

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年3月16日(16.03.2017)



(10) 国際公開番号

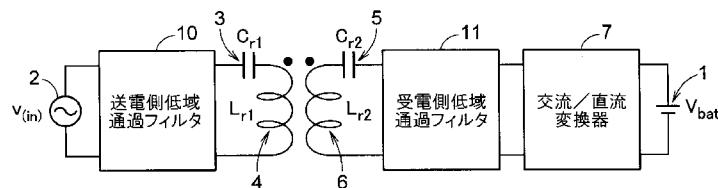
WO 2017/042904 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 50/00 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/075578
- (22) 国際出願日: 2015年9月9日(09.09.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 正俊 (SUZUKI Masatoshi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 石原 寛明 (ISHIHARA Hiroaki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外 (KATSUNUMA Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WIRELESS ELECTRIC POWER DELIVERY SYSTEM, POWER TRANSMITTER, AND POWER RECEIVER

(54) 発明の名称: 無線電力伝送システム、送電装置および受電装置

[図1]



- 7 AC/DC converter
10 Power-transmission-side low-pass filter
11 Power-reception-side low-pass filter

(57) Abstract: [Problem] To achieve a stable operation during ramp-up of power transmission voltage. [Solution] A wireless electric power delivery system as an embodiment of the present invention is provided with: an AC electric power supply for producing an AC voltage; a power-transmitting resonator; a power-receiving resonator; an AC/DC converter for converting the AC electric power to DC electric power and supplying the DC electric power to a storage battery; a first circuit disposed between the AC voltage supply and the power-transmitting resonator, the first circuit including at least one passive element; and a second circuit disposed between the power-receiving resonator and the AC/DC converter, the second circuit including at least one passive element. The parameter values of the passive elements in the first circuit and the second circuit are set so that while the AC voltage is being raised from a first voltage value to a second voltage value, the absolute value of the inverse transfer function between the input voltage and the output voltage of a designated system at the frequency of the AC voltage is brought to or below the division value of the AC voltage and the storage cell voltage, the designated system including the first circuit, the power-transmitting resonator, the power-receiving resonator, the second circuit, and the AC/DC converter.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/042904 A1



【課題】送電電圧の立ち上げ時に安定した動作を実現する。 【解決手段】本発明の実施形態としての無線電力伝送システムは、交流電圧を発生させる交流電力源と、送電用共振器と、受電用共振器と、交流電力を直流電力に変換し、直流電力を蓄電池に供給する交流／直流変換器と、交流電圧源と送電用共振器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第1回路と、受電用共振器と交流／直流変換器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第2回路とを備える。前記交流電圧を第1の電圧値から第2の電圧値へ上昇させる間、交流電圧の周波数において、第1回路と、送電用共振器と、受電用共振器と、第2回路と、交流／直流変換器とを含む対象システムの入力電圧と出力電圧間の逆伝達関数の絶対値が、前記交流電圧と蓄電池電圧の除算値以下になるように、第1回路および第2回路における受動素子のパラメータ値が設定されている。

明 細 書

発明の名称：無線電力伝送システム、送電装置および受電装置 技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、無線電力伝送システム、送電装置および受電装置に関する。

背景技術

[0002] 無線電力伝送技術において、受電側に無線給電する給電部のインピーダンス、給電部から給電を受ける受電部のインピーダンス、受電部で受けた電力を用いる負荷のインピーダンス、および伝送距離など、様々なパラメータに依存して、電力の伝送効率が変化することが知られている。ここで、伝送効率（あるいは単に効率）とは、送電側の電源から供給される電力と、受電側で受電される電力の比のことである。

[0003] 無線電力伝送を行う際には、受電側のインピーダンスを適切な値に設定して、送電側の電源を立ち上げることが望ましい。適切な値にインピーダンスが設定されていない場合、十分な効率が得られず、電力の増加と共に損失が増大する可能性がある。

[0004] 従来、低い送電電力でインピーダンス整合の調整を行った後、大電力での送電に移行することで、高効率での大電力の伝送を実現する手法が知られている。また、この際に、送電電力をバッテリー（蓄電池）に充電するために、送電電力および受電電力間の関係に基づき負荷を制御する関数を決定し、当該関数を利用して安定した電力の立ち上げ手法も知られている。さらに、送電周波数を最適化することで、送電電力を安定して立ち上げを行う手法も知られている。

[0005] しかしながら、これらのいずれの手法でも、送電電圧の立ち上げ時ににおいて急激な電力が受電側に突入し、過電力による回路素子の破損が生じることがあった。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 2 － 1 0 5 4 6 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 4 － 1 0 4 7 5 号公報

特許文献3：特開 2 0 1 3 － 7 4 6 8 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の実施形態は、送電電圧の立ち上げ時に安定した動作を実現することを防止する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の実施形態としての無線電力伝送システムは、交流電圧を発生させる交流電力源と、前記交流電圧に応じた磁界を発生させる送電用共振器と、前記磁界を介して、交流電力を受電する受電用共振器と、前記交流電力を直流電力に変換し、前記直流電力を蓄電池に供給する交流／直流変換器と、前記交流電圧源と前記送電用共振器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第1回路と、前記受電用共振器と前記交流／直流変換器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第2回路とを備える。

[0009] 前記交流電圧を第1の電圧値から第2の電圧値へ上昇させる間、前記交流電圧の周波数において、前記第1回路と、前記送電用共振器と、前記受電用共振器と、前記第2回路と、前記交流／直流変換器とを含む対象システムの入力電圧と出力電圧間の逆伝達関数の絶対値が、前記交流電圧と蓄電池電圧の除算値以下になるように、前記第1回路および前記第2回路における前記受動素子のパラメータ値が設定されている。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す図。

[図2]図1のシステムの具体例を示す図。

[図3]図1のシステムの低域通過フィルタのパラメータ値を決定する例を示す図。

[図4]図 1 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性を示す図。

[図5]第 2 の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す図。

[図6]図 5 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性を示す図。

[図7]第 3 の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す図。

[図8]図 7 のシステムにおいて送電側および受電側の受動回路の具体例を示す図。

[図9]図 7 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性を示す図。

[図10]図 7 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性を示す図。

[図11]一般的な無線電力伝送システムの基本構成の概略図

[図12]図 1 1 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性を示す図。

[図13]図 1 1 のシステムの送電側および受電側に低域通過フィルタを追加した構成を示す図。

[図14]図 1 3 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性を示す図。

[図15]図 1 3 のシステムにおける交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力間の特性の他の例を示す図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

[0012] 図 1 1 に、無線電力伝送システムの基本構成を示す。この無線電力伝送システムは、送電装置と受電装置とを備える。

[0013] 送電装置は、交流電力源 1 0 2 と、送電用コンデンサ 1 0 3 と、送電用コイル 1 0 4 とを備える。

[0014] 受電装置は、受電用コイル 1 0 6 と、受電用コンデンサ 1 0 5 と、交流／

直流変換器（整流器）１０７と、蓄電池１０１とを備える。

[0015] 送電装置における交流電力源１０２は、所定の周波数の交流電力（交流電圧および交流電流）を生成する。交流電力は、一例として高周波電力（高周波電圧および高周波電流）である。交流電力源１０２は、一例として、直流電源と、インバータとを備え、直流電源で生成した直流電圧をインバータにより交流電圧に変換する。この場合、インバータの出力電圧が交流電力源２の出力電圧に対応する。送電用コンデンサ１０３と送電用コイル１０４は互いに直列に接続されて、送電用共振器を構成する。送電用共振器は、交流電圧の周波数と同じまたはほぼ同じ値の共振周波数を有する。送電用コイル１０４は、交流電力源１０２から供給される交流電流に応じた磁界を発生させる。

[0016] 受電装置における受電用コイル１０６と受電用コンデンサ５とは互いに直列に接続されて、受電用共振器を構成する。受電用共振器は、送電側の交流電力源１０２が生成する交流電力の周波数と同じまたはほぼ同じ値の共振周波数を有する。受電用コイル１０６は、送電用コイル１０４により発生させられた磁界と結合して、磁界に応じた高周波電流を発生させる。すなわち、送電用共振器と受電用共振器間の磁気結合により、非接触に電力が伝送される。交流／直流変換器１０７は、受信共振器で受電された交流電力を直流電力に変換し、蓄電池１０１に供給する。

[0017] 図１２に、図１１の無線電力伝送システムにおいて、交流電力源１０２の出力電圧（インバータの出力電圧）に対する蓄電池１０１への供給電力（整流器の出力電力）の特性の例を示す。

[0018] 交流電力源１０２の出力電圧が小さい範囲では、ほぼ一様に蓄電池１０１へ供給される電力が増加する。つまり、交流電力源１０２の出力電圧の増加分に対する蓄電池１０１の供給電力の増加分の比がほぼ一定である。したがって、交流電力源１０２の出力電圧を徐々に立ち上げながら、受電側の負荷インピーダンスを調整して、大電力伝送に移行する場合にも安定した動作が可能である。

[0019] ここで近年、無線電力伝送について、高調波の抑圧要求がある。このため、高調波対策として、無線電力伝送システムへ低域通過フィルタなどの導入が検討されている。図 1 3 に、図 1 1 の無線電力伝送システムへ低域通過フィルタを追加した例を示す。

[0020] 送電装置において、交流電力源 1 0 2 と送電用共振器との間に送電側低域通過フィルタ 1 1 0 が追加されている。受電装置において、受電用共振器と直流交流変換器 1 0 7 との間に受電側低域通過フィルタ 1 1 1 が追加されている。

[0021] 図 1 4 に、図 1 3 の無線電力伝送システムにおいて、交流電力源 1 0 2 の出力電圧（インバータの出力電圧）に対する蓄電池 1 0 1 への供給電力（整流器の出力電力）の特性の例を示す。

[0022] 低域通過フィルタを追加した構成では、交流電力源 1 0 2 の出力電圧を低い値から徐々に上昇させる場合、出力電圧がある値より小さい範囲では、蓄電池 1 0 1 へ供給される電力はゼロまたはほぼゼロであり、3 0 0 V 付近の点から徐々に上昇する。しなしながら、ある点（図示の例では 3 5 0 V 付近の点）を越えると、出力電圧の増加に対して急激な電力が蓄電池 1 0 1 へ供給され、これより以降は、交流電力源 1 0 2 の出力電圧に対する蓄電池 1 0 1 への供給電力の関係が、一様でなくなる。つまり、交流電力源 1 0 2 の出力電圧の増加分に対する蓄電池 1 0 1 の供給電力の増加分の比率が一定または略一定でなくなる。例えば、3 5 0 V を越えた後、交流電力源 1 0 2 の出力電圧の少しの増加で、蓄電池 1 0 1 の供給電力が大きく増加する。このため、交流電力源 1 0 2 の出力電圧を制御して、受電側の負荷インピーダンスを調整、すなわち蓄電池 1 0 1 への供給電力を制御することは困難である。よって、この構成では、送電電圧を徐々に上昇させながら、無線電力伝送を行う場合に、蓄電池 1 0 1 の供給電力を適切に制御できず（受電側のインピーダンスを適切な値に制御できず）、構成部品等へ過電流が流れ込む虞がある。このため、送電側から受電側への無線電力伝送を安全に開始することができない。

