

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7613558号
(P7613558)

(45)発行日 令和7年1月15日(2025.1.15)

(24)登録日 令和7年1月6日(2025.1.6)

(51)国際特許分類 F I
 F 2 3 R 3/36 (2006.01) F 2 3 R 3/36
 F 2 3 R 3/10 (2006.01) F 2 3 R 3/10
 F 2 3 R 3/00 (2006.01) F 2 3 R 3/00 D

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2023-508891(P2023-508891)	(73)特許権者	000000099 株式会社 I H I 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号
(86)(22)出願日	令和4年3月3日(2022.3.3)	(74)代理人	110000936 弁理士法人青海国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/009178	(72)発明者	伊藤 慎太郎 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式 会社 I H I 内
(87)国際公開番号	WO2022/202196	(72)発明者	内田 正宏 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式 会社 I H I 内
(87)国際公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)	審査官	家喜 健太
審査請求日	令和5年9月8日(2023.9.8)		
(31)優先権主張番号	特願2021-54176(P2021-54176)		
(32)優先日	令和3年3月26日(2021.3.26)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(出願人による申告) 2019年度、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発 / 次世代火力発電技術推進事業委託研究、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃焼装置およびガスタービンシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

端部に開口が設けられ、内部に燃焼室が形成されるライナと、
 前記ライナの前記開口と連通する空気流路と、
 前記ライナの前記開口に挿通されるアンモニア供給管と、
 前記アンモニア供給管と前記空気流路との間に配置される起動用燃料供給管と、
 を備え、

前記アンモニア供給管は、前記起動用燃料供給管に挿通されている、
 燃焼装置。

【請求項 2】

前記起動用燃料供給管と前記空気流路との間に配置される遮熱管を備える、
 請求項 1 に記載の燃焼装置。

【請求項 3】

前記アンモニア供給管は、内管および外管を含む二重筒構造を有し、
 前記空気流路は、前記内管に対して径方向内側に配置される第 1 空気流路と、前記外管
 に対して径方向外側に配置される第 2 空気流路とを含み、

前記起動用燃料供給管は、前記内管と前記第 1 空気流路との間に配置される第 1 起動用
 燃料供給管と、前記外管と前記第 2 空気流路との間に配置される第 2 起動用燃料供給管と
 を含む、

請求項 1 または 2 に記載の燃焼装置。

【請求項 4】

前記第 1 起動用燃料供給管と前記第 1 空気流路との間に配置される第 1 遮熱管と、
前記第 2 起動用燃料供給管と前記第 2 空気流路との間に配置される第 2 遮熱管と、
を備える、
請求項 3 に記載の燃焼装置。

【請求項 5】

前記起動用燃料供給管は、前記アンモニア供給管の外周面を覆う管を含む、
請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の燃焼装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の燃焼装置を備える、
ガスタービンシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、燃焼装置およびガスタービンシステムに関する。本出願は 2021 年 3 月 26 日に提出された日本特許出願第 2021 - 054176 号に基づく優先権の利益を主張するものであり、その内容は本出願に援用される。

【背景技術】

【0002】

燃焼器で燃料を燃焼させることによって動力を得るガスタービンシステムが利用されている。ガスタービンシステムとして、例えば、特許文献 1 に開示されているように、アンモニアを燃料として用いるものがある。アンモニアを燃料として用いることによって、二酸化炭素の排出が抑制される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016 - 191507 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ガスタービンシステムとして、アンモニアを気化器によって気化した後に燃焼器の燃焼室に供給するものがある。気化器が用いられることは、ガスタービンシステムにおける設備コストおよび起動時間の増大の要因となる。気化器を用いずに、液体のアンモニアを燃焼室に供給することが考えられる。この場合、液体のアンモニアは、アンモニア供給管を通して燃焼室に送られる。燃焼室に供給される高温の空気によってアンモニア供給管が加熱され、アンモニアの気化が生じるおそれがある。アンモニア供給管内においてアンモニアが気化すると、アンモニアの噴射量が不安定になってしまう。

30

【0005】

本開示の目的は、燃料として用いられる液体のアンモニアの気化を抑制することが可能な燃焼装置およびガスタービンシステムを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本開示の燃焼装置は、端部に開口が設けられ、内部に燃焼室が形成されるライナと、ライナの開口と連通する空気流路と、ライナの開口に挿通されるアンモニア供給管と、アンモニア供給管と空気流路との間に配置される起動用燃料供給管と、を備え、アンモニア供給管は、起動用燃料供給管に挿通されている。

【0007】

起動用燃料供給管と空気流路との間に配置される遮熱管を備えてもよい。

【0008】

アンモニア供給管は、内管および外管を含む二重筒構造を有し、空気流路は、内管に対

50

して径方向内側に配置される第1空気流路と、外管に対して径方向外側に配置される第2空気流路とを含み、起動用燃料供給管は、内管と第1空気流路との間に配置される第1起動用燃料供給管と、外管と第2空気流路との間に配置される第2起動用燃料供給管とを含んでもよい。

【0009】

第1起動用燃料供給管と第1空気流路との間に配置される第1遮熱管と、第2起動用燃料供給管と第2空気流路との間に配置される第2遮熱管と、を備えてもよい。起動用燃料供給管は、アンモニア供給管の外周面を覆う管を含んでもよい。

【0010】

上記課題を解決するために、本開示のガスタービンシステムは、上記の燃焼装置を備える。

10

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、燃料として用いられる液体のアンモニアの気化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本開示の実施形態に係るガスタービンシステムの構成を示す模式図である。

【図2】図2は、第1の変形例に係るバーナを示す拡大断面図である。

20

【図3】図3は、第2の変形例に係るバーナを示す拡大断面図である。

【図4】図4は、第3の変形例に係るバーナを示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の実施形態について説明する。実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本開示を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、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し、また本開示に直接関係のない要素は図示を省略する。

