

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013年4月11日(11.04.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/051105 A1

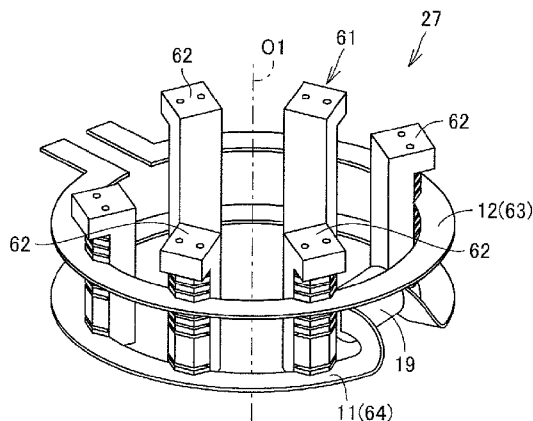
- (51) 国際特許分類:  
H01F 38/14 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/072839
- (22) 国際出願日: 2011年10月4日(04.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 市川 真士 (ICHIKAWA, Shinji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 堀内 学 (HORIUCHI, Satoru) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 三重野 篤 (MIENO, Atsushi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 荒砂 道明 (ARASU, Michiaki) [JP/JP]; 〒4710823 愛知県豊田市今町2-9-4 サクシード205 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,

[続葉有]

(54) Title: POWER RECEPTION DEVICE, POWER TRANSMISSION DEVICE, AND POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: 受電装置、送電装置および電力伝送システム

[図9]



(57) Abstract: This power reception device is provided with: a power reception unit (27) that receives power contactlessly from a power transmission device (28) disposed leaving a gap; and a first holding unit (61) that holds the power reception unit (27). The power reception unit (27) includes a power reception coil (11); the power reception coil (11) is formed by winding a first coil wire (64) having a greater width than thickness; the first holding unit (61) includes a plurality of first coil holding members (62) that extend in the direction that the power reception coil (11) extends and to which a first groove (77) that receives the power reception coil (11) is formed; and at least a portion of the first groove (77) is formed in a manner so that the depth of the first groove (77) extending in the widthwise direction of the first coil wire (64) is greater than the width of the first groove (77) extending in the thickness direction of the first coil wire (64).

(57) 要約: 受電装置は、間隔をあけて配置された送電部(28)から非接触で電力を受電する受電部(27)と、受電部(27)を保持する第1保持ユニット(61)を含み、受電部(27)は、幅が厚さよりも大きい第1コイル線(64)を巻回して形成され、第1保持ユニット(61)は、受電コイル(11)の延びる方向に延び、受電コイル(11)を受け入れる第1溝部(77)が形成された複数の第1コイル保持部材(62)を含み、第1溝部(77)の少なくとも一部は、第1コイル線(64)の幅方向に延びる第1溝部(77)の深さが、第1コイル線(64)の厚さ方向に延びる第1溝部(77)の幅よりも大きくなるように形成される。

WO 2013/051105 A1



QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：受電装置、送電装置および電力伝送システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、受電装置、送電装置および電力伝送システムに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、環境への配慮からバッテリーなどの電力を用いて駆動輪を駆動させるハイブリッド車両や電気自動車などが着目されている。

[0003] 特に近年は、上記のようなバッテリーを搭載した電動車両において、プラグなどを用いずに非接触でバッテリーを充電可能なワイレス充電が着目されている。そして、最近では非接触の充電方式においても各種の充電方式が提案されており、特に、共鳴現象を利用することで非接触で電力を伝送する技術が脚光を浴びている。

[0004] たとえば、特開2010-87353号公報に記載された車両は、非接触電力伝達装置を備え、この非接触電力伝達装置は、設備側に設けられた共振コイルと磁場共鳴する共振コイルと、この共振コイルを支持するボビンとを含む。

[0005] ボビンは、樹脂材料から形成されており、有底円筒状に形成されている。共振コイルは、ボビンの内周面上に設けられている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-87353号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0007] 特開2010-87353号公報に記載された非接触電力伝達装置においては、共振コイルの全周がボビンと接触している。

[0008] ここで、電力伝送時に共振コイル内に電流が流れると、ボビンと共振コイルとが接触する部分でボビンが発熱して誘電損失が生じる。このため、設備

側から車両に電力を伝送するときの電力伝送効率が著しく低下する。

[0009] さらに、共振コイルの断面形状は円形形状であり、ボビンの内周面に形成された溝部の形状も共振コイルの形状に沿って形成されており、溝部の断面形状は半円状に形成されている。

[0010] ここで、電力伝送時においては、共振コイルには、高電圧の電流が大量に流れるため、共振コイルは高温となる。共振コイルが高温となると、共振コイルと接触しているボビンも高温となる。ボビンが高温となると、ボビンが膨張して、共振コイルを受け入れる溝部が小さくなり、溝部内に嵌められた共振コイルがボビンから脱落するおそれがある。

[0011] 本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、誘電損失の低減を図ると共に、コイルの脱落が抑制された受電装置、送電装置および電力伝送システムを提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る受電装置は、間隔をあけて配置された送電部から非接触で電力を受電する受電部と、受電部を保持する第1保持ユニットとを備える。上記受電部は、受電コイルを含む。上記受電コイルは、幅が厚さよりも大きい第1コイル線を巻回して形成される。上記第1保持ユニットは、受電コイルの延びる方向に延び、受電コイルを受け入れる第1溝部が形成された複数の第1コイル保持部材を含む。上記第1溝部の少なくとも一部は、第1コイル線の幅方向に延びる第1溝部の深さが、第1コイル線の厚さ方向に延びる第1溝部の幅よりも大きくなるように形成される。

[0013] 好ましくは、上記第1コイル線の幅は、第1溝部の深さよりも大きい。

好ましくは、上記第1コイル保持部材は、第1溝部に対して第1溝部の幅方向に隣り合い、受電コイルを支持する第1支持部と、第1溝部に対して第1支持部と反対側に位置し、受電コイルを支持する第2支持部とを含む。上記第1支持部と第2支持部との少なくとも一方は、第1溝部の底部に向かうにつれて、受電コイルの延びる方向の長さが長くなるように形成される。

[0014] 好ましくは、上記第1コイル保持部材は、柱状に形成され、第1溝部は、

第1コイル保持部材の高さ方向に間隔をあけて複数形成される。

[0015] 好ましくは、上記第1コイル保持部材は、受電コイルの内側に配置されると共に、受電コイルに沿って間隔をあけて配置される。

[0016] 好ましくは、上記受電コイルの両端は、受電コイルの内側に引き出される。上記受電コイルの両端に接続されたキャパシタをさらに備える。

[0017] 好ましくは、上記受電部および第1保持ユニットを内部に収容する第1収容ケースをさらに備える。上記第1収容ケースは、天板部と、天板部と対向する底面部と、天板部と底面部とを接続する周壁部とを含む。上記第1コイル保持部材は、天板部と底面部とに接続される。

[0018] 好ましくは、上記送電部の固有周波数と受電部の固有周波数との差は、受電部の固有周波数の10%以下である。

[0019] 好ましくは、上記受電部と送電部との結合係数は、0.1以下である。

好ましくは、上記受電部は、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて送電部から電力を受電する。

[0020] 本発明に係る送電装置は、間隔をあけて配置された受電部に非接触で電力を送電する送電部と、送電部を保持する第2保持ユニットとを備える。上記送電部は、送電コイルを含む。上記送電コイルは、幅が厚さよりも大きい第2コイル線を巻回して形成される。上記第2保持ユニットは、送電コイルの延びる方向に延び、送電コイルを受け入れる第2溝部が形成された複数の第2コイル保持部材を含む。上記第2溝部の少なくとも一部は、第2コイル線の幅方向に延びる第2溝部の深さが、第2コイル線の厚さ方向に延びる第2溝部の幅よりも大きくなるように形成される。

[0021] 好ましくは、上記第2コイル線の幅は、第2溝部の深さよりも大きい。

好ましくは、上記第2コイル保持部材は、第2溝部に対して第2溝部の幅方向に隣り合い、送電コイルを支持する第3支持部と、第2溝部に対して第3支持部と反対側に位置し、送電コイルを支持する第4支持部とを含む。

[0022] 第3支持部と第4支持部との少なくとも一方は、第2溝部の底部に向かう

につれて、送電コイルの延びる方向の長さが長くなるように形成される。

[0023] 好ましくは、上記第2コイル保持部材は、柱状に形成され、第2溝部は、第2コイル保持部材の高さ方向に間隔をあけて複数形成される。

[0024] 好ましくは、上記2コイル保持部材は、送電コイルの内側に配置される。  
好ましくは、上記送電コイルの両端は、送電コイルの内側に引き出される。上記送電コイルの両端に接続されたキャパシタをさらに備える。

[0025] 好ましくは、上記送電部および第2保持ユニットを内部に収容する第2収容ケースをさらに備える。上記第2収容ケースは、天板部と、天板部と対向する底面部と、天板部と底面部とを接続する周壁部とを含む。上記第2コイル保持部材は、天板部と底面部とに接続される。

[0026] 好ましくは、上記送電部の固有周波数と受電部の固有周波数との差は、受電部の固有周波数の10%以下である。

[0027] 好ましくは、上記受電部と送電部との結合係数は、0.1以下である。  
好ましくは、上記送電部は、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて、受電部に電力を送電する。

[0028] 本発明に係る電力伝送システムは、送電部を含む送電装置と、送電装置から非接触で電力を受電する受電装置とを備える。上記受電装置は、送電部から非接触で電力を受電する受電部と、受電部を保持する第1保持ユニットとを含む。上記送電装置は、送電部を保持する第2保持ユニットを含む。上記受電部は、受電コイルを含む。上記受電コイルは、幅が厚さよりも大きい第1コイル線を巻回して形成される。

[0029] 上記第1保持ユニットは、受電コイルの延びる方向に延び、受電コイルを受け入れる第1溝部が形成された複数の第1コイル保持部材を含む。上記第1溝部の少なくとも一部は、第1コイル線の幅方向に延びる第1溝部の深さが、第1コイル線の厚さ方向に延びる第1溝部の幅よりも大きい。上記送電部は、送電コイルを含む。上記送電コイルは、幅が厚さよりも大きい第2コイル線を巻回して形成される。

[0030] 上記第2保持ユニットは、送電コイルの延びる方向に延び、送電コイルを受け入れる第2溝部が形成された複数の第2コイル保持部材を含む。上記第2溝部の少なくとも一部は、第2コイル線の幅方向に延びる第2溝部の深さが、第2コイル線の厚さ方向に延びる第2溝部の幅よりも大きい。

[0031] 好ましくは、上記送電部の固有周波数と受電部の固有周波数との差は、受電部の固有周波数の10%以下である。

[0032] 好ましくは、上記受電部と送電部との結合係数は、0.1以下である。

好ましくは、上記受電部は、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、受電部と送電部の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて送電部から電力を受電する。

### 発明の効果

[0033] 本発明に係る受電装置、送電装置および電力伝送システムによれば、誘電損失の低減を図ることができると共に、コイルの脱落を抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0034] [図1]本実施の形態に係る受電装置と、送電装置と、電力伝送システムとを模式的に示す模式図である。

[図2]電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す。

[図3]シミュレーション結果をしめすグラフである。

[図4]固有周波数を固定した状態で、エアギャップを変化させたときの電力伝送効率と、共鳴コイルに供給される電流の周波数  $f$  との関係を示すグラフである。

[図5]電流源（磁流源）からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。

[図6]受電装置を示す斜視図である。

[図7]受電装置の分解斜視図である。

[図8]受電装置の断面図である。

[図9]受電部を示す斜視図である。

- [図10]コイル線を示す断面図である。
- [図11]コイル線を示す断面図である。
- [図12]コイル保持部材を示す斜視図である。
- [図13]図 1 2 に示すコイル保持部材の側面図である。
- [図14]図 1 3 に示す X I V - X I V 線における断面図である。
- [図15]図 1 4 に示す X V - X V 線における断面図である。
- [図16]送電装置を示す斜視図である。
- [図17]送電装置の分解斜視図である。
- [図18]送電装置の断面図である。
- [図19]送電部を示す斜視図である。
- [図20]コイル線を示す断面図である。
- [図21]コイル線を示す断面図である。
- [図22]コイル保持部材 1 を示す斜視図である。
- [図23]図 2 2 に示すコイル保持部材の側面図である。
- [図24]図 2 3 に示す X X I V - X X I V 線における断面図である。
- [図25]図 2 4 に示す X X V - X X V 線における断面図である。

### 発明を実施するための形態

- [0035] 図 1 から図 2 5 を用いて、本発明の実施の形態に係る受電装置と送電装置と、この送電装置および受電装置を含む電力伝送システムについて説明する。図 1 は、本実施の形態に係る受電装置と、送電装置と、電力伝送システムとを模式的に示す模式図である。
- [0036] 本実施の形態 1 に係る電力伝送システムは、受電装置を含む電動車両 1 0 と、送電装置 4 1 を含む外部給電装置 2 0 とを有する。電動車両 1 0 の受電装置は、送電装置 4 1 が設けられた駐車スペース 4 2 の所定位置に停車して、主に、送電装置 4 1 から電力を受電する。
- [0037] 駐車スペース 4 2 には、電動車両 1 0 を所定の位置に停車させるように、輪止やラインが設けられている。
- [0038] 外部給電装置 2 0 は、交流電源 2 1 に接続された高周波電力ドライバ 2 2

と、高周波電力ドライバ22などの駆動を制御する制御部26と、この高周波電力ドライバ22に接続された送電装置41とを含む。送電装置41は、送電部28と、電磁誘導コイル23とを含む。送電部28は、共鳴コイル24と、共鳴コイル24に接続されたキャパシタ25とを含む。電磁誘導コイル23は、高周波電力ドライバ22に電氣的に接続されている。なお、この図1に示す例においては、キャパシタ25が設けられているが、キャパシタ25は必ずしも必須の構成ではない。

