

(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 12 月 12 日(12.12.2013)



(10) 国際公開番号

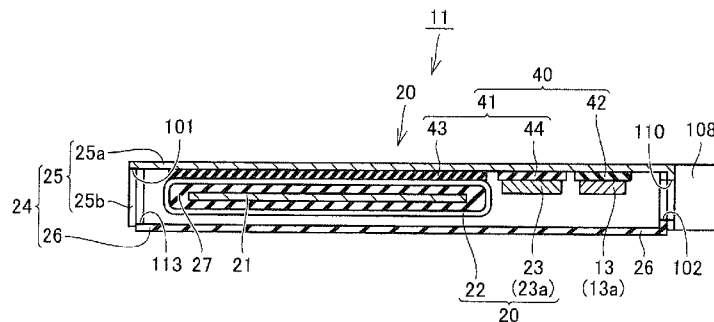
WO 2013/183105 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 7/00 (2006.01) H02J 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064388
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 4 日(04.06.2012)
- (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).
- (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, 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.
- (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, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 受電装置および送電装置

[図8]



(57) Abstract: A power reception device comprising: a first case (24) having a housing section formed therein; a core (21) arranged inside the first case (24); a second coil (22) arranged inside the first case (24) and provided in the core (21); a first electric device arranged inside the first case (24) and connected to the second coil (22); a first insulating member (40) arranged between the inner surface of the first case (24) and the second coil (22) and between the inner surface of the first case (24) and the first electric device; and a cooling device that causes coolant to flow therethrough and which cools the second coil (22) and the first electric device. The second coil (22) and the first electric device have the first insulating member (40) interposed therebetween and are attached to the inner surface of the first case (24). The first electric device is arranged further upstream in the coolant flow direction than the second coil (22).

(57) 要約: 受電装置は、内部に收容部が形成された第 1 筐体 (24) と、第 1 筐体 (24) 内に配置されたコア (21) と、第 1 筐体 (24) 内に配置され、コア (21) に設けられた第 2 コイル (22) と、第 1 筐体 (24) 内に配置されると共に、第 2 コイル (22) に接続された第 1 電気機器と、第 1 筐体 (24) の内表面と第 2 コイル (22) との間と、第 1 筐体 (24) の内表面と第 1 電気機器との間に配置された第 1 絶縁部材 (40) と、冷媒を流通させて、第 2 コイル (22) および第 1 電気機器を冷却する冷却装置とを備え、第 2 コイル (22) と第 1 電気機器とは、第 1 絶縁部材 (40) を間に挟んで第 1 筐体 (24) の内表面に取り付けられ、第 1 電気機器は第 2 コイル (22) よりも冷媒の流通方向の上流に配置される。

WO 2013/183105 A1

明 細 書

発明の名称 : 受電装置および送電装置

技術分野

[0001] 本発明は、受電装置および送電装置に関する。

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ヤレス充電が着目されている。

[0004] たとえば、特開 2 0 1 1 - 5 0 1 2 7 号公報に記載された非接触電力給電装置は、受電部および送電部を備え、送電部および受電部は、いずれも、H 形状のコアと、このコアに装着されたコイルとを含む。

[0005] コアは、2つの磁極部と、この2つの磁極部間に形成され、コイルが巻回された細幅被コイル部とを含む。

[0006] 上記2つの磁極部は、細幅被コイル部の中心を通り、2つの磁極部に垂直に交わる対称軸に対して線対称となるように形成されており、コアは、上記対称軸に対称なH字形状となるように形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開 2 0 1 1 - 5 0 1 2 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 一般に、受電部と送電部との間で電力伝送を行うと、受電部のコイルの温度や送電部のコイルの温度などが上昇する。

[0009] このため、上記のような受電部を備えた受電装置は、受電部を冷却する冷却装置を備える必要がある。同様に、上記のような送電部を備えた送電装置

は、送電部を冷却する冷却装置を備える必要がある。

[0010] このため、従来の受電装置や送電装置においては、装置自体が大型化しやすいという問題があった。

[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、その第1目的は、装置の大型化を抑制しつつも、受電部を良好に冷却することができる受電装置を提供することである。第2の目的は、装置の大型化を抑制しつつも、送電部を良好に冷却することができる送電装置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、第1コイルを含む送電部から非接触で電力を受電する受電装置である。受電装置は、内部に収容部が形成された筐体と、筐体内に配置されたコアと、筐体内に配置され、コアに設けられた第2コイルと、筐体内に配置されると共に、第2コイルに接続された電気機器と、筐体の内表面と第2コイルとの間と、筐体の内表面と電気機器との間に配置された絶縁部材と、冷媒を流通させて、第2コイルおよび電気機器を冷却する冷却装置とを備える。

[0013] 上記第2コイルと電気機器とは、絶縁部材を間に挟んで筐体の内表面に取り付けられる。上記電気機器は第2コイルよりも冷媒の流通方向の上流に配置される。

[0014] 好ましくは、上記電気機器は、第2コイルに接続されたキャパシタと、第2コイルが受電した電流を整流する整流器とを含む。上記整流器は、キャパシタよりも冷媒の流通方向の上流側に配置される。上記キャパシタは、第2コイルよりも冷媒の流通方向の上流側に配置される。

[0015] 好ましくは、上記電気機器は、第2コイルに接続されたキャパシタと、第2コイルが受電した電流を整流する整流器とを含む。上記キャパシタは、整流器よりも冷媒の流通方向の上流側に配置される。上記整流器は、第2コイルよりも冷媒の流通方向の上流側に配置される。

[0016] 好ましくは、上記第2コイルは、第1巻回軸の周囲を取り囲むように形成される。上記コアは、第2コイルが巻回される第1軸部と、第1軸部の第1

端部に形成され、第 1 巻回軸の延びる方向と交差する第 1 交差方向に延びる第 1 磁極部と、第 1 軸部の第 2 端部に形成され、第 1 交差方向に延びる第 2 磁極部とを含む。上記第 1 交差方向における第 1 軸部の幅は、第 1 交差方向における第 1 磁極部の長さおよび第 2 磁極部の長さよりも短い。上記第 1 交差方向における第 1 磁極部の中央に位置する第 1 中央部と、第 1 交差方向における第 2 磁極部の中央に位置する第 2 中央部とは、第 1 交差方向における第 1 軸部の中央に位置する第 3 中央部より第 1 交差方向の一方側に位置する。上記電気機器は、第 1 軸部に対して第 1 交差方向の一方側に配置されると共に、第 1 磁極部および第 2 磁極部の間に配置される。好ましくは、上記冷却装置は、筐体内に冷媒を供給する。

[0017] 好ましくは、上記第 2 コイルは、第 1 巻回軸の周囲を取り囲むように形成される。上記冷却装置は、第 1 巻回軸の延びる方向と交差する第 1 交差方向に冷媒を供給する。好ましくは、上記筐体は、密閉される。

[0018] 好ましくは、上記第 2 コイルと第 2 コイルに接続されたキャパシタとによって、送電部から非接触で電力を受電する受電部が形成される。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、上記第 2 コイルと第 2 コイルに接続されたキャパシタとによって、送電部から非接触で電力を受電する受電部が形成される。上記受電部と送電部との結合係数は、0.1 以下である。

[0020] 好ましくは、上記第 2 コイルと第 2 コイルに接続されたキャパシタとによって、送電部から非接触で電力を受電する受電部が形成される。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。

[0021] 本発明に係る送電装置は、第 1 コイルを含む受電部に非接触で電力を送電する送電装置。送電装置は、外部に収容部が形成された筐体と、筐体内に配置されたコアと、筐体内に配置され、コアに設けられた第 1 コイルと、筐体

内に配置されると共に、第 1 コイルに接続された電気機器と、筐体の内表面と第 1 コイルとの間と、筐体の内表面と電気機器との間に配置された絶縁部材と、冷媒を流通させて、第 1 コイルおよび電気機器を冷却する冷却装置とを備える。

[0022] 上記第 1 コイルと電気機器とは、絶縁部材を間に挟んで筐体の内表面に取り付けられる。上記電気機器は第 1 コイルよりも冷媒の流通方向の上流に配置される。

[0023] 好ましくは、上記電気機器は、第 1 コイルに接続されたキャパシタを含む。

好ましくは、上記第 1 コイルは、第 2 巻回軸の周囲を取り囲むように形成される。上記コアは、第 1 コイルが巻回される第 2 軸部と、第 2 軸部の第 3 端部に形成され、第 2 巻回軸の延びる方向と交差する第 2 交差方向に延びる第 3 磁極部と、第 2 軸部の第 4 端部に形成され、第 2 交差方向に延びる第 4 磁極部とを含む。上記第 2 交差方向における第 2 軸部の幅は、第 2 交差方向における第 3 磁極部の長さおよび第 4 磁極部の長さよりも短い。上記第 2 交差方向における第 3 磁極部の中央に位置する第 4 中央部と、第 2 交差方向における第 4 磁極部の中央に位置する第 5 中央部とは、第 2 交差方向における第 2 軸部の中央に位置する第 6 中央部より第 2 交差方向の一方側に位置する。上記電気機器は、第 2 軸部に対して第 2 交差方向の一方側に配置されると共に、第 3 磁極部および第 4 磁極部の間に配置される。

[0024] 好ましくは、上記冷却装置は、筐体内に冷媒を供給する。

好ましくは、上記第 1 コイルは、第 2 巻回軸の周囲を取り囲むように形成される。上記冷却装置は、第 2 巻回軸の延びる方向と交差する第 2 交差方向に冷媒を供給する。好ましくは、上記筐体は、密閉される。

[0025] 好ましくは、上記第 1 コイルと、第 1 コイルの接続されたキャパシタとによって、受電部に非接触で電力を送電する送電部が形成される。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。

[0026] 好ましくは、上記第 1 コイルと、第 1 コイルの接続されたキャパシタとによって、受電部に非接触で電力を送電する送電部が形成される。上記受電部と送電部との結合係数は、0.1 以下である。

[0027] 好ましくは、上記第 1 コイルと、第 1 コイルの接続されたキャパシタとによって、受電部に非接触で電力を送電する送電部が形成される。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。

発明の効果

[0028] 本発明に係る受電装置によれば、装置の大型化を抑制しつつも、受電部を良好に冷却することができる。本発明に係る送電部によれば、装置の大型化を抑制しつつも、送電部を良好に冷却することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [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]電動車両 10 の左側の側面を示す側面図である。

[図3]電動車両 10 の底面図である。

[図4]受電装置 11 を示す断面図である。

[図5]受電装置 11 の分解斜視図である。

[図6]固定部材 27 およびフェライトコア 21 を模式的に示す分解斜視図である。

[図7]受電装置 11 の平断面図である。

[図8]図 7 の V I I I - V I I I 線における断面図である。

[図9]シールド 25 と絶縁部材 40 とを示す平面図である。

[図10]整流器 13 およびキャパシタ 23 の周囲の構成を示す断面図である。

[図11]絶縁部材 40 などの固定態様の変形例を示す断面図である。

[図12]図 11 に示された素子 23 a およびその周囲の構成を示す断面図である。

[図13]受電部20と送電部56とを対向配置させた状態を示す斜視図である。

[図14]図13に示す送電装置50の断面図である。

[図15]受電部20などの機器を取り外した状態におけるシールド62を示す平面図である。

[図16]電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す模式図である。

[図17]固有周波数のズレ(%)と伝送効率(%)との関係を示すグラフである。

[図18]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、第1コイル58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。

[図19]電流源または磁流源からの距離と電磁界の強度との関係を示したグラフである。

[図20]図13において受電部20と送電部56との間の横ずれ量と、電力伝送効率との関係を示すグラフである。

[図21]比較例としての受電部20および送電部56との間の位置ずれ量と、電力伝送効率との関係を示すグラフである。

[図22]受電装置11の変形例を示す断面図である。

[図23]受電装置11およびその周囲に位置する構成を示す断面図である。

[図24]受電装置11およびその周囲の構成を模式的に示す斜視図である。

[図25]送電装置50およびその周囲の構成を示す斜視図である。

[図26]送電装置50およびその周囲の構成を示す斜視図である。

[図27]受電装置11の第2変形例を示す断面図である。

[図28]受電装置11の第3変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0030] 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。

[0031] 本実施の形態1に係る電力伝送システムは、受電装置11を含む電動車両

１０と、送電装置５０を含む外部給電装置５１とを有する。電動車両１０の受電装置１１は、送電装置５０が設けられた駐車スペース５２の所定位置に停車して、主に、送電装置５０から電力を受電する。

[0032] 駐車スペース５２には、電動車両１０を所定の位置に停車させるように、輪止や駐車位置および駐車範囲を示すラインが設けられている。

[0033] 外部給電装置５１は、交流電源５３に接続された高周波電力ドライバ５４と、高周波電力ドライバ５４などの駆動を制御する制御部５５と、この高周波電力ドライバ５４に接続された送電装置５０とを含む。送電装置５０は、送電部５６を含み、送電部５６は、フェライトコア５７と、フェライトコア５７に巻きつけられた第１コイル５８と、この第１コイル５８に接続されたキャパシタ５９とを含む。なお、キャパシタ５９は、必須の構成ではない。第１コイル５８は、高周波電力ドライバ５４に接続されている。

[0034] 送電部５６は、第１コイル５８のインダクタンスと、第１コイル５８の浮遊容量およびキャパシタ５９のキャパシタンスとから形成された電気回路を含む。

[0035] 図１において、電動車両１０は、受電装置１１と、受電装置１１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）１２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、燃料電池車両も含む。

[0036] 整流器１３は、受電装置１１に接続されており、受電装置１１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。

[0037] 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 51 にインピーダンスを整合するための整合器を送電装置 50 と高周波電力ドライバ 54 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] なお、電動車両 10 は、エンジンまたは燃料電池をさらに備える。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。

[0041] 受電装置 11 は、受電部 20 を含む。受電部 20 は、フェライトコア 21 と、このフェライトコア 21 の外周面に巻きつけられた第 2 コイル 22 と、第 2 コイル 22 に接続されたキャパシタ 23 とを含む。なお、受電部 20 においても、キャパシタ 23 は、必須の構成ではない。第 2 コイル 22 は、整流器 13 に接続されている。第 2 コイル 22 は浮遊容量を有する。このため、受電部 20 は、第 2 コイル 22 のインダクタンスと、第 2 コイル 22 およびキャパシタ 23 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 23 は、必須の構成ではなく、省略することができる。

[0042] 図 2 は、電動車両 10 の左側の側面を示す側面図である。図 3 は、電動車両 10 の底面図である。

[0043] 図 2 において、電動車両 10 は、車両本体 70 と、車両本体 70 に設けられた車輪とを含む。車両本体 70 内には、モータユニット 17 やエンジンな

どが収容される駆動室 80 と、駆動室 80 より電動車両 10 の進行方向後方に配置され、乗員が乗降可能な乗員収容室 81 と、この乗員収容室 81 よりも進行方向後方に配置された荷物室 68 とが形成されている。

[0044] 電動車両 10 の左側面 71 には、乗員収容室 81 に連通する乗降用開口部 82 L が形成されている。車両本体 70 は、乗降用開口部 82 L を開閉するドア 83 L と、乗降用開口部 82 L よりも進行方向前方側に配置されたフロントフェンダ 84 L と、フロントフェンダ 84 よりも進行方向前方側に配置されたフロントバンパ 86 とを含む。

[0045] 車両本体 70 は、乗降用開口部 82 L よりも進行方向後方に配置されたリヤフェンダ 85 L と、リヤフェンダ 85 L よりも進行方向後方に配置されたリヤバンパ 87 とを含む。

[0046] 図 3 において、電動車両 10 の底面 76 とは、電動車両 10 のタイヤが地面と接地された状態において、電動車両 10 に対して、鉛直方向下方に離れた位置から電動車両 10 を見たときに見える面である。この図 3 に示すように、電動車両 10 は、車両の幅方向に配列する前輪 18 R および前輪 18 L と、車両の幅方向に配列する後輪 19 R および後輪 19 L とを含む。なお、前輪 18 R, 18 L は、後輪 19 R, 19 L よりも車両前方側に配置されている。受電部 20 は、後輪 19 R, 19 L の間に配置されている。

