

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5592124号
(P5592124)

(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			
HO 2 J	17/00	(2006.01)	HO 2 J	17/00	B
HO 2 J	7/00	(2006.01)	HO 2 J	7/00	3 O 1 D
HO 1 F	38/14	(2006.01)	HO 1 F	23/00	B

請求項の数 5 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-37650 (P2010-37650)</p> <p>(22) 出願日 平成22年2月23日 (2010.2.23)</p> <p>(65) 公開番号 特開2011-176914 (P2011-176914A)</p> <p>(43) 公開日 平成23年9月8日 (2011.9.8)</p> <p>審査請求日 平成24年12月27日 (2012.12.27)</p>	<p>(73) 特許権者 504190548 国立大学法人埼玉大学 埼玉県さいたま市桜区下大久保255</p> <p>(73) 特許権者 591206887 株式会社テクノバ 東京都千代田区内幸町1-1-1 帝国ホテルタワー13階</p> <p>(74) 代理人 100100918 弁理士 大橋 公治</p> <p>(74) 代理人 100108729 弁理士 林 紘樹</p> <p>(72) 発明者 阿部 茂 埼玉県さいたま市桜区下大久保255 国立大学法人埼玉大学内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触給電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のコアの周りまたは一面に電線を巻回して構成された一次コイルと、前記一次コイルに直列接続された直列コンデンサと、第2のコアの周りまたは一面に電線を巻回して構成された二次コイルと、前記二次コイルに並列接続された並列コンデンサと、を有し、前記一次コイルと前記二次コイルとが空隙を隔てて配置され、交流電源の交流が流れる前記一次コイルから前記二次コイルに電磁誘導作用によって電力が給電される非接触給電装置であって、

前記一次コイルが複数の一次部分コイルに分割され、前記直列コンデンサが少なくとも前記一次部分コイルと同数の直列部分コンデンサに分割され、前記一次部分コイルと前記直列部分コンデンサとが交互に直列接続されていることを特徴とする非接触給電装置。

【請求項2】

請求項1に記載の非接触給電装置であって、前記一次コイルの自己インダクタンスを L_1 、前記二次コイルの自己インダクタンスを L_2 、前記一次コイルと前記二次コイルとの相互インダクタンスを M 、電源周波数を f_0 、電源角周波数を $\omega_0 (= 2\pi \times f_0)$ とする時、前記並列コンデンサ C_p の値を、

$$C_p = 1 / (\omega_0^2 \times L_2)$$

とし、前記直列部分コンデンサ C_{s_i} ($i = 1, 2, \dots, N$) の合成直列容量 $C_s (= 1 / (\sum_{i=1}^N (1 / C_{s_i})))$ を、

$$C_s = 1 / (\omega_0^2 \times (L_1 - M^2 / L_2))$$

10

20

としたことを特徴とする非接触給電装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の非接触給電装置であって、 C_{s_i} ($i = 1, 2, \dots, N$) の値がほぼ等しくなるように設定したことを特徴とする非接触給電装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の非接触給電装置であって、前記直列部分コンデンサと交互に直列接続された前記一次部分コイルの各々が、並列接続された複数の並列一次部分コイルから成ることを特徴とする非接触給電装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の非接触給電装置であって、前記一次コイルが地上に設置され、前記二次コイルが車両の下面に設置されていることを特徴とする非接触給電装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気自動車などの移動体に非接触で給電する非接触給電装置に関し、地上に設置される給電トランスの一次コイルの端子間電圧が高電圧になるのを防ぐとともに、一次側装置の低コスト化と高効率化を可能にするものである。

【背景技術】

【0002】

20

非接触給電装置は、一次コイルと二次コイルとの間の電磁誘導を利用して一次コイルから二次コイルに電力を供給する。この非接触給電装置は、下記特許文献 1 に記載されているように、電気自動車やプラグインハイブリッド車に搭載された二次電池の充電に利用することができ、この車両充電用の非接触給電装置に対する需要は、今後、拡大するものと見られている。

車両充電時には、図 1 4 に示すように、二次コイル 8 を下面に搭載した自動車が、地面に設置された一次コイル 9 の真上に二次コイル 8 を位置させて停車し、非接触給電が行われる。この一次コイル 9、二次コイル 8 は、コアの一面に、渦巻状に巻回された電線を配置して構成されている。

【0003】

30

非接触給電装置の一次コイル 9 及び二次コイル 8 は、基本的にギャップのあるトランスの一次、二次コイルであり、電磁誘導を利用し、数 mm から数 cm のギャップを隔てて数 kW ~ 数十 kW の電力が給電される。

しかし、ギャップ長が大きいため、コイル間の結合係数が低く、大きな漏れインダクタンスが生じる。その対策として、電源周波数を 10 kHz ~ 50 kHz に設定して二次コイルでの誘起電圧を上げ、また、一次コイル及び二次コイルにコンデンサを接続して漏れインダクタンスを補償することが行われている。

【0004】

漏れインダクタンス補償用のコンデンサの配置には、図 1 5 (a) に示す、一次側に直列コンデンサを配置し、二次側に並列コンデンサを配置する S P 方式、図 1 5 (b) に示す、一次側及び二次側に並列コンデンサを配置する P P 方式、図 1 5 (c) に示す、一次側に並列コンデンサを配置し、二次側に直列コンデンサを配置する P S 方式、及び、図 1 5 (d) に示す、一次側及び二次側に直列コンデンサを配置する S S 方式が知られている。

40

【0005】

この中の S P 方式は、両コンデンサの値を適切に選ぶと理想変圧器特性が成り立つことが知られており (下記非特許文献 1)、この理想変圧器特性を利用して、次のような優れた性能を持つ非接触給電装置を得ることができる。

