

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6950632号
(P6950632)

(45) 発行日 令和3年10月13日(2021.10.13)

(24) 登録日 令和3年9月28日(2021.9.28)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2J 50/60	(2016.01) HO2J 50/60
HO2J 50/20	(2016.01) HO2J 50/20
HO2J 50/40	(2016.01) HO2J 50/40

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-125224 (P2018-125224)
(22) 出願日	平成30年6月29日 (2018.6.29)
(65) 公開番号	特開2020-5469 (P2020-5469A)
(43) 公開日	令和2年1月9日 (2020.1.9)
審査請求日	令和2年12月15日 (2020.12.15)

(73) 特許権者	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市下京区塙小路通堀川東入南不 動堂町801番地
(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
(74) 代理人	100091524 弁理士 和田 充夫
(74) 代理人	100172236 弁理士 岩木 宣憲
(72) 発明者	植木 大地 京都府京都市下京区塙小路通堀川東入南不 動堂町801番地 オムロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】無線で電力を供給する送電装置及び異物検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境において、受電装置に対して無線で電力を供給する送電装置であって、

電力を供給するための電波を送信する複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナと、所定の検知範囲内の電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、前記検知範囲内に異物が存在しない状態において前記アレイアンテナで受信した信号に基づき求められた第1の環境情報と、前記第1の環境情報を求めた後に、前記アレイアンテナで受信した信号に基づき求められた前記検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す第2の環境情報とに基づき、前記検知範囲における異物の進入を検出する制御部と、を備え、

前記第1の環境情報は、前記動作パターン毎に求められ、前記ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含み、前記制御部は、前記アレイアンテナで受信した信号に基づき前記第2の環境情報を求め、前記第2の環境情報を求めた時の前記ロボットの動作パターンを取得し、前記取得した動作パターンで前記ロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む前記第1の環境情報を取得し、前記取得した第1の環境情報と前記第2の環境情報との比較結果に基づき前記検知範囲における異物の進入の有無を検出する、

送電装置。

【請求項 2】

前記第1及び第2の環境情報は、前記アレイアンテナで受信した電波のドップラー効果

10

20

を示す情報を含む、請求項 1 に記載の送電装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の環境情報は、前記アレイアンテナで受信した電波の伝搬係数を示す情報を含む、請求項 1 に記載の送電装置。

【請求項 4】

前記受電装置からビーコン信号を受信する受信部をさらに備え、

前記制御部は、受信したビーコン信号から前記第 1 及び第 2 の環境情報を生成する、請求項 3 に記載の送電装置。

【請求項 5】

前記第 1 の環境情報を予め格納した記憶部をさらに備え、

前記制御部は、前記記憶部から前記第 1 の環境情報を取得する、請求項 1 に記載の送電装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記第 1 の環境情報を前記送電装置の外部から取得する、請求項 1 に記載の送電装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記検知範囲における異物の進入を検出した場合、前記受電装置への電力伝送の停止または前記受電装置へ伝送する電力の低減を行う、請求項 1 に記載の送電装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の送電装置と、

前記送電装置から無線で電力を受ける受電装置と、
を備えた無線電力伝送システム。

【請求項 9】

複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境で使用される無線電力伝送システムにおける異物検出方法であって、

複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナを介して電力を供給するための電波を送信し、制御部により、検知範囲内の電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、前記検知範囲内に異物が存在しない状態において前記アレイアンテナで受信した信号に基づき第 1 の環境情報を予め求めておき、

前記第 1 の環境情報は、前記動作パターン毎に求められ、前記ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含み、

前記制御部により、前記第 1 の環境情報を求めた後に、前記アレイアンテナで受信した信号に基づき前記検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す第 2 の環境情報を求め、

前記制御部により、前記第 2 の環境情報を求めた時の前記ロボットの動作パターンを取得し、

前記制御部により、前記取得した動作パターンで前記ロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む前記第 1 の環境情報を取得し、

前記制御部により、前記取得した第 1 の環境情報と、前記第 2 の環境情報とを比較し、その比較結果に基づき前記検知範囲における異物の進入の有無を検出する、
異物検出方法。

【請求項 10】

複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境において、所定の検知範囲における異物の進入を検出する異物検出装置であって、

前記検知範囲に電波を送信する複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナと、

前記検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、前記検知範囲内に異物が存在しない状態において前記アレイアンテナで受信した信号に基づき予め求められた第 1 の環境情報と、前記第 1 の環境情報を求めた後に、前記アレイアンテナで受信した信号に基づき求められた前記検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す第 2 の環境情報とに基づき、前記検知範囲における異物の進入を検出する制御部と、を備え、

10

20

30

40

50

前記第1の環境情報は、前記動作パターン毎に求められ、前記ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含み、

前記制御部は、前記アレイアンテナで受信した信号に基づき前記第2の環境情報を求め、前記第2の環境情報を求めた時の前記ロボットの動作パターンを取得し、前記取得した動作パターンで前記ロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む前記第1の環境情報を取得し、取得した前記第1の環境情報と前記第2の環境情報との比較結果に基づき前記検知範囲における異物の進入の有無を検出する、

異物検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、無線電力伝送において、電力の送電範囲を含む所定の検知範囲において人などの異物が進入したことを検出する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線電力伝送により対象に給電する技術において、大電力を伝送するときに、電力伝送領域内に人が進入した場合に電波が人に与える影響が懸念されている。このため、従来、無線電力伝送技術においては、人などの物体が所定の領域に進入したか否かを検出し、進入が検出されたときには、電力伝送を停止することを行っている。

【0003】

20

例えば、特許文献1の電力伝送システムでは、検知範囲に電波を送信し、送信した電波の反射波を複数の受信部で受信し、複数の受信部で受信した反射波の位相差の情報を用いることで異物の存在を検出し、異物が検出されたときに電力伝送を停止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-207749号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

特許文献1のような検出技術を例えば工場のような、動いているロボットが存在する環境に適用した場合、動いているロボットが検知範囲に進入する場合もあり、その場合にロボットを異物として誤検出してしまうという問題がある。

【0006】

本発明は、無線で電力を伝送する装置であって、ロボットなどの通常動いている物体を誤検出することなく、所定の検知範囲内に人などの異物が進入したことを検知する送電装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

