

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3715518号**  
**(P3715518)**

(45) 発行日 平成17年11月9日(2005.11.9)

(24) 登録日 平成17年9月2日(2005.9.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

H04B	1/59	H04B	1/59	
B42D	15/10	B42D	15/10	521
G06K	17/00	G06K	17/00	F
G06K	19/07	H04B	5/02	
H04B	5/02	G06K	19/00	H

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2000-252467 (P2000-252467)  
 (22) 出願日 平成12年8月23日(2000.8.23)  
 (65) 公開番号 特開2002-64402 (P2002-64402A)  
 (43) 公開日 平成14年2月28日(2002.2.28)  
 審査請求日 平成13年12月19日(2001.12.19)

(73) 特許権者 000004226  
 日本電信電話株式会社  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
 (74) 代理人 100064621  
 弁理士 山川 政樹  
 (72) 発明者 伴 弘司  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72) 発明者 福永 利徳  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
 本電信電話株式会社内  
 (72) 発明者 竹田 忠雄  
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触応答装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質問装置からのキャリア波を受信すると共に前記質問装置への応答波を送信するアンテナ回路と、このアンテナ回路で受信した前記キャリア波から自装置の駆動用電力を得る整流回路と、前記キャリア波から自装置に対する質問データを取得したとき、この質問データに対する応答データを生成して、前記アンテナ回路から応答波として送信させる内部ロジック回路とを備え、電磁誘導を用いて非接触状態で前記質問装置から電力供給を受けると共に前記質問装置との間でデータ通信を行う非接触応答装置において、

前記質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御回路を有し、

このインピーダンス制御回路は、自装置が前記質問装置からの質問データを待つ待機状態になったとき、前記質問装置からの受信電力量が前記質問データの認識に最低限必要な電力量  $P_L$  となるよう前記アンテナ回路の受電効率を低下させ、自装置に対する前記質問データを受信したとき、前記受信電力量が前記応答波の生成・送信に最低限必要な電力量  $P_H$  ( $P_L < P_H$ ) となるよう前記受電効率を増大させるものであり、前記受信電力量を  $P_L$  又は  $P_H$  にするとき、前記整流回路の出力電圧を検出して、この出力電圧が前記  $P_L$  又は  $P_H$  に対応する電圧設定値  $V_L$  又は  $V_H$  ( $V_L < V_H$ ) となるよう前記自装置のインピーダンス制御を行い、前記受信電力量を制御することを特徴とする非接触応答装置。

【請求項2】

質問装置からのキャリア波を受信すると共に前記質問装置への応答波を送信するアンテ

ナ回路と、このアンテナ回路で受信した前記キャリア波から自装置の駆動用電力を得る整流回路と、前記キャリア波から自装置に対する質問データを取得したとき、この質問データに対する応答データを生成して、前記アンテナ回路から応答波として送信させる内部ロジック回路とを備え、電磁誘導を用いて非接触状態で前記質問装置から電力供給を受けると共に前記質問装置との間でデータ通信を行う非接触応答装置において、

前記質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御回路を有し、

このインピーダンス制御回路は、自装置が前記質問装置からの質問データを待つ待機状態になったとき、前記質問装置からの受信電力量が前記質問データの認識に最低限必要な電力量  $P_L$  となるよう前記アンテナ回路の受電効率を低下させ、自装置に対する前記質問データを受信したとき、前記受信電力量が前記応答波の生成・送信に最低限必要な電力量  $P_H$  ( $P_L < P_H$ ) となるよう前記受電効率を増大させ、自装置が前記質問装置の送信電磁界領域内に入って前記質問装置からの電力供給を受け始めたとき、前記内部ロジック回路による初期化処理の前に、前記質問装置からの受信電力量が前記初期化処理に最低限必要な電力量  $P_{H2}$  ( $P_L < P_{H2} < P_H$ ) となるよう前記アンテナ回路の受電効率を増大させるものであり、前記受信電力量を  $P_L$ 、 $P_H$  又は  $P_{H2}$  にするとき、前記整流回路の出力電圧を検出して、この出力電圧が前記  $P_L$ 、 $P_H$  又は  $P_{H2}$  に対応する電圧設定値  $V_L$ 、 $V_H$  又は  $V_{H2}$  ( $V_L < V_{H2} < V_H$ ) となるよう前記自装置のインピーダンス制御を行い、前記受信電力量を制御することを特徴とする非接触応答装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の非接触応答装置において、

前記インピーダンス制御回路は、

容量素子と電子スイッチとを直列に接続した容量切替回路を前記アンテナ回路と並列に複数個配置した容量調整回路と、

前記整流回路の出力電圧を検出する受信電力検出回路と、

前記整流回路の出力電圧が所望の前記電圧設定値になるように、前記容量調整回路の各電子スイッチの状態を決定するプログラム回路と、

このプログラム回路の決定に従って前記容量調整回路の各電子スイッチのオン/オフを制御するスイッチ制御回路とを含むことを特徴とする非接触応答装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の非接触応答装置において、

前記インピーダンス制御回路は、前記電子スイッチのスイッチングクロックを生成するスイッチングクロック生成回路を含み、

前記プログラム回路による前記電子スイッチの状態決定と、前記スイッチ制御回路による前記電子スイッチの制御と、前記受信電力検出回路による前記整流回路の出力電圧検出とを 1 スwitchングクロック毎に繰り返し行うことにより、前記インピーダンスを段階的に変化させて、前記整流回路の出力電圧を所望の前記電圧設定値に漸近させることを特徴とする非接触応答装置。

【請求項 5】

請求項 3 記載の非接触応答装置において、

前記プログラム回路は、前記整流回路の出力電圧が所望の前記電圧設定値になったときに、前記電子スイッチの状態を固定し、前記インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを前記内部ロジック回路に出力することを特徴とする非接触応答装置。

【請求項 6】

請求項 3 記載の非接触応答装置において、

前記内部ロジック回路は、前記初期化処理が終了したことを示す通信ステータス、前記待機状態になったことを示す通信ステータス又は自装置に対する前記質問データを受信したことを示す通信ステータスを前記プログラム回路に出力することを特徴とする非接触応答装置。

【請求項 7】

請求項3記載の非接触応答装置において、  
前記容量切替回路の個数は、3個以上100個以下であることを特徴とする非接触応答装置。

【請求項8】

請求項4記載の非接触応答装置において、  
前記スイッチングクロックの周波数は、1kHz以上1MHz以下であることを特徴とする非接触応答装置。

【請求項9】

請求項1又は2記載の非接触応答装置において、  
前記整流回路の後段に、シャント型レギュレータからなる定電圧回路を有することを特徴とする非接触応答装置。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電磁誘導を用いて非接触状態で電力供給とデータ通信を行う質問装置と非接触応答装置とからなる非接触通信システムに係り、特に通信状態に応じて内部回路の特性を動的に変化させることにより、電力伝送の効率を向上させることができる非接触応答装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、ICカード、RFタグ、データキャリア等の携帯可搬電子データ担体を非接触応答装置として使用し、0.1MHz～数10MHz程度のキャリア周波数を用いた電磁誘導を利用して、非接触で非接触応答装置へ電力を供給するとともに、キャリア波に変調をかけることによりデータを重畳してデータ通信を行う、非接触通信システムが盛んに検討され、商用化がすすみつつある。このような非接触通信システムには、1つの質問装置の電磁界によって複数の非接触応答装置が同時に給電を受け、各非接触応答装置が動作可能なアクティブ状態をとることができ、質問装置は各非接触応答装置と通信が可能であるという特徴がある。

【0003】

しかし、このような非接触通信システムでは、その電磁界の出力特性が電波法等の法規により制限を受け、また例えば、情報処理装置等電波障害自主規制協議会、通称VCCIと呼ばれる協議会によって制定された「情報処理装置および電子事務機器等から発生する妨害波の自主規制運用規程」などの自主規制運用規程によっても、種々の制限を受けている。このような制限により、質問装置の送信出力を低く設定する結果、非接触応答装置が受信可能な電力も低く設定せざるを得なくなり、非接触応答装置のデータ処理機能を抑える必要が生じる。また、質問装置の送信出力を抑えなければならないため、非接触通信システムの特徴である、質問装置と複数の非接触応答装置との通信機能を損なう結果となっているのが実情である。

【0004】

このような問題の背景にある技術的問題の1つが、非接触応答装置の電力消費の特性である。電磁誘導によって質問装置から給電を受けつつ安定したデータ通信の変復調を行うために、通常、非接触応答装置内の電源回路は定電力設計がなされており、回路全体の動作による内部信号ノイズを抑えるように設計されている。非接触応答装置の内部の処理が簡単で消費電力が小さい場合、電源回路は、余剰電力を抵抗成分で熱に変化させる。その結果、非接触応答装置は、内部処理の状態に関わらず、一定の電力を消費することになる。

【0005】

このような非接触応答装置の複数個が質問装置の送信電磁界の中に入ってアクティブ状態をとれば、質問装置との通信状態や内部の処理状態に関わらず、各々が一定の受信電力を確保しようとする。非接触通信システムの電力消費の観点から見ると、ある時間においては、質問装置と応答を行う装置は一つであって、他の非接触応答装置は質問を待機する状 50

態にしかすぎないため、エネルギー効率上、待機状態の非接触応答装置の多大な電力消費は問題であった。

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

以上のように、従来の非接触通信システムでは、質問装置の送信電磁界内に入った全ての非接触応答装置が、質問装置との通信状態や内部の処理状態に関わらず、一定の電力を消費してしまうという問題点があった。

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、質問装置からの受信電力量の効率的な制御を実現し、非接触通信システムにおける電力消費の効率を向上させることができる非接触応答装置を提供することを目的とする。

