

(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
2015 年 9 月 3 日(03.09.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/128942 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054520
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 25 日(25.02.2014)
- (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: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 岡本 智史(OKAMOTO, Tomofumi); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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, LT, 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.

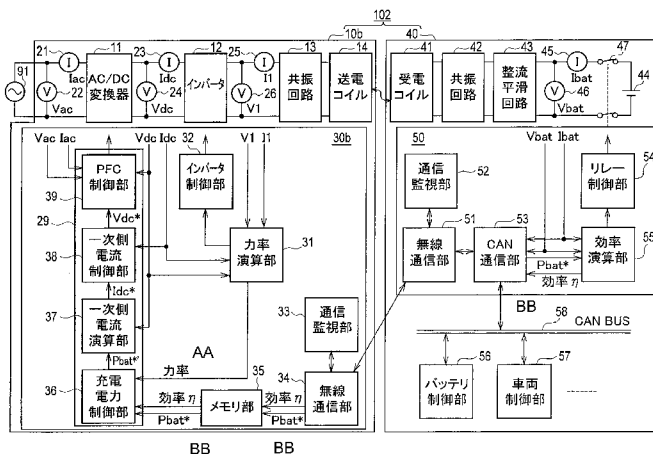
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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: NON-CONTACT POWER SUPPLY SYSTEM AND POWER TRANSMISSION DEVICE

(54) 発明の名称: 非接触給電システム及び送電装置



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 11 AC/DC converter | 39 PFC control unit |
| 12 Inverter | 41 Power reception coil |
| 13, 42 Resonant circuit | 43 Rectifying and smoothing circuit |
| 14 Power transmission coil | 53 CAN communication unit |
| 31 Power factor calculation unit | 54 Relay control unit |
| 32 Inverter control unit | 55 Efficiency calculation unit |
| 33, 52 Communication monitoring unit | 56 Battery control unit |
| 34, 51 Wireless communication unit | 57 Vehicle control unit |
| 35 Memory unit | 58 CAN bus |
| 36 Charging power control unit | AA Power factor |
| 37 Primary-side current calculation unit | BB Efficiency (η) |
| 38 Primary-side current control unit | |

(57) Abstract: A non-contact power supply system is provided with: a power transmission device (10c) that comprises a power transmission coil (14); and a power reception device (40) that comprises a power reception coil (41). Power is transmitted in a non-contact manner from the power transmission coil (14) to the power reception coil (41), and power is supplied to a battery (44) that is mounted to the power reception device (40). The power reception device (40) comprises a first efficiency calculation unit (55) that calculates a first efficiency from a transmitted power command value and the power that is supplied to the battery (44). The power transmission device (10c) comprises: a second efficiency calculation unit (31) that calculates a second efficiency from the phase difference between the voltage and the current that are supplied to the power transmission coil (14); and a control amount calculation unit (29) that controls the power that is supplied to the power transmission coil (14) on the basis of the transmitted power command value and limits the power that is supplied to the power transmission coil (14) when the first efficiency becomes equal to or less than a preset first threshold efficiency or when the second efficiency becomes equal to or less than a preset second threshold efficiency.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/128942 A1



送電コイル（１４）を有する送電装置（１０ｃ）、受電コイル（４１）を有する受電装置（４０）を備える。そして、送電コイル（１４）から受電コイル（４１）へ非接触で電力を送電し、受電装置（４０）に搭載されたバッテリー（４４）に電力を供給する。受電装置（４０）は、送電電力指令値とバッテリー（４４）に供給される給電電力から、第１の効率を演算する第１効率演算部（５５）を有する。送電装置（１０ｃ）は、送電コイル（１４）に供給される電圧と電流の位相差から第２の効率を演算する第２効率演算部（３１）を有する。更に、送電電力指令値に基づいて、送電コイル（１４）に供給する電力を制御し、且つ、第１の効率が予め設定した第１の閾値効率以下となった場合、或いは、第２の効率が予め設定した第２の閾値効率以下となった場合に、送電コイル（１４）に供給する電力を抑制する制御量演算部（２９）と、を有する。

明 細 書

発明の名称：非接触給電システム及び送電装置

技術分野

[0001] 本発明は、電気自動車等のバッテリーを備える車両に、非接触で電力を供給する非接触給電システム及び送電装置に関する。

背景技術

[0002] 地上側に設けられる送電装置から、車両側に設けられる受電装置に非接触で電力を供給して、車両に搭載された電気負荷に電力を供給する非接触給電システムが提案されている。このような非接触給電システムでは、車両を給電位置に停車させて給電を実行している際に、この給電位置から車両が移動する場合がある。このような場合には、送電コイルと受電コイルとの間にズレが生じるので、いち早くこれを検出して電力の供給を停止させる必要がある。

[0003] 送電装置と受電装置との間で通信を行い、適正な電圧を給電するように制御する技術として例えば、特許文献１に開示された技術が知られている。該特許文献１では、受電装置と送電装置との間を第２の周期で通信を行い、更に、送電装置にて第２の周期よりも短い第１の周期で送電電力が適正となるように制御することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：国際公開第２０１３／０４６３９１号

発明の概要

[0005] しかしながら、特許文献１に開示された従来例は、非接触充電の実行中に、送電コイルと受電コイルとの間に位置ズレが生じた場合に、これを検出することについて開示されていない。

[0006] 本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、送電コイルと受電コイルとの間に位置ズレが生じ

た場合に、これを即時に検出することが可能な非接触給電システム、及び非接触給電装置を提供することにある。

[0007] 本発明の一態様に係る非接触給電システムは、送電コイルを有する送電装置、及び受電コイルを有する受電装置を備え、送電コイルから受電コイルへ非接触で電力を送電し、受電装置に搭載された電気負荷に給電する。受電装置または送電装置は、送電電力指令値と、電気負荷への給電電力から、第1の効率を演算する第1効率演算部を有する。また、送電装置は、送電コイルに供給される電圧と電流の位相差から第2の効率を演算する第2効率演算部と、送電電力指令値に基づいて、送電コイルに供給する電力を制御し、且つ、第1の効率が第1の閾値効率以下となった場合、或いは、第2の効率が第2の閾値効率以下となった場合に、送電コイルに供給する電力を抑制する。

[0008] 本発明の一態様に係る送電装置は、送電コイルを有し、受電コイルを有する受電装置に非接触で電力を供給し、受電装置に搭載された電気負荷に給電する。送電電力指令値と、電気負荷に供給される給電電力から、第1の効率を演算する、或いは、受電装置より送信される第1の効率を取得する第1効率取得部と、送電コイルに供給される電圧と電流の位相差から第2の効率を演算する第2効率演算部とを有する。そして、送電電力指令値に基づいて、送電コイルに供給する電力を制御し、且つ、第1の効率が第1の閾値効率以下となった場合、或いは、第2の効率が第2の閾値効率以下となった場合に、送電コイルに供給する電力を抑制する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る非接触給電システムの、送電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図4]本発明の第1実施形態に係る非接触給電システムの、受電側コントロー

ラの処理手順を示すフローチャートである。

[図5]本発明の第1実施形態に係る非接触給電システムの、制御量演算部の構成を示すブロック線図である。

[図6]本発明の第2実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図7]本発明の第2実施形態に係る非接触給電システムの、送電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図8]本発明の第2実施形態に係る非接触給電システムの、受電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図9]本発明の第3実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図10]本発明の第3実施形態に係る非接触給電システムの、送電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図11]本発明の第3実施形態に係る非接触給電システムの、受電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図12]本発明の第4実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図13]本発明の第4実施形態に係る非接触給電システムの、送電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図14]本発明の第4実施形態に係る非接触給電システムの、受電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図15]第4実施形態の変形例に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。

[図16]第4実施形態の変形例に係る非接触給電システムの、送電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

[図17]第4実施形態の変形例に係る非接触給電システムの、受電側コントローラの処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。図1に示すように、車両200は、受電装置40を備えており、車両200が停車する地上側のスペースには車両200に電力を給電する送電装置10が設けられている。送電装置10は、交流電源91より供給される交流電圧を整流するAC／DC変換器11と、インバータ回路12と、共振回路13、及び送電コイル14を備えている。更に、送電側コントローラ30を備えている。

[0011] 受電装置40は、受電コイル41と、共振回路42と、整流平滑回路43と、リレー47、及びバッテリー44を備えている。更に、受電側コントローラ50と、バッテリー44より出力される直流電圧を交流電圧に変換するインバータ15、及び該インバータ15より出力される交流電圧が供給されて駆動するモータ16を備えている。

[0012] [第1実施形態の説明]

図2は、本発明の第1実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。図2に示すように、該非接触給電システム100は、地上側に設置されて電力を送電する送電装置10と、該送電装置10より送電された電力を受電してバッテリー44（電気負荷）に給電する受電装置40と、を備えている。なお、本実施形態では、電気負荷の一例としてバッテリー44を用いる例について説明するが、本発明はこれに限定されず例えばモータ等の他の電気負荷とすることもできる。

[0013] 送電装置10は、交流電源91より供給される交流電圧を直流電圧に変換するAC／DC変換器11と、該AC／DC変換器11で直流化された電圧を所望の周波数及び振幅の交流電圧に変換するインバータ回路12を備えている。更に、インバータ回路12の出力電力を共振させる共振回路13と、共振した電力を送電する送電コイル14と、送電側コントローラ30を備えている。

[0014] また、AC／DC変換器11に供給される交流電流 I_{ac} を検出する電流計21、及び交流電圧 V_{ac} を検出する電圧計22を備えている。更に、インバ

ータ回路 12 に入力される直流電流 I_{dc} を検出する電流計 23、及び直流電圧 V_{dc} を検出する電圧計 24 と、インバータ回路 12 より出力される交流電流 I_1 を検出する電流計 25、及び交流電圧 V_1 を検出する電圧計 26 を備えている。AC/DC 変換器 11 は、後述する PFC 制御部 39 より出力される制御信号により、交流電源 91 より供給される交流電圧のデューティ比を制御して、所望の振幅となる直流電圧を生成する。

[0015] インバータ回路 12 は、上アーム及び下アームからなる複数の半導体スイッチ（例えば、IGBT）を備え、後述するインバータ制御部 32 より出力される制御信号により各半導体スイッチのオン、オフを切り替えることにより、所望する周波数及び振幅の交流電圧を生成する。

[0016] 共振回路 13 は、コンデンサ及び抵抗等の素子で構成され、インバータ回路 12 より出力される交流電力を送電コイル 14 との間で共振させる。即ち、送電コイル 14 とコンデンサの共振周波数が、インバータ回路 12 の出力周波数とほぼ一致するように設定されている。

[0017] 送電コイル 14 は、例えば渦巻き型、ディスク型、サーキュラー型、或いはソレノイド型のコイルであり、例えば、駐車スペースの地面に設けられている。そして、図 1 に示したように、車両 200 が駐車スペース内の所定位置に停車した際に、受電コイル 41 と対向する位置となるように設定されている（図 1 参照）。

[0018] また、送電側コントローラ 30 は、力率演算部 31 と、インバータ制御部 32 と、制御量演算部 29（電力制御部）を備えている。更に、受電側コントローラ 50 との間で通信を行う無線通信部 34（送電側通信部）と、該無線通信部 34 の通信状態を監視する通信監視部 33 と、無線通信により受信された電力指令値 P_{bat*} を記憶するメモリ部 35、を備えている。ここで、「電力指令値 P_{bat*} 」は、送電コイル 14 より送電する電力の指令値（送電電力指令値）であり、受電装置 40 より送信される。

[0019] 力率演算部 31 は、予め設定した所定の演算周期（第 1 の周期）で、インバータ回路 12 に供給される直流電圧 V_{dc} 及び直流電流 I_{dc} と、インバータ

回路 1 2 より出力される交流電圧 V_1 及び交流電流 I_1 を取得し、これらの V_{dc} 、 I_{dc} 、 V_1 、 I_1 に基づいて、インバータ回路 1 2 より出力される電力の力率 $\cos \theta$ （第 2 の効率）を演算する。具体的には、以下に示す（1）式にて力率 $\cos \theta$ を演算する。

$$\cos \theta = (V_{dc} \times I_{dc}) / (V_1 \times I_1) \quad \dots (1)$$

即ち、力率演算部 3 1 は、送電コイル 1 4 に供給される電圧と電流の位相差から第 2 の効率を演算する第 2 効率演算部としての機能を備えている。

[0020] つまり、前回の演算周期で取得した V_{dc} 、 I_{dc} 、 V_1 、 I_1 を用いて、今回の演算周期で使用する力率 $\cos \theta$ を求めることができる。なお、力率 $\cos \theta$ の演算方法は、上記（1）式に限らず、例えば、電圧 V_1 と電流 I_1 の位相差 θ を測定し、この位相差 θ から力率 $\cos \theta$ を算出する等、種々の方法を採用することができる。

[0021] インバータ制御部 3 2 は、力率演算部 3 1 にて演算される力率 $\cos \theta$ に基づき、電力指令値 P_{bat*} となる電力が送電されるように、インバータ回路 1 2 の出力を制御する。

[0022] 無線通信部 3 4 は、受電側コントローラ 5 0 との間で LAN (Local Area Network) 通信等により各種のデータ通信を行う。特に、受電側コントローラ 5 0 より電力指令値 P_{bat*} が送信された場合にはこれを受信する。また、受電側コントローラ 5 0 より、充電電力の抑制指令信号が送信された場合にはこれを受信する。該無線通信部 3 4 では、上述した力率演算部 3 1 による力率 $\cos \theta$ の演算周期である第 1 の周期よりも長い第 2 の周期でデータ通信が行われる。従って、無線通信部 3 4 による通信が正常に行われている場合には、受電側コントローラ 5 0 より送信される電力指令値 P_{bat*} が第 2 の周期で受信されることになる。

[0023] 通信監視部 3 3 は、無線通信部 3 4 による通信状態を監視する。メモリ部 3 5 は、無線通信部 3 4 にて受信された電力指令値 P_{bat*} を記憶し、記憶した電力指令値 P_{bat*} を制御量演算部 2 9 に出力する。

[0024] 制御量演算部 2 9 は、充電電力制御部 3 6 と、一次側電流演算部 3 7 と、

一次側電流制御部 38 と、PFC 制御部 39 を備えている。充電電力制御部 36 は、メモリ部 35 に記憶されている電力指令値 P_{bat*} 、及び力率演算部 31 で演算される力率 $\cos \theta$ を取得し、該力率 $\cos \theta$ を用いて電力指令値 P_{bat*} を補正する。そして、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を出力する。具体的には、下記 (3) 式により、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算する。

$$P_{bat*}' = P_{bat*} / \cos \theta \quad \dots (3)$$

[0025] 一次側電流演算部 37 は、補正後の電力指令値 P_{bat*}' と、前回の演算周期で AC/DC 変換器 11 より出力された直流電圧 V_{dc} から、AC/DC 変換器 11 の出力電流指令値 I_{dc*} を演算する。

[0026] 一次側電流制御部 38 は、一次側電流演算部 37 で演算された出力電流指令値 I_{dc*} 、及び前回の演算周期で AC/DC 変換器 11 より出力された直流電流 I_{dc} から、AC/DC 変換器 11 の出力電圧指令値 V_{dc*} を演算する。

[0027] PFC 制御部 39 は、前回の演算周期で電圧計 24 にて検出された直流電圧 V_{dc} と、一次側電流制御部 38 より出力される出力電圧指令値 V_{dc*} から、AC/DC 変換器 11 での変換制御のデューティ比を決定する。また、前回の演算周期で電流計 21 にて検出される電流 I_{ac} (交流電源 91 より出力される電流)、及び電圧計 24 にて検出される電圧 V_{ac} (交流電源 91 より出力される電圧) を取得し、電流 I_{ac} と電圧 V_{ac} が同相となるように、デューティ比の指令値を適宜変更する。このデューティ比の指令値は、AC/DC 変換器 11 に出力される。従って、AC/DC 変換器 11 では、電力指令値 P_{bat*} となる電力が送電コイル 14 より送電されるように、出力電圧 V_{dc} が制御される。

[0028] 一方、受電装置 40 は、送電コイル 14 より送信される電力を非接触で受電する受電コイル 41 と、該受電コイル 41 で受電した電力を共振させる共振回路 42 と、共振回路 42 より出力される交流電圧を直流電圧に変換し、且つ平滑化する整流平滑回路 43 を備えている。更に、送電装置 10 より送電された電力を充電するバッテリー 44 と、整流平滑回路 43 とバッテリー 44 の接続、遮断を切り替えるリレー 47 (切替部) と、受電側コントローラ 5

