(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
2017 年 9 月 28 日(28.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/163746 A1

(51) 国際特許分類:
F16L 53/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/006865

(22) 国際出願日: 2017 年 2 月 23 日(23.02.2017)

(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 2016-060657 2016 年 3 月 24 日(24.03.2016) JP

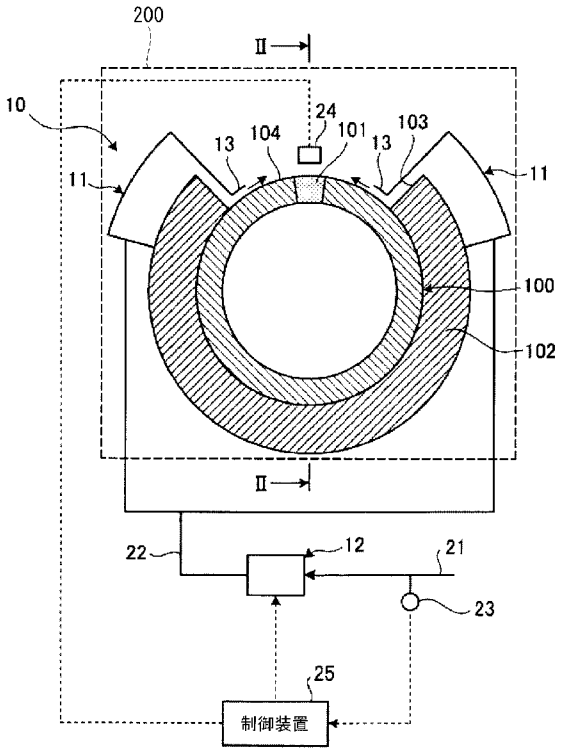
(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社 **(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)** [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 松尾　毅**(MATSUO, Takeshi)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 坂田　文稔**(SAKATA, Fumitoshi)**; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 金巻　裕一**(KANEMAKI, Yuichi)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 椋本　陽喜**(MUKUMOTO, Haruki)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺　大剛**(WATANABE, Daigo)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 加藤　千香子**(KATO, Chikako)**; 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 男澤　淳一**(OZAWA, Junichi)**; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 城山　順基**(JOYAMA, Junki)**; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 黒瀬　才博**(KUROSE, Masahiro)**; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステ

[続葉有]

(54) **Title**: COOLING DEVICE FOR HIGH-TEMPERATURE PIPING

(54) 発明の名称 : 高温配管の冷却装置



25 Control device

(57) **Abstract**: Provided is a cooling device for high-temperature piping, the cooling device efficiently cooling the high-temperature piping to improve cooling performance. Provided is a cooling device (10) for high-temperature piping, the cooling device (10) cooling a surface (104) to be cooled of piping (100) as the high-temperature piping and comprising: a cooling medium supply header (11) disposed so as not to block heat dissipation through radiation to surroundings from the surface (104) to be cooled and allowing a cooling medium to flow toward the surface (104) to be cooled; and a cooling medium supply device (12) for supplying the cooling medium to the cooling medium supply header (11).

(57) 要約: 高温配管の冷却装置において、高温配管を効率良く冷却して冷却性能の向上を図る。高温配管としての配管（１００）における被冷却面（１０４）を冷却する高温配管の冷却装置（１０）において、被冷却面（１０４）から周囲への放射による放熱を遮蔽しないように配置されて冷却媒体を被冷却面（１０４）に向けて流出する冷却媒体供給ヘッダ（１１）と、冷却媒体供給ヘッダ（１１）に冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置（１２）とを備える。

WO 2017/163746 A1

ムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 藤森 隆弘 (FUJIMORI, Takahiro); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 大山 博之(OHYAMA, Hiroyuki); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 藤田 考晴 (FUJITA, Takaharu); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい２－２－１ 横浜ランドマークタワー３７Ｆ Kanagawa (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 高温配管の冷却装置

技術分野

[0001] 本発明は、火力発電プラント、原子力発電プラント、化学プラントなどのプラントで用いられる高温配管の冷却装置に関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、火力発電プラントでは、ボイラで加熱された水蒸気を蒸気タービンに搬送する配管が多数配置されている。この配管は、金属配管であり、内部に高温で高圧の水蒸気が流動することから、この水蒸気により加熱された高温状態の環境下にある。このような金属配管は、上述した環境下で長時間使用されると、クリープ損傷が進行してクリープボイドが発生し、このクリープボイドがつながることで亀裂が生じ、最終的には破断に至る可能性が高い。

[0003] このような配管の破断を防止するため、定期的な非破壊検査によりクリープボイドの成長度合いを分析してクリープ損傷度を導出し、金属配管の余寿命評価を行っている。この場合、一般的に、金属配管は、母材部に比べて溶接部のクリープ損傷リスクが高いことから、主に、この溶接部が検査対象箇所となる。非破壊検査の結果、次の定期検査までの期間におけるクリープ損傷リスクを無視できない場合、プラント全体の運転温度を下げることで、金属配管のメタル温度を下げ、クリープ損傷リスクを低減する対策を講じるが、プラント全体の運転温度を下げると、プラントの運転効率が低下してしまう欠点がある。

[0004] このように次の定期検査までの期間におけるクリープ損傷リスクを無視できない場合、金属配管を冷却してメタル温度を低下することで、クリープ損傷リスクを低減する手法が考えられる。このような技術として例えば、下記特許文献１に記載されたものがある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第５７０１３４９号公報（特開２０１５－４５６１９号公報）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述した特許文献１では、高温金属配管の外周部を被覆する断熱材を撤去し、露出した高温金属配管の外周部に放熱フィン、冷却配管、供給配管などの冷却装置を配置して高温金属配管を冷却する。しかし、露出した高温金属配管の外周部に放熱フィン、冷却配管、供給配管などの冷却装置を配置すると、高温金属配管から周囲低温部への放射による放熱を遮蔽することになり、冷却効率が低下する。

[0007] 本発明は上述した課題を解決するものであり、高温金属配管の冷却性能の向上を図る冷却装置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

[0008] 上述の目的を達成するための本発明の高温配管の冷却装置は、高温配管を延命化するために被冷却面の周囲に設置される高温配管の冷却装置において、前記被冷却面から周囲への放射による放熱を遮蔽しない位置に配置されて冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体供給ヘッダと、前記冷却媒体供給ヘッダに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置と、を備えることを特徴とする。

[0009] 従って、冷却媒体供給装置が冷却媒体供給ヘッダに冷却媒体を供給すると、この冷却媒体供給ヘッダに冷却媒体が供給され、冷却媒体供給ヘッダの冷却媒体が被冷却面に向けて流出され、高温配管が冷却される。このとき、冷却媒体供給ヘッダが被冷却面に対向する領域を除く被冷却面の周辺部に配置されるため、被冷却面に対向する領域が開放領域となる。そのため、高温配管は、遮蔽されることなく被冷却面から放射により放熱されることとなり、高温配管を効率良く冷却することができる。

[0010] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記被冷却面は、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部から露出した前記高温配管の露出表面であり、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記被冷却面の外側に配置されることを特徴としている。

[0011] 従って、被冷却面が高温配管を被覆する断熱材の撤去部から露出した露出表面であり、冷却媒体供給ヘッダが被冷却面の外側に配置されることで、被冷却面に対して冷却媒体供給ヘッダが放射による放熱を遮蔽することなく、被冷却面を効果的に冷却できる。また冷却媒体供給ヘッダと高温配管の間には断熱材があり、冷却媒体供給ヘッダの温度上昇を抑制できる。そのため、冷却媒体供給ヘッダ内を冷却媒体が通過する際の温度上昇を抑制でき、被冷却面を効果的に冷却できる。

[0012] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記断熱材の外面に支持されることを特徴とする。

[0013] 従って、冷却媒体供給ヘッダを断熱材の外面に支持することで、別途、冷却媒体供給ヘッダを支持するための部材が不要となり、構造を簡略化できる。

[0014] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記冷却媒体供給ヘッダを、サポート部材によって、前記高温配管及び前記断熱材の外面に支持することを特徴とする。

[0015] 従って、冷却媒体供給ヘッダが、高温配管に対して管軸方向又は周方向に倒れることを抑制するため、冷却媒体の流出方向が被冷却面から変わることがなく、初期の冷却能力を維持することで冷却装置の信頼性を向上できる。

[0016] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記冷却媒体供給ヘッダの冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体流出ノズルが設けられることを特徴としている。

[0017] 従って、冷却媒体供給ヘッダの冷却媒体は、冷却媒体流出ノズルから被冷却面に向けて流出され、高温配管が冷却される。そのため、高温配管は、遮蔽されることなく被冷却面から放射により放熱されることとなり、高温配管

を効率良く冷却することができる。

[0018] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記冷却媒体流出ノズルは、冷却媒体を前記被冷却面に沿って流出することを特徴とする。

[0019] 従って、冷却媒体流出ノズルによって冷却媒体を被冷却面に沿って流出することで、冷却媒体が被冷却面に沿って流れるため、冷却媒体を被冷却面に効率的に供給して冷却効率を向上できる。

[0020] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記被冷却面は、溶接部を含み、前記冷却媒体流出ノズルは、冷却媒体を前記溶接部に向けて流出することを特徴とする。

[0021] 従って、冷却媒体流出ノズルによって冷却媒体を溶接部に向けて流出することで、冷却媒体がクリープ損傷リスクが無視できない溶接部へ直接供給され、被冷却面を効率的に冷却できる。

[0022] 本発明の高温配管の冷却装置において、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記冷却媒体供給ヘッダの冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体流出口が設けられ、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、前記板材の前記高温配管側の端部と前記高温配管の表面によって前記冷却媒体流出口が形成されることを特徴とする。

[0023] 従って、冷却媒体流出口から流出される冷却媒体の速度分布及び温度分布は、冷却媒体流出口の高さ方向中央部分よりも被冷却面の表面近傍側で最大となり、速度勾配及び温度勾配が高温配管の表面近傍で大きくなる。その結果、冷却媒体流出ノズルが設けられる場合に比べて、高温配管の表面近傍のせん断力が大きくなり、熱伝達率が向上するため、効果的に冷却できる。

[0024] 本発明の高温配管の冷却装置において、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、前記板材は、前記高温配管側から外側へ向けてスリットが形成されていることを特徴とする。

[0025] 従って、板材に設けられたスリットは熱変形代として機能するので、熱変形により生じる冷却媒体流出口の変形を抑制する。この結果、冷却能力の低

下を抑制し、前記冷却装置の信頼性を向上することができる。

[0026] 本発明の高温配管の冷却装置において、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、前記板材は、前記高温配管に沿って複数に分割された分割部材を組み合わせて構成されることを特徴とする。

[0027] 従って、高温配管が設置される現地において、冷却媒体供給ヘッダの分割部材を組み合わせるだけで、リング形状をなす冷却媒体供給ヘッダを容易に組み立てることが可能であり、据付コストを削減することができる。

[0028] 本発明の高温配管の冷却装置において、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、前記板材は、前記高温配管に沿って複数に分割された分割部材を組み合わせて構成され、前記板材における前記高温配管側の端部の位置が調整可能であることを特徴とする。

[0029] 従って、高温配管の配管径が異なる場合でも、分割部材同士の結合位置を変更することにより、板材をすべて取り換えることなく、分割構造を有する板材を伸縮させるだけで、冷却媒体供給ヘッダを容易に設置することが可能であり、据付コストを削減することができる。

[0030] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記冷却媒体が流通しつつ、前記冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する複数のヘッダユニットと、二つの前記ヘッダユニット間に設けられる伸縮部とを有し、前記ヘッダユニットと前記伸縮部が交互に連結されていることを特徴とする。

[0031] 従って、複数のヘッダユニットと複数の伸縮部は、高温配管に沿った長さに合わせて組合せ数が決定され、自在に長さを調整できるので、高温配管を早急に冷却する事態が生じた場合、冷却媒体供給ヘッダを迅速に設置することができる。

[0032] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記冷却媒体供給装置が前記冷却媒体供給ヘッダに供給する冷却媒体の温度を計測する温度センサと、前記温度セ

ンサが計測した冷却媒体の温度に応じて前記冷却媒体流出ノズル又は前記冷却媒体流出口が前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体の流出量を制御する制御装置とが設けられることを特徴とする。

[0033] 従って、冷却媒体供給ヘッダに供給する冷却媒体の温度に応じて冷却媒体流出ノズル又は冷却媒体流出口が被冷却面に向けて流出する冷却媒体の流出量を制御することで、周囲の環境温度が変化しても、被冷却面を常に要求寿命を満足するために必要な温度に冷却し、これを維持できる。

[0034] 本発明の高温配管の冷却装置では、前記被冷却面の温度を計測する温度センサと、前記温度センサが計測した前記被冷却面の温度に応じて前記冷却媒体流出ノズル又は前記冷却媒体流出口が前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体の流出量を制御する制御装置とが設けられることを特徴としている。

[0035] 従って、被冷却面の温度に応じて冷却媒体流出ノズル又は冷却媒体流出口が被冷却面に向けて流出する冷却媒体の流出量を制御することで、被冷却面のクリープ損傷度合いや周囲の環境温度が変化しても、被冷却面を常に要求寿命を満足するために必要な温度に冷却し、これを維持できる。

発明の効果

[0036] 本発明の高温配管の冷却装置によれば、冷却媒体流出ノズルを有する冷却媒体供給ヘッダを被冷却面の周辺部に配置するので、被冷却面から周囲への放射による放熱を遮蔽するものが配置されず、被冷却面から効果的に放熱することで、高温配管の冷却性能を向上できる。また冷却媒体供給ヘッダの高温配管の間に断熱材があり、冷却媒体供給ヘッダの温度上昇を抑制できるため、冷却媒体供給ヘッダ内を冷却媒体が通過する際の温度上昇を抑制でき、被冷却面を効果的に冷却できる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]図１は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置を表す概略図である。

[図2]図２は、高温配管の冷却装置を表す図１のII－II断面図である。

[図3]図３は、高温配管を表す断面図である。

[図4]図４は、断熱材を一部除去した配管の断面図である。

[図5]図５は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第１変形例を表す概略図である。

[図6]図６は、高温配管の冷却装置を表す図５のVI－VI断面図である。

[図7]図７は、高温配管を表す断面図である。

[図8]図８は、断熱材を一部除去した配管の断面図である。

[図9]図９は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第１変形例を表す部分拡大断面図である。

[図10]図１０は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例を表す正面図である。

[図11]図１１は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例を表す部分拡大正面図である。

[図12]図１２は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例を表す配管軸方向の断面図である。

[図13]図１３は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例を表す部分拡大縦断面図である。

[図14]図１４は、熱伝達比率とガイド長の関係を示すグラフである。

[図15]図１５は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例の板材の変形例を表す正面図である。

[図16]図１６は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例の板材の変形例を表す配管軸方向の断面図である。

