

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5347619号
(P5347619)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2J	17/00	(2006.01)	HO2J	17/00	B
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	3O1D
B6OL	5/00	(2006.01)	B6OL	5/00	B
B6OM	7/00	(2006.01)	B6OM	7/00	X

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-72449 (P2009-72449)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成21年3月24日 (2009.3.24)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2010-226889 (P2010-226889A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成22年10月7日 (2010.10.7)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成24年1月31日 (2012.1.31)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触給電装置及び電気自動車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

給電側の1次コイルと受電側の2次コイルとを磁気結合させて給電側から受電側に非接触で電力を伝送する電磁誘導型の非接触給電装置において、

前記2次コイルを構成する複数の分割コイルと、

前記複数の分割コイルの極性を個別に切り替え可能なコイル極性切替手段と、

前記複数の分割コイルに各々鎖交する鎖交磁束の極性に応じて前記コイル極性切替手段の切り替え動作を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする非接触給電装置。

【請求項2】

前記1次コイルと前記2次コイルの相対位置を検出する相対位置検出手段をさらに備え

10

、前記制御手段は、前記相対位置検出手段の検出結果に基づいて前記コイル極性切替手段の切り替え動作を制御することを特徴とする請求項1に記載の非接触給電装置。

【請求項3】

前記1次コイルに検査用パルス電圧を印加するパルス電圧印加手段と、

前記パルス電圧印加手段が前記1次コイルに検査用パルス電圧を印加したときに前記2次コイルを構成する各分割コイルに流れる誘導電流を各々検出する電流検出手段とをさらに備え、

前記制御手段は、前記電流検出手段により検出された各分割コイルの電流波形の極性及び振幅に基づいて前記コイル極性切替手段の切り替え動作を制御することを特徴とする請

20

求項 1 に記載の非接触給電装置。

【請求項 4】

給電側から受電側に伝送される電力量を計測する電力計測手段をさらに備え、

前記制御手段は、前記 2 次コイルを構成する複数の分割コイルの極性の組み合わせを順次切り替えながら前記電力計測手段により計測される電力量が最大となる組み合わせパターンを探索し、探索した組み合わせパターンとなるように前記コイル極性切替手段の切り替え動作を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の非接触給電装置。

【請求項 5】

前記 1 次コイルに対して前記 2 次コイルの相対位置が変化することが想定される方向をコイルせん断方向としたときに、前記 2 次コイルを構成する複数の分割コイルは、前記コイルせん断方向に重複することなく隣接して配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の非接触給電装置。

10

【請求項 6】

前記 2 次コイルを構成する複数の分割コイルの前記コイルせん断方向における径の合計値が、前記 1 次コイルの前記コイルせん断方向における径よりも大きいことを特徴とする請求項 5 に記載の非接触給電装置。

【請求項 7】

前記 1 次コイルと前記 2 次コイルの前記コイルせん断方向におけるずれ量がゼロの状態のときに、前記 1 次コイルの前記コイルせん断方向における両端部の位置が、前記 2 次コイルを構成する複数の分割コイルのうちのいずれかの分割コイルの前記コイルせん断方向における端部の位置に一致することを特徴とする請求項 6 に記載の非接触給電装置。

20

【請求項 8】

前記 2 次コイルを構成する複数の分割コイルのうち、両端部に位置する分割コイルの前記コイルせん断方向における径が、両端部以外の分割コイルの前記コイルせん断方向における径以下とされていることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載の非接触給電装置。

【請求項 9】

固定の給電設備の 1 次コイルとの間で磁気結合することで誘導起電力を発生する 2 次コイルと、前記 2 次コイルに発生する誘導起電力を直流に変換する電力変換器と、前記電力変換器の直流出力により充電されるバッテリーとを備える電気自動車において、

30

前記 2 次コイルが複数の分割コイルにより構成されるとともに、前記複数の分割コイルの極性を個別に切り替え可能なコイル極性切替手段と、前記複数の分割コイルに各々鎖交する鎖交磁束の極性に応じて前記コイル極性切替手段の動作を制御する制御手段とが設けられていることを特徴とする電気自動車。

【請求項 10】

前記 2 次コイルを構成する複数の分割コイルは、電気自動車の車幅方向に沿って重複することなく隣接して配置されていることを特徴とする請求項 9 に記載の電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁誘導型の非接触給電装置及び電気自動車に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、給電側の 1 次コイルと受電側の 2 次コイルとを磁気結合させて給電側から受電側に非接触で電力を伝送する電磁誘導型の非接触給電装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の非接触給電装置では、受電側の負荷の等価的な抵抗成分が変化しても給電側の高周波電源部から供給する電力の力率を維持して効率的な電力伝送を行えるようにするために、抵抗検出回路により負荷の抵抗成分を検出し、検出された負荷の抵抗成分に応じて高周波電源部が生成する高周波電力の周波数を制御している。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-272134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に記載の技術は、1次コイルと2次コイルの相対位置に変化がないことを前提として、電源電力の周波数制御により力率を高く保って効率的な電力伝送を実現している。このため、1次コイルと2次コイルの相対位置が変化することが想定される用途、例えば、電気ステーションの給電設備から電気自動車に電力を伝送してバッテリーを充電するといった用途で本技術を採用した場合には、電気自動車の停車位置がずれた場合などに、1次コイルと2次コイルの相対位置のずれによってコイル同士の相互インダクタンスが小さくなり、効率の良い電力伝送が行えなくなるといった問題がある。

10

【0005】

本発明は、以上のような従来技術の問題に鑑みて創案されたものであって、1次コイルと2次コイルの相対位置が変化する場合であっても、コイル同士の相互インダクタンスを大きくとって効率的な電力伝送を行うことができる非接触給電装置及びこれを利用した電気自動車を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明は、受電側回路の2次コイルを複数の分割コイルで構成するとともに、これら複数の分割コイルの極性を、各分割コイルに鎖交する磁束の極性に応じて個別に切り替えられるようにすることで、上述した課題を解決する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、2次コイルを構成する複数の分割コイルの極性を各分割コイルに鎖交する磁束の極性に応じて切り替えることで、1次コイルに対する2次コイルの相対位置のずれにより2次コイル内で極性の違う鎖交磁束が打ち消し合って鎖交磁束の総量が減少するといった不都合を有効に抑制することができる。したがって、1次コイルと2次コイルとの相対位置が変化した場合でも、1次コイルと2次コイルとの相互インダクタンスを大きくとって効率的な電力伝送を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明を適用した非接触給電装置の概略構成を示す構成図である。

