

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6112222号
(P6112222)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(51) Int.Cl. F I
 H O 2 J 50/05 (2016.01) H O 2 J 50/05
 G O 1 R 27/26 (2006.01) G O 1 R 27/26 Q

請求項の数 24 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-547738 (P2015-547738)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成26年11月5日(2014.11.5)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/079291		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02015/072374	(74) 代理人	110000970
(87) 国際公開日	平成27年5月21日(2015.5.21)		特許業務法人 楓国際特許事務所
審査請求日	平成28年2月24日(2016.2.24)	(72) 発明者	郷間 真治
(31) 優先権主張番号	特願2013-234867 (P2013-234867)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成25年11月13日(2013.11.13)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	市川 敬一
(31) 優先権主張番号	特願2014-36938 (P2014-36938)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32) 優先日	平成26年2月27日(2014.2.27)		株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	猪瀬 隆広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周波数特性測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高周波発生回路と、前記高周波発生回路に接続された送電共振回路と、前記送電共振回路の出力側に接続された第1の電極及び第2の電極とを有する送電装置と、

前記第1の電極と間隙を置いて対向する第3の電極、及び、前記第2の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第4の電極と、前記第3の電極、及び前記第4の電極に接続される受電共振回路とを有する受電装置と、

を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記送電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、

前記第1の電極と間隙を置いて対向する測定用第1の電極、及び、前記第2の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第2の電極を有し、前記測定用第1の電極、及び前記測定用第2の電極を接続した送電側測定用治具を、前記送電装置に対し設置して、前記高周波発生回路と前記送電共振回路との間で、前記送電共振回路の周波数特性を測定する、

周波数特性測定方法。

【請求項2】

前記周波数特性は、前記送電共振回路の共振周波数、及びQ値である、

請求項1に記載の周波数特性測定方法。

【請求項3】

前記測定用第1の電極と、前記測定用第2の電極とを短絡した状態で、周波数特性を測

定する、

請求項 1 又は 2 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 4】

前記測定用第 1 の電極と、前記測定用第 2 の電極とを容量を介して接続した状態で、周波数特性を測定する、

請求項 1 又は 2 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 5】

前記送電装置に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された送電側グランド電極と、前記送電側測定用治具に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された治具側グランド電極とで、前記第 1 の電極、前記第 2 の電極、前記測定用第 1 の電極、及び前記測定用第 2 の電極を挟み込んだ状態で、周波数特性を測定する、

請求項 1 から 4 の何れかに記載の周波数特性測定方法。

【請求項 6】

高周波発生回路と、前記高周波発生回路に接続された送電共振回路と、前記送電共振回路の出力側に接続された第 1 の電極及び第 2 の電極とを有する送電装置と、

前記第 1 の電極と間隙を置いて対向する第 3 の電極、及び、前記第 2 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第 4 の電極と、前記第 3 の電極、及び前記第 4 の電極が入力側に接続された受電共振回路と、前記受電共振回路の出力側に接続された整流回路とを有する受電装置と、

を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記受電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、

前記第 3 の電極と間隙を置いて対向する測定用第 3 の電極、及び、前記第 4 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第 4 の電極を有し、前記測定用第 3 の電極、及び前記測定用第 4 の電極を接続した受電側測定用治具を、前記受電装置に対し設置して、前記受電共振回路と前記整流回路との間で、前記受電共振回路の周波数特性を測定する、

周波数特性測定方法。

【請求項 7】

前記周波数特性は、前記受電共振回路の共振周波数、及び Q 値である、

請求項 6 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 8】

前記測定用第 3 の電極と、前記測定用第 4 の電極とを短絡した状態で、周波数特性を測定する、

請求項 6 又は 7 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 9】

前記測定用第 3 の電極と、前記測定用第 4 の電極とを容量を介して接続した状態で、周波数特性を測定する、

請求項 6 又は 7 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 10】

前記受電装置に設けられ、前記受電装置のグランド電位に接続された受電側グランド電極と、前記受電側測定用治具に設けられ、前記受電装置のグランド電位に接続された治具側グランド電極とで、前記第 3 の電極、前記第 4 の電極、前記測定用第 3 の電極、及び前記測定用第 4 の電極を挟み込んだ状態で、周波数特性を測定する、

請求項 6 から 9 の何れかに記載の周波数特性測定方法。

【請求項 11】

高周波発生回路と、第 1 の入力端、及び第 2 の入力端が前記高周波発生回路に接続された直列共振回路と、前記直列共振回路の出力側に接続された第 1 の電極及び第 2 の電極とを有する送電装置と、

前記第 1 の電極と間隙を置いて対向する第 3 の電極、及び、前記第 2 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第 4 の電極と、前記第 3 の電極、及び前記第 4 の電極に

10

20

30

40

50

接続される受電共振回路とを有する受電装置と、

を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記送電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、

前記第 1 の電極と間隙を置いて対向する測定用第 1 の電極、及び、前記第 2 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第 2 の電極を有する送電側測定用治具を、前記送電装置に対し設置して、前記直列共振回路の前記第 1 の入力端、及び前記第 2 の入力端を接続した状態で、前記測定用第 1 の電極、及び、前記測定用第 2 の電極の間で、前記直列共振回路の周波数を測定する、

周波数特性測定方法。

【請求項 1 2】

前記周波数特性は、前記直列共振回路の共振周波数、及び Q 値である、
請求項 1 1 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 1 3】

前記直列共振回路の前記第 1 の入力端と、及び前記第 2 の入力端とを短絡した状態で、周波数特性を測定する、

請求項 1 1 又は 1 2 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 1 4】

前記直列共振回路の前記第 1 の入力端と、及び前記第 2 の入力端とを容量を介して接続した状態で、周波数特性を測定する、

請求項 1 1 又は 1 2 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 1 5】

高周波発生回路と、第 1 の入力端、及び第 2 の入力端が前記高周波発生回路に接続された並列共振回路と、前記並列共振回路の出力側に接続された第 1 の電極及び第 2 の電極とを有する送電装置と、

前記第 1 の電極と間隙を置いて対向する第 3 の電極、及び、前記第 2 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第 4 の電極と、前記第 3 の電極、及び前記第 4 の電極に接続される受電共振回路とを有する受電装置と、

を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記送電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、

前記第 1 の電極と間隙を置いて対向する測定用第 1 の電極、及び、前記第 2 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第 2 の電極を有する送電側測定用治具を、前記送電装置に対し設置して、前記測定用第 1 の電極、及び、前記測定用第 2 の電極の間で、前記並列共振回路の周波数を測定する、

周波数特性測定方法。

【請求項 1 6】

前記周波数特性は、前記並列共振回路の共振周波数、及び Q 値である、
請求項 1 5 に記載の周波数特性測定方法。

【請求項 1 7】

前記送電装置に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された送電側グランド電極と、前記送電側測定用治具に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された治具側グランド電極とで、前記第 1 の電極、前記第 2 の電極、前記測定用第 1 の電極、及び前記測定用第 2 の電極を挟み込んだ状態で、周波数特性を測定する、

請求項 1 1 から 1 6 の何れかに記載の周波数特性測定方法。

【請求項 1 8】

高周波発生回路と、前記高周波発生回路に接続された送電共振回路と、前記送電共振回路の出力側に接続された第 1 の電極及び第 2 の電極とを有する送電装置と、

前記第 1 の電極と間隙を置いて対向する第 3 の電極、及び、前記第 2 の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第 4 の電極と、前記第 3 の電極、及び前記第 4 の電極に接続される直列共振回路と、前記直列共振回路の第 1 の出力端、及び第 2 の出力端に接続された整流回路とを有する受電装置と、

