

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5710220号
(P5710220)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 17/00 (2006. 01)

H O 2 J 17/00

B

H O 1 F 38/14 (2006. 01)

H O 1 F 23/00

B

H O 1 F 27/28 (2006. 01)

H O 1 F 27/28

K

請求項の数 7 (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2010-255216 (P2010-255216)
 (22) 出願日 平成22年11月15日 (2010. 11. 15)
 (65) 公開番号 特開2012-110080 (P2012-110080A)
 (43) 公開日 平成24年6月7日 (2012. 6. 7)
 審査請求日 平成25年10月29日 (2013. 10. 29)

(73) 特許権者 599132959
 株式会社シバタ
 東京都新宿区歌舞伎町2丁目2番17号新
 宿柴田ビル
 (74) 代理人 100117226
 弁理士 吉村 俊一
 (72) 発明者 品川 徳明
 東京都大田区大森北1-18-1 ユー・
 ディ・テック株式会社内
 (72) 発明者 稲葉 利久
 東京都新宿区歌舞伎町二丁目2番17号
 株式会社シバタ内

審査官 坂本 聡生

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触式電力伝送装置、並びにこれに用いられる給電装置、受電装置及び電磁誘導用コイル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルを備えた給電装置と、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルを備えた受電装置とを備え、前記給電コイルと前記受電コイルとの間で電磁誘導を利用して前記給電装置から前記受電装置に電力を伝送する非接触式電力伝送装置であって、

前記給電装置は、前記給電コイルを含めて構成される共振回路を有し、

前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされ、

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されているか、

又は、

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれて形成され、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの最内周及び最外

周に位置する前記素線の端部には接続端子がそれぞれ設けられ、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの中から択一的に選択された一つの平面コイルの前記接続端子に接続することによって電流が流されるか、

又は、

前記給電コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれて平面状に形成された2つの平面コイルから構成され、一方の平面コイルの素線が、外側から内側に向けて渦巻状に巻かれ、その素線同士の間には一定の隙間が形成され、他方の平面コイルの素線が、前記一方の平面コイルの素線の間形成されている隙間に配置され、内側から外側に向けて渦巻状に巻かれ、2つの前記平面コイルの前記素線がそれぞれの最内周において接続されることで直列接続されていることを特徴とする非接触式電力伝送装置。

10

【請求項2】

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルを備えた給電装置と、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルを備えた受電装置とを備え、前記給電コイルと前記受電コイルとの間で電磁誘導を利用して前記給電装置から前記受電装置に電力を伝送する非接触式電力伝送装置であって、

前記給電装置は、前記給電コイルを含めて構成される共振回路を有し、

前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされ、

20

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されているか、

又は、

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心にして巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数より少なくとも巻かれて形成され、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの最内周及び最外周に位置する前記素線の端部には接続端子がそれぞれ設けられ、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの中から、それぞれの間に少なくとも1本の素線を挟んで選択された2本の素線により構成される平面コイルの前記接続端子に接続することによって並列に接続して電流が流されるか、

30

又は、

前記給電コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれて平面状に形成された2つの平面コイルから構成され、一方の平面コイルの素線が、外側から内側に向けて渦巻状に巻かれ、その素線同士の間には一定の隙間が形成され、他方の平面コイルの素線が、前記一方の平面コイルの素線の間形成されている隙間に配置され、内側から外側に向けて渦巻状に巻かれ、2つの前記平面コイルの前記素線がそれぞれの最内周において接続されることで直列接続されていることを特徴とする非接触式電力伝送装置。

40

【請求項3】

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルから、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルに対し電磁誘導を利用して電力を伝送するために使用される給電装置であって、

前記給電装置は、前記給電コイルを含めて構成される共振回路を有し、

前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされ、

50

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されているか、

又は、

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数より少なくとも巻かれて形成され、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの最内周及び最外周に位置する前記素線の端部には接続端子がそれぞれ設けられ、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの中から択一的に選択された一つの平面コイルの前記接続端子に接続することによって電流が流されるか、

10

又は、

前記給電コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれて平面状に形成された2つの平面コイルから構成され、一方の平面コイルの素線が、外側から内側に向けて渦巻状に巻かれ、その素線同士の間には一定の隙間が形成され、他方の平面コイルの素線が、前記一方の平面コイルの素線の間形成されている隙間に配置され、内側から外側に向けて渦巻状に巻かれ、2つの前記平面コイルの前記素線がそれぞれの最内周において接続されることで直列接続されていることを特徴とする給電装置。

20

【請求項4】

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルから、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルに対し電磁誘導を利用して電力を伝送するために使用される給電装置であって、

前記給電装置は、前記給電コイルを含めて構成される共振回路を有し、

前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされ、

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されているか、

30

又は、

前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数より少なくとも巻かれて形成され、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの最内周及び最外周に位置する前記素線の端部には接続端子がそれぞれ設けられ、前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの中から、それぞれの間に少なくとも1本の素線を挟んで選択された2本の素線により構成される平面コイルの前記接続端子に接続することによって並列に接続して電流が流されるか、

40

又は、

前記給電コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれて平面状に形成された2つの平面コイルからなり、一方の平面コイルの素線が、外側から内側に向けて渦巻状に巻かれ、その素線同士の間には一定の隙間が形成され、他方の平面コイルの素線が、前記一方の平面コイルの素線の間形成されている隙間に配置され、内側から外側に向けて渦巻状に巻かれ、2つの前記平面コイルの前記素線がそれぞれの最内周において接続されることで直列接続されていることを特徴とする給電装置。

【請求項5】

50

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルから、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルに対し電磁誘導を利用して電力を伝送するために使用される受電装置であって、

前記受電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、

受電側の前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの最内周及び最外周に位置する前記素線の端部には接続端子がそれぞれ設けられ、

受電側の前記平面コイル群を構成する前記平面コイルの中から択一的に選択された1つの平面コイルの前記接続端子に接続することによって電磁誘導に利用されることを特徴とする受電装置。

10

【請求項6】

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルと、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルとの間で電磁誘導を利用して電力を伝送する非接触式電力伝送装置に使用される電磁誘導用コイルであって、

複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされ、

前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続され、

20

又は、

前記複数の平面コイルが一平面をなして構成され、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれ、前記平面コイル群には、この平面コイル群を構成する平面コイルの中から電流を流す平面コイルを選択可能とする接続端子が前記平面コイルの最内周及び最外周に位置する前記素線の端部に設けられていることを特徴とする電磁誘導用コイル。

【請求項7】

素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルと、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルとの間で電磁誘導を利用して電力を伝送する非接触式電力伝送装置に使用される電磁誘導用コイルであって、

30

複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされ、

前記給電コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれて平面状に形成された2つの平面コイルから構成され、一方の平面コイルの素線が、外側から内側に向けて渦巻状に巻かれ、その素線同士の間には一定の隙間が形成され、他方の平面コイルの素線が、前記一方の平面コイルの素線の間形成されている隙間に配置され、内側から外側に向けて渦巻状に巻かれ、2つの前記平面コイルの前記素線がそれぞれの最内周において接続されることで直列接続されていることを特徴とする電磁誘導用コイル。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁誘導を利用して給電コイルと受電コイルとの間で電力を伝送する非接触式電力伝送装置、並びにこれに用いられる給電装置、受電装置及び電磁誘導用コイルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から電磁誘導を利用して給電装置から受電装置に電力を伝送する非接触式電力伝送

50

装置が知られている。図30は、非接触式電力電送装置300の回路の等価回路図である。この図30に示すように給電装置301は、コンデンサ302及びコイルを直列に接続してなる共振回路を具備し、交流電源304から交流電圧を印加するように構成されている。共振回路を構成しているコイルが給電コイル303である。なお、図に示した抵抗305はキャパシタを駆動する回路の内部抵抗 R_p を表している。一方、受電装置310は受電コイル311を具備しており、電力伝送の際には、受電コイル311が給電コイル303と対向されるように配される。なお、受電装置310側に示した抵抗312は負荷抵抗 R_L を表している。

【0003】

非接触式電力伝送装置300は、給電コイル303と受電コイル311とが対向されて配された状態で、給電コイル303が形成する磁束の影響を受電コイル311に与える電磁誘導を利用するものである。

【0004】

近年、携帯端末等の分野では、その充電手法として、電磁誘導を利用する試みがなされ始めている（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

もっとも、非接触式電力電送装置は、一つの磁性体に一次コイルと二次コイルの双方向巻き付けて構成した通常のトランスと比較して伝送効率が低いという難点がある。このため、非接触式電力伝送装置において、伝送効率を向上するための試みも従来からなされている（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

この特許文献2に開示の発明では、消費電力の低減を図るべく、給電装置側の1次側誘導コイルと受電装置側の2次側誘導コイルにコンデンサをそれぞれ並列接続し、この並列接続によって給電装置である充電器及び受電装置であるコードレス機器とLC並列共振回路を構成している。また、1次側誘導コイルと2次側誘導コイルをシートコイルにより構成し、これらを、充電状態時において所定のギャップをおいて相対向させるようにしている。特許文献2の発明は、このような構成を採用することで、相互誘導を適正なギャップで行えるようにしたものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-166763号公報

【特許文献2】特開平10-23677号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、電力伝送の効率を向上させるためには、給電コイルと受電コイルの間におけるギャップを適正化するだけでは自ずと限界がある。電力電送の効率を向上させるためには、電磁誘導の能力それ自体を向上させることがどうしても必要となる。しかも、携帯端末などの小型機器をも対象とするには、電力電送装置を小型にしつつ電磁誘導の能力を向上させることが必須となる。

【0009】

本発明では、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、電力電送装置を小型に維持しつつ、高い効率で伝よく伝送することができる非接触式電力伝送装置、並びにこれに用いられる給電装置及び電磁誘導用コイル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】

【0010】

(1) 本発明では上記課題を解決するために、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルを備えた給電装置と、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルを備えた受電装置とを備え、前記給電コイルと前記受電コイルとの間で

10

20

30

40

50

電磁誘導を利用して前記給電装置から前記受電装置に電力を伝送する非接触式電力伝送装置であって、前記給電装置は、前記給電コイルを含めて構成される共振回路を有し、前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされたことを特徴とする非接触式電力伝送装置を採用した。

【0011】

(2) この非接触式電力伝送装置において、前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成されたことを特徴とする。

【0012】

(3) また、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されていることを特徴とする。

10

【0013】

(4) この場合において、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち最内部に配置された平面コイルの外縁寸法は、前記受電コイルの外縁寸法と略同寸に形成されていることを特徴とする。

【0014】

(5) また、前記給電コイルを構成する平面コイルは、少なくとも最内部に配された平面コイルが、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された2つの平面コイルにより構成され、かつ、前記2つの平面コイルは並列接続され、前記2つの平面コイルのそれぞれの巻数が前記受電コイルの巻数よりも少なくなるよう構成されている。

20

【0015】

(6) あるいは、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれ、前記平面コイル群の中から選択された平面コイルに電流が流されるように構成する。

【0016】

(7) あるいは、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた少なくとも4本の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれ、前記平面コイル群の中から、それぞれの間に少なくとも1本の素線を挟んで選択された複数の素線により構成される平面コイルを並列に接続して電流が流されるように構成することもできる。

30

【0017】

(8) このような場合に、前記受電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された平面コイル群により構成され、受電側の前記平面コイル群の中から選択された平面コイルが電磁誘導に利用されるように構成すると更によい。

【0018】

40

(9) また、本発明における非接触式電力伝送装置では、前記給電コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された2つの平面コイルから構成され、前記2つの平面コイルは並列接続されたことを特徴とする。

【0019】

(10) あるいは、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心として巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれて形成され、前記平面コイル群の中から選択された平面コイルに電流が流されるように構成してもよい。

【0020】

(11) あるいは、前記給電コイルは、並列に並べられた少なくとも4本の素線が同一

50

軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれ、前記平面コイル群の中から、それぞれの間に少なくとも1本の素線を挟んで選択された複数の素線により構成される平面コイルを並列に接続して電流が流されるように構成することもできる。

【0021】

(12) なお、このような場合において、前記受電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、受電側の前記平面コイル群の中から選択された平面コイルが電磁誘導に利用されるようにするとよい。

【0022】

(13) また、本発明における非接触式電力伝送装置では、前記給電コイルは、2つの平面コイルから構成され、前記2つの平面コイルが直列接続されていることを特徴とする。

10

【0023】

(14) この場合に、前記2つの平面コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成され、各平面コイルの最内周の素線同士が接続されるように構成するとよい。

【0024】

(15) また、本発明では上記課題を解決するために、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルから、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルに対し電磁誘導を利用して電力を伝送するために使用される給電装置であって、前記給電装置は、前記給電コイルを含めて構成される共振回路を有し、前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされた給電装置を採用した。

20

【0025】

(16) 前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成されたことを特徴とする。

【0026】

(17) そして、上記給電装置において、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されていることを特徴とする。

30

【0027】

(18) この場合において、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された2つの平面コイルにより構成され、前記2つの平面コイルが並列接続されるように構成するとよい。

【0028】

(19) あるいは、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群の中から選択された平面コイルに電流が流されるように構成することもできる。

40

【0029】

(20) あるいは、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた少なくとも4本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群の中から、それぞれの間に少なくとも1本の素線を挟んで選択された複数の素線により構成される平面コイルを並列に接続して電流が流されるように構成してもよい。

【0030】

(21) また、本発明では上記給電装置において、前記給電コイルは、並列に並べられ

50

た2本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された2つの平面コイルから構成され、前記2つの平面コイルは並列接続されたことを特徴とする。

【0031】

(22)あるいは、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群の中から択一的に選択された平面コイルに電流が流されるようにしてもよい。

