(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-519512
(P2025-519512A)
(43)公表日　令和7年6月26日(2025.6.26)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
C04B	*35/83*	*(2006.01)*	C04B	35/83		3J058
D01F	*9/10*	*(2006.01)*	D01F	9/10	A	4L037
D01F	*9/12*	*(2006.01)*	D01F	9/12		
D01F	*9/22*	*(2006.01)*	D01F	9/22		
F16D	*65/12*	*(2006.01)*	F16D	65/12	E	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全20頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2024-572171(P2024-572171)
(86)(22)出願日　令和5年6月1日(2023.6.1)
(85)翻訳文提出日　令和7年2月3日(2025.2.3)
(86)国際出願番号　PCT/IB2023/055627
(87)国際公開番号　WO2023/237976
(87)国際公開日　令和5年12月14日(2023.12.14)
(31)優先権主張番号　102022000012008
(32)優先日　令和4年6月7日(2022.6.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
イタリア(IT)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV
最終頁に続く

(71)出願人　521259127
ブレンボ・ソチエタ・ペル・アツィオーニ
ＢＲＥＭＢＯ　Ｓ．ｐ．Ａ．
イタリア、イ－２４０３５ベルガモ、クルノ、ヴィア・ブレンボ２５
(74)代理人　100106518
弁理士　松谷 道子
(74)代理人　100101454
弁理士　山田 卓二
(72)発明者　チヴィディーニ，オマール
イタリア、イ－２４０３５ベルガモ、クルノ、ヴィア・ブレンボ２５、ブレンボ・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内
(72)発明者　ローザ，マッシモ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　成形材料及びその製造方法

(57)【要約】
本発明は、炭素系材料からなる内層と、炭素および炭化ケイ素からなる炭素セラミック材料からなるそれぞれの外層とを備える成形材料に関する。好ましくは、当該成形材料は、ディスクブレーキディスクを形成するように成形される。

10

20

【特許請求の範囲】
【請求項１】
「カーボン・カーボン」または「Ｃ／Ｃ」と呼ばれる炭素系材料で作られた内層（２）と、
炭素および炭化ケイ素を含む炭素系セラミック材料で作られたそれぞれの外層である第１外層（３）および第２外層（４）と、を具備する成形材料（１）。
【請求項２】
請求項１に記載の成形材料であって、前記第１外層（３）および前記第２外層（４）は、本質的に炭素からなる短い無秩序なフィラメントを含む炭素系セラミック材料で作られており、好ましくは、前記フィラメントは、３０ｍｍ未満の長さ、例えば６ｍｍから２４ｍｍの長さを有する、成形材料。
【請求項３】
請求項１に記載の材料であって、前記第１外層（３）および前記第２外層（４）は、本質的に炭素からなる紡糸された繊維（ヤーン）及び／又は連続した長繊維（トウ）で作られ、織布及び／又は不織布を形成するように配置された炭素セラミック材料から作られている、成形材料。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記第１外層（３）および前記第２外層（４）の前記炭素セラミック材料が、
炭素繊維を１０～４０％、好ましくは約１５～３０％、
炭素マトリックスを３０～７０％、好ましくは約４０～６０％、
ケイ素を０～１０％、好ましくは約０～５％、
ＳｉＣを１０～４０％、好ましくは２０～３０％含み、
前記パーセンテージ（％）は重量パーセントである、成形材料。
【請求項５】
請求項１～４のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記第１外層（３）および前記第２外層（４）が、５％未満、４％未満、３％未満、２％未満の気孔率、及び／又は１．７ｇ／ｃｍ^{3}以上２．５ｇ／ｃｍ^{3}以下、１．８ｇ／ｃｍ^{3}以上２．４ｇ／ｃｍ^{3}以下、１．９ｇ／ｃｍ^{3}以上２．３ｇ／ｃｍ^{3}以下の密度を有する、成形材料。
【請求項６】
請求項１～５のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記内層（２）の前記「Ｃ／Ｃ」材料が、
炭素繊維を１５～６０％、好ましくは２０～４０、
炭素マトリックスを４０～８５％、好ましくは６０～８０を含み、
前記パーセンテージ（％）は重量パーセントである、成形材料。
【請求項７】
請求項１～６のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記内層（２）が、５％から２０％、好ましくは５％から１０％の気孔率、及び／又は１．５　ｇ／ｃｍ^{3}から１．９　ｇ／ｃｍ^3、好ましくは１．６　ｇ／ｃｍ^{3}から１．８　ｇ／ｃｍ^{3}の密度を有する、成形材料。
【請求項８】
請求項１～７のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記第１外層（３）及び前記第２外層（４）の各々の厚さが、前記成形材料の厚さの少なくとも４％、または少なくとも４．５％、または少なくとも５％であり、及び／又は、前記成形材料の厚さの２５％を超えない、または２０％を超えない、または１５％を超えない、または１０％を超えない厚さである、成形材料。
【請求項９】
請求項８に記載の成形材料であって、前記第１外層（３）及び前記第２外層（４）の各々の厚さが０．５～１０ｍｍ、好ましくは２～８ｍｍ、または４～８ｍｍである、成形材

料。
【請求項１０】
請求項１～９のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記内層（２）の厚さが、前記成形材料の厚さの少なくとも５０％、または少なくとも５５％、または少なくとも６０％、または少なくとも６５％、または少なくとも７０％、または少なくとも７５％であり、及び／又は、前記成形材料の厚さの９２％を超えず、または９０％を超えず、または８５％を超えず、または８０％を超えない、成形材料。
【請求項１１】
請求項１～１０のいずれか１項に記載の成形材料であって、
前記成形材料がディスクブレーキディスクを形成するように成形されている、成形材料。
【請求項１２】
請求項１～１１のいずれか１項に記載の成形材料から作られたディスクブレーキディスクであって、
前記成形材料の前記第１外層（３）によって形成された第１ブレーキバンドであって、ブレーキパッドと協働するように意図された第１ブレーキ面（５）と、対応する内面（６）とによって区画された、第１ブレーキバンドと、
前記成形材料の前記第２外層（４）によって形成された第２ブレーキバンドであって、ブレーキパッドと協働するように意図された第２ブレーキ面（７）と、対応する内面（８）とによって区画された、第２ブレーキバンドと、
前記第１ブレーキバンドの前記内面（６）及び前記第２ブレーキバンドの前記内面（８）の間に延びる、前記成形材料の前記内層（２）によって形成されたディスクコア、を含むディスクブレーキディスク。
【請求項１３】
請求項１～１１のいずれか１項に記載の成形材料を製造する方法であって、
ａ）　第１表面および第２表面である２つの対向する表面を有する、「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクを準備することと、
ｂ）　任意に、ディスクブレーキディスクを特徴づける通気路及び／又は供給路を作ることと、
ｃ）　前記「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクの前記第１表面及び前記第２表面をシリコンと接触させ、同時にまたは順次接触させることにより、前記シリコンの少なくとも一部が、前記第１表面から所定厚さ（「第１厚さ」）で、また前記第２表面から所定厚さ（「第２厚さ」）で前記炭素高密度化ブランクに浸透するようにし、これにより、炭素と炭化ケイ素を含む炭素セラミック材料で作られた前記第１外層及び前記第２外層を含む成形材料を得ることと、
ｄ）　任意に、ステップｃ）で得られた前記成形材料に仕上げ加工を施すこと、を含む方法。
【請求項１４】
請求項１３に記載の方法であって、
前記第１表面および前記第２表面からのシリコンの浸透厚さが、前記炭素高密度化プリフォームの厚さの少なくとも４％、または少なくとも４.５％、または少なくとも５％であり、及び／又は、前記ブランクの厚さの２５％を超えず、または２０％を超えず、または１５％を超えず、または１０％を超えない、方法。
【請求項１５】
請求項１３又は１４に記載の製造方法であって、
前記ステップａ）において、「Ｃ／Ｃ」材料で作られた炭素高密度化ブランクが準備され、
前記炭素高密度化ブランクは、本質的に炭素からなり、織布及び／又は不織布を形成するように配置された紡糸繊維（ヤーン）及び／又は連続長繊維（トウ）を含む、製造方法。

