

(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
2018年3月29日(29.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/056047 A1

(51) 国際特許分類:

H01F 37/00 (2006.01) *H01F 27/28* (2006.01)
H01F 27/24 (2006.01) *H01F 27/32* (2006.01)
H01F 27/255 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/031940

(22) 国際出願日: 2017年9月5日(05.09.2017)

(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 2016-184615 2016年9月21日(21.09.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社オートネットワーク技術研究所 (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES,LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三

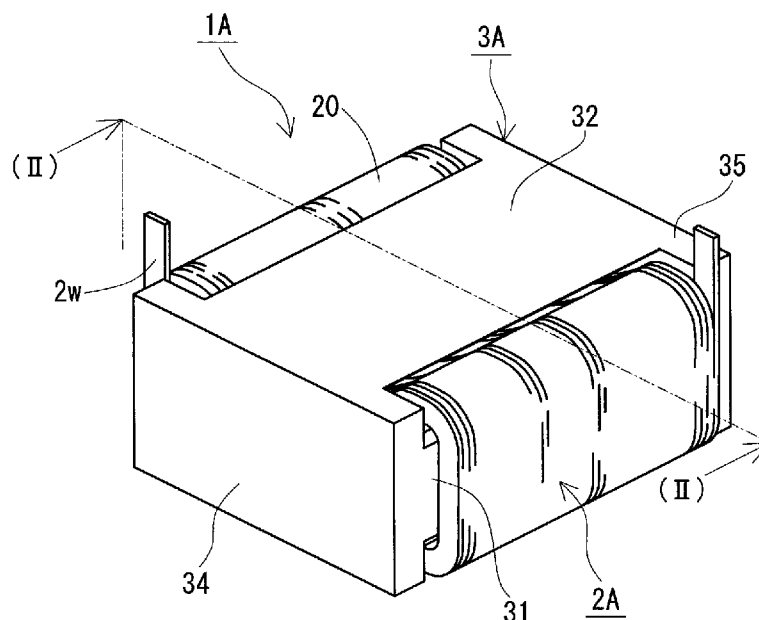
重県四日市市西末広町1番14号 Mie (JP). 住友電装株式会社(SUMITOMO WIRING SYSTEMS,LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町1番14号 Mie (JP). 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 稲葉 和宏 (INABA, Kazuhiro); 〒5108503 三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内 Mie (JP).

(74) 代理人: 山野 宏(YAMANO, Hiroshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島六丁目1番

(54) Title: COIL, MAGNETIC CORE, AND REACTOR

(54) 発明の名称: コイル、磁性コア、及びリアクトル



(57) **Abstract:** A coil equipped with a cylindrical winding obtained by winding a wire, wherein the winding is equipped with two coil recesses provided toward the inside space surrounded by the inner-circumferential surface of the winding in a manner such that the recessing directions thereof are oriented in opposite directions from one another.

(57) 要約: 巻線が巻回されてなる筒状の巻回部を備え、前記巻回部は、その内周面に囲まれる内側空間に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコイル凹部を備えるコイル。

[続葉有]



WO 2018/056047 A1



3 号 アストロ新大阪第2ビル10階 啓
明特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： コイル、磁性コア、及びリアクトル

技術分野

[0001] 本発明は、コイル、磁性コア、及びリアクトルに関するものである。

本出願は、２０１６年０９月２１日付の日本国出願「特願２０１６－１８４６１５」に基づく優先権を主張し、上記日本国出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

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。特許文献１の図４，図５は、車載コンバータ用のリアクトルとして、巻線を螺旋状に巻回してなる一つの矩形筒状の巻回部を備えるコイルと、一对のＥ字状の分割コアを組み合わせてなる磁性コアとを備えるものを開示する。この磁性コアは、巻回部の内周に配置される中脚（内側コア部３１）と、巻回部の外周に配置されて中脚を挟む一对の側脚と、中脚及び両側脚を挟み、これらを連結する二つの連結部とを備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１６－１２２７６０号公報

発明の概要

[0004] 本開示のコイルは、
巻線が巻回されてなる筒状の巻回部を備え、
前記巻回部は、その内周面に囲まれる内側空間に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコイル凹部を備える。

[0005] 本開示の磁性コアは、
コイルの巻回部の内周に配置される中脚部と、前記巻回部の外周に配置されて前記中脚部を挟む二つの側脚部と、前記中脚部及び両側脚部を挟み、これらを連結する二つの連結部とを備え、

前記中脚部は、

前記二つの側脚部に挟まれない張出箇所を含み、

前記中脚部の内部に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコア凹部を備え、

各側脚部は、

各コア凹部に向かって突出し、前記各コア凹部との間に所定の隙間を設けて配置される凸面を備える。

[0006] 本開示のリアクトルは、

上記の本開示のコイルと、上記の本開示の磁性コアとを備え、

各コイル凹部が前記中脚部の各コア凹部と前記各側脚部の凸面間に配置され、

前記巻回部における前記コイル凹部以外の箇所が前記磁性コアに覆われずに露出される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施形態1のリアクトルを示す概略斜視図である。

[図2]実施形態1のリアクトルを図1に示す(ⅠⅠ)－(ⅠⅠ)切断線で切断した断面図である。

[図3]実施形態1のコイルを示す概略斜視図である。

[図4]実施形態1の磁性コアを示す分解斜視図である。

[図5]実施形態1のリアクトルがケースに収納された状態を示す横断面図である。

[図6]実施形態2のリアクトルを示す横断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルが望まれている。また、このようなリアクトルを構築できるコイル及び磁性コアが望まれている。

[0009] 特許文献1の図4では、リアクトルを取り付ける設置対象の載置面に対し

てコイルの巻回部の軸方向が平行するようにリアクトルを設置対象に設置する形態（以下、横置き形態と呼ぶことがある）を示す。横置き形態では、巻回部の軸方向が設置対象の載置面に対して直交するようにリアクトルを設置する場合に比較して、特に巻回部のターン数が多い場合などでも、リアクトルにおける載置面からの高さ（以下、設置高さと呼ぶことがある）を低くできる。また、特許文献１の図４では、巻回部の外周面における設置対象側に位置する下面及びその対向位置にある上面を磁性コアで覆わず露出させ、巻回部の下面を設置対象の載置面に近接する。こうすることで、コイルの熱を設置対象に伝え易い上に巻回部の上面から周囲雰囲気にも放散し易く、放熱性に優れる。

[0010] しかし、特許文献１の図４に示すリアクトルに対して、更なる低背化を図ると、以下のように、損失の増大が懸念される。設置高さを低くするために、巻回部の端面形状を横長の長方形形状に変更し、この横長の巻回部の形状に対応して、中脚を横長の長方形形状に変更すると、中脚と側脚との中心間の距離が離れる。その結果、横長の巻回部において、中脚と側脚間に挟まれず、磁性コアに覆われない箇所の長さが長くなり、このような箇所に漏れ磁束が鎖交し易い。漏れ磁束の鎖交によって、コイルに生じる渦電流損の増大を招き得る。

[0011] 上述の横長の巻回部に対して、例えば巻回部の長辺部を中脚と側脚とで挟み、巻回部の短辺部を露出させれば、上述の巻回部への磁束の鎖交を低減して、損失の増大を低減し易い。しかし、巻回部の長辺部と設置対象の載置面間に側脚が介在されるため、側脚の厚さ分だけ設置高さの増大を招く上に、コイルから設置対象への放熱性の低下も招く。

[0012] そこで、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルを提供することを目的の一つとする。また、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できるコイル、及び磁性コアを提供することを別の目的の一つとする。

[0013] [本開示の効果]

上記の本開示のコイル及び上記の本開示の磁性コアは、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる。上記の本開示のリアクトルは、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れる。

[0014] [本願発明の実施形態の説明]

最初に本願発明の実施態様を列記して説明する。

(1) 本開示の一態様に係るコイルは、

巻線が巻回されてなる筒状の巻回部を備え、

前記巻回部は、その内周面に囲まれる内側空間に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコイル凹部を備える。

[0015] 上記のコイルによれば、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる。詳しくは以下の通りである。

[0016] 上記のコイルは、巻回部のコイル凹部を磁性コアの配置箇所利用できる。上記のコイルに磁性コア（特に後述の（５）の磁性コアなど）を組み付けて、コイル凹部に磁性コアの一部を配置すれば、コイル凹部と磁性コアの一部との重複配置によって、上記のコイルと磁性コアとを含む組物の大きさを小さくできる。従って、上記のコイルを利用することで、好ましくは横置き形態とすることで、設置高さが低いリアクトルなどを構築できる。

[0017] 上記のコイルは、巻回部のコイル凹部を磁性コアの配置箇所とし、巻回部におけるコイル凹部以外の箇所を磁性コアに覆われない露出箇所とすれば、この露出箇所の少なくとも一部を設置対象の載置面に近接させたり、周囲雰囲気曝露に曝したりすることなどができる。従って、上記のコイルを利用することで、放熱性に優れるリアクトルなどを構築できる。

