

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002年9月6日 (06.09.2002)

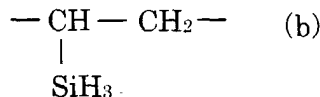
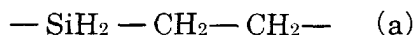
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/068360 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C04B 35/80 [JP/JP]. 加藤雄大 (KATO, Yutai) [JP/JP]; 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学エネルギー理工学研究所内 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/09360
- (22) 国際出願日: 2001年10月25日 (25.10.2001)
- (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2001-052147 2001年2月27日 (27.02.2001) JP
- (74) 代理人: 弁理士 小倉 亘 (OGURA, Wataru); 〒171-0043 東京都豊島区要町三丁目23番7号 大野千川ビル201 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CA, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 香山 晃 (KO-HYAMA, Akira) [JP/JP]. 小谷政規 (KOTANI, Masaki)
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SiC FIBER/SiC COMPOSITE MATERIAL HAVING HIGH STRENGTH

(54) 発明の名称: 高強度SiC繊維/SiC複合材料の製造方法



(57) Abstract: A method for producing a SiC fiber/SiC composite material having high strength, which comprises impregnating a SiC fiber formed product with a polyvinyl silane having unit structures (a) and (b) in a (a)/(b) ratio of 1, heating the resultant resin-impregnated SiC fiber formed product to a temperature of 300 to 400° in an inert gas atmosphere to thereby convert the polyvinyl silane to a high viscous liquid or a semi-solid, and then firing the resultant product in an Argon gas atmosphere while pressuring uniaxially. The method provides a SiC fiber/SiC composite material which has a high tightness and is excellent in mechanical properties and high temperature characteristics. The use of the polyvinyl silane containing an amount less than 50 mass % of fine SiC particles incorporated homogeneously therein and repeated impregnation with the polyvinyl silane and firing with no pressuring after the above firing under pressure provide a SiC fiber/SiC composite material having a higher density.

[続葉有]



WO 02/068360 A1

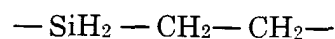


---

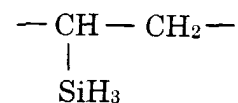
(57) 要約:

大気又は真空中で (a), (b) で示される単位構造をもち、(a) / (b) 比が 1 のポリビニルシランを SiC 繊維成形体に含浸させ、樹脂含浸 SiC 繊維成形体を不活性ガス雰囲気中で 300~400°C に加熱することにより、ポリビニルシランを高粘度液体とし、或いは半固体状態に硬化させる。熱処理された樹脂含浸 SiC 繊維成形体を一軸加圧しながらアルゴンガス雰囲気中で焼成することにより、高緻密度で機械的特性、高温特性に優れた SiC 繊維 / SiC 複合材料を得る。50 質量% 未満の微細 SiC 粒子を均一混合させたポリビニルシランの使用や、加圧焼成後のポリビニルシラン含浸及び無加圧焼成の繰返しにより、SiC 繊維 / SiC 複合材料が一層高密度化する。

(a)



(b)



## 明 細 書

## 高強度 SiC 繊維/SiC 複合材料の製造方法

## 技術分野

- 5 本発明は、航空宇宙機器、原子炉、核融合動力炉等の高温や中性子照射等の過酷な環境下で使用される耐熱性と耐放射線特性に優れた構造材料に関する。

## 背景技術

- 航空・宇宙分野、原子力分野等の過酷な環境下で使用される材料として、耐熱性、  
10 耐食性、機械的特性に優れた SiC、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等、種々のセラミックス材料が開発されてきた。セラミックス材料は、熱交換器、メカニカルシール等の過酷な条件に曝される部材としても使用されている。なかでも、SiC は、耐熱性、耐摩耗性に優れていることは勿論、中性子照射条件下でも長寿命の放射性核種が発生しにくいことを活用し、航空・宇宙用途から原子力等の先進エネルギーシステム用途まで  
15 の広範囲な分野において有望視されている構造材料である。

SiC は、融点が 2600℃ と高温特性に優れているが、それ自体では脆い材料である。そこで、SiC 繊維で強化した SiC 繊維/SiC 複合材料が提案されている [A.Lacombe and C.Bonnet, 2nd Int.Aerospace Planes Conf. Proc. AIAA-90-5208(1990), C. W. Hollenberg et al., J. Nucl. Mat., 219, (1995)70-86 参照]。

