

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年11月23日(23.11.2023)



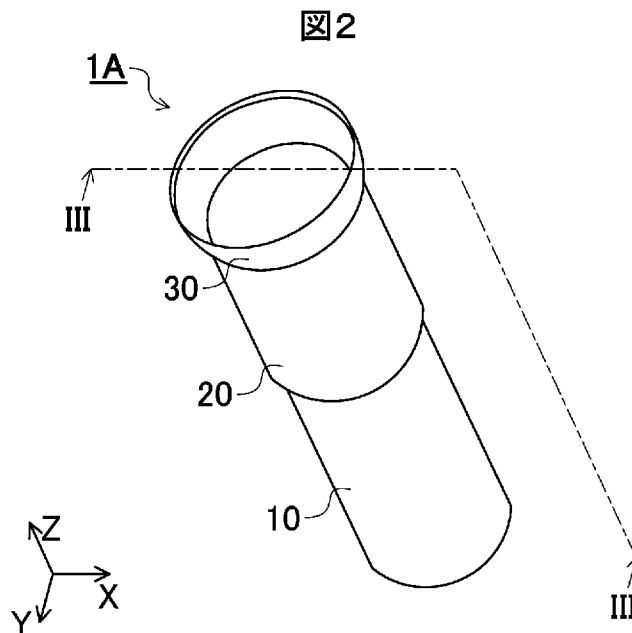
(10) 国際公開番号

WO 2023/223831 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 1/00 (2006.01) *F28F 1/00* (2006.01)
B23K 1/18 (2006.01) *F28F 1/32* (2006.01)
B23K 33/00 (2006.01) *F16L 13/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/017110
- (22) 国際出願日: 2023年5月2日(02.05.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-080337 2022年5月16日(16.05.2022) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 立花 伸浩 (TACHIBANA Nobuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 齋藤 拓也(SAITO Takuya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 地村 啓(CHIMURA Hiroshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 木村 満(KIMURA Mitsuru); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目7番地 協販ビル2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: HEAT TRANSFER PIPE, HEAT EXCHANGER, PIPE EXPANDING TOOL, PIPE EXPANDING DEVICE, METHOD FOR CONNECTING HEAT TRANSFER PIPE AND PIPE, AND METHOD FOR MANUFACTURING HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 伝熱管、熱交換器、拡管工具、拡管装置、伝熱管と管の接続方法および熱交換器の製造方法



(57) Abstract: A heat transfer pipe (1A) is provided with a flared portion (30) which has a spherical-zone shape and in which an inner diameter of a leading end is larger than that of a base end. A pipe as a connection target is passed through the flared portion (30). Further, the flared portion (30) is connected to the pipe by a brazing material with which a gap between the pipe and the inner wall of the flared portion (30) is filled.

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：伝熱管（1 A）は、先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有するフレア部（3 0）を備える。そして、フレア部（3 0）は、接続対象である管が通されている。さらに、フレア部（3 0）は、管とそれ自体が有する内壁との間隙に充填されたるろう付け材料によって管と接続されている。

明 細 書

発明の名称：

伝熱管、熱交換器、拡管工具、拡管装置、伝熱管と管の接続方法および熱交換器の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は伝熱管、熱交換器、拡管工具、拡管装置、伝熱管と管の接続方法および熱交換器の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 複数の伝熱管を備える熱交換器には、伝熱管同士を接続するため、伝熱管の管端部分にベント管が接続され、そのベント管が管端部分にろう付けされたものがある。そのような熱交換器には、ろう付け時にろうが伝熱管に垂れてしまうことを抑制するため、ベント管が挿入される伝熱管の管端部分にフレア部と呼ばれるろうを受け止める構成が設けられることがある。

[0003] 例えば、特許文献1には、漏斗状に形成された底部と、その底部を囲む円筒壁部とを有するフレア部を伝熱管の管端部分に設けた熱交換器が開示されている。特許文献1に記載の熱交換器では、伝熱管の管端部分に挿入されたベント管とフレア部が有する円筒壁部との間にリング状のろう材が置かれ、そのリング状のろう材が溶融されることにより、ろう付けが行われる。特許文献1に記載の熱交換器では、リング状のろう材が円筒壁部によって囲まれると共に、上記底部に受け止められるので、ろうが垂れにくい。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2017／168747号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般にフレア部は、伝熱管の管端部分が拡管されることにより成型されて

いる。一方、特許文献１に記載の熱交換器では、フレア部がリング状のろう材を収容できる大きさである。このため、特許文献１に記載のフレア部を拡張によって成型すると、拡張率が大きくなってしまい、その結果、フレア部の厚みが薄くなってしまう。これにより、フレア部が成型時に割れてしまうおそれがある。

[0006] 本開示は上記の課題を解決するためになされたもので、フレア部の成型時に割れにくく、ろうの垂れが抑制された伝熱管、熱交換器、拡張工具、拡張装置、伝熱管と管の接続方法および熱交換器の製造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

[0007] 上記の目的を達成するため、本開示に係る伝熱管は、先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有し、接続対象である管が通されたフレア部を備える。そして、フレア部は、管とそれ自体が有する内壁との間隙に充填されたろう付け材料によって管と接続されている。

発明の効果

[0008] 本開示の構成によれば、フレア部は、先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有するので、先端に成型によるダメージが集中しにくい。その結果、フレア部は成型時に割れにくい。また、フレア部が上記の球帯の形状を有するので、接続対象である管との間隙が先端に向かうに従って広くなる。これにより、フレア部がろうを受け止めやすい。その結果、ろうの垂れが抑制される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]本開示の実施の形態１に係る伝熱管を備える熱交換器の斜視図
[図1B]本開示の実施の形態１に係る伝熱管を備える熱交換器の断面図
[図1C]本開示の実施の形態１に係る伝熱管を備える熱交換器の右側面図
[図2]本開示の実施の形態１に係る伝熱管の斜視図
[図3]図２に示すⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ切断線の断面図
[図4]図３に示すⅠⅠ領域の拡大図

[図5]本開示の実施の形態 1 に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法を示すフローチャート

[図6]本開示の実施の形態 1 に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法で 사용되는拡管工具の側面図

[図7]本開示の実施の形態 1 に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法で 사용되는拡管工具の先端部分の拡大図

[図8]本開示の実施の形態 1 に係る伝熱管のフレア部を成型するときの伝熱管でのダメージ値の分布を示すシミュレーションの図

[図9]フレア部を成型するときの伝熱管の外径とダメージ値の関係を示すグラフ

[図10]フレア部を成型するときの伝熱管の外径と相当ひずみ増分の関係を示すグラフ

[図11]円錐台型の拡管工具で拡管を行ったときの伝熱管でのダメージ値の分布を示すシミュレーションの図

[図12]円錐台型の拡管工具によって拡管される参考例に係る伝熱管の正面図

[図13]本開示の実施の形態 1 に係る球台部を備える拡管工具で拡管を行ったときの伝熱管でのダメージ値の分布を示すシミュレーションの図

[図14]本開示の実施の形態 1 に係る球台部を備える拡管工具によって拡管される伝熱管の正面図

[図15]フレア部を成型するときの拡管と相当応力の関係を示すグラフ

[図16]本開示の実施の形態 1 に係る球台部を備える拡管工具を目標値以上に押し込んだときの伝熱管の正面図

[図17]本開示の実施の形態 1 に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法のろう付け工程でろう材が置かれた伝熱管を示す断面図

[図18]本開示の実施の形態 1 に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法のろう付け工程でフィレットが形成された伝熱管を示す断面図

[図19]本開示の実施の形態 2 に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法で 사용되는拡管工具の側面図

[図20]本開示の実施の形態2に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法で用される拡管工具の先端部分の拡大図

[図21]本開示の実施の形態1に係る伝熱管の変形例の斜視図

[図22]本開示の実施の形態1に係る伝熱管を備える熱交換器の製造方法で用される拡管工具の変形例の側面図

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施の形態に係る伝熱管、熱交換器、拡管工具、拡管装置、伝熱管と管の接続方法および熱交換器の製造方法について図面を参照して詳細に説明する。なお、図中、同一又は同等の部分には同一の符号を付す。図に示す直交座標系 XYZ において、伝熱管の管軸方向を鉛直方向に向けたときの、鉛直方向が Z 軸、水平面が XY 平面である。以下、適宜、この座標系を引用して説明する。

[0011] (実施の形態1)

実施の形態1に係る伝熱管は、腕状のフレア部を有する伝熱管である。そのフレア部は、成型時の割れを抑制するため、球台状の拡管工具で伝熱管の管端部分が拡管されることにより成型されている。まず、図1A－図1Cを参照して、この伝熱管を備える熱交換器の構成について説明する。

[0012] 図1Aは、実施の形態1に係る伝熱管1Aを備える熱交換器100の斜視図である。図1Bは、熱交換器100の断面図である。図1Cは、熱交換器100の右側面図である。なお、図1A－図1Bは、理解を容易にするため、熱交換器100全体ではなく一部分だけを示している。

[0013] 図1A－図1Cに示すように、熱交換器100は、複数の伝熱管1Aと、その複数の伝熱管1Aに取り付けられた複数のフィン2とを備える。

[0014] 伝熱管1Aは、熱交換対象の流体、例えば、冷媒を流すため、円管の形状に形成されている。そして、図1A－図1Cには示さないが、伝熱管1Aには、内壁に沿って延びる螺旋状の溝、すなわち螺旋溝が形成されている。これにより、伝熱管1Aは、内部を冷媒が流れる場合にその冷媒を攪拌する。

[0015] さらに、伝熱管1Aは、その冷媒を熱交換器100内で循環させるため、

図 1 B に示すように、円管が直線状に延びる一对の直線部 1 1、1 2 と、それら直線部 1 1、1 2 の一方の端部同士をつなぐ U 字状の湾曲部 1 3 とを有する形である。要するに、伝熱管 1 A は、いわゆるヘアピン管である。そして、伝熱管 1 A は、それら直線部 1 1、1 2 が延びる方向を上下方向に向いている。さらに、伝熱管 1 A では、直線部 1 1 と 1 2 の上端部分が U 字状のベント管 3 によって接続されている。これにより、伝熱管 1 A 同士が互いに連結されている。その結果、伝熱管 1 A 同士の間で冷媒が流通する。

[0016] また、伝熱管 1 A は、その内部を流通する冷媒の熱を伝えやすくするため、熱伝導性の高い金属、例えば、純銅、銅合金、純アルミニウムまたはアルミニウム合金で形成されている。そして、伝熱管 1 A には、それらに伝わった熱を交換するため、複数のフィン 2 が取り付けられている。

[0017] フィン 2 は、放熱性を高めるため、伝熱管 1 A と同じく、伝熱性の高い金属で形成されている。また、フィン 2 は、放熱性を高めるため、図 1 A－図 1 C に示すように、板状である。そして、フィン 2 は、その板面を上下方向に向ける向き、すなわち、板面を伝熱管 1 A の管軸が垂直に交わる向きに向いている。そして、フィン 2 は、伝熱管 1 A に接合されている。その結果、フィン 2 に伝熱管 1 A の熱が伝わり、フィン 2 はその熱を周辺の空気に放つ。

[0018] また、フィン 2 は、上下方向に一定の間隔を有する状態で配列されている。これにより、フィン 2 は、それらの間隙に空気が流れる状態にして熱交換効率を高めている。

[0019] 上述したように、伝熱管 1 A 同士は、ベント管 3 によって接続されている。そのベント管 3 と伝熱管 1 A との接合は、ろう付けによって行われている。そのろう付けを行うときには、ろうが伝熱管 1 A またはフィン 2 に垂れてしまうがある。そのろうの垂れを抑制するため、熱交換器 1 0 0 には、伝熱管 1 A の上端部分にフレア部 3 0 が設けられている。続いて、図 2－図 4 を参照して、フレア部 3 0 を含め、伝熱管 1 A の構成について説明する。

[0020] 図 2 は、実施の形態 1 に係る伝熱管 1 A の斜視図である。図 3 は、図 2 に

示すⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ切断線の断面図である。図4は、図3に示すⅠⅤ領域の拡大図である。なお、図2と図3では、理解を容易にするため、図1Aー図1Cに示す伝熱管1Aのうち、上端部分だけを拡大して表示している。

[0021] 図2ー図4に示すように、伝熱管1Aは、上述したベント管3を接続するため、上端部分に管保持部20およびフレア部30を備える。

[0022] 管保持部20は、図1Aー図1Cに示す挿入されたベント管3を保持する部分である。詳細には、管保持部20は、伝熱管1Aが備える本体部10の図3に示す内径D1よりも大きい内径D3を有する。そして、その内径D3は、図1Cに示すベント管3の外径D2よりも大きい。管保持部20では、このような外径D2のベント管3を挿入可能とするため、内径D3がベント管3の外径D2よりも公差分だけ大きい。例えば、内径D3はベント管3の曲げ、外径D2等のばらつき分だけ大きい。これにより、管保持部20は、ベント管3の管端部分を挿入可能とすると共に、ベント管3の管端部分が挿入された場合にその管端部分を保持する。

[0023] また、管保持部20は、図示しないが、ベント管3の管端部分が挿入された場合に、その管端部分と溶接されている。詳細には、ろう付けされている。その結果、管保持部20は、挿入されたベント管3を固定している。一方、管保持部20の端部側には、すなわち上端側には、図2ー図4に示すように、フレア部30が連続して形成されている。