[図17]図１７は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第２変形例の板材の変形例を表す正面図である。

[図18]図１８は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第３変形例を表す正面図である。

[図19]図１９は、第１実施形態に係る高温配管の冷却装置の第３変形例を表す斜視図である。

[図20]図２０は、第２実施形態の高温配管の冷却装置を表す概略図である。

[図21]図２１は、第２実施形態の高温配管の冷却装置の第１変形例を表す概

略図である。

発明を実施するための形態

[0038] 以下に添付図面を参照して、本発明に係る高温配管の冷却装置の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせて構成するものを含む。

[0039] ［第１実施形態］

図３は、高温配管を表す断面図、図４は、断熱材を一部除去した配管の断面図である。

[0040] 第１実施形態において、高温配管は、例えば、火力発電プラントにて、ボイラで加熱された水蒸気を蒸気タービンに搬送する金属性の水蒸気配管であって、内部に流動する高温高圧の水蒸気により加熱された高温金属配管である。この金属配管には、定期的に非破壊検査が実施され、配管のクリープボイドの成長度合いを分析してクリープ損傷度を導出し、配管の余寿命評価を行う。次の定期検査までの期間におけるクリープ損傷リスクを無視できない場合、高温金属配管を冷却して温度を下げることで、クリープ損傷リスクを低減する。

[0041] 本実施形態の高温配管の冷却装置は、高温配管を被覆する断熱材の撤去部から外部に露出した配管の露出表面を被冷却面とし、この被冷却面を冷却するものである。そして、金属配管は、母材部に比べて溶接部のクリープ損傷リスクが高いことから、主に、この溶接部周辺を冷却対象とする。

[0042] まず、高温配管の配置状態について説明する。図３に示すように、高温金属配管１００は、例えば、火力発電プラントや原子力発電プラントや化学プラントなどのプラントで用いられる水蒸気配管である。この金属配管１００は、内部に高温高圧の流体（例えば、水蒸気）を流動することで、常時、高温高圧環境下にある。この金属配管１００は、軸方向に沿って溶接部１０１が設けられる電縫管であって、高温高圧の流体温度低下を抑制するために断熱材１０２で金属配管１００の外面が覆われる。

[0043] 金属配管１００は、高温環境下で長時間使用されると、クリープ損傷が進行してクリープボイドが発生し、このクリープボイドがつながることで亀裂が生じ、最終的には破断に至る可能性がある。この破断を防止するため、定期的な非破壊検査によりクリープボイドの成長度合いを分析して各部のクリープ損傷度を導出し、配管１００の余寿命評価を行う。具体的には、図４に示すように、クリープ損傷リスクを無視できない溶接部１０１の近傍を覆う断熱材１０２を除去して撤去部１０３を形成し、溶接部１０１を含む被冷却面１０４を露出させ、本実施形態の冷却装置を用いて冷却する。

[0044] 図１は、第１実施形態の高温配管の冷却装置を表す概略図、図２は、高温配管の冷却装置を表す図１のII－II断面図である。

[0045] 第１実施形態において、図１及び図２に示すように、高温配管の冷却装置１０は、金属配管（高温配管）１００における被冷却面１０４を冷却するものであり、冷却媒体供給ヘッダ１１と、冷却媒体供給装置１２と、冷却媒体流出ノズル１３、雨除けのフード２００とを備える。なお、図１では、フード２００を破線で示しており、フード２００は、冷却装置１０及び配管１００を覆うように設置される。

[0046] 冷却媒体供給ヘッダ１１は、配管１００の被冷却面１０４からの放射による放熱を遮蔽しないように、被冷却面１０４に沿う両側、つまり、被冷却面１０４に対して配管１００の周方向にずれた両側の断熱材１０２の外側に配置される。なお、冷却媒体供給ヘッダ１１は、断熱材１０２の外側に配置される場合に限定されず、被冷却面１０４の外側に配置されればよく、例えば断熱材１０２を切り欠いて断熱材１０２内に配置されてもよい。

[0047] 各冷却媒体供給ヘッダ１１は、対向する側に冷却媒体流出ノズル１３をそれぞれ対向するように備える。冷却媒体流出ノズル１３は、冷却媒体供給ヘッダ１１における撤去部１０３側で、この撤去部１０３が形成する断熱材１０２の端面に沿って配管１００の外周面側に延出され、先端部が配管１００の外周面である被冷却面１０４に沿って屈曲している。そのため、各冷却媒体流出ノズル１３は、流出口が対向するように配置され、冷却媒体を被冷却

面１０４に沿って流出する。なお、冷却媒体流出ノズル１３は、撤去部１０３における配管１００の軸方向に沿って設けられる。

[0048] 冷却媒体供給装置１２は、ファンやブロアであって、各冷却媒体供給ヘッダ１１に冷却媒体を供給する。冷却媒体供給装置１２は、取込配管２１が連結されると共に、各冷却媒体供給ヘッダ１１まで供給配管２２が連結されている。そのため、冷却媒体供給装置１２は、取込配管２１から取り込んだ冷却媒体を供給配管２２により各冷却媒体供給ヘッダ１１に供給する。

[0049] 取込配管２１は、内部を流れる冷却媒体温度を計測する第１温度センサ２３が設けられる。また、配管１００の被冷却面１０４の温度を計測する第２温度センサ２４が設けられる。金属配管を熱電対など直接計測する温度センサで計測する場合、温度センサを金属配管に溶接で取り付けるが、その際にボイドの発生要因となる、金属配管への異材が混入する可能性がある。これを抑制するため第２温度センサ２４として、溶接を必要としない放射温度計のような非接触センサが望ましい。制御装置２５は、第１温度センサ２３が計測した冷却媒体温度が入力されると共に、第２温度センサ２４が計測した被冷却面１０４の温度が入力される。そして、制御装置２５は、第１温度センサ２３が計測した冷却媒体温度に応じて冷却媒体供給装置１２が冷却媒体供給ヘッダ１１に供給する冷却媒体供給量を制御すると共に、第２温度センサ２４が計測した被冷却面１０４の温度に応じて冷却媒体供給装置１２が冷却媒体供給ヘッダ１１に供給する冷却媒体供給量を制御する。冷却媒体供給装置１２が冷却媒体供給ヘッダ１１に供給する冷却媒体供給量を制御すると、各冷却媒体流出ノズル１３が被冷却面１０４に供給する冷却媒体供給量が制御される。

[0050] 即ち、設置される金属配管１００の周囲環境は、一日は季節のサイクルで周期的に変化する。この気温変化により冷却される金属配管１００の被冷却面１０４や溶接部１０１のメタル温度が変動し、要求される配管１００の延命効果が得られない可能性がある。この対策として、気温が変動しても配管１００の溶接部１０１のメタル温度が一定に維持されるように、被冷却面１

０４に供給する冷却媒体供給量を制御する。

[0051] 以上のように冷却媒体供給装置１２を作動すると、取込配管２１を通して冷却媒体を取り込み、供給配管２２を通して各冷却媒体供給ヘッダ１１に冷却媒体を供給する。各冷却媒体供給ヘッダ１１は、各冷却媒体流出ノズル１３から被冷却面１０４に沿って冷却媒体を流出する。この結果、被冷却面１０４に沿って流れる冷却媒体により、溶接部１０１が冷却される。このとき、制御装置２５は、冷却媒体温度と被冷却面１０４温度に応じて冷却媒体供給装置１２が冷却媒体供給ヘッダ１１に供給する冷却媒体供給量を制御し、冷却媒体流出ノズル１３から被冷却面１０４に供給される冷却媒体供給量を制御する。

以上の結果、金属配管１００周囲の気温が変化しても、配管１００の溶接部１０１を、要求される寿命を満足するメタル温度に制御できる。

[0052] なお、上述の実施形態では、金属配管１００の軸方向に沿って溶接部１０１を有する電縫管として説明したが、この構成に限定されるものではない。即ち、金属配管１００の周方向に溶接部１０１がある場合について、図５に第１実施形態の高温配管の冷却装置の第１変形例を表す概略図、図６に高温配管の冷却装置を表す図５のVI－VI断面図、図７に高温配管の断面図、図８に断熱材を一部除去した配管の断面図、を示す。

[0053] 第１変形例において、図７に示すように、高温金属配管１１０は、周方向に沿って溶接部１１１が設けられる接続配管であって、プラント効率の低下を抑制するために断熱材１１２で周囲が覆われる。

[0054] 金属配管１１０は、高温環境下で長時間使用されると、クリープ損傷が進行してクリープボイドが発生し、このクリープボイドがつながることで亀裂が生じ、最終的には破断に至る可能性がある。この破断を防止するため、定期的な非破壊検査によりクリープボイドの成長度合いを分析して各部のクリープ損傷度を導出し、配管１１０の余寿命評価を行っている。具体的には、図８に示すように、クリープ損傷リスクが高い溶接部１１１の近傍を覆う断熱材１１２を除去して撤去部１１３を形成し、溶接部１１１を含む被冷却面

１１４を露出させ、被冷却面１１４を本実施形態の冷却装置により冷却する。

[0055] 図５及び図６に示すように、高温配管の冷却装置３０は、金属配管（高温配管）１１０における被冷却面１１４を冷却するものであり、冷却媒体供給ヘッダ３１と、冷却媒体供給装置３２と、冷却媒体流出ノズル３３、フード２００とを備える。

[0056] 冷却媒体供給ヘッダ３１は、配管１１０の被冷却面１１４からの放射による放熱を遮蔽しないように、被冷却面１１４の管軸方向に沿う両側、つまり、被冷却面１１４に対して配管１１０の管軸方向にずれた両側の断熱材１１２の外側に配置される。なお、冷却媒体供給ヘッダ３１は、断熱材１１２の外側に配置される場合に限定されず、被冷却面１１４の外側に配置されればよく、断熱材１１２を切り欠いて断熱材１１２内に配置されてもよい。

各冷却媒体供給ヘッダ３１は、同様の中空の箱型形状をなし、断熱材１１２の外周面に撤去部１１３の両側で、周方向に沿ったリング形状をなして配置される。

[0057] なお、冷却媒体供給ヘッダ３１は、図１０に示すように、周方向に複数分割可能な構成としてもよい。図１０では、冷却媒体供給ヘッダ３１は、３分割されており、分割部材３１Ａ，３１Ｂ，３１Ｃからなる。分割部材３１Ａ，３１Ｂ，３１Ｃは、例えばボルトによって互いに結合される。これにより、配管１１０が設置されている現地において、冷却媒体供給ヘッダ３１の分割部材３１Ａ，３１Ｂ，３１Ｃを組み合わせるだけで、リング形状をなす冷却媒体供給ヘッダ３１を容易に設置できるため、据付コストを低減することができる。

[0058] 図５に示すように、各冷却媒体供給ヘッダ３１では、冷却媒体流出ノズル３３がそれぞれ対向するように設けられる。冷却媒体流出ノズル３３は、冷却媒体供給ヘッダ３１における撤去部１１３側で、この撤去部１１３が形成される断熱材１１２の端面に沿って配管１１０の外周面側に延出され、先端部が配管１１０の外周面である被冷却面１１４に沿って屈曲している。その

ため、各冷却媒体流出ノズル３３は、流出口が対向するように配置され、冷却媒体を被冷却面１１４に沿って流出する。なお、冷却媒体流出ノズル３３は、撤去部１１３における配管１１０の周方向の全域に沿って設けられる。

[0059] 冷却媒体供給ヘッダ３１は、冷却媒体供給ヘッダ３１における撤去部１１３側で、この撤去部１１３が形成される断熱材１１２の端面に沿って配管１１０の外周面側に延出される板材３４を有する。板材３４の板面は、配管１１０の管軸方向に対して略垂直方向に配置される。図１０に示すように、板材３４には、配管１１０の表面近傍から外側方向へ、スリット３５が形成されてもよい。

[0060] 冷却媒体供給ヘッダ３１の配管１１０側の先端は、高温部分に接するため、配管１１０の外面温度（約５００℃～５５０℃）まで昇温する。しかし、冷却媒体供給ヘッダ３１の冷却媒体供給源側は、ほぼ室温であるため、板材３４の高さ方向には５００℃近い温度差が生じる。この結果、冷却媒体供給ヘッダ３１の配管１１０側の先端では、数ｍｍの熱変形が生じる。この熱変形により、冷却媒体の流出速度が局所的に低下するので、被冷却面１１４温度が不均一となり、この結果、溶接部１１１の余寿命が不均一となるので、プラントの信頼性が低下する。

これに対し、板材３４にスリット３５を設けることで、スリット３５が、冷却媒体供給ヘッダ３１の配管１１０側の先端で生じる熱変形代として機能するため、先端の熱変形を抑制し、この結果、冷却媒体の流出速度の不均一化を抑制し、プラントの信頼性を向上できる。なお、スリット３５は、所定間隔を空けて、複数本設けられる。

[0061] なお、スリット３５から冷却媒体が漏れるのを防止するため、図１１に示すように、金属箔３６などのシール材をスリット３５に沿って設けることが望ましい。金属箔３６は、冷却媒体が流通する冷却媒体供給ヘッダ３１の内面側に設置される。また、金属箔３６によって板材３４が拘束されないように、例えば、スリット３５に沿ってスリット３５の片側のみをスポット溶接によって板材３４に固定する。図１１では、溶接部分を符号Ｗで示している

。冷却媒体供給ヘッダ３１に冷却媒体が供給されると、内圧が上昇するため、金属箔３６と板材３４が密着して、冷却媒体の漏出が抑制される。

[0062] 図５に示す冷却媒体供給装置３２は、ファンもしくはブロアであって、各冷却媒体供給ヘッダ３１に冷却媒体を供給する。冷却媒体供給装置３２は、取込配管４１が連結されると共に、各冷却媒体供給ヘッダ３１まで供給配管４２が連結される。そのため、冷却媒体供給装置３２は、取込配管４１から取り込んだ冷却媒体を供給配管４２により各冷却媒体供給ヘッダ３１に供給する。

