

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902113275A1

Publication Date

20140621

Applicant

FRENI BREMBO S.P.A.

Title

METODO PER REALIZZARE UN DISCO FRENO E DISCO FRENO PER
FRENI A DISCO

TITOLARE: FRENI BREMBO S.P.A.

DESCRIZIONE

CAMPO DI APPLICAZIONE

5 La presente invenzione riguarda un metodo per realizzare un disco freno e un disco freno per freni a disco.

STATO DELLA TECNICA

Un disco freno di un impianto frenante a disco di un
10 veicolo, comprende una struttura anulare, o fascia di frenatura, e un elemento di fissaggio centrale, noto come campana, tramite il quale il disco è fissato alla parte rotante di una sospensione di un veicolo, ad esempio un mozzo. La fascia di frenatura è munita di
15 superfici di frenatura contrapposte adatte a cooperare con elementi di attrito (pastiglie freno), alloggiate in almeno un corpo pinza posto a cavaliere di tale fascia di frenatura e solidale ad un componente non rotante della sospensione del veicolo. La comandata
20 interazione tra le opposte pastiglie freno e le contrapposte superfici di frenatura della fascia frenante determinano per attrito un'azione di frenatura che permette la decelerazione o arresto del veicolo.
Generalmente, il disco freno è realizzato in ghisa
25 grigia. Questo materiale consente, infatti, di ottenere

buone prestazioni frenanti (soprattutto in termini di contenimento dell'usura) a costi relativamente contenuti. Dischi realizzati in carbonio o in materiali carbo-ceramici offrono prestazioni decisamente
5 superiori, ma a costi molto più elevati.

Un limite non ancora superato dei dischi in ghisa è legato all'eccessivo peso del disco.

Si è cercato di affrontare tale problema realizzando i dischi in alluminio, con rivestimenti protettivi. Il
10 rivestimento protettivo serve da un lato a ridurre l'usura del disco e garantire così prestazioni analoghe ai dischi in ghisa, e dall'altro a proteggere la base di alluminio dalle temperature che si generano in frenata, ben superiori alle temperature di
15 rammollimento dell'alluminio (200 - 400°C).

I rivestimenti protettivi ad oggi disponibili e applicati su dischi in alluminio, pur offrendo resistenza all'usura, sono però soggetti a sfogliamenti che ne determinano il distacco dal disco in alluminio
20 stesso.

Un rivestimento protettivo di questo tipo è descritto ad esempio nel brevetto US4715486, relativo ad un freno a disco a bassa usura. Il disco, realizzato in particolare in ghisa, ha un rivestimento realizzato con
25 un materiale particellare depositato sul disco con

tecnica ad impatto ad elevata energia cinetica. In
accordo ad una prima forma realizzativa il rivestimento
contiene dal 20% al 30% di carburo di tungsteno, il 5%
di nichel e la restante parte di una miscela di carburi
5 di cromo e tungsteno. In accordo ad una seconda forma
realizzativa il rivestimento contiene dall'80% al 90%
di carburo di tungsteno, fino al 10% di cobalto, fino
al 5% di cromo e fino al 5% di carbonio.

Si è potuto rilevare che una delle cause principali del
10 distaccamento dei tradizionali rivestimenti protettivi
da dischi in alluminio o lega di alluminio è la
presenza di nichel nel rivestimento protettivo.

Nel caso di applicazione del rivestimento con tecniche
di flame spray una seconda causa del distaccamento dei
15 tradizionali rivestimenti protettivi da dischi in
alluminio o lega di alluminio è la presenza di carbonio
libero nel rivestimento protettivo. Il carbonio tende,
infatti, a bruciare, combinandosi con l'ossigeno
inglobato nel rivestimento protettivo in via di
20 formazione. Ciò porta alla formazione di microbolle
all'interno del rivestimento, le quali possono impedire
una adeguata adesione del rivestimento sul disco,
favorendone il distacco.

Da quanto sopra esposto risulta evidente che i dischi
25 in alluminio o lega di alluminio rivestiti non sono

attualmente utilizzabili nel settore dei sistemi frenanti.

In considerazione dei vantaggi derivanti dall'uso di alluminio nella riduzione del peso dei dischi freno è
5 tuttavia molto sentita nel settore l'esigenza di risolvere gli inconvenienti citati in riferimento all'arte nota. In particolare è sentita l'esigenza di disporre di dischi in alluminio dotati di rivestimenti protettivi che siano in grado di aumentare la
10 resistenza all'usura del disco e siano al contempo resistenti nel tempo.

PRESENTAZIONE DELL'INVENZIONE

Tale esigenza è soddisfatta da un metodo per realizzare un disco freno in accordo con la rivendicazione 1 e da
15 un disco freno per freni a disco secondo la rivendicazione 14.

In particolare, tale esigenza è soddisfatta da un metodo per realizzare un disco freno in alluminio con rivestimento protettivo comprendente le seguenti fasi
20 operative:

a) predisporre un disco freno, comprendente una fascia di frenatura realizzata in alluminio o in lega di alluminio e dotata di due superfici di frenatura contrapposte ciascuna delle quali definisce almeno
25 parzialmente una delle due facce principali del disco;

b) depositare sul disco un materiale in forma
particellare con tecnica HVOF (*"High Velocity Oxygen
Fuel"*) formando un rivestimento protettivo che copre
almeno una delle due superfici di frenatura della
5 fascia di frenatura.

