

(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2015-70760

(P2015-70760A)

(43) 公開日 平成27年4月13日(2015.4.13)

(51) Int.Cl.
H02K 15/04 (2006.01)F I
H02K 15/04テーマコード (参考)
5H615

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2013-205730 (P2013-205730)
(22) 出願日 平成25年9月30日(2013.9.30)(71) 出願人 000100768
アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
愛知県安城市藤井町高根10番地
(74) 代理人 100107766
弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(72) 発明者 橋本 伸吾
愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
(72) 発明者 斉藤 正樹
愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

最終頁に続く

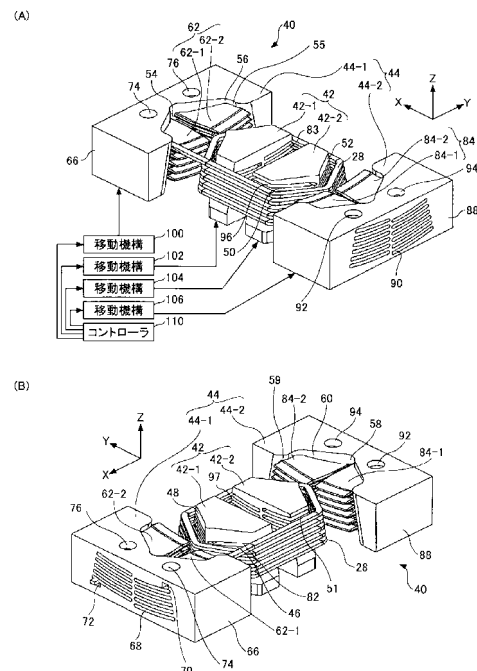
(54) 【発明の名称】 同芯巻コイルの成形方法及び成形装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】成形工程中における平角導線の肩部と外型との過大な力での接触を抑制可能な同芯巻コイルの成形方法及び成形装置を提供する。

【解決手段】所定複数巻数に周回された平角導線のコイルエンド部を成形する成形方法は、同芯巻コイルのコイルエンド部の形状を模して凹状に形成された外型44を、セットされた平角導線に対して所定方向にストローク移動させることにより一工程で、平角導線のコイルエンド対応部位を、外型44に取り付けられた、セットされる平角導線の積層方向に並んで配置されかつその積層方向に直交する直交方向に向いた加工面の端部から所定方向に向けて突出する複数のフィンの間に挿入することでその積層方向に向けて曲げ加工し、その後、外型44の加工面で押圧することでその直交方向に向けて曲げ加工する。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定複数巻数に周回された平角導線から、ステータコアの軸方向端面から突出するコイルエンド部が複数の相異なる非直線形状を有する同芯巻コイルを成形する成形方法であって、

前記同芯巻コイルの前記コイルエンド部の形状を模して凹状に形成された外型を、セットされた前記平角導線に対して所定方向にストローク移動させることにより一工程で、前記平角導線の、前記コイルエンド部に対応する対応部位を、前記外型に取り付けられた、セットされる前記平角導線の積層方向に並んで配置されかつ前記積層方向に直交する直交方向に向いた加工面の端部から前記所定方向に向けて突出する複数のフィンの間に挿入することで前記積層方向に向けて曲げ加工し、かつ、前記外型の前記加工面で押圧することで前記直交方向に向けて曲げ加工すると共に、

前記平角導線の前記対応部位の前記直交方向への曲げ加工は、前記積層方向への曲げ加工が完了した後に該対応部位を前記外型の前記加工面に接触させて該加工面で押圧することにより行われることを特徴とする同芯巻コイルの成形方法。

【請求項 2】

前記外型、及び、前記同芯巻コイルの前記コイルエンド部の形状を模して凸状に形成された、該外型と対をなす内型をそれぞれ、セットされた前記平角導線に対して該外型と該内型との距離を狭める方向にストローク移動させることにより、前記平角導線の前記対応部位を、該外型の前記加工面と該内型の前記加工面とで挟み込むことで前記直交方向に向けて曲げ加工することを特徴とする請求項 1 記載の同芯巻コイルの成形方法。

【請求項 3】

前記コイルエンド部における前記複数の相異なる非直線形状は、円環状に形成される前記ステータコアの円弧に合わせて形成される円弧形状と、前記平角導線の断面長辺方向に屈曲するエッジワイズ形状と、を少なくとも含み、

前記積層方向に向けた曲げ加工は、前記円弧形状を成形する円弧成形であり、

前記直交方向に向けた曲げ加工は、前記エッジワイズ形状を成形するエッジワイズ成形であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の同芯巻コイルの成形方法。

【請求項 4】

所定複数巻数に周回された平角導線から、ステータコアの軸方向端面から突出するコイルエンド部が複数の相異なる非直線形状を有する同芯巻コイルを成形する成形装置であって、

前記同芯巻コイルの前記コイルエンド部の形状を模して凹状に形成され、セットされる前記平角導線の積層方向に並んで配置される複数のフィン、及び、前記積層方向に直交する直交方向に向いた加工面を有する、該フィンが該加工面の端部から所定方向に向けて突出する外型と、

前記外型を、セットされた前記平角導線に対して前記所定方向にストローク移動させる外型移動機構と、を備え、

前記外型は、前記外型移動機構によるストローク移動により、前記平角導線の、前記コイルエンド部に対応する対応部位を、前記複数のフィンの間に挿入することで前記積層方向に向けて曲げ加工し、該積層方向への曲げ加工を完了した後に、前記対応部位を前記加工面に接触させて該加工面で押圧することで前記直交方向に向けて曲げ加工することを特徴とする同芯巻コイルの成形装置。

【請求項 5】

前記同芯巻コイルの前記コイルエンド部の形状を模して凸状に形成され、前記直交方向に向いた加工面を有する、前記外型と対をなす内型と、

前記内型を、セットされた前記平角導線に対して前記所定方向にストローク移動させる内型移動機構と、を備え、

前記外型及び前記内型はそれぞれ、前記外型移動機構及び前記内型移動機構によって、セットされた前記平角導線に対して該外型と該内型との距離を狭める方向にストローク移

10

20

30

40

50

動されることにより、前記対応部位を該外型の前記加工面と該内型の前記加工面とで挟み込んで前記直交方向に向けて曲げ加工することを特徴とする請求項 4 記載の同芯巻コイルの成形装置。

【請求項 6】

前記コイルエンド部における前記複数の相異なる非直線形状は、円環状に形成される前記ステータコアの円弧に合わせて形成される円弧形状と、前記平角導線の断面長辺方向に屈曲するエッジワイズ形状と、を少なくとも含み、

前記積層方向に向けた曲げ加工は、前記円弧形状を成形する円弧成形であり、

前記直交方向に向けた曲げ加工は、前記エッジワイズ形状を成形するエッジワイズ成形であることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の同芯巻コイルの成形装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、同芯巻コイルの成形方法及び成形装置に係り、特に、所定複数巻数に周回された平角導線から、ステータコアの軸方向端面から突出するコイルエンド部が複数の相異なる非直線形状に形成される同芯巻コイルを成形する成形方法及び成形装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、所定複数巻数に周回された平角導線から、ステータコアの軸方向端面から突出するコイルエンド部が複数の相異なる非直線形状に形成される同芯巻コイルを成形する成形方法及び成形装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この特許文献 1 記載の成形装置は、平角導線のコイルエンド対応部位を、周回の積層方向に向けてクランク成形すると共に、その積層方向に直交する直交方向に向けて曲げ加工する装置である。

20

【0003】

上記の成形装置は、同芯巻コイルのコイルエンド部の形状を模して形成される、対をなす凹状の外型及び凸状の内型を備えている。外型及び内型はそれぞれ、平角導線の周回の積層方向に直交する直交方向に向いた加工面を有している。また、外型には、その加工面から内型側に向けて突出する複数のフィン（ブレード）が取り付けられている。複数のフィンは、外型に、セットされる平角導線の周回の積層方向に並んで配置されている。

30

【0004】

上記の成形装置において、平角導線が内型にセットされた状態で外型と内型とが接近するようにストローク移動されると、まず、その平角導線のコイルエンド対応部位がフィン間に挿入されることで上記の積層方向に曲げ加工されると共に、その平角導線のコイルエンド対応部位が外型と内型とで挟み込まれることで上記の直交方向に曲げ加工される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 183534 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記した特許文献 1 記載の成形装置及び成形方法では、平角導線のコイルエンド対応部位を上記の積層方向及び上記の直交方向に曲げ加工する成形工程中に、内型にセットされた平角導線が外型の凹部に嵌る。この平角導線の、外型の凹部への嵌合は、その平角導線のコイルエンド対応部位の、上記の積層方向及び上記の直交方向への曲げ加工が行われる前に行われる。

【0007】

しかし、外型の凹部は、成形完了後の同芯巻コイルのコイルエンド部及びステータスロットに収容される両側のスロット部（直線部）の形状を模した幅を有するように（すなわ

50

ち、両側壁間の距離が成形完了後の両側のスロット部の外側端同士の離間する距離に略等しくなるように形成されている。一方、成形開始前の平角導線は、上記の積層方向への曲げによって幅が小さくなることを考慮して、その外型の凹部の幅よりも大きな幅を有している。このため、上記の如く平角導線の、外型の凹部への嵌合が上記の積層方向への曲げ加工が行われる前に行われるものとする、その成形工程中に、平角導線のコイルエンド対応部位と両側のスロット部との境界付近の肩部が外型の凹部の側面ガイドに強く接触して、その肩部の皮膜が剥がれ或いはその肩部が損傷するなどの不都合が生ずる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、成形工程における平角導線の肩部と外型との過大な力での接触を抑制することが可能な同芯巻コイルの成形方法及び成形装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記の目的は、所定複数巻数に周回された平角導線から、ステータコアの軸方向端面から突出するコイルエンド部が複数の相異なる非直線形状を有する同芯巻コイルを成形する成形方法であって、前記同芯巻コイルの前記コイルエンド部の形状を模して凹状に形成された外型を、セットされた前記平角導線に対して所定方向にストローク移動させることにより一工程で、前記平角導線の、前記コイルエンド部に対応する対応部位を、前記外型に取り付けられた、セットされる前記平角導線の積層方向に並んで配置されかつ前記積層方向に直交する直交方向に向いた加工面の端部から前記所定方向に向けて突出する複数のフィンの間に挿入することで前記積層方向に向けて曲げ加工し、かつ、前記外型の前記加工面で押圧することで前記直交方向に向けて曲げ加工すると共に、前記平角導線の前記対応部位の前記直交方向への曲げ加工は、前記積層方向への曲げ加工が完了した後に該対応部位を前記外型の前記加工面に接触させて該加工面で押圧することにより行われる同芯巻コイルの成形方法により達成される。

【 0 0 1 0 】

また、上記の目的は、所定複数巻数に周回された平角導線から、ステータコアの軸方向端面から突出するコイルエンド部が複数の相異なる非直線形状を有する同芯巻コイルを成形する成形装置であって、前記同芯巻コイルの前記コイルエンド部の形状を模して凹状に形成され、セットされる前記平角導線の積層方向に並んで配置される複数のフィン、及び、前記積層方向に直交する直交方向に向いた加工面を有する、該フィンが該加工面の端部から所定方向に向けて突出する外型と、前記外型を、セットされた前記平角導線に対して前記所定方向にストローク移動させる外型移動機構と、を備え、前記外型は、前記外型移動機構によるストローク移動により、前記平角導線の、前記コイルエンド部に対応する対応部位を、前記複数のフィンの間に挿入することで前記積層方向に向けて曲げ加工し、該積層方向への曲げ加工を完了した後に、前記対応部位を前記加工面に接触させて該加工面で押圧することで前記直交方向に向けて曲げ加工する同芯巻コイルの成形装置により達成される。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、成形工程における平角導線の肩部と外型との過大な力での接触を抑制することができる。その結果、平角導線の肩部の皮膜が剥がれ或いはその肩部が損傷擦ることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の一実施例である同芯巻コイルからなるコイルアッシーが搭載されるステータの構成図である。

【図 2】本実施例の同芯巻コイルを複数個用いてコイルアッシーを構成する手法を説明するための図である。

【図 3】本実施例の同芯巻コイルの成形完了前の構成図である。

10

20

30

40

50

【図４】本実施例の同芯巻コイルの成形完了後の構成図である。

【図５】本実施例の同芯巻コイルの成形装置の斜視図である。

【図６】本実施例の同芯巻コイルの成形装置の平面図である。

【図７】本実施例の同芯巻コイルの成形装置が備える金型としての内型の構成図である。

【図８】本実施例の同芯巻コイルの成形装置が備える金型としての外型の構成図である。

【図９】本実施例の同芯巻コイルの成形装置が備えるフィンの構成図である。

【図１０】本実施例の同芯巻コイルの成形装置による成形完了後の斜視図である。

【図１１】本実施例の同芯巻コイルの成形装置による成形完了後の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