【0014】

30

図1は、本実施形態に係るガスタービンシステム1の構成を示す模式図である。図1に示すように、ガスタービンシステム1は、過給機11と、発電機12と、燃焼器13と、バーナ14と、アンモニアタンク15と、第1流量制御弁16と、起動用燃料タンク17と、第2流量制御弁18とを備える。

【0015】

ガスタービンシステム1のうち、燃焼器13と、バーナ14と、アンモニアタンク15と、第1流量制御弁16と、起動用燃料タンク17と、第2流量制御弁18とが、燃焼装置10に含まれる。

【0016】

過給機11は、圧縮機11aとタービン11bとを有する。圧縮機11aおよびタービン11bは、一体として回転する。圧縮機11aとタービン11bとは、シャフトによって連結されている。

40

【0017】

圧縮機11aは、燃焼器13と接続される吸気流路21に設けられている。吸気流路21には、燃焼器13に供給される空気が流通する。吸気流路21の上流側の端部には、空気が外部から取り込まれる不図示の吸気口が設けられる。吸気口から取り込まれた空気は、圧縮機11aを通過して、燃焼器13に送られる。圧縮機11aは、空気を圧縮して下流側に吐出する。

【0018】

タービン11bは、燃焼器13と接続される排気流路22に設けられている。排気流路

50

22には、燃焼器13から排出された排気ガスが流通する。排気流路22の下流側の端部には、排気ガスが外部に排出される不図示の排気口が設けられる。燃焼器13から排出された排気ガスは、タービン11bを通過して、排気口に送られる。タービン11bは、排気ガスによって回されることによって、回転動力を生成する。

【0019】

発電機12は、過給機11と接続される。発電機12は、過給機11によって生成された回転動力を用いて発電する。

【0020】

燃焼器13は、ケーシング13aと、ライナ13bと、燃焼室13cとを有する。ケーシング13aは、略円筒形状を有する。ケーシング13aの内部に、ライナ13bが設けられる。ライナ13bは、略円筒形状を有する。ライナ13bは、ケーシング13aと同軸上に配置される。ライナ13bの内部には、燃焼室13cが形成されている。つまり、ライナ13bの内部空間が燃焼室13cに相当する。燃焼室13cは、略円柱形状の空間である。燃焼室13cには、排気流路22が接続されている。

10

【0021】

後述するように、燃焼室13cに、燃料および空気が供給される。燃焼室13c内では、主にアンモニアが燃料として用いられ、燃焼が行われる。なお、後述するように、燃焼室13cに供給される燃料として、アンモニアの他に、起動用燃料（例えば、天然ガスまたは水素等）も用いられる。起動用燃料は、ガスタービンシステム1の起動のために用いられる燃料である。燃焼室13c内での燃焼により生じた排気ガスは、排気流路22に排出される。

20

【0022】

ライナ13bは、本体部13dを有する。本体部13dは、円筒形状を有する。本体部13dの内部に、燃焼室13cが形成されている。本体部13dの端部には、連通部13eが設けられている。連通部13eは、ライナ13bの外部（具体的には、後述する空気流路23）と燃焼室13cとを連通する。連通部13eは、円筒形状を有し、本体部13dと同軸上に配置されている。連通部13eの外径は、本体部13dの外径よりも小さい。連通部13eの内径は、本体部13dの内径よりも小さい。なお、連通部13eの内径は、本体部13d側に進むにつれて小さくなっていてもよい。連通部13e内には、空気の旋回流を形成するための旋回翼等の各種部材が設けられていてもよい。連通部13eのうち本体部13d側と逆側の端部には、開口13fが設けられている。このように、開口13fは、ライナ13bの端部に設けられている。

30

【0023】

ケーシング13aの内面とライナ13bの外表面との間には、空気流路23が形成されている。空気流路23には、吸気流路21が接続されている。空気流路23には、吸気流路21を介して圧縮機11aから空気が送られる。空気流路23は、ライナ13bの開口13fと連通している。ライナ13bの開口13fには、バーナ14が挿通されている。矢印F1により示すように、空気流路23に送られた空気は、空気流路23を通過した後、ライナ13bの開口13fを通過して燃焼室13cに噴射される。具体的には、空気流路23に送られた空気は、連通部13eの内周面とバーナ14の外周面（具体的には、後述する起動用燃料供給管32の外周面）との間を通過して燃焼室13cに噴射される。

40

【0024】

バーナ14は、アンモニア供給管31と、起動用燃料供給管32とを有する。アンモニア供給管31は、燃焼室13cにアンモニアを供給するための管である。アンモニア供給管31によって区画される空間をアンモニアが流通する。起動用燃料供給管32は、燃焼室13cに起動用燃料を供給するための管である。起動用燃料供給管32によって区画される空間を起動用燃料が流通する。

【0025】

アンモニア供給管31および起動用燃料供給管32は、円筒形状を有する。起動用燃料供給管32は、アンモニア供給管31と同軸上に、アンモニア供給管31に対して径方向

50

外側に配置される。起動用燃料供給管 3 2 は、アンモニア供給管 3 1 の外周面を覆う。つまり、アンモニア供給管 3 1 が起動用燃料供給管 3 2 に挿通され、起動用燃料供給管 3 2 がアンモニア供給管 3 1 の外周面に対向する。ただし、起動用燃料供給管 3 2 の中心軸とアンモニア供給管 3 1 の中心軸とは、一致していなくてもよい。起動用燃料供給管 3 2 は、アンモニア供給管 3 1 と空気流路 2 3 との間に配置される。

【 0 0 2 6 】

アンモニア供給管 3 1 および起動用燃料供給管 3 2 は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f に挿通されている。アンモニア供給管 3 1 および起動用燃料供給管 3 2 の先端は、例えば、軸方向において、ライナ 1 3 b の本体部 1 3 d と連通部 1 3 e との段差部の近傍に位置する。アンモニア供給管 3 1 および起動用燃料供給管 3 2 は、ケーシング 1 3 a を貫通して、ケーシング 1 3 a の外部まで延在する。