[0063] なお、図示しないが、この第１変形例でも、第１実施形態と同様に、第１温度センサ２３、第２温度センサ２４、制御装置２５を設け、冷却媒体温度や被冷却面１１４の温度に応じて冷却媒体供給装置３２が冷却媒体供給ヘッダ３１に供給する冷却媒体供給量を制御しても良い。

[0064] そのため、冷却媒体供給装置３２を作動すると、取込配管４１を通して冷却媒体を取り込み、供給配管４２を通して各冷却媒体供給ヘッダ３１に供給する。各冷却媒体供給ヘッダ３１は、各冷却媒体流出ノズル３３から被冷却面１１４に沿って冷却媒体を流出する。

この結果、被冷却面１１４に沿って冷却媒体の流れを形成し、溶接部１１１を効果的に冷却することができる。

[0065] このように第１実施形態の高温配管の冷却装置にあっては、配管１００，１１０を延命化するために高温配管としての配管１００，１１０における被冷却面１０４，１１４を冷却するように被冷却面１０４，１１４の周囲に設置される配管の冷却装置において、被冷却面１０４，１１４からの放射による放熱を遮蔽しない位置に配置されて冷却媒体を被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体供給ヘッダ１１，３１と、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１に冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置１２，３２と、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１の冷却媒体を被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体流出ノズル１３，３３を備える。

[0066] 従って、冷却媒体供給装置１２，３２が冷却媒体供給ヘッダ１１，３１に

冷却媒体を供給すると、この冷却媒体供給ヘッダ１１，３１に冷却媒体が供給され、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１の冷却媒体が冷却媒体流出ノズル１３，３３から被冷却面１０４，１１４に向けて流出され、配管１００，１１０の被冷却面１０４，１１４が効果的に冷却される。

このとき、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１が被冷却面１０４，１１４からの放射による放熱を遮蔽しないように配置されるため、被冷却面１０４，１１４の外側が周囲に対して開放空間を持つ。そのように放射による放熱量を最大化するので冷却媒体量を抑制し、配管１００，１１０を効果的に冷却して冷却性能を向上できる。

[0067] 第１実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を断熱材１０２，１１２の外側に配置している。その結果、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１内を冷却媒体が通過する際の温度上昇を抑制でき、被冷却面１０４，１１４を効果的に冷却できる。

[0068] 第１実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を断熱材１０２，１１２の外面に支持している。従って、別途、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を支持するための部材が不要となり、構造の簡素化を図ることができる。

[0069] なお、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を片側のみに設置する場合には、倒れ防止のため、サポート材が設置されてもよい。冷却媒体供給ヘッダ３１の場合について例示すると、サポート材３７は、図１２に示すように、管軸方向に平行な第１部材３７ａと、管軸方向に対して略垂直方向に設置される第２部材３７ｂと、第２部材３７ｂと断熱材１１２と接続されるワイヤ材３７ｃとを有する。第１部材３７ａは、一端側で冷却媒体供給ヘッダ３１のフランジ部３１ａと接続され、他端側でワイヤ材３７ｃと接続される。また、第２部材３７ｂは、一端側で配管１１０と接続され、他端側で第１部材３７ａと接続される。冷却媒体供給ヘッダ３１の場合、第１部材３７ａ及び第２部材３７ｂによって、配管１１０の管軸方向への倒れを防止でき、ワイヤ材３７ｃによって、配管１１０の周方向への倒れを防止できる。冷却媒体供給ヘ

ッダの倒れを抑制するため、冷却媒体の流出方向が被冷却面から変わることがなく、初期の冷却能力を維持することで冷却装置の信頼性を向上できる。

[0070] 第１実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体流出ノズル１３，３３は、冷却媒体を被冷却面１０４，１１４に沿って流出する。従って、冷却媒体全量を被冷却面１０４，１１４の冷却に使用でき、被冷却面１０４，１１４の冷却効率を向上できる。

[0071] 第１実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を被冷却面１０４，１１４に沿う両側に配置し、冷却媒体流出ノズル１３，３３を対向して設けている。従って、被冷却面１０４，１１４に対して両側から冷却媒体を供給して冷却することとなり、冷却媒体供給量を増加して冷却効率を向上させることができる。なお、第１実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を被冷却面１０４，１１４に沿う両側に配置しているが、高温配管が小径管の場合には、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１を片側のみに配置しても良い。

[0072] 第１実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体供給装置１２，３２が冷却媒体供給ヘッダ１１，３１に供給する冷却媒体温度を計測する第１温度センサ２３と、第１温度センサ２３が計測した冷却媒体温度に応じて冷却媒体流出ノズル１３，３３が被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体流出量を制御する制御装置２５とを設けている。従って、冷却媒体温度に応じて冷却媒体流出ノズル１３，３３が被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体流出量を制御することで、周囲の気温の影響を受けずに、要求される延命化効果が得られ、プラントの信頼性を向上することができる。

[0073] 第１実施形態の高温配管の冷却装置では、被冷却面１０４，１１４の温度を計測する第２温度センサ２４と、第２温度センサ２４が計測した被冷却面１０４，１１４の温度に応じて冷却媒体流出ノズル１３，３３が被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体流出量を制御する制御装置２５とを設けている。従って、被冷却面１０４，１１４の温度に応じて冷却媒体流出ノズル１３，３３が被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体流出

量を制御することで、被冷却面１０４，１１４のクリープ損傷の進行や周囲の気温の変化を考慮することが可能となり、要求される延命化効果が得られ、プラントの信頼性を向上することができる。

[0074] なお、冷却媒体供給ヘッダ１１，３１において、冷却媒体流出ノズル１３，３３が設けられる場合について説明したが、本発明は、この例に限定されない。

上記第１実施形態及び第１変形例において、冷却媒体流出ノズル１３，３３の先端部は、配管１００，１１０の外周面である被冷却面１０４，１１４に沿って屈曲している。そのため、図９に示すように、先端部から流出される冷却媒体の速度分布及び温度分布は、放物線状であり、被冷却面１０４，１１４近傍のせん断力が比較的小さく、配管１００，１１０の表面と冷却媒体との間の熱伝達率が低い。

[0075] これに対し、第２変形例では、冷却媒体流出ノズル１３，３３の代わりに流出部が冷却媒体供給ヘッダ１１，３１に設けられる。

[0076] 冷却媒体供給ヘッダ３１では、図１２及び図１３に示すように、流出部１４が設けられる。流出部１４は、冷却媒体供給ヘッダ３１における撤去部１１３側で、この撤去部１１３が形成される断熱材１１２の端面に沿って配管１１０の外周面側に延出された板材３４を有する。板材３４の配管１１０に対向する端部３４Ａと配管１１０の表面によって、流出部１４の流出口が形成される。流出部１４の流出口は、撤去部１１３における配管１１０の周方向に沿って設けられ、冷却媒体を被冷却面１１４に沿って流出する。

[0077] これにより、流出部１４の流出口から流出される冷却媒体の速度分布及び温度分布は、図１３に示すように、流出口の高さ方向中央部分よりも被冷却面１１４の表面近傍側で最大となり、速度勾配及び温度勾配が配管１１０の表面近傍で大きくなる。その結果、冷却媒体流出ノズル１３が設けられる場合に比べて、配管１１０の表面近傍のせん断力が大きくなり、熱伝達率が増加するので、効果的に被冷却面１１４を冷却できる。

[0078] なお、流出部１４には、流出口の内側、すなわち、断熱材１１２の端面及

び配管１１０の表面との交点付近において、断面円弧形状の曲面部３８が設けられてもよい。曲面部３８は、配管１１０に近づくにつれて、断熱材１０２の端面から流出部１４の流出口へ向けてせり出している。曲面部３８が設けられることによって、流出部１４の流出口から流出される冷却媒体の速度勾配及び温度勾配を配管１１０の表面近傍でより大きくすることができ、被冷却面１１４をより効果的に冷却できる。

[0079] 図１３に示すように、流出口の高さＨと、流出口から冷却対象となる溶接部１１１までの距離である冷却長さＬとの関係は、Ｌ／Ｈ≒１０～２０である。この範囲であれば、冷却媒体の流速分布が維持されるため、溶接部１１１において高い熱伝達率を得ることができる。

[0080] なお、上記では、第１変形例の冷却媒体流出ノズル３３の代わりに流出部１４が設けられる場合について説明したが、流出部１４と同様の構成は、第１実施形態における冷却媒体流出ノズル１３の代わりに設けることもできる。

[0081] 冷却媒体流出ノズル１３，３３が設けられて配管１００，１１０に沿って突出したガイドが形成されている場合と、流出部１４のようにガイドがない場合とにおいて、熱伝達率の相違は、例えば、図１４に示すとおりとなる。

図１４では、冷却媒体流出ノズル１３，３３のガイド長が約２５ｍｍ～７５ｍｍの範囲である場合の熱伝達率と、ガイドのない流出部１４が設けられる場合の熱伝達率とを比較している。図１４に示すように、ガイドが形成された冷却媒体流出ノズル１３，３３では、ガイドのない流出部１４に比べて、熱伝達率が７０％程度まで低下し、ガイドのない流出部１４のほうが、熱伝達率が向上することが分かる。

[0082] 図１０に示すように、冷却媒体供給ヘッダ３１に設けられる板材３４は、周方向に沿って複数に分割され、かつ、図１５及び図１６に示すように、配管１１０の径方向に沿って複数に分割されてもよい。板材３４は、径方向に沿って、冷却媒体供給源側の分割部材３４ａと、配管１１０側の分割部材３４ｂとで分割される。分割部材３４ａ，３４ｂは、例えばボルト３９及びナ

ット４０によって互いに結合される。分割部材３４ｂの分割部材３４ａに対する結合位置を変更することにより、配管１１０の配管径が異なる場合でも、板材３４をすべて取り換えることなく、分割構造を有する板材３４を伸縮させるだけで、冷却媒体供給ヘッダ３１を設置することができる。分割部材３４ｂは、図１５に示すように、例えば扇形形状を有し、冷媒供給源側の周方向が長く、配管側の周方向が短い。

[0083] 冷却媒体供給源側の分割部材３４ａと、配管１１０側の分割部材３４ｂとは、ボルト締結のため、分割部材３４ａと分割部材３４ｂの一方に配管１１０の径方向に長い長孔が形成され、他方に円形の孔が形成されてもよい。これにより、現地において、分割部材３４ｂの設置位置、すなわち、板材３４の伸縮長さを微調整できる。

[0084] 分割部材３４ａと分割部材３４ｂの結合方法に関し、図１７に示すように、分割部材３４ａと分割部材３４ｂの一方に、予め複数種類用意されたスペーサ４３を嵌合可能な開口部４４が形成されてもよい。図１７（Ｂ）では、分割部材３４ｂに開口部４４が形成される場合について示している。スペーサ４３は、図１７（Ａ）に示すように、種類ごとに配管１１０の径方向に沿ってボルト孔４５の位置が異なるように形成されている。開口部４４に嵌合されるスペーサ４３は、ボルト孔４５が配管１１０の径方向において適切な位置となるように選択される。これにより、スペーサ４３を取り替えるだけで、板材３４の伸縮長さを変更でき、かつ、分割部材３４ａ，３４ｂ同士を確実に固定できる。

[0085] 板材３４は、冷却媒体供給源側で温度が低いのに対し、配管１１０は、内部に高温流体が流れることによって熱膨張するため、板材３４の端部３４Ａに比べて、配管１１０の曲率半径が大きくなる。そのため、板材３４の端部３４Ａの曲率半径は、低温時の配管１１０の曲率半径よりも大きくなるように、配管１１０の熱膨張をあらかじめ考慮して板材３４を製造しておいてもよい。これにより、配管１１０の温度が上昇して熱膨張し、配管１１０の曲率半径が大きくなったとき、板材３４の端部３４Ａと配管１１０との間に形

成される隙間を低減できる。

[0086] また、分割構造を有する板材３４の分割部材３４ｂは、常に配管１１０の径方向であって、配管１１０側に付勢される構成を有してもよい。これにより、配管１１０の内部に高温流体が流れることによって、配管１１０が熱膨張して曲率半径が大きくなったときも、板材３４の端部３４Ａは、配管１１０の外周面に追従して移動できる。この場合、図１６に示すように、冷却媒体流出ノズル３３の流出口の開口面積が維持されるように、板材３４の端部３４Ａと配管１１０の外周面の間にはスペーサ４６が設けられる。スペーサ４６は、周方向に沿って間隔を空けて複数箇所に設置される。

[0087] 板材３４の分割部材３４ｂを配管１１０側に付勢する手段としては、分割部材３４ｂを配管１１０側に押し付けるばね部材、分割部材３４ｂの外周側端部３４ｂ１（図１６参照）を締め付けるリング状の伸縮性を有するバンド部材などがある。または、図１６に示した分割部材３４ｂの端部３４Ａに設置されるスペーサ４６に磁石が設けられることによって、分割部材３４ｂを配管１１０側に付勢するようにしてもよい。

[0088] また、上述した実施形態や変形例では、図６に示すように、冷却媒体供給ヘッダ３１及び板材３４は、リング形状を有し、配管１１０の周方向において、連続して形成された一体もの、又は、図１０に示すように、複数に分割されて組み合わされるものについて説明した。本発明は、この例に限定されず、例えば、図１８及び図１９に示すように、冷却媒体供給ヘッダ３１について、複数のヘッダユニット４７と、ヘッダユニット４７間を連結する複数の蛇腹ダクト４８から構成されるとしてもよい。蛇腹ダクト４８は、伸縮部の一例である。ヘッダユニット４７と蛇腹ダクト４８は交互に連結される。

[0089] 複数のヘッダユニット４７と複数の蛇腹ダクト４８は、直線方向に連結可能である。そして、複数のヘッダユニット４７と複数の蛇腹ダクト４８は、配管１１０の外周長さに合わせて組合せ数が決定され、長さが調整される。連結されたヘッダユニット４７と蛇腹ダクト４８は、配管１１０の外周に沿って巻かれた後、一端部と他端部が連結されてリング形状とされる。

予め想定される最大径の配管１１０に応じて、ヘッダユニット４７と蛇腹ダクト４８の個数を予め用意しておくとよい。

[0090] これにより、例えば電力需要が高い時期に非破壊試験によって配管損傷リスクが高い部位が検出されるなど、迅速に損傷部位を冷却する必要性が生じた場合でも、冷却媒体供給ヘッダ３１を迅速に製作し、当該部位を迅速に冷却することで、損傷した配管１１０を延命化しプラントの信頼性を向上することができる。