[0039] 送電部28は、共鳴コイル24のインダクタンスと、共鳴コイル24の浮遊容量およびキャパシタ25のキャパシタンスとから形成された電気回路を含む。

[0040] 電動車両10は、受電装置40と、受電装置40に接続された整流器13と、この整流器13に接続されたDC/DCコンバータ14と、このDC/DCコンバータ14に接続されたバッテリー15と、パワーコントロールユニット(PCU (Power Control Unit)) 16と、このパワーコントロールユニット16に接続されたモータユニット17と、DC/DCコンバータ14やパワーコントロールユニット16などの駆動を制御する車両ECU (Electronic Control Unit) 18とを備える。なお、本実施の形態に係る電動車両10は、図示しないエンジンを備えたハイブリッド車両であるが、モータにより駆動される車両であれば、電気自動車や燃料電池車両も含む。

[0041] 整流器13は、電磁誘導コイル12に接続されており、電磁誘導コイル12から供給される交流電流を直流電流に変換して、DC/DCコンバータ14に供給する。

[0042] DC/DCコンバータ14は、整流器13から供給された直流電流の電圧を調整して、バッテリー15に供給する。なお、DC/DCコンバータ14は必須の構成ではなく省略してもよい。この場合には、外部給電装置20にインピーダンスを整合するための整合器を送電装置41と高周波電力ドライバ22との間に設けることで、DC/DCコンバータ14の代用をすることができる。

- [0043] パワーコントロールユニット 16 は、バッテリー 15 に接続されたコンバータと、このコンバータに接続されたインバータとを含み、コンバータは、バッテリー 15 から供給される直流電流を調整（昇圧）して、インバータに供給する。インバータは、コンバータから供給される直流電流を交流電流に変換して、モータユニット 17 に供給する。
- [0044] モータユニット 17 は、たとえば、三相交流モータなどが採用されており、パワーコントロールユニット 16 のインバータから供給される交流電流によって駆動する。
- [0045] なお、電動車両 10 がハイブリッド車両の場合には、電動車両 10 は、エンジン、動力分割機構とをさらに備え、モータユニット 17 は、発電機として主に機能するモータジェネレータと、電動機として主に機能するモータジェネレータとを含む。
- [0046] 受電装置 40 は、受電部 27 と、電磁誘導コイル 12 とを含む。受電部 27 は、共鳴コイル 11 とキャパシタ 19 とを含む。共鳴コイル 11 は浮遊容量を有する。このため、受電部 27 は、共鳴コイル 11 のインダクタンスと、共鳴コイル 11 およびキャパシタ 19 のキャパシタンスとによって形成された電気回路を有する。なお、キャパシタ 19 は、必須の構成ではなく、省略することができる。
- [0047] 本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、送電部 28 の固有周波数と、受電部 27 の固有周波数との差は、受電部 27 または送電部 28 の固有周波数の 10% 以下である。このような範囲に各送電部 28 および受電部 27 の固有周波数を設定することで、電力伝送効率を高めることができる。その一方で、固有周波数の差が受電部 27 または送電部 28 の固有周波数の 10% よりも大きくなると、電力伝送効率が 10% より小さくなり、バッテリー 15 の充電時間が長くなるなどの弊害が生じる。
- [0048] ここで、送電部 28 の固有周波数とは、キャパシタ 25 が設けられていない場合には、共鳴コイル 24 のインダクタンスと、共鳴コイル 24 のキャパシタンスとから形成された電気回路が自由振動する場合の振動周波数を意味

する。キャパシタ 25 が設けられた場合には、送電部 28 の固有周波数とは、共鳴コイル 24 およびキャパシタ 25 のキャパシタンスと、共鳴コイル 24 のインダクタンスとによって形成された電気回路が自由振動する場合の振動周波数を意味する。送電部 28 の共振周波数とは、上記電気回路において、制動力および電気抵抗をゼロとしたときの固有周波数を意味する。

[0049] 同様に、受電部 27 の固有周波数とは、キャパシタ 19 が設けられていない場合には、共鳴コイル 11 のインダクタンスと、共鳴コイル 11 のキャパシタンスとから形成された電気回路が自由振動する場合の振動周波数を意味する。キャパシタ 19 が設けられた場合には、受電部 27 の固有周波数とは、共鳴コイル 11 およびキャパシタ 19 のキャパシタンスと、共鳴コイル 11 のインダクタンスとによって形成された電気回路が自由振動する場合の振動周波数を意味する。なお、受電部 27 の共振周波数とは、上記電気回路において、制動力および電気抵抗をゼロとしたときの固有周波数を意味する。

[0050] 図 2 および図 3 を用いて、固有周波数の差と電力伝送効率との関係とを解析したシミュレーション結果について説明する。図 2 は、電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す。電力伝送システム 89 は、送電装置 90 と、受電装置 91 とを備え、送電装置 90 は、電磁誘導コイル 92 と、送電部 93 とを含む。送電部 93 は、共鳴コイル 94 と、共鳴コイル 94 に設けられたキャパシタ 95 とを含む。

[0051] 受電装置 91 は、受電部 96 と、電磁誘導コイル 97 とを備える。受電部 96 は、共鳴コイル 99 とこの共鳴コイル 99 に接続されたキャパシタ 98 とを含む。

[0052] 共鳴コイル 94 のインダクタンスをインダクタンス  $L_t$  とし、キャパシタ 95 のキャパシタンスをキャパシタンス  $C_1$  とする。共鳴コイル 99 のインダクタンスをインダクタンス  $L_r$  とし、キャパシタ 98 のキャパシタンスをキャパシタンス  $C_2$  とする。このように各パラメータを設定すると、送電部 93 の固有周波数  $f_1$  は、下記の式 (1) によって示され、受電部 96 の固有周波数  $f_2$  は、下記の式 (2) によって示される。

[0053]  $f_1 = 1 / \{ 2 \pi (L_t \times C_1)^{1/2} \} \dots (1)$

$$f_2 = 1 / \{ 2 \pi (L_r \times C_2)^{1/2} \} \dots (2)$$

ここで、インダクタンス $L_r$ およびキャパシタンス $C_1$ 、 $C_2$ を固定して、インダクタンス $L_t$ のみを変化させた場合において、送電部93および受電部96の固有周波数のズレと、電力伝送効率との関係を図3に示す。なお、このシミュレーションにおいては、共鳴コイル94および共鳴コイル99の相対的な位置関係は固定した状態であって、さらに、送電部93に供給される電流の周波数は一定である。

[0054] 図3に示すグラフのうち、横軸は、固有周波数のズレ(%)を示し、縦軸は、一定周波数での伝送効率(%)を示す。固有周波数のズレ(%)は、下記式(3)によって示される。

[0055] (固有周波数のズレ) =  $\{ (f_1 - f_2) / f_2 \} \times 100 (\%) \dots (3)$

図3からも明らかなように、固有周波数のズレ(%)が±0%の場合には、電力伝送効率は、100%となる。固有周波数のズレ(%)が±5%の場合には、電力伝送効率は、40%となる。固有周波数のズレ(%)が±10%の場合には、電力伝送効率は、10%となる。固有周波数のズレ(%)が±15%の場合には、電力伝送効率は、5%となる。すなわち、固有周波数のズレ(%)の絶対値(固有周波数の差)が、受電部96の固有周波数の10%以下の範囲となるように各送電部および受電部の固有周波数を設定することで電力伝送効率を高めることができることがわかる。さらに、固有周波数のズレ(%)の絶対値が受電部96の固有周波数の5%以下となるように、各送電部および受電部の固有周波数を設定することで電力伝送効率をより高めることができることがわかる。なお、シミュレーションソフトとしては、電磁界解析ソフトウェア(JMAG:株式会社JSOL製)を採用している。

[0056] 次に、本実施の形態に係る電力伝送システムの動作について説明する。

図1において、電磁誘導コイル23には、高周波電力ドライバ22から交流電力が供給される。電磁誘導コイル23に所定の交流電流が流れると、電

磁誘導によって共鳴コイル 24 にも交流電流が流れる。この際、共鳴コイル 24 を流れる交流電流の周波数が特定の周波数となるように、電磁誘導コイル 23 に電力が供給されている。

[0057] 共鳴コイル 24 に特定の周波数の電流が流れると、共鳴コイル 24 の周囲には特定の周波数で振動する電磁界が形成される。

[0058] 共鳴コイル 11 は、共鳴コイル 24 から所定範囲内に配置されており、共鳴コイル 11 は共鳴コイル 24 の周囲に形成された電磁界から電力を受け取る。

[0059] 本実施の形態においては、共鳴コイル 11 および共鳴コイル 24 は、所謂、ヘリカルコイルが採用されている。このため、共鳴コイル 24 の周囲には、特定の周波数で振動する磁界が主に形成され、共鳴コイル 11 は当該磁界から電力を受け取る。

[0060] ここで、共鳴コイル 24 の周囲に形成される特定の周波数の磁界について説明する。「特定の周波数の磁界」は、典型的には、電力伝送効率と共鳴コイル 24 に供給される電流の周波数と関連性を有する。そこで、まず、電力伝送効率と、共鳴コイル 24 に供給される電流の周波数との関係について説明する。共鳴コイル 24 から共鳴コイル 11 に電力を伝送するときの電力伝送効率は、共鳴コイル 24 および共鳴コイル 11 の間の距離などの様々な要因によって変化する。たとえば、送電部 28 および受電部 27 の固有周波数（共振周波数）を固有周波数  $f_0$  とし、共鳴コイル 24 に供給される電流の周波数を周波数  $f_3$  とし、共鳴コイル 11 および共鳴コイル 24 の間のエアギャップをエアギャップ  $AG$  とする。

[0061] 図 4 は、固有周波数  $f_0$  を固定した状態で、エアギャップ  $AG$  を変化させたときの電力伝送効率と、共鳴コイル 24 に供給される電流の周波数  $f_3$  との関係を示すグラフである。

[0062] 図 4 に示すグラフにおいて、横軸は、共鳴コイル 24 に供給する電流の周波数  $f_3$  を示し、縦軸は、電力伝送効率（％）を示す。効率曲線 L1 は、エアギャップ  $AG$  が小さいときの電力伝送効率と、共鳴コイル 24 に供給する

電流の周波数  $f_3$  との関係を模式的に示す。この効率曲線  $L_1$  に示すように、エアギャップ  $AG$  が小さい場合には、電力伝送効率のピークは周波数  $f_4$ 、 $f_5$  ( $f_4 < f_5$ ) において生じる。エアギャップ  $AG$  を大きくすると、電力伝送効率が高くなるときの2つのピークは、互いに近づくように変化する。そして、効率曲線  $L_2$  に示すように、エアギャップ  $AG$  を所定距離よりも大きくすると、電力伝送効率のピークは1つとなり、共鳴コイル  $24$  に供給する電流の周波数が周波数  $f_6$  のときに電力伝送効率がピークとなる。エアギャップ  $AG$  を効率曲線  $L_2$  の状態よりもさらに大きくすると、効率曲線  $L_3$  に示すように電力伝送効率のピークが小さくなる。

[0063] たとえば、電力伝送効率の向上を図るため手法として次のような第1の手法が考えられる。第1の手法としては、エアギャップ  $AG$  にあわせて、図1に示す共鳴コイル  $24$  に供給する電流の周波数を一定として、キャパシタ  $25$  やキャパシタ  $19$  のキャパシタンスを変化させることで、送電部  $28$  と受電部  $27$  との間での電力伝送効率の特性を変化させる手法が考えられる。具体的には、共鳴コイル  $24$  に供給される電流の周波数を一定とした状態で、電力伝送効率がピークとなるように、キャパシタ  $25$  およびキャパシタ  $19$  のキャパシタンスを調整する。この手法では、エアギャップ  $AG$  の大きさに関係なく、共鳴コイル  $24$  および共鳴コイル  $11$  に流れる電流の周波数は一定である。

[0064] また、第2の手法としては、エアギャップ  $AG$  の大きさに基づいて、共鳴コイル  $24$  に供給する電流の周波数を調整する手法である。たとえば、図4において、電力伝送特性が効率曲線  $L_1$  となる場合には、共鳴コイル  $24$  には周波数が周波数  $f_4$  または周波数  $f_5$  の電流を共鳴コイル  $24$  を供給する。そして、周波数特性が効率曲線  $L_2$ 、 $L_3$  となる場合には、周波数が周波数  $f_6$  の電流を共鳴コイル  $24$  に供給する。この場合では、エアギャップ  $AG$  の大きさに合わせて共鳴コイル  $24$  および共鳴コイル  $11$  に流れる電流の周波数を変化させることになる。

[0065] 第1の手法では、共鳴コイル  $24$  を流れる電流の周波数は、固定された一

定の周波数となり、第2の手法では、共鳴コイル24を流れる周波数は、エアギャップAGによって適宜変化する周波数となる。第1の手法や第2の手法などによって、電力伝送効率が高くなるように設定された特定の周波数の電流が共鳴コイル24に供給される。共鳴コイル24に特定の周波数の電流が流れることで、共鳴コイル24の周囲には、特定の周波数で振動する磁界（電磁界）が形成される。受電部27は、受電部27と送電部28の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界を通じて送電部28から電力を受電している。したがって、「特定の周波数で振動する磁界」とは、必ずしも固定された周波数の磁界とは限らない。なお、上記の例では、エアギャップAGに着目して、共鳴コイル24に供給する電流の周波数を設定するようにしているが、電力伝送効率は、他の要因によっても変化するものであり、当該他の要因に基づいて、共鳴コイル24に供給する電流の周波数を調整する場合がある。

[0066] なお、本実施の形態では、共鳴コイルとしてヘリカルコイルを採用した例について説明したが、共鳴コイルとして、メアンダラインなどのアンテナなどを採用した場合には、共鳴コイル24に特定の周波数の電流が流れることで、特定の周波数の電界が共鳴コイル24の周囲に形成される。そして、この電界をとおして、送電部28と受電部27との間で電力伝送が行われる。

[0067] 本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、電磁界の「静電界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用することで、送電および受電効率の向上が図られている。図5は、電流源（磁流源）からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。図5を参照して、電磁界は3つの成分から成る。曲線k1は、波源からの距離に反比例した成分であり、「輻射電界」と称される。曲線k2は、波源からの距離の2乗に反比例した成分であり、「誘導電界」と称される。また、曲線k3は、波源からの距離の3乗に反比例した成分であり、「静電界」と称される。なお、電磁界の波長を「 $\lambda$ 」とすると、「輻射電界」と「誘導電界」と「静電界」との強さが略等しくなる距離は、 $\lambda/2\pi$ とあらわすことができる。