0と、を備えている。また、整流平滑回路43より出力される電流 I_{bat} を検出する電流計45、及び電圧 V_{bat} を検出する電圧計46を備えている。

[0029] 受電コイル41は、例えば、渦巻き型、ディスク型、サーキュラー型、或いはソレノイド型のコイルであり、例えば車両の底面に搭載される。そして、車両が駐車スペース内の所定の充電位置に停車した際に、この充電位置の地面に設置されている送電コイル14と互いに向き合うようになっている。

[0030] 共振回路42は、コンデンサ及び抵抗等の素子で構成され、受電コイル41で受電した交流電力を共振させる。即ち、受電コイル41とコンデンサからなる回路の共振周波数が、送電コイル14より送電される交流電力の周波数とほぼ一致するように設定されている。

[0031] 整流平滑回路43は、例えばダイオードブリッジ回路からなる整流回路と、コンデンサを備えた平滑回路を備えている。そして、共振回路42より出力された交流電圧を整流し、更に平滑化してバッテリー44に供給する。

[0032] リレー47は、接続された際には、受電コイル41で受電された電力をバッテリー44（電気負荷）に供給し、遮断された際には、バッテリー44への電力供給を停止する。即ち、リレー47は、受電コイル41で受電した電力の、電気負荷（バッテリー44）への供給、停止を切り替える切替部としての機能を備えている。

[0033] 受電側コントローラ50は、送電側コントローラ30に設けられる無線通信部34との間でLAN通信等の無線通信を行う無線通信部51（受電側通信部）と、該無線通信部51による通信状態を監視する通信監視部52と、CAN通信部53と、効率演算部55と、リレー制御部54（切替制御部）と、を備えている。

[0034] CAN通信部53は、BUSライン58を介してバッテリー制御部56、車両制御部57等の各種の制御部と接続され、CAN（Controller Area Network）通信により、データの送受信を行う。バッテリー制御部56は、電力指令値 P_{bat*} を生成し、BUSライン58を経由してCAN通信部53に出力する。

[0035] 効率演算部55は、CAN通信部53を経由して送信される電力指令値 P_{bat*} を取得し、更に、電流計45で検出される電流 I_{bat} 、及び電圧計46で検出される電圧 V_{bat} を取得し、これらのデータから送電装置10と受電装置40との間の電力の送電効率 η （第1の効率）を演算する。具体的には、 I_{bat} と V_{bat} を乗算して送電電力 P_{bat} を演算し、更に、下記（2）式で送電効率 η を演算する。

$$\eta = P_{bat} / P_{bat*} = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat*} \quad \dots (2)$$

即ち、効率演算部55は、バッテリー44（電気負荷）に供給される給電電力から、第1の効率を演算する第1効率演算部としての機能を備えている。

[0036] そして、上記（2）式で演算された送電効率 η が予め設定した閾値効率 η_{th} （第1の閾値効率）以下となった場合には、リレー制御部54に遮断指令信号を出力する。更に、充電電力の抑制指令信号を出力する。この抑制指令信号は、無線通信部51を経由して送電装置10に送信される。

[0037] リレー制御部54は、効率演算部55より遮断指令信号が供給された場合には、リレー47を遮断して、バッテリー44への電力供給を停止する。即ち、効率演算部55で演算される送電効率 η が低下して、閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、送電コイル14と受電コイル41との間に何らかの異常が生じているものと判断し、バッテリー44への電力供給を停止させる。

[0038] そして、第1実施形態に係る非接触給電システム100では、力率演算部31にて演算される力率 $\cos \theta$ が、予め設定した閾値力率（第2の閾値効率）よりも低くなった場合に、充電電力制御部36により演算する補正後の電力指令値 P_{bat*}' を抑制して、送電装置10から受電装置40へ送電する電力を抑制する。なお、「抑制する」とは「低減する」こと及び「ゼロにする」ことを含む概念である。

[0039] また、効率演算部55で演算される送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下となった場合に、リレー47を遮断するので、送電コイル14からみた受電コイル41やバッテリー44を含む受電装置40側の回路は、オープン状態となる。その結果、送電コイル14、受電コイル41やバッテリー44を含む回路全体

のインピーダンスが上昇し、インバータ回路 12 より出力される電流 I_1 と電圧 V_1 の位相差が大きくなる。これにより、力率 $\cos \theta$ が低下するので、送電電力が抑制される。更に、送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、無線通信部 51 より送電側コントローラ 30 に充電電力の抑制指令信号が送信され、出力電力を抑制する制御が行われる。

[0040] 次に、第 1 実施形態に係る非接触給電システム 100 の作用を、図 3、図 4 に示すフローチャートを参照して説明する。図 3 は、送電側コントローラ 30 による処理手順を示すフローチャートである。図 3 において、ステップ S11～S15 の処理は、演算開始後、1 回目の演算周期にて実行する処理であり、S16 以降の処理は、2 回目以降の演算周期にて実行する処理である。

[0041] 初めに、ステップ S11 において、無線通信部 34 は、受電側コントローラ 50 の無線通信部 51 との間で LAN 通信等による無線通信を行う。この無線通信は、前述したように、第 2 の周期で行われる。ステップ S12 において、無線通信部 34 は、受電側コントローラ 50 より送信された電力指令値 P_{bat*} を受信する。即ち、図 2 に示したバッテリー制御部 56 より出力される電力指令値 P_{bat*} は、無線通信部 51 より送信され、無線通信部 34 にて受信される。

[0042] ステップ S13 において、制御量演算部 29 は、初期設定として AC/DC 変換器 11 の出力電圧 V_{dc} が最小値となるように、出力電圧指令値 V_{dc*} を設定する。

[0043] ステップ S14 において、インバータ制御部 32 は、インバータ回路 12 の駆動周波数、及びデューティ比を予め設定した一定値とし、該インバータ回路 12 を駆動させる。そして、ステップ S15 において、送電コイル 14 の励磁を開始する。即ち、送電コイル 14 に交流電流を流して磁束を発生させる。

[0044] ステップ S16 において、電圧計 22、電流計 21、電圧計 24、電流計 23、電圧計 26、及び電流計 25 は、それぞれ、電圧 V_{ac} 、電流 I_{ac} 、電

圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} 、電圧 V_1 、及び電流 I_1 を検出する。そして、電圧 V_{ac} 、電流 I_{ac} は制御量演算部29に供給され、電圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} は制御量演算部29及び力率演算部31に供給され、電圧 V_1 、電流 I_1 は、力率演算部31に供給される。

[0045] ステップS17において、力率演算部31は下記(1)式を用いて、インバータ回路12より出力される電力の力率 $\cos\theta$ を演算する。

$$\cos\theta = (V_{dc} \times I_{dc}) / (V_1 \times I_1) \quad \cdots (1)$$

[0046] ステップS18において、制御量演算部29は、電力指令値 P_{bat*} を補正する。この処理では、以下に示す(3)式を用いて、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算する。

$$P_{bat*}' = P_{bat*} / \cos\theta \quad \cdots (3)$$

[0047] ステップS19において、制御量演算部29は、図5に示すブロック線図に基づいて、電圧制御量 V_{dc*} を演算する。図5に示すように、充電電力制御部36は、力率 $\cos\theta$ に基づいて電力指令値 P_{bat*} を補正し、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を生成する。図5に示す一次側電流演算部37は、補正した電力指令値 P_{bat*}' を前回の演算周期で検出した電圧 V_{dc} で除することにより、電流指令値 I_{dc*} を演算する。

[0048] 更に、減算器18にて、電流指令値 I_{dc*} から前回の演算周期で検出した電流 I_{dc} を減算し、この減算結果に基づき、一次側電流制御部38にてPI制御により、電圧指令値 V_{dc*} を求める。そして、この電圧指令値 V_{dc*} をPFC制御部39に出力する。PFC制御部39は、AC/DC変換器11の出力電圧が、電圧指令値 V_{dc*} となるように、デューティ比を制御する。こうすることにより、補正後の電力指令値 P_{bat*}' となる電力が送電コイル14から受電コイル41に送電されるように制御される。即ち、図3に示すステップS20では、上記の演算により電圧指令値 V_{dc*} を演算する。そして、この制御により、力率 $\cos\theta$ に応じた電力が送電装置10から受電装置40へ送電されることになる。

[0049] ステップS21において、制御量演算部29は、力率演算部31で演算さ

れる力率 $\cos \theta$ が予め設定した閾値力率を上回っているか否かを判断する。そして、閾値力率を上回っている場合には（ステップS 2 1でYES）、ステップS 2 2に処理を進める。一方、閾値力率以下である場合には（ステップS 2 1でNO）、ステップS 2 3に処理を進める。

[0050] ステップS 2 2において、制御量演算部2 9は、受電側コントローラ5 0より送電抑制指令が送信されているか否かを判断する。送電抑制指令が送信されている場合には（ステップS 2 2でYES）、ステップS 2 3に処理を進め、送電抑制指令が送信されていない場合には（ステップS 2 2でNO）、ステップS 1 6に処理を戻す。

[0051] ステップS 2 3において、制御量演算部2 9は、バッテリー4 4に供給する電力を抑制する制御を行う。具体的には、AC／DC変換器1 1の出力電圧Vdcを抑制する制御を行う。つまり、力率 $\cos \theta$ が閾値力率以下となった場合、或いは送電抑制指令が受信された場合には、送電コイル1 4より送電する電力を抑制する制御が行われる。なお、上記したステップS 2 1の処理では、力率 $\cos \theta$ が閾値力率以下の場合に、ステップS 2 3に処理を進めるようにしているが、力率 $\cos \theta$ は、最大値である「1」に近づくと、却って送電が安定しない場合がある。従って、力率 $\cos \theta$ に上限値を設定し、この上限値を上回った場合についても、ステップS 2 3に処理を進めるようにしてもよい。

[0052] 次に、図4に示すフローチャートを参照して、受電側コントローラ5 0による処理手順について説明する。図4に示すステップS 3 1、S 3 2の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて実行する処理であり、S 3 3以降の処理は、2回目以降の演算周期にて実行する処理である。

[0053] 初めに、ステップS 3 1において、無線通信部5 1は、送電側コントローラ3 0の無線通信部3 4とLAN通信等による無線通信を行う。前述したように、この無線通信は第2の周期で行われる。ステップS 3 2において、無線通信部5 1は、バッテリー制御部5 6より出力される電力指令値 P_{bat*} を無線通信にて送電側コントローラ3 0に送信する。

[0054] ステップS 3 3において、効率演算部5 5は、電圧計4 6で検出された電

圧 V_{bat} 、及び電流計45で検出された電流 I_{bat} を取得する。ステップS34において、効率演算部55は、電圧 V_{bat} と電流 I_{bat} を乗算することにより、バッテリー44に供給される電力 P_{bat} を演算する。更に、この電力 P_{bat} 、及び電力指令値 P_{bat*} に基づき、下記の(2)式を用いて電力の送電効率 η を演算する。

$$\eta = P_{bat} / P_{bat*} = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat*} \quad \dots (2)$$

[0055] ステップS35において、効率演算部55は、上記(2)式で演算した効率 η が予め設定した閾値効率 η_{th} を上回っているか否かを判断する。そして、効率 η が閾値効率 η_{th} を上回っている場合、即ち、 $\eta > \eta_{th}$ である場合には(ステップS35でYES)、ステップS33に処理を戻す。一方、効率 η が閾値効率 η_{th} 以下である場合、即ち、 $\eta \leq \eta_{th}$ である場合には(ステップS35でNO)、ステップS36において、リレー制御部54に遮断指令信号を出力する。リレー制御部54は、リレー47を遮断する。リレー47が遮断されることにより、インバータ回路12より出力される電圧 V_1 と電流 I_1 の位相差が大きくなり、力率 $\cos \theta$ が低下するので、送電電力が抑制されることになる。

[0056] 更に、ステップS37において、無線通信部51は、送電側コントローラ30の無線通信部34と通信し、ステップS38において、送電抑制指令を送信する。送信された送電抑制指令は、図3のステップS22の処理で検出され、ステップS23の処理で充電電力が抑制される。つまり、送電コイル14から受電コイル41への電力の送電効率 η が低下した場合に、送電コイル14による送電電力を抑制することができることになる。

[0057] このようにして、第1実施形態に係る非接触給電システム100では、力率演算部31にてインバータ回路12より出力される電力の力率 $\cos \theta$ を演算し、この力率 $\cos \theta$ が予め設定した閾値力率以下となった場合に、AC/DC変換器11より出力する電圧 V_{dc} を抑制する。従って、力率 $\cos \theta$ が低下した場合には、無線通信部34による通信周期である第2の周期よりも短い第1の周期で送電電力を抑制できる。従って、例えば車両が衝突することや人為

的な移動等の理由により、送電コイル 14 と受電コイル 41 との間に位置ズレが生じた場合には、不必要な電力の送電を即時に抑制することができ、発熱などのトラブルの発生を防止することができる。また、受電側コントローラ 50 より送信されるデータを必要とせず、送電装置 10 での演算のみで力率 $\cos \theta$ の低下を検出して送電電力を抑制するので、無線通信部 34 と無線通信部 51 との間の無線通信が途絶えた場合でも、確実の送電電力を抑制することができる。

[0058] また、力率 $\cos \theta$ を用いて送電効率を判断するので、例えば、インバータ回路 12 より出力される電流 I_1 （送電コイル 14 に供給される電流）の大きさを検出して送電効率を判断する場合と対比して、より高精度に送電効率の低下を判断することが可能となる。つまり、電流 I_1 は、有効成分及び無効成分の双方を含んでいるので、有効成分の大きさと無効成分の大きさを個別に判断することができない。これに対して、力率 $\cos \theta$ を用いて送電効率を判断する場合には、有効成分の変化が反映されるので、送電効率をより高精度に判断することができる。

[0059] 更に、効率演算部 55 にて演算される送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、リレー 47 を遮断するので、送電コイル 14 からみた受電コイル 41 やバッテリー 44 を含む受電装置 40 側の回路は、オープン状態となる。その結果、送電コイル 14、受電コイル 41 やバッテリー 44 を含む回路全体のインピーダンスが上昇し、インバータ回路 12 より出力される電流 I_1 と電圧 V_1 の位相差が大きくなる。これにより、力率 $\cos \theta$ が低下するので、送電電力が抑制される。即ち、無線通信部 34 と無線通信部 51 との間の無線通信が途絶えた際に、受電側コントローラ 50 にて送電効率 η の異常が検出された場合においても、送電電力を抑制することができる。

[0060] また、受電装置 40 にて効率 η の低下が検出された場合には、無線通信により送電抑制指令が送電側コントローラ 30 に送信され、送電電力が抑制される。従って、異常が発生しているにも拘わらず、力率 $\cos \theta$ が低下しない場合であっても、送電抑制指令により送電装置 10 からの送電電力が抑制され

るので、より確実に電力の送電を抑制することが可能となる。

[0061] [第1実施形態の変形例の説明]

前述した第1実施形態では、力率演算部31にて力率 $\cos \theta$ を演算し、該力率 $\cos \theta$ が閾値力率以下となった際に、送電電力を抑制する例について説明した。変形例では、力率 $\cos \theta$ に代えて、インバータ回路12より出力される電流 I_1 を用いて、送電効率の低下を検出する。即ち、送電コイル14より送電される電力の送電効率が低下すると、電流 I_1 が増加する。この際、送電コイル14と受電コイル41との間の結合係数を α とすると、電流 I_1 と結合係数 α は、相関関係を有している。具体的には、結合係数 α が低下すると、電流 I_1 が増大するように変化する。

[0062] そこで、電流 I_1 と結合係数 α との対応関係を示すマップを予め記憶し、電流 I_1 が検出された際には、このマップを参照して結合係数 α を算出し、該結合係数 α が所定の閾値レベルまで低下した場合に、送電電力を抑制する制御を行う。こうすることにより、前述した第1実施形態と同様に、送電コイル14と受電コイル41との間に位置ズレが生じた場合には、不必要な電力の送電を即時に抑制することができ、発熱などのトラブルの発生を防止することができる。

[0063] [第2実施形態の説明]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。図6は、第2実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。図6に示すように、第2実施形態に係る非接触給電システム101は、図2に示した非接触給電システム100と対比して、送電装置10aに設けられる送電側コントローラ30aの構成が相違している。これ以外の構成は、図2と同一であるので、同一符号を付して構成説明を省略する。

