

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5321875号  
(P5321875)

(45) 発行日 平成25年10月23日(2013.10.23)

(24) 登録日 平成25年7月26日(2013.7.26)

(51) Int. Cl. F I  
**HO2K 15/04 (2006.01)** HO2K 15/04 F  
**HO2K 3/52 (2006.01)** HO2K 3/52 E

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-48323 (P2008-48323)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成20年2月28日 (2008. 2. 28)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2009-207306 (P2009-207306A)	(74) 代理人	100081776 弁理士 大川 宏
(43) 公開日	平成21年9月10日 (2009. 9. 10)	(72) 発明者	秋本 明人 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成23年1月11日 (2011. 1. 11)	(72) 発明者	須賀 桂輔 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	安食 泰秀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステータコイルのコイルエンド成形方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平角線を絶縁被覆してなる絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分に折り曲げ加工を施してステータコイルのコイルエンド部を所定の形状に成形するステータコイルのコイルエンド成形方法において、

前記絶縁被覆導体線における前記コイルエンド予定部分の折り曲げ時に、前記絶縁被覆導体線をダイとパンチとに嵌め込んだ状態で、該折り曲げ方向と交差する方向における前記絶縁被覆導体線の両側面にガイド面を当接させて該絶縁被覆導体線の膨らみ変形を抑制することを特徴とするステータコイルのコイルエンド成形方法。

【請求項2】

前記絶縁被覆導体線の前記コイルエンド予定部分を直角に折り曲げる直角曲げ工程を有し、

前記直角曲げ工程は、前記絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイド溝が設けられたダイを用いて、該ダイの前記ガイド溝に前記絶縁被覆導体線を嵌め込んだ状態で、前記パンチを前記ダイ側へ相対移動させることにより前記絶縁被覆導体線を直角に折り曲げることを特徴とする請求項1に記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

【請求項3】

前記直角曲げ工程は、前記ダイとして前記ガイド溝を幅方向に分割可能な複数の分割ブロックを連結してなるものを用いて、前記絶縁被覆導体線を折り曲げ後に、前記ダイを前記各分割ブロックに分解し、前記ガイド溝に嵌め込まれた前記絶縁被覆導体線を取り出す

ことを特徴とする請求項 2 に記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

【請求項 4】

前記絶縁被覆導体線の前記コイルエンド予定部分を階段状に形成する階段状成形工程を有し、

前記階段状成形工程は、中央が最も深く階段状の受け面を有して両側に前記絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けた凹部を備えたダイと、先端に前記受け面に応じた階段状の押圧面を有する凸部を備えたパンチとを用いて、前記絶縁被覆導体線の長さ方向を前記ダイの前記ガイドに沿わせた状態で、前記パンチの凸部を該ダイの凹部に嵌挿して該絶縁被覆導体線を階段状に成形することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

10

【請求項 5】

前記絶縁被覆導体線の前記コイルエンド予定部分をクランク状に形成するクランク曲げ工程を有し、

前記クランク曲げ工程は、受け面が段差を有し該段差に前記絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けたダイを用いて、前記ガイドに前記絶縁被覆導体線を嵌め込み、前記ダイの浅い受け面と第 1 のパンチとで前記絶縁被覆導体線の一端を押さえた状態で、第 2 のパンチによって該絶縁被覆導体線の他端を前記ダイの深い受け面に押し当ててクランク曲げし、該クランク曲げ時に前記絶縁被覆導体線の側面に前記ガイドを当接させることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータコイルのコイルエンド成形方法に関し、詳しくは絶縁被覆平角線を階段状に折り曲げてなるコイルエンドを有するステータコイルのコイルエンド成形方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、回転電機の小型化、高性能化の要望を実現するためには、ステータコイルのロット占積率の向上、またトルク発生に寄与しないコイルエンド部を如何に低減できるかが

30

【0003】

ところで、ステータコイルを構成する導体線を大きな断面積を確保できる平角線により構成することは、回転電機のロット内導線占積率向上のために好適である（たとえば特許文献 1 参照）。

【0004】

また、この種の平角線を用いて予めコイルエンド部を成形したステータコイルをオープンロット型や分割コア型のステータコアに収容した構造の回転電機が、たとえば特許文献 2 に記載されている。この特許文献 2 に記載の回転電機では、ステータコイルをステータコアに収容するにあたって、コイルエンドにおいてコイルを所定の形状に折り曲げている。

40

【特許文献 1】特許第 3 1 1 5 3 4 3 号公報

【特許文献 2】特許第 3 6 0 4 3 2 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述のようにコイルを平角線にするとともに、コイルエンド形状を階段状にすると、コイルの幅分を積み重ねた高さとなり、コイルエンド高さを最低にすることが可能となる。このため、コイルエンド形状を階段状にすることが望ましい。

【0006】

50

ところが、コイルエンド形状を階段状にするにあたっては、コイルを曲げたことにより不要な膨らみが生じるという問題があった。すなわち、この階段状のコイルエンドの加工は、従来の巻線と呼ばれる工法とは違いプレス成形の工法を用いて加工するが、コイルすなわち平角線の銅線を曲げあるいはプレス成形すると曲げRの内側部分の側面部に膨らみが発生する。この点について特許文献1や特許文献2では何ら考察していなかった。この問題となる膨らみの発生について図15を参照しながら詳しく説明する。

【0007】

図15は、ステータコイルの形状の一例を示す図であり、(a)は階段状にしたコイルエンド部の側面図であり、(b)はコイルの断面図であり、(c)は(a)のK-K部分におけるコイルの断面図である。

10

【0008】

図15(a)、(b)、(c)において、30は平角線のコイルであり、銅線30bを、エナメル層やPPS(ポリフェニレンサルファイド)などの樹脂層で被覆して絶縁被膜30aを形成した構造を有する、絶縁被覆平角線である。

【0009】

コイルエンド形状を階段状にし、そのステータコイルをステータコアに収容するにあたっては、図15(a)のように、コイルエンド同士を幾重にも重ね合わせる必要がある。コイルすなわち絶縁被覆平角線30の断面形状は、元々、図15(b)に示すように上部と下部とが同じ長さLの長方形であるため、重ね合わせたときに隙間なく効率的に重ね合わせることができる。

20

【0010】

ところが、図15(a)のK-K断面では、図15(b)に示すように、絶縁被覆平角線30を曲げたために、曲げの内側では側面が膨らんで長さNとなり、外側では側面がへこんで長さMとなっている。ここで、 $L > M$ 、 $N > L$ である。このような状況が絶縁被覆平角線30を曲げた各所で発生すると、コイルエンド同士を重ね合わせるときに隙間が生じ、導線占積率を向上させる上での障害となってしまう。また、コイルサブアッシー(コイル組立体)の内外径の寸法精度が低くなってしまいう問題があった。