10

【 0 0 0 7 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の非接触応答装置は、質問装置からのキャリア波を受信すると共に、前記質問装置への応答波を送信するアンテナ回路(20, 21)と、このアンテナ回路で受信した前記キャリア波から自装置の駆動用電力を得る整流回路(22)と、前記キャリア波から自装置に対する質問データを取得したとき、この質問データに対する応答データを生成して、前記アンテナ回路から応答波として送信させる内部ロジック回路(25)と、前記質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御回路(33)とを有し、このインピーダンス制御回路は、自装置が前記質問装置からの質問データを待つ待機状態になったとき、前記質問装置からの受信電力量が前記質問データの認識に最低限必要な電力量 $P_L$ となるよう前記アンテナ回路の受電効率を低下させ、自装置に対する前記質問データを受信したとき、前記受信電力量が前記応答波の生成・送信に最低限必要な電力量 $P_H$  ( $P_L < P_H$ )となるよう前記アンテナ回路の受電効率を増大させるものであり、前記受信電力量を $P_L$ 又は $P_H$ にすると、前記整流回路の出力電圧を検出して、この出力電圧が前記 $P_L$ 又は $P_H$ に対応する電圧設定値 $V_L$ 又は $V_H$  ( $V_L < V_H$ )となるよう前記自装置のインピーダンス制御を行い、前記受信電力量を制御するようにしたものである。このように、本発明では、非接触応答装置が質問装置から電力供給を受けつつ質問装置と通信する状態において、非接触応答装置が待機状態になったとき、質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させて受電効率を低下させ、質問装置からの受信電力量を $P_L$ とし、非接触応答装置が質問装置からの質問データを受信してコマンド処理状態になると、質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させて受電効率を増大させ、質問装置からの受信電力量を $P_H$ とするので、待機状態における非接触応答装置の電力消費量を低減することができる。

20

30

【 0 0 0 8 】

また、本発明の非接触応答装置は、質問装置からのキャリア波を受信すると共に、前記質問装置への応答波を送信するアンテナ回路と、このアンテナ回路で受信した前記キャリア波から自装置の駆動用電力を得る整流回路と、前記キャリア波から自装置に対する質問データを取得したとき、この質問データに対する応答データを生成して、前記アンテナ回路から応答波として送信させる内部ロジック回路と、前記質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御回路とを有し、このインピーダンス制御回路は、自装置が前記質問装置からの質問データを待つ待機状態になったとき、前記質問装置からの受信電力量が前記質問データの認識に最低限必要な電力量 $P_L$ となるよう前記アンテナ回路の受電効率を低下させ、自装置に対する前記質問データを受信したとき、前記受信電力量が前記応答波の生成・送信に最低限必要な電力量 $P_H$  ( $P_L < P_H$ )となるよう前記アンテナ回路の受電効率を増大させ、自装置が前記質問装置の送信電磁界領域内に入って前記質問装置からの電力供給を受け始めたとき、前記内部ロジック回路による初期化処理の前に、前記質問装置からの受信電力量が前記初期化処理に最低限必要な電力量 $P_{H2}$  ( $P_L < P_{H2} < P_H$ )となるよう前記アンテナ回路の受電効率を増大させるものであり、前記受信電力量を $P_L$ ,  $P_H$ 又は $P_{H2}$ にすると、前記整流回路の出力電圧を検出して、この出力電圧が前記 $P_L$ ,  $P_H$ 又は $P_{H2}$ に対応する電圧設定値 $V_L$ ,  $V_H$ 又は $V_{H2}$ となるよう前記自装置のインピーダンス制御を行い、前記受信電力量を制御するようにしたものである。

40

50

H2 ( $V_L < V_{H2} < V_H$ )となるよう前記自装置のインピーダンス制御を行い、前記受信電力量を制御するようにしたものである。このように、本発明では、非接触応答装置の初期化処理において、質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させて受電効率を増大させ、質問装置からの受信電力量を電力量PH2とするので、初期化処理の際の電力消費量を適切な量に設定することができる。また、本発明では、整流回路の出力電圧に基づいて質問装置からの受信電力量を容易に制御することができる。

【0009】

また、本発明の非接触応答装置の1構成例として、前記インピーダンス制御回路は、容量素子(Cv1~Cvi)と電子スイッチ(S1~Si)とを直列に接続した容量切替回路を前記アンテナ回路と並列に複数個配置した容量調整回路(31)と、整流回路の出力電圧を検出する受信電力検出回路(29)と、前記整流回路の出力電圧が所望の前記電圧設定値になるように、前記容量調整回路の各電子スイッチの状態を決定するプログラム回路(30)と、このプログラム回路の決定に従って前記容量調整回路の各電子スイッチのオン/オフを制御するスイッチ制御回路(32)とを含むものである。容量調整回路を設けることにより、質問装置から見た自装置のインピーダンスを容易に変化させることができる。

10

また、本発明の非接触応答装置の1構成例として、前記インピーダンス制御回路は、前記電子スイッチのスイッチングクロックを生成するスイッチングクロック生成回路(28)を含み、前記プログラム回路による前記電子スイッチの状態決定と、前記スイッチ制御回路による前記電子スイッチの制御と、前記受信電力検出回路による前記整流回路の出力電圧検出とを1スイッチングクロック毎に繰り返し行うことにより、前記インピーダンスを段階的に変化させて、前記整流回路の出力電圧を所望の前記電圧設定値に漸近させるものである。

20

【0010】

また、本発明の非接触応答装置の1構成例として、前記プログラム回路は、前記整流回路の出力電圧が所望の前記電圧設定値になったときに、前記電子スイッチの状態を固定し、前記インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを前記内部ロジック回路に出力するものである。

また、本発明の非接触応答装置の1構成例として、前記内部ロジック回路は、前記初期化処理が終了したことを示す通信ステータス、前記待機状態になったことを示す通信ステータス又は自装置に対する前記質問データを受信したことを示す通信ステータスを前記プログラム回路に出力するものである。

30

また、本発明の非接触応答装置の1構成例において、前記容量切替回路の個数は、3個以上100個以下である。

また、本発明の非接触応答装置の1構成例において、前記スイッチングクロックの周波数は、1kHz以上1MHz以下である。

また、本発明の非接触応答装置の1構成例として、前記整流回路の後段に、シャント型レギュレータからなる定電圧回路を有するものである。

また、本発明の非接触応答装置の1構成例において、前記非接触応答装置は、ICカードである。

40

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明は、インピーダンス制御回路を搭載した非接触応答装置を用いて、伝送状態においてインピーダンス制御を動的に行い、非接触応答装置の電力消費量を制御することを特徴とする。

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の実施の形態となる非接触通信システムの構成を示すブロック図である。

【0012】

図1の非接触通信システムは、質問装置1と非接触応答装置2とから構成される。質問装置1は、非接触応答装置2への電力供給のためにデータ送信時以外のときにも無変調のキ

50

キャリア波を送信している。そして、質問装置 1 と非接触応答装置 2 は、データを送信するとき、キャリア波を変調してデータを重畳する。

【 0 0 1 3 】

質問装置 1 は、無変調のキャリア波を発生するキャリア波発生回路 1 0 と、キャリア波発生回路 1 0 から出力された無変調のキャリア波または変調されたキャリア波を送信したり、非接触応答装置 2 から送信された応答波を受信したりするためのアンテナ 1 1 と、アンテナ 1 1 の共振状態を得るための共振回路 1 2 とを有している。なお、図 1 では、データの送信時にキャリア波を変調する変調回路、非接触応答装置 2 からの応答波を受信して復調する復調回路、非接触応答装置 2 へのデータを生成したり、復調回路で復調されたデータを処理したりする制御回路等の回路については記載を省略している。アンテナ 1 1 と共振回路 1 2 はアンテナ回路を構成している。

10

【 0 0 1 4 】

非接触応答装置 2 は、質問装置 1 から送信されたキャリア波を受信したり、応答波を送信したりするためのアンテナ 2 0 と、アンテナ 2 0 の共振状態を得るための共振回路 2 1 と、アンテナ回路 2 0 , 2 1 で受信されたキャリア波を整流して非接触応答装置 2 の各回路駆動用の電力を得る整流回路 2 2 と、整流回路 2 2 の出力電圧を定電圧化する定電圧回路 2 3 と、アンテナ回路 2 0 , 2 1 で受信された変調されたキャリア波を復調する復調回路 2 4 と、キャリア波から自装置に対する質問データを取得したとき、この質問データに対する応答データを生成して、アンテナ回路 2 0 , 2 1 から応答波として送信させる内部ロジック回路 2 5 と、内部ロジック回路 2 5 から出力された応答データでキャリア波を変調する変調回路 2 6 と、アンテナ回路 2 0 , 2 1 で受信されたキャリア波からクロック成分を抽出してクロック信号を生成するクロック生成回路 2 7 と、クロック生成回路 2 7 によって生成されたクロック信号を基にスイッチングクロック信号を生成するスイッチングクロック生成回路 2 8 と、整流回路 2 2 の出力電圧を検出することにより非接触応答装置 2 の受信電力量を検出する受信電力検出回路 2 9 と、受信電力検出回路 2 9 の検出結果と所定のインピーダンス制御アルゴリズムに従って、質問装置 1 から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御を行い、非接触応答装置 2 の受信電力量を制御するプログラム回路 3 0 と、容量素子と電子スイッチとを直列に接続した容量切替回路をアンテナ回路 2 0 , 2 1 と並列に複数個配置した容量調整回路 3 1 と、プログラム回路 3 0 の出力に応じて容量調整回路 3 1 の電子スイッチを制御するスイッチ制御回路 3 2 とを有している。アンテナ 2 0 と共振回路 2 1 はアンテナ回路を構成している。

20

30

【 0 0 1 5 】

内部ロジック回路 2 5 は、CPU 2 5 a と、ROM 2 5 b と、RAM 2 5 c と、不揮発メモリ 2 5 d とを有している。

スイッチングクロック生成回路 2 8、受信電力検出回路 2 9、プログラム回路 3 0、容量調整回路 3 1 及びスイッチ制御回路 3 2 は、インピーダンス制御回路 3 3 を構成している。

【 0 0 1 6 】

図 2 はインピーダンス制御回路 3 3 の詳細な構成を示すブロック図である。

スイッチングクロック生成回路 2 8 は、クロック生成回路 2 7 によって生成されたクロック信号を分周してスイッチングクロック信号を生成する分周回路 2 8 a からなる。

40

受信電力検出回路 2 9 は、1 スwitchングクロック毎に整流回路 2 2 の出力電圧の変動を検出して、検出結果をプログラム回路 3 0 に出力する受信電力変動検出部 2 9 a と、整流回路 2 2 の出力電圧を所定のしきい値と比較して比較結果をプログラム回路 3 0 に出力する受信電力比較部 2 9 b とから構成される。

