

(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
2011 年 10 月 27 日(27.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/132361 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 37/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001553
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 16 日(16.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-100183 2010 年 4 月 23 日(23.04.2010) JP
特願 2010-243041 2010 年 10 月 29 日(29.10.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電装株式会社(SUMITOMO WIRING SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 Mie (JP). 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大石 明典 (OOISHI, Akinori) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日

市市西末広町 1 番 1 4 号 住友電装株式会社内 Mie (JP). 藪谷 博美 (YABUTANI, Hiromi) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 住友電装株式会社内 Mie (JP). 鬼塚 孝浩 (ONIZUKA, Takahiro) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 住友電装株式会社内 Mie (JP). 佐野 孝幸 (SANO, Takayuki) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 住友電装株式会社内 Mie (JP). 伊藤 睦 (ITO, Atsushi) [JP/JP]; 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 山本 伸一郎 (YAMAMOTO, Shinichiro) [JP/JP]; 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 川口 肇 (KAWAGUCHI, Hajime) [JP/JP]; 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP).

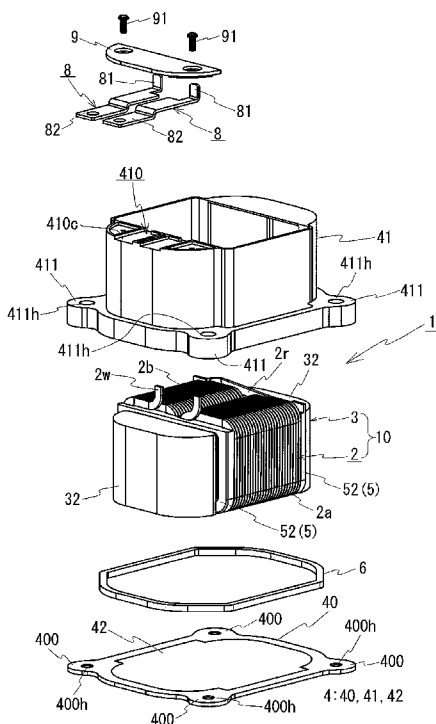
- (74) 代理人: 笠井 美孝, 外 (KASAI, Yoshitaka et al.); 〒5140003 三重県津市桜橋一丁目 6 8 1 番地 笠井中根国際特許事務所 Mie (JP).

[続葉有]

(54) Title: REACTOR

(54) 発明の名称: リアクトル

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is a small reactor with excellent heat dissipation performance. The reactor (1) comprises an assembly (10), which comprises a coil (2) and a magnetic core (3) on which the coil (2) is disposed, and a case (4) which houses the assembly (1). The case (4) comprises: an installation surface section (40) which is fixed to a fixing target when the reactor (1) is positioned on the fixing target; a side wall section (41) which surrounds the periphery of the assembly (10) and is removably mounted on the installation surface section (40); and a heat dissipation layer (42) formed on the inner surface of the installation surface section (40) and interposed between the installation surface section (40) and the installation-side surface of the coil (2). The installation surface section (40) is formed from aluminum and the side wall section (41) is formed from insulating resin. The heat dissipation layer (42) is formed by an adhesive with good thermal conductivity and excellent insulation properties. The installation surface section (40) can easily form the heat dissipation layer (42) and has excellent heat dissipation, because said section is a different member than the side-wall section (41). The gap between the side-wall section (41) and the coil (2) can be reduced and the side-wall section made compact because the side-wall section (41) is formed from insulating resin.

(57) 要約:

[続葉有]



(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, 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, RO, RS, RU, 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.

MZ, NA, 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, 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))

(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,

小型で、放熱性に優れるリアクトルを提供する。リアクトル 1 は、コイル 2 とコイル 2 が配置される磁性コア 3 とを具える組合体 10 と、組合体 10 を収納するケース 4 とを具える。ケース 4 は、リアクトル 1 が固定対象に設置されるときに固定対象に固定される設置面部 40 と、設置面部 40 に取り外し可能に取り付けられ、組合体 10 の周囲を囲む側壁部 41 と、設置面部 40 の内面に形成されて、設置面部 40 とコイル 2 の設置側の面との間に介在される放熱層 42 とを具える。設置面部 40 は、アルミニウムで構成され、側壁部 41 は絶縁性樹脂で構成される。放熱層 42 は、熱伝導率が高く絶縁性に優れる接着剤により構成される。設置面部 40 が側壁部 41 と別部材であることで放熱層 42 を容易に形成できる上に、放熱性に優れる。側壁部 41 が絶縁性樹脂で構成されることで、コイル 2 との間の間隔を小さくでき、小型にできる。

明 細 書

発明の名称：リアクトル

技術分野

- [0001] 本発明は、ハイブリッド自動車などの車両に搭載される車載用ＤＣ－ＤＣコンバータといった電力変換装置の構成部品に利用されるリアクトルに関するものである。特に、小型で放熱性に優れるリアクトルに関する。

背景技術

- [0002] 電圧の昇圧動作や降圧動作を行う回路の部品の一つに、リアクトルがある。例えば、特許文献１は、ハイブリッド自動車などの車両に載置されるコンバータに利用されるリアクトルを開示している。このリアクトルは、コイルと、コイルが配置される環状の磁性コアと、コイルと磁性コアとの組合体を収納するケースと、ケース内に充填される封止樹脂とを具える。このリアクトルは、一般に、通電時に発熱するコイルなどを冷却するために、冷却ベースに固定されて利用される。
- [0003] 上記ケースは、アルミニウムのダイキャスト品が代表的であり、上記冷却ベースに固定されて上記コイルなどの熱を放出するための放熱経路に利用される。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献１：特開２０１０－０５０４９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 昨今、ハイブリッド自動車などの車載部品には、更なる小型化、軽量化が望まれている。しかし、従来のアルミニウムケースを具えるリアクトルでは、更なる小型化が難しい。
- [0006] アルミニウムは導電性材料であるため、少なくともコイルと電氣的に絶縁する必要がある。従って、通常、コイルとケースの内面（底面及び側壁面）

との間には、電氣的絶縁距離を確保するために比較的大きな間隔が設けられている。この絶縁距離の確保から小型化が難しい。

[0007] 例えば、ケースを省略することで、リアクトルの小型化を図ることができる。しかし、コイルや磁性コアがむき出しの状態になるため、コイルや磁性コアに対して粉塵や腐食といった外部環境からの保護や強度といった機械的な保護などを図ることができない。また、ケース内に充填する封止樹脂は、放熱性に優れることが望まれる。例えば、セラミックスからなるフィラーを含有させた樹脂を封止樹脂に利用することで放熱性を高められる。しかし、コイルと磁性コアとの組合体がつくる外形は複雑な形状であることから、上記組合体とケース内面との間に隙間やボイドが生じないように上記フィラーを含有する樹脂をケース内に充填しようとする、時間が掛かり、リアクトルの生産性に劣る。また、封止樹脂中のフィラーの含有率を高めることで放熱性を向上できる反面、封止樹脂が脆化するため、熱衝撃によって破損し易くなる。従って、フィラーを含有する封止樹脂を用いなくても、放熱性に優れるリアクトルの開発が望まれる。

[0008] そこで、本発明の目的は、小型でありながら放熱性に優れるリアクトルを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、ケースを分割構造とすると共に、ケースの内底面を構成する箇所に放熱性に優れる放熱層を具える構成とすることで、上記目的を達成する。

[0010] 本発明は、コイルとこのコイルが配置される磁性コアとを有する組合体と、この組合体を収納するケースとを具えるリアクトルに係るものである。上記ケースは、上記リアクトルが固定対象に設置されるときに当該固定対象に固定される設置面部と、上記設置面部に取り外し可能に取り付けられ、上記組合体の周囲を囲む側壁部と、上記設置面部の内面に形成されて、当該設置面部と上記コイルとの間に介在される放熱層とを具える。そして、上記設置面部の熱伝導率は、上記側壁部の熱伝導率と同等以上であり、上記放熱層は

、熱伝導率が $2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 超の絶縁性材料により構成されている。上記絶縁性材料の「絶縁性」とは、コイルと設置面部との間が電氣的に絶縁され得る程度の耐電圧特性を有することを言う。

[0011] 上記構成によれば、コイルにおいてリアクトルを固定対象に設置したときに設置側となる面が放熱層に接触されることから、コイルの熱を効率よく放熱層に伝えられ、当該放熱層を介して、冷却ベースといった固定対象に放出でき、放熱性に優れる。特に、放熱層は、絶縁性材料により構成されることから、設置面部が導電性材料から構成された場合でも、コイルを放熱層に接触させることでコイルと設置面部との間を確実に絶縁できる。従って、放熱層を薄くすることができ、この点からも、コイルの熱を固定対象に放出し易く、本発明リアクトルは、放熱性に優れる。また、上記設置面部は、少なくとも側壁部の熱伝導率と同等以上の熱伝導性を有する材料から構成されることで、コイルの設置側の面からの熱を上記放熱層を介して効率よく放出することができ、本発明リアクトルは、放熱性に優れる。特に、設置面部と、側壁部とが別部材であることから、両者をそれぞれ異なる材質のものとすることができ、例えば、設置面部を側壁部よりも熱伝導率が高い材料からなるものとする、更に放熱性に優れるリアクトルとすることができる。

[0012] また、上述のように放熱層の厚さを薄くすることで、コイルの設置側の面と設置面部の内面との間隔を小さくすることができ、リアクトルの小型化を図ることができる。更に、上記構成によれば、設置面部と、側壁部とが別部材であることから、両者の構成材料を容易に変更できる。例えば、側壁部を電気絶縁性に優れる材質のものとする、コイルの外周面と側壁部の内周面との間隔をも小さくできるため、より小型にできる。

[0013] 加えて、上記構成によれば、放熱層を具えることで、上述のように少なくともコイルの設置側の面から放熱層を介して効率よく放熱できることから、例えば、ケース内に封止樹脂を充填する形態とする場合、熱伝導性が劣る樹脂を利用しても、放熱層により放熱性を高められる。従って、上記構成によれば、利用可能な封止樹脂の選択の自由度を高められる。例えば、フィラー

を含有していない樹脂を利用することができる。或いは、封止樹脂を有していない形態としても、放熱層により、十分な放熱性を確保することができる。

[0014] その他、上記構成によれば、設置面部と、側壁部とが取り外し可能な別部材であることから、側壁部を取り外した状態で放熱層を形成できる。ここで、底面と側壁とが一体に成形されて分離不可能である従来のケースにも、例えば、コイルが接触し得る内底面に放熱層を形成できる。しかし、この場合、側壁が邪魔で、放熱層を形成し難い。これに対して、上記構成によれば、放熱層を容易に形成でき、リアクトルの製造性にも優れる。また、上記構成によれば、ケースを具えることで、コイル及び磁性コアの環境からの保護、及び機械的保護を図ることができる。

