を記憶部に記憶することを含んでいてもよい。前記最適制御値は、前記アンテナコイルに流れる電流であるアンテナ電流の位相が０となる制御値、前記アンテナ電流が最小または最大となる制御値、インピーダンスの位相が０となる制御値、前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流の位相が０となる制御値、または、前記出力電流が最小または最大となる制御値であってもよい。

[0022] 前記チューニング処理の実行は、前記アンテナ共振部に出力される信号が持つ所定の発振周波数を発振部に設定することを含んでいてもよい。また、前記チューニング処理の実行は、前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定し、前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、前記制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる前記最適制御値を含む任意の範囲の制御値を前記記憶部に記憶することを含んでいてもよ

い。

[0023] 前記カードモードでの前記相手側機器の存在が検出されない場合、次の処理が行われてもよい。すなわち、前記R/W（リーダ／ライタ）モードでの検出、および前記カードモードでの検出を順に繰り返し、前記R/Wモードでの検出および前記カードモードでの検出の繰り返しの処理時間がタイムアウトした場合、前記チューニングを実行してもよい。

[0024] 本発明の一形態として係るプログラムは、上記チューニング方法を、上記非接触通信装置または上記非接触給電装置に実行させるプログラムである。あるいは、本発明の一形態として係るプログラムは、上記ディスカバリ方法を、非接触通信装置に実行させるプログラムである。

## 発明の効果

[0025] 以上、本発明によれば、様々な要因による共振周波数の変動に対応でき、良好な通信特性を得ることができる。

## 図面の簡単な説明

[0026] [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、本発明第１の実施形態に係る非接触通信装置の回路構成を示す。

[図3]図３Ａは、シングル駆動型のインピーダンスマッチング回路を示し、図３Ｂは、差動駆動型のインピーダンスマッチング回路を示す。図３Ｃは図３Ｂの変形例、図３Ｄは図３Ａの変形例を示す。

[図4]図４の上は、ＬＳＩ電流とその位相、アンテナを流れるアンテナ電流とその位相の特性を示すグラフである。図４の下は、アンテナ駆動部からアンテナを見たインピーダンスとその位相の特性を示すグラフである。

[図5]図５は、共振点（位相０の周波数）とインピーダンス最小での周波数とのずれを拡大して示したグラフである。

[図6]図６は、共振周波数の、並列共振コンデンサの容量およびインピーダンスとの一般的関係を示すグラフである。

[図7]図７は、アンテナコイルの異なるインダクタンスでの、共振周波数とＬＳＩ電流との関係を示すグラフである。

[図8]図８は、非接触通信装置の工場出荷時において、非接触通信装置が自動で共振周波数のチューニングする処理を示すフローチャートである。

[図9]図９は、図８に示した処理のタイミングチャートを示す。

[図10]図１０は、非接触通信装置の工場出荷後において、非接触通信装置が自動で共振周波数のチューニングする処理を示すフローチャートである。

[図11]図１１は、図１０に示した処理のタイミングチャートを示す。

[図12]図１２は、本発明の第２の実施形態に係る非接触通信装置の回路構成を示す。

[図13]図１３は、本発明の第３の実施形態に係る非接触通信装置の回路構成を示す。

[図14]図１４は、図１に示した非接触通信システムの技術を、非接触給電システム２に適用した形態に係る当該非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図15]図１５は、給電装置における受電装置の検出（デバイス検出）から、充電（電力伝送）までのシーケンスを示す。

## 発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

[0028] ［第１の実施形態］

（非接触通信システム）

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。

[0029] 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）や、非接触給電技術であるＷＰＣ（Wireless Power Consortium）等に適用される。

すなわち、１次側アンテナ部と２次側アンテナ部のコイル間の電磁誘導によって非接触に通信や給電を行う通信・給電システムに適用される。

[0030] 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。送信装置１００は、非接触通信装置として機能する。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。

[0031] （送信装置（非接触通信装置））

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（アンテナ回路）１１０、システム制御部１１８、変調回路１１６、および復調回路１１７を備える。

[0032] アンテナ共振部１１０は、１次側アンテナ部１１１およびインピーダンスマッチング部１１２を有し、後述するように、アンテナコイルおよび共振コンデンサ（可変容量コンデンサを有するコンデンサ部）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。

[0033] 送受信制御部１１３は、共振コンデンサの容量を調整する電圧発生回路（主に後述するＤＡＣ１３３）と、アンテナ駆動部（アンテナ駆動装置）１３０の出力電流を測定する測定器（主に後述する差動増幅器Ａ３およびＡＤＣ１３４）を有する。１次側アンテナ部１１１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、後述する受信装置２００からの応答信号を受信する機能を有する。

[0034] インピーダンスマッチング部１１２は、送信信号生成部１１４と１次側アンテナ部１１１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。なお、図１には示さないが、インピーダンスマッチング部

１１２は、可変容量コンデンサ（以下、可変コンデンサという。）を備える。本実施形態では、電圧発生回路で後述するように可変コンデンサの容量を調整することにより、送信信号生成部１１４と１次側アンテナ部１１１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。

[0035] 可変コンデンサとしては、典型的には、小型セラミックタイプのものが用いられる。その強誘電体材料としては、$BaSrTiO_3$等が用いられ、この材料の比誘電率を変化させることで容量が変化する。可変コンデンサとして、ＲＦスイッチを利用するタイプや、ＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems）タイプが用いられてもよい。

[0036] 送信信号生成部１１４は、変調回路１１６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１１２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１１１に出力する機能を有する。

[0037] 変調回路１１６は、システム制御部１１８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１１４に出力する機能を有する。

[0038] 復調回路１１７は、１次側アンテナ部１１１で受信した応答信号をインピーダンスマッチング部１１２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１１７は、復調した応答データをシステム制御部１１８に出力する機能を有する。

[0039] システム制御部１１８は、外部からの指令や内蔵するプログラムにしたがって、各種制御用のコントロール信号を生成し、該コントロール信号を変調回路１１６および送受信制御部１１３に出力して、両回路部の動作を制御する機能を有する。また、システム制御部１１８は、コントロール信号（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１１６に供給する機能を有する。さらに、システム制御部１１８は、復調回路１１７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。

[0040] なお、図１に示す例では、送信装置１００において、送受信制御部１１３

とシステム制御部１１８をそれぞれ別個に設ける例について説明したが、本発明の一実施形態に係る非接触通信システム１は、この例に限定されない。例えば、送受信制御部１１３がシステム制御部１１８に含まれるように、他の回路構成としてもよい。

[0041] （受信装置）

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（データキャリア）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。

[0042] 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２０８を備える。

[0043] 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１１１と電磁結合により通信を行い、１次側アンテナ部１１１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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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１１１に送信される。

[0050] バッテリ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。

[0051] なお、受信装置２００は、バッテリ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。

[0052] 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１１１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１１１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。

[0053] （非接触通信装置の回路構成）

図２は、送信装置１００である非接触通信装置の回路構成を示す。非接触通信装置は、アンテナ共振部１１０、フィルタ部１２０、アンテナ駆動部１３０、および制御部１４０および記憶部１４１を備える。

[0054] アンテナ共振部１１０は、アンテナコイルＬ３およびインピーダンスマッチング部１１２を有する。アンテナ共振部１１０は、アンテナコイルＬ３に、インピーダンスマッチング部１１２が接続されて構成される。インピーダンスマッチング部１１２は、アンテナ駆動部１３０とアンテナコイルＬ３のインピーダンス不整合を防ぎ、アンテナ駆動部１３０の負荷をアンテナコイルＬ３によらず常に一定、かつ純抵抗としている。

[0055] 具体的には、アンテナ共振部１１０は、例えば可変コンデンサ（並列共振コンデンサ部）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部）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。

[0056] 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Ｃ９、Ｃ１０は、アンテナサイズの違いなど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。

[0057] また、インピーダンスマッチング部１１２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Ｒ１、Ｒ２を有する

。

[0058] フィルタ部１２０は、コイルＬ１、Ｌ２、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。コイルＬ１、Ｌ２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Ｌ１、Ｌ２のそれぞれとグランドとの間に接続されている。

[0059] アンテナ駆動部１３０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に供給する出力部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。また、アンテナ駆動部１３０は、後述する制御部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）１３３と、出力部１３５からの出力電流を測定する差動増幅器Ａ３でなる測定部と、この差動増幅器の出力信号が入力され、これをデジタル信号に変換するＡＤＣ（アナログ／デジタル変換器）１３４とを含む。アンテナ駆動部１３０は、例えばＬＳＩ（Large Scale Integration）により構成される。

[0060] また、非接触通信装置は、発振部１３１の発振周波数およびアンテナ共振部１１０のアンテナ共振周波数を制御する制御部１４０と、アンテナパラメータや、発振部１３１による発振周波数等の設定値を記憶する記憶部１４１とを備える。制御部１４０は、図１における送受信制御部１１３、システム制御部１１８、または、この２つが一体となって機能する要素に相当する。

[0061] 発振部１３１は、制御部１４０から供給される周波数制御信号により発振周波数が例えば１２～１７ＭＨｚの広範囲に亘って制御可能な周波数可変発振器からなる。特に、発振部１３１は、後述するように、所定の周波数からオフセットされて設定された発振周波数を持つ信号をアンテナ共振部１１０に出力することが可能なように構成される。

[0062] 本実施形態では、「所定の周波数」とは、後述するように、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り、インピーダンス位相が０になる周波数である。これらはアンテナ特性を決定する設計値である。インピーダンス位相が０になる周波数は、規格値である13.56MHzと一致する場合もあるし、一致せずにずれる場合もある。

[0063] また本実施形態では、その所定の周波数からオフセットされて得られる最終的な発振周波数であるターゲット周波数は、規格値である13.56MHzでもよいし、メーカによってはその規格値と異なる、その規格値の近傍の値に設定される場合もある。ターゲット周波数は、後でも説明するが、アンテナ駆動部１３０の出力電流（下記ではＬＳＩ電流ともいう。）が最小または最大となる周波数である。

[0064] すなわち、それら所定の周波数およびターゲット周波数は、メーカや製品モデルによって異なる固有値である。

[0065] 出力部１３５は、発振部１３１から供給される高周波の発振信号を、正相の発振信号と逆相の発振信号として出力する一対の差動増幅器Ａ１、Ａ２を含む。

[0066] 測定部は、出力部１３５の差動増幅器Ａ１の入力端と出力端に接続されている。測定部は、差動増幅器Ａ１の出力電流（I_lsi；以下、ＬＳＩ電流という。）を測定する。ＬＳＩ電流は、差動増幅器Ａ１に入力される発振信号の電圧Ｖ１および差動増幅器Ａ１から出力される正相の発振信号の電圧Ｖ２との電圧差を出力抵抗によって換算することで測定される。測定部は、その測定結果をＡＤＣ１３４を介して制御部１４０に供給する。

[0067] 制御部１４０は、非接触通信装置の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、非接触通信装置が、図１に示した送信装置として、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、非接触通信装置が、その機能を持つことを意味する。

[0068] 制御部１４０は、アンテナ共振部１１０の共振周波数が、設定された所定の周波数になるように、可変コンデンサＶＣ１に印加する制御電圧を制御する。ＤＡＣ１３３は、制御部１４０から出力されるデジタル制御電圧値をアナログ制御電圧信号Ｖcntに変換して、アンテナ共振部１１０の制御信号ライン１１９を介して可変コンデンサＶＣ１に印加するようになっている。これにより、アンテナ共振部１１０のインピーダンスを1ms以下で高速に変えることが可能となる。なお、制御部１４０は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）等により構成される。

[0069] アンテナ駆動部１３０において、制御部１４０からの制御電圧値が入力される端子またはラインが、制御値入力部１３９である。

[0070] ＮＦＣシステムなどの非接触通信において使用される基本的なマッチング回路としては、図３Ａ～Ｄにそれぞれ示すタイプの回路構成がある。図３Ａに示すタイプは、１チャンネルでアンテナコイルＬ３を駆動するシングル駆動型であり、図３Ｂに示すタイプは、２チャンネルでアンテナコイルＬ３を駆動する差動駆動型である。どちらも基本動作は同じである。Ｔｘ１端子とＴｘ２端子がアンテナ駆動部１３０の駆動端子となる。図３Ｃに示すマッチング回路は、図３Ｂの変形例であり、図３Ｂと同様に非接触通信で使われる。図３Ｄに示すマッチング回路は、図３Ａの変形例で直列共振回路の構成となっており、非接触給電で使われることが多い。

[0071] 非接触通信装置におけるアンテナ共振部１１０は、２チャンネルでアンテナコイルＬ３を駆動する差動駆動型の回路構成となっている。

[0072] 図２において、アンテナ共振部１１０において、Ｔｘ１端子およびＴｘ２にそれぞれ接続されたラインが、発振部１３１からの発振信号が入力される入力ライン１２９である。２チャンネルの場合、入力ライン１２９は２本となり、１チャンネルの場合、入力ライン１２９は１本となる。

