

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-181594
(P2016-181594A)

(43) 公開日 平成28年10月13日(2016.10.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1F 17/06 (2006.01)	HO1F 17/06 A	5E070
	HO1F 17/06 K	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-60753 (P2015-60753)
(22) 出願日 平成27年3月24日 (2015.3.24)

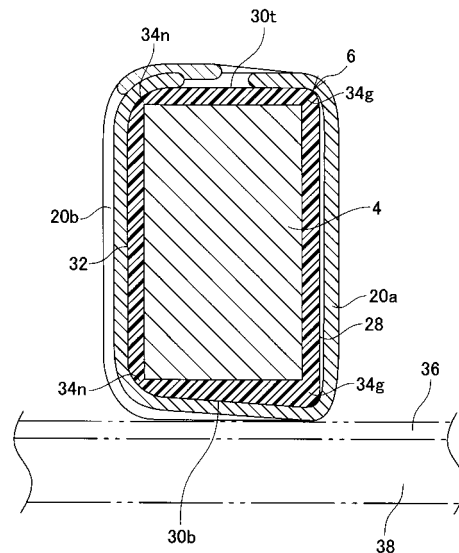
(71) 出願人 390005223
株式会社タムラ製作所
東京都練馬区東大泉1丁目19番43号
(74) 代理人 100120592
弁理士 山崎 崇裕
(72) 発明者 二宮 亨和
埼玉県坂戸市千代田5丁目5番30号 株
式会社タムラ製作所坂戸事業所内
(72) 発明者 有間 洋
埼玉県坂戸市千代田5丁目5番30号 株
式会社タムラ製作所坂戸事業所内
(72) 発明者 山田 将司
埼玉県坂戸市千代田5丁目5番30号 株
式会社タムラ製作所坂戸事業所内
Fターム(参考) 5E070 AA01 AB01 BA14 CA16

(54) 【発明の名称】 インダクタ

(57) 【要約】

【課題】放熱性を向上させることができるインダクタの提供。

【解決手段】環状部6の端面30の内周角34nにガイド溝40を設け、巻線20をガイド溝40に嵌めて巻き回すことにより、狙った位置に整列して配置させ斑な巻き重なるの発生を回避する。巻線20を2層巻にする場合は、1層目の巻線20aをガイド溝40に嵌めて整列させた後、1層目の巻線20aの隣接する2ターンにより形成される谷間に2層目の巻線20bを収めることにより、内周角34nにおいて巻線20を整列させて均等に重ならせる。また、放熱部材に対向配置される端面30(放熱面)を形成する樹脂部材の厚みを外周側で内周側より厚くして、外周側から内周側に向かい傾斜する漏斗状の形状とすることにより、内周角34n付近に生じる巻線20の巻き重なりにより生ずる高さを吸収して、仕上がり段階におけるインダクタの端面を平らに近づける。



【選択図】 図9

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環状に形成されたコアと、
前記コアの表面の少なくとも一部を覆う樹脂部材とを備え、
前記樹脂部材は、
巻線が巻き回される環状部の軸線方向で対をなして形成された 2 つの端面の一方として放熱部材に対向して配置される放熱面を有し、前記巻線が前記放熱面上にて重なり合うことにより生じる凹凸を抑制する凹凸抑制構造が設けられていることを特徴とするインダクタ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のインダクタにおいて、
前記凹凸抑制構造は、
互いに隣接する前記環状部の内周面と前記端面との間に連なる内周側の隅角部のうち、少なくとも前記放熱面に連なる隅角部に形成されて前記巻線の整列を促す複数の溝を含むことを特徴とするインダクタ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のインダクタにおいて、
前記凹凸抑制構造は、
互いに隣接する前記環状部の外周面と前記端面との間に連なる外周側の隅角部のうち、少なくとも前記放熱面に連なる隅角部に形成されて前記巻線の整列を促す複数の溝をさらに含むことを特徴とするインダクタ。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のインダクタにおいて、
前記凹凸抑制構造は、
前記放熱面に設けられて外周側から内周側に向けて漏斗形状をなす傾斜を含むことを特徴とするインダクタ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のインダクタにおいて、
前記凹凸抑制構造は、
前記放熱面を成す前記樹脂部材の外周側の厚みが前記樹脂部材の他部位よりも厚く形成されることにより前記放熱面の外周側から内周側に向けて漏斗形状をなす傾斜を含むことを特徴とするインダクタ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のインダクタにおいて、
前記凹凸抑制構造は、
前記巻線の断面が円形状でありこの巻線が 2 層巻にされる場合に、前記巻線の断面の半径を r 、前記放熱面をなす前記樹脂部材の外周側の厚みと内周側の厚みとの差を H としたとき、次式 (1)

$$H \geq r \cdot 3 \cdots (1)$$

の関係を満たして形成されていることを特徴とするインダクタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トロイダルコアを擁するインダクタに関する。

【背景技術】

【0002】

コイルをはじめとするインダクタには、常に発熱が伴う。インダクタは、これを使用する各種装置の基板等（以下、「被装着体」と称する。）に固定されて用いられるのが一般的であるが、巻線に流れる電流量や周波数の上昇に伴いその周囲に放散する熱量も増大するため、発熱による被装着体への影響を回避するためには何らかの熱対策が必須となる。

【0003】

ここで、トロイダルコアに巻線を施したコイルアセンブリを収容するコイルカバーの一端開口をヒートシンク板にて閉鎖する構造をもつコイル部品の発明が既に知られている（例えば、特許文献1参照）。このコイル部品によれば、ヒートシンク板がコイルアセンブリ及びトロイダルコアの環状端面に対面配置されているため、コイルアセンブリから発せられる熱をヒートシンク板に放散させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-234752号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

通常、トロイダルコアは当然ながら内周側が外周側よりも狭い（円周長が短い）形状であるため、巻き回し数の増加に伴い、外周側では余裕を持って整列可能であっても、内周側では巻線どうしが重なり合って整列しにくい状態となる。そして、巻線の重なる部分と重ならない部分とがまばらに存在することにより、巻線を巻き終えたコイルアセンブリの端面ともいべき巻線の並びが一様（面でいえば平坦）に仕上がらずに凹凸が生じる。この凹凸のせいで、コイルアセンブリがヒートシンク板に対向して配置されていても、対向する端面からヒートシンク板に効率よく放熱することが困難となる。

20

【0006】

そこで本発明は、放熱性を向上させることができるインダクタの提供を課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、本発明は以下の解決手段を採用する。

すなわち本発明に係るインダクタは、環状に形成されたコアと、コアの表面の少なくとも一部を覆う樹脂部材とを備え、樹脂部材は、巻線が巻き回される環状部の軸線方向で対をなして形成された2つの端面の一方として放熱部材に対向して配置される放熱面を有し、巻線が放熱面上にて重なり合うことにより生じる凹凸を抑制する凹凸抑制構造が設けら

30

【0008】

このような構成を採ることにより、放熱面上における巻線の並びを整列させて平らに近づけることができる。そのため、完成品としてのインダクタが被装着体に装着される際に、被装着体との間に配置される放熱部材に対してほぼ平行に対向することができ、放熱面がより広い面積で放熱部材に接触することができるため、放熱面から放出される熱を効率よく放熱部材に伝達させて放熱性能の向上を図ることが可能となる。