【 0 0 1 7 】

受信電力変動検出部 2 9 a は、プログラム回路 3 0 から出力されるスイッチングクロック信号に同期して整流回路 2 2 の出力電圧をサンプルホールドするサンプルホールド回路 2 9 a - 1 と、サンプルホールド回路 2 9 a - 1 によって保持された 1 サンプル前の整流回路 2 2 の出力電圧と現在の整流回路 2 2 の出力電圧とを比較して、この比較結果をプロ

50

ラム回路 30 に出力するコンパレータ 29 a - 2 とを有している。

【0018】

受信電力比較部 29 b は、第 1 のシュミットトリガ 29 b - 1 と、この第 1 のシュミットトリガ 29 b - 1 としきい値が異なる第 2 のシュミットトリガ 29 b - 2 と、この第 2 のシュミットトリガ 29 b - 2 の出力を論理反転させるインバータ 29 b - 3 と、シュミットトリガ 29 b - 1 の出力とインバータ 29 b - 3 の出力の論理和をとる OR 回路 29 b - 4 とを有している。

【0019】

質問装置 1 から非接触応答装置 2 へ供給される電力は、両者のインピーダンスの整合状態の関数となり、整合すると高効率で給電が行われ、整合がミスマッチになると、電力が反 10  
射されるために、非接触応答装置 2 が受ける電力は低下する。通常、アンテナ回路 20 , 21 のインピーダンスの制御は、受信電力を高めるためのインピーダンス整合に用いるが、本発明においては、非接触応答装置 2 の余分な消費電力を削減するために、逆にインピーダンス整合をミスマッチさせる制御にも用いることを特徴とする。

【0020】

質問装置 1 と複数の非接触応答装置 2 との通信の例として、非接触応答装置 2 が 3 つある場合を例にとって本発明を説明する。図 3 は、質問装置 1 からの質問と非接触応答装置 2 からの応答のタイミング、及びその際の非接触応答装置 2 の受信電力量を時系列的に表したタイミングチャート図である。

【0021】

非接触応答装置 2 の受信電力量は、インピーダンス制御回路 33 によって制御される。図 3 の PH は非接触応答装置 2 が質問装置 1 からのコマンドを処理するのに最低限必要な電力レベル、PL は非接触応答装置 2 が質問装置 1 からコマンドを正常に受信してコマンドを認識するのに最低限必要な電力量に適切なマージンを付加した電力レベルとする。 20

【0022】

質問装置 1 から非接触応答装置 2 への質問は、一般的には識別番号（以下、ID と略する）を用いて、質問のコマンドフレームに ID を付加することにより、非接触応答装置 2 を一意に指定して行われる。非接触応答装置 2 の ID は、質問装置 1 が非接触応答装置 2 を認識する初期応答の手順に際して非接触応答装置 2 に付与されるか、あるいは予め非接触 30  
応答装置 2 に付与されている固有の ID であることが多いが、本発明は ID の付与方法にはこだわらない。ここでは、非接触応答装置 2 - 1 , 2 - 2 , 2 - 3 に対して、それぞれ ID 1 , ID 2 , ID 3 が対応するものとする。

【0023】

アンテナ回路 20 , 21 が質問装置 1 からの無変調のキャリア波を受信した場合、各非接触応答装置 2 - 1 ~ 2 - 3 の整流回路 22 は、このキャリア波を全波整流し、定電圧回路 23 は、整流回路 22 から出力された電圧を定電圧化する。また、クロック生成回路 27 は、キャリア波からクロック成分を抽出してクロック信号を生成する。そして、復調回路 24 は、キャリア波を復調する。ただし、ここでは無変調のキャリア波を復調しているので、復調で得られるデータはない。

【0024】

各非接触応答装置 2 - 1 ~ 2 - 3 の内部ロジック回路 25 は、定電圧回路 23 から電力供給を受け、クロック生成回路 27 から出力されたクロック信号に同期して動作する。そして、インピーダンス制御回路 33 は、質問装置 1 からの質問を受信する前段階（無変調のキャリア波を受信している待機状態）では、インピーダンス整合をミスマッチ状態にさせている。これにより、各非接触応答装置 2 - 1 ~ 2 - 3 は、PL レベルの消費電力で待機状態となっている。 40

【0025】

次に、図 3 に示すように、質問装置 1 から質問 Q - 1 , Q - 2 , Q - 3 が順に発せられ、それに付加される ID がそれぞれ ID 1 , ID 3 , ID 2 であるとする。質問 Q - 1 , Q - 2 , Q - 3 に対して、それぞれ非接触応答装置 2 - 1 , 非接触応答装置 2 - 3 , 非接 50

触応答装置 2 - 2 が反応する。

すなわち、質問装置 1 の図示しない変調回路は、キャリア波発生回路 10 から出力された無変調のキャリア波を ID が付加されたコマンドで変調する。これにより、変調されたキャリア波（質問波）が質問装置 1 のアンテナ回路 11 から送信される。

【0026】

各非接触応答装置 2 - 1 ~ 2 - 3 の内部ロジック回路 25 の CPU 25 a は、復調回路 24 によって復調されたコマンドから ID を抽出して、抽出した ID と不揮発メモリ 25 d に予め記憶された自装置の ID とを比較し、抽出した ID が自装置の ID であるかどうかを判定する。CPU 25 a は、抽出した ID が自装置の ID である場合、復調装置 24 によって復調されたコマンドが自装置への質問であると認識する。質問装置 1 からの質問を受信した場合、インピーダンス制御回路 33 は、インピーダンス整合を整合状態にさせる。これにより、ID で指定された非接触応答装置 2 は、PH レベルの消費電力となり、コマンド処理状態となる。

10

【0027】

また、CPU 25 a は、抽出した ID が自装置の ID である場合、質問装置 1 から送信された質問（コマンド）に対する内部演算処理を行う。質問に対する内部演算処理としては、CPU 25 a もしくは図示しないコプロセッサによる演算、不揮発メモリ 25 d からのデータ読み出し、不揮発メモリ 25 d へのデータ書き込みもしくは消去、応答データの生成などがある。

【0028】

そして、CPU 25 a は、生成した応答データを変調回路 26 に出力する。変調回路 26 は、キャリア波を応答データで変調する。これにより、変調されたキャリア波（応答波）が非接触応答装置 2 のアンテナ回路 20, 21 から送信される。

応答の返送後、インピーダンス制御回路 33 は、インピーダンス整合をミスマッチ状態にさせ、非接触応答装置 2 の消費電力を PH レベルから PL レベルへと遷移させる。

20

【0029】

以上のような質問と応答のシーケンスにおいて、質問装置 1 は、質問 Q - 1, Q - 2, Q - 3 を時系列的に発する。そして、質問装置 1 は、各々の質問 Q - 1 ~ Q - 3 に対する応答を受信するまでは、他の非接触応答装置 2 への質問を発しないものとする。これにより、各非接触応答装置 2 - 1 ~ 2 - 3 において、ある瞬間に質問を受信して消費電力が PH レベルになるのは 1 つしかなく、他の非接触応答装置 2 は PL レベルの待機状態のままとなる。

30

【0030】

これに対して、従来は、質問装置からのキャリア波を受信してアクティブ状態にある全ての非接触応答装置が PH レベルの状態を保持しようとしていた点が本発明と異なる。したがって、本発明は、システム全体で見た電力の分配効率を従来よりも向上させることができる。

また、質問装置 1 から複数の非接触応答装置 2 に対して質問を同時に発するようにすれば、従来よりも多くの非接触応答装置 2 をコマンド処理状態にすることができる。これは、質問装置 1 の送信出力が規制値で制限されている場合に、特に有効である。

40

【0031】

なお、図 3 の例では、非接触応答装置 2 の個数を 3 としたが、これに限るものではなく、本発明の原理上、他の個数でも差し支えないことは明白である。

また、電力消費量の PH レベル、PL レベルは、非接触応答装置 2 内の内部回路の電力消費特性によって予め設定できる性質の値である。ここで、整流回路 22 から見た定電圧回路以降の回路全体の負荷が基本的には内部ロジック回路 25 の動作状態に関わらず一定となるような、シャントレギュレータなどの回路を定電圧回路 23 に用いると、整流回路 22 の出力電圧をもって電力消費量を評価することができ、PH レベル、PL レベルの制御が容易に可能となる。

【0032】

50

また、定電圧回路 23 にシリーズレギュレータを用いても本発明を適用することは可能である。ただし、内部ロジック回路 25 の動作に伴って整流回路 22 の出力電圧が変化するため、電圧設定値  $V_H$  (電力消費量が  $P_H$  レベルのときの整流回路 22 の出力電圧)、及び電圧設定値  $V_L$  ( $P_L$  レベルのときの整流回路 22 の出力電圧)を、整流回路 22 の出力電圧変化分を考慮して設定しなければならず、制御が難しくなる。

#### 【0033】

いずれにしる、非接触応答装置 2 の電力消費量 (質問装置 1 からの受信電力量) をそのまま評価検出するよりも、電圧制御の方が容易なため、本実施の形態においては、受信電力量を制御する具体的方法として、整流回路 22 の出力電圧の制御を行うものとする。すなわち、受信電力検出回路 29 で整流回路 22 の出力電圧を検出して、この検出結果を基に受信電力量を制御する。

10

#### 【0034】

非接触応答装置 2 が質問装置 1 から電力供給を受けつつ質問装置 1 と通信する状態においては、図 3 に示すようなシーケンスの非接触通信システムが有用であるが、最初に非接触応答装置 2 が質問装置 1 の送信電磁界内に入って初期化され、質問装置 1 と初期応答を行う場合には、受信電力が 0 の状態から開始されるため、必ずしも図 3 と同じ方法をとれるわけではない。

#### 【0035】

そこで、インピーダンス制御回路 33 は、非接触応答装置 2 が質問装置 1 の送信電磁界内に入って質問装置 1 からの電力供給を受け始めたとき、内部ロジック回路 25 による初期化処理の前に、インピーダンス制御により、質問装置 1 からの受信電力量が初期化処理に最低限必要な電力量  $P_H2$  となるよう受電効率を増大させる。