- [0068] 「静電界」は、波源からの距離とともに急激に電磁波の強度が減少する領域であり、本実施の形態に係る電力伝送システムでは、この「静電界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用してエネルギー（電力）の伝送が行なわれる。すなわち、「静電界」が支配的な近接場において、同じ固有周波数を有する送電部28および受電部27（たとえば一对のLC共振コイル）を共鳴させることにより、送電部28から他方の受電部27へエネルギー（電力）を伝送する。この「静電界」は遠方にエネルギーを伝播しないので、遠方までエネルギーを伝播する「輻射電界」によってエネルギー（電力）を伝送する電磁波に比べて、共鳴法は、より少ないエネルギー損失で送電することができる。
- [0069] このように、本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、送電部28と受電部27とを電磁界によって共振させることで送電装置41から受電装置に電力を送電している。そして、送電部28と受電部27との間の結合係数（ $\kappa$ ）は、0.1以下である。なお、一般的に電磁誘導を利用した電力伝送では、送電部と受電部と間の結合係数（ $\kappa$ ）は1.0に近いものとなっている。
- [0070] 本実施の形態の電力伝送における送電部28と受電部27との結合を、たとえば、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「電磁界（電磁場）共振結合」または「電界（電場）共振結合」という。
- [0071] 「電磁界（電磁場）共振結合」は、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「電界（電場）共振結合」のいずれも含む結合を意味する。
- [0072] 本明細書中で説明した送電部28の共鳴コイル24と受電部27の共鳴コイル11とは、コイル形状のアンテナが採用されているため、送電部28と受電部27とは主に、磁界によって結合しており、送電部28と受電部27とは、「磁気共鳴結合」または「磁界（磁場）共鳴結合」している。
- [0073] なお、共鳴コイル24, 11として、たとえば、メアングラインなどのアンテナを採用することも可能であり、この場合には、送電部28と受電部27とは主に、電界によって結合している。このときには、送電部28と受電

部 27 とは、「電界（電場）共振結合」している。

[0074] 図 6 は、受電装置 40 を示す斜視図であり、図 7 は、受電装置 40 の分解斜視図である。図 6 および図 7 に示すように、受電装置 40 は、筐体 43 と、この筐体 43 内に收容されたユニット 46 とを含む。

[0075] 筐体 43 は、下面が開口するように形成されたシールド 45 と、このシールド 45 の開口部を閉塞する蓋部 44 とを含む。シールド 45 は、金属材料によって形成されており、共鳴コイルの周囲に形成される電磁界が形成される領域を規定する。シールド 45 は、天板部と、天板部の周縁部から下方に向けて垂れ下がる周壁部とを含む。そして、共鳴コイルの周囲に形成された電磁界は、下方に向けて放射される。

[0076] 図 8 は、受電装置の断面図である。この図 7 および図 8 において、ユニット 46 は、受電部 27 と、受電部 27 を冷却する冷却装置 47 とを含む。冷却装置 47 は、環状に形成された筒状の管部 48 と、管部 48 の周面に形成された排気口 49 と、管部 48 の周面に設けられた送風器 50 と、管部 48 内に形成された仕切部材 51 とを含む。管部 48 は、中空状に形成されており、送風器 50 は、管部 48 内に冷却風を供給し、排気口 49 から管部 48 内の空気が排気される。なお、送風器 50 は、シールド 45 に形成された開口部に接続され、排気口 49 は、シールド 45 に形成された開口部に接続されている。仕切部材 51 は、送風器 50 および排気口 49 の間に配置されており、管部 48 の内部を仕切る部材である。そして、管部 48 内には、受電部 27 が配置されている。

[0077] 図 9 は、受電部 27 を示す斜視図である。受電部 27 は、電磁誘導コイル 12 と、共鳴コイル 11 と、キャパシタ 19 と、保持ユニット 61 とを含む。電磁誘導コイル 12 および共鳴コイル 11 は、略 1 巻きとされている。電磁誘導コイル 12 は、コイル線 63 を中心線 O1 の周囲を取り囲むように巻きまわすことで形成されている。共鳴コイル 11 は、コイル線 64 を中心線 O1 の周囲を取り囲むように巻きまわすことで形成されている。

[0078] 図 10 は、コイル線 63 を示す断面図であり、図 11 は、コイル線 64 を

示す断面図である。コイル線 6 3 の幅  $W 1$  は、厚さ  $T 1$  よりも大きい。コイル線 6 3 は、厚さ方向に配列する主表面 6 5 および主表面 6 6 を含み、主表面 6 5 および主表面 6 6 を接続すると共に、幅方向に配列する側面 6 7 および側面 6 8 を含む。

[0079] 電磁誘導コイル 1 2 は、側面 6 7 が内周側に位置し、側面 6 8 が外周側に位置するようにコイル線 6 3 を曲げることで形成されている。このため、主表面 6 5 および主表面 6 6 は、中心線  $O 1$  の延びる方向に配列する。

[0080] 図 1 1 において、コイル線 6 4 は、幅  $W 2$  が厚さ  $T 2$  よりも大きい。コイル線 6 4 は、厚さ方向に配列する主表面 7 0 および主表面 7 1 と、主表面 7 0 および主表面 7 1 を接続するように形成され、幅方向に配列する側面 7 2 および側面 7 3 とを含む。

[0081] 共鳴コイル 1 1 は、側面 7 2 が内周側に位置し、側面 7 3 が外周側に位置するように形成されている。なお、主表面 7 0 および主表面 7 1 は、中心線  $O 1$  の延びる方向に配列する。なお、コイル線の厚さについて説明する。当該コイル線の延在方向に対して垂直な方向における断面において、当該断面の周辺部のうち、最も長い辺部を長辺部とする。この長辺部に対して垂直な方向の長さの平均値を当該コイル線の厚さとする。そして、幅とは、厚さ方向に対して垂直な方向の長さの平均値である。たとえば、図 1 1 に示す例においては、コイル線 6 4 の延在方向に対して垂直な方向にけるコイル線 6 4 の断面は、長方形形状となっている。そして、主表面 7 0 および主表面 7 1 によって規定される辺部が長辺部となる。そして、主表面 7 0 または主表面 7 1 に垂直な方向の長さがコイル線 6 4 の厚さである。この図 1 1 に示す例においては、側面 7 3 および側面 7 2 の配列方向は、主表面 7 0 および主表面 7 1 に垂直な方向である。このため、この図 1 1 に示す例においては、側面 7 3 および側面 7 2 の間の距離が、コイル線 6 4 の幅となる。

[0082] このように、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 は、断面形状が方形形状のコイル線 6 3 およびコイル線 6 4 によって形成されているが、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 を形成するコイル線の断面形状として

は、各種の断面形状のコイル線を採用することができる。たとえば、五角形および六角形などの多角形状、長円形状および楕円形形状などを採用することができる。

[0083] このような形状のコイル線を採用することで、同じ断面積の丸線コイルと比較して、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 の表面積を大きくすることができる。

[0084] 電力伝送時において、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 には、高周波数の電流が流れる。高周波数の電流が流れると、表面効果により、電流は各コイルの表面を流れる。このため、上記のように各コイルの表面積を大きくすることで、各コイルの抵抗を小さくすることができる。

[0085] なお、図 9 に示す例においては、共鳴コイル 1 1 として、多層巻きのコイルとしてもよい。この場合には、中心線 O 1 に対向する面積が大きくなり、共鳴コイル 1 1 に形成される浮遊容量を大きくすることができる。

[0086] 図 9 において、保持ユニット 6 1 は、電磁誘導コイル 1 2 および共鳴コイル 1 1 を保持し、この保持ユニット 6 1 は、複数のコイル保持部材 6 2 を含む。コイル保持部材 6 2 は、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 の内側に配置されており、コイル保持部材 6 2 は、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 の延びる方向に間隔をあけて複数配置されている。このように、コイル保持部材 6 2 は、共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 の内周側に配置されているため、コイル保持部材 6 2 を共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 の外周側に配置した場合と比較して、受電部 2 7 のコンパクト化を図ることができる。

[0087] なお、複数のコイル保持部材 6 2 を共鳴コイル 1 1 および電磁誘導コイル 1 2 の内周側と外周側とに交互に配置するようにしてもよい。

[0088] 共鳴コイル 1 1 の両端部は、共鳴コイル 1 1 の内側に引き出されており、キャパシタ 1 9 がその両端部に接続されている。このように、キャパシタ 1 9 を共鳴コイル 1 1 内に配置することで、受電部 2 7 のコンパクト化が図られている。

- [0089] 図7において、コイル保持部材62の上端部および下端部は、管部48から突出するように形成されている。
- [0090] コイル保持部材62の上端面および下端面には、ボルト穴が形成されている。なお、シールド45の天板部には、コイル保持部材62の上端部に形成された穴部と対応する部分に穴部57が形成され、蓋部44には、コイル保持部材62の下端部に形成された穴部と対応する部分に穴部58が形成されている。
- [0091] コイル保持部材62の上端部がボルト55によってシールド45の天板部に固定され、コイル保持部材62の下端部がボルト56によって、蓋部44に固定される。
- [0092] このようにして、シールド45と、ユニット46（受電部27）と、蓋部44とが一体化されている。
- [0093] コイル保持部材62の上端部がシールド45の天板部に接続され、コイル保持部材62の下端部が蓋部44に固定されている。このため、コイル保持部材62が筐体43の天板部と底面部とを接続しており、筐体43の剛性がコイル保持部材62によって高められている。
- [0094] このため、仮に、受電装置に外力が加えられたとしても、筐体43が変形することを抑制することができる。
- [0095] 図12は、コイル保持部材62を示す斜視図である。図13は、図12に示すコイル保持部材62の側面図である。図12および図13に示すように、コイル保持部材62は、土台部75と、この土台部75に接続された柱部76とを含む。柱部76は、本体部79と、この本体部79の周面に形成され、本体部79の高さ方向に間隔をあけて形成された複数の支持部78とを含む。そして、各支持部78の間には、溝部77が形成されている。そして、溝部77に共鳴コイル11や電磁誘導コイル12がはめ込まれる。
- [0096] 溝部77が柱部76の高さ方向に複数形成されているため、共鳴コイル11および電磁誘導コイル12をはめる位置を適宜調整することができる。
- [0097] 共鳴コイル11および電磁誘導コイル12との間隔を調整することで、車

両側のインピーダンスを調整することができる。

[0098] 図14は、図13に示すX1V-X1V線における断面図である。図14に示すように、支持部78は、本体部79から張り出すように形成されている。

[0099] 図15は、図14に示すXV-XV線における断面図である。この図15に示すように、コイル保持部材62は、溝部77と隣り合い、共鳴コイル11を支持する支持部78Aと、溝部77に対して支持部78Aと反対側に配置された支持部78Bとを含む。このように、2つの支持部78A、78Bの間に溝部77が形成されている。なお、溝部77の底部85は、本体部79によって規定され、溝部77の内側面86、87は、支持部78A、78Bによって規定されている。

[0100] 溝部77の深さD1は、共鳴コイル11を形成するコイル線64の幅方向に延び、溝部77の幅W3は、コイル線64の厚さ方向に延びている。さらに、図14において、溝部77は、共鳴コイル11の延びる方向に延びている。

[0101] そして、図15からも明らかなように、溝部77の深さD1は、幅W3よりも大きくなるように形成されている。ここで、溝部77のうち、共鳴コイル11の巻回中心に最も近接する位置を溝部77の開口部とする。そして、底部85は、溝部77の内周面のうち、上記開口部と対向する部分である。そして、溝部77の深さD1とは、上記開口部から底部85までの間の距離である。溝部77の長さとは、共鳴コイル11の延びる方向における長さである。さらに、溝部77の幅とは、挿入されるコイル線の厚さ方向の長さである。

[0102] コイル保持部材62は、絶縁樹脂材料から形成されている。電力伝送時には、共鳴コイル11には、高電圧の電流が流れ、共鳴コイル11が高温となる。共鳴コイル11が高温となることで、支持部78A、78Bが膨張する。

[0103] これにより、溝部77の幅W3が小さくなり、溝部77内に挿入された共

鳴コイル 1 1 に支持部 7 8 A および支持部 7 8 B から加えられる面圧が大きくなる。

[0104] なお、本体部 7 9 が熱せられると、本体部 7 9 は、溝部 7 7 の深さ D 1 が小さくなるように変形する。その一方で、溝部 7 7 の幅 W 3 は、溝部 7 7 の深さ D 1 よりも小さいので、コイル保持部材 6 2 が熱せられることで、溝部 7 7 の深さ D 1 が小さくなる変形量よりも、幅 W 3 が狭くなる変形量の方が大きくなる。

[0105] この結果、コイル保持部材 6 2 が共鳴コイル 1 1 などからの熱によって熱膨張すると、コイル保持部材 6 2 が共鳴コイル 1 1 を保持する保持力が大きくなり、共鳴コイル 1 1 が脱落することが抑制される。

[0106] なお、図 1 5 などを用いて、共鳴コイル 1 1 を保持する保持力が向上することについて説明したが、同様に、電磁誘導コイル 1 2 からの熱によってコイル保持部材 6 2 が熱せられた場合においても、コイル保持部材 6 2 が電磁誘導コイル 1 2 を保持する保持力が向上する。

[0107] 共鳴コイル 1 1 の幅 W 2 は、溝部 7 7 の深さ D 1 よりも大きく、共鳴コイル 1 1 は、溝部 7 7 から張り出すように設けられている。このため、図 8 に示すように、送風器 5 0 から管部 4 8 内に取り入れられた冷却風によって、共鳴コイル 1 1 は良好に冷却される。

[0108] 図 1 4 において、支持部 7 8 に対して、支持部 7 8 の配列する方向に離れた位置から支持部 7 8 を見ると、支持部 7 8 は、台形状となるように形成されている。具体的には、支持部 7 8 は、本体部 7 9 に接続された長辺部 8 0 と、側辺部 8 3, 8 4 と、短辺部 8 2 とを含む。

[0109] そして、支持部 7 8 A は、溝部 7 7 の底部 8 5 に向かうにつれて、共鳴コイル 1 1 の延びる方向の長さ L 1 0 が大きくなるように形成されている。すなわち、支持部 7 8 A の側辺部 8 3 および側辺部 8 4 がテーパ状に形成されているため、共鳴コイル 1 1 の露出面積が大きくなっている。これにより、共鳴コイル 1 1 が冷却風によって冷却される面積が大きくなり、共鳴コイル 1 1 が良好に冷却される。なお、側辺部 8 3 および側辺部 8 4 は湾曲するよ