【図2】2次コイルを単一コイルで構成した場合における1次コイルと2次コイルとの相対位置関係を説明する模式図である。

【図3】1次コイルと2次コイルとの相対位置と1次コイルに一定のDC電流を通电したときに2次コイルに鎖交する磁束量との関係を示すグラフ図である。

【図4】1次コイルと2次コイルとの相対位置と1次コイルに一定のDC電流を通电したときに2次コイルに鎖交する磁束量との関係を示すグラフ図である。

40

【図5】1次コイルと2次コイルとの相対位置のずれ量がゼロの場合の1次コイルが発生する磁界中における2次コイルの位置を示す図である。

【図6】1次コイルと2次コイルとの相対位置のずれ量が300mmの場合の1次コイルが発生する磁界中における2次コイルの位置を示す図である。

【図7】1次コイルと2次コイルとの相対位置のずれ量が500mmの場合の1次コイルが発生する磁界中における2次コイルの位置を示す図である。

【図8】1次コイルに対する相対位置のずれによる2次コイルの鎖交磁束への影響を簡易的に示した模式図である。

【図9】コイル極性反転回路が備える極性反転スイッチの動作を説明する図である。

50

【図 1 0】1 次コイルと 2 次コイルとの相対位置を検出する機構の一例を示す模式図である。

【図 1 1】1 次コイルと 2 次コイルとの相対位置をパターン化したときの各パターンを説明する模式図である。

【図 1 2】1 次コイルと 2 次コイルとの相対位置と各分割コイルの極性との対応関係を表す対応マップの一例を示す図である。

【図 1 3】微弱な検査用パルス電圧を 1 次コイルに印加するパルス電圧印加部と、1 次コイルに検査用パルス電圧を印加したときに 2 次コイルの各分割コイルに流れる誘導電流を検出する電流センサとを設けた構成を示す模式図である。

【図 1 4】パルス電圧印加部から 1 次コイルに微弱な検査用パルスを印加したときに、電流センサにより検出される各分割コイルの電流波形の一例を示す図である。

【図 1 5】給電側から受電側に伝送される電力量を計測するパワーメータを設けた構成を示す模式図である。

【図 1 6】2 次コイルを構成する複数の分割コイルのコイルせん断方向における径の合計値を、1 次コイルのコイルせん断方向における径よりも大きくした例を説明する模式図である。

【図 1 7】1 次コイルと 2 次コイルとの相対位置にずれがない状態で、1 次コイルの両端部の位置が 2 次コイルを構成するいずれかの分割コイルの端部の位置と一致するようにした例を説明する模式図である。

【図 1 8】左右両端の分割コイルの径を小さくすることで、1 次コイルと 2 次コイルとの相対位置がずれた場合でも 1 次コイル端部における磁束の回りこみの影響を低減できることを説明する模式図である。

【図 1 9】電気ステーションにおいて電気自動車に対して給電を行う様子を示す模式図である。

【図 2 0】2 次コイルを複数の分割コイルで構成してこれら複数の分割コイルの極性を個別に切り替えられるようにすることの効果の説明するグラフ図である。

【図 2 1】図 2 0 における実施例 1、比較例 1、実施例 2、比較例 2 のコイルの構成を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0010】

図 1 は、本発明を適用した非接触給電装置の概略構成を示す構成図である。本実施形態の非接触給電装置は、給電側の 1 次コイル 1 4 と受電側の 2 次コイル 2 1 とを磁気結合させて給電側から受電側に非接触で電力を伝送する電磁誘導型の非接触給電装置であり、特に、電気ステーションの給電設備から電気自動車に電力を伝送して、電気自動車のバッテリー 2 3 を充電するための装置として構成されている。

【0011】

この非接触給電装置において、給電側は電気ステーションに設置された固定の給電設備として実現され、商用周波数の交流電源部 1 1 と、交流電源部 1 1 からの交流を直流に変換する整流器 1 2 と、整流器 1 2 の直流出力を任意の交流に変換するインバータ 1 3 と、インバータ 1 3 で生成された高調波電流が通電される 1 次コイル 1 4 とを備えた構成とされる。

【0012】

一方、受電側は電気自動車に設置された車載設備として実現され、給電側の 1 次コイル 1 4 と磁気結合して誘導起電力を発生する 2 次コイル 2 1 と、2 次コイル 2 1 に発生する誘導起電力を直流に変換する整流器 2 2 と、整流器 2 2 の直流出力により充電されるバッテリー 2 3 とを備える。また、特に本実施形態の非接触給電装置においては、受電側の 2 次コイル 2 1 が複数の分割コイル 2 1 a, 2 1 b, 2 1 c で構成されているとともに、これら 2 次コイル 2 1 を構成する各分割コイル 2 1 a, 2 1 b, 2 1 c に、各分割コイル 2 1

10

20

30

40

50

a, 21b, 21cの極性を個別に切り替えることが可能なコイル極性反転回路24a, 24b, 24cが接続され、さらにこれらコイル極性反転回路24a, 24b, 24cの動作を制御するコントローラ25が設けられている。

【0013】

固定設備である給電側の1次コイル14と電気自動車に設置された受電側の2次コイル21との間の磁気結合により電気自動車に電力伝送する非接触給電装置においては、電気自動車の停車位置が所定の給電位置からずれることによって、1次コイル14と2次コイル21の相対位置が変化することが想定される。このように1次コイル14と2次コイル21の相対位置が変化する場合であっても効率的な電力伝送を行えるようにするために、本実施形態の非接触給電装置では、2次コイル21を複数の分割コイル21a, 21b, 21cで構成して、これら複数の分割コイル21a, 21b, 21cの極性を個別に切り替えられるようにしている。以下、2次コイル21を単一のコイルで構成した場合との対比により、本実施形態に特徴的な上述した構成の優位性について説明する。