【請求項１６】
請求項１５に記載の方法であって、
「Ｃ／Ｃ」材料からなる前記炭素高密度化ブランクを準備するステップａ）は、
ｉ）　織布及び／又は不織布の形態の炭素または炭素前駆体繊維の層を重ね合わせてプリフォームモデルを形成するステップ；
ｉｉ）　重ね合わせた前記層をニードルパンチして三次元絡み合い構造を形成するステップ；
ｉｉｉ）　任意に、前記炭素前駆繊維を炭素繊維に炭素化するステップ；
ｉｖ）　任意に、ｉ）、ｉｉ）、またはｉｉｉ）で得られた前記プリフォームモデルに樹脂を含浸させるステップ；
ｖ）　任意に、ｉ）、ｉｉ）、ｉｉｉ）、またはｉｖ）のいずれかのステップで得られた前記プリフォームモデルに熱前処理を施すステップ；
ｖｉ）　ステップｉｉ）、ｉｉｉ）、ｉｖ）またはｖ）で得られた前記プリフォームモデルを、好ましくは１.５ｇ／ｃｍ^{3}を超えるか、または１.７ｇ／ｃｍ^{3}を超える材料密度まで炭素高密度化処理し、「Ｃ／Ｃ」材料からなる炭素高密度化ブランクを形成するステップ；
ｖｉｉ）　ステップｖｉ）で得られた前記ブランクを熱処理するステップ；を順に含む方法。
【請求項１７】
請求項１３または１４に記載の方法であって、
前記ステップａ）において、本質的に炭素を含む短い無秩序フィラメントからなる「Ｃ／Ｃ」材料製の炭素高密度化ブランクを準備し、好ましくは、前記フィラメントの長さは３０ｍｍ未満、例えば６ｍｍから２４ｍｍである、方法。
【請求項１８】
請求項１７に記載の方法であって、「Ｃ／Ｃ」材料からなる前記炭素高密度化ブランクを準備するステップａ）は、
ｉ）　樹脂と混合した短い炭素繊維または炭素前駆体を成形してプリフォームモデルを形成するステップであって、前記樹脂は好ましくはフェノール樹脂、アクリル樹脂、パラフィン、ピッチ、フラン樹脂、またはポリスチレンである、ステップ；
ｉｉ）　ステップｉ）で得られたプリフォームモデルを熱分解するステップ；
ｉｉｉ）　ステップｉｉ）で得られた前記プリフォームモデルを、好ましくは１.５ｇ／ｃｍ^{3}を超える材料密度、または１.７ｇ／ｃｍ^{3}を超える材料密度まで炭素高密度化処理に供し、「Ｃ／Ｃ」材料からなる炭素高密度化ブランクを形成するステップ；
ｉｖ）　ステップｉｉｉ）で得られた前記ブランクを熱処理に供するステップ；を順に含む方法。
【請求項１９】
請求項１３～１８のいずれか１項に記載の方法であって、
前記炭素密度化プリフォームの前記第１表面および前記第２表面のそれぞれが接触するケイ素の量が、前記プリフォームの重量に対して、２重量％以上１５重量％以下、３重量％以上１２重量％以下、４重量％以上１０重量％以下、または５重量％以上７.５重量％以下である、方法。
【請求項２０】
請求項１３から１９のいずれか１項に記載の方法であって、ステップｃ）は、
ｃ１）　前記ブランクを、前記第１表面の側で、シリコン、好ましくは固体シリコンからなる第１層上に配置し、前記ブランクの前記第１表面とは反対側の前記第２表面上に、シリコン、好ましくは固体シリコンを含む第２層を堆積することと、
ｃ２）　前記ブランクを、シリコンを含む前記第１層および前記第２層と接触させ、前記シリコンの少なくとも一部が毛細管現象により前記第１厚さおよび前記第２厚さで前記ブランクに浸透するような温度まで加熱する、方法。
【請求項２１】

請求項２０に記載の方法であって、
前記ステップｃ２）が、前記シリコンの融点以上の温度、好ましくは１４１０℃以上の温度、より好ましくは１４２０℃～１７００℃の温度、及び／又は好ましくは２０ｍｂａｒ～１５０ｍｂａｒ、より好ましくは８０ｍｂａｒ～１２０ｍｂａｒの圧力で実施される液体シリコン浸透（ＬＳＩ）プロセスを含む、方法。
【請求項２２】
請求項１３から１９のいずれか１項に記載の方法であって、ステップｃ）は、
ｃ１）　前記第１表面の側で、シリコン、好ましくは固体シリコンを含む前記第１層の上に前記ブランクを配置することと、
ｃ２）　前記シリコンを含む前記第１層上に配置された前記ブランクを、前記シリコンの少なくとも一部が毛細管現象により前記ブランクに前記第１厚さ浸透するような温度に曝すことと、
ｃ１－２）　前記ステップｃ２)から生じた材料を、前記第２表面の側で、シリコン、好ましくは固体シリコンを含む第２層上に配置することと、
ｃ２－２）　シリコンを含む前記第２層上に配置された材料を、前記シリコンの少なくとも一部が毛細管現象により前記材料に前記第２厚さ浸透するような温度に曝すこと、を含む方法。
【請求項２３】
請求項２２に記載の方法において、ステップｃ２）およびステップｃ２－２）が、シリコンの融点以上の温度、好ましくは１４１０℃以上、より好ましくは１４２０℃～１７００℃の間の温度、及び／又は好ましくは２０ｍｂａｒ～１５０ｍｂａｒの間、より好ましくは８０ｍｂａｒから１２０ｍｂａｒの間の圧力で、液体シリコン浸透（ＬＳＩ）法を含む、方法。
【請求項２４】
請求項１３から２３のいずれか一項に記載の方法によって得られる成形材料。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、成形材料、当該成形材料から作製されたディスクブレーキディスク、及び当該成形材料の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
炭素系材料からなるディスクブレーキディスク、いわゆる「カーボン・カーボン」または「Ｃ／Ｃ」の使用が知られている。これらは、強化用炭素繊維が配向した炭素マトリックスからなる複合材料である。
【０００３】
「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクは、織物または不織布の形態の炭素繊維の層またはシートの重ね合わせ、または短繊維の使用を含むプロセスによって得られる。また、樹脂の添加、その後の熱処理、炭素の緻密化処理も可能である。後者の工程は、ＣＶＤ（化学気相成長法）、ＣＶＩ（化学気相浸透法）、ＬＰＩ（液相ポリマー浸透法）、ＰＩＰ（ポリマー浸透・熱分解法）、または樹脂及び／又はピッチの含浸など、さまざまな方法で実施することができ、いずれも材料に適切な機械的、熱的、および摩擦特性を与えるような密度の増加をもたらす。例えば、密度を２倍から６倍に増加する、などである。
【０００４】
摩擦材として機能させるためには、「Ｃ／Ｃ」材料は高い適用温度を必要とし、これにより「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクは、特にレースや航空用途での使用に適している。「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクの他の特徴として、軽量で熱伝導率が高いことが挙げられ、これらが前述の用途に適している理由である。
【０００５】
しかし、「Ｃ／Ｃ」材製のディスクには、次のような欠点がある。

