

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-9689

(P2020-9689A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 5 B 3/06 (2006.01) H 0 5 B 3/06 A 3 K 0 9 2
H 0 5 B 3/06 Z

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-131414 (P2018-131414)	(71) 出願人	000231235
(22) 出願日	平成30年7月11日 (2018. 7. 11)		大陽日酸株式会社
			東京都品川区小山一丁目3番26号
		(74) 代理人	100127845
			弁理士 石川 壽彦
		(72) 発明者	山中 良浩
			東京都品川区小山一丁目3番26号 大陽
			日酸株式会社内
		(72) 発明者	伊藤 琢司
			東京都品川区小山一丁目3番26号 大陽
			日酸株式会社内
		Fターム(参考)	3K092 PP20 QA01 QB02 QB24 RA02
			RB01 SS12 SS13 TT29 VV22
			VV40

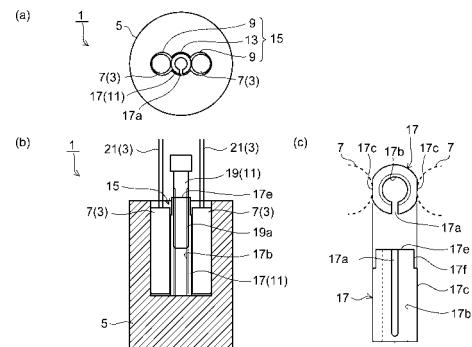
(54) 【発明の名称】 ヒーターユニット

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 充填材を用いずにカートリッジヒーターと金属製ブロックとを十分に熱接触させ、カートリッジヒーターの過度の温度上昇を抑制することができるヒーターユニットを提供する。

【解決手段】 ヒーターユニット1は、発熱部7を有するカートリッジヒーター3と、カートリッジヒーター3により加熱される金属製ブロック5と、を備えるものであって、金属製ブロック5は、発熱部7が挿入されるヒーター挿入部9と、ヒーター挿入部9に挿入された発熱部7を内壁に押し付けるヒーター押付部材11が挿入される押付部材挿入部13とを有する孔部15を備え、ヒーター押付部材11は、周壁に切欠き部17aが形成されて拡張可能な筒状の筒状楔子17と、筒状楔子17を拡張する楔子拡張部材19と、を有し、筒状楔子17が楔子拡張部材19を挿入されて拡張することで、発熱部7が押圧されて孔部15の内壁に押し付けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発熱体が金属管で覆われた発熱部を有するカートリッジヒーターと、該カートリッジヒーターの発熱部が挿入されて加熱される金属製ブロックと、を備えるヒーターユニットであって、

前記金属製ブロックは、前記発熱部が挿入されるヒーター挿入部と、該ヒーター挿入部に挿入された前記発熱部を内壁に押し付けるヒーター押付部材が挿入される押付部材挿入部とを有する孔部を備え、

前記ヒーター押付部材は、周壁を切り欠いた切欠き部が少なくとも一つ形成されて拡張可能な筒状の筒状楔子と、該筒状楔子に挿入されて該筒状楔子を拡張する楔子拡張部材と、を有し、

該楔子拡張部材が前記筒状楔子に挿入されて該筒状楔子が拡張し、該拡張した筒状楔子が前記発熱部を押圧し、該発熱部が前記孔部の内壁に押し付けられていることを特徴とするヒーターユニット。

【請求項 2】

前記発熱部と前記筒状楔子は、外周面に弧状面部を有し、前記ヒーター挿入部と前記押付部材挿入部には、前記発熱部と前記筒状楔子の弧状面部に沿う湾曲面部が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のヒーターユニット。

【請求項 3】

前記筒状楔子は、内面に雌ねじが形成された雌ねじ部を有すると共に、前記発熱部を押圧する部位に平面部を備えてなり、

前記楔子拡張部材は、前記筒状楔子の雌ねじ部に螺合して前記筒状楔子を拡張する雄ねじ部を備えてなり、

前記孔部は、前記発熱部と前記筒状楔子を挿入して該筒状楔子の雌ねじ部に前記楔子拡張部材の雄ねじ部を螺合するときに、前記平面部が前記発熱部に当接して前記筒状楔子が回り止めされる孔径に設定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のヒーターユニット。

【請求項 4】

前記筒状楔子は、前記平面部における前記楔子拡張部材が挿入される挿入開始端側に、表面が凹んだ段差部を有し、

該段差部は、前記発熱部と前記筒状楔子を前記孔部に挿入し、かつ該筒状楔子の前記挿入開始端側のみに前記楔子拡張部材が螺合されている状態において、前記発熱部を押圧しないように形成されていることを特徴とする請求項 3 記載のヒーターユニット。

【請求項 5】

前記楔子拡張部材は、先端側に縮径部を有し、該縮径部のみが前記筒状楔子に螺合されている状態において、該筒状楔子は拡張しないことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のヒーターユニット。

【請求項 6】

真空環境下で使用されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のヒーターユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カートリッジヒーターが金属製ブロックに挿入されたヒーターユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

小型冷凍機を用いた低温機器では、内部温度の調整のために、ヒーターを金属製ブロックに挿入したヒーターユニットを使用することが多く、必要とされる出力の大きさ、変化させる温度範囲（例えば -270℃～+200℃）、施工環境（例えば、要求される真空度）、金