本開示の第1の態様において、複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境において、受電装置に対して無線で電力を供給する送電装置が提供される。送電装置は、電力を供給するための電波を送信する複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナと、所定の検知範囲内の電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、検知範囲内に異物が存在しない状態においてアレイアンテナで受信した信号に基づき予め求められた第1の環境情報と、第1の環境情報を求めた後に、アレイアンテナで受信した信号に基づき求められた検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す第2の環境情報とに基づき、検知範囲における異物の進入を検出する制御部と、を備える。第1の環境情報は、動作パターン毎に求められ、ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。制御部は、アレイアンテナで受信した信号に基づき第2の環境情報を求め、第2の環境情報を求めた時のロボットの動作パターンを取得し、取得した動作パターン

50

でロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む第1の環境情報を取得し、第2の環境情報と、取得した第1の環境情報との比較結果に基づき検知範囲における異物の進入の有無を検出する。

【0008】

本開示の第2の態様において、上記の送電装置と、送電装置から無線で電力を受ける受電装置と、を備えた無線電力伝送システムが提供される。

【0009】

本開示の第3の態様において、複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境で使用される無線電力システムにおける異物検出方法が提供される。異物検出方法は、複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナを介して電力を供給するための電波を送信し、制御部により、検知範囲内の電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、検知範囲内に異物が存在しない状態においてアレイアンテナで受信した信号に基づき第1の環境情報を求め求めておく。第1の環境情報は、動作パターン毎に求められ、ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。制御部により、第1の環境情報を求めた後に、アレイアンテナで受信した信号に基づき検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す第2の環境情報を求め、第2の環境情報を求めた時のロボットの動作パターンを取得し、取得した動作パターンでロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む第1の環境情報を取得し、取得した第1の環境情報と第2の環境情報を比較し、その比較結果に基づき検知範囲における異物の進入の有無を検出する。

10

【0010】

本開示の第4の態様において、複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境において、所定の検知範囲における異物の進入を検出する異物検出装置が提供される。異物検出装置は、検知範囲に電波を送信する複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナと、検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、検知範囲内に異物が存在しない状態においてアレイアンテナで受信した信号に基づき求められた第1の環境情報と、第1の環境情報を求めた後にアレイアンテナで受信した信号に基づき求められた検知範囲における電波の伝搬環境の状態を示す第2の環境情報とにに基づき、検知範囲における異物の進入を検出する制御部と、を備える。第1の環境情報は、動作パターン毎に求められ、ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。制御部は、アレイアンテナで受信した信号に基づき第2の環境情報を求め、第2の環境情報を求めた時のロボットの動作パターンを取得し、取得した動作パターンでロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む第1の環境情報を取得し、取得した第1の環境情報と第2の環境情報を比較結果に基づき検知範囲における異物の進入の有無を検出する。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、異物が存在しない通常の環境状態を示す環境情報を差分に基づき、検知範囲内への、人などの異物の進入を検出する。これにより、通常の環境状態において動きのある物体があったとしてもそれを誤検出することを防止でき、精度よく検知範囲への異物の進入を検出することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明に係る物体検出装置の技術を無線電力伝送システムに適用した例を示す図

40

【図2】本発明の実施の形態1における無線電力伝送システムの構成を示すブロック図

【図3】基準伝搬環境データの測定方法を説明した図

【図4】検知範囲に人がいないときの伝搬環境データ（基準伝搬環境データ）と、検知範囲に人が進入したときの伝搬環境データとを示した図

【図5】伝搬環境テーブルの例を示す図

【図6】無線電力伝送システムにおける伝搬環境データの測定を説明した図

50

【図7】実施の形態1の無線電力伝送システムにおける基準伝搬環境データの測定動作を示すフローチャート

【図8】実施の形態1の無線電力伝送システムにおける異物検出動作を示すフローチャート

【図9】本発明の実施の形態2における無線電力伝送システムの構成を示すブロック図

【図10】実施の形態2の無線電力伝送システムにおける基準伝搬環境データの測定動作を示すフローチャート

【図11】実施の形態2の無線電力伝送システムにおける異物検出動作を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

10

【0013】

以下、適宜図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0014】

(適用例)

まず、本開示に係る異物検出装置が適用される場面の一例を説明する。本開示に係る異物検出装置は、例えば、製造工場において無線で電力伝送を行うで用いられる無線電力伝送システムに適用することができる。

【0015】

20

図1は、本開示に係る異物検出装置を無線電力伝送システムに適用した例を示す図である。無線電力伝送システム10は、無線により給電対象の装置に電力を送電するシステムである。無線電力伝送システム10は送電装置100と受電装置200とで構成される。送電装置100は例えばマイクロ波により受電装置200に電力を供給する。受電装置200は、送電装置100からマイクロ波を受け、受けたマイクロ波の電力で稼働する。受電装置200は例えば、製造工場内に配置されるセンサである。送電装置100は電力送信のためにアレイアンテナ110を備える。アレイアンテナ110は、複数のアンテナ素子112を備え、指向性を有した電波の送信及び受信が可能である。

【0016】

30

この無線電力伝送システム10によれば、送電装置100がアレイアンテナ110から電波(マイクロ波)を送信することで、所定の給電範囲P内にある複数の受電装置200に対して電力を伝送する。さらに、送電装置100は、アレイアンテナ110で、給電範囲Pを含む所定の検知範囲S(詳細は後述)内にある物体からの反射波を受信し、受信した電波に基づき、そのときの検知範囲S内の空間における電波の伝搬環境を検出する。そして、送電装置100は、検出した伝搬環境に基づき、検知範囲S内に異物が進入したか否かを検出する。ここで、異物とは、無線電力伝送システム10の動作中に検知範囲S内において本来配置されない又は存在しない物体であり、例えば、人、動物または移動機械である。

【0017】

40

送電装置100は、人420などの異物の進入を検出したときは、受電装置200に対する給電を停止するか、または、伝送する電力の値を人体に影響のないレベルまでに低減させるような処理を行う。これにより、人体や機械に対する、電力伝送のための電波の影響を低減することができる。