10

【 0 0 2 7 】

以下、バーナ 1 4 の径方向、バーナ 1 4 の軸方向、および、バーナ 1 4 の周方向を、単に径方向、軸方向および周方向とも呼ぶ。バーナ 1 4 における燃焼室 1 3 c 側（図 1 中の右側）を先端側と呼び、バーナ 1 4 における燃焼室 1 3 c 側に対する逆側（図 1 中の左側）を後端側と呼ぶ。

【 0 0 2 8 】

アンモニア供給管 3 1 のうちケーシング 1 3 a より外側の部分には、アンモニアタンク 1 5 が接続されている。アンモニアタンク 1 5 には、液体のアンモニアが貯蔵されている。アンモニアタンク 1 5 とアンモニア供給管 3 1 とを接続する流路には、第 1 流量制御弁 1 6 が設けられている。アンモニアタンク 1 5 に貯蔵されるアンモニアは、アンモニア供給管 3 1 に供給される。第 1 流量制御弁 1 6 は、アンモニアタンク 1 5 からアンモニア供給管 3 1 に供給されるアンモニアの流量を制御（つまり、調整）する。

20

【 0 0 2 9 】

アンモニア供給管 3 1 の先端には、噴射弁 3 3 が設けられている。矢印 F 2 により示すように、アンモニア供給管 3 1 に供給されたアンモニアは、アンモニア供給管 3 1 の内部空間を流れる。アンモニア供給管 3 1 内を通過したアンモニアは、噴射弁 3 3 から燃焼室 1 3 c 内に噴射（具体的には、噴霧）される。噴射弁 3 3 は、例えば、圧力噴射弁（つまり、噴射弁の内外の圧力差を利用して液体を微粒化するもの）または気流噴射弁（つまり、噴射対象の液体の膜を生成し、その膜と空気との剪断力を利用して液体を微粒化するもの）である。

30

【 0 0 3 0 】

起動用燃料供給管 3 2 のうちケーシング 1 3 a より外側の部分には、起動用燃料タンク 1 7 が接続されている。起動用燃料タンク 1 7 には、天然ガスまたは水素等の起動用燃料が貯蔵されている。起動用燃料タンク 1 7 と起動用燃料供給管 3 2 とを接続する流路には、第 2 流量制御弁 1 8 が設けられている。起動用燃料タンク 1 7 に貯蔵される起動用燃料は、起動用燃料供給管 3 2 に供給される。第 2 流量制御弁 1 8 は、起動用燃料タンク 1 7 から起動用燃料供給管 3 2 に供給される起動用燃料の流量を制御（つまり、調整）する。

【 0 0 3 1 】

矢印 F 3 により示すように、起動用燃料供給管 3 2 に供給された起動用燃料は、起動用燃料供給管 3 2 の内周部と、アンモニア供給管 3 1 の外周部との間の空間内を流れる。当該空間内を通過した起動用燃料は、起動用燃料供給管 3 2 の先端と、アンモニア供給管 3 1 の先端との間の円環形状の開口から燃焼室 1 3 c 内に噴射される。上記のように、起動用燃料供給管 3 2 は、アンモニア供給管 3 1 に対して径方向に離隔している。つまり、起動用燃料供給管 3 2 の内径は、アンモニア供給管 3 1 の外径よりも大きい。

40

【 0 0 3 2 】

アンモニアは、他の燃料と比べると燃焼しにくい性質（つまり、難燃性）を有する。ゆえに、ガスタービンシステム 1 の起動時（つまり、燃焼装置 1 0 の起動時）には、燃焼室 1 3 c 内において、起動用燃料を用いて点火が行われる。具体的には、起動用燃料供給管 3 2 から燃焼室 1 3 c へ起動用燃料が供給されている状態で、図示しない点火装置によっ

50

て点火が行われる。つまり、起動用燃料は、点火用の燃料として用いられる。

【 0 0 3 3 】

その後、燃焼室 1 3 c への起動用燃料の供給量が徐々に増加し、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給を開始したとしても燃焼室 1 3 c における燃焼性が所定の水準以上に維持される状態となる。この状態で、アンモニア供給管 3 1 から燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給が開始される。このように、起動用燃料は、助燃用の燃料（つまり、燃焼を補助するための燃料）としても用いられる。なお、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給の開始後において、燃焼室 1 3 c への起動用燃料の供給は、継続してもよく、停止してもよい。

【 0 0 3 4 】

仮に、本実施形態と異なり、アンモニア供給管 3 1 と空気流路 2 3 との間に起動用燃料供給管 3 2 が配置されていない場合、アンモニア供給管 3 1 は、空気流路 2 3 を通過する高温（例えば、350 程度）の空気に晒される。ゆえに、アンモニア供給管 3 1 が空気流路 2 3 を通過する空気によって直接的に加熱され、アンモニア供給管 3 1 内のアンモニアの気化が生じるおそれがある。アンモニア供給管 3 1 内においてアンモニアが気化すると、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの噴射量が不安定になってしまう。さらに、アンモニア供給管 3 1 内で気化したアンモニアは、噴射弁 3 3 での圧力低下に伴い再度液化する。ゆえに、アンモニア供給管 3 1 内および噴射弁 3 3 内において、アンモニアの気化および液化が繰り返される。このような現象も、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの噴射量が不安定になってしまう要因となる。

【 0 0 3 5 】

上述したように、起動用燃料を用いた点火が行われた後に、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給が開始される。ゆえに、アンモニア供給管 3 1 の外周面が起動用燃料供給管 3 2 によって覆われていない場合、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給が開始されるまでの期間において、アンモニア供給管 3 1 は、空気流路 2 3 を通過する空気によって直接的に加熱され続ける。よって、特に、燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給が開始される時点において、アンモニア供給管 3 1 内でのアンモニアの気化が生じやすくなる。