[0091] 図１９のように、各ヘッダユニット４７は、ヘッダ部４９と流出部１４とを有する。配管１１０に接する流出部１４側は、例えばステンレス鋼などの耐熱部材で形成され、常温に近いヘッダ部４９側は例えばアルミニウム合金などの軽量部材で形成される。これにより、冷却媒体供給ヘッダ３１全体の軽量化を図ることができる。ヘッダ部４９と流出部１４側は異種材料であるため、例えばかしめやリベット等によって連結される。

[0092] 各ヘッダユニット４７の流出部１４は、例えば、それぞれのヘッダユニット４７で側端面１４ａによって閉じた構造となっており、ヘッダ部４９側が蛇腹ダクト４８によって連結される。または、各ヘッダユニット４７の流出部１４についても、蛇腹ダクトによって連結され、互いに冷却媒体が流通可能な構造を有してもよい。ヘッダ部４９側で連結される蛇腹ダクト４８は、室温に近い条件下で配置されるため、金属製ではなくシート状の耐熱性を有する合成樹脂で作製されてもよい。

[0093] 冷却媒体供給ヘッダ３１及び板材３４について、複数のヘッダユニット４７と、ヘッダユニット４７間を連結する複数の蛇腹ダクト４８から構成されることによって、高温の配管１１０の外径が異なる場合でも、冷却媒体供給ヘッダ３１の構造を変更することなく、簡易に配管１１０に取り付けることが可能になる。また、蛇腹ダクト４８で連結されていることから、配管１１０の熱変形にも追従可能である。さらに、配管１１０の周方向に沿ってリング状に配置する冷却媒体供給ヘッダ３１に適用するだけでなく、直線状に配置すれば、配管１１０の管軸方向に沿って配置する冷却媒体供給ヘッダ１１

にも適用可能である。

[0094] なお、本変形例では、蛇腹ダクト４８を有する場合について説明したが、必ずしも蛇腹構造を有してなくてもよく、ヘッダユニット４７間の間隔を調整可能な部材によって、ヘッダユニット４７間が連結されていればよい。例えば、蛇腹ダクト４８の代わりに、布製、金属製又はゴム製のシート部材が設けられてもよい。

[0095] ［第２実施形態］

図２０は、第２実施形態の高温配管の冷却装置を表す概略図、図２１は、第２実施形態の高温配管の冷却装置の第１変形例を表す概略図である。なお、上述した第１実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0096] 第２実施形態において、図２０に示すように、高温配管の冷却装置５０は、金属配管１００における被冷却面１０４を冷却するものであり、冷却媒体供給ヘッダ５１と、冷却媒体供給装置５２と、冷却媒体流出ノズル５３、フード２００とを備えている。

[0097] 冷却媒体供給ヘッダ５１は、金属配管１００の被冷却面１０４から放射による放熱を遮蔽しないように配置される。各冷却媒体供給ヘッダ５１は、断熱材１０２の撤去部１０３における周方向の両側で、この断熱材１０２の外周面に載置されるように支持される。

[0098] 各冷却媒体供給ヘッダ５１は、断熱材１０２の撤去部１０３における周方向の両側に、冷却媒体流出ノズル５３が対向するように設けられる。冷却媒体流出ノズル５３は、冷却媒体供給ヘッダ５１における撤去部１０３側で、この撤去部１０３が形成される断熱材１０２の端面に沿って配管１００の外周面側に延出され、先端部が溶接部１０１に向くように配管１００の外周面に対して傾斜している。そのため、各冷却媒体流出ノズル５３は、流出口が対向するように配置され、冷却媒体を被冷却面１０４における溶接部１０１に向けて流出する。

[0099] 冷却媒体供給装置５２は、ファンもしくはブロアであって、各冷却媒体供

給ヘッダ５１に冷却媒体を供給する。冷却媒体供給装置５２は、取込配管６１が連結されると共に、各冷却媒体供給ヘッダ５１まで供給配管６２が連結される。そのため、冷却媒体供給装置５２は、取込配管６１から取り込んだ冷却媒体を供給配管６２により各冷却媒体供給ヘッダ５１に供給できる。

[0100] そのため、冷却媒体供給装置５２を作動すると、取込配管６１を通して冷却媒体を取り込み、供給配管６２を通して各冷却媒体供給ヘッダ５１に供給する。各冷却媒体供給ヘッダ５１は、各冷却媒体流出ノズル５３から被冷却面１０４の溶接部１０１に向けて冷却媒体を流出する。この結果、流出された冷却媒体により溶接部１０１を高い熱伝達率で冷却するので、冷却効率を向上できる。

[0101] 第１変形例において、図２１に示すように冷却装置７０は、金属配管１１０における被冷却面１１４を冷却するものであり、冷却媒体供給ヘッダ７１と、冷却媒体供給装置７２と、冷却媒体流出ノズル７３、フード２００とを備える。

[0102] 冷却媒体供給ヘッダ７１は、配管１１０の被冷却面１１４から放射による放熱を遮蔽しないように配置される。各冷却媒体供給ヘッダ７１は、断熱材１１２の外周面に載置されるように支持される。

[0103] 各冷却媒体供給ヘッダ７１は、対向する側に冷却媒体流出ノズル７３がそれぞれ対向するように設けられる。冷却媒体流出ノズル７３は、冷却媒体供給ヘッダ７１における撤去部１１３側で、この撤去部１１３が形成される断熱材１１２の端面に沿って配管１１０の外周面側に延出され、先端部が溶接部１１１へ向くように配管１１０の外周面に対して傾斜している。そのため、各冷却媒体流出ノズル７３は、流出口が対向するように配置され、冷却媒体を被冷却面１１４における溶接部１１１に向けて流出する。

[0104] 冷却媒体供給装置７２は、ファンもしくはブロアであって、各冷却媒体供給ヘッダ７１に冷却媒体を供給する。冷却媒体供給装置７２は、取込配管８１が連結されると共に、各冷却媒体供給ヘッダ７１まで供給配管８２が連結される。そのため、冷却媒体供給装置７２は、取込配管８１から取り込んだ

冷却媒体を供給配管８２により各冷却媒体供給ヘッダ７１に供給できる。

[0105] そのため、冷却媒体供給装置７２を作動すると、取込配管８１を通して冷却媒体を取り込み、供給配管８２を通して各冷却媒体供給ヘッダ７１に供給する。各冷却媒体供給ヘッダ７１は、各冷却媒体流出ノズル７３から被冷却面１１４の溶接部１１１に向けて冷却媒体を流出し、流出された冷却媒体により溶接部１１１が高い熱伝達率で冷却される。

[0106] このように第２実施形態の高温配管の冷却装置にあっては、配管１００，１１０における被冷却面１０４，１１４を冷却する高温配管の冷却装置５０，７０において、被冷却面１０４，１１４からの放射による放熱を遮蔽しないように配置される冷却媒体供給ヘッダ５１，７１と、冷却媒体供給ヘッダ５１，７１に冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置５２，７２と、冷却媒体供給ヘッダ５１，７１の冷却媒体を被冷却面１０４，１１４に向けて流出する冷却媒体流出ノズル５３，７３とを備える。なお第２実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体供給ヘッダ５１，７１を被冷却面１０４，１１４に沿う両側に配置しているが、高温配管が小径管の場合には、冷却媒体供給ヘッダ５１，７１を片側のみに配置しても良い。

[0107] 従って、冷却媒体供給装置５２，７２が冷却媒体供給ヘッダ５１，７１に冷却媒体を供給すると、この冷却媒体供給ヘッダ５１，７１に冷却媒体が供給され、冷却媒体供給ヘッダ５１，７１の冷却媒体が冷却媒体流出ノズル５３，７３から被冷却面１０４，１１４に向けて流出され、配管１００，１１０の被冷却面１０４，１１４を高い熱伝達率で冷却する。このとき、冷却媒体供給ヘッダ５１，７１が被冷却面１０４，１１４からの放射による放熱を遮蔽しないように配置されるため、被冷却面１０４，１１４の外側が開放空間を持つ。そのように放射による放熱量を最大化するので冷却媒体量を抑制し、配管１００，１１０を効果的に冷却できる。

[0108] 第２実施形態の高温配管の冷却装置では、冷却媒体流出ノズル５３，７３は、冷却媒体を溶接部１０１，１１１に向けて流出する。従って、冷却媒体がクリープ損傷リスクが高い溶接部１０１，１１１を高い熱伝達率で冷却す

るので、被冷却面１０４，１１４を効率的に冷却できる。

[0109] なお、上述した実施形態では、冷却媒体流出ノズル１３，３３が冷却媒体を被冷却面１０４，１１４に沿って流出したり、冷却媒体流出ノズル５３，７３が冷却媒体を溶接部１０１，１１１に向けて流出したりするように構成したが、この構成に限定されるものではない。例えば、冷却媒体流出ノズルが冷却媒体を被冷却面１０４，１１４に向けて流出し、溶接部１０１，１１１に沿わせるように供給しても良い。

[0110] また、上述した実施形態では、周囲の気温や被冷却面温度に応じて冷却媒体供給ヘッダへの冷却媒体量を制御するように構成したが、風速や雨天などの天候を考慮して冷却媒体供給ヘッダへの冷却媒体量を制御してもよい。

[0111] また、上述した実施形態では、冷却媒体を空気としたが、窒素ガスなどの不活性ガスとしてもよい。

符号の説明

[0112] １０　：冷却装置
１１　：冷却媒体供給ヘッダ
１２　：冷却媒体供給装置
１３　：冷却媒体流出ノズル
１４　：流出部
１４ａ　：側端面
２１　：取込配管
２２　：供給配管
２３　：第１温度センサ
２４　：第２温度センサ
２５　：制御装置
３０　：冷却装置
３１　：冷却媒体供給ヘッダ
３１Ａ　：分割部材
３１Ｂ　：分割部材

３１Ｃ　：分割部材
３１ａ　：フランジ部
３２　　：冷却媒体供給装置
３３　　：冷却媒体流出ノズル
３４　　：板材
３４Ａ　：端部
３４ａ　：分割部材
３４ｂ　：分割部材
３４ｂ１：外周側端部
３５　　：スリット
３６　　：金属箔
３７　　：サポート材
３７ａ　：第１部材
３７ｂ　：第２部材
３７ｃ　：ワイヤ材
３８　　：曲面部
３９　　：ボルト
４０　　：ナット
４１　　：取込配管
４２　　：供給配管
４３　　：スペーサ
４４　　：開口部
４５　　：ボルト孔
４６　　：スペーサ
４７　　：ヘッダユニット
４８　　：蛇腹ダクト
４９　　：ヘッダ部
５０　　：冷却装置

５１　：冷却媒体供給ヘッダ

５２　：冷却媒体供給装置

５３　：冷却媒体流出ノズル

６１　：取込配管

６２　：供給配管

７０　：冷却装置

７１　：冷却媒体供給ヘッダ

７２　：冷却媒体供給装置

７３　：冷却媒体流出ノズル

８１　：取込配管

８２　：供給配管

１００　：配管

１０１　：溶接部

１０２　：断熱材

１０３　：撤去部

１０４　：被冷却面

１１０　：配管

１１１　：溶接部

１１２　：断熱材

１１３　：撤去部

１１４　：被冷却面

２００　：フード

Ｈ　：流出口の高さ

Ｌ　：冷却長さ

Ｗ　：溶接部分

請求の範囲

[請求項1] 高温配管における被冷却面の周囲に設置される高温配管の冷却装置において、

前記被冷却面から周囲への放射による放熱を遮蔽しない位置に配置されて冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体供給ヘッダと、

前記冷却媒体供給ヘッダに冷却媒体を供給する冷却媒体供給装置と、

を備えることを特徴とする高温配管の冷却装置。

[請求項2] 前記被冷却面は、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部から露出した前記高温配管の露出表面であり、前記冷却媒体供給ヘッダは、前記被冷却面の外側に配置されることを特徴とする請求項１に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項3] 前記冷却媒体供給ヘッダは、前記断熱材の外面に支持されることを特徴とする請求項２に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項4] 前記冷却媒体供給ヘッダは、サポート部材によって、前記高温配管及び前記断熱材の外面に支持されることを特徴とする請求項２に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項5] 前記冷却媒体供給ヘッダの冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体流出ノズルが設けられることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項6] 前記冷却媒体流出ノズルは、冷却媒体を前記被冷却面に沿って流出することを特徴とする請求項５に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項7] 前記被冷却面は、溶接部を含み、前記冷却媒体流出ノズルは、冷却媒体を前記溶接部に向けて流出することを特徴とする請求項５に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項8] 前記冷却媒体供給ヘッダは、

前記冷却媒体供給ヘッダの冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出す

る冷却媒体流出口が設けられ、

前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、

前記板材の前記高温配管側の端部と前記高温配管の表面によって前記冷却媒体流出口が形成されることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項9] 前記冷却媒体供給ヘッダは、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、

前記板材は、前記高温配管側から外側へ向けてスリットが形成されていることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項10] 前記冷却媒体供給ヘッダは、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、

前記板材は、前記高温配管の周方向に沿って複数に分割された分割部材を組み合わせて構成されることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項11] 前記冷却媒体供給ヘッダは、前記高温配管を被覆する断熱材の撤去部に沿って設けられた板材を有し、

前記板材は、前記高温配管に沿って複数に分割された分割部材を組み合わせて構成され、前記板材における前記高温配管側の端部の位置が調整可能であることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項12] 前記冷却媒体供給ヘッダは、