【0018】

検知範囲S内に、人420などの異物が存在するときと、存在しないときとでは、検知範囲S内の空間における電波の伝搬環境が変化する。そこで、送電装置100は、人420などの異物が存在するときと、存在しないときとの伝搬環境の差異を利用して、検知範囲S内への人420などの異物の進入を検出する。このように、検知範囲S内に人420などの異物が存在するときと、存在しないときとの伝搬環境の差異を利用することで、検知範囲S内にロボット400のような動く物体が存在する場合であっても、精度よく、検知範囲S内への異物の進入を検出することが可能となる。

【0019】

50

(実施の形態 1)

以下、添付の図面を参照して、本発明に係る無線電力伝送システム及び異物検出装置の実施の形態を説明する。

【0020】

1. 構成

図2は、本開示の実施の形態1における無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。実施の形態1における無線電力伝送システム10は、電力を無線で伝送する送電装置100と、送電装置100から伝送された電力を受ける受電装置200とで構成される。

【0021】

送電装置100は、指向性を有するアレイアンテナ110と、アレイアンテナの指向性を制御する指向性制御部120と、電力を伝送するための給電信号を生成する給電信号生成部130と、アレイアンテナ110を介して伝搬環境を示す電波を受信する受信部140と、送電装置100の動作を制御する制御部150と、基準となる伝搬環境データを示す伝搬環境テーブルを格納するメモリ160と、を備える。

【0022】

アレイアンテナ110は複数のアンテナ素子112を含み、所望の放射指向性を実現できる。例えば、アレイアンテナ110において、N個（Nは2以上の自然数）のアンテナ素子112を適宜配列し、その全部あるいは一部を励振し、励振電流（電圧）の振幅と位相を制御することで、所望の放射指向性（放射パターン）を得ることができる。

【0023】

給電信号生成部130は、制御部150からの制御にしたがい、電力を搬送するマイクロ波を生成するための給電信号を生成する回路である。給電信号生成部130は、例えば、ガンドイオード等の半導体発振器、又はマグнетロン等のマイクロ波発振器である。

【0024】

指向性制御部120は、制御部150からの制御にしたがい、アレイアンテナ110から放射する信号の指向性を制御する回路であり、給電信号生成部130からの給電信号に基づき各アンテナ素子112に給電する信号を生成する。

【0025】

具体的には、指向性制御部120は、給電信号生成部130によって生成された給電信号をN個の給電信号（マイクロ波）に分配する。さらに、指向性制御部120は、N個の給電信号のそれぞれの位相を個別に調整する。指向性制御部120のこの機能は、例えば、移相器で実現できる。さらに、指向性制御部120は、N個のマイクロ波の振幅を個別に調整する。指向性制御部120のこの機能は、例えば、可変利得増幅器等の電力増幅器で実現できる。

【0026】

受信部140は、アレイアンテナ110を介して受信した電波を電気信号として取り出す回路である。

【0027】

制御部150は、送電装置100の動作全体の制御を司り、例えば、プログラムを実行することで所定の機能を実現する。制御部150は、CPU、RAM及びROM等を含む。制御部150は、CPUに変えて、他の種類の汎用プロセッサ、例えばMPUを備えてよい。または、CPUに変えて、所定の機能を実現するように専用に設計されたプロセッサを用いてよい。すなわち、制御部150はCPU、MPU、GPU、DSP、FGA、ASIC等、種々のプロセッサを含むことができる。

【0028】

メモリ160は情報を記録する記録媒体であり、例えば、フラッシュメモリである。メモリ160は不揮発性の記録媒体であれば、他の種類の記録媒体（例えば、ハードディスク、SSD）でもよい。特に、メモリ160は、検知範囲Sにおいて人等の異物が存在しない環境で測定された伝搬環境データを予め格納している（詳細は後述）。

10

20

30

40

50

【0029】

受電装置200は、送電装置100から電力を受け、受けた電力で駆動する。受電装置200は、例えば、センサである。受電装置200は、給電信号を示す電波を受信するアンテナ210と、アンテナ210で受けた電波を処理する受信部220と、受電装置200の動作を制御する制御部230とを備える。受信部220は、アンテナ210で受けた給電信号から電力を生成するための回路を含む。制御部230は受電装置200の機能を実現する制御回路を含む。

【0030】

また、送電装置100は、他の機器と通信を行うためのインターフェース回路（図示せず）を介して、ロボット400を制御する制御装置300に接続される。

10

【0031】

2. 動作

以上のような構成を有する無線電力伝送システム10における動作を以下に説明する。特に、以下では、無線電力伝送システム10における異物検出動作について説明する。

【0032】

無線電力伝送システム10において、送電装置100は電力伝送中、検知範囲Sの空間における電波の伝搬環境を監視し、電波の伝搬環境の状態に基づいて検知範囲内に人等の異物が進入したか否かを検出する。ここで、所定の検知範囲Sは、アレイアンテナ110が電波を受信できる範囲である。検知範囲Sは、アレイアンテナ110の感度や指向性を調整することで制御できる。検知範囲Sは、例えば、給電範囲Pと同じ範囲に設定してもよいし、それよりも大きい範囲に設定してもよい。

20

【0033】

このため、本実施の形態の無線電力伝送システム10では、予め、人等の異物がない状態においてロボット400を通常に動作させた状態で、検知範囲Sの空間における電波の伝搬環境を測定する。以下、電波の伝搬環境を示す情報を「伝搬環境データ」という。本実施の形態では、伝搬環境データの例として、ドップラー効果を示す情報を採用している。

【0034】

具体的には、予め、図3に示すように、検知範囲Sにおいて人等の異物がない環境において、ロボット400を通常に動作させ、かつ、受電装置200（例えば、センサ）に給電した状態（以下「基準状態」という）で、アレイアンテナ110により、周囲の環境から電波を受信する。このとき受信される電波は、電力伝送のためにアレイアンテナ110から送信されたマイクロ波が、検知範囲Sの空間内にあるロボット400や受電装置200等により反射された反射波である。ロボット400は動いているため、この反射波も時間とともに変化する。図4は、アレイアンテナ110により受信された反射波の変化の例を示す図である。図4の実線Aは、基準状態でアレイアンテナ110により受信された反射波の波形を示している。

30

【0035】

以上のようにして基準状態で求められた伝搬環境データ（以下「基準伝搬環境データ」という）は、伝搬環境テーブルとして、メモリ160に格納される。

40

【0036】

図5は、基準伝搬環境データを含む伝搬環境テーブルの例を示した図である。ロボット400は複数の動作パターンで動作可能である。伝搬環境テーブルは、ロボット400の動作パターンと、その動作パターンの動作期間（開始時刻から終了時刻）と、その動作パターンの動作中に測定された基準伝搬環境データとを含む。伝搬環境データは、ドップラー効果を示す情報を数値化したデータである。このように基準伝搬環境データは、動作パターン毎に求められ、ロボット400が各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。

