

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4426302号
(P4426302)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int. Cl.		F I	
C O 4 B 35/80	(2006.01)	C O 4 B 35/80	K
C 2 3 C 16/42	(2006.01)	C 2 3 C 16/42	

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-556573 (P2003-556573)	(73) 特許権者	591131361 メシエーブガッティ MESSIER BUGATTI フランス国, 78140 ペリジューピラ クーブライ, ゾーヌ アエロノティク ル イ プレゲ (番地なし)
(86) (22) 出願日	平成14年12月24日 (2002.12.24)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65) 公表番号	特表2005-512940 (P2005-512940A)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(43) 公表日	平成17年5月12日 (2005.5.12)	(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
(86) 国際出願番号	PCT/FR2002/004554	(74) 代理人	100110489 弁理士 篠崎 正海
(87) 国際公開番号	W02003/056059		
(87) 国際公開日	平成15年7月10日 (2003.7.10)		
審査請求日	平成17年11月30日 (2005.11.30)		
(31) 優先権主張番号	10/034, 848		
(32) 優先日	平成13年12月26日 (2001.12.26)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学的蒸気浸透によって多孔質基材を緻密化するための方法と装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マトリックス材料用の少なくとも1つのガス状前駆体を含有する反応ガスを使用して、化学的蒸気浸透によって獲得されるマトリックス用の多孔質基材を緻密化する方法であって：

緻密化のための基材を炉の装填ゾーンに装填する段階と；

反応ガスに含有される1つまたは複数の前駆体ガスから所望のマトリックス材料が形成される温度に基材を温度上昇させるように、炉内の基材を加熱する段階と；

反応ガスを炉の一方の端部に入れる段階と；

炉内の反応ガスの流動方向において装填ゾーンの上流の炉内に位置するガス加熱ゾーンを反応ガスに通過させることによって、反応ガスが炉の中に入った後に反応ガスを加熱する段階と；を含み、

反応ガスが炉内に入るときに、周囲温度と、基材が加熱される温度との間の中間温度へ反応ガスが到達するように、反応ガスが炉の中に入る前に予熱される多孔質基材を緻密化する方法において：

多孔質基材が900よりも高い温度に高められ、また炉の入口に供給される反応ガスが200以上800以下の温度にあるように予熱されることを特徴とする多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項2】

炉の入口に供給される反応ガスが200以上600以下の温度にあるように予熱さ

10

20

れることを特徴とする、請求項 1 に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項 3】

反応ガスが、熱交換器を通過することによって炉の外側で予熱されることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項 4】

反応ガスが、炉の内部に存在する圧力にほぼ等しい圧力で炉の外側で予熱されることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項 5】

反応ガスが、炉の内部に存在する圧力よりも高い圧力で炉の外側で予熱されて、炉の中に入る前に膨張されることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

10

【請求項 6】

炭素 / 炭素複合材料から製造されるブレーキディスク用の多孔質環状基材を緻密化するための、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項 7】

基材が 1 つ以上の環状スタックの形で炉内に装填されて、ガス加熱ゾーンからの反応ガスが、1 つまたは複数の環状スタック内部の 1 つまたは複数の容積と、1 つまたは複数の環状スタックの外側の装填ゾーンの容積とによって構成された 2 つの容積の一方に導かれて、流出ガスが 2 つの容積の他方から取り出されて炉から排出されることを特徴とする、請求項 6 に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

20

【請求項 8】

基材がそれらの間に漏洩通路を残すように積み重ねられて、前記 2 つの容積が互いに連通させられることを特徴とする、請求項 7 に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項 9】

基材がそれらの間に漏洩通路を残すことなく積み重ねられ、その結果、反応ガスが、基材の気孔を通過することによってのみ前記 2 つの容積の一方から他方に通過できることを特徴とする、請求項 7 に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【請求項 10】

炉の壁部を通したそれぞれの通路を介して、反応ガスが環状スタックに個別に送給されることを特徴とする、請求項 7 ~ 9 のいずれか一項に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

30

【請求項 11】

基材のスタックに送給される反応ガスの予熱温度が、各スタックのために個別に調整されることを特徴とする、請求項 10 に記載の多孔質基材を緻密化する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化学的蒸気浸透によって多孔質基材を緻密化することに関する。