【 0 0 3 6 】

上記で説明したように、本実施形態に係るガスタービンシステム 1 の燃焼装置 1 0 では、起動用燃料供給管 3 2 は、アンモニア供給管 3 1 の周面（具体的には、外周面）を覆い、アンモニア供給管 3 1 と空気流路 2 3 との間に配置される。つまり、径方向において、アンモニアの流路と空気流路 2 3 との間に、起動用燃料の流路が介在する。それにより、空気流路 2 3 を通過する空気によってアンモニア供給管 3 1 が直接的に加熱されることを抑制できる。また、アンモニア供給管 3 1 は、起動用燃料供給管 3 2 とアンモニア供給管 3 1 との間を通過する起動用燃料によって冷却される。

【 0 0 3 7 】

燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給が開始されるまでの期間において、起動用燃料供給管 3 2 とアンモニア供給管 3 1 との間を通過する起動用燃料によって、アンモニア供給管 3 1 が冷却されるとともに、空気流路 2 3 からアンモニア供給管 3 1 への熱移動が抑制される。燃焼室 1 3 c へのアンモニアの供給が開始した後においては、燃焼室 1 3 c への起動用燃料の供給が停止する、または、燃焼室 1 3 c への起動用燃料の供給量が減少するものの、アンモニア供給管 3 1 内を通過するアンモニア自身の熱容量によって、アンモニアの気化が抑制される。

【 0 0 3 8 】

上記のように、本実施形態に係るガスタービンシステム 1 の燃焼装置 1 0 によれば、燃料として用いられる液体のアンモニアの気化を抑制することができる。

【 0 0 3 9 】

以下、図 2 ~ 図 4 を参照して、各変形例に係るガスタービンシステムについて説明する。なお、以下で説明する各変形例に係るガスタービンシステムでは、パーナ以外の構成については、上述したガスタービンシステム 1 と同様なので、説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

図2は、第1の変形例に係るバーナ14Aを示す拡大断面図である。図2に示すように、第1の変形例に係るガスタービンシステム1Aの燃焼装置10Aは、バーナ14Aを備える。

【0041】

バーナ14Aでは、上述したバーナ14と比較して、遮熱管41がさらに設けられる点異なる。バーナ14Aは、アンモニア供給管31と、起動用燃料供給管32と、遮熱管41とを有する。

【0042】

遮熱管41は、円筒形状を有する。遮熱管41は、起動用燃料供給管32と同軸上に、起動用燃料供給管32に対して径方向外側に配置される。遮熱管41は、起動用燃料供給管32の外周面を覆う。つまり、起動用燃料供給管32が遮熱管41に挿通され、遮熱管41が起動用燃料供給管32の外周面に対向する。遮熱管41は、起動用燃料供給管32に対して径方向に離隔している。つまり、遮熱管41の内径は、起動用燃料供給管32の外径よりも大きい。ただし、遮熱管41の中心軸と起動用燃料供給管32の中心軸とは、一致していなくてもよい。遮熱管41は、起動用燃料供給管32と空気流路23との間に配置される。

10

【0043】

遮熱管41の後端は、ケーシング13aの内面に取り付けられている。ただし、遮熱管41は、起動用燃料供給管32に取り付けられていてもよい。遮熱管41は、ライナ13bの開口13fに挿通されている。遮熱管41の先端は、例えば、軸方向において、起動用燃料供給管32の先端よりも後方(図2中の左側)に位置する。このように、遮熱管41が燃焼室13c内まで延在していないので、燃焼室13cから遮熱管41へ熱が伝わりにくくなる。ただし、遮熱管41は、ライナ13bの開口13fに挿通されていなくてもよい。この場合、遮熱管41の先端は、ライナ13bの開口13fよりも後方に位置する。

20

【0044】

上記で説明したように、第1の変形例に係るガスタービンシステム1Aの燃焼装置10Aでは、遮熱管41は、起動用燃料供給管32の周面(具体的には、外周面)を覆い、起動用燃料供給管32と空気流路23との間に配置される。それにより、空気流路23を通過する空気によって起動用燃料供給管32が直接的に加熱されることを抑制できる。ゆえに、空気流路23からアンモニア供給管31への熱移動がより効果的に抑制される。よって、燃料として用いられる液体のアンモニアの気化をより効果的に抑制することができる。

30

【0045】

空気流路23からアンモニア供給管31への熱移動を効果的に抑制する観点では、熱伝導性が低い材料によって遮熱管41を形成することが好ましい。ただし、遮熱管41の材料は、強度および耐熱性等の種々の性質も加味して選択される。

【0046】

図3は、第2の変形例に係るバーナ14Bを示す拡大断面図である。図3に示すように、第2の変形例に係るガスタービンシステム1Bの燃焼装置10Bは、バーナ14Bを備える。

【0047】

バーナ14Bでは、上述したバーナ14と比較して、アンモニア供給管131が二重筒構造を有する点異なる。バーナ14Bは、アンモニア供給管131(具体的には、内管131aおよび外管131b)と、起動用燃料供給管132(具体的には、第1起動用燃料供給管132aおよび第2起動用燃料供給管132b)とを有する。

40

【0048】

アンモニア供給管131は、内管131aおよび外管131bを含む二重筒構造を有する。内管131aおよび外管131bは、円筒形状を有する。外管131bは、内管131aと同軸上に、内管131aに対して径方向外側に配置される。外管131bは、内管131aに対して径方向に離隔している。つまり、外管131bの内径は、内管131aの外径よりも大きい。アンモニア供給管131には、上述したアンモニア供給管31と同

