

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-197754

(P2021-197754A)

(43) 公開日 令和3年12月27日(2021.12.27)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02J 50/40 (2016.01)	H02J 50/40	5G503
H02J 50/90 (2016.01)	H02J 50/90	5H105
H02J 50/12 (2016.01)	H02J 50/12	5H125
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 7/00	301D
B60M 7/00 (2006.01)	B60M 7/00	X

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2020-100608 (P2020-100608)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22) 出願日	令和2年6月10日 (2020.6.10)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	柴沼 満 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	▲高▼橋 将也 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	高橋 英介 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

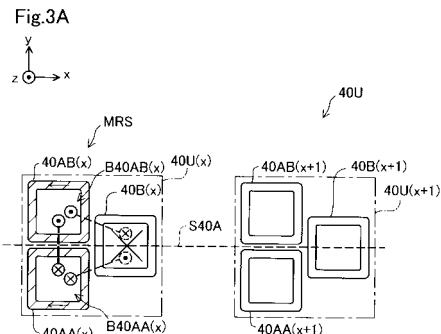
(54) 【発明の名称】非接触給電システム及びそのコイルユニット

(57) 【要約】

【課題】電力を給電した給電コイルの電磁界が、電力を給電しない給電コイルに与える影響を低減する。

【解決手段】非接触給電システム100に用いられるコイルユニット40Uは、第1コイル40(x)と、前記第1コイルに対して予め定められた方向に隣接する第2コイル40(x+1)とを含み、電力の移動に用いられる複数のコイルと、前記第1コイルを用いた前記電力の移動の際に前記第1コイルが前記第2コイルに、誘起電圧、もしくは誘導電流を生じさせる磁束B40を低減する磁束低減構造MRSと、を備える。

【選択図】図3A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

非接触給電システム(100)に用いられるコイルユニット(40U)であって、
 第1コイル(40(x))と、前記第1コイルに対して予め定められた方向に隣接する
 第2コイル(40(x+1))とを含み、電力の移動に用いられる複数のコイルと、
 前記第1コイルを用いた前記電力の移動の際に前記第1コイルが前記第2コイルに、誘
 起電圧、もしくは誘導電流を生じさせる磁束(B40)を低減する磁束低減構造(MRS)
)と、
 を備える、コイルユニット。

【請求項 2】

請求項1に記載のコイルユニットであって、
 前記第1コイル(48)は、前記電力の移動の際に異なる方向の複数の磁束を発生させ
 る複数のコイル部を含み、
 前記磁束低減構造は、前記第1コイルの前記複数のコイル部が前記第2コイルの存在位
 置にそれぞれ生じさせる磁束の少なくとも一部が打ち消し合うように、前記第1コイルと
 前記第2コイルとが配置されている構造を含む、コイルユニット。

【請求項 3】

請求項2に記載のコイルユニットであって、
 前記磁束低減構造として、前記第1コイルは、前記複数のコイル部として、第1方向の
 磁束を発生する第1コイル部と、前記第1方向と逆方向である第2方向の磁束を発生させ
 る第2コイル部とを有する、コイルユニット。

【請求項 4】

請求項3に記載のコイルユニットであって、
 前記磁束低減構造は、前記第1コイル部の形状及び巻き数と、前記第2コイル部の形状
 及び巻き数とは同じである構造を含む、コイルユニット。

【請求項 5】

請求項4に記載のコイルユニットであって、
 前記第1コイル部と前記第2コイル部とは、直列に接続されている、コイルユニット。

【請求項 6】

請求項3から請求項5のいずれか一項に記載のコイルユニットであって、
 前記磁束低減構造として前記第2コイルは、前記電力の移動の際に異なる方向の複数の
 磁束を発生させる複数のコイル部を含み
 前記第2コイルは、前記複数のコイル部として、第3方向の磁束を発生する第3コイル
 部と、前記第3方向と逆方向である第4方向の磁束を発生させる第4コイル部とを有する
 ，コイルユニット。

【請求項 7】

請求項6に記載のコイルユニットであって、
 前記磁束低減構造としての前記第2コイルは、前記第3コイル部の形状及び巻き数と、
 前記第4コイル部の形状及び巻き数とは同じである構造を含む、コイルユニット。

【請求項 8】

請求項7に記載のコイルユニットであって、
 前記第3コイル部と前記第4コイル部とは、直列に接続されている、コイルユニット。

【請求項 9】

請求項6から請求項8のいずれか一項に記載のコイルユニットであって、
 前記第1コイルの前記第1コイル部と前記第2コイル部が並ぶ向きと、前記第2コイル
 の前記第3コイル部と前記第4コイル部が並ぶ向きとは、交差またはねじれの関係にある
 ，コイルユニット。

【請求項 10】

請求項2から請求項9のうちのいずれか一項に記載のコイルユニットであって、
 前記第1コイルと前記第2コイルの少なくとも一方は、前記第1コイルの外側または前

10

20

30

40

50

記第2コイルの外側に配置されたシールド(47)を備える、コイルユニット。

【請求項11】

請求項7から請求項9のうちのいずれか一項に記載のコイルユニットであって、前記第1コイルと前記第2コイルの外側を囲むようにコイル外側に配置されたシールド(47)を備える、コイルユニット。

【請求項12】

請求項1に記載のコイルユニットであって、
前記磁束低減構造は、前記電力の移動の際に前記第1コイルにより前記第2コイルの存在位置に生じる磁束が前記第2コイルの中心軸方向に対して予め定められた以上傾いた角度で交差するように前記第1コイルと前記第2コイルとが配置とされている構造を含む、コイルユニット。
10

【請求項13】

非接触給電システム(100)であって、
移動体(202)と、
前記移動体が移動するエリアに設けられた請求項1から請求項11のいずれか一項に設けられた複数のコイルユニット(40U)と、
前記コイルユニットを用いて前記移動体との間で前記電力の移動を行なう送電回路(30)と、
を備え、
前記移動体は、複数の前記コイルユニットの少なくとも1つの前記第1コイルとカップリングして前記第1コイルとの間で前記電力の移動を行う受電コイルユニット(240U)を備える、非接触給電システム。
20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、非接触給電システム及びそのコイルユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、屋外に設置され、駐車中の車両に非接触で電力を給電する非接触給電システムが開示されている。この非接触給電システムは、共振コイル(給電コイルあるいは送電コイル)を、直列に接続された複数のコイルで形成し、複数のコイルを送電、受電を行う面に対して平行な平面上の互いに隣接するように配置している。隣接するコイルに発生する電磁界の向きは、平面に対し互いに逆方向である。
30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開特開2011-234496号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の非接触給電システムは、駐車中の車両に給電するため、駐車位置に配置されている複数のコイルに電力を給電している。これに対し、走行中の車両に給電する非接触給電システムでは、道路に沿って多数のコイルを配置し、車両の位置に対応した位置にあるコイルに対して電力を給電し、他のコイルには、電力を給電しない。しかし、車両の位置に対応した位置にあるコイルと他のコイルとが電磁的に結合すると、他のコイルに誘導電流が流れ、電力供給の損失が発生する。
40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一形態によれば、非接触給電システム(100)に用いられるコイルユニット(40U)が提供される。このコイルユニットは、第1コイル(40(X))と、前記第
50

1コイルに対して予め定められた方向に隣接する第2コイル(40(x+1))とを含み、電力の移動に用いられる複数のコイルと、前記第1コイルを用いた前記電力の移動の際に前記第1コイルが前記第2コイルに、誘起電圧、もしくは誘導電流を生じさせる磁束(B40)を低減する磁束低減構造(MRS)と、を備える。この形態によれば、第1コイルを通り、かつ第2コイルを通る磁束を低減できるので、第1コイルに供給された電力が第2コイルに漏れ難くできる。すなわち、電力供給の損失を抑制できる。また、第2コイルは、第1コイルと電磁的に結合し難くなるため、第1コイルのインピーダンスに対する第2コイルの影響が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【0006】

10

【図1】走行中非接触給電システムを示す説明図である。

【図2】送電セクションの概略構成を示す説明図である。

【図3A】第1実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図3B】第1実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図4】コイルの構成を示す説明図である。

【図5A】第2実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図5B】第2実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図6】第3実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図7A】第4実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図7B】第4実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

20

【図8】第5実施形態の送電コイルユニットを示す説明図である。

【図9A】第6実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図9B】コイルの構成を示す説明図である。

【図10】第7実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図11A】第8実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図11B】第8実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図12】第9実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図13】第10実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図14】第11実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

30

【図15】第12実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図16A】第13実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図16B】第13実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図17】第14実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図18】第14実施形態におけるコイルの位置と磁束との関係を示すグラフである。

【図19】第15実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図20】第15実施形態における送電コイルユニットを+×方向から見た図である。

【図21】第15実施形態における送電コイルユニットを示す説明図である。

【図22】第15実施形態における送電コイルユニットを-×方向から見た図である。

【図23】第15実施形態における送電コイルユニットを45°回転させて+×方向から見た図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0007】

・走行中非接触給電システムの概略構成：

図1に示すように、走行中給電システム300は、移動体である車両202などが移動可能なエリアである道路105に設けられた給電装置100と、202側の受電装置200とを備える。走行中給電システム300は、車両202の走行中に給電装置100から車両202に給電することが可能なシステムである。車両202は、例えば、電気自動車やハイブリッド車として構成される。図1において、+×方向は車両202の進行方向を示し、+y方向は車両202の正面から見て右方向を示し、+z方向は鉛直上方向を示す。

50

【0008】

道路105側の給電装置100は、複数の送電用のコイルユニット40U（以下「送電コイルユニット40U」とも呼ぶ。）と、複数の送電コイルユニット40Uのそれぞれに交流電圧を供給する複数の送電回路30と、送電回路30あるいは送電コイルユニット40Uに対応して設けられた複数の車両位置検出部20と、複数の送電回路30に直流電圧を供給する電源回路10と、給電側制御部16と、給電側通信部22と、を備えている。

【0009】

複数の送電コイルユニット40Uは、道路105の地表から所定の深さに、X方向に沿って設置されている。送電コイルユニット40Uは、複数のコイルを備えている。このコイルの構成については、後で詳しく説明する。送電回路30は、電源回路10から供給される直流電圧を高周波の交流電圧に変換して送電コイルユニット40Uに印加する回路であり、インバータ回路、共振回路を含んでいる。なお、インバータ回路と共振回路に加え、フィルタ回路を備えても良い。送電コイルユニット40Uと送電回路30とを合わせて「電力供給セグメントSG」と呼ぶ。なお、単に「セグメントSG」と称する場合もある。電力供給セグメントSGは、複数の送電コイルユニット、送電回路を備えても良い。電源回路10は、直流の電力を送電回路30に供給する回路である。例えば、電源回路10は、商用電源から供給される交流を整流して直流を出力するAC/DCコンバータ回路として構成される。なお、電源回路10が出力する直流は、完全な直流でなくてもよく、ある程度の変動（リップル）を含んでいても良い。

10

【0010】

車両位置検出部20は、車両202の位置を検出する。車両202が移動して送電コイルユニット40Uの鉛直上方に車両202の受電コイルユニット240Uが位置すると、送電コイルユニット40Uのコイルと受電コイルユニット240Uのコイルとが電磁的に結合し、送電コイルユニット40Uのコイルのインピーダンスが変わる。車両位置検出部20は、送電コイルユニット40Uのコイルのインピーダンスを測定することで、車両202の位置を検出できる。インピーダンスの算出については、後述する図2の説明の中で説明する。なお、車両位置検出部20は、例えば、車両202に設けられた車両側位置センサ225と通信し、その通信強度を用いて、車両202が、セグメントSGの上に存在するか否かを検出してもよい。複数の送電回路30は、車両位置検出部20で検出された車両202の位置に応じて、車両202に近い1つ以上の送電コイルユニット40Uを用いて送電を実行する。給電側制御部16は、セグメントSGからの給電を制御する。なお、車両位置検出部20は、カメラやサーチコイル、レーザを用いて、車両202の位置を検出するなど、他の手法を用いても良い。

20

30

【0011】

給電側通信部22は、車両202に設けられた受電側通信部222と、通信を行う。この通信は、例えば、給電指示、本給電指示が含まれる。

【0012】

車両202は、バッテリ210と、補機バッテリ215と、受電側制御部220と、受電側制御部222と、車両側位置センサ225と、受電回路230と、受電コイルユニット240Uと、DC/DCコンバータ回路260と、インバータ回路270と、モータジェネレータ280と、補機290と、を備えている。受電コイルユニット240Uは、受電回路230に接続されており、受電回路230の出力には、バッテリ210と、DC/DCコンバータ回路260の高圧側と、インバータ回路270と、が接続されている。DC/DCコンバータ回路260の低圧側には、補機バッテリ215と、補機290とが接続されている。インバータ回路270には、モータジェネレータ280が接続されている。