10

【0014】

図2は、2次コイル21を単一コイルで構成した場合の1次コイル14と2次コイル21との相対位置関係を説明する模式図であり、電気ステーションの給電設備として路面に設置される1次コイル14と、電気自動車の車体底部に設置される2次コイル21とを、路面に対して平行な方向に見た場合を想定したモデル図である。この図2において、電気自動車の停車位置に応じて1次コイル14と2次コイル21の相対位置が変化するのは、路面に平行な方向となる図の左右方向である。以下、この方向を「コイルせん断方向」と呼び、コイルせん断方向における1次コイル14と2次コイル21との相対位置のずれ量をXとする。なお、図2中のZは1次コイル14と2次コイル21との対向面間の距離(ギャップ)であり、電気自動車の最低地上高に応じて定まる値である。

20

【0015】

図2に示したモデル図を用い、1次コイル14に一定のDC電流を通電したときの2次コイル21に鎖交する磁束量を、X, Zとの関係で示したのが図3及び図4である。これら図3及び図4において、横軸はコイルせん断方向における1次コイル14と2次コイル21との相対位置のずれ量Xの大きさを示し、縦軸が1次コイル14通電時に2次コイル21に鎖交する磁束の量を示している。なお、図3の縦軸+側が図2における上向きの磁束、-側が図2における下向きの磁束を表しており、図4の縦軸は2次コイル21に鎖交する磁束量の絶対値を示している。

30

【0016】

これら図3及び図4から分かるように、1次コイル14と2次コイル21との間でコイルせん断方向における相対位置にずれがないX=0付近では、1次コイル14への通電により2次コイル21に多くの磁束が鎖交するが、2次コイル21が単独コイルで構成されている場合は、Xが大きくなるに従って2次コイル21に鎖交する磁束量が急激に減少し、Xがある値(図3及び図4の例ではX=300mm)になると、2次コイル21に鎖交する磁束量が0となる。そして、Xがさらに大きくなると今度は鎖交磁束の極性が反転して-方向に磁束が鎖交するが、ある値(図3及び図4の例ではX=500mm)をピークにして鎖交磁束は次第に減少していく。このような関係は、1次コイル14と2次コイル21との対向面間の距離Zが変化しても、同様の傾向となる。

40

【0017】

以上の現象は、1次コイル14と2次コイル21とのコイルせん断方向における相対位置の変化によって、1次コイル14への通電により発生する磁界の中で2次コイル21がどのような位置となるかを考えると分かり易い。

【0018】

図5乃至図7は1次コイル14への通電により発生する磁束分布に対する2次コイル21の位置を示した図であり、図5は、図3及び図4の例でX=0のときの1次コイル14が発生する磁界中における2次コイル21の位置を示し、図6は、図3及び図4の例でX=300mmのときの1次コイル14が発生する磁界中における2次コイルの位置を示し

50

、図7は、図3及び図4に示す例で $X = 500$ mmのときの1次コイル14が発生する磁界中における2次コイル21の位置を示している。なお、図5乃至図7のいずれにおいても、1次コイル14と2次コイル21の対向面間の距離 Z は50 mmとしている。

【0019】

図5に示すように、1次コイル14と2次コイル21との間でコイルせん断方向における相対位置にずれがない場合($X = 0$)には、図中の矢印Aで示す上向きの磁束が2次コイル21に一樣に鎖交しており、2次コイル21に鎖交する磁束量は大きくなる。これに対して、図6に示すように、 $X = 300$ mmになると、図中矢印Aで示す上向きの磁束と図中矢印Bで示す下向きの磁束とが2次コイル21内で混在し、これら上向き磁束と下向き磁束とがキャンセルするため、結果的に2次コイル21に鎖交する磁束量が0となる。つまり、この状態は電力を伝送することができない状態である。また、図7に示すように、 $X = 500$ mmになると、2次コイル21に鎖交する磁束は全て図中矢印Bで示す下向きの磁束となり、極性が反転する。

10

【0020】

図8は、1次コイル14に対する相対位置のずれによる2次コイル21の鎖交磁束への影響を簡易的に示した模式図である。図8(a)のように、1次コイル14と2次コイル21との間でコイルせん断方向における相対位置にずれがなければ、1次コイル14の通電により発生する磁束は2次コイル21に一樣に鎖交するが、図8(b)のように、相対位置にずれが生じると、1次コイル14の端部での磁束の廻りこみの影響で2次コイル21の一部で極性が異なる磁束が鎖交してキャンセルされ、総鎖交磁束量が減少することになる。そこで、本実施形態の非接触給電装置においては、図8(c)に示すように、2次コイル21を複数の分割コイル21a, 21b, 21c(ここでは分割コイルの数が3つの場合を例示している)で構成し、各分割コイル21a, 21b, 21cのコイル極性を各分割コイル21a, 21b, 21cに鎖交する磁束の極性に応じて切り替えられるようにすることで、1次コイル14と2次コイル21の相対位置が変化する場合であっても、1次コイル14と2次コイル21との相互インダクタンスを大きくとれるようにして、2次コイル21における総鎖交磁束の減少を抑制し、1次側(給電側)から2次側(受電側)へと効率的な電力伝送を行えるようにしている。

20

【0021】

本実施形態の非接触給電装置において、2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cは、各々が電氣的に独立したコイルとして構成され、図8(c)に示したように、コイルせん断方向において重複することなく隣接するように配置される。なお、本例では2次コイル21の分割数(分割コイルの個数)を3つとして説明しているが、2次コイル21の分割数は特に限定されるものではなく、想定される相対位置ずれ量や要求される電力伝送の効率、コストとの兼ね合いなどにより最適な数を選択すればよい。

