

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-196031

(P2012-196031A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012. 10. 11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 17/00 B	5B058
G06K 17/00 (2006.01)	H02J 17/00 X	5K012
H04B 5/02 (2006.01)	G06K 17/00 F	
	H04B 5/02	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2011-57375 (P2011-57375)	(71) 出願人	509189444
(22) 出願日	平成23年3月16日 (2011. 3. 16)		日立コンシューマエレクトロニクス株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目2番1号
		(74) 代理人	100100310
			弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(74) 代理人	100091720
			弁理士 岩崎 重美
		(72) 発明者	市川 勝英
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所コンシューマエレクトロニクス研究所内
		Fターム(参考)	5B058 CA17 CA23
			5K012 AB03 AC06 AE13 BA02

(54) 【発明の名称】 非接触電力伝送システム、受電装置、及び送電装置

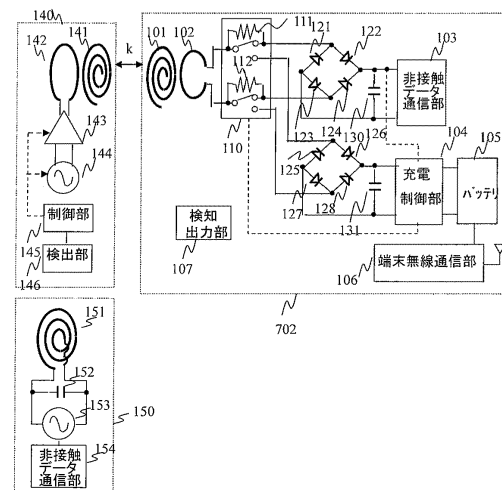
(57) 【要約】 (修正有)

【図1】

【課題】非接触通信と非接触による送電を受電するアンテナを搭載した小型の携帯端末装置を提供する。

【解決手段】給電コイル142と磁気共鳴コイル141からなる1次側コイルと、負荷コイル102からなる2次側コイルからなり、コイルの巻き線間の寄生容量とコイルの自己インダクタンスにより決まる前記磁気共鳴コイル141の自己共振周波数で前記給電コイル142より給電し、前記2次側コイルの負荷コイル102から磁気的結合により非接触で給電された電力を取り出す構成の非接触電力伝送システムにおいて、前記給電コイル142と磁気共鳴コイル141の結合と前記磁気共鳴コイル141と負荷コイル102の結合に磁気的結合を利用して非接触で電力を伝送する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

給電コイルと磁気共鳴コイルからなる 1 次側コイルと、負荷コイルからなる 2 次側コイルからなり、コイルの巻き線間の寄生容量とコイルの自己インダクタンスにより決まる前記磁気共鳴コイルの自己共振周波数で前記給電コイルより給電し、前記 2 次側コイルの負荷コイルから磁氣的結合により非接触で給電された電力を取り出す構成の非接触電力伝送システムにおいて、前記給電コイルと磁気共鳴コイルの結合と前記磁気共鳴コイルと負荷コイルの結合に磁氣的結合を利用して非接触で電力を伝送することを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 2】

給電コイルと磁気共鳴コイルからなる 1 次側コイルと、負荷コイルからなる 2 次側コイルからなり、コイルの巻き線間の寄生容量とコイルの自己インダクタンスにより決まる前記磁気共鳴コイルの自己共振周波数で前記給電コイルより給電し、前記 2 次側コイルの負荷コイルから磁氣的結合により非接触で給電された電力を取り出す構成の非接触電力伝送システムにおいて、前記 2 次側コイルの負荷コイルに少なくとも直列接続か並列接続により負荷コイルのインダクタンスと共振する共振回路を付加したことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 3】

請求項 2 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記給電コイルの給電により前記磁気共鳴コイルが並列共振現象を起こして発生した磁界を前記負荷コイルの直列共振現象が並列共振現象を利用して磁氣的に結合して非接触で電力を取り出せるようにしたことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記磁気共鳴コイルは両端が電氣的に接続されない構成であって、主に前記磁気共鳴コイルの巻き線間の寄生容量と前記磁気共鳴コイルの自己インダクタンスにより並列共振回路を形成することにより、前記磁気共鳴コイルの共振周波数の前後で前記磁気共鳴コイルより発生する磁界の位相が 180 度異なるようにしたことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記磁気共鳴コイルの両端に共鳴容量を接続し前記磁気共鳴コイルと共鳴容量により並列共振回路を構成することにより、前記磁気共鳴コイルの共振周波数の前後で前記磁気共鳴コイルより発生する磁界の位相が 180 度異なるようにしたことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 6】

請求項 2 乃至 5 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記 2 次側コイルの負荷コイルに共振する容量が直列に接続された場合は、共振容量と並列にスイッチ素子を付加し、前記 2 次側コイルの負荷コイルに共振する容量が並列に接続された場合は、共振容量と直列にスイッチ素子を付加し、スイッチ素子をオンした場合とオフした場合とで受信電力を比較し受信電力が大きいほうにスイッチ素子を切り替えて電力を伝送することを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 7】

給電コイルと磁気共鳴コイルからなる 1 次側コイルと、少なくとも負荷コイルからなる 2 次側コイルからなり、コイルの巻き線間の浮遊容量とコイルの自己インダクタンスにより決まる前記磁気共鳴コイルの自己共振周波数で前記給電コイルより給電し、前記 2 次側コイルの負荷コイルから磁氣的結合により非接触で給電された電力を取り出す構成の非接触電力伝送システムにおいて、前記磁気共鳴コイルは、自己共振周波数が異なる少なくとも 2 つ以上のコイルからなり、前記給電コイルより前記複数の磁気共鳴コイルに給電することを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 8】

請求項 7 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記 2 次側コイルに請求項 1 乃至 5

10

20

30

40

50

記載の２次側コイルを用いたことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 9】

請求項 8 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記負荷コイルと共振容量との共振周波数が、前記複数設けた磁気共鳴コイルの自己共振周波数の最も低い周波数と最も高い周波数の間であることを特徴とした非接触電力伝送システム。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記負荷コイルのインダクタンス値が前記磁気共鳴コイルのインダクタンス値よりも小さく、前記給電コイルのインダクタンス値よりも大きくしたことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記磁気共鳴コイルと負荷コイル間の距離より前記給電コイルと負荷コイル間の距離が近くなるように配置したことを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記１次側コイルと２次側コイルにそれぞれ変復調回路を接続し、１次側コイルから２次側コイルに電力を伝送するとともに、前記１次側コイルからの送信電力信号に変調信号を重畳させることにより、１次側コイルと２次側コイル間で通信を行うことを特徴とする通信手段を有した非接触電力伝送システム。

【請求項 13】

請求項 12 記載の通信手段を有した非接触電力伝送システムにおいて、少なくとも前記２次側コイルから１次側コイルへの通信に負荷変調方式を用いたことを特徴とする通信手段を有した非接触電力伝送システム。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 11 記載の非接触電力伝送システムにおいて、前記１次側コイルと２次側コイルにそれぞれ通信回路を設けることにより、１次側コイルから２次側コイルに電力を伝送するとともに、前記１次側コイルと２次コイル間で通信を行う構成であって、電力を伝送する周波数と通信を行う周波数が異なることを特徴とする通信手段を有した非接触電力伝送システム。

【請求項 15】

少なくとも電力を非接触で送電する送電装置と前記送電装置からの非接触で送電された電力を受電する受電装置より構成される非接触電力伝送システムであって、前記受電装置は少なくとも互いが磁氣的に結合しあう共振コイルと負荷コイルからなり、前記共振コイルと第１の周波数で共振する第１の共振回路を接続するとともに、フィルタを介し第２の周波数で共振する第２の共振回路を接続し第１の出力端子を設け、前記フィルタは前記第２の周波数の信号を通過させ、前記第１の周波数の信号の通過を阻止する構成であり、前記第１の出力端子からは前記第２の周波数の信号を出力し、前記負荷コイルは、前記共振コイルから磁氣的に結合することで前記第１の周波数の信号を出力することを特徴とする受電装置。

【請求項 16】

少なくとも電力を非接触で送電する送電装置と前記送電装置からの非接触で送電された電力を受電する受電装置より構成される非接触電力伝送システムであって、前記送電装置は少なくとも互いが磁氣的に結合しあう給電コイルと共振コイルからなり、前記共振コイルと第１の周波数で共振する第１の共振回路を接続するとともに、フィルタを介し第２の周波数で共振する第２の共振回路を接続し第１の入力端子を設け、前記フィルタは前記第２の周波数の信号を通過させ、前記第１の周波数の信号の通過を阻止する構成であり、前記第１の入力端子からは前記第２の周波数の信号を給電し、前記給電コイルからは、前記第１の周波数の信号を給電することを特徴とする送電装置。

【請求項 17】

認証、データの読み書きを行なうためのデータ伝送を非接触で行なう第１の非接触通信

10

20

30

40

50

装置と、受電装置に送電するための送電電力を非接触で送電する送電装置と、前記非接触通信装置と非接触で通信を行なう第２の非接触通信手段と前記送電装置から送電された送電電力を非接触で受電する受電手段と、非接触通信を行うためのアンテナと前記送電装置から送電された電力を受電するためのアンテナコイルを共用化した受電装置からなり、

前記受電装置の受電手段は、送電電力を受電する受電コイルと並列に第１の共振回路を接続するとともに、第２の共振回路を第１のフィルタ回路を介し直列あるいは並列に接続した後、整流手段により整流して電力を取り出す構成であり、前記第２の非接触通信手段は、前記受電コイルと磁気的に結合するように負荷コイルを受電コイルに近接して設け、前記負荷コイルには第２のフィルタ回路を介し、前記第１の非接触通信装置と通信を行うための変復調回路を設けた構成であって、

10

前記第１の共振回路は前記受電コイルのインダクタンス値と非接触通信を行う信号周波数で共振し、前記第２の共振回路は前記受電コイルと非接触で電力の伝送を行う周波数で共振する容量値の容量であり、前記第１のフィルタ回路は非接触で電力の伝送を行う周波数は通過させ、非接触通信を行う信号周波数は通過を阻止し、前記第２のフィルタ回路は非接触通信を行う信号周波数は通過させ、非接触で電力を伝送を行う周波数では通過を阻止する構成であることを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項１８】

請求項１７記載の非接触電力伝送システムにおいて、送電電力を非接触で送電する周波数は、非接触通信装置からの通信信号周波数に対して低い周波数であって、前記第１のフィルタ回路にローパスフィルタを、前記第２のフィルタ回路にハイパスフィルタを用いた構成であり、第１の共振回路と第２の共振回路が容量であることを特徴とする非接触電力伝送システム。

20

【請求項１９】

請求項１１乃至１８記載の非接触電力伝送システムにおいて、認証、データの読み書きを行なうためのデータ伝送を非接触で行なう非接触通信装置が質問器であり、前記受電装置に含まれる非接触通信手段が応答器であることを特徴とする非接触電力伝送システム。

【請求項２０】

請求項１１乃至１９記載の非接触電力伝送システムにおいて、認証、データの読み書きを行なうためのデータ伝送を非接触で行なう第１の非接触通信装置と、受電装置に送電するための送電電力を非接触で送電する送電装置と、

30

前記非接触通信装置と非接触で通信を行なう第２の非接触通信手段と前記送電装置から送電された送電電力を非接触で受電する受電手段からなる受電装置からなり、

前記第２の非接触通信手段は、第１の質問器と第１の応答器を兼ね備えた構成であって、前記第１の非接触通信装置が第２の質問器のときは、前記第２の質問器からの信号を受信した場合、前記第１の応答器をオン状態として、第２の質問器からの質問データ信号に対応した応答データ信号を送信し、前記第１の非接触通信装置が第２の応答器のときは、前記第１の質問器をオン状態として、前記第２の応答器に質問データ信号を送信するとともに、第２の応答器からの応答データ信号の受信を行うことを特徴とする非接触電力伝送システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、非接触データ通信手段および磁気共振を利用した非接触電力伝送手段、装置とそれらの送受を行なうアンテナに関するものであり、非接触ＩＣカードやバッテリーを搭載した携帯機器への非接触による充電装置に適用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

本発明者が検討した技術として、非接触充電システムの従来技術に関しては、たとえば一例として図２４に示すような構成のものが考えられる。

50

【 0 0 0 3 】

図 2 4 は非接触による充電システムの従来技術の一例を示すブロック図であり、図のシステムは、鉄道の駅や店舗などの電力提供者側に設けられる送電装置 7 0 1 と、利用者が持っている携帯端末装置 7 0 2 とを含んで構成されている。本システムでは、携帯端末装置 7 0 2 が送電装置 7 0 1 により充電される。

【 0 0 0 4 】

送電装置 7 0 1 は、R F I D リーダなどの非接触型処理モジュール 7 1 3 と、非接触型送電モジュール 7 1 2 と、送電制御モジュール 7 1 1 とを含んで構成されている。

【 0 0 0 5 】

携帯端末装置 7 0 2 は、R F I D 等の非接触型処理動作のための非接触型処理モジュール 7 2 3 と、充電のための非接触型受電モジュール 7 2 2 と、充電の判断と制御を行なう受電制御モジュール 7 2 1 と、高速に充電可能な大容量蓄電モジュール 7 2 0 とを含んで構成されている。

【 0 0 0 6 】

図において、携帯端末 7 0 2 を所有している利用者が、駅や店舗などに設置された送電装置 7 0 1 に搭載されている非接触型処理モジュール 7 1 3 と携帯端末 7 0 2 に搭載されている非接触型処理モジュール 7 2 3 の間で電子決済等を行なうためにデータ伝送を行なっている際に、送電装置 7 0 1 に搭載されている非接触型送電モジュール 7 1 2 より端末側の非接触型送電モジュール 7 2 2 に非接触により電力を送電するとともに、非接触型送電モジュール 7 2 2 では、受電した電力を整流して高速大容量蓄電モジュール 7 2 0 に充電を行なう構成であり、図の送電制御モジュール 7 1 1 と受電制御モジュール 7 2 1 では、これらモジュール間での非接触による送電の制御を行なうとともに、高速大容量蓄電モジュール 7 2 0 に充電を行なう充電の制御を行なっている。

【 0 0 0 7 】

以上の構成では、非接触型処理モジュール 7 1 3、7 2 3 間で通信を行なっている間に携帯端末装置 7 0 2 の電源の充電を行なう構成であるため、携帯端末装置 7 0 2 の充電時間が減らせる上に、頻繁に非接触型処理モジュール 7 1 3、7 2 3 間で通信を行なえば、特に携帯端末装置 7 0 2 を充電しなくとも継続的に端末の利用が可能となる（たとえば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 8 】