10

20

30

40

50

を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記受電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、

前記第3の電極と間隙を置いて対向する測定用第3の電極、及び、前記第4の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第4の電極を有する受電側測定用治具を、前記受電装置に対し設置して、前記直列共振回路の前記第1の出力端、及び前記第2の出力端を接続した状態で、前記測定用第3の電極、及び、前記測定用第4の電極の間で、前記直列共振回路の周波数を測定する、

周波数特性測定方法。

【請求項19】

前記周波数特性は、前記直列共振回路の共振周波数、及びQ値である、
請求項18に記載の周波数特性測定方法。

10

【請求項20】

前記直列共振回路の前記第1の出力端と、及び前記第2の出力端とを短絡した状態で、周波数特性を測定する、

請求項18又は19に記載の周波数特性測定方法。

【請求項21】

前記直列共振回路の前記第1の出力端と、及び前記第2の出力端とを容量を介して接続した状態で、周波数特性を測定する、

請求項18又は19に記載の周波数特性測定方法。

【請求項22】

高周波発生回路と、前記高周波発生回路に接続された送電共振回路と、前記送電共振回路の出力側に接続された第1の電極及び第2の電極とを有する送電装置と、

前記第1の電極と間隙を置いて対向する第3の電極、及び、前記第2の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第4の電極と、前記第3の電極、及び前記第4の電極に接続される並列共振回路と、前記並列共振回路の第1の出力端、及び第2の出力端に接続された整流回路とを有する受電装置と、

を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記受電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、

前記第3の電極と間隙を置いて対向する測定用第3の電極、及び、前記第4の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第4の電極を有する受電側測定用治具を、前記受電装置に対し設置して、前記測定用第3の電極、及び、前記測定用第4の電極の間で、前記並列共振回路の周波数を測定する、

周波数特性測定方法。

【請求項23】

前記周波数特性は、前記並列共振回路の共振周波数、及びQ値である、
請求項22に記載の周波数特性測定方法。

30

【請求項24】

前記受電装置に設けられ、前記受電装置のグランド電位に接続された受電側グランド電極と、前記受電側測定用治具に設けられ、前記受電装置のグランド電位に接続された治具側グランド電極とで、前記第3の電極、前記第4の電極、前記測定用第3の電極、及び前記測定用第4の電極を挟み込んだ状態で、周波数特性を測定する、

請求項18から23の何れかに記載の周波数特性測定方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電界結合方式を利用して、送電装置から受電装置へ電力伝送する電力伝送システムにおける、送電装置、及び受電装置それぞれの周波数特性を測定する周波数特性測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

電界結合方式のワイヤレス電力伝送システムとして、例えば、特許文献1に記載されているように、送電装置のアクティブ電極と受電装置のアクティブ電極とを対向させ、その二つの電極間に強い電場を形成して電極同士を電界結合させ、その電界結合によって、送電装置から受電装置へ電力伝送するシステムが知られている。この電界結合方式のワイヤレス電力伝送システムは、送電装置および受電装置間での高い伝送効率の電力伝送を可能としている。また、送電装置に対して受電装置を載置する位置の自由度が比較的高く、さらに、装置の小型化及び薄型化を可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【特許文献1】国際公開第2013/054800号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載のワイヤレス電力伝送システムにおいて、電力伝送の効率を高めるため、送電装置、及び受電装置それぞれに形成される共振回路の共振特性を所望の特性に合わせこむ必要がある。従来、共振特性を所望の特性に合わせこむために、送電装置に受電装置を載置した状態で、共振特性を測定し、その状態で各装置を設計していた。しかしながら、このような場合、送電装置と受電装置との両方の特性が複合化された特性しか測定できない。このため、それぞれ別々に設定を行った場合に比べて、個々の装置の共振特性のばらつきが大きくなり、伝送効率のばらつきも大きくなるという問題がある。

20

【0005】

そこで、本発明の目的は、ワイヤレス電力伝送システムの送電装置、及び受電装置それぞれの周波数特性を個別に測定できる周波数特性測定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、高周波発生回路と、前記高周波発生回路に接続された送電共振回路と、前記送電共振回路の出力側に接続された第1の電極及び第2の電極とを有する送電装置と、前記第1の電極と間隙を置いて対向する第3の電極、及び、前記第2の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第4の電極と、前記第3の電極、及び前記第4の電極に接続される受電共振回路とを有する受電装置と、を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記送電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、前記第1の電極と間隙を置いて対向する測定用第1の電極、及び、前記第2の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第2の電極を有し、前記測定用第1の電極、及び前記測定用第2の電極を接続した送電側測定用治具を、前記送電装置に対し設置して、前記高周波発生回路と前記送電共振回路との間で、前記送電共振回路の周波数特性を測定することを特徴とする。

30

【0007】

この測定方法では、送電側測定用治具を用いることで、送電装置側の共振回路が、受電装置側の共振回路と結合しない状態で周波数測定できる、すなわち、送電装置側の共振回路のみに関して、周波数特性のみを測定できる。このため、その測定結果に基づいて、送電装置を回路設計した場合、受電装置の回路構成とは関係なく、送電装置を回路設計できるため、汎用性の高い送電装置を製造できる。

40

【0008】

前記周波数特性は、前記送電共振回路の共振周波数、及びQ値であることが好ましい。

【0009】

この測定方法により、送電共振回路の共振周波数、及びQ値が測定により得られるため、その結果に基づいて、回路設計を行うことで、電力伝送効率が高い、汎用性のある送電装置を製造できる。

【0010】

50

前記測定方法では、前記測定用第1の電極と、前記測定用第2の電極とを短絡した状態で、周波数特性を測定することが好ましい。

【0011】

この測定方法では、送電側測定用治具が簡易な構成で実現でき、送電共振回路の周波数特性のみを測定できる。

【0012】

前記測定方法では、前記測定用第1の電極と、前記測定用第2の電極とを容量を介して接続した状態で、周波数特性を測定することが好ましい。

【0013】

この測定方法では、送電共振回路の共振条件を調整(補正)できるため、実際の使用時下に近い状況での周波数特性の測定結果が得られる。

【0014】

前記測定方法では、前記送電装置に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された送電側グランド電極と、前記送電側測定用治具に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された受電側グランド電極とで、前記第1の電極、前記第2の電極、前記測定用第1の電極、及び前記測定用第2の電極を挟み込んだ状態で、周波数特性を測定することが好ましい。

【0015】

この測定方法では、各電極をグランド電極で挟み込むことで、実際の使用時下に近い状況での周波数特性の測定結果が得られる。

【0016】

本発明は、高周波発生回路と、前記高周波発生回路に接続された送電共振回路と、前記送電共振回路の出力側に接続された第1の電極及び第2の電極とを有する送電装置と、前記第1の電極と間隙を置いて対向する第3の電極、及び、前記第2の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する第4の電極と、前記第3の電極、及び前記第4の電極が入力側に接続された受電共振回路と、前記受電共振回路の出力側に接続された整流回路とを有する受電装置と、を備え、前記送電装置から受電装置へ電界結合により電力伝送するワイヤレス電力伝送システムにおける前記受電装置の周波数特性を測定する周波数特性測定方法において、前記第3の電極と間隙を置いて対向する測定用第3の電極、及び、前記第4の電極と接触する、または、間隙を置いて対向する測定用第4の電極を有し、前記測定用第3の電極、及び前記測定用第4の電極を接続した受電側測定用治具を、前記受電装置に対し設置して、前記受電共振回路と前記整流回路との間で、前記受電共振回路の周波数特性を測定する、ことを特徴とする。

