

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4973890号
(P4973890)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 F 37/00 (2006.01)	HO 1 F 37/00 J
HO 1 F 27/32 (2006.01)	HO 1 F 37/00 C
	HO 1 F 37/00 M
	HO 1 F 37/00 S
	HO 1 F 27/32 A

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-8206 (P2009-8206)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成21年1月16日 (2009.1.16)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-165951 (P2010-165951A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成22年7月29日 (2010.7.29)	(74) 代理人	100100147
審査請求日	平成21年12月25日 (2009.12.25)		弁理士 山野 宏
		(72) 発明者	山田 幸伯
			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
		(72) 発明者	野村 康
			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
		(72) 発明者	伊藤 睦
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアクトル及びコイル成形体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁性コアの外周に、巻線を螺旋状に巻回してなるコイルが配置されたりアクトルに用いられるコイル成形体であって、

前記コイルを、その自由長よりも圧縮した状態に保持する樹脂成形部と、

前記コイルの外周に配置されて、前記樹脂成形部の構成樹脂により固定された放熱板とを具え、

前記放熱板は、埋設面と露出面とを具え、前記埋設面は、前記コイルの設置面に接するように前記コイル側に配置され、前記樹脂成形部から露出されない面であり、前記露出面は、この埋設面に対向し、前記樹脂成形部から露出される面であり、

前記放熱板において前記埋設面と前記露出面との間の端面領域に、前記樹脂成形部の構成樹脂に引っ掛かることで放熱板の脱落を防止する掛止部を有することを特徴とするコイル成形体。

【請求項2】

前記放熱板における少なくとも前記埋設面は、絶縁性材料から構成されていることを特徴とする請求項1に記載のコイル成形体。

【請求項3】

前記樹脂成形部には前記放熱板が嵌め込まれる嵌合溝が形成されており、

前記放熱板は前記嵌合溝に差し入れられていることを特徴とする請求項1又は2に記載のコイル成形体。

【請求項 4】

前記コイルにおいて前記設置面と対向する上面及び前記設置面に直交する側面に接して、又は近接させて、前記掛止部を有する放熱板が別途配置されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のコイル成形体。

【請求項 5】

前記放熱板における前記埋設面及び前記露出面が多角形状であることを特徴とする請求項1又は2に記載のコイル成形体。

【請求項 6】

前記放熱板は、前記埋設面及び前記露出面とが等面積である矩形板であり、前記矩形板の端面のうち、二つの端面が平行四辺形状であり、残りの二つの端面が前記埋設面に対して傾斜した傾斜面であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のコイル成形体。

10

【請求項 7】

前記放熱板は、矩形板であり、この矩形板の端面のうち、対向する二つの端面は、前記埋設面から前記露出面に向かって先細るテーパ状の面であり、残りの二つの端面は、前記埋設面に対して傾斜した傾斜面であり、

前記掛止部は、前記埋設面と、前記傾斜面とによりつくられる部分であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のコイル成形体。

【請求項 8】

前記放熱板は、形状が異なる複数の板材を接合してなる多層構造であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のコイル成形体。

20

【請求項 9】

請求項1～8のいずれか1項に記載のコイル成形体と、

前記コイルの内周に配置された磁性コアとを具えることを特徴とするリアクトル。

【請求項 10】

前記コイル成形体と磁性コアとの組合体の外周が樹脂により覆われていないことを特徴とする請求項9に記載のリアクトル。

【請求項 11】

磁性コアと、このコアの外周に配置されたコイルとを具えるリアクトルであって、前記磁性コアと前記コイルとの組合体の外周を覆う樹脂被覆部と、前記コイルの外周に配置されて、前記樹脂被覆部の構成樹脂により固定された放熱板とを具え、

30

前記放熱板は、埋設面と露出面とを具え、前記埋設面は、前記コイルの設置面に接するように前記コイル側に配置され、前記樹脂被覆部から露出されない面であり、前記露出面は、この埋設面に対向し、前記樹脂被覆部から露出される面であり、

前記放熱板において前記埋設面と前記露出面との間の端面領域に、前記樹脂被覆部の構成樹脂に引っ掛かることで放熱板の脱落を防止する掛止部を有することを特徴とするリアクトル。

【請求項 12】

前記放熱板における少なくとも前記埋設面は、絶縁性材料から構成されていることを特徴とする請求項11に記載のリアクトル。

40

【請求項 13】

前記樹脂被覆部には前記放熱板が嵌め込まれる嵌合溝が形成されており、

前記放熱板は前記嵌合溝に差し入れられていることを特徴とする請求項11又は12に記載のリアクトル。

【請求項 14】

前記放熱板における前記埋設面及び前記露出面が多角形状であることを特徴とする請求項11又は12に記載のリアクトル。

【請求項 15】

前記放熱板は、前記埋設面及び前記露出面とが等面積である矩形板であり、

50

前記矩形板の端面のうち、二つの端面が平行四辺形状であり、残りの二つの端面が前記埋設面に対して傾斜した傾斜面であることを特徴とする請求項11～13のいずれか1項に記載のリアクトル。

【請求項16】

前記放熱板は、矩形板であり、この矩形板の端面のうち、対向する二つの端面は、前記埋設面から前記露出面に向かって先細るテーパ状の面であり、残りの二つの端面は、前記埋設面に対して傾斜した傾斜面であり、

前記掛止部は、前記埋設面と、前記傾斜面とによりつくられる部分であることを特徴とする請求項11～13のいずれか1項に記載のリアクトル。

【請求項17】

前記放熱板は、形状が異なる複数の板材を接合してなる多層構造であることを特徴とする請求項11～14のいずれか1項に記載のリアクトル。

【請求項18】

前記リアクトルの外周に金属製のケースを有していないことを特徴とする請求項9～17のいずれか1項に記載のリアクトル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド自動車などの車載用DC-DCコンバータの構成部品などに利用されるリアクトル、及びこのリアクトルの構成部品に利用されるコイル成形体に関する。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】

従来、磁性コアの外周にコイルが配置されたリアクトルが知られている。代表的な構造として、磁性コアとコイルとの組合体をアルミニウムといった金属製ケース内に収納し、このケース内を樹脂により封止した構造(特許文献1)が挙げられる。このリアクトルは、通電時に発熱するコイルや磁性コアを効率よく冷却できるように、冷媒を内蔵する架台に上記ケースを固定して利用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-098204号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

自動車などの車両に配置される車載部品では、小型、軽量であることが望まれる。しかし、従来のリアクトルは、ケースを具えることで、小型化、軽量化が難しい。ケースを省略することが考えられるが、その場合、放熱性の低下が懸念される。