[0073] R/W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、出力部１３５からその周波数を持つ正相の発振信号と逆相の発振信号が、Ｔｘ１端子およびＴｘ２端子に出力されるように

制御を行う。

[0074] 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Ｌ３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。

[0075] 図４の上は、ＬＳＩ電流とその位相、アンテナコイルＬ３を流れるアンテナ電流とその位相の特性を示すグラフである。図４の下は、インピーダンス（アンテナ駆動部１３０からアンテナを見たインピーダンス）とその位相の特性を示すグラフである。実線がインピーダンス（Ω）、破線が位相（deg）である。横軸が周波数である。上の左縦軸が電流値、右縦軸が位相、下の左縦軸がインピーダンス、下の右縦軸が位相である。

[0076] 本実施形態のように、直並列共振回路では、下のグラフに示すように、インピーダンス位相が０になる共振点は２箇所存在する（第１の位相０点、第２の位相０点）。周波数が低い方の共振点は、インピーダンス位相がマイナスからプラスになる点であり、主として直列共振コンデンサ部であるコンデンサＣ２およびＣ５と、アンテナコイルＬ３とによる直列共振点である。直列共振によりインピーダンスが最小となる周波数が存在する。直並列共振回路のうち並列共振コンデンサである可変コンデンサＶＣ１等の影響により、位相０の周波数より低い周波数で、インピーダンスが最小となる。

[0077] 周波数が高い方の共振点は、インピーダンス位相がプラスからマイナスになる点であり、主として、可変コンデンサＶＣ１とアンテナコイルＬ３との並列共振点である。並列共振によりインピーダンスが最大となる周波数が存在する。直並列共振回路のうち直列共振コンデンサであるコンデンサＣ２およびＣ５の影響により、位相０の周波数より高い周波数で、インピーダンスが最大となる。

[0078] ここで、一般的な設計として、直列共振点をシステム周波数（例えば13.56MHz）に合わせる方法と、並列共振点をそのシステム周波数に合わせる方法の二通りがあり、使用するＬＳＩによりどちらかが選択される。

[0079] 共振点（位相０の周波数）とインピーダンス最小または最大での周波数と

のずれ量は、アンテナコイルのインダクタンス、Ｑ値、インピーダンス等などの設計値によって変わる。図５は、このずれを拡大して示したグラフである。このグラフは、直並列の各共振コンデンサを固定したまま、発振部１３１の発振周波数を変えて、アンテナのインピーダンスと、アンテナ共振部１１０の各電流を計算した結果を示す。ここでは、Ｌ=1.25uHのアンテナが用いられ、直列共振点を例えば13.56MHzに合わせインピーダンスＺ=8Ω（低インピーダンス型）で設計されている。（これに対し、図４は、並列共振点を13.56MHzに合わせた例を示している。）各電流は、アンテナ電流、ＬＳＩ電流、フィルタ電流（フィルタ部１２０を流れる電流）である。

[0080] 図５に示すように、アンテナ電流は設計どおり13.56MHzでピークとなるが、インピーダンスが最小になる周波数およびＬＳＩ電流が最大になる周波数は、13.56MHzから100KHz程度低い周波数である13.46Hzにずれていることがわかる。

[0081] このように、共振点（位相０の周波数）（図４参照）とインピーダンス最小または最大での周波数とのずれが発生するため、このずれを補正するために、上述したように、オフセット値（当該ずれ量）に基づくターゲット周波数が設定される。例えば製品モデルごとに計算し実測して、そのオフセット値が定められる。

[0082] ここで、直列共振点を13.56MHzに合わせるタイプの低インピーダンス型のアンテナデバイスは、ＬＳＩの出力抵抗の影響を受けやすく、1Ω以下の出力抵抗を持つＬＳＩと組み合わされて使うのが一般的である。直列共振点を使用するので、共振点近傍では共振周波数ずれに対してインピーダンスの変化が小さく安定である。

[0083] 一方、並列共振点を13.56MHzに合わせるタイプの高インピーダンス型のアンテナデバイス（例えば図４に示したグラフを参照）は、ＬＳＩの出力抵抗が大きくても、その影響を受けににくく、出力抵抗が数ΩのＬＳＩと組み合わされて使われるのが一般的である。並列共振点を利用してインピーダンスを高くすることでＬＳＩ電流を減らすことができるメリットがある。

[0084] 図４に示した例は、上記のように並列共振点を13.56MHzに合わせるタイプの高インピーダンス型（例えば80Ω）のアンテナデバイスの特性を示している。ここで、本実施形態では、高インピーダンス型のアンテナデバイスのマッチング定数を設計した例を主として説明する。

[0085] 図６は、共振周波数の、並列共振コンデンサ部の容量およびインピーダンスとの一般的関係を示すグラフである。（なお、このグラフについての関係性（特性）が一般的であり、数値自体は一般的なものではない。）アンテナコイルのインダクタンスは1.25μHである。共振周波数と容量との関係は直線で近似できる。インピーダンスは13.56MHz近傍でピークとなる。並列共振コンデンサの容量を変えることにより、共振周波数とインピーダンスを変えることができるのがわかる。

[0086] 図７は、アンテナコイルの異なるインダクタンス（L=0.75μH、1.0μH、1.25μH、1.5μH）での、共振周波数とＬＳＩ電流との関係を示すグラフである。アンテナコイルのインダクタンスに無関係にＬＳＩ電流の最小値は一致している。これにより、インダクタンスに無関係に、共振周波数≒ＬＳＩ電流最小での周波数が成り立つことがわかる。つまり、本開示の発明者は、所定の周波数からオフセットされた発振周波数をターゲット周波数として使用することで、直並列共振回路の並列共振コンデンサの容量を変化させて並列共振点を使って共振周波数のチューニングを行なう場合、並列共振コンデンサの容量を変化させながらＬＳＩ電流を測定してその最小値を検出すればよいことを見出した。直列共振点を使って共振周波数のチューニングを行なう場合は、それとは逆に、並列共振コンデンサの容量を変化させながらＬＳＩ電流の最大値を検出すればよい。

[0087] このように、図４に示したように、実際に位相０となる共振周波数とインピーダンスが最大（ＬＳＩ電流が最小）になる周波数とがずれる。したがって、上述のように、設計者が、アンテナ共振部１１０の設計値（インダクタンス、Ｑ値、インピーダンス等）、およびＬＳＩ電流が最小となる周波数に基づいて、所定の周波数およびそれからのずれ量（オフセット値）を予め見

積り、それらの値を例えば記憶部１４１（図２参照）に記憶しておく。この場合、オフセットされて得られる周波数であるターゲット周波数が記憶されてもよいし、所定の周波数およびオフセット値の両方が記憶されてもよい。

[0088] 制御部１４０は、このターゲット周波数を得るために、ＬＳＩ電流の最小値を得るための、可変コンデンサＶＣ１への制御電圧信号である最適制御値を出力する。この場合、例えば図４で示したように、並列共振点は、所定の周波数（典型的には13.56MHz）から低い方へずれる場合、チューニング用の周波数、つまりターゲット周波数として、並列共振点からオフセット値分高く設定しておく。

[0089] 直並列共振回路の並列共振コンデンサ、つまり可変コンデンサＶＣ１を変化させて、直列共振点を使って共振周波数のチューニングを行う場合も上記と同様である。この場合、実際に位相０となる共振周波数とインピーダンスが最小になる周波数とが図４に示したようにずれる。直列共振点は、所定の周波数（典型的には13.56MHz）から高い方へずれるため、ターゲット周波数として、直列共振点からオフセット値分だけ低く設定しておけばよい。

[0090] 上述したように、メーカによっては、通信特性が最良になるように経験的に得た、13.56MHzからずらした周波数を、ターゲット周波数として、設定する場合もある。

[0091] 本実施形態に係る非接触通信装置は、特許文献１に示されているアンテナ電流ではなくＬＳＩ電流を使ったチューニングを行うことで、後でも述べるように、ＬＳＩに低コストでチューニング機能を搭載することができる。ただし図５に示したように、インピーダンス位相（図４参照）が０となる共振周波数とアンテナ電流の最大値は良く一致するが、ＬＳＩ電流の最小または最大値がずれるため、このことが誤差の要因となっている。したがって、このずれをオフセットとして補正することで、正確なチューニングを行えるようにしている。

[0092] 上述したように、オフセット値は周波数として記憶する以外にも、例えば図６に示した容量対共振周波数の特性から、周波数オフセットを容量オフセ

ットに変換し、その容量オフセットに相当する電圧値として記憶することも可能である。この場合、製造段階において、オフセット無しの所定の周波数にて共振周波数のチューニングを実行し、求めた電圧値に上記オフセットに相当する電圧を加えることで、周波数オフセットと同等な効果を得ることができる。この場合、周波数オフセットが不要であるため、所定の周波数がシステム周波数の13.56MHzである場合は、発振部１３１は発振周波数を固定周波数13.56MHzに設定でき、ＬＳＩの回路が簡単になると言うメリットがある。

[0093] （非接触通信装置の処理）

＜工場出荷時＞

図８は、この非接触通信装置の工場出荷時において、非接触通信装置が自動で共振周波数のチューニングする処理を示すフローチャートである。

[0094] 制御部１４０は、初期化として、所定の周波数からオフセットされた、ターゲット周波数f0を、記憶部１４１から読み出し、これを発振部１３１に設定する（ステップ１０１）。

[0095] 制御部１４０は、初期化として、予め記憶部１４１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）。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ＤＡＣ１３３の制御電圧値（ここでは初期値として例えば0V）等である。

[0096] 制御部１４０は、ＤＡＣ１３３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ステップごとに測定部によりＬＳＩ電流を測定する（ステップ１０３）。例えば制御部１４０は、システム電圧の最大値である3Vまで制御電圧値を増加させていく。0～3Vまでの間に、制御部１４０がＬＳＩ電流の最小値を検出すると（ステップ１０４のYES）、制御部１４０は、ＬＳＩ電流が最小のときの、ＤＡＣ１３３への制御電圧値である最適制御値を、記憶部１４１に記憶する（ステップ１０５）。

[0097] なお、制御部１４０、必ずしも3Vまで制御電圧値を増加させる必要はなく、0Vからの制御電圧値の増加途中で、制御部１４０が最小値を検出すれば、その時点でステップ１０５へ進めばよい。

[0098] 直列共振点をターゲット周波数に合わせるタイプの低インピーダンス型のアンテナ共振部１１０を使用する場合、ステップ１０４では、ＬＳＩ電流の最大値が検出される。

[0099] その後、制御部１４０は、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１０６）。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１０７）、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１４１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１４１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。

[0100] なお、以下でも説明するように、通信用のアンテナパラメータとして、チューニング用のそれとは異なるパラメータがある。そのパラメータの１つは、例えば発振部１３１による発振信号のゲインである。

[0101] 図９は、図８に示した処理のタイミングチャートを示す。横方向は時間経過、縦方向はＬＳＩ電流値を模式的に示す。制御部１４０は、チューニング用のアンテナパラメータを設定後、１ステップごとに、単位電圧ずつＤＡＣ１３３への制御電圧値を上げることにより、ＬＳＩ電流の変化を検出し、最小値（または最大値）を検出する。その後、通信用のアンテナパラメータが設定され、通信が行われる。

[0102] ＬＳＩ電流の最小値（または最大値）の検出期間は、50～100μsが望ましい。これは、後述するディスカバリ時間の300msに比べると十分に小さい値である。

[0103] ここで、図９に示すように、ＬＳＩ電流の大きさ、つまり、出力部１３５からの発振信号のゲインとして、通信時での値（第１の値）より、検出期間での値（第２の値）の方が大きくなるように、当該ゲインが設定される。これにより、検出時において電流信号のSN比を高めることができるので、制御

部１４０は、正確な最適制御値を得ることができる。例えば、第２の値が、第１の値の1.5～2倍とされるのが好ましいが、ＬＳＩの許容電流の範囲内に設定される。

[0104] ＜工場出荷後＞

図１０は、非接触通信装置の工場出荷後、例えば、ユーザがこの非接触通信装置を使用する場合の、非接触通信装置が自動で共振周波数のチューニングする処理を示すフローチャートである。本実施形態に係るチューニング処理は、非接触通信装置（またはこれを搭載した電子機器）がディスカバリ処理時において所定の条件を満たした時に、図８に示したチューニング処理を行うものである。ディスカバリ処理とは、例えば非接触通信装置が、R/W機能およびカード機能の両方を備える場合に、R/W機能を持つ機器と、カード機能を持つ機器とに交互に入れ替わり、２次側機器を検出する処理である。具体的には、以下のような処理が行われる。

