





(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

number of element wires included in the second winding wire is greater than the number of element wires included in the first winding wire. The cross-sectional area of the second winding wire is not less than the cross-sectional area of the first winding wire. The cross-sectional area of the element wires included in the second winding wire is not greater than the cross-sectional area of the element wires included in the first winding wire.

(57) 要約: 少なくとも1本の素線を含む第一巻線を螺旋状に巻回してなる第一巻回部と、前記第一巻回部と電氣的に接続される複数本の素線を含む第二巻線を螺旋状に巻回してなり、前記第一巻回部の軸方向に平行な軸を有する第二巻回部とを備え、前記第二巻線に含まれる各素線は、前記第二巻回部の軸方向に沿って並列され、前記第二巻線に含まれる素線の本数が前記第一巻線に含まれる素線の本数よりも多く、前記第二巻線の断面積が前記第一巻線の断面積以上であり、前記第二巻線に含まれる素線の断面積が前記第一巻線に含まれる素線の断面積以下であるコイル。

## 明 細 書

発明の名称： コイル、及びリアクトル

### 技術分野

[0001] 本発明は、コイル、及びリアクトルに関する。

本出願は、２０１７年２月２２日付の日本国出願の特願２０１７－０３１４３３に基づく優先権を主張し、前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として、特許文献１のリアクトルが知られている。このリアクトルは、一対のコイル素子（巻回部）を有するコイルと、コイルに組み合わされる環状の磁性コアとを備える。各コイル素子は、互いに同一の巻き数で形成され、各軸方向が平行するように横並びに並列されている（明細書００２０，図１）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１４－１４６６５６号公報

### 発明の概要

[0004] 本開示に係るコイルは、

少なくとも１本の素線を含む第一巻線を螺旋状に巻回してなる第一巻回部と、

前記第一巻回部と電氣的に接続される複数本の素線を含む第二巻線を螺旋状に巻回してなり、前記第一巻回部の軸方向に平行な軸を有する第二巻回部とを備え、

前記第二巻線に含まれる各素線は、前記第二巻回部の軸方向に沿って並列され、

前記第二巻線に含まれる素線の本数が前記第一巻線に含まれる素線の本数よりも多く、

前記第二巻線の断面積が前記第一巻線の断面積以上であり、  
前記第二巻線に含まれる素線の断面積が前記第一巻線に含まれる素線の断面積以下である。

- [0005] 本開示に係るリアクトルは、  
コイルと、前記コイルが配置される磁性コアとを備えるリアクトルであって、  
前記コイルは、上記本開示に係るコイルである。

### 図面の簡単な説明

- [0006] [図1]実施形態1に係るリアクトルの概略を示す全体斜視図である。  
[図2]実施形態1に係るリアクトルの概略を示す上面図である。

### 発明を実施するための形態

- [0007] [本開示が解決しようとする課題]  
リアクトルの設置状況によっては、両巻回部の冷却特性が偏る虞があり、  
一对の巻回部の発熱特性に更なる改善の余地があった。
- [0008] そこで、一对の巻回部が特定の発熱特性の関係を満たすコイルを提供することを目的の一つとする。
- [0009] また、上記コイルを備えるリアクトルを提供することを目的の一つとする。
- [0010] [本開示の効果]  
本開示のコイルは、一对の巻回部が特定の発熱特性の関係を満たす。
- [0011] 本開示のリアクトルは、低損失である。
- [0012] 《本発明の実施形態の説明》

従来のコイルに備わる一对の巻回部は、その巻線が互いに同一断面積でターン数が互いに同じであるため、冷却部材の冷却性能に偏りが実質的にない  
と均一に冷却される。冷却部材とは、冷却ベース等の設置対象や、循環供給  
される流体冷媒（例えば、ATF: Automatic Transmission Fluid）などが挙げられる。しかし、リアクトルの設置状況  
の制約などから、冷却部材の冷却特性に偏りがあると、一方の巻回部が他方

の巻回部に比べて冷却され難い。そうすると、一方の巻回部が他方の巻回部に比べて高温になり、リアクトルの損失が大きくなる。

[0013] 本発明者は、冷却性能に偏りがある冷却部材で冷却される場合に、一对の巻回部を均等に冷却させるには、一方の巻回部が他方の巻回部に比べて発熱し難いという特定の発熱特性の関係を満たせばよいのではないかと考え、両巻回部の発熱特性を互いに異ならせることを鋭意検討した。その結果、各巻回部を構成する素線の本数を互いに異ならせると共に、一方の巻回部の巻線と他方の巻回部の巻線とが特定の断面積の関係を満たすことで、両巻回部の発熱特性を互いに異ならせることができるとの知見を得た。そうすれば、発熱特性の大きい巻回部を冷却性能の高い側に、発熱特性の小さい巻回部を冷却性能の低い側に配置することで、一对の巻回部を均等に冷却できる。本発明は、これらの知見に基づくものである。最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

[0014] (1) 本発明の一形態に係るコイルは、  
少なくとも1本の素線を含む第一巻線を螺旋状に巻回してなる第一巻回部と、  
前記第一巻回部と電氣的に接続される複数本の素線を含む第二巻線を螺旋状に巻回してなり、前記第一巻回部の軸方向に平行な軸を有する第二巻回部とを備え、  
前記第二巻線に含まれる各素線は、前記第二巻回部の軸方向に沿って並列され、  
前記第二巻線に含まれる素線の本数が前記第一巻線に含まれる素線の本数よりも多く、  
前記第二巻線の断面積が前記第一巻線の断面積以上であり、  
前記第二巻線に含まれる素線の断面積が前記第一巻線に含まれる素線の断面積以下である。