【0005】

そこで、本発明の目的の一つは、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。また、本発明の他の目的は、上記リアクトルの構成部品に適したコイル成形体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、ケースを省略すると共に、コイルの外周において架台側に放熱板を配置する構成を検討した。また、コイルの外周や、磁性コアとコイルとの組合体の外周を樹脂で覆い、この樹脂により、放熱板をコイルの外周に固定する構成を検討した。放熱板の形状を一般的な矩形板、即ち、対向する二つの矩形面と、この二面の間を繋ぎ、この二面に直交する四つの長方形の端面とから構成される形状とし、この放熱板がコイルの下方に配置されたリアクトルを作製した場合、リアクトルを持ち上げて移動などする際、放熱板

10

20

30

40

50

の端面が落下方向に平行になることで、放熱板が抜け落ちて落下することが懸念される。放熱板の落下を防止するために、ボルトなどの固定部材を別途用いて放熱板を固定すると、部品点数や作業工程の増加を招く。そこで、本発明は、放熱板が存在することによる放熱性の向上効果を十分に得られるように、放熱板を抜け落ち難い形状として放熱板の落下を抑制する。

【0007】

本発明のコイル成形体は、磁性コアの外周に、巻線を螺旋状に巻回してなるコイルが配置されたリアクトルに用いられる部材であり、上記コイルをその自由長よりも圧縮した状態に保持する樹脂成形部と、上記コイルの外周に配置されて、上記樹脂成形部の構成樹脂により固定された後述の放熱板とを具える。本発明のリアクトルは、このコイル成形体と

10

【0008】

上記コイル成形体を具えたリアクトルとは別に、コイル成形体を具えていないリアクトルを提案する。この本発明のリアクトルは、磁性コアと、このコアの外周に配置されたコイルと、これら磁性コアとコイルとの組合体の外周を覆う樹脂被覆部と、上記コイルの外周に配置されて、上記樹脂被覆部の構成樹脂により固定された下記の放熱板とを具える。

【0009】

上記本発明コイル成形体や本発明リアクトルに具える放熱板は、埋設面と露出面とを具える。上記埋設面は、上記コイル側に配置され、上記樹脂成形部又は上記樹脂被覆部から露出されない面であり、上記露出面は、この埋設面に対向し、上記樹脂成形部又は上記樹脂被覆部から露出される面である。また、この放熱板において上記埋設面と上記露出面との間の端面領域に、上記樹脂成形部又は上記樹脂被覆部の構成樹脂に引っ掛かることで放熱板の脱落を防止する掛止部を有する。

20

【0010】

上記構成によれば、放熱板の端面領域に設けられた掛止部が樹脂成形部や樹脂被覆部の構成樹脂に引っ掛かった状態で放熱板が樹脂成形部や樹脂被覆部に固定される。そのため、リアクトルの組立時や搬送の際などで放熱板の露出面が下方となるように本発明コイル成形体や本発明リアクトルを持ち上げたり、移動させたりしても、上記掛止部が樹脂に引っ掛かることで、放熱板が落下することを効果的に防止することができる。この放熱板の存在により本発明リアクトルは放熱性に優れることから、例えば、金属製のケースを省略

30

【0011】

また、上記放熱板を具える本発明コイル成形体を利用してリアクトルを組み立てると、組立時にコイルが伸縮しないことから、コイルを取り扱い易く、リアクトルの組立作業性に優れる。

【0012】

本発明において放熱板の掛止部の形状は、特に問わない。例えば、端部領域の少なくとも一部を、埋設面から露出面に向かって先細りするテーパ状の面とし、埋設面(露出面)に対して非直交な傾斜面を有する形状とすることが挙げられる。このとき、埋設面と傾斜面とがつくる三角形状の部分を掛止部として機能させることができる。上記傾斜面と露出面の延長面とがつくる三角形状の部分に樹脂成形部や樹脂被覆部の構成樹脂が入り込む(存在する)ことで、上記掛止部がこの樹脂に引っ掛かる。或いは、端部領域の少なくとも一部を、埋設面から露出面に向かって板幅が狭くなるような段差、即ち、逆さピラミッド状の段差を有する形状とすることで、掛止部を有することができる。上記傾斜面を有する構成は、上記段差を有する構成よりも放熱板を成形し易く、放熱板の製造性に優れる。上記段差を有する構成は、樹脂成形部や樹脂被覆部の構成樹脂が段差部分の隅まで行き渡り易く、放熱板と樹脂成形部や樹脂被覆部との間に隙間が生じ難い。また、傾斜面が少ないと放熱板の成形性に優れ、多いと、脱落の防止効果を高められる。

40

【0013】

50

より具体的な放熱板としては、矩形板であり、この矩形板の端面のうち、対向する二つの端面が埋設面から露出面に向かって先細るテーパ状の面であり、残り二つの端面が埋設面に対して傾斜した傾斜面であるものが挙げられる。上記テーパ状の面は、例えば、台形状とすることが挙げられる。この放熱板は矩形板であり、二つの端面のみが傾斜面であることで、放熱板の製造性に優れる上に、放熱板の脱落を効果的に防止することができる。

【0014】

放熱板の構成材料は、熱伝導率 ($W/m \cdot K$) が $3W/m \cdot K$ 超、特に $20W/m \cdot K$ 以上、更に $30W/m \cdot K$ 以上の材料が好ましい。この放熱板は、コイルに接して、又は近接して配置されるため、磁気特性を考慮すると、全体が非磁性材料で構成されていることが好ましい。このような特性を満たす材料は、非磁性の無機材料が好適である。非磁性の無機材料には、導電性のもので絶縁性のものである。放熱板においてコイル側に配置される埋設面の構成材料は、コイルとの間で電氣的に絶縁されることが望ましく、絶縁性材料とすることが好ましい。従って、放熱板は、その全体が絶縁性の無機材料から構成されていてもよいし、導電性の無機材料からなる板状基板の表面に絶縁性の無機材料からなる層を具える積層構造のものでもよい。なお、「絶縁性」とは、コイルとの間で電氣的絶縁が確保できる程度の絶縁特性を有するものとする。上記絶縁性の無機材料は、セラミックスが好適に利用でき、上記導電性の無機材料は、アルミニウムなどの金属が好適に利用できる。セラミックスを用いた放熱板は、軽量であり、金属材料を用いた放熱板は、放熱性が高い。セラミックスを用いる場合、所定の形状の金型を用いて成形したり、素材板を適宜研削やレーザー加工などの切断を施すことで、特定の形状の放熱板が得られる。金属材料を用いる場合、素材板を適宜切削したり、所定の金型を用いて成形することで、特定の形状の放熱板が得られる。或いは、複数の素材を用意して接着剤などで接合することで、所定の形状の放熱板が得られる。