前記冷却媒体が流通しつつ、前記冷却媒体を前記被冷却面に向けて流出する複数のヘッダユニットと、

二つの前記ヘッダユニット間に設けられる伸縮部と、

を有し、

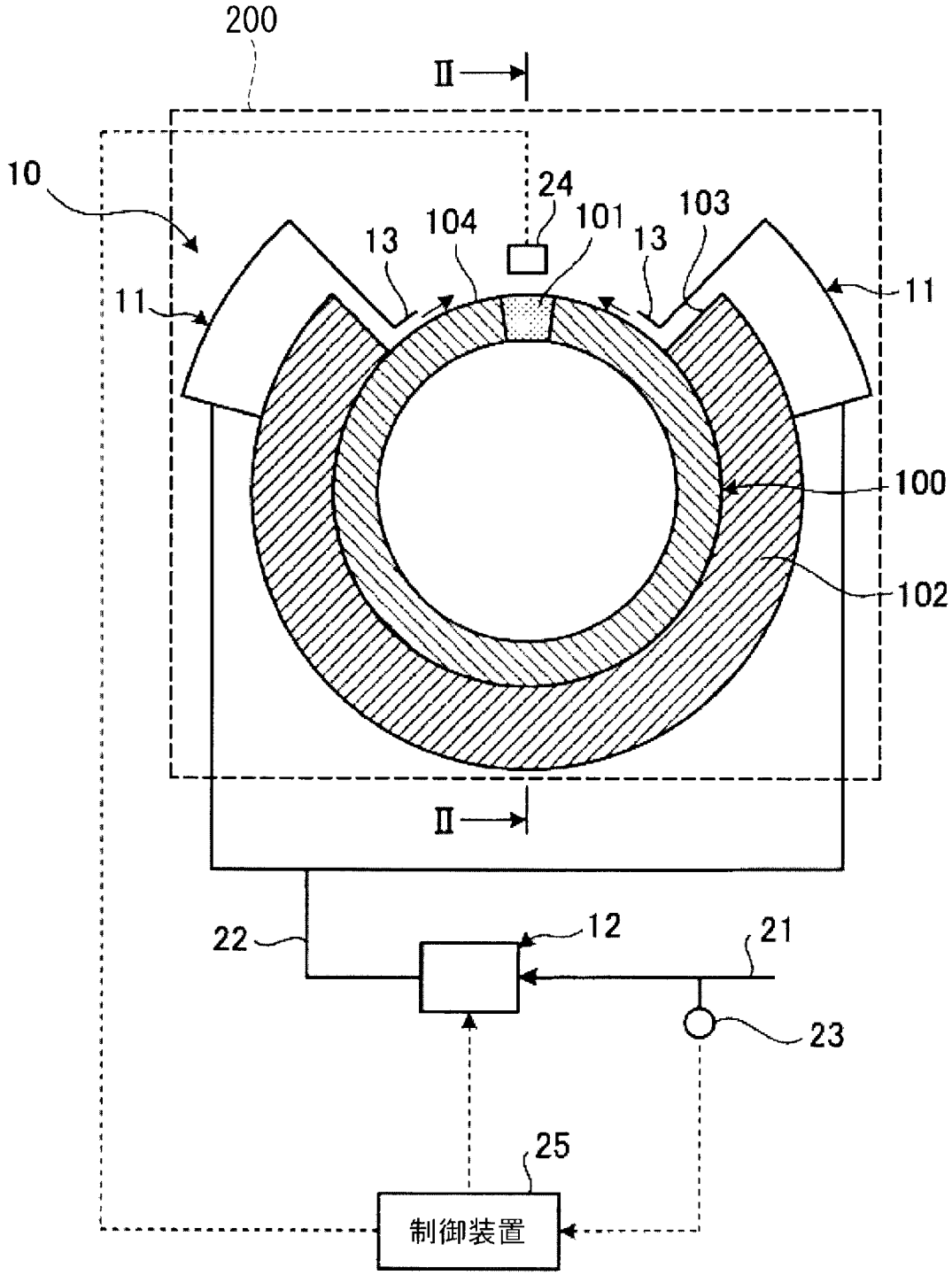
前記ヘッダユニットと前記伸縮部が交互に連結されていることを特

徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の高温配管の冷却装置。

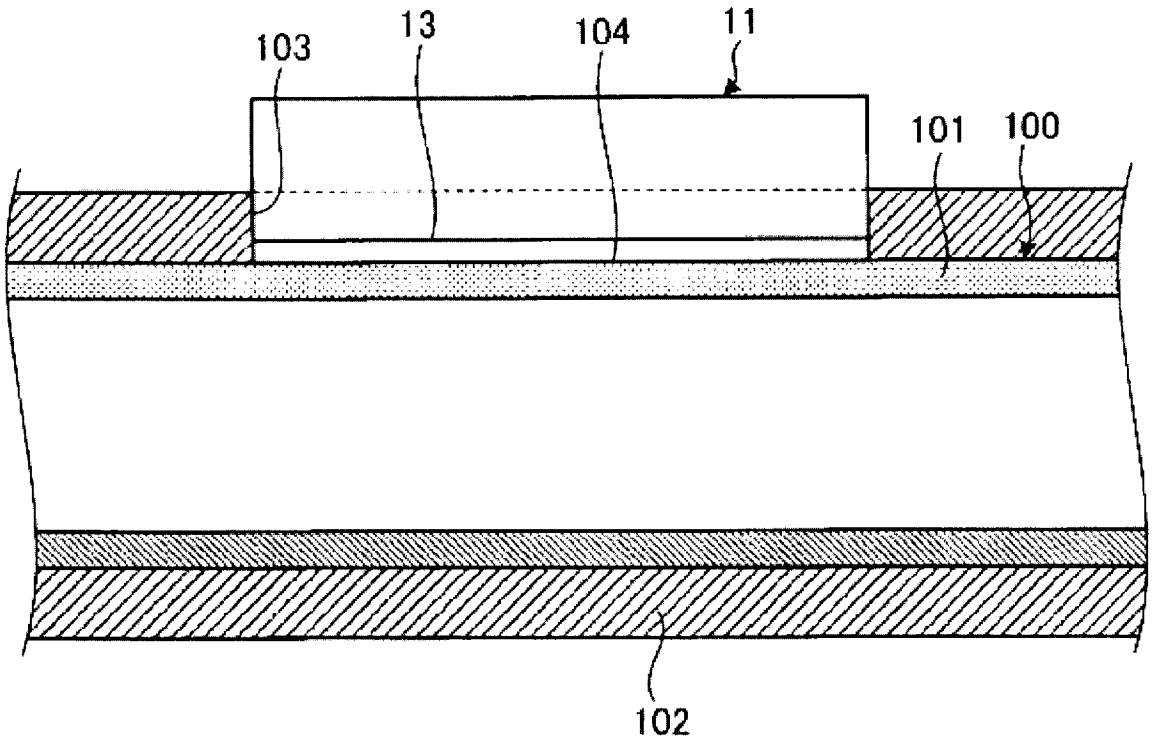
[請求項13] 前記冷却媒体供給装置が前記冷却媒体供給ヘッダに供給する冷却媒体の温度を計測する温度センサと、前記温度センサが計測した冷却媒体の温度に応じて前記冷却媒体流出ノズル又は前記冷却媒体流出口が前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体の流出量を制御する制御装置が設けられることを特徴とする請求項５又は８に記載の高温配管の冷却装置。

[請求項14] 前記被冷却面の温度を計測する温度センサと、前記温度センサが計測した前記被冷却面の温度に応じて前記冷却媒体流出ノズル又は前記冷却媒体流出口が前記被冷却面に向けて流出する冷却媒体の流出量を制御する制御装置が設けられることを特徴とする請求項５又は８に記載の高温配管の冷却装置。

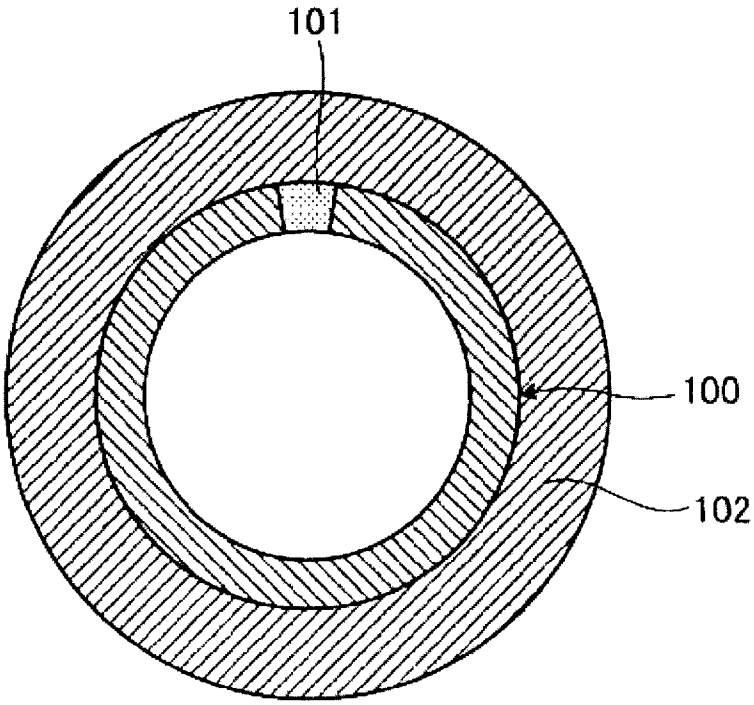
[図1]



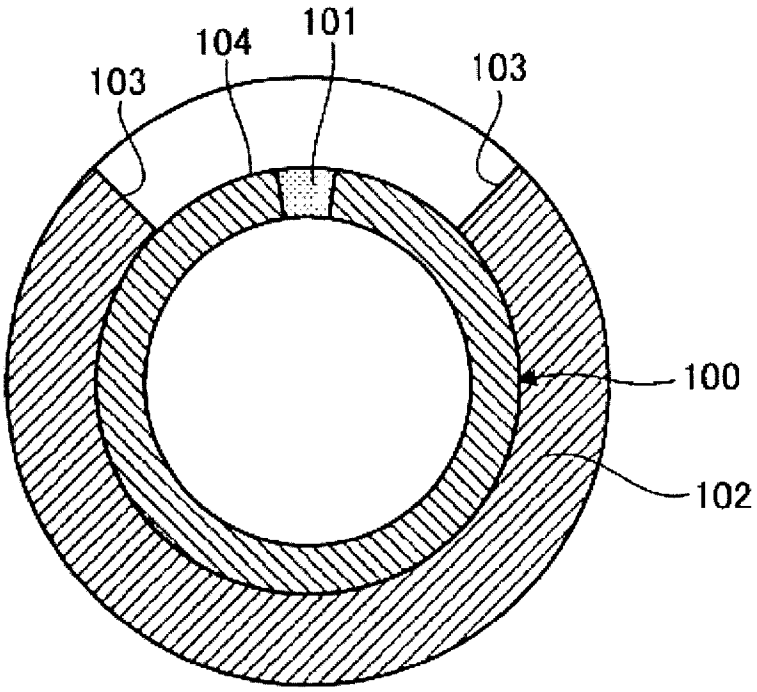
[図2]



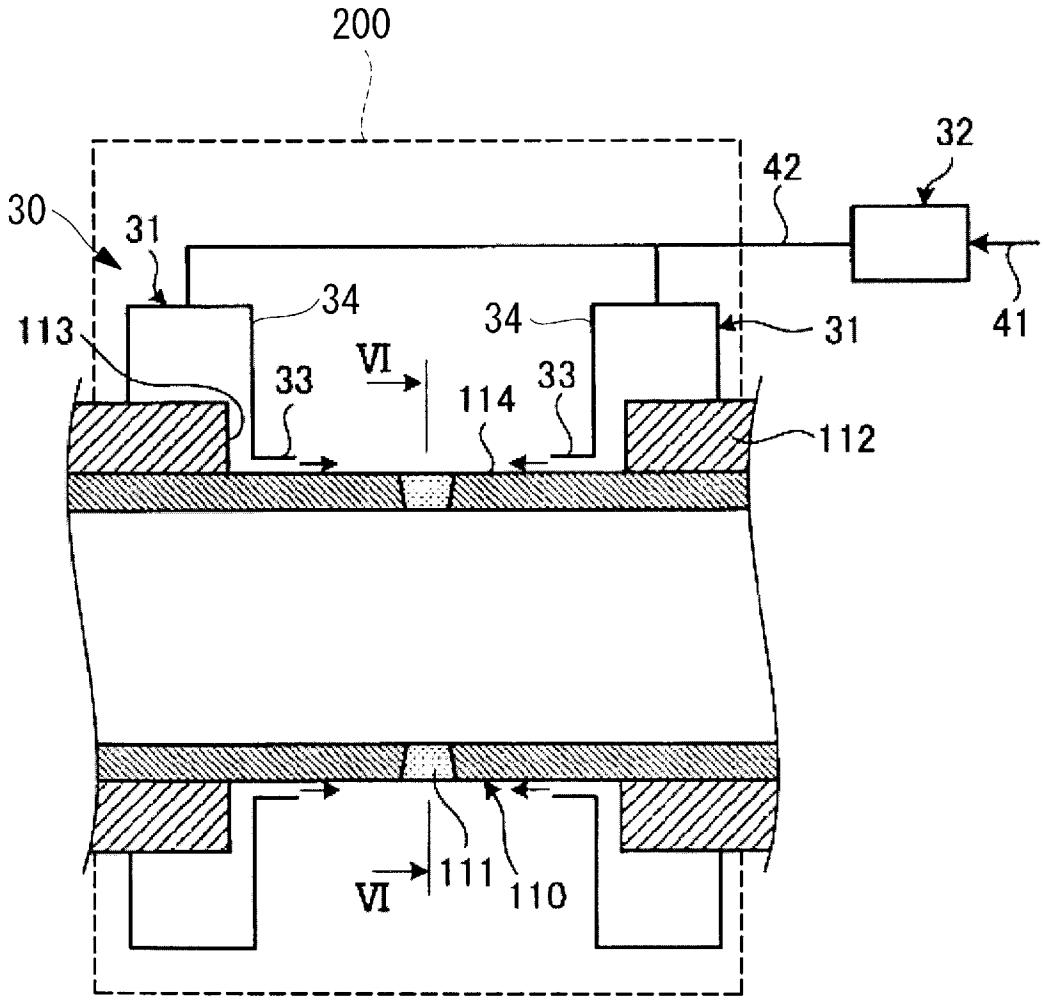
[図3]