うに形成してもよい。

[0110] さらに、支持部 7 8 A と対向する支持部 7 8 B も、支持部 7 8 A と同様に形成されているため、共鳴コイル 1 1 を溝部 7 7 内に容易に挿入することができ、組み立て効率の向上を図ることができる。

[0111] 図 1 6 は、送電装置 4 1 を示す斜視図であり、図 1 7 は、送電装置 4 1 の分解斜視図である。図 1 6 および図 1 7 に示すように、送電装置 4 1 は、筐体 1 4 3 と、この筐体 1 4 3 内に收容されたユニット 1 4 6 とを含む。

[0112] 筐体 1 4 3 は、上面が開口するように形成されたシールド 1 4 5 と、このシールド 1 4 5 の開口部を閉塞する蓋部 1 4 4 とを含む。シールド 1 4 5 は、金属材料によって形成されており、共鳴コイルの周囲に形成される電磁界が形成される領域を規定する。シールド 1 4 5 は、底面部と、底面部の周縁部から立ち上がるように形成された周壁部とを含む。そして、共鳴コイルの周囲に形成された電磁界は、上方に向けて放射される。

[0113] 図 1 8 は、送電装置 4 1 の断面図である。この図 1 7 および図 1 8 において、ユニット 1 4 6 は、送電部 2 8 と、送電部 2 8 を冷却する冷却装置 1 4 7 とを含む。冷却装置 1 4 7 は、環状に形成された筒状の管部 1 4 8 と、管部 1 4 8 の周面に形成された排気口 1 4 9 と、管部 1 4 8 の周面に設けられた送風器 1 5 0 と、管部 1 4 8 内に形成された仕切部材 1 5 1 とを含む。管部 1 4 8 は、中空状に形成されており、送風器 1 5 0 は、管部 1 4 8 内に冷却風を供給し、排気口 1 4 9 から管部 1 4 8 内の空気が排気される。なお、送風器 1 5 0 は、シールド 1 4 5 に形成された開口部に接続され、排気口 1 4 9 は、シールド 1 4 5 に形成された開口部に接続されている。仕切部材 1 5 1 は、送風器 1 5 0 および排気口 1 4 9 の間に配置されており、管部 1 4 8 の内部を仕切る部材である。そして、管部 1 4 8 内には、送電部 2 8 が配置されている。

[0114] 図 1 9 は、送電部 2 8 を示す斜視図である。送電部 2 8 は、電磁誘導コイル 2 3 と、共鳴コイル 2 4 と、キャパシタ 2 3 と、保持ユニット 1 6 1 とを含む。電磁誘導コイル 2 3 および共鳴コイル 2 4 は、略 1 巻きとされている

。電磁誘導コイル23は、コイル線163を中心線O2の周囲を取り囲むように巻きまわすことで形成されている。共鳴コイル24は、コイル線164を中心線O2の周囲を取り囲むように巻きまわすことで形成されている。

[0115] 図20は、コイル線163を示す断面図であり、図21は、コイル線164を示す断面図である。コイル線163の幅W4は、厚さT4よりも大きい。コイル線163は、厚さ方向に配列する主表面165および主表面166を含み、主表面165および主表面166を接続すると共に、幅方向に配列する側面167および側面168を含む。

[0116] なお、コイル線の厚さについて説明する。当該コイル線の延在方向に対して垂直な方向における断面において、当該断面の周辺部のうち、最も長い辺部を長辺部とする。この長辺部に対して垂直な方向の長さの平均値を当該コイル線の厚さとする。そして、幅とは、厚さ方向に対して垂直な方向の長さの平均値である。

[0117] たとえば、図21に示す例においては、コイル線164の延在方向に対して垂直な方向にけるコイル線164の断面は、長方形形状となっている。そして、主表面170および主表面171によって規定される辺部が長辺部となる。そして、主表面170または主表面171に垂直な方向の長さがコイル線164の厚さである。この図21に示す例においては、側面173および側面172の配列方向は、主表面170および主表面171に垂直な方向である。このため、この図21に示す例においては、側面173および側面172の間の距離が、コイル線164の幅となる。

[0118] 電磁誘導コイル23は、側面167が内周側に位置し、側面168が外周側に位置するようにコイル線163を曲げることで形成されている。このため、主表面165および主表面166は、中心線O2の延びる方向に配列する。

[0119] 図21において、コイル線164は、幅W5が厚さT5よりも大きい。コイル線164は、厚さ方向に配列する主表面170および主表面171と、主表面170および主表面171を接続するように形成され、幅方向に配列

する側面 172 および側面 173 とを含む。

[0120] 共鳴コイル 24 は、側面 172 が内周側に位置し、側面 173 が外周側に位置するように形成されている。なお、主表面 170 および主表面 171 は、中心線 O2 の延びる方向に配列する。

[0121] このように、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 は、断面形状が方形形状のコイル線 163 およびコイル線 164 によって形成されているが、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 を形成するコイル線の断面形状としては、各種の断面形状を採用することができる。たとえば、五角形および六角形などの多角形状、長円形状および楕円形状などを採用することができる。

[0122] このような形状のコイル線を採用することで、同じ断面積の丸線コイルと比較して、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 の表面積を大きくすることができる。

[0123] 電力伝送時において、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 には、高周波数の電流が流れる。高周波数の電流が流れると、表面効果により、電流は各コイルの表面を流れる。このため、上記のように各コイルの表面積を大きくすることで、各コイルの抵抗を小さくすることができる。

[0124] なお、図 19 に示す例においては、共鳴コイル 24 として、多層巻きのコイルとしてもよい。この場合には、中心線 O2 に対向する面積が大きくなり、共鳴コイル 24 に形成される浮遊容量を大きくすることができる。

[0125] 図 19 において、保持ユニット 161 は、電磁誘導コイル 23 および共鳴コイル 24 を保持し、この保持ユニット 161 は、複数のコイル保持部材 162 を含む。コイル保持部材 162 は、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 の内側に配置されており、コイル保持部材 162 は、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 の延びる方向に間隔をあけて複数配置されている。このように、コイル保持部材 162 は、共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 の内周側に配置されているため、コイル保持部材 162 を共鳴コイル 24 および電磁誘導コイル 23 の外周側に配置した場合と比較して、送電

部 2 8 のコンパクト化を図ることができる。

- [0126] なお、複数のコイル保持部材 1 6 2 を共鳴コイル 2 4 および電磁誘導コイル 2 3 の内周側と外周側とに交互に配置するようにしてもよい。
- [0127] 共鳴コイル 2 4 の両端部は、共鳴コイル 2 4 の内側に引き出されており、キャパシタ 2 3 がその両端部に接続されている。このように、キャパシタ 2 3 を共鳴コイル 2 4 内に配置することで、送電部 2 8 のコンパクト化が図られている。
- [0128] 図 1 7 において、コイル保持部材 1 6 2 の上端部および下端部は、管部 1 4 8 から突出するように形成されている。
- [0129] コイル保持部材 1 6 2 の上端面および下端面には、ボルト穴が形成されている。なお、シールド 1 4 5 の底面部には、コイル保持部材 1 6 2 の下端部に形成された穴部と対応する部分に穴部 1 5 7 が形成され、蓋部 1 4 4 には、コイル保持部材 1 6 2 の上端部に形成された穴部と対応する部分に穴部 1 5 8 が形成されている。
- [0130] そして、コイル保持部材 1 6 2 の下端部がボルト 1 5 5 によってシールド 1 4 5 の底面部に固定され、コイル保持部材 1 6 2 の上端部がボルト 1 5 6 によって、蓋部 1 4 4 に固定される。
- [0131] このようして、シールド 1 4 5 と、ユニット 1 4 6 (送電部 2 8) と、蓋部 1 4 4 とが一体化されている。
- [0132] ここで、コイル保持部材 1 6 2 の下端部がシールド 1 4 5 の底面部に接続され、コイル保持部材 1 6 2 の上端部が蓋部 1 4 4 に固定されている。このため、コイル保持部材 1 6 2 が筐体 1 4 3 の底面部と天板部とを接続しており、筐体 1 4 3 の剛性がコイル保持部材 1 6 2 によって高められている。
- [0133] このため、仮に、送電装置 4 1 に外力が加えられたとしても、筐体 1 4 3 が変形することを抑制することができる。
- [0134] 図 2 2 は、コイル保持部材 1 6 2 を示す斜視図である。図 2 3 は、図 2 2 に示すコイル保持部材 1 6 2 の側面図である。図 2 2 および図 2 3 に示すように、コイル保持部材 1 6 2 は、土台部 1 7 5 と、この土台部 1 7 5 に接続

された柱部176とを含む。柱部176は、本体部179と、この本体部179の周面に形成され、本体部179の高さ方向に間隔をあけて形成された複数の支持部178とを含む。そして、各支持部178の間には、溝部177が形成されている。そして、溝部177に共鳴コイル24や電磁誘導コイル23がはめ込まれる。

[0135] 溝部177が柱部176の高さ方向に複数形成されているため、共鳴コイル24よび電磁誘導コイル23をはめる位置を適宜調整することができる。

[0136] 共鳴コイル24および電磁誘導コイル23との間隔を調整することで、車両側のインピーダンスを調整することができる。

[0137] 図24は、図23に示すXXIV-XXIV線における断面図である。図24に示すように、支持部178は、本体部179から張り出すように形成されている。

[0138] 図25は、図24に示すXXV-XXV線における断面図である。この図25に示すように、コイル保持部材162は、溝部177に隣り合い、共鳴コイル24を支持する支持部178Aと、溝部177に対して支持部178Aと反対側に配置された支持部178Bとを含む。このように、2つの支持部178A、178Bの間に溝部177が形成されている。なお、溝部177の底部185は、本体部179によって規定され、溝部177の内側面86、87は、支持部178A、178Bによって規定されている。

[0139] 溝部177の深さD2は、共鳴コイル24を形成するコイル線164の幅方向に延び、溝部177の幅W6は、コイル線164の厚さ方向に延びている。さらに、図24において、溝部177は、共鳴コイル24の延びる方向に延びている。

[0140] そして、図25からも明らかなように、溝部177の深さD2は、幅W6よりも大きくなるように形成されている。ここで、溝部177のうち、共鳴コイル24の巻回中心に最も近接する位置を溝部177の開口部とする。そして、底部185は、溝部177の内周面のうち、上記開口部と対向する部分である。そして、溝部177の深さとは、上記開口部から底部185まで

の間の距離である。溝部 177 の長さとは、共鳴コイル 24 の延びる方向における長さである。さらに、溝部 177 の幅とは、挿入されるコイル線の厚さ方向の長さである。

[0141] コイル保持部材 162 は、絶縁樹脂材料から形成されている。電力伝送時には、共鳴コイル 24 には、高電圧の電流が流れ、共鳴コイル 24 が高温となる。共鳴コイル 24 が高温となることで、支持部 178 A、178 B が膨張する。

[0142] これにより、溝部 177 の幅 W6 が小さくなり、溝部 177 内に挿入された共鳴コイル 24 が支持部 178 A および支持部 178 B から加えられる面圧が大きくなる。

[0143] なお、本体部 179 が熱せられると、本体部 179 は、溝部 177 の深さ D2 が小さくなるように変形する。その一方で、溝部 177 の幅 W6 は、溝部 177 の深さ D2 よりも小さいので、コイル保持部材 162 が熱せられることで、溝部 177 の深さ D2 が小さくなる変形量よりも、幅 W6 が狭くなる変形量の方が大きくなる。

[0144] この結果、コイル保持部材 162 が共鳴コイル 24 などからの熱によって熱膨張すると、コイル保持部材 162 が共鳴コイル 24 を保持する保持力が大きくなり、共鳴コイル 24 が脱落することが抑制される。

[0145] なお、図 25 などを用いて、共鳴コイル 24 を保持する保持力が向上することについて説明したが、同様に、電磁誘導コイル 23 からの熱によってコイル保持部材 162 が熱せられた場合においても、コイル保持部材 162 が電磁誘導コイル 23 を保持する保持力が向上する。

[0146] 共鳴コイル 24 の幅 W5 は、溝部 177 の深さ D2 よりも大きく、共鳴コイル 24 は、溝部 177 から張り出すように設けられている。このため、図 18 に示すように、送風器 150 から管部 148 内に取り入れられた冷却風によって、共鳴コイル 24 は良好に冷却される。

[0147] 図 24 において、支持部 178 に対して、支持部 178 の配列する方向に離れた位置から支持部 178 を見ると、支持部 178 は、台形形状となるよ

うに形成されている。具体的には、支持部178は、本体部179に接続された長辺部180と、側辺部183、184と、短辺部182とを含む。

[0148] そして、支持部178Aは、溝部177の底部185に向かうにつれて、共鳴コイル24の延びる方向の長さL11が大きくなるように形成されている。すなわち、支持部178Aの側辺部183および側辺部184がテーパ状に形成されているため、共鳴コイル24の露出面積が大きくなっている。これにより、共鳴コイル24が冷却風によって冷却される面積が大きくなり、共鳴コイル24が良好に冷却される。なお、側辺部183および側辺部184は湾曲するように形成してもよい。

[0149] さらに、支持部178Aと対向する支持部1178Bも、支持部178Aと同様に形成されているため、共鳴コイル24を溝部177内に容易に挿入することができ、組み立て効率の向上を図ることができる。

[0150] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。さらに、上記数値などは、例示であり、上記数値および範囲にかぎられない。

### 産業上の利用可能性

[0151] 本発明は、受電装置、送電装置および電力伝送システムに適用することができる。

### 符号の説明

[0152] 10 電動車両、24, 94, 99 共鳴コイル、12, 23, 92, 97 電磁誘導コイル、13 整流器、14 コンバータ、15 バッテリ、16 パワーコントロールユニット、17 モータユニット、19, 23, 25, 95, 98 キャパシタ、20 外部給電装置、21 交流電源、22 高周波電力ドライバ、26 制御部、27, 96 受電部、28, 93 送電部、40, 91 受電装置、41, 90 送電装置、42 駐車スペース、43, 143 筐体、44, 144 蓋部、45, 145 シールド、