Il materiale in forma particellare è costituito dall'80
al 90% in peso di carburo di tungsteno, dall'8% al 12%
in peso di cobalto e dal 2% al 6% in peso di cromo.

Secondo una forma di implementazione preferita del
10 metodo, il materiale in forma particellare è costituito
da 86% in peso di carburo di tungsteno, da 10% in peso
di cobalto e da 4% in peso di cromo.

Preferibilmente, la granulometria delle particelle del
materiale particellare è compresa tra 5 e 40 μm

15 Secondo una possibile forma di implementazione del
metodo, il rivestimento protettivo ha uno spessore
compreso tra 20 μm e 80 μm .

Secondo una forma di implementazione preferita del
metodo, la fase b) di deposizione comprende due o più
20 passaggi distinti di deposizione del materiale in forma
particellare sulla medesima superficie per formare il
rivestimento protettivo.

In particolare, la fase b) di deposizione comprende un
primo passaggio di deposizione del materiale in forma
25 particellare per creare uno strato di base del

rivestimento direttamente sul disco ed un secondo passaggio di deposizione del materiale in forma particellare per creare uno strato di finitura sullo strato di base. Il materiale particellare depositato con il primo passaggio di deposizione ha una granulometria superiore rispetto a quello depositato con il secondo passaggio di deposizione.

Secondo una particolare forma di implementazione del metodo, il materiale in forma particellare depositato con il primo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 30 e 40 μm . Il materiale particellare depositato con il secondo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 5 e 20 μm .

In particolare, il rivestimento protettivo ha in corrispondenza dello strato di finitura una rugosità superficiale R_a compresa tra 2,0 e 3,0 μm .

In particolare, lo strato di base del rivestimento ha uno spessore compreso tra $2/4$ e $3/4$ dello spessore totale del rivestimento. Lo strato di finitura ha uno spessore compreso tra $1/4$ e $2/4$ dello spessore totale del rivestimento.

Secondo una possibile forma di implementazione del metodo, tutto il disco è realizzato in alluminio o lega d'alluminio.

Secondo una possibile forma di implementazione del metodo, il rivestimento protettivo copre tutta la superficie del disco.

5 Secondo una particolare forma di implementazione del metodo, nella fase b) di deposizione il materiale particellare viene depositato in modo differenziato sulla superficie del disco almeno in termini di spessore del rivestimento.

10 In particolare, ciascuna faccia principale del disco è definita almeno da una prima porzione anulare, corrispondente ad una superficie di frenatura della fascia di frenatura, e da una seconda porzione anulare, che è più interna rispetto alla prima e che definisce la zona di fissaggio del disco ad un veicolo. Nella
15 fase b) di deposizione è realizzato un rivestimento protettivo a copertura almeno di entrambe le porzioni. Il rivestimento realizzato sulla prima porzione anulare ha uno spessore superiore rispetto a quello del rivestimento realizzato sulla seconda porzione.

20 In particolare, l'esigenza espressa in precedenza è soddisfatta da un disco freno 1 per freno a disco, comprendente una fascia di frenatura 2 in alluminio o in alluminio o in lega di alluminio e dotata di due superfici di frenatura contrapposte 2a e 2b, ciascuna
25 delle quali definisce almeno parzialmente una delle due

facce principali del disco. Il disco 1 è dotato di un rivestimento protettivo 3 che copre almeno una delle due superfici di frenatura della fascia di frenatura. Il rivestimento è costituito dall'80 al 90% in peso di

5 carburo di tungsteno, dall'8% al 12% in peso di cobalto e dal 2% al 6% in peso di cromo. Il rivestimento è ottenuto depositando sul disco i componenti del rivestimento in forma particellare con tecnica HVOF.

Secondo una forma preferita di realizzazione del disco

10 freno, il rivestimento 3 è costituito da 86% in peso di carburo di tungsteno, da 10% in peso di cobalto e da 4% in peso di cromo.

Preferibilmente, il rivestimento è ottenuto depositando sul disco detti componenti in forma particellare con

15 una granulometria compresa tra 5 e 40 μm .

Secondo una forma particolare di realizzazione del disco freno, il rivestimento protettivo ha uno spessore compreso tra 20 μm e 80 μm .

Secondo una forma particolare di realizzazione del

20 disco freno, il rivestimento protettivo è composto da uno strato di base, che è associato direttamente al disco ed è realizzato con un primo passaggio di deposizione del materiale in forma particellare, e da uno strato superiore di finitura, che è disposto sullo

25 strato di base ed è realizzato con un secondo passaggio

di deposizione del materiale particellare. Il materiale in forma particellare depositato con il primo passaggio di deposizione ha una granulometria superiore rispetto a quello depositato con il secondo passaggio di deposizione.

In particolare, il materiale particellare depositato con il primo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 30 e 40 μm , mentre il materiale particellare depositato con il secondo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 5 e 20 μm .