[0047] 電動車両 10 は、車両内部と車両外部とを区画するフロアパネル 49 と、フロアパネル 49 の下面に配置されたサイドメンバ 47 と、フロアパネル 49 の下面に配置されたクロスメンバとを含む。

[0048] 図 4 は、受電装置 11 を示す断面図であり、図 5 は、受電装置 11 の分解斜視図である。この図 4 および図 5 に示すように、受電装置 11 は、受電部 20 と、受電部 20 に接続整流器 13 と、受電部 20 および整流器 13 を収容する筐体 24 と、冷却装置 108 とを含む。

[0049] 筐体 24 は、下方に向けて開口するように形成されたシールド 25 と、シールド 25 の開口部を閉塞するように設けられた蓋部 26 とを含む。シールド 25 と蓋部 26 とが協働することで、受電部 20 および整流器 13 を収容

する収容室が形成されている。

[0050] シールド25は、天板部25aと、天板部25aの周縁部から下方に向けて垂れ下がるように形成された周壁部25bとを含む。周壁部25bは、複数の壁部25c～25fを含み、これら複数の壁部25c～25fが互いに接続されて、環状の周壁部25bが形成されている。壁部25cおよび壁部25eは、第2コイル22の巻回軸O1の延びる方向に配列し、壁部25dおよび壁部25fは、第2コイル22の巻回軸O1に垂直な方向に配列している。なお、シールド25の形状としては、このような形状に限られず、多角形形状、円形液状、長円形形状など各種形状を採用することができる。

[0051] 周壁部25bの下端部によって開口部が形成されており、蓋部26はこの開口部を閉塞する。冷却装置108は、壁部25eの外周面に設けられている。冷却装置108は、冷媒としての冷却風C1を筐体24内に供給する。なお、壁部25eには、冷却風C1が入り込む開口部が形成されており、蓋部26にも冷却風C1が入り込む開口部102が形成されている。シールド25の周壁部25cには、冷却風C1が流れ出る開口部101が形成されており、蓋部26にも、冷却風C1が流れ出る開口部が形成されている。

[0052] 受電部20は、板状に形成されたフェライトコア21と、このフェライトコア21を上下面から挟み込む固定部材27と、この固定部材27に巻回された第2コイル22と、この第2コイル22に接続されたキャパシタ23とを含む。

[0053] 図6は、固定部材27およびフェライトコア21を模式的に示す分解斜視図である。フェライトコア21は、固定部材27内に配置されている。図7は、受電装置11の平断面図である。この図6および図7に示すように、フェライトコア21は固定部材27内に収容されている。フェライトコア21は、板状に形成されており、第1主表面としての下面と、第2主表面としての上面とを含む。このフェライトコア21は、第2コイル22が巻き回される軸部33と、軸部33の一方の端部に形成された磁極部34aと、軸部33の他方の端部に形成された磁極部34bとを含む。

- [0054] 巻回軸O 1 に対して垂直な方向における軸部3 3の幅を幅W 1とし、巻回軸O 1 に対して垂直な方向における磁極部3 4 aおよび磁極部3 4 bの幅を幅W 2とすると、幅W 2は、幅W 1よりも大きい。
- [0055] 磁極部3 4 aは、軸部3 3の端部から巻回軸O 1の延びる方向に延び出るように形成された延出部3 5 aと、延出部3 5 aの一端から突出する突出部3 5 bと、延出部3 5 aの他端から突出するように形成された突出部3 5 cとを含む。
- [0056] 巻回軸O 1 に対して垂直な方向における延出部3 5 aの幅は、軸部3 3の幅W 1と同じである。突出部3 5 bは、延出部3 5 aから巻回軸O 1と交差する方向に突出する。なお、図7に示す例においては、突出部3 5 bは、延出部3 5 aの端部から巻回軸O 1に垂直な方向に突出する。突出部3 5 cは、延出部3 5 aに対して、突出部3 5 bと反対側に形成されており、延出部3 5 aから巻回軸O 1に交差する方向に突出している。軸部3 3（延出部3 5 a）から突出部3 5 bが突出する長さを長さL 1とする。また、軸部3 3（延出部3 5 a）から突出部3 5 cが突出する長さを長さL 2とすると、長さL 1は、長さL 2よりも大きい。磁極部3 4 bは、磁極部3 4 aと同様に形成されている。
- [0057] 磁極部3 4 bは、軸部3 3の端部から巻回軸O 1に延びる方向に延び出るように形成された延出部3 6 aと、この延出部3 6 aの一端から突出する突出部3 6 bと、延出部3 6 aの他端から突出する突出部3 6 cとを含む。
- [0058] 巻回軸O 1 に対して垂直な方向における延出部3 6 aの幅は、軸部3 3の幅W 1と同じである。突出部3 6 bは、延出部3 6 aから巻回軸O 1と交差する方向に突出する。なお、図7に示す例においては、突出部3 6 bは巻回軸O 1と直交する方向に突出する。突出部3 6 cは、延出部3 6 aの端部から巻回軸O 1と直交する方向に突出する。ここで、突出部3 6 bが軸部3 3（延出部3 6 a）から突出する長さは、突出部3 6 cが軸部3 3（延出部3 6 a）から突出する長さよりも長い。
- [0059] 突出部3 5 bと突出部3 6 bとは、巻回軸O 1の延びる方向に互いに間隔

をあけて対向しており、突出部 35c と突出部 36c とは、巻回軸 O1 の延びる方向に互いに間隔をあけて対向している。巻回軸 O1 と直交する方向における軸部 33 の中央部を中央部 P1 とする。巻回軸 O1 と直交する方向における磁極部 34a の中央部を中央部 P2 とし、巻回軸 O1 と直交する方向における磁極部 34b の中央部を中央部 P3 とする。中央部 P2 と、中央部 P3 とは、中心部 P1 よりも、巻回軸 O1 と直交する方向の一方側に位置している。本実施の形態においては、中央部 P2 と、中央部 P3 とは、中心部 P1 よりも冷却装置 108 側に位置している。

[0060] 図 6 に示すように、フェライトコア 21 の上面に配置された絶縁片 30 と、フェライトコア 21 の下面に配置された絶縁片 31 とを含み、図 4 および図 5 に示すように、絶縁片 30 と絶縁片 31 とは、ボルトなどの固定部材 28 によって、一体化され、シールド 25 の天板部 25a に固定されている。

[0061] 図 7 において、固定部材 27 は、フェライトコア 21 の軸部 33 を覆う幅細部 37 と、幅細部 37 の一端部に形成され、磁極部 34a を覆うように形成された幅広部 38a と、幅細部 37 の他端部に形成され、磁極部 34b を覆うように形成された幅広部 38b とを含む。幅細部 37 は、軸部 33 と同様に板状に形成されている。

[0062] そして、幅細部 37 と、幅広部 38a と、幅広部 38b とによって、凹み部 39 が形成される。

[0063] 第 2 コイル 22 は、固定部材 27 を間に挟んでフェライトコア 21 に巻きわされており、第 2 コイル 22 は巻回軸 O1 の周囲を取り囲むように、コイル線を巻き回して形成されている。第 2 コイル 22 は、一方の端部から他方の端部に向かうにつれて、巻回軸 O1 の延びる方向に変位するように形成されている。第 2 コイル 22 が幅細部 37 の外周面に巻き回されている。第 2 コイル 22 のうち、幅細部 37 の下面側に位置する部分は、巻回軸 O1 の延びる方向と交差する方向に延びる。

[0064] 整流器 13 と、キャパシタ 23 とは、上記凹み部 39 内に配置されている。これにより、デッドスペースの低減が図られており、受電部 20 の小型化

が図られている。整流器 1 3 およびキャパシタ 2 3 などの電気機器は、第 2 コイル 2 2 よりも冷却装置 1 0 8 に近い位置に設けられている。具体的には、キャパシタ 2 3 は、第 2 コイル 2 2 よりも冷却装置 1 0 8 側に配置されている。整流器 1 3 は、キャパシタ 2 3 よりも冷却装置 1 0 8 側に配置されている。

[0065] 整流器 1 3 は、基板 1 3 b と、この基板 1 3 b 上に実装された複数の素子 1 3 a を含む。素子 1 3 a は、たとえば、ダイオードなどの電子素子である。キャパシタ 2 3 も、基板 2 3 b と、この基板 2 3 b 上に実装された複数の素子 2 3 a を含む。素子 2 3 a としては、たとえば、セラミックコンデンサなどである。

[0066] 図 8 は、図 7 の V I I I - V I I I 線における断面図であり、図 9 は、シールド 2 5 と絶縁部材 4 0 とを示す平面図である。図 8 および図 9 に示すように、受電装置 1 1 は、天板部 2 5 a の内表面に直接設けられた絶縁部材 4 0 を備える。

[0067] 絶縁部材 4 0 は、受電部 2 0 とシールド 2 5 の内表面との間に設けられた受電部用絶縁部材 4 1 と、整流器 1 3 とシールド 2 5 の内表面との間に設けられた機器用絶縁部材 4 2 とを含む。

[0068] 受電部用絶縁部材 4 1 は、第 2 コイル 2 2 およびキャパシタ 2 3 とシールド 2 5 との間に設けられ、第 2 コイル 2 2 とシールド 2 5 との間の電氣的な絶縁を確保している。

[0069] 受電部用絶縁部材 4 1 は、コイル用絶縁部材 4 3 と、キャパシタ用絶縁部材 4 4 とを含む。コイル用絶縁部材 4 3 は、第 2 コイル 2 2 とシールド 2 5 との間に配置され、キャパシタ用絶縁部材 4 4 は、キャパシタ 2 3 とシールド 2 5 との間に配置されている。

[0070] コイル用絶縁部材 4 3 およびキャパシタ用絶縁部材 4 4 は、天板部 2 5 a に直に設けられている。コイル用絶縁部材 4 3 は、第 2 コイル 2 2 とシールド 2 5 との電氣的に絶縁を確保し、キャパシタ用絶縁部材 4 4 は、キャパシタ 2 3 とシールド 2 5 との間の電氣的な絶縁を確保する。

- [0071] 機器用絶縁部材 4 2 も、天板部 2 5 a に直に設けられており、機器用絶縁部材 4 2 a は、整流器 1 3 と天板部 2 5 a との間の電気的な絶縁を確保する。機器用絶縁部材 4 2 と、コイル用絶縁部材 4 3 と、キャパシタ用絶縁部材 4 4 とは、いずれも、板状に形成されている。
- [0072] 図 1 0 は、整流器 1 3 およびキャパシタ 2 3 の周囲の構成を示す断面図である。この図 1 0 に示すように、キャパシタ 2 3 は、基板 2 3 b と、基板 2 3 b の主表面上に実装された素子 2 3 a とを含む。整流器 1 3 は、基板 1 3 b と、この基板 1 3 b の主表面上に実装された素子 1 3 a とを含む。
- [0073] そして、キャパシタ用絶縁部材 4 4 と、キャパシタ 2 3 とは、ボルトなどの固定部材 4 8 b によって天板部 2 5 a に固定されている。同様に、整流器 1 3 と、キャパシタ用絶縁部材 4 4 とは、固定部材 4 8 a によって天板部 2 5 a に固定されている。このように、キャパシタ 2 3 および整流器 1 3 は、絶縁部材を間に挟んでシールドに固定されている。
- [0074] このように、整流器 1 3 は、機器用絶縁部材 4 2 を間に挟んで天板部 2 5 a に面接触しており、キャパシタ 2 3 は、キャパシタ用絶縁部材 4 4 を間に挟んで天板部 2 5 a に固定されている。
- [0075] 図 4 において、第 2 コイル 2 2 は、固定部材 2 7 の周面に巻回されており、固定部材 2 8 によって、第 2 コイル 2 2 は、コイル用絶縁部材 4 3 に押し付けられている。なお、固定部材 2 8 によって、第 2 コイル 2 2 が巻回された固定部材 2 7 は、シールド 2 5 に固定されている。このように、第 2 コイル 2 2 は、コイル用絶縁部材 4 3 を間に挟んでシールド 2 5 の内表面に面接触している。
- [0076] 上記図 8 などに示す例においては、受電部 2 0、整流器 1 3 およびキャパシタ 2 3 をシールドに取り付ける構造として、絶縁部材 4 0 を天板部 2 5 a に接触させた状態で固定する場合について説明したが、絶縁部材 4 0 と天板部 2 5 a との間に他の部材を配置してもよい。
- [0077] 図 1 1 は、絶縁部材 4 0 などの固定態様の変形例を示す断面図である。図 1 1 に示す例においては、絶縁部材 4 0 と天板部 2 5 a との間には、熱伝導

性部材 4 5 が配置されている。図 1 2 は、図 1 1 に示された素子 2 3 a およびその周囲の構成を示す断面図である。この図 1 2 に示すように、キャパシタ用絶縁部材 4 4 と、天板部 2 5 a との間には、熱伝導性部材 4 5 が配置されている。

[0078] 熱伝導性部材 4 5 は、たとえば、絶縁性の低硬度材料から形成されており粘性を有するものである。熱伝導性部材 4 5 としては、たとえば、熱伝導性低硬度アクリルなどを採用することができる。熱伝導性部材 4 5 は、キャパシタ用絶縁部材 4 4 と天板部 2 5 a とを接着する。

[0079] なお、熱伝導性部材 4 5 は、絶縁部材 4 0 と天板部 2 5 a との間に配置される部材の一例であり、他の絶縁材料や導電材料を配置してもよい。

[0080] このように形成された受電装置 1 1 は、図 4 に示すように、電動車両 1 0 の底面 7 6 側に設けられている。受電装置 1 1 の固定方法は、各種の方法を採用することができる。たとえば、受電装置 1 1 をサイドメンバ 4 7 やクロスメンバから懸架するようにしてもよい。または、電装置 1 1 をこのフロアパネル 4 9 に固定するようにしてもよい。なお、受電装置 1 1 より下面側にアンダーカバーを配置するようにしてもよい。

[0081] このように、「受電装置 1 1 を底面 7 6 側に配置する」とは、電動車両 1 0 の下方から電動車両 1 0 を見たときに、必ずしも受電装置 1 1 が目視できる位置に設けられている必要はない。このため、たとえば、受電装置 1 1 は、フロアパネル 4 9 よりも下方側に配置されている。

[0082] 図 1 3 は、受電部 2 0 と送電部 5 6 とを対向配置させた状態を示す斜視図である。なお、図 1 3 において、受電装置 1 1 に設けられた蓋部 2 6 は図示されていない。

[0083] この図 1 3 に示すように、電力伝送時には、受電部 2 0 と、送電部 5 6 とは互いにエアギャップをあけて対向するように配置される。

[0084] 送電装置 5 0 は、送電部 5 6 と、内部に送電部 5 6 を収容する筐体 6 0 と、冷却装置 1 0 5 とを備える。

[0085] 筐体 6 0 は、銅などの金属材料によって形成されたシールド 6 2 と、シー

ルド 6 2 に設けられた樹脂性の蓋部材 6 3 とを含む。

[0086] 図 1 4 は、図 1 3 に示す送電装置 5 0 の断面図である。この図 1 4 および図 1 3 に示すように、シールド 6 2 は、底面部 6 2 a と、この底面部 6 2 a の外周縁部から上方に向けて立ち上げるように環状に形成された周壁部 6 2 b とを含む。周壁部 6 2 b の環状に延びる上端部によって上方に向けて開口する開口部が形成されている。周壁部 6 2 b は、開口部 1 1 4 が形成された壁部と、複数の開口部 1 1 6 が形成された壁部とを含み、開口部 1 1 4 が形成された壁部と、開口部 1 1 6 が形成された壁部との間には、キャパシタ 5 9 と、第 2 コイル 2 2 とが位置している。蓋部材 6 3 は、シールド 6 2 の周壁部の上端部によって形成された開口部を閉塞するように形成されている。蓋部材 6 3 には、開口部 1 1 4 に連通する開口部 1 1 5 と、開口部 1 1 6 に連通する開口部 1 1 7 とが形成されている。

[0087] そして、蓋部材 6 3 およびシールド 6 2 が協働して、送電部 5 6 を収容する収容室を形成している。冷却装置 1 0 5 は、開口部 1 1 4 が形成された周壁部 6 2 b の外周面に設けられている。冷却装置 1 0 5 からの冷却風 C 2 は、開口部 1 1 4、1 1 5 を通り、筐体 6 0 内に入り込み、開口部 1 1 6、1 1 7 を通り、筐体 6 0 の外部に排気される。