46, 146 ユニット、47, 147 冷却装置、48, 148 管部、  
49, 149 排気口、50, 150 送風器、51, 151 仕切部材、  
55, 56, 155, 156 ボルト、57, 58, 158 穴部、61,  
161 保持ユニット、62, 162 コイル保持部材、63, 64, 16  
3, 164 コイル線、65, 66, 70, 71, 165, 166, 170  
, 171 主表面、67, 68, 72, 73, 167, 168, 172, 1  
73 側面、75, 175 土台部、76, 176 柱部、77, 177  
溝部、78, 78A, 78B, 178A, 178B 支持部、79, 179  
本体部、80, 180 長辺部、82, 182 短辺部、83, 84, 1  
83, 184 側辺部、85, 185 底部、86, 87 内側面、89  
電力伝送システム、C1, C2 キャパシタンス、D1, D2 深さ、E  
CU 車両、L1, L2, L3 効率曲線、L10, L11 長さ、Lr,  
Lt インダクタンス、O1, O2 中心線、T1, T2, T4, T5 厚  
さ、W1, W2, W3, W4, W5, W6 幅、f0, f1, f2 固有周  
波数、f3, f4, f5, f4, f5, f6 周波数、k1, k2, k3  
曲線。

## 請求の範囲

- [請求項1] 間隔をあけて配置された送電部（28）から非接触で電力を受電する受電部（27）と、  
前記受電部（27）を保持する第1保持ユニット（61）と、  
を備え、  
前記受電部（27）は、受電コイル（11）を含み、  
前記受電コイル（11）は、幅が厚さよりも大きい第1コイル線（64）を巻回して形成され、  
前記第1保持ユニット（61）は、前記受電コイル（11）の延びる方向に延び、前記受電コイル（11）を受け入れる第1溝部（77）が形成された複数の第1コイル保持部材（62）を含み、  
前記第1溝部（77）の少なくとも一部は、前記第1コイル線（64）の幅方向に延びる前記第1溝部（77）の深さが、前記第1コイル線（64）の厚さ方向に延びる前記第1溝部（77）の幅よりも大きくなるように形成された、受電装置。
- [請求項2] 前記第1コイル線（64）の幅は、前記第1溝部（77）の深さよりも大きい、請求項1に記載の受電装置。
- [請求項3] 前記第1コイル保持部材（62）は、前記第1溝部（77）に対して前記第1溝部（77）の幅方向に隣り合い、前記受電コイル（11）を支持する第1支持部（78A）と、前記第1溝部（77）に対して前記第1支持部（78A）と反対側に位置し、前記受電コイル（11）を支持する第2支持部（78B）とを含み、  
前記第1支持部（78A）と前記第2支持部（78B）との少なくとも一方は、前記第1溝部（77）の底部に向かうにつれて、前記受電コイル（11）の延びる方向の長さが長くなるように形成された、請求項1に記載の受電装置。
- [請求項4] 前記第1コイル保持部材（62）は、柱状に形成され、前記第1溝部（77）は、前記第1コイル保持部材（62）の高さ方向に間隔を

あけて複数形成された、請求項1に記載の受電装置。

[請求項5] 前記第1コイル保持部材(62)は、前記受電コイル(11)の内側に配置されると共に、前記受電コイル(11)に沿って間隔をあけて配置された、請求項1に記載の受電装置。

[請求項6] 前記受電コイル(11)の両端は、前記受電コイル(11)の内側に引き出され、

前記受電コイル(11)の両端に接続されたキャパシタをさらに備えた、請求項5に記載の受電装置。

[請求項7] 前記受電部(27)および前記第1保持ユニット(61)を内部に収容する第1収容ケース(43)をさらに備え、

前記第1収容ケース(43)は、天板部と、前記天板部と対向する底面部と、前記天板部と前記底面部とを接続する周壁部とを含み、

前記第1コイル保持部材(62)は、前記天板部と前記底面部とに接続された、請求項1に記載の受電装置。

[請求項8] 前記送電部(28)の固有周波数と前記受電部(27)の固有周波数との差は、前記受電部(27)の固有周波数の10%以下である、請求項1に記載の受電装置。

[請求項9] 前記受電部(27)と前記送電部(28)との結合係数は、0.1以下である、請求項1に記載の受電装置。

[請求項10] 前記受電部(27)は、前記受電部(27)と前記送電部(28)の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、前記受電部(27)と前記送電部(28)の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて前記送電部(28)から電力を受電する、請求項1に記載の受電装置。

[請求項11] 間隔をあけて配置された受電部(27)に非接触で電力を送電する送電部(28)と、

前記送電部(28)を保持する第2保持ユニット(161)と、  
を備え、

前記送電部（２８）は、送電コイル（２４）を含み、  
前記送電コイル（２４）は、幅が厚さよりも大きい第２コイル線（１６４）を巻回して形成され、  
前記第２保持ユニット（１６１）は、前記送電コイル（２４）の延びる方向に延び、前記送電コイル（２４）を受け入れる第２溝部（１７７）が形成された複数の第２コイル保持部材（１６２）を含み、  
前記第２溝部（１７７）の少なくとも一部は、前記第２コイル線（１６４）の幅方向に延びる前記第２溝部（１７７）の深さが、前記第２コイル線（１６４）の厚さ方向に延びる前記第２溝部（１７７）の幅よりも大きくなるように形成された、送電装置。

[請求項12] 前記第２コイル線（１６４）の幅は、前記第２溝部（１７７）の深さよりも大きい、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項13] 前記第２コイル保持部材（１６２）は、前記第２溝部（１７７）に対して前記第２溝部（１７７）の幅方向に隣り合い、前記送電コイル（２４）を支持する第３支持部（１７８Ａ）と、前記第２溝部（１７７）に対して前記第３支持部（１７８Ａ）と反対側に位置し、前記送電コイル（２４）を支持する第４支持部（１７８Ｂ）とを含み、  
前記第３支持部（１７８Ａ）と前記第４支持部（１７８Ｂ）との少なくとも一方は、前記第２溝部（１７７）の底部に向かうにつれて、前記送電コイル（２４）の延びる方向の長さが長くなるように形成された、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項14] 前記第２コイル保持部材（１６２）は、柱状に形成され、前記第２溝部（１７７）は、前記第２コイル保持部材（１６２）の高さ方向に間隔をあけて複数形成された、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項15] 前記第２コイル保持部材（１６２）は、前記送電コイル（２４）の内側に配置された、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項16] 前記送電コイル（２４）の両端は、前記送電コイル（２４）の内側に引き出され、

前記送電コイル（２４）の両端に接続されたキャパシタをさらに備えた、請求項１５に記載の送電装置。

[請求項17] 前記送電部（２８）および前記第２保持ユニット（１６１）を内部に収容する第２収容ケース（１４３）をさらに備え、

前記第２収容ケース（１４３）は、天板部と、前記天板部と対向する底面部と、前記天板部と前記底面部とを接続する周壁部とを含み、

前記第２コイル保持部材（１６２）は、前記天板部と前記底面部とに接続された、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項18] 前記送電部（２８）の固有周波数と前記受電部（２７）の固有周波数との差は、前記受電部（２７）の固有周波数の１０％以下である、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項19] 前記受電部（２７）と前記送電部（２８）との結合係数は、０．１以下である、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項20] 前記送電部（２８）は、前記受電部（２７）と前記送電部（２８）の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、前記受電部（２７）と前記送電部（２８）の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて、前記受電部（２７）に電力を送電する、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項21] 送電部（２８）を含む送電装置と、  
前記送電装置から非接触で電力を受電する受電装置と、  
を備え、  
前記受電装置は、前記送電部（２８）から非接触で電力を受電する受電部（２７）と、前記受電部（２７）を保持する第１保持ユニット（６１）とを含み、  
前記送電装置は、前記送電部（２８）を保持する第２保持ユニット（１６１）を含み、  
前記受電部（２７）は、受電コイル（１１）を含み、  
前記受電コイル（１１）は、幅が厚さよりも大きい第１コイル線（

64) を巻回して形成され、

前記第1保持ユニット(61)は、前記受電コイル(11)の延びる方向に延び、前記受電コイル(11)を受け入れる第1溝部が形成された複数の第1コイル保持部材(62)を含み、

前記第1溝部の少なくとも一部は、前記第1コイル線(64)の幅方向に延びる前記第1溝部の深さが、前記第1コイル線(64)の厚さ方向に延びる前記第1溝部の幅よりも大きく、

前記送電部(28)は、送電コイル(24)を含み、

前記送電コイル(24)は、幅が厚さよりも大きい第2コイル線(164)を巻回して形成され、

前記第2保持ユニット(161)は、前記送電コイル(24)の延びる方向に延び、前記送電コイル(24)を受け入れる第2溝部が形成された複数の第2コイル保持部材(162)を含み、

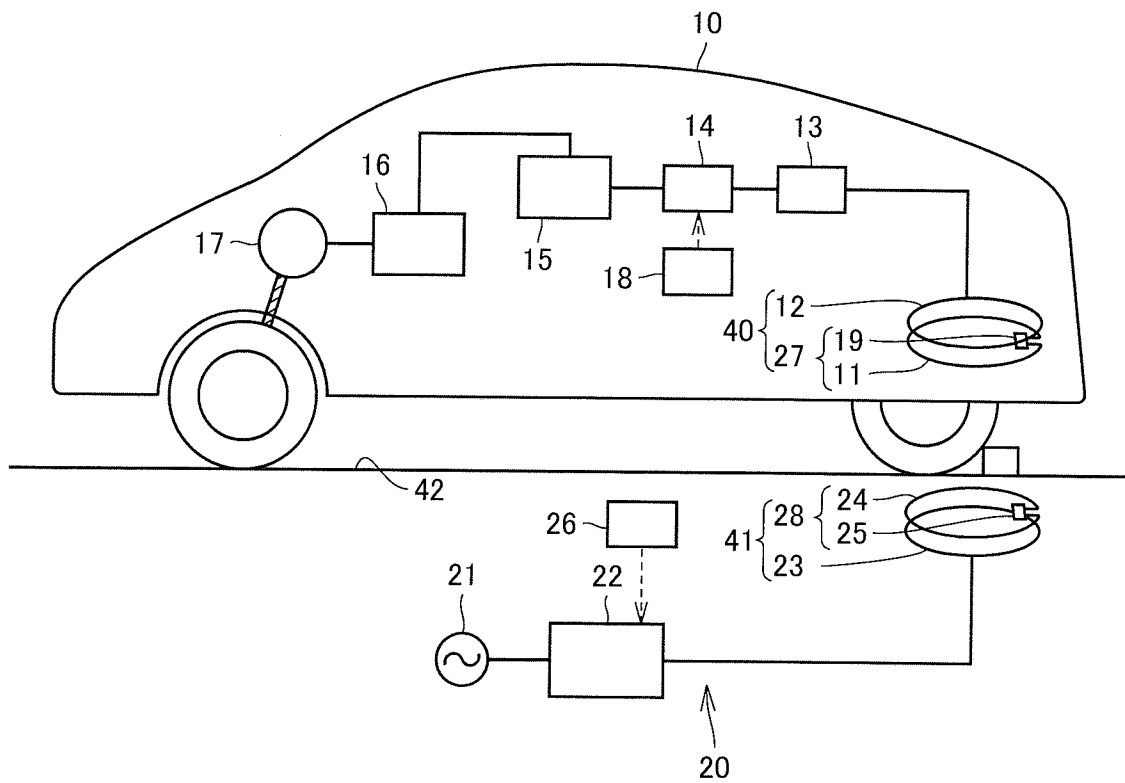
前記第2溝部の少なくとも一部は、前記第2コイル線(164)の幅方向に延びる前記第2溝部の深さが、前記第2コイル線(164)の厚さ方向に延びる前記第2溝部の幅よりも大きい、電力伝送システム。

[請求項22] 前記送電部(28)の固有周波数と前記受電部(27)の固有周波数との差は、前記受電部(27)の固有周波数の10%以下である、請求項21に記載の電力伝送システム。

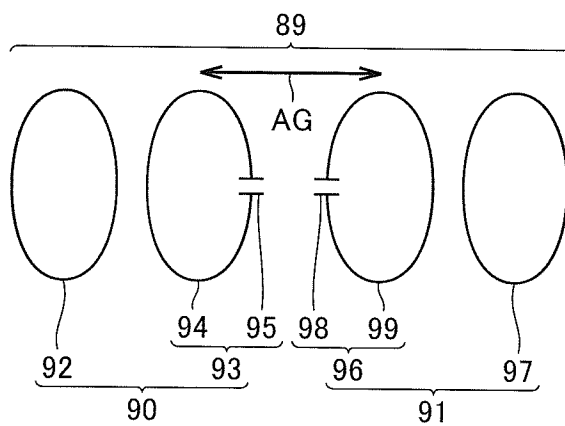
[請求項23] 前記受電部(27)と前記送電部(28)との結合係数は、0.1以下である、請求項21に記載の電力伝送システム。

[請求項24] 前記受電部(27)は、前記受電部(27)と前記送電部(28)の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、前記受電部(27)と前記送電部(28)の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて前記送電部(28)から電力を受電する、請求項21に記載の電力伝送システム。

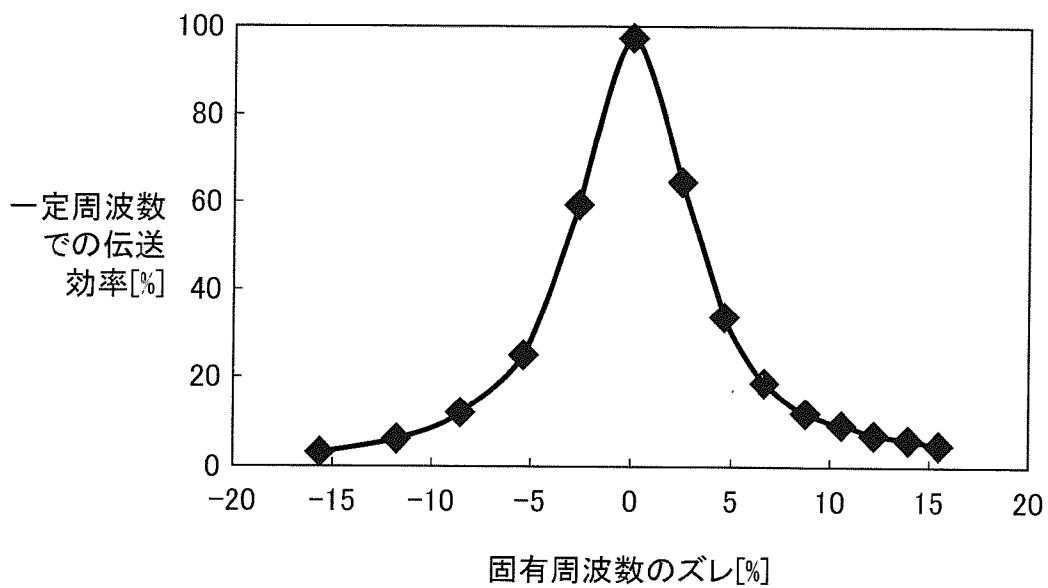
[図1]