さらに図 2 4 で示した非接触による通信や充電のための送電では、数 c m 以下の比較的近距离での非接触通信や非接触送電には、電磁誘導方式や磁気共鳴方式など磁気的な結合による伝送が一般的である。これは他の伝送方式として有力と考えられる電波による伝送方式は伝送の距離 r に反比例するのに対し、電磁結合による伝送の強さは、伝送距離 r の 2 乗に反比例するため、例えば伝送距離が 1 m よりも小さくなった場合、 $1 / r$ よりも $1 / (r^2)$ の項のほうが大きくなるためである。

【 0 0 0 9 】

このため、非接触による通信や充電のための送電に用いられる周波数は 1 0 0 k H z 帯から 1 0 数 M H z 程度の周波数が用いられ、これらの送受に用いられるアンテナとしては、磁気的な結合を強くするため、図 2 5 に示すように、数ターンから数十ターンのコイル状のアンテナを用いるのが一般的であり、図 2 4 で示した携帯端末に用いられる非接触通信や非接触による送電のような直径 4 c m 程度のコイル状のアンテナが用いられている（たとえば、非特許文献 1 参照）。

【 0 0 1 0 】

本発明者が検討したその他の技術として、非特許文献 2 および特許文献 2 に記載されたものが知られている。この非接触電力伝送システムに関しては、たとえば一例として図 2 6 に示すような構成のものが考えられる。

【 0 0 1 1 】

図 2 6 は非接触による電力伝送システムの従来技術の一例を示す構成図であり、非接触電力伝送システム 7 3 0 は高周波電源 7 3 1 と、高周波電源 7 3 1 に可変インピーダンス

10

20

30

40

50

回路 737 を介して接続された給電コイル 732 と共鳴コイル 733 により 1 次側コイルを構成し、共鳴コイル 734 と負荷コイル 735 により 2 次側コイルを構成し、負荷コイル 735 に接続された負荷 736 を備えている。

【0012】

さらに、共鳴コイル 733、734 にはそれぞれ共鳴容量 738、739 が接続されており、給電コイル 732、共鳴コイル 733、734、負荷コイル 735 は共鳴系 740 を構成する。また、高周波電源 731 の出力周波数には、共鳴系 740 の共鳴周波数に設定されている。

【0013】

インピーダンス可変回路 737 は、2 つの可変容量 741、742 とインダクタ 743 から構成されている。一方の可変容量 741 は高周波電源 731 に並列に接続され、他方の容量 742 は給電コイル 732 に並列に接続されている。インダクタ 743 は両可変容量 741、742 の間に接続されている。インピーダンス可変回路 737 は、可変容量 741、742 の容量が変換されることでそのインピーダンスが変更される。このインピーダンス可変回路 737 は共鳴系 740 の共鳴周波数における入力インピーダンスと高周波電源 731 側のインピーダンスが合うようにインピーダンスが調整される。可変容量 741、742 は回転軸がモータにより駆動することで容量を可変する公知の構成で、モータが制御装置 744 からの駆動信号により駆動される構成となっている。

【0014】

高周波電源 731 からインピーダンス可変回路 737 を介して給電コイル 732 に、共鳴系 740 の周波数で高周波電圧が出力され、給電コイル 732 に磁場が発生する。この磁場が共鳴コイル 733、734 による磁場共鳴により増強される。増強された共鳴コイル 734 付近の磁場から負荷コイル 735 により電磁誘導を利用して電力を取り出し負荷 736 に供給される。

【0015】

このとき、共鳴コイル 733、734 のコイル間距離が変化すると、共鳴系 740 の入力インピーダンスも変化する。このため、インピーダンス可変回路 737 がない場合、共鳴コイル 733、734 のコイル間距離によっては、インピーダンス整合が取れずに、高周波電源 731 への反射電力が生じ伝送効率が低下する。また別の見方をすると、コイル間距離により磁気共鳴現象が発生する周波数が変動するため、高周波電源 731 の出力周波数に対し、磁気共鳴周波数がずれると伝送損失が大きくなる。このため、高周波電源の周波数を伝送損失が最も小さくなる周波数にコイル間距離に対応して調整すればよいが送信周波数を変えると他の通信機器へ影響を与える恐れがあることから一般的ではない。このため、コイル間距離が変動して共鳴系 740 の入力インピーダンスが変動した場合は制御装置 744 により、可変容量 741、742 を調整してインピーダンス整合を取るようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献 1】特開 2006 - 353042 号公報 図 1

【特許文献 2】特開 2010 - 141976 号公報 図 1

【非特許文献】

【0017】

【非特許文献 1】日経ビジネス 2009 年 1 月 26 日号 78 ページ、日経 B P 社

【非特許文献 2】N I K K E I E L E C T R O N I C S 2007.12.3 117 項 ~ 128 項

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

ところで、上記図 24 で示した従来技術の充電システムでは、非接触通信と非接触によ

10

20

30

40

50

る送電を個々に用いられているため、それぞれ、直径4 cm程度のコイル状のアンテナが必要となる。このため、特に小型化の要求が高い携帯端末に図24で示したような充電システムを搭載しようとした場合、上述のコイル状のアンテナを2素子内蔵する必要があるため、携帯端末装置の小型化が難しいという課題を有していた。

【0019】

さらに、上記図24で示した従来技術の充電システムでは、非接触による送電では、非接触部の伝送損失が大きいと送電装置の効率が低下し消費電力が増えることから、近距離(数cm以下)で比較的高い効率が得られる電磁誘導方式が一般的であるが、逆に伝送距離がある程度大きくなると(例として1~2 cm程度)伝送効率が急激に劣化するため、携帯端末装置に従来技術の受電装置を搭載しようとした場合、受電装置のアンテナを携帯端末装置の表面に貼り付けるようにするなどして充電の際に送電装置と受電装置間の伝送距離が短くなるようにする必要があるため、搭載位置が限られてしまうという課題があった。

10

【0020】

さらに、携帯端末装置の通信周波数は800 MHz帯や2 GHz帯の比較的高い周波数であり、この通信に用いられるアンテナは小型化が進んでおり、通信端末に内蔵するのが可能となっている。しかし、上述の非接触通信や非接触による送電を受電するアンテナを携帯端末に内蔵した場合、内蔵された携帯端末装置の通信アンテナからの電波は、非接触通信や非接触による送電を行なう周波数よりも数百倍程度高いため、非接触通信や非接触による受電を行なうアンテナは金属板のようにしか見えない。このため非接触通信や非接触による受電を行なうアンテナ部で反射が起こるため、携帯端末装置の受信感度に影響を与えるという課題を有していた。

20

【0021】

また、上記図26で示した従来技術の非接触の電力伝送システムでは、磁気共鳴コイルのコイル間距離の変動により共鳴系の入力インピーダンスが変動することで1次コイル側と2次コイル側の間の周波数特性が変わり伝送効率が劣化する現象は、可変インピーダンス回路の可変容量を調整することにより、高周波電源と共鳴系のインピーダンス整合を図る構成で改善しているが、数W以上の電力を伝送する場合、可変容量に可変容量ダイオード等の半導体を用いることは電力容量や耐圧の問題から難しい。このため、バリアブルコンデンサ等の機械式の可変容量を用いる必要があるため、送電器の小型化が図れない。また、可変容量が機械式であるため耐久性の面で課題がある。

30

【0022】

さらに、上記図26で示した非接触の電力伝送システムでは、磁気共鳴コイルのコイル間距離が数mm程度のごく近い距離での伝送では、磁気共鳴コイル間の磁場共鳴による伝送に対し、電磁誘導による伝送の割合が増えることが影響し、コイルをより近くするとかえって伝送効率が低下してしまうという課題を有していた。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明は上記目的を達成するため、上記課題である非接触通信と非接触による送電を受電するアンテナを搭載しようとした場合に携帯端末装置の小型化が難しいという課題は、非接触通信用アンテナと非接触による送電を受電するアンテナを共用化するとともに、共用化したアンテナの受信出力部に切り替え回路を設けることにより、共用化したアンテナが送電装置からの送電電力を受電した場合、切り替え回路を充電側に切り替え、この切り替え回路を介して整流回路において受電信号が整流されバッテリーに充電される構成とし、非接触通信信号を受信した場合、切り替え回路はそのまま非接触通信側を保持することで、非接触通信が可能となる。

40

【0024】

次に、充電を行なう場合、効率が劣化しないように送電装置と受電装置間の伝送距離を短くする必要があるため、搭載位置が限られてしまうという課題については、送電装置において送電に用いられるアンテナとして、送電に用いる周波数に共振する長さのコイル長

50

を有した両端が電氣的に接続されない共振コイルと共振コイルに送電電力を磁氣的に結合して給電する給電コイルからなる磁気共鳴方式と呼ばれる方式とし、給電コイルより送電装置からの送電電力を給電するとともに、非接触通信信号も送電信号に重畳して送信する構成とした。

【 0 0 2 5 】

同様に受電装置においても受電に用いられるアンテナとして、送電に用いる周波数に共振する送電側と等しい長さのコイル長を有した両端が電氣的に接続されない共振コイルと共振コイルで受電した受電電力を磁氣的に結合した負荷コイルから受電電力を取り出す磁気共鳴方式とした。

【 0 0 2 6 】

以上の構成とすることにより、送電側の共振コイルと受信側の共振コイルの共振周波数が等しいことにより、送電側の共振コイルに流れる電流による磁束と受信側の共振コイルに流れる電流による磁束の位相が同相になることにより、これら共振コイル間は強く結合する。この現象は磁気共鳴現象とよばれ、従来の非接触伝送に主に用いられている電磁誘導方式よりもコイル間距離が離れていても効率の低下が少ないという特長を有しているため、送電装置と受電装置間距離が多少離れていても伝送効率の低下が少ないので、携帯端末装置に受電装置を搭載する場合、受電アンテナの搭載位置の制約がより少ない構成とすることができる。

【 0 0 2 7 】

非接触通信や非接触による受電を行なうアンテナ部で反射が起こるため、携帯端末装置の受信感度に影響を与えるという課題については、上記の搭載位置が限られてしまうという課題と同様に、送電と受電用アンテナに磁気共鳴方式を用いるとともに、受電側のアンテナの共振コイルを削除する構成とした。

【 0 0 2 8 】

この構成では、送電側が磁気共鳴方式、受電側が電磁誘導方式となるがコイル間の伝送距離は受信側が磁気共鳴方式の場合とほぼ同等の伝送距離が得られる構成となっている。

【 0 0 2 9 】

以上の構成とすることにより、受電側のアンテナは、負荷コイルのみとなるため、直径 3 c m 程度の 1 ~ 数ターンのループ状コイルのみとなり、従来の数十ターンの密に巻かれたコイルに比べ、携帯端末装置の通信に用いる電波の反射は小さくなるので、通信アンテナへの影響をより小さくすることができる。

【 0 0 3 0 】

以上は電力伝送周波数と非接触通信が同じ周波数であったが周波数が異なる場合のアンテナを共用化する手段を以下説明する。

【 0 0 3 1 】

一般的に磁気共鳴方式による伝送では、共振コイルに給電する給電コイルや共振コイルから受信した電力を取り出す負荷コイルに比べ、共振コイルの巻き数のほうが多く、インダクタンス値も大きい。

【 0 0 3 2 】

非接触通信の周波数と非接触による電力伝送の周波数が異なる場合、上記受信側共振コイルと並列に第 1 の容量を接続するとともに、第 2 の容量を第 1 のフィルタ回路を介し直列あるいは並列に接続した後、低い周波数のほうの信号を取り出す構成とするとともに、共振コイルと磁氣的に結合するように負荷コイルを受電コイルに近接して設け、負荷コイルに第 2 のフィルタ回路を介し高い周波数のほうの信号を取り出す構成とし、第 1 の容量が共振コイルと高い周波数のほうの信号で共振する値とし、第 2 の容量が共振コイルと低い周波数のほうの信号で共振する値とし、さらに、第 1 のフィルタ回路は低い周波数のほうの信号を通過させ、高い周波数のほうの信号の通過を阻止し、第 2 のフィルタ回路は高い周波数のほうの信号を通過させ、低い周波数のほうの信号の通過を阻止する構成とした。

【 0 0 3 3 】

。

10

20

30

40

50

以上の構成とすることにより、共振コイルからは共振コイルと第2の容量により共振する低い周波数のほうの信号を出力することが出来るとともに、負荷コイルからは、共振コイルと第1の容量で共振する高い周波数のほうの信号を図26で示した従来技術と同様に磁気共鳴方式により出力することが出来る。

【0034】

ここで、従来の電磁誘導方式による非接触での電力伝送で用いられるコイルの大きさの一例としては、携帯機器等への充電等に用いられる5W程度以下であれば、直径数cmで数10ターン程度の巻き数であり、電気自動車等への充電に用いられる数kWクラスでは、直径数10cmで数10ターン程度の巻き数であり、用いられる周波数は数10kHzから数100kHzであり、伝送距離としては数cm以下が一般的である。また、磁気共鳴方式による非接触での電力伝送で用いられるコイルの大きさとしては、携帯機器等への充電等に用いられる5W程度以下であれば、直径数cmで数10ターン程度の巻き数であり、電気自動車等への充電に用いられる数kWクラスでは、直径数10cmで数ターンから数10ターン程度の巻き数であり、用いられる周波数は数MHzから10数MHzであり、共振コイルに電力を給電する給電コイルおよび共振コイルから電力を取り出す負荷コイルの巻き数は1ターン程度である。また、磁気共鳴方式の伝送距離は数cmから数10cm程度であり、給電コイルと共振コイルおよび共振コイルと負荷コイル間の距離としては1cm以下程度が一般的である。

【0035】

次に磁気共鳴コイル(共振コイル)のコイル間距離の変動による共鳴系の入力インピーダンスの変動を可変インピーダンス回路により調整した場合、送信側の回路も大きくなってしまふという課題については、上述の受信側のコイルが搭載機器と比較して大きくなってしまふという課題と同様に負荷コイルに少なくとも直列接続か並列接続により負荷コイルのインダクタンスと共振する共振容量を付加する構成とした。

【0036】

以上の構成とすることにより、磁気共鳴コイルのコイル間距離の変動による1次コイルと2次コイル間の周波数特性の変動が小さくなる(コイル間距離の変動による入力インピーダンス変動が小さくなる)という結果が実験的に得られていることから、可変インピーダンス回路を用いなくても、コイル間距離の変動による1次コイルと2次コイル間の周波数特性の変動を小さく抑えることができるので、送信回路についても小型化が可能となる。

