

明 細 書

発明の名称：非接触給電システム及び搬送システム

技術分野

[0001] 本発明は、非接触給電システム及び搬送システムに関する。

背景技術

[0002] 従来の非接触給電システムとして、例えば、特許文献1に記載されたシステムが知られている。特許文献1に記載の非接触給電システムは、送電装置から磁界を通じて非接触で受電するように構成された受電部と、受電部によって受電された交流電力を整流するように構成された整流回路と、整流回路の直流出力側に接続される直流電力線対と、アース用部材と、直流電力線対とアース用部材との間に電氣的に接続される一対のバイパスコンデンサと、電力線対を流れる電流の差分を検出するように構成された零相変流器とを備え、零相変流器は、整流回路と一対のバイパスコンデンサとの間の直流電力線対を流れる電流の差分を検出するように配置されている。特許文献1に記載の非接触給電システムでは、受電部の地絡を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-108258号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 非接触充電システムでは、施工ミスや部品の故障等によって、短絡又は地絡が発生し得る。短絡又は地絡が発生すると、短絡電流や地絡電流等の大電流が流れ、大電流がインバータ等の装置に流れると、装置が破損するおそれがある。そこで、大電流が装置に流れることを防止するために、通常、ヒューズやブレーカー等の遮断器が用いられる。しかしながら、非接触給電システムにおいて使用される高周波（例えば、9kHz等）の電流に対して使用できる遮断器が少ないと共に、このような遮断器は高価である。

[0005] 本発明の一側面は、短絡又は地絡が発生した場合において大電流が流れることを抑制できる非接触給電システム及び搬送システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面に係る非接触給電システムは、複数の非接触給電装置を備える非接触給電システムであって、複数の非接触給電装置のそれぞれは、電源から供給される電力を交流電力に変換するインバータに接続され、リアクトル及びコンデンサを含むフィルタ回路を有し、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置とを静電結合する静電結合部であって、電氣的に並列に接続された二つのコンデンサを有する該静電結合部と、一の非接触給電装置のフィルタ回路と静電結合部の二つのコンデンサのそれぞれとの間に設けられ、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する異相コイルと、を備える。

[0007] 本発明の一側面に係る非接触給電システムは、一の非接触給電装置のフィルタ回路と静電結合部の二つのコンデンサのそれぞれとの間に設けられ、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する異相コイルを備える。これにより、非接触給電システムでは、短絡又は地絡が発生した場合であっても、異相コイルがインダクタンス成分（インピーダンス、抵抗成分）を有するため、異相コイルによって短絡電流又は地絡電流が制限される。したがって、非接触給電システムでは、短絡又は地絡が発生した場合において大電流が流れることを抑制できる。その結果、非接触給電システムでは、大電流によってインバータが破損すること等を抑制できる。

[0008] 一実施形態においては、複数の非接触給電装置のそれぞれは、高周波電流を供給する装置であり、異相コイルは、高周波電流においてインダクタンス成分を有していてもよい。この構成では、異相コイルが高周波電流においてインダクタンス成分を有するため、高周波電流が使用される非接触給電システムにおいて、大電流が流れることを抑制できる。

[0009] 一実施形態においては、走行車が走行する軌道レールに沿って設けられて

いる複数の給電線を備え、複数の非接触給電装置のそれぞれは、軌道レールを走行する走行車に非接触で電力を供給し、複数の非接触給電装置のそれぞれには、交流電力を供給するエリアが設定されており、複数の給電線のそれぞれは、対応するエリアに設けられていてもよい。この構成において、非接触給電システムは、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置とを静電結合する静電結合部を備える。これにより、非接触給電システムでは、例えば、一の非接触給電装置から一の給電線への交流電力の供給ができなくなった場合であっても、他の非接触給電装置から一の給電線に対して交流電力を供給することができる。このように、非接触給電システムでは、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置とを静電結合させる静電結合部によって、管轄するエリア以外の給電線に交流電力を供給することができる。これにより、軌道レールにおいて走行車を走行させることができる。

[0010] 一実施形態においては、非接触給電システムは、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を切り替える切替部を備えていてもよい。この構成では、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を任意に切り替えることができる。

[0011] 本発明の一側面に係る搬送システムは、上記の非接触給電システムと、非接触給電システムから送電された電力を受電して走行する走行車と、を備える。

[0012] 本発明の一側面に係る搬送システムは、上記の非接触給電システムを備える。そのため、搬送システムでは、短絡又は地絡が発生した場合において大電流が流れることを抑制できる。