[0018] 上記のコイルは、巻回部のコイル凹部を磁性コアの配置箇所とし、コイル凹部を、磁性コアにおける巻回部内に配置される箇所とコイル凹部に配置される箇所とで挟むことができる。そのため、巻回部の端面形状が横長であり、コイル凹部が比較的長くても、漏れ磁束の鎖交に起因する損失を低減し易い。従って、上記のコイルを利用することで、低損失なリアクトルなどを構築できる。

[0019] (2) 上記のコイルの一例として、

前記巻回部の端面を内包する長方形の短辺に対する長辺の比が1.5以上である形態が挙げられる。

[0020] 上記形態は偏平なコイルといえ、横長に設置できる。従って、上記形態は、設置高さがより低いリアクトルなどを構築できる。

[0021] (3) 上記のコイルの一例として、

前記二つのコイル凹部は、対向配置される形態が挙げられる。

[0022] 上記形態は、例えばコイル凹部が向かい合った対称形状とすることができ、非対称な場合と比較して、コイルを形成し易い上に、磁束をバランスよく磁性コアに流し易い。従って、上記形態は、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる上に、製造性にも優れ、電磁気的なバランスにも優れるリアクトルなどを構築できる。

[0023] (4) 上記のコイルの一例として、

前記コイルの外周の少なくとも一部を覆う樹脂モールド部を備える形態が挙げられる。

[0024] 上記形態は、磁性コアや周囲部品などとの間の絶縁性を高められる。従って、上記形態は、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる上に、絶縁性にも優れる。

[0025] (5) 本開示の一態様に係る磁性コアは、

コイルの巻回部の内周に配置される中脚部と、前記巻回部の外周に配置されて前記中脚部を挟む二つの側脚部と、前記中脚部及び両側脚部を挟み、これらを連結する二つの連結部とを備え、

前記中脚部は、

前記二つの側脚部に挟まれない張出箇所を含み、

前記中脚部の内部に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコア凹部を備え、

各側脚部は、

各コア凹部に向かって突出し、前記各コア凹部との間に所定の隙間を設

けて配置される凸面を備える。

[0026] 上記の磁性コアによれば、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる。詳しくは以下の通りである。

[0027] 上記の磁性コアは、中脚部のコア凹部と側脚部の凸面間の隙間をコイルの巻回部の配置箇所利用できる。上記の磁性コアにコイル（特に上述の（１）のコイルなど）を組み付けて、中脚部を巻回部内に挿通配置すると共に上記の隙間に巻回部の一部を配置すれば、磁性コアの一部と巻回部の一部との重複配置によって、上記の磁性コアとコイルとを含む組物の大きさを小さくできる。従って、上記の磁性コアを利用することで、好ましくは中脚部の軸方向が設置対象の載置面に平行するように設置する形態（横置き形態に相当）とすることで、設置高さが低いリアクトルなどを構築できる。

[0028] 上記の磁性コアは、中脚部のコア凹部と側脚部の凸面間の隙間を巻回部の一部の配置箇所とし、中脚部の張出箇所を囲むように巻回部の他部を配置すれば、この巻回部の他部を磁性コアに覆われない露出箇所とすることができる。この露出箇所の少なくとも一部を設置対象の載置面に近接させたり、周囲雰囲気曝したりすることなどができる。従って、上記の磁性コアを利用することで、放熱性に優れるリアクトルなどを構築できる。

[0029] 上記の磁性コアは、中脚部に凹んだ部分を含むものの張出箇所を備えるため、所定の磁路面積を確保できる。また、中脚部の各コア凹部を埋めるように各側脚部が設けられ、中脚部と側脚部とが近接される部分を含むため、漏れ磁束を低減できる。そのため、磁性コアの横断面（後述）における外形が横長である場合でも、中脚部のコア凹部と側脚部の凸面間の隙間に巻回部の一部を配置すれば、漏れ磁束の鎖交に起因する損失を低減でき、低損失なリアクトルなどを構築できる。

[0030] （６）上記の磁性コアの一例として、

前記中脚部の軸方向に直交する平面で前記磁性コアを切断した横断面を内包する長方形の短辺に対する長辺の比が１．５以上である形態が挙げられる。

[0031] 上記形態は偏平な磁性コアといえ、横長に設置できる。従って、上記形態は、設置高さがより低いリアクトルなどを構築できる。

[0032] (7) 上記の磁性コアの一例として、

前記二つのコア凹部が対向配置されると共に、前記二つの凸面が対向配置される形態が挙げられる。

[0033] 上記形態は、例えばコア凹部が向かい合い、その外側に凸面が向かい合った対称形状とすることができ、非対称な場合と比較して、磁性コアを形成し易い上に、磁束をバランスよく通過させ易い。従って、上記形態は、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる上に、製造性にも優れ、電磁氣的なバランスにも優れるリアクトルなどを構築できる。

[0034] (8) 上記の磁性コアの一例として、

磁性粉末と樹脂とを含む複合材料の成形体、及び磁性粉末を含む圧粉成形体の少なくとも一方を備える形態が挙げられる。

[0035] 上記形態は、複合材料の成形体から構成される一体成形物や、複合材料の成形体及び圧粉成形体の少なくとも一方から構成される複数の分割コア片の組物とすることができ、材料の選択の自由度が高い。

[0036] (9) 上記の磁性コアの一例として、

一对の分割コア片を組み合わせて構成され、

各分割コア片は、一方の前記連結部と、前記連結部から立設され、前記中脚部の一部を形成する中脚片及び前記各側脚部の一部を形成する二つの側脚片とを備える形態が挙げられる。

[0037] 上記形態は、コイルと組み付け易く、組付部品点数も少ない。従って、上記形態は、設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルなどを構築できる上に、リアクトルなどを製造し易い。

[0038] (10) 本開示の一態様に係るリアクトルは、

上記(1)から(4)のいずれか一つに記載のコイルと、上記(5)から(9)のいずれか一つに記載の磁性コアとを備え、

各コイル凹部が前記中脚部の各コア凹部と前記各側脚部の凸面間に配置され、

前記巻回部における前記コイル凹部以外の箇所が前記磁性コアに覆われずに露出される。

[0039] 上記のリアクトルは、コイル凹部を備えるという特定の形状のコイルと、中脚部にコア凹部を備える及び側脚部に凸面を備えるという特定の形状の磁性コアとを備え、各コイル凹部が中脚部のコア凹部と側脚部の凸面間に配置される。コイル凹部と中脚部及び側脚部との重複配置によって、上記のリアクトルの大きさを小さくできる。また、上記のリアクトルは、巻回部の一部（主としてコイル凹部）を磁性コアに覆われる箇所とし、巻回部の他部（主としてコイル凹部以外）を磁性コアに覆われない露出箇所とする。そのため、上述のように巻回部や磁性コアが横長な外観を有する場合でも、漏れ磁束及びこれに起因する損失を低減できる上に、コイルの熱を効率よく放散できる。従って、上記のリアクトルは、好ましくは横置き形態とすることで設置高さを低くできる上に、低損失で、放熱性にも優れる。

[0040] (11) 上記のリアクトルの一例として、

前記側脚部は、前記巻回部における前記磁性コアからの露出箇所の一部と面一な面を備える形態が挙げられる。

[0041] 上記形態は、巻回部における磁性コアから出っ張った箇所が少なく、更に小型なリアクトルといえ、設置高さをより低くし易い。また、上記形態は、巻回部における面一な面を放熱面として利用すれば、放熱性により優れる。

[0042] [本願発明の実施形態の詳細]

以下、図面を参照して、本願発明の実施形態を具体的に説明する。図中の同一符号は同一名称物を示す。以下、図面に示すリアクトル、コイル、磁性コアについて、その下面を設置対象の載置面に配置される設置面とする場合を説明する。また、以下の説明では、リアクトルなどを設置対象に設置した状態において、コイルの巻回部の軸方向に沿った方向を長さ方向、巻回部の軸方向に直交する方向であって、設置対象の載置面に平行な方向を幅方向、

載置面に直交する方向を高さ方向と呼ぶことがある。

[0043] [実施形態 1]

図 1 から図 5 を参照して、実施形態 1 のリアクトル 1 A、コイル 2 A、磁性コア 3 A を説明する。図 2、図 5 は、リアクトル 1 A をコイル 2 A の軸方向に直交する平面で切断した横断面図である。

[0044] (リアクトル)

<概要>

実施形態 1 のリアクトル 1 A は、図 1 に示すように巻線 2 w が巻回されてなる一つの筒状の巻回部 2 0 を備えるコイル 2 A と、コイル 2 A の内外に配置される磁性コア 3 A とを備える。磁性コア 3 A は、図 2 に示すようにコイル 2 A の巻回部 2 0 の内周に配置される中脚部 3 1 と、巻回部 2 0 の外周に配置されて中脚部 3 1 を挟む二つの側脚部 3 2、3 3 と、中脚部 3 1 及び両側脚部 3 2、3 3 を挟み、これら中脚部 3 1 及び側脚部 3 2、3 3 を連結する二つの連結部 3 4、3 5 (図 1、図 4) とを備える。磁性コア 3 A は、端的にいうと、一对の E 字状の分割コアを変形させた組物である (図 4)。この例のリアクトル 1 A は、コンバータケースなどの設置対象 (図示せず) の載置面に対して巻回部 2 0 の軸方向 (又は中脚部 3 1 の軸方向) が平行するように設置される横置き形態で使用される。

