

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5590268号  
(P5590268)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int.Cl. F I  
H02J 17/00 (2006.01) H02J 17/00 C

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-507314 (P2014-507314)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成24年11月1日 (2012.11.1)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/078389		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02013/145403	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成25年10月3日 (2013.10.3)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成26年4月10日 (2014.4.10)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	特願2012-69819 (P2012-69819)		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成24年3月26日 (2012.3.26)	(74) 代理人	100125874
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 川端 純市
早期審査対象出願		(72) 発明者	市川 敬一
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	高橋 博宣
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電界結合型ワイヤレス電力伝送システム及びそれに用いる受電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の送電周波数の交流電圧を発生する電源回路と、少なくとも一対の送電電極と、前記電源回路と前記少なくとも一対の送電電極との間に接続され、前記少なくとも一対の送電電極間に交流電圧を印加する共振回路と、を備えた送電装置からワイヤレスで伝送される電力を受電する受電装置であって、

負荷回路と、

前記送電装置の前記少なくとも一対の送電電極に対応して設けられ、前記少なくとも一対の送電電極との位置関係に応じた結合容量を生じる少なくとも一対の受電電極と、

前記負荷回路と前記少なくとも一対の受電電極との間に接続され、前記負荷回路に交流電圧を印加する共振回路と、

前記受電装置側共振回路に対して並列に接続された過電圧抑制手段とを備え、

前記過電圧抑制手段は、インピーダンス素子で構成され、

前記インピーダンス素子のインピーダンスは、前記送電電極と前記受電電極との結合容量が、前記送電電極と前記受電電極とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、前記インピーダンス素子を接続しない場合に比べて前記少なくとも一対の受電電極間の電圧の上昇を抑制するような値に設定される、

受電装置。

【請求項2】

前記インピーダンス素子は、前記送電装置側共振回路と前記受電装置側共振回路が前記

結合容量により容量結合したときに発生する二つの共振周波数の内、低周波側の共振周波数を所定のシフト量だけシフトさせる素子であり、

前記所定のシフト量は、前記送電電極と前記受電電極との結合容量が、前記送電電極と前記受電電極とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略ゼロに変化する過程において、前記低周波側の共振周波数が前記所定の送電周波数と重ならないような値に設定される、

請求項 1 に記載の受電装置。

【請求項 3】

前記インピーダンス素子は、前記インピーダンス素子を接続しない場合に比べて、当該受電装置の前記共振回路から見た前記負荷装置側のインピーダンスを低下させる素子である、

請求項 1 に記載の受電装置。

【請求項 4】

前記過電圧抑制手段はキャパシタである、

請求項 1 または 2 に記載の受電装置。

【請求項 5】

前記キャパシタの容量は、

前記送電電極と前記受電電極とを容量結合させたときに当該受電装置側の前記共振回路により生じる前記低周波側の共振周波数を  $f_1$ 、高周波側の共振周波数を  $f_2$ 、前記所定の送電周波数を  $f_3$  としたときに、

前記送電電極と前記受電電極との結合容量が前記送電電極と前記受電電極とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略 0 に変化する過程において、 $f_1 < f_3 < f_2$  の関係が満たされるように設定されている。

請求項 4 に記載の受電装置。

【請求項 6】

前記過電圧抑制手段はインダクタである、

請求項 1 または 2 に記載の受電装置。

【請求項 7】

前記インダクタのインダクタンスは、

前記送電電極と前記受電電極とを容量結合させたときに当該受電装置側の前記共振回路により生じる前記低周波側の共振周波数を  $f_1$ 、高周波側の共振周波数を  $f_2$ 、前記所定の送電周波数を  $f_3$  としたときに、前記送電電極と前記受電電極との結合容量が前記送電電極と前記受電電極とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略 0 まで変化する過程において、 $f_3 < f_1 < f_2$  の関係が満たされるように設定されている、

請求項 6 に記載の受電装置。

【請求項 8】

前記過電圧抑制手段は抵抗である、

請求項 1 または 3 に記載の受電装置。

【請求項 9】

前記抵抗の抵抗値は、10 ~ 100 に設定されている、

請求項 8 に記載の受電装置。

【請求項 10】

前記過電圧抑制手段に直列にスイッチング素子が設けられているとともに、

前記負荷回路を構成する整流回路の二次側の電圧を検出し、検出された電圧が所定の電圧より高いときに、前記スイッチング素子をオンに制御する制御回路が設けられている、

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の受電装置。

【請求項 11】

前記送電装置側共振回路は昇圧トランスを含んで構成され、

前記受電装置側共振回路は降圧トランスを含んで構成される、

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の受電装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

所定の周波数の交流電圧を発生する電源回路と、少なくとも一対の送電電極と、前記電源回路と前記少なくとも一対の送電電極との間に接続され、前記少なくとも一対の送電電極間に交流電圧を印加する共振回路と、を備えた送電装置と、

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の受電装置と、を含む

電力伝送システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電界結合型ワイヤレス電力伝送システム及びそれに用いる受電装置に関する

10

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、例えばスマートフォン、ラップトップパソコンなどのポータブル機器に対して、ワイヤレスで電力を供給するワイヤレス電力伝送システムが実用化されている。このようなワイヤレス電力伝送システムとして、例えば特許文献 1 や特許文献 2 に記載のものがある。

## 【0003】

特許文献 1 は、電磁誘導型のワイヤレス電力伝送システムを開示している。電磁誘導型のワイヤレス電力伝送システムは、送電装置と受電装置を有している。送電装置は送電コイルを備え、受電装置は受電コイルを備え、これらのコイル間で電磁誘導により電力が伝送される。

20

## 【0004】

特許文献 2 は、電界結合型のワイヤレス電力伝送システムを開示している。電界結合型のワイヤレス電力伝送システムは、送電装置と受電装置を有している。送電装置は送電電極を備え、受電装置は受電電極を備え、これらの電極間で静電誘導により電力が伝送される。

## 【0005】

図 1 1 は、特許文献 2 の電界結合型ワイヤレス電力伝送システムの等価回路図である。この電界結合型ワイヤレス電力伝送システムは、送電装置 1 1 0 1 と受電装置 1 2 0 1 で構成され、送電装置 1 1 0 1 の容量  $C_1$  と受電装置 1 2 0 1 の容量  $C_2$  との間の結合容量  $C_m$  を介して電力を電力する。送電装置 1 1 0 1 はインダクタ  $L_1$  と容量  $C_1$  でなる LC 共振回路を備え、受電装置 1 2 0 1 はインダクタ  $L_2$  と容量  $C_2$  でなる LC 共振回路を備える。このワイヤレス電力伝送システムでは、送電装置 1 1 0 1 と受電装置 1 2 0 1 とを結合させて、2 つの共振回路を結合させたときに 2 つの共振周波数が発生する。電力伝送システムの電圧発生器 1 1 の動作周波数（送電周波数）はこれらの共振周波数の中間の周波数に設定されている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

40

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 1 1 8 5 8 7 号公報

【特許文献 2】W O 2 0 1 1 / 1 4 8 8 0 3 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

特許文献 2 のような電界結合型のワイヤレス電力伝送システムでは、送電装置上に受電装置を載置して送電している途中で受電装置を送電装置から引き離すと、受電装置が破損することがあった。

## 【0008】

本発明は、送電中に何らかの理由により受電装置が送電装置から引き離された場合でも

50

受電装置の損傷を防止可能な電界結合型のワイヤレス電力伝送システム及び受電装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の発明者は、上記の課題を解決するため、受電装置が送電装置から引き離される際に受電装置の破損が発生する原因を検討した結果、以下の知見を得た。