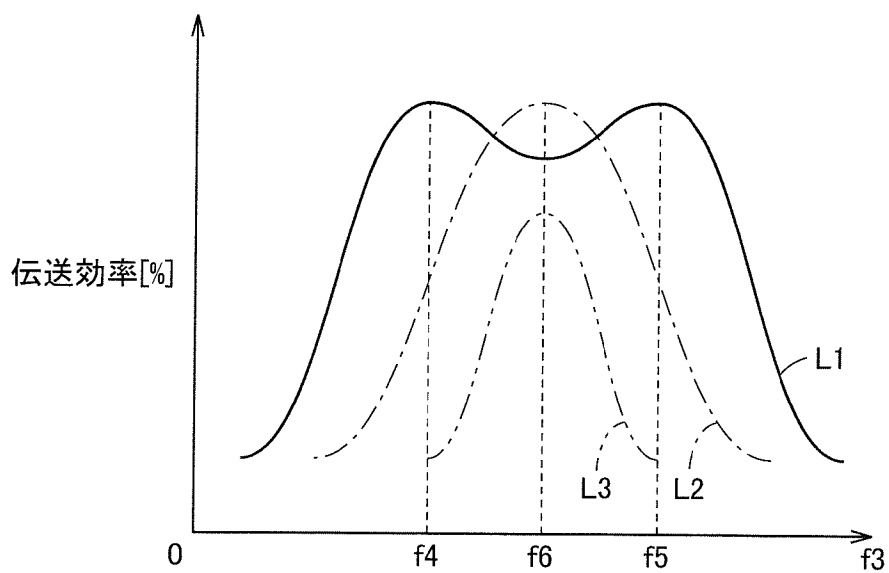
[図2]



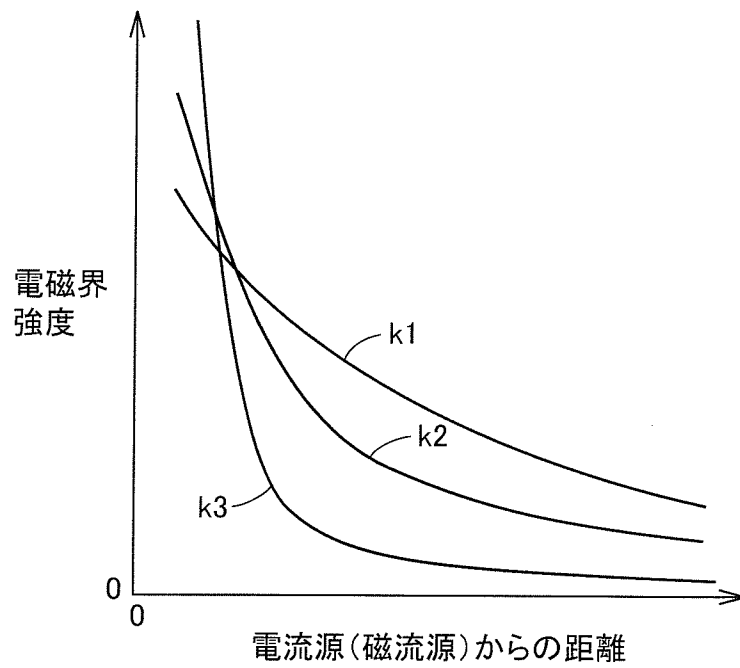
[図3]



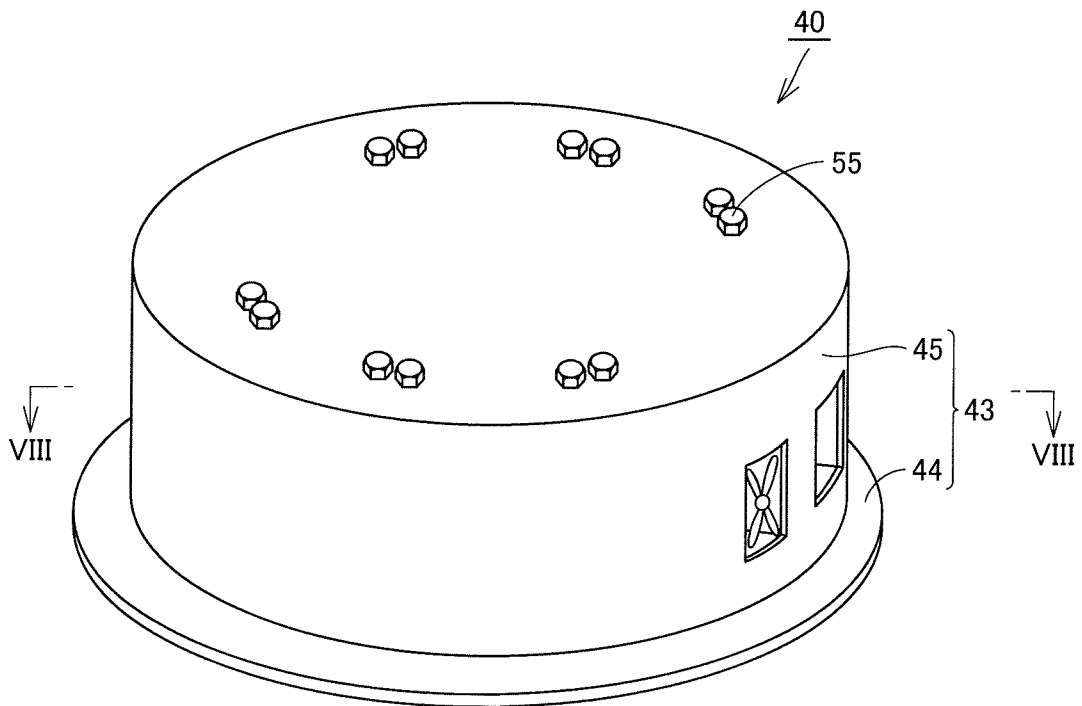
[図4]



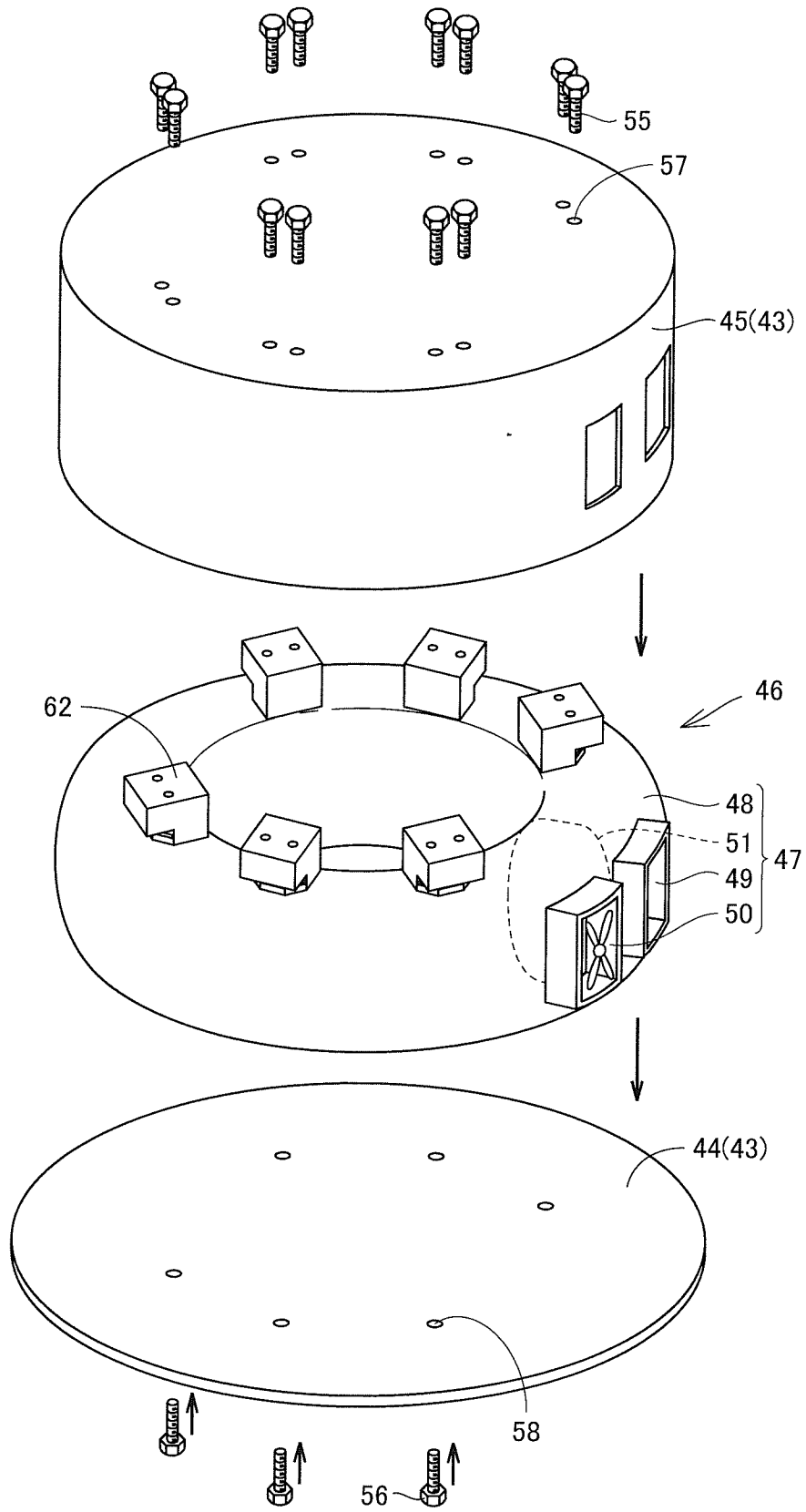
[図5]



[図6]

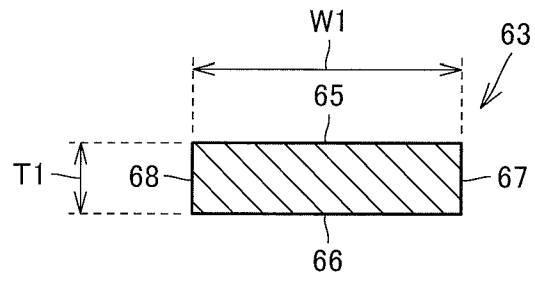


[図7]

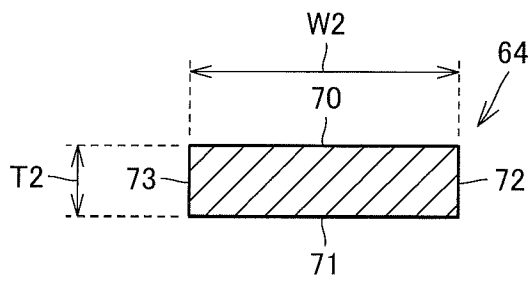




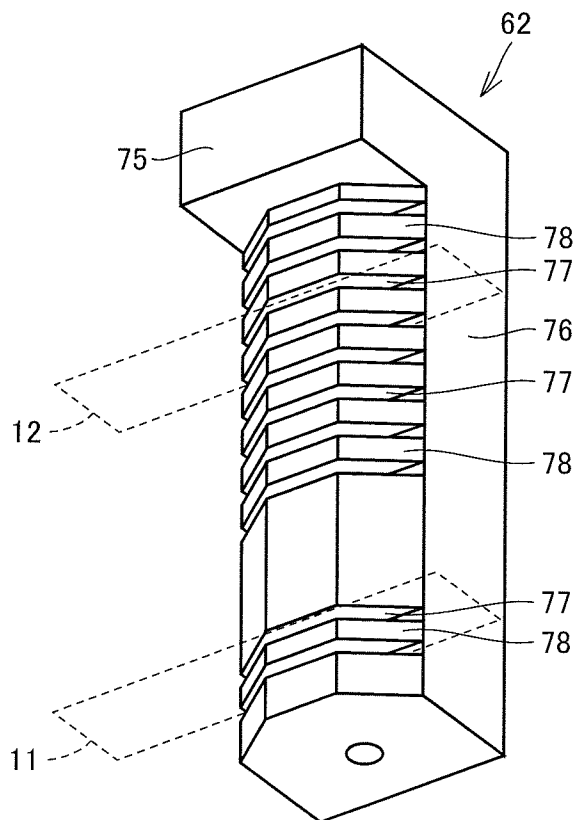
[図10]



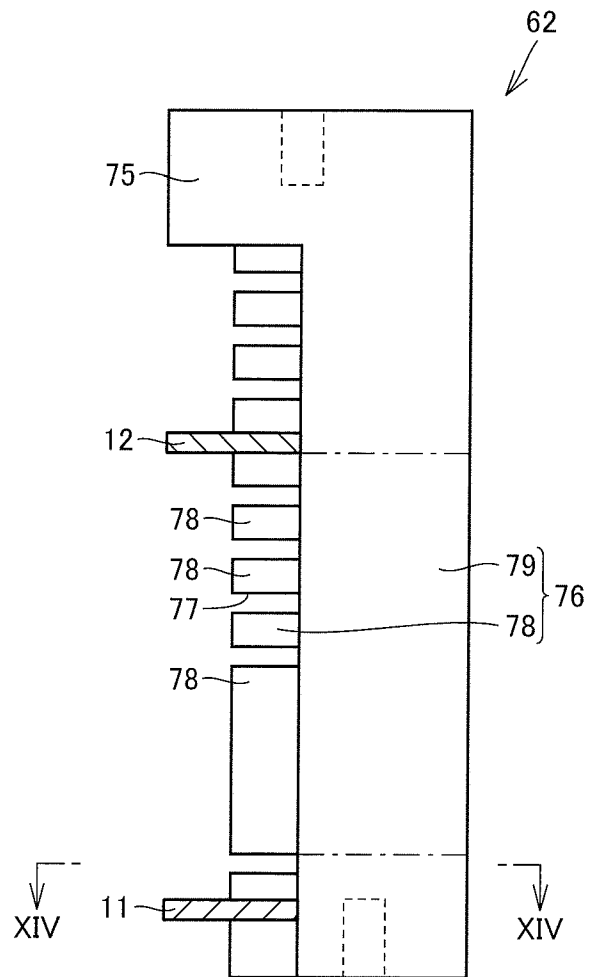
[図11]



