

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7689480号
(P7689480)

(45)発行日 令和7年6月6日(2025.6.6)

(24)登録日 令和7年5月29日(2025.5.29)

(51)国際特許分類	F I		
F 0 1 D 25/12 (2006.01)	F 0 1 D 25/12	D	
F 0 1 D 25/24 (2006.01)	F 0 1 D 25/24	K	
F 1 6 B 35/00 (2006.01)	F 1 6 B 35/00	Y	
	F 1 6 B 35/00	A	

請求項の数 3 (全12頁)

(21)出願番号	特願2021-175079(P2021-175079)	(73)特許権者	594191032
(22)出願日	令和3年10月26日(2021.10.26)		北陸プラントサービス株式会社
(65)公開番号	特開2023-64670(P2023-64670A)		富山県富山市草島字鶴田 1 番 1
(43)公開日	令和5年5月11日(2023.5.11)	(74)代理人	100095407
審査請求日	令和6年8月14日(2024.8.14)		弁理士 木村 満
		(74)代理人	100228511
			弁理士 佐藤 彩秋
		(74)代理人	100173462
			弁理士 宮本 一浩
		(74)代理人	100194179
			弁理士 中澤 泰宏
		(74)代理人	100166442
			弁理士 鈴木 洋雅
		(74)代理人	110002996
			弁理士法人宮田特許事務所
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ボルト冷却用治具およびボルトの冷却方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボルト（41）の内部を貫く中心孔（45）の端部に形成されたメネジ（48）に螺合する接続筒（15）と、該接続筒（15）の一端面を塞ぐ頭部（13）と、該頭部（13）から突出する給気口（14）とを有しており、

前記給気口（14）に供給された空気を前記接続筒（15）から前記中心孔（45）に流すことで前記ボルト（41）を冷却することができ、

前記接続筒（15）には、前記中心孔（45）内の空気を外部に放出するための排気口（17）を形成してあることを特徴とするボルト冷却用治具。

【請求項 2】

前記接続筒（15）の内周面に差し込み可能な延長管（21）を用い、前記給気口（14）に供給された空気を該延長管（21）から前記中心孔（45）に流し、その空気が該接続筒（15）付近に到達することで前記ボルト（41）を冷却することができ、且つ前記排気口（17）は、該接続筒（15）の先端面から伸びる切り込み状であることを特徴とする請求項 1 記載のボルト冷却用治具。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載したボルト冷却用治具を使用して前記中心孔（45）に空気を流すことを特徴とするボルトの冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、蒸気タービンの車室など、大型の部品を据え付ける際に使用するボルト冷却用治具およびボルトの冷却方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

発電用の蒸気タービンの車室などは、内部の高温高压に耐え抜く必要があり、その据え付けには大型のボルトを使用している。そして車室などの施工時のほか、検査や修理の終了後、このボルトを締め付ける際は、あらかじめボルトを加熱して伸びを生じさせる場合がある。この伸びにより、ボルトが冷却した後は、内部に引張荷重が作用した状態になるため、車室などの部品を強固に据え付けることができるほか、運用時の高温状態においても、内部の圧力を受け止めることができる。

10

【 0 0 0 3 】

このように、ボルトの締め付けに先立ち、ボルトを加熱することを前提とする場合、ボルトの内部には中心孔を形成してあることが多く、実際に加熱する際は、中心孔に棒状のヒーターを差し込むことになるが、ボルトと同等の長さを有するヒーターを使用することで、全域を均等に加熱することができる。そして加熱された状態で締め付けを行い、その後ボルトを冷却していき、冷却を終えた段階でボルトの伸び量を測定することになるが、これが適正な範囲から外れている場合、締め付けをやり直すことになる。

【 0 0 0 4 】

中心孔が形成されたボルトにナットを締め付けていく過程を図 6 に示す。ここでは蒸気タービンを取り囲む車室が上半外部車室と下半外部車室に分割されており、しかも両車室の接触面を貫くように締結穴を形成してあり、そこにボルトを差し込んでいく。このボルトは、汎用のスタッドボルトと同様、丸棒状の軸部だけで構成されており、その上下にナットを螺合させることになる。そして両車室を密着させる際は、図の左上のように、双方の締結穴を同心に揃え、次の図の右上のように、上下の締結穴を貫くようにボルトを差し込んでいくが、その際は、あらかじめボルトの上部にナットを螺合させておく。その後、図の中央のように、中心孔にヒーターを差し込んでボルトを加熱すると、伸びを生じることになる。この状態において、図の左下のように、ボルトの下端部にナットを螺合させ、ボルトとナットが規定の位置関係に揃うまで締め付けを行う。その後、図の右下のように、中心孔にパイプを差し込み、エアホースから供給された空気を中心孔に流すことでボルトの冷却を行い、冷却を終えた段階でボルトの伸び量を測定し、締め付けが適正であるか否かを判断することになる。なお実際には、加熱前の段階でボルトの下端部にナットを仮締めしておく。

20

30

【 0 0 0 5 】

蒸気タービンなどで使用するボルトの冷却については、その重要性から様々な技術開発が行われており、その例として後記の特許文献が挙げられる。そのうち特許文献 1 では、一对のフランジをボルトとナットで挟み込む構造において、ボルトを加熱した後の冷却時間を短縮し、フランジの温度上昇を抑制できる技術が開示されている。このフランジには、ボルトを差し込むためのボルト穴を形成してあり、そこにボルトを差し込んだ後、ボルトの内部にヒーターを挿入して加熱し、次にナットを締め付ける。その後、外部からボルト穴に向けて冷却流体を流入させ、それがボルトを取り囲むように流れることで、ボルトの冷却時間を短縮できるほか、フランジの温度上昇を抑制することができる。なおボルト穴は、ボルトよりも大径であり、冷却流体が流れる隙間が確保されているほか、フランジには、ボルト穴に接続する冷却流体通路を形成してある。