【0011】

また、絶縁被覆平角線30を曲げて膨らみが生じると、その部分の樹脂による絶縁被膜30aが薄くなってしまい、組立時にコイル間が近くなり、絶縁が十分に確保できず、高電圧(たとえば1000V)でコロナ放電が生じる虞があるという問題もあった。

30

【0012】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、コイルエンド部の曲げ成形においてコイルの膨らみを抑制することができるステータコイルのコイルエンド成形方法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】

【0013】

以下、上記課題を解決するのに適した各手段につき、必要に応じて作用効果等を付記しつつ説明する。

【0014】

40

1. 平角線を絶縁被覆してなる絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分に折り曲げ加工を施してステータコイルのコイルエンド部を所定の形状に成形するステータコイルのコイルエンド成形方法において、前記絶縁被覆導体線における前記コイルエンド予定部分の折り曲げ時に、前記絶縁被覆導体線をダイとパンチとに嵌め込んだ状態で、該折り曲げ方向と交差する方向における前記絶縁被覆導体線の両側面にガイド面を当接させて該絶縁被覆導体線の膨らみ変形を抑制することを特徴とするステータコイルのコイルエンド成形方法。

【0015】

手段1によれば、絶縁被覆導体線におけるコイルエンド予定部分の折り曲げ時に、前記絶縁被覆導体線をダイとパンチとに嵌め込んだ状態で、その折り曲げ方向と交差する方向

50

における絶縁被覆導体線の両側面にガイド面を当接させたことにより、この絶縁被覆導体線の膨らみ変形を抑制することができる。

【0016】

このようにして成形したコイルエンドは、その断面形状が元のままの長方形であるため、コイルエンド同士を重ね合わせたときに余計な隙間を生じさせずに導線占積率を向上させることができるし、コイルサブアッシーの内外径の寸法精度を高めることができる。

【0017】

また、絶縁被覆導体線の折り曲げ方向と交差する方向への変形が抑制されるので、絶縁被覆導体線の被覆が薄い部分が発生せず、十分に絶縁を確保でき、高電圧にも耐え得る構造とすることができる。

【0018】

2. 前記絶縁被覆導体線の前記コイルエンド予定部分を直角に折り曲げる直角曲げ工程を有し、前記直角曲げ工程は、前記絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイド溝が設けられたダイを用いて、該ダイの前記ガイド溝に前記絶縁被覆導体線を嵌め込んだ状態で、前記パンチを前記ダイ側へ相対移動させることにより前記絶縁被覆導体線を直角に折り曲げることを特徴とする請求項1に記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

【0019】

手段2によれば、絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分を直角に折り曲げる直角曲げ工程において、絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイド溝が設けられたダイを用いて、このダイのガイド溝に絶縁被覆導体線を嵌め込んだ状態で、パンチをダイ側へ相対移動させて絶縁被覆導体線を直角に折り曲げることにより、絶縁被覆導体線の両側面がガイド溝の側壁に当接し、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力がダイのガイド溝の側壁に押さえつけられ、絶縁被覆導体線の膨らみ変形を抑制することができる。

【0020】

3. 前記直角曲げ工程は、前記ダイとして前記ガイド溝を幅方向に分割可能な複数の分割ブロックを連結してなるものを用いて、前記絶縁被覆導体線を折り曲げ後に、前記ダイを前記各分割ブロックに分解し、前記ガイド溝に嵌め込まれた前記絶縁被覆導体線を取り出すことを特徴とする請求項2に記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

【0021】

手段3によれば、ダイとしてガイド溝を幅方向に分割可能な複数の分割ブロックを連結してなるものを用いたので、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力でダイの溝の内壁に密着し、溝から絶縁被覆導体線を抜き取るのが困難な状況になったとしてもダイを各分割ブロックに分解することによって絶縁被覆導体線をダイから容易に抜き取ることができるようになる。

【0022】

4. 前記絶縁被覆導体線の前記コイルエンド予定部分を階段状に形成する階段状成形工程を有し、前記階段状成形工程は、中央が最も深く階段状の受け面を有して両側に前記絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けた凹部を備えたダイと、先端に前記受け面に応じた階段状の押圧面を有する凸部を備えたパンチとを用いて、前記絶縁被覆導体線の長さ方向を前記ダイの前記ガイドに沿わせた状態で、前記パンチの凸部を該ダイの凹部に嵌挿して該絶縁被覆導体線を階段状に成形することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1つに記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

【0023】

手段4によれば、絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分を階段状に形成する階段状成形工程において、中央が最も深く階段状の受け面を有して両側に絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けた凹部を備えたダイと、先端に受け面に応じた階段状の押圧面を有する凸部を備えたパンチとを用いて、絶縁被覆導体線の長さ方向をダイのガイドに沿わせた状態で、パンチの凸部をダイの凹部に嵌挿してその絶縁被覆導体線を階段状に成形するようにしたので、絶縁被覆導体線の両側面とダイのガイドの内壁とが当接し、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力がダイのガイドの内壁に押さえつけられ、絶縁被覆導

10

20

30

40

50

体線の膨らみを抑制することができる。

【0024】

5. 前記絶縁被覆導体線の前記コイルエンド予定部分をクランク状に形成するクランク曲げ工程を有し、前記クランク曲げ工程は、受け面が段差を有し該段差に前記絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けたダイを用いて、前記ガイドに前記絶縁被覆導体線を嵌め込み、前記ダイの浅い受け面と第1のパンチとで前記絶縁被覆導体線の一端を押さえた状態で、第2のパンチによって該絶縁被覆導体線の他端を前記ダイの深い受け面に押し当ててクランク曲げし、該クランク曲げ時に前記絶縁被覆導体線の側面に前記ガイドを当接させることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つに記載のステータコイルのコイルエンド成形方法。

10

【0025】

手段5によれば、絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分をクランク状に形成するクランク曲げ工程において、受け面が段差を有しこの段差に絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けたダイを用いて、ガイドに絶縁被覆導体線を嵌め込み、ダイの浅い受け面と第1のパンチとで絶縁被覆導体線の一端を押さえた状態で、第2のパンチによってこの絶縁被覆導体線の他端をダイの深い受け面に押し当ててクランク曲げし、このクランク曲げ時に絶縁被覆導体線の側面にガイドを当接させるようにしたので、絶縁被覆導体線の両側面とダイのガイドの内壁とが当接し、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力がダイのガイドの内壁に押さえつけられ、膨らみを抑制することができる。

