

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6435112号  
(P6435112)

(45) 発行日 平成30年12月5日 (2018. 12. 5)

(24) 登録日 平成30年11月16日 (2018. 11. 16)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 1 D 22/14 (2006. 01)

B 2 1 D 22/14

Z

B 2 1 D 37/16 (2006. 01)

B 2 1 D 37/16

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-80696 (P2014-80696)  
 (22) 出願日 平成26年4月10日 (2014. 4. 10)  
 (65) 公開番号 特開2015-199103 (P2015-199103A)  
 (43) 公開日 平成27年11月12日 (2015. 11. 12)  
 審査請求日 平成29年3月2日 (2017. 3. 2)

前置審査

(73) 特許権者 000000974  
 川崎重工業株式会社  
 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号  
 (74) 代理人 110000556  
 特許業務法人 有古特許事務所  
 (72) 発明者 坂根 雄斗  
 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業  
 株式会社 明石工場内  
 (72) 発明者 今村 嘉秀  
 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業  
 株式会社 明石工場内  
 (72) 発明者 三上 恒平  
 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業  
 株式会社 明石工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スピニング成形装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

成形されるべき板材を回転させる回転シャフトと、  
 前記板材における変形対象部位を押圧して前記板材を変形させる加工具と、  
 前記変形対象部位を誘導加熱により局所的に加熱する加熱器であって、前記回転シャフトの周方向に延びる、前記板材に沿った二重円弧状のコイル部を含む加熱器と、  
 前記コイル部の中心線上に配置された、前記回転シャフトの周方向に分布する複数の計測点で、前記コイル部から、前記板材における前記変形対象部位を含む外周側原形部までの距離を計測する計測器と、  
 前記回転シャフトから前記加工具に向かう方向に対して前記加熱器を傾斜させる傾斜装置と、  
 前記コイル部と前記外周側原形部との角度差が所定角度以内となるように前記計測器の計測結果に基づいて前記傾斜装置を制御する制御装置と、  
 を備える、スピニング成形装置。

【請求項 2】

前記加熱器は、前記回転シャフトを挟んで前記加工具の真向かいの位置からずれた位置に配置されており、

前記傾斜装置は、前記回転シャフトの径方向に延びる揺動軸回りに前記加熱器を揺動させる、請求項 1 に記載のスピニング成形装置。

【請求項 3】

10

20

前記加熱器は、前記回転シャフトを挟んで前記加工工具の真向かいの位置に配置されており、

前記傾斜装置は、前記回転シャフトの径方向と直交する方向に延びる揺動軸回りに前記加熱器を揺動させる、請求項 1 に記載のスピニング成形装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記複数の計測点で計測される距離間の差の絶対値が閾値以下となるように前記傾斜装置を制御する、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のスピニング成形装置。

【請求項 5】

前記計測器は、前記回転シャフトの周方向に互いに離間するように配置された複数の距離センサを含む、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のスピニング成形装置。

10

【請求項 6】

前記加熱器は、前記板材を挟んで前記加工工具と反対側に配置された裏側加熱器と、前記板材に対して前記加工工具と同じ側に配置された表側加熱器の少なくとも一方である、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のスピニング成形装置。

【請求項 7】

前記加熱器が連結された、内部に交流電源回路が形成されたヒートステーションをさらに備え、

前記傾斜装置は、前記ヒートステーションを介して前記加熱器を傾斜させる、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のスピニング成形装置。

20

【請求項 8】

前記回転シャフトに取り付けられた、前記板材の中心部を支持する受け治具をさらに備える、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のスピニング成形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、板材を回転させながら所望の形状に成形するスピニング成形装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、板材を回転させながらその板材に加工工具を押圧して当該板材を変形させるスピニング成形装置が知られている。このようなスピニング成形装置は通常は回転シャフトに取り付けられたマンドレル（成形型）を有し、板材が加工工具によってマンドレルに押し付けられることにより成形が行われる。

30

【0003】

近年では、板材を局部的に加熱しながらスピニング成形を行うスピニング成形装置が提案されている。例えば、特許文献 1 には、チタン合金用のスピニング成形装置として、板材におけるヘラ（加工工具）によってマンドレルに押し付けられる部位（変形対象部位）を高周波誘導加熱により加熱するスピニング成形装置が開示されている。