【0037】

送電装置100は、通常の送電動作中において、アレイアンテナ110を介して周囲の

50

環境からの反射波を受信する。送電装置 100 は、受信した反射波から伝搬環境データを求める。

【0038】

例えば、図 6 に示すように、人 420 が検知範囲 S 内に進入した場合、アレイアンテナ 110 は、人 420 からの反射波を受信する。このため、アレイアンテナ 110 を介して受信される電波は、人 420 がいない基準状態で測定されたものとは異なるものになる。よって、例えば、図 4 において、基準状態で求めた波形が実線 A で示す波形であるのに対して、人 420 がいる場合は、破線 B で示すような波形となり、両者は異なる。

【0039】

そこで、送電装置 100 は、通常の送電動作中に求めた伝搬環境データと、人等の異物 10 がいない基準状態で求めた基準伝搬環境データとを比較し、その差異を検出することで、人等の異物が検知範囲 S 内に進入したか否かを検出する。

【0040】

以下、本実施の形態の無線電力伝送システム 10 の送電装置 100 における基準伝搬環境データの測定動作と、異物検出動作を伴う電力伝送動作とを説明する。

【0041】

2.1 基準伝搬環境データの測定

図 7 は、無線電力伝送システム 10 の送電装置 100 における基準伝搬環境データの測定動作を示すフローチャートである。図 7 に示す処理は、無線電力伝送システム 10 が設置された環境において、通常の送電動作の開始前に予め実施される。また、無線電力伝送システム 10 が設置された環境において、検知範囲 S 内においてロボット 400 が配置されているとする。 20

【0042】

送電装置 100 の制御部 150 はまず、受電装置 200 に対して給電動作を開始する (S10)。このために、制御部 150 は、アレイアンテナ 110 の各アンテナ素子 (i) 1 1 2 に入力する電力 P_{out_i} と位相 out_i と周波数 f_{out} とを示す制御信号を給電信号生成部 130 と指向性制御部 120 とに送信する。給電信号生成部 130 は周波数 f_{out} のマイクロ波による給電信号を生成する。指向性制御部 120 は、給電信号生成部 130 からの給電信号を変調し、アンテナ素子 (i) 1 1 2 毎に、電力 P_{out_i} 、位相 out_i 、周波数 f_{out} となる給電信号を生成し、各アンテナ素子 (i) 1 1 2 に送信する。これにより、アレイアンテナ 110 から所望の指向性を持った電波 (給電信号) が送信される。 30

【0043】

次に、制御部 150 は制御変数 N を 1 に設定する (S11)。次に制御部 150 は、ロボット 400 を制御する制御装置 300 に対して、N 番目の動作パターンでロボット 400 を動作させるように指示を行う (S12)。これにより、ロボット 400 は N 番目の動作パターンで動作する。

【0044】

送電装置 100 はアレイアンテナ 110 の各アンテナ素子 1 1 2 を介して環境から電波を受信する (S13)。

【0045】

制御部 150 は、アレイアンテナ 110 の各アンテナ素子 1 1 2 により受信した信号に基づきドップラー効果情報を算出する (S14)。具体的には、まず、受信部 140 は、各アンテナ素子 1 1 2 により受信した信号から、送信周波数 f_{out} と同じ周波数成分を除去し、環境により変動した成分 (例えば、ロボット 400 からの反射波) のみを含む信号を生成する。そして、制御部 150 は、この環境による変動成分を含む信号をフーリエ変換して、複数のドップラー周波数とその強度 (振幅) を得る。そして、ドップラー周波数とその強度 (振幅) の情報をドップラー効果情報とする。なお、ドップラー効果情報については例えば特開2017-211348号に開示されている。

【0046】

各動作パターンに対するドップラー効果情報の算出 (S12 ~ S14) をロボット 400 50

0が有する全ての動作パターンに対して実行する(S15、S17)。全ての動作パターンについて上記の処理(S12～S14)が実行されると、制御部150は、算出したドップラー効果情報(ドップラー周波数とその強度(振幅)の情報)に基づき、図5に示すような基準伝搬環境データを生成し、メモリ160内の伝搬環境テーブルに登録する(S16)。

【0047】

以上のようにして、ドップラー効果に関する基準伝搬環境データを求めることができる。

【0048】

2.2 異物検出動作を伴う電力伝送

10

次に、無線電力伝送システム10の異物検出動作を伴う電力伝送動作を説明する。図8は、無線電力伝送システム10の送電装置100における物体検知動作を伴う電力伝送動作を示すフローチャートである。図8に示す処理は所定時間間隔で定期的に実行される。

【0049】

送電装置100の制御部150は、ロボット400を制御する制御装置300から、稼働中のロボット400の動作パターンを示す動作パターン番号を取得する(S21)。制御部150は、取得した動作パターン番号に基づき、メモリ160に格納された伝搬環境テーブルを参照して、現在のロボットの動作パターンに対応する基準伝搬環境データを取得する(S22)。

【0050】

20

制御部150は、アレイアンテナ110で受信した電波に基づき、現在の伝搬環境データを測定する(S23)。具体的には、送電装置100が送電を行っている場合、受信部140は、アレイアンテナ110の各アンテナ素子112により受信した信号から、送信周波数foutと同じ周波数成分を除去し、環境により変動した成分(例えば、ロボット400からの反射波)のみを抽出し、制御部150に送信する。一方、送電装置100が送電を行っていない場合は、送電装置100は非常に短い間送電し、アレイアンテナ110の各アンテナ素子112により受信した信号から、送信周波数foutと同じ周波数成分を除去し、環境により変動した成分のみを抽出し、制御部150に送信する。制御部150は、受信部140から受信した信号を用いてドップラー効果情報(ドップラー周波数と強度)を算出して、伝搬環境データの測定値を得る。

