(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-501123
(P2025-501123A)
(43)公表日　令和7年1月17日(2025.1.17)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｆ１６Ｄ	*65/12*	*(2006.01)*	Ｆ１６Ｄ	65/12	Ｓ	３Ｊ０５８
Ｃ２３Ｃ	*26/00*	*(2006.01)*	Ｃ２３Ｃ	26/00	Ａ	４Ｋ０４４

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全25頁）

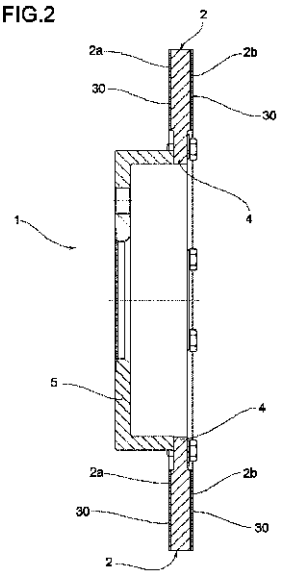
(21)出願番号　特願2024-538145(P2024-538145)
(86)(22)出願日　令和4年12月13日(2022.12.13)
(85)翻訳文提出日　令和6年8月20日(2024.8.20)
(86)国際出願番号　PCT/IB2022/062125
(87)国際公開番号　WO2023/119060
(87)国際公開日　令和5年6月29日(2023.6.29)
(31)優先権主張番号　102021000032384
(32)優先日　令和3年12月23日(2021.12.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関
イタリア(IT)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,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　ビオンド，シモーネ
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　メディチ，ステファノ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ニッケルフリー鋼層を有するブレーキディスク及びブレーキディスクの製造方法

(57)【要約】
ニッケルフリー鋼層を有するブレーキディスクおよびブレーキディスクの製造方法である。ディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）は、ねずみ鋳鉄または鋼製のブレーキバンド（２）から成り、２つの対向するブレーキ面（２ａ、２ｂ）を備え、各ブレーキ面はディスク（１）の２つの主面の少なくとも一部を画定している。ディスクブレーキは、ブレーキバンドの２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）の少なくとも一方を覆う、ニッケルを全く含まない鋼からなるベース層（３０）を備えている。さらに、ベース層(３０)の鋼は、１０％から１５％のクロム（Ｃｒ）、多くても１％のケイ素（Ｓｉ）、多くても４％のマンガン（Ｍｎ）、０.１６％から０.５％の炭素（Ｃ）、および残りの鉄（Ｆｅ）で構成されている。

FIG.2



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ディスクブレーキ用のブレーキディスク（１）であって、対向する２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）を備えたブレーキバンド（２）を含み、前記ブレーキ面（２ａ、２ｂ）はそれぞれが、前記ブレーキディスク（１）の前記２つの主面の一方を少なくとも部分的に画定し、前記ブレーキバンド（２）は、ねずみ鋳鉄製または鋼製である、ブレーキディスク（１）において、
前記ブレーキディスク（１）は、前記ブレーキバンド（２）の前記２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）の少なくとも一方を覆うベース層（３０）を備えており、
前記ベース層（３０）は、ニッケルを全く含まず、不純物を除いた鋼で構成され、
前記ベース層(３０)の前記鋼は、１０％から１５％のクロム（Ｃｒ）、最大で１％のケイ素（Ｓｉ）、最大で４％のマンガン（Ｍｎ）、極端なものを含めて０.１６％から０.５％の炭素（Ｃ）、および残部の鉄（Ｆｅ）で構成される、ディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項２】
前記ベース層（３０）が、ニッケルを含まない鋼に含まれる１種以上の炭化物でさらに構成されている、請求項１記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項３】
前記ベース層（３０）において、含まれる前記１種以上の炭化物が、炭化タングステン（ＷＣ）、炭化クロム（ＣｒＣ）、炭化ニオブ（ＮｂＣ）、炭化チタン（ＴｉＣ）からなる群から選択される少なくとも１種の炭化物を含む、請求項２に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項４】
前記ベース層（３０）と前記ブレーキバンド（２）の前記２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）の少なくとも一方との間に、ニッケルから不純物を除いた鋼の中間層（３００）が介在している、請求項１－３のいずれか１項に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項５】
前記中間層(３００)が、１０％から１５％のクロム（Ｃｒ）、最大で１％のケイ素（Ｓｉ）、最大で４％のマンガン（Ｍｎ）、０.１６％から０.５％の炭素（Ｃ）、および残部の鉄（Ｆｅ）からなるニッケルを含まない鋼を含む、請求項４に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク(１)。
【請求項６】
ニッケルを含む鋼の中間層（３００）が、前記ベース層（３０）と前記ブレーキバンド（２）の前記２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）の少なくとも一方との間に介在している、請求項１から３までのいずれか１項記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項７】
前記中間層（３００）は、ニッケル含有量が最大で１５％または１５％に等しい鋼を含む請求項６に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項８】
前記中間層（３００）は、最大で７．５％に等しいニッケル含有量を有する鋼を含む、請求項７に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項９】
少なくとも前記ブレーキバンドの前記２つのブレーキ面（２ａ，２ｂ）の一方の側で前記ベース層（３０）を覆う表面保護被膜（３）を備え、
前記表面保護被膜（３）は、前記２つのブレーキ面（２ａ，２ｂ）の一方に面していない前記ベース層（３０）の側に配置され、
前記表面保護被膜（３）は、
例えばＨＶＯＦ（High Velocity Oxy-Fuel）技術、ＨＶＡＦ（High Velocity Air Fuel）技術、ＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術の熱溶射成膜技術、または

例えば、ＫＭ（Kinetic Metallization）技術のコールドスプレー成膜技術、もしくは
例えば、ＬＭＤ（Laser Metal Deposition）技術、ＨＳＬＣ（High Speed Laser Cladding）技術、ＥＨＬＡ（Extreme High Speed Laser Application）技術、又はＴＳＣ（Top Speed Cladding）技術の成膜技術
によって堆積された粒子状の一つ又は複数の炭化物で構成された、請求項１－８のいずれか１項に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項１０】
前記粒子状の一つまたは複数の炭化物が、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化クロム（ＣｒＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）からなる、請求項７に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項１１】
前記ベース層（３０）中のクロムの割合が、１１％と１４％との間（極値を含む）、請求項１－１０のいずれか一項に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項１２】
前記ブレーキバンドの前記２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）の一方と前記ベース層（３０）との間、および／または前記ブレーキバンドの前記２つのブレーキ面（２ａ、２ｂ）の一方と前記中間層（３００）との間、および／または前記ベース層（３０）と前記表面保護被膜（３）との間、および／または前記中間層（３００）と前記ベース層（３０）との間に、補助フェライト－軟窒化層または補助フェロアルミネート層が介在している、請求項１－１１のいずれか１項に記載のディスクブレーキ用ブレーキディスク（１）。
【請求項１３】
ａ）　２つの対向するブレーキ面（２ａ、２ｂ）を備えたブレーキバンド（２）を含むブレーキディスク（１）を準備するステップであって、前記２つの対向するブレーキ面（２ａ、２ｂ）はそれぞれが、前記ブレーキディスク（１）の前記２つの主面の少なくとも一部を画定し、前記ブレーキバンド（２）はねずみ鋳鉄または鋼鉄製である、ステップと、
ｂ）　ニッケルを全く含まず、不純物を除き、クロム（Ｃｒ）を１０％から１５％、シリコン（Ｓｉ）を最大で１％、マンガン（Ｍｎ）を最大で４％、炭素（Ｃ）を０.１６％から０.５％、残りを鉄（Ｆｅ）とする鋼からなるベース層(３０)を堆積する、ブレーキディスクの製造方法。
【請求項１４】
前記ベース層(３０)を堆積するステップｂ）が、レーザ成膜技術、好ましくはレーザ金属堆積法もしくは極高速レーザ材料堆積法、または溶射成膜技術、またはコールドスプレー成膜技術によって、ニッケルを含まない鋼からなる粒子状の組成物を堆積させることを提供する、請求項１３に記載のブレーキディスクの製造方法。
【請求項１５】
前記ベース層（３０）上に、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）または炭化クロムからなる粒子状の材料を、
例えば、ＨＶＯＦ（High-Velocity Oxy-Fuel）技術、ＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、ＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術、またはコールドスプレー蒸着技術の溶射容成膜技術、または
例えば、レーザビーム蒸着技術、ＬＭＤ（レーザ金属蒸着）技術、ＨＳＬＣ（高速レーザクラッディング）技術、ＥＨＬＡ（極限高速レーザ応用）技術、またはＴＳＣ（トップスピードクラッディング）技術のＫＭ（Kinetic Metalation）技術によって堆積して、
前記ベース層（３０）、好ましくは少なくとも前記ブレーキバンド（２）の前記２つの対向するブレーキ面（２ａ、２ｂ）の一方の表面全体を覆う表面保護被膜（３）を形成するステップｃ）を含む、請求項１３または１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記ステップａ）の後、前記ステップｂ）の前に、
ａ１）前記２つの対向するブレーキ面（２ａ、２ｂ）の少なくとも一方に、ニッケルを含まず、不純物を除き、１０％から１５％のクロム（Ｃｒ）、最大で１％のケイ素（Ｓｉ）