40

【 0 0 0 6 】

また特許文献 2 では、短時間でボルトを冷却できるボルト冷却装置が開示されている。このボルト冷却装置は、液体冷媒が封入された棒状のヒートパイプと、その一端側に設けられた放熱フィンとの二要素で構成されており、ボルトが加熱された後、ボルトに設けられた孔にヒートパイプを挿入すると、封入された液体冷媒が高温になって上昇し、放熱フィンの近傍に到達する。その結果、液体冷媒の熱は放熱フィンから大気中に放出され、そ

50

れに伴って液体冷媒の温度が低下するため、液体冷媒はヒートパイプの内部を下降していき、再び加熱されることになり、この過程を繰り返すことで、短時間でボルトを冷却することができる。

【 0 0 0 7 】

次の特許文献3では、前記の両文献のようなボルトの冷却ではなく、大型の蒸気タービンについて、その水平フランジの締め付けボルトの伸び測定装置が開示されている。ここでは、締め付けボルトの締め付け作業を熱間で行っており、その残留熱応力を利用して締め付け力を確保しているが、その際、締め付けボルトの伸び量を測定することで締め付け力を算定している。そしてこの測定装置は、ワイヤーとワイヤードラムとエンコーダーと接触子などで構成されており、ワイヤーはワイヤードラムに巻き付けられているほか、ワイヤードラムから繰り出されたワイヤーの先端には、接触子を取り付けられている。さらにワイヤードラムの回転はエンコーダーで監視されており、これによってワイヤーロープの繰り出し長さを把握することができる。実際の測定時は、締め付けボルトの通孔に接触子を差し込み、これを通孔の出口やタップ穴の底に接触させ、その際のエンコーダーの値により、締め付けボルトの伸び量を把握することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 8 】

【文献】特開平10 - 103325号公報

【文献】特開2005 - 337586号公報

20

【文献】特開平10 - 227201号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

前記の特許文献のように、加熱されたボルトを締め付けた後、強制的に冷却を行うことで、締め付け状態を確認するまでの時間を短縮することができる。蒸気タービンの車室は、多数のボルトが狭い間隔で連続的に配置されており、その冷却時間を短縮することは、発電設備の施工や検査や修理を円滑に進める上で極めて重要である。ただし特許文献1で開示された技術は、フランジなどの部品に冷却流体通路を形成する必要があるが、汎用性に乏しい。また特許文献2で開示された装置は、構造が複雑であるほか、ボルトの長さに応じて個別に装置を製造する必要があるなど、導入時や運用時の費用面などで課題がある。そこで多くの現場では、先の図6のように、エアホースの端部にパイプを取り付け、このパイプをボルトの中心孔に差し込み、空気を流すことで冷却を行っている。この方法は、あらゆる現場で簡単に実施できるほか、ボルトの長さが異なる場合でも柔軟に対応できるなど、多くの利点を有するため、現状においても広く実施されている。

30

【 0 0 1 0 】

ただし、単純にパイプを中心孔に差し込んだだけでは、空気の流れの反力によって中心孔から飛び出してしまふ恐れがある。またボルトが車室などの部品に差し込まれた後は、その周辺構造により、中心孔の両端が外部に露出している場合と、一端だけが外部に露出している場合がある。そして仮に、両端が外部に露出している中心孔にパイプを差し込んだ場合、パイプの先端面よりも先では十分な空気が流れるものの、パイプの先端面よりも手前側では、空気の流れが不足して冷却が不十分になる恐れがある。そのほか、中心孔の一端だけが外部に露出している場合、そこが空気の入り口と出口を兼ねることになり、空気の放出手段が重要な課題になる。

40

【 0 0 1 1 】

本発明はこうした実情を基に開発されたもので、加熱されたボルトを締め付けた後、その冷却を確実に実施できるほか、ボルトの周辺構造の違いに対応することのできるボルト冷却用治具およびボルトの冷却方法の提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

50

前記の課題を解決するための請求項 1 記載の発明は、ボルトの内部を貫く中心孔の端部に形成されたメネジに螺合する接続筒と、該接続筒の一端面を塞ぐ頭部と、該頭部から突出する給気口とを有しており、前記給気口に供給された空気を前記接続筒から前記中心孔に流すことで前記ボルトを冷却することができ、前記接続筒には、前記中心孔内の空気を外部に放出するための排気口を形成してあることを特徴とするボルト冷却用治具である。

【 0 0 1 3 】

本発明は、加熱された大型のボルトを確実に冷却することを目的としているが、このボルトの中心部には、軸線方向に伸びる中心孔を形成してあることを前提とする。しかも中心孔の端部には、メネジを形成してあるものとする。このメネジは、ボルトを吊り上げる際などに使用する。なおボルトを車室などの部品に差し込んだ際、その端部は、部品から突出して外部に露出する場合もあれば、部品の内部に埋め込まれ、外部に露出しない場合もある。

10

【 0 0 1 4 】

ボルト冷却用治具は、接続筒と頭部と給気口の三要素を中心に構成される。そのうち接続筒は、文字通りの円筒状の部位であり、ボルトの中心孔に差し込まれる。そして接続筒の外周面にはオネジを形成してあり、これが中心孔の端部に形成されたメネジに螺合することで、ボルト冷却用治具が取り付けられた状態になる。また頭部は、接続筒の一端面を塞ぐ部位であり、通常は接続筒よりも一回り大きく、中心孔に入り込むことはない。なお頭部については、接続筒のオネジと中心孔のメネジを螺合させる際の駆動源になるため、工具で挟み込むことのできる平面を形成しておく。