10

20

30

40

50

属製ブロックの形状などによって、ヒーターの種類や、ヒーターと金属製ブロックとの取り付け方法を工夫してヒーターユニットの施工を行っている。

【0003】

このようなヒーターユニットに用いられるヒーターの種類としては、例えば、フィルム状ヒーター、カートリッジヒーターがある。

フィルム状ヒーターは、金属製ブロックとの熱接触を向上させるため、充填材としてスタイキャスト等の樹脂を充填したり、グリース、インジウム等の柔らかい金属板を入れる等が行われている。しかしながら、高真空以上が要求される場合や昇温させる上限温度が高い場合においては、上記の樹脂や金属板の使用が制限される場合もある。また、高出力を必要とする場合にはフィルム状ヒーターのサイズを大きくすることを要し、施工上の困難さも大きくなる。さらには、極低温から高温までの温度変化を繰り返す中でフィルム状ヒーターと金属製ブロックとの接触状態が悪くなることもある。

10

【0004】

そこで、高出力が必要で、設置環境が許せば、比較的信頼性が高く施工も容易なカートリッジヒーターを使用することが多い。

カートリッジヒーターを使用したヒーターユニットにおいては、大気中や液体中では、仕様上推奨されるクリアランスで金属製ブロックに空けた挿入孔にカートリッジヒーターを挿入することにより問題なく使用することができる。また、カートリッジヒーターと挿入孔との隙間にグリースやスタイキャスト等の充填材を入れることで熱接触を向上させて使用することが多い。

20

【0005】

例えば、特許文献1には、カートリッジ型ヒーターを型部材に取付けるに当たり、当該型部材にカートリッジ型ヒーターよりもわずかに大きい直径の長穴を穿け、該長穴内にカートリッジ型ヒーターを挿入するとともに、前記長穴内のヒーターのまわりに形成された空隙に導伝材料を充填する技術が開示されている。

【0006】

また、カートリッジヒーターと挿入孔との隙間に充填材が使用できない場合では、空間が許せば金属製ブロックでヒーターを挟み込みネジで固定するような方法で取り付けると信頼性は高くなる。しかしながら、空間等の制約でカートリッジヒーターを挟み込む構造にできない場合や、挿し込みでの施工で隙間に入れる充填材の融点以上に温度を上げる必要がある場合、あるいは、要求される真空度により充填材が使えない場合がある。

30

そこで、金属製ブロックにできる限りカートリッジヒーターの直径に近い大きさの挿入孔を設け、当該挿入孔に充填材を用いずにカートリッジヒーターを挿し込むような施工がされたヒーターユニットが用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭58-185210号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0008】

上述のとおり、小型冷凍機を用いた低温機器においては、内部温度の調整のためにヒーターユニットを使用することが多いが、温度制御範囲が-270℃から+200℃と広い場合があること、通常、ヒーターユニットは真空中に設置されるため、ヒーターユニットの施工方法が悪いと加熱対象に効率的に熱を伝えることができず、カートリッジヒーター自身の温度が過度に上昇しすぎること、寿命の減少や焼き切れ等のトラブルが発生し、品質管理上の問題があった。

【0009】

このようなトラブルは、金属製ブロックに設けた挿入孔にカートリッジヒーターを単に挿入したヒーターユニットにおいては、長期間使用すると、カートリッジヒーターに断線

50

が発生する事象に起因するものであった。例えば、ヒーターユニットを制御する温度を最大200℃とし、カートリッジヒーターの推奨温度（表面）約800℃からは十分に低い条件で使用しても、上記事象が発生する場合があった。この発生原因は、金属製ブロックの挿入孔にカートリッジヒーターを差し込む施工では、カートリッジヒーターと金属製ブロックとの間で十分な熱接触が取れず、通電時にカートリッジヒーターの発熱体であるヒーター線（例えば、ニクロム線）の温度が過度に高くなり過ぎたためであった。

【0010】

したがって、充填材を使用しない場合であってもカートリッジヒーターと金属製ブロックとの間に十分な熱接触を取り、真空環境下で長期間使用しても、通電時にカートリッジヒーターの発熱部の温度が適正となるヒーターユニットが望まれていた。

10

【0011】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、充填材を用いずにカートリッジヒーターと金属製ブロックとの間に十分な熱接触が得られるヒーターユニット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】

【0012】

（１）本発明に係るヒーターユニットは、発熱体が金属管で覆われた発熱部を有するカートリッジヒーターと、該カートリッジヒーターの発熱部が挿入されて加熱される金属製ブロックと、を備えるものであって、前記金属製ブロックは、前記発熱部が挿入されるヒーター挿入部と、該ヒーター挿入部に挿入された前記発熱部を内壁に押し付けるヒーター押付部材が挿入される押付部材挿入部とを有する孔部を備え、前記ヒーター押付部材は、周壁を切り欠いた切欠き部が少なくとも一つ形成されて拡張可能な筒状の筒状楔子と、該筒状楔子に挿入されて該筒状楔子を拡張する楔子拡張部材と、を有し、該楔子拡張部材が前記筒状楔子に挿入されて該筒状楔子が拡張し、該拡張した筒状楔子が前記発熱部を押圧し、該発熱部が前記孔部の内壁に押し付けられていることを特徴とするものである。

20

【0013】

（２）上記（１）に記載のものにおいて、前記発熱部と前記筒状楔子は、外周面に弧状面部を有し、前記ヒーター挿入部と前記押付部材挿入部には、前記発熱部と前記筒状楔子の弧状面部に沿う湾曲面部が形成されていることを特徴とするものである。

【0014】

（３）上記（１）又は（２）に記載のものにおいて、前記筒状楔子は、内面に雌ねじが形成された雌ねじ部を有すると共に、前記発熱部を押圧する部位に平面部を備えてなり、前記楔子拡張部材は、前記筒状楔子の雌ねじ部に螺合して前記筒状楔子を拡張する雄ねじ部を備えてなり、前記孔部は、前記発熱部と前記筒状楔子を挿入して該筒状楔子の雌ねじ部に前記楔子拡張部材の雄ねじ部を螺合するときに、前記平面部が前記発熱部に当接して前記筒状楔子が回り止めされる孔径に設定されていることを特徴とするものである。