[0015] 上記の構成によれば、第一巻回部と第二巻回部の発熱特性を比較すると、第一巻回部が発熱し易く、第二巻回部が発熱し難いという特定の発熱特性の

関係を満たす。第二巻回部は、第一巻回部に比較して、直流抵抗及び交流抵抗の少なくとも一方を小さくし易いため、これらの抵抗に伴う発熱を抑制できるからである。

[0016] 具体的には、第一巻線の断面積と第二巻線の断面積とが同じ場合、第二巻回部の直流抵抗は、第一巻回部の直流抵抗と同じであるが、第二巻回部の交流抵抗は、第一巻回部の交流抵抗に比較して低減し易い。これは、第二巻線に含まれる素線の断面積が第一巻線に含まれる素線の断面積未満であるため、表皮効果による交流抵抗の増加を抑制できるからである。一方、第一巻線に含まれる素線の断面積と第二巻線に含まれる素線の断面積とが同じ場合、第二巻回部の交流抵抗は第一巻回部の交流抵抗と同じであるが、第二巻回部の直流抵抗は、第一巻回部の直流抵抗に比較して低減し易い。これは、第二巻線の断面積が第一巻線の断面積超であるからである。即ち、第二巻線の断面積が第一巻線の断面積超で、かつ第二巻線に含まれる素線の断面積が第一巻線に含まれる素線の断面積未満の場合、第二巻回部の直流抵抗及び交流抵抗はそれぞれ、第一巻回部の直流抵抗及び交流抵抗に比較して低減し易い。第二巻回部の交流抵抗の低減は、高周波で利用される場合に特に効果的である。

[0017] 上記の構成によれば、上述のように上記特定の発熱特性の関係を満たすため、冷却性能に偏りのある冷却部材により冷却されるリアクトルに好適に利用できる。第一巻回部を冷却部材の冷却性能の高い側に配置し、第二巻回部を冷却部材の冷却性能の低い側に配置することで、第一巻回部と第二巻回部とを均等に冷却できて、コイルの最高温度を低減できるからである。特に、高周波で利用されて、冷却性能に偏りのある冷却部材により冷却されるリアクトルの利用に好適である。このようにコイルの最高温度を低減できるため、低損失なリアクトルを構築できる。

[0018] (2) 上記コイルの一形態として、前記第一巻回部の軸方向の長さと同前記第二巻回部の軸方向の長さとの差が、前記第一巻回部の軸方向の長さの10%以下であることが挙げられる。

[0019] 上記の構成によれば、第一巻回部と第二巻回部の軸方向の長さの差が小さいため、第一巻回部及び第二巻回部の軸方向の長さ、磁性コアのうち、第一巻回部及び第二巻回部が配置される一対の内側コア部の長さを実質的に同一とすれば、デッドスペースの少ないリアクトルを構築し易い。

[0020] (3) 上記コイルの一形態として、前記第一巻線に含まれる素線及び第二巻線に含まれる素線の導体線が平角線であり、前記第一巻線に含まれる素線と前記第二巻線に含まれる素線の幅が同じであることが挙げられる。

[0021] 上記の構成によれば、各巻線に含まれる素線の導体線が平角線であり、各巻線に含まれる素線の幅が同じであることで、このコイルを一対の内側コア部と組み合わせた際、第一巻回部と第二巻回部の幅や高さのばらつきの少ないリアクトルを構築できる。

[0022] (4) 本発明の一形態に係るリアクトルは、  
コイルと、前記コイルが配置される磁性コアとを備えるリアクトルであって、  
前記コイルは、上記(1)から上記(3)のいずれか1つに記載のコイルである。

[0023] 上記の構成によれば、損失を低減できる。発熱し難い第二巻回部と発熱し易い第一巻回部とを有するコイルを備えることで、このコイルを冷却する冷却部材の冷却性能に偏りがある場合でも、第二巻回部を冷却性能の低い側に配置し、第一巻回部を冷却性能の高い側に配置することで、第一巻回部と第二巻回部とを均一に冷却できてコイルの最高温度を低減できるからである。また、コイルの最高温度を低減できるため、コイルの周辺部材の材質の選択肢を広げられる。

[0024] 《本発明の実施形態の詳細》

本発明の実施形態の詳細を、以下に図面を参照しつつ説明する。図中の同一符号は同一名称物を示す。実施形態での説明は、コイル、リアクトルの順に行う。

[0025] 《実施形態1》

## 〔コイル〕

図1、図2を参照して、実施形態1に係るコイルCを説明する。コイルCは、一对の第一・第二巻回部21、22を備える。このコイルCは、代表的にはリアクトル1（後述）に備わる磁性コア3（内側コア部31）の外周に配置されるコイル2を構成する（図1）。このコイルCの特徴の一つは、各巻回部21、22の巻線21w、22wに含まれる素線の数に互いに異ならせると共に、第一巻回部21の第一巻線21wに含まれる素線と第二巻回部22の第二巻線22wに含まれる素線とが特定の断面積の関係を満たす点にある。ここでは、コイル2を磁性コア3に組み付けてリアクトル1を構築し、コイル2を冷却する冷却ベース等の設置対象にリアクトル1を設置した際の設置対象側を下、設置対象の反対側を上として説明する。

## [0026] 〔第一巻回部・第二巻回部〕

第一巻回部21は、少なくとも1本の素線211を含む第一巻線21wを螺旋状に巻回してなる中空の筒状体である。第一巻線21wに含まれる素線211の数は、「第一巻線21wに含まれる素線の数<第二巻線22wに含まれる素線の数」の関係を満たせば、単数でも複数でもよい。第一巻線21wに含まれる素線211の数を複数本とする場合、各素線は、第一巻回部21の軸方向に沿って並列するように、第一巻線21wを螺旋状に巻回する。ここでは、第一巻線21wは、1本の素線211からなる。一方、第二巻回部22は、複数本の素線221、222を含む第二巻線22wを螺旋状に巻回してなる中空の筒状体である。第二巻線22wの素線221、222の数は、ここでは2本であるが、3本以上でもよい。第二巻線22wの各素線221、222は、第二巻回部22の軸方向に沿って並列している。即ち、この各素線221、222は、第二巻回部22の軸方向に沿って交互に並んでいる。ここでは、第二巻線22wは、2本の素線221、222からなる。

[0027] 第一巻回部21と第二巻回部22とは、電氣的に直列に接続されている。第二巻線22wの素線221、222の導体同士は、一端側及び他端側の端部221e、222e（後述）を除き絶縁されている。両巻回部21、22



