

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 無線送電装置は、負荷装置のための電力を無線受電装置に送電する送電回路と、負荷装置の制御信号を無線受電装置に送信する信号送信回路と、無線送電装置から送電されて無線受電装置によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路と、制御回路とを備える。制御回路は、無線送電装置から各無線受電装置に電力を無線伝送する複数の時間スロットを各無線受電装置に周期的に割り当てる。制御回路は、ある無線受電装置に割り当てられた第1の時間スロットにおいて受電レベルがしきい値より小さくなったとき、同じ無線受電装置に割り当てられ、第1の時間スロットに先行又は後続する第2の時間スロットを延長する。

明 細 書

発明の名称：無線電力伝送システム

技術分野

[0001] 本開示は、無線送電装置及び無線受電装置を含む無線電力伝送システムに関し、また、そのような無線電力伝送システムの無線送電装置に関する。

背景技術

[0002] 電源に接続された送電装置から、充電機などの負荷装置を含む受電装置に電力を無線伝送する無線電力伝送システムが知られている。例えば複数のセンサを含むセンサネットワークにおいて各センサに電力を供給するために、無線送電装置及び無線受電装置を含む無線電力伝送システムが構築される。

[0003] 人又は物品の移動に起因して、無線送電装置及び／又は無線受電装置の周囲の電波伝搬環境が常に変化しているとき、電波伝搬環境の変化に応じて無線送電装置又は無線受電装置の動作パラメータを調整する必要がある。

[0004] 特許文献1は、周辺状況に応じて送電出力を増大させる送電装置を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2018-102087号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 電波伝搬環境の変化に起因して、一時的に、無線送電装置から無線受電装置に電力を伝送できなくなり、その結果、電力不足により負荷装置が正常に動作できなくなることがある。例えば、負荷装置がセンサであるとき、センサの誤動作は測定値の誤差をもたらす、センサの測定値を利用する他の装置（例えば、工場の製造装置など）の誤動作をもたらす。従って、電波伝搬環境の変化にかかわらず、電力不足による負荷装置の誤動作が生じにくいように、無線送電装置から無線受電装置に電力を無線伝送することが求められる。

。

[0007] 本開示の目的は、電力不足による負荷装置の誤動作が生じにくいように、無線受電装置に電力を無線伝送することができる無線送電装置を提供することにある。また、本開示の目的は、そのような無線送電装置を含む無線電力伝送システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の側面に係る無線送電装置によれば、
蓄電デバイスの電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも1つの無線受電装置に電力を無線伝送する無線送電装置であって、
前記無線送電装置は、
前記負荷装置を動作させるための電力を前記無線受電装置に送電する送電回路と、
前記負荷装置を制御する制御信号を前記無線受電装置に送信する信号送信回路と、
前記無線送電装置から送電されて前記無線受電装置によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路と、
前記無線送電装置の動作を制御する制御回路とを備え、
前記制御回路は、
前記無線送電装置から前記各無線受電装置に電力を無線伝送する複数の時間スロットを前記各無線受電装置に周期的に割り当て、
ある無線受電装置に割り当てられた第1の時間スロットにおいて前記受電レベルが予め決められたしきい値より小さくなったとき、同じ無線受電装置に割り当てられ、前記第1の時間スロットに先行又は後続する第2の時間スロットを延長する。

[0009] この構成を備えたことにより、電力不足による負荷装置の誤動作が生じにくいように、無線送電装置から無線受電装置に電力を無線伝送することができる。

[0010] 本開示の側面に係る無線送電装置によれば、

蓄電デバイスの電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも１つの無線受電装置に電力を無線伝送する無線送電装置であって、

前記無線送電装置は、

前記負荷装置を動作させるための電力を前記無線受電装置に送電する送電回路と、

前記負荷装置を制御する制御信号を前記無線受電装置に送信する信号送信回路と、

前記無線送電装置から送電されて前記無線受電装置によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路と、

前記無線送電装置の動作を制御する制御回路とを備え、

前記制御回路は、前記受電レベルが予め決められたしきい値より小さい状態から前記受電レベルが前記しきい値以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間だけ待機してから、前記負荷装置を動作させる制御信号を前記信号送信回路により送信する。

[0011] この構成を備えたことにより、電力不足による負荷装置の誤動作が生じにくいように、無線送電装置から無線受電装置に電力を無線伝送することができる。

[0012] 本開示の側面に係る無線電力伝送システムによれば、

前記無線送電装置と、

蓄電デバイスの電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも１つの無線受電装置とを備える。

[0013] この構成を備えたことにより、例えば複数のセンサを含むセンサネットワークにおいて各センサに電力を供給することができる。

発明の効果

[0014] 本開示の側面に係る無線電力伝送システムによれば、電力不足による負荷装置の誤動作が生じにくいように、無線送電装置から無線受電装置に電力を無線伝送することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1の実施形態に係る無線電力伝送システムを含むシステムの構成を示す概略図である。

[図2]図1の無線送電装置1の構成を示すブロック図である。

[図3]図1の無線受電装置2の構成を示すブロック図である。

[図4]図1の無線受電装置2の受電レベルが常にしきい値 T_h1 を超えているときにおける、充電電圧及び状態信号の変化を示すタイミングチャートである。

[図5]図1の無線受電装置2の受電レベルがしきい値 T_h1 より小さくなるときにおける、充電電圧及び状態信号の変化の例を示すタイミングチャートである。

[図6]図1の無線受電装置2の受電レベルがしきい値 T_h1 より小さくなるときにおける、充電電圧及び状態信号の変化のもう1つの例を示すタイミングチャートである。

[図7]図1のシステムの動作の一例を示すシーケンス図である。

[図8]図1の無線送電装置1の送電制御回路10によって実行されるセンシング処理を示すフローチャートである。

[図9]図1のシステムの動作の変形例を示すシーケンス図である。

[図10]第1の実施形態の変形例に係る無線電力伝送システムの無線送電装置1Aの構成を示す概略図である。

[図11]第1の実施形態の変形例に係る無線電力伝送システムの無線受電装置2Aの構成を示す概略図である。

[図12]第2の実施形態に係る無線電力伝送システムの無線受電装置2-1～2-3に割り当てられる時間スロットの初期状態を示すタイミングチャートである。

[図13]図12の無線受電装置2-1の受電レベルが常にしきい値 T_h1 を超えているときにおける、無線受電装置2-1に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。

[図14]図12の無線受電装置2-2の受電レベルが時間スロット $T2(2)$

においてしきい値 T_{h1} より小さくなるが各時間スロットの長さを変更しないときにおける、無線受電装置2-2に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。

[図15]図12の無線受電装置2-2の受電レベルが時間スロット $T2(2)$ においてしきい値 T_{h1} より小さくなり、先行する時間スロット $T2(1)$ を延長するときにおける、無線受電装置2-2に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。

[図16]図12の無線受電装置2-2の受電レベルが時間スロット $T2(2)$ においてしきい値 T_{h1} より小さくなり、後続する時間スロット $T2(3)$ を延長するときにおける、無線受電装置2-2に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。

[図17]図12の無線受電装置2-2の受電レベルが時間スロット $T2(2)$ においてしきい値 T_{h1} より小さくなるときにおける、無線受電装置2-1～2-3に割り当てられる時間スロットの長さの変更を示すタイミングチャートである。

[図18]図12の無線受電装置2-2の受電レベルが時間スロット $T2(2)$ においてしきい値 T_{h1} より小さくなるときにおける、無線受電装置2-1～2-3に割り当てられる時間スロットの長さの変更の変形例を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本開示の一側面に係る実施形態（以下、「本実施形態」とも表記する）を、図面に基づいて説明する。各図面において、同じ符号は同様の構成要素を示す。

[0017] [第1の実施形態]

図1～図11を参照して、第1の実施形態に係る無線電力伝送システムについて説明する。

[0018] [第1の実施形態の適用例]

図1は、第1の実施形態に係る無線電力伝送システムを含むシステムの構

成を示す概略図である。図 1 の無線電力伝送システムは、無線送電装置 1 及び少なくとも 1 つの無線受電装置 2-1 ~ 2-3 を含み、無線送電装置 1 から無線受電装置 2-1 ~ 2-3 に電力を無線伝送する。

[0019] 以下、無線受電装置 2-1 ~ 2-3 を総称して「無線受電装置 2」という。図 1 では、無線電力伝送システムが 3 つの無線受電装置 2 を含む場合を示すが、無線電力伝送システムは任意個数の無線受電装置 2 を含んでもよい。また、以下、無線送電装置 1 を「送電装置 1」といい、無線受電装置 2 を「受電装置 2」という。

[0020] 図 2 は、図 1 の送電装置 1 の構成を示すブロック図である。送電装置 1 は、少なくとも、送電制御回路 10、送電回路 12、信号送信回路 13、及び信号受信回路 15 を備える。送電制御回路 10 は、送電装置 1 の全体の動作を制御する送電装置 1 の制御回路である。送電回路 12 は、受電装置 2 のセンサ 23（後述）を動作させるための電力を受電装置 2 に送電する。信号送信回路 13 は、センサ 23 を制御する制御信号を受電装置 2 に送信する。信号受信回路 15 は、送電装置 1 から送電されて受電装置 2 によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する。

[0021] 図 3 は、図 1 の受電装置 2 の構成を示すブロック図である。受電装置 2 は、少なくとも、蓄電デバイス 22 及びセンサ 23 を備える。蓄電デバイス 22 は、送電装置 1 から受電装置 2 に無線伝送された電力を蓄える。蓄電デバイス 22 は、例えば、充電電池又はキャパシタを含む。センサ 23 は、蓄電デバイス 22 に蓄えられた電力により動作する負荷装置である。

[0022] 送電制御回路 10 は、受電レベルが予め決められたしきい値 T_{h1} より小さい状態から受電レベルがしきい値 T_{h1} 以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間 T_w だけ待機してから、センサ 23 を動作させる制御信号を信号送信回路 13 により送信する。

[0023] 蓄電デバイス 22 は、所定のしきい値 T_{h2} よりも高い充電電圧を有するとき、センサ 23 が安定して動作可能な電力をセンサ 23 に供給することができる。受電レベルのしきい値 T_{h1} は、例えば、十分に長い時間の経過後

に蓄電デバイス 22 の充電電圧がしきい値 $T_h 2$ に達するように設定されてもよい。

[0024] 例えば、送電装置 1 及び受電装置 2 の間を障害物が通過したとき、電波が遮断されて受電レベルが低下し、蓄電デバイス 22 の充電電圧も低下する。いったん送電が中断されて蓄電デバイス 22 の充電電圧がしきい値 $T_h 2$ よりも低下したとき、送電が再開されても、蓄電デバイス 22 の充電電圧がしきい値 $T_h 2$ 以上になるには、回路の時定数で決まる所定の時間がかかる。従って、待機時間 T_w は、例えば、受電装置 2 がしきい値 $T_h 1$ よりも高い標準的な受電レベルで受電しているとき、蓄電デバイス 22 の充電電圧がゼロからしきい値 $T_h 2$ に達するまでの時間長に設定される。

[0025] 第 1 の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、前述のように、受電レベルがしきい値 $T_h 1$ より小さい状態から受電レベルがしきい値 $T_h 1$ 以上である状態に遷移したとき、待機時間 T_w だけ待機してから、センサ 23 を動作させる制御信号を送信する。このとき、蓄電デバイス 22 の充電電圧はしきい値 $T_h 2$ 以上であると考えられるので、センサ 23 が安定して動作可能な電力をセンサ 23 に供給することができる。これにより、電力不足によるセンサ 23 の誤動作が生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送することができる。

[0026] センサ 23 を動作させる制御信号は、例えば、センサ 23 をオンすること、センサ 23 によって所定の物理量を測定すること、センサ 23 によって測定された物理量を読み出すこと、などを含んでもよい。

[0027] [第 1 の実施形態の構成例]

図 1 の例では、送電装置 1 及び受電装置 2-1 ~ 2-3 は、制御装置 3、製造装置 4、及びベルトコンベア 5 を備えた工場に設けられる。ベルトコンベア 5 は、パレット 6 及びワーク 7 を搬送する。パレット 6 及びワーク 7 は、ベルトコンベア 5 によって、予め決められた時間において予め決められた位置 $p_1 \sim p_3$ に到着しているように移動される。位置 $p_1 \sim p_3$ において、ワーク 7 に対して予め決められた作業のイベントがそれぞれ実行される。

受電装置 2-1 ~ 2-3 は、位置 p 1 ~ p 3 の近傍にそれぞれ設けられ、位置 p 1 ~ p 3 において実行されるイベントにそれぞれ関連付けられる。各受電装置 2-1 ~ 2-3 のセンサ 2 3 は、このイベントに関連付けられた予め決められた物理量を測定する。送電装置 1 は、測定された物理量を各受電装置 2-1 ~ 2-3 から収集し、制御装置 3 に送る。制御装置 3 は、測定された物理量に基づいて製造装置 4 の動作を制御する。制御装置 3 は、例えば、プログラマブルロジックコントローラである。製造装置 4 は、ワーク 7 に対して予め決められた作業（例えば、溶接などの加工工程）のイベントを実行する。

[0028] 送電装置 1 は、外部装置としての制御装置 3 及び製造装置 4 に接続される。

[0029] 図 2 を参照すると、送電装置 1 は、送電制御回路 1 0、電源装置 1 1、送電回路 1 2、信号送信回路 1 3、アンテナ制御回路 1 4、信号受信回路 1 5、サーキュレータ 1 6、アンテナ装置 ANT 1、インターフェース（I/F）回路 1 7、及び表示装置 1 8 を備える。