[0023] この問題に対策する手法として、送電周波数を変化させることが知られている。無線電力伝送に利用できる周波数帯域は、アプリケーションごとに規格化及びその準備がされており、自動車向けでは現状、SAE Internationalが定める $81.38 \sim 90 \text{ kHz}$ の比帯域約 11% ($\pm 5.5\%$)の帯域しか利用できない。そこで、図13に示されるシステムの送電周波数を $+5\%$ シフトした場合において、交流電力源102の出力電圧に対する蓄電池101への供給電力（整流器の出力電力）の特性の例を図15に示す。図15の特性は、図14の特性に比べれば、若干改善されているものの、依然として、交流電力源102の出力電圧に対する蓄電池101への供給電力の関係が一樣でない。すなわち、特に交流電力源102の出力電圧が 315 V 付近の点を越えた後、出力電圧の増加に対して急激な電力が蓄電池101へ供給される。交流電力源102の出力電圧の増加分に対する蓄電池101の供給電力の増加分の比率が一定または略一定でない。このため、図14を用いて説明したのと同様の理由により、送電側から受電側への無線電力伝送を安全に開始することができない

[0024] 本実施形態では、送電電圧を徐々に上昇させながら、無線電力伝送を行う場合に、構成部品等への過電流を生じさせることのない、安定した送電電圧の起動を実現可能にするものである。

[0025] （第1の実施形態）

図1に本実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。この無線電力伝送システムは、送電装置と受電装置とを備える。

[0026] 送電装置は、交流電力源2と、送電側低域通過フィルタ10と、送電用コンデンサ3と、送電用コイル4とを備える。送電用コンデンサ3のキャパシタンスは C_{r1} 、送電用コイル4のインダクタンスは、 L_{r1} である。

[0027] 受電装置は、受電用コイル6と、受電用コンデンサ5と、受電側低域通過フィルタ11と、交流／直流変換器（整流器）7と、蓄電池1とを備える。受電用コンデンサ5のキャパシタンスは C_{r2} 、受電用コイル4のインダクタンスは、 L_{r2} である。ここでは蓄電池1は受電装置に組み込まれているが、

受電装置の外側に配置されてもよい。

[0028] 送電装置における交流電力源 2 は、所定の周波数の交流電力（交流電圧および交流電流）を生成する。交流電力は、一例として高周波電力（高周波電圧および高周波電流）である。交流電力源 2 は、一例として、直流電源と、インバータとを備え、直流電源で生成した直流電圧をインバータにより交流電圧に変換する。この場合、インバータの出力電圧が交流電力源 2 の出力電圧に対応する。送電側低域通過フィルタ 110 は、交流電力源 2 により生成された交流電流から高周波成分を除去し、除去後の交流電流を出力する。送電用コンデンサ 3 と送電用コイル 4 とは直列に接続されており、送電用共振器を構成する。送電用共振器は、一例として交流電力源 2 が生成する交流電圧の周波数（基本周波数）と同一またはほぼ同一の値の共振周波数を有する。送電用コイル 4 は、交流電力源 2 から供給される交流電流に応じて磁界を発生させる。

[0029] 送電用共振器の構成は、送電用コンデンサ 3 と送電用コイル 4 の直列接続以外の構成も可能であり、例えば別の送電用コンデンサが、送電用コイル 4 の両端子のうち送電用コンデンサ 3 と反対側の端子に追加されてもよいし、あるいは送電用コンデンサ 3 に代えて配置されていてもよい。また、送電用コイル 4 は複数のコイルが直列に接続されたものでもよい。また送電用コイル 4 内部に磁性体が配置されていてもよい。ここで述べた以外の構成でもよい。

[0030] 受電装置における受電用コイル 6 と受電用コンデンサ 5 とは直列に接続されており、受電用共振器を構成する。受電用共振器は、送電用共振器と同一またはほぼ同一の共振周波数を有する。受電用コイル 6 は、送電用コイル 4 により発生させられた磁界と結合して、磁界に応じた交流電流を発生させる。つまり、送電用共振器と受電用共振器間の磁気結合により、送電側から受電側に非接触に電力が伝送される。受電側低域通過フィルタ 11 は、受電用共振器から入力される交流電流に含まれる高周波成分を除去して、除去後の交流電流を出力する。交流／直流変換器 7 は、受信共振器で受電された交流

電力を直流電力に変換し、蓄電池 1 に供給する。交流／直流変換器 7 は、ブリッジダイオード等、任意の回路で構成できる。

[0031] 受電用共振器の構成は、受電用コンデンサ 5 と受電用コイル 6 の直列接続以外の構成も可能であり、例えば別の受電用コンデンサが、受電用コイル 6 の両端子のうち受電用コンデンサ 5 と反対側の端子に追加されてもよいし、あるいは受電用コンデンサ 5 に代えて配置されていてもよい。また、受電用コイル 6 は複数のコイルが直列に接続されたものでもよい。また受電用コイル 6 内に磁性体が配置されていてもよい。ここで述べた以外の構成でもよい。

[0032] ここで、送電側低域通過フィルタ 10 と、送電用コンデンサ 5 と、送電用コイル 6 と、受電用コンデンサ 7 と、受電用コイル 8 と、受電側低域通過フィルタ 119 と、交流／直流変換器（整流器）7 とが従属接続されたシステム（ここでは対象システムと呼ぶ）を想定する。

[0033] 本実施形態では、交流電力源の出力電圧を初期値から所望の値まで立ち上げる間、交流電力源の出力電圧の周波数において、対象システムの入力電圧および出力電圧間の逆伝達関数 T （伝達関数は $1/T$ ）が、下記の式 1 を満足するように、送電側低域通過フィルタ 10 および受電側低域通過フィルタ 11 を構成する素子のパラメータ値が設定されていることを特徴の 1 つとしている。 v_{inv} は交流電力源 2 の出力電圧であり、対象システムの入力電圧に対応する。 V_{bat} は、蓄電池電圧（バッテリー電圧）であり、対象システムの入力電圧に対応する。 $|T|$ は逆伝達関数の絶対値である。したがって、この式は、逆伝達関数 T の絶対値の逆数が、対象システムの入力電圧と出力電圧の除算値以下になることを意味している。

[数1]

$$|T| \leq \left| \frac{v_{inv}}{V_{bat}} \right| \quad \dots \text{式 1}$$

[0034] この式によれば、逆伝達関数 T の絶対値の逆数（すなわち伝達関数の絶対値）に v_{inv} を乗じた値が、 V_{bat} 以上に維持される。このため、 v_{inv} の初

期値から出力電圧を徐々に上昇させる場合、蓄電池 1 へ電力が入力開始された後も、蓄電池 1 に供給される電力（交流／直流変換器の出力電力）は、出力電圧の増加に応じて、一様またはほぼ一様に変動する。このため、送電電圧の増加に対して、蓄電池 1 に急激に大きな電力が突入されることは阻止され、送電電圧の安定した立ち上げが可能になる。前述した図 13 のシステムでは、送電電圧の増加時に、少なくともこの式 1 を満たしていない送電電圧の区間が存在しており、例えば送電電圧を上昇させている間、送電側から見た負荷インピーダンスが急激に変動して、蓄電池 1 に急激に電力が供給されることも生じ得る。このため、部品に過電流等が発生し、図 14 又は図 15 のような非一様な関係が発生し得る。

[0035] 以下、上述の式 1 を満たすように、送電側低域通過フィルタ 10 および受電側低域通過フィルタ 11 の各素子のパラメータ値を決定する例を示す。具体的に、式 1 を満たすような、低域通過フィルタのフィルタ特性を表すパラメータ値（本例ではカットオフ周波数）を決定し、当該カットオフ周波数を実現するように各素子のパラメータ値を決定および設定する。所望のカットオフ周波数を実現するように各素子のパラメータ値を決定する方法は、当業者によって自明であるため、以下ではフィルタ特性を表すパラメータ値を決定する例を示す。

[0036] 図 2 (A) に、図 1 の無線電力伝送システムの具体的な構成例を示す。

[0037] 送電側低域通過フィルタは、直列に接続されたコイル L_{f1} およびコイル L_{f2} と、これらのコイルの接続点に、交流電力源（または送電用共振器のコイル L_{r1} ）と並列に接続されたコンデンサ C_{f1} とを備える。 L_{f1} および L_{f2} は、コイルのインダクタンスを表すが、コイルの参照符号としても利用する。 C_{f1} は、コンデンサのキャパシタンスを表すが、コンデンサの参照符号としても利用する。

[0038] 受電側低域通過フィルタは、直列に接続されたコイル L_{f3} およびコイル L_{f4} と、これらのコイルの接続点に、受電用共振器のコイル L_{f2} と並列に接続されたコンデンサ C_{f2} とを備える。 L_{f3} および L_{f4} は、コイルのインダクタン

スを表すが、コイルの参照符号としても利用する。 C_{f2} は、コンデンサのキャパシタンスを表すが、コンデンサの参照符号としても利用する。

[0039] また、交流／直流変換器はダイオードブリッジにより構成されている。 R_s は、交流電力源の出力インピーダンス（インバータの出力インピーダンス）である。 V_{bat} は蓄電池電圧（バッテリー電圧）である。

[0040] 送電電圧立ち上げ時の交流／直流変換器7は、蓄電池1の負荷を一定に割合で増加させる働きがあるのみであり、蓄電池1の負荷（ R_{bat} ）の代わりに、送電側から見た負荷インピーダンス Z_{bat} （図2（A）の一点鎖線参照）を考える。蓄電池電圧（バッテリー電圧） $V_{bat} = 300V$ 、電力伝送開始時の蓄電池1への供給電力500Wとすると、蓄電池1の負荷（バッテリー負荷） $R_{bat} = 300^2 [V] / 500 [W] = 180 \Omega$ となる。また、送電側から見た交流／直流変換器以降の回路部分の負荷 Z_{bat} は、交流／直流変換器によるインピーダンス変換を考慮して、 $Z_{bat} = (180 [\Omega]) \times 8 / \pi^2 \doteq 146 [\Omega]$ となる。