【０００６】
第１に、特にブレーキバンドにおいて摩耗現象が起こりやすい。このような摩耗現象は、ディスクの耐久性に影響を及ぼすことは避けられないことに加え、大気中への炭素微粒子の排出につながり、環境や人体に悪影響を及ぼす。
【０００７】
さらに、このようなディスクはカーボンパッドとの組み合わせでのみ使用できるため、用途が限られている。
【０００８】
ディスクブレーキディスクの素材として、カーボンセラミックのみを使用したものもよく知られている。これは、「Ｃ／Ｃ」素材のディスクの欠点を克服したもので、耐久性に優れ、摩耗現象がほとんど発生せず、より幅広いパッドと組み合わせることができる。これは通常、高性能のロード用として使用される。
【０００９】
しかし、炭素セラミック材料製のディスクは、まず何よりも軽さという「Ｃ／Ｃ」材料に関連する有利な特徴を失う。さらに、炭素セラミック材料製のディスクは加工がより困難であり、「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクよりも単純な形状を必要とする。
【００１０】
したがって、本発明が解決しようとする課題は、「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクと炭素セラミック材料製のディスクの両方の有利な特徴を併せ持つ成形材料およびディスクブレーキ用ディスク、ならびにそれを簡便に実現できる製造方法を提供することである。
【発明の概要】
【００１１】
上述の問題は、添付の特許請求の範囲に概説されているような、形状化された材料、その製造方法、および当該形状化された材料から作られたディスクブレーキディスクによって解決される。特許請求の範囲の定義は、本明細書の不可欠な一部を構成する。
【００１２】
本発明は、まず、
「カーボン・カーボン」または「Ｃ／Ｃ」と呼ばれる炭素系材料からなる内層と、
炭素と炭化ケイ素を含む炭素セラミック材料で作られた外層、すなわち第１外層と第２外層と、を備える、成形材料に関する。
【００１３】
本発明は、次に、前記成形材料から作られたディスクブレーキディスクに関し、該ディスクブレーキディスクは、
　前記成形材料の前記第１外層によって形成された第１ブレーキバンドであって、前記第１ブレーキバンドは、ブレーキパッドと協働するように意図された第１ブレーキ表面と、対応する内面とによって区画されている、第１ブレーキバンドと、
　前記成形材料の前記第２外層によって形成された第２ブレーキバンドであって、前記第２ブレーキバンドは、ブレーキパッドと協働するように意図された第２ブレーキ表面と、対応する内面とによって区画されている、第２ブレーキバンドと、
　前記成形材料の前記内層によって形成されたディスクコアであって、前記第１ブレーキバンドの内面と前記第２ブレーキバンドの内面との間に延在する、ディスクコアと、を含む。
【００１４】
本発明はさらに、以下の工程を順に含む、前記成形材料の製造方法に関する。
ａ）　「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化（濃縮）ブランクを用意する。このブランクは、それぞれ第１表面および第２表面である、２つの対向する表面を有する。
ｂ）　任意に、ディスクブレーキディスクを特徴づける通気路及び／又は供給路を作る。
ｃ）　炭素密度を高めた「Ｃ／Ｃ」材料の前記ブランクの前記第１表面と前記第２表面を、同時にまたは順次、シリコンと接触させ、シリコンの少なくとも一部が、前記第１表面から所定の厚さ（「第１厚さ」）で、また前記第２表面から所定の厚さ（「第２厚さ」）

について前記ブランクに浸透し、これにより、炭素と炭化ケイ素からなる炭素セラミック材料で作られた前記第１外層と前記第２外層とを含む成形材料を得る。
ｄ） 任意に、ステップｃ）で得られた前記成形材料に仕上げ加工を施す。
【００１５】
本発明による成形材料、および対応するディスクブレーキディスクは、有利には、「Ｃ／Ｃ」材料の典型的な軽さ、熱伝導性、および加工性を備えつつ、より高い耐摩耗性を示し、大気中への粒子状物質の排出を大幅に削減し、環境および人間の健康に好ましい影響をもたらす。さらに、本発明のディスクは、焼結金属パッドやセラミックマトリックスパッドなど、より幅広いパッドと有利に使用することができる。
【００１６】
本発明のさらなる特徴および利点は、以下に示す非限定的な例によるいくつかの実施形態の説明からより明らかになるであろう。
【図面の簡単な説明】
【００１７】
【図１】図１は、本発明の一実施形態によるディスクブレーキディスクを形成するための成形材料の断面図を模式的に示す。
【図２】図２は、一方のブレーキバンドのみにＬＳＩを施した「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクと、両方のブレーキバンドにＬＳＩを施した「Ｃ／Ｃ」材料製のディスクの重量増加を示すグラフを示す。
【図３】図３は、炭素セラミック材料からなる外層が約８ｍｍの厚さを有する、本発明による成形材料の、外周面からの異なる距離（上図：表面からの距離約４ｍｍ、下図：表面からの距離約８ｍｍ）におけるＳＥＭによる画像を示す
【発明を実施するための形態】
【００１８】
本発明は、成形材料、および前記成形材料から作られたディスクブレーキディスクに関し、ブレーキバンド（その外周面である、いわゆるブレーキ表面がディスクブレーキのパッドと協働するように適合されている）が炭素と炭化ケイ素を含む炭素セラミック材料から作られ、前記ブレーキバンドの内面によって画定されるディスクのコアが「Ｃ／Ｃ」炭素質材料から作られている。
【００１９】
ディスクの摩擦学的に活動的な部分を規定するブレーキバンドは炭素セラミック材料で作られているため、機械的強度が高く、耐摩耗性も向上し、その結果、ディスクの寿命が長く、環境への微粒子の排出が減少する。同時に、ディスクコアは「Ｃ／Ｃ」材料の特徴である軽さと熱伝導性の性能を維持し、ディスクを高性能車やスポーツカーのブレーキシステムに適したものにする。
【００２０】
図１に、本発明に係る成形材料の断面を示す。より具体的には、当該材料はディスクブレーキディスクを形成するように成形されており、ディスクの中央の穴は、図１の断面では破線で示されている。
【００２１】
図１の成形素材は、参照数字１により全体が示されており、炭素系の「Ｃ／Ｃ」材料からなる内層２と、炭素と炭化ケイ素（ＳｉＣ）を含む炭素セラミック材料で作られた２つの外層、すなわち第１外層３および第２外層４と、をそれぞれ備えている。好ましくは、前記外層３と前記外層４は実質的に同じ厚さである。
【００２２】
前記第１外層３はディスクブレーキディスクの第１ブレーキバンドを形成し、ブレーキパッドと協働するように意図された第１外面５（「第１ブレーキ面」）と、対応する内面６とによって区画される。
【００２３】
前記第２外層４は、ディスクブレーキディスクの第２ブレーキバンドを形成し、ブレーキ

