

(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2014-18043

(P2014-18043A)

(43) 公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)

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

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-155897 (P2012-155897)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成24年7月11日 (2012.7.11)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100106002
			弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
		(74) 代理人	100160794
			弁理士 星野 寛明
		(72) 発明者	馬淵 宗人
			栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダ
			エンジニアリング株式会社内
		Fターム(参考)	5H615 AA01 BB14 PP01 PP12 PP14
			QQ03 QQ07 QQ12 QQ26 QQ27
			SS04 SS10

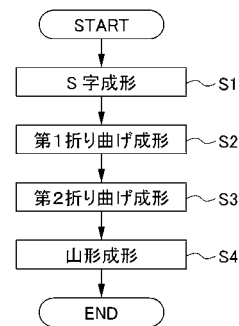
(54) 【発明の名称】 回転電機用コイル要素の成形方法および回転電機用コイル要素の成形装置

(57) 【要約】

【課題】 表面を損傷させずに設計通りの形状にコイル要素を成形する回転電機のコイル要素の成形方法および回転電機のコイル要素の成形装置を提供する。

【解決手段】 直線状のコイル用線材 2 1 の略中央部に、第 1 平面 P 1 上で略 S 字形状を呈する S 字形状部 1 3 を成形する S 字成形ステップ S 1 と、S 字形状部 1 3 よりも両端部側の脚部 1 4 , 1 5 を、互いに近接する方向に折り曲げる第 1 折り曲げ成形ステップ S 2 および第 2 折り曲げ成形ステップ S 3 と、S 字形状部 1 3 を略頂点部分とした山形状部 1 1 を成形する山形成形ステップ S 4 と、を含む。

【選択図】 図 3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

回転電機のステータコアの各スロットにそれぞれ挿入され、互いの端部が接続されることでステータコイルを形成する回転電機用コイル要素の成形方法であって、

直線状のコイル用線材の略中央部に、第 1 平面上で略 S 字形状を呈する S 字形状部を成形する S 字成形ステップと、

前記 S 字形状部よりも両端部側を、互いに近接する方向に折り曲げる折り曲げ成形ステップと、

前記第 1 平面と交差する第 2 平面に沿って、前記 S 字形状部を略頂点部分とした山形形状に成形する山形成形ステップと、を含むことを特徴とする回転電機用コイル要素の成形方法。

10

**【請求項 2】**

前記山形成形ステップは、前記 S 字形状部の略中央部を捻りながら屈曲させることで、前記山形形状に成形することを特徴とする請求項 1 記載の回転電機用コイル要素の成形方法。

**【請求項 3】**

前記折り曲げ成形ステップは、

前記第 1 平面に沿って、前記両端部側を折り曲げる第 1 折り曲げ成形ステップと、

前記第 1 平面と交差する第 3 平面および第 4 平面にそれぞれ沿って、前記両端部側を互いに近接する方向に折り曲げる第 2 折り曲げ成形ステップと、を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の回転電機用コイル要素の成形方法。

20

**【請求項 4】**

前記コイル用線材を、複数本束にした状態で、前記 S 字成形ステップ、前記折り曲げ成形ステップおよび前記山形成形ステップを行うことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の回転電機用コイル要素の成形方法。

**【請求項 5】**

回転電機のステータコアの各スロットにそれぞれ挿入され、互いの端部が接続されることでステータコイルを形成する回転電機用コイル要素の成形装置であって、

コイル用線材の略中央部に形成されかつ第 1 平面上で略 S 字形状を呈する S 字形状部を固定する第 1 固定部材および第 2 固定部材を備え、

前記第 2 固定部材は、前記第 1 固定部材との間に設けられた前記第 1 平面上の回転軸を中心に回転可能に構成され、

前記第 1 固定部材と前記第 2 固定部材との間には、前記回転軸に対して傾斜した隙間が形成されていることを特徴とする回転電機用コイル要素の成形装置。

30

**【請求項 6】**

前記回転軸に対する前記隙間の傾斜方向は、前記 S 字形状部の略中央部の延在方向に対して直交することを特徴とする請求項 5 記載の回転電機用コイル要素の成形装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転電機のステータコアの各スロットにそれぞれ挿入され、互いの端部が接続されることでステータコイルを形成する略 U 字状の回転電機用コイル要素の成形方法および回転電機用コイル要素の成形装置に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

従来、回転電機用コイル要素の成形方法として、例えば特許文献 1 に開示された技術がある。

特許文献 1 に開示された技術では、コイル用線材を金型に型閉めし、直線状の線材を 2 次元クランク線材に成形し、次に 2 次元クランク線材のクランク部分を略頂点とした 3 次元山形形状の 3 次元山形線材に成形し、最後に 3 次元山形線材の頂点部分を含むコイルエ

