

(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))

(57) 要約 : 誘導電動機の回転子は、回転子鉄心 (61) と、回転子鉄心 (61) に形成される複数のスロット (62) のそれぞれに設けられ、回転子鉄心 (61) の軸方向の第1端面 (61b) から突き出た第1端部と、回転子鉄心 (61) の軸方向の第2端面から突き出た第2端部とを有し、第1端部及び第2端部が回転子鉄心 (61) の周方向に沿って曲がった導体バー (63) とを備える。誘導電動機の回転子は、第1端面 (61b) 及び第2端面のそれぞれに設けられ、複数の導体バー (63) を互いに電氣的に接続するエンドリングと、導体バー (63) の径方向外側への位置ずれを抑制する抑制部材である突起部 (61d1) 及び突起部 (61d2) とを備えることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

誘導電動機の回転子、誘導電動機及び回転子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、誘導型の回転電機である誘導電動機の回転子、この回転子を備えた誘導電動機及び回転子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 誘導型の回転電機は、同期型の回転電機に比べて堅牢な構造でかつ製造コストが安く、また電源に直接繋いで始動することができるという利点があるため、多く使用されている。

[0003] 特許文献1には誘導電動機に用いられる回転子が開示される。特許文献1に開示される回転子では、回転子鉄心に設けられる複数のスロットのそれぞれに銅バーとアルミバーとが設けられている。回転子鉄心の軸方向の第1端面よりも外側へ突出した銅バーの端部は、回転子鉄心の周方向に沿って曲げられ、周方向に隣り合う銅バーの端部同士が接触している。回転子鉄心の軸方向の第2端面よりも外側へ突出した銅バーの端部も同様に構成される。

[0004] このように銅バーの両端部が折り曲げられているため、スロットを形作る壁面と銅バーとの間の空間に、溶融したアルミニウムを充填してアルミバーをダイキャスト成形する際、ダイキャスト圧力が銅バーに加わった場合でも、周方向に隣り合う銅バー同士の軸方向の位置ずれが抑制される。従って、特許文献1に開示される回転子では、ダイキャスト圧力が銅バーに加わった場合でも、周方向に隣り合う銅バー同士が電氣的に接続された状態を維持できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-296761号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に開示される回転子では、ダイキャスト圧力が銅バーに加わったときにおける銅バーの径方向への位置ずれは抑制されず、隣り合う銅バー同士が離れる可能性がある。従って、特許文献 1 に開示される回転子では、隣り合う銅バー同士が離れて、回転子の電流経路上の二次抵抗が増加し、二次抵抗の増加によって回転子の回転効率が低下するという課題があった。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、回転子鉄心のスロットに挿入された導体バーへ加えられるダイキャスト圧力に起因する二次抵抗の増加を抑制できる誘導電動機の回転子を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の誘導電動機の回転子は、回転子鉄心と、回転子鉄心に形成される複数のスロットのそれぞれに設けられ、回転子鉄心の軸方向の第 1 端面から突き出た第 1 端部と、回転子鉄心の軸方向の第 2 端面から突き出た第 2 端部とを有し、第 1 端部及び第 2 端部が回転子鉄心の周方向に沿って曲がった導体バーとを備える。誘導電動機の回転子は、第 1 端面及び第 2 端面のそれぞれに設けられ、複数の導体バーを互いに電気的に接続するエンドリングと、導体バーの径方向外側への位置ずれを抑制する抑制部材とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明に係る誘導電動機の回転子は、回転子鉄心のスロットに挿入された導体バーへ加えられるダイキャスト圧力に起因する二次抵抗の増加を抑制できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態 1 に係る誘導電動機の構造を示す図

[図2]図 1 に示す誘導電動機の回転子の斜視図

[図3]図 1 に示す誘導電動機の回転子鉄心の斜視図

[図4]図3に示す回転子鉄心の第1端面の内、スロットが設けられている部分を拡大した図

[図5]図1に示す回転子の製造工程を示す図

[図6]導体バーの一端部が折り曲げられた状態を示す図

[図7]回転子鉄心のスロットへ導体バーが挿入された状態を示す図

[図8]導体バーの第2端部が折り曲げられた状態を示す図

[図9]エンドリング及びダイキャスト部材が設けられた状態を示す図

[図10]本発明の実施の形態1の変形例に係る回転子鉄心の構成図

[図11]本発明の実施の形態2に係る誘導電動機の回転子を構成する回転子鉄心の斜視図

[図12]図11に示す回転子鉄心の第1端面の内、スロットが設けられている部分を拡大した図

[図13]実施の形態2に係る回転子の製造工程を示す図

[図14]図13のステップ12において回転子鉄心のスロットへ導体バーが挿入された状態を示す図

[図15]図13のステップ13において導体バーにリングを嵌め込む状態を示す図

[図16]図13のステップ14において導体バーの両端部が折り曲げられた状態を示す図

[図17]図13のステップ15においてエンドリング及びダイキャスト部材が設けられた状態を示す図

[図18]本発明の実施の形態2の第1の変形例に係るリングの構成図

[図19]本発明の実施の形態2の第2の変形例に係るリングの構成図

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本発明の実施の形態に係る誘導電動機の回転子、誘導電動機及び回転子の製造方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0012] 実施の形態1.

図 1 は本発明の実施の形態 1 に係る誘導電動機の構造を示す図である。図 2 は図 1 に示す誘導電動機の回転子の斜視図である。図 3 は図 1 に示す誘導電動機の回転子鉄心の斜視図である。

[0013] 図 1 には実施の形態 1 に係る誘導電動機 100 の片側断面が示される。図 1 において、回転子鉄心 61 の中心軸 AX が伸びる方向である軸方向は、図 1 中に矢印 D1 で示される方向である。回転子鉄心 61 の中心軸 AX の周方向は、図 1 中に矢印 D2 で示される方向である。回転子鉄心 61 の径方向は、図 1 中に矢印 D3 で示される方向である。回転子鉄心 61 の径方向は回転子 60 の径方向に等しい。

[0014] 誘導電動機 100 は、有底円筒状のフレーム 11 と、フレーム 11 の開口部を閉塞する端板 12 と、フレーム 11 の内周面に設けられる環状の固定子 10 と、フレーム 11 の底部に設けられるベアリング 1 と、端板 12 に設けられるベアリング 2 とを備える。フレーム 11 及び端板 12 によりハウジング 3 が構成される。

[0015] また誘導電動機 100 は、固定子 10 の内側に設けられる筒状の回転子 60 と、ベアリング 1 及びベアリング 2 に回転可能に支持され回転子 60 の内側に設けられるシャフト 80 とを備える。

[0016] このように構成される誘導電動機 100 では、固定子 10 の巻線に交流電流が流れることによって回転磁界が発生し、この回転磁界が回転子 60 の二次導体に作用することによって、回転子 60 の二次導体に起電力が発生して電流が流れる。回転子 60 の二次導体は、図 1 に示す導体バー 63、エンドリング 64 及びダイキャスト部材 65 によって構成される。回転子 60 の二次導体に流れる電流と回転磁界との間に、フレミングの左手の法則に基づく電磁力が発生することによって、回転子 60 の導体が回転磁界の方向に引っ張られ、これにより回転子 60 が回転する。

[0017] 回転子 60 は、複数の鋼板を軸方向に積層して構成される筒状の回転子鉄心 61 を備える。回転子鉄心 61 には、複数のスロット 62 が形成されている。複数のスロット 62 は、回転子鉄心 61 の周方向に互いに離れて配列さ

れる。複数のスロット62は、回転子鉄心61の外周面寄りに形成される。複数のスロット62のそれぞれは、軸方向に伸び、回転子鉄心61の第1端面61bから第2端面61cに貫通する。複数のスロット62のそれぞれは、周方向にスキューされている。

[0018] また回転子60は、複数のスロット62のそれぞれに設けられる導体バー63と、回転子鉄心61の軸方向の両端のそれぞれに設けられ複数の導体バー63を接続する端絡環であるエンドリング64と、スロット62に設けられるダイキャスト部材65とを備える。

[0019] 回転子鉄心61の第1端面61bは、回転子鉄心61の軸方向の一方側の端面である。回転子鉄心61の第2端面61cは、回転子鉄心61の軸方向の他方側の端面である。

[0020] 導体バー63、エンドリング64及びダイキャスト部材65の材料には、アルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金といった非磁性導体材料を例示できる。

[0021] 図4は図3に示す回転子鉄心の第1端面の内、スロットが設けられている部分を拡大した図である。スロット62には導体バー63が設けられ、またスロット62を形作る壁面61aには、突起部61d1及び突起部61d2が設けられる。突起部61d1及び突起部61d2は、導体バー63の径方向への移動を抑制するための部材である。