20

【0026】

ところで、本発明のように膨らみを抑制する以外に、一度膨らませてしまい、後からその膨れを加圧して元の寸法に戻す方法も考えられるが、その場合、膨れた部分が加工硬化しており、押しつぶすことで樹脂被膜は薄くなってしまふ。すなわち、樹脂被膜は、膨れたときに薄くなり、さらに押しつぶしたときに薄くなってしまふ。このため、本発明の方法を用いることが望ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明のステータコイルのコイルエンド成形方法を具体化した一実施形態について図面を参照しつつ具体的に説明する。

【0028】

(ステータコイルの説明)

まず、階段状コイルエンド部を採用するこの実施形態のステータコイルについて図1、図2を参照して説明する。

30

【0029】

図1は、1本の絶縁被覆平角線30の一部を示す部分斜視図であり、図2は、階段状のコイルエンド部42の集合体であるコイルエンドを示す部分斜視図である。

【0030】

11はステータ、12はステータコア、13はステータコア12の端面、20はステータコイルである。ステータ11は車両駆動用発電電動機に使用されるものであり、ステータ11の径方向内側には図略のロータが回転自在に収容される。このロータの外周部には、極性が周方向交互に異なる多数の磁極が永久磁石によって形成されている。ロータの外周面は、ステータ11の内周面に対して微小なエアギャップを介して対面している。ステータコア12は、所定厚さの電磁鋼板を軸方向に積層して形成されている。ステータコイル20は3相巻線であり、スロット14には1つの相の波巻巻線が巻装され、スロット15にもこれと同じ1つの相の波巻巻線が巻装されている。つまり、互いに隣接する2つのスロット14、15に同相のステータコイル20が巻装されいわゆる毎極毎相2スロット構成となっている。

40

【0031】

ステータコイル20の1つの相コイル(波巻き巻線)は、平角線を絶縁被覆してなる絶縁被覆導体線である絶縁被覆平角線30を屈曲加工した後、ステータコア12のオープン

50

スロット構造のスロット 14 または 15 に收容して形成されている。オープンスロット構造の代わりに分割ステータコア構造を採用してもよいことはもちろんである。

【0032】

絶縁被覆平角線 30 は、図 15 (b) に示したものと同様であり、略方形断面の銅線 30b にポリアミドイミド等のエナメル層 (図示せず) による被覆を行い、さらにその外側に PPS (ポリフェニレンサルファイド) などの押し出し被覆樹脂層の絶縁被膜 30a を形成して構成されている。

【0033】

絶縁被膜 30a の厚さはたとえば  $100\ \mu\text{m} \sim 170\ \mu\text{m}$  に設定されている。ただし、絶縁被覆平角線 30 の絶縁被覆構造は公知の他の方式を採用しても良い。また、この実施形態では、複数の絶縁被覆平角線 30 はスロット内にスロット深さ方向に一系列に配列されているが、これに限定されることなく、スロット内に行列状に配置してもよい。また、スロット内面には、絶縁紙を設けるのが通常であるが、この実施形態では、エナメル層および被覆樹脂層により絶縁被膜 30a は 2 層絶縁層を形成しているため、絶縁紙を省略している。

【0034】

図 1、図 2 においてステータコイル 20 についてさらに説明する。ステータコイル 20 を成す絶縁被覆平角線 30 は、ステータコア 12 のスロット 14、15 内にそれぞれ收容されるスロット收容部 40 と、軸方向および周方向へ延在しつつ周方向略 1 磁極ピッチ離れた 2 つのスロット收容部 40 の端部同士をステータコア 12 の軸方向両端にて接続する

【0035】

(コイルエンド部 42 の形状説明)

絶縁被覆平角線 30 のコイルエンド部 42 を、その模式周方向展開図である図 3 を参照して更に詳しく説明する。

【0036】

コイルエンド部 (階段状コイルエンド部とも言う) 42 の周方向中央部には、軸方向最外側に位置して周方向へ延在する周方向線部である頭頂部 1 が設けられ、コイルエンド部 42 は、頭頂部 (周方向線部) 1 から両側のスロット收容部 40 に向けて階段状に屈曲されている。

【0037】

頭頂部 (周方向線部) 1 の中央部には、径方向 (厚さ方向) に絶縁被覆平角線 30 の略厚さ分だけ段差 (厚さ方向段差とも言う) 3A が設けられている。この厚さ方向段差 3A は、コイルエンド部 42 の周方向一半部と他半部とを径方向に 1 導体線分ずらせることにより、他のコイルエンド部との重なりを可能とするための段差である。

【0038】

2 ~ 4 は、周方向に延在する周方向線部、6 ~ 8 は軸方向に延在する軸方向線部である。C1 ~ C6 は、隣り合う 1 つの周方向線部と 1 つの軸方向線部との境界部を成す角部である。C7 は周方向線部 4 とスロット收容部 40 との境界部をなす角部である。

【0039】

コイルエンド部 42 は、軸方向最外側の頭頂部 1 から左右のスロット收容部 40 に向けて階段状に形成されている。

【0040】

なお、図 3 では、角部 C1 ~ C7 は直角に図示されているが、実際には隣接する他のコイルエンド部 42 との高密度実装が可能な範囲で所定の曲率半径で屈曲ないし湾曲されていけばよい。

【0041】

(コイルエンド部 42 の形成方法)

続いて、上述した形状のコイルエンド部 42 を形成する、本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法について図面を参照しながら詳細に説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

( 直角曲げ工程 )

本実施形態では、直棒状の 1 本の絶縁被覆平角線 3 0 に対してコイルエンド部 4 2 を成形するにあたって、まず、直角曲げ工程を施す。

## 【 0 0 4 3 】

図 4 は、本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法のうちの直角曲げ工程を説明する図であり、( a ) は直角曲げ工程が施された状態の絶縁被覆平角線 3 0 を示す図であり、( b ) は直角曲げ工程の処理を説明する概略平面図である。

## 【 0 0 4 4 】

直角曲げ工程は、直棒状の絶縁被覆平角線 3 0 を角部 C 7 ( 図 3、図 4 ( a ) 参照 ) で折り曲げる工程であり、この工程を施すことによってスロット収容部 4 0 およびコイルエンド予定部分 4 3 ( 図 4 ( a ) 参照 ) を形成することができる。

## 【 0 0 4 5 】

以下、図 4 ( b ) を参照して直角曲げ工程の概略を説明する。

## 【 0 0 4 6 】

本実施形態の直角曲げ工程においては、ダイ 5 2 と、ダイ 5 3 と、パンチ 5 4 と、パンチ 5 5 とを用いる。

## 【 0 0 4 7 】

まず、直棒状の絶縁被覆平角線 3 0 をダイ 5 2 とダイ 5 3 とで挟んで固定する。この状態で、パンチ 5 4 をダイ 5 2 側に相対移動させ、すなわちパンチ 5 4 を図中矢印で示すように角を軸に回転させ、絶縁被覆平角線 3 0 をほぼ 9 0 度の角度で屈曲させる。この屈曲させた角が絶縁被覆平角線 3 0 の角部 C 7 となる。