【0015】

本発明リアクトルは、その外周に金属製ケースを有していない構成とすることができる。ケースを省略したことで、このリアクトルは、部品点数が少ない上に、小型、軽量である。

【0016】

本発明コイル成形体を具えるリアクトルにおいて、コイル成形体と磁性コアとの組合体の外周が樹脂により覆われていない構成とすることができる。このリアクトルは、組合体の外周を樹脂により被覆する工程が不要であることから、組立作業性に優れる。

【発明の効果】

【0017】

本発明リアクトルは、小型でありながら、放熱性に優れる。本発明コイル成形体を利用することで、小型で放熱性に優れるリアクトルを容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】(A)は、実施形態1のコイル成形体の概略斜視図、(B)は、このコイル成形体の正面図である。

【図2】実施形態1のコイル成形体を具えるリアクトルの製造手順を説明する分解斜視図である。

【図3】(A)は、端面領域に段差を有する放熱板を具えるコイル成形体の正面図、(B)~(D)は、コイル成形体において放熱板部分を拡大して示す部分断面図であり、(B)は、端面領域に曲面を有する放熱板、(C)は、端面領域に突起を有する放熱板、(D)は、平行四辺形状の端面を有する放熱板を示す。

【図4】実施形態2のリアクトルの概略斜視図である。

【図5】実施形態2のリアクトルの正面図である。

【図6】変形例2-1のリアクトルの正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

10

20

30

40

50

以下に、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0020】

(実施形態1)

図1(A)は、本発明コイル成形体の概略を示す斜視図、図1(B)は、このコイル成形体の正面図、図2は、このコイル成形体を含むリアクトルの分解斜視図である。以下、図において同一符号は同一物を示す。コイル成形体1は、巻線3wを螺旋状に巻回してなるコイル3と、このコイル3の外周を覆う樹脂成形部4cと、コイル3の外周に配置されて、樹脂成形部4cの構成樹脂により固定された放熱板5とを具える。リアクトル10は、コイル成形体1と、コイル成形体1のコイル3の内周に挿入配置された磁性コア2(コイル巻回部2c)とを具える。これらコイル成形体1及びリアクトル10の最も特徴とするところは、放熱板5の端面の形状にある。以下、各構成をより詳細に説明する。

10

【0021】

<コイル成形体>

[コイル]

コイル3は、1本の連続する巻線3wを螺旋状に巻回してなり、並列状態に配置された一対のコイル素子を具える。巻線3wは、導体の外周に絶縁被覆層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、絶縁被覆層がエナメルからなる被覆平角線を利用している。両コイル素子は、この被覆平角線をエッジワイズ巻きにして形成されており、巻返し部3rにより連結されている。巻線は、導体が平角線からなるもの以外に、断面が円形状、多角形状などの種々の形状のものを利用できる。また、各コイル素子を別々に作製し、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てもよい。

20

【0022】

コイル3を形成する巻線3wの両端部は、ターン形成部分から適宜引き延ばされて樹脂成形部4cの外側に引き出され、絶縁被覆層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部材(図示せず)が接続される。この端子部材を介して、コイル3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。巻線3wの導体部分と端子部材との接続には、TIG溶接などの溶接が利用できる。

【0023】

[樹脂成形部]

上記コイル3の外周には、各コイル素子をそれぞれ圧縮状態に保持するように樹脂成形部4cが形成されている。ここでは、樹脂成形部4cは、巻線3wの両端部を除き、コイル3の全体をコイル3の形状に沿って覆っている。樹脂成形部4cにおいて両コイル素子のターン形成部分を覆う箇所の厚さは、実質的に均一であり、巻返し部3rを覆う箇所は、コイルの軸方向にせり出した形状である。

30

【0024】

各コイル素子の内周も樹脂成形部4cの構成樹脂により覆われており、この構成樹脂により形成される中空孔4hを有する。各中空孔4hにはそれぞれ、磁性コア2(図2)のコイル巻回部2c(図2)が挿通配置される。各コイル巻回部2cがコイル素子の内周の適切な位置に配置されるように構成樹脂の厚さを調整すると共に、中空孔4hの形状をコイル巻回部2cの外形(ここでは直方体状)に合わせている。そのため、各コイル素子の内周に存在する構成樹脂は、コイル巻回部2cの位置決め部として機能する。

40

【0025】

なお、図1に示す例では、各コイル素子の内周の全面を構成樹脂により覆う構成としているが、磁性コア2とコイル3との間の絶縁距離を確保でき、かつ上述のように位置決めできるように構成樹脂が存在すれば、図1に示す例のように各コイル素子の内周の全面を構成樹脂により覆っていなくてもよい。

【0026】

樹脂成形部4cの構成樹脂は、コイル成形体1をリアクトルとして使用した際に、コイルやコアの最高到達温度に対して軟化しない程度の耐熱性を有し、トランスファー成形や射

50

出成形が可能な材料が好適に利用できる。特に、絶縁性に優れる材料が好ましい。具体的には、エポキシなどの熱硬化性樹脂や、ポリフェニレンスルフィド(PPS)樹脂、液晶ポリマー(LCP)などの熱可塑性樹脂が好適に利用できる。ここでは、エポキシ樹脂を利用している。

【0027】

[放熱板]

コイル成形体1は、両コイル素子が横並びするように配置されて、架台(図示せず)に取り付けられる。各コイル素子において架台に取り付けられる面(コイル素子の設置面)に接するように放熱板5が配置されている。この放熱板5は、樹脂成形部4cの構成樹脂によりコイル3に固定されている。

10

【0028】

放熱板5は、矩形板であり、両コイル素子の設置面に接するように配置される。より具体的には、放熱板5は、樹脂成形部4cから露出されない埋設面51と、この埋設面51に対向し、樹脂成形部4cから露出される露出面52と、これら埋設面51と露出面52との間を繋ぐ四つの端面とで構成される。ここでは、埋設面51は、両コイル素子の設置面と十分に接触可能な大きさを有するものとしている。放熱板を二枚として、各放熱板のそれぞれを各コイル素子の設置面に接するように配置した構成としてもよい。

【0029】

放熱板5の四つの端面のうち、対向する二つの端面5eは、テーパ状、より具体的には、図1に示すように埋設面51から露出面52に向かって先細る台形状である。そのため、埋設面51が露出面52よりも大きい。また、台形状の端面5eは、埋設面51及び露出面52に直交している。一方、残りの二つの端面は、長方形状であり、埋設面51及び露出面52に対して非直交であり、放熱板5の厚さ方向に交差した傾斜面53である。ここでは、台形状の端面5eがコイル3の軸方向に向くように放熱板5を配置している。

20

【0030】

上記特定の形状の放熱板5は、窒化珪素(Si_3N_4):20~150W/m \cdot K程度により構成されている。ここでは、上記構成材料(Si_3N_4)を所定の形状に成形することで放熱板5を形成している。