[0041] 図2（A）において、送電側低域通過フィルタ10、送電用共振器（送電用コンデンサ C_{r1} 、送電用コイル L_{r1} ）と、受電用共振器（受電用コンデンサ C_{r2} 、受電用コイル L_{r2} ）と、受電側低域通過フィルタ11とが従属接続された対象システムを考える。この対象システムを、図2（B）の点線に示すように複数の部分回路に区分し、各部分回路のF行列をそれぞれ F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 、 F_6 、 F_7 とする。すなわち、 F_1 は、コイル L_{f1} のF行列、 F_2 は、コンデンサ C_{f1} のF行列、 F_3 は、コイル L_{f2} のF行列、 F_4 は、送電用共振器（ C_{r1} 、 L_{r1} ）および受電用共振器（ C_{r2} 、 L_{r2} ）を合わせた回路のF行列、 F_5 は、コイル L_{f3} のF行列、 F_6 は、コンデンサ C_{f2} のF行列、 F_7 は、コイル L_{f4} のF行列である。なお、F行列は、2端子対回路の特性を表現する4つのパラメータ（Fパラメータ）を、行列の各要素に格納したものである。

[0042] 対象システムのF行列を F_{a11} とすると、 F_{a11} は以下で表される。

[数2]

$$F_{all} = \begin{bmatrix} A_{all} & B_{all} \\ C_{all} & D_{all} \end{bmatrix} = F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5 \times F6 \times F7 \quad \dots \text{式 2}$$

[0043] 対象システムの逆伝達関数 T は、 F_{all} と、交流電力源の出力インピーダンス（インバータの出力インピーダンス） R_s と、前述した負荷インピーダンス Z_{bat} から、以下で表される。

[数3]

$$T = A_{all} + \frac{B_{all}}{Z_{bat}} + R_s C_{all} + \frac{R_s}{Z_{bat}} D_{all} \quad \dots \text{式 3}$$

[0044] また各部分回路の F 行列 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 、 F_6 、 F_7 は、以下のよう表される。

[数4]

$$\begin{aligned}
F_1 &= \begin{bmatrix} 1 & 2\pi f j L_{f1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\
F_2 &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/2 \pi f j C_{f1} & 1 \end{bmatrix} \\
F_3 &= \begin{bmatrix} 1 & 2j \pi f L_{f2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\
F_5 &= \begin{bmatrix} 1 & 2\pi f j L_{f3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\
F_6 &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/2 \pi f j C_{f2} & 1 \end{bmatrix} \\
F_7 &= \begin{bmatrix} 1 & 2\pi f j L_{f4} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\
F_4 &= \begin{bmatrix} A_4 & B_4 \\ C_4 & D_4 \end{bmatrix} \\
A_4 &= \frac{(2j \pi f L_{r1} - 2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}})}{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}}} - \frac{1}{(2 \pi f)^2 C_{r1} k \sqrt{L_{r1} L_{r2}}} + 1 \\
B_4 &= \left(2j \pi f L_{r1} - 2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}} \right) \left(1 + \frac{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}} + 2j \pi f L_{r2} + \frac{1}{2j \pi f C_{r2}}}{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}}} \right) + \\
&\quad \left(1 + \frac{-2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}} + 2j \pi f L_{r2} + \frac{1}{2j \pi f C_{r2}}}{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}}} \right) \\
&\quad \frac{-2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}} + 2j \pi f L_{r2}}{2j \pi f C_{r1}} - \frac{1}{2j \pi f C_{r2}} \\
C_4 &= \frac{1}{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}}} \\
D_4 &= 1 + \frac{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}} + 2j \pi f L_{r2} + \frac{1}{2j \pi f C_{r2}}}{2j \pi f k \sqrt{L_{r1} L_{r2}}}
\end{aligned}$$

[0045] また、図2（A）の送電側低域通過フィルタおよび受電側低域通過フィルタが、バターワース（Butterworth）動作するとした場合、カットオフ周波数 f_c 、電力伝送系（すなわち送電装置側）の負荷インピーダンス R_L を用いて、 L_{f1} 、 L_{f2} 、 L_{f3} 、 L_{f4} 、 C_{f1} 、 C_{f2} は、以下のようなになる。

$$L_{f1} = L_{f2} = L_{f3} = L_{f4} = R_L / 2 \pi f_c$$

$$C_{f1} = C_{f2} = 1 / (2 \pi f_c R_L \times 2)$$

カットオフ周波数 f_c は、決定すべきパラメータで、ここでは未定である。

[0046] 送電側共振器および受電側共振器は同一の構成を有するものとし、送電周波数（あるいは共振周波数） $f = 85 \text{ kHz}$ 、 $L_{r1} = L_{r2} = 31.2 \mu\text{H}$ 、 $C_{r1} = C_{r2} = 112.35 \text{ nF}$ 、送電用共振器および受電用共振器のコイル間の結合係数 $k = 0.6$ とした場合、最適負荷 $R_L = 2 \pi f k L_{r1} = 10 \Omega$ である。また、逆伝達関数の絶対値 $|T|$ は、前述した式（3）から以下のようになる。

[数5]

$$|T| = \frac{3.16 \sqrt{\frac{3.102E - 4fc^{12} + 5.165Efc^{11} + 4.5E9fc^{10} - 9.954E10 * fc^9 - 4.527E19 fc^8 + 5.292E20 fc^7 + 1.602E29 fc^6 - 1.043E20 * fc^5 - 2.324E38 * fc^4 + 6.684E38 * fc^3 + 1.164E47 fc^2 + 1.577E46fc + 2.748E54}{fc^6}}}{fc^6}$$

[0047] 前述した式 1 に従って、カットオフ周波数 f_c と、交流電力源の出力電圧（インバータの出力電圧） v_{inv} との関係を図示すると、図 3 のようになる。この関係から、例えば電力の投入開始時の交流電力源の出力電圧を 200 V 以下にしたい場合は、カットオフ周波数 300 kHz 以上となるように、送電側低域通過フィルタおよび受電側低域通過フィルタにおける各素子のパラメータ値（インダクタンス、キャパシタンス）を決定すればよい。例えば、当該決定したパラメータ値を有する素子を製造し、当該素子を用いて低域通過フィルタを構成すればよい。

[0048] このように各素子のパラメータ値が設定された無線電力伝送システムについて、交流電力源 2 の出力電圧 v_{inv} を、 50 V から 600 V まで 5 V ずつ増加させた場合の蓄電池 1 に供給される電力を、シミュレーションソフトである SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) を用いて計算した例を図 4 に示す。交流電力源 2 の出力電圧 v_{inv} が約 370 V から 5 V ずつ増加するごとに、ほぼ一定量の電力が増加している。よって、交流電力源 2 の出

力電圧の増加に対して、ほぼ一様に電力が増加していることが確認できる。

[0049] 以上、本発明の実施形態によれば、供給電力に依存して電池負荷が変動する蓄電池へ充電するに際して、規定の電力を超えずに、送電電圧を立ち上げる（あるいは送電電力を立ち上げる）ことが可能となる。

[0050] （第2の実施形態）

図5に第2の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。この無線電力伝送システムは送電装置と受電装置とを備える。

[0051] 送電装置において、送電側低域通過フィルタ20と送電用共振器との間に、送電側調整用直列コンデンサ12と送電側調整用並列コンデンサ13とが配置されている。直列コンデンサ12は、送電用共振器のコンデンサ3に直列に接続されており、送電側調整用並列コンデンサ13は、送電用共振器のコイル4に並列に接続されている。送電側調整用直列コンデンサ12のキャパシタンスは C_w であり、送電側調整用並列コンデンサ13のキャパシタンスは C_x である。

[0052] また、受電装置において、受電側低域通過フィルタ21と受電用共振器との間に、受電側調整用直列コンデンサ15と送電側調整用並列コンデンサ14とが配置されている。受電側調整用直列コンデンサ15は、受電用共振器のコンデンサ5に直列に接続されており、送電側調整用並列コンデンサ13は、受電用共振器のコイル6に並列に接続されている。受電側調整用直列コンデンサ15のキャパシタンスは C_w 、送電側調整用並列コンデンサ13のキャパシタンスは C_y である。本例では、送電側調整用直列コンデンサ12と受電側調整用直列コンデンサ15のキャパシタンス C_w はいずれも同じ値であるとするが、これに限定されるものではない。

[0053] なお、送電側低域通過フィルタ20および受電側低域通過フィルタ21は、図1の送電側低域通過フィルタ10および受電側低域通過フィルタ11と同じである必要はない（つまり第1の実施形態に従って決定されたパラメータ値が設定されている必要はない）。送電側低域通過フィルタ20および受電側低域通過フィルタ21は、図13の送電側低域通過フィルタ110およ

び受電側低域通過フィルタ 1 1 1 と同じでもよい。上記に述べた以外の構成は、図 1 と同様である。

[0054] 本実施形態において、送電側低域通過フィルタ 2 0 と、送電側調整用直列コンデンサ 1 2 と、送電側調整用並列コンデンサ 1 3 と、送電用コンデンサ 3 と、送電用コイル 4 と、受電用コイル 6 と、受電用コンデンサ 5 と、受電側調整用並列コンデンサ 1 4 と、受電側調整用直列コンデンサ 1 5 と、受電側低域通過フィルタ 2 1 と、交流／直流変換器 7 とが従属接続された対象システムを想定する。

[0055] なお、第 1 の実施形態の説明で述べたように、交流／直流変換器 7 は、送電電圧の立ち上げ時は蓄電池 1 の負荷を一定に割合で増加させる働きがあるのみであるため、送電側から見た交流／直流変換器 7 以降のインピーダンスを考慮することで、交流／直流変換器 7 を除去して考えてもよい。

[0056] 当該対象システムの入力電圧および出力電圧間の逆伝達関数 T （伝達関数は $1/T$ ）が、第 1 の実施形態における式 1 を満足するように、送電側調整用直列コンデンサ 1 2 と送電側調整用並列コンデンサ 1 3 と受電側調整用並列コンデンサ 1 4 と受電側調整用直列コンデンサ 1 5 のパラメータ値（キャパシタンス）が選択され、設定されている。よって第 1 の実施形態の説明で述べたのと同様の理由で、交流電力源の出力電圧と、蓄電池 1 に供給される電力との関係が一様になる。よって、供給電力に依存して電池負荷が変動する蓄電池への充電に際して、規定の電力を超えずに、送電電圧を立ち上げることが可能となる。

[0057] 図 5 の無線電力伝送システムについて、交流電力源 2 の出力電圧 v_{inv} を、50V から 600V まで 5V ずつ増加させた場合の蓄電池 1 に供給される電力を、SPICE を用いて計算した例を図 6 に示す。交流電力源 2 の出力電圧 v_{inv} の 50V から、5V ずつ出力電圧が増加するごとに、ほぼ一様に送電電力が増加していることが確認できる。