【背景技術】

【0002】

本発明の適用分野は、耐熱構造複合材料から、すなわち、構造部品の製造に使用することを可能にする機械的性質を有するのみならず、高温度でこれらの特性を維持する能力も有する複合材料から部品を製造する分野である。耐熱構造複合材料の典型的な例は、熱分解炭素マトリックスによって緻密化された炭素繊維の強化生地を有する炭素 / 炭素 (C / C) 複合材料、およびセラミックマトリックスによって緻密化された耐熱繊維 (炭素またはセラミック) の強化生地を有するセラミックマトリックス複合材料 (CMC) である。

40

【0003】

C / C 複合材料または CMC 部品を製造するために多孔質基材を緻密化する周知の方法は、化学的蒸気浸透法である。緻密化すべき基材は、それらが加熱される炉の装填ゾーンに配置される。マトリックスを構成すべき材料の 1 つ以上のガス状前駆体を含有する反応

50

ガスが、炉内に導入される。炉の内部の温度および圧力は、分解または共に反応する反応ガスのマトリックス前駆体を構成する1つ以上の成分によって、反応ガスが基材の気孔内で放散してマトリックス構成材料をその中に蒸着できるように調整される。この方法は、反応ガスが基材内に放散するのを助長するために低圧力の下で実行される。熱分解炭素またはセラミックのようなマトリックス材料を形成するための1つまたは複数の前駆体の変換温度は、通常900より高く、典型的に1000に近い。

【0004】

炉の装填ゾーン全体にわたって可能な限り均一な基材の緻密化を可能にするために、形成されるマトリックス材料の密度増加またはその微細構造にかかわらず、装填ゾーン全体にわたる温度はほぼ均一であることが必要である。

10

【0005】

したがって、炉は、通常、反応ガスの炉内への入口と炉の装填ゾーンとの間に位置する、反応ガスが加熱されるゾーンを含む。典型的に、ガス加熱ゾーンは、反応ガスが通過する複数の多孔プレートを備える。

【0006】

基材と同様に、ガス加熱プレートは炉内にあるので加熱される。炉は、変圧器二次回路によって、あるいは炉の側壁を形成した炉を囲む誘導コイルに結合される例えば黒鉛製のサセプタによって一般に加熱される。

【0007】

本出願人は、反応ガスを加熱するためのゾーンの存在が所望の結果を常に与えるとは限らないことを確認している。重要な例は、C/C複合材料のプレーキディスクの製造に使用するための、炭素繊維のまたは予備緻密化された環状素材の環状プレフォームによって構成された基材を緻密化する例である。基材は、炉の底部に位置するガス加熱ゾーンの上方の装填ゾーン内の1つ以上の垂直スタックに配置される。反応ガスが加熱されるにもかかわらず、装填ゾーンの底部と装填ゾーンの残部との間に温度勾配が観測され、スタックの底部に位置する基材に近い温度は、スタックの残部に適用される温度よりもおそらく数十低い。このことは、スタック内の基材の位置に応じて、基材の間に大きな緻密化勾配を生じさせる。

20

【0008】

その問題を解決するために、加熱ゾーンを拡大することによって、反応ガスの加熱効率を高めることが可能であろう。にもかかわらず、前記基材の間の大きな緻密化勾配は、炉の所与の合計容積に関する、装填ゾーンで利用可能な作業容積を縮小するであろう。残念ながら、化学的蒸気浸透方法は、巨額の工業投資を必要とし、また実行に非常に時間がかかる。したがって、炉がすでに稼働しているかあるいは今後建設される新しい炉であるかどうかにかかわらず、炉は高い生産性、またしたがって、基材の装填専用の作業容積の反応ガス加熱専用容積に対する可能な限り高い比率を有することが非常に望ましい。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、化学的蒸気浸透によって緻密化の方法を提案することであり、この方法は、装填ゾーンの全体をとおして非常に小さな温度勾配の獲得を、反応ガスを加熱するゾーンのために大きな容積を必要とすることなく、したがってこのような炉の生産性を悪化させることなく、おそらくは改善さえもして可能にする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的は：

