

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6147741号
(P6147741)

(45) 発行日 平成29年6月14日(2017.6.14)

(24) 登録日 平成29年5月26日(2017.5.26)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 F 38/14 (2006.01) HO 1 F 38/14
 HO 1 F 27/24 (2006.01) HO 1 F 27/24 P

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-520025 (P2014-520025)	(73) 特許権者	504190548 国立大学法人埼玉大学 埼玉県さいたま市桜区下大久保255
(86) (22) 出願日	平成25年6月5日(2013.6.5)	(73) 特許権者	591206887 株式会社テクノバ 東京都千代田区内幸町1-1-1 帝国ホテルタワー13階
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/065572	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(87) 国際公開番号	W02013/183665	(72) 発明者	阿部 茂 埼玉県さいたま市桜区下大久保255 国立大学法人埼玉大学内
(87) 国際公開日	平成25年12月12日(2013.12.12)	(72) 発明者	金子 裕良 埼玉県さいたま市桜区下大久保255 国立大学法人埼玉大学内
審査請求日	平成26年11月12日(2014.11.12)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2012-128459 (P2012-128459)		
(32) 優先日	平成24年6月5日(2012.6.5)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
前置審査			

(54) 【発明の名称】 非接触給電トランス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二つの磁極部の間に磁極間コア部を有し、前記磁極間コア部の巻回領域に巻線が巻回される両側巻コイルを含み、

前記磁極間コア部が、

前記二つの磁極部のそれぞれに接続するとともに、相互間に隙間を空けて並行に配置された複数の分離磁性部材と、

前記複数の分離磁性部材が形成する平面内で前記分離磁性部材に接するように該分離磁性部材と交互に配置された熱導体と、

を備え、

前記分離磁性部材で発生した熱が、前記熱導体を通じて前記磁極間コア部の巻回領域の外側に導出され放熱され、

前記磁極間コア部の巻回領域から外れた両端部に、前記熱導体に密着する熱導体連結部がそれぞれ配置され、前記熱導体を通じて導出された熱が前記熱導体連結部を介して放熱され、

前記熱導体が、前記巻回領域から外れた両端部に配置された前記熱導体連結部の間の中間位置で二分割されている非接触給電トランス。

【請求項2】

請求項1に記載の非接触給電トランスであって、

前記二つの磁極部が、該磁極部に接続される前記磁極間コア部の幅よりも長い磁性磁極

部材で構成され、前記磁極間コア部の一方の面の巻回領域から外れた両端部が、前記磁性磁極部材の長手方向の中間位置にそれぞれ接続され、前記分離磁性部材の各々と二つの前記磁性磁極部材とが接続され、前記磁極間コア部の他方の面の巻回領域から外れた両端部に前記熱導体連結部がそれぞれ配置され、前記熱導体を通じて導出された熱が前記熱導体連結部を介して放熱される非接触給電トランス。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の非接触給電トランスであって、
前記熱導体連結部が、相手コイルとの非対向面側に設置された電磁遮蔽金属板に接続されている非接触給電トランス。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の非接触給電トランスであって、
前記熱導体が、アルミニウムまたは銅の棒状体である非接触給電トランス。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の非接触給電トランスであって、
前記熱導体がパイプ構造を有し、その中を気体または液体が流れる非接触給電トランス。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の非接触給電トランスであって、
前記パイプ構造がヒートパイプの一部である非接触給電トランス。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の非接触給電トランスであって、
前記電磁遮蔽金属板を冷却する放熱フィンまたは送風ファンが設けられている非接触給電トランス。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の非接触給電トランスであって、
前記磁極部及び磁極間コア部の磁性体がフェライトである非接触給電トランス。

【請求項 9】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の非接触給電トランスであって、
前記磁極部及び磁極間コア部の磁性体の一部にアモルファスコアが用いられている非接触給電トランス。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の非接触給電トランスであって、
トランスの定格電力が 10 kW 以上である非接触給電トランス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気自動車などに非接触で給電する非接触給電トランスに関し、トランスの放熱特性の改善に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車やプラグインハイブリット車のバッテリーを充電するシステムとして、図 17 に示すように、車両の床面に非接触給電トランスの二次側コイル（受電コイル）20 を搭載し、地上側に設置した一次側コイル（送電コイル）10 から電磁誘導を利用して非接触で給電する方式が開発されている。

下記特許文献 1 には、このシステムに用いる非接触給電トランスの送電コイル 10 及び受電コイル 20 として、図 18 A、図 18 B に示すように、平板状のフェライト磁心 21、31 の片面に巻線（電線）を螺旋状に扁平に巻回して構成したものが開示されている。この形態のコイルは、フェライト磁心 21、31 の片側だけに巻線 22、32 が巻かれているので「片側巻コイル」と称する。なお、図 18 A は、送電コイルおよび受電コイルの断面図であり、図 18 B は、送電コイルまたは受電コイルの平面図である。

10

20

30

40

50

【0003】

片側巻コイルを用いる非接触給電トランスは、車両の停車位置がずれて送電コイルと受電コイルとが正対しなかったり、送電コイルと受電コイルとのギャップ g が変動したりすると、給電の効率が大幅に低下する。こうした位置ずれやギャップ g の変動に対する許容量を大きくしようとすると、送電コイル及び受電コイルのサイズ w を大きくする必要がある。

【0004】

下記特許文献2には、位置ずれやギャップ変動の許容量が大きく、且つ、小型に構成できる非接触給電トランスが開示されている。この非接触給電トランスは、図19A、図19Bに示すように、フェライトコア61, 63の周りに巻線62, 64を巻回して送電コイル及び受電コイルが構成される。このコイルを「両側巻コイル」と称する。また、ここでは、図19Bに示すように、フェライトコア61, 63として「角型コア」が用いられている。なお、図19Aは、送電コイルおよび受電コイルの断面図であり、図19Bは、送電コイルまたは受電コイルの平面図である。

この非接触給電トランスでは、フェライトコア61, 63の磁極部を通して巡回する主磁束67が発生する。それとともに、送電コイル、受電コイルの非対向面側に迂回する漏洩磁束68, 69が生じる。この漏洩磁束68, 69が車体の床の鉄板等に侵入すると、誘導電流が流れて鉄板が加熱され、給電の効率が低下する。これを避けるため、両側巻コイルを用いる非接触給電トランスでは、送電コイル及び受電コイルの背面にアルミ板等の非磁性良導体から成る電磁遮蔽金属板65, 66を配置して漏洩磁束68, 69を電磁遮蔽する必要がある。