【0032】

(23)あるいは、前記給電コイルは、並列に並べられた少なくとも4本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群の中から、それぞれの間に少なくとも1本の素線を挟んで選択された複数の素線により構成される平面コイルを並列に接続して電流が流されるようにしてもよい。

10

【0033】

(24)また、上記給電装置において本発明では、前記給電コイルは、2つの平面コイルから構成され、前記2つの平面コイルが直列接続されていることを特徴とする。

【0034】

(25)この場合に、前記2つの平面コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成され、各平面コイルの最内周の素線同士が接続されるように構成するとよい。

【0035】

(26)また、本発明では上記課題を解決するために、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルから、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルに対し電磁誘導を利用して電力を伝送するために使用される受電装置であって、前記受電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、受電側の前記平面コイル群の中から選択された平面コイルが電磁誘導に利用される受電装置を採用した。

20

【0036】

(27)また、本発明では上記課題を解決するために、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる給電コイルと、素線を渦巻状に巻いて形成した平面コイルからなる受電コイルとの間で電磁誘導を利用して電力を伝送する非接触式電力伝送装置に使用される電磁誘導用コイルであって、前記給電コイルは、複数の平面コイルで構成され、これら複数の平面コイルは、その素線が同一軸を中心として巻かれて形成され、かつ互いの自己インダクタンスの値が略同値とされた電磁誘導用コイルを採用することとした。

30

【0037】

(28)この電磁誘導用コイルに関し、前記給電コイルは、前記複数の平面コイルが一平面をなして構成されたことを特徴とする。

【0038】

(29)また、上記電磁誘導用コイルに関し、前記給電コイルを構成する複数の平面コイルは、中央に空間部がそれぞれ形成され、かつ、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、前記複数の平面コイルは、それぞれの前記空間部に外縁寸法の小さな平面コイルが順次配置され、前記複数の平面コイルは並列接続されていることを特徴とする。

40

【0039】

(30)この場合において、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち最内部に配された平面コイルの外縁寸法は、前記受電コイルの外縁寸法と略同寸に形成されるように構成するとよい。

【0040】

(31)また、上記電磁誘導用コイルにおいて、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルが、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された2つの平面コイルにより構成され、かつ前記2つの平面コイルは並列接続され、前記2つの平面コイルのそれぞれの巻数が前記受電コイルの巻数より

50

も少なくなるように構成する。

【 0 0 4 1 】

(3 2) あるいは、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれて形成され、前記平面コイル群には、この平面コイル群を構成する各平面コイルの中から電流を流す平面コイルを選択可能とする接続端子が設けられるようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

(3 3) あるいは、前記給電コイルを構成する平面コイルのうち少なくとも最内部に配された平面コイルは、並列に並べられた少なくとも 4 本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれて形成され、前記平面コイル群には、この平面コイル群を構成する各平面コイルの中から電流を流す複数の平面コイルを、選択されない他の平面コイルの素線をそれぞれの間に挟んで選択可能な接続端子が設けられ、選択された前記複数の平面コイルが並列に接続されるようにしてもよい。

10

【 0 0 4 3 】

(3 4) このような場合に、選択すべき前記平面コイルを構成する素線には、他の平面コイルと区別する識別手段を設けるとよい。

【 0 0 4 4 】

20

(3 5) また、上記の電磁誘導用コイルのように給電コイルを構成した場合において、前記受電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、受電側の前記平面コイル群には、この平面コイル群の中から電磁誘導に利用される平面コイルを選択可能な接続端子が設けられたことを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

(3 6) この場合においても、選択すべき平面コイルを構成する素線には、他の平面コイルと区別する識別手段を設けるとよい。

【 0 0 4 6 】

(3 7) また、本発明では上記電磁誘導用コイルにおいて、前記給電コイルを構成する平面コイルは、並列に並べられた 2 本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された 2 つの平面コイルにより構成され、かつ前記 2 つの平面コイルは並列接続され、前記 2 つの平面コイルのそれぞれの巻数が前記受電コイルの巻数よりも少ないことを特徴とする。

30

【 0 0 4 7 】

(3 8) あるいは、前記給電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれ、前記平面コイル群には、この平面コイル群を構成する各平面コイルの中から電流を流す平面コイルを選択可能とする接続端子が設けられている。

【 0 0 4 8 】

(3 9) あるいは、前記給電コイルは、並列に並べられた少なくとも 4 本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群を構成する各平面コイルは、前記受電コイルの巻数よりも少なく巻かれ、前記平面コイル群には、この平面コイル群を構成する各平面コイルの中から電流を流す複数の平面コイルを、選択されない他の平面コイルの素線をそれぞれの間に挟んで選択可能な接続端子が設けられ、選択された前記複数の平面コイルが並列に接続されている。

40

【 0 0 4 9 】

(4 0) このような場合において、選択すべき平面コイルを構成する素線には、他の平面コイルと区別する識別手段を設けるとよい。

【 0 0 5 0 】

(4 1) また、上記電磁誘導用コイルにおいて、給電コイルを上記のように構成した場

50

合、前記受電コイルは、並列に並べられた複数の素線が同一軸を中心に巻かれて形成された平面コイル群により構成され、前記平面コイル群には、この平面コイル群を構成する各平面コイルの中から電磁誘導に利用する平面コイルを選択可能とする接続端子が設けられるように構成するとよい。

【 0 0 5 1 】

(4 2) この場合にも、選択すべき平面コイルを構成する素線には、他の平面コイルと区別する識別手段が設けられている。

【 0 0 5 2 】

(4 3) そして、本発明では上記電磁誘導用コイルにおいて、前記給電コイルは、2つの平面コイルから構成され、前記2つの平面コイルが直列接続されていることを特徴とする。

10

【 0 0 5 3 】

(4 4) この場合において、前記2つの平面コイルは、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心に巻かれて形成され、各平面コイルの最内周の素線同士が接続される。

【 発明の効果 】

【 0 0 5 4 】

本発明によれば、非接触式電力伝送装置を構成する給電装置が共振回路を備えていることから、共振回路を構成している給電コイルとコンデンサと間で共振現象を起こさせている。これにより、回路のインピーダンスを最小とし、得られる電流を最大として最大限の電力を受電装置に伝送させることができる。

20

【 0 0 5 5 】

また、給電装置の給電コイルと受電装置の受電コイルとは相互インダクタンス及び結合係数により相互に影響し合っているが、給電装置が具備する共振回路のQ値を下げるために、給電コイルのインダクタンス値を下げている。このように給電側においてQ値を下げることで、受電側において、負荷抵抗が低い領域においては、受電コイル電圧を引き上げることができる。このことから、受電コイルの起電力を向上させることができる。一方、負荷抵抗が高い領域においては、負荷抵抗電流を引き下げることができる。このことから、発熱を抑えることができ、その結果、受電コイルの起電力を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

さらに、本発明によれば、Q値を下げることで、受電コイル電圧の負荷抵抗値に対する依存特性について、負荷抵抗が小さい領域では受電コイル電圧が上がり、負荷抵抗の大きな領域では受電コイル電圧が下がる。即ち、変化に対応する変化を減少させて電圧の変化を平坦にして、負荷抵抗に依存する領域を広くすることができる。これにより、従来では、電圧の変化が大きかったため、耐圧領域の広いICを選択しなければならなかったが、電圧の変化が減少して平坦にされることにより、耐圧領域の狭いICを選択する事が可能となる。

30

【 0 0 5 7 】

また、複数の渦巻状に巻かれた素線からなる平面スパイラルコイルの群で給電コイル及び受電コイルを構成し、その中から選択した平面スパイラルコイルのみを電磁誘導に使用する場合、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルの素線同士の間には、選択されない平面スパイラルコイルの素線が介在されることになる。このため、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルの素線同士が密着することがなく、その結果、近接効果が生じることを効果的に阻止することができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 本発明の第1実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【 図 2 】 図1に示す給電コイル及び受電コイルが対向された状態を示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の電力伝送装置の概要を示すブロック図である。

【 図 4 】 本発明の給電装置が具備する共振回路の等価回路図である。

50

【図 5】本発明にかかる第 1 給電コイルから第 3 給電コイルにより構成された給電コイルの平面図である。

【図 6】外形が六角形に形成された給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 7】本発明の第 2 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 8】図 7 に示す給電コイル及び受電コイルが対向された状態を示す断面図である。

【図 9】本発明の第 3 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 10】図 9 に示した給電コイル及び受電コイルが対向された状態における図 9 の A 部における A - A 断面の拡大図である。

【図 11】本発明の第 4 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 12】図 11 に示した給電コイル及び受電コイルが対向された状態における図 11 の B 部における B - B 断面の拡大図である。

【図 13】本発明の第 5 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 14】図 13 に示した給電コイル及び受電コイルが対向された状態における図 13 の C 部における C - C 断面の拡大図である。

【図 15】図 13 及び図 14 に示した実施例とは別の実施例にかかる第 5 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 16】図 15 に示した給電コイル及び受電コイルが対向された状態における図 15 の D 部における D - D 断面の拡大図である。

【図 17】本発明の第 6 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 18】本発明の第 7 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 19】本発明の第 8 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 20】本発明の第 9 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 21】図 20 に示した実施例とは別の実施例にかかる第 9 実施形態にかかる給電コイル及び受電コイルの平面図である。

【図 22】本発明の第 10 実施形態にかかる給電コイルのブロック図である。

【図 23】図 22 に示した給電コイルにおける部分断面図である。

【図 24】図 23 に示した給電コイルとは別の実施例にかかる第 10 実施形態にかかる給電コイルの部分断面図である。

【図 25】一般的なシングルタイプの給電コイルを使用した場合の負荷抵抗と受電コイル電圧との関係についてのシミュレーション結果を表すグラフである。

【図 26】本発明の非接触式電力伝送装置にかかる給電コイルを使用した場合の負荷抵抗と受電コイル電圧の関係についてのシミュレーション結果を表すグラフである。

【図 27】本発明の非接触式電力伝送装置と一般的なシングルタイプの給電コイルを使用した非接触式電力伝送装置とに関する、負荷抵抗に対する受電コイル電圧の関係を示したグラフである。

【図 28】本発明の非接触式電力伝送装置と一般的なシングルタイプの給電コイルを使用した非接触式電力伝送装置とに関する、負荷抵抗に対する負荷抵抗電流の関係を示したグラフである。

【図 29】本発明の非接触式電力伝送装置と一般的なシングルタイプの給電コイルを使用した非接触式電力伝送装置とに関する、負荷抵抗に対する消費電力の関係を示したグラフである。

【図 30】従来の電磁誘導を利用した電力伝送装置に使用される回路の等価回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0059】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0060】

[第 1 実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態の非接触式電力伝送装置 1 に使用される電磁誘導用コイ

10

20

30

40

50

ル 20, 31 である給電コイル 20 及び受電コイル 31 の平面図を示し、図 2 は、給電コイル 20 と受電コイル 31 とが相互に対向された状態を側方からみた断面図を示している。また、図 3 は、本発明の第 1 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置 1 の基本原理を表すブロック図を示し、図 4 は、その給電装置 10 が備える共振回路 13 の等価回路図を示している。

【0061】

まず、図 3 及び図 4 を参照して、非接触式電力伝送装置 1 の構成について説明する。

【0062】

非接触式電力伝送装置 1 は、給電装置 10 と受電装置 30 とから構成されている。

【0063】

給電装置 10 は、受電装置 30 に電力を供給する共振回路 13 と、共振回路 13 を駆動する駆動回路 15 と、駆動回路 15 を制御する制御回路 16 とを備えている。また、当該給電装置 10 の駆動に必要な電圧を印加するために、外部から供給される交流電圧を整流して所定の直流電圧を生成する AC/DC 変換回路 11 と、駆動回路 15 にパルス波を印加するためのパルス波発信装置 12 とを備えている。

【0064】

AC/DC 変換回路 11 には、例えば、電源ケーブルを介して、家庭用 AC 電源 (AC 100V ~ 240V) が供給される。そして、この AC/DC 変換回路 11 は、供給された家庭用交流電圧を所定の直流電圧に変換し、変換した直流電圧を出力する。なお、この AC/DC 変換回路 11 は、変換した直流電圧を、給電装置 10 が備える図示しない別回路 (例えば、外部機器との通信を行う通信制御回路) に出力し、当該別回路を駆動している。

【0065】

パルス波発信装置 12 には、AC/DC 変換回路 11 から出力された直流電圧が入力される。そして、パルス波発信装置 12 は、例えば 0V - 5V のパルス波を駆動回路 15 に出力している。ただし、パルス波発信器 12 により発信されるパルス波のハイレベルにおける電圧は、仕様に応じ適切な値を発信すればよい。

【0066】

共振回路 13 は、一次側コンデンサ 14 及び給電コイル 20 を備えた LC 直列回路から構成されており、駆動回路 15 からの出力に基づいて電磁誘導を生じさせ、受電装置 30 に設けられた受電コイル 31 に交流電圧を発生させている。この実施形態では、給電コイル 20 は二つの平面スパイラルコイル 21, 22 が並列接続されて構成されている。なお、図 4 は、共振回路 13 として、LCR 直列回路を示しているが、図 4 に示した符号 17 はキャパシタを駆動する回路の内部抵抗 R_p を表している。

【0067】

駆動回路 15 には、パルス波発信装置 12 から発信されたパルス波が入力される。この駆動回路 15 は、制御回路 16 によって入力された交流電圧を共振回路 13 に出力するかどうかの制御が行われつつ共振回路 13 へパルス波を出力している。

【0068】

そして、制御回路 16 は、図示しない制御部の制御に基づいて駆動回路 15 を駆動させるかどうかを制御している。

【0069】

一方、受電装置 30 は、給電装置 10 の共振回路 13 の駆動に伴う電磁誘導により起電力が生ずる受電コイル 31 と、受電コイル 31 に発生した起電力の電力変換を行う電力変換回路 32 とを備えている。なお、この受電装置 30 の回路に生じる負荷抵抗を符号 33 で表している。

