

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6133513号

(P6133513)

(45) 発行日 平成29年5月24日(2017.5.24)

(24) 登録日 平成29年4月28日(2017.4.28)

(51) Int.Cl. F I  
**B 2 1 F 27/18 (2006.01)** B 2 1 F 27/18 Z  
**B 6 O R 21/264 (2006.01)** B 6 O R 21/264

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2016-542605 (P2016-542605)	(73) 特許権者	000237167
(86) (22) 出願日	平成27年8月12日 (2015.8.12)		富士フィルター工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/072856		東京都中央区日本橋二丁目3番4号 日本橋プラザビル
(87) 国際公開番号	W02016/024616	(74) 代理人	100117226
(87) 国際公開日	平成28年2月18日 (2016.2.18)		弁理士 吉村 俊一
審査請求日	平成28年10月21日 (2016.10.21)	(72) 発明者	菊池 精久
(31) 優先権主張番号	特願2014-164101 (P2014-164101)		東京都中央区日本橋2-3-4 日本橋プラザビル 富士フィルター工業株式会社内
(32) 優先日	平成26年8月12日 (2014.8.12)	(72) 発明者	荒井 聡司
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		東京都中央区日本橋2-3-4 日本橋プラザビル 富士フィルター工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2014-174925 (P2014-174925)		
(32) 優先日	平成26年8月29日 (2014.8.29)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
早期審査対象出願		審査官	塩治 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属製多孔体の製造方法及び金属製多孔体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒状の金網からなる中間体を準備する準備工程と、

径方向の外側に突出する複数の凸部と前記径方向の内側に窪んだ複数の凹部とを前記中間体の周方向に交互に形成して星形多角体を形成する製造中間過程である星形多角体形成工程と、

前記星形多角体の内周側と外周側とを拘束する型に該星形多角体を入れて、該星形多角体の軸方向の一方から該星形多角体を圧縮し、前記星形多角体の内周側と外周側の凹凸を取り去り円形に形成する成型工程と、を少なくとも有している、金属製多孔体の製造方法。

【請求項 2】

前記準備工程では、金属素線を編み込んで筒状の金網を形成し、該金網から内周部と外周部とを有する筒状の中間体を形成し、

前記成型工程で用いられる前記型は、前記星形多角体の内周側を拘束する芯材と前記星形多角体の外周側を拘束する外周壁とで構成され、

前記型は、その軸方向の長さが異なる少なくとも2形態に変化可能に構成され、

前記成型工程は、軸方向の長さが長い形態の前記型で前記星形多角体を前記軸方向の一方から圧縮する第1プレス工程と、該第1プレス工程の後に、軸方向の長さが短い形態の前記型で前記星形多角体を軸方向の一方から、さらに圧縮する第2プレス工程と、を少なくとも有している、請求項1に記載の金属製多孔体の製造方法。

## 【請求項 3】

前記星形多角体形成工程では、周方向に一定の間隔を空けて配置され、径方向に移動する複数の爪を、前記中間体の径方向の外側から前記中間体に押し付けることによって、前記爪が押し付けられた位置に前記凹部を形成すると共に、前記爪同士の間位置に前記凸部を形成して前記星形多角体を形成する、請求項 1 又は 2 に金属製多孔体の製造方法。

## 【請求項 4】

前記星形多角体形成工程では、前記中間体を周方向に移動させながら、前記中間体の外側に配置された第 1 歯車と、前記中間体の内側に配置された第 2 歯車とを噛み合わせることによって、前記第 1 歯車の歯山に対応する、前記中間体の位置に前記凹部を形成すると共に、前記第 2 歯車の歯山に対応する、前記中間体の位置に前記凸部を形成して前記星形多角体を形成する、請求項 1 又は 2 に記載の金属製多孔体の製造方法。

10

## 【請求項 5】

前記星形多角体形成工程では、複数の前記凸部と複数の前記凹部とを前記中間体の軸方向に対して斜めに傾けて前記星形多角体を形成する、請求項 3 又は 4 に記載の金属製多孔体の製造方法。

## 【請求項 6】

前記芯材と前記外周壁とは、本体部と、該本体部から取り外し可能な長さ調整部とからそれぞれ構成され、

前記第 1 プレス工程では、前記星形多角体を、前記長さ調整部が前記本体部に組み合わされた前記芯材と前記外周壁とからなる前記型を用いて圧縮し、

20

前記第 2 プレス工程では、前記星形多角体を、前記長さ調整部が前記本体部から取り外された前記芯材と前記外周壁とからなる前記型を用いて圧縮する、請求項 2 に記載の金属製多孔体の製造方法。

## 【請求項 7】

前記準備工程は、金属素線を編み込むことによって軸方向に連なる筒状の金網連続体を形成する金網連続体形成工程と、

前記金網連続体を、前記軸方向に一定の長さを有する複数の筒状金網体に分ける分割工程と、

前記筒状金網体の側壁部を軸方向に折り返して、前記中間体を形成する中間体形成工程と、を含む、請求項 1 に記載の金属多孔体の製造方法。

30

## 【請求項 8】

前記星形多角体形成工程によって形成された前記星形多角体を径方向の外側から内側に向けて押し付けることによって前記星形多角体を中心側に圧縮して圧縮星形多角体を形成する星形多角体圧縮工程を有し、

前記成型工程では、前記圧縮星形多角体が前記型に入れられる、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の金属製多孔体の製造方法。

## 【請求項 9】

径方向の外側に向けて突出する複数の凸部と径方向の内側に向けて窪んだ複数の凹部とが周方向の交互に設けられてなる星形多角体が内周面と外周面とを有し、該星形多角体は金属製の素線が編み込まれてなる円環状の金網から形成され、

40

前記星形多角体の内周側と外周側とが拘束され、該星形多角体はその軸方向に圧縮されることにより円筒構造に形成されている、金属製多孔体。

## 【請求項 10】

前記円環状の金網は、半径方向に重なる複数の金網の層を備えている、請求項 9 に記載の金属製多孔体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、金属製多孔体の製造方法及び金属製多孔体に関し、さらに詳しくは、金属素線が編み込まれてなる筒体を加工した金属製多孔体の製造方法及び金属製多孔体に関する

50

。

## 【背景技術】

## 【0002】

多孔体は、フィルター、冷却用の部材、消音用の部材等、様々な用途に用いられている。例えば、多孔体をフィルターとして用いた場合、多孔体は、流体に含まれる不純物を濾過したり、流体に含まれる不純物を捕捉したりする。

## 【0003】

エアバッグシステムは、多孔体をフィルターとして用いているシステムの一例である。エアバッグシステムは、火薬を燃焼させてガスを発生させるインフレーター（ガス発生装置）を備えている。エアバッグシステムは、インフレーターにより発生されたガスをステアリング等に組み込まれたエアバッグに供給することによってエアバッグを膨張させるシステムである。こうしたエアバッグシステムに用いられている多孔体は、インフレーターが火薬を燃焼させたときに発生する燃焼残物を捕捉したり、発生したガスを冷却したりしてエアバッグが損傷することを防止している。この多孔体を製造する方法は、これまでに種々の文献により提案されている。

## 【0004】

特許文献1によって提案されている製造方法は、金属線をメリヤス編みして形成された金網体から多孔体を製造している。この製造方法は、金属線をメリヤス編みして形成された筒状の金網体で筒状予備金網体を形成する工程と、この筒状予備金網体を絞り加工により径を小さくした小径筒状金網体を成型する工程と、小径筒状金網体を所定長さに切断する工程と、切断した小径筒状金網体を長手方向に圧縮して円筒状中間成型金網体に成型する工程と、円筒状中間成型金網体をさらに長手方向に圧縮して円筒状成型金網体に成型する工程とを有している。

## 【0005】

特許文献2によって提案されている製造方法は、金属線をメリヤス編みして円筒状の金網を形成する工程と、この金網を二つ折りした帯状体を、芯材に巻いて空円筒金網体を形成する工程と、この円筒金網体をその軸方向の両側から加圧して圧縮する工程とを有している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開平11-197422号公報

【特許文献2】特開平11-244629号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかしながら、特許文献1及び特許文献2により提案されている製造方法で製造された多孔体は、筒状の金網をその長手方向（軸方向）に単に圧縮して製造されるだけである。そのため、多孔体の内部に存在する空隙が、周方向に均等に分布していないおそれがある。空隙が周方向に均等に分布していない多孔体においては、流体を多孔体の軸方向の一方から他方に流したり、径方向に流したりした場合、流体が多孔体の周方向で均等に流れないおそれがある。また、多孔体の内部に存在する空隙が、均等に分布していない場合、高い強度の多孔体を製造することも困難である。

## 【0008】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、金属製多孔体の軸方向及び径方向に流れる流体の流量を、金属製多孔体の周方向において均等にすることができ、かつ、強度を高くすることができる金属製多孔体の製造方法及び金属多孔体を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記課題を解決するための本発明に係る金属製多孔体の製造方法は、筒状の金網からなる中間体を準備する準備工程と、径方向の外側に突出する複数の凸部と前記径方向の内側に窪んだ複数の凹部とを前記中間体の周方向に交互に形成して星形多角体を形成する星形多角体形成工程と、前記星形多角体の内周側と外周側とを拘束する型に該星形多角体を入れて、該星形多角体の軸方向の一方から該星形多角体を圧縮する成型工程と、を少なくとも有している。

#### 【0010】

この発明によれば、上記の各工程を経て金属製多孔体を製造するので、高い強度の金属製多孔体を製造することができると共に、金属製多孔体の軸方向及び径方向に流れる流体の流量を、金属製多孔体の周方向において均等にすることができる。特に、上記の星形多角体形成工程を経ることによって、中間体を構成する金網内に存在する、金属素線同士の空隙が周方向に均等に分布される。そのため、完成された金属製多孔体の内部に存在する空隙を周方向に均等に分布させることができる。また、この星形多角体形成工程は、中間体を構成する金網を塑性変形させる。そのため、完成された金属製多孔体の強度が向上される。

10

#### 【0011】

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記準備工程では、金属素線を編み込んで筒状の金網を形成し、該金網から内周部と外周部とを有する筒状の中間体を形成し、前記成型工程で用いられる前記型は、前記星形多角体の内周側を拘束する芯材と前記星形多角体の外周側を拘束する外周壁とで構成され、前記型は、その軸方向の長さが異なる少なくとも2形態に変化可能に構成され、前記成型工程は、軸方向の長さが長い形態の前記型で前記星形多角体を前記軸方向の一方から圧縮する第1プレス工程と、該第1プレス工程の後に、軸方向の長さが短い形態の前記型で前記星形多角体を軸方向の一方から、さらに圧縮する第2プレス工程と、を少なくとも有している。

20

#### 【0012】

この発明によれば、上記の準備工程で準備される筒状の金網が、素線を編み込んで形成されるため、加工しやすい金網を形成することができる。また、成型工程では、上記のように芯材と外周壁とを有する型に星形多角体を入れるので、星形多角体の内周側と外周型とを確実に拘束することができる。また、上記の成型工程が第1プレス工程と第2プレス工程とを含んでいるので、第1プレス工程及び第2プレス工程の両方の工程において、型の軸方向の一方のみから星形多角体をプレスすることによって、星形多角体を型の軸方向の両方からプレスすることと同等の圧縮作用を星形多角体に与えることができる。すなわち、プレスするためのアクチュエータを型の軸方向の一方側にのみ設けるだけで、型の軸方向の両方にプレスするためのアクチュエータを設けた場合と同様の作用を得ることができる。