[0088] 送電部 5 6 は、筐体 6 0 内に収容された固定部材 6 1 と、固定部材 6 1 内に収容されたフェライトコア 5 7 と、固定部材 6 1 の外周面に装着された第 1 コイル 5 8 と、筐体 6 0 内に収容されたキャパシタ 5 9 とを含む。第 1 コイル 5 8 は、固定部材 6 1 に巻き回されている。キャパシタ 5 9 は、第 1 コイル 5 8 よりも冷却装置 1 0 5 側に配置されている。フェライトコア 5 7 は、固定部材 6 1 内に収容されている。固定部材 6 1 は、図 1 3 に示すように、フェライトコア 5 7 の上面側に配置された絶縁片 6 1 a と、フェライトコア 5 7 の下面側に配置された絶縁片 6 1 b とを含む。

[0089] 図 1 4 において、第 1 コイル 5 8 は、巻回軸 O 2 の周囲を取り囲むように形成されると共に、一端から他端に向かうにつれて、巻回軸 O 2 の延びる方向に変位するように形成されている。フェライトコア 5 7 は、板状に形成さ

れている。フェライトコア 57 は、第 1 コイル 58 が巻き回される軸部 65 と、この軸部 65 の一端に形成された磁極部 66 と、軸部 65 の他端に形成された磁極部 67 とを含む。

[0090] 巻回軸 O2 に垂直な方向における軸部 65 の幅は、巻回軸 O2 に垂直な方向における磁極部 67 の幅と、巻回軸 O2 に垂直な方向における磁極部 66 の幅よりも小さい。

[0091] 磁極部 67 は、軸部 65 から連続して、巻回軸 O2 の延びる方向に突出する延出部 67a と、延出部 67a の一端部から巻回軸 O2 と交差する方向（たとえば、垂直な方向）に突出する突出部 67b と、延出部 67a の他端部から巻回軸 O2 と交差する方向（たとえば、垂直な方向）に突出する突出部 67c とを含む。

[0092] 突出部 66b と、突出部 67b とは、巻回軸 O2 の延びる方向に互いに対向し、突出部 66c と、突出部 67c とは、互い巻回軸 O2 の延びる方向に互いに対向する。

[0093] 巻回軸 O2 に対して垂直な方向における延出部 67a の幅は、巻回軸 O2 に対して垂直な方向における軸部 65 の幅と実質的に同じである。

[0094] 延出部 67a または軸部 65 から突出部 67b が突出する突出長さは、突出部 67c が延出部 67a または軸部 65 から突出する突出長さよりも長い。

[0095] 巻回軸 O2 に対して垂直な方向における延出部 66a の幅は、巻回軸 O2 に垂直な方向における軸部 65 の幅と実質的に同じである。

[0096] 延出部 66a または軸部 65 から突出部 66b が突出する突出長さは、突出部 66c が延出部 66a または軸部 65 から突出する突出長さよりも長い。巻回軸 O2 と直交する方向における軸部 33 の中央部を中央部 P4 とする。巻回軸 O2 と直交する方向における磁極部 67 の中央部を中央部 P5 とし、巻回軸 O2 と直交する方向における磁極部 66 の中央部を中央部 P6 とする。中央部 P5 と、中央部 P6 とは、中心部 P4 よりも、巻回軸 O2 と直交する方向の一方側に位置している。本実施の形態においては、中央部 P5 と

、中央部 P 6 とは、中心部 P 4 よりも冷却装置 1 0 5 側に位置している。

[0097] 図 1 3 において、固定部材 6 1 は、フェライトコア 5 7 の上面に配置された絶縁片 6 1 a と、フェライトコア 5 7 の下面に配置された絶縁片 6 1 b とを含む。

[0098] 絶縁片 6 1 a および絶縁片 6 1 b がフェライトコア 5 7 を挟み込むことで、フェライトコア 5 7 が保護される。

[0099] 図 1 4 において、固定部材 6 1 は、軸部 6 5 を覆う幅細部 6 9 a と、磁極部 6 7 を覆う幅広部 6 9 b と、磁極部 6 6 を覆う幅広部 6 9 c とを含む。

[0100] 幅広部 6 9 b は、幅細部 6 9 a の一端部に形成されると共に、巻回軸 O 2 と交差する方向に突出する。幅広部 6 9 c は、他端部に形成されると共に、巻回軸 O 2 と交差する方向に突出する。

[0101] そして、幅細部 6 9 a と、幅広部 6 9 b と、幅広部 6 9 c とによって、凹み部 7 3 が形成されている。キャパシタ 5 9 は、凹み部 7 3 内に配置されており、デッドスペースの有効利用が図られている。これにより、送電装置 5 0 の小型化が図られている。

[0102] キャパシタ 5 9 は、底面部 6 2 a に固定された基板 5 9 b と、基板 5 9 b の主表面上に実装された素子 5 9 a とを含む。

[0103] 図 1 5 は、受電部 2 0 などの機器を取り外した状態におけるシールド 6 2 を示す平面図である。この図 1 5 に示すように、絶縁部材 7 4 は、絶縁部材 7 4 a と、絶縁部材 7 4 b とを含み、絶縁部材 7 4 a は、キャパシタ 5 9 と底面部 6 2 a と間の絶縁を確保する。絶縁部材 7 4 b は、第 1 コイル 5 8 と底面部 6 2 a との間の絶縁を確保する。

[0104] なお、送電部 5 6 は、ボルトなどの固定部材によって、底面部 6 2 a に固定されている。送電部 5 6 が底面部 6 2 a に固定されることで、第 1 コイル 5 8 が絶縁部材 7 4 b に押さえつけられる。このため、キャパシタ 5 9 は、絶縁部材 7 4 a を間に挟んだ状態で、底面部 6 2 a に面接触している。第 1 コイル 5 8 は、絶縁部材 7 4 b を間に挟んだ状態で底面部 6 2 a に面接触している。

[0105] 図1において、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56の固有周波数と、受電部20の固有周波数との差は、受電部20または送電部56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56および受電部20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20または送電部56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。

[0106] ここで、送電部56の固有周波数とは、キャパシタ59が設けられていない場合には、第1コイル58のインダクタンスと、第1コイル58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59が設けられた場合には、送電部56の固有周波数とは、第1コイル58およびキャパシタ59のキャパシタンスと、第1コイル58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。上記電気回路において、制動力および電気抵抗をゼロもしくは実質的にゼロとしたときの固有周波数は、送電部56の共振周波数とも呼ばれる。

[0107] 同様に、受電部20の固有周波数とは、キャパシタ23が設けられていない場合には、第2コイル22のインダクタンスと、第2コイル22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23が設けられた場合には、受電部20の固有周波数とは、第2コイル22およびキャパシタ23のキャパシタンスと、第2コイル22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。上記電気回路において、制動力および電気抵抗をゼロもしくは実質的にゼロとしたときの固有周波数は、受電部20の共振周波数とも呼ばれる。

[0108] 図16および図17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16は、電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す。電力伝送システムは、送電装置9

0と、受電装置91とを備え、送電装置90は、コイル92（電磁誘導コイル）と、送電部93とを含む。送電部93は、コイル94（共鳴コイル）と、コイル94に設けられたキャパシタ95とを含む。

[0109] 受電装置91は、受電部96と、コイル97（電磁誘導コイル）とを備える。受電部96は、コイル99とこのコイル99（共鳴コイル）に接続されたキャパシタ98とを含む。

[0110] 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。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。

$$[0111] \quad f_1 = 1 / \{ 2 \pi (L_t \times C_1)^{1/2} \} \cdots (1)$$

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

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16に示す。なお、このシミュレーションにおいては、コイル94およびコイル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。

[0112] 図17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。

$$[0113] \quad (\text{固有周波数のズレ}) = \{ (f_1 - f_2) / f_2 \} \times 100 (\%) \cdots (3)$$

図17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％近くとなる。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 (登録商標) : 株式会社 JSOL 製) を採用している。

[0114] 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、第 1 コイル 58 には、高周波電力ドライバ 54 から交流電力が供給される。この際、第 1 コイル 58 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力が供給されている。

[0115] 第 1 コイル 58 に特定の周波数の電流が流れると、第 1 コイル 58 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。

[0116] 第 2 コイル 22 は、第 1 コイル 58 から所定範囲内に配置されており、第 2 コイル 22 は第 1 コイル 58 の周囲に形成された電磁界から電力を受け取る。

[0117] 本実施の形態においては、第 2 コイル 22 および第 1 コイル 58 は、所謂、ヘリカルコイルが採用されている。このため、第 1 コイル 58 の周囲には、特定の周波数で振動する磁界および電界が形成され、第 2 コイル 22 は主に当該磁界から電力を受け取る。

[0118] ここで、第 1 コイル 58 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、電力伝送効率と第 1 コイル 58 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、第 1 コイル 58 に供給される電流の周波数との関係について説明する。第 1 コイル 58 から第 2 コイル 22 に電力を伝送するときの電力伝

送効率は、第1コイル58および第2コイル22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56および受電部20の固有周波数（共振周波数）を固有周波数 f_0 とし、第1コイル58に供給される電流の周波数を周波数 f_3 とし、第2コイル22および第1コイル58の間のエアギャップをエアギャップAGとする。

[0119] 図18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、第1コイル58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。

[0120] 図18に示すグラフにおいて、横軸は、第1コイル58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、第1コイル58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L1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L2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、第1コイル58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L2の状態よりもさらに大きくすると、効率曲線L3に示すように電力伝送効率のピークが小さくなる。

[0121] 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、図1に示す第1コイル58に供給する電流の周波数を一定として、エアギャップAGにあわせて、キャパシタ59やキャパシタ23のキャパシタンスを変化させることで、送電部56と受電部20との間での電力伝送効率の特性を変化させる手法が挙げられる。具体的には、第1コイル58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59およびキャパシタ23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、第1コイル58および第2コイル22に流れる電流の周波数は一定である。なお、電力伝送効率の特性を変化させる手法としては、送電装置50と高周波電力ドライバ54との間に設けられた整合器を利用する手法や、コンバータ14を利用する手法などを採用することもできる。

[0122] 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、第1コイル58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17において、電力伝送特性が効率曲線L1となる場合には、第1コイル58には周波数が周波数 f_4 または周波数 f_5 の電流を第1コイル58に供給する。そして、周波数特性が効率曲線L2, L3となる場合には、周波数が周波数 f_6 の電流を第1コイル58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第1コイル58および第2コイル22に流れる電流の周波数を変化させることになる。

[0123] 第1の手法では、第1コイル58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、第1コイル58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第1コイル58に供給される。第1コイル58に特定の周波数の電流が流れることで、第1コイル58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20は、受電部20と送電部56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56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、第1コイル58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、第1コイル58および第2コイル22の水平方向のずれ等のように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、第1コイル58に供給する電流の周波数を調整する場合がある。

[0124] なお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、メアングラインなどのアンテナなどを採用した場合には、第1コイル58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第1コイル58の周囲に形成される。そして、この電界をとおして、送電部56と受電部20との間で電力伝送が行われる。

[0125] 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「静電磁界」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19は、電流源または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19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、「輻射電磁界」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、「誘導電磁界」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、「静電磁界」と称される。なお、電磁界の波長を「 λ 」とすると、「輻射電磁界」と「誘導電磁界」と「静電磁界」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。

[0126] 「静電磁界」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「静電磁界」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、「静電磁界」が支配的な近接場において、近接する固有周波数を有する送電部56および受電部20（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56から他方の受電部20へエネルギー（電力）を伝送する。この「静電磁界」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「輻射電磁界」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。

[0127] ここのように、この電力伝送システムにおいては、送電部と受電部とを電磁界によって共振（共鳴）させることで送電部と受電部との間で非接触で電力が送電される。このような受電部と送電部との間に形成される電磁場は、たとえば、近接場共振（共鳴）結合場という場合がある。そして、送電部と

受電部との間の結合係数 κ は、たとえば、0.3以下程度であり、好ましくは、0.1以下である。当然のことながら、結合係数 κ を0.1～0.3程度の範囲も採用することができる。結合係数 κ は、このような値に限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。

[0128] 本実施の形態の電力伝送における送電部56と受電部20との結合を、たとえば、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「磁場共振（共鳴）結合」、「近接場共振（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。

[0129] 「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。

[0130] 本明細書中で説明した送電部56の第1コイル58と受電部20の第2コイル22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56と受電部20とは主に、磁界によって結合しており、送電部56と受電部20とは、「磁気共鳴結合」または「磁界（磁場）共鳴結合」している。

[0131] なお、第1コイル58、22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56と受電部20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56と受電部20とは、「電界（電場）共振結合」している。

[0132] 図13において、受電部20と、送電部56との間で電力伝送する際には、第1コイル58に所定の周波数の交流電流が供給される。

[0133] 第1コイル58に所定の交流電流が供給されることで、第1コイル58の周囲に所定の周波数で振動する電磁界が形成される。そして、第2コイル22が当該電磁界から電力を受電する。また、受電部20と送電部56との間に磁路が形成される。

[0134] 磁路は、磁極部66と、軸部65と、磁極部67と、エアギャップと、磁極部34bと、軸部33と、磁極部34aと、エアギャップとを通る。

[0135] 図20は、図13において受電部20と送電部56との間の横ずれ量と、電力伝送効率との関係を示すグラフである。

- [0136] ここで、巻回軸 O 1 の延びる方向を Y 軸方向とする。巻回軸 O 1 に垂直な方向における方向を X 軸方向とする。そして、受電部 2 0 と送電部 5 6 とが互いに鉛直方向に離れる方向を Z 軸方向とする。
- [0137] 曲線 L 5 は、X 軸方向における受電部 2 0 と送電部 5 6 との位置ずれ量と、電力伝送効率との間の関係を示す。曲線 L 6 は、Y 軸方向における受電部 2 0 と送電部 5 6 との位置ずれ量と、電力伝送効率との間の関係を示す。
- [0138] 図 2 1 は、比較例としての受電部 2 0 および送電部 5 6 との間の位置ずれ量と、電力伝送効率との関係を示すグラフである。
- [0139] この図 2 1 の比較例に係る受電部 2 0 は、フェライトコア 2 1 が H 字形状に形成されている。具体的には、図 7 において、突出部 3 5 b, 3 6 b が突出する長さ L 1 と、突出部 3 5 c, 3 6 c が突出する長さ L 2 とが等しくなるように、軸部 3 3 が磁極部 3 4 a と磁極部 3 4 b との間に配置されている。なお、送電部 5 6 も同様にフェライトコアが H 字形状に形成されている。
- [0140] 図 2 1 において、曲線 L 7 は、X 軸方向の位置ずれ量と電力伝送効率との関係を示す。さらに、曲線 L 8 は、Y 軸方向における位置ずれ量と電力伝送効率との関係を示す。
- [0141] そして、図 2 0 および図 2 1 に示すように、本実施の形態に係る電力伝送システムの電力伝送特性と、比較例に係る電力伝送システムの電力伝送特性とは、近似している。
- [0142] これは、受電部 2 0 と送電部 5 6 とのいずれにも、磁極部が形成されているため、受電部 2 0 と送電部 5 6 とが相対的に位置ずれしても、受電部 2 0 と送電部 5 6 との間で磁路が形成される。
- [0143] 特に、図 2 0 から明らかなように、受電部 2 0 と送電部 5 6 とが X 軸方向に位置ずれしたとしても、高い電力伝送効率を維持することができることが分かる。
- [0144] このように、受電部 2 0 と送電部 5 6 との間で電力伝送を行うと、受電部 2 0 および送電部 5 6 に搭載された各種の機器が発熱する。
- [0145] たとえば、図 8 において、第 2 コイル 2 2 と、キャパシタ 2 3 と、整流器

１３などが発熱する。この際、第２コイル２２は、コイル用絶縁部材４３に押さえつけられ、コイル用絶縁部材４３は、天板部２５ａに直に接触している。このため、第２コイル２２が発熱すると、第２コイル２２の熱は、主に、銅などの金属材料によって形成されたシールド２５に放熱される。これにより、第２コイル２２が高温となることを抑制することができる。