[0024] フレア部30は、上述したろう付けでろうが垂れることを抑制するため、腕状の形状を有する。詳細には、フレア部30は、一端の内径が他端の内径よりも大きい球帯の形状を有している。そして、フレア部30は、ろう付け時に溶融したろうを集めるため、内径が小さい他端の側を管保持部20に向けている。これにより、フレア部30は、図3に示すように、上端の内径D4が下端の内径D5よりも大きい球帯の形状である。その結果、フレア部30は、上端に向かうに従い傾斜が強くなる形状である。

[0025] ここで、本明細書では、球帯とは、球面を2つの平行な平面で切断したときの、それら平面で挟まれた球面の一部のことをいう。そして、ここでい

う球面には、球体の球面のほか、楕円体の球面、例えば、長球の球面、扁球の球面が含まれる。その結果、球帯には、球面を切断した2つの平行な平面に対して垂直な方向から見たときに、形状が円形であるもののほか、楕円形、長円形、扁平形等の形状であるものが含まれる。

[0026] また、フレア部30の下端の内径D5は、上述した管保持部20の内径D3と同じである。これにより、フレア部30には、管保持部20にベント管3の管端部分が挿入された場合に、ベント管3が通される。そして、フレア部30は、上述したように、上端の内径D4が下端の内径D5よりも大きいいため、管保持部20とベント管3をろう付けするときの、溶融したろうを受け止めやすい。その結果、ろうの垂れが抑制されている。

[0027] このように、フレア部30は、上端の内径D4が下端の内径D5よりも大きい球帯の形状を有することにより、ろう付け時のろうの垂れを抑制する。一方、フレア部30は、球帯の形状を有することにより、製造時にそれ自体が割れてしまうことを抑制している。次に、図5－図18を参照して、この成型時にフレア部30が割れを抑制することについて、熱交換器100の製造方法と共に説明する。

[0028] 図5は、実施の形態1に係る伝熱管1Aを備える熱交換器100の製造方法を示すフローチャートである。図6は、熱交換器100の製造方法で 사용되는拡管工具4Aの側面図である。図7は、拡管工具4Aの先端部分の拡大図である。

[0029] 熱交換器100の製造方法では、図示しないが、まず、上述したヘアピン形状に形成され、内径が上述した伝熱管1Aの本体部10の内径D1よりも小さい半製品状態の伝熱管を複数個、用意する。また、上述した形状、大きさのフィン2も複数個、用意する。そして、これらを上述した位置関係に配置して、半製品状態の伝熱管にフィンを取り付ける。これにより、熱交換器コアを作製する。

[0030] 続いて、図5に示すように、1次拡管を行う（ステップS1）。1次拡管工程を詳細に説明すると、この1次拡管工程では、上述した本体部10の内

径D1と同じ大きさの直径を有する球状の工具を、熱交換器コアを形成する半製品状態の伝熱管に挿入する。上述したように、伝熱管1Aは、熱伝導性の高い金属で形成されている。半製品状態の伝熱管も同じである。その結果、上記の球状の工具を半製品状態の伝熱管に挿入すると、その伝熱管が塑性変形する。これにより、半製品状態の伝熱管の内径および外径を拡大する。

[0031] 図示しないが、熱交換器コアではフィン2がフィンカラーを備え、そのフィンカラーに半製品状態の伝熱管が通されている。1次拡管が行われると、半製品状態の伝熱管の外周部が拡大して半製品状態の伝熱管がフィンカラーに密着する。その結果、半製品状態の伝熱管にフィン2が固定される。

[0032] 続いて、図5に示す2次拡管を行う（ステップS2）。2次拡管工程では、上述した管保持部20の内径D3と同径の外径を有する円柱状の工具を、ステップS1で拡管した半製品状態の伝熱管の管端部分に挿入する。そして、その円柱状の工具を、上述した管保持部20の長さと同じ距離だけ、押し込む。これにより、半製品状態の伝熱管の管端部分に管保持部20を成型する。

[0033] 2次拡管が完了すると、フレア部30の成型を行う（ステップS3）。フレア部30の成型工程では、図6に示す拡管工具4Aを用いて、ステップS2で成型した管保持部20の端部を拡管することにより、フレア部30を成型する。

[0034] まず、その拡管工具4Aの構成について説明すると、拡管工具4Aは、図6および図7に示すように、ロッド部41の先端部分に、すなわち、ロッド部41の－Z端部分に案内部42と球台部43とを備える。そして、案内部42と球台部43は、－Z側から順にこの順序で設けられている。

[0035] なお、ロッド部41の＋Z端には、図6に示す基端部分44が隣接するが、この基端部分44は、拡管工具4Aを図示しない拡管装置の駆動機構に取り付けるための雄ねじが設けられる部分である。

[0036] 案内部42は、拡管工具4Aが管保持部20の＋Z端から挿入されたときに拡管工具4Aを管保持部20の内壁に沿って案内するために設けられた部

分である。

[0037] 詳細に構成を説明すると、案内部42は、軸線をZ方向に向けた円柱の形状に形成されている。そして、案内部42では、管保持部20への挿入を容易にするため、-Z端のコナー部に面取りが施されている。

[0038] また、図7に示す案内部42の外径D6は、すきまばめが可能な程度に管保持部20の図3に示す内径D3よりも小さい。これにより、案内部42は、管保持部20に挿入されて管保持部20の内部へ押し込まれたときに、管保持部20の内壁に沿って移動することが可能である。そして、案内部42は、外周面が管保持部20の内壁に当接することにより、案内部42と隣接する球台部43の、管保持部20に対する位置を決める。その結果、案内部42は、拡張工具4Aの管保持部20への挿入時に球台部43を正しい位置へ導く。

[0039] 一方、球台部43は、上述した伝熱管1Aのフレア部30を成型するために設けられた部分である。

[0040] 詳細には、上述したように、フレア部30は、球帯の形状に形成されている。球台部43は、この球帯の形状を成型するため、フレア部30の球帯に嵌合可能な球台の形状に形成されている。

[0041] ここで、本明細書では、球台とは、球体を2つの平行な平面で切断したときの、それら平面で挟まれた球体の一部分のことをいう。上述した球帯を定義する球面の場合と同様に、球体には、楕円体、例えば、長球、扁球の球体が含まれる。その結果、球台には、球体を切断した2つの平行な平面に対して垂直な方向から視たときに、外形が円形であるもののほか、楕円形、長円形、扁平形等の形状であるものが含まれる。

[0042] 球台部43の形状についてさらに具体的に説明すると、球台部43は、図6および図7に示すように-Z端部の外径が+Z側の外径よりも小さい球台の形状である。その球台の形状では、-Z端部の外径が図7に示す案内部42の外径D6と同じ大きさである。そして、球台部43の外径は、その外径D6と同じ大きさの外径から+Z側に向かうに従い徐々に大きくなっている

。さらに、球台部43の外径は、+Z側で最大の外径D7となった後、一定量だけ小さくなっている。

[0043] なお、球台部43の-Z端部の外径は、球台部43によって成型されるフレア部30の-Z端の内径D5と同径であり、球台部43の+Z端部にある最大径部分の外径D7は、フレア部30の+Z端の内径D4と同径である。ここで、同径とは、公差を含めて実質的に同じ径であることをいう。

[0044] また、球台部43は、外径D7となる最大径部分で案内部42よりも大きい、その最大径部分の半径と案内部42の半径との差を距離D0とすると、その距離D0は、後述するろう付け工程でフィレットをフレア部30に形成させるため、フィレットが形成可能な距離であることが望ましい。例えば、距離D0は1mm以下であることが望ましい。また、距離D0は、球台部43によって成型されるフレア部30に後述するろう付け工程でろう材を置くことができる大きさであることが望ましい。ただし、距離D0は、拡管率を小さくして伝熱管1Aの割れを防ぐため、ろう材がフレア部30の内部に入らない距離であることが望ましい。

[0045] 球台部43は、このような形状を有することにより、案内部42が管保持部20に挿入されたときに、案内部42に続いて管保持部20へ進入していく。そして、球台部43は、管保持部20を拡管して、上述したフレア部30を成型する。

[0046] このとき、球台部43は、管保持部20の拡管される管端部分に加わるダメージ値を小さくして割れの発生を抑制する。

[0047] ここで、ダメージ値とは、延在破壊の評価式として知られる下記の数式1で表されるCockcroft-Lathamの式から導き出される値のことである。ダメージ値は、限界ダメージ値に達すると拡管で割れが発生すると評価できるため、値が高い程、伝熱管1Aが割れやすいことを示す。

[0048] [数1]

$$D_f = \int \left(\frac{\sigma_{max}}{\bar{\sigma}} \right) d\epsilon \quad \cdots \text{数式1}$$

D_f : ダメージ値 σ_{max} : 最大主応力 $\bar{\sigma}$: 相当応力 $d\epsilon$: 相当ひずみ増分

[0049] 次に、拡管工具 4 A の割れの発生を抑制する作用について説明する。拡管工具 4 A を用いてフレア部 30 を成型するときの伝熱管 1 A のダメージ値をシミュレーションした場合のシミュレーション結果を図 8－図 10 に示す。

[0050] 図 8 は、実施の形態 1 に係る伝熱管 1 A のフレア部 30 を成型するときの伝熱管 1 A でのダメージ値の分布を示すシミュレーションの図である。図 9 は、フレア部 30 を成型するときの伝熱管 1 A の外径とダメージ値の関係を示すグラフである。図 10 は、フレア部 30 を成型するときの伝熱管 1 A の外径と相当ひずみの関係を示すグラフである。

[0051] なお、図 8 では、伝熱管 1 A の各部のダメージ値の大きさを濃淡で表している。また、図 8 では、理解を容易にするために、伝熱管 1 A のダメージ値が大きい部分を 3箇所だけ示しているが、ダメージ値が大きい部分は、管端部分の開口に沿って並んでいる。そして、図 8 に示される開口端に対して傾斜した線状物は、上述した螺旋溝 14 に起因するものである。

[0052] また、図 9 および図 10 に示す球台型というグラフは、球台部 43 を備える拡管工具 4 A を用いて管保持部 20 を拡管した場合のグラフである。円錐台型というグラフは、球台部 43 に換えて、円錐台の側面が内側に向かって湾曲した形状の円錐台部を備える拡管工具を用いて管保持部 20 を拡管した場合のグラフである。

[0053] 図 8 を参照すると、フレア部 30 を成型するときに拡管される上端側の管端部分でダメージ値が高いことがわかる。このダメージ値の最大値と拡管時の伝熱管 1 A の外径との関係を示すグラフが図 9 である。図 9 を参照すると、球台型のグラフでは拡管開始時の外径から拡管されていくと急にダメージ値が高くなるものの、徐々にダメージ値が低くなっていくことがわかる。一方、円錐台型のグラフでは、拡管開始時の外径から拡管されていくに従いダメージ値が高くなっていくことがわかる。これらのグラフから、球台型、すなわち、拡管工具 4 A を用いて管保持部 20 を拡管した場合、拡管率が高くても割れが発生しにくいことがわかる。

[0054] また、図 10 を参照すると、拡管時の相当ひずみの推移も、ダメージ値の

推移と同じ傾向であることがわかる。数式 1 から明らかなように、ダメージ値は相当ひずみ増分の積分値である。このため、図 10 からみても拡張工具 4 A を用いた拡張のほうが、円錐台型の拡張工具を用いた拡張よりも拡張率が高くて割れが発生しにくいことがわかる。

[0055] 拡張工具 4 A が円錐台型の拡張工具よりも拡張時に割れが発生しにくい理由は、ダメージ値が高い部分が、伝熱管 1 A の管端部分の内側に発生することに起因すると考えられる。図 11－図 14 を参照して、その理由について説明する。

[0056] 図 11 は、円錐台型の拡張工具 4 O で拡張を行ったときの伝熱管 200 でのダメージ値の分布を示すシミュレーションの図である。図 12 は、円錐台型の拡張工具 4 O によって拡張される参考例に係る伝熱管 200 の正面図である。図 13 は、球台部 43 を備える拡張工具 4 A で拡張を行ったときの伝熱管 1 A でのダメージ値の分布を示すシミュレーションの図である。図 14 は、球台部 43 を備える拡張工具 4 A によって拡張される伝熱管 1 A の正面図である。

[0057] なお、図 11 では、理解を容易するため、参考例に係る伝熱管 200 の管端部分の一部だけを拡大して示している。また、図 13 でも、同様に、伝熱管 1 A の管端部分の一部だけを拡大して示している。また、図 12 と図 14 では、拡張工具 4 O と伝熱管 200 とが当たる部分と、拡張工具 4 A と伝熱管 1 A とが当たる部分とが全周にわたって存在するが、図 12 と図 14 ではその全周にわたって当たる部分のうち、側面にある部分 P1 と P2 だけを示している。

[0058] 図 11 および図 13 を参照すると、図 13 に示す拡張工具 4 A で拡張をした場合のほうが、図 11 に示す円錐台型の拡張工具 4 O で拡張をした場合よりも、ダメージ値が中程度以上である部分を示す範囲 R が広いことがわかる。これは、円錐台型の拡張工具 4 O で拡張をした場合は、拡張中、図 12 に示す伝熱管 200 の開口端近傍の部分 P1 に拡張工具 4 O が当たり続ける結果、伝熱管 200 の開口端近傍に応力が集中するからである。これに対して

、拡張工具 4 A で拡張をした場合は、図 1 4 に示す伝熱管 1 A の開口端から離れた内側の部分 P 2 に拡張工具 4 A が当たり、その結果、伝熱管 1 A の開口端近傍からその内側までの範囲に応力が分散するからである。

[0059] このように、拡張工具 4 A が球台部 4 3 を備えることにより、伝熱管 1 A の開口端近傍に応力が集中しにくく、ダメージが伝熱管 1 A に加わりにくい。その結果、拡張工具 4 A で拡張すると、伝熱管 1 A の割れの発生が抑制される。