、最大で４％のマンガン（Ｍｎ）、０.１６％から０.５％の炭素（Ｃ）、および残部の鉄（Ｆｅ）からなる中間層（３００）を堆積させるステップを含む、請求項１３から１５のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ブレーキディスクの製造方法およびディスクブレーキ用ブレーキディスクに関する。

【背景技術】

【０００２】

車両のディスクブレーキシステムのブレーキディスクは、環状構造体、すなわちブレーキバンドと、ベルとして知られる中央固定要素とからなり、この固定要素によってディスクが車両サスペンションの回転部分、例えばハブに固定される。ブレーキバンドは、摩擦要素（ブレーキパッド）と協働するのに適した対向するブレーキ面を備えており、このようなブレーキバンドを跨いで配置され、車両サスペンションの非回転部品と一体化された少なくとも１つのキャリパ本体に収容されている。対向するブレーキパッドとブレーキバンドの対照的なブレーキ面との間の制御された相互作用は、摩擦によって、車両の減速または停止を可能にするブレーキ作用をもたらす。

【０００３】

ブレーキディスクは一般にねずみ鋳鉄または鋼鉄製です。この材料は、比較的低コストで良好なブレーキ性能（特に摩耗の抑制）を得ることができます。カーボンまたはカーボセラミック材料で作られたディスクは、はるかに高い性能を提供するが、はるかに高いコストがかかる。

【０００４】

鋳鉄または鋼鉄製の従来のディスクの限界は、過度の摩耗に関連している。ねずみ鋳鉄製のディスクに関しては、もう一つの非常に否定的な側面は、錆の形成をもたらす過度の表面酸化に関連している。この側面は、ブレーキディスクの性能と外観の両方に影響を及ぼし、ブレーキディスクの錆はユーザーにとって美観上受け入れがたいものだからである。このような問題に対処するため、ねずみ鋳鉄または鋼製のディスクに保護コーティングを施す試みがなされてきた。保護コーティングは、一方では、ディスクの摩耗を低減する役割を果たし、他方では、ねずみ鋳鉄ベースを表面酸化から保護し、それによって錆の層の形成を防止する役割を果たす。しかしながら、現在入手可能でディスクに塗布されている保護コーティングは、耐摩耗性を提供する一方で、ディスク自体からの剥離を引き起こす剥がれの原因となる。

【０００５】

この種の保護コーティングは、例えば、低摩耗ディスクブレーキに関する米国特許第４７１５４８６号に記載されている。特に鋳鉄製のディスクは、高運動エネルギー衝撃技術によってディスク上に堆積された粒子材料からなるコーティングを有する。第１の実施形態によれば、コーティングは、２０％から３０％のタングステンカーバイド、５％のニッケル、および残部のクロムおよびタングステンカーバイドの混合物を含む。

【０００６】

フレームスプレー技術によるコーティングの適用の場合、アルミニウムまたはアルミニウム合金製のディスクから従来の保護コーティングが剥離する原因は、保護コーティング中の遊離炭素の存在である。このような現象は、ねずみ鋳鉄または鋼製のディスクにも影響する。

【０００７】

前述の問題に対する解決策が、同じ出願人によって、ねずみ鋳鉄または鋼製のディスクに関する国際出願ＷＯ２０１４／０９７１８７号で提案された。それは、７０－９５重量％の炭化タングステン、５－１５重量％のコバルト、および１－１０重量％のクロムからなる粒子状の材料を堆積させることによって得られる、ディスクブレーキのブレーキ面上の

保護被膜を作ることにある。粒子状の材料の堆積は、ＨＶＯＦ（High-Velocity Oxygen Fuel）またはＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）またはＫＭ（Kinetic Metallization）技術によって得られる。

【０００８】

より詳細には、ＷＯ２０１４／０９７１８７号で提供されている解決策によれば、ＨＶＯＦ、ＨＶＡＦ、またはＫＭ成膜技術と、被膜を形成するために使用される化学成分との組み合わせにより、ねずみ鋳鉄または鋼に対する高度な固定を保証する高い結合強度を備えた保護被膜を得ることができる。前述の解決策により、従来公知の技術で見られた保護皮膜の剥離現象を大幅に低減することができるが、完全に除去することはできない。実際、ＷＯ２０１４／０９７１８６号に従って製造された保護コーティングを備えたディスクにおいても、保護コーティングの剥がれやたるみは、従来の公知技術よりも頻度は低いものの、引き続き発生する。

【０００９】

前述の剥がれやたるみは、特に、ニッケルの粒子の摩擦による放出に寄与する可能性があり、この金属は、集団における感作現象に大きく寄与する。

【００１０】

しかしながら、ブレーキディスク用の鋼の製造という特定の分野では、ニッケルの存在は、鋼の強度と靭性を高めるため、今日まで不可欠であると考えられている。さらに、ニッケルは鋼の耐酸化性と耐腐食性を向上させますが、さらに重要なことは、ニッケルは鋼の耐摩耗性と耐熱性を向上させることです。したがって、今日まで、ニッケルの存在は、鋳鉄製または鋼製のブレーキディスクの製造に不可欠な要素であると考えられてきた。

【００１１】

しかしながら、保護コーティングによって確保される耐摩耗性の面での利点と、ブレーキディスクの組成におけるニッケルの存在を維持する必要性とを同時に考慮すると、先行技術を参照して上述した欠点を解決する必要性が、当該分野において強く感じられる。

【００１２】

特に、ニッケル粒子の放出を低減することができ、同時に、ディスク摩耗に対する高い耐性および経時的な信頼性を含む、先行技術のブレーキディスクに典型的な、適切または同等の熱的および機械的性能を確保することができるねずみ鋳鉄または鋼鉄ディスクの必要性が感じられる。

【００１３】

更なる態様によれば、適切なコーティング硬度を維持し、同時にニッケル粒子の放出を減少させ（又は全く無くし）ながら、製造に必要な資源の消費をより少なくして（従って、同様に低コストで）スチールディスクを製造する必要性も感じられる。

【発明の概要】

【００１４】

ニッケル粒子の放出を低減しつつ、同時に適切または同等の熱的および機械的性能を確保することができるブレーキディスクに対する必要性は、添付の独立請求項に係るブレーキディスクおよびブレーキディスクの製造方法によって満たされる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

本発明のさらなる特徴および利点は、非限定的な例によって与えられるその好ましい実施形態の以下の説明から、より理解されるであろう：

【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の平面図である。

【図２】図２は、本発明の実施形態による、そこに示されたII-II線に沿ってとられた図１のディスクの断面図である。

【図３】図３は、本発明のさらなる実施形態による、そこに示されたII-II線に沿ってとられた図１のディスクの断面図である。

【図４】図４は、本発明の実施形態によるブレーキバンドの半分の部分の断面図である。

【図５】図５は、本発明の第２の実施形態によるブレーキバンドの半部分の断面図である

。
【図６】図６は、本発明の第３の実施形態によるブレーキバンドの半割体の断面図である。
【図７】図７は、本発明の第４の実施形態によるブレーキバンドの半部分の断面図である。
【図８】図８は、本発明の第５の実施形態によるブレーキバンドの半部分の断面図である。
【図９】図９は、本発明の第６の実施形態によるブレーキバンドの半分の部分の断面図である。
【図１０】図１０は、本発明の第７の実施形態によるブレーキバンドの半分の部分の断面図である。
【００１６】
以下に説明する実施形態に共通する要素または要素の部分は、同じ参照数字で示す。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
前述の図を参照して、参照数字１は、本発明によるブレーキディスクを全体的に示す。
【００１８】
本開示において、数値パーセンテージ範囲が与えられる場合、特に指定しない限り、そのような範囲の極値が常に構成されると理解される。
【００１９】
添付の図に示す本発明の一般的な実施形態によれば、ブレーキディスク１は、２つの対向するブレーキ面２ａおよび２ｂを備えるブレーキバンド２からなり、各ブレーキ面２ａおよび２ｂは、少なくとも部分的にディスクの２つの主面のうちの１つを画定する。
【００２０】
ブレーキバンド２はねずみ鋳鉄または鋼鉄製である。
【００２１】
好ましくは、ブレーキバンド２はねずみ鋳鉄製である。特に、ディスク全体がねずみ鋳鉄製である。したがって、以下の説明では、鋼製の可能性を排除することなく、ねずみ鋳鉄製のディスクについて言及する。
【００２２】
ディスク１はベース層３０を備えており、このベース層３０はブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの少なくとも一方を覆っており、好ましくはこのようなブレーキ面２ａ，２ｂに直接接触している。
【００２３】
本発明の一態様によれば、このようなベース層３０は、ニッケル含有量が１５％より低いかせいぜい１５％に等しい鋼で構成されている。
【００２４】
本発明のさらなる態様によれば、このようなベース層３０は、７.５％より低いか、多くとも７.５％に等しい、さらに好ましくは５％より低いか、多くとも５％に等しいニッケル含有量を有する鋼で構成される。
【００２５】
本発明のさらなる態様によれば、かかるベース層３０は完全にニッケルを含まない。これにより、ブレーキディスク１の耐用年数の間、ニッケル粒子の分散を、回避しないまでも、制限することができる。
【００２６】
一般に、本開示において、「ニッケルを含まない」または「ニッケルを含まない」などの表現に言及する場合、それは、ニッケルを全く含まないことを意味するが、製造ステップに起因する残留痕跡または不純物のために存在する可能性のある少量のニッケルを差し引いたニッケルを含まないことも意味するが、それでも、いずれの層についても、ニッケルの量は、１％未満、場合によっては、最大でも厳密に５％未満である。