[0022] なお図4では、突起部61d1、突起部61d2及び導体バー63の形状を分かり易くするため、図1に示すダイキャスト部材65の図示が省略されている。実際のスロット62には、突起部61d2及び導体バー63以外にも、ダイキャスト部材65が設けられている。

[0023] 突起部61d1は、回転子鉄心61を第1端面61b側から見たとき、スロット62を形作る壁面61aの第1壁面61a1に設けられる。第1壁面61a1は、壁面61a全体の内、導体バー63の第1端面63b1と向き合う面である。導体バー63の第1端面63b1は、導体バー63の周方向の一方側の端面である。突起部61d1は、第1壁面61a1から周方向に

沿って突出する。

[0024] 突起部61d2は、回転子鉄心61を第1端面61b側から見たとき、スロット62を形作る壁面61aの第2壁面61a2に設けられる。第2壁面61a2は、壁面61a全体の内、導体バー63の第2端面63b2と向き合う面である。導体バー63の第2端面63b2は、導体バー63の周方向の他方側の端面である。突起部61d2は、第2壁面61a2から周方向に沿って突出する。

[0025] 図4では、突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれの径方向内側に、導体バー63が設けられている。

[0026] 図4では、導体バー63の径方向外側面63a1は、突起部61d1及び突起部61d2に接している。また、導体バー63の径方向内側面63a2と導体バー63の第1端面63b1との間の角部63c1は、第1壁面61a1に接している。導体バー63の径方向内側面63a2と導体バー63の第2端面63b2との間の角部63c2は、第2壁面61a2に接している。

[0027] このように、導体バー63は、径方向外側で突起部61d1及び突起部61d2に接して、径方向内側で第1壁面61a1と第2壁面61a2とに接している。そのため、導体バー63の径方向への移動が規制される。従って、後述するように、スロット62と導体バー63との隙間にアルミニウムを充填するダイカスト工程において、導体バー63にダイカスト圧力が加えられても、導体バー63がずれにくい。

[0028] なお、ダイキャスト圧力が導体バー63に加わった場合でも、周方向に隣り合う導体バー63同士の電氣的接続を維持できれば、導体バー63の径方向外側面63a1と突起部61d1との間に僅かな隙間が存在してもよい。この隙間は、例えば回転子60を構成する各 부품の製造上の公差、当該各 부품の組に立て上のばらつきなどに起因して生じる部品間のクリアランスである。導体バー63の径方向寸法に対する当該隙間の許容範囲は5%以内であることが望ましい。例えば導体バー63の径方向寸法が20mmの場合、当

該隙間は1mm以内である。このように、導体バー63の径方向寸法に対する当該隙間の許容範囲が5%以内となるように導体バー63及び突起部61d1を製造することにより、周方向に隣り合う導体バー63同士の電氣的接続が維持されつつ、導体バー63のスロット62への挿入時の作業が軽減されるため、回転子60の組立作業が容易化され、回転子60の回転効率の低下を抑制しながら回転子60の生産効率の向上を図ることができる。

[0029] 同様の理由で、導体バー63の径方向外側面63a1と突起部61d2との間に僅かな隙間が存在してもよく、導体バー63の径方向寸法に対する当該隙間の許容範囲は5%以内であることが望ましい。また、角部63c1と第1壁面61a1との間に僅かな隙間が存在してもよく、導体バー63の径方向寸法に対する当該隙間の許容範囲は5%以内であることが望ましい。また、角部63c2と第2壁面61a2との間に僅かな隙間が存在してもよく、導体バー63の径方向寸法に対する当該隙間の許容範囲は5%以内であることが望ましい。

[0030] 突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれは、図1に示す回転子鉄心61の第1端面61bから第2端面61cまで連続して設けてもよいし、回転子鉄心61の第1端面61bから第2端面61cまでの間に、軸方向に互いに離して複数設けてもよい。

[0031] 突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれを回転子鉄心61の第1端面61bから第2端面61cまで連続して設ける場合、例えば突起部61d1及び突起部61d2が設けられる鋼板を複数製造し、製造された複数の鋼板を積み重ねて回転子鉄心61を製造すればよい。

[0032] 突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれを軸方向に互いに離して複数設ける場合、例えば、スロット62に相当する箇所に2つの突起が形成された第1鋼板と、これらの突起が形成されていない第2鋼板とをそれぞれ複数製造する。そして、製造された第1鋼板と第2鋼板とを交互に積み重ねて回転子鉄心61を製造すればよい。

[0033] これにより、突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれを回転子鉄心

61の第1端面61bから第2端面61cまで連続して設ける場合に比べて、スロット62内に設けられるダイキャスト部材65の体積が向上して、二次抵抗が小さくなる。従って、ダイキャスト圧力による導体バー63の径方向への移動を抑制しながら、回転子60の回転効率を向上させることができる。

[0034] また、突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれを軸方向に互いに離して複数設ける場合、例えば、前述した第1鋼板を複数積み重ねて鉄心ブロックを製造した後、この鉄心ブロックの軸方向の第1端面及び第2端面のそれぞれに前述した第2鋼板を複数積み重ねて回転子鉄心61を製造してもよい。これにより、回転子鉄心61の軸方向の両端面から回転子鉄心61の軸方向の中心向かって一定距離離れた部分に、突起部61d1及び突起部61d2が設けられる。

[0035] このように突起部61d1及び突起部61d2を設けた場合、回転子鉄心61の軸方向の第1端面61bから第2端面61cに向かって連続して突起部61d1及び突起部61d2を設けた場合に比べて、スロット62で突起部61d1及び突起部61d2が占有する面積が狭くなる。従って、スロット62に充填されるダイキャスト材料の体積が相対的に増大する。そのため、ダイキャスト部材65の抵抗が低減され、ダイキャスト圧力による導体バー63の径方向への移動を抑制しながら、回転子60の回転効率を向上させることができる。

[0036] また、突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれを軸方向に互いに離して複数設ける場合、前述した第2鋼板を複数積み重ねて鉄心ブロックを製造した後、この鉄心ブロックの軸方向の第1端面及び第2端面のそれぞれに前述した第1鋼板を複数積み重ねて回転子鉄心61を製造してもよい。

[0037] これにより、回転子鉄心61の軸方向の第1端面61b寄りの部分と、回転子鉄心61の軸方向の第2端面61c寄りの部分とに、突起部61d1及び突起部61d2が設けられる。このように突起部61d1及び突起部61d2を設けた場合でも、回転子鉄心61の軸方向の第1端面61bから第2

端面 61c に向かって連続して突起部 61d1 及び突起部 61d2 を設けた場合に比べて、スロット 62 で突起部 61d1 及び突起部 61d2 が占有する面積が狭くなる。従って、スロット 62 に充填されるダイキャスト材料の体積が相対的に増大する。そのため、ダイキャスト部材 65 の抵抗が低減され、ダイキャスト圧力による導体バー 63 の径方向への移動を抑制しながら、回転子 60 の回転効率を向上させることができる。

[0038] 次に回転子 60 の製造方法を説明する。図 5 は図 1 に示す回転子の製造工程を示す図である。図 6 は導体バーの一端部が折り曲げられた状態を示す図である。図 7 は回転子鉄心のスロットへ導体バーが挿入された状態を示す図である。図 8 は導体バーの第 2 端部が折り曲げられた状態を示す図である。図 9 はエンドリング及びダイキャスト部材が設けられた状態を示す図である。

[0039] 実施の形態 1 の回転子 60 を製造する場合、まずステップ 1 において、図 3 に示す回転子鉄心 61 と、複数の導体バー 63 とが製造される。なお回転子鉄心 61 と複数の導体バー 63 とは同時に製造してよいし、何れか一方を先に製造した後、他方を製造してもよい。

[0040] ステップ 2 では、複数の導体バー 63 のそれぞれの第 1 端部 63-1 が図 6 に示すように折り曲げられる。導体バー 63 の第 1 端部 63-1 は、導体バー 63 の軸方向の一方側の端部である。

[0041] 第 1 端部 63-1 が折り曲げられる箇所は、導体バー 63 の第 1 端面 63-11 から導体バー 63 の第 2 端面 63-21 に向かって、一定距離 L 隔てた位置である。導体バー 63 の第 1 端面 63-11 は、導体バー 63 の軸方向の一方側の端面である。導体バー 63 の第 2 端面 63-21 は、導体バー 63 の軸方向の他方側の端面である。

[0042] 一定距離 L は、回転子鉄心 61 のスロット 62 へ導体バー 63 が挿入されたとき、周方向に隣り合う導体バー 63 同士が互いに接続可能な値に設定される。