[0105] 制御部１４０は、初期モードがR/Wモードである場合（ステップ２０１）、２次側機器として例えば周辺にＩＣカードが存在するか否かを監視する（ステップ２０２）。ステップ２０２では、非接触通信装置が所定時間間隔で発振信号を出力することで、その存在の有無を検出する。

[0106] 制御部１４０は、ＩＣカードが存在すれば通信を開始し、存在しなければ、R/Wモードからカードモードに動作モードを切り替える（ステップ２０３）。そして、制御部１４０は、相手側機器としてR/Wが存在するか否かを監視する（ステップ２０４）。

[0107] R/Wが存在する場合、制御部１４０は通信を開始し、存在しなければ、タイムアウトしたか否かを検出する（ステップ２０５）。制御部１４０は、例えばステップ２０３でカードモードに切り替えるタイミングで、タイマーのカウントアップを開始し、タイムアウトするまで、ステップ２０２～２０４の処理を繰り返せばよい。

[0108] ステップ２０５でタイムアウトした場合、例えば非接触通信装置による電力の消耗を減らすため、ディスカバリを停止し、スタンバイ等の低消費モー

ドに移行する。そして、制御部１４０は、図８に示したステップ１０１～１０７のチューニング処理を実行する（ステップ２０６）。これによりディスカバリ処理が終了する。

[0109] ステップ２０５でタイムアウトした場合は、主として、周囲にＩＣカードも、R/Wも存在しない状態であり、かつ、ユーザが非接触通信装置を、他の機能を持つ機器として使用している（または全く使用していない）、と想定される。したがって、この場合、非接触通信装置にとって、外乱のない安定な状況と考えられるため、工場出荷後のチューニング処理を行なうための最適な時間である。したがって、タイムアウトした場合、一般的には、そのままディスカバリ処理が終了するが、本実施形態では、その場合に図８で示したチューニング処理が実行される。

[0110] 本例では、チューニング処理を行うステップ２０６では、図８のＳＴ１０１～ＳＴ１０７の処理、つまりＬＳＩ電流の最小または最大を検出するとして説明している。しかし、このようなチューニング処理に代えて、他の値を検出することにより、最適制御値を検出するようにしてチューニング処理を実行してもよい。上記他の値として、以下の複数の例１）～４）が挙げられる。

１）アンテナコイルに流れる電流であるアンテナ電流の位相が０となる制御電圧値、

２）アンテナ電流が最小または最大となる制御電圧値、

３）アンテナインピーダンスの位相が０となる制御電圧値、

４）ＬＳＩ電流の位相が０となる制御電圧値

[0111] 上記１）、３）、４）の各位相が０になる点は、図４において破線で示す曲線の位相０°の点に相当する。

なお、図４はシミュレーション結果を示しており、上記１）のアンテナ電流位相については、-270°の点が本来の位相０°に相当し、上記４）のＬＳＩ電流の位相については、-180°の点が本来の位相０°に相当することに注意する必要がある。

[0112] チューニング期間は、前述したように50～100μs程度であるため、電力の消費もほぼ無視でき、ユーザはチューニング処理について意識することはない。

[0113] 図１１は、図１０に示した処理のタイミングチャートを示す。このタイミングチャートの見方は、図９に示したものと同様である。上記ステップ２０１、２０２のＩＣカードの待ち受け期間、以下、図８に示した処理である、チューニング用のアンテナパラメータ設定期間、ＬＳＩ電流の最小値または最大値の検出期間、および通信用のアンテナパラメータ設定期間が設けられる。ＩＣカードの待ち受け期間およびディスカバリ終了後は、縦方向のＬＳＩ電流値が最小限（実際は電流が流れない場合もある）となっており、これは発振信号が発生していない状態を示している。

[0114] 本例では、非接触通信装置が、R/W機能およびカード機能の両方を備える場合について述べたが、R/W機能のみ、または、カード機能のみを備える非接触通信装置においても、同様の処理を行うことができる。例えば非接触通信装置は、R/W機能のみを有する場合、R/W機能として周辺にＩＣカードが存在するか否かを監視し、その存在が検出されない場合、タイムアウトすればよい。非接触通信装置は、カード機能のみを有する場合、カード機能として周辺にR/Wが存在するかを監視し、その存在が検出されない場合、タイムアウトすればよい。

[0115] （まとめ）

以上のように、本実施形態に係る非接触通信装置では、測定部が、発振部１３１からの出力電流を測定し、制御部１４０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する。したがって、アンテナ特性の製造上のばらつきによって、あるいは、使用環境や経時変化によって共振周波数が変動する場合があっても、設定された共振周波数による良好な通信特性を得ることができる。

[0116] 本実施形態に係る非接触通信装置では、ＬＳＩ電流の測定部である差動増

幅器Ａ３が、アンテナ駆動部１３０内に設けられる。したがって、特許文献１のようにアンテナ共振部１１０におけるアンテナ電流をモニタするための抵抗や配線を、アンテナ共振部１１０とアンテナ駆動部１３０との間に設ける必要がない。またそのために、アンテナ駆動部１３０の端子数も増やすことがないので、シンプルな回路構成とすることができる。これにより、アンテナ駆動部１３０の設計の容易化、低コスト化を実現できる。また、これにより、ノイズが発生しにくくなり、良好な通信特性を得ることができる。

[0117] 本実施形態に係る非接触通信装置は、工場出荷時に、自動でチューニングを行うことが可能な構成であるので、製造ライン上での作業者による手動でのチューニングを必要としない。これにより低コスト化を実現できる。

[0118] 非接触通信装置の使用環境、アンテナ共振部１１０の経時変化により、上記工場出荷時の最適制御値と、ユーザの非接触通信装置の使用時の最適制御値が異なる場合もある。本実施形態に係る非接触通信装置は、工場出荷後にユーザがこれを使用する場面でも、自動チューニングが可能な構成であるので、良好な通信特性を維持することができる。

[0119] ［第２の実施形態］

次に、本発明の第２の実施形態について説明する。これ以降の説明では、第１の実施毛形態に係る装置が含む部材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。

[0120] 図１２は、第２の実施形態に係る非接触通信装置の回路構成を示す。この非接触通信装置３００のコンデンサ部は、上記実施形態と同様に、直列共振コンデンサ部および並列共振コンデンサ部を備える。上記実施形態と異なる点として、直列共振コンデンサ部は、例えば２つの可変コンデンサＶＣ１、ＶＣ２を含み、並列共振コンデンサ部は、例えば２つの固定容量コンデンサＣ９、Ｃ１０を含む。可変コンデンサＶＣ１に、ＤＣカットのためのコンデンサＣ２、Ｃ５が直列接続され、また、同様に可変コンデンサＶＣ２に、コンデンサＣ３、Ｃ６が直列接続されている。制御部１４０は、アンテナ駆動

部１３０内に設けられたＤＡＣ１３３を介して、制御電圧信号Ｖcntを可変コンデンサＶＣ１、ＶＣ２に出力し、これらの容量を可変に制御する。

[0121] このように、直列共振コンデンサ部の容量が可変に制御されることにより、上記第１の実施形態と同様に、様々な要因による共振周波数の変動を吸収することができ、良好な通信特性を得ることができる。

[0122] ［第３の実施形態］

図１３は、本発明の第３の実施形態に係る非接触通信装置の回路構成を示す。この非接触通信装置４００では、コンデンサ部としての、直列共振コンデンサ部および並列共振コンデンサ部の両方が、可変容量コンデンサを含む。並列共振コンデンサ部は、図２に示すそれと同様の可変コンデンサＶＣ１で構成される。直列共振コンデンサ部は、図１２で示すそれと同様に、２つの可変コンデンサＶＣ２、ＶＣ３で構成される。

[0123] 制御部１４０は、ＤＡＣ（１）１３５Ａを介して、制御電圧信号Ｖcnt1を可変コンデンサＶＣ１に出力し、ＤＡＣ（２）１３５Ｂを介して、制御電圧信号Ｖcnt2を可変コンデンサＶＣ２、ＶＣ３に出力して、これらの容量を可変に制御する。本実施形態では、並列共振コンデンサ部（可変コンデンサＶＣ１）の容量を変化させた場合、その変化に見合った、直列共振コンデンサ部（可変コンデンサＶＣ２、ＶＣ３）の容量の変化が必要となるので、トラッキング調整が行われる。

[0124] 具体的には、例えば、並列共振コンデンサ部の容量の変化（またはそれに対応するＤＡＣ（１）１３３Ａによる制御値）に、最適な直列共振コンデンサ部の容量（またはそれに対応するＤＡＣ（２）１３３Ｂによる制御値）を関連付け、これをテーブルとして予め記憶部１４１に記憶しておけばよい。そして、チューニング処理では、制御部１４０は、図８で示したフローチャートにおけるステップ１０５において最適制御値を得、テーブルに基づき、その最適制御値に対応する直列共振コンデンサ部への最適制御値を得ることで、共振周波数を最適に制御することができる。

[0125] ［第４の実施形態］

図１４は、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２に適用した形態に係る当該非接触給電システム２の構成を示すブロック図である。非接触給電システム２においてもデータ通信を行うので、その点は非接触通信システム１と同じである。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。

[0126] 給電装置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１３０）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の仕様が違ってくる。

[0127] 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１１１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。

[0128] 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。

[0129] 具体的には、１次側アンテナ部１１１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。

[0130] 図１５は、給電装置１５０における受電装置の検出（デバイス検出）から、充電（電力伝送）までのシーケンスを示す。非接触給電システム２は、エネルギーを伝送するとともに、キャリア信号の大きさを変調することによりデータ通信を行い、機器認証や必要受電電力量の要求を行う。例えばQiフォーマットでは、受電装置２５０が、負荷変調、つまり負荷の大きさを変えることでキャリアを変調し、これにより各種のデータを送信する。

[0131] 非接触給電の場合、給電装置１５０は、一般的に、50～100μs程度の短い時間、１次側アンテナ部１１１に電流を間欠的に流し、その電流値が変化した場合に、受電装置２５０がおかれたと判断する。これが、反応確認（PING）に相当する。図１５には、「信号強度」と表しているが、実際には給電装置１５０が１次側アンテナ部１１１の電流の変化を検出する。したがって、この電流変化がない状態で、給電装置１５０が、図８に示したチューニング処理を開始することで、製品の工場出荷後についても、上記実施形態と同様にチューニングを行うことが可能となる。認証OKの場合は、給電装置１５０は、電力伝送モードで動作し、電力を受電装置２５０に伝送する。この場合、給電装置１５０は、長時間の充電を行うため、認識処理を間欠的に行うことで安全性を確保している。

[0132] ［その他の実施形態］

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。

[0133] 上記実施形態において、通信時には、制御部１４０は、可変コンデンサＶＣ１への制御電圧値として最適制御値を使用して共振周波数を制御した。し

かし、必ずしも最適制御値に限られず、ＬＳＩ電流の最小または最大値の、例えば隣の値に対応する制御値により、共振周波数が制御されてもよい。すなわち制御部１４０は、最適制御値を含む任意の範囲の制御値で共振周波数を制御してもよい。

[0134] 上記第１、第２の実施形態では、並列共振コンデンサ部は、１つの可変コンデンサＶＣ１により構成されていたが、複数の可変コンデンサにより構成されていてもよい。

[0135] 上記各実施形態では、例えば図２等に示すように、制御部１４０および記憶部１４１は、アンテナ駆動部１３０の外に設けられていたが、これらは、アンテナ駆動部１３０内、例えばＬＳＩに一体として設けられていてもよい。

[0136] 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

[0137] ＶＣ１、ＶＣ２、ＶＣ３…可変コンデンサ

Ｌ３…アンテナコイル

１…非接触通信システム

２…非接触給電システム

１００、３００、４００…送信装置（非接触通信装置）

１１０…アンテナ共振部

１１３…送受信制御部

１１９…制御信号ライン

１２９…入力ライン

１３０…アンテナ駆動部

１３１…発振部

１３２…ゲインコントローラ

１３３…ＤＡＣ

１３４…ＡＤＣ

１３５…出力部

１３９…制御値入力部

１４０…制御部

１４１…記憶部

１５０…給電装置

２５０…受電装置

# 請求の範囲

[請求項1] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含むアンテナ共振部と、

前記アンテナ共振部に信号を出力可能な発振部と、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定する測定部と、

前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、前記コンデンサ部の前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する制御部と