【００２７】
さらに、本発明によれば、ベース層３０の鋼は、１０％－１５％のクロムＣｒ、多くとも１％のケイ素Ｓｉ、多くとも４％のマンガンＭｎ、０.１６％－０.５％の炭素Ｃ、および残部の鉄Ｆｅ、すなわち残りの重量割合の鉄で構成される。これにより、ニッケルを含有しないマルテンサイト鋼を製造することができる。
【００２８】
好ましくは、基層鋼の炭素Ｃ含有量は、０.１６－０.２５％で構成される。
【００２９】
さらに、極めて有利な態様において、前記組成は、可能な被覆の硬度を低下させることなく、鋼に含まれる可能性のある炭化物を少ない割合で使用することを可能にする（本文でより詳細に後述する）。
【００３０】
好ましい変形例によれば、基層３０の鋼中のクロム（Ｃｒ）含有量は、極端なものも含めて１１％－１４％で構成される。
【００３１】
当業者であれば、鋼合金または鋳鉄のニッケル含有率または他の成分のパーセンテージに言及する場合に何を意味するかを知っていることは明らかである。例えば、合金の総含有量に対する質量％の含有量について言及するのが一般的である。従って、本開示の残りの部分では、パーセンテージの特定の計算は、上記の定義から逸脱する場合にのみ指定され、指定されない場合には、示されたパーセンテージは、当業者によって理解されるものとみなされるべきである。
【００３２】
本発明の変形例、例えば図５に示すものによれば、ベース層３０も、ニッケルフリー鋼に含まれる１つ以上の炭化物で構成される。このような含有は、鋼中への炭化物の含有に関する当業者に公知の技術によって達成され、例えば、炭化物は合金中に溶解される。
【００３３】
好ましくは、１つ以上の含有炭化物は、炭化タングステン（ＷＣ）、炭化クロム（好ましくは、これに限定されないが、Ｃｒ３Ｃ２）、炭化ニオブ（ＮｂＣ）、炭化チタン（ＴｉＣ）からなる群から選択される少なくとも１つの炭化物からなる。１つ以上の炭化物が存在してもよいことは明らかであり、前述の群から選択されるか、または本群の炭化物がすべて存在してもよい。
【００３４】
１つ以上の含まれる炭化物は、炭化タングステン（ＷＣ）、炭化クロム（例えば、Ｃｒ３Ｃ２）、炭化ニオブ（ＮｂＣ）、炭化チタン（ＴｉＣ）からなる群から選択される少なくとも１つの炭化物からなる。
【００３５】
例えば図６に示す有利な実施形態によれば、ブレーキディスク１は、少なくともブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方の側でベース層３０を覆う表面保護被膜３からなる。このような表面保護被膜３は、ブレーキ面２ａ，２ｂに面していないベース層３０の片面に設けられている。さらに、表面保護被膜３は、溶射成膜技術、例えばＨＶＯＦ（High-Velocity Oxy-Fuel）技術によって、またはＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術によって、またＨＡＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術によって、またはコールドスプレー成膜技術、例えば、ＫＭ（キネティックメタライゼーション）技術、またはレーザビーム蒸着技術、例えばＬＭＤ（レーザ金属蒸着）技術、またはＨＳＬＣ（高速レーザクラッディング）技術、またはＥＨＬＡ（極端な高速レーザ適用）技術、またはＴＳＣ（トップスピードクラッディング）技術によるものである。
【００３６】
表面保護被膜３は、このように、ＨＶＯＦ技術、またはＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、またはＫＭ（Kinetic Metallization）技術によっても、ディスク１上に直接粒子状の１つまたは複数の炭化物、好ましくは炭化タングステン（ＷＣ）または炭化

クロム（例えば、Ｃｒ３Ｃ２）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）を堆積させることによって得られる。

【００３７】

さらなる変形例によれば、表面保護被膜３は、ニッケル含有量が１５％以下または多くとも７.５％以下、または多くとも５％以下、またはさらに好ましくは全くニッケルを含まない鋼と、鋼に含まれる１つまたは複数の炭化物とから構成される。この変形例では、換言すれば、鋳鉄帯の上に、所定の順序で、ニッケルを含まない鋼からなるベース層３０と、ベース層３０の上に、前述の鋼と鋼に含まれる１種以上の炭化物とからなる表面保護被膜３とが接合される。

【００３８】

実質的にまたは完全にニッケルを含まない鋼の表面に堆積された炭化物または鋼に含まれる炭化物の存在により、鋼中のニッケルの不足または完全な不足を補うように、適切な機械的強度と耐摩耗性を付与することができる。

【００３９】

変形例によれば、表面保護被膜３は、炭化タングステン（ＷＣ）、炭化ニオブ（ＮｂＣ）、炭化クロム（例えば、Ｃｒ３Ｃ２）、炭化チタン（ＴｉＣ）のうちの１つまたは複数の炭化物で構成される。好ましくは、このような表面保護被膜３は、溶射成膜技術、例えば、ＨＶＯＦ（High-Velocity Oxy-Fuel）技術、またはＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、またはＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術、またはコールドスプレー成膜技術、例えば、ＫＭ（Kinetic Metallization）技術、レーザビーム蒸着技術、例えばＬＭＤ（Laser Metal Deposition）技術、ＨＳＬＣ（High-Speed Laser Cladding）技術、ＥＨＬＡ（Extreme High-Speed Laser Application）技術、またはＴＳＣ（Top Speed Cladding）技術による。従って、前述の群から選択される複数の炭化物が存在してもよく、またはこの群に存在する全ての炭化物が存在してもよいことが明らかである。

【００４０】

有利な実施形態によれば、表面保護被膜３は、炭化クロム（例えば、Ｃｒ３Ｃ２）および炭化チタン（ＴｉＣ）から構成される。

【００４１】

変形例によれば、表面保護被膜３は、少なくとも１つの金属酸化物または金属酸化物の混合物、または金属とセラミック材料の混合物、好ましくはＡｌ２Ｏ３アルミニウム酸化物の混合物、またはＡｌ２Ｏ３とＦｅ－Ｃｒ金属間マトリックスの混合物、例えばＦｅ２８Ｃｒで構成される。

【００４２】

有利な変形例によれば、表面保護被膜３は、以下の炭化物のうちの１つまたは複数で構成される：炭化タングステン（ＷＣ）、炭化ニオブ（ＮｂＣ）、炭化クロム（例えば．Ｃｒ３Ｃ２）、炭化チタン（ＴｉＣ）、金属酸化物の混合物との混合物、または金属とセラミック材料との混合物との混合物、好ましくはアルミニウム酸化物Ａｌ２Ｏ３との混合物、またはＡｌ２Ｏ３と金属間マトリックスＦｅ－Ｃｒとの混合物、例えばＦｅ２８Ｃｒとの混合物である。

【００４３】

上記の酸化物もしくは酸化物の混合物、または金属もしくは金属とセラミック材料との混合物、または炭化物と金属酸化物との混合物は、好ましくは、前述および本開示に記載されているのと同じ粒子形態の炭化物の成膜技術によって堆積されることが明らかである。

【００４４】

好ましくは、表面保護被膜３の厚さは、３０μｍ－１５０μｍ、好ましくは５０μｍ－９０μｍである。

【００４５】

好ましくは、さらに、ベース層３０の鋼は、ニッケルの存在によって一般的に付与される鋼合金特性の不足を少なくとも部分的に補い、機械的強度を増加させるように、最大で４

％のマンガン（Ｍｎ）を含み、さらに好ましくは、マンガン含有量は、極端なものも含めて０.５－４％の間である。

【００４６】

好ましくは、ベース層３０の厚さは、２０μｍと３００μｍとの間、好ましくは９０μｍに等しく構成される。

【００４７】

本発明の変形例によれば、ニッケルの低量または完全な非存在を補い、ブレーキディスクとして十分な性能を得るために、ベース層３０の鋼は、極端なものも含めて、０.５％－１０％、さらに好ましくは０.５％－４.５％のモリブデン含有量と、０.５％－５％のマンガン含有量とを有する。モリブデンとマンガンが前述の割合で存在することにより、十分な耐食性と同時に十分な機械的強度を得ることができる。

【００４８】

実施形態によれば、ニッケルを含まない鋼の中間層３００が、ベース層３０とブレーキバンド２の２つのブレーキ面２ａ、２ｂの少なくとも一方との間に介在される。

【００４９】

実施形態によれば、中間層３００は、１０％－１５％のクロム（Ｃｒ）、多くとも１％のケイ素（Ｓｉ）、多くとも４％のマンガン（Ｍｎ）、０.１６％－０.５％の炭素（Ｃ）、および残部の鉄（Ｆｅ）からなるニッケルフリー鋼からなる。好ましくは、炭素（Ｃ）含有量は０.１６％以上０.２５％以下である。