- 20 SiC 繊維/SiC 複合材料の製造方法の一つとして、SiC 繊維の成形体に前躯体樹脂を含浸・焼成して母相を形成させる前躯体樹脂含浸焼成法が用いられている。前躯体樹脂含浸焼成法は、液状原料を繊維成形体に含浸させる点で繊維強化樹脂 (FRP) の製造方法に類似しており、大型・複雑形状部品の製造技術として有望視されている。しかし、繊維間に含浸された前躯体樹脂は、熱分解過程で密度変  
25 化及び重量損失により著しく体積収縮する。大幅な体積収縮は材料内に多量の気

泡を発生させる原因であり、結果的に気孔率の大きい材料となるため所期の特性が発現しない。

前駆体樹脂の含浸・焼成を繰り返すと気孔に前駆体樹脂が充填され、SiC 繊維 / SiC 複合材料を緻密化できる。しかし、前駆体樹脂がランダム方向に沸き上が  
5 りつつ硬化する際に気孔の開口部が塞がれると以後の樹脂含浸が阻害され、繊維間や繊維束間の空隙に樹脂が達し得ず、十分に緻密化した SiC 繊維 / SiC 複合材料が得られない。

SiC 繊維 / SiC 複合材料の緻密化法として、繊維成形体から熔融樹脂が滲み出すことを熱酸化、電子線照射等の不融化处理で抑制した後、樹脂含浸成形体を加  
10 圧焼成する方法も提案されている。加圧焼成による緻密化は、様々な部品製造に有利な前駆体樹脂含浸焼成による SiC 繊維 / SiC 複合材料の製造において効果的である。しかし、熱酸化や電子線照射による樹脂の不融化处理には、酸化に伴う SiC 複合材料の高温特性が低下し、電子線照射設備を必要とすること等の欠点がある。

15

#### 発明の開示

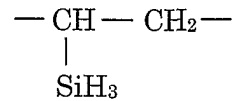
本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、樹脂含浸繊維成形体を加圧焼成して SiC 繊維 / SiC 複合材料を製造する際、焼成中に樹脂の滲出しを抑制し、且つ圧力負荷に起因した亀裂発生を極力抑えることにより、密度  
20 が高く、機械的特性に優れた SiC 繊維 / SiC 複合材料を得ることを目的とする。

本発明の製造方法は、その目的を達成するため、大気又は真空中で (a) , (b) で示される単位構造をもち、(a) / (b) 比が 1 のポリビニルシランを SiC 繊維成形体に含浸させ、樹脂含浸 SiC 繊維成形体を不活性ガス雰囲気中で 300~400°C に加熱してポリビニルシラン樹脂を高粘度化又は半固体状態に硬化させた後、一  
25 軸加圧しながらアルゴンガス雰囲気中で焼成することを特徴とする。

(a)



(b)



- 5 SiC 繊維成形体に含浸させるポリビニルシランとして、50 質量%未満の微細 SiC 粒子を均一混合したものも使用できる。加圧焼成後にポリビニルシランの含浸及び無加圧焼成を繰り返すと、SiC 繊維/SiC 複合材料の密度、強度が更に向上する。
- 10 発明を実施するための最良の形態
- ポリビニルシランは一般に構造にビニル基が付与されている化合物又はビニル化合物の重合で合成された有機ケイ素化合物の総称であるが、本発明では、前掲 (a) , (b) で示される単位構造を有し、(a) / (b) 比が 1 のポリビニルシランを使用する。
- 15 このポリビニルシランは、一次元を中心とする分子構造を有しながら側鎖に多くの Si—H 結合が付加されており、常温で低粘度 (約 70cP) の液状樹脂である。ポリビニルシランの粘性は、多量の SiC 粒子を添加した場合でも繊維成形体への含浸が十分可能な程度に維持される。しかも、ポリカルボシランと同組成のセラミックスが 30~40 質量%の収率で得られる。
- 20 ポリビニルシランは、熱分解過程で連続的熱硬化性を示す SiC 前駆体樹脂であり、不活性雰囲気中で加熱する際に加熱温度により硬化状態を制御できる。加熱温度と硬さの関係は、高温の樹脂に対して直接硬さを測定することは難しいため、種々の実験結果から適正加熱温度を設定できる。300°Cに達しない加熱温度では軟らかすぎて加圧により大半が繊維成形体から滲み出し、樹脂含浸成形体が
- 25 得られない。逆に 400°Cを超える加熱温度では硬くなり過ぎ、その後の加圧焼成