20

#### 【0036】

以下、非接触応答装置 2 の活性化プロセスを典型的な例を用いて順に説明する。非接触応答装置 2 が質問装置 1 からのキャリア波を受けて給電を受け、整流回路 22 の内部の平滑容量素子 (不図示) が充電され、整流回路 22 の出力電圧が所定のしきい値を超えると、内部ロジック回路 25 のリセットが働く。リセットされた内部ロジック回路 25 の CPU 25a は、不揮発メモリ 25d より所定のデータ読み出しを行って、非接触応答装置 2 の初期化処理を行う。

#### 【0037】

この初期化処理では、非接触応答装置 2 の内部回路の多くが動作するものの、例えば暗号処理などの電力を消費するプロセスを実行するわけでは無く、また所定のルーチンが動作するだけのため電力マージンも少なく済むので、必ずしも  $P_H$  レベルと同じ受信電力量が必要とは限らない。このため、初期化処理に必要な電力レベル  $P_H2$  を  $P_H$  と同等にする必要は無く、通常は  $P_H$  以下に設定可能である。

30

#### 【0038】

したがって、図 4 に示すように、受信電力量が 0 の段階で質問装置 1 からの給電を受けたとき、インピーダンス制御回路 33 内のプログラム回路 30 は、内部ロジック回路 25 による初期化処理が実行される前に、受信電力量を  $P_H2$  レベルにする。図 4 は初期化モードにおける非接触応答装置の受信電力量を時系列的に表したタイミングチャート図である。

40

#### 【0039】

初期化処理が終了した後、CPU 25a は、質問装置 1 から初期応答のための質問コマンドを受信して、初期応答処理を実行する。通常、質問装置 1 と非接触応答装置 2 との間の初期応答処理は、複数の非接触応答装置 2 の存在を想定して、衝突防止のためのプロセスを含むことが多いので、その迅速な処理速度を満たすためには、初期化処理の完了時点から初期応答処理の開始時点までの区間で受信電力量を下げることなく、 $P_H2$  レベルのまま保持、あるいは  $P_H$  レベルへ変化させてもよい。

#### 【0040】

しかしながら、ポーリングと通常呼ばれる送信方法で非接触応答装置検出用のコマンドが

50

送信される時間間隔は、特に他の伝送通信の処理がある場合は、長くならざるを得ないため、初期化処理の完了時点から初期応答処理の開始時点までの時間も、長くならざるを得ない。

#### 【0041】

そこで、初期化処理が終了した時点で、図4に示すように、いったん受信電力量をPH2レベルからPLレベルまで落とした方がより好ましい。初期化応答処理は図3で説明した通常の伝送モードと同様であるので、初期化応答処理における受信電力量はPHレベルで差し支えない。本発明において、これらを実際に制御するには、前述の説明と同様、PH2レベルの制御を整流回路22の出力電圧VH2によって行う。

#### 【0042】

次に、インピーダンス制御回路33の動作をより詳細に説明する。図5は容量調整回路31の構成を示す回路図である。容量調整回路31は、容量素子 $C_v$  ( $C_{v1} \sim C_{vi}$ )と例えばトランジスタ等からなる電子スイッチ $S$  ( $S_1 \sim S_i$ )とを直列に接続した容量切替回路をアンテナ回路20, 21と並列に複数個配置したものである。

#### 【0043】

プログラム回路30は、所定のインピーダンス制御アルゴリズムに従って容量調整回路31の各電子スイッチ $S$ のオン/オフ状態を決定する。スイッチ制御回路32は、プログラム回路30の決定を受けて、容量調整回路31の電子スイッチ $S$ をオン/オフさせるための制御信号CTLをスイッチングクロック生成回路28からのスイッチングクロック信号に同期して出力する。

容量調整回路31の電子スイッチ $S$ は、制御信号CTLに応じてオンまたはオフ状態となる。電子スイッチ $S$ がオン/オフすることにより、アンテナ回路20, 21と並列に挿入される容量値が変化するので、これによりインピーダンス整合の状態が変化する。

#### 【0044】

そして、本実施の形態にかかる非接触応答装置2は、プログラム回路30による電子スイッチ $S$ の状態決定と、スイッチ制御回路32による電子スイッチ $S$ の制御と、受信電力検出回路29による整流回路22の出力電圧検出とを1スイッチングクロック毎に繰り返すことにより、アンテナ回路20, 21のインピーダンスを段階的に変化させて、整流回路22の出力電圧を所望の電圧設定値に漸近させることを特徴とする。

#### 【0045】

共振回路21には、アンテナ20と並列に容量素子 $C_1$ が配置され、アンテナ20と直列に容量素子 $C_2$ が配置されている。素子数を減らすために、容量素子 $C_1$ もしくは $C_2$ の1つを取り除いて、この容量素子を取り除いた箇所に容量調整回路31を挿入することも可能であるが、アンテナ回路20, 21に近づくに従って、電子スイッチ $S$ に印加される電圧が高くなり、電子スイッチ $S$ の耐圧を上回る可能性が高くなる。したがって、容量調整回路31は、共振回路21の後段に配することが好ましい。

#### 【0046】

図6は、プログラム回路30及びスイッチ制御回路32による容量調整回路31のスイッチ制御(インピーダンス制御)と整流回路22の出力電圧との関係の1例を示す図である。ここでは、図5に示す容量調整回路31において、容量素子 $C_v$ と電子スイッチ $S$ とからなる容量切替回路の数を10個と仮定し、容量素子 $C_v$ に $C_{v1} \sim C_{v10}$ 、容量素子 $C_{v1} \sim C_{v10}$ と接続された電子スイッチ $S$ にそれぞれ $S_1 \sim S_{10}$ の符号を付与するものとする。

#### 【0047】

また、プログラム回路30は、自装置に対する質問データを受信したことを示す、内部ロジック回路25からの通信ステータスを受けて、整流回路22の出力電圧をVLからVHに漸近させるプログラムを実行させるものとする。さらに、図6の時刻 $t_0$ において、電子スイッチ $S$ は $S_1 \sim S_3$ がオン状態になっていて、整流回路22の出力電圧は電圧設定値VLの近傍で安定している状態と仮定する。また、図6に示す時刻 $t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$ の間隔は、スイッチングクロック信号の周期と等しい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

ここで、時刻  $t_1$  において、プログラム回路 30 がプログラムに従って動作を開始すると、まず受信電力検出回路 29 が整流回路 22 の出力電圧を検出して、その検出結果をプログラム回路 30 に出力する。

プログラム回路 30 は、まず時刻  $t_1$  において容量調整回路 31 の電子スイッチ S4 をオンさせるようスイッチ制御回路 32 に指示を出す。この指示に応じて、スイッチ制御回路 32 は、電子スイッチ S4 をオンさせる制御信号 CTL を出力する。

## 【 0 0 4 9 】

電子スイッチ S4 がオン状態になると、アンテナ回路 20, 21 と並列に容量素子 Cv4 が付加されてインピーダンスが変化し、図 6 のように整流回路 22 の出力電圧が上昇して、ある時間を経過した後に出力電圧がほぼ安定化する。

時刻  $t_2$  において、受信電力検出回路 29 は、整流回路 22 の出力電圧を検出し、出力電圧が上昇して電圧設定値 VH に近づいたことをプログラム回路 30 に知らせる。

## 【 0 0 5 0 】

この通知を受けて、プログラム回路 30 は、電子スイッチ S4 をオン状態に固定し、次の電子スイッチ S5 をオンさせるようスイッチ制御回路 32 に指示を出し、スイッチ制御回路 32 は、電子スイッチ S5 をオンさせる。

時刻  $t_3$  において、受信電力検出回路 29 は、整流回路 22 の出力電圧が上昇して電圧設定値 VH に近づいたことをプログラム回路 30 に知らせる。

## 【 0 0 5 1 】

この通知を受けて、プログラム回路 30 は、電子スイッチ S5 をオン状態に固定し、次の電子スイッチ S6 をオンさせるようスイッチ制御回路 32 に指示を出す。以下、同様にして、受信電力検出回路 29 による整流回路 22 の出力電圧検出とプログラム回路 30 による電子スイッチ制御とを繰り返し、時刻  $t_5$  において、整流回路 22 の出力電圧が電圧設定値 VH を超えると、プログラム回路 30 は、ここで電子スイッチ S1 ~ S10 の状態を現在の状態に固定し、インピーダンス制御を停止する。

## 【 0 0 5 2 】

インピーダンス制御の停止時、内部ロジック回路 25 に通知しなくても差し支えないが、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路 25 に出力する方がより好ましい。このステータスを受けることにより、内部ロジック回路 25 は、十分な電力供給を受けていると判断でき、動作不良を起こすことなく、処理を行うことができる。

## 【 0 0 5 3 】

なお、容量調整回路 31 の各電子スイッチ S の初期状態はノーマリーオフが好ましいものの、ノーマリーオンであっても差し支えない。この場合には、電子スイッチ S のオン/オフが、オフを優先して評価していくことになる。

また、容量調整回路 31 の各容量素子 Cv の値は共振回路 21 の容量素子 C1, C2 の値の設定によっても影響を受けるが、通常は容量調整回路 31 全体として数 pF ~ 数 100 pF の容量値を変化させることができれば、機能上十分である。

## 【 0 0 5 4 】

図 7 は、インピーダンス制御と整流回路 22 の出力電圧との関係の他の例を示す図である。図 7 の例は、図 6 と逆に、整流回路 22 の出力電圧を電圧設定値 VH から VL に変化させる場合である。ここでは、時刻  $t_0$  において、電子スイッチ S1 ~ S7 がオン状態になっていると仮定する。

図 7 の時刻  $t_1$  において、まず受信電力検出回路 29 が整流回路 22 の出力電圧を検出して、その検出結果をプログラム回路 30 に出力する。

## 【 0 0 5 5 】

プログラム回路 30 は、時刻  $t_1$  において容量調整回路 31 の電子スイッチ S7 をオフさせるようスイッチ制御回路 32 に指示を出し、スイッチ制御回路 32 は、電子スイッチ S7 をオフさせる制御信号 CTL を出力する。

電子スイッチ  $S_7$  がオフ状態になると、アンテナ回路 20, 21 と並列に付加されていた容量素子  $C_{v7}$  が外されてインピーダンスが変化し、図 7 のように整流回路 22 の出力電圧が低下する。

【0056】

時刻  $t_2$  において、受信電力検出回路 29 は、整流回路 22 の出力電圧が低下して電圧設定値  $V_L$  に近づいたことをプログラム回路 30 に知らせる。

