



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0620069-9 A2**

(22) Data de Depósito: 07/12/2006
(43) Data da Publicação: 01/11/2011
(RPI 2130)



(51) *Int.Cl.:*
C01B 35/04
C22C 29/14
C23C 24/00

(54) **Título:** COMPOSTOS INORGÂNICOS

(30) **Prioridade Unionista:** 20/12/2005 DE 10 2005 061 279.2,
05/01/2006 US 60/756,504, 05/01/2006 US 60/756,504, 20/12/2005
DE 10 2005 061 279.2

(73) **Titular(es):** H.C. Starck GMBH

(72) **Inventor(es):** Frank Schrumpf, Stefan Frässle, Thomas
Schmidt, Wolfgang Kiliani

(74) **Procurador(es):** Dannemann ,Siemens, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006011753 de
07/12/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/071327de
28/06/2007

(57) **Resumo:** COMPOSTOS INORGÂNICOS. A presente invenção refere-se a compostos metálicos eletricamente condutivos, pelo menos 40% em peso de partículas que apresentam granulometria maior do que 106 pm, conforme determinada por uma análise com peneiras de acordo com ASTM B 214, tais partículas consistindo em grãos monocristalinos crescidos.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "COMPOSTOS INORGÂNICOS".

A presente invenção refere-se aos boretos dos metais de transição do grupo 4 com alto teor de partículas monocristalinas em pó grosso de volume $> 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$, sendo a superfície das partículas regular e suas pontas e quinas arredondadas.

Há muitos materiais cerâmicos que têm sido utilizados na fabricação de máquinas e utensílios resistentes ao desgaste. Em comparação com o grau de dureza e resistência dos materiais metálicos, os de muitas cerâmicas permitem que substâncias abrasivas sejam manipuladas sem o rápido desgaste do utensílio. Canos ou conexões, dispositivos móveis, recipientes com agitação, interruptores de fluxo, bocais, bolas em válvulas, ferramentas de corte, moagem ou impacto, rodas de separação ou defletores em moinhos são habitualmente fabricados com cerâmica em sua totalidade ou revestidos com cerâmica em ordem de estender a vida útil das partes em questão.

Em adição à composição química dos materiais cerâmicos, a natureza das fases radiográficas e a forma dos cristais também são relevantes no que refere-se às propriedades físicas dos componentes estruturais ou de revestimento a serem fabricados. A dureza e a resistência de um material são em essência determinadas pela probabilidade de que uma rachadura que tenha se formado penetre nas partículas e se propague.

Um dos métodos de supressão da propagação das rachaduras é o de produzir os componentes cerâmicos a partir de um grande número de cristais extremamente finos. Como resultado, uma rachadura que tenha se formado só consegue se propagar por uma distância muito pequena antes de alcançar os limites de uma fase, sendo, portanto, impedida de se propagar além deste limite. Este método é utilizado na indústria de metais pesados onde, por exemplo, se obtêm graus particularmente elevados de dureza e resistência ao se utilizar partículas muito finas de carbeto de tungstênio com tamanhos inferiores a $1 \mu\text{m}$, em particular, inferiores a $0,5 \mu\text{m}$, com o cobalto como ligante.

Uma outra abordagem é a utilização de materiais monocristalinos. Devido às forças de atração extremamente altas presentes nos cristais ordenados entre os cátions e ânions carregados eletricamente de forma oposta, tais cristais – caso se evite ao máximo os defeitos estruturais – representam a fase mais dura possível, ótima, da composição química em questão. Esta estratégia também é conhecida da metalurgia. Por exemplo, lâminas de turbinas em regiões quentes de turbinas a gás são fabricadas no processo de fundição como componentes monocristalinos feitos de superligas.

10 A preparação das partículas monocristalinas através do cultivo de cristais ou crescimento de cristais apresenta a vantagem adicional de que, com o crescimento controlado, habitualmente se formam superfícies regulares que, com o adequado controle do processo, se mostram amplamente livre de defeitos. Em comparação com os aglomerados policristalinos de partículas ou com o vidro, tais cristais exibem estruturas superficiais mais homogêneas. Como resultado da maior regularidade da superfície dos cristais crescidos, se minimiza o número de deslocamentos superficiais e outros defeitos que podem atuar como pontos de partida para rachaduras.

Dentro do escopo do presente relatório descritivo de patente, o termo "monocristalino" não deve ser compreendido como referência às propriedades comuns de um monocristal, tais como a "inexistência de deslocamentos" ou a "induplicabilidade" que são convencionais entre os especialistas em cristalografia/mineralogia. O termo "monocristalino" aqui utilizado serve simplesmente como distinção com relação às partículas "aglomeradas a partir de pequenos cristais" ou "obtidas a partir de um grande bloco matriz pela quebra e trituração". O termo "monocristalino" deve, portanto, ser compreendido como uma simplificação da descrição: "Partículas que, a partir de sementes de cristal, crescem camada por camada na zona de reação através da adição de material em nível atômico e, no processo, perdem área superficial específica e, portanto, energia superficial".

Os aglomerados policristalinos ou as partículas vítreas são geralmente obtidos quando porções de cerâmica derretida são resfriadas e os

pedaços resultantes, que tem grande volume, são processados pela quebra, trituração e peneiramento para que se obtenha um pó. Tais pós são reconhecíveis pelas suas pontas e quinas afiadas. Estas pontas e quinas afiadas são desvantajosas porque constituem pontos de alta energia superficial, o
5 que também significa a maior ocorrência da formação de rachaduras e quebra.

O rígido material cerâmico "carbeto de tungstênio fundido", W_2C/WC , constitui uma combinação das vantagens de ambas as estratégias mencionadas acima. Este material pode ser utilizado em uma modifica-
10 ção finamente cristalina que, devido à distribuição das finas partículas de cristal em forma de tufo, exibe um alto grau de dureza. Esta estrutura é obtida na solidificação seguida ao derretimento. Uma desvantagem deste material é a ocorrência de quinas e pontas afiadas após a trituração e peneiramento. Obtém-se um grau de resistência ao desgaste particularmente alto
15 quando adicionalmente as partículas apresentam um formato exterior esférico. No caso do carbeto de tungstênio fundido esférico, isto é realizado através de um novo derretimento por um período de tempo bem curto. A forma esférica faz com que seja mais difícil que se formem rachaduras induzidas pela pressão ou estresse, ou que estas penetrem na partícula.