[0043] ステップ 3 において、第 1 端部 63-1 が折り曲げられた複数の導体バー

63のそれぞれは、図7に示すように、折り曲げられていない第2端部63-2側から、回転子鉄心61の第1端面61bに開口するスロット62に向けて挿入される。第2端部63-2は、導体バー63の軸方向の他方側の端部である。

[0044] ステップ4において、複数のスロット62のそれぞれに挿入された導体バー63の第1端部63-1の伸びる方向が回転子鉄心61の周方向に沿うように調整される。例えば、第1端部63-1の伸びる方向は、回転子鉄心61を第1端面61b側から見て、反時計回り方向に等しい。

[0045] ステップ5において、回転子鉄心61の軸方向の第2端面61cから突き出した複数の導体バー63のそれぞれの第2端部63-2は、図8に示すように、第2端部63-2の伸びる方向が回転子鉄心61の周方向に沿うように折り曲げられる。例えば、第2端部63-2が伸びる方向は、回転子鉄心61を第2端面61c側から見て、反時計回り方向に等しい。

[0046] ステップ6において、前述した非磁性導体材料をダイキャスト材料として利用して、図9に示すように回転子鉄心61にエンドリング64及びダイキャスト部材65がダイキャスト成形される。

[0047] ダイキャスト成形により、回転子鉄心61の軸方向の第1端面61b及び第2端面61cのそれぞれにエンドリング64が設けられる。エンドリング64は、複数の導体バー63を互いに電氣的に接続する機能と、複数の導体バー63のそれぞれを回転子鉄心61へ固定する機能とを有する。またダイキャスト成形により、スロット62を形作る壁面61aと導体バー63との間の隙間にダイキャスト部材65が設けられる。

[0048] 実施の形態1に係る回転子60では、スロット62の軸方向の両端部が折り曲げられると共に、スロット62に突起部61d1及び突起部61d2が設けられているため、ダイキャスト圧力が導体バー63に加わった場合でも、周方向に隣り合う導体バー63同士の軸方向及び径方向への位置ずれが抑制される。また、回転子60が回転中に導体バー63へ遠心力が加わった場合でも、周方向に隣り合う導体バー63同士の軸方向及び径方向への位置ず

れが抑制される。従って、図9に示すように、回転子60では、隣り合う導体バー63同士が電氣的に接続された状態を維持できる。

[0049] その結果、実施の形態1に係る回転子60では、突起部61d1及び突起部61d2を設けていない場合に比べて、回転子60の電流経路上の二次抵抗、すなわち導体バー63の二次抵抗の増加が抑制され、回転子60の回転効率が向上し、誘導電動機100の出力が向上する。

[0050] なお図4の例では、突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれの径方向内側に導体バー63が設けられているが、導体バー63の位置は、突起部61d1及び突起部61d2のそれぞれの径方向外側でもよい。この場合には、導体バー63の径方向外側がスロット62を形作る壁面61aに接し、導体バー63の径方向内側が突起部に接する。このように構成した場合でも、ダイキャスト圧力が導体バー63に加わった際、導体バー63の径方向内側への移動が抑制されるため、周方向に隣り合う導体バー63同士の径方向への位置ずれが抑制される。

[0051] また図4の例では、突起部61d1及び突起部61d2が回転子鉄心61に設けられているが、例えば、突起部61d1及び突起部61d2の一方の突起部のみを回転子鉄心61に設けてもよい。例えば、突起を第1壁面のみ形成してもよい。第1壁面のみ形成される突起部の周方向の幅を、突起部61d1又は突起部61d2の周方向の幅よりも大きくすることで、導体バーの周方向へのずれを効果的に抑制することができる。

[0052] また、図4に示す突起部61d1及び突起部61d2の代わりに、スロット62を形作る壁面61aの内、径方向外側の部分から径方向内側に向かって伸びる突起部を1つ設けてよいし、スロット62を形作る壁面61aの内、径方向内側の部分から径方向外側に向かって伸びる突起部を1つ設けてよい。このように構成した場合でも、周方向に隣り合う導体バー63同士の径方向への位置ずれを抑制できる。

[0053] また、突起部61d1及び突起部61d2の形状は、図4に示す形状に限定されず、以下の形状でもよい。

[0054] 図10は本発明の実施の形態1の変形例に係る回転子鉄心の構成図である。図10に示す回転子鉄心61Aには、突起部61d1及び突起部61d2に代えて、それぞれの周方向の先端が山形の突形状の突起部61d11及び突起部61d21が設けられる。

[0055] 突起部61d11は、壁面61aの第1壁面61a1から第2壁面61a2に向かい、先細りになるように形成される。突起部61d21は、壁面61aの第2壁面61a2から第1壁面61a1に向かい、先細りになるように形成される。

[0056] このように構成された回転子鉄心61Aを用いた場合でも、周方向に隣り合う導体バー63同士の間隔方向への位置ずれを抑制可能である。

[0057] 実施の形態2.

図11は本発明の実施の形態2に係る誘導電動機の回転子を構成する回転子鉄心の斜視図である。実施の形態2に係る回転子60では、回転子鉄心61に代えて、図11に示す回転子鉄心61Bが用いられる。

[0058] 図12は図11に示す回転子鉄心の第1端面の内、スロットが設けられている部分を拡大した図である。回転子鉄心61Bのスロット62には、図4に示す突起部61d1及び突起部61d2が設けられていない。

[0059] 回転子鉄心61Bのスロット62に挿入された導体バー63Aの間隔方向外側面63a1にはリング70が設けられている。

[0060] リング70は、周方向に隣り合う導体バー63A同士の間隔方向外側への位置ずれを抑制するための環状の第1抑制部材である。図12ではリング70の内側が導体バー63Aの間隔方向外側面63a1に接している。リング70の詳細に関して後述する。なお、回転子鉄心61Bの軸方向の第2端面61cから突き出た複数の導体バー63Aのそれぞれの第2端部63-2にも、リング70と同形状の第2抑制部材が嵌め込まれる。すなわち実施の形態2に係る回転子60には、第1抑制部材及び第2抑制部材により構成される抑制部材が用いられる。

[0061] 次に実施の形態2に係る回転子60の製造方法を説明する。図13は実施

の形態２に係る回転子の製造工程を示す図である。図１４は図１３のステップ１２において回転子鉄心のスロットへ導体バーが挿入された状態を示す図である。図１５は図１３のステップ１３において導体バーにリングを嵌め込む状態を示す図である。図１６は図１３のステップ１４において導体バーの両端部が折り曲げられた状態を示す図である。図１７は図１３のステップ１５においてエンドリング及びダイキャスト部材が設けられた状態を示す図である。

- [0062] 実施の形態２の回転子６０を製造する場合、まずステップ１１において、複数のリング７０と、回転子鉄心６１Ｂと、複数の導体バー６３Ａとが製造される。
- [0063] ステップ１２において、複数の導体バー６３Ａのそれぞれは、図１４に示すように、導体バー６３Ａの第２端部６３－２側から、回転子鉄心６１Ｂの第１端面６１ｂに開口するスロット６２に挿入される。
- [0064] ステップ１３において、図１５に示すように、回転子鉄心６１Ｂの軸方向の第１端面６１ｂから突き出た複数の導体バー６３Ａのそれぞれの第１端部６３－１の径方向外側面６３ａ１を取り囲むように、リング７０が嵌め込まれる。回転子鉄心６１Ｂの軸方向の第２端面６１ｃから突き出た複数の導体バー６３Ａのそれぞれの第２端部６３－２にも同様に、リング７０が嵌め込まれる。
- [0065] リング７０は、銅合金、鋳鉄、鋼、鉄合金などの金属をダイキャスト成形で環状に形成したものでよいし、メタ系アラミド繊維、マイカなどの耐熱性が高い材料を用いて環状に形成したものでよいし、高剛性でありながら熱膨張係数が比較的低い繊維強化プラスチックを環状に形成したものでよい。
- [0066] なお、ダイキャスト圧力が導体バー６３Ａに加わった場合でも、周方向に隣り合う導体バー６３Ａ同士の電氣的接続を維持できればよいため、導体バー６３Ａの径方向外側面６３ａ１とリング７０との間には僅かな隙間が存在してもよい。この隙間は、例えば回転子６０を構成する各部品の製造上の公