50

ンド形成領域より外側部分をスロットの挿入方向に向けて曲げる。

この技術によると、曲げたときにコイル用線材にかかる応力が線材の中央から端部に向けて解消される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3894004号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

しかしながら特許文献1に開示された技術では、最後に3次元山形形状の3次元山形線材のコイルエンド形成領域より外側部分をスロットの挿入方向に向けて曲げる。このため、外側部分の曲げ応力が線材の中央の3次元山形形状に伝達されて3次元山形形状が崩れ、コイル要素を設計通りの形状に成形することが困難であった。コイル要素が設計通りの形状に成形できないと、コイル要素が回転電機のステータコアのスロットに挿入できない場合や、挿入できてもコイル要素の密集度が低下する場合がある。

【0005】

また上記技術では、線材を金型に型閉めして成形するので、線材を金型に型閉めする際に、コイル要素の表面が損傷する場合がある。コイル要素の表面の損傷は、コイル要素の表面を覆う絶縁層を破壊し、意図しない短絡の原因となる。

20

【0006】

本発明は上記課題を解決するためのものであり、その目的は、表面を損傷させずに設計通りの形状にコイル要素を成形する回転電機用コイル要素の成形方法および回転電機用コイル要素の成形装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 回転電機のステータコア(例えば、後述のステータコア3)の各スロット(例えば、後述のスロット2)にそれぞれ挿入され、互いの端部が接続されることでステータコイルを形成する回転電機用コイル要素(例えば、後述のコイル要素1)の成形方法であって、

30

直線状のコイル用線材(例えば、後述のコイル用線材21)の略中央部に、第1平面(例えば、後述の第1平面P1)上で略S字形状を呈するS字形状部(例えば、後述のS字形状部13)を成形するS字成形ステップ(例えば、後述のS字成形ステップS1)と、

前記S字形状部よりも両端部側(例えば、後述の脚部12, 14, 15)を、互いに近接する方向に折り曲げる折り曲げ成形ステップ(例えば、後述の第1折り曲げ成形ステップS2、第2折り曲げ成形ステップS3)と、

前記第1平面と交差する第2平面(例えば、後述の第2平面P2)に沿って、前記S字形状部を略頂点部分とした山形形状(例えば、後述の山形形状部11)に成形する山形成形ステップ(例えば、後述の山形成形ステップS4)と、を含むことを特徴とする回転電機用コイル要素の成形方法。

40

【0008】

(1)の発明によると、最後にS字形状部を略頂点部分として山形形状に成形するので、両端部側は折り曲げ済みである。よって、両端部側を折り曲げる際の曲げ応力が山形形状に伝達されないため、山形形状が崩れることはない。したがって、コイル要素を設計通りの形状に成形することができ、コイル要素は回転電機のステータコアのスロットに確実に挿入することができ、また挿入されて複数整列したときに複数のコイル要素の密集度が低下しない。

また、金型を用いずにコイル用線材の折り曲げ部分だけに接触する治具を用いてコイル要素を成形可能なので、表面を損傷させずにコイル要素を成形することができる。

【0009】

50

(2) 前記山形成形ステップは、前記S字形状部の略中央部を捻りながら屈曲させることで、前記山形形状に成形することを特徴とする(1)記載の回転電機用コイル要素の成形方法。

【0010】

(2)の発明によると、最後にS字形状部の略中央部を捻りながら屈曲させ、それまでにコイル用線材を捻らずに加工することができる。よって、コイル用線材を捻ることによる線材の変形が生じ難い。したがって、コイル要素を設計通りの形状に成形することができる。

【0011】

(3) 前記折り曲げ成形ステップは、  
前記第1平面に沿って、前記両端部側を折り曲げる第1折り曲げ成形ステップ(例えば、後述の第1折り曲げ成形ステップS2)と、  
前記第1平面と交差する第3平面(例えば、後述の第3平面P3)および第4平面(例えば、後述の第4平面P4)にそれぞれ沿って、前記両端部側を互いに近接する方向に折り曲げる第2折り曲げ成形ステップ(例えば、後述の第2折り曲げ成形ステップS3)と、  
を含むことを特徴とする請求項(1)または(2)記載の回転電機用コイル要素の成形方法。

10

【0012】

(3)の発明によると、折り曲げ成形ステップは2つのステップを含み、両端部側の折り曲げを行うので、両端部側の折り曲げ方向を第1平面とそれ以外の第3平面および第4平面とに分けて容易に折り曲げることができ、コイル用線材にかかる応力が軽減される。