[0030] 送電制御回路 1 0 は、前述のように、送電装置 1 の全体の動作を制御する。

[0031] 電源装置 1 1 は、受電装置 2 に送電される電力を供給する。

[0032] 送電回路 1 2 は、前述のように、受電装置 2 のセンサ 2 3 を動作させるための電力を、サーキュレータ 1 6 及びアンテナ装置 ANT 1 を介して受電装置 2 に送電する。送電回路 1 2 は、例えば、電源装置 1 1 によって供給された電力から CW（continuous wave）波を発生する。

[0033] 信号送信回路 1 3 は、センサ 2 3 を制御する制御信号（例えば、センサ 2 3 の読み出し信号）を、サーキュレータ 1 6 及びアンテナ装置 ANT 1 を介して受電装置 2 に送信する。信号受信回路 1 5 は、例えば、センサ 2 3 によって測定された物理量を含む応答信号を、アンテナ装置 ANT 1 及びサーキュレータ 1 6 を介して受電装置 2 から受信する。また、信号受信回路 1 5 は、前述のように、受電レベルの推定値を取得する。受電レベルの推定値は、

後述するように、送電装置１によって生成されてもよく、受電装置２によって生成され、アンテナ装置ＡＮＴ１及びサーキュレータ１６を介して受電装置２から受信されてもよい。

[0034] アンテナ装置ＡＮＴ１は、可変な指向性を有する。アンテナ装置ＡＮＴ１は、例えば、複数のアンテナ素子を備えるアレイアンテナであり、各アンテナ素子によって送受信される信号の振幅及び位相を個別に調整することにより、その指向性が変化する。アンテナ制御回路１４は、送電制御回路１０の制御下で、アンテナ装置ＡＮＴ１の指向性を制御する。

[0035] サーキュレータ１６は、アンテナ装置ＡＮＴ１を介して受電装置２に送られる電力及び信号と、アンテナ装置ＡＮＴ１を介して受電装置２から受信された信号とを合成及び分離する。

[0036] インターフェース回路１７は、有線又は無線の通信回線を介して制御装置３に接続される。送電制御回路１０は、後述するように、センサ２３が動作可能であるか否かを示す状態信号を生成し、状態信号を、インターフェース回路１７を介して制御装置３に出力する。また、送電制御回路１０は、後述するように、センサ２３によって測定された物理量を含む読み出し結果信号を生成し、読み出し結果信号を、インターフェース回路１７を介して制御装置３に送信する。

[0037] 表示装置１８は、送電装置１の状態と、送電装置１と通信可能に接続された受電装置２の状態（受電レベルなど）とを表示する。

[0038] 図３を参照すると、受電装置２は、受電制御回路２０、電力変換回路２１、蓄電デバイス２２、センサ２３、整合回路２４、サーキュレータ２５、信号送信回路２６、信号受信回路２７、受電回路２８、アンテナ装置ＡＮＴ２、及びスイッチＳＷを備える。

[0039] 受電制御回路２０は、受電装置２の全体の動作を制御する。

[0040] アンテナ装置ＡＮＴ２は、予め決められた指向性又は無指向性を有する。

[0041] 整合回路２４は、アンテナ装置ＡＮＴ２のインピーダンスを、サーキュレ

ータ 25 及び他の回路のインピーダンスと整合させる。

[0042] サーキュレータ 25 は、アンテナ装置 ANT 2 を介して送電装置 1 から送られた電力及び信号と、アンテナ装置 ANT 2 を介して送電装置 1 に送られる信号とを合成及び分離する。

[0043] 信号送信回路 26 は、例えば、センサ 23 によって測定された物理量を含む応答信号を、サーキュレータ 25、整合回路 24、及びアンテナ装置 ANT 2 を介して送信する。信号受信回路 27 は、センサ 23 を制御する制御信号を、アンテナ装置 ANT 2、整合回路 24、及びサーキュレータ 25 を介して送電装置 1 から受信する。

[0044] 受電回路 28 は、センサ 23 を動作させるための電力を、アンテナ装置 ANT 2、整合回路 24、及びサーキュレータ 25 を介して送電装置 1 から受電する。

[0045] 電力変換回路 21 は、送電装置 1 から受電装置 2 に無線伝送された電力を交流から直流に変換（整流）し、さらに、直流の電力を昇圧又は降圧する。蓄電デバイス 22 は、送電装置 1 から受電装置 2 に無線伝送されて電力変換回路 21 によって昇圧又は降圧された電力を蓄える。蓄電デバイス 22 は、例えば、充電電池又はキャパシタを含む。

[0046] センサ 23 は、蓄電デバイス 22 に蓄えられた電力により動作し、予め決められた物理量を測定する。センサ 23 は、受電制御回路 20 の制御下でオン／オフするスイッチ SW を介して受電制御回路 20 に接続される。スイッチ SW がオンであるとき、蓄電デバイス 22 からセンサ 23 に電力が供給され、センサ 23 によって測定された物理量は受電制御回路 20 に送られる。センサ 23 によって測定された物理量は送電装置 1 に無線送信される。

[0047] 受電レベルを推定するために、受電装置 2 の信号送信回路 26 は、テスト信号を無線送信してもよく、送電装置 1 の信号受信回路 15 は、テスト信号を無線受信し、テスト信号の受信信号強度を測定してもよい。送電装置 1 の信号受信回路 15 は、テスト信号の受信信号強度をそのまま測定してもよく、増幅されたテスト信号の受信信号強度を測定してもよく、テスト信号の受

信信号強度に代えてテスト信号の電力を測定してもよい。

[0048] 受電レベルを推定するために、送電装置 1 の信号送信回路 1 3 は、テスト信号を無線送信してもよく、受電装置 2 の信号受信回路 2 7 は、テスト信号を無線受信し、テスト信号の受信信号強度を測定してもよい。受電装置 2 の信号受信回路 2 7 は、テスト信号の受信信号強度をそのまま測定してもよく、増幅されたテスト信号の受信信号強度を測定してもよく、テスト信号の受信信号強度に代えてテスト信号の電力を測定してもよい。

[0049] 受電レベルを推定するために、送電装置 1 の信号送信回路 1 3 は、テスト信号を無線送信してもよく、送電装置 1 の信号受信回路 1 5 は、受電装置 2 によって反射されたテスト信号を無線受信し、テスト信号の受信信号強度を測定してもよい。この場合、受電装置 2 は、送電装置 1 から送信されたテスト信号を反射するために、例えば、受電制御回路 2 0 の制御下で選択的に、いずれかの回路部分においてインピーダンスの不整合が生じるように構成されてもよい。

[0050] テスト信号は、所定のフォーマットを有する通信信号であってもよく、CW (continuous wave) 波であってもよい。また、テスト信号は、送電装置 1 又は受電装置 2 によって発生されるコマンド信号に応答して送信されてもよく、コマンド信号なしに定期的に送信されてもよい。

[0051] 受電レベルを推定するために、蓄電デバイス 2 2 の充電電圧を測定してもよい。

[0052] 受電レベルを推定するために、受電装置 2 の負荷装置、例えば、電力変換回路 2 1、蓄電デバイス 2 2、又はセンサ 2 3 に供給される電力を測定してもよい。

[0053] [第 1 の実施形態の動作例]

図 1 の送電装置 1 及び受電装置 2 を工場に設置するときと、工場を実際に稼働させているときとでは、送電装置 1 及び受電装置 2 の周囲の環境がさまざまに異なる。例えば、設置時には、製造装置 4 及びベルトコンベア 5 が停止している一方、稼働時には、製造装置 4 及びベルトコンベア 5 が動作し、

送電装置 1 及び受電装置 2 の近くをパレット 6 及びワーク 7 が通過する。

[0054] 送電装置 1 及び受電装置 2 の周囲の環境が変化すると、電波伝搬環境も変化する。従って、設置時に、送電装置 1 のアンテナ装置 ANT 1 の主ビーム方向を各受電装置 2 の位置に合わせて調整し、また、各受電装置 2 のアンテナ装置 ANT 2 の主ビーム方向を送電装置 1 の位置に合わせて調整しても、稼働時には、電波の伝搬経路が変化したり遮断されたりすることがある。その結果、いずれかの受電装置 2 の受電レベルがしきい値 $Th1$ より小さくなり、センサ 23 が安定して動作可能な電力をセンサ 23 に供給できなくなる。電力不足によるセンサ 23 の誤動作が生じると、製造装置 4 によって加工された製品の不良が生じたり、製造装置 4 の故障が生じたりするおそれがある。

[0055] 第 1 の実施形態に係る無線電力伝送システムは、以下に説明するように、電力不足によるセンサ 23 の誤動作が生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送する。

[0056] 図 4 は、図 1 の受電装置 2 の受電レベルが常にしきい値 $Th1$ を超えているときにおける、充電電圧及び状態信号の変化を示すタイミングチャートである。送電制御回路 10 は、受電レベルに基づいて、センサ 23 が動作可能であるか否か、すなわち、センサ 23 が安定して動作可能な電力を蓄電デバイス 22 からセンサ 23 に供給することができるか否かを示す状態信号を生成する。前述のように、受電レベルがしきい値 $Th1$ 以上であるとき、蓄電デバイス 22 の充電電圧はしきい値 $Th2$ 以上になり、センサ 23 が安定して動作可能な電力をセンサ 23 に供給することができる。図 4 の例では、状態信号は常にハイレベルであり、センサ 23 が常に動作可能（イネーブル）であることを示す。

[0057] 表示装置 18 は、図 4 に示す受電レベル、充電電圧、及び状態信号のうちの少なくとも 1 つを表示してもよい。

[0058] 図 5 は、図 1 の受電装置 2 の受電レベルがしきい値 $Th1$ より小さくなるときにおける、充電電圧及び状態信号の変化の例を示すタイミングチャート

である。前述したように、工場の稼働時には、製造装置 4 及びベルトコンベア 5 が動作し、送電装置 1 及び受電装置 2 の近くをパレット 6 及びワーク 7 が通過する。その結果、送電装置 1 及び受電装置 2 の間において電波の伝搬が周期的に遮断され、受電レベルが周期的にしきい値 T_{h1} より小さくなり、蓄電デバイス 22 の充電電圧もまた周期的にしきい値 T_{h2} より小さくなる。このとき、送電制御回路 10 は、状態信号をローレベルに設定する。前述したように、いったん送電が中断されて蓄電デバイス 22 の充電電圧がしきい値 T_{h2} よりも低下したとき、送電が再開されても、蓄電デバイス 22 の充電電圧がしきい値 T_{h2} 以上になるには、回路の時定数で決まる所定の時間がかかる。従って、送電制御回路 10 は、受電レベルがしきい値 T_{h1} より小さい状態から受電レベルがしきい値 T_{h1} 以上である状態に遷移したとき、待機時間 T_w だけ待機してから、状態信号をローレベルからハイレベルに遷移させる。

[0059] 図 6 は、図 1 の受電装置 2 の受電レベルがしきい値 T_{h1} より小さくなるときにおける、充電電圧及び状態信号の変化のもう 1 つの例を示すタイミングチャートである。図 5 の例では、状態信号がハイレベルであるとき、センサ 23 が動作可能（イネーブル）であることを示し、状態信号がローレベルであるとき、センサ 23 が動作不能（ディセーブル）であることを示す。一方、図 6 に示すように、状態信号がローレベルであるとき、センサ 23 が動作可能（イネーブル）であることを示し、状態信号がハイレベルであるとき、センサ 23 が動作不能（ディセーブル）であることを示してもよい。

[0060] 各受電装置 2 には、送電装置 1 から各受電装置 2 に電力を無線伝送する複数の時間スロットが周期的に割り当てられる。各 1 つの時間スロットでは、

- (1) 受電レベルの推定（すなわち、テスト信号の送受信）と、
- (2) 電力の無線伝送と、
- (3) センサ 23 を制御する制御信号及び測定された物理量の送受信と

が時分割で行われる。図 4 ～ 図 6 他では、図示の簡単化のために、電力の無線伝送のみを示し、他の信号の送受信を省略している。

- [0061] 図7は、図1のシステムの動作の一例を示すシーケンス図である。
- [0062] 送電装置1は、予め、各受電装置2の受電レベルの推定値を取得し、受電レベルに基づいて、各受電装置2の状態信号を設定する。
- [0063] 製造装置4自体の動作の準備が完了したとき、製造装置4は、各受電装置2のセンサ23を動作させるために、センシング要求信号を制御装置3に送信する。
- [0064] 次いで、制御装置3は、センサ23の測定値の読み出しを開始するために、読み出し開始信号を送電装置1に送信する。次いで、送電装置1は、状態信号を制御装置3に送信する。センサ23が動作不能（ディセーブル）であるとき、制御装置3は、センサ23が動作可能（イネーブル）になるまで、読み出し開始信号を送電装置1に繰り返し送信する。センサ23が動作可能（イネーブル）であるとき、制御装置3は、送電装置1によるセンサ23の測定値の読み出しを要求するために、読み出し要求信号を送電装置1に送信する。
- [0065] 次いで、送電装置1は、センサ23の測定値を読み出すために、読み出し信号を受電装置2に送信する。次いで、受電装置2は、センサ23によって測定された物理量を含む応答信号を送電装置1に送信する。次いで、送電装置1は、センサ23によって測定された物理量を含む読み出し結果信号を制御装置3に送信する。
- [0066] 次いで、制御装置3は、センサ23によって測定された物理量が予め決められた基準（例えば、製造装置4が動作してもよいことを示す基準）を満たすか否かを判断し、その結果を含むセンシング完了信号を製造装置4に送信する。その後、制御装置3は、製造装置4を制御する制御信号を製造装置4に送信する。
- [0067] 図8は、図1の送電装置1の送電制御回路10によって実行されるセンシング処理を示すフローチャートである。
- [0068] ステップS1において、送電制御回路10は、信号受信回路15を用いて、各受電装置2の受電レベルの推定値を取得する。ステップS2において、