【0037】

さらに、磁気共鳴コイルのコイル間距離の変動による1次コイルと2次コイル間の周波数特性の変動を小さくする手段としては、1次コイル側の共鳴コイルを複数設け、それぞれのコイルが負荷コイルとの距離に対応して最も伝送効率が良くなるような巻き数とすることで、1次側の共鳴コイルと負荷コイル間の距離に対応して最も効率のよい共鳴コイルと主に伝送が可能となるため、上記手段によってもコイル間距離の変動による1次コイルと2次コイル間の周波数特性の変動を小さくすることが可能となる。

【0038】

また、磁気共鳴コイルのコイル間距離が数mm程度のごく近い距離で伝送効率が低下してしまうという課題については、給電コイルと1次側の磁気共鳴コイルのコイルの配置構成を入れ替え、1次側の共鳴コイルと負荷コイル間の距離よりも給電コイルと負荷コイル間の距離が近くなるようにした。これにより、1次コイルと2次コイルが数mm程度の磁気共鳴伝送では伝送効率が劣化する、ごく近距離伝送の場合でも伝送効率の低下を抑えることができる。これは、ごく近距離では、給電コイルと負荷コイルが距離的に近くなることで、給電コイルから負荷コイルに直接電磁誘導により電力が伝送できるためである。

【0039】

さらに、非接触電力伝送システムでは、非接触充電に対応しているか確認するための機器の認証や送信電力量の制御等を行うための通信手段として、送信側は送電電力の信号にASK(Amplitude Shift Keying)変調方式等の変調をかけると

10

20

30

40

50

ともに、受信側では内部に電力を持たなくても受電した信号を利用して通信が可能である負荷変調方式を用いる構成とすることにより、比較的簡易に通信が可能となる非接触電力伝送システムを得ることができる。

【発明の効果】

【0040】

本発明により、非接触通信手段とバッテリーへの充電を行なうための非接触による受電装置を携帯端末装置等に搭載した場合でも、これらを搭載したことによる端末の大型化を極力抑えられるとともに、非接触通信や非接触による受電を行なう場合、磁気共鳴方式を用いることにより、伝送距離が大きくなってもアンテナ間の伝送損失が少なく、携帯端末装置等の通信感度への影響が少ない非接触電力伝送システム、受電装置、及び送電装置を得

10

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】実施例1に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図2】実施例2に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図3】実施例3に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図4】送信が磁気共鳴方式、受信が電磁誘導方式と従来の電磁誘導方式でのコイル間距離による伝送効率の差を示す実験結果である。

【図5】磁気共鳴方式と従来の電磁誘導方式での伝送効率特性のコイル間距離による依存性の差を示す実験結果である。

20

【図6】送信が磁気共鳴方式、受信が電磁誘導方式のコイル間距離による依存性の差を示す実験結果である。

【図7a】実施例1に係る磁気共鳴方式のコイルの構成を模式的に示した模式図である。

【図7b】実施例1に係る磁気共鳴方式のコイルの構成を、伝送方向に対し真横から見た模式図である。

【図8】実施例4に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図9】実施例5に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図10】実施例6に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図11】実施例7に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図12】実施例8に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

30

【図13】実施例9に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図14】実施例10に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図15】実施例11に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図16a】実施例12に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図16b】実施例12に係る非接触充電システムの1次側の共鳴コイル群の他の例を示す図である。

【図17】実施例13に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図18】実施例14に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図19】実施例15に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図20】実施例16に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

40

【図21】実施例17に係る非接触充電システムの構成を示す構成図である。

【図22】実施例12に係る非接触充電システムの周波数特性を模式的に示した模式図である。

【図23】実施例13に係る非接触充電システムの周波数特性を模式的に示した模式図である。

【図24】非接触通信と非接触による送電を行なう場合の従来例を示すブロック図である。

【図25】従来技術で実現される電磁誘導方式のコイル構成を模式的に示した模式図である。

【図26】磁気共鳴方式で非接触で電力伝送を行なう場合の従来例を示す構成図である。

50

【発明を実施するための形態】**【実施例 1】****【0042】**

本発明の非接触による充電システムの第 1 の実施例を図面によって説明する。

【0043】

図 1 は、本発明に使用される非接触による充電システムを有した第 1 の実施例を示した図である。

【0044】

図において、702 は携帯端末装置、140 は電力を非接触で送電を行なう送電装置、150 は非接触通信装置であり、図の携帯端末装置 702 は、磁気共鳴コイル 101、負荷コイル 102、切り替えスイッチ 110、整流用ダイオード 121、122、123、124、125、126、127、128、平滑用容量 130、131、非接触データ通信部 103、充電制御部 104、バッテリー 105、端末無線通信部 106、検知出力部 107 より構成され、さらに、切り替えスイッチ 110 には減衰抵抗 111、112 が付加されている。また、図の送電装置 140 は、磁気共鳴コイル 141、給電コイル 142、増幅部 143、発振器 144、制御部 145、検出部 146 より構成され、非接触通信装置 150 は電磁誘導コイル 151、共振容量 152、発振器 153、非接触データ通信部 154 より構成されている。

【0045】

図において、携帯端末装置 702 は、両端が接続されていない 10 数ターン程度の平面形状の磁気共鳴コイル 101 に対し、数 mm 程度離れたところに負荷コイル 102 を設けるとともに、負荷コイル 102 の出力端には切り替えスイッチ 110 が接続される。さらに、切り替えスイッチ 110 の一方の出力が整流用ダイオード 121 ~ 124 より構成される全波整流回路に入力され、整流出力は非接触データ通信部 103 に入力される。

【0046】

また、切り替えスイッチ 110 の他の一方の出力は整流用ダイオード 125 ~ 128 より構成される全波整流回路に入力され、整流出力が充電制御部 104 を介しバッテリー 105 に供給されている。

【0047】

また、図の送電装置 140 は両端が接続されていない 10 数ターン程度の平面形状の磁気共鳴コイル 141 に対し、数 mm 程度離れたところに給電コイル 142 を設けるとともに、給電コイル 142 の入力端には増幅器 143 を介し発振器 144 が接続される。

【0048】

さらに、図の非接触通信装置 150 は、十数ターン以上の電磁誘導コイル 151 のコイル端に共振容量 152 とともに発振器 153 が並列に接続されている。

【0049】

以上の充電システムにおいて、まずは、非接触通信装置 150 から携帯端末装置 702 に非接触により通信を行なう場合の動作について説明する。

【0050】

非接触通信装置 150 にある発振器 153 では、非接触通信が行なわれる搬送波周波数（例えば R F I D では 13.56 MHz 等）で発振するとともに、非接触データ通信部 154 において、送信を行なうデータに対応して発振周波数に変調をかけ、変調された通信信号は、電磁誘導コイル 151 と共振用容量 152 の共振周波数が搬送周波数に等しくなるように調整されたアンテナにより、電磁エネルギーとして効率よく放射される。

【0051】

一方、携帯端末装置 702 では、磁気共鳴コイル 101 が、非接触通信信号に等しい周波数に共振するように調整されているため、非接触通信装置 150 からの放射によりコイル 101 に最も電流が流れることで、負荷コイル 102 の両端には高い電圧が励起され、この励起された電圧が、切り替えスイッチ 110 を介してそのまま整流用ダイオード 121 ~ 124 で構成される整流回路に入力される。入力された非接触通信信号は、平滑用容

10

20

30

40

50

量 130 により平滑化され直流電圧となり非接触データ通信部 103 へ電源として供給されるとともに、変調されたデータも非接触データ通信部 103 において復調される。一方、非接触データ通信部 103 から、非接触通信装置 150 への通信は、磁気共鳴コイル 101 で受信した信号に対し、送信データに対応させて非接触データ通信部 103 の入力インピーダンスを変化させることで磁気共鳴コイル 101 から電磁誘導コイル 151 への反射量の変動することを非接触通信装置 150 が検出することにより、逆方向の通信を行っている。

【0052】

次に、送電装置 140 から携帯端末装置 702 に非接触により送電を行なう場合の動作について説明する。

【0053】

送電装置 140 にある発振器 144 では、電力を非接触で送電する周波数として、非接触通信装置 150 で用いられている R F I D 等と同じ 13.56MHz で発振し、増幅部 143 において電力増幅し、給電コイル 142 により磁気共鳴コイル 141 を励振する。磁気共鳴コイル 141 は、送電周波数と等しい周波数で共振するように調整されているため、送電周波数で最も大きい電流が流れ強い磁界が発生する。

【0054】

一方、携帯端末装置 702 では、磁気共鳴コイル 101 は送電周波数に等しい周波数で共振するため、送電信号で最も電流が流れ、負荷コイル 102 の両端には高い電圧が励起される。この励起された電圧がある一定以上の値になった場合、充電制御部 104 は、切り替えスイッチ 110 を電力受電側に切り替えるので、受電した信号は、整流用ダイオード 125 ~ 128 により構成される整流回路により整流され、平滑用容量 131 により直流電圧となり充電制御部 104 に供給される。充電制御部 104 では供給された直流電圧をバッテリー 105 に充電を行うとともに、過充電されない等によりバッテリー 105 が破損しないように充電量の制御を行う。

【0055】

なお、携帯端末装置 702 の検知出力部 107 は特定の識別子を出力しており、携帯端末装置 702 が送電装置 140 に接近し、検出部 146 で検知出力部 107 からの識別子を検知すると制御部 145 は発振器 144 をオン状態にして送電を開始する。

【0056】

さらに、送電装置 140 からの送電を行う場合、切り替えスイッチ 110 は、受電側に切り替わっているが、このとき、非接触通信側に減衰抵抗 111、112 を介し非接触通信側にも受電した信号を減衰させて非接触通信側にも入力する構成とした。このような構成とすることで、送電信号に非接触通信信号を重畳した場合、受電と同時に非接触通信も可能となる。ここで、減衰抵抗により受電信号レベルを下げるのは、非接触通信信号に比べ、送電信号のほうがレベルがかなり高いためである。

【0057】

以上の構成とすることにより、送電装置 140 と携帯端末装置 702 間の伝送は、磁気共鳴方式による結合のため、従来の電磁誘導方式に比べ、伝送距離が長くなっても損失が少ない充電システムを得ることができ、さらに、非接触通信と非接触による電力の伝送に用いるアンテナを共用化することで、これらを搭載した場合に伴う携帯端末装置 702 の実装容積の増加を極力抑えることが可能となる。

【実施例 2】

【0058】

図2は本発明に使用される非接触による充電システムの第2の実施例を示した図である。

【0059】

図は、図1で示した第1の実施例と比較して携帯端末装置 702 に電磁誘導方式のコイル、送電装置 220 に磁気共鳴方式のコイルを用いたものである。なお、図は、通信装置と送電装置を一体化した送電装置 220 を用いているが、これに限定するものではない。図

10

20

30

40

50

1のように、通信装置と送電装置が別体になっている場合にも、携帯端末装置に電磁誘導方式のコイル、送電装置に磁気共鳴方式のコイルを用いても良い。

【0060】

図において、201は2～3ターン程度のループアンテナコイル、202、203はループアンテナコイル201と送信信号周波数で共振する共振容量、220は非接触通信手段を兼ねた非接触による電力送電装置であり、非接触通信手段を備えた送電装置220は、非接触データ通信部221を備えており、その他、図1に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

【0061】

送電装置220は、携帯端末装置702と非接触通信を行なう場合、非接触データ通信部221は発振器144の発振信号を通信データにより変調し、変調された信号を増幅部143により増幅し、給電コイル142と磁気共鳴コイル141より構成される送電アンテナにより送信する。

10

【0062】

送電装置から送信された信号は、携帯端末装置702のループアンテナコイル201により受信され、切り替えスイッチ110を介し共振容量202の容量値と共振することで、整流用ダイオード121～124により構成される整流回路に送信周波数において最も高い電圧信号が加わる。そして整流回路より出力された非接触通信信号は、平滑用容量130により平滑化され直流電圧となり、非接触通信部103へ電源として供給されるとともに、変調されたデータも非接触データ通信部103において復調される。

20

【0063】

次に、送電装置220から携帯端末装置702に送電を行なう場合の動作について説明する。

【0064】

送電装置220にある発振器144の信号を増幅部143において電力増幅し、給電コイル142により磁気共鳴コイル141を励振することで、磁気共鳴コイル141より送電信号が出力される。

【0065】

送電された信号は、携帯端末装置702のループアンテナコイル201により受電されるが、この受電された電圧がある一定以上の値になった場合、充電制御部104は、切り替えスイッチ110を電力受電側に切り替えるので、切り替えスイッチ110を介し共振容量203の容量値と共振することで、整流用ダイオード125～128により構成される整流回路で送電周波数において最も高い電圧となるとともに、受電した信号は、平滑用容量131により直流電圧となり充電制御部104に供給される。充電制御部104では供給された直流電圧をバッテリー105に充電を行なうとともに、過充電等によりバッテリー105が破損しないように充電量の制御を行なう。

30

【0066】

さらに、送電装置220からの送電を行う場合、切り替えスイッチ110は、受電側に切り替わっているが、このとき、非接触通信側に減衰抵抗111、112を介し非接触通信側にも受電した信号を減衰させて非接触通信側にも入力する構成のため、送電信号に非接触通信信号を重畳することにより、受電と同時に非接触通信も可能となる。

40

【0067】

以上の構成とすることにより、第1の実施例と同様の効果が得られる上に、受電用アンテナとして、2～3ターン程度のループアンテナコイルを用いることができることで、携帯端末装置702をより小型にすることができる。

【0068】

さらに、受電用アンテナとして、2～3ターン程度のループアンテナコイルを用いることにより、端末無線通信部106の通信に用いる電波の反射は小さくなるので、端末無線通信部106への影響をより小さくすることができる。

【実施例3】

50

【 0 0 6 9 】

図 3 は本発明に使用される非接触による充電システムの第 3 の実施例を示した図である。

【 0 0 7 0 】

図において、301 は共振容量、310 は切り替えスイッチ、311 は減衰抵抗、312、313、314、315 は非接触通信と非接触による電力の受電とで共用化された整流用ダイオードであり、その他、図 2 に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

送電装置 220 では、携帯端末装置 702 と非接触通信を行なう場合、非接触データ通信部 221 は発振器 144 の発振信号を通信データにより変調し、変調された信号を増幅部 143 により増幅し、給電コイル 142 と磁気共鳴コイル 141 より構成される送電アンテナにより送電される。