を具備する非接触通信装置。

[請求項2] 請求項１に記載の非接触通信装置であって、

前記発振部は、所定の周波数からオフセットされた発振周波数を持つ信号を出力する

非接触通信装置。

[請求項3] 請求項１に記載の非接触通信装置であって、

前記制御部は、前記任意の範囲の制御値のうち、前記出力電流が最小または最大となる制御値からオフセットされた値を使用して制御を行う

非接触通信装置。

[請求項4] 請求項１に記載の非接触通信装置であって、

前記発振部および前記測定部は、前記アンテナ共振部に接続されたアンテナ駆動部内に設けられる

非接触通信装置。

[請求項5] 請求項１または２に記載の非接触通信装置であって、

前記最適制御値を記憶する記憶部

をさらに具備する非接触通信装置。

[請求項6] 請求項１から３のうちいずれか１項に記載の非接触通信装置であって、

前記発振部から出力される信号のゲインを調整するゲイン調整部をさら具備し、

前記制御部は、アンテナパラメータの１つである前記ゲインを、通信期間には第１の値に設定し、前記出力電流の最小値または最大値の検出期間には前記第１の値と異なる第２の値に設定するように構成される

非接触通信装置。

[請求項7] 請求項６に記載の非接触通信装置であって、

前記第２の値は、前記第１の値より大きい

非接触通信装置。

[請求項8] 請求項１に記載の非接触通信装置であって、

前記コンデンサ部は、直列共振コンデンサ部および並列共振コンデンサ部のうち少なくとも１つを含む

非接触通信装置。

[請求項9] 請求項８に記載の非接触通信装置であって、

前記コンデンサ部は、前記直列共振コンデンサ部および前記並列共振コンデンサ部の両方を含む

非接触通信装置。

[請求項10] 請求項９に記載の非接触通信装置であって、

前記並列共振コンデンサ部は、前記可変容量コンデンサを有し、

前記直列共振コンデンサ部は、固定容量コンデンサを有する

非接触通信装置。

[請求項11] 請求項９に記載の非接触通信装置であって、

前記並列共振コンデンサ部は、固定容量コンデンサを有し、

前記直列共振コンデンサ部は、前記可変容量コンデンサを有する

非接触通信装置。

[請求項12] 請求項９に記載の非接触通信装置であって、

前記並列共振コンデンサ部および前記直列共振コンデンサ部は、前記可変容量コンデンサをそれぞれ有する

非接触通信装置。

[請求項13] 発振部、測定部および制御部を含む非接触通信装置のアンテナ回路であって、

アンテナコイルと、

可変容量コンデンサを有するコンデンサ部と、

前記発振部により設定された発振周波数を持つ信号が入力される入力ラインと、

前記可変容量コンデンサに接続された制御信号ラインとを具備し、

前記制御信号ラインには、前記制御部から出力される、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうちの最適制御値であって、前記測定部により測定された前記発振部からの前記アンテナ回路への出力電流の最小値または最大値に対応する最適制御値を含む任意の範囲の制御値が入力される

アンテナ回路。

[請求項14] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ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に信号を出力可能な発振部と、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定する測定部と、

前記アンテナ共振部の共振周波数を制御するために、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記測定された出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制御値が入力される制御値入力部と

を具備するアンテナ駆動装置。

[請求項15] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを

含むアンテナ共振部と、

前記アンテナ共振部に信号を出力可能な発振部と、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定する測定部と、

前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、前記コンデンサ部の前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制御値を使用して、前記アンテナ共振部の共振周波数を制御する制御部と

を具備する非接触給電装置。

[請求項16] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含む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、

前記アンテナ共振部に出力される信号が持つ発振周波数を発振部に設定し、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定し、

前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、

前記コンデンサ部の前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制御値を記憶部に記憶する

チューニング方法。

[請求項17] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含むアンテナ共振部を備える非接触通信装置によるディスカバリ方法であって、

R/W（リーダ／ライタ）モードで相手側機器の存在を検出し、

前記相手側機器の存在が検出されない場合、カードモードで相手側機器の存在を検出し、

前記カードモードでの前記相手側機器の存在が検出されない場合、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち最適制御値

を検出することで、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニング処理を実行する

ディスカバリ方法。

[請求項18] 請求項１７に記載のディスカバリ方法であって、

前記チューニング処理の実行は、前記最適制御値を含む任意の範囲の制御値を記憶部に記憶することを含み、

前記最適制御値は、

前記アンテナコイルに流れる電流であるアンテナ電流の位相が０となる制御値、

前記アンテナ電流が最小または最大となる制御値、

インピーダンスの位相が０となる制御値、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流の位相が０となる制御値、または、

前記出力電流が最小または最大となる制御値である

ディスカバリ方法。

[請求項19] 請求項１８に記載のディスカバリ方法であって、

前記チューニング処理の実行は、

前記アンテナ共振部に出力される信号が持つ発振周波数を発振部に設定し、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定し、

前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、

前記制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる前記最適制御値を含む任意の範囲の制御値を前記記憶部に記憶する

ことを含む

ディスカバリ方法。

[請求項20] 請求項１７に記載のディスカバリ方法であって、

前記カードモードでの前記相手側機器の存在が検出されない場合、前記R/Wモードでの検出、および前記カードモードでの検出を順に繰

り返し、前記R/Wモードでの検出および前記カードモードでの検出の繰り返しの処理時間がタイムアウトした場合、前記チューニングを実行する

ディスカバリ方法。

[請求項21] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含むアンテナ共振部を備える非接触通信装置によるチューニング処理のプログラムであって、

前記アンテナ共振部に出力される信号が持つ発振周波数を発振部に設定し、

前記発振部からの前記アンテナ共振部への出力電流を測定し、

前記測定された出力電流の最小値または最大値を検出し、

前記コンデンサ部の前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち、前記出力電流が最小または最大となる最適制御値を含む任意の範囲の制御値を記憶部に記憶する

ことを前記非接触通信装置に実行させるプログラム。

[請求項22] アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含むアンテナ共振部を備える非接触通信装置によるディスカバリ処理のプログラムであって、

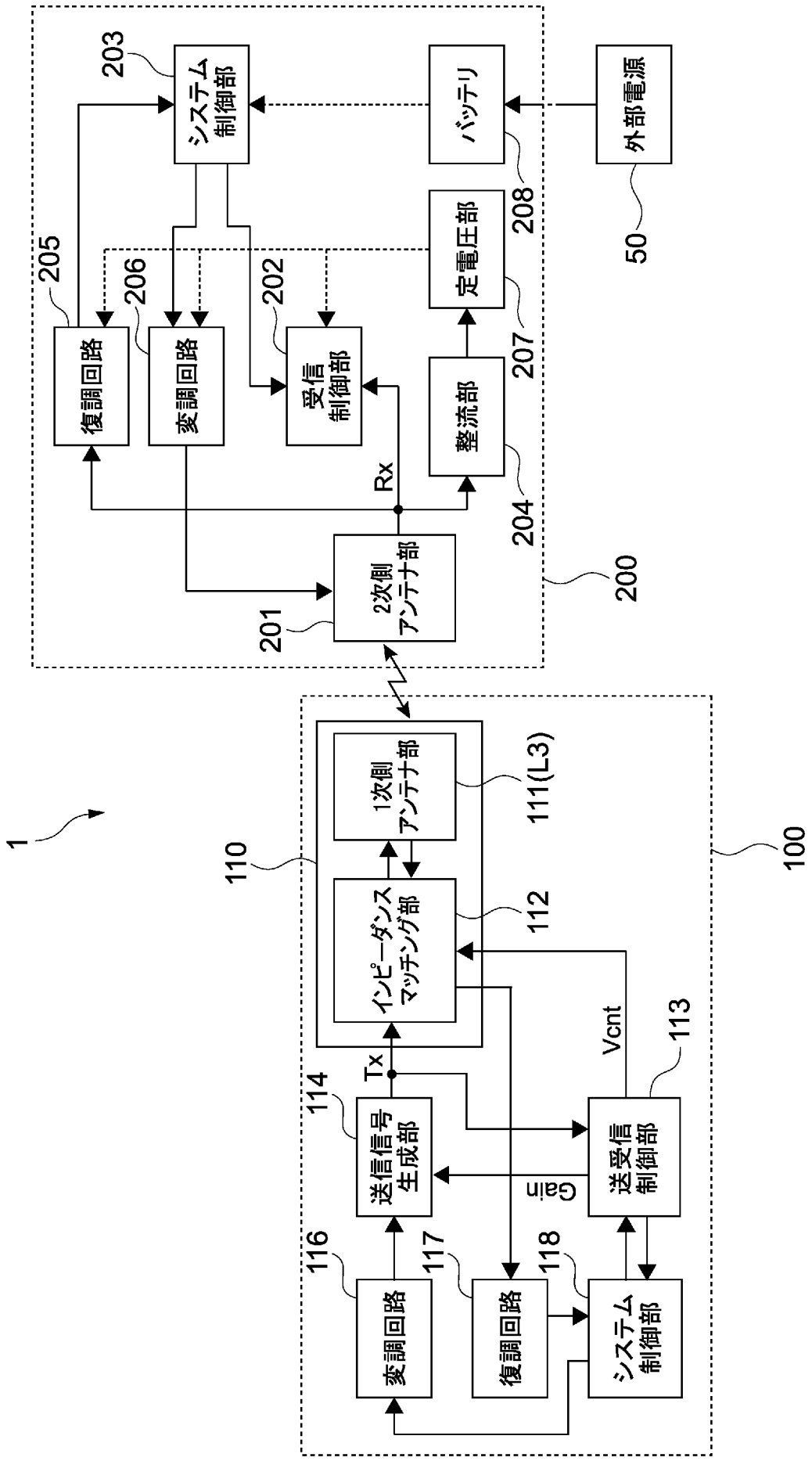
R/W（リーダ／ライタ）モードで相手側機器の存在を検出し、

前記相手側機器の存在が検出されない場合、カードモードで相手側機器の存在を検出し、

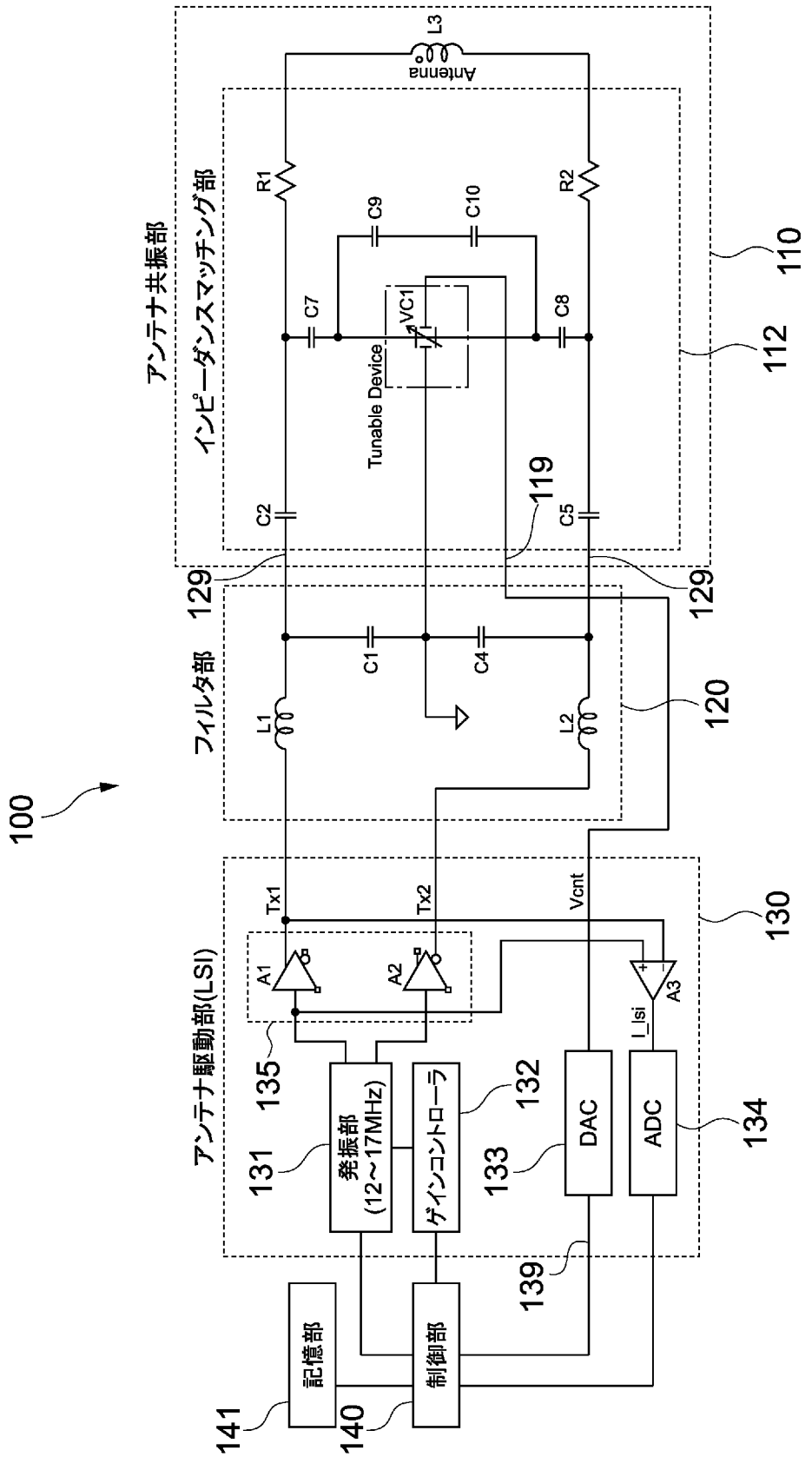
前記カードモードでの前記相手側機器の存在が検出されない場合、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち最適制御値を検出して、前記アンテナ共振部の共振周波数のチューニングを実行する