【0005】

また、下記特許文献3には、両側巻コイルの一層の小型軽量化を図るため、図20A～図20Fに示すように、フェライトコア40をH字形に構成し、H字の両側の平行する部分を磁極部41, 42とし、H字の横棒に相当する部分43(磁極部間を繋ぐ部分)に巻線50を巻回した送電コイル及び受電コイルが開示されている。なお、図20Aは、フェライトコア40に巻線50が巻回された状態であり、図20Dは、フェライトコア40に巻線50が巻回されていない状態である。また、図20Bは、図20AのA-A線に沿った断面図であり、図20Cは、図20AのB-B線に沿った断面図である。同様に、図20Eは、図20DのA-A線に沿った断面図であり、図20Fは、図20DのB-B線に沿った断面図である。

このH字形コアを用いた両側巻コイルで構成された送電コイル及び受電コイルを標準ギャップ長70mmの間隔で対向させて3kWの給電を行った場合、トランスの効率が95%、左右方向(図20Aのy方向)の位置ずれ許容量が ± 150 mm、前後方向(図20Aのx方向)の位置ずれ許容量が ± 60 mm、また、標準ギャップ長を100mmに拡大したときの効率が92%、という給電特性が得られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-87733号公報

【特許文献2】特開2010-172084号公報

【特許文献3】特開2011-50127号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

移動体のバッテリーへの充電では、充電時間を短縮する急速充電が求められており、それに応えるため、大電力給電が可能な非接触給電トランスの開発が進められている。

電磁誘導を利用する移動体の非接触給電システムでは、送電コイルに10kHz～200kHz程度の高周波電流が流れ、高周波の磁束が発生するため、その磁束が通過する送電コイル及び受電コイルのコア部分では、鉄損により温度が上昇する。

10

20

30

40

50

両側巻コイルは、小型化できるが、それに伴って熱容量が小さくなるため、コア部分の鉄損や巻線の銅損により温度が上昇し易い。そのため、大電力給電が可能な両側巻コイルを得るためには、放熱対策が不可欠である。

【0008】

図21は、送電コイル及び受電コイルを、H字形コアを有する10kW用の両側巻コイルで構成し、コイルの各部の温度と給電時間との関係について測定した温度上昇試験結果を示している。ここでは、送電コイルの一次側コア、一次側コイル及び一次側アルミ板（図19に示す磁気遮蔽用のアルミ板である電磁遮蔽金属板65に相当）、並びに、受電コイルの二次側コア、二次側コイル及び二次側アルミ板（図19に示す磁気遮蔽用のアルミ板である電磁遮蔽金属板66に相当）の温度、室温、及び給電の効率を50分間に渡って測定している。

10

図21から明らかなように、受電コイルのコアは、給電開始から50分後に、110以上に達している。

【0009】

こうした高温が続くと、フェライトコアの飽和磁束密度が低下し、巻線（リッツ線）の皮膜が溶ける可能性があり、実用化した際の安全性が低下するおそれがあり対策が必要である。

両側巻コイルの巻線から生ずる熱は、巻線がフェライトコアの表面に現われているため、コイルを収納するケースの一部を熱伝導率の高い材料（例えば、アルミ材）で形成し、このケースを通じて巻線の熱を放熱することが可能である。

20

しかし、フェライトコアは、図22に示すように、アルミニウムや銅に比べて熱伝導率が低い上に、巻線に巻かれているため、放熱することが難しい。

【0010】

一方、片側巻コイルを用いる非接触給電トランスでは、フェライトコアの片側にだけ巻線が配置されるため、フェライトコアの配置されていない側からコアで発熱した熱を直接放熱することが可能である。また、両側巻に比べ大型で熱容量も大きいため、放熱対策は両側巻コイルほど大きな問題にはなっていない。

【0011】

本発明は、こうした事情を考慮して創案したものであり、両側巻コイルの巻線で覆われたフェライトコア部分の熱を効果的に放熱することができる非接触給電トランスを提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の非接触給電トランスは、二つの磁極部の間に磁極間コア部を有し、この磁極間コア部の巻回領域に巻線が巻回される両側巻コイルを含み、磁極間コア部が、二つの磁極部のそれぞれに接続するとともに、相互間に隙間を空けて並行に配置された複数の分離磁性部材と、複数の分離磁性部材が形成する平面内で分離磁性部材に接するように該分離磁性部材と交互に配置された熱導体と、を備える。そして、分離磁性部材で発生した熱が、熱導体を通じて磁極間コア部の巻回領域の外側に導出され放熱される。磁極間コア部の巻回領域から外れた両端部に、熱導体に密着する熱導体連結部がそれぞれ配置され、熱導体を通じて導出された熱が熱導体連結部を介して放熱される。熱導体が、巻回領域から外れた両端部に配置された熱導体連結部の間の中間位置で二分割されている。

40

この非接触給電トランスでは、分離磁性部材の発熱が、熱導体を通じて外部に放熱される。

【0014】

また、本発明の非接触給電トランスでは、二つの磁極部が、磁極部に接続される磁極間コア部の幅よりも長い磁性磁極部材で構成され、磁極間コア部の一方の面の巻回領域から外れた両端部が、磁性磁極部材の長手方向の中間位置にそれぞれ接続され、分離磁性部材の各々と二つの磁性磁極部材とが接続される。また、磁極間コア部の他方の面の巻回領域から外れた両端部には、熱導体に密着する熱導体連結部がそれぞれ配置され、熱導体を通

50

じて導出された熱が熱導体連結部を介して放熱されてもよい。

【0015】

また、本発明の非接触給電トランスでは、熱導体連結部が、相手コイルとの非対向面側に設置された電磁遮蔽金属板に接続されてもよい。

【0017】

また、本発明の非接触給電トランスでは、熱導体が、アルミニウムまたは銅の棒状体で構成されてもよい。

【0018】

また、本発明の非接触給電トランスでは、熱導体がパイプ構造を有し、その中を気体または液体が流れるようにしてもよい。

10

【0019】

また、本発明の非接触給電トランスでは、パイプ構造がヒートパイプの一部であってもよい。

【0020】

また、本発明の非接触給電トランスでは、電磁遮蔽金属板を冷却する放熱フィンまたは送風ファンを設けてもよい。

【0021】

また、本発明の非接触給電トランスでは、磁極部及び磁極間コア部の磁性体がフェライトで形成されてもよい。

また、磁極部及び磁極間コア部の磁性体の一部にアモルファスコアが用いられてもよい

20

また、本発明の非接触給電トランスは、トランスの定格電力を10kW以上としてもよい。

【発明の効果】

【0022】

本発明により、両側巻コイルの放熱特性の向上を図ることができ、両側巻コイルを用いた小型の急速充電可能な非接触給電トランスが提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、実施形態に係る非接触給電トランスの両側巻コイルを示す図である。