【0070】

受電コイル 31 は、給電コイル 20 に印加された電圧に伴ってこの受電コイル 31 の両端に電圧を発生させて誘導電流を発生させ、電力変換回路 32 に出力している。

【0071】

電力変換回路 3 2 は、整流回路を有し、入力された交流電流を直流電流に変換して図示しない充電器または電子機器に出力するようになっている。なお、例えば、整流回路は、ダイオードブリッジ回路によって構成されている。

【 0 0 7 2 】

次に、図 1 及び図 2 を参照して電磁誘導用コイル 2 0 , 3 1 の構成を説明する。

【 0 0 7 3 】

給電コイル 2 0 は、外側に配置された第 1 給電コイル 2 1 と、内側に配置された第 2 給電コイル 2 2 から構成されている。これら第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 はいずれも平坦な平面スパイラルコイルにより構成されている。

【 0 0 7 4 】

第 1 給電コイル 2 1 は、その素線 2 1 a が渦巻状に巻かれてドーナツ状に形成されており、その中央に空間部が設けられ、この空間部がコイル収容部 2 5 として構成されている。一方、第 2 給電コイル 2 2 も、その素線 2 2 a が渦巻状に巻かれて形成されており、その中心には素線 2 2 a の存在しない空間部が設けられている。即ち、第 2 給電コイル 2 2 は空芯平面スパイラルコイルである。そして、第 2 給電コイル 2 2 は、第 1 給電コイル 2 1 に形成されたコイル収容部 2 5 の内側に収容されている。コイル収容部 2 5 に第 2 給電コイル 2 2 が収容された状態において、給電コイル 2 0 の厚み方向に関し、第 1 給電コイル 2 1 から第 2 給電コイル 2 2 が突出することのないように第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 は一平面をなしている。なお、第 2 給電コイル 2 2 を第 1 給電コイル 2 1 のコイル収容部 2 5 に収容する際に、第 1 給電コイル 2 1 の内縁と、第 2 給電コイル 2 2 の外縁との間に少なくとも 1 mm の隙間を形成するとよい。

【 0 0 7 5 】

これら第 1 給電コイル 2 1 と第 2 給電コイル 2 2 とは、両者が同一方向に磁束を形成させるように並列接続されている。例えば、第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 の双方を時計回りに外から内に巻いて形成した場合、第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 の外周側の素線 2 1 a , 2 2 a 同士を接続すると共に、第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 の内周側の素線 2 1 a , 2 2 a 同士を接続し、両者を並列接続する。

【 0 0 7 6 】

また、第 1 給電コイル 2 1 のインダクタンスの値と、第 2 給電コイル 2 2 のインダクタンスの値は略同値となるように、第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 は形成されている。これにより、給電コイル 2 0 に電流を流した際に、第 1 給電コイル 2 1 と第 2 給電のいずれかにのみ流れてしまうことを防止し、第 1 給電コイル 2 1 と第 2 給電の双方に電流が流れることを確保している。

【 0 0 7 7 】

一方、受電コイル 3 1 も、素線 3 1 a を渦巻状に巻いて形成した平面スパイラルコイルから構成されている。この受電コイル 3 1 は、その外径が第 2 給電コイル 2 2 の外径とほぼ同寸に形成されると共に、その中心部には素線 3 1 a の存在しない空間部が形成されている。即ち、給電コイル 2 0 は空芯平面スパイラルコイルとして構成され、その外径及び内径はともに第 2 給電コイル 2 2 とほぼ同寸に形成されている。

【 0 0 7 8 】

以上の給電装置 1 0 及び受電装置 3 0 を用いて給電装置 1 0 から受電装置 3 0 に電力伝送する際には、図 2 に示すように、給電コイル 2 0 と受電コイル 3 1 とを相互に対向させて、両者の間で電磁誘導を生じさせることで行われる。給電コイル 2 0 と受電コイル 3 1 とを対向させる際には、給電コイル 2 0 と受電コイル 3 1 との中心をできるだけ一致させる。

【 0 0 7 9 】

次に、本実施形態にかかる非接触式電力伝送装置 1 における電力伝送の基本原理について説明する。

【 0 0 8 0 】

この非接触式電力伝送装置 1 では、電磁誘導を利用して給電装置 1 0 から受電装置 3 0

10

20

30

40

50

に電力を伝送している。即ち、受電装置 30 が備える受電コイル 31 の起電力は、給電コイル 20 により形成される磁束が受電コイル 31 を鎖交する磁束の大きさに影響を受ける。そして、給電コイル 20 が形成する磁束の大きさは、給電コイル 20 を流れる電流により決定される。このことから、給電コイル 20 に流れる電流を大きく、発生する電圧を低下させることが、伝送効率を向上させて受電コイル 31 の起電力を向上させるためには重要である。

【0081】

この点に関し、本実施形態委かかる非接触式電力伝送装置 1 では、給電装置 10 が共振回路 13 を備えていることから、共振回路 13 において、給電コイル 20 と一時側コンデンサ 14 と間で共振現象を起こさせている。これにより、デジタル信号が正弦波形に変換され、かつ、共振状態においては、回路のインピーダンスが最小となり、得られる電流が最大となる。このような給電装置 10 の共振を利用して最大限の電力を受電装置 30 に伝送させている。

【0082】

また、電磁誘導を利用する場合、受電装置 30 が備える受電コイル 31 の電力は、電圧の 2 乗に比例し、抵抗値に反比例をする。このため、受電コイル 31 に発生する電圧の低下を防止することも重要である。より詳細には、受電コイル電圧の負荷抵抗 R_L の依存性について、負荷抵抗 R_L が低い領域では受電コイル電圧を上昇させる一方で、負荷抵抗 R_L の高い領域では受電コイル電圧を低下させることで、受電コイル電圧を負荷抵抗 R_L 変化に対し一定に保たれることがきわめて重要となる。

【0083】

以上の点について、給電装置 10 が共振回路 13 を備えている。共振回路 13 では、コイルに発生する電圧は、 Q 値に影響を受け、 Q 値が定めればコイルに生じる電圧を決定することから、 Q 値に着目する。なお、 Q 値とは共振の度合いや鋭さを表す値であり、 Q の値が低いということは共振を素早くコントロールし、素早くとめることができていることを示し、逆に Q 値が高いということは共振が長く続いているということである。この Q 値は次の式 (1) で表される。

【0084】

$$Q = 1 / R \times (L / C) \cdots (1)$$

【0085】

式 (1) から明らかなように、 Q 値は、抵抗値 R と、キャパシタンス C の平方根の値に反比例し、インダクタンス L の平方根の値に比例する。 Q 値を小さくするには、抵抗値 R を大きくするか、キャパシタンス C を大きくするか、又はインダクタンス L を小さくすることが必要である。

【0086】

この点に関し、仮に抵抗値 R を大きくすると発熱し、キャパシタンス C を大きくすれば共振周波数が低下するという不都合がある。このため、インダクタンス L をさげることが最適である。

【0087】

ここで、本実施形態の給電コイル 20 のように第 1 給電コイル 21 の内側に第 2 給電コイル 22 を配置した場合における合成インダクタンスを求める。第 1 給電コイル 21 と第 2 給電コイル 22 の合成インダクタンスを L_L 、第 1 給電コイル 21 のインダクタンスを L_{p1} 、第 2 給電コイル 22 のインダクタンスを L_{p2} とする。合成インダクタンス L_L を L_{p1} と L_{p2} とで表すと次の式 (2) で表すことができる。

【0088】

$$L_L = L_{p1} \times L_{p2} / (L_{p1} + L_{p2}) \cdots (2)$$

【0089】

いま、第 2 給電コイル 22 のインダクタンス L_{p2} の値が第 1 給電コイル 21 のインダクタンス L_{p1} と同値であるとすれば、合成インダクタンス L_L は、式 (3) のように表すことができる。

【0090】

$$L L = L p 1 / 2 \cdots (3)$$

【0091】

このように、本実施形態にかかる給電装置10の給電コイル20によれば、一般的なシングルタイプの平面スパイラルコイルと比較してインダクタンスの値を約半分に低下させることができることになる。

【0092】

このように、給電コイル20のインダクタンスの値を低下させるとで、給電装置10が備える共振回路13のQ値を下げるができる。そして、給電装置10のQ値を下げることで、受電装置30では、受電コイル31の電圧は、負荷抵抗RLの変化に対し、より一定に維持され、使用したい実用領域における電圧を上昇せしめ、受電コイル電圧の負荷抵抗値の変化に対応する変化を減少させて電圧の変化を平坦にして、負荷抵抗に依存する領域を広くすることができる。

10

【0093】

既述のように、受電装置30は、電力変換回路32を具備している。この電力変換回路32には種々のICが使用される。一般的なシングルタイプの平面スパイラルコイルを使用していた場合には、電圧の変化が大きかったため、耐圧領域の広いICを選択しなければならなかったが、電圧の変化が減少して平坦にされることにより、耐圧領域の狭いICを選択する事が可能となる。

【0094】

20

以上、給電コイルとして2つの平面スパイラルコイルを使用した2重コイルの場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、平面スパイラルコイルを3つ以上使用した多重コイルを使用して給電コイルを形成してもよい。

【0095】

図5は、3つの平面スパイラルコイルを使用して給電コイル40を形成したものを示している。

【0096】

この給電コイル40は、中央に空間部がそれぞれ形成された平面スパイラルコイルが用いられている。各平面スパイラルコイルは、相互の内縁寸法及び外縁寸法が順次小さくなるように形成され、外側から順に第1給電コイル41、第2給電コイル、第3給電コイルのように配置されている。

30

【0097】

具体的には、第2給電コイル42の外径は、第1給電コイル41の内径より小さく形成され、第3給電コイル43の外径は第2給電コイル42の内径より小さく形成されている。そして、第1～第3の給電コイル41、42、43は、第2給電コイル42が第1給電コイル41の中央に形成された空間部の内側に配置され、さらに、第3給電コイル43は、第2給電コイル42の中央に形成された空間部の内側に配置されている。この場合においても、第1給電コイル41の内縁と第2給電コイル42の外縁との間、及び第2給電コイル42の内縁と第3給電コイル42の外縁との間にはそれぞれ1mm以上の隙間を形成するとよい。

40

【0098】

また、第1～第3の給電コイル41、42、43は、給電コイル40の厚み方向に関し、相互に突出することなく平面状をなしている。さらに、第1～第3の給電コイル41、42、43は、それぞれの最外周に位置する素線同士が接続されると共に、最内周に位置する素線同士が接続されて並列接続されている。

【0099】

なお、このように複数の平面スパイラルコイルで給電コイルを形成した場合においても、最も内側に配置された平面スパイラルコイルの外径は、受電コイルの外径と略同寸に形成するよい。

【0100】

50

以上、平面スパイラルコイルの外形が円形であるものを例に説明したが、平面スパイラルコイルの外形は三角形、四角形、五角形、六角形などの多角形に形成してもよい。

【0101】

図6は、六角形に形成した電磁誘導コイルを示している。

【0102】

給電コイル45は、外寸が大きく形成された第1給電コイル46と外寸の小さく形成された第2給電コイル47とから構成されている。第1給電コイル46は、その外形が六角形となるようにその素線が渦巻状に巻かれ、中央には素線の存在しない空間部が形成されている。同様に、第2給電コイル47も、その中央に空間部が形成されるようにして、外形が六角形をなすように渦巻状に素線が巻かれて形成されている。そして、第1給電コイル46を構成する素線と第2給電コイル47を構成する素線とは、同一軸が中心となるように巻かれて構成されるように、第1給電コイル46の中央に形成された空間部の内側に第2給電コイル47が配置されて給電コイル45は構成される。

10

【0103】

なお、この給電コイル45についても、第1給電コイル46と第2給電コイルとが、厚み方向に関して相互に突出されることなく平面状をなしている。また、第1給電コイル46の内縁と、第2給電コイル47の外縁との間には1mm以上の隙間を形成するとよい。

【0104】

一方、受電コイル48も、その外形が六角形をなすようにして素線が渦巻状に巻かれて構成されている。この受電コイル48は、その外縁寸法及び内縁寸法が給電コイル45のうち、内側に配置されている第2給電コイル47の外縁寸法及び内縁寸法とほぼ同寸に形成されている。

20

【0105】

[第2実施形態]

次に、図7及び図8を参照して、本発明の第2実施形態について説明する。

【0106】

既述のように、電磁誘導を利用して電力伝送するには、給電装置10が備える共振回路13のQ値を下げるのが効果的である。この第2実施形態においても、Q値を下げるために採用した構成である。なお、この第2実施形態は、電磁誘導用コイル50、60の構成のみが第1実施形態にかかる非接触式電力伝送装置1とは異なり、その他の給電装置10の構成及び受電装置30の構成は同じであるので、ここでは電磁誘導用コイル50、60についてのみ説明する。

30

【0107】

この電磁誘導用コイル50、60をなす給電コイル50も、2個の平面スパイラルコイル51、52から構成されている。給電コイル50は、2個の平面スパイラルコイル51、52を構成するそれぞれの素線51a、52aが並列に並べられ、並べられた状態で渦巻状に巻かれるようにして構成されている。各素線51a、52aが並列に並べられた状態で渦巻状に巻かれることにより、給電コイル50を半径方向に見た場合、各平面スパイラルコイル51、52を構成するそれぞれの素線51a、52aは交互に並べられる。そして、形成された給電コイル50は、一平面を構成している。この給電コイル50についても、二つの平面スパイラルコイル51、52は、それぞれの最外周の素線51a、52a同士が接続されると共に、最内周の素線51a、52a同士が接続されて並列に接続される。なお、この給電コイル50においても、その中心部分には、素線51a、52aが存在しない空間部が設けられ、空芯平面スパイラルコイルとなされている。