30

【0022】

本実施形態の非接触給電装置において、2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cの極性は、コイル極性反転回路24a, 24b, 24cによって各々個別に切り替えられる。つまり、図1に示したように、分割コイル21aにはコイル極性反転回路24a、分割コイル21bにはコイル極性反転回路24b、分割コイル21cにはコイル極性反転回路24cがそれぞれ接続され、さらにこれらが直列に接続された構成とされる。各コイル極性反転回路24a, 24b, 24cは、図9に示すような極性反転スイッチを有しており、コントローラ25の制御に従ってこの極性反転スイッチが図9(a)のように動作することによりコイル極性をプラス側、図9(b)のように動作することでコイル極性をマイナス側に切り替える。

40

【0023】

コントローラ25は、1次コイル14の通電時に2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cに各々鎖交する個々の鎖交磁束の極性に応じて、各分割コイル21a, 21b, 21cに接続されたコイル極性反転回路24a, 24b, 24cの動作を制御する。ここで、2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cに

50

各々鎖交する磁束の極性は、上述したように、1次コイル14と2次コイル21との相対位置によって変化するものである。したがって、1次コイル14と2次コイル21との相対位置を検出する機構を設けておけば、コントローラ25は、その相対位置の検出結果に基づいてコイル極性反転回路24a, 24b, 24cの動作を適切に制御することが可能になる。

【0024】

図10は、1次コイル14と2次コイル21との相対位置を検出する機構の一例を示す模式図である。この図10に示す相対位置検出機構は、1次コイル14の上面(2次コイル21に対向する面)に設けられた位置検出パターン31を、2次コイル21の中央部付近に設置された読み取りセンサ32により読み取ることによって、1次コイル14に対する2次コイル21の相対位置を検出する構成となっている。本実施形態の非接触給電装置では、このような相対位置検出機構を設けて読み取りセンサ32の出力をコントローラ25に入力することで、1次コイル14と2次コイル21との相対位置、つまり2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cに各々鎖交する各磁束の極性に応じて、各分割コイル21a, 21b, 21cの極性を適切に切り替えることができる。

10

【0025】

ここで、1次コイル14と2次コイル21との相対位置に基づいてコイル極性反転回路24a, 24b, 24cの動作を制御する手法の具体的な一例について、図11及び図12を参照して説明する。

【0026】

2次コイル21を3つの分割コイル21a, 21b, 21cで構成した場合、1次コイル14と2次コイル21との相対位置を、例えば図11(a)~(d)に示す4つのパターンに分類する。図11(a)に示すパターン1は、1次コイル14と2次コイル21のコイルせん断方向における相対位置にずれがない状態である。図11(b)に示すパターン2は、コイルせん断方向における相対位置が僅かにずれて、1次コイル14の端部が図中左側の分割コイル21aの領域に位置する状態である。図11(c)に示すパターン3は、コイルせん断方向における相対位置がさらにずれて、1次コイル14の端部が中央の分割コイル21bの領域に位置する状態である。図11(d)のパターン4は、コイルせん断方向における相対位置がさらに大きくずれて、1次コイル14の端部が図中右側の分割コイル21cの領域に位置する状態である。

20

30

【0027】

1次コイル14と2次コイル21との相対位置がパターン1の場合は、2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cの極性を全てプラス側にすることで、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量が最大となる。また、1次コイル14と2次コイル21との相対位置がパターン2の場合は、分割コイル21aの極性をマイナス側、分割コイル21bと分割コイル21cの極性をプラス側にすることで、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量が最大となる。また、1次コイル14と2次コイル21との相対位置がパターン3の場合は、分割コイル21aと分割コイル21bの極性をマイナス側、分割コイル21cの極性をプラス側にすることで、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量が最大となる。また、1次コイル14と2次コイル21との相対位置がパターン4の場合は、各分割コイル21a, 21b, 21cの極性を全てマイナス側にすることで、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量が最大となる。

40

【0028】

以上のような1次コイル14と2次コイル21との相対位置と、それに対応する2次コイル21を構成する各分割コイル21a, 21b, 21cの極性との関係を、例えば図12のような対応マップとしてコントローラ25の内部メモリなどに記憶させておく。これにより、コントローラ25は、対応マップを参照することで、上述した相対位置検出機構により検出された1次コイル14と2次コイル21との相対位置に基づいて、コイル極性反転回路24a, 24b, 24cの動作を適切に制御して、2次コイル21に鎖交する磁束が多くなるように各分割コイル21a, 21b, 21cの極性を適切に切り替えること

50

ができる。なお、1次、2次コイルの相対位置と各分割コイルの極性との関係は、分割コイルのコイル数や1次コイルに対する各分割コイルの大きさなど、非接触給電装置の特性によって様々であるため、事前に実機を用いた実験や計算などにより最適な対応関係を求めてマップを作成し、記憶させておく。

【0029】

次に、コイル極性反転回路24a、24b、24cの切り替え動作を制御する方法の他の例について説明する。

【0030】

図13は、微弱な検査用パルス電圧を1次コイル14に印加するパルス電圧印加部41と、1次コイル14に検査用パルス電圧を印加したときに2次コイル21を構成する各分割コイル21a、21b、21cに流れる誘導電流を検出する電流センサ42a、42b、42cとを設けた構成を示す模式図である。パルス電圧印加部41から微弱な検査用パルスを1次コイル14に印加すると、2次コイル21を構成する各分割コイル21a、21b、21cには誘導電流が流れることになるが、その誘導電流の極性及び振幅は、各分割コイル21a、21b、21cの1次コイル14に対する相対位置に応じて変化することになる。したがって、各分割コイル21a、21b、21cに流れる誘導電流を各々検出する電流センサ42a、42b、42cの出力をコントローラ25に入力すれば、各分割コイル21a、21b、21cの極性が最適になるように、コイル極性反転回路24a、24b、24cの動作を適切に制御することができる。

【0031】

例えば、パルス電圧印加部41から1次コイル14に微弱な検査用パルスを印加したときに、電流センサ42aにより検出される分割コイル21aの電流波形として図14(a)に示すような波形が得られ、電流センサ42bにより検出される分割コイル21bの電流波形として図14(b)に示すような波形が得られ、電流センサ42cにより検出される分割コイル21cの電流波形として図14(c)に示すような波形が得られた場合、分割コイル21aの極性のみが反転するようにコイル極性反転回路24a、24b、24cの動作を制御することで、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量を多くすることができる。