30

#### 【0013】

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記星形多角体形成工程では、周方向に一定の間隔を空けて配置され、径方向に移動する複数の爪を、前記中間体の径方向の外側から前記中間体に押し付けることによって、前記爪が押し付けられた位置に前記凹部を形成すると共に、前記爪同士の間の位置に前記凸部を形成して前記星形多角体を形成する。

40

#### 【0014】

この発明によれば、星形多角体形成工程が上記のようにして行われるので、爪が押し付けられた複数の部分に、径方向の内側に窪んだ凹部を形成し、爪が押し付けられた部分の間の複数の部分に径方向の外側に突出する凸部を形成することができる。そのため、複数の爪を一度に中間体に押し付けることで星形多角体を効率よく形成することができる。

#### 【0015】

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記星形多角体形成工程では、前記中間体を周方向に移動させながら、前記中間体の外側に配置された第1歯車と、前記中間体の内側に配置された第2歯車とを噛み合わせることによって、前記第1歯車の歯山に対応

50

する、前記中間体の位置に前記凹部を形成すると共に、前記第2歯車の歯山に対応する、前記中間体の位置に前記凸部を形成して前記星形多角体を形成する。

【0016】

この発明によれば、星形多角体形成工程が上記のようにして行われるので、二つの歯車を噛み合わせるだけで星形多角体を形成することができる。そのため、星形多角体を簡素な装置で形成できる。また、歯の数が異なる歯車に交換するだけで、凹部及び凸部の数が異なる星形多角体を形成することができる。

【0017】

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記星形多角体形成工程では、複数の前記凸部と複数の前記凹部とを前記中間体の軸方向に対して斜めに傾けて前記星形多角体を形成する。

10

【0018】

この発明によれば、星形多角体形成工程で複数の凸部と複数の凹部とを中間体の軸方向に対して斜めに傾けて星形多角体を形成するので、星形多角体が形成された際、軸方向のある領域では凹部が存在する周方向の部分に、軸方向の他の領域では凸部が存在する形態になる。そのため、形成された星形多角体を平面視したときに、星形多角体形の周方向において、凸部が凹部の位置に重なり合い、星形多角体形の密度が、周方向で均等になる。その結果、成型工程を経た完成された金属製多孔体の周方向の密度を均等にすることができる。

【0019】

20

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記芯材と前記外周壁とは、本体部と、該本体部から取り外し可能な長さ調整部とからそれぞれ構成され、前記第1プレス工程では、前記星形多角体を、前記長さ調整部が前記本体部に組み合わされた前記芯材と前記外周壁とからなる前記型を用いて圧縮し、前記第2プレス工程では、前記星形多角体を、前記長さ調整部が前記本体部から取り外された前記芯材と前記外周壁とからなる前記型を用いて圧縮する。

【0020】

この発明によれば、成型工程で使用する型が上記のように構成されているので、型の形態を変化させることによって、第1プレス工程では、長い形態の型の軸方向の一方から星形多角体をプレスし、第2プレス工程では、短い型の軸方向の一方から星形多角体をプレ

30

【0021】

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記準備工程は、金属素線を編み込むことによって軸方向に連なる筒状の金網連続体を形成する金網連続体形成工程と、前記金網連続体を、前記軸方向に一定の長さを有する複数の筒状金網体に分ける分割工程と、前記筒状金網体の側壁部を軸方向に折り返して、前記中間体を形成する中間体形成工程と、を含ませることができる。

【0022】

この発明によれば、中間体を準備するための準備工程が、金網連続体形成工程、分割工程及び中間体形成工程を含むので、中間体を効率よく形成することができる。

40

【0023】

本発明に係る金属製多孔体の製造方法において、前記星形多角体形成工程によって形成された前記星形多角体を径方向の外側から内側に向けて押し付けることによって前記星形多角体を中心側に圧縮して圧縮星形多角体を形成する星形多角体圧縮工程を有し、前記成型工程では、前記圧縮星形多角体が前記型に入れられるようにすることができる。

【0024】

この発明によれば、星形多角体形成工程と成型工程との間に星形多角体圧縮工程を設けるので、径方向に突出する星形多角体の凸部の長さを短くすることができる。圧縮して凸部の長さを短くした場合、凸部が圧縮されることによって、凸部内に存在する空隙の分布が均等化される。また、星形多角体を全体的に径方向の内側に圧縮することができる。

50

## 【 0 0 2 5 】

上記課題を解決するための本発明に係る金属製多孔体は、径方向の外側に向けて突出する複数の凸部と径方向の内側に向けて窪んだ複数の凹部とが周方向の交互に設けられてなる星形多角体が、内周面と外周面とを有し、金属製の素線が編み込まれてなる円環状の金網から形成され、前記星形多角体の内周側と外周側とが拘束され、該星形多角体はその軸方向に圧縮された円筒構造である。

## 【 0 0 2 6 】

この発明によれば、上述した星形多角体を形成してから金属製多孔体を形成するので、金属素線同士の空隙が周方向に均等に分布され、金属製多孔体の軸方向及び径方向に流れる流体の流量を、金属製多孔体の周方向において均等にすることができる。また、星形多角体形を形成するので、金網を塑性変形させ、完成された金属製多孔体の強度を向上させることができる。

10

## 【 0 0 2 7 】

本発明に係る金属製多孔体において、前記筒状の金網は、半径方向に重なる複数の金網の層を備えている。

## 【 0 0 2 8 】

この発明によれば、筒状の金網が半径方向に重なる複数の金網の層を備えているので、完成された金属製多孔体の強度を向上させることができる。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 2 9 】

20

本発明によれば、金属製多孔体の軸方向及び径方向に流れる流体の流量を、多孔体の周方向において均等にすることができ、かつ、強度を高くすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 0 】

【図 1】本発明の係る金属製多孔体の製造方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図 2】本発明の係る金属製多孔体の製造方法で製造された一実施形態の金属多孔体の斜視図である。

【図 3】準備工程に含まれる金網連続体形成工程及び分割工程を説明するための説明図である。

30

【図 4】分割工程で形成された筒状金網体の一例を示す斜視図である。

【図 5】準備工程に含まれる中間体形成工程を説明するための説明図である。

【図 6】第 1 タイプの星形多角体形成工程を説明するための説明図である。

【図 7】星形多角体の一例を示す平面図である。

【図 8】図 6 に示す星形多角体形成工程とは別形態の第 1 タイプの星形多角体形成工程を説明するための説明図である。

【図 9】図 8 に示す装置の爪を構成する押し当て部を説明するための説明図である。

【図 10】図 7 に示す星形多角体とは別形態の星形多角体の一例を示す斜視図である。

【図 11】第 2 タイプの星形多角体形成工程を説明するための説明図である。

【図 12】第 2 タイプの星形多角体形成工程に用いる、はすば歯車を用いた装置のはすば歯車を示す斜視図である。

40

【図 13】星形多角体圧縮工程を説明するための説明図である。

【図 14】成型工程を説明するための説明図である。

【図 15】径方向に流体を流して圧力損失の確認テストを行うときのテストサンプルの形態を説明するための説明図である。

【図 16】軸方向に流体を流して圧力損失の確認テストを行うときのテストサンプルの形態を説明するための説明図である。

【図 17】圧縮強度の確認テストの結果を示すグラフである。

【図 18】圧縮強度の確認テストの結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 3 1 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、本発明の技術的範囲は、以下の記載や図面のみに限定されるものではない。

## 【 0 0 3 2 】

[ 金属製多孔体の製造方法の基本工程 ]

本発明に係る金属製多孔体 1 の製造方法は、図 1 に示すように、準備工程 S 1 0 と、星形多角体形成工程 S 2 0 と、成型工程 S 4 0 とを含んでいる。具体的に、金属製多孔体 1 の製造方法は、筒状の金網からなる中間体 3 2 を準備する準備工程 S 1 0 と、径方向の外側に突出する複数の凸部 6 1 と径方向の内側に窪んだ複数の凹部 6 2 とを中間体 3 2 の周方向に交互に形成して星形多角体 6 0 を形成する星形多角体形成工程 S 2 0 と、星形多角体 6 0 の内周側と外周側とを拘束する型 8 0 に星形多角体 6 0 を入れて、星形多角体 6 0 の軸方向の一方から星形多角体 6 0 を圧縮する成型工程 S 4 0 と、を含んでいる。

10

## 【 0 0 3 3 】

準備工程 S 1 0 は、金属素線 1 0 を編み込んで筒状の金網を形成し、筒状の金網から内周部と外周部とを有する筒状の中間体 3 2 を形成する工程である。星形多角体形成工程 S 2 0 は、径方向の外側に突出する複数の凹部 6 2 と、径方向の内側に窪んだ複数の凸部 6 1 とを周方向に交互に位置させて中間体 3 2 に形成して星形多角体 6 0 を形成する工程である。成型工程 S 4 0 は、星形多角体 6 0 の内周側を拘束する芯材 8 1 と、星形多角体 6 0 の外周側を拘束する外周壁 8 5 とで構成された型 8 0 における、芯材 8 1 と外周壁 8 5 とで構成される空間に星形多角体 6 0 を入れて、星形多角体 6 0 の軸方向の一方から星形多角体 6 0 を圧縮する工程である。成型工程 S 4 0 で用いる型 8 0 は、その軸方向の長さが異なる少なくとも 2 形態に変化可能に構成されている。

20

## 【 0 0 3 4 】

成型工程 S 4 0 は、軸方向の長さが長い形態の型 8 0 で星形多角体 6 0 を軸方向の一方から圧縮する第 1 プレス工程 S 4 1 と、この第 1 プレス工程 S 4 1 の後に、軸方向の長さが短い形態の型 8 0 で星形多角体 6 0 を軸方向の一方から、さらに圧縮する第 2 プレス工程 S 4 2 と、を少なくとも有している。

## 【 0 0 3 5 】

なお、準備工程 S 1 0 は、金網連続体形成工程 S 1 1、分割工程 S 1 2 及び中間体形成工程 S 1 3 を含めることができる。金網連続体形成工程 S 1 1 は、金属素線 1 0 を編み込むことによって軸方向に連なる筒状の金網連続体 3 0 を形成する工程である。分割工程 S 1 2 は、金網連続体 3 0 を、その軸方向に一定の長さを有する複数の筒状金網体 3 1 に分ける工程である。中間体形成工程 S 1 3 は、筒状金網体 3 1 の側壁部を軸方向に折り返して中間体 3 2 を形成する工程である。

30

## 【 0 0 3 6 】

また、金属製多孔体 1 の製造方法は、必要に応じて、上述した星形多角体形成工程 S 2 0 と成型工程 S 4 0 との間に、星形多角体圧縮工程 S 3 0 を設けることもできる。この星形多角体圧縮工程 S 3 0 は、星形多角体形成工程 S 2 0 によって形成された星形多角体 6 0 を径方向の外側から内側に向けて押し付けることによって星形多角体 6 0 を中心側に圧縮して圧縮星形多角体 6 0 を形成する工程である。この星形多角体圧縮工程 S 3 0 を設けた場合、成型工程 S 4 0 では、圧縮星形多角体 6 0 が型 8 0 に入れられる。