30

【0015】

（４）上記（３）に記載のものにおいて、前記筒状楔子は、前記平面部における前記楔子拡張部材が挿入される挿入開始端側に、表面が凹んだ段差部を有し、該段差部は、前記発熱部と前記筒状楔子を前記孔部に挿入し、かつ該筒状楔子の前記挿入開始端側のみに前記楔子拡張部材が螺合されている状態において、前記発熱部を押圧しないように形成されていることを特徴とするものである。

40

【0016】

（５）上記（３）又は（４）に記載のものにおいて、前記楔子拡張部材は、先端側に縮径部を有し、該縮径部のみが前記筒状楔子に螺合されている状態において、該筒状楔子は拡張しないことを特徴とするものである。

【0017】

（６）上記（１）乃至（５）のいずれかに記載のものにおいて、真空環境下で使用されることを特徴とするものである。

【発明の効果】

50

【0018】

本発明においては、充填材を用いずにカートリッジヒーターと金属製ブロックとを十分に熱接触させ、カートリッジヒーターの過度の温度上昇を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施の形態に係るヒーターユニットの構成を説明する図である（（a）上面図、（b）断面図、（c）筒状楔子）。

【図2】本発明の実施の形態に係るヒーターユニットにおいて、カートリッジヒーターの発熱部の径と、筒状楔子の径と、金属製ブロックに設けられた孔部の孔径とが満たす望ましい関係を説明する図である（（a）発熱部、（b）筒状楔子、（c）孔部）。

10

【図3】本発明の実施形態に係るヒーターユニットの構成の他の態様を説明する図である（（a）上面図、（b）断面図）。

【図4】本発明に実施の形態に係るヒーターユニットにおけるカートリッジヒーターの配置と筒状楔子の形状を例示する図である。

【図5】本発明の比較対象とした比較例に係るヒーターユニットを説明する図である。

【図6】本発明の実施例に係る実験の装置構成を示す図である。

【図7】本発明の実施例で使用したカートリッジヒーターのヒーター抵抗値と温度の関係を示すグラフである。

【図8】本発明の実施例1に係るヒーターユニットに用いた銅製ブロックの形状を示す図である（（a）上面図、（b）A-A断面図）。

20

【図9】本発明の実施例1に係るヒーターユニットに用いた筒状楔子の形状を示す図である（（a）上面図、（b）A-A断面図、（c）斜視図）。

【図10】本発明の実施例1と比較例に係るヒーターユニットを用いた実験で得られたヒーター抵抗値と銅製ブロックの温度変化を示すグラフである。

【図11】本発明の実施例1に係るヒーターユニットにおいて金属製ブロックとして用いた銅製ブロックの形状を示す図である（（a）上面図、（b）A-A断面図）。

【図12】本発明の実施例3で使用した装置を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の実施の形態に係るヒーターユニット1は、図1に示すように、2つのカートリッジヒーター3と、金属製ブロック5と、を備えるものであって、金属製ブロック5は、2つのカートリッジヒーター3の各発熱部7が挿入される2つのヒーター挿入部9と、ヒーター押付部材11が挿入される押付部材挿入部13を有する孔部15を備え、ヒーター押付部材11は、筒状楔子17と楔子拡径部材19を有するものである。以下、上記の各構成について説明する。

30

【0021】

なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能や構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

また、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示されている場合があるが、各構成要素の寸法や比率などが実際と同じであるとは限らない。

40

【0022】

カートリッジヒーター3は、発熱体が金属管で覆われた発熱部7を有するものであり、発熱部7の端部にはリード線21が接続されている。カートリッジヒーター3としては、例えば、発熱部7の発熱体にニクロム線を用いたものを用いることができ、リード線21を介してニクロム線に電流を流すことで発熱部7が発熱される。

【0023】

金属製ブロック5は、カートリッジヒーター3により加熱されるものであり、カートリッジヒーター3の発熱部7が挿入されるヒーター挿入部9と、ヒーター挿入部9に挿入された発熱部7を内壁に押し付けるヒーター押付部材11が挿入される押付部材挿入部13

50

とを有する孔部 15 を備えている。

なお、金属製ブロック 5 は、熱伝導性に優れている金属材料を加工したものが好ましく、特に、純銅を加工した銅製ブロックが好ましい。

【0024】

ヒーター押付部材 11 は、周壁を切り欠いた切欠き部 17a が形成されて拡張可能な筒状の筒状楔子 17 と、筒状楔子 17 に挿入されて筒状楔子 17 を拡張する楔子拡張部材 19 と、を有するものであり、金属製ブロック 5 の押付部材挿入部 13 に挿入されている。

【0025】

筒状楔子 17 は、図 1 (b) 及び (c) に示すように、内面に雌ねじが形成された雌ねじ部 17b を有すると共に、カートリッジヒーター 3 の発熱部 7 を押圧する部位に平面部 17c を備えてなる。

【0026】

また、楔子拡張部材 19 は、図 1 (b) に示すように、筒状楔子 17 の雌ねじ部 17b に螺合して筒状楔子 17 を拡張する雄ねじ部 19a を備えてなる。

そして、筒状楔子 17 の雌ねじ部 17b と楔子拡張部材 19 の雄ねじ部 19a の径は、雄ねじ部 19a が雌ねじ部 17b に螺合され、かつ螺合したときに筒状楔子 17 が拡張するように、適宜設定されている。