40

【0108】

なお、2個の平面スパイラルコイル51、52は、素線径及び素線長がほぼ同寸の同一材料の素線によって形成されており、両者のインダクタンス値は略同値となされている。

【0109】

一方、受電コイル60は、1本の素線60aが渦巻状に巻かれ構成された平面スパイラルコイルである。その外径は給電コイル50の外径とほぼ同寸に形成されている。また、

50

中心部分には素線 60a の存在しない空間部が形成されており、空芯平面スパイラルコイルとなされている。その中心部分に形成される空間部の内径も、給電コイル 50 の中央部分に形成された空間部の内径とほぼ同寸に形成されている。

【0110】

これら給電コイル 50 と受電コイル 60 を使用して電力伝送を行う際には、図 8 に示すように、給電コイル 50 と受電コイル 60 とを対向させる。この際、両者の中心がほぼ一致されるように配置する。

【0111】

次に、本実施形態にかかる電磁誘導用コイル 50, 60 の基本的な考え方について説明する。

【0112】

この実施形態においても、インダクタンス値を下げることで Q 値を下げて電力伝送の効率を向上させている点で第 1 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置 1 と基本思想は同様である。この給電コイル 50 では、インダクタンス値を下げるために、平面スパイラルコイル 51, 52 の巻数を少なくしている。もっとも、単純に巻数を少なくしたのでは、給電コイル 50 の外寸が小さくなる。そうすると、給電コイル 50 と受電コイル 60 との間で磁束の漏れが生じてしまう。

【0113】

このため、給電コイル 50 の巻数を少なくしつつ、外寸を維持するために、2 個の平面スパイラルコイル 51, 52 を構成するそれぞれの素線 51a, 52a を並列に並べ、並べられた状態で素線 51a, 52a を渦巻状に巻いて給電コイル 50 を構成しているのである。

【0114】

この第 2 実施形態に関しても、給電装置 10 は、給電コイル 50 をその構成要素とする共振回路 13 を備えているため、共振回路 13 において、給電コイル 20 とコンデンサ 14 と間で共振現象を起こさせている。これにより、デジタル信号が正弦波形に変換され、かつ、共振状態においては、回路のインピーダンスが最小となり、得られる電流が最大となる。このような給電装置 10 の共振を利用して最大限の電力を受電装置 30 に伝送させている。

【0115】

また、給電コイル 50 を第 2 実施形態のように形成することで、給電装置 10 が備える共振回路 13 の Q 値を下げることができ、受電コイル電圧の負荷抵抗 R_L の依存性について、負荷抵抗 R_L が低い領域では受電コイル電圧を上昇させる一方で、負荷抵抗 R_L の高い領域では受電コイル電圧を低下させて、受電コイル電圧を負荷抵抗 R_L 変化に対し一定にすることができる。

【0116】

なお、第 2 実施形態についても、給電コイル及び受電コイルの外形は三角形、四角形、五角形、六角形などの多角形に形成してもよい。

【0117】

[第 3 実施形態]

次に、図 9 及び図 10 を参照して本発明の第 3 実施形態について説明する。図 9 は給電コイル 70 及び受電コイル 80 の平面図を示し、図 10 は、対向された給電コイル 70 及び受電コイル 80 における、図 9 の A 部における A - A 断面の拡大図を示したものである。なお、この実施形態においても、電磁誘導用コイル 70, 80 の構成のみが第 1 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置 1 とは異なり、その他の給電装置 10 の構成及び受電装置 30 の構成及び作用は、図 3 に示したものと同一であるので、電磁誘導用コイル 70, 80 についてのみ説明する。

【0118】

給電コイル 70 は、3 つの平面スパイラルコイル 71, 72, 73 の群から構成されている。この給電コイル 70 は、各平面スパイラルコイル 71, 72, 73 を構成している

10

20

30

40

50

素線が並列に並べられ、これら 3 本の素線が一つの中心軸を中心として渦巻状に巻かれ、平面状に形成されている。これら 3 つの平面スパイラルコイル 7 1 , 7 2 , 7 3 は、その素線径及び素線長が相互に同寸の同一材料の素線により形成されている。このため、3 つの平面スパイラルコイルのインダクタンス値は略同値となっている。

【 0 1 1 9 】

この給電コイル 7 0 について、給電コイル 7 0 の最外周を第 1 周目とした場合、図 1 0 に示すように、各周では、外側に平面スパイラルコイル 7 1 の素線が位置し、中央に平面スパイラルコイル 7 2 の素線が位置し、そして内側に平面スパイラルコイル 7 3 の素線が位置している。なお、この図 1 0 では外側から数え第 n 周目から第 $n + 4$ 周目までを示している。

10

【 0 1 2 0 】

そして、この給電コイル 7 0 では、各平面スパイラルコイル 7 1 , 7 2 , 7 3 の最外周及び最内周においてそれぞれの素線の端部に接続端子を設けている。これにより、共振回路 1 3 にこれら接続端子を選択して接続するようにして、3 つの平面スパイラルコイル 7 1 , 7 2 , 7 3 のうち、いずれか一つのコイルを択一的に選択可能になっており、選択した平面スパイラルコイルにのみ電流を流して電磁誘導に利用する。例えば、図 9 及び図 1 0 に示すように、平面スパイラルコイル 7 2 を選択して共振回路 1 3 に接続し、他の平面スパイラルコイル 7 1 , 7 3 は、共振回路 1 3 には接続しないことで、平面スパイラルコイル 7 2 のみを電磁誘導に利用する。もっとも、選択する平面スパイラルコイルは、他のものを選択しても構わない。

20

【 0 1 2 1 】

一方、受電コイル 8 0 は、一本の素線が渦巻状に巻かれ平面状に形成されている。この受電コイル 8 0 は、給電コイル 7 0 を構成する 3 つの平面スパイラルコイル 7 1 , 7 2 , 7 3 の素線と素線径が同寸の素線が使用されて、その外径及び内径が給電コイル 7 0 の外径及び内径と略同寸に形成されている。

【 0 1 2 2 】

このように、給電コイル 7 0 と受電コイル 8 0 とを形成した場合、給電コイル 7 0 においては、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルは、3 つのうち 1 つだけなので、電磁誘導に利用される給電コイル 7 0 の平面スパイラルコイルは、その巻数が受電コイル 8 0 の巻数の $1 / 3$ となる。

30

【 0 1 2 3 】

この第 3 実施形態では、給電コイル 7 0 において電磁誘導に利用する平面スパイラルコイルの巻数を少なくすることでインダクタンス値を減少させることができ、その結果、Q 値を下げている。

【 0 1 2 4 】

そして、第 3 実施形態においても、給電装置 1 0 は、給電コイル 5 0 をその構成要素とする共振回路 1 3 を備えているため、共振回路 1 3 において、給電コイル 2 0 とコンデンサ 1 4 と間で共振現象を起こさせている。これにより、デジタル信号が正弦波形に変換され、かつ、共振状態においては、回路のインピーダンスが最小となり、得られる電流が最大となる。このような給電装置 1 0 の共振を利用して最大限の電力を受電装置 3 0 に伝送させている。

40

【 0 1 2 5 】

また、給電装置 1 0 が備える共振回路 1 3 の Q 値を下げることで、受電コイル電圧の負荷抵抗 R_L の依存性について、負荷抵抗 R_L が低い領域では受電コイル電圧を上昇させる一方で、負荷抵抗 R_L の高い領域では受電コイル電圧を低下させて、受電コイル電圧を負荷抵抗 R_L 変化に対し一定にすることができる。

【 0 1 2 6 】

さらに、この第 3 実施形態においては、給電コイル 7 0 において、3 つの平面スパイラルコイル 7 1 , 7 2 , 7 3 のうちいずれか一つを利用するため、給電コイル 7 0 の内側に位置する素線と外側に位置する素線との間に、いわゆる近接効果が生じることがない。例

50

えば、図10に示すように、平面スパイラルコイル72を選択し、平面スパイラルコイル72にのみ電流を流した場合、平面スパイラルコイル72を構成する素線同士の間には、選択しなかった平面スパイラルコイル71と平面スパイラルコイル73の素線が存在する。このため、平面スパイラルコイル72の素線同士が相互に密着することが無く、近接効果が生じることがないのである。

【0127】

なお、給電コイル70において、選択すべき平面スパイラルコイルの素線に着色したり、あるいは端子部分にビニールチューブ等の目印を付けるなどして、選択すべき平面スパイラルコイルを他の平面スパイラルコイルと区別するための識別手段を設けるとよい。

【0128】

以上、給電コイルを3つの平面スパイラルコイルの群で構成した場合について説明したが、これには限定されず、2つの平面スパイラルコイルの群で給電コイルを構成したり、4つ以上の平面スパイラルコイルの群で給電コイルを構成してもよい。なお、給電コイルを3つ以外の平面スパイラルコイル群で構成した場合においても、共振回路に接続して電磁誘導に利用するものを択一的に選択する。

【0129】

このように、給電コイルをN回巻の複数の平面スパイラルコイル群で構成することで、インダクタンスの値を受電コイルのインダクタンスの値に対し $1/N$ とすることができる。そして、給電コイルを所望の巻数に形成することで、給電コイルと受電コイルのインダクタンス比を任意に設定することができる。しかも、電磁誘導に利用するコイルをN個の中から選択するように構成することで、電流の流れる素線同士が密着することが無く、近接効果の発生を効果的に防止できる。

【0130】

なお、この第3実施形態についても、給電コイル及び受電コイルの外形は三角形、四角形、五角形、六角形などの多角形に形成してもよい。

【0131】

[第4実施形態]

次に図11及び図12を参照して本発明の第4実施形態について説明する。図11は、第4実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用する給電コイル90と受電コイル100の平面図を示し、図12は、対向された給電コイル90と受電コイル100とに関し、図11のB部のB-B断面に於いての拡大部分断面図を示したものである。

【0132】

給電コイル90は、4つの平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94の群により構成されている。4つの平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94の群は、並列に並べられた4本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれるようにして平面状に形成される。図12は、給電コイル90を構成している各平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94について、外側から第n周目の素線と第n+1周目の素線の配列を示している。各周において、各平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94の素線は、外側から平面スパイラルコイル91の素線、平面スパイラルコイル92の素線、平面スパイラルコイル93の素線、平面スパイラルコイル94の素線の順に配列されている。

【0133】

なお、給電コイル90を構成している各平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94は、その素線は、同寸の素線径のものが使用されている。また、各平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94の素線長は略同寸に形成されている。このため、各平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94のインダクタンス値は略同値となっている。

【0134】

これに対し、受電コイルは、1本の素線が渦巻状に巻かれ、かつ、平面状に形成されることで構成されている。給電コイルの外径は受電コイルの外径と略同寸に形成されているため、給電コイルを構成する各平面コイルは、受電コイルの巻数の $1/4$ の巻数である。

【0135】

そして、この給電コイルで90についても、各平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94の最外周及び最内周においてそれぞれの素線の端部に接続端子を設けている。これにより、共振回路13にこれら接続端子を選択して接続するようにして、4つの平面スパイラルコイル91, 92, 93, 94の中から所望のコイルを選択可能になっている。この給電コイル90については、給電コイル90を構成する4つの平面コイル群の中から、素線が最も外側に位置するように巻かれた平面スパイラルコイル91と、コイル群の中から、外側から3番目に位置する平面スパイラルコイル93とが選択され、この2つの平面スパイラルコイル91, 93が共振回路に接続されて電磁誘導に利用される。2つの平面スパイラルコイル91, 93を選択することで、第n周目においては、平面スパイラルコイル91と、平面スパイラルコイル93との間には、平面スパイラルコイル92が介在し、第n周目と第n+1周目においては、平面スパイラルコイル91と、平面スパイラルコイル93との間には、平面スパイラルコイル94が介在することになる。

10

【0136】

このように、この給電コイル90では、電磁誘導に利用するために選択された平面スパイラルコイル同士の間には、選択されない平面スパイラルコイルが介在し、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルの素線同士が相互に密着しあわないように構成される。

【0137】

そして、選択された2つの平面スパイラルコイル91, 93は、それぞれの最外周を構成する素線同士が接続されると共に、最内周の素線同士が接続されて両者が並列接続される。なお、選択された2つの平面スパイラルコイル91, 93の素線には、他の平面スパイラルコイル92, 94と区別するために、色を付けたり、端子部分にビニールチューブ等の目印を付けるなどして識別可能にされる。

20

【0138】

以上のように構成することで、この第4実施形態でも、給電コイル90のインダクタンス値を減少させることができ、その結果、Q値を下げている。そして、給電コイル90を備えた給電装置10の共振回路13では、給電コイル20とコンデンサ14と間で共振現象が生じ、デジタル信号が正弦波形に変換され、かつ、共振状態においては、回路のインピーダンスが最小となり、得られる電流が最大となる。このような給電装置10の共振を利用して最大限の電力を受電装置30に伝送させている。

【0139】

30

また、給電装置10が備える共振回路13のQ値を下げることで、受電コイル電圧の負荷抵抗RLの依存性について、負荷抵抗RLが低い領域では受電コイル電圧を上昇させる一方で、負荷抵抗RLの高い領域では受電コイル電圧を低下させて、受電コイル電圧を負荷抵抗RL変化に対し一定にすることができる。

【0140】

さらに、給電コイル90において、電磁誘導に利用するために選択される平面スパイラルコイルは、選択されない平面スパイラルコイルを間に介在させているため、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルの素線同士が相互に密着せず、近接効果が生じることがない。

【0141】

40

以上、平面スパイラルコイル91, 93を選択した場合について説明したが、平面スパイラルコイル92, 94を選択して給電コイル90を構成してもよい。この場合、選択した平面スパイラルコイル92, 94の素線の間には、選択しなかった平面スパイラルコイル91, 93の素線が介在される。このため、近接効果の発生を防止できる。