差、当該各部品に組立て上のはらつきなどに起因して生じる部品間のクリアランスである。

- [0067] ステップ14において、図16に示すようにプレス機械200を用いて、導体バー63Aの第1端部63-1及び第2端部63-2に圧力を加えて、導体バー63Aの第1端部63-1及び第2端部63-2が折り曲げられる。
- [0068] 図14に示すように回転子鉄心61Bのロット62は周方向にスキューされている。そのため、導体バー63Aの第1端部63-1及び第2端部63-2は、軸方向に対して斜めに傾斜している。そのため、導体バー63Aの第1端部63-1及び第2端部63-2は、軸方向に圧縮されると、周方向に沿って折り曲げられる。これにより、隣り合う導体バー63Aの端部同士が接触する。
- [0069] ステップ15において、前述した非磁性導体材料をダイキャスト材料として利用して、図17に示すように回転子鉄心61Bにエンドリング64及びダイキャスト部材65がダイキャスト成形される。
- [0070] 図18は本発明の実施の形態2の第1の変形例に係るリングの構成図である。図18に示すリング70Aは、銅合金、鋳鉄、鋼、鉄合金などの金属をダイキャスト成形でC字状に形成した部材でもよいし、繊維強化プラスチックを環状に形成したものでよい。
- [0071] 図19は本発明の実施の形態2の第2の変形例に係るリングの構成図である。図19に示すリング70Bは、銅合金、鋳鉄、鋼、鉄合金などの金属をコイル状に複数回巻いたものである。
- [0072] リング70A又はリング70Bを用いることにより、リング70A又はリング70Bの内径を僅かに広げながら導体バー63Aに嵌め込むことができるため、回転子60を構成する各部品の製造上の公差、当該各部品の組立て上のはらつきなどが存在する場合でも、回転子60の組立作業が容易化され、回転子60の生産効率が向上する。
- [0073] また、リング70A又はリング70Bの復元力により、複数の導体バー6

3 Aに対して、複数の導体バー63 Aを径方向内側に押す力が作用するため、周方向に隣り合う導体バー63 同士の径方向外側への位置ずれをより一層抑制可能である。

[0074] 以上に説明したように、実施の形態2に係る回転子60によれば、リング70、リング70 A又はリング70 Bを用いることにより、周方向に隣り合う導体バー63 同士の径方向外側への位置ずれを抑制可能である。

[0075] また、実施の形態2に係る回転子60によれば、スロット62へ挿入される前の導体バー63 Aの折り曲げ工程が不要になる。導体バー63 Aの使用本数が増えるほど折り曲げ工程に要する時間が長くなるが、実施の形態2では、プレス機械200を用いて、導体バー63 Aの第1端部63-1及び第2端部63-2を短時間に折り曲げることができる。従って、回転子60の生産効率が向上する。

[0076] また、実施の形態2に係る回転子60によれば、プレス機械200を用いて導体バー63 Aの第1端部63-1及び第2端部63-2が折り曲げられると共に、押しつぶされてその接触面積が広がる。従って、プレス機械200を用いない場合に比べて隣り合う導体バー63の接触面積を広げることができる。従って、回転子60の電流経路上の二次抵抗がより一層低減され、回転子60の回転効率が向上する。

[0077] なお、実施の形態1, 2において、導体バー63, 63 Aの材料には、非磁性導体材料の内、融解点が低い材料よりも抵抗率が小さい材料を優先して選択することで、回転子60の回転効率の向上を図ることができる。また、エンドリング64及びダイキャスト部材65のダイキャスト成形に用いられる材料には、非磁性導体材料の内、抵抗率が小さい材料よりも融解点が低い材料を優先して選択することで、回転子60の生産効率の向上を図ることができる。従って、例えば、導体バー63, 63 Aの材料に銅を選択し、エンドリング64及びダイキャスト部材65の材料にアルミニウムを選択することで、回転子60の回転効率及び生産効率の向上を図ることができる。

[0078] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり

、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0079] 1, 2 ベアリング、3 ハウジング、10 固定子、11 フレーム、12 端板、60 回転子、61, 61A, 61B 回転子鉄心、61a 壁面、61a1 第1壁面、61a2 第2壁面、61b, 63-11, 63b1 第1端面、61c, 63-21, 63b2 第2端面、61d1, 61d11, 61d2, 61d21 突起部、62 スロット、63, 63A 導体バー、63-1 第1端部、63-2 第2端部、63a1 径方向外側面、63a2 径方向内側面、64 エンドリング、65 ダイキャスト部材、70, 70A, 70B リング、80 シャフト、100 誘導電動機、200 プレス機械。

請求の範囲

- [請求項1] 回転子鉄心と、
前記回転子鉄心に形成される複数のスロットのそれぞれに設けられ、前記回転子鉄心の軸方向の第1端面から突き出た第1端部と、前記回転子鉄心の軸方向の第2端面から突き出た第2端部とを有し、前記第1端部及び前記第2端部が前記回転子鉄心の周方向に沿って曲がった導体バーと、
前記第1端面及び前記第2端面のそれぞれに設けられ、複数の前記導体バーを互いに電氣的に接続するエンドリングと、
前記導体バーの径方向外側への位置ずれを抑制する抑制部材と、
を備えることを特徴とする誘導電動機の回転子。
- [請求項2] 前記導体バーの材料は、銅であり、
前記エンドリングの材料は、アルミニウムであることを特徴とする請求項1に記載の誘導電動機の回転子。
- [請求項3] 前記抑制部材は、前記スロットを形作る壁面に設けられる突起部であることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導電動機の回転子。
- [請求項4] 前記回転子鉄心は、複数の鋼板を積層した構造であり、
前記突起部は、複数の前記鋼板の内、一部の前記鋼板に設けられることを特徴とする請求項3に記載の誘導電動機の回転子。
- [請求項5] 前記抑制部材は、第1抑制部材及び第2抑制部材により構成され、
前記第1抑制部材は、複数の前記導体バーのそれぞれの前記第1端部の径方向外側面を取り囲む環状の部材であり、
前記第2抑制部材は、複数の前記導体バーのそれぞれの前記第2端部の径方向外側面を取り囲む環状の部材であることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導電動機の回転子。
- [請求項6] 前記抑制部材は、第1抑制部材及び第2抑制部材により構成され、
前記第1抑制部材は、複数の前記導体バーのそれぞれの前記第1端部の径方向外側面を取り囲むC字状の部材であり、

前記第2抑制部材は、複数の前記導体バーのそれぞれの前記第2端部の径方向外側面を取り囲むC字状の部材であることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導電動機の回転子。

[請求項7]

前記抑制部材は、第1抑制部材及び第2抑制部材により構成され、

前記第1抑制部材は、複数の前記導体バーのそれぞれの前記第1端部の径方向外側面を取り囲むコイル状の部材であり、

前記第2抑制部材は、複数の前記導体バーのそれぞれの前記第2端部の径方向外側面を取り囲むコイル状の部材であることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導電動機の回転子。

[請求項8]

前記導体バーの径方向寸法に対する、前記導体バーと前記壁面との間の隙間又は前記導体バーと前記突起部との間の隙間の許容範囲は、5%以内であることを特徴とする請求項3に記載の誘導電動機の回転子。

[請求項9]

請求項1から8の何れか一項に記載の誘導電動機の回転子と、
内側に前記回転子が設けられる固定子と、
を備えることを特徴とする誘導電動機。

[請求項10]

回転子の製造方法であって、

第1端部及び第2端部を有する導体バーを複数製造する工程と、

第1端面及び第2端面を有し、前記導体バーが挿入されるスロットが複数形成され、前記スロットを形作る壁面に、前記回転子の径方向外側への前記導体バーの位置ずれを抑制する突起部が設けられる回転子鉄心を製造する工程と、

前記導体バーの前記第1端部を折り曲げる工程と、

前記第1端部が折り曲げられた前記導体バーを、前記第2端部側から前記回転子鉄心の前記第1端面に開口する前記スロットに向けて挿入する工程と、

前記スロットに挿入された前記導体バーの前記第1端部の伸びる方向を、前記回転子鉄心の周方向に沿うように調整する工程と、

前記第2端面から突き出た前記第2端部を前記周方向に沿うように折り曲げる工程と、

非磁性導体材料を利用して、前記第1端面及び前記第2端面にエンドリングをダイキャスト成形する工程と、

を含むことを特徴とする回転子の製造方法。

[請求項11]