【0010】

図12は、従来の電界結合型のワイヤレス電力伝送システムにおいて、受電装置を送電装置から引き離す過程における、受電装置側アクティブ電極と受電装置側パッシブ電極との間の電圧（以下、適宜「受電電極間電圧」という）、及び送電装置側アクティブ電極と送電装置側パッシブ電極との間の電圧（以下、適宜「送電電極間電圧」という）の周波数特性の変化を示す図である。具体的には、図12(a)は、受電装置が送電装置上に載置された状態（通常の使用状態）における周波数特性を示す図である。図12(b)は、受電装置が送電装置から引き離され始めた状態における送電電極間電圧及び受電電極間電圧の周波数特性を示す図である。図12(c)は、受電装置が送電装置から図12(b)の場合よりもさらに引き離された状態における送電電極間電圧及び受電電極間電圧の周波数特性を示す図である。図12(a)、(b)、(c)における実線A、A、Aは受電電極間電圧の周波数特性を示し、破線B、B、Bは送電電極間電圧の周波数特性を示す。なお、実線A、A、A、及び破線B、B、Bは、二次電池がほぼ満充電状態となり負荷インピーダンスが高くなっている状態のときにおける周波数特性を示す。これに対し、図12(a)における一点鎖線Cは、二次電池がまだほとんど充電されておらず負荷インピーダンスが低い状態のときにおける受電電極間電圧の周波数特性を示す。図12(b)、(c)では、これに対応する特性は省略している。

【0011】

図12(a)から判別できるように、二次電池がほぼ満充電状態となり負荷インピーダンスが高くなっている状態のときは、二次電池が充電されていない状態に比べて、送電電極間電圧及び受電電極間電圧が高くなる。

【0012】

また、図12(a)、(b)、(c)に示すように、送電電極間電圧及び受電電極間電圧はそれぞれ、異なる周波数において2つのピークを有する。これは、送電装置及び受電装置の有する共振回路の共振周波数を等しくして送電電極と受電電極を容量結合させたときにこの周波数の高周波側と低周波側に発生する2つの共振に伴うものであり、各ピークの周波数は共振周波数に対応する。これらのピーク（共振周波数）は、図12(a)、(b)、(c)から読み取れるように、受電装置が送電装置から引き離されるほど、つまり受電装置と送電装置の距離が大きくなるほど、高周波数側に移動する。このように、各ピーク（共振周波数）が高周波数側に移動するのは、受電装置と送電装置の距離が大きくなるにつれて、送電装置の送電電極と受電装置の受電電極との結合容量C<sub>m</sub>が減少するためであると考えられる。

【0013】

図12(a)、(b)、(c)における、f<sub>1</sub>、f<sub>1</sub>、f<sub>1</sub>は、受電電極間電圧の低周波側の共振周波数を示し、f<sub>2</sub>、f<sub>2</sub>、f<sub>2</sub>は、受電電極間電圧の高周波側の共振周波数を示す。また、f<sub>3</sub>は、送電装置の動作周波数（送電周波数）を示す。動作周波数f<sub>3</sub>は、送電装置の送電周波数（動作周波数）であり、図12(a)の状態における低周波側の共振周波数f<sub>1</sub>と高周波数側の共振周波数f<sub>2</sub>との中間の周波数に設定されている。

【0014】

図12(a)、(b)、(c)から読み取れるように、受電電極間電圧の低周波側の共振周波数は、受電装置が送電装置から引き離されると、f<sub>1</sub>、f<sub>1</sub>、f<sub>1</sub>と連続的に高周波側に移動していく。その際、図12(c)に示すように、低周波側の共振周波数f<sub>1</sub>と、動作周波数f<sub>3</sub>が一致するときに発生し、このとき受電装置に発生する電圧が非

10

20

30

40

50

常に高くなり、受電装置の損傷を引き起こす原因となる。図13は、受電装置の引き離しにともなう、結合容量 $C_m$ の変化に対する受電電極間電圧の変化を示したものである。受電装置の引き離しに伴って結合容量 $C_m$ が小さくなると、上述のように共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ が変化する。その結果、低周波側の共振周波数と動作周波数が重なる結合容量の近傍の結合容量 $C_m$ において、受電電極間電圧は一旦高くなり、その後、低下する。このように、送電中に急に受電装置の送電装置からの引き離しが発生して、受電装置と送電装置との間の距離が大きくなると、受電電極間に大きな受電電極間電圧（過電圧）が印加される場合がある。例えば、結合容量 $C_m$ が $C_{m1}$ から $C_{m2}$ に変化し、その際、受電電極間電圧が耐電圧 $V_s$ を超えると、受電装置が破損する虞がある。以上が、受電装置が破損する原因と考えられる。このように、本発明者は、受電装置の引き離しに伴う結合容量の変化により、受電装置に高電圧が発生することが、受電装置の破損の原因であると考えた。そこで、本発明者は、受電装置側の共振回路に対して並列に接続されたインピーダンス素子を有し、共振周波数をずらすこと等が可能な、以下の構成を有する受電装置及び電力伝送システムを考案した。

10

**【0015】**

本発明の受電装置は、所定周波数の交流電圧を発生する電源回路と、少なくとも一对の送電電極と、電源回路と少なくとも一对の送電電極との間に接続され、少なくとも一对の送電電極間に交流電圧を印加する共振回路と、を備えた送電装置からワイヤレスで伝送される電力を受電する。この受電装置は、負荷回路と、送電装置の少なくとも一对の送電電極に対応して設けられ、少なくとも一对の送電電極との位置関係に応じた結合容量を生じる少なくとも一对の受電電極と、負荷回路と少なくとも一对の受電電極との間に接続され、負荷回路に交流電圧を印加する共振回路と、前記受電装置側の共振回路に対して並列に接続された過電圧抑制手段とを備え、過電圧抑制手段は、インピーダンス素子で構成され、インピーダンス素子のインピーダンスは、送電電極と受電電極との結合容量が、送電電極と受電電極とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、前記インピーダンス素子を接続しない場合に比べて少なくとも一对の受電電極間の電圧の上昇を抑制するような値に設定される。

20

**【0016】**

本発明の電力伝送システムは、所定の周波数の交流電圧を発生する電源回路と、少なくとも一对の送電電極と、電源回路と少なくとも一对の送電電極との間に接続され、少なくとも一对の送電電極間に交流電圧を印加する共振回路と、を備えた送電装置と、前記本発明の受電装置と、を含む。

30

**【発明の効果】****【0017】**

本発明の電力伝送システム及び受電装置によれば、送電中に受電装置が送電装置から引き離された場合でも、共振周波数における高い受電電極間電圧が負荷回路に印加されることがない。したがって、受電装置及びそれに含まれる負荷回路が過電圧により破損するのを防止することができる。

**【図面の簡単な説明】****【0018】**

40

【図1】実施形態1に係る送電装置と受電装置の斜視図である。

【図2】実施形態1に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【図3】実施形態1に係るワイヤレス電力伝送システムにおいて、負荷インピーダンスが高い状態における受電装置側アクティブ電極と受電装置側パッシブ電極との間の電圧の周波数特性の一例を示す図である。図3(a)は、送電装置と受電装置とが過電圧抑制手段としてのキャパシタが設けられている場合と設けられていない場合の特性を比較した図であり、図3(b)は、キャパシタが設けられている場合において、受電装置が送電装置から引き離される際の共振周波数の変化を示した図である。

【図4】実施形態2に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【図5】実施形態2に係るワイヤレス電力伝送システムにおいて、負荷インピーダンスが

50

高い状態における受電装置側アクティブ電極と受電装置側パッシブ電極との間の電圧の周波数特性の一例を示す図である。図5(a)は、送電装置と受電装置とが過電圧抑制手段としてのインダクタが設けられている場合と設けられていない場合の特性を比較した図であり、図5(b)は、インダクタが設けられている場合において、受電装置が送電装置から引き離される際の共振周波数の変化を示した図である。

【図6】実施形態3に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【図7】実施形態4に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【図8】実施形態4に係るワイヤレス電力伝送システムにおける、結合容量に対する負荷入力電圧の特性を示す図である。