[0015] さらに、設置面部と側壁部を別部材としたことによって、組合体と設置面部を樹脂モールド体で一体化した従来構造のように、ケースに代えた樹脂モールド体全体を耐熱性の高い熱硬化性樹脂で構成する必要がなくなる。それ故、例えば熱可塑性樹脂による一般的な樹脂成形によるケースの製造が可能となり、成形時間の短縮やトランスファー成形装置等の特別な製造設備の不要化および生産スペースの縮小等を図ることが出来、更なる製造コストの低減を達成することが出来る。

[0016] 本発明の一形態として、上記放熱層が絶縁性接着剤により構成された多層構造であり、上記設置面部が導電性材料により構成された形態が挙げられる。

[0017] 上記放熱層が絶縁性接着剤から構成されることで、コイルと放熱層との密着性を高められる。また、上記放熱層が多層構造であることで、一層あたりの接着剤層の厚さが薄くても、電気絶縁性能を高められる。ここで、接着剤層をできるだけ薄くすると、コイルと設置面部との間の距離を短くできるため、リアクトルを小型にできる。しかし、接着剤層を薄くすると、ピンホールが存在する恐れがある。これに対し、多層構造とすることで、ある層のピンホールを隣接する別の層により塞ぐことができるため、優れた絶縁性能を

有する放熱層とすることができる。一層あたりの厚さ及び層数は、適宜選択することができ、合計厚さが厚いほど、絶縁性が高められ、薄いと放熱性が高められる。絶縁性能に優れる材質であれば、各接着剤層が薄く、かつ積層数が少なくても十分な放熱性、絶縁性を有することができる。例えば、合計厚さが2 mm未満、更に1 mm以下、特に0.5 mm以下の放熱層とすることができる。一方、上記設置面部を導電性材料、代表的には、アルミニウムなどの金属により構成することで、これらの金属は一般的に放熱性に優れることから、リアクトルの放熱性を更に高められる。また、上記設置面部が導電性材料により構成されていても、上述のように放熱層が絶縁性材料により構成されるため、コイルと設置面部との間の電氣的な絶縁を確保することができる。

[0018] 本発明の一形態として、上記側壁部が絶縁性材料により構成された形態が挙げられる。

[0019] 上記側壁部も、上述のように設置面部と同様にアルミニウムといった導電性材料により構成することができる。この場合、放熱性を高められる。一方、上記側壁部を絶縁性材料により構成することで、当該側壁部とコイルとが絶縁されるため、当該側壁部の内面とコイルの外周面との間隔を狭められ、更なる小型化を図ることができる。また、絶縁性材料を樹脂などの金属材料よりも軽い材質とすると、従来のアルミニウムケースよりも軽量のケースとすることができる。

[0020] 本発明の一形態として、上記放熱層がアルミナのフィラーを含有するエポキシ系接着剤により構成された多層構造であり、上記設置面部がアルミニウム又はアルミニウム合金により構成され、上記側壁部が絶縁性樹脂により構成された形態が挙げられる。

[0021] 上記アルミナのフィラーを含有するエポキシ系接着剤は、絶縁性及び放熱性の双方に優れ、例えば、熱伝導率が $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上を満たすことができる。従って、上記形態によれば、放熱性に更に優れる。また、多層構造とすることで、上述のように各接着剤層を薄くしても高い電気絶縁性を確保でき

る。かつ、各接着剤層を薄くすることで、上述のようにリアクトルの小型化を図ることができる。更に、アルミニウム又はアルミニウム合金は、熱伝導率が高い（アルミニウム： $237\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）。従って、アルミニウムなどからなる設置面部を具える上記形態によれば、当該設置面部を放熱経路としてコイルの熱を冷却ベースといった固定対象に効率よく放出でき、放熱性に更に優れる。また、絶縁性樹脂からなる側壁部を具える上記形態によれば、上述のようにコイルと側壁部との間隔を狭められることから、更に小型なリアクトルにすることができる。

[0022] 本発明の一形態として、上記側壁部は、絶縁性材料により構成されており、該側壁部には、上記コイルに接続する端子金具を固定する端子台が設けられている形態が挙げられる。

[0023] 上記形態によれば、端子金具を短絡のおそれなく側壁部に固定することが出来る。そして、端子台で端子金具を位置決め固定して、側壁部を組合体に組み付けることによって、組合体のコイルと端子金具との位置合わせを容易且つ確実に行なうことが出来る。また、端子金具を側壁部に固定して、該側壁部を組合体に固定することによって、端子金具とコイルを溶接することなく接触状態に維持することも可能である。そのようにすれば、何等かの原因で組合体のコイルと端子金具との間に接続不良が生じた場合には、端子金具のみを側壁部から取り外して交換することも可能であり、廃却損を低減することも出来る。

[0024] 本発明の一形態として、上記コイルに接続する端子金具には接触片部が立ち上げられて形成されており、該接触片部が上記側壁部から突出された上記コイルと接触されるようになっている形態が挙げられる。

[0025] 上記形態によれば、端子金具の接触片部をコイルに重ね合わせることによって、端子金具とコイルを容易に接触させることが出来る。そして、端子金具とコイルが側壁部からの突出状態で相互に接触状態とされることから、溶接や半田付けに際するアクセスを容易にすることが出来る。

[0026] 本発明の一形態として、上記側壁部から突出された上記コイルと上記端子

金具の上記接触片部とを覆う樹脂製の蓋部材を具えた形態が挙げられる。このようにすれば、コイルと端子金具との接触部分を外部からより確実に絶縁することが出来る。

[0027] 本発明の一形態として、前記側壁部は、絶縁性材料により構成されており、該側壁部には、前記組合体に当接して該組合体を前記側壁部内で位置決めする位置決め突部が設けられている形態が挙げられる。

[0028] 上記形態によれば、側壁部に設けた位置決め突部に組合体を接触させることによって、組合体をケース内で容易且つ精度良く位置決めすることが可能となる。その結果、ケース内に封止樹脂を充填する形態とする場合、封止樹脂の肉厚寸法も精度良く設定して所期の強度や放熱効果を安定的に得ることが出来る。また、端子金具を側壁部に固定する形態とする場合、端子金具と組合体のコイルとの位置合わせもより容易且つ精度良く行なうことが出来る。

[0029] 本発明の一形態として、上記側壁部において上記設置面部と重ね合わされる外周部分には收容溝が形成されており、該收容溝に收容された封止部材によって上記側壁部と上記設置面部との隙間が封止されるようになっている形態が挙げられる。このようにすれば、ケースと組合体との間に封止樹脂を充填する場合には、側壁部と設置面部との間からの封止樹脂の漏れをより確実に防止することが出来る。

発明の効果

[0030] 本発明リアクトルは、小型であり、放熱性に優れる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1] 図1は、実施形態のリアクトルを示す概略斜視図である。

[図2] 図2は、実施形態のリアクトルの概略を示す分解斜視図である。

[図3] 図3は、実施形態のリアクトルに具えるコイルと磁性コアとの組合体の概略を示す分解斜視図である。

[図4] 図4は、実施形態のリアクトルに具える側壁部の上面図である。

[図5] 図5は、実施形態のリアクトルに具える側壁部の下面図である。

[図6] 図6は、コイルと磁性コアとの組合体の別の形態の概略を示す分解斜視図である。

[図7] 図7は、リアクトルの別の形態を示し、図4におけるV I I - V I I 断面に相当する概略を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、図1～5を参照して、本発明の実施の形態を説明する。図中の同一符号は同一名称物を示す。なお、以下の説明では、リアクトルを設置したときに設置側を下側、その対向側を上側として説明する。

[0033] <<全体構成>>

リアクトル1は、コイル2とコイル2が配置される磁性コア3との組合体10と、組合体10を収納するケース4とを具える。ケース4は、一面が開口した箱体であり、代表的には封止樹脂（図示せず）が充填され、組合体10は、コイル2を形成する巻線2wの端部を除いて封止樹脂に埋設される。リアクトル1の特徴とするところは、ケース4が分割可能な構成となっていることにある。以下、各構成部材をより詳細に説明する。

[0034] <<組合体>>

[コイル]

コイル2は、図2、3を適宜参照して説明する。コイル2は、接合部の無い1本の連続する巻線2wを螺旋状に巻回してなる一対のコイル素子2a、2bと、両コイル素子2a、2bを連結するコイル連結部2rとを具える。各コイル素子2a、2bは、互いに同一の巻数で、軸方向から見た形状（端面形状）がほぼ矩形状である。これら両コイル素子2a、2bは、各軸方向が平行するように横並びに並列されており、コイル2の他端側（図2では紙面奥側）において巻線2wの一部がU字状に屈曲されてコイル連結部2rが形成されている。この構成により、両コイル素子2a、2bの巻回方向は同一となっている。

[0035] 巻線2wは、銅やアルミニウムといった導電性材料からなる導体の外周に、絶縁性材料からなる絶縁被覆を具える被覆線が好適である。ここでは、導

体が銅製の平角線からなり、絶縁被覆がエナメル（代表的にはポリアミドイミド）からなる被覆平角線を利用している。絶縁被覆の厚さは、 $20\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下が好ましく、厚いほどピンホールを低減できて電気絶縁性を高められる。両コイル素子 $2a$ 、 $2b$ は、上記被覆平角線をエッジワイズ巻きにして、中空の角筒状に形成されている。巻線 $2w$ は、導体が平角線からなるもの以外に、断面が円形状、楕円形状、多角形状などの種々の形状のものを利用できる。平角線は、断面が円形状の丸線を用いた場合よりも占積率が高いコイルを形成し易い。なお、各コイル素子を別々の巻線により作製し、各コイル素子を形成する巻線の端部を溶接などにより接合して一体のコイルとした形態とすることができる。

[0036] コイル 2 を形成する巻線 $2w$ の両端部は、コイル 2 の一端側（図 2 において紙面手前側）においてターン形成部分から適宜引き延ばされてケース 4 の外部に引き出される（図 1 ）。引き出された巻線 $2w$ の両端部は、絶縁被覆が剥がされて露出された導体部分に、導電材料からなる端子金具 8 が接続される。この端子金具 8 を介して、コイル 2 に電力供給を行う電源などの外部装置（図示せず）が接続される。端子金具 8 の詳細は後述する。

[0037] [磁性コア]