40

【0013】

受電コイルユニット240Uは、送電コイルユニット40Uとカップリングし、電磁誘導によって誘導電流を生じる装置である。受電回路230は、受電コイルユニット240Uから出力される交流電圧を直流電圧に変換する整流回路と、整流回路にて生成した直流

50

の電圧をバッテリ 210 の充電に適した電圧に変換する DC / DC コンバータ回路と、を含んでいる。受電回路 230 から出力される直流電圧は、バッテリ 210 の充電や、インバータ回路 270 を介したモータジェネレータ 280 の駆動に利用することができ、また、DC / DC コンバータ回路 260 を用いて降圧することで、補機バッテリ 215 の充電や、補機 290 の駆動にも利用可能である。また、受電コイルユニット 240U を複数個、設置する構成であってもよい。受電コイルユニット 240U を複数設置することで、車両 202 の位置ずれに対し、ロバストな最適設計が可能になる。また、受電コイルユニット 240U を複数設置した際は、受電コイルユニット 240U ごとに受電回路 230 を設けても良い。

【0014】

10

バッテリ 210 は、モータジェネレータ 280 を駆動するための補機バッテリより高い直流電圧を出力する 2 次電池である。バッテリ 210 は、1 セル当たりの電圧の低いバッテリを直列に多数接続することで、高電圧、例えば 200V を超える電圧を出力可能に構成されている。モータジェネレータ 280 は、3 相交流モータとして動作し、車両 202 の走行のための駆動力を発生する。モータジェネレータ 280 は、車両 202 の減速時にはジェネレータとして動作し、電力を回生する。インバータ回路 270 は、モータジェネレータ 280 がモータとして動作するとき、バッテリ 210 の電力を 3 相交流に変換してモータジェネレータ 280 に供給する。インバータ回路 270 は、モータジェネレータ 280 がジェネレータとして動作するとき、モータジェネレータ 280 が回生した 3 相交流を直流に変換してバッテリ 210 に供給する。

20

【0015】

DC / DC コンバータ回路 260 は、バッテリ 210 の出力を、バッテリ 210 の出力電圧より低い電圧に変換して補機バッテリ 215 及び補機 290 に供給する。補機バッテリ 215 は、補機 290 を駆動するための 2 次電池であり、その電圧はバッテリ 210 より低く、例えば、12V, 24V, 48V などのバッテリである。補機 290 は、車両 202 の空調装置や電動パワーステアリング装置、ヘッドライト、ウインカ、ワイパー等の周辺装置や車両 202 の様々なアクセサリーを含む。

【0016】

受電側制御部 220 は、車両 202 内のインバータ 270 他、各部を制御する。受電側制御部 220 は、走行中非接触給電を受ける際には、受電回路 230 を制御して受電を実行する。

30

【0017】

図 2 に示すように、給電装置 100 は、送電回路 30 と、送電コイルユニット 40U を備える。送電回路 30 は、インバータ回路 32 と、共振回路 36 と、を備える。インバータ回路 32 は、直流を交流に変換する回路であり、4 つのスイッチングトランジスタ Tr1 から Tr4 と、コンデンサ C3 と、4 つの保護ダイオード D1 から D4 と、を備える。4 つのスイッチングトランジスタ Tr1 から Tr4 は、H ブリッジ回路を構成している。スイッチングトランジスタ Tr1 と Tr3 が直列に接続され、スイッチングトランジスタ Tr2 と Tr4 が直列に接続されている。スイッチングトランジスタ Tr1, Tr2 は、プラス側電源ライン V+ に接続され、スイッチングトランジスタ Tr3, Tr4 は、マイナス側電源ライン V- に接続されている。スイッチングトランジスタ Tr1 と Tr3 の中間ノード N1 と、スイッチングトランジスタ Tr2 と Tr4 の中間ノード N2 は、共振回路 36 とを介して送電コイルユニット 40U に接続されている。各スイッチングトランジスタ Tr1 から Tr4 には、それぞれ並列に保護ダイオード D1 から D4 が接続されている。コンデンサ C3 は、プラス側電源ライン V+ とマイナス側電源ライン V- との間に設けられた平滑コンデンサである。給電側制御部 16 は、インバータ回路 32 のスイッチングトランジスタ Tr1 と Tr4 をオンにしてスイッチングトランジスタ Tr2 と Tr3 をオフにする第 1 状態と、スイッチングトランジスタ Tr2 と Tr3 をオンにしてスイッチングトランジスタ Tr1 と Tr4 をオフする第 2 状態と、を周期的に切り替えることで、インバータ回路 32 を用いて、直流を交流に変換する。

40

50

【0018】

共振回路36は、送電コイルユニット40Uと、インバータ回路32との間に直列に挿入されたコンデンサC1により形成されている。従って、本実施形態では、共振回路36は、直列共振回路を形成している。なお、直列共振回路の代わりに、コンデンサC1が送電コイルユニット40Uと並列に接続される並列共振回路を形成するように構成しても良い。インバータ回路32と、共振回路36との間にフィルタ回路を設けても良い。

【0019】

車両側の受電装置200は、受電回路230と、受電コイルユニット240Uとを備える。受電回路230は、共振回路236と、整流回路232と、DC-DCコンバータ回路238と、を備える。共振回路236は、受電コイル240と直列に接続されたコンデンサC21により形成されている。したがって、本実施形態では、共振回路236は、直列共振回路である。なお、直列共振回路の代わりに、コンデンサC21が受電コイル240と並列に接続される並列共振回路を用いても良い。共振回路236と、整流回路232との間に、フィルタ回路を設けても良い。

10

【0020】

整流回路232は、ブリッジ整流回路であり、4つの整流ダイオードD21～D24と平滑コンデンサC23とを備える。整流ダイオードD21とD23とが直列に接続され、その中間ノードN3に共振回路236のコンデンサC21が接続されている。ダイオード整流D22とD24とが直列に接続され、その中間ノードN4に受電コイル240が接続されている。整流ダイオードD21のカソードとD22のカソードはノードNpに接続され、整流ダイオードD23のアノードとD24のアノードはノードNnに接続されている。平滑コンデンサC23は、ノードNpとノードNnに接続されている。

20

【0021】

DC-DCコンバータ回路238は、整流回路232により整流された直流の電圧を昇圧または降圧してバッテリ210に供給する回路である。DC-DCコンバータ回路238は、4つのスイッチングトランジスタTr25からTr28と、インダクタL28と、保護ダイオードD25からD28と、平滑コンデンサC28と、を備える。ノードNpとノードNnの間で、スイッチングトランジスタTr25とTr27が直列に接続され、また、スイッチングトランジスタTr26とTr28が直列に接続されている。インダクタL28は、スイッチングトランジスタTr25とTr27の中間ノードN5と、スイッチングトランジスタTr26とTr28の中間ノードN6とに接続されている。各スイッチングトランジスタTr25からTr28には、それぞれ並列に保護ダイオードD25からD28が接続されている。平滑コンデンサC28は、4つのスイッチングトランジスタTr25からTr28よりもバッテリ210側に設けられている。受電側制御部220は、DC-DCコンバータ回路238の4つのスイッチングトランジスタTr25からTr28のオン・オフを制御することで、DC-DCコンバータ回路238の電圧変換を制御する。

30

【0022】

バッテリ210には、インバータ回路270を介して、モータジェネレータ280が接続されている。

40

【0023】

送電コイルユニット40UのコイルのインダクタンスをL1、コイル及び配線の電気抵抗をR1、共振回路36のコンデンサC1の容量をC1、受電コイルユニット240UのコイルのインダクタンスをL2とすると、送電コイルユニット40UのコイルのインピーダンスZは、以下の式により算出できる。

$$Z = R_1 + R + j \left(-1 \cdot L_c - 1 / (-1 \cdot C_1) \right)$$

$$L_c = L_1 + L_2 \pm 2M_c = L_1 + L_2 \pm 2k_c (L_1 \cdot L_2)^{1/2}$$

ここで、k_cは、結合係数であり、送電コイルユニット40Uのコイルと受電コイルユニット240Uのコイルとの相対的位置により定まる。すなわち、インピーダンスZは、送電コイルユニット40Uのコイルと受電コイルユニット240Uのコイルとの相対的位

50

置により値が変化する。したがって車両位置検出部 20 は、インピーダンス Z を用いて、送電コイルユニット 40U と受電コイルユニット 240Uとの間の相対的位置、すなわち、車両 202 の位置を判断できる。

【0024】

上述したように、送電コイルユニット 40U は、複数のコイルを有する。以下、送電コイルユニット 40U の複数のコイルの構成について、説明する。

【0025】

- ・第1実施形態：

図 3A、図 3B に示すように、第1実施形態では、送電コイルユニット 40U (x) は、コイル 40AA (x) と、コイル 40AB (x) と、コイル 40B (x) を有する。ここで (x) の x は、車両 202 の進行方向に沿った x 方向の位置を示す番号である。なお、位置を区別する必要がない場合には (x) を省略する場合がある。送電コイルユニット 40U (x) は、予め定められた間隔で、車両 202 の進行方向である x 方向に沿って配置されている。コイル 40AA (x) とコイル 40AB (x) とは、z 方向から見たときの形状が同じで、巻き数も同じであり、xy 平面上に y 方向に並んで配置されており、xz 平面である面 S40A を対称面として対称である。ここで対称とは、コイルの概略形状及び配置位置が対称という程度の意味である。コイル 40B (x) は、xy 平面上、かつ、コイル 40AA とコイル 40AB の +x 方向に配置されており、コイル 40B (x) は、面 S40A を対称面として対称である。なお、コイル 40B (x) を、コイル 40AA (x) とコイル 40AB (x) に対して反対側、つまり -x 方向に配置してもよい。磁束 B40AA (x) と磁束 B40AB (x) は、コイル 40AA (x) とコイル 40AB (x) に電流を流したときに生じる磁束を示している。以下、他の図についても同様である。

10

20

30

40

【0026】

図 4 に示すように、コイル 40AA は、基板 41 と、コア 42 と、巻き線 43 とを有する。基板 41 は、例えば、アルミニウムのような、常磁性体で形成されている。コア 42 は、基板 41 の上に配置され、例えば、フェライトのような、強磁性体で形成されている。巻き線 43 は、コア 42 の基板 41 と反対側の面の上に巻かれている。コイル 40AB、コイル 40B も、コイル 40AA と同様の構成を備える。

【0027】

送電回路 30 が、z 方向から見たときに、コイル 40AA (x) 及びコイル 40AB (x) に逆向き電流が流れるように、コイルユニット 40U (x) に交流電圧を印加する。例えば、送電回路 30 は、図 3A に示すように、コイル 40AA (x) に +z 方向から見て時計回りの電流を流すときには、コイル 40AB (x) に +z 方向から見て反時計回りの電流を流す。このとき、コイル 40AA (x) の内側には、+z 方向から -z 方向に向かう磁束 B40AA (x) が生じる。磁束 B40AA (x) の一部は、コイル 40B (x) の面 S40A よりも -y 方向において、コイル 40B (x) の内側を -z 方向から +z 方向に貫こうとする。コイル 40AB (x) の内側には、-z 方向から +z 方向に向かう磁束 B40AB (x) が生じる。磁束 B40AB (x) の一部は、コイル 40B (x) の面 S40A よりも +y 方向において、コイル 40B (x) の内側を +z 方向から -z 方向に貫こうとする。すなわち、コイル 40B (x) には、+z 方向の磁束 B40AA (x) と、-z 方向の磁束 B40AB (x) とが貫こうとする。しかし、コイル 40B (x) の内側では、貫こうとする磁束 B40AA (x) と磁束 B40AB (x) の向きが逆なので、いずれの磁束も通り難い。

【0028】

送電回路 30 が、コイル 40AA (x) に +z 方向から見て反時計回りの電流を流し、コイル 40AB (x) に +z 方向から見て時計回りの電流を流すときは、図 3B に示すように、磁束の向きが図 3A に示す状態と逆になるが、同様にいずれの磁束も通り難い。

【0029】

磁束 B40AA (x) がコイル 40B (x) を貫こうとする向きと、磁束 B40AB (x)

50

x) がコイル 4 0 B (x) を貫こうとする向きとは、逆である。そのため、コイル 4 0 B (x) の内側を通過する磁束は、互いに逆向きの磁束 B 4 0 A A (x) と、磁束 B 4 0 A B (x) とが反発、あるいは打ち消し合う結果、ほぼゼロになっている。また、送電回路 3 0 は、コイル 4 0 A A (x) に流す電流と、コイル 4 0 A B (x) に流す電流とが同期するように電圧を印加するので、磁束 B 4 0 A A (x) と磁束 B 4 0 A B (x) の大きさは同じように変化する。したがって、コイル 4 0 B (x) を貫く磁束は、ほとんど変化しない。