[0060] また、拡張工具 4 A では、球台部 4 3 が案内部 4 2 から外径が大きくなる形状である結果、案内部 4 2 と球台部 4 3 との間に段差が形成されている。これにより、図 1 4 の矢印 A 1 で示すように、拡張中に伝熱管 1 A の管端に圧縮応力が加わることになる。そして、矢印 A 2 で示すように、圧縮応力が加わったまま拡張されることになる。

[0061] 引張力で変形させたい方向と異なる方向に圧縮力を加えることにより破断するまでの変形量が大きくなることが知られている。拡張工具 4 A による拡張では、圧縮力が伝熱管 1 A の管軸方向に加わる一方で、引張力が伝熱管 1 A の周方向に加わる。このため、上記の引張力と圧縮力の関係が成立する。その結果、相当応力が大きくなる。

[0062] 図 1 5 は、フレア部 3 0 を成型するときの拡張と相当応力の関係を示すグラフである。なお、図 1 5 に記載されている球台型と円錐台型のグラフは、図 9 および図 1 0 の球台型と円錐台型のグラフと同じ工具で拡張した場合のグラフを示している。

[0063] 上述した引張力と圧縮力の関係が成立する結果、図 1 5 に示すように、球台型、すなわち、拡張工具 4 A で拡張したときの相当応力が、円錐台型の拡張工具 4 0 で拡張したときの相当応力よりも大きくなる。この相当応力は、数式 1 の分母となるパラメータである。このため、数式 1 で表されるダメージ値が、拡張工具 4 A で拡張した場合に、円錐台型の拡張工具 4 0 で拡張した場合よりも小さくなる。

[0064] このように、拡張工具 4 A が案内部 4 2 と球台部 4 3 の間に段差を備える

ことにより、ダメージ値が小さくなり、拡管工具 4 A による拡管での伝熱管 1 A の割れの発生が抑制される。

[0065] さらに、拡管工具 4 A が備える球台部 4 3 では、上述したように、外径が工具先端から、その反対の基端に向かって一度最大の外径 D 7 となった後、一定量だけ小さくなっている。その結果、拡管工具 4 A の押し込み量が目標値からばらついてもダメージ値が蓄積されない。

[0066] 図 1 6 は、球台部 4 3 を備える拡管工具 4 A を目標値以上に押し込んだときの伝熱管 1 A の正面図である。なお、図 1 6 では、伝熱管 1 A の管端部分だけを拡大して示している。

[0067] 図 1 6 に示すように、拡管工具 4 A を目標値以上に押し込んだ結果、伝熱管 1 A が所望の内径に変形している。ここで、目標値とは、拡管工具 4 A の案内部 4 2 の先端から球台部 4 3 の最大の外径 D 7 となる部分までの距離値のことである。この拡管工具 4 A を目標値以上に押し込んだ状態では、拡管工具 4 A の最大の外径 D 7 となる部分よりも上側の部分、すなわち基端側の部分 P 3 が伝熱管 1 A 内部に入り込んでいる。しかしながら、拡管工具 4 A では、その基端側の部分 P 3 で外径が基端に向かうに従い徐々に小さくなっている。その結果、拡管工具 4 A が目標値以上に押し込まれて、その押し込み量がばらつきたとしても、ダメージ値は蓄積されない。

[0068] このように、球台部 4 3 は、最大の外径 D 7 となる部分よりも基端側にある部分 P 3 で外径がなだらかに小さくなる形状を有する。このため、拡管工具 4 A では、押し込み量がばらついても、ダメージ値が蓄積せず、拡管工具 4 A による拡管での伝熱管 1 A の割れの発生が抑制される。また、拡管工具 4 A は、伝熱管 1 A から引く抜くときに伝熱管 1 A の内壁に引っかかりにくく、その結果、伝熱管 1 A からの抜き取りが容易である。

[0069] 図 5 に戻って、ステップ S 3 のフレア部 3 0 の成型工程では、以上のような構成の拡管工具 4 A を用いて、半製品状態の伝熱管に形成されている管保持部 2 0 の端部を拡管する。このとき、拡管工具 4 A を、最大の外径 D 7 となる部分が管保持部 2 0 に入るまで押し込む。これにより、球帯の形状を有

するフレア部30を成型する。その結果、図4に示す先端に向かって厚みが小さくなっていく形状、かつ、その先端の端面の内側が面取りされた形状を有するフレア部30が形成される。そして、上述した形状の伝熱管1Aが形成される。これにより、フレア部30の成型工程が完了する。

[0070] なお、フレア部30の成型工程は、熱交換器100の製造方法のフローで3回目の拡管であることから3次拡管工程ともいう。

[0071] 続いて、図5に示すように、伝熱管1Aへのベント管3の組み付けを行う（ステップS4）。詳細に説明すると、ベント管3の組み付け工程では、ステップS3で成型されたフレア部30にベント管3の管端部分を挿入して、そのベント管3の管端部分をフレア部30よりも奥にある管保持部20に保持させる。この工程を熱交換器コアが備える伝熱管1A全てについて行う。これにより、ベント管3の組み付けが完了する。

[0072] ベント管3の組み付けが完了すると、ろう付けを行う（ステップS5）。そのろう付け工程では、フレア部30に隣接してろう材を置く。そして、ろう材を溶融させて、フィレットを形成する。図17および図18を参照して、これらにつき詳細に説明する。なお、以下、理解を容易にするため、ろう材が熔解して得られるろうのことをろう付け材料と称するものとする。

[0073] 図17は、熱交換器の製造方法のろう付け工程でろう材5が置かれた伝熱管1Aを示す断面図である。図18は、熱交換器の製造方法のろう付け工程でフィレット6が形成された伝熱管1Aを示す断面図である。

[0074] ろう付け工程では、図17に示すように、ろう材5が溶融したときにろう付け材料がフレア部30に入りやすくするため、ろう材5をフレア部30の開口に隣接して置く。さらに、その状態でろう材5を溶融させる。続いて、図18に示すように、伝熱管1Aの管保持部20とベント管3との間隙と、伝熱管1Aのフレア部30とベント管3との間隙とをろう付け材料で充填する。そして、フレア部30の上端からベント管3の外周面までの間に、すなわちフレア部30の開口端からベント管3の外周面までの間にフィレット6を形成させる。

- [0075] このとき、フレア部30の開口の幅W1は、フィレットが形成可能な距離、例えば、1mm以下であることが望ましい。これにより、フレア部30とベント管3との接合強度を高めることができるからである。また、その開口の幅W1は、図17に示すろう材5の、伝熱管1Aの径方向の大きさである幅W2よりも小さいことが望ましい。このような大きさであれば、フレア部30の成型工程での拡管率を可能な限り小さくして伝熱管1Aの割れが抑制できるからである。この場合、フレア部30の開口の幅W1は、例えば、ろう材5を置くため、ろう材5の幅W2の半分以上であり、かつ、ろう材5の幅W2よりもフレア部30の厚みTだけ小さい大きさ以下であるとよい。
- [0076] また、ろう付け工程で伝熱管1Aとベント管3との間隙にろう付け材料を充填したときには、フレア部30が、そのろう付け材料を囲い込んでいる。このため、ろう付け材料が垂れることが抑制される。
- [0077] ろう付け材料が凝固すると、ベント管3が伝熱管1Aに固定される。これにより、ろう付け工程が終了する。以上の工程により、熱交換器100の製造方法が終了し、熱交換器100が完成する。
- [0078] なお、上述した伝熱管1Aの上端部分は、本開示でいうところの管端部分の一例である。フレア部30の上端と下端は、本開示でいうところのフレア部30の先端と基端の一例である。また、ベント管3の組み付け工程は、本開示でいうところの管を差し込む工程の一例である。
- [0079] 以上のように、実施の形態1に係る伝熱管1Aでは、フレア部30が先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有する。その結果、フレア部30が成型時に割れにくい。
- [0080] また、フレア部30が上記の球帯の形状であるので、接続対象のベント管3との間隙がフレア部30の先端に向かうに従って広くなる。このため、フレア部30は、先端の側にあるろう付け材料を受け止めやすい。その結果、フレア部30は、ろう付け材料の垂れを抑制することができる。
- [0081] 拡管工具4Aでは、球台部43が、先端の外径が基端の外径よりも小さい球台の形状を有する。このため、拡管により伝熱管1Aを製造するときに、

伝熱管 1 A の開口端近傍に応力が集中しにくく、拡管によるダメージが伝熱管 1 A に加わりにくい。その結果、伝熱管 1 A が割れにくい。

[0082] また、球台部 4 3 の外径は、先端から基端の側に向かって大きくなって最大値となり、その後、一定量だけ小さくなっている。このため、拡管工具 4 A は、球台部 4 3 の先端から外径が最大値となる部分までの長さ以上伝熱管 1 A へ押し込まれても、拡管による伝熱管 1 A へのダメージが変化しない。その結果、伝熱管 1 A が割れにくい。

[0083] また、拡管工具 4 A では、案内部 4 2 と球台部 4 3 の間に段差が設けられている。このため、拡管による伝熱管 1 A へのダメージが小さくなり、拡管時に伝熱管 1 A が割れにくい。

[0084] (実施例)

上述した形状の拡管工具 4 A を作製して、その拡管工具 4 A で肉厚 0. 1 7 mm の円管状の銅管を拡管する実験を行った。その実験では (1) 拡管工具 4 A の押し込み速度を 0. 1 mm / 秒とし、拡管工具 4 A の押し込み量を 3. 5 mm とする拡管を行った。さらに (2) 拡管工具 4 A の押し込み速度を 2 0 mm / 秒とし、拡管工具 4 A の押し込み量を 3. 5 mm とする拡管を行った。また、図 1 2 を参照して説明した円錐台型の拡管工具 4 0 を用いて、同じ条件で拡管を行い、比較例とした。そして、拡管後、拡管された銅管の割れの発生の有無を検査した。さらに、割れが発生していない銅管につき、座屈の有無を検査した。その結果を表 1 に示す。なお、表 1 では、拡管工具 4 A のことを「球台型」、拡管工具 4 0 のことを「円錐台型」と記載している。

[0085] [表1]

	押し込み速度 [mm/s]	拡管工具	割れ発生数／総数	座屈発生数／総数
実施例 1	0. 1	球台型	3/5	0/5
実施例 2	20. 0	球台型	3/5	0/5
比較例 1	0. 1	円錐台型	3/5	2/5
比較例 2	20. 0	円錐台型	5/5	—

[0086] 表 1 を参照すると、球台型の拡管工具、すなわち、拡管工具 4 A で拡管し

た場合に、円錐台型の拡張工具、すなわち、拡張工具 4 0 で拡張した場合よりも、銅管の割れが発生しにくく、銅管の割れの要因となる座屈も発生しにくいことがわかる。また、拡張工具 4 A の押し込み速度を高くしても銅管の割れが発生しにくく、拡張の効率が高いことがわかる。このように、拡張工具 4 A で拡張すると、銅管の割れが発生しにくい。また、拡張の効率が高い。

[0087] (実施の形態 2)

実施の形態 1 では、拡張工具 4 A が案内部 4 2 と球台部 4 3 を備え、案内部 4 2 と球台部 4 3 が先端側から案内部 4 2、球台部 4 3 の順序で配置されている。

[0088] しかし、拡張工具 4 A は、これに限定されない。拡張工具 4 A は、先端の外径が基端の外径よりも小さく、かつ先端が伝熱管 1 A の管端部分に挿入可能な大きさである球台部 4 3 を備えていればよい。そして、球台部 4 3 が先端から基端まで伝熱管 1 A の管端部分に挿入されることによりフレア部 3 0 を形成すればよい。従って、拡張工具 4 A は、球台部 4 3 以外の構成を備えてもよい。

[0089] 実施の形態 2 では、拡張工具 4 B は、案内部 4 2 と球台部 4 3 のほかに、円錐台部 4 5 を備える。以下、図 1 9 - 図 2 0 を参照して、実施の形態 2 に係る拡張工具 4 B について説明する。実施の形態 2 では、実施の形態 1 と異なる構成を中心に説明する。

[0090] 図 1 9 は、拡張工具 4 B の側面図である。図 2 0 は、拡張工具 4 B の先端部分の拡大図である。

[0091] 図 1 9 及び図 2 0 に示すように、拡張工具 4 B は、案内部 4 2 と球台部 4 3 の間に配置された円錐台部 4 5 を備える。

[0092] 円錐台部 4 5 は、上底を案内部 4 2 に向け、下底を球台部 4 3 に向けた円錐台の形状に形成されている。そして、円錐台部 4 5 は、図 2 0 に示すように、案内部 4 2 から球台部 4 3 に向かって、すなわち、+Z 方向に向かって、案内部 4 2 の外径 D 6 と同じ外径から、球台部 4 3 の -Z 端の最も小さい

外径 D_8 と同じ外径まで外径が拡大する。その結果、円錐台部 45 は、中心軸線 L に対して傾斜した傾斜面 46 を有する。実施の形態 1 では、拡管工具 4A による拡管するときに、伝熱管 1A の管軸方向に圧縮力が加わり、伝熱管 1A の周方向に引張力が加わる結果、相当応力が大きくなることを説明したが、傾斜面 46 は、その圧縮力が加わる方向および大きさを変更する。その結果、傾斜面 46 は、拡管工具 4B による拡管での実施の形態 2 に係る伝熱管へのダメージを小さくすることができる。

[0093] また、傾斜面 46 の中心軸線 L に対する角度 θ は、 40° 以上 60° 未満であることが望ましい。角度 θ は、例えば、 45° である。このような角度 θ であれば、座屈を抑制しつつ、実施の形態 1 で説明したダメージ値を小さくすることができるからである。