パッドと協働するよう意図された第２外面７（「第２ブレーキ面」）と、対応する内面８とによって区画される。
【００２４】
前記内層２は、前記ブレーキバンドの前記内面６、８によって区画されるディスクコアを形成する。内層２では、通気型ディスクブレーキディスクの通気路（図１には示されていない）が通常形成される。通気路は、使い捨てコアでも形成できるが、好ましくは機械加工によって形成されるため、様々な複雑な形状および寸法とすることができる。
【００２５】
有利なことに、内層２およびそれぞれの外層３、４は、成形材料１の表面全体に実質的に広がっている。
【００２６】
第１実施形態によると、成形材料の２つの外層３，４は、炭素を本質的に含む短い無秩序フィラメントからなる炭素セラミック材料でできている。好ましくは、前記フィラメントは、例えば６～２４ｍｍの間で、３０ｍｍ未満の長さを有する。
【００２７】
「炭素を本質的に含むフィラメント」という用語は、例えばポリアクリロニトリル（ＰＡＮ）などの合成起源の様々な生成物、またはピッチ、の熱分解により一般的に生成される繊維状材料を意味する。
【００２８】
前記フィラメントは通常、３０００～５００００本の繊維を含む繊維束からなり、単繊維の直径は一般的に８～１０ミクロンである。
【００２９】
第２実施形態によると、成形材料の２つの外層３、４は、炭素を本質的に含む紡糸（ヤーン）及び／又は連続長繊維（トウ）からなり、織布及び／又は不織布を形成するように配置された炭素セラミック材料から作られる。
【００３０】
「連続長繊維」という用語は、長さと直径の比が高い（通常、１００００:１を超える）繊維の束を意味する。「紡糸繊維」という用語は、単一の糸を形成するように紡糸された繊維の束を意味する。
【００３１】
好ましくは、前記外層３、４の炭素セラミック材料は、
炭素繊維１０～４０％、好ましくは約１５～３０％
炭素マトリックス３０～７０％、好ましくは約４０～６０％
ケイ素０～１０％、好ましくは約０～５％
ＳｉＣ１０～４０％、好ましくは２０～３０％、を含む。
【００３２】
前記パーセンテージ（％）は重量パーセントである。
【００３３】
より好ましくは、外層３、４の炭素セラミック材料は、
炭素繊維：重量比で１５～２５％、
炭素マトリックス：重量比で４５～５５％、
シリコン：重量比で３～４％、
ＳｉＣ：重量比で２３～２８％、を含む。
【００３４】
本明細書において、「～を含む」という用語は、「～で構成される」または「本質的に～で構成される」という意味も含む。
【００３５】
好ましくは、炭素セラミック材料の前記外層３、４は、気孔率が５％未満、４％未満、３％未満、または２％未満である。
【００３６】

好ましくは、炭素セラミック材料の外層３、４は、密度が１．７ｇ／ｃｍ^3～２．５ｇ／ｃｍ^3、または１．８ｇ／ｃｍ^3～２．４ｇ／ｃｍ^3、または１．９ｇ／ｃｍ^3～２．３ｇ／ｃｍ^{3}である。

【００３７】

好ましくは、内層２の「Ｃ／Ｃ」材料は、以下からなる。

炭素繊維：１５～６０％、好ましくは２０～４０％、

炭素マトリックス：４０～８５％、好ましくは６０～８０％。

【００３８】

前記パーセンテージ（％）は重量パーセンテージである。

【００３９】

本発明の目的上、「～を含む」という用語は、「～で構成される」または「～から本質的になる」という意味も含む。

【００４０】

好ましくは、「Ｃ／Ｃ」材料で作られた前記内層２は、５％と２０％の間、または５％と１０％の間の気孔率を有する。

【００４１】

好ましくは、「Ｃ／Ｃ」材料で作られた前記内層２は、密度が１.５ｇ／ｃｍ^{3}と１.９ｇ／ｃｍ^{3}の間、または１.６ｇ／ｃｍ^{3}と１.８ｇ／ｃｍ^{3}の間である。

【００４２】

このような「Ｃ／Ｃ」材料で作られた内層２の気孔率および密度値は、成形材料に軽さを与えるようなものである。

【００４３】

外層３、４および内層２の気孔率は、標準ＩＳＯ １８７５４：２０２０に従う静水圧測定法に従って水中で測定される。

【００４４】

外層３、４および内層２の密度は幾何学的に測定される。

【００４５】

好ましくは、前記外層３、４の各々の厚さは、成形材料の厚さの少なくとも４％、または少なくとも４．５％、または少なくとも５％である。

【００４６】

好ましくは、前記外層３、４の各々の厚さは、成形材料の厚さの２５％を超えない、２０％を超えない、１５％を超えない、または１０％を超えない。

【００４７】

好ましい実施形態によると、前記外層３、４の各々の厚さは、０．５～１０ｍｍである。好ましくは、前記厚さは少なくとも１ｍｍ、または少なくとも２ｍｍ、または少なくとも３ｍｍ、または少なくとも４ｍｍである。好ましくは、前記厚さは８ｍｍを超えない、または７ｍｍを超えない、または６ｍｍを超えない。例えば、前記厚さは２ｍｍと８ｍｍの間、または４ｍｍと８ｍｍの間である。