【0032】

図15は、給電側から受電側に伝送される電力量を計測するパワーメータ50を設けた構成を示す模式図である。パワーメータ50の出力は、給電側の1次コイル14に通電している電力伝送用交流が変化していなければ、給電側から受電側に最も効率よく電力伝送が行われている状態で最大となる。したがって、パワーメータ50の出力をコントローラ25に入力すれば、コイル極性反転回路24a、24b、24cを操作することで2次コイル21を構成する各分割コイル21a、21b、21cの極性の組み合わせを微小時間ずつ順次切り替えながらパワーメータ50の出力をモニタリングすることによって、給電側から受電側に最も効率よく電力伝送を行うことが可能な分割コイル21a、21b、21cの極性の組み合わせを探索することができる。そして、パワーメータ50の出力が最大となる分割コイル21a、21b、21cの極性の組み合わせが探索されたら、その組み合わせとなるようにコイル極性反転回路24a、24b、24cの動作を制御することによって、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量を多くすることができる。なお、パワーメータ50としては、この種の非接触給電装置において通常の電力伝送制御用に設けられているものを用いればよい。

【0033】

ところで、以上説明した本実施形態の非接触給電装置では、2次コイル21を構成する複数の分割コイル21a、21b、21cのコイルせん断方向における径の合計値が、1次コイル14のコイルせん断方向における径とほぼ等しく、1次コイル14と2次コイル21との相対位置にずれがない状態で、1次コイル14のコイル端部の位置と左右両端の分割コイル21a、21cの端部の位置とが一致する構成となっている。しかしながら、1次コイル14と2次コイル21の相対位置にずれが生じた場合でもコイル間の相互イン

10

20

30

40

50

ダクタンスを大きくとれるようにするには、図 16 に示すように、2 次コイル 2 1 を構成する複数の分割コイル 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c のコイルせん断方向における径の合計値 L_1 を、1 次コイル 1 4 のコイルせん断方向における径 L_2 よりも大きくすることが有効である。

【 0 0 3 4 】

ただし、この図 16 に示した 2 次コイル 2 1 の構成では、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 の相対位置にずれがない状態のときに、1 次コイル 1 4 のコイル端部の位置と分割コイル 2 1 a , 2 1 c の端部の位置とが一致しないため、相対位置ずれがない状態であっても磁束の廻りこみにより分割コイル 2 1 a , 2 1 c にて一部の鎖交磁束がキャンセルされ、総鎖交磁束量が減少する。そこで、このような磁束の廻りこみによる影響を回避するために、図 17 に示すように、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置にずれがない状態で、1 次コイル 1 4 のコイルせん断方向における両端部の位置が、2 次コイル 2 1 を構成するいずれかの分割コイル（図 17 の例では分割コイル 2 1 a , 2 1 c ）のコイルせん断方向における端部の位置と一致するように、2 次コイル 2 1 を構成する分割コイルの数及びその配置を定めることが望ましい。

10

【 0 0 3 5 】

また、図 17 に示す構成とした場合でも、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置にずれが生じると、左右両端の分割コイル 2 1 d , 2 1 e にて鎖交磁束のキャンセルが生じることになる。この左右両端の分割コイル 2 1 d , 2 1 e における鎖交磁束のキャンセルは、図 18 (a) に示すように、左右両端の分割コイル 2 1 d , 2 1 e のコイルせん断方向における径を小さくすることで有効に抑制することができる。すなわち、左右両端の分割コイル 2 1 d , 2 1 e にて生じる鎖交磁束のキャンセルは、上述したように、1 次コイル 1 4 のコイル端部での磁束の廻りこみの影響によるものである。したがって、図 18 (b) に示すように、左右両端の分割コイル 2 1 d , 2 1 e のコイルせん断方向における径が大きい場合には、その磁束の廻りこみの影響も大きくなる。これに対して、図 18 (a) のように、左右両端の分割コイル 2 1 d , 2 1 e のコイルせん断方向における径を、両端部以外の分割コイル 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c のコイルせん断方向における径以下にしておけば、1 次コイル 1 4 の端部における磁束の廻りこみの影響を小さくして、鎖交磁束のキャンセルを生じにくくすることが可能となる。なお、この特性は、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 の相対位置ずれ量や 1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との対向面間の距離（ギャップ）に依存した特性であるため、小径とする分割コイルの寸法や個数などは、非接触給電装置において想定される相対位置ずれ量や対向面間の距離に応じて最適な値に設定することが望ましい。

20

30

【 0 0 3 6 】

ところで、本実施形態の非接触給電装置は、上述したように、電気ステーションの給電設備から電気自動車に電力を伝送してバッテリー 2 3 を充電するための装置として構成されており、図 19 に示すように、給電側の 1 次コイル 1 4 は路面 R に設置され、受電側の 2 次コイル 2 1 は電気自動車 V の車体底部に設置される。ここで、電気ステーションには、通常、電気自動車 V を所定の給電位置に停車させるための輪留め 6 0 が設置されており、電気自動車 V の後輪をこの輪留め 6 0 に接触させた状態で給電を行うことが多い。このため、電気自動車 V の前後方向においては、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置がさほど変化することはなく、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置がずれるのは、主に電気自動車 V の車幅方向（図 19 の紙面に対して垂直な方向）となる。したがって、2 次コイル 2 1 を構成する各分割コイルは、電気自動車 V の車幅方向に沿って重複することなく隣接するように配置されることが望ましい。

40

【 0 0 3 7 】

図 20 は、本実施形態の特徴的な構成、つまり、2 次コイル 2 1 を複数の分割コイルで構成してこれら複数の分割コイルの極性を個別に切り替えられるようにした場合の効果を示す図であり、実施例 1、比較例 1、実施例 2、比較例 2 について、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置ずれ量 X と 2 次コイル 2 1 に鎖交する鎖交磁束との関係を