(1) 電源の小型化が可能である (負荷に依らず電源出力の力率を 1 にできるため) 。

(2) 電源の効率向上が可能である (電源出力の電圧と電流が同位相になりゼロ電流スイ

50

ッチングが可能のため)。

(3) コンデンサの値は負荷に依らず、トランス定数だけで決まる。

(4) 電源を定電圧/定電流制御すれば負荷も定電圧/定電流になる。

(5) 給電効率の向上が可能である(簡単な効率の理論式を用いて送受電トランスの最適設計や最大効率運転が可能となる)。

そのため、車両充電用の非接触給電装置に対しても、SP方式の適用は、多くの利点をもたらす。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-288889号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】藤田・金子・阿部：「直列および並列共振コンデンサを用いた非接触給電システム」, 電学論 D, Vol.127, No.2 pp.174-180 (2007)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

車両充電では、充電時間の短縮化が求められており、それに応えるには、車両充電用非接触給電装置の給電電力を増やす必要がある。

しかし、SP方式(一次直列二次並列コンデンサ方式)の非接触給電装置は、給電電力が増えて一次電流が大きくなると、一次コイルの端子間電圧も大きくなる特性を有している。

そのため、給電電力の増加に伴い、一次コイルの端子間電圧や直列コンデンサの端子間電圧が過大(例えば1000V以上)になり、一次コイル及び直列コンデンサへの高電圧対策が必要になる。

また、非接触給電装置を使用する車両充電がさらに普及するためには、装置の一層の低コスト化と高効率化が求められる。

【0009】

本発明は、こうした事情を考慮して創案したものであり、一次コイルや直列コンデンサの端子間電圧の上昇を抑えることができ、また、一次側装置の低コスト化と高効率化を図ることができる非接触給電装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、第1のコアの周りまたは一面に電線を巻回して構成された一次コイルと、前記一次コイルに直列接続された直列コンデンサと、第2のコアの周りまたは一面に電線を巻回して構成された二次コイルと、前記二次コイルに並列接続された並列コンデンサと、を有し、前記一次コイルと前記二次コイルとが空隙を隔てて配置され、交流電源の交流が流れる前記一次コイルから前記二次コイルに電磁誘導作用によって電力が給電される非接触給電装置であって、前記一次コイルが複数の一次部分コイルに分割され、前記直列コンデンサが少なくとも前記一次部分コイルと同数の直列部分コンデンサに分割され、前記一次部分コイルと前記直列部分コンデンサとが交互に直列接続されていることを特徴とする。

一次コイル及び直列コンデンサを、例えば二分割して、一次部分コイルと直列部分コンデンサとを交互に直列接続した場合、それらを分割しないときに比べて、一次コイルの端子間電圧や直列コンデンサの端子間電圧は約1/2になり、また、分割数を3にすれば、約1/3になる。

【0011】

また、本発明の非接触給電装置は、前記一次コイルの自己インダクタンスを L_1 、前記二次コイルの自己インダクタンスを L_2 、前記一次コイルと前記二次コイルとの相互イン

10

20

30

40

50

ダクタンスを M 、電源周波数を f_0 、電源角周波数を $\omega_0 (= 2\pi \times f_0)$ とする時、前記並列コンデンサ C_p の値を、

$$C_p = 1 / (\omega_0^2 \times L_2)$$

とし、前記直列部分コンデンサ C_{s_i} ($i = 1, 2, \dots, N$) の合成直列容量 $C_s (= 1 / (\sum_{i=1}^N (1 / C_{s_i})))$ を、

$$C_s = 1 / (\omega_0^2 \times (L_1 - M^2 / L_2))$$

とすることが望ましい。

このように一次直列コンデンサ及び二次並列コンデンサの値を設定することにより、理想変圧器特性が成り立つ。

【0012】

また、本発明の非接触給電装置は、 C_{s_i} ($i = 1, 2, \dots, N$) の値がほぼ等しくなるように設定することが望ましい。

C_{s_i} ($i = 1, 2, \dots, N$) の値が全て等しいとき、一次コイルの端子間電圧は最も小さくなる。

【0015】

また、本発明の非接触給電装置では、直列部分コンデンサと交互に直列接続された一次部分コイルの各々が、並列接続された複数の並列一次部分コイルから成るようにしても良い。

一次部分コイルの並列化により、交流電源の低コスト化及び効率改善を図ることが可能になる。

【0016】

また、本発明の非接触給電装置は、前記一次コイルを地上に設置し、前記二次コイルを車両の下面に設置して、電気自動車やプラグインハイブリッド車などの充電に用いることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の非接触給電装置は、一次コイル及び直列コンデンサの分散配置により、一次コイルや直列コンデンサの端子間電圧を低く抑えることができ、絶縁設計の負担が軽減され、装置の小型化や低コスト化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係る車両充電用非接触給電装置の全体形状を示す図

【図2】図1の一次コイル及び二次コイルを示す図

【図3】本発明の第1の実施形態に係る非接触給電装置の回路構成を示す図

【図4】比較用の非接触給電装置の回路構成を示す図

【図5】図4の装置の電圧測定結果を示す図

【図6】図3の装置の電圧測定結果を示す図

【図7】電源の電圧 V_{IN} 及び電流 I_{IN} の波形を示す図

【図8】図4の装置の電圧ベクトル図を示す図

【図9】図3の装置の電圧ベクトル図を示す図

【図10】本発明の第2の実施形態に係る非接触給電装置の回路構成を示す図

【図11】図10の並列一次コイルの一本の回路構成を示す図

【図12】図10の直列コンデンサを一個に集約した回路構成を示す図

【図13】図12の並列一次コイルを分割して分散配置した状態の回路構成を示す図

【図14】従来の車両充電用非接触給電装置を示す図

【図15】非接触給電装置のコンデンサ接続方式を示す図

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1は、本発明の非接触給電装置をプラグインハイブリッド車の充電に用いた実施形態を示している。

10

20

30

40

50

充電を受けるプラグインハイブリッド車 40 は、エンジン 47 とともにモータ 46 を駆動源として搭載し、モータ 46 用の電源である二次電池 44 と、二次電池 44 の直流を交流に変換してモータ 46 に供給するインバータ 45 と、二次電池 44 の充電回路 43 と、非接触給電装置の二次コイル 42 とを備えている。二次コイル 42 は車体の床面の外側に設置され、二次コイル 42 と床面との間には電磁遮蔽のための金属板 41 が設置されている。また、二次コイル 42 には、並列コンデンサ 48 が接続されている。