送電制御回路 10 は、受電レベルがしきい値 $T_h 1$ 以上であるか否かを判断し、YES のときはステップ S 3 に進み、NO のときはステップ S 12 に進む。

[0069] ステップ S 3 において、送電制御回路 10 は、状態信号がディセーブルであるか否かを判断し、YES のときはステップ S 4 に進み、NO のときはステップ S 6 に進む。ステップ S 3 が YES のとき、送電制御回路 10 は、ステップ S 4 において、状態信号がディセーブルのまま待機期間 T_w だけ待機し、ステップ S 5 において、状態信号をディセーブルからイネーブルに遷移させる。一方、ステップ S 3 が NO のとき、送電制御回路 10 は、状態信号をイネーブルのまま維持する。

[0070] ステップ S 6 において、送電制御回路 10 は、制御装置 3 から読み出し開始信号を受信したか否かを判断し、YES のときはステップ S 7 に進み、NO のときはステップ S 8 に進む。ステップ S 7 において、送電制御回路 10 は、制御装置 3 に状態信号を送信する。

[0071] ステップ S 8 において、送電制御回路 10 は、制御装置 3 から読み出し要求信号を受信したか否かを判断し、YES のときはステップ S 9 に進み、NO のときはステップ S 1 に戻る。ステップ S 9 において、送電制御回路 10 は、受電装置 2 に読み出し信号を送信する。受電制御回路 20 は、読み出し信号を受信したとき、センサ 23 によって測定された物理量を取得する。ステップ S 10 において、送電制御回路 10 は、センサ 23 によって測定された物理量を含む応答信号を受電装置 2 から受信する。ステップ S 11 において、送電制御回路 10 は、センサ 23 によって測定された物理量を含む読み出し結果信号を制御装置 3 に送信する。

[0072] ステップ S 2 が NO のとき、送電制御回路 10 は、ステップ S 12 において、状態信号をディセーブルに設定する。

[0073] 第 1 の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、図 7 及び図 8 の処理を実行することにより、電力不足によるセンサ 23 の誤動作が生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送することができる。

[0074] 図9は、図1のシステムの動作の変形例を示すシーケンス図である。図1のシステムが図7の動作を繰り返すことにより、制御装置3は、各受電装置2のセンサ23が動作可能であるか否かを示す状態信号を収集する。図9では、図示の簡単化のために、図7の各動作のうち、状態信号の生成及び送信に関する動作以外は省略している。制御装置3は、予め決められた時間長にわたって各受電装置2の状態信号を収集したとき、収集された状態信号に基づいて、製造装置4を動作させるスケジュールを自動的に決定する自動スケジューリング処理を実行する。自動スケジューリング処理によれば、制御装置3は、収集された状態信号から、センサ23が動作可能である時間期間及び動作不能である時間期間を抽出し、センサ23が動作可能である時間期間において製造装置4を動作させるように、製造装置4を動作させるスケジュールを決定する。

[0075] [第1の実施形態の変形例]

図10は、第1の実施形態の変形例に係る無線電力伝送システムの送電装置1Aの構成を示す概略図である。送電装置1Aは、図2のアンテナ装置ANT1、アンテナ制御回路14、及びサーキュレータ16に代えて、アンテナ装置ANT11、ANT12及びアンテナ制御回路14Aを備える。送信及び受信のために1つのアンテナ装置ANT1を共用するのではなく、別個のアンテナ装置ANT11、ANT12を用いてもよい。アンテナ制御回路14Aは、送電制御回路10の制御下で、アンテナ装置ANT11、ANT12の指向性を制御する。

[0076] 図11は、第1の実施形態の変形例に係る無線電力伝送システムの受電装置2Aの構成を示す概略図である。受電装置2Aは、図3のアンテナ装置ANT2、受電制御回路20、及び整合回路24に代えて、アンテナ装置ANT21、ANT22、受電制御回路20A、及び整合回路24a、24bを備える。送信及び受信のために1つのアンテナ装置ANT2を共用するのではなく、別個のアンテナ装置ANT21、ANT22を用いてもよい。

[0077] [第1の実施形態の効果]

第1の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、受電レベルがしきい値 T_{h1} より小さい状態から受電レベルがしきい値 T_{h1} 以上である状態に遷移したとき、待機時間 T_w だけ待機してから、センサ23を動作させる制御信号を送信する。このとき、蓄電デバイス22の充電電圧はしきい値 T_{h2} 以上であると考えられるので、センサ23が安定して動作可能な電力をセンサ23に供給することができる。これにより、電力不足によるセンサ23の誤動作が生じにくいように、送電装置1から受電装置2に電力を無線伝送することができる。

[0078] 第1の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、周期的な受電レベルの低下が生じる電波伝搬環境に適用可能であり、また、非周期的な受電レベルの低下が生じる電波伝搬環境にも適用可能である。

[0079] 第1の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、センサ23の誤動作が生じにくくなるので、製造装置4によって加工された製品の不良が生じにくくなり、また、製造装置4の故障が生じにくくなる。

[0080] 第1の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、各受電装置2のセンサ23が動作可能であるか否かを制御装置3が認識しているので、制御装置3は、製造装置4及びベルトコンベア5の周囲の環境をモニタリングしながら、センサ23が動作可能である時間期間において製造装置4を動作させることができる。これにより、製造装置4によって加工された製品の不良が生じにくくなり、また、製造装置4の故障が生じにくくなる。

[0081] 第1の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、表示装置18を用いて受電装置2の状態（受電レベルなど）を可視化することにより、例えば、工場の製造ラインの設計者は、各受電装置2のセンサ23が動作可能であるか否か（すなわち、電波伝搬環境の変化）に応じて、製造装置4及びベルトコンベア5などの動作タイミングを適切に決定することができる。

[0082] [第2の実施形態]

図12～図18を参照して、第2の実施形態に係る無線電力伝送システムについて説明する。

[0083] [第2の実施形態の適用例]

第2の実施形態に係る無線電力伝送システムは、第1の実施形態に係る無線電力伝送システムと同様に構成される。従って、その構成についての繰り返しの説明は省略する。

[0084] 送電制御回路10は、送電装置1から各受電装置2に電力を無線伝送する複数の時間スロットを各受電装置2に周期的に割り当てる。送電制御回路10は、ある受電装置2に割り当てられた第1の時間スロットにおいて受電レベルが予め決められたしきい値 T_{h1} より小さくなったとき、同じ受電装置2に割り当てられ、第1の時間スロットに先行又は後続する第2の時間スロットを延長する。

[0085] 例えば、ある受電装置2に割り当てられたある時間スロットにおいて、送電装置1及び受電装置2の間を障害物が通過したとき、電波が遮断されて受電レベルが低下し、蓄電デバイス22の充電電圧も低下する。第2の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、充電電圧の低下を補償するために、同じ受電装置2に割り当てられた他の時間スロットを延長する。これにより、電力不足によるセンサ23の誤動作が生じにくいように、送電装置1から受電装置2に電力を無線伝送することができる。

[0086] [第2の実施形態の動作例]

図12は、第2の実施形態に係る無線電力伝送システムの受電装置2-1～2-3に割り当てられる時間スロットの初期状態を示すタイミングチャートである。図12の例では、受電装置2-1に時間スロット $T1(1)$ 、 $T1(2)$ が割り当てられ、受電装置2-2に時間スロット $T2(1)$ 、 $T2(2)$ が割り当てられ、受電装置2-3に時間スロット $T3(1)$ 、 $T3(2)$ が割り当てられる。図12の例では、受電装置2-2に割り当てられた時間スロット $T2(2)$ を含む時間区間において、受電装置2-2の受電レベルがしきい値 T_{h1} よりも小さくなっている。

[0087] 図13は、図12の受電装置2-1の受電レベルが常にしきい値 T_{h1} を超えているときにおける、受電装置2-1に係る送電電力及び充電電圧の変

化を示すタイミングチャートである。図 1 3 の例では、充電電圧は常にしきい値 $T_h 2$ を超えている。

[0088] 図 1 4 は、図 1 2 の受電装置 2-2 の受電レベルが時間スロット $T 2 (2)$ においてしきい値 $T_h 1$ より小さくなるが各時間スロットの長さを変更しないときにおける、受電装置 2-2 に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。図 1 4 の例では、受電装置 2-2 に割り当てられた時間スロット $T 2 (2)$ (「第 1 の時間スロット」という) において受電レベルがしきい値 $T_h 1$ より小さくなることにより、充電電圧がしきい値 $T_h 2$ よりも小さくなる。これにより、センサ 2 3 の誤動作が生じるおそれがある。

[0089] 図 1 5 は、図 1 2 の受電装置 2-2 の受電レベルが時間スロット $T 2 (2)$ においてしきい値 $T_h 1$ より小さくなり、先行する時間スロット $T 2 (1)$ を延長するときにおける、受電装置 2-2 に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。図 1 6 は、図 1 2 の受電装置 2-2 の受電レベルが時間スロット $T 2 (2)$ においてしきい値 $T_h 1$ より小さくなり、後続する時間スロット $T 2 (3)$ を延長するときにおける、受電装置 2-2 に係る送電電力及び充電電圧の変化を示すタイミングチャートである。図 1 5 及び図 1 6 の例では、充電電圧の低下を補償するために、同じ受電装置 2-2 に割り当てられ、時間スロット $T 2 (2)$ に先行する時間スロット $T 2 (1)$ 又は後続する時間スロット $T 2 (3)$ (「第 2 の時間スロット」という) を延長する。

[0090] ある受電装置 2 について受電レベルの低下が周期的に発生するとき、同じ受電装置 2 に割り当てられる他の時間スロットを延長することにより、電力不足によるセンサ 2 3 の誤動作が生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送することができる。

[0091] 図 1 7 は、図 1 2 の受電装置 2-2 の受電レベルが時間スロット $T 2 (2)$ においてしきい値 $T_h 1$ より小さくなるときにおける、受電装置 2-1 ~ 2-3 に割り当てられる時間スロットの長さの変更を示すタイミングチャー

トである。送電制御回路 10 は、時間スロット T2 (1) ~ T2 (2) が割り当てられた受電装置 2-2 とは異なる他の受電装置 2-1, 2-3 に割り当てられ、時間スロット T2 (1) に時間的に隣接する時間スロット T1 (1), T3 (1) (「第 3 の時間スロット」という) を短縮する。

[0092] 図 18 は、図 12 の受電装置 2-2 の受電レベルが時間スロット T2 (2) においてしきい値 $T_h 1$ より小さくなるときにおける、受電装置 2-1 ~ 2-3 に割り当てられる時間スロットの長さの変更の変形例を示すタイミングチャートである。送電制御回路 10 は、時間スロット T1 (1), T3 (1) が割り当てられたものと同じ受電装置 2-1, 2-3 に割り当てられ、時間スロット T2 (2) に時間的に隣接する時間スロット T1 (2), T3 (2) (「第 4 の時間スロット」という) を延長する。

[0093] 図 17 及び図 18 の例では、時間スロット T2 (2) において、送電装置 1 から受電装置 2-2 への送電を停止してもよい。

[0094] 図 17 及び図 18 によれば、複数の受電装置 2 のための無線リソースを有効に利用して、電力不足によるセンサ 23 の誤動作が生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送することができる。

[0095] [第 2 の実施形態の効果]

第 2 の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、各受電装置 2 に割り当てられた時間スロットの長さを変更することにより、電力不足によるセンサ 23 の誤動作が生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送することができる。

[0096] 第 1 の実施形態に係る特徴と第 2 の実施形態に係る特徴とを組み合わせてもよい。すなわち、送電制御回路 10 は、ある受電装置 2 に割り当てられた第 1 の時間スロットにおいて受電レベルが予め決められたしきい値 $T_h 1$ より小さくなったとき、同じ受電装置 2 に割り当てられ、第 1 の時間スロットに先行又は後続する第 2 の時間スロットを延長し、さらに、受電レベルが予め決められたしきい値 $T_h 1$ より小さい状態から受電レベルがしきい値 $T_h 1$ 以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間 T_w だけ待機し

てから、センサ 2 3 を動作させる制御信号を信号送信回路 1 3 により送信してもよい。これにより、電力不足によるセンサ 2 3 の誤動作がさらに生じにくいように、送電装置 1 から受電装置 2 に電力を無線伝送することができる。

[0097] [変形例]

受電装置 2 のアンテナ装置 ANT 2 もまた、可変な指向性を有してもよい。

[0098] 表示装置は、送電装置 1 に代えて、他の装置、例えば制御装置 3 に設けられてもよい。

[0099] 受電装置 2 等は、センサ 2 3 に代えて、又はセンサ 2 3 に加えて、他の任意の負荷装置を備えてもよい。他の負荷装置は、例えば、照明装置であってもよく、他の装置を制御するスイッチ又はリレーであってもよく、他の装置に信号を出力する信号処理回路であってもよい。この場合、受電装置は、センサ 2 3 の検出結果をトリガとして、他の負荷装置を制御してもよい。