[0045] 実施形態 1 のリアクトル 1 A は、図 3 に示すように筒状の巻回部 2 0 の一部が内側に向かって凹んだ特定の形状である実施形態 1 のコイル 2 A を備える。また、実施形態 1 のリアクトル 1 A は、図 2 に示すように中脚部 3 1 に、側脚部 3 2、3 3 に挟まれない箇所 (張出箇所 3 1 p) を備えると共に、図 4 に示すように中脚部 3 1 の一部が内側に向かって凹み、側脚部 3 2、3 3 が中脚部 3 1 の凹みに向かって突出するという特定の形状である実施形態 1 の磁性コア 3 A を備える。更に、実施形態 1 のリアクトル 1 A は、図 2 に示すように巻回部 2 0 における上述の凹み部分 (コイル凹部 2 2、2 3) を、中脚部 3 1 の凹み部分 (コア凹部 3 1 2、3 1 3) と側脚部 3 2、3 3 の突出部分 (凸面 3 2 0、3 3 0) とに挟まれて磁性コア 3 A に覆われる箇所

とし、巻回部 20 の凹み部分以外の箇所を磁性コア 3 A に覆われない露出箇所とする。以下、構成要素ごとに詳細に説明する。

[0046] (コイル)

<概要>

実施形態 1 のコイル 2 A は、図 3 に示すように 1 本の巻線 2 w が螺旋状に巻回されてなる筒状の巻回部 20 を備える。巻回部 20 は、その内周面に囲まれる内側空間に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコイル凹部 22, 23 を備える。この例では、二つのコイル凹部 22, 23 が対向配置される。図 2, 図 3 では、コイル凹部 22 の凹み方向が下向き、コイル凹部 23 の凹み方向が上向きであり、巻回部 20 の幅方向（図 2 では左右方向）の同一位置において正反対の方向に凹んだ場合を示す。

[0047] この例の巻回部 20 は横長な直方体に内包されるような横長の外観を有する。この巻回部 20 は、横長な直方体状の筒体における長辺側の領域がそれぞれ内側に向かって凹んで幅方向の中央部がくびれており、この幅方向の中央部から離れるにつれて高さが大きくなるリボン状の筒体である。コイル 2 A に磁性コア 3 A を組み付ける場合、内側空間を中脚部 31 の配置箇所とし、各コイル凹部 22, 23 を各側脚部 32, 33 の配置箇所とすることで、コイル凹部 22, 23 は中脚部 31 と側脚部 32, 33 とで挟まれ、コイル凹部 22, 23 以外の箇所は磁性コア 3 A から露出される。

[0048] <巻線>

この例の巻線 2 w は、銅などからなる導体線と、導体線の外周を覆うポリアミドイミドなどの絶縁材料からなる絶縁被覆とを備える被覆線であり、横断面形状が長方形である平角線である。この例の巻回部 20 は、エッジワイズコイルである。巻線 2 w を丸線などの種々の形状の線材とすることができる。本例のように平角線のエッジワイズコイルとすると、丸線コイルに比較して、占積率を高めて小型化し易い（特に長さを短くし易い）上に、図 3 に示すように巻回部 20 の外周面を平滑な面にし易い。例えば、コイル凹部 22, 23 は円弧状面で形成され、設置状態において下方に位置する設置面

235, 235と、上方に位置し、設置面235に対向する対向面225, 225と、幅方向の両側に位置する側面とは平坦な平面で形成される（図2参照）。

[0049] 巻回部20に連続し、巻回部20の各端面側に配置される巻線2wの各端部は、電源などの外部装置との接続部に利用される。図3では、巻線2wの各端部が巻回部20から離れるように上方に引き出された場合を例示するが、引出方向、引出長さなどは適宜変更できる。

[0050] <コイル凹部>

この例のコイル凹部22, 23はいずれも円弧状であるが（図2）、適宜変更できる。本例のように円弧状であれば、巻回部20における角張った部分を低減でき、コイル2Aを製造し易い。また、巻回部20に対応して磁性コア3Aも角張った部分を低減できて割れなどが生じ難く組み付け作業性に優れると期待される。

[0051] この例のコイル凹部22, 23は、図2に示すように同一形状、同一の大きさであり、幅方向の形成位置が等しく、高さ方向の形成位置を高さ方向の中心線 L_H を中心として対称位置としている。そのため、巻回部20の端面形状及び横断面形状は、幅方向の中心線 L_W を中心として対称形状であり、かつ高さ方向の中心線 L_H を中心として対称形状である。コイル凹部22, 23の形状や大きさ（曲げ半径、巻回部20の内側への突出高さなど）、形成位置などを異ならせて、巻回部20の端面形状及び横断面形状を非線対称な形状とすることができる（後述の実施形態2参照）。本例のように線対称形状であれば、非線対称な場合と比較してコイル2Aを形成し易い上に、磁束を磁性コア3Aにバランスよく流し易い。各コイル凹部22, 23の大きさ、コイル凹部22, 23間の間隔などは適宜選択できる。本例では、コイル凹部22, 23の内周面同士が接触せず、巻回部20における幅方向の中央部に所定の隙間 H_2 （ここではコイル凹部22, 23間の最短距離とする）を有し、中央部から幅方向の両側に向かって巻回部20の内周面における対向領域間の間隔が大きい場合を示す。コイル凹部22, 23の開口幅 W_{22} , W_{23} は

、巻回部 20 の幅 W_2 の 20% 以上 90% 以下程度、コイル凹部 22, 23 の最大深さ H_{22} , H_{23} は、巻回部 20 の高さ H の 10% 以上 50% 未満程度とすることができる。

[0052] <アスペクト比>

横長の巻回部 20 とは、定量的には、巻回部 20 の端面を内包する長方形を想定した場合に、この仮想の長方形の短辺に対する長辺の比（ここでは、幅 W_2 / 高さ H に相当）が 1 を超えることをいう。特に上記比が 1.5 以上であると、リアクトル 1A の設置高さが相対的に小さくなり易い。上記比が大きいほど低背化し易く、1.8 以上、更に 2.0 以上であることが好ましい（本例では 2.0 以上）。上記比が大き過ぎるとコイル 2A の製造性の低下などを招くことから、製造性を考慮すると、上記比を 4.0 以下程度とすることができる。短辺の長さ（高さ H ）の絶対値が小さければ、設置高さをより小さくできる。

[0053] <製造方法>

コイル凹部 22, 23 を備えるコイル 2A の製造方法としては、例えば、巻線 2w を螺旋状に巻回してコイル凹部 22, 23 を備える筒体を形成する方法、巻線 2w を螺旋状に巻回して例えば四角筒体や円筒体を形成した後、筒体の所定の位置を押圧するなどしてコイル凹部 22, 23 を形成する方法などが挙げられる。

[0054] <その他の構成>

コイル 2A は、巻回部 20 の外周の少なくとも一部を覆う樹脂モールド部 6 を備えることができる。図 3 では、巻回部 20 の内外の実質的に全体を覆う樹脂モールド部 6 を仮想線（二点鎖線）で示すが、巻回部 20 の内周面及び外周面並びに端面の少なくとも一部を覆わずに露出させた形態とすることもできる。例えば、巻回部 20 における磁性コア 3A からの露出箇所を樹脂モールド部 6 から露出させると、放熱性を高め易い。又は、例えば、巻回部 20 の内周面の少なくとも一部及び巻回部 20 の端面の少なくとも一部を樹脂モールド部 6 で覆うと、コイル 2A と磁性コア 3A 間の電気絶縁性を高

められる。樹脂モールド部 6 を備えていない場合でも、巻線 2 w として上述の被覆線を利用すれば、コイル 2 A と磁性コア 3 A 間の電気絶縁性を高められる。

[0055] 樹脂モールド部 6 の構成材料は、例えば、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂などの絶縁性樹脂が挙げられる。熱可塑性樹脂は、例えば、ポリフェニレンスルフィド（P P S）樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）樹脂、液晶ポリマー（L C P）、ナイロン 6 やナイロン 6 6 といったポリアミド（P A）樹脂、ポリブチレンテレフタレート（P B T）樹脂、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（A B S）樹脂などが挙げられる。熱硬化性樹脂は、例えば、不飽和ポリエステル樹脂、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。絶縁性樹脂にアルミナやシリカなどの非磁性かつ非金属粉末を含有することができる。この場合、放熱性や電気絶縁性などを向上できる。