40

## 【 0 0 3 7 】

以上の工程を有する本発明に係る金属製多孔体 1 の製造方法によれば、金属製多孔体 1 の軸方向及び径方向に流れる流体の流量を、金属製多孔体 1 の周方向において均等にすることができ、かつ、強度を高くすることができるという特有の効果を奏する。

## 【 0 0 3 8 】

以下、本発明に係る金属製多孔体 1 の製造方法によって製造された金属製多孔体 1 について説明し、次いで、金属製多孔体 1 の製造方法の各工程の詳細を説明する。

## 【 0 0 3 9 】

[ 金属製多孔体 ]

50

金属製多孔体 1 は、図 2 示すように、円筒状をなし、径方向の中央に空洞を有している。すなわち、金属製多孔体 1 は、外周面 2 と、内周面 3 と、軸方向の両端部をなす一對の端面 4, 5 と、を有している。

#### 【0040】

この金属製多孔体 1 は、金属素線 10 が編み込まれてなる筒状の金網を加工して製造されている。具体的に、金属製多孔体 1 は、金属素線 10 が編み込まれ、内周面と外周面とを有する筒状の金網を加工し、径方向の外側に向けて突出する複数の凸部 61 と径方向の内側に向けて窪んだ複数の凹部 62 とを周方向の交互に形成して星形多角体 60 を形成し、この星形多角体 60 の内周側と外周側とを拘束しながら、星形多角体 60 をその軸方向に圧縮することによって円筒状に形成されている。また、円環状の金網は、半径方向に重なる複数の金網の層を備えている。

10

#### 【0041】

##### (金属素線)

金属素線 10 は、例えば、ステンレス鋼又は軟鋼からなる線材が使用されている。ステンレス鋼の線材としては、例えば、JIS (Japanese Industrial Standards) 規格の SUS304 又は SUS316 等からなる線材を挙げることができる。軟鋼線材としては、例えば、JIS 規格の SWRM6、SWRCH6A 等からなる線材を挙げることができる。金属素線 10 として軟鋼線材を用いる場合、銅、銅合金、亜鉛又はニッケルその他のめっきを施したものをを用いることができる。ただし、金属線は上記の材料の他に、チタン、ニッケル又はアルミニウムその他の材料を用いることもできる。金属製多孔体 1 は、こうした材質の素線によって構成されているので、耐熱性、耐薬品性及び耐食性を備えている。

20

#### 【0042】

金属素線 10 は、その断面形状が円形の線材である。金属素線 10 の直径は、0.01 mm 以上、3 mm 以下である。ただし、金属素線 10 は、圧延されて、断面形状が楕円形又は略楕円形に形成された線材を用いてもよい。

#### 【0043】

##### (金属製多孔体)

金属製多孔体 1 は、上記の金属素線 10 からなる筒状の金網を加工することによって、空隙率が 20% 以上、90% 以下であり、密度が  $7.75 \text{ g/cm}^3$  以上、 $8.06 \text{ g/cm}^3$  以下のステンレス鋼を用いた場合、嵩密度が  $0.5 \text{ g/cm}^3$  以上、 $6.5 \text{ g/cm}^3$  以下である。なお、「空隙率」とは、 $[(\text{材料比重}-\text{製品密度})/\text{材料比重}] \times 100$  によって表すことができる製品の全容積に対する隙間の容積の割合のことであり、「嵩密度」とは、単位体積の質量 = 製品重量 / 製品体積によって表すことができる、製品の重量を製品の体積で除した単位体積あたりの質量のことである。

30

#### 【0044】

以上の金属製多孔体 1 は、流体に含まれる不純物を捕捉したり濾過したりするフィルター、流体の温度を下げる冷却部材、爆発音を吸収する消音部材、構造物を構成している部材同士の間挟み込んで用いるスペーサ等に用いることができる。具体的に、金属製多孔体 1 は、エアバッグのインフレータ用フィルターとして利用することができる。金属製多孔体 1 をエアバッグのインフレータ用フィルターとして利用した場合、金属製多孔体 1 は、エアバッグが作動したときに生じる不純物を捕捉したり濾過したりする。また、金属製多孔体 1 は、エアバッグが作動したときの爆発音を消音する消音フィルターとして機能させたり、衝撃を吸収する衝撃吸収フィルターや防爆フィルターとして機能させたりすることができる。こうした、金属製多孔体 1 は、火薬を習慣的に燃焼させてガスを発生させるインフレータとは異なるシステムに用いることができる。

40

#### 【0045】

金属製多孔体 1 は、さらに、熱交換システムに用いることができる。すなわち、熱交換システムに用いられる熱交換媒体の通路に金属製多孔体 1 を組み込むことによって、金属製多孔体 1 は、再生器として機能させることができる。この場合、熱交換システムの高温

50

側と低温側との間に配置された金属製多孔体 1 は、その周方向で熱を均等に伝えることによって、高い熱伝導率で熱を伝えることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

金属製多孔体 1 は、以上のように、高い負荷が作用する場所、衝撃的な負荷が作用する場所、温度が高い場所、及び温度変化が激しい場所等で用いることができる。

#### 【 0 0 4 7 】

##### [ 金属製多孔体の製造方法 ]

上述したように、金属製多孔体 1 の製造方法は、図 1 に示すように、準備工程 S 1 0 と、星形多角体形成工程 S 2 0 と、成型工程 S 4 0 とを含んでいる。また、金属製多孔体 1 の製造方法は、必要に応じて、上述した星形多角体圧縮工程 S 3 0 を星形多角体形成工程 S 2 0 と成型工程 S 4 0 との間に設けることもできる。

#### 【 0 0 4 8 】

##### 準備工程

準備工程 S 1 0 は、金属素線 1 0 を編み込んで筒状の金網を形成し、筒状の金網から内周部と外周部とを有する筒状の中間体 3 2 を形成する工程である。この準備工程 S 1 0 は、図 1 に示すように、金網連続体形成工程 S 1 1、分割工程 S 1 2 及び中間体形成工程 S 1 3 を含めることができる。

#### 【 0 0 4 9 】

##### ( 金網連続体形成工程 )

金網連続体形成工程 S 1 1 は、金属素線 1 0 を編み込むことによって軸方向に連なる筒状の金網連続体 3 0 を形成する工程である。この金網連続体形成工程 S 1 1 は、図 3 に示すように、金属素線 1 0 を編み機 2 0 に送り出し、送り出された金属素線 1 0 を編み機 2 0 で編み込むことによって筒状の金網連続体 3 0 を形成している。なお、図 3 は、説明を容易にするために、編み機 2 0 を模式的に示している。

#### 【 0 0 5 0 】

編み機 2 0 は、金属素線 1 0 を編み込むための本体部 2 1 と、送り出された金属素線 1 0 を本体部 2 1 に案内するための案内針 2 2 とを備えている。本体部 2 1 は、径方向の中央に穴を有している。金網連続体 3 0 は、本体部 2 1 に設けられた穴から送り出される。

#### 【 0 0 5 1 】

金網連続体 3 0 は、円筒状をなしている。また、金網連続体 3 0 は、その軸方向に連続している。なお、編み方は特に限定されない。図 3 に示す例は、A 部を拡大して図示するように、素線をメリヤス編みして金網連続体 3 0 を形成している。

#### 【 0 0 5 2 】

##### ( 分割工程 )

分割工程 S 1 2 は、図 3 に示すよう、編み機 2 0 から送り出された金網連続体 3 0 を、その軸方向に一定の長さを有する複数の筒状金網体 3 1 に分ける工程である。この分割工程 S 1 2 によって形成される筒状金網体 3 1 は、図 4 に示すように、筒状をなしている。筒状金網体 3 1 の内部は空洞である。金網連続体 3 0 から筒状金網体 3 1 に分ける方法は、特に限定がない。分ける方法としては、編み機 2 0 から送り出された金網連続体 3 0 を所定の長さ毎に、刃物で切断して筒状金網体 3 1 を形成する方法を一例として挙げることができる。なお、筒状金網体 3 1 は、金属素線 1 0 が編み込まれることによって構成されている。編み方は、上述したように、特に限定はない。図 4 に例示した筒状金網体 3 1 は、A 部を拡大して図示したように、素線をメリヤス編みして構成されている。

#### 【 0 0 5 3 】

##### ( 中間体形成工程 )

中間体形成工程 S 1 3 は、図 5 に示すように、筒状金網体 3 1 の側壁部 3 1 a を軸方向に折り返して、中間体 3 2 を形成する工程である。なお、図 5 は、中間体形成工程 S 1 3 を模式的に示している。この中間体形成工程 S 1 3 では、図 5 ( A ) から図 5 ( D ) に示すように、筒状金網体 3 1 の軸方向の一端から、側壁部 3 1 a を軸方向に一定の長さごとに外側に複数回折り返すことによって、図 5 ( E ) に示す中間体 3 2 を形成している。た

10

20

30

40

50

だし、中間体 3 2 は、筒状金網体 3 1 の軸方向の一端から、筒状金網体 3 1 の側壁部 3 1 a を外側に丸ませて形成することもできる。この中間体形成工程 S 1 3 によって形成された中間体 3 2 は、図 5 ( E ) に示すように、円環状の金網であり、外周部 3 3 と内周部 3 4 とを有している。また、円環状の金網である中間体 3 2 は、半径方向に重なる複数の金網の層を備えている。

#### 【 0 0 5 4 】

##### 星形多角体形成工程

次に、図 6 から図 1 2 を参照して星形多角体 6 0 を形成する星形多角体形成工程 S 2 0 について説明する。

#### 【 0 0 5 5 】

10

星形多角体形成工程 S 2 0 は、径方向の外側に突出する複数の凸部 6 1 と、径方向の内側に窪んだ複数の凹部 6 2 とを、周方向に交互に位置させて中間体 3 2 に形成して星形多角体 6 0 を形成する工程である。この星形多角体形成工程 S 2 0 は、図 6 に示す装置 4 0 を用いて星形多角体 6 0 を形成する第 1 タイプと、図 1 2 に示す装置 5 0 を用いて星形多角体 6 0 を形成する第 2 タイプとがある。

#### 【 0 0 5 6 】

第 1 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 は、図 6 に示すように、周方向に一定の間隔を空けて配置され、径方向に移動する複数の爪 4 2 を、中間体 3 2 の径方向の外側からこの中間体 3 2 に押し付けることによって星形多角体 6 0 を形成する。例えば、6 個の凸部 6 1 と 6 個の凹部 6 2 を有する星形多角体 6 0 ( 図 7 参照 ) を形成する場合、星形多角体形成工程 S 2 0 は、6 個の爪 4 2 を備えた装置 4 0 ( 以下、単に「装置 4 0 」という。 ) を用いて実施される。この装置 4 0 は、例えば、ベース 4 1 と、ベース 4 1 上に配置された 6 個の爪 4 2 と、ベース 4 1 上に配置された受け部 4 5 とを有している。