【0004】

ところで、本発明の発明者らは、スピニング成形装置に好適な加熱器として、板材の回転方向に延びる、板材に沿った二重円弧状のコイル部を有する加熱器を以前に開発した（特許文献 2 参照）。このような加熱器を用いれば、板材における変形対象部位の局所的な加熱を板材の回転方向に連続的に行うことができ、良好な成形を実現することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011 - 218427 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2014 / 024384 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 6 】

本発明の発明者らは、最近の研究において、変形対象部位に加工具を押圧すると、変形対象部位を含む外周側原形部が傾くことがあることを新たに発見した。しかしながら、上述した二重円弧状のコイル部を有する加熱器ではコイル部が板材と平行であるために、外周側原形部が傾くと、コイル部から外周側原形部までの距離が不均一となり、加熱器による加熱が不十分になったり、場合によっては傾いた外周側原形部が加熱器のコイル部に接触したりするおそれがある。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、板材の外周側原形部が傾いても外周側原形部と加熱器のコイル部との位置関係を適切に保つことができるスピニング成形装置を提供することを目的とする。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

前記課題を解決するために、本発明のスピニング成形装置は、成形されるべき板材を回転させる回転シャフトと、前記板材における変形対象部位を押圧して前記板材を変形させる加工具と、前記変形対象部位を誘導加熱により局所的に加熱する加熱器であって、前記回転シャフトの周方向に延びる、前記板材に沿った二重円弧状のコイル部を含む加熱器と、前記回転シャフトの周方向に分布する複数の計測点で、前記コイル部から、前記板材における前記変形対象部位を含む外周側原形部までの距離を計測する計測器と、前記回転シャフトから前記加工具に向かう方向に対して前記加熱器を傾斜させる傾斜装置と、前記コイル部と前記外周側原形部との角度差が所定角度以内となるように前記計測器の計測結果に基づいて前記傾斜装置を制御する制御装置と、を備える、ことを特徴とする。

20

## 【 0 0 0 9 】

上記の構成によれば、加熱器のコイル部から板材の外周側原形部までの距離をほぼ均一に保つことができる。その結果、外周側原形部が傾いても外周側原形部とコイル部との位置関係を適切に保つことができる。

## 【 0 0 1 0 】

例えば、前記加熱器は、前記回転シャフトを挟んで前記加工具の真向かいの位置からずれた位置に配置されており、前記傾斜装置は、前記回転シャフトの径方向に延びる揺動軸回りに前記加熱器を揺動させてもよい。

## 【 0 0 1 1 】

30

例えば、前記加熱器は、前記回転シャフトを挟んで前記加工具の真向かいの位置に配置されており、前記傾斜装置は、前記回転シャフトの径方向と直交する方向に延びる揺動軸回りに前記加熱器を揺動させてもよい。

## 【 0 0 1 2 】

例えば、前記制御装置は、前記複数の計測点で計測される距離間の差の絶対値が閾値以下となるように前記傾斜装置を制御してもよい。

## 【 0 0 1 3 】

例えば、前記計測器は、前記回転シャフトの周方向に互いに離間するように配置された複数の距離センサを含んでもよい。

## 【 0 0 1 4 】

40

例えば、前記加熱器は、前記板材を挟んで前記加工具と反対側に配置された裏側加熱器と、前記板材に対して前記加工具と同じ側に配置された表側加熱器の少なくとも一方であってもよい。

## 【 0 0 1 5 】

上記のスピニング成形装置は、前記加熱器が連結された、内部に交流電源回路が形成されたヒートステーションをさらに備え、前記傾斜装置は、前記ヒートステーションを介して前記加熱器を傾斜させてもよい。この構成によれば、加熱器がヒートステーションとともに傾斜させられるため、ヒートステーションで加熱器を強固に保持することができる。その結果、加熱器のコイル部に大電流が流れて加熱器に大きな引力および斥力が作用したとしても、加熱器の変形を抑制することができる。

50

## 【 0 0 1 6 】

上記のスピニング成形装置は、前記回転軸に取り付けられた、前記板材の中心部を支持する受け治具をさらに備えてもよい。例えば、マンドレルを用いた場合には、板材の外周側原形部の傾きは、主に板材の弾性変形に起因すると推測される。これに対し、マンドレルの代わりに受け治具を用いた場合には、板材における受け治具からの張り出し部分（受け治具で支持される中心部以外の部分）が片持ち梁となっているために、板材の外周側原形部の傾きが、張り出し部分の撓みによってさらに大きくなる。従って、このような受け治具を用いた場合には、本発明の効果を顕著に得ることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 7 】