20 Também são conhecidos os revestimentos cerâmicos antidesgaste fabricados com o material boreto de titânio TiB_2 . O TiB_2 é um material cerâmico que quase alcança a dureza do diamante, tem um ponto de fusão de $2900^\circ C$, conduz eletricidade e é extremamente resistente do ponto de vista químico. Com relação a sua condutividade elétrica, partes sinterizadas
25 de TiB_2 podem ser processadas através de processos elétrico-abrasivos para formar componentes complexos. A sua passividade química permite que metais derretidos, tais como o cobre, o alumínio ou o zinco, sejam manipulados em aparelhos feitos de TiB_2 .

O TiB_2 é adequado como componente condutor em cerâmicas
30 misturadas em combinação com nitreto de boro, com a finalidade de produzir, por exemplo, pratos de evaporadores para alumínio derretido. O alto grau de resistência à corrosão, em conjunto com a sua condutividade elétri-

ca, é utilizado vantajosamente neste pedido de patente.

Também se conhece a utilização do TiB_2 como constituinte de componentes particularmente resistentes de cerâmicas e *cermets*. São geralmente utilizados aqui pós muito finos que apresentam média granulométrica D_{50} de uns poucos micrômetros, em alguns casos até mesmo na faixa de nanômetros. Os grãos brutos de TiB_2 podem ser utilizados em revestimentos de eletrodos ou como um substituto para o eletrodo de carbono na eletrólise do alumínio uma vez que o TiB_2 é molhado pelo alumínio líquido e se pode reduzir a resistência elétrica da célula. Este uso é descrito na Patente Européia EP-A-0232223. A preparação de compostos contendo o TiB_2 para o uso nas células eletrolíticas de alumínio é descrito, por exemplo, nas EP-A-0115702, EP-A-0308014 e WO 97/08114.

O pó de boreto de titânio preparado pela quebra, trituração e peneiramento do boreto de titânio fundido está disponível comercialmente. O tamanho de suas partículas varia aproximadamente de $150\mu\text{m}$ a mais de 1 mm. Imagens microscópicas mostram claramente a estrutura com a superfície quebrada em forma de concha e as pontas e quinas afiadas similares as de vidro das partículas (Figura 5). A superfície áspera reduz a resistência ao desgaste das cerâmicas pelas razões acima descritas.

A US-B-5087592 descreve um processo no qual um TiB_2 em forma de plaqueta pode ser preparado a partir de TiO_2 , carbono e B_2O_3 a temperaturas que variam de 1600°C a 1700°C com a adição de carbonatos alcalinos. O produto consiste em plaquetas hexagonais com diâmetros de 5 a $30\mu\text{m}$. Algumas das plaquetas se sinterizaram, formando aglomerados maiores. Contudo, estes aglomerados são relativamente macios, e, conforme o esperado, quebram de forma relativamente fácil, por exemplo, quando triturados em um moinho a jato. Virtualmente, não há partículas de tamanho superior a $80\mu\text{m}$ presentes na mistura em pó.

O mesmo é verdade para os boretos dos outros metais de transição do grupo quatro (IVb) da tabela periódica dos elementos, ou seja, titânio, zircônio e háfnio.

O objetivo da invenção foi oferecer boretos de metais de transi-

ção do grupo quatro (IVb) da tabela periódica dos elementos, estando estes na forma de um pó cristalino bruto de superfícies regulares e quinas arredondadas.

5 A produção de uma cerâmica antidesgaste baseada neste material representaria como resultado um considerável avanço qualitativo.

Entretanto, até então não se conhece nenhum processo através do qual tais boretos possam ser produzidos em escala industrial na forma de pós cristalinos crescidos com superfícies regulares e quinas arredondadas. Em particular, não se conhece nenhum processo através do qual se possa,
10 industrial e economicamente, produzir cristais brutos de TiB_2 cujo comprimento das quinas seja marcadamente maior que 200 μm .

Um outro objetivo da invenção foi, portanto, oferecer um processo para a produção de tais materiais.

Os objetivos da presente invenção foram atingidos através do fornecimento de boretos de metais de transição do grupo quatro da tabela
15 periódica dos elementos, nos quais pelo menos 55% em peso das partículas têm granulometria superior a 106 μm , determinada através da análise granulométrica em acórdância com a ASTM B 214, e estas partículas consistem em grãos microcristalinos crescidos.

20 Os boretos em conformidade com a presente invenção são obtidos através de um processo para a preparação de um boreto de metais de transição do grupo quatro pela reação do carbeto de boro com pelo menos um óxido de um metal de transição do grupo quatro na presença de carbono, no qual a reação é realizada na presença de um sal alcalino ou alcalino-
25 terroso com um alto ponto de ebulição de pelo menos 1800°C, o carbeto de boro é utilizado em excesso e a reação é realizada a uma temperatura de mais de 2000°C.

O objetivo de se produzir, a temperaturas muito altas, uma atmosfera de reação que permite que o boreto de um metal de transição do
30 grupo de quatro da tabela periódica (em particular o TiB_2) forme cristais brutos pela maturação de Ostwald foi alcançado através da regulação da temperatura da mistura de reação para próximo dos pontos de fusão dos bore-

tos de um metal de transição do grupo quatro da tabela periódica.

Apenas a temperaturas suficientemente altas acima de 2000°C, em particular de 2400°C ou maiores, o boreto apresenta uma pressão de vapor suficientemente alta para permitir que as sementes cristalinas e os cristais finos que tenham temporariamente se formado desapareçam novamente e cresçam em partículas mais grossas. A estas temperaturas mais altas, o B_2O_3 e o $B(OH)_3$ não são adequados como materiais de partida devido a ambas substâncias serem demasiadamente voláteis, propiciando, portanto, a ocorrência de perdas de boro muito elevadas, o que é desvantajoso. Por esta razão, o carbeto de boro, B_4C , é utilizado no processo em conformidade com a invenção.