【0027】

なお、筒状楔子 17 は、図 1 (c) に示すように、平面部 17c における楔子拡張部材 19 が挿入される挿入開始端 17e 側に、表面が径方向内側に凹んだ段差部 17f を有し、段差部 17f は、発熱部 7 と筒状楔子 17 が孔部 15 に挿入され、かつ筒状楔子 17 の挿入開始端 17e 側のみに楔子拡張部材 19 が螺合されている状態において、段差部 17f が発熱部 7 を押圧しないように形成されている。

【0028】

また、本実施の形態に係るヒーターユニット 1 において、発熱部 7 と筒状楔子 17 は、図 2 に示すように、外周面に弧状面部 7a と弧状面部 17d をそれぞれ有する。そして、ヒーター挿入部 9 には、発熱部 7 の弧状面部 7a に沿うように湾曲面部 9a が形成され、押付部材挿入部 13 には筒状楔子 17 の弧状面部 17d が沿うように湾曲面部 13a が形成されている。

【0029】

そして、湾曲面部 9a と湾曲面部 13a とが形成された孔部 15 は、図 1 及び図 2 に示すように、ヒーター挿入部 9 と押付部材挿入部 13 をともに丸穴とし、ヒーター挿入部 9 の丸穴の一部に押付部材挿入部 13 の丸穴が重なり、かつヒーター挿入部 9 の中心と押付部材挿入部 13 の中心が一行に配置されるように形成されている。

【0030】

このように、ヒーター挿入部 9 と押付部材挿入部 13 を丸穴としたとき、それぞれの穴径は、発熱部 7 と筒状楔子 17 の径に合わせて設定すればよく、例えば、発熱部 7 とヒーター挿入部 9 との隙間は、カートリッジヒーター 3 について推奨されているクリアランスにすればよい。

【0031】

さらに、本実施の形態に係るヒーターユニット 1 において、ヒーター挿入部 9 に挿入される発熱部 7 の直径 $D1$ 、押付部材挿入部 13 に挿入される筒状楔子 17 の長径 $d1$ (弧状面部 17d における直径) 及び短径 $d2$ (平面部 17c における直径)、及び孔部 15 の孔径 A は、以下の関係を満たすように設定されている (図 2 参照)。

$$2D1 + d2 < A$$

$$A < 2D1 + d1$$

【0032】

次に、本実施の形態に係るヒーターユニット 1 による作用効果について説明する。

ヒーターユニット 1 においては、金属製ブロック 5 の孔部 15 におけるヒーター挿入部 9 と押付部材挿入部 13 のそれぞれに、カートリッジヒーター 3 の発熱部 7 とヒーター押

10

20

30

40

50

付部材 11 の筒状楔子 17 とが挿入されている。

【0033】

そして、筒状楔子 17 の雌ねじ部 17b に楔子拡張部材 19 の雄ねじ部 19a を螺合するときに、平面部 17c が発熱部 7 に当接することで筒状楔子 17 が回り止めされながら筒状楔子 17 が拡張する。これにより、平面部 17c が発熱部 7 を押圧し、発熱部 7 を孔部 15 の内壁に強く押し付けることができるので、発熱部 7 と内壁との熱接触を向上させることができ、カートリッジヒーター 3 の発熱部 7 の温度が過度に上昇することを抑制できる。

【0034】

このように、ヒーターユニット 1 は、熱接触を向上させるためにグリース等の充填材を用いなくても、発熱部 7 と金属製ブロックとの熱接触を向上させることができるので、真空環境下（本発明において、「真空環境」とは、大気圧以下から 10^{-5} Pa 程度までの高真空のことをいう。）であっても使用することができる。

【0035】

また、ヒーターユニット 1 においては、発熱部 7、筒状楔子 17 及び孔部 15 それぞれの寸法が上記のとおり適宜設定されているため（図 2 参照）、筒状楔子 17 の平面部 17c により筒状楔子 17 を回り止めしながら、楔子拡張部材 19 を筒状楔子 17 に螺合させて拡張させることができる。

【0036】

さらに、ヒーター挿入部 9 と押付部材挿入部 13 のそれぞれに形成した湾曲面部 9a と湾曲面部 13a は、発熱部 7 と筒状楔子 17 を孔部 15 に挿入する際のガイドとなり、所定の位置であるヒーター挿入部 9 と押付部材挿入部 13 に容易に挿入することができる。

【0037】

また、筒状楔子 17 の平面部 17c には段差部 17f が形成されており、筒状楔子 17 と楔子拡張部材 19 とが螺合している状態であっても該螺合している部位にて筒状楔子 17 を拡張しないようにすることができるため、楔子拡張部材 19 を筒状楔子 17 に螺合させたまま、筒状楔子 17 を孔部 15 から取り出すことができる。

【0038】

これにより、ヒーターユニット 1 が狭い空間に設置されている場合であっても、筒状楔子 17 を引き抜くことができ、カートリッジヒーター 3 を取り外して交換することができる。なお、この点に関しては、後述する実施例 3 において実証されている。

【0039】

なお、上記の説明において、孔部 15 は、ヒーター挿入部 9 の丸穴の一部に押付部材挿入部 13 の丸穴が重なる形状のものであったが、本発明は、孔部の形状がこれに限定されるものではなく、発熱部と筒状楔子が挿入され、かつ、筒状楔子の拡張により発熱部が孔部の内壁に押し付けられる形状であればよく、例えば、長穴形状や楕円形状であってもよい。

【0040】

また、筒状楔子 17 は、楔子拡張部材 19 が螺合している状態であっても段差部 17f においては拡張させないようにするものであったが、本発明は、楔子拡張部材 19 の先端側に縮径部（図示なし）を有するものとしてもよい。この場合、該縮径部のみが筒状楔子 17 の挿入開始端 17e 側に螺合している状態において、筒状楔子 17 が拡張しないよう当該縮径部の径に形成すればよい。これにより、筒状楔子 17 の平面部 17c に段差部 17f を設けた場合と同様、楔子拡張部材 19 を筒状楔子 17 に螺合させたまま、筒状楔子 17 を孔部 15 から取り出すことができる。