の配置は、各軸方向が平行するように横並び（並列）した状態としている。各巻回部 21, 22 の端面形状は、適宜選択でき、ここでは矩形枠の角部を丸めた形状としている。各巻線 21w、22w の素線 211, 221, 222 は、導体線の外周にエナメル（代表的にはポリアミドイミド）などの絶縁被覆を備える被覆線を利用できる。導体線は、銅やアルミニウム、その合金といった導電性材料からなる平角線や丸線が挙げられる。ここでは、各巻線 21w、22w の素線 211, 221, 222 に被覆平角線を用い、各巻回部 21, 22 は被覆平角線をエッジワイズ巻きしたエッジワイズコイルとしている。

[0028] (断面積)

第一巻線 21w と第二巻線 22w の断面積は、「(第一巻線 21w の断面積)  $\leq$  (第二巻線 22w の断面積)」、かつ「(第一巻線 21w の素線 211 の断面積)  $\geq$  (第二巻線 22w の素線 221, 222 の断面積)」の関係を満たす。第一巻線 21w の断面積とは、第一巻線 21w の素線 211 の数が 1 本の場合、1 本の素線 211 の断面積を言い、素線 211 の数が複数の場合、複数本の素線の合計断面積を言う。第二巻線 22w の断面積は、複数本の素線 221, 222 の合計断面積を言う。第一巻線 21w の素線 211 の断面積とは、第一巻線 21w の素線 211 の数が 1 本の場合、1 本の素線 211 の断面積を言い、素線 211 の数が複数の場合、各素線の断面積を言う。第一巻線 21w の素線 211 が複数の場合、各素線の断面積はそれぞれ、異なってもよいが、同一とすることが好ましい。第二巻線 22w の素線 221, 222 の断面積とは、各素線 221, 222 の断面積を言う。第二巻線 22w の素線 221, 222 の断面積はそれぞれ、異なってもよいが、同一とすることが好ましい。第一巻線 21w の各素線の断面積が異なり、第二巻線 22w の各素線の断面積が異なっている場合、「(第一巻線 21w の素線の断面積)  $\geq$  (第二巻線 22w の素線 221, 222 の断面積)」とは、「(第一巻線 21w の素線の最小断面積)  $\geq$  (第二巻線 22w の素線の最大断面積)」を意味する。

[0029] コイルCは、この関係を満たすことで、第一巻回部21と第二巻回部22の発熱特性を比較すると、第一巻回部21が発熱し易く、第二巻回部22が発熱し難いという特定の発熱特性の関係を満たす。第二巻回部22は、第一巻回部21に比較して、直流抵抗及び交流抵抗の少なくとも一方を小さくし易いため、これらの抵抗に伴う発熱を抑制できるからである。そのため、第一巻回部21と第二巻回部22の発熱特性を比較したとき、より発熱し易い第一巻回部21を冷却部材（ここでは冷却ベース）の冷却性能の高い側に配置し、より発熱し難い第二巻回部22を冷却部材（冷却ベース）の冷却性能の低い側に配置すれば、損失の少ないリアクトル1を構築し易い。

[0030] 例えば、第一巻線21wの断面積と第二巻線22wの断面積の関係は、第一巻線21wの断面積と第二巻線22wの断面積とを同一とすることができる。即ち、第二巻線22wの素線221, 222の断面積は、第一巻線21wの素線211の断面積未満である。この場合、第二巻回部22の直流抵抗は、第一巻回部21の直流抵抗と同じであるが、第二巻回部22の交流抵抗は、第一巻回部21の交流抵抗に比較して低減し易い。これは、第二巻線22wの素線221, 222の断面積が第一巻線21wの素線211の断面積未満であることで表皮効果による交流抵抗の増加を抑制できるからである。また、第一巻線21wの素線211の断面積と第二巻線22wの素線221, 222の断面積とを同一とすることができる。即ち、第二巻線22wの断面積は、第一巻線21wの断面積超である。この場合、第二巻回部22の交流抵抗は第一巻回部21の交流抵抗と同じであるが、第二巻回部22の直流抵抗は、第一巻回部21の直流抵抗に比較して低減し易い。特に、第二巻線22wの断面積が第一巻線21wの断面積超で、かつ第二巻線22wの素線221, 222の断面積が第一巻線21wの素線211の断面積未満を満たすことが好ましい。そうすれば、第二巻回部22の直流抵抗及び交流抵抗はそれぞれ、第一巻回部21の直流抵抗及び交流抵抗に比較して低減し易い。第二巻回部22の交流抵抗の低減は、高周波で利用される場合に特に効果的である。第一巻線21wと第二巻線22wの断面積の関係は、各巻回部21,

2 2 のターン数及び軸長  $L_1$  ,  $L_2$  に応じて適宜選択できる。

[0031] (サイズ)

第一巻線 2 1 w と第二巻線 2 2 w のサイズは、例えば「(第一巻線 2 1 w の幅  $W_1$ ) < (第二巻線 2 2 w の幅  $W_2$ )」の関係を満たすように異なってもよいが、「(第一巻線 2 1 w の幅  $W_1$ ) = (第二巻線 2 2 w の幅  $W_2$ )」の関係を満たすことが好ましい(図 2)。第一巻線 2 1 w の幅  $W_1$  とは、素線の数 1 本の場合、1 本の素線 2 1 1 の幅を言い、素線の数 2 本以上の場合、各素線の幅を言う。第一巻線 2 1 w の素線 2 1 1 が 2 本以上の場合、各素線の幅はそれぞれ、異なってもよいが、同一とすることが好ましい。第二巻線 2 2 w の幅  $W_2$  は、各素線 2 2 1 , 2 2 2 の幅を言う。第二巻線 2 2 w の素線 2 2 1 , 2 2 2 の幅はそれぞれ、異なってもよいが、同一であることが好ましい。幅  $W_1$  ,  $W_2$  とは、各巻線 2 1 w , 2 2 w において、各巻回部 2 1 , 2 2 の並列方向に沿った長さを言う。第一巻線 2 1 w の幅  $W_1$  と第二巻線 2 2 w の幅  $W_2$  とが等しいとは、コイル C と磁性コア 3 とを組み合わせ、リアクトル 1 を構築した際、第一巻回部 2 1 と第二巻回部 2 2 の幅及び高さのばらつきが生じない程度を言う。