発明の効果

[0013] 本発明の一側面によれば、短絡又は地絡が発生した場合において大電流が流れることを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、一実施形態に係る搬送システムの軌道を模式的に示す図である

。

[図2]図2は、搬送システムの構成を示す図である。

[図3]図3は、非接触給電装置の構成を示す図である。

[図4]図4は、非接触給電システムの構成を示す図である。

[図5]図5は、短絡が生じた場合における短絡点を示す図である。

[図6]図6は、地絡が生じた場合における地絡点を示す図である。

[図7]図7は、天井搬送車の構成を示す図である。

[図8]図8は、他の実施形態に係る非接触給電システムの構成を示す図である

。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0016] 図1に示されるように、搬送システム100は、軌道レールTに沿って移動可能な天井搬送車（走行車）120を用いて、物品を搬送するためのシステムである。軌道レールTは、天井搬送車120を走行させる部材であり、天井から吊り下げられている。本実施形態では、軌道レールTは、複数（図1の例では5個）の系統（ベイ）に分けられている。軌道レールTは、ベイ内の走行路であるイントラベイルート（エリア）BR1と、異なるベイ間を接続する走行路であるインターベイルート（エリア）BR2と、を含む。イントラベイルートBR1は、天井搬送車120が右回りに一方通行するように設定されている。インターベイルートBR2も、イントラベイルートBR1と同様に、天井搬送車120が右回りに一方通行するように設定されている。

[0017] 搬送システム100は、非接触給電システム110と、天井搬送車120と、を備えている。搬送システム100では、軌道レールTに設けられた給電線12A、12Bから非接触で天井搬送車120に電力が供給される。天井搬送車120は、給電線12A、12Bから供給された電力によって走行

する。天井搬送車 120 は、給電線 12A, 12B から供給された電力によって、天井搬送車 120 に設けられた各種装置を駆動する。

[0018] 天井搬送車 120 には、例えば、天井吊り下げ式のクレーン、OHT (Overhead Hoist Transfer) 等が含まれる。物品には、例えば、複数の半導体ウェハを格納する容器、ガラス基板を格納する容器、レチクルボッド、一般部品等が含まれる。

[0019] 図 2 に示されるように、軌道レール T は、例えば、周回軌道である。給電線 12A, 12B は、非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E から電力が供給されている。給電線 12A, 12B は、天井搬送車 120 の走行方向における軌道レール T の下方であって軌道中央を基準とする右側及び左側の少なくとも一方に配置されている。なお、給電線 12B は、給電線 12A の下方に設けられているため、図 2 において給電線 12A の下に重なった状態となっている。

[0020] 給電線 12A, 12B は、切換部 30 によって軌道レール T に対する配置が変えられる。給電線 12A, 12B は、非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E に接続された当初の領域では、軌道レール T の左側に配置されている。軌道レール T を天井搬送車 120 の走行方向に進むと、給電線 12A, 12B は、切換部 30 によって軌道レール T の左側から右側に配置が切り替えられる。

[0021] 非接触給電システム 110 は、非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E を備えている。非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E は、天井搬送車 120 に非接触で電力を供給する。非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E は、高周波電流を供給する。高周波とは、例えば、9 kHz である。非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E は、イントラベイルート BR1 及びインターベイルート BR2 のそれぞれに対応して設けられている。本実施形態では、非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D は、各イントラベイルート BR1 に電力を供給する。非接触給電装置 1E は、インターベイルート BR2 に電力を供給する。本実施形態では、非接触給電装置 1A,

1 B, 1 C, 1 D, 1 E は、筐体 1 1 1 に収容されている。

[0022] 図 3 に示されるように、非接触給電装置 1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E は、電源 2 と、配線用遮断器 3 と、ノイズフィルター 4 と、力率改善用機器 5 と、整流器 6 と、平滑器 7 と、インバータ 8 と、フィルタ回路 9 と、第 1 電流センサ 1 0 と、第 2 電流センサ 1 1 と、給電線 1 2 A, 1 2 B と、制御装置 1 3 と、備えている。ノイズフィルター 4、力率改善用機器 5、整流器 6 及び平滑器 7 は、電力変換器 1 6 を構成している。

[0023] 電源 2 は、商用電源等の交流電源を供給する設備であり、交流電力（三相 2 0 0 V）を供給する。交流電力の周波数は、例えば、5 0 H z 又は 6 0 H z である。配線用遮断器 3 は、過電流が流れたときに電路を開放する。ノイズフィルター 4 は、交流電力のノイズを除去する。ノイズフィルター 4 は、例えば、コンデンサで構成される。力率改善用機器 5 は、入力電流を正弦波に近づけることで力率を改善する。力率改善用機器 5 は、例えば、リアクトルで構成される。