本発明によれば、板材の外周側原形部が傾いても外周側原形部と加熱器のコイル部との位置関係を適切に保つことができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るスピニング成形装置の概略構成図である。

【 図 2 】 図 1 に示すスピニング成形装置のブロック図である。

【 図 3 】 図 1 に示すスピニング成形装置における表側加熱器および裏側加熱器ならびにヒートステーションの断面側面図である。

【 図 4 】 図 3 の IV - IV 線に沿った位置での表側加熱器およびヒートステーションの平面図である。

【 図 5 】 図 3 の V - V 線に沿った位置での裏側加熱器およびヒートステーションの平面図である。

【 図 6 】 ( a ) は加工具と加熱器のコイル部との位置関係を示す、成形途中の板材の平面図、( b ) は外周側原形部が傾いた状態を示す、成形途中の板材の側面図である。

【 図 7 】 ( a ) は変形例における加工具と加熱器のコイル部との位置関係を示す、成形途中の板材の平面図、( b ) は変形例における外周側原形部が傾いた状態を示す、成形途中の板材の側面図である。

【 図 8 】 その他の実施形態のスピニング成形装置の概略構成図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 9 】

図 1 に、本発明の一実施形態に係るスピニング成形装置 1 を示す。このスピニング成形装置 1 は、成形されるべき板材 9 を回転させる回転シャフト 2 1 と、回転シャフト 2 1 と板材 9 の間に介在する受け治具 2 2 と、固定治具 3 1 を備えている。受け治具 2 2 は、回転シャフト 2 1 に取り付けられて板材 9 の中心部 9 1 を支持し、固定治具 3 1 は、受け治具 2 2 と共に板材 9 を挟持する。さらに、スピニング成形装置 1 は、板材 9 における回転シャフト 2 1 の軸心 2 0 から所定距離 R だけ離れた変形対象部位 9 2 を誘導加熱により局所的に加熱する裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 と、変形対象部位 9 2 を押圧して板材 9 を変形させる加工具 1 0 を備えている。

## 【 0 0 2 0 】

回転シャフト 2 1 の軸方向（軸心 2 0 が延びる方向）は、本実施形態では鉛直方向である。ただし、回転シャフト 2 1 の軸方向は、水平方向や斜め方向であってもよい。回転シャフト 2 1 の下部は基台 1 1 に支持されており、回転シャフト 2 1 は図略のモータによって回転させられる。回転シャフト 2 1 の上面はフラットであり、この上面に受け治具 2 2 が固定されている。

## 【 0 0 2 1 】

板材 9 は、例えばフラットな円形状の板である。ただし、板材 9 の形状は、多角形状や楕円形状であってもよい。また、板材 9 は、必ずしも全面に亘ってフラットである必要はなく、例えば中心部 9 1 の厚さが周縁部の厚さよりも厚かったり、全体または一部が予めテーパ状に加工されたりしてもよい。板材 9 の材質は、特に限定されるものではないが、例えばチタン合金である。

## 【 0 0 2 2 】

受け治具 2 2 は、板材 9 における成形開始位置によって規定される円に収まるサイズを有している。例えば、受け治具 2 2 が円盤状である場合は、受け治具 2 2 の直径は、板材 9 における成形開始位置によって規定される円の直径以下である。また、従来のマンドレルと異なり、板材 9 は、受け治具 2 2 の径方向外向きの側面に押し付けられて変形されることはない。

## 【 0 0 2 3 】

固定治具 3 1 は、加圧ロッド 3 2 に取り付けられており、加圧ロッド 3 2 は、支持部 3 3 によって回転可能に支持されている。支持部 3 3 は、駆動部 3 4 によって上下方向に駆動される。駆動部 3 4 は、回転シャフト 2 1 の上方に配置されたフレーム 1 2 に取り付けられている。ただし、固定治具 3 1 を省略し、例えばボルトによって板材 9 を受け治具 2 2 に直接的に固定してもよい。

## 【 0 0 2 4 】

本実施形態では、板材 9 の変形対象部位 9 2 を押圧する加工具 1 0 が板材 9 の上方に配置され、加工具 1 0 によって板材 9 が受け治具 2 2 を収容するような下向きに開口する形状に加工される。すなわち、板材 9 の上面が表面であり、板材 9 の下面が裏面である。ただし、加工具 1 0 が板材 9 の下方に配置され、加工具 1 0 によって板材 9 が固定治具 3 1 を収容するような上向きに開口する形状に加工されてもよい。すなわち、板材 9 の下面が表面であり、板材 9 の上面が裏面であってもよい。