[0146] 同様に、キャパシタ用絶縁部材４４は、天板部２５ａに直に固定されているため、キャパシタ２３からの熱は、良好にシールド２５に放熱される。

[0147] また、整流器１３も機器用絶縁部材４２に固定され、機器用絶縁部材４２は、天板部２５ａに直に固定されている。このため、整流器１３からの熱は、シールド２５に良好に放熱される。

[0148] なお、図１１に示すように、熱伝導性部材４５と天板部２５ａとの間に熱伝導性部材４５が設けられたとしても、第２コイル２２からの熱を良好に天板部２５ａに放熱することができる。同様に、キャパシタ用絶縁部材４４および機器用絶縁部材４２と天板部２５ａとの間に熱伝導性部材４５が配置されたとしても、良好にキャパシタ２３および整流器１３の熱をシールド２５に放熱することができる。

[0149] このように、シールド２５を放熱部として利用することで、受電部２０に搭載された各種機器を良好に冷却することができる。なお、図１４および図１５において、送電部５６においても、第１コイル５８およびキャパシタ５９からの熱は、良好にシールド６２に放熱される。

[0150] 図７において、冷却装置１０８からの冷却風Ｃ１は、シールド２５に形成された開口部１１０と、蓋部２６に形成された開口部１０２とを通して、筐体２４内に入り込む。筐体２４内に入り込んだ冷却風Ｃ１は、蓋部２６に形成された開口部１１３とシールド２５に形成された開口部１１２とをとおり外部に排気される。

[0151] 冷却風Ｃ１が筐体２４内を流れることで、整流器１３、キャパシタ２３および第２コイル２２が冷却される。

[0152] 受電部２０において、冷却風Ｃ１の流通方向は、開口部１１０，１０２か

ら開口部 1 1 2, 1 1 3 に向かう方向である。なお、本実施の形態においては、冷却風 C 1 の流通方向は、巻回軸 O 1 と交差する方向である。

[0153] 整流器 1 3 およびキャパシタ 2 3 などの電気機器は、第 2 コイル 2 2 よりも冷却風 C 1 の流通方向の上流側に位置しているため、整流器 1 3 の素子 1 3 a およびキャパシタ 2 3 の素子 2 3 a を良好に冷却することができる。整流器 1 3 は、キャパシタ 2 3 よりも冷却風 C 1 の流通方向の上流側に配置されている。これにより、耐熱性の低いダイオードを良好に冷却することができる。

[0154] 第 2 コイル 2 2 のうち、幅細部 3 7 の下面に位置する部分が延びる方向と、冷却風 C 1 の流通方向とは、いずれも、巻回軸 O 1 の延びる方向と交差する方向である。このため、冷却風 C 1 は、第 2 コイル 2 2 のうち、幅細部 3 7 の下面に位置する部分に沿って流れる。

[0155] これにより、冷却風 C 1 が流れるときの流通抵抗の低減を図ることができる、冷却風 C 1 の冷却効率の向上を図ることができる。

[0156] なお、図 1 4 に示す送電装置 5 0 においては、冷却装置 1 0 5 からの冷却風は、開口部 1 1 4 および開口部 1 1 5 を通り、筐体 6 0 内に入り込む。そして、キャパシタ 5 9 および第 1 コイル 5 8 を冷却し、開口部 1 1 7 および開口部 1 1 6 から外部に排気される。冷却風 C 2 の流通方向は、巻回軸 O 2 の延びる方向と交差する方向であり、キャパシタ 5 9 は第 1 コイル 5 8 よりも冷却風 C 2 の流通方向の上流側に配置されている。

[0157] このため、キャパシタ 5 9 を良好に冷却することができる。第 1 コイル 5 8 のうち、フェライトコア 5 7 の上面上に位置する部分は、巻回軸 O 2 と交差する方向に延びており、冷却風 C 2 も巻回軸 O 2 と交差する方向に延びている。このため、冷却風 C 2 は、第 1 コイル 5 8 のうち、フェライトコア 5 7 の上面上に位置する部分に沿って流れる。これにより、冷却風 C 2 の流通抵抗が低減されており、冷却風 C 2 の冷却効率の向上が図られている。

[0158] 図 2 2 を用いて、本実施の形態 1 に係る受電装置 1 1 の変形例について説明する。図 2 2 は、受電装置 1 1 の変形例を示す断面図である。なお、図 2

2に示す構成のうち、上記図1から図21に示す構成と同一または相当する構成については同一の符号を付してその説明を省略する。この図22に示す例においては、第2コイル22と隣り合う位置に整流器13が配置され、キャパシタ23は、整流器13に対して第2コイル22と反対側に配置されている。このため、整流器13は、第2コイル22よりも冷却風C1の流通方向の上流側に配置され、キャパシタ23は、整流器13よりも冷却風C1の流通方向の上流側に配置されている。

[0159] ここで、キャパシタ23の素子23aの容量は、温度依存性が高い。そこで、この図22に示す例においては、キャパシタ23を整流器13よりも冷却風C1の流通方向の上流側に配置することで、素子23aの容量が変動することを抑制している。

[0160] (実施の形態2)

図23および図24を用いて、本実施の形態2に係る受電装置11と送電装置50とについて説明する。なお、図23および図24に示す構成のうち、上記図1から図22に示す構成と同一または相当する構成については、どの説明を省略する場合がある。

[0161] 図23は、受電装置11およびその周囲に位置する構成を示す断面図であり、図24は、受電装置11およびその周囲の構成を模式的に示す斜視図である。この図23および図24に示すように、筐体24の上面には、複数の懸架部103が設けられており、筐体24は、フロアパネル49の下面に懸架されている。このため、筐体24の上面と、フロアパネル49の下面との間には隙間が形成されている。

[0162] 筐体24は、密閉されている。冷却装置108は、筐体24の外表面に冷却風C1を吹き付けている。このため、シールド25の天板部25aが冷却風C1によって積極的に冷却される。本実施の形態2においても、上記実施の形態1に係る受電装置11と同様に、整流器13と、キャパシタ23とは、天板部25aに取り付けられており、整流器13とキャパシタ23と、天板部25aとの間には、機器用絶縁部材42と、キャパシタ用絶縁部材44

とが配置されている。

[0163] また、第2コイル22も、天板部25aに取り付けられており、第2コイル22と天板部25aとの間には、コイル用絶縁部材43が設けられている。

[0164] このため、天板部25aに冷却風C1を吹き付けることで、整流器13、キャパシタ23および第2コイル22を良好に冷却することができる。

[0165] なお、図23に示すように、本実施の形態においても、整流器13は、キャパシタ23よりも冷却風C1の流通方向の上流側に位置しており、キャパシタ23は第2コイル22よりも、冷却風C1の流通方向の上流側に位置している。このように、本実施の形態においても、整流器13を良好に冷却することができる。なお、キャパシタ23を整流器13よりも冷却風C1の流通方向の上流側に配置するようにしてもよい。この場合には、キャパシタ23を良好に冷却することができる。筐体24は密封されており、外部から雨水などの異物が入り込むことが抑制されている。

[0166] 図25は、送電装置50およびその周囲の構成を示す斜視図であり、図26は、送電装置50およびその周囲の構成を示す斜視図である。

[0167] 図25および図26において、筐体60は、地面に形成された溝部118内に收容されている。シールド62の底面部62aは、複数の支持柱119によって支持されており、底面部62aと溝部118の内表面との間に隙間が形成されている。シールド62の周壁部62bと溝部118の内表面との間にも隙間が形成されている。そして、各隙間は連通しており、冷却風C2が流通する流路が形成されている。

[0168] 冷却装置109からの冷却風C2は、底面部62aと溝部118の内表面との間と、周壁部62bと溝部118との間とを通り、外部に排気される。

[0169] 本実施の形態2においても、キャパシタ59は、周壁部62bに取り付けられており、キャパシタ59と周壁部62bの間には、絶縁部材74aが配置されている。第1コイル58も、底面部62aに取り付けられており、第1コイル58と底面部62aの間には、絶縁部材74bが配置されてい

る。

[0170] このため冷却風C 2が流れることで、底面部6 2 aが冷却され、キャパシタ5 9および第1 コイル5 8を良好に冷却することができる。

[0171] キャパシタ5 9は、第1 コイル5 8よりも冷却風C 2の流通方向の上流側に配置されている。このため、キャパシタ5 9を良好に冷却することができる。

[0172] 図2 7は、受電装置1 1の第2変形例を示す断面図である。この図2 7に示す例においては、フェライトコア2 1は、H字形状となるように形成されている。この図2 7に示す例においては、突出部3 5 b, 3 6 bの突出長さと、突出部3 5 c, 3 6 cの突出長さとは、実質的に等しい。

[0173] この図2 7に示す例においても、整流器1 3は、キャパシタ2 3よりも冷却風C 1の流通方向の上流側に配置されており、キャパシタ2 3は、第2 コイル2 2よりも冷却風C 1の流通方向の上流側に配置されている。

[0174] 図2 8は、受電装置1 1の第3変形例を示す断面図である。この図2 8に示す例においては、フェライトコア2 1は、円形板状に形成されており、第2 コイル2 2は、この板状のフェライトコア2 1の下面に配置されている。この図2 8に示す例においては、第2 コイル2 2は、フェライトコア2 1に巻回されていない。このように、フェライトコア2 1に設けられた第2 コイル2 2とは、フェライトコア2 1の周面に巻回された場合に限られず、第2 コイル2 2をフェライトコア2 1の周囲に配置する場合も含む。

[0175] この図2 8に示す例において、キャパシタ2 3は、第2 コイル2 2よりも冷却風C 1の流通方向の上流側に配置されており、整流器1 3は、キャパシタ2 3よりも冷却風C 1の流通方向の上流側に配置されている。

[0176] このため、この図2 8に示す例においても、整流器1 3を良好に冷却することができる。

[0177] なお、図2 7および図2 8においては、受電装置1 1について説明したが、H字型コアや円形コイルは、送電装置5 0にも適用することができるのはいうまでもない。

[0178] なお、上記実施の形態に示す受電装置 11 において、第 2 コイル 22 から電磁誘導で電力を受電する電磁誘導コイルを配置して、この電磁誘導コイルを整流器 13 に接続するようにしてもよい。同様に、第 1 コイル 58 に電磁誘導で電力を送電する電磁誘導コイルを配置して、この電磁誘導コイルを高周波電力ドライバ 54 に接続するようにしてもよい。

[0179] なお、上記実施の形態に記載された発明は、当然のことながら、電磁誘導による電力伝送にも適用することができる。

[0180] 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

[0181] 本発明は、受電装置および送電装置に好適である。

符号の説明

[0182] 10 電動車両、11, 91 受電装置、13 整流器、13a, 23a, 59a 素子、13b, 23b, 59b 基板、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、18L, 18R 前輪、19L, 19R 後輪、20, 96 受電部、21, 57 フェライトコア、22, 58, 92, 94, 97, 99 コイル、23, 59, 95, 98 キャパシタ、24, 60 筐体、25, 62 シールド、25a 天板部、25b, 62b 周壁部、25c~25f 壁部、26 蓋部、40, 74, 74a, 74b 絶縁部材、41 受電部用絶縁部材、42, 42a 機器用絶縁部材、43 コイル用絶縁部材、44 キャパシタ用絶縁部材、45 熱伝導性部材。

請求の範囲

- [請求項1] 第1コイル（58）を含む送電部から非接触で電力を受電する受電装置であって、
- 内部に収容部が形成された筐体（24）と、
- 前記筐体（24）内に配置されたコア（21）と、
- 前記筐体（24）内に配置され、前記コア（21）に設けられた第2コイル（22）と、
- 前記筐体（24）内に配置されると共に、前記第2コイル（22）に接続された電気機器と、
- 前記筐体（24）の内表面と前記第2コイル（22）との間と、前記筐体（24）の内表面と前記電気機器との間に配置された絶縁部材（40）と、
- 冷媒を流通させて、前記第2コイル（22）および前記電気機器を冷却する冷却装置と、
- を備え、
- 前記第2コイル（22）と前記電気機器とは、前記絶縁部材（40）を間に挟んで前記筐体（24）の内表面に取り付けられ、
- 前記電気機器は前記第2コイル（22）よりも前記冷媒の流通方向の上流に配置された、受電装置。
- [請求項2] 前記電気機器は、前記第2コイル（22）に接続されたキャパシタ（23）と、前記第2コイル（22）が受電した電流を整流する整流器（13）とを含み、
- 前記整流器（13）は、前記キャパシタ（23）よりも前記冷媒の流通方向の上流側に配置され、
- 前記キャパシタ（23）は、前記第2コイル（22）よりも前記冷媒の流通方向の上流側に配置された、請求項1に記載の受電装置。
- [請求項3] 前記電気機器は、前記第2コイル（22）に接続されたキャパシタ（23）と、前記第2コイル（22）が受電した電流を整流する整流

器（１３）とを含み、

前記キャパシタ（２３）は、前記整流器（１３）よりも前記冷媒の流通方向の上流側に配置され、

前記整流器（１３）は、前記第２コイル（２２）よりも前記冷媒の流通方向の上流側に配置された、請求項１に記載の受電装置。

[請求項４] 前記第２コイル（２２）は、第１巻回軸（Ｏ１）の周囲を取り囲むように形成され、

前記コア（２１）は、前記第２コイル（２２）が巻回される第１軸部（３３）と、前記第１軸部（３３）の第１端部に形成され、前記第１巻回軸（Ｏ１）の延びる方向と交差する第１交差方向に延びる第１磁極部（３４ａ）と、前記第１軸部（３３）の第２端部に形成され、前記第１交差方向に延びる第２磁極部（３４ｂ）とを含み、

前記第１交差方向における前記第１軸部（３３）の幅は、前記第１交差方向における前記第１磁極部（３４ａ）の長さおよび第２磁極部（３４ｂ）の長さよりも短く、

前記第１交差方向における前記第１磁極部（３４ａ）の中央に位置する第１中央部（Ｐ１）と、前記第１交差方向における前記第２磁極部（３４ｂ）の中央に位置する第２中央部（Ｐ２）とは、前記第１交差方向における前記第１軸部（３３）の中央に位置する第３中央部より前記第１交差方向の一方側に位置し、

前記電気機器は、前記第１軸部（３３）に対して前記第１交差方向の一方側に配置されると共に、前記第１磁極部（３４ａ）および前記第２磁極部（３４ｂ）の間に配置された、請求項１に記載の受電装置。

[請求項５] 前記冷却装置は、前記筐体（２４）内に冷媒を供給する、請求項１に記載の受電装置。

[請求項６] 前記第２コイル（２２）は、第１巻回軸（Ｏ１）の周囲を取り囲むように形成され、

前記冷却装置は、前記第1巻回軸（O1）の延びる方向と交差する第1交差方向に前記冷媒を供給する、請求項5に記載の受電装置。

[請求項7] 前記筐体（24）は、密閉された、請求項1に記載の受電装置。

[請求項8] 前記第2コイル（22）と前記第2コイル（22）に接続されたキャパシタ（23）とによって、前記送電部（56）から非接触で電力を受電する受電部が形成され、

前記送電部（56）の固有周波数と前記受電部の固有周波数との差は、前記受電部の固有周波数の10%以下である、請求項1に記載の受電装置。

[請求項9] 前記第2コイル（22）と前記第2コイル（22）に接続されたキャパシタ（23）とによって、前記送電部（56）から非接触で電力を受電する受電部が形成され、

前記受電部と前記送電部（56）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] 前記第2コイル（22）と前記第2コイル（22）に接続されたキャパシタ（23）とによって、前記送電部（56）から非接触で電力を受電する受電部が形成され、

前記受電部は、前記受電部と前記送電部（56）の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、前記受電部と前記送電部（56）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（56）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] 第2コイルを含む受電部に非接触で電力を送電する送電装置であって、