50

計算によって求めた結果をグラフ化したものである。なお、実施例 1 は、図 2 1 (a) に示すように、2 次コイル 2 1 を 3 つの分割コイル 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c で構成し、且つ、分割コイル 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c の径の合計値を 1 次コイル 1 4 の径と略等しくした場合の例であり、比較例 1 は、図 2 1 (b) に示すように、2 次コイル 2 1 を単一のコイルで構成し、且つ、2 次コイル 2 1 の径を 1 次コイル 1 4 の径と略等しくした場合の例である。また、実施例 2 は、図 2 1 (c) に示すように、2 次コイル 2 1 を 4 つの分割コイル 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c , 2 1 d で構成し、且つ、分割コイル 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c , 2 1 d の径の合計値を 1 次コイル 1 4 の径よりも大径とした場合の例であり、比較例 1 は、図 2 1 (d) に示すように、2 次コイル 2 1 を単一のコイルで構成し、且つ、2 次コイル 2 1 の径を 1 次コイル 1 4 の径よりも大径とした場合の例である。

10

【 0 0 3 8 】

図 2 0 に示した計算結果から分かるように、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置ずれ量 X が大きくなると 2 次コイル 2 1 に鎖交する鎖交磁束は減少するが、実施例 1 や実施例 2 では、2 次コイル 2 1 を構成する分割コイルの極性を切り替えることで鎖交磁束を一時的に増加させることができ、比較例 1 や比較例 2 に比べて、相対位置ずれによる鎖交磁束の減少を抑制することができる。また、比較例 1 や比較例 2 では 2 次コイル 2 1 に鎖交する鎖交磁束が 0 になる点（電力伝送が行えない点）が見られるが、実施例 1 や実施例 2 では、このような鎖交磁束が 0 になる点がなくなっている。

【 0 0 3 9 】

以上、具体的な例を挙げながら説明したように、本実施形態の非接触給電装置によれば、2 次コイル 2 1 を複数の分割コイルで構成してこれら複数の分割コイルの極性を個別に切り替えられるようにしたことで、給電側の 1 次コイル 1 4 への通電により生じる磁束が 2 次コイル 2 1 に鎖交する際に、1 次コイル 1 4 に対する相対位置のずれにより 2 次コイル 2 1 内で極性の違う磁束が鎖交して結果的に総鎖交磁束が減少するような現象を回避することができる。したがって、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 の相対位置が変化する場合にもコイル間の相互インダクタンスを大きくとることができ、給電側から受電側への電力伝送を効率的に行うことができる。また、2 次コイル 2 1 内で極性が異なる磁束同士が完全に打ち消しあって等価的に鎖交磁束が 0 となる現象を回避することができるので、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置が比較的大きく変化する用途においても、安定した電力伝送が可能となる。

20

30

【 0 0 4 0 】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置を検出する相対位置検出機構を設け、コントローラ 2 5 が、この相対位置検出機構により検出されたコイル間の相対位置に基づいてコイル極性反転回路の動作を制御することで、2 次コイル 2 1 を構成する各分割コイルの極性を適切に切り替えて、2 次コイル 2 1 に鎖交する総鎖交磁束量を多くすることができる。さらに、この場合には、分割コイルの極性を短時間で切り替えることができるので、特に電気自動車を移動させながら瞬時に給電を行うような用途においても、電気自動車に対して効率的に電力伝送を行うことができる。

【 0 0 4 1 】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、1 次コイル 1 4 に微弱なパルス電圧を印加したときに各分割コイルに流れる誘起電流を電流センサで検出し、その電流波形の極性及び振幅に基づいてコントローラ 2 5 がコイル極性反転回路の動作を制御することで、2 次コイル 2 1 を構成する各分割コイルの極性を適切に切り替えて、2 次コイル 2 1 に鎖交する総鎖交磁束量を多くすることができる。さらに、この場合には、1 次コイル 1 4 と 2 次コイル 2 1 との相対位置を検出する機構を設ける必要がないため構成を簡略化することができ、さらに実際に電力伝送用の交流を通電する前に分割コイルの極性の切り替えを行うことができるので、損失が少ない。

40

【 0 0 4 2 】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、1 次コイル 1 4 への交流通電時に給電側

50

から受電側に伝送される電力量をパワーメータ50で計測し、コントローラ25が、2次コイル21を構成する各分割コイルの極性の組み合わせを微小時間ずつ順次切り替えながらパワーメータ50の出力が最大となる分割コイルの極性の組み合わせが探索し、その組み合わせとなるようにコイル極性反転回路の動作を制御することで、2次コイル21に鎖交する総鎖交磁束量を多くすることができる。さらに、この場合には、もともと電力伝送制御用に設けられているパワーメータ50を用いて分割コイルの極性の切り替えを適切に行うことができるので、装置構成をより一層簡略化することができる。

【0043】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、2次コイル21を構成する各分割コイルを、1次コイル14に対して相対位置が変化する方向であるコイルせん断方向において重複することなく隣接するように配置することによって、複数のコイルを用いながらも2次コイル21で無駄なく磁束を捕捉させることができる。

10

【0044】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、2次コイル21を構成する複数の分割コイルのコイルせん断方向における径の合計値を、1次コイル14のコイルせん断方向における径よりも大きくすることで、1次コイル14と2次コイル21の相対位置が変化した場合にも、これらコイル同士の相互インダクタンスが低下する割合を低減できる。

【0045】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、2次コイル21を構成する複数の分割コイルのコイルせん断方向における径の合計値を、1次コイル14のコイルせん断方向における径よりも大きくした場合に、1次コイル14と2次コイル21との相対位置ずれがゼロの状態では2次コイル21を構成する分割コイルのいずれかの端部の位置が1次コイル14の端部の位置と一致するようにすることで、相対位置ずれがない状態での1次コイル14の端部における磁束の廻りこみの影響で2次コイル21の総鎖交磁束量が減少する不都合を有効に回避することができ、効率の良い電力伝送を行うことができる。

20

【0046】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、2次コイル21を構成する複数の分割コイルのうち、両端部に位置する分割コイルの径を両端部以外の分割コイルの径以下とすることで、1次コイル14と2次コイル21との相対位置がずれた場合での1次コイル14の端部における磁束の廻りこみの影響を緩和させることができ、さらに効率的な電力伝送を行うことができる。