回転子の製造方法であって、

第1端部及び第2端部を有する導体バーを複数製造する工程と、

第1端面及び第2端面を有し、前記導体バーが挿入されるスロットが複数形成される回転子鉄心を製造する工程と、

前記回転子の径方向への前記導体バーの位置ずれを抑制する環状の抑制部材を複数製造する工程と、

前記導体バーを、前記第2端部側から前記回転子鉄心の前記第1端面に開口する前記スロットに向けて挿入する工程と、

前記第1端面から突き出た複数の前記導体バーの前記第1端部の径方向外側面を取り囲むように、前記抑制部材を嵌め込む工程と、

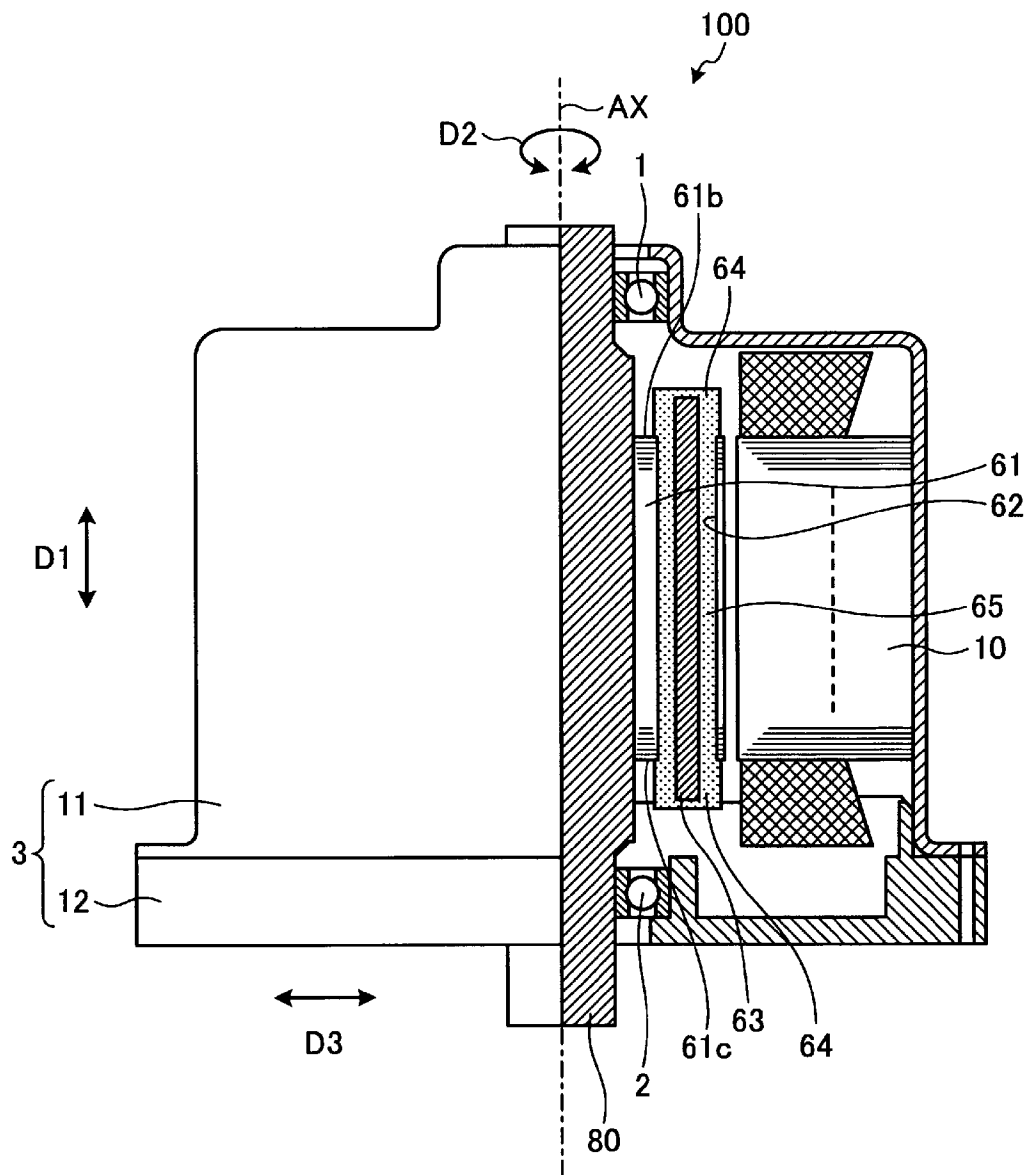
前記第2端面から突き出た複数の前記導体バーの前記第2端部の径方向外側面を取り囲むように、前記抑制部材を嵌め込む工程と、

前記第1端面から突き出た前記第1端部と前記第2端面から突き出た前記第2端部とに圧力を加えて、前記第1端部及び前記第2端部を前記回転子鉄心の周方向に沿うように折り曲げる工程と、

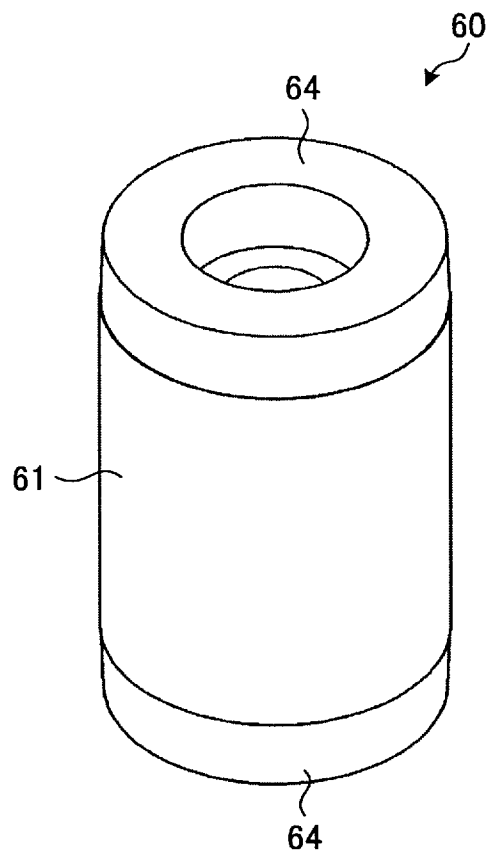
非磁性導体材料を利用して、前記第1端面及び前記第2端面にエンドリングをダイキャスト成形する工程と、

を含むことを特徴とする回転子の製造方法。

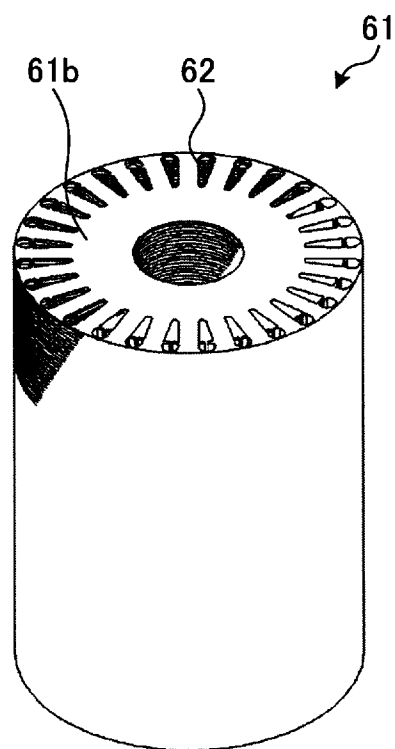
[図1]



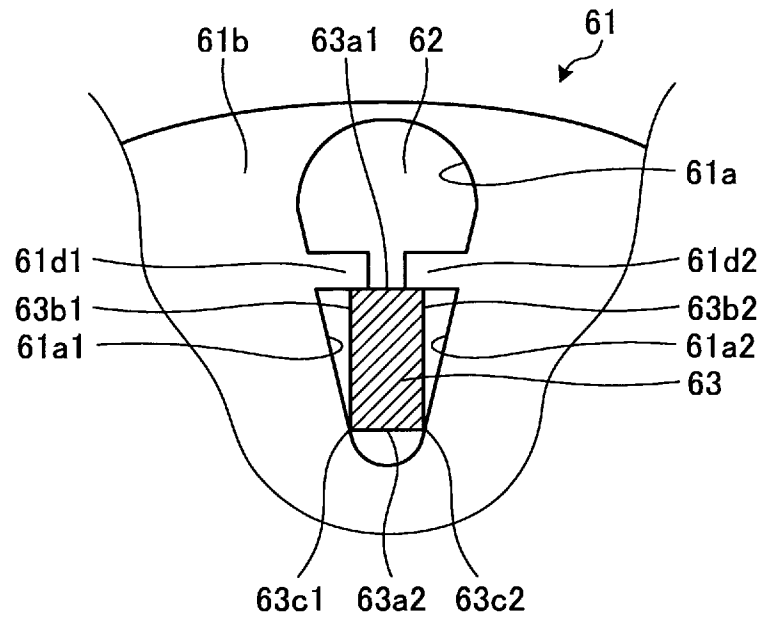
[図2]