【００４８】

外層３、４の上記厚さ値は平均値として意図されるべきである。すなわち、当該層は、成形材料の表面全体にわたって必ずしも同じ厚さを有しているわけではない。例えば、成形材料の縁部付近では、外層の厚さはより厚くすることができる。当該厚さのばらつきは±２ｍｍ程度のオーダーとすることができる。これは、以下に説明するように、「Ｃ／Ｃ」材料にシリコンを浸透させるステップを含む、本発明による成形材料の製造方法を参照すると、より明らかになる。当該浸透ステップ中、材料の側面領域における材料の異質な微細構造とエッジ効果により、エッジ部分における毛細管現象によるシリコンの増加が大きくなる可能性がある。

【００４９】

ディスクブレーキディスクのブレーキバンドを形成する成形材料の外層３、４は摩耗の影響を受ける。したがって、当該層の厚さは、下層の「Ｃ／Ｃ」材料が露出しないように摩

耗現象に耐えるものでなければならず、ディスクの耐用年数を最大限に確保しなければならない。同時に、当該層の厚さはあまり厚くし過ぎてはならず、さもないと材料が重くなり過ぎる。上記の厚さの値は、これら２つの側面の間で適切な妥協点である。

【００５０】

好ましくは、内層２の厚さは、成形材料の厚さの少なくとも５０％、または少なくとも５５％、または少なくとも６０％、または少なくとも６５％、または少なくとも７０％、または少なくとも７５％である。

【００５１】

好ましくは、内層２の厚さは、成形材料の厚さの９２％を超えない、９０％を超えない、８５％を超えない、または８０％を超えない。

【００５２】

有利なことに、本発明の成形材料はモノブロックである。なぜなら、それは「Ｃ／Ｃ」材料の単一ブロックから作られるからであり、その製造方法の以下の説明からさらに明らかになるだろう。

【００５３】

本発明の成形材料は、特許請求の範囲に従う方法によって得られる。特に、当該方法は以下のステップを順次含む。

ａ）　「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクを準備する。当該ブランクはそれぞれ第１表面および第２表面である２つの対向する表面を有する。

ｂ）　任意に、ディスクブレーキディスクを特徴づける通気及び／又は供給チャネルを作る。

ｃ）　炭素密度を高めた「Ｃ／Ｃ」材料の前記ブランクの第１表面と第２表面をシリコンと接触させる。その際、シリコンの少なくとも一部が、第１表面から所定の厚さ（本願では「第１厚さ」とも称する）で、また第２表面から所定の厚さ（本願では「第２厚さ」とも称する）で、前記ブランクに浸透するように、同時にまたは順次行う。これにより、炭素と炭化ケイ素を含む炭素セラミック材料で作られた前記第１外層および前記第２外層を有する成形材料を得る。

ｄ）　任意選択として、ステップｃ）で得られた成形材料に仕上げ加工を施す。

【００５４】

「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランク」という表現は、本願では「ブランク」または「Ｃ／Ｃブランク」とも呼ばれ、以下の説明から明らかなように、炭素高密度化プロセスを経た「Ｃ／Ｃ」材料製のプリフォームを意味する。

【００５５】

<u>発明の方法のステップａ）</u>

【００５６】

第１実施形態：

第１実施形態によると、ステップａ）の間、「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクが、炭素を本質的に含有し、織布及び／又は不織布を形成するように配置された紡糸繊維（ヤーン）及び／又は連続長繊維（トウ）からなる対応するプリフォームから準備される。当該プリフォームの準備は、周知の方法によって実施される。一例は、ＷＯ２０１９/１８０５５０に記載されている。

【００５７】

一実施形態によると、「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクを準備する前記ステップａ）は、以下のステップを順次含む。

ｉ）　織布及び／又は不織布の形態の炭素または炭素前駆体繊維の層を重ね合わせてプリフォームモデルを形成する。

ｉｉ）　重ね合わせた繊維層をニードルパンチングして、三次元の絡み合った構造を形成する。

ｉｉｉ）　任意に、炭素前駆繊維を炭素繊維に炭素化する。

ｉｖ）　任意に、ｉ）、ｉｉ）、またはｉｉｉ）で得られたプリフォームモデルに樹脂を

含浸させる。
ｖ）　任意に、ｉ)、ｉｉ)、ｉｉｉ)、またはｉｖ)のいずれかのステップで得られたプリフォームモデルに熱前処理を施す。
ｖｉ）　ステップｉｉ)、ｉｉｉ)、ｉｖ)またはｖ)で得られたプリフォームモデルを、好ましくは１.５ｇ／ｃｍ^{3}を超えるか、または１.７ｇ／ｃｍ^{3}を超える材料密度まで炭素高密度化処理し、「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクを形成する。
ｖｉｉ）　ステップｖｉ)で得られたブランクを熱処理する。
【００５８】
ステップｉ)において、層は、炭素繊維（すなわち、すでに炭化された繊維）またはそのような繊維の前駆体（好ましくはＰＡＮ、ピッチ、またはレーヨン）のいずれかから構成され、ニードルパンチングに続く炭化ステップiii)中に炭素繊維に変換される。炭化は、通常、繊維を１５００℃から２０００℃の間の温度まで加熱することを含み、前駆体の種類に応じて変化する。
【００５９】
一実施形態によると、予備成形モデルは円筒形であり、繊維層の重ね合わせ軸に平行な軸を有する。
【００６０】
ステップｉｉ）のニードルパンチングは、繊維の一部を軸方向に方向づけて係合させる適切な針の使用を含む従来の方法を用いて実施することができ、これにより三次元構造を得ることができる。
【００６１】
含浸ステップiv）で使用される樹脂は、例えば、フェノール樹脂、アクリル樹脂、ポリスチレン樹脂、フラン樹脂、またはシアノエステルからなる群から選択される。
【００６２】
ステップｖ)およびｖｉｉ)における熱処理は、材料に高い熱伝導率を与えるようなものである。好ましくは、このような熱処理は、不活性雰囲気中または真空炉中での１８００～２５５０℃の間の温度までの処理からなる。
【００６３】
第２実施形態
第２実施形態によると、前記ステップａ）では、炭素を本質的に含む短い無秩序フィラメントからなる「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクが準備される。ここで、前記フィラメントは、好ましくは、３０ｍｍ未満、例えば、６ｍｍから２４ｍｍの長さを有する。前記ブランクの準備は、既知の方法によって行われる。
【００６４】
一実施形態によると、「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクを準備するステップａ）は、以下のステップを順次行うことを含む。
ｉ）　樹脂と混合した短い炭素繊維または炭素前駆体繊維を印刷してプリフォームモデルを形成する。ここで、樹脂は好ましくはフェノール樹脂、アクリル樹脂、パラフィン、ピッチ、フラン樹脂、またはポリスチレンである。
ｉｉ）　ステップｉ）で得られたプリフォームモデルを熱分解する。
iii)　ステップii)で得られたプリフォームモデルを炭素高密度化プロセスに供し、好ましくは１.５ｇ／ｃｍ^{3}を超えるか、または１.７ｇ／ｃｍ^{3}を超える材料密度まで高密度化し、「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクを形成する。
iv)　ステップiii)で得られたブランクを熱処理に供する。
【００６５】
ステップｉ)の間、炭素またはそのような繊維の前駆体（好ましくはＰＡＮ、ピッチ、またはレーヨン）の繊維を成形することができる。前記成形ステップｉ)は、好ましくは８０℃から２００℃の間、好ましくは１２０℃から１８０℃の間で、及び／又は５から２５０バールの間、好ましくは５から１００バールの間で動作させることによって実施される。