20

【 0 0 1 5 】

給気口は、外部から供給される空気を取り入れるための部位であり、頭部を基準として接続筒の反対側に配置される。この給気口は、工場内などに敷設された空気配管に連結できるならば、その具体的な形態は自在だが、通常は、空気配管の端部に組み込まれたカプラーと連結可能な構成にする。したがって接続筒をボルトの中心孔に取り付けた際は、中心孔が頭部で覆い隠されるほか、頭部から給気口が突出した状態になる。そして給気口から取り入れられた空気は、頭部の中を経て接続筒の内部に流れていき、ボルトの冷却を担うことになる。

【 0 0 1 6 】

排気口は、接続筒の側周面に形成した切り抜きであり、中心孔に滞留した空気を外部に放出するための機能を果たす。仮に中心孔の両端が外部に露出しているならば、その一端側に供給された空気は、中心孔を通り抜けて他端側から外部に放出されることになる。ただし中心孔の一端だけが外部に露出している場合、そこにボルト冷却用治具を取り付けるため、内部の空気を外部に放出することが難しい。そこで接続筒に排気口を形成し、そこから空気を放出することで、中心孔の内部で空気の流れが発生するため、ボルトの冷却が可能になる。

30

【 0 0 1 7 】

排気口は、前記のように接続筒の側周面に形成してある。そのため、接続筒と中心孔との螺合長さを増大させて排気口を塞いだ場合、排気口の機能を一時的に無効化することができる。ただし螺合長さを抑制して排気口を外部に露出させた場合、そこから空気の放出が可能になる。したがって中心孔の内部で速度が低下した空気は、新たに供給された空気

40

【 0 0 1 8 】

このように、ボルト冷却用治具を接続筒と頭部と給気口の三要素で構成し、頭部を挟み込むように接続筒と給気口を配置した上、接続筒のオネジをボルトの中心孔のメネジに螺合させることで、ボルト冷却用治具を安定した状態で取り付けることができる。そのため接続筒から中心孔に空気を供給する際、その反力でボルト冷却用治具がボルトから飛び出してしまふことを防ぎ、ボルトを確実に冷却することができる。しかも接続筒は、中心孔の全長と比較してはるかに短いほか、中心孔の端部に配置されるため、ボルトの全域を均等に冷却することができる。

50

【 0 0 1 9 】

請求項 2 記載の発明は、中心孔の一端だけが外部に露出している場合を想定したものであり、接続筒の内周面に差し込み可能な延長管を用い、給気口に供給された空気を延長管から中心孔に流し、その空気が接続筒付近に到達することでボルトを冷却することができ、且つ排気口は、接続筒の先端面から伸びる切り込み状であることを特徴とする。ここでの延長管は、単純な棒状であり、その一端側が接続筒の内周面に差し込まれて一体化するほか、給気口から取り入れられた空気は、延長管の内部を通り抜けた後、中心孔に流れていく。そのほか延長管は、必要に応じて接続筒から着脱可能とする。そのため通常、接続筒の内周面にはメネジを形成するほか、延長管の一端側の外周面にはオネジを形成し、このメネジとオネジを螺合させることで、延長管が接続筒に取り付けられる。

10

【 0 0 2 0 】

ボルトの中心孔において、その一端だけが外部に露出しており、他端は外部に露出していない場合、ボルト冷却用治具は、外部に露出している側の端部に取り付けることになるが、仮に延長管を使用しないならば、内部の圧力の増大によって空気の流れが妨げられ、中心孔の奥まで到達することなく排気口から放出され、冷却が均等に進まない恐れがある。そこで延長管を使用することで、接続筒から離れた中心孔の奥にも確実に空気を供給することができる。しかも延長管から流れ出た空気は、中心孔と延長管との隙間を経て排気口に到達するため、その間でボルトの全域を冷却することになる。そのほか延長管は、接続筒の内周面に接触するため、排気口の入り口側を塞ぐことになる。その対策として排気口は、接続筒の先端面から伸びる切り込み状としてあり、延長管が差し込まれた後も、空気の流路が確保される。

20

【 0 0 2 1 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載したボルト冷却用治具を使用して中心孔に空気を流すことを特徴とするボルトの冷却方法である。このように、ボルト冷却用治具を使用してボルトを冷却することで、ボルトの全域を確実に冷却することができる。なお、この冷却方法を実施する際、ボルト冷却用治具の選択については、ボルトが差し込まれる箇所の周辺構造により、都度、判断することになる。

【発明の効果】

【 0 0 2 2 】

請求項 1 記載の発明のように、ボルト冷却用治具を接続筒と頭部と給気口の三要素で構成し、頭部を挟み込むように接続筒と給気口を配置した上、接続筒のオネジをボルトの中心孔のメネジに螺合させることで、ボルト冷却用治具を安定した状態で取り付けることができる。そのため接続筒から中心孔に空気を供給する際、その反力でボルト冷却用治具が飛び出してしまうことを防ぎ、ボルトを確実に冷却することができる。しかも接続筒は、中心孔の全長と比較してはるかに短いほか、中心孔の端部に配置されるため、ボルトの全域を均等に冷却することができる。

30

【 0 0 2 3 】

請求項 2 記載の発明のように、接続筒の内周面に差し込み可能な延長管を用いることで、ボルトの中心孔の両端のうち、一端だけが外部に露出している場合においても、延長管から空気を流すことで、接続筒から離れた中心孔の奥にも確実に空気を供給することができる。しかも延長管から流れ出た空気は、中心孔と延長管との隙間を経て排気口に到達するため、その間でボルトの全域を冷却することになる。