【図9】実施形態5に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

10

【図10】実施形態5に係るワイヤレス電力伝送システムの受電装置の制御回路のより具体的な回路構成を示す図である。

【図11】従来のワイヤレス電力伝送システムの等価回路図である。

【図12】従来の電界結合型のワイヤレス電力伝送システムにおいて、受電装置を送電装置から引き離す過程における、受電装置側アクティブ電極と受電装置側パッシブ電極との間の電圧、及び送電装置側アクティブ電極と送電装置側パッシブ電極との間の電圧の周波数特性の変化を示す図である。図12(a)は、受電装置を送電装置上に載置された状態における周波数特性を示す図である。図12(b)は、受電装置を送電装置から引き離され始めた状態における送電電極間電圧及び受電電極間電圧の周波数特性を示す図である。図12(c)は、受電装置を送電装置から図12(b)の場合よりもさらに引き離された状態における送電電極間電圧及び受電電極間電圧の周波数特性を示す図である。

20

【図13】結合容量に対する受電装置側アクティブ電極と受電装置側パッシブ電極との間の電圧の特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(実施形態1)

1. 構成

図1は、実施形態1における、電界結合型のワイヤレス電力伝送システムを構成する送電装置100と受電装置200の斜視図である。

【0020】

30

送電装置100は送電装置側パッシブ電極31と送電装置側アクティブ電極32を備え、受電装置200は受電装置側パッシブ電極41と受電装置側アクティブ電極42を備える。

【0021】

送電装置100上に受電装置200を載置することによって、送電装置側パッシブ電極31と受電装置側パッシブ電極41とが対向し、送電装置側アクティブ電極32と受電装置側アクティブ電極42とが対向する。このとき、送電装置側パッシブ電極31及び送電装置側アクティブ電極32と、受電装置側パッシブ電極41及び受電装置側アクティブ電極42との間に結合容量 $C_m$ が生じる。送電装置100は、結合容量 $C_m$ を介した電界結合により受電装置200へワイヤレスで電力を伝送する。

40

【0022】

図2は、実施形態1のワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【0023】

送電装置100は、電源回路10、送電装置側共振回路20、送電装置側パッシブ電極31、送電装置側アクティブ電極32を有する。

【0024】

電源回路10は、所定の周波数の交流電圧を発生する。所定の周波数は、送電装置100から受電装置200への電力の伝送効率、ワイヤレス電力伝送システムにおける共振周波数との関係等を考慮して設定される。例えば、所定の周波数は100kHz～数10MHzの間の高周波数に設定されるが、これに限定されるものではない。

50

## 【 0 0 2 5 】

送電装置側共振回路 2 0 は、電源回路 1 0 と、送電装置側パッシブ電極 3 1 及び送電装置側アクティブ電極 3 2 との間に接続されている。

## 【 0 0 2 6 】

昇圧トランス T R 1 は、電源回路 1 0 の発生する電圧を昇圧し、この昇圧した電圧を送電装置側パッシブ電極 3 1 と送電装置側アクティブ電極 3 2 との間に印加する。昇圧トランス T R 1 は、電界結合による電力伝送の効率を向上させることを目的として設けられている。

## 【 0 0 2 7 】

キャパシタ C p 1 は、昇圧トランス T R 1 の出力端を短絡するように送電装置側パッシブ電極 3 1 と送電装置側アクティブ電極 3 2 との間に接続されている。キャパシタ C p 1 は、部品として設けられてもよいし、送電装置 1 0 0 に含まれる配線等の寄生容量により構成してもよい。送電側では、昇圧トランス T R 1 のインダクタンス成分(リーケージインダクタンス)と、キャパシタ C p 1 を含む容量で送電装置側共振回路 2 0 を構成している。

10

## 【 0 0 2 8 】

受電装置 2 0 0 は、受電装置側パッシブ電極 4 1、受電装置側アクティブ電極 4 2、受電装置側共振回路 5 0 及び負荷回路 6 0 を有する。

## 【 0 0 2 9 】

受電装置側パッシブ電極 4 1 及び受電装置側アクティブ電極 4 2 は、送電装置側パッシブ電極 3 1 及び送電装置側アクティブ電極 3 2 から結合容量 C m を介して電力を受ける。

20

## 【 0 0 3 0 】

負荷回路 6 0 は、ダイオード D 1 ~ D 4 及びリップル除去用キャパシタ C r を含む整流回路 6 1 と、整流回路 6 1 の二次側に接続された負荷 R L を有する。負荷 R L は、本実施形態では、整流後の電力により充電される二次電池である。二次電池は満充電状態に近づくときインピーダンスが増加する特性を有する。

## 【 0 0 3 1 】

受電装置側共振回路 5 0 は、負荷回路 6 0 と、受電装置側パッシブ電極 4 1 及び受電装置側アクティブ電極 4 2 との間に接続されている。受電装置側共振回路 5 0 は、降圧トランス T R 2 と、キャパシタ C p 2 とを有する。

30

## 【 0 0 3 2 】

降圧トランス T R 2 は、受電装置側パッシブ電極 4 1 と受電装置側アクティブ電極 4 2 との間の電圧(以下、適宜「受電電極間電圧」という)を降圧して負荷回路 6 0 に印加する。降圧トランス T R 2 は、電界結合による電力伝送の効率を、昇圧トランス T R 1 とで向上させることを目的として設けられている。

## 【 0 0 3 3 】

キャパシタ C p 2 は、受電装置側パッシブ電極 4 1 及び受電装置側アクティブ電極 4 2 との間に接続されている。キャパシタ C p 2 は、部品として設けられてもよいし、受電装置 2 0 0 に含まれる配線等の寄生容量により構成してもよい。受電側では、降圧トランス T R 2 のインダクタンス成分と、キャパシタ C p 2 を含む容量で受電装置側共振回路 5 0 を構成している。

40

## 【 0 0 3 4 】

特に、本実施形態においては、受電装置 2 0 0 の送電装置 1 0 0 からの引き離しに伴う受電電圧の上昇を抑制するため過電圧抑制手段 7 0 が設けられている。過電圧抑制手段 7 0 は、受電装置側共振回路 5 0 と並列に、すなわち降圧トランス T R 2 の出力端を短絡するように設けられている。過電圧抑制手段 7 0 は、インピーダンス素子で構成されている。インピーダンス素子のインピーダンスは、インピーダンス素子を接続しない場合に比べて一対の受電装置側パッシブ電極 4 1 と受電装置側アクティブ電極 4 2 との間の電圧の上昇を抑制するような値に設定される。

## 【 0 0 3 5 】

50

本実施形態では、過電圧抑制手段70をキャパシタCxにより構成している。キャパシタCxは、低周波側共振周波数と動作周波数の重なりを防止することで、受電装置200での高電圧の発生を抑制する。

【0036】

2. 過電圧抑制手段としてのキャパシタCx

過電圧抑制手段70としてのキャパシタCxについて説明する。キャパシタCxは、送電装置共振回路20と受電装置側共振回路50が結合容量により容量結合したときに発生する二つの共振周波数の内、低周波側の共振周波数を低周波側に所定のシフト量だけシフトさせる。キャパシタCxの容量は、低周波側の共振周波数を低周波側に所定のシフト量だけシフトさせるような値に設定される。本実施形態では、所定のシフト量は、受電装置200を送電装置100上に載置した状態から十分遠方に引き離す過程において低周波側の共振周波数が移動したとしても、低周波側の共振周波数が動作周波数f3と重なることがないように量に設定される。

10

【0037】

具体的には、キャパシタCxの容量は、送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量Cmが、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、受電装置側共振回路50により生じる低周波側及び高周波側の各共振周波数が動作周波数f3と重なることがないように値に設定されている。送電電極31、32と受電電極41、42とを容量結合させたときに生じる低周波側の共振周波数をf1、高周波側の共振周波数をf2、動作周波数をf3とする。キャパシタCxの容量は、送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量Cmが、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、 $f1 < f3 < f2$ の関係が満たされるように設定されている。ここで、送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量Cmが略0とは、結合容量Cmが限りなく小さな値であることを意味する。