In particolare, il rivestimento protettivo ha in corrispondenza dello strato di finitura una rugosità superficiale Ra compresa tra 2,0 e 3,0 μm .

Secondo una possibile forma di realizzazione del disco freno, lo strato di base ha uno spessore compreso tra $\frac{2}{4}$ e $\frac{3}{4}$ dello spessore totale del rivestimento, mentre lo strato di finitura ha uno spessore compreso tra $\frac{1}{4}$ e $\frac{2}{4}$ dello spessore totale del rivestimento.

Secondo una possibile forma di realizzazione del disco freno, tutto il disco è in alluminio o lega di alluminio.

Secondo una possibile forma di realizzazione del disco freno, il rivestimento protettivo copre tutta la superficie del disco.

Secondo una forma preferita di realizzazione del disco freno, il rivestimento presenta spessori differenti in aree differenti della superficie del disco.

In particolare, ciascuna faccia principale del disco è
5 definita almeno da una prima porzione anulare, corrispondente ad una superficie di frenatura della fascia di frenatura, e da una seconda porzione anulare, che è più interna rispetto alla prima e che definisce la zona di fissaggio del disco al veicolo. Il
10 rivestimento protettivo sulla prima porzione anulare ha uno spessore superiore rispetto a quello del rivestimento realizzato sulla seconda porzione.

DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi della presente
15 invenzione risulteranno maggiormente comprensibili dalla descrizione di seguito riportata di suoi esempi preferiti e non limitativi di realizzazione, in cui:

- la Figura 1 mostra una vista in pianta dall'alto di un freno a disco in accordo ad una forma realizzativa
20 della presente invenzione; e
- la figura 2 mostra una vista in sezione del disco di Figura 1 secondo la linea di sezione II-II ivi indicata.

Gli elementi o parti di elementi in comune tra le forme
25 di realizzazione descritte nel seguito saranno indicati

con medesimi riferimenti numerici.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Con riferimento alla suddette figure, con 1 si è globalmente indicato un freno a disco secondo la
5 presente invenzione.

In accordo ad una soluzione realizzativa generale dell'invenzione, illustrato nelle Figure allegate, il disco freno 1 comprende una fascia di frenatura 2 in alluminio o lega di alluminio, dotata di due superfici
10 di frenatura contrapposte 2a e 2b, ciascuna delle quali definisce almeno parzialmente una delle due facce principali del disco.

Il disco 1 è dotato di un rivestimento protettivo che copre almeno una delle due superfici di frenatura della
15 fascia di frenatura.

Il rivestimento è costituito dall'80 al 90% in peso di carburo di tungsteno, dall'8% al 12% in peso di cobalto e dal 2% al 6% in peso di cromo.

Il rivestimento è ottenuto depositando sul disco i
20 componenti del rivestimento in forma particellare con tecnica HVOF.

Per semplicità di trattazione, il disco freno 1 verrà ora descritto contestualmente al metodo secondo la presente invenzione. Il disco freno 1 è realizzato
25 preferibilmente, ma non necessariamente, con il metodo

secondo l'invenzione che verrà ora descritto.

In accordo ad una forma generale di implementazione del metodo secondo l'invenzione, il metodo comprende le seguenti fasi operative:

- 5 a) predisporre un disco freno, comprendente una fascia di frenatura 2 realizzata in alluminio o lega di alluminio e dotata di due superfici di frenatura contrapposte 2a e 2b, ciascuna delle quali definisce almeno parzialmente una delle due facce principali del
10 disco;
- b) depositare sul disco un materiale in forma particellare formando un rivestimento protettivo 3 che copre almeno una delle due superfici di frenatura della fascia di frenatura.
- 15 Vantaggiosamente, il disco freno viene predisposto con una porzione atta al fissaggio del disco ad un veicolo, costituita da una porzione anulare 4 disposta centralmente al disco 1 e concentrica alla fascia di frenatura 2. La porzione di fissaggio 4 supporta
20 l'elemento di connessione 5 al mozzo ruota (i.e. la campana). La campana può essere realizzata di pezzo con la porzione anulare di fissaggio (come illustrato nelle Figure allegate) oppure essere realizzata a parte e, quindi, fissata attraverso opportuni elementi di
25 collegamento alla porzione di fissaggio.

La porzione anulare di fissaggio 4 può essere realizzata in alluminio o lega di alluminio, come la fascia di frenatura, oppure in un altro materiale adatto. Anche la campana 5 può essere realizzata in
5 alluminio (o lega di alluminio) oppure in un altro materiale adatto. In particolare, tutto il disco (i.e. fascia di frenatura, porzione di fissaggio e campana) può essere realizzato in alluminio o lega di alluminio. Preferibilmente, la fascia di frenatura 2 è realizzata
10 per fusione di alluminio o lega di alluminio. Analogamente, quando realizzate in alluminio o lega di alluminio, la porzione di fissaggio e/o la campana possono essere realizzate per fusione.

La porzione anulare di fissaggio può essere realizzata
15 in corpo unico con la fascia di frenatura (come illustrato nelle Figure allegate) oppure essere realizzata come un corpo a parte, meccanicamente collegato alla fascia di frenatura.