40

【 0 0 2 4 】

請求項 3 記載の発明のように、請求項 1 または請求項 2 に記載したボルト冷却用治具を使用したボルトの冷却方法により、ボルトの全域を確実に冷却することができる。その結果、早期にボルトの冷却が終了し、その伸び量の測定までの時間が短縮され、発電設備などの施工や検査や修理を円滑に進めることができる。なおボルト冷却用治具の延長管は、着脱自在である。そのため一個のボルト冷却用治具は、中心孔の両端が外部に露出している場合と、一端だけが外部に露出している場合の両方に対応可能であり、ボルトの周辺構造に応じて最適な冷却方法を選択でき、汎用性が向上する。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明によるボルト冷却用治具の形状例と使用例を示す斜視図であり、図の右側には、ボルト冷却用治具の拡大図と断面図を描いてある。

【図 2】図 1 の各車室を分離させた状態を示す斜視図であり、これらはボルトで組み上げていく。

【図 3】図 2 の各車室を所定の場所に配置し、さらにボルトの差し込みを終えた段階を示す斜視図であり、この後、ナットを仮締めした状態でボルトを加熱することになる。

【図 4】図 3 の後の段階を示す斜視図であり、ボルト冷却用治具を使用してボルトを強制的に冷却している。

【図 5】ボルトを冷却している状態を示す断面図であり、図の左側は、蒸気タービンのローターを取り囲む内部車室を描いてあり、図の右側は、内部車室を取り囲む外部車室を描いてある。

【図 6】本発明に関する従来技術を示す斜視図であり、中心孔が形成されたボルトにナットを締め付けていく過程を順に描いてある。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

図 1 は、本発明によるボルト冷却用治具 1 1 の形状例と使用例を示しており、図の右側には、ボルト冷却用治具 1 1 の拡大図と断面図を描いてある。この図では、発電用の蒸気タービンのローター（図示は省略）を取り囲む複数の車室を組み上げるため、ボルト 4 1 を使用することを想定しており、ボルト 4 1 を加熱した状態でナット 4 3 の締め付けを行い、次にボルト冷却用治具 1 1 を取り付け、ボルト 4 1 の内部に空気を流して冷却を促進させる。そしてこの図の車室は、上半内部車室 3 1 と上半外部車室 3 3 と下半内部車室 3 5 と下半外部車室 3 8 の四要素で構成されており、そのうち図の左側の上半内部車室 3 1 と下半内部車室 3 5 は、蒸気タービンのローターを取り囲んでおり、また図の右側の上半外部車室 3 3 と下半外部車室 3 8 は、その外側を取り囲んでおり、このような二重構造で内部の圧力を受け止めている。なおこの図の各車室は、あくまでも模式的に描いたものであり、実物とは形状が異なる。

【 0 0 2 7 】

上半内部車室 3 1 は半円状であり、これを下半内部車室 3 5 の上面に載せた後、ボルト 4 1 を用いて双方を密着させる。このボルト 4 1 は、汎用のスタッドボルトと同様、丸棒状の軸部だけで構成されており、その両端部の外周面にはオネジ 4 7 を形成してある。またボルト 4 1 を差し込むため、下半内部車室 3 5 には、その上面から伸びる締結穴 3 6 を設けてあり、その内周面にはメネジ 3 7 を形成してある。なおこの締結穴 3 6 は、途中で行き止まりとなっており、その先端が外部に露出することはない。そして、締結穴 3 6 のメネジ 3 7 とボルト 4 1 のオネジ 4 7 を螺合させることで、ボルト 4 1 は下半内部車室 3 5 と一体化するが、その際、ボルト 4 1 の上部は、下半内部車室 3 5 の上面から突出しており、そこに上半内部車室 3 1 を載せると、ボルト 4 1 は上半内部車室 3 1 の上面から突出し、そこにナット 4 3 を螺合させることになる。

【 0 0 2 8 】

上半外部車室 3 3 は、上半内部車室 3 1 よりも一回り大きい半円状であり、上半内部車室 3 1 を据え付けた後、下半外部車室 3 8 の上面に載せ、次にボルト 4 1 を介して上半外部車室 3 3 と下半外部車室 3 8 を密着させる。下半外部車室 3 8 の外縁部分はフランジ状に突出しているため、ボルト 4 1 は、上半外部車室 3 3 と下半外部車室 3 8 を貫くように差し込み、その後、ボルト 4 1 の両端部にナット 4 3 を螺合させ、上半外部車室 3 3 と下半外部車室 3 8 を密着させる。

【 0 0 2 9 】

ボルト 4 1 の内部には、両端を貫く中心孔 4 5 を設けてあり、しかも中心孔 4 5 の端部にはメネジ 4 8 を形成してある。中心孔 4 5 は、ボルト 4 1 の加熱や冷却に使用され、またメネジ 4 8 は、ボルト 4 1 の吊り上げなどに使用される。そしてボルト 4 1 に螺合させ

10

20

30

40

50

たナット４３を締め付ける際は、あらかじめボルト４１の全域を加熱して全長を増大させておく。その結果、ボルト４１が冷却された際は、その内部に引張荷重が作用した状態になり、上下に重なる上半内部車室３１と下半内部車室３５などを強固に密着させることができ、運用時の高温状態においても、この密着を維持して安全性を確保する。