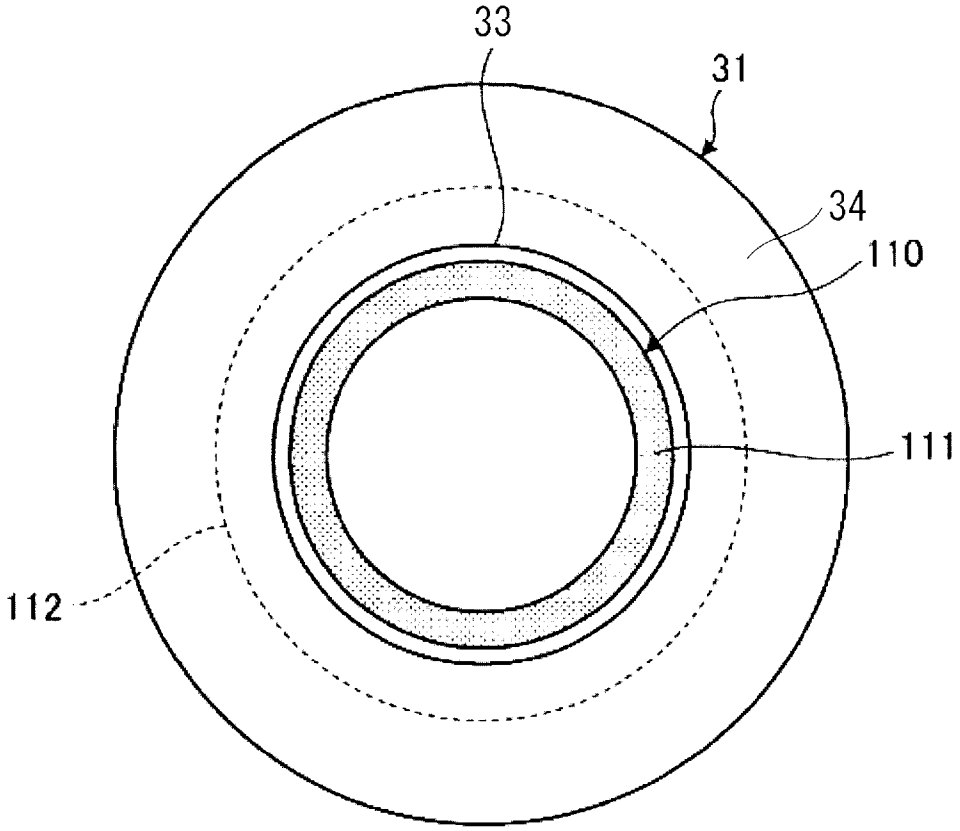
[図4]



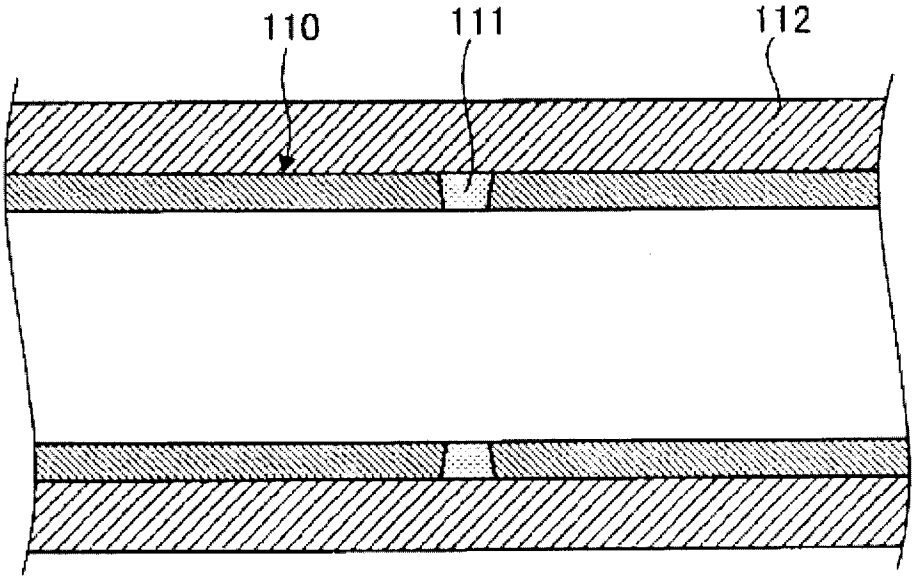
[図5]



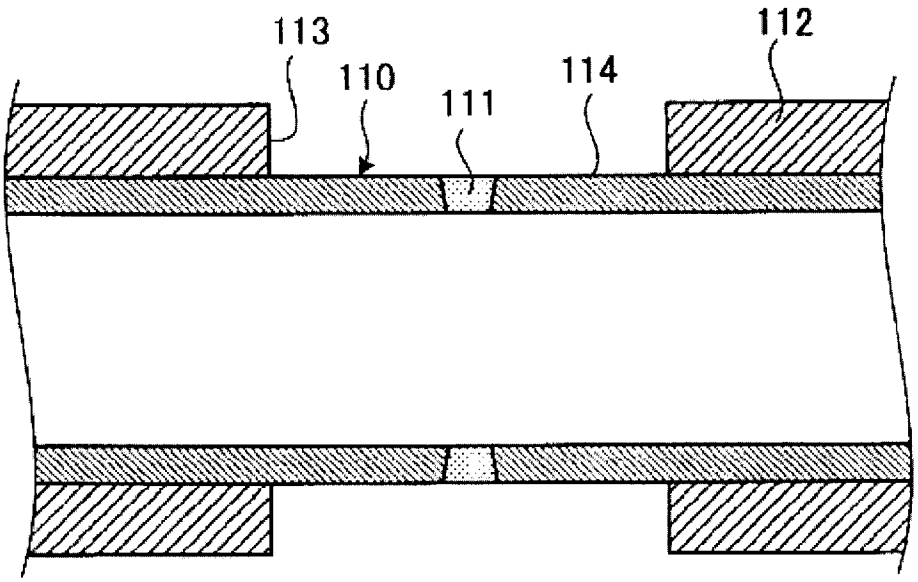
[図6]



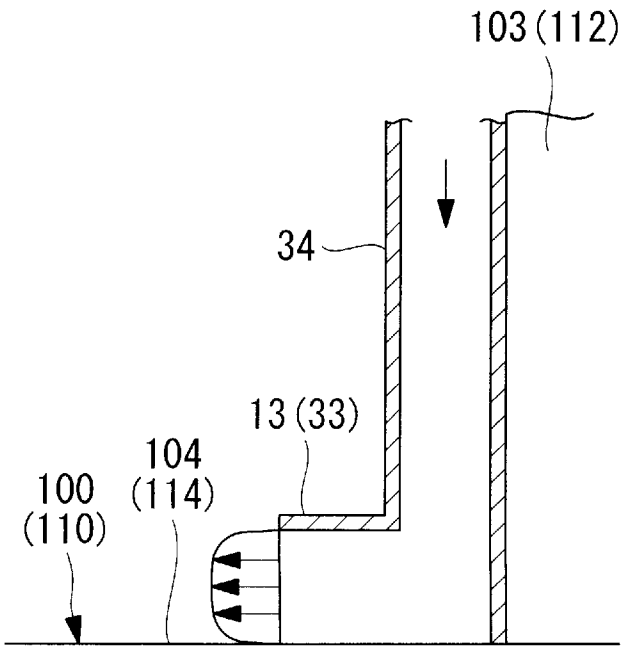
[図7]



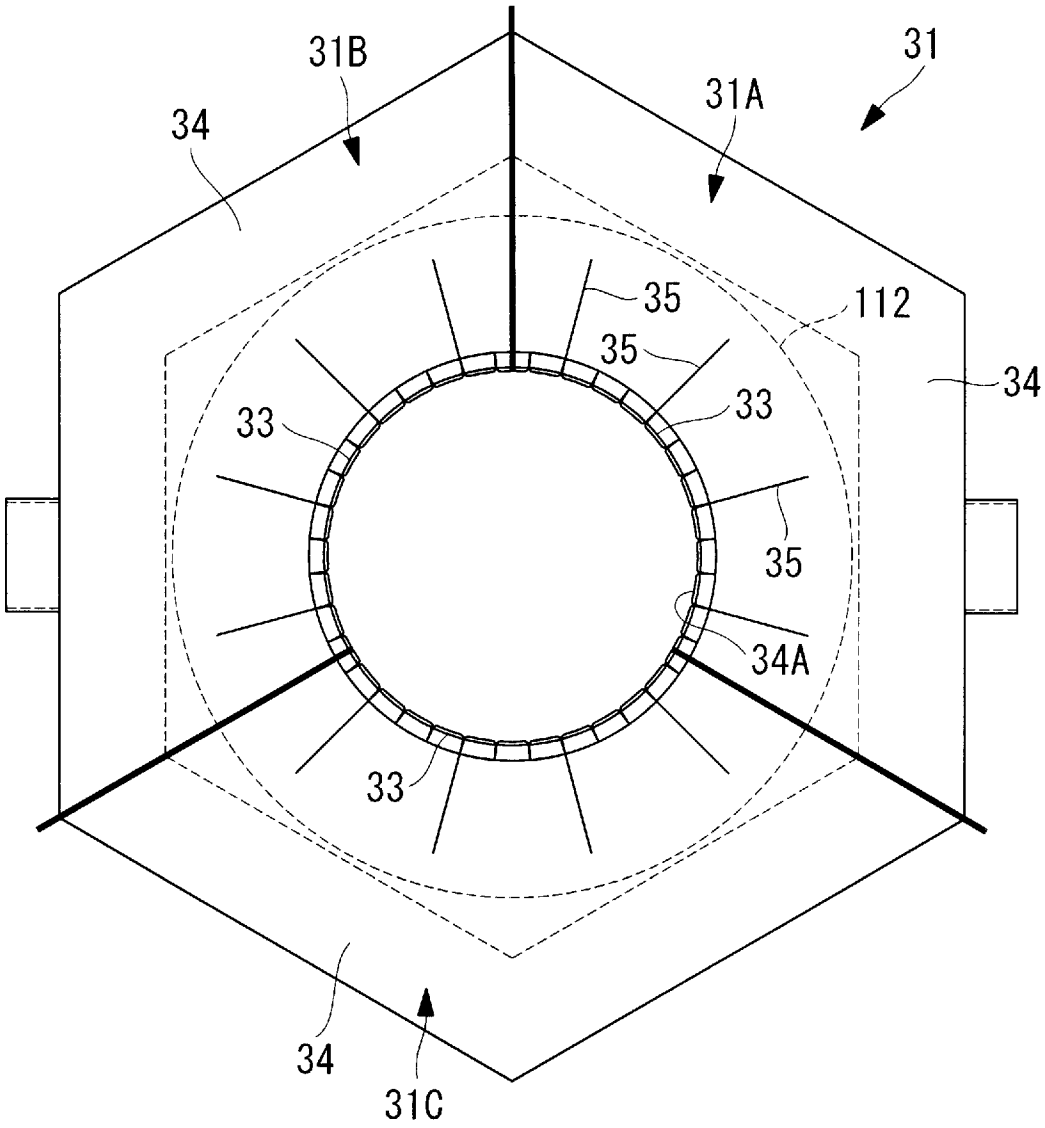
[図8]



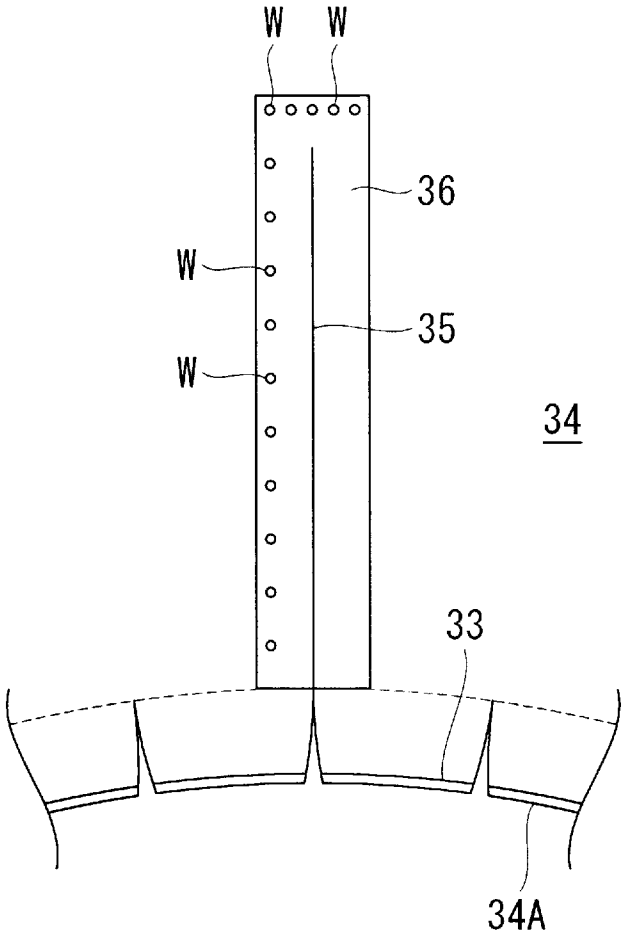
[図9]



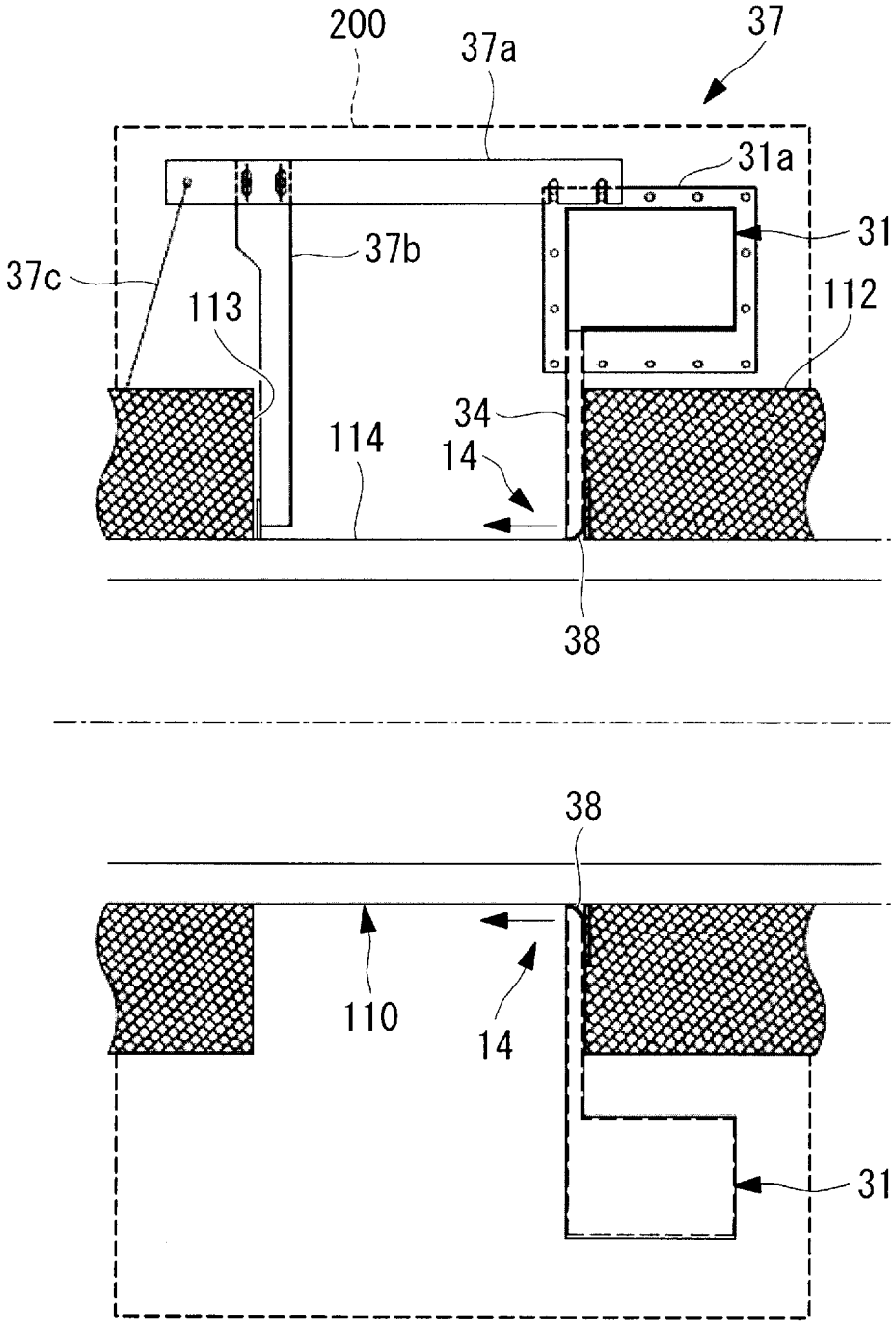
[図10]