20

【0038】

なお、本実施形態では、送電装置100から受電装置200への送電の際、受電装置200は送電装置100上の所定位置に載置されているものとし、このときの送電装置と受電装置の位置関係を、通常送電時の所定の位置関係とする。所定の位置関係はこれに限定されない。例えば、受電装置200は送電装置100上の所定位置に載置されていなくても、受電装置200と送電装置100とが所定の位置関係にあることにより、送電装置100の送電電極41、42と受電装置200の受電電極31、32とが、通常送電時に合わせる所定の位置関係にあればよい。実施形態2～5において同様である。

30

【0039】

また、所定のシフト量は上記の値に限定されない。例えば、低周波側の共振周波数を低周波側に所定のシフト量だけシフトすることで、受電装置200を送電装置100上に載置した状態から十分遠方に引き離す過程において低周波側の共振周波数が動作周波数f3と重なったときの受電電圧が受電装置200の破損を招かないような低い電圧となるのであれば、そのような量に設定されてもよい。

【0040】

キャパシタCxの容量を $f1 < f3 < f2$ の関係を満たすように設定したときの具体例について図3を参照して説明する。図3は、二次電池がほぼ満充電状態となり負荷インピーダンスが高い状態における受電装置側アクティブ電極42と受電装置側パッシブ電極41との間の電圧の周波数特性の一例を示す図である。具体的には、図3(a)は、送電装置100と受電装置200とが過電圧抑制手段70としてのキャパシタCxが設けられている場合と設けられていない場合の特性を比較した図であり、実線はキャパシタCxが設けられている場合を示し、破線はキャパシタCxが設けられていない場合を示す。低周波側及び高周波側の共振周波数は、キャパシタCxが設けられていないときは $f1o$ 、 $f2o$ であるが、キャパシタCxが設けられているときは $f1o$ 、 $f2o$ よりも低い $f1c$ 、 $f2c$ となる。つまり、キャパシタCxを設けることにより低周波側に移動する。このと

40

50

き動作周波数  $f_3$  は、2つの共振周波数  $f_{1c}$ 、 $f_{2c}$  の中間の、受電電極間電圧の変化が少ない領域に位置する。そのため、受電装置 200 の送電装置 100 への載置位置のずれにより結合容量  $C_m$  が若干変化して、受電電極間電圧の周波数特性が多少変化したとしても、受電電極間電圧の変動は少なく、安定した電力伝送を行うことができる。また、この中間領域の受電電極間電圧は、効率的な電力伝送に必要な一定以上の大きさを有しているため、効率的な電力伝送を行うことができる。

#### 【0041】

図3(b)は、キャパシタ  $C_x$  が設けられている場合において、受電装置 200 が送電装置 100 から引き離される際の共振周波数の変化を示した図である。実線は受電装置 200 が送電装置 100 から引き離される前（結合容量  $C_m$  が第1の所定値のとき）を示し、破線は受電装置 200 が送電装置 100 から引き離された後（結合容量  $C_m$  が第2の所定値のとき）を示す。受電装置 200 が送電装置 100 から引き離されると、結合容量  $C_m$  が低下する。その結果、低周波側及び高周波側の共振周波数は、引き離される前の  $f_{1c}$ 、 $f_{2c}$  からより高周波側の  $f_{1c}$ 、 $f_{2c}$  に移動する。しかし、低周波側の共振周波数が動作周波数  $f_3$  を超えて高周波側に移動することはない。また、高周波側の共振周波数は高周波側に、つまり動作周波数  $f_3$  とは反対側に移動する。したがって、受電装置 200 の送電装置 100 からの引き離しによる結合容量  $C_m$  の変化（低下）により高周波側及び低周波側の各共振周波数が変化したとしても、動作周波数  $f_3$  と、高周波側及び低周波側の共振周波数が一致する（重なる）ことはない。よって、共振周波数における高い受電電極間電圧（過電圧）が負荷回路 60 に印加されることがなく、負荷回路 60 の破損を防止することができる。

#### 【0042】

### 3. まとめ

本実施形態の電力伝送システムは、送電装置 100 と受電装置 200 との間でワイヤレスで電力を伝送する電力伝送システムである。送電装置 100 は、一对の送電電極 31、32 と、電源回路 10 と一对の送電電極 31、32 との間に設けられ、一对の送電電極 31、32 間に交流電圧を印加する送電装置側共振回路 20 と、を備える。受電装置 200 は、負荷回路 60 と、送電装置 100 の一对の送電電極 31、32 に対応して設けられ、一对の送電電極 31、32 との位置関係に応じた結合容量  $C_m$  を生じる一对の受電電極 41、42 と、負荷回路 60 と一对の受電電極 41、42 との間に設けられ、負荷回路 60 に交流電圧を印加する受電装置側共振回路 50 と、受電装置側共振回路 50 と並列に接続された過電圧抑制手段 70 とを備える。過電圧抑制手段 70 は、インピーダンス素子で構成される。インピーダンス素子のインピーダンスは、送電電極 31、32 と受電電極 41、42 との間の結合容量  $C_m$  が、送電電極 31、32 と受電電極 41、42 とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略 0 に変化する過程において、インピーダンス素子を接続しない場合に比べて一对の受電電極 41、42 間の電圧の上昇を抑制するような値に設定されている。

#### 【0043】

この構成によれば、送電中に受電装置が送電装置から引き離されたときの送電装置 100 と受電装置 200 との間の距離の変化に伴い、受電装置 200 側における共振周波数が変化したとしても、共振周波数における高い受電電極間電圧が負荷回路 60 に印加されることがない。したがって、受電装置 200 及びそれに含まれる負荷回路 60 の破損を防止することができる。

#### 【0044】

なお、特許文献 1 の電磁誘導型のワイヤレス電力伝送システムには、過電圧から受電装置の負荷回路を保護するための構成として、受電装置の受電コイルとその下流の整流回路との間にヒューズを設け、整流回路の出力電圧が過大になると、ヒューズを溶断させることが開示されている。しかし、一度溶断したヒューズは復元しないので、過電圧を再度抑制可能とするためには、ヒューズの交換等の手間が生じる。

#### 【0045】

10

20

30

40

50

これに対して、本実施形態では、過電圧抑制手段70を、インピーダンス素子により構成したので、保護動作の際破損しにくい。よって、保護動作後も、特別な修理が必要なく、繰り返し保護動作を行うことができる。

【0046】

また、本実施形態では、インピーダンス素子は、低周波側の共振周波数を所定のシフト量だけシフトさせる素子であり、所定のシフト量は、前記結合容量 $C_m$ が、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の前記所定の位置関係にあるときの値から略ゼロに変化する過程において、低周波側の共振周波数が所定の送電周波数（動作周波数 $f_3$ ）と重なることがないような値に設定されている。

【0047】

この構成によれば、過電圧抑制手段70により、受電装置側共振回路50により生じる各共振周波数と動作周波数 $f_3$ とが重なることがない。これにより、共振周波数における高い受電電極間電圧が負荷回路60に印加されることがない。したがって、受電装置200及びそれに含まれる負荷回路60の破損を防止することができる。

【0048】

また、本実施形態では、キャパシタ $C_x$ により過電圧抑制手段70を構成している。この構成によれば、過電圧抑制手段70を容易にかつ小型に構成することができる。また、キャパシタ $C_x$ を備えない従来受電装置において、キャパシタ $C_x$ を加えるだけで、つまり、従来受電装置の構成を大きく変更することなく、過電圧を抑制することが可能となる。

【0049】

また、本実施形態では、キャパシタ $C_x$ の容量は、送電電極31、32と受電電極41、42とを容量結合させたときに受電装置側の共振回路50により生じる低周波側の共振周波数を $f_1$ 、高周波側の共振周波数を $f_2$ 、動作周波数を $f_3$ としたときにおいて、送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量 $C_m$ が、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、 $f_1 < f_3 < f_2$ の関係が満たされるように設定されている。

