

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6166046号
(P6166046)

(45) 発行日 平成29年7月19日(2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日(2017.6.30)

(51) Int. Cl. F I
 HO2K 15/04 (2006.01) HO2K 15/04 F
 HO2K 3/04 (2006.01) HO2K 3/04 E

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-3202 (P2013-3202)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成25年1月11日 (2013.1.11)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2014-135857 (P2014-135857A)	(73) 特許権者	000100768
(43) 公開日	平成26年7月24日 (2014.7.24)		アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
審査請求日	平成27年5月11日 (2015.5.11)		愛知県安城市藤井町高根10番地
		(74) 代理人	110000291 特許業務法人コスモス特許事務所
		(72) 発明者	渡邊 元 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	北村 学 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セグメント製造方法、及びセグメント製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

成型型を用いて平角導体を曲げ加工し、コイルエンドに円弧形状部、クランク形状部及び凸形状部を有するセグメントを製造するセグメント製造方法において、

前記成型型は第1成型型と第2成型型を含み、

前記円弧形状部を形成する円弧形状部成形面及び前記クランク形状部を形成するクランク形状部成形面は、前記第1成型型の移動方向に沿って備えられ、

前記第1成型型及び前記第2成型型に形成される前記クランク形状部成形面で、前記平角導体の有する外周面のうち少なくとも2面を拘束しながら、前記円弧形状部の一部をフラットワイズ方向にクランクさせて、前記クランク形状部を形成し、

その後、前記第1成型型及び前記第2成型型に形成される前記円弧形状部成形面で、前記平角導体をフラットワイズ方向に湾曲させて、前記円弧形状部を形成し、及び前記第1成型型及び前記第2成型型に形成される凸形状部成形面で、前記平角導体をエッジワイズ方向に変形させて、前記凸形状部を形成すること、

を特徴とするセグメント製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載のセグメント製造方法において、

肩部形成型を前記成型型の側面に沿って移動し、前記平角導体を曲げ加工すること、

を特徴とするセグメント製造方法。

【請求項3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のセグメント製造方法において、
 前記第 1 成形型に備えられる前記クランク形状部成形面は、前記第 1 成形型の進行方向
 に対して傾斜するように形成され、
 前記平角導体を前記第 2 成形型側に押し付けながら変形させること、
 を特徴とするセグメント製造方法。

【請求項 4】

平角導体を曲げ加工しセグメントの円弧形状部、クランク形状部及び凸形状部を成形す
 る成形型を有するセグメント製造装置において、
 前記成形型は、

前記クランク形状部を形成するクランク形状部成形面と、前記円弧形状部を形成す
 る円弧形状部成形面と、前記凸形状部を形成する凸形状部成形面と、を順に連続した面と
 して備える第 1 成形型と、

前記セグメントの曲げ内周側を支持する第 1 支持面と、側面を支持する第 2 支持面
 とを備える第 2 成形型と、を備え、

前記第 1 成形型は前記第 2 成形型に対して、近接し重なるように移動することで前記平
 角導体をクランク形状部の形成した後に円弧形状部及び凸型形状部を成形し、

前記第 1 成形型に備えられる、前記クランク形状部成形面が前記第 1 成形型側に配置さ
 れたこと、

を特徴とするセグメント製造装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のセグメント製造装置において、
 前記第 1 成形型と前記第 2 成形型の側面に沿って移動し、前記平角導体の曲げ加工をす
 る肩部形成型を備えること、

を特徴とするセグメント製造装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 に記載のセグメント製造装置において、
 前記第 1 成形型に備えられる前記クランク形状部成形面は、前記第 1 成形型の進行方向
 に対して傾斜するように形成されること、

を特徴とするセグメント製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの固定子などに用いる平角導体を用いてコイルの製造方法に関し、詳
 しくは固定子コアに挿入する略 U 字形のセグメントと呼ばれるコイルを形成する平角導体
 を所定の形状に形成するにあたり、安価でより精度良く形成する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境問題に鑑みて自動車に駆動用のモータを搭載するケースが多くなってきてい
 る。車載される駆動用のモータは、車両を動かす為に大出力でかつ車載されるために省ス
 ペースであることが望ましい。特にハイブリッド車はエンジンと駆動用モータをエンジン
 ルームの中に納める必要があるため、モータの小型化の要請が高い。モータの出力を向上
 させるためにはモータに用いるコイルの断面積を増やすと共に、固定子の占積率を高める
 方法が模索されている。一方、モータの小型化に関しては様々なアプローチで小型化が検
 討されている。

【0003】

固定子のコイルの断面積を増やす手法としては、平角導体を用いて巻回しコイルを形成
 する手法が提案されている。矩形断面を有する平角導体を用いたコイルを形成すること
 で、矩形形状のスロット内にコイルの一部を納めた際に円形断面を有する導体を用いた場合
 より空隙率を低くすることができ、結果的に占積率を高めることが可能となるためである
 。また、平角導体を用いたセグメントコイル方式で固定子を形成する場合、鉄損や銅損等