【００６６】
型から取り出されたプリフォームモデルは、結合樹脂を炭化させるために、熱分解ステップii)を受ける。好ましくは、ステップii)は、使用される樹脂の種類に応じて、一般的に８００℃と１０００℃の間である温度で、従来の炉内で実施される。有利には、熱分解ステップii）は、窒素またはアルゴンなどの不活性ガスの流れ下で、好ましくは１０～１０００ｍｂａｒ、好ましくは５００～１０００ｍｂａｒの圧力下で行われる。不活性ガスの流れは、樹脂の熱分解により放出されるガスを有利に除去する機能も有する。
【００６７】
ステップｉｖ)の熱処理は、材料に高い熱伝導率を与えるものであり、好ましくは、不活性雰囲気または真空炉内での１８００℃から２５５０℃までの温度での処理を含む。
【００６８】
異なる実施形態によれば、織布または不織布を形成するように配置された紡糸及び／又は連続繊維からなるプリフォーム（上述の第１実施形態）の炭素高密度化プロセス、ならびに、短い無秩序フィラメントを含むプリフォーム（上述の第２実施形態）の炭素高密度化プロセスは、異なる方法で実施される。
【００６９】
第１方法は、コーティングのみか、あるいは気体状の炭素浸透のいずれかによって、ＣＶＤ（化学気相成長）またはＣＶＩ（化学気相浸透）のいずれかとなる。一般的に、材料が繊維状で多孔性が高い場合、化学気相浸透（ＣＶＩ）となる。これらの方法には、炭化水素混合物（メタンやプロパンなど）を使用し、処理対象の材料を高温・低圧の混合ガスにさらす方法が含まれる。処理温度は９００～１２００℃、好ましくは１０００～１１００℃の範囲であり、処理圧力は３００ｍｂａｒ未満、好ましくは数十ｍｂａｒである。炭化水素混合物は分解して元素状炭素となり、これが処理対象材料のマトリックスに堆積または浸透する。この方法は専用の炉の使用を必要とし、繊維上に薄層（通常は数ミクロン）を堆積させる。所望の緻密化を得るには、繊維への浸透と総被覆を数サイクル繰り返し、繊維上に１０ミクロンを超える厚さ（通常は２０～３０ミクロン）の被覆を行う必要がある。
【００７０】
別の方法として、ＬＰＩ（液状ポリマー含浸）またはＰＩＰ（ポリマー含浸・熱分解）と呼ばれる方法があり、処理対象の材料のマトリックスに液状ポリマーを含浸させ、その後高温で熱処理（熱分解）を行う。これにより、炭素繊維上に堆積したポリマーが炭化する。この場合も、プリフォームの適切な緻密化を得る前に、浸透および熱分解のいくつかのステップが必要である。
【００７１】
炭素の緻密化ステップで使用される方法に関係なく、得られたブランクの材料の密度は、通常、１.５ｇ／ｃｍ^{3}より大きい。
【００７２】
本発明の方法のステップｂ）（任意）
ステップｂ）の間、ステップａ）で得られた「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクは、初期処理、すなわち前処理を受ける。
【００７３】
前記ステップｂ）は、ブランク（すなわち高密度化プリフォーム）を成形するステップを含み得、その間、ディスクブレーキディスクのほぼ完成した形状および寸法に切断される。あるいは、成形操作は、重ね合わせステップi)の前、ニードルパンチングステップii)の前、またはステップii)の下流のニードルパンチングされた多層体のいずれかで、個々の繊維層に対して行うこともできる。任意選択として、紡績及び／又は連続繊維からなるプリフォームから得られたブランクの場合には、成形ステップを行う。短い無秩序なフィラメントからなるプリフォームは、適切な型で所望の形状を取ることができる。
【００７４】
通気型ブレーキディスクの通気路及び／又は供給路も、前記ステップｂ）の間に作られる

。「供給路」という用語は、その孔によってディスクのベルが取り付けられることを意味する。

【００７５】

発明の方法のステップｃ）

本発明による成形材料の製造方法のステップｃ）の間、任意に前記ステップｂ）に供された「Ｃ／Ｃ」材料の炭素高密度化ブランクの２つの表面がシリコンと接触させられる。

【００７６】

第１実施形態によれば、ブランクの第１表面と第２表面が同時にシリコンと接触させられる。この実施形態では、シリコンは、ブランクの第１表面から所定の厚さ（「第１厚さ」）と、第２表面から所定の厚さ（「第２厚さ」）とに同時に浸透し、成形材料の２つの外層３、４を形成する。

【００７７】

第２実施形態によると、ブランクの第１表面と第２表面は、順次シリコンと接触させられる。すなわち、まずブランクの第１表面がシリコンと接触させられ、これにより、シリコンの少なくとも一部が、前記第１表面から所定の厚さ（「第１厚さ」）にわたってブランクに浸透し、成形材料の第１外層３が形成される。次に、ブランクの第２表面がシリコンと接触させられ、これにより、シリコンの少なくとも一部が、前記第２表面から所定の厚さ（「第２厚さ」）にわたってブランクに浸透し、成形材料の第２外層４が形成される成形材料の第２外層４を形成する。

【００７８】

好ましくは、第１表面（「第１厚さ」）および第２表面（「第２厚さ」）からのシリコンの浸透厚さは、ブランクの厚さの少なくとも４％、または少なくとも４.５％、または少なくとも５％である。

【００７９】

好ましくは、前記第１表面（「第１厚さ」）および前記第２表面（「第２厚さ」）からのシリコンの浸透厚さは、ブランクの厚さの２５％を超えない、２０％を超えない、１５％を超えない、１０％を超えない。

【００８０】

好ましくは、前記第１厚さおよび前記第２厚さは実質的に同じである。

【００８１】

第１実施形態（２つの表面からのシリコンの同時浸透）によると、ステップｃ）は以下のステップを含む。

ｃ１） ブランクを、第１表面の側に、シリコン、好ましくは固体シリコンからなる第１層上に配置し、ブランクの第２表面、第１表面と反対側の面に、シリコン、好ましくは固体シリコンからなる第２層を堆積させる。

ｃ２） シリコンからなる第１層および第２層と接触しているブランクを、少なくともシリコンの一部が毛細管現象によりブランクに浸透するような温度に、第１厚さおよび第２厚さについて曝す。