20

【0013】

(4) 前記コイル用線材を、複数本束にした状態で、前記S字成形ステップ、前記折り曲げ成形ステップおよび前記山形成形ステップを行うことを特徴とする(1)から(3)のいずれかに記載の回転電機用コイル要素の成形方法。

【0014】

(4)の発明によると、コイル用線材を複数本束にして同時に成形するので、複数本束にしたコイル要素同士が密接に隣接し合う形状に成形することができ、複数本束のコイル要素の密集度を高めることができる。

また、コイル用線材を複数本束にして同時に成形し、生産性を高めることができる。

30

【0015】

(5) 回転電機のステータコア(例えば、後述のステータコア3)の各スロット(例えば、後述のスロット2)にそれぞれ挿入され、互いの端部が接続されることでステータコイルを形成する回転電機用コイル要素(例えば、後述のコイル要素1)の成形装置であって、

コイル用線材(例えば、後述のコイル用線材21)の略中央部に形成されかつ第1平面(例えば、後述の第1平面P1)上で略S字形状を呈するS字形状部(例えば、後述のS字形状部13)を固定する第1固定部材(例えば、後述の第1固定部材201)および第2固定部材(例えば、後述の第2固定部材202)を備え、

前記第2固定部材は、前記第1固定部材との間に設けられた前記第1平面上の回動軸(例えば、後述の回動軸203)を中心に回動可能に構成され、

前記第1固定部材と前記第2固定部材との間には、前記回動軸に対して傾斜した隙間(例えば、後述の隙間204)が形成されていることを特徴とする回転電機用コイル要素の成形装置。

40

【0016】

(5)の発明によると、第2固定部材を回動させて山形形状を成形する際に、コイル用線材のS字形状部の略中央部を捻る。このとき、第1固定部材と第2固定部材との間に形成された隙間でS字形状部の略中央部の捻れを許容し、捻れるS字形状部の略中央部が第1固定部材および第2固定部材に接触することを回避し、捻れるS字形状部の略中央部の応力を軽減して表面を損傷させずに山形形状を成形することができる。

50

## 【 0 0 1 7 】

( 6 ) 前記回動軸に対する前記隙間の傾斜方向は、前記 S 字形状部の略中央部（例えば、後述の直線部）の延在方向に対して直交することを特徴とする（ 5 ）記載の回転電機用コイル要素の成形装置。

## 【 0 0 1 8 】

( 6 ) の発明によると、回動軸に対する隙間の傾斜方向は、S 字形状部の略中央部の延在方向に対して直交するので、S 字形状部の略中央部の捻れを許容し易く、特にコイル用線材を複数本束にして同時に成形した際に、隙間が複数本束の線材の S 字形状部の略中央部を横切るので、複数本束の全ての線材の捻れを同時に許容することができる。

## 【 発明の効果 】

10

## 【 0 0 1 9 】

本発明によれば、表面を損傷させずに設計通りの形状にコイル要素を成形する回転電機用コイル要素の成形方法および回転電機用コイル要素の成形装置を提供することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係るコイル要素を示す斜視図である。

【 図 2 】 上記実施形態に係るコイル要素のスロットへの挿入状態を示す斜視図である。

【 図 3 】 上記実施形態に係るコイル要素の成形方法を示す工程図である。

【 図 4 】 上記実施形態に係る S 字成形ステップを説明する図である。

20

【 図 5 】 上記実施形態に係る第 1 折り曲げ成形ステップを説明する図である。

【 図 6 】 上記実施形態に係る第 2 折り曲げ成形ステップを説明する図である。

【 図 7 】 上記実施形態に係る第 2 折り曲げ成形ステップを説明する図である。

【 図 8 】 上記実施形態に係る山形成形ステップを説明する図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 1 】

以下に図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

## 【 0 0 2 2 】

まず、本実施形態に係るコイル要素 1 について説明する。

図 1 は、本実施形態に係るコイル要素 1 を示す斜視図である。

30

図 1 に示す回転電機用コイル要素 1 は、4 本束ねられ、回転電機のステータコア 3 のスロット 2 に挿入され、互いの端部が接続されることでステータコイルを形成する。

コイル要素 1 は、平角線材を用いた U 字状であり、山形状部 1 1 と、脚部 1 2 とを備える。

## 【 0 0 2 3 】

山形状部 1 1 は、略頂点部分が捻れ、ステータコア 3 の端面部分でスロット 2 からはみ出し、所定のスロット 2 から他のスロット 2 に渡るコイルエンド部分（渡り部分）を構成する。