Pelo menos 40% em peso, mas vantajosamente até 100% em peso, em particular pelo menos 55% em peso, ou de 50% em peso a 90% em peso ou de 60% em peso a 70% em peso, das partículas do boreto em conformidade com a invenção apresentam uma granulometria de mais de 106 μm . A granulometria é determinada através de análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, De acordo com a invenção, são precisamente estas partículas que devem consistir em grãos monocristalinos crescidos e não de aglomerados de grãos individuais menores, aos quais também refere-se como "framboesas" em função de sua aparência similar a de uma framboesa no microscópio. Em conformidade com a invenção, a proporção de "framboesas" é vantajosamente de menos que 15%, ou menos que 10%. Essas "framboesas" ocorrem particularmente na fração do peneirado maior que 106 μm e consistem em aglomerados de cristais primários de tamanhos de 2 μm a 30 μm . Vantajosamente, menos de 10% dessas partículas consiste em aglomerados de cristais primários tipo-framboesa com tamanhos de 2 μm a 30 μm .

Entende-se por metais de transição do grupo quatro da tabela periódica de elementos o titânio, o zircônio, o háfnio e misturas dos mesmos. Podem-se obter em conformidade com a invenção os boretos destes metais, ou seja, o TiB_2 , o ZrB_2 e o HfB_2 , com as propriedades descritas. Caso seja utilizada uma mistura de pelo menos dois óxidos de diferentes me-

tais no processo em conformidade com a invenção, então se poderão obter cristais misturados de substituição, sendo que a razão de um metal para o outro nos cristais misturados refletirá a razão na mistura da reação. A fórmula para o boreto resultante é então $Ti_xZr_yHf_{1-x-y}B_2$, onde X e Y são menores que 1 e a soma de todos os metais é sempre 1.

Na maioria dos casos, a soma de X e Y já é de 1, para que só sejam obtidos cristais misturados de titânio e zircônio. Em particular, o TiB_2 e o ZrB_2 podem ser obtidos vantajosamente em conformidade com a invenção. A média granulométrica na análise granulométrica em conformidade com o ROTAP ASTM B 214 é de 100 μm a 500 μm ou de 200 μm a 355 μm . Em microscópio, os grãos de boretos monocristalinos em conformidade com a invenção podem ser prontamente distinguidos dos boretos convencionais de pontas afiadas e formato de concha, podendo também ser prontamente distinguidos das "framboesas" pelo seu brilho característico sob a incidência de luz, suas superfícies regulares e pontas e quinas arredondadas. A figura 4 mostra um TiB_2 em conformidade com a invenção. A figura 5 mostra um TiB_2 disponível comercialmente fabricado em conformidade com o conhecimento na técnica antecedente.

Os boretos em conformidade com a invenção possuem uma distribuição granulométrica na qual o valor de D_{10} é de 2 μm a 50 μm , em particular de 10 μm a 35 μm ou de 20 μm a 50 μm ou de 30 μm a 45 μm ; o valor de D_{50} é de 4 μm a 300 μm , em particular de 200 μm a 300 μm ou de 140 μm a 240 μm ; o valor de D_{90} é de 8 μm a 750 μm , em particular de 250 μm a 650 μm ou de 300 a 600 μm ou de 370 μm a 580 μm .

O processo em conformidade com a invenção é realizado a uma temperatura de aproximadamente 2000°C ou mais, vantajosamente a temperaturas de 2100°C a aproximadamente 2750°C, em particular em temperaturas de aproximadamente 2200°C a 2650°C ou em temperaturas de aproximadamente 2400°C a aproximadamente 2600°C ou de aproximadamente 2300°C a aproximadamente 2500°C. A medição da temperatura é realizada através da mensuração da temperatura superficial da mistura da reação utilizando um pirômetro na abertura de escape de gás na tampa do

cadinho, sendo convenientes fatores de emissão de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,5. As temperaturas descritas foram medidas através de um pirômetro na superfície da mistura de reação e com um fator de emissão de 0,37.

- 5 É necessário se evitar o derretimento da mistura de reação durante o processo, pois em caso contrário, com a solidificação, se forma um bloco sólido, o qual só pode ser quebrado sob forças mecânicas extremamente altas e apenas em pedaços fragmentados com pontas e quinas afiadas. Este derretimento da mistura de reação é observado a temperaturas de
10 em torno de 2800°C e acima.

- Durante o processo se adiciona um metal alcalino ou alcalino-terroso, cujo sal não deve, até certo grau, evaporar antes ou durante a reação. Portanto, este sal ou mistura de sais deve possuir um ponto de ebulição de pelo menos em torno de 1800°C, vantajosamente de pelo menos em
15 torno de 1900°C, em particular de 2100°C a 2750°C ou de 2200 a 2650°C ou de 2400 a 2600°C ou de 2300 a 2500°C. São vantajosos os óxidos, hidróxidos ou carbonatos de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos que têm um ponto de ebulição suficientemente alto. O óxido de sódio, o qual é utilizado na US-B-5087592, é pouco adequado devido ao seu ponto de ebulição
20 de apenas em torno de 1270°C. Por outro lado, o óxido de lítio (ponto de ebulição > 2100°C), o óxido de magnésio (ponto de ebulição > 3500°C), o óxido de cálcio (ponto de ebulição > 2850°C), o hidróxido de cálcio e o carbonato de cálcio são particularmente bastante adequados.

- Os sais de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos reagem predominantemente para formar o borato, por exemplo, CaBO_3 , que se torna concentrado na forma de uma fase líquida nas imediações dos grãos da fase intermediária entre o monóxido do metal de transição do grupo quatro da tabela periódica e o borato do metal de transição do grupo quatro da tabela periódica (por exemplo, TiO e TiBO_3), acelerando significativamente o transporte da fase gasosa dos reagentes abaixo da temperatura de fusão do boreto do metal de transição do grupo quatro da tabela periódica. Ao mesmo tempo, o procedimento de purificação para o crescimento do boreto do me-
30

tal de transição do grupo quatro similar ao refino por zona é realizado nas imediações da fase. Como resultado, o crescimento do cristal é acelerado nas temperaturas usadas no processo em conformidade com a invenção, de forma que a proporção de cristais possuindo partículas de volume superior a
5 $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$ no produto não triturado da reação pode ser elevada a mais de 50%.