30

【図2】図2は、図1の両側巻コイルの磁極間コア部を示す図である。

【図3】図3は、図1の両側巻コイルのH字形コアを示す図である。

【図4】図4は、図3のH字形コアに熱導体連結部が接続した状態を示す図である。

【図5A】図5Aは、図1の両側巻コイルの構成を示す平面図である。

【図5B】図5Bは、両側巻コイルを対向配置した場合の側面図である。

【図5C】図5Cは、両側巻コイルを対向配置した場合を説明する図であり、両側巻コイルの磁気ギャップ長G2及び巻線間距離G1を示す図である。

【図6】図6は、図1の両側巻コイルにおける熱の流れを模式的に示す図である。

【図7】図7は、H字形コアの磁束の流れを示す図である。

【図8】図8は、H字形コアの漏洩磁束を示す図である。

40

【図9】図9は、分離フェライト部材を有するH字形コアの磁束の流れを示す図である。

【図10】図10は、温度測定に用いた非接触給電トランスから巻線と巻枠を取り除いた図である。

【図11A】図11Aは、図10の非接触給電トランスに巻枠を付けた状態の平面図である。

【図11B】図11Bは、図11Aの側面図である。

【図11C】図11Cは、図11Aの別方向から見た場合の側面図である。

【図12】図12は、実施形態に係る非接触給電トランスの温度変化を示す図である。

【図13】図13は、図12の温度変化と従来の非接触給電トランスの温度変化とを比較する図である。

50

【図 1 4】図 1 4 は、アルミ材熱導体の有無による定数の変化を示す図である。

【図 1 5 A】図 1 5 A は、実施形態に係る両側巻コイルに形成される導電ループを示す図である。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、実施形態に係る両側巻コイルにおいて、分割した熱導体を採用した変形例を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、実施形態に係る両側巻コイルにおいて、角型コアを採用した変形例を示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、自動車への非接触給電システムを示す図である。

【図 1 8 A】図 1 8 A は、従来の片側巻コイルを示す断面図である。

【図 1 8 B】図 1 8 B は、図 1 8 A の平面図である。

【図 1 9 A】図 1 9 A は、従来の角形コアを用いた両側巻コイルを示す断面図である。

【図 1 9 B】図 1 9 B は、図 1 9 A の平面図である。

【図 2 0 A】図 2 0 A は、従来の H 字形コアを用いた両側巻コイルを説明する図であり、巻線が巻かれた状態を示す図である。

【図 2 0 B】図 2 0 B は、図 2 0 A の A - A 線に沿った断面図である。

【図 2 0 C】図 2 0 C は、図 2 0 A の B - B 線に沿った断面図である。

【図 2 0 D】図 2 0 D は、従来の H 字形コアを用いた両側巻コイルを説明する図であり、巻線が巻かれていない状態を示す図である。

【図 2 0 E】図 2 0 E は、図 2 0 D の A - A 線に沿った断面図である。

【図 2 0 F】図 2 0 F は、図 2 0 D の B - B 線に沿った断面図である。

【図 2 1】図 2 1 は、従来の両側巻コイルの温度変化を示す図である。

【図 2 2】図 2 2 は、銅、アルミニウム、フェライトの熱伝導率を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図 1 は、本発明の実施形態に係る非接触給電トランスの構成を模式的に示し、図 2、図 3、図 4 は、図 1 の構成に到る途中の段階の構成を模式的に示している。

この非接触給電トランスは、H 字形のコアの一部を構成する磁極間コア部 1 4 3 に巻線（電線）1 5 0 が巻回された両側巻コイルを含む。巻線 1 5 0 は、磁極間コア部 1 4 3 の巻回区域 1 4 4 に巻回されており、巻回区域 1 4 4 から外れた磁極間コア部 1 4 3 の端部には巻線が巻かれていない。

【0025】

磁極間コア部 1 4 3 は、図 2 に示すように、分離磁性部材 2 4 3 と熱導体 2 4 4 が交互に配置されている。つまり、相互の間に間隔を空けて並行に配置された複数の分離磁性部材 2 4 3（この非接触給電トランスでは磁性体としてフェライトを用いているため、以下「分離フェライト部材」という。）と、端に配置された分離フェライト部材 2 4 3 の側面、及び、隣接する分離フェライト部材 2 4 3 の両側面と接触するように分離フェライト部材 2 4 3 と交互に配置された複数の熱導体 2 4 4 とで構成されている。そして、分離フェライト部材 2 4 3 及び熱導体 2 4 4 が一枚の平板状に組み合わせられている。本実施形態では、熱導体 2 4 4 の幅を、分離フェライト部材 2 4 3 の幅の 1 / 5 程度に設定している。

分離フェライト部材 2 4 3 は、H 字形コアの巻線コアとして機能する。一方、熱導体 2 4 4 は、熱伝導率が高い例えばアルミニウム材から成り、給電時に分離フェライト部材 2 4 3 で発生する熱を、磁極間コア部 1 4 3 の巻回区域から外れた端部側にまで導く機能を果たす。

【0026】

図 3 に示すように、磁極間コア部 1 4 3 の巻回区域 1 4 4 から外れた両端部には、磁極部を構成するフェライト磁極部材 1 8 0 が下層フェライト板 1 8 1、1 8 2 を介して接続される。フェライト磁極部材 1 8 0 の長さは、当該フェライト磁極部材 1 8 0 に下層フェライト板 1 8 1、1 8 2 を介して接続される磁極間コア部 1 4 3 の幅よりも長く設定されている。また、磁極間コア部 1 4 3 は、フェライト磁極部材 1 8 0 の中間位置に接続される。並行する 2 本のフェライト磁極部材 1 8 0 と、それらを接続する磁極間コア部 1 4 3