[0056] （磁性コア）

<概要>

実施形態 1 の磁性コア 3 A は、図 4 に示すように側脚部 3 2，3 3 間に中脚部 3 1 が介在され、これらは、側脚部 3 2，中脚部 3 1，側脚部 3 3 という順に重ねた状態で、対向配置される二つの連結部 3 4，3 5 間に挟まれる。中脚部 3 1 は、その内部に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコア凹部 3 1 2，3 1 3 を備え、各側脚部 3 2，3 3 は、各コア凹部 3 1 2，3 1 3 に向かって突出し、各コア凹部 3 1 2，3 1 3 との間に所定の間隙を設けて配置される凸面 3 2 0，3 3 0 を備える。この例では、図 2 に示すように二つのコア凹部 3 1 2，3 1 3 が対向配置されると共に、二つの凸面 3 2 0，3 3 0 が対向配置される。図 2 では、コア凹部 3 1 2 の凹み方向及び凸面 3 2 0 の突出方向が下向き、コア凹部 3 1 3 の凹み方向及び凸面 3 3 0 の突出方向が上向きであり、磁性コア 3 A の横断面における幅方向の同一位置において正反対の方向にコア凹部 3 1 2，3 1 3 が凹み、凸面 3 2 0，3 3 0 が突出した場合を示す。その他、この例の磁性コ

ア 3 A は横長な直方体に内包されるような横長の外観を有する（図 1）。

[0057] 中脚部 3 1 は、二つの側脚部 3 2, 3 3 に挟まれる介在箇所 3 1 d と、二つの側脚部 3 2, 3 3 に挟まれない張出箇所 3 1 p とを含む。張出箇所 3 1 p を含む点は、中脚の幅が側脚の幅と同等又はそれ以下である従来の E 字状の磁性コアとの相違点の一つである。図 2 では、張出箇所 3 1 p が分かり易いようにクロスハッチングを付して示す。

[0058] 磁性コア 3 A は、コア凹部 3 1 2 と凸面 3 2 0 間の隙間をコイル凹部 2 2 の配置箇所とし、コア凹部 3 1 3 と凸面 3 3 0 間の隙間をコイル凹部 2 3 の配置箇所とし、中脚部 3 1 の張出箇所 3 1 p を巻回部 2 0 におけるコイル凹部 2 2, 2 3 以外の箇所の配置箇所とする。こうすることで、コイル 2 A と磁性コア 3 A とを組み付けると、コイル凹部 2 2, 2 3 は磁性コア 3 A に覆われ、コイル凹部 2 2, 2 3 以外の箇所は磁性コア 3 A から露出される（図 1, 図 2）。

[0059] <構成材料>

磁性コア 3 A は、磁性粉末と樹脂とを含む複合材料の成形体を備えることができる。磁性粉末の粒子は、軟磁性金属や軟磁性非金属から構成される粒子、軟磁性金属粒子の外周にリン酸塩などで構成される絶縁被覆を備える被覆粒子などが挙げられる。軟磁性金属は純鉄などの鉄族金属や鉄基合金（Fe-Si 合金、Fe-Ni 合金など）など、軟磁性非金属はフェライトなどが挙げられる。

[0060] 複合材料中の磁性粉末の含有量は、30 体積%以上 80 体積%以下、樹脂の含有量は 10 体積%以上 70 体積%以下が挙げられる。飽和磁束密度や放熱性の向上の観点から、磁性粉末の含有量を 50 体積%以上、更に 55 体積%以上、60 体積%以上とすることができる。製造過程での流動性の向上の観点から、磁性粉末の含有量を 75 体積%以下、更に 70 体積%以下、樹脂の含有量を 30 体積%超とすることができる。

[0061] 複合材料中の樹脂は、上述の樹脂モールド部 6 の項で説明した熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、その他、常温硬化性樹脂、低温硬化性樹脂などが挙げら

れる。不飽和ポリエステルに炭酸カルシウムやガラス繊維が混合されたBMC (Bulk molding compound)、ミラブル型シリコンゴム、ミラブル型ウレタンゴムなども利用できる。

[0062] 磁性粉末及び樹脂に加えて、アルミナやシリカなどの非磁性かつ非金属粉末を含有する複合材料とすることができる。非磁性かつ非金属粉末の含有量は、0.2質量%以上20質量%以下、更に0.3質量%以上15質量%以下、0.5質量%以上10質量%以下が挙げられる。

[0063] 複合材料の成形体は、射出成形や注型成形などの適宜な成形方法によって製造できる。例えば、成形型又はケース4 (図5) にコイル2Aを収納して、コイル2Aの内外に流動状態の複合材料を充填すれば、一体成形された磁性コア3Aを製造できる。適宜な形状の成形型を利用すれば、複合材料の成形体から構成される分割コア片を製造できる。複合材料の成形体は、複雑な形状であっても容易に成形でき、製造性に優れる。

[0064] 又は、磁性コア3Aは、磁性粉末を含む圧粉成形体を備えることができる。圧粉成形体は、代表的には、磁性粉末とバインダーとを含む混合粉末を所定の形状に圧縮成形したもの、更に成形後に熱処理を施したものが挙げられる。バインダーは樹脂などを利用でき、その含有量は30体積%以下程度が挙げられる。熱処理を施すと、バインダーが消失したり、熱変性物になったりする。適宜な形状の成形型を利用することで、圧粉成形体から構成される分割コア片を製造できる。圧粉成形体は、複合材料の成形体よりも磁性粉末の含有量を高められて、飽和磁束密度が高い磁性コアなどを構築し易い。

[0065] 又は、磁性コア3Aは、珪素鋼板などの軟磁性板を積層した積層体、フェライトコアなどの焼結体などを備えることができる。

[0066] 磁性コア3Aは、ギャップ材やエアギャップを備えることができる。ギャップ材は、アルミナなどの非磁性材料から構成されるもの、磁性材料と非磁性材料との混合物から構成され、比透磁率が分割コア片などの成形体よりも低いものなどが挙げられる。磁性コア3Aが複合材料の成形体などを含み、磁気飽和し難い場合にはギャップ材やエアギャップといった磁気ギャップを

省略したり、磁気ギャップを少なくしたりできる。この場合、磁気ギャップ部分での漏れ磁束に起因する損失を低減し易く、コイル 2 A と磁性コア 3 A とを近接配置でき、より小型にし易い。

[0067] <成形状態>

磁性コア 3 A は、一体成形物とすることができる。この場合、上述のように複合材料の成形体とすると容易に製造できる。また、この場合、樹脂モールド部 6 を備えるコイル 2 A などとすると、コイル 2 A の形状を維持し易い。図 4 は、一体成形物である磁性コア 3 A を中脚部 3 1 の軸方向に直交する平面で切断して、切断片を離して配置した状態に類似する。

[0068] 又は、磁性コア 3 A は、複数の分割コア片を組み合わせた組物とすることができる。分割数や各分割コア片の形状、構成材料などは適宜選択できる。図 4 は、一对の分割コア片 3 a, 3 b を組み合わせて構成される形態を示す。一方の分割コア片 3 a は、一方の連結部 3 4 と、連結部 3 4 から立設され、中脚部 3 1 の一部を形成する中脚片 3 1 a 及び各側脚部 3 2, 3 3 の一部を形成する二つの側脚片 3 2 a, 3 3 a とを備える。他方の分割コア片 3 b は、他方の連結部 3 5 と、連結部 3 5 から立設され、中脚部 3 1 の他部を形成する中脚片 3 1 b 及び各側脚部 3 2, 3 3 の他部を形成する二つの側脚片 3 2 b, 3 3 b とを備える。図 4 に示すように分割コア片 3 a, 3 b を同一形状、同一の大きさで、かつ対称形状とすると、製造性に優れる。また、一对の分割コア片 3 a, 3 b の組物とすると、組み付け工程が少なく、リアクトル 1 A の組立作業性に優れる。磁性コア 3 A は、異なる材料から構成される分割コア片を含む形態（例えば、複合材料の成形体から構成される分割コア片と圧粉成形体から構成される分割コア片とを含む形態など）、全ての分割コア片が同じ材料から構成される形態のいずれも利用できる。

[0069] <中脚部、側脚部、連結部>

この例の中脚部 3 1 は、図 4 に示すように横長な直方体における長辺側の領域がそれぞれ内側に向かって凹み、幅方向の中央部から離れるにつれて高さが大きくなるリボン状の柱状体である。凹み部分がコア凹部 3 1 2, 3 1

3である。中脚部31は、コア凹部312、313を形成する円弧状の面と、幅方向の両側に配置され、直方形状の平面で構成される側面とを備える。各円弧状の面は、同一形状、同一の大きさである。

[0070] この例の側脚部32、33は、同一形状、同一の大きさであり、コア凹部312、313に沿った円弧状の凸面320、330を有し、ドーム状の端面及び横断面を有する柱状体である。設置対象側に配置される側脚部33は、長方形形状の平面で構成される設置面335を有する(図2)。設置対象とは離れる側に配置される側脚部32は、設置面335に対向配置され、長方形形状の平面で構成される対向面325を有する。