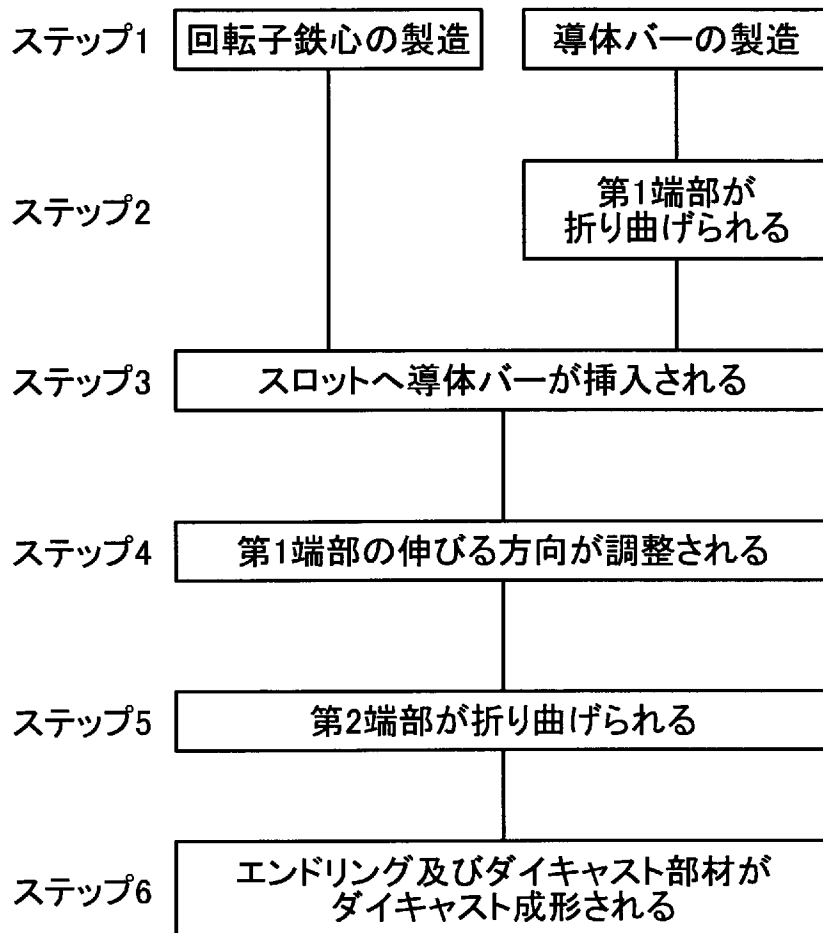
[図3]



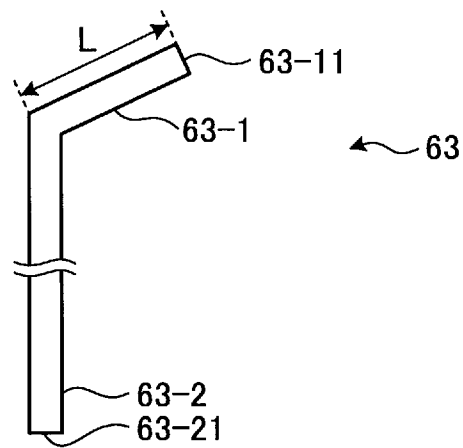
[図4]



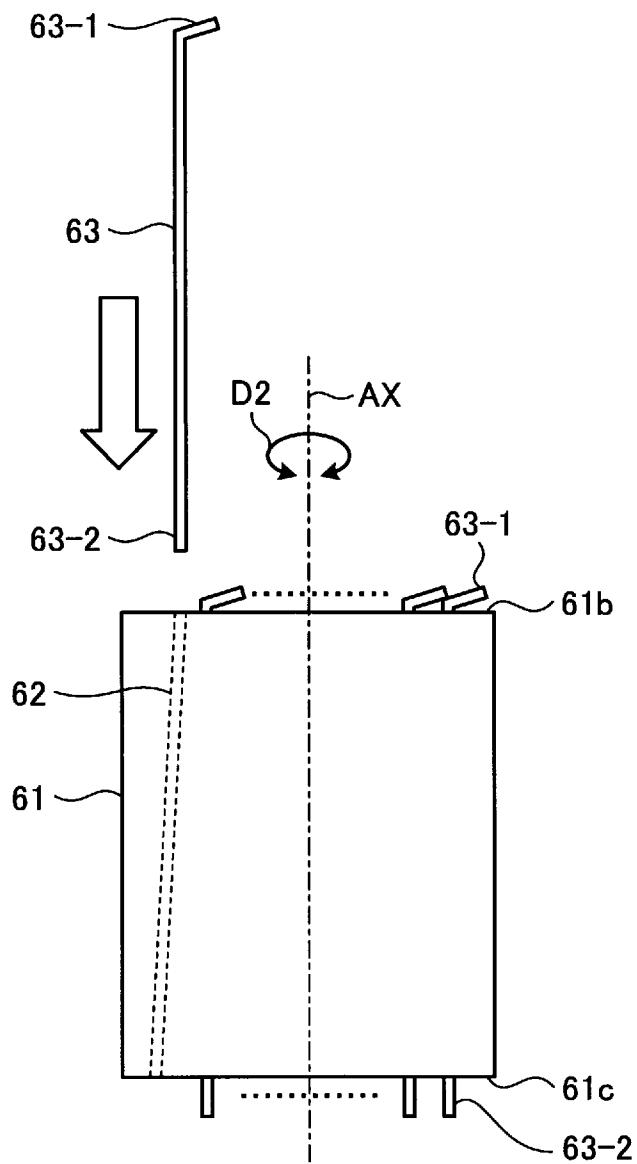
[図5]



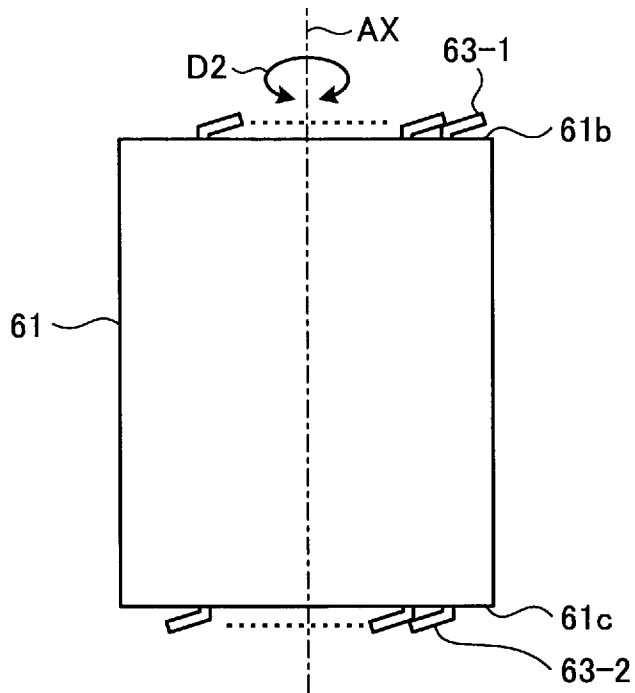
[図6]



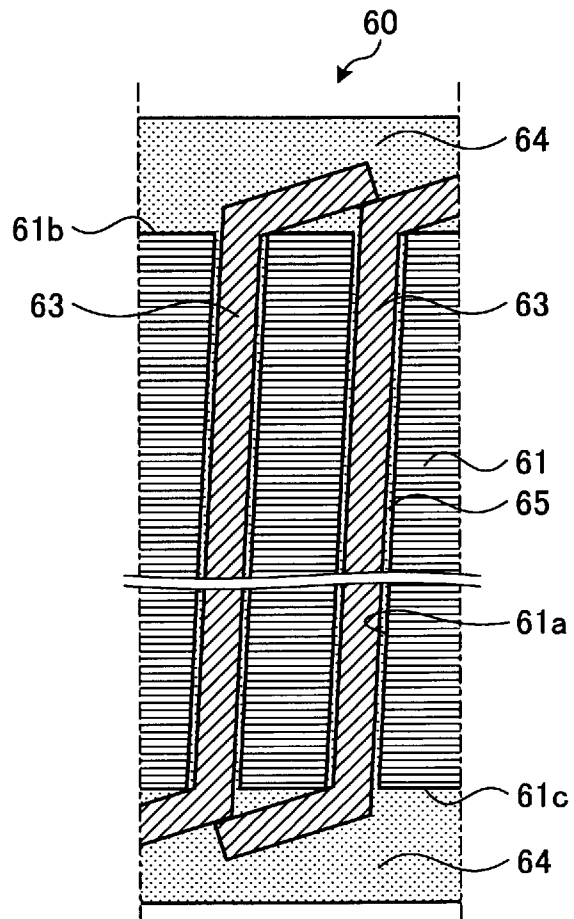
[図7]