時に亀裂が発生しやすく、密度の向上に寄与しない。なお、加圧状態での保持時間は 10 分程度が好ましい。

SiC 前躯体樹脂を繊維成形体に含浸させ、後工程で加圧焼成する際に樹脂が成形体から滲み出さない程度の硬さに調整しておくこと、加圧焼成と相俟って密度が  
5 高く、機械的特性に優れた SiC 繊維/SiC 複合材料が得られる。特に、硬化処理後の硬化度と焼成中に加える圧力・焼成温度の組合せが SiC 繊維/SiC 複合材料の密度と強度に大きな影響を与えるので、要求特性に応じて硬化度、圧力、焼成温度を選定する。

焼成には、好ましくはアルゴン雰囲気中で 1000～1300℃に加熱する条件が採用される。1000℃未満の焼成温度では、樹脂の熱分解による無機化（SiC 構造の発達）が十分に進行せず、耐熱性の点で満足する SiC 繊維/SiC 複合材料が得られない。逆に 1300℃を超える焼成温度では、熱分解物の結晶化が過度に進行して大きな結晶粒が成長するため、亀裂が入り強度低下を引き起こす。

酸化性雰囲気中で焼成すると、樹脂の構造に多く含まれる Si-H 結合が酸化され、  
15 高温強度を低下させる SiO<sub>2</sub> が生成する。SiO<sub>2</sub> の生成は、酸素の存在しない雰囲気中で焼成することにより防止できる。窒素雰囲気中では、樹脂構造に窒素が取り込まれ、意図しない Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> が生成する虞がある。熱分解中に多くのガスが発生するため、真空雰囲気中での焼成では真空ポンプに多大な負担がかかる。このようなことから、アルゴン雰囲気中での焼成が好ましい。

20 焼成中の樹脂含浸成形体は、好ましくは 2～10MPa の圧力で加圧される。加圧硬化は、2MPa 以上の加圧力で顕著になる。しかし、10MPa を超える過剰な加圧力は、高価な加圧設備を必要とすることは勿論、繊維等に与えるダメージが大きくなり却って加圧効果が損なう。

最も好ましい温度-圧力条件は、1200℃-5MPa である。

25 微細な SiC 粒子を添加すると、樹脂含浸成形体の見掛けの体積収縮が抑えられ

る。繊維間の領域に SiC 粒子を均等に分配する上では、粒径  $0.3\mu\text{m}$  以下の SiC 粒子が好ましい。しかし、過剰に細かな粒径では、SiC 粒子の比表面積が増加して含浸樹脂スラリーの粘度を上昇させ、SiC 粒子が凝集しやすくなるので、SiC 粒子の均一分配が困難になる。SiC 粒子の凝集や不均一分配は、SiC 粒子の添加  
5 量が多くなることによっても助長される。したがって、微細 SiC 粒子を含有させる場合、 $0.3\mu\text{m}$  以下の適当粒度の SiC 粒子を 50 質量%未満の割合で添加混合しておくことが好ましい。

次いで、実施例によって本発明を具体的に説明する。

#### 10 実施例 1 :

平均径  $14\mu\text{m}$  の SiC 連続繊維を一方向に配向させた  $40\times 20\text{mm}$  サイズのシートを 7 枚積層し、厚さ  $2\text{mm}$  の繊維-樹脂複合成形体としてカーボン製容器に封入した。カーボン製容器を気密容器に封入して真空引きし、容器内が  $1333\text{Pa}$  以下に減圧された時点で容器上部からポリビニルシラン  $10\text{ml}$  を少量ずつ添加した。  
15 容器内で樹脂の沸騰が完全に止まった後、気密容器からカーボン容器ごと取り出して樹脂含浸繊維体を得た。

得られた樹脂含浸成形体をアルゴンガス雰囲気セットし、昇温速度  $300^\circ\text{C}/$ 時で  $350^\circ\text{C}$  ( $=623\text{K}$ ) まで昇温し、当該温度に 10 分間保持した後、1 時間以上かけて室温まで冷却した。冷却後の樹脂含浸成形体を観察すると、含浸された樹  
20 脂が淡黄色の柔らかく弾力性のある固体状に硬化し、繊維と一体化した成形体であった。

加熱処理された樹脂含浸成形体をカーボン製容器から取り出し、カーボン製成形型に仕込んだ。カーボンを発熱体とする雰囲気制御高温炉を用い、アルゴンガス雰囲気中で樹脂含浸成形体の厚さ方向に  $10\text{MPa}$  の一軸圧力を加えつつ  $300^\circ\text{C}$   
25  $/$ 時の昇温速度で  $1200^\circ\text{C}$  まで加熱し、当該温度に 10 分間保持した後、加圧力を