この通知を受けて、プログラム回路 30 は、次の電子スイッチ  $S_6$  をオフさせるようスイッチ制御回路 32 に指示を出し、スイッチ制御回路 32 は、電子スイッチ  $S_6$  をオフさせる。

【0057】

以下、同様にして、受信電力検出回路 29 による整流回路 22 の出力電圧検出とプログラム回路 30 による電子スイッチ制御とを繰り返し、時刻  $t_6$  において整流回路 22 の出力電圧が電圧設定値  $V_L$  を下回ったとき、プログラム回路 30 は、直前にオフした電子スイッチ  $S_3$  をオン状態に戻す。そして、プログラム回路 30 は、次の時刻  $t_7$  で整流回路 22 の出力電圧が電圧設定値  $V_L$  を超えたことを確認した上で、インピーダンス制御を停止する。

【0058】

ただし、電圧設定値  $V_L$  の設定の方法と容量調整回路 31 内の容量切替回路の個数にもよるが、電圧設定値  $V_L$  を非接触応答装置 2 内の内部回路の動作限界近傍に設定すると、電圧設定値  $V_L$  を下回った段階で動作不良を起こす可能性がある。そこで、電圧設定値  $V_L$  を下回るステップを含む制御を行うよりも、より好ましくは、次に評価する電子スイッチ  $S$  のオン/オフによる整流回路 22 の出力電圧低下分を予想して電圧設定値  $V_L$  を下回らない段階でインピーダンス制御を停止するか、あるいは本来の電圧設定値  $V_L$  に 1 つの電子スイッチ変化による出力電圧低下分以上のマージンを加えた  $V_L'$  という値を電圧設定値として、この電圧設定値  $V_L'$  を下回ったらインピーダンス制御を停止させるようにした方がよい。

【0059】

また、インピーダンス制御の停止時には、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路 25 に出力する方がより好ましい。このステータスを受けることにより、内部ロジック回路 25 は、いわゆるスリープモードに入ったことを認識でき、質問装置 1 から次に質問を受信したときに、インピーダンス制御を要求する通信ステータスをプログラム回路 30 に確実に出力することができる。

【0060】

図 8 はインピーダンス制御と整流回路 22 の出力電圧との関係の他の例を示す図である。図 8 の例は、質問装置 1 と非接触応答装置 2 との距離が大きい等の理由により、非接触応答装置 2 がインピーダンス制御を行っても受信電力量が十分に得られない場合を示している。受信電力量が十分でなく、整流回路 22 の出力電圧が電圧設定値  $V_H$  を下回る場合、図 8 に示すように、インピーダンス制御によって整流回路 22 の出力電圧を最大化した後、周回動作を行うことになる。

【0061】

周回動作が行われるのは、容量調整回路 31 の電子スイッチ  $S$  を順次オンしていったとき、容量値が最適値を超えて整流回路 22 の出力電圧が逆に低下したとき、受信電力検出回路 29 が整流回路 22 の出力電圧低下をステータスとしてプログラム回路 30 に通知し、このステータスを受けてプログラム回路 30 が直前にオンした電子スイッチ  $S$  (図 8 の例では時刻  $t_5$  でオンした電子スイッチ  $S$ ) をオフにするためである。

【0062】

この場合、電子スイッチ  $S$  をオフにしても、整流回路 22 の出力電圧は電圧設定値  $V_H$  に達しないので、プログラム回路 30 は、オフにした電子スイッチ  $S$  を再びオンにする。したがって、上記周回動作が繰り返されることになる。このような周回動作をそのまま継続させても差し支えないが、質問装置 1 への通信や内部ロジック回路 25 の処理を辛うじて

10

20

30

40

50

行える場合もあるため、周回動作を停止させて電源変動を抑えるほうがより好ましい。

【 0 0 6 3 】

そこで、下限値  $V_L$  及び上限値  $V_H$  の電圧許容範囲をあらかじめ設定し、整流回路 2 2 の出力電圧がこの電圧許容範囲内である場合に制御を停止する動作停止手段をプログラム回路 3 0 に設けることで、周回動作を停止させることができる。ただし、制御の停止後に、質問装置 1 と非接触応答装置 2 との間の距離や角度が変化したり、非接触応答装置 2 の内部回路の駆動に必要な電力量が変化したりして、整流回路 2 2 の出力電圧が変動する場合がある。よって、プログラム回路 3 0 は、制御の停止後も、整流回路 2 2 の出力電圧の変動を検知して、整流回路 2 2 の出力電圧が前記電圧許容範囲を外れたときは、制御を再開するのがよい。

10

【 0 0 6 4 】

また、質問装置 1 がキャリア波を振幅変調して信号を送信するなどして、送信電力が時間経過に伴って等価的に変動する場合には、この変動に合わせて整流回路 2 2 の出力電圧も変動する。したがって、プログラム回路 3 0 に動作停止手段を設けたとき、整流回路 2 2 の出力電圧が  $V_H$  または  $V_L$  の近傍にある場合には、送信電力の変動に伴って、制御動作の停止と再開とが繰り返され、通信エラーを起こす可能性がある。

【 0 0 6 5 】

そこで、インピーダンス制御回路 3 1 が制御動作を停止するときのしきい値と制御動作を再開するときのしきい値とを変えることで、通信エラーを防ぐことができる。このような通信エラーの防止には、前述の受信電力比較部 2 9 b を用いる。第 1 のシュミットトリガ 2 9 b - 1 の 2 つのしきい値としては、整流回路 2 2 の出力電圧が低下するときのしきい値として  $V_L - V_2$  が設定され、整流回路 2 2 の出力電圧が上昇するときのしきい値として  $V_L$  が設定される。また、第 2 のシュミットトリガ 2 9 b - 2 の 2 つのしきい値としては、整流回路 2 2 の出力電圧が低下するときのしきい値として  $V_H$  が設定され、整流回路の出力電圧が上昇するときのしきい値として  $V_H + V_1$  が設定される。

20

【 0 0 6 6 】

図 9 は、シュミットトリガ 2 9 b - 1 の出力  $X$ 、シュミットトリガ 2 9 b - 2 の出力  $Y$ 、インバータ 2 9 b - 3 の出力  $Z$  及び OR 回路 2 9 b - 4 の出力  $OUT$  と整流回路 2 2 の出力電圧との関係を示す図である。図 2 のような回路構成とすることで、整流回路 2 2 の出力電圧が下限値  $V_L$  及び上限値  $V_H$  の第 1 の電圧許容範囲内に入った場合 ( $V_L < \text{整流回路の出力電圧} < V_H$ )、受信電力比較部 2 9 b (OR 回路 2 9 b - 4) の出力  $OUT$  は「H」レベルから「L」レベルに変わり、整流回路 2 2 の出力電圧が下限値  $V_L - V_2$  及び上限値  $V_H + V_1$  の第 2 の電圧許容範囲から外れた場合 (整流回路 2 2 の出力電圧  $> V_H + V_1$  または整流回路 2 2 の出力電圧  $< V_L - V_2$ )、受信電力比較部 2 9 b の出力  $OUT$  は「L」レベルから「H」レベルに変わる。

30

【 0 0 6 7 】

プログラム回路 3 0 は、制御動作中に受信電力比較部 2 9 b の出力  $OUT$  が「L」レベルに変わったとき、制御動作を停止し、動作停止後に出力電圧比較部 2 9 b の出力  $OUT$  が「H」レベルに変わったとき、制御動作を再開する。上記  $V_1$  および  $V_2$  を、質問装置 1 が振幅変調することで変動する整流回路 2 2 の出力電圧の変動幅より大きくなるように適切に設定することで、整流回路 2 2 の出力電圧が  $V_H$  または  $V_L$  の近傍で変動しても、制御動作の停止と再開とが繰り返されることがなくなる。

40

【 0 0 6 8 】

本発明は、容量調整回路 3 1 の電子スイッチ  $S$  を高速にオンまたはオフし、その結果の整流回路 2 2 の出力電圧を評価してアンテナ回路 2 0, 2 1 のインピーダンス (質問装置 1 から見た非接触応答装置 2 のインピーダンス) を高速に調整することが特徴である。電子スイッチ  $S$  のスイッチング周期を指定するスイッチングクロック信号は、スイッチングクロック生成回路 2 8 によって生成される。スイッチングクロック信号は、独立した自立発振回路によって生成されるクロック信号でもよいし、プログラム回路 3 0 に別途クロックが供給されて、それからカウンタ等によって生成されるクロック信号であっても差し支え

50

ない。

【0069】

しかし、通常的非接触通信システムの非接触応答装置2では、クロック生成回路27で生成される内部クロック信号は、キャリア周波数を抽出し、場合によっては分周することで生成される。したがって、このクロック信号を入力とし、分周してスイッチングクロック信号を生成する方が簡便でより好ましい。本実施の形態では、図2に示すように、スイッチングクロック生成回路28内の分周回路28aによってクロック信号を分周してスイッチングクロック信号を生成している。

【0070】

プログラム回路30は、受信電力検出回路29による出力電圧検出の結果を踏まえて電子スイッチSの制御を行うため、スイッチングクロック信号と同期して動作することが望ましい。スイッチングクロック信号の上限は、整流回路22に含まれる平滑容量素子の充電に要する時間によって制限される。平滑容量素子が充電に要する時間は、主として容量の値によって左右されるので一概に言えないものの、概略1 $\mu$ s程度である。

10

【0071】

したがって、スイッチングクロック信号の周波数が1MHzを超えると、整流回路22内の平滑容量素子が十分に充電しないうちに、受信電力検出回路29及びプログラム回路30による出力電圧評価のプロセスが始まることになるため、インピーダンス制御が不正確になって好ましくない。また、逆にスイッチングクロック信号が低速になると、インピーダンス制御に要する時間が長くなって、応答のオーバーヘッドが長くなる。

20

【0072】

非接触通信システムの通信速度は、例えば近接型ICカードの場合で106~212kbp/s、近傍型ICカードの場合で6~26kbp/sである。応答に対するオーバーヘッドは相対的なものであるため、システムの通信速度に応じてスイッチングクロック信号の周波数の下限を決めればよいが、このような通信速度と比較して著しく遅くなることは好ましくない。