[0032] 第一巻線 2 1 w と第二巻線 2 2 w のサイズは、「(第一巻線 2 1 w の厚み  $T_1$ )  $\geq$  (第二巻線 2 2 w の厚み  $T_2$ )」の関係を満たすことが好ましい。第一巻線 2 1 w の厚み  $T_1$  とは、素線 2 1 1 の数 1 本の場合、1 本の素線 2 1 1 の厚みを言い、素線 2 1 1 の数 2 本以上の場合、各素線の厚みを言う。第一巻線 2 1 w の素線 2 1 1 が 2 本以上の場合、各素線の厚みはそれぞれ、異なってもよいが、同一とすることが好ましい。第二巻線 2 2 w の厚み  $T_2$  は、各素線 2 2 1 , 2 2 2 の厚みを言う。第二巻線 2 2 w の素線 2 2 1 , 2 2 2 の厚みはそれぞれ、異なってもよいが、同一とすることが好ましい。厚み  $T_1$  ,  $T_2$  とは、各巻線 2 1 w , 2 2 w において、各巻回部 2 1 , 2 2 の軸方向に沿った長さを言う。第一巻線 2 1 w の厚み  $T_1$  と第二巻線 2 2 w の厚み  $T_2$  の関係は、両巻回部 2 1 , 2 2 のターン数及び軸長  $L_1$  ,  $L_2$  に応じて適宜選択できる。

## [0033] (ターン数)

両巻回部 2 1, 2 2 の合計ターン数は、所望のインダクタンスに応じて適宜選択できる。各巻回部 2 1, 2 2 のターン数は、求められるインダクタンスに応じて適宜選択する。第一巻回部 2 1 のターン数とは、第一巻線 2 1 w のターン数を言う。即ち、素線の本数が 1 本の場合、1 本の素線 2 1 1 のターン数を言い、素線の本数が複数の場合、複数本の素線のターン数の合計ではなく、そのうち 1 つの素線のターン数を言う。第一巻線 2 1 w の素線 2 1 1 のターン数は、素線 2 1 1 の本数が複数の場合、同一とする。第二巻回部 2 2 のターン数とは、第二巻線 2 2 w のターン数を言う。即ち、第二巻線 2 2 w の素線 2 2 1, 2 2 2 のターン数の合計ではなく、第二巻線 2 2 w に含まれる 1 本の素線 2 2 1 (2 2 2) のターン数 (第二巻線 2 2 w のターン数) を言う。例えば、第二巻線 2 2 w の素線 2 2 1, 2 2 2 のターン数が、「 $n$  回 ( $n$ : 正の整数)」である場合、第二巻回部 2 2 のターン数は、「 $2n$  回」ではなく「 $n$  回」である。第二巻回部 2 2 のターン数は、第一巻回部 2 1 のターン数よりも少ないことが多いが、第一巻回部 2 1 のターン数と同じとしたり、第一巻回部 2 1 のターン数よりも多くしたりすることができる。第一巻回部 2 1 と第二巻回部 2 2 のターン数の差は、コイル C への通電条件や、コイル C を冷却する冷却部材 (冷却ベース) の各巻回部 2 1, 2 2 に対する冷却性能の差に応じて適宜選択できる。

## [0034] (長さ)

各巻回部 2 1, 2 2 の軸方向の長さ (以下、単に軸長という)  $L_1$ ,  $L_2$  は、所望のインダクタンスに応じて適宜選択できる (図 2)。第一巻回部 2 1 の軸長  $L_1$  と第二巻回部 2 2 の軸長  $L_2$  とは、実質的に同一であることが好ましい。第一巻回部 2 1 の軸長  $L_1$  と第二巻回部 2 2 の軸長  $L_2$  とが実質的に等しいとは、第一巻回部 2 1 の軸長  $L_1$  と第二巻回部 2 2 の軸長  $L_2$  との差が、第一巻回部 2 1 の軸長  $L_1$  の 10% 以下を満たすことを言う。そうすれば、各巻回部 2 1, 2 2 の軸長  $L_1$ ,  $L_2$  と各巻回部 2 1, 2 2 が配置される内側コア部 3 1 の軸方向の長さとは実質的に同一であれば、デッドス

ペースの少ない、又は実質的に無いリアクトル 1 を構築でき、リアクトル 1 を小型化できる。第一巻回部 2 1 の軸長  $L_1$  と第二巻回部 2 2 の軸長  $L_2$  との差は、5 % 以下を満たすことが好ましい。

[0035] (端部)

各巻回部 2 1, 2 2 におけるその軸方向の一端側 (図 1 紙面左側、図 2 紙面下側) の端部 2 1 e, 2 2 1 e, 2 2 2 e は、上方へ引き伸ばされており、その先端の絶縁被覆が剥かれて露出した導体に端子部材 (図示略) が接続される。第二巻線 2 2 w の一端側の端部 2 2 1 e, 2 2 2 e 同士は、電氣的に接続されている。コイル C は、この端子部材を介してコイル C に電力供給を行なう電源などの外部装置 (図示略) が接続される。一方、各巻回部 2 1, 2 2 におけるその軸方向の他端側 (図 1 紙面右側、図 2 紙面上側) の端部 2 1 e, 2 2 1 e, 2 2 2 e は、互いに電氣的に接続されている。この電氣的な接続は、本例のように端部 2 1 e と端部 2 2 1 e, 2 2 2 e とを直接接続することで行ってもよいし、第一巻回部 2 1 及び第二巻回部 2 2 とは独立する接続部材を介して接続してもよい。接続部材には、例えば、第一巻線 2 1 w の断面積又は第二巻線 2 2 w の断面積と同様の断面積を有する短尺な導体 (特に巻線) が利用できる。第二巻線 2 2 w の他端側の端部 2 2 1 e, 2 2 2 e 同士は、一端側と同様、電氣的に接続されている。