【0050】

この構成によれば、送電装置100から受電装置200の引き離しにより送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量 $C_m$ が、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、低周波側及び高周波側の各共振周波数が動作周波数と重ならない。つまり、前述した負荷回路60の破損を防止する効果が得られる。また、低周波側共振周波数と高周波側共振周波数の中間の領域に動作周波数が存在することとなり、効率的な電力伝送に必要な受電電極間電圧を得ることができる。つまり、効率的な電力伝送を行うことができる。

【0051】

また、本実施形態では、電源回路10と前記送電電極との間に昇圧トランス $TR_1$ が接続され、負荷回路60と受電電極41、42との間に降圧トランス $TR_2$ が接続されている。この構成によれば、送電電極31、32から受電電極41、42への電力伝送を高電圧で行うことができる。高電圧を用いることにより、伝送経路に流れる電流が比較的小さくても大きな電力を送ることができる。電流が小さければ、伝送経路における抵抗値による損失が小さくなる。そのため、電力伝送を高効率で行うことができる。

【0052】

なお、本実施形態では、キャパシタ $C_x$ の容量は、送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量 $C_m$ が、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、受電装置側共振回路50により生じる低周波側及び高周波側の各共振周波数が動作周波数 $f_3$ と重ならないようにする値に設定したが、これに限らない。例えば、キャパシタ $C_x$ の容量は、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から減少する過程において、受電装置側共振回路50により生じる低周波側及び高周波側の各

10

20

30

40

50

共振周波数が動作周波数  $f_3$  と重なったとしても受電電極間電圧が受電装置 200 に破損を生じさせる程度の高い電圧に到達しないようにする値に、設定してもよい。

【0053】

(実施形態2)

実施形態2について説明する。図4は、実施形態2に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【0054】

本実施形態では、過電圧抑制手段70をインダクタ  $L_x$  により構成している。その他の構成は実施形態1と同一である。インダクタ  $L_x$  は、低周波側共振周波数と動作周波数の重なりを防止することで、受電装置200での高電圧の発生を抑制する。

10

【0055】

過電圧抑制手段70としてのインダクタ  $L_x$  について説明する。インダクタ  $L_x$  は、受電装置側共振回路50により生じる低周波側及び高周波側の共振周波数を高周波側にシフトさせる。インダクタ  $L_x$  のインダクタンスは、低周波側の共振周波数を高周波側に所定のシフト量だけシフトさせるような値に設定される。本実施形態では、所定のシフト量は、受電装置200を送電装置100上に載置した状態から十分遠方に引き離す過程において低周波側の共振周波数が移動したとしても、低周波側の共振周波数が動作周波数  $f_3$  と重なることがないように設定される。具体的には、インダクタ  $L_x$  のインダクタンスは、送電電極31、32と受電電極41、42との間の結合容量  $C_m$  が、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、受電装置側共振回路50により生じる低周波側及び高周波側の各共振周波数が動作周波数  $f_3$  と重なることがないように設定されている。送電電極31、32と受電電極41、42との容量結合による低周波側の共振周波数を  $f_1$ 、高周波側の共振周波数を  $f_2$ 、動作周波数を  $f_3$  とする。インダクタ  $L_x$  のインダクタンスは、送電電極31、32と受電電極41、42とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略0に変化する過程において、 $f_3 < f_1 < f_2$  の関係が満たされるように設定されている。

20

【0056】

インダクタ  $L_x$  のインダクタンスを  $f_3 < f_1 < f_2$  の関係を満たすように設定したときの具体例について図5を参照して説明する。図5は、負荷  $R_L$  (二次電池) がほぼ満充電状態となり負荷インピーダンスが高くなった状態における受電電極間電圧の周波数特性の一例を示す図である。具体的には、図5(a)は、過電圧抑制手段70としてのインダクタ  $L_x$  が設けられている場合と設けられていない場合の特性を比較した図であり、実線はインダクタ  $L_x$  が設けられている場合を示し、破線はインダクタ  $L_x$  が設けられていない場合を示す。低周波側及び高周波側の共振周波数は、インダクタ  $L_x$  が設けられていないときは  $f_{1o}$ 、 $f_{2o}$  であるが、インダクタ  $L_x$  が設けられているときは  $f_{1i}$ 、 $f_{2i}$  (図5(a)において  $f_{2i}$  は  $f_{1i}$  よりも高周波側の図外に存在する) である。つまり、インダクタ  $L_x$  を設けることにより高周波側に移動する。このとき動作周波数  $f_3$  は、低周波側の共振周波数  $f_{1i}$  よりも若干低い周波数となっている。インダクタ  $L_x$  を設けることにより低周波側の共振周波数  $f_{1i}$  における受電電極間電圧は、インダクタ  $L_x$  が設けられていない場合よりも大きく低下し、効率的な電力伝送に必要な一定以上の大きさとなっている。そのため、効率的な電力伝送を行うことができる。また、低周波側の共振周波数  $f_{1i}$  における受電電極間電圧の変化は、インダクタ  $L_x$  が設けられていない場合よりも緩やかになっている。そのため、受電電極間電圧の周波数特性が多少変化したとしても、受電電極間電圧の変動は少なく、安定した電力伝送を行うことができる。

30

40

【0057】

図5(b)は、インダクタ  $L_x$  が設けられている場合において、受電装置200が送電装置100から引き離される際の共振周波数の変化を示した図である。実線は受電装置200が送電装置100から引き離される前を示し、破線は受電装置200が送電装置100

50

0 から引き離された後を示す。受電装置 200 が送電装置 100 から引き離されると、結合容量  $C_m$  の低下により、低周波側及び高周波側の共振周波数（高周波側の共振周波数は図 5 (b) において図外に存在する）は、引き離される前の  $f_{1i}$ 、 $f_{2i}$ （図 5 (b) において  $f_{2i}$  は  $f_{1i}$  よりも高周波側の図外に存在する）から  $f_{1i}$ 、 $f_{2i}$ （図 5 (b) において  $f_{2i}$  は  $f_{1i}$  よりも高周波側の図外に存在する）に高周波側へ、つまり動作周波数  $f_3$  とは反対側に移動する。したがって、受電装置 200 の送電装置 100 からの引き離しによる結合容量  $C_m$  の変化（低下）により高周波側及び低周波側の共振周波数が変化したとしても、動作周波数  $f_3$  と、高周波側及び低周波側の共振周波数が重なることはない。よって、共振周波数における高い受電電極間電圧（過電圧）が負荷回路 60 に印加されることがなく、負荷回路 60 の破損を防止することができる。

10

## 【0058】

また、本実施形態によれば、インダクタ  $L_x$  により過電圧抑制手段 70 を構成していることにより、保護動作の際破損しにくい。よって、保護動作後も、特別な修理が必要なく、繰り返し保護動作を行うことができる。また、過電圧抑制手段 70 を容易にかつ小型に構成することができる。

## 【0059】

なお、本実施形態では、インダクタ  $L_x$  のインダクタンスは、送電電極 31、32 と受電電極 41、42 との間の結合容量  $C_m$  が、送電電極 31、32 と受電電極 41、42 とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から略 0 まで変化する過程において、受電装置側共振回路 50 により生じる低周波側及び高周波側の各共振周波数が動作周波数  $f_3$  と重ならないようにする値に設定したが、これに限らない。例えば、インダクタ  $L_x$  のインダクタンスは、送電電極 31、32 と受電電極 41、42 とが通常送電時の所定の位置関係にあるときの値から減少する過程において、受電装置側共振回路 50 により生じる低周波側及び高周波側の各共振周波数が動作周波数  $f_3$  と重なったとしても受電電極間電圧が受電装置 200 に破損を生じさせる程度の高い電圧に到達しないようにする値に、設定してもよい。

20

## 【0060】

なお、所定のシフト量は上記の値に限定されない。例えば、低周波側の共振周波数を高周波側に所定のシフト量だけシフトすることで、受電装置 200 を送電装置 100 上に載置した状態から十分遠方に引き離す過程において低周波側の共振周波数が動作周波数  $f_3$  と重なったときの受電電圧が受電装置 200 の破損を招かないような低い電圧となるのであれば、そのような量に設定されてもよい。