30

【0051】

制御部150は、メモリ160に格納された基準伝搬環境データと、測定により得られた現在の伝搬環境データとを比較する(S24)。

【0052】

両者が一致している場合(S24でYES)、制御部150は、給電が実施されていないときは、給電を開始し、既に給電されているときは、給電を継続する(S25)。この場合は、電波の電伝搬環境状態は、基準状態と変わらないと判断でき、検知範囲Sに人等の異物が進入していないと考えられるため、給電を停止する必要がない。なお、一致とは、基準伝搬環境データと、測定により得られた現在の伝搬環境データとが完全に一致する場合と、それらの差分が所定の許容範囲内にある場合との双方を含む。

40

【0053】

一方、両者が一致していない場合(S24でNO)、制御部150は給電を停止する(S26)。この場合、検知範囲Sに人等の異物が進入していると考えられるため、給電を停止する必要がある。なお、給電を停止せずに、人等の物体に対して影響のないレベルまで、伝送する電力の大きさを低減した状態で給電を継続させてもよい。

【0054】

3.まとめ

以上のように本実施の形態の無線電力伝送システム10は、送電装置100、複数の動作パターンで可動するロボット400が配置された環境において、受電装置200に対して無線で電力を供給する。送電装置100は、電力を供給するための電波を送信する複数

50

のアンテナ素子 112 を備えたアレイアンテナ 110 と、検知範囲 S 内の電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、検知範囲 S 内に異物が存在しない状態（基準状態）においてアレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき予め求められた基準伝搬環境データ（第 1 の環境情報の一例）と、基準伝搬環境データを求めた後に、アレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき求められた検知範囲 S における電波の伝搬環境の状態を示す伝搬環境データ（第 2 の環境情報の一例）とにに基づき、検知範囲 S における異物の進入を検出する制御部 150 と、を備える。基準伝搬環境データは、動作パターン毎に求められ、ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。制御部 150 は、アレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき伝搬環境データ（第 2 の環境情報の一例）を求め、伝搬環境データを求めた時のロボット 400 の動作パターンを取得し、取得した動作パターンでロボット 400 が動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む基準伝搬環境データを取得し、求めた伝搬環境データと、取得した基準伝搬環境データとの比較結果に基づき検知範囲 S における異物の進入の有無を検出する。10

【 0055 】

以上のように、本実施の形態の無線電力伝送システム 10 では、異物検出時にアレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき求めた伝搬環境データと、基準状態で予め測定した基準伝搬環境データとの差分に基づき検知範囲 S における異物の進入の有無を検出する。これにより、通常の動作環境において検知範囲 S 内にロボットのような動く物体がある場合でも、誤検出することなく、アレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき精度よく異物を検出することができる。20

【 0056 】

また、本実施の形態は、複数の動作パターンで可動するロボット 400 が配置された環境で使用される無線電力伝送システム 10 における異物検出方法を開示する。異物検出方法は、複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナ 110 を介して電力を供給するための電波を送信し、制御部 150 により、検知範囲 S 内の電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、検知範囲内に異物が存在しない状態においてアレイアンテナで受信した信号に基づき基準伝搬環境データを予め求める。基準伝搬環境データは、動作パターン毎に求められ、ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。制御部 150 により、基準伝搬環境データを求めた後、アレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき検知範囲 S における電波の伝搬環境の状態を示す伝搬環境データを求め、伝搬環境データを求めた時のロボットの動作パターンを取得し、取得した動作パターンでロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む基準伝搬環境データを取得する。さらに、制御部 150 により、求めた伝搬環境データと、取得した基準伝搬環境データを比較し、その比較結果に基づき検知範囲 S における異物の進入の有無を検出する。30

【 0057 】

また、本実施の形態は、複数の動作パターンで可動するロボットが配置された環境において、検知範囲 S における異物の進入を検出する異物検出装置の思想を開示する。異物検出装置は、検知範囲 S に電波を送信する複数のアンテナ素子を備えたアレイアンテナ 110 と、検知範囲 S における電波の伝搬環境の状態を示す情報であって、検知範囲内に異物が存在しない状態においてアレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき予め求められた基準伝搬環境データと、基準伝搬環境データを求めた後にアレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき求められた検知範囲 S における電波の伝搬環境の状態を示す伝搬環境データとにに基づき、検知範囲 S における異物の進入を検出する制御部 150 と、を備える。基準伝搬環境データは、動作パターン毎に求められ、ロボットが各動作パターンで動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む。制御部 150 は、アレイアンテナ 110 で受信した信号に基づき伝搬環境データを求め、伝搬環境データを求めた時のロボットの動作パターンを取得し、取得した動作パターンでロボットが動作したときの一定時間毎の電波の伝搬環境の状態の変化を含む基準伝搬環境データを取得し、取得した基準40

伝搬環境データと、求めた伝搬環境データとの比較結果に基づき検知範囲 S における異物の進入の有無を検出する。

【0058】

(実施の形態2)

実施の形態1では、電波の伝搬環境データとして、ドップラー効果情報を採用した。これに対して、本実施の形態では、電波の伝搬環境データとして伝搬係数を採用する。以下、本実施の形態の無線電力伝送システムについて説明する。

【0059】

図9は、本発明の実施の形態2における無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。本実施の形態の無線電力伝送システム10bでは、送電装置100bにおいて、受電装置200bに対してビーコン信号の送信要求を出力する送信部170をさらに備えている点が実施の形態1のものと異なる。受電装置200bは、ビーコン信号を生成しアンテナ210を介して送信するビーコン送信部240を備えている点が実施の形態1のものと異なる。ビーコン信号は、例えば受電装置200bのシリアル番号などの固有情報を含む非常に短いRF信号である。

10

【0060】

本実施の形態では、送電装置100bは、受電装置200bから受信したビーコン信号の状態に基づき基準状態の伝搬環境との差異を検出し、検出結果にしたがい検知範囲S内への異物の進入を検知する。すなわち、異物がない基準状態のときに受電装置200bから受信したビーコン信号に対して、電力伝送動作中に受電装置200bから受信したビーコン信号に変動があるか否かを検出する。そして、変動が検出された場合に、検知範囲S内への人等の異物の進入があったことを検出する。受電装置200bから送信されたビーコン信号は、アレイアンテナ110により受信されるまでに、検知範囲S内への異物の進入により変調される。よって、アレイアンテナ110により受信されたビーコン信号を観察することによっても、検知範囲S内への異物の進入を検出することができる。