除いて 2 時間以上かけて冷却した。その結果、気孔率 40% の SiC 繊維/SiC 複合材料が得られた。

- SiC 繊維/SiC 複合材料に真空中でポリビニルシランを含浸し、加圧することなく 1200°C までの加熱温度で同様に焼成するプロセスを 6 回繰り返した。繰返
- 5 し焼成された SiC 繊維/SiC 複合材料は、気孔率が 22.6% まで低下しており、平均曲げ強度が 130MPa 以上、破壊仕事量が  $0.37\text{kJ}/\text{m}^2$  であり、非線形の破壊挙動を示した。

#### 実施例 2

- 10 平均径  $14\mu\text{m}$  の SiC 連続繊維を一方向に配向させた  $40\times 20\text{mm}$  サイズのシートに、平均径  $0.3\mu\text{m}$  のベータ型 SiC 粒子を 25 質量% 添加したポリビニルシランの泥漿を大気中で滴下して樹脂含浸一方向繊維シートを作製した。樹脂含浸一方向繊維シートをアルゴンガス雰囲気中にセットし、昇温速度  $300^\circ\text{C}/\text{時}$  で  $330^\circ\text{C}$  (=603K) まで加熱し、当該温度に 10 分間保持した後、1 時間以上かけて室温
- 15 まで冷却した。冷却された樹脂-繊維複合シートを観察すると、半固体化した樹脂泥漿が繊維と一体化していた。

- 樹脂-繊維複合シートを 14 枚積層し、厚さ 2mm の樹脂-繊維複合成形体とした。樹脂-繊維複合成形体をカーボン製成形型に仕込み、カーボンを発熱体とする雰囲気制御高温炉を用いてアルゴンガス雰囲気中で樹脂-繊維複合成形体の厚
- 20 さ方向に 5MPa の一軸圧力を加えながら  $300^\circ\text{C}/\text{時}$  の昇温速度で  $1200^\circ\text{C}$  まで加熱し、当該温度に 10 分間保持した後、加圧力を除いて 2 時間かけて冷却した。その結果、気孔率 33% の SiC 繊維複合成形体が得られた。

- SiC 繊維複合成形体に真空中でポリビニルシランを含浸し、加圧することなく  $1200^\circ\text{C}$  まで同様に焼成するプロセスを 6 回繰り返すと、開気孔率が 12% まで減
- 25 少し、平均曲げ強度 334MPa、破壊仕事  $1.7\text{kJ}/\text{m}^2$  の SiC 繊維/SiC 複合材料



が得られた。

### 実施例 3

平均径 14 $\mu\text{m}$  の SiC 連続繊維を一方向に配向させた 40 $\times$ 20mm サイズのシー  
5 トに、平均径 0.3 $\mu\text{m}$  のベータ型 SiC 粒子を 25 質量%添加したポリビニルシラン  
の泥漿を大気中で滴下して樹脂含浸一方向繊維シートを作製した。樹脂含浸一方  
向繊維シートをアルゴンガス雰囲気中にセットし、昇温速度 300 $^{\circ}\text{C}/\text{時}$ で 350 $^{\circ}\text{C}$   
(=623K) まで加熱し、当該温度に 10 分間保持した後、1 時間以上かけて室温  
10 まで冷却した。冷却した樹脂-繊維複合シートを観察すると、半固体化した樹脂  
泥漿が繊維と一体化していた。

樹脂-繊維複合シートを 14 枚積層し、厚さ 2mm の繊維-樹脂複合成形体とし  
た。樹脂-繊維複合成形体をカーボン製成形型に仕込み、カーボンを発熱体とす  
る雰囲気制御高温炉を用いてアルゴンガス雰囲気中で樹脂-繊維複合成形体の厚  
さ方向に 10MPa の一軸圧力を加えながら 300 $^{\circ}\text{C}/\text{時}$ の昇温速度で 1200 $^{\circ}\text{C}$ まで加  
15 熱し、当該温度に 10 分間保持した後、加圧を除いて 2 時間かけて冷却した。  
その結果、気孔率 31%の SiC 繊維複合成形体が得られた。

真空中で SiC 繊維複合成形体にポリビニルシランを含浸し、加圧することなく  
1200 $^{\circ}\text{C}$ まで同様に焼成するプロセスを 6 回繰り返すと、開気孔率が 15%まで減  
少し、平均曲げ強度 375MPa、破壊仕事 2.1kJ/m<sup>2</sup> の SiC 繊維/SiC 複合材料  
20 が得られた。