【 0 0 3 0 】

ところで、コイル 4 0 B (x) を貫いている磁束の大きさが変化すると、コイル 4 0 B (x) に誘起電圧、もしくは、誘導電流が生じる。以下、「誘起電圧、もしくは、誘導電流」を「誘導電流」と呼ぶ。このときの誘導電流の向きは、誘導電流により生じる磁束がコイル 4 0 B (x) を貫いている磁束の変化を妨げる方向である向きである。すなわち、コイル 4 0 B (x) を貫いている磁束が減少する場合には、コイル 4 0 B (x) の誘導電流により生じる磁束は増大し、コイル 4 0 B (x) を貫いている磁束が増大する場合には、コイル 4 0 B (x) の誘導電流により生じる磁束は減少する。上述したように、コイル 4 0 B (x) を貫く磁束はほぼゼロであり、送電回路 3 0 が、コイル 4 0 A A (x) 及びコイル 4 0 A B (x) に交流電圧を印加しても、コイル 4 0 B (x) を貫く磁束は、ほぼゼロのまま変化しない。したがって、コイル 4 0 B (x) に誘導電流はほとんど生じない。

10

【 0 0 3 1 】

以上、説明したように、コイル 4 0 A A (x) とコイル 4 0 A B (x) を用いた電力の移動の際に、コイル 4 0 A A (x) とコイル 4 0 A B (x) は、コイル 4 0 B (x) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造 (M R S) として機能する。その結果、コイル 4 0 B (x) に誘導電流をほとんど生じさせない。すなわち、コイル 4 0 A A (x) とコイル 4 0 A B (x) に供給された電力が、コイル 4 0 B (x) に漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。また、コイル 4 0 A A (x) とコイル 4 0 A B (x) は、コイル 4 0 B (x) と電磁的に結合し難いため、コイル 4 0 B (x) は、コイル 4 0 A A (x) とコイル 4 0 A B (x) のインピーダンスに影響を与える。

20

【 0 0 3 2 】

・第 2 実施形態：

30

第 2 実施形態では、図 5 A、図 5 B に示すように、x 方向に沿って配置された複数の送電コイルユニット 4 0 U A (x) を備える。ここで、(x) の x は、第 1 実施形態と同様に、x 方向の位置を示す番号である。図 5 A に示す 3 つの送電コイルユニット 4 0 U A (x - 1)、4 0 U A (x)、4 0 U A (x + 1) は、この順に - x 方向から + x 方向に並んでいる。4 0 U A (x - 1)、4 0 U A (x)、4 0 U A (x + 1) は、同じ構成を有しているので、送電コイルユニット 4 0 U A (x) を用いて、構成を説明する。

【 0 0 3 3 】

送電コイルユニット 4 0 U A (x) は、x y 平面に配置されたコイル 4 0 A (x) と、コイル 4 4 A (x , 1)、4 4 A (x , 2) とを備える。3 つのコイルは、+ z 方向から見たときに、- y 方向から + y 方向に向けて、コイル 4 4 A (x , 1)、コイル 4 0 A (x)、コイル 4 4 A (x , 2) の順に配置されている。コイル 4 4 A (x , 1) とコイル 4 4 A (x , 2) とは、+ z 方向から見たときの形状が同じで、巻き数も同じであり、z x 平面である面 S 4 0 A を対称面として対称である。

40

【 0 0 3 4 】

送電回路 3 0 が送電コイルユニット 4 0 U A (x) に交流電圧を印加する。このとき、図 5 A に示すように、送電回路 3 0 は、コイル 4 0 A (x) に + z 方向から見て反時計回りの電流を流すときには、コイル 4 4 A (x , 1)、コイル 4 4 A (x , 2) には、+ z 方向から見て時計回りの電流を流す。コイル 4 0 A (x) の内側には、- z 方向から + z 方向の磁束 B 4 0 A (x) が生じ、磁束 B 4 0 A (x) の一部は、コイル 4 4 A (x , 1)、4 4 A (x , 2) に加え、隣接するコイル 4 0 A (x - 1)、コイル 4 0 A (x + 1)

50

)を+ z 方向から - z 方向に貫こうとする。コイル 4 4 A (x, 1) の内側には、+ z 方向から - z 方向の磁束 B 4 4 A (x, 1) が生じ、磁束 B 4 4 A (x, 1) の一部は、コイル 4 0 A (x) を貫くとともに、コイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) の内側の面 S 4 0 A よりも - y 側を - z 方向から + z 方向に貫こうとする。また、コイル 4 4 A (x, 2) の内側には、+ z 方向から - z 方向の磁束 B 4 4 A (x, 2) が生じ、磁束 B 4 4 A (x, 2) の一部は、コイル 4 0 A (x) を貫くとともに、コイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) の面 S 4 0 A よりも + y 側を - z 方向から + z 方向に貫こうとする。

【0035】

送電回路 3 0 が、コイル 4 0 A (x) に + z 方向から見て時計回りの電流を流すときは、コイル 4 4 A (x, 1), コイル 4 4 A (x, 2) には、+ z 方向から見て反時計回りの電流を流す。このとき、各コイルに生じる磁束の向きは、図 5 B に示すように、図 5 A に示す磁束の向きと逆向きである。

10

【0036】

磁束 B 4 0 A (x) がコイル 4 0 A (x - 1) を貫こうとする向きと、磁束 B 4 4 A (x, 1), 磁束 B 4 4 A (x, 2) がコイル 4 0 A (x - 1) を貫こうとする向きとは、逆である。そのため、コイル 4 0 A (x - 1) の内側を通過する磁束は、互いに逆向きの磁束 B 4 0 A (x) と、磁束 B 4 4 A (x, 1), 磁束 B 4 4 A (x, 2) とが反発、あるいは打ち消し合う結果、ほぼゼロになる。したがって、第 1 実施形態と同様に、コイル 4 0 A (x - 1) には、誘導電流は、ほとんど生じない。コイル 4 0 A (x + 1) についても同様である。送電回路 3 0 が、他の送電コイルユニット 4 0 U A (x - 1), 送電コイルユニット 4 0 U A (x + 1) に交流電圧を印加するときも同様である。

20

【0037】

以上、説明したように、第 2 実施形態では、コイル 4 0 A (x) を用いた電力の移動の際に、コイル 4 4 A (x, 1), コイル 4 4 A (x, 2) は、隣接するコイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果、コイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) に誘導電流をほとんど生じさせない。すなわち、コイル 4 0 A (x) に供給された電力が、コイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) に漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。また、コイル 4 0 A (x) は、コイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) と電磁的に結合し難いため、コイル 4 0 A (x - 1), コイル 4 0 A (x + 1) は、コイル 4 0 A (x) のインピーダンスに影響を与える。

30

【0038】

・第 3 実施形態：

図 6 に示すように、第 3 実施形態では、送電コイルユニット 4 0 U B は、x 方向に沿って配置された複数の送電コイルユニット 4 0 U B (x) を備える。送電コイルユニット 4 0 U B (x) は、コイル 4 0 B (x) と、コイル 4 4 B (x, 1), 4 4 B (x, 2), 4 4 B (x + 1, 1), 4 4 B (x + 1, 2) を備える。ここで、x は、送電コイルユニット 4 0 U B (x) の位置を示す番号である。コイル 4 4 B (x, 1), 4 4 B (x, 2), 4 4 B (x + 1, 1), 4 4 B (x + 1, 2) は、コイル 4 0 B (x) が配置された x y 平面において、コイル 4 0 B (x) を囲うように配置されている。コイル 4 4 B (x, 1) は、コイル 4 0 B (x) の - x - y 方向に配置され、コイル 4 4 B (x, 2) は、コイル 4 0 B (x) の - x + y 方向に配置され、コイル 4 4 B (x + 1, 1) は、コイル 4 0 B (x) の + x - y 方向に配置され、コイル 4 4 B (x + 1, 2) は、コイル 4 0 B (x) の + x + y 方向に配置されている。

40

【0039】

コイル 4 4 B (x, 1) とコイル 4 4 B (x, 2) とは、面 S 4 0 B を対称面として互いに対称である。コイル 4 4 B (x + 1, 1) とコイル 4 4 B (x + 1, 2) とは、面 S 4 0 B を対称面として互いに対称である。

【0040】

50

コイル 44B(x, 1), 44B(x, 2) は、コイル 40B(x-1) を囲うコイルとして、送電コイルユニット 40UB(x-1) を構成している。すなわち、コイル 44B(x, 1), 44B(x, 2) は、送電コイルユニット 40UB(x), 送電コイルユニット 40UB(x-1) の両方に属するコイルである。同様に、コイル 44B(x+1, 1), 44B(x+1, 2) は、送電コイルユニット 40UB(x), 送電コイルユニット 40UB(x+1) の両方に属するコイルである。

【0041】

送電回路 30 が送電コイルユニット 40UB(x) に交流電圧を印加する。例えば、送電回路 30 は、図 6 に示すように、コイル 40B(x) に、+z 方向から見て反時計回りの電流を流すときには、コイル 40B(x) を囲う 4 つのコイル 44B(x, 1), 44B(x, 2), 44B(x+1, 1), 44B(x+1, 2) には、+z 方向から見て時計回りの電流を流す。このとき、コイル 40B(x) の内側には、-z 方向から +z 方向に向かう磁束 B40B(x) が生じ、磁束 B40B(x) の一部は、コイル 40B(x-1) の内側、及び、コイル 40B(x+1) の内側を、+z 方向から -z 方向に貫こうとする。4 つのコイル 44B(x, 1), 44B(x, 2), 44B(x+1, 1), 44B(x+1, 2) の内側には、それぞれ、+z 方向から -z 方向に向かう磁束 B44B(x, 1), B44B(x, 2), B44B(x+1, 2), B44B(x+1, 2) が生じる。磁束 B44B(x, 1) の一部と磁束 B44B(x, 2) の一部は、コイル 40B(x-1) の内側を -z 方向から +z 方向に貫こうとする。同様に、磁束 B44B(x+1, 1) の一部と磁束 B44B(x+1, 2) の一部は、コイル 40B(x+1) の内側を -z 方向から +z 方向に貫こうとする。10

【0042】

送電回路 30 がコイル 40B(x) に、+z 方向から見て時計回りの電流を流し、コイル 40B(x) を囲う 4 つのコイル 44B(x, 1), 44B(x, 2), 44B(x+1, 1), 44B(x+1, 2) に、+z 方向から見て反時計回りの電流を流す場合は、図 6 に示す状態と磁束の向きが逆になるが、同様である。20

【0043】

磁束 B40B(x) がコイル 40B(x-1) の内側を貫こうとする向きと、磁束 B44B(x, 1), 磁束 B45B(x, 2) がコイル 40B(x-1) の内側を貫こうとする向きとは、逆であるため、コイル 40B(x-1) の内側を貫く磁束は、反発し、あるいは相殺して小さくなる。すなわち、コイル 44B(x, 1), 44B(x, 2) は、コイル 40B(x) を用いた電力の移動の際にコイル 40B(x-1) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果、コイル 40B(x-1) に誘導電流がほとんど生じない。コイル 40B(x-1) はコイル 40B(x) と電磁的に結合し難いため、コイル 40B(x-1) は、コイル 40B(x) のインピーダンスに影響を与える難い。30

【0044】

同様に、磁束 B40B(x) がコイル 40B(x+1) の内側を貫こうとする向きと、磁束 B44B(x+1, 1), 磁束 B44B(x+1, 2) がコイル 40B(x+1) の内側を貫こうとする向きとは、逆であるため、コイル 40B(x+1) の内側を貫く磁束は、同様に、小さくなる。コイル 44B(x+1, 1), 44B(x+1, 2) は、コイル 40B(x) を用いた電力の移動の際にコイル 40B(x+1) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果、コイル 40B(x+1) に誘導電流がほとんど生じない。コイル 40B(x+1) はコイル 40B(x) と電磁的に結合し難いため、コイル 40B(x+1) は、コイル 40B(x) のインピーダンスに影響を与える難い。40

【0045】

以上説明したように、第 3 実施形態によれば、コイル 40B(x) に供給した電力が、コイル 40B(x-1), 40B(x+1) に漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。また、コイル 40B(x-1), 40B(x+1) は、コイル 40B(x) と電磁的50

に結合し難いため、コイル 40B(x - 1), 40B(x + 1) は、コイル 40B(x) のインピーダンスに影響を与える。

【0046】

・第4実施形態：

図 7A, 図 7B に示すように、第4実施形態では、複数の送電コイルユニット 40UC(x, y) が xy 平面に 2 次元に配置されている。ここで、(x, y) の x, y は、それぞれ x 方向, y 方向の位置を示す番号である。図 5A に示す第2実施形態と比較すると、車両 202 が、道路 105 の幅方向(y 方向)にずれた場合にも給電できるように対応した構成である。

【0047】

送電コイルユニット 40UC(x, y) は、xy 平面上に配置されたコイル 40C(x, y) と、コイル 44C(x, y), 45C(x, y), 44C(x, y + 1), 45C(x + 1, y) とを、備える。コイル 40C(x, y) から見て、コイル 44C(x, y) は、-y 方向、コイル 45C(x, y) は、-x 方向、コイル 44C(x, y + 1) は、+y 方向、コイル 45C(x + 1, y) は、+x 方向に配置されている。