【0009】

凹凸抑制構造は、互いに隣接する環状部の内周面と端面との間に連なる内周側の隅角部のうち、少なくとも放熱面に連なる隅角部に形成されて巻線の整列を促す複数の溝を含む。また好ましくは、内周側の隅角部に加え、互いに隣接する環状部の外周面と端面との間に連なる外周側の隅角部のうち、少なくとも放熱面に連なる隅角部に形成されて巻線の整列を促す複数の溝をさらに含む。

40

【0010】

この態様によれば、少なくとも巻線の重なりが生じ易い内周側の隅角部において狙った位置に巻線を配置することができ、結果として巻線を整列した状態で巻き回すことが可能となる。これにより、巻線の重なりによるまばらな凹凸が形成されるのを抑制して、環状部の端面、少なくとも放熱面上における巻線の並びを整列させて、より一層平らに近づけて上げることが可能となる。

【0011】

50

好ましくは、凹凸抑制構造は、放熱面に設けられて外周側から内周側に向けて漏斗形状をなす傾斜を含む。この凹凸抑制構造は、放熱面を成す樹脂部材の外周側の厚みが樹脂部材の他部位よりも厚く形成されることにより放熱面の外周側から内周側に向けて漏斗形状をなす傾斜を含んでもよい。放熱面が外周側から内周側に向けて傾斜した形状に形成されていることにより、樹脂部材の高さは外周側が内周側よりも高くなる。

【0012】

樹脂部材の寸法が、環状部の内周側に巻線の重なりが発生し外周側には発生しないような大きさに設計されている場合、巻線を整列させて巻き回すことができたとしても、巻き終えた状態において端面上に生じた巻線の重なりの有無により内周側と外周側とでは高さが異なり、巻線が重なり合った分だけ内周側の高さがより高くなる。

10

上述の形態によれば、このような場合に巻線の重なりにより生じた高さが内周側と外周側の高さの違いに吸収されて、巻線を巻き終えた状態での放熱面上における巻線の並びをさらに平らに近づけることができる。

【0013】

さらに好ましくは、凹凸抑制構造は、巻線の断面が円形状でありこの巻線が2層巻にされる場合に、巻線の断面の半径を r 、放熱面をなす樹脂部材の外周側の厚みと内周側の厚みとの差を H としたとき、次式(1)

$$H = r \sqrt{3} \dots (1)$$

の関係を満たして形成されている。

【0014】

この関係式に基づき、放熱面をなす樹脂部材における外周側の厚みを内周側よりも厚く形成することで、放熱面には外周側から内周側に向けて漏斗形状をなす傾斜が形成される。凹凸抑制構造がこのような形状に形成されることにより、2層分の巻線を巻き終えた段階で環状部の内周側に生じる巻線の重なりによる厚みを吸収することができ、2層巻インダクタの完成段階においてその底面を平らに近づけることが可能となる。

20

【発明の効果】

【0015】

以上のように、本発明のインダクタによれば、環状部への巻き回しに伴い巻線が放熱面上にて重なり合うことにより生じる凹凸を抑制する手段により、インダクタの放熱面上における巻線の並びを整列させ平らに近づけることができる。よって、インダクタの放熱性能を向上させることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】一実施形態のコイルを表す斜視図である。

【図2】一実施形態のコイルに巻線が巻き回される前の状態を表す斜視図である。

【図3】一実施形態のコイルを表す平面図である。

【図4】一実施形態のコイルを表す正面図及び高さ方向に切断した場合の縦断面図(図3中のIV-IV線に沿う断面図)である。

【図5】一実施形態のコイルを表す底面図及び底面側からみた斜視図である。

【図6】一実施形態のコイルを開口位置において高さ方向に切断した場合の縦断面図(図3中のVI-VI線に沿う断面図)である。

40

【図7】環状部端面の内周角に形成された溝の拡大縦断面図(図6中の一点鎖線VII-VIIに囲まれた枠内の拡大図)である。

【図8】環状部底面の一部の拡大図(図5(A)中の一点鎖線VIII-VIIIに囲まれた枠内の拡大図)である。

【図9】一実施形態の2層巻のコイルが被装着体に装着された状態で高さ方向に切断した場合の縦断面図(図8(C)中のIX-IX線に沿う断面図)である。

【図10】環状部下端面を構成する樹脂部材における外周側の厚みと内周側の厚みの違いを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態ではインダクタの一例としてコイルを取り上げるが、本発明はこの例示に限定されるものではない。また、発明の理解を容易とするために、図面上の表現には若干の誇張やデフォルメが含まれる場合がある。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、一実施形態のコイル 1 を表す斜視図である。

コイル 1 は、樹脂で形成されたボビン 2 内にトロイダルコア 4 (図 1 では隠れている) を収容し、ボビン 2 の外面に沿って巻線 2 0 (一部にのみ符号を付す) を巻き回した構成である。このためボビン 2 は環状部 6 を有しており、この環状部 6 は環状に形成されてその内部にトロイダルコア 4 を収容する空間を有している。また、ボビン 2 は 2 つの腕部 1 0 を有しており、これら腕部 1 0 は、環状部 6 の外周面 2 8 から外方 (側方) に延びている。コイル 1 は、電子部品として被装着体に装着され、例えばねじ等の固定部材により固定された状態で使用される。

【 0 0 1 9 】

腕部 1 0 は、上記のようにコイル 1 を固定するための部位である。このため、腕部 1 0 の端部にはそれぞれ固定孔 1 2 が形成されており、各固定孔 1 2 には金属製のカラー 1 4 が埋め込まれている。コイル 1 は、これら固定孔 1 2 (具体的にはカラー 1 4) を通じて被装着体へのねじ留めが可能となっている。また、各腕部 1 0 の端部には固定孔 1 2 に隣接して位置決め孔 1 6 が形成されている。これら位置決め孔 1 6 は、ねじ留め時に被装着体との位置決めを行うためのものである。

【 0 0 2 0 】

より詳細には、腕部 1 0 は、平板状をなす 2 枚の絶縁壁 1 8 及び支持壁 2 4 を有しており、このうち 2 枚の絶縁壁 1 8 は、環状部 6 の外周面 2 8 に基端が接続されて外方に延びている。支持壁 2 4 は、ちょうど 2 枚の絶縁壁 1 8 の間に挟まれる位置に形成されており、その基端は同じく外周面 2 8 に接続されている。なお、外周面 2 8 において絶縁壁 1 8 及び支持壁 2 4 はいずれも、コイル 1 の中心軸線の方向に立ち上がるようにして配置されている。また、図 1 には示されていないが、絶縁壁 1 8 と支持壁 2 4 との間には、これらと直交する方向に拡がる板状の部位が形成されている。

【 0 0 2 1 】

腕部 1 0 の先端部分には軸受盤 2 6 が形成されており、この軸受盤 2 6 はコイル 1 の中心軸線と直交する方向 (環状部 6 の端面と並行) に拡がる平板状をなしている。上記の固定孔 1 2 及び位置決め孔 1 6 は、軸受盤 2 6 を厚み方向に貫通して形成されている。なお軸受盤 2 6 は、支持壁 2 4 とその両側の絶縁壁 1 8 とによって支持されている。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、一実施形態のコイル 1 に巻線 2 0 が施される前の状態を表す斜視図である。