50

様に、アンモニアタンク 15 からアンモニアが供給される。

【0049】

アンモニア供給管 131 の先端には、噴射弁 133 が設けられている。噴射弁 133 は、円環形状を有する。噴射弁 133 は、内管 131a の先端と、外管 131b の先端との間の円環形状の開口に設けられている。矢印 F21 により示すように、アンモニア供給管 131 に供給されたアンモニアは、外管 131b の内周部と、内管 131a の外周部との間の空間内を流れる。当該空間内を通過したアンモニアは、噴射弁 133 から燃焼室 13c 内に噴射（具体的には、噴霧）される。噴射弁 133 は、例えば、上述した噴射弁 33 と同様の弁である。

【0050】

起動用燃料供給管 132 は、第 1 起動用燃料供給管 132a と、第 2 起動用燃料供給管 132b とを含む。第 1 起動用燃料供給管 132a および第 2 起動用燃料供給管 132b には、上述した起動用燃料供給管 32 と同様に、起動用燃料タンク 17 から起動用燃料が供給される。

【0051】

第 1 起動用燃料供給管 132a は、アンモニア供給管 131 と同軸上に、アンモニア供給管 131 の内管 131a に対して径方向内側に配置される。第 1 起動用燃料供給管 132a は、内管 131a の内周面を覆う。つまり、第 1 起動用燃料供給管 132a が内管 131a に挿通され、第 1 起動用燃料供給管 132a が内管 131a の内周面に対向する。ただし、第 1 起動用燃料供給管 132a の中心軸とアンモニア供給管 131 の中心軸とは、一致していなくてもよい。

【0052】

矢印 F31 により示すように、第 1 起動用燃料供給管 132a に供給された起動用燃料は、第 1 起動用燃料供給管 132a の外周部と、内管 131a の内周部との間の空間内を流れる。当該空間内を通過した起動用燃料は、第 1 起動用燃料供給管 132a の先端と、内管 131a の先端との間の円環形状の開口から燃焼室 13c 内に噴射される。上記のように、第 1 起動用燃料供給管 132a は、内管 131a に対して径方向に離隔している。つまり、第 1 起動用燃料供給管 132a の外径は、内管 131a の内径よりも小さい。

【0053】

第 2 起動用燃料供給管 132b は、アンモニア供給管 131 と同軸上に、アンモニア供給管 131 の外管 131b に対して径方向外側に配置される。第 2 起動用燃料供給管 132b は、外管 131b の外周面を覆う。つまり、外管 131b が第 2 起動用燃料供給管 132b に挿通され、第 2 起動用燃料供給管 132b が外管 131b の外周面に対向する。ただし、第 2 起動用燃料供給管 132b の中心軸とアンモニア供給管 131 の中心軸とは、一致していなくてもよい。

【0054】

矢印 F32 により示すように、第 2 起動用燃料供給管 132b に供給された起動用燃料は、第 2 起動用燃料供給管 132b の内周部と、外管 131b の外周部との間の空間内を流れる。当該空間内を通過した起動用燃料は、第 2 起動用燃料供給管 132b の先端と、外管 131b の先端との間の円環形状の開口から燃焼室 13c 内に噴射される。上記のように、第 2 起動用燃料供給管 132b は、外管 131b に対して径方向に離隔している。つまり、第 2 起動用燃料供給管 132b の内径は、外管 131b の外径よりも大きい。

【0055】

空気流路 123 は、第 1 空気流路 123a と、第 2 空気流路 123b とを含む。第 1 空気流路 123a および第 2 空気流路 123b には、上述した空気流路 23 と同様に、吸気流路 21 がそれぞれ接続されている。第 1 空気流路 123a および第 2 空気流路 123b は、上述した空気流路 23 と同様に、ライナ 13b の開口 13f とそれぞれ連通している。

【0056】

第 1 空気流路 123a は、第 1 起動用燃料供給管 132a の内周面によって区間される。第 1 空気流路 123a は、アンモニア供給管 131 の中心軸上に延在する。第 1 空気流

10

20

30

40

50

路 1 2 3 a は、内管 1 3 1 a に対して径方向内側に配置される。内管 1 3 1 a の内周面は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a によって覆われている。つまり、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a は、内管 1 3 1 a と第 1 空気流路 1 2 3 a との間に配置される。矢印 F 1 1 により示すように、第 1 空気流路 1 2 3 a に送られた空気は、第 1 空気流路 1 2 3 a を通過した後、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の先端から燃焼室 1 3 c に噴射される。

【 0 0 5 7 】

第 2 空気流路 1 2 3 b は、上述した空気流路 2 3 と同様に、ケーシング 1 3 a の内面とライナ 1 3 b の外面との間に形成される。第 2 空気流路 1 2 3 b は、外管 1 3 1 b に対して径方向外側に配置される。外管 1 3 1 b の外周面は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b によって覆われている。つまり、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b は、外管 1 3 1 b と第 2 空気流路 1 2 3 b との間に配置される。矢印 F 1 2 により示すように、第 2 空気流路 1 2 3 b に送られた空気は、第 2 空気流路 1 2 3 b を通過した後、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f を通って燃焼室 1 3 c に噴射される。具体的には、第 2 空気流路 1 2 3 b に送られた空気は、連通部 1 3 e の内周面と第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の外周面との間を通過して燃焼室 1 3 c に噴射される。