【0048】

コイル 44C(x, y) は、送電コイルユニット 40UC(x, y - 1) と送電コイルユニット 40UC(x, y) に属し、コイル 45C(x, y) は、送電コイルユニット 40UC(x - 1, y) と送電コイルユニット 40UC(x, y) に属し、コイル 44C(x + 1, y) は、送電コイルユニット 40UC(x, y) と送電コイルユニット 40UC(x, y + 1) に属し、コイル 45C(x + 1, y) は、送電コイルユニット 40UC(x - 1, y) と送電コイルユニット 40UC(x + 1, y) に属している。

【0049】

送電回路 30 が送電コイルユニット 40UC(x, y) に交流電圧を印加するとする。図 7A, 図 7B に示すように、送電回路 30 は、コイル 40C(x, x) に +z 方向から見て反時計回りの電流を流すときには、4 つのコイル 44C(x, y), 45C(x, y), 44C(x, y + 1), 45C(x + 1, y) に、+z 方向から見て時計回りの電流を流す。コイル 40C(x, y) の内側には、-z 方向から +z 方向に向かう磁束 B40C(x, y) が生じ、4 つのコイル 44C(x, y), 45C(x, y), 44C(x, y + 1), 45C(x + 1, y) の内側には、それぞれ、+z 方向から -z 方向に向かう磁束 B44C(x, x), B45C(x, x), B44C(x, y + 1), B45C(x + 1, y) が生じる。

【0050】

磁束 B40C(x, y) の一部は、コイル 40C(x, y - 1), コイル 40C(x - 1, y), 40C(x, y + 1), 40C(x + 1, y) の内側を +z 方向から -z 方向に貫こうとする。磁束 B45C(x, y) は、40C(x, y) の内側を -z 方向から +z 方向に貫き、コイル 40C(x - 1, y) の内側を -z 方向から +z 方向に貫こうとする。磁束 B45C(x + 1, y) は、40C(x, y) の内側を -z 方向から +z 方向に貫き、コイル 40C(x + 1, y) の内側を -z 方向から +z 方向に貫こうとする。磁束 B44C(x, y) は、40C(x, y) の内側を +z 方向から -z 方向に貫き、コイル 40C(x, y - 1) の内側を +z 方向から -z 方向に貫こうとする。磁束 B44C(x, y + 1) は、40C(x, y) の内側を +z 方向から -z 方向に貫き、コイル 40C(x, y + 1) の内側を +z 方向から -z 方向に貫こうとする。

【0051】

送電回路 30 が、コイル 40C(x, y) に +z 方向から見て時計回りの電流を流し、4 つのコイル 44C(x, y), 45C(x, y), 44C(x, y + 1), 45C(x + 1, y) に、+z 方向から見て反時計回りの電流を流すときは、磁束の向きが、図 7A, 図 7B に示す状態と逆になるが、同様である。

【0052】

磁束 B40C(x, y) がコイル 40C(x - 1, y) を貫こうとする向きと、磁束 B

10

20

30

40

50

$45C(x, y)$ がコイル $40C(x - 1, y)$ を貫こうとする向きとは、逆である。そのため、コイル $40C(x - 1, y)$ の内側を通過する磁束は、互いに逆向きの磁束 $B40C(x, y)$ と、磁束 $B45C(x, y)$ とが反発し、あるいは打ち消し合う結果、ほぼゼロになっている。すなわち、コイル $45C(x, y)$ は、コイル $40C(x, y)$ を用いた電力の移動の際にコイル $40C(x - 1, y)$ に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果、コイル $40C(x - 1, y)$ に誘導電流がほとんど生じない。コイル $40C(x - 1, y)$ はコイル $40C(x, y)$ と電磁的に結合し難いため、コイル $40C(x - 1, y)$ は、コイル $40C(x, y)$ のインピーダンスに影響を与える。

【0053】

同様に、コイル $45C(x + 1, y)$ は、コイル $40C(x, y)$ を用いた電力の移動の際にコイル $40C(x + 1, y)$ に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能し、コイル $44C(x, x)$ は、コイル $40C(x, x)$ を用いた電力の移動の際にコイル $40C(x, y - 1)$ に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能し、コイル $44C(x, y + 1)$ は、コイル $40C(x, y)$ を用いた電力の移動の際にコイル $40C(x, y + 1)$ に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。コイル $40C(x + 1, y)$ 、 $40C(x, y - 1)$ 、 $40C(x, y + 1)$ は、コイル $40C(x, x)$ と電磁的に結合し難いため、コイル $40C(x + 1, y)$ 、 $40C(x, y - 1)$ 、 $40C(x, y + 1)$ は、コイル $40C(x, x)$ のインピーダンスに影響を与える。

【0054】

以上説明したように、第4実施形態によれば、コイル $40C(x, y)$ に供給した電力は、コイル $40C(x - 1, y)$ 、 $40C(x + 1, y)$ 、 $40C(x, y - 1)$ 、 $40C(x, y + 1)$ に漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。また、コイル $40C(x - 1, y)$ 、 $40C(x + 1, y)$ 、 $40C(x, y - 1)$ 、 $40C(x, y + 1)$ は、コイル $40C(x, y)$ と電磁的に結合し難いため、コイル $40C(x - 1, y)$ 、 $40C(x + 1, y)$ 、 $40C(x, y - 1)$ 、 $40C(x, y + 1)$ は、コイル $40C(x, y)$ のインピーダンスに影響を与える。

【0055】

第4実施形態では、送電回路30は、コイル $40C(x, y)$ に加え、4つのコイル $44C(x, y)$ 、 $45C(x, y)$ 、 $44C(x, y + 1)$ 、 $45C(x + 1, y)$ にも電圧を印加し、電流を流しているが、コイル $40C(x, y)$ と $45C(x, y)$ 、 $45C(x + 1, y)$ 電圧を印加し、電流を流す第1サイクルと、コイル $40C(x, y)$ とコイル $44C(x, y)$ 、 $44C(x, y + 1)$ に電圧を印加し、電流を流す第2サイクルと、を時分割で交互に実行しても良い。第1サイクルでは、第2実施形態と同様に車両202がx方向に移動するときに効果を奏し、第2サイクルでは、第2実施形態と同様に原理により、車両202がy方向に移動するときに効果を奏する。

【0056】

・第5実施形態：

第5実施形態の送電コイルユニット $40UB(x, y)$ は、図8に示すように、第3実施形態を、2次元に拡張した構成を有しており、車両202が、道路105の幅方向(y方向)にずれた場合にも給電できるように対応した構成である。第3実施形態では、コイル $40B(x)$ に交流電圧を印加したときに、x方向について、コイル $40B(x)$ に供給した電力がコイル $40B(x - 1)$ 、 $40B(x + 1)$ に漏れ難く、コイル $40B(x - 1)$ 、 $40B(x + 1)$ は、コイル $40B(x)$ のインピーダンスに影響を与えることを説明した。y方向についても同様のことが言える。すなわち、y方向について、コイル $40B(x, y)$ に供給した電力が、コイル $40B(x - 1, y)$ 、 $40B(x + 1, y)$ だけでなく、コイル $40B(x, y - 1)$ 、 $40B(x, y + 1)$ にも漏れ難い。また、コイル $40B(x - 1, y)$ 、 $40B(x + 1, y)$ だけでなく、コイル $40B(x, y - 1)$ 、 $40B(x, y + 1)$ も、コイル $40B(x, y)$ のインピーダンスに影響

10

20

30

40

50

を与え難い。

【0057】

以上説明したように、第5実施形態によれば、コイル40B(x, y)に供給した電力は、コイル40B(x-1, y), 40B(x+1, y), 40B(x, y-1), 40B(x, y+1)に漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。また、コイル40B(x-1, y), 40B(x+1, y), 40B(x, y-1), 40B(x, y+1)は、コイル40B(x, y)と電磁的に結合し難いため、コイル40B(x-1, y), 40B(x+1, y), 40B(x, y-1), 40B(x, y+1)は、コイル40B(x)のインピーダンスに影響を与える難い。

【0058】

10
・第6実施形態：

図9Aは、第6実施形態における送電コイルユニット40UDを示す説明図である。送電コイルユニット40UDは、4つのコイル40D1, 40D2, 40D3, 40D4を備える。コイル40D1, 40D2は、xy平面に配置され、コイル40D2は、コイル40D1の+x方向に配置されている。コイル40D3, 40D4は、コイル40D1, 40D2の境界を含むyz平面に配置され、コイル40D1, 40D2の境界の-z方向にコイル40D3が配置され、+z方向にコイル40D4が配置されている。

【0059】

20
コイル40D1, 40D2の巻き線43は、図4に示すように、コア42の基板41と反対側の面の上に巻かれている。コイル40D3, 40D4の巻き線43は、図9Bに示すように、コア42を芯として、巻かれるように構成されている。コイルコイル40D1, 40D2, 40D3, 40D4の基板41を道路105の表面とほぼ平行になるように設置できるので、道路を深く掘らなくてもコイルコイル40D1, 40D2, 40D3, 40D4を道路105に設置できる。

【0060】

送電回路30は、コイル40D1及びコイル40D3, 40D4に対し、交流電圧を印加する。このとき、送電回路30がコイル40D1に、+z方向から見て反時計回りの電流を流すときには、送電回路30はコイル40D3に対し+x方向からみて反時計回りの電流を流し、コイル40D4に対し+x方向からみて時計回りの電流を流す。

【0061】

30
送電回路30が、コイル40D1に+z方向から見て反時計回りの電流を流すと、コイル40D1の内側を、-z方向から+z方向に貫き、コイル40D1の外側を+z方向から-z方向に進み、再びコイル40D1の内側を、-z方向から+z方向に貫く閉じた磁束B40D1が生じる。送電回路30がコイル40D3に対し+x方向からみて反時計回りの電流を流すと、コイル40D3の内側を、-x方向から+x方向に貫き、コイル40D3の外側を+x方向から-x方向に進み、再びコイル40D3の内側を、-x方向から+x方向に貫く閉じた磁束B40D3が生じようとする。送電回路30がコイル40D4に対し+x方向からみて時計回りの電流を流すと、コイル40D4の内側を、+x方向から-x方向に貫き、コイル40D4の外側を-x方向から+x方向に進み、再びコイル40D4の内側を、+x方向から-x方向に貫く閉じた磁束B40D4が生じようとする。磁束B40D1のうち、コイル40D3, 40D4の内側を通ろうとする磁束B40D1の向きは、コイル40D3の内側において生じようとする磁束B40D3の向きと逆であり、コイル40D4の内側において生じようとする磁束B40D4の向きと逆である。そのため、磁束B40D1は、磁束B40D3, B40D4と反発し、コイル40D3, 40D4を貫き難い。したがって、磁束B40D1は、コイル40D2を貫き難い。

【0062】

送電回路30が、コイル40D1に、+z方向から見て時計回りの電流を流すときには、送電回路30は、コイル40D3に対し+x方向からみて時計回りの電流を流し、コイル40D4に対し+x方向からみて反時計回りの電流を流す。このときに生じる磁束の向きは、図9Aに示す場合と逆になるが、同様である。

10

20

30

40

50

【0063】

以上説明したように、コイル40D1の磁束B40D1は、コイル40D2を貫き難いため、コイル40D3、40D4は、コイル40D1を用いた電力の移動の際に、隣接するコイル40D2に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果、磁束B40D1は、コイル40D2に誘導電流をほとんど生じさせない。

【0064】

以上、第6実施形態によれば、コイル40D1に供給した電力は、コイル40D2に漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。また、コイル40D2は、コイル40D1と電磁的に結合し難いため、コイル40D2は、コイル40D1のインピーダンスに影響を与える難い。

10

【0065】

- ・第7実施形態：

図10に示すように、第7実施形態は、 x 方向に並べられた複数の送電コイルユニット40UE(\times)を備える。 (\times) の x は、 x 方向の位置を示す番号である。コイル40UE(\times)は、コイル48E(\times)と、コイル40E(\times)とを備える。コイル48E(\times)は、第1コイル部48Ea(\times)と、第2コイル部48Eb(\times)とを備え、第1コイル部48Ea(\times)と、第2コイル部48Eb(\times)は、 $+z$ 方向から見て、反対向きに巻かれている。第2コイル部48Eb(\times)は、第1コイル部48Ea(\times)の $+y$ 方向にあり、第1コイル部48Ea(\times)と、第2コイル部48Eb(\times)とは、 $z \times$ 平面である面S40Eを対称面として対称である。コイル40E(\times)は、 xy 平面上において、コイル48E(\times)よりも $+x$ 方向に配置されている。コイル40E(\times)も面S40Eを対称面として対称である。コイル40E(\times)のさらに $+x$ 方向には、コイル48E($\times+1$)が配置されている。