[0094] なお、上述した円錐台部 45 は、本開示でいうところの錐台部の一例である。

[0095] 以上のように、実施の形態 2 では、拡管工具 4B は、球台部 43 の $-Z$ 側に、すなわち、先端側に、先端に向かうに従い細くなる錐台の形状の円錐台部 45 を備える。このため、拡管工具 4B は、拡管時に、実施の形態 2 に係る伝熱管に加わる圧縮力の方向を特定の方角に向けると共に、その向きへかかる圧縮力の大きさを調整して、実施の形態 2 に係る伝熱管にかかるダメージを小さくすることができる。その結果、拡管工具 4B は、実施の形態 2 に係る伝熱管の割れを抑制できる。

[0096] 以上、本開示の実施の形態に係る伝熱管 1A、熱交換器 100、拡管工具 4A、4B、拡管装置、伝熱管 1A と管の接続方法および熱交換器 100 の製造方法について説明したが、伝熱管 1A、熱交換器 100、拡管工具 4A、4B、拡管装置、伝熱管 1A と管の接続方法および熱交換器 100 の製造方法は、これに限定されない。

[0097] 例えば、実施の形態 1 では、伝熱管 1A との接続対象がベント管 3 であるが、伝熱管 1A との接続対象はこれに限定されない。伝熱管 1A との接続対象は管であればよい。例えば、接続対象は、熱交換器 100 を外部機器と接

続するための接続管または冷媒管であってもよい。また、接続対象は管であればよいので、その管の形状は限定させず、管は円管以外のものであってもよい。

[0098] 実施の形態 1 および 2 では、伝熱管 1 A が円管である。すなわち、管断面が円形である。しかし、伝熱管 1 A はこれに限定されない。伝熱管 1 A は、先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有し、かつ接続対象の管が通されたフレア部 30 を備えるものであればよい。さらに、フレア部 30 が、管とそれ自体が有する内壁と管との間隙に充填されたろう付け材料によって管と接続されているものであればよい。伝熱管 1 A の形状は、この条件を満たす限りにおいて任意である。従って、伝熱管 1 A は、管断面が扁平であってもよい。

[0099] 図 21 は、実施の形態 1 に係る伝熱管 1 A の変形例の斜視図である。

[0100] 図 21 に示すように、伝熱管 1 A は、断面長円状の扁平管であってもよい。その場合、フレア部 30 は、長球の球面を 2 つの平行な平面で長半径方向に切断した球帯の形状であるとよい。そして、このようなフレア部 30 を成型するには、拡管工具 4 A、4 B の球台部 43 は、同長球の球体を同じ 2 つの平行な平面で長半径方向に切断した球台の形状であるとよい。

[0101] 実施の形態 1 および 2 では、伝熱管 1 A が内部に螺旋溝 14 を有している。しかし、伝熱管 1 A はこれに限定されない。上述したように、伝熱管 1 A は、先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有し、接続対象の管が通されたフレア部 30 を備えるものであればよい。さらに、フレア部 30 が管とそれ自体が有する内壁との間隙に充填されたろう付け材料によって管と接続されているものであればよい。このため、伝熱管 1 A の内部構造、すなわち流路形状は任意である。

[0102] 例えば、伝熱管 1 A は、管軸方向へ平行に延びる複数の平行溝を内壁に有するものであってもよい。螺旋溝 14、平行溝等の溝がある場合、拡管で伝熱管 1 A が割れやすいが、伝熱管 1 A は、上記のフレア部 30 を備えることにより、拡管時の伝熱管 1 A の割れを抑制できる。また、伝熱管 1 A は、溝

を有さず、滑らかな内壁を備えるものであってもよい。

[0103] また、実施の形態 1、2 では、伝熱管 1 A の上端部分にフレア部 3 0 が設けられているが、フレア部 3 0 が伝熱管 1 A のどのような端部に設けられるかは、上記の条件を満たす限りにおいて、任意である。例えば、伝熱管 1 A が左右方向に延びる場合、伝熱管 1 A の右端部分または左端部分にフレア部 3 0 が設けられてもよい。

[0104] 実施の形態 1 と 2 では、拡張工具 4 A、4 B が案内部 4 2 を有している。しかし、拡張工具 4 A、4 B はこれに限定されない。拡張工具 4 A、4 B は、先端の外径が基端の外径よりも小さく、かつ先端が伝熱管 1 A の管端部分に挿入可能な大きさである球台部 4 3 を備えるものであればよい。さらに、球台部 4 3 がその先端からその基端まで伝熱管 1 A の管端部分に挿入されることによりフレア部 3 0 を形成するものであればよい。拡張工具 4 A、4 B は、この条件を満たせばよいので、案内部 4 2 の有無は任意である。

[0105] 図 2 2 は、拡張工具 4 A の変形例の側面図である。なお、図 2 2 では、拡張工具 4 A の変形例の先端部分だけを示している。

[0106] 図 2 2 に示すように、拡張工具 4 A は、ロッド部 4 1 の先端に球台部 4 3 だけを備えていてもよい。このような形態でも、上述した形状のフレア部 3 0 を成型できるからである。そして、その成型時の伝熱管 1 A の割れを抑制できるからである。

[0107] また、実施の形態 1、2 では、拡張工具 4 A が備える球台部 4 3 が、先端と反対側の基端に向かって最大の外径 D_7 となった後、一定量だけ外径が小さくなっている。しかし、球台部 4 3 はこれに限定されない。球台部 4 3 は、先端の外径が基端の外径よりも小さく、かつ先端が伝熱管 1 A の管端部分に挿入可能な大きさであればよい。従って、球台部 4 3 の外径は、基端の側で一度最大値となった後、一定量だけ小さくなる必要はない。球台部 4 3 の外径は、基端で最大となってもよい。この場合、拡張工具 4 A は、球台部 4 3 の外径が基端の側で一度最大値となった後、一定量だけ小さくなる形態と比較して、拡張後に伝熱管 1 A から抜き取りにくくなるが、拡張時の伝熱管

1 Aの割れを抑制できることに変わりはない。

[0108] なお、拡管工具4 A、4 Bは、ポンチと呼ばれてもよい。さらに、拡管工具4 A、4 Bは、ロッド部4 1を保持可能であると共に、ロッド部4 1をその軸線方向に移動させる駆動部を備える拡管装置に取り付けられてもよい。

[0109] 以上のように、伝熱管1 A、熱交換器1 0 0、拡管工具4 A、4 B、拡管装置、伝熱管1 Aと管の接続方法および熱交換器1 0 0の製造方法は、上記の実施の形態に限定されず、様々な変形および置換を加えることができる。以下に、本開示の様々な形態を付記として記載する。

[0110] (付記1)

先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有し、接続対象である管が通されたフレア部を備え、

前記フレア部は、前記管とそれ自身が有する内壁との間隙に充填されたりう付け材料によって前記管と接続されている、

伝熱管。

(付記2)

前記フレア部は、前記ろう付け材料により形成されたフィレットを前記先端の側かつ内側に有する、

付記1に記載の伝熱管。

(付記3)

前記フレア部は、内壁側が面取られた形状の端面を前記先端に有する、

付記1または2に記載の伝熱管。

(付記4)

前記フレア部は、前記基端から前記先端へ向かって厚みが小さくなる、

付記3に記載の伝熱管。

(付記5)

前記フレア部は、内壁に螺旋溝を有する、

付記1から4のいずれか1つに記載の伝熱管。

(付記6)

複数の、付記 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の伝熱管と、
前記伝熱管に取り付けられたフィンと、
前記管と、
を備える、
熱交換器。

(付記 7)

伝熱管の管端部分に接続対象である管を通すフレア部を形成するための拡管工具であって、

先端の外径が基端の外径よりも小さく、かつ前記先端が前記管端部分に挿入可能な大きさである球台部を備え、

前記球台部が前記先端から前記基端まで前記管端部分に挿入されることにより前記フレア部を形成する、

拡管工具。

(付記 8)

前記球台部は、前記先端と前記基端との間にある部分の外径が前記基端の外径よりも大きい、

付記 7 に記載の拡管工具。

(付記 9)

先端に向かうに従い細くなる錐台部を前記球台部の先端側に備える、

付記 7 または 8 に記載の拡管工具。

(付記 10)

前記管端部分の内周面に嵌合可能な案内部を前記球台部の先端側に備える、

付記 7 から 9 のいずれか 1 つに記載の拡管工具。

(付記 11)

前記球台部の外径は、前記フレア部の内径と同径である、

付記 7 から 10 のいずれか 1 つに記載の拡管工具。

(付記 12)

付記 7 から 11 のいずれか 1 つに記載の拡管工具と、
前記拡管工具が備える前記球台部を前記伝熱管に押し込む駆動機構と、
を備える拡管装置。

(付記 13)

伝熱管の管端部分に接続対象である管を接続する伝熱管と管の接続方法であって、

付記 7 から 11 のいずれか 1 つに記載の拡管工具が備える前記球台部を、
前記先端から前記球台部の前記基端まで前記管端部分に挿入することにより、
前記管端部分にフレア部を形成する工程と、

前記フレア部に前記管を差し込む工程と、

前記フレア部の内壁と前記管との間隙にろう付け材料を充填して前記伝熱管と前記管を接続する工程と、

を備える、

伝熱管と管の接続方法。

(付記 14)

前記伝熱管と前記管を接続する工程では、前記フレア部の先端に、前記フレア部の内壁と前記管との前記間隙よりも大きいろう材を置き、該ろう材を溶融させて前記間隙に溶融した前記ろう材を充填する、

付記 13 に記載の伝熱管と管の接続方法。

(付記 15)

付記 13 または 14 に記載の伝熱管と管の接続方法を備える、

熱交換器の製造方法。

[0111] 本開示は、本開示の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施形態および変形が可能とされるものである。また、上述した実施形態は、本開示を説明するためのものであり、本開示の範囲を限定するものではない。つまり、本開示の範囲は、実施形態ではなく、請求の範囲によって示される。そして、請求の範囲内およびそれと同等の開示の意義の範囲内で施される様々な変形が、本開示の範囲内とみなされる。

[0112] 本出願は、2022年5月16日に出願された日本国特許出願特願2022-80337号に基づく。本明細書中に日本国特許出願特願2022-80337号の明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとする。

符号の説明

[0113] 1A 伝熱管、2 フィン、3 ベント管、4A, 4B 拡管工具、5 ろう材、6 フィレット、10 本体部、11, 12 直線部、13 湾曲部、14 螺旋溝、20 管保持部、30 フレア部、40 拡管工具、41 ロッド部、42 案内部、43 球台部、44 基端部分、45 円錐台部、46 傾斜面、100 熱交換器、200 伝熱管、A1, A2 矢印、D0 距離、D1 内径、D2 外径、D3-D5 内径、D6-D8 外径、L 中心軸線、P1-P3 部分、R 範囲、T 厚み、W1, W2 幅、 θ 角度。

請求の範囲

- [請求項1] 先端の内径が基端の内径よりも大きい球帯の形状を有し、接続対象である管が通されたフレア部を備え、
- 前記フレア部は、前記管とそれ自身が有する内壁との間に充填されたろう付け材料によって前記管と接続されている、
- 伝熱管。
- [請求項2] 前記フレア部は、前記ろう付け材料により形成されたフィレットを前記先端の側かつ内側に有する、
- 請求項1に記載の伝熱管。
- [請求項3] 前記フレア部は、内壁側が面取られた形状の端面を前記先端に有する、
- 請求項1または2に記載の伝熱管。
- [請求項4] 前記フレア部は、前記基端から前記先端へ向かって厚みが小さくなる、
- 請求項3に記載の伝熱管。
- [請求項5] 前記フレア部は、内壁に螺旋溝を有する、
- 請求項1から4のいずれか1項に記載の伝熱管。
- [請求項6] 複数の請求項1から5のいずれか1項に記載の伝熱管と、
- 前記伝熱管に取り付けられたフィンと、
- 前記管と、
- を備える、
- 熱交換器。
- [請求項7] 伝熱管の管端部分に接続対象である管を通すフレア部を形成するための拡管工具であって、
- 先端の外径が基端の外径よりも小さく、かつ前記先端が前記管端部分に挿入可能な大きさである球台部を備え、
- 前記球台部が前記先端から前記基端まで前記管端部分に挿入されることにより前記フレア部を形成する、

拡管工具。

[請求項8] 前記球台部は、前記先端と前記基端との間にある部分の外径が前記基端の外径よりも大きい、

請求項7に記載の拡管工具。

[請求項9] 先端に向かうに従い細くなり、基部が前記球台部の前記先端と同じ太さである錐台部を前記球台部の先端側に備える、

請求項7または8に記載の拡管工具。

[請求項10] 前記管端部分の内周面に嵌合可能な案内部を前記球台部の先端側に備える、

請求項7から9のいずれか1項に記載の拡管工具。

[請求項11] 前記球台部の外径は、前記フレア部の内径と同径である、

請求項7から10のいずれか1項に記載の拡管工具。

[請求項12] 請求項7から11のいずれか1項に記載の拡管工具と、
前記拡管工具が備える前記球台部を前記伝熱管に押し込む駆動機構と、

を備える拡管装置。

[請求項13] 伝熱管の管端部分に接続対象である管を接続する伝熱管と管の接続方法であって、

請求項7から11のいずれか1項に記載の拡管工具が備える前記球台部を、前記先端から前記基端まで前記管端部分に挿入することにより、前記管端部分にフレア部を形成する工程と、