【0020】

一方、給電ステーション側（地上側）は、商用周波数の交流電源 50 と、この交流を直流に変換し、さらに高周波交流を生成するインバータ 51 と、非接触給電装置の一次コイル 53 とを備えている。一次コイル 53 と地表との間には電磁遮蔽のため金属板 52 が設置され、また、一次コイル 53 には、直列コンデンサ 54 が接続されている。

なお、一次コイル 53 及び直列コンデンサ 54 の詳細は、後述する。

運転者は、二次コイル 42 が一次コイル 53 の真上に来るように車両 40 を停止させて、二次電池 44 への給電を開始する。

【0021】

インバータ 51 は、10kHz ~ 50kHz の高周波交流を生成して一次コイル 53 に出力する。一次コイル 53 及び二次コイル 42 は、図 2 に示すように、コアに電線を巻回して構成されている。ここでは、電源（インバータ 51）から送られる交流の周波数が高いため、コアにフェライトを使用し、電線として、表皮効果による巻線抵抗の増大を防ぐためにリッツ線（絶縁被覆された細線を束ねた線）を用いている。

【0022】

（第 1 の実施形態）

図 3 は、この非接触給電装置の回路構成に関する第 1 の実施形態を示している。一次コイル 53 は、二つの部分 531、532 に分割され、直列コンデンサ 54 も 541、542 の二つに分割されている。ここでは、一次コイル 53 の分割された各部分を「一次部分コイル」531、532 と呼び、直列コンデンサ 54 の分割された各部分を「直列部分コンデンサ」541、542 と呼ぶことにする。

【0023】

一次部分コイル 531 及び一次部分コイル 532 の巻数は略同一に設定し、直列部分コンデンサ 541 及び直列部分コンデンサ 542 の容量は略同一に設定している。そして、一次部分コイルと直列部分コンデンサとを交互に直列接続している。

インバータ 51 は、商用電源 50 の交流を直流に変換した後、高周波の方形波を生成し、直列接続された一次部分コイル 531、532 及び直列部分コンデンサ 541、542 に出力する。

非接触給電装置の二次側は、二次コイル 42 と、二次コイル 42 に並列接続された並列コンデンサ 48 と、二次コイル 42 が受電した交流を整流して二次電池 44 に出力する充電回路 43 とを備えている。

なお、図 4 には、本発明と比較するため、分割しない状態の一次コイル 53 及び直列コンデンサ 54 を配置した回路構成を示している。

【0024】

SP方式の非接触給電装置では、理想変圧器特性を保つために、図 3、図 4 の並列コンデンサ 48 の値を二次コイル 42 と共振するように設定する。即ち、二次コイル 42 の自己インダクタンスを L_2 、電源周波数を f_0 、電源角周波数を $\omega_0 (= 2\pi \times f_0)$ とする時、並列コンデンサ 48 の値 C_p は、

$$C_p = 1 / (\omega_0^2 \times L_2)$$

と設定する。

【0025】

また、図 4 の直列コンデンサ 54 の値 C_s は、一次コイル 53 の自己インダクタンスを L_1 、二次コイル 42 の自己インダクタンスを L_2 、一次コイル 53 と二次コイル 42 との相互インダクタンスを M 、電源周波数を f_0 、電源角周波数を $\omega_0 (= 2\pi \times f_0)$ とする

10

20

30

40

50

時、

$$C_s = 1 / \{ \omega_0^2 \times (L_1 - M^2 / L_2) \}$$

に設定する。

直列コンデンサを分割配置した図3の場合は、値 C_{s1} の直列部分コンデンサ541と、値 C_{s2} の直列部分コンデンサ542との合成直列容量 $C_s (= 1 / \{ (1 / C_{s1}) + (1 / C_{s2}) \})$ を、

$$C_s = 1 / (\omega_0^2 \times (L_1 - M^2 / L_2))$$

に設定する。

【0026】

図5は、図4に相当する、直列コンデンサを集中配置した回路の電圧測定結果を示し、図6は、直列コンデンサを分散配置した図3の回路の電圧測定結果を示している。

10

図7には、これらの回路にインバータ51から入力する電圧 V_{IN} 及び電流 I_{IN} の波形を示している。電圧 V_{IN} の実効値は111Vであり、電流 I_{IN} の実効値は23.0Aであった。

直列部分コンデンサ C_{s1} 及び直列部分コンデンサ C_{s2} を集中配置した図5では、直列部分コンデンサ C_{s1} の端子間電圧 V_{Cs1} 、直列部分コンデンサ C_{s2} の端子間電圧 V_{Cs2} 、直列接続された直列部分コンデンサ C_{s1} 及び直列部分コンデンサ C_{s2} の両端間の電圧 V_{Cs} 、一次部分コイル531の端子間電圧 V_{11} 、一次部分コイル532の端子間電圧 V_{12} 、並びに、直列接続された一次部分コイル531及び一次部分コイル532の両端間の電圧 V_1 に関する波形と実効値とを示している。

20

【0027】

また、直列部分コンデンサ C_{s1} 及び直列部分コンデンサ C_{s2} を分散配置した図6では、直列部分コンデンサ C_{s1} の端子間電圧 V_{Cs1} 、直列部分コンデンサ C_{s2} の端子間電圧 V_{Cs2} 、一次部分コイル531の端子間電圧 V_{11} 、一次部分コイル532の端子間電圧 V_{12} 、並びに、直列部分コンデンサ C_{s1} を挟んで直列接続された一次部分コイル531及び一次部分コイル532の両端間の電圧 V_1 に関する波形と実効値とを示している。