[0100] [まとめ]

本開示の各側面に係る無線送電装置及び無線電力伝送システムは、以下のように表現されてもよい。

[0101] 本開示の第 1 の側面に係る無線送電装置 1 によれば、蓄電デバイス 2 2 の電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも 1 つの無線受電装置 2 に電力を無線伝送する。無線送電装置 1 は、負荷装置を動作させるための電力を無線受電装置 2 に送電する送電回路 1 2 と、負荷装置を制御する制御信号を無線受電装置 2 に送信する信号送信回路 1 3 と、無線送電装置 1 から送電されて無線受電装置 2 によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路 1 5 と、無線送電装置 1 の動作を制御する送電制御回路 1 0 とを備える。また、送電制御回路 1 0 は、無線送電装置 1 から各無線受電装置 2 に電力を無線伝送する複数の時間スロットを各無線受電装置 2 に周期的に割り当てる。また、送電制御回路 1 0 は、ある無線受電装置 2 に割り当てられた第 1 の時間スロットにおいて受電レベルが予め決められたし

きい値より小さくなったとき、同じ無線受電装置 2 に割り当てられ、第 1 の時間スロットに先行又は後続する第 2 の時間スロットを延長する。

[0102] 本開示の第 2 の側面に係る無線送電装置 1 によれば、第 1 の側面に係る無線送電装置 1 において、無線送電装置 1 から複数の無線受電装置 2 に電力を無線伝送するとき、送電制御回路 10 は、第 1 及び第 2 の時間スロットが割り当てられた無線受電装置 2 とは異なる他の無線受電装置 2 に割り当てられ、第 2 の時間スロットに時間的に隣接する第 3 の時間スロットを短縮する。

[0103] 本開示の第 3 の側面に係る無線送電装置 1 によれば、第 2 の側面に係る無線送電装置 1 において、送電制御回路 10 は、第 3 の時間スロットが割り当てられた無線受電装置 2 と同じ無線受電装置 2 に割り当てられ、第 1 の時間スロットに時間的に隣接する第 4 の時間スロットを延長する。

[0104] 本開示の第 4 の側面に係る無線送電装置 1 によれば、第 1 ～第 3 のうちの 1 つの側面に係る無線送電装置 1 において、送電制御回路 10 は、受電レベルが予め決められたしきい値より小さい状態から受電レベルがしきい値以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間だけ待機してから信号送信回路 13 により制御信号を送信する。

[0105] 本開示の第 5 の側面に係る無線送電装置 1 によれば、第 4 の側面に係る無線送電装置 1 において、送電制御回路 10 は、受電レベルに基づいて、負荷装置が動作可能であるか否かを示す状態信号を生成する。また、無線送電装置 1 は、状態信号を外部装置に出力するインターフェース回路 17 をさらに備える。

[0106] 本開示の第 6 の側面に係る無線送電装置は、蓄電デバイス 22 の電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも 1 つの無線受電装置 2 に電力を無線伝送する。無線送電装置 1 は、負荷装置を動作させるための電力を無線受電装置 2 に送電する送電回路 12 と、負荷装置を制御する制御信号を無線受電装置 2 に送信する信号送信回路 13 と、無線送電装置 1 から送電されて無線受電装置 2 によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路 15 と、無線送電装置 1 の動作を制御する送電制御回路 10

とを備える。また、送電制御回路 10 は、受電レベルが予め決められたしきい値より小さい状態から受電レベルがしきい値以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間だけ待機してから、負荷装置を動作させる制御信号を信号送信回路 13 により送信する。

[0107] 本開示の第 7 の側面に係る無線送電装置 1 によれば、第 6 の側面に係る無線送電装置 1 において、送電制御回路 10 は、受電レベルに基づいて、負荷装置が動作可能であるか否かを示す状態信号を生成する。また、無線送電装置 1 は、状態信号を外部装置に出力するインターフェース回路 17 をさらに備える。

[0108] 本開示の第 8 の側面に係る無線電力伝送システムによれば、第 1 ～第 7 のうちの 1 つの側面に係る無線送電装置 1 と、蓄電デバイス 22 の電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも 1 つの無線受電装置 2 とを備える。

[0109] 本開示の第 9 の側面に係る無線電力伝送システムによれば、第 8 の側面に係る無線電力伝送システムにおいて、無線受電装置 2 は、予め決められた物理量を測定するセンサ 23 を備え、センサ 23 によって測定された物理量を無線送電装置 1 に無線送信する。

産業上の利用可能性

[0110] 本開示の側面に係る無線電力伝送システムは、例えば複数のセンサを含むセンサネットワークにおいて各センサに電力を供給するために利用可能である。

符号の説明

- [0111] 1, 1A …無線送電装置（送電装置）
2, 2A, 2-1～2-3 無線受電装置（受電装置）
3 制御装置
4 製造装置
5 ベルトコンベア
6 パレット
7 ワーク

- 1 0 送電制御回路
- 1 1 電源装置
- 1 2 送電回路
- 1 3 信号送信回路
- 1 4, 1 4 A アンテナ制御回路
- 1 5 信号受信回路
- 1 6 サーキュレータ
- 1 7 インターフェース (I / F) 回路
- 1 8 表示装置
- 2 0, 2 0 A 受電制御回路
- 2 1 電力変換回路
- 2 2 蓄電デバイス
- 2 3 センサ
- 2 4 整合回路
- 2 5 サーキュレータ
- 2 6 信号送信回路
- 2 7 信号受信回路
- 2 8 受電回路
- ANT 1, ANT 2, ANT 2 A, ANT 1 1 ~ ANT 2 2 アンテナ装置
- SW スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 蓄電デバイスの電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも1つの無線受電装置に電力を無線伝送する無線送電装置であって、
- 前記無線送電装置は、
- 前記負荷装置を動作させるための電力を前記無線受電装置に送電する送電回路と、
- 前記負荷装置を制御する制御信号を前記無線受電装置に送信する信号送信回路と、
- 前記無線送電装置から送電されて前記無線受電装置によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路と、
- 前記無線送電装置の動作を制御する制御回路とを備え、
- 前記制御回路は、
- 前記無線送電装置から前記各無線受電装置に電力を無線伝送する複数の時間スロットを前記各無線受電装置に周期的に割り当て、
- ある無線受電装置に割り当てられた第1の時間スロットにおいて前記受電レベルが予め決められたしきい値より小さくなったとき、同じ無線受電装置に割り当てられ、前記第1の時間スロットに先行又は後続する第2の時間スロットを延長する、
- 無線送電装置。
- [請求項2] 前記無線送電装置から複数の無線受電装置に電力を無線伝送するとき、前記制御回路は、前記第1及び第2の時間スロットが割り当てられた無線受電装置とは異なる他の無線受電装置に割り当てられ、前記第2の時間スロットに時間的に隣接する第3の時間スロットを短縮する、
- 請求項1記載の無線送電装置。
- [請求項3] 前記制御回路は、前記第3の時間スロットが割り当てられた無線受電装置と同じ無線受電装置に割り当てられ、前記第1の時間スロット

に時間的に隣接する第4の時間スロットを延長する、
請求項2記載の無線送電装置。

[請求項4] 前記制御回路は、前記受電レベルが予め決められたしきい値より小さい状態から前記受電レベルが前記しきい値以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間だけ待機してから前記信号送信回路により前記制御信号を送信する、
請求項1～3のうちの1つに記載の無線送電装置。

[請求項5] 前記制御回路は、前記受電レベルに基づいて、前記負荷装置が動作可能であるか否かを示す状態信号を生成し、
前記無線送電装置は、前記状態信号を外部装置に出力するインターフェース回路をさらに備えた、
請求項4記載の無線送電装置。

[請求項6] 蓄電デバイスの電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも1つの無線受電装置に電力を無線伝送する無線送電装置であって、
前記無線送電装置は、
前記負荷装置を動作させるための電力を前記無線受電装置に送電する送電回路と、
前記負荷装置を制御する制御信号を前記無線受電装置に送信する信号送信回路と、
前記無線送電装置から送電されて前記無線受電装置によって受電される電力のレベルを示す受電レベルの推定値を取得する信号受信回路と、
前記無線送電装置の動作を制御する制御回路とを備え、
前記制御回路は、前記受電レベルが予め決められたしきい値より小さい状態から前記受電レベルが前記しきい値以上である状態に遷移したとき、予め決められた待機時間だけ待機してから、前記負荷装置を動作させる制御信号を前記信号送信回路により送信する、
無線送電装置。

- [請求項7] 前記制御回路は、前記受電レベルに基づいて、前記負荷装置が動作可能であるか否かを示す状態信号を生成し、
- 前記無線送電装置は、前記状態信号を外部装置に出力するインターフェース回路をさらに備えた、
- 請求項6記載の無線送電装置。
- [請求項8] 請求項1～7のうちの1つに記載の無線送電装置と、
- 蓄電デバイスの電力で動作する負荷装置を備えた少なくとも1つの無線受電装置とを備えた、
- 無線電力伝送システム。
- [請求項9] 前記無線受電装置は、予め決められた物理量を測定するセンサを備え、前記センサによって測定された物理量を前記無線送電装置に無線送信する、
- 請求項8記載の無線電力伝送システム。

[図1]

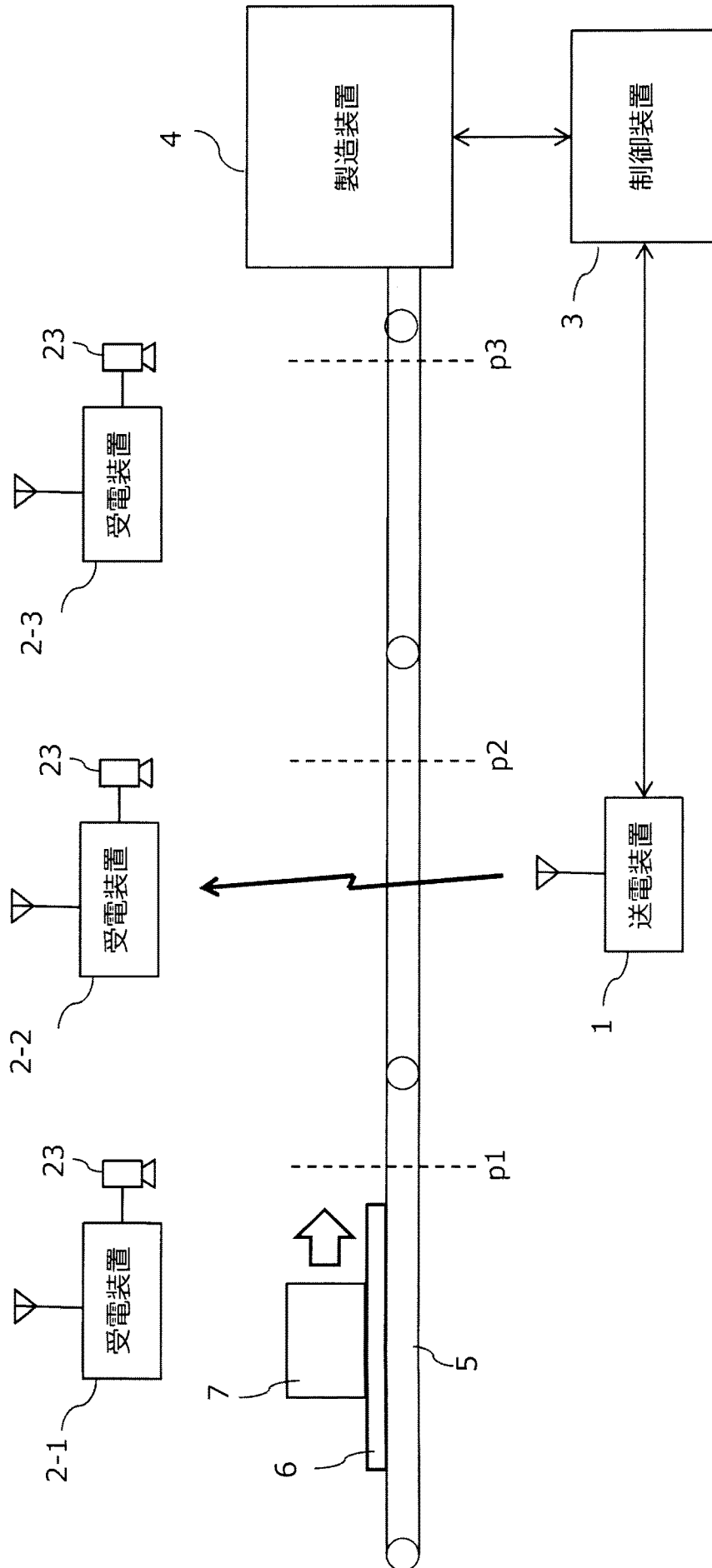
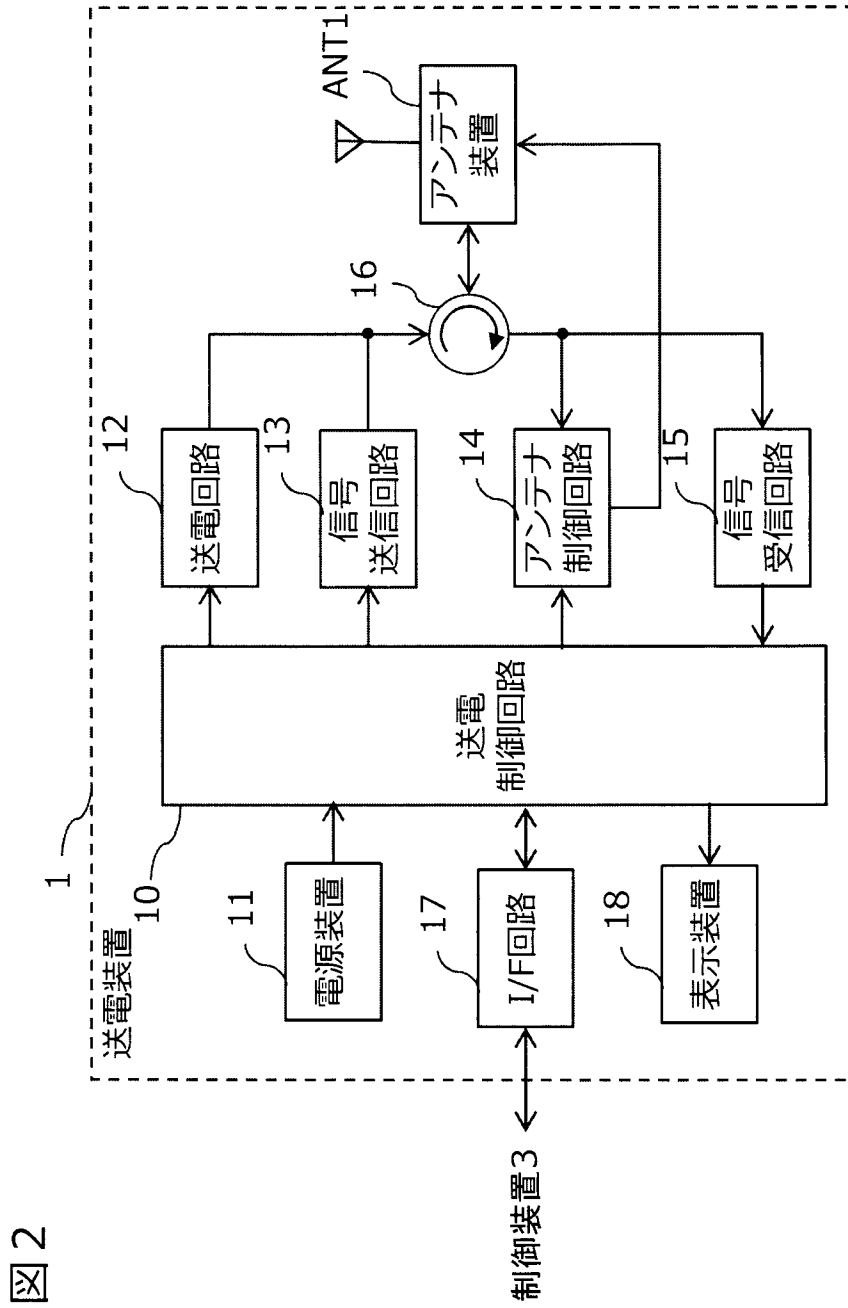