【００５０】

変形例によれば、ベース層３０とブレーキバンド２の２つのブレーキ面２ａ，２ｂの少なくとも一方との間に、ニッケルからなる鋼の中間層３００が、好ましくは、ベース層３０が全くニッケルを含まない場合には５％を超えるニッケル含有量を有し、より好ましくは、少なくとも５％に等しいニッケル含有量を有し、さらに好ましくは、少なくとも５％に等しく１５％より低いニッケル含有量を有する、中間層３００が介在される。

【００５１】

実施形態によれば、中間層３００は、ニッケル含有量が多くとも１５％に等しい鋼からなる。

【００５２】

実施形態によれば、中間層３００は、ニッケル含有量が多くとも７.５％または７.５％に等しい鋼からなる。

【００５３】

中間層３００の存在は、ベース層３０の存在によって、適切な機械的特徴を有し、同時に環境への影響を低減したディスクを得ることを可能にする。

【００５４】

一実施形態によれば、中間層３００は、１０％－１５％のクロム（Ｃｒ）、多くとも１％のケイ素（Ｓｉ）、多くとも４％のマンガン（Ｍｎ）、０.１６％－０.５％の炭素（Ｃ）、および残りの鉄（Ｆｅ）からなる鋼からなる。好ましくは、中間層３００の鋼の炭素含有量（Ｃ）は、０.１６％以上０.２５％以下であり、極端なものは含まれない。

【００５５】

一実施形態によれば、表面保護皮膜３は、１０％－１５％のクロム（Ｃｒ）、多くとも１％のケイ素（Ｓｉ）、多くとも４％のマンガン（Ｍｎ）、０.１６％－０.５％の炭素（Ｃ）、および残りの鉄（Ｆｅ）からなる鋼からなり、好ましくはニッケルを含まない。

【００５６】

好ましくは、表面保護被膜鋼の炭素含有量（０Ｃ）は０.１６％－０.２５％であり、極端なものは含まれない。

【００５７】

実施形態によれば、補助フェライト－軟窒化層または補助フェロアルミネート層が、ブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ、２ｂの一方と基層３０との間、またはブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ、２ｂの一方と中間層３００との間、または基層３０と表面保

護被膜３との間、または中間層３００と基層３０との間に介在される。
【００５８】
実施形態によれば、ブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方と基層３０との間、又はブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方と中間層３００との間、又は基層３０と表面保護被膜３との間、又は中間層３００と基層３０との間に、補助フェライト-軟窒化層又は補助フェロアルミネート層が介在される。
【００５９】
開示の簡略化のために、ブレーキディスク１を本発明による方法と共に説明する。ブレーキディスク１は、好ましくは、以下に説明する本発明による方法によって製造されるが、必ずしもそうである必要はない。
【００６０】
本発明の第１の態様によれば、本発明による方法の一般的な実施態様は、以下の操作ステップからなる。
ａ）２つの対向するブレーキ面２ａ、２ｂを備えたブレーキバンドを含むブレーキディスクを提供するステップであって、各ブレーキバンドは、ディスクの２つの主面の少なくとも一部を画定し、ブレーキバンドはねずみ鋳鉄または鋼鉄製である、ステップ；
ｂ）最大１５％のニッケルを含む鋼の層を、好ましくはレーザ蒸着技術、例えばレーザ金属蒸着法もしくは極高速レーザ材料蒸着法、または熱溶射蒸着技術、またはコールドスプレー蒸着技術によって蒸着し、ベース層３０を形成するステップ；
ｃ）任意に、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）または場合によっては炭化クロムからなる粒子状の材料を、前記ベース層３０上に、例えばＨＶＯＦ（High-Vol. HVOF（High-Velocity Oxy-Fuel）技術、ＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、ＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術、コールドスプレー（Cold Spray）蒸着技術、例えばＫＭ（Kinetic Metallization）技術、またはレーザビーム蒸着技術、例えば、ＬＭＤ（レーザ金属蒸着）技術によって、またはＨＳＬＣ（高速レーザクラッディング）技術によって、またはＥＨＬＡ（極限高速レーザ適用）技術によって、またはＴＳＣ（トップスピードクラッディング）技術によって、ブレーキバンドの２つのブレーキ面の少なくとも一方を覆う、例えばベース層３０を覆う、好ましくは少なくともブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方の表面全体を覆う表面保護被膜３を形成する。
【００６１】
本発明の第２の態様によれば、本発明による方法のさらなる一般的な実施態様は、以下の操作ステップからなる：
ａ）２つの対向するブレーキ面２ａ、２ｂを備えたブレーキバンドを含むブレーキディスクを提供するステップであって、各ブレーキバンドは、ディスクの２つの主面のうちの少なくとも一部を画定し、ブレーキバンドはねずみ鋳鉄または鋼鉄製である、ステップ；
ｂ）ベース層３０を形成するために、好ましくはレーザ蒸着技術、例えばレーザ金属蒸着法もしくは極高速レーザ材料蒸着法、または熱溶射蒸着法、またはコールドスプレー蒸着法によって、完全にニッケルを含まない鋼の層を蒸着するステップ；
ｃ）任意に、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）または場合によっては炭化クロムからなる粒子状の材料を、前記ベース層３０上に、
溶射成膜技術［例えばＨＶＯＦ（High-Velocity Oxy-Fuel）技術、ＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、ＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術）、コールドスプレー（Cold Spray）蒸着技術］、ＫＭ（Kinetic Metallization）技術、またはレーザビーム蒸着技術［例えば、ＬＭＤ（レーザ金属蒸着）技術に、ＨＳＬＣ（高速レーザクラッディング）技術、ＥＨＬＡ（極限高速レーザ適用）技術、ＴＳＣ（トップスピードクラッディング）技術］によって、ブレーキバンドの２つのブレーキ面の少なくとも１つを覆う、例えばベース層３０を覆う、好ましくは少なくともブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方の表面全体を覆う表面保護被膜３を形成する。

【００６２】
本発明の第３の態様によれば、本発明による方法のさらなる一般的な実施態様は、以下の操作ステップからなる。
ａ）ブレーキディスクを提供するステップであって、２つの対向するブレーキ面２ａ，２ｂを備えたブレーキバンドを含み、各ブレーキバンドがディスクの２つの主面の少なくとも一部を画定し、ブレーキバンドがねずみ鋳鉄または鋼鉄製であるステップ。
ａ１)ステップａ）の後、２つの対向するブレーキ面２ａ、２ｂの少なくとも一方に、ニッケルを含まない鋼からなる中間層３００を堆積させるステップ。
ｂ）ステップａ１)の後、好ましくは、レーザ蒸着技術、例えば、レーザ金属蒸着法もしくは極高速レーザ材料蒸着法、または熱溶射蒸着法、またはコールドスプレー蒸着法によって、完全にニッケルを含まない鋼の層を蒸着し、ベース層３０を形成するステップ。
ｃ）任意に、前記ベース層３０上に、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）または炭化クロムからなる粒子状の材料を、例えばＨＶＯＦ（High Spray Deposition）技術によって、溶射堆積する、 ＨＶＯＦ（High-Velocity Oxy-Fuel）技術、ＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、ＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術、コールドスプレー成膜技術、例えばＫＭ（Kinetic Metallization）技術、またはレーザビーム成膜技術、例えば、ＬＭＤ（レーザ金属蒸着）技術によって、またはＨＳＬＣ（高速レーザクラッディング）技術によって、またはＥＨＬＡ（極限高速レーザ適用）技術によって、またはＴＳＣ（トップスピードクラッディング）技術によって、ブレーキバンドの２つのブレーキ面のうちの少なくとも１つを覆う、例えばベース層３０を覆う、好ましくは少なくともブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂのうちの１つの表面全体を覆う表面保護被膜３を形成するステップ。
【００６３】
有利な実施形態によれば、ステップａ１）は、ニッケルを含まない鋼と、１０％－１５％のクロム（Ｃｒ）と、多くとも１％のケイ素（Ｓｉ）と、多くとも４％のマンガン（Ｍｎ）と、０.１６％－０.５％の炭素（Ｃ）と、好ましくは極端なものも含めて０.１６％－０.２５％の炭素（Ｃ）と、残部の鉄（Ｆｅ）とからなる中間層３００を堆積することを含む。本発明のさらなる態様によれば、本発明による方法のさらなる一般的な実施態様は、以下の操作ステップからなる。
ａ）ブレーキディスク１を提供するステップであって、２つの対向するブレーキ面２ａ、２ｂを備えたブレーキバンド２を含み、各ブレーキバンドがディスクの２つの主面の少なくとも一部を画定し、ブレーキバンドがねずみ鋳鉄または鋼でできているステップ。
ｂ）ニッケルを全く含まない鋼と、１０％から１５％のクロム（Ｃｒ）と、多くとも１％のケイ素（Ｓｉ）と、多くとも４％のマンガン（Ｍｎ）と、０.１６％から０.５％の炭素（Ｃ）と、好ましくは０.１６％から０.２５％の炭素（Ｃ）と、残りの鉄（Ｆｅ）とからなるベース層３０を堆積させる。
【００６４】
本発明のさらなる態様によれば、本発明による方法の一般的な実施態様は、以下の操作ステップからなる。
ａ）ブレーキディスクを提供するステップであって、２つの対向するブレーキ面２ａ、２ｂを備えたブレーキバンドを含み、各ブレーキバンドがディスクの２つの主面の少なくとも一部を画定し、ブレーキバンドがねずみ鋳鉄または鋼で作られている、ブレーキディスクを提供するステップ。
ａ１）ステップａ）の後、２つの対向するブレーキ面２ａ、２ｂの少なくとも一方に、好ましくは本開示の前の段落に記載された特徴に従って、ニッケルを含む鋼からなる中間層３００を堆積させるステップ。
ｂ）ステップａ１)の後に、好ましくはレーザ蒸着技術、例えばレーザ金属蒸着法もしくは極限高速レーザ材料蒸着法、または熱溶射蒸着法、またはコールドスプレー蒸着法によって、完全にニッケルを含まない鋼の層を堆積させて、ベース層３０を形成するステップ。