外部に収容部が形成された筐体（60）と、

前記筐体（60）内に配置されたコア（57）と、

前記筐体（60）内に配置され、前記コア（57）に設けられた第1コイル（58）と、

前記筐体（６０）内に配置されると共に、前記第１コイル（５８）に接続された第２電気機器と、

前記筐体（６０）の内表面と前記第１コイル（５８）との間と、前記筐体（６０）の内表面と前記第２電気機器との間に配置された絶縁部材（７４）と、

冷媒を流通させて、前記第１コイル（５８）および前記第２電気機器を冷却する冷却装置と、

を備え、

前記第１コイル（５８）と前記第２電気機器とは、前記絶縁部材（７４）を間に挟んで前記筐体（６０）の内表面に取り付けられ、

前記第２電気機器は前記第１コイル（５８）よりも前記冷媒の流通方向の上流に配置された、送電装置。

[請求項12] 前記第２電気機器は、前記第１コイル（５８）に接続されたキャパシタ（５９）を含む、請求項１１に記載の送電装置。

[請求項13] 前記第１コイル（５８）は、第２巻回軸の周囲を取り囲むように形成され、

前記コア（５７）は、前記第１コイル（５８）が巻回される第２軸部（６５）と、前記第２軸部（６５）の第３端部に形成され、前記第２巻回軸の延びる方向と交差する第２交差方向に延びる第３磁極部と、前記第２軸部（６５）の第４端部に形成され、前記第２交差方向に延びる第４磁極部とを含み、

前記第２交差方向における前記第２軸部（６５）の幅は、前記第２交差方向における前記第３磁極部の長さおよび第４磁極部の長さよりも短く、

前記第２交差方向における前記第３磁極部の中央に位置する第４中央部と、前記第２交差方向における前記第４磁極部の中央に位置する第５中央部とは、前記第２交差方向における前記第２軸部（６５）の中央に位置する第６中央部より前記第２交差方向の一方側に位置し、

前記第2電気機器は、前記第2軸部(65)に対して前記第2交差方向の一方側に配置されると共に、前記第3磁極部および前記第4磁極部の間に配置された、請求項11に記載の送電装置。

[請求項14] 前記冷却装置は、前記筐体(60)内に冷媒を供給する、請求項11に記載の送電装置。

[請求項15] 前記第1コイル(58)は、第2巻回軸の周囲を取り囲むように形成され、

前記冷却装置は、前記第2巻回軸の延びる方向と交差する第2交差方向に前記冷媒を供給する、請求項14に記載の送電装置。

[請求項16] 前記筐体(60)は、密閉された、請求項11に記載の送電装置。

[請求項17] 前記第1コイル(58)と、前記第1コイル(58)の接続されたキャパシタ(59)とによって、前記受電部に非接触で電力を送電する送電部(56)が形成され、

前記送電部(56)の固有周波数と前記受電部の固有周波数との差は、前記受電部の固有周波数の10%以下である、請求項11に記載の送電装置。

[請求項18] 前記第1コイル(58)と、前記第1コイル(58)の接続されたキャパシタ(59)とによって、前記受電部に非接触で電力を送電する送電部(56)が形成され、

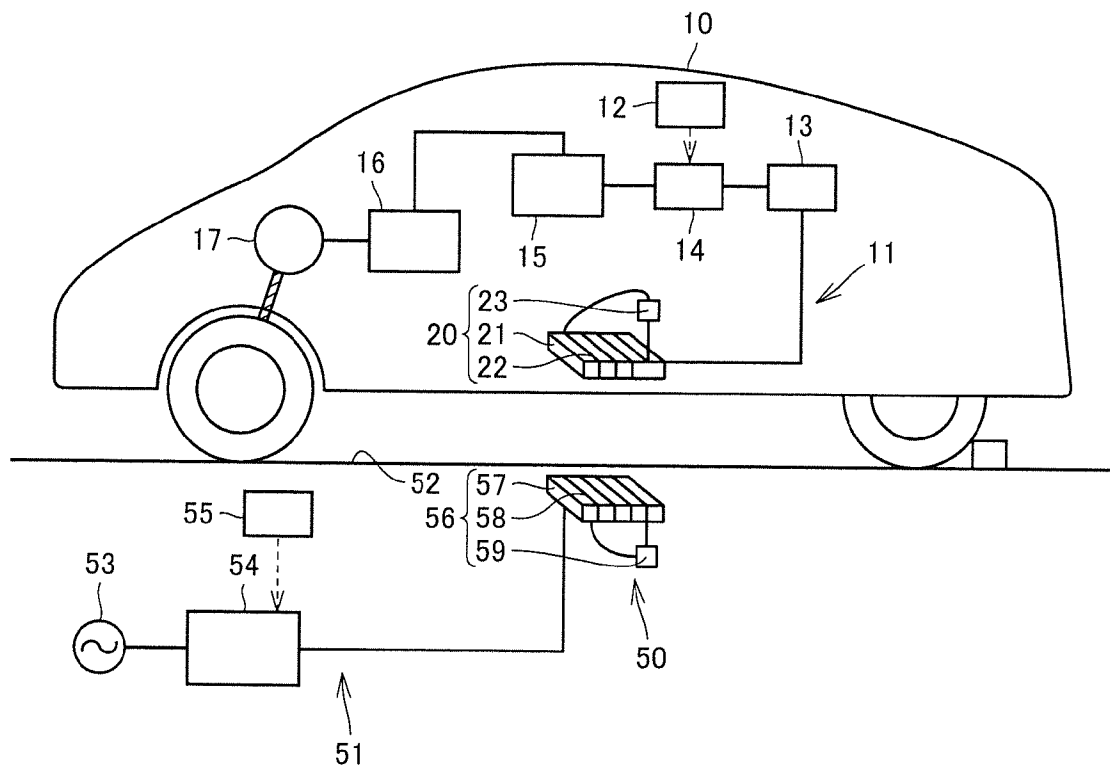
前記受電部と前記送電部(56)との結合係数は、0.1以下である、請求項11に記載の送電装置。

[請求項19] 前記第1コイル(58)と、前記第1コイル(58)の接続されたキャパシタ(59)とによって、前記受電部に非接触で電力を送電する送電部(56)が形成され、

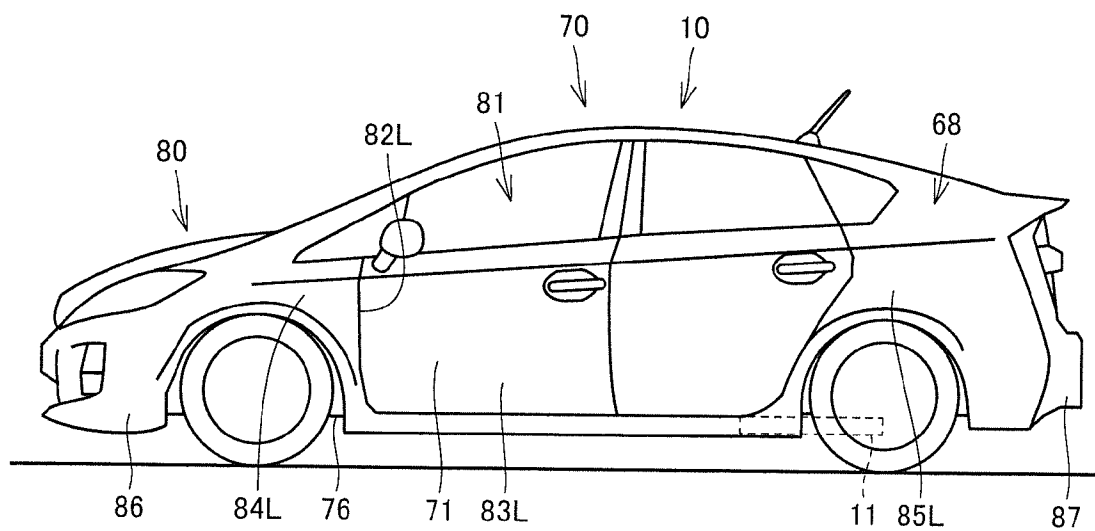
前記送電部(56)は、前記受電部と前記送電部(56)の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界と、前記受電部と前記送電部(56)の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて前記受電部に電力を送電する、請求項11に記

載の送電装置。

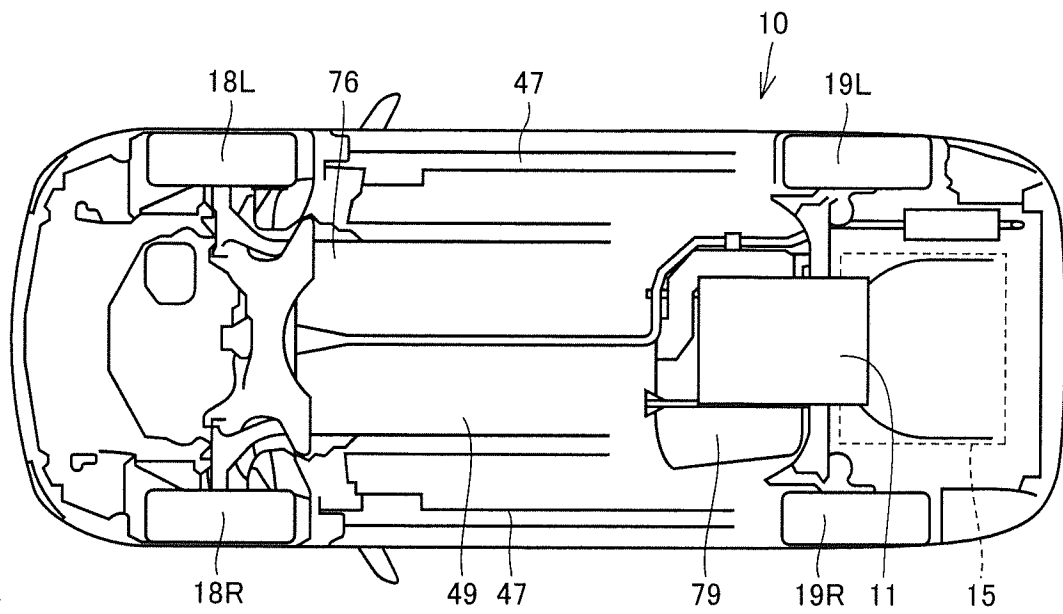
[図1]



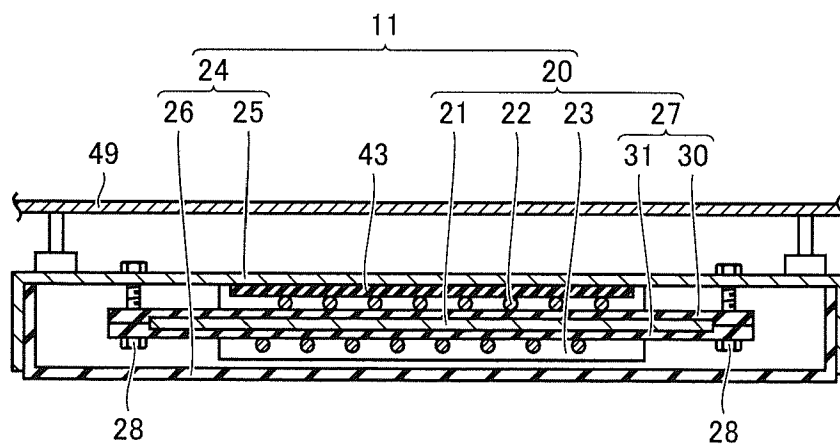
[図2]



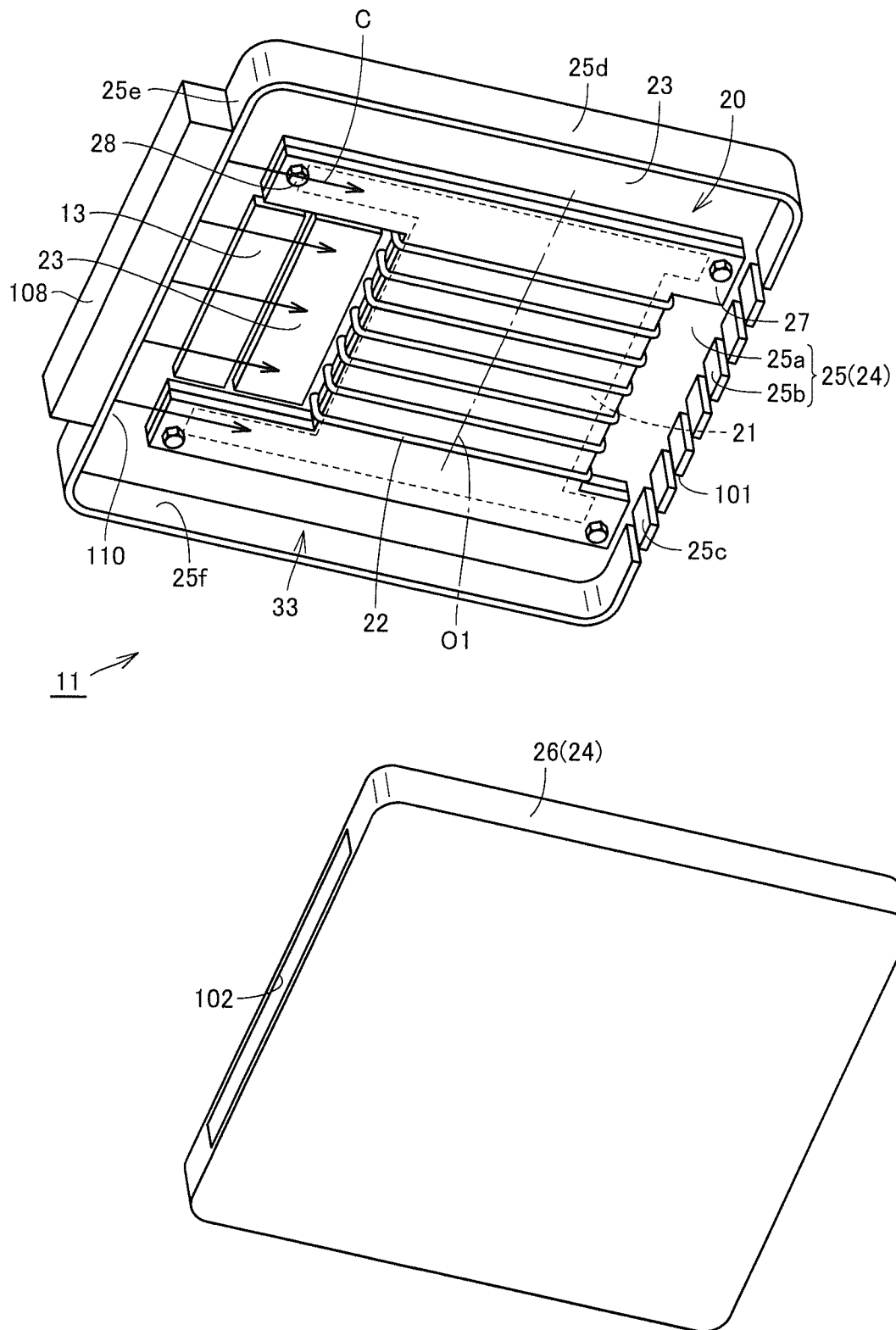
[図3]



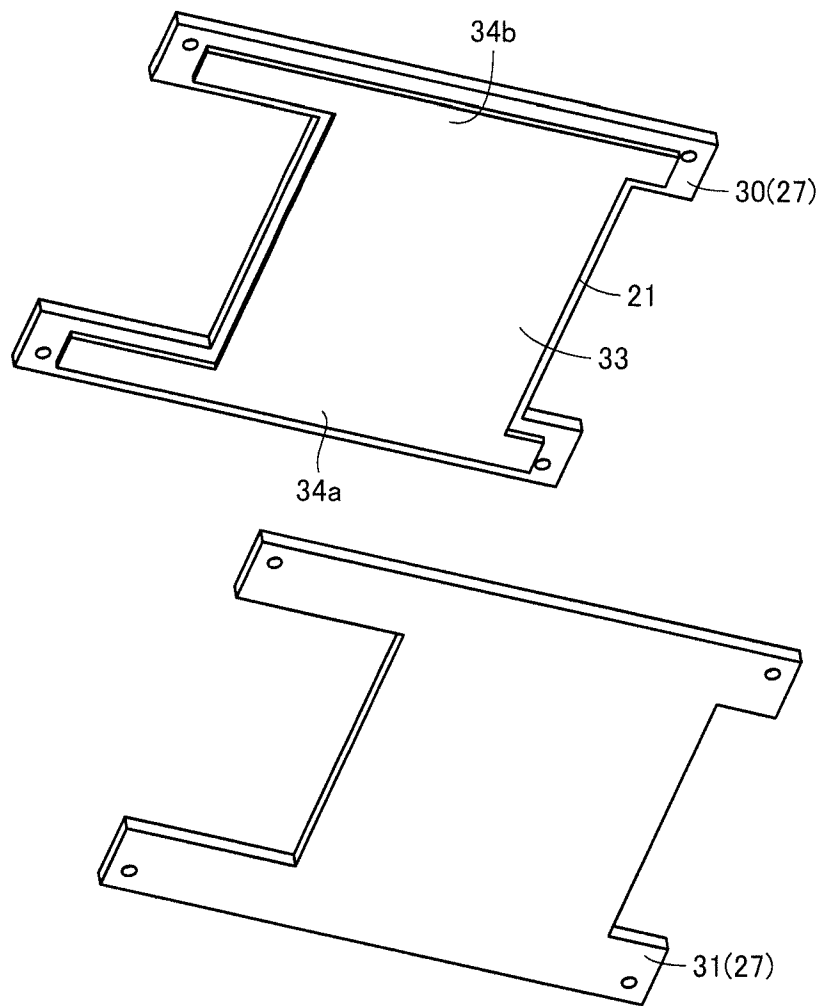
[図4]