[0058] （第 3 の実施形態）

図 7 に第 3 の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。第 1 の実施形

態では送電装置の交流電力源と送電用共振器間に低域通過フィルタを配置し、および受電装置の受電用共振器と交流／直流変換器間に低域通過フィルタを配置した。本実施形態では、送電装置の交流電力源 2 と送電用共振器間に受動回路 8 を配置し、受電装置の受動共振器と交流／直流変換器 7 間に受動回路 9 を配置する。受動回路 8 および受動回路 9 は、少なくとも 1 つの受動素子（コンデンサ、コイルまたは抵抗等）を含む回路であれば、何でもよい。前述した送電側低域通過フィルタまたは受電側低域通過フィルタも、受動回路の一例である。また図 5 に示した送電側低域通過フィルタ 20 と送電調整用直列コンデンサ 12 と送電調整用並列コンデンサ 13 との組も、受動回路の一例である。図 5 に示した受電側低域通過フィルタ 21 と受電調整用直列コンデンサ 15 と受電調整用並列コンデンサ 14 との組も、受動回路の一例である。

[0059] 図 8 (A) ～図 8 (C) に受動回路の構成を具体化した例を示す。図 8 (A) は、受動回路 8、9 をそれぞれコイル 51、52 により構成した場合を示す。コイル 51、52 は、それぞれコンデンサ 3、5 と直列に接続されているが、コイル 4、6 の両端子のうちコンデンサ 3、5 と反対側の端子に直列に接続されてもよい。あるいは、コイル 4、6 の両側に 2 つのコイルを配置してもよい。

[0060] 図 8 (B) は、受動回路 8、9 をそれぞれコンデンサ 53、54 により構成した場合を示す。コンデンサ 53、54 は、それぞれコンデンサ 3、5 と直列に接続されているが、コイル 4、6 の両端子のうちコンデンサ 3、5 と反対側の端子に直列に接続されてもよい。あるいは、コイル 4、6 の両側に 2 つのコンデンサを配置してもよい。

[0061] 図 8 (C) は、受動回路 8、9 をそれぞれトランス回路により構成した場合を示す。送電回路 8 は、対向するコイル 61、62 と、コイル 61 の一端と交流電力源 2 間に接続されたコンデンサ 63 と、コイル 62 の一端とコンデンサ 3 間に接続されたコンデンサ 64 を備える。受動回路 9 は、対向するコイル 71、72 と、コイル 71 の一端と交流／直流変換器 7 間に接続され

たコンデンサ 7 3 と、コイル 7 2 の一端とコンデンサ 5 間に接続されたコンデンサ 7 4 を備える。

[0062] 図 8 (A) ～図 8 (C) に示した例はほんの一例に過ぎず、他にもさまざまな回路構成が可能である。例えば図 8 (A) のコイル 5 1 とコンデンサ 3 間に別のコンデンサまたは抵抗等を配置してもよいし、コイル 5 1 とコンデンサ 3 間に、コイル 4 と並行に別のコンデンサが配置されてもよい。

[0063] 本実施形態において、受動回路 8 と、送電用コンデンサ 3 と、送電用コイル 6 と、受電用コイル 8 と、受電用コンデンサ 7 と、受動回路 9 と、交流／直流変換器 7 とが従属接続された対象システムを想定する。

[0064] なお、第 1 の実施形態の説明で述べたように、交流／直流変換器 7 は、送電電圧の立ち上げ時は蓄電池 1 の負荷を一定に割合で増加させる働きがあるのみであるため、送電側から見た交流／直流変換器 7 以降のインピーダンスを考慮することで、交流／直流変換器 7 を除去して考えてもよい。

[0065] 当該対象システムの入力電圧および出力電圧間の逆伝達関数 T (伝達関数は $1/T$) が、第 1 の実施形態における式 1 を満足するように、受動回路 8 および受動回路 9 のパラメータ値が選択および設定されている。よって第 1 の実施形態の説明で述べたのと同様の理由で、交流電力源の出力電圧と、蓄電池 1 に供給される電力との関係が一樣になる。よって、供給電力に依存して電池負荷が変動する蓄電池へ充電するに際して、規定の電力を超えずに、送電電圧を立ち上げることが可能となる。

[0066] 図 7 の示した無線電力伝送システムについて、交流電力源 2 の出力電圧 v_{in_v} を 50 V から 600 V まで 5 V ずつ増加させた場合の蓄電池 1 に供給される電力を、SPICE を用いて計算した例を図 9 に示す。交流電力源 2 の出力電圧 v_{in_v} の 50 V から、出力電圧が 5 V ずつ増加するにごとに、ほぼ一樣に送電電力が増加していることが確認できる。

[0067] なお、受動回路 8 または受動回路 9 内の受動素子として、無線電力伝送システムで発生する寄生成分、すなわち、送電装置または受電装置内で発生する寄生成分 (寄生容量、寄生インダクタ、寄生抵抗等) の影響をキャンセル

するための素子が含まれていてもよい。これにより、製品（送電装置または受電装置等）の製造ばらつきや、実装状態により発生する寄生成分により、所望の設計から交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力との相関関係（一様な関係）がずれる場合においても、実装後に当該素子を利用（追加等）して当該相関関係の補正が可能となる。これにより、様々な条件化においても安定した電力立ち上げ制御が可能になる。

[0068] （第４の実施形態）

図１０に、第４の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。送電装置の交流電力源２と送電用共振器間に受動回路１６を配置し、受電装置の受動共振器と交流／直流変換器７間に受動回路１７を配置する。受動回路１６、１７は、図７の受動回路１６および受動回路１７と同様、少なくとも１つの受動素子（コンデンサ、コイルまたは抵抗等）を含む回路である。受動回路１６、１７内の素子は、負荷制御ユニット１８から供給される負荷制御信号に応じてパラメータ値が変更可能になっている。当該素子は、例えば可変容量コンデンサ、可変インダクタンスコイル、または可変抵抗等である。

[0069] 負荷制御ユニット１８は、受動回路１６および受動回路１７に接続されており、受動回路１６および受動回路１７にパラメータ値を指定した負荷制御信号を出力する。受動回路１６および受動回路１７は、負荷制御信号に応じて素子のパラメータ値を制御する。これにより、負荷制御ユニット１８は、受動回路１６および受動回路１７を所望のインピーダンスへ制御できる。

[0070] 本実施形態において、受動回路１６と、送電用コンデンサ３と、送電用コイル４と、受電用コイル６と、受電用コンデンサ５と、受動回路１７と、交流／直流変換器７とが従属接続された対象システムを想定する。

[0071] なお、第１の実施形態の説明で述べたように、交流／直流変換器７は、送電電圧の立ち上げ時は蓄電池１の負荷を一定に割合で増加させる働きがあるのみであるため、送電側から見た交流／直流変換器７以降のインピーダンスを考慮することで、交流／直流変換器７を除去して考えてもよい。

[0072] 対象システムの入力電圧および出力電圧間の逆伝達関数 T （伝達関数は１

／T) が、第 1 の実施形態における式 1 を満足するように、受動回路 16 および受動回路 17 のパラメータ値が設定されている。よって第 1 の実施形態の説明で述べたのと同様の理由で、交流電力源の出力電圧と、蓄電池 1 へ入力される電力（交流／直流変換器の出力電力）との関係が一様になり、供給電力に依存して電池負荷が変動する蓄電池への充電に際して、規定の電力を超えずに、送電電圧を立ち上げることが可能となる。また、パラメータ値が設計値に対してずれている場合なども、パラメータ値を外部から調整することで、受動回路 16 および受動回路 17 の負荷特性を所望の状態に制御できる。また、製品（送電装置または受電装置等）の製造ばらつきや、実装状態により発生する寄生成分により、交流電力源の出力電圧と蓄電池の受電電力との相関関係（一様な関係）が所望の設計からずれる場合においても、実装後に当該素子のパラメータ値を外部から調整することで、当該相関関係の補正が可能となる。これにより、様々な条件化においても安定した電力立ち上げ制御が可能になる。

[0073] なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

- [0074] 1 : 蓄電池
2 : 交流電力源
3 : 送電用コンデンサ
4 : 送電用コイル
5 : 受電用コンデンサ
6 : 受電用コイル
7 : 交流／直流変換器（整流器）

８：受動回路

９：受動回路

１０：送電側低域通過フィルタ

１１：受電側低域通過フィルタ

１６：受動回路

１７：受動回路

１８：負荷制御ユニット

５１、５２、６１、６２、７１、７２：コイル

５３、５４、６３、６４、７３、７４：コンデンサ

１０１：蓄電池

１０２：交流電力源

１０３：送電用コンデンサ

１０４：送電用コイル

１０６：受電用コイル

１０５：受電用コンデンサ

１０７：交流／直流変換器（整流器）

請求の範囲

- [請求項1] 交流電圧を発生させる交流電力源と、
 前記交流電圧に応じた磁界を発生させる送電用共振器と、
 前記磁界を介して、交流電力を受電する受電用共振器と、
 前記交流電力を直流電力に変換し、前記直流電力を蓄電池に供給する交流／直流変換器と、
 前記交流電圧源と前記送電用共振器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第1回路と、
 前記受電用共振器と前記交流／直流変換器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第2回路とを備え、
 前記交流電圧を第1の電圧値から第2の電圧値へ上昇させる間、前記交流電圧の周波数において、前記第1回路と、前記送電用共振器と、前記受電用共振器と、前記第2回路と、前記交流／直流変換器とを含む対象システムの入力電圧と出力電圧間の逆伝達関数の絶対値が、前記交流電圧と蓄電池電圧の除算値以下になるように、前記第1回路および前記第2回路における前記受動素子のパラメータ値が設定されている
 無線電力伝送システム。
- [請求項2] 前記第1回路および前記第2回路は、それぞれ低域通過フィルタを含む
 請求項1に記載の無線電力伝送システム。
- [請求項3] 前記第1回路および前記第2回路の少なくとも一方は、前記少なくとも一方の回路に含まれる前記受動素子に関する制御信号を受信し、
 前記少なくとも一方の回路は、前記制御信号に基づいて前記受動素子のパラメータ値を変更する
 請求項1ないし2のいずれか一項に記載の無線電力伝送システム。
- [請求項4] 前記第1回路および前記第2回路の少なくとも一方は、前記少なくとも1つの受動素子として、前記無線電力伝送システム内で発生する