【0031】

この放熱板5は、埋設面51と傾斜面53とによりつくられる三角形の部分放熱板5の脱落を防止する掛止部として機能する。また、露出面52の延長面と傾斜面53とによりつくられる三角形の空間に入り込んだ樹脂成形部4cの構成樹脂により構成される三角形の部分(受け部4n)によって、放熱板5は、樹脂成形部4cに強固に固定される。そして、図1(B)に示すように露出面52が下方となるようにコイル成形体1を配置した状態で、コイル成形体1を上方に持ち上げたり移動させたりする際、放熱板5が下方に落下しようとしても、上述した掛止部が受け部4nに引っ掛かるため、放熱板5が落下し難い。なお、この例では、放熱板5の角部が鋭利な形状としているが、角部を丸めた形状とすると、放熱板5の角部の割れなどを防止することができる。

30

【0032】

[コイル成形体の製造]

上記放熱板5を具えるコイル成形体1は、以下のような成形金型を利用して製造することができる。成形金型は、開閉可能な一対の第一金型及び第二金型から構成されるものが利用できる。第一金型は、コイル3の一端側(図1において巻線3wの端部を引き出している側)に位置する端板と、各コイル素子の内周に挿入される中子とを具え、第二金型は、コイルの他端側(図1において巻返し部3r側)に位置する端板と、コイル3の周囲を覆う周側壁とを具える。また、これら第一、第二金型は、駆動機構により金型内部において進退可能な複数の棒状体を具え、これらの棒状体により、各コイル素子の端面(ターン形成部分が環状に見える面)を適宜押圧してコイル素子を圧縮する。上記棒状体は、コイル3の圧縮に対する十分な強度と、樹脂成形部4cの成形時の熱などに対する耐熱性とを具えており、かつコイル3において樹脂成形部4cで被覆されない箇所を少なくするために、極力細くしている

40

50

【0033】

上記成形金型の表面とコイル3との間に一定の隙間が形成されるように成形金型内にコイル3を配置する。また、成形金型の内周とコイル3の外周との間の所定の位置に放熱板5を配置する。このとき、コイル3は未だ圧縮されていない。

【0034】

次に、成形金型を閉じて、各コイル素子の内周に、第一金型の中子を挿入する。このとき、中子とコイル素子の内周の間隔は、中子の全周に亘ってほぼ均一となるようにする。

【0035】

続いて、棒状体を成形金型内に進出して各コイル素子を圧縮する。この圧縮により、各コイル素子を構成する隣接するターン同士が接触され、各ターン間に隙間のない状態となる。また、放熱板5の埋設面は、圧縮されたコイル3に接するように配置された状態となる。

【0036】

その後、樹脂注入口から成形金型内に樹脂を注入して固化した後、成形金型を開いて、コイル3を圧縮状態に保持すると共に、コイル3の外周に放熱板5が固定されたコイル成形体1を取り出す。なお、棒状体で押圧されていた箇所に形成された複数の小穴は、適宜な絶縁材などで充填してもよいし、そのまま放置しておいてもよい。

【0037】

また、上記製造方法では、コイル成形体の樹脂成形部の形成と同時に放熱板の固定を行う方法を説明したが、コイル成形体の樹脂成形部に放熱板が嵌め込まれる嵌合溝を形成しておき、この嵌合溝に、放熱板を差し入れる構成としてもよい。嵌合溝は、放熱板を差し入れられるように、例えば、コイルの軸方向の一端側から他端側に向かって貫通し、両端が開口するように設ける。このようなコイル成形体は、上記成形金型に、更に嵌合溝を形成するための中子を用意するものを利用するとよい。この構成では、例えば、コイル素子の設置面を樹脂で覆い、コイル素子の設置面と放熱板との間に樹脂成形部の構成樹脂を存在させて、絶縁性を高めた構成とすることができる。この構成は、放熱板が差し入れ可能な形状であれば、後述する変形例や実施形態2にも適用することができる。

【0038】

<リアクトル>

[磁性コア]

磁性コア2は、図2に示すように各コイル素子がそれぞれ配置される一対の直方体状のコイル巻回部2cと、コイル3が配置されない一対の端部コア2eとを有し、離間して配置されるコイル巻回部2cを挟むように端部コア2eが配置されて閉ループ状(環状)に形成される。コイル巻回部2cは、鉄や鋼などの鉄を含有する軟磁性材料からなるコア片2mと、アルミナなどの非磁性材料からなるギャップ材2gとを交互に積層して構成され、端部コア2eは、上記軟磁性材料からなるコア片である。各コア片は、軟磁性粉末の圧粉成形体や、複数の電磁鋼板を積層した積層体を利用できる。ギャップ材2gは、インダクタンスの調整のためにコア片2m間に設けられる隙間に配置される部材である。これらコア片及びギャップ材は、接着剤などで一体に接合される。コア片の分割数やギャップ材の個数は、リアクトル10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。

【0039】

[リアクトルの製造]

上記コイル成形体1の中空孔4hに磁性コア2(コイル巻回部2c)を挿入配置させ、磁性コア2を組み立てることで、リアクトル10が形成される。より具体的には、コア片2mやギャップ材2gを接着剤などで固定してコイル巻回部2cを形成し、このコイル巻回部2cを中空孔4hに挿入配置する。このとき、各コイル巻回部2cはそれぞれ、コイル成形体1の樹脂成形部4cの構成樹脂により所定の厚さに形成された中空孔4hに挿入させることで、各コイル素子に対してそれぞれ適切な位置に配置される。次に、コイル成形体1のコイル素子の両端面が一対の端部コア2eに挟まれるように端部コア2eを配置して、接着剤などで端部コア2eと

10

20

30

40

50

コイル巻回部2cとを接合することで、リアクトル10が得られる。

【0040】

なお、リアクトル10はこのままでもよいが、上記コイル成形体1と磁性コア2との組合体の外周を覆うように、更に樹脂部を設けてもよい。この樹脂部を設けることで、当該組合体を一体物として取り扱えてハンドリング性に優れる上に、磁性コアの機械的保護や環境からの保護を図ることができる。樹脂部を設ける場合、放熱板5の露出面52をこの樹脂部から露出させると、放熱板5を直接架台に接触させられるため、放熱効率がよい。この樹脂部は、例えば、エポキシ樹脂やウレタン樹脂、PPS樹脂、ポリブチレンテレフタレート(PBT)樹脂、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン(ABS)樹脂などが利用できる。これらの樹脂は、後述する実施形態2の樹脂被覆部の構成樹脂にも利用できる。