前記フレア部に前記管を差し込む工程と、

前記フレア部の内壁と前記管との間隙にろう付け材料を充填して前記伝熱管と前記管を接続する工程と、

を備える、

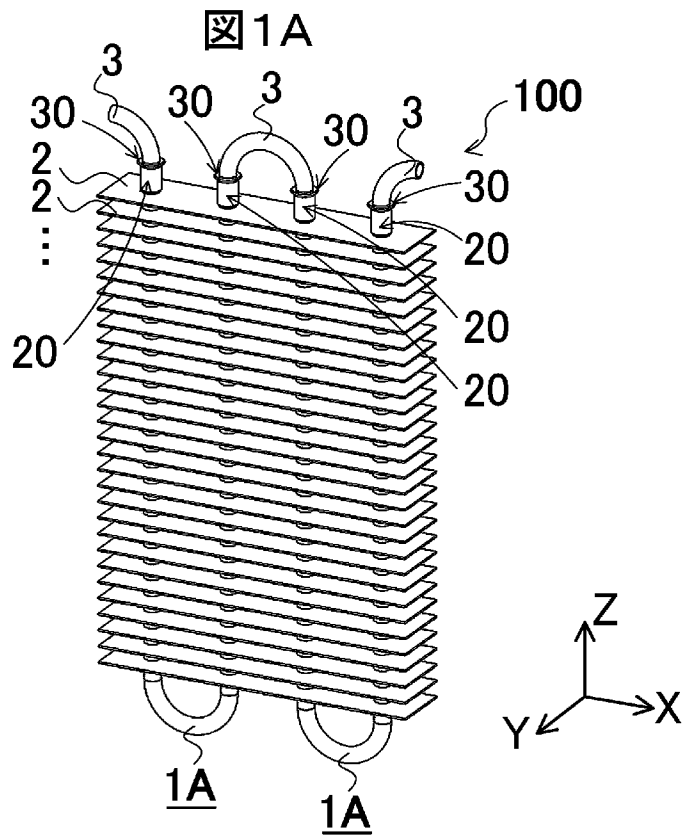
伝熱管と管の接続方法。

[請求項14] 前記伝熱管と前記管を接続する工程では、前記フレア部の先端に、前記フレア部の内壁と前記管との前記間隙よりも大きいろう材を置き

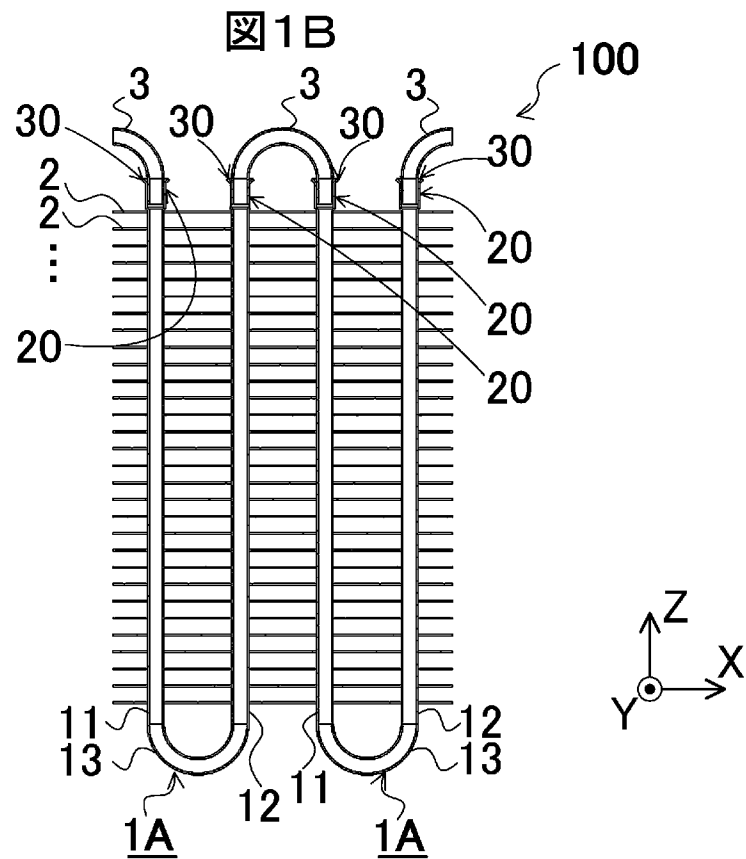
、該ろう材を溶融させて前記間隙に溶融した前記ろう材を充填する、
請求項 1 3 に記載の伝熱管と管の接続方法。

[請求項15] 請求項 1 3 または 1 4 に記載の伝熱管と管の接続方法を備える、
熱交換器の製造方法。

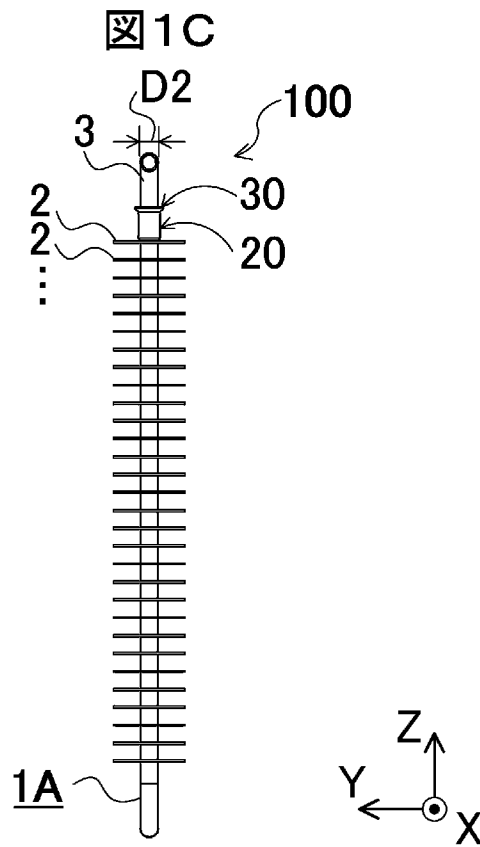
[図1A]



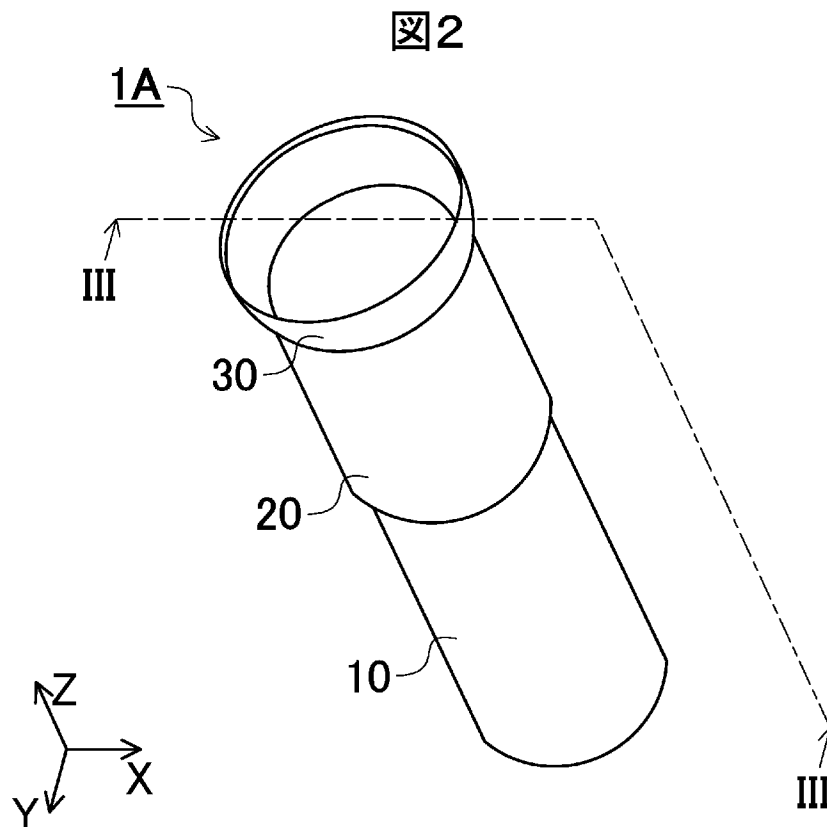
[図1B]



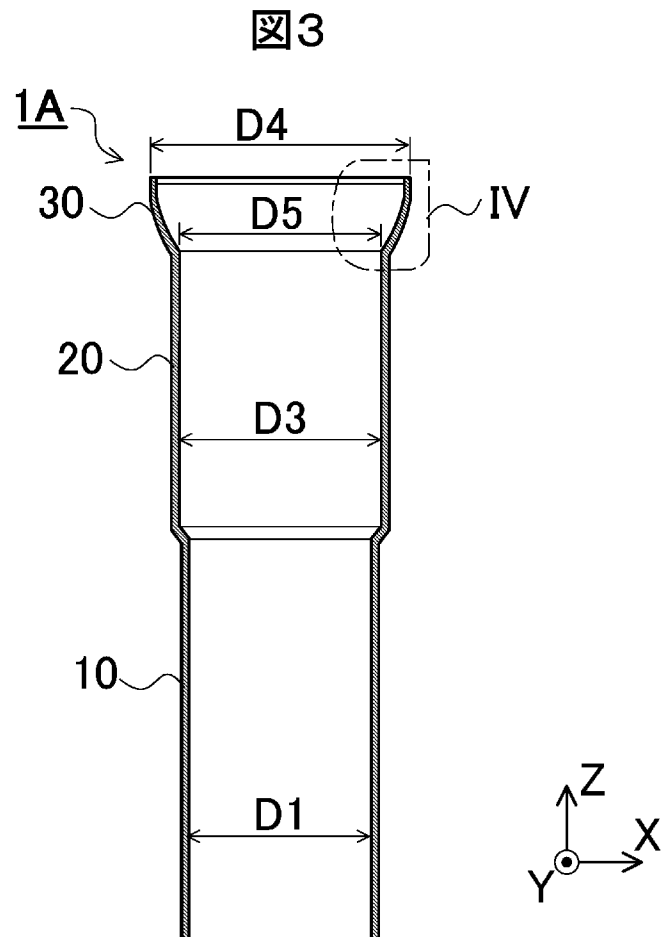
[図1C]



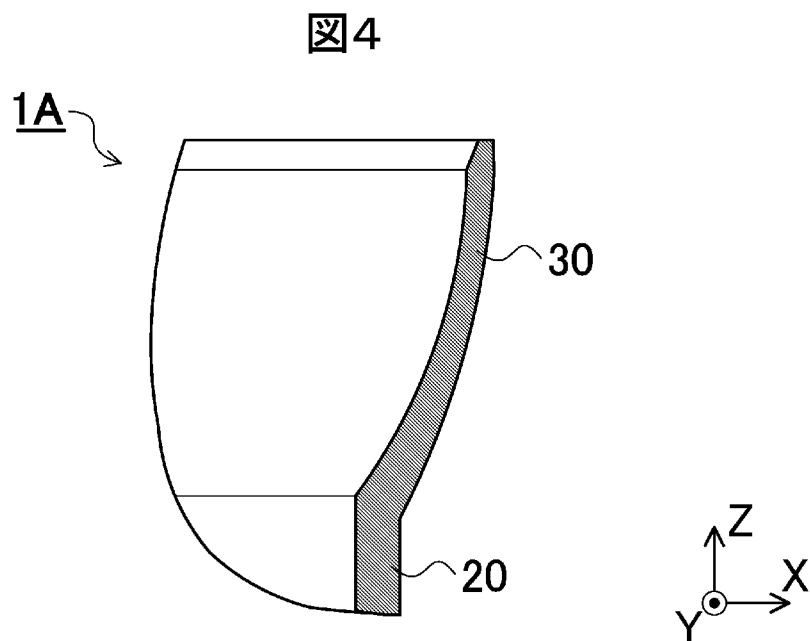
[図2]



[図3]

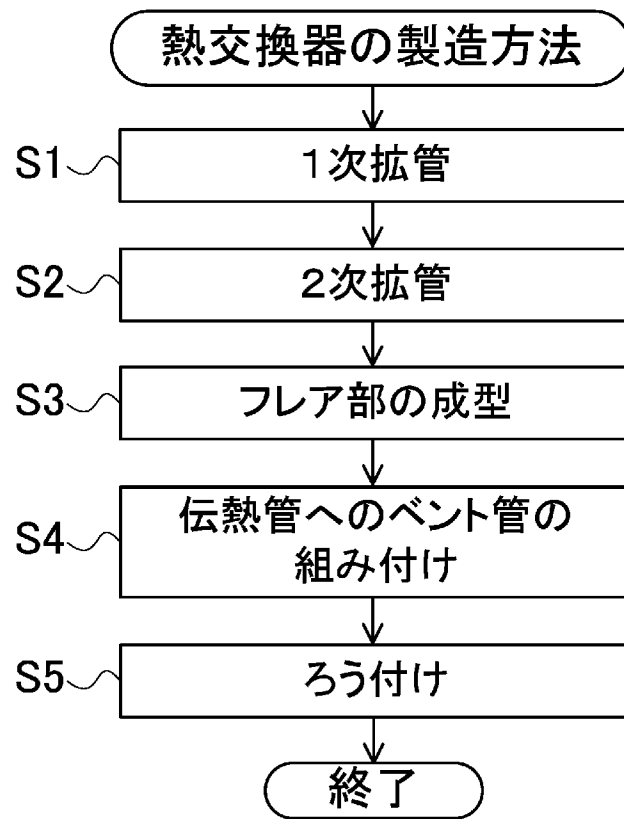


[図4]