ことを前記非接触通信装置に実行させるプログラム。

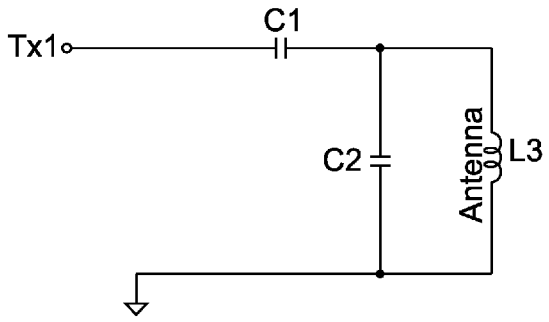
[図1]


1
100
110
111(L3)
1次側アンテナ部
112
インピーダンスマッチング部
113
送受信制御部
114
送信信号生成部
116
変調回路
117
復調回路
118
システム制御部
Tx
Rx
Vcnt
Gain
200
2次側アンテナ部
201
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

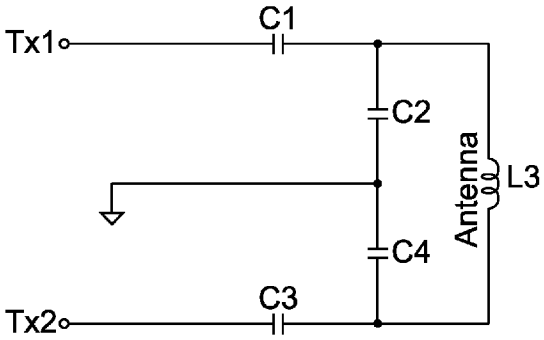
[図2]


100
アンテナ共振部
インピーダンスマッチング部
フィルタ部
アンテナ駆動部(LSI)
Antenna
L3
R1
R2
C9
C10
C7
C8
VC1
Tunable Device
C2
C5
C1
C4
L1
L2
119
129
129
110
112
120
130
Tx1
Tx2
Vcnt
A1
A2
A3
I_lsi
135
131
発振部
(12～17MHz)
132
ゲインコントローラ
133
DAC
ADC
134
139
141
記憶部
140
制御部

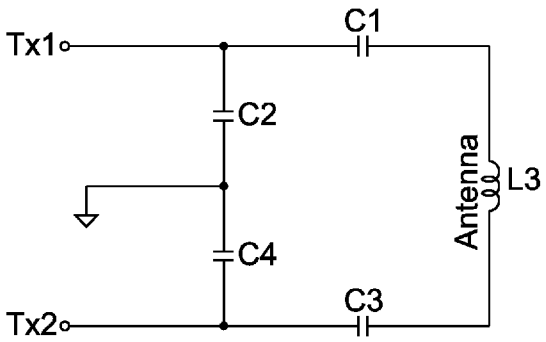
[図3]


Tx1
C1
C2
Antenna
L3

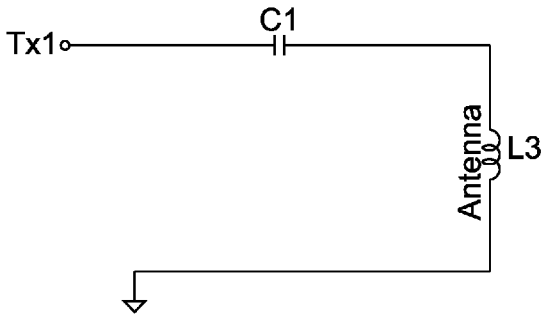
A


Tx1
C1
C2
Antenna
L3
C4
C3
Tx2

B

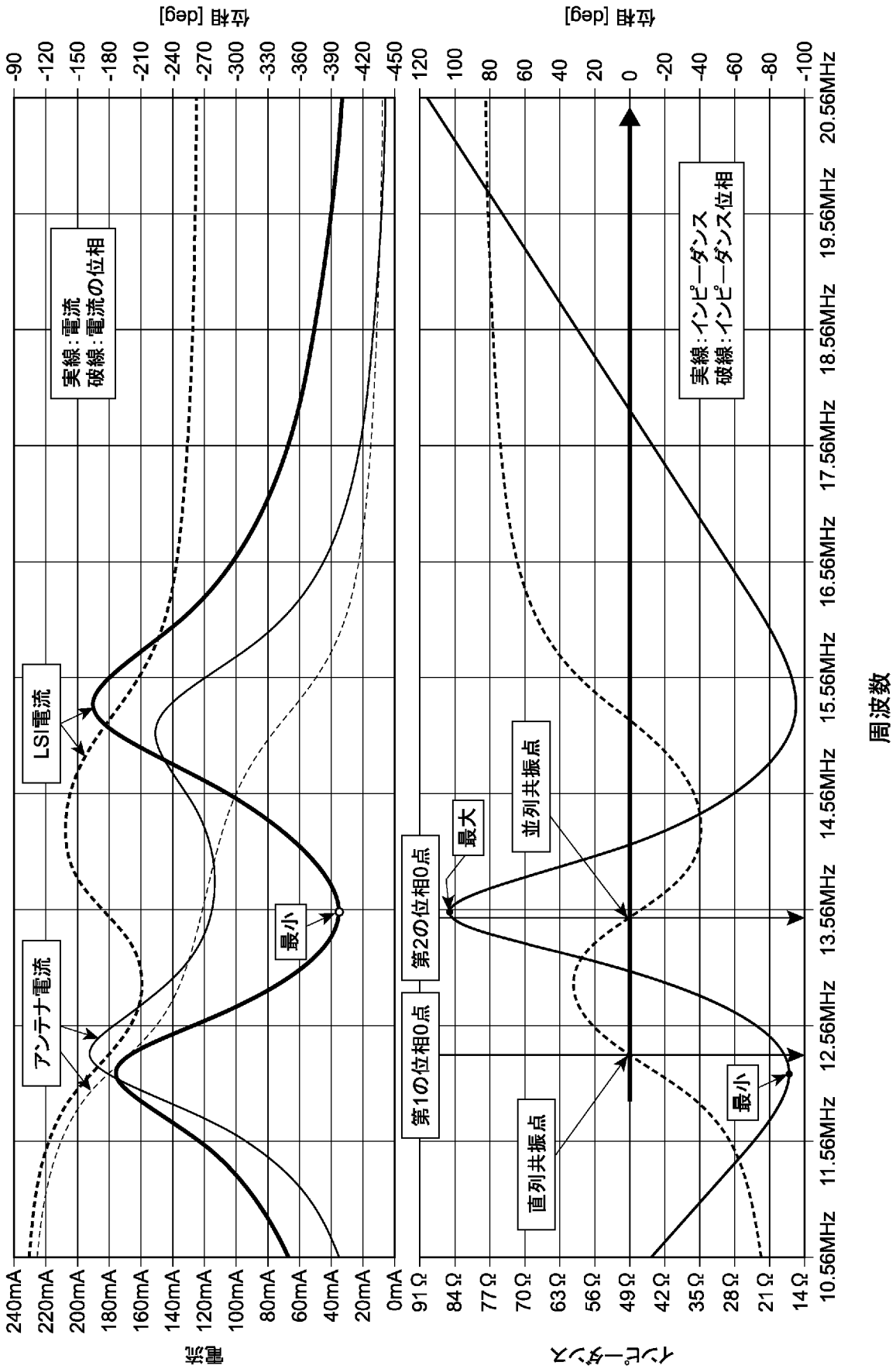

Tx1
C1
C2
Antenna
L3
C4
C3
Tx2

C

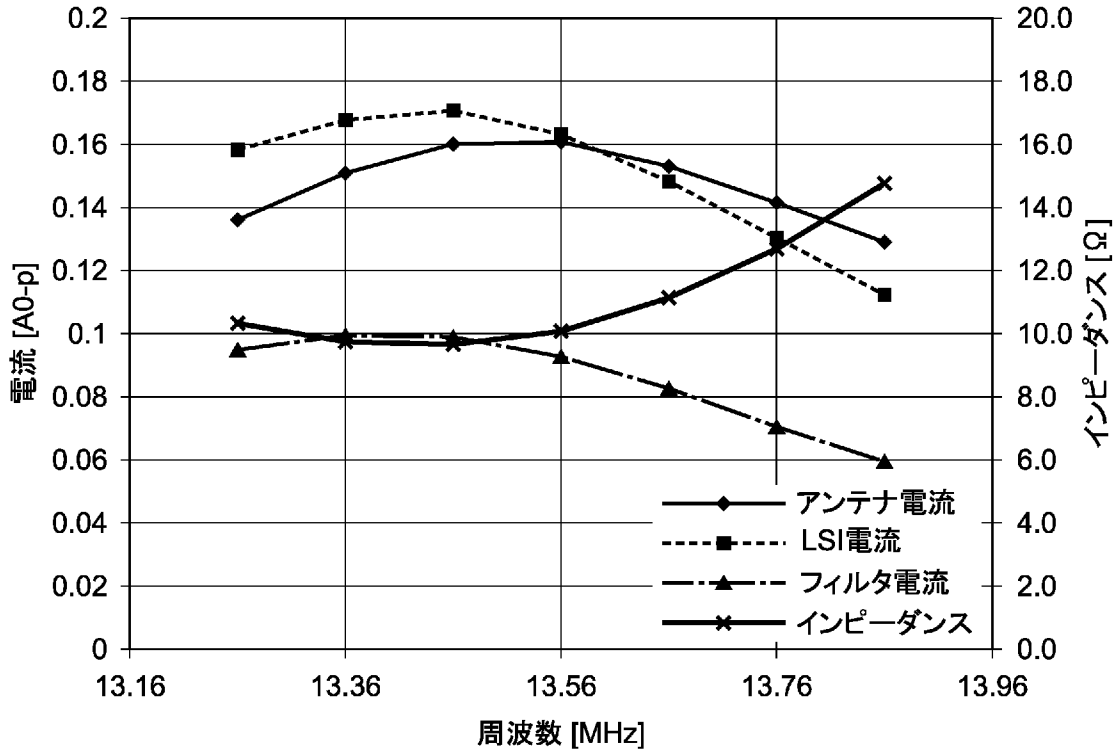

Tx1
C1
Antenna
L3

D

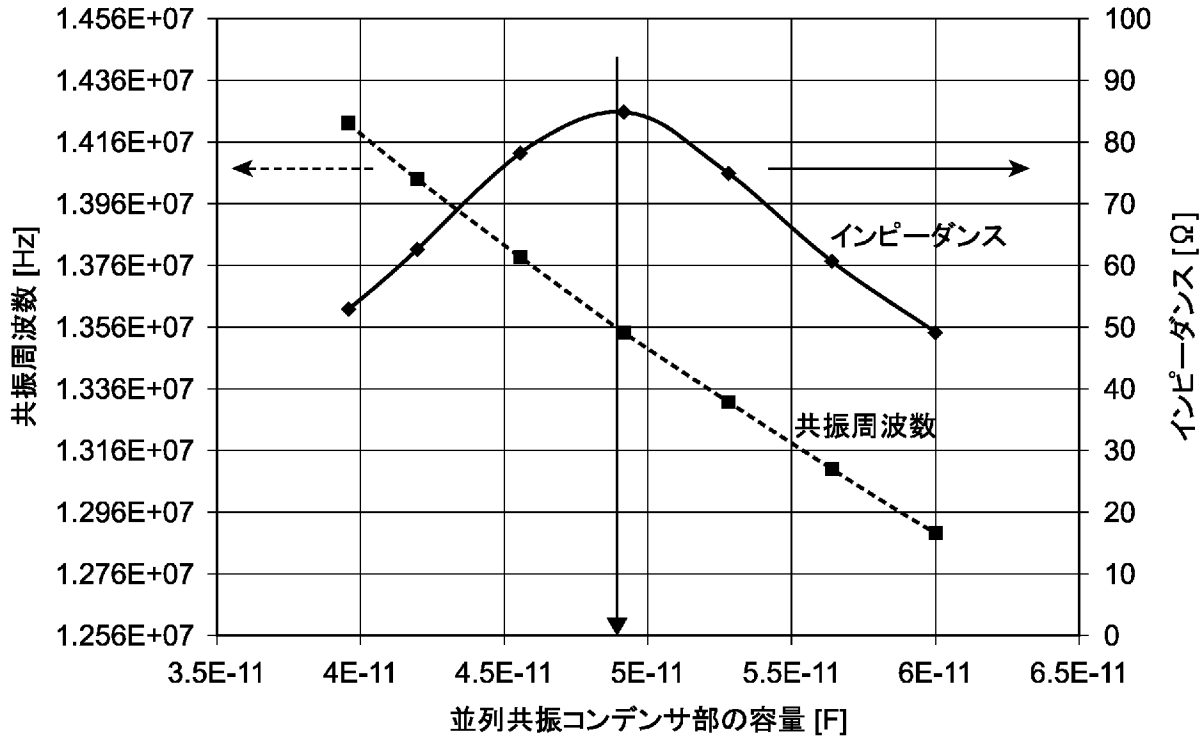
[図4]