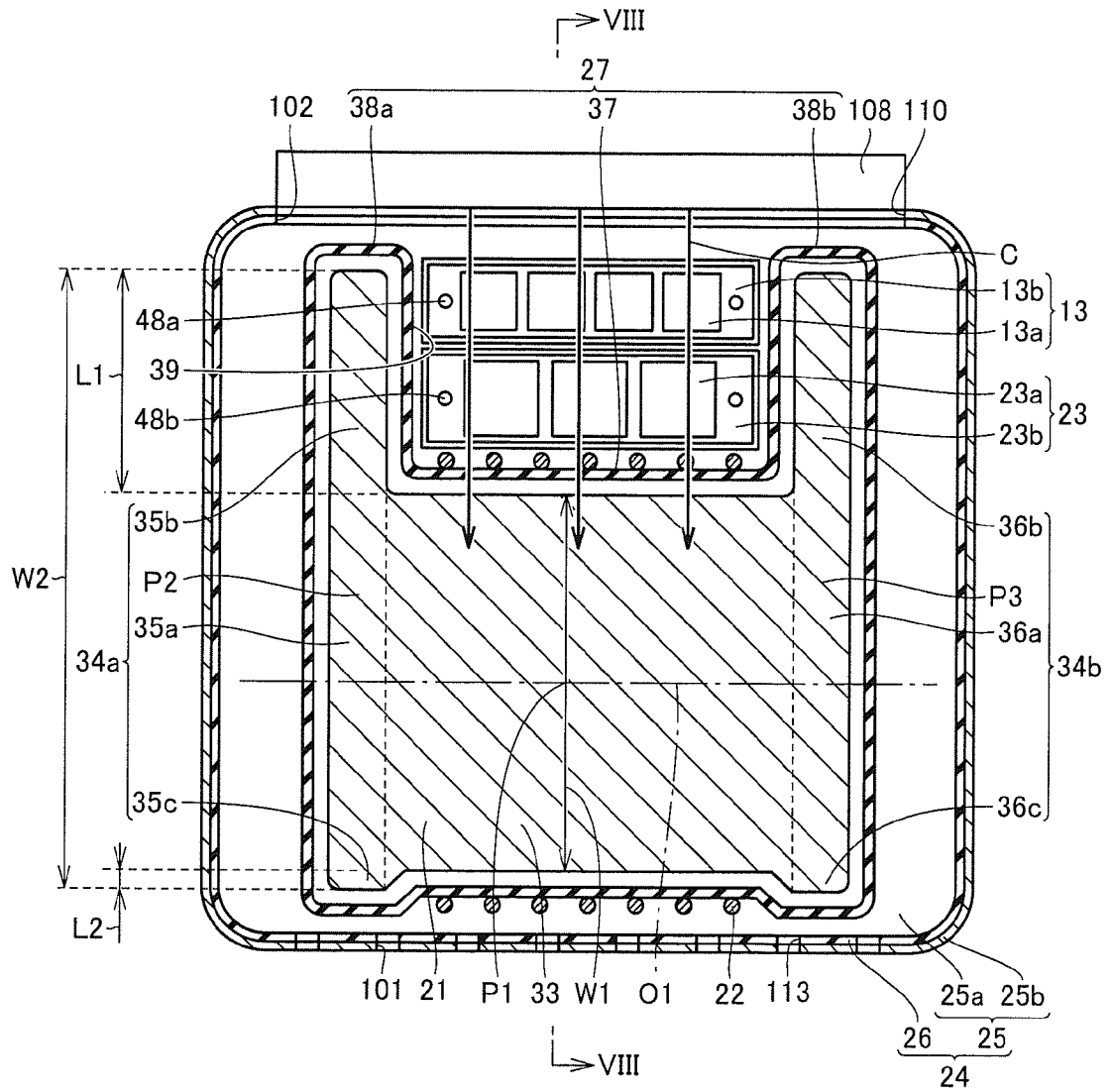
[図5]



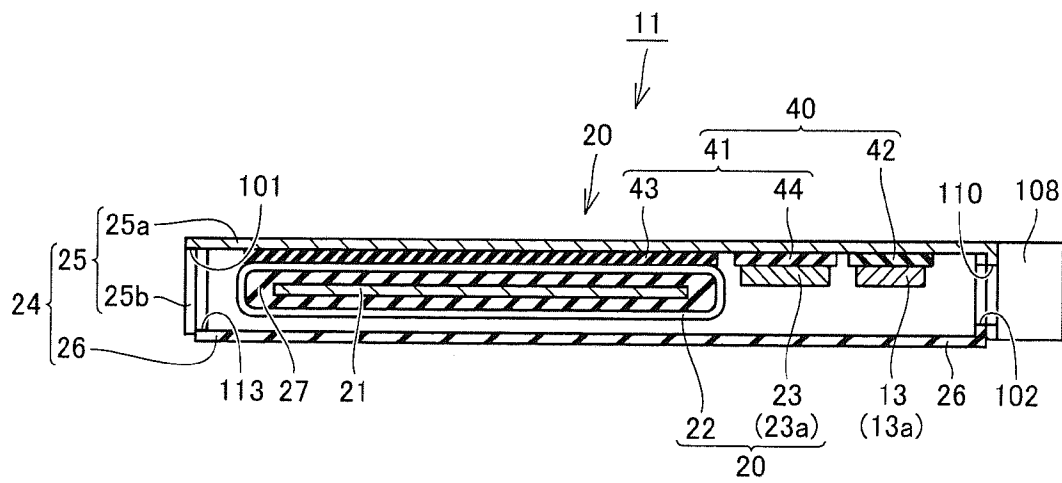
[図6]



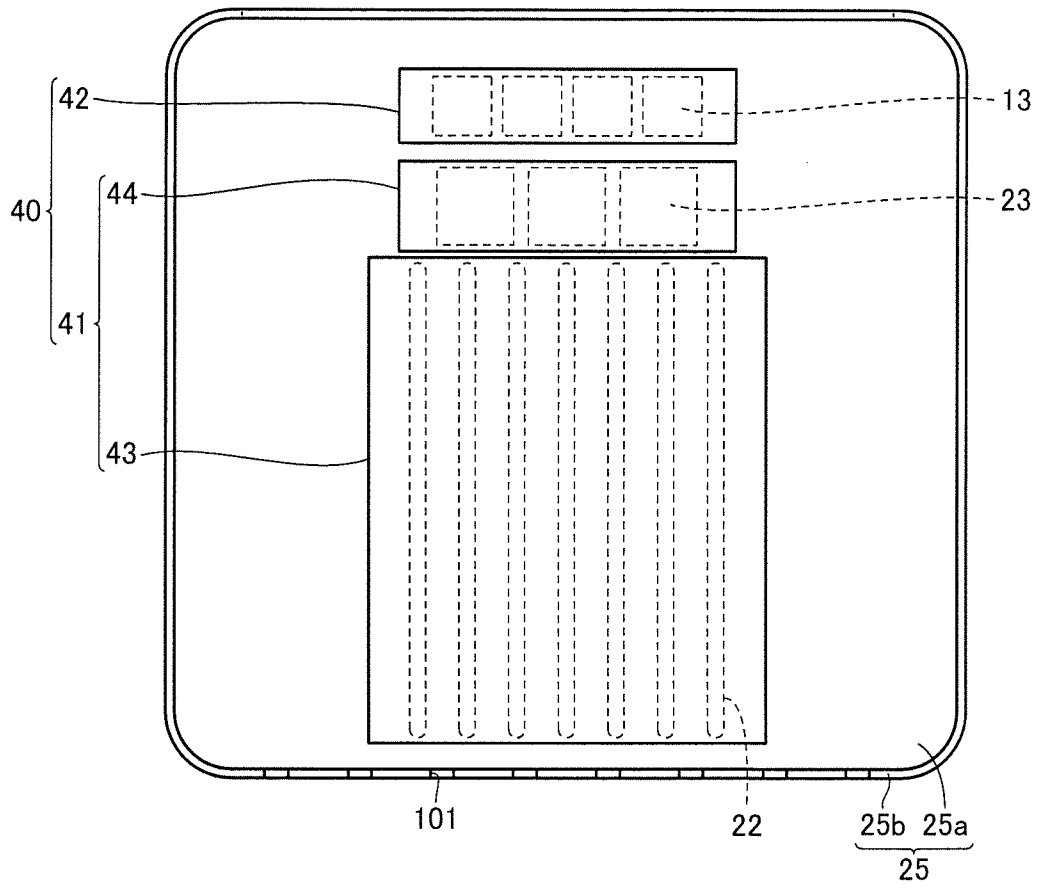
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

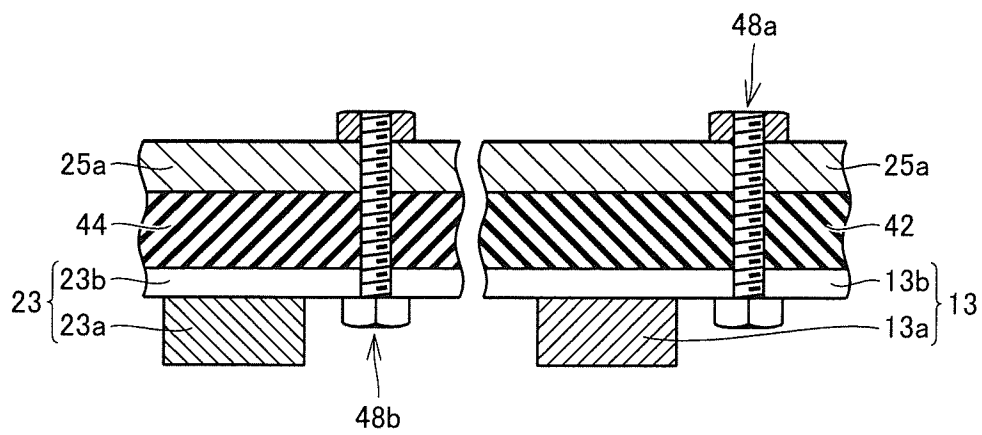
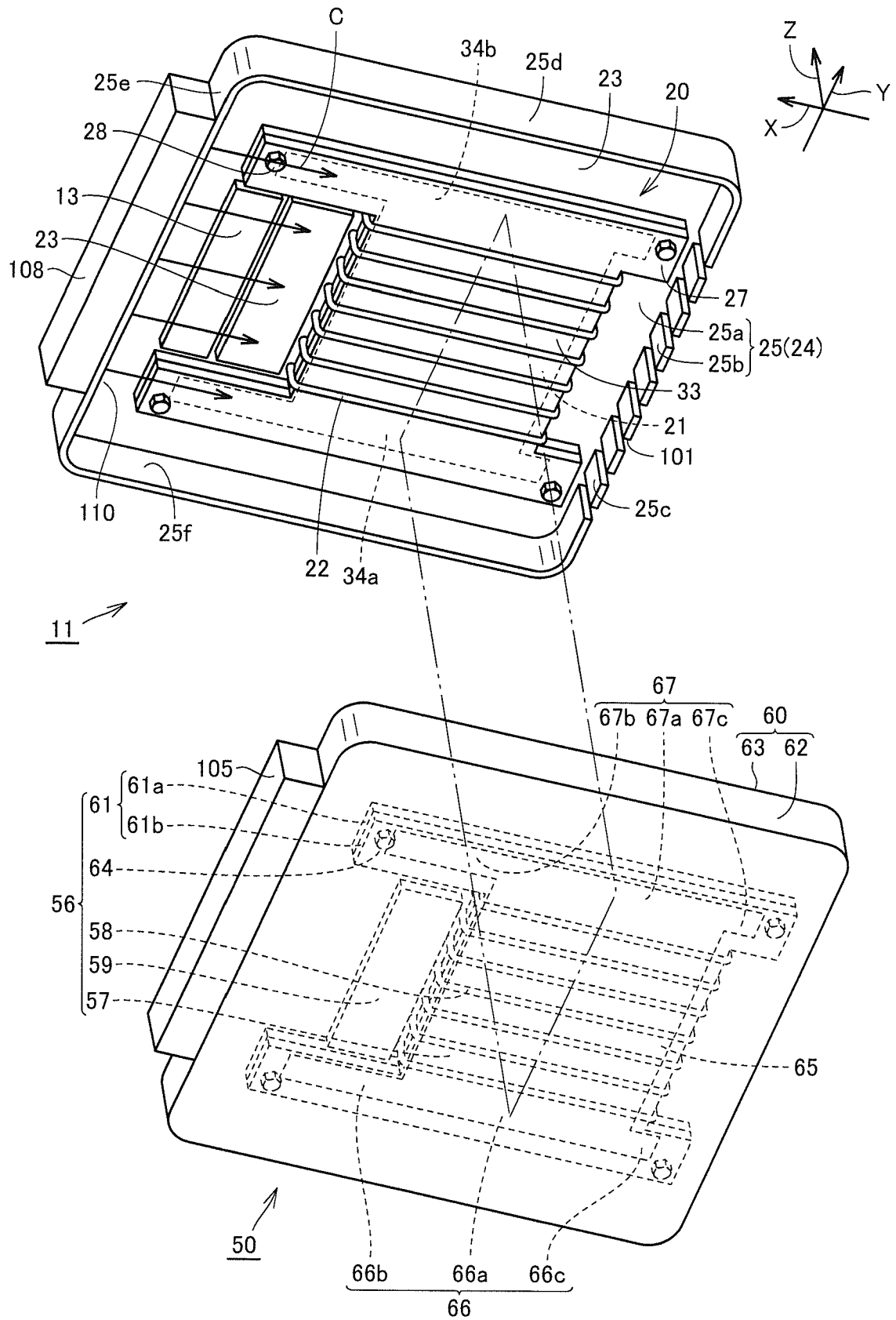
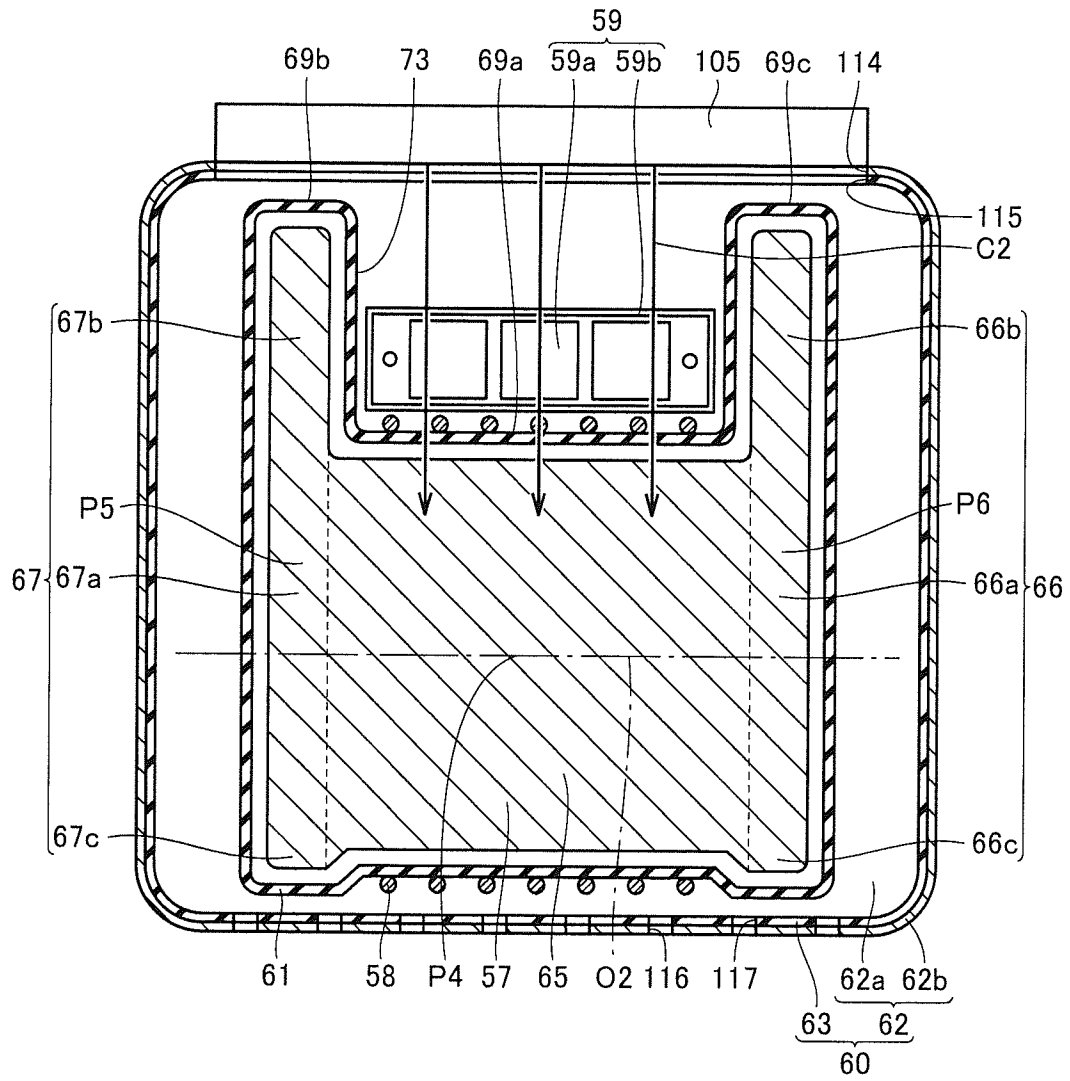