## 【 0 0 4 8 】

その後、絶縁被覆平角線 3 0 をそのままダイ 5 2 とパンチ 5 4 とで挟んで固定し、この状態でパンチ 5 5 を図中矢印で示すように角を軸に回転させ、絶縁被覆平角線 3 0 をほぼ 9 0 度の角度で屈曲させる。この屈曲させた角がやはり絶縁被覆平角線 3 0 の角部 C 7 となる。以降、繰り返して、図 4 ( a ) に示す角部 C 7 が形成された絶縁被覆平角線 3 0 を得る。

## 【 0 0 4 9 】

ところで、本実施形態では、絶縁被覆平角線 3 0 に角部 C 7 を形成する際に、角部 C 7 の内側の側面が膨らんでしまうことを防ぐことができる。このための構成を図 5、図 6 および図 7 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 5 0 】

図 5 は、図 4 に示した直角曲げ工程の詳細を示す図であり、( a ) は直角曲げ工程を実施する第 1 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 A から見た側面図である。また、図 6 は、図 4 に示した直角曲げ工程の詳細を示す図であり、( a ) は直角曲げ工程を実施する状態であって図 5 に続く第 2 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 B から見た側面図である。さらに、図 7 は、図 4 に示した直角曲げ工程の詳細を示す図であり、( a ) は直角曲げ工程を実施する状態であって図 6 に続く第 3 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 C から見た側面図である。

## 【 0 0 5 1 】

ダイ 5 2 は、基台 5 2 b の先端下部に下部分割ブロック 5 2 c を設け、その上部に上部分割ブロック 5 2 a を設けて構成される。上部分割ブロック 5 2 a は、下部分割ブロック 5 2 c との間にガイド溝 5 2 d が形成される位置に固定される。このときガイド溝 5 2 d の溝幅は、絶縁被覆平角線 3 0 の幅よりも 0 . 0 5 mm 程度広くされる。

## 【 0 0 5 2 】

絶縁被覆平角線 3 0 はガイド溝 5 2 d に嵌め込まれ、この絶縁被覆平角線 3 0 をダイ 5 2 とダイ 5 3 とで挟んで固定し、図 4 ( b ) に示したように、パンチ 5 4 をダイ 5 2 側に相対移動させ、すなわちパンチ 5 4 を回転させて絶縁被覆平角線 3 0 を屈曲させ、角部 C 7 を形成する ( 図 6 ( a )、( b ) 参照 )。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 3 】

この絶縁被覆平角線 3 0 の角部 C 7 は、ダイ 5 2 のガイド溝 5 2 d に嵌ったままで形成されるため、絶縁被覆平角線 3 0 の側面の膨らみは、ガイド溝 5 2 d の側壁である上部分割ブロック 5 2 a および下部分割ブロック 5 2 c によって押さえつけられて抑制される。

## 【 0 0 5 4 】

ところで、上部分割ブロック 5 2 a と上部分割ブロック 5 2 a とはガイド溝 5 2 d を広げるよう溝の幅方向に分割可能に構成されており、絶縁被覆平角線 3 0 をガイド溝 5 2 d から取り出すときには、分解してガイド溝 5 2 d を広げることによって容易に行うことができる。

## 【 0 0 5 5 】

ダイ 5 2 では、基台 5 2 b と下部分割ブロック 5 2 c と上部分割ブロック 5 2 a とが別体となった例を示したが、パンチ 5 4 はダイの役割を兼ね、パンチ 5 4 では基台と下部分割ブロックとが一体になり、基台 5 4 b が下部分割ブロックの役割を兼ねる例を示す。

## 【 0 0 5 6 】

パンチ 5 4 は、基台 5 4 b の先端上部に上部分割ブロック 5 4 a を設けて構成される。上部分割ブロック 5 4 a は、基台 5 4 b との間にガイド溝 5 4 d が形成される位置に固定される。このときガイド溝 5 4 d の溝幅は、絶縁被覆平角線 3 0 の幅よりも 0 . 0 5 mm 程度広くされる。

## 【 0 0 5 7 】

絶縁被覆平角線 3 0 はガイド溝 5 4 d に嵌め込まれ、この絶縁被覆平角線 3 0 をダイ 5 2 とパンチ 5 4 とで挟んで固定し、図 4 ( b ) に示したように、パンチ 5 5 をパンチ 5 4 側に相対移動させ、すなわちパンチ 5 5 を回転させて絶縁被覆平角線 3 0 を屈曲させ、角部 C 7 を形成する ( 図 7 ( a ) 、 ( b ) 参照 ) 。

## 【 0 0 5 8 】

この絶縁被覆平角線 3 0 の角部 C 7 は、パンチ 5 4 のガイド溝 5 4 d に嵌ったままで形成されるため、絶縁被覆平角線 3 0 の側面の膨らみは、ガイド溝 5 4 d の側壁である上部分割ブロック 5 4 a および基台 5 4 b によって押さえつけられて抑制される。

## 【 0 0 5 9 】

上部分割ブロック 5 4 a と基台 5 4 b とはガイド溝 5 4 d を広げるよう溝の幅方向に分割可能に構成されており、絶縁被覆平角線 3 0 をガイド溝 5 4 d から取り出すときには、分解してガイド溝 5 4 d を広げることによって容易に行うことができる。

## 【 0 0 6 0 】

この実施形態によれば、絶縁被覆導体線におけるコイルエンド予定部分の折り曲げ時に、その折り曲げ方向と交差する方向における絶縁被覆導体線の両側面にガイド面を当接させたことにより、この絶縁被覆導体線の膨らみ変形を抑制することができる。

## 【 0 0 6 1 】

このようにして成形したコイルエンドは、その断面形状が元のままの長方形であるため、コイルエンド同士を重ね合わせたときに余計な隙間を生じさせずに導線占積率を向上させることができるし、コイルサブアッシーの内外径の寸法精度を高めることができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、絶縁被覆導体線の折り曲げ方向とは異なる方向への変形が抑制されるので、絶縁被覆導体線の被覆が薄い部分が発生せず、十分に絶縁を確保でき、高電圧にも耐え得る構造とすることができる。

## 【 0 0 6 3 】

また、絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分を直角に折り曲げる直角曲げ工程において、絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイド溝が設けられたダイを用いて、このダイのガイド溝に絶縁被覆導体線を嵌め込んだ状態で、パンチをダイ側へ相対移動させることにより絶縁被覆導体線を直角に折り曲げることにより、絶縁被覆導体線の両側面がガイド溝の側壁に当接し、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力がダイのガイド溝の側壁に押さえつけられ、絶縁被覆導体線の膨らみ変形を抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 4 】