[0024] 整流器 6 は、電源 2（力率改善用機器 5）から供給された交流電力を直流電力に変換する。整流器 6 は、例えば、ダイオード等の整流素子で構成される。整流器 6 は、トランジスタ等のスイッチング素子で構成されてもよい。平滑器 7 は、整流器 6 において変換された直流電力を平滑化する。平滑器 7 は、例えば、電解コンデンサで構成される。電圧変換器は、昇降圧機能をさらに有していてもよい。

[0025] インバータ 8 は、平滑器 7 から出力された直流電力を交流電力に変換してフィルタ回路 9 に出力する。インバータ 8 は、制御装置 1 3 から出力される制御信号に基づいてスイッチング周波数を変更することにより、フィルタ回路 9 に出力する交流電力の大きさを変更する。インバータ 8 は、複数のスイッチング素子 1 4 を有している。スイッチング素子 1 4 は、電氣的な開閉を切り替え可能な要素である。スイッチング素子 1 4 としては、例えば MOS F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor)、及びバイポーラトラン

ジスタ等が用いられる。

- [0026] フィルタ回路 9 は、インバータ 8 と給電線 1 2 A, 1 2 B との間に設けられる。フィルタ回路 9 は、高調波ノイズを抑制する。フィルタ回路 9 は、リアクトル R T 1 と、コンデンサ C 0 と、コンデンサ C 1 と、リアクトル R T 2 と、コンデンサ C 2 と、を有している。
- [0027] コンデンサ C 0 とリアクトル R T 1 とは、直列に接続されており、第 1 共振回路 R C 1 を構成している。リアクトル R T 1 は、異相コイルである。リアクトル R T 1 は、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する。リアクトル R T 1 は、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分が打ち消し合わない。リアクトル R T 1 は、高周波（例えば、9 k H z 等）の電流（高周波電流）においてインダクタンス成分（インピーダンス、抵抗成分）を有する。
- [0028] リアクトル R T 1 は、コイル L 1 1 と、コイル L 1 2 と、を含んでいる。コイル L 1 1 は、インバータ 8（コンデンサ C 0）と第 2 共振回路 R C 2（後述）との間に設けられている。コイル L 1 2 は、インバータ 8 と給電線 1 2 A, 1 2 B との間に設けられている。コイル L 1 1 とコイル L 1 2 とは、磁気結合する。リアクトル R T 1 において、コイル L 1 1 及びコイル L 1 2 のインダクタンスは、適宜設定される。
- [0029] リアクトル R T 2 とコンデンサ C 2 とは、直列に接続されており、第 2 共振回路 R C 2 を構成している。第 1 共振回路 R C 1 と第 2 共振回路 R C 2 とは、直列に接続されている。
- [0030] リアクトル R T 2 は、リアクトル値を変更（調整）可能である可変リアクトルである。コンデンサ C 2 は、静電容量値を変更可能である可変コンデンサである。リアクトル R T 2 のリアクトル値（パラメータ）及びコンデンサ C 2 の静電容量値（パラメータ）は、例えば、搬送システム 1 0 0 の設備が設置されたときに作業者によって設定（調整）される。コンデンサ C 1 は、第 1 共振回路 R C 1 及び第 2 共振回路 R C 2 に対して、並列に接続されている。

- [0031] 第1電流センサ10は、インバータ8から出力された、すなわちインバータ8を流れる電流I1（インバータ電流）を検出する。第1電流センサ10は、検出した電流I1を示す第1電流信号を制御装置13に出力する。第2電流センサ11は、第2共振回路RC2を通過した交流電力の電流I2（給電電流）を検出する。第2電流センサ11は、検出した電流I2を示す第2電流信号を制御装置13に出力する。
- [0032] 給電線12A、12Bは、天井搬送車120の受電部121に非接触で給電するためのコイルを構成している。給電線12A、12Bは、例えばリッツ線であり、数十本から数百本の銅線が撚り合された束を複数備え、複数の束がさらに撚り合された形態の外周が、例えば絶縁体から成るチューブにより被覆されて形成されている。給電線12A、12Bは、フィルタ回路9から交流電力が供給されることによって、磁束を発生する。給電線12A、12Bは、インダクタンスRLを有している。本実施形態では、複数の給電線12A、12Bを流れる交流電流は互いに位相が同期していない。
- [0033] 制御装置13は、インバータ8の動作を制御する。制御装置13は、集積回路に実装されたコンピュータシステムあるいはプロセッサである。制御装置13は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等、及び入出力インターフェース等から構成される。ROMには、各種プログラム又はデータが格納されている。
- [0034] 制御装置13は、制御部15を有している。制御装置13は、フィルタ回路9の第1電流センサ10及び第2電流センサ11と接続されている。制御装置13は、第1電流センサ10及び第2電流センサ11のそれぞれから出力される第1電流信号及び第2電流信号を入力する。
- [0035] 制御部15は、インバータ8を制御することによって、給電線12A、12Bに供給される交流電力の大きさを制御し、天井搬送車120に供給される電力の大きさを制御する。本実施形態では、電力制御は、位相シフト制御を用いて行われる。位相シフト制御において、交流電力の大きさを制御する