Como resultado da adição dos sais de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos, os boretos em conformidade com a invenção apresentam um baixo teor de íons alcalinos ou alcalinos-terrosos, o qual é inferior a 100
10 ppm, vantajosamente de 10ppm a 90 ppm, em particular de 20 ppm a 50 ppm ou de 30 ppm a 65 ppm.

Uma vez que os sais destes metais alcalinos ou alcalinos-terrosos reagem sob as condições de reação para formar os óxidos dos metais alcalinos ou alcalinos-terrosos em questão, o ponto de ebulição dos óxi-
15 dos deve estar na mesma faixa que as acima mencionadas para os pontos de ebulição dos sais usados. O sal alcalino ou alcalino-terroso estará presente na mistura de reação em quantidades de geralmente 1% em peso ou menos, tais como, por exemplo, de 0,025% em peso a 0,25% em peso. Baseado no uso dos sais de cálcio, quantidades de 0,03% em peso a 0,1% em
20 peso, mas um conteúdo de cálcio de 300 ppm a 900 ppm também produz bons resultados.

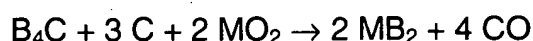
A reação é realizada adicionalmente na presença de carbono uma vez que o conteúdo de carbono presente no carvão de boro não é suficiente para reduzir o óxido do metal de transição do grupo quatro da tabela
25 periódica dos elementos. O carbono pode geralmente ser usado em qualquer forma comercialmente disponível que tenha a pureza e a granulometria necessária para ser misturado aos outros reagentes e ser reagido sob as condições da reação. Os exemplos que podem ser mencionados aqui incluem grafite, carvão amorfo ou fino do carvão. É vantajoso usar, por exemplo,
30 "flame black", que apresenta conteúdos de metais pesados muito baixos inferiores a 10 ppm cada, o que é vantajoso.

Em adição aos reagentes já descritos, o B_2O_3 ou o $\text{B}(\text{OH})_3$ po-

dem estar presentes na mistura da reação em ordem de facilitar o início da reação. Por exemplo, pode-se adicionar de 0,4% em peso a 2,5% em peso, ou de 0,42% em peso a 2,46% em peso, ou de 0,7% em peso a 1,65% em peso de B_2O_3 . Também pode-se usar o $B(OH)_3$.

- 5 Uma vez que o óxido de um metal de transição do grupo quatro da tabela periódica dos elementos, podem ser utilizados em princípio qualquer material que possa ser obtido, ou seja, qualquer óxido de titânio, zircônio ou háfnio, particularmente o dióxido de titânio e o dióxido de zircônio. Estes geralmente possuem áreas superficiais BET de 0,1 m²/g a 8 m²/g, em particular de 1 m²/g a 6 m²/g ou de 2 m²/g a 5 m²/g ou de 3 m²/g a 4 m²/g.

A razão requerida de materiais de partida não corresponde de forma exata à equação da reação:



- (onde M é pelo menos um metal de transição do grupo quatro da tabela pe-
15 riódica, em particular o Ti, o Zr ou o Hf) porque os compostos de boro voláteis se formam como intermediários e escapam da mistura de reação junto ao gás CO dissipado. O carbetto de boro é, portanto, utilizado em excesso com relação à equação acima mencionada. O excesso necessário de B_4C para que uma reação gere de forma econômica o produto varia de 15% em
20 mol a 35% em mol estequiométrico, de acordo com o metal de transição do grupo quatro da tabela periódica. O tempo da reação geralmente varia de 4 a 36 horas, variando em particular de 5 horas a 12 horas, ou de 14 a 24 horas ou de 16 a 22 horas ou de 20 a 26 horas.

- Devido aos seus grãos grandes e regulares e às suas quinas ar-
25 redondadas, os boretos em conformidade com a invenção são particularmente insensíveis ao estresse de impacto, abrasivo ou mecânico, de forma que a fragmentação ou quebra de partículas bastante pequenas raramente são vistas. As cerâmicas ou cermets que contêm tais boretos em conformidade com a invenção são, portanto, particularmente resistentes ao desgaste
30 e ao impacto. Portanto, a presente invenção também refere-se ao uso de boretos em conformidade com a invenção, em adição a um componente metálico ligante, na produção de cermets por prensa a quente, prensa isos-

tática a quente ou sinterização.

A presente invenção também refere-se ao uso de um boreto em conformidade com a invenção na produção de pós molháveis para se fazer revestimento superficial por pulverização de plasma, pulverização de HVOF ou pulverização de gás frio, nos quais o boreto de titânio se liga à superfície na forma de um material cerâmico rijo em um componente metálico ligante, propiciando ao revestimento propriedades particularmente preferidas de fricção, deslizamento e desgaste, devido a sua superfície cristalina particularmente regular e às suas quinas e pontas particularmente arredondadas. A presente invenção refere-se em adição a um revestimento superficial contendo um boreto em conformidade com a invenção. Tais revestimentos podem ser aplicados por meio de processos de pulverização térmica, tais como, por exemplo, o tratamento por plasma, a pulverização por HVOF ou a pulverização por gás frio, para os quais são utilizados os pós molháveis correspondentes. A presente invenção também refere-se, portanto, a pós molháveis contendo um boreto em conformidade com a invenção e pelo menos um pó de metal como componente ligante. Em adição, a presente invenção refere-se a um cermet contendo um boreto em conformidade com a invenção, contendo, em particular, um boreto de titânio ou zircônio em conformidade com a invenção, particularmente um boreto de titânio. Ligantes metálicos adequados são componentes ligantes contendo ferro, cobre, cromo, níquel, alumínio, ítrio, vanádio, renio, ou ligas dos mesmos, tais como, tais como, por exemplo, aços, tais como, por exemplo, o aço inoxidável, o aço V4A, o aço V2A, ligas conhecidas como MCrAlY ou ligas comercializadas sob os nomes comerciais Inconel® e Hastalloy®. Estes são misturados entre si na forma de pós em proporções de 90:10 a 10:90 ou de 80:20 a 20:80 ou de 70:30 a 30:70 ou de 75:25 a 25:75 ou de 60:40 a 40:60 ou 50:50 (de acordo com o peso), prensados e sinterizados, gerando os cermetes em conformidade com a invenção.