【0142】

また、給電コイルが4つの平面スパイラルコイルの場合を例に説明したが、5つ以上の平面スパイラルコイルの群で給電コイルを構成してもよい。この場合にも、電磁誘導に利用するために選択する平面スパイラルコイルの間には、選択されない平面スパイラルコイルの素線が介在されるようにして給電コイルを構成する。

【0143】

50

この第4実施形態においても、給電コイルを構成する平面スパイラルコイルの数を変更して、各平面スパイラルコイルの巻数と受電コイルの巻数との比率を変化させることで、給電コイルのインダクタンスと受電コイルのインダクタンスの比率を自在に設定できる。

【0144】

なお、この第4実施形態においても、給電コイル及び受電コイルの外形は三角形、四角形、五角形、六角形などの多角形に形成してもよい。

【0145】

[第5実施形態]

次に図13及び図14を参照して本発明の第5実施形態について説明する。図13は、給電コイル110及び受電コイル120の平面図を示し、図14は、対向された給電コイル110及び受電コイル120における、図13のC部におけるC-C断面の拡大図を示したものである。なお、この実施形態においても、電磁誘導用コイル70、80の構成のみが第1実施形態にかかる非接触式電力伝送装置1とは異なり、その他の給電装置10の構成及び受電装置30の構成及び作用は、図3に示したものと同一であるので、電磁誘導用コイル110、120についてのみ説明する。

【0146】

給電コイル110は、3つの平面スパイラルコイル111、112、113の群から構成されている。この給電コイル110は、各平面スパイラルコイル111、112、113を構成する素線が並列に並べられ、これら3本の素線が一つの中心軸を中心として渦巻状に巻かれるようにして、平面状に形成されている。これら3つの平面スパイラルコイル111、112、113は、その素線径及び素線長が相互に同寸で、かつ、同一材料の素線により形成されている。このため、3つの平面スパイラルコイル111、112、113のインダクタンス値は略同値となっている。

【0147】

この給電コイル110は、その最外周を第1周目とした場合、図14に示すように、各周では、外側に平面スパイラルコイル111の素線が位置し、中央に平面スパイラルコイル112の素線が位置し、そして内側に平面スパイラルコイル113の素線が位置している。なお、この図14では外側第n周目と第n+1周目を示している。

【0148】

そして、この給電コイル110についても、各素線の端部には端子が設けられ、3つの平面スパイラルコイル111、112、113のうち、いずれか一つのコイルを択一的に選択可能になっており、選択した平面スパイラルコイルにのみ電流を流して電磁誘導に利用する。例えば、図13及び図14に示すように、平面スパイラルコイル112を選択して共振回路13に接続し、他の平面スパイラルコイル111、113は、共振回路には接続しないことで、平面スパイラルコイル112のみを電磁誘導に利用する。もっとも、選択する平面スパイラルコイルは、他のものを選択しても構わない。

【0149】

一方、受電コイル120は、2つの平面スパイラルコイル121、122から構成されている。受電コイル120は、並列に並べられた2本の素線が渦巻状に巻かれ平面状に形成されている。この受電コイル120は、給電コイル110を構成する3つの平面スパイラルコイル111、112、113の素線と素線径が同寸の素線が使用されて、その外径及び内径が給電コイル110の外径及び内径と略同寸に形成されている。そして、平面スパイラルコイル121、122の各素線の端部には端子が設けられており、そのいずれかを回路に接続可能となっていて、2つの平面スパイラルコイル121、122のうち一方のみが選択されて電磁誘導に利用される。

【0150】

この第5実施形態のように、給電コイル110と受電コイル120とを形成した場合、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルのインダクタンス比は、2:3となり、給電コイル110において電磁誘導に利用する平面スパイラルコイルのインダクタンス値を小さくし、その結果、Q値を下げている。

【0151】

そして、第5実施形態においても、給電装置10の共振回路13において、給電コイル20とコンデンサ14と間で共振現象が生じ、印加されたデジタル信号が正弦波形に変換される。また、共振状態においては、回路のインピーダンスが最小となり、得られる電流が最大となる。このような給電装置10の共振を利用して最大限の電力を受電装置30に伝送させている。

【0152】

また、給電装置10が備える共振回路13のQ値を下げることで、受電コイル電圧の負荷抵抗RLの依存性について、負荷抵抗RLが低い領域では受電コイル電圧を上昇させる一方で、負荷抵抗RLの高い領域では受電コイル電圧を低下させて、受電コイル電圧を負荷抵抗RL変化に対し一定にすることができる。

10

【0153】

さらに、この第5実施形態においては、給電コイル110及び受電コイル120のいずれについても、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイルの素線同士の間には、選択しない平面スパイラルコイルの素線が介在するため、近接効果の発生を防止できる。

【0154】

なお、給電コイル110及び受電コイル120のいずれについても、選択すべき平面スパイラルコイルの素線に着色したり、あるいは端子部分にビニールチューブ等の目印を付けるなどして、選択すべき平面スパイラルコイルを他の平面スパイラルコイルと区別するための識別手段を設けるとよい。

20

【0155】

以上、給電コイルを3つの平面スパイラルコイルの群で構成し、受電コイルを2つの平面スパイラルコイルで構成した場合について説明したが、これには限定されず、給電コイルを構成する平面スパイラルコイルの数を、受電コイルを構成する平面スパイラルコイルの数より多くして、給電コイルの巻数を受電コイルの巻数よりも少なくするのであれば、給電コイル及び受電コイルを他の数の平面スパイラルコイルで構成してもよい。

【0156】

このように、給電コイルをN回巻の複数の平面スパイラルコイル群で構成する一方で、受電コイルをM回巻の複数の平面スパイラルコイル群で構成し、その巻数比をN:M(ただし、 $N < M$)とすれば、これに対応して給電コイルのインダクタンスの値と受電コイルのインダクタンスの値との比率をN:M(ただし、 $N < M$)と自在に設定することが可能となる。

30

【0157】

なお、給電コイルと受電コイルのインダクタンス比を自在に変更可能とする場合、図15及び図16に示すように給電コイル及び受電コイルを設けてもよい。

【0158】

図15及び図16は、第5実施形態における別の実施例を示したものである。図15は給電コイル130及び受電コイル140の平面図を示し、図16は、対向する給電コイル130及び受電コイル140における図15のD部のD-D断面の拡大図を示したものである。

40

【0159】

給電コイル130は、第3実施形態の給電コイル90と同様の構成からなり、4つの平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134の群により構成されている。4つの平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134の群は、並列に並べられた4本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれるようにして平面状に形成される。図16は、給電コイル130を構成している各平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134について、外側から第n周目の素線と第n+1周目の素線の配列を示している。各周において、各平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134の素線は、外側から平面スパイラルコイル131の素線、平面スパイラルコイル132の素線、平面スパイラルコイル133の素線、平面スパイラルコイル134の素線の順に配列されている。

50

【0160】

なお、各平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134は、素線径及び素線長が略同寸の同一材料の素線から形成されており、各平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134のインダクタンス値は略同値となされている。

【0161】

一方、受電コイル140は、2つの平面スパイラルコイル141, 142から構成されている。受電コイル140は、並列に並べられた2本の素線が渦巻状に巻かれ平面状に形成されている。この受電コイル140は、給電コイル130を構成する4つの平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134の素線と素線径が同寸の素線が使用されて、その外径及び内径が給電コイル130の外径及び内径と略同寸に形成されている。

10

【0162】

この実施例における給電コイル130では、4つの平面スパイラルコイル131, 132, 133, 134のうち2つの平面スパイラルコイル131, 133が選択され、選択された2つの平面スパイラルコイル131, 133は、それぞれの最外周に位置する素線同士が接続されると共に、最内周の素線同士が接続されて並列接続される。そして、2つの平面スパイラルコイル131, 133が共振回路13に接続されて電磁誘導に利用される。このため、図16に示すように、選択された平面スパイラルコイル13, 133の素線の間には、選択されなかった平面スパイラルコイル132, 134の素線が介在する。

【0163】

一方、受電コイル140では、2つの平面スパイラルコイル141, 142のうち、平面スパイラルコイル141のみが選択されて電磁誘導に利用される。図16は、受電コイル140を構成する平面スパイラルコイル141, 142の素線について、外側から第m周目～第m+4周目までを示しているが、この図16に示すように、電磁誘導に利用される平面スパイラルコイル141の素線同士の間には、選択されなかった平面スパイラルコイル142の素線が介在する。

20

【0164】

この実施例のように電磁誘導用コイルである給電コイル130及び1受電コイル140を構成した場合も、給電コイル130の巻数が受電コイル140の巻数よりも少ないため、給電コイルのインダクタンスの値を小さくすることができ、これによりQ値を小さくできる。

30

【0165】

そして、この場合においても、給電コイルを所望の数の平面スパイラルコイル群で構成すると共に、受電コイルを所望の数の平面スパイラルコイルの群で構成することで、給電コイルの巻数と受電コイルの巻数とを自在に設定でき、その結果、給電コイルのインダクタンスと受電コイルのインダクタンスの比率を所望の値に事由に設定することが可能となる。ただし、この場合においても、給電コイルの巻数Nを受電コイルの巻数Mよりも小さくすることが必要である。

【0166】

なお、この第5実施形態についても、給電コイル及び受電コイルの外形は三角形、四角形、五角形、六角形などの多角形に形成してもよい。

40

【0167】

[第6実施形態]

次に、図17を参照して、本発明の第6実施形態について説明する。図17は、第6実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイル150と受電コイル160の平面図を示している。

【0168】

給電コイル150は、外側に配置されたドーナツ状の第1給電コイル151と、第1給電コイル151の内側に配置された第2給電コイル152とから構成され、さらに、第2給電コイル152は、2つの平面スパイラルコイル153, 154の群により構成されている。即ち、既述の第1実施形態にかかる給電コイル20と第2実施形態にかかる給電コ

50

イル 5 0 とを組み合わせたとような構成である。

【 0 1 6 9 】

第 1 給電コイル 1 5 1 は、素線を渦巻状に巻いて平坦なドーナツ状に形成したものであり、その中央には素線の存在しない空間部が形成されている。そして、第 2 給電コイル 1 5 2 は、第 1 給電コイル 1 5 1 の中央に形成された空間部の内側に配置されている。この 2 個の平面スパイラルコイル 1 5 3 , 1 5 4 の群により構成された第 2 給電コイル 1 5 2 は、並列に並べられた 2 本の素線が同一軸を中心として渦巻状に巻かれるようにして形成されている。そして、第 1 給電コイル 1 5 1 及び第 2 給電コイル 1 5 2 は、さらに同一の軸が中心となるように配置されている。

【 0 1 7 0 】

このようにして構成された給電コイル 1 5 0 は、第 1 給電コイル 1 5 1 と第 2 給電コイル 1 5 2 とが、給電コイル 1 5 0 の厚み方向に関し相互に突出することなく平面状に形成されている。

【 0 1 7 1 】

第 2 給電コイルを構成している 2 つの平面スパイラルコイル 1 5 3 , 1 5 4 は、それぞれの最外周に位置する素線同士が接続されると共に、最内周の素線同士が接続されて並列に接続されている。さらに、並列接続された 2 つの平面スパイラルコイルと、第 1 給電コイル 1 5 1 とは、それぞれの最外周同士及び最内周同士が接続されて並列に接続されている。

【 0 1 7 2 】

なお、第 1 給電コイル 1 5 1 、平面スパイラルコイル 1 5 3 , 1 5 4 のインダクタンス値は略同値となるように、素線径、素線長、及び素線の材質が選定される。

【 0 1 7 3 】

これ対し、受電コイル 1 6 0 は、1 本の素線が渦巻状に巻かれて平面状に形成される。この受電コイル 1 6 0 の外径及び内径は、第 2 給電コイル 1 5 2 の外径及び内径と略同寸に形成される。

【 0 1 7 4 】

この実施形態においても、給電コイル 1 5 0 では、第 1 給電コイル 1 5 1 と第 2 給電コイル 1 5 2 の合成インダクタンスとして求めることができ、しかも、第 2 給電コイル 1 5 2 は 2 つの平面スパイラルコイルから構成されていることから巻数が少ないことから、インダクタンスの値を減少させることができる。その結果、給電装置 1 0 において共振回路 1 3 における Q 値を低減させることができる。

【 0 1 7 5 】

[第 7 実施形態]

次に、図 1 8 を参照して本発明の第 7 実施形態について説明する。図 1 8 は、第 7 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイル 1 7 0 と受電コイル 1 6 0 の平面図を示したものである。なお、この実施形態における受電コイルの構成は、上記の第 6 実施形態にかかる受電コイル 1 6 0 の構成と同様であるので、ここでは図面に同一符号を付してその説明は省略する。

【 0 1 7 6 】

この実施形態にかかる給電コイル 1 7 0 は、外側に第 1 給電コイル 1 7 1 を設けると共に、その内側に第 2 給電コイル 1 7 2 が設けられている。

【 0 1 7 7 】

第 1 給電コイル 1 7 1 は、素線が渦巻状に巻かれてドーナツ状に形成されている。その中央には、素線の存在しない空間部が形成されている。

【 0 1 7 8 】

第 2 給電コイル 1 7 2 は、3 つの平面スパイラルコイル 1 7 3 , 1 7 4 , 1 7 5 の群から構成されたもので、並列に並べられた 3 本の素線が同一軸を中心に渦巻状に巻かれて平面状に形成されている。3 つの平面スパイラルコイル 1 7 3 , 1 7 4 , 1 7 5 は、渦巻状に巻かれた各周において、外側から平面スパイラルコイル 1 7 3 の素線、中央に平面スパ

10

20

30

40

50

イラルコイル 174 の素線、そして内側に平面スパイラルコイル 175 の素線の順に配置されている。そして、第 2 給電コイル 172 は、第 1 給電コイル 171 の中央に形成された空間部の内側に配置される。この状態において、第 1 給電コイル 171 と、第 2 給電コイル 172 とは、給電コイル 170 の厚み方向に関し相互に突出することなく平面状に構成される。