10

20

30

40

50

とでH字形状のコアが形成される。

このH字形状コアにおいて、下層フェライト板181, 182は、図5A～図5Cに示すように、相手コイルと対向する最上部のフェライト磁極部材180の高さを、巻線部150の高さと同等、またはそれ以上に押し上げるために積層されている。ここで、図5Aは、両側巻コイルの構成を示す平面図であり、図5Bは、図5Aの両側巻コイルを対向配置した場合の側面図である。また、図5Cは、両側巻コイルを対向配置した場合の磁気ギャップ長G2及び巻線間距離G1を示す図である。

このように、磁極部のフェライト磁極部材180に下層フェライト板181, 182から成る“脚”を付けることで、磁気ギャップ長G2を巻線150の巻線間距離G1と同等、またはそれ以下に短くすることができる。このように、磁気ギャップ長を短くすると、

10

【0027】

図4に示すように、磁極間コア部143に対して、下層フェライト板181, 182を介してフェライト磁極部材180が接続される面の反対面には、巻回区域144から外れた両端部に、熱導体244と密接する熱導体連結部245が配置される。この熱導体連結部245は、熱導体244により伝達された熱を非接触給電トランスの外部に導出する役割を担っている。例えば、熱導体連結部245は、送電コイルと受電コイルが対向したときに、非対向面側に配置される電磁遮蔽金属板(図19の電磁遮蔽金属板65, 66に相当)に接続される。そして、熱導体244から伝達された熱が、熱導体連結部245を介して電磁遮蔽金属板に伝わり放熱される。

20

図6は、熱導体244から熱導体連結部245を経て電磁遮蔽金属板65に伝わる熱の流れを模式的に示している。

【0028】

本実施形態の非接触給電トランスでは、分離フェライト部材243と熱導体244とを同一平面上に交互に並行に配置して磁極間コア部143を構成している。こうした構造の磁極間コア部143を採用したのは、次のような理由による。

両側巻コイルのコアの磁束分布を調べると、磁極間コア部を通過する磁束の向きは、一方の磁極部から他方の磁極部に向かって並行している。図7は、H字形状コアを有する両側巻コイルの磁束の流れについて、電磁界解析ソフトを用いて解析した結果を示している。

また、図8は、H字形状コアを有する両側巻コイルが対向したときの漏れ磁束について解析した結果を示している。

30

【0029】

ところで、金属は導電性が高いため、コアを通過する磁束やコアから漏れる磁束を遮ると、その金属に渦電流が発生し、渦電流損により給電の効率が低下する。

例えば、磁極間コア部と巻線との間に金属板を配置してコアの熱を引き出そうとすると、図8の丸Qで囲んだ部分に現われているように、磁極間コア部のフェライト部材からは真上に向かう漏れ磁束が存在するため、金属板は、この漏れ磁束を遮ることになり、給電の効率が低下する。

これに対して、本実施形態のように磁極間コア部143を構成する分離フェライト部材243のように、複数のフェライト板を、隙間を空けて並行に配置した場合、この隙間に位置する金属(本実施形態の熱導体244)は、漏れ磁束を遮らない。また、図9に示すように、この複数のフェライト板には、一方の磁極部材から他方の磁極部材に向かう並行な磁束が流れており、複数のフェライト板が形成する平面内に金属が位置してもフェライト板を通過する磁束を遮ることはない。

40

【0030】

そのため、この非接触給電トランスでは、熱導体244を、複数の分離フェライト部材243と同一平面上に配置するとともに、複数の分離フェライト部材243と並行に配置して、熱導体244が、分離フェライト部材243を通過する磁束や分離フェライト部材243から漏れる磁束を遮らないようにしている。

また、磁極間コア部143のフェライト磁極部材180が接続された面の反対面に配置

50

された熱導体連結部 245 は、複数の分離フェライト部材 243 を通過する磁束がフェライト磁極部材 180 の方に流れるため、その磁束や漏れ磁束を遮ることがない。

【0031】

この非接触給電トランスの給電時間に伴う温度変化の測定結果について説明する。

図 10 は、この測定に用いた非接触給電トランスの巻線及び電磁遮蔽金属板を除いた状態を示している。また、図 11 A には、電磁遮蔽金属板 65 上の非接触給電トランスの平面図を示し、図 11 B には、フェライト磁極部材 180 の方向から見た対向する非接触給電トランスの側面図を示している。また、図 11 C には、別方向から見た対向する非接触給電トランスの側面図を示している。なお、図 11 A では、磁極間コア部が巻枠 151 内に収容された状態を示している。巻枠 151 は、巻線（図示を省略）の巻回領域 144（図 2 参照）を規定しており、巻線は、この巻枠 151 の外周に巻回される。なお、図 11 A ~ 図 11 C においては、フェライト磁極部材 180、分離磁性部材 243、熱導体 244、熱導体連結部 245 等も図示されている。

10

【0032】

図 12 は本実施形態を適用した場合の温度上昇試験結果である。送電コイルの一次側コア a、一次側コイル b 及び一次側遮蔽用アルミ板（電磁遮蔽金属板）e、並びに、受電コイルの二次側コア c、二次側コイル d 及び二次側遮蔽用アルミ板（電磁遮蔽金属板）f の温度、室温 g、及び給電の効率 h の変化を 150 分間に渡って測定した結果を示している。

二次側コイル d は、給電開始から 150 分が経過して 100 に到達している。図 12 の温度変化から見て、各温度は、飽和に近いと思われる。給電の効率は、給電開始直後は 94.0% で、一時間後に 94.6% に上昇している。

20

【0033】

図 21 に示す放熱対策のない場合の温度上昇試験結果では、僅か 50 分で二次側コアの温度が 110 に達しているのに対して、本実施形態を適用した場合の図 12 の温度上昇試験では、3 倍の 150 分を経過しても、最高温度が 100 程度であり、本実施形態による放熱効果が明らかである。なお両試験ともファンを利用しない自然空冷での結果である。

図 13 には、図 21 に記載された二次側コアの温度変化 c' と図 12 に記載された二次側コアの温度変化 c とを対比して示し、また、図 21 に記載された室温の変化 g' と図 12 に記載された室温の変化 g とを対比して示している。