10

20

30

40

50

を減少させるのに有利であることが分かっている。しかしながら、平角導体を用いてのセグメント形成はその加工方法が少々困難であり、加工方法の簡略化が切望されている。

【0004】

特許文献1に、回転電機のコイル用のセグメントの形成装置、セグメントの形成方法及びそれを用いたセグメントに関する技術が開示されている。平角導体よりセグメントを形成するにあたり、セグメントのクランク部及び湾曲部を形成する一対の第1成形型と、クランク部及び肩部を形成する一対の第2成形型と、第2成形型と対となり肩部を成形する2つの成形ローラと、を備え、第1成形型で平角導体を挟むことにより湾曲部及びクランク部を形成した後、第2成形型で平角導体を挟むことによりクランク部を更に変形させ、その後、成形ローラで平角導体を第2成形型に押し付けるようにしてセグメントを形成する。こうすることで平角導体のスプリングバック効果を考慮した曲げ加工を実現することが出来る。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-297863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に開示される技術を用いてセグメントを製造する場合には以下に説明する課題があると考えられる。

20

【0007】

特許文献1の手法では複数の型を用いてセグメントを形成している。そして、第1成形型と第2成形型及び成形ローラでは型を駆動する方向が異なるため、それぞれの型に駆動機構が必要となる。また、第1成形型で成形する第1工程と、第2成形型で成形する第2工程と、肩部を形成する第3工程を要し、第1工程と第2工程の合間に型開放を必要とする。つまり、第1成形型で成形した後に第1成形型が退避し、その後第2成形型で成形を行い、その状態で成形ローラを用いてセグメントを折り曲げているため、第1成形型が型開放する間第2成形型が動くことが出来ず、リードタイムの短縮が困難となる。したがって、セグメントの生産コストを削減する事が困難であると予想される。

30

【0008】

また、1つの固定子には複数種類のセグメントを必要とする。この為、製造工程にあっては型の段取り換えは必須である。ところが、型の段取り換えは手間と時間を必要とする。特許文献1の技術では、製造ラインに製造するセグメントの数と同じだけ段取り替えを必要とする。このため、製品を製造するリードタイムが長くなる。また、セグメント製造にあたって複数の型を要するので、コストに大きく影響すると予想される。

【0009】

また、前述したように固定子の小型化、高出力化の需要は高く、セグメントコイルを用いた固定子の場合、セグメントの本数を増やす、或いはセグメントの断面積を増やすことで高出力化を図る事になる。しかし、コイルエンドの小型化の要求によりセグメント形状がより複雑化し、セグメントの使用本数が増えれば、この傾向はより顕著になると考えられる。このため、セグメント形成工程における生産コストの低減は切望されている。

40

【0010】

そこで、本発明はこのような課題を解決するために、セグメントの形成工程を削減可能なセグメント製造方法及びセグメント製造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】

【0011】

前記目的を達成するために、本発明の一態様によるセグメント製造方法は、以下のような特徴を有する。

【0012】

50

(1) 成型型を用いて平角導体を曲げ加工し、コイルエンドに円弧形状部、クランク形状部及び凸形状部を有するセグメントを製造するセグメント製造方法において、前記成型型は第1成型型と第2成型型を含み、前記第1成型型と前記第2成型型とで前記平角導体の有する外周面のうち少なくとも2面を拘束しながら前記クランク形状部を形成し、前記円弧形状部及び前記凸形状部を形成すること、を特徴とする。

【0013】

上記(1)に記載の態様により、第1成型型と第2成型型を用いて円弧形状部、クランク形状部及び凸形状部を型開放することなく、平角導体の外周面のうち少なくとも2面を、第1成型型及び第2成型型で拘束し続けながら形成する。この結果、平角導体は型により連続的に塑性変形されることで、クランク形状部が形成され、円弧形状部及び凸形状部が形成される。この様な手法を採ることにより、例えば円弧形状部の形成にあたっては円弧の径方向に型を押し付けて成形し、その後、型を開放してクランク形状部を成形する型でクランク形状部を形成するといった、型開放を必要とする手法に比べて、製造に必要なサイクルタイムを短縮することが可能となる。

10

【0014】

また、クランク形状部、円弧形状部及び凸形状部をそれぞれ別の工程で形成する場合には、型締め、型開放、平角導体の掴み変え、移載、といった工程が必要となる為、第1成型型と第2成型型とを用いて連続的にクランク形状部、円弧形状部及び凸形状部を形成できることで、大幅に手順を短縮できることになる。この結果、セグメントの形成工程の短縮と、リードタイムの削減に貢献することができ、セグメントのコストダウンに貢献することが出来る。更に、クランク形状部を最初に形成することで、第1成型型と第2成型型との間で平角導体が位置決めされて、加工によるバラツキが抑えられ、形状精度を向上させることが可能となる。