[0064] 送電側コントローラ30aは、図2と同様に、無線通信部34と、通信監視部33と、メモリ部35と、制御量演算部29、及びインバータ回路12を制御するインバータ制御部32を備えている。これに加えて、電流計25で検出される電流 I_1 に基づいて、過電流を検知する過電流検出部71を備

えている。また、図2に示した力率演算部31を備えていない。

[0065] 更に、無線通信部34は、無線通信部51との間で通信を行い、電力指令値 P_{bat*} を受信し、これに加えて、無線通信部51より送信される送電効率 η を受信する。メモリ部35は、無線通信部34にて受信された電力指令値 P_{bat*} 、及び送電効率 η を記憶する。

[0066] 制御量演算部29は、前述した図2と同様に、充電電力制御部36と、一次側電流演算部37と、一次側電流制御部38と、PFC制御部39を備えている。

[0067] 充電電力制御部36は、メモリ部35より出力される電力指令値 P_{bat*} 、及び送電効率 η を取得し、送電効率 η に基づいて電力指令値 P_{bat*} を補正する。そして、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を出力する。具体的には、下記(4)式により、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算し出力する。

$$P_{bat*}' = P_{bat*} / \eta \quad \dots (4)$$

一次側電流演算部37、一次側電流制御部38及びPFC制御部39については、前述した第1実施形態と同様であるので、詳細な説明を省略する。

[0068] 過電流検出部71は、インバータ回路12より出力される電流 I_1 を第1の周期で取得し、該電流 I_1 が予め設定した閾値電流を上回った際に、過電流が発生したものと判断する。そして、過電流検出信号を、PFC制御部39に出力する。PFC制御部39は、過電流検出部71で過電流が検出された場合には、AC/DC変換器11の出力電圧を抑制するように制御する。

[0069] 一方、受電側コントローラ50は、効率演算部55にて演算される送電効率 η を、CAN通信部53を経由して無線通信部51に出力する。無線通信部51は、送電効率 η を送電側コントローラ30aに送信する。送電効率 η は、前述した第1実施形態で示したように、下記(2)式で演算することができる。

$$\eta = P_{bat} / P_{bat*} = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat*} \quad \dots (2)$$

[0070] 次に、上述のように構成された第2実施形態に係る非接触給電システム101の作用を、図7、図8に示すフローチャートを参照して説明する。図7

は、送電側コントローラ 30a による処理手順を示すフローチャートである。図 7 において、ステップ S 41～S 45 の処理は、演算開始後、1 回目の演算周期にて実行する処理であり、S 46 以降の処理は、2 回目以降の演算周期にて実行する処理である。なお、ステップ S 41～S 45 の処理は、図 3 に示したステップ S 11～S 15 の処理と同一であるので、詳細な説明を省略する。

[0071] ステップ S 46 において、通信監視部 33 は、無線通信部 34 と、受電側コントローラ 50 の無線通信部 51 との通信周期である第 2 の周期であるかを判断する。第 2 の周期であれば（ステップ S 46 で YES）ステップ S 47 に処理を進め、第 2 の周期でなければ（ステップ S 46 で NO）、ステップ S 50 に処理を進める。

[0072] ステップ S 47 において、無線通信部 34 は、無線通信部 51 との間で無線通信を行う。ステップ S 48 において、受電側コントローラ 50 より送電効率 η を受信する。ステップ S 49 において、メモリ部 35 に記憶されている送電効率 η を更新する。

[0073] ステップ S 50 において、電圧計 22、電流計 21、電圧計 24、電流計 23、電圧計 26、及び電流計 25 は、それぞれ、電圧 V_{ac} 、電流 I_{ac} 、電圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} 、電圧 V_1 、及び電流 I_1 を検出する。そして、電圧 V_{ac} 、電流 I_{ac} 、電圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} は、制御量演算部 29 に供給され、電流 I_1 は、過電流検出部 71 に供給される。

[0074] ステップ S 51 において、制御量演算部 29 は、送電効率 η を用いて、電力指令値 P_{bat*} を補正する。この処理では以下に示す（4）式を用いて、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算する。

$$P_{bat*}' = P_{bat*} / \eta \quad \dots (4)$$

[0075] ステップ S 52 において、制御量演算部 29 は、前述した図 5 に示すブロック線図に基づいて、電圧制御量 V_{dc*} を演算する。そして、ステップ S 53 において、制御量演算部 29 は、電圧 V_{dc} の制御量を設定する。この演算の手法は、前述した第 1 実施形態と同様であるので、詳細な説明を省略する。

そして、この制御により、送電効率 η に応じた電力が送電装置10aから受電装置40へ送電されることになる。

[0076] ステップS54において、制御量演算部29は、過電流検出部71にて過電流が検出されているか否かを判断する。後述するように、受電側コントローラ50にて送電効率 η の低下が検出され、リレー47が遮断された場合には、インバータ回路12の出力電流I1が過電流となる。従って、出力電流I1が過電流であるか否かを検出することにより、リレー47の遮断状態を認識することができる。そして、過電流が検出されていない場合には（ステップS54でNO）、ステップS55に処理を進め、過電流が検出された場合には（ステップS54でYES）、ステップS56に処理を進める。

[0077] ステップS55において、制御量演算部29は、受電側コントローラ50より、送電抑制指令が送信されているか否かを判断し、送電抑制指令が送信されている場合には（ステップS55でYES）、ステップS56に処理を進め、送電抑制指令が送信されていない場合には（ステップS55でNO）、ステップS46に処理を戻す。

[0078] ステップS56において、制御量演算部29は、バッテリー44に供給する電力を抑制する制御を行う。具体的には、AC/DC変換器11の出力電圧Vdcを抑制することにより、送電コイル14から受電コイル41に送電する電力を抑制する。従って、リレー47が遮断された場合には、過電流検出部71にて過電流が検出され、ひいては送電電力が抑制されることになる。

[0079] 次に、図8に示すフローチャートを参照して、受電側コントローラ50の処理手順について説明する。図8において、ステップS61、S62の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて実行する処理であり、ステップS63以降の処理は、2回目以降の演算周期にて実行する処理である。なお、ステップS61、S62の処理は、前述した図4に示したステップS31、S32と同一であるので詳細な説明を省略する。

[0080] ステップS63において、効率演算部55は、電圧計46で検出される電圧Vbat、及び電流計45で検出される電流Ibatを取得する。ステップS6

4において、効率演算部55は、電圧 V_{bat} と電流 I_{bat} を乗算することにより、バッテリー44に供給される電力 P_{bat} を演算する。更に、この電力 P_{bat} 、及び電力指令値 P_{bat*} に基づき、下記の(2)式により電力の送電効率 η を演算する。

$$\eta = P_{bat} / P_{bat*} = (I_{bat} \cdot V_{bat}) / P_{bat*} \quad \dots (2)$$

[0081] ステップS65において、通信監視部52は、無線通信部51と、送電側コントローラ30の無線通信部34との通信周期である第2の周期であるか否かを判断する。第2の周期であれば(ステップS65でYES)ステップS66に処理を進め、第2の周期でなければ(ステップS65でNO)、ステップS68に処理を進める。

[0082] ステップS66において、無線通信部51は、送電側コントローラ30aの無線通信部34との間で無線通信を行う。ステップS67において、無線通信部51は、送電側コントローラ30aに、送電効率 η を送信する。この送電効率 η は、図7のステップS48の処理で、無線通信部34にて受信され、ステップS49の処理でメモリ部35に記憶される。つまり、第2の周期が経過する毎に、メモリ部35に記憶される送電効率 η が更新される。

[0083] ステップS68において、効率演算部55は、効率 η が予め設定した閾値効率 η_{th} を上回っているか否かを判断する。そして、効率 η が閾値効率 η_{th} を上回っている場合、即ち、 $\eta > \eta_{th}$ である場合には(ステップS68でYES)、ステップS63に処理を戻す。一方、効率 η が閾値効率 η_{th} 以下である場合、即ち、 $\eta \leq \eta_{th}$ である場合には(ステップS68でNO)、ステップS69において、リレー制御部54に遮断指令信号を出力する。リレー制御部54は、リレー47を遮断する。リレー47が遮断されることにより、インバータ回路12より出力される電流 I_1 が過電流となるので、送電電力が抑制されることになる。

[0084] 更に、ステップS70において、無線通信部51は、送電側コントローラ30aの無線通信部34と通信し、ステップS71において、送電抑制指令を送信する。送信された送電抑制指令は、図7のステップS55の処理で検

出され、ステップS 5 6 の処理で充電電力が抑制される。つまり、送電コイル 1 4 から受電コイル 4 1 への電力の送電効率 η が低下した場合に、送電コイル 1 4 による送電電力を抑制することができることになる。

[0085] このようにして、第 2 実施形態に係る非接触給電システム 1 0 1 では、効率演算部 5 5 で演算される送電効率 η が、予め設定した閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、リレー 4 7 を遮断することにより、送電コイル 1 4 からみた受電コイル 4 1 やバッテリー 4 4 を含む受電装置 4 0 側の回路は、オープン状態となる。その結果、送電コイル 1 4、受電コイル 4 1 やバッテリー 4 4 を含む回路全体のインピーダンスが上昇し、インバータ回路 1 2 より出力される電流 I_1 が増加して過電流が発生する。そして、過電流検出部 7 1 にて過電流が検出され、AC/DC 変換器 1 1 より出力される電圧 V_{dc} が抑制される。その結果、送電コイル 1 4 から受電コイル 4 1 への送電電力を抑制することができる。この際、過電流の検出は、第 1 の演算周期で実行されるので、送電電力を迅速に抑制することができる。

[0086] 従って、例えば車両が衝突することや人為的な移動等の理由により、送電コイル 1 4 と受電コイル 4 1 との間に位置ズレが生じた場合には、不必要な電力の送電を即時に抑制することができ、発熱などのトラブルの発生を防止することができる。また、無線通信部 5 1 と無線通信部 3 4 との間の無線通信が途絶えた場合でも、送電電力を抑制できる。

[0087] 更に、受電側コントローラ 5 0 にて送電効率 η の低下が検出された場合には、無線通信により第 2 の周期で送電抑制指令が送電側コントローラ 3 0 a に送信され、送電電力が抑制される。従って、送電効率 η が低下しているにも拘わらず、リレー 4 7 が遮断されない場合であっても、送電抑制指令により送電コイル 1 4 より送電する電力が抑制され、より確実に不必要な電力の送電を抑制することが可能となる。

[0088] 更に、送電側コントローラ 3 0 a は、受電側コントローラ 5 0 より送信される送電効率 η に応じて、電力指令値 P_{bat*} を補正して補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算し、この補正後の電力指令値 P_{bat*}' を用いて電圧指令値 V_d

c^* を演算するので、送電効率 η に応じた送電電力の制御が可能となる。なお、インバータ回路12より出力される電流 I_1 が増加して過電流が発生し、過電流検出部71にて過電流が検出された場合、この検出信号をPFC制御部39ではなく、インバータ制御部32へ出力し、インバータ回路12を直接強制停止させてもよい。

[0089] [第2実施形態の変形例の説明]

次に、第2実施形態の変形例について説明する。前述した第2実施形態では、受電側コントローラ50にて送電効率 η を演算し、演算した送電効率 η を送電側コントローラ30に送信する例について説明した。これに対して、変形例に係る非接触給電システムでは、電流計45で検出される電流 I_{bat} 、及び電圧計46で検出される電圧 V_{bat} のデータを送電側コントローラ30aに送信し、送電側コントローラ30aにて送電効率 η を演算する。そして、この送電効率 η を用いて、図7に示したステップS51の処理で使用する下記(4)式を演算する。

$$P_{bat}^* = P_{bat} / \eta \quad \dots (4)$$

そして、変形例に係る非接触給電システムにおいても、前述した第2実施形態に係る非接触給電システムと同様の効果を達成することができる。

[0090] [第3実施形態の説明]

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図9は、第3実施形態に係る非接触給電システム101の構成を示すブロック図である。図9に示す非接触給電システム101は、図6に示した非接触給電システム101と同一の構成を備えており、効率演算部55で演算した送電効率 η を送電側コントローラ30aに送信しない点で相違する。それ以外の構成は、同一であるので、同一符号を付して構成説明を省略する。

[0091] 以下、第3実施形態に係る非接触給電システム101の作用を、図10、図11に示すフローチャートを参照して説明する。図10は、送電側コントローラ30aによる処理手順を示すフローチャートである。図10において、ステップS81～S85の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて実

行する処理であり、S 8 6以降の処理は、2回目以降の演算周期にて実行する処理である。なお、ステップS 8 1～S 8 5の処理は、図7に示したステップS 4 1～S 4 5の処理と同一であるので、説明を省略する。

[0092] ステップS 8 6において、電圧計2 2、電流計2 1、電圧計2 4、電流計2 3、電圧計2 6、及び電流計2 5は、それぞれ、電圧 V_{ac} 、電流 I_{ac} 、電圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} 、電圧 V_1 、及び電流 I_1 を検出する。そして、電圧 V_{ac} 、電流 I_{ac} 、電圧 V_{dc} 、電流 I_{dc} は、制御量演算部2 9に供給され、電流 I_1 は、過電流検出部7 1に供給される。

[0093] ステップS 8 7において、制御量演算部2 9は、電力指令値 P_{bat*} に基づき、インバータ回路1 2の一次側の電流 I_{dc} が一定となるように、AC／DC変換器1 1の出力電圧 V_{dc} を演算する。そして、ステップS 8 8において、制御量演算部2 9は、電圧 V_{dc} の制御量を設定する。

[0094] ステップS 8 9～S 9 1の処理は、図7に示したステップS 5 4～S 5 6の処理と同一であるので説明を省略する。そして、図10に示す処理を実行することにより、リレー4 7が遮断された際に、過電流検出部7 1にて過電流が検出され、ひいては送電電力が抑制されることになる。

[0095] 次に、図11に示すフローチャートを参照して、受電側コントローラ5 0の処理動作について説明する。図11において、ステップS 1 0 1、S 1 0 2の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて実行する処理であり、ステップS 1 0 3以降の処理は、2回目以降の演算周期にて実行する処理である。なお、ステップS 1 0 1～S 1 0 4の処理は、図8に示したステップS 6 1～S 6 4の処理と同一であるので詳細な説明を省略する。

[0096] ステップS 1 0 4において、送電効率 η が演算されると、ステップS 1 0 5において、効率演算部5 5は、送電効率 η が予め設定した閾値効率 η_{th} を上回っているか否かを判断する。そして、送電効率 η が閾値効率 η_{th} を上回っている場合、即ち、 $\eta > \eta_{th}$ である場合には（ステップS 1 0 5でYES）、ステップS 1 0 3に処理を戻す。一方、送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下である場合、即ち、 $\eta \leq \eta_{th}$ である場合には（ステップS 1 0 5でNO）、

ステップS 1 0 6において、リレー制御部5 4に遮断指令信号を出力する。リレー制御部5 4は、リレー4 7を遮断する。リレー4 7が遮断されることにより、インバータ回路1 2より出力される電流I 1が過電流となるので、送電電力が抑制されることになる。

[0097] 更に、ステップS 1 0 7において、無線通信部5 1は、送電側コントローラ3 0 aの無線通信部3 4と通信し、ステップS 1 0 8において、送電抑制指令を送信する。送信された送電抑制指令は、図1 0のステップS 9 0の処理で検出され、ステップS 9 1の処理で充電電力が抑制される。つまり、送電コイル1 4から受電コイル4 1への電力の送電効率 η が低下した場合に、第2の周期で送電抑制指令が送信され、送電コイル1 4による送電電力を抑制することができることになる。

[0098] このようにして、第3実施形態に係る非接触給電システム1 0 1では、効率演算部5 5で演算される送電効率 η が、予め設定した閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、リレー4 7を遮断する。これにより、送電コイル1 4からみた受電コイル4 1やバッテリー4 4を含む受電装置4 0側の回路は、オープン状態となる。その結果、送電コイル1 4、受電コイル4 1やバッテリー4 4を含む回路全体のインピーダンスが上昇し、インバータ回路1 2より出力される電流I 1が増加して過電流が発生する。そして、過電流検出部7 1にて過電流が検出され、AC／DC変換器1 1より出力される電圧V_{dc}が抑制される。その結果、送電コイル1 4から受電コイル4 1への送電電力を抑制することができる。この際、過電流の検出は、第1の演算周期で実行されるので、送電電力を迅速に抑制することができる。

[0099] 従って、例えば車両が衝突することや人為的な移動等の理由により、送電コイル1 4と受電コイル4 1との間に位置ズレが生じた場合には、不必要な電力の送電を即時に抑制することができ、発熱などのトラブルの発生を防止することができる。また、無線通信部5 1と無線通信部3 4との間の無線通信が途絶えた場合でも、送電電力を抑制できる。