【 0 0 7 2 】

この送信された信号は、携帯端末装置 702 のループアンテナコイル 201 と共振容量 301 により送信周波数信号で共振して最も大きな信号振幅で受信され、共用化された整流用ダイオード 312 ~ 315 により整流される。このとき充電制御部 104 で整流された電圧がある一定値以上であると充電のための送電であると判断し、切り替えスイッチ 310 を充電側に切り替えるので、整流された電圧が平滑用容量 131 により平滑化され充電制御部 104 によりバッテリー 105 に充電のための直流電圧を供給する。

【 0 0 7 3 】

以上の実施例では、第 2 の実施例と同様の効果が得られる上に、非接触通信用と受電用の整流ダイオードを共用化することにより、携帯端末装置 702 をより小型にすることができる。

【 0 0 7 4 】

次に、本発明の実施例における効果を図 4、図 5 および図 6 を参照して説明する。

【 0 0 7 5 】

図 4 は、図 2 の非接触による充電システムの第 2 の実施例で示したように、送信側を磁気共鳴方式、受信側をループ状のアンテナコイルと共振容量により構成される従来の電磁誘導方式としたときの伝送効率特性と、図 25 に示すように送受信側とも従来の電磁誘導方式を用いた場合のコイル間距離に対する伝送効率の実験結果を示したものであり、図の横軸はコイル間距離、縦軸は伝送効率である。

【 0 0 7 6 】

図 2 の送信側の磁気共鳴コイルの直径は 4 cm であり、巻き数は約 30 ターンで共鳴周波数は約 20 MHz であり、受信側は、直径 3 cm の約 3 ターンのループコイルと 100 pF の共振容量による直列共振型のループアンテナコイルとなっており、図 25 の電磁誘導方式の送受コイルの直径は 4 cm、巻き数は約 20 ターンで伝送周波数は約 120 kHz であり、共振容量は数 μ F である。

【 0 0 7 7 】

図から図 25 の従来技術の電磁誘導方式ではコイル間距離が短い場合は伝送効率に優れるが、コイル間距離が 4 mm 程度離れると効率は 50 % 程度に落ちる。これに対し、第 2 の実施例ではコイル間距離が 4 mm でも効率は約 75 % が得られており、コイル間距離が離れても送信が磁気共鳴方式、受信が電磁誘導方式による伝送のほうが、伝送効率の低下が少ないことが分かる。

【 0 0 7 8 】

また、図 5 は、図 1 で示した第 1 の実施例の非接触電力伝送方式として送信、受信とも磁気共鳴方式としたときのコイル間距離に対する伝送損失の周波数特性と、送信、受信とも 2 ~ 3 ターン程度のループ状のコイルと共振容量により構成される従来の電磁誘導方式での伝送損失の周波数特性の実験結果を示したもので、図の横軸は周波数、縦軸は伝送損失である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

また、実験に用いたコイルとして、図 1 の磁気共鳴方式は、磁気共鳴コイルの直径は 4 c m であり、巻き数は約 3 0 ターンで共鳴周波数は約 2 0 M H z であり、給電コイルおよび負荷コイルとも直径は 3 c m で巻き数は 1 ターンである。一方、従来の電磁誘導方式のループアンテナコイルは、直径 4 c m、巻き数は約 3 ターンで伝送周波数は磁気共鳴方式と同じ約 2 0 M H z であり、共振容量は百数十 p F である。

【 0 0 8 0 】

図から図 1 で示した第 1 の実施例の磁気共鳴方式を用いた電力伝送方式ではコイル間距離により周波数依存性があるが、従来の電磁誘導方式よりも伝送損失が少ないことが分かる。

10

【 0 0 8 1 】

次に、図 6 は、図 2 で示した非接触による充電システムの第 2 の実施例で非接触通信手段として送信側を磁気共鳴方式、受信側を従来の 2 ~ 3 ターン程度のループ状のアンテナと共振容量により構成される電磁誘導方式としたときのコイル間距離に対する周波数特性の実験結果を示したものである。実験に用いたコイルは、直径 4 c m、巻き数は約 3 ターンであり、共振容量は百数十 p F である。

【 0 0 8 2 】

図 5 と図 6 を比較すると、図 5 で示した送受信とも磁気共鳴方式を用いるよりも、図 2 で示した第 2 の実施例のように、送信側を磁気共鳴方式、受信側を従来の磁界結合型ループアンテナにしたほうがコイル間距離に対する周波数特性変動が少ないことから、送信周波数を例えば 1 3 . 5 6 M H z 等に固定した場合であってもコイル間距離によらず安定した受電電力を得ることができる。

20

【 0 0 8 3 】

また、図 7 a には、本発明の非接触による充電システムの第 1 の実施例の磁気共鳴方式のコイルの構成を示した模式図であり、図 7 b は、図 7 a を伝送方向に対し真横から見た模式図であり、図 1 に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。給電コイル 1 4 2、磁気共鳴コイル 1 4 1、1 0 1、負荷コイル 1 0 2 のコイル面は互いに平行に配置されており、コイルの中心点が一直線にある図 7 b の構成で z 軸上でのコイル間距離を最適化すれば最もコイル間の伝送効率が高くなる構成であることから、実施の形態としては図 7 b の配置を基本に以下の実施の形態についても説明する。

30

【 実施例 4 】

【 0 0 8 4 】

図 8 は本発明に使用される非接触による充電(電力伝送)システムの第 4 の実施例を示した図である。

【 0 0 8 5 】

図において、7 0 2 は携帯端末装置、1 5 0 は非接触通信装置、4 2 0 は電磁誘導方式による送電装置より構成され、図の携帯端末装置 7 0 2 は、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル 4 0 1、負荷コイル 4 0 2、共鳴容量 4 0 3、ローパスフィルタ 4 0 4、共振容量 4 0 5、整流回路 4 0 6、電源回路 4 0 7、負荷回路 4 0 8、ハイパスフィルタ 4 0 9、負荷変調回路 4 1 0、検波、復調回路 4 1 1、整流回路 4 1 2、メモリ 4 1 3、制御回路 4 1 4 を備えている。また、電磁誘導による送電装置 4 2 0 は、電磁誘導コイル 4 2 1、共振容量 4 2 2、電力増幅器 4 2 3、発振器 4 2 4、制御部 4 2 5、検出部 4 2 6 を備えており、その他、図 1 に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

40

【 0 0 8 6 】

図において、携帯端末装置 7 0 2 は、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル 4 0 1 と並列に共鳴容量 4 0 3 を接続するとともに、ローパスフィルタ 4 0 4 を介して共振容量 4 0 5 が並列に接続され、整流回路 4 0 6、電源回路 4 0 7、負荷回路 4 0 8 が接続される。

【 0 0 8 7 】

また、負荷コイル 4 0 2 は磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル 4 0 1 と数 m m 程度

50

の距離に近接して配置し磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401と磁気的に結合している。さらに、負荷コイル402はハイパスフィルタ409を介して負荷変調回路410、検波、復調回路411、整流回路412に接続される。

【0088】

また、電磁誘導方式による送電装置420は、電磁誘導コイル421と並列に共振容量422が接続され、電力増幅器423により増幅された発振回路424からの送電信号周波数と共振する構成となっている。

【0089】

以上の非接触電力伝送システムにおいて、まずは非接触通信装置150から携帯端末装置702に非接触により通信を行う場合の動作について説明する。

10

【0090】

非接触通信装置150にある発振器153では、非接触通信が行なわれる搬送波周波数（例えばRFIDでは13.56MHz等）で発振するとともに、非接触データ通信部154および変復調回路430において、送信を行なうデータに対応して発振周波数に変調をかけ、変調された通信信号を電磁誘導コイル151と共振容量152の共振周波数が搬送周波数に等しくなるように調整されたアンテナにより、電磁エネルギーとして効率よく放射される。

【0091】

一方、携帯端末装置702では、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401と共振容量403での共振周波数が非接触通信周波数の13.56MHzとなるように調整されているため、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401には大きな電流が流れ強い磁界が発生する。この強い磁界により、磁気的に結合された負荷コイル402によりハイパスフィルタ409と負荷変調回路410を介し検波、復調回路411に入力され、受信した非接触信号を復調し制御回路414に入力する。制御回路414では受信信号に対応したデータをメモリ413より読み出して負荷変調回路410により負荷変調をかける。これに対し、非接触通信装置150では、負荷変調回路410からの負荷変調に対応して携帯端末装置702の受信インピーダンスが変動するのを変復調回路430により検出して復調し非接触データ通信部154に伝送する構成となっている。このとき、ローパスフィルタ404は受信した信号周波数に対しては通過を阻止するため、ローパスフィルタ404以降の回路は無視することが出来るとともに、ハイパスフィルタ409は受信した信号周波数に対しては通過特性であるため、ここでの損失は無視することができる。また、制御回路414およびメモリ413への電力の供給は非接触通信装置150から受信した信号を整流回路412により整流した電力を用いることでバッテリーは不要であるし、また、携帯端末装置702に内蔵しているバッテリーから供給してもよい。

20

30

【0092】

次に、電磁誘導方式による送電装置420から携帯端末装置702に非接触により送電を行なう場合の動作について説明する。

【0093】

電磁誘導方式による送電装置420では、検出部426により携帯端末装置702が近くに置かれた場合を検出して制御部425により発振器424および電力増幅器423をオン状態とする。これにより、発振器424では、電力を非接触で送電する周波数として、非接触通信装置150で用いられているRFID等の13.56MHzよりも低い、例えば100kHz帯の周波数で発振し、電力増幅器423において電力増幅して電磁誘導コイル421と共振容量422による共振回路に送電電力を供給する。電磁誘導コイル421と共振容量422は、供給された送電電力の周波数である100kHz帯で共振するため、電磁誘導コイル421には、大きな電流が流れ強い磁界が発生する。このとき、電磁誘導コイル421と接近して携帯端末装置702が置かれることにより、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401と共振容量405による共振回路が送電電力の周波数と等しいため、電磁誘導コイル421と磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401は電磁誘導により強く結合するので、共振容量405から受電した100kHz帯の電力を取

40

50

り出すことができる。このため、共振容量 405 に接続された整流回路 406 により直流電圧に整流され電源回路 407 により一定の電圧に変換された後、負荷回路 408 に受電した電力が供給される。このとき、ローパスフィルタ 404 は受電した電力の周波数に対し通過特性のため、ここでの損失は無視することができる。また、ハイパスフィルタ 409 は受電した電力の周波数に対し通過を阻止するため、負荷コイル 402 およびハイパスフィルタ 409 以降の回路の影響を無視することができる。

【0094】

また、電源回路 407 を充電制御回路、負荷回路 408 をバッテリーに置き換えることで非接触充電システムを実現することができる。

【0095】

以上の構成とすることにより、100kHz 帯の受電電力には電磁誘導方式による非接触電力伝送を行い、13.56MHz の非接触通信では、受電に用いた電磁誘導コイルを磁気共鳴コイルとして用いることにより、図 1 で示した非接触による充電(電力伝送)システムと同様の効果が得られる上に、非接触通信の周波数と非接触による電力伝送の周波数が異なる場合でも通信および受電が可能な充電(電力伝送)システムを得ることができる。

【実施例 5】

【0096】

図 9 は本発明に使用される非接触による充電(電力伝送)システムの第 5 の実施例を示した図である。

【0097】

図において、441 は負荷変調回路、442 は検波、復調回路、443 は制御回路、444 は変復調部であり、その他、図 8 に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

【0098】

図 9 において、携帯端末装置 702 では、共振容量 405 と整流回路 406 間に負荷変調回路 441 と検波、復調回路 442 を付加した構成となっており、電磁誘導方式による送電装置 420 は、増幅器 423 と共振容量 422 間に変復調部 444 が付加した構成となっている。

【0099】

図において、非接触通信装置 150 と携帯端末装置 702 間の非接触通信は、図 8 で示した第 4 の実施例と同様であるため説明を省略し、電磁誘導方式による送電装置 420 から携帯端末装置 702 に非接触により送電を行なう場合の動作について説明する。

【0100】

電磁誘導方式による送電装置 420 では、発振器 424 からの発振信号を電力増幅器 423 において電力増幅した送電電力信号を変復調部 444 において変調し、共振コイル 421 より送電される。この送電電力を携帯端末装置 702 の磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル 401 により受電する。受電した受電信号は整流回路 406 により整流され受電を行うとともに、検波、復調回路 442 により受電した信号を復調し、受信データ信号を制御回路 443 に入力する。制御回路 443 では、受信したデータ信号に対応するデータ信号を負荷変調回路 441 により負荷変調をかける。この負荷変調信号は、電磁誘導方式による送電装置 420 の変復調部 444 により復調される。

【0101】

以上の構成とすることにより、図 8 で示した非接触による充電(電力伝送)システムと同様の効果が得られる上に、非接触による電力伝送においても送電電力信号に対しても変調をかけることにより電力伝送と同時に通信を行うことが可能となるので、たとえば、携帯端末装置 702 が非接触により電力伝送に対応しているか等の認証や送電電力制御を行う際に必要となる制御のための通信も電力伝送と信号に重畳して行うことが可能となる。

【実施例 6】

【0102】

図 10 は本発明に使用される非接触による充電(電力伝送)システムの第 6 の実施例を示

10

20

30

40

50

した図である。

【0103】

図において、451はレベル検出回路、452は切り替えおよび電源回路、453、454、455は電界効果トランジスタ、456は整流回路、460は電磁誘導方式による送電装置である。さらに、電磁誘導方式による送電装置460は電磁誘導コイル461、共振容量462、電力増幅器463、発振器464、制御部465、検出部467より構成されており、その他、図8に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

【0104】

図において、携帯端末装置702は、共鳴容量403と共振容量405間にレベル検出回路451および電界効果トランジスタ453を設けるとともに、整流回路406は切り替えおよび電源回路452を介して負荷回路408に接続されている。さらに、負荷コイル402には、電界効果トランジスタ454と整流回路456を介し切り替えおよび電源回路452に接続されている。さらに、電磁誘導方式による送電装置460は、電磁誘導コイル461と並列に共振容量462が接続され、電力増幅器463により増幅された発振回路464からの送電信号周波数と共振する構成となっており、電磁誘導方式による送電装置420と同様の構成であるが、電磁誘導コイル461と共振容量462による共振周波数および発振器464の発振周波数が、非接触通信装置150の共振周波数と等しい13.56MHzとなっている。