10

【 0 0 5 8 】

上記で説明したように、第 2 の変形例に係るガスタービンシステム 1 B の燃焼装置 1 0 B では、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a は、内管 1 3 1 a の内周面を覆い、内管 1 3 1 a と第 1 空気流路 1 2 3 a との間に配置される。つまり、径方向において、アンモニアの流路と第 1 空気流路 1 2 3 a との間に、起動用燃料の流路が介在する。それにより、第 1 空気流路 1 2 3 a を通過する空気によって内管 1 3 1 a が直接的に加熱されることを抑制できる。また、内管 1 3 1 a は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a と内管 1 3 1 a との間を通過する起動用燃料によって冷却される。第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b は、外管 1 3 1 b の外周面を覆い、外管 1 3 1 b と第 2 空気流路 1 2 3 b との間に配置される。つまり、径方向において、アンモニアの流路と第 2 空気流路 1 2 3 b との間に、起動用燃料の流路が介在する。それにより、第 2 空気流路 1 2 3 b を通過する空気によって外管 1 3 1 b が直接的に加熱されることを抑制できる。また、外管 1 3 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b と外管 1 3 1 b との間を通過する起動用燃料によって冷却される。

20

【 0 0 5 9 】

上記のように、第 2 の変形例によれば、二重筒構造を有するアンモニア供給管 1 3 1 を備える燃焼装置 1 0 B において、空気流路 1 2 3 からアンモニア供給管 1 3 1 への熱移動が抑制される。よって、燃料として用いられる液体のアンモニアの気化を抑制することができる。

30

【 0 0 6 0 】

上記では、起動用燃料供給管 1 3 2 として、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a および第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b が設けられる例を説明した。ただし、起動用燃料供給管 1 3 2 として、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a および第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b のうちの一方のみが設けられてもよい。その場合においても、空気流路 1 2 3 からアンモニア供給管 1 3 1 への熱移動が抑制されるので、アンモニアの気化を抑制する効果が得られる。ただし、空気流路 1 2 3 からアンモニア供給管 1 3 1 への熱移動を効果的に抑制する観点では、起動用燃料供給管 1 3 2 として、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a および第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b が設けられることが好ましい。

40

【 0 0 6 1 】

図 4 は、第 3 の変形例に係るバーナ 1 4 C を示す拡大断面図である。図 4 に示すように、第 3 の変形例に係るガスタービンシステム 1 C の燃焼装置 1 0 C は、バーナ 1 4 C を備える。

【 0 0 6 2 】

バーナ 1 4 C では、上述したバーナ 1 4 B と比較して、遮熱管 1 4 1 がさらに設けられる点異なる。バーナ 1 4 C は、アンモニア供給管 1 3 1 (具体的には、内管 1 3 1 a および外管 1 3 1 b) と、起動用燃料供給管 1 3 2 (具体的には、第 1 起動用燃料供給管 1

50

3 2 a および第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b) と、遮熱管 1 4 1 (具体的には、第 1 遮熱管 1 4 1 a および第 2 遮熱管 1 4 1 b) とを有する。

【 0 0 6 3 】

遮熱管 1 4 1 は、第 1 遮熱管 1 4 1 a と、第 2 遮熱管 1 4 1 b とを含む。第 1 遮熱管 1 4 1 a および第 2 遮熱管 1 4 1 b は、円筒形状を有する。

【 0 0 6 4 】

第 1 遮熱管 1 4 1 a は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a と同軸上に、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a に対して径方向内側に配置される。第 1 遮熱管 1 4 1 a は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の内周面を覆う。つまり、第 1 遮熱管 1 4 1 a が第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a に挿通され、第 1 遮熱管 1 4 1 a が第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の内周面に対向する。第 1 遮熱管 1 4 1 a は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a に対して径方向に離隔している。つまり、第 1 遮熱管 1 4 1 a の外径は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の内径よりも小さい。ただし、第 1 遮熱管 1 4 1 a の中心軸と第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の中心軸とは、一致していなくてもよい。第 1 遮熱管 1 4 1 a は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a と第 1 空気流路 1 2 3 a との間に配置される。つまり、第 3 の変形例では、第 1 空気流路 1 2 3 a は、第 1 遮熱管 1 4 1 a の内周面によって区間される。

10

【 0 0 6 5 】

第 1 遮熱管 1 4 1 a は、例えば、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a に取り付けられている。ただし、第 1 遮熱管 1 4 1 a は、パーナ 1 4 C のうち第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a 以外の部材に取り付けられていてもよい。第 1 遮熱管 1 4 1 a は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f に挿通されている。第 1 遮熱管 1 4 1 a の先端は、例えば、軸方向において、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の先端よりも後方 (図 4 中の左側) に位置する。ただし、第 1 遮熱管 1 4 1 a は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f に挿通されていなくてもよい。この場合、第 1 遮熱管 1 4 1 a の先端は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f よりも後方に位置する。

20

【 0 0 6 6 】

第 2 遮熱管 1 4 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b と同軸上に、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b に対して径方向外側に配置される。第 2 遮熱管 1 4 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の外周面を覆う。つまり、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b が第 2 遮熱管 1 4 1 b に挿通され、第 2 遮熱管 1 4 1 b が第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の外周面に対向する。第 2 遮熱管 1 4 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b に対して径方向に離隔している。つまり、第 2 遮熱管 1 4 1 b の内径は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の外径よりも大きい。ただし、第 2 遮熱管 1 4 1 b の中心軸と第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の中心軸とは、一致していなくてもよい。第 2 遮熱管 1 4 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b と第 2 空気流路 1 2 3 b との間に配置される。

30

【 0 0 6 7 】

第 2 遮熱管 1 4 1 b の後端は、ケーシング 1 3 a の内面に取り付けられている。ただし、第 2 遮熱管 1 4 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b に取り付けられていてもよい。第 2 遮熱管 1 4 1 b は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f に挿通されている。第 2 遮熱管 1 4 1 b の先端は、例えば、軸方向において、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の先端よりも後方 (図 4 中の左側) に位置する。ただし、第 2 遮熱管 1 4 1 b は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f に挿通されていなくてもよい。この場合、第 2 遮熱管 1 4 1 b の先端は、ライナ 1 3 b の開口 1 3 f よりも後方に位置する。