10

以下、図面を用いて、本発明に係る同芯巻コイルの成形方法及び成形装置の具体的な実施の形態について説明する。

【００１４】

図１は、本発明の一実施例である同芯巻コイルからなるコイルアッシーが搭載されるステータの構成図を示す。尚、図１（Ａ）にはステータの組付完了前の状態を、また、図１（Ｂ）にはステータの組付完了後の状態を、それぞれ示す。図２は、本実施例の同芯巻コイルを複数個用いてコイルアッシーを構成する手法を説明するための図を示す。尚、図２（Ａ）には２つの同芯巻コイルの組付完了前の状態を、また、図２（Ｂ）には２つの同芯巻コイルの組付完了後の状態を、それぞれ示す。図３は、本実施例の同芯巻コイルの成形完了前の構成図を示す。また、図４は、本実施例の同芯巻コイルの成形完了後の構成図を示す。尚、図３（Ａ）及び（Ｂ）並びに図４（Ａ）及び（Ｂ）には斜視図を、また、図３（Ｃ）及び図４（Ｃ）には平面図を、それぞれ示す。

20

【００１５】

本実施例において、ステータ１０は、例えば三相交流モータなどの回転電機に用いられ、回転子であるロータに対して径方向外側に所定のエアギャップを介して配置される固定子である。ステータ１０は、通電によってロータを回転させる磁界を発生する。ステータ１０は、ステータコア１２と、ステータコイル１４と、を備えている。ステータコア１２は、中空円筒状に形成された部材であって、絶縁コーティングされた複数の電磁鋼板を軸方向に積層して形成されている。尚、ステータコア１２の径方向外側面には、絶縁コーティングされた軟磁性体粉末を圧縮成型した材料で形成された円筒状のヨークが取り付けられてもよい。

30

【００１６】

ステータコア１２は、円環状に形成されるヨーク１６と、ヨーク１６の径方向内側面から径方向内側（軸中心側）に向けて突出するティース１８と、を有している。ティース１８は、ヨーク１６の径方向内側面において周方向に複数（例えば、図１に示す如く９６個）設けられており、周方向に沿って等間隔で設けられている。周方向に隣接する２つのティース１８の間には、スロット２０が形成されている。

【００１７】

各ティース１８にはそれぞれ、上記のステータコイル１４が巻回される。ステータコイル１４は、ステータコア１２の径方向内側において周方向に複数（例えば、図１に示す如く９６個）配設される。ステータコイル１４は、周方向に複数配設されることによりコイルアッシー２２を構成する。コイルアッシー２２は、複数のステータコイル１４により周方向に沿って円環状に形成される。コイルアッシー２２は、複数のステータコイル１４が収容されるスロット２０を周方向に一つずつずらしながら配置されると共に、周方向に隣り合うステータコイル１４同士が各ステータコイル１４の導線が周回する積層方向において重なり合うことにより構成される。

40

【００１８】

尚、各ステータコイル１４はそれぞれ、回転電機が例えば三相交流モータに適用される場合は、Ｕ相コイル、Ｖ相コイル、及びＷ相コイルの何れかを構成する。この場合、ステータコイル１４であるＵ相コイル、Ｖ相コイル、及びＷ相コイルは、周方向にその順でテ

50

ィース 18 に巻回される。

【0019】

ステータコア 12 は、周方向に分割される複数（例えば、図 1 に示す如く 48 個）の分割コア 24 からなる。すなわち、ステータコア 12 は、周方向に複数の分割コア 24 に分割されている。すべての分割コア 24 は、互いに同じ形状を有しており、具体的には、互いに同じ周方向角度分のヨーク 16 と、2 つのティース 18 と、を含む形状を有している。

【0020】

ステータ 10 は、また、ステータコア 12 とステータコイル 14 との絶縁性を確保する絶縁部材 26 を備えている。絶縁部材 26 は、ステータコア 12 の有する分割コア 24 ごとに設けられている。絶縁部材 26 は、分割コア 24 の形状に合致した形状を有している。絶縁部材 26 は、紙や樹脂（例えば、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂など）などにより構成されており、分割コア 24 とステータコイル 14 との間に薄膜の絶縁層を形成する。

【0021】

絶縁部材 26 が装着された分割コア 24 は、2 つのティース 18 の間のスロット 20 にコイルアッシー 22 の有するステータコイル 14 が配置されるように、コイルアッシー 22 に対して径方向外側から挿入される。そして、すべての分割コア 24 がコイルアッシー 22 に対して組み付けられると、ステータコア 12 とステータコイル 14 とが組み付けられたステータ 10 が構成される。

【0022】

ステータコイル 14 は、断面が矩形状（具体的には、長方形）に形成された平角導線により構成されている。周方向に複数配設される各ステータコイル 14 はそれぞれ、所定複数巻数（例えば 5 周）だけ周回された平角導線が曲げ加工されることにより成形される同芯巻コイルである。以下、ステータコイル 14 の成形完了前の平角導線を平角導線 28 と、また、成形完了後のステータコイル 14 を同芯巻コイル 14 と、それぞれ称す。

【0023】

平角導線 28 は、一本の直線状の素線が巻線装置の有する略六角形状の金型に巻き付けられることにより、図 3 に示す如く、所定複数巻数に周回された略六角形状に形成される。尚、平角導線 28 の断面矩形状の角部は R 加工されているのがよい。平角導線 28 は、導電性の高い例えば銅やアルミニウム等の金属により構成されている。また、同芯巻コイル 14 は、略六角形状の平角導線 28 が後に詳述する成形装置を用いて曲げ加工されることにより、図 4 に示す如く、所定複数巻数に周回された略六角形状に形成される。

【0024】

同芯巻コイル 14 は、ステータコア 12 のスロット 20 内に収容されるスロット部 30、32 と、ステータコア 12 の軸方向両端部から軸方向外側に向けて突出するコイルエンド部 34、36 と、を有している。スロット部 30、32 は、ステータコア 12 のスロット 20 を軸方向に貫くように略直線状に延びている。コイルエンド部 34、36 は、ステータコア 12 の軸方向両端部に対して軸方向外側においてスロット部 30、32 同士を繋ぐように湾曲している。

【0025】

成形完了前の平角導線 28 は、同芯巻コイル 14 のスロット部 30、32 に対応するスロット対応部位が略直線状に形成され、かつ、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34、36 に対応するコイルエンド対応部位が両側のスロット対応部位同士を繋いでそのコイルエンド対応部位の積層方向に並んだ導線同士が平行に並ぶように構成されている。平角導線 28 の積層方向に並んだ導線のうち各段の、スロット対応部位及びコイルエンド部 36 に対応するコイルエンド対応部位は、同じ平面上に形成されている。一方、平角導線 28 の積層方向に並んだ導線のうち各段のコイルエンド部 34 に対応するコイルエンド対応部位は、両側のスロット対応部位間を斜めに繋いで渡ることによって平角導線 28 の積層方向に並んだすべての導線についてそれぞれ一段のレーン変更を行うように形成されている。

【0026】

同芯巻コイル 1 4 の両端は、ステータコア 1 2 の軸方向両端のうち、他の同芯巻コイル 1 4 又は外部接続端子と接続するために同じ軸方向側（以下、軸方向リード側と称す。）に突出している。コイルエンド部 3 4 は軸方向リード側に設けられ、また、コイルエンド部 3 6 は軸方向リード側とは反対の軸方向反リード側に設けられる。以下、コイルエンド部 3 4 をリード側コイルエンド部 3 4 と、また、コイルエンド部 3 6 を反リード側コイルエンド部 3 6 と、それぞれ称す。スロット部 3 0 は周方向一方側に設けられ、また、スロット部 3 2 は周方向他方側に設けられる。以下、スロット部 3 0 を一方側スロット部 3 0 と、また、スロット部 3 2 を他方側スロット部 3 2 と、それぞれ称す。

【 0 0 2 7 】

スロット部 3 0 , 3 2 同士は、所定角度距離分だけ、軸回りの周方向に離間している。また、同芯巻コイル 1 4 は、平角導線 2 8 の断面短辺方向に複数本の導線が積層されるように構成されている。同芯巻コイル 1 4 は、積層方向に隣り合う導線間に所定の隙間が形成されるように構成されている。同芯巻コイル 1 4 は、スロット部 3 0 , 3 2 間の距離が積層方向位置に応じて変化するように断面台形状に形成されている。この断面台形状の形成は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 をそれぞれ適切にスロット 2 0 に収容するために行われる。同芯巻コイル 1 4 は、導線の積層方向がステータコア 1 2 の軸方向に直交する径方向に一致するようにステータコア 1 2 に組み付けられる。

【 0 0 2 8 】

上記した同芯巻コイル 1 4 において、平角導線 2 8 の周回巻数が例えば“ 5 ”であるとき、反リード側コイルエンド部 3 6 、一方側スロット部 3 0 、及び他方側スロット部 3 2 ではそれぞれ導線の積層数が 5 段となる一方、リード側コイルエンド部 3 4 では導線の積層数が 4 段となる。

【 0 0 2 9 】

同芯巻コイル 1 4 のコイルエンド部 3 4 , 3 6 はそれぞれ、複数の相異なる非直線形状に形成される。具体的には、コイルエンド部 3 4 , 3 6 はそれぞれ、3 種類の非直線形状に形成されるものであって、平角導線 2 8 の断面短辺方向に屈曲してステータコア 1 2 の径方向に向けて階段状に屈曲するクランク形状に成形され（クランク成形）、円環状のステータコア 1 2 の円弧に合わせて湾曲する円弧形状に成形されると共に（円弧成形）、平角導線 2 8 の断面長辺方向に屈曲する屈曲状に成形される（エッジワイズ成形）。

【 0 0 3 0 】

上記のクランク成形及び円弧成形は、平角導線 2 8 の周回の積層方向に向けた曲げ加工であり、また、上記のエッジワイズ成形は、平角導線 2 8 の周回の積層方向に直交する直交方向に向けた曲げ加工である。上記のクランク成形は、平角導線 2 8 の周回の積層方向への導線間のレーンチェンジのために行われる曲げ加工である。上記の円弧成形は、同芯巻コイル 1 4 をスロット 2 0 内に効率的に収容するために行われる曲げ加工である。また、エッジワイズ成形は、コイルアッシー 2 2 が構成される際に複数の同芯巻コイル 1 4 を効率的に配置するために行われる曲げ加工である。

【 0 0 3 1 】

次に、図 5 ~ 図 1 1 を参照して、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形について説明する。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 の斜視図を示す。尚、図 5 には同芯巻コイル 1 4 の成形完了前の状態を示す。図 6 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 の平面図を示す。図 7 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 が備える金型としての内型の構成図を示す。図 8 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 が備える金型としての外型の構成図を示す。図 9 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 が備えるフィンの構成図を示す。尚、図 7 (A)、図 8 (A)、及び図 9 (A) には斜視図を、また、図 7 (B)、図 8 (B)、及び図 9 (B) には平面図を、それぞれ示す。図 1 0 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 による成形完了後の斜視図を示す。また、図 1 1 は、本実施例の同芯巻コイル 1 4 の成形装置 4 0 による成形完了後

の平面図を示す。

【 0 0 3 3 】

本実施例において、同芯巻コイル 1 4 は、所定複数巻数に周回された略六角形状の平角導線 2 8 を成形装置 4 0 が曲げ加工することにより成形される。成形装置 4 0 は、内型である内側金型 4 2 と、外型である外側金型 4 4 と、を備えている。内側金型 4 2 は、セットされる平角導線 2 8 の周回内に配置される金型であって、外周面側にセットされた平角導線 2 8 を保持することが可能な金型である。また、外側金型 4 4 は、セットされる平角導線 2 8 の周回外に配置される金型である。

【 0 0 3 4 】

以下、成形装置 4 0 において、内側金型 4 2 にセットされた平角導線 2 8 の、両側のコイルエンド対応部位を結ぶ方向（軸方向）を第一方向 X と、内側金型 4 2 にセットされた平角導線 2 8 の、両側のスロット対応部位の離間する方向を第二方向 Y と、内側金型 4 2 にセットされた平角導線 2 8 の、周回の積層方向を第三方向 Z と、それぞれ称す。尚、第一方向 X と第二方向 Y と第三方向 Z とは互いに直交する。

【 0 0 3 5 】

内側金型 4 2 は、第 1 内側金型 4 2 - 1 と、第 2 内側金型 4 2 - 2 と、からなる。第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 2 内側金型 4 2 - 2 とは、第一方向 X に離間して配置される。第 1 内側金型 4 2 - 1 及び第 2 内側金型 4 2 - 2 はそれぞれ、第三方向 Z から見て略五角形状の山型に形成されている。第 1 内側金型 4 2 - 1 は、セットされる平角導線 2 8 の軸方向リード側に設けられる金型であり、また、第 2 内側金型 4 2 - 2 は、セットされる平角導線 2 8 の軸方向反リード側に設けられる金型である。