30

図 13 から、本実施形態の非接触給電トランスの放熱特性が大幅に改善していることが良く確認できる。

【0034】

また、図 14 は、アルミニウム材を熱導体 244 に用いて、磁極間コア部 143 に分離フェライト部材 243 と熱導体 244 とを交互に配置した非接触給電トランスの定数（アルミニウムあり）と、磁極間コア部 143 に分離フェライト部材 243 のみを間隔を空けて配置した非接触給電トランスの定数（アルミニウムなし）と、コアの磁極間コア部 143 が従来のフェライト部材からなる非接触給電トランスの定数（対策前）とを比較して示している。

40

コア中にアルミニウム材の熱導体 244 を挿入した影響は、抵抗値（ r_1 , r_2 ）に少し現われているが、その他の定数には殆ど影響が無く、給電の効率 \max も殆ど低下しない。

【0035】

なお、両側巻コイルの磁極間コア部 143 で分離フェライト部材 243 と交互に配置される熱導体 244 は、図 15 A において、点線で示す（熱導体 244 ~ 一方の熱導体連結部 245 ~ 隣の熱導体 244 ~ 他方の熱導体連結部 245 を巡る）導電ループ L を形成する。この導電ループ L を貫く磁束が存在すると、導電ループ L を流れる電流が発生し、その銅損により給電の効率が低下する虞がある。これを避けるため、図 15 B に示すように、二つの熱導体連結部 245 の中間で熱導体 244 を二分割してもよい。二分割された熱

50

導体 244 のそれぞれは、熱導体連結部 245 のいずれかに接続されているため、放熱性能の低下は生じない。

【0036】

また、熱導体 244 は、熱伝導率が高い銅などで形成してもよい。

また、熱導体 244 は、角型断面の管構造とし、中に気体や液体を循環させて冷却性能を高めるようにしてもよい。また、ヒートパイプ構造とし、循環する液体が高温部で熱を吸収して蒸発し、低温部で熱を放出して液化する、という作用を繰り返すことで、高温部から低温部への熱の移動を効率化してもよい。

また、電磁遮蔽金属板 65, 66 の冷却効果を高めるために、放熱フィンや送風ファンを設けて電磁遮蔽金属板 65, 66 を冷却するようにしてもよい。

10

【0037】

また、上述の説明では、両側巻コイルが H 字形状のコアを有する場合について説明したが、図 16 に示すように、両側巻コイルのコアは角型であってもよい。この場合、両側巻コイルの構成を簡略化することができる。

また、本実施形態ではコアにフェライトを利用する場合について説明したが、非接触給電で用いる周波数において損失の少ない他の磁性体、例えばアモルファス磁性体などをコアの全部または一部に用いてもよい。

上述したように、本実施形態の非接触給電トランスは、二つの磁極部の間に、巻線に覆われた巻回領域を有する磁極間コア部と、磁極間コア部の巻回領域に巻回された巻線とを備える両側巻コイルを含む。そして、磁極間コア部は、二つの磁極部の磁性体（磁性磁極部材）にそれぞれ接続するとともに、相互間に隙間を空けて平行に配置された複数の分離磁性部材（磁極間コア部の磁性体）と、複数の分離磁性部材が形成する平面内で分離磁性部材に接するように分離磁性部材と交互に配置された熱導体と、を備え、分離磁性部材で発生した熱が、熱導体を通じて磁極間コア部の巻回領域の外側に導出され、放熱される。

20

この非接触給電トランスでは、巻線に覆われた分離磁性部材の発熱が、熱導体を通じて外部に放熱される。このとき、熱導体あるいは熱導体が構成する導電ループが、分離磁性部材を通過する磁力線や分離磁性部材から外部に漏れる磁力線と鎖交すると、熱導体に渦電流が流れて渦電流損が発生し、給電の効率が低下する。そのため、熱導体あるいは熱導体が構成する導電ループが磁力線と鎖交しないように、熱導体と分離磁性部材とを同一平面内で平行に配置している。

30

【0038】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、磁極間コア部の巻回領域から外れた両端部に、熱導体に密着する熱導体連結部がそれぞれ配置され、熱導体を通じて導出された熱が熱導体連結部を介して放熱される。つまり、巻線に覆われた分離磁性部材の発熱は、熱導体及び熱導体連結部を介して外部に放熱される。

【0039】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、二つの磁極部が、磁極部に接続される磁極間コア部の幅よりも長い長さの磁性磁極部材で構成され、磁極間コア部の一方の面の巻回領域から外れた両端部が、磁性磁極部材の長手方向の中間位置にそれぞれ接続され、分離磁性部材の各々と二つの磁性磁極部材とが接続される。また、磁極間コア部の他方の面の巻回領域から外れた両端部には、熱導体に密着する熱導体連結部がそれぞれ配置され、熱導体を通じて導出された熱が熱導体連結部を介して放熱される。

40

この非接触給電トランスでは、コア部材が H 字形となるように、磁性磁極部材の長さを磁極間コア部の当接幅よりも長くしている。また、磁性磁極部材を接続した磁極間コア部の面の反対面には、熱導体に密着する熱導体連結部を配置している。こうすることで、磁極間コア部を通過する主磁束が磁性磁極部材の側に向かうため、磁性磁極部材と反対の側に配置した熱導体連結部には、磁力線が鎖交しないので、渦電流損が抑制され、給電の効率の低下が防止できる。

【0040】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、熱導体連結部を、相手コイルとの非対向

50

面側に設置された電磁遮蔽金属板に接続している。そのため、巻線で覆われた磁極間コア部の発熱は、分離磁性部材に接触する熱導体、熱導体連結部、電磁遮蔽金属板へと導かれて放熱することができる。

【0041】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、熱導体を、巻回領域から外れた両端部に配置された二つの熱導体連結部の間の中間位置で二分割してもよい。このように、熱導体を分割することにより、磁束に鎖交する熱導体の導電ループの形成が防止できて、給電の効率の低下が抑制できる。

【0042】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、熱導体を、アルミニウムや銅の棒状体で構成してもよい。アルミニウムや銅は、フェライトの50～80倍の熱伝導率を有しているため、分離磁性部材で発生した熱を効果的に引き出すことができる。

【0043】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、熱導体にパイプ構造を持たせ、その中を気体または液体が流れるようにしてもよい。このように、パイプ構造の中を熱伝導性に優れた気体や液体を流すことにより、放熱効果を高めることができる。

【0044】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、熱導体にヒートパイプを用いてもよい。ヒートパイプは、高温部で液体が蒸発し、低温部で蒸気が液化する現象を通じて、高温部から低温部に効率的に熱を移動させることができる。したがって、効率的な放熱ができる。