【0041】

さらに、上記の説明は、2 本のカートリッジヒーター 3 により金属製ブロック 5 を加熱するヒーターユニット 1 についてのものであったが、本発明は、金属製ブロックを加熱するためのカートリッジヒーターの個数を限定するものではない。例えば、後述する実施例 1 で示すように、1 本のカートリッジヒーターを使用するもの（図 3 参照）や、図 4 に示

10

20

30

40

50

すように、3つ以上のカートリッジヒーターを使用するものであってもよい。複数のカートリッジヒーターを使用する場合においては、金属製ブロックを加熱する際のカートリッジヒーター1個あたりの負荷が小さくなるため、カートリッジヒーターの過熱を防ぎつつ高出力が必要な場合には有効である。

【0042】

そして、複数のカートリッジヒーターの発熱部7を金属製ブロック5に挿入する場合にあっては、図4に例示するように、筒状楔子17に設ける切欠き部17aの個数と位置を適宜設定してもよい。

【0043】

図4(a)は、4つの発熱部7が正方形の四隅に相当する位置に配置され、その中央に筒状楔子27が挿入されている場合であり、筒状楔子27の周壁には周方向に2つの切欠き部27aが形成されている。そして、筒状楔子27が拡張すると、切欠き部27aにより2つに分割された周壁の各部位は2つの発熱部7を押圧する。

10

【0044】

また、図4(b)は、4つの発熱部7が正方形の四隅に相当する位置に配置され、その中央に筒状楔子29が挿入されている場合であり、筒状楔子29の周壁には周方向に4つの切欠き部29aが形成されている。そして、筒状楔子29が拡張すると、切欠き部29aにより4つに分割された周壁の各部位は1つの発熱部7を押圧する。

【0045】

さらに、図4(c)は、3つの発熱部7が正三角形の頂点に相当する位置に配置され、その中央に筒状楔子31が挿入されている場合であり、筒状楔子31の周壁には周方向に3つの切欠き部31aが形成されている。そして、筒状楔子31が拡張すると、切欠き部31aにより3つに分割された周壁の各部位は、1つの発熱部7を押圧する。

20

【0046】

このように、筒状楔子により押圧する発熱部の個数と配置に応じて、筒状楔子の周壁に設ける切欠き部の個数と位置を設定することで、1つの筒状楔子であってもこれを拡張したときに複数の発熱部を均等に押圧することができる。

【0047】

もっとも、本発明は、複数のカートリッジヒーターの発熱部を1つの筒状楔子で押圧するものに限定されるわけではない。例えば、複数のカートリッジヒーター毎に筒状楔子が設置されているものとしてもよい。

30

【0048】

また、筒状楔子17の周壁に1つの切欠き部を形成する場合にあっては、図1(c)に示すように、楔子拡張部材19の挿入開始端17eの反対側の端部では周壁がつながったままとなるように切欠き部17aが形成されているものに限らず、筒状楔子の軸方向の全長にわたって切り欠いた切欠き部(図示なし)を形成してもよい。

【0049】

さらには、図4に示すように、周壁の周方向に2つ以上の切欠き部を設けた筒状楔子は、挿入開始端と反対側の端部がつながった切欠き部が形成されたものや、挿入開始端側とその反対側の端部とで互い違いに切欠き部が形成されたものとしてもよい。

40

【0050】

なお、筒状楔子の材質としては、真鍮、若しくは銅合金、アルミ合金など、純銅よりも硬く、比較的熱伝導が良いものを選定することが好ましい。これにより、発熱部の伝熱性能を向上させることができる。また、筒状楔子の径は、カートリッジヒーターの発熱部の径と同程度にすることが望ましい。

【0051】

また、楔子拡張部材の材質としては、SUS304若しくはSUS316などオースティナイト系のものを用いることが好ましい。そして、楔子拡張部材に雄ねじ部を設けた場合、雄ねじ部は筒状楔子の径よりも数mm程度小さい径とする。

【0052】

50

さらに、上記の説明は、楔子拡径部材に設けた雄ねじ部を筒状楔子の雌ねじ部に螺合させて筒状楔子を拡径するものであった。もっとも、先端から手元側に向かって徐々に拡径する棒状の楔子拡径部材を筒状楔子に挿入して該筒状楔子を拡径するものであっても、拡径した筒状楔子により発熱部が押圧されて孔部の内壁に押し付けることができる。この場合、筒状楔子は雌ねじ部を有するものでなくてもよく、楔子拡径部材が雄ねじ部を有する場合において、筒状楔子は雌ねじ部を有するものとすればよい。

【0053】

また、上記の説明において、筒状楔子17は発熱部7に当接する部位に平面部17cが設けられたものであったが、本発明は、金属製ブロックの押付部材挿入部に挿入された状態で楔子拡径部材を挿入して筒状楔子を拡径できるものであれば、筒状楔子の外周面に平面部を設けずに発熱部を押圧するものとしてもよい。

【実施例】

【0054】

本発明に係るヒーターユニットの作用効果を確認するための実験を行ったので、その結果について以下に説明する。

【0055】

(比較例)

本発明に係るヒーターユニットの比較対象として、図5に示すヒーターユニット33を用いて実験を行った。

ヒーターユニット33は、金属製ブロックとして直径 ϕ 45mm、全長65mmの銅製ブロック35に、ヒーター挿入部37として直径 ϕ 9.38mmの穴を開け、ヒーター挿入部37にカートリッジヒーター3（発熱体：ニクロム線、WATLOW社製ファイヤーロッドカートリッジヒーター、直径 ϕ 9.35mm）の発熱部7を挿入して作製したものである。