【００８２】

第２実施形態（２つの表面からのシリコンの順次浸透）によると、ステップｃ）は以下のステップを含む。

ｃ１） ランクを第１表面の側に、シリコンからなる第１層、好ましくは固体シリコン上に置く。

ｃ２） シリコンからなる第１層上に置かれたブランクを、シリコンの少なくとも一部が毛細管現象によりブランクに浸透するような温度に曝す。

ｃ１－２） 前記ステップc２)の結果生じた材料を、第２表面の側に、好ましくは固体シリコンからなる第２層上に配置する。

ｃ２－２） 前記シリコンからなる第２層上に配置された材料を、少なくとも一部のシリコンが毛細管現象により前記材料に浸透するような温度に曝す。

【００８３】

一実施形態において、前記層は固体シリコンからなる。前記層は固体シリコンに加えて、例えば炭化ホウ素（B_4C）などの１つ以上の材料を含み得る。この実施形態によれば、炭化ホウ素は、好ましくは５％から５０％、より好ましくは５％から２０％の重量パーセントで層中に存在する。

【００８４】

別の実施形態では、前記層は固体シリコンからなる。

【００８５】

固体シリコンは、純粋な形態、またはシリコン／アルミニウム合金もしくはシリコン／銅合金の形態であり、顆粒または粉末の形態である。

【００８６】

以下、「シリコン層」という用語は、固体シリコンを含む層および固体シリコンからなる層の両方を指して使用される。

【００８７】

一実施形態によると、ステップｃ１)およびｃ１-２)の間、材料はシリコン層上に直接敷設される。「直接」という用語は、材料がシリコン層と接触しており、材料とシリコン層との間に介在する追加の手段または要素がないという事実に関連する。

【００８８】

別の実施形態によると、ステップｃ１）およびｃ１－２）の間、材料は、例えばフェルト、熱分解木材要素、またはペグなどの多孔質仕切りなどの外部手段または要素を介してシリコン層上に敷設される。この実施形態では、ステップｃ１)およびｃ１－２)の間、材料は層に埋め込まれたシリコンと接触していない。材料は、その後の浸透ステップｃ２)およびｃ２－２)の間にシリコンと接触する。

【００８９】

好ましくは、シリコン浸透ステップｃ２)およびｃ２－２）は、処理中に放出されるガス用の通気孔を備えた適切な処理チャンバ内で行われる。

【００９０】

浸潤ステップｃ２）およびｃ２－ｂｉｓ）は有利には、シリコン層をシリコンの融点以上の温度、好ましくは１４１０℃以上の温度、より好ましくは１４２０℃～１７００℃の温度に曝すことにより、シリコンが溶融し、毛細管現象によってプリフォームに第１厚さおよび第２厚さで浸潤する、ＬＳＩ（液体シリコン浸透）プロセスを含む。

【００９１】

この実施形態によると、処理チャンバは、好ましくは、前記温度、例えば約１５００℃で加熱される従来型の適切な炉に導入される。この温度では、シリコンは溶融し、シリコンと接触する表面の孔に浸透し、炭素繊維及び／又は炭素マトリックス中の炭素の一部と反応して炭化ケイ素（ＳｉＣ）を形成する。望ましくは、溶融したシリコンの一部が炭素と反応して炭化ケイ素（ＳｉＣ）となり、シリコンの一部は未反応のまま残る。未反応のシリコンは、冷却段階で材料内に固化する。処理温度までの加熱と、その後の冷却は、いずれも徐々に行われる。例えば、約１５００℃の処理温度に達するには８時間以上を要し、浸透させた材料を冷却するのにも同程度の時間を要する。

【００９２】

好ましくは、シリコン浸透工程ｃ２)およびｃ２－２)は、２０mbarから１５０mbarの間、より好ましくは８０mbarから１２０mbarの間で減圧下で行われる。

【００９３】

シリコン層への材料の堆積とＬＳＩによるシリコンの浸透を含む上述のプロセスに代わるものとして、本発明の方法のステップｃ）は、ブランクのシリコーン樹脂含浸を含んでもよい。この代替の実施形態によれば、ブランクは、第１厚さと実質的に等しい厚さとなるように第１表面側でシリコーン樹脂浴に浸漬され、その後、最高温度８０℃での含浸ステップ、最高温度１５０℃でのその後の樹脂重合ステップ、最後に８００～１０００℃の温度で樹脂をセラミック材料に変換する熱分解ステップに供される。含浸および重合の温度は、樹脂の種類によって異なる。次に、得られた材料を第２表面の側で第２厚さと実質的

に等しい厚さになるようにシリコン樹脂の浴に浸漬し、同じ含浸、重合、および熱分解のステップを繰り返す。

【００９４】

好ましくは、前記ブランクの前記第１表面および前記第２表面の各々が接触するケイ素の量は、前記ブランクの重量に対して、２重量％以上１５重量％以下、３重量％以上１２重量％以下、４重量％以上１０重量％以下、または５重量％以上７．５重量％以下である。

【００９５】

前記ケイ素の量は、前記第１厚さおよび第２厚さへのケイ素の浸透を確実にするような量である。特に、前記ケイ素の量は、前記第１厚さに等しい第１表面からの厚さおよび前記第２厚さに等しい第２表面からの厚さについて、ブランクの「Ｃ／Ｃ」材料の気孔率を少なくとも部分的に充填するために必要な量である。特に、前記ケイ素の量は、前記第１厚さおよび前記第２厚さの間に延びる「Ｃ／Ｃ」材料からなる内層の気孔率を充填しないような量である。

【００９６】

上述したような、この発明の成形材料の製造方法は、炭素セラミック材料からなる２つの外層に、その厚さ全体にわたって不均質な組成をもたらす。例えば、２つの外層表面に近い部分では、ケイ素および炭化ケイ素の濃度が高くなり、表面から離れるにつれて徐々に減少する。

【００９７】

炭素高密度化「Ｃ／Ｃ」材料のブランクが接触するケイ素は、完全に吸収されることが実験的に判明した。これは、ブランクによるケイ素の吸収が定量的であることを意味する。この利点により、シリコンの量も調整して浸透厚さを制御することが可能になる。この点について、図２は、片面のみにＬＳＩ加工を施した「Ｃ／Ｃ」材料の炭素化ブランク材（左のヒストグラム）と両面にＬＳＩ加工を施したブランク材（右のヒストグラム）の、単一浸透ステップにおける重量増加を示すグラフである。「目標」は、表面と接触するシリコンの量である。

【００９８】

シリコンの浸透厚さは、例えばＳＥＭ顕微鏡を使用して成形材料の断面を分析することによりモニターされる。図３は、炭素セラミック材料からなる外層が約８ｍｍの厚さである、本発明による成形材料の外層表面から異なる距離でＳＥＭにより得られた２つの画像を示す。

【００９９】

図３は、（上部に）外表面から約４ｍｍの距離でＳＥＭにより得られた画像を示す。 すべての炭素気孔（濃い灰色）がシリコンおよび炭化ケイ素（薄い灰色）で充填されていることがはっきりと見て取れ、したがって、この材料は炭素セラミックであることがわかる。