[0036] 第一巻回部 2 1 の端部 2 1 e と第二巻回部 2 2 の端部 2 2 1 e, 2 2 2 e とを直接接続する場合、本例のように第二巻線 2 2 w の端部 2 2 1 e, 2 2 2 e 側を曲げて第一巻線 2 1 w の端部 2 1 e 側に引き伸ばして、端部 2 1 e と端部 2 2 1 e, 2 2 2 e とを接続することで構成することが挙げられる。第二巻線 2 2 w の端部 2 2 1 e, 2 2 2 e 側の曲げ方は、図 1 に示すようにターン形成部と同様にエッジワイズ曲げが挙げられる。第二巻線 2 2 w は、その素線 2 2 1, 2 2 2 の厚み  $T_2$  が第一巻線 2 1 w (素線 2 1 1) の厚み  $T_1$  よりも小さいため、曲げ易い。

[0037] 第二巻線 2 2 w の端部 2 2 1 e, 2 2 2 e 側を曲げるのではなく、第一巻線 2 1 w の端部 2 1 e 側を曲げて、第二巻線 2 2 w の端部 2 2 1 e, 2 2 2

e側に引き伸ばしてもよい。第一巻線21wの端部21e側を曲げる場合、その曲げ方は、エッジワイズ曲げでもよいし、フラットワイズ曲げに折り曲げて、折り返し箇所で巻線同士を厚み方向に部分的に重ねて、第一巻線21wの伸延方向を90°変えるようにしてもよい。第一巻線21wは、その素線211の厚みT1が第二巻線22wの素線221, 222の厚みT2のそれぞれよりも大きい、その素線211の数がここでは1本であり第二巻線22wの素線221, 222よりも少ないため、折り曲げ易い。一方、上記接続部材を介して接続する場合、接続部材には、第一巻線21w又は第二巻線22wと同一の線材を用いることが挙げられる。

[0038] 端部21eと端部221e、222eとの接続、端部21e及び端部221e、222eのそれぞれと上記接続部材との接続、及び端部221e、222e同士の接続は、溶接（例えばTIG溶接）、はんだ、圧着などで行える。

[0039] (その他)

各巻線21w、22wの素線211, 221, 222は、熱融着樹脂から構成される熱融着層を有するものを利用できる。この場合、各素線211, 221, 222を適宜巻回した後、適宜な時期に加熱して熱融着層を溶融して、隣り合うターン同士を熱融着樹脂によって接合する。このコイルCは、ターン間に熱融着樹脂部が介在するため、ターン同士が実質的にずれず、コイルCが変形し難い。熱融着層を構成する熱融着樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、不飽和ポリエステルなどの熱硬化性樹脂が挙げられる。

[0040] [製造]

コイルCの製造は、第一巻回部21と第二巻回部22とを個々に作製して、第一巻回部21の端部21eと第二巻回部22の端部221e、222eとを接続する。第一巻回部21の作製は、少なくとも1本（ここでは1本）の素線211を含む第一巻線21wを用意して螺旋状に巻回することで行える。第二巻回部22の作製は、複数本（ここでは2本）の素線221, 22

2を含む第二巻線22wを用意し、複数本の素線221, 222を同時に巻回することで行ってもよいし、複数本の素線221, 222を個別に巻回した巻回部品を組み合わせることで行ってもよい。同時巻きは、複数本の素線221, 222を巻回方向に沿って重ねて同時に螺旋状に巻回する。個別巻きした巻回部品の組み合わせは、まず、2本の素線221, 222をそれぞれ螺旋状に巻回して2つの巻回部品を作製する。このとき、一方の巻回部品の各ターン間に他方の巻回部品の各ターンが嵌まるように各巻回部品のピッチを調整する。そして、一方の巻回部品の各ターン間に他方の巻回部品の各ターンが嵌まるように互いに嵌め合わせる。

[0041]      [コイルの作用効果]

上述のコイルCによれば、第一巻回部21が発熱し易く、第二巻回部22が発熱し難いという特定の発熱特性の関係を満たすため、冷却性能に偏りのある冷却部材により冷却されるリアクトル1に好適に利用できる。

[0042]      [リアクトル]

上述のコイルCは、図1, 図2に示すリアクトル1のコイル2に利用できる。リアクトル1は、実施形態1の冒頭で説明したように、コイル2と、コイル2が配置される磁性コア3とを備える。コイル2は、上述のコイルCで構成される。

[0043]      [コイル]

コイル2は、上述の第一巻回部21と第二巻回部22を備える。両巻回部21, 22は、各軸方向が平行するように横並び（並列）した状態で配置されている。このコイル2は、冷却部材（図示略）により冷却される。冷却部材は、詳しくは後述するが、本例では第一巻回部21を冷却する第一冷却部と、第二巻回部22を冷却する第二冷却部とを備える冷却ベースが挙げられる。第一冷却部の冷却性能は、第二冷却部の冷却性能よりも高い。即ち、両巻回部21, 22の配置形態は、第一巻回部21を冷却性能の高い第一冷却部側に配置し、第二巻回部22を冷却性能の低い第二冷却部側に配置する。それにより、第一巻回部21と第二巻回部22とが均等に冷却されて両巻回

部 2 1, 2 2 の温度差が生じ難くできる。

[0044]            [磁性コア]

磁性コア 3 は、各巻回部 2 1, 2 2 の内側に配置される一対の内側コア部 3 1 と、コイル 2 が配置されず、コイル 2 から突出（露出）される一対の外側コア部 3 2 とを備える。磁性コア 3 は、離間して配置される内側コア部 3 1 を挟むように外側コア部 3 2 が配置され、内側コア部 3 1 の端面と外側コア部 3 2 の内端面とを接触させて環状に形成される。これら内側コア部 3 1 及び外側コア部 3 2 により、コイル 2 を励磁したとき、閉磁路を形成する。この磁性コア 3 は、公知のものを利用できる。

[0045]            (内側コア部)