[0100] 更に、受電側コントローラ5 0にて送電効率 η の低下が検出された場合に

は、無線通信により第2の周期で送電抑制指令が送電側コントローラ30aに送信され、送電電力が抑制される。従って、送電効率 η が低下しているにも拘わらず、リレー47が遮断されない場合であっても、送電抑制指令により送電コイル14より送電する電力が抑制され、より確実に unnecessary 電力の送電を抑制することが可能となる。

[0101] また、送電側コントローラ30aでは、指令値 P_{bat*} を補正せず、送電効率 η の変化に拘わらず一定値としているので、前述した第2実施形態と対比して演算負荷を低減することができる。

[0102] [第4実施形態の説明]

次に、本発明の第4実施形態について説明する。図12は、第4実施形態に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。図12に示す非接触給電システム102は、図2に示した非接触給電システム100と対比して、受電側コントローラ50の効率演算部55が、送電効率 η をCAN通信部53に出力し、この送電効率 η が無線通信部51より送信される点が相違する。更に、無線通信部34で受信される送電効率 η をメモリ部35に記憶する点、及び制御量演算部29が送電効率 η を用いて電圧 V_{dc} の制御量を演算する点が相違する。それ以外の構成は、図2と同一であるので、同一符号を付して構成説明を省略する。なお、図12に示す力率演算部31は、送電コイル14に供給される電圧 V_1 と電流 I_1 の位相差から力率 $\cos\theta$ （第2の効率）を演算する第2効率演算部としての機能を備えている。また、無線通信部34は、受電装置40より送信される第1の効率（送電効率 η ）を取得する第1効率取得部としての機能を備えている。更に、前述した第1実施形態と同様に、無線通信部51と無線通信部34との間の通信は、第2の周期で実行される。また、力率演算部31による力率 $\cos\theta$ の演算は、第2の周期よりも短い第1の周期で実行される。

[0103] 次に、図13、図14に示すフローチャートを参照して、第4実施形態に係る非接触給電システム102の作用について説明する。図13において、ステップS111～S115の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて

実行する処理であり、S 1 1 6以降の処理は、2回目以降の演算周期にて実行する処理である。また、ステップS 1 1 1～S 1 1 7の処理は、図3に示したS 1 1～S 1 7の処理と同一であるので、説明を省略する。

[0104] ステップS 1 1 7の処理で力率 $\cos \theta$ が演算されると、ステップS 1 1 8において、通信監視部33は、無線通信部34と、受電側コントローラ50の無線通信部51との通信周期である第2の周期であるか否かを判断する。第2の周期であれば（ステップS 1 1 8でYES）ステップS 1 1 9に処理を進め、第2の周期でなければ（ステップS 1 1 8でNO）、ステップS 1 2 3に処理を進める。

[0105] ステップS 1 1 9において、無線通信部34は、受電側コントローラ50の無線通信部51との間で通信を行う。ステップS 1 2 0において、無線通信部34は、送電効率 η を受信する。ステップS 1 2 1において、メモリ部35は、送電効率 η を新たに受信したデータに更新する。ここで、無線通信部34による通信は、前述した第2の周期毎に実行されるので、メモリ部35では、第2の周期が経過する毎に、送電効率 η が更新されることになる。

[0106] ステップS 1 2 2において、制御量演算部29は、送電効率 η を用いて電力指令値 P_{bat*} を補正する。この処理では以下に示す（4）式を用いて、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算する。

$$P_{bat*}' = P_{bat*} / \eta \quad \cdots (4)$$

[0107] ステップS 1 2 3において、制御量演算部29は、力率 $\cos \theta$ を用いて電力指令値 P_{bat*} を補正する。この処理では、以下に示す（3）式を用いて、補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算する。

$$P_{bat*}' = P_{bat*} / \cos \theta \quad \cdots (3)$$

[0108] つまり、無線通信部34が、受電側コントローラ50の無線通信部51との通信周期である第2の周期である場合には、受電側コントローラ50より送信される送電効率 η （第1の効率）を用いて補正後の電力指令値 P_{bat*}' を演算する。他方、第2の周期でない場合には、送電側コントローラ30bで演算される力率 $\cos \theta$ （第2の効率）を用いて補正後の電力指令値 P_{bat*}'

を演算する。その後、ステップS 1 2 4に処理を進める。ステップS 1 2 4～S 1 2 8の処理は、図3に示したステップS 1 9～S 2 3の処理と同一であるので説明を省略する。

[0109] 次に、図14に示すフローチャートを参照して、受電側コントローラ50の処理手順について説明する。図14に示すステップS 1 3 1、S 1 3 2の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて実行する処理であり、ステップS 1 3 3以降の処理は、2回目以降の演算周期にて実行する処理である。また、ステップS 1 3 1～S 1 3 4の処理は、図4に示したS 3 1～S 3 4の処理と同一であるので、説明を省略する。

[0110] ステップS 1 3 4において、効率演算部55による送電効率 η の演算が行われると、ステップS 1 3 5において、通信監視部33は、無線通信部34と、受電側コントローラ50の無線通信部51との通信周期である第2の周期であるか否かを判断する。第2の周期であれば（ステップS 1 3 5でYES）、ステップS 1 3 6に処理を進め、第2の周期でなければ（ステップS 1 3 5でNO）、ステップS 1 3 8に処理を進める。

[0111] ステップS 1 3 6において、無線通信部51は、送電側コントローラ30bの無線通信部34との間で通信を行う。ステップS 1 3 7において、無線通信部51は、送電効率 η を送信する。その後、ステップS 1 3 8に処理を進める。ステップS 1 3 8～S 1 4 1の処理は、図4に示したステップS 3 5～3 8の処理と同一であるので説明を省略する。

[0112] つまり、ここでの処理では、電圧 V_{bat} と電流 I_{bat} を用いてバッテリー44の充電電力 P_{bat} を演算し、更に、電力指令値 P_{bat*} との比率から、送電効率 η を演算する。そして、この送電効率 η を第2の周期毎に、送電側コントローラ30bに送信し、更に、この送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、リレー47を遮断する。

[0113] このようにして、第4実施形態に係る非接触給電システム102では、力率演算部31にてインバータ回路12より出力される電力の力率 $\cos \theta$ を演算し、該力率 $\cos \theta$ に基づいて電力指令値 P_{bat*} を補正する。更に、この力率 $\cos \theta$

$\cos \theta$ が予め設定した閾値力率以下となった場合に、AC/DC変換器11より出力する電圧を抑制する。従って、力率 $\cos \theta$ が低下した場合には、無線通信部34による通信周期である第2の周期よりも短い第1の周期で送電電力を抑制できる。また、力率 $\cos \theta$ により電力指令値 P_{bat*} が補正されるので、力率 $\cos \theta$ に応じた送電電力を設定することができる。

[0114] また、効率演算部55で演算される送電効率 η が、第2の周期で送電側コントローラ30bに送信され、この送電効率 η に基づいて、電力指令値 P_{bat*} が補正される。従って、第2の周期が経過する毎に、効率演算部55で求められた送電効率 η に基づいて、電力指令値 P_{bat*} が補正されるので、送電効率 η に応じた送電電力を設定することができる。また、送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、AC/DC変換器11より出力される電圧 V_{dc} を抑制して、送電電力を抑制する。

[0115] その結果、電力を給電中の車両が衝突することや人為的な移動等の理由により、送電コイル14と受電コイル41との間に位置ズレが生じた場合には、不必要な電力の送電を即時に抑制することができ、発熱などのトラブルの発生を防止することができる。また、第1の周期で演算される力率 $\cos \theta$ （第2の効率）、及び第2の周期で取得される送電効率 η （第1の効率）の双方を用いて、送電効率の低下を検出し、いずれか一方の効率が低下した場合に送電電力を抑制するので、送電電力の監視に冗長性を持たせることができ、より高精度な電力の送電制御を行うことができる。

[0116] 更に、効率演算部55にて演算される送電効率 η が閾値効率 η_{th} 以下となった場合には、リレー47を遮断することにより、送電コイル14からみた受電コイル41やバッテリー44を含む受電装置40側の回路は、オープン状態となる。その結果、送電コイル14、受電コイル41やバッテリー44を含む回路全体のインピーダンスが上昇し、インバータ回路12より出力される電流 I_1 と電圧 V_1 の位相差が大きくなる。これにより、力率 $\cos \theta$ が低下するので、送電電力が抑制される。即ち、無線通信部34と無線通信部51との間の無線通信が途絶えた際に、受電装置40にて送電効率 η の異常が検出

された場合においても、送電装置 10b による送電電力を抑制することができる。

[0117] [第4実施形態の変形例の説明]

次に、第4実施形態の変形例について説明する。図15は、第4実施形態の変形例に係る非接触給電システムの構成を示すブロック図である。図15に示す非接触給電システム103は、前述した図12と対比して、送電装置10cの送電側コントローラ30cに効率演算部19が設けられている点で相違する。

[0118] 受電側コントローラ50は、電圧計46で検出された電圧 V_{bat} （電気負荷への供給電圧）、及び電流計45で検出された電流 I_{bat} （電気負荷への供給電流）を無線通信部51より送信する。送電側コントローラ30cの無線通信部34は、電圧 V_{bat} 、及び電流 I_{bat} を受信し、メモリ部35に記憶する。

[0119] 効率演算部19は、電圧計46で検出されメモリ部35に記憶されている電圧 V_{bat} と、電流計45で検出されメモリ部35に記憶されている電流 I_{bat} から、バッテリー44に供給される電力 P_{bat} を演算する。更に、この電力 P_{bat} を電力指令値 P_{bat}^* で除することにより、送電効率 η を演算する。そして、演算した送電効率 η を充電電力制御部36、及びインバータ制御部32に出力する。即ち、効率演算部19は、送電電力指令値と電気負荷に供給される給電電力から第1の効率を演算する第1効率取得部としての機能を備えている。更に、効率演算部19は、電気負荷への供給電圧、及び供給電流を取得して第1の効率を演算する送電側効率演算部としての機能を備えている。充電電力制御部36は、効率演算部19で演算された送電効率 η を用いて、補正後の電力指令値 $P_{bat}^{*'}$ を演算する。上記以外の構成は、前述した図12と同一構成であるので、同一符号を付して構成説明を省略する。

[0120] 次に、第4実施形態の変形例の作用を、図16、図17に示すフローチャートを参照して説明する。図16において、ステップS151～S155の処理は、演算開始後、1回目の演算周期にて実行する処理であり、S156

以降の処理は、２回目以降の演算周期にて実行する処理である。また、ステップＳ１５１～Ｓ１５７の処理は、図３に示したＳ１１１～Ｓ１１７の処理と同一であるので、ステップＳ１５８の処理から説明する。

[0121] ステップＳ１５８において、通信監視部３３は、無線通信部３４と、受電側コントローラ５０の無線通信部５１との間の通信周期である第２の周期であるか否かを判断する。第２の周期であれば（ステップＳ１５８でＹＥＳ）、ステップＳ１５９に処理を進め、第２の周期でなければ（ステップＳ１５８でＮＯ）、ステップＳ１６４に処理を進める。

[0122] ステップＳ１５９において、無線通信部３４は、受電側コントローラ５０の無線通信部５１との間での通信を行う。ステップＳ１６０において、無線通信部３４は、バッテリー４４に供給される電圧 V_{bat} 、及び電流 I_{bat} を受信する。ステップＳ１６１において、メモリ部３５は、電圧 V_{bat} 、及び電流 I_{bat} を新規に受信したデータに更新する。ここで、無線通信部３４による通信は、前述した第２の周期毎に実行されるので、メモリ部３５では、第２の周期が経過する毎に、電圧 V_{bat} 、及び電流 I_{bat} が更新されることになる。

[0123] ステップＳ１６２において、効率演算部１９は、電圧 V_{bat} と電流 I_{bat} との乗算によりバッテリー４４に供給される電力 P_{bat} を演算し、更に、電力指令値 P_{bat}^* で除することにより、送電効率 η を演算する。

[0124] ステップＳ１６３において、制御量演算部２９は、送電効率 η を用いて電力指令値 P_{bat}^* を補正する。この処理では、以下に示す（４）式を用いて、補正後の電力指令値 $P_{bat}^{*'}$ を演算する。

$$P_{bat}^{*'} = P_{bat}^* / \eta \quad \cdots (4)$$

[0125] ステップＳ１６４において、制御量演算部２９は、力率 $\cos \theta$ を用いて電力指令値 P_{bat}^* を補正する。この処理は、以下に示す（３）式を用いて、補正後の電力指令値 $P_{bat}^{*'}$ を演算する。

$$P_{bat}^{*'} = P_{bat}^* / \cos \theta \quad \cdots (3)$$

その後、ステップ１６５に処理を進める。ステップＳ１６５～Ｓ１６９の処理は、図３に示したステップＳ１９～Ｓ２３の処理と同一であるので説明

を省略する。

[0126] 次に、図 17 に示すフローチャートを参照して、受電側コントローラ 50 の処理手順について説明する。図 14 に示すステップ S 171, S 172 の処理は、演算開始後、1 回目の演算周期にて実行する処理であり、ステップ S 173 以降の処理は、2 回目以降の演算周期にて実行する処理である。

[0127] また、ステップ S 171～S 176 の処理は、図 14 に示したステップ S 131～136 の処理と同一であり、ステップ S 178～S 181 の処理は、図 14 に示したステップ S 138～S 141 の処理と同一である。即ち、ステップ S 177 の処理が図 14 に示すフローチャートと相違している。

[0128] ステップ S 177 において、無線通信部 51 は、バッテリー 44 の情報である電圧 V_{bat} 、及び電流 I_{bat} を送信する。その後、ステップ S 178 に処理を進める。無線通信部 51 より送信された電圧 V_{bat} 、電流 I_{bat} は、図 16 のステップ S 160 の処理において無線通信部 34 で受信され、更にステップ S 161 の処理でメモリ部 35 に記憶されることになる。

[0129] つまり、前述した第 4 実施形態では、受電側コントローラ 50 にて送電効率 η を演算し、この送電効率 η を送電側コントローラ 30b に送信するようにしたが、第 4 実施形態の変形例では、電圧 V_{bat} 及び電流 I_{bat} を送電側コントローラ 30c に送信し、該送電側コントローラ 30c にて送電効率 η を演算している。

[0130] そして、変形例に係る非接触給電システム 103 においても前述した第 4 実施形態と同様の効果を達成することができる。更に、変形例では、送電効率 η を送電側コントローラ 30c にて演算するので、受電側コントローラ 50 の演算負荷を低減することができる。

[0131] 以上、本発明の非接触給電システム及び送電装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置き換えることができる。

符号の説明

[0132] 10、10a、10b、10c 送電装置

- 1 1 A C / D C 変換器
- 1 2 インバータ回路
- 1 3 共振回路
- 1 4 送電コイル
- 1 5 インバータ
- 1 8 減算器
- 1 9 効率演算部
- 2 1 電流計
- 2 2 電圧計
- 2 3 電流計
- 2 4 電圧計
- 2 5 電流計
- 2 6 電圧計
- 2 9 制御量演算部
- 3 0、3 0 a、3 0 b、3 0 c 送電側コントローラ
- 3 1 力率演算部
- 3 2 インバータ制御部
- 3 3 通信監視部
- 3 4 無線通信部
- 3 5 メモリ部
- 3 6 充電電力制御部
- 3 7 一次側電流演算部
- 3 8 一次側電流制御部
- 3 9 P F C 制御部
- 4 0 受電装置
- 4 1 受電コイル
- 4 2 共振回路
- 4 3 整流平滑回路

- 4 4 バッテリ
- 4 5 電流計
- 4 6 電圧計
- 4 7 リレー
- 5 0 受電側コントローラ
- 5 1 無線通信部
- 5 2 通信監視部
- 5 3 C A N通信部
- 5 4 リレー制御部
- 5 5 効率演算部
- 5 6 バッテリ制御部
- 5 7 車両制御部
- 5 8 B U Sライン
- 7 1 過電流検出部
- 9 1 交流電源
- 1 0 0, 1 0 1, 1 0 2, 1 0 3 非接触給電システム
- 2 0 0 車両

請求の範囲

[請求項1] 地上側に設けられ送電コイルを有する送電装置、及び車両に設けられ受電コイルを有する受電装置を有し、前記送電コイルから前記受電コイルへ非接触で電力を送電し、受電装置に搭載された電気負荷に給電する非接触給電システムにおいて、