【0056】

実験は、図6に示す装置構成で行った。まず、定電流電源装置41によりカートリッジヒーター3に定電流（=2A）を連続して印加し、発熱体であるニクロム線の抵抗値（以下、「ヒーター抵抗値」という。）の変化と、銅製ブロック35の温度を求めた。ヒーター抵抗値は、電圧計43により測定した電圧と、発熱体に印加した電流から算出し、銅製ブロック35の温度は、銅製ブロック35に設置した温度センサー45の出力を温度表示計47により測定した。

【0057】

なお、温度センサー45により測定される温度は銅製ブロック35の温度であり、発熱部7の温度とは異なる。また、発熱部7のヒーター抵抗値は、図7に示すように、発熱体であるニクロム線自体の温度により変化する特性を有する。

【0058】

すなわち、ニクロム線の温度上昇とともにヒーター抵抗値は上昇して約790K（約500℃）近傍で極大値を示し、その後、ヒーター抵抗値は一旦減少して約1070K（約800℃）から再び上昇する。このようなヒーター抵抗値の温度依存性は、ニクロム線自体の特性であり、カートリッジヒーター個体毎の差異は無いと考えられる。

【0059】

そこで、図6示す装置構成での実験により求めたヒーター抵抗値と、図7に示すヒーター抵抗値とニクロム線温度の関係から、発熱部7の温度を推算した。なお、図7の縦軸に示すヒーター抵抗値は、極大値で規格化したものである。

【0060】

(実施例1)

本発明に係るヒーターユニットとして、図3に示すヒーターユニット23を用いて実験を行った。

ヒーターユニット23は、図8に示すように、直径 ϕ 45mm、全長65mmの円筒状の銅製ブロック25に、ヒーター挿入部9として直径 ϕ 9.38mmの丸穴と押付部材挿入部13として直径 ϕ 6mmの丸穴を開け、ヒーター挿入部9にカートリッジヒーター3（発熱体：ニクロ

10

20

30

40

50

ム線、WATLOW社製ファイヤーロッドカートリッジヒーター、直径 $\phi 9.35\text{mm}$)を挿入し、かつ、押付部材挿入部13に図9に示す筒状楔子17を挿入し、筒状楔子17を拡張して発熱部7を楔止したものである。

【0061】

そして、前述の比較例と同様、図6に示す装置構成で実験を行い、定電流電源装置41によりカートリッジヒーター3に2Aを連続して印加したときのヒーター抵抗値の変化と、銅製ブロック25の温度を求めた。さらに、求めたヒーター抵抗値から、発熱部7の温度を推算した。

【0062】

(評価)

比較例1に係るヒーターユニット33と実施例1に係るヒーターユニット23を用いた実験により求めた銅製ブロックの温度とヒーター抵抗値の結果を図10に示す。図10において、横軸は、カートリッジヒーターの加熱開始からの経過時間、左軸は、極大値で規格化したヒーター抵抗値、右軸は、銅製ブロックの温度である。また、図10中には、ヒーター抵抗値が極大値及び極小値における発熱部の温度を示している。

【0063】

図10に示すように、比較例1(図10中の○と△のプロット)では、カートリッジヒーター3に定電流を流した後のヒーター抵抗値は、極大値を示し、このときの発熱部の温度は約790K(約520℃)であるのに対し、銅製ブロックの温度は約350K(約80℃)程度であった。また、ヒーター抵抗値は、極大値を示した後は低下して極小値となり、その後、再び上昇した。ヒーター抵抗値が極小値を示したとき、発熱部の温度は約1070K(800℃)であるのに対し、銅製ブロック35の温度は約580Kであった。これより、発熱部7の温度と銅製ブロック35の温度との間には約500Kの温度差が生じ、発熱部7と銅製ブロック35との間で十分な熱接触が得られていないことを示している。

【0064】

一方、実施例1(図10中の●、▲のプロット)では、ヒーター抵抗値が極大値を示すときの発熱部の温度は790K程度であるのに対し、銅製ブロックの温度が約550Kであった。この結果から、実施例1では、筒状楔子17により発熱部7が孔部15の内壁を押し付けられることにより、発熱部7と銅製ブロック25の温度差が250K程度まで低下し、熱接触が向上していることがわかる。

【0065】

さらに、図10における実施例1の結果から、カートリッジヒーター3に印加する最大の電流出力を2Aとし、銅製ブロック25の温度を500K以下となるように制御すれば、カートリッジヒーター3の仕様温度の上限(約800℃)を越えることなく使用できることが示唆され、カートリッジヒーター3の断線のリスク低減と長寿命化が実現できることが示された。

【0066】

(実施例2)

実施例2では、図1に示すヒーターユニット1を用いて実験を行った。ここで、ヒーターユニット1における金属製ブロック5としては、図11に示す形状の銅製ブロック49を用い、2つのヒーター挿入部9に2つのカートリッジヒーター3の発熱部7をそれぞれ挿入した。さらに、押付部材挿入部13には、実施例1と同様、図9に示す形状の筒状楔子17を挿入した。

【0067】

実験は、図6に示す装置構成で行い、銅製ブロック49の温度とヒーター抵抗値をそれぞれ求めた。その結果、カートリッジヒーター3を2つ挿入した場合であっても、筒状楔子17により発熱部と金属製ブロックとの熱接触が向上し、実施例1と同等の結果が得られた。