ための電力制御パラメータが変更される。制御部15は、インバータ8のオン期間を変更することによって、交流電力の大きさ（周波数）を変更する位相シフト制御を実施する。制御部15は、インバータ8の複数のスイッチング素子14への駆動信号を用いて、各スイッチング素子14のスイッチング周波数を調整し、各スイッチング素子14のオン期間を変更する。位相シフト制御における電力制御パラメータは、インバータ8の各スイッチング素子14のオン期間である。

[0036] 制御部15は、第1電流センサ10及び第2電流センサ11のそれぞれから出力される第1電流信号及び第2電流信号に基づいて、天井搬送車120に送電される電力の値が目標値になるように電力制御を行う。

[0037] 非接触給電システム110では、非接触給電装置1A、1B、1C、1D、1Eは、互いに静電結合されている。図4では、非接触給電装置1Aと非接触給電装置1Bとが、静電結合されている構成を一例に示している。図2又は図4に示されるように、非接触給電システム110は、筐体111と、静電結合部112と、スイッチ（切替部）113と、異相コイル114と、を更に有している。

[0038] 筐体111は、非接触給電装置1A、1B、1C、1D、1Eを収容している。筐体111は、工場の所定の位置に設置されている。

[0039] 静電結合部112は、非接触給電装置1Aと非接触給電装置1Bとを静電結合している。静電結合部112は、非接触給電装置1A及び非接触給電装置1Bの出力端（給電線12A、12Bに接続される端部）に接続されている。静電結合部112は、コンデンサC10と、コンデンサC20と、を含んでいる。すなわち、非接触給電装置1Aと非接触給電装置1Bとは、コンデンサC10及びコンデンサC20によって静電結合されている。コンデンサC10とコンデンサC20とは、電氣的に並列に接続されている。静電結合部112は、筐体111内に設けられている。すなわち、非接触給電装置1A、1B、1C、1D、1Eは、筐体111内において、互いに静電結合されている。本実施形態では、全ての非接触給電装置1A、1B、1C、1

D, 1 E が、静電結合部 1 1 2 によって静電結合されている。

[0040] 静電結合部 1 1 2 は、非接触給電装置 1 A から非接触給電装置 1 B の給電線 1 2 A, 1 2 B への交流電流の供給、又は、非接触給電装置 1 B から非接触給電装置 1 A の給電線 1 2 A, 1 2 B への交流電流の供給を実現する。静電結合部 1 1 2 において、コンデンサ C 1 0 及びコンデンサ C 2 0 の静電容量は、適宜設定される。本実施形態では、静電結合部 1 1 2 のインピーダンスは、電力が供給される天井搬送車 1 2 0 側（電力の受電側）から見て、第 2 共振回路 R C 2（給電線 1 2 A, 1 2 B）のインピーダンスと同等に設定される。すなわち、静電結合部 1 1 2 のインピーダンスと給電線 1 2 A, 1 2 B のインピーダンスとは共振する。

[0041] スイッチ 1 1 3 は、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を切り替える。すなわち、図 4 に示す例では、スイッチ 1 1 3 は、非接触給電装置 1 A から非接触給電装置 1 B の給電線 1 2 A, 1 2 B への交流電流の供給、又は、非接触給電装置 1 B から非接触給電装置 1 A の給電線 1 2 A, 1 2 B への交流電流の供給の ON/OFF を切り替える。スイッチ 1 1 3 は、例えば、ブレーカー、マグネットコンダクタ、IGBT 等の半導体素子等である。