緻密化のための基材を炉の装填ゾーンに装填する段階と；

反応ガスに含有された1つまたは複数の前駆体ガスから所望のマトリックス材料が形成される温度まで、炉内の基材を温度上昇させるように加熱する段階と；

反応ガスを炉の一方の端部に入れる段階と；

50

炉内の反応ガスの流動方向における装填ゾーンの上流に位置するガス加熱ゾーンを反応ガスに通過させることによって、反応ガスが炉内に入った後に反応ガスを加熱する段階と；を含む方法によって達成され、

本発明によれば、その方法において：

反応ガスが炉内に入ったときに、反応ガスが、周囲温度と、基材が加熱される温度との間の中間温度に到達するように、反応ガスは炉内に入る前に予熱される。

【0011】

炉の外側で反応ガスを予熱することは、反応ガスが基材装填ゾーンに入ると直ちに反応ガスを所望の温度に導く点で、炉内に位置する加熱ゾーンがより有効となることを可能にする。

10

【0012】

浸透が900よりも高い温度で実行される場合、反応ガスは、炉に入ったときに好ましく200以上の温度にあるように炉内に入る前に予熱される。それにもかかわらず、炉に入る前に、変換される1つまたは複数の前駆体による望ましくない蒸着を回避するために、また予熱された反応ガスを炉に送給する配管用に、かつ前記配管に装着された弁およびガスケットのような構成要素用に比較的普通の材料を使用することを可能にするために、ガスが予熱される温度は、800、または600さえも超えないことが好ましい。

【0013】

予熱は、炉の内部に存在する圧力にほぼ等しいガス圧で、あるいはより高い圧力で実行することができる。より高い圧力で実行する場合、予熱された反応ガスは炉に入る前に膨張される。

20

【0014】

本発明はまた、実施すべき方法を可能にする装置の提供を追求する。

【0015】

この目的は、炉と、基材を炉内に装填するためのゾーンと、装填ゾーン内の基材を加熱するための手段と、炉内に反応ガスを入れるための少なくとも1つの入口と、反応ガス入口と装填ゾーンとの間の炉内に位置する少なくとも1つのガス加熱ゾーンと、を具備する種類の装置によって達成され、

本発明によれば、当該装置において、反応ガスが炉に入る前に反応ガスを予熱するように、炉の外側に位置して、炉の少なくとも1つの反応ガス入口で炉に接続された少なくとも1つのガス予熱装置が、設けられる。

30

【0016】

本発明の一実施態様では、予熱装置は、反応ガスを炉の反応ガス入口に送給するためのダクトに挿入された電気ヒータチューブを具備する。

【0017】

本発明の他の実施態様では、予熱装置は、ガスボイラまたは電気炉を具備しており、予熱すべき反応ガスを給送するために、前記ガスボイラまたは電気炉は、それを通過する少なくとも1つのダクトまたはチューブ束を有する。

【0018】

本発明の方法および本発明の装置の他の特徴および利点は、非限定的な提示によって、および添付図を参照して得られる次の説明を読むことによって明らかになるであろう。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の、装置の実施例および方法の実施は、C/C複合材料からブレーキディスクを製造するための炭素繊維プレフォームまたは予備緻密化された素材によって構成された環状の多孔質基材を緻密化する用途の関連で以下に説明される。このようなディスクは、航空機着陸装置のために及びレーシングカーのために普通に使用される。

【0020】

図1は、円筒状側壁12と底壁14と頂壁16とによって形成された炉10を示した図

50

面である。壁部 1 2 は、変圧器二次回路または例えば黒鉛から製造されるサセプタを構成し、また壁部 1 2 は、炉の外側に位置する誘導コイル 1 8 と結合され、それらの間に断熱材 2 0 が間挿されている。炉は、電気が誘導コイル 1 8 に送給されるときにサセプタ 1 2 によって加熱される。

【 0 0 2 1 】

反応ガスは、底壁 1 4 を通して形成された通路 2 2 を介して炉内に導入され、また流出ガスは、頂壁 1 6 を通して形成された通路 2 4 を介して引き出され、通路 2 4 は、管 2 6 によって真空ポンプ（図示せず）のような吸引手段に接続される。