各内側コア部 3 1 は、複数の柱状のコア片と、コア片よりも比透磁率が小さい材料からなるギャップ部とが交互に積層配置された積層体で構成してもよいし、ギャップ部を介さず、巻回部 2 1, 2 2 の軸方向の略全長の長さを有する一つの柱状のコア片で構成してもよい。一対の内側コア部 3 1 におけるコイル 2 の軸方向に沿った長さは互いに同一であり、コイル 2 の軸方向の長さを実質的に同一である。内側コア部 3 1 の形状は、巻回部 2 1, 2 2 の内周形状に合わせた形状とすることが好ましい。ここでは、内側コア部 3 1 の形状は、巻回部 2 1, 2 2 の軸方向の略全長に長さを有する直方体状であり、その角部を丸めた巻回部 2 1, 2 2 の内周面に沿うように丸めている。

[0046]            (外側コア部)

外側コア部 3 2 の形状は、本例では略ドーム形状の上面と下面を有する柱状体である。外側コア部 3 2 の高さは、内側コア部 3 1 よりも大きく、外側コア部 3 2 の上面は、内側コア部 3 1 の上面と略面一であり、外側コア部 3 2 の下面は、コイル 2 の下面と略面一であることが好ましい。外側コア部 3 2 の高さは、上下方向に沿った長さをいう。

[0047]            (材質)

内側コア部 3 1 のコア片及び外側コア部 3 2 は、軟磁性粉末を圧縮成形した圧粉成形体、軟磁性粉末と樹脂とを含み樹脂が固化（硬化）している複合



材料（成形硬化体）などが利用できる。

- [0048] 軟磁性粉末を構成する粒子は、純鉄などの鉄族金属や鉄基合金（Fe-Si合金、Fe-Ni合金など）などの軟磁性金属からなる金属粒子や、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、フェライトなどの非金属材料からなる粒子などが挙げられる。
- [0049] 軟磁性粉末の平均粒径は、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下、更に $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下が挙げられる。この平均粒径は、SEM（走査型電子顕微鏡）での断面画像を取得し、市販の画像解析ソフトを用いて解析することで行える。その際、円相当径を軟磁性粒子の粒径とする。円相当径とは、粒子の輪郭を特定し、その輪郭で囲まれる面積 $S$ と同一の面積を有する円の径とする。即ち、円相当径 $= 2 \times \{ \text{上記輪郭内の面積 } S / \pi \}^{1/2}$ で表される。
- [0050] 上記複合材料の樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコーン樹脂、ウレタン樹脂などの熱硬化性樹脂、ポリフェニレンスルフィド（PPS）樹脂、ポリアミド（PA）樹脂（例えば、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン9Tなど）、液晶ポリマー（LCP）、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂などの熱可塑性樹脂、常温硬化性樹脂、低温硬化性樹脂などが挙げられる。その他、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）、ミラブル型シリコーンゴム、ミラブル型ウレタンゴムなどを利用できる。
- [0051] 複合材料中の樹脂の含有量は、20体積%以上70体積%以下が挙げられる。樹脂の含有量が少ないほど、即ち軟磁性粉末の含有量が多いほど、飽和磁束密度の向上、放熱性の向上が期待でき、樹脂の含有量の上限は、50体積%以下、更に45体積%以下、40体積%以下にできる。樹脂の含有量がある程度多いと、即ち、軟磁性粉末の含有量がある程度少ないと、複合材料の原料（原料混合物）を成形型に充填する際に流動性に優れて成形型に充填し易く、製造性の向上が期待でき、樹脂の含有量の下限は、25体積%以上、更に30体積%以上にできる。

[0052] 上記複合材料は、軟磁性粉末及び樹脂に加えて、アルミナやシリカなどのセラミックスといった非磁性材料からなるフィラー粉末を含有できる。この場合、例えば放熱性を高められる。複合材料中のフィラー粉末の含有量は、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。

[0053] [冷却部材]

冷却部材は、コイル2を冷却するものであり、本例では上述のように冷却性能の異なる第一冷却部と第二冷却部とを備える冷却ベースが挙げられる。この冷却ベースは、リアクトル1の設置対象である。第一冷却部と第二冷却部とは、異なる冷却性能を有する複数の部材であってもよいが、一連の冷却板だが、冷媒の流路が冷却板の一部にしかないなどで、領域により冷却性能に差があるものであってもよい。第一冷却部と第二冷却部の冷却性能の高低差は、第一巻回部21と第二巻回部22とを均等に冷却できる程度の差とすることが挙げられる。例えば、第一冷却部の冷却性能(W)と第二冷却部の冷却性能(W)との比が、2:1~20:1程度を満たすことが挙げられる。その他、冷却部材には、循環供給される流体冷媒(例えばFET)が挙げられる。この流体冷媒の冷却性能に偏りがあるとは、例えば、第一巻回部21と第二巻回部22とへの供給量が異なることが挙げられる。具体的には、流体冷媒をコイル2に掛けて冷却する場合、その掛け方によって各巻回部21, 22の流体冷媒との接触状態に差があることや、リアクトル1を流体冷媒が流通される箇所に配置した場合、流通量の違いにより各巻回部21, 22の流体冷媒との接触状態に差があることなどが挙げられる。

[0054] [用途]

リアクトル1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好適に利用できる。

[0055] [リアクトルの作用効果]

上述のリアクトル 1 によれば、発熱し易い第一巻回部 2 1 と発熱し難い第二巻回部 2 2 とを有するコイル 2 を備えることで、コイル 2 を冷却する冷却部材の冷却性能に偏りがある場合に損失を低減できる。

[0056] 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および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 符号の説明

- [0057] C コイル
- 2 1 第一巻回部
    - 2 1 w 第一巻線
    - 2 1 1 素線
    - 2 1 e 端部
  - 2 2 第二巻回部
    - 2 2 w 第二巻線
    - 2 2 1、2 2 2 素線
    - 2 2 1 e、2 2 2 e 端部
  - 1 リアクトル
    - 2 コイル
    - 3 磁性コア
      - 3 1 内側コア部
      - 3 2 外側コア部