山形状部 1 1 は、コイル要素 1 が 4 本束の並列状態が密接しなからず捻れ、捻れ部分を有していてもコイル要素同士が密接に隣接し合っている。

40

## 【 0 0 2 4 】

脚部 1 2 は、直線状であり、山形状部 1 1 の両端部から 1 対平行に延出され、スロット 2 に挿入される。

脚部 1 2 は、コイル要素 1 が 4 本束の並列状態で隙間が無く、コイル要素同士が密接に隣接し合っており、1 対の脚部 1 2 は互いに線材平面 1 2 a を向き合わせている。

## 【 0 0 2 5 】

次に、コイル要素 1 のスロット 2 への挿入状態を説明する。

図 2 は、本実施形態に係るコイル要素 1 のスロット 2 への挿入状態を示す斜視図である。

コイル要素 1 は、図 2 に示すように、4 本束で一方の脚部 1 2 が同径方向に溝が長いス

50

ロット 2 に挿入され、他の 4 本束のコイル要素 1 の他方の脚部 1 2 も同じスロット 2 に挿入され、山形形状部 1 1 が干渉無く重なり合うようにして円環配列される。山形形状部 1 1 が干渉無く重なり合うようにして円環配列されるので、コイル要素同士が密接に隣接し合いコイルエンド部分の高さが低減され、回転電機の軸方向および径方向の寸法を縮小している。

#### 【 0 0 2 6 】

次に、本実施形態に係るコイル要素 1 の成形方法を説明する。

図 3 は、本実施形態に係るコイル要素 1 の成形方法を示す工程図である。

コイル要素 1 の成形方法は、図 3 に示すように、S 字成形ステップ S 1、第 1 折り曲げ成形ステップ S 2、第 2 折り曲げ成形ステップ S 3 および山形成形ステップ S 4 からなる。

10

#### 【 0 0 2 7 】

まず、エナメル銅線の平角線材を所定の長さに切断し、所定部分の皮膜を剥離し、長さが段階状に異なる 4 本の直線状のコイル用線材 2 1 を用意する。

#### 【 0 0 2 8 】

( S 字成形ステップ )

図 4 は、本実施形態に係る S 字成形ステップ S 1 を説明する図である。

S 字成形ステップ S 1 は、S 字成形治具 1 0 0 を用い、直線状のコイル用線材 2 1 の略中央部に、図 4 の紙面と平行な第 1 平面 P 1 上で略 S 字形状を呈する S 字形状部 1 3 ( 図 4 ( c ) 参照 ) を成形する。

20

#### 【 0 0 2 9 】

S 字成形治具 1 0 0 は、図 4 に示すように、平坦な第 1 平面 P 1 を有する台座であり、両側に中心方向に凹んだ第 1 脚部曲げ用溝 1 0 1 および第 2 脚部曲げ用溝 1 0 2 を有する。

S 字成形治具 1 0 0 は、第 1 平面 P 1 上に配置される第 1 ガイド 1 0 3 および第 2 ガイド 1 0 4 ならびに上方から第 1 平面 P 1 上に配置される位置決めピン 1 0 5、第 3 ガイド 1 0 6、第 1 コマ 1 0 7、第 2 コマ 1 0 8、第 3 コマ 1 0 9、第 4 コマ 1 1 0 および第 1、第 2 クランプ 1 1 1、1 1 2 を有する。

#### 【 0 0 3 0 】

S 字成形ステップ S 1 では、まず、第 1 平面 P 1 を有する S 字成形治具 1 0 0 に直線状のコイル用線材 2 1 を各線材の線材平面が第 1 平面 P 1 に接触し段階状に長さが異なるよう 4 本束に並列する ( 並列状態 ) 。

30

そして、図 4 ( a ) に示すように、4 本束のコイル用線材 2 1 の図示中央部よりも右側位置を S 字成形治具 1 0 0 の第 1 平面 P 1 上に配置された第 1 ガイド 1 0 3 および第 2 ガイド 1 0 4 で 4 本束の並列状態が崩れないように挟み、4 本束のコイル用線材 2 1 を S 字成形治具 1 0 0 に位置決めする。

#### 【 0 0 3 1 】

次に、図 4 ( b ) に示すように、第 1 ガイド 1 0 3 および第 2 ガイド 1 0 4 で挟んだ 4 本束の並列状態のコイル用線材 2 1 に対して、第 1 ガイド 1 0 3 上の A 点を中心にして、第 2 ガイド 1 0 4 側に上方から配置された第 1 コマ 1 0 7 を、コイル用線材 2 1 の解放されている側が第 1 ガイド 1 0 3 側に 1 だけ折れ曲がるように第 1 平面 P 1 に沿って回動させる。これにより、コイル用線材 2 1 を 4 本同時に略 L 字形状に折り曲げる。