## 【 0 0 2 5 】

加工具 1 0 は、第 1 径方向移動機構 1 4 により回転シャフト 2 1 の径方向に移動させられるとともに、第 1 軸方向移動機構 1 3 により径方向移動機構 1 4 を介して回転シャフト 2 1 の軸方向に移動させられる。第 1 軸方向移動機構 1 3 は、上述した基台 1 1 とフレーム 1 2 を橋架するように延びている。本実施形態では、加工具 1 0 として、板材 9 の回転に追従して回転するローラが用いられている。ただし、加工具 1 0 は、ローラに限定されず、例えばヘラであってもよい。

## 【 0 0 2 6 】

裏側加熱器 4 は、板材 9 を挟んで加工具 1 0 と反対側に配置されており、表側加熱器 5 は、板材 9 に対して加工具 1 0 と同じ側に配置されている。本実施形態では、裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 が同一のヒートステーション 6 に連結されている。裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 は、回転シャフト 2 1 の軸方向で互いに対向しており、ヒートステーション 6 は、回転シャフト 2 1 の径方向において加熱器 4 , 5 の外側に配置されている。

## 【 0 0 2 7 】

裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 は、第 2 径方向移動機構 1 6 によりヒートステーション 6 を介して回転シャフト 2 1 の径方向に移動させられるとともに、第 2 軸方向移動機構 1 5 によりヒートステーション 6 および径方向移動機構 1 6 を介して回転シャフト 2 1 の軸方向に移動させられる。第 2 軸方向移動機構 1 5 は、上述した基台 1 1 とフレーム 1 2 を橋架するように延びている。

## 【 0 0 2 8 】

ヒートステーション 6 は、図 3 ~ 図 5 に示すように、箱状の本体 6 0 と、本体 6 0 における回転シャフト 2 1 に対向する側面に固定された一対の接続箱 6 1 , 6 2 を含む。本体 6 0 の内部には、後述する裏側加熱器 4 の電通管 4 1 および表側加熱器 5 の電通管 5 1 に電圧を印加するための交流電源回路が形成されている。接続箱 6 1 , 6 2 は、導電性の部材からなり、絶縁板 6 5 を挟んで互いに隣接している。接続箱 6 1 , 6 2 のそれぞれは、本体 6 0 内の電源回路と電氣的に接続されている。本実施形態では、接続箱 6 1 , 6 2 が、表側加熱器 5 と裏側加熱器 4 に跨るように鉛直方向に延びている。

## 【 0 0 2 9 】

接続箱 6 1 , 6 2 同士は、後述する裏側加熱器 4 の電通管 4 1 および表側加熱器 5 の電通管 5 1 を介して電氣的に接続される。すなわち、接続箱 6 1 , 6 2 の一方から他方へ、電通管 5 1 , 4 1 を通じて交流電流が流される。交流電流の周波数は、特に限定されるも

10

20

30

40

50

のではないが、 $5\text{ k} \sim 400\text{ kHz}$ の高周波数であることが望ましい。すなわち、裏側加熱器4および表側加熱器5による誘導加熱は、高周波誘導加熱であることが望ましい。

【0030】

また、接続箱61, 62には、冷却液ポート63, 64がそれぞれ設けられている。そして、接続箱61, 62の一方の内部には冷却液ポート(63または64)を通じて冷却液が供給され、この冷却液が後述する電通管51, 41を循環した後に、接続箱61, 62の他方の内部から冷却液ポート(64または63)を通じて排出される。このような電通管51, 41を通じた冷却液の循環により、電通管51, 41に大電流(例えば、 $1000 \sim 4000\text{ A}$ )を流すことが可能となっている。

【0031】

裏側加熱器4は、図3および図5に示すように、内部に冷却液が流れる電通管41と、支持板40を含む。電通管41の断面形状は、本実施形態では正方形状であるが、その他の形状(例えば、円形状)であってもよい。支持板40は、例えば、耐熱性の材料(例えば、セラミック繊維系材料)からなり、図略の絶縁部材を介して電通管41を支持する。また、支持板40は、図略の絶縁部材を介してヒートステーション6の本体60に固定される。なお、支持板40を絶縁性の樹脂で構成することも可能である。この場合は、支持板40が電通管41を直接的に支持していてもよいし、ヒートステーション6の本体60に直接的に固定されてもよい。