前記受電装置または送電装置は、送電電力指令値と、前記電気負荷に供給される給電電力から、第1の効率を演算する第1効率演算部、を有し、

前記送電装置は、

前記送電コイルに供給される電圧と電流の位相差から第2の効率を演算する第2効率演算部と、

前記送電電力指令値に基づいて、前記送電コイルに供給する電力を制御し、且つ、前記第1の効率が予め設定した第1の閾値効率以下となった場合、或いは、前記第2の効率が予め設定した第2の閾値効率以下となった場合に、前記送電コイルに供給する電力を抑制する電力制御部と、

を有することを特徴とする非接触給電システム。

[請求項2] 前記電力制御部は、前記第1の効率を取得したとき、この第1の効率に基づいて、前記送電電力指令値を補正し、

前記第2効率演算部にて、第2の効率が演算されたとき、この第2の効率に基づいて、前記送電電力指令値を補正することを特徴とする請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項3] 前記送電装置は、前記受電装置と通信する送電側通信部を有し、前記受電装置は、前記送電装置と通信する受電側通信部を有し、

前記第1効率演算部は受電装置に設けられ、前記電気負荷に供給される電圧及び電流に基づいて第1の効率を演算し、

前記受電側通信部は、前記第1の効率を第2の周期で送電側通信部に送信し、

前記第 2 効率演算部は、前記第 2 の周期よりも短い第 1 の周期で前記第 2 の効率を演算すること

を特徴とする請求項 2 に記載の非接触給電システム。

[請求項 4]

前記送電装置は、前記受電装置と通信する送電側通信部を有し、前記受電装置は、前記送電装置と通信する受電側通信部を有し、

前記受電側通信部は、前記電気負荷に供給される電圧及び電流を第 2 の周期で送電側通信部に送信し、

前記第 1 効率演算部は送電装置に設けられ、前記電圧及び電流に基づいて第 1 の効率を演算し、

前記第 2 効率演算部は、前記第 2 の周期よりも短い第 1 の周期で前記第 2 の効率を演算すること

を特徴とする請求項 2 に記載の非接触給電システム。

[請求項 5]

前記受電装置は、前記受電コイルで受電した電力の、前記電気負荷への供給、停止を切り替える切替部と、

前記第 1 の効率が前記第 1 の閾値効率以下となった場合に、前記切替部を遮断して電気負荷への電力供給を停止する切替制御部と、

を更に備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の非接触給電システム。

[請求項 6]

送電コイルを有し、受電コイルを有する受電装置に非接触で電力を供給し、前記受電装置に搭載された電気負荷に給電する送電装置において、

送電電力指令値と、前記電気負荷に供給される給電電力から、第 1 の効率を演算する、或いは、前記受電装置より送信される第 1 の効率を取得する第 1 効率取得部と、

前記送電コイルに供給される電圧と電流の位相差から第 2 の効率を演算する第 2 効率演算部と、

前記送電電力指令値に基づいて、前記送電コイルに供給する電力を制御し、且つ、前記第 1 の効率が予め設定した第 1 の閾値効率以下と

なった場合、或いは、前記第 2 の効率が予め設定した第 2 の閾値効率以下となった場合に、前記送電コイルに供給する電力を抑制する電力制御部と、

を有することを特徴とする送電装置。

[請求項7] 前記電力制御部は、前記第 1 の効率を取得したとき、該第 1 の効率に基づいて前記送電電力指令値を補正し、

前記第 2 効率演算部にて、第 2 の効率が演算されたとき、該第 2 の効率に基づいて前記送電電力指令値を補正することを特徴とする請求項 6 に記載の送電装置。

[請求項8] 前記受電装置と通信する送電側通信部を更に有し、

前記送電側通信部は、第 2 の周期で前記受電装置より送信される第 1 の効率を受信し、

前記第 2 効率演算部は、前記第 2 の周期よりも短い第 1 の周期で前記第 2 の効率を演算すること

を特徴とする請求項 6 または 7 に記載の送電装置。

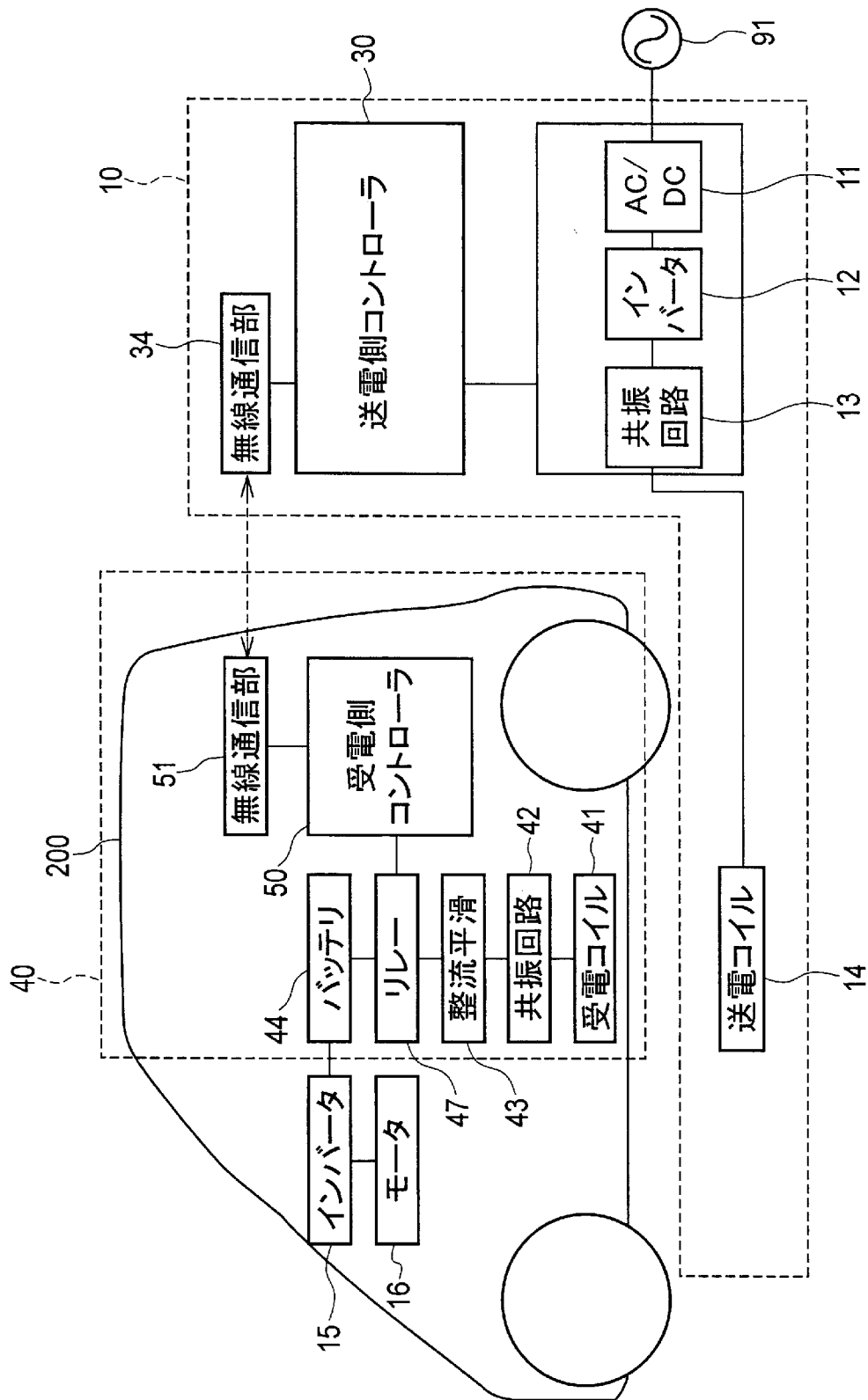
[請求項9] 前記受電装置と通信する送電側通信部と、

前記電気負荷への供給電圧、及び供給電流を、前記受電装置より第 2 の周期で受信し、この供給電圧及び供給電流から第 1 の効率を演算する送電側効率演算部と、を更に備え、

前記第 2 効率演算部は、前記第 2 の周期よりも短い第 1 の周期で前記第 2 の効率を演算すること

を特徴とする請求項 6 または 7 に記載の送電装置。

[図1]



The diagram illustrates a power supply system 100, which is divided into two main functional blocks: a transmission side (10) and a reception side (40).

Transmission Side (10):

- Power Source and Conversion:** An AC power source (91) is connected to an AC/DC converter (11). The output of the AC/DC converter is a DC voltage V_{dc} and current I_{dc} (23, 24). This DC is then converted by an inverter (12) into an AC voltage V_1 and current I_1 (25, 26), which is fed into a resonant circuit (13) and then a transmission coil (14).
- Sensors and Monitoring:** Various sensors are used to monitor the system: I_{ac} (21) and V_{ac} (22) for the input AC, I_{dc} (23) and V_{dc} (24) for the intermediate DC, I_1 (25) and V_1 (26) for the inverter output, and I_{bat} (45) and V_{bat} (46) for the battery on the reception side.
- Control and Calculation:** The system includes several control and calculation units: a PFC control unit (39), an inverter control unit (32), a primary current control unit (38), a primary current calculation unit (37), and a charging power control unit (36). A power calculation unit (31) is also present.
- Communication:** A communication monitoring unit (33) and a wireless communication unit (34) are connected to a CAN bus (58). A memory unit (35) is also shown.

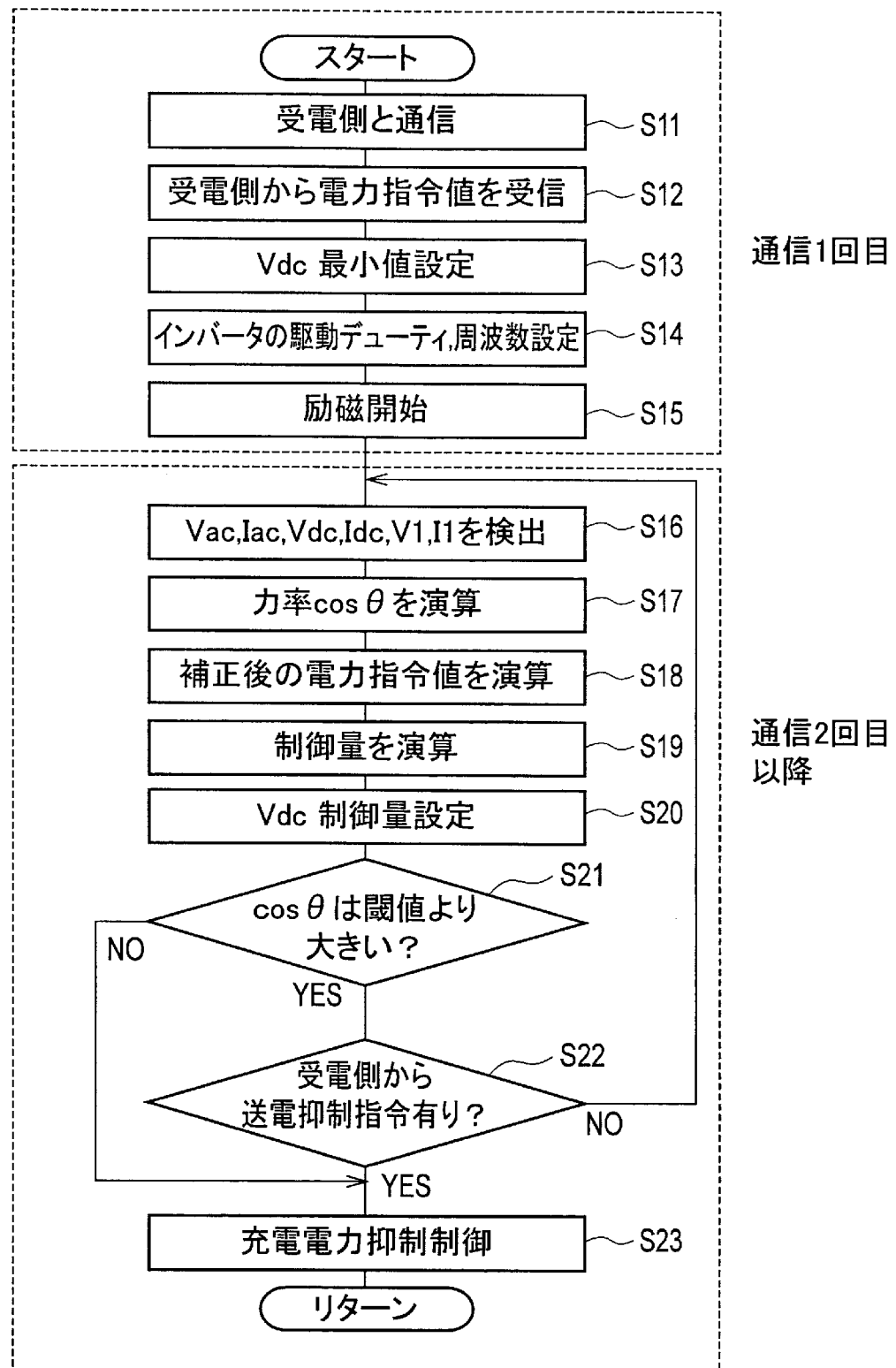
Reception Side (40):

- Power Reception and Conversion:** A receiving coil (41) receives power from the transmission coil (14). The received power is processed by a resonant circuit (42) and a rectifier/ripple filter (43) to produce a DC voltage V_{bat} and current I_{bat} (45, 46) for the battery (44).
- Control and Calculation:** A relay control unit (54) and an efficiency calculation unit (55) are part of the reception side's control system.
- Communication:** A communication monitoring unit (52) and a wireless communication unit (51) are connected to the CAN bus (58).

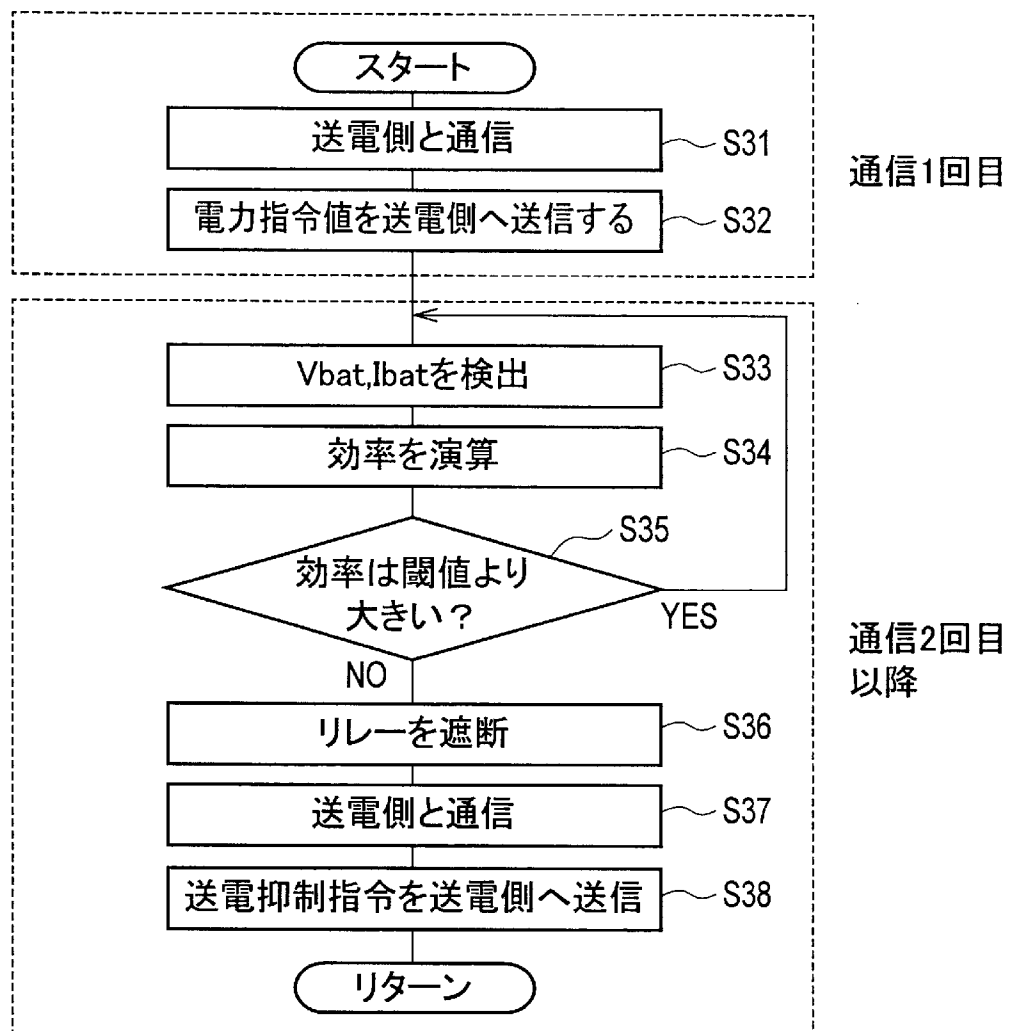
System Integration:

- The CAN bus (58) facilitates communication between the transmission side (10) and the reception side (40), as well as with external components like a battery control unit (56) and a vehicle control unit (57).
- The system is designed to efficiently transfer power from the AC source to the battery while monitoring various parameters for optimal performance and safety.