一次コイルの端子間電圧を示す電圧 V_1 を図5と図6とで比較すると、一次コイルを分散配置した図6では、その値が約1/2に低下していることが分かる。

また、直列部分コンデンサ C_{s1} 及び直列部分コンデンサ C_{s2} を集中配置した図5の回路における電圧 V_{Cs} (実際の回路では、 C_{s1} 及び C_{s2} が一つのコンデンサで実現され、その端子間電圧は V_{Cs} となる。)と図6の電圧 V_{Cs1} 、 V_{Cs2} とを比較すると、直列コンデンサを分散配置した図6では、その値が約1/2に低下していることが分かる。

30

【0028】

また、図8は、一次コイル及び直列コンデンサを集中配置した回路の電圧のベクトル図を示し、図9は、一次コイル及び直列コンデンサを分散配置した回路の電圧のベクトル図を示している。図8及び図9には、図5及び図6の測定結果を併せて示している。

一次コイル及び直列コンデンサを集中配置した図8のベクトル図では、インバータ電源の出力電圧 V_{IN} を示すベクトルABに対して、直列コンデンサ($C_{s1} + C_{s2}$)の両端間の電圧 V_{Cs} を表すベクトルBCの向きは90°進んでおり、一次コイルの端子間電圧 V_1 はベクトルACで表されることが分かる。

40

一方、一次コイル及び直列コンデンサを分散配置した図9のベクトル図では、インバータ電源の出力電圧 V_{IN} を示すベクトルABは、大きさと方向が同じベクトルADとベクトルDBの和で表される。図8と同様に、コンデンサ C_{s1} の両端間の電圧 V_{Cs1} を表すベクトルDC₁の向きは、ベクトルADに対して90°進んでおり、AC₁間の一次部分コイルの端子間電圧 V_{11} はベクトルAC₁で表される。コンデンサ C_{s2} の両端間の電圧を表すベクトルBC₂の向きは、ベクトルDBに対して90°進んでおり、DC₂間の一次部分コイルの端子間電圧 V_{12} はベクトルDC₂で表される。その結果、コンデンサ C_{s1} を挟んで直列接続された二つの一次部分コイルの端子間電圧 V_1 はベクトルAC₂で表されることが分かる。

このベクトル図から明らかなように、一次コイル及び直列コンデンサを分散配置するこ

50

とにより、一次コイルの端子間電圧や直列コンデンサの端子間電圧が低減できる。

【0029】

このように、一次コイルを複数の一次部分コイルに分割し、直列コンデンサを複数の直列部分コンデンサに分割し、その一次部分コイルと直列部分コンデンサとを交互に直列接続することにより、一次コイルの端子間電圧を低減させることができる。

なお、一次コイル及び直列コンデンサを複数に分割して交互に配置しても、一次コイルに流れる電流は変わらず、また、二次側への給電電力も変わらない。図8及び図9では、充電回路43の中の整流回路からの出力直流電圧を V_L として示している。

【0030】

また、図9から分かるように、ベクトル AC_2 は、直列部分コンデンサ C_{s1} に相当するベクトル成分 C_1D 、及び、直列部分コンデンサ C_{s2} に相当するベクトル成分 BC_2 が等しいときに最も小さくなる。従って、一次コイルの端子間電圧を減らすためには、直列部分コンデンサ C_{s1} 及び直列部分コンデンサ C_{s2} の容量値を等しく設定することが望ましい。

【0031】

なお、ここでは、一次コイル及び直列コンデンサを二つに分割する例を説明したが、分割数は、3以上であっても良い。分割数を3にすれば、一次コイルの端子間電圧や直列コンデンサの端子間電圧は約 $1/3$ になり、分割数を N 個にすれば、約 $1/N$ になる。分割数が N 個の場合、理想変圧器特性を保つために、直列部分コンデンサ C_{si} ($i = 1, 2, \dots, N$)の合成直列容量 C_s ($= 1 / (1 / C_{si})$)は、

$$C_s = 1 / (L_1^2 \times (L_1 - M^2 / L_2))$$

となるように設定する。また、直列部分コンデンサ C_{si} ($i = 1, 2, \dots, N$)の値は、全て等しいことが望ましい。

【0032】

また、ここでは、一次コイル及び直列コンデンサを同数に分割して、それらを交互に直列接続する例を説明したが、直列コンデンサの分割数を一次コイルの分割数より1つ多くして、一次部分コイルと直列部分コンデンサとを交互に直列接続した両端に直列部分コンデンサが配置されるようにしても良い。

また、ここでは、フェライトコアにリッツ線を巻回して一次コイル及び二次コイルを形成する例を説明したが、本願発明は、それだけに限定されない。特許文献1に記載されているように、コアの一面に電線を巻回したコイルを用いても良い。

【0033】

(第2の実施形態)

第2の実施形態では、高周波電源の低コスト化を可能にする非接触給電装置の回路構成について説明する。

図10は、非接触給電装置の第2の実施形態に係る回路構成を示している。

この回路は、三並列のハーフブリッジインバータとして動作するインバータ71と、インバータ71から高周波交流が出力される、三並列化された一次コイル(「並列一次コイル」と呼ぶ。)61、62、63とを有している。

なお、二次側の回路構成は第1の実施形態(図3)と変わりがない。

【0034】

図11では、並列一次コイルとインバータ71との接続関係を説明するため、その1本の並列一次コイル61とインバータ71との接続関係を示している。

図11に示すように、インバータ71は、1本の並列一次コイル61に対し、ハーフブリッジインバータとして動作し、二つのスイッチング素子を交互にオン・オフさせて高周波交流を並列一次コイル61に出力する。

図10では直列コンデンサを並列一次コイル毎に3個配置しているが、図12のように1個にまとめることが可能で、製作や調整が簡単になることから実用上有利である。

インバータ71は、図10、図12に示すように、三段のハーフブリッジ機能を有しており、各段から並列一次コイル61、62、63のそれぞれに同じ位相の高周波交流が出力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

このインバータ 7 1 は、産業用に大量に使われているインバータ用の I P M (インテリジェントパワーモジュール) を用いて構成することができる。この I P M は、インバータを構成する主回路の他に、その駆動回路や自己保護回路などが組み込まれてワンパッケージ化されており、三相出力が標準となっている。