図 2 中、環状部 6 の上端面 3 0 t 及び外周面 2 8 を形成する樹脂の一部を破断して示すように、環状部 6 内にはトロイダルコア 4 が内面に密接した状態で収容されている。トロイダルコア 4 は、ダストコアや純鉄、センダスト、フェライト、アモルファス、積層鋼板等の磁性材料により形成されている。トロイダルコア 4 の外面上には、PPS (ポリフェニレンスルファイド) 等の熱可塑性樹脂により収容部 6 が形成されている。収容部 6 の周面は、概ね 0 . 8 ~ 1 . 5 mm 程度の厚みとなるよう形成されているが、求められる強度に応じて望ましい厚みを適宜選択し形成することができる。

【 0 0 2 3 】

本実施形態のコイル 1 においては、インサート成形を通じてボビン 2 とトロイダルコア 4 とが一体成形されており、その成形過程でボビン 2 にも環状部 6 及び腕部 1 0 が樹脂成形される。このため、完成状態でみてボビン 2 の環状部 6 とトロイダルコア 4 との間には間隙が存在しない。ボビン 2 の腕部 1 0 にはさらに、固定孔 1 2 の内側に配置されたカラー 1 4 もまた一体成形されており、カラー 1 4 は固定孔 1 2 内に予め埋め込まれて密着している。つまり、樹脂製のボビン 2 は、金属製のトロイダルコア 4 及びカラー 1 4 と一体

10

20

30

40

50

成形されている。

【0024】

一体成形においては、本実施例で用いたPPS以外にも、例えばエポキシ樹脂や不飽和ポリエステル系樹脂、ウレタン樹脂、BMC（バルクモールドイングコンパウンド）、PBT（ポリブチレンテレフタレート）等の樹脂を用いることが可能である。

なお、一体成形については詳しく後述する。また、これ以降の説明において特に断らない限りは、巻線20が巻き回される前の状態のコイル1について説明することとする。

【0025】

図3は、一実施形態のコイル1を表す平面図である。

環状部6は、上述したように環状に形成されており、上端面30tの外周及び内周が略正円に形成されている。環状部6の外周上には2つの腕部10が略等間隔に配置されており、各々が外方に延びるようにして設けられている。図3中、環状部6の中心を通る水平に示された一点鎖線との関係から明らかなように、各腕部10の根元を成す絶縁壁18は、外周の径方向に対し所定の角度を成して環状部6の外周面28に連なっている。

10

【0026】

上端面30tの内周側、すなわち上端面30tと内周面32との間に連なって形成された隅角部である内周角34nには、複数のガイド溝40が周方向に配列して形成されている。ガイド溝40は、巻線20を環状部6の外面に沿って整列した状態で巻き回せるように誘導するための窪みである。上端面30tの円周長は外周側に比べ内周側がより短く、それだけ巻線20を巻き回すスペースが狭いため、内周側の隅角部付近では、巻き数の増加に伴い巻線20が重なり易くなる。このとき、巻き終わりの状態における巻線20の重なり具合が均一でない場合、コイル1の端面（巻線20の集合により形成される面）には不規則な凹凸が生じる。このため、コイル1の使用時にこの端面に対向して放熱部材（図3には不図示）を配置しても、この放熱部材にはコイル1が放出する熱を効率よく伝達させることができない。過熱によるコイル1の性能低下を回避するにはコイル1の放熱性能を向上させる必要があり、このためコイル1の端面は、放熱部材に対してより広い面積で接触できるよう、なるべく平坦に仕上がっていることが望ましい。

20

【0027】

そこで、本実施形態のコイル1では、内周角34nにガイド溝40を形成して、巻線20の狙った位置への配置を可能とすることにより、巻き回しに伴う巻線20の整列の促進を図っている。これにより、コイル1の端面に不規則な凹凸が形成されることなく、端面をより一様で平坦な状態に仕上げることができる。結果として、コイル1から放出される熱を放熱部材に効率よく行き渡らせ、コイル1の放熱性能を向上させることができる。なお、巻線20の整列については、さらに詳しく後述する。

30

【0028】

腕部10の固定孔12は、上記のようにコイル1を被装着体に固定させる際に用いられる。固定孔12の内側に埋め込まれたカラー14は、ねじ留めの際に固定孔12を補強する。カラー14は樹脂や鉄、合金等により形成されている。また、位置決め孔16を用いた位置決めは、例えば、被装着体に設けられたボスを位置決め孔16に貫通させることで行うことができる。

40

【0029】

各腕部10に1つずつ設けられた位置決め孔16は、それぞれ形状が異なり、このうち1つは略正円、もう1つは楕円状に形成されている。このように、1つの位置決め孔16については若干の遊びを持たせた形状としておくことで、多少の位置ずれを許容してボスを貫通させ易くし、コイル1の被装着体への装着を容易にしている。

【0030】

図4は、一実施形態のコイル1を正面側から表す図である。ここでは、図4中(A)にコイル1の正面図を示し、図4中(B)に縦断面図を示す。

図4中(A)：腕部10の絶縁壁18は、その基端が環状部6の外周面28の高さ方向でみた全域に拡がっており、基端から先端に向けて先細った形状をなしている。軸受盤2

50

6は、絶縁壁18の先細った先端部分に接続されている。

【0031】

また、絶縁壁18は、外周面28の下端位置では基端からある程度先までを等幅(同じ高さ)に形成されており、この等幅な部分は環状部6の下端面30bより張り出して下方に延びている。こうした形状は、環状部6の内部に収容されるトロイダルコア4と環状部6の外面に巻き回される巻線20(図4では不図示)との絶縁距離を確保するためのものである。なお、絶縁距離の確保については、改めて後述する。

【0032】

環状部6の端面30と外周面28との間に連なる隅角部である外周角34gは、略円弧状の滑らかな曲面に形成されている。この形状により、巻線20に損傷を与えずに外周面28に沿って巻線20を巻き回すことができる。

【0033】

図4中(B):ここには、コイル1を環状部6とカラー14の中心点を通過する線で高さ方向に切断した場合の断面(図3中のIV-IV線に沿う断面)を示す。この図からも明らかなように、トロイダルコア4は、環状部6の内面に隙間なく密着した状態で収容されている。また、カラー14は、腕部10が備える軸受盤26に形成された固定孔12の内側面に密着している。ボビン2は、予めトロイダルコア4及びカラー14がセットされた金型を用いてインサート成形されることにより、トロイダルコア4及びカラー14と共に一体に成型されている。そのため、ボビンとコアを別体とした構造とは異なり、環状部6とトロイダルコア4の間には隙間が生じることなく、これらの間は環状部6を形成する樹脂で埋め尽くされている。