[0071] この例の連結部34、35は、同一形状、同一の大きさの薄い直方体であり、中脚部31の幅 W_3 (図2)と同じ幅、巻回部20の高さ H (図2)と同じ高さを有する。連結部34、35の側面と中脚部31の側面とは面一に設けられる(図4)。連結部34、35の設置面(図2、図4では下面)と側脚部33の設置面335(図2)とは面一に設けられる。連結部34、35における設置面とは対向配置される対向面(図2、図4では上面)は、側脚部32の対向面325(図2)に面一に設けられる。即ち、中脚部31の軸方向に磁性コア3Aをみると、中脚部31及び側脚部32、33は連結部34、35から出っ張らないように設けられている(図1)。

[0072] この例の磁性コア3Aは、その横断面形状(各分割コア片3a、3bの端面形状も同様)が図2に示すように幅方向の中心線 L_w を中心として対称形状であり、かつ高さ方向の中心線 L_h を中心として対称形状である。

[0073] <コア凹部、凸面>

この例のコア凹部312、313及び凸面320、330は円弧状であるが、適宜変更できる。コア凹部312、313及び凸面320、330の形状、大きさは、代表的には、磁性コア3Aに組み付けるコイル2Aの形状、特にコイル凹部22、23に応じた形状、大きさとする。磁性コア3Aを一体成形物とする場合には、コイル2Aに沿って磁性コア3Aを製造すれば、コイル凹部22、23に応じたコア凹部312、313及び凸面320、3

30を備える磁性コア3Aとすることができる。磁性コア3Aを複数の分割コア片の組物とする場合には、コア凹部312と凸面320間、コア凹部313と凸面330間にコイル凹部22, 23を収納可能な大きさの隙間（例えば、巻線2wの幅よりも若干大きな隙間）が形成されるように、中脚部31及び側脚部32, 33の形状、大きさ、配置位置などを調整するとよい。分割コア片の組物とする場合、本例のようにコア凹部312, 313及び凸面320, 330が円弧状であれば、角張った部分を低減できて、コイル2Aとの組み付け時に割れなどが生じ難く、組み付け作業性に優れると期待される。

[0074] <介在箇所、張出箇所>

この例の中脚部31は、図2に示すようにその幅 W_3 が側脚部32, 33の幅よりも長い。中脚部31における幅方向の中央部（介在箇所31d）は、図2において上下に位置する側脚部32, 33に挟まれる。中脚部31における幅方向の両端部（張出箇所31p）は側脚部32, 33に挟まれず、側脚部32, 33よりも幅方向に突出している。ここでの介在箇所31dとは、側脚部32の対向面325（又は側脚部33の設置面335）に対して直交方向に投影した場合に中脚部31における両側脚部32, 33と重複する箇所とし、重複しない箇所を張出箇所31pとする。この例の介在箇所31dは、側脚部32, 33の対向面325、設置面335に直交し、側脚部32, 33の幅方向の各端部を通る直線（図2では二点鎖線で示す）で挟まれる領域である。介在箇所31dや張出箇所31pにおける幅方向の形成長さは適宜選択できる。介在箇所31dの上記形成長さが大きいほど、漏れ磁束に起因する損失の増大を低減し易い。張出箇所31pの上記形成箇所が大きいほど、巻回部20における張出箇所31pに沿って配置される領域を大きくして露出箇所を確保し易く、放熱性を高め易い。介在箇所31dの上記形成長さは、例えば、中脚部31の幅 W_3 の1%以上80%以下程度、張出箇所31pの上記形成長さ（2か所の合計長さ）は、例えば、中脚部31の幅 W_3 の20%以上80%以下程度とすることができる。

[0075] <アスペクト比>

横長の磁性コア 3 A とは、定量的には、中脚部 3 1 の軸方向に直交する面で磁性コア 3 A を切断した横断面を内包する長方形を想定した場合に、この仮想の長方形の短辺に対する長辺の比（ここでは幅 W_3 / 高さ H に相当）が 1 を超えることをいう。特に上記比が 1.5 以上であると、リアクトル 1 A の設置高さが相対的に小さくなり易い。上記比が大きいほど低背化し易く、1.6 以上、更に 1.8 以上であることが好ましい（本例では 1.8 以上）。上記比が大き過ぎると磁性コア 3 A の製造性の低下などを招くことから、製造性を考慮すると、上記比を 4.0 以下程度とすることができる。短辺の長さ（高さ H ）の絶対値が小さければ、設置高さをより小さくできる。

[0076] （リアクトル）

実施形態 1 のリアクトル 1 A は、上述の実施形態 1 のコイル 2 A と、実施形態 1 の磁性コア 3 A とを備える。特に、実施形態 1 のリアクトル 1 A は、コイル 2 A の巻回部 2 0 における各コイル凹部 2 2, 2 3 が、中脚部 3 1 の各コア凹部 3 1 2, 3 1 3 と各側脚部 3 2, 3 3 の凸面 3 2 0, 3 3 0 間に設けられる円弧状の隙間にそれぞれ配置され（図 2）、コイル凹部 2 2, 2 3 以外の箇所が磁性コア 3 A に覆われずに露出される（図 1）。

[0077] この例のように横長な外観を有して、コイル凹部 2 2, 2 3 が比較的長い場合でも、中脚部 3 1 と側脚部 3 2, 3 3 とで挟まれることで、巻回部 2 0 からの磁束が磁性コア 3 A を通過し易く、巻回部 2 0 に鎖交する磁束を低減し易い。

[0078] 巻回部 2 0 における磁性コア 3 A からの露出箇所は、中脚部 3 1 の張出箇所 3 1 p を囲む箇所であり、設置面 2 3 5、対向面 2 2 5、及び側面を含み、これらの面を外部への放熱面として利用できる。例えば、巻回部 2 0 の側面に冷却機構が近接配置される場合には側面を放熱面に利用できる。

[0079] この例の側脚部 3 2, 3 3 は、巻回部 2 0 における磁性コア 3 A からの露出箇所の一部と面一な面を備える。具体的には、側脚部 3 3 の設置面 3 3 5 は、巻回部 2 0 の設置面 2 3 5 と面一である。そのため、リアクトル 1 A の

設置面は、巻回部 20 と、磁性コア 3 A の側脚部 33 及び連結部 34, 35 とで構成される。例えば、リアクトル 1 A が冷却機構を備える設置対象の載置面に設置されると、巻回部 20 の設置面 235 を放熱面とし、設置対象に放熱できる。この例では、側脚部 32 の対向面 325 と巻回部 20 の対向面 225 も面一である。そのため、リアクトル 1 A は、図 1 に示すように全体として偏平な直方体状の外観を有する。

[0080] その他、リアクトル 1 A は、図 5 に示すようにコイル 2 A と磁性コア 3 A とを含む組物を収納するケース 4 を備えることができる。ケース 4 は、リアクトル 1 A の設置面を支持する底部 40 と、底部 40 から立設される壁部 41 とを備える箱体が挙げられる。ケース 4 の形状、大きさは、組物に対応した形状、大きさであると、ケース 4 を具備していても小型にし易い。ケース 4 の構成材料は、アルミニウムやアルミニウム合金などの金属とすると、ケース 4 を放熱経路に利用できる、強度に優れて機械的保護を図り易いなどの効果が期待できる。図 5 では、組物の設置面がケース 4 の内底面に近接され、組物の側面（ここでは巻回部 20 の側面）がケース 4 の内壁面に近接されるような形状、大きさの金属製のケース 4 を示す。組物と金属製のケース 4 とが近接配置されることで、コイル 2 A の熱をケース 4 に効率よく伝えられる。

[0081] また、リアクトル 1 A は、図 5 に示すようにコイル 2 A と磁性コア 3 A とを含む組物とケース 4 の内底面間に放熱層 9 を備えることができる。放熱層 9 は、放熱性に優れる材料から構成されて、コイル 2 A からケース 4 への熱伝導性を高める。具体的な材料は、放熱性に優れるフィラー（アルミナなどの非磁性かつ非金属粉末）と樹脂とを含むものが挙げられ、シートなどを利用してもよい。放熱層 9 が接着剤を含むと、放熱層 9 によって、ケース 4 に組物を固定できる。ケース 4 及び放熱層 9 の少なくとも一方を省略することもできる。

[0082] （用途）

実施形態 1 のリアクトル 1 A は、ハイブリッド自動車、プラグインハイブ

リッド自動車、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（代表的にはDC-DCコンバータ）や空調機のコンバータなどの種々のコンバータ、電力変換装置の構成部品に利用できる。特に、実施形態1のリアクトル1Aは、大電流用途（100A以上、更に150A以上）であり、放熱性に優れることが要求される上に低背化が望まれる場合に好適に利用できる。実施形態1のコイル2A、実施形態1の磁性コア3Aは、リアクトル1Aなどの構成要素に利用できる。