位相 [deg]
-90
-120
-150
-180
-210
-240
-270
-300
-330
-360
-390
-420
-450
実線：電流
破線：電流の位相
LSI電流
アンテナ電流
最小
電流
240mA
220mA
200mA
180mA
160mA
140mA
120mA
100mA
80mA
60mA
40mA
20mA
0mA
位相 [deg]
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
実線：インピーダンス
破線：インピーダンス位相
第2の位相0点
最大
並列共振点
第1の位相0点
直列共振点
最小
インピーダンス
91 Ω
84 Ω
77 Ω
70 Ω
63 Ω
56 Ω
49 Ω
42 Ω
35 Ω
28 Ω
21 Ω
14 Ω
10.56MHz
11.56MHz
12.56MHz
13.56MHz
14.56MHz
15.56MHz
16.56MHz
17.56MHz
18.56MHz
19.56MHz
20.56MHz
周波数

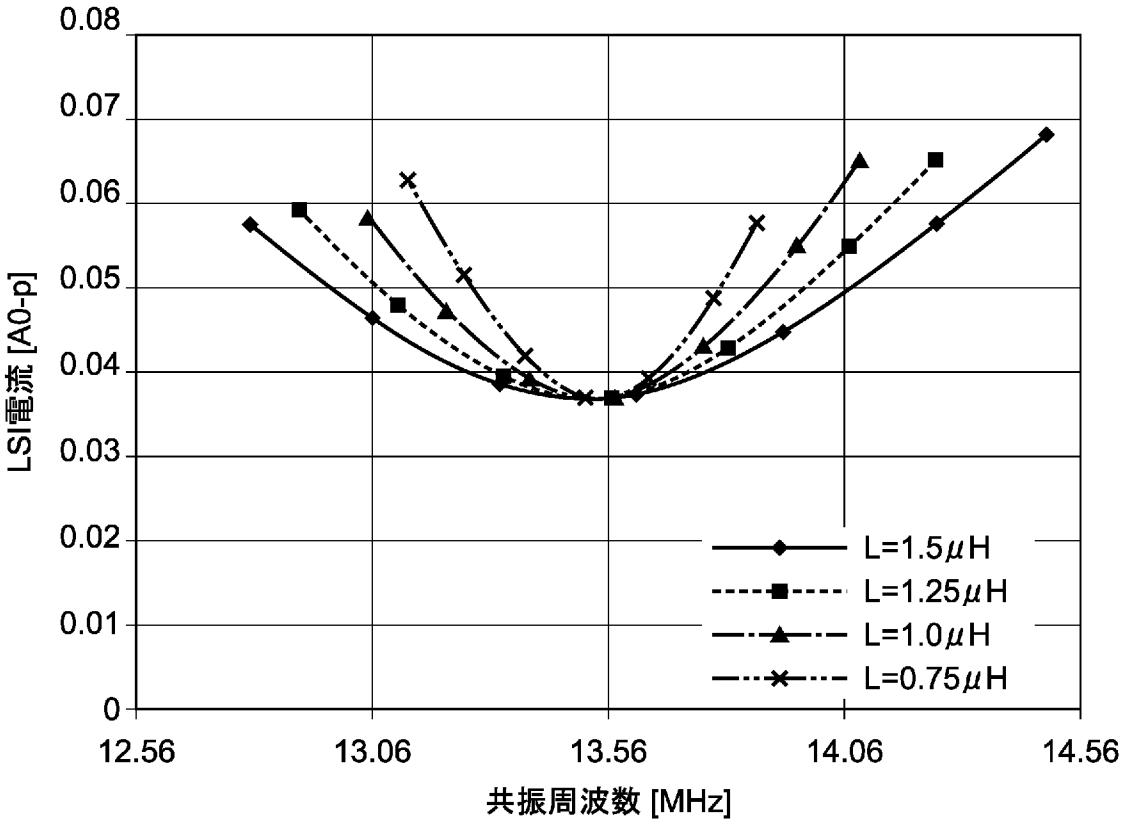
[図5]


0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
電流 [A0-p]
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
インピーダンス [Ω]
13.16
13.36
13.56
13.76
13.96
周波数 [MHz]
アンテナ電流
LSI電流
フィルタ電流
インピーダンス

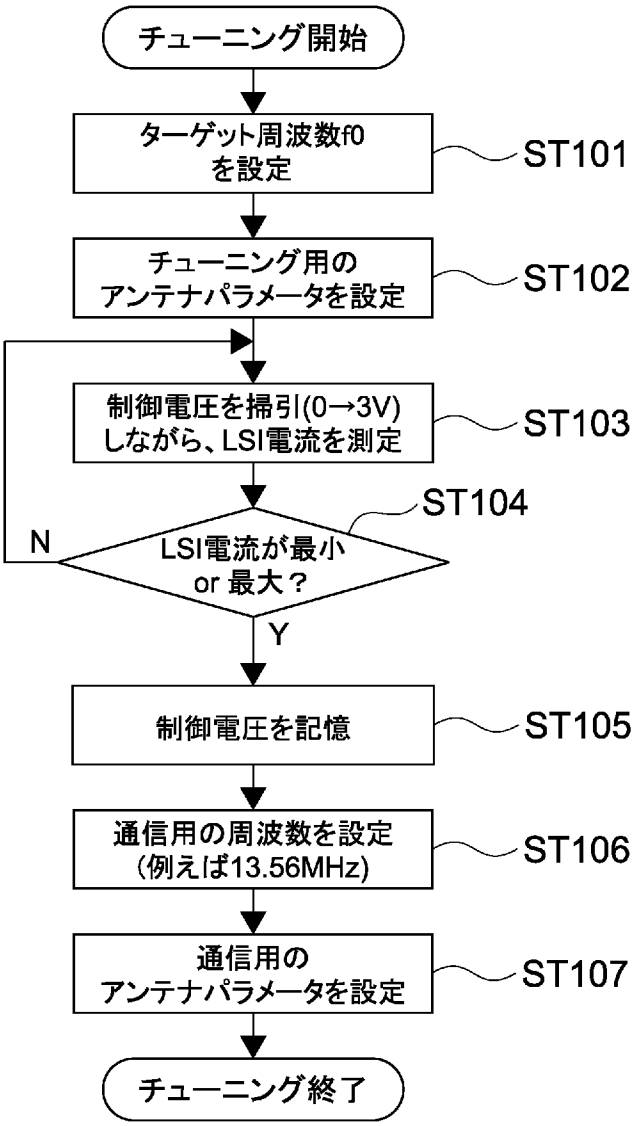
[図6]


1.456E+07
1.436E+07
1.416E+07
1.396E+07
1.376E+07
1.356E+07
1.336E+07
1.316E+07
1.296E+07
1.276E+07
1.256E+07
共振周波数 [Hz]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
インピーダンス [Ω]
インピーダンス
共振周波数
3.5E-11
4E-11
4.5E-11
5E-11
5.5E-11
6E-11
6.5E-11
並列共振コンデンサ部の容量 [F]

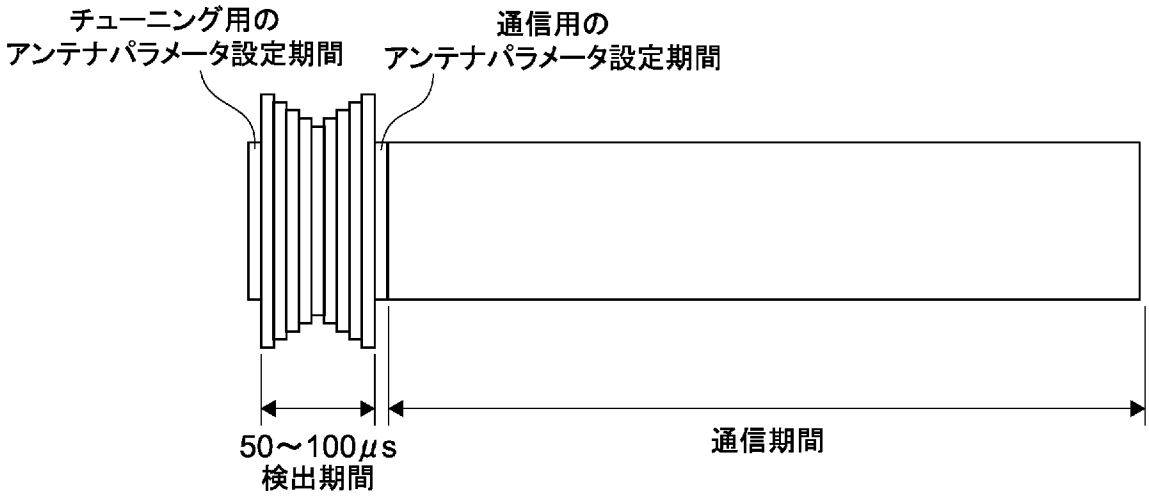
[図7]


0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
LSI電流 [A0-p]
12.56
13.06
13.56
14.06
14.56
共振周波数 [MHz]
L=1.5μH
L=1.25μH
L=1.0μH
L=0.75μH

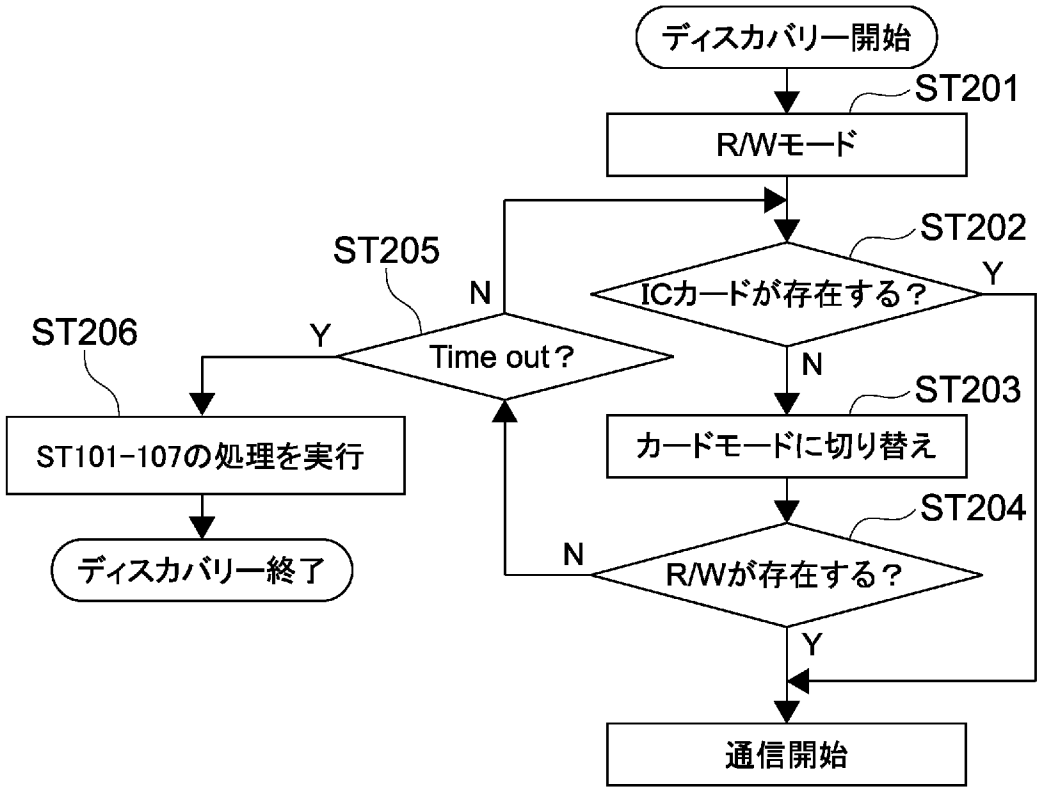
[図8]