【0034】

本実施形態に対する比較例として、環状部と蓋部とで構成される2パーツ型ボビンを用いた場合は、コアを収容した後もボビンとの間に多少の空間が維持され続ける。この空間の存在により、ボビンの巻線に対する強度はボビンを形成する樹脂の厚みに依存することとなるため、割れや損傷の懸念が付き纏う。これに対し、本実施形態のコイル1のようにボビン2とトロイダルコア4が一体成形されていれば、両者の間に隙間が生じないため前述のような強度の懸念から解放される。さらに、一体成形されたボビン2は、隙間がない分だけより大きな容積のトロイダルコア4を収容することができる。言い換えると、コアの寸法が2パーツ型ボビンと同一である場合には、ボビンの外形寸法をより小さくしつつコアとしての同等の特性を発揮することが可能となる。

【0035】

本実施形態においては、トロイダルコア4とボビン2に加えカラー14も一体成形されている。これにより、成形に用いる金型が1つだけで済む上に、ボビン2の成形と同時にカラー14が固定孔12を形成する樹脂に密着するため、ボビンとカラーを別途組み立てる場合と比較して製造効率の向上及びコストの削減を図ることができる。また、固定孔12にカラー14が設けられることにより固定孔12が補強され、孔の強度がより一層高められる。

【0036】

環状部6の端面30と内周面32との間に連なる隅角部である内周角34nは、そのカーブ(いわゆる「R(アール)」)が外周角34gより緩やかであり、また表面の膨らみが削り取られて内側に窪んだ形状に形成されている。これは、内周角34nにガイド溝40が設けられているためである。ガイド溝40の形状については、詳しく後述する。

【0037】

図5は、一実施形態のコイル1を底面側から表す図である。ここでは、図5中(A)をコイル1の底面図とし、図5中(B)を底面側からみた斜視図とする。

図5中(A):上端面30tと同様に、下端面30bにおいても内周角34nにガイド溝が形成されている。また、絶縁壁18と外周面28との間に連なる隅角部の下端においては、絶縁壁18が下端面30bよりも下方に張り出し、下端面30bの外周角34gに被さるようにして形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

図 5 中 (B) : この図に示されるように、環状部 6 の外周面 2 8 には部分的に開口 8 が形成されており、開口 8 は、ちょうど 2 枚の絶縁壁 1 8 と支持壁 2 4 に挟まれる位置 (1 つの腕部 1 0 あたり 2 箇所) で、その下端寄りに位置している。開口 8 は、樹脂で被覆されずに外部に開いているため、環状部 6 に収容されたトロイダルコア 4 の表面は開口 8 を通じて外部に露出している。このような開口 8 は、ポビン 2 をインサート成形する際に必然的に生じたものである。

【 0 0 3 9 】

〔 開口に伴う絶縁距離の確保 〕

図 6 は、一実施形態のコイル 1 を開口 8 が形成されている位置において高さ方向に切断した場合の縦断面図 (図 3 中の V I - V I 線に沿う断面図) である。この図では、環状部 6 の外面に開口 8 が生じる経緯についての理解を容易にするために、インサート成形に用いる成形金型 2 2 のうち、環状部 6 の下方を形成する部位のみを二点鎖線で示したが、実際にはポビン 2 全体を覆う形状を成している。

10

【 0 0 4 0 】

ポビン 2 をインサート成形する過程において、まず成形金型 2 2 の所定の位置にトロイダルコア 4 がセットされ、その後にポビン 2 を形成する樹脂が成形金型 2 2 の上方から射出充填される。予め成形金型 2 2 には、その内部でトロイダルコア 4 を位置決めするための爪が両側に 2 つずつ形成されている。樹脂が上方から射出されることにより、トロイダルコア 4 が樹脂の射出圧で下方に押さえつけられるため、トロイダルコア 4 をその下側に位置する爪のみで安定して支持することができる。このように成形された結果として形成される成形金型 2 2 の爪とトロイダルコア 4 との接点 (爪の跡に相当) が開口 8 となる。トロイダルコア 4 は成形金型 2 2 の爪により下方から支持されていたため、開口 8 は外周面 2 8 の下端寄りに形成される。充填された樹脂が固化したら、トロイダルコア 4 及びカラー 1 4 と一体に成形されたポビン 2、すなわち巻線 2 0 が施される前段階のコイル 1 が成形金型 2 2 から取り出される。このとき、成形金型 2 2 とトロイダルコア 4 との接点となっていた開口 8 を覆うものがなくなり、トロイダルコア 4 が外部に露出することとなる。

20

【 0 0 4 1 】

このようにしてトロイダルコア 4 が外部に露出するため、ポビン 2 に巻き回す巻線 2 0 との間には十分な絶縁距離の確保が必要となる。そこで、本実施形態のポビン 2 においては、周方向でみて開口 8 の両側に 2 枚の絶縁壁 1 8 を設け、開口 8 と巻線 2 0 の巻き回し領域とを隔離させている。これにより、各種安全規格に規定されている絶縁距離を確保することが可能となる。

30

【 0 0 4 2 】

ところで、腕部 1 0 は、被装着体へコイル 1 を装着させる上で用いられる軸受盤 2 6 を環状部 6 に連結させる役割を担っており必要不可欠である。絶縁壁 1 8 もまた、上述のようにトロイダルコア 4 と巻線 2 0 との間の絶縁距離を確保する役割があり、欠かせない部材である。仮に腕部 1 0 と絶縁壁 1 8 とを個別に設けた場合、それぞれが外周面 2 8 に接続するためのスペースが必要となる。この場合、必要なスペースの分だけ環状部 6 に巻線 2 0 を施すスペースが縮小して巻き回し数が減少するため、コイルとしての性能低下が避けられない。また、腕部 1 0 は軸受盤 2 6 を支持するためだけに存在することとなり、その根元部分はデッドスペースになる。

40

【 0 0 4 3 】

そこで、本実施形態のコイル 1 においては、絶縁壁 1 8 が腕部 1 0 の根元を兼ねることにより、デッドスペースとなり得る部位を有効活用すると同時に、外周面 2 8 のうち開口 8 を挟んだ必要最小限の領域以外は巻線 2 0 のための領域に充てることを可能としている。これにより、環状部 6 に巻線 2 0 を巻き回すスペースを十分に確保して、コイルとしての所望の性能を発揮させることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

50

〔ガイド溝〕

図7は、内周角 $34n$ に形成されたガイド溝40の拡大図（図6中の一点鎖線VIIに囲まれた枠内）である。

図7中（A）：ここには、図6中の一点鎖線に囲まれた領域VII内を拡大して示す。この図に示されるように、内周角 $34n$ には、複数のガイド溝40が周方向に連なるようにして設けられている。個々のガイド溝40は、端面30の内周面32寄りの端部から内周面32の端面30寄りの端部へと連続する面の一部が削られて窪んだ形状に形成されている。

【0045】

一般的に、巻線をボビン（トロイダルコア）に巻き回す場合には、巻線を内周角に接触させてボビンの内周側から巻き始める。このとき、内周側は外周側よりもスペースが狭く巻線が密集することから、本来は巻線の重なりが生じないことが望ましい1層巻のコイルにおいても不規則な巻き重なりが生じ易い。また、巻線が巻き膨らむことにより、ボビンの外面に殆ど接触せずに浮いた状態となり易い。