【0017】

この測定方法では、受電側測定用治具を用いることで、受電装置側の共振回路が、送電装置側の共振回路と結合しない状態で周波数測定できる、すなわち、受電装置側の共振回路のみに関して、周波数特性のみを測定できる。このため、その測定結果に基づいて、受電装置を回路設計した場合、送電装置の回路構成とは関係なく、受電装置を回路設計できるため、汎用性の高い受電装置を製造できる。

【0018】

前記周波数特性は、前記受電共振回路の共振周波数、及びQ値であることが好ましい。
この測定方法により、受電共振回路の共振周波数、及びQ値が測定により得られるため、その結果に基づいて、回路設計を行うことで、電力伝送効率が高い、汎用性のある受電装置を製造できる。

【0019】

前記測定方法では、前記測定用第3の電極と、前記測定用第4の電極とを短絡した状態で、周波数特性を測定することが好ましい。

【0020】

この測定方法では、受電側測定用治具が簡易な構成で実現でき、受電共振回路の周波数特性のみを測定できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

前記測定方法では、前記測定用第 3 の電極と、前記測定用第 4 の電極とを容量を介して接続した状態で、周波数特性を測定することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

この測定方法では、受電共振回路の共振条件を調整（補正）できるため、実際の使用時下に近い状況での周波数特性の測定結果が得られる。

【 0 0 2 3 】

前記測定方法では、前記受電側測定治具に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された送電側グランド電極と、前記受電装置に設けられ、前記送電装置のグランド電位に接続された受電側グランド電極とで、前記第 3 の電極、前記第 4 の電極、前記測定用第 3 の電極、及び、前記測定用第 4 の電極を挟み込んだ状態で、周波数特性を測定することが好ましい。

10

【 0 0 2 4 】

この測定方法では、各電極をグランド電極で挟み込むことで、実際の使用時下に近い状況での周波数特性の測定結果が得られる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、送電装置の共振回路、又は、受電装置の共振回路のインピーダンスを個別に測定できる。このため、その測定結果に基づいて、受電装置、又は送電装置を回路設計した場合、測定時に用いた送電装置、又は受電装置の回路構成とは関係なく、受電装置、又は送電装置を回路設計できるため、汎用性の高い受電装置、又は送電装置を製造できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの回路図

【 図 2 】 送電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図

【 図 3 】 送電側測定用治具を用いた場合の、周波数特性の測定結果を示す図

【 図 4 】 図 3 に示す直列共振回路付近の周波数特性の測定結果を拡大した図

【 図 5 】 受電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図

【 図 6 】 受電側測定用治具を用いた場合の、周波数特性の測定結果を示す図

30

【 図 7 】 グランド電極を用いて周波数特性を測定する方法について説明するための図

【 図 8 】 実施形態 2 による送電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図

【 図 9 】 送電装置の周波数特性を測定する別の方法を説明するための図

【 図 1 0 A 】 直列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図

【 図 1 0 B 】 並列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図

【 図 1 1 】 送電側測定用治具を用いた場合の、周波数特性の測定結果を示す図

【 図 1 2 】 直列共振回路に昇圧トランスを用いない場合の送電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図

【 図 1 3 A 】 直列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図

【 図 1 3 B 】 並列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図

40

【 図 1 4 】 図 1 3 B に示す受電装置の周波数特性の測定結果を示す図

【 図 1 5 】 グランド電極を用いて周波数特性を測定する方法について説明するための図

【 図 1 6 】 グランド電極を用いて周波数特性を測定する方法について説明するための図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 7 】

（実施形態 1）

図 1 は、本実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの回路図である。

【 0 0 2 8 】

ワイヤレス電力伝送システム 3 0 0 は送電装置 1 0 1 と受電装置 2 0 1 とを備えている。受電装置 2 0 1 は負荷回路 R L を備えている。この負荷回路 R L は二次電池と充電回路

50

を含むバッテリーモジュールである。そして、受電装置 201 は、その二次電池を備えた、例えば携帯電子機器である。携帯電子機器としては携帯電話機、PDA、携帯音楽プレーヤ、ノート型PC、デジタルカメラなどが挙げられる。送電装置 101 に受電装置 201 が載置されると、その状態で、送電装置 101 は、受電装置 201 へ電力を伝送する。そして、受電装置 201 は、二次電池を充電する。

【0029】

送電装置 101 は、直流電圧源 V_{in} を備えている。直流電圧源 V_{in} は、ACアダプタにより変換される直流電圧を出力する。送電装置 101 はこの直流電圧で動作する。ACアダプタは、商用電源に接続されていて、AC100V ~ 240V を DC19V へ変換する。ただし、DC19V に変換する必要はなく、DC5V 又は 12V へ変換してもよい。

10

【0030】

直流電圧源 V_{in} には入力コンデンサ C_{in} が接続されている。また、直流電圧源 V_{in} には、直流電圧を交流電圧に変換する DC-AC インバータ回路が接続されている。直流電圧源 V_{in} 及び DC-AC インバータ回路は、本発明に係る「高周波発生回路」の一例である。DC-AC インバータ回路は、スイッチング素子 Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 を有し、スイッチ素子 Q_1 , Q_4 のオンとスイッチ素子 Q_2 , Q_3 のオフを組み合わせた状態および、 Q_1 , Q_4 のオフと Q_2 , Q_3 のオンを組み合わせた状態とを交互にくりかえし切り替えることで直流から交流への変換を行う。

【0031】

20

スイッチング素子 Q_1 , Q_2 の接続点とスイッチング素子 Q_3 , Q_4 の接続点とは、昇圧トランス T1 の 1 次コイル L_{11} が接続されている。昇圧トランス T1 の 2 次コイル L_{12} にはアクティブ電極 11 及びパッシブ電極 12 が接続されている。昇圧トランス T1 は、交流電圧を昇圧し、昇圧した交流電圧をアクティブ電極 11 及びパッシブ電極 12 間に印加する。この交流電圧の周波数は 100kHz から 10MHz の範囲内で定められる。

【0032】

昇圧トランス T1 の 2 次コイル L_{12} にはキャパシタ C_a が並列に接続されている。キャパシタ C_a は、アクティブ電極 11 及びパッシブ電極 12 間に生じる浮遊容量、又は、キャパシタが接続されている場合には、そのキャパシタの容量と前記浮遊容量との合成容量である。キャパシタ C_a は、昇圧トランス T1 の 2 次コイル L_{12} の漏れインダクタンス（不図示）により直列共振回路を形成している。この直列共振回路は、本発明に係る「送電共振回路」の一例である。

30

【0033】

受電装置 201 はアクティブ電極 21 及びパッシブ電極 22 を備えている。アクティブ電極 21 及びパッシブ電極 22 は、受電装置 201 を送電装置 101 に載置した場合に、送電装置 101 のアクティブ電極 11 及びパッシブ電極 12 と間隙を介して対向する。なお、パッシブ電極 12 , 22 は直接接触していてもよい。

【0034】

アクティブ電極 21 及びパッシブ電極 22 には、降圧トランス T2 の 1 次コイル L_{21} が接続されている。この 1 次コイル L_{21} にはキャパシタ C_b が接続されている。キャパシタ C_b は、アクティブ電極 21 及びパッシブ電極 22 間に生じる浮遊容量、又は、キャパシタが接続されている場合には、そのキャパシタの容量と前記浮遊容量との合成容量である。キャパシタ C_b は、降圧トランス T2 の 1 次コイル L_{21} の励磁インダクタンスにより並列共振回路を形成している。この並列共振回路は、本発明に係る「受電共振回路」の一例である。