【００３０】

ボルト冷却用治具１１は、ボルト４１とナット４３の締め付けを終えた後、ボルト４１を素早く冷却するために使用され、接続筒１５と頭部１３と給気口１４の三要素が一体化した構成であり、六角形の頭部１３の上方には給気口１４が突出しており、下方には接続筒１５が突出している。そして給気口１４は、外部から供給される空気を取り入れるための部位であり、ここではエアホース５２の端部に組み込まれたカプラー５４と連結可能な構成になっており、エアホース５２との連結や切り離しを極めて簡単に行うことができる。

10

【００３１】

接続筒１５は円筒状の部位であり、ボルト４１の中心孔４５に差し込まれる。さらに接続筒１５の外周面にはオネジ１８を形成してあり、これが中心孔４５に形成されたメネジ４８に螺合することで、ボルト冷却用治具１１がボルト４１に取り付けられる。そして給気口１４から取り入れられた空気は、頭部１３の中を通過して接続筒１５の先端面から中心孔４５に到達し、以降、中心孔４５に沿って流れていき、ボルト４１を冷却していく。そのほか、接続筒１５の側周面には排気口１７を形成してあり、中心孔４５に滞留した空気を外部に放出することができる。なおこの図の排気口１７は、接続筒１５の先端面から伸びる切り込み状になっている。

20

【００３２】

接続筒１５を中心孔４５に差し込む際は、オネジ１８とメネジ４８を螺合させるため、ボルト冷却用治具１１を回転させる必要があり、それを考慮して頭部１３は六角形としてあり、その対向する二面を工具で挟み込むことで、この作業を円滑に行うことができる。またボルト冷却用治具１１の持ち運びを考慮し、頭部１３には持ち手１９を組み込んである。持ち手１９は、針金を折り曲げただけの単純な構成であり、その端部を頭部１３の側面に差し込んでおり、持ち手１９は一定の範囲で自在に揺動可能である。この持ち手１９により、複数のボルト冷却用治具１１を一度に持ち運ぶことができ、作業の時間短縮に貢献する。

【００３３】

延長管２１は、接続筒１５の内周面に差し込み、接続筒１５から離れた場所に空気を供給することができる。さらに、延長管２１の一端側の外周面にはオネジ２６を形成してあり、また接続筒１５の内周面にはメネジ１６を形成してあり、双方を螺合させることで、延長管２１を接続筒１５と一体化することができ、当然ながら、その後に延長管２１を取り外すこともできる。そして延長管２１を一体化した場合、給気口１４から取り入れられた空気は、延長管２１の内部に流入し、延長管２１の先端面から中心孔４５に流れていく。なお延長管２１を接続筒１５に差し込んだ後は、延長管２１の外周面によって排気口１７の入り口側が塞がれることになる。ただし排気口１７は、接続筒１５の先端面に到達しているため、延長管２１の差し込み後においても、排気口１７の機能が損なわれることはない。

30

40

【００３４】

上半内部車室３１の据え付けに使用するボルト４１の下部は、下半内部車室３５の締結穴３６に差し込まれるが、この締結穴３６の底部は、外部に露出することのない閉じた空間である。そのためここで使用するボルト４１の中心孔４５は、その上端だけが外部に露出しており、ここに取り付けるボルト冷却用治具１１については、あらかじめ延長管２１を一体化させてあり、締結穴３６の底部付近に空気を供給することができ、その空気は、中心孔４５と延長管２１との隙間を上昇して排気口１７に到達し、外部に放出される。

【００３５】

対して、上半外部車室３３の据え付けに用いるボルト４１の下部は、下半外部車室３８から外部に突出している。そのためここで使用するボルト４１の中心孔４５は、その上下

50

両端が外部に露出しており、ここに取り付けるボルト冷却用治具 1 1 については、延長管 2 1 が不要であり、接続筒 1 5 を通過した空気は、中心孔 4 5 の上端付近から下端に向けて流れていき、そこから外部に放出される。このように本発明では、ボルト 4 1 の周辺構造に応じて、最適な冷却方法を選択可能である。

【 0 0 3 6 】

図 2 は、図 1 の各車室を分離させた状態を示しており、これらはボルト 4 1 で組み上げていく。蒸気タービンのローターを取り囲む上半内部車室 3 1 と下半内部車室 3 5 をボルト 4 1 で密着させるため、上半内部車室 3 1 には、その上下を貫く締結穴 3 2 を設けてある。また下半内部車室 3 5 には、有底の締結穴 3 6 を設けてあり、その内周面にはメネジ 3 7 を形成してある。そしてボルト 4 1 の下部を締結穴 3 6 に差し込み、ボルト 4 1 のオネジ 4 7 が締結穴 3 6 のメネジ 3 7 と螺合することで、ボルト 4 1 は下半内部車室 3 5 と一体化し、その際、ボルト 4 1 の上部は下半内部車室 3 5 から突出する。

10

【 0 0 3 7 】

次に、上半内部車室 3 1 を下半内部車室 3 5 に接近させ、突出しているボルト 4 1 を上半内部車室 3 1 の締結穴 3 2 に差し込み、その後、上半内部車室 3 1 を下半内部車室 3 5 に載せると、ボルト 4 1 の上部が上半内部車室 3 1 から突出するため、そこにナット 4 3 を螺合させ、これを締め付けると、上半内部車室 3 1 と下半内部車室 3 5 が密着する。なおボルト 4 1 の両端面には、六角形の突出部を設けてあり、これを使用してボルト 4 1 を回転させることができる。