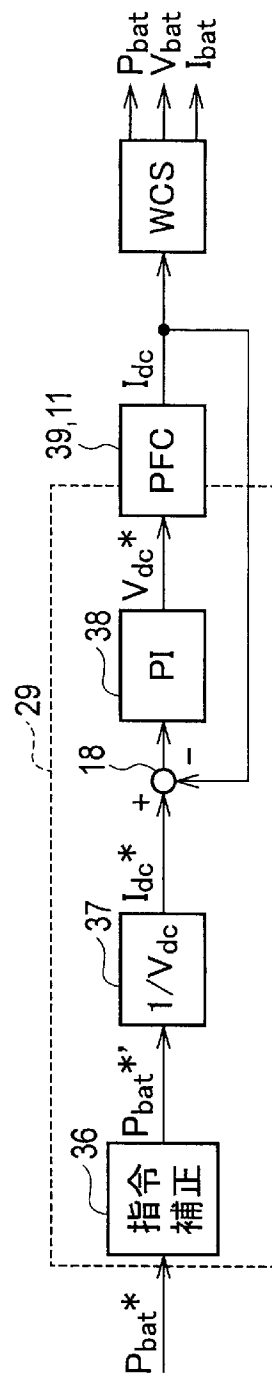
[図3]



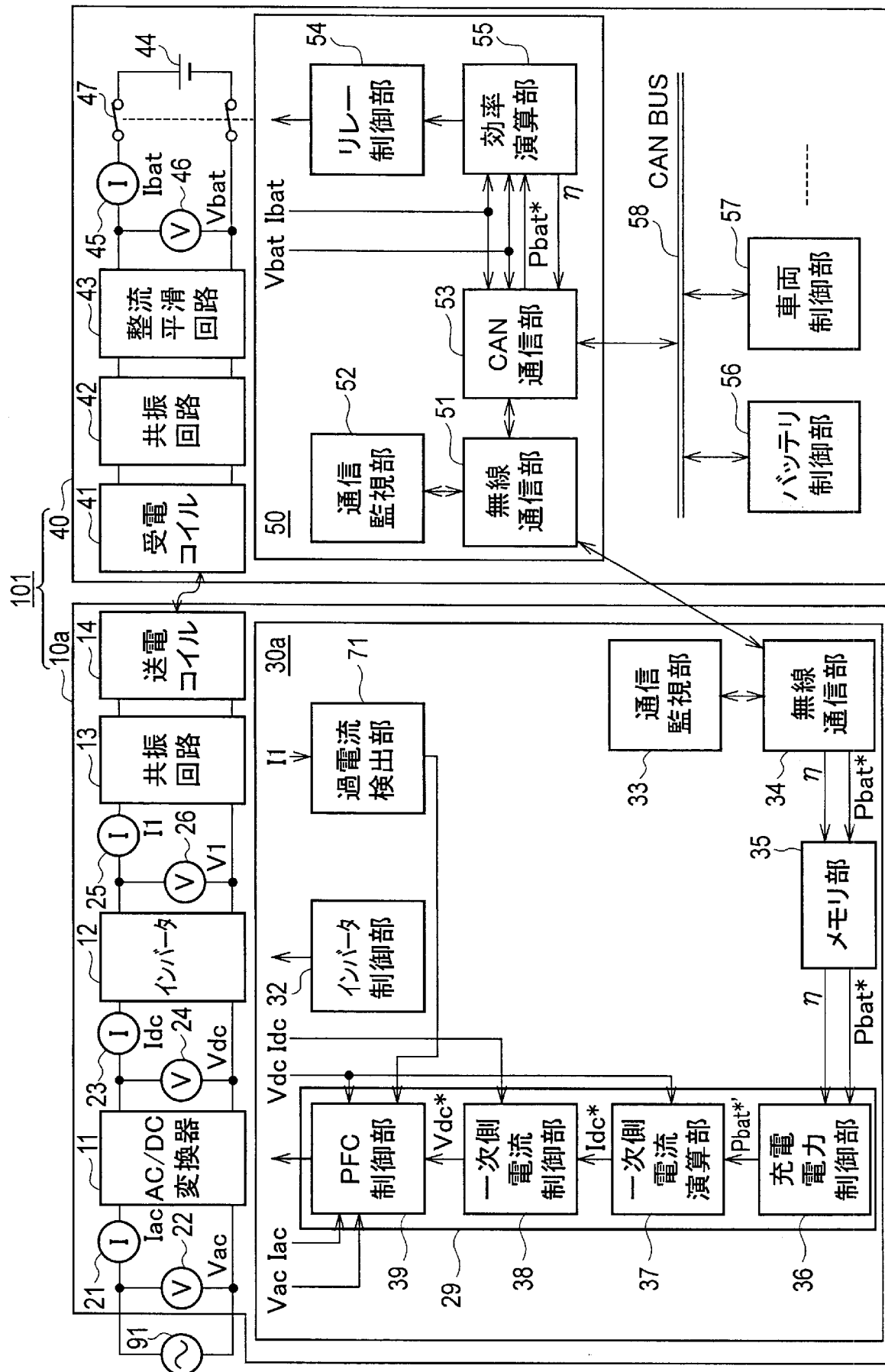
[図4]



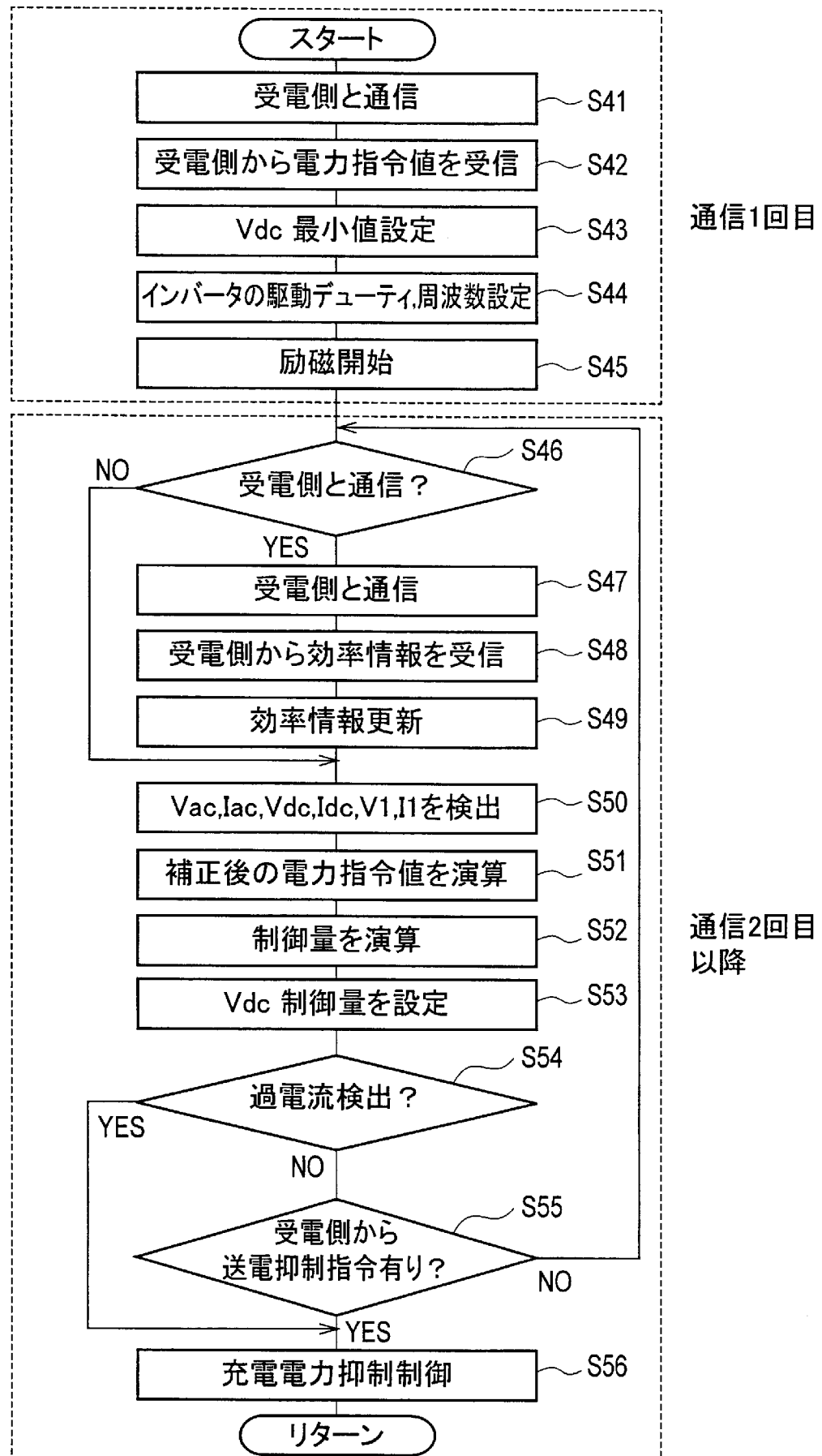
[図5]



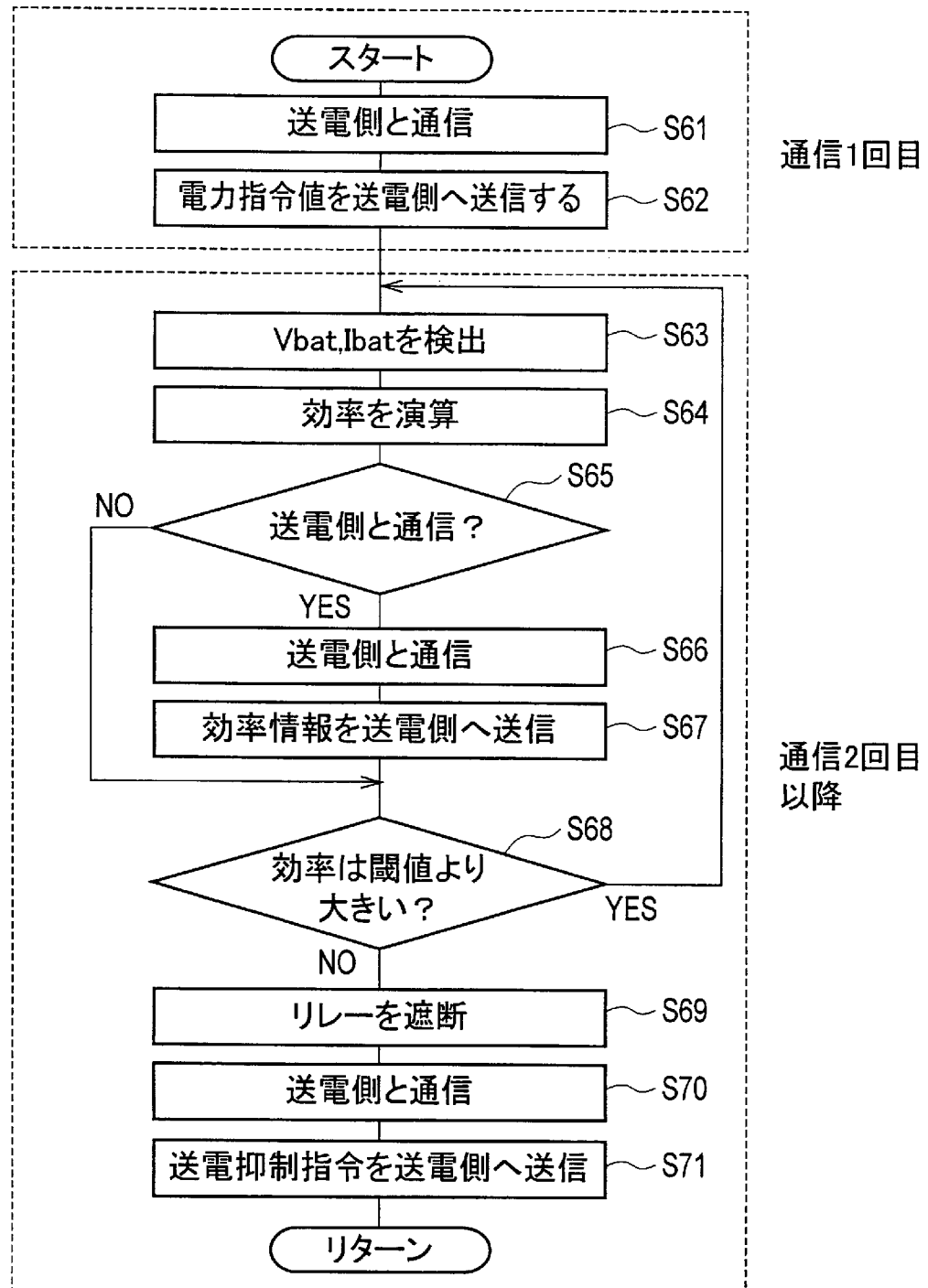
[図6]



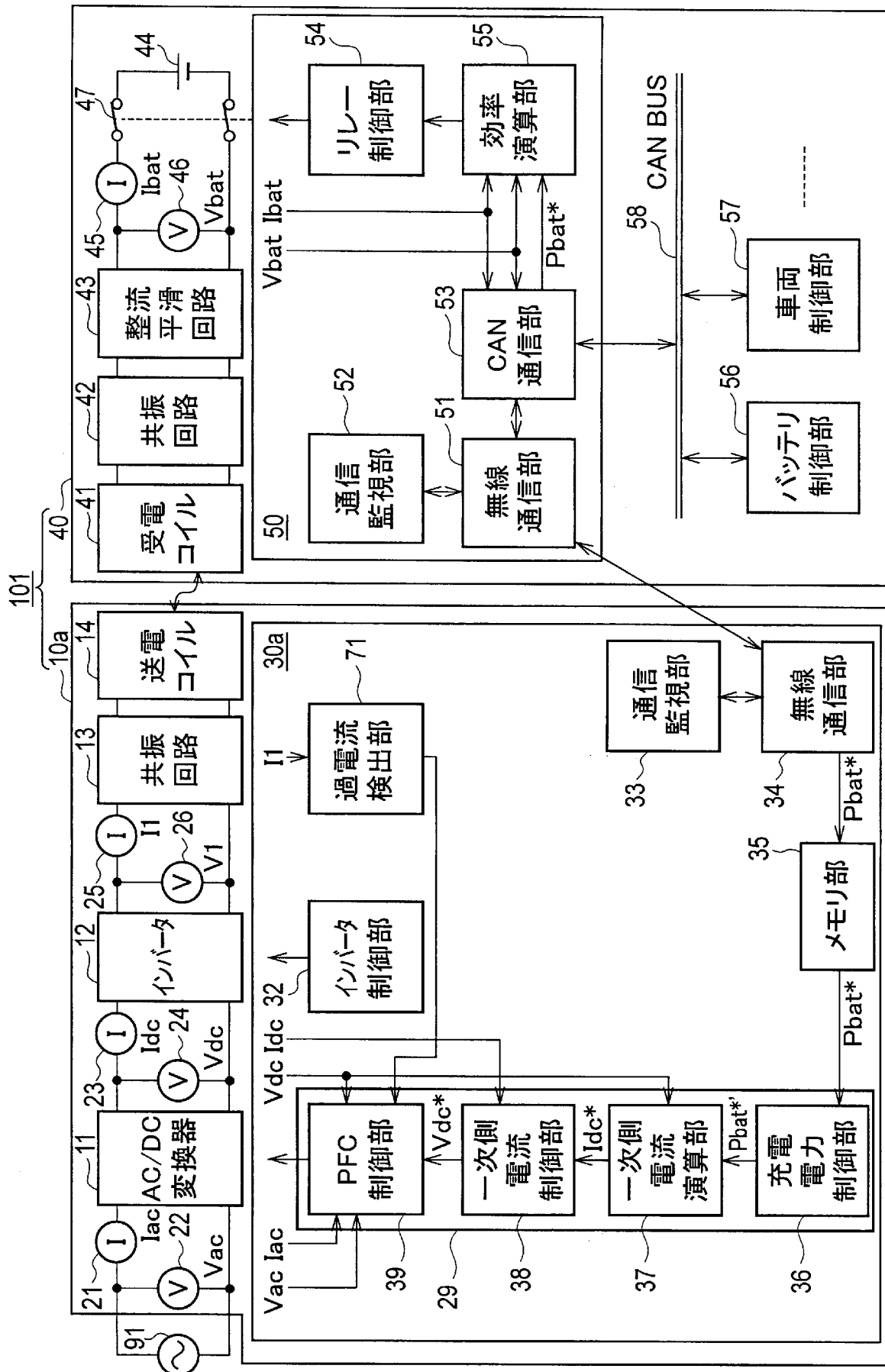
[図7]