10

【0041】

<効果>

上記コイル成形体1を具えるリアクトル10は、放熱板5を具えることで、アルミニウムといった金属からなるケースを省略した構成としても、放熱性に優れる。特に、コイル成形体1は、放熱板5に掛止部を具え、この掛止部が樹脂成形部4cの構成樹脂(受け部4n)に引っ掛かる構成である。そのため、コイル成形体1の搬送や、リアクトル10の組立にあたりコイル成形体1を持ち上げたり移動させたりする場合、また、コイル成形体1を具えるリアクトル10を搬送したり、架台に取り付ける際などで持ち上げたり移動させる場合でも、放熱板5が落下し難い。従って、リアクトル10は、放熱板5の存在による優れた放熱性を十分に活用できると期待される。また、放熱板5は、コイル3において架台に設置される側の設置面に接して配置されているため、コイル3の熱を架台に効率よく伝達することができる。

20

【0042】

更に、コイル成形体1は、樹脂成形部4cの構成樹脂により、コイル3の外周に放熱板5を固定する構成である上に、放熱板5が掛止部を有することで強固に固定されることから、放熱板を固定するためのボルトなどの固定部材が不要であり、部品点数や作業工程の削減を図ることができる。特に、放熱板5の固定作業は、上述のように樹脂成形部4cを形成する際に同時に行われるため、複雑な形状の放熱板5であっても、コイル成形体1に簡単に一体化することができる。

【0043】

更に、コイル成形体1は、樹脂成形部4cの構成樹脂により各コイル素子の内周も覆い、この構成樹脂を所定の厚さ及び形状とすることで磁性コア2(コイル巻回部2c)の位置決めに利用することができる。そのため、コイル成形体1は、ボビンなどの位置決め用の部材が不要でありながら、磁性コア2の位置決めを容易に行え、部品点数や作業工程の削減を図ることができる。加えて、樹脂成形部4cの構成樹脂を絶縁性樹脂とすることで、コイル素子の内周を被覆する構成樹脂により磁性コア2とコイル3との間を絶縁することができることから、インシュレータなどの絶縁部材が不要であり、部品点数や作業工程の削減を図ることができる。その他、この例に示す放熱板5は、四つの端面がいずれも平面であり、二つの端面53のみが傾斜面であるため、製造し易い。このようにコイル成形体1を用いることで、部品点数が少なく小型で、放熱性に優れるリアクトル10が得られる。また、リアクトル10は、コイル成形体1と磁性コア2との組合体の外周を別途樹脂により覆っていないため、この樹脂の被覆工程が不要であり、組立作業性に優れる。

30

40

【0044】

(変形例1-1)

上記実施形態1では、矩形板からなり、二つの端面が台形状であり、この台形状の端面が埋設面及び露出面に直交する放熱板を説明した。放熱板を以下のように変形してもよい。以下の(1)、(2)の構成は、後述する各変形例や実施形態2にも適用することができる。

(1) 四つの端面を台形状として、全ての端面が埋設面及び露出面に対して傾斜した形状とする。この放熱板は、埋設面と、四つのテーパ状の端面とによりつくられる三角形の部分、即ち、掛止部が多くなることから、樹脂成形部の構成樹脂に更に引っ掛かり易く

50

なり、放熱板の脱落をより効果的に防止することができる。

(2) 埋設面及び露出面を多角形状とする。この放熱板は、端面が多く、これらの端面を傾斜面にして、掛止部を多くすることで、樹脂成形部の構成樹脂に更に引っ掛かり易くなり、放熱板の脱落をより効果的に防止することができる。

【 0 0 4 5 】

(変形例1-2)

図3は、実施形態1とは別の形状の放熱板を具えるコイル成形体を示し、(A)は、端面領域に段差を有する放熱板を具えるコイル成形体の正面図、(B)～(D)は、コイル成形体において放熱板部分を拡大して示す部分断面図であり、(B)は、端面領域に曲面を有する放熱板、(C)は、端面領域に突起を有する放熱板、(D)は、平行四辺形状の端面を有する放熱板を示す。この変形例1-2の構成は、後述する各変形例、実施形態2にも適用することができる。

【 0 0 4 6 】

(A) 上記実施形態1では、対向する二つの端面5eが埋設面から露出面に向かって先細りするテーパ状である放熱板、即ち、埋設面と平行な仮想面をとったとき、埋設面から露出面に向かって当該仮想面が連続的に小さくなる形状の放熱板を説明した。図3(A)に示す放熱板5Aのように、対向する二つの端面は、上記仮想面をとったとき、埋設面51Aから露出面52Aに向かって当該仮想面が断続的に小さくなる形状としてもよい。この例に示す放熱板5Aは、矩形板であり、対向する二つの端面領域を図3(A)に示すように1段の段差形状としている。つまり、放熱板5Aは、上記仮想面をとったとき、埋設面51Aから厚さ方向の所定の範囲までは、埋設面51Aと等しい面積の仮想面がとれ、上記所定の位置から露出面52Aまでは、露出面52Aと等しい面積の仮想面がとれ、埋設面51A側が露出面52A側よりも突出した形状である。この突出した埋設面51A側の領域が掛止部として機能し、露出面52A側の凹んだ矩形形状の空間に入り込んだ樹脂成形部4cの構成樹脂により構成される矩形形状の受け部4Anに引っ掛かることで、放熱板5Aは、実施形態1と同様に落下し難い。なお、全ての端面領域をこのような段差形状とすると、落下防止の効果を高められる。また、放熱板5Aは、上記露出面52A側の凹んだ矩形形状の空間の隅々に樹脂成形部4cの構成樹脂が行き渡り易く、放熱板5Aが当該構成樹脂により、強固に固定され易い。

【 0 0 4 7 】

(B) 上記実施形態1では、傾斜面53が平面である放熱板を説明した。図3(B)に示す放熱板5Bのように、傾斜面53Bを曲面としてもよい。この放熱板5Bは、埋設面51Bと傾斜面53Bとによりつくられる曲面を持つ部分が掛止部として機能し、樹脂成形部4cの構成樹脂により構成される受け部4Bnにより樹脂成形部4cに強固に固定され、落下し難い。なお、全ての端面領域をこのような曲面形状としてもよいし、曲面と平面とを組み合わせた形状としてもよい。