[0042] 非接触給電システム 1 1 0 では、一の非接触給電装置から一の給電線 1 2 A, 1 2 B に供給される交流電力が低下（電圧が低下）すると、他の非接触給電装置から一の給電線 1 2 A, 1 2 B に交流電力が供給される。非接触給電システム 1 1 0 では、スイッチ 1 1 3 が OFF にされると、非接触給電装置 1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E から他の系統の給電線 1 2 A, 1 2 B への交流電力の供給が停止される。

[0043] 異相コイル 1 1 4 は、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する。異相コイル 1 1 4 は、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分が打ち消し合わない。異相コイル 1 1 4 は、高周波（例えば、9 kHz 等）の電流（高周波電流）においてインダクタンス成分（インピーダンス、抵抗成分）を有する。異相コイル 1 1 4 は、一の非接触給電装置のフィルタ

回路 9 と静電結合部 112 との間に設けられている。すなわち、異相コイル 114 は、一の非接触給電装置のフィルタ回路 9 と二つのコンデンサ（コンデンサ C10、コンデンサ C20）のそれぞれとの間に設けられている。図 4 に示す例では、異相コイル 114 は、非接触給電装置 1A のフィルタ回路 9 とコンデンサ C10 及びコンデンサ C20 との間に設けられている。

[0044] 異相コイル 114 は、コイル L10 と、コイル L20 と、を含んでいる。コイル L10 は、非接触給電装置 1A と静電結合部 112 のコンデンサ C10 との間に設けられている。コイル L20 は、非接触給電装置 1A とコンデンサ C20 との間に設けられている。コイル L10 とコイル L20 とは、磁気結合する。異相コイル 114 において、コイル L10 及びコイル L20 のインダクタンスは、適宜設定される。

[0045] 図 5 は、短絡が発生した場合における短絡点を示す図である。図 5 では、短絡点 P1、短絡点 P2 及び短絡点 P3 において短絡が発生する状態を示している。図 5 に示されるように、短絡点 P1 において短絡が発生した場合において、短絡電流を I_{short1} 、インバータ 8 の電圧を V_{inv} 、リアクトル RT1 のコイル L11 及びコイル L12 のそれぞれのインダクタンスを $L1$ とした場合、短絡電流 I_{short1} は以下ようになる。

[数1]

$$I_{short1} = \frac{V_{inv}}{j\omega L1 \times 2}$$

上記のように、フィルタ回路 9 の第 1 共振回路 RC1 においてリアクトル RT1 が設けられているため、短絡電流 I_{short1} が制限され、インバータ 8 に対して大きな短絡電流 I_{short1} は流れ難い。

[0046] 短絡点 P2 において短絡が発生した場合において、短絡電流を I_{short2} 、インバータ 8 の電圧を V_{inv} 、リアクトル RT1 のコイル L11 及びコイル L12 のそれぞれのインダクタンスを $L1$ 、異相コイル 114 のコイル L10 及びコイル L20 のそれぞれのインダクタンスを $L2$ とした場合、短絡電流 I_{short2} は以下ようになる。

[数2]

$$I_{short2} = \frac{V_{inv}}{j\omega L1 \times 2 + j\omega L2 \times 2}$$

上記のように、フィルタ回路9の第1共振回路RC1のリアクトルRT1及び異相コイル114が設けられているため、短絡電流 I_{short2} が制限され、インバータ8に対して大きな短絡電流 I_{short2} は流れ難い。

[0047] 短絡点P3において短絡が発生した場合において、短絡電流を I_{short3} 、インバータ8の電圧を V_{inv} 、リアクトルRT1のコイルL11及びコイルL12のそれぞれのインダクタンスをL1、異相コイル114のコイルL10及びコイルL20のそれぞれのインダクタンスをL2とした場合、静電結合部112のコンデンサC10及びコンデンサC20のそれぞれのキャパシタンスをCとした場合、短絡電流 I_{short3} は以下ようになる。

[数3]

$$I_{short3} = \frac{V_{inv}}{j\omega L1 \times 2 + j\omega L2 \times 2 - \frac{1}{j\omega C/2}}$$

上記の短絡電流 I_{short3} において、設計上、 $j\omega L1 \times 2 = 1 / (j\omega C / 2)$ である場合には、インダクタンスL2が残るため、分母が0にならない。そのため、短絡電流 I_{short3} が制限され、インバータ8に対して大きな短絡電流 I_{short3} は流れ難い。一方で、異相コイル114のコイルL10及びコイルL20が無い構成では、短絡電流 I_{short3} において分母の $j\omega L2 \times 2$ が無いため、 $j\omega L1 \times 2 = 1 / (j\omega C / 2)$ である場合には、短絡電流 I_{short3} が大きくなる。