そのため、一次コイルを並列一次コイル 6 1、6 2、6 3 に三並列化することで、I P M の三相出力能力を全て利用して一次コイルへの電力供給を行うことができる。

【 0 0 3 6 】

また、このようにインバータから三相出力が出力される場合、出力電流のアンバランスが問題になり、その対策として、通常、インバータの各出力にリアクトルを入れて調整が行われる。

しかし、この非接触給電装置の回路は、並列一次コイル 6 1、6 2、6 3 を有しているため、並列一次コイル 6 1、6 2、6 3 により、各相の電流アンバランスを調整することができ、リアクトルを設ける必要がない。

【 0 0 3 7 】

また、図 1 3 は、この並列一次コイル 6 1、6 2、6 3 の端子間電圧を低減させるための構成について示している。

並列化された一次コイル 6 1、6 2、6 3 の各々は、二つの一次部分コイルに分割されている。

即ち、並列一次コイル 6 1 は一次部分コイル 6 1 1、6 1 2 に分割され、並列一次コイル 6 2 は一次部分コイル 6 2 1、6 2 2 に分割され、また、並列一次コイル 6 3 は一次部分コイル 6 3 1、6 3 2 に分割されている。

また、一次部分コイル 6 1 1、6 2 1、6 3 1 は、並列接続されて並列一次部分コイル 6 4 1 を構成し、一次部分コイル 6 1 2、6 2 2、6 3 2 は、並列接続されて並列一次部分コイル 6 4 2 を構成している。

従って、並列一次部分コイル 6 4 1、6 4 2 は、直列部分コンデンサ C_{s1} 、 C_{s2} と交互に直列接続されており、並列一次コイル及び直列コンデンサが分散配置されている。

【 0 0 3 8 】

このように、非接触給電装置の一次コイルを並列化することで、産業用に大量に使われているインバータ用 I P M の機能を有効に活用して非接触給電装置の高周波電源を構成することができ、装置の低コストが可能になる。

なお、一次コイルがリッツ線で構成されている場合、リッツ線は絶縁被覆された細線を束ねた線であるため、例えば、900本の細線を300本ずつに束ねて、3本の並列一次コイルに分割することが容易である。

また、インバータをハーフブリッジとして動作させる場合は、電流が通過する半導体素子の数が少ない(フルブリッジの半分)ため、オン損失(通過損失)が減少し、インバータの効率が上がる。

【 0 0 3 9 】

また、直列コンデンサの挿入に伴う並列一次コイル 6 1、6 2、6 3 の端子間電圧の高圧化は、図 1 3 に示すように、並列一次コイルを複数の並列一次部分コイル 6 4 1、6 4 2 に分割し、直列コンデンサを複数の直列部分コンデンサ C_{s1} 、 C_{s2} に分割し、その並列一次部分コイルと直列部分コンデンサとを交互に直列接続することにより、低減させることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 0 】

本発明の非接触給電装置は、一次コイルの端子間電圧や直列コンデンサの端子間電圧を低く抑えることができるため、絶縁設計が容易であり、小型軽量化及び低コスト化を図ることができ、電気自動車、プラグインハイブリッド車、移動ロボットなど、停止した状態で給電を行う各種の固定型非接触給電に広く利用することができる。