【0073】

電子スイッチSのスイッチング動作が所定の電圧状態になるまで繰り返し行われることも考慮すると、スイッチングクロック信号の周波数は1kHz以上であることが望ましい。そして、整流回路22内の平滑容量素子の充電が終了したときに直ちに整流回路22の出力電圧を評価することが好ましく、したがって100kHz以上、500kHz以下がより好ましい。

30

【0074】

また、容量調整回路31内の容量切替回路の個数は、あまり少ないと、1つの電子スイッチSの状態変化による整流回路22の出力電圧変化が大きくなって動作が不安定になるという理由と、整流回路22の出力電圧を電圧設定値V<sub>H</sub>に低下させるときにオーバーシュートが生じて出力電圧が非接触応答装置2の各構成回路の最低必要電圧を下回って動作不良を起こす危険性があるという理由と、図8のような周回動作を考慮すると3個以上がよいという理由から、3個以上がよい。

【0075】

また、容量切替回路の個数が、あまり多くなると、1つの電子スイッチSによる整流回路22の出力電圧変化がノイズと同等レベルになって、最適化が困難になるため、最大100個以下がよい。より好ましくは5個以上、30個以下である。

40

【0076】

本発明は、非接触で通信を行う携帯可搬の電子非接触応答装置なら、どのようなものであっても差し支えなく、RFタグ、携帯情報端末などにも利用できる。しかし、より有用な適用領域はICカードであり、その中でも近接型ICカードおよび近傍型ICカードはもっとも有用である。そこで、以降は、質問装置1をISO/IEC14443に記述されているタイプBのリーダーライタとし、非接触応答装置2を同タイプBの近接型ICカードとして、本実施の形態の非接触通信システムをより詳細に説明する。

50

## 【 0 0 7 7 】

図 1 0 はプログラム回路 3 0 の制御アルゴリズムを示すフローチャート図、図 1 1 はインピーダンス制御回路 3 3 によるインピーダンス制御の動作を示すフローチャート図である。ここでは、容量調整回路 3 1 内の容量切替回路の個数を 2 0 個とする。また、定電圧回路 2 3 の出力電圧を 2 V とし、電圧設定値  $V_{H2}$  を 6 V、 $V_H$  を 7 V、 $V_L$  を 4 V とし、スイッチングクロック信号の周波数を 3 3 3 k H z とする。

## 【 0 0 7 8 】

質問装置（リーダーライタ）1 には非接触応答装置（カード）2 を固定するスロットがあり、そこに非接触応答装置 2 を挿入することで、質問装置 1 と非接触応答装置 2 の相対的な位置関係が固定される。

10

このような非接触通信システムを用いると、非接触応答装置 2 を質問装置 1 のスロットに挿入したとき、受信電力量が 0 の段階で質問装置 1 からの給電を受けることになるので、プログラム回路 3 0 は、初期化状態と認識して（図 1 0 ステップ 1 0 1）、インピーダンス制御を開始し（ステップ 1 0 2）、受信電力量を  $P_{H2}$  レベルにする。

## 【 0 0 7 9 】

このときのインピーダンス制御を図 1 1 を用いて説明すると、プログラム回路 3 0 は、ターゲットとする電圧設定値  $V_s$  を  $V_{H2}$  とし（図 1 1 ステップ 2 0 1）、現在の容量調整回路 3 1 の電子スイッチ  $S$  の状態を認識して（ステップ 2 0 2）、スイッチングクロック信号の周期分待機する（ステップ 2 0 3）。以上の動作は、図 4 で説明したキャリア波受信時の動作に相当する。

20

## 【 0 0 8 0 】

次に、受信電力検出回路 2 9 は、整流回路 2 2 の出力電圧  $V(i)$  を検出する（ステップ 2 0 4）。プログラム回路 3 0 は、スイッチングクロックの周期分待機した後、受信電力検出回路 2 9 の検出結果に基づいて、出力電圧  $V(i)$  が電圧設定値  $V_s$  以上で、かつ電圧設定値  $V_s$  に電圧制御マージン を加えた電圧以下かどうかを判定する（ステップ 2 0 5）。

## 【 0 0 8 1 】

ステップ 2 0 5 で判定  $Y E S$  の場合、プログラム回路 3 0 は、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路 2 5 に出力し（ステップ 2 1 6）、容量調整回路 3 1 の現在の電子スイッチ  $S$  の状態を固定して（ステップ 2 1 7）、インピーダンス制御を停止する。

30

## 【 0 0 8 2 】

一方、ステップ 2 0 5 で判定  $N O$  の場合、プログラム回路 3 0 は、次に制御する電子スイッチ  $S$  を選択して（ステップ 2 0 6）、選択した電子スイッチ  $S$  をオンさせるようスイッチ制御回路 3 2 に指示を出す。この指示に応じて、スイッチ制御回路 3 2 は、選択された電子スイッチ  $S$  をオンさせる制御信号  $C T L$  を容量調整回路 3 1 に出力する（ステップ 2 0 7）。そして、プログラム回路 3 0 は、スイッチングクロックの周期分待機する（ステップ 2 0 8）。

## 【 0 0 8 3 】

次に、受信電力検出回路 2 9 は、整流回路 2 2 の出力電圧  $V(i+n)$  を検出し（ステップ 2 0 9）、スイッチングクロックの周期分待機したプログラム回路 3 0 は、受信電力検出回路 2 9 の検出結果に基づいて、現在の出力電圧  $V(i+n)$  から 1 スwitchングクロック前の出力電圧  $V(i)$  を引いた値が 0 以上かどうかを判定する（ステップ 2 1 0）。

40

## 【 0 0 8 4 】

ステップ 2 1 0 において判定  $Y E S$  の場合、プログラム回路 3 0 は、電圧設定値  $V_s$  から出力電圧  $V(i+n)$  を引いた値が 0 以上かどうかを判定する（ステップ 2 1 1）。ステップ 2 1 1 において判定  $Y E S$  の場合、プログラム回路 3 0 は、ステップ 2 0 5 に戻る。すなわち、整流回路 2 2 の出力電圧が 1 スwitchングクロック前よりも上昇して、かつ出力電圧が電圧設定値  $V_s = V_{H2}$  に達していない場合には、ステップ 2 0 5 ~ 2 1 2 の処理が繰り返されることになる。

50

## 【 0 0 8 5 】

一方、ステップ 2 1 0 において判定 N O の場合、プログラム回路 3 0 は、電圧設定値  $V_s$  から出力電圧  $V(i+n)$  を引いた値が 0 以上かどうかを判定する (ステップ 2 1 3)。ステップ 2 1 3 において N O の場合、プログラム回路 3 0 は、ステップ 2 1 2 に進む。

## 【 0 0 8 6 】

また、ステップ 2 1 3 において判定 Y E S の場合、プログラム回路 3 0 は、ステップ 2 1 5 で  $n = n \times (-1)$  を実行した後に、ステップ 2 0 5 に戻る。ステップ 2 1 5 は、直前にオンした電子スイッチ S をステップ 2 0 6 でオフにするための処理であり、図 8 における時刻  $t_6$  の処理を実行するためのものである。

## 【 0 0 8 7 】

以上のインピーダンス制御により、整流回路 2 2 の出力電圧が電圧設定値  $V_s = V_{H2} = 6V$  以上になると (図 1 0 ステップ 1 0 3、図 1 1 ステップ 2 0 5)、プログラム回路 3 0 は、インピーダンス制御を停止して、容量調整回路 3 1 の現在の電子スイッチ S の状態を固定し (図 1 0 ステップ 1 0 4、図 1 1 ステップ 2 1 7)、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路 2 5 に出力する (ステップ 1 0 5)。

## 【 0 0 8 8 】

そして、プログラム回路 3 0 は、内部ロジック回路 2 5 の CPU 2 5 a からの通信ステータスを待つ待機状態となる (ステップ 1 0 6)。

整流回路 2 2 の出力電圧が 0 の状態から、6 V になるまでに本実施の形態では  $200 \mu s$  を要した。

## 【 0 0 8 9 】

次に、プログラム回路 3 0 からのステータスを受けた CPU 2 5 a は、衝突防止プロトコルに対応するために、不揮発メモリ 2 5 d の所定のアドレスから、必要なデータを読み出して、所定のレジスタに格納して、初期化処理を実行する。CPU 2 5 a は、初期化処理の終了後、初期化処理が終了したことを示す通信ステータスをプログラム回路 3 0 に出力し、以後はアイドル状態となって、質問装置 1 からの質問を待つ待機状態となる (ステップ 1 0 7)。

## 【 0 0 9 0 】

CPU 2 5 a からの通信ステータスを受けたプログラム回路 3 0 は、インピーダンス制御を開始し (ステップ 1 0 8)、受信電力量を P L レベルにする。すなわち、プログラム回路 3 0 は、整流回路 2 2 の出力電圧が低下するように容量調整回路 3 1 の電子スイッチ S を制御し、出力電圧が電圧設定値  $V_s = V_L = 4V$  を下回らない範囲で設定値  $V_s$  付近になったとき (ステップ 1 0 9)、インピーダンス制御を停止して、容量調整回路 3 1 の現在の電子スイッチ S の状態を固定し (ステップ 1 1 0)、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路 2 5 に出力する (ステップ 1 1 1)。

## 【 0 0 9 1 】

そして、プログラム回路 3 0 は、内部ロジック回路 2 5 からのステータスを待つ待機状態となる (ステップ 1 1 2)。

整流回路 2 2 の出力電圧が 6 V から 4 V に低下するまでに、本実施の形態では  $100 \mu s$  を要しなかった。

## 【 0 0 9 2 】

次に、内部ロジック回路 2 5 の CPU 2 5 a は、復調回路 2 4 によって復調されたコマンドから抽出した ID が自装置の ID である場合、前記コマンドが自装置への質問であると認識して、質問に対する内部演算処理を開始する前に、自装置への質問を受信したことを示す通信ステータスをプログラム回路 3 0 に出力する (ステップ 1 1 3)。

## 【 0 0 9 3 】

CPU 2 5 a からの通信ステータスを受けたプログラム回路 3 0 は、インピーダンス制御を開始し (ステップ 1 1 4)、受信電力量を P H レベルにする。すなわち、プログラム回路 3 0 は、整流回路 2 2 の出力電圧が上昇するように容量調整回路 3 0 の電子スイッチ S を制御し、出力電圧が電圧設定値  $V_s = V_H = 7V$  以上、 $V_s +$  以下の範囲で設定値 V