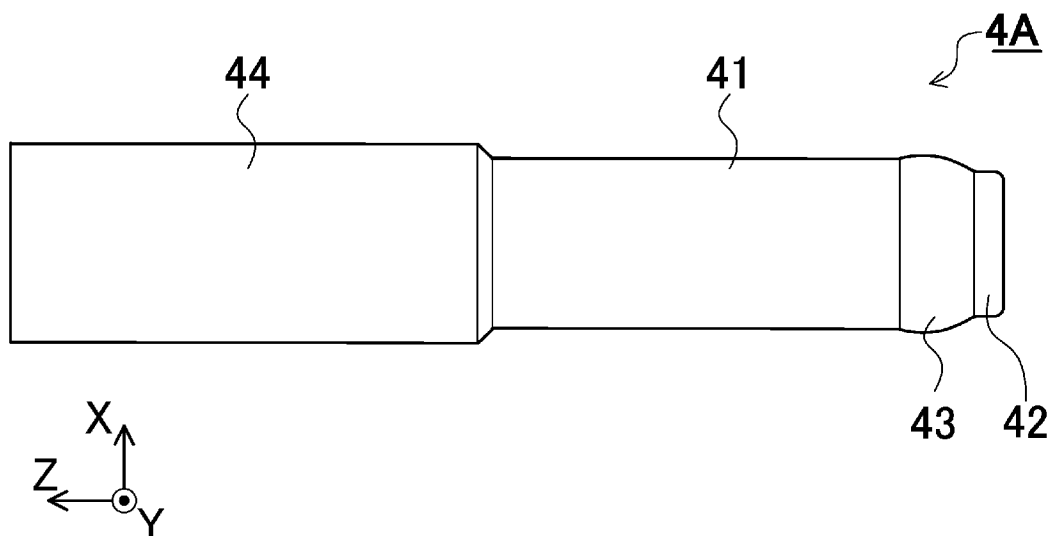
[図5]

図5



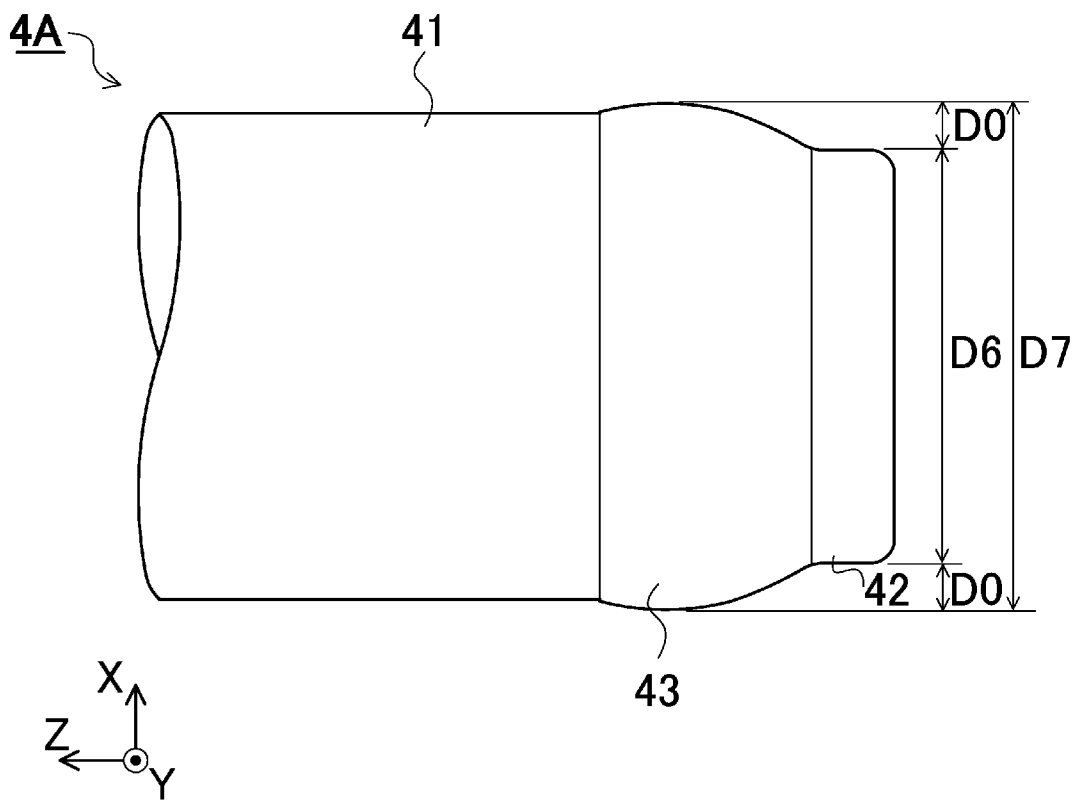
[図6]

図6

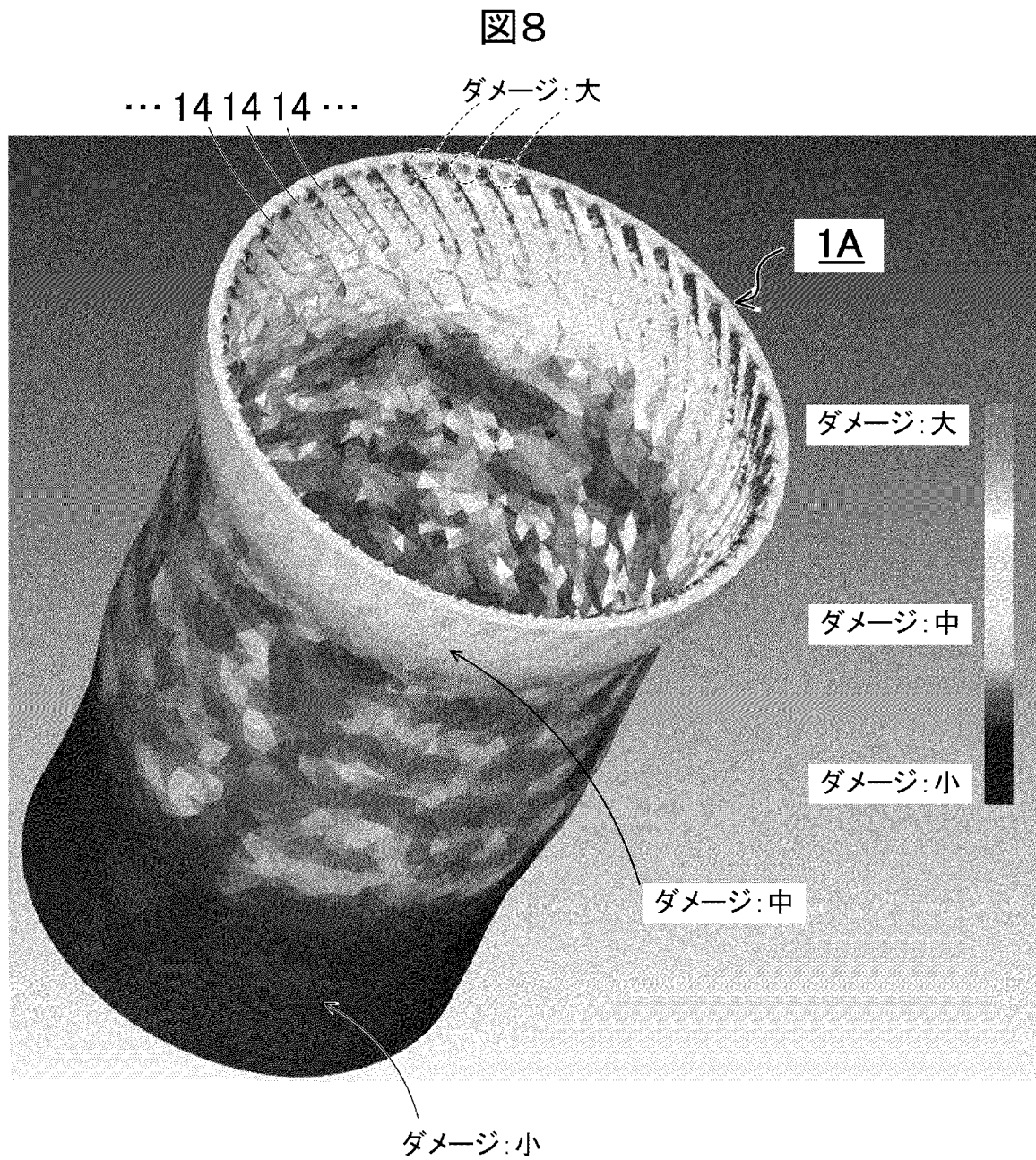


[図7]

図7

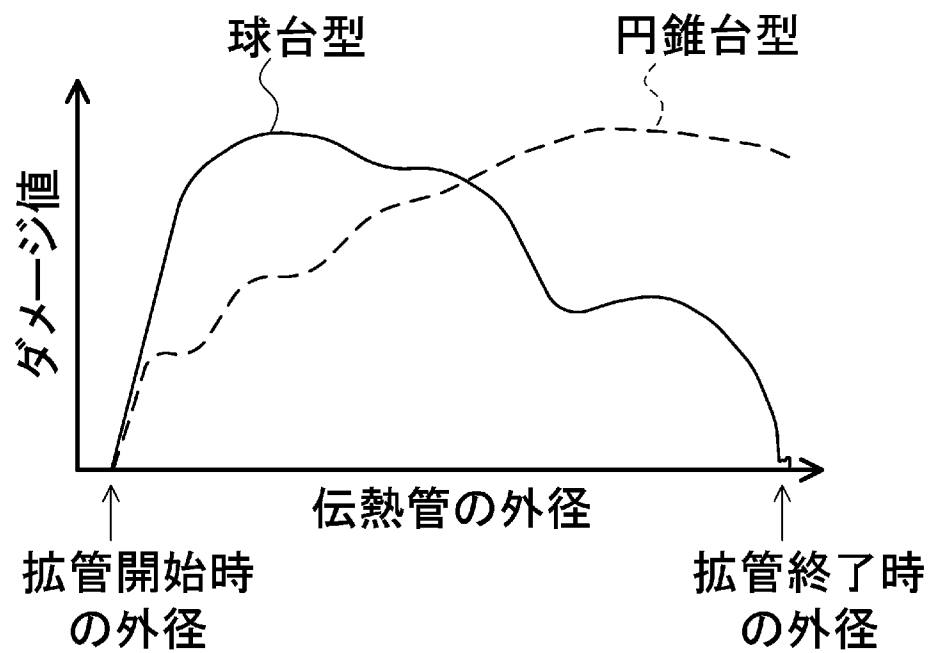


[図8]



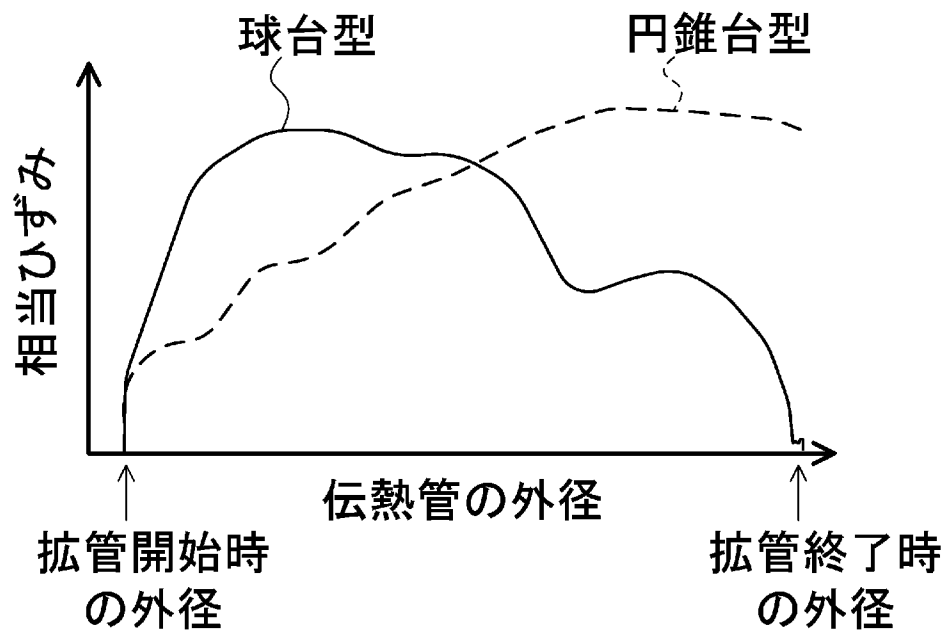
[図9]