【 0 0 2 2 】

緻密化すべき基材 3 2 は、カバー 3 4 によって頂部を閉鎖される環状の垂直スタックを形成するように配置される。したがって、スタック基材は、装填ゾーン 3 0 の内部容積を、基材の整列された中央通路によって構成されたスタック内部の容積 3 6 と、スタックの外側の容積 3 8 とに細分する。

【 0 0 2 3 】

基材のスタックは、底部支持プレート 4 0 に立ち、また 1 つ以上の中間プレート 4 2 によって分離される複数の重ね合わされた部分に細分することができ、プレート 4 0、4 2 は、基材 3 2 の通路と整列した中央通路 4 1、4 3 を有する。1 つのみのスタックが図 1 に示されているが、以下に述べるように、複数のスタックを炉 1 0 に並べて配置し得る。

【 0 0 2 4 】

図 1 に詳細に示されているように、各基材 3 2 は、間隙 4 6 を残すスペーサ 4 4 によって、隣接する基材、あるいは適切ならばプレート 4 0、4 2 またはカバー 3 4 から離間される。スペーサ 4 4、あるいは少なくともそれらの一部分は、間隙 4 6 によって容積 3 6 と 3 8 との間のガス用の通路を残すように配置される。これらの通路は、米国特許第 5 9 0 4 9 5 7 号に記述されているように、容積 3 6 と 3 8 内の圧力がほぼ平衡であることを保証するように、あるいは第 0 1 / 0 3 0 0 4 号で出願されたフランス国特許出願に記述されているように、容積 3 6 と 3 8 の間に圧力勾配を維持するための簡単な漏洩通路を構成するように、用意することができる。

【 0 0 2 5 】

ガス加熱ゾーン 5 0 は、炉の底部 1 4 と底部支持プレート 4 0 との間に延在する。加熱ゾーン 5 0 は、従来の方法で、例えば黒鉛から製造され、上下に配置され、また互いに離間された複数の多孔プレート 5 2 を具備する。プレート 5 2 は、底部 5 4 および側壁 5 6 を有し、かつ加熱ゾーンを形成するハウジング内に収容することができる。管 5 8 は、反応ガス入口 2 2 を底部 5 4 を通して加熱ゾーン 3 0 に接続する。

【 0 0 2 6 】

下フレームと脚部 4 8 が、ガス加熱ハウジングとプレート 4 0、4 2 とを支持する。これらの要素のすべては、例えば、黒鉛から製造される。

【 0 0 2 7 】

入口 2 2 を経由して炉内に入れられた反応ガスは、加熱ゾーン 5 0 を通過し、プレート 4 0 の中央オリフィス 4 1 を通って容積 3 6 に入る。反応ガスは、基材 3 2 の気孔を通過することによって、また間隙 4 6 内に設けられた通路を通して容積 3 6 から容積 3 8 に向かって流れる。流出ガスは、出口 2 4 を介して容積 3 8 から引き出される。

【 0 0 2 8 】

異なる実施態様では、容積 3 6 が底部で閉鎖されて、頂部の出口 2 4 に連通させられることができる。そのとき加熱ゾーン 3 0 から来る反応ガスは、装填ゾーンの容積 3 8 内に入れられ、ガスは、前記ゾーンを通過して容積 3 8 から容積 3 6 に向かって流れ、そのとき容積 3 8 は頂部で閉鎖されている。

【 0 0 2 9 】

さらに他の別態様では、反応ガス入口を炉の頂壁 1 6 を通して備えることができ、この場合、加熱ゾーンは炉の頂部に位置する。加熱ゾーンと連通している 2 つの容積 3 6 と 3 8 のその一方は、その底端部で閉鎖され、他方、前記 2 つの容積の他の一方は、炉の底壁

10

20

30

40

50

を通して形成されたガス出口と連通する。

【0030】

熱分解炭素のマトリックスを形成するため、反応ガスは、炭化水素のような炭素の1つ以上の前駆体を含有する。通常使用される前駆体は、メタン、プロパン、またはその混合気である。化学的ガス浸透は、通常は900 超、例えば950 ~ 1100 の範囲の温度で、及び低圧、例えば0.1キロパスカル(kPa)未満の圧力で実行される。

【0031】

本発明によれば、反応ガスは、炉に入れられる前に、送給管62によって炉の入口22に接続された予熱装置60を通過することによって予熱される。管62は、断熱されていることが好ましい。隔離弁64は、適切な場合には、炉を反応ガス送給回路から隔離することを可能にするように、炉への入口22から直ぐ上流の管62に取り付けられる。