【0045】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、電磁遮蔽金属板の冷却効果を高めるため、放熱フィンや送風ファンを設けて電磁遮蔽金属板を冷却するようにしてもよい。このように、電磁遮蔽金属板を冷却することにより、熱導体、熱導体連結部、電磁遮蔽金属板へと導かれる熱の放熱効率を向上させることができる。

【0046】

また、本実施形態の非接触給電トランスでは、磁極部及び磁極間コア部の磁性体がフェライトで形成されてもよい。また、磁極部及び磁極間コア部の磁性体の一部にアモルファスコアを用いてもよい。また、本実施形態の非接触給電トランスは、トランスの定格電力を10kW以上としてもよい。

【0047】

このように、本実施形態の非接触給電トランスは、高い放熱特性を有しているため、小型であって、且つ、定格電力10kW以上の大電力の給電が可能であり、電気自動車やプラグインハイブリット車など、各種の移動体の非接触給電に広く利用することができる。

【符号の説明】

【0048】

- 10 送電コイル
- 20 受電コイル
- 21 フェライト磁心
- 22 巻線
- 31 フェライト磁心
- 32 巻線
- 40 フェライトコア
- 41 磁極部
- 42 磁極部
- 50 巻線
- 61 フェライトコア
- 62 巻線
- 63 フェライトコア

10

20

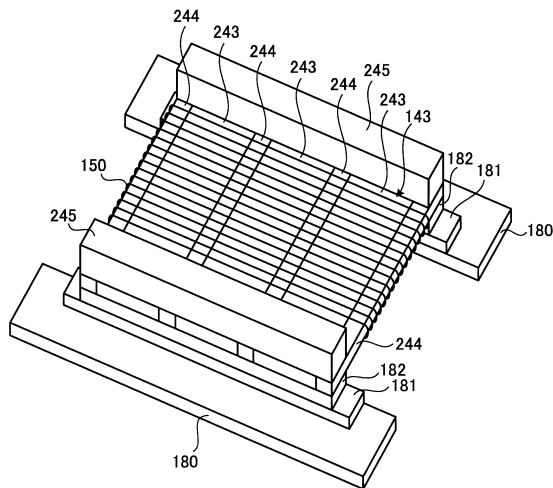
30

40

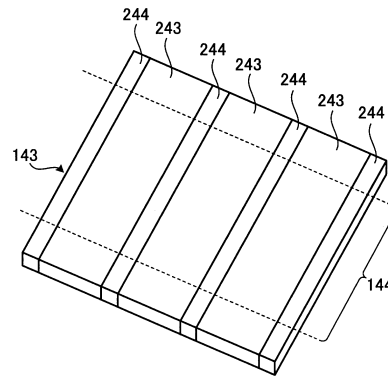
50

- 6 4 巻線
- 6 5 電磁遮蔽金属板
- 6 6 電磁遮蔽金属板
- 6 7 主磁束
- 6 8 漏洩磁束
- 6 9 漏洩磁束
- 1 4 3 磁極間コア部
- 1 4 4 巻回領域
- 1 5 0 巻線
- 1 5 1 巻枠
- 1 8 0 フェライト磁極部材
- 1 8 1 下層フェライト板
- 1 8 2 下層フェライト板
- 2 4 3 分離フェライト部材
- 2 4 4 熱導体
- 2 4 5 熱導体連結部