図9



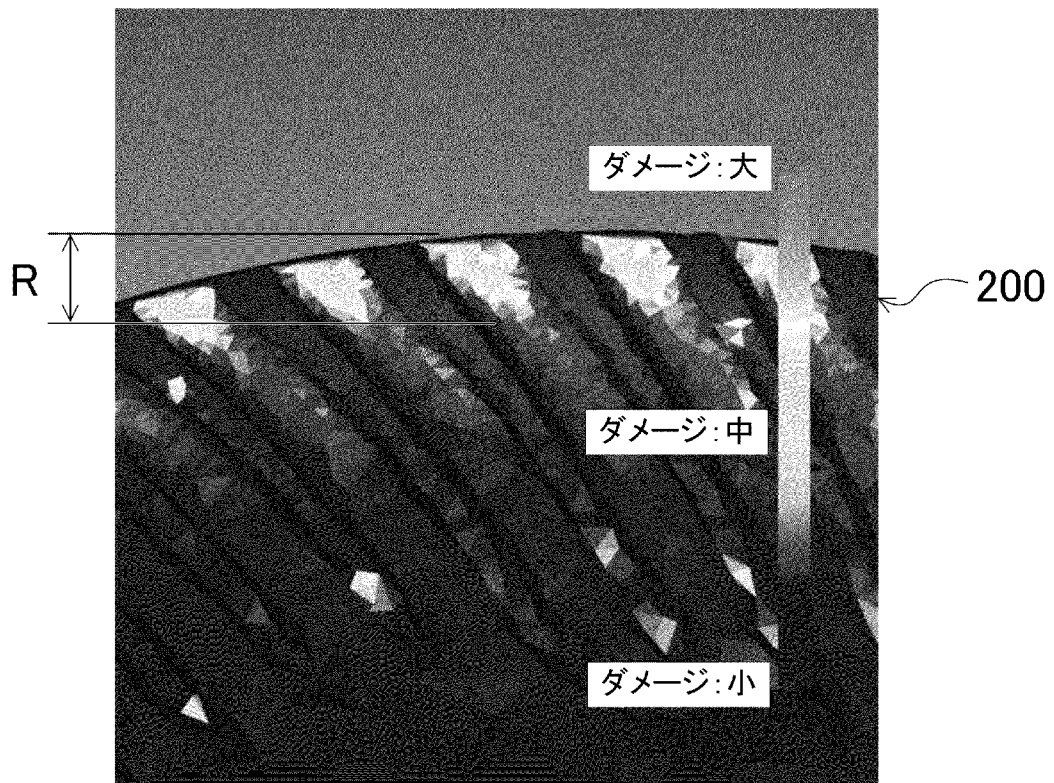
[図10]

図10



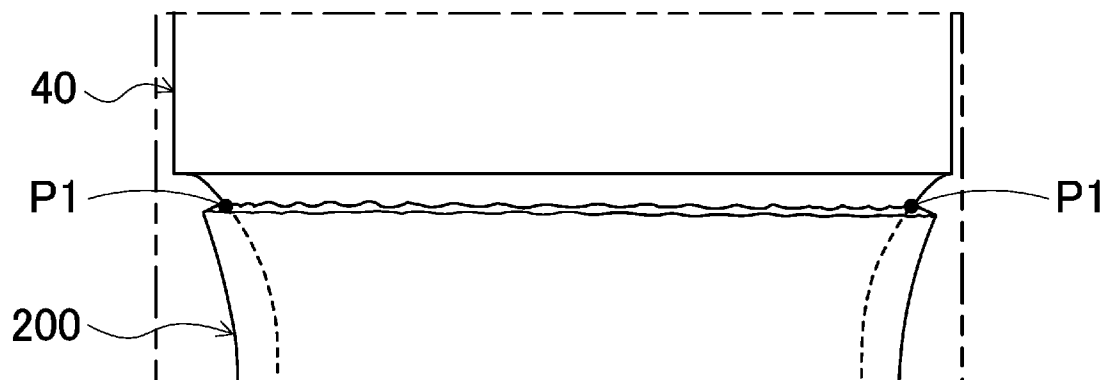
[図11]

図11



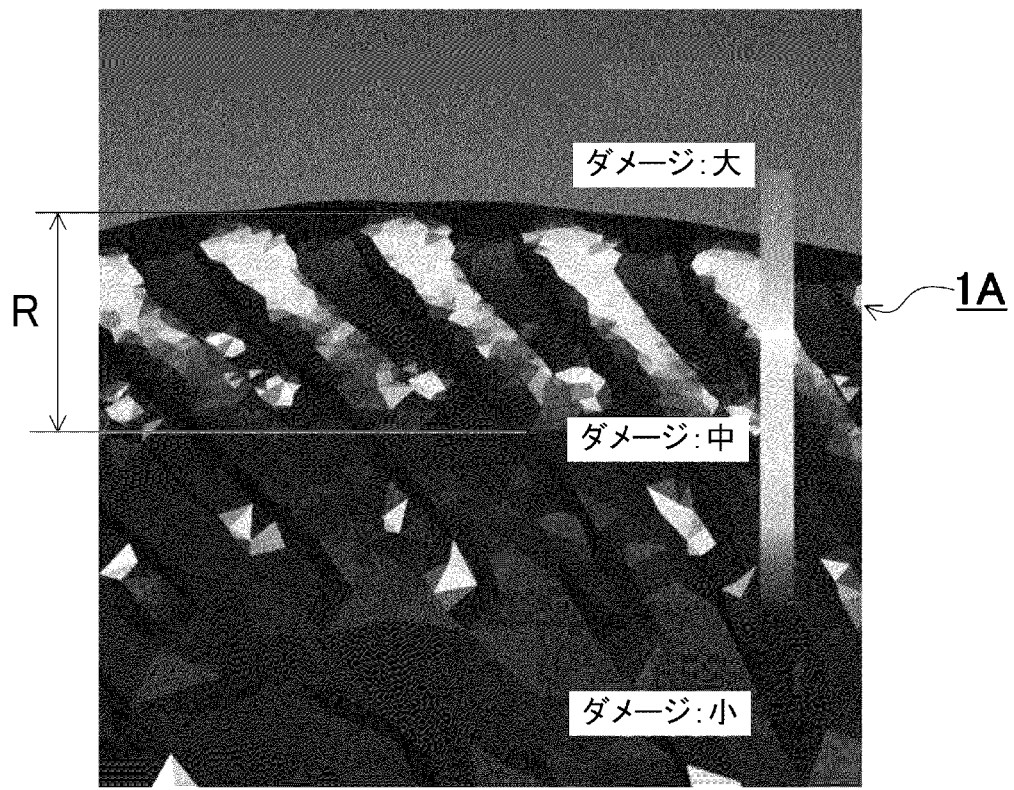
[図12]

図12



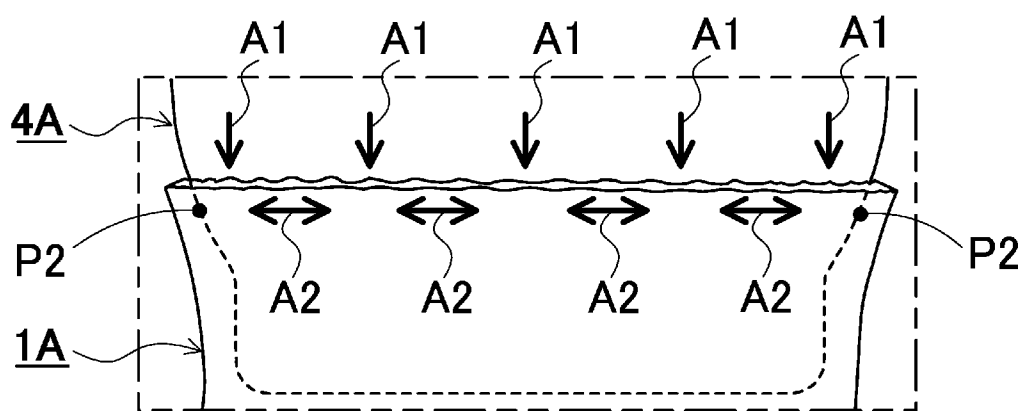
[図13]

図13



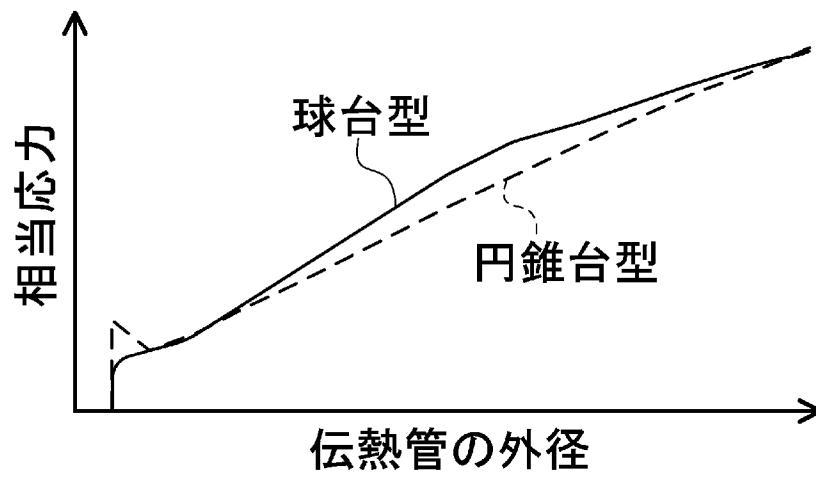
[図14]

図14



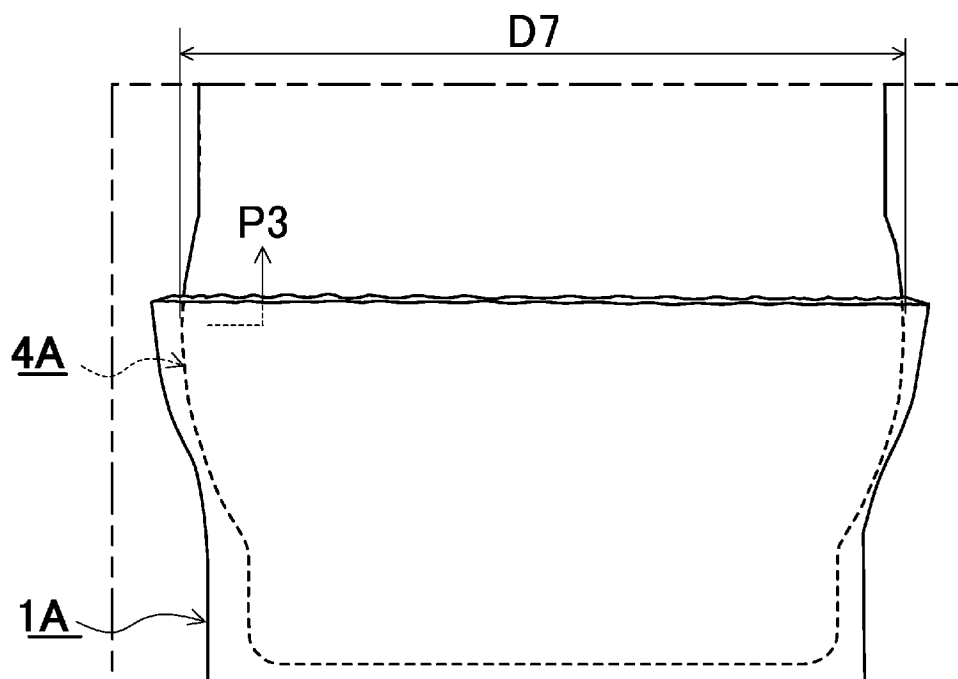
[図15]

図15



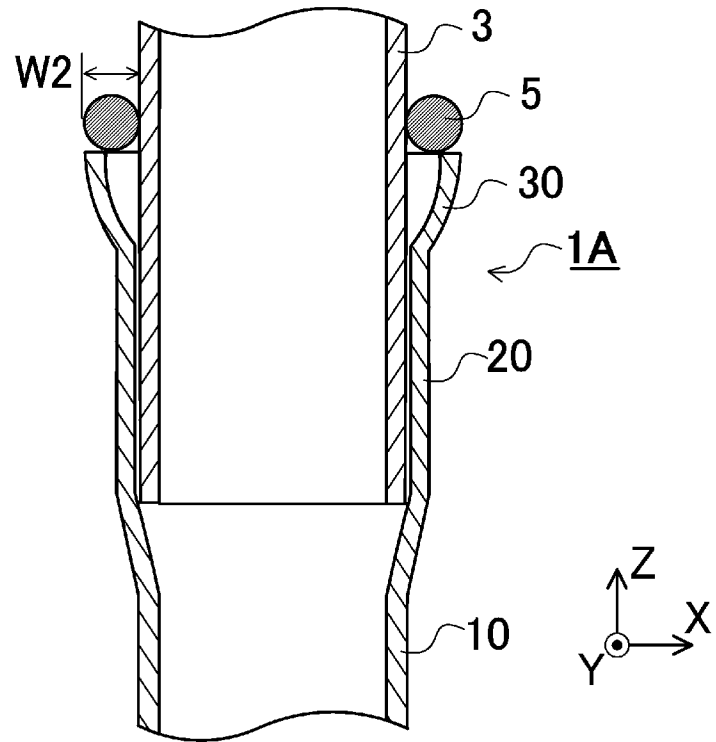
[図16]

図16



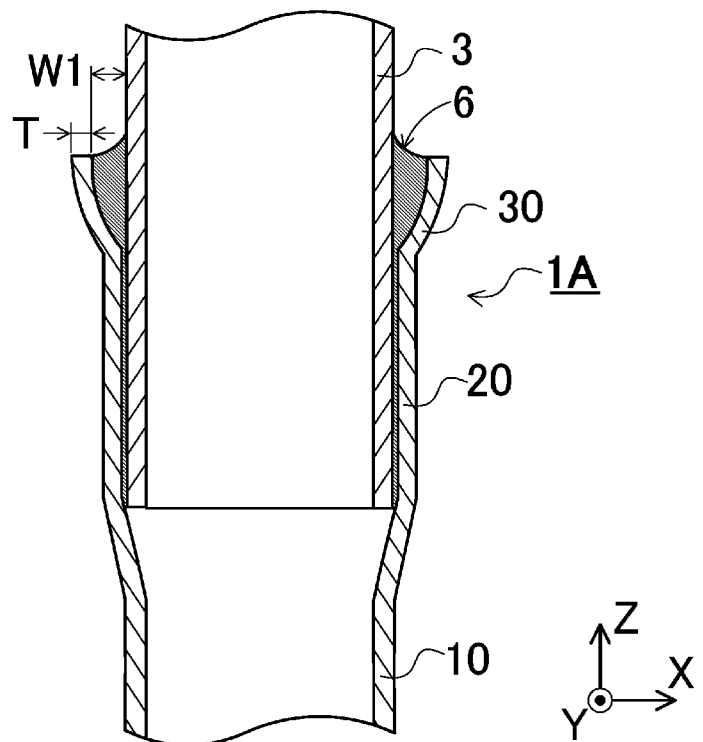
[図17]