20

【0066】

送電回路30が、コイル48E(\times)に交流電圧を印加するとする。コイル48E(\times)は、2つのコイル部48Ea(\times)、48Eb(\times)を連続した導線で構成されており、2つのコイル部48Ea(\times)、48Eb(\times)を巻いている巻き線の向きは、一方が $+z$ 方向からみて時計回りであり、他方が $+z$ 方向からみて反時計回りである。コイル48E(\times)は、一方のコイル部48Ea(\times)を1回巻いてから、他方のコイル48Eb(\times)を反対方向に1回巻くように、すなわち、アラビア数字の「8」を描くように巻いてもよく、一方のコイル部48Ea(\times)をすべて巻いてから、他方のコイル48Eb(\times)をすべて巻くようにしてもよい。また、一方のコイル部48Ea(\times)をn回巻いてから、他方のコイル48Eb(\times)を反対方向にn回巻いてもよい。2つのコイル部48Ea(\times)、48Eb(\times)の巻き線は、 $+z$ 方向から見て、反対向きに巻かれているので、例えば、送電回路30が、図10に示すように、第1コイル部48Ea(\times)に $+z$ 方向から見て時計回りの電流を流すときには、第2コイル部48Eb(\times)には、 $+z$ 方向から見て反時計回りの電流が流れる。このとき、第1コイル部48Ea(\times)の内側には、 $+z$ 方向から $-z$ 方向に向かう磁束B48Ea(\times)が生じ、第2コイル部48Eb(\times)の内側には、 $-z$ 方向から $+z$ 方向に向かう磁束B48Eb(2)が生じる。磁束B48Ea(\times)と磁束B48Eb(2)は、 yz 平面に沿った閉じた磁束を形成する。磁束B48Ea(\times)の一部は、コイル40E($\times-1$)、コイル40E(\times)の内側の面S40Eより $-y$ 方向において、 $-z$ 方向から $+z$ 方向に貫こうとし、磁束B48Eb(\times)の一部は、コイル40E($\times-1$)、コイル40E(\times)の内側の面S40Eより $+y$ 方向において、 $+z$ 方向から $-z$ 方向に貫こうとする。送電回路30が、図10に示すときと逆向き、すなわち、第1コイル部48Ea(\times)に $+z$ 方向から見て反時計回りの電流を流し、第2コイル部48Eb(\times)に、 $+z$ 方向から見て時計回りの電流を流すときは、磁束の向きは逆になるが、同様の磁束が生じる。

30

40

【0067】

コイル40E(\times)の内側を貫こうとする磁束B48Ea(\times)の向きと、磁束B48Eb(\times)の向きは、逆であるため、コイル40E(\times)の内側を貫く磁束は、磁束B4

50

8 E a (x) と , 磁束 B 4 8 E b (x) とが反発し , あるいは , 打ち消し合う結果 , 小さくなる。コイル 4 0 E (x - 1) を貫く磁束についても同様である。すなわち , 第 1 コイル部 4 8 E a (x) , 第 2 コイル部 4 8 E b (x) は , コイル 4 8 E (x) を用いた電力の移動の際に , 互いに , コイル 4 0 E (x - 1) あるいはコイル 4 0 E (x) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果 , コイル 4 0 E (x - 1) あるいはコイル 4 0 E (x) に誘導電流がほとんど生じず , コイル 4 0 E (x) に供給された電力は , コイル 4 0 E (x - 1) , コイル 4 0 E (x) に漏れ難い。コイル 4 0 E (x - 1) , コイル 4 0 E (x) は , コイル 4 8 E (x) と電磁的に結合し難いため , コイル 4 0 E (x - 1) あるいはコイル 4 0 E (x) は , コイル 4 8 E (x) のインピーダンスに影響を与える。

10

【 0 0 6 8 】

以上 , 第 7 実施形態によれば , コイル 4 8 E (x) に供給された電力は , 漏れ難いので , 電力供給の損失を抑制できる。

【 0 0 6 9 】

・第 8 実施形態 :

図 1 1 A , 図 1 1 B に示すように , 第 8 実施形態は , x 方向に並べられた複数の送電コイルユニット 4 0 UF (x) を備える。図 1 0 に示す第 7 実施形態の送電コイルユニット 4 0 UE (x) との違いは , コイル 4 8 F 2 (x) がコイル 4 8 F 1 (x) と同様に , 2 つのコイル部 , すなわち , 第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) と , 第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) とを備え , x y 平面上に , 第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) と , 第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) の巻き線は , + z 方向から見て , 反対向きに巻かれている点である。なお , コイル 4 8 F 2 (x) は , コイル 4 8 F 1 (x) に対し , z 方向から見て 90° 回転して配置されている。すなわち , コイル 4 8 F 1 (x) から見て , + x 方向にコイル 4 8 F 2 (x) の第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) が配置され , 第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) のさらに + x 方向にコイル 4 8 F 2 (x) の第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) が配置されている。すなわち , コイル 4 8 F 1 (x) の第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) と第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) が並ぶ向きと , コイル 4 8 F 2 (x) の第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) と第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) が並ぶ向きとは , 交差する関係にある。なお , コイル 4 8 F 1 (x) とコイル 4 8 F 2 (x) とが同一平面にない場合には , コイル 4 8 F 1 (x) の第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) と第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) が並ぶ向きと , コイル 4 8 F 2 (x) の第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) と第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) が並ぶ向きとは , ねじれの関係にあってもよい。

20

【 0 0 7 0 】

送電回路 3 0 が , コイル 4 8 F 1 (x) に交流電圧を印加するとする。第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) と第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) は , + z 方向から見て , 反対向きに巻かれているので , 例えば , 図 1 1 A に示すように , 送電回路 3 0 が , 第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) に + z 方向から見て時計回りの電流を流すときには , 第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) には , + z 方向から見て反時計回りの電流が流れる。第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) の内側には , + z 方向から - z 方向に向かう磁束 B 4 8 F 1 a (x) が生じ , 第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) の内側には , - z 方向から + z 方向に向かう磁束 B 4 8 F 1 b (x) が生じる。磁束 B 4 8 F 1 a (x) の一部は , 第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) , 4 8 F 2 a (x - 1) の面 S 4 0 F より - y 方向の内側において - z 方向から + z 方向に貫こうとし , 磁束 B 4 8 F 1 b (x) の一部は , 第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) 4 8 F 2 a (x - 1) の面 S 4 0 F より + y 方向の内側において + z 方向から - z 方向に貫こうとする。送電回路 3 0 が , 第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) に + z 方向から見て反時計回りの電流を流し , 第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) に , + z 方向から見て時計回りの電流を流すときは , 図 1 1 A に示す状態と磁束の向きは逆になるが , 同様に磁束が生じる。

30

【 0 0 7 1 】

コイル 4 8 F 2 (x) の第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) の内側を貫こうとする 2 つの磁束 B 4 8 F 1 a (x) , 磁束 B 4 8 F 1 b (x) の向きは , 互いに逆であるため , 第 3 コ

40

50

イル部 4 8 F 2 a (x) の内側を貫く磁束は、磁束 B 4 8 F 1 a (x) と、磁束 B 4 8 F 1 b (x) とが反発し、あるいは打ち消し合う結果、小さくなる。コイル 4 8 F 2 (x - 1) の第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x - 1) についても同様である。第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x)、第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) は、コイル 4 8 F 1 (x) を用いた電力の移動の際に、互いに、コイル 4 8 F 2 (x - 1)、コイル 4 8 F 2 (x) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。その結果、コイル 4 8 F 2 (x - 1) あるいはコイル 4 8 F 2 (x) に誘導電流がほとんど生じない。すなわち、コイル 4 8 F 1 (x) に供給された電力は、コイル 4 8 F 2 (x - 1)、コイル 4 8 F 2 (x) に漏れ難い。コイル 4 8 F 2 (x - 1)、コイル 4 8 F 2 (x) は、コイル 4 8 F 1 (x) と電磁的に結合し難いため、コイル 4 8 F 2 (x - 1)、コイル 4 8 F 2 (x) は、コイル 4 8 F 1 (x) のインピーダンスに影響を与える。

10

【 0 0 7 2 】

送電回路 3 0 が、コイル 4 8 F 2 交流電圧を印加する場合について説明する。図 1 1 B に示すように、送電回路 3 0 が、第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) に + z 方向から見て時計回りの電流を流すときには、第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) には、+ z 方向から見て反時計回りの電流が流れる。第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) の内側には、+ z 方向から - z 方向に向かう磁束 B 4 8 F 2 a (x) が生じ、第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) の内側には、- z 方向から + z 方向に向かう磁束 B 4 8 F 2 b (x) が生じる。磁束 B 4 8 F 2 a (x) の一部は、コイル 4 8 F 1 (x) の第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) において - z 方向から + z 方向に貫こうとし、第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) において - z 方向から + z 方向に貫こうとする。また、磁束 B 4 8 F 2 b (x) の一部は、コイル 4 8 F 1 (x + 1) の第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x + 1) において + z 方向から - z 方向に貫こうとし、第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) において + z 方向から - z 方向に貫こうとする。

20

【 0 0 7 3 】

第 1 実施形態同様に、第 8 実施形態では、磁束 B 4 8 F 2 a (x) の変化により第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) に時計回りの誘導電流が生じようとするときは、第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) には、反時計回りの誘導電流が生じようとする。第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) に生じようとする誘導電流の向きと、第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) に生じようとする誘導電流の向きは、コイル 4 8 F 1 (x) 全体から見れば逆方向であり、打ち消し合う。そのため、コイル 4 8 F 1 (x) には誘導電流がほとんど生じない。コイル 4 8 F 1 (x + 1) についても同様に誘導電流はほとんど流れない。送電回路 3 0 が、第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) に + z 方向から見て反時計回りの電流を流し、第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) に、+ z 方向から見て時計回りの電流を流すときは、図 1 1 B に示す状態と磁束の向きは逆になるが、同様である。

30

【 0 0 7 4 】

コイル 4 8 F 2 (x) は、コイル 4 8 F 2 (x) を用いた電力の移動の際に、コイル 4 8 F 1 (x)、4 8 F 1 (x + 1) に誘導電流を生じさせる磁束を低減する磁束低減構造として機能する。従って、コイル 4 8 F 2 (x) に供給された電力は、コイル 4 8 F 1 (x)、4 8 F 1 (x + 1) に漏れ難い。また、コイル 4 8 F 1 (x)、4 8 F 1 (x + 1) は、コイル 4 8 F 2 (x) と電磁的に結合し難いため、コイル 4 8 F 1 (x)、4 8 F 1 (x + 1) は、コイル 4 8 F 2 (x) のインピーダンスに影響を与える。

40

【 0 0 7 5 】

以上、第 8 実施形態によれば、コイル 4 8 F 1 (x) の第 1 コイル部 4 8 F 1 a (x) と第 2 コイル部 4 8 F 1 b (x) が並ぶ向きと、コイル 4 8 F 2 の第 3 コイル部 4 8 F 2 a (x) と第 4 コイル部 4 8 F 2 b (x) が並ぶ向きとは、交差する関係にあるので、コイル 4 8 F 1 (x) に供給された電力は、コイル 4 8 F 2 (x - 1)、コイル 4 8 F 2 (x) に漏れず、コイル 4 8 F 2 (x) に供給された電力は、コイル 4 8 F 1 (x)、コイル 4 8 F 1 (x + 1) に漏れないので、電力供給の損失を抑制できる。さらにコイル 4 8 F 2 (x - 1)、コイル 4 8 F 2 (x) は、コイル 4 8 F 1 (x) と電磁的に結合し難く、コイル 4 8 F 1 (x)、コイル 4 8 F 1 (x + 1) は、コイル 4 8 F 2 (x) と電磁的

50

に結合し難いので、コイル 48F1 (x), 48F2 (x) のインピーダンスは、他のコイルの影響を受け難い。

【0076】

・第9実施形態：

図12に示す第9実施形態のコイルユニット40UFは、第8実施形態と比較すると、z方向から見たときに、コイル48F1 (x), 48F2 (x) の外側にシールド47を備える点が相違する。シールド47は、例えば、強磁性体で形成されている。シールド47のz方向の高さは、コイル48F1 (x), 48F2 (x) のz方向の厚さ以上である。

【0077】

第9実施形態では、コイル48F1 (x) に交流電圧を印加することで生じた磁束48F1a (x), 48F1b (x) は、シールド47の外側には漏れ難い。したがって、磁束48F1a (x), 48F1b (x) は、第3コイル部48F2a (x) を貫き難く、コイル48F2は、コイル48F1と電磁的に結合し難い。また、コイル48F2 (x) に交流電圧を印加することで生じた磁束48F2a (x), 48F2b (x) は、第1コイル部48F1 (a), 第2コイル部48F1b (x) を貫き難く、コイル48F1 (x) は、コイル48F2 (x) と電磁的に結合し難い。また、第9実施形態において、仮に、磁束48F1a (x), 48F1b (x) がシールド47の外側に漏れた場合であっても、第8実施形態と同様の効果を有する。第9実施形態によれば、第8実施形態よりもさらに、電力供給における損失を抑制できる。