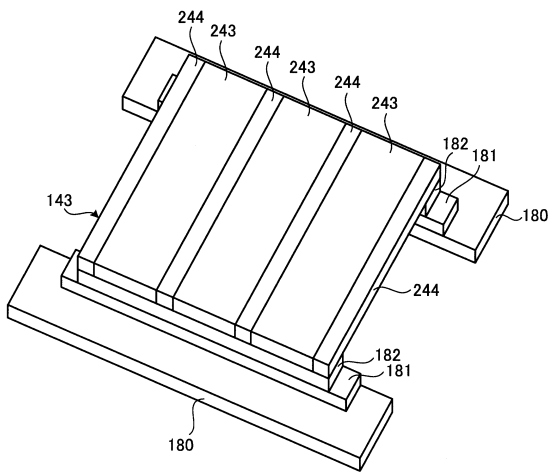
【図 1】



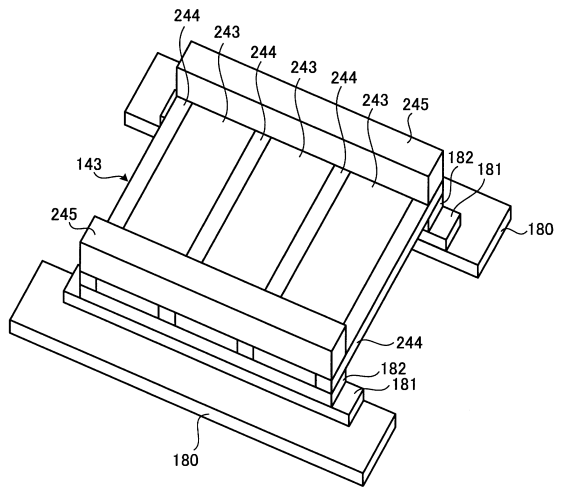
【図 2】



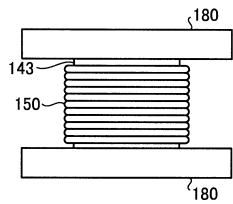
【 図 3 】



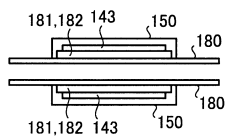
【 図 4 】



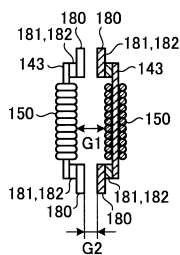
【 図 5 A 】



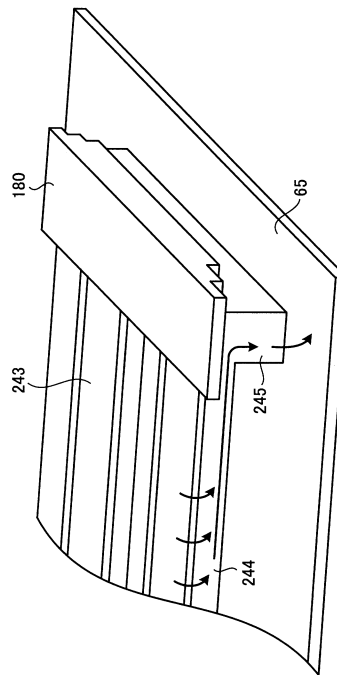
【 図 5 B 】



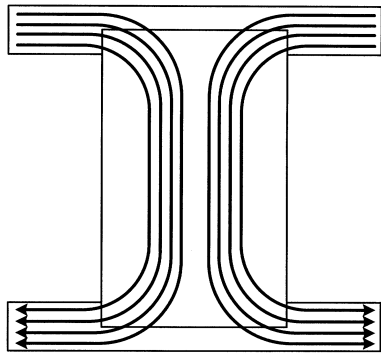
【 図 5 C 】



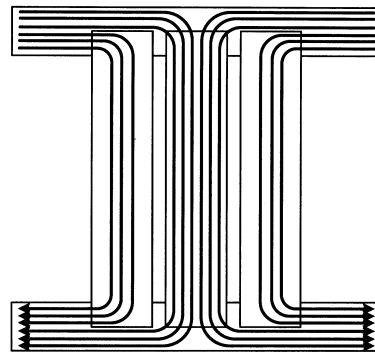
【 図 6 】



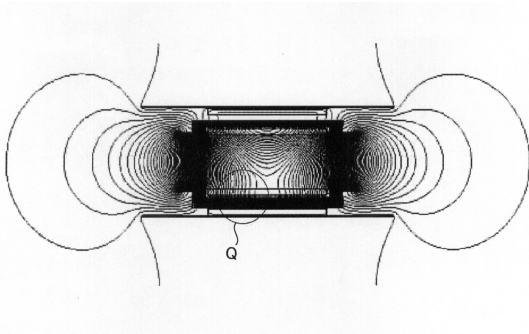
【図7】



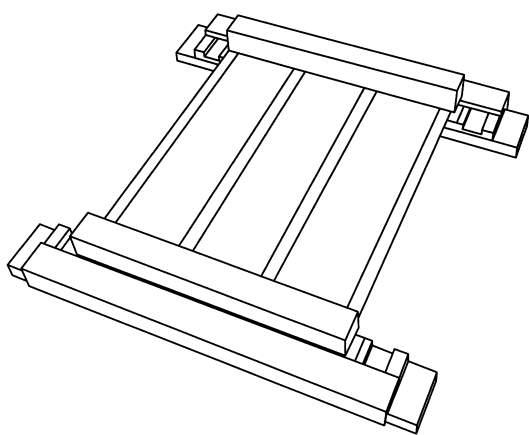
【図9】



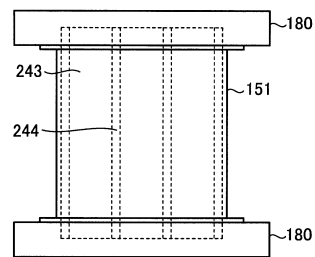
【図8】



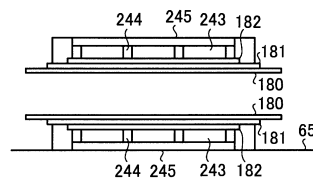
【図10】



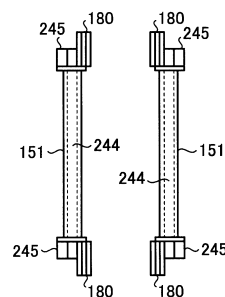
【図11A】



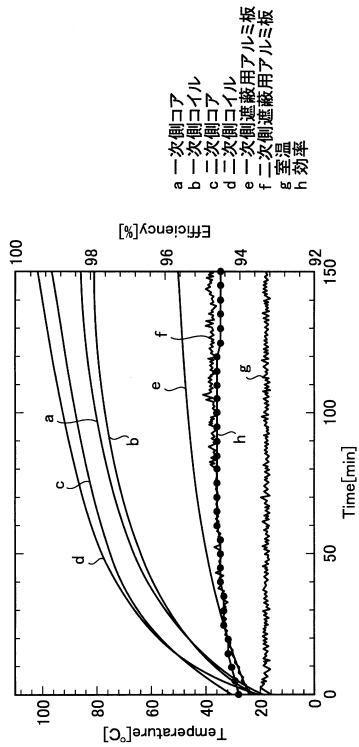
【図11B】



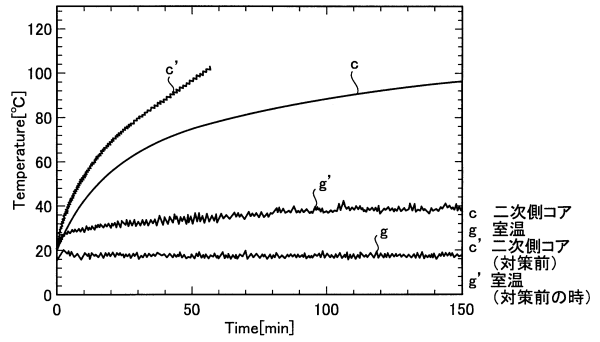
【図11C】



【図 1 2】



【図 1 3】

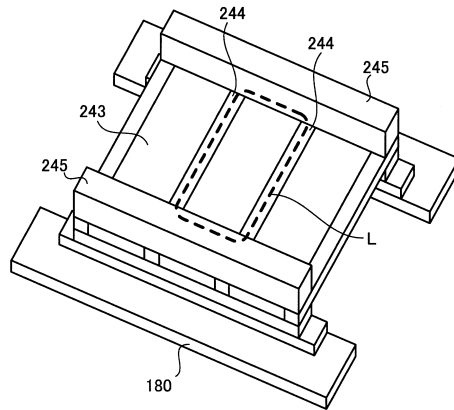


【図 1 4】

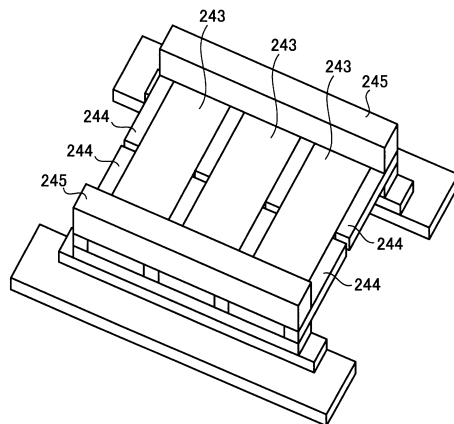
放熱アルミ挿入の有無による定数の変化

	アルミあり	アルミなし	対策前
r_1 [mΩ]	121.1	109.1	106.9
r_2 [mΩ]	8.9	8.1	9.1
l_0 [μH]	60.5	56.8	58.4
l_1 [μH]	110.3	103.5	109.9
l_2 [μH]	9.9	9.9	9.8
C_s [μF]	0.188	0.200	0.190
C_p [μF]	1.830	1.869	1.864
k	0.354	0.347	0.347
b	0.354	0.339	0.348
R_{Lmax}	9.5	9.6	8.9
η_{max}	0.980	0.981	0.980