[0048] 図6は、地絡が発生した場合における地絡点を示す図である。図6では、地絡点P11、地絡点P12及び地絡点P13において地絡が発生する状態を示している。図6に示されるように、地絡点P11において短絡が発生した場合において、地絡電流を $I_{short11}$ 、インバータ8の電圧を V_{inv} 、リアクトルRT1のコイルL12のインダクタンスをL1とした場合、地絡電流 $I_{short11}$ は以下ようになる。

[数4]

$$I_{short11} = \frac{V_{inv}}{j\omega L1}$$

上記のように、フィルタ回路9の第1共振回路RC1においてリアクトルRT1が設けられているため、地絡電流 $I_{short11}$ が制限され、インバータ8に対して大きな地絡電流 $I_{short11}$ は流れ難い。

[0049] 地絡点P12において短絡が発生した場合において、地絡電流を $I_{short12}$ 、インバータ8の電圧を V_{inv} 、リアクトルRT1のコイルL12のインダクタンスを $L1$ 、異相コイル114のコイルL10のインダクタンスを $L2$ とした場合、地絡電流 $I_{short12}$ は以下になる。

[数5]

$$I_{short12} = \frac{V_{inv}}{j\omega L1 + j\omega L2}$$

上記のように、フィルタ回路9の第1共振回路RC1のリアクトルRT1及び異相コイル114が設けられているため、地絡電流 $I_{short12}$ が制限され、インバータ8に対して大きな地絡電流 $I_{short12}$ は流れ難い。

[0050] 地絡点P13において短絡が発生した場合において、地絡電流を $I_{short13}$ 、インバータ8の電圧を V_{inv} 、リアクトルRT1のコイルL12のインダクタンスを $L1$ 、異相コイル114のコイルL10のインダクタンスを $L2$ とした場合、静電結合部112のコンデンサC10及びコンデンサC20のそれぞれのキャパシタンスを C とした場合、地絡電流 $I_{short13}$ は以下のようになる。

[数6]

$$I_{short13} = \frac{V_{inv}}{j\omega L1 + j\omega L2 - \frac{1}{j\omega C}}$$

上記の地絡電流 $I_{short13}$ において、設計上、 $j\omega L1 = 1/j\omega C$ である場合には、インダクタンス $L2$ が残るため、分母が0にならない。そのため、短絡電流 $I_{short13}$ が制限され、インバータ8に対して大きな短絡電流 $I_{short13}$ は流れ難い。一方で、異相コイル114のコイルL10及びコ

イル L_{20} が無い構成では、短絡電流 $I_{short13}$ において分母の $j\omega L_2$ が無い場合、 $j\omega L_1 = 1/j\omega C$ である場合には、短絡電流 $I_{short13}$ が大きくなる。

[0051] 図1及び図2に示されるように、天井搬送車120は、軌道レールTに沿って走行し、物品を搬送する。天井搬送車120は、物品を移載可能に構成されている。搬送システム100が備える天井搬送車120の台数は、特に限定されず、複数である。

[0052] 図7に示されるように、天井搬送車120は、受電部121と、駆動装置122と、移載装置123と、制御装置124と、を備えている。

[0053] 受電部121は、非接触給電装置1A, 1B, 1C, 1D, 1Eから送電された電力を非接触で受電する。受電部121は、電力を受け取るためのコイルである。給電線12A, 12Bによって発生された磁束が受電部121に鎖交することによって、受電部121に交流電力が生じる。受電部121は、交流電力を駆動装置122及び移載装置123に供給する。受電部121と駆動装置122及び移載装置123との間には、コンデンサ及びリアクトルが接続されていてもよい。

[0054] 駆動装置122は、複数の車輪（図示省略）を回転駆動させる。駆動装置122は、例えば、電動モータ又はリニアモータなどが用いられ、駆動するための電力として受電部121から供給される電力を用いる。

[0055] 移載装置123は、搬送する物品を保持して収容可能であり、物品を移載する。移載装置123は、例えば、物品を保持して突出させる横出し機構、及び物品を下方に移動させる昇降機構等を備えており、横出し機構及び昇降機構を駆動することにより、移載先であるストッカ等の保管装置のロードポート又は処理装置のロードポートなどに対して物品の受け渡しを行う。移載装置123は、駆動するための電力として受電部121から供給される電力を用いる。