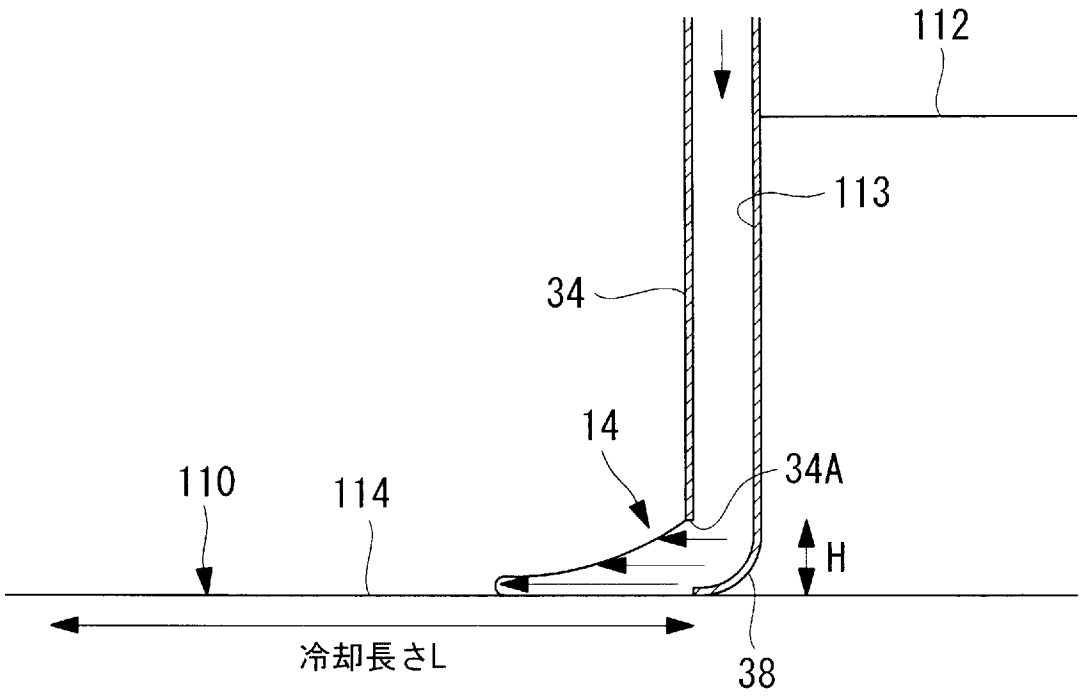
[図11]



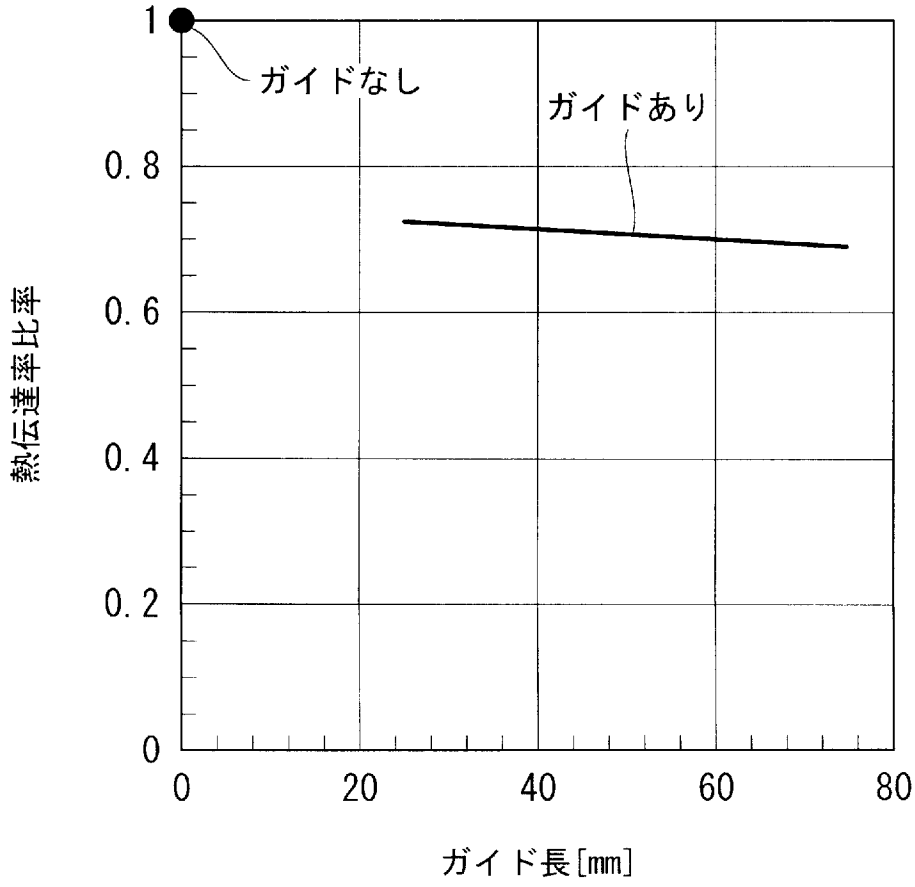
[図12]



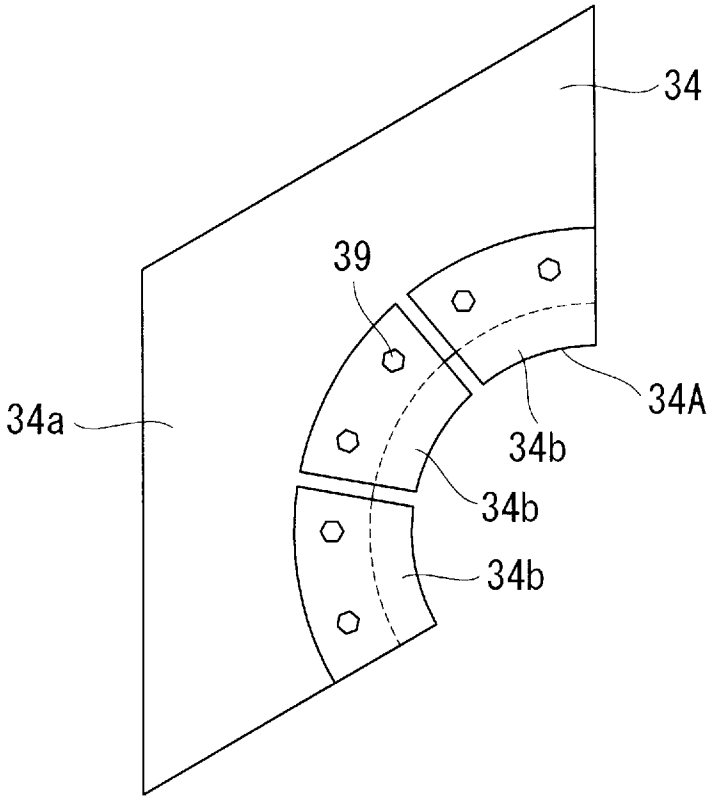
[図13]


112
113
34
14
34A
110
114
H
冷却長さL
38

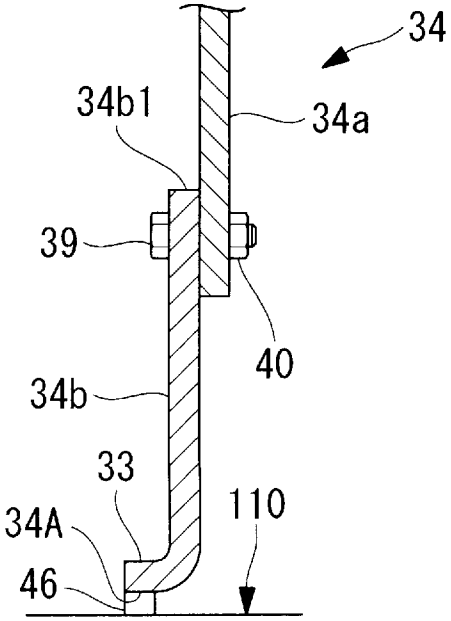
[図14]


1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
ガイドなし
ガイドあり
熱伝達率比率
0
20
40
60
80
ガイド長[mm]

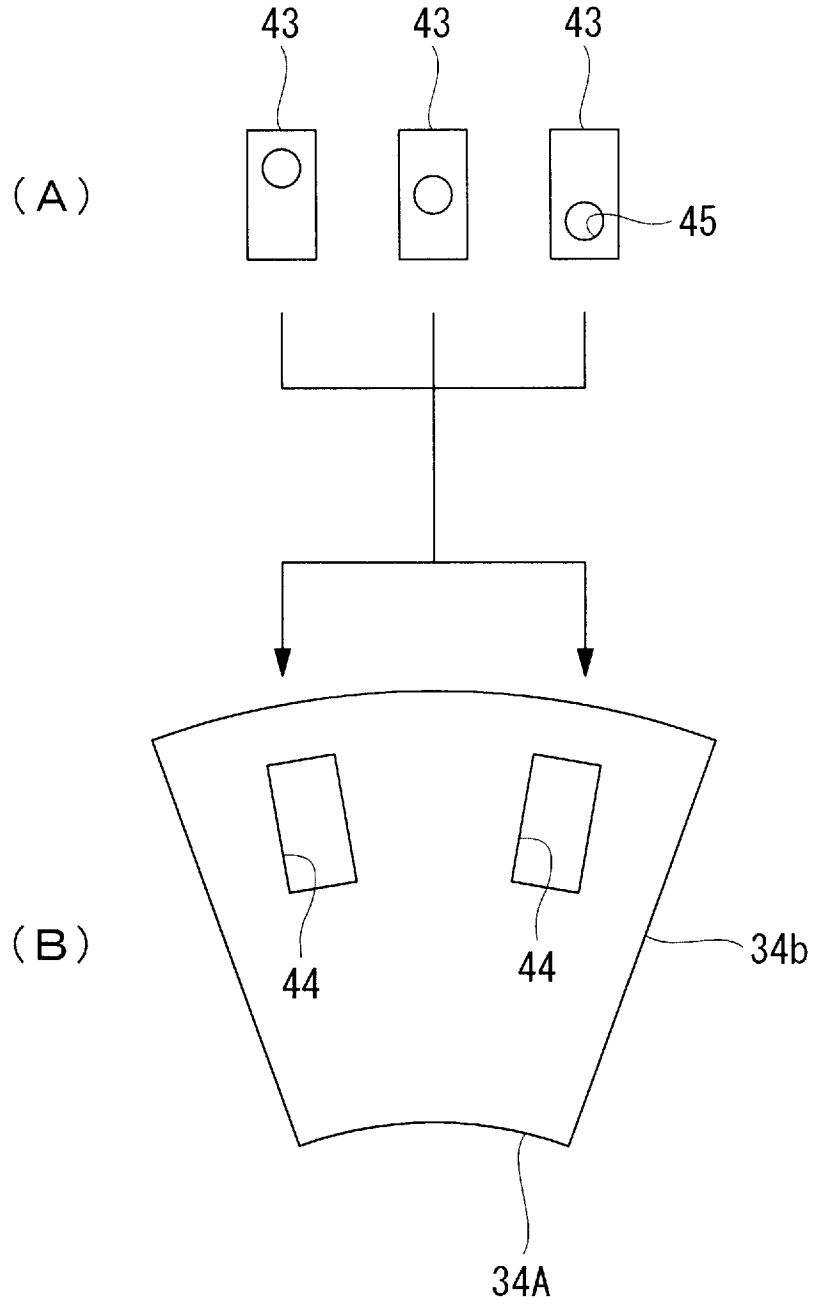
[図15]