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を設定
ST102
制御電圧を掃引(0→3V)
しながら、LSI電流を測定
ST103
ST104
N
LSI電流が最小
or 最大？
Y
制御電圧を記憶
ST105
通信用の周波数を設定
(例えば13.56MHz)
ST106
通信用の
アンテナパラメータを設定
ST107
チューニング終了

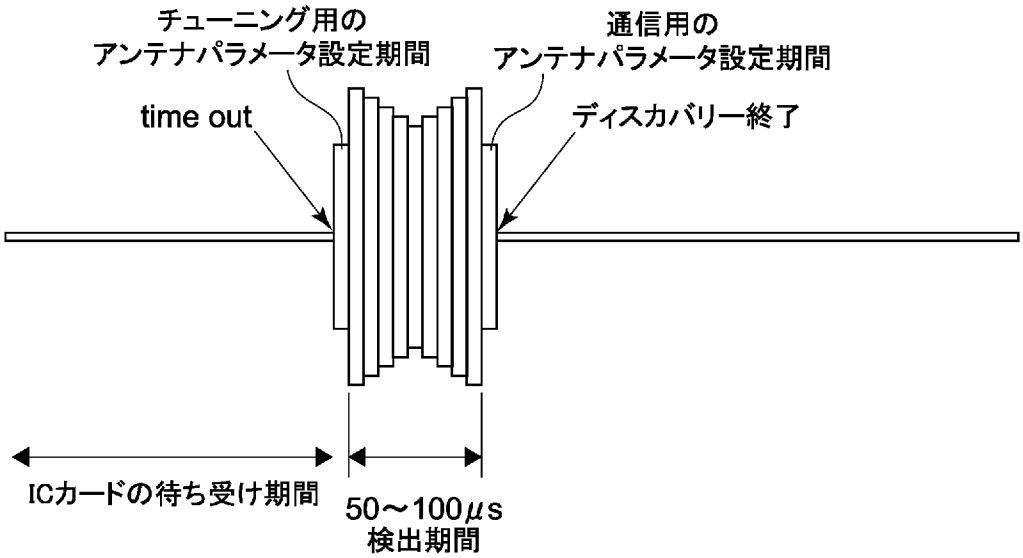
[図9]


チューニング用の
アンテナパラメータ設定期間
通信用の
アンテナパラメータ設定期間
50～100μs
検出期間
通信期間

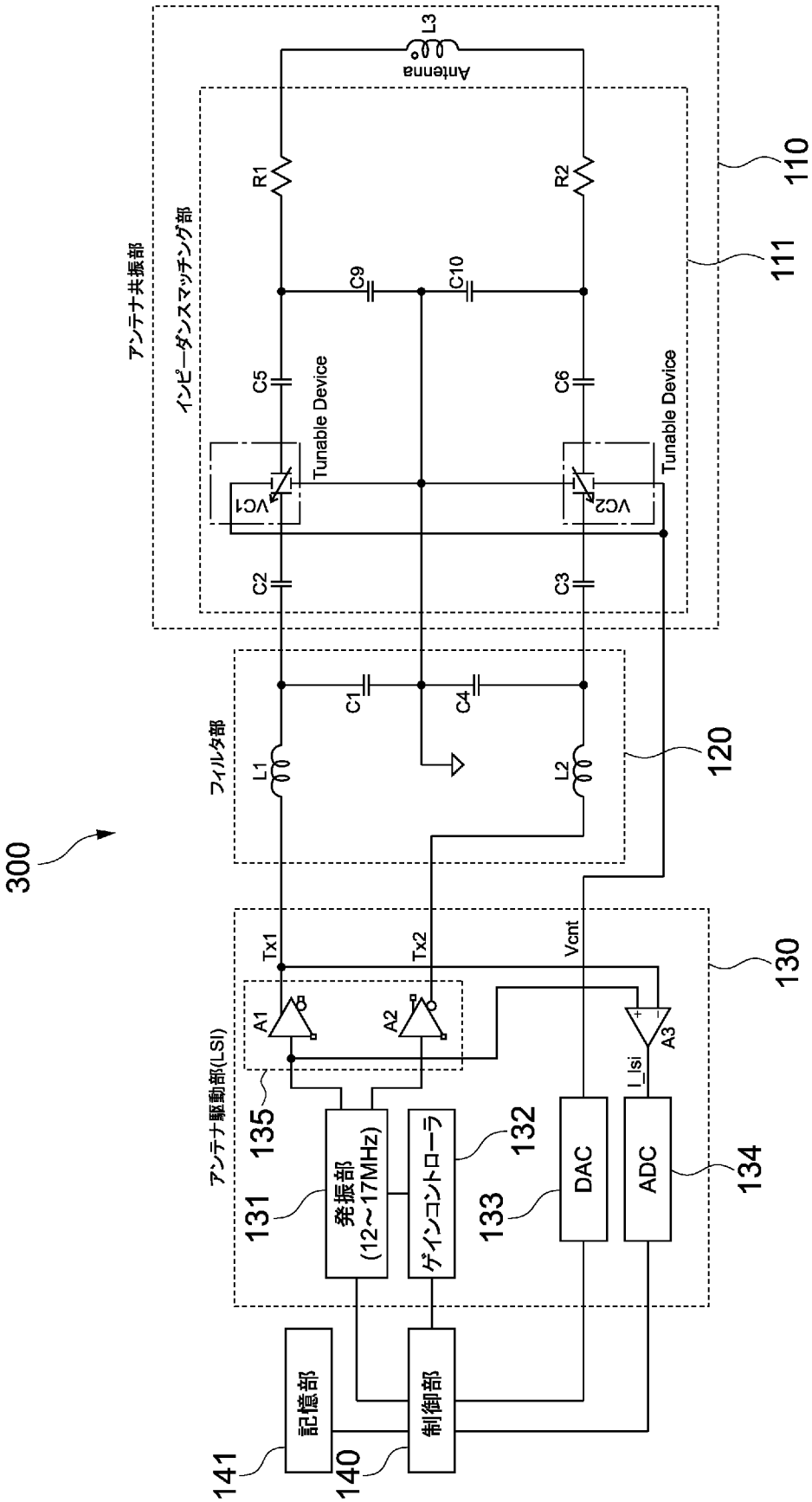
[図10]


ディスカバリー開始
ST201
R/Wモード
ST202
ICカードが存在する？
Y
N
ST205
Time out？
Y
N
ST206
ST101-107の処理を実行
ディスカバリー終了
ST203
カードモードに切り替え
ST204
R/Wが存在する？
N
Y
通信開始

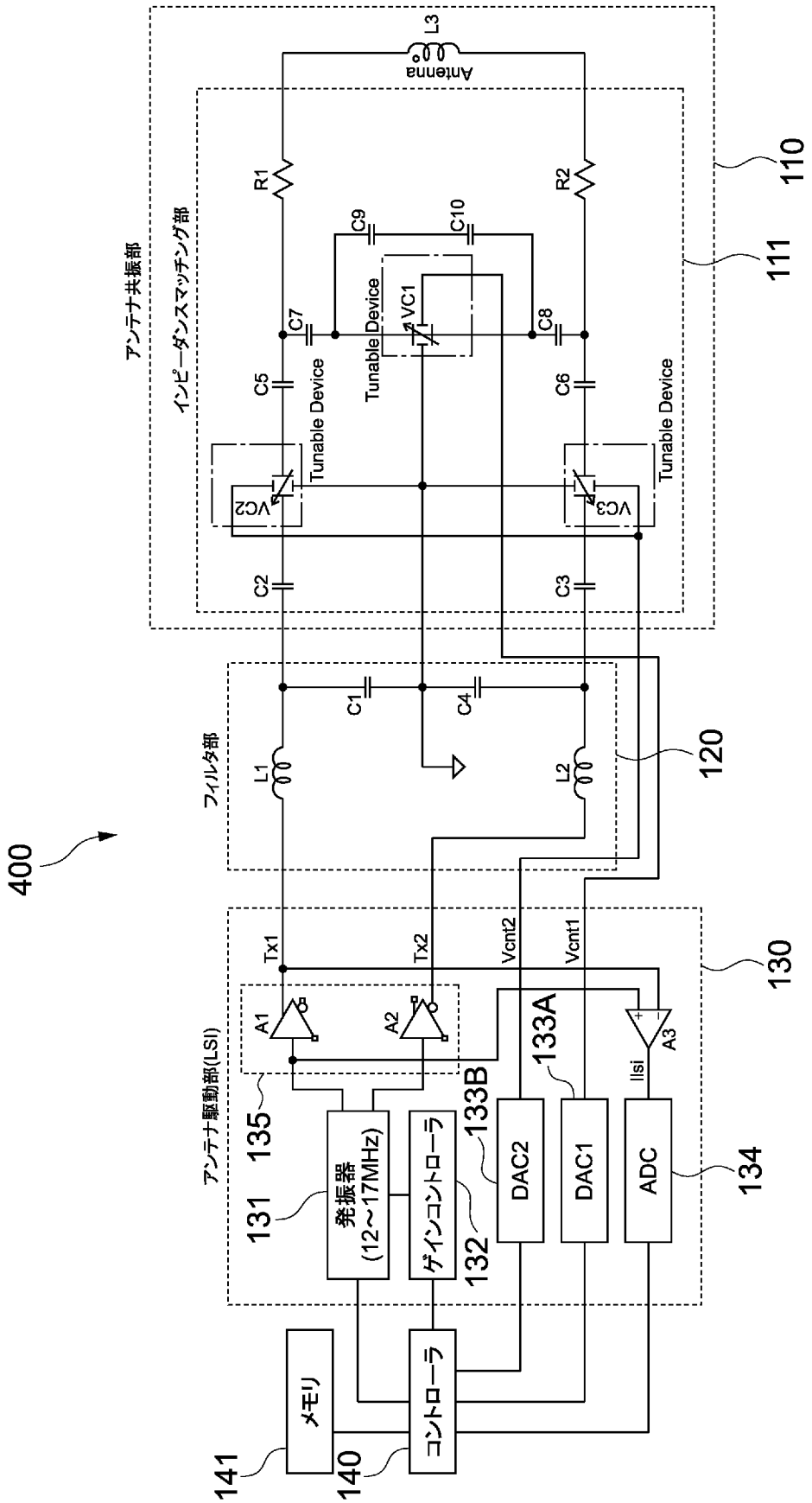
[図11]


チューニング用の
アンテナパラメータ設定期間
通信用の
アンテナパラメータ設定期間
time out
ディスカバリー終了
ICカードの待ち受け期間
50～100μs
検出期間

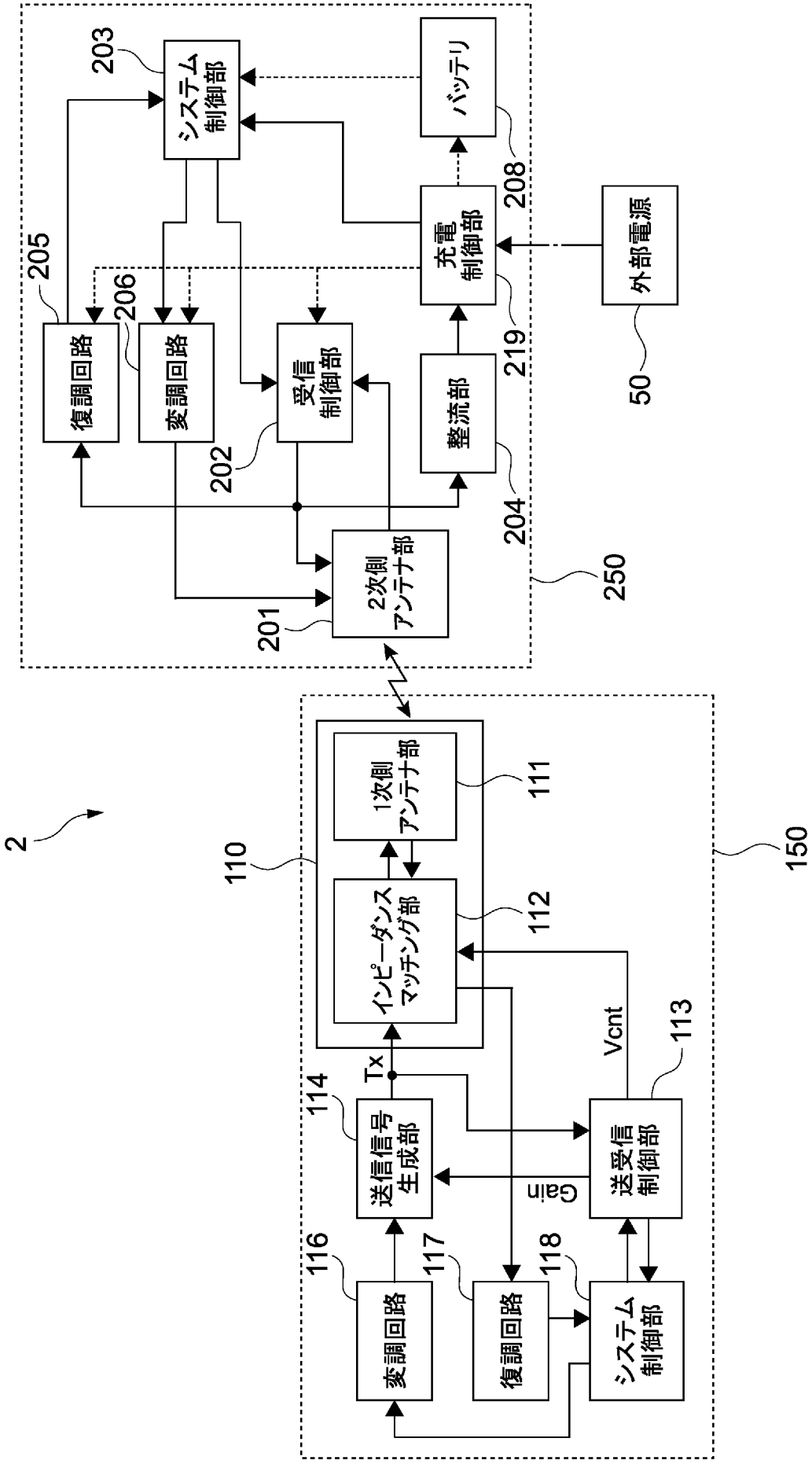
[図12]