ｃ）任意に、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）または場合によっては炭化クロムからなる粒子状の材料を、前記ベース層３０上に、例えばＨＶＯＦ（High Spray Deposition）法などの溶射技術によって堆積させる、ＨＶＯＦ（High-Velocity Oxy-Fuel）技術、ＨＶＡＦ（High-Velocity Air Fuel）技術、ＡＰＳ（Atmosphere Plasma Spray）技術、コールドスプレー（Cold Spray）蒸着技術、例えばＫＭ（Kinetic Metallization）技術、またはレーザビーム蒸着技術、例えば、ＬＭＤ（レーザ金属蒸着）技術によって、またはＨＳＬＣ（高速レーザクラッディング）技術によって、またはＥＨＬＡ（極限高速レーザ適用）技術によって、またはＴＳＣ（トップスピードクラッディング）技術によって、ブレーキバンドの２つのブレーキ面の少なくとも１つを覆う、例えばベース層３０を覆う、好ましくは少なくともブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方の表面全体を覆う表面保護被膜３を形成する。

【００６５】

さらに、本発明による方法の前述の一般的な実施変形例において、好ましくは、本方法は、以下に説明するさらなるステップを含む。

【００６６】

好ましくは、ステップｃ）において、炭化タングステン（ＷＣ）または炭化ニオブ（ＮｂＣ）または炭化チタン（ＴｉＣ）または場合によっては炭化クロムが金属マトリックス中に分散される。

【００６７】

好ましい実施形態によれば、ステップｃ）において、粒子状の材料は、炭化クロムおよび炭化チタンから構成される。

【００６８】

有利には、ブレーキディスクは、ディスク１を車両に固定するのに適した部分を備えており、この部分は、ディスク１の中心に配置され、ブレーキバンド２と同心に配置された環状部分４からなる。固定部４は、ホイールハブ（すなわちベル）への接続要素５を支持する。ベルは、（添付の図に示すように）環状固定部と一体に作られてもよいし、別個に作られた後、適切な接続要素によって固定部に固定されてもよい。

【００６９】

環状固定部４は、ブレーキバンドと同じ材料、すなわちねずみ鋳鉄、または他の適当な材料で作ることができる。ベル５もねずみ鋳鉄または他の適切な材料で作ることができる。特に、ディスク全体（すなわち、ブレーキバンド、固定部、およびベル）をねずみ鋳鉄で作ってもよい。

【００７０】

好ましくは、ブレーキバンド２は鋳造によって作られる。同様に、固定部分及び／又はベルがねずみ鋳鉄製である場合、これらは鋳造によって製造されてもよい。

【００７１】

環状の固定部分は、（添付の図に示すように）ブレーキバンドと一体に作られてもよいし、ブレーキバンドに機械的に連結された別体として作られてもよい。

【００７２】

ＨＶＯＦ、ＨＶＡＦまたはＫＭ、あるいはＬＭＤまたはＨＳＬＣ技術は、当業者に公知の３つの成膜技術であるので、詳細な説明は省略する。

【００７３】

ＨＶＯＦ（High-Velocity Oxygen Fuel）は、混合燃焼室と噴霧ノズルを備えた噴霧装置を使用する粉末噴霧成膜技術である。酸素と燃料がチャンバに供給される。１ＭＰａに近い圧力で形成される高温の燃焼ガスは、収束-発散ノズルを通過し、粉末材料は極超音速（つまりMACH１より高い）に達する。成膜される粉末材料は、高温のガス流に噴射され、その中で急速に溶融し、１０００ｍ/ｓの速度で加速される。成膜面に衝突すると、溶融材料は急速に冷却され、高運動エネルギー衝撃によって非常に緻密でコンパクトな構造を形成する。

【００７４】
ＨＶＡＦ（高速空気燃料）蒸着技術は、ＨＶＯＦ技術と類似している。違いは、ＨＶＡＦ技術では、酸素の代わりに空気が燃焼室に供給されることである。そのため、手元の温度はＨＶＯＦ技術よりも低い。これにより、コーティングの熱変質をより制御することができる。
【００７５】
ＫＭ（Kinetic Metallization）蒸着法は、金属粉末を音波蒸着ノズルを通して２段階で噴霧する固体蒸着プロセスであり、不活性ガス流中で金属粒子を加速し、摩擦帯電させる。キャリア流には熱エネルギーが供給される。このプロセスでは、圧縮された不活性ガス流の位置エネルギーと供給された熱エネルギーが粉末の運動エネルギーに変換されます。粒子が高速で加速され帯電すると、成膜面に向けられる。このような表面に金属粒子が高速で衝突すると、粒子が大きく変形する（衝突に垂直な方向で約８０％）。この変形により、粒子の表面積が大幅に増加する。衝撃の効果として、粒子と蒸着表面との間に親密な接触が形成され、これにより金属結合が形成され、非常に緻密でコンパクトな構造を有する被膜が形成される。
【００７６】
有利には、高運動エネルギー衝撃蒸着技術であるという事実を共有する上記の３つの蒸着技術の代替として、異なる蒸着方法を利用するが、非常に緻密でコンパクトな構造を有するコーティングを生成することができる他の技術を使用することができる。
【００７７】
ＨＶＯＦまたはＨＶＡＦまたはＫＭまたはＬＭＤまたはＨＳＬＣ成膜技術と、ベース層３０および表面保護被膜３の形成に使用される化学成分との組み合わせは、それらが堆積される下部材料上で高い結合強度を得ることと、高い炭化物含有量を有する粉末を堆積させることの両方を可能にする。
【００７８】
上述したように、ベース層３０および表面保護被膜３は、ブレーキバンドの２つのブレーキ面の少なくとも一方を覆っている。
【００７９】
以下では、「コーティング」という用語は、ベース層３０と表面保護被膜３とによって与えられる全体の両方を指し、表面保護被膜３を含まないがベース層３に炭化物を含む変形例では、ベース層３０のみを指す。
【００８０】
好ましくは、図２および図３に示すように、ディスク１は、ブレーキバンド２の両方のブレーキ面２ａ、２ｂを覆うコーティング３、３０を備える。
【００８１】
特に、コーティング３、３０は、ブレーキバンドのみを覆ってもよいし、単一のブレーキ面を覆ってもよいし、両方を覆ってもよい。
【００８２】
添付の図に示されていない解決策によれば、コーティング３、３０は、環状固定部４やベル５のようなディスク１の他の部分にも及んで、ディスク１の全表面を覆うまでになってもよい。特に、コーティング３、３０は、ブレーキバンドに加えて、固定部のみ、またはベルのみを覆ってもよい。その選択は、ディスク全体またはその一部の間で均一な着色および／または仕上げを行うために、外観上の理由によって実質的に決定される。
【００８３】
有利には、被膜３，３０を形成するための粒子材料の堆積は、少なくとも被膜の厚さの点で、ディスクの表面上で差別化された方法で実施することができる。
【００８４】
ブレーキバンド域において、被膜３，３０は、対向する２つのブレーキ面において同じ厚さにすることができる。別の解決策を提供することもでき、その場合、コーティング３、３０は、ブレーキバンドの２つのブレーキ面の間で異なる厚さを区別することによって作