40

第 1 ガイド 1 0 3 は、略 L 字形状に折り曲げられて行くコイル用線材 2 1 に傷を付けないよう折り曲げ部分に接触する範囲に R が付けられている。

#### 【 0 0 3 2 】

次に、図 4 ( c ) に示すように、略 L 字形状に折り曲げられた並列状態のコイル用線材 2 1 に対して、B 点に円柱状の位置決めピン 1 0 5 を配置し、位置決めピン 1 0 5 を中心にして、第 1 ガイド 1 0 3 側に上方から配置された第 2 コマ 1 0 8 を、コイル用線材 2 1 の略 L 字形状に折り曲げた側が 2 だけ第 1 平面 P 1 に沿って折れ曲がるように回動させる。これにより、コイル用線材 2 1 を 4 本同時に略 S 字形状に折り曲げる。

50

図4(c)に示すコイル用線材21の略中央部には、第1平面P1上で略S字形状を呈するS字形状部13が成形される。

【0033】

(第1折り曲げ成形ステップ)

図5は、本実施形態に係る第1折り曲げ成形ステップS2を説明する図である。

第1折り曲げ成形ステップS2では、まず、図5に示すように、S字形状部13が成形された並列状態のコイル用線材21をS字成形治具100上に載置した状態で、第3コマ109および第4コマ110を上方から配置する。

【0034】

次に、図5に示すように、これらの並列状態のコイル用線材21に対して、第2ガイド104側のC点を中心にして、第1ガイド103側に上方から配置された第3コマ109を、一方の端部側の脚部14が3だけ第1平面P1に沿って移動するよう回動する。これにより、コイル用線材21の一方の脚部14をS字成形治具100の第1脚部曲げ用溝101上に位置するよう4本同時に折り曲げる。

10

【0035】

次に、図5に示すように、一方の脚部14を第1脚部曲げ用溝101上に位置させた並列状態のコイル用線材21に対して、第1ガイド103側のD点を中心にして、第2ガイド104側に上方から配置された第4コマ110を、他方の端部側の脚部15が4だけ第1平面P1に沿って移動するよう回動する。これにより、コイル用線材21の他方の脚部15をS字成形治具100の第2脚部曲げ用溝102上に位置するよう4本同時に折り曲げる。

20

第1折り曲げ成形ステップS2による両脚部14, 15の角度調整を経ることで、両脚部14, 15間が5の角度をなす。

【0036】

(第2折り曲げ成形ステップ)

図6、図7は、本実施形態に係る第2折り曲げ成形ステップS3を説明する図である。

第2折り曲げ成形ステップS3では、図6、図7に示すように、S字形状部13を第1平面P1に残し、上方から不図示のエアシリンダで下降させたコの字形状の第1クランプ111を、第1脚部曲げ用溝101上の並列状態の一方の脚部14を跨いで第1脚部曲げ用溝101内に差し込む。

30

また同時に、上方から不図示のエアシリンダで下降させたコの字形状の第2クランプ112を、第2脚部曲げ用溝102上の並列状態の他方の脚部15を跨いで第2脚部曲げ用溝102内に差し込む。

第1、第2クランプ111, 112は、コイル用線材21の両脚部14, 15を拘束し、両脚部14, 15が第2折り曲げ成形ステップの折り曲げ時に幅方向(第1、第2脚部曲げ用溝101, 102の溝幅方向)に膨らむことが規制される。

【0037】

そして、図7に示すように、第1クランプ111によってコイル用線材21の一方の脚部14を上から押さえながら、第1脚部曲げ用溝101の縁部101aを中心にして、第1脚部曲げ用溝101上に位置する一方の脚部14を、第1平面P1に略直交する第3平面P3に沿って第1脚部曲げ用溝101内に6だけ4本同時に折り曲げる。

40

また、第2クランプ112によってコイル用線材21の他方の脚部15を上から押さえながら、第2脚部曲げ用溝102の縁部102aを中心にして、第2脚部曲げ用溝102上に位置する他方の脚部15を、第1平面P1に略直交する第4平面P4に沿って第2脚部曲げ用溝102内に7だけ4本同時に折り曲げる。

【0038】

第2折り曲げ成形ステップS3の折り曲げは、S字成形治具100上からそれぞれの脚部14, 15を第1脚部曲げ用溝101内および第2脚部曲げ用溝102内に図示しないサーボモータで駆動されるコマによってそれぞれ押し曲げて行う。