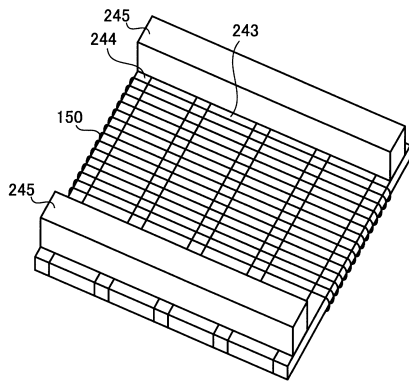
【図 1 5 A】



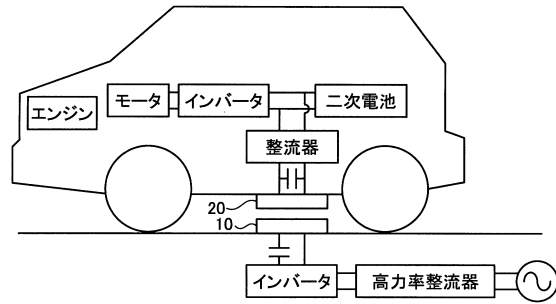
【図 1 5 B】



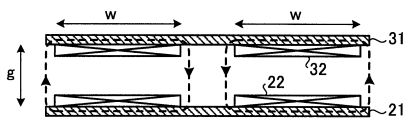
【図16】



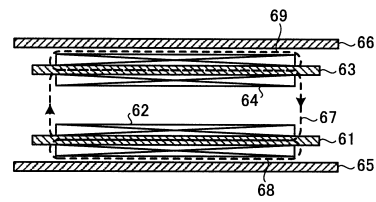
【図17】



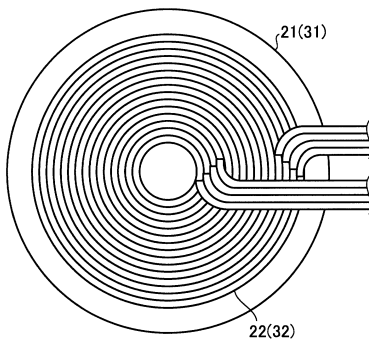
【図18A】



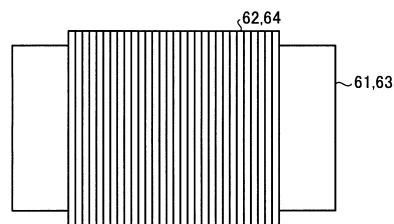
【図19A】



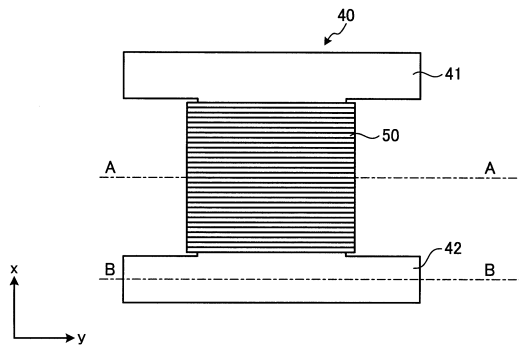
【図18B】



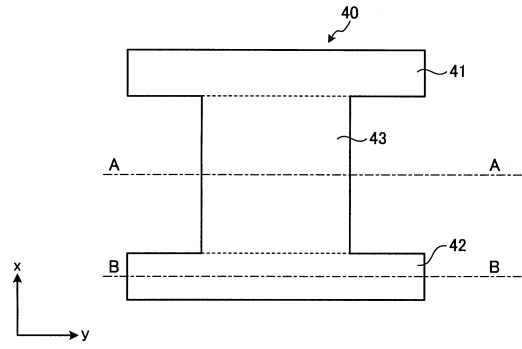
【図19B】



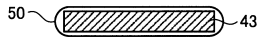
【図20A】



【図20D】



【図20B】



【図20E】



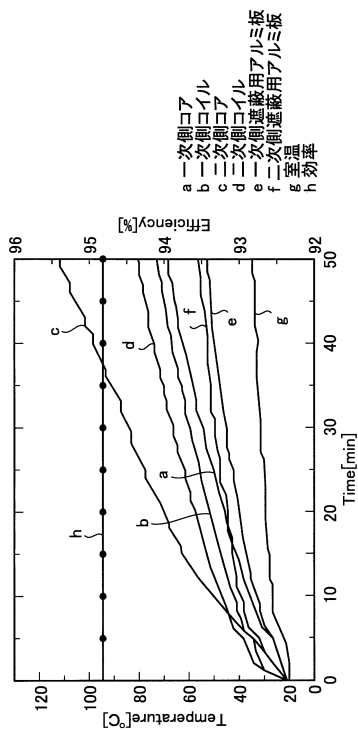
【図20C】



【図20F】



【図21】



【図22】

室温での熱伝導率 W/mK

銅	398
アルミニウム	236
フェライト	5

フロントページの続き

(72)発明者 保田 富夫

東京都千代田区内幸町1 - 1 - 1 帝国ホテルタワー13階 株式会社テクノバ内

審査官 久保田 昌晴

(56)参考文献 国際公開第2011/030531(WO, A1)

実開平4 - 134815(JP, U)

特開2009 - 27025(JP, A)

特開2007 - 180224(JP, A)

特開2004 - 014773(JP, A)

実開平2 - 129716(JP, U)

特開2012 - 99644(JP, A)

特開2011 - 50127(JP, A)

山中智裕,野口真伍,金子裕良,阿部茂,保田富夫,鈴木明,電気自動車の急速充電用非接触給電シ

ステム,平成23年電気学会産業応用部門大会論文集,2011年 9月 6日,p.II-407 - II-

412

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 27/22、27/24 - 27/26、38/14

H02J 7/00、50/00、50/10 - 50/12

B60L 5/00、11/18