10

【0032】

図1の実施態様では、予熱装置は、供給源68から来る反応ガスを給送し、かつ管62に接続される電気ヒータチューブ66を具備する。

【0033】

電気ヒータチューブは、流動流体を加熱するための周知の装置である。熱は、チューブの部分に沿って電流を流すことによって、ジュール効果によって発生される。チューブは、同時に、電気抵抗素子、流体流ダクト、および熱交換面を構成する。

【0034】

電流は、電圧Uを供給し、かつチューブ部分の末端に接続された電源回路70によって発生される。回路70は、予熱装置からの出口に配置されたセンサ72、例えば熱電対によって供給される情報を受信する。予熱温度は、センサ72によって測定された温度の関数として電圧Uを自動調整することによって、所定値に調整される。

20

【0035】

反応ガスは、膨張器74をガス供給源68からの出口に配置することによって、炉の内部に存在する低圧下で加熱されることができる。

【0036】

別形態では、反応ガスは、炉の内部に存在する圧力よりも大きな圧力下で、すなわち、供給源68内の圧力と炉内の圧力との間の中間の圧力の下で加熱されることができる。このような状況下で、予熱された反応ガスは、例えば、送給管62に取り付けられた較正オリフィスを通過することによって、炉に入る前に膨張される。

30

【0037】

反応ガスを予熱する目的は、加熱ゾーン50を通過することによってガスがさらに加熱された後、装填ゾーンの底部とその残部との間の大きな温度勾配を回避するために必要な温度に等しいかあるいは近い温度で、反応ガスが装填ゾーン内に入ることを保証することである。

【0038】

有効であるためには、炉の入口に供給されるガスが少なくとも200 の温度にあるように、好ましくは反応ガスを予熱すべきである。

【0039】

にもかかわらず、送給管62内の望ましくない付着物(煤)を形成する危険を回避するために、同様に技術的性質の制約のために、予熱温度、すなわち予熱装置からの出口の温度は制限されなければならない。

40

【0040】

したがって、予熱温度は、望ましくない付着物を回避するために800 以下であるように、および管62(例えば鋼)と、隔離弁64と、予熱されたガスに晒されるシールガセットのような他の構成要素とに関する手ごろな費用の材料の使用を可能にするように、好ましくは600 以下であるように選択される。

【0041】

管62の長さおよび管62がどの程度十分に被覆されているかに応じて、予熱されたガ

50

スの温度は、予熱装置を離れた後、炉に入る前に、大きい又は小さい程度で低下することがある。したがって、600 に予熱することにより、ガスの温度は、炉に入る前に数度～数十度下がることあるか、あるいは炉内部の雰囲気の影響のため、炉から上流で少し下がることある。

【0042】

600 に予熱された反応ガスを図1に示した炉と同様の炉に送給する試験が実行された。ガスの温度が、予熱装置からの出口で、送給管に沿って、炉内への入口で、また炉の内部に位置する加熱ゾーン50からの出口で測定された。図2の曲線Aは観測された温度変化を示している。

【0043】

それぞれ、同一速度で流れる反応ガスにより、及び約42%だけ高めた速度で流れるガスにより、500 の温度に予熱する他の試験が実行された。図2の曲線BとCは、測定された温度変化を示している。

【0044】

予熱なしの試験が比較を目的に実行され、反応ガスが、20 の温度で、また600での予熱のときと同一の流量で管62内に入れられた。図2の曲線Dは、反応ガスが炉装填ゾーンに入るまでの反応ガスの温度の測定された変化を示している。

【0045】

反応ガスの所定の流量に関して、また同一の加熱ゾーンを使用して、ガスを600まで及び500（曲線AとB）まで予熱することによって、装填ゾーン内に入ったときに反応ガスを約993 および975 の温度に上昇させることが可能であり、これに対し、予熱なしでは（曲線D）、前記温度は850で著しく低かった。