20

【0061】

図10は、実施の形態2の無線電力伝送システム10bにおける基準伝搬環境データの測定動作を示すフローチャートである。図10に示す処理は、無線電力伝送システム10bが設置された環境において、通常の送電動作の開始前に予め実施される。また、無線電力伝送システム10bが設置された環境において、検知範囲S内においてロボット400が配置されているとする。

30

【0062】

送電装置100bの制御部150はまず、受電装置200bに対して給電動作を開始する(S40)。次に、送電装置100bは、受電装置200bに対してビーコン信号の送信を要求する(S41)。このため、制御部150は、送信部170に対して、ビーコン信号の送信要求を送信するよう指示する。送信部170は、アレイアンテナ110を介して、ビーコン信号の送信要求を送信する。受電装置200bは、送電装置100bからのビーコン信号の送信要求を受信すると、ビーコン送信部240によりビーコン信号の送信を開始する。

40

【0063】

送電装置100bの制御部150は制御変数Nを1に設定する(S42)。制御部150は、ロボット400を制御する制御装置300に対して、N番目の動作パターンでロボット400を動作させるように指示を行う(S43)。これにより、ロボット400はN番目の動作パターンで動作する。

【0064】

送電装置100bの受信部140は、アレイアンテナ110の各アンテナ素子112を介して受電装置200bからのビーコン信号を受信する(S44)。

【0065】

制御部150は、アレイアンテナ110の各アンテナ素子112により受信したビーコン信号に基づき伝搬係数を算出する(S45)。伝搬係数は、下記に示すチャンネル行列

50

Hの要素である。

$$y = H x + w \quad (1)$$

ここで、yはアレイアンテナ110の各アンテナ素子112で受信した受信信号の強度、xは送信信号の強度、wはアレイアンテナの各アンテナ素子で受信されたノイズである（特開2008-086003号等参照）。

【0066】

具体的には、まず、受信部140は、各アンテナ素子(i)112により受信したビーコン信号から、ビーコン信号の電力Piと位相iを算出する。制御部150は、ビーコン信号の電力Piと位相iに基づき伝搬係数（Hの各要素）を算出する。

【0067】

各動作パターンに対する伝搬係数の算出処理（S43～S45）をロボット400が有する全ての動作パターンに対して実行する（S46、S48）。全ての動作パターンについて上記の処理（S43～S45）が実行されると（S46でYES）、制御部150は、算出した伝搬係数に基づき、図5に示すような基準伝搬環境データを生成し、メモリ160内の伝搬環境テーブルに登録する（S47）。

10

【0068】

以上のようにして、伝搬係数に関する基準伝搬環境データを求めることができる。

【0069】

次に、無線電力伝送システム10bの物体検知動作を伴う電力伝送動作を説明する。図11は、無線電力伝送システム10bの送電装置100bにおける物体検知動作を伴う電力伝送動作を示すフローチャートである。図11に示す処理は所定時間間隔で定期的に実行される。

20

【0070】

送電装置100bの制御部150はまず、受電装置200bに対してビーコン信号の送信要求を送信する（S50）。受電装置200は、ビーコン信号の送信要求を受けると、ビーコン信号の送信を開始する。

30

【0071】

制御部150は、ロボット400を制御する制御装置300から、稼働中のロボット400の現在の動作パターンを示す動作パターン番号を取得する（S51）。制御部150は、取得した動作パターン番号に基づき、メモリ160に格納された伝搬環境テーブルを参照して、現在のロボットの動作パターンに対応する基準伝搬環境データを取得する（S52）。

【0072】

制御部150は、アレイアンテナ110で受信したビーコン信号に基づき、現在の伝搬環境データを測定する（S53）。具体的には、制御部150は、ビーコン信号の電力Piと位相iに基づき伝搬係数を算出する。

【0073】

制御部150は、メモリ160に格納された基準伝搬環境データと、測定により得られた現在の伝搬環境データとを比較する（S54）。

40

【0074】

両者が一致している場合（S54でYES）、制御部150は、現在給電を実施していないときは、給電を開始し、既に給電しているときは、給電を継続する（S55）。この場合は、電波の伝搬環境状態は、基準状態と変わっていないと判断でき、検知範囲Sに人等の異物が進入していないと考えられるため、給電を停止する必要がない。なお、一致とは、基準伝搬環境データと、測定により得られた現在の伝搬環境データとが完全に一致する場合と、それらの差分が所定の許容範囲内にある場合との双方を含む。

【0075】

一方、両者が一致していない場合（S54でNO）、制御部150は給電を停止する（S56）。この場合、検知範囲Sに人等の異物が進入していると考えられるため、給電を停止する必要がある。なお、給電を停止せずに、人または移動機械等に対して影響のない

50

レベルまで、伝送する電力の大きさを低減した上で給電を継続させてもよい。

【0076】

以上のように、電波の伝搬環境を示す指標として、電力伝送環境における電波の伝搬係数を用いても良い。

【0077】

(他の実施の形態)

上記の実施の形態では、本開示の物体検出装置を無線電力伝送システムに適用した例を説明したが、本開示の物体検出装置は他の装置やシステムに適用してもよい。すなわち、本開示の物体検出装置は、所定信号をアレイアンテナを介して送信するとともに、そのアレイアンテナにより信号を受信できる任意の装置またはシステムに対して適用することができる。

10

【0078】

上記の実施の形態では、電波の伝搬環境データとして、ドップラー効果情報及び伝搬係数を採用したが、他の種類の情報を採用してもよい。すなわち、異物を検出する範囲(例えば、検知範囲S)の空間における電波の伝搬特性を示す情報であれば、任意の情報を採用することができる。

【0079】

上記の実施の形態では、基準伝搬環境データは送電装置100、100bに内蔵されるメモリ160内に格納されたが、基準伝搬環境データは送電装置100、100bの外部の装置または記録媒体に格納されてもよい。送電装置100、100bは、外部の装置から基準伝搬環境データを取得するようにしてもよい。例えば、送電装置100、100bは基準伝搬環境データを、ネットワークを介して外部のサーバから取得するようにしてもよい。

20

【0080】

上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【符号の説明】

【0081】

10、10b 無線電力伝送システム

30

100、100b 送電装置

110 アレイアンテナ

112 アンテナ素子

120 指向性制御部

130 給電信号生成部

140 受信部

150 制御部

160 メモリ

170 送信部

200、200b 受電装置(例えば、センサ)