【 0 0 4 8 】

(C) 上記実施形態1の放熱板は、上記(A)で述べたように、埋設面と平行な仮想面をとったとき、埋設面から露出面に向かって当該仮想面が連続的に小さくなる形状である。図3(C)に示す放熱板5Cのように、上記仮想面をとったとき、埋設面51Cと露出面52Cとの間で、露出面52Cよりも面積が大きな仮想面がとれる形状、即ち、埋設面51Cと露出面52Cとの間に突起54を有する形状としてもよい。この突起54は、直方体状であり、掛止部として機能する。放熱板5Cは、樹脂成形部4cの構成樹脂により構成されるJ状の受け部4Cnに上記掛止部(突起54)が引っ掛かることで樹脂成形部4cに強固に固定され、落下し難い。対向する二つの端面領域だけでなく、全ての端面領域に突起54を存在させると、放熱板の落下防止の効果を高められる。なお、この例に示す放熱板5Cは、埋設面51Cと露出面52Cとを等面積としているが、実施形態1の放熱板5と同様に、露出面を埋設面よりも小さくしてもよい。また、突起54の形状は特に問わない。このような放熱板5Cは、成形により製造することもできるが、複数の薄板を接合すると簡単に形成することができる。

【 0 0 4 9 】

(D) 上記実施形態1の放熱板は、露出面が埋設面よりも小さい形状である。図3(D)に示

す放熱板5Dのように、埋設面51Dと露出面52Dとを等面積としてもよい。このとき、放熱板5Dの四つの端面のうち、対向する二つの端面5Deを平行四辺形状とし、残りの対向する二つの端面を傾斜面53Dとする。この放熱板5Dも実施形態1の放熱板5と同様に、埋設面51Dと一方の傾斜面53Dとによりつくられる三角形の部分が掛止部として機能し、樹脂成形部4cの構成樹脂により構成される三角形の受け部4Dnに引っ掛かることで、樹脂成形部4cに強固に固定され、落下し難い。特に、三角形の掛止部が受け部4Dnに十分に引っ掛かるように大きさを調整することで、より落下し難くすることができる。また、放熱板5Dは、埋設面51Dと露出面52Dとが同面積であることで、コイルからの熱を効率よく架台に伝達できるため、この放熱板5Dを具えるリアクトルは、放熱性に更に優れる。なお、落下防止の効果を十分に高めるためには、実施形態1のように掛止部を複数有することが好ましい。

10

【0050】

その他、埋設面及び露出面の形状は、矩形、多角形状以外の形状、例えば、円形状、楕円形状などでもよく、両面が同一形状或いは相似形状でも、異なる形状でもよい。例えば、放熱板を多層構造とし、形状の異なる板材を接合することで、埋設面の形状と露出面の形状とを容易に異ならせることができる。或いは、埋設面の形状と露出面の形状とが異なるように放熱板を成形したり、素材板を切削などして放熱板を形成したりしてもよい。

【0051】

(変形例1-3)

上記実施形態1の放熱板は、窒化珪素からなるものを説明した。その他、放熱板の構成材料として、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、銀、銀合金、鉄やオーステナイト系ステンレス鋼といった金属材料、アルミナ(Al_2O_3):20~30W/m・K程度、窒化アルミニウム(AIN):200~250W/m・K程度、窒化ほう素(BN):50~65W/m・K程度、炭化珪素(SiC):50~130W/m・K程度などのセラミックスといった非金属材料(数値は熱伝導率)を利用することができる。セラミックスを用いた放熱板は、軽量であり、金属材料を用いた放熱板は、放熱性が高い。

20

【0052】

金属材料からなる放熱板の場合、コイルに近接して配置される面に絶縁性に優れるセラミックス薄膜を設けた構成とすると、コイルと放熱板との間の絶縁性を高められる。このとき、放熱板は、埋設面が上記セラミックス薄膜で構成され、露出面が金属材料から構成される。セラミックス薄膜は、例えば、 Si_3N_4 , Al_2O_3 , AIN, BN, SiCなどが挙げられ、PVD法やCVD法などで形成できる。或いは、コイルと放熱板との間に樹脂成形部4cの構成樹脂が介在するように放熱板を固定することで、コイルと放熱板との間の絶縁性を高められる。この変形例1-3に関する事項は、後述する各変形例や実施形態2にも適用することができる。

30

【0053】

(変形例1-4)

上記実施形態1では、コイル3において架台側に配置される設置面に接して放熱板5が配置される構成を説明した。その他、コイル3の外周を覆うように、コイル3において上記設置面以外の面、具体的には、上面(図1(A)のコイル3において巻線3wの端部が引き出された面)や側面(図1(A)のコイル3において左右側の面)に接して又は近接させて別途放熱板が配置された構成とすると、更に放熱性に優れるリアクトルが得られる。別途用意する放熱板も、樹脂成形部4cの構成樹脂により固定するとよく、また、放熱板5と同様の形状とすることで脱落し難い。

40

【0054】

(実施形態2)

次に、コイル成形体を具えていないリアクトルを説明する。図4は、本発明リアクトルの概略斜視図、図5は、このリアクトルの正面図である。リアクトル20は、内部に冷媒が充填された架台100に直接取り付けられて利用されるものであり、磁性コア2と、このコア2の外周に配置されるコイル3と、これらコア2とコイル3との組合体の外周を覆う樹脂被覆部41と、コイル3の外周に配置されて、樹脂被覆部41の構成樹脂に固定された放熱板5とを

50

具える。このリアクトル20の特徴とするところは、上述した実施形態1と同様に特定の形状を有する放熱板5を具える点にある。以下、実施形態1との相違点を中心に説明する。

【0055】

[磁性コア]

磁性コア2は、実施形態1のリアクトル10に具える磁性コアと同様であり、一对のコイル巻回部(図示せず)と一对の端部コア2eとにより環状に形成される。ここでは、端部コア2eの架台100側の面(図5において下面、以下、設置面2bと呼ぶ)、及び設置面2bに対向する面(図5において上面)の双方の面は、コイル巻回部の架台100側の面及びその対向面のそれぞれよりも突出しており、コイル巻回部と面一になっていない。

【0056】

[コイル]

コイル3は、実施形態1と同様に被覆平角線をエッジワイズ巻きにして形成した一对のコイル素子を具える。ここでは、各コイル素子を別々の被覆平角線にて作製し、各コイル素子を形成する巻線3wの端部を溶接などにより接合して一体のコイルとしている。

【0057】

[インシュレータ]

磁性コア2とコイル3の組合体は、インシュレータ6も設けられている。インシュレータ6は、コイル巻回部の外周を覆う筒状部(図示せず)と、コイル3の端面に当接される一对の枠状部6fとを具える。筒状部は、半割れの角筒片同士を係合する構成とすると、コイル巻回部の外周を容易に覆うことができる。各枠状部6fは、筒状部の一端部に配置される矩形枠である。インシュレータには、PPS樹脂、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)樹脂、LCPなどの絶縁性樹脂が利用できる。

【0058】

[樹脂被覆部]