磁性コア 3 の説明は、図 3 を適宜参照して行う。磁性コア 3 は、各コイル素子 $2a$ 、 $2b$ がそれぞれ配置される一対の内側コア部 31 と、コイル 2 が配置されず、コイル 2 から露出されている一対の外側コア部 32 とを有する。ここでは、各内側コア部 31 はそれぞれ直方体状であり、各外側コア部 32 はそれぞれ、一対の台形状面を有する角柱状体である。磁性コア 3 は、離間して配置される内側コア部 31 を挟むように外側コア部 32 が配置され、各内側コア部 31 の端面 $31e$ と外側コア部 32 の内端面 $32e$ とを接触させて環状に形成される。これら内側コア部 31 及び外側コア部 32 により、コイル 2 を励磁したとき、閉磁路を形成する。

[0038] 内側コア部 31 は、磁性材料からなるコア片 $31m$ と、代表的には非磁性材料からなるギャップ材 $31g$ とを交互に積層して構成された積層体であり

、外側コア部 32 は、磁性材料からなるコア片である。各コア片は、磁性粉末を用いた成形体や、絶縁被膜を有する磁性薄板（例えば、電磁鋼板）を複数積層した積層体が利用できる。

[0039] 上記成形体は、例えば、Fe, Co, Ni といった鉄族金属、Fe-Si, Fe-Ni, Fe-Al, Fe-Co, Fe-Cr, Fe-Si-Al などの Fe 基合金、希土類金属やアモルファス磁性体といった軟磁性材料からなる粉末を用いた圧粉成形体、上記粉末をプレス成形後に焼結した焼結体、上記粉末と樹脂との混合体を射出成形や注型成型などした成形硬化体が挙げられる。その他、コア片は、金属酸化物の焼結体であるフェライトコアなどが挙げられる。成形体は、種々の立体形状の磁性コアを容易に形成することができる。

[0040] 圧粉成形体は、上記軟磁性材料からなる粉末の表面に絶縁被膜を具えるものを好適に利用することができ、この場合、当該粉末を成形後、上記絶縁被膜の耐熱温度以下で焼成することにより得られる。絶縁被膜は、代表的には、シリコーン樹脂やリン酸塩からなるものが挙げられる。

[0041] 内側コア部の材質と外側コア部の材質とを異ならせた形態とすることができる。例えば、内側コア部を上記圧粉成形体や上記積層体とし、外側コア部を上記成形硬化体とすると、内側コア部の飽和磁束密度を外側コア部よりも高め易い。ここでは、各コア片は、鉄や鋼などの鉄を含有する軟磁性粉末の圧粉成形体としている。

[0042] ギャップ材 31g は、インダクタンスの調整のためにコア片 31m 間に設けられる隙間に配置される板状材であり、アルミナやガラスエポキシ樹脂、不飽和ポリエステルなど、上記コア片よりも透磁率が低い材料、代表的には非磁性材料により構成される（エアギャップの場合もある）。

[0043] コア片やギャップ材の個数は、リアクトル 1 が所望のインダクタンスとなるように適宜選択することができる。また、コア片やギャップ材の形状は適宜選択することができる。

[0044] その他、内側コア部 31 の外周に、絶縁性材料からなる被覆層を設けた構

成とすると、コイル 2 と内側コア部 3 1 との間の絶縁性を高められる。上記被覆層は、例えば、熱収縮チューブや常温収縮チューブ、絶縁性テープや絶縁紙などを配置することで設けられる。上記収縮チューブを内側コア部 3 1 の外周に配置したり、絶縁性テープなどを貼り付けることで、絶縁性を高めるに加えて、コア片とギャップ材とを一体化することもできる。

[0045] 磁性コア 3 では、内側コア部 3 1 の設置側の面と外側コア部 3 2 の設置側の面とは、面一になっていない。具体的には、リアクトル 1 を固定対象に設置したとき、外側コア部 3 2 において設置側となる面（以下、コア設置面と呼ぶ。図 3 において下面）が内側コア部 3 1 において設置側となる面よりも突出している。また、外側コア部 3 2 のコア設置面は、コイル 2 において設置側となる面（以下、コイル設置面と呼ぶ。図 3 において下面）と面一となるように、外側コア部 3 2 の高さ（リアクトル 1 を固定対象に設置した状態において、当該固定対象の表面に対して垂直な方向（ここでは、コイル 2 の軸方向に直交する方向であり、図 3 において上下方向）の長さ）を調整している。従って、磁性コア 3 は、リアクトル 1 を設置した状態において、側面から透視すると、H 字状である。また、コア設置面及びコイル設置面が面一であることから、コイル 2 のコイル設置面だけでなく、磁性コア 3 のコア設置面も、後述する放熱層 4 2（図 2）に接触することができる。更に、磁性コア 3 を環状に組み立てた状態において、外側コア部 3 2 の側面（図 3 において紙面手前及び奥の面）は、内側コア部 3 1 の側面よりも外方に突出している。従って、磁性コア 3 は、リアクトル 1 を設置した状態において（図 3 では下方を設置側とした状態において）、上面又は下面から透視しても、H 字状である。このような三次元形状の磁性コア 3 は、圧粉成形体とすることで形成が容易である上に、外側コア部 3 2 において内側コア部 3 1 よりも突出した箇所をも磁束の通路に利用できる。

[0046] [インシュレータ]

組合体 1 0 は、コイル 2 と磁性コア 3 との間にインシュレータ 5 を具えて、コイル 2 と磁性コア 3 との間の絶縁性を高めている。インシュレータ 5 は

、内側コア部 3 1 の外周に配置されるボビンと、コイル 2 の端面（コイル素子のターンが環状に見える面）に当接される一对の枠状部 5 2 とを具えた構成が挙げられる。

[0047] ボビンは、ここでは、一对の断面] 状のボビン片 5 1 により構成され、各ボビン片 5 1 は互いに接触せず、内側コア部 3 1 の外周面の一部のみにボビンが配置される構成としている。ボビンは、内側コア部 3 1 の外周面の全周に沿って配置される筒状体とすることもできるが（後述する図 6 参照）、コイル 2 と内側コア部 3 1 との間の絶縁距離を確保することができれば、図 3 に示すように、内側コア部 3 1 の一部がボビン片 5 1 により覆われない形態としてもよい。また、ここでは、ボビン片 5 1 は、表裏に貫通する窓部を具えるものを利用している。

[0048] 内側コア部 3 1 の一部がボビンから露出されることで、ボビンの材料を低減することができる。また、封止樹脂を具える形態とする場合、上記窓部を有するボビン片 5 1 としたり、内側コア部 3 1 の全周がボビン片 5 1 により覆われない構成とすることで、内側コア部 3 1 と封止樹脂との接触面積を大きくすることができる上に、封止樹脂を流し込むときに気泡が抜け易く、リアクトル 1 の製造性に優れる。

[0049] 枠状部 5 2 は、平板状で、各内側コア部 3 1 がそれぞれ挿通される一对の開口部を有しており、内側コア部 3 1 を導入し易いように、内側コア部 3 1 の側に突出する短い筒状部を具える。また、一方の枠状部 5 2 には、コイル連結部 2 r が載置され、コイル連結部 2 r と外側コア部 3 2 との間を絶縁するためのフランジ部 5 2 f を具える。

[0050] インシュレータの構成材料には、ポリフェニレンサルファイド（PPS）樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、液晶ポリマー（LCP）などの絶縁性材料が利用できる。

[0051] <<ケース>>

ケース 4 の説明は、図 2， 4， 5 を適宜参照して行う。上記コイル 2 と磁性コア 3 との組合体 1 0 が収納されるケース 4 は、平板状の設置面部 4 0 と

、設置面部 40 に立設する枠状の側壁部 41 とを具え、リアクトル 1 は、設置面部 40 と側壁部 41 とが取り外し可能である点、設置面部 40 に放熱層 42 を具える点を最大の特徴とする。

[0052] [設置面部及び側壁部]

（設置面部）

設置面部 40 は、矩形板であり、リアクトル 1 が固定対象に設置されるときに固定対象に固定される。この設置面部 40 は、ケース 4 を組み立てたとき、内側に配置される一面に放熱層 42 が形成されている。また、設置面部 40 は、四隅のそれぞれから突出したフランジ部 400 を有しており、各フランジ部 400 にはそれぞれ、固定対象にケース 4 を固定するボルト（図示せず）が挿通されるボルト孔 400h が設けられている。ボルト孔 400h は、後述する側壁部 41 のボルト孔 411h に連続するように設けられている。ボルト孔 400h、411h は、ネジ加工が成されていない貫通孔、ネジ加工がされたネジ孔のいずれも利用でき、個数なども適宜選択することができる。

[0053] （側壁部）

側壁部 41 は、矩形枠状体であり、一方の開口部を設置面部 40 により塞いでケース 4 を組み立てたとき、上記組合体 10 の周囲を囲むように配置され、他方の開口部が開放される。ここでは、側壁部 41 は、リアクトル 1 を固定対象に設置したときに設置側となる領域が上記設置面部 40 の外形に沿った矩形状であり、開放された開口側の領域がコイル 2 と磁性コア 3 との組合体 10 の外周面に沿った曲面形状である。ケース 4 を組み立てた状態において、コイル 2 の外周面と側壁部 41 の内周面とは近接しており、コイル 2 の外周面と側壁部 41 の内周面との間隔は、0mm～1.0mm 程度と非常に狭い。また、ここでは、側壁部 41 の開口側の領域には、組合体 10 の外側コア部 32 の台形状面を覆うように配置される底状部が設けられており、ケース 4 に収納された組合体 10 は、図 1 に示すようにコイル 2 が露出され、磁性コア 3 は実質的にケース 4 の構成材料に覆われる。上記底状部を具え

ることで、耐振動性の向上、ケース 4（側壁部 4 1）の剛性の向上、その他、組合体 1 0 の外部環境からの保護や機械的保護を図ることができる。なお、上記底状部は省略してもよい。

[0054] また、図 5 に示すように、側壁部 4 1 において、設置面部 4 0 側の開口部の周囲には、設置面部 4 0 側に開口して全周に亘って連続する収容溝 4 1 2 が形成されている。更に、側壁部 4 1 の内周面における適宜の位置には、複数の位置決め突部 4 1 3 が一体形成されている。位置決め突部 4 1 3 は、側壁部 4 1 の内周面から側壁部 4 1 の内方に突出して、側壁部 4 1 の上下方向に延びるリブとされている。本実施形態においては、組合体 1 0 の 2 つの外側コア部 3 2 のそれぞれを覆う内周面において、組合体 1 0 を上面視において直交する 2 方向で挟む両側に、位置決め突部 4 1 3 がそれぞれ形成されている。