【0179】

この実施形態において、第 2 給電コイル 172 は、3 つの平面スパイラルコイル 173 , 174 , 175 のなから所望のものを択一的に選択することができるようになっており、電磁誘導には、3 つの中から選択された平面スパイラルコイルのみが利用される。例えば、図 18 に示した例においては、3 つの平面スパイラルコイル 173 , 174 , 175 10 の中から平面スパイラルコイル 175 が選択され、電磁誘導に利用される。そして、この給電コイル 170 では、第 2 給電コイル 172 において選択された平面スパイラルコイル 175 と第 1 給電コイル 171 とは、それぞれの最外周の素線同士と最内周の素線同士とが接続され、両者が並列接続される。ただし、選択する平面スパイラルコイルは、他の平面スパイラルコイルでもよい。

【0180】

なお、この実施形態においては、第 1 給電コイル 171 を構成する素線、第 2 給電コイル 172 における 3 つの平面スパイラルコイル 173 , 174 , 175 を構成している各素線は、その素線径、素線長及び材質が同一のものにより構成されるなどして、インダク20 タンス値が略同値となされている。

【0181】

この実施形態においても、給電コイル 170 では、そのインダクタンスの値を減少させて、Q 値を下けている。また、第 2 給電コイル 172 では、選択された平面スパイラルコイル 175 の素線同士の間には、選択されない平面スパイラルコイル 173 , 174 の素線が介在するので、近接効果の発生を防止できる。なお、この実施形態においても、第 2 給電コイルを 2 つの平面スパイラルコイルの群で構成したり、4 つ以上の平面スパイラルコイルの群で構成しても構わない。

【0182】

[第 8 実施形態]

図 19 は、本発明の第 9 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイル 180 及び受電コイル 160 の平面図を示している。なお、この第 8 実施形態においても受電コイル 160 の構成は第 6 実施形態にかかる受電コイル 160 と同様の構成であるため、その説明は省略する。

【0183】

この実施形態にかかる給電コイル 180 は、外側に第 1 給電コイル 181 を設けると共に、その内側に第 2 給電コイル 182 が設けられている。

【0184】

第 1 給電コイル 181 は、素線が渦巻状に巻かれてドーナツ状に形成されている。その中央には、素線の存在しない空間部が形成されている。

【0185】

一方、第 2 給電コイル 182 は、4 つの平面スパイラルコイル 183 , 184 , 185 , 186 の群から構成されている。4 つの平面スパイラルコイル 183 , 184 , 185 , 186 は、並列に並べられた 4 本の素線が同一軸を中心として渦巻状に巻かれ、平面状に形成される。4 つの平面スパイラルコイル 183 , 184 , 185 , 186 の群として構成された第 2 給電コイル 182 は、渦巻状に巻かれた各周において、外側から、平面スパイラルコイル 183 の素線、平面スパイラルコイル 184 の素線、平面スパイラルコイル 185 の素線、平面スパイラルコイル 186 の素線の順に配置される。

【0186】

そして、第 2 給電コイル 182 においては、4 つの平面スパイラルコイル 183 , 184 , 185 , 186 の中から 2 つの平面スパイラルコイルが選択されて電磁誘導に利用さ50

れる。図 19 に示した例では、2つの平面スパイラルコイル 184, 186 が選択されている。選択された平面スパイラルコイル 184, 186 は、それぞれの最外周の素線同士が接続されると共に、最内周の素線同士が接続されて並列接続される。また、並列接続された平面スパイラルコイル 184, 186 と、第 1 給電コイルとは、それぞれの最外周の素線同士と最内周の素線同士が接続されてさらに並列に接続される。ただし、選択する平面スパイラルコイルは、他の 2 つの平面スパイラルコイル 183, 185 でもよい。

【0187】

この実施形態においても、第 1 給電コイル 181 を構成する素線、第 2 給電コイル 182 における 4 つの平面スパイラルコイル 183, 184, 185, 186 を構成している各素線は、その素線径、素線長及び材質が同一のものにより構成されるなどして、インダクタンス値が略同値となされている。

10

【0188】

そして、この実施形態においても、給電コイル 180 では、そのインダクタンスの値を減少させて、Q 値を下けている。また、第 2 給電コイル 182 では、選択された平面スパイラルコイル 184, 186 の素線同士の間には、選択されない平面スパイラルコイル 183, 185 の素線が介在するので、近接効果の発生を防止できる。なお、この実施形態においても、第 2 給電コイルを 5 つ以上の複数の平面スパイラルコイルの群で構成しても構わない。

【0189】

[第 9 実施形態]

20

次に図 20 を参照して、本発明の第 9 実施形態について説明する。図 20 は、第 9 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイル 190 と受電コイル 200 の平面図を示したものである。

【0190】

給電コイル 190 は、外側に第 1 給電コイル 191 が設けられ、その内側に第 2 給電コイル 192 が設けられている。

【0191】

第 1 給電コイル 191 は、素線が渦巻状に巻かれてドーナツ状に形成されている。その中央には、素線の存在しない空間部が形成されている。

【0192】

30

第 2 給電コイル 192 は、3つの平面スパイラルコイル 193, 194, 195 の群から構成されたもので、並列に並べられた 3 本の素線が同一軸を中心に渦巻状に巻かれて平面状に形成されている。3つの平面スパイラルコイル 193, 194, 195 は、渦巻状に巻かれた各周において、外側から平面スパイラルコイル 193 の素線、平面スパイラルコイル 194 の素線、平面スパイラルコイル 195 の順に配置される。そして、第 2 給電コイル 192 は、第 1 給電コイル 191 の中央に形成された空間部の内側に配置され、第 1 給電コイル 191 と、第 2 給電コイル 192 とは、給電コイル 170 の厚み方向に関し相互に突出することなく平面状に構成される。

【0193】

この実施形態では、第 2 給電コイル 192 は、3つの平面スパイラルコイル 193, 194, 195 のなかから所望のものを択一的に選択でき、電磁誘導には、選択された平面スパイラルコイルのみが利用される。図 20 には、平面スパイラルコイル 195 が選択され、電磁誘導に利用される場合を例に示している。さらに、選択された平面スパイラルコイル 195 と第 1 給電コイル 191 とは、それぞれの最外周の素線同士と最内周の素線同士とが接続され、両者が並列接続される。

40

【0194】

なお、この実施形態においては、第 1 給電コイル 191 を構成する素線、3つの平面スパイラルコイル 193, 194, 195 を構成している各素線は、その素線径、素線長及び材質が同一のものにより構成されるなどして、インダクタンス値が略同値となされている。

50

【 0 1 9 5 】

これに対し、受電コイル 2 0 0 は、2つの平面スパイラルコイル 2 0 1 , 1 0 2 から構成されている。受電コイル 2 0 0 は、並列に並べられた2本の素線が同一軸を中心に渦巻状に巻かれるようにして、平面状に形成される。この平面スパイラルコイル 2 0 1、2 0 2 は、素線径、素線長及び材質が同一の素線により形成される。そして、2つの平面スパイラルコイルのうち一方のみが選択され、受電装置の回路に接続されて電磁誘導に利用される。この受電コイル 2 0 0 は、その外径及び内径が第2給電コイルの外径及び内径とほぼ同寸に形成される。

【 0 1 9 6 】

このように給電コイル及び受電コイルを構成することで、給電側においてQ値を下げる
10
ことができるだけでなく、給電コイル及び受電コイルにおいて、素線間に生じる近接効果を防止できる。

【 0 1 9 7 】

なお、この実施形態においても、第1給電コイルを構成する平面スパイラルコイル群の数を所望の数に構成し、その巻数を所望の巻数に構成すると共に、受電コイルを構成する平面スパイラルコイル群の数を所望の数に設け、その巻数を所望の巻数に構成することで、給電コイルのインダクタンス値と受電コイルのインダクタンス値の比率を自在に設定することが可能となる。もっとも、この場合に、給電コイルの巻数を受電コイルの巻数より
20
少なくすることは必要である。

【 0 1 9 8 】

なお、給電コイルのインダクタンス値と受電コイルのインダクタンス値の比率を自在に設定する場合に関し、図21に示したように給電コイル及び受電コイルを構成することもできる。図21は、別の実施例にかかる給電コイル 2 1 0 及び受電コイル 2 0 0 の平面図を示したものである。なお、この実施例における受電コイル 2 0 0 の構成は、図20に示した受電コイルと同様であるので、図面に同一符号を付して、その説明をここでは省略する。

【 0 1 9 9 】

この実施形態にかかる給電コイル 2 1 0 は、外側に第1給電コイル 2 1 1 が設けられ、その内側に第2給電コイル 2 1 2 が設けられている。

【 0 2 0 0 】

第1給電コイル 2 1 1 は、素線が渦巻状に巻かれてドーナツ状に形成されている。その中央には、素線の存在しない空間部が形成されている。

【 0 2 0 1 】

一方、第2給電コイル 2 1 2 は、4つの平面スパイラルコイル 2 1 3 , 2 1 4 , 2 1 5 , 2 1 6 の群から構成されている。4つの平面スパイラルコイル 2 1 3 , 2 1 4 , 2 1 5 , 2 1 6 は、並列に並べられた4本の素線が同一軸を中心として渦巻状に巻かれ、平面状に形成される。4つの平面スパイラルコイル 2 1 3 , 2 1 4 , 2 1 5 , 2 1 6 は、渦巻状に巻かれた各周において、外側から、平面スパイラルコイル 2 1 3 の素線、平面スパイラルコイル 2 1 4 の素線、平面スパイラルコイル 2 1 5 の素線、平面スパイラルコイル 2 1 6 の素線の順に配置される。
40

【 0 2 0 2 】

そして、第2給電コイル 2 1 2 では、2つの平面スパイラルコイルが選択されて電磁誘導に利用される。選択する際には、選択する平面スパイラルコイルの素線の間に、選択されない平面スパイラルコイルの素線が介在されるように選択する。図19に示した例では、2つの平面スパイラルコイル 2 1 4 , 2 1 6 が選択されている。選択された平面スパイラルコイル 2 1 4 , 2 1 6 は、それぞれの最外周の素線同士が接続されると共に、最内周の素線同士が接続されて並列接続される。また、並列接続された平面スパイラルコイル 2 1 4 , 2 1 6 と、第1給電コイル 2 1 1 とは、それぞれの最外周の素線同士と最内周の素線同士が接続されてさらに並列に接続される。

【 0 2 0 3 】

10

20

30

40

50

この実施形態においても、第 1 給電コイル 2 1 1 を構成する素線、4 つの平面スパイラルコイル 2 1 3 , 2 1 4 , 2 1 5 , 2 1 6 を構成している各素線は、その素線径、素線長及び材質が同一のものにより構成されるなどして、インダクタンス値が略同値となされている。

【 0 2 0 4 】

この実施例においても、第 1 給電コイルを構成する平面スパイラルコイル群の数を所望の数に構成し、その巻数を所望の巻数に構成すると共に、受電コイルを構成する平面スパイラルコイル群の数を所望の数に設け、その巻数を所望の巻数にこう制す得ることで、給電コイルのインダクタンス値と受電コイルのインダクタンス値の比率を自在に設定することが可能となる。もっとも、この場合に、給電コイルの巻数を受電コイルの巻数より少なくすることは必要である。

10

【 0 2 0 5 】

[第 1 0 実施形態]

次に、図 2 2 及び図 2 3 を参照して、本発明の第 1 0 実施形態について説明する。図 2 2 は、第 1 0 実施形態にかかる非接触式電力伝送装置に使用される給電コイルのブロック図を示し、図 2 3 は、給電コイルの部分断面拡大図を示したものである。

【 0 2 0 6 】

この給電コイル 2 2 0 は 2 つの平面スパイラルコイル 2 2 1 , 2 2 2 を直列に接続して構成したものである。2 つの平面スパイラルコイル 2 2 1 , 2 2 2 は、並列に並べられた 2 本の素線が同一軸を中心にして渦巻状に巻かれ、平面状に形成されている。なお、形成された給電コイル 2 2 0 は、その中央に素線の存在しない空間部が設けられている。この 2 つの平面スパイラルコイル 2 2 1 , 2 2 2 は、それぞれの最内周において接続されることで直列に接続される。即ち、一方の平面スパイラルコイル 2 2 1 は、外側から内側に向けて渦巻状に巻かれ、その素線同士の間には、一定の隙間が形成される。他方の平面スパイラルコイル 2 2 2 は、平面スパイラルコイル 2 2 1 の素線間に形成されている隙間の間に素線が配置され、内側から外側に向けて渦巻状に巻かれるようにして形成される。

20

【 0 2 0 7 】

なお、平面スパイラルコイルを直列に接続して給電コイルを構成する場合、図 2 4 に示すように、2 つの平面スパイラルコイル 2 3 1 , 2 3 2 をその厚み方向に重ねて構成しても構わない。この図 2 4 に示す給電コイル 2 3 0 は、2 つの平面スパイラルコイル 2 3 1 , 2 3 2 が重ねられ、これらの最内周において素線同士が接続されて直列に接続される。

30

【 0 2 0 8 】

以上、本発明の非接触式電力伝送装置における様々な実施形態について説明した。次に、本発明の非接触式電力伝送装置における電力伝送の効率を確認するために行った。シミュレーション結果及び実験結果について説明する。

【 0 2 0 9 】

第 1 に、本発明の非接触式電力伝送装置 1 における電力伝送効率を確認するために、第 1 実施形態において説明したダブルコイルタイプの給電コイルを用いて次のような実験を行った。