20

#### 【 0 0 5 7 】

ベース 4 1 は、円盤状をなしている。このベース 4 1 は、星形多角体 6 0 として形成される中間体 3 2 が載せられる部材である。

#### 【 0 0 5 8 】

6 個の爪 4 2 は、ベース 4 1 上で周方向に均等に配置されている。各爪 4 2 は、その長手方向が径方向に向いてそれぞれ配されている。各爪 4 2 は、その長手方向の一端側に先細り形状の押し当て部 4 3 をそれぞれ有している。各爪 4 2 は、押し当て部 4 3 を径方向の内側に向けてそれぞれ配置されている。

30

#### 【 0 0 5 9 】

受け部 4 5 は、爪 4 2 によって押し付けられた中間体 3 2 を、中間体 3 2 の内側で受ける部位である。受け部 4 5 は、ベース 4 1 の中心に配置されている。この受け部 4 5 は、リング部 4 6 と、リング部 4 6 から径方向の外側に延びる仕切部 4 7 とを少なくとも備えている。仕切部 4 7 は、周方向の 6 箇所 に設けられている。各仕切部 4 7 同士の周方向の間隔は一定である。

#### 【 0 0 6 0 】

6 個の爪 4 2 は、周方向において、受け部 4 5 の仕切部 4 7 と仕切部 4 7 との間に位置している。各爪 4 2 が径方向の内側に移動したときに、各爪 4 2 の押し当て部 4 3 は、受け部の仕切部 4 7 と仕切部 4 7 との間に挿入される。

40

#### 【 0 0 6 1 】

この装置 4 0 は、星形多角体 6 0 を以下のように形成する。はじめに、図 6 ( A ) に示すように、装置 4 0 において、6 個の爪 4 2 は径方向の外側に移動されている。中間体 3 2 は、各爪 4 2 に設けられた押し当て部 4 3 と受け部 4 5 との間にセットされる。中間体 3 2 が装置 4 0 にセットされた後、各爪 4 2 を径方向の内側に移動させ、押し当て部 4 3 を中間体 3 2 の外周部に突き当てて、図 6 ( B ) に示すように、中間体 3 2 を径方向の外側から内側に向けて押し付ける。

#### 【 0 0 6 2 】

装置 4 0 は、6 個の爪 4 2 を中間体 3 2 に押し付けることによって、中間体 3 2 の周方

50

向の6箇所、径方向の外側から内側に向かって窪む凹部62を形成する。一方、装置40は、爪42が押し付けられた部分同士の間の部分を、径方向の外側に向かって突出する凸部61として形成する。その結果、装置40は、図7に示す、星形多角体60を形成する。

#### 【0063】

図7は星形多角体60の一例を示している。この星形多角体60は、径方向の外側に突出する凸部61を周方向の6箇所に備えている。また、星形多角体60は、径方向の内側に窪んだ凹部62を凸部61同士の間に備えている。この凹部62は、上述したように、爪42部が備える押し当て部43が押し付けられることによって形成された部位である。

#### 【0064】

なお、星形多角体形成工程S20で形成される星形多角体60は、6個の凸部61と6個の凹部62を有する形状には限定されない。凸部61の数と凹部62の数は、5個以下であってもよいし、7個以上であってもよい。その場合、装置に設ける爪42の数は、形成される星形多角体60の凹部62の数と凸部61の数とに一致される。例えば、凹部62の数及び凸部61の数が8この星形多角体60を形成する場合、8個の爪42が装置に設けられる。

#### 【0065】

第1タイプの星形多角体形成工程S20では、爪42が押し付けられた複数の部分に、径方向の内側に窪んだ凹部62を形成し、爪42が押し付けられた部分の間の複数の部分に径方向の外側に突出する凸部61を形成することができる。そのため、複数の爪42を一度に中間体32に押し付けることで星形多角体60を効率よく形成することができる。

#### 【0066】

第1タイプの星形多角体形成工程S20では、図8示す装置140（以下、「装置140」という。）を利用して、中間体32から図10に示す星形多角体160を形成してもよい。

#### 【0067】

装置140は、例えば、ベース141と、ベース141上に配置された6個の爪142と、ベース141上に配置された受け部145とを有している。ベース141は、例えば、円盤状をなしている。このベース141は、星形多角体160として形成される中間体32が載せられる部材である。6個の爪142は、その長手方向がベースの径方向に向いて、ベース141上で周方向に均等に配置されている。各爪142は、その長手方向の一端側に平板状の押し当て部143をそれぞれ有し、この押し当て部143を径方向の内側に向けている。

#### 【0068】

押し当て部143は、図9に示すように、垂直方向に対して斜めに傾けられている。なお、垂直方向は、中間体32の軸方向及び星形多角体160の軸方向に一致している。押し当て部143の垂直方向に対する傾斜角は、5度以上、85度以下の範囲内で、中間体32の軸方向の長さに応じて適宜に設定するとよい。すなわち、星形多角体160が形成された際、軸方向のある領域では、凹部162が存在する周方向の部分に、軸方向の他の領域では、凸部161が存在する形態になるように、この傾斜角は設定される。

#### 【0069】

受け部145は、ベース141の中心に配置されており、爪142によって押し付けられた中間体32を、中間体32の内側で受ける部位である。受け部145の構造は、図6に示した装置40の受け部45とほぼ同様であり、リング部146と、リング部146から径方向の外側に延びる仕切部147とを少なくとも備えている。

#### 【0070】

この装置140は、中間体32の径方向の外側から押し当て部143を中間体32の外周部に突き当て、中間体32を径方向の外側から内側に向けて押し付けることによって、図10に示す星形多角体を形成する。具体的には、装置140は、爪142の押し当て部143が押し付けられた位置に凹部162を形成すると共に、爪142の押し当て部14

10

20

30

40

50

3 同士の間の位置に凸部 1 6 1 を形成して星形多角体 1 6 0 を形成する。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、装置 1 4 0 により形成された星形多角体 1 6 0 の一例を示している。この星形多角体 1 6 0 は、径方向の外側に突出する凸部 1 6 1 を周方向の 6 箇所備えている。また、星形多角体 1 6 0 は、径方向の内側に窪んだ凹部 1 6 2 を凸部 1 6 1 同士間に備えている。

【 0 0 7 2 】

各凸部 1 6 1 及び各凹部 1 6 2 は、星形多角体 1 6 0 の軸方向に対して斜めに傾けられている。そのため、軸方向のある領域では、凹部 1 6 2 が存在する周方向の部分に、軸方向の他の領域では、凸部 1 6 1 が存在する。その結果、星形多角体 1 6 0 を平面視したとき、周方向の密度が均等になる。その結果、星形多角体 1 6 0 から形成された金属製多孔体 1 は、この金属製多孔体 1 の内部を流れる流体の圧力損失を周方向で均等にすることができると共に、強度を周方向で均等にすることができる。

【 0 0 7 3 】

以上、斜めに傾けられた押し当て部 1 4 3 を有する爪 1 4 2 を用いて星形多角体 1 6 0 を形成する場合について説明した。ただし、軸方向に対して凸部 1 6 1 及び凹部 1 6 2 が斜めに傾けられた星形多角体 1 6 0 は、まず、図 6 に示す装置 4 0 を用いて図 7 に示す星形多角体 6 0 を形成し、次いで、星形多角体 6 0 を周方向に捩ることによって形成してもよい。

【 0 0 7 4 】

第 2 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 は、図 1 1 に示すように、中間体 3 2 を周方向に移動させながら、中間体 3 2 の外側に配置された第 1 歯車 5 1 と、中間体 3 2 の内側に配置された第 2 歯車 5 2 とを噛み合わせることによって、星形多角体 6 0 を形成する。

【 0 0 7 5 】

第 2 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 に用いられる装置 5 0 (以下、単に「装置 5 0」という。)は、図 1 1 に示すように、2つの歯車 5 1, 5 2 を備えている。なお、図 1 1 は、装置 5 0 の一例を模式的に示している。図 1 1 に示す装置 5 0 は、刃先円の直径が相対的に大きい第 1 歯車 5 1 と、刃先円の直径が相対的に小さい第 2 歯車 5 2 とを備えている。第 1 歯車 5 1 は、中間体 3 2 の外側に配置され、第 2 歯車 5 2 は、中間体 3 2 の内側に配置される。

【 0 0 7 6 】

この装置 5 0 は、第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 との間の距離を長くしたり短くしたりすることができるように構成されている。ただし、第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 との距離を最も短くした場合でも、第 1 歯車 5 1 の歯と第 2 歯車 5 2 の歯とが接触せずに、一定の隙間が両者の間に形成される。すなわち、第 1 歯車 5 1 の歯が第 2 歯車 5 2 の歯と歯との間に位置するときに、第 1 歯車 5 1 の歯先と第 2 歯車 5 2 の歯元との間に一定の隙間が形成される。また、第 1 歯車 5 1 の歯面と第 2 歯車 5 2 の歯面との間にも一定の隙間が形成される。同様に、第 2 歯車 5 2 の歯が第 1 歯車の歯と歯との間に位置するときに、第 2 歯車 5 2 の歯先と第 1 歯車 5 1 の歯元との間に一定の隙間が形成されると共に、第 1 歯車 5 1 の歯面と第 2 歯車 5 2 の歯面との間にも一定の隙間が形成される。

【 0 0 7 7 】

第 2 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 では、星形多角体 6 0 が装置 5 0 によって次のように形成される。

【 0 0 7 8 】

まず、第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 との距離が離された状態(図示せず)で、中間体 3 2 が第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 との間にセットされる。その際、第 2 歯車 5 2 は中間体 3 2 の内側に位置される。

【 0 0 7 9 】

次いで、第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 とを接近させ、中間体 3 2 を第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 とで挟み込む。中間体 3 2 が第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 とで挟み込まれること

によって、中間体 3 2 の側壁部は、第 1 歯車 5 1 の歯先によって第 2 歯車 5 2 の歯元に向けて押し付けられると共に、第 2 歯車 5 2 の歯先によって第 1 歯車 5 1 の歯元に向けて押し付けられる。そのため、中間体 3 2 は、図 1 1 に示すように、中間体 3 2 の径方向の外側に向けて突出する凸部 6 1 と径方向の内側に向けて窪む凹部 6 2 とが形成される。

#### 【 0 0 8 0 】

その後、第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 とを回転させて、中間体 3 2 を周方向に移動させる。装置 5 0 において、第 1 歯車 5 1 と第 2 歯車 5 2 とが中間体 3 2 を挟み込んでいるため、第 1 歯車 5 1 及び第 2 歯車 5 2 は、その回転に伴って、中間体 3 2 を周方向に移動させ、凸部 6 1 と凹部 6 2 とを中間体 3 2 の周方向の全域にわたり交互に形成する。具体的には、第 1 歯車 5 1 の歯山に対応する、中間体の位置に凹部 6 2 を形成すると共に、第 2 歯車 5 2 の歯山に対応する、中間体の位置に凸部 6 1 を形成して星形多角体 6 0 を形成する。なお、図 1 1 に示す装置 5 0 で形成された星形多角体 6 0 は、図 7 に示すように、径方向の外側に突出する凸部 6 1 と内側に窪んだ凹部 6 2 とが、周方向の 6 箇所それぞれ形成される。