[0083] （主要な効果）

実施形態1のリアクトル1Aは、横長な外観を有しており、横置き形態とする場合に設置高さを低くできる。特に、実施形態1のリアクトル1Aは、コイル凹部22、23を備える実施形態1のコイル2Aと、コア凹部312、313及び凸面320、330を備える実施形態1の磁性コア3Aとを備えることで、以下の理由（1）から（3）により、設置高さがより低い上に、低損失で放熱性にも優れる。

（1）磁性コア3Aにおける中脚部31のコア凹部312、313と側脚部32、33の凸面320、330間に巻回部20のコイル凹部22、23を配置して、高さ方向にみたときに巻回部20の一部と磁性コア3Aの一部とを重複配置することで、低背化を図れる。

（2）磁性コア3Aの中脚部31に張出箇所31pを備えて、巻回部20における張出箇所31pを囲む箇所を磁性コア3Aに覆われない露出箇所とし、この露出箇所をコイル2の放熱箇所に利用できる。

（3）磁性コア3Aにおける中脚部31は張出箇所31pと介在箇所31dとを含むため、磁路面積を確保できると共に漏れ磁束を低減できる。その結果、巻回部20に鎖交する磁束を低減できる。

[0084] その他、この例のリアクトル1Aは、以下の効果を奏する。

（a）巻回部20の露出箇所の一部と側脚部32、33の一部とが面一であるため、高さHを小さくし易く、設置高さをより低くできる。

（b）巻回部20の露出箇所が、設置面235、対向面225、側面の三方

向の面を含むため、各面を放熱面とすることができ、放熱性をより高められる。

(c) コイル 2 A はコイル凹部 2 2, 2 3 が対向配置されて対称形状であり、磁性コア 3 A はコア凹部 3 1 2, 3 1 3 及び凸面 3 2 0, 3 3 0 が対向配置されて対称形状であるため、コイル 2 A や磁性コア 3 A の製造性に優れる上に、電磁気的なバランスにも優れる。

[0085] [実施形態 2]

図 6 を参照して、実施形態 2 のリアクトル 1 B を説明する。図 6 は、リアクトル 1 B をコイル 2 B の軸方向に直交する平面で切断した横断面図である。

[0086] 実施形態 2 のリアクトル 1 B の基本的構成は、実施形態 1 のリアクトル 1 A と同様である。即ち、リアクトル 1 B は、横長な外観を有しており、横置き形態とすると設置高さを低くできる。リアクトル 1 B は、巻回部 2 0 にコイル凹部 2 2, 2 3 を備える実施形態 2 のコイル 2 B と、中脚部 3 1 にコア凹部 3 1 2, 3 1 3 を備えると共に側脚部 3 2, 3 3 に凸面 3 2 0, 3 3 0 を備える実施形態 2 の磁性コア 3 B とを備える。実施形態 2 のリアクトル 1 B における実施形態 1 との主な相違点は、コイル凹部 2 2, 2 3 が互いに巻回部 2 0 の幅方向にずれて配置され、巻回部 2 0 の形状に対応して、コア凹部 3 1 2, 3 1 3 及び凸面 3 2 0, 3 3 0 も巻回部 2 0 の幅方向にずれて配置される点にある。以下、この相違点を詳細に説明し、実施形態 1 と重複する構成及び効果などは詳細な説明を省略する。

[0087] 実施形態 2 のコイル 2 B では、巻回部 2 0 の幅方向の一方側寄り（図 6 では左側寄り）にコイル凹部 2 2 が位置し、他方側寄り（図 6 では右側寄り）にコイル凹部 2 3 が位置する。いわば両コイル凹部 2 2, 2 3 はほぼ対角上に位置する。そのため、コイル凹部 2 2, 2 3 の一部は対向するものの、他部は対向しない。図 6 では、コイル凹部 2 2 の凹み方向が下向き、コイル凹部 2 3 の凹み方向が上向きであり、巻回部 2 0 の幅方向の左右にずれた位置において正反対の方向に凹んだ場合を示す。

[0088] コイル凹部 2 2, 2 3 の形成位置が幅方向にずれていることで、コイル 2 B の設置面 2 3 5 及び対向面 2 2 5 は、実施形態 1 のコイル 2 A に比較して、大きな面積を有し易い。ここで、実施形態 1 のコイル 2 A では、図 2 に示すようにコイル凹部 2 2, 2 3 の両側に比較的小さな設置面 2 3 5, 2 3 5 及び対向面 2 2 5, 2 2 5 を備える。これに対し、実施形態 2 のコイル 2 B では、図 6 に示すように設置面 2 3 5 及び対向面 2 2 5 がそれぞれ一つの連続した面で構成されるため、大きな面積を確保できる。この点から放熱性の更なる向上が期待できる。

[0089] 実施形態 2 の磁性コア 3 B では、中脚部 3 1 の幅方向の一方側寄り（図 6 では左側寄り）にコア凹部 3 1 2 が位置し、コア凹部 3 1 2 の位置に対応して側脚部 3 2 の凸面 3 2 0 も位置する。中脚部 3 1 の幅方向の他方側寄り（図 6 では右側寄り）にコア凹部 3 1 3 が位置し、コア凹部 3 1 3 の位置に対応して側脚部 3 3 の凸面 3 3 0 も位置する。両コア凹部 3 1 2, 3 1 3 はほぼ対角上に位置し、対応して両凸面 3 2 0, 3 3 0 もほぼ対角上に位置する。そのため、コア凹部 3 1 2, 3 1 3 の一部は対向するものの、他部は対向しない。両凸面 3 2 0, 3 3 0 の一部は対向するものの、他部は対向しない。図 6 では、コア凹部 3 1 2 の凹み方向及び凸面 3 2 0 の突出方向が下向き、コア凹部 3 1 3 の凹み方向及び凸面 3 3 0 の突出方向が上向きであり、磁性コア 3 B の横断面における幅方向の左右にずれた位置において正反対の方向にコア凹部 3 1 2, 3 1 3 が凹み、凸面 3 2 0, 3 3 0 が突出した場合を示す。なお、側脚部 3 3 の設置面 3 3 5 と巻回部 2 0 の設置面 2 3 5 とは面一であり、側脚部 3 2 の対向面 3 2 5 と巻回部 2 0 の対向面 2 2 5 とは面一である。

[0090] 図 6 では、張出箇所 3 1 p が分かり易いようにクロスハッチングを付して示す。コア凹部 3 1 2, 3 1 3 の形成位置が幅方向にずれていることで、中脚部 3 1 における二つの側脚部 3 2, 3 3 に挟まれる介在箇所 3 1 d の幅が実施形態 1 の磁性コア 3 A と比較して小さく、中脚部 3 1 における二つの側脚部 3 2, 3 3 に挟まれない張出箇所 3 1 p, 3 1 p が実施形態 1 の磁性コ

ア 3 A と比較して大きい。そのため、張出箇所 3 1 p を囲むように配置される巻回部 2 0 の露出箇所を大きく確保し易く、放熱性を向上できる。

[0091] 実施形態 2 のリアクトル 1 B は、実施形態 1 と同様に、コイル凹部 2 2, 2 3 を備える実施形態 2 のコイル 2 B と、コア凹部 3 1 2, 3 1 3 及び凸面 3 2 0, 3 3 0 を備える実施形態 2 の磁性コア 3 B とを備えるため、設置高さが低く、低損失で放熱性にも優れる。特に実施形態 2 のリアクトル 1 B は、上述のように巻回部 2 0 の露出箇所を大きく確保し易いことから、放熱性により優れる。

[0092] [変形例]

上述の実施形態 1, 2 に対して、以下の少なくとも一つの変更や追加が可能である。

(1) 温度センサ、電流センサ、電圧センサ、磁束センサなどのリアクトルの物理量を測定するセンサ（図示せず）を備える。

(2) 巻回部 2 0 の露出箇所（例えば巻回部 2 0 の側面など）に放熱板を備える。

(3) 樹脂モールド部 6 に代えて、ポピンなどの絶縁介在部材を備える。

(4) 樹脂モールド部 6 に代えて、又は樹脂モールド部 6 の具備に加えて、巻回部 2 0 を構成する隣り合うターン同士を接合する熱融着樹脂部（図示せず）を備える。

(5) ケース 4 内にコイル 2 A と磁性コア 3 A とを含む組物を封止する封止樹脂を備える。

[0093] 本発明は、これらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

例えば、横置き形態以外の設置形態とすることができる。例えば、巻回部 2 0 の軸方向が設置対象の設置面に直交する設置形態、図 2 に示す状態から右方又は左方に 90° 回転させて、巻回部 2 0 の短辺側の側面が設置面となる設置形態などが挙げられる。これらの形態は、低損失なリアクトルなどと

することができる。また、これらの形態は、冷却機構の配置状態などによっては、放熱性にも優れると期待される。

[0094] [付記]

設置高さが低く、低損失で、放熱性にも優れるリアクトルとして、例えば、以下の構成とすることができる。

[付記 1]