【 0 2 1 0 】

40

実験は、給電装置 1 0 に備えられた共振回路 1 3 に電圧 1 V 振幅のパルス波を印加し、インダクタンス値、抵抗値を求めた。印加するパルス波の周波数は、1 k H z、1 0 k H z、1 0 0 k H z、2 5 0 k H z、5 0 0 k H z、1 0 0 0 k H z の 6 種類について行った。なお、比較のために、一般的なシングルタイプの平面スパイラルコイルと、第 1 給電コイル 2 1 及び第 2 給電コイル 2 2 からなる平面スパイラルコイルとについて実験を行った。この一般的な平面スパイラルコイルを使用したものの共振回路の等価回路図は図 1 0 に示したものである。

【 0 2 1 1 】

表 1 は、実験に使用した給電コイル 2 0 の寸法を示したものである。なお、一般的なシングルタイプの給電コイルは、本実施形態における内側に配置される第 2 給電コイル 2 2

50

のみを使用した場合である。

【 0 2 1 2 】

【表 1】

表1

	内径(mm)	外径(mm)	素線径(mm)	巻数
第1給電コイル	47	57.78	0.5	9
第2給電コイル	13	33.19	0.5	20

【 0 2 1 3 】

表 2 は、求めたインダクタンス値と抵抗値を示している。この表 2 において、シングルコイルとは、一般的な給電コイルを意味し、ダブルコイルとは、本実施形態にかかる給電コイル 20 を意味する。

【 0 2 1 4 】

【表 2】

表2

周波数 (kHz)	シングル コイル		ダブル コイル	
	L(μ H)	R(Ω)	L(μ H)	R(Ω)
1	8.79	0.19	5.27	0.10
10	8.77	0.19	5.18	0.10
100	8.75	0.19	5.12	0.11
250	8.75	0.25	5.11	0.13
500	8.76	0.24	5.11	0.16
1000	8.80	0.38	5.13	0.25

【 0 2 1 5 】

この表 2 から明らかなように、一般的なシングルタイプの平面スパイラルコイルを給電コイルとして使用した場合に比べ、本実施形態にかかる給電コイル 20 の方がいずれの周波数においても、インダクタンス値及び抵抗値は双方共に低下していることが分かる。インダクタンス値にあっては、40%～41.7%の低下が見られ、抵抗値については、34.2%～48%の低下が見られる。

【 0 2 1 6 】

また、印加しパルス波の周波数が 1 kHz のときの相互インダクタンスと、結合係数を求めた。なお、このときに使用した受電コイル 31 の物理的な使用は、コイルの内径が、10.45 mm、外径が 32.55 mm、素線径が 0.52 mm、巻数が 19 回、そして、インダクタンス値が 7.26 μ H である。

【 0 2 1 7 】

表 3 は、求めた相互インダクタンス値 M と結合係数 k を示したものである。

【 0 2 1 8 】

【表 3】

表3

	Lp+Ls(μ H)	LL(μ H)	M(μ H)	k
シングルコイル	16.27	23.80	3.77	0.47
ダブルコイル	12.91	18.21	2.65	0.43

【 0 2 1 9 】

この表 3 に示すように、結合係数 k はそれほど差が出なかったが、相互インダクタンス

値Mは、29.7%の低下が見られる。

【0220】

第2に、給電コイルが一つの平面スパイラルコイルからなる一般的な電力伝送装置（以下、シングルコイルの場合という。）と、本発明の第1実施形態にかかる非接触式電力伝送装置1（以下、ダブルコイルの場合という）とで受電コイル電圧の負荷抵抗 R_L に対する依存特性にどの程度の差が生じるかを確認するべく行ったシミュレーションの結果を比較する。シミュレーションは、結合係数 k が0.5、0.25、0.1の3タイプについてそれぞれ行った。

【0221】

図25は、シングルコイルの場合についてシミュレーションした結果のグラフを示し、図26は、ダブルコイルの場合にかかるシミュレーションした結果のグラフを示している。図25及び図26において、横軸は受電装置側の回路の負荷抵抗を示し、縦軸は受電コイル電圧を示している。

10

【0222】

図25と図26の比較から明らかなように、受電コイル電圧は、ダブルコイルの場合の方が負荷抵抗が小さい場合には上昇し、負荷抵抗が大きな場合には下がっていることが分かる。既述のように、負荷抵抗に対する受電コイル電圧の変化が大きい場合、受電側において電源IC等を選定する際には、それだけ耐圧領域の広いものしか選定することができなかった。しかし、本実施形態の非接触式電力伝送装置1では、このシミュレーション結果から明らかなように、受電側において、耐圧領域の広いものを選定する必要のないことが分かる。即ち、選択することができるICの種類、幅が広がるのである。

20

【0223】

第3に、給電コイルが1つの平面スパイラルコイルからなる一般的な非接触式電力伝送装置（以下、シングルコイルの場合という。）と、本発明の第1実施形態にかかる非接触式電力伝送装置1（ダブルコイルの場合）とにおいて、受電特性の比較実験を行った。実験は、給電側の共振回路に周波数250kHzの5V振幅のパルス波を印加し、給電コイルと受電コイルの結合係数を0.25となるように設定し、受電側において、負荷抵抗 R_L が5、10、25、50、75、100、250、500、750、及び1000の時の、受電コイル端電圧 V_{out} （ただし、信号の状態での電圧振幅）、負荷抵抗電流 I_{out} （ただし、信号の状態での電流振幅）を測定した。そして、測定結果に基づいて負荷抵抗での消費電力 P_w 、受電コイル端電圧 V_{out} のDC換算値 V_{dco} 、負荷抵抗電流 I_{out} のDC換算値 I_{dc} を算出し、算出結果を比較した。

30

【0224】

なお、測定結果に基づいて負荷抵抗での消費電力 P_w 、受電コイル端電圧 V_{out} のDC換算値 V_{dco} 、負荷抵抗電流 I_{out} のDC換算値 I_{dc} は、それぞれ次の換算式により求めている。

【0225】

$$P_w = (V_{out} \times I_{out}) / 2$$

$$V_{dco} = V_{out} / 2$$

$$I_{dc} = I_{out} / 2$$

40

【0226】

表4は、ダブルコイルの場合の実験結果を示し、表5は、シングルコイルの場合の実験結果をそれぞれ示している。

【0227】

【表 4】

表4

R[Ω]	Vout[V]	Iout[mA]	Pw[W]	Vdco[V]	Idc[mA]
5	7.42	1484	5.51	5.25	1049
10	11.92	1192	7.11	8.43	843
25	18.37	735	6.75	12.99	520
50	22.19	444	4.92	15.69	314
75	23.77	317	3.77	16.81	224
100	24.62	246	3.03	17.41	174
250	26.36	105	1.39	18.64	75
500	26.98	54	0.73	19.08	38
750	27.19	36	0.49	19.22	26
1000	27.20	27	0.37	19.23	19

10

【 0 2 2 8 】

【表 5】

表5

R[Ω]	Vout[V]	Iout[mA]	Pw[W]	Vdco[V]	Idc[mA]
5	5.23	1047	2.74	3.70	740
10	9.29	929	4.32	6.57	657
25	17.42	697	6.07	12.32	493
50	24.59	492	6.05	17.39	348
75	28.46	379	5.40	20.12	268
100	30.81	308	4.75	21.78	218
250	36.33	145	2.64	25.69	103
500	38.68	77	1.50	27.35	55
750	39.42	53	1.04	27.87	37
1000	39.80	40	0.79	28.14	28

20

【 0 2 2 9 】

そして、表 4 及び表 5 に示した受電コイル端電圧 V_{out} 、負荷抵抗電流 I_{out} 、消費電力 P_w についてダブルコイルの場合のものと、シングルコイルの場合のものを抜き出してそれぞれ比較したものが、表 6～表 8 である。なお、表 6 の上段において示した、 V_{outD} は、ダブルコイルの場合に関する受電コイル端電圧 V_{out} を、 V_{outS} は、シングルコイルに関する受電コイル端電圧 V_{out} をそれぞれ示している。同様に表 7、表 8 において、上段に示した「D」の記号は、ダブルコイルの場合を表し、「S」の記号は、シングルコイルの場合を表している。

30

【 0 2 3 0 】

【表 6】

表6

R[Ω]	VoutD[V]	VoutS[V]
5	7.42	5.23
10	11.92	9.29
25	18.37	17.42
50	22.19	24.59
75	23.77	28.46
100	24.62	30.81
250	26.36	36.33
500	26.98	38.68
750	27.00	39.42
1000	27.20	39.80

10

【 0 2 3 1 】

【表 7】

表7

R[Ω]	IoutD[mA]	IoutS[mA]
5	1484	1047
10	1192	929
25	735	697
50	444	492
75	317	379
100	246	308
250	105	145
500	54	77
750	36	53
1000	27	40

20

30

【 0 2 3 2 】

【表 8】

表8

R[Ω]	PwD[W]	PwS[W]
5	5.51	2.74
10	7.11	4.32
25	6.75	6.07
50	4.92	6.05
75	3.77	5.40
100	3.03	4.75
250	1.39	2.64
500	0.73	1.50
750	0.49	1.04
1000	0.37	0.79

40

【 0 2 3 3 】

また、表 6 ～ 表 8 のデータに基づいて、受電側の負荷抵抗に対する受電コイル端電圧 V_{out} 、負荷抵抗電流 I_{out} 、消費電力 P_w の変化をグラフに表したものが図 27 ～ 図 29 である。

50

【 0 2 3 4 】

表 6 及び図 2 7 に示されているように、負荷抵抗に対する受電コイル端電圧 V_{out} は、負荷抵抗が 1 ～ 2 5 の範囲では、ダブルコイルの場合の方が、シングルコイルの場合よりも電圧が高くなっている。一方、負荷抵抗が 2 5 を超え、1 0 0 0 までの範囲においては、シングルコイルの場合には、負荷抵抗が大きくなるにつれ、電圧が大幅に大高くなっているが、ダブルコイルの場合には、負荷抵抗が大きくなっても、電圧の上昇がそれほど小さくなく、シングルコイルの場合に対する電圧の差が次第に広がっていることがわかる。

【 0 2 3 5 】

これに対し、表 7 及び図 2 8 に示されているように、負荷抵抗に対する負荷抵抗電流 I_{out} は、負荷抵抗が 1 ～ 2 5 の範囲では、ダブルコイルの場合の方が、シングルコイルの場合よりも電流値が大きくなっている。一方、負荷抵抗が 2 5 を超え、1 0 0 0 までの範囲においては、逆に、ダブルコイルの場合の方が、シングルコイルの場合よりも電流値が小さくなっている。

【 0 2 3 6 】

そして、表 8 及び図 2 9 に示したように、負荷抵抗に対する消費電力 P_w は、負荷抵抗が 1 ～ 2 5 の範囲では、ダブルコイルの場合の方が、シングルコイルの場合よりも大きな値となっている。一方、負荷抵抗が 2 5 を超え、1 0 0 0 までの範囲においては、ダブルコイルの場合の方が、シングルコイルの場合に比べ消費電力 P_w は小さくなっていることが分かる。

【 0 2 3 7 】

この実験結果から明らかなように、給電側において Q 値を下げることで、受電側において、負荷抵抗が 1 ～ 2 5 の範囲では、受電コイル端電圧 V_{out} を引き上げることができる。このことから、受電コイルの起電力を向上させることができる。一方、負荷抵抗が 2 5 を超える範囲においては、負荷抵抗電流 I_{out} を引き下げることができる。このことから、発熱を抑えることができ、その結果、受電コイルの起電力を向上させることができるのである。

【 0 2 3 8 】

さらに、上記シミュレーション結果においても述べたように、負荷抵抗に対する受電コイル電圧の変動を抑えることで、受電側において、耐圧領域の広いものを選定する必要のないことが分かる。即ち、選択することができる IC の種類、幅が広がるのである。

【 符号の説明 】

【 0 2 3 9 】

- 1 電力伝送装置
- 1 0 給電装置
- 1 1 A C / D C 変換回路
- 1 2 D C / A C 変換回路
- 1 3 共振回路
- 1 4 駆動回路
- 1 5 制御回路
- 2 0 給電コイル
- 2 1 第 1 給電コイル
- 2 2 第 2 給電コイル
- 3 0 受電装置
- 3 1 受電コイル
- 4 0 給電コイル
- 4 1 第 1 給電コイル
- 4 2 第 2 給電コイル
- 4 3 第 3 給電コイル
- 4 5 給電コイル

10

20

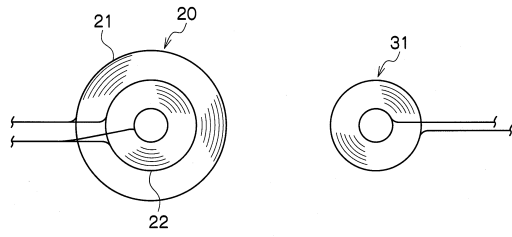
30

40

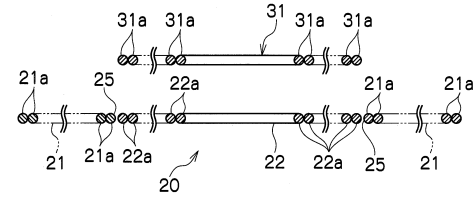
50

4 6	第 1 給電コイル	
4 7	第 2 給電コイル	
4 8	受電コイル	
5 0	給電コイル	
5 1 , 5 2	平面スパイラルコイル	
6 0	受電コイル	
7 0	給電コイル	
7 1 , 7 2 , 7 3	平面スパイラルコイル	
8 0	受電コイル	
9 0	給電コイル	10
9 1 , 9 2 , 9 3 , 9 4	平面スパイラルコイル	
【 0 2 4 0 】		
1 0 0	受電コイル	
1 1 0	給電コイル	
1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3	平面スパイラルコイル	
1 2 0	受電コイル	
1 2 1 , 1 2 2	平面スパイラルコイル	
1 3 0	給電コイル	
1 4 0	受電コイル	
1 4 1 , 1 4 2	平面スパイラルコイル	20
1 5 0	給電コイル	
1 5 1	第 1 給電コイル	
1 5 2	第 2 給電コイル	
1 5 3 , 1 5 4	平面スパイラルコイル	
1 6 0	受電コイル	
1 7 0	給電コイル	
1 7 1	第 1 給電コイル	
1 7 2	第 2 給電コイル	
1 7 3 , 1 7 4 , 1 7 5	平面スパイラルコイル	
1 8 0	給電コイル	30
1 8 1	第 1 給電コイル	
1 8 2	第 2 給電コイル	
1 8 3 , 1 8 4 , 1 8 5 , 1 8 6	平面スパイラルコイル	
1 9 0	給電コイル	
1 9 1	第 1 給電コイル	
1 9 2	第 2 給電コイル	
1 9 3 , 1 9 4 , 1 9 5	平面スパイラルコイル	
【 0 2 4 1 】		
2 0 0	受電コイル	
2 0 1 , 2 0 2	平面スパイラルコイル	40
2 1 0	給電コイル	
2 1 1	第 1 給電コイル	
2 1 2	第 2 給電コイル	
2 1 3 , 2 1 4 , 2 1 5 , 2 1 6	平面スパイラルコイル	
2 2 0	給電コイル	
2 2 1 , 2 2 2	平面スパイラルコイル	
2 3 0	給電コイル	
2 3 1 , 2 3 2	平面スパイラルコイル	