10

#### 【 0 0 8 1 】

第 2 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 では、二つの歯車 5 1 , 5 2 を噛み合わせるだけで星形多角体 6 0 を形成することができる。そのため、星形多角体 6 0 を簡素な装置で形成できる。また、歯の数が異なる歯車に交換するだけで、凹部 6 2 及び凸部 6 1 の数が異なる星形多角体 6 0 を形成することができる。

#### 【 0 0 8 2 】

20

第 2 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 では、図 1 2 に示すように、中間体 3 2 を周方向に移動させながら、2 つのはすば歯車 1 5 1 , 1 5 2 を噛み合わせることにによって、星形多角体 1 6 0 を形成してもよい。

#### 【 0 0 8 3 】

この星形多角体形成工程 S 2 0 に用いられる装置 1 5 0 (以下、単に「装置 1 5 0」という。)は、図 1 2 に示すように、2 つの歯車 1 5 1 , 1 5 2 を備えている。2 つの歯車 1 5 1 , 1 5 2 は、歯山が各歯車の周方向に対して斜めに傾いたはすば歯車である。図 1 2 に示す装置 1 5 0 は、刃先円の直径が相対的に大きい第 1 歯車 1 5 1 と、刃先円の直径が相対的に小さい第 2 歯車 1 5 2 とを備えている。第 1 歯車 1 5 1 は、図示しない中間体の外側に配置され、第 2 歯車 1 5 2 は、図示しない中間体の内側に配置される。

30

#### 【 0 0 8 4 】

装置 1 5 0 は、中間体を第 1 歯車 1 5 1 と第 2 歯車 1 5 2 との間に挟み込ませ、第 1 歯車 1 5 1 及び第 2 歯車 1 5 2 を回転させることによって、図示しない中間体を周方向に移動させ、斜めに傾けられた凸部 1 6 1 及び凹部 1 6 2 を有する星形多角体 1 6 0 を形成する(図 1 0 参照)。具体的には、第 1 歯車 1 5 1 の歯山に対応する、中間体の位置に凹部 1 6 2 を形成すると共に、第 2 歯車 1 5 2 の歯山に対応する、中間体の位置に凸部 1 6 1 を形成して星形多角体 1 6 0 を形成する。

#### 【 0 0 8 5 】

なお、第 2 タイプの星形多角体形成工程 S 2 0 によって星形多角体 1 6 0 を形成する場合、まず、図 1 1 に示す装置 5 0 を用いて図 7 に示す星形多角体 6 0 を形成し、次いで星形多角体 6 0 を周方向に捩ることによって形成してもよい。

40

#### 【 0 0 8 6 】

##### 星形多角体圧縮工程

次に、図 1 3 を参照して、星形多角体圧縮工程 S 3 0 について説明する。なお、星形多角体圧縮工程 S 3 0 は、必要に応じて設けられる工程であり、必須の工程ではない。

#### 【 0 0 8 7 】

星形多角体圧縮工程 S 3 0 は、星形多角体形成工程 S 2 0 によって形成された星形多角体 6 0 を径方向の外側から内側に向けて圧縮することによって圧縮星形多角体 6 0 , 1 6 0 を形成する。この星形多角体圧縮工程 S 3 0 では、例えば、図 1 3 に示す装置 7 0 (以下、単に「装置 7 0」という。)が用いられる。以下では、圧縮星形多角体 6 0 を形成す

50

る場合を例にして説明する。

【0088】

この装置70は、円形のベース75と、ベース75上に配置された4本のアーム71とを備えている。各アーム71は、その長手方向がベース75の中心側から径方向の外側に延びる方向に向いてそれぞれ配置されている。4本のアーム71のうち、2本のアーム71は、ベース75の直径をなす線L1上に配されていて、ベース75の中心に対して対称をなしている。残りの2本のアーム71は、直径をなす線L1に対して直交する線L2上に配置されている。この2本のアーム71もベース75の中心に対して対称をなしている。

【0089】

各アーム71の長手方向の一端は、押し当て面72を有している。押し当て面72は、円弧状にそれぞれ窪んでいる。この押し当て面72は、星形多角体60の外周面に押し当てる部分である。各アーム71は、この押し当て面72をベース75の中心に向けてそれぞれ配置されている。そして、4本のアーム71は径方向に移動するように構成されている。

【0090】

この星形多角体圧縮工程S30では、図13に示すように、星形多角体60がベース75の中心にセットされ、4本のアーム71をベース75の中心に向けて移動して、押し当て面72を星形多角体60の外周部に押し付けることによって、星形多角体60を径方向の内側に圧縮する。圧縮星形多角体60は、星形多角体60がアーム71によって径方向の内側に圧縮されることによって形成される。

【0091】

この星形多角体形成工程S20は、中間体32の内部に存在する空間を均等に分布させることができる。そのため、完成された金属製多孔体1の内部に存在する空間を周方向に均等にすることができる。また、この工程は、中間体32を構成する金網を塑性変形させている。そのため、強度を高めることができる。

【0092】

成型工程

成型工程S40では、星形多角体60、160（圧縮星形多角体60、160を含む。）の内周側を拘束する芯材81と、星形多角体60、160の外周側を拘束する外周壁85とで構成された型80が用いられる。成型工程S40は、芯材81と外周壁85との間の空間に星形多角体60、160を入れ、星形多角体60、160の軸方向の一方から星形多角体60、160を圧縮することによって、図2に示す金属製多孔体1を成型する工程である。以下では、星形多角体60を成型する場合を例に説明する。

【0093】

成型工程S40に用いられる型80は、図14に示すように、その軸方向の長さが異なる少なくとも2形態に変化可能に構成されている。そして、成型工程S40は、軸方向の長さが長い形態の型80で星形多角体60を軸方向の一方から圧縮する第1プレス工程S41と、第1プレス工程S41の後に、軸方向の長さが短い形態の型80で星形多角体60を軸方向の一方から星形多角体60を、さらに圧縮する第2プレス工程S42とを少なくとも有している（図1参照）。

【0094】

（型の構成）

型80は、図14に示すように、芯材81と外周壁85とを備えている。この型80は、芯材81と外周壁85との間に、成型される星形多角体60が入れられる空間を有している。型80の長手方向の一端80a側は、開かれており、型80の長手方向の他端80b側はブロック90等によって閉じられている。この成型工程S40では、図示しないアクチュエータが型80の長手方向における一端80a側のみに設けられる。成型工程S40では、一端80a側のみに設けられたアクチュエータが型80内の星形多角体60をプレスして金属製多孔体1を形成する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 5 】

型 8 0 を構成する芯材 8 1 は、軸方向の長さが長い形態と、軸方向の長さが短い形態との 2 形態に変化させることができるように構成されている。具体的に、芯材 8 1 は、芯材本体部 8 2 と、型 8 0 の長手方向の長さを変化させるための芯材調整部 8 3 とから構成されている。長い形態の芯材 8 1 は、図 1 4 ( A ) 及び図 1 4 ( B ) に示すように、芯材本体部 8 2 と芯材調整部 8 3 とが型 8 0 の長手方向につながられた形態である。短い形態の芯材 8 1 は、図 1 4 ( C ) 及び図 1 4 ( D ) に示すように、芯材調整部 8 3 が芯材 8 1 から取り外された形態である。

## 【 0 0 9 6 】

型 8 0 を構成する外周壁 8 5 は、芯材 8 1 と同様に、軸方向の長さが長い形態と、軸方向の長さが短い形態との 2 形態に変化させることができるように構成されている。外周壁 8 5 は、外周壁本体部 8 6 と外周壁調整部 8 7 とにより構成されている。長い形態の外周壁 8 5 は、図 1 4 ( A ) 及び図 1 4 ( B ) に示すように、外周壁本体部 8 6 と外周壁調整部 8 7 とが型 8 0 の長手方向につながられた形態である。短い形態の外周壁 8 5 は、図 1 4 ( C ) 及び図 1 4 ( D ) に示すように、外周壁調整部 8 7 が外周壁 8 5 から取り外された形態である。

## 【 0 0 9 7 】

( 成型工程の詳細 )

成型工程 S 4 0 の詳細について、図 1 4 を参照して説明する。この成型工程 S 4 0 では、まず、図 1 4 ( A ) 及び図 1 4 ( B ) に示す第 1 プレス工程 S 4 1 が行われ、次いで、図 1 4 ( C ) 及び図 1 4 ( D ) に示す第 2 プレス工程 S 4 2 が行われる。

## 【 0 0 9 8 】

第 1 プレス工程 S 4 1 では、まず、図 1 4 ( A ) に示すように、芯材本体部 8 2 と芯材調整部 8 3 とが軸方向につながれると共に、外周壁本体部 8 6 と外周壁調整部 8 7 とが軸方向につながられ、長い形態の型 8 0 が形成される。また、型 8 0 の軸方向の一端 8 0 a 側が開かれた状態にされる一方で、型 8 0 の軸方向の他端 8 0 b がブロック 9 0 で閉じられる。第 1 補助部材 1 0 1、星形多角体 6 0、及び第 2 補助部材 1 0 2 が、その順番にこの形態の型 8 0 の内部に挿入される。すなわち、型 8 0 の他端 8 0 b 側かみて、第 1 補助部材 1 0 1、星形多角体 6 0、及び第 2 補助部材 1 0 2 がその順番に型 8 0 の内部に配置される。

## 【 0 0 9 9 】

次いで、図示しないアクチュエータが、型 8 0 の軸方向の一端 8 0 a 側から型 8 0 の内部の第 1 補助部材 1 0 1、星形多角体 6 0、及び第 2 補助部材 1 0 2 をブロック 9 0 に向けて押すことによって、星形多角体 6 0 をプレスする。

## 【 0 1 0 0 】

次いで、図 1 4 ( B ) に示すように、第 3 補助部材 1 0 3 が型 8 0 の軸方向の一端 8 0 a 側から型 8 0 の内部に挿入され、第 2 補助部材 1 0 2 の上に配置される。次いで、型 8 0 の軸方向の一端 8 0 a 側から図示しないアクチュエータが、型 8 0 の内部の第 1 補助部材 1 0 1、星形多角体 6 0、第 2 補助部材 1 0 2 及び第 3 補助部材 1 0 3 をブロック 9 0 に向けて押すことによって、星形多角体 6 0 をさらにプレスする。

## 【 0 1 0 1 】

次に、第 2 プレス工程 S 4 2 が行われる。第 2 プレス工程 S 4 2 では、まず、図 1 4 ( C ) に示すように、型 8 0 から芯材調整部 8 3 及び外周壁調整部 8 7 が取り外される。そのため、型 8 0 は、芯材本体部 8 2 と外周壁本体部 8 6 とからなる短い形態になる。型 8 0 から芯材調整部 8 3 及び外周壁調整部 8 7 が取り外された状態では、ブロック 9 0 が配置された型 8 0 の軸方向の他端 8 0 b 側において、第 1 補助部材 1 0 1 が型 8 0 から突出した状態になる。

## 【 0 1 0 2 】

また、図 1 4 ( C ) に示すように、型 8 0 の軸方向の一端 8 0 a 側には、押し付け用ジグ 1 0 4 が被せられる。この押し付け用ジグ 1 0 4 の周辺の下端面は、型 8 0 の一端 8 0