【0032】

電通管41は、回転シャフト21の周方向に延びる、板材9に沿った二重円弧状のコイル部44と、コイル部44の中央から回転シャフト21の径方向外向きに延びる一对のリード部42, 43を有する。すなわち、コイル部44は、1つの内側円弧部45と、リード部42, 43の両側に広がる2つの外側円弧部46を含む。コイル部44の開き角度(両端部間の角度)は、例えば $60 \sim 120$ 度である。一对のリード部42, 43は、ヒートステーション6の接続箱61, 62につながっている。

【0033】

また、裏側加熱器4は、コイル部44の内側円弧部45を板材9と反対側から覆う1つの第1コア47と、外側円弧部46を板材9と反対側から覆う2つの第2コア48を含む。第1コア47および第2コア48は、内側円弧部45および外側円弧部46の周囲に発生する磁束を集約するためのものである。第1コア47および第2コア48は、図略の絶縁部材を介して支持板40に支持されている。

【0034】

表側加熱器5は、図3および図4に示すように、内部に冷却液が流れる電通管51と、支持板50を含む。電通管51の断面形状は、本実施形態では正方形状であるが、その他の形状(例えば、円形状)であってもよい。支持板50は、例えば、耐熱性の材料(例えば、セラミック繊維系材料)からなり、図略の絶縁部材を介して電通管51を支持する。また、支持板50は、図略の絶縁部材を介してヒートステーション6の本体60に固定される。なお、支持板50を絶縁性の樹脂で構成することも可能である。この場合は、支持板50が電通管51を直接的に支持していてもよいし、支持板50がヒートステーション6の本体60に直接的に固定されてもよい。

【0035】

電通管51は、回転シャフト21の周方向に延びる、板材9に沿った二重円弧状のコイル部54と、コイル部54の中央から回転シャフト21の径方向外向きに延びる一对のリード部52, 53を有する。すなわち、コイル部54は、1つの内側円弧部55と、リード部52, 53の両側に広がる2つの外側円弧部56を含む。コイル部54の開き角度(両端部間の角度)は、例えば $60 \sim 120$ 度である。一对のリード部52, 53は、ヒートステーション6の接続箱61, 62につながっている。すなわち、表側加熱器5の電通管51は、接続箱61, 62に対し、裏側加熱器4の電通管41と並列に接続されている。ただし、電通管51が電通管41と直列に接続されていてもよい。

【0036】

10

20

30

40

50

また、表側加熱器 5 は、コイル部 5 4 の内側円弧部 5 5 を板材 9 と反対側から覆う 1 つの第 1 コア 5 7 と、外側円弧部 5 6 を板材 9 と反対側から覆う 2 つの第 2 コア 5 8 を含む。第 1 コア 5 7 および第 2 コア 5 8 は、内側円弧部 5 5 および外側円弧部 5 6 の周囲に発生する磁束を集約するためのものである。第 1 コア 5 7 および第 2 コア 5 8 は、図略の絶縁部材を介して支持板 5 0 に支持されている。

【 0 0 3 7 】

加熱器 4 , 5 と加工具 1 0 との相対位置は、それらが回転シャフト 2 1 の軸心 2 0 を中心とするほぼ同一円周上に位置している限り、特に限定されるものではない。本実施形態では、図 6 ( a ) に示すように、裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 は、回転シャフト 2 1 を挟んで加工具 1 0 の真向かいの位置からずれた位置 (例えば、回転シャフト 2 1 の軸心 2 0 から見たときの裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 の中心と加工具 1 0 の中心との間の角度が約 1 2 0 度となる位置) に配置されている。なお、図 1 では、スピニング成形装置 1 の構成を分かり易く示すために、加熱器 4 , 5 を回転シャフト 2 1 を挟んで加工具 1 0 の真向かいの位置に描いているが、加熱器 4 , 5 の正しい位置は図 6 ( a ) に示す通りである。

【 0 0 3 8 】

図 1 に戻って、裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 が連結されたヒートステーション 6 と第 2 径方向移動機構 1 6 の間には、ヒートステーション 6 を介して加熱器 4 , 5 を傾斜させる傾斜装置 7 が設けられている。傾斜装置 7 は、回転シャフト 2 1 から加工具 1 0 に向かう方向 D に対して加熱器 4 , 5 を傾斜させる。

【 0 0 3 9 】

より詳しくは、加熱器 4 , 5 と加工具 1 0 の相対位置関係は図 6 ( a ) に示す通りであるため、傾斜装置 7 は、回転シャフト 2 1 の径方向に延びる揺動軸 7 1 回りに加熱器 4 , 5 を揺動させる。揺動軸 7 1 は、例えば、ヒートステーション 6 の中心線と一致する。傾斜装置 7 としては、例えば、ロータリテーブルを用いることができる。