20

【0015】

(2)(1)に記載のセグメント製造方法において、前記円弧形状部を形成する円弧形状部成形面及び前記クランク形状部を形成するクランク形状部成形面は、前記第1成型型の移動方向に沿って備えられ、前記第1成型型及び前記第2成型型に形成される前記クランク形状部成形面で、前記円弧形状部の一部をフラットワイズ方向にクランクさせて、前記クランク形状部を形成し、前記第1成型型及び前記第2成型型に形成される前記円弧形状部成形面で、前記平角導体をフラットワイズ方向に湾曲させて、前記円弧形状部を形成し、前記第1成型型及び前記第2成型型に形成される凸形状部成形面で、前記平角導体をエッジワイズ方向に変形させて、前記凸形状部を形成すること、を特徴とする。

30

【0016】

上記(2)に記載の態様により、クランク形状部成形面及び円弧形状部成形面が、第1成型型の移動方向に沿って形成されていることで、平角導体を成型型により連続的に塑性変形させて円弧形状部及びクランク形状部を形成することができる。例えば円弧形状部成形面は連続的に曲面が変化する形状であり、第1成型型に対して第2成型型が対向する位置に配置されていれば、第1成型型の円弧形状部成形面と第2成型型の円弧形状部成形面とで平角導体を挟んだ状態で、第1成型型を第2成型型に対して移動させることで、平角導体をフラットワイズ方向に湾曲させる加工が可能となる。

40

【0017】

このように円弧形状部成形面及びクランク形状部成形面を用いて平角導体を連続的に塑性変形させることで、セグメントに生じるスプリングバックの量を少なくすることが出来ることを出願人は確認している。セグメントに生じるスプリングバックの量を少なくすることは、セグメントの形状精度を向上させることに繋がる。

【0018】

(3)(1)または(2)に記載のセグメント製造方法において、肩部成型型を前記成型型の側面に沿って移動し、前記平角導体を曲げ加工すること、を特徴とする。

【0019】

上記(3)に記載の態様により、肩部成型型を成型型の側面に沿って移動することで、

50

成形型の側面を基準にセグメントの肩部が形成できる。また、第1成形型及び第2成形型に平角導体を保持した状態で肩部を形成することが可能となる。このため、セグメントを成形時にセグメントの持ち替えが発生せず、セグメントに形成される肩部の形状精度が向上する。

【0020】

また、前記目的を達成するために、本発明の一態様によるセグメント製造装置は、以下のような特徴を有する。

【0021】

(4) 平角導体を曲げ加工しセグメントの円弧形状部、クランク形状部及び凸形状部を成形する成形型を有するセグメント製造装置において、前記成形型は、前記クランク形状部を形成するクランク形状部成形面と、前記円弧形状部を形成する円弧形状部成形面と、前記凸形状部を形成する凸形状部成形面と、を順に連続した面として備える第1成形型と、前記セグメントの曲げ内周側を支持する第1支持面と、側面を支持する第2支持面とを備える第2成形型と、を備え、前記第1成形型は前記第2成形型に対して、近接し重なるように移動することで前記平角導体を所定の形状に成形し、前記第1成形型に備えられる、前記クランク形状部成形面が前記第1成形型側に配置されたこと、を特徴とする。

【0022】

上記(4)に記載の態様により、第1成形型に連続した面として備えるクランク形状部成形面と円弧形状部成形面と凸形状部成形面を用いて平角導体を逐次成型することが可能である。この結果、例えば円弧形状部の形成にあたっては円弧の径方向に型を押し付けて成形し、その後、型を開放してクランク形状部を成形する型でクランク形状部を形成するといった、型開放を必要とする手法に比べて、製造に必要なサイクルタイムを短縮することが可能となる。更に、クランク形状部を最初に形成することで、第1成形型と第2成形型との間で平角導体が位置決めされて、加工によるバラツキが抑えられ、形状精度を向上させることが可能となる。

【0023】

(5) (4)に記載のセグメント製造装置において、前記第1成形型と前記第2成形型の側面に沿って移動し、前記平角導体の曲げ加工をする肩部形成型を備えること、を特徴とする。

【0024】

上記(5)に記載の態様により、肩部形成型を成形型の側面に沿って移動することで、成形型の側面を基準にセグメントの肩部を形成することができる。また、第1成形型及び第2成形型に平角導体を保持した状態で肩部を形成することが可能となる。このため、セグメントを成形時にセグメントの持ち替えが発生せず、セグメントに形成される肩部の形状精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本実施形態の、セグメントの平面図である。