30

## 【0061】

## (実施形態 3)

実施形態 3 について説明する。図 6 は、実施形態 3 に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

## 【0062】

本実施形態では、過電圧抑制手段 70 を、抵抗  $R_x$ （インピーダンス素子）により構成している。その他の構成は実施形態 1 と同一である。抵抗  $R_x$  は、抵抗  $R_x$  を接続しない場合に比べて、受電装置 200 の受電装置側共振回路 50 から見た負荷装置 60 側のインピーダンスを低下させる素子である、これにより、受電装置 200 での高電圧の発生を抑制する。

40

## 【0063】

抵抗  $R_x$  の抵抗値は、低周波側共振周波数及び高低周波側共振周波数が変化して動作周波数と一致したとしても、受電電極間電圧が受電装置 200 に異常を生じさせる程度の高い電圧に到達しないようにする値に設定する。抵抗  $R_x$  の抵抗値は、例えば受電装置側共振回路 50 のインピーダンスよりも小さい値に設定され、低周波側共振周波数及び高低周波側共振周波数における受電装置側共振回路 50 の二次側のインピーダンスを低下させる。例えば、抵抗  $R_x$  の抵抗値は、10 ~ 100 に設定する。これにより、受電装置側共振回路 50 の二次側の電圧が低下して、負荷回路 60 に印加される電圧が低下し、負荷回路

50

60に損傷を生じさせることを防止する。

【0064】

このように過電圧抑制手段70を抵抗 $R_x$ により構成することにより、システム全体としてのインピーダンスを抵抗 $R_x$ が存在しない場合よりも低くすることができる。特に抵抗 $R_x$ の抵抗値を10～100に設定することにより、受電装置側共振回路50の二次側のインピーダンスを、抵抗 $R_x$ が存在しない場合よりも確実に低くすることができる。したがって、受電装置200の送電装置100からの引き離しによる結合容量 $C_m$ の変化(低下)により高周波側及び低周波側の共振周波数が変化して、動作周波数と一致したとしても、高い受電電極間電圧(過電圧)が負荷回路60に印加されることがない。よって、負荷回路60の破損を防止することができる。

10

【0065】

また、本実施形態によれば、抵抗 $R_x$ により過電圧抑制手段70を構成していることにより、保護動作の際破損しにくい。よって、保護動作後も、特別な修理が必要なく、繰り返し保護動作を行うことができる。また、過電圧抑制手段70を容易にかつ小型に構成することができる。

【0066】

(実施形態4)

実施形態4について説明する。図7は、実施形態4に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【0067】

本実施形態では、過電圧抑制手段70をキャパシタ $C_x$ により構成するとともに、キャパシタ $C_x$ に直列にスイッチング素子 $SW$ を設けている。また、整流回路61での整流後の負荷 $RL$ への入力電圧(以下、適宜「負荷入力電圧」という)を検出し、検出した負荷入力電圧に基づいてスイッチング素子 $SW$ のON/OFFを制御する制御回路80を設けている。その他の構成は実施形態1と同一である。

20

【0068】

制御回路80は、検出した負荷入力電圧が所定電圧以上より高いときは、スイッチング素子 $SW$ をONに制御し、それ以外のときはスイッチング素子 $SW$ をOFFに制御する。所定電圧は、負荷回路60の耐電圧等に基づき適宜設定すればよい。

【0069】

なお、キャパシタ $C_x$ の容量は、実施形態1同様に設定されている。

30

【0070】

このような構成によれば、受電装置200を送電装置100から引き離すことにより結合容量 $C_m$ が減少して低周波側の共振周波数が動作周波数に接近し、負荷入力電圧が所定電圧以上に上昇すると、スイッチング素子 $SW$ がONに制御され、キャパシタ $C_x$ が接続される。これにより、低周波側及び高周波側の各共振周波数がそれぞれ低周波側に移動する。その結果、低周波側の共振周波数と動作周波数との重なりを防止でき、前記各実施形態同様、共振周波数における高い受電電極間電圧(過電圧)が負荷回路60に印加されることがなく、負荷回路60の破損を防止することができる。

【0071】

図8は、実施形態4に係るワイヤレス電力伝送システムにおける、結合容量 $C_m$ に対する負荷回路入力電圧の特性を示す図である。破線はキャパシタ $C_x$ 及びスイッチング素子 $SW$ が設けられていない場合の特性である。本実施形態によれば、負荷回路入力電圧が所定電圧以上に上昇すると、スイッチング素子 $SW$ がONに制御されることにより、負荷入力電圧の跳ね上がりを抑え、負荷入力電圧を安定化できる。

40

【0072】

以上のように本実施形態では、実施形態1の構成に加え、負荷回路60を構成する整流回路61の二次側の負荷入力電圧を検出するとともに、検出された負荷入力電圧が所定の電圧より高かった場合に、スイッチング素子 $SW$ をオンにするための制御信号を出力する制御回路80(電圧検出回路)と、制御信号を受けてキャパシタ $C_x$ の接続をオンに切り

50

替えるスイッチング素子  $SW$  と、をさらに備える。

【0073】

これにより、負荷入力電圧が所定電圧以上に上昇すると、スイッチング素子  $SW$  が  $ON$  に制御されることにより、負荷入力電圧の跳ね上がりを抑え、負荷入力電圧を安定化できる。

【0074】

ここで、通常送電時においてもキャパシタ  $C_x$  が接続されていると、受電電極間電圧が低くなり電力伝送効率が低下する。しかし、本実施形態によれば、負荷入力電圧が所定電圧以上に上昇したときのみ、キャパシタ  $C_x$  を接続するので、伝送効率の低下を防止できる。

10

【0075】

(実施形態5)

実施形態5について説明する。図9は、実施形態5に係るワイヤレス電力伝送システムの回路構成を示す図である。

【0076】

本実施形態では、過電圧抑制手段70を、直列に設けた2個のキャパシタ  $C_{x1}$ 、 $C_{x2}$  により構成するとともに、これらのキャパシタ  $C_{x1}$ 、 $C_{x2}$  の間にスイッチング素子  $SW$  を設けている。また、整流回路61での整流後の負荷入力電圧を検出するとともに、検出した電圧に基づいてスイッチング素子  $SW$  の  $ON/OFF$  を制御する制御回路80を設けている。その他の構成は実施形態1と同一である。

20

【0077】

このような構成により、実施形態4と同様の効果が得られる。なお、実施形態4では過電圧抑制手段70を1個のキャパシタ  $C_x$  で構成した場合について、実施形態5では過電圧抑制手段70を2個のキャパシタ  $C_{x1}$ 、 $C_{x2}$  で構成した場合について説明した。しかし、過電圧抑制手段70を3個以上の数のキャパシタで構成することも可能である。

【0078】

図10は、制御回路80のより具体的な構成を示す図である。

【0079】

降圧トランス  $TR2$  の一方の出力端  $T1$  にキャパシタ  $C_{x1}$  及びスイッチング素子  $SW1$  の直列回路が接続され、他方の出力端  $T2$  にキャパシタ  $C_{x2}$  及びスイッチング素子  $SW2$  の直列回路が接続されている。

30

【0080】

制御回路80は、比較器  $COMP$ 、電圧源  $V_c$  等を備えている。比較器  $COMP$  は、電圧源  $V_c$  の出力電圧を分圧した基準電圧と、整流回路61のリプル除去用コンデンサ  $C_r$  の電圧とを比較する。そして、比較器  $COMP$  は、リプル除去用コンデンサ  $C_r$  の電圧が基準電圧以上となると、各スイッチング素子  $SW1$ 、 $SW2$  に  $ON$  信号を出力する。

【0081】

このような構成により、制御回路80を簡単な構成で実現できる。この回路のほか、ヒステリシスを持たせることで動作を安定化させることができる。スイッチング素子として  $FET$  を用いたが、これに限定されるものでなく、電磁リレーなどのスイッチング素子も適用できる。