また、ダイとしてガイド溝を幅方向に分割可能な複数の分割ブロックを連結してなるものを用いたので、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力でダイの溝の内壁に密着し、溝から絶縁被覆導体線を抜き取るのが困難な状況になったとしてもダイを各分割ブロックに分解することによって絶縁被覆導体線をダイから容易に抜き取ることができるようになる。

## 【 0 0 6 5 】

( 階段状成形工程 )

本実施形態では、絶縁被覆平角線 3 0 に対して、上述の直角曲げ工程の後に、階段状成形工程を施す。

10

## 【 0 0 6 6 】

図 8 は、本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法のうちの階段状成形工程を説明する図であり、( a ) は階段状成形工程が施された状態の絶縁被覆平角線 3 0 を示す図であり、( b ) は階段状成形工程の処理を説明する概略平面図である。

## 【 0 0 6 7 】

階段状成形工程は、直角曲げ工程が済んだ絶縁被覆平角線 3 0 のコイルエンド予定部分 4 3 を階段状に成形する( 図 3、図 8 ( a ) 参照 ) 工程であり、この工程を施すことによって頭頂部 1、周方向線部 2 ~ 4、軸方向線部 6 ~ 8、角部 C 1 ~ C 6 を形成することができる。

## 【 0 0 6 8 】

以下、図 8 ( b ) を参照して階段状成形工程の概略を説明する。

20

## 【 0 0 6 9 】

本実施形態の階段状成形工程においては、中央が最も深く階段状の受け面を有する凹部を備えたダイ 5 7 と、ダイ 5 7 の受け面に応じた階段状の押圧面を先端に有する凸部を備えたパンチ 5 6 とを用いて、ダイ 5 7 の凹部とパンチ 5 6 の凸部とを対向させ、絶縁被覆平角線 3 0 のコイルエンド予定部分 4 3 をそのダイ 5 7 とパンチ 5 6 との間に用意し、そのままダイ 5 7 の凹部にパンチ 5 6 の凸部を嵌挿し、凹部の階段状受け面と凸部の階段状押圧面とによりコイルエンド予定部分 4 3 を屈曲させ、角部 C 1 ~ C 6 を形成する。

## 【 0 0 7 0 】

ところで、本実施形態では、絶縁被覆平角線 3 0 に角部 C 1 ~ C 6 を形成する際に、角部 C 1 ~ C 6 の内側の側面が膨らんでしまうことを防ぐことができる。このための構成を図 9 および図 1 0 を参照しながら説明する。

30

## 【 0 0 7 1 】

図 9 は、図 8 に示した階段状成形工程の詳細を示す図であり、( a ) は階段状成形工程を実施する第 1 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 D から見た側面図である。また、図 1 0 は、図 8 に示した階段状成形工程の詳細を示す図であり、( a ) は階段状成形工程を実施する状態であって図 9 に続く第 2 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 E から見た側面図である。

## 【 0 0 7 2 】

ダイ 5 7 は、基台 5 7 a の先端下部に下部ガイド 5 7 c を設け、その上部に上部ガイド 5 7 d を設けて構成される。上部ガイド 5 7 d と下部ガイド 5 7 c との間のガイド幅は、絶縁被覆平角線 3 0 の幅よりも 0 . 0 5 mm 程度広くされる。上部ガイド 5 7 d と下部ガイド 5 7 c との間の奥には中央が最も深く階段状の受け面 5 7 b が形成され、凹部となっている。

40

## 【 0 0 7 3 】

パンチ 5 6 の基台 5 6 a の先端には、上部ガイド 5 7 d と下部ガイド 5 7 c との間のガイド幅に嵌挿可能な幅の、受け面 5 7 b に応じた階段状の押圧面 5 6 b が設けられ、凸部となっている。

## 【 0 0 7 4 】

絶縁被覆平角線 3 0 のコイルエンド予定部分 4 3 は、その長さ方向が内壁に沿うように

50

、上部ガイド57dと下部ガイド57cとの間に嵌め込まれ(図9(a)、(b)参照)、この状態で、ダイ57の凹部にパンチ56の凸部を嵌挿し、受け面57bと押圧面56bとでコイルエンド予定部分43を挟んで角部C1~C6を形成する(図10(a)、(b)参照)。

【0075】

この絶縁被覆平角線30の角部C1~C6は、上部ガイド57dと下部ガイド57cとの間に嵌ったままで形成されるため、絶縁被覆平角線30の側面の膨らみは、上部ガイド57dの内壁および下部ガイド57cの内壁によって押さえつけられて抑制される。

【0076】

この実施形態によれば、絶縁被覆導体線の折り曲げ時に、絶縁被覆導体線が折り曲げ方向とは異なる方向に変形しようとする力を変形抑制部材が押さえつけ、その変形を抑制することができる。

10

【0077】

このようにして成形したコイルエンドは、その断面形状が元のままの長方形であるため、コイルエンド同士を重ね合わせたときに余計な隙間を生じさせずに導線占積率を向上させることができるし、コイルサブアッシーの内外径の寸法精度を高めることができる。

【0078】

また、絶縁被覆導体線の折り曲げ方向とは異なる方向への変形が抑制されるので、絶縁被覆導体線の被覆が薄い部分が発生せず、十分に絶縁を確保でき、高電圧にも耐え得る構造とすることができる。

20

【0079】

また、絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分を階段状に形成する階段状成形工程において、中央が最も深く階段状の受け面を有して両側に絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けた凹部を備えたダイと、先端に受け面に応じた階段状の押圧面を有する凸部を備えたパンチとを用いて、絶縁被覆導体線の長さ方向をダイのガイドに沿わせた状態で、パンチの凸部をダイの凹部に嵌挿してその絶縁被覆導体線を階段状に成形するようにしたので、絶縁被覆導体線の両側面とダイのガイドの内壁とが当接し、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力がダイのガイドの内壁に押さえつけられ、絶縁被覆導体線の膨らみを抑制することができる。

【0080】

(クランク曲げ工程)

本実施形態では、絶縁被覆平角線30に対して、上述の階段状成形工程の後に、クランク曲げ工程を施す。

30

【0081】

図11は、本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法のうちのクランク曲げ工程を説明する図であり、(a)はクランク曲げ工程が施された状態の絶縁被覆平角線30を示す図であり、(b)は(a)を方向Fから見た側面図であり、(c)はクランク曲げ工程の処理を説明する概略側面図である。

【0082】

クランク曲げ工程は、階段状成形工程が済んだ絶縁被覆平角線30のコイルエンド予定部分43をクランク曲げする(図3、図11(b)参照)工程であり、この工程を施すことによって段差3Aを形成することができる。