【図2】本実施形態の、平角導体の斜視図である。

【図3】本実施形態の、円弧部形成状態の平角導体の斜視図である。

【図4】本実施形態の、クランク部形成状態の平角導体の斜視図である。

【図5】本実施形態の、凸部形成状態の平角導体の斜視図である。

【図6】本実施形態の、肩部形成状態の平角導体の斜視図である。

【図7】本実施形態の、固定子コアにセグメントを挿入した固定子の斜視図である。

【図8】本実施形態の、セグメント形成型の上面視図である。

【図9】本実施形態の、セグメント形成型の正面図である。

【図10】本実施形態の、セグメント形成型の側面図である。

【図11】本実施形態の、第1成形型の上面視図である。

【図12】本実施形態の、第1成形型の正面図である。

【図13】本実施形態の、第1成形型の側面図である。

- 【図14】本実施形態の、第2成形型の上面視図である。
 【図15】本実施形態の、第2成形型の側面図である。
 【図16】本実施形態の、第2成形型の平面図である。
 【図17】本実施形態の、肩部形成工程の様子を示す平面図である。
 【図18】本実施形態の、成形した肩部の拡大図である。
 【図19】本実施形態の、クランク部形成時のセグメント形成型の断面図である。
 【図20】本実施形態の、円弧部形成時のセグメント形成型の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

まず、本発明の実施形態について、参考となる図面を用いて説明する。なお、用いられている図面の詳細部分は説明の都合上簡略化している。

10

【0027】

図1に、本実施形態のセグメントS_gの平面図を示す。図2に、平角導体Dの斜視図を示す。図3に、円弧部形成状態の平角導体Dの斜視図を示す。図4に、クランク部形成状態の平角導体Dを斜視図に示す。図5に、凸部形成状態の平角導体Dを斜視図に示す。図6に、肩部形成状態の平角導体Dの斜視図を示す。セグメントS_gは、図1に示す形状の他に若干形状が異なるものが複数必要となる。ただし、複数種類のセグメントS_gはそれぞれ類似形状であり、形成過程はほぼ同じなので説明を省略する。

【0028】

セグメントS_gは図2に示すような平角導体Dを用いて形成される。平角導体Dは、矩形断面を有する銅等の導電性の高い金属を用いた線材であり、その周囲には、セグメントS_gと後述の図7に示す固定子コア20との絶縁性を確保するために必要なエナメル等の絶縁性被覆が施されている。なお、前述したように固定子コア20に用いられるセグメントS_gは複数種類必要であり、そのために平角導体Dの長さも複数種類必要となる。よって、明細書中では、必要な長さを有した矩形断面を有する導線を平角導体Dと呼ぶこととする。

20

【0029】

セグメントS_gは、固定子コア20に挿入された後に他のセグメントS_gの端部と接合されるリード部S₁と、固定子コアの有するスロット内に配置されるスロット内導線部S₂と、固定子10のコイルエンドに配置される斜辺部S₃と、セグメントS_g同士のレーンチェンジの為に形成されるクランク部S₄と、図1に示される様に斜辺部S₃から固定子10の軸方向に突出するように形成される凸形状部S₅と、斜辺部S₃よりスロット内導線部S₂に繋がる部分でエッジワイズ曲げ加工された肩部S₆とを有する。

30

【0030】

そして、セグメントS_gのリード部S₁には、第1リード部S₁₁と第2リード部S₁₂とが備えられる。スロット内導線部S₂には、第1スロット内導線部S₂₁と第2スロット内導線部S₂₂とが備えられる。斜辺部S₃には、第1斜辺部S₃₁と第2斜辺部S₃₂とが備えられる。肩部S₆には、第1肩部S₆₁と第2肩部S₆₂とが備えられる。これらは便宜上第1と第2とで呼び分けているが、本質的な構造は同じである。

【0031】

40

セグメントS_gは上記構成であり、固定子10に配置するため複数種類、複数本が用意される。例えば、48スロットで8層の固定子10には、セグメントS_gは、8~10種類程度の形状違いのものが384本用意される。ここで層とは、固定子コア20のスロット12に挿入されるセグメントS_gの順番の事を指す。基本的には挿入される層でセグメントS_gの形状は異なり、また、固定子コア20の最内周の層と最外周の層には、複数種類のセグメントS_gが用意される場合がある。

【0032】

図7に、固定子コア20にセグメントS_gを挿入した固定子10の斜視図を示す。セグメントS_gは、籠状に組み合わされた状態でセグメントユニットS_Uとなり、固定子コア20の内周に形成されたスロット12に挿入される。その後、リード部S₁部分を捻り成

50

形されて第1リード部S 1 1と第2リード部S 1 2とが溶接されることで図示しないセグメントコイルとなる。

【0033】

次に、セグメントS gの形成過程について説明を行う。図8に、セグメント形成型100の上面視図を示す。図9に、セグメント形成型100の正面図を示す。図10に、セグメント形成型100の側面図を示す。セグメント形成型100は、図示しない稼働機構に接続された可動型となる第1成型型M 1と、固定型となる第2成型型M 2よりなる。図11に、第1成型型M 1の上面視図を示す。図12に、第1成型型M 1の正面図を示す。図13に、第1成型型M 1の側面図を示す。可動型である第1成型型M 1には、セグメント形成面110を備えている。セグメント形成面110には、クランク形成面111とR形成面112と凸形状部形成面113とセグメント外周支持面114とが設けられている。クランク形成面111は、図6に示すクランク部S 4を成形する面である。R形成面112は斜辺部S 3を湾曲した形状に成形する面である。凸形状部形成面113は、凸形状部S 5を成形する面である。