られる。
【００８５】
本方法の一実施形態によれば、ベース層３０を堆積させるステップｂ）は、レーザ成膜技術、好ましくはＬＭＤ（レーザ金属堆積法）またはＥＨＬＡ（極限高速レーザ材料堆積法）によって、あるいは溶射成膜技術によって、あるいはコールドスプレー成膜技術によって、ニッケル含有量が多くとも１５％に等しいか、あるいは多くとも７.５％に等しいか、あるいは多くとも５％に等しいか、あるいは全くニッケルを含まない鋼からなる粒子状の組成物を堆積させることを含む。
【００８６】
有利な実施形態では、ステップｂ）において、粒子形態の組成物は、全粒子組成物の５０重量％を超えない割合で混合された炭化物をさらに含む。
【００８７】
有利な実施形態では、ステップｂ）において、粒子状の組成物は、鋼に加えて、金属酸化物または金属とセラミック材料との混合物、好ましくはアルミニウム酸化物Ａｌ２０３の混合物、またはＡｌ２Ｏ３と金属間マトリックスＦｅ－Ｃｒとの混合物、例えばFe２８Crも含む。
【００８８】
有利な実施形態では、ステップｂ）において、粒子の形態の組成物は、鋼に加えて、金属酸化物または金属とセラミック材料との混合物、好ましくは、アルミニウム酸化物Ａｌ２０３、またはＡｌ２０３と金属間マトリックスＦｅ－Ｃｒとの混合物、例えば、Fe２８Crも含む、Ｆｅ２８Ｃｒ、および炭化タングステン（ＷＣ）、炭化ニオブ（ＮｂＣ）、炭化チタン（ＴｉＣ）、炭化クロムからなる群から選択される炭化物の１種以上からなる。
【００８９】
したがって、本方法の前述の変形例により、ベース層３０が上述の鋼と金属酸化物との混合物、または別の変形例では、鋼と金属酸化物と上述の炭化物との混合物からなるブレーキバンド２を得ることが可能であることが明らかである。
【００９０】
ブレーキバンドの好ましい変形例、およびベース層３０、中間層３００および表面被覆層３の配置順序も、添付の図を参照することにより、よりよく理解される。
【００９１】
好ましくは、中間層３００を堆積させるステップａ１）は、レーザ成膜技術、好ましくはＬＭＤ（レーザ金属堆積法）またはＥＨＬＡ（極限高速レーザ材料堆積法）により、または溶射成膜技術により、またはコールドスプレー成膜技術により、５％－１５％のニッケル含有量を有する鋼からなる粒子状の組成物を堆積させることを含む。
【００９２】
この方法の有利な変形例によれば、ブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方と基層３０との間、および／またはブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方と中間層３００との間、および／または基層３０と表面保護被膜３との間、および／または中間層３００と基層３０との間に、補助フェライト-軟窒化層を堆積するステップｅ１）が含まれる。
【００９３】
有利な実施形態によれば、この方法は、ブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂのうちの一方とベース層３０との間、および／またはブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂのうちの一方と中間層３００との間、および／またはベース層３０と表面保護被膜３との間、および／または中間層３００とベース層３０との間に、補助フェロアルミネーション層を堆積させるステップｅ２）を含んでいる。
【００９４】
好ましくは、フェロアルミネーションのステップｅ２）は、以下のステップからなる。
ｅ２１）溶融アルミニウムが前記ブレーキバンド２の少なくとも所定の表面領域を覆うように、所定の温度に維持された溶融アルミニウム中に前記ブレーキバンド２を少なくとも

部分的に浸漬するステップであって、前記浸漬は、前記ブレーキバンド２の表面層における金属間鉄-アルミニウム化合物の形成に伴う前記鋳鉄または鋼の表面微細構造中へのアルミニウム原子の拡散を可能にするように、所定の時間にわたって延長され、その結果、前記ブレーキバンド２の前記所定の表面領域に金属間鉄-アルミニウム化合物からなる層を生成するステップ。

ｅ２２）前記ブレーキバンド２を溶融アルミニウムから抜き出すステップ。

ｅ２３）抽出後に前記ブレーキバンド２に付着したままのアルミニウムを除去して、前記金属間鉄-アルミニウム化合物の層を表面に露出させるステップ。

【００９５】

表面に露出した金属間鉄-アルミニウム化合物の層は、前記所定の表面領域において、鋳鉄または鋼製のブレーキバンド２に高い耐腐食性および耐摩耗性を与える。

【００９６】

好ましくは、金属間鉄-アルミニウム化合物層は、鉄-アルミニウム金属間化合物の主相としてＦｅＡｌ３からなる。

【００９７】

有利な実施形態によれば、溶融アルミニウムが維持される所定の温度は７５０℃以下であり、好ましくは６９０℃－７１０℃であり、さらに好ましくは７００℃に等しい。

【００９８】

本方法の有利な態様によれば、所定の浸漬時間期間は、前記金属間化合物層の所望の厚さの関数として固定され、溶融アルミニウムの温度が同じである場合、前記厚さは、浸漬時間が増加するにつれて増加し、溶融アルミニウムの温度が同じである場合、前記厚さは、浸漬時間が増加するにつれて増加し、好ましくは、前記所定の浸漬時間は、５－６０分の間であり、さらに好ましくは、３０分に等しい。

【００９９】

有利な態様によれば、浸漬のステップｅ２１）の前に、本方法は、前記ブレーキバンド２のそのような所定の表面領域を所定の深さまで脱炭するステップｆ）を含んでいる。

【０１００】

アルミニウム原子の拡散浸透（アルミン化によって誘導される）を受けたブレーキバンドの表面層における炭素の存在は、金属間化合物に加えて炭化鉄の形成をももたらすことが実験的に判明している。炭化鉄の存在は、金属間化合物層に不連続点を生じさせ、この点が腐食現象と割れの両方を誘発する可能性がある。有利なことに、表面脱炭により、鉄炭化物の形成を回避（または少なくとも大幅に低減）することができ、耐食性が高く、割れが発生しにくい金属間化合物層を形成することができる。

【０１０１】

好ましくは、前記ステップｆ）において、前記少なくとも１つの所定の表面領域の脱炭は、電解プロセスによって実施される。

【０１０２】

より詳細には、前記電解プロセスは、前記ブレーキバンドの所定の表面領域を溶融塩浴に浸漬し、浴とブレーキバンドとの間に電位差を印加することによって実施される。

【０１０３】

電位差を印加する際、ブレーキバンドは正極（カソード）に接続され、前記溶融塩浴は負極（アノード）に接続される。炭素、特にグラファイトフレークの形態の炭素は、陽極で放出される電子と原子状酸素の移動によって二酸化炭素に酸化される。炭素は主に酸素と反応し、最終的に二酸化炭素として結合する。

【０１０４】

電解プロセスによって誘発されるブレーキバンドの表面の酸化は、そこに存在する炭素に限定されるものではなく、鋳鉄（鉄）の金属マトリックスにまで及び、金属酸化物の表面膜の形成を引き起こす。極性を反転させると、金属酸化物の表面被膜が減少し、元の金属状態に戻る。

【０１０５】

好ましくは、前述の電解プロセスは、ブレーキバンドの表面が炭素を酸化させるために陰極に接続されている所定の期間の後に、金属酸化物膜を元の金属状態に戻すように極性を反転させることを含むことができる。

【０１０６】

操作的には、脱炭深さは、電解プロセスの継続時間を調整することによって制御され、場合によってはいくつかの極性反転サイクルに分割される。脱炭ステップ(ブレーキバンド酸化ステップ；陰極接続)の時間を長くすることにより、他の条件がすべて同じであっても、脱炭深さは増加する。

【０１０７】

脱炭は、レーザ処理や化学処理など、上述の電解処理に代わる処理によって実施することもできる。

【０１０８】

しかし、電解処理による脱炭が好ましいのは、以下の理由による。

レーザ処理よりもはるかに効率的かつ迅速であり、より短時間でより完全かつ均一な炭素除去が保証される；

電解処理は、化学処理（例えば、過マンガン酸カリウムによる処理）よりもはるかに効率的であり（より短時間で、より完全かつ均一な炭素除去を確実にする）、処理された部分に鋳鉄金属マトリックスの酸化領域を残さないからである。

【０１０９】

より詳細には、鋳鉄金属マトリックス上の酸化した領域では、溶融アルミニウムの濡れ性がドロドロに低下し、このことがアルマイト処理および金属間化合物層の特徴に悪影響を及ぼすことが観察されている。このような理由からも、電解脱炭プロセスは、上記に示した代替プロセスよりも好ましい。

【０１１０】

既に述べたように、金属間化合物層の成長厚さは、主に溶融アルミニウムの温度および溶融アルミニウムへの浸漬時間に影響される。しかし、金属間化合物層の厚さに影響を与える付加的な要因として、溶融アルミニウム中のケイ素含有量があることが判明している。溶融アルミニウム中のケイ素の重量含有率が高いほど、他の条件は同じで、金属間化合物層は薄くなる。好ましくは、溶融アルミニウム中のケイ素含有量は１重量％未満である。

【０１１１】

好ましくは、溶融アルミニウムは、１重量％を超えない不純物含有量を有する。特に、最大純度９９.７重量％のアルミニウムを使用することができ、以下の不純物（重量％）を有する： Ｓｉ≦０.３０％；Ｆｅ≦０.１８％；Ｓｒ≦０.００１０％；Ｎａ≦０.００２５％；Ｌｉ≦０.０００５％；Ｃａ≦０.００２０％；Ｐ≦０.００２０％；Ｓｎ≦０.０２０％。

【０１１２】

場合によっては、ブレーキバンドが脱炭を受け、その結果、金属間化合物層が形成される表面層から黒鉛薄片が除去されたにもかかわらず、得られた金属間化合物層は、黒鉛薄片が除去されなかったかのように、黒鉛薄片を含み続けることが判明した。このような現象は、アルミニウム中の鉄の溶解が非常に速いため、脱炭層がすぐに消費され、その結果、脱炭層の下の層、すなわち黒鉛片が存在する層で金属化合物が形成されるという事実によって説明することができる。