[0055] [端子台]

上記側壁部 4 1 の開口側の領域において、一方の外側コア部 3 2 の上方を覆う箇所は、端子金具 8 が固定される端子台 4 1 0 として機能する。

[0056] 図 2 に示すように、端子金具 8 は、コイル 2 を構成する巻線 2 w の端部に接続される接触片部としての溶接面 8 1 と、電源などの外部装置側と接続するための接続面 8 2 と、溶接面 8 1 と接続面 8 2 とを繋ぐ連結部とを具える長方形の板材であり、図 2 に示すように適宜な形状に屈曲されている。溶接面 8 1 は、端子金具 8 の端部が屈曲されて、接続面 8 2 に対して略垂直に立ち上げられた突片形状とされている。巻線 2 w の導体部分と端子金具 8 との接続には、TIG 溶接などの溶接の他、圧着などが利用できる。端子金具 8 の形状は、例示であり、適宜な形状のものが利用できる。

[0057] 端子台 4 1 0 は、上記端子金具 8 の連結部が配置される凹溝 4 1 0 c が形成されている。凹溝 4 1 0 c に嵌め込まれた端子金具 8 は、その上方を端子固定部材 9 により覆われ、端子固定部材 9 をボルト 9 1 により締め付けることで、端子台 4 1 0 に固定される。端子固定部材 9 の構成材料には、後述するケースの構成材料に利用されるような絶縁性樹脂といった絶縁性材料が好

適に利用することができる。なお、端子金具 8 の縁部に切欠を設ける一方、端子台 4 1 0 に該切欠と係合する突部を設けることによって、端子金具 8 を端子台 4 1 0 に係合して位置決めするようにしても良い。また、端子台を別部材とし、例えば、側壁部に別途端子台を固定する形態とすることができる。また、側壁部を後述するような絶縁性材料で形成する場合、端子金具をインサート成形することにより、側壁部、端子金具、端子台部分を一体とした形態とすることもできる。

[0058] [取り付け箇所]

側壁部 4 1 の設置側の領域は、設置面部 4 0 と同様に、四隅のそれぞれから突出するフランジ部 4 1 1 を具え、各フランジ部 4 1 1 には、ボルト孔 4 1 1 h が設けられている。ボルト孔 4 1 1 h は、側壁部 4 1 の構成材料のみにより形成してもよいし、別材料からなる筒体を配置させて形成してもよい。例えば、側壁部 4 1 を樹脂により構成する場合、上記筒体は、例えば、真鍮、銅、ステンレス鋼などの金属からなる金属管を利用すると、強度に優れることから、樹脂のクリープ変形を抑制することができる。ここでは、金属管を配置してボルト孔 4 1 1 h を形成している。

[0059] (材質)

ケース 4 の構成材料は、例えば、金属材料とすると、金属材料は一般に熱伝導率が高いことから、放熱性に優れたケースとすることができる。具体的な金属は、例えば、アルミニウムやその合金、マグネシウム（熱伝導率： $156\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）やその合金、銅（ $390\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）やその合金、銀（ $427\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）やその合金、鉄やオーステナイト系ステンレス鋼（例えば、 SUS304 ： $16.7\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）が挙げられる。上記アルミニウムやマグネシウム、及びその合金を利用すると、軽量なケースとすることができる、リアクトルの軽量化に寄与することができる。特に、アルミニウムやその合金は、耐食性にも優れるため、車載部品に好適に利用することができる。金属材料によりケース 4 を形成する場合、ダイキャストといった鑄造の他、プレス加工などの塑性加工により形成することができる。

[0060] 或いは、ケース４の構成材料は、ポリブチレンテレフタレート（ＰＢＴ）樹脂、ウレタン樹脂、ポリフェニレンスルフィド（ＰＰＳ）樹脂、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ＡＢＳ）樹脂などの樹脂といった非金属材料とすると、これらの非金属材料は一般に電気絶縁性に優れるものが多いことから、コイル２とケース４との間の絶縁性を高められる。また、これらの非金属材料は上述した金属材料よりも軽く、リアクトル１を軽量にできる。上記樹脂に後述するセラミックスからなるフィラーを混合した形態とすると、放熱性を向上することができる。樹脂によりケース４を形成する場合、射出成形を好適に利用することができる。

[0061] 設置面部４０及び側壁部４１の構成材料は同種の材料とすることができる。この場合、両者の熱伝導率は等しくなる。或いは、設置面部４０及び側壁部４１が別部材であることから、両者の構成材料を異ならせることができる。この場合、特に、設置面部４０の熱伝導率が側壁部４１の熱伝導率よりも大きくなるように、両者の構成材料を選択すると、設置面部４０に配置されるコイル２及び磁性コア３の熱を冷却ベースといった固定対象に効率よく放出できる。ここでは、設置面部４０をアルミニウムにより構成し、側壁部４１をＰＢＴ樹脂により構成している。

[0062] （連結方法）

設置面部４０と側壁部４１とを一体に接続する手法は、種々の手法を利用することができる。例えば、適宜な接着剤を利用したり、ボルトといった締結部材を利用することができる。ここでは、設置面部４０及び側壁部４１にそれぞれボルト孔４００ｈ、４１１ｈを設け、ボルト（図示せず）をねじ込むことで、両者を一体化している。

[0063] [放熱層]

設置面部４０において、コイル２のコイル設置面及び外側コア部３２のコア設置面が接触する箇所には、放熱層４２を具える。放熱層４２は、熱伝導率が $2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 超の絶縁性材料により構成されている。放熱層４２は、熱伝導率が高いほど好ましく、 $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、特に $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、

更に $20\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、とりわけ $30\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の材料により構成されることが好ましい。ケース 4 内に封止樹脂を充填する場合には、放熱層 42 の熱伝導率が、封止樹脂の熱伝導率よりも高いことが好ましい。

[0064] 放熱層 42 の具体的な構成材料は、例えば、金属元素又は Si の酸化物、炭化物、及び窒化物から選択される一種の材料といったセラミックスなどの非金属無機材料が挙げられる。より具体的なセラミックスは、窒化珪素 (Si_3N_4) : $20\text{ W/m}\cdot\text{K} \sim 150\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度、アルミナ (Al_2O_3) : $20\text{ W/m}\cdot\text{K} \sim 30\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度、窒化アルミニウム (AlN) : $200\text{ W/m}\cdot\text{K} \sim 250\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度、窒化ほう素 (BN) : $50\text{ W/m}\cdot\text{K} \sim 65\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度、炭化珪素 (SiC) : $50\text{ W/m}\cdot\text{K} \sim 130\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度などが挙げられる。これらのセラミックスは、放熱性に優れる上に、電気絶縁性にも優れる。上記セラミックスにより放熱層 42 を形成する場合、例えば、PVD 法や CVD 法といった蒸着法を利用することができる。或いは、上記セラミックスの焼結板などを用意して、適宜な接着剤により、設置面部 40 に接合することでも、放熱層 42 を形成することができる。

[0065] 或いは、放熱層 42 の構成材料は、上記セラミックスからなるフィラーを含有する絶縁性樹脂が挙げられる。絶縁性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂などが挙げられる。絶縁性樹脂に上記放熱性及び電気絶縁性に優れるフィラーを含有することで、放熱性及び電気絶縁性に優れる放熱層 42 を構成することができる。また、フィラーを含有する樹脂を利用した場合でも、設置面部 40 に当該樹脂を塗布などすることで、放熱層 42 を容易に形成できる。放熱層 42 を絶縁性樹脂により構成する場合、特に、接着剤とすると、コイル 2 と放熱層 42 との密着性を高められて好ましい。上記絶縁性樹脂により放熱層 42 を形成する場合、例えば、スクリーン印刷を利用すると容易に形成することができる。

[0066] ここでは、放熱層 42 は、アルミナからなるフィラーを含有するエポキシ系接着剤により形成されている（熱伝導率 : $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）。また、ここで

は、放熱層 4 2 は、上記接着剤層の二層構造として、一層の厚さを 0. 2 mm、合計 0. 4 mm としている。なお、放熱層 4 2 を多層構造とする場合には、各層は互いに同一材料で形成されても良いし、互いに異なる材料を用いても良い。放熱層 4 2 は、コイル設置面及びコア設置面が放熱層 4 2 に十分に接触できる面積を有していれば特に形状は問わない。ここでは、放熱層 4 2 は、図 2 に示すようにコイル 2 のコイル設置面及び外側コア部 3 2 のコア設置面がつくる形状に沿った形状としている。

[0067] [封止樹脂]

ケース 4 内には、絶縁性樹脂からなる封止樹脂（図示せず）を充填した形態とすることができる。この場合、巻線 2 w の端部は、ケース 4 の外部に引き出して、封止樹脂から露出させる。封止樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。また、封止樹脂として、絶縁性及び熱伝導性に優れるフィラー、例えば、窒化珪素、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ほう素、ムライト、及び炭化珪素から選択される少なくとも 1 種のセラミックスからなるフィラーを含有すると、放熱性を更に高められる。

[0068] ケース 4 内に封止樹脂を充填する場合、未硬化の樹脂が設置面部 4 0 と側壁部 4 1 との隙間から漏れることを防止するために、パッキン 6 を配置することが好ましい。ここでは、パッキン 6 は、コイル 2 と磁性コア 3 との組合体 1 0 の外周に嵌合可能な大きさを有する環状体であり、合成ゴムから構成されるものを利用しているが、適宜な材質のものが利用できる。

[0069] <<リアクトルの製造>>

上記構成を具えるリアクトル 1 は、以下のようにして製造することができる。

[0070] まず、コイル 2 と磁性コア 3 との組合体 1 0 を形成する。具体的には、図 3 に示すようにコア片 3 1 m やギャップ材 3 1 g を積層して内側コア部 3 1 を形成し、この外周にインシュレータ 5 のボビン片 5 1 を配置させた状態で、各コイル素子 2 a, 2 b に挿入する。両コイル素子 2 a, 2 b の端面及び

内側コア部 3 1 の端面 3 1 e をインシュレータ 5 の枠状部 5 2 及び外側コア部 3 2 で挟むように、コイル 2 に枠状部 5 2 及び外側コア部 3 2 を配置して、組合体 1 0 を形成する。内側コア部 3 1 の端面 3 1 e は、枠状部 5 2 の開口部から露出されて外側コア部 3 2 の内端面 3 2 e に接触する。