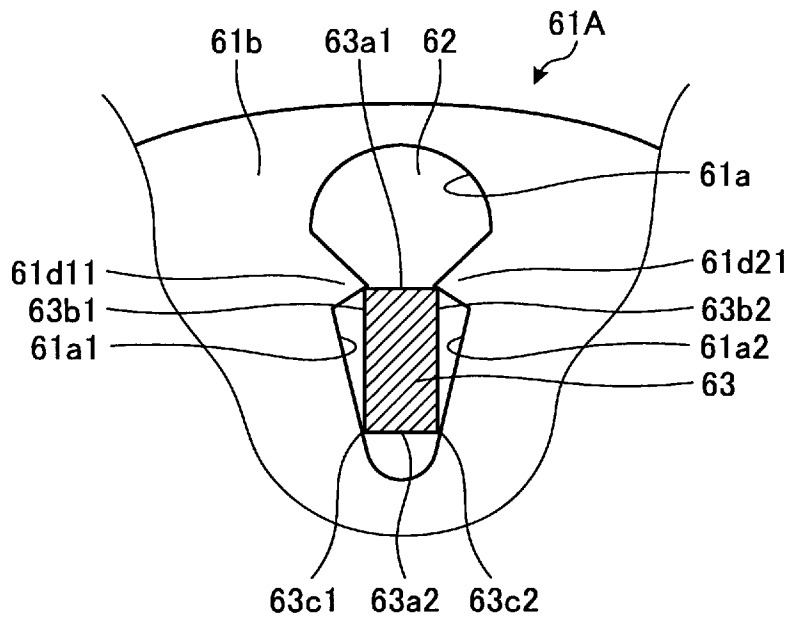
[図8]



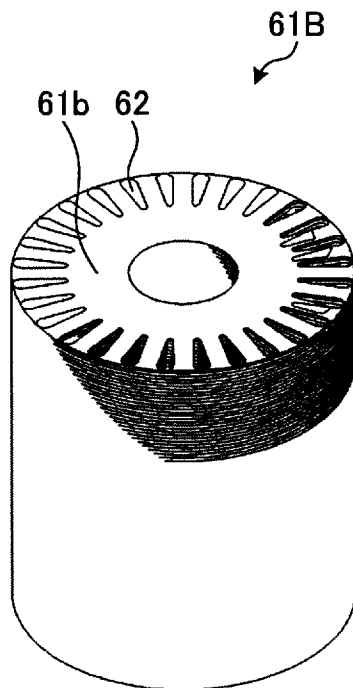
[図9]



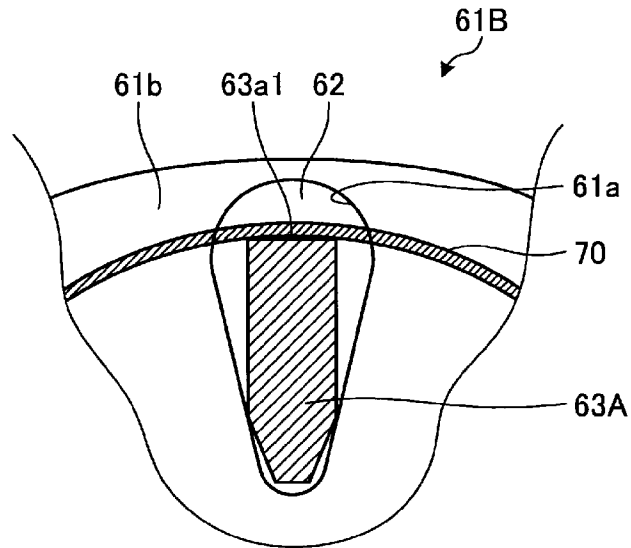
[図10]



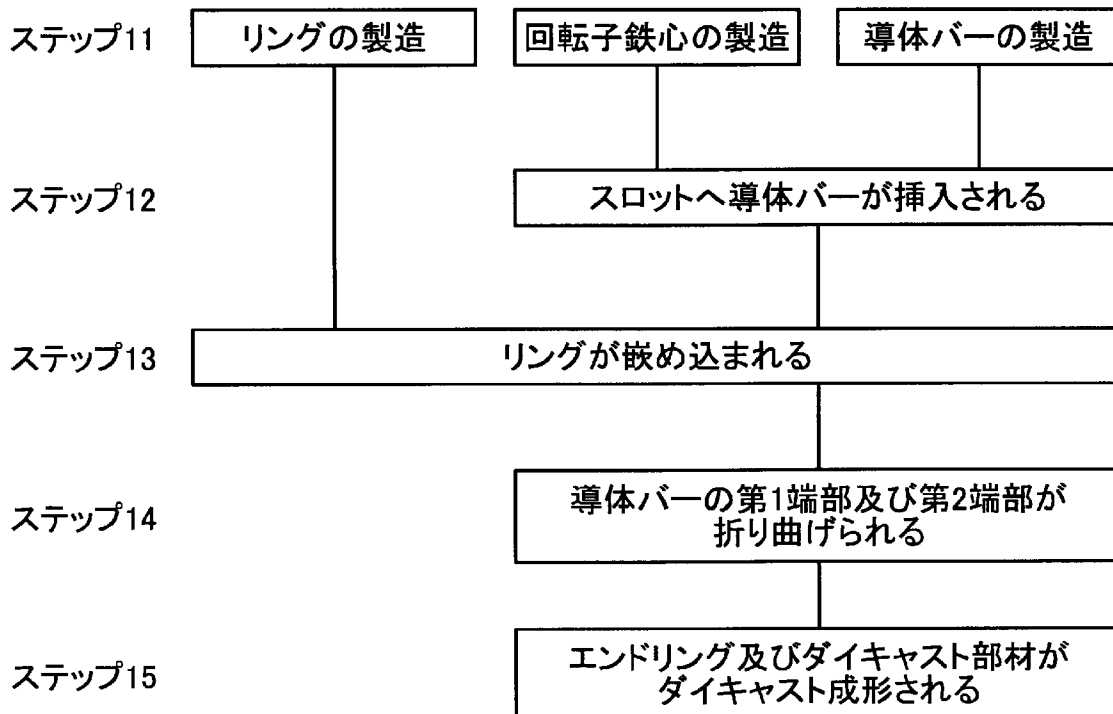
[図11]



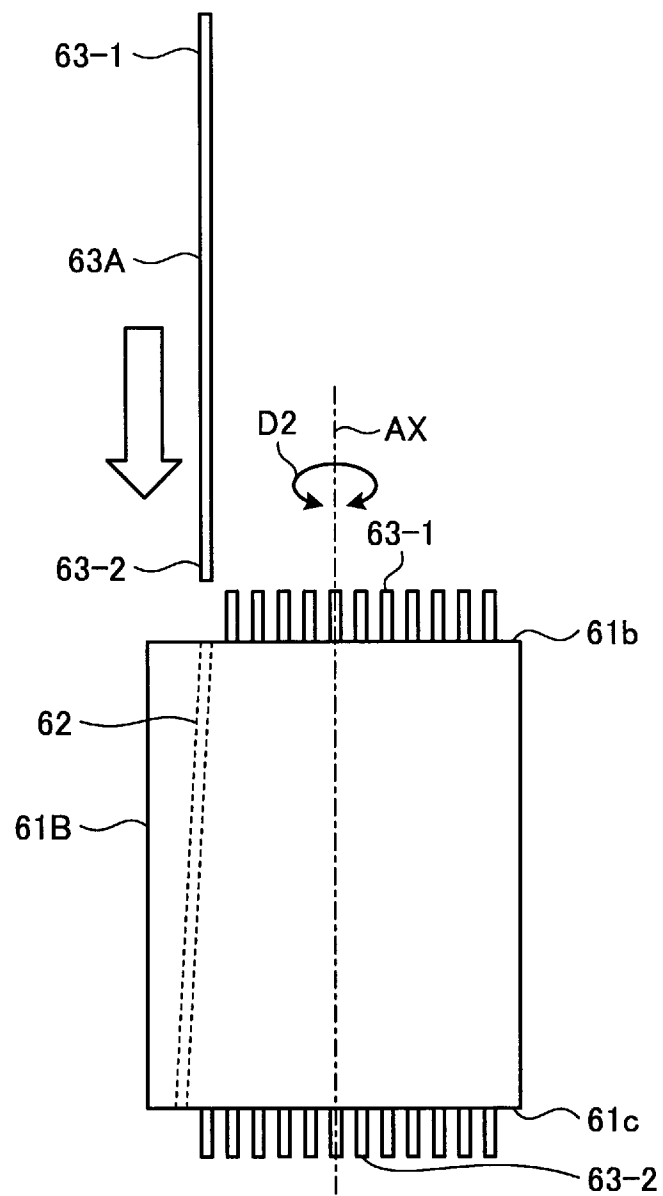
[図12]