Uma modalidade específica da invenção refere-se a um composto de fórmula $Ti_XZr_YHf_{1-X-Y}B_2$, onde X e Y são inferiores a 1 e a soma de todos os metais é sempre 1, onde de 50% em peso a 100% em peso das

partículas de granulometria superior a 106 μm , determinada através de análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos monocristalinos crescidos;

ou

5 a soma de X e Y é 1;

ou

o composto de fórmula $\text{Ti}_x\text{Zr}_y\text{Hf}_{1-x-y}\text{B}_2$ é um boreto de zircônio ou um boreto de titânio;

e/ou

10 a proporção de "framboesas" é vantajosamente inferior a 15% em conformidade com a invenção.

Uma outra modalidade da invenção refere-se ao boreto de zircônio ou boreto de titânio, onde a proporção de cristais de granulometria maior que $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$ no produto não triturado da reação é superior a

15 50%;

e/ou

de 50% em peso a 100% em peso das partículas têm granulometria superior a 106 μm , determinada por análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos monocristalinos crescidos;

20

e/ou

a proporção de "framboesas" é vantajosamente inferior a 15% em conformidade com a invenção.

Uma outra modalidade específica da invenção refere-se ao boreto de zircônio ou boreto de titânio, onde

25

a proporção de cristais possuindo granulometria superior a $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$ no produto não triturado da reação é maior que 50%;

ou

de 50% em peso a 100% em peso das partículas têm granulometria de mais de 106 μm , determinada por análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos monocristalinos crescidos;

30

e/ou a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} de 20 μm a 250 μm , um valor D_{50} de 40 μm a 400 μm e um valor D_{90} de 80 μm a 750 μm .

5 Uma outra modalidade específica da invenção refere-se ao boreto de zircônio ou boreto de titânio, onde

a proporção de cristais possuindo granulometria superior a $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$ no produto não triturado da reação é maior que 50%;

ou

10 de 50% em peso a 100% em peso das partículas têm granulometria de mais que 106 μm , determinada por análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos monocristalinos crescidos;

e/ou

15 a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} de 80 μm a 200 μm , um valor D_{50} de 100 μm a 300 μm e um valor D_{90} de 250 μm a 500 μm ;

ou

20 a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} 120 μm a 170 μm , um valor D_{50} de 160 μm a 260 μm e um valor D_{90} de 400 μm a 600 μm ;

ou

25 a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} de 140 μm a 200 μm , um valor D_{50} de 200 μm a 280 μm e um valor D_{90} de 370 μm a 580 μm .

25 Uma outra modalidade específica da invenção refere-se ao boreto de zircônio ou boreto de titânio, onde

a proporção de cristais possuindo granulometria superior a $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$ no produto não triturado da reação é maior que 50%;

ou

30 de 50% em peso a 100% em peso das partículas têm granulometria de mais que 106 μm , determinada por análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos

monocristalinos crescidos;

e/ou

a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} de 80 μm a 200 μm , um valor D_{50} de 100 μm a 300 μm e um valor D_{90} de 250 μm a 500 μm ;

5

ou

a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} de 120 μm a 170 μm , um valor D_{50} de 160 μm a 260 μm e um valor D_{90} de 400 μm a 600 μm ;

10

ou

a distribuição granulométrica exibe um valor D_{10} de 140 μm a 200 μm , um valor D_{50} de 200 μm a 280 μm e um valor D_{90} de 370 μm a 580 μm ,

e/ou

15

a media granulométrica, mensurada por difração de laser em um Microtac X100, está entre 200 e 355 μm .

Uma outra modalidade específica da invenção refere-se a um processo para o preparo de boretos de metais de transição do grupo quatro através da reação do carbeto de boro com pelo menos um óxido de um metal de transição do grupo quatro na presença de carbono, onde a reação é realizada na presença de um sal de metal alcalino ou alcalino-terroso que apresente um ponto de ebulição elevado de no mínimo 1800°C, o carbeto de boro é utilizado em excesso, e a reação é realizada a temperaturas de mais de 2000°C,

20

25

consistindo o processo das seguintes etapas:

- misturar o carbeto de boro com pelo menos um óxido de um metal de transição do grupo quatro, com carbono e com um sal de um metal alcalino ou alcalino-terroso com um alto ponto de ebulição de no mínimo 1800°C;

30

- aquecer a mistura resultante a uma temperatura acima de 2000°C;

e/ou

- manter a temperatura por de 4 a 36 horas;

ou

- manter a temperatura por de 5 a 16 horas;

ou

5 - manter a temperatura por de 16 a 26 horas.

Uma outra modalidade específica da invenção refere-se a um processo para o preparo de boretos de metais de transição do grupo quatro envolvendo as seguintes etapas:

10 - misturar o carbetto de boro com dióxido de titânio ou dióxido de zircônio, com negro-de-fumo ou fino do carvão e com óxido de lítio, óxido de magnésio, óxido de cálcio, carbonato de cálcio ou hidróxido de cálcio;

 - aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2100°C a aproximadamente 2750°C;

ou

15 - aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2200°C a 2650°C;

ou

 - aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2400°C a aproximadamente 2600°C;

20 e/ou

 - manter a temperatura por de 4 a 36 horas;

ou

 - manter a temperatura por de 5 a 16 horas;

ou

25 - manter a temperatura por de 16 a 26 horas.