10

20

30

40

50

a側の端面に突き当てられ、押し付け用ジグ104の中央は、芯材81の先端が内部に挿入させる。

【0103】

次いで、図14(D)に示すように、図示しないアクチュエータが、型80の軸方向の一端80a側から押し付け用ジグ104の上から型80をブロック90に向けて押し付ける。型80がブロック90に向けて押し付けられることによって、星形多角体60がプレスされる。

【0104】

星形多角体60がこの成型工程で上記のようにプレスされた場合、その外周面が外周壁85に拘束され、外周面は外周壁85の内面に沿って円形に形成される。また、内周面が芯材81に拘束され、内周面は円形に形成される。その結果、星形多角体60は、図2に示した円筒状の金属製多孔体1に成型される。

10

【0105】

この成型工程S40では、上述したように、型80が本体部82, 86と調整部83, 87とで構成されているので、調整部83, 87を型80から取り外すことによって、型80の軸方向の長さが変化される。そのため、第1プレス工程S41及び第2プレス工程S42の両方の工程において、型80の軸方向の一方のみから星形多角体60をプレスすることによって、星形多角体60を型80の軸方向の両方からプレスすることと同等の圧縮作用を星形多角体60に与えることができる。すなわち、プレスするためのアクチュエータを型80の軸方向の一方側にのみ設けるだけで、型80の軸方向の両方にプレスするためのアクチュエータを設けた場合と同様の作用を得ることができる。

20

【0106】

以上、軸方向の長さが2形態に変化可能な型80を用いて成型工程S40を行う場合を例に説明した。しかしながら、軸方向の長さが3形態以上に变化可能な型を用いて成型工程S40を行うこともできる。

【0107】

なお、この成型工程S40が終了した後、金属製多孔体1は、洗浄工程等を経て完成される。

【0108】

以上の工程を含む金属製多孔体1の製造方法で製造された金属製多孔体1は、高い強度を有する。また、金属製多孔体1の内部に存在する空隙が周方向に均等に分布される。そのため、流体が軸方向及び径方向に流れる際、流体は金属製多孔体1の周方向にて均等に流れる。

30

【実施例】

【0109】

以下、本発明に係る金属製多孔体1の製造方法で製造された金属製多孔体1の詳細を実施例に基づいて具体的に説明する。

【0110】

本発明に係る金属製多孔体1の製造方法によって製作した金属製多孔体1と従来から使用されている金属製多孔体について、圧力損失の確認テスト及び圧縮強度の確認テストを行い、両者の比較を行った。なお、従来から使用されている金属製多孔体は、本発明の金属製多孔体1の製造方法の途中で形成される中間体をそのままプレスして完成させた金属製多孔体をいう。すなわち、従来から使用されている金属製多孔体は、星形多角体形成工程を経ないで完成したものである。

40

【0111】

[実施例1]

実施例1は、直径が0.36mmの白なまし鉄線の金属素線10を金網連続体形成工程、分割工程、中間体形成工程、星形多角体形成工程、及び成型工程を経て製作された金属製多孔体である。金網連続体形成工程では、金属素線10をメリヤス編みして金網連続体を形成した。金属製多孔体の軸方向の長さは10mmである。

50

## 【 0 1 1 2 】

## [ 実施例 2 ]

実施例 2 は、直径が 0 . 7 0 m m の白なまし鉄線の金属素線 1 0 を、実施例 1 と同様の製造方法で製作した金属製多孔体である。金属製多孔体の軸方向の長さは 1 0 m m である。

## 【 0 1 1 3 】

## [ 比較例 1 ]

比較例 1 は、実施例 1 と同じ金属素線 1 を金網連続体形成工程、分割工程、中間体形成工程、及び成型工程を経て製作された金属製多孔体である。金網連続体形成工程では、金属素線 1 0 をメリヤス編みして金網連続体を形成した。金属製多孔体の軸方向の長さは 1 0 m m である。

10

## 【 0 1 1 4 】

## [ 比較例 2 ]

比較例 2 は、直径が 0 . 7 0 m m の白なまし鉄線の金属素線 1 0 を、比較例 1 と同様の製造方法で製作した金属製多孔体である。金属製多孔体の軸方向の長さは 1 0 m m である。

## 【 0 1 1 5 】

## [ 圧力損失の確認テスト ]

圧力損失の確認テストは、テストサンプルの径方向に流体を流した場合と、テストサンプルの軸方向に流体を流した場合とについて行った。

20

## 【 0 1 1 6 】

## 径方向の圧力損失の確認テスト

径方向の確認テストは、テストサンプルの内周側から外周側にエアを流し、圧力損失を測定した。確認テストは、流量が 5 0 リットル / 分、7 0 リットル / 分及び 1 0 0 リットル / 分のエアを流して行った。また、確認テストは、図 1 5 に示すように、テストサンプルの周方向を 4 つの領域 I , I I , I I I , I V に分けて、各領域 I , I I , I I I , I V について圧力損失を測定した。具体的には、金属製多孔体の軸方向の両側の端面を塞ぐと共に、周方向の 1 / 4 の部分を欠いたリング状のジグ 1 1 0 をテストサンプルの外周にはめ込み、ジグ 1 1 0 を周方向に 1 / 4 周ずつ回転させて行った。なお、確認テストは、実施例及び比較例ともに 2 個ずつ行った。

30

## 【 0 1 1 7 】

評価は、各テストサンプルの 4 箇所の測定結果の平均値を算出し、平均値に対して最大で何 % ばらついているかを求めて行った。なお、ここでいう最大のばらつきとは、平均値に対してプラス側にばらついた最大の値と、平均値に対してマイナス側にばらついた最大の値のうち、平均値との差が大きい方の値を意味する。

## 【 0 1 1 8 】

## ( テスト結果 )

表 1 は、確認テストのテスト結果を示した表である。

## 【 0 1 1 9 】

【表 1】

表1		(%)		
		流量(L/min)		
		50	70	100
実施例1	第1サンプル	7.3	7.8	6.5
	第2サンプル	17.1	16.8	18.1
	平均値	12.2	12.3	12.3
実施例2	第1サンプル	14.6	12.0	11.6
	第2サンプル	7.2	8.8	11.0
	平均値	10.9	10.4	11.3
比較例1	第1サンプル	37.5	38.1	33.8
	第2サンプル	27.0	27.2	26.8
	平均値	32.2	32.6	30.3
比較例2	第1サンプル	38.3	34.3	34.5
	第2サンプル	22.0	26.1	27.8
	平均値	30.1	30.2	31.2

## 【0120】

実施例1の第1サンプルは、表1に示すように、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに7.3%、70リットル/分のときに7.8%、100リットル/分のときに6.5%であった。また、実施例1の第2サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに17.1%、70リットル/分のときに16.8%、100リットル/分のときに18.1%であった。第1サンプルと第2サンプルとの平均は、流量が50リットル/分のときに12.2%、70リットル/分のときに12.3%、100リットル/分のときに12.3%である。

## 【0121】

実施例2の第1サンプルは、表1に示すように、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに14.6%、70リットル/分のときに12.0%、100リットル/分のときに11.6%であった。また、実施例2の第2サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに7.2%、70リットル/分のときに8.8%、100リットル/分のときに11.0%であった。第1サンプルと第2サンプルとの平均は、流量が50リットル/分のときに10.9%、70リットル/分のときに10.4%、100リットル/分のときに11.3%である。

## 【0122】

一方、比較例1の第1サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに37.5%、70リットル/分のときに38.1%、100リットル/分のときに33.8%であった。また、比較例1の第2サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに27.0%、70リットル/分のときに27.2%、100リットル/分のときに26.8%であった。第1サンプルと第2サンプルとの平均は、流量が50リットル/分のときに32.2%、70リットル/分のときに32.6%、100リットル/分のときに30.3%である。

## 【0123】

比較例2の第1サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに38.3%、70リットル/分のときに34.3%、100リットル/分のときに34.5%であった。また、比較例2の第2サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに22.0%、70リットル/分のときに26.1%、100リットル/分のときに27.8%であった。第1サンプルと第2サンプルとの平均は、流量が50リットル/分のときに30.1%、70リットル/分のときに30.2%、100リットル/分のときに31.2%である。

## 【0124】

以上のテスト結果から分かるように、本発明の金属製多孔体1の製造方法で製作した金

10

20

30

40

50

属製多孔体 1 は、従来の金属製多孔体よりも、流体が径方向に流れる場合の圧力損失が、周方向においてばらつきが小さい。

#### 【 0 1 2 5 】

##### 軸方向の圧力損失の確認テスト

軸方向の確認テストは、テストサンプルの軸方向の一方の端面から他方の端面にエアを流し、圧力損失を測定した。確認テストは、流量が 50 リットル / 分、70 リットル / 分及び 100 リットル / 分のエアを流して行った。また、確認テストは、図 16 に示すように、テストサンプルの周方向を 4 つの領域 I, II, III, IV に分けて、各領域 I, II, III, IV について圧力損失を測定した。具体的には、金属製多孔体の外周面と内周面とを塞ぐと共に、周方向の 1 / 4 の部分を欠いたリング状のジグ 120 で軸方向の両端面について周方向の 3 / 4 の部分を塞ぎ、周方向に 1 / 4 周ずつ回転させて行った。なお、確認テストは、実施例及び比較例ともに 2 個ずつ行った。

#### 【 0 1 2 6 】

評価は、各テストサンプルの 4 箇所の測定結果の平均値を算出し、平均値に対して最大で何 % ばらついているかを求めて行った。なお、ここでいう最大のばらつきとは、平均値に対してプラス側にばらついた最大の値と、平均値に対してマイナス側にばらついた最大の値のうち、平均値との差が大きい方の値を意味する。

#### 【 0 1 2 7 】

##### (テスト結果)

表 2 は、確認テストのテスト結果を示した表である。

#### 【 0 1 2 8 】

##### 【表 2】

表2		流量(L/min)			(%)
		50	70	100	
実施例1	第1サンプル	11.9	16.3	14.9	
	第2サンプル	13.9	8.0	7.6	
	平均値	12.9	12.2	11.2	
実施例2	第1サンプル	11.5	16.5	13.4	
	第2サンプル	20.8	8.9	8.8	
	平均値	16.2	12.7	11.1	
比較例1	第1サンプル	37.4	37.4	35.9	
	第2サンプル	26.7	27.3	26.3	
	平均値	32.1	32.4	31.1	
比較例2	第1サンプル	44.9	42.5	52.0	
	第2サンプル	23.1	26.6	28.5	
	平均値	34.0	34.6	40.3	

#### 【 0 1 2 9 】

実施例 1 の第 1 サンプルは、表 2 に示すように、平均値に対するばらつきが、流量が 50 リットル / 分のときに 11.9 %、70 リットル / 分のときに 16.3 %、100 リットル / 分のときに 14.9 % であった。また、実施例 1 の第 2 サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が 50 リットル / 分のときに 13.9 %、70 リットル / 分のときに 8.0 %、100 リットル / 分のときに 7.6 % であった。第 1 サンプルと第 2 サンプルとの平均は、流量が 50 リットル / 分のときに 12.9 %、70 リットル / 分のときに 12.2 %、100 リットル / 分のときに 11.2 % である。