[0056] 制御装置124は、駆動装置122及び移載装置123を制御する。制御装置124は、駆動するための電力として受電部121から供給される電力

を用いる。

[0057] 以上説明したように、本実施形態に係る搬送システム100は、非接触給電システム110を備えている。本実施形態に係る非接触給電システム110は、一の非接触給電装置のフィルタ回路9と静電結合部112の二つのコンデンサC10、C20のそれぞれとの間に設けられ、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する異相コイル114を備える。これにより、非接触給電システム110では、短絡又は地絡が発生した場合であっても、異相コイル114がインダクタンス成分（インピーダンス、抵抗成分）を有するため、異相コイル114によって短絡電流又は地絡電流が制限される。したがって、非接触給電システム110では、短絡又は地絡が発生した場合において大電流が流れることを抑制できる。その結果、非接触給電システム110では、大電流によってインバータ8（スイッチング素子14）が破損すること等を抑制できる。

[0058] 本実施形態に係る非接触給電システム110では、複数の非接触給電装置1A、1B、1C、1D、1Eのそれぞれは、給電線12A、12Bに高周波電流を供給する装置である。異相コイル114は、高周波電流においてインダクタンス成分を有している。この構成では、異相コイルが高周波電流においてインダクタンス成分を有するため、高周波電流が使用される非接触給電システムにおいて、大電流が流れることを抑制できる。

[0059] 本実施形態に係る非接触給電システム110は、天井搬送車120が走行する軌道レールTに沿って設けられている給電線12A、12Bを備える。複数の非接触給電装置1A、1B、1C、1D、1Eのそれぞれは、軌道レールTを走行する天井搬送車120に非接触で電力を供給する。複数の非接触給電装置1A、1B、1C、1D、1Eのそれぞれには、交流電力を供給するエリアが設定されており、複数の給電線12A、12Bのそれぞれは、対応するエリアに設けられている。この構成において、非接触給電システム110は、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置とを静電結合する静電結合部112を備える。これにより、非接触給電システム110では、

例えば、非接触給電装置 1 A から一の給電線 1 2 A, 1 2 B への交流電力の供給ができなくなった場合であっても、非接触給電装置 1 B から一の給電線 1 2 A, 1 2 B に対して交流電力を供給することができる。このように、非接触給電システム 1 1 0 では、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置とを静電結合させる静電結合部 1 1 2 によって、管轄するエリア以外の給電線 1 2 A, 1 2 B に交流電力を供給することができる。これにより、軌道レール T において天井搬送車 1 2 0 を走行させることができる。

[0060] 本実施形態に係る非接触給電システム 1 1 0 は、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を切り替えるスイッチ 1 1 3 を備えている。この構成では、一の非接触給電装置と他の非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を任意に切り替えることができる。そのため、例えば、一のイントラベイルート B R 1 のメンテナンスを行う際に、一のイントラベイルート B R 1 の非接触給電装置に接続されるスイッチ 1 1 3 を OFF にすることで、一のイントラベイルート B R 1 において天井搬送車 1 2 0 に対して電力が供給されないようにすることができる。

[0061] 以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

[0062] 上記実施形態では、異相コイル 1 1 4 が非接触給電装置 1 A と静電結合部 1 1 2 との間に設けられている形態を一例に説明した。しかし、異相コイル 1 1 4 は、複数の非接触給電装置 1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E のいずれかと静電結合部 1 1 2 との間に設けられていればよい。

[0063] 上記実施形態では、非接触給電システム 1 1 0 がスイッチ 1 1 3 を備える形態を一例に説明した。しかし、図 8 に示されるように、非接触給電システム 1 1 0 A は、スイッチ 1 1 3 を備えていなくてもよい。この構成では、非接触給電装置 1 A, 1 B は、コンデンサ C 3 を備えている。

[0064] 上記実施形態では、全ての非接触給電装置 1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E

が、静電結合部 112 によって静電結合されている形態を一例に説明した。
しかし、非接触給電システム 110 では、複数の非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E のうち、少なくとも 2 つの非接触給電装置が、静電結合部 112 によって静電結合されていればよい。

[0065] 上記実施形態では、軌道レール T が、イントラベイルート BR1 とインターベイルート BR2 とを含む形態を一例に説明した。しかし、軌道レール T は、一つの周回軌道であってもよい。この構成では、一つの軌道レール T において複数のエリアに区画され、各エリアに対して非接触給電装置 1A, 1B, 1C, 1D, 1E が交流電力を供給してもよい。