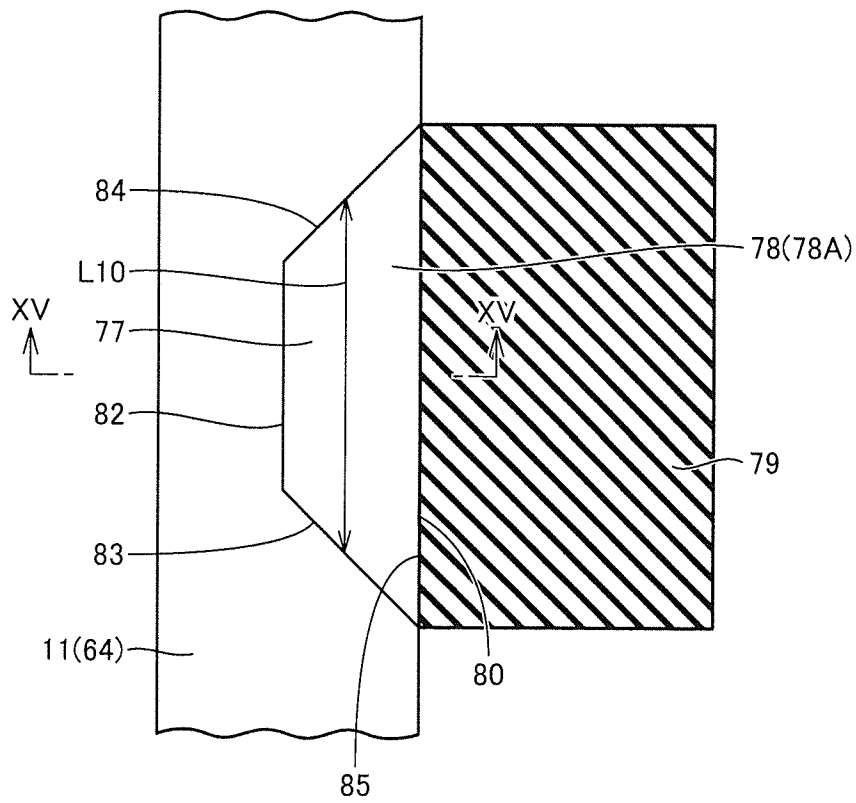
[図12]



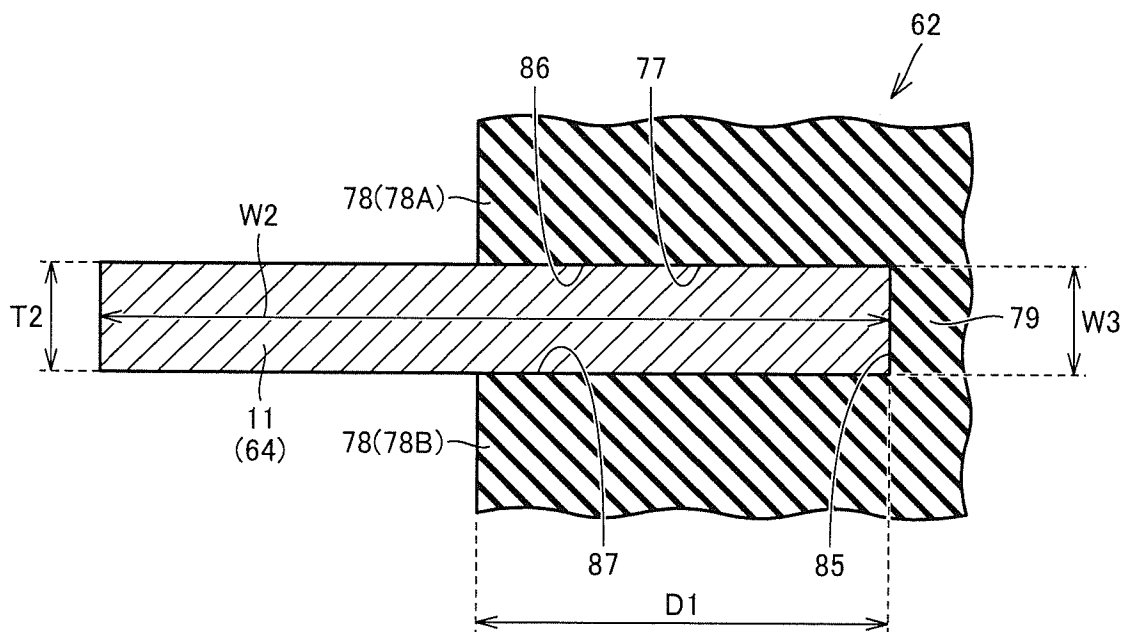
[図13]



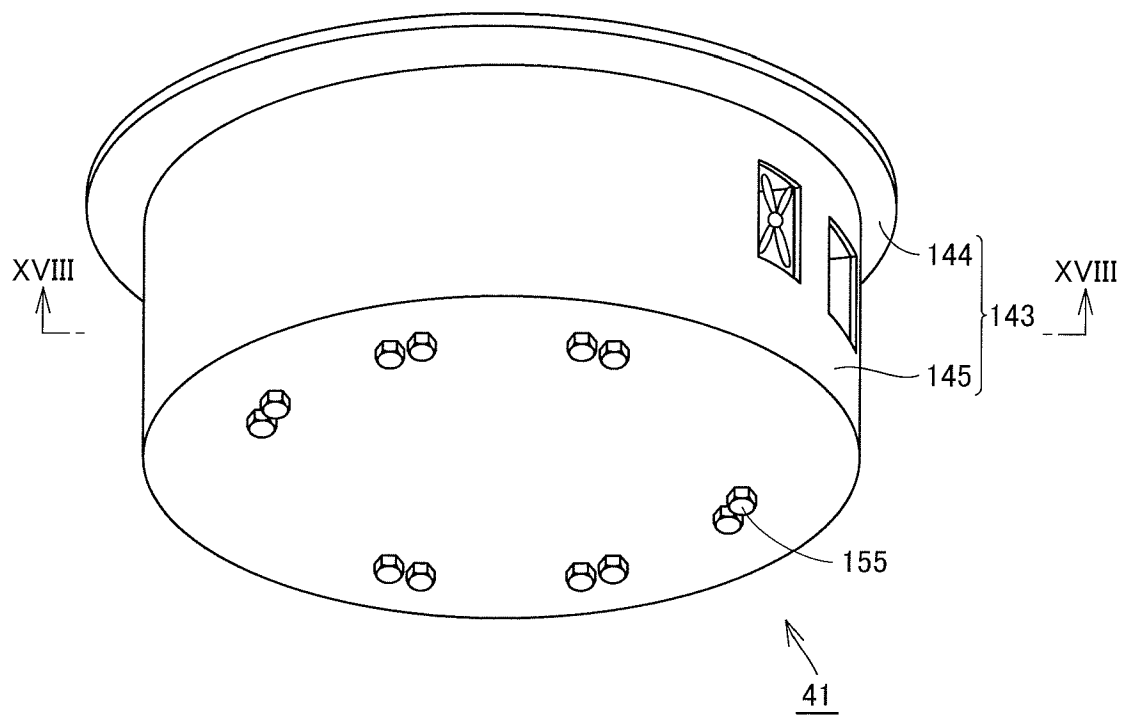
[図14]



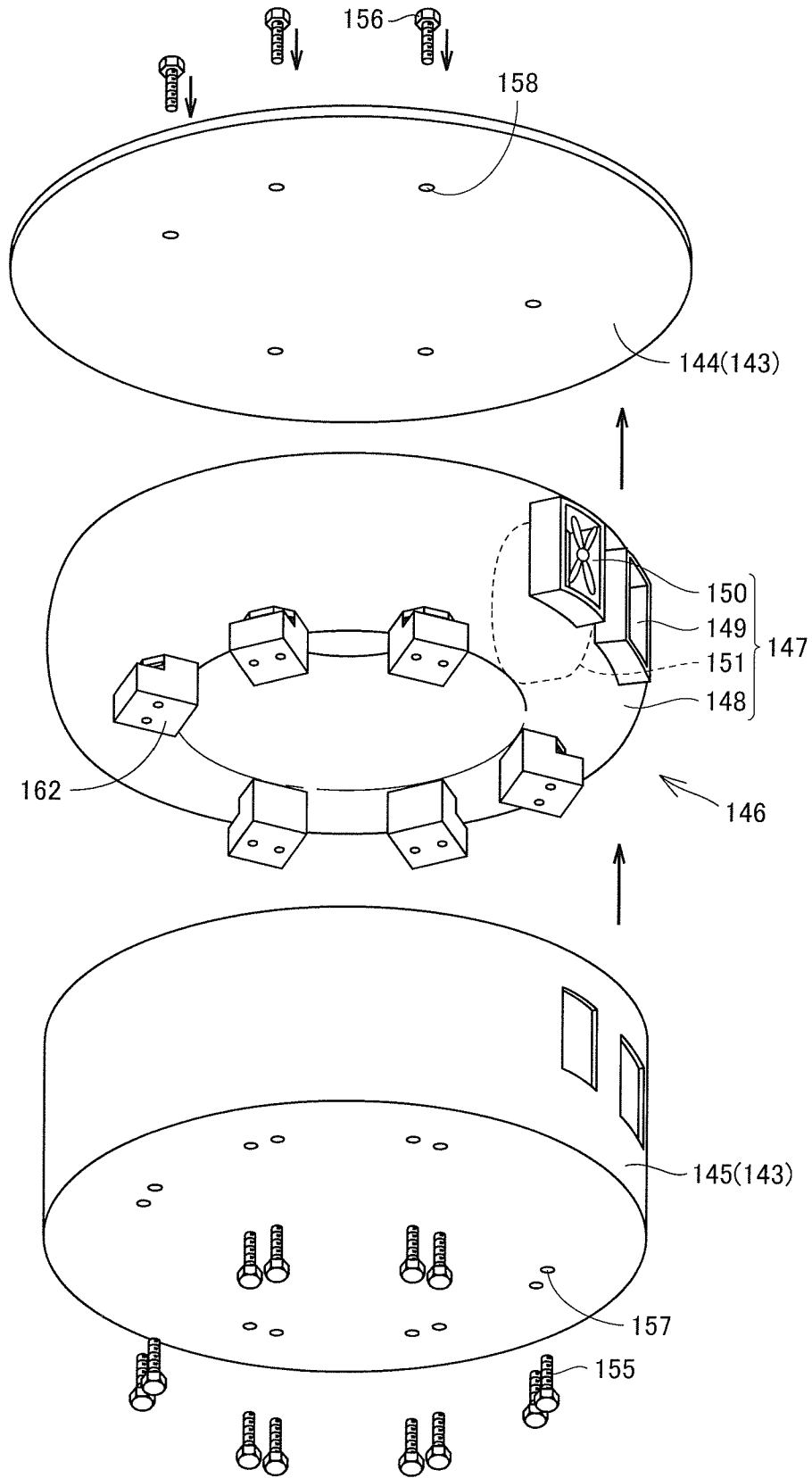
[図15]



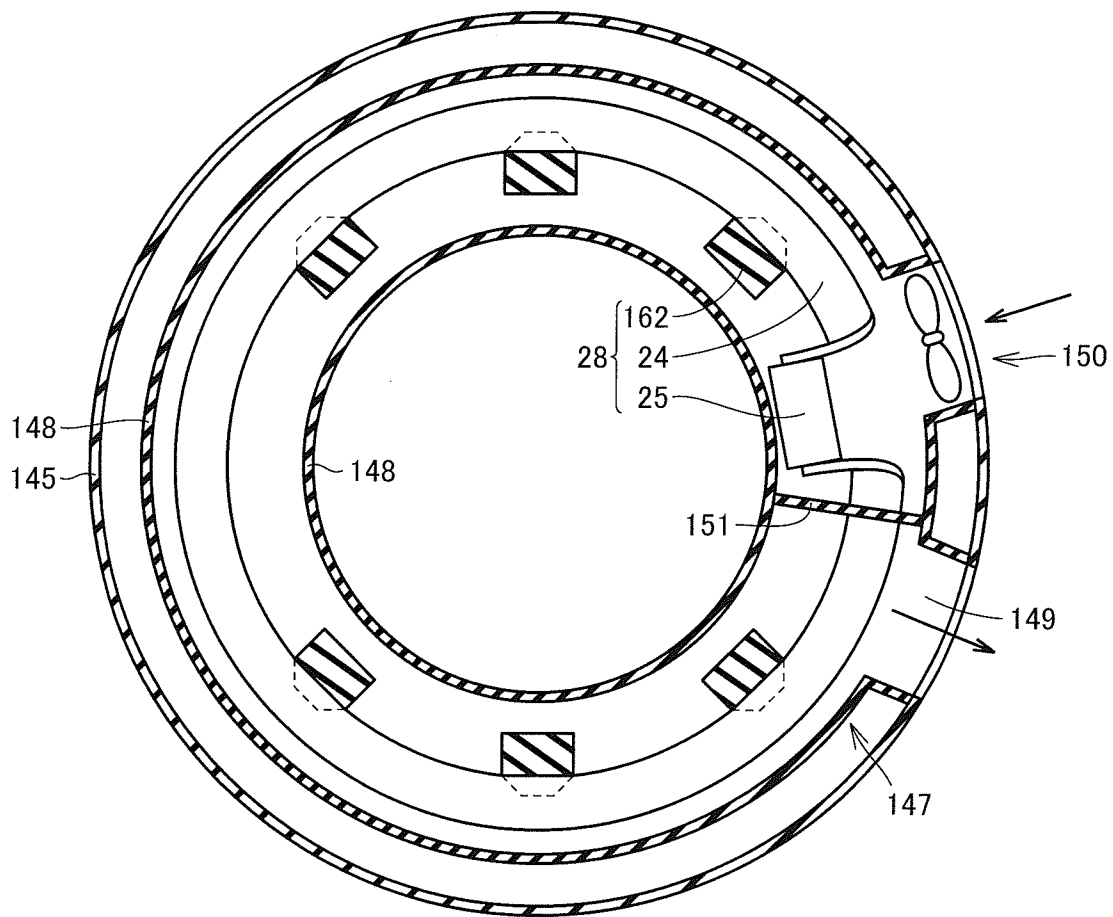
[図16]