Preferibilmente, la fase b) di deposizione è preceduta
20 da una fase c) di preparazione della superficie su cui deve essere realizzato il rivestimento protettivo. In particolare, la fase c) di preparazione della superficie consiste in una pulizia della superficie con solventi atti a rimuovere olio o sporcizia.
25 Preferibilmente, la fase c) di preparazione può

comprendere azioni abrasive sulla superficie del disco, ad esempio per sabbiatura o levigatura.

Secondo un aspetto essenziale dell'invenzione il materiale in forma particellare è depositato sul disco

5 con tecnica HVOF.

HVOF è una tecnica di deposizione a spruzzo da polveri.

Si tratta di una tecnica nota nel settore e non sarà quindi descritta nel dettaglio. La tecnica HVOF

utilizza un dispositivo di spruzzo dotato di una camera

10 di miscelazione e di combustione e di un ugello di spruzzo. Alla camera vengono alimentati ossigeno e

combustibile. Il gas di combustione caldo che si forma

a pressioni prossime a 1 MPA attraversa l'ugello

convergente-divergente il materiale in polvere

15 raggiungendo velocità ipersoniche (i.e. superiori MACH

5). Il materiale in polvere da depositare viene

iniettato nel flusso di gas caldo, dove fonde

rapidamente e viene accelerato a velocità dell'ordine

di 1000 m/s. Una volta impattato sulla superficie di

20 deposizione, il materiale fuso si raffredda rapidamente

e grazie all'impatto ad elevata energia cinetica forma

una struttura molto densa e compatta.

Secondo un ulteriore aspetto essenziale dell'invenzione

il materiale in forma particellare è costituito dall'80

25 al 90% in peso di carburo di tungsteno (WC), dall'8% al

12% in peso di cobalto (Co) e dal 2% al 6% in peso di cromo (Cr).

La combinazione della tecnica di deposizione HVOF e dei componenti chimici utilizzati per la formazione del
5 rivestimento consente di ottenere un rivestimento
protettivo dotato di elevata forza di legame, che
garantisce un elevato grado di ancoraggio
sull'alluminio o sulla lega di alluminio. L'assenza di
10 nichel riduce notevolmente (rispetto alle soluzioni di
tecnica nota) il rischio di distaccamento del
rivestimento dalla base in alluminio o lega di
alluminio.

Vantaggiosamente il materiale particellare non contiene
nichel (Ni), preferibilmente neppure in forma di
15 tracce. Si è, infatti, potuto rilevare che una delle
cause principali del distaccamento dei tradizionali
rivestimenti protettivi da dischi in alluminio o lega
di alluminio è la presenza di nichel nel rivestimento
protettivo.

20 Vantaggiosamente il materiale particellare non contiene
carbonio libero (C), preferibilmente neppure in forma
di tracce. Si è, infatti, potuto rilevare che nel caso
di applicazione del rivestimento con tecniche di flame
spray una seconda causa del distaccamento dei
25 tradizionali rivestimenti protettivi da dischi in

alluminio o lega di alluminio è la presenza di carbonio libero nel rivestimento protettivo. Il carbonio tende, infatti, a bruciare, combinandosi con l'ossigeno inglobato nel rivestimento protettivo in via di
5 formazione. Ciò porta alla formazione di microbolle all'interno del rivestimento, le quali possono impedire una adeguata adesione del rivestimento sul disco, favorendone il distacco.

Il rivestimento presenta, inoltre, un'elevata
10 resistenza all'usura. Prove sperimentali condotte comparando un disco freno secondo l'invenzione con un disco tradizionale in ghisa grigia hanno evidenziato che il disco secondo l'invenzione ha una durata sensibilmente superiore a quello tradizionale a parità
15 di condizioni di prova. Il peso del disco in alluminio, a parità di dimensioni, è circa la metà di un disco in ghisa grigia.

Preferibilmente, il materiale in forma particellare è costituito da 86% in peso di carburo di tungsteno, da
20 10% in peso di cobalto e da 4% in peso di cromo.

Questa particolare composizione consente di ottenere i migliori risultati in termini di resistenza all'usura e capacità di adesione sull'alluminio.

Preferibilmente, la granulometria delle particelle del
25 materiale particellare è compresa tra 5 e 40 μm . La

scelta di tale intervallo di valori consente di conferire al rivestimento caratteristiche elevate di densità, durezza e limitata porosità.

Il rivestimento protettivo 3 copre almeno una delle due
5 superfici di frenatura della fascia di frenatura. Preferibilmente, come illustrato nella Figura 2, il disco 1 è dotato di un rivestimento protettivo 3 che copre entrambe le superfici di frenatura 2a e 2b della fascia di frenatura 2.

10 In particolare, il rivestimento 3 può coprire solo la fascia di frenatura, su una singola superficie di frenatura oppure su entrambe.

In accordo a soluzioni realizzative non illustrate nelle Figure allegate, il rivestimento protettivo 3 può
15 estendersi anche ad altre parti del disco 1 come la porzione anulare di fissaggio 4 e la campana 5, fino a coprire tutta la superficie del disco 1. In particolare, il rivestimento può coprire - in aggiunta alla fascia di frenatura - solo la porzione di
20 fissaggio o solo la campana. La scelta viene dettata da ragioni essenzialmente estetiche, per avere un'omogeneità di colorazione e/o finitura su tutto il disco o tra alcune porzioni di esso.