【 0 0 3 8 】

20

また、上半外部車室 3 3 と下半外部車室 3 8 をボルト 4 1 で密着させるため、上半外部車室 3 3 には、その上下を貫く締結穴 3 4 を設けてある。下半外部車室 3 8 については、その外縁部分がフランジ状に突出しており、そこに締結穴 3 9 を設けてあり、下半外部車室 3 8 に上半外部車室 3 3 を載せた後、双方の締結穴 3 4、3 9 を同心に揃え、そこにボルト 4 1 を差し込むことになる。そしてボルト 4 1 の両端部にナット 4 3 を螺合させ、これらを締め付けると、上半外部車室 3 3 と下半外部車室 3 8 が密着する。なおボルト 4 1 を差し込む際は、その落下防止のため、あらかじめ上部にナット 4 3 を螺合させておく。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、図 2 の各車室を所定の場所に配置し、さらにボルト 4 1 の差し込みを終えた段階を示しており、この後、ナット 4 3 を仮締めした状態でボルト 4 1 を加熱することになる。上半内部車室 3 1 を据え付けるボルト 4 1 は、その上部が上半内部車室 3 1 から突出しており、その中心孔 4 5 にヒーター 6 1 を差し込み、ボルト 4 1 を加熱している。また上半外部車室 3 3 を据え付けるボルト 4 1 は、その上部に螺合させたナット 4 3 により、上半外部車室 3 3 に支持されているほか、ボルト 4 1 の下部は、下半外部車室 3 8 から突出しているが、こちらもその中心孔 4 5 にヒーター 6 1 を差し込んでいる。

30

【 0 0 4 0 】

ヒーター 6 1 は丸棒状であり、中心孔 4 5 と同等の長さを有しており、ボルト 4 1 の全域を均等に加熱することができ、それによってボルト 4 1 の全長が伸びていく。そして、これ以上の加熱は不要との判断がなされると、ヒーター 6 1 を抜き取り、ボルト 4 1 とナット 4 3 が規定の位置関係に揃うまで締め付けを行う。以降、ボルト 4 1 は徐々に冷却されていくが、ナット 4 3 との螺合により、元のように収縮することはできないため、ボルト 4 1 は加熱前よりも伸びを生じることになり、これによって内部に引張荷重が作用した状態になる。なおこの図において、各ボルト 4 1 の一端側にはナット 4 3 を螺合させていないが、実際にはここにもナット 4 3 を仮締めした状態で加熱を行う。

40

【 0 0 4 1 】

図 4 は、図 3 の後の段階を示しており、ボルト冷却用治具 1 1 を使用してボルト 4 1 を強制的に冷却している。先の図 3 のように、ボルト 4 1 が加熱された状態でナット 4 3 を締め付けることになるが、その後、ボルト 4 1 が冷却された状態でその伸び量を測定し、これが適正な範囲から外れている場合、締め付けをやり直すことになる。そのため冷却に要する時間を短縮することは、発電設備などの施工や検査や修理を円滑に進める上で極め

50

て重要である。そこでナット４３の締め付け後、ボルト冷却用治具１１を取り付け、中心孔４５に空気を供給することで強制的に冷却を行うことになる。

【００４２】

ボルト冷却用治具１１の接続筒１５は、中心孔４５に差し込まれているが、ここでは先の図１で描かれたオネジ１８とメネジ４８が螺合しているため、ボルト冷却用治具１１がボルト４１から飛び出してしまうことはない。また上半内部車室３１側で使用するボルト冷却用治具１１については、延長管２１が一体化しているため、締結穴３６の底部付近に空気を供給することができるほか、接続筒１５の差し込み量を抑制してあるため、排気口１７が外部に露出しており、そこから中心孔４５に滞留した空気が放出される。対して、上半外部車室３３側で使用するボルト冷却用治具１１については、延長管２１を用いてい

10

【００４３】

上半内部車室３１と上半外部車室３３と下半内部車室３５と下半外部車室３８は、いずれも蒸気タービンのローターを取り囲むような構造であり、ボルト４１は各車室の外縁部に沿って狭い間隔で多数が連続的に配置されている。そのためボルト４１の冷却は、複数を同時に行うことが望ましく、ここではマニホールド５１を使用して複数のエアホース５２に空気を供給している。個々のエアホース５２の端部にはカプラー５４が組み込まれており、これをボルト冷却用治具１１の給気口１４に連結する。なおボルト冷却用治具１１の持ち手１９は、自在に揺動可能であり、この図のような状態においては、エアホース５２と接触しないよう、横倒しにしてある。その際、持ち手１９を周辺の物に接触させることで、ボルト冷却用治具１１の回り止めとして機能させることができる。

20

【００４４】

図５は、ボルト４１を冷却している状態を断面で示しており、図の左側は、蒸気タービンのローターを取り囲む内部車室を描いてあり、図の右側は、内部車室を取り囲む外部車室を描いてある。図の左側のように、上半内部車室３１を据え付けているボルト４１は、その下部が外部に露出することなく締結穴３６に差し込まれており、そこから空気を外部に放出することができない。そこでボルト冷却用治具１１に延長管２１を一体化してあり、締結穴３６の底部付近に空気を供給しており、その空気は、中心孔４５と延長管２１との隙間を上昇するため、中心孔４５の全域が冷却されることになり、最後には排気口１７から外部に放出される。なお上半内部車室３１に差し込まれるボルト４１については、その全長が短いならば、延長管２１を使用しないこともある。その場合、接続筒１５からそのまま中心孔４５に空気を供給し、これによって押し出された空気を排気口１７から放出することになる。

30

【００４５】

次に図の右側のように、上半外部車室３３を据え付けているボルト４１は、その下部が下半外部車室３８を貫いて外部に露出しており、そこから空気を外部に放出することができる。そのため延長管２１は不要であり、接続筒１５から中心孔４５に空気を供給しており、その空気は、中心孔４５の上端付近から下端に向けて流れていき、中心孔４５の全域が冷却されることになる。そしてボルト４１の冷却が終了した際は、カプラー５４を切り離し、さらにボルト冷却用治具１１を取り外した後、ボルト４１の伸び量を測定し、締め付けが適正であるか否かを判断する。なお当然ではあるが、本発明は、蒸気タービンのローターを取り囲む車室での使用に限定されるものではない。