【0068】

さらに、ヒーターユニット1においても、銅製ブロック49の温度が500Kとなるように

10

20

30

40

50

制御することで、カートリッジヒーター 3 の仕様温度の上限を越えずに銅製ブロック 4 9 を加熱できることが示された。これにより、本発明に係るヒーターユニットは、複数のカートリッジヒーターを銅製ブロックに挿入した場合であっても、カートリッジヒーター断線のリスク低減と長寿命化を実現できる。

【0069】

(実施例 3)

実施例 2 に係るヒーターユニット 1 を、図 1 2 に示す装置 5 1 に装着した状態で、筒状楔子 1 7 の引き抜き、カートリッジヒーター 3 の交換が可能かどうかを検証した。装置 5 1 は、冷凍機に用いられるものであって、一端側にフランジ 5 3 が設けられた有底形状の外管 5 5 と、フランジ 5 3 を貫通して外管 5 5 の内側に挿入された SUS304 製の保持パイプ 5 7 とを有する二重管構造であり、保持パイプ 5 7 は、その底部にヒーターユニット 1 が設置されると共に、内側に配管 5 9 が挿入されている。

10

【0070】

このような装置 5 1 においては、ヒーターユニット 1 を狭い空間に取付けることを要する。しかし、ヒーターユニット 1 は、銅製ブロック 4 9 に挿入された筒状楔子 1 7 を拡張する楔子拡張部材 1 9 を、筒状楔子 1 7 の段差部 1 7 f に相当する部位のみが螺合している状態とすることで、発熱部 7 に対する筒状楔子 1 7 の押圧を軽減し、筒状楔子 1 7 を引き抜くことができ、カートリッジヒーター 3 の交換をすることができた。

以上より、本発明に係るヒーターユニットにおいては、手が届かないような狭い場所に取付けられた場合であっても、筒状楔子を引き抜くことができ、カートリッジヒーターを交換できることが実証された。

20

【符号の説明】

【0071】

- 1 ヒーターユニット
- 3 カートリッジヒーター
- 5 金属製ブロック
- 7 発熱部
- 7 a 弧状面部
- 9 ヒーター挿入部
- 9 a 湾曲面部
- 1 1 ヒーター押付部材
- 1 3 押付部材挿入部
- 1 3 a 湾曲面部
- 1 5 孔部
- 1 7 筒状楔子
- 1 7 a 切欠き部
- 1 7 b 雌ねじ部
- 1 7 c 平面部
- 1 7 d 弧状面部
- 1 7 e 挿入開始端
- 1 7 f 段差部
- 1 9 楔子拡張部材
- 1 9 a 雄ねじ部
- 2 1 リード線
- 2 3 ヒーターユニット
- 2 5 銅製ブロック
- 2 7 筒状楔子
- 2 7 a 切欠き部
- 2 9 筒状楔子
- 2 9 a 切欠き部

30

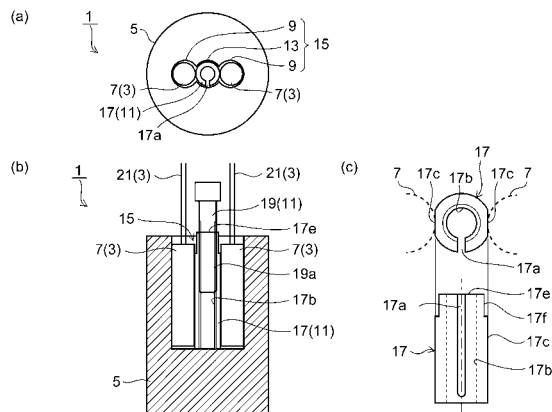
40

50

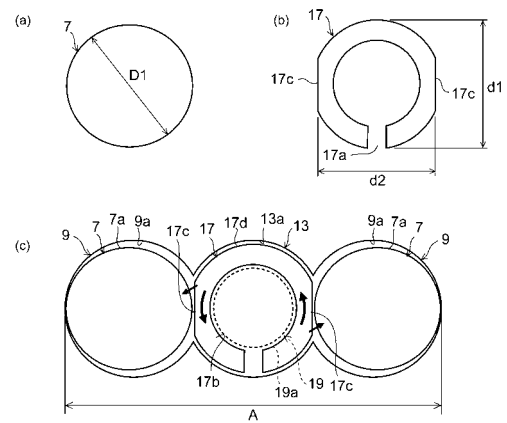
- 3 1 筒状楔子
- 3 1 a 切欠き部
- 3 3 ヒーターユニット
- 3 5 銅製ブロック
- 3 7 ヒーター挿入部
- 4 1 定電流電源装置
- 4 3 電圧計
- 4 5 温度センサー
- 4 7 温度表示計
- 4 9 銅製ブロック
- 5 1 装置
- 5 3 フランジ
- 5 5 外管
- 5 7 保持パイプ
- 5 9 配管