【０１１３】

換言すれば、溶融アルミニウムへの鉄の過剰な溶解性は、ブレーキバンドの表面脱炭の有益な効果の全部または一部を打ち消す可能性がある。

【０１１４】

有利には、アルミニウム浴中の鉄の溶解を遅らせるために、鉄が溶解した溶融アルミニウム浴に浸漬するステップｂ１）を実施することができる。これにより、アルミニウム中への鉄の溶解が抑制され、ＦｅＡｌ３の形成が運動学的に促進され、脱炭層での金属間化合物の形成が許容される。

【０１１５】
好ましくは、アルミニウム浴中の溶液中の鉄の含有量は５重量％を超えず、さらに好ましくは３重量％－５重量％であり、かなり好ましくは４重量％に等しく、アルミニウム中への鋳鉄の鉄の溶解プロセスを遅らせる有意な効果を確保する。
【０１１６】
例えば、以下の組成（重量％）のアルミニウム浴を使用することができる： Ａｌ≦９７％；Ｆｅ３－５％；以下の不純物を含む： Ｓｉ≦０.３０％；Ｆｅ≦０.１８％；Ｓｒ≦０.００１０％；Ｎａ≦０.００２５％；Ｌｉ≦０.０００５％；Ｃａ≦０.００２０％；Ｐ≦０.００２０％；Ｓｎ≦０.０２０％。
【０１１７】
特に鉄の含有量が溶解限界に近い場合、鉄を溶解したアルミニウム浴を用いてアルマイト処理を行うことにより、より多孔質の金属間化合物層が得られることが実験的に見出されている。これは、鋳鉄と比較して、鉄を含む溶融アルミニウム浴の粘度が高く、その結果、濡れ性が低下することによって説明できる。
【０１１８】
有利には、脱炭層の下にそのような層が形成され、そこに存在するグラファイトフレークが組み込まれるのを避けながら、コンパクトで均一であり、したがってあまり多孔質ではない金属間化合物層を形成するために、浸漬の前記ステップｂ１）は、２つのサブステップで実施される。
前記所定の表面領域上に金属間鉄-アルミニウム化合物からなる初期層を得るために、溶液中の鉄を実質的に含まない（またはせいぜい不純物として存在する；例えば、鉄含有量が０.２０重量％未満である）溶融アルミニウムの第１浴に浸漬する第１サブステップｂ１１）；および
所定の厚さを有する金属間鉄-アルミニウム化合物からなる最終層が前記所定の表面領域上に得られるまで、前記初期層を増加させるために、溶液中の鉄を含む第２の溶融アルミニウム浴に浸漬する第２のサブステップｂ１２）を含む。
【０１１９】
前記第１の浴中における前記ブレーキバンドの浸漬時間は、前記第２の浴中における前記ブレーキバンドの浸漬時間よりも短い。
【０１２０】
好ましくは、前記第１の浴中における前記ブレーキバンドの浸漬は、可能な限り短いが、前記所定の表面領域上に１０μｍを超えない厚さを有する金属間鉄-アルミニウム化合物からなる初期層を得るのに十分な時間だけ延長される。特に、前記第１の浴への浸漬時間は、第１の浴が約７００℃の温度である場合、３－５分である。浸漬時間は、浴温度が上昇するにつれて減少しなければならない。
【０１２１】
より詳細には、前記厚さは、第２の浴の温度が同じで、浸漬時間が増加するにつれて増加し、前記厚さは、第２の浴の温度が同じで、浸漬時間が増加するにつれて増加する。
【０１２２】
有利には、前記第１の溶融アルミニウム浴および前記第２の浴の両方が、１重量％を超えない不純物含有量を有する。特に、前記２つの溶融アルミニウム浴は、１重量％未満のケイ素含有量を有する。
【０１２３】
好ましくは、第２のアルミニウム浴中の溶液中の鉄の含有量は５重量％を超えず（７００℃におけるアルミニウム中の鉄の溶解限界は４重量％に等しい；鉄飽和アルミニウム）、さらに好ましくは３重量％と５重量％の間であり、かなり好ましくは４重量％に等しい。鋳鉄からアルミニウムへの鉄の溶解プロセスを遅らせる有意な効果を確保するためには、鉄含有量は３％未満であってはならない。
【０１２４】
有利には、前記第１の浴および前記第２の浴の両方は、６８０℃未満、好ましくは７５０

℃より高くない温度、より好ましくは６９０℃と７１０℃の間、さらに好ましくは７００℃に等しい温度に保たれる。

【０１２５】

有利には、本方法は、少なくとも前記所定の表面領域において、浸漬の前記ステップｅ２１）の前に実施されるブレーキバンドの表面前処理のステップを含むことができる。好ましくは、前記表面前処理ステップは、ラッピング、脱脂、サンドブラスト及び／又は表面酸化物の化学的除去からなる。

【０１２６】

好ましくは、本方法は、前記ステップｅ２１）の浸漬の前に、溶融アルミニウム浴から表面酸化物層を除去するステップを含む。表面酸化物を除去するこのようなステップは、浸漬が単一の浴中で行われる場合、および浸漬が第１および第２の浴中で２つの連続したステップで行われる場合の両方で実施される。

【０１２７】

本発明の好ましい実施形態によれば、抽出後に前記ブレーキバンドに付着したままのアルミニウムを除去するステップは、２つのサブステップで実施される。

第１の除去サブステップは、溶融アルミニウムから抽出されたばかりのブレーキバンドに対して実施され、ブレーキバンドに付着したままの溶融アルミニウムを除去する。

溶融アルミニウムから抽出され、冷却されたブレーキバンドに対して第２の除去サブステップを実施し、前記第１の除去サブステップの後に残った凝固した残留アルミニウムを除去する。

【０１２８】

好ましくは、本方法は、前記除去の前記第１のサブステップと前記除去の前記第２のサブステップとの間に実施される前記ブレーキバンドを急冷するステップを含む。

【０１２９】

有利には、除去の前記第１のサブステップは、まだ液体であるアルミニウムの機械的なシェービングによって実施することができる。

【０１３０】

有利には、前記第２の除去サブステップは、機械的に除去されなかった固化アルミニウムの化学的除去によって実施され得る。

【０１３１】

好ましくは、前記化学的除去は、アルミニウムを塩化第二鉄に少なくとも４分間さらすことにより、以下の反応を起こさせることにより実施される。

Ａｌ＋ＦｅＣｌ３→ＡｌＣｌ３＋Ｆｅ

【０１３２】

塩化第二鉄による化学的除去は、必然的にアルミニウムの凝固後に行われなければならない。塩化第二鉄は３１５℃で沸騰するため、溶融アルミニウムと接触させることはできない。好ましくは、前記化学的除去は、前記急冷のステップの後に行われる。

【０１３３】

フェロアルミネーションに言及する方法の前記ステップは、従って、耐摩耗性および耐腐食性が向上したブレーキバンド、ひいてはブレーキディスクを得ることを可能にする。

【０１３４】

金属間鉄-アルミニウム化合物層は、鉄とアルミニウムとの間の複数の金属間化合物、特にＦｅ３Ａｌ、ＦｅＡｌ、ＦｅＡｌ２、ＦｅＡｌ３およびＦｅ２Ａｌ５から構成され得ることは注目に値する。優勢な金属間化合物相は、熱力学的に安定なＦｅＡｌ３である。

【０１３５】

一実施形態によれば、本方法は、ブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方とベース層３０との間、および／またはブレーキバンドの２つのブレーキ面２ａ，２ｂの一方と中間層３００との間、および／またはベース層３０と表面保護被膜３との間、および／または中間層３００とベース層３０との間に、補助フェライト-軟窒化層および補助フェロアルミネート層を堆積させることを含む。

【０１３６】
上記の説明から理解されるように、本発明によるブレーキディスクは、従来技術で導入された欠点を克服することを可能にする。
【０１３７】
ニッケルの含有量が低減された、あるいは完全にニッケルを含まない鋼のベース層と鋳鉄バンドとの組み合わせにより、本発明によるブレーキディスク１は、使用中にニッケル粒子が生成および放出される傾向が実質的にない。
【０１３８】
更に、特に有利な変形例によれば、炭化物を含むか又は炭化物で被覆された表面保護被膜３を追加することにより、耐摩耗特性を向上させ、ベース層の鋼中のニッケルの不足を補うこともでき、適切で増大した機械的強度を提供することもできる。
【０１３９】
特に有利な態様では、全くニッケルを含まない鋼と、１０％－１５％のクロム（Ｃｒ）と、多くとも１％のケイ素（Ｓｉ）と、多くとも４％のマンガン（Ｍｎ）と、０.１６％－０.５％の炭素（Ｃ）と、好ましくは０.１６％－０.２５％の炭素（Ｃ）と、残部の鉄（Ｆｅ）とからなるベース層３０により、高温での使用中に脆性が少なく、同時に十分な防錆コーティングを有するニッケルを含まないマルテンサイト鋼を製造することができる。さらに、このような有利な側面は、鋼に含まれる炭化物の割合を少なくする可能性と相乗的に組み合わされるため、適切な被覆硬度を維持しながら、製造に必要な資源を削減することができる。
【０１４０】
有利なことに、好ましくはニッケルを含まないベース層３０は、表面保護被膜３の機械的な「クッション」機能（摩耗防止）も果たす。実際、ベース層３０は、使用時にディスクにかかる応力を少なくとも部分的に減衰させる弾性挙動を示す。したがって、ベース層３０は、ディスクと表面保護被膜３との間で、一種のダンパーまたはクッションとして機能する。これにより、２つの部品間の応力の直接伝達が防止され、表面保護被膜３に亀裂が生じる危険性も低減される。