【 符号の説明 】

10

20

30

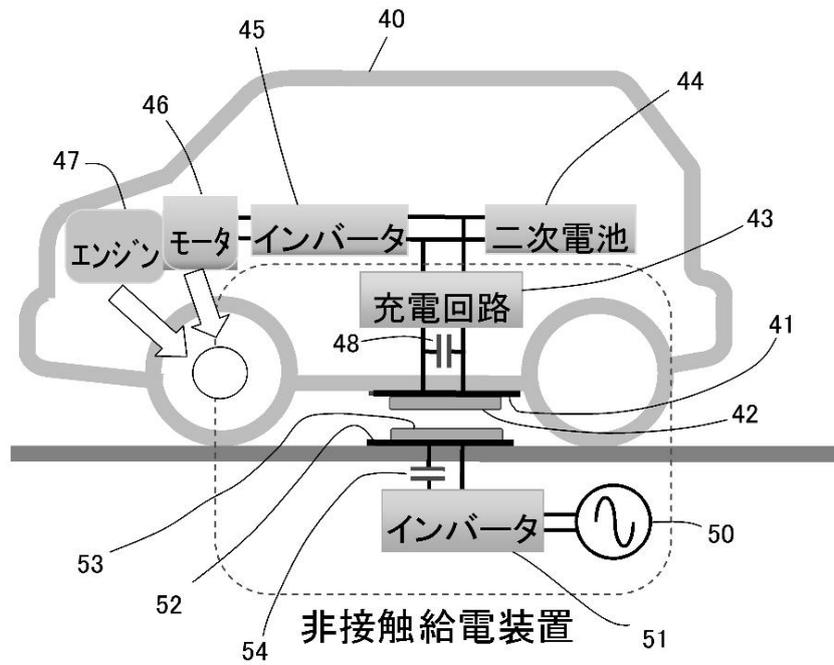
40

50

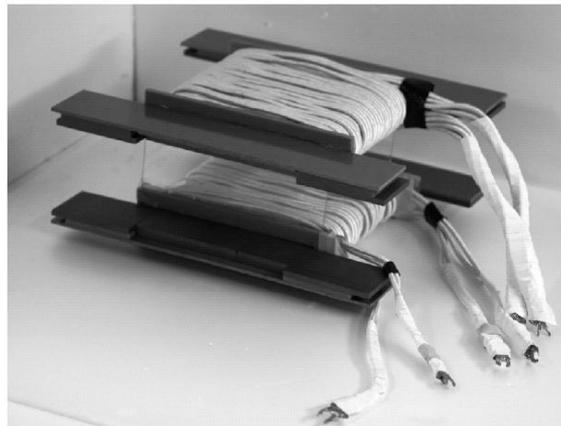
【 0 0 4 1 】

8	二次コイル	
9	一次コイル	
4 0	プラグインハイブリッド車	
4 1	金属板	
4 2	二次コイル	
4 3	充電回路	
4 4	二次電池	
4 5	インバータ	
4 6	モータ	10
4 7	エンジン	
4 8	並列コンデンサ	
5 0	商用電源	
5 1	インバータ	
5 2	金属板	
5 3	一次コイル	
5 4	直列コンデンサ	
6 1	並列一次コイル	
6 2	並列一次コイル	
6 3	並列一次コイル	20
7 1	インバータ	
5 3 1	一次部分コイル	
5 3 2	一次部分コイル	
5 4 1	直列部分コンデンサ	
5 4 2	直列部分コンデンサ	
6 1 1	一次部分コイル	
6 1 2	一次部分コイル	
6 2 1	一次部分コイル	
6 2 2	一次部分コイル	
6 3 1	一次部分コイル	30
6 3 2	一次部分コイル	
6 4 1	並列一次部分コイル	
6 4 2	並列一次部分コイル	