寄生成分の影響をキャンセルするための素子を含む

請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の無線電力伝送システム。

[請求項5] 前記第 1 回路における前記少なくとも 1 つの受動素子は、抵抗、コンデンサ、およびインダクタのうちの少なくとも 1 つを含み、

前記第 2 回路における前記少なくとも 1 つの受動素子は、抵抗、コンデンサ、およびインダクタのうちの少なくとも 1 つを含む

請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の無線電力伝送システム。

[請求項6] 受電した電力を蓄電池へ供給する受電装置に無線で電力を伝送する送電装置であって、

交流電圧を発生させる交流電力源と、

前記交流電圧に応じて、前記受電装置に結合する磁界を発生させる送電用共振器と、

前記交流電圧源と前記送電用共振器との間に配置され、少なくとも 1 つの受動素子を含む第 1 回路と、を備え、

前記交流電圧を第 1 の電圧値から第 2 の電圧値へ上昇させる間、前記交流電圧の周波数において、前記第 1 回路と、前記送電用共振器と、前記受電装置とを含む対象システムの入力電圧と出力電圧間の逆伝達関数の絶対値が、前記交流電圧と蓄電池電圧の除算値以下になるように、前記第 1 回路における前記受動素子のパラメータ値が設定されている

送電装置。

[請求項7] 前記逆伝達関数は、前記第 1 回路と、前記送電用共振器と、前記磁界を介して前記交流電力を受電する受電用共振器と、前記交流電力を直流電力に変換する交流／直流変換器とを含む前記対象システムの入力電圧と出力電圧との間の逆伝達関数である

請求項 6 に記載の送電装置。

[請求項8] 前記逆伝達関数は、前記第 1 回路と、前記送電用共振器と、前記受電用共振器と、前記受電用共振器と前記交流／直流変換器間に配置さ

れた、少なくとも1つの受動素子を含む第2回路と、前記交流／直流変換器とを含む前記対象システムの入力電圧と出力電圧との間の逆伝達関数である

請求項7に記載の送電装置。

[請求項9] 前記第1回路は低域通過フィルタを含む

請求項6ないし8のいずれか一項に記載の送電装置。

[請求項10] 前記第1回路は、前記受動素子に関する制御信号を受信し、
前記第1回路は、前記制御信号に基づいて前記受動素子のパラメータ値を変更する

請求項6ないし9のいずれか一項に記載の送電装置。

[請求項11] 前記第1回路は、前記少なくとも1つの受動素子として、前記送電装置内で発生する寄生成分の影響をキャンセルするための素子を含む
請求項6ないし10のいずれか一項に記載の送電装置。

[請求項12] 前記第1回路における前記少なくとも1つの受動素子は、抵抗、コンデンサ、およびインダクタのうちの少なくとも1つを含む
請求項6ないし11のいずれか一項に記載の送電装置。

[請求項13] 送電装置から無線で電力を受電する受電装置であって、
磁界結合を介して、前記送電装置の送電用共振器から交流電力を受電する受電用共振器と、

前記交流電力を直流電力に変換し、前記直流電力を蓄電池に供給する交流／直流変換器と、

前記受電用共振器と前記交流／直流変換器との間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第1回路とを備え、

前記交流電圧が第1の電圧値から第2の電圧値へ上昇させられる間、前記交流電力の周波数において、前記送電用共振器と、前記受電用共振器と、前記交流／直流変換器とを含む対象システムの入力電圧と出力電圧との間の逆伝達関数の絶対値が、前記交流電圧と蓄電池電圧の除算値以下になるように、前記第1回路における前記受動素子のパ

ラメータ値が設定されている

受電装置。

[請求項14] 前記逆伝達関数は、前記送電装置における交流電力源と前記送電用共振器間に配置され、少なくとも1つの受動素子を含む第2回路と、前記送電用共振器と、前記受電用共振器と、前記交流／直流変換器とを含む前記対象システムの入力電圧と出力電圧との間の逆伝達関数である

請求項13に記載の受電装置。

[請求項15] 前記第1回路は低域通過フィルタを含む

請求項13ないし14のいずれか一項に記載の受電装置。

[請求項16] 前記第1回路は、前記受動素子に関する制御信号を受信し、

前記第1回路は、前記制御信号に基づいて前記受動素子のパラメータ値を変更する

請求項13ないし15のいずれか一項に記載の受電装置。

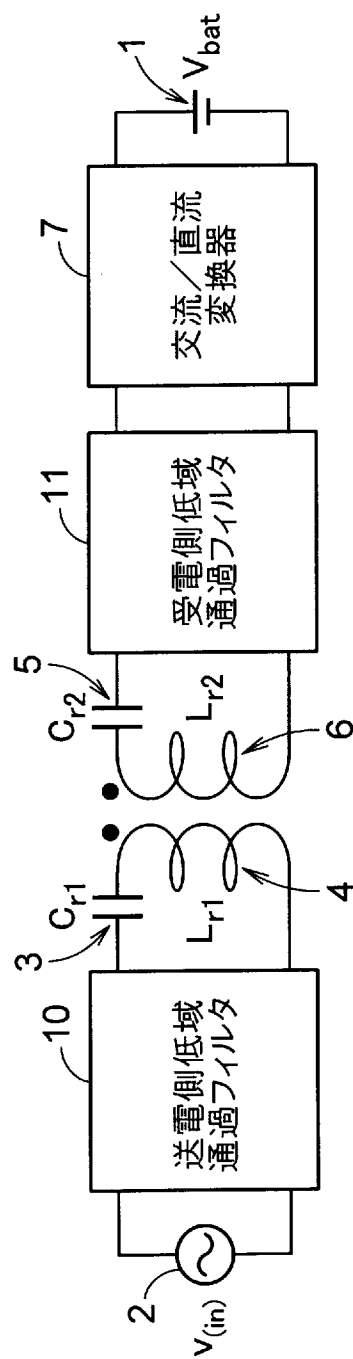
[請求項17] 前記第1回路は、前記少なくとも1つの受動素子として、前記受電装置内で発生する寄生成分の影響をキャンセルするための素子を含む

請求項13ないし16のいずれか一項に記載の受電装置。

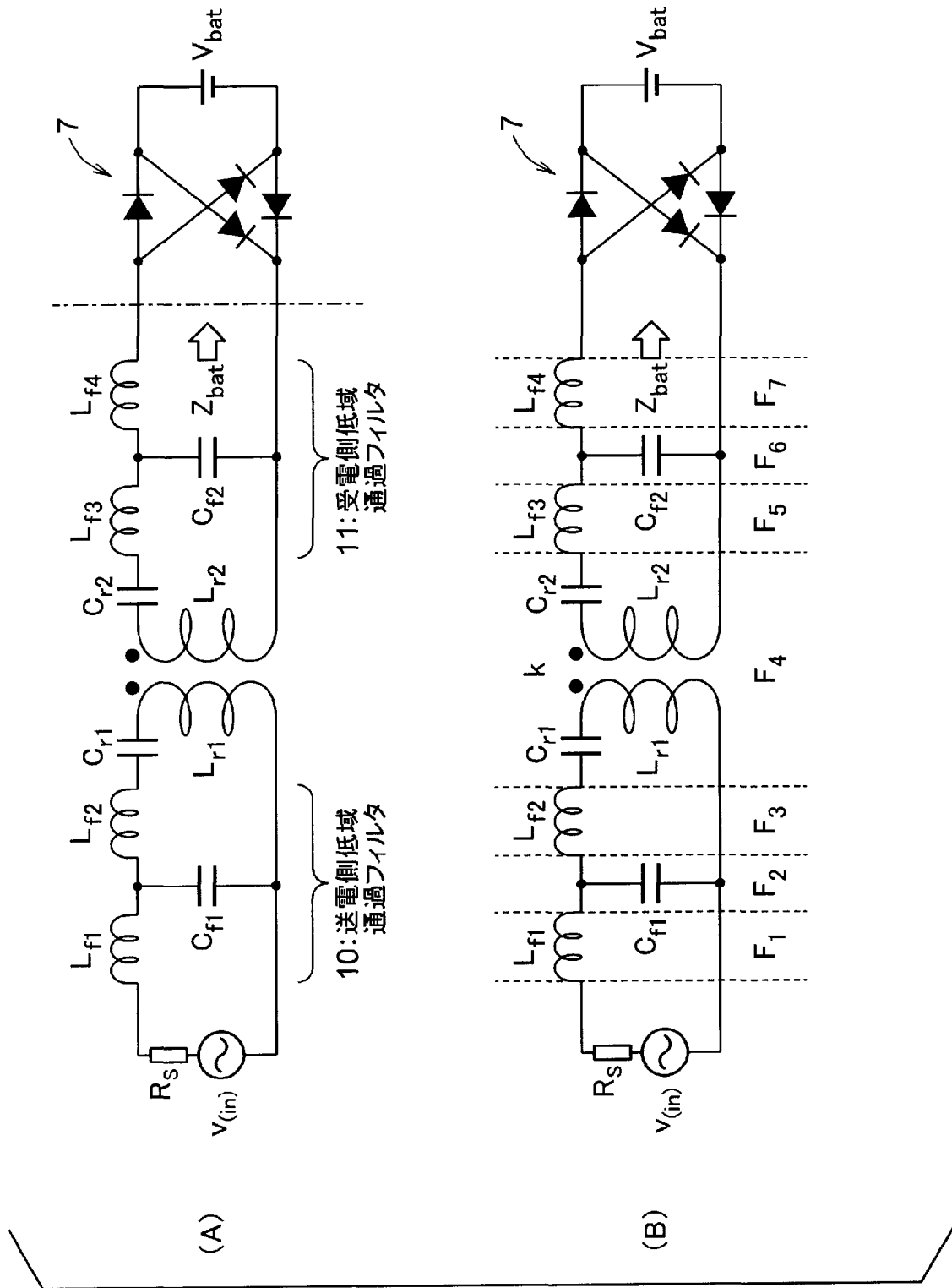
[請求項18] 前記第1回路における前記少なくとも1つの受動素子は、抵抗、コンデンサ、およびインダクタのうちの少なくとも1つを含む