40

【0082】

(その他の実施形態)

【0083】

なお、実施形態4、5で説明したスイッチング素子を有する構成は、引き離し時の電圧変動を抑える目的以外にも適用可能である。例えば、正常動作時にスイッチング素子を制御することにより、共振条件を変化させることができる。すなわち、後段の回路に出力する電圧を変化させ後段の回路の入力電圧の範囲を狭くしたい時のリミッタとしても用いることができる。

【0084】

50

実施形態 4、5 では、過電圧抑制手段としてのインピーダンス素子をキャパシタで構成した場合について説明したが、実施形態 4 ~ 5 の思想は、過電圧抑制手段としてのインピーダンス素子がインダクタや抵抗である場合にも適用可能である。

【 0 0 8 5 】

上記各実施形態では、負荷回路としての二次電池がほぼ満充電状態となることにより負荷インピーダンスが高くなる場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、負荷回路が二次電池ではないが負荷インピーダンスが定常的にあるいは一時的に高くなるものであることにより、図 1 3 ( b ) のような特性を示すものに対しても本発明は適用可能である。

上記各実施形態では降圧トランス T R 2 の二次側に並列に過電圧抑制手段 7 0 を設けたが、降圧トランス T R 2 の一次側に設けてもよい。トランス T R 2 の一次側に過電圧抑制手段 7 0 を設ける場合には、過電圧抑制手段 7 0 のキャパシタを高耐電圧仕様のものにする必要がある。

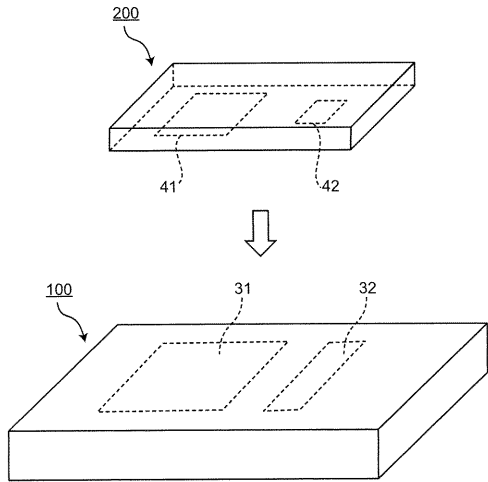
10

【符号の説明】

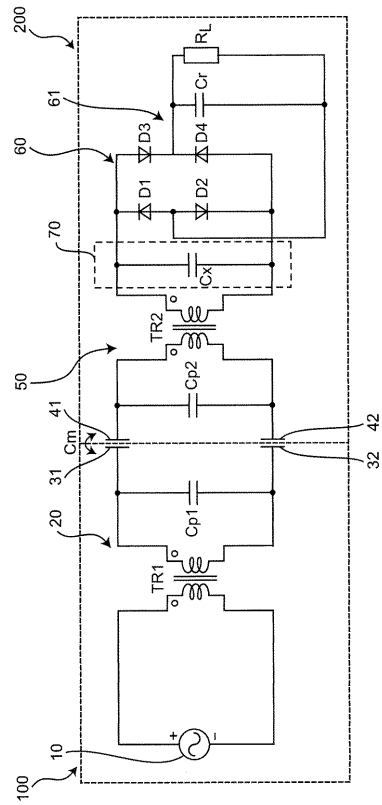
【 0 0 8 6 】

1 0	電源回路	
2 0	送電装置側共振回路	
3 1	送電装置側パッシブ電極	
3 2	送電装置側アクティブ電極	
4 1	受電装置側パッシブ電極	20
4 2	受電装置側アクティブ電極	
5 0	受電装置側共振回路	
6 0	負荷回路	
6 1	整流回路	
7 0	過電圧抑制手段	
8 0	制御回路	
1 0 0	送電装置	
2 0 0	受電装置	
C p 1	キャパシタ	
C p 2	キャパシタ	30
C x、C x 1、C x 2	キャパシタ	
L x	インダクタ	
R x	抵抗	
R L	負荷	
S W、S W 1、S W 2	スイッチング素子	
T R 1	昇圧トランス	
T R 2	降圧トランス	

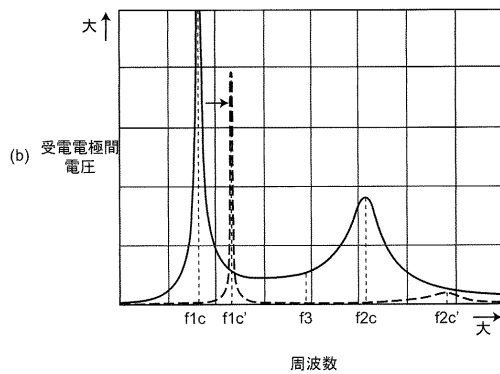
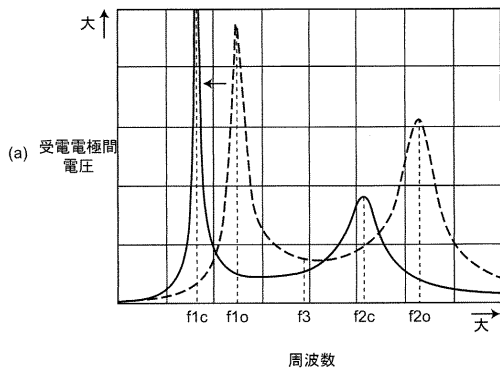
【図1】  
【図1】