## 請求の範囲

〔請求項1〕 少なくとも1本の素線を含む第一巻線を螺旋状に巻回してなる第一巻回部と、

前記第一巻回部と電氣的に接続される複数本の素線を含む第二巻線を螺旋状に巻回してなり、前記第一巻回部の軸方向に平行な軸を有する第二巻回部とを備え、

前記第二巻線に含まれる各素線は、前記第二巻回部の軸方向に沿って並列され、

前記第二巻線に含まれる素線の本数が前記第一巻線に含まれる素線の本数よりも多く、

前記第二巻線の断面積が前記第一巻線の断面積以上であり、

前記第二巻線に含まれる素線の断面積が前記第一巻線に含まれる素線の断面積以下であるコイル。

[請求項2] 前記第一巻回部の軸方向の長さとは前記第二巻回部の軸方向の長さとの差が、前記第一巻回部の軸方向の長さの10%以下である請求項1に記載のコイル。

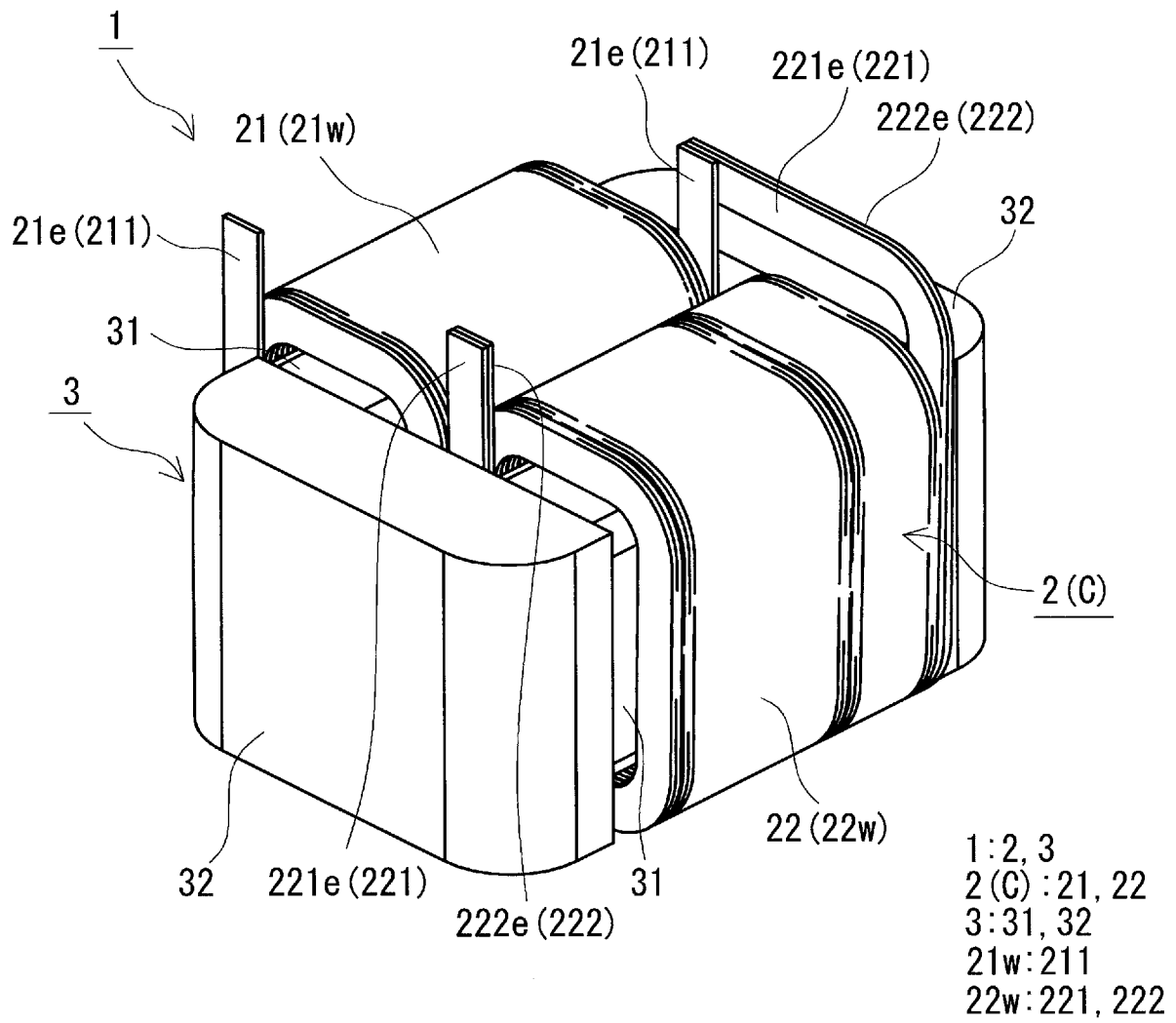
〔請求項3〕 前記第一巻線に含まれる素線及び前記第二巻線に含まれる素線の導体線が平角線であり、