[0066] 上記実施形態では、走行車が天井搬送車 120 である形態を一例に説明した。しかし、移動体は、天井搬送車に限定されず、軌道レール T を走行する走行車であればよい。例えば、走行車は、床上搬送車（床上走行車）であってもよい。走行車が床上搬送車である場合、軌道レールは床面上に敷設される。

[0067] 本発明の一側面の技術主題は以下のとおりに記載され得る。

[1]

複数の非接触給電装置を備える非接触給電システムであって、

複数の前記非接触給電装置のそれぞれは、電源から供給される電力を交流電力に変換するインバータに接続され、リアクトル及びコンデンサを含むフィルタ回路を有し、

一の前記非接触給電装置と他の前記非接触給電装置とを静電結合する静電結合部であって、電氣的に並列に接続された二つのコンデンサを有する該静電結合部と、

一の前記非接触給電装置の前記フィルタ回路と前記静電結合部の二つの前記コンデンサのそれぞれとの間に設けられ、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する異相コイルと、を備える、非接触給電システム。

[2]

複数の前記非接触給電装置のそれぞれは、高周波電流を供給する装置であ

り、

前記異相コイルは、前記高周波電流において前記インダクタンス成分を有する、〔１〕に記載の非接触給電システム。

〔３〕

走行車が走行する軌道レールに沿って設けられている複数の給電線を備え、

複数の前記非接触給電装置のそれぞれは、前記軌道レールを走行する前記走行車に非接触で電力を供給し、

複数の前記非接触給電装置のそれぞれには、前記交流電力を供給するエリアが設定されており、

複数の前記給電線のそれぞれは、対応する前記エリアに設けられている、

〔１〕又は〔２〕に記載の非接触給電システム。

〔４〕

一の前記非接触給電装置と他の前記非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を切り替える切替部を備える、〔１〕～〔３〕のいずれか一つに記載の非接触給電システム。

〔５〕

〔１〕～〔４〕のいずれか一つに記載の非接触給電システムと、

前記非接触給電システムから送電された電力を受電して走行する走行車と、を備える、搬送システム。

符号の説明

[0068] １Ａ，１Ｂ，１Ｃ，１Ｄ，１Ｅ…非接触給電装置、２…電源、８…インバータ、９…フィルタ回路、１２Ａ，１２Ｂ…給電線、１００…搬送システム、１１０，１１０Ａ…非接触給電システム、１１２…静電結合部、１１４…異相コイル、１２０…天井搬送車（走行車）、ＢＲ１…イントラベイルート（エリア）、ＢＲ２…インターベイルート（エリア）、Ｃ０，Ｃ２…コンデンサ、，Ｃ１０，Ｃ２０…コンデンサ、ＲＴ１，ＲＴ２…リアクトル、Ｔ…軌道レール。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の非接触給電装置を備える非接触給電システムであって、
複数の前記非接触給電装置のそれぞれは、電源から供給される電力を交流電力に変換するインバータに接続され、リアクトル及びコンデンサを含むフィルタ回路を有し、
一の前記非接触給電装置と他の前記非接触給電装置とを静電結合する静電結合部であって、電氣的に並列に接続された二つのコンデンサを有する該静電結合部と、
一の前記非接触給電装置の前記フィルタ回路と前記静電結合部の二つの前記コンデンサのそれぞれとの間に設けられ、短絡又は地絡が生じたときにインダクタンス成分を有する異相コイルと、を備える、非接触給電システム。
- [請求項2] 複数の前記非接触給電装置のそれぞれは、高周波電流を供給する装置であり、
前記異相コイルは、前記高周波電流において前記インダクタンス成分を有する、請求項1に記載の非接触給電システム。
- [請求項3] 走行車が走行する軌道レールに沿って設けられている複数の給電線を備え、
複数の前記非接触給電装置のそれぞれは、前記軌道レールを走行する前記走行車に非接触で電力を供給し、
複数の前記非接触給電装置のそれぞれには、前記交流電力を供給するエリアが設定されており、
複数の前記給電線のそれぞれは、対応する前記エリアに設けられている、請求項1又は2に記載の非接触給電システム。
- [請求項4] 一の前記非接触給電装置と他の前記非接触給電装置との静電結合の結合状態及び非結合状態を切り替える切替部を備える、請求項1又は2に記載の非接触給電システム。
- [請求項5] 請求項1又は2に記載の非接触給電システムと、

前記非接触給電システムから送電された電力を受電して走行する走行車と、を備える、搬送システム。