Uma outra modalidade específica da invenção refere-se a um processo para o preparo de um boreto de metais de transição do grupo quatro envolvendo as seguintes etapas:

30 - misturar o carbetto de boro com dióxido de titânio ou dióxido de zircônio tendo uma área superficial BET de 0,1 m²/g a 8 m²/g, com negro-de-fumo ou fino do carvão e com óxido de lítio, óxido de magnésio, óxido de cálcio, carbonato de cálcio ou hidróxido de cálcio em uma quantidade de

menos de um % em peso;

ou

de 0,025% em peso a 0,25% em peso;

- aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2100°C a aproximadamente 2750°C;

ou

- aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2200°C a 2650°C;

ou

- aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2400°C a aproximadamente 2600°C;

e/ou

- manter a temperatura por de 4 a 36 horas;

ou

- manter a temperatura por de 5 a 16 horas;

ou

- manter a temperatura por de 16 a 26 horas.

- Uma outra modalidade específica da invenção refere-se a um processo para o preparo de um boreto de metais de transição do grupo quatro envolvendo as seguintes etapas:

- misturar o carbeto de boro com dióxido de titânio ou dióxido de zircônio tendo uma área superficial BET de 0,1 m²/g a 8 m²/g, com negro-de-fumo ou fino do carvão e com de 0,4% em peso a 2,5% em peso de B₂O₃ ou B(OH)₃ e também com óxido de lítio, óxido de magnésio, óxido de cálcio, carbonato de cálcio ou hidróxido de cálcio em uma quantidade de menos que um (1) % em peso;

ou

de 0,025% em peso a 0,25% em peso;

- aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2100°C a aproximadamente 2750°C;

ou

- aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproxima-

damente 2200°C a 2650°C;

or

-aquecer a mistura resultante a uma temperatura de aproximadamente 2400°C a aproximadamente 2600°C;

5 e/ou

-manter a temperatura por de 4 a 36 horas;

ou

-manter a temperatura por de 5 a 16 horas;

ou

10 -manter a temperatura por de 16 a 26 horas.

Uma outra modalidade específica da invenção refere-se a um cermet obtido a partir da mistura contendo um boreto de zircônio ou boreto de titânio,

na qual a proporção de cristais possuindo granulometria superior a $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$ no produto não triturado da reação é maior que 50%;

ou

de 50% em peso a 100% em peso das partículas têm granulometria de mais que 106 μm , determinada por análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos monocristalinos crescidos;

e

um ligante metálico incluindo ferro, cobre, cromo, níquel, alumínio, ítrio, vanádio, rênio ou ligas de uns dos mesmos com os outros ou com outros metais; tendo o ligante um valor D_{50} de 20 μm a 50 μm ;

25 ou

um ligante metálico incluindo o aço inoxidável, o aço V4A, o aço V2A, ligas conhecidas como MCrAlY ou ligas comercializadas sob os nomes comerciais Inconel® e Hastalloy®; tendo os ligantes um valor D_{50} de 20 μm a 50 μm ;

30 e

a razão entre o boreto de zircônio ou boreto de titânio e o ligante metálico no cermet é de 90:10 a 10:90.

Exemplos:

A medição da temperatura é realizada através da mensuração da temperatura superficial da mistura da reação utilizando um pirômetro na abertura de escape de gás na tampa do cadinho, sendo convenientes fatores de emissão de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,5. As temperaturas descritas foram medidas através de um pirômetro na superfície da mistura de reação e com um fator de emissão de 0,37.

Exemplo Comparativo 1 (técnica antecedente):

750 g de TiO_2 , 320 g de B_4C e 120 g de negro-de-fumo são intensamente misturados. A mistura é homogeneizada em um misturador intensivo e transferida para um cadinho de grafite. O cadinho é fechado com uma tampa de grafite com uma abertura. A reação é aquecida até aproximadamente 2200°C com uma capacidade térmica de em torno de 40 KW no campo de frequência médio.

Após 24 horas, a reação está completa. O bloco sinterizado resultante é quebrado, triturado e peneirado. São obtidos em torno de 550 a 600 g de TiB_2 . A produção de grãos $> 150 \mu\text{m}$ é de 5,8%. Todos os grãos da fração têm uma superfície regular assim como quinas e pontas arredondadas. Contudo, a média granulométrica do pó é marcadamente abaixo de $50 \mu\text{m}$. A Figura 1 mostra os grãos deste produto sob uma magnificação de 500 vezes. O produto possui a seguinte distribuição granulométrica: D_{10} : $2,0 \mu\text{m}$; D_{50} : $4,75 \mu\text{m}$; D_{90} : $8,88 \mu\text{m}$.

Exemplo Comparativo 2 (técnica antecedente):

250 g de TiO_2 , 500 g de H_3BO_3 e 200 g de negro-de-fumo são intensamente misturados. A mistura é homogeneizada em um misturador intensivo e transferida para um cadinho de grafite. O cadinho é fechado com uma tampa de grafite com uma abertura. A reação é aquecida até aproximadamente 2200°C com uma capacidade térmica de 35 a 40 KW no campo de frequência médio.

Após de 16 a 20 horas, a reação está completa. O bloco sinterizado resultante é quebrado, triturado e peneirado. São obtidos em torno de 218 g de TiB_2 . O rendimento no caso da rota do B_2O_3 na caldeira de MF é

marcadamente menor e, portanto, os custos específicos são mais altos do que com o processo com o B_4C . Obtém-se um produto fino, cujos cristais têm em torno de 1 a 5 μm de tamanho.

Exemplo 1:

5 750 g de TiO_2 , 320 g de B_4C e 220 g de negro-de-fumo são intensamente misturados. A mistura é homogeneizada em um misturador intensivo e transferida para um cadinho de grafite. O cadinho é fechado com uma tampa de grafite com uma abertura. A reação é aquecida até aproximadamente 2400 a 2500°C (medida através da abertura na tampa com um
10 pirômetro) com capacidade térmica crescente de 45 a 50 KW no campo de frequência médio.