【 0 0 3 6 】

第 1 内側金型 4 2 - 1 は、凸状に形成された凸型である。第 1 内側金型 4 2 - 1 は、成形完了後の同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の内周側の形状を模して形成された加工面 4 6、及び、その同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0、3 2 のリード側コイルエンド部 3 4 との境界（肩部）付近の内周側の形状を模して形成された加工面 4 7 を有している。

【 0 0 3 7 】

加工面 4 6 は、第三方向 Z に略直交する方向（略第一方向 X や第二方向 Y ）に向いた面であって、第 1 内側金型 4 2 - 1 の、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 と対向する凸面 4 8 に形成されている。加工面 4 6 は、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 すなわち平角導線 2 8 の、リード側コイルエンド部 3 4 に対応するリード側コイルエンド対応部位の断面短辺側の内周面が接する面である。加工面 4 6 は、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の断面短辺側の内周面に沿った外形を有している。

【 0 0 3 8 】

加工面 4 7 は、第三方向 Z に略直交する方向（略第二方向 Y ）に向いた加工面であって、第 1 内側金型 4 2 - 1 の、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0、3 2 と対向するように形成されている。加工面 4 7 は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0、3 2 すなわち平角導線 2 8 の、スロット部 3 0、3 2 に対応するスロット対応部位の断面短辺側の内周面が接する面である。加工面 4 7 は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0、3 2 の断面短辺側の内周面に沿った外形を有している。

【 0 0 3 9 】

また、第 2 内側金型 4 2 - 2 は、凸状に形成された凸型である。第 2 内側金型 4 2 - 2 は、成形完了後の同芯巻コイル 1 4 の反リード側コイルエンド部 3 6 の内周側の形状を模して形成された加工面 5 0、及び、その同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0、3 2 の反リード側コイルエンド部 3 6 との境界（肩部）付近の内周側の形状を模して形成された加工面 5 1 を有している。

【 0 0 4 0 】

加工面 5 0 は、第三方向 Z に略直交する方向（略第一方向 X や第二方向 Y ）に向いた面

10

20

30

40

50

であって、第 2 内側金型 4 2 - 2 の、同芯巻コイル 1 4 の反リード側コイルエンド部 3 6 と対向する凸面 5 2 に形成されている。加工面 5 0 は、同芯巻コイル 1 4 の反リード側コイルエンド部 3 6 すなわち平角導線 2 8 の、反リード側コイルエンド部 3 6 に対応する反リード側コイルエンド対応部位の断面短辺側の内周面が接する面である。加工面 5 0 は、同芯巻コイル 1 4 の反リード側コイルエンド部 3 6 の断面短辺側の内周面に沿った外形を有している。

【 0 0 4 1 】

加工面 5 1 は、第三方向 Z に略直交する方向（略第二方向 Y）に向いた加工面であって、第 2 内側金型 4 2 - 2 の、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 と対向するように形成されている。加工面 5 1 は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 すなわち平角導線 2 8 の、スロット部 3 0 , 3 2 に対応するスロット対応部位の断面短辺側の内周面が接する面である。加工面 5 1 は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 の断面短辺側の内周面に沿った外形を有している。

10

【 0 0 4 2 】

外側金型 4 4 は、第 1 外側金型 4 4 - 1 と、第 2 外側金型 4 4 - 2、からなる。第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 2 外側金型 4 4 - 2 とは、第一方向 X に離間して配置される。第 1 外側金型 4 4 - 1 は、セットされる平角導線 2 8 の軸方向リード側に設けられる金型であり、また、第 2 外側金型 4 4 - 2 は、セットされる平角導線 2 8 の軸方向反リード側に設けられる金型である。

20

【 0 0 4 3 】

第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 2 外側金型 4 4 - 2 との第一方向 X の間には、上記の第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 2 内側金型 4 2 - 2 とが並んで配置される。すなわち、第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 2 内側金型 4 2 - 2 と第 2 外側金型 4 4 - 2 とは、第一方向 X においてその順で直列に配置される。第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 1 内側金型 4 2 - 1 とは第一方向 X に離間して配置され、また、第 2 外側金型 4 4 - 2 と第 2 内側金型 4 2 - 2 とは第一方向 X に離間して配置される。

【 0 0 4 4 】

第 1 外側金型 4 4 - 1 は、第 1 内側金型 4 2 - 1 と対をなす凹状に形成された凹型である。第 1 外側金型 4 4 - 1 は、成形完了後の同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の外周側の形状を模して形成された加工面 5 4、及び、その同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 のリード側コイルエンド部 3 4 との境界（肩部）付近の外周側の形状を模して形成された加工面 5 5 を有している。

30

【 0 0 4 5 】

加工面 5 4 は、第三方向 Z に略直交する方向（略第一方向 X や第二方向 Y）に向いた面であって、第 1 外側金型 4 4 - 1 の、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 と対向する凹面 5 6 に形成されている。加工面 5 4 は、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 すなわち平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位の断面短辺側の外周面が接する面である。加工面 5 4 は、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の断面短辺側の外周面に沿った外形を有している。

【 0 0 4 6 】

加工面 5 5 は、第三方向 Z に略直交する方向（略第二方向 Y）に向いた加工面であって、第 1 外側金型 4 4 - 1 の、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 と対向するように形成されている。加工面 5 5 は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 すなわち平角導線 2 8 のスロット対応部位の断面短辺側の外周面が接する面である。加工面 5 5 は、同芯巻コイル 1 4 のスロット部 3 0 , 3 2 の断面短辺側の外周面に沿った外形を有している。

40

【 0 0 4 7 】

また、第 2 外側金型 4 4 - 2 は、第 2 内側金型 4 2 - 2 と対をなす凹状に形成された凹型である。第 2 外側金型 4 4 - 2 は、成形完了後の同芯巻コイル 1 4 の反リード側コイルエンド部 3 6 の外周側の形状を模して形成された加工面 5 8、及び、その同芯巻コイル 1

50

4 のスロット部 30, 32 の反リード側コイルエンド部 36 との境界 (肩部) 付近の外周側の形状を模して形成された加工面 59 を有している。

【 0048 】

加工面 58 は、第三方向 Z に略直交する方向 (略第一方向 X や第二方向 Y) に向いた面であって、第 2 外側金型 44 - 2 の、同芯巻コイル 14 の反リード側コイルエンド部 36 と対向する凹面 60 に形成されている。加工面 58 は、同芯巻コイル 14 の反リード側コイルエンド部 36 すなわち平角導線 28 の反リード側コイルエンド対応部位の断面短辺側の外周面が接する面である。加工面 58 は、同芯巻コイル 14 の反リード側コイルエンド部 36 の断面短辺側の外周面に沿った外形を有している。

【 0049 】

加工面 59 は、第三方向 Z に略直交する方向 (略第二方向 Y) に向いた加工面であって、第 2 外側金型 44 - 2 の、同芯巻コイル 14 のスロット部 30, 32 と対向するように形成されている。加工面 59 は、同芯巻コイル 14 のスロット部 30, 32 すなわち平角導線 28 のスロット対応部位の断面短辺側の外周面が接する面である。加工面 59 は、同芯巻コイル 14 のスロット部 30, 32 の断面短辺側の外周面に沿った外形を有している。

【 0050 】

第 1 内側金型 42 - 1 の加工面 46 と第 1 外側金型 44 - 1 の加工面 54 とは、平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位をエッジワイズ成形するのに適した形状に形成されている。第 1 内側金型 42 - 1 と第 1 外側金型 44 - 1 とは、平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位をエッジワイズ成形する金型である。また、第 2 内側金型 42 - 2 の加工面 50 と第 2 外側金型 44 - 2 の加工面 58 とは、平角導線 28 の反リード側コイルエンド対応部位をエッジワイズ成形するのに適した形状に形成されている。第 2 内側金型 42 - 2 と第 2 外側金型 44 - 2 とは、平角導線 28 の反リード側コイルエンド対応部位をエッジワイズ成形する金型である。

【 0051 】

第 1 外側金型 44 - 1 は、複数のフィン 62 を有している。複数のフィン 62 を有する第 1 外側金型 44 - 1 は、平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位をクランク成形すると共に円弧成形する金型である。フィン 62 は、第三方向 Z に並んで複数配置されると共に、第二方向 Y に二分されている。フィン 62 は、第二方向 Y に分割された第 1 フィン 62 - 1 と第 2 フィン 62 - 2 とからなる。第 1 フィン 62 - 1 と第 2 フィン 62 - 2 との間には、第二方向 Y に隙間 64 が形成されている。第 1 フィン 62 - 1 と第 2 フィン 62 - 2 とは、同数だけ設けられている。

【 0052 】

第三方向 Z に並んで配置されるフィン 62 の数 (すなわち、第 1 フィン 62 - 1 の数及び第 2 フィン 62 - 2 の数の各々) は、平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位での導線の積層数よりも “ 1 ” だけ多い。例えば、平角導線 28 の周回巻数が “ 5 ” であるとき、すなわち、平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位での導線の積層数が “ 4 ” であるときは、第三方向 Z に並んで配置されるフィン 62 の数、第 1 フィン 62 - 1 の数、及び第 2 フィン 62 - 2 の数はそれぞれ、 “ 5 ” である。

【 0053 】

各第 1 フィン 62 - 1 及び各第 2 フィン 62 - 2 はそれぞれ、略矩形板状に形成されていると共に、円環状のステータコア 12 の円弧に合わせてその板面に直交する方向 (すなわち、第三方向 Z) に向けて円弧状に湾曲している。すべての第 1 フィン 62 - 1 は、湾曲する板面が第三方向 Z において互いに対向するように配置される。また、すべての第 2 フィン 62 - 2 は、湾曲する板面が第三方向 Z において互いに対向するように配置される。

【 0054 】

第 1 外側金型 44 - 1 のすべての第 1 フィン 62 - 1 及びすべての第 2 フィン 62 - 2 は、それらの第 1 フィン 62 - 1 同士の隙間及び第 2 フィン 62 - 2 同士の隙間が同芯巻

10

20

30

40

50

コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の積層方向に積層される複数の導線を転写した形状（すなわち、クランク形状）に形成されるように、互いに同芯上に配置される。この第 1 フィン 6 2 - 1 及び第 2 フィン 6 2 - 2 の同芯配置は、それらの第 1 フィン 6 2 - 1 同士の間隙及び第 2 フィン 6 2 - 2 同士の間隙によって、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位を円弧成形するのに適した形状が形成されるように行われる。

【 0 0 5 5 】

また、すべての第 1 フィン 6 2 - 1 とすべての第 2 フィン 6 2 - 2 とは、隙間 6 4 を介して第二方向 Y において互いに斜に対向するように配置される。この第 1 フィン 6 2 - 1 と第 2 フィン 6 2 - 2 との斜め配置は、それらの第 1 フィン 6 2 - 1 と第 2 フィン 6 2 - 2 との間隙 6 4 によって、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位をクランク成形するのに適した形状が形成されるように行われる。具体的には、第 1 フィン 6 2 - 1 と第 2 フィン 6 2 - 2 との間隙 6 4 によって、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の第二方向 Y の略中央をクランク形状に成形することで両側のスロット部 3 0 , 3 2 間で 0 . 5 段のレーン変更を実施できるように行われる。

【 0 0 5 6 】

各第 1 フィン 6 2 - 1 及び各第 2 フィン 6 2 - 2 はそれぞれ、第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 に取り付け固定される。第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 には、フィン 6 2 を取り付けるためのフィン穴 6 8 が形成されている。フィン穴 6 8 は、第 1 フィン 6 2 - 1 及び第 2 フィン 6 2 - 2 を外部から挿入するための第一方向 X に貫通する挿入穴であり、加工面 5 4 が形成される第一方向 X に向いた凹面 5 6 に開口している。

【 0 0 5 7 】

フィン穴 6 8 は、第 1 フィン 6 2 - 1 ごと及び第 2 フィン 6 2 - 2 ごとにそれぞれ設けられている。各フィン穴 6 8 はそれぞれ、本体 6 6 の、すべての第 1 フィン 6 2 - 1 及びすべての第 2 フィン 6 2 - 2 が上記の如く適切に配置される位置に適切な形状で開けられている。例えば、第三方向 Z において湾曲するように開けられている。第 1 外側金型 4 4 - 1 の凹面 5 6 において、上記の加工面 5 4 は、フィン穴 6 8 の間に形成される。