10

20

【0078】

図12に示す例では、コイル48F1 (x) の外側、コイル48F2 (x) の外側の両方にシールド47を設けているが、いずれか一方のみにシールド47を備える構成であってもよい。コイル48F1 (x)、あるいは、コイル48F2 (x) から出る磁束、コイル48F1 (x)、あるいは、コイル48F2 (x) に入る磁束のいずれかを遮断または低減できる。

【0079】

・第10実施形態：

図13に示すように、第10実施形態の送電コイルユニット40UGは、複数の送電コイルユニット40UG (x) を備える。送電コイルユニット40UG (x) は、コイル40UG1 (x), 40UG2 (x) と、シールド47を備える。コイル40UG1 (x) とコイル40UG2 (x) は、xy平面に配置され、コイル40UG2 (x) は、コイル40UG1 (x) の+y方向に配置されている。コイル40UG1 (x) とコイル40UG2 (x) は、外形、巻き数が同じであり、面S40G (x) を対称面として面对称である。シールド47は、コイル40UG1 (x) とコイル40UG2 (x) の外周を囲っており、磁束がシールド47の外側に漏れるのを抑制する。送電コイルユニット40UG (x-1) も同様の構成を備える。なお、図13に示す例では、コイル40UG1 (x-1) とコイル40UG2 (x-1) の対称面S40G (x-1) は、異なる。ただし、面S40G (x) と対称面S40G (x-1) は、同一の面であってもよい。

30

40

【0080】

送電回路30が送電コイルユニット40UG (x) に交流電圧を印加するとする。コイル40UG1 (x), 40UG2 (x) に生じた磁束B40UG1 (x), B40UG2 (x) は、シールド47に遮断されるため、送電コイルユニット40UG (x-1) のコイル40UG1 (x-1), 40UG2 (x-2) を貫き難い。従って、送電コイルユニット40UG (x) から送電コイルユニット40UG (x-1) に誘導電流流れ難い。また、コイル40UG1 (x-1), 40UG2 (x-1) は、コイル40UG1 (x), 40UG2 (x) と電磁的に結合し難いので、コイル40UG1 (x-1), 40UG2 (x-1) は、コイル40UG1 (x), 40UG2 (x) のインピーダンスに影響を与える難い。

【0081】

50

以上第10実施形態によれば、電力供給の損失を抑制できる。

【0082】

・第11実施形態：

図14に示すように、第11実施形態は、第9実施形態の送電コイルユニット40UF(x)を構成するコイル48F1(x), 48F2(x)がx-y平面においてチェックマーク模様を為すように、送電コイルユニット40UF(x)を二次元に配置した構成を備える。

【0083】

送電回路30がコイル48F1(x, y)に交流電圧を印加するとする。第9実施形態と同様の理由により、コイル48F1(x, y)を貫こうとする磁束は、コイル48F2(x-1, y), 48F2(x, y), 48F2(x, y+1)において、小さくなる。その結果、コイル48F1(x, y)に供給された電力は、コイル48F2(x-1, y), 48F2(x, y), 48F2(x, y+1)に漏れ難い。また、コイル48F2(x-1, y), 48F2(x, y), 48F2(x, y+1)は、コイル48F1(x, y)と電磁的に結合し難いので、コイル48F1(x, y)のインピーダンスに影響を与える。

【0084】

コイル48F1(x-1, y+1), 48F1(x, y+1), 48F1(x+1, y), 48F2(x+1, y+1)が、コイル48F1(x)から離間して配置されていること、及び、シールド47のシールド効果により、コイル48F1(x)の磁束は、コイル48F1(x-1, y+1), 48F1(x, y+1), 48F1(x+1, y), 48F2(x+1, y+1)を貫き難い。その結果、コイル48F1(x)に供給された電力は、コイル48F1(x-1, y+1), 48F1(x, y+1), 48F1(x+1, y), 48F2(x+1, y+1)に漏れ難い。コイル48F1(x-1, y+1), 48F1(x, y+1), 48F2(x+1, y+1)は、コイル48F1(x, y)と電磁的に結合し難いので、コイル48F1(x, y)のインピーダンスに影響を与える。

【0085】

送電回路30がコイル48F1(x)以外のコイル48F1(x-1, y+1), 48F2(x-1, y), 48F2(x, y+1), 48F2(x, y), 48F1(x, y+1), 48F1(x+1, y), 48F2(x+1, y+1)に交流電圧を印加するときも同様である。

【0086】

以上、第11実施形態によれば、コイル48F1(x)に供給された電力は、他のコイルに漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。なお、シールド47は、なくても良い。

【0087】

・第12実施形態：

図15に示す第12実施形態は、第11実施形態の送電コイルユニット40UF(x, y)に、車両202側の受電コイルユニット240UFを加えている。なお、図15に示す第12実施形態では、送電コイルユニット40UF(x, y)にシールド47を設けていないが、シールド47を設けてよい。車両202側の受電コイルユニット240Uは、送電コイルユニット40UF(x)のコイル48F1(x, y), 48F2(x, y)と同様の構成であるコイル248F1, 248F2を備える。コイル248F2は、コイル248F1の+x方向に隣接して配置されている。なお、受電コイルユニット240Uのコイル248F1, 248F2の大きさ、形状は、送電コイルユニット40UF(x)のコイル48F1(x, y), 48F2(x, y)の大きさ、形状と異なっていても良い。車両202は、受電コイルユニット240UFを複数備えていても良い。

【0088】

第12実施形態によれば、第11実施形態と同様に、コイル48F1(x)に供給され

10

20

30

40

50

た電力は他のコイルに漏れ難いので、電力供給の損失を抑制できる。

【0089】

また、第12実施形態によれば、受電コイルユニット240Uのコイル248F1、248F1との間の電磁的な結合を抑制できる。すなわち、248F1に給電された電力を、コイル248F2に漏れ難くできる。また、受電コイルユニット240Uを用いて車両202における回生電力を送電コイルユニット40UF(x, y)に送電する場合にも、同様に、248F1に給電された電力を、コイル248F2に漏れ難くできる。

【0090】

第12実施形態によれば、車両202の移動に伴い、受電コイルユニット240UFがx方向に移動しても、連続的に、給電できる。車両202の移動に伴い、受電コイルユニット240UFがy方向に移動する場合も同様である。10

【0091】

- ・第13実施形態：

図16A、図16Bに示すように、第13実施形態は、x方向に配置された複数の送電コイルユニット40UH(x)を備える。送電コイルユニット40UH(x)は、コイル40H1(x), 40H2(x), 40H3(x), 40H4(x)を有する。コイル40H1(x), 40H2(x), 40H3(x), 40H4(x)は、xy平面に配置され、コイル40H1(x), 40H2(x), 40H3(x), 40H4(x)は、それぞれ、4つのコイルの中心から見て、それぞれ-x方向, +y方向, +x方向, -y方向に配置されている。送電コイルユニット40UH(x+1)は、コイル40H1(x+1), 40H2(x+1), 40H3(x+1), 40H4(x+1)を有し、コイル40H1(x+1), 40H2(x+1), 40H3(x+1), 40H4(x+1)は、xy平面に配置され、コイル40H1(x+1), 40H2(x+1), 40H3(x+1), 40H4(x+1)は、それぞれ、4つのコイルの中心から見て、-x方向, +y方向, +x方向, -y方向に配置されている。ここで、コイル40H3(x)と、コイル40H1(x+1)は、異なる送電コイルユニット40UH(x), 40UH(x+1)に属するが、同一のコイルである。このような2つのコイルユニットに属するコイルについては、送電コイルユニットの符号に対応づけて複数の符号を付している。20

【0092】

受電コイルユニット240UHは、コイル240H1, 240H2, 240H3, 240H4を有する。コイル240H1, 240H2, 240H3, 240H4は、xy平面に配置され、コイル240H1, 240H2, 240H3, 240H4は、それぞれ、4つのコイルの中心から見て、それぞれ-x方向, +y方向, +x方向, -y方向に配置されている。なお、受電コイルユニット240HFのコイルの大きさ、形状は、送電コイルユニット40H(x)の大きさ、形状と異なっていても良い。車両202は、受電コイルユニット240UFを複数備えていても良い。30

【0093】

送電回路30が送電コイルユニット40UH(x)の交流電圧を印加するとする。送電回路30は、図16A、図16Bに示すように、コイル40H1(x), 40H3(x)に+z方向から見て時計周りの電流を流すときには、コイル40H2(x), 40H4(x)に+z方向から見て反時計周りの電流を流す。コイル40H1(x), 40H3(x)の内部には、+z方向から-z方向に向かう磁束B40H1(x), B40H3(x)が生じ、コイル40H2(x), 40H4(x)に+の内部には、-z方向から+z方向に向かう磁束B40H2(x), V40H4(x)が生じ、図16Bに示すような閉じた磁束を形成する。これらの閉じた磁束は、他のコイルを貫き難いので、送電コイルユニット40UH(x+1)に誘導電流が流れ難い。また、他のコイル40H2(x+1), 40H3(x+1), 40H4(+1x)は、コイル40H1(x), 40H2(x), 40H3(x), 40H4(x)と電磁的に結合し難いので、コイル40H1(x), 40H2(x), 40H3(x), 40H4(x)のインピーダンスは、他のコイル40H2(x+1), 40H3(x+1), 40H4(+1x)の影響を受け難い。4050

【0094】

以上，第13実施形態によれば，送電コイルユニット40UH(×)に供給された電力は，他のコイルユニットに漏れ難いので，電力供給の損失を抑制できる。

【0095】

第13実施形態において，送電コイルユニット40UHをxy平面に2次元に配置してもよい。

【0096】

・第14実施形態：

図17は，第14実施形態を示す説明図である。第14実施形態の送電コイルユニット40UJ(×)は，コイル40J1(×)とコイル40J2(×)とを備える。コイル40J1(×)，コイル40J2(×)のx方向の大きさをDaとすると，コイル40J2(×)は，コイル40J1(×)に対し，Da/2だけx方向にシフトした位置に配置されている。10

【0097】

図18は，第14実施形態におけるx方向の位置とコイル40J1(×)，コイル40J2(×)の磁束B40J1(×)，B40J2(×)を示すグラフである。コイル40J1(×)の磁束B40J1(×)を示すグラフと，コイル40J2(×)の磁束B40J2(×)を示すグラフとは，電気角でπ/2シフトしている。すなわち，コイル40J1(×)の磁束B40J1(×)が，極大または極小のときに，コイル40J2(×)の磁束B40J2(×)はほぼゼロであり，コイル40J2(×)の磁束B40J2(×)が極大または極小のときに，コイル40J1(×)の磁束B40J1(×)はほぼゼロである。そのため，送電回路30がコイル40J1(×)に給電するときに，給電待機中のコイル40J2(×)を貫く磁束B40J1は，ほぼゼロであり，送電回路30がコイル40J2(×)に給電するときに，給電待機中のコイル40J1(×)を貫く磁束B40J2はほぼゼロである。従って，コイル40J1(×)に供給された電力は，コイル40J2(×)に漏れ難く，コイル40J2(×)に供給された電力は，コイル40J1(×)に漏れ難い。また，コイル40J1(×)とコイル40J2(×)は，電磁的に結合し難いので，互いのインピーダンスに影響を与えない。20

【0098】

以上，第14実施形態によれば，電力供給の損失を抑制できる。

30

【0099】

・第15実施形態：

図19から図22に示すように，第14実施形態のコイルユニット40UKは，コイル40K1，40K2を備える。コイル40K1は，xy平面に沿って配置されており，コイル40K2は，コイル40K1の+x方向にあり，zx平面に沿って配置されている。40

【0100】

送電回路30がコイル40K1に交流電圧を印加したとする。図19に示すように，送電回路30が+z方向から見て時計回りの電流を流すときには，生じる磁束B40K1は，コイル40K1の内側を+z方向から-z方向に貫き，コイル40K1の外側では-z方向から+z方向に向かう閉じた磁束である。送電回路30が+z方向から見て反時計回りの電流を流すときには，生じる磁束B40K1は，図19とは逆向きの磁束であり，コイル40K1の内側を-z方向から+z方向に貫き，コイル40K1の外側では+z方向から-z方向に向かう閉じた磁束である。磁束B40K1は，図20に示すように，コイル40K1の+x方向では，zx平面に平行である。すなわち，電力の移動の際にコイル40K1によりコイル40K2の存在位置に生じる磁束B40K1がコイル40K2の中心軸方向に対して90°で交差する。そのため，磁束B40K1は，コイル40K2を貫き難い。従って，送電回路30がコイル40K1に交流電圧を印加しても，コイル40K2に誘導電流はほとんど生じず，コイル40K1に供給された電力は，コイル40K2に漏れ難い。また，コイル40K2は，コイル40K1と電磁的に結合し難いので，コイル40K2は，コイル40K1のインピーダンスに影響を与える難い。なお，磁束B40K1