30

【0047】

また、本実施形態の非接触給電装置によれば、2次コイル21を構成する各分割コイルを、電気自動車の車幅方向に沿って重複することなく隣接するように配置することによって、電気ステーションで電気自動車に給電を行う際に位置ずれが生じやすい方向に各分割コイルが並んだ状態とすることができ、分割コイルの並ぶ方向を一方向のみとしながら効率の良い電力伝送を実現することができる。

【0048】

なお、以上説明した実施形態は本発明の一適用例を例示的に示したものであり、本発明の技術的範囲が上記の実施形態として開示した内容に限定されることを意図するものではない。つまり、本発明の技術的範囲は、上記の実施形態で開示した具体的な技術事項に限らず、この開示から容易に導きうる様々な変形、変更、代替技術なども含むものである。

40

【符号の説明】

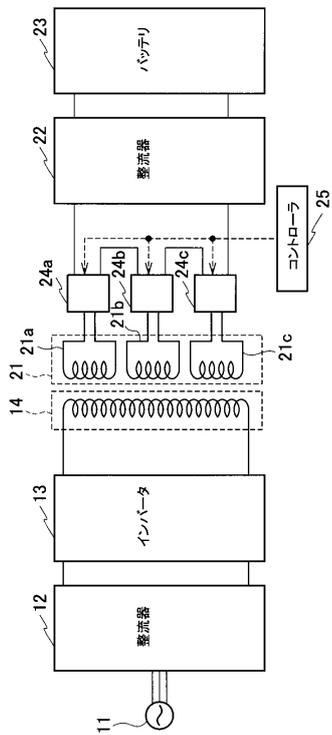
【0049】

- 14 一次コイル
- 21 2次コイル
- 21a ~ 21e 分割コイル
- 24a ~ 24c コイル極性反転回路
- 25 コントローラ
- 31 位置検出パターン