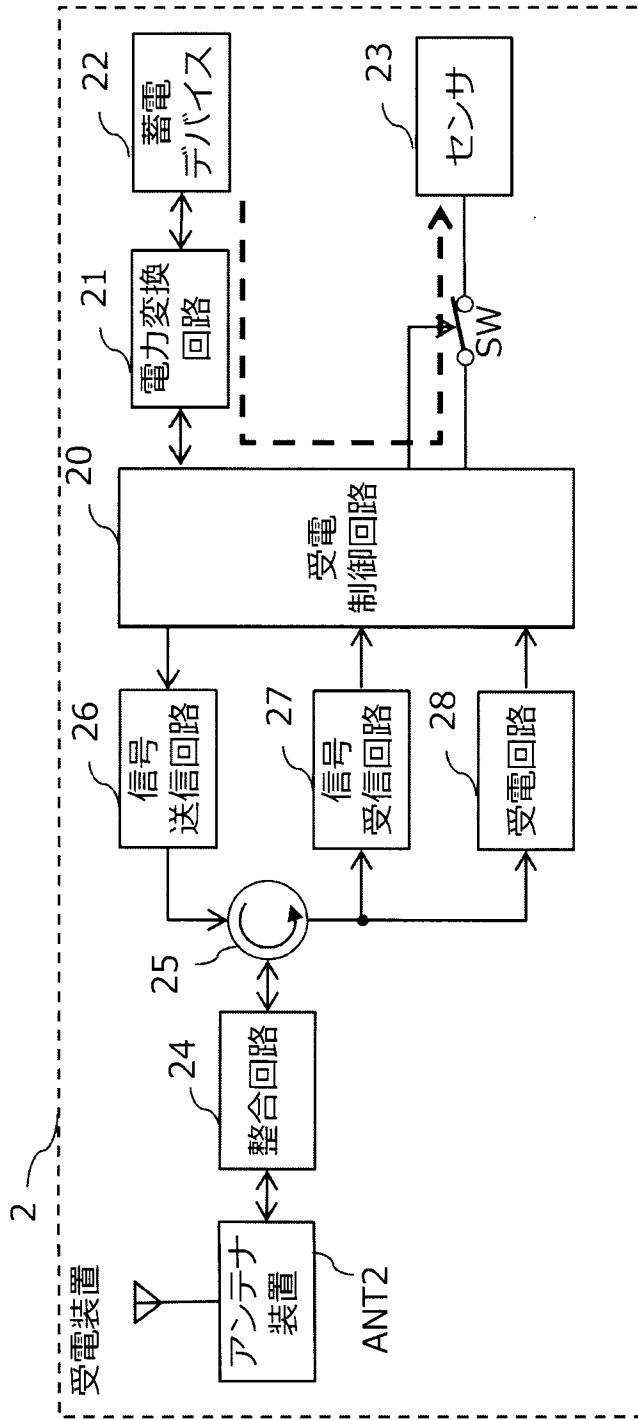
図1

[図2]



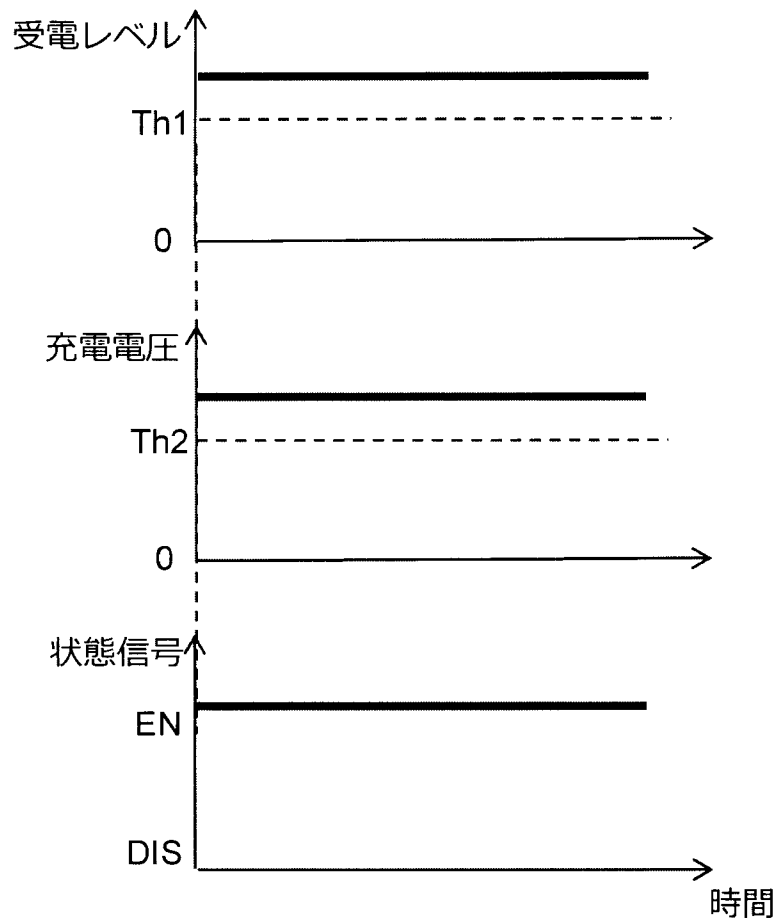
[図3]

図3



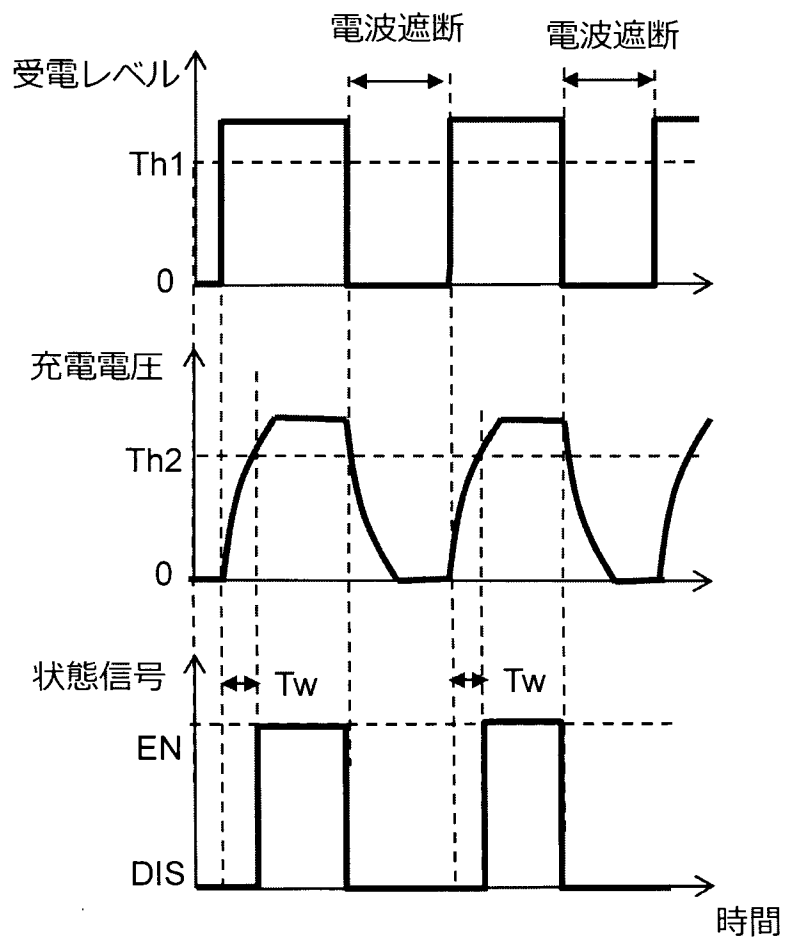
[図4]

図 4



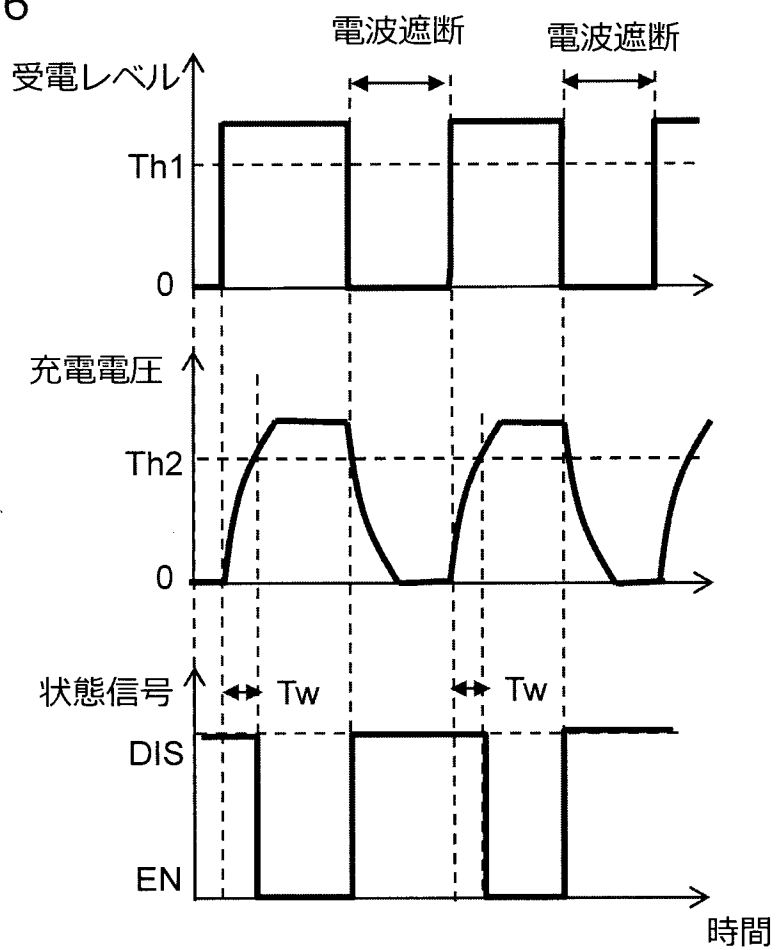
[図5]