請求項13ないし17のいずれか一項に記載の受電装置。

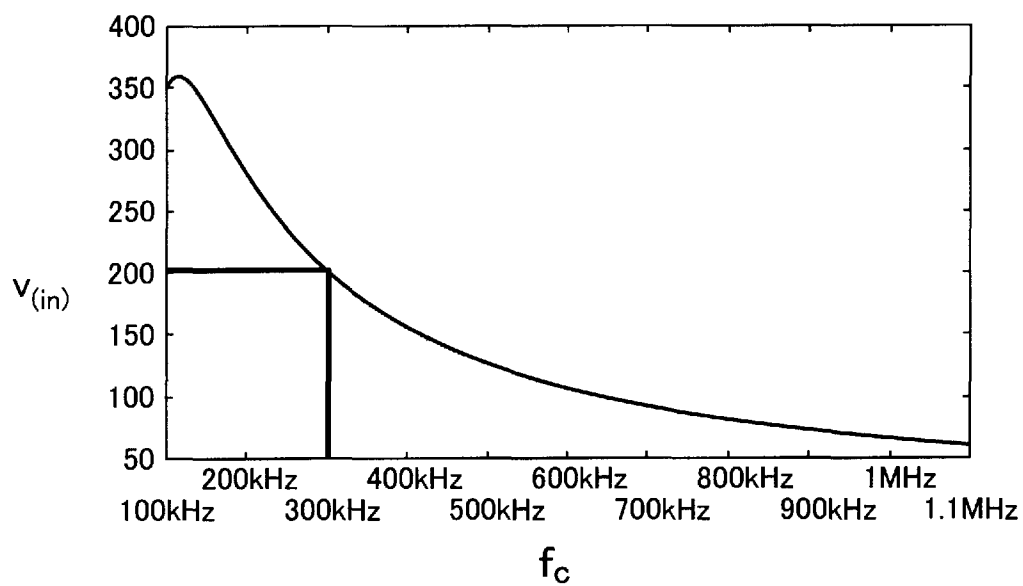
[図1]



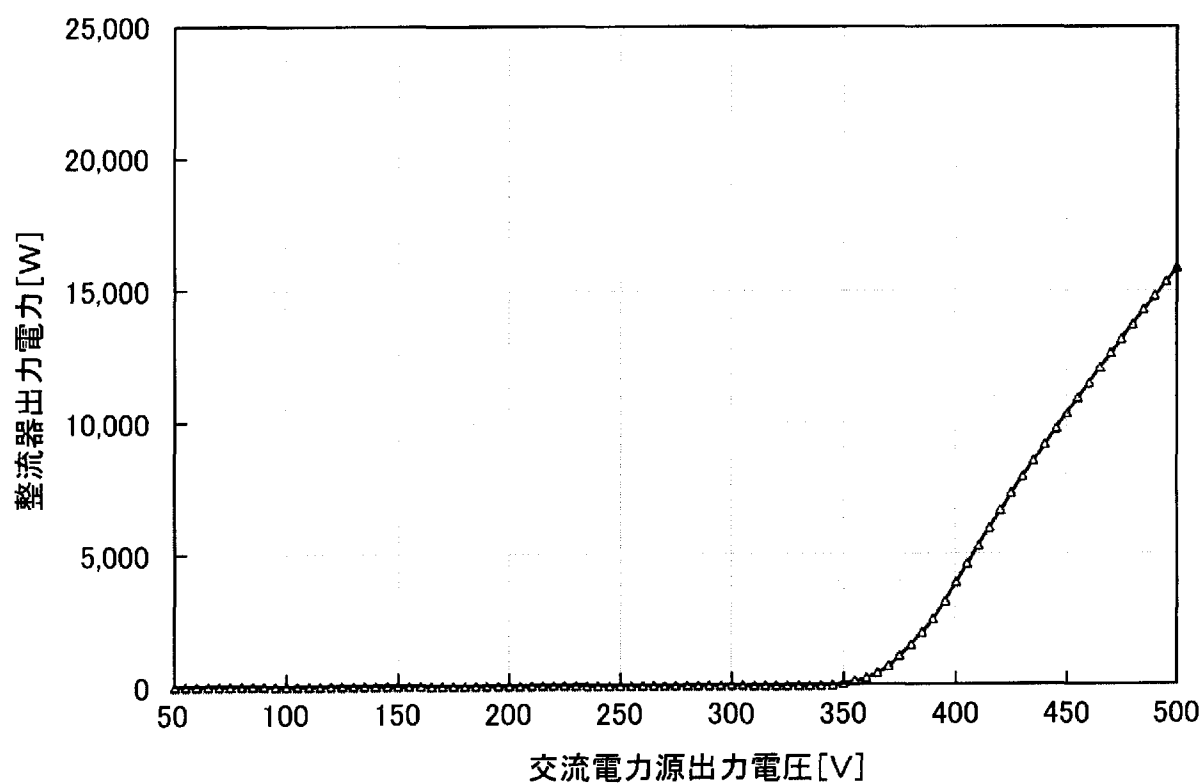
[図2]



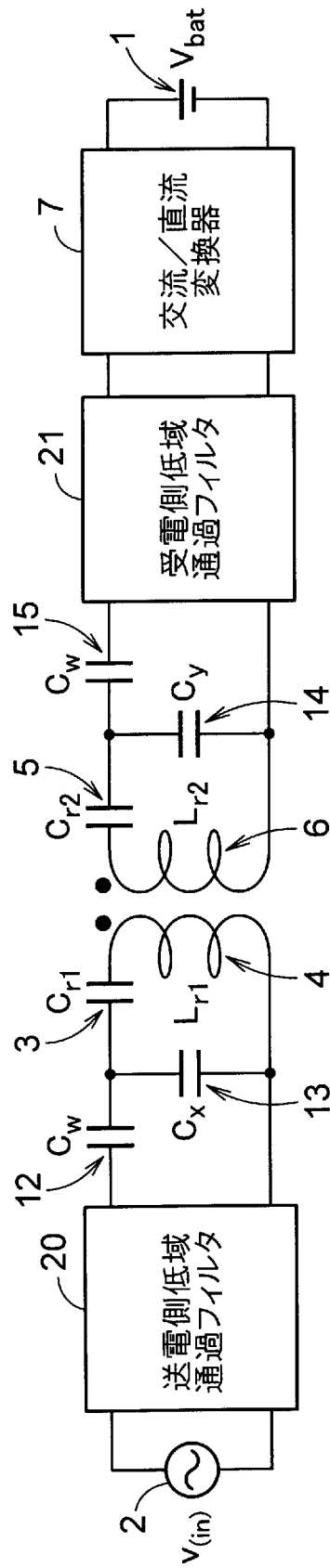
[図3]



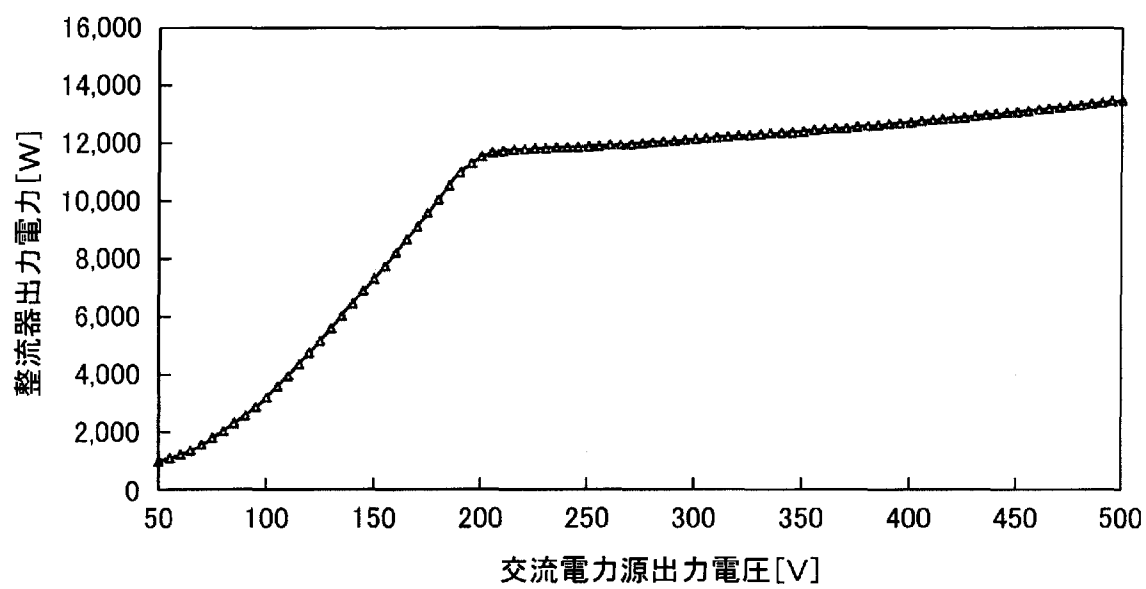
[図4]



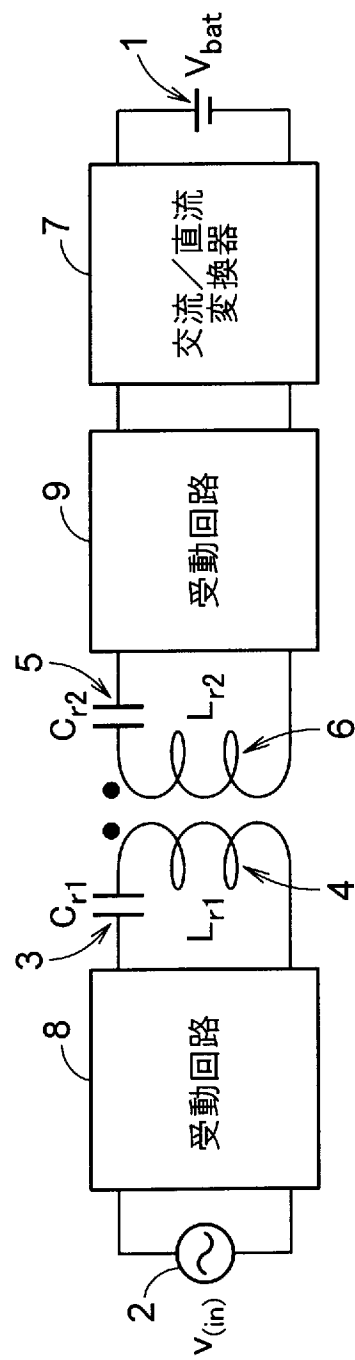
[図5]