40

【0035】

送電装置 101 に受電装置 201 が載置され、送電装置 101 のアクティブ電極 11 及びパッシブ電極 12 間に電圧が印加されることで、対向配置となったアクティブ電極 11 , 21 同士、及び、パッシブ電極 12 , 22 同士がそれぞれ容量結合して電界が生じる。

50

そして、この電界を介して電力が送電装置 101 から受電装置 201 へ伝送される。受電装置 201 では、電力伝送により誘起される交流電圧が降圧トランス T2 で降圧された後、ダイオードブリッジ DB 及び平滑キャパシタ C_{out} で整流および平滑され、負荷回路 RL に印加される。

【0036】

以上の構成のワイヤレス電力伝送システム 300 において、送電装置 101 に形成される直列共振回路と、受電装置 201 に形成される並列共振回路とは、ほぼ共振周波数が同じとなるように設定されている。そして、送電装置 101 に受電装置 201 を載置すると、それぞれの共振回路は結合共振（複合共振）する。直列共振回路と並列共振回路との共振周波数を一致させることで、効率よく電力伝送が行える。なお、このときの電力伝送における駆動周波数は、直列共振回路及び並列共振回路の共振周波数近傍に定められる。

10

【0037】

以下に、送電装置 101 の直列共振回路の共振周波数、及び、受電装置 201 の並列共振の共振周波数それぞれの測定方法について説明する。

【0038】

上述のように、送電装置 101 に形成される直列共振回路と、受電装置 201 に形成される並列共振回路とは、それぞれの共振周波数がほぼ一致するように回路設計する必要がある。従来では、送電装置 101 に受電装置 201 を載置し、直列共振回路と並列共振回路とが結合した状態で、送電装置 101 側で周波数特性を測定していた。そして、その測定結果から各回路の回路設計を行っていた。

20

【0039】

この場合、送電装置 101 は受電装置 201 に合わせて回路設計している。このため、送電装置 101 に、受電装置 201 とは別の受電装置を載置すると、送電装置 101 の直列共振回路と、その送電装置 101 に載置した受電装置の並列共振回路とが結合した複合共振の共振条件が、回路設計時とは異なる場合がある。共振条件が異なり、共振周波数がずれたり、Q 値が低下したりすると、伝送効率が低下するおそれがある。同様に、受電装置 201 は送電装置 101 に合わせて回路設計しているため、送電装置 101 とは別の送電装置に載置した場合も、伝送効率が低下するおそれがある。

【0040】

そこで、本実施形態では、送電装置 101、及び受電装置 201 それぞれの共振回路を結合させない状態で、送電装置 101、及び受電装置 201 それぞれのインピーダンス - 周波数特性の測定を可能としている。ここで、インピーダンス - 周波数特性は、送電装置 101、及び受電装置 201 それぞれの共振回路の共振周波数、及び、Q 値を求めるために必要となる。そして、測定結果が、所定の条件を満たすように、各共振回路を設計する。

30

【0041】

具体的には、測定した共振周波数と設計目標値（本実施形態では、452kHz とする）との誤差が ±5% 程度であり、また、測定した Q 値が 20 以上となるように、送電装置 101、及び受電装置 201 それぞれの回路設計を行う。送電装置 101、及び受電装置 201 それぞれの周波数特性を個別に測定し、設計することで、送電装置 101 にどのような受電装置が載置されても、また、受電装置 201 をどのような送電装置に載置しても、共振条件を揃えることができ、伝送効率を高めることができる。

40

【0042】

まず、送電装置 101 の周波数特性の測定方法について説明する。

【0043】

図 2 は、送電装置 101 の周波数特性を測定する方法を説明するための図である。図 2 では、送電装置 101 の直流電圧源 V_{in}、DC - AC インバータ回路等の図示は省略している。

【0044】

送電装置 101 の共振周波数を測定する場合、受電装置 201 に代わり、送電側測定用

50

治具 101A を送電装置 101 に対して設置する。送電側測定用治具 101A は、測定用アクティブ電極 11A と、測定用パッシブ電極 12A とを備えていて、測定用アクティブ電極 11A と測定用パッシブ電極 12A とは短絡されている。測定用アクティブ電極 11A と、測定用パッシブ電極 12A は、受電装置 201 に用いられているものと同じ大きさ及び形状のものであることが望ましい。図 2 に示すキャパシタ C_{a1} は、アクティブ電極 11 と測定用アクティブ電極 11A との間に形成される容量、キャパシタ C_{p1} はパッシブ電極 12 と測定用パッシブ電極 12A との間に形成される容量である。

【0045】

本実施形態では、昇圧トランス T_1 の 1 次コイル L_{11} の両端部を、測定箇所 M_{11} , M_{12} としている。そして、測定箇所 M_{11} , M_{12} から送電側測定用治具 101A 側を視たときのインピーダンスに着目し、測定箇所 M_{11} , M_{12} にインピーダンスアナライザ（以下、アナライザという）110 を接続し、インピーダンスの周波数特性を測定する。

10

【0046】

受電装置 201 は、図 1 で説明したように、キャパシタ C_b 、降圧トランス T_2 、及びダイオードブリッジ DB 等を備えている。受電装置 201 を送電装置 101 に載置した場合には、降圧トランス T_2 等の各回路を含む状態で、周波数特性が測定される。本実施形態では、前記の送電側測定用治具 101A を載置して測定するため、受電装置 201 の降圧トランス T_2 等の各回路は測定値に含まれない。

【0047】

20

換言すれば、測定箇所 M_{11} , M_{12} から送電側測定用治具 101A 側を視たときのインピーダンスは、昇圧トランス T_1 、キャパシタ C_a 、キャパシタ C_{a1} 、及びキャパシタ C_{p1} からなる回路のインピーダンスとなる。そして、アナライザ 110 でインピーダンスの周波数特性を測定した場合、送電装置 101 に形成される直列共振回路、及び並列共振回路の周波数特性を測定できる。

【0048】

直列共振回路は、昇圧トランス T_1 の漏れインダクタンス（不図示）と、キャパシタ C_a 、キャパシタ C_{a1} 、及びキャパシタ C_{p1} 等により形成される回路である。また、並列共振回路は、昇圧トランス T_1 の 2 次コイル L_{12} と、キャパシタ C_a 、キャパシタ C_{a1} 、及びキャパシタ C_{p1} 等により形成される回路である。

30

【0049】

図 3 は、送電側測定用治具 101A を用いた場合の、周波数特性の測定結果を示す図である。図 3 に示すように、周波数特性の測定結果から、送電装置 101 に形成される並列共振回路の共振周波数 f_0 と、直列共振回路の共振周波数 f_1 とを検出できる。

【0050】

図 4 は、図 3 に示す直列共振回路付近の周波数特性の測定結果を拡大した図である。直列共振回路の共振周波数 f_1 は、約 452 kHz である。また、周波数特性の極小値（共振周波数 f_1 ）の 2 倍（約 +3 dB）となる点の帯域幅 f_1 は、約 6.439 kHz である。この場合、この直列共振回路の Q 値は、 f_1 / f_1 より求められ、その値は約 70 である。

40

【0051】

この測定結果から、共振周波数 f_1 が設計目標値（452 kHz）との誤差が ±5% 程度となるよう、また、測定した Q 値が 20 以上となるように、送電装置 101 の直列共振回路の回路設計を行う。図 4 に示す測定結果の場合、何れの条件も満たしている。

【0052】

次に、受電装置 201 の周波数特性の測定方法について説明する。

【0053】

図 5 は、受電装置 201 の周波数特性を測定する方法を説明するための図である。図 5 では、受電装置 201 のダイオードブリッジ DB 及び平滑キャパシタ C_{out} 等の図示も省略している。