実施例 1~3 の結果から、ポリビニルシランの予備硬化条件を適正に設定し、  
高い一軸加圧力を加えて焼成すると、曲げ強度及び破壊仕事の高い SiC 繊維/  
SiC 複合材料が得られることが判った。SiC 繊維/SiC 複合材料の密度は、SiC  
25 繊維に含浸させるポリビニルシランに微細な SiC 粒子を添加しておくこと、一層

高くなった。

#### 産業上の利用可能性

- 以上に説明したように、本発明においては、前躯体樹脂を含浸・焼成して SiC
- 5 繊維/SiC 複合材料を製造する際、含浸する樹脂として熱硬化性を有するポリビニルシランを選択し、含浸させたポリビニルシランを焼成前の加熱処理で高粘度化又は半固体化させておく。高粘度化又は半固体化したポリビニルシランは、焼成時に圧力を加えても樹脂-繊維複合シートから滲み出さない。また、液状樹脂のなかでもポリビニルシランのセラミック化収率が高いため、SiC 繊維/SiC 複
- 10 合材料の緻密化が図られる。しかも、電子線照射設備等の特殊装置を必要とすることなく、単にアルゴンガス雰囲気中で加圧焼成するだけで、SiC 純度が高い SiC 繊維/SiC 複合材料となる。このようにして得られた SiC 繊維/SiC 複合材料は、優れた機械強度、高温特性を活用し原子力、核融合炉、宇宙・航空等、過酷な雰囲気
- 15 気に曝される構造部材として使用される。

15

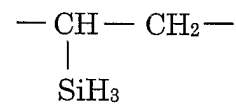
## 請求の範囲

1. 大気又は真空中で (a), (b) の単位構造をもち、(a) / (b) 比が 1 のポリビ  
 ニルシランを SiC 繊維成形体に含浸させ、樹脂含浸 SiC 繊維成形体を不活性ガ  
 5 ス雰囲気中で 300~400℃に加熱してポリビニルシランを高粘度液体にし或い  
 は半固体状態に硬化させた後、一軸加圧しながらアルゴンガス雰囲気中で焼成  
 することを特徴とする高強度 SiC 繊維/SiC 複合材料の製造方法。

(a)



(b)



10

2. 50 質量%未満の微細 SiC 粒子を均一混合したポリビニルシランを使用する  
 請求項 1 記載の高強度 SiC 繊維/SiC 複合材料の製造方法。
3. 加圧焼成された SiC 繊維複合成形体にポリビニルシラン単独の含浸及び無加  
 15 圧焼成を繰返し施す請求項 1 又は 2 記載の高強度 SiC 繊維/SiC 複合材料の製  
 造方法。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/09360

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> C04B35/80

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)

Int.Cl.<sup>7</sup> C04B35/565~577, 35/80

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

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.
A	EP 1024121 A2 (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 02 August, 2000 (02.08.00), Par. No. [0033] & JP 2000-219576 A Par. No. [0016]	1-3
A	JP 11-116337 A (Japan Nuclear Cycle Development Institute), 27 April, 1999 (27.04.99), Par. No. [0049] & FR 2769621 A1	1-3
A	JP 2001-10863 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 16 January, 2001 (16.01.01), Par. No. [0026] (Family: none)	1-3
A	JP 11-130552 A (Japan Atomic Energy Research Institute), 18 May, 1999 (18.05.99), Claim 2 (Family: none)	1-3

 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 document 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
12 November, 2001 (12.11.01)Date of mailing of the international search report  
20 November, 2001 (20.11.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl<sup>7</sup> C04B35/80

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<sup>7</sup> C04B35/565~577, 35/80

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 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
日本国実用新案登録公報 1996-2001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 請求の範囲の番号
A	EP 1024121 A2 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 2.8月.2000(02.08.00), 【0033】 &JP 2000-219576 A, 【0016】	1-3
A	JP 11-116337 A(核燃料サイクル開発機構)27.4月.1999(27.04.99) 【0049】&FR 2769621 A1	1-3
A	JP 2001-10863 A(石川島播磨重工業株式会社)16.1月.2001(16.01.01), 【0026】 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 11-130552 A(日本原子力研究所)18.5月.1999(18.05.99), 請求項2 (ファミリーなし)	1-3

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  
12.11.01

国際調査報告の発送日  
20.11.01

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)  
三崎 仁  
電話番号 03-3581-1101 内線 3416