上記組合体は、その外周を覆うように樹脂被覆部4iを具える。ここでは、樹脂被覆部4iは、上記組合体を作製した後、コイル3の巻線3wの端部が露出されるように、エポキシ樹脂を注型成形することで形成している。この樹脂被覆部4iは、直方体状であり、磁性コア2及びコイル3を覆う箇所の平均厚さを1~2mmと均一的にしており、四隅を比較的厚くし、各隅にそれぞれ、架台100にリアクトル20を固定するためのボルト7が挿通される挿通孔4b(図5)を具える。樹脂被覆部4iの形状や樹脂の厚さは適宜選択することができる。

【0059】

[放熱板]

そして、リアクトル20は、実施形態1と同様に放熱板5を具える。放熱板5の形状、構成材料は、実施形態1と同様であり、樹脂被覆部4iの構成樹脂により、コイル3の設置面に接するように固定されている。ここでは、図5に示すように長形状の傾斜面53がコイル3の軸方向に向くように放熱板5を配置している。つまり、実施形態1の放熱板の配置位置に対して、放熱板をその端面の向きが変わるように水平に90°回転させた配置としている。この放熱板5は、埋設面51と傾斜面53とによりつくられる三角形の部分が掛止部として機能し、樹脂被覆部4iの構成樹脂により構成される三角形の受け部4nにより樹脂被覆部4iに強固に固定され、脱落し難い。

【0060】

[リアクトルの製造]

上記構成を具えるリアクトル20は、以下のようにして形成することができる。

【0061】

まず、コア片やギャップ材を接着剤などで固定してコイル巻回部を形成し、この外周にインシュレータの筒状部を配置する。別途、作製しておいたコイル3を筒状部が配されたコイル巻回部に配置し、コイル3の両端面に、インシュレータ6の枠状部6f及び端部コア2eを当接させ、コイル3を挟むように枠状部6f及び端部コア2eを配置して、接着剤などで端部コア2eとコイル巻回部とを接合する。この工程により、磁性コア2とコイル3との組合体が得られる。

10

20

30

40

50

【0062】

得られた組合体の外周を覆うように樹脂被覆部41を形成すると共に、組合体と放熱板5とを樹脂被覆部41の構成樹脂により一体にする。放熱板5の露出面52及び巻線3wの端部は、樹脂被覆部41から露出させる。上記工程により、リアクトル20が組み立てられる。

【0063】

得られたリアクトル20は、端部コア2eの設置面2b及び放熱板5の露出面52を架台100に接するように配置し、ボルト7を締め付けることで、架台100に取り付けられる。上記設置面2bや露出面52にグリスなどを極薄く(数十 μm 程度)塗っておくと、端部コア2eや放熱板5を架台100に密着させ易い。

【0064】

[効果]

上記構成を具えるリアクトル20は、実施形態1のリアクトル10と同様に、放熱板5を具えることで、ケースを省略した構成としても放熱性に優れる。特に、放熱板5の掛止部が樹脂被覆部41の構成樹脂(受け部4n)に引っ掛かることで放熱板5が落下し難く、リアクトル20は、放熱板5の存在による優れた放熱性を十分に活用することができると期待される。また、樹脂被覆部41の成形の際、この構成樹脂により、磁性コア2とコイル3との組合体に放熱板5が固定されるため固定作業が容易であり、リアクトルの組立作業性に優れる。更に、リアクトル20は、放熱板5を固定するためにボルトといった固定用部材が不要であり、部品点数や作業工程の削減を図ることができる。

【0065】

加えて、リアクトル20は、磁性コア2の端部コア2e及び放熱板5を架台100に直接接触させる構成であるため、磁性コア2やコイル3の熱を架台100に効率よく伝えられ、放熱性に更に優れる。また、端部コア2eをコイル巻回部よりも突出させた形状とすることで、端部コアの外周面とコイル巻回部の外周面とが面一である従来のリアクトルにおける端部コアの断面積と、端部コア2eの断面積とを等しくすると、リアクトル20は、従来のリアクトルよりも磁性コアの長さ(コイルの軸方向の長さ)を短くできる。従って、リアクトル10は、架台100に対する載置面積が従来のリアクトルよりも小さく、小型である。

【0066】

その他、リアクトル20は、絶縁性の樹脂からなる樹脂被覆部41を具えることで、(1)磁性コア2とコイル3の組合体を一体に取り扱える、(2)磁性コア2を補強できる、(3)外部環境から磁性コア2やコイル3を保護できる、(4)周囲の部材との間で絶縁を確保できる、といった種々の効果を奏することができる。

【0067】

また、リアクトル20は、樹脂被覆部41にボルト7が挿通される挿通孔4bを具えることで、架台100に簡単に取り付けられる。特に、リアクトル20では、挿通孔4bが設けられる箇所樹脂を厚くしており、ボルト7を締め付けた際の応力により樹脂被覆部41に割れなどが生じ難い。なお、挿通孔4bを設けている箇所は、組合体が存在しない箇所であるため、肉厚な樹脂部分が存在することによる放熱性の低下を低減することができる。

【0068】

(変形例2-1)

上記実施形態2の放熱板5は、対向する二つの端面5eが、埋設面51から露出面52に向かって先細りするテーパ状の面である。その他の放熱板として、図6に示すリアクトル30のように、端面領域に段差を有する放熱板5A(変形例1-2(図3(A))で説明したもの)や図3(B)~(D)に示す放熱板5B~5Dを適宜利用することができる。

【0069】

なお、上述した実施形態及び変形例は、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】

【0070】

本発明のリアクトルは、放熱性に優れ、小型であるため、例えば、ハイブリッド自動車

10

20

30

40

50

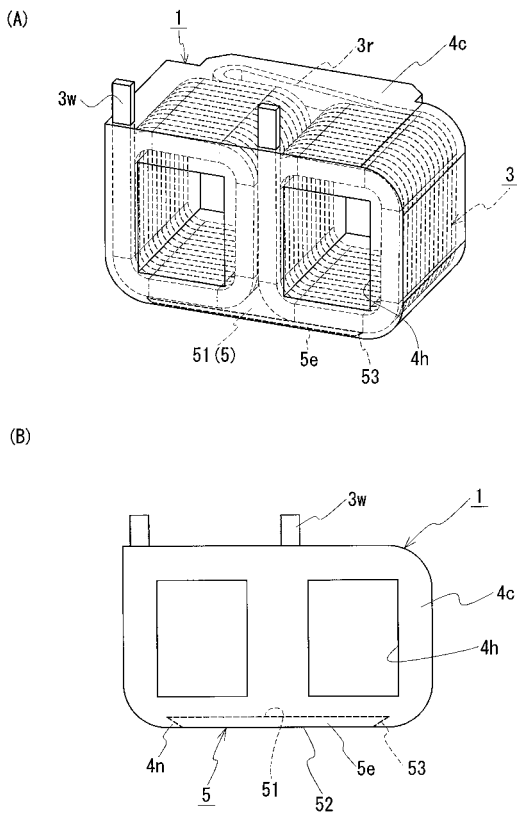
や電気自動車、燃料電池車などの車両に搭載される車載用DC-DCコンバータといった電力変換装置の構成部品に好適に利用することができる。本発明のコイル成形体は、上記リアクトルの構成部品に好適に利用することができる。