第2折り曲げ成形ステップS3の折り曲げ完了後は、エアシリンダによって第1、第2

50

クランプ 1 1 1 , 1 1 2 を上方に引き上げ、第 1、第 2 クランプ 1 1 1 , 1 1 2 によるコイル用線材 2 1 の両脚部 1 4 , 1 5 の規制を解除する。

【 0 0 3 9 】

第 2 折り曲げ成形ステップ S 3 を経ることで、コイル用線材 2 1 は、第 1 平面 P 1 以外の方向に初めて脚部 1 4 , 1 5 同士が互いに近接する方向に折り曲げられ、捻れの無い並列状態でありながら脚部 1 4 , 1 5 同士が八の字をなす。

【 0 0 4 0 】

( 山形成形ステップ )

図 8 は、本実施形態に係る山形成形ステップ S 4 を説明する図である。

山形成形ステップ S 4 は、山形成形治具 2 0 0 を用い、S 字形状部 1 3 を略頂点部分とした山形形状部 1 1 を成形する。

10

【 0 0 4 1 】

山形成形治具 2 0 0 は、図 8 に示すように、第 1 固定部材 2 0 1 と、第 2 固定部材 2 0 2 とを備える。

第 1 固定部材 2 0 1 は、第 1 平面 P 1 上に固定された部材である。

第 2 固定部材 2 0 2 は、第 1 固定部材 2 0 1 との間に設けられた第 1 平面 P 1 上の回転軸 2 0 3 を中心に、第 1 平面 P 1 上に開いた状態から第 1 固定部材 2 0 1 側に 8 ( 図 8 ( c ) 参照 ) だけ閉じるよう回転可能に構成されている。

【 0 0 4 2 】

第 1 固定部材 2 0 1 と第 2 固定部材 2 0 2 との間には、回転軸 2 0 3 に対して傾斜した隙間 2 0 4 が形成されている。隙間 2 0 4 は、第 1 平面 P 1 上に開いた第 1 固定部材 2 0 1 および第 2 固定部材 2 0 2 にコイル用線材 2 1 を配置した場合に、S 字形状部 1 3 の略中央部の直線部 1 3 a の延在方向に対して直交し、4 本束のコイル用線材 2 1 の S 字形状部 1 3 の直線部 1 3 a を横切る。

20

【 0 0 4 3 】

第 1 固定部材 2 0 1 は、S 字形状部 1 3 を第 1 固定部材 2 0 1 と挟んで押さえる第 1 押さえ部材 2 0 5 ( 図 8 ( b ) 参照 ) を有し、第 2 固定部材 2 0 2 は、S 字形状部 1 3 を第 2 固定部材 2 0 2 と挟んで押さえる第 2 押さえ部材 2 0 6 ( 図 8 ( b ) 参照 ) を有する。

第 1 固定部材 2 0 1 および第 2 固定部材 2 0 2 は、開いた第 1 平面 P 1 上に S 字形状部 1 3 を嵌め込む S 字形状部 1 3 に対応した凹部 2 0 7 , 2 0 8 が形成されている。

30

【 0 0 4 4 】

山形成形ステップ S 4 では、まず、図 8 ( a ) に示すように、第 2 折り曲げ成形ステップ S 3 を経たコイル用線材 2 1 の S 字形状部 1 3 を、第 1 平面 P 1 上に開いた第 1 固定部材 2 0 1 および第 2 固定部材 2 0 2 の S 字形状部 1 3 に対応した凹部 2 0 7 , 2 0 8 に嵌め込む。

凹部 2 0 7 , 2 0 8 に嵌め込まれたコイル用線材 2 1 は、S 字形状部 1 3 の直線部 1 3 a の延在方向が隙間 2 0 4 に直交し、直線部 1 3 a が隙間 2 0 4 を跨る。そして、両脚部 1 4 , 1 5 がそれぞれ斜上方向に解放された状態となる。

【 0 0 4 5 】

次に、図 8 ( b ) に示すように、第 1 押さえ部材 2 0 5 および第 2 押さえ部材 2 0 6 で S 字形状部 1 3 を、第 1 平面 P 1 の上方から押さえて固定する。

40

第 1 押さえ部材 2 0 5 および第 2 押さえ部材 2 0 6 は、コイル用線材 2 1 の S 字形状部 1 3 のみを押さえるので、両脚部 1 4 , 1 5 はそれぞれ斜上方向に解放された状態を維持する。