【0046】

本実施形態によれば、環状部6の外面に巻線20を巻き回す際に、ガイド溝40に巻線20を押し当てて溝にしっかり嵌まった状態で巻き回し始めることができ、ガイド溝40を巻き回しの起点とすれば作業を行い易くなる。また、巻線20の下方が各ガイド溝40に嵌まることにより、内周角 $34n$ に巻線20を狙った位置に整列させることができ巻線20の不規則な重なりを防止することが可能となると共に、内周角 $34n$ に巻線20を確実に接触させて巻線20の巻き膨らみによる浮きを抑制することが可能となる。

【0047】

図7中（B）：ここでは、図6中の一点鎖線に囲まれた領域VII内を端面図として示している。この端面は、ガイド溝40における溝の最深部の切断面に該当する。本実施形態では、環状部6の端面30及び内周面28を構成する樹脂部材がいずれも厚み w に形成されている。また参考のため、トロイダルコア4の外周縁（エッジ）上の1点である o を中心とする半径 w の円弧を二点鎖線で図中に表した。

【0048】

この図に示されるように、ガイド溝40の最深部はこの円弧よりも深い位置に形成されている。また、ガイド溝40の最深部を成す辺 ps の一端 p は、端面30の内周面32寄りの端部に、他端 q は内周面32の端面30寄りの端部にそれぞれ位置している。すなわち、辺 pq は端面30の端部が、辺 rs は内周面32の端部がそれぞれ削られて生じた辺であり、ガイド溝40が端面30と内周面32との接続部に留まらずその前後領域にかけて形成されていることが分かる。ガイド溝40をこのような形状とすることにより、巻線20がガイド溝40に沿い易くなり、また巻線20が最も重なり易い端面30と内周面32との接続部における巻線20の整列した配置及び高さ調整が可能となる。

【0049】

個々のガイド溝40の寸法は、幅が巻線20の径と同程度或はそれより大きく、深さは巻線20を巻き回し終えたコイル1の端面が平らとなるように設計される。より具体的には、内周角 $34n$ において巻線20を互いに隣接した状態に整列して配置させるため、ガイド溝40の深さは巻線20の半径以下の大きさに設計されている。そして、巻線20をより安定して嵌まり込ませるためには、ガイド溝40の横断面を形成する弧の形状は、ガイド溝40の表面に接することとなる巻線20の横断面の下方を形成する弧と同様の形状であることが好ましい。

【0050】

〔巻線の整列配置〕

図8は、環状部6の底面の一部を表す拡大図（図5（A）中の一点鎖線に囲まれた領域VIII内）である。以下に、巻線20を2層巻にする場合を例として、ガイド溝40により巻線20を整列して配置させる原理を説明する。

【0051】

10

20

30

40

50

図 8 中 (A) : 巻線 2 0 が巻き回されていない状態の拡大図である。この図に示されるように、本実施形態においては、ガイド溝 4 0 が内周角 3 4 n のみに形成されており、外周角 3 4 g には形成されていない。また、ガイド溝 4 0 が下端面 3 0 b の内周面 3 2 寄りの端部から内周面 3 2 に亘って形成されていることが分かる。

【 0 0 5 2 】

図 8 中 (B) : 1 層目の巻線 2 0 a を巻き終えた状態の拡大図である。1 層目の巻線 2 0 a がガイド溝 4 0 に嵌まることにより、内周角 3 4 n において巻線 2 0 が重なることなく周方向に隣接した状態で整然と配置されている。内周角 3 4 n から外周角 3 4 g にかけては、巻線 2 0 が下端面 3 0 b に沿って放射状にほぼ等間隔で巻き回されていることが分かる。

10

【 0 0 5 3 】

図 8 中 (C) : 2 層目の巻線 2 0 b を巻き終えた状態の拡大図である。2 層目の巻線 2 0 b はガイド溝 4 0 には嵌まらず、内周角 3 4 n において、整列して配置された 1 層目の巻線 2 0 a が隣り合った中間の位置を狙って配置される。隣り合う 1 層目の巻線 2 0 a の間に収まった 2 層目の巻線 2 0 b は、内周角 3 4 n から外周角 3 4 g にかけては隣り合う 1 層目の巻線 2 0 a の間を縫うようにして放射状にほぼ等間隔で巻き回される。これにより、二層目の巻線 2 0 b を巻き終えた状態の外周角 3 4 g は、一層目の巻線 2 0 a と二層目の巻線 2 0 b とが交互にほぼ等間隔で巻き回された状態となり、巻線 2 0 a と巻線 2 0 b とが重なることはない。

20

【 0 0 5 4 】

〔端面の傾斜〕

図 9 は、一実施形態における 2 層巻のコイル 1 が被装着体に装着された状態で環状部 6 を高さ方向に切断した場合の縦断面図 (図 8 (C) 中の I X - I X 線に沿う断面図) である。ここでは 1 層目の巻線 2 0 a 及び 2 層目の巻線 2 0 b が巻き回される様子を理解しやすくするため、本来ならば図面左方に表わされるべき環状部 6 の内周面 3 2 及びそこに巻き回された巻線 2 0 の様子は図示せずに簡略化した。

【 0 0 5 5 】

巻線 2 0 を 2 層巻にする場合、内周角 3 4 n では隣り合う 1 層目の巻線 2 0 a の間に 2 層目の巻線 2 0 b を載せて収める。よって、コイル 1 完成時における内周角 3 4 n 付近の高さは、一層目の巻線 2 0 a と二層目の巻線 2 0 b とが整列して重なる分だけ外周角 3 4 g 付近に比べ必然的に高くなる。

30

【 0 0 5 6 】

そこで、本実施形態においては、下端面 3 0 b の外周側の厚みを内周側よりも厚く形成している。環状部 6 の断面をみると、下端面 3 0 b を構成する樹脂部材の厚みとその最外縁において最も厚く、外周側から内周側にかけて徐々に薄くなっているため、下端面 3 0 b は外周側から内周側に向けて漏斗形状をなし、上向きに傾斜した状態にある。これにより、内周角 3 4 n において 1 層目の巻線 2 0 a と 2 層目の巻線 2 0 b との重なりにより生じた高さが、下端面 3 0 b における傾斜 (樹脂部材の内周側と外周側の厚みの違い) により吸収される。結果として、2 層巻のコイル 1 が完成した段階においてその底面をより平らに近づけることが可能となる。

40

【 0 0 5 7 】

概して、コイル 1 が被装着体に装着される際には、放熱対策として、コイル 1 の端面对向するように放熱部材が配置される。例えば、図 9 に示されるように、コイル 1 の底面对向する位置に放熱シート 3 6 及びヒートシンク 3 8 が相互に平行に配置される。これにより、コイル 1 が放出する熱を放熱シート 3 6 に伝達させ、さらに放熱シート 3 6 により伝達した熱をヒートシンク 3 8 に放散させることができ、コイル 1 及びコイル 1 周辺の温度を効果的に下げることが可能となる。