【０１００】

図３は、より深い部分のＳＥＭによる画像（下）を示している。表面から約８ｍｍの深さにある、シリコン浸透材料の外層と「Ｃ／Ｃ」材料の内層との界面がはっきりと見える。これは、深さが深くなるにつれて、材料が再び「Ｃ／Ｃ」になることを示している。

【０１０１】

また、実験により、本発明の成形材料は、６００℃において「Ｃ／Ｃ」材料（７０ Ｗ/ｍＫ）と実質的に同じ熱伝導率を維持することが確認された。これは、熱の観点から見ると、セラミックス化は材料を大幅に変化させないことを意味する。

【０１０２】

<u>発明の方法のステップｄ）（オプション）</u>

ステップ（ｄ）の間、ステップ（ｃ）で得られた材料は、第２処理、すなわち仕上げ加工を受け、その間、材料はディスクブレーキディスクの完成形状及び／又はサイズに仕上げられる。熱処理により成形材料の形状が変形する可能性があるため、この最終加工は多くの場合必要である。ステップ（ｄ）の間、表面の変形は除去される。このような仕上げ加

工は、例えばダイヤモンド砥石を用いて、乾燥状態で実施することが好ましい。

【０１０３】

本発明の一つの特定の実施形態のみが説明されたことは明らかである。成形材料およびその製造方法の両方について、当業者は、添付の特許請求の範囲に定義された保護の範囲から逸脱することなく、特定の条件に適合させるために必要なすべての変更を加えることができる。

【図面】

【図１】

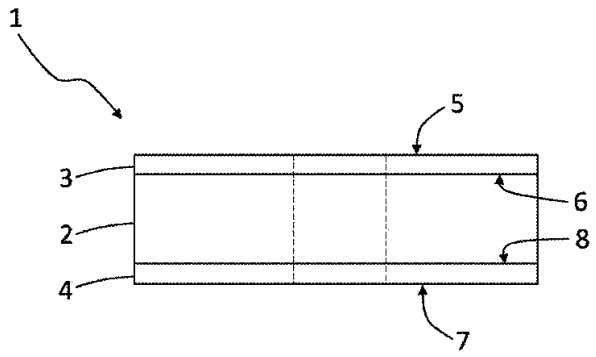

Fig. 1

【図２】

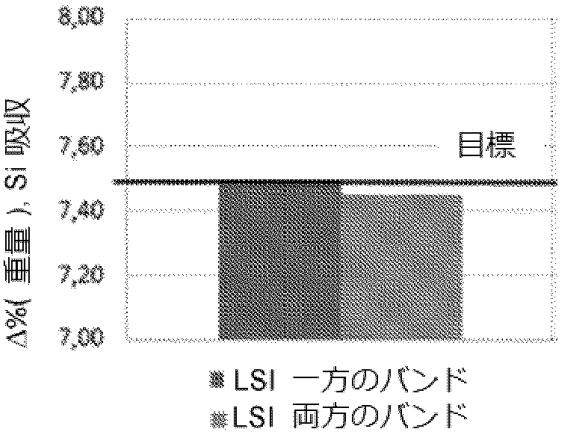

Fig. 2

【図３】

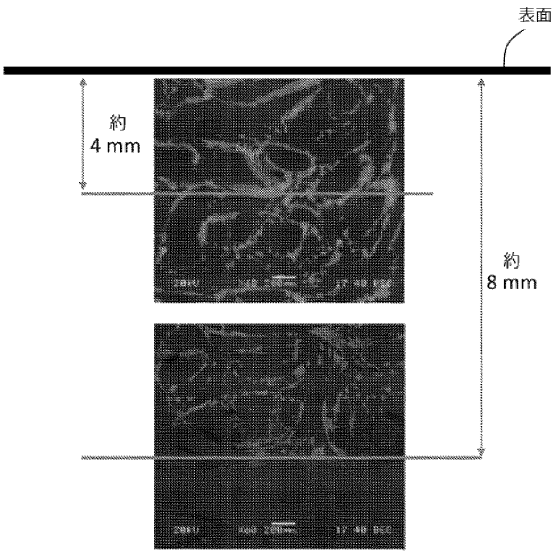

Fig. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2023/055627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16D65/12 B32B18/00
ADD.

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)
F16D B32B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110 606 763 A (SHANDONG STOPART BRAKE MAT CO LTD) 24 December 2019 (2019-12-24) figure 1 claim 1 paragraphs [0028], [0030] the whole document -----	1-24
X	US 6 221 475 B1 (DOMERGUE JEAN-MARC [FR] ET AL) 24 April 2001 (2001-04-24) column 9, paragraph 22-26 figure 1 example 2 the whole document -----	1-24
A	CN 112 377 547 A (HUNAN SHIXIN NEW MAT CO LTD) 19 February 2021 (2021-02-19) claims 5,6 -----	1-24

-/--

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[x] 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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
4 September 2023	12/09/2023

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Yu, Sze Man

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2023/055627

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/171770 A1 (PETROCERAMICS S P A [IT]; VALLE MASSIMILIANO [IT]) 21 November 2013 (2013-11-21) claims 18-23,26,27 -----	1-24

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2023/055627

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 110606763 A	24-12-2019	NONE	
US 6221475 B1	24-04-2001	AT 255545 T	15-12-2003
		CA 2268516 A1	23-04-1998
		CN 1237950 A	08-12-1999
		DE 69726604 T2	30-09-2004
		EP 0835853 A1	15-04-1998
		EP 0956276 A1	17-11-1999
		HK 1023984 A1	29-09-2000
		JP 2001505863 A	08-05-2001
		KR 20000049126 A	25-07-2000
		RU 2201542 C2	27-03-2003
		UA 54452 C2	17-03-2003
		US 6221475 B1	24-04-2001
		WO 9816484 A1	23-04-1998
CN 112377547 A	19-02-2021	NONE	
WO 2013171770 A1	21-11-2013	CN 104507676 A	08-04-2015
		EP 2849942 A1	25-03-2015
		JP 6322622 B2	09-05-2018
		JP 2015523948 A	20-08-2015
		US 2015140256 A1	21-05-2015
		WO 2013171770 A1	21-11-2013

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		テーマコード（参考）
Ｃ０４Ｂ　35/52　(2006.01)	Ｆ１６Ｄ	65/12	R
	Ｆ１６Ｄ	65/12	B
	Ｃ０４Ｂ	35/52	

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

イタリア、イー２４０３５ベルガモ、クルノ、ヴィア・ブレンボ２５、ブレンボ・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内

Ｆターム（参考）　3J058　AA43 AA48 AA62 BA31 BA41 BA78 CB12 CB23 EA14 EA17 EA32 EA37 FA01

4L037　AT02 CS03 CS04 CS29 CS30 FA15 FA17 PA01 PA24 PG03 UA20