【 0 0 5 8 】

第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 には、平角導線 2 8 のスロット対応部位と一体に形成されている略直線状の両端を外部に取り出す取出穴 7 0 , 7 2 が形成されている。取出穴 7 0 , 7 2 は、第 1 内側金型 4 2 - 1 にセットされた平角導線 2 8 の両端が挿入される第一方向 X に貫通する挿入穴である。取出穴 7 0 , 7 2 は、平角導線 2 8 が第 1 内側金型 4 2 - 1 に適切にセットされた際にその平角導線 2 8 の両端を外部に適切に取り出せる位置に適切な形状で開けられている。取出穴 7 0 は、平角導線 2 8 の一方側スロット部 3 0 側の端部を取り出すための穴であり、また、取出穴 7 2 は、平角導線 2 8 の他方側スロット部 3 2 側の端部を取り出すための穴である。

【 0 0 5 9 】

第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 には、また、第 1 フィン 6 2 - 1 をボルト固定するためのボルト穴 7 4、及び、第 2 フィン 6 2 - 2 をボルト固定するためのボルト穴 7 6 が形成されている。各第 1 フィン 6 2 - 1 にはそれぞれ、ボルト固定するためのボルト穴 7 8 が形成されている。また、各第 2 フィン 6 2 - 2 にはそれぞれ、ボルト固定するためのボルト穴 8 0 が形成されている。

【 0 0 6 0 】

各第 1 フィン 6 2 - 1 はそれぞれ、第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 のフィン穴 6 8 に挿入された後、その本体 6 6 のボルト穴 7 4 及び自第 1 フィン 6 2 - 1 のボルト穴 7 8 に挿入されたボルトによって締結されることにより、第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 に取り付け固定される。また、各第 2 フィン 6 2 - 2 はそれぞれ、第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 のフィン穴 6 8 に挿入された後、その本体 6 6 のボルト穴 7 6 及び自第 2 フィン 6 2 - 2 のボルト穴 8 0 に挿入されたボルトによって締結されることにより、第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 に取り付け固定される。

【 0 0 6 1 】

各第 1 フィン 6 2 - 1 及び各第 2 フィン 6 2 - 2 はそれぞれ、第 1 外側金型 4 4 - 1 の本体 6 6 に取り付け固定された場合に、本体 6 6 の凹面 5 6 すなわち加工面 5 4 から第 1 内側金型 4 2 - 1 側へ向けて突出する。かかる本体 6 6 への取り付け固定がなされた場合、各第 1 フィン 6 2 - 1 及び各第 2 フィン 6 2 - 2 それぞれの第一方向 X 側の先端は、第 1 外側金型 4 4 - 1 の第 1 内側金型 4 2 - 1 側の端部（すなわち、凹面 5 6 及び加工面 5 4 の全体の、第 1 内側金型 4 2 - 1 側の端部）よりもその第 1 内側金型 4 2 - 1 寄りの前方に位置する。

【 0 0 6 2 】

尚、上記した第 1 及び第 2 フィン 6 2 - 1 , 6 2 - 2 の、本体 6 6 の凹面 5 6 すなわち加工面 5 4 からの突出量すなわちその先端の位置は、それらのフィン 6 2 の存在によって、エッジワイズ成形の開始時における平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位の形状を所望のクランク形状及び円弧形状に近づけることができるものであればよい。

【 0 0 6 3 】

各第 1 フィン 6 2 - 1 それぞれの、第 2 フィン 6 2 - 2 と隙間 6 4 を介して対向する第二方向 Y 側の先端部、及び、第 1 内側金型 4 2 - 1 側に面する第一方向 X 側の先端部はそれぞれ、テーパ状に形成されている。また、各第 2 フィン 6 2 - 2 それぞれの、第 1 フィン 6 2 - 1 と隙間 6 4 を介して対向する第二方向 Y 側の先端部、及び、第 1 内側金型 4 2 - 1 側に面する第一方向 X 側の先端部はそれぞれ、テーパ状に形成されている。このフィン 6 2 のテーパ形状は、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位について第三方向 Z に向けたクランク成形及び円弧成形を行ううえでその平角導線 2 8 の積層方向の各導線をフィン 6 2 間の隙間に挿入し易くする機能を有する。

【 0 0 6 4 】

また、第 1 内側金型 4 2 - 1 には、第一方向 X に貫通する貫通穴 8 2 が形成されている。貫通穴 8 2 は、第一方向 X と共に第二方向 Y にも開口している。貫通穴 8 2 は、平角導線 2 8 から同芯巻コイル 1 4 が成形される過程で、第 1 外側金型 4 4 - 1 の凹面 5 6 から第 1 内側金型 4 2 - 1 側に向けて突出するフィン 6 2 が挿入される逃げ穴である。貫通穴 8 2 は、フィン 6 2 ごと（第 1 フィン 6 2 - 1 ごと及び第 2 フィン 6 2 - 2 ごと）にそれぞれ設けられている。各貫通穴 8 2 はそれぞれ、第 1 内側金型 4 2 - 1 の、第 1 外側金型 4 4 - 1 に設けられたすべてのフィン 6 2 が適切に挿入される位置に適切な形状で開けられている。

【 0 0 6 5 】

第 1 内側金型 4 2 - 1 は、複数の貫通穴 8 2 の存在により、フィン状に形成されたフィン状部 8 3 を有している。フィン状部 8 3 は、平角導線 2 8 の積層方向の段数と同じ数だけ設けられている。第 1 内側金型 4 2 - 1 の凸面 4 8 において、上記の加工面 4 6 は、貫通穴 8 2 の間に形成される。この加工面 4 6 は、第 1 内側金型 4 2 - 1 に形成されるフィン状部 8 3 の、第一方向 X に向いた面である。

【 0 0 6 6 】

更に、第 2 外側金型 4 4 - 2 は、複数のフィン 8 4 を有している。複数のフィン 8 4 を有する第 2 外側金型 4 4 - 2 は、平角導線 2 8 の反リード側コイルエンド対応部位をクランク成形すると共に円弧成形する金型である。フィン 8 4 は、第三方向 Z に並んで複数配置されると共に、第二方向 Y に二分されている。フィン 8 4 は、第二方向 Y に分割された第 3 フィン 8 4 - 1 と第 4 フィン 8 4 - 2 とからなる。第 3 フィン 8 4 - 1 と第 4 フィン 8 4 - 2 との間には、第二方向 Y に隙間 8 6 が形成されている。第 3 フィン 8 4 - 1 と第 4 フィン 8 4 - 2 とは、同数だけ設けられている。

【 0 0 6 7 】

第三方向 Z に並んで配置されるフィン 8 4 の数（すなわち、第 3 フィン 8 4 - 1 の数及び第 4 フィン 8 4 - 2 の数の各々）は、平角導線 2 8 の反リード側コイルエンド対応部位での導線の積層数よりも“ 1 ”だけ多い。例えば、平角導線 2 8 の周回巻数が“ 5 ”であるとき、すなわち、平角導線 2 8 の反リード側コイルエンド対応部位での導線の積層数が“ 5 ”であるときは、第三方向 Z に並んで配置されるフィン 8 4 の数、第 3 フィン 8 4 -

10

20

30

40

50

１の数、及び第４フィン８４－２の数はそれぞれ、“６”である。

【００６８】

各第３フィン８４－１及び各第４フィン８４－２はそれぞれ、略矩形板状に形成されていると共に、円環状のステータコア１２の円弧に合わせてその板面に直交する方向（すなわち、第三方向Ｚ）に向けて円弧状に湾曲している。すべての第３フィン８４－１は、湾曲する板面が第三方向Ｚにおいて互いに対向するように配置される。また、すべての第４フィン８４－２は、湾曲する板面が第三方向Ｚにおいて互いに対向するように配置される。

【００６９】

第２外側金型４４－２のすべての第３フィン８４－１及びすべての第４フィン８４－２は、それらの第３フィン８４－１同士の隙間及び第４フィン８４－２同士の隙間が同芯巻コイル１４の反リード側コイルエンド部３６の積層方向に積層される複数の導線を転写した形状（すなわち、クランク形状）に形成されるように、互いに同芯上に配置される。この第３フィン８４－１及び第４フィン８４－２の同芯配置は、それらの第３フィン８４－１同士の隙間及び第４フィン８４－２同士の隙間によって、平角導線２８の反リード側コイルエンド対応部位を円弧成形するのに適した形状が形成されるように行われる。

【００７０】

また、すべての第３フィン８４－１とすべての第４フィン８４－２とは、隙間８６を介して第二方向Ｙにおいて互いに斜に対向するように配置される。この第３フィン８４－１と第４フィン８４－２との斜め配置は、それらの第３フィン８４－１と第４フィン８４－２との隙間８６によって、平角導線２８の反リード側コイルエンド対応部位をクランク成形するのに適した形状が形成されるように行われる。具体的には、第３フィン８４－１と第４フィン８４－２との隙間８６によって、同芯巻コイル１４の反リード側コイルエンド部３６の第二方向Ｙの略中央をクランク形状に成形することで両側のスロット部３０、３２間で０．５段のレーン変更を実施できるように行われる。

【００７１】

各第３フィン８４－１及び各第４フィン８４－２はそれぞれ、第２外側金型４４－２の本体８８に取り付け固定される。第２外側金型４４－２の本体８８には、フィン８４を取り付けるためのフィン穴９０が形成されている。フィン穴９０は、第３フィン８４－１及び第４フィン８４－２を外側から挿入するための第一方向Ｘに貫通する挿入穴であり、加工面５８が形成される第一方向Ｘに向いた凹面６０に開口している。

【００７２】

フィン穴９０は、第３フィン８４－１ごと及び第４フィン８４－２ごとにそれぞれ設けられている。各フィン穴９０はそれぞれ、本体８８の、すべての第３フィン８４－１及びすべての第４フィン８４－２が上記の如く適切に配置される位置に適切な形状で開けられている。例えば、第三方向Ｚにおいて湾曲するように開けられている。第２外側金型４４－２の凹面６０において、上記の加工面５８は、フィン穴９０の間に形成される。

【００７３】

第２外側金型４４－２の本体８８には、また、第３フィン８４－１をボルト固定するためのボルト穴９２、及び、第４フィン８４－２をボルト固定するためのボルト穴９４が形成されている。各第３フィン８４－１にはそれぞれ、ボルト固定するためのボルト穴（図示せず）が形成されている。また、各第４フィン８４－２にはそれぞれ、ボルト固定するためのボルト穴（図示せず）が形成されている。

【００７４】

各第３フィン８４－１はそれぞれ、第２外側金型４４－２の本体８８のフィン穴９０に挿入された後、その本体８８のボルト穴９２及び自第３フィン８４－１のボルト穴に挿入されたボルトによって締結されることにより、第２外側金型４４－２の本体８８に取り付け固定される。また、各第４フィン８４－２はそれぞれ、第２外側金型４４－２の本体８８のフィン穴９０に挿入された後、その本体８８のボルト穴９４及び自第４フィン８４－２のボルト穴に挿入されたボルトによって締結されることにより、第２外側金型４４－２

の本体 8 8 に取り付け固定される。

【 0 0 7 5 】

各第 3 フィン 8 4 - 1 及び各第 4 フィン 8 4 - 2 はそれぞれ、第 2 外側金型 4 4 - 2 の本体 8 8 に取り付け固定された場合に、本体 8 8 の凹面 6 0 すなわち加工面 5 8 から第 2 内側金型 4 2 - 2 側へ向けて突出する。かかる本体 8 8 への取り付け固定がなされた場合、各第 3 フィン 8 4 - 1 及び各第 4 フィン 8 4 - 2 それぞれの第一方向 X 側の先端は、第 2 外側金型 4 4 - 2 の第 2 内側金型 4 2 - 2 側の端部（すなわち、凹面 6 0 及び加工面 5 8 の全体の、第 2 内側金型 4 2 - 2 側の端部）よりもその第 2 内側金型 4 2 - 2 寄りの前方に位置する。

【 0 0 7 6 】

尚、上記した第 3 及び第 4 フィン 8 4 - 1 , 8 4 - 2 の、本体 8 8 の凹面 6 0 すなわち加工面 5 8 からの突出量すなわちその先端の位置は、それらのフィン 8 4 の存在によって、エッジワイズ成形の開始時における平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位の形状を所望のクランク形状及び円弧形状に近づけることができるものであればよい。

【 0 0 7 7 】

各第 3 フィン 8 4 - 1 それぞれの、第 4 フィン 8 4 - 2 と隙間 8 6 を介して対向する第二方向 Y 側の先端部、及び、第 2 内側金型 4 2 - 2 側に面する第一方向 X 側の先端部はそれぞれ、テーパ状に形成されている。また、各第 4 フィン 8 4 - 2 それぞれの、第 3 フィン 8 4 - 1 と隙間 8 6 を介して対向する第二方向 Y 側の先端部、及び、第 2 内側金型 4 2 - 2 側に面する第一方向 X 側の先端部はそれぞれ、テーパ状に形成されている。このフィン 8 4 のテーパ形状は、平角導線 2 8 の反リード側コイルエンド対応部位について第三方向 Z に向けたクランク成形及び円弧成形を行ううえでその平角導線 2 8 の積層方向の各導線をフィン 8 4 間に挿入し易くする機能を有する。