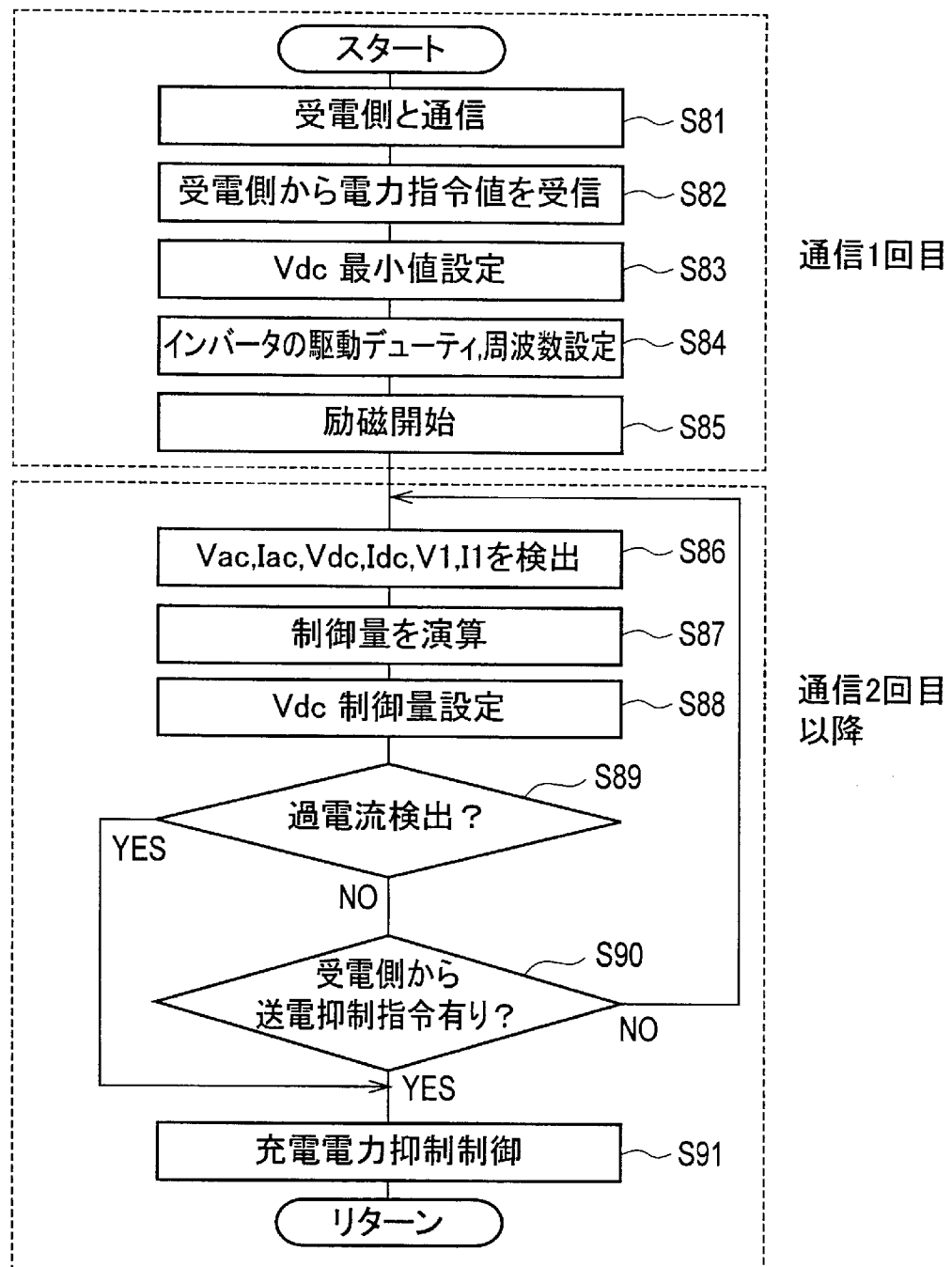
[図8]



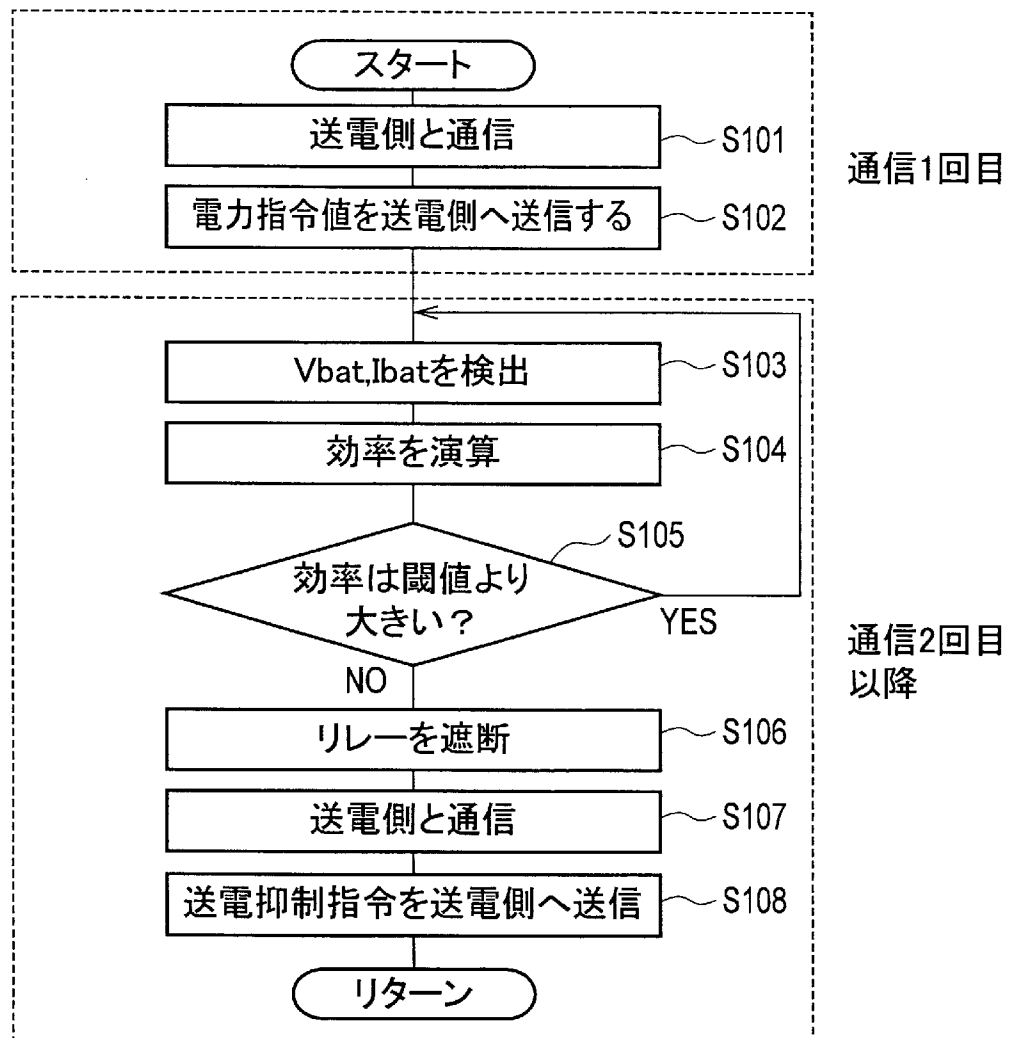
[図9]



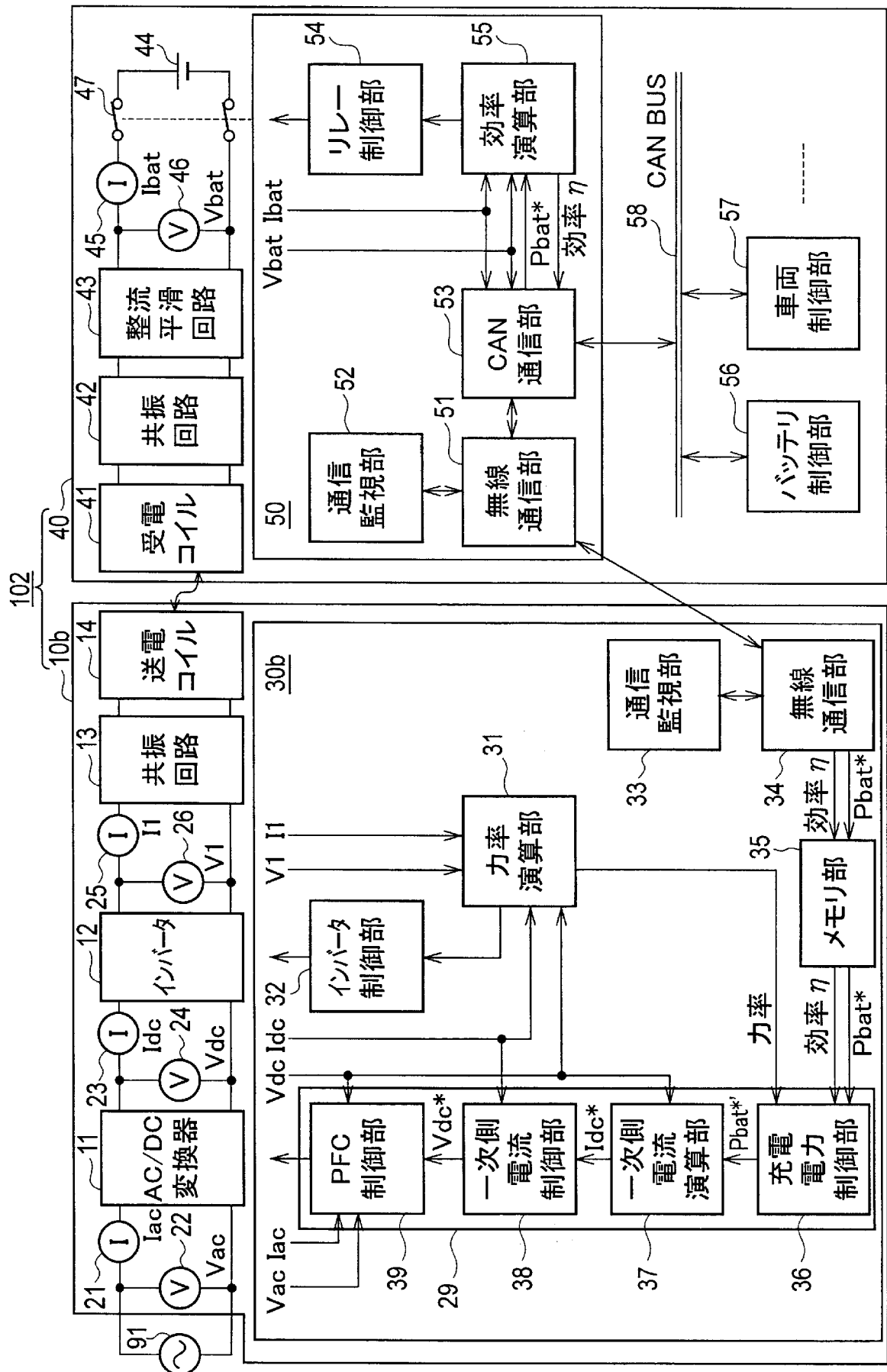
[図10]



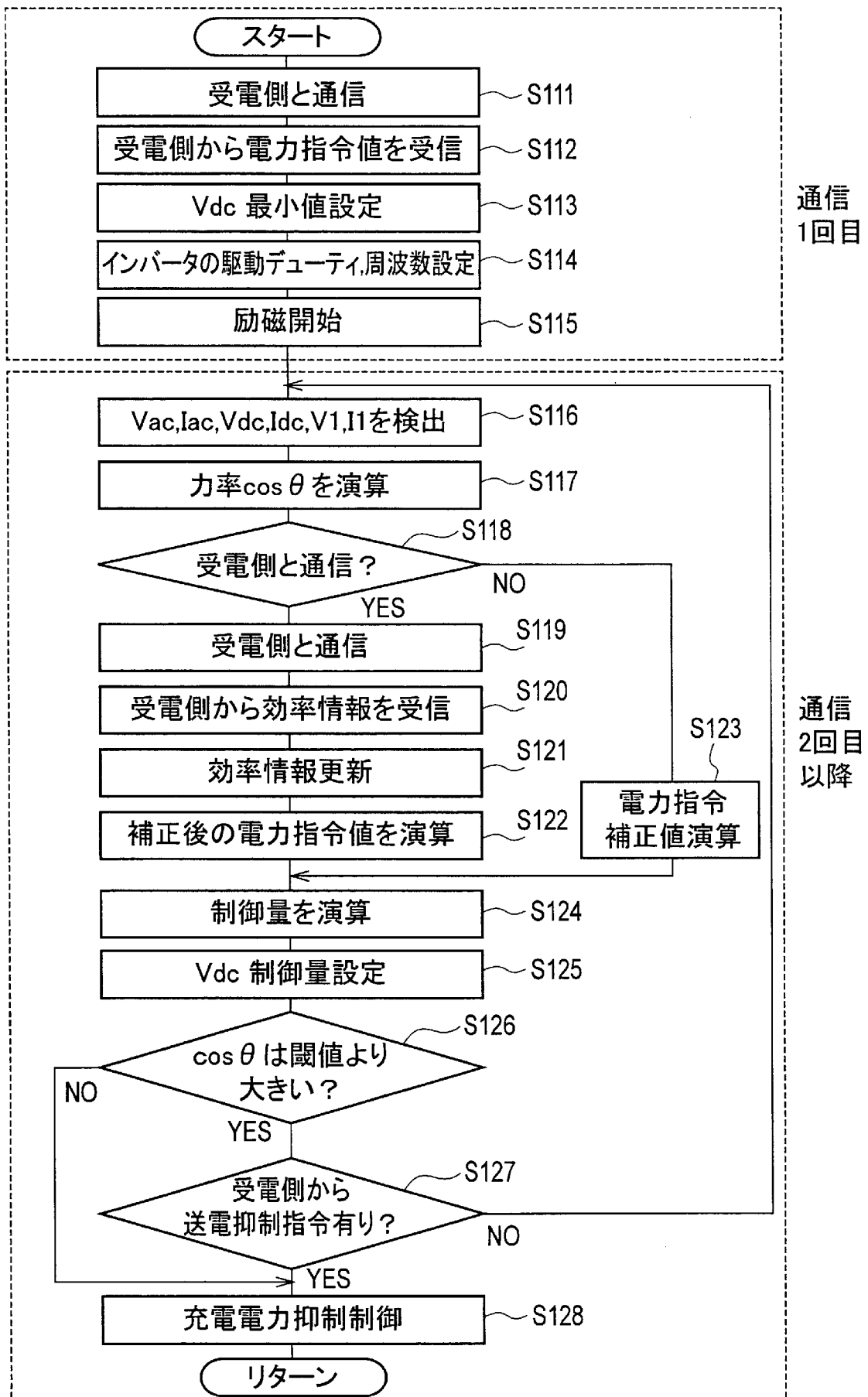
[図11]