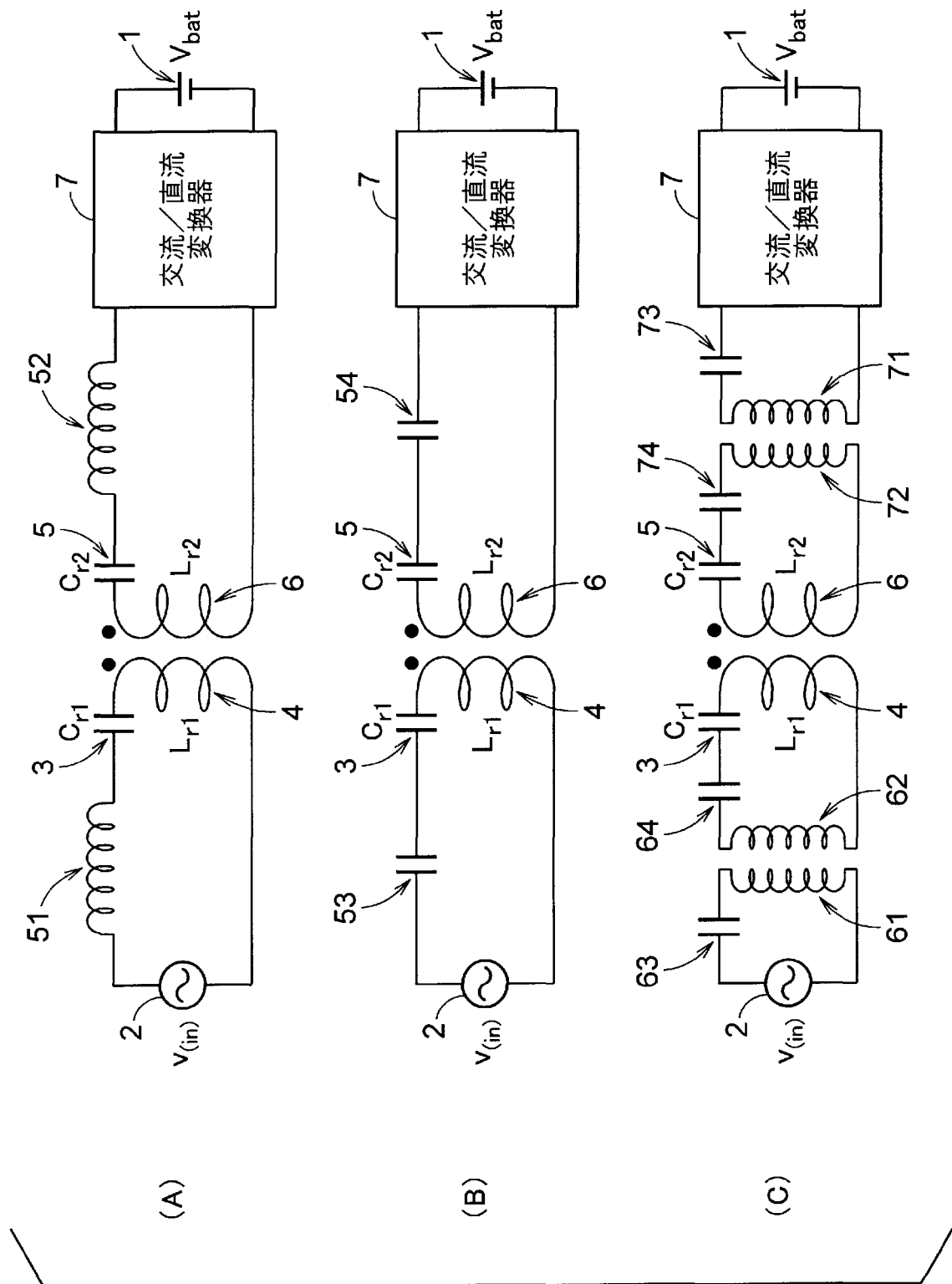
[図6]



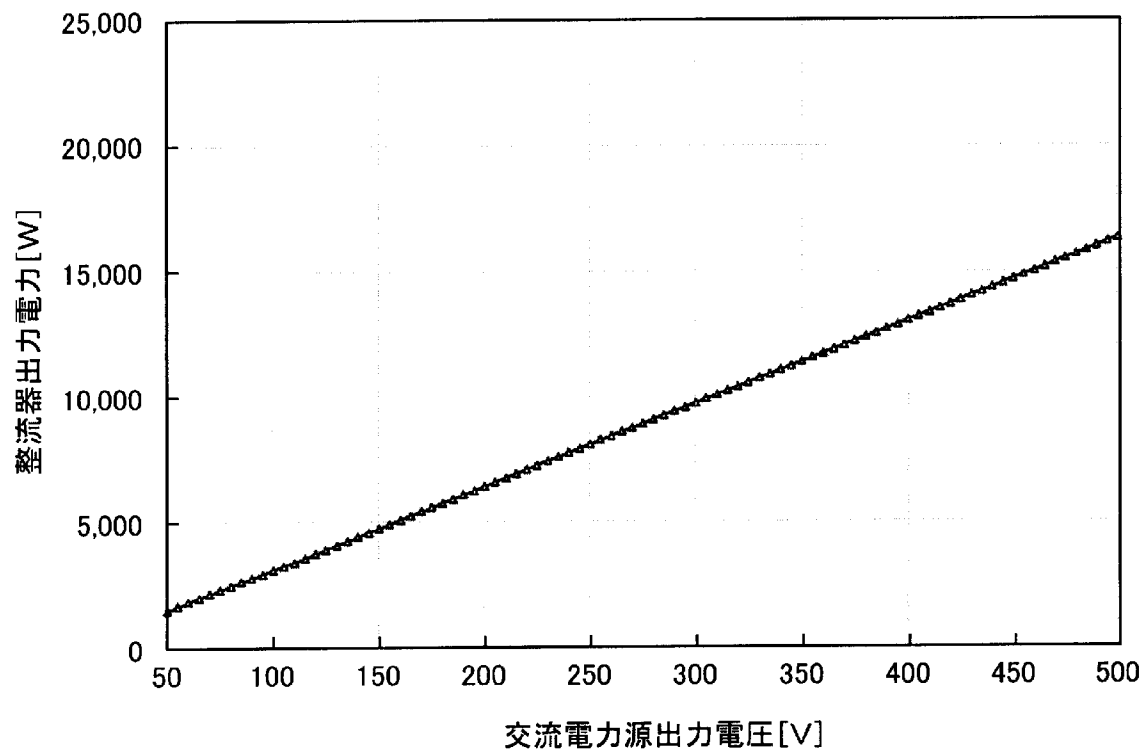
[図7]



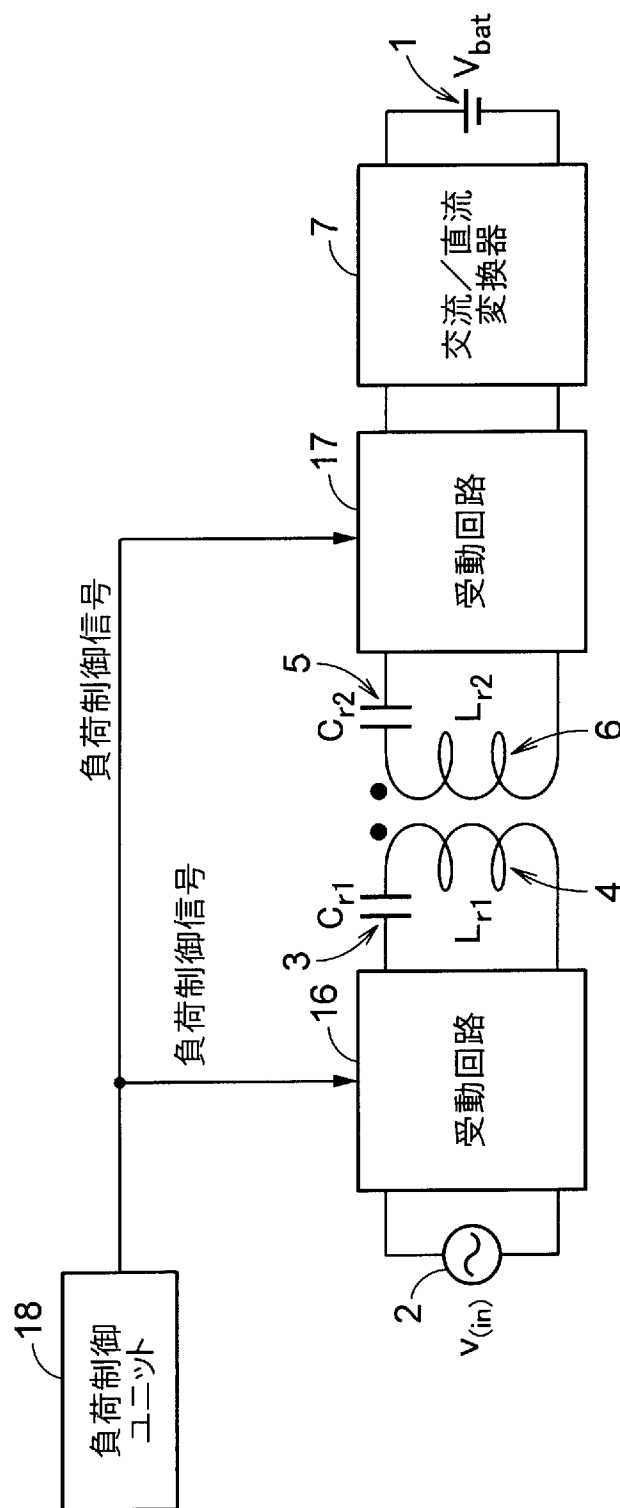
[图8]



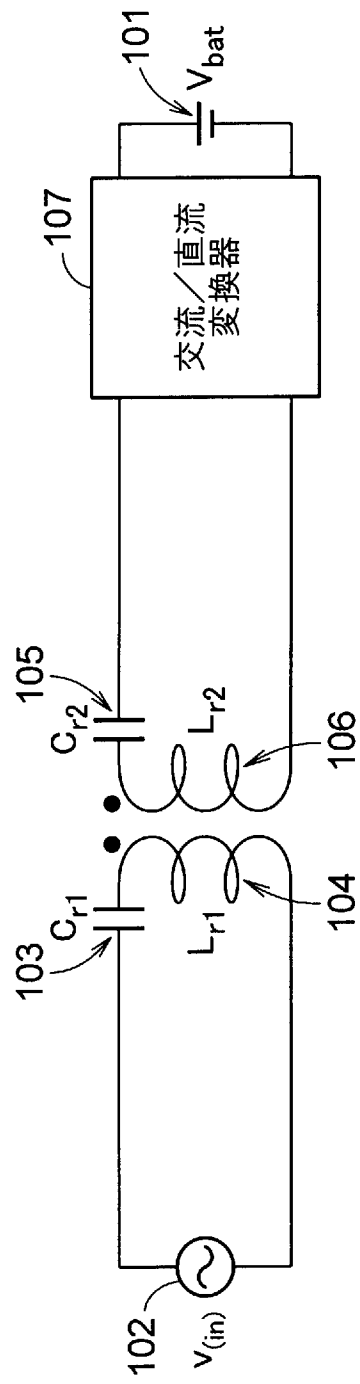
[図9]