Preferibilmente, il rivestimento protettivo ha uno
25 spessore compreso tra 20 μm e 80 μm . La scelta di tale

intervallo di valori consente di ottenere un ottimo compromesso tra il consumo dello stato di rivestimento protettivo e le dilatazioni termiche dello stesso. In altre parole: se lo spessore del rivestimento protettivo fosse minore di 20 μm , in caso d'usura, si
5 avrebbe la sua totale rimozione. Uno spessore maggiore di 80 μm , d'altro canto, può portare ad adesione imperfetta dovuto alle dilatazioni termiche che si hanno durante il ciclo vita di un disco freno.

10 Vantaggiosamente, la deposizione del materiale particellare per la formazione del rivestimento può essere effettuata in modo differenziato sulla superficie del disco almeno in termini di spessore del rivestimento.

15 Preferibilmente, il rivestimento protettivo realizzato sulla fascia di frenatura ha uno spessore superiore rispetto a quello realizzato su altre porzioni del disco. Il rivestimento in corrispondenza di porzioni differenti da quelle della fascia di frenatura può
20 avere spessori compresi tra 20 e 80 μm .

In corrispondenza della fascia di frenatura, il rivestimento protettivo può essere realizzato con lo stesso spessore nelle due superfici frenanti contrapposte. Possono essere previste soluzioni
25 alternative in cui il rivestimento è realizzato

differenziando gli spessori differenti tra le due superfici frenanti della fascia frenante.

In accordo ad una forma di implementazione particolarmente preferita del metodo, la fase b) di
5 deposizione comprende due o più passaggi distinti di deposizione del materiale particellare sulla medesima superficie per formare il rivestimento protettivo.

Più in dettaglio, la suddetta fase b) di deposizione comprende:

- 10 - un primo passaggio di deposizione del materiale in forma particellare per creare uno strato di base del rivestimento direttamente sul disco; ed
- un secondo passaggio di deposizione del materiale in forma particellare per creare uno strato di finitura
15 sullo strato di base.

La suddivisione in due o più passaggi della fase di deposizione consente in particolare di differenziare almeno la granulometria del materiale particellare utilizzato nei diversi passaggi. Ciò rende più
20 flessibile la fase di deposizione.

Vantaggiosamente, il materiale particellare depositato con il primo passaggio di deposizione ha una granulometria superiore rispetto a quello depositato con il secondo passaggio di deposizione. In
25 particolare, il materiale particellare depositato con

il primo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 30 e 40 μm , mentre il materiale particellare depositato con il secondo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 5 e 20 μm .

La realizzazione del rivestimento con due distinti passaggi di deposizione, utilizzando una granulometria più grossolana per la formazione dello strato base e una granulometria più fine per la formazione dello strato di finitura, consente di ottenere un rivestimento che già al termine della deposizione ha le caratteristiche di finitura superficiale volute, senza la necessità di rettificare e/o eseguire superficialmente altre operazioni di finissaggio per il rivestimento. Le particelle depositate con il secondo passaggio vanno a riempire le rugosità grossolane superficiali dello strato base. Vantaggiosamente, il livello di finitura superficiale del rivestimento può essere regolata regolando la granulometria delle particelle depositate con il secondo passaggio.

In particolare, utilizzando per il primo passaggio particelle con granulometria di 30 e 40 μm e per il secondo passaggio particelle con granulometria di 5 e 20 μm , il rivestimento protettivo ha in corrispondenza dello strato di finitura una rugosità superficiale R_a

compresa tra 2,0 e 3,0 μm .

Complessivamente, la combinazione della tecnica di deposizione HVOF del materiale particellare, dei componenti chimici utilizzati e delle modalità di deposizione a più passaggi consente di ottenere un rivestimento con un livello di rugosità superficiale limitato, particolarmente adatto ai fini di utilizzo del disco freno 1.

Preferibilmente, lo strato di base ha uno spessore compreso tra $2/4$ e $3/4$ dello spessore totale del rivestimento, mentre lo strato di finitura ha uno spessore compreso tra $1/4$ e $2/4$ dello spessore totale del rivestimento.

Come si può apprezzare da quanto descritto, il disco freno secondo l'invenzione consente di superare gli inconvenienti presentati nella tecnica nota.

Il disco freno 1 secondo l'invenzione coniuga leggerezza (grazie all'uso di alluminio o lega di alluminio), resistenza all'usura (grazie all'utilizzo della descritta miscela di componenti) e durata nel tempo.

In particolare, il disco 1 è dotato di un rivestimento protettivo (che copre almeno la fascia di frenatura) avente:

- una elevata forza di legame, che garantisce un

elevato grado di ancoraggio sul disco;

- alta resistenza all'usura;
- limitato livello di rugosità superficiale;
- alta densità;

- 5 - durezza elevata; e
- limitata porosità.