300
アンテナ共振部
インピーダンスマッチング部
Antenna
L3
R1
R2
C9
C10
C5
C6
Tunable Device
Tunable Device
VC1
VC2
C2
C3
110
111
フィルタ部
C1
C4
L1
L2
120
アンテナ駆動部(LSI)
Tx1
Tx2
Vcnt
A1
A2
A3
I_lsi
135
131
発振部
(12~17MHz)
132
ゲインコントローラ
133
DAC
ADC
134
130
141
記憶部
140
制御部

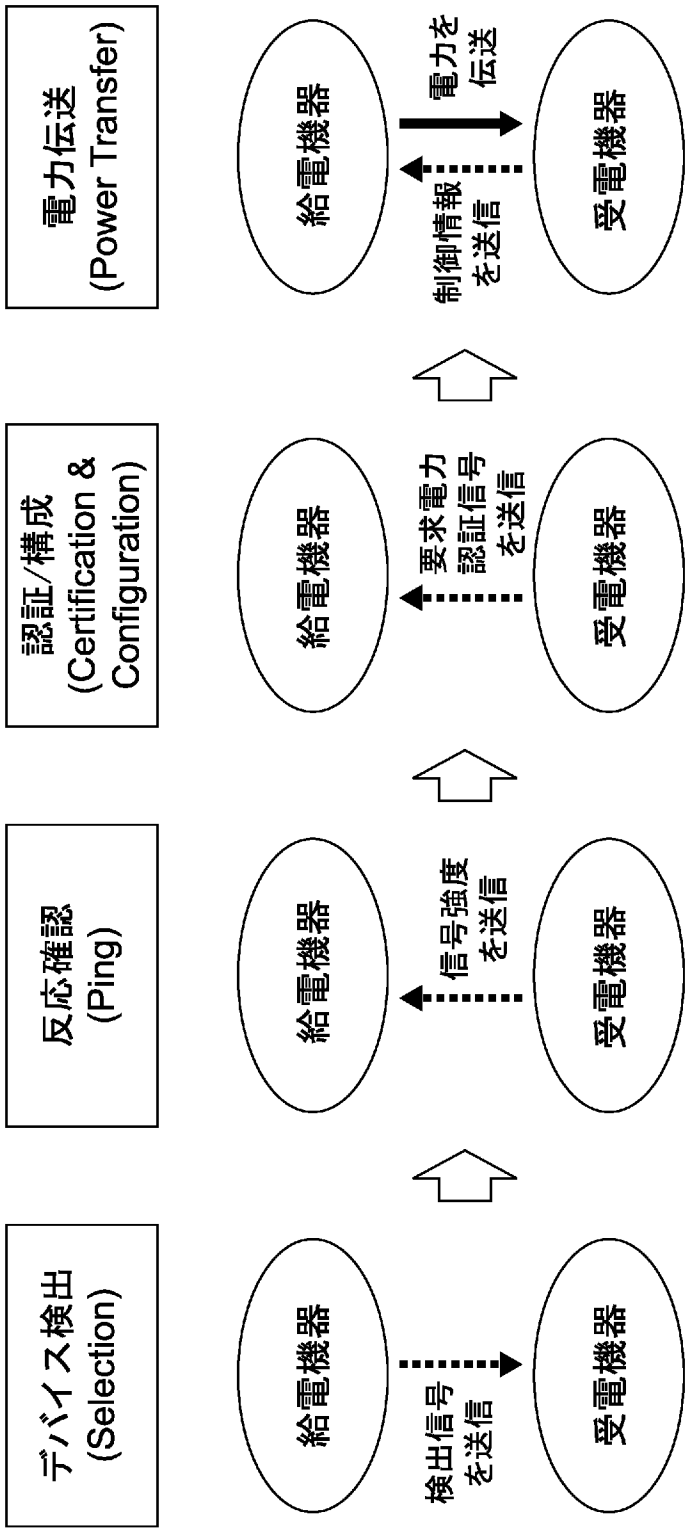
[図13]


400
アンテナ共振部
インピーダンスマッチング部
110
111
Antenna
L3
R1
R2
C9
C10
C7
C8
VC1
Tunable Device
C5
C6
VC2
VC3
C2
C3
フィルタ部
C1
C4
L1
L2
120
アンテナ駆動部(LSI)
130
Tx1
Tx2
Vcnt2
Vcnt1
A1
A2
A3
Ilsi
133A
133B
135
131
発振器
(12～17MHz)
ゲインコントローラ
132
DAC2
DAC1
ADC
134
メモリ
コントローラ
141
140

[図14]


2
110
150
250
201
202
203
204
205
206
208
219
50
1次側アンテナ部
111
インピーダンスマッチング部
112
送受信制御部
113
送信信号生成部
114
変調回路
116
復調回路
117
システム制御部
118
2次側アンテナ部
受信制御部
復調回路
変調回路
システム制御部
整流部
充電制御部
バッテリ
外部電源
Tx
Vcnt
Gain

[図15]


デバイス検出
(Selection)
給電機器
検出信号
を送信
受電機器
反応確認
(Ping)
給電機器
信号強度
を送信
受電機器
認証/構成
(Certification &
Configuration)
給電機器
要求電力
認証信号
を送信
受電機器
電力伝送
(Power Transfer)
給電機器
制御情報
を送信
電力を
伝送
受電機器

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/069759

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H04B5/02*(2006.01)i, *G06K7/10*(2006.01)i, *H02J17/00*(2006.01)i, *H04B1/04*(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)
H04B5/02, G06K7/10, H02J17/00, H04B1/04

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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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. |
|---|---|---|
| A | JP 2013-58170 A (Sony Corp.), 28 March 2013 (28.03.2013), entire text; all drawings & US 2014/0227986 A1 & WO 2013/035584 A1 | 1-16,19,21 |
| A | JP 2010-79451 A (Maxell Seiki, Ltd.), 08 April 2010 (08.04.2010), entire text; all drawings (Family: none) | 1-16,19,21 |
| A | JP 2013-179556 A (Denso Corp.), 09 September 2013 (09.09.2013), entire text; all drawings & US 2013/0196610 A1 | 1-16,19,21 |

☒ 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 |
|---|---|
| 15 September 2015 (15.09.15) | 29 September 2015 (29.09.15) |

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

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2015/069759

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | US 2014/0080409 A1 (Qualcomm Inc.), 20 March 2014 (20.03.2014), fig. 8; paragraphs [0057] to [0060] & WO 2014/042934 A1 | 17,18,20,22 |
| A | JP 2012-99968 A (Sony Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), entire text; all drawings & US 2013/0217327 A1 & EP 2634928 A1 | 17,18,20,22 |
| A | WO 2013/183472 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 12 December 2013 (12.12.2013), paragraphs [0099] to [0102]; fig. 9 (Family: none) | 17,18,20,22 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2015/069759

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

1. Decision of the subject to be covered by this search on the basis of special technical features

A special technical feature could be found in the invention of claim 1.

The inventions of claims 2-16, 19 and 21 have a technical feature same as or corresponding to the invention of claim 1.

On the other hand, the inventions of claims 17, 18, 20 and 22 have, together with the invention of claim 1, a common technical feature of "comprising an antenna resonance unit including both an antenna coil and a capacitor unit having a variable-capacitance capacitor, wherein the resonance frequency of the antenna resonance unit is controlled (tuned) by use of the optimum control value of control signals used for controlling the capacitance of the variable-capacitance capacitor".

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in JP 2013-58170 A.

In addition, there is no other same or corresponding special technical feature between the invention of claim 1 and the inventions of claims 17, 18, 20 and 22.

2. Decision of the subject to be covered by this search on the basis of efficiency

The inventions of claims 17, 18, 20 and 22 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention of claim 1 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to inventions to be searched on the basis of special technical features, the inventions of claims 17, 18, 20 and 22 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on the inventions of claims 17, 18, 20 and 22 together with the afore-said inventions to be searched.

3. Number of inventions

The invention of claim 17 and the invention of claim 22 are different from each other in only categories, and the inventions of claims 18 and 20 are specified in a form referring to claim 17.

Consequently, the inventions of claims 1-22 involve two invention groups comprising the inventions of claims 1-16, 19, 21 and the inventions of claims 17, 18, 20, 22.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６９７５９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B5/02(2006.01)i, G06K7/10(2006.01)i, H02J17/00(2006.01)i, H04B1/04(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.　H04B5/02, G06K7/10, H02J17/00, H04B1/04

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 | １９７１－２０１５年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１５年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１５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 |
|---|---|---|
| A | JP 2013-58170 A (ソニー株式会社) 2013.03.28, 全文全図 & US 2014/0227986 A1 & WO 2013/035584 A1 | 1-16, 19, 21 |
| A | JP 2010-79451 A (マクセル精器株式会社) 2010.04.08, 全文全図 (ファミリーなし) | 1-16, 19, 21 |
| A | JP 2013-179556 A (株式会社デンソー) 2013.09.09, 全文全図 & US 2013/0196610 A1 | 1-16, 19, 21 |

☑　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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| １５．０９．２０１５ | ２９．０９．２０１５ |


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）　５Ｊ　９０７３
前田　典之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

C（続き）．　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 |
|---|---|---|
| A | US 2014/0080409 A1 (Qualcomm Incorporated) 2014.03.20, FIG.8, [0057]-[0060] & WO 2014/042934 A1 | 17,18,20,22 |
| A | JP 2012-99968 A（ソニー株式会社）2012.05.24, 全文全図 & US 2013/0217327 A1 & EP 2634928 A1 | 17,18,20,22 |
| A | WO 2013/183472 A1（株式会社村田製作所）2013.12.12, [0099]-[0102], 図９（ファミリーなし） | 17,18,20,22 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６９７５９

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
特別頁参照。

１．☑ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☑ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

１．特別な技術的特徴に基づく調査対象の決定

請求項１に係る発明に特別な技術的特徴が発見された。請求項２乃至１６，１９，２１に係る発明は、請求項１に係る発明と同一または対応する技術的特徴を有している。

一方、請求項１７，１８，２０，２２に係る発明は、請求項１に係る発明と、「アンテナコイルと、可変容量コンデンサを有するコンデンサ部とを含むアンテナ共振部と、を備え、前記可変容量コンデンサの容量を制御する制御信号のうち最適制御値によって前記アンテナ共振部の共振周波数を制御（チューニング）する」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、特開 2013-58170 号公報の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項１に係る発明と、請求項１７，１８，２０，２２に係る発明との間に、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

２．効率性に基づく調査対象の決定

請求項１７，１８，２０，２２に係る発明は、請求項１に係る発明の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項１７，１８，２０，２２に係る発明は、特別な技術的特徴に基づいて調査対象とされた発明を調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、当該発明とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情も無い。

３．発明の数

請求項１７に係る発明と請求項２２に係る発明とは互いにカテゴリーのみが相違する発明であり、請求項１８，２０に係る発明は請求項１７を引用する形式で特定される発明である。

したがって、請求項１乃至２２に係る発明には、請求項１乃至１６，１９，２１に係る発明と、請求項１７，１８，２０，２２に係る発明の二つの発明が含まれている。