【 0 0 7 8 】

また、第 2 内側金型 4 2 - 2 には、第一方向 X に貫通する貫通穴 9 6 が形成されている。貫通穴 9 6 は、第一方向 X と共に第二方向 Y にも開口している。貫通穴 9 6 は、平角導線 2 8 から同芯巻コイル 1 4 が成形される過程で、第 2 外側金型 4 4 - 2 の凹面 6 0 から第 2 内側金型 4 2 - 2 側に向けて突出するフィン 8 4 が挿入される逃げ穴である。貫通穴 9 6 は、フィン 8 4 ごと（第 3 フィン 8 4 - 1 ごと及び第 4 フィン 8 4 - 2 ごと）にそれぞれ設けられている。各貫通穴 9 6 はそれぞれ、第 2 内側金型 4 2 - 2 の、第 2 外側金型 4 4 - 2 に設けられたすべてのフィン 8 4 が適切に挿入される位置に適切な形状で開けられている。

【 0 0 7 9 】

第 2 内側金型 4 2 - 2 は、複数の貫通穴 9 6 の存在により、フィン状に形成されたフィン状部 9 7 を有している。フィン状部 9 7 は、平角導線 2 8 の積層方向の段数と同じ数だけ設けられている。第 2 内側金型 4 2 - 2 の凸面 5 2 において、上記の加工面 5 0 は、貫通穴 9 6 の間に形成される。この加工面 5 0 は、第 2 内側金型 4 2 - 2 に形成されるフィン状部 9 7 の、第一方向 X に向いた面である。

【 0 0 8 0 】

上記の成形装置 4 0 において、上記の如く、第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 2 内側金型 4 2 - 2 と第 2 外側金型 4 4 - 2 とは、第一方向 X においてその順で直列に配置される。これらの第 1 外側金型 4 4 - 1、第 1 内側金型 4 2 - 1、第 2 内側金型 4 2 - 2、及び第 2 外側金型 4 4 - 2 はそれぞれ、基台に対して第一方向 X に向けてストローク移動可能に取り付けられる。

【 0 0 8 1 】

第 1 外側金型 4 4 - 1 は移動機構 1 0 0 により、第 1 内側金型 4 2 - 1 は移動機構 1 0 2 により、第 2 内側金型 4 2 - 2 は移動機構 1 0 4 により、また、第 2 外側金型 4 4 - 2 は移動機構 1 0 6 により、それぞれ基台に対して第一方向 X に向けてストローク移動される。移動機構 1 0 0 , 1 0 2 , 1 0 4 , 1 0 6 にはそれぞれ、マイクロコンピュータを主体に構成されたコントローラ 1 1 0 が電氣的に接続されている。

【 0 0 8 2 】

コントローラ 1 1 0 は、成形装置 4 0 にセットされた平角導線 2 8 を曲げ加工して同芯巻コイル 1 4 を成形するうえで必要な動作を成形装置 4 0 に実行させる制御装置であって、かかる動作指令を移動機構 1 0 0 , 1 0 2 , 1 0 4 , 1 0 6 に対して行う。尚、かかる動作指令は、平角導線 2 8 が成形装置 4 0 にセットされた後に所定のスイッチ操作が行われた場合に行われるものとすればよい。各移動機構 1 0 0 , 1 0 2 , 1 0 4 , 1 0 6 はそれぞれ、コントローラ 1 1 0 からの指令に従って金型 4 4 - 1 , 4 2 - 1 , 4 2 - 2 , 4 4 - 2 を基台に対して第一方向 X に向けてストローク移動させる。

【 0 0 8 3 】

尚、本実施例においては、第 1 内側金型 4 2 - 1、第 2 内側金型 4 2 - 2、第 1 外側金型 4 4 - 1、及び第 2 外側金型 4 4 - 2 のすべてが移動機構 1 0 0 , 1 0 2 , 1 0 4 , 1 0 6 により第一方向 X に移動されるが、何れかの金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 , 4 4 - 1 , 4 4 - 2 が基台に対して固定されるものとしてもよい。

【 0 0 8 4 】

本実施例において、平角導線 2 8 が成形装置 4 0 にセットされる前、第 1 外側金型 4 4 - 1 及び第 2 外側金型 4 4 - 2 は、両金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 が互いに所定の最大距離離間するように位置されると共に、第 1 内側金型 4 2 - 1 及び第 2 内側金型 4 2 - 2 は、両金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 が所定の最小距離離間するように位置される。この際、第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 1 内側金型 4 2 - 1 との間、及び、第 2 外側金型 4 4 - 2 と第 2 内側金型 4 2 - 2 との間にはそれぞれ、第 1 の方向に平角導線 2 8 をセットするのに必要十分な隙間が形成される。

【 0 0 8 5 】

かかる状態で、まず、略六角形状の平角導線 2 8 が内側金型 4 2 にセットされる。この際、平角導線 2 8 は、第 1 内側金型 4 2 - 1 及び第 2 内側金型 4 2 - 2 の外周面側に保持される。また、この際、平角導線 2 8 は、第三方向 Z の位置が、その平角導線 2 8 を内側金型 4 2 と外側金型 4 4 とで曲げ加工するのに最適なものとなるように保持される。

【 0 0 8 6 】

上記の如く平角導線 2 8 が内側金型 4 2 にセットされると、次に、第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 2 内側金型 4 2 - 2 とが互いに離間するように第一方向 X に向けてストローク移動されると共に、第 1 外側金型 4 4 - 1 が第 1 内側金型 4 2 - 1 に接近するように第一方向 X に向けてストローク移動され、かつ、第 2 外側金型 4 4 - 2 が第 2 内側金型 4 2 - 2 に接近するように第一方向 X に向けてストローク移動される。

【 0 0 8 7 】

すなわち、平角導線 2 8 のセット後、第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 1 外側金型 4 4 - 1 とが互いに接近してその平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位を挟むように第一方向 X に向けてストローク移動され、かつ、第 2 内側金型 4 2 - 2 と第 2 外側金型 4 4 - 2 とが互いに接近してその平角導線 2 8 の反リード側コイルエンド対応部位を挟むように第一方向 X に向けてストローク移動される。

【 0 0 8 8 】

尚、第 1 内側金型 4 2 - 1 のストローク移動と第 2 内側金型 4 2 - 2 のストローク移動とは略同時に行われ、また、第 1 外側金型 4 4 - 1 のストローク移動と第 2 外側金型 4 4 - 2 のストローク移動とは略同時に行われる。更に、第 1 内側金型 4 2 - 1 のストローク移動と第 1 外側金型 4 4 - 1 のストローク移動とは同期して行われ、また、第 2 内側金型 4 2 - 2 のストローク移動と第 2 外側金型 4 4 - 2 のストローク移動とは同期して行われる。

【 0 0 8 9 】

第 1 外側金型 4 4 - 1 が第 1 内側金型 4 2 - 1 に接近するように第一方向 X に向けてストローク移動される過程では、内側金型 4 2 に保持された平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位での第三方向 Z に並んだ各段の導線が、第 1 外側金型 4 4 - 1 のフィン 6 2 間の隙間に進入する。尚、かかるストローク移動の過程で、第 1 外側金型 4 4 - 1 のフ

10

20

30

40

50

イン 6 2 は、第 1 内側金型 4 2 - 1 の貫通穴 8 2 に挿入される。

【 0 0 9 0 】

上記の如く、各第 1 及び第 2 フィン 6 2 - 1 , 6 2 - 2 それぞれの、第 2 又は第 1 フィン 6 2 - 2 , 6 2 - 1 と隙間 6 4 を介して対向する第二方向 Y 側の先端部、及び、第 1 内側金型 4 2 - 1 側に面する第一方向 X 側の先端部はそれぞれ、テーパ状に形成されている。このため、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位での各段の導線は、第 1 外側金型 4 4 - 1 のフィン 6 2 の先端テーパ面によりフィン 6 2 間の隙間に滑らかに進入するので、かかる隙間に挿入され易くなっている。

【 0 0 9 1 】

平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位での各段の導線の、第 1 外側金型 4 4 - 1 のフィン 6 2 間の隙間への進入は、まず、その各段の導線の第二方向 Y の略中央が第 1 フィン 6 2 - 1 と第 2 フィン 6 2 - 2 との隙間 6 4 に進入することにより開始される。そしてその後、その進入は、各段の導線が第二方向 Y の略中央から両外側にかけて順にフィン 6 2 間の隙間に進入するように行われる。

【 0 0 9 2 】

平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位での各段の導線は、両側のスロット対応部位間を斜めに繋いで渡ることによって一段のレーン変更を行うように形成されている。一方、第 1 外側金型 4 4 - 1 において、フィン 6 2 の配置は、第 1 フィン 6 2 - 1 と第 2 フィン 6 2 - 2 との隙間 6 4 により、同芯巻コイル 1 4 のリード側コイルエンド部 3 4 の第二方向 Y の略中央をクランク形状に成形することで両側のスロット部 3 0 , 3 2 間で 0 . 5 段のレーン変更を実施できるように行われている。

【 0 0 9 3 】

このため、上記の進入が行われると、まず、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位での各段の導線の第二方向 Y の略中央が、第 1 フィン 6 2 - 1 の先端角部と第 2 フィン 6 2 - 2 の先端角部とにより払いのけられ、第三方向 Z に隣り合う第 1 フィン 6 2 - 1 間の隙間と、第三方向 Z に隣り合う第 2 フィン 6 2 - 2 間の隙間と、を互いに繋ぐように嵌る。この場合、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位での各段の導線の第二方向 Y の略中央は、第三方向 Z に向けて段差が生じるようにクランク形状に曲げ加工される（クランク成形）。

【 0 0 9 4 】

また、各フィン 6 2 はそれぞれ、第三方向 Z において湾曲しつつ互いに同芯上に配置されるように第 1 外側金型 4 4 - 1 に取り付け固定される。このため、第 1 外側金型 4 4 - 1 が第 1 内側金型 4 2 - 1 に接近するように第一方向 X に向けてストローク移動されることで上記の進入が進行すると、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位の全体が、第三方向 Z に隣り合う第 1 フィン 6 2 - 1 間の隙間、及び、第三方向 Z に隣り合う第 2 フィン 6 2 - 2 間の隙間に嵌ることで、円環状のステータコア 1 2 の円弧に合わせて湾曲するように円弧形状に曲げ加工される（円弧成形）。

【 0 0 9 5 】

更に、第 1 内側金型 4 2 - 1 の加工面 4 6 と第 1 外側金型 4 4 - 1 の加工面 5 4 とは、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位をエッジワイズ成形するのに適した形状に形成されている。このため、上記の進入が、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位が第 1 内側金型 4 2 - 1 の凸面 4 8 及び第 1 外側金型 4 4 - 1 の凹面 5 6 の双方に接する状態まで進行した後に更に進行すると、その平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位の断面短辺側が第 1 内側金型 4 2 - 1 の加工面 4 6 と第 1 外側金型 4 4 - 1 の加工面 5 4 とにより第一方向 X に押圧されて挟持される（図 1 0）。この場合、平角導線 2 8 のリード側コイルエンド対応部位の全体は、第三方向 Z に直交する X Y 面内において屈曲形状に曲げ加工される（エッジワイズ成形）。

【 0 0 9 6 】

また同様に、第 2 外側金型 4 4 - 2 が第 2 内側金型 4 2 - 2 に接近するように第一方向 X に向けてストローク移動される過程では、内側金型 4 2 に保持された平角導線 2 8 の反

10

20

30

40

50

リード側コイルエンド対応部位での第三方向Zに並んだ各段の導線が、第2外側金型44-2のフィン84間の隙間に進入する。尚、かかるストローク移動の過程で、第2外側金型44-2のフィン84は、第2内側金型42-2の貫通穴96に挿入される。

【0097】

上記の如く、各第3及び第4フィン84-1, 84-2それぞれの、第4又は第3フィン84-2, 84-1と隙間86を介して対向する第二方向Y側の先端部、及び、第2内側金型42-2側に面する第一方向X側の先端部はそれぞれ、テーパ状に形成されている。このため、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位での各段の導線は、第2外側金型44-2のフィン84の先端テーパ面によりフィン84間の隙間に滑らかに進入するので、かかる隙間に挿入され易くなっている。

10

【0098】

平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位での各段の導線の、第2外側金型44-2のフィン84間の隙間への進入は、まず、その各段の導線の第二方向Yの略中央が第3フィン84-1と第4フィン84-2との隙間86に進入することにより開始される。そしてその後、その進入は、各段の導線が第二方向Yの略中央から両外側にかけて順にフィン84間の隙間に進入するように行われる。