【 0 0 5 8 】

このとき、仮にコイル 1 の底面に不規則な凹凸 (一部は大きく出っ張り、一部は逆に引っ込んでい

50

イル 1 が放出する熱を放熱部材に効率よく伝達させることができず、芳しい放熱性能が得られない。本実施形態のごとく、コイル 1 の放熱部材に対向する側の端面を平らに近づけて形成することにより、この端面を放熱部材にほぼ平行に対向させることができ、結果としてコイル 1 が放出する熱を放熱部材にまんべんなく効率的に行き渡らせて、コイル 1 の放熱性能を向上させることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 は、環状部 6 の下端部 3 0 b を構成する樹脂部材における外周側の厚みと内周側の厚みの違いを説明する図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 中 (A) : コイル 1 が 2 層巻コイルである場合の内周角 3 4 n 付近における巻線 2 0 の重なり方を、3 ターン分の巻線 2 0 (うち 2 ターンが 1 層目の巻線 2 0 a、1 ターンが 2 層目の巻線 2 0 b である。)の断面により表している。この図に示されるように、本実施形態による 2 層巻のコイル 1 においては、断面が略円形に形成された巻線 2 0 が用いられる。また、図中には内周角 3 4 n が図示されていないが、巻線 2 0 が環状部 6 に巻き回される際には、1 層目の巻線 2 0 a の下方が内周角 3 4 n に設けられたガイド溝 4 0 に嵌まることとなる。

10

【 0 0 6 1 】

まず、1 層目の巻線 2 0 a の各ターンが相互に隣接した状態に整列して配置され、環状部 6 の周方向にスパイラル状に巻き回されていく。1 層目を巻き終わると、2 層目の巻線 2 0 b は、1 層目の巻線 2 0 a の 2 ターンが内周角 3 4 n において隣接することにより形成される谷間に配置される。つまり、2 層目の巻線 2 0 b は、内周角 3 4 n 付近において 1 層目の巻線 2 0 a 両ターンに接触する。このようにして 2 層目を巻き終わると、1 層目の巻線 2 0 a の上に 2 層目の巻線 2 0 b が整列して配置されることにより、内周角 3 4 n 付近において巻線 2 0 を均等に重ならせることができる。このとき、図 1 0 中 (A) に示されるように、巻線 2 0 の断面の半径を r とすると、内周角 3 4 n 付近で 2 層分の巻線 2 0 により形成される高さ H_n は、 $(2 + \sqrt{3})r$ となる。

20

【 0 0 6 2 】

図 1 0 中 (B) : コイル 1 が 2 層巻コイルである場合の外周角 3 4 g 付近における巻線 2 0 の様子を、3 ターン分の巻線 2 0 (うち 2 ターンが 1 層目の巻線 2 0 a、1 ターンが 2 層目の巻線 2 0 b である。)の断面により表している。外周角 3 4 g は内周角 3 4 n に比べてスペースに余裕があるため、1 層目を巻き終えた段階で、1 層目の巻線 2 0 a により略等間隔に形成される各ターンの間にはスペースが残されている。2 層目の巻線 2 0 b はこのスペースを狙って配置されるため、2 層分の巻線 2 0 を全て巻き終わっても外周角 3 4 g には巻き重なりが生じない。そのため、図 1 0 中 (B) に示されるように、外周角 3 4 g 付近で 2 層分の巻線により形成される高さ H_g は、 $2r$ となる。

30

【 0 0 6 3 】

このように、2 層巻のコイル 1 において 2 層分の巻線 2 0 により生じる高さは、内周角 3 4 n 付近における高さ H_n が、外周角 3 4 g 付近における高さ H_g と比較して 2 層目の巻線 2 0 b が重なることにより生じる $r\sqrt{3}$ だけ大きくなる。ここに巻き膨らみを考慮すると、 $r\sqrt{3}$ より大きくなる場合も有り得る。つまり、内周角 3 4 n 付近における高さ H_n と外周角 3 4 g 付近における高さ H_g との差 $H = H_n - H_g = r\sqrt{3}$ の関係が成り立つ。

40

【 0 0 6 4 】

図 1 0 中 (C) : 環状部 6 を高さ方向に切断した場合の縦断面図の一部であり、図 9 に示される環状部 6 の下方部分に相当する。本実施形態の 2 層巻のコイル 1 においては、放熱部材に対向配置される底面をその仕上がり段階で平らに近づけるために、環状部 6 の下端部 3 0 b を構成する樹脂部材の厚みを調整し、外周側の厚みを差分 H だけ内周側の厚みより大きく形成している (なお、内周と外周とで溝の深さに差 d を設ける場合、 H に d を加減する。)。このような形状に形成することにより、巻線 2 0 の巻き重なり方の違いにより生じる内周角 3 4 n 付近と外周角 3 4 g 付近とにおける巻線 2 0 の高さの差

50

を吸収することができる。これにより、コイル 1 の底面を平らに近づけることが可能となる。

【 0 0 6 5 】

このように、本実施形態のコイル 1 によれば、環状部 6 の内周角 3 4 n に複数のガイド溝を形成することにより、狙った位置への巻線 2 0 の配置を可能とし、巻線 2 0 の重なり合いにより生じ得る不規則な凹凸を抑制して巻き終わりの状態における巻線 2 0 を整列させ、端面 3 0 をより平らな状態に仕上げることができる。

【 0 0 6 6 】

また、2 層巻のコイル 1 において、ポビン 2 の寸法が環状部 6 の内周側にのみ巻線 2 0 の重なりが生じ外周側には生じないような大きさに設計されている場合には、端面 3 0 のうち放熱部材に対向して配置される下端面 3 0 b を外周側から内周側に向けて上向きに傾斜した漏斗形状に形成することにより、内周側において巻線 2 0 の重なりにより生じた高さを下端面 3 0 b の傾斜により吸収することができる。結果として、コイル 1 が完成した段階においてその底面をより平らに近づけることが可能となる。

【 0 0 6 7 】

なお、本発明は上述した実施形態に制約されることなく、種々に変形して実施することが可能である。

例えば、トロイダルコアを用いたインダクタの一例としてコイルを取り上げて説明したが、リアクトル等にも適用することができる。

【 0 0 6 8 】

ガイド溝 4 0 は、巻線 2 0 の太さや巻き回す層数等に応じ適宜好ましい形状や溝の深さを選択することができる。上述の実施形態のコイル 1 においては、上下の内周角 3 4 n にガイド溝 4 0 が形成されていたが、少なくとも放熱部材に対向して配置される下端面 3 0 b の内周角 3 4 n に形成されていれば、コイル 1 完成時の端面を平らに近づけて放熱効率の向上に寄与できる。

また反対に、内周角 3 4 n に加えて外周角 3 4 g にもガイド溝 4 0 が形成されてもよい。両側の角 3 4 にガイド溝 4 0 が形成されることにより、より一層整列した状態で巻線 2 0 を巻き回すことができ、コイル 1 の完成時の端面をさらに確実に平らに近づけることが可能となる。

【 0 0 6 9 】

そして、ガイド溝 4 0 の形状や寸法は、内周角 3 4 n において巻線 2 0 が互いに隣接するように設計され形成されることとしたが、状況に応じて適宜間隙を設けてもよい。また、製造上の事情等により多少の隙間が生じることがありうる。