40

210 アンテナ

300 制御装置

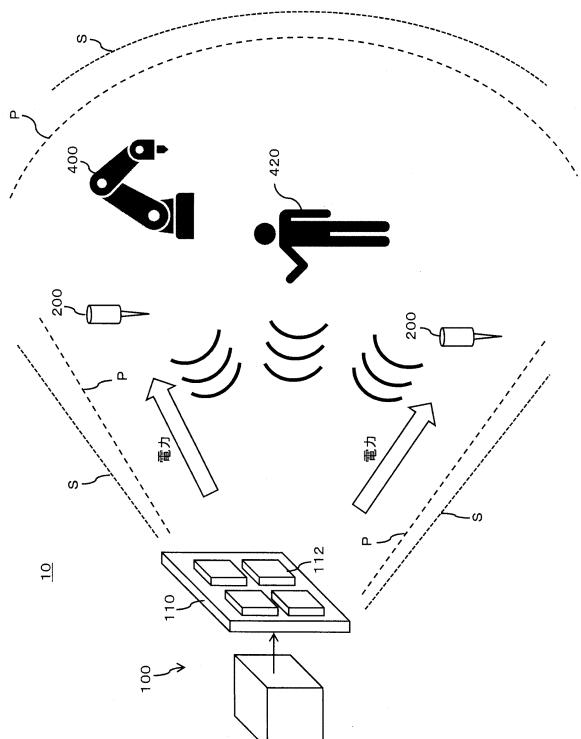
400 口ボット

420 人

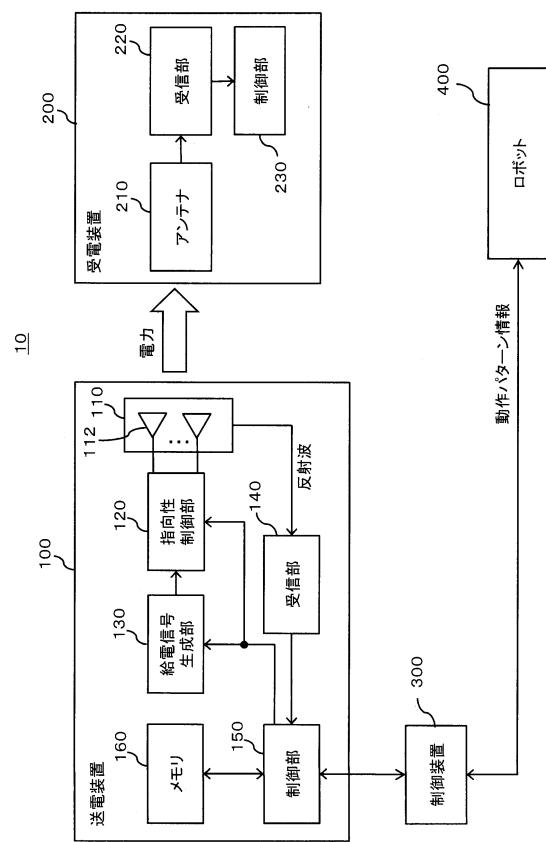
P 給電範囲

S 検知範囲

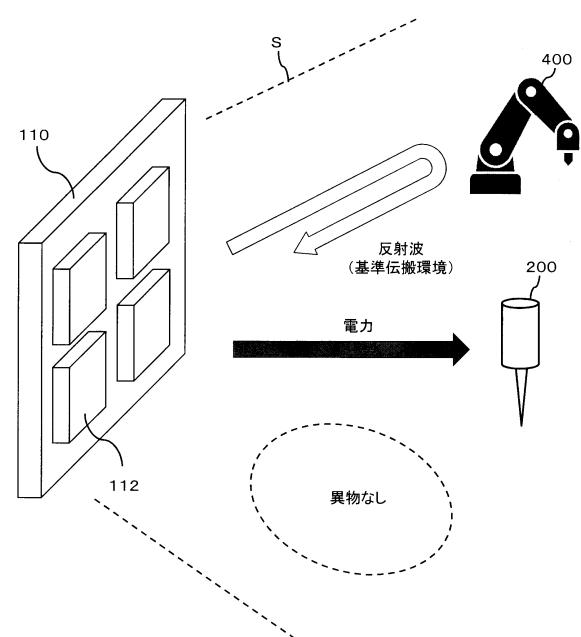
【図1】



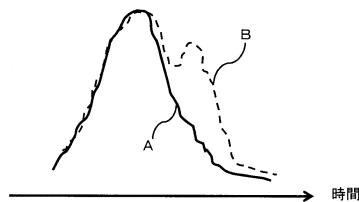
【図2】



【図3】



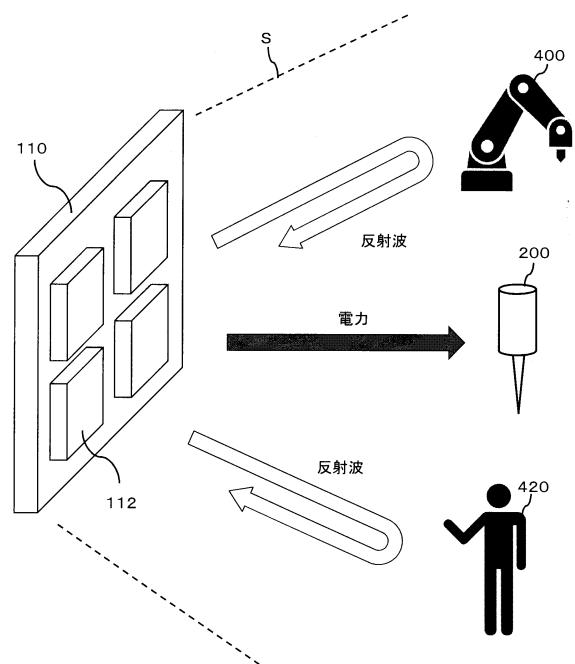
【図4】



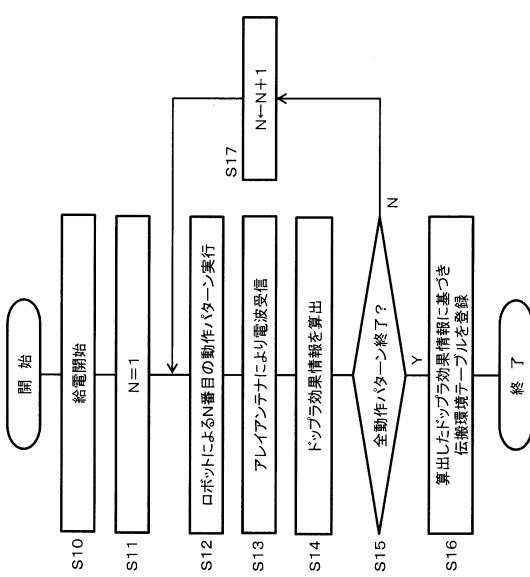
【図5】

伝搬環境テーブル		
動作パターン	動作期間	基準伝搬環境データ
1	t1~t10	データ1
2	t11~t22	データ2
3	t123~t33	データ3
...
...