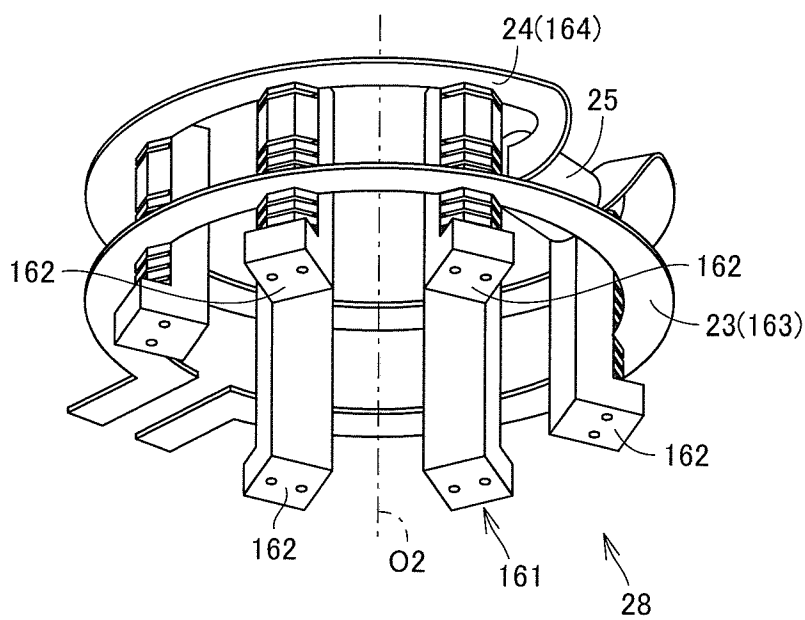
[図17]



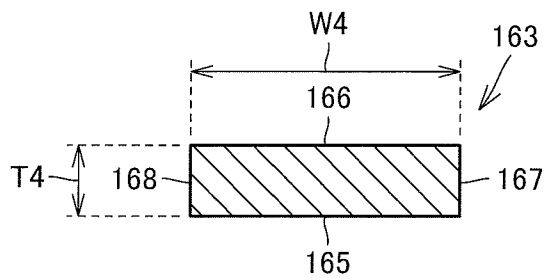
[図18]



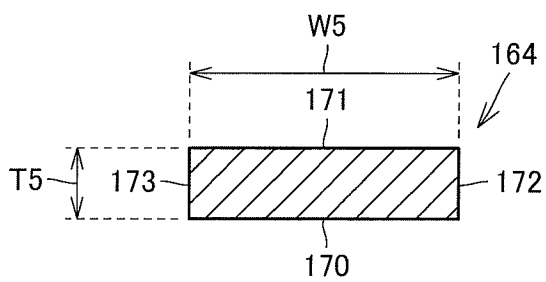
[図19]



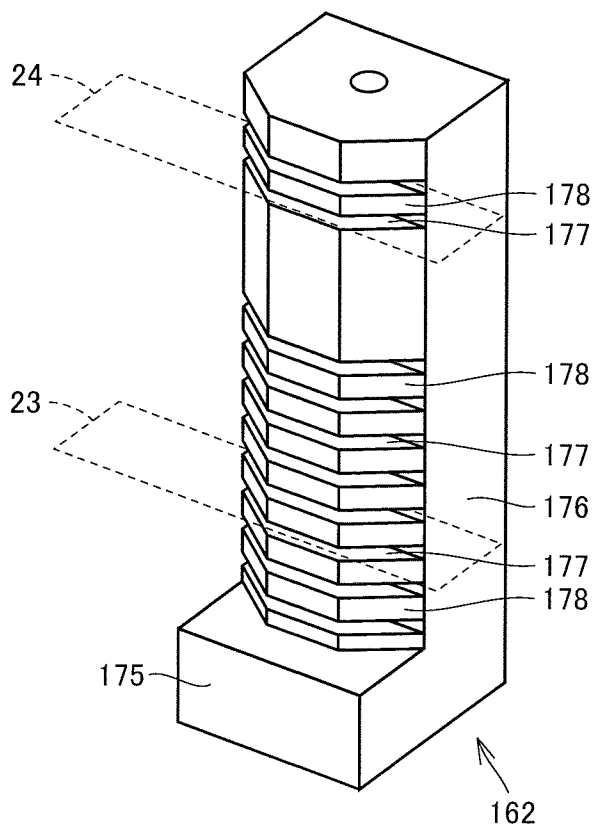
[図20]



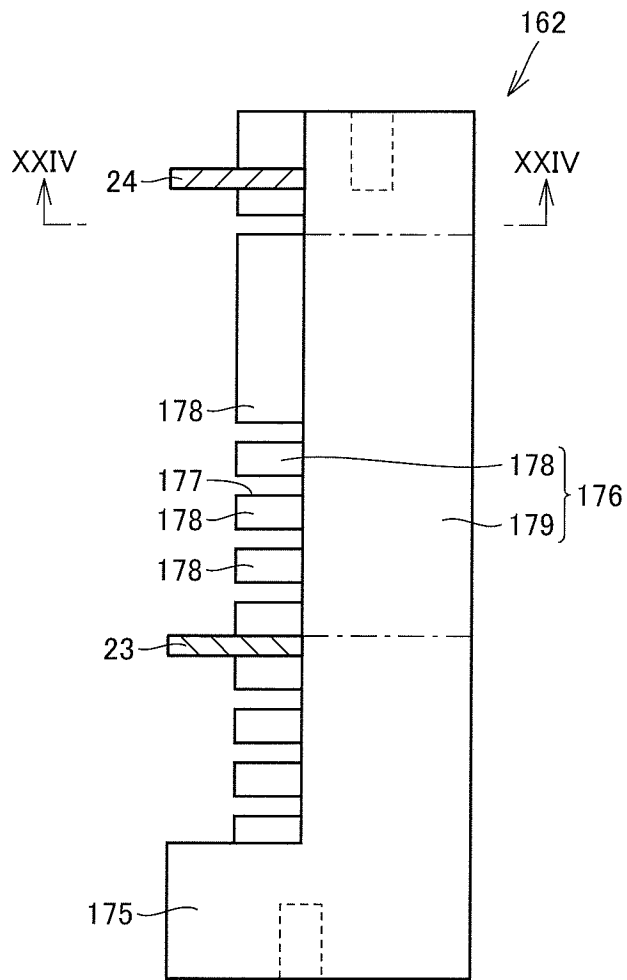
[図21]



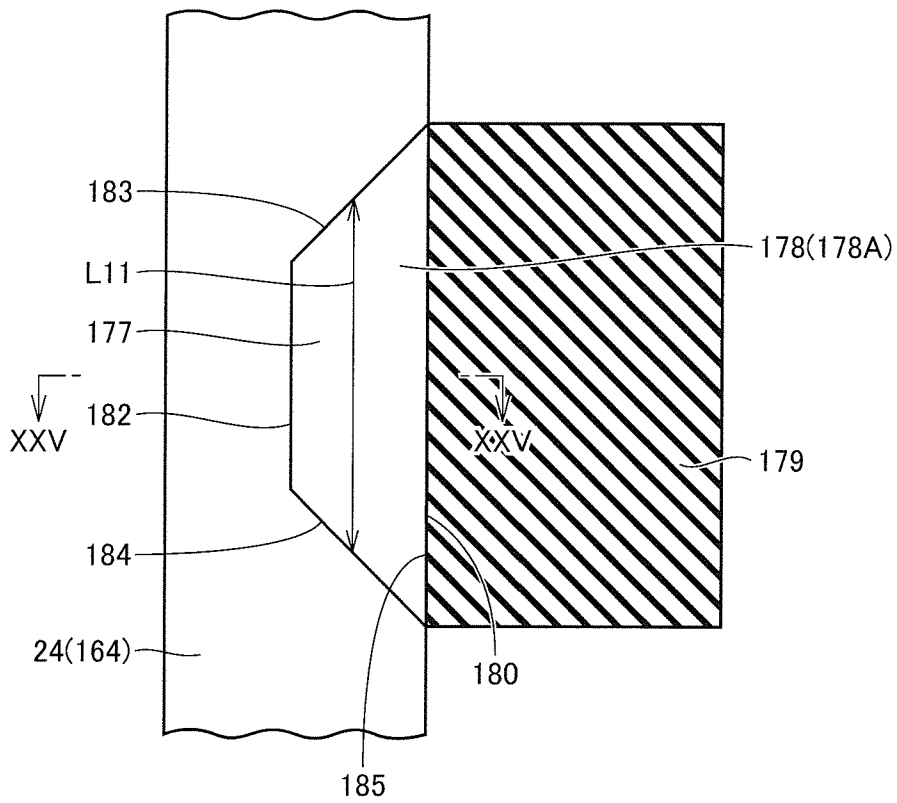
[図22]



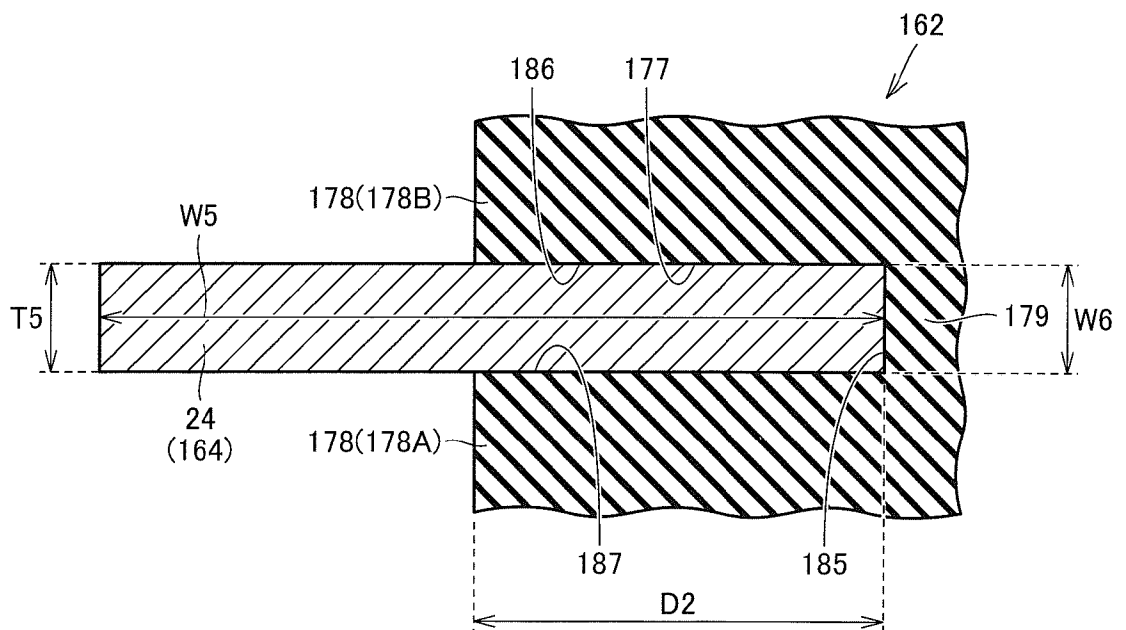
[図23]



[図24]



[図25]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/072839

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01F38/14(2006.01) i, H02J7/00(2006.01) i</i>										
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>										
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01F38/14, H01F27/30, H02J7/00										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched										
<table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2011</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2011</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2011</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011							
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
Y	JP 2010-267917 A (Toyota Motor Corp.), 25 November 2010 (25.11.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-24								
Y	JP 2006-147927 A (Ushio Inc.), 08 June 2006 (08.06.2006), paragraphs [0012] to [0014]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-24								
Y	JP 51-37951 Y2 (Sansha Electric Manufacturing Co., Ltd.), 17 September 1976 (17.09.1976), entire text; all drawings (Family: none)	1-24								
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.										
* Special categories of cited documents:										
“A”	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention								
“E”	earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone								
“L”	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art								
“O”	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family								
“P”	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed									
Date of the actual completion of the international search 28 December, 2011 (28.12.11)		Date of mailing of the international search report 17 January, 2012 (17.01.12)								
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer								
Facsimile No.		Telephone No.								

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/072839

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-268660 A (Toyota Motor Corp.), 25 November 2010 (25.11.2010), paragraphs [0051] to [0073]; fig. 5 to 9 (Family: none)	7,17
Y	JP 11-329862 A (TDK Corp.), 30 November 1999 (30.11.1999), paragraph [0018]; fig. 1 (Family: none)	7,17
A	JP 2010-87353 A (Toyota Motor Corp.), 15 April 2010 (15.04.2010), paragraphs [0047] to [0071]; fig. 4 to 8 & WO 2010/038326 A1	1-24
E,A	JP 2011-204836 A (Toyota Motor Corp.), 13 October 2011 (13.10.2011), paragraphs [0043] to [0068]; fig. 5 to 10 (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01F38/14(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01F38/14, H01F27/30, H02J7/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-267917 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.11.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 2006-147927 A (ウシオ電機株式会社) 2006.06.08, 段落【0012】-【0014】, 図1-3 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 51-37951 Y2 (株式会社三社電機製作所) 1976.09.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-24
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 28.12.2011	国際調査報告の発送日 17.01.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 久保田 昌晴 電話番号 03-3581-1101 内線 3565	5R 4230

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-268660 A (トヨタ自動車株式会社) 2010. 11. 25, 段落【0051】 - 【0073】, 図 5-9 (ファミリーなし)	7, 17
Y	JP 11-329862 A (ティーディーケイ株式会社) 1999. 11. 30, 段落 【0018】, 図 1 (ファミリーなし)	7, 17
A	JP 2010-87353 A (トヨタ自動車株式会社) 2010. 04. 15, 段落【0047】 - 【0071】, 図 4-8 & WO 2010/038326 A1	1-24
E, A	JP 2011-204836 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 10. 13, 段落【0043】 - 【0068】, 図 5-10 (ファミリーなし)	1-24