40

【 0 0 6 8 】

上記で説明したように、第 3 の変形例に係るガスタービンシステム 1 C の燃焼装置 1 0 C では、第 1 遮熱管 1 4 1 a は、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a の内周面を覆い、第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a と第 1 空気流路 1 2 3 a との間に配置される。それにより、第 1 空気流路 1 2 3 a を通過する空気によって第 1 起動用燃料供給管 1 3 2 a が直接的に加熱されることを抑制できる。ゆえに、第 1 空気流路 1 2 3 a から内管 1 3 1 a への熱移動がより効果的に抑制される。第 2 遮熱管 1 4 1 b は、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b の外周面を覆い、第 2 起動用燃料供給管 1 3 2 b と第 2 空気流路 1 2 3 b との間に配置される。

50

それにより、第2空気流路123bを通過する空気によって第2起動用燃料供給管132bが直接的に加熱されることを抑制できる。ゆえに、第2空気流路123bから外管131bへの熱移動がより効果的に抑制される。

【0069】

上記のように、第3の変形例によれば、二重筒構造を有するアンモニア供給管131を備える燃焼装置10Cにおいて、燃料として用いられる液体のアンモニアの気化をより効果的に抑制することができる。

【0070】

空気流路123からアンモニア供給管131への熱移動を効果的に抑制する観点では、熱伝導性が低い材料によって遮熱管141を形成することが好ましい。ただし、遮熱管141の材料は、強度および耐熱性等の種々の性質も加味して選択される。

10

【0071】

上記では、遮熱管141として第1遮熱管141aおよび第2遮熱管141bが設けられる例を説明した。ただし、遮熱管141として、第1遮熱管141aおよび第2遮熱管141bのうち的一方のみが設けられてもよい。その場合においても、空気流路123を通過する空気によって起動用燃料供給管132が直接的に加熱されることが抑制されるので、アンモニアの気化を効果的に抑制する効果が得られる。ただし、空気流路123を通過する空気によって起動用燃料供給管132が直接的に加熱されることを効果的に抑制する観点では、遮熱管141として第1遮熱管141aおよび第2遮熱管141bが設けられることが好ましい。

20

【0072】

上記では、起動用燃料供給管132として、第1起動用燃料供給管132aおよび第2起動用燃料供給管132bが設けられる例を説明した。ただし、起動用燃料供給管132として第1起動用燃料供給管132aのみが設けられ、遮熱管141として第1遮熱管141aのみが設けられてもよい。起動用燃料供給管132として第2起動用燃料供給管132bのみが設けられ、遮熱管141として第2遮熱管141bのみが設けられてもよい。

【0073】

空気流路123を通過する空気は、バーナ14の周方向に巡回しながら燃焼室13cに向かって進む。ゆえに、空気流路123を通過する空気には、遠心力が作用する。よって、第1遮熱管141aには、第2遮熱管141bと比較して、空気が張り付きやすい。ゆえに、空気流路123を通過する空気によって起動用燃料供給管132が直接的に加熱されることを抑制する観点では、第1遮熱管141aの軸方向の長さを長くする必要性は、第2遮熱管141bの軸方向の長さを長くする必要性よりも高い。例えば、図4の例では、第1遮熱管141aの先端は、第2遮熱管141bの先端よりも燃焼室13cに近い。それにより、第1遮熱管141aの軸方向の長さをできるだけ長くし、第1空気流路123aを通過する空気によって第1起動用燃料供給管132aが直接的に加熱されることを効果的に抑制することができる。

30

【0074】

以上、添付図面を参照しながら本開示の実施形態について説明したが、本開示はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

40

【0075】

上記では、ガスタービンシステム1、ガスタービンシステム1A、ガスタービンシステム1Bおよびガスタービンシステム1Cにおいて、過給機11によって生成された回転動力が発電機12を駆動させるエネルギーとして利用される例を説明した。ただし、ガスタービンシステム1、ガスタービンシステム1A、ガスタービンシステム1Bおよびガスタービンシステム1Cにおいて、過給機11によって生成された回転動力が他の用途（例えば、船舶等の移動体を駆動させる目的等）に利用されてもよい。

【0076】

50

上記では、燃焼装置 10、燃焼装置 10A、燃焼装置 10B および燃焼装置 10C がガスタービンシステムに用いられる例を説明した。ただし、燃焼装置 10、燃焼装置 10A、燃焼装置 10B および燃焼装置 10C は、ガスタービンシステム以外の装置（例えば、排熱等から回収されたエネルギーを燃焼器での燃焼に利用する工業炉等）に用いられてもよい。

【0077】

上記では、各図面を参照して、アンモニア供給管 31、起動用燃料供給管 32、遮熱管 41、アンモニア供給管 131、起動用燃料供給管 132 および遮熱管 141 の各管について説明した。各図面において、これらの各管の肉厚、内径および外径は、軸方向の各位置で一定である。ただし、これらの各管の肉厚、内径または外径は、軸方向の各位置で一定でなくてもよい。また、これらの各管は、直線状でなくてもよい。例えば、これらの各管は、ケーシング 13a の内側または外側において、屈曲していてもよい。また、図 1 の例では、空気流路 23 は、ライナ 13b の外周面とケーシング 13a の内周面との間を通った後に燃焼室 13c に送られる。ただし、空気流路 23、123 の経路はこの例（つまり、ターンフロー型）に限定されない。

【符号の説明】

【0078】

1 : ガスタービンシステム 1A : ガスタービンシステム 1B : ガスタービンシステム
 1C : ガスタービンシステム 10 : 燃焼装置 10A : 燃焼装置 10B : 燃焼装置 1
 0C : 燃焼装置 13b : ライナ 13c : 燃焼室 13f : 開口 23 : 空気流路 31
 : アンモニア供給管 32 : 起動用燃料供給管 41 : 遮熱管 123 : 空気流路 123
 a : 第 1 空気流路 123b : 第 2 空気流路 131 : アンモニア供給管 131a : 内管
 131b : 外管 132 : 起動用燃料供給管 132a : 第 1 起動用燃料供給管 132b
 : 第 2 起動用燃料供給管 141 : 遮熱管 141a : 第 1 遮熱管 141b : 第 2 遮熱管