40

【0083】

以下、図11(c)を参照してクランク曲げ工程の概略を説明する。

【0084】

本実施形態のクランク曲げ工程においては、ダイ58と、パンチ59と、パンチ60とを用いて、ダイ58に段差のある受け面を設け、絶縁被覆平角線30のコイルエンド予定部分43をその受け面とパンチ59およびパンチ60との間に用意し、浅い受け面とパンチ59とで絶縁被覆平角線30を固定した状態でパンチ60を深い受け面に押し当ててコイルエンド予定部分43を屈曲させ、段差3Aを形成する。

50

## 【 0 0 8 5 】

ところで、本実施形態では、絶縁被覆平角線 3 0 に段差 3 A を形成する際に、段差 3 A の内側の側面が膨らんでしまうことを防ぐことができる。このための構成を図 1 2、図 1 3 および図 1 4 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 8 6 】

図 1 2 は、図 1 1 に示したクランク曲げ工程の詳細を示す図であり、( a ) はクランク曲げ工程を実施する第 1 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 G から見た側面図である。また、図 1 3 は、図 1 1 に示したクランク曲げ工程の詳細を示す図であり、( a ) はクランク曲げ工程を実施する状態であって図 1 2 に続く第 2 の状態を示す平面図であり、( b ) は( a ) を方向 H から見た側面図である。さらに、図 1 4 は、図 1 3 ( b ) の部分 J を拡大した図である。

10

## 【 0 0 8 7 】

ダイ 5 8 は 5 8 a および 5 8 b の互いに段差のある 2 つの受け面を有し、この浅い受け面 5 8 a と深い受け面 5 8 b との間にガイド 5 8 c および 5 8 d を設けて構成される。ガイド 5 8 c とガイド 5 8 d との間のガイド幅は、絶縁被覆平角線 3 0 の幅よりも 0 . 0 5 mm 程度広くされる。

## 【 0 0 8 8 】

絶縁被覆平角線 3 0 のコイルエンド予定部分 4 3 は、その長さ方向が受け面 5 8 a から受け面 5 8 b にわたる向きで、頭頂部 1 のほぼ中央部分がガイド 5 8 c とガイド 5 8 d との間に嵌め込まれ(図 1 2 ( a )、( b ) 参照)、この状態で、浅い受け面 5 8 a とパンチ 5 9 とで絶縁被覆平角線 3 0 の一端を押さえ、パンチ 6 0 によって絶縁被覆平角線 3 0 の他端を深い受け面 5 8 b に押し当ててクランク曲げし、段差 3 A を形成する(図 1 3 ( a )、( b ) 参照)。

20

## 【 0 0 8 9 】

この絶縁被覆平角線 3 0 の段差 3 A は、ガイド 5 8 c とガイド 5 8 d との間に嵌ったままで形成されるため、絶縁被覆平角線 3 0 の側面の膨らみは、ガイド 5 8 c の内壁およびガイド 5 8 d の内壁によって押さえつけられて抑制される(図 1 4 参照)。

## 【 0 0 9 0 】

この実施形態によれば、絶縁被覆導体線の折り曲げ時に、絶縁被覆導体線が折り曲げ方向とは異なる方向に変形しようとする力を変形抑制部材が押さえつけ、その変形を抑制することができる。

30

## 【 0 0 9 1 】

このようにして成形したコイルエンドは、その断面形状が元のままの長方形であるため、コイルエンド同士を重ね合わせたときに余計な隙間を生じさせずに導線占積率を向上させることができるし、コイルサブアッシーの内外径の寸法精度を高めることができる。

## 【 0 0 9 2 】

また、絶縁被覆導体線の折り曲げ方向とは異なる方向への変形が抑制されるので、絶縁被覆導体線の被覆が薄い部分が発生せず、十分に絶縁を確保でき、高電圧にも耐え得る構造とすることができる。

## 【 0 0 9 3 】

また、絶縁被覆導体線のコイルエンド予定部分をクランク状に形成するクランク曲げ工程において、受け面が段差を有しこの段差に絶縁被覆導体線の幅とほぼ同じ幅のガイドを設けたダイを用いて、ガイドに絶縁被覆導体線を嵌め込み、ダイの浅い受け面と第 1 のパンチとで絶縁被覆導体線の一端を押さえた状態で、第 2 のパンチによってこの絶縁被覆導体線の他端をダイの深い受け面に押し当ててクランク曲げし、このクランク曲げ時に絶縁被覆導体線の側面にガイドを当接させるようにしたので、絶縁被覆導体線の両側面とダイのガイドの内壁とが当接し、絶縁被覆導体線の両側面が膨らもうとする力がダイのガイドの内壁に押さえつけられ、膨らみを抑制することができる。

40

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 9 4 】

50

本発明は、車両駆動用発電電動機に適用でき、たとえば内燃機関と電動機とを併せ持ついわゆるハイブリッドカーの性能向上に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】1本の絶縁被覆平角線の一部を示す部分斜視図である。

【図2】階段状のコイルエンド部の集合体であるコイルエンドを示す部分斜視図である。

【図3】階段状のコイルエンド部の模式周方向展開平面図である。

【図4】本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法のうちの直角曲げ工程を説明する図であり、(a)は直角曲げ工程が施された状態の絶縁被覆平角線を示す図であり、(b)は直角曲げ工程の処理を説明する概略平面図である。

10

【図5】図4に示した直角曲げ工程の詳細を示す図であり、(a)は直角曲げ工程を実施する第1の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Aから見た側面図である。

【図6】図4に示した直角曲げ工程の詳細を示す図であり、(a)は直角曲げ工程を実施する状態であって図5に続く第2の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Bから見た側面図である。

【図7】図4に示した直角曲げ工程の詳細を示す図であり、(a)は直角曲げ工程を実施する状態であって図6に続く第3の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Cから見た側面図である。

【図8】本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法のうちの階段状成形工程を説明する図であり、(a)は階段状成形工程が施された状態の絶縁被覆平角線を示す図であり、(b)は階段状成形工程の処理を説明する概略平面図である。

20

【図9】図8に示した階段状成形工程の詳細を示す図であり、(a)は階段状成形工程を実施する第1の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Dから見た側面図である。

【図10】図8に示した階段状成形工程の詳細を示す図であり、(a)は階段状成形工程を実施する状態であって図9に続く第2の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Eから見た側面図である。

【図11】本実施形態のステータコイルのコイルエンド成形方法のうちのクランク曲げ工程を説明する図であり、(a)はクランク曲げ工程が施された状態の絶縁被覆平角線を示す図であり、(b)は(a)を方向Fから見た側面図であり、(c)はクランク曲げ工程の処理を説明する概略側面図である。