 Após de 18 a 22 horas, a reação está completa. O bloco sinterizado resultante é quebrado, triturado e peneirado. São obtidos em torno de 550 a 600 g de TiB_2 . Pode se observar que mais da metade das partículas
15 grandes consiste em aglomerados tipo "framboesa" de grãos primários. O tamanho dos finos grãos primários fica na faixa de em torno de 2 a 30 μm . Os grãos monocristalinos crescidos da fração bruta exibem superfícies regulares e quinas e pontas arredondadas. A figura 2 mostra os grãos e "framboesas" deste produto sob uma magnificação de 20 vezes. O produto possui
20 a seguinte distribuição granulométrica: 53,8% em peso < 106 μm ; 33,8% em peso 106-250 μm ; 12,4% em peso > 250 μm .

Exemplo 2:

 750 g de TiO_2 , 320 g de B_4C e 220 g de negro-de-fumo e 1 g de CaO são intensamente misturados. A mistura é homogeneizada em um
25 misturador intensivo e transferida para um cadinho de grafite. O cadinho é fechado com uma tampa de grafite com uma abertura. A reação é aquecida até em torno de 2400 a 2500°C (medida através da abertura na tampa com um pirômetro) com capacidade térmica crescente em torno de 50 KW no campo de frequência médio.

30 Após de 21 a 24 horas, a reação está completa. O bloco sinterizado resultante é quebrado, triturado e peneirado. São obtidos em torno de 550 a 600 g de TiB_2 . O rendimento de grãos > 106 μm é de 84,6%. O conte-

údo de cálcio do produto foi de 38 ppm. O rendimento de grãos de 106-800 μm na massa total é de 73,4%. Pode-se observar que praticamente nenhuma das partículas grandes consiste em aglomerados tio "framboesa" de grãos primários, mas quase todos são grãos monocristalinos de superfícies regulares e quinas e pontas arredondadas. A fração dos grãos com 200-800 μm é mostrada na Figura 3. O produto possui a seguinte distribuição granulométrica: 13,4% em peso < 106 μm ; 30,2% em peso 106-250 μm ; 56,4% em peso > 250 μm .

Exemplo 3:

750 g de TiO_2 , 320 g de B_4C e 220 g de negro-de-fumo e 0,5 g de CaO são intensamente misturados. A mistura é homogeneizada em um misturador intensivo e transferida para um cadinho de grafite. O cadinho é fechado com uma tampa de grafite com uma abertura. A reação é aquecida até aproximadamente 2400 a 2500°C (medida através da abertura na tampa com um pirômetro) com capacidade térmica crescente em torno de 50 KW no campo de frequência médio.

Após de 16 a 21 horas, a reação está completa. O bloco sinterizado resultante é quebrado, triturado e peneirado. São obtidos em torno de 560 a 600 g de TiB_2 . o rendimento dos grãos > 250 μm é 52,4%. O rendimento de grãos de 106-800 μm na massa total é de 67,8%. Pode-se observar que praticamente nenhuma das partículas grandes consiste em aglomerados tio "framboesa" de grãos primários, mas quase todos são grãos monocristalinos de superfícies regulares e quinas e pontas arredondadas. A fração de grãos de 106-800 μm é mostrada na Figura 4. A superfície regular e brilhante e as pontas e quinas arredondadas são claramente visíveis. O produto possui a seguinte distribuição granulométrica, mensurada através da difração de laser usando um Microtrac X100: D_{10} : 116 μm ; D_{50} : 262 μm ; D_{90} : 483 μm .

Exemplo: Os cermets fabricados a partir de boretos de metais de transição do grupo quatro e pó de aço.

As plaquetas de cermet nas quais se pode realizar os estudos de resistência ao desgaste são produzidas, por exemplo, através da sinteri-

zação de boretos grossos com ligantes metálicos. Adicionalmente, podem-se adicionar partículas finas de boreto. Estas partículas finas preenchem as lacunas entre as partículas grossas de boreto, desta forma, aumentando o conteúdo total de constituintes resistentes ao desgaste no cermet final. Os
5 cermets deste tipo também são descritos no relatório descritivo de patente WO2004/104242.

Os cermets foram produzidos a partir de boretos em conformidade com a invenção através de misturas de 1:1:1 de aço inoxidável atomizado 1,4767 (Ampersint® 0559, $D_{50} = 32 \mu\text{m}$, H.C. Starck GmbH), boreto de
10 titânio fino (Grau D, Los 50559, $D_{50} = 15,3 \mu\text{m}$, H.C. Starck GmbH) e do boreto de titânio relatado na Tabela 1, sendo sinterizados sob pressão. As composições da mistura são relatadas abaixo. Cada uma das quatro misturas é sinterizada em uma matriz de grafite em uma prensa a quente a 250 kp/cm^2 e 1250°C sob argônio para formar discos circulares de cermet
15 com em torno de 5 mm de espessura. A Tabela 1 oferece uma visão geral das misturas de pó utilizadas na produção das plaquetas de cermet e dos cermets resultantes.

Os discos circulares obtidos pela prensa a quente são cortados com uma serra de jato de água de alta pressão através do processo de corte abrasivo (450 g/min granito Indiano, de malha 80) a uma pressão de 350
20 MPa (3500 bar), diâmetro do bocal de 0,3 mm, velocidade de alimentação de 20-25 mm/min, em plaquetas retangulares de $50 * 25 \text{ mm}^2$ de área. Verificou-se que as plaquetas do Exemplo 5 não puderam ser cortadas nestas condições, mesmo quando se reduziu a velocidade de alimentação para
25 15 mm/min. Este cermet foi, portanto, cortado por um disco de diamante.

As plaquetas retangulares são submetidas a um teste de desgaste em um rolamento de fricção em conformidade com a ASTM G65. Um padrão, no qual a abrasão das plaquetas de cermet é determinada em termos dos miligramas de peso perdidos.