【0099】

平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位での各段の導線は、両側のスロット対応部位間と同じ平面上に形成されている。一方、第2外側金型44-2において、フィン84の配置は、第3フィン84-1と第4フィン84-2との隙間86により、同芯巻コイル14の反リード側コイルエンド部36の第二方向Yの略中央をクランク形状に成形することで両側のスロット部30, 32間で0.5段のレーン変更を実施できるように行われている。

20

【0100】

このため、上記の進入が行われると、まず、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位での各段の導線の第二方向Yの略中央が、第3フィン84-1の先端角部と第4フィン84-2の先端角部とにより払いのけられ、第三方向Zに隣り合う第3フィン84-1間の隙間と、第三方向Zに隣り合う第4フィン84-2間の隙間と、を互いに繋ぐように嵌る。この場合、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位での各段の導線の第二方向Yの略中央は、第三方向Zに向けて段差が生じるようにクランク形状に曲げ加工される(クランク成形)。

30

【0101】

また、各フィン84はそれぞれ、第三方向Zにおいて湾曲しつつ互いに同芯上に配置されるように第2外側金型44-2に取り付け固定される。このため、第2外側金型44-2が第2内側金型42-2に接近するように第一方向Xに向けてストローク移動されることで上記の進入が進行すると、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位の全体が、第三方向Zに隣り合う第3フィン84-1間の隙間、及び、第三方向Zに隣り合う第4フィン84-2間の隙間に嵌ることで、円環状のステータコア12の円弧に合わせて湾曲するように円弧形状に曲げ加工される(円弧成形)。

【0102】

40

更に、第2内側金型42-2の加工面50と第2外側金型44-2の加工面58とは、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位をエッジワイズ成形するのに適した形状に形成されている。このため、上記の進入が、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位が第2内側金型42-2の凸面52及び第2外側金型44-2の凹面60の双方に接する状態まで進行した後に更に進行すると、その平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位の断面短辺側が第2内側金型42-2の加工面50と第2外側金型44-2の加工面58とにより第一方向Xに押圧されて挟持される(図10)。この場合、平角導線28の反リード側コイルエンド対応部位の全体は、第三方向Zに直交するXY面内において屈曲形状に曲げ加工される(エッジワイズ成形)。

【0103】

50

上記の如き平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位及び反リード側コイルエンド対応部位のエッジワイズ成形が共に完了すると、次に、第 1 外側金型 44 - 1 が第 1 内側金型 42 - 1 から離間するように第一方向 X に向けてストローク移動され、かつ、第 2 外側金型 44 - 2 が第 2 内側金型 42 - 2 から離間するように第一方向 X に向けてストローク移動されると共に、第 1 内側金型 42 - 1 と第 2 内側金型 42 - 2 とが互いに接近するように第一方向 X に向けてストローク移動される。尚、第 1 外側金型 44 - 1 のストローク移動と第 2 外側金型 44 - 2 のストローク移動とは、略同時に行われるものとすればよい。

【0104】

かかるストローク移動がなされると、コイルエンド対応部位に、第三方向 Z へのクランク形状の曲げ加工、第三方向 Z への円弧形状の曲げ加工、及び、第三方向 Z に直交する X-Y 平面内における屈曲形状の曲げ加工がそれぞれ施された平角導線 28 の、第 1 内側金型 42 - 1 及び第 2 内側金型 42 - 2 の外周面側への保持が解除されるので、以後、成形完了後の同芯巻コイル 14 の取り出しが可能となる。

【0105】

このように、本実施例においては、成形装置 40 を構成する内側金型 42 と外側金型 44 とをストローク移動させることで、複数の導線が積層された略六角形状の平角導線 28 のコイルエンド対応部位に対してクランク成形、円弧成形、及びエッジワイズ成形を実施することができ、その結果として、複数の導線が積層された、コイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成された略六角形状の同芯巻コイル 14 を成形することができる。

【0106】

かかる構成においては、略六角形状の平角導線 28 から略六角形状の同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 を複数の相異なる非直線形状に成形するうえで、成形装置 40 の内側金型 42 及び外側金型 44 を第一方向 X に向けて一ストローク移動させることとすれば十分である。また、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 の積層方向各段それぞれの導線を略同時に複数の相異なる非直線形状に成形することができると共に、それらの各導線それぞれを複数の相異なる非直線形状に成形するうえで、成形装置 40 の内側金型 42 及び外側金型 44 を第一方向 X に向けて一ストローク移動させることとすれば十分である。

【0107】

すなわち、成形装置 40 の内側金型 42 及び外側金型 44 を第一方向 X に向けて一ストローク移動させる一工程で、略六角形状の平角導線 28 のコイルエンド対応部位の積層方向各段それぞれの導線を一括して曲げ加工することで、複数の導線が積層された略六角形状の同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 の複数の相異なる非直線形状の成形を実現することができる。

【0108】

この点、本実施例の成形装置 40 による成形手法によれば、略六角形状の平角導線 28 からコイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成された略六角形状の同芯巻コイル 14 を成形するのに、それら各非直線形状（具体的には、クランク状、円弧状、及び屈曲状）それぞれを成形するための金型や治具を別個独立して用意することは不要であり、複数の工程を設けること及び工程間の搬送設備などを別個設けることは不要である。

【0109】

このため、本実施例によれば、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 を複数の相異なる非直線形状に成形するうえで、金型や治具などの設備の数や費用が増大するのを防止することができ、設備の設置スペースが増大するのを防止することができる。従って、本実施例によれば、コイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成される同芯巻コイル 14 の成形を簡易な構成で実現することができる。

【0110】

また、本実施例によれば、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 の、複数の相異なる非直線形状それぞれへの成形を略同時に行うことができるので、略六角形状の平角導線 28 からコイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成される同芯巻コイル 14 を成形するうえで、成形対象の平角導線 28 の加工時間を短縮することができる。

【0111】

また、本実施例の成形装置 40 による成形手法によれば、複数巻数周回された略六角形状の平角導線 28 から、複数の導線が積層された、コイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成された略六角形状の同芯巻コイル 14 を成形するのに、積層方向各段の導線を一つずつ曲げ加工することは不要である。このため、複数の導線が積層される同芯巻コイル 14 を成形するうえで、成形対象の平角導線 28 の加工時間を短縮することができる。

10

【0112】

更に、本実施例の成形装置 40 による成形手法によれば、同芯巻コイル 14 の両コイルエンド部 34, 36 それぞれの、複数の相異なる非直線形状への成形を略同時に行うことができる。このため、同芯巻コイル 14 の両コイルエンド部 34, 36 それぞれを複数の相異なる非直線形状に成形するうえで、成形対象の平角導線 28 の加工時間を短縮できると共に、両コイルエンド部 34, 36 の成形が別々のタイミングで行われることに伴う両コイルエンド部 34, 36 を結ぶスロット部 30, 32 などの変形を抑えることができる。

20

【0113】

このように、本実施例によれば、複数の導線が積層されかつコイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成される略六角形状の同芯巻コイル 14 を成形するうえで、成形対象の平角導線 28 の加工時間を大幅に短縮することができる。従って、かかる同芯巻コイル 14 の成形を短時間で行うことができ、同芯巻コイル 14 の生産性を向上させることができる。

【0114】

また、本実施例によれば、略六角形状の平角導線 28 からコイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成された略六角形状の同芯巻コイル 14 を成形する過程において、成形対象である平角導線 28 の、金型や治具からの着脱を、複数の相異なる非直線形状それぞれの成形工程間で繰り返すことは不要である。このため、成形対象の平角導線 28 に、金型や治具からの着脱の繰り返しに起因して傷が付き易くなるのを防止することができ、その結果として、同芯巻コイル 14 の品質低下を抑止することができる。

30

【0115】

また、本実施例においては、平角導線 28 のコイルエンド対応部位での各段の導線の、外側金型 44 のフィン 62 間及びフィン 84 間への進入は、まず、その各段の導線の第二方向 Y の略中央がフィン 62 の隙間 64 及びフィン 84 の隙間 86 に進入することにより開始される。そしてその後、その進入は、第二方向 Y の略中央から両外側にかけて順にフィン 62 間の隙間及びフィン 84 間の隙間に進入するように行われる。

【0116】

40

かかる構成においては、平角導線 28 のコイルエンド対応部位の曲げ加工が、そのコイルエンド対応部位の第二方向 Y の中央側から両外側に向けて進行する。このため、本実施例によれば、上記した平角導線 28 の曲げ加工がコイルエンド対応部位の第二方向 Y の両外側から中央側に向けて進行する構成と異なり、平角導線 28 のコイルエンド対応部位の第二方向 Y の略中央に所望のクランク形状を形成するうえで余分な導線が集まるのを防止することができる。従って、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 を複数の相異なる非直線形状に成形するうえでその成形精度を向上させることができる。

【0117】

また、本実施例において、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 のエッジワイズ成形は、クランク成形及び円弧成形が行われた後に行われ、積層方向各段の平角導線 2

50

8 がフィン 6 2 , 8 4 間に挟まれた状態で行われる。この点、エッジワイズ成形時に、特にクランク成形及び円弧成形が完了したコイル部位が変形するのを抑えることができるので、同芯巻コイル 1 4 の成形を精度良く行うことができる。

【 0 1 1 8 】

更に、本実施例においては、成形装置 4 0 の内側金型 4 2 及び外側金型 4 4 が一ストローク移動されることで略六角形状の平角導線 2 8 から略六角形状の同芯巻コイル 1 4 が成形される過程で、まず、平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位での各段の導線の第二方向 Y の略中央が外側金型 4 4 のフィン 6 2 - 1 とフィン 6 2 - 2 との隙間 6 4 及びフィン 8 4 - 1 とフィン 8 4 - 2 との隙間 8 6 に嵌ることにより、そのコイルエンド対応部位の第二方向 Y の略中央が第三方向 Z に向けて段差が生じるようにクランク形状に曲げ加工されるクランク成形が行われる。

10

【 0 1 1 9 】

そして、上記のクランク成形が開始された後、内側金型 4 2 及び外側金型 4 4 のストローク移動の進行によってコイルエンド対応部位の各段の導線が第二方向 Y の略中央から両外側にかけて順にフィン 6 2 間の隙間及びフィン 8 4 間の隙間に進入して嵌ることにより、そのコイルエンド対応部位の全体が円環状のステータコア 1 2 の円弧に合わせて第三方向 Z に向けて湾曲するように円弧形状に曲げ加工される円弧成形が行われる。

【 0 1 2 0 】

次に、そのクランク成形及び円弧成形が完了した後、内側金型 4 2 及び外側金型 4 4 のストローク移動の進行によってコイルエンド対応部位の断面短辺側が内側金型 4 2 及び外側金型 4 4 の加工面 4 6 , 5 0 , 5 4 , 5 8 により挟持されることにより、そのコイルエンド対応部位の全体が第三方向 Z に直交する X Y 平面内において屈曲形状に曲げ加工されるエッジワイズ成形が行われる。

20

【 0 1 2 1 】

本実施例において、外側金型 4 4 に取り付け固定されたフィン 6 2 , 8 4 それぞれの第一方向 X 側の先端は、その外側金型 4 4 の、内側金型 4 2 側の端部（すなわち、凹面 5 6 , 6 0 及び加工面 5 4 , 5 8 の全体の内側金型 4 2 側の端部）よりもその内側金型 4 2 寄りの前方に位置する。かかる構造によれば、同芯巻コイル 1 4 のコイルエンド部 3 4 , 3 6 のクランク成形及び円弧成形それぞれの開始タイミングとエッジワイズ成形の開始タイミングとの差を広げること、すなわち、クランク成形及び円弧成形それぞれの開始からエッジワイズ成形の開始までの時間を稼ぐことができる。このため、本実施例によれば、エッジワイズ成形の開始までにクランク成形及び円弧成形の工程をより進行させることができ、エッジワイズ成形の開始時における平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位の形状を所望のクランク形状及び円弧形状により近づけることができる。

30

【 0 1 2 2 】

また、本実施例において、同芯巻コイル 1 4 のコイルエンド部 3 4 , 3 6 のエッジワイズ成形は、クランク成形及び円弧成形それぞれが共に完了した後に開始される。具体的には、平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位のクランク成形及び円弧成形によってその平角導線 2 8 の両側のスロット対応部位間の距離（幅）が成形完了後の同芯巻コイル 1 4 の両側のスロット部 3 0 , 3 2 間の距離（幅）に略一致した以後に、その平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位が外側金型 4 4 の凹面 5 6 , 6 0 の加工面 5 4 , 5 8 に接触されて両加工面 5 4 , 5 8 の挟持によるエッジワイズ成形が開始される。