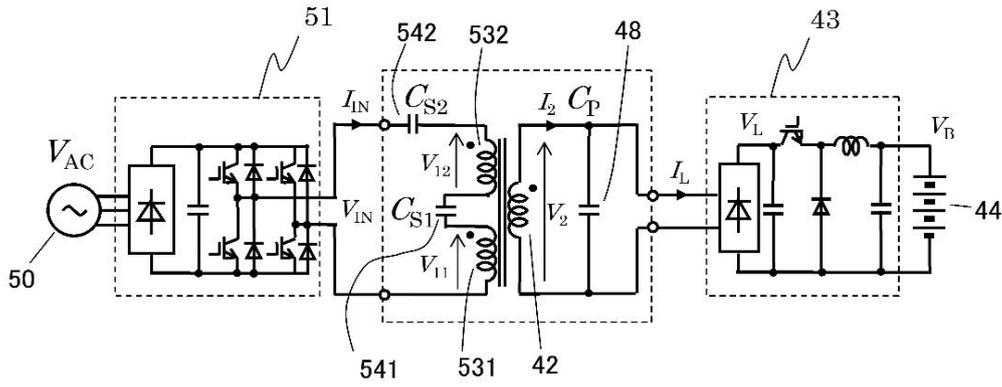
【図1】



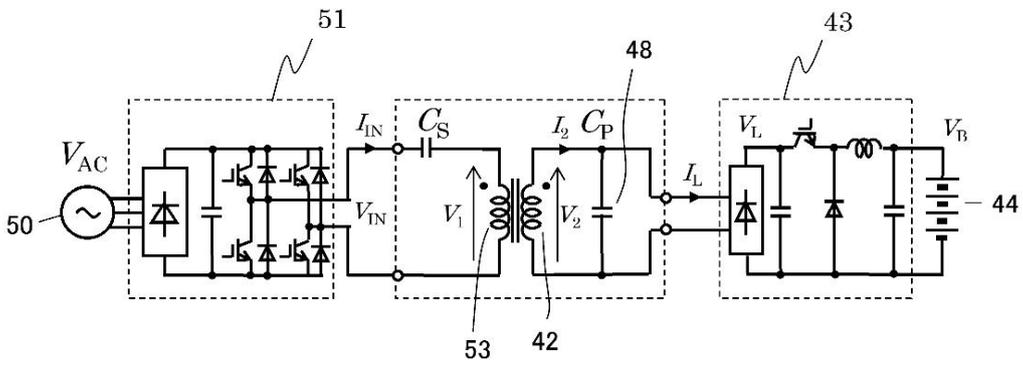
【図2】



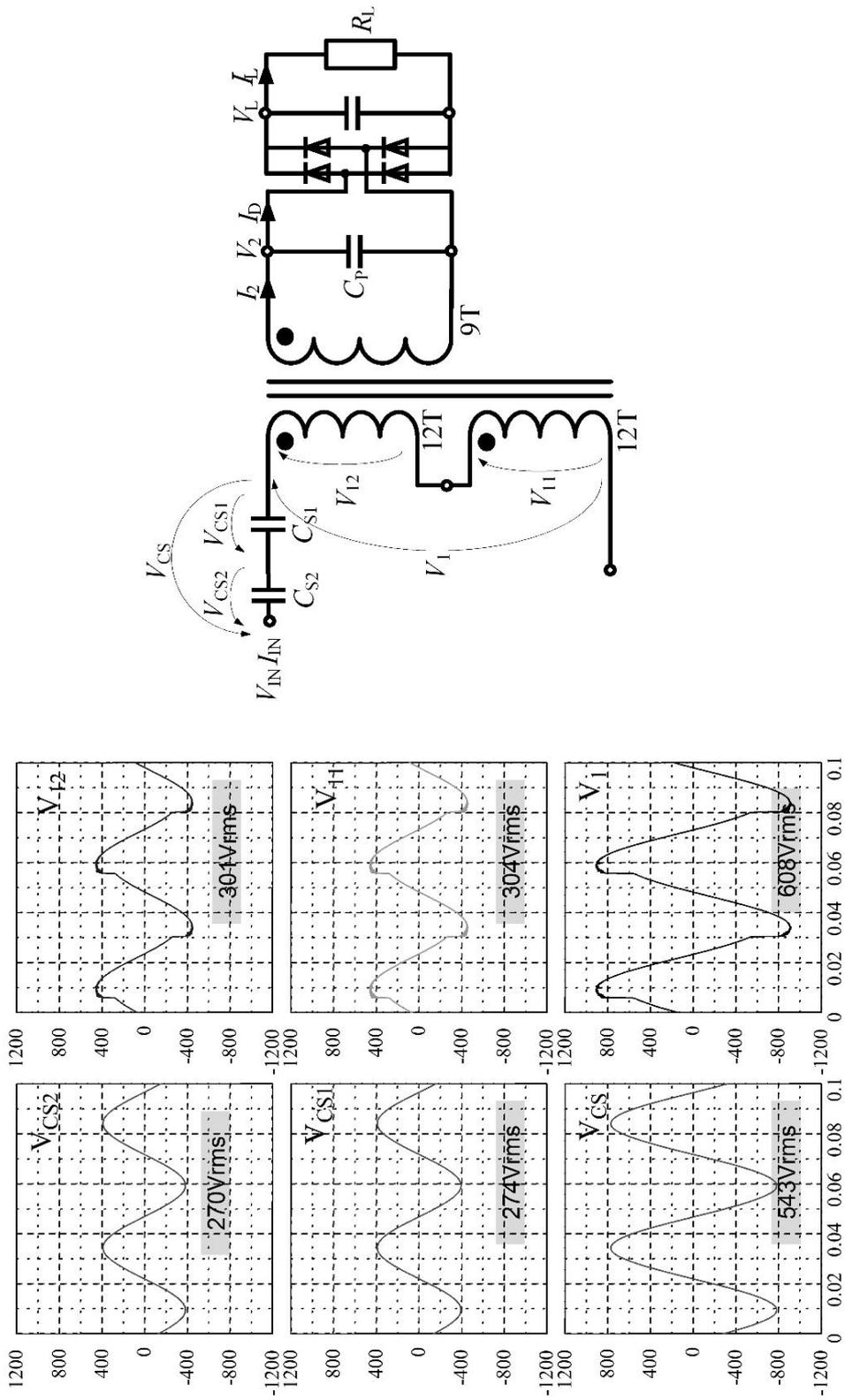
【 図 3 】



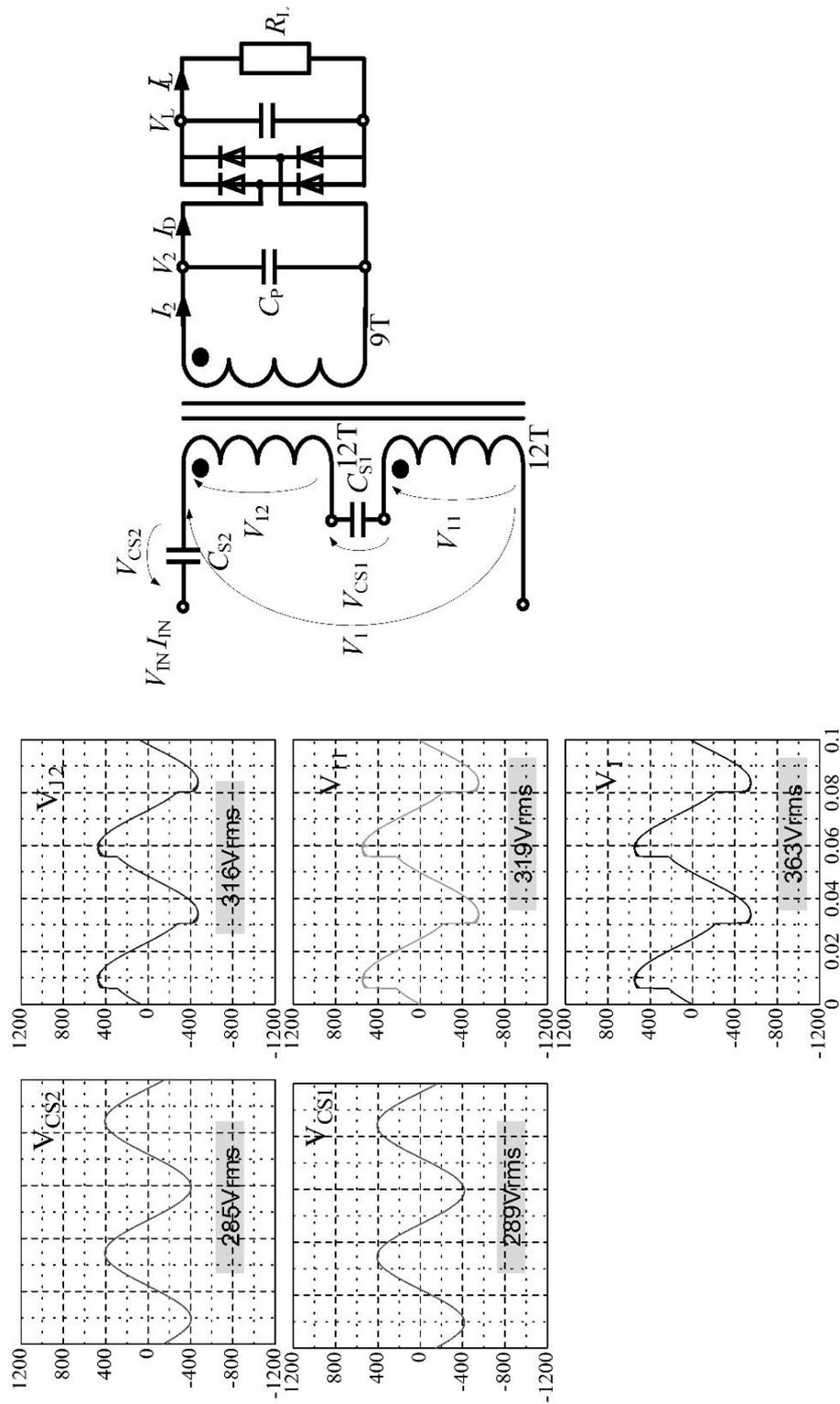
【 図 4 】



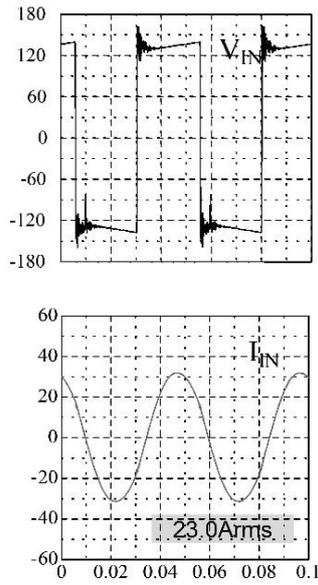
【 図 5 】



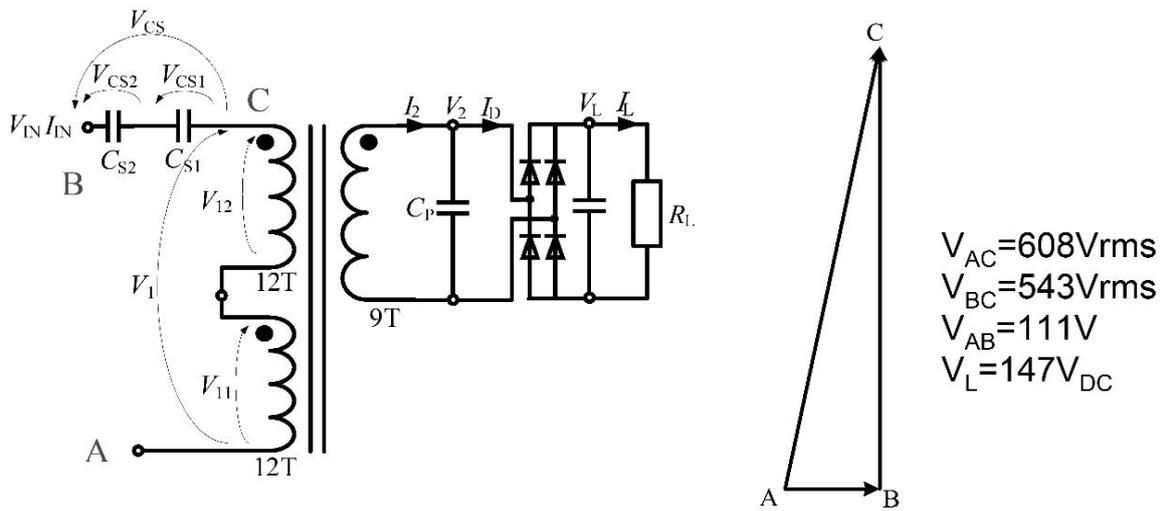
【 図 6 】



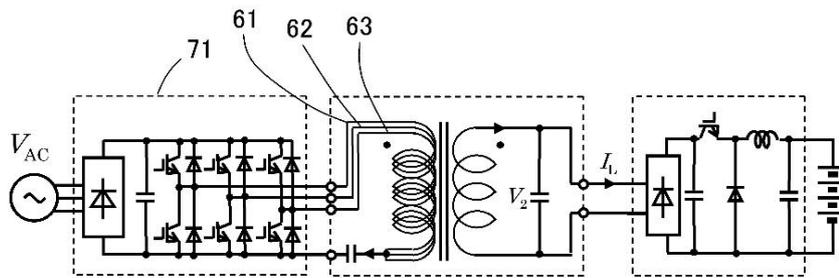
【 図 7 】



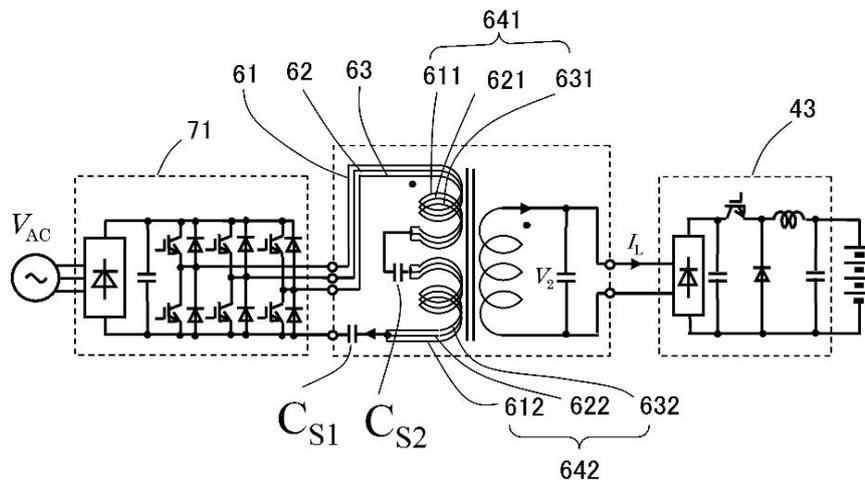
【 図 8 】



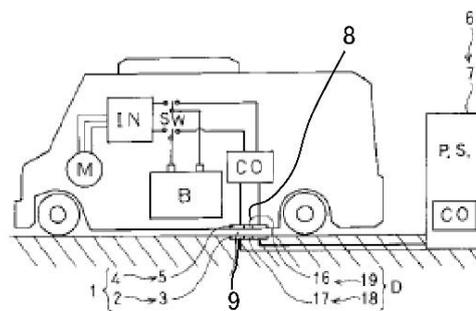
【 図 1 2 】



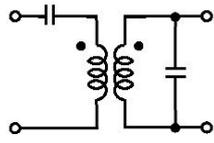
【 図 1 3 】



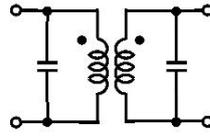
【 図 1 4 】



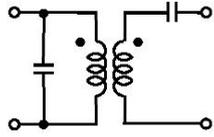
【 図 15 】



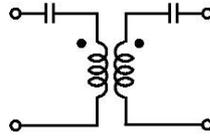
(a) (SP方式)



(b) (PP方式)



(c) (PS方式)



(d) (SS方式)

フロントページの続き

- (72)発明者 金子 裕良
埼玉県さいたま市桜区下大久保255 国立大学法人埼玉大学内
- (72)発明者 保田 富夫
東京都千代田区内幸町1-1-1 帝国ホテルタワー13階 株式会社テクノバ内
- (72)発明者 山之内 良一
愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 国際公開第2007/029438(WO, A1)
特開2009-254031(JP, A)
特開2010-040699(JP, A)
国際公開第2009/045847(WO, A1)
特開2002-320347(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 17/00
H02J 7/00
H01F 38/14