【0105】

以上の非接触電力伝送システムにおいて、まずは非接触通信装置150から携帯端末装置702に非接触により通信を行う場合について説明する。

【0106】

携帯端末装置702のレベル検出回路451は、信号を何も受信していない状態では電界効果トランジスタ455をオン状態とするとともに、電界効果トランジスタ453、454をオフ状態とすることで非接触通信装置150より13.56MHzの非接触通信信号を受信した場合は、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401、共鳴容量403および負荷コイル402により構成される磁気共鳴結合により、負荷変調回路410、検波、復調回路414および整流回路412に受信され通信が行われる。

【0107】

次に、電磁誘導方式による送電装置420からの100kHz帯の非接触による送電電力を受電した場合、レベル検出回路451は、電界効果トランジスタ453をオン状態とするとともに、電界効果トランジスタ454、455をオフ状態とする。これにより、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401と共振容量405より構成される共振回路により電磁誘導方式により電磁誘導方式による送電装置420からの送電電力を受電し、整流回路406と切り替えおよび電源回路452を介して負荷回路408に電力が供給される。

【0108】

次に、電磁誘導方式による送電装置460から13.56MHzの非接触による送電電力を受電した場合、レベル検出回路451は、電界効果トランジスタ454をオン状態とするとともに、電界効果トランジスタ453、455をオフ状態とする。これにより、磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル401、共鳴容量403および負荷コイル402より構成される磁気共鳴結合により、電磁誘導方式による送電装置460からの送電電力を受電し、整流回路456と切り替えおよび電源回路452を介して負荷回路408に電力が供給される。

【0109】

以上の構成とすることにより、図8で示した非接触による充電(電力伝送)システムと同様の効果が得られる上に、非接触による電力伝送については、100kHz帯の送電には電磁誘導による受電を、13.56MHzの電力伝送については磁気共鳴方式による受電を行うことにより、周波数帯が異なる場合でも接触による電力伝送の受電が可能となる。

【実施例 7】

【0110】

図 11 は本発明に使用される非接触による充電(電力伝送)システムの第 7 の実施例を示した図である。

【0111】

図において、470 は非接触通信部、471 は充電制御回路、472 はバッテリー、473 はハイパスフィルタ、480 は非接触通信装置であり、図の非接触通信部 470 は、切り替え回路 474、変復調回路 475、発振器 476、負荷変調回路 477、検波復調回路 478 より構成され、非接触通信装置 480 は、電磁誘導コイル 481、共振容量 482、負荷変調回路 483、検波、復調回路 484、整流回路 485、制御回路 486、メモリ 487 より構成されており、その他、図 8 に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

10

【0112】

図において、携帯端末装置 702 は、整流回路 406 の出力に充電制御回路 471、バッテリー 472 が接続され、負荷コイル 402 はハイパスフィルタ 473 と切り替え回路 474 を介して変復調回路 475 および発振器 476 が接続される。さらに切り替え回路 474 には負荷変調回路 477 と検波、復調回路 478 が接続されている。

【0113】

また、非接触通信装置 480 は、電磁誘導コイル 481 と並列に共振容量 482 が接続され、さらに、負荷変調回路 483、検波、復調回路 484 および整流回路 485 が接続される。

20

【0114】

図において、電磁誘導方式による送電装置 420 からの送電電力を受電する場合の動作について説明する。送電装置 420 より送電された 100 kHz 帯の送電電力信号は、携帯端末装置 702 の磁気共鳴コイルを兼ねた電磁誘導コイル 401 と共振容量 405 による共振回路により受電し整流回路 406 および充電制御回路 471 を介しバッテリー 472 に充電を行う。

【0115】

次に、非接触通信装置 150 から携帯端末装置 702 に非接触により通信を行う場合の動作について説明する。非接触通信装置 150 から送信された非接触通信信号は、磁気共鳴を兼ねた電磁誘導コイル 401、共振容量 403 および負荷コイル 402 により構成される磁気共鳴方式により受信し、ハイパスフィルタ 473 を介して切り替え回路 474 に入力される。切り替え回路 474 では、信号が入力されない状態では負荷変調回路 477 側に切り替わるようにしているため、受信した非接触通信信号は検波、復調回路 478 および負荷変調回路 477 により変復調されるので非接触通信が可能となる。

30

【0116】

次に、非接触通信装置 480 と通信を行う場合について説明する。非接触通信装置 480 では発振器は内蔵していないため、例えば R F I D カードのような内部に電源を持たない受動的通信となることから、携帯端末装置 702 において非接触通信装置 480 と通信を行いたい場合は、発振器 476 および変復調回路 475 をオン状態とするとともに切り替え回路 474 を変復調回路 475 側に切り替える。これにより、発振器 475 からの発振信号を変復調回路 475 により変調して非接触通信装置 480 に送信する。非接触通信装置 480 では受信した携帯端末装置 702 からの非接触通信信号を検波、復調回路 484 により復調する。また、非接触通信装置 480 からの非接触通信信号は負荷変調回路 483 により負荷変調される。携帯端末装置 702 では、インピーダンスの変動を変復調回路 475 より復調することで、非接触通信装置 480 との通信が可能となる。

40

【0117】

以上の構成とすることにより、図 8 で示した非接触による充電(電力伝送)システムと同様の効果が得られる上に、非接触通信装置 150 は質問器(R F I D におけるリーダライタ)、非接触通信装置 480 は応答器(R F I D における R F I D カード)に相当する。

50

また、携帯端末装置 702 に負荷変調回路 477、検波、復調回路 478（応答器に相当）に加え変復調回路 475、発振器 476（質問器に相当）を付加することにより、内部に発振器を持たない R F I D カード等との通信が可能となる。

【実施例 8】

【0118】

図 12 は本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムの第 8 の実施例を示した図である。

【0119】

図において、携帯端末装置 702 は図 11 の第 7 の実施例で示した携帯端末装置を 2 台近接して配置した面であり、互いの装置を区別するためにもう一方の携帯端末装置には図番号に、ダッシュ（'）を付す。

【0120】

図において、携帯端末装置 702 より携帯端末装置 702' にあるメモリ 413' の内容を読み出す場合の動作について説明する。携帯端末装置 702 では発振器 476 および変復調回路 475 をオン状態とするとともに切り替え回路 474 を変復調回路 475 側に切り替える。これにより、発振器 475 からの発振信号を変復調回路 475 により変調して携帯端末装置 702' に送信する。携帯端末装置 702' では通常、負荷変調回路 477' 側に切り替わっているため、受信した携帯端末装置 702 からの非接触通信信号を検波、復調回路 478' により復調し、制御回路 414' では受信データに対応したデータ信号をメモリ 413' より読み出して負荷変調回路 477' により負荷変調を行う。携帯端末装置 702 では、インピーダンスの変動を変復調回路 475 より検出して復調し、携帯端末装置 702' からの受信データ信号を受信する。

【0121】

以上の構成とすることにより、図 11 で示した非接触による充電（電力伝送）システムと同様の効果が得られる上に、携帯端末装置 702 に質問器に対応する回路（変復調回路 475、発振器 476）を付加することにより、携帯端末装置間でも非接触通信が可能となる。

【実施例 9】

【0122】

図 13 は、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムの第 9 の実施例を示した図である。

【0123】

図において、501 は送電器、502 は受電器、503 は給電コイル、504 は 1 次側共鳴コイル、505 は負荷回路、506 は高周波電源であり、その他、図 8 の第 4 の実施例に対応する部分については同一符号を付けて説明を省略する。

【0124】

図において、送電器 501 は、高周波電源 506 と給電コイル 503 と 1 次側共鳴コイル 504 より構成され、給電コイル 503 に近接して 1 次側共鳴コイル 504 が置かれるとともに、給電コイル 503 に高周波電源 506 が接続されている。

【0125】

受電器 502 は、負荷コイル 505 と整流回路 406 と電源回路 407 と負荷回路 408 より構成され、負荷コイル 505 に整流回路 406 と電源回路 407 を介して負荷回路 408 が接続されており、送電器 501 と受電器 502 により非接触電力伝送システムを構成している。

【0126】

図において、高周波電源 506 からは、1 次側共鳴コイル 504 の自己インダクタとコイルの巻き線間の浮遊容量（寄生容量）により決まる自己共振周波数に等しい周波数で給電コイル 503 に給電を行う。給電コイル 503 は電磁誘導作用により自己共振周波数に等しい周波数で 1 次側共鳴コイル 504 を励振することで 1 次側共鳴コイル 504 には大きな電流が流れ強い磁界が発生する。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 7 】

ここで、１次側共鳴コイルのインダクタンス値を L 、線間の浮遊容量を C とするとコイルの自己共振周波数 f は次式で求められる。

【 0 1 2 8 】

$$f = 1 / (2 \pi \sqrt{LC})$$

ただし、自己共振周波数は給電コイル 5 0 3 と負荷コイル 5 0 5 との結合状態により共振周波数は変動するため、実際の自己共振周波数はシミュレーションや実験による確認が必要となる。

【 0 1 2 9 】

以上の構成で、受電器 5 0 2 が送電器 5 0 1 に近接して置かれると、１次側共鳴コイル 5 0 4 からの強い磁界が受電器 5 0 2 の負荷コイル 5 0 5 と磁氣的に結合し、負荷コイル 5 0 5 の両端子間に起電力が発生する。発生した起電力は整流回路 4 0 6 により直流電圧に整流され、電源回路 4 0 7 に入力される。電源回路 4 0 7 は、整流回路 4 0 6 より出力される電圧が送電電力や１次側共鳴コイル 5 0 4 と負荷コイル 5 0 5 間の距離により共鳴コイルの自己共振周波数のずれやコイル間距離による伝送効率の変化により変動するため、負荷回路 4 0 8 が必要とする一定の電圧値に変換して負荷回路 4 0 8 に供給する。

【 0 1 3 0 】

以上の構成とすることにより、送電器 5 0 1 からの送電電力を受電器 5 0 2 において磁氣的な結合により非接触で受電することが可能であるとともに、受電器 5 0 2 に用いるコイルとしては負荷コイル 5 0 5 のみで受電可能であることから、受信器 5 0 2 の小型化が可能となる。

【 0 1 3 1 】

なお、図 1 3 で示したコイル形状の一般的に用いられる大きさおよび巻き数の一例を示すと、数 W 程度の小型携帯機器への充電の場合、給電コイル 5 0 3 は直径数 cm 、巻き数は１ターンから数ターン程度、１次側共鳴コイル 5 0 4 は直径数 cm 、巻き数は数十ターン程度で自己共振周波数としては、 10MHz 帯が用いられ、負荷コイル 5 0 5 としては直径数 cm 、巻き数は１ターンから数ターン程度である。

【 0 1 3 2 】

一方、ノート型のパーソナルコンピュータへの給電や充電、電気自動車への充電など数十 W から数百 W 以上の送電に用いられるコイル形状の一般的に用いられる大きさおよび巻き数の一例を示すと、給電コイル 5 0 3 は直径数十 cm 、巻き数は１ターンから数ターン程度、１次側共鳴コイル 5 0 4 は直径数十 cm 、巻き数は数ターン程度で自己共振周波数は、数百 Hz から 1MHz 程度であり、負荷コイル 5 0 5 は直径数十 cm 、巻き数は１ターンから数ターン程度である。

【 0 1 3 3 】

上述の磁気共鳴方式では共鳴コイルの巻き線の抵抗成分による損失が大きいと伝送効率が低下する傾向にあるため、コイルの線材としては直径 1mm ～数 mm 程度の銅線が一般的に用いられているが、導電率が高いものであれば他の線材であってもよい。また、送受のコイルの直径は伝送距離に関係し、直径が大きいほど伝送距離が伸びる傾向にある。また、送受のコイルの直径は互いに等しいほうがより高い効率が得られ易いが、従来の電磁誘導方式よりもコイル間の結合が強いため送受コイルの直径が多少異なっても比較的高い伝送効率が得られることが磁気共鳴方式の特徴でもある。

【 0 1 3 4 】

このことから、各コイルの直径は同一であっても異なってもよいし、各コイルは円筒形のコイルであってもスパイラル状の平面コイルであってもよい。さらに、平面コイルは、基板上に銅パターンとして形成してもよいし、フィルム状の上に銅パターンを形成してもよい。

【 実施例 1 0 】

【 0 1 3 5 】

次に、本発明の非接触による充電（電力伝送）システムの第 1 0 の実施例を図面によっ

10

20

30

40

50

て説明する。

【0136】

図14は、本発明に使用される非接触による電力伝送システムの第10の実施例を示した図である。

【0137】

図において、511は共振を有した負荷コイル、512は共振容量であり、その他、図13に対応する部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0138】

図14は、図13で示した非接触による充電システムの第9の実施例と比較して、共振を有した負荷コイル511と共振容量512が直列に接続され直列共振回路を形成しており、その共振周波数が、1次共鳴コイル504の自己共振周波数と等しくなるように、共振を有した負荷コイル511と共振容量512の値を定めている。また、共振を有した負荷コイル511のインダクタンス値は、給電コイル503のインダクタンス値よりも大きくしている。

【0139】

以上の構成とすることにより、図13で示した第9の実施例と同様の効果が得られるのに加え、共振を有した負荷コイル511と共振容量512で共振回路を構成しているため、1次共鳴コイル504からの磁束と強く結合するのでコイル間距離を離れた場合の伝送効率の低下をより小さくすることができる。言い換えれば、コイル間距離が変動しても入力インピーダンスの変化が少なくなるので、コイル間距離による周波数特性の変動を小さくすることができる。

【0140】

例えば、コイルの直径が数cmの場合の伝送距離は数cm程度、直径数10cmの場合は数10cmから1m程度の伝送距離が得られるので従来の電磁誘導方式の1cmから2cm程度に比べ比較的長い伝送距離を得ることができる。

【実施例11】

【0141】

図15は、本発明に使用される非接触による電力伝送システムを有した第11の実施例を示した図である。

【0142】

図において、521は1次側共鳴コイル、522は共鳴容量、523は励振コイルであり、その他、図14に対応する部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0143】

図において、1次側共鳴コイル521のインダクタンス値と共鳴容量522の容量値で決まる共振周波数に等しい信号を高周波電源506より励振コイル523を介して供給すると、共鳴コイル521と共鳴容量522により共振現象が発生し、大きい電流が流れ強い磁界が発生する。この構成では主に数十W以上の高い電力伝送に用いられ、コイルの大きさや巻き数の一般的な一例を示すと、共鳴コイル521の直径は数十cmから1m程度、コイルの線径は1cm程度、ターン数は1から2ターン程度である。また、励振コイルは線径数mm程度であり、共鳴コイル521に数ターン巻きつけるかフェライトコア等の磁性体を用いて励振する方法が一般的である。