前記第一巻線に含まれる素線と前記第二巻線に含まれる素線の幅が同じである請求項 1 又は請求項 2 に記載のコイル。

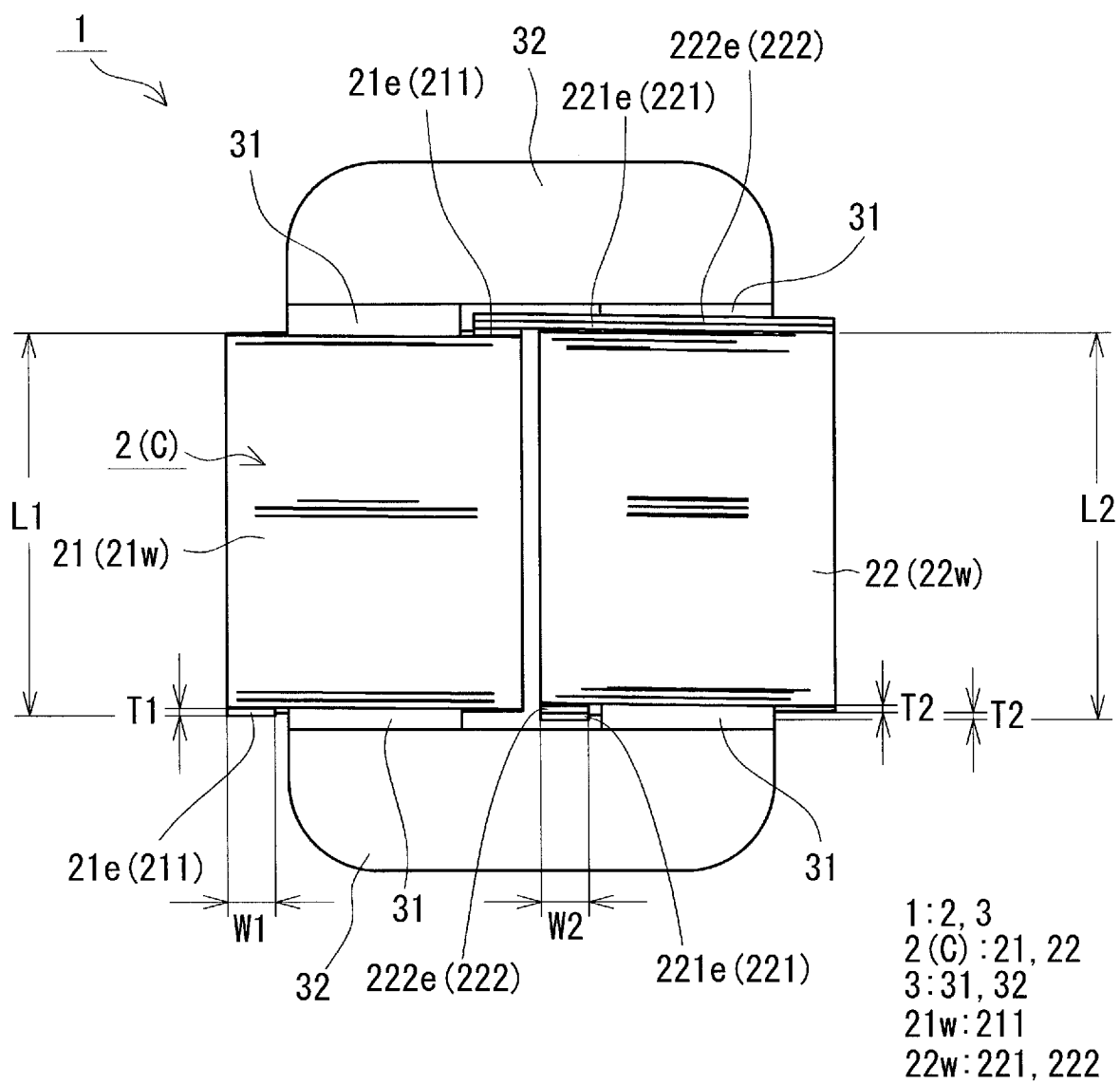
[請求項4]            コイルと、前記コイルが配置される磁性コアとを備えるリアクトルであって、

前記コイルは、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のコイルであるリアクトル。

[図1]



[図2]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004055

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 49-22352 Y1 (HITACHI, LTD.) 15 June 1974, column 2, line 15 to column 4, line 7, fig. 1, 3 (Family: none)                                                                                                                | 1-4                   |
| Y         | JP 2009-267074 A (TOYOTA INDUSTRIES CORP.) 12 November 2009, paragraphs [0020]-[0022], fig. 1-4 (Family: none)                                                                                                              | 1-4                   |
| Y         | JP 2000-195725 A (TDK CORPORATION) 14 July 2000, paragraphs [0012]-[0018], fig. 1-4 (Family: none)                                                                                                                          | 1-4                   |
| A         | JP 2015-90912A (TOYOTAMOTORCORP.) 11 May 2015, paragraphs [0006], [0011]-[0017], fig. 1-3 (Family: none)                                                                                                                    | 1-4                   |
| A         | JP 2014-146656 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14 August 2014, paragraphs [0019]-[0028], fig. 1-2 & US 2015/0352965 A1, paragraphs [0024]-[0034], fig. 1-2 & WO 2014/115667 A1 & DE 112014000575 T5 & CN 104969314 A | 1-4                   |
| E, A      | JP 2018-49957 A (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES, LTD.) 29 March 2018, paragraphs [0015]-[0016], [0030]-[0039], fig. 1-2 (Family: none)                                                                                           | 1-4                   |

☐

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

"I" 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

13 April 2018 (13.04.2018)

Date of mailing of the international search report

24 April 2018 (24.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

## 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, H01F27/28(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, H01F27/28

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 49-22352 Y1（株式会社日立製作所）1974.06.15, 第2欄第15行-第4欄第7行, 第1,3図（ファミリーなし）      | 1-4            |
| Y               | JP 2009-267074 A（株式会社豊田自動織機）2009.11.12, 段落[0020]-[0022], 図1-4（ファミリーなし）   | 1-4            |
| Y               | JP 2000-195725 A（ティーディーケイ株式会社）2000.07.14, 段落[0012]-[0018], 図1-4（ファミリーなし） | 1-4            |

☒ 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

13.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

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）

久保田 昌晴

5 D

4230

電話番号 03-3581-1101 内線 3551



| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                 |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2015-90912 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 05. 11, 段落[0006], [0011]-[0017], 図 1-3 (ファミリーなし)                                                                                             | 1-4            |
| A                     | JP 2014-146656 A (住友電気工業株式会社) 2014. 08. 14, 段落[0019]-[0028], 図 1-2<br>& US 2015/0352965 A1, 段落[0024]-[0034], 図 1-2<br>& WO 2014/115667 A1 & DE 112014000575 T5 & CN 104969314 A | 1-4            |
| E, A                  | JP 2018-49957 A (株式会社オートネットワーク技術研究所)<br>2018. 03. 29, 段落[0015]-[0016], [0030]-[0039], 図 1-2 (ファミリーなし)                                                                           | 1-4            |