40

【符号の説明】

【００４６】

- １１ ボルト冷却用治具
- １３ 頭部
- １４ 給気口
- １５ 接続筒
- １６ メネジ

50

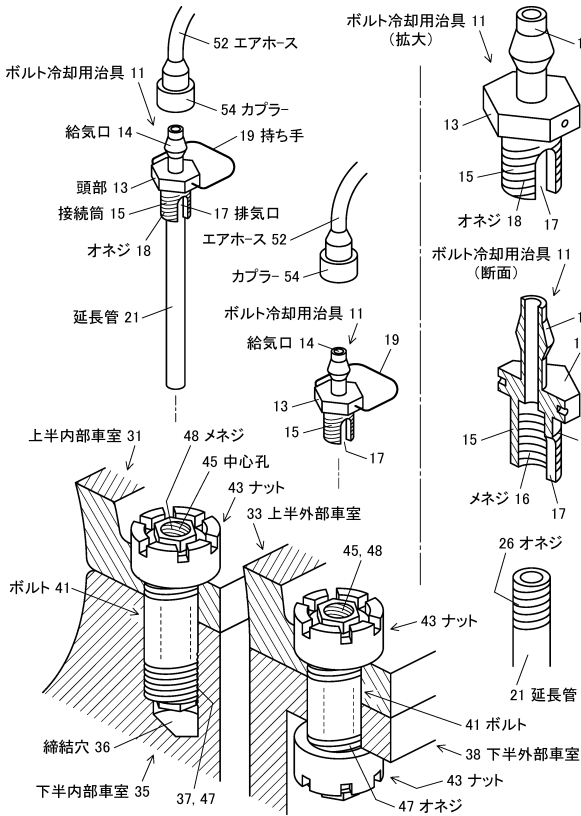
- 1 7 排気口
- 1 8 オネジ
- 1 9 持ち手
- 2 1 延長管
- 2 6 オネジ
- 3 1 上半内部車室
- 3 2 締結穴
- 3 3 上半外部車室
- 3 4 締結穴
- 3 5 下半内部車室
- 3 6 締結穴
- 3 7 メネジ
- 3 8 下半外部車室
- 3 9 締結穴
- 4 1 ボルト
- 4 3 ナット
- 4 5 中心孔
- 4 7 オネジ
- 4 8 メネジ
- 5 1 マニホールド
- 5 2 エアホース
- 5 4 カプラー
- 6 1 ヒーター