【0046】

したがって、ガスの予熱は、スタックの底部に位置する基材と他の基材との間に相当の緻密化の勾配を生じさせる傾向がある温度勾配を回避するように機能する。

【0047】

本出願人は、ガスを予熱することなしに、ガス予熱により得られる結果と同様の結果を達成することを可能にするように加熱ゾーン50の効率を高めることは、装填容積の少なくとも5%がその目的のために占められることが必要とされるであろうと推定する。したがって、炉の外側で反応ガスを予熱することにより、炉の生産性を相当改善することが可能である。

【0048】

さらに、装填ゾーンへの入口における温度は約950であったので、500に予熱することは、相当に増加された流量でその有効性を維持する（曲線C）。したがって、予熱は、反応ガスの流量の増加を可能にし、これは、緻密化工程の合計継続時間の減少に対して好ましい。

【0049】

図3は、緻密化装置の異なる実施態様を示し、この実施態様は、予熱装置80が電気ヒータチューブによって形成されず、ガスボイラによって形成されるという点で、図1の緻密化装置とは異なる。

【0050】

ボイラ80は、燃料ガス、例えば天然ガスのようなガス状の炭化水素が管75を經由して送給されるバーナ82を有し、前記管75はそれに装着された調整弁76を有する。バーナ82には管78を經由して希釈空気が送給され、前記管78はそれに装着されたコンプレッサ79と調整弁84とを有する。結果として得られる燃焼ガスは、チムニ88を介して排気される前に熱交換器86を通過する。供給源68から来る反応ガスは、送給管62を經由して炉内に入れられる前に、ダクト87を介して熱交換器86を通して流れる。

【0051】

反応ガスが目標値に予熱される温度を設定するように、調整弁76と84は、ボイラ80からの出口の温度センサ72によって供給される信号の関数として調整回路90によ

10

20

30

40

50

て制御される。

【0052】

流出ガスの一部分は、ボイラのバーナに送給される燃料ガスと混合するために、管26から取り出すことができる。

【0053】

もちろん、反応ガスを予熱するために他の種類の流体加熱装置を使用することができる。

【0054】

かくして、反応ガスは、電気抵抗素子によって、一つの炉の中で加熱されるチューブまたはチューブ束に沿って流れることによって予熱可能であり、加熱装置からの出口における反応ガスの温度は、電気抵抗素子に供給されるパワーを制御することによって調整される。

10

【0055】

図4は、基材32を装填するための別の技術を示している。図4の詳細部分に示されているように、隣接する基材の間あるいは基材とプレート40、42またはカバー34との間の間隙46には、間隙46を密封的に閉鎖する環状スペーサ44'が設けられる。この結果、反応ガスは、基材内の気孔を単に通過することによって、容積36から容積38内に通過することができ、これによって、これらの2つの容積の間にかかなり大きな圧力勾配を生じさせる。

【0056】

20

図5と図6は、基材32が、すべてが支持プレート40上に立っている複数の環状スタック31a、31b、31c、31d、31e、31fおよび31gとして配置される点において、図1に示した装填と異なる基材の別形態の装填構造を示している。支持プレートは、スタックの内部容積36a~36gと整列した41aのような複数の通路を有し、また各スタックは34aのようなカバーによって頂部で閉鎖される。反応ガスは、加熱ゾーン50、次にスタックの内部容積を通して流れ、この内部容積から、ガスは、装填ゾーン30内部のスタック外側の容積38内に通過する。7つのスタックが図6に示されているが、スタックの数は当然異なることが可能であり、特に7よりも大きいことが可能である。

【0057】

30

図7は、装填材が複数の環状スタックの形態である場合に、反応ガスを炉に送給する他の方法を示している。本実施態様は、反応ガスがスタックに個別に送給されるという点で図5の実施態様と異なる。

【0058】

したがって、複数の通路が、スタックの内部容積とほぼ整列して、炉の底部14を通して形成される。図7には、スタック32a、32c、および32fの内部容積36a、36cおよび36fと整列した3つのみの通路22a、22c、および22fを見ることができる。62a、62c、および62fのような個別の反応ガス送給管は、炉の底部に形成された通路に接続される。

【0059】

40

プレート40によって支持されたスタックは、50a、50c、および50fのような個別の加熱ゾーンの上方にある。加熱ゾーンは、それぞれの垂直の円筒状壁部56a、56c、および56fと、共通の底部54とプレート40とによって形成される。58a、58c、および58fのような管は、炉の底部を通して形成された開口部を、加熱ハウジングの底部54に形成されたそれぞれのオリフィスを介して様々な加熱ゾーンに接続する。各加熱ゾーンは、互いに上下に配置された複数の多孔プレート52を具備する。