【 0 0 4 0 】

加工具 1 0 用の移動機構 1 3 , 1 4 および加熱器 4 , 5 用の移動機構 1 5 , 1 6 ならびに傾斜装置 7 は、図 2 に示す制御装置 1 7 により制御される。制御装置 1 7 には、板材 9 を所望の形状に成形するためのプログラムが予め格納されており、制御装置 1 7 は、そのプログラムに従って移動機構 1 3 , 1 4 を制御して加工具 1 0 を操作する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、図 3 および図 4 に示すように、表側加熱器 5 に、板材 9 の変形対象部位 9 2 までの距離を計測する 2 つの距離センサ 8 1 がブラケット 8 5 により取り付けられている。2 つの距離センサ 8 1 は、回転シャフト 2 1 の周方向に互いに離間して配置されている。そして、制御装置 1 7 は、加工具 1 0 を操作すると同時に、距離センサ 8 1 で計測される距離が一定となるように、移動機構 1 5 , 1 6 を制御して加熱器 4 , 5 を加工具 1 0 に追従して移動させる。なお、距離センサ 8 1 は、裏側加熱器 4 に取り付けられていてもよい。

【 0 0 4 2 】

より詳しくは、距離センサ 8 1 は、平面視で、コイル部 5 4 の中心線上にコイル部 5 4 を挟むように配置されている。ブラケット 8 5 は、支持板 5 0 上に立てられた支柱 8 6 と、支柱 8 6 から距離センサ 8 1 まで延びるアーム 8 7 を含む。

【 0 0 4 3 】

上述した構成により、距離センサ 8 1 とコイル部 5 4 との相対位置は不変である。すなわち、距離センサ 8 1 は、回転シャフト 2 1 の周方向に分布する複数 (本実施形態では 2 つ) の計測点で、コイル部 5 4 から板材 9 における変形対象部位 9 2 を含む外周側原形部 9 3 までの距離を計測する計測器 8 としても機能する。

【 0 0 4 4 】

そして、上述した制御装置 1 7 は、距離センサ 8 1 の計測結果に基づいて、コイル部 5 4 と外周側原形部 9 3 との角度差が所定角度 (例えば、5 度) 以内となるように、傾斜装

10

20

30

40

50

置 7 を制御する。具体的には、制御装置 17 は、複数の計測点で計測される距離間の差の絶対値が閾値以下となるように、傾斜装置 7 を制御する。例えば、一方の距離センサ 81 で計測されるコイル部 54 の一端から外周側原形部 93 までの距離を A、他方の距離センサ 81 で計測されるコイル部 54 の他端から外周側原形部 93 までの距離を B、閾値をとすると、制御装置 17 は以下の式を満たすように傾斜装置 7 を制御する。

$$|A - B|$$

【0045】

ただし、計測器 8 は、必ずしも複数の距離センサ 81 で構成されている必要はない。例えば、計測器 8 としてカメラおよび画像処理装置を含む撮像システムを用い、画像処理によって複数の計測点での距離を計測してもよい。

【0046】

以上説明したように、本実施形態のスピンニング成形装置 1 では、加熱器 4, 5 のコイル部 44, 54 から板材 9 の外周側原形部 93 までの距離をほぼ均一に保つことができる。その結果、図 6 (b) に示すように外周側原形部 93 が傾いても外周側原形部 93 とコイル部 44, 54 との位置関係を適切に保つことができる。

【0047】

(その他の実施形態)

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【0048】

例えば、図 7 (a) および (b) に示すように、裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 は、回転シャフト 21 を挟んで加工具 10 の真向かいの位置に配置されていてもよい (図 7 (a) および (b) では加熱器 4, 5 のコイル部 44, 54 のみを図示)。この場合、傾斜装置 7 は、回転シャフト 21 の径方向と直交する方向に延びる揺動軸 72 回りに加熱器 4, 5 を揺動させることによって、回転シャフト 21 から加工具 10 に向かう方向に対して加熱器 4, 5 を傾斜させてもよい。

【0049】

図 7 (a) および (b) に示すレイアウトの場合、例えば、3 つの距離センサ 81 が、コイル部 54 の両端から外周側原形部 93 までの距離とコイル部 54 の中央から外周側原形部 93 までの距離を計測できるように配置される。