Diagram illustrating a cross-sectional view of a semiconductor device 23. The device consists of a substrate 23a and a thin layer 23b. The thin layer 23b is composed of three sub-layers: 44 (bottom, diagonal lines), 45 (middle, horizontal lines), and 25a (top, diagonal lines). A separate block 23 is shown below the substrate.

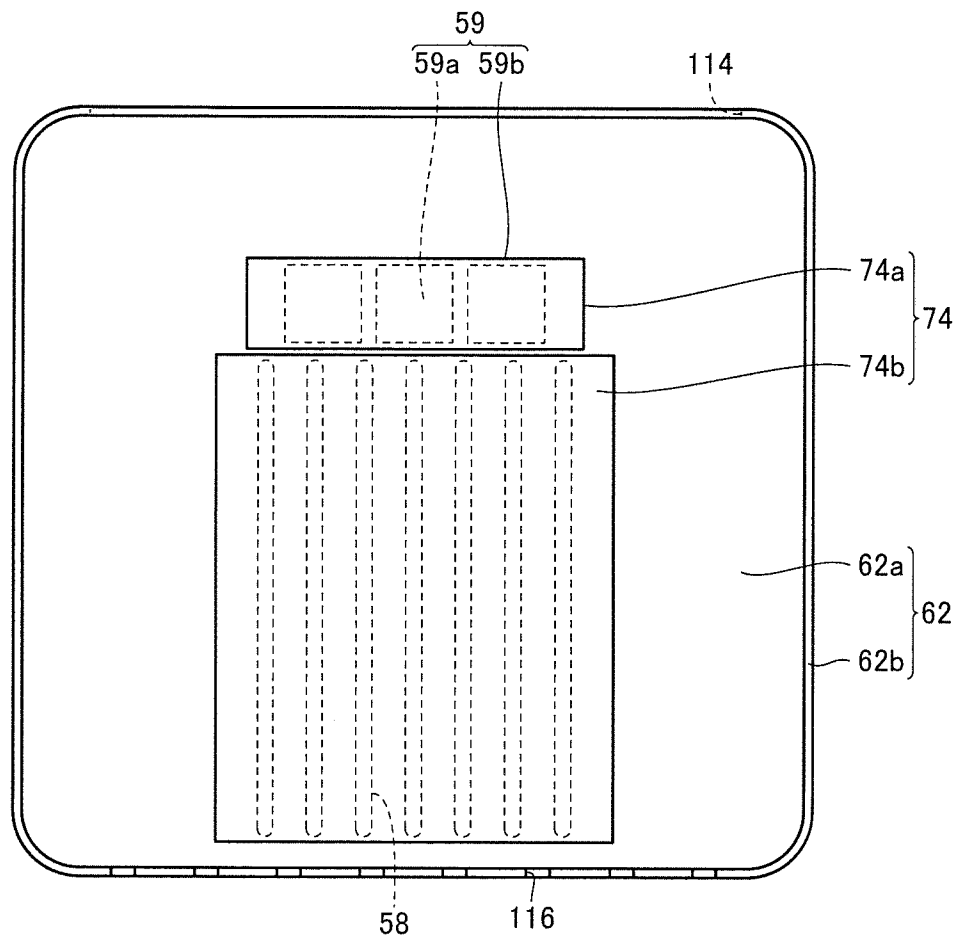
[図13]



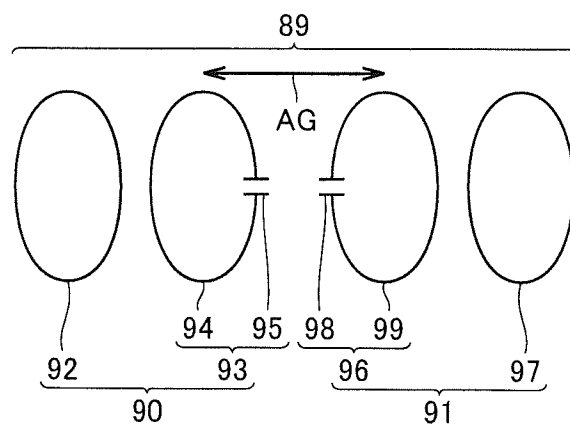
[図14]



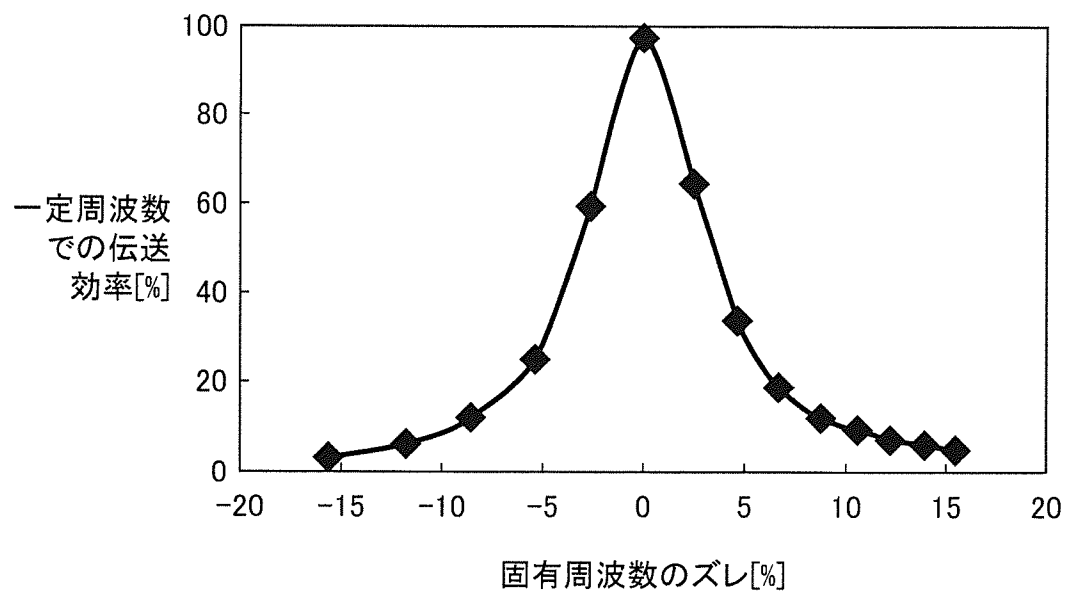
[図15]



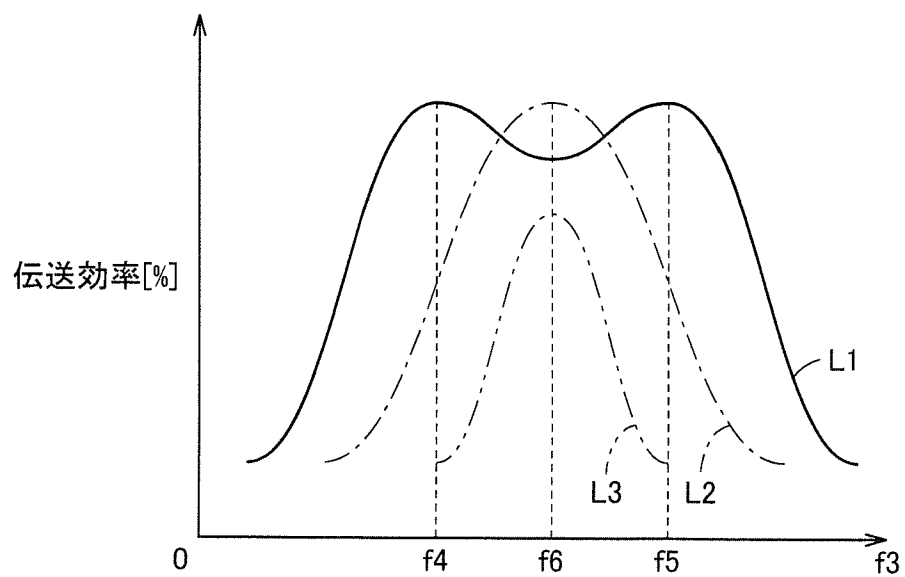
[図16]



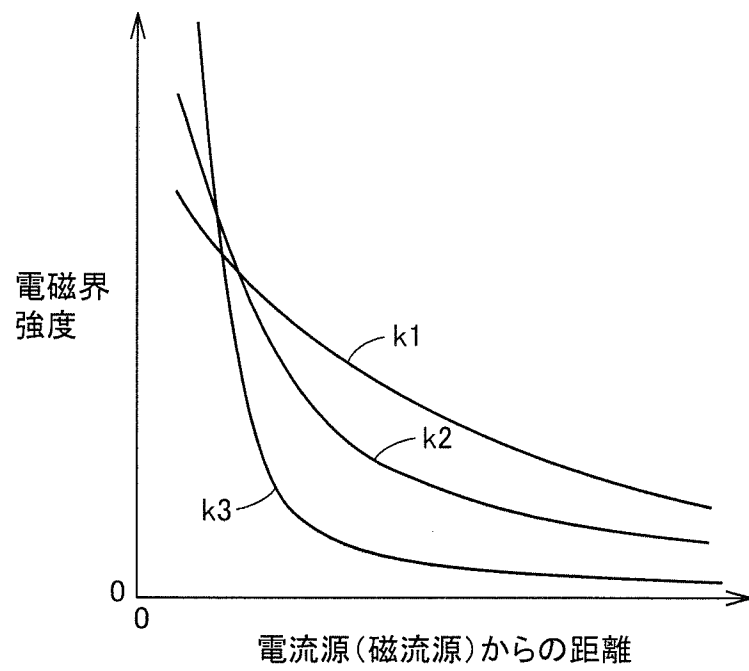
[図17]



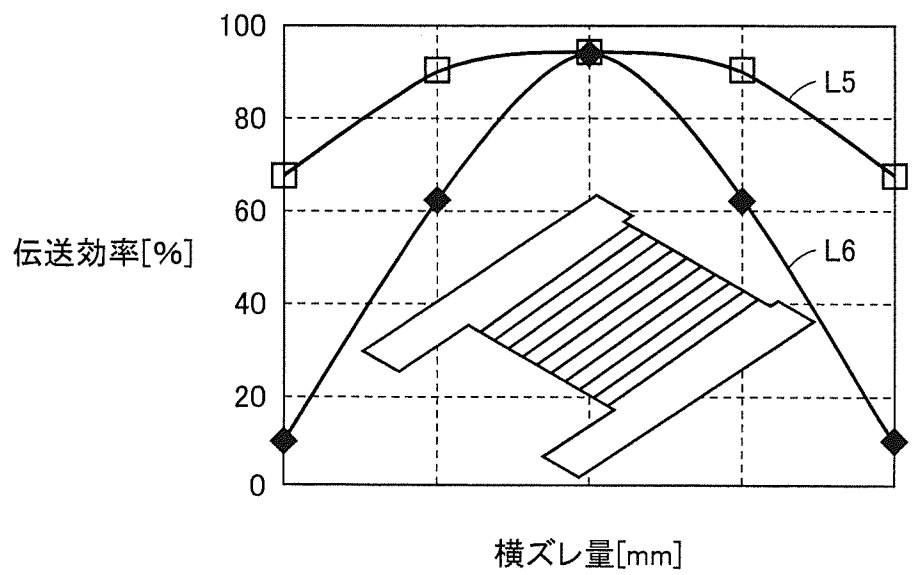
[図18]



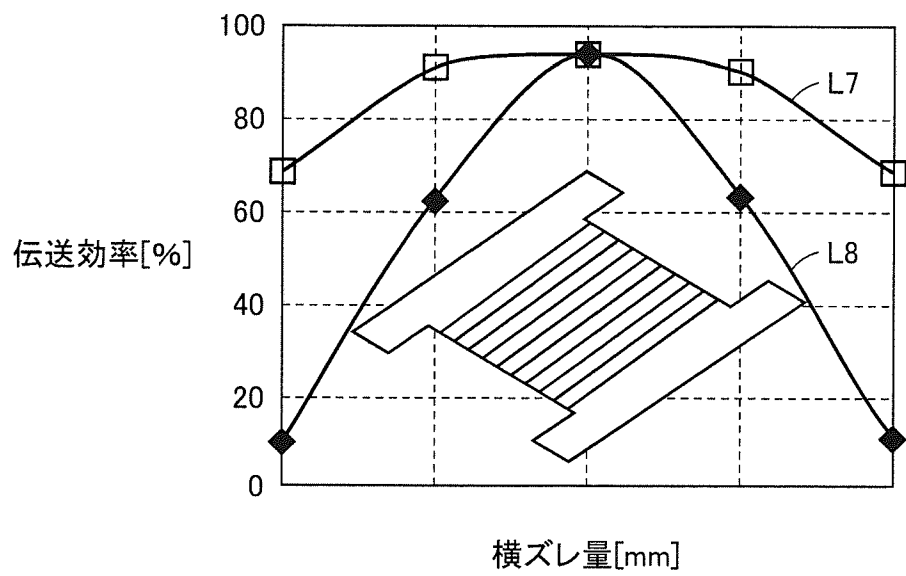
[図19]