30 Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1			
Exemplo	Boreto de titânio	Imagem do Cermet	Perda de peso no ASTM G65A [mg]
4	Exemplo 1		14,4
5	Exemplo 3	6	11,9
Comparação 3	HCST Grau D, Los 50923, $D_{50} = 4,7 \mu\text{m}$		19,3
Comparação 4	ESK, Kempten, Grade M9	7	25,9

O exemplo comparativo 4 utiliza um boreto de titânio bruto, fundido, comercialmente disponível em conformidade com a técnica antecedente conhecida (ESK, Kempten, Grade M9).

O exemplo comparativo 3 utiliza um boreto de titânio fino comercialmente disponível em conformidade com a arte técnica precedente conhecida (H.C. Starck GmbH, Goslar, Grade D, $D_{50} = 4,7 \mu\text{m}$).

Verificou-se que o cermet em conformidade com o Exemplo 5 (contendo boreto de titânio em conformidade com o Exemplo 3 da invenção) apresenta a menor abrasão. A operação com o jato de água mostrou rapidamente que o cermet em conformidade com o Exemplo 5 é extremamente resistente. O disco não pode ser cortado com o jato de água; um disco de diamante teve de ser usado para cortá-lo.

As figuras 6 e 7 mostram a superfície dos cermets prensados a quente em conformidade com o Exemplo 5 e o Exemplo Comparativo 4. Verificou-se que os cermets produzidos com boreto de titânio em conformidade com a invenção apresentam uma fração particularmente grande de cristais grossos de TiB_2 remanescentes. Embora a mistura não sinterizada da placa de cermet de comparação em conformidade com o Exemplo Comparativo 4 (Figura 7) também contenha um terço de boreto de titânio grosso, verificou-se que a amostra prensada a quente contém significativamente menos destas partículas particularmente resistentes ao desgaste. Uma das explicações é de que o boreto de titânio bruto derretido tem uma superfície áspera que, nas altas temperaturas da operação de sinterização, se mostra

particularmente pronta a reagir com metais. Como resultado, os cristais originalmente grossos são completa ou parcialmente quebrados e não mais disponíveis para a proteção contra o desgaste.

- 5 Em contraste, a superfície extremamente regular dos boretos de titânio em conformidade com a invenção, particularmente na modalidade em conformidade com o Exemplo 3, oferecem a uma matriz metálica agressiva apenas uma pequena área para atacar durante a sinterização ou a prensa a quente.

REIVINDICAÇÕES

1. Boreto de um metal de transição do grupo quatro da tabela periódica dos elementos, no qual pelo menos 40% em peso das partículas têm granulometria de mais que 106 μm , determinada por análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214, consistindo estas partículas em grãos monocristalinos crescidos.
2. Boreto de acordo com a reivindicação 1, no qual o metal de transição do grupo quatro da tabela periódica é um metal selecionado dentre o grupo consistindo em titânio, zircônio, háfnio e misturas dos mesmos.
3. Boreto de acordo com a reivindicação 1 ou 2, que é um boreto de titânio, boreto de zircônio ou um cristal misturado contendo pelo menos um destes boretos.
4. Boreto de acordo com uma ou mais das reivindicações de 1 a 3, no qual a média granulométrica na análise granulométrica em conformidade com a ASTM B 214 varia entre 100 e 500 μm .
5. Boreto de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, no qual a média granulométrica na análise granulométrica em conformidade com a ROTAP ASTM B 214 varia entre 200 e 355 μm .
6. Boreto de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, no qual os grãos monocristalinos possuem superfícies brilhantes e regulares e quinas e pontas arredondadas.
7. Boreto de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, no qual a fração do mesmo $> 106 \mu\text{m}$ exibe menos de 10% de partículas consistindo em aglomerados tipo "framboesa" de cristais finos primários de tamanho superior a de 2 a 30 μm .
8. Boreto de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, tendo um conteúdo de metal alcalino ou metal alcalino-terroso inferior a 100 ppm.
9. Processo para o preparo de um boreto de metais de transição do grupo quatro através da reação do carbeto de boro com pelo menos um óxido de um metal de transição do grupo quatro na presença de carbono, no qual a reação é realizada na presença de um sal de metal alcalino ou

alcalino-terroso com um ponto de ebulição elevado de no mínimo 1800°C, o carbeto de boro é utilizado em excesso, e a reação é realizada a temperaturas superiores a 2000°C.

5 10. Processo de acordo com a reivindicação 9, no qual a temperatura é de 2100°C a 2750°C.

11. Processo de acordo com a reivindicação 9 ou 10, no qual pelo menos um dos sais de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos utilizados é um óxido, hidróxido ou carbonato.

10 12. Processo de acordo com a reivindicação 11, no qual o sal de metal alcalino ou alcalino-terroso é um sal selecionado dentre um grupo consistindo em óxido de lítio, óxido de magnésio, óxido de cálcio, hidróxido de cálcio e carbonato de cálcio.

15 13. Processo de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, no qual a reação é realizada de forma adicional na presença de B_2O_3 .

14. Processo de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, no qual o sal de metal alcalino ou alcalino-terroso é adicionado em uma quantidade de não mais que em por cento do peso da mistura de reação.

20 15. Processo de acordo com uma ou mais das reivindicações precedentes, no qual o conteúdo de cálcio da mistura de reação varia preferencialmente de 0,03 a 0,1% em peso.

25 16. Uso de um boreto como definido em uma ou mais das reivindicações precedentes, em combinação com um componente metálico ligante, na fabricação de cermets através de prensa a quente, prensa isostática a quente, prensa isostática a baixas temperaturas/sinterização ou sinterização livre.

30 17. Uso de um boreto como definido em uma ou mais das reivindicações precedentes na produção de pós molháveis para o revestimento superficial por pulverização por plasma, por HVOF ou por gás frio, no qual o boreto de titânio é ligado à superfície na forma de um material cerâmico rígido em um componente metálico ligante e, devido as suas superfícies crista-

linas particularmente regulares e as suas quinas e pontas arredondadas, oferece propriedades friccionais, de deslizamento e desgaste preferenciais para o revestimento.

5 18. Revestimentos superficiais contendo um boreto como definido em uma ou mais das reivindicações precedentes.

19. Cermet contendo um boreto como definido em uma ou mais das reivindicações