【0034】

クランク形成面111、R形成面112、及び凸形状部形成面113は、中心側に向けて凹んだ形状となっており、クランク形成面111、R形成面112及び凸形状部形成面113は、セグメントS gの外周側側面に当接する。また、セグメント形成面110にはセグメント外周支持面114が備えられ、セグメントS gの上面に当接する。図14に、第2成型型M 2の上面視図を示す。図15に、第2成型型M 2の側面図を示す。図16に、第2成型型M 2の平面図を示す。固定型である第2成型型M 2は、セグメントS gの側面が当接するセグメント第1支持面121と、セグメントS gの内面側が当接するセグメント第2支持面122とを有する。したがって、図9等10に示すように、平角導体Dを第2成型型M 2上に配置して、第1成型型M 1を第2成型型M 2に近接させ、所定の圧力を掛けながら逐次成形することで、平角導体DをセグメントS gの形状に形成する。

【0035】

次に、平角導体Dの形成過程を説明する。まず、第1工程でクランク部S 4を形成する。図2に、説明するような所定の長さ20に切断された平角導体Dを、第2成型型M 2に配置された第1成型型M 1のクランク形成面111を押し付けながら連続的に力を加えることで、図3に示すようなクランク部S 4が形成されたクランク部成形体S g a 1を形成する。クランク部S 4は、平角導体Dの中央辺りに形成され、平角導体Dのフラットワイズ方向に平角導体Dの厚み程度の段差ができる様に形成されている。

【0036】

次に、第2工程でR形成を行う。図4に示すR部成形体S g a 2は、クランク部成形体S g a 1を用いて成形される。R部成形体S g a 2は、クランク部成形体S g a 1にR形成面112を連続的に当接させること30によってクランク部S 4を挟んだ両側に円弧部S a 1を形成することで、図4に示すような形状となる。図4に示すように、クランク部S 4を中心にしてフラットワイズ方向に円弧を描くように曲げられている。

【0037】

次に、第3工程で凸部形成を行う。図5に示す凸部成形体S g a 3は、R部成形体S g a 2を用いて形成される。凸形状部S 5は、R部成形体S g a 2に第1成型型M 1の凸形状部形成面113を連続的に当接させ、最終的に第1成型型M 1のセグメント外周支持面114と第2成型型M 2のセグメント第2支持面122とで挟まれることで、図5に示すような凸部成形体S g a 3の形状に形成される。40

【0038】

次に、第4工程で肩部成形を行う。図17に、肩部形成工程の様子を平面図40に示す。図18に、成形した肩部S 6の拡大図を示す。肩部形成ローラM 3は、第1成型型M 1と第2成型型M 2の側面を通過するように配置されており、形成ローラ131の形成面132で凸部成形体S g a 3の外周面を押圧ながら平角導体Dのエッジワイズ方向に第2成型型M 2のセグメント第2支持面122に沿って曲げる。ここで、第2成型型M 2のセグメン50

ト第2支持面122面は、図18に示すように角度 だけ内側に形成されている。角度は凡そ0.8~2°程度に設定されており、凸部成形体Sga3をエッジワイズ曲げ加工した際のスプリングバックを考慮している。このように凸部成形体Sga3を、肩部形成ローラM3を用いて肩部S6を形成する。この結果、平角導体Dは図6に示すようなセグメントSgの状態となる。なお、第1肩部S61及び第2肩部S62は角度 によって、適切な位置に曲げられている。

【0039】

セグメントSgの形状が出来上がった段階で、肩部形成ローラM3と第1成形型M1は退避し、一方で、搬出ガイドがリード部S1の先端側からセグメントSgを押し上げるようにして、第2成形型M2からセグメントSgを離型する。この後、セグメント形成型100からセグメントSgは払い出される。セグメントSg払い出しの際には、図示しない払い出しガイドをセグメントSgのリード部S1先端側から突き上げるようにして当接させる。払い出しガイドに斜面を付けておけばセグメントSgを浮かせる角度を変更し、払い出し性を向上させることが可能である。

【0040】

本実施形態のセグメントSg製造方法は上記構成であるので、以下に示すような作用及び効果を奏する。

【0041】

まず、本実施形態の効果としてセグメントの形成工程を削減可能である点が挙げられる。本実施形態のセグメント製造方法は、成形型を用いて平角導体Dを曲げ加工し、コイルエンドに円弧部Sa1、クランク部S4及び凸形状部S5を有するセグメントSgを製造するセグメント製造方法において、セグメント形成型100は第1成形型M1と第2成形型M2を含み、第1成形型M1と第2成形型M2とで平角導体Dの有する外周面のうち少なくとも2面を拘束しながらクランク部S4を形成し、円弧部Sa1及び凸形状部S5を形成する。