図 5

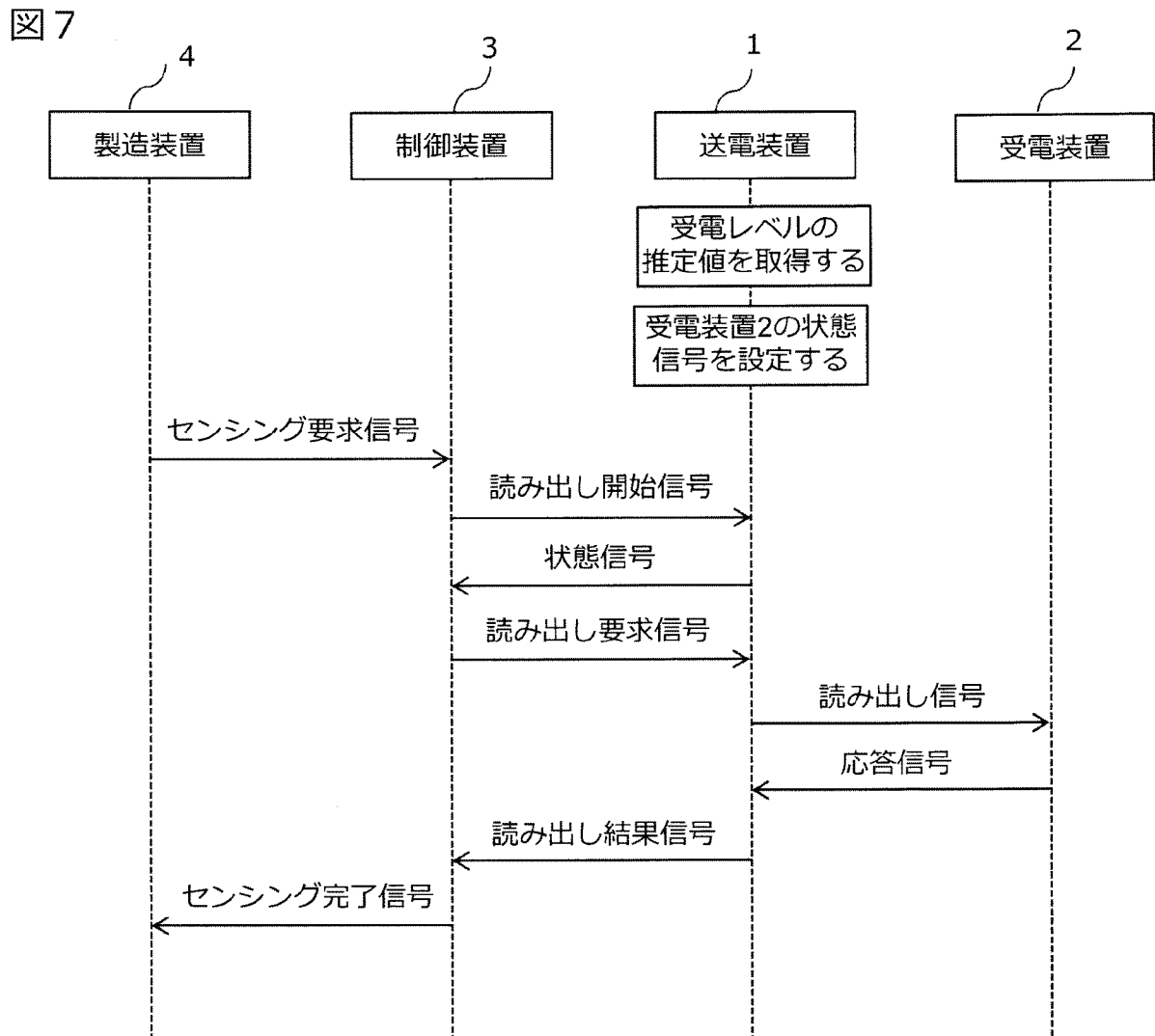


[図6]

図 6

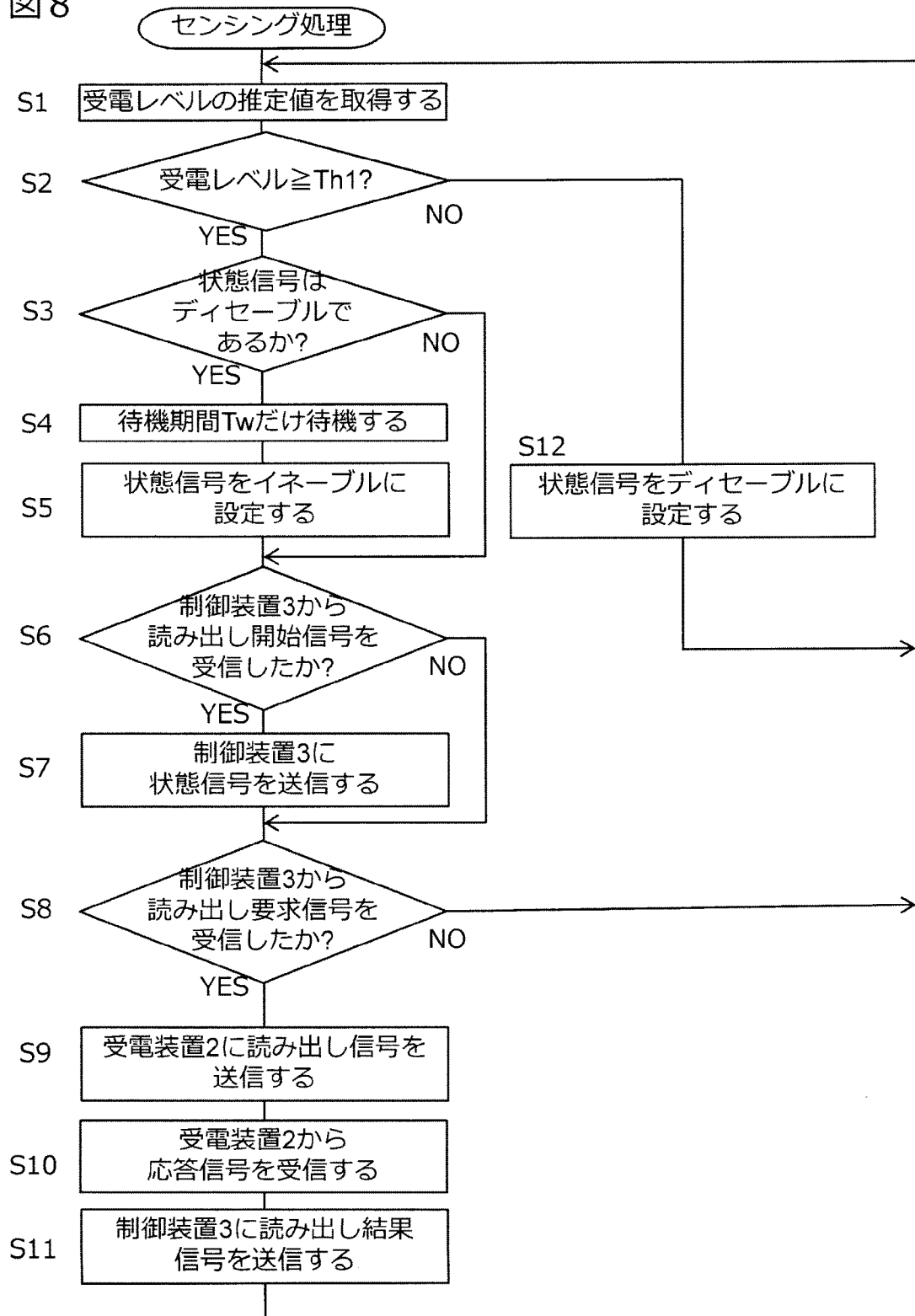


[図7]



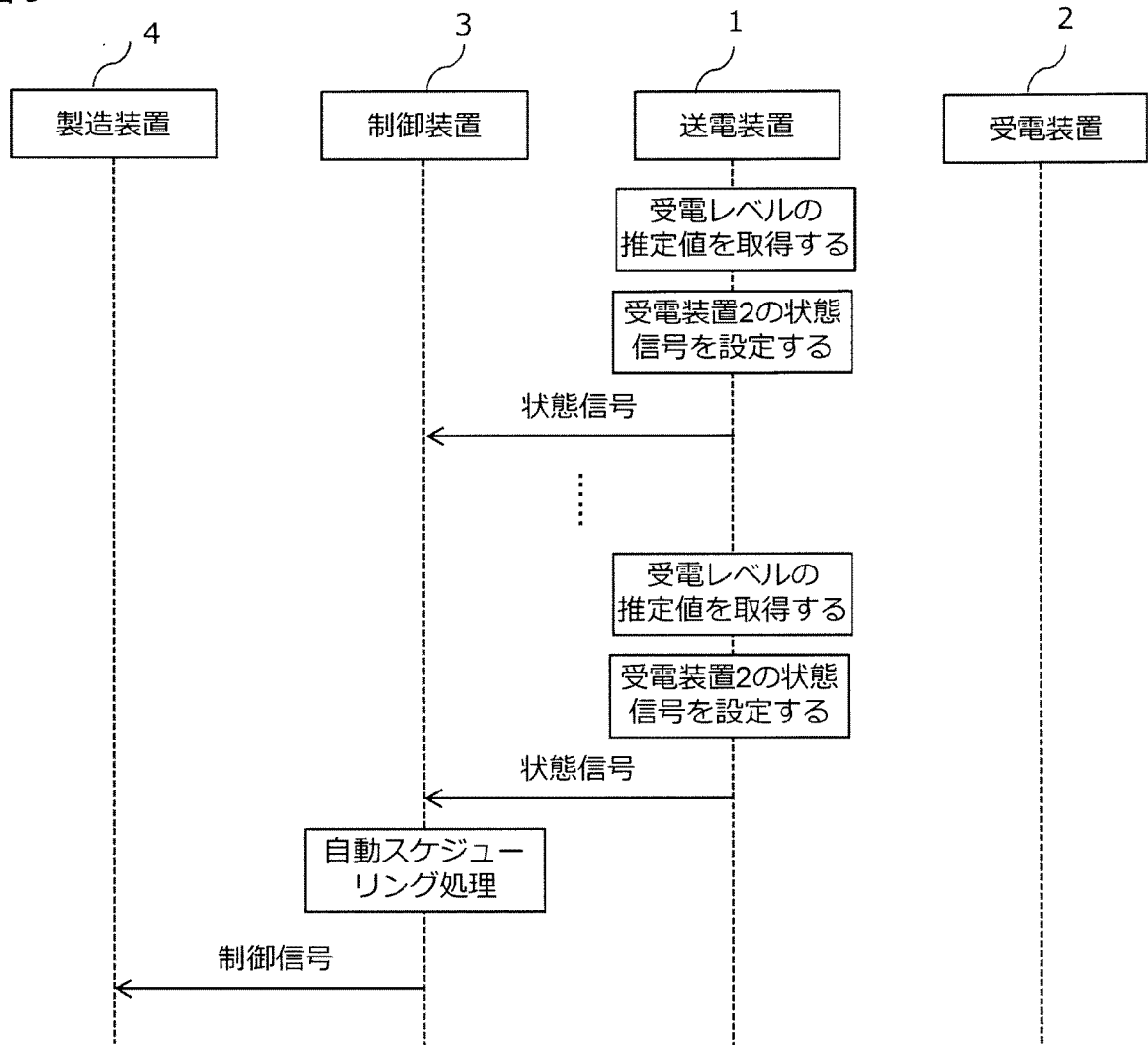
[図8]

図 8



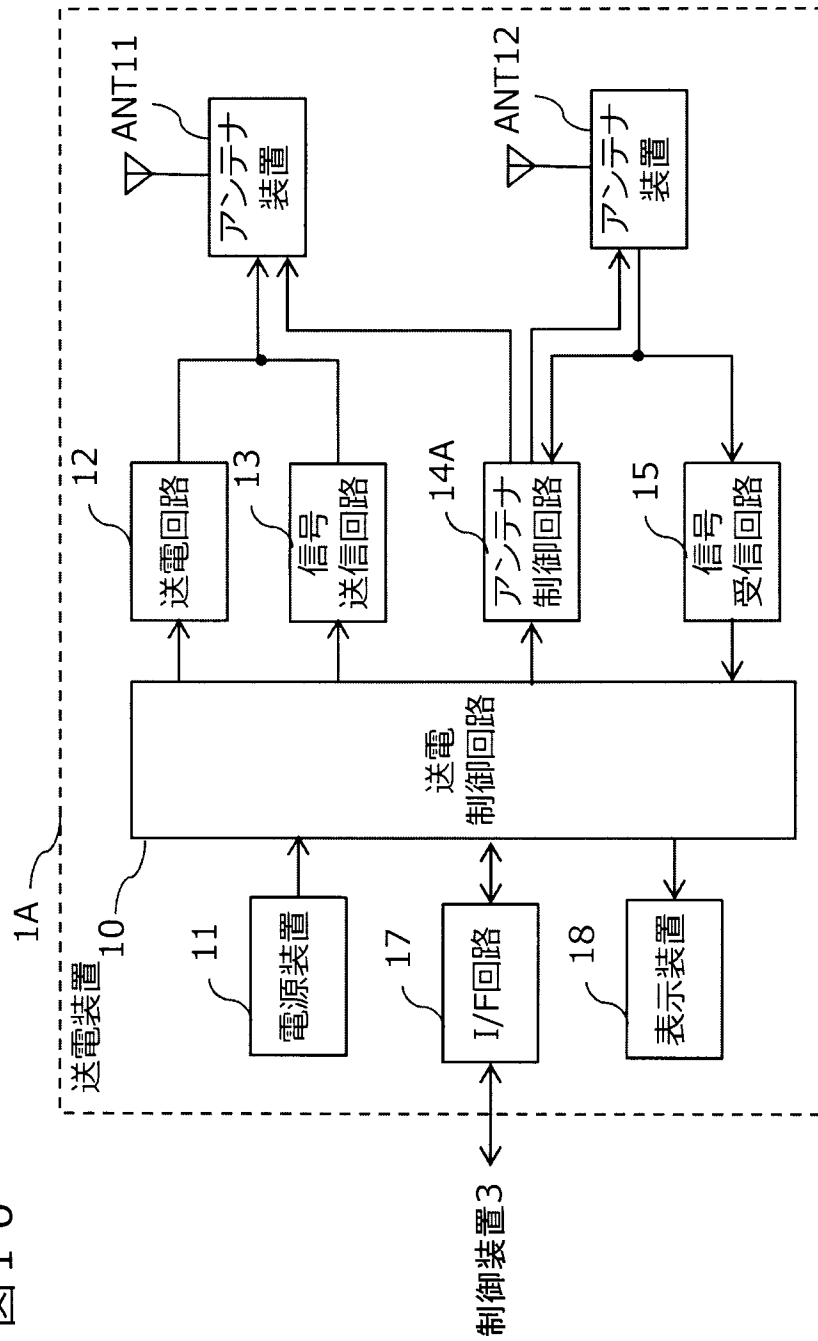
[図9]