【0050】

また、傾斜装置 7 は、図 8 に示すように多軸ロボット 75 の一軸を構成していてもよい。例えば、加熱器 4, 5 が回転シャフト 21 を挟んで加工具 10 の真向かいの位置からずれた位置に配置される場合、傾斜装置 7 として、多軸ロボット 75 の第 1 (先端) アームとヒートステーション 6 の間に揺動軸 71 回りに加熱器 4, 5 を揺動させる回動機構が採用される。あるいは、加熱器 4, 5 が回転シャフト 21 を挟んで加工具 10 の真向かいの位置に配置される場合、傾斜装置 7 として、多軸ロボット 75 の第 1 アームと第 2 アームの間に揺動軸 72 回りに加熱器 4, 5 を揺動させる回動機構が採用される。この場合、第 1 アームとヒートステーション 6 の間の回動機構は不要である。

【0051】

さらに、スピンニング成形装置 1 には、必ずしも裏側加熱器 4 と表側加熱器 5 の双方が設けられている必要はなく、どちらか一方だけが用いられていてもよい。すなわち、本発明の加熱器は、裏側加熱器 4 と表側加熱器 5 の少なくとも一方であればよい。

【0052】

また、傾斜装置 7 は、必ずしもヒートステーション 6 を介して裏側加熱器 4 と表側加熱器 5 の少なくとも一方を傾斜させる必要はない。例えば、傾斜装置 7 は、裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 を個別に傾斜できるように、裏側加熱器 4 および表側加熱器 5 のそれぞれとヒートステーション 6 の間に配置されていてもよい。この場合、傾斜装置 7 は、加熱器 (4 または 5) の支持板 (40 または 50) を揺動可能に支持する支持部と、支持板を駆動するアクチュエータ (例えば、電動シリンダ) とで構成されていてもよい。



## 【 0 0 5 3 】

さらには、前記実施形態では受け治具 2 2 が用いられていたが、受け治具 2 2 の代わりに、マンドレルが採用されていてもよい。マンドレルを用いた場合には、加工具 1 0 によって板材 9 の変形対象部位 9 2 がマンドレルに押し付けられるため、外周側原形部 9 3 の傾きが小さくなる。これに対し、受け治具 2 2 を用いた場合には、板材 9 の変形対象部位 9 2 が、受け治具 2 2 から離れた空中で加工具 1 0 によって押圧されるため、外周側原形部 9 3 の傾きが大きくなる。それ故に、受け治具 2 2 を具備するスピニング成形装置 1 であれば、本発明の効果を顕著に得ることができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 0 5 4 】

10

本発明は、種々の素材からなる板材をスピニング成形する際に有用である。

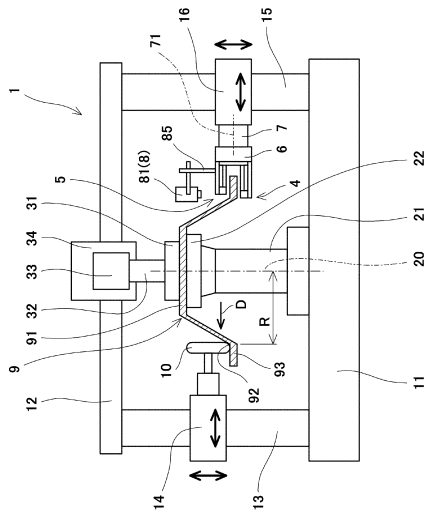
## 【符号の説明】

## 【 0 0 5 5 】

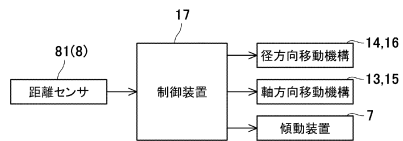
- 1      スピニング成形装置
- 1 0    加工具
- 1 7    制御装置
- 2 1    回転シャフト
- 2 2    受け治具
- 4      裏側加熱器
- 5      表側加熱器
- 4 2 , 5 2    コイル部
- 6      ヒートステーション
- 7      傾斜装置
- 8      計測器
- 8 1    距離センサ
- 9      板材
- 9 1    中心部
- 9 2    変形対象部位
- 9 3    外周側原形部