50

【 0 0 5 4 】

受電装置 2 0 1 の共振周波数を測定する場合、送電装置 1 0 1 に代わり、受電側測定用治具 2 0 1 A を受電装置 2 0 1 に対して設置する。受電側測定用治具 2 0 1 A は、測定用アクティブ電極 2 1 A と、測定用パッシブ電極 2 2 A とを備えていて、測定用アクティブ電極 2 1 A と測定用パッシブ電極 2 2 A とは短絡されている。図 4 に示すキャパシタ C a 2 は、アクティブ電極 2 1 と測定用アクティブ電極 2 1 A との間に形成される容量、キャパシタ C p 2 はパッシブ電極 2 2 と測定用パッシブ電極 2 2 A との間に形成される容量である。

【 0 0 5 5 】

本実施形態では、降圧トランス T 2 の 2 次コイル L 2 2 の両端部を、測定箇所 M 2 1 , M 2 2 としている。そして、測定箇所 M 2 1 , M 2 2 から受電側測定用治具 2 0 1 A 側を視たときのインピーダンスに着目して、測定箇所 M 2 1 , M 2 2 にアナライザ 2 1 0 を接続し、インピーダンスの周波数特性を測定する。

10

【 0 0 5 6 】

送電装置 1 0 1 は、前記のように、キャパシタ C a 及び D C - A C インバータ回路等を備えている。受電装置 2 0 1 を送電装置 1 0 1 に載置した場合には、D C - A C インバータ回路等の各回路を含む状態で、周波数特性が測定される。本実施形態では、前記の受電側測定用治具 2 0 1 A を載置して測定するため、送電装置 1 0 1 の D C - A C インバータ回路等は測定値に含まれない。

【 0 0 5 7 】

換言すれば、測定箇所 M 2 1 , M 2 2 から受電側測定用治具 2 0 1 A 側を視たときのインピーダンスは、降圧トランス T 2 、キャパシタ C b 、キャパシタ C a 2 、及びキャパシタ C p 2 からなる回路のインピーダンスとなる。そして、アナライザ 2 1 0 でインピーダンスの周波数特性を測定した場合、受電装置 2 0 1 に形成される並列共振回路、及び並列共振の周波数特性を測定できる。この並列共振回路は、降圧トランス T 2 の 1 次コイル L 2 1 の励磁インダクタンスと、キャパシタ C b 、キャパシタ C a 2 、及びキャパシタ C p 2 の合成容量により形成される回路である。

20

【 0 0 5 8 】

図 6 は、受電側測定用治具 2 0 1 A を用いた場合の、周波数特性の測定結果を示す図である。図 6 に示すように、周波数特性の測定結果から、受電装置 2 0 1 に形成される並列共振回路の共振周波数 f_2 を検出できる。並列共振回路の共振周波数 f_2 は、約 4 5 1 k H z である。また、周波数特性のピーク値（共振周波数 f_2 ）の $1 / \sqrt{2}$ 倍（約 - 3 d B）となる点の帯域幅 Δf_2 は、約 6 . 7 9 2 k H z である。この場合、この直列共振回路の Q 値は、 $f_2 / \Delta f_2$ より求められ、その値は約 6 6 である。

30

【 0 0 5 9 】

この測定結果から、共振周波数 f_2 が設計目標値（4 5 2 k H z）との誤差が $\pm 5 \%$ 程度となるよう、また、測定した Q 値が 2 0 以上となるように、受電装置 2 0 1 の並列共振回路の回路設計を行う。図 6 に示す測定結果の場合、何れの条件も満たしている。

【 0 0 6 0 】

以上のように測定した送電装置 1 0 1 の共振周波数 f_1 は、4 5 2 k H z であり、受電装置 2 0 1 の共振周波数 f_2 は、4 5 1 k H z である。これら共振周波数 f_1 , f_2 は、設計目標値 4 5 2 k H z との誤差が 5 % 以下である。また、測定した Q 値は 7 0 と 6 6 とであり、何れも 2 0 以上である。したがって、この場合、送電装置 1 0 1 に受電装置 2 0 1 を載置したとき、効率よく電力伝送が行える。

40

【 0 0 6 1 】

また、周波数特性を測定する際、送電側測定用治具 1 0 1 A 、又は受電側測定用治具 2 0 1 A を用いることで、送電装置 1 0 1 の直列共振回路と、受電装置 2 0 1 の並列共振回路とを結合させない状態で測定しているため、送電装置 1 0 1 と、受電装置 2 0 1 との周波数特性を個別に測定できる。したがって、それぞれの共振周波数や共振点における Q 値を所定の設計値に合わせておくことで、送電装置 1 0 1 は、どのような受電装置が載置さ

50

れても、電力伝送効率が低下するおそれを低減できる。同様に、受電装置 201 をどのような送電装置に載置しても、電力伝送効率が低下するおそれを低減できる。

【0062】

なお、周波数特性を測定する際、対向するアクティブ電極、及びパッシブ電極をグラウンド電極で挟むようにしてもよい。

【0063】

図7は、グラウンド電極を用いて送電装置の周波数特性を測定する方法について説明するための図である。送電装置101は、アクティブ電極11、及びパッシブ電極12に対向するように設けられたグラウンド電極13を備えている。また、送電側測定用治具101Aは、測定用アクティブ電極11A、及び測定用パッシブ電極12Aに対向するように設けられたグラウンド電極23を備えている。グラウンド電極13、23は、送電装置101のグラウンドに接続されている。

10

【0064】

また、送電時には、高電圧部（アクティブ電極11、及び測定用アクティブ電極11A）からの不要輻射を遮断する目的で、アクティブ電極11、及び測定用アクティブ電極11Aは、パッシブ電極12又はグラウンド電極13、23等の電極で囲む構造にすることが望ましい。このため、グラウンド電極13、23を設けて、周波数特性を測定することで、グラウンド電極13、23とアクティブ電極11、11A及びパッシブ電極12、12Aとの間に生じる寄生容量の影響も測定データに反映されるため、実際の使用状態により近い状態での測定結果を得ることができる。

20

【0065】

なお、受電装置201の周波数特性を測定する場合においても、同様にグラウンド電極を設けるようにしてもよい。

【0066】

（実施形態2）

実施形態1では、周波数特性を測定する際に、送電側測定用治具の測定用アクティブ電極と測定用パッシブ電極と短絡しているのに対し、実施形態2では、測定用アクティブ電極と測定用パッシブ電極とを容量を介して接続している。以下、実施形態1との相違点について説明する。

【0067】

図8は、実施形態2による送電装置101の周波数特性を測定する方法を説明するための図である。

30

【0068】

送電装置101の共振周波数を測定する場合、本実施形態では、送電側測定用治具101Bを送電装置101に対して設置する。送電側測定用治具101Bの測定用アクティブ電極11Aと、測定用パッシブ電極12Aとは容量Ccを介して接続されている。この状態で、測定箇所M11、M12にアナライザ110を接続し、インピーダンスの周波数特性を測定する。

【0069】

測定用アクティブ電極11Aと、測定用パッシブ電極12Aとの間に容量Ccを設けることで、受電装置201に形成される直列共振回路の共振条件を調整（補正）することができる。測定して得られるQ値は、伝送する電力の周波数（伝送周波数）に合わせて測定した結果であることが好ましい。このため、容量Ccを設けて共振条件を調整できるようにすることで、測定により得られるQ値も調整できる。すなわち、実際に電力伝送を行う際の伝送周波数に近いQ値を得ることができるため、実際の使用時により効率が高くなるように、送電装置101の回路設計を行える。