【0042】

平角導体DをセグメントSgに形成するに辺り、第1成形型M1と第2成形型M2とで拘束しながら連続的に逐次成形を行う。クランク成形面111によってクランク部S4が形成され、R成形面112によって円弧部Sa1が形成され、凸形状部成形面113及びセグメント外周支持面114と、セグメント第2支持面122によって凸形状部S5が形成される。これにより、それぞれの部分を成型するにあたり、複数の型を用いて型締め、型開放、移載、を繰り返す手間が省けるので、製造時に必要なサイクルタイムの短縮を図る事が可能となる。

【0043】

また、必要な型が1種類につき第1成形型M1、第2成形型M2及び肩部形成ローラM3の3種類となり、肩部形成ローラM3は兼用できることから、コイルエンドに円弧部Sa1、クランク部S4、凸形状部S5、及び肩部S6を、それぞれ別の型を用いて形成する場合に比べて型数の削減が可能となる。図6に示すセグメントSgは3次元形状であるため、従来の考え方により平面形状の金型を使用して、平角導体Dに対して2次元形状の加工を繰り返して成型をすると、凸成形、肩部成形、円弧R成形、クランク成形の4工程必要となると考えられる。それぞれに最低限2つの金型を用意するとして8つの金型が必要となる計算になる。一方、本実施例では3種類4つの金型で済むため、セグメントSgのコストダウンに貢献できる。

【0044】

また、クランク部S4を最初に形成することで、平角導体Dの位置ズレを極力抑え、形状精度を向上させることが可能となる。図19に、クランク部形成時のセグメント形成型100の断面図を示す。図20に、円弧部形成時のセグメント形成型100の断面図を示す。前述した通り第1成形型M1と第2成形型M2とで平角導体Dの成形を行う場合、図19に示すようにクランク成形面111が、第2成形型M2に対して押し付けられるように移動する。これは、クランク成形面111が第1成形型M1の進行方向に対して傾斜す

10

20

30

40

50

るように形成されているために、平角導体Dを保持しつつ第2成形型M2側に押し付けながら変形させることを可能としている。

【0045】

こうすることで、平角導体Dに形成されるクランク部S4が、位置決めの効果を果たす。具体的には、図20に示すようにクランク部S4に続いて加工する円弧部Sa1は、第1成形型M1のR成形面112によって形成される。この際に、クランク部S4を中心にして平角導体DがR成形面112により少しずつ円弧部Sa1が形成される逐次成形が行われる。このように、平角導体Dにクランク部S4が先にして形成されることで、平角導体Dの中央が第1成形型M1と第2成形型M2とで保持され、その後連続的に行われる加工についても平角導体D(クランク部成形体Sga1、R部成形体Sga2、凸部成形体Sga3)が左右どちらかに移動してしまうのを防ぐことができる。このことが、セグメントSgの形状精度を高めることに繋がる。

10

【0046】

また、クランク成形面111、R成形面112及び凸形状部成形面113が連続する面で形成され、平角導体Dを逐次成形するので、平角導体Dは第1成形型M1及び第2成形型M2によって連続的に塑性変形が行われる。その結果、セグメントSgの成形時点でスプリングバックを生じにくいという効果が得られる。図17及び図18を用いて説明しているが、肩部S6形成の際には平角導体D(凸部成形体Sga3)を単純曲げ加工する必要がある。この様に平角導体Dを曲げ加工すると、用いる材質や線の太さなどにも影響されるがスプリングバックを生じることになる。これは平角導体Dが塑性変形する際に弾性域の変形を含むからであり、金属加工を行う以上避けられない。

20

【0047】

よって、単純な型加工で平角導体Dを曲げ加工すると、図18に示す第2成形型M2のセグメント第2支持面122に付けられた角度のような、スプリングバックを考慮した型形状にする必要がある。ただし、スプリングバック量は条件次第で変化する可能性があるので、セグメントSgの形状精度を上げる為には不利に働く。一方で、第1成形型M1及び第2成形型M2を用いた逐次成型を行うと、連続的に少量ずつ塑性変形が行われるためにスプリングバックが生じにくい。よって、より精度の高いセグメントSgの曲げ加工が可能となる。

【0048】

30

以上、本実施形態に則して発明を説明したが、この発明は前記実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱することのない範囲で構成の一部を適宜変更することにより実施することもできる。例えば、セグメントSgの形状は図1に示しているが、実際には複数種類のセグメントSgを作る必要があり、斜辺部S3の長さやリード部S1の長さが異なる。よって、セグメントSgの形状に限定されるものではない。また、第1成形型M1と第2成形型M2、及び肩部形成ローラM3とでセグメント形成型100を構成しているが、必要に応じて移動型などを増やす事を妨げない。ただ、型数が増えればセグメントSgのコストアップに繋がるため、型数は少ない方が望ましい。