10

20

30

40

50

s 付近になったとき(ステップ115)、インピーダンス制御を停止して、容量調整回路31の現在の電子スイッチSの状態を固定し(ステップ116)、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路25に出力する(ステップ117)。

【0094】

そして、プログラム回路30は、内部ロジック回路25からのステータスを待つ待機状態となる(ステップ118)。

整流回路22の出力電圧が4Vから7Vに上昇するのに要した時間は、100μs以内であった。

プログラム回路30からのステータスを受けたCPU25aは、質問に対する内部演算処理を開始して、応答波を質問装置1に送信した後、応答処理が終了して待機状態になったことを示す通信ステータスをプログラム回路30に出力する(ステップ119)。

10

【0095】

CPU25aからのステータスを受けたプログラム回路30は、インピーダンス制御を開始し(ステップ120)、整流回路22の出力電圧が低下するように容量調整回路31の電子スイッチSを制御し、出力電圧が電圧設定値 $V_s = V_L$ を下回らない範囲で設定値 $V_s$ 付近になったとき(ステップ121)、インピーダンス制御を停止して、容量調整回路31の現在の電子スイッチSの状態を固定し(ステップ122)、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路25に出力する(ステップ123)。

そして、プログラム回路30は待機状態となる(ステップ124)。

以後、ステップ113~124の処理が繰り返される。

20

【0096】

質問装置1との初期応答処理においては、アトリビュートコマンドにより質問装置1からIDが付与される。IDが付与された後は、通常の伝送モードとなる。ICカードでは、アトリビュートを完了して、カードがアクティブになってからを伝送モードと呼ぶが、応答の高速性が要求されるのは、リクエスト信号に対する応答の部分だけであり、アトリビュートコマンドに対する応答の時間的制限は、伝送モードと同等になるので、本発明の電力制御の観点からは、アトリビュート以降においては伝送モードと同様な制御を行うことで差し支えない。

【0097】

【発明の効果】

30

本発明によれば、質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御回路を設け、このインピーダンス制御回路が、自装置が質問装置からの質問データを待つ待機状態になったとき、質問装置からの受信電力量が質問データの認識に最低限必要な電力量 $P_L$ となるようアンテナ回路の受電効率を低下させ、自装置に対する質問データを受信したとき、受信電力量が応答波の生成・送信に最低限必要な電力量 $P_H$ ( $P_L < P_H$ )となるようアンテナ回路の受電効率を増大させることにより、非接触応答装置の伝送モードにおける電力消費量を適切な量に設定することができ、待機状態における非接触応答装置の電力消費量を低減することができるので、非接触通信システムにおける電力消費の効率を向上させることができる。また、待機状態における非接触応答装置の電力消費量を低減させる結果、非接触応答装置の発熱を抑制することができる。また、電力の分配を効率良く行えることから、質問装置から複数の非接触応答装置に対して質問を同時に発するようになれば、従来よりも多くの非接触応答装置をコマンド処理状態にすることができる。

40

【0098】

また、自装置が質問装置からの電力供給を受け始めたとき、インピーダンス制御回路が、内部ロジック回路による初期化処理の前に、質問装置からの受信電力量が初期化処理に最低限必要な電力量 $P_{H2}$ ( $P_L < P_{H2} < P_H$ )となるようアンテナ回路の受電効率を増大させることにより、非接触応答装置の初期化処理の際の電力消費量を適切な量に設定することができ、非接触通信システムにおける電力消費の効率を向上させることができる。

【0099】

50

また、インピーダンス制御回路が、受信電力量を  $P_L$ 、 $P_H$  又は  $P_{H2}$  にするとき、整流回路の出力電圧を検出して、この出力電圧が  $P_L$ 、 $P_H$  又は  $P_{H2}$  に対応する電圧設定値  $V_L$ 、 $V_H$  又は  $V_{H2}$  ( $V_L < V_{H2} < V_H$ ) となるよう自装置のインピーダンス制御を行うことにより、整流回路の出力電圧に基づいて質問装置からの受信電力量を検出することができ、インピーダンス制御回路による受信電力量の制御を容易に実現することができる。

**【0100】**

また、インピーダンス制御回路を、容量素子と電子スイッチとを直列に接続した容量切替回路をアンテナ回路と並列に複数個配置した容量調整回路と、整流回路の出力電圧を検出する受信電力検出回路と、整流回路の出力電圧が所望の電圧設定値になるように、容量調整回路の各電子スイッチの状態を決定するプログラム回路と、このプログラム回路の決定に従って容量調整回路の各電子スイッチのオン/オフを制御するスイッチ制御回路とから構成することにより、質問装置から見た自装置のインピーダンスを容易に変化させることができ、インピーダンス制御を動的に行って、質問装置からの受信電力量を制御するインピーダンス制御回路を容易に実現することができる。

10

**【0101】**

また、電子スイッチのスイッチングクロックを生成するスイッチングクロック生成回路をインピーダンス制御回路に設け、プログラム回路による電子スイッチの状態決定と、スイッチ制御回路による電子スイッチの制御と、受信電力検出回路による整流回路の出力電圧検出とを1スイッチングクロック毎に繰り返し行うことにより、インピーダンスを段階的に変化させて、整流回路の出力電圧を所望の電圧設定値に漸近させることにより、整流回路の出力電圧を所望の電圧設定値に正確、かつ容易に設定することができる。

20

**【0102】**

また、プログラム回路が、整流回路の出力電圧が所望の電圧設定値になったときに、電子スイッチの状態を固定し、インピーダンス制御を停止したことを示すステータスを内部ロジック回路に出力することにより、内部ロジック回路は、受信電力量が現在の状態に必要な電力量になったことを認識することができる。

**【0103】**

また、内部ロジック回路が通信ステータスをプログラム回路に出力することにより、プログラム回路は、整流回路の出力電圧が通信ステータスに応じた電圧設定値となるようインピーダンス制御を行うことができる。すなわち、内部ロジック回路が、初期化処理が終了したことを示す通信ステータス又は待機状態になったことを示す通信ステータスを出力することにより、プログラム回路は、整流回路の出力電圧が初期化処理の終了時点または待機状態にとって望ましい電圧設定値  $V_L$  となるようインピーダンス制御を行うことができる。また、内部ロジック回路が、自装置に対する質問データを受信したことを示す通信ステータスを出力することにより、プログラム回路は、整流回路の出力電圧が応答波の生成・送信にとって望ましい電圧設定値  $V_H$  となるようインピーダンス制御を行うことができる。

30

**【0104】**

また、容量切替回路の個数を3個以上100個以下とすることにより、1つの電子スイッチの状態変化による整流回路の出力電圧変化を適切な量にすることができ、整流回路の出力電圧を低下させるときに出力電圧が非接触応答装置の各回路の最低必要電圧を下回って動作不良を起こすという危険性を回避することができる。

40

**【0105】**

また、スイッチングクロックの周波数を1kHz以上1MHz以下とすることにより、質問装置から見た自装置のインピーダンスを変化させるインピーダンス制御とこれに付随する整流回路の出力電圧検出とを正確に実行でき、かつインピーダンス制御に要する時間を短くして、質問装置に応答を返すまでの時間を短くすることができる。

**【0106】**

また、シャント型レギュレータからなる定電圧回路を整流回路の後段に設けることにより

50

、整流回路から見た定電圧回路以降の回路全体の負荷が内部ロジック回路の動作状態に関わらず一定となるので、整流回路の出力電圧に基づいて質問装置からの受信電力量を検出することができ、インピーダンス制御回路による受信電力量の制御が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態とな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】 本発明の実施の形態における非接触応答装置のインピーダンス制御回路の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 3】 伝送モードにおける質問装置と非接触応答装置との通信及び非接触応答装置の受信電力量を時系列的に表したタイミングチャート図である。

【図 4】 初期化モードにおける非接触応答装置の受信電力量を時系列的に表したタイミングチャート図である。

【図 5】 本発明の実施の形態における非接触応答装置の容量調整回路の構成を示す回路図である。

【図 6】 プログラム回路及びスイッチ制御回路による容量調整回路のスイッチ制御と整流回路の出力電圧との関係の 1 例を示す図である。

【図 7】 プログラム回路及びスイッチ制御回路による容量調整回路のスイッチ制御と整流回路の出力電圧との関係の他の例を示す図である。

【図 8】 プログラム回路及びスイッチ制御回路による容量調整回路のスイッチ制御と整流回路の出力電圧との関係の他の例を示す図である。

【図 9】 受信電力検出回路の受信電力比較部内の各回路の出力と整流回路の出力電圧との関係を示す図である。

【図 10】 プログラム回路の制御アルゴリズムを示すフローチャート図である。

【図 11】 インピーダンス制御回路によるインピーダンス制御の動作を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

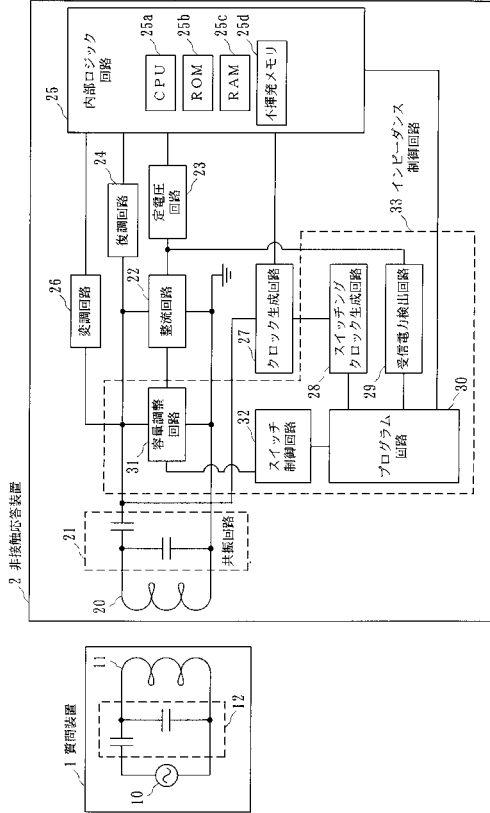
1 ... 質問装置、2 ... 非接触応答装置、10 ... キャリア波発生回路、11 ... アンテナ、12 ... 共振回路、20 ... アンテナ、21 ... 共振回路、22 ... 整流回路、23 ... 定電圧回路、24 ... 復調回路、25 ... 内部ロジック回路、26 ... 変調回路、27 ... クロック生成回路、28 ... スイッチングクロック生成回路、29 ... 受信電力検出回路、30 ... プログラム回路、31 ... 容量調整回路、32 ... スイッチ制御回路、33 ... インピーダンス制御回路、25a ... CPU、25b ... ROM、25c ... RAM、25d ... 不揮発メモリ、28a ... 分周回路、29a ... 受信電力変動検出部、29b ... 受信電力比較部、29a-1 ... サンプルホールド回路、29a-2 ... コンパレータ、29b-1、29b-2 ... シュミットトリガ、29b-3 ... インバータ、29b-4 ... OR 回路、C1、C2、Cv1 ~ Cv i ... 容量素子、S ... 電子スイッチ。