30

【図12】図11に示したクランク曲げ工程の詳細を示す図であり、(a)はクランク曲げ工程を実施する第1の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Gから見た側面図である。

【図13】図11に示したクランク曲げ工程の詳細を示す図であり、(a)はクランク曲げ工程を実施する状態であって図12に続く第2の状態を示す平面図であり、(b)は(a)を方向Hから見た側面図である。

【図14】図13(b)の部分Jを拡大した図である。

【図15】ステータコイルの形状の一例を示す図であり、(a)は階段状にしたコイルエンド部の側面図であり、(b)はコイルの断面図であり、(c)は(a)のK-K部分におけるコイルの断面図である。

40

【符号の説明】

【0096】

C1～C7 角部

C1 角部(最内側角部)

C7 角部(最外側角部)

1～4 周方向線部

1 頭頂部

6～8 軸方向線部

3A 段差

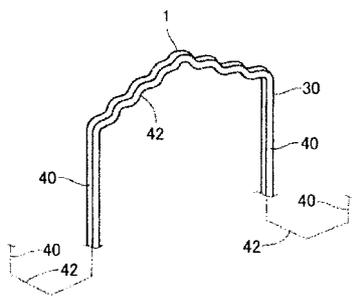
50

- 1 1 ステータ
- 1 2 ステータコア
- 1 4 スロット
- 1 5 スロット
- 2 0 ステータコイル
- 3 0 絶縁被覆平角線
- 4 0 スロット収容部
- 4 2 コイルエンド部 (階段状コイルエンド部)
- 4 3 コイルエンド予定部分
- 5 2、5 3、5 7、5 8 ダイ
- 5 4、5 5、5 6、5 9、6 0 パンチ
- 5 2 a、5 4 a 上部分割ブロック
- 5 2 b、5 4 b、5 6 a、5 7 a 基台
- 5 2 c 下部分割ブロック
- 5 2 d、5 4 d ガイド溝
- 5 6 b 押圧面
- 5 7 b、5 8 a、5 8 b 受け面
- 5 7 c 下部ガイド
- 5 7 d 上部ガイド
- 5 8 c、5 8 d ガイド