巻線が巻回されてなる筒状の巻回部を備えるコイルと、

前記巻回部の内周に配置される中脚部と、前記巻回部の外周に配置されて前記中脚部を挟む二つの側脚部と、前記中脚部及び両側脚部を挟み、これらを連結する二つの連結部とを備える磁性コアとを備え、

前記巻回部は、

その内周面に囲まれる内側空間に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられ、前記中脚部と前記側脚部とで挟まれる二つのコイル凹部と、

前記磁性コアに覆われずに露出される露出箇所とを備え、

前記中脚部は、

前記二つの側脚部に挟まれない張出箇所と、

前記コイル凹部に沿って設けられ、前記中脚部の内部に向かって凹む二つのコア凹部とを備え、

各側脚部は、

各コア凹部に向かって突出し、前記コア凹部と共にコイル凹部を挟む凸面を備えるリアクトル。

符号の説明

[0095] 1 A, 1 B リアクトル

2 A, 2 B コイル

2 0 巻回部 2 2, 2 3 コイル凹部 2 2 5 対向面 2 3 5 設置面

2 w 巻線

3 A, 3 B 磁性コア

3 1 中脚部 3 1 d 介在箇所 3 1 p 張出箇所

3 1 2, 3 1 3 コア凹部

3 2, 3 3 側脚部 3 2 0, 3 3 0 凸面 3 2 5 対向面（面一な面）

3 3 5 設置面（面一な面）

3 4, 3 5 連結部

3 a, 3 b 分割コア片 3 1 a, 3 1 b 中脚片

3 2 a, 3 2 b, 3 3 a, 3 3 b 側脚片

4 ケース

4 0 底部 4 1 壁部

6 モールド樹脂部

9 放熱層

請求の範囲

- [請求項1] 巻線が巻回されてなる筒状の巻回部を備え、
前記巻回部は、その内周面に囲まれる内側空間に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコイル凹部を備えるコイル。
- [請求項2] 前記巻回部の端面を内包する長方形の短辺に対する長辺の比が1.5以上である請求項1に記載のコイル。
- [請求項3] 前記二つのコイル凹部は、対向配置される請求項1又は請求項2に記載のコイル。
- [請求項4] 前記巻回部の外周の少なくとも一部を覆う樹脂モールド部を備える請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のコイル。
- [請求項5] コイルの巻回部の内周に配置される中脚部と、前記巻回部の外周に配置されて前記中脚部を挟む二つの側脚部と、前記中脚部及び両側脚部を挟み、これらを連結する二つの連結部とを備え、
前記中脚部は、
前記二つの側脚部に挟まれない張出箇所を含み、
前記中脚部の内部に向かって、凹み方向が互いに逆向きになるように設けられた二つのコア凹部を備え、
各側脚部は、
各コア凹部に向かって突出し、前記各コア凹部との間に所定の隙間を設けて配置される凸面を備える磁性コア。
- [請求項6] 前記中脚部の軸方向に直交する平面で前記磁性コアを切断した横断面を内包する長方形の短辺に対する長辺の比が1.5以上である請求項5に記載の磁性コア。
- [請求項7] 前記二つのコア凹部が対向配置されると共に、前記二つの凸面が対向配置される請求項5又は請求項6に記載の磁性コア。
- [請求項8] 磁性粉末と樹脂とを含む複合材料の成形体、及び磁性粉末を含む圧粉成形体の少なくとも一方を備える請求項5から請求項7のいずれか

1 項に記載の磁性コア。

[請求項9]

一対の分割コア片を組み合わせて構成され、

各分割コア片は、一方の前記連結部と、前記連結部から立設され、前記中脚部の一部を形成する中脚片及び前記各側脚部の一部を形成する二つの側脚片とを備える請求項5から請求項8のいずれか1項に記載の磁性コア。

[請求項10]

請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のコイルと、請求項5から請求項9のいずれか1項に記載の磁性コアとを備え、

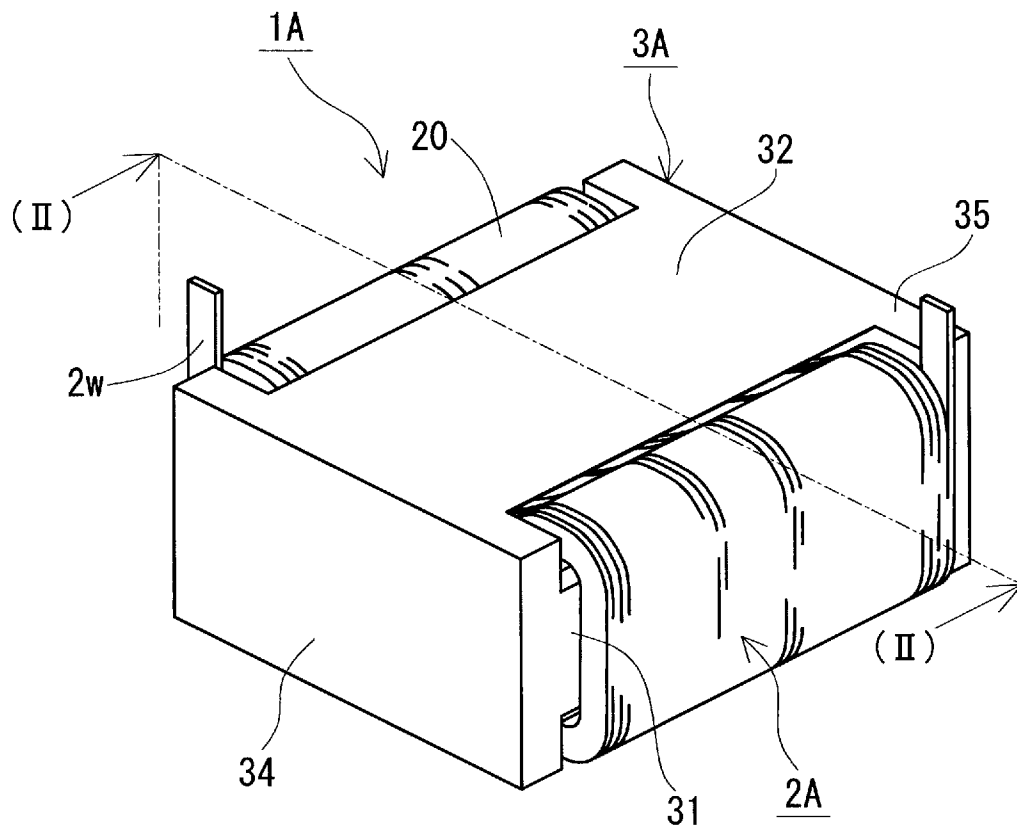
各コイル凹部が前記中脚部の各コア凹部と前記各側脚部の凸面間に配置され、

前記巻回部における前記コイル凹部以外の箇所が前記磁性コアに覆われずに露出されるリアクトル。

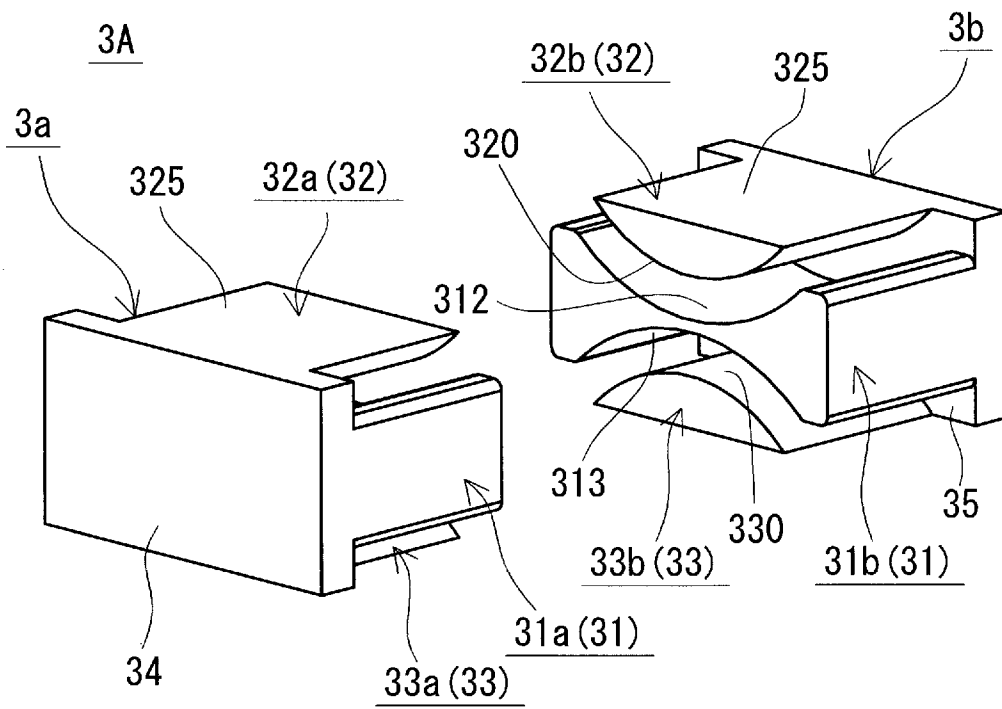
[請求項11]