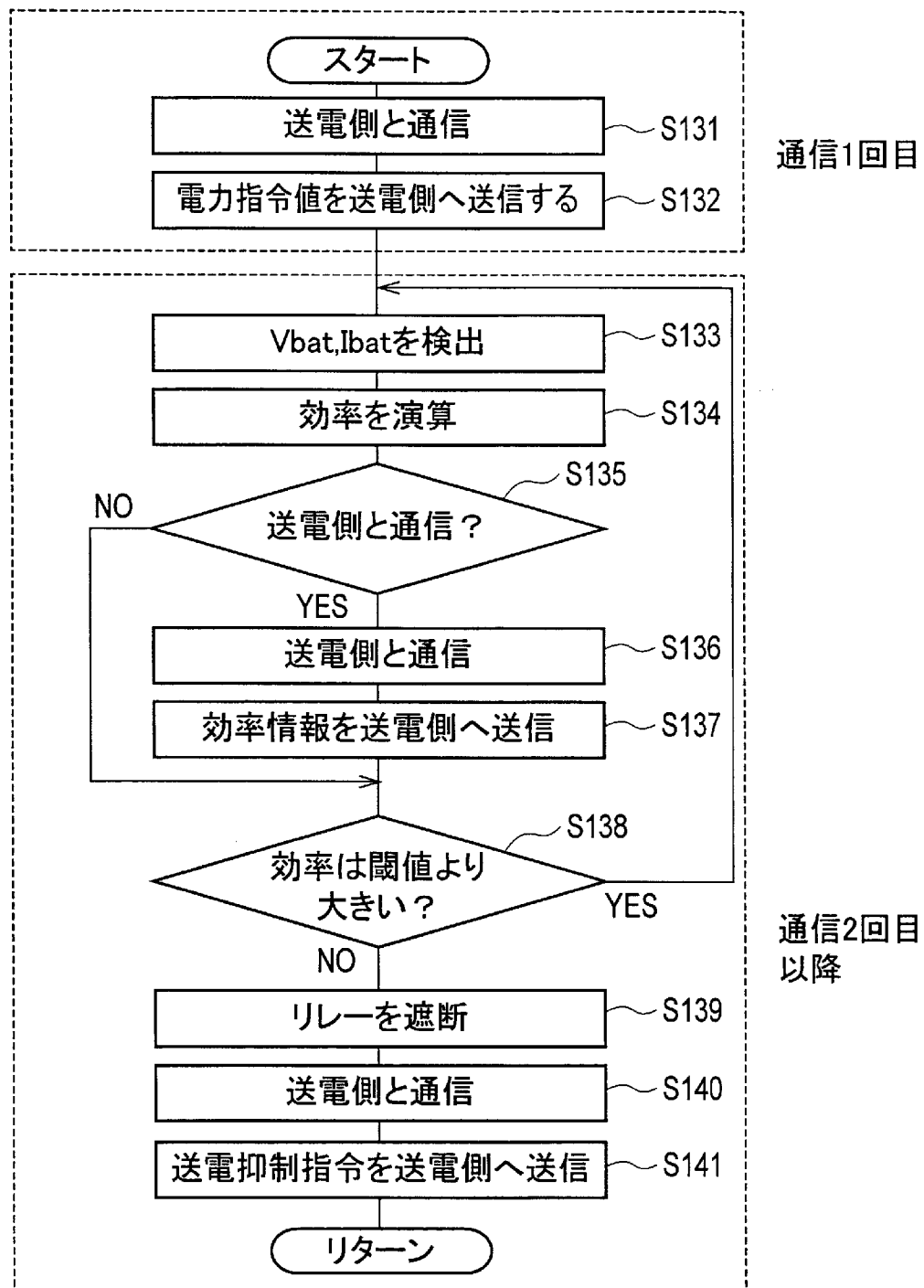
[図12]



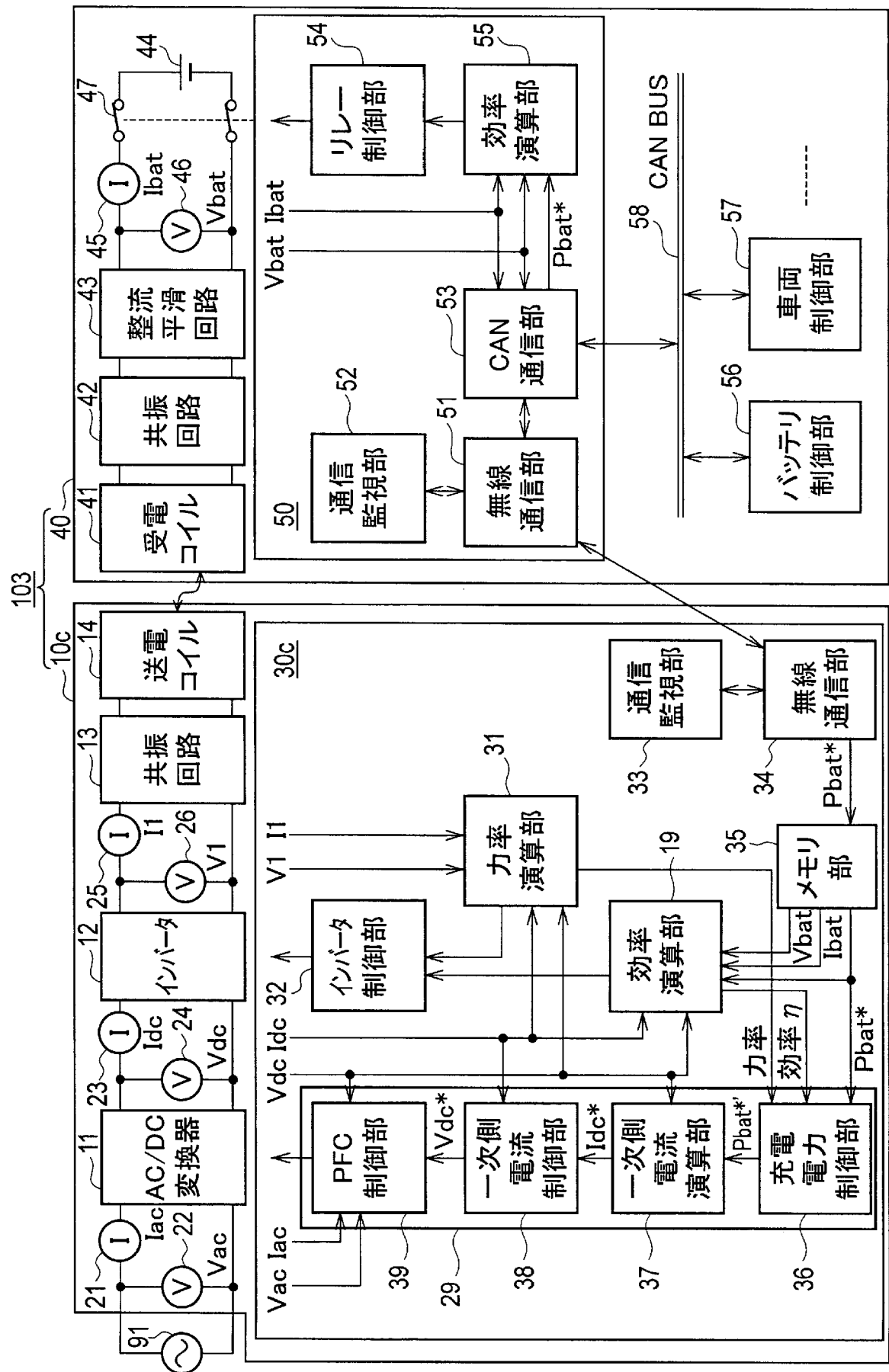
[図13]



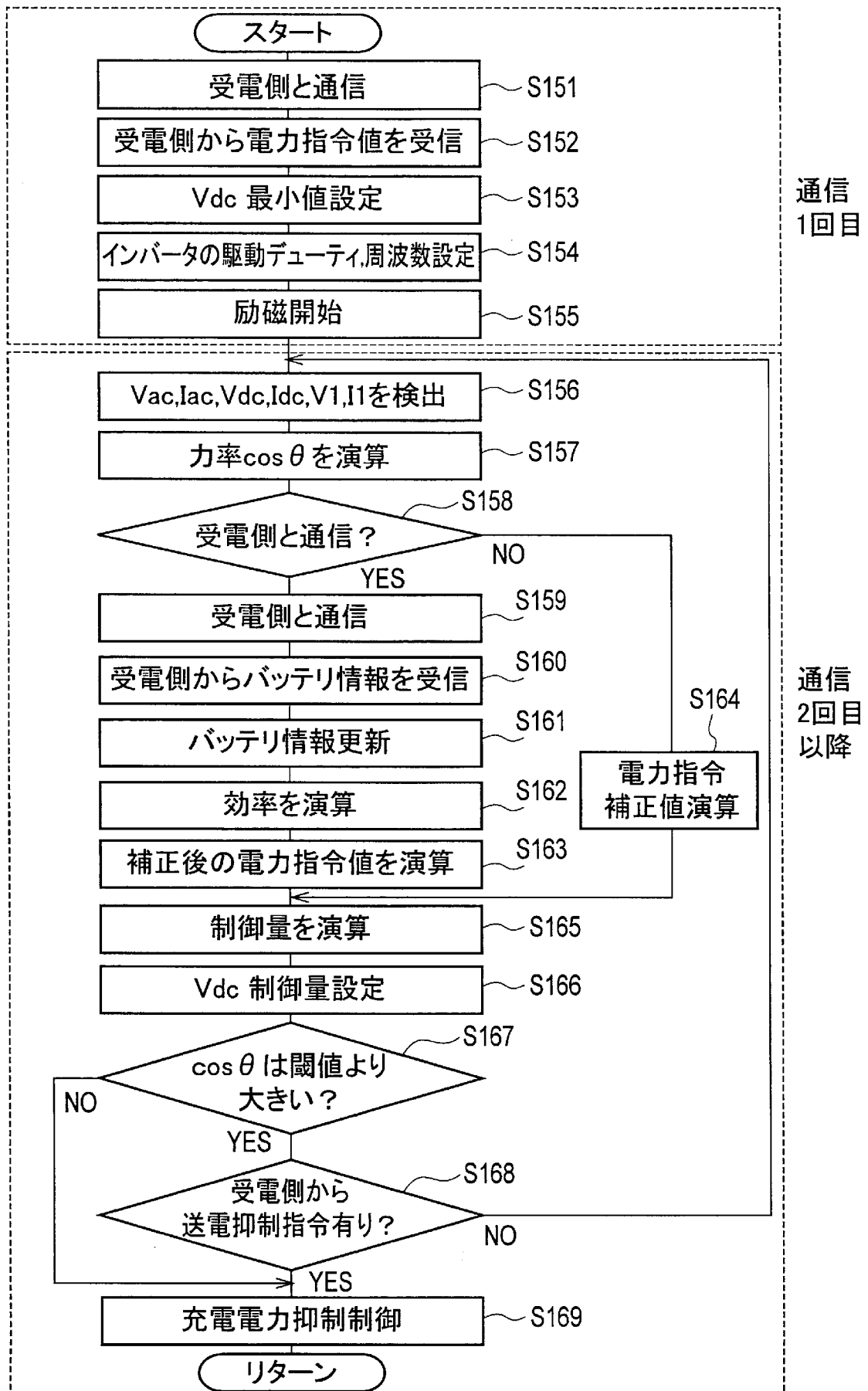
[図14]



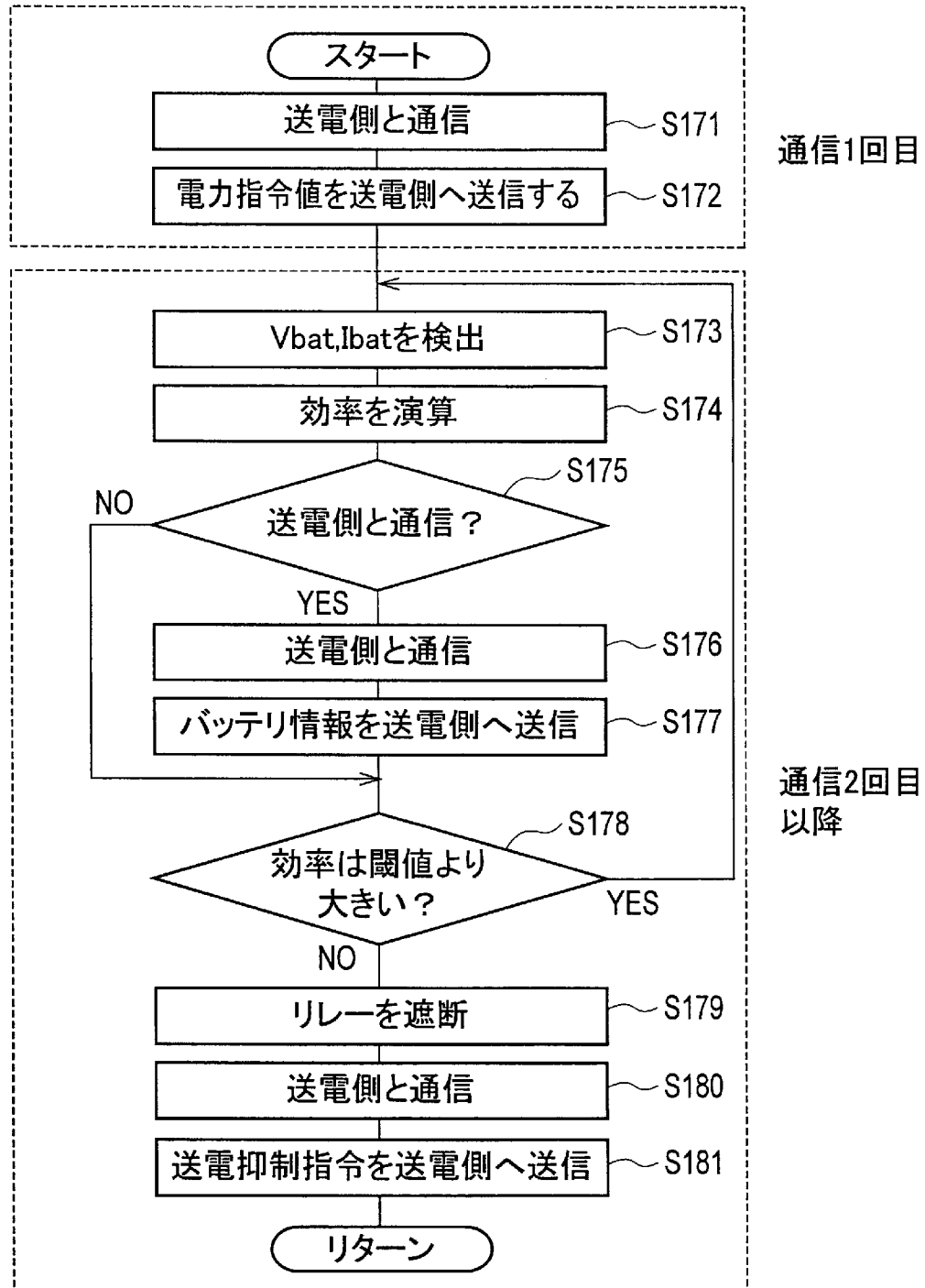
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J17/00(2006.01) 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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014		
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.
Y	JP 2010-119246 A (Toyota Motor Corp.), 27 May 2010 (27.05.2010), paragraphs [0010] to [0025] & US 2011/0270462 A1 & EP 2359454 A & EP 2416467 A2 & WO 2010/055381 A1 & KR 10-2011-0069869 A & CN 102217163 A	1-9
Y	JP 2014-7838 A (Sony Corp.), 16 January 2014 (16.01.2014), paragraphs [0009], [0033] to [0053], [0071] to [0096], [0182] to [0316] (Family: none)	1-9
Y	JP 2013-123306 A (Toyota Industries Corp.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0012] to [0027], [0065], [0068] & WO 2013/084754 A1	1-9
☒ 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 26 March, 2014 (26.03.14)		Date of mailing of the international search report 08 April, 2014 (08.04.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054520

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/153772 A1 (Panasonic Corp.), 17 October 2013 (17.10.2013), paragraph [0034] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02J17/00(2006.01)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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
Y	JP 2010-119246 A（トヨタ自動車株式会社）2010.05.27, 段落 0010-0025 & US 2011/0270462 A1 & EP 2359454 A & EP 2416467 A2 & WO 2010/055381 A1 & KR 10-2011-0069869 A & CN 102217163 A		1-9
Y	JP 2014-7838 A（ソニー株式会社）2014.01.16, 段落 0009, 0033-0053, 0071-0096, 0182-0316（ファミリーなし）		1-9
☒ 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 26.03.2014		国際調査報告の発送日 08.04.2014	
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100-8915 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 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 3 2 4 4

C (続き) . 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
Y	JP 2013-123306 A (株式会社豊田自動織機) 2013.06.20, 段落 0012-0027, 0065, 0068 & WO 2013/084754 A1	1-9
Y	WO 2013/153772 A1 (パナソニック株式会社) 2013.10.17, 段落 0034 (ファミリーなし)	1-9