図 9

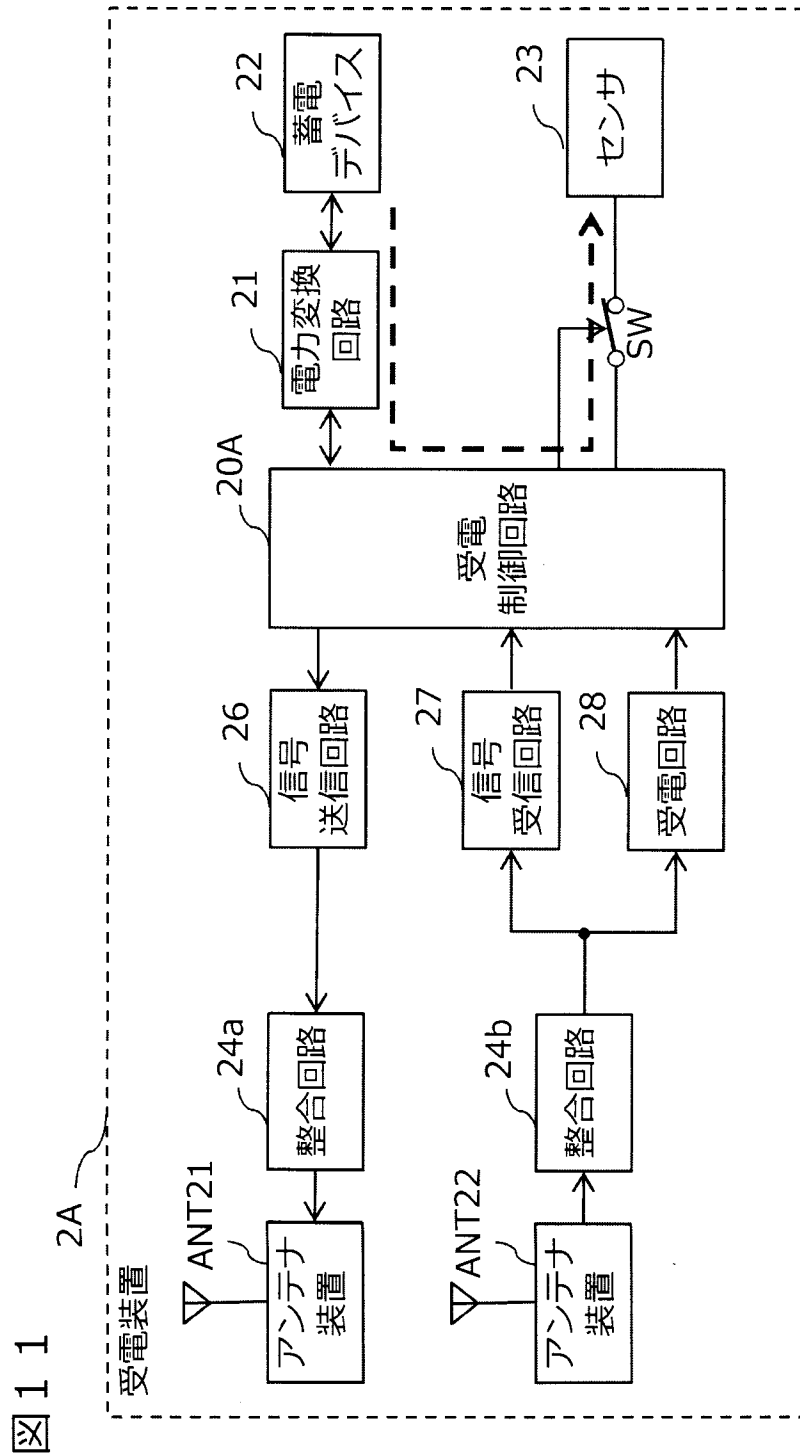


[図10]

図10

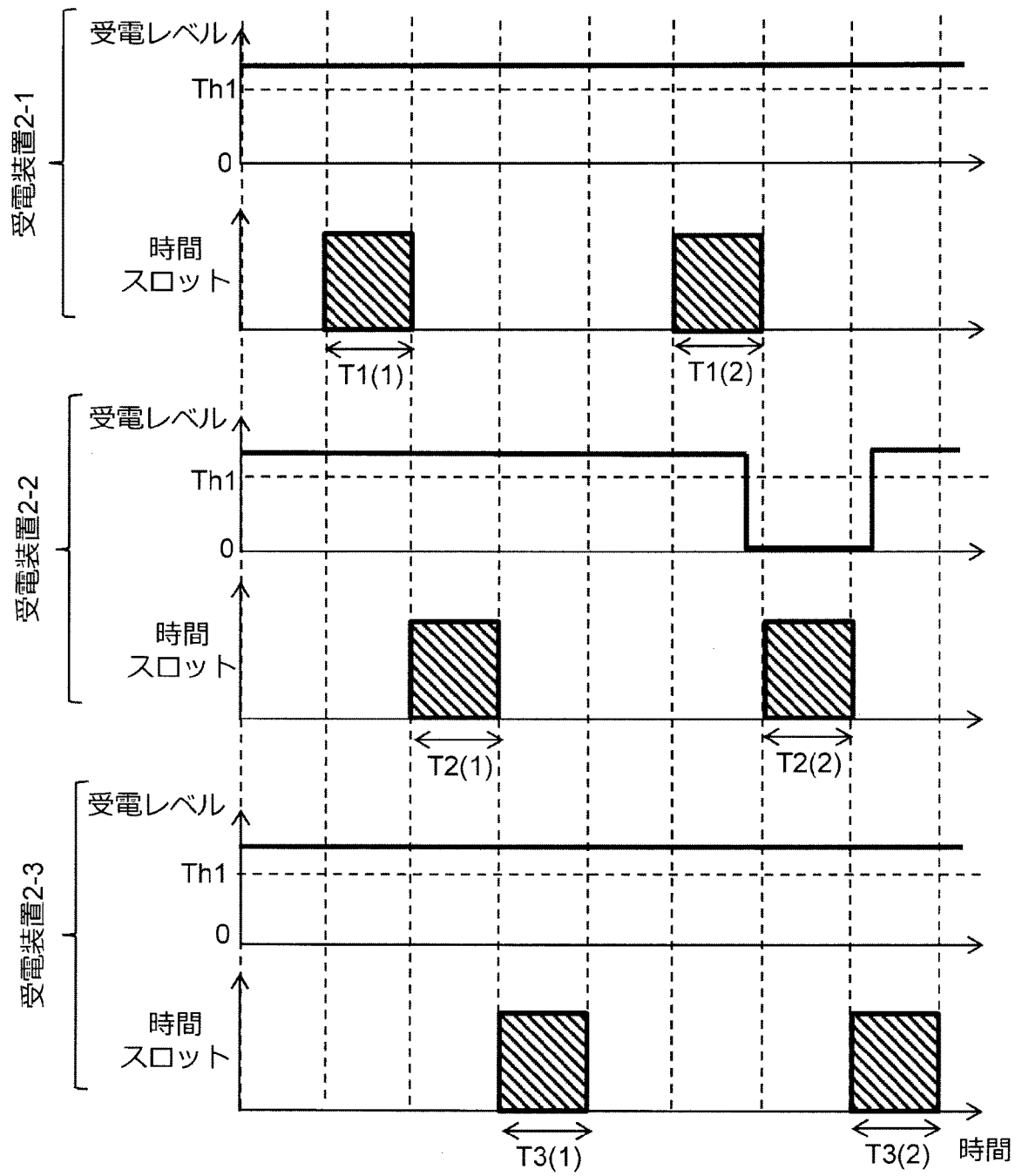


[図11]



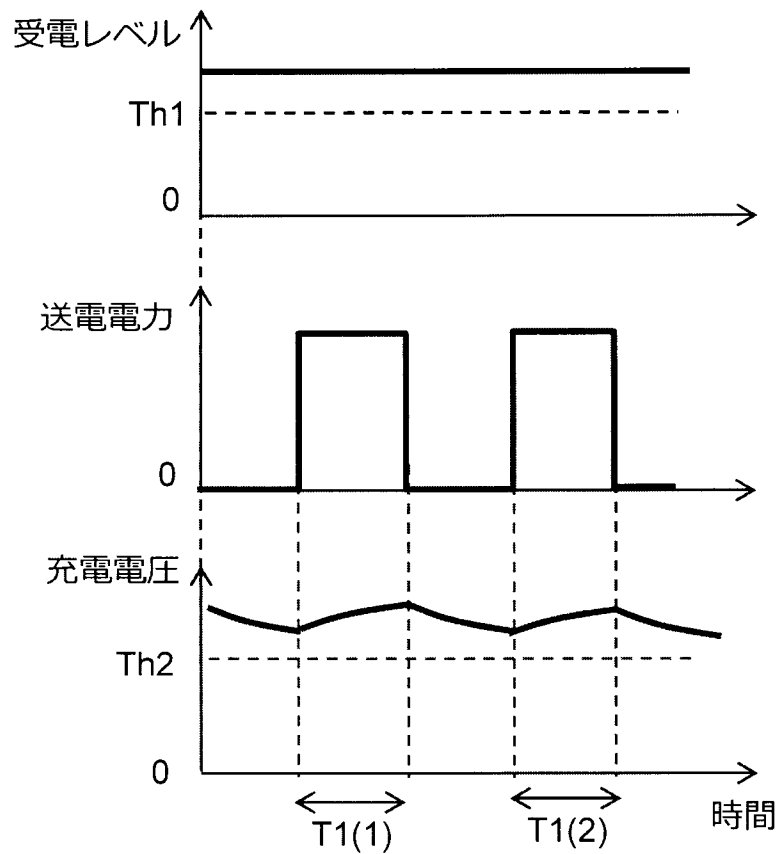
[図12]

図 1 2



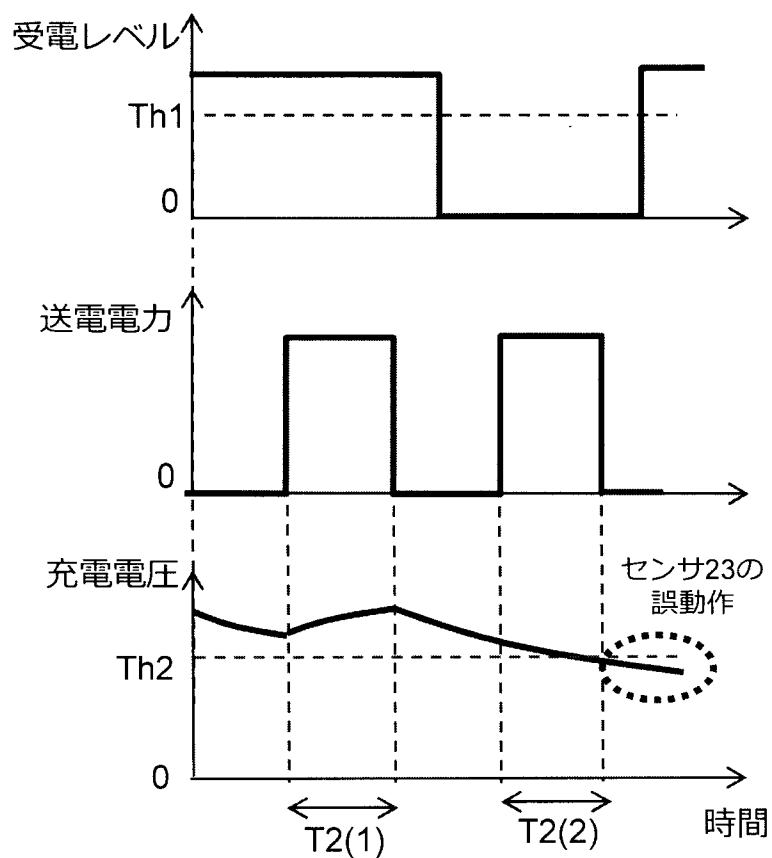
[図13]