【 0 0 4 6 】

そして、図 8 ( c ) に示すように、第 1 平面 P 1 上の回転軸を中心にして、第 2 固定部材 2 0 2 を、第 1 平面 P 1 に略直交する第 2 平面 P 2 に沿って 8 だけ脚部 1 4 , 1 5 同士が近接する方向に回転させる。これにより、コイル用線材 2 1 に S 字形状部 1 3 を略頂点部分とした山形形状部 1 1 を 4 本同時に成形する。

このとき、S 字形状部 1 3 の略中央部の直線部 1 3 a は、回転軸 2 0 3 に傾斜している

50



ので4本束の並列状態を密接しながらずらして捻られて行く。この捻れは、4本束のコイル用線材21の占有体積を増大させるが、第1固定部材201および第2固定部材202の間の隙間204で許容され、捻れるS字形状部13の略中央部は、第1固定部材201および第2固定部材202に接触しない。

また、第1固定部材201および第2固定部材202は、第1押さえ部材205および第2押さえ部材206でS字形状部13のみを固定しているので、山形形状部11を成形する際の応力は、解放された状態の両脚部14, 15に影響を与えず両脚部14, 15は変形しない。これにより、山形形状部11および両脚部14, 15のどちらも形状が崩れず、コイル要素1を設計通りの形状に成形することができる。

山形成形治具200から取り外された山形形状部11を成形したコイル用線材21は、脚部14, 15同士が平行となり、略U字状のコイル要素1(図1参照)となる。

【0047】

以上の本実施形態に係るコイル要素1の成形方法によれば、以下の効果を奏する。

【0048】

(1)最後にS字形状部13を略頂点部分として山形形状部11を成形するので、両脚部14, 15は折り曲げ済みである。よって、両脚部14, 15を折り曲げる際の曲げ応力が山形形状部11に伝達されないので、山形形状部11が崩れることはない。したがって、コイル要素1を設計通りの形状に成形することができ、コイル要素1は回転電機のスレータコア3のスロット2に確実に挿入することができ、また挿入されて複数整列したときに複数のコイル要素1の密集度が低下しない。

また、金型を用いずにコイル用線材21の折り曲げ部分だけに接触するS字成形治具100および山形成形治具200を用いてコイル要素1を成形するので、表面を損傷させずにコイル要素1を成形することができる。

【0049】

(2)最後にS字形状部13の略中央部の直線部13aを捻りながら屈曲させ、それまでにコイル用線材21を捻らずに加工することができる。よって、コイル用線材21を捻ることによる線材の変形が生じ難い。したがって、コイル要素1を設計通りの形状に成形することができる。

【0050】

(3)第1折り曲げ成形ステップS2および第2折り曲げ成形ステップS3の2ステップで両脚部14, 15の折り曲げを行うので、両脚部14, 15の折り曲げ方向を第1平面P1とそれ以外の第3平面P3および第4平面P4とに分けて容易に折り曲げることができ、コイル用線材21にかかる応力が軽減される。

【0051】

(4)コイル用線材21を4本束にして同時に成形するので、4本束にしたコイル要素1同士が密接に隣接し合う形状に成形することができ、4本束のコイル要素1の密集度を高めることができる。

また、コイル用線材21を4本束にして同時に成形し、生産性を高めることができる。

【0052】

(5)第2固定部材202を回動させて山形形状部11を成形する際に、コイル用線材21のS字形状部13の略中央部の直線部13aを捻る。このとき、第1固定部材201と第2固定部材202との間に形成された隙間204でS字形状部13の直線部13aの捻れを許容し、捻れるS字形状部13の直線部13aが第1固定部材201および第2固定部材202に接触することを回避し、捻れるS字形状部13の直線部13aの応力を軽減して表面を損傷させずに山形形状部11を成形することができる。

【0053】

(6)回動軸203に対する隙間204の傾斜方向は、S字形状部13の略中央部の直線部13aの延在方向に対して直交するので、S字形状部13の直線部13aの捻れを許容し易く、特にコイル用線材21を4本束にして同時に成形した際に、隙間204が4本束のコイル用線材21のS字形状部13の直線部13aを横切るので、4本束の全てのコ

10

20

30

40

50

イル用線材 2 1 の捻れを同時に許容することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の目的を達成できる範囲で変形、改良などを行っても、本発明の範囲に包含される。