40

【0070】

なお、受電装置201の周波数特性を測定する場合には、前述の送電装置101の時と同様に、実施形態1で説明した受電側測定治具の測定用アクティブ電極と測定用パッシブ電極とを、容量を介して接続し、降圧トランスT2の2次側にアナライザを接続して、

50

測定すればよい。

【 0 0 7 1 】

図 9 は、送電装置 1 0 1 の周波数特性を測定する別の方法を説明するための図である。

【 0 0 7 2 】

送電装置 1 0 1 の共振周波数を測定する場合、本実施形態では、送電側測定用治具 1 0 1 B の測定用アクティブ電極 1 1 A と、測定用パッシブ電極 1 2 A とのそれぞれに対向する容量接続用電極 2 4 を設ける。容量接続用電極 2 4 と測定用アクティブ電極 1 1 A との間、及び、容量接続用電極 2 4 と測定用パッシブ電極 1 2 A との間にはそれぞれ容量が形成されるため、この容量を介して測定用アクティブ電極 1 1 A と、測定用パッシブ電極 1 2 A とが接続される構成となる。この場合、図 8 の場合と比べて、測定用アクティブ電極 1 1 A と、測定用パッシブ電極 1 2 A とを接続する配線が不要となる。

10

【 0 0 7 3 】

なお、受電装置 2 0 1 の周波数特性を測定する場合には、受電側測定用治具の測定用アクティブ電極と測定用パッシブ電極とに、容量接続用電極を対向配置することで可能となる。

【 0 0 7 4 】

(実施形態 3)

本実施形態に係る測定方法では、治具側にアナライザーを接続して、周波数特性を測定する。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、送電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図である。図 1 0 A は、直列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図であり、図 1 0 B は、並列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図である。

20

【 0 0 7 6 】

図 1 0 A に示す送電装置 1 0 2 は、実施形態 1 に係る送電装置 1 0 1 と同じ構成に加え、昇圧トランス T 1 の 1 次コイル L 1 1 の両端を接続するスイッチ S W 1 を備えた構成である。実施形態 1 で説明したように、送電装置 1 0 1 側では、キャパシタ C a と、昇圧トランス T 1 の 2 次コイル L 1 2 の直列に挿入したインダクタンス L s 1 (又は漏れインダクタンス L l e a k 1) とにより直列共振回路が形成されている。この直列共振回路の周波数特性を測定する場合には、スイッチ S W 1 をオンにして、1 次コイル L 1 1 の両端を短絡する。そして、送電装置 1 0 2 に対し、送電側測定用治具 1 0 1 C を設置して、周波数特性を測定する。

30

【 0 0 7 7 】

送電側測定用治具 1 0 1 C は、測定用アクティブ電極 1 1 A と、測定用パッシブ電極 1 2 A とを備えている。測定用アクティブ電極 1 1 A は、送電装置 1 0 2 のアクティブ電極 1 1 と対向し、測定用パッシブ電極 1 2 A は、送電装置 1 0 2 のパッシブ電極 1 2 と対向(又は直接接触)する。測定用アクティブ電極 1 1 A と、測定用パッシブ電極 1 2 A とには、アナライザー 1 1 0 が接続されている。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 B に示す送電装置 1 0 3 は、実施形態 1 に係る送電装置 1 0 1 と同じ構成である。実施形態 1 で説明したように、送電装置 1 0 1 側では、昇圧トランス T 1 の 2 次コイル L 1 2 の励磁インダクタンスと、キャパシタ C a 、キャパシタ C a 1 、及びキャパシタ C p 1 の合成容量とにより並列共振回路が形成されている。この並列共振回路の周波数特性を測定する場合には、昇圧トランス T 1 の 1 次コイル L 1 1 側を開放する必要がある。ここで、本実施形態では、D C - A C インバータ回路等を接続したままの状態であっても測定が可能である。測定時には、D C - A C インバータ回路等の動作は O F F の状態である。このため、D C - A C インバータ回路側が高インピーダンスであり、測定時には D C - A C インバータ回路の F E T 等の素子には電流がほとんど流れない。したがって、D C - A C インバータ回路等を接続したままの状態であっても、昇圧トランス T 1 の 1 次コイル L 1 1 側を開放した状態とほぼ同視できる。そして、送電装置 1 0 3 に対し、送電側測定

40

50

用治具 101C を設置して、周波数特性を測定する。

【0079】

図 11 は、送電側測定用治具 101C を用いた場合の、周波数特性の測定結果を示す図である。図 11 では、図 10A に示す送電装置 102 の直列共振回路の周波数特性の測定結果を示している。

【0080】

図 11 に示すように、周波数特性の測定結果から、直列共振回路の共振周波数 f_1 は、約 498 kHz である。また、周波数特性のピーク値（共振周波数 f_1 ）の $1/2$ 倍（約 -3 dB）となる点の帯域幅 Δf_1 は、約 8.317 kHz である。この場合、この直列共振回路の Q 値は、 $f_1 / \Delta f_1$ より求められ、その値は約 60 である。

10

【0081】

この測定結果から、共振周波数 f_1 が設計目標値との誤差が $\pm 5\%$ 程度となるよう、また、測定した Q 値が 20 以上となるように、送電装置 102 の直列共振回路の回路設計を行う。

【0082】

なお、本実施形態では、送電装置 102 の直列共振回路は、昇圧トランス T1 の 2 次コイル L12 の漏れインダクタンス L_{leak} により形成されているが、インダクタの実部品を設けて、そのインダクタとキャパシタ Ca とで形成されていてもよい。図 12 は、直列共振回路に昇圧トランスを用いない場合の送電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図である。

20

【0083】

この例では、送電装置 104 は、キャパシタ Ca と直列共振回路を形成するインダクタ L3 を設け、インダクタ L3 の一端と、基準電位とを接続するスイッチ SW2 を備えている。直列共振回路の周波数特性を測定する場合には、スイッチ SW2 をオンにする。そして、送電装置 104 に対し、送電側測定用治具 101C を設置して、周波数特性を測定する。

【0084】

次に、治具側にアナライザを接続して行う受電装置の周波数特性の測定方法について説明する。

【0085】

図 13A 及び図 13B は、受電装置の周波数特性を測定する方法を説明するための図である。図 13A は、直列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図であり、図 13B は、並列共振回路の周波数特性を測定する方法説明するための図である。

30

【0086】

図 13A に示す受電装置 202 は、実施形態 1 に係る受電装置 201 と同じ構成に加え、降圧トランス T2 の 2 次コイル L22 の両端を接続するスイッチ SW3 を備えた構成である。実施形態 1 で説明したように、受電装置 201 側では、キャパシタ Cb は、降圧トランス T2 の 1 次コイル L21 の直列に挿入したインダクタンス L_s2 （又は漏れインダクタンス L_{leak2} ）と直列共振回路を形成している。この直列共振回路の周波数特性を測定する場合には、スイッチ SW3 をオンにして、2 次コイル L22 の両端を短絡する。そして、受電装置 202 に対し、受電側測定用治具 201B を設置して、周波数特性を測定する。

40

【0087】

図 13B に示す受電装置 203 は、実施形態 1 に係る受電装置 201 と同じ構成である。実施形態 2 で説明したように、受電装置 203 側では、キャパシタ Cb と、降圧トランス T2 の 1 次コイル L21 とにより並列共振回路が形成されている。この並列共振回路の周波数特性を測定する場合には、降圧トランス T2 の 2 次コイル L22 側を開放する必要がある。ここで、本実施形態では、ダイオードブリッジ DB 等の整流回路を接続したままの状態であっても測定が可能である。測定時にダイオードブリッジ DB を構成するダイオードに入力される電圧がダイオードのしきい値電圧よりも小さければダイオードは高イン