図 1 3



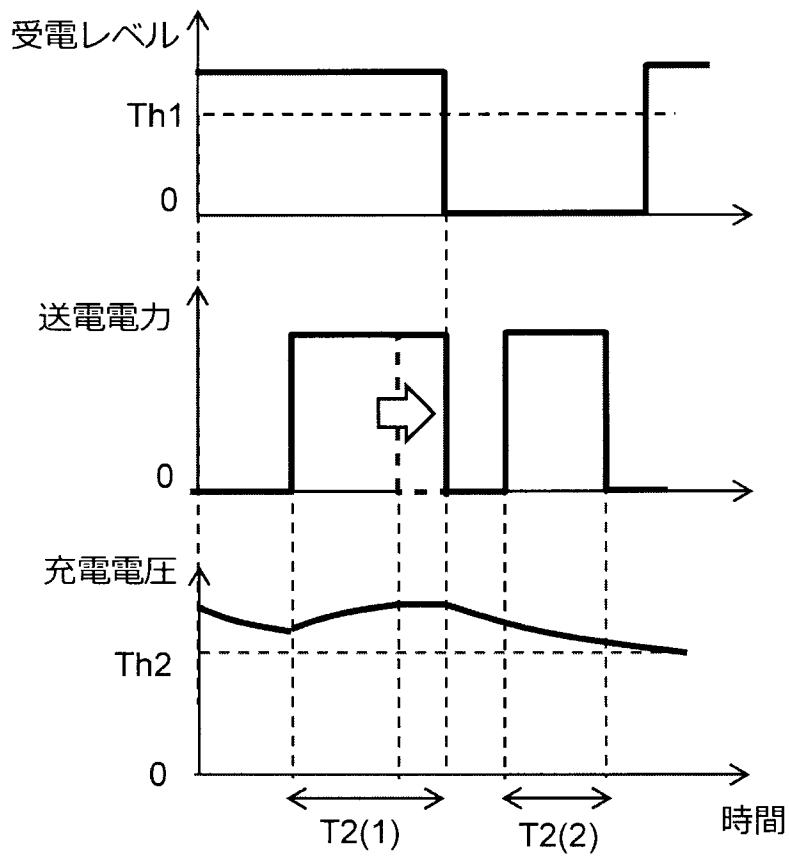
[図14]

図 1 4



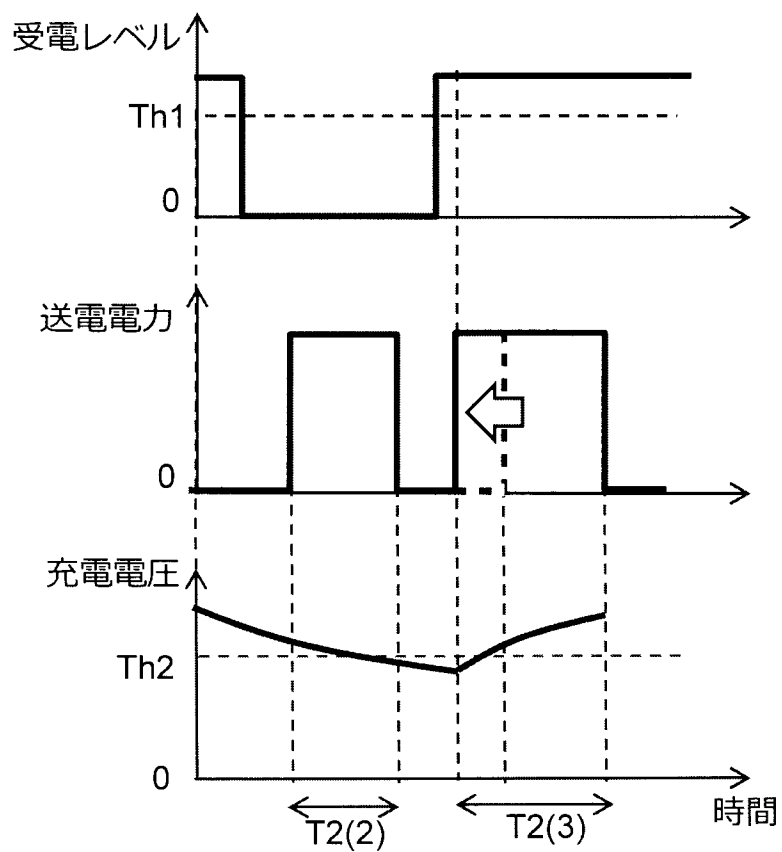
[図15]

図 1 5



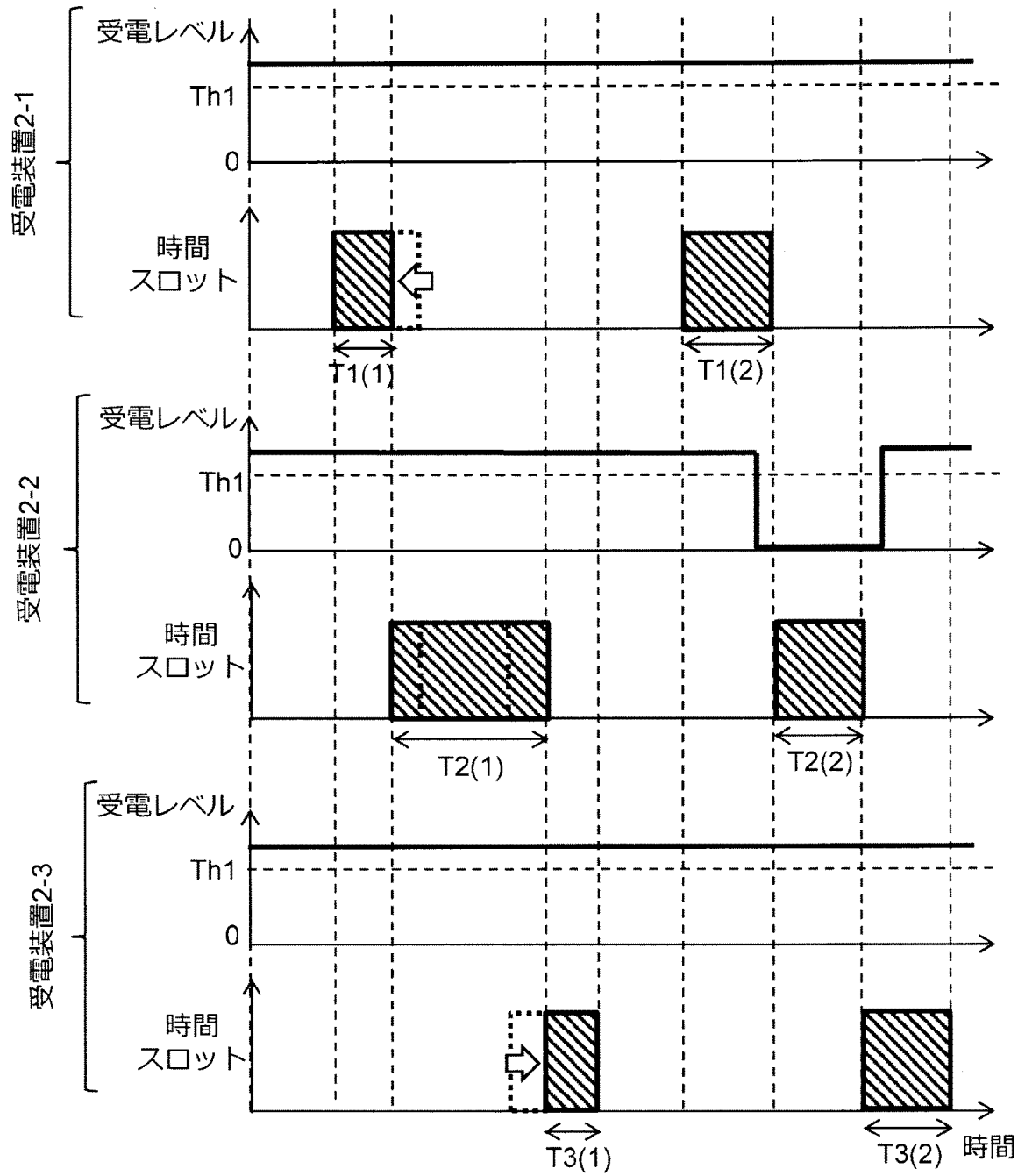
[図16]

図 1 6



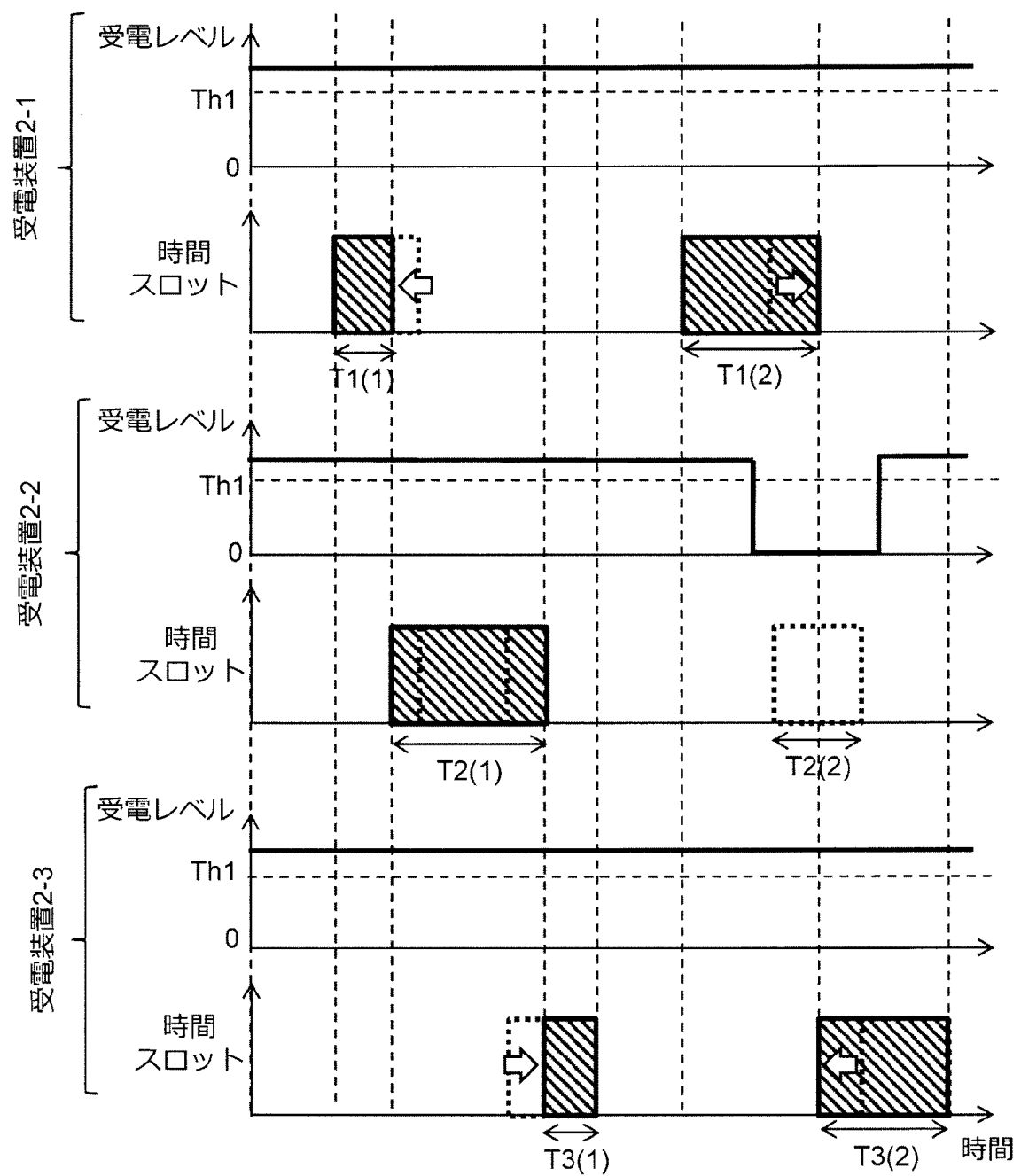
[図17]

図 1 7



[図18]

図 1 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/032283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02J50/40 (2016.01) i, H02J50/20 (2016.01) i, H02J50/80 (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)

Int.Cl. H02J50/40, H02J50/20, H02J50/80

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2009-268311 A (SONY CORP.) 12 November 2009, paragraphs [0026]-[0192], fig. 1-17 & US 2009/0271048 A1 paragraphs [0044]-[0203], fig. 1-17	1-9
A	JP 2014-505460 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 27 February 2014, paragraphs [0017]-[0083], fig. 1-7 & US 2012/0202435 A1 paragraphs [0043]-[0109], fig. 1-7 & WO 2012/108663 A2 & EP 2673866 A2 & KR 10-2012-0090220 A & CN 103477536 A	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
01 October 2019 (01.10.2019)

Date of mailing of the international search report
15 October 2019 (15.10.2019)

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（IPC））

Int.Cl. H02J50/40(2016.01)i, H02J50/20(2016.01)i, H02J50/80(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（IPC））

Int.Cl. H02J50/40, H02J50/20, H02J50/80

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2009-268311 A（ソニー株式会社）2009.11.12, 段落 [0026] - [0192], 第1-17図 & US 2009/0271048 A1 段落 [0044] - [0203], 第1-17図	1-9
A	JP 2014-505460 A（サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド）2014.02.27, 段落 [0017] - [0083], 第1-7図 & US 2012/0202435 A1 段落 [0043] - [0109], 第1-7図 & WO 2012/108663 A2 & EP 2673866 A2 & KR 10-2012-0090220 A & CN 103477536 A	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

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

01.10.2019

国際調査報告の発送日

15.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

赤穂 嘉紀

5 T

3458

電話番号 03-3581-1101 内線 3568