前記側脚部は、前記巻回部における前記磁性コアからの露出箇所の一部と面一な面を備える請求項10に記載のリアクトル。

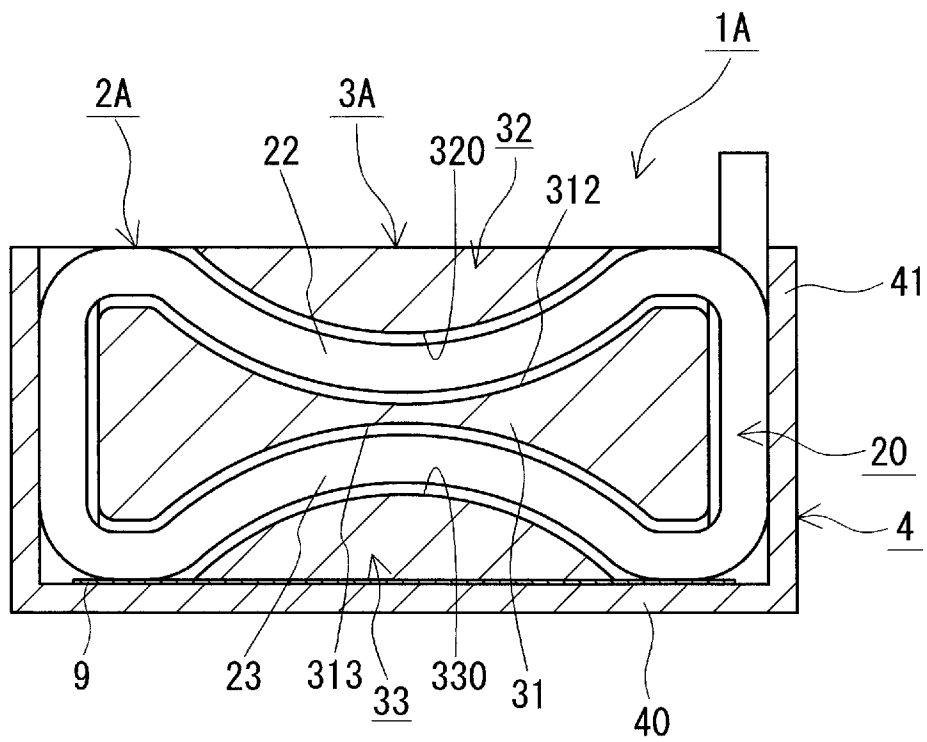
[図1]



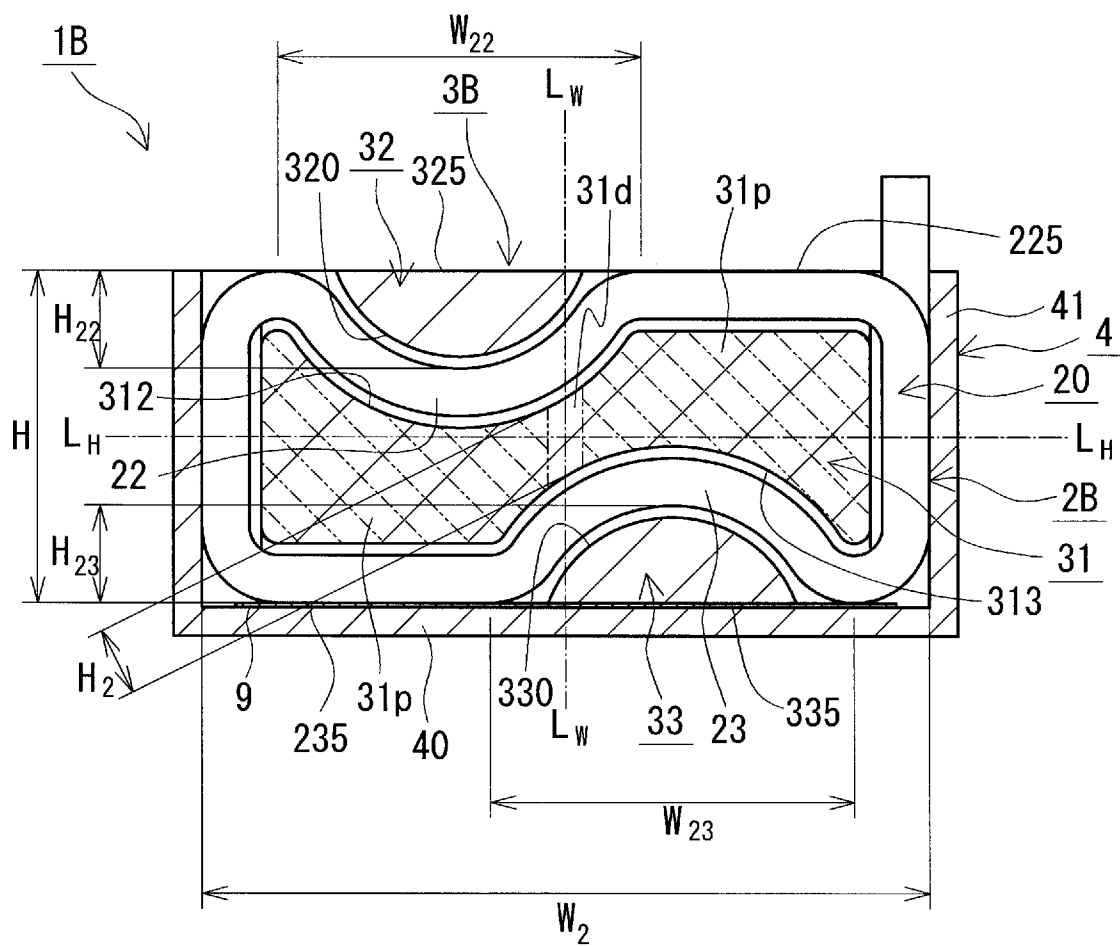
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01F37/00 (2006.01) i, H01F27/24 (2006.01) i, H01F27/255 (2006.01) i, H01F27/28 (2006.01) i, H01F27/32 (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)

Int.Cl. H01F37/00, H01F27/24, H01F27/255, H01F27/28, H01F27/32, H01F30/10, H01F38/10

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

Japanese Published Examined Utility Model Applications	1922-1996
Japanese Published Unexamined Utility Model Applications	1971-2017
Japanese Examined Utility Model Registrations	1996-2017
Japanese Registered Utility Model Specifications	1994-2017

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.
X Y A	JP 2013-251451A (OKAYAMA GIKEN CO., LTD.) 12 December 2013, paragraphs [0011], [0019], fig. 2-5 (Family: none)	1-3 4 5-11
Y A	JP 2006-32663 A (NEC TOKIN CORPORATION) 02 February 2006, paragraph [0028] (Family: none)	4 5-11
Y A	JP 2003-229314 A (NEC TOKIN CORP.) 15 August 2003, paragraph [0018] (Family: none)	4 5-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
16 November 2017

Date of mailing of the international search report
28 November 2017

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031940

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-26419 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 04 February 2013, fig. 1 & US 2014/0160819 A1, fig. 1 & WO 2013/011783 A1 & CN 103703525 A	5-11
A	JP 2013-232585 A (ALPS GREEN DEVICES CO., LTD.) 14 November 2013, paragraphs [0059], [0060], fig. 1 (Family: none)	5-11
A	JP 2016-100529 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 30 May 2016, fig. 2 (Family: none)	5-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01F37/00(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i, H01F27/255(2006.01)i, H01F27/28(2006.01)i,
H01F27/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01F37/00, H01F27/24, H01F27/255, H01F27/28, H01F27/32, H01F30/10, H01F38/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y A	JP 2013-251451 A（有限会社岡山技研）2013.12.12, 段落 [0011], [0019], 図 2-5（ファミリーなし）	1-3 4 5-11
Y A	JP 2006-32663 A（NECトーキン株式会社）2006.02.02, 段落 [0028]（ファミリーなし）	4 5-11
Y A	JP 2003-229314 A（エヌイーシートーキン株式会社）2003.08.15, 段 落[0018]（ファミリーなし）	4 5-11

☑ 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

16.11.2017

国際調査報告の発送日

28.11.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

右田 勝則

5 D

8394

電話番号 03-3581-1101 内線 3549

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
A	JP 2013-26419 A (住友電気工業株式会社) 2013. 02. 04, 図 1 & US 2014/0160819 A1, 図 1 & WO 2013/011783 A1 & CN 103703525 A	5-11
A	JP 2013-232585 A (アルプス・グリーンデバイス株式会社) 2013. 11. 14, 段落[0059]-[0060], 図 1 (ファミリーなし)	5-11
A	JP 2016-100529 A (トヨタ自動車株式会社) 2016. 05. 30, 図 2 (ファミリーなし)	5-11