50

ピーダンスとなるため、負荷回路 R L 側が高インピーダンスとなり、整流回路のダイオード等の素子には電流がほとんど流れず、整流回路側は開放した状態とほぼ同視できる。そして、受電装置 2 0 3 に対し、受電側測定用治具 2 0 1 B を設置して、周波数特性を測定する。

【 0 0 8 8 】

図 1 4 は、図 1 3 B に示す受電装置 2 0 3 の周波数特性の測定結果を示す図である。図 1 4 に示すように、並列共振回路の共振周波数 f_2 は、約 5 1 9 k H z である。また、周波数特性のピーク値（共振周波数 f_2 ）の $1 / 2$ 倍（約 - 3 d B）となる点の帯域幅 f_2 は、約 7 . 6 9 8 k H z である。この場合、この直列共振回路の Q 値は、 f_2 / f_2 より求められ、その値は約 6 7 である。

10

【 0 0 8 9 】

この測定結果から、共振周波数 f_2 が設計目標値との誤差が $\pm 5 \%$ 程度となるよう、また、測定した Q 値が 2 0 以上となるように、送電装置 1 0 2 の直列共振回路の回路設計を行う。

【 0 0 9 0 】

なお、周波数特性を測定する際、対向するアクティブ電極、及びパッシブ電極をグラウンド電極で挟むようにしてもよい。

【 0 0 9 1 】

図 1 5、及び図 1 6 は、グラウンド電極を用いて周波数特性を測定する方法について説明するための図である。

20

【 0 0 9 2 】

図 1 5 に示す送電装置 1 0 2 は、アクティブ電極 1 1、及びパッシブ電極 1 2 に対向するように設けられたグラウンド電極 1 5 を備えている。また、送電側測定用治具 1 0 1 C は、測定用アクティブ電極 1 1 A、及び測定用パッシブ電極 1 2 A に対向するように設けられたグラウンド電極 2 5 を備えている。グラウンド電極 1 5、2 5 は、送電装置 1 0 2 のグラウンドに接続されている。

【 0 0 9 3 】

また、受電装置 2 0 4 は、アクティブ電極 2 1、及びパッシブ電極 2 2 に対向するように設けられたグラウンド電極 2 6 を備えている。受電側測定用治具 2 0 1 B は、測定用アクティブ電極 2 1 A、及び測定用パッシブ電極 2 2 A に対向するように設けられたグラウンド電極 1 6 を備えている。グラウンド電極 1 6、2 6 は、受電装置 2 0 4 のグラウンドに接続されている。

30

【 0 0 9 4 】

図 1 6 に示す受電装置 2 0 4 では、キャパシタ C b と、降圧トランス T 2 の 1 次コイル L 2 1 の励磁インダクタンスとにより並列共振回路が形成されている。この並列共振回路の周波数特性を測定する場合には、図 1 3 B で説明したように、ダイオードブリッジ D B 等を接続したままの状態であっても、ダイオードブリッジ D B 側が開放した状態とほぼ同視できる。そして、受電装置 2 0 4 に対し、受電側測定用治具 2 0 1 B を設置して、周波数特性を測定する。

【 0 0 9 5 】

40

実際の使用状態では、高電圧部からの不要輻射を遮断する目的で、高電圧部は、電極で囲われている。このため、グラウンド電極 1 5、2 5（グラウンド電極 1 6、2 6）を設けて、周波数特性を測定することで、実際の使用状態により近い状態での測定結果を得ることができる。

【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

- 1 1 ... アクティブ電極（第 1 の電極）
- 1 1 A ... 測定用アクティブ電極（測定用第 1 の電極）
- 1 2 ... パッシブ電極（第 2 の電極）
- 1 2 A ... 測定用パッシブ電極（測定用第 2 の電極）

50

1 3 , 1 5 ...	グラウンド電極 (送電側グラウンド電極)	
1 6 ...	グラウンド電極 (治具グラウンド電極)	
2 1 ...	アクティブ電極 (第 3 の電極)	
2 1 A ...	測定用アクティブ電極 (測定用第 3 の電極)	
2 2 ...	パッシブ電極 (第 4 の電極)	
2 2 A ...	測定用パッシブ電極 (測定用第 4 の電極)	
2 3 , 2 5 ...	グラウンド電極 (治具側グラウンド電極)	
2 6 ...	グラウンド電極 (受電側グラウンド電極)	
2 4 ...	容量接続用電極	
1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 , 1 0 4 ...	送電装置	10
1 0 1 A , 1 0 1 B , 1 0 1 C ...	送電側測定用治具	
1 1 0 ...	アナライザ	
2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 , 2 0 4 ...	受電装置	
2 0 1 A , 2 0 1 B ...	受電側測定用治具	
2 1 0 ...	アナライザ	
3 0 0 ...	ワイヤレス電力伝送システム	
C a , C b , C a 1 , C p 1 , C a 2 , C p 2 ...	キャパシタ	
C c ...	容量	
C i n ...	入力コンデンサ	
C out ...	平滑キャパシタ	20
D B ...	ダイオードブリッジ	
L 1 1 ...	1 次コイル	
L 1 2 ...	2 次コイル	
L 2 1 ...	1 次コイル	
L 2 2 ...	2 次コイル	
M 1 1 , M 1 2 ...	測定箇所	
M 2 1 , M 2 2 ...	測定箇所	
Q 1 , Q 2 , Q 3 , Q 4 ...	スイッチング素子	
R L ...	負荷回路	
T 1 ...	昇圧トランス	30
T 2 ...	降圧トランス	
V i n ...	直流電圧源	

【図1】

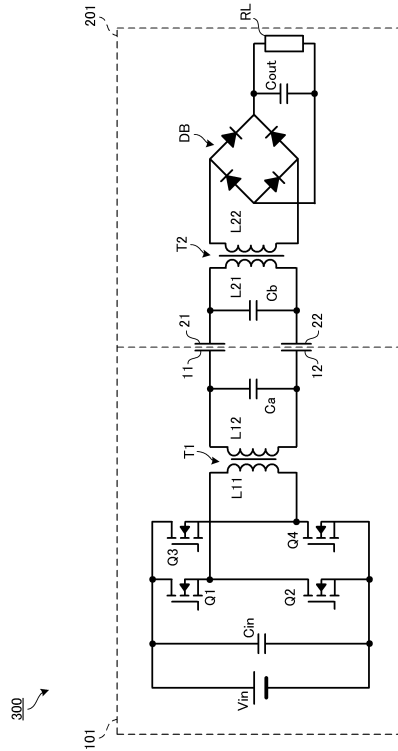


図1

【図2】

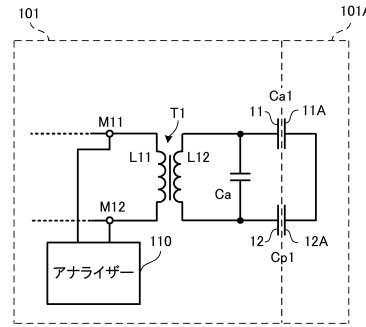
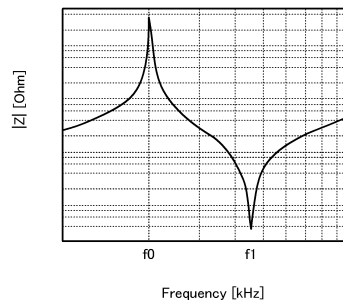