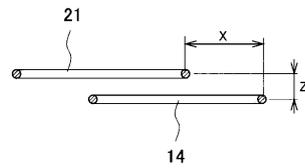
50

- 3 2 読み取りセンサ
- 4 1 パルス電圧印加部
- 4 2 a ~ 4 2 c 電流センサ
- 5 0 パワーメータ

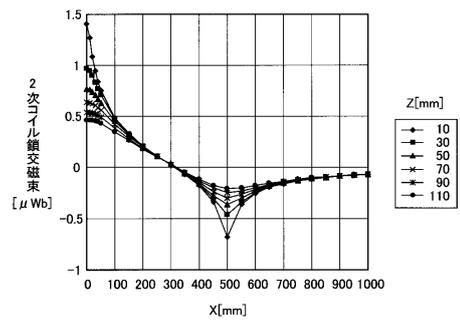
【図 1】



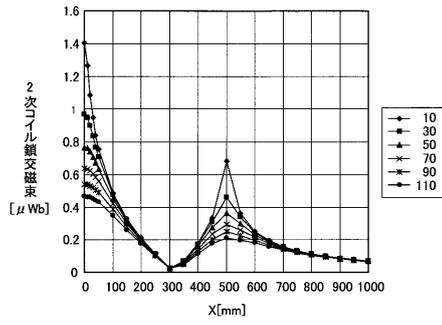
【図 2】



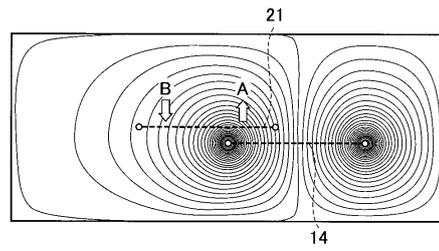
【図 3】



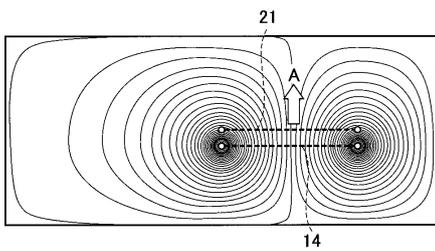
【 図 4 】



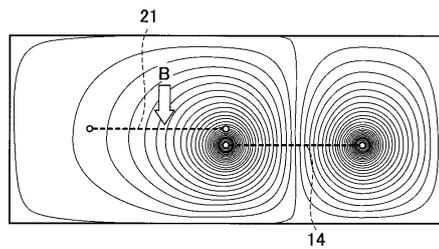
【 図 6 】



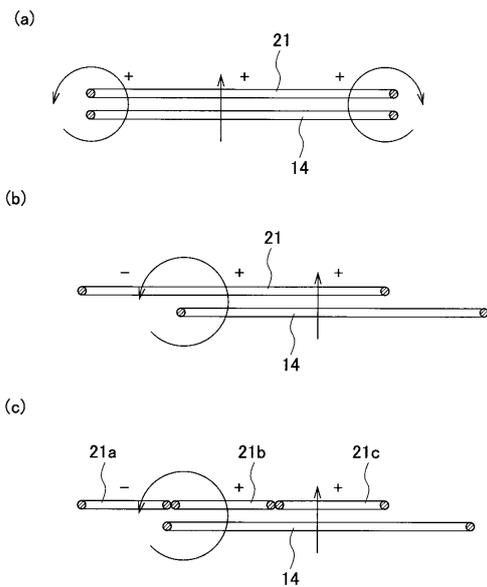
【 図 5 】



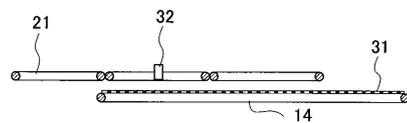
【 図 7 】



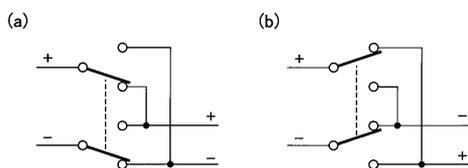
【 図 8 】



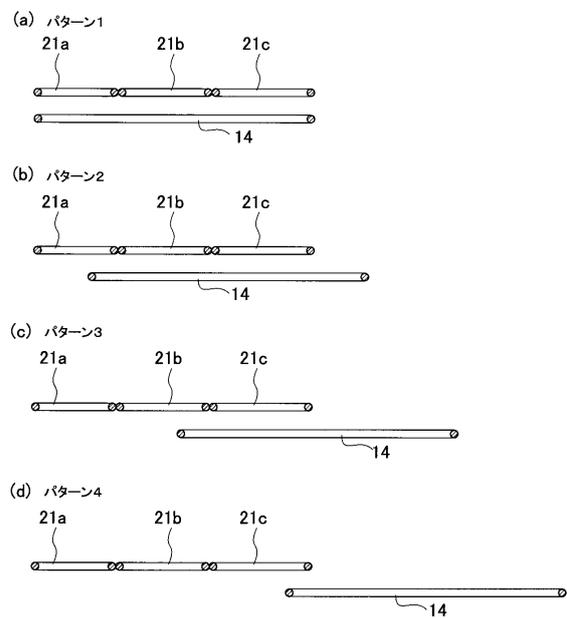
【 図 10 】



【 図 9 】



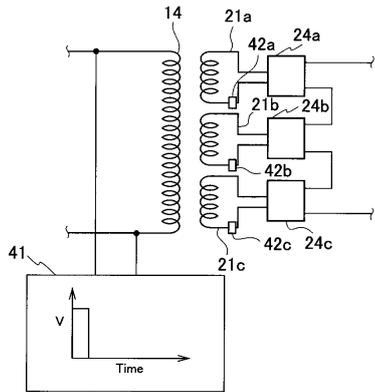
【 図 11 】



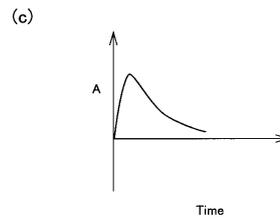
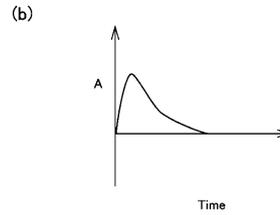
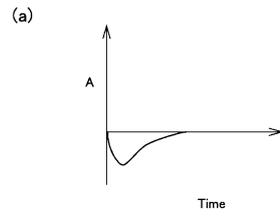
【 図 1 2 】

	分割コイル 21aの極性	分割コイル 21bの極性	分割コイル 21cの極性
パターン1	+	+	+
パターン2	-	+	+
パターン3	-	-	+
パターン4	-	-	-

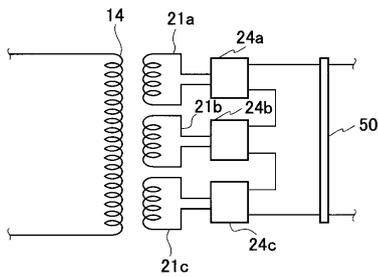
【 図 1 3 】



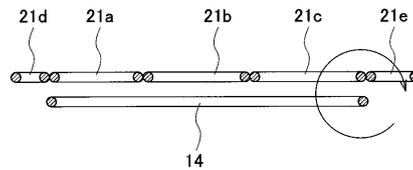
【 図 1 4 】



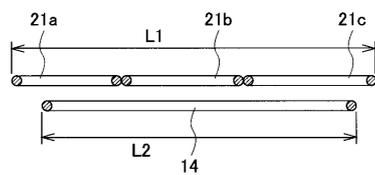
【 図 1 5 】



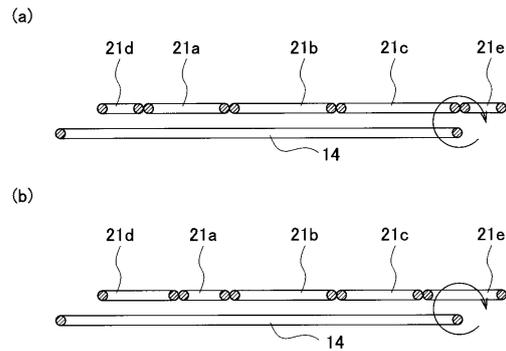
【 図 1 7 】



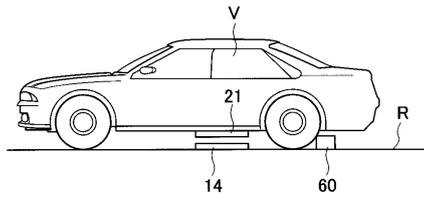
【 図 1 6 】



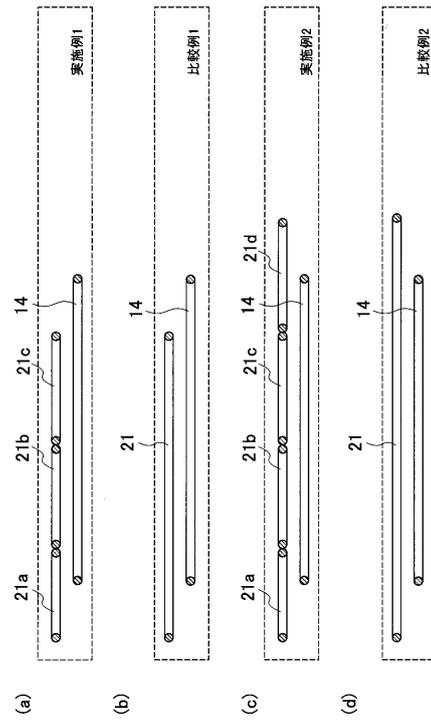
【 図 1 8 】



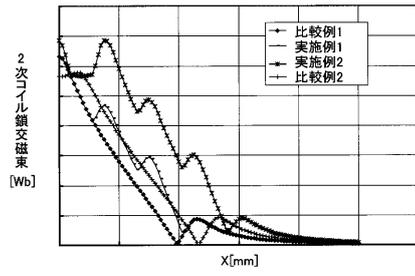
【図19】



【図21】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 崇
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開平09-065502(JP,A)
特開2005-110399(JP,A)
特開平10-125017(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J	17/00
B60L	5/00
B60M	7/00
H02J	7/00