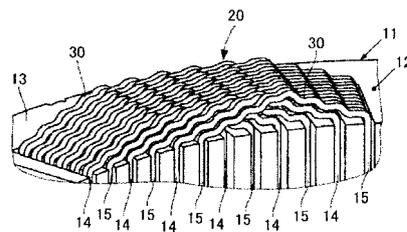
10

20

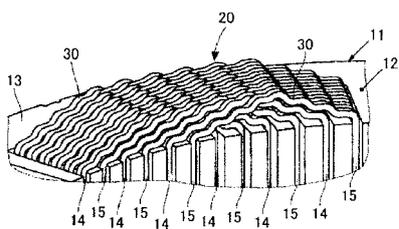
【図 1】



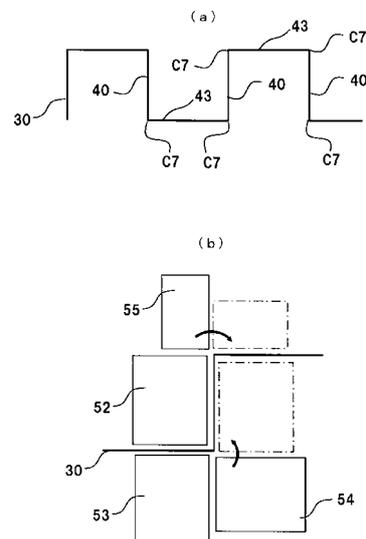
【図 3】



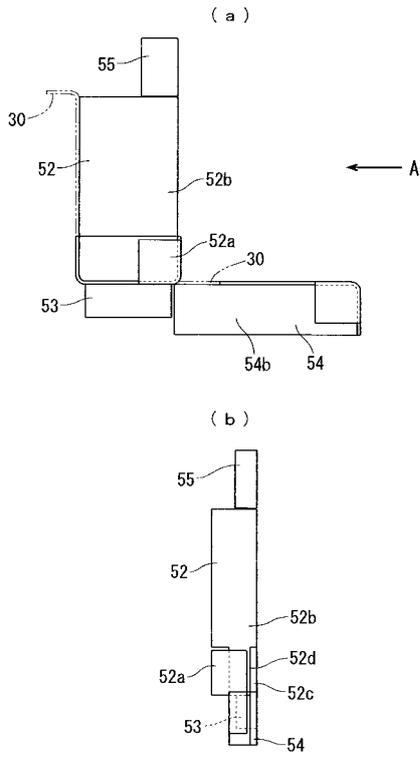
【図 2】



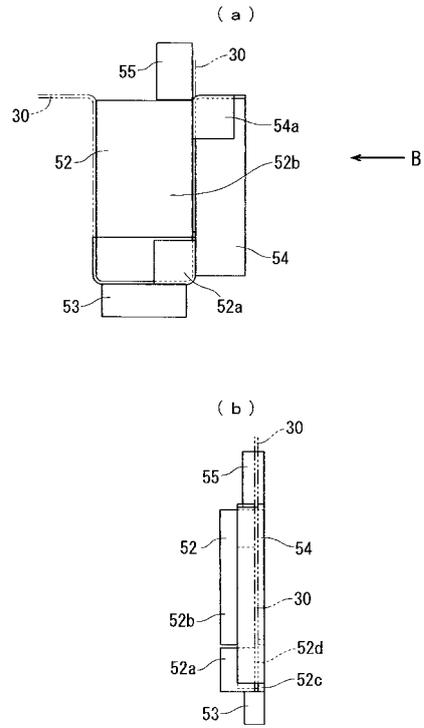
【図 4】



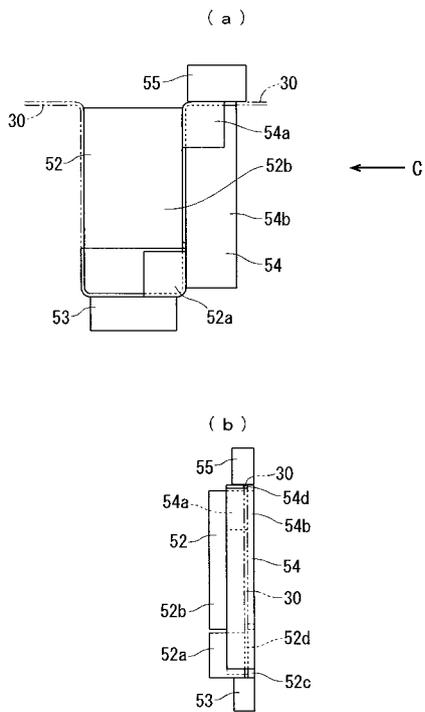
【 図 5 】



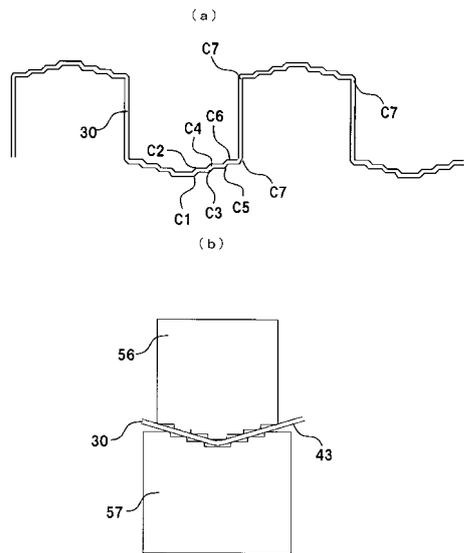
【 図 6 】



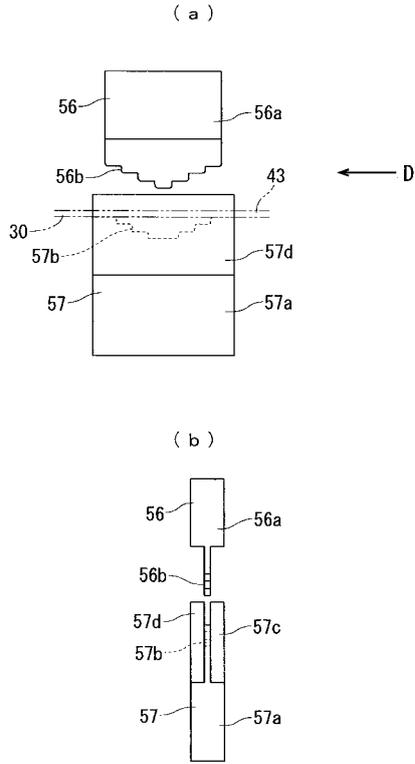
【 図 7 】



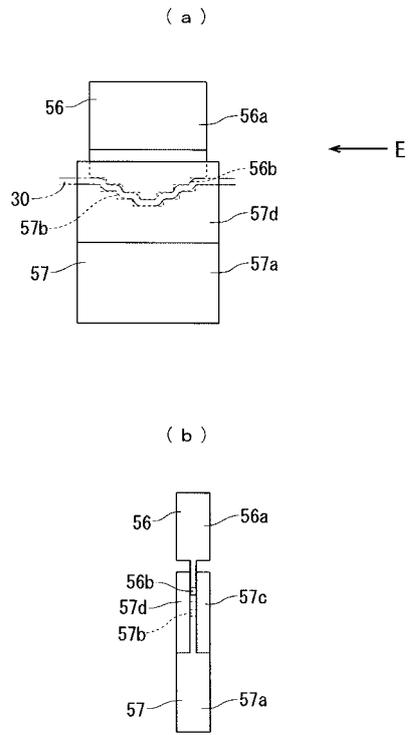
【 図 8 】



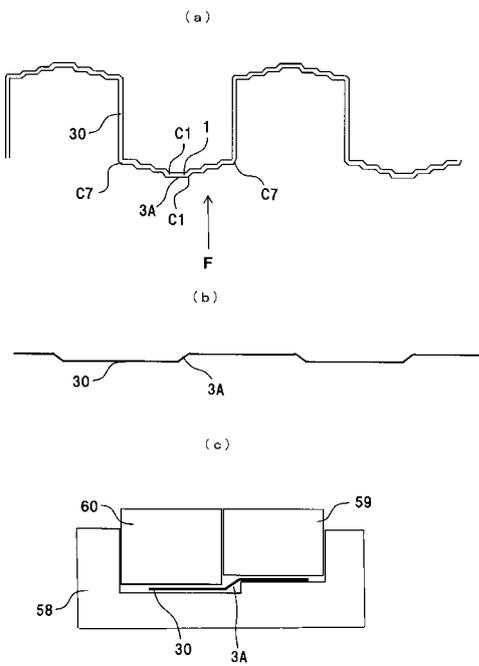
【図9】



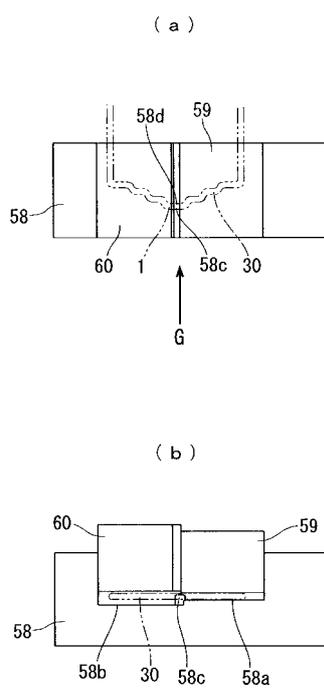
【図10】



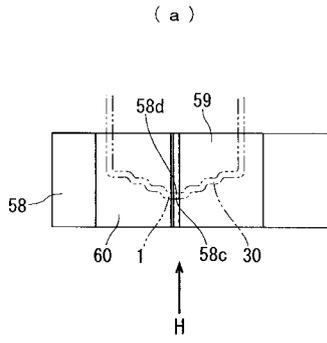
【図11】



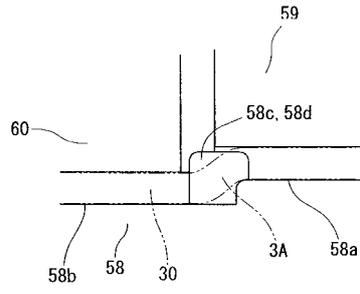
【図12】



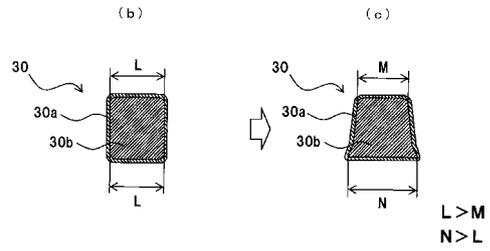
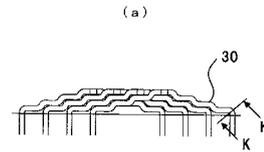
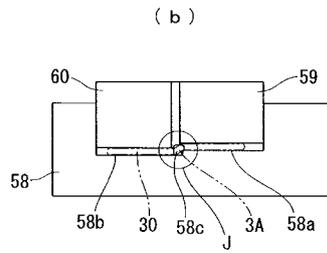
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-264964(JP,A)  
特開2007-319915(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K 15/04  
H02K 3/52