【0144】

図15は、図14で示した非接触電力伝送システムの第10の実施例と比較して、給電コイルの代わりに励振コイル523を用いることにより、1次側の共鳴コイルを局所的な電磁誘導により励振して給電を行うもので、第10の実施例と同様の効果が得られる上に、送電側の共鳴コイルが1ターン程度で構成できるので送電器側の小型化も図ることができる。

【実施例12】

【0145】

図16aは、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムを有した第1

10

20

30

40

50

2の実施例を示した図である。

【0146】

図において、531は1次側の共鳴コイル群であり、スパイラル形状の共鳴コイル531a、531bより構成され、これらは並行して一定間隔でスパイラル状に巻かれている。ここで、スパイラル形状の共鳴コイル531a、531bはお互いの自己共振周波数が異なるように構成されており、その他、図14に対応する部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0147】

図16aにおいて、受電器502で受電可能な距離内でスパイラル形状の共鳴コイル531aと531bの巻き数をそれぞれ異なる距離で最も効率がよくなるように調整する。例えば、スパイラル形状の共鳴コイル531aが最も効率がよくなる距離を距離a、共鳴コイル531bが最も効率がよくなる距離を距離bとすると、1次側の共鳴コイル531と共振を有した負荷コイル511の距離が距離aのときは、給電コイル503からの給電電力は主にスパイラル形状の共鳴コイル531aを介して共振を有した負荷コイル511に供給され、一方、スパイラル形状の共鳴コイル531bはインピーダンス整合が最適値よりずれることから電力の伝送はほとんど行われぬ。また、1次側の共鳴コイル531と共振を有した負荷コイル511の距離が距離bのときは、給電コイル503からの給電電力は主にスパイラル形状の共鳴コイル531bを介して共振を有した負荷コイル511に供給される。

【0148】

なお、スパイラル形状の共鳴コイル531a、531bのコイルの巻き線の長さ（巻き数）やコイルの巻き線の線径を変えることで自己共振周波数をそれぞれ変えることが可能である。

【0149】

このとき、コイル間の寄生容量は互いの共鳴コイルが並行して巻かれることにより、給電コイルや負荷コイルの影響に加え互いの結合の影響もあるため、自己共振周波数はシミュレーションや実験により求めることが必要である。

【0150】

以上の構成とすることにより、図14で示した第10の実施例と同様の効果が得られるのに加え、送電器側においても1次側の共鳴コイル531と共振を有した負荷コイル511とのコイル間距離による周波数特性の変動をより小さくすることができる。

【0151】

また、図16bは1次側の共鳴コイル群の531のもう一つの例を示したものである。

【0152】

図において、532は円筒形状の共鳴コイル群であり、円筒形状の共鳴コイル532a、532bより構成され、これらは並行して一定間隔で円筒形状に巻かれており、互いに自己共振周波数が異なっている。なお、円筒形状の共鳴コイル532a、532bのコイルの巻き線の長さ（巻き数）やコイルの巻き線の線径やコイルの内径を変えることにより、それらの自己共振周波数を変えることができる。

【0153】

これらの図では、コイル群は図では2つの構成であったが3つ以上でもよいし、給電コイルで給電が可能であれば並行に巻かなくともそれぞれ独立であってもよいし、一方がスパイラル状の平面コイルで他方が円筒形状のコイルであってもよい。

【0154】

以上の複数の共鳴コイルを用いた場合の送受コイル間の周波数特性について示したものを図22に示す。図では、図16aで示した1次側の共鳴コイルを自己共振周波数が互いに異なる複数のコイルで構成した場合の1次側給電コイルから2次側負荷コイル間の伝送特性について模式的に示した模式図である。図の横軸は周波数、縦軸は伝送損失である。図において自己共振周波数が互いに異なるコイルを共鳴コイルに用いることにより、周波数特性が広がることが分かる。これにより、コイル間距離により周波数特性が変動した場

10

20

30

40

50

合でも、周波数帯域が広がったことで伝送効率の低下を小さくすることが可能となる。

【実施例 13】

【0155】

図 17 は、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムの第 13 の実施例を示した図である。

【0156】

図において、542 はレベル検出回路、543 は制御回路、541 は電界効果トランジスタであり、その他、図 14 で示した非接触での電力伝送システムの第 10 の実施例に対応する部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0157】

図は、図 14 で示した第 10 の実施例と比較して、共振容量 512 の両端には電界効果トランジスタ 541 のドレインとソースが接続される。さらに、整流回路 406 で整流された直流出力の一部をレベル検出 542 により検出し、制御回路 543 に出力するとともに、制御回路 543 は電源回路 407 より整流された電源電圧の一部を電源に用いて電界効果トランジスタ 541 のゲートを制御する構成である。

【0158】

以上の構成において、電界効果トランジスタ 541 がオフ状態のときは、1 次側共鳴コイル 504 で発生した磁界は、共振を有した負荷コイル 511 と共振容量 512 で構成される共振回路と強く結合し、これらの共振回路を通して整流回路 406 に受信電流が流れる。このとき、制御回路 543 は電界効果トランジスタ 541 をオン状態にすると、共振容量 512 の両端がショート状態となるため、共振を有した負荷コイル 511 は共振点がなくなる。このため、1 次側共鳴コイル 504 で発生した磁界は、負荷コイル 511 により 2 次側では共振を伴わない電磁誘導により整流回路 406 に受信電力を供給する。制御回路 543 は、定期的に電界効果トランジスタ 541 をオンオフすることで、整流回路 406 から出力される整流電圧を比較し、より受信電力の高いほうに切り替える動作を行う。

【0159】

負荷コイル 511 と共振容量 512 による共振状態での受電は、1 次側共鳴コイル 504 と負荷コイル 511 との距離がある程度離れたとき伝送効率が最も高くなり、逆にコイル間距離が数 mm 以下のごく近距離になるとインピーダンスの変動により伝送効率がかえって低下する。これに対し、負荷コイル 511 のみの受電では、受電側は共振回路を持たず、ごく近距離では電磁誘導伝送となるため、受電側は共振回路を持たないほうが伝送効率は高くなる。これは、給電コイルと共鳴コイルの結合と共鳴コイルと負荷コイルとの結合が同じ電磁誘導による伝送と見なせるためである。このため、コイル間距離がある程度離れている場合は、電界効果トランジスタ 541 をオフ状態にし、ごく近距離では、電界効果トランジスタ 541 をオン状態にして受電側に共振回路を持たない構成とすることにより、図 14 で示した実施例 10 と同様の効果が得られる上に、コイル間距離がごく近距離であっても伝送効率の劣化が小さい非接触電力伝送システムを得ることができる。

【0160】

また、図 23 に負荷コイルと直列に接続した共振容量を電界効果トランジスタによりオンオフすることの効果を模式的に示した模式図を示す。図の横軸はコイル間距離、縦軸は伝送損失である。図において、電界効果トランジスタをオン状態とした場合、負荷コイルは共振周波数を持たず電磁誘導による伝送となるため、コイル間距離が大きくなると急激に損失が増加する。一方、電界効果トランジスタをオフ状態とした場合、負荷コイルは共振容量により直列共振回路となるため、コイル間距離がある程度離れても伝送損失の増加は小さいが、ごく近距離になるとかえって伝送効率が低下する。このため、ごく近距離では電界効果トランジスタをオン状態として負荷コイルに共振回路を持たないようにすれば、近距離での伝送効率の低下を抑えることができることが分かる。

【実施例 14】

【0161】

図 18 は、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムを有した第 14 の実施例を示した図である。

【0162】

図において、551a、551b、551c は電界効果トランジスタ、552a、552b、552c は共振容量、553 は共鳴容量であり、図 17 で示した第 13 の実施例に対応する部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0163】

図において、図 17 で示した第 13 の実施例と比較して、1 次側共鳴コイルと並列に共鳴容量 553 が接続され、共振を有した負荷コイル 511 には、電界効果トランジスタ 551a、551b、551c と共振容量 552a、552b、552c がそれぞれ直列接続されたものが並列に接続されている。

10

【0164】

給電コイル 503 からは主に 1 次側共鳴コイル 504 のインダクタンス値と共鳴容量 553 により決まる自己共振周波数で電力を給電する。1 次側共鳴コイル 504 は共鳴容量 553 との自己共振周波数で給電されるため、これら共振回路には大きな電流が流れ、強い磁界が発生する。このとき、1 次側共鳴コイル 504 と並列に共鳴容量 553 が接続されているため、同一の共振周波数で比較した場合、共振容量がない場合に比べ、1 次側共鳴コイル 504 のインダクタンス値を小さくできるので、送電器 501 の形状を小さくすることができる。

【0165】

20

一方、電界効果トランジスタ 551a、551b、551c と直列に接続されている共振容量 552a、552b、552c は、共振を有した負荷コイル 511 とそれぞれ並列共振回路を構成するとともに、それぞれの容量は共振周波数が異なるような容量値となっている。このため、1 次側共鳴コイル 504 と共振を有した負荷コイル 511 とのコイル間距離により伝送効率が最も高くなる容量値を選択する構成となっている。

【0166】

以上の構成において、最適な容量値を選択する手段の一例を以下説明する。

【0167】

1 次側共鳴コイル 504 からの磁界を共振を有した負荷コイル 511 により受信する場合、制御回路 543 は最もコイル間距離が遠いときに伝送効率が高くなる共振容量に対応する電界効果トランジスタをオン状態にしておく。そして、電力の受電が開始された場合、制御回路 543 は定期的に他のオフ状態となっている電界効果トランジスタをオン状態にして、そのときの受電電力をレベル検出 542 により検出する。そして最も受電電力の大きい共振容量を選択することで、高い伝送効率で受電が可能となる。このとき、制御回路 543 は定期的に受電電力をレベル検出 542 より検出して最も伝送効率の高い電界効果トランジスタを選択しオン状態とする。

30

【0168】

以上の構成では、図 17 で示した第 13 の実施例と同様の効果が得られる上に、共振容量を複数設け電界効果トランジスタを用いて切り替えることでコイル間距離により電力の伝送効率の更なる最適化が可能となる。

40

【0169】

コイル間距離が近い場合（直径数 cm のコイルの場合、1 cm 程度以下）、共鳴コイル 504 のコイルの巻き線と負荷コイル 511 のコイルの巻き線の間にも寄生容量が存在するため、コイル間距離が近い場合、共鳴コイルと負荷コイル間の容量が増えることで共鳴コイルの自己共振周波数も下がる。この場合、送電周波数が一定のときは、距離が近づくほど逆に負荷コイルの共振容量を小さくして負荷コイルと共振容量による共振周波数を上げることで、共鳴コイルの自己共振周波数が下がるのを抑えることができるので、コイル間距離による伝送効率の変動を抑えることができる。

【実施例 15】

【0170】

50

図 19 は、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムを有した第 15 の実施例を示した図である。

【0171】

図において、送電装置 610 は給電コイル 611、スパイラル形状の 1 次側共鳴コイル 612、変復調回路 613、可変利得電力増幅器 614、発振器 615、制御回路 616 より構成され、その他、図 17 の非接触による電力伝送システムの第 13 の実施例に対応する部分は同一符号を付し説明を省略する。

【0172】

図のスパイラル形状の 1 次共鳴コイル 612 は平面上に巻かれたコイルであり円筒形の立体コイルと同様コイルの巻き線間の寄生容量による自己共振周波数が存在し、その共振周波数は円筒形コイルと同様に求められる。

10

【0173】

また、携帯端末装置 702 には、共振を有した負荷コイル 511 と整流回路 406 の間に負荷変調回路 441、検波、復調回路 442 が付加されており、送電装置 610 は高周波電源 615 に可変利得電力増幅器 614 と変復調回路 613 を介して給電コイル 611 に接続される。

【0174】

以上の構成では、送電装置 610 から携帯端末装置 702 に非接触で電力を伝送するとともに、電力伝送の際に必要な送電装置 610 と携帯端末装置 702 間の認証や送電電力制御を行う上で必要とされる通信手段を有するものである。

20

【0175】

まずは、送電装置 610 から携帯端末装置 702 に非接触で電力を伝送する動作について説明する。

【0176】

1 次側共鳴コイル 612 の自己共振周波数に等しい周波数で高周波電源 615 から出力される信号は利得可変電力増幅器 614 により増幅され変復調回路 613 を介し給電コイル 611 に給電される。給電された送電信号は 1 次側共鳴コイル 612 の自己共振周波数に等しい周波数であるため、1 次側共鳴コイル 612 からは強い磁界が発生する。

【0177】

一方、共振を有した給電コイル 511 は共振容量 512 との共振により、1 次側共鳴コイル 612 からの磁界と強く結合するため、効率よく電力を受電し、負荷変調回路 441、検波、復調回路 442 を介し整流回路 406 により整流し、電源回路 407 を介して負荷回路 408 に供給する。また、制御回路 543 はレベル検出 542 の値を参考に電界効果トランジスタ 541 をオンあるはオフして受電電力がより大きいほうに切り替わる動作を行う。

30

【0178】

次に非接触で通信を行う場合の動作について、まずは送電装置 610 から携帯端末装置 702 にデータを伝送する場合について説明する。

【0179】

図において、利得可変電力増幅器 614 からの送電信号に A S K 変調等の変調をかけて給電コイル 611 に給電する。給電された送電信号は、1 次側共鳴コイル 612 より強い磁界が発生し、共振を有した負荷コイル 511 と共振容量 512 により効率よく受信され、負荷変調回路 441 を介し検波、復調回路 442 に入力される。入力された送電信号はダイオード等を用いた検波回路により復調され制御回路 502 に入力される。また、受電電力は整流回路 406 により整流され、電源回路 407 により負荷回路 408 に供給される。

40

【0180】

次に、携帯端末装置 702 から受電装置 610 にデータを伝送する場合について説明する。

【0181】

50

通信を行う場合、携帯端末装置 702 は送電装置 610 より電力を受電していることから、負荷変調回路 441 にも常に信号振幅が加わっている。このため、負荷変調回路 441 では、この点におけるインピーダンスを変調信号に対応して変えると磁氣的に結合している送電装置 610 側のインピーダンスも影響を受けて変化する（負荷変調方式）。よって、変復調回路 613 においてダイオード検波等により、送電信号が負荷変調回路 441 の負荷変動により発生する送電電力の反射で復調された信号を取り出すことができるので通信が可能となる。