L'assenza di nichel riduce sensibilmente il rischio di distaccamento del rivestimento dalla base in alluminio o lega di alluminio.

- 10 Il disco freno 1 risulta inoltre economico da realizzare

Un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, potrà apportare numerose modifiche e varianti alle pinze di freno a disco sopra

- 15 descritte, tutte peraltro contenute nell'ambito dell'invenzione quale definito dalle seguenti rivendicazioni.

TITOLARE: FRENI BREMBO S.P.A.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per realizzare un disco freno comprendente
5 le seguenti fasi operative:
- a) predisporre un disco freno, comprendente una fascia di frenatura (2) realizzata in alluminio o lega di alluminio e dotata di due superfici di frenatura contrapposte (2a, 2b), ciascuna delle quali definisce
10 almeno parzialmente una delle due facce principali del disco;
- b) depositare sul disco un materiale in forma particellare con tecnica HVOF (High Velocity Oxygen Fuel) formando un rivestimento protettivo (3) che copre
15 almeno una delle due superfici di frenatura della fascia di frenatura, detto materiale in forma particellare essendo costituito dall'80 al 90% in peso di carburo di tungsteno, dall'8% al 12% in peso di cobalto e dal 2% al 6% in peso di cromo.
- 20 2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il materiale in forma particellare è costituito da 86% in peso di carburo di tungsteno, da 10% in peso di cobalto e da 4% in peso di cromo.
3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui la
25 granulometria delle particelle di detto materiale

particellare è compresa tra 5 e 40 μm

4. Metodo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3, in cui il rivestimento protettivo ha uno spessore compreso tra 20 μm e 80 μm .

5 **5.** Metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui la fase b) di deposizione comprende due o più passaggi distinti di deposizione del materiale particellare sulla medesima superficie per formare il rivestimento protettivo.

10 **6.** Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui la fase b) di deposizione comprende un primo passaggio di deposizione del materiale in forma particellare per creare uno strato di base del rivestimento direttamente sul disco ed un secondo passaggio di deposizione del
15 materiale in forma particellare per creare uno strato di finitura sullo strato di base, il materiale particellare depositato con il primo passaggio di deposizione avendo una granulometria superiore rispetto a quello depositato con il secondo passaggio di
20 deposizione.

7. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui il materiale particellare depositato con il primo passaggio di deposizione ha una granulometria compresa tra 30 e 40 μm , mentre il materiale particellare
25 depositato con il secondo passaggio di deposizione ha

una granulometria compresa tra 5 e 20 μm .

8. Metodo secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui il rivestimento protettivo ha in corrispondenza dello strato di finitura una rugosità superficiale R_a compresa tra 2,0 e 3,0 μm .

9. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui tutto il disco è realizzato in alluminio o lega di alluminio.

10. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui in detta fase b) di deposizione il materiale particellare viene depositato in modo differenziato sulla superficie del disco almeno in termini di spessore del rivestimento.

11. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui ciascuna faccia principale del disco è definita almeno da una prima porzione anulare (2), corrispondente ad una superficie di frenatura della fascia di frenatura, e da una seconda porzione anulare (4), che è più interna rispetto alla prima e che definisce la zona di fissaggio del disco ad un veicolo, in detta fase b) di deposizione essendo realizzato un rivestimento protettivo a copertura almeno di entrambe le porzioni, il rivestimento realizzato su detta prima porzione anulare avendo uno spessore superiore rispetto a quello del rivestimento realizzato su detta seconda porzione.

- 12.** Disco freno per freno a disco, comprendente una fascia di frenatura (2) in alluminio o lega di alluminio, dotata di due superfici di frenatura contrapposte (2a, 2b), ciascuna delle quali definisce
5 almeno parzialmente una delle due facce principali del disco (1), detto disco essendo dotato di un rivestimento protettivo (3) che copre almeno una delle due superfici di frenatura della fascia di frenatura, detto rivestimento essendo costituito dall'80 al 90% in
10 peso di carburo di tungsteno, dall'8% al 12% in peso di cobalto e dal 2% al 6% in peso di cromo, detto rivestimento essendo ottenuto depositando sul disco i componenti del rivestimento in forma particellare con tecnica HVOF.
- 13.** Disco freno secondo la rivendicazione 12, in cui
15 il rivestimento è costituito da 86% in peso di carburo di tungsteno, da 10% in peso di cobalto e da 4% in peso di cromo.
- 14.** Disco freno secondo la rivendicazione 12 o 13, in
20 cui il rivestimento è ottenuto depositando sul disco detti componenti in forma particellare con una granulometria compresa tra 5 e 40 μm .
- 15.** Disco freno secondo la rivendicazione 12, 13 o 14, in cui il rivestimento protettivo ha uno spessore
25 compreso tra 20 μm e 80 μm .

16. Disco freno secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 15, in cui il rivestimento protettivo è composto da uno strato di base, che è associato direttamente al disco ed è realizzato con un primo
5 passaggio di deposizione del materiale in forma particellare, e da uno strato di finitura, che è disposto sullo strato di base ed è realizzato con un secondo passaggio di deposizione del materiale particellare, il materiale in forma particellare
10 depositato con il primo passaggio di deposizione avendo una granulometria superiore rispetto a quello depositato con il secondo passaggio di deposizione.