[0071] 上記コア片 3 1 m やギャップ材 3 1 g は接着剤やテープなどにより接合して一体化してもよいが、ここでは、接着剤を利用しない形態としている。また、一对のボビン片 5 1 は、互いに係合する構成ではないが、内側コア部 3 1 と共にコイル素子 2 a, 2 b 内に挿入され、更に外側コア部 3 2 が配置されることで、コイル素子 2 a, 2 b の内周面と内側コア部 3 1 との間に配置された状態が維持され、脱落することが無い。

[0072] 一方、図 2 に示すようにアルミニウム板を所定の形状に打ち抜いて設置面部 4 0 を形成し、一面に所定の形状の放熱層 4 2 をスクリーン印刷により形成する。この放熱層 4 2 の上に、上述のようにして組み立てた組合体 1 0 を接着して固定する。放熱層 4 2 が接着剤により構成されることで、組合体 1 0 を設置面部 4 0 に強固に固定することができる。更に、前述のように、組合体 1 0 におけるコア設置面及びコイル設置面が面一であることから、組合体 1 0 の下面の略全面を、放熱層 4 2 のみを介して設置面部 4 0 に接着することが出来る。この組合体 1 0 の外周にパッキン 6 を配置する。

[0073] 他方、射出成形などにより所定の形状に構成した側壁部 4 1 を、上記組合体 1 0 の外周面を覆うように組合体 1 0 の上方から被せ、別途用意したボルト（図示せず）により、設置面部 4 0 と側壁部 4 1 とを一体化する。このとき、組合体 1 0 は、端子台 4 1 0 及び上述した庇状部により外側コア部 3 2 が覆われて当たり止めとなることで、組合体 1 0 が側壁部 4 1 から脱落することを防止できる。また、側壁部 4 1 の位置決め突部 4 1 3 を組合体 1 0 に接触させることによって、外部コア部 3 2 の脱落を防止すると共に、組合体 1 0 を側壁部 4 1 内で位置決めすることが出来る。この工程により、図 1 に示すように箱状のケース 4 が組み立てられると共に、ケース 4 内に組合体 1 0 が収納された状態とすることができる。なお、パッキン 6 は、側壁部 4 1

の收容溝 4 1 2 に收容されて、收容溝 4 1 2 の内面と設置面部 4 0 の間で圧縮される。これにより、側壁部 4 1 と設置面部 4 0 との隙間がパッキン 6 で封止されて、ケース 4 内に封止樹脂を充填する際には、封止樹脂の漏れが阻止される。

[0074] 続いて、側壁部 4 1 の端子台 4 1 0 (図 2) の凹溝 4 1 0 c (図 2) に端子金具 8 を嵌め込んで、ケース 4 の開口部から突出された巻線 2 w の端部と、端子金具 8 の溶接面 8 1 を重ね合わせる。そして、ケース 4 から突出する巻線 2 w の端部に端子金具 8 の溶接面 8 1 を溶接する。巻線 2 w の端部と端子金具 8 の溶接面 8 1 がケース 4 の外に突出されていることから、溶接に際するアクセスを容易にすることが出来る。更に、端子固定部材 9 で端子金具 8 の連結部を覆い、ボルト 9 1 により、端子固定部材 9 を側壁部 4 1 に固定することで、端子金具 8 を端子台 4 1 0 に固定する。この工程により、封止樹脂を設けないリアクトル 1 が形成される。

[0075] 一方、ケース 4 内に封止樹脂 (図示せず) を充填して硬化させることで、封止樹脂を具えるリアクトル 1 が形成される。なお、端子金具 8 をボルト 9 1 により端子台 4 1 0 に固定しておき、封止樹脂を充填後、巻線 2 w の端部と端子金具 8 の溶接面 8 1 とを溶接してもよい。なお、封止樹脂の有無に関わらず、端子金具 8 を固定した側壁部 4 1 と組合体 1 0 の相互の組み付けにより、巻線 2 w の端部と溶接面 8 1 を溶接することなく接触状態に維持する等しても良い。そのようにすれば、例えば端子金具 8 の成形不良等により、溶接面 8 1 と巻線 2 w との間に接触不良が生じた場合には、端子金具 8 のみを交換することも可能であり、廃却損を低減することが出来る。

[0076] <<効果>>

上記構成を具えるリアクトル 1 は、熱伝導率が $2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 超と熱伝導性に優れる放熱層 4 2 が設置面部 4 0 とコイル 2 との間に介在されることで、使用時に生じたコイル 2 の熱及び磁性コア 3 の熱を設置面部 4 0 を介して、冷却ベースといった固定対象に効率よく放出できる。従って、リアクトル 1 は、放熱性に優れる。

[0077] 特に、リアクトル１では、設置面部４０をアルミニウムといった熱伝導性に優れる材料により構成していることから、放熱層４２からの熱を効率よく固定対象に放出でき、放熱性に優れる。また、リアクトル１では、設置面部４０が金属材料（導電性材料）により構成されているものの、放熱層４２が絶縁性接着剤により構成されていることから、０．４mmと非常に薄くてもコイル２と設置面部４０との間の絶縁性を確保することができる。特に、放熱層４２を多層構造としたことによって、より確実な絶縁を行なうことが出来る。このように放熱層４２が薄いことから、コイル２などの熱を設置面部４０を介して固定対象に伝え易く、リアクトル１は放熱性に優れる。更に、絶縁性接着剤により放熱層４２が構成されることで、コイル２や磁性コア３と放熱層４２との密着性に優れることから、コイル２などの熱を放熱層４２に伝え易く、リアクトル１は放熱性に優れる。また、封止樹脂を充填する場合には、放熱層４２の熱伝導率が組合体１０の周囲の封止樹脂の熱伝導率よりも高くされることが好ましく、そのようにすれば、コイル２などの熱をより積極的に放熱層４２に伝えることが可能であり、設置面部４０からの放熱をより効果的に行なうことが出来る。特に、組合体１０の下面の略全面が封止樹脂を介することなく、放熱層４２のみを介して設置面部４０に接着されていることから、コイル２などの熱を周囲の封止樹脂よりも設置面部４０により積極的に伝えることが出来る。

[0078] また、リアクトル１は、ケース４を具えることから、組合体１０の環境からの保護、機械的保護を図ることができる。かつ、ケース４を具えていながらも、リアクトル１では、側壁部４１を樹脂により構成していることで軽量である上に、コイル２の外周面と側壁部４１の内周面との間隔を狭められるため、小型である。また、上述のように放熱層４２が薄いことから、コイル２のコイル設置面と設置面部４０の内面との間隔を狭められるため、リアクトル１は、小型である。

[0079] 更に、リアクトル１では、設置面部４０と側壁部４１とを別部材とし、組み合わせて一体とする構成であることから、側壁部４１を取り外した状態で設

置面部 40 に放熱層 42 を形成できる。従って、リアクトル 1 は、放熱層 42 を容易に形成でき、生産性に優れる。また、設置面部 40 と側壁部 41 とが別部材であることから、それぞれの材質を異ならせることができるため、構成材料の選択の幅を広げられる。そして、設置面部 40 からの効果的な放熱が行なえることにより、組合体 10 において設置面以外の周囲の熱条件が緩和される。これにより、側壁部 41 として熱可塑性樹脂を採用することも可能となり、安価な材料を用いて一般的な製法で容易に製造することが出来る。

[0080] {変形例 1}

上述した実施形態では、設置面部と側壁部とが異なる材質で構成された形態を説明したが、両者が同材質で構成された形態とすることができる。例えば、両者をアルミニウムといった放熱性に優れる金属材料で構成すると、リアクトルの放熱性を更に高められる。特に、この形態では、封止樹脂を具える構成とすると、コイルや磁性コアの熱をケースに効率よく伝えられる上に、封止樹脂に絶縁性樹脂を利用することで、コイルの外周面と側壁部の内面との間の絶縁性を高められる。この形態でも、絶縁性材料からなる放熱層を具えることで、コイルのコイル設置面と設置面部の内面との間隔を狭められることから、小型である。コイルの外周面と側壁部の内面との間には、絶縁性を確保できるように間隔を設ける。

[0081] {変形例 2}

上述した実施形態では、絶縁性接着剤により放熱層が構成された形態を説明したが、窒化アルミニウムやアルミナなどのセラミックスにより放熱層が構成された形態とすることができる。

[0082] {変形例 3}

上述した実施形態では、インシュレータ 5 のボビン片 51 と枠状部 52 とが一体化されない構成について説明した。その他、図 6 に示すインシュレータ 5 α のように、ボビン 51 α と枠状部 52 α とが互いに係合されて一体となる構成とすることができる。ここでは、インシュレータ 5 α を詳細に説明

し、その他の構成は上述した実施形態と重複するため、説明を省略する。

[0083] インシュレータ 5 α は、磁性コア 3 の内側コア部 3 1 が収納される一対の筒状のボビン 5 1 α と、内側コア部 3 1 及び外側コア部 3 2 に接触する一対の枠状部 5 2 α とを具える。各ボビン 5 1 α は、内側コア部 3 1 の外形に沿った筒状体であり、両端部には、枠状部 5 2 α の嵌合凹凸部 5 2 0 が嵌め合わされる嵌合凹凸部 5 1 0 が設けられている。各枠状部 5 2 α は、実施形態の枠状部 5 2 と同様に平板状で、各内側コア部 3 1 がそれぞれ挿通される一対の開口部を有する。この開口部において、ボビン 5 1 α と接触する側には、ボビン 5 1 α と同様に嵌合凹凸部 5 2 0 が設けられ、外側コア部 3 2 と接触する側には、外側コア部 3 2 を位置決めするための] 状の枠部 5 2 1 が設けられている。ボビン 5 1 α の嵌合凹凸部 5 1 0 と枠状部 5 2 α の嵌合凹凸部 5 2 0 とがそれぞれ嵌め合わされることで、互いの位置を保持することができる。

[0084] 上記インシュレータ 5 α を用いて、組合体を構成するには、以下のように行う。まず、一方の外側コア部 3 2 の内端面を上に向けた状態で当該外側コア部 3 2 を載置し、枠部 5 2 1 の開口側から一方の枠状部 5 2 α をスライドさせて枠部 5 2 1 を当該外側コア部 3 2 に嵌め込む。この工程により、一方の枠状部 5 2 α に対して、一方の外側コア部 3 2 が位置決めされる。

[0085] 次に、上記一方の枠状部 5 2 α の嵌合凹凸部 5 2 0 に、ボビン 5 1 α の嵌合凹凸部 5 1 0 を嵌め合わせて、当該枠状部 5 2 α に一対のボビン 5 1 α を取り付け。この工程により、一方の枠状部 5 2 α とボビン 5 1 α との位置関係が保持される。