【0182】

以上の構成では、図 17 の非接触による電力伝送システムの第 13 の実施例と同様の効果が得られる上に簡易な構成で通信が可能な通信手段を有した非接触電力伝送システムを得ることができる。

10

【実施例 16】

【0183】

図 20 は、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムを有した第 16 の実施例を示した図である。

【0184】

図において、631 は 1 次側の共鳴コイル群、632 は給電コイルであり、1 次側の共鳴コイル群 631 は、スパイラル形状の共鳴コイル 631a、631b により構成され、これらは並行して一定間隔でスパイラル状に巻かれており、その他、図 18 の非接触電力伝送システムの第 14 の実施例および図 19 の非接触電力伝送システムの第 15 の実施例

20

【0185】

図において、送電装置 610 の 1 次側共鳴コイルにスパイラル形状の共鳴コイル 631a と 631b の複数のコイルを用いるとともに、互いの自己共振周波数が異なるようにコイルの巻き数等を変えた構成としている。さらに、1 次側共鳴コイル群 631 と給電コイル 632 の位置的構成を変えており、1 次側共鳴コイル群 631 と共振を有した負荷コイル 511 間距離よりも給電コイル 632 と共振を有した負荷コイル 511 間距離のほうが近くなるようにした。

【0186】

以上の構成とすることにより、図 16a の非接触電力伝送システムの第 12 の実施例、図 18 の非接触電力伝送システムの第 14 の実施例および図 19 の非接触電力伝送システムの第 15 の実施例と同様の効果が得られる上に、1 次側共鳴コイル群 631 と共振を有した負荷コイル 511 との距離よりも給電コイル 632 と共振を有した負荷コイル 511 との距離のほうが近くなるようすることで、給電コイル 632 と共振を有した負荷コイル 511 とのコイル間距離がごく近い場合、1 次側共鳴コイル群 631 を介した磁気共鳴伝送よりも、給電コイル 632 から共振を有した負荷コイル 511 に電磁誘導により直接伝送することが可能であるため、ごく近距離での伝送効率の低下を抑えることができる。

30

【0187】

以上の構成では、コイル間距離が近くなると共鳴コイルの共振周波数は負荷コイルが近づくことにより等価的な寄生容量が増えるため共振周波数が下がるので送電周波数が一定のとき伝送効率が下がってしまう。この場合、共鳴コイルと給電コイルの配置を変えることにより給電コイルと負荷コイルの距離が近くなるとともに、共鳴コイルがこれらの間に入らなくなるため給電コイルと負荷コイル間で電磁誘導による結合が強くなる。このとき、コイル間距離が遠い場合は電磁誘導による伝送は小さいがコイル間距離がごく近い場合、共鳴コイルの共振周波数は低いほうにずれてしまうが給電コイルと負荷コイル間の電磁誘導による伝送が大きくなるので、コイル間距離がごく近い場合の伝送効率の低下が抑えられる。

40

【実施例 17】

【0188】

図 21 は、本発明に使用される非接触による充電（電力伝送）システムを有した第 17

50

の実施例を示した図である。

【0189】

図において、641、651はアンテナ、642は負荷変調回路、643は検波、復調回路、652は変復調回路、653は発振回路であり、図19の非接触電力伝送システムの第15の実施例に対応する部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0190】

図の送電装置610には発振回路653が変復調回路652を介しアンテナ651に接続され、携帯端末装置702はアンテナ641が負荷変調回路642を介し検波、復調回路643に接続されている。

【0191】

以上の構成において、送電装置610と携帯端末装置702間で通信を行う動作について説明する。なお、電力の伝送動作については説明を省略する。

【0192】

図において、発振回路653からの送信信号に変復調回路652において、ASK変調等の変調をかけアンテナ651に給電する。給電された送信信号はアンテナ651により電磁波あるいは磁氣的にエネルギーとして放射される。放射された送信信号はアンテナ641により受信され負荷変調回路642を介し検波、復調回路643に入力される。入力された送信信号はダイオード検波等の検波回路により復調され制御回路604に入力される。

【0193】

次に、携帯端末装置702から送電装置610にデータを伝送する場合について説明する。携帯端末装置702は送電装置610により信号を受信している状態のときに通信を行う場合を考えると、負荷変調回路642にも常に信号振幅が加わっている。このため、負荷変調回路642では、この点における負荷を変動させることで変調を行う負荷変調方式を用いる構成とした。

【0194】

以上の構成では、図19の非接触電力伝送システムの第15の実施例と同様の効果が得られる上に電力伝送と異なる周波数で通信が行えることから、より高速に通信を行うことも可能となるので、認証や送信電力制御等の電力伝送に必要な制御データのほかに他のデータも伝送することが可能となる。

【符号の説明】

【0195】

101、141、504、521、612...磁気共鳴コイル、102、402、505...負荷コイル、103、154、221、312、...非接触データ通信部、104...充電制御部、105、472...バッテリー、106...端末無線通信部、107...検知出力部、101、210...切り替えスイッチ、111、112、211...減衰抵抗、121、122、123、124、125、126、127、128...整流用ダイオード、130、131...平滑用容量、140、220、310、420、460、610、701...送電装置、142...給電コイル、143...増幅部、144、153、424、464、476、615...発振器、145、425、465...制御部、146...検出部、151、401、421、461、481...電磁誘導コイル、152、301、302、405、422、462、482、512、552a、552b、552c、...共振容量、311...合成器、313...フィルタ、711...送電制御モジュール、712...非接触型送電モジュール、713...非接触型処理モジュール、720...大容量蓄電モジュール、721...受電制御モジュール、722...充電のための非接触型受電モジュール、723...非接触型処理モジュール、150、460、480...非接触通信装置、403、553、738、739...共鳴容量、404...ローパスフィルタ、406、412、456、485...整流回路、407...電源回路、408...負荷回路、409、473...ハイパスフィルタ、410、441、477、483、642...負荷変調回路、411、442、478...検波、復調回路、413、487、...メモリ、414、443、486、543、616...制御回路、430、

10

20

30

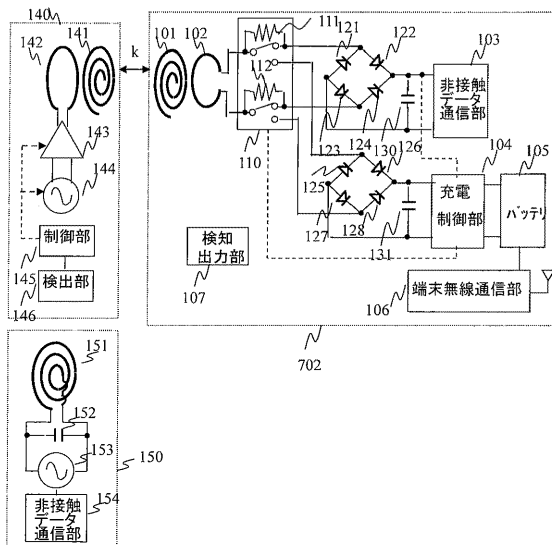
40

50

4 7 5、6 1 3、6 5 2 ... 変復調回路、1 5 3 ... 発振器、4 5 3、4 5 4、4 5 5、5 4 1、5 2 1 a、5 2 1 b、5 2 1 c、5 5 1 a、5 5 1 b、5 5 1 c ... 電界効果トランジスタ、4 5 2 ... 切り替えおよび電源回路、4 7 1 ... 充電制御回路、5 0 1 ... 送電器、5 0 2 ... 受電器、5 0 5、5 1 1 ... 負荷コイル、5 0 6 ... 高周波電源、5 2 3 ... 励振コイル、5 3 1、5 3 2、6 3 1 ... 共鳴コイル群、5 4 2 ... レベル検出回路、6 1 4 ... 可変利得電力増幅器、6 4 1、6 5 1 ... アンテナ