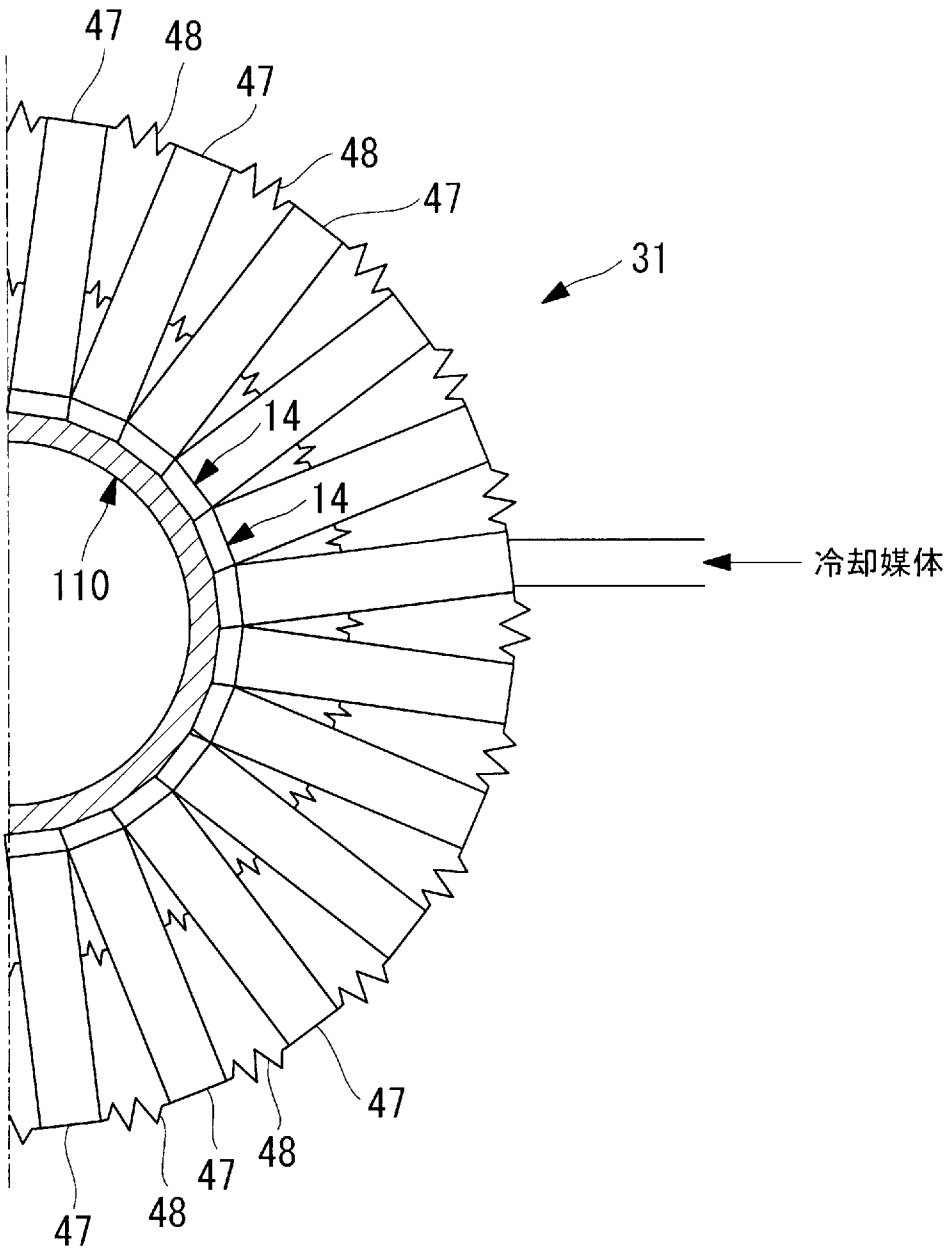
[図16]



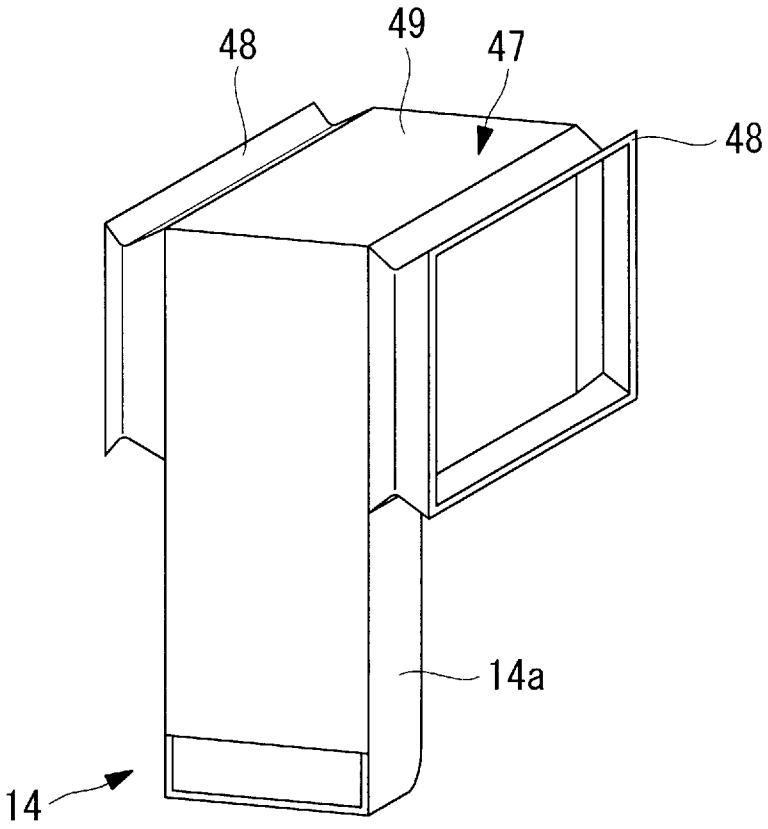
[図17]



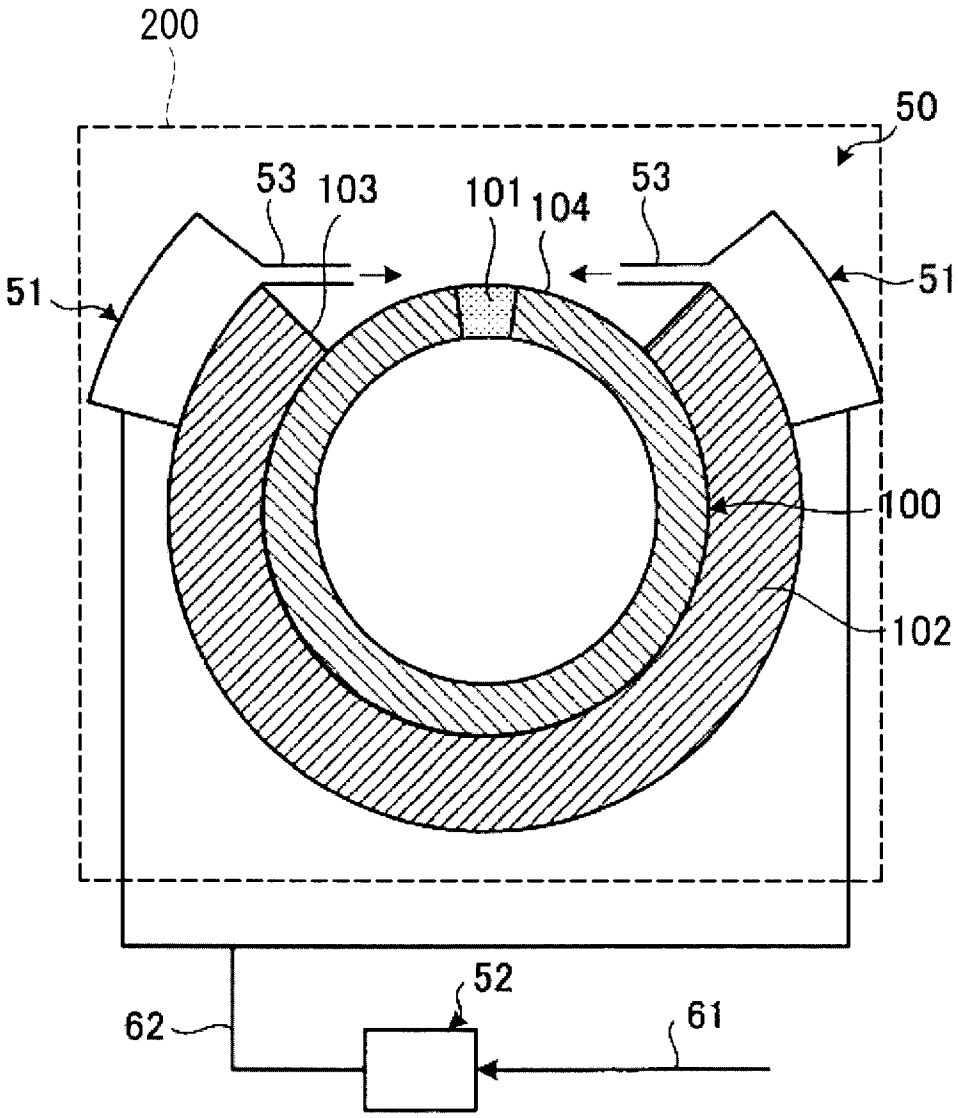
[図18]



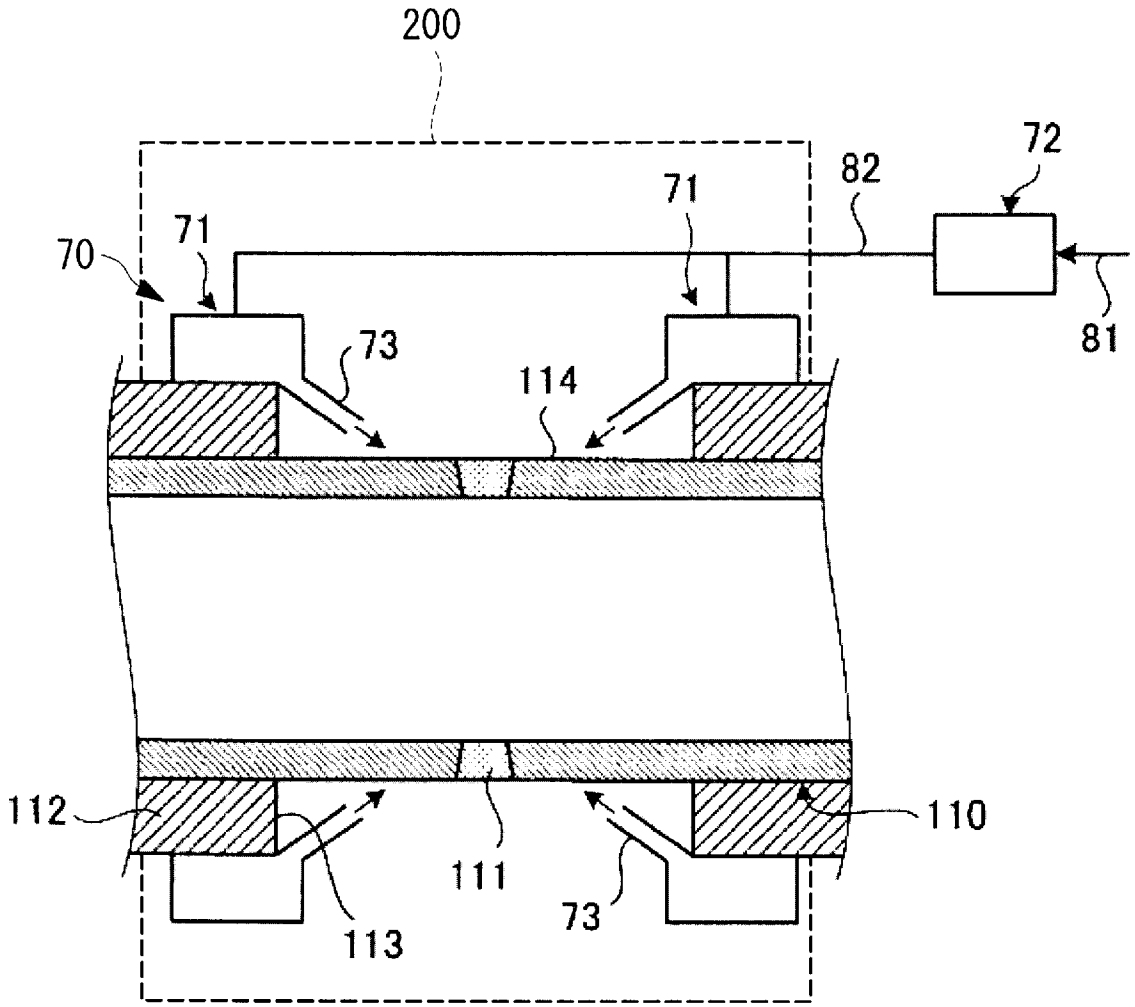
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/006865

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16L53/00(2006.01)i

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)
F16L53/00, F16L57/00, F16L58/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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	JP 2015-45619 A (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 12 March 2015 (12.03.2015), paragraphs [0023] to [0028], [0045] to [0049], [0056] to [0061]; fig. 7 to 8, 12 (Family: none)	1-2,4-5,7, 13-14
A	US 9115830 B1 (BADGER RIDGE INDUSTRIES, LLC), 25 August 2015 (25.08.2015), column 2, line 66 to column 3, line 31; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	EP 0160225 A2 (BASF AG), 06 November 1985 (06.11.1985), fig. 1 & US 4830091 A fig. 1	1-14

☒ 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	Date of mailing of the international search report
10 May 2017 (10.05.17)	23 May 2017 (23.05.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/006865

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-231586 A (NKK Corp.), 07 September 1993 (07.09.1993), paragraph [0029]; fig. 4 to 5, 9 (Family: none)	1-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 045808/1979(Laid-open No. 150288/1980) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 October 1980 (29.10.1980), page 4, lines 2 to 20; fig. 2 (Family: none)	1-14
P,A	US 2016/0160759 A1 (AIRBUS OPERATIONS (SAS)), 09 June 2016 (09.06.2016), fig. 1 & FR 3029595 A1	1-14
P,A	WO 2016/076011 A1 (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 19 May 2016 (19.05.2016), paragraphs [0109] to [0113]; fig. 18 & JP 2016-90031 A	1-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００６８６５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16L53/00(2006.01)i

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））

Int.Cl.　F16L53/00, F16L57/00, F16L58/00

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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	JP 2015-45619 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2015.03.12, 段落[0023]-[0028], [0045]-[0049], [0056]-[0061], 図 7-8, 図 12 (ファミリーなし)	1-2, 4-5, 7, 13-14
A	US 9115830 B1 (BADGER RIDGE INDUSTRIES, LLC) 2015.08.25, 第 2 欄第 66 行-第 3 欄第 31 行, 図 1 (ファミリーなし)	1-14

☑　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矛盾するものではなく、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	国際調査報告の発送日
１０．０５．２０１７	２３．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｌ　５７９２
柳本　幸雄
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３７

Ｃ（続き）．　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
Ａ	EP 0160225 A2 (BASF AKTIENGESELLSCHAFT) 1985.11.06, 図 1 & US 4830091 A, 図 1	1-14
Ａ	JP 5-231586 A (日本鋼管株式会社) 1993.09.07, 段落[0029], 図 4-5, 9 (ファミリーなし)	1-14
Ａ	日本国実用新案登録出願 54-045808 号 (日本国実用新案登録出願公開 55-150288 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 (三菱重工業株式会社) 1980.10.29, 第 4 ページ第 2 行-第 20 行, 図 2 (ファミリーなし)	1-14
Ｐ、Ａ	US 2016/0160759 A1 (AIRBUS OPERATIONS (SAS)) 2016.06.09, 図 1 & FR 3029595 A1	1-14
Ｐ、Ａ	WO 2016/076011 A1 (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2016.05.19, 段落[0109]-[0113], 図 18 & JP 2016-90031 A	1-14