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

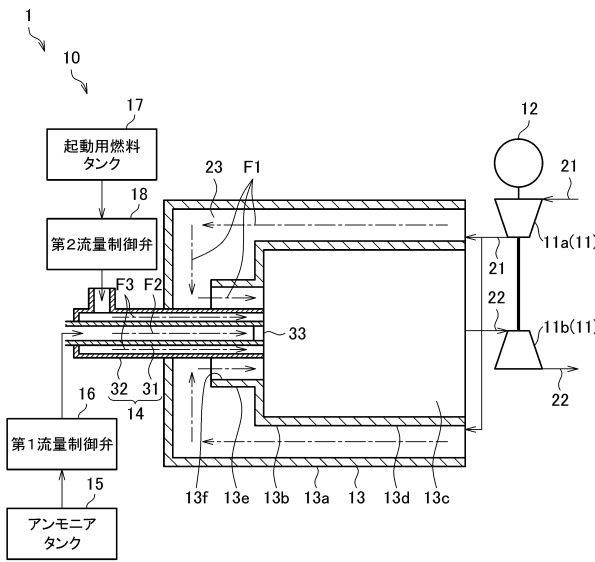


FIG. 1

【図 2】

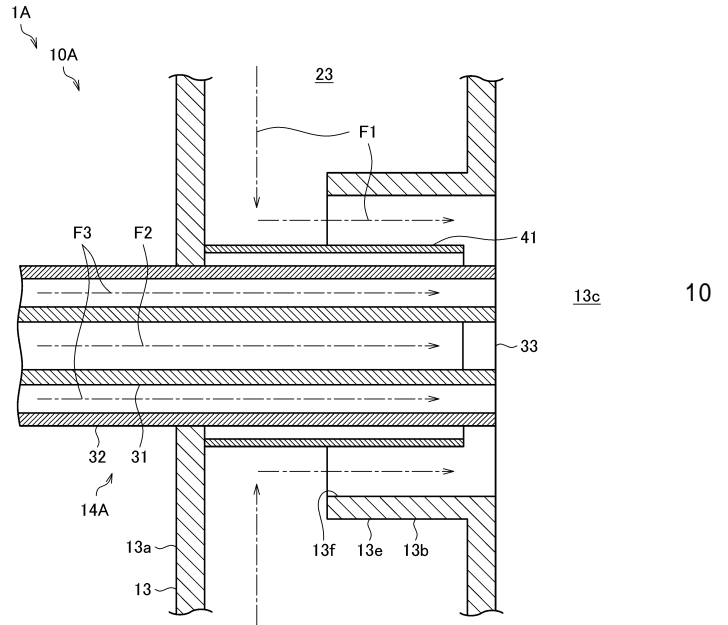


FIG. 2

【図 3】

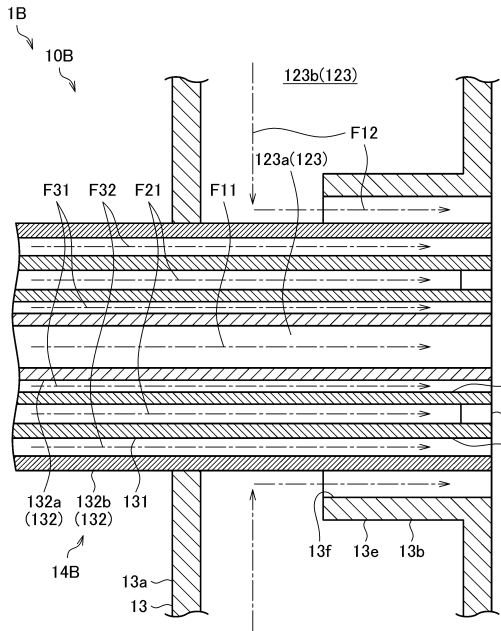


FIG. 3

【図 4】

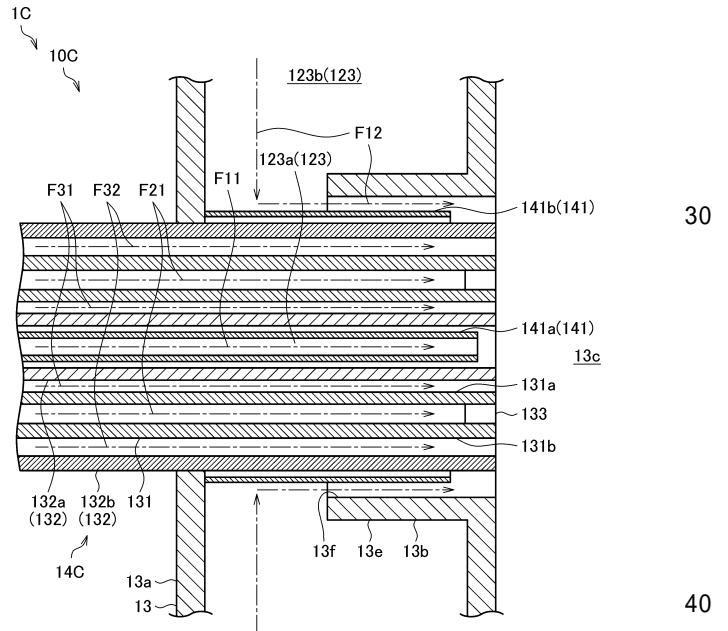


FIG. 4

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-019195(JP,A)
特開2004-138376(JP,A)
特開平11-270356(JP,A)
特開平06-066156(JP,A)
欧州特許出願公開第03517757(EP,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F23R 3/36
F02C 9/00