17. Disco freno secondo la rivendicazione 16, in cui il rivestimento protettivo ha in corrispondenza dello
15 strato di finitura una rugosità superficiale R_a compresa tra 2,0 e 3,0 μm .

18. Disco freno una o più delle rivendicazioni da 12 a 17, in cui il rivestimento presenta spessori differenti in aree differenti della superficie del disco.

APPLICANT: FRENI BREMBO S.P.A.

CLAIMS

1. Method of making a brake disc comprising the
5 following operating steps:

a) providing a disc brake, comprising a braking band
(2), made in aluminium or aluminium alloy and provided
with two opposite braking surfaces (2a, 2b), each of
which defines at least partially one of the two main
10 sides of the disc;

b) depositing a material in particle form on the disc
using a HVOF (High Velocity Oxygen Fuel) technique to
form a protective coating (3) which covers at least one
of the two braking surfaces of the braking band, said
15 material in particle form being composed of 80 to 90%
in weight of tungsten carbide, 8% to 12% in weight of
cobalt and from 2% to 6% in weight of chromium.

2. Method according to claim 1, wherein the material
in particle form is composed of 86% in weight of
20 tungsten carbide, 10% in weight of cobalt and 4% in
weight of chromium.

3. Method according to claim 1 or 2, wherein the
particle size of the particles of said material in
particle form is between 5 and 40 μm .

25 4. Method according to claim 1, 2 or 3, wherein the

protective coating has a thickness of 20 μm to 80 μm .

5. Method according to one or more of the previous claims, wherein the deposition step b) comprises two or more separate deposition passages of the material in particle form on the same surface to form the protective coating.

6. Method according to claim 5, wherein the deposition step b) comprises a first deposition passage of the material in particle form to create a base layer of the coating directly on the disc and a second deposition passage of the material in particle form to create a finishing layer on the base layer, the material in particle form deposited in the first deposition passage having a larger particle size than that deposited in the second deposition passage.

7. Method according to claim 6, wherein the material in particle form deposited in the first deposition passage has a particle size of 30 to 40 μm , while the material in particle form deposited in the second deposition passage has a particle size of 5 to 20 μm .

8. Method according to claim 6 or 7, wherein the protective coating has a surface roughness R_a of 2.0 to 3.0 μm at the finishing layer.

9. Method according to one or more of the previous claims, wherein the entire disc is made from aluminium

or aluminium alloy.

10. Method according to one or more of the previous claims, wherein in said deposition step b) the material in particle form is deposited in a differentiated
5 manner on the surface of the disc at least in terms of thickness of the coating.

11. Method according to claim 11, wherein each main side of the disc is defined at least by a first annular portion (2), corresponding to a braking surface of the
10 braking band, and by a second annular portion (4), which is more inward than the first and which defines the attachment zone of the disc to a vehicle, in said deposition step b) a protective coating covering at least both portions being made, the coating made on
15 said first annular portion having a greater thickness than the coating made on said second portion.

12. Brake disc for disc brake, comprising a braking band (2), made from aluminium or aluminium alloy, provided with two opposite braking surfaces (2a, 2b),
20 each of which defines at least partially one of the two main sides of the disc (1), said disc being provided with a protective coating (3) which covers at least one of the two braking surfaces of the braking band, said material being composed of 80 to 90% in weight of
25 tungsten carbide, 8% to 12% in weight of cobalt and 2%

to 6% in weight of chromium, said coating being obtained by depositing on the disc the components of the coating in particle form using HVOF technique.

5 **13.** Brake disc according to claim 12, wherein said material is composed of 86% in weight of tungsten carbide, 10% in weight of cobalt and 4% in weight of chromium.