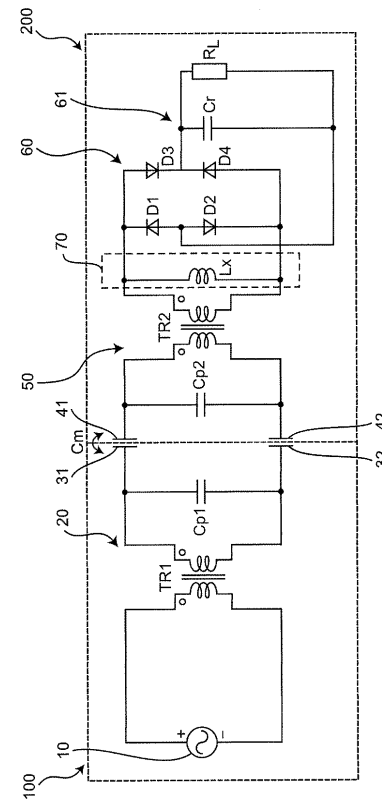
【図2】  
【図2】



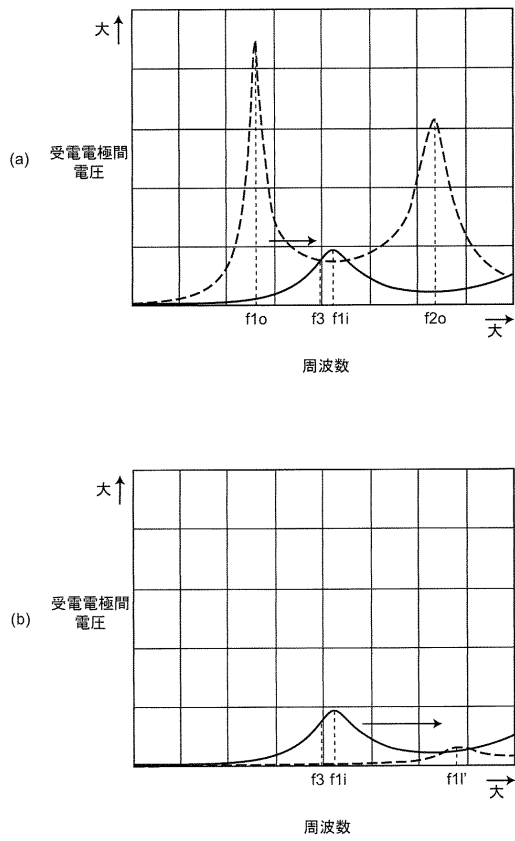
【図3】  
【図3】



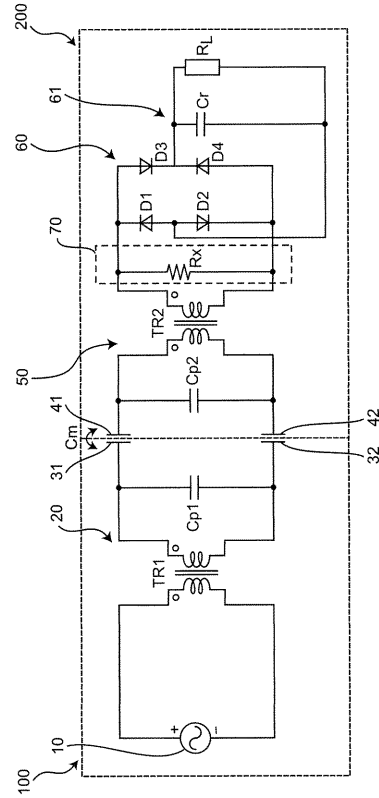
【図4】  
【図4】



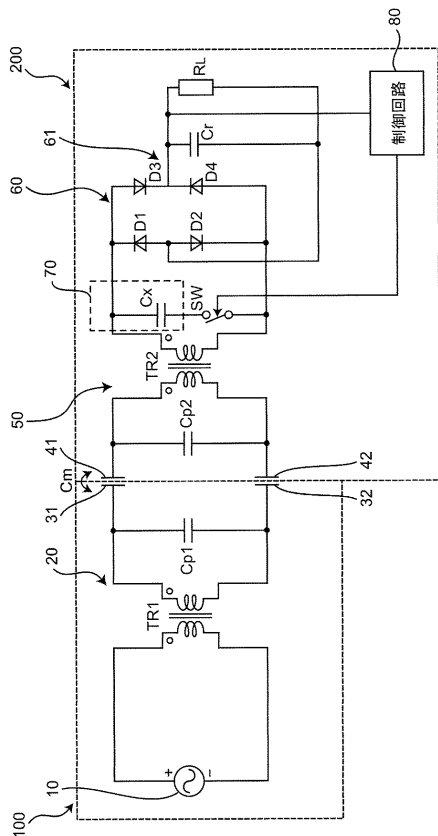
【図5】  
【図5】



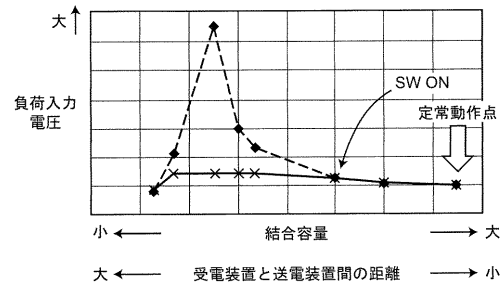
【図6】  
【図6】



【図7】  
【図7】

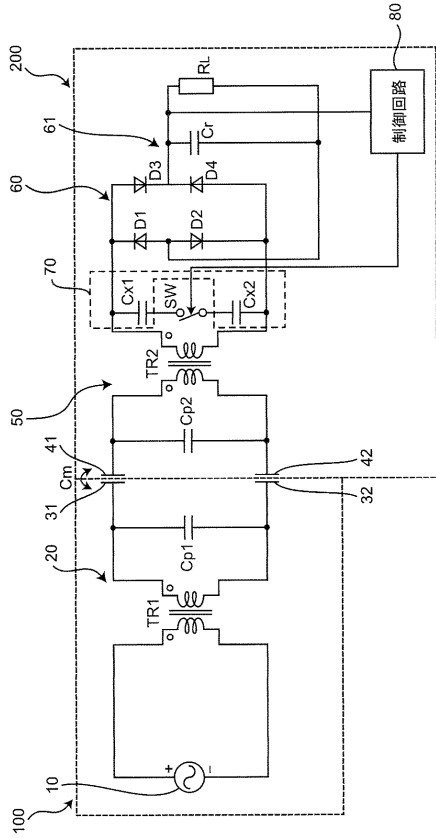


【図8】  
【図8】



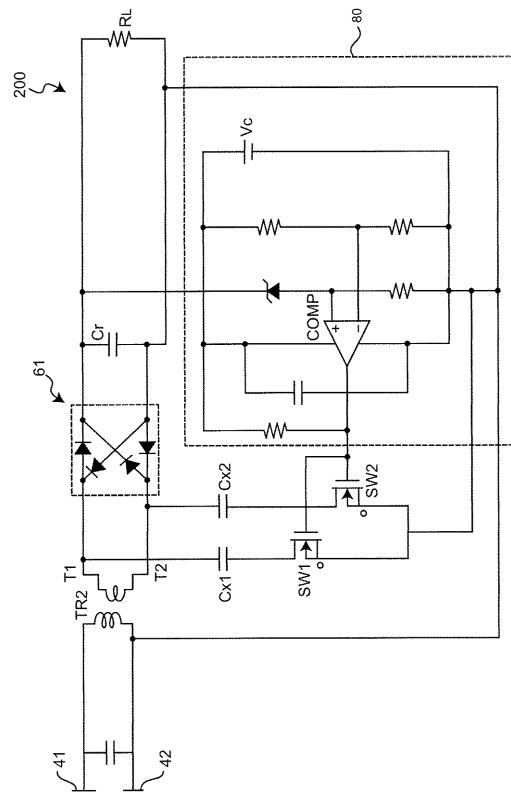
【図9】

【図9】



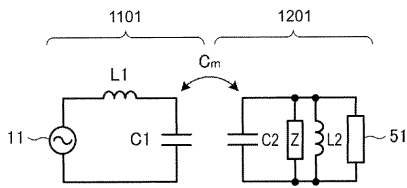
【図10】

【図10】



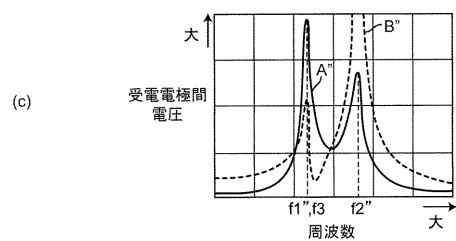
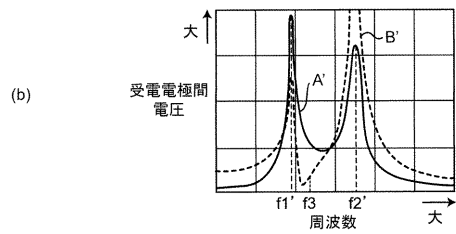
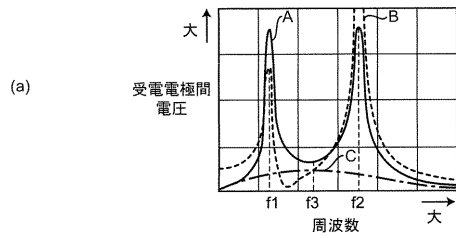
【図11】

【図11】



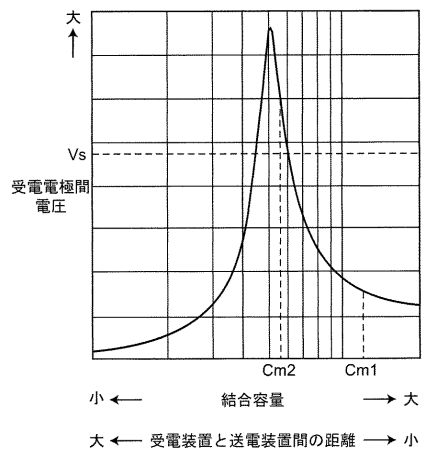
【図12】

【図12】



【図 13】

【図13】



---

フロントページの続き

審査官 早川 卓哉

(56)参考文献 特開2012-39800(JP,A)  
特開2001-268823(JP,A)  
特開2012-44762(JP,A)  
英国特許出願公開第2321726(GB,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02J17/00  
H02H9/04