【符号の説明】

【0049】

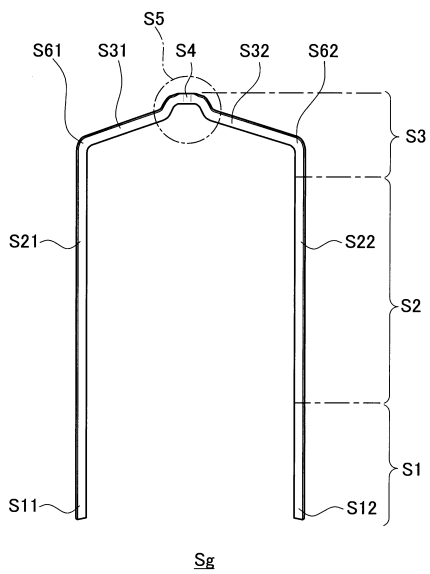
40

10	固定子
12	スロット
20	固定子コア
100	セグメント形成型
110	セグメント成形面
111	クランク成形面
112	R成形面
113	凸形状部成形面
114	セグメント外周支持面
121	セグメント第1支持面

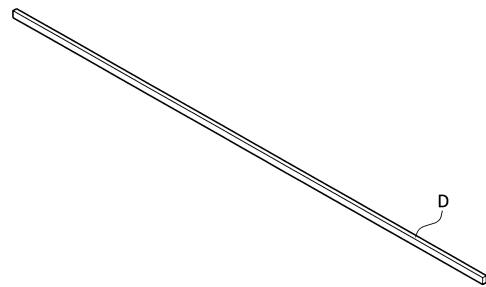
50

- 1 2 2 セグメント第 2 支持面
- 1 3 1 形成ローラ
- 1 3 2 成形面
- D 平角導体
- M 1 第 1 成形型
- M 2 第 2 成形型
- M 3 肩部形成ローラ
- S 1 リード部
- S 2 スロット内導線部
- S 3 斜辺部
- S 4 クランク部
- S 5 凸形状部
- S 6 肩部
- S U セグメントユニット
- S g セグメント