【図面】

【図１】

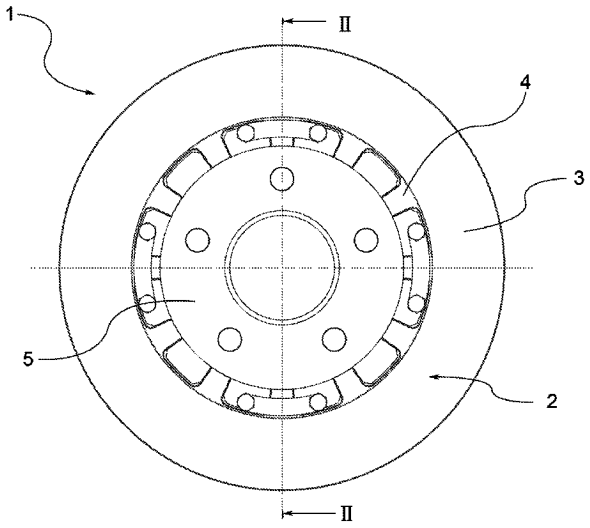


FIG.1

【図２】

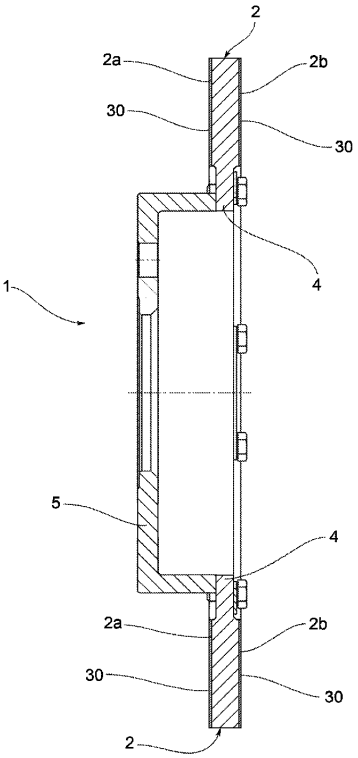


FIG.2

【図３】

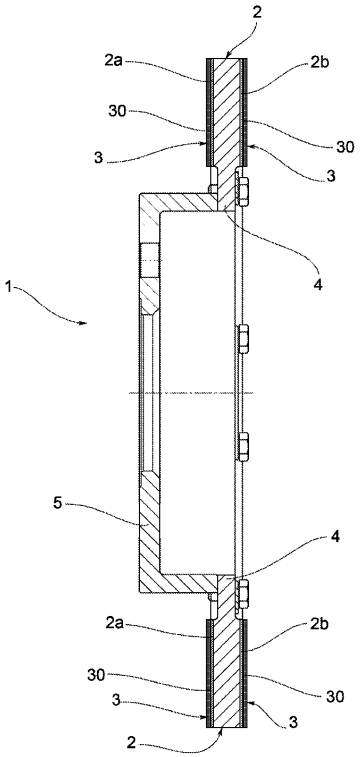


FIG.3

【図４】

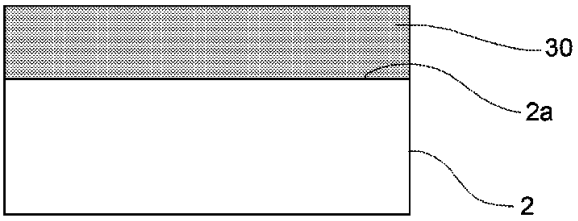


FIG.4

【図５】

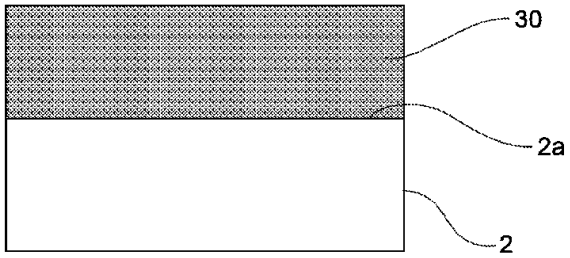


FIG.5

【図６】

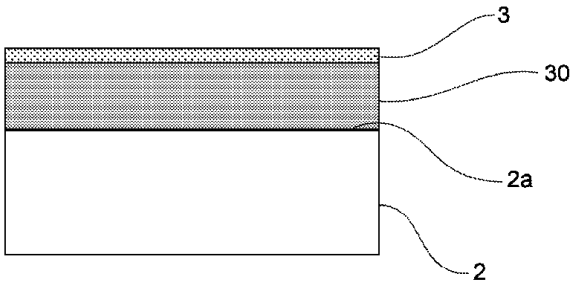


FIG.6

【図７】

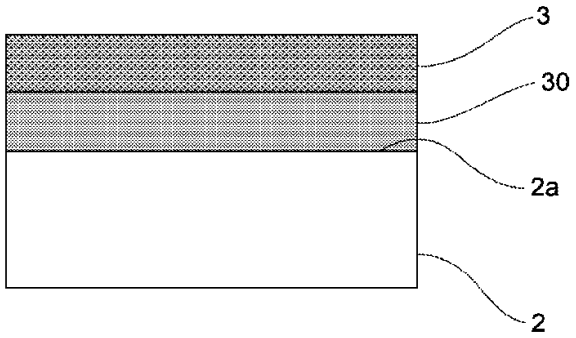


FIG.7

【図８】

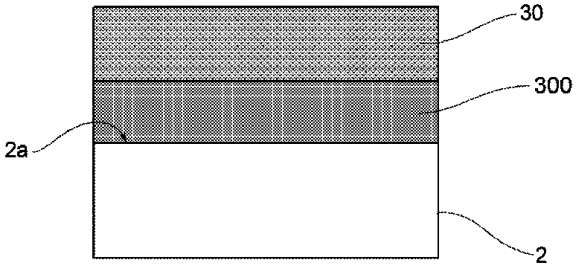


FIG.8

【図９】

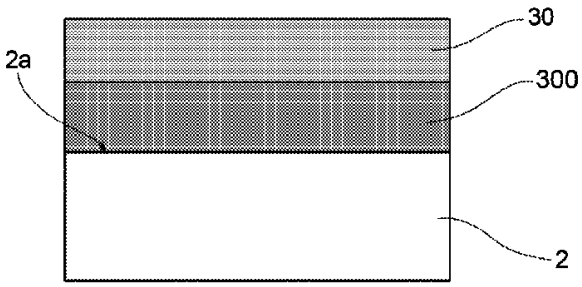


FIG.9

【図１０】

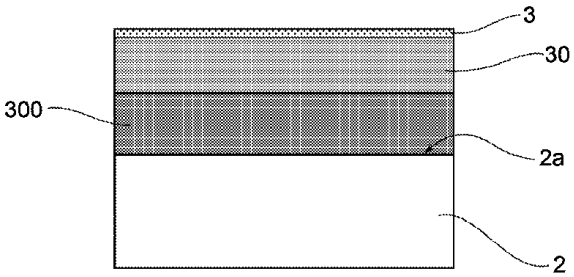


FIG.10

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2022/062125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16D65/12
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

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.
A	WO 2019/021161 A1 (FRENI BREMBO SPA [IT]) 31 January 2019 (2019-01-31) Fig. 1-2; par. [0020]-[0030]	1-16
X,P	WO 2022/137190 A1 (BREMBO SPA [IT]) 30 June 2022 (2022-06-30) the whole document	1-16
X,P	WO 2022/137189 A1 (BREMBO SPA [IT]) 30 June 2022 (2022-06-30) the whole document	1-16

☐ 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 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
21 March 2023	29/03/2023

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	Kirov, Youlian

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2022/062125

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2019021161 A1	31-01-2019	CN 111263864 A	09-06-2020
		EP 3658798 A1	03-06-2020
		ES 2882607 T3	02-12-2021
		JP 7110321 B2	01-08-2022
		JP 2020528531 A	24-09-2020
		KR 20200032736 A	26-03-2020
		US 2020378459 A1	03-12-2020
		WO 2019021161 A1	31-01-2019
WO 2022137190 A1	30-06-2022	NONE	
WO 2022137189 A1	30-06-2022	NONE	

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

フロントページの続き

,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,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,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－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　ブレッシャーニ，フランチェスコ アンドレア

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

Ｆターム（参考）　3J058　AA43 AA48 AA53 BA41 CB24 CB27 EA03 EA05 EA08 EA32 EA35 FA01

4K044　AA02 AB10 BA06 BA18 BB03 BC05 BC06 CA11 CA23 CA41