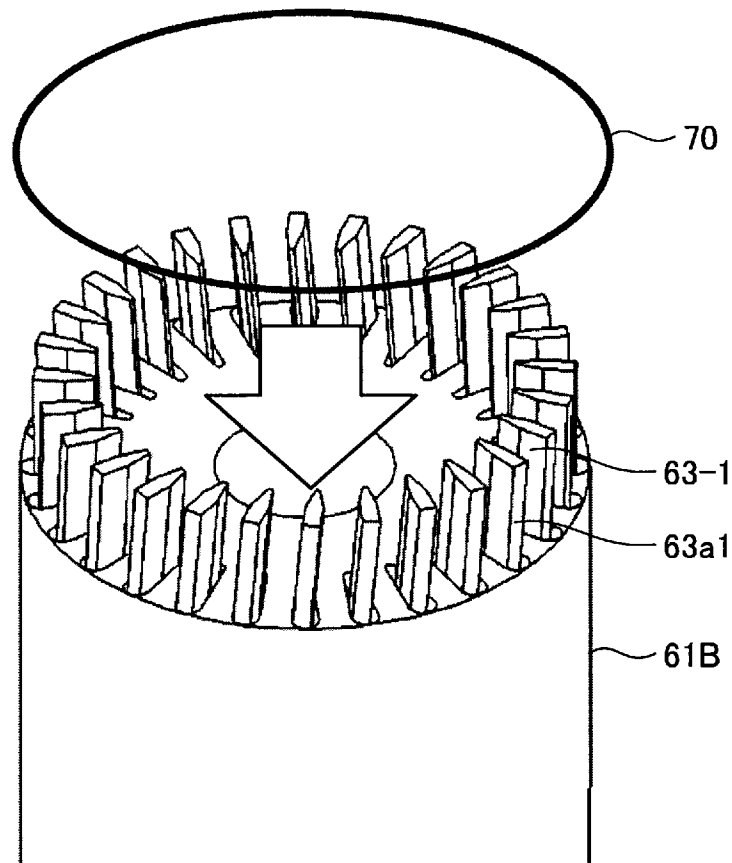
[図13]



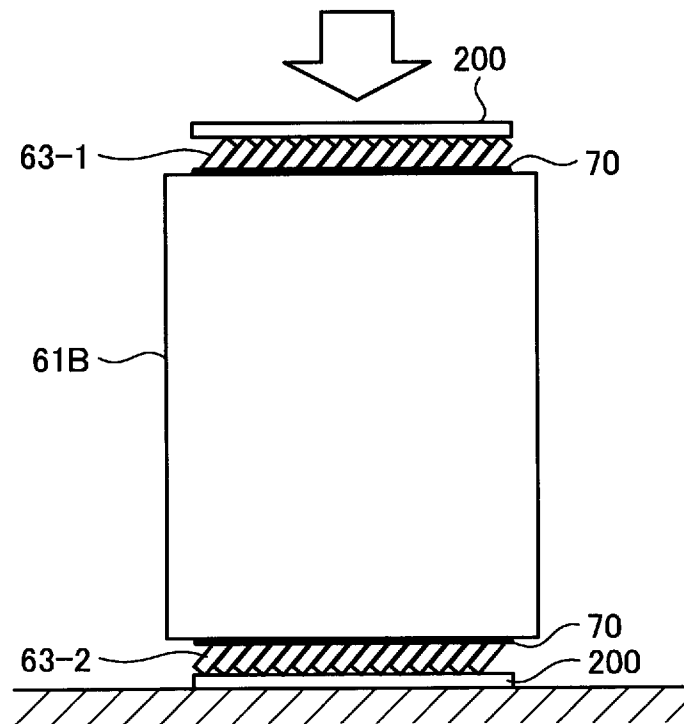
[図14]



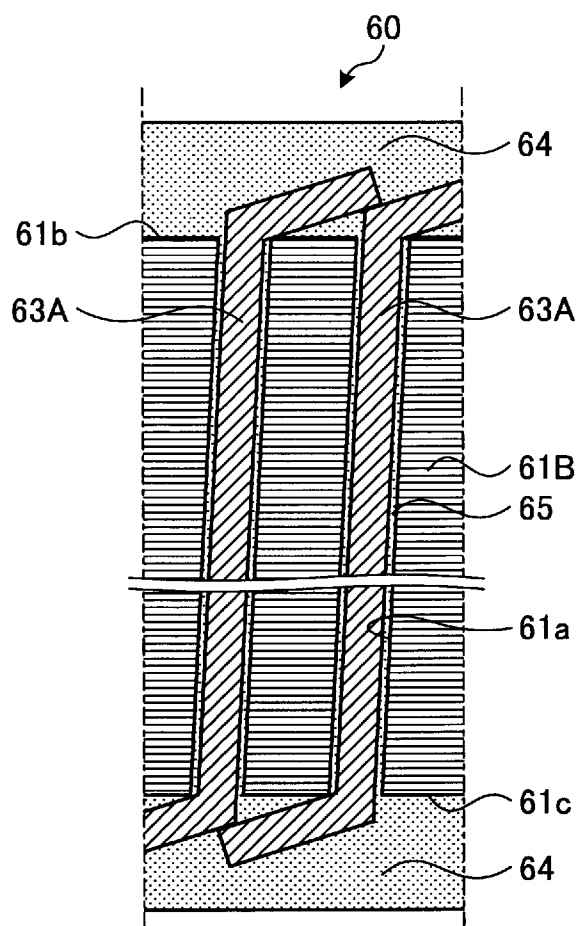
[図15]



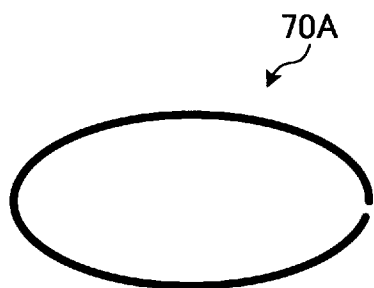
[図16]



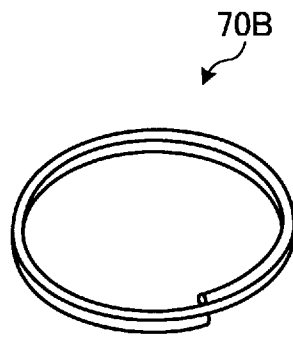
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K17/16 (2006.01) i, H02K15/02 (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. H02K17/16, H02K15/02

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.
X Y	JP 2009-296761 A (TOSHIBA CORPORATION) 17 December 2009, paragraphs [0014]-[0050], [0056], fig. 1-11 (Family: none)	1-3, 8-10 4-7, 11
Y	JP 7-163107 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 23 June 1995, paragraphs [0044], [0046], [0047], fig. 4, 5, 7 (Family: none)	4
Y	JP 2011-188703 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 22 September 2011, paragraphs [0140]-[0142], fig. 35 (Family: none)	4

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 04.09.2018	Date of mailing of the international search report 18.09.2018
-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023106

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/001601 A1 (HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.) 08 January 2015, paragraphs [0032]-[0037], fig. 10-14 (Family: none)	4
Y	JP 2009-17697 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 22 January 2009, paragraphs [0023]-[0030], [0039], fig. 1-4 (Family: none)	5-7, 11
A	JP 10-28360 A (HITACHI, LTD.) 27 January 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 10-174386 A (NISHISHIBA ELECTRIC CO., LTD.) 26 June 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02K17/16(2006.01)i, H02K15/02(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. H02K17/16, H02K15/02		
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 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	JP 2009-296761 A (株式会社東芝) 2009.12.17, 段落 [0014] - [0050], [0056], 図1-11 (ファミリーなし)	1-3, 8-10
Y		4-7, 11
Y	JP 7-163107 A (三菱電機株式会社) 1995.06.23, 段落 [0044], [0046] - [0047], 図4, 5, 7 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2011-188703 A (三菱電機株式会社) 2011.09.22, 段落 [0140] - [0142], 図35 (ファミリーなし)	4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 04.09.2018	国際調査報告の発送日 18.09.2018	
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) 上野 力 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 3748

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2015/001601 A1 (株式会社日立産機システム) 2015.01.08, 段落 [0032] - [0037], 図10-14 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2009-17697 A (株式会社豊田自動織機) 2009.01.22, 段落 [0023] - [0030], [0039], 図1-4 (ファミリーなし)	5-7, 11
A	JP 10-28360 A (株式会社日立製作所) 1998.01.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 10-174386 A (西芝電機株式会社) 1998.06.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11