[0086] 次に、ボビン 5 1 α に、コア片 3 1 m 及びギャップ材 3 1 g を交互に挿入して積層させる。積層された内側コア部 3 1 は、ボビン 5 1 α によりその積層状態が保持される。ここでは、ボビン 5 1 α は、その一対の側面部に、上方向に開口したスリットを具える形状としているため、コア片 3 1 m 及びギャップ材 3 1 g をボビン 5 1 α に挿入する際にコア片 3 1 m を指などで支持できることから、挿入作業を安全かつ容易に行える。

[0087] 次に、コイル（図示せず）のコイル連結部側を下向きにして、両コイル素子をボビン5 1 α の外周に装着する。そして、ボビン5 1 α に他方の枠状部5 2 α を取り付け、当該他方の枠状部5 2 α に他方の外側コア部3 2を上述のようにして取り付ける。この工程により、ボビン5 1 α と他方の枠状部5 2 α との位置関係が保持されると共に、他方の枠状部5 2 α に対して他方の外側コア部3 2が位置決めされる。上記工程により、コイルと磁性コア3との組合体を得られる。

[0088] インシュレータ5 α を用いることで、上述した実施形態と同様に、磁性コア3の形成にあたり接着剤を用いないで構成することができる。特に、インシュレータ5 α は、ボビン5 1 α と枠状部5 2 α とが係合することで一体化した状態を維持し易く、上記組合体をケースの設置面部に配置する際などで取り扱い易い。

[0089] 更に、一方の外側コア部3 2の背面をケースの側壁部に接触させ、他方の外側コア部3 2の背面と側壁部との間に、他方の外側コア部3 2を一方の外側コア部3 2側に押圧する部材（例えば、板ばね）を挿入した構成とすると、振動や衝撃などの外的要因によってギャップ長が変化することを防止できる。上記押圧部材を利用する形態では、ギャップ材3 1 gとして、シリコーンゴム、フッ素ゴムなどの弾性材料で構成された弾性ギャップ材とすると、ギャップ材3 1 gが変形することでギャップ長を調整したり、ある程度の寸法誤差を吸収することができる。上記押圧部材や弾性ギャップ材は、上述した実施形態や変形例、後述する変形例についても利用することができる。

[0090] {変形例4}

或いは、磁性コア3の形成にあたり接着剤を用いない別の構成として、例えば、磁性コアを環状に保持可能な帯状締付材（図示せず）を利用することが挙げられる。帯状締付材は、例えば、磁性コアの外周に配置される帯部と、帯部の一端に装着されて帯部がつくるループを所定の長さに固定するロック部とを具えるものが挙げられる。ロック部は、突条を有する帯部の他端側領域が挿通される挿通孔と、この挿通孔に設けられて帯部の上記突条に噛み

込む歯部とを有するものが挙げられる。そして、帯部の他端側領域の突条とロック部の歯部とがラチェット機構を構成することで、上記所定の長さのループを固定可能なものが好適に利用できる。

[0091] 帯状締付材の構成材料は、非磁性で、リアクトルの使用時の温度などに耐え得る耐熱性を有する材料、例えば、ステンレス鋼といった金属材料、耐熱性ポリアミド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）樹脂、ポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、ポリフェニレンスルフィド（PPS）樹脂などの非金属材料が挙げられる。市販の結束材、例えば、タイラップ（トーマスアンドベッツインターナショナルインクの登録商標）、ピークタイ（ヘラマンタイトン株式会社製結束バンド）、ステンレススチールバンド（パウンドウイトコーポレーション製））を利用してもよい。

[0092] 上記帯状締付材は、組合体の組立時、帯部を、例えば、一方の外側コア部の外周、一方の内側コア部の外周とコイル素子の内周面との間、他方の外側コア部の外周、他方の内側コア部の外周とコイル素子の内周面との間に回し、ループ長をロック部で固定することで、磁性コアを環状に固定することができる。或いは、上記実施形態などで説明したようにコイルと磁性コアとの組合体を組み立た後、外側コア部及びコイルの外周を囲むように帯部を配置させて、ループ長を固定することもできる。このような帯状締付材を利用することで、接着剤を用いることなく、磁性コアを一体化することができ、例えば、設置面部に組合体を配置する際、組合体を取り扱い易い。また、コア片間の間隔を維持し易い。

[0093] 更に、磁性コアの外周やコイルの外周と帯状締付材との間に緩衝材が介在された構成とすると、帯状締付材の締付力によって磁性コアやコイルが損傷することを抑制できる。緩衝材は、環状の磁性コアが所定の形状を保持できる程度の締付力が磁性コアに作用するように、その材質、厚さ、個数、配置箇所などを適宜選択することができる。例えば、ABS樹脂、PPS樹脂、PBT樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂をコア形状に合わせて成形させた、厚

さ：0.5～2mm程度の成形部品や、シリコンゴムなどのゴム状板材などを緩衝材に利用できる。

[0094] {変形例5}

図7に示すリアクトル1 α のように、蓋部材100を具えても良い。リアクトル1 α において前記リアクトル1と同様の構造については、図中に同一の符号を付すことにより、説明を適宜に省略する。なお、図7は、前記図4におけるV I I - V I I 断面に相当する断面を概略的に示したものであり、インシュレータ5等を省略して示している。

[0095] 蓋部材100は合成樹脂から形成されており、側壁部41 α が樹脂製の場合には、側壁部41 α と同材料で形成しても良いし、側壁部41 α と異なる材料で形成しても良い。蓋部材100には、側壁部41 α において設置面部40 α と反対側の上側開口部414の開口縁部を挟み込んで係合する嵌合溝101が形成されている。また、蓋部材100には、側壁部41 α 側（図7中、下側）に開口する一対の端子収容部102、102（図7においては一方のみ図示）が形成されている。

[0096] 一方、本変形例における端子金具8 α は、側壁部41 α に貫設された端子圧入孔415に対して、接続面82側から圧入されることにより、接続面82が側壁部41 α から突出された状態で固定されている。そして、側壁部41 α と組合体10の組付状態において、巻線2wの端部と溶接面81が、側壁部41 α から上方に突出して互いに接触されるようになっている。

[0097] なお、リアクトル1 α における設置面部40 α は所定の厚さ寸法を有しており、設置面部40 α の外周端面には、外方に開口する係合凹部401が形成されている。そして、側壁部41 α に形成された係止爪416が係合凹部401に入り込んで係止されることにより、側壁部41 α が設置面部40 α と組み付けられるようになっている。

[0098] そして、蓋部材100が側壁部41 α に組み付けられることにより、上側開口部414が蓋部材100で覆蓋されると共に、側壁部41 α から突出状態とされた端子金具8 α の溶接面81と巻線2wの端部に蓋部材100の端

子収容部 102, 102 が被される。なお、側壁部 41 α 内に封止樹脂 110 が充填される場合には、封止樹脂 110 が、上側開口部 414 を満たさない程度に充填された後に、蓋部材 100 が側壁部 41 α に組み付けられる。

[0099] 本変形例によれば、蓋部材 100 によって、側壁部 41 α の上側開口部 414 を容易且つ確実に覆蓋することが出来る。そして、蓋部材 100 の端子収容部 102, 102 によって、端子金具 8 α と巻線 2w との接続部分を外部から絶縁および保護することが出来る。

[0100] なお、上述した実施形態は、本発明の要旨を逸脱することなく、適宜変更することが可能であり、上述した構成に限定されるものではない。

産業上の利用可能性

[0101] 本発明リアクトルは、ハイブリッド自動車や電気自動車、燃料電池自動車などの車両に搭載される車載用コンバータといった電力変換装置の構成部品に好適に利用することができる。

符号の説明

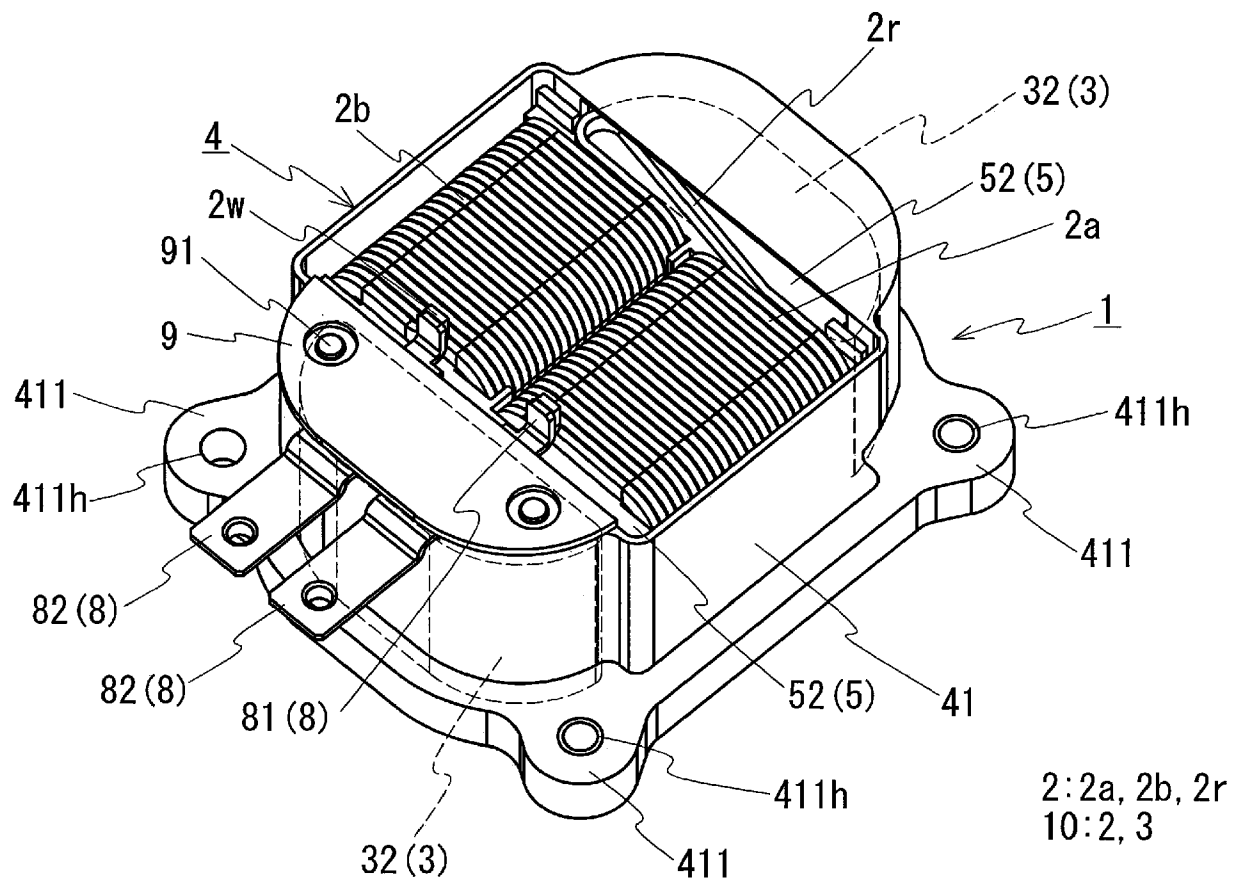
[0102] 1, 1 α : リアクトル、2 : コイル、2a, 2b : コイル素子、2r : コイル連結部、2w : 巻線、3 : 磁性コア、31 : 内側コア部、31e : 端面、31m : コア片、31g : ギャップ材、32 : 外側コア部、32e : 内端面、4 : ケース、40, 40 α : 設置面部、41, 41 α : 側壁部、42 : 放熱層、400, 411 : フランジ部、400h, 411h : ボルト孔、410 : 端子台、410c : 凹溝、412 : 収容溝、413 : 位置決め突部、5, 5 α : インシュレータ、51, 51 α : ポビン片、52, 52 α : 枠状部、52f : フランジ部、510, 520 : 嵌合凹凸部、521 : 枠部、6 : パッキン、8, 8 α : 端子金具、81 : 溶接面、82 : 接続面、9 : 端子固定部材、91 : ボルト、10 : 組合体、100 : 蓋部材、110 : 封止樹脂