10

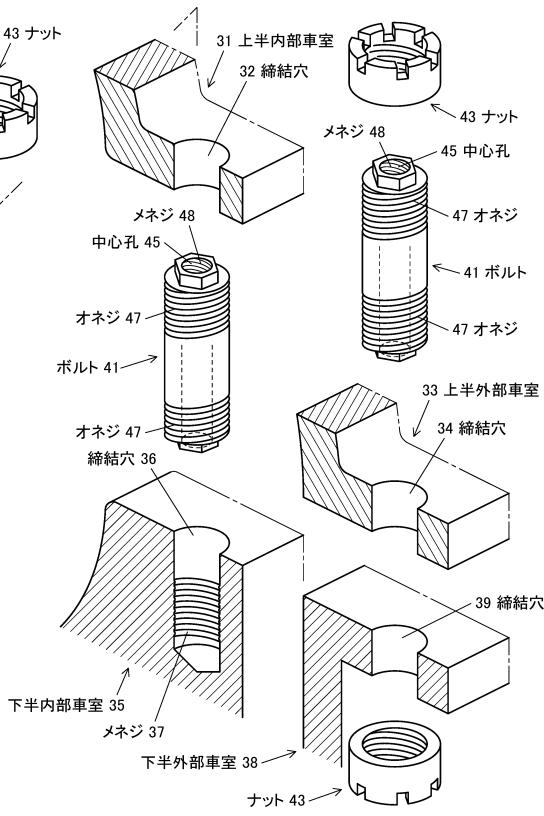
20

【図面】

【図 1】



【図 2】

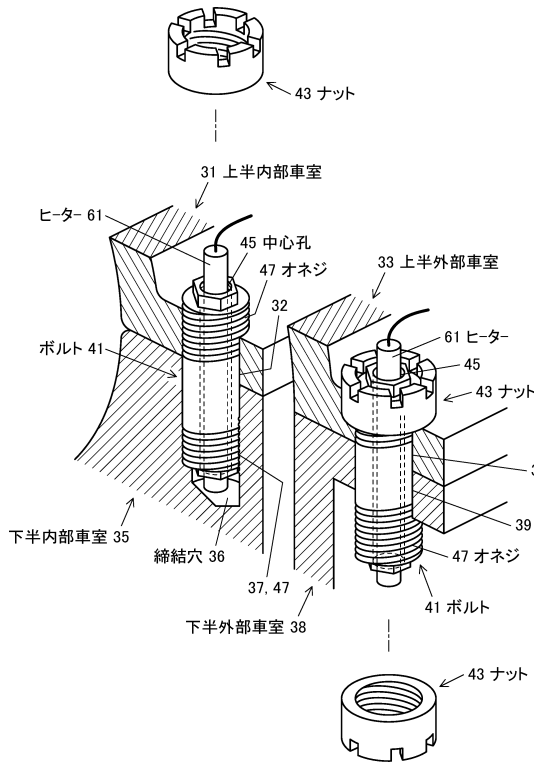


30

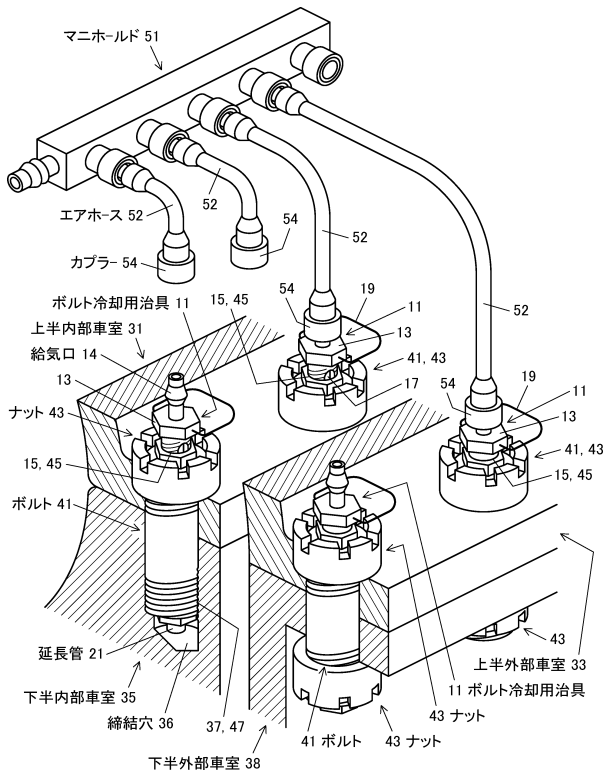
40

50

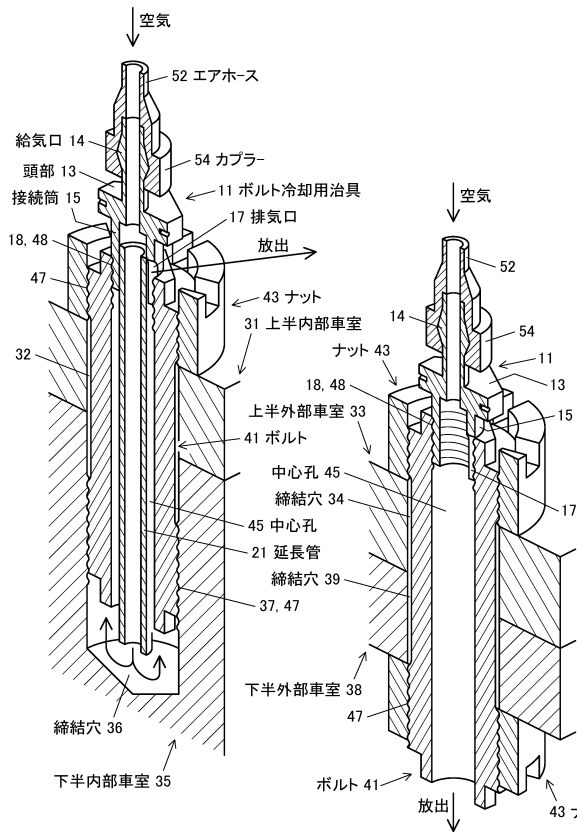
【図 3】



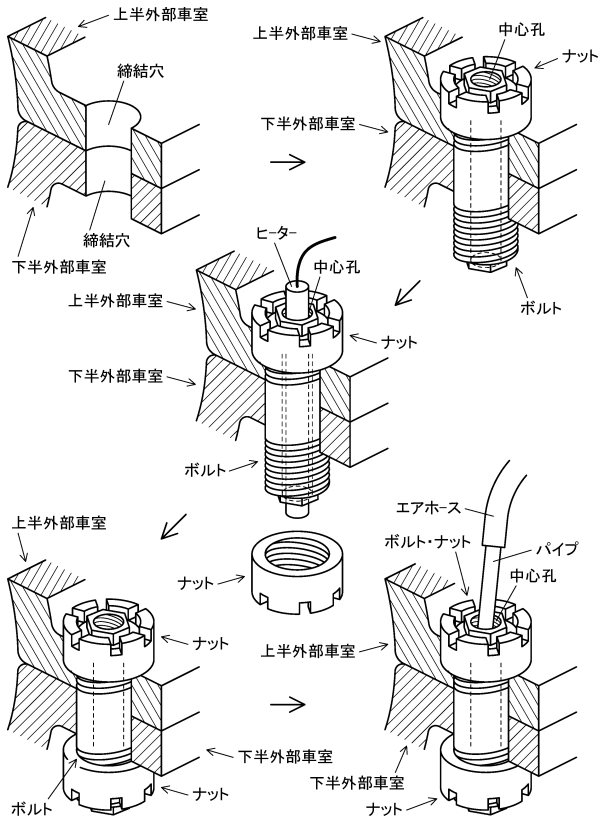
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 山田 勲
富山県富山市草島字鶴田 1 番 1 北陸プラントサービス株式会社内
- (72)発明者 越後 崇生
富山県富山市草島字鶴田 1 番 1 北陸プラントサービス株式会社内
- (72)発明者 北野 貴裕
富山県富山市草島字鶴田 1 番 1 北陸プラントサービス株式会社内
- 審査官 佐々木 淳
- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 0 1 8 2 1 (J P , A)
実公昭 4 8 - 0 0 0 2 6 9 (J P , Y 1)
特開平 1 1 - 1 6 6 5 2 0 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 8 0 1 4 0 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 0 1 D 2 5 / 1 2
F 0 1 D 2 5 / 2 4
F 1 6 B 3 5 / 0 0