【 0 0 7 0 】

ポビン 2 は、カラー 1 2 とトロイダルコア 4 が一体成形されたものを用いたが、必ずしもこれらの部材が一体成形されている必要はない。例えば、予め成形されたポビンに対しカラーを嵌め込んでもよい。また、環状部と蓋部とから構成される 2 パーツ型ポビンにコアを収容することもできる。

【 0 0 7 1 】

固定孔 1 2 の内側にカラー 1 4 を一体成形させることにより固定孔 1 2 の強度を向上させているが、十分な強度が得られる場合には、カラー 1 6 を用いずに固定孔 1 2 のみで固定部材を受け入れてもよい。また、位置決め孔 1 6 がカラー 1 4 の近傍に設けられているが、必ずしもこの位置に形成する必然性はなく、好ましい位置を適宜選択できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

- 1 コイル (インダクタ)
- 2 ポビン (樹脂部材)
- 4 トロイダルコア (コア)
- 6 環状部
- 8 開口

10

20

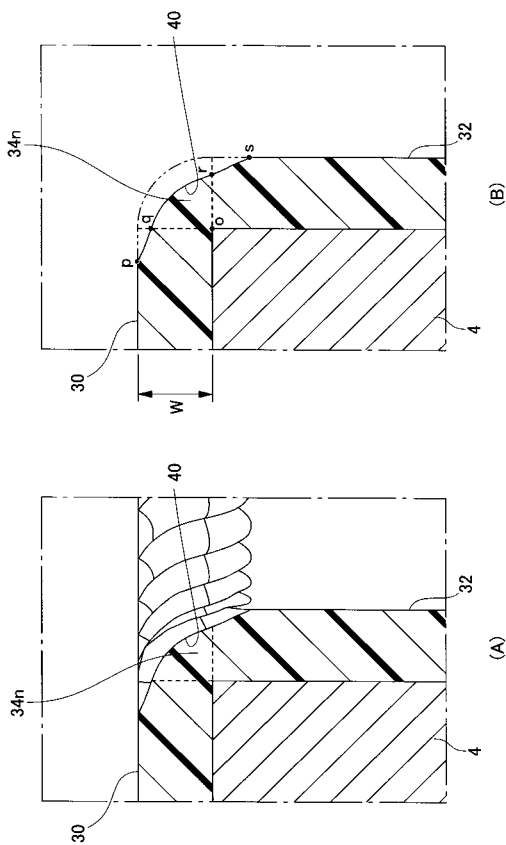
30

40

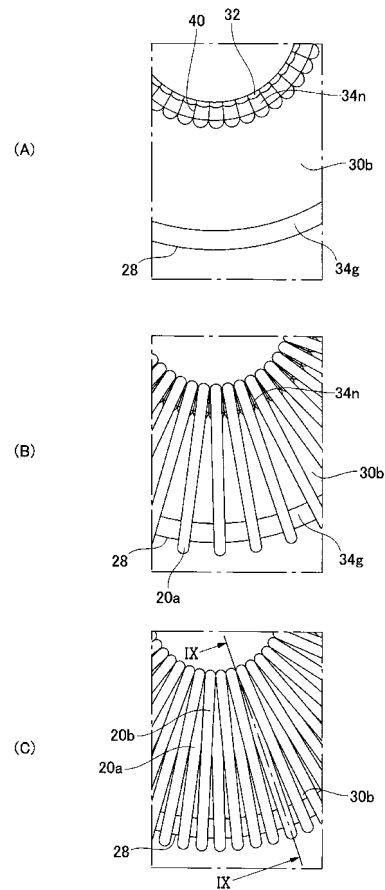
50

- 10, 50, 70 腕部
- 12, 52, 72 固定孔
- 14, 54, 74 カラー
- 16, 56, 76 位置決め孔
- 18, 58, 78 絶縁壁
- 18f, 58f, 78f 前方絶縁壁
- 18b, 58b, 78b 後方絶縁壁
- 20 巻線, 20a 1層目の巻線, 20b 2層目の巻線
- 22 成形金型
- 24 支持壁
- 26, 66, 86 軸受盤
- 28 外周面
- 30 端面, 30t 上端面, 30b 下端面(放熱面)
- 32 内周面
- 34 角, 34n 内周角, 34g 外周角
- 36 放熱シート
- 38 ヒートシンク
- 40 ガイド溝