請求の範囲

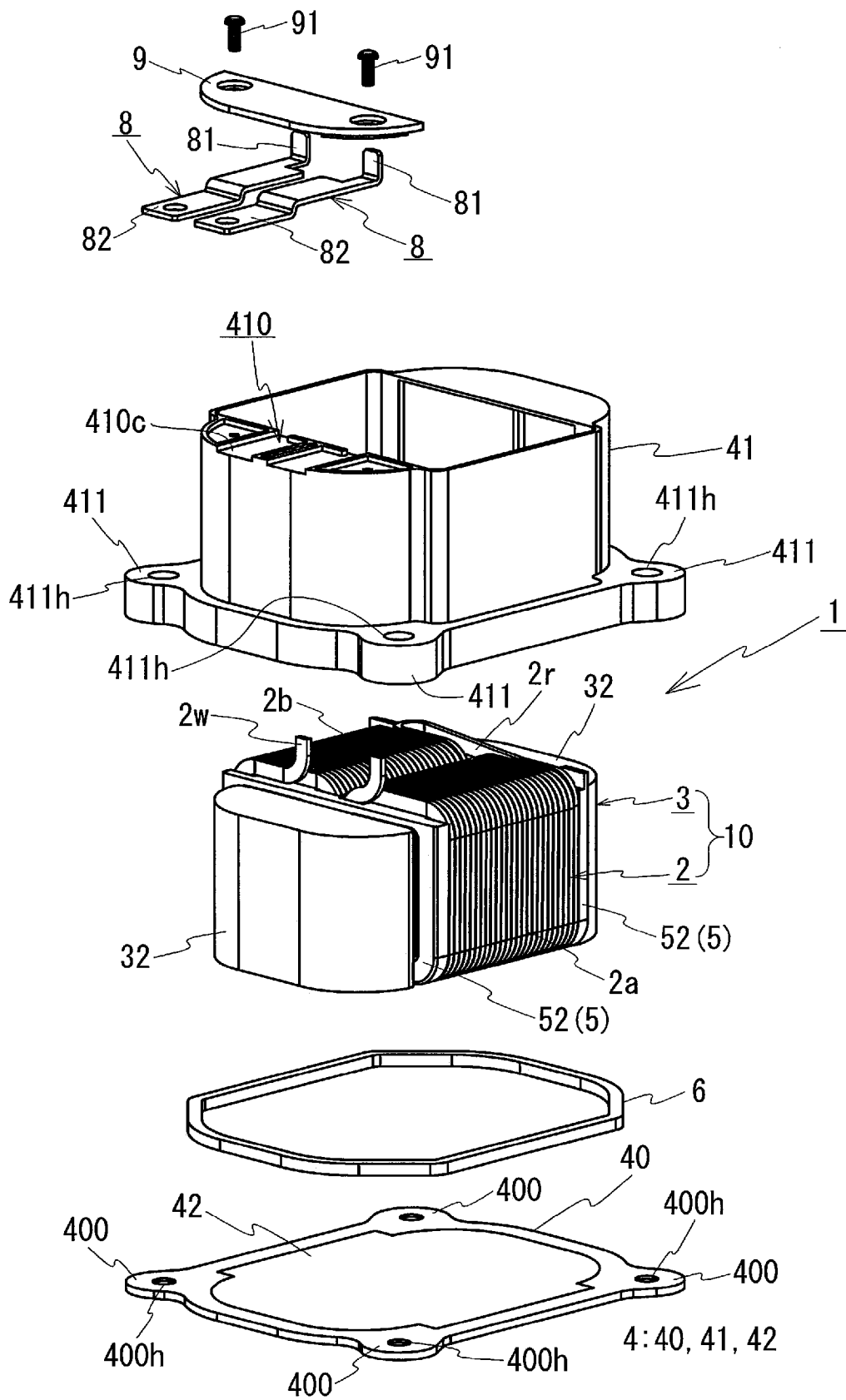
- [請求項1] コイルとこのコイルが配置される磁性コアとを有する組合体と、この組合体を収納するケースとを具えるリアクトルであって、
- 前記ケースは、
- 前記リアクトルが固定対象に設置されるときに当該固定対象に固定される設置面部と、
- 前記設置面部に取り外し可能に取り付けられ、前記組合体の周囲を囲む側壁部と、
- 前記設置面部の内面に形成されて、当該設置面部と前記コイルとの間に介在される放熱層とを具え、
- 前記設置面部の熱伝導率は、前記側壁部の熱伝導率と同等以上であり、
- 前記放熱層は、熱伝導率が $2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 超の絶縁性材料により構成されていることを特徴とするリアクトル。
- [請求項2] 前記放熱層は、絶縁性接着剤により構成された多層構造であり、
- 前記設置面部は、導電性材料により構成されていることを特徴とする請求項1に記載のリアクトル。
- [請求項3] 前記側壁部は、絶縁性材料により構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のリアクトル。
- [請求項4] 前記放熱層は、アルミナのフィラーを含有するエポキシ系接着剤により構成された多層構造であり、
- 前記設置面部は、アルミニウム又はアルミニウム合金により構成され、
- 前記側壁部は、絶縁性樹脂により構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のリアクトル。
- [請求項5] 前記側壁部は、絶縁性材料により構成されており、該側壁部には、前記コイルに接続する端子金具を固定する端子台が設けられている請求項1～4のいずれか1項に記載のリアクトル。

- [請求項6] 前記コイルに接続する端子金具には接触片部が立ち上げられて形成されており、該接触片部が前記側壁部から突出された前記コイルと接触されるようになっている
- 請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載のリアクトル。
- [請求項7] 前記側壁部から突出された前記コイルと前記端子金具の前記接触片部とを覆う樹脂製の蓋部材を具えた
- 請求項 6 に記載のリアクトル。
- [請求項8] 前記側壁部は、絶縁性材料により構成されており、該側壁部には、前記組合体に当接して該組合体を前記側壁部内で位置決めする位置決め突部が設けられている
- 請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のリアクトル。
- [請求項9] 前記側壁部において前記設置面部と重ね合わされる外周部分には收容溝が形成されており、該收容溝に收容された封止部材によって前記側壁部と前記設置面部との隙間が封止されるようになっている
- 請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載のリアクトル。

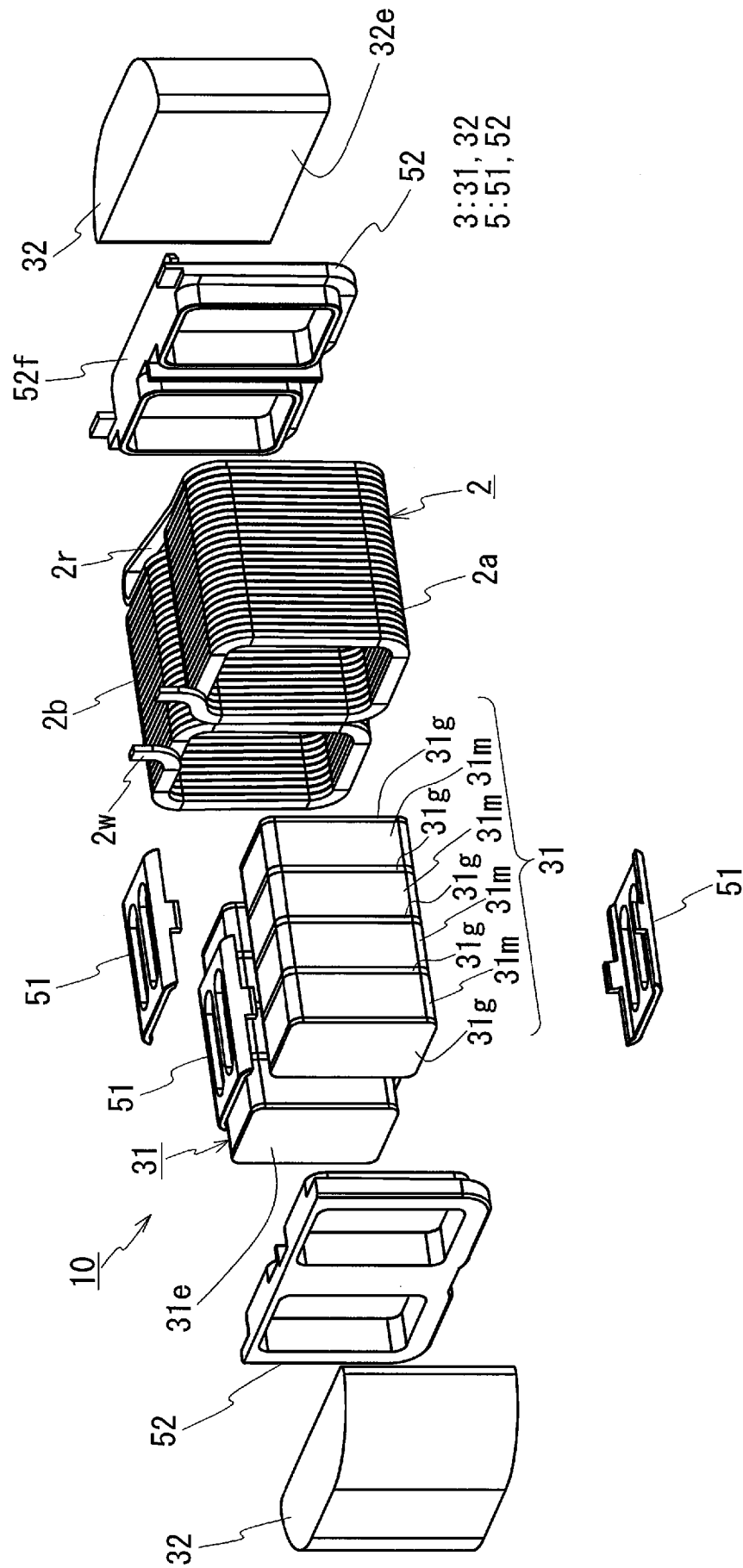
[図1]