【0060】

64a、64c、および64fのような弁が個別の送給管に取り付けられる。

【0061】

図示した装置では、予熱装置(図7に図示せず)から来る反応ガスは、62a、62c

50

、および62fのような個別の管が接続される共通の管62に沿って流れる。次に、共通の温度に予熱された反応ガスがスタックに送給される。

【0062】

別形態において、加熱ゾーン内およびスタック底部における可能な温度差に対応するために、炉内のスタックの位置に応じて、62a、62c、および62fのような個別の管をそれぞれの予熱装置に接続することができる。このことは、反応ガスが供給される基材の特定スタックの炉内の位置の関数として、反応ガスの予熱温度を個別に調整することを可能にする。

【0063】

最後に、本発明の適用分野は、C/C複合材料ブレーキディスクの製造に決して限定されず、C/C複合材料からの他の部品、特に上に引用した米国特許第5904957号に示されているような、例えばロケットエンジンノズルの末広部分の製造にも及ぶことが理解されるべきである。より一般的には、任意の種類耐熱構造の複合材料から、すなわちC/C複合材料からのみでなく、CMCからも部品を製造するために、本発明を実施することができる。CMCでは、反応ガスは、セラミックマトリックスの特定の性質の機能として選択される。セラミックマトリックス用のガス状前駆体は、よく知られており、例えば、炭化ケイ素のマトリックスを形成するためのメチルトリクロロシラン(MTCS)および水素ガス(H₂)である。様々なセラミックマトリックスを形成する方法を記述しているフランス国特許第2401888号を参照することができる。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明の緻密化装置の第1の実施態様の著しく簡略化された断面図である。

【図2】炉に入る前から基材装填ゾーンに入った直後の反応ガスの温度の変化を示した曲線グラフであり、反応ガスの予熱がある場合、および反応ガスの予熱がない場合の両方を示している。