10

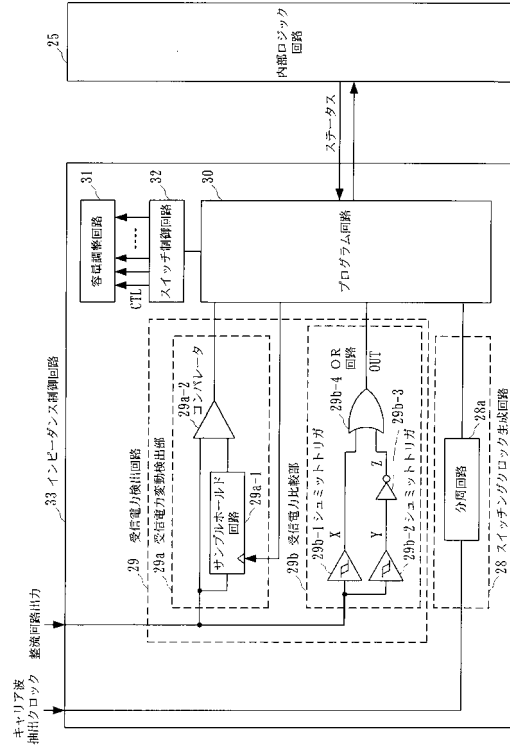
20

30

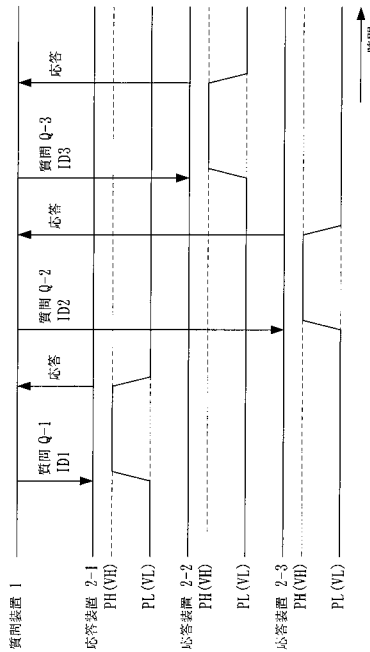
【 図 1 】



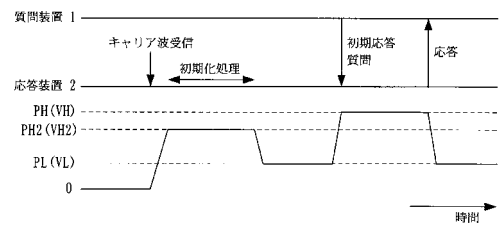
【 図 2 】



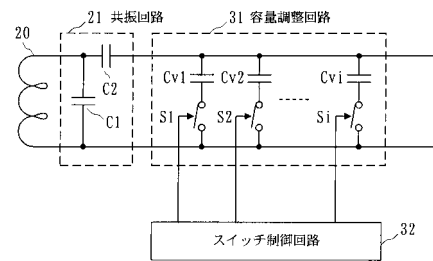
【 図 3 】



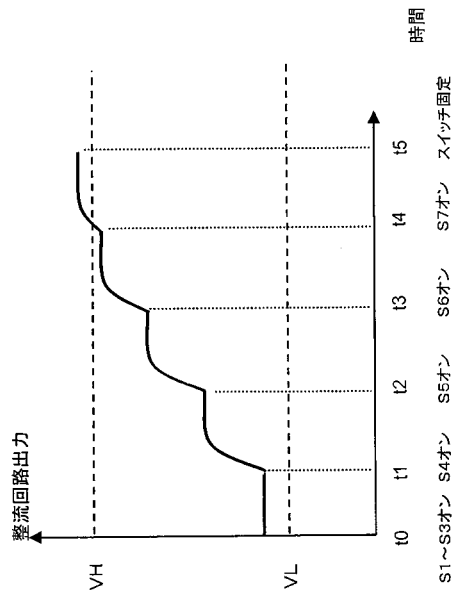
【 図 4 】



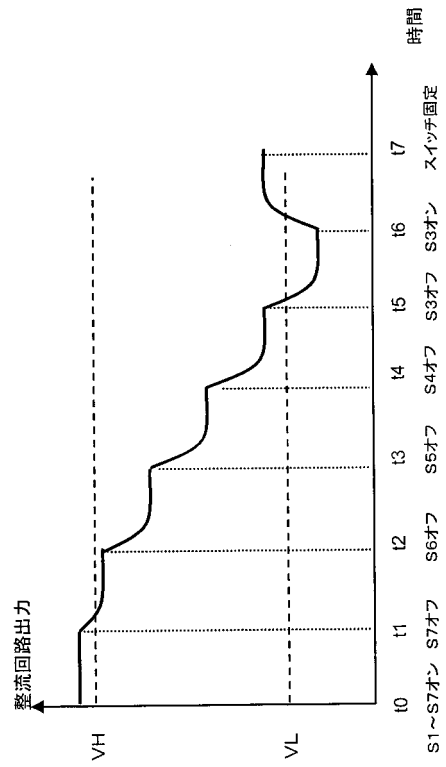
【 図 5 】



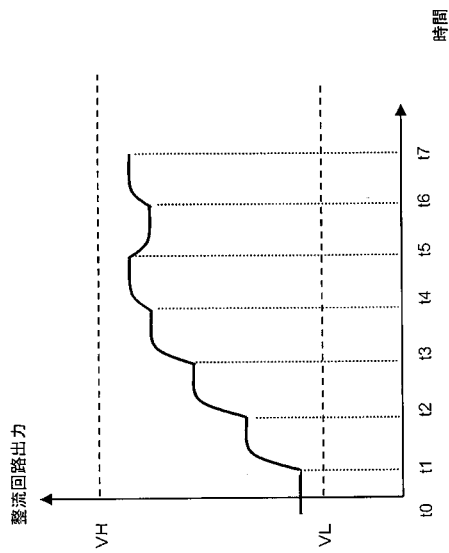
【 図 6 】



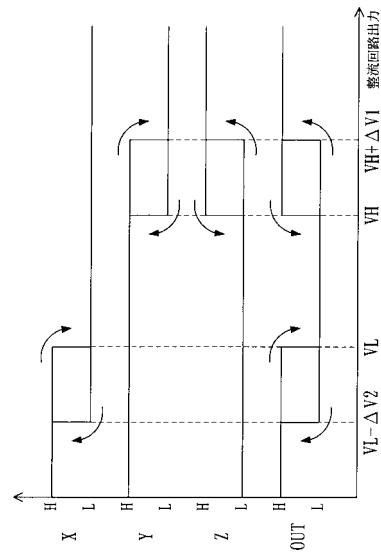
【 図 7 】



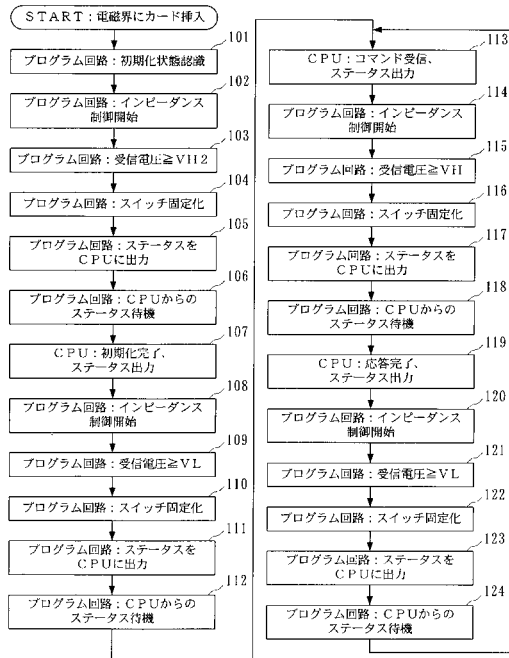
【 図 8 】



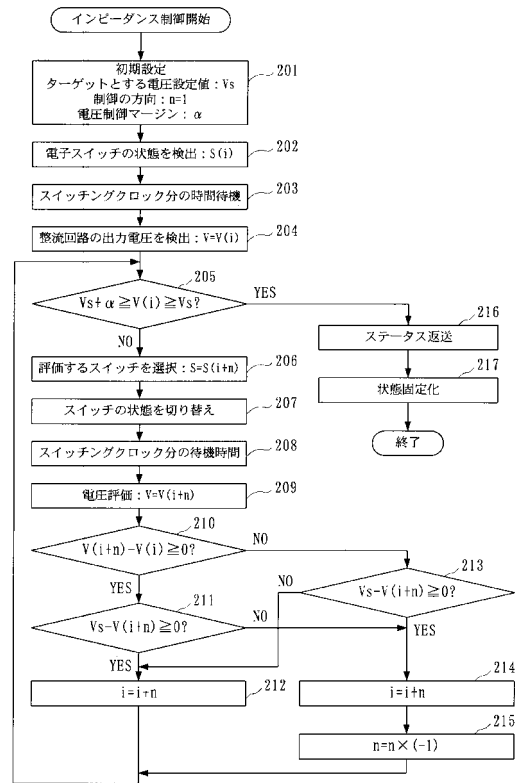
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 寺田 純

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 江口 能弘

(56)参考文献 特開平10-261060(JP,A)

特開平11-025238(JP,A)

特開平04-032988(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H04B 5/02

H04B 1/59

B42D 15/10 521

G06K 17/00

G06K 19/07