#### 【 0 1 3 0 】

実施例 2 の第 1 サンプルは、表 2 に示すように、平均値に対するばらつきが、流量が 50 リットル / 分のときに 11.5 %、70 リットル / 分のときに 16.5 %、100 リットル / 分のときに 13.4 % であった。また、実施例 2 の第 2 サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が 50 リットル / 分のときに 20.8 %、70 リットル / 分のときに 8.9 %、100 リットル / 分のときに 8.8 % であった。第 1 サンプルと第 2 サンプル

との平均は、流量が50リットル/分のときに16.2%、70リットル/分のときに12.7%、100リットル/分のときに11.1%である。

【0131】

一方、比較例1の第1サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに37.4%、70リットル/分のときに37.4%、100リットル/分のときに35.9%であった。また、比較例1の第2サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに26.7%、70リットル/分のときに27.3%、100リットル/分のときに26.3%であった。第1サンプルと第2サンプルとの平均は、流量が50リットル/分のときに32.1%、70リットル/分のときに32.4%、100リットル/分のときに31.1%である。

10

【0132】

比較例2の第1サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに44.9%、70リットル/分のときに42.5%、100リットル/分のときに52.0%であった。また、比較例2の第2サンプルは、平均値に対するばらつきが、流量が50リットル/分のときに23.1%、70リットル/分のときに26.6%、100リットル/分のときに28.5%であった。第1サンプルと第2サンプルとの平均は、流量が50リットル/分のときに34.0%、70リットル/分のときに34.6%、100リットル/分のときに40.3%である。

【0133】

以上のテスト結果に示されているように、本発明の金属製多孔体1の製造方法で製作した金属製多孔体1は、従来の金属製多孔体よりも、流体が軸方向に流れる場合の圧力損失が、周方向においてばらつきが小さい。

20

【0134】

[圧縮強度の確認テスト]

圧縮強度の確認テストは、テンシロン万能試験機(株式会社エー・アンド・デイ社製RTG-1310)を用いてテストサンプルを軸方向に圧縮し、圧縮荷重と変位との関係を測定した。確認テストは、テストサンプルを圧縮する速度を5mm/分とし、荷重限界を5000ニュートンとして行った。なお、確認テストは、実施例1、2及び比較例1、2のいずれについても1つつつ行った。

【0135】

30

(テスト結果)

図17に示すグラフは、実施例1と比較例1とのテスト結果を示している。このグラフの横軸は変位を表し、グラフの縦軸は圧縮荷重を表している。また、実線は、実施例1を表し、破線は、比較例1を表している。

【0136】

実施例1は、図17のグラフの実線に示すように、荷重が1000ニュートンのときでも、変位が0.5mmよりも小さく、荷重が2000ニュートンのときに、変位が約0.5mmになっている。そして、荷重が5000ニュートンのときに、変位が約0.82mmである。

【0137】

40

一方、比較例1は、図17のグラフの破線に示すように、実施例1のグラフよりも全体的に右側にシフトしている。具体的には、荷重が1000ニュートンのときに、変位が既に約0.5mmに達している。また、荷重が5000ニュートンのときに、変位が約0.94mmである。

【0138】

図18に示すグラフは、実施例2と比較例2とのテスト結果を示している。このグラフの横軸は変位を表し、グラフの縦軸は圧縮荷重を表している。また、実線は、実施例2を表し、破線は、比較例2を表している。

【0139】

実施例2は、図18のグラフの実線に示すように、荷重が1000ニュートンのときで

50

も、変位が 0.5 mm よりも小さく、荷重が 2000 ニュートンのときに、変位が約 0.5 mm になっている。そして、荷重が 5000 ニュートンのときに、変位が約 0.80 mm である。

#### 【0140】

一方、比較例 2 は、図 18 のグラフの破線に示すように、実施例 2 のグラフよりも全体的に右側にシフトしている。具体的には、荷重が 1000 ニュートンのときに、変位が既に約 0.5 mm に達している。また、荷重が 5000 ニュートンのときに、変位が約 0.94 mm である。

#### 【0141】

以上のテスト結果に示されているように、本発明に係る金属製多孔体 1 の製造方法で製作した金属製多孔体 1 と、従来の金属製多孔体と同じ条件で圧縮した場合、本発明の金属製多孔体 1 の製造方法で製作した金属製多孔体 1 は、従来の金属製多孔体よりも変形量が小さく、強度が高い。

#### 【0142】

また、本発明に係る金属製多孔体の製造方法で製造した金属製多孔体 1 及び従来の製造方法で製造した金属製多孔体を切断し、断面を顕微鏡で拡大して詳細に調査することによって両者の差異を検討した。本願の出願時点では、金属製多孔体の内部構造を調査する場合、過大な経済的支出を伴わず、過大な時間を費やさずに調査する方法としては、金属製多孔体を切断し、断面を顕微鏡で拡大して調査することが実際的な方法である。

#### 【0143】

金属製多孔体を切断し、断面を顕微鏡で拡大して調査した結果、本願発明に係る製造方法で製造した金属製多孔体の内部構造と従来の製造方法で製造した金属製多孔体の内部構造の差異を確認することができなかった。

#### 【符号の説明】

#### 【0144】

1 金属製多孔体

2 外周面

3 内周面

4 端面

5 端面

10 金属素線

20 編み機

21 編み機の本体部

22 案内針

30 金網連続体

31 筒状金網体

32 中間体

33 中間体の外周部

34 中間体の内周部

40, 140 第 1 タイプの星形多角体形成工程に用いられる装置

41, 141 ベース

42, 142 爪

43, 143 押し当て部

45, 145 受け部

46, 146 リング部

47, 147 仕切部

50, 150 第 2 タイプの星形多角体形成工程に用いられる装置

51, 151 第 1 歯車

52, 152 第 2 歯車

60, 160 星形多角体

10

20

30

40

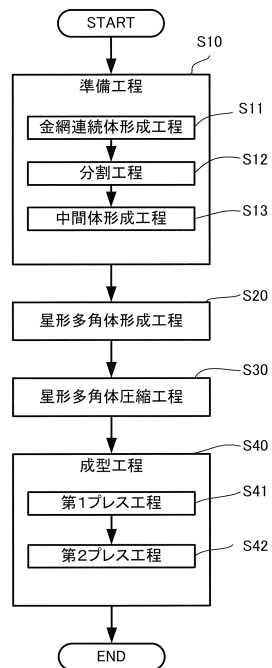
50

6 1 , 1 6 1 凸部  
6 2 , 1 6 2 凹部  
7 0 星形多角体圧縮工程に用いられる装置  
7 1 アーム  
7 2 押し当て面  
7 5 ベース  
8 0 型  
8 0 a 一端  
8 0 b 他端  
8 1 芯材  
8 2 芯材本体部  
8 3 芯材調整部  
8 5 外周壁  
8 6 外周壁本体部  
8 7 外周壁調整部  
9 0 ブロック  
1 0 1 第1補助部材  
1 0 2 第2補助部材  
1 0 3 第3補助部材  
1 0 4 押し付け用ジグ