40

【 0 1 2 3 】

かかる構成によれば、平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位が外側金型 4 4 の凹面 5 6 , 6 0 の加工面 5 4 , 5 8 に接触されてエッジワイズ成形が開始されるときに平角導線 2 8 の両側のスロット対応部位間の距離（幅）を、成形開始前の平角導線 2 8 の両側のスロット対応部位間の距離（幅）に対してできるだけ小さくすること、具体的には、成形完了後の同芯巻コイル 1 4 の両側のスロット部 3 0 , 3 2 間の距離（幅）に略一致させることができる。

【 0 1 2 4 】

50

外側金型 44 の凹部は、成形完了後の同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 及びステータスロットに收容される両側のスロット部 30, 32 の形状を模した横幅を有するように（すなわち、凹面 56, 60 の第二方向 Y の両側壁間の距離が成形完了後の両側のスロット部 30, 32 の外側端同士の離間する距離に略等しくなるように）形成されている。

【0125】

従って、本実施例によれば、略六角形状の平角導線 28 から略六角形状の同芯巻コイル 14 が成形される過程で、平角導線 28 が外側金型 44 の凹部に嵌るときに、その平角導線 28 のコイルエンド対応部位と両側のスロット部との境界付近の肩部の外周側の断面短辺側が、外側金型 44 の凹面 56, 60 の側壁や角部に接触し易くなるのを防止することができ、その平角導線 28 の肩部の外周側と外側金型 44 とのが過大な力で接触するのを抑制することができる。このため、本実施例によれば、同芯巻コイル 14 の成形工程中に、外側金型 44 との接触に起因した平角導線 28 の肩部の皮膜剥がれや損傷を防止することができる。

【0126】

尚、上記の実施例においては、外側金型 44 が特許請求の範囲に記載した「外型」に、平角導線 28 の、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 に対応するコイルエンド対応部位が特許請求の範囲に記載した「対応部位」に、内側金型 42 が特許請求の範囲に記載した「内型」に、移動機構 100, 106 が特許請求の範囲に記載した「外型移動機構」に、移動機構 102, 104 が特許請求の範囲に記載した「内型移動機構」に、それぞれ相当している。

【0127】

ところで、上記の実施例においては、同芯巻コイル 14 のコイルエンド部 34, 36 のエッジワイズ成形を、クランク成形及び円弧成形それぞれが開始された後かつそれらのクランク成形及び円弧成形が共に完了した以後に開始する。しかし、本発明は、厳密には、エッジワイズ成形をクランク成形及び円弧成形が共に完了した以後に開始するものに限定されるものではなく、クランク成形及び円弧成形が共にほぼ完了した以後に開始するものであってもよい。すなわち、クランク成形及び円弧成形が完全には完了していなくても、そのクランク成形及び円弧成形によって、エッジワイズ成形が開始されときの平角導線 28 の両側のスロット対応部位間の距離（幅）が、成形完了後の同芯巻コイル 14 の両側のスロット部 30, 32 間の距離（幅）に略一致した時点で、エッジワイズ成形を開始するものであってもよい。

【0128】

また、上記の実施例においては、略六角形状の平角導線 28 からコイルエンド部 34, 36 が複数の相異なる非直線形状に形成された略六角形状の同芯巻コイル 14 を成形する過程で、第 1 内側金型 42 - 1 と第 1 外側金型 44 - 1 とをそれぞれ、互いに接近させてその平角導線 28 のリード側コイルエンド対応部位を第一方向 X において（内外で）挟むように第一方向 X（通常方向）に向けてストローク移動させ、かつ、第 2 内側金型 42 - 2 と第 2 外側金型 44 - 2 とをそれぞれ、互いに接近させてその平角導線 28 の反リード側コイルエンド対応部位を第一方向 X において（内外で）挟むように第一方向 X（通常方向）に向けてストローク移動させる。また、第 1 外側金型 44 - 1 と第 2 外側金型 44 - 2 とを略同時にストローク移動させる。

【0129】

上記の過程において、第 1 外側金型 44 - 1 と第 2 外側金型 44 - 2 とは、移動機構 100, 106 により、互いに接近するように第一方向 X の通常方向にストローク移動される。かかるストローク移動がなされると、平角導線 28 の両側のコイルエンド対応部位が、第 1 外側金型 44 - 1 に取り付けられたフィン 62 間及び第 2 外側金型 44 - 2 に取り付けられたフィン 84 間に嵌って曲げ加工されることで、平角導線 28 の両側のコイルエンド対応部位それぞれに対して、各段の導線の第二方向 Y の略中央のクランク成形が行われると共に、円弧成形が行われる。

【 0 1 3 0 】

上記の如くフィン 6 2 , 8 4 を用いたクランク成形及び円弧成形の際、平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位は、外側のフィンとの摩擦により、互いに接近するように第一方向 X の内側に向けて押圧される。このように平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位の押圧がなされると、その平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位に挟まれたスロット対応部位が第二方向 Y に変形して膨らむおそれがある。

【 0 1 3 1 】

これに対して、上記の実施例においては、移動機構 1 0 0 , 1 0 6 により第 1 外側金型 4 4 - 1 と第 2 外側金型 4 4 - 2 とが互いに接近するように第一方向 X の内側に向けてストローク移動されると共に、略同時に、移動機構 1 0 2 , 1 0 4 により第 1 内側金型 4 2 - 1 と第 2 内側金型 4 2 - 2 とが互いに離間するように第一方向 X の外側に向けてストローク移動される。

【 0 1 3 2 】

外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 同士が接近するようにストローク移動される際に内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 同士が離間するようにストローク移動されれば、その平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位（特に、その第二方向 Y の略中央）やスロット対応部位（特に、コイルエンド対応部位との境界付近）が内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の加工面 4 6 , 4 7 , 5 0 , 5 1 に接触しながらその平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位が互いに離間するように第一方向 X の外側に引き伸ばされる。このため、かかる構成によれば、クランク成形時や円弧成形時に平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位に挟まれたスロット対応部位が第二方向 Y に変形して膨らむのを防止することができる。

【 0 1 3 3 】

ここで、断面矩形状の平角導線 2 8 は、円弧成形開始前は、各段導線の積層方向に向けて湾曲していないので、両側のスロット対応部位の各段の導線が第二方向 Y に対して水平に保たれたものであるが、円弧成形開始後は、各段導線の積層方向に向けて湾曲するので、両側のスロット対応部位の各段の導線が第二方向 Y に対して傾いたものとなる。すなわち、断面矩形状の平角導線 2 8 が円弧成形されると、その平角導線 2 8 は、両側のスロット対応部位の各段の導線が第二方向 Y に対して水平に保たれた状態から、第三方向 Z に若干移動すると共に傾いた状態へ変形する。

【 0 1 3 4 】

しかし、平角導線 2 8 の円弧成形の過程で、その開始から完了まで、内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 が互いに離間するようにすなわち対をなす外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 に接近するように外側に向けてストローク移動されることが継続するものとする、以下の不都合が生ずる。具体的には、平角導線 2 8 の上記した円弧成形による変形が、平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位及びスロット対応部位が内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の加工面 4 6 , 4 7 , 5 0 , 5 1 に接触しながら第一方向 X の外側に引き伸ばされつつ進行する。このため、その変形中に平角導線 2 8 の内周側が、内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の加工面 4 6 , 4 7 , 5 0 , 5 1 （特に、平角導線 2 8 のコイルエンド対応部位とスロット対応部位との境界）付近に形成された角部（すなわち、フィン状部 8 3 , 9 7 の角部）に対して、第三方向 Z に相対移動して擦ることで、平角導線 2 8 の損傷や皮膜剥がれが発生するおそれがある。

【 0 1 3 5 】

そこで、本変形例の成形装置 4 0 においては、内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 が互いに離間するようなすなわち対をなす外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 に接近するようなストローク移動が開始されて平角導線 2 8 の円弧成形が開始されてから完了するまでの間の中途タイミングで、それらの内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 が互いに接近するようなすなわち対をなす外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 から離間するような、通常方向とは反対方向のストローク移動（後退移動）が行われる。尚、上記の如き内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の通常方向とは反対方向のストローク移動が行われるときにも、外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 の互いに接近するような第一方向 X へのストローク移動は通常どおり継続されるものとすればよい

。

【 0 1 3 6 】

上記した反対方向のストローク移動の移動量は、少なくとも内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 と平角導線 2 8 との接触が解消されるものであれば十分である。また、上記した反対方向のストローク移動が開始される中途タイミングは、平角導線 2 8 の両側のコイルエンド対応部位に挟まれたスロット対応部位が第二方向 Y に変形して膨らむのを防止した後、平角導線 2 8 が両側のスロット対応部位の各段の導線が第二方向 Y に対して水平に保たれた状態から傾いた状態へ変形するタイミングであればよく、更に好ましくは、その平角導線 2 8 の変形が最も生じ易いタイミングであるのがよい。

【 0 1 3 7 】

かかる変形例の構成においては、円弧成形時、平角導線 2 8 が両側のスロット対応部位の各段の導線が第二方向 Y に対して水平に保たれた状態から第三方向 Z に移動して傾いた状態へ変形する直前に、その平角導線 2 8 の内周側が内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の加工面 4 6 , 4 7 , 5 0 , 5 1 付近の角部に対して接触していても、その変形（円弧成形）が行われるときに、平角導線 2 8 の内周側と内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の加工面 4 6 , 4 7 , 5 0 , 5 1 とを互いに離すことができ、平角導線 2 8 の内周側が内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の加工面 4 6 , 4 7 , 5 0 , 5 1 付近の角部に対して接触して擦るのを回避させることができる。従って、この変形例の構成によれば、平角導線 2 8 の円弧成形時に、内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の角部に擦ることに起因した平角導線 2 8 の損傷や皮膜剥がれを防止することができる。

【 0 1 3 8 】

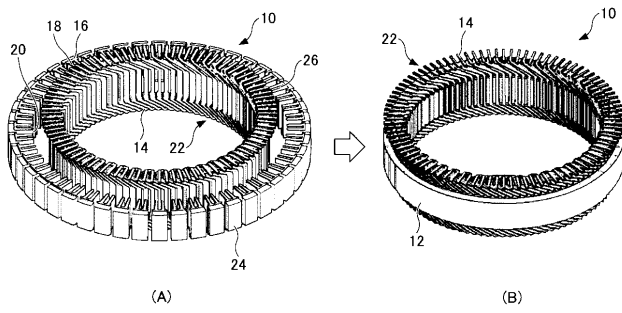
尚、上記した反対方向のストローク移動は一時的なものであればよい。この場合は、その反対方向のストローク移動が終了した後に、再度、内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 が互いに離間するようなすなわち対をなす外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 に接近するような通常方向のストローク移動が行われるものとすればよい。円弧成形において平角導線 2 8 が両側のスロット対応部位の各段の導線が第二方向 Y に対して水平に保たれた状態から傾いた状態へ変形した後或いはその変形が略完了した後、内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の互いに離間するようなすなわち対をなす外側金型 4 4 - 1 , 4 4 - 2 に接近するような通常方向のストローク移動が再開されれば、平角導線 2 8 と内側金型 4 2 - 1 , 4 2 - 2 とが接触することとなるが、その後はその平角導線 2 8 に円弧成形に伴う変形はほとんど発生しないので、平角導線 2 8 の損傷や皮膜剥がれを防止しつつ、その後のエッジワイズ成形などを適切に行うことが可能となる。

【 符号の説明 】

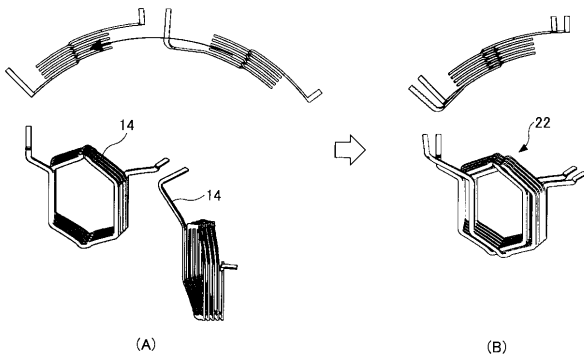
【 0 1 3 9 】

- 1 0 ステータ
- 1 2 ステータコア
- 1 4 ステータコイル（同芯巻コイル）
- 2 8 平角導線
- 3 0 , 3 2 スロット部
- 3 4 , 3 6 コイルエンド部
- 4 0 成形装置
- 4 2 , 4 2 - 1 , 4 2 - 2 内側金型
- 4 4 , 4 4 - 1 , 4 4 - 2 外側金型
- 6 2 , 6 2 - 1 , 6 2 - 2 , 8 4 , 8 4 - 1 , 8 4 - 2 フィン
- 4 6 , 5 0 , 5 4 , 5 8 加工面
- 1 0 0 , 1 0 2 , 1 0 4 , 1 0 6 移動機構
- 1 1 0 コントローラ