50

とコイル 40K2 の中心軸方向との為す角は、最大である 90° が好ましいが、例えは 45° 以上傾いた角度で交差すれば良い。

【0101】

同様に、送電回路 30 がコイル 40K2 に交流電圧を印加したとする。図 21 に示すように、送電回路 30 が +y 方向から見て時計回りの電流を流すときには、生じる磁束 B40K2 は、コイル 40K2 の内側を +y 方向から -y 方向に貫き、コイル 40K1 の外側では -y 方向から +y 方向に向かう閉じた磁束である。送電回路 30 が +y 方向から見て反時計回りの電流を流すときには、生じる磁束 B40K2 は、図 21 とは逆向きの磁束であり、コイル 40K2 の内側を -y 方向から +y 方向に貫き、コイル 40K1 の外側では +y 方向から -y 方向に向かう閉じた磁束である。磁束 B40K2 は、コイル 40K2 の -x 方向では、図 22 に示すように xy 平面に平行である。すなわち、電力の移動の際にコイル 40K2 によりコイル 40K1 の存在位置に生じる磁束 B40K2 がコイル 40K1 の中心軸方向に対して 90° で交差する。そのため、磁束 B40K2 は、コイル 40K1 を貫き難い。従って、送電回路 30 がコイル 40K2 に交流電圧を印加しても、コイル 40K1 に誘導電流はほとんど生じず、コイル 40K2 に供給された電力は、コイル 40K1 に漏れ難い。また、コイル 40K1 は、コイル 40K2 と電磁的に結合し難いので、コイル 40K1 は、コイル 40K2 のインピーダンスに影響を与えない。なお、磁束 B40K2 とコイル 40K1 の中心軸方向との為す角は、最大である 90° が好ましいが、例えは 45° 以上傾いた角度で交差すれば良い。

【0102】

以上、第 15 実施形態によれば、電力供給の損失を抑制できる。

【0103】

第 15 実施形態では、コイル 40K1 を xy 平面に沿って配置し、コイル 40K2 を z-x 平面に沿って配置、すなわち、コイル 40K1 の法線ベクトルの方向を (0, 0, 1)、コイル 40K2 の法線ベクトルの方向を (0, 1, 0) としているが、図 23 に示すように、コイル 40K1, 40K2 を x 軸周りに 45° 回転させ、コイル 40K1 の法線ベクトルの方向を (0, 1, 1)、コイル 40K2 の法線ベクトルの方向を (0, 1, -1) としてもよい。

【0104】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【符号の説明】

【0105】

10 ... 電源回路、16 ... 納電側制御部、20 ... 車両位置検出部、22 ... 納電側通信部、30 ... 送電回路、32 ... インバータ回路、36 ... 共振回路、40 ... コイル、40U ... 送電コイルユニット、41 ... 基板、42 ... コア、43 ... 卷き線、44 ... コイル、45 ... コイル、47 ... シールド、48 ... コイル、48F1a ~ 48F1b ... コイル部、100 ... 納電装置、105 ... 道路、200 ... 受電装置、202 ... 車両、210 ... バッテリ、215 ... 補機バッテリ、220 ... 受電側制御部、222 ... 受電側通信部、225 ... 車両側位置センサ、230 ... 受電回路、240 ... コイル、240U ... 受電コイルユニット、248 ... コイル、260 ... DC / DC コンバータ回路、270 ... インバータ回路、280 ... モータジェネレタ、290 ... 補機、300 ... 走行中給電システム、B40 ... 磁束、D1 ~ D4, D21 ~ D24 ... 保護ダイオード、S40 ... 面、SG ... 電力供給セグメント、Tr1 ~ Tr4, Tr25 ~ Tr27 ... スイッチングトランジスタ