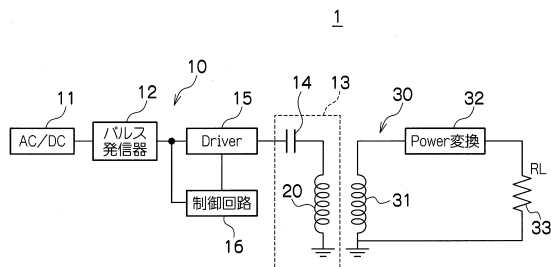
【図 1】



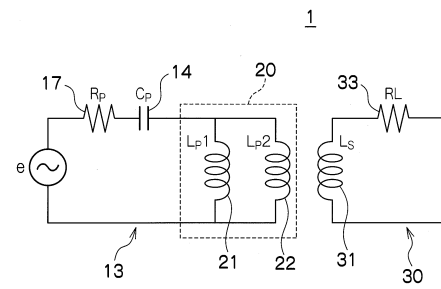
【図 2】



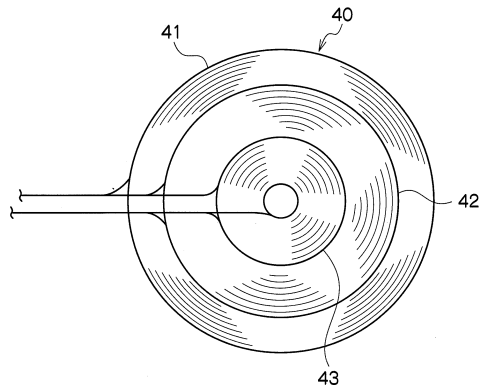
【図 3】



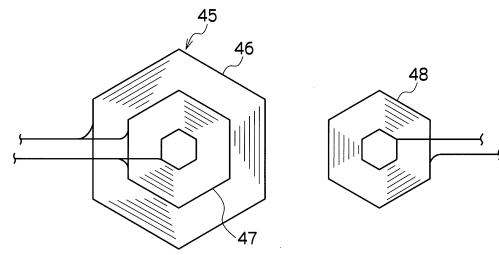
【図 4】



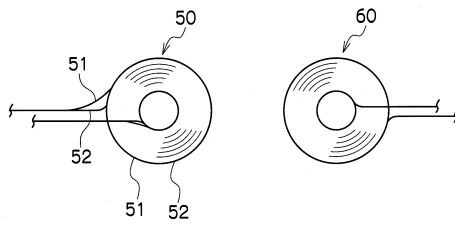
【図 5】



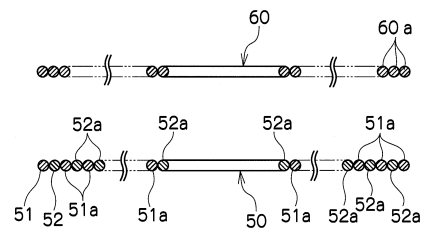
【図 6】



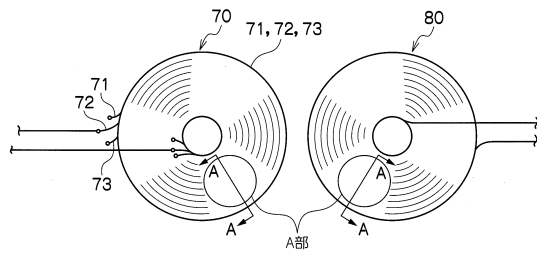
【図 7】



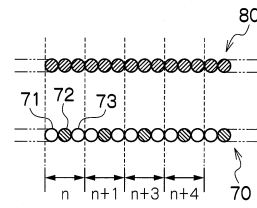
【図 8】



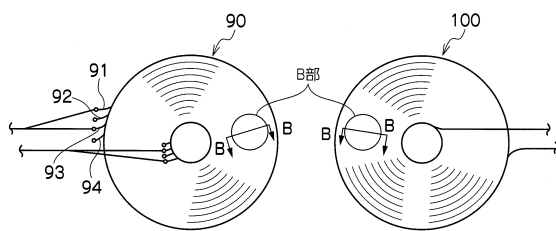
【図 9】



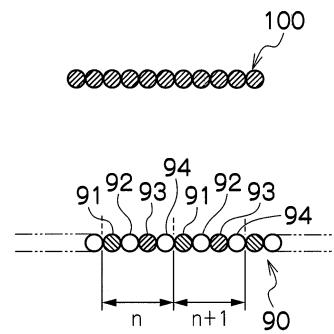
【図 10】



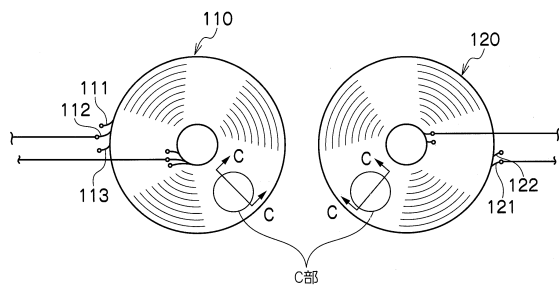
【図 11】



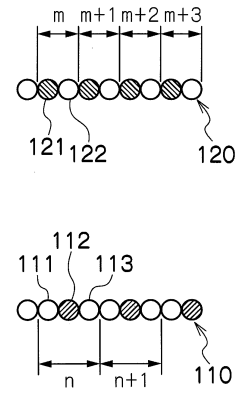
【図 12】



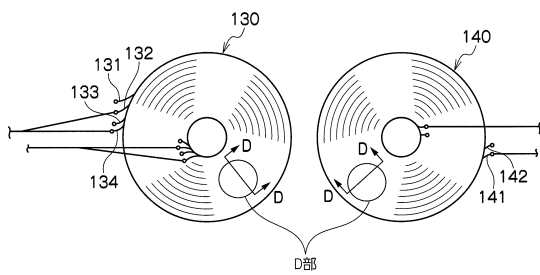
【図 13】



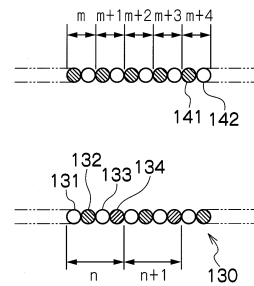
【図 14】



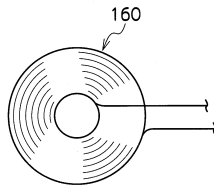
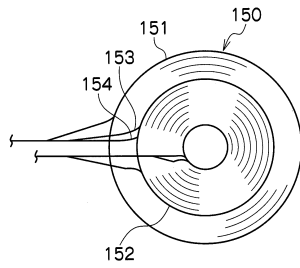
【図 15】



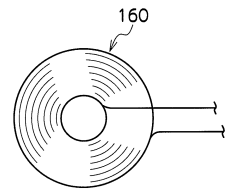
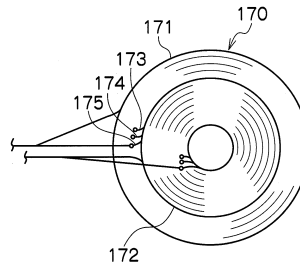
【図 16】



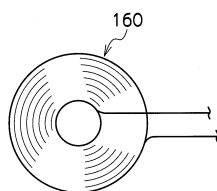
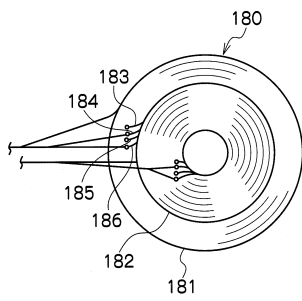
【図 17】



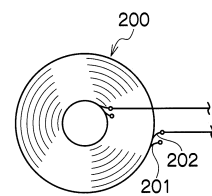
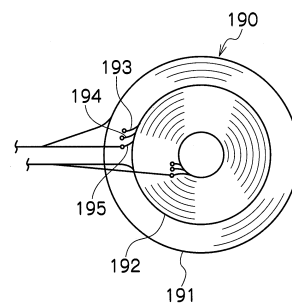
【図 18】



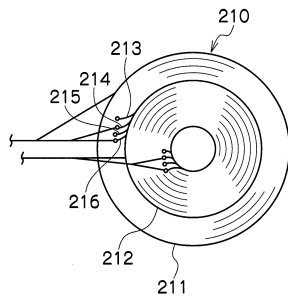
【図 19】



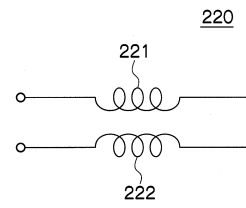
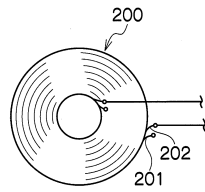
【図 20】



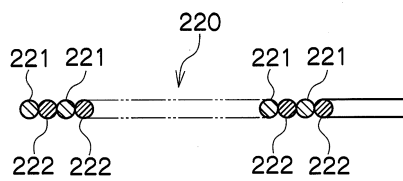
【図 2 1】



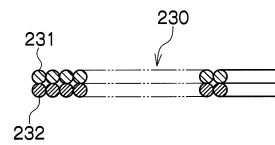
【図 2 2】



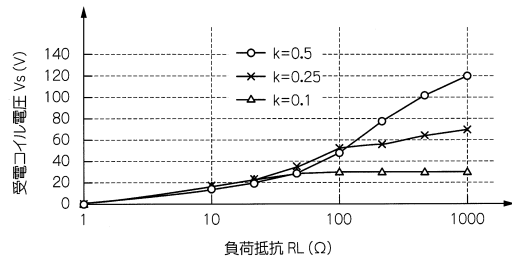
【図 2 3】



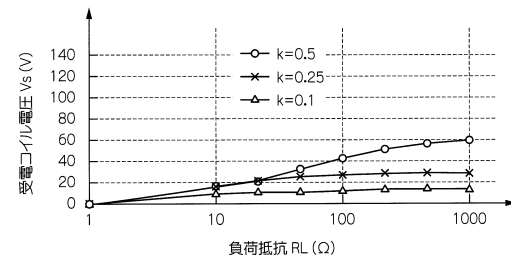
【図 2 4】



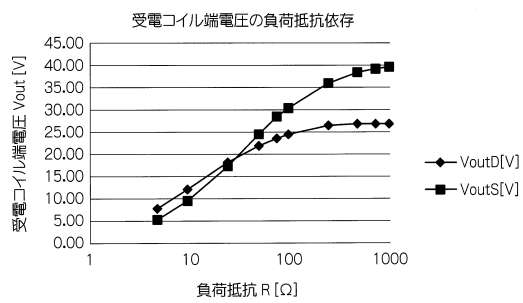
【図 25】



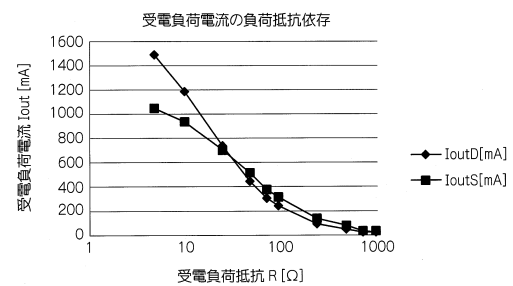
【図 26】



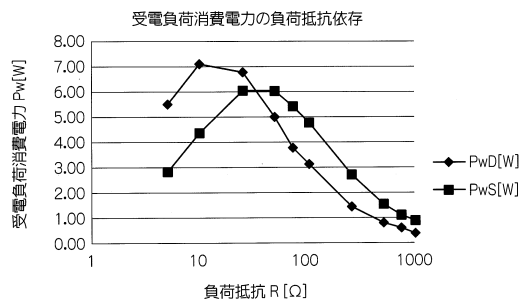
【図 27】



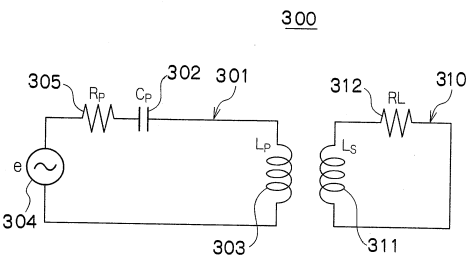
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2010 - 016235 (JP, A)
特開 2005 - 312285 (JP, A)
特開 2010 - 040699 (JP, A)
特開 2008 - 136311 (JP, A)
特開 2009 - 158598 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 17/00
H01F 27/28
27/29 - 27/30
38/14
38/18