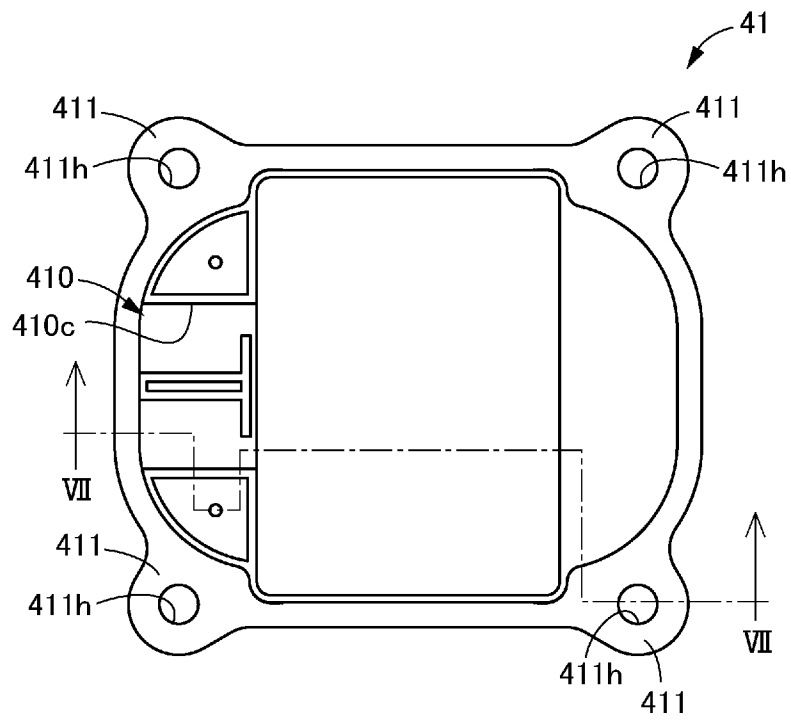
[図2]



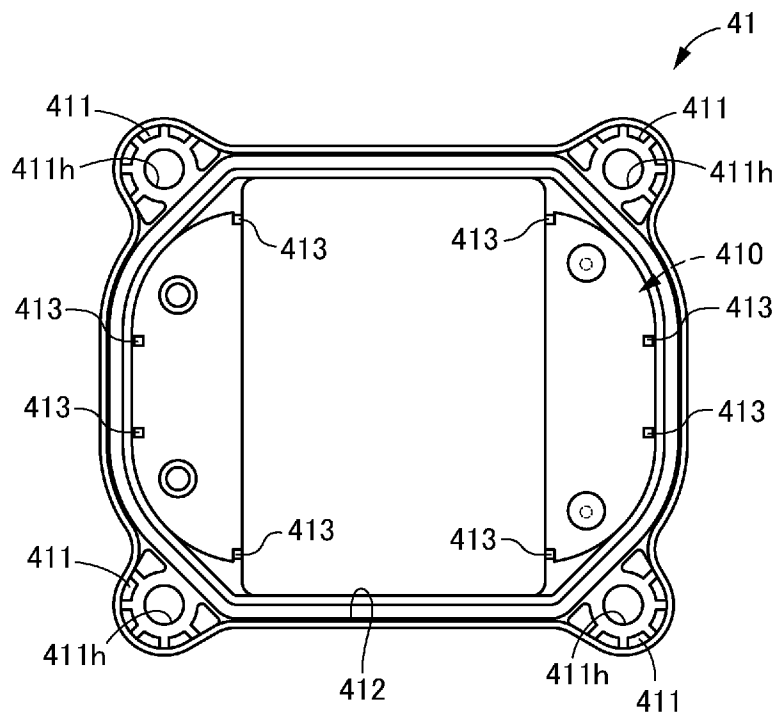
[図3]



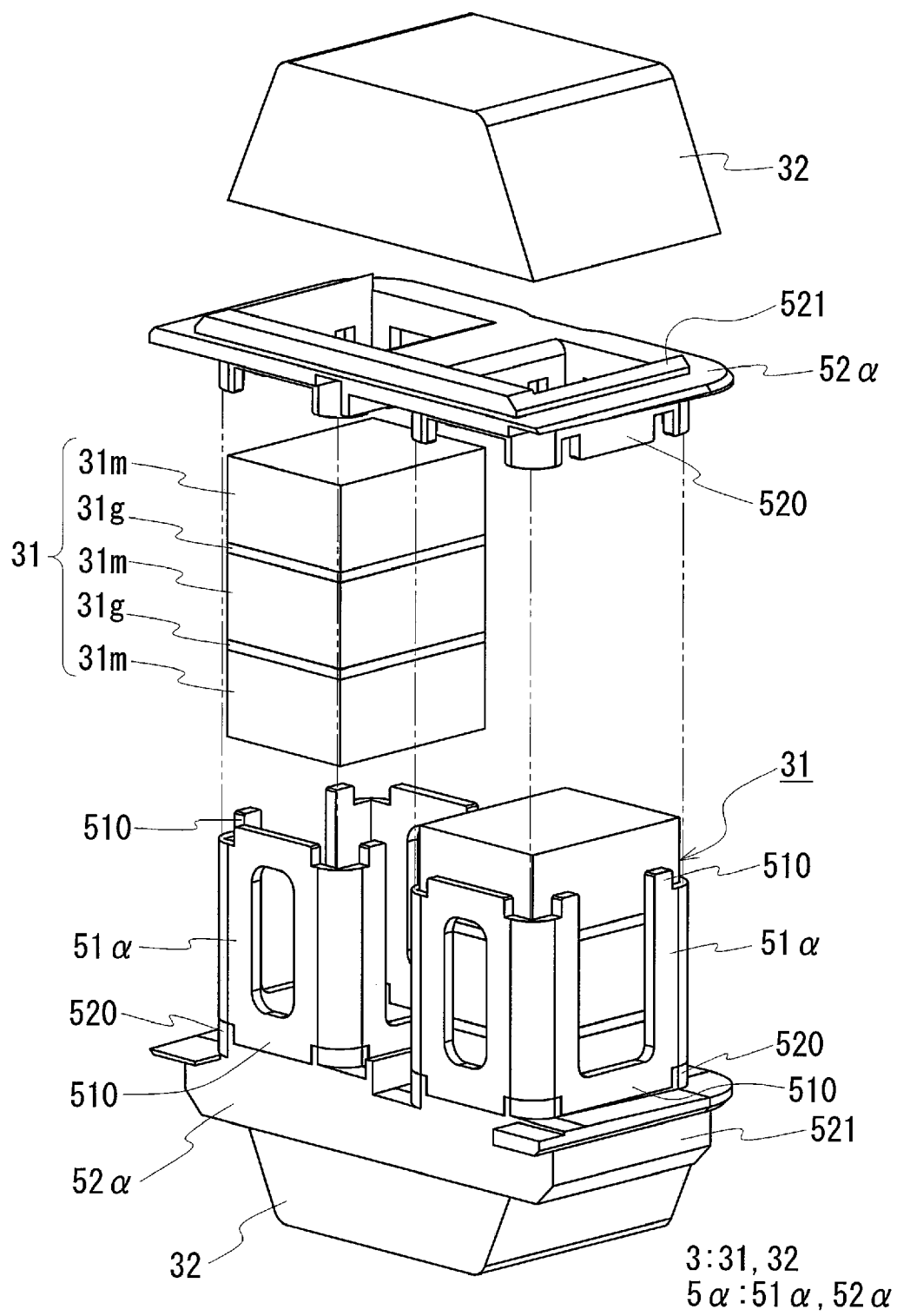
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F37/00 (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)

H01F37/00

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 1996-2011

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-305854 A (Toyota Motor Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
Y	JP 2006-351675 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), paragraphs [0026] to [0027] (Family: none)	1-9
Y	JP 2007-129149 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 May 2007 (24.05.2007), paragraphs [0033] to [0036] (Family: none)	4-9



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

03 June, 2011 (03.06.11)

Date of mailing of the international search report

14 June, 2011 (14.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001553

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2007/108201 A1 (Tamura Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), entire text; all drawings & CN 2905578 Y	5-9
Y	WO 2008/093492 A1 (Tamura Corp.), 07 August 2008 (07.08.2008), paragraph [0026]; fig. 1, 2 & US 2010/0026434 A & CN 101595539 A	5-9
Y	JP 2010-045109 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 25 February 2010 (25.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	5-9
Y	JP 2004-039770 A (Tokyo Seiden Co., Ltd.), 05 February 2004 (05.02.2004), paragraph [0020]; fig. 8 (Family: none)	8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 066224/1971 (Laid-open No. 022741/1973) (New Nippon Electric Co., Ltd.), 15 March 1973 (15.03.1973), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F37/00(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. H01F37/00

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2008-305854 A（トヨタ自動車株式会社）2008. 12. 18, 全文、全図（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2006-351675 A（住友電気工業株式会社）2006. 12. 28, 【0026】 - 【0027】（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2007-129149 A（住友電気工業株式会社）2007. 05. 24, 段落【0033】 - 【0036】（ファミリーなし）	4 - 9

☒ 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

0 3 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 6 . 2 0 1 1

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）

右田 勝則

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

5 R

9 1 7 3

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	WO 2007/108201 A1 (株式会社タムラ製作所) 2007.09.27, 全文、全図 & CN 2905578 Y	5 - 9
Y	WO 2008/093492 A1 (株式会社タムラ製作所) 2008.08.07, 段落 [0026]、図 1, 図 2 & US 2010/0026434 A & CN 101595539 A	5 - 9
Y	JP 2010-045109 A (住友電気工業株式会社) 2010.02.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5 - 9
Y	JP 2004-039770 A (東京精電株式会社) 2004.02.05, 段落 【0020】、図 8 (ファミリーなし)	8
A	日本国実用新案登録出願 46-066224 号 (日本国実用新案登録出願公開 48-022741 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (新日本電気株式会社) 1973.03.15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 9