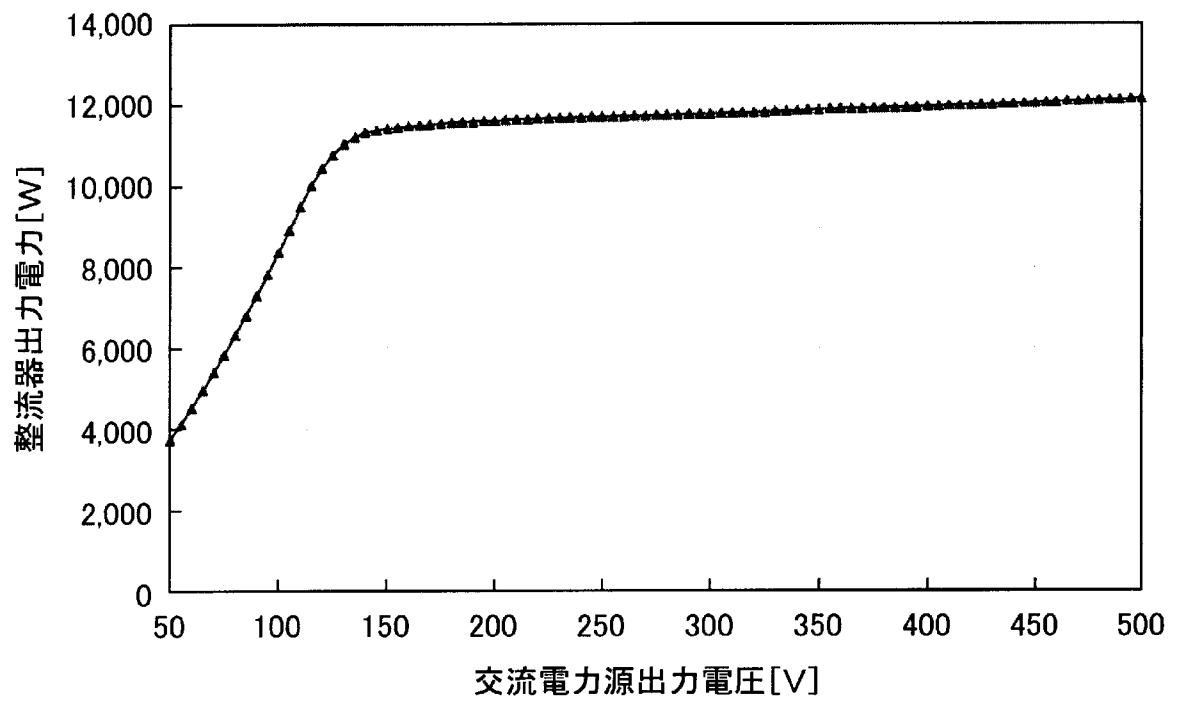
[図10]



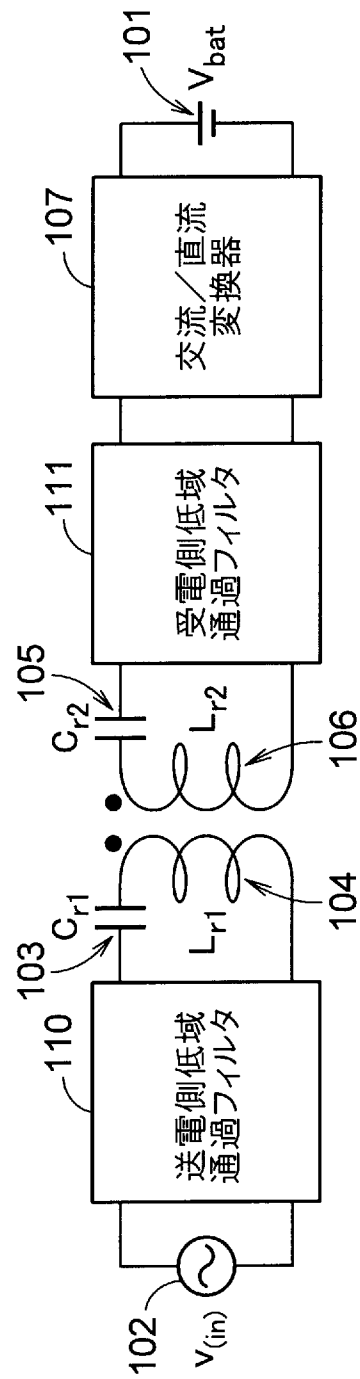
[図11]



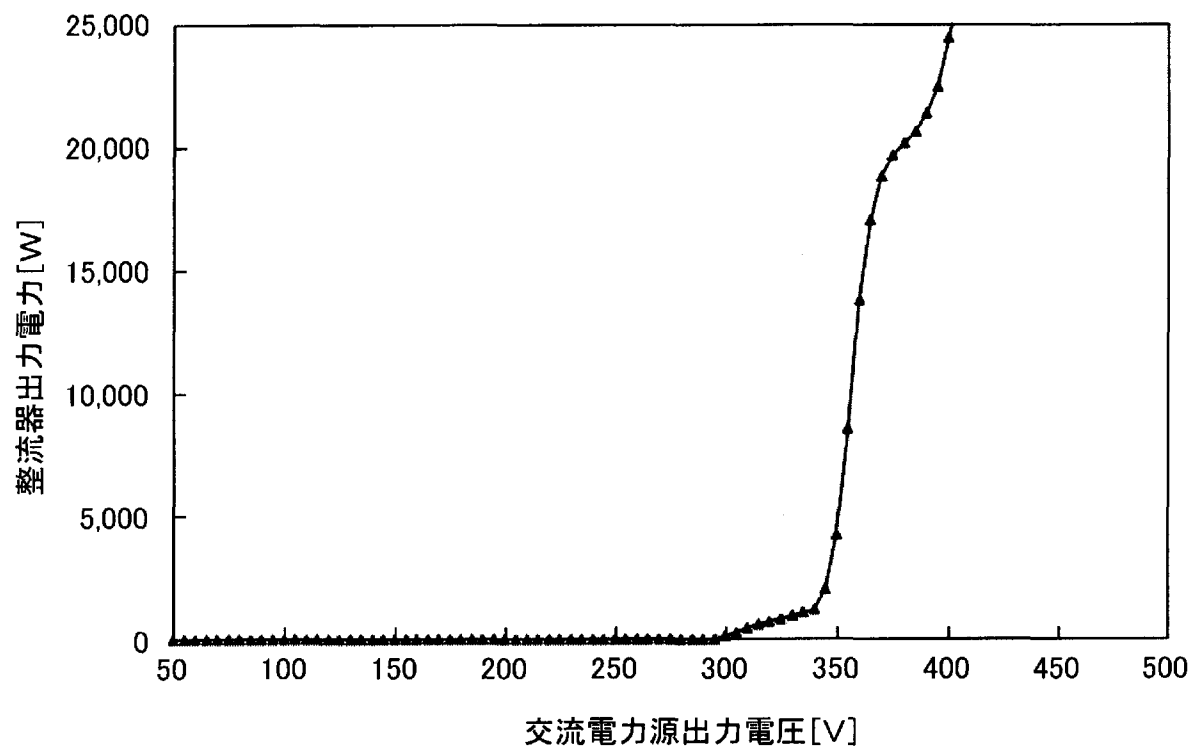
[図12]



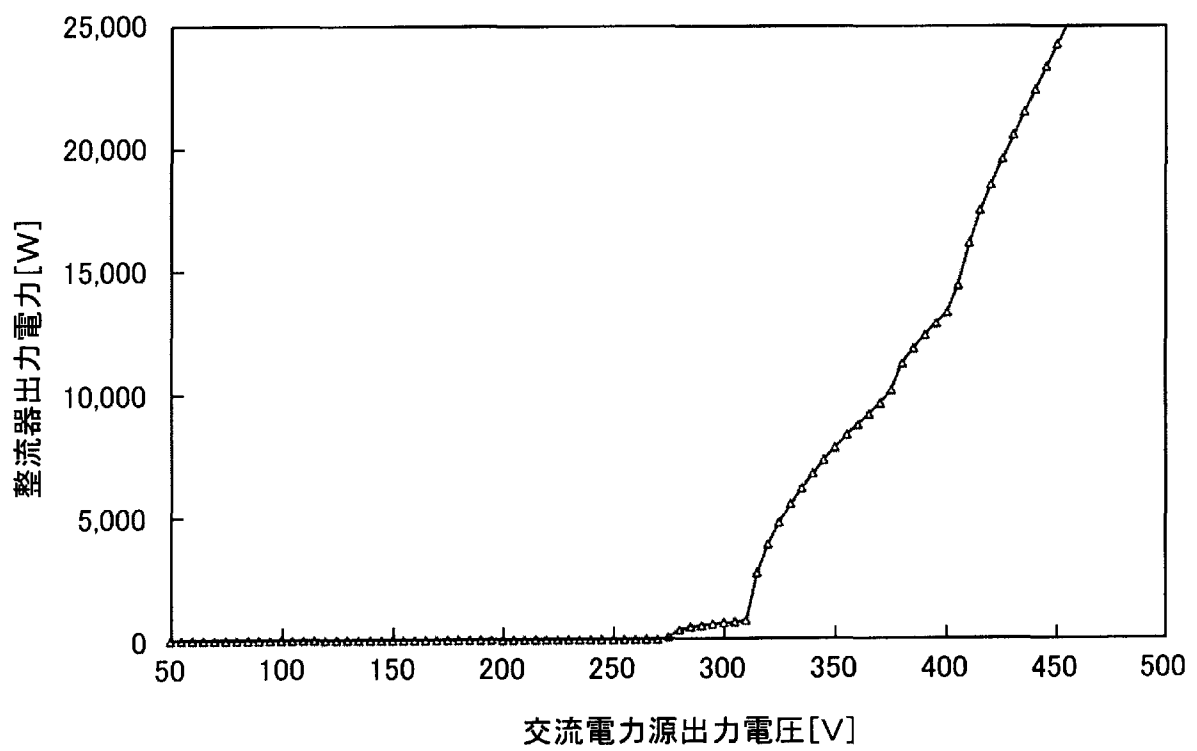
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/075578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J50/00(2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-139345 A (Toyota Motor Corp.), 30 July 2015 (30.07.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2015-104275 A (Toyota Motor Corp.), 04 June 2015 (04.06.2015), entire text; all drawings & WO 2015/079297 A1	1-18
A	JP 2013-219899 A (Toyota Industries Corp.), 24 October 2013 (24.10.2013), entire text; all drawings & WO 2013/151123 A1	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 December 2015 (01.12.15)

Date of mailing of the international search report
15 December 2015 (15.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J50/00(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-139345 A（トヨタ自動車株式会社）2015.07.30, 全文全図 （ファミリーなし）	1-18
A	JP 2015-104275 A（トヨタ自動車株式会社）2015.06.04, 全文全図 & WO 2015/079297 A1	1-18
A	JP 2013-219899 A（株式会社豊田自動織機）2013.10.24, 全文全図 & WO 2013/151123 A1	1-18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 慎太郎

5 T

3 2 4 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8