【 符号の説明 】

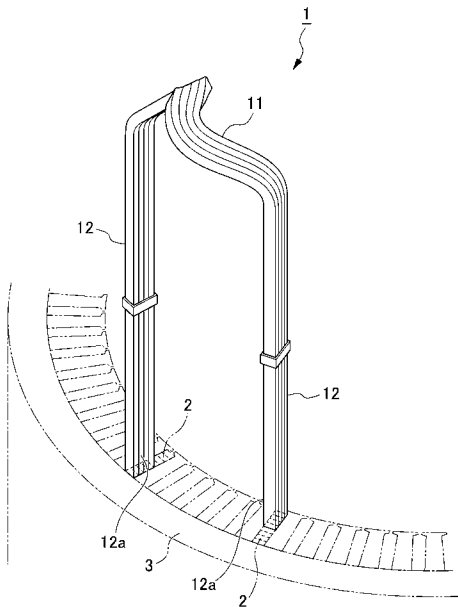
【 0 0 5 5 】

- 1 ... コイル要素 ( 回転電機用コイル要素 )
- 2 1 ... コイル用線材
- 1 3 ... S 字形状部
- 1 3 a ... 直線部 ( S 字形状部の略中央部 )
- 1 1 ... 山形形状部 ( 山形形状 )
- 1 2 , 1 4 , 1 5 ... 脚部 ( 両端部側 )
- 2 0 1 ... 第 1 固定部材
- 2 0 2 ... 第 2 固定部材
- 2 0 3 ... 回動軸
- 2 0 4 ... 隙間
- P 1 ... 第 1 平面
- P 2 ... 第 2 平面
- P 3 ... 第 3 平面
- P 4 ... 第 4 平面
- S 1 ... S 字成形ステップ
- S 2 ... 第 1 折り曲げ成形ステップ ( 折り曲げ成形ステップ )
- S 3 ... 第 2 折り曲げ成形ステップ ( 折り曲げ成形ステップ )
- S 4 ... 山形成形ステップ

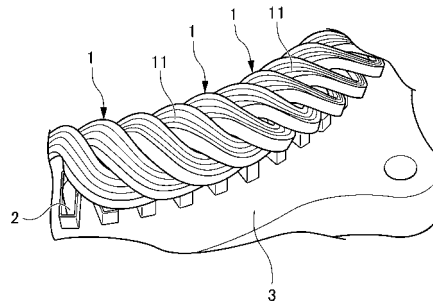
10

20

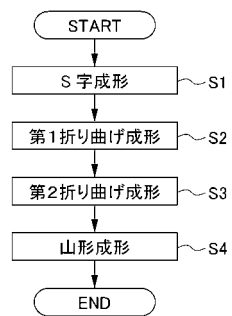
【 図 1 】



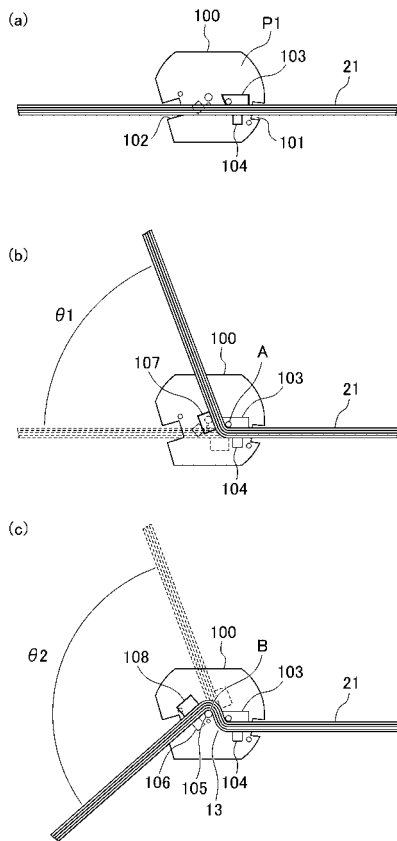
【 図 2 】



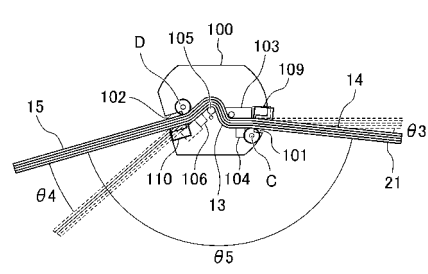
【 図 3 】



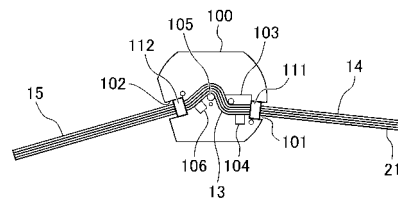
【 図 4 】



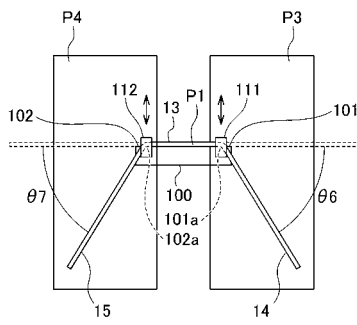
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