図2

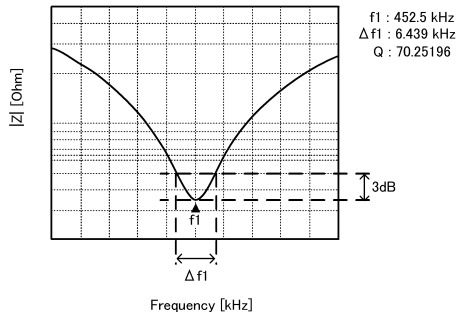
【図3】

図3



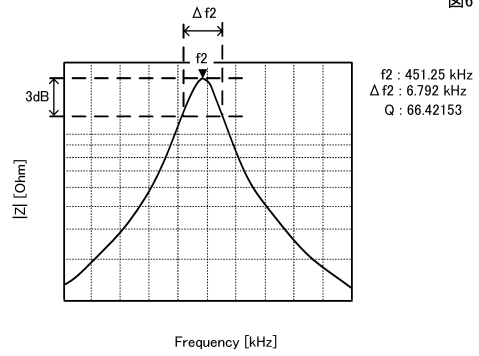
【図4】

図4



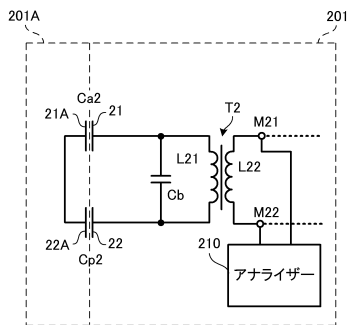
【図6】

図6



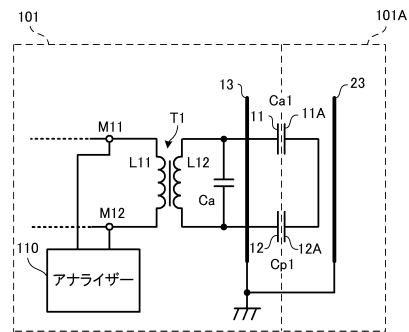
【図5】

図5



【図7】

図7



【図8】

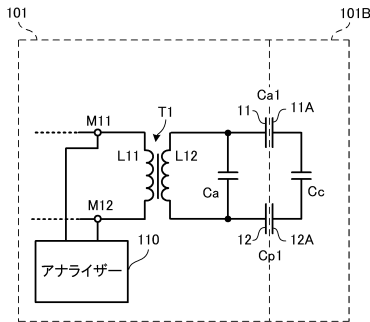


図8

【図10A】

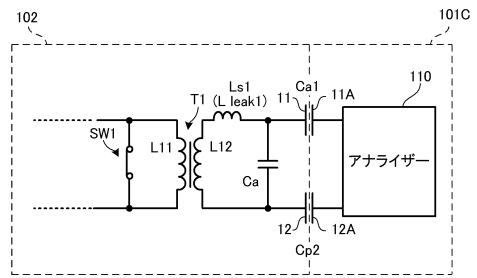


図10A

【図9】

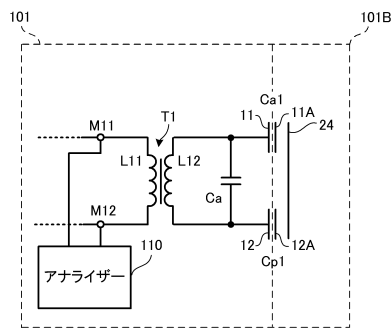


図9

【図10B】

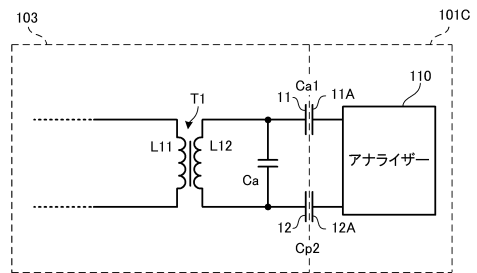


図10B

【図11】

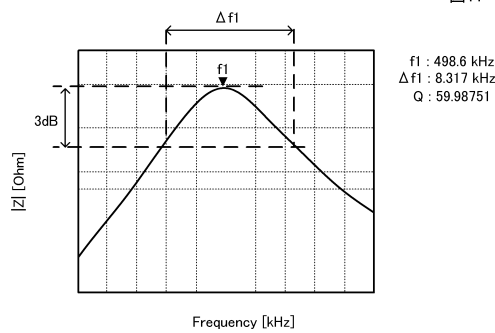


図11

【図13A】

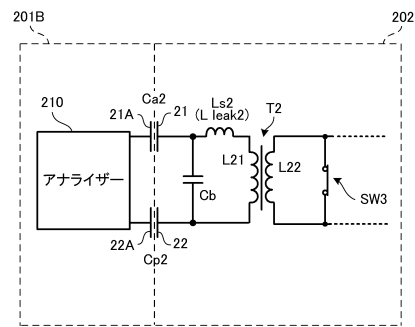


図13A

【図12】

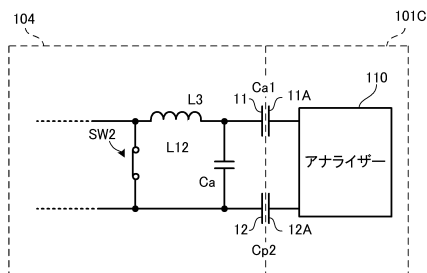


図12

【図13B】

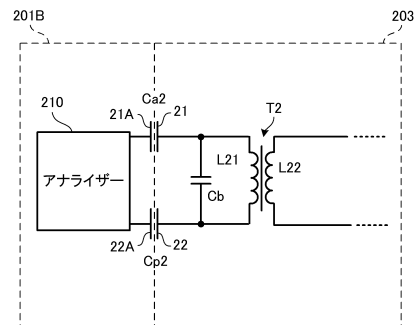


図13B

【図14】

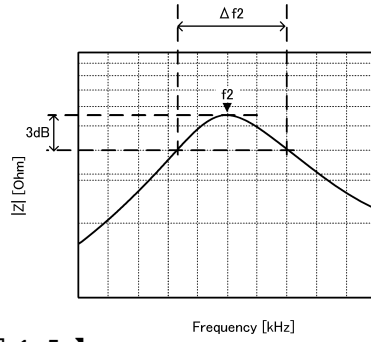


図14

f_2 : 519.2 kHz
 Δf_2 : 7.698 kHz
 Q : 67.4353

【図16】

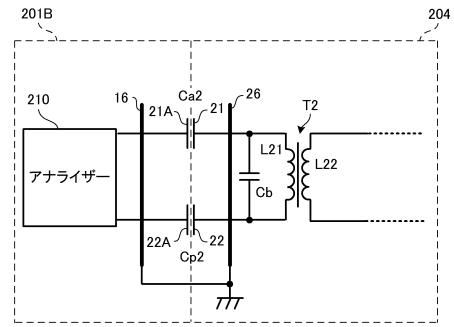


図16

【図15】

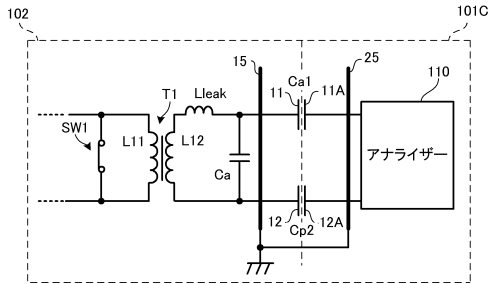


図15

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/132702(WO, A1)
特開2013-187963(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R27/00 - 27/32,

H02J7/00 - 7/12,

H02J7/34 - 7/36,

H02J50/00 - 50/90