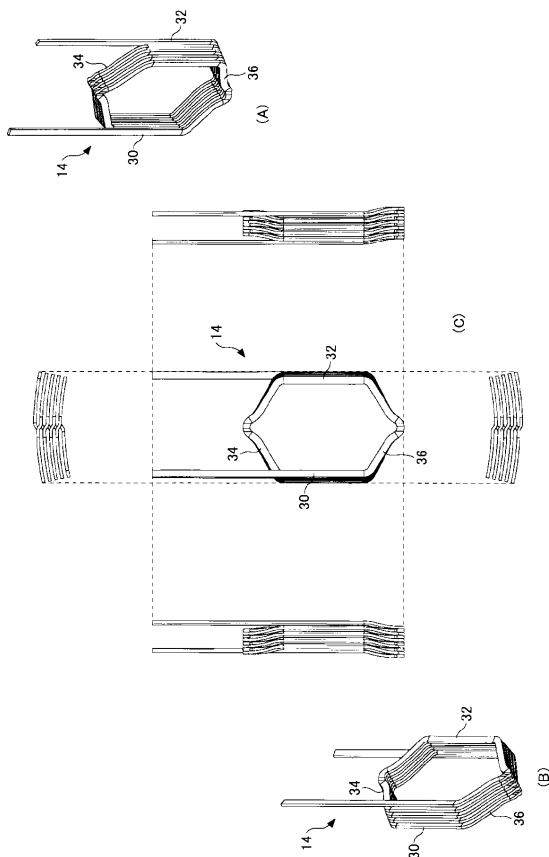
【図 1】



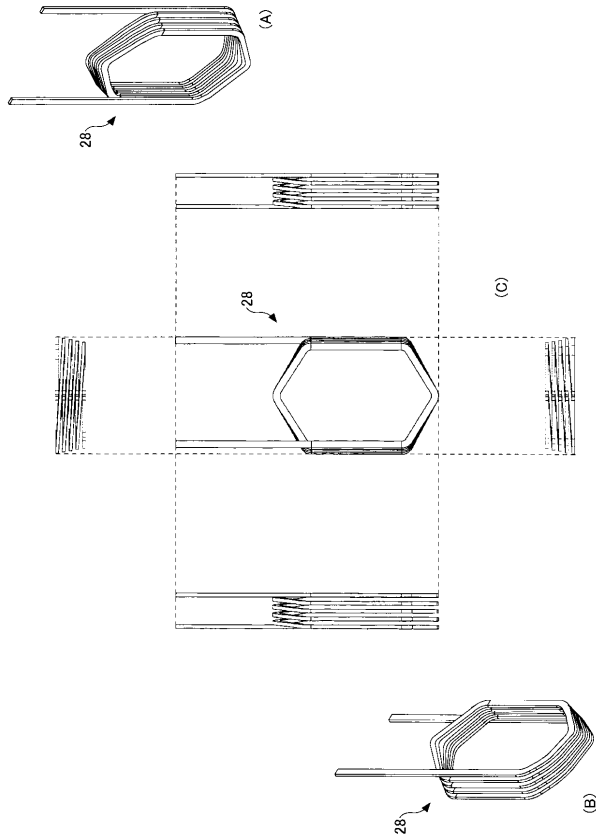
【図 2】



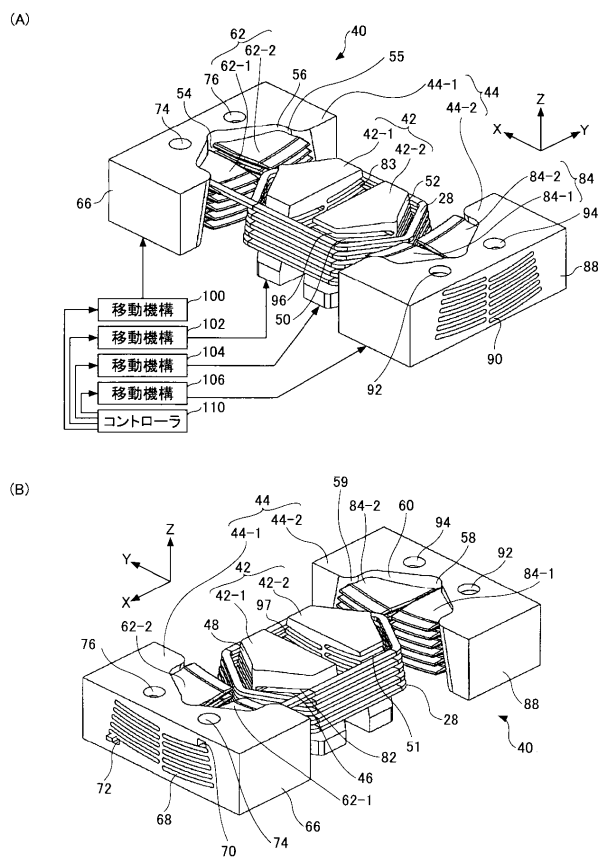
【図 4】



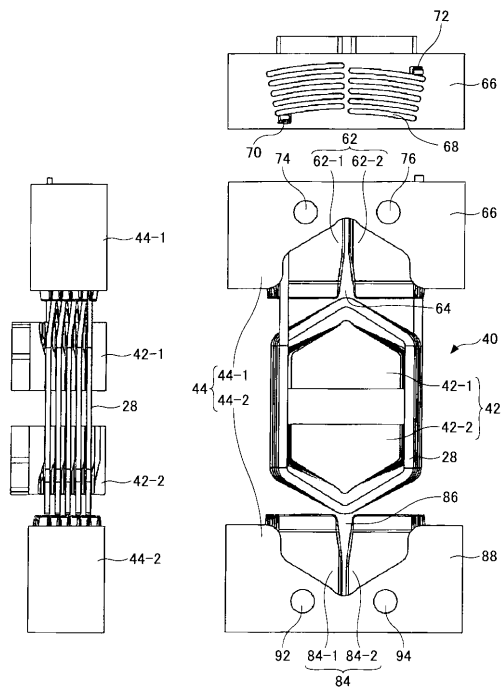
【図 3】



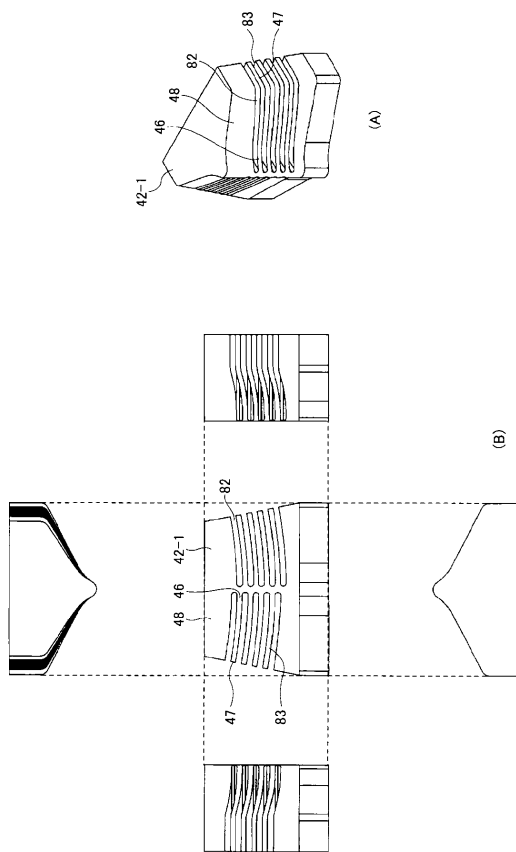
【図 5】



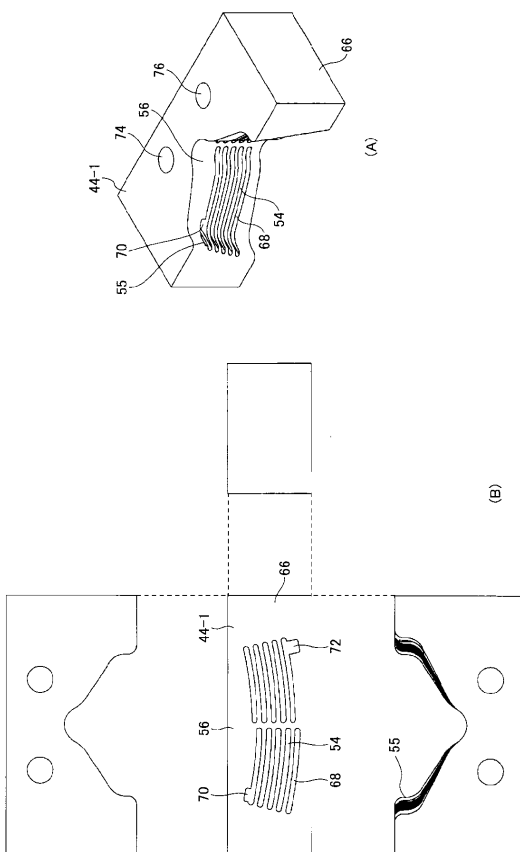
【図 6】



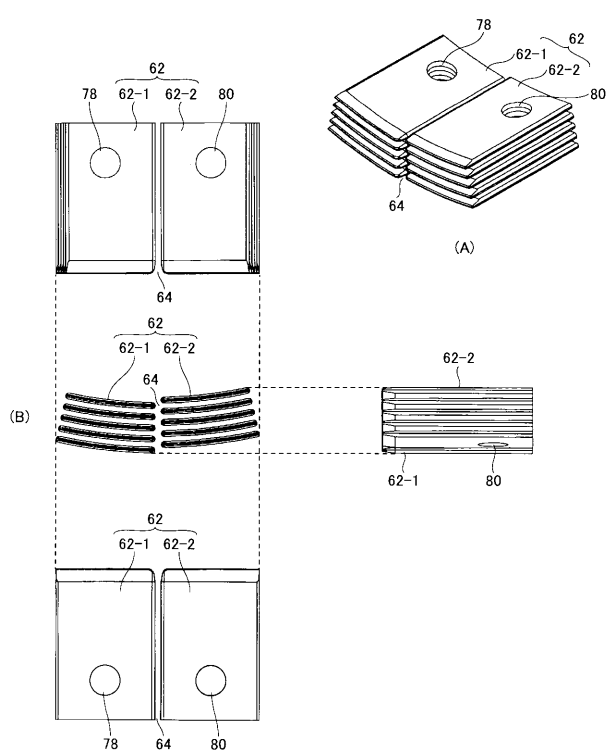
【図 7】



【図 8】

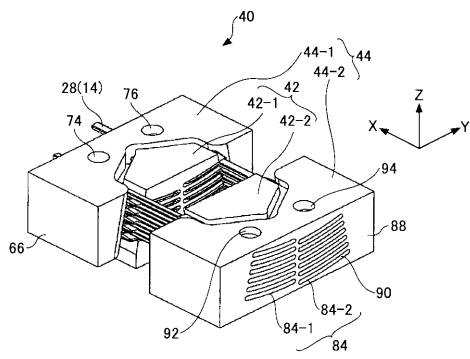


【図 9】

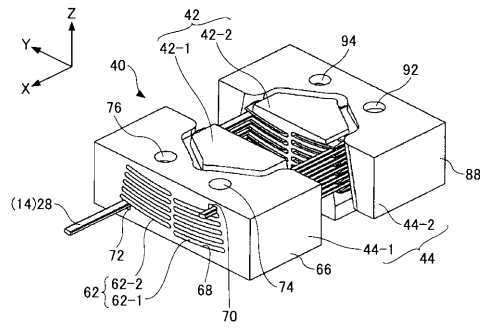


【図 10】

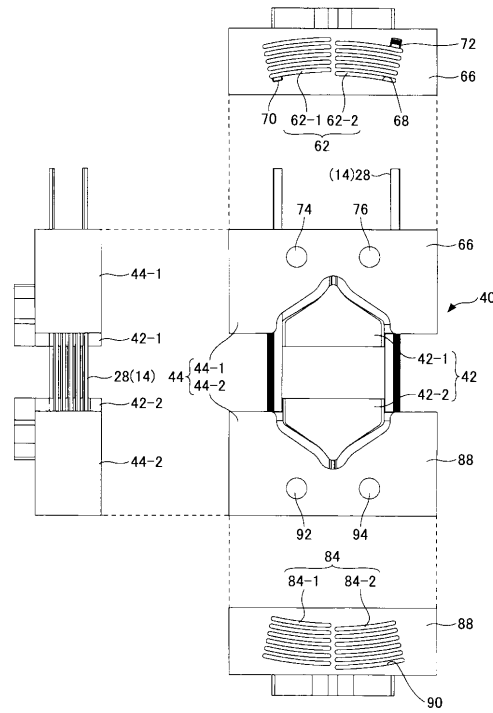
(A)



(B)



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 三品 徳久

愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

(72)発明者 清水 進也

愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

F ターム(参考) 5H615 AA01 BB05 PP14 PP17 QQ03 QQ27 SS03 SS09 SS10