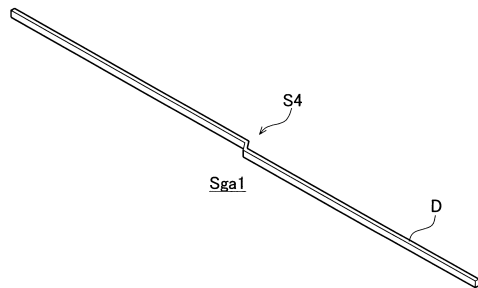
【図 1】



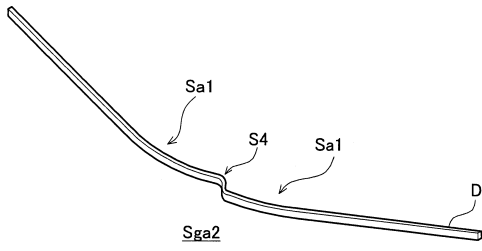
【図 2】



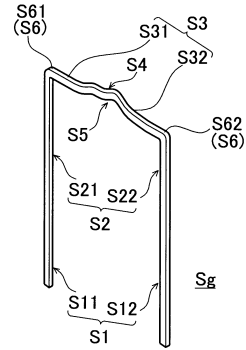
【図 3】



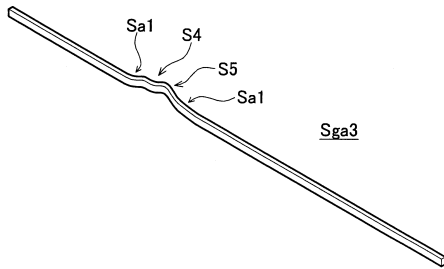
【 図 4 】



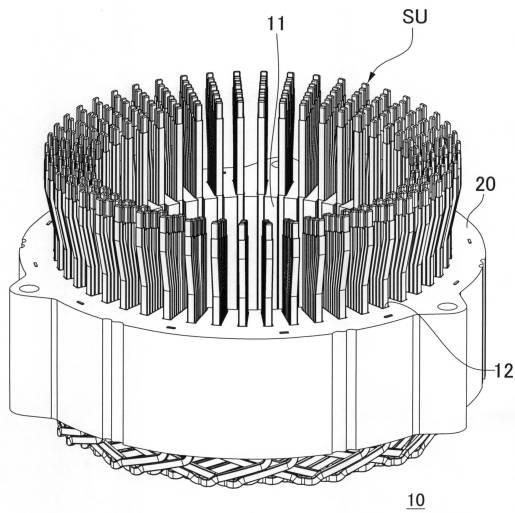
【 図 6 】



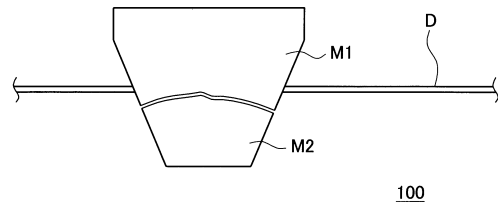
【 図 5 】



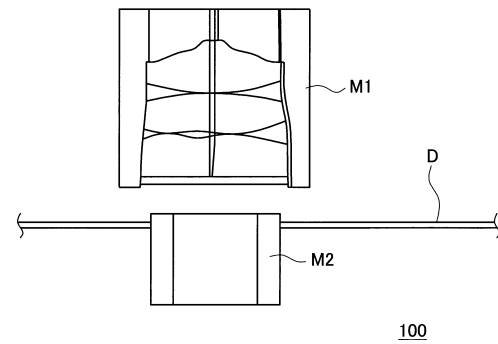
【 図 7 】




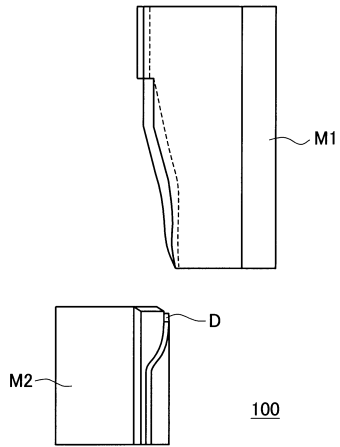
【 図 8 】




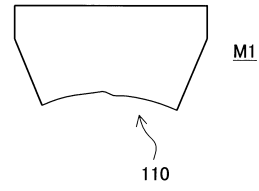
【 図 9 】




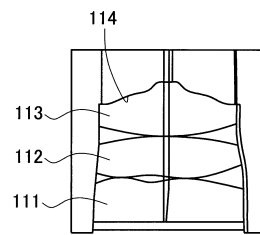
【 1 0】




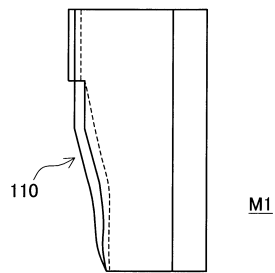
【 1 1】




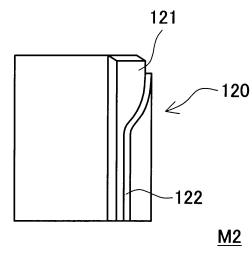
【 1 2】




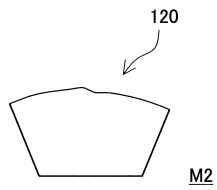
【 1 3】




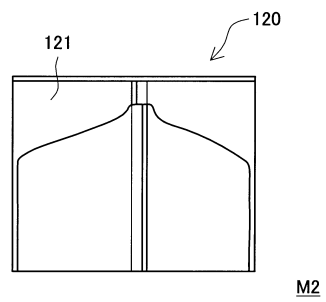
【 1 5】



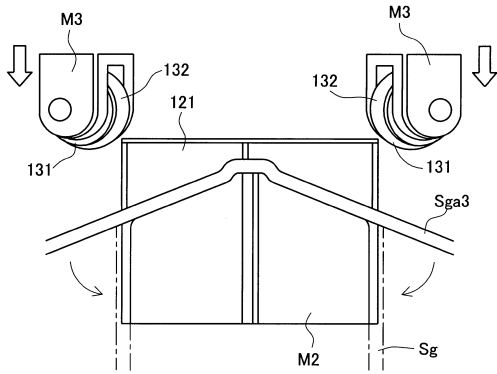
【 1 4】



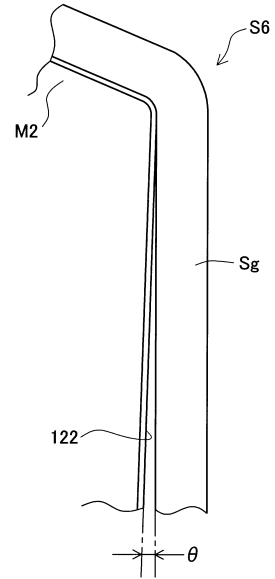
【 1 6】



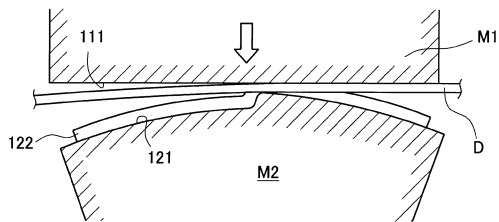
【 図 17 】



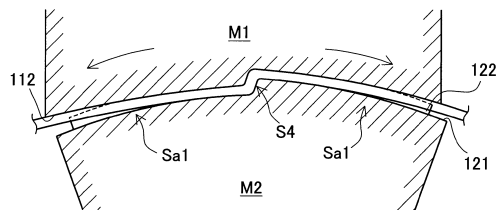
【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】



フロントページの続き

審査官 土田 嘉一

(56)参考文献 特開2012-239371(JP,A)
特開2004-297863(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 15/04
H02K 3/04