10

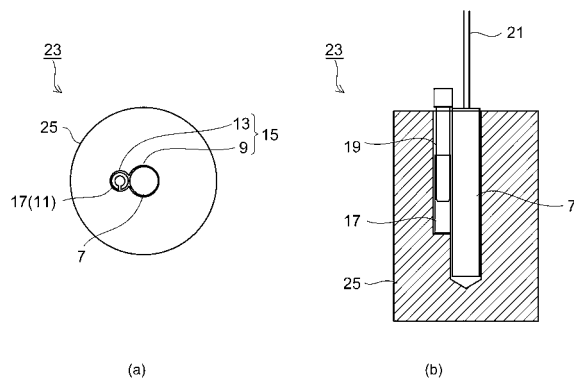
【図 1】



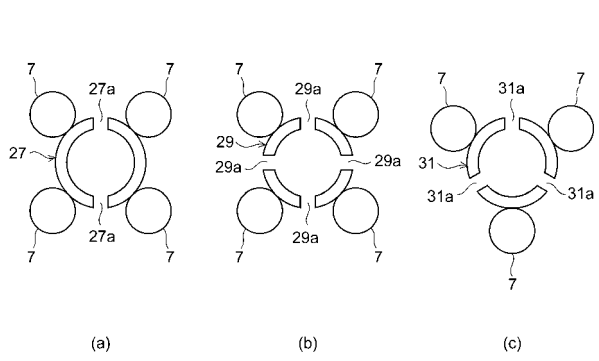
【図 2】



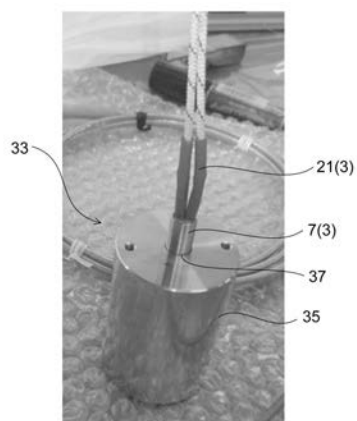
【図 3】



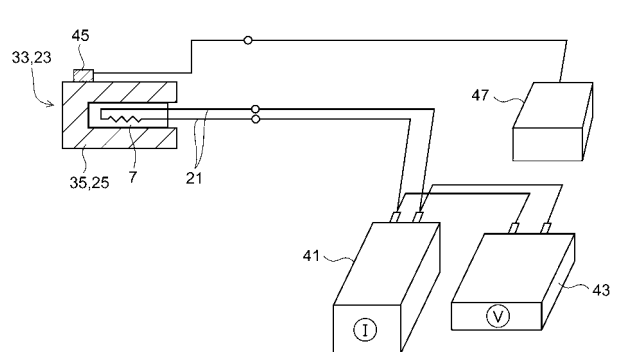
【図 4】



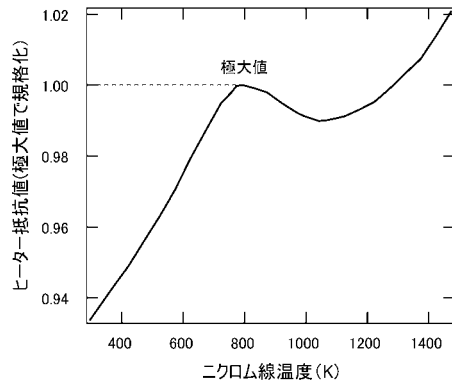
【図 5】



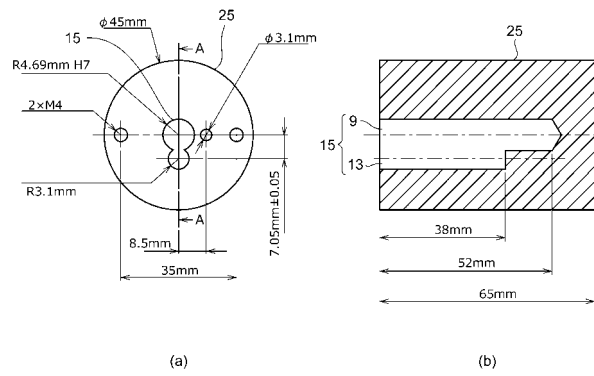
【図 6】



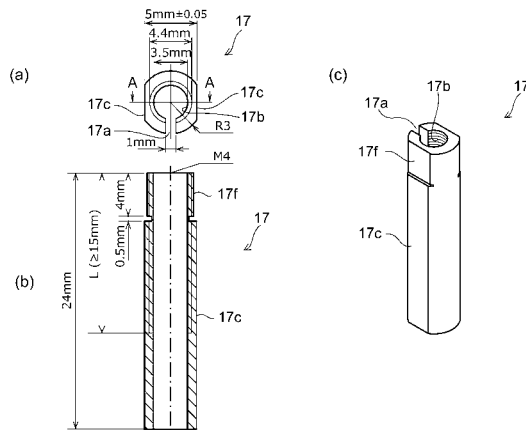
【図 7】



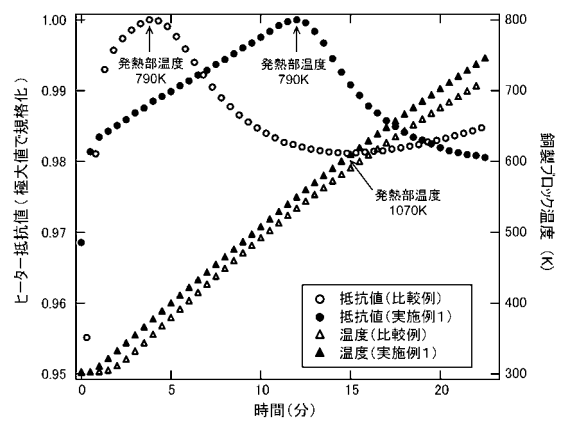
【図 8】



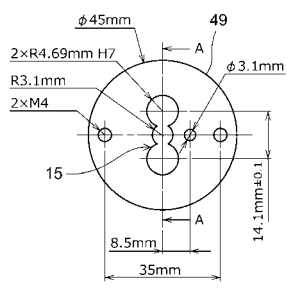
【図 9】



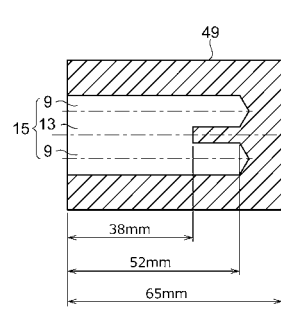
【図 10】



【図 1 1】



(a)



(b)

【図 1 2】