【図3】本発明の緻密化装置の第2の実施態様の著しく簡略化された断面図である。

【図4】緻密化装置に基材を装填する他の方法を示している。

【図5】複数の環状スタックの形態で炉に基材を装填するさらに他の方法を示した図である。

【図6】図5の平面VI-VIでの著しく簡略化された断面図である。

【図7】炉内の装填材が複数のスタックの基材によって形成されるところの炉の反応ガス送給の異なる実施を示した緻密化装置の部分図である。

10

20

30

【 図 1 】

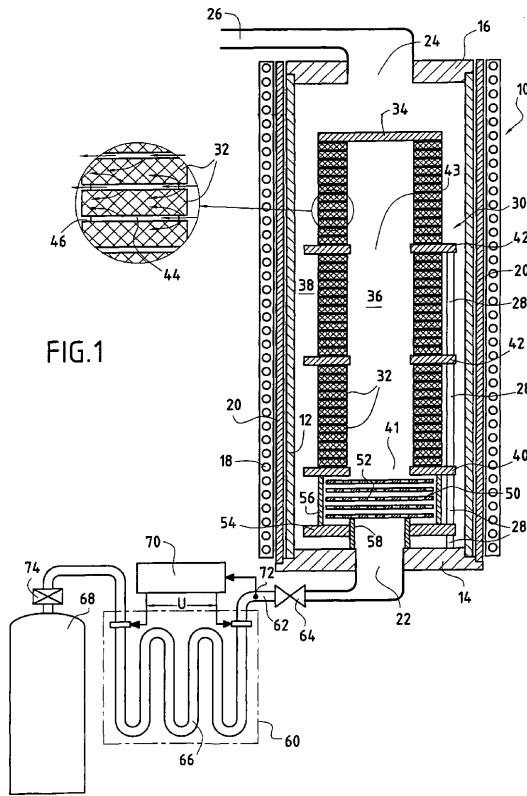


FIG.1

【 図 2 】

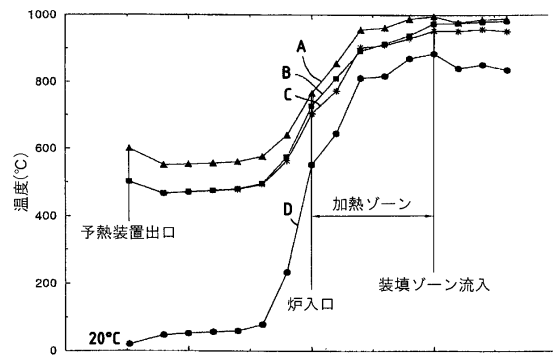


FIG.2

【 図 3 】

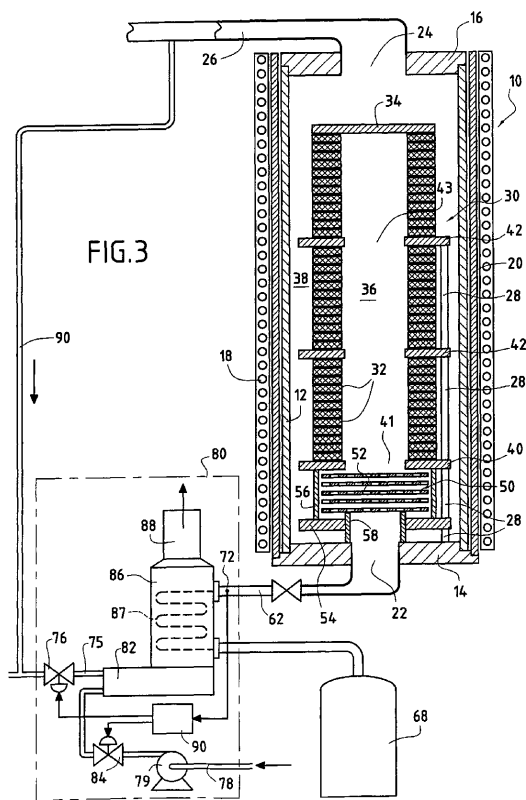


FIG.3

【 図 4 】

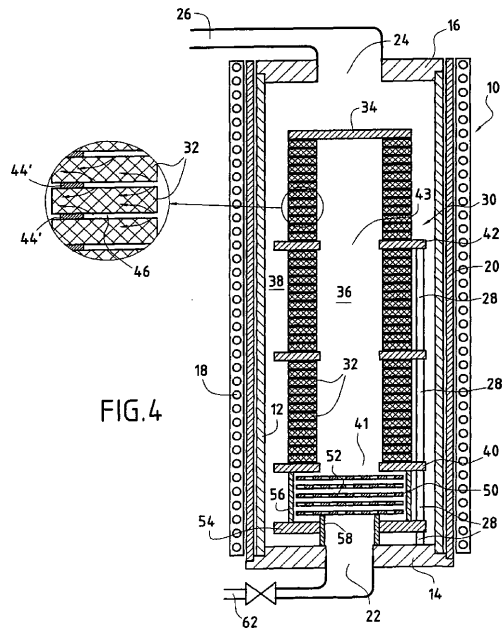


FIG.4

フロントページの続き

(74)代理人 100133008

弁理士 谷光 正晴

(74)代理人 100153084

弁理士 大橋 康史

(72)発明者 シオン, エリック

フランス国, 6 7 1 9 0 ミュートジク, アンパース ドゥ ロピタル 5ア

(72)発明者 ボードリー, イバン

フランス国, エフ - 3 3 7 0 0 メリーニャック, アブニュ デュ マレシャル ガリエーニ 1
5 0

(72)発明者 デルペリエ, ベルナール

フランス国, エフ - 3 3 1 2 7 マルティニーニャ スュール ジャール, リュ ルイ パストゥール 6

審査官 小川 武

(56)参考文献 特開平05 - 2 9 5 5 4 9 (J P , A)

特開平05 - 2 0 6 0 4 4 (J P , A)

特開平10 - 1 8 3 3 5 3 (J P , A)

特表平10 - 5 1 2 9 2 5 (J P , A)

特表平11 - 5 0 3 7 9 5 (J P , A)

特表平09 - 5 0 6 9 8 3 (J P , A)

特表2001 - 5 0 3 7 2 5 (J P , A)

米国特許第06248434 (U S , B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C04B 35/80

C23C 16/44-16/46