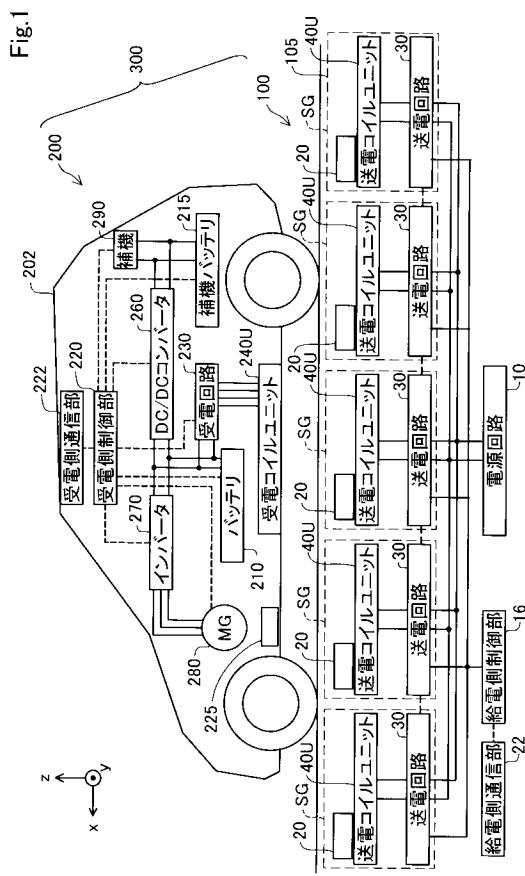
10

20

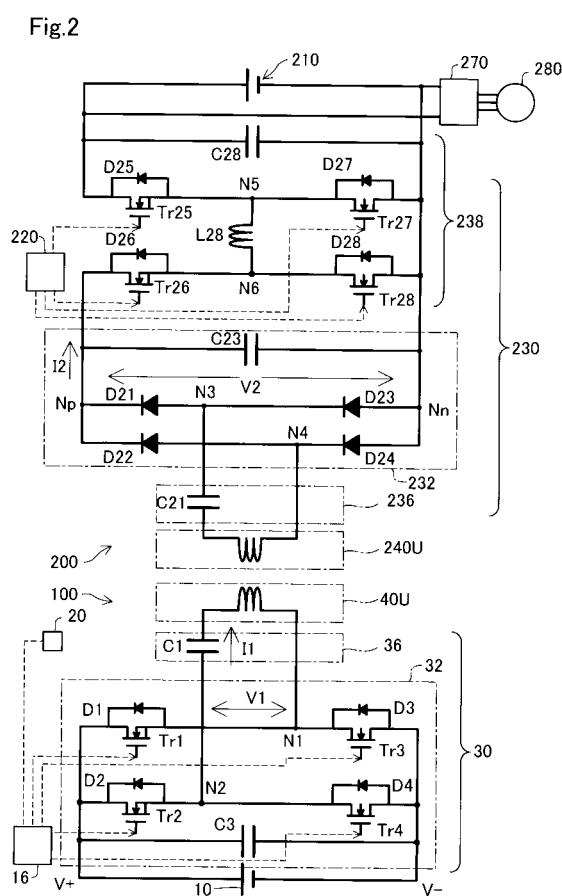
30

40

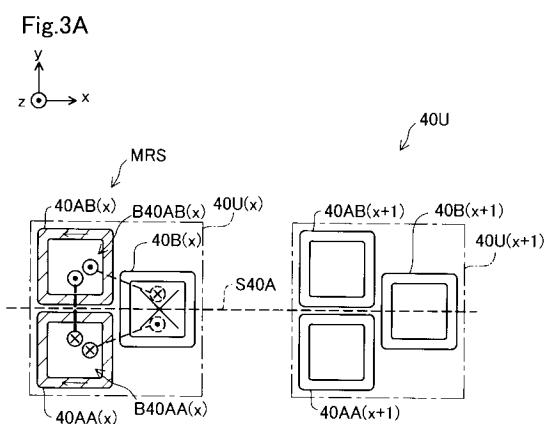
〔 図 1 〕



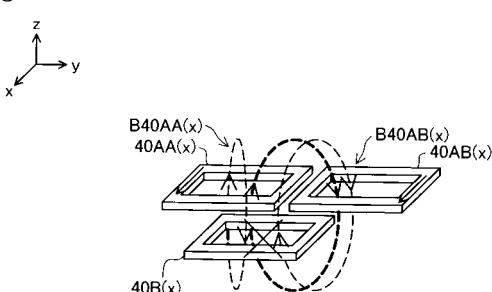
【図2】



【 図 3 A 】

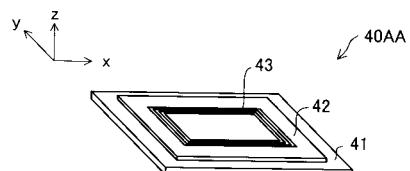


【図3B】

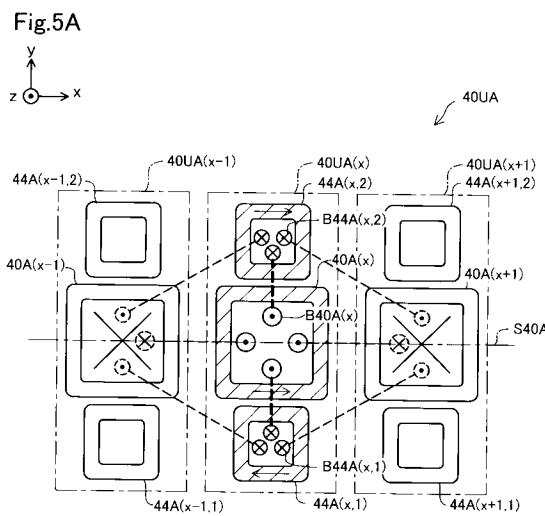


〔 四 〕

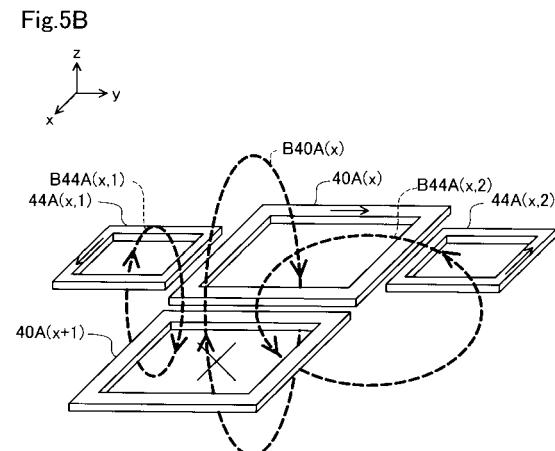
Fig.4



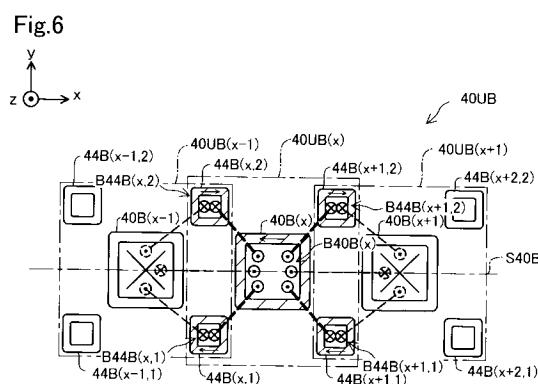
【図 5 A】



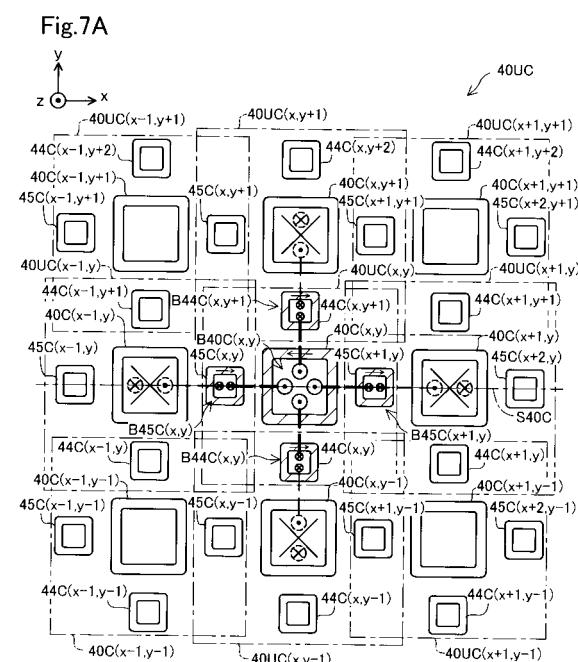
【図 5 B】



【図 6】

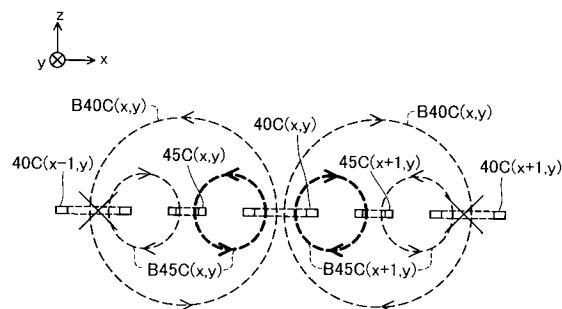


【図 7 A】



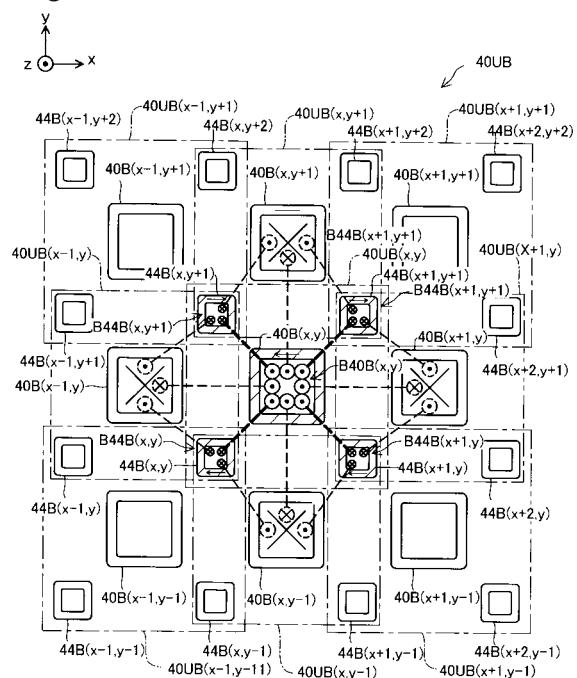
【図7B】

Fig. 7B



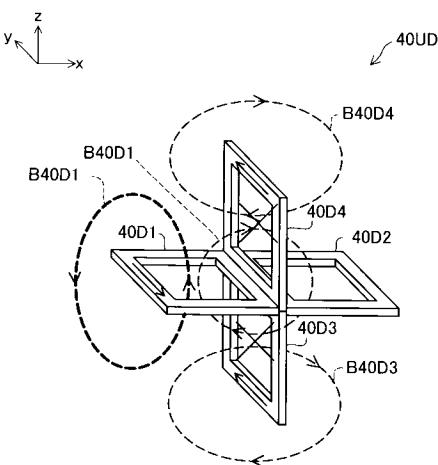
〔 四 8 〕

Fig.8



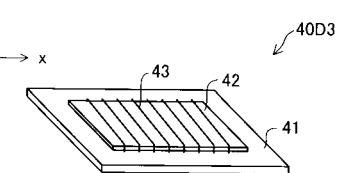
【図 9 A】

Fig.9A



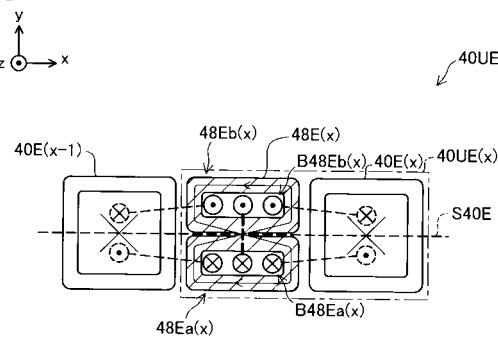
【 図 9 B 】

Fig.9B

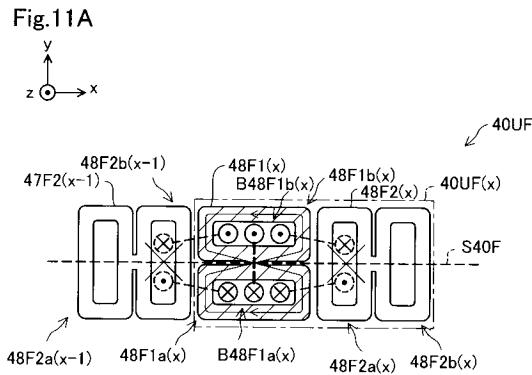


【 义 1 0 】

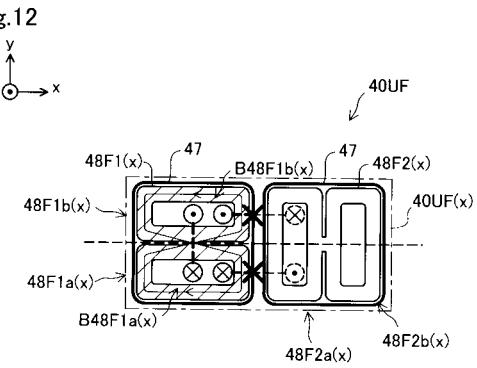
Fig. 10



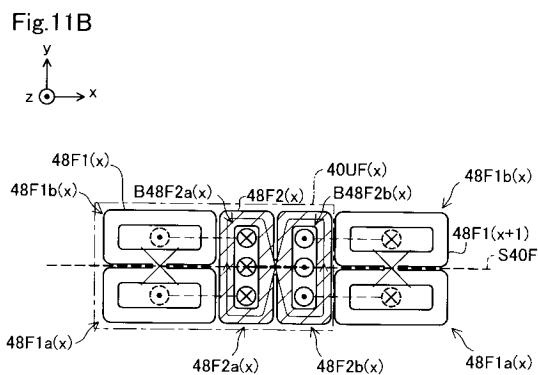
【図 1 1 A】



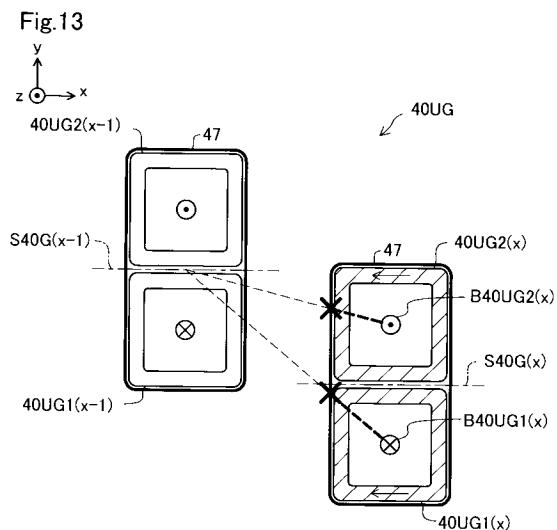
【図 1 2】



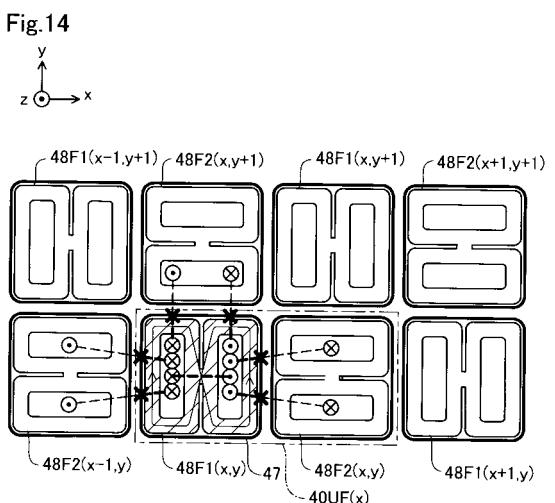
【図 1 1 B】



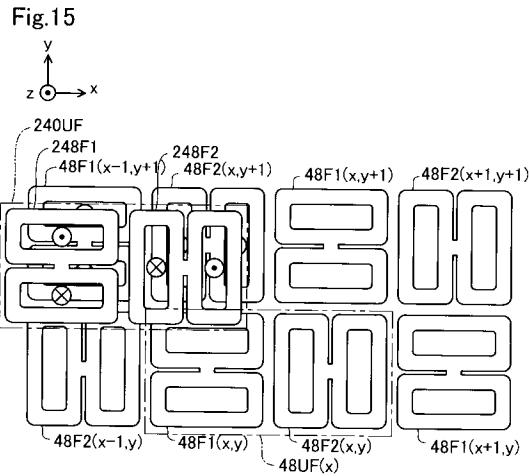
【図 1 3】



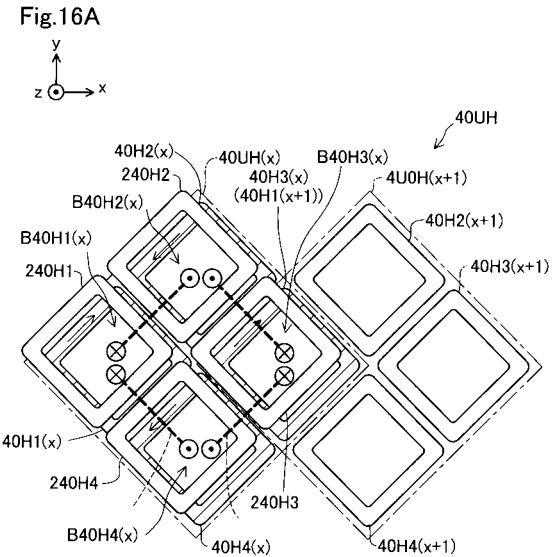
【図 1 4】



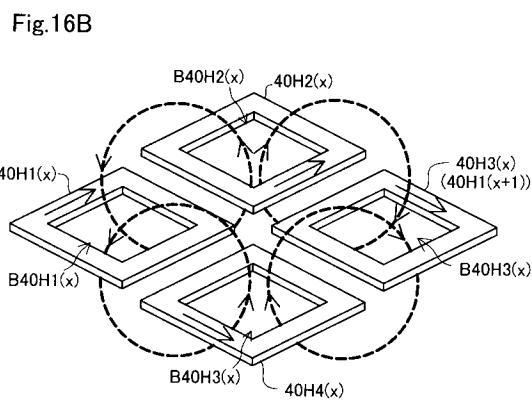
【図 15】



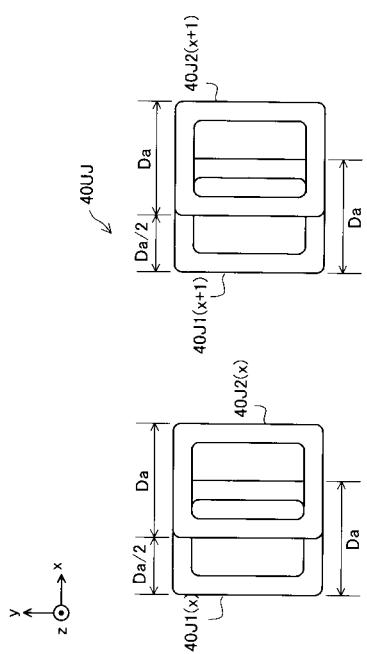
【図 16 A】



【図 16 B】

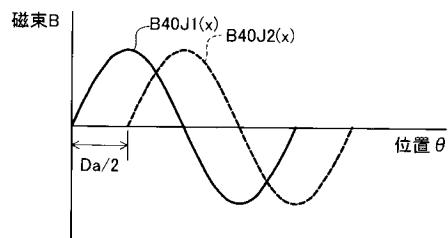


【図 17】



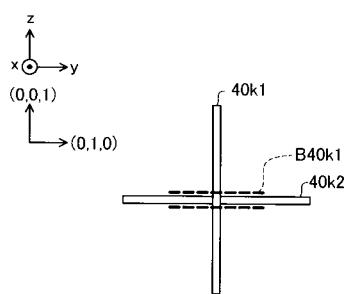
【図 1 8】

Fig.18



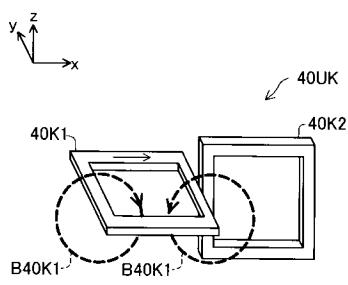
【図 2 0】

Fig.20



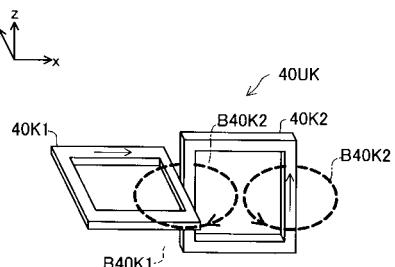
【図 1 9】

Fig.19



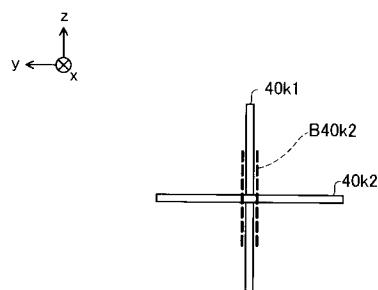
【図 2 1】

Fig.21



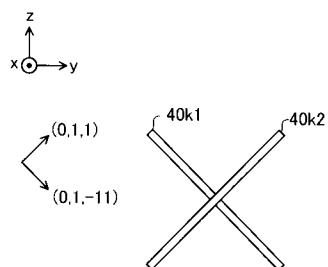
【図 2 2】

Fig.22



【図 2 3】

Fig.23



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 60 L 5/00 (2006.01)	B 60 L 5/00	B
B 60 L 53/122 (2019.01)	B 60 L 53/122	

(72)発明者 山口 宜久
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

F ターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 FA06 GB03 GB08
5H105 AA20 BA09 BB05 CC02 CC19 DD10 EE15 GG03 GG15
5H125 AA01 AC04 AC12 AC26 BE01 DD02 FF15