【符号の説明】

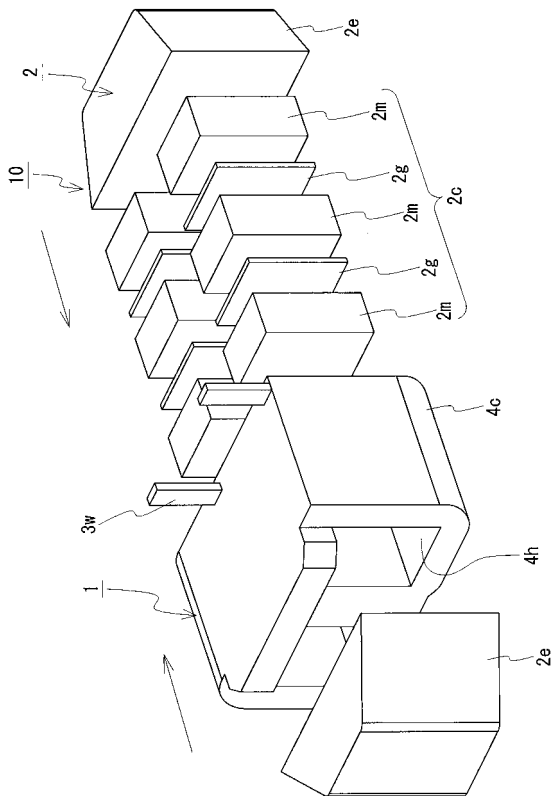
【0071】

- 1 コイル成形体 2 磁性コア 2e 端部コア 2c コイル巻回部
- 2m コア片 2g ギャップ材 2b 設置面 3 コイル 3w 巻線
- 3r 巻返し部 4c 樹脂成形部 4l 樹脂被覆部 4h 中空孔 4b 挿通孔
- 4n, 4An, 4Bn, 4Cn, 4Dn 受け部 5, 5A, 5B, 5C, 5D 放熱板 5e, 5De 端面
- 51, 51A, 51B, 51C, 51D 埋設面 52, 52A, 52C, 52D 露出面
- 53, 53B, 53D 傾斜面 54 突起 6 インシュレータ 6f 枠状部
- 7 ボルト 10, 20, 30 リアクトル 100 架台

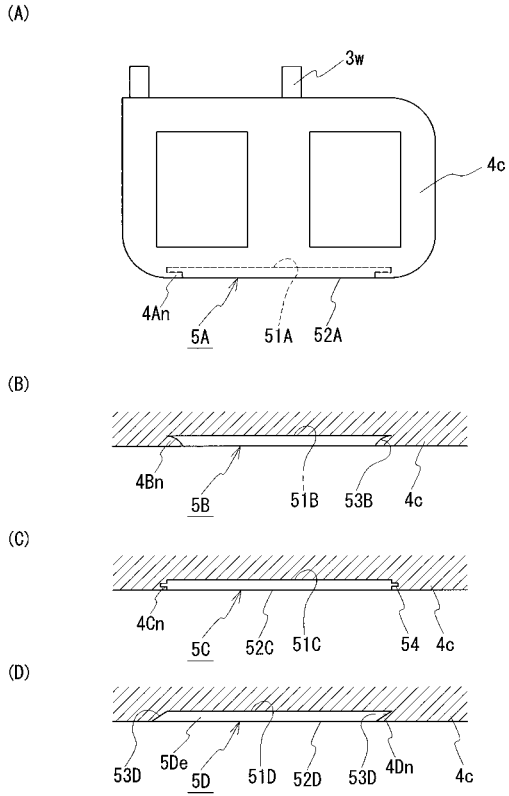
【図1】



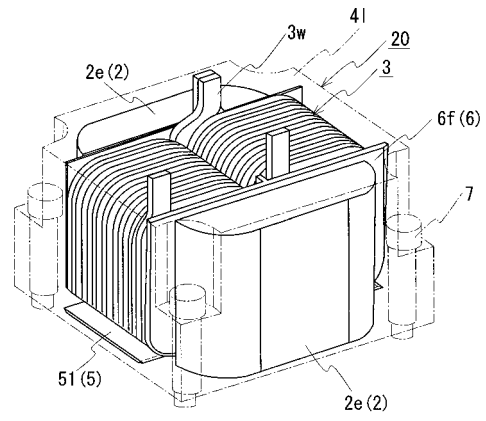
【図2】



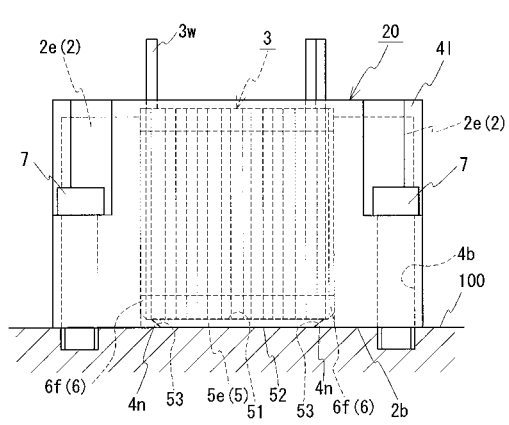
【 図 3 】



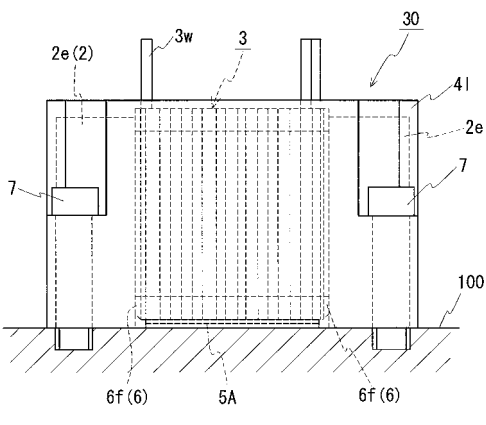
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

審査官 池田 安希子

- (56)参考文献 特開2007-227640(JP,A)
特開昭55-134919(JP,A)
特開平06-334091(JP,A)
登録実用新案第3043096(JP,U)
特開2008-198870(JP,A)
特開平07-014726(JP,A)
特開2004-193215(JP,A)
特開平05-114669(JP,A)
特開平08-172145(JP,A)
特開平02-063142(JP,A)
実開平04-087607(JP,U)
実開昭59-195726(JP,U)
特開2004-236429(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 37/00
H01F 27/32