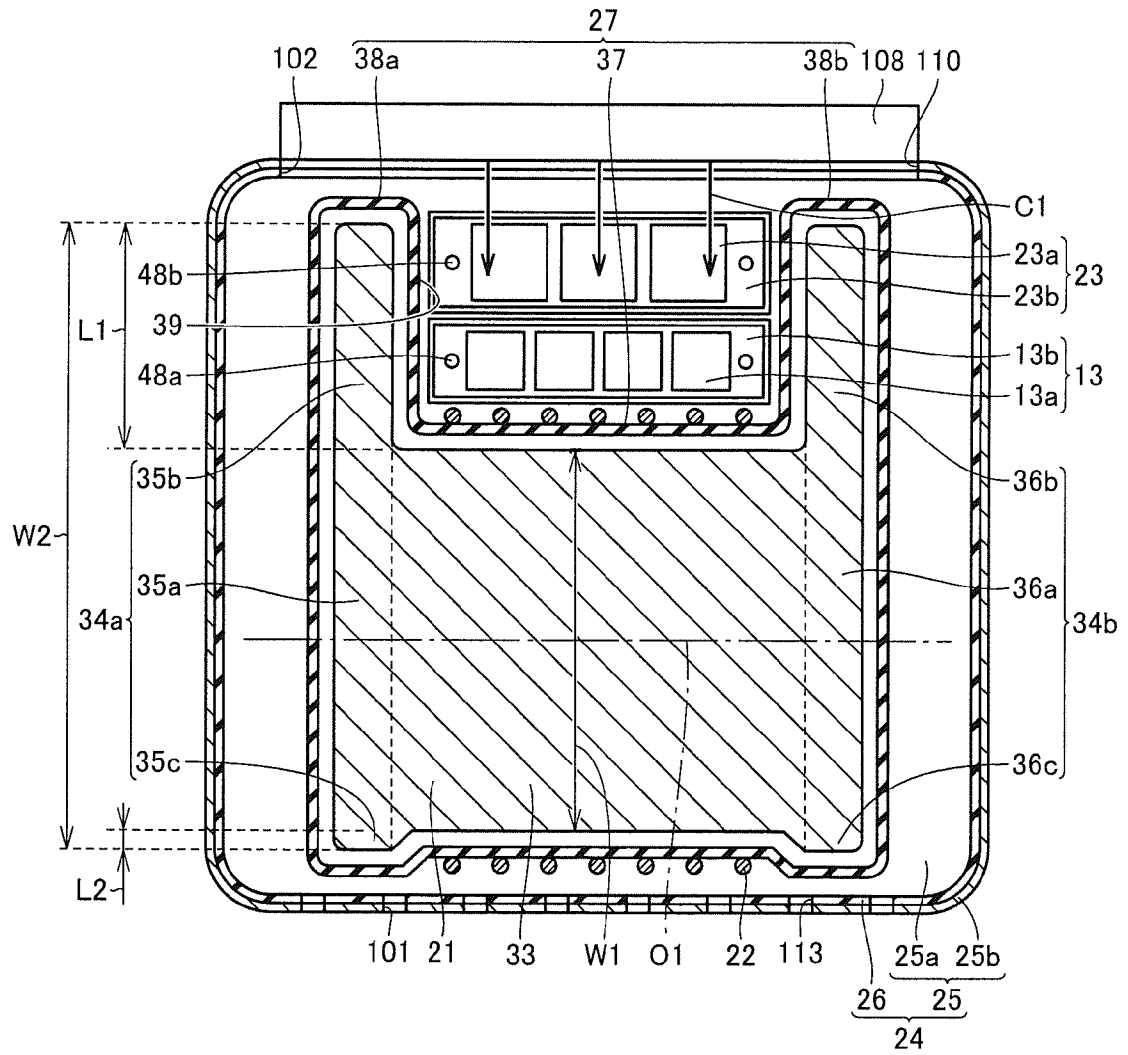
[図20]



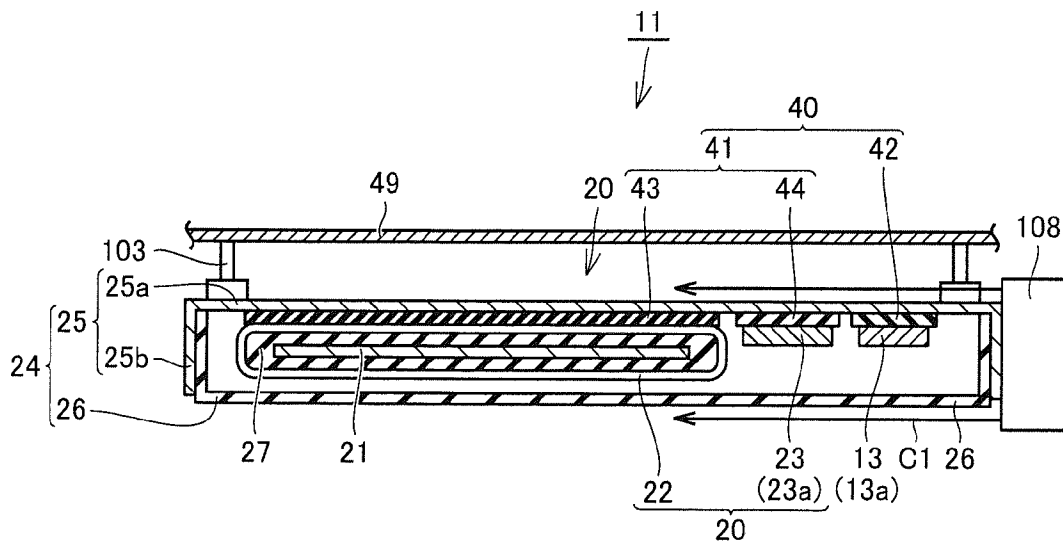
[図21]



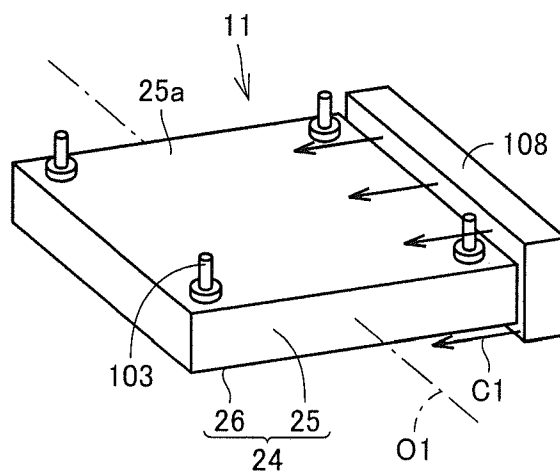
[図22]



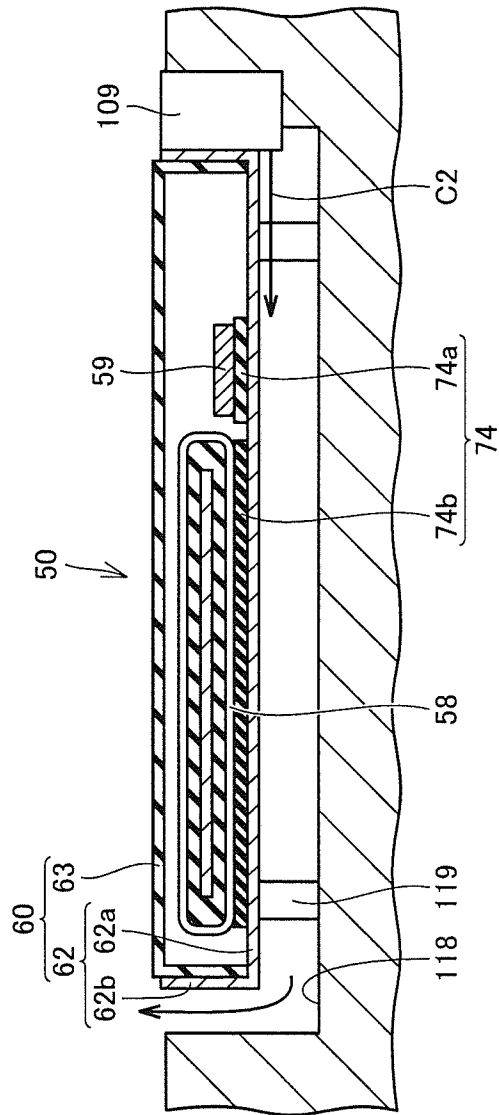
[図23]



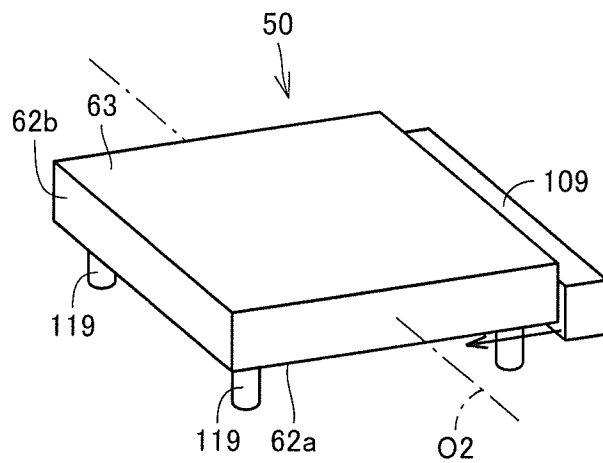
[図24]



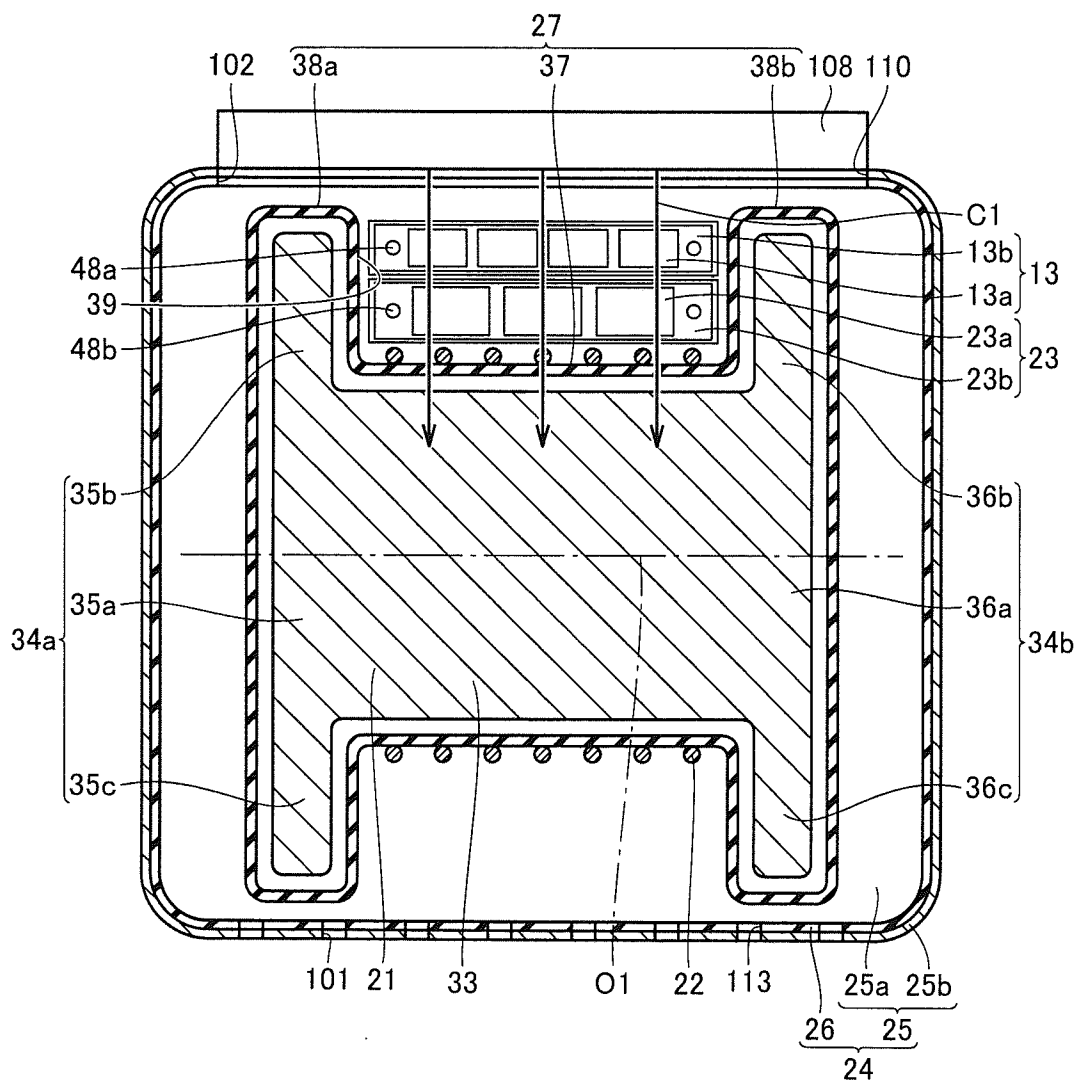
[図25]



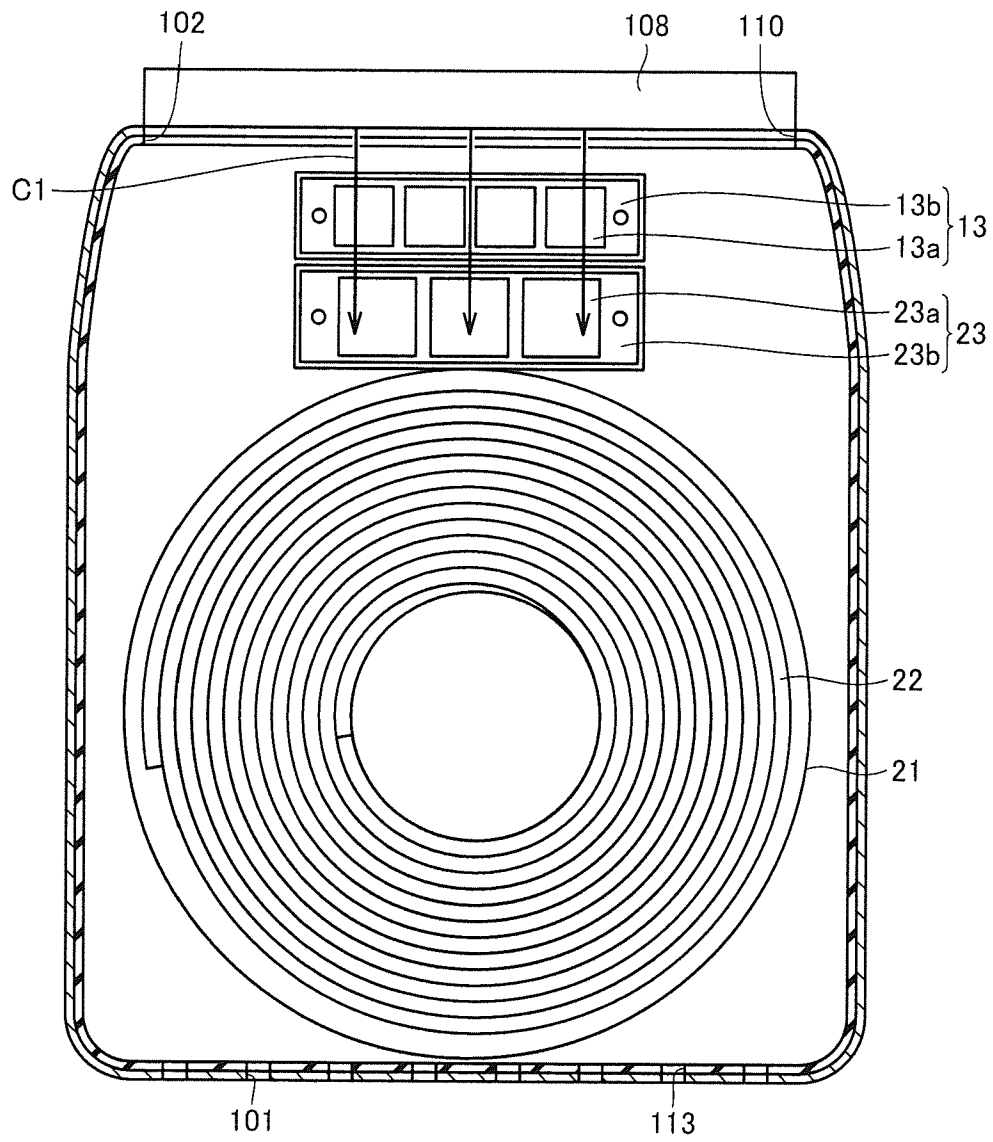
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J7/00(2006.01) i, H02J17/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J7/00, H02J17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. 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), entire text; all drawings (Family: none)	1, 5-10, 11-12, 14-19
Y	JP 2011-50127 A (Saitama University), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1, 5-10, 11-12, 14-19
A	JP 2011-135729 A (Toyota Motor Corp.), 07 July 2011 (07.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 June, 2012 (18.06.12)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02J7/00(2006.01)i, H02J17/00(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 (I P C))

Int.Cl. H02J7/00, H02J17/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2010-268660 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, 5-10, 11-12, 14-19
Y	JP 2011-50127 A (国立大学法人埼玉大学) 2011. 03. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 5-10, 11-12, 14-19
A	JP 2011-135729 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 07. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-19

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

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

の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

1 8 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

吉田 美彦

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

9 3 8 4