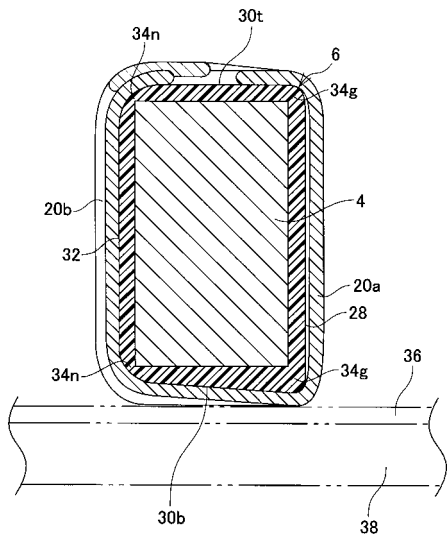
【図7】



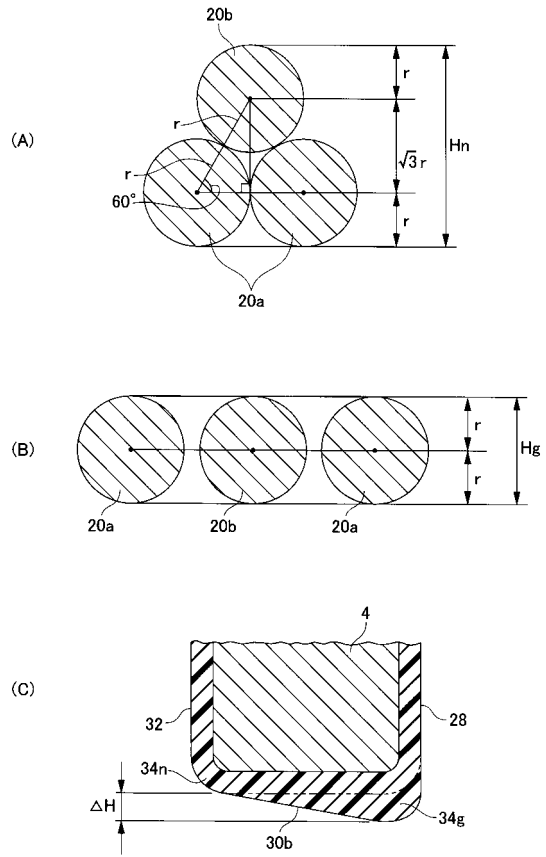
【図8】



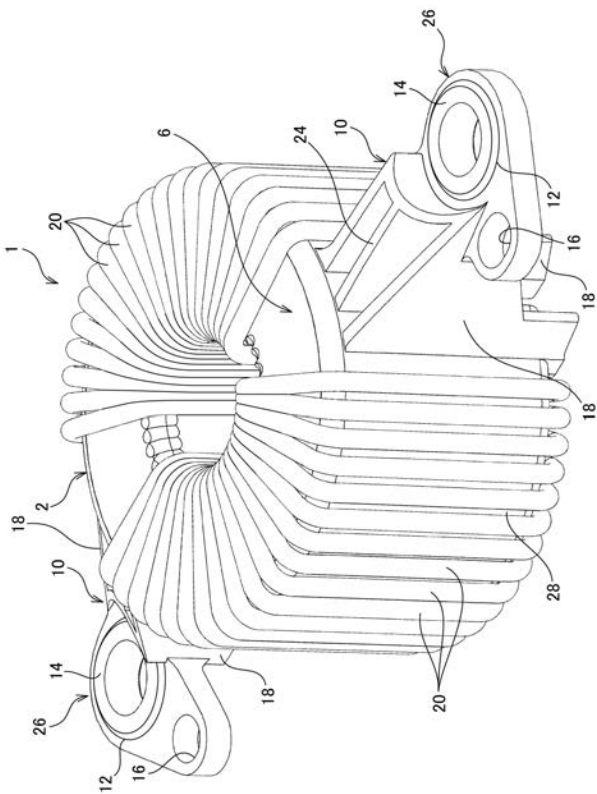
【 図 9 】



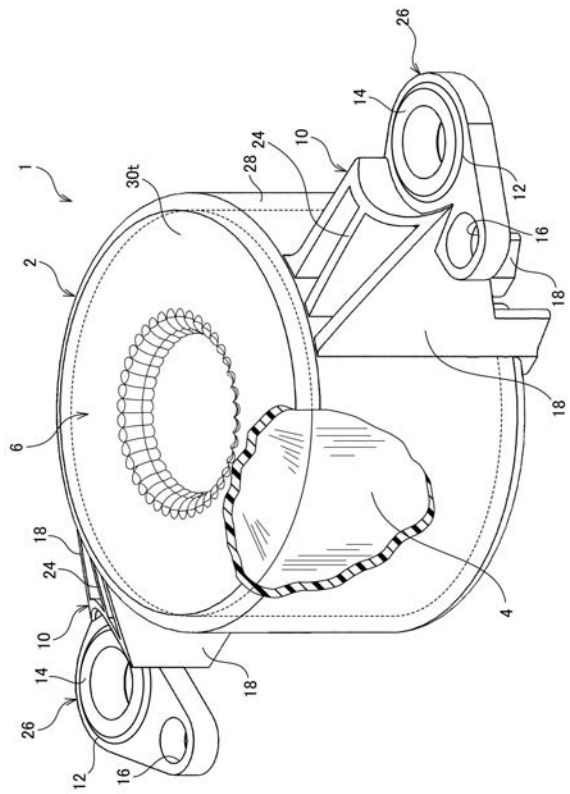
【 図 10 】



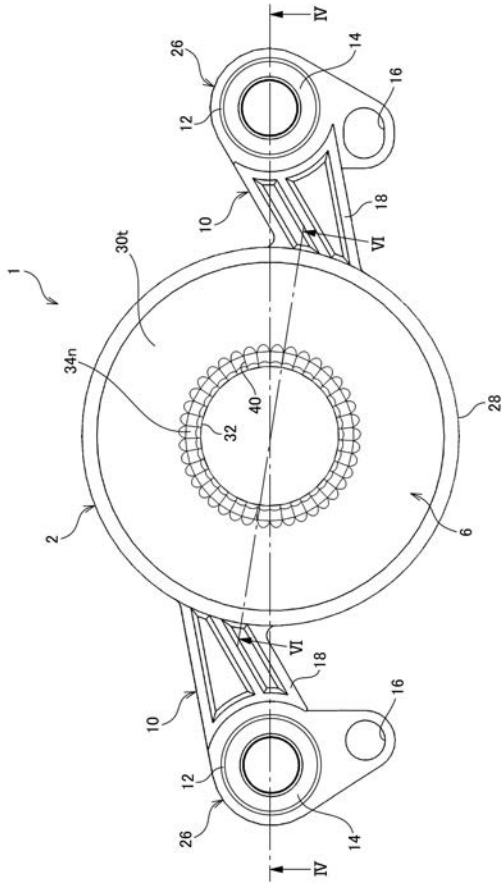
【 図 1 】



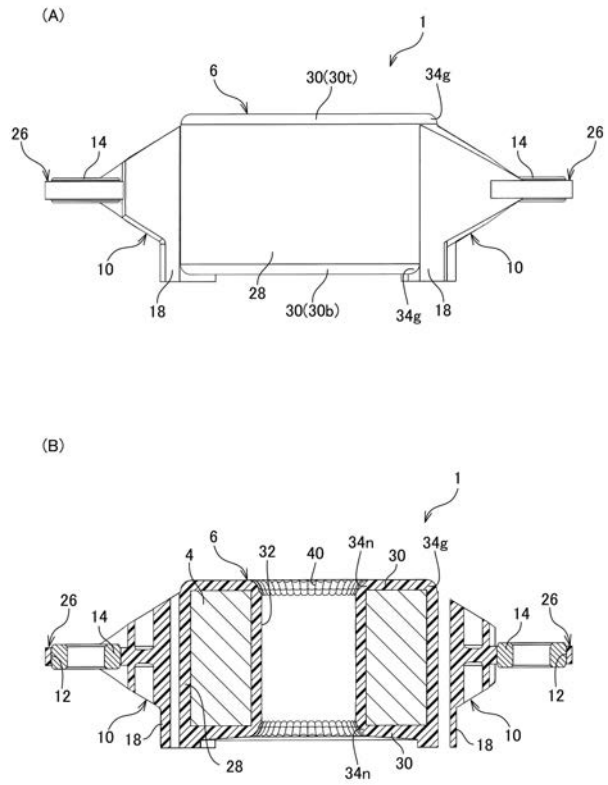
【 図 2 】



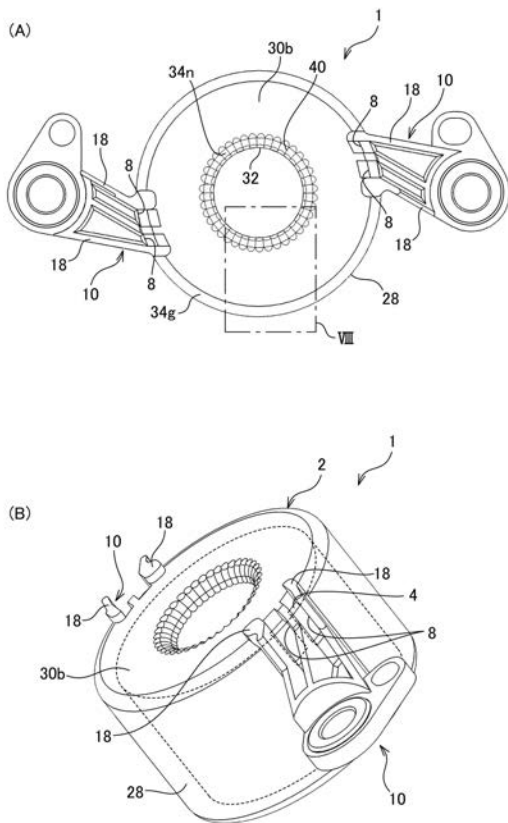
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