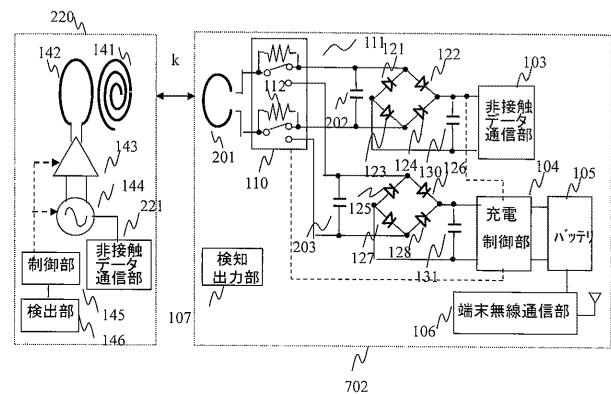
【図 1】

【図 1】

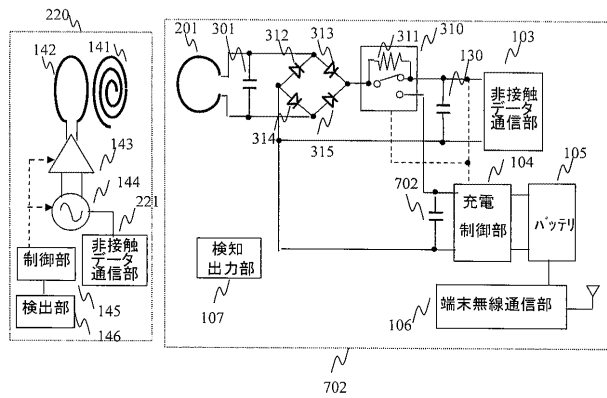


【図 2】

【図 2】

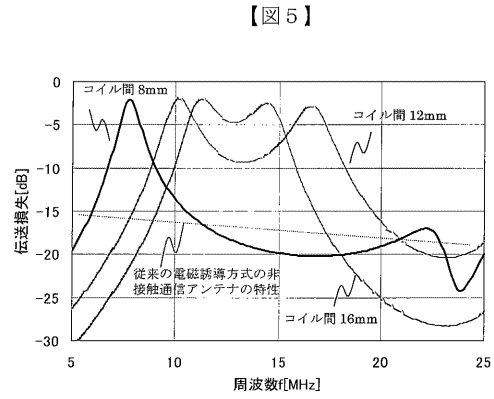


【図 3】



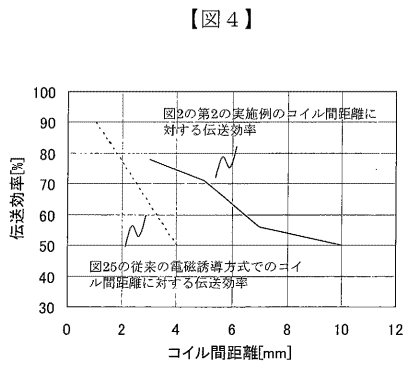
【図 3】

【図 5】



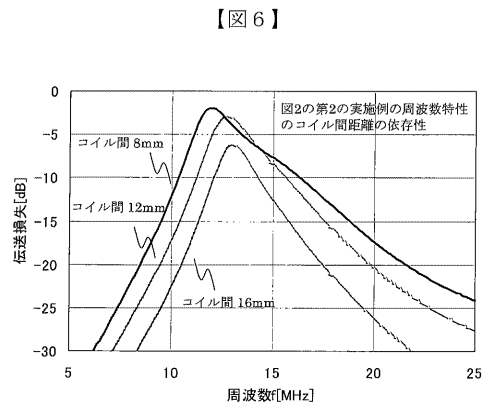
【図 5】

【図 4】



【図 4】

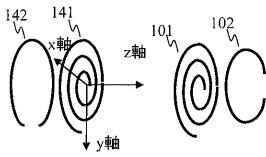
【図 6】



【図 6】

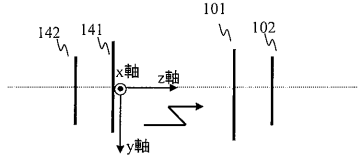
【図 7 a】

【図 7 a】



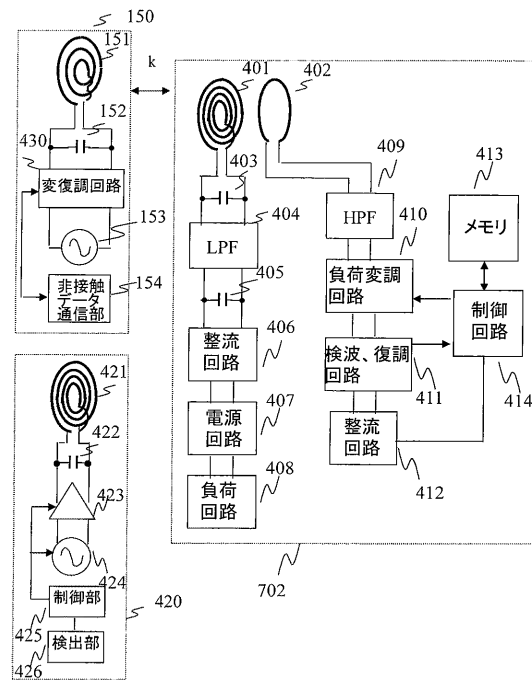
【図 7 b】

【図 7 b】

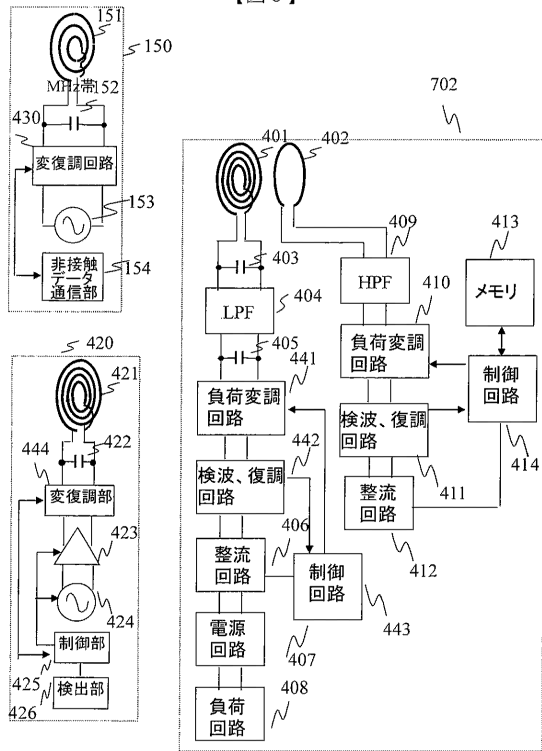


【図 8】

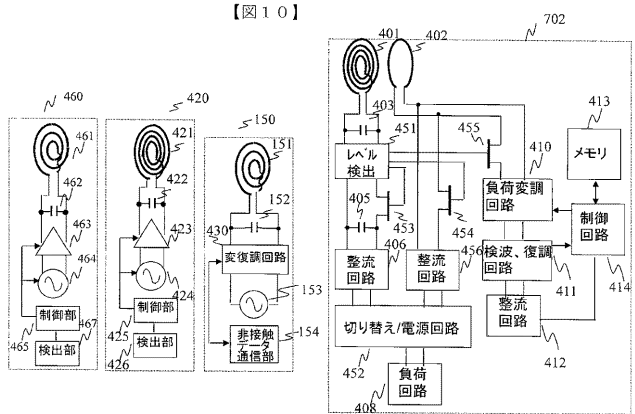
【図 8】



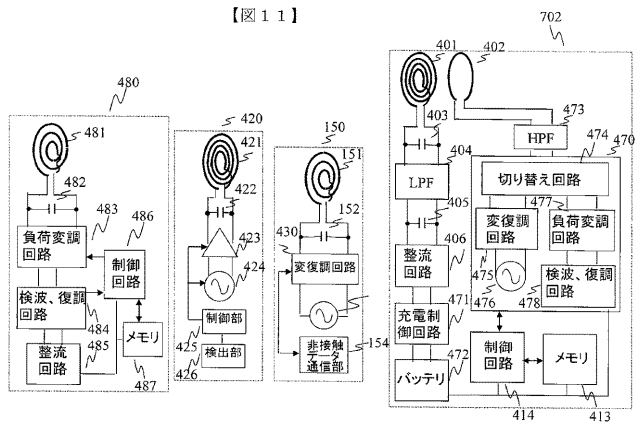
【図 9】



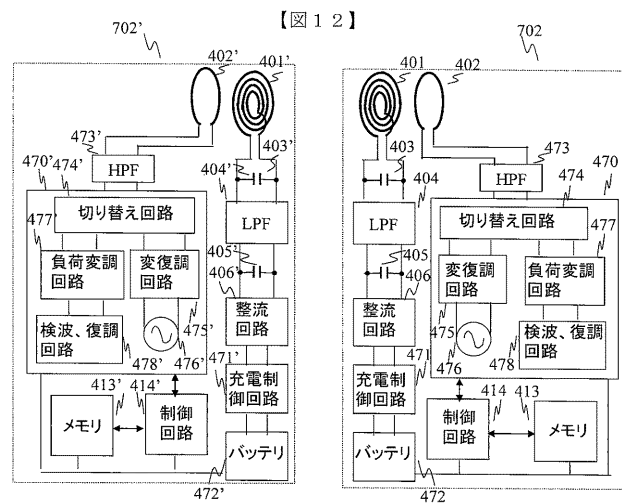
【図 10】



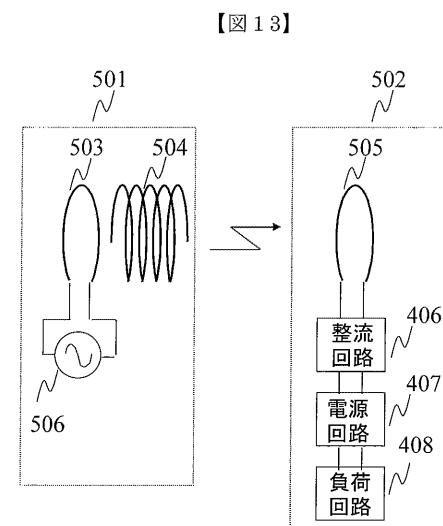
【図 11】



【図 12】

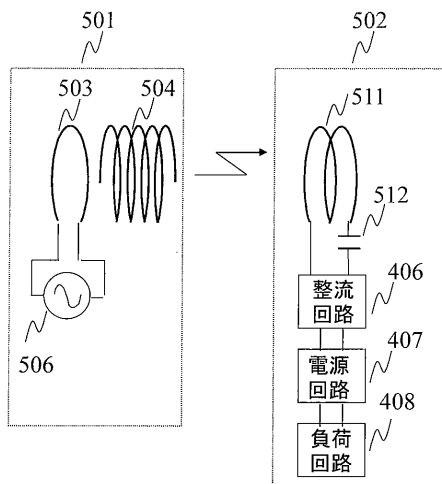


【図 13】



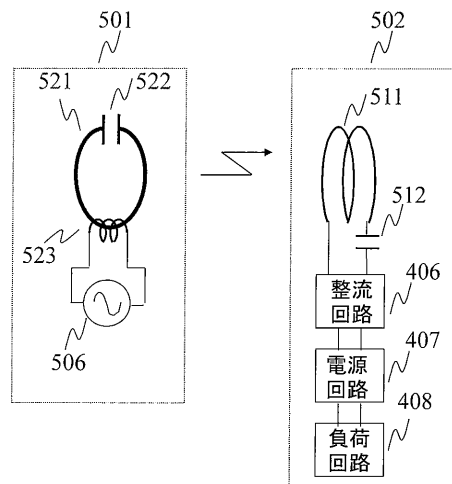
【図 1 4】

【図14】



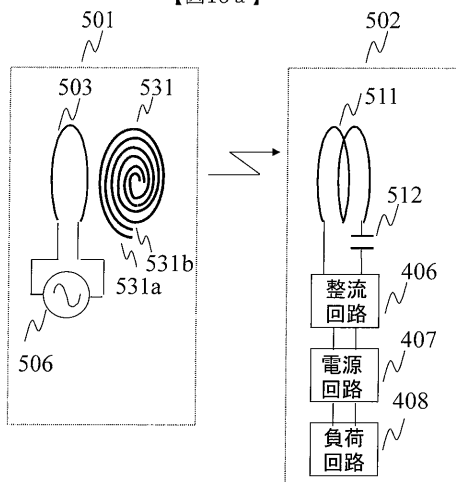
【図 1 5】

【図15】



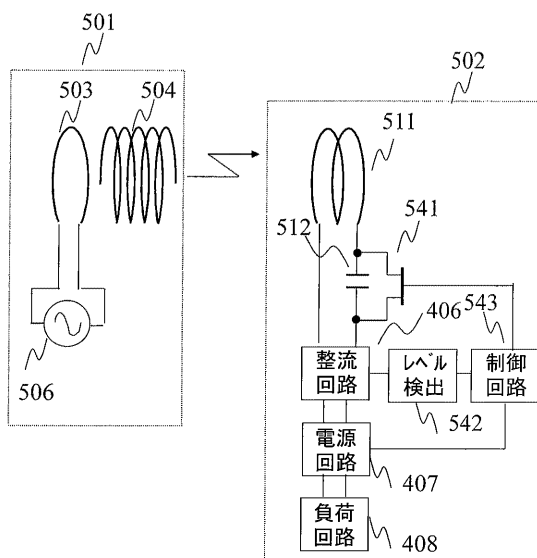
【図 1 6 a】

【図16a】



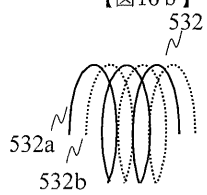
【図 1 7】

【図17】

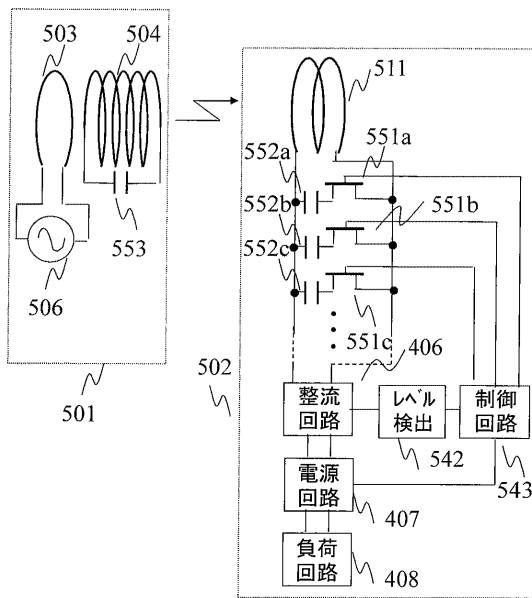


【図 1 6 b】

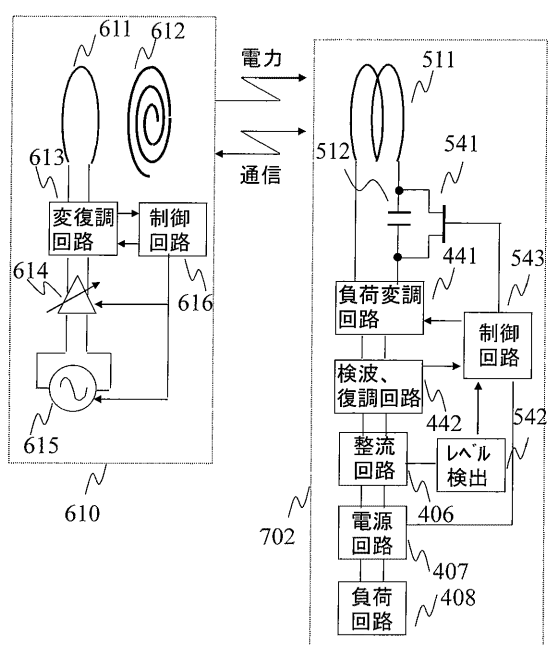
【図16b】



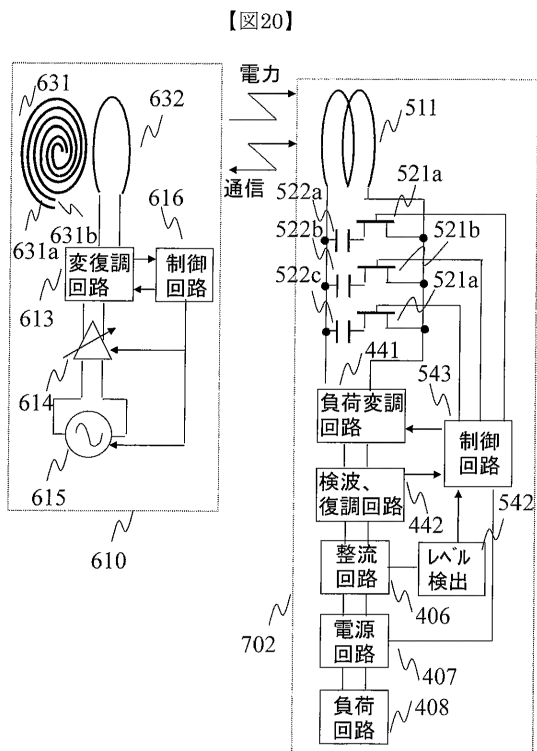
【図 18】



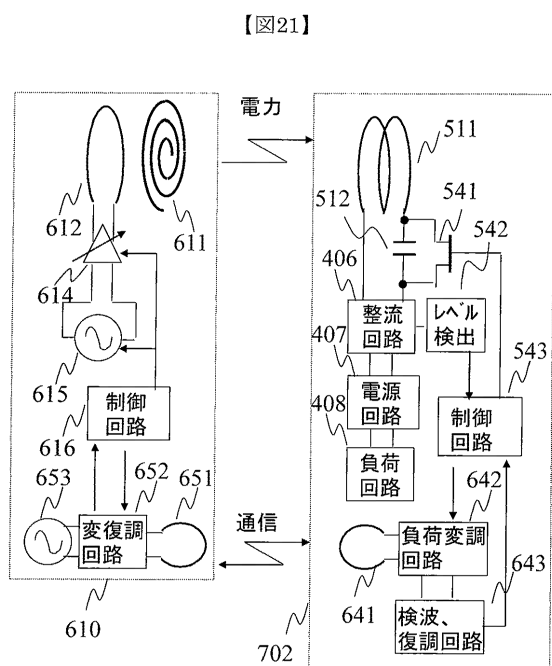
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【図 2 2】

【図22】

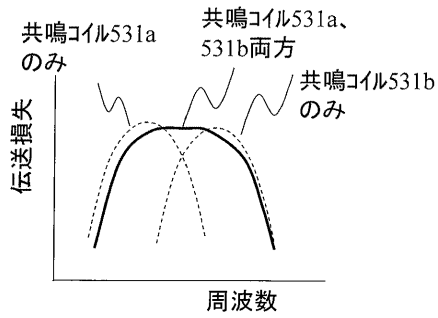


図16aの非接触電力伝送システムの第12の実施例の周波数特性(模式図)

【図 2 3】

【図23】

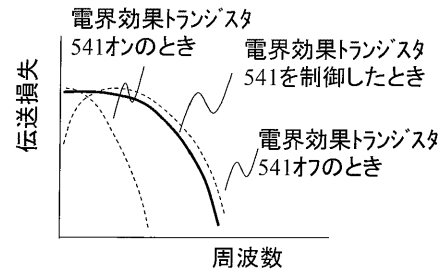
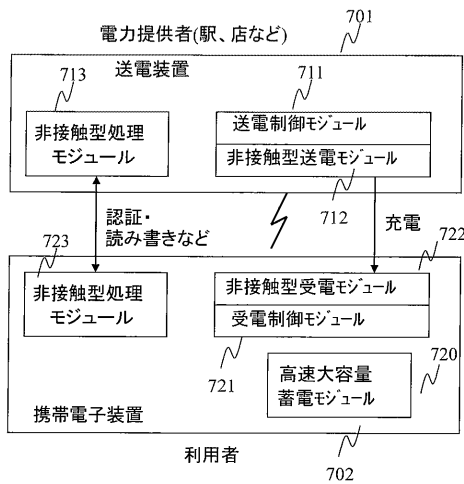


図17の非接触電力伝送システムの第13の実施例の周波数特性(模式図)

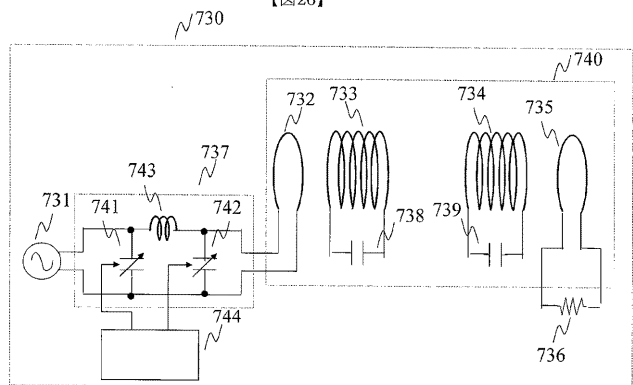
【図 2 4】

【図24】



【図 2 6】

【図26】



【図 2 5】

【図25】