図17



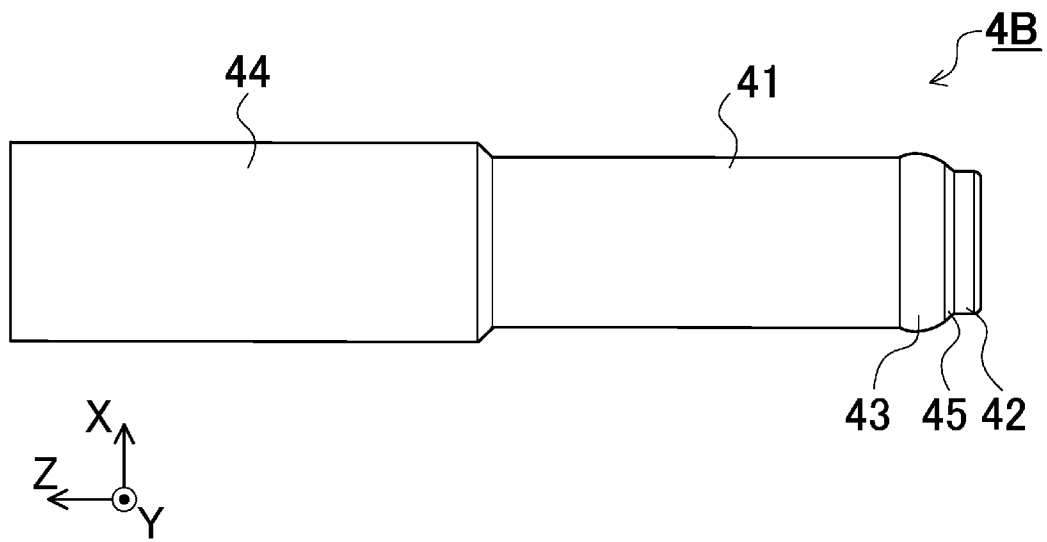
[図18]

図18



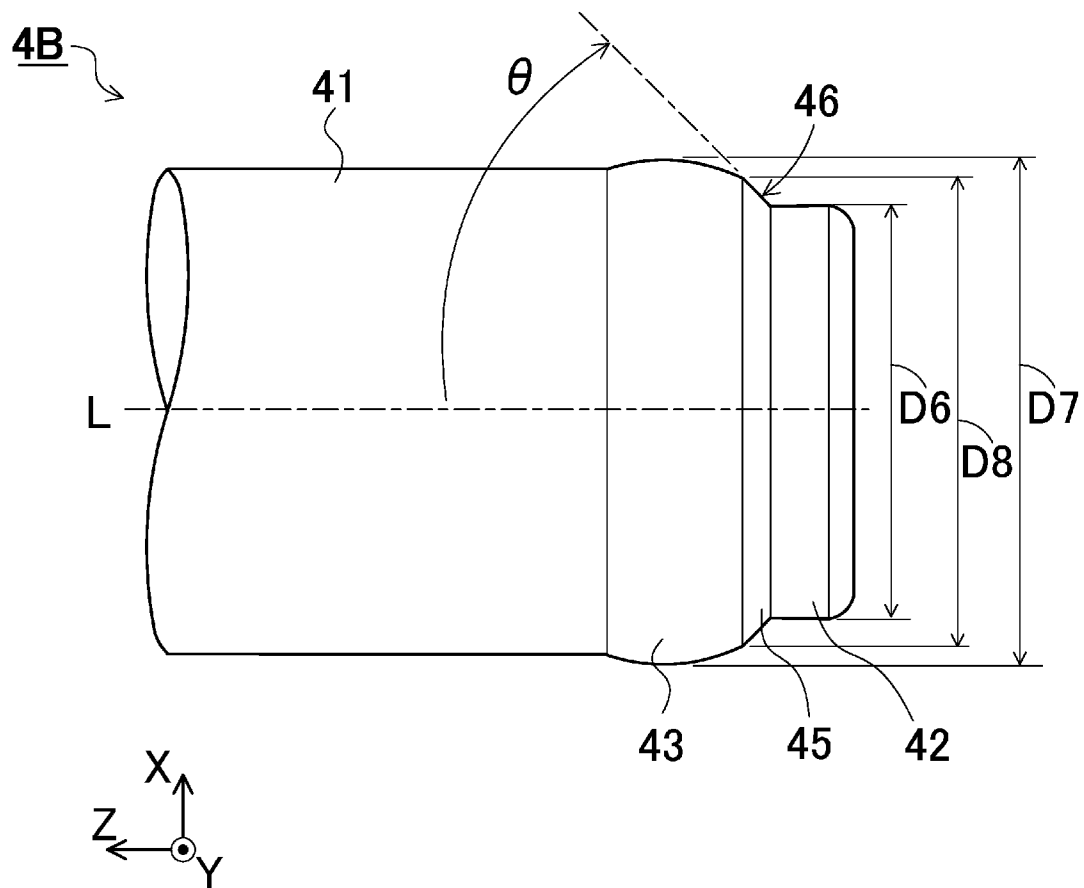
[図19]

図19



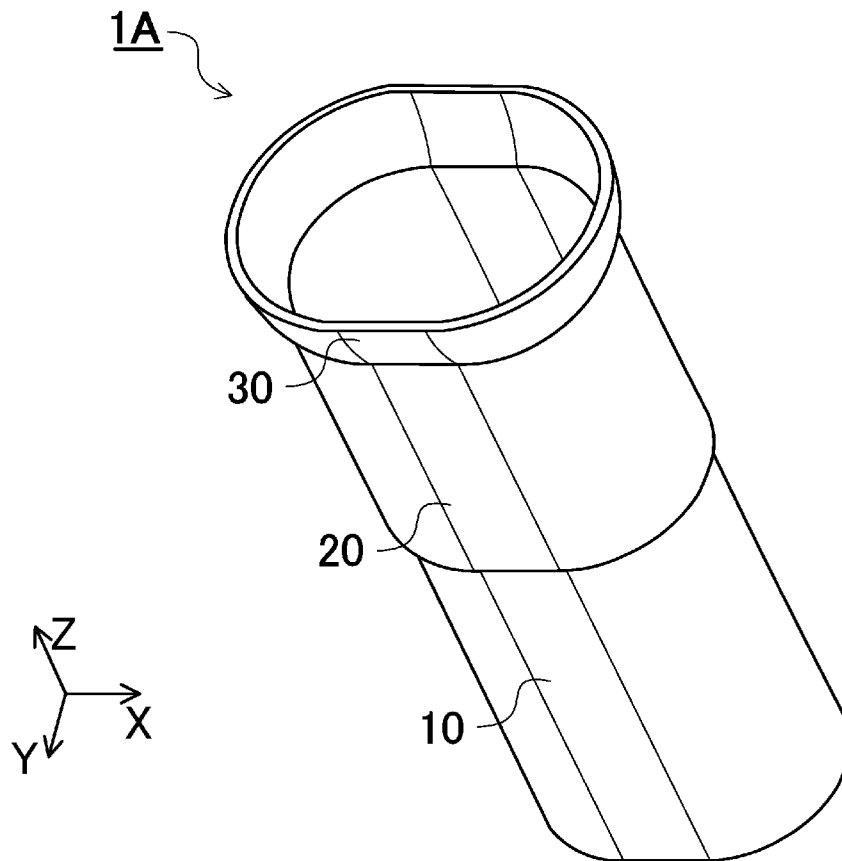
[図20]

図20



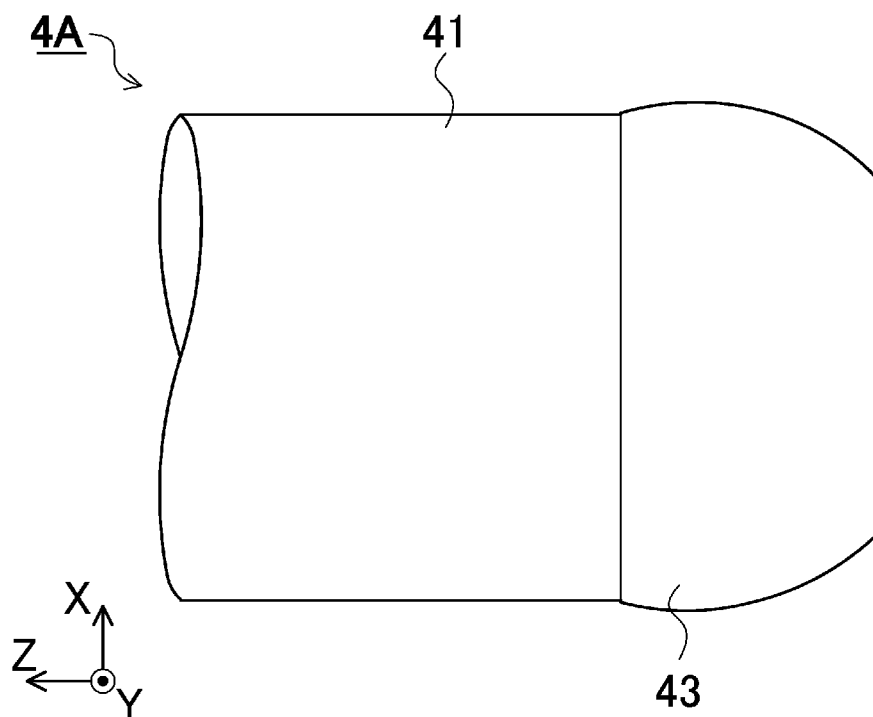
[図21]

図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017110

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 1/00(2006.01)i; **B23K 1/18**(2006.01)i; **B23K 33/00**(2006.01)i; **F28F 1/00**(2006.01)i; **F28F 1/32**(2006.01)i;
F16L 13/08(2006.01)i

FI: F28F1/00 E; F16L13/08; B23K1/00 330K; B23K1/00 330G; B23K1/18 B; B23K33/00 310B; F28F1/32 D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K1/00; B23K1/18; B23K33/00; F28F1/00; F28F1/32; F16L13/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016/0290741 A1 (LENNOX INDUSTRIES INC.) 06 October 2016 (2016-10-06) paragraphs [0002], [0027], [0029], fig. 2, 3D	1, 3-4, 6
Y	paragraphs [0002], [0027], [0029], fig. 2, 3A-3E	1-8, 11-15
A		9-10
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 46585/1979 (Laid-open No. 148862/1980) (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 27 October 1980 (1980-10-27), specification, p. 1, line 12 to p. 5, line 10, fig. 1-6	1-8, 11-15
A		9-10
Y	JP 53-46457 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 26 April 1978 (1978-04-26) p. 1, lower right column, line 19 to p. 2, upper left column, line 20, fig. 2	2-6
Y	JP 7-236968 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 September 1995 (1995-09-12) paragraphs [0030]-[0035], fig. 1-3	5-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 July 2023

Date of mailing of the international search report

11 July 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017110

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-192759 A (TOSHIBA CORP.) 29 July 1997 (1997-07-29) paragraphs [0016]-[0032], fig. 1-3	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/017110

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2016/0290741	A1	06 October 2016	US 2018/0299211 A1	
JP	55-148862	U1	27 October 1980	(Family: none)	
JP	53-46457	A	26 April 1978	(Family: none)	
JP	7-236968	A	12 September 1995	(Family: none)	
JP	9-192759	A	29 July 1997	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 1/00(2006.01)i; B23K 1/18(2006.01)i; B23K 33/00(2006.01)i; F28F 1/00(2006.01)i; F28F 1/32(2006.01)i; F16L 13/08(2006.01)i FI: F28F1/00 E; F16L13/08; B23K1/00 330K; B23K1/00 330G; B23K1/18 B; B23K33/00 310B; F28F1/32 D		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K1/00; B23K1/18; B23K33/00; F28F1/00; F28F1/32; F16L13/08		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	US 2016/0290741 A1 (LENNOX INDUSTRIES INC.) 06.10.2016 (2016-10-06) 段落[0002], [0027], [0029], 図2, 3D	1, 3-4, 6
Y	段落[0002], [0027], [0029], 図2, 3A-3E	1-8, 11-15
A		9-10
Y	日本国実用新案登録出願54-46585号(日本国実用新案登録出願公開55-148862号)の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三菱重工株式会社） 27.10.1980 (1980-10-27) 明細書第1ページ第12行-第5ページ第10行, 図1-6	1-8, 11-15
A		9-10
Y	JP 53-46457 A (古河電気工業株式会社) 26.04.1978 (1978-04-26) 第1ページ右下欄第19行-第2ページ左上欄第20行, 図2	2-6
Y	JP 7-236968 A (三菱電機株式会社) 12.09.1995 (1995-09-12) 段落[0030]-[0035], 図1-3	5-6
Y	JP 9-192759 A (株式会社東芝) 29.07.1997 (1997-07-29) 段落[0016]-[0032], 図1-3	12
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に 公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を 付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の 後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性 又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献 との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな いと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.07.2023		国際調査報告の発送日 11.07.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 大谷 光司 3L 4033 電話番号 03-3581-1101 内線 3337

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/017110

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2016/0290741	A1	06.10.2016	US	2018/0299211	A1	
JP	55-148862	U1	27.10.1980	(ファミリーなし)			
JP	53-46457	A	26.04.1978	(ファミリーなし)			
JP	7-236968	A	12.09.1995	(ファミリーなし)			
JP	9-192759	A	29.07.1997	(ファミリーなし)			