20

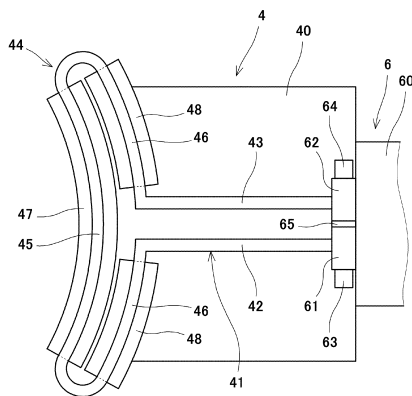
【図 1】



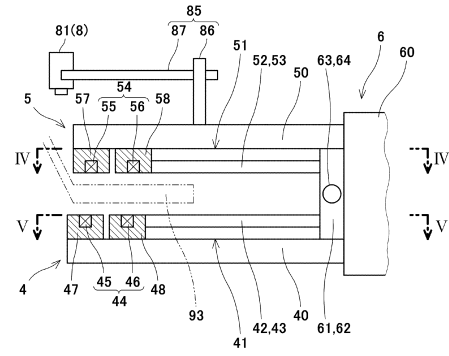
【図 2】



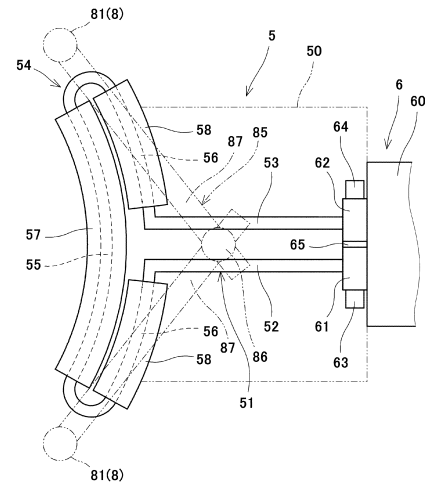
【図 5】



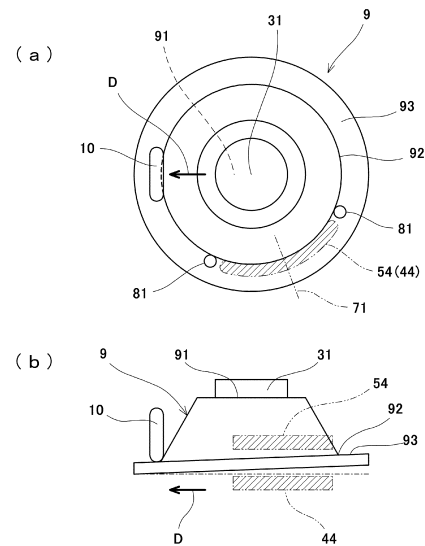
【図 3】



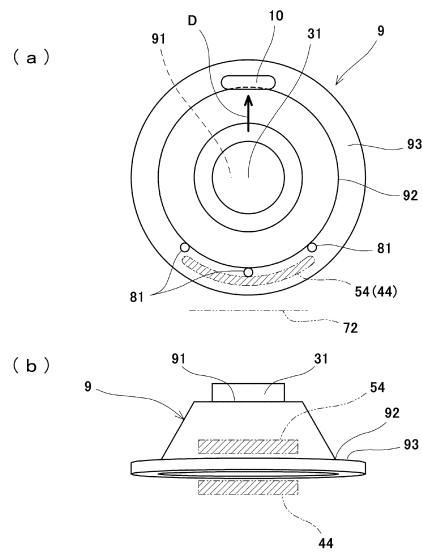
【図 4】



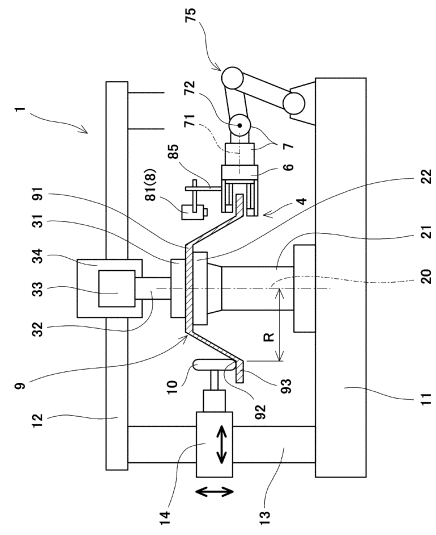
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 壁 義郎

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

(72)発明者 岩崎 勇人

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

(72)発明者 北野 博

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

審査官 石川 健一

(56)参考文献 国際公開第2014/024384(WO, A1)

特開2012-066272(JP, A)

特開2011-198730(JP, A)

特開2011-218427(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21D 22/14

B21D 37/16