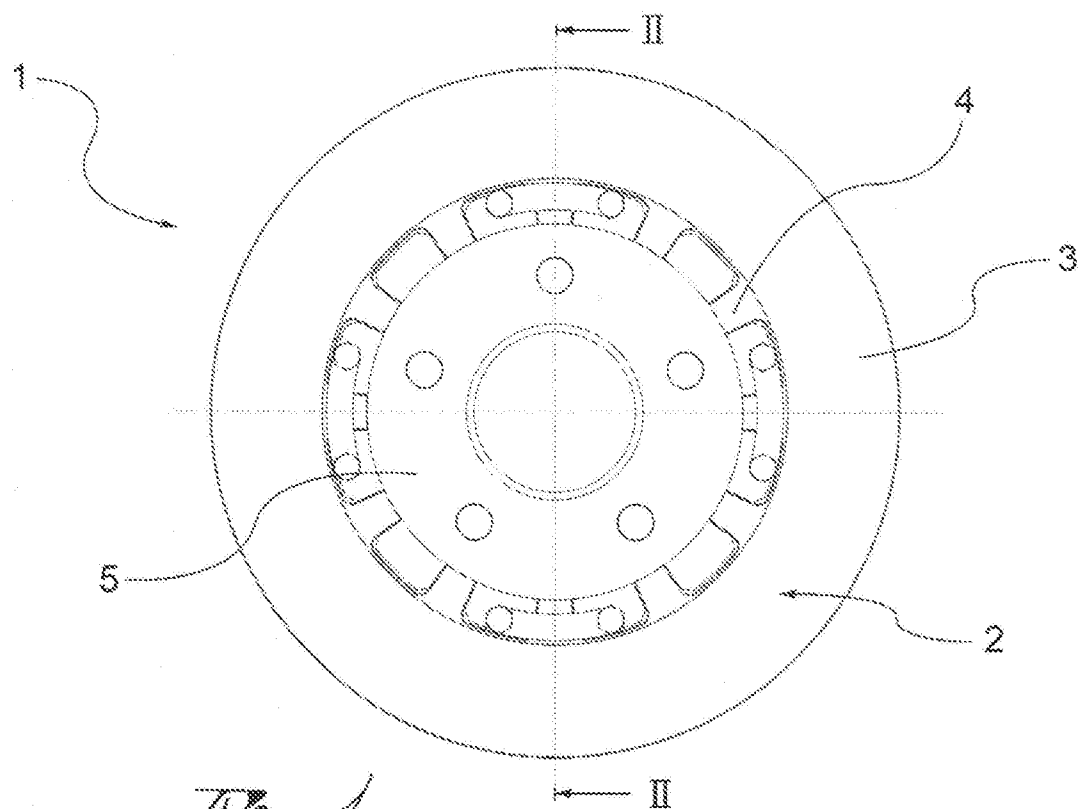
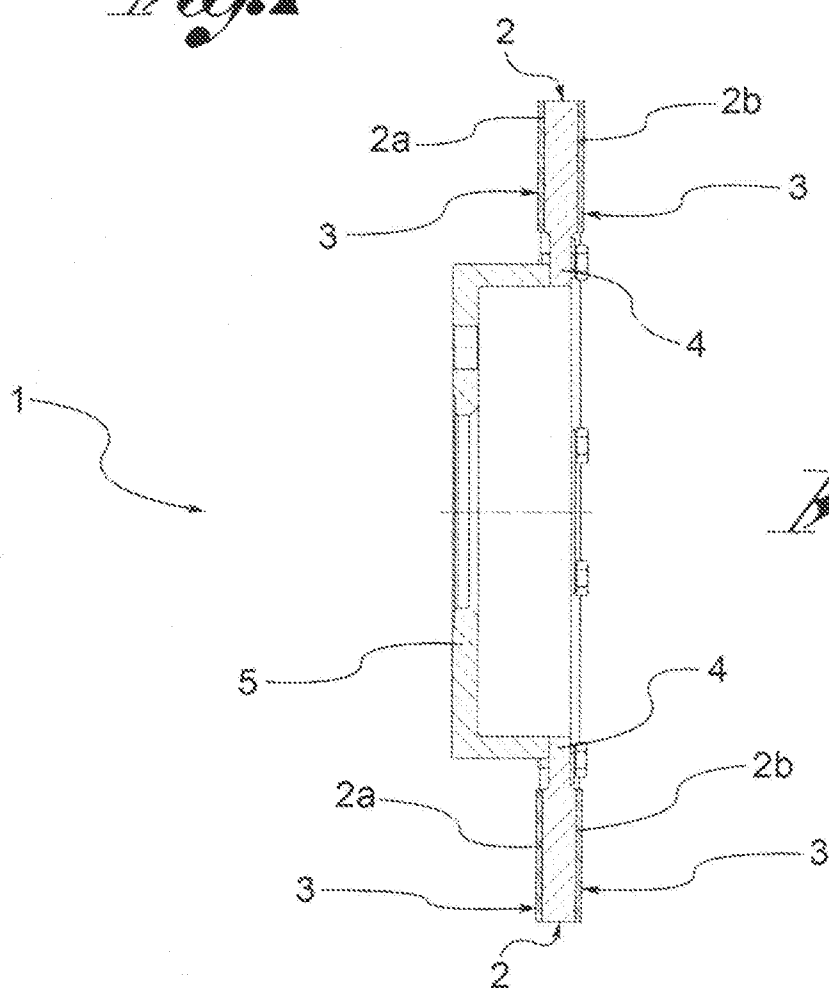
10 **14.** Brake disc according to claim 12 or 13, wherein said coating is obtained by depositing on the disc said components of the coating in particle form with a particle size between 5 and 40 μm .

15. Brake disc according to claim 12, 13 or 14, wherein the protective coating has a thickness of 20 μm to 80 μm .

15 **16.** Brake disc according to one or more of the claims from 12 to 15, wherein the protective coating is composed of a base layer, which is associated directly to the disc and is made by means of a first deposition passage of the material in particle form, and of a
20 finishing layer, which is placed on the base layer and is made by a second deposition passage of the material in particle form, the material in particle form deposited in the first passage having a greater particle size than that deposited in the second
25 deposition passage.

17. Brake disc according to claim 16, wherein the protective coating has a surface roughness Ra of 2.0 to 3.0 μm at the finishing layer.

18. Brake disc according to one or more of the claims
5 from 12 to 17, wherein the coating has different thicknesses in different areas of the disc surface.

*Fig. 1**Fig. 2*