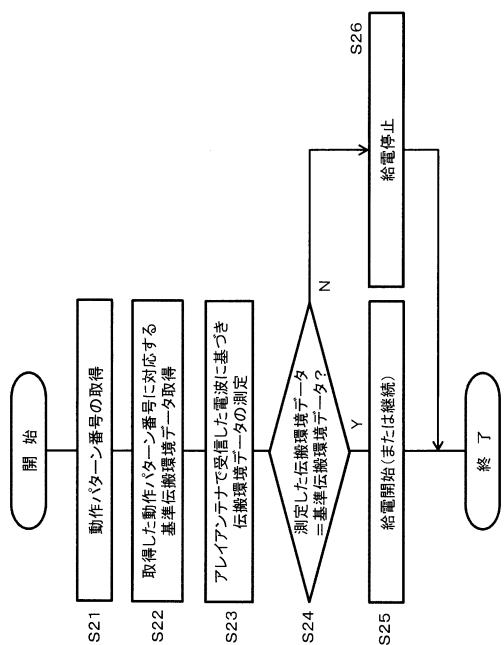
【図6】



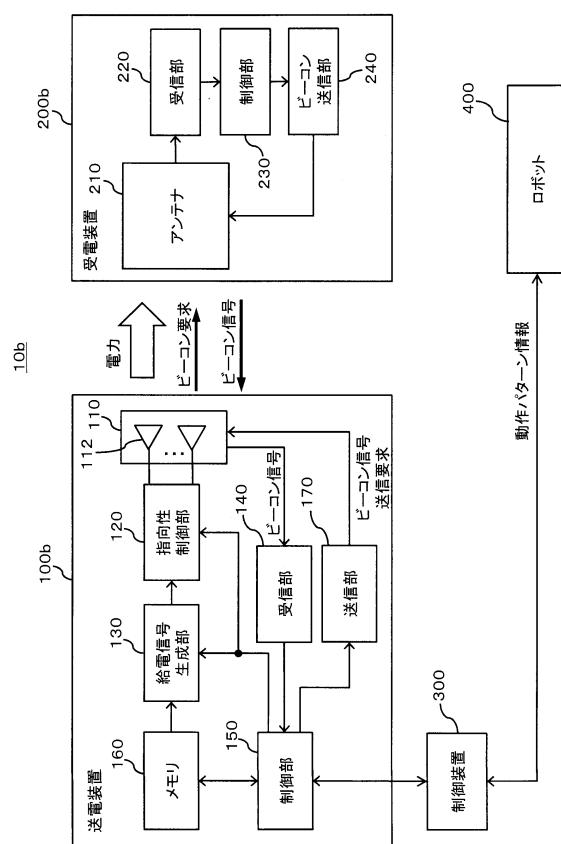
【図7】



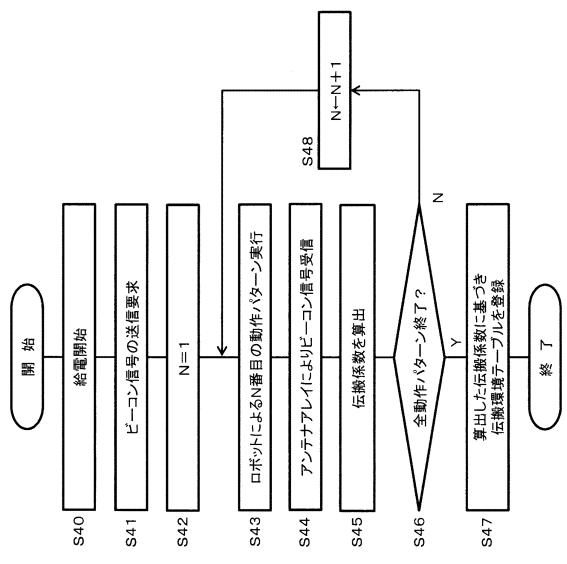
【図8】



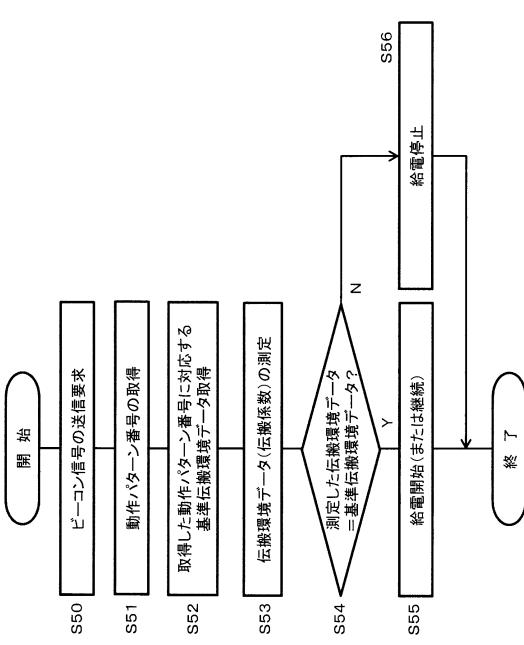
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 川島 靖史

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801 番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 佐藤 正武

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801 番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 林 雅明

愛知県小牧市大草年上坂 6368 番地 オムロンオートモーティブエレクトロニクス株式会社内

審査官 大濱 伸也

(56)参考文献 特開2016-149728 (JP, A)

特開2007-267578 (JP, A)

特開2017-070146 (JP, A)

特開2013-096828 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 50/00 - 50/90