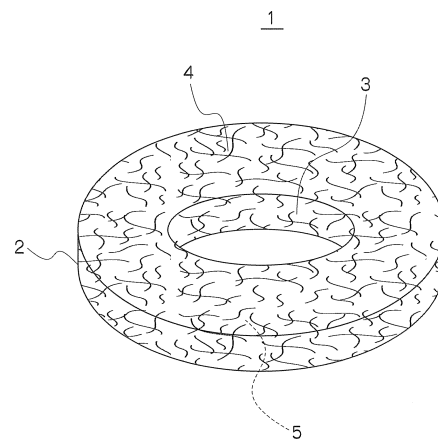
10

20

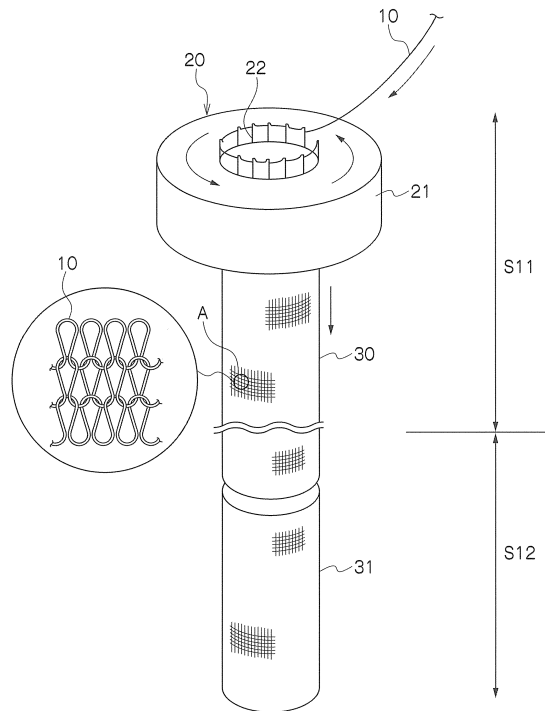
【図 1】



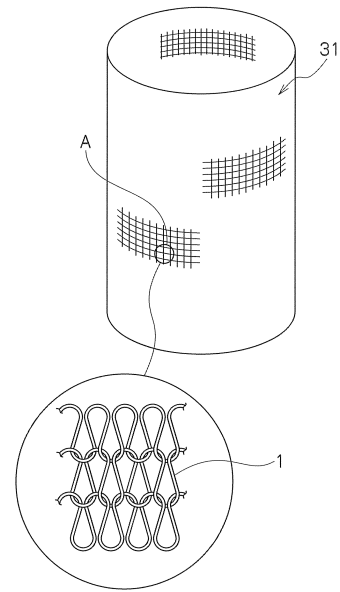
【図 2】



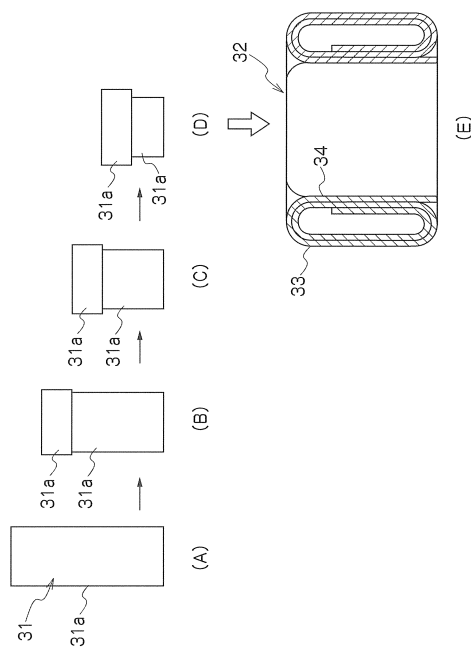
【図 3】



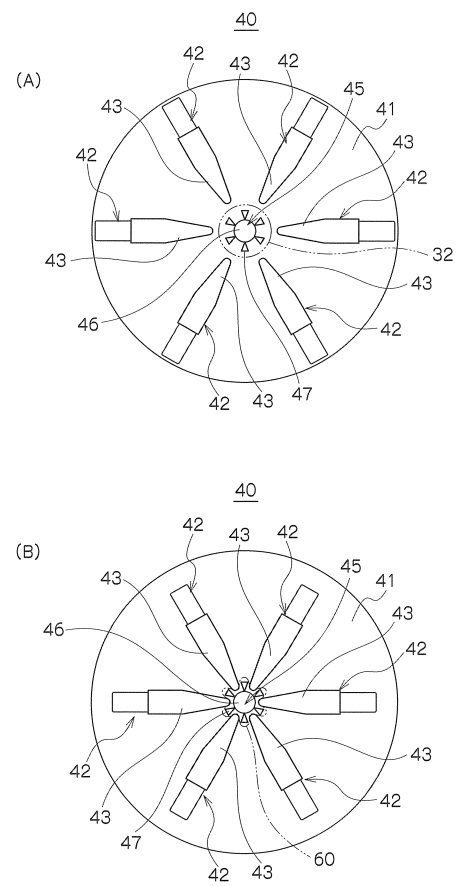
【図 4】



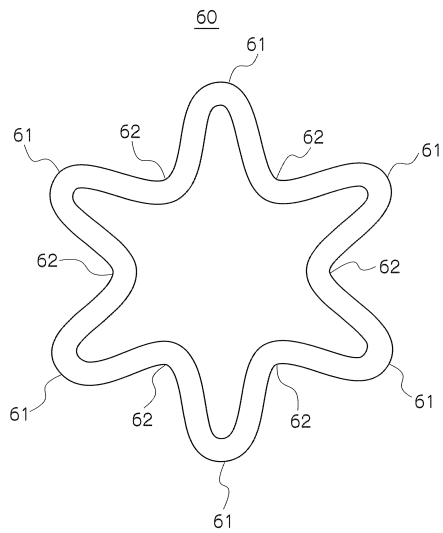
【図 5】



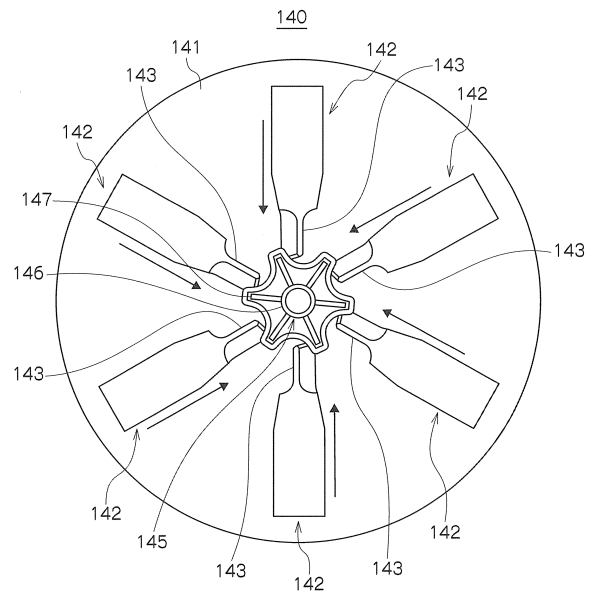
【図 6】



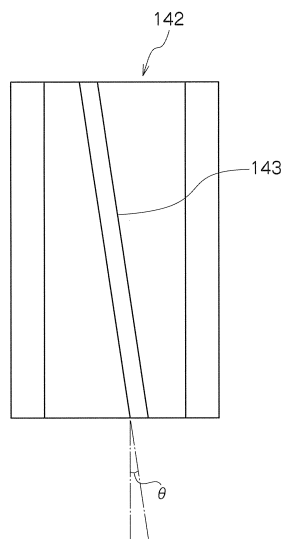
【図 7】



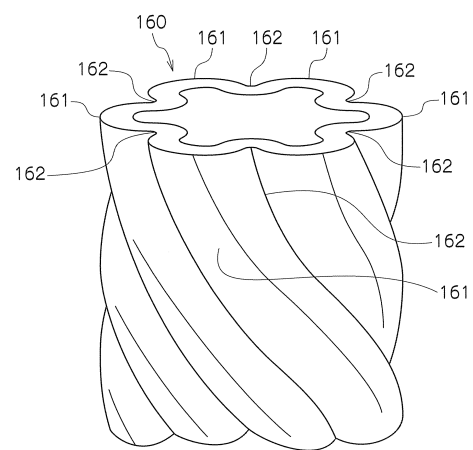
【図 8】



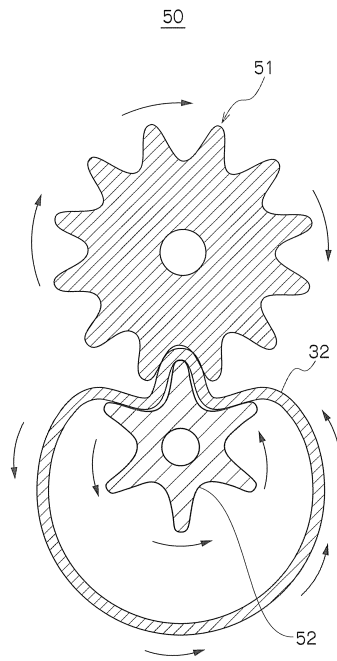
【図 9】



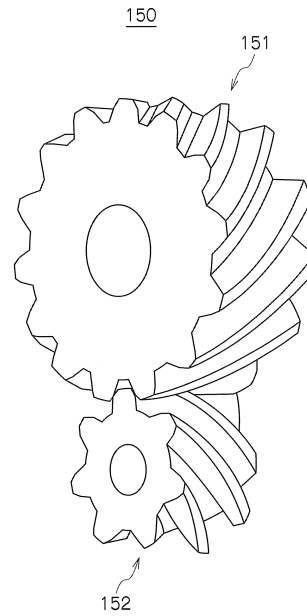
【図 10】



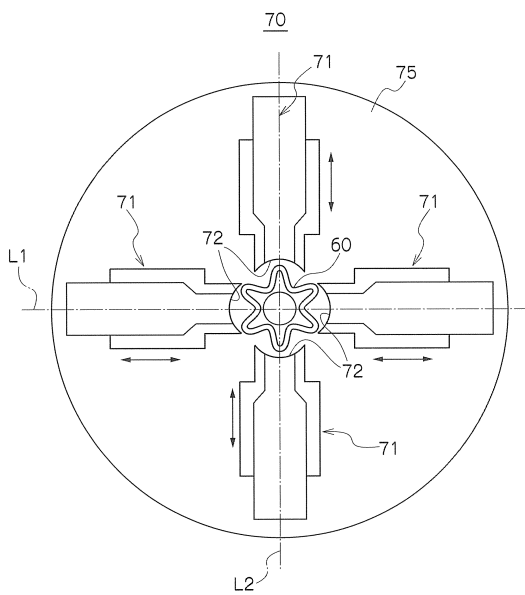
【図 1 1】



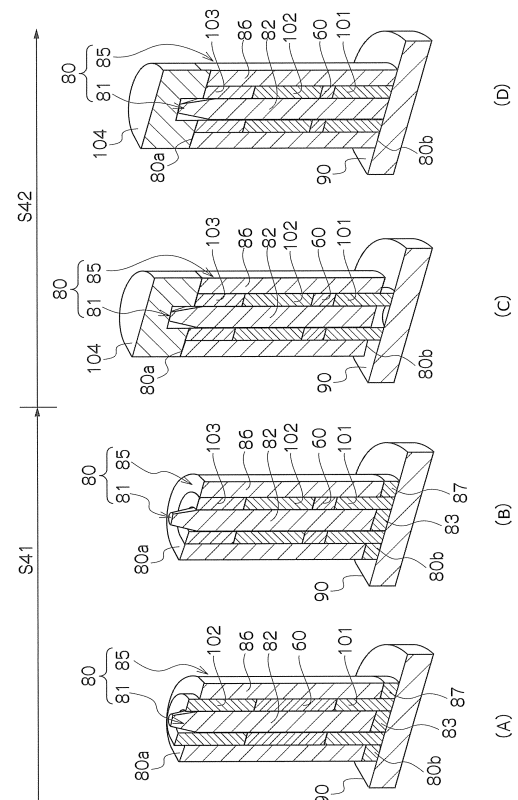
【図 1 2】



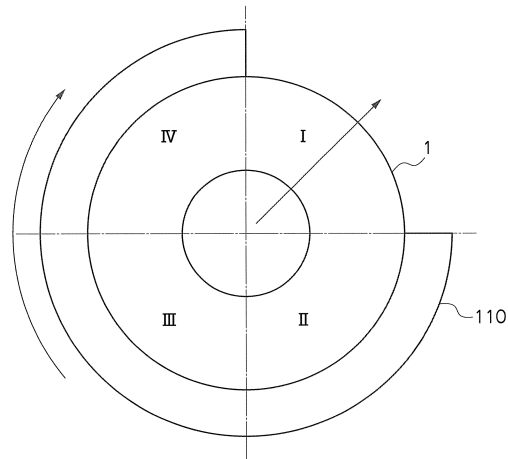
【図 1 3】



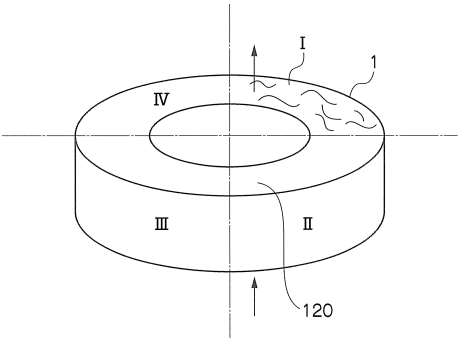
【図 1 4】



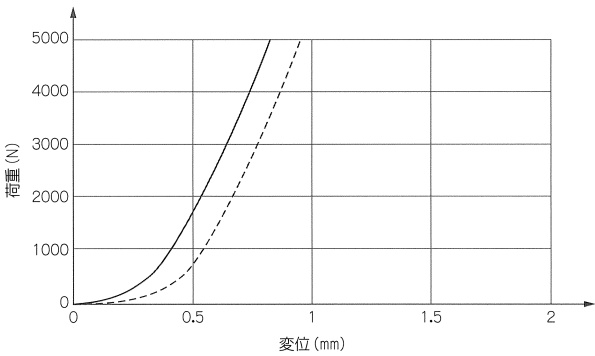
【図 1 5】



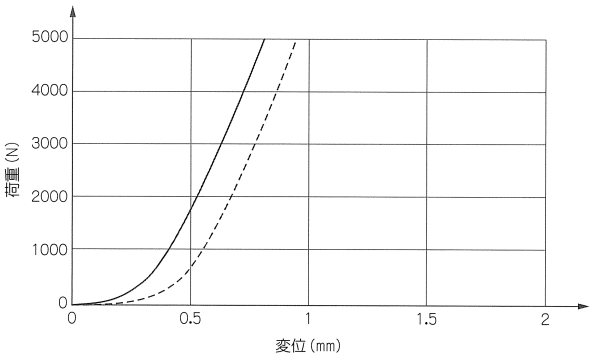
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 0 7 1 0 8 1 ( J P , A )  
特開 2 0 1 2 - 1 2 0 9 5 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 2 1 8 4 0 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 1 F	2 7 / 1 2
B 2 1 F	2 7 / 1 8
B 6 0 R	2 1 / 2 6 4
B 0 1 D	3 9 / 1 2
B 0 1 D	3 9 / 2 0
B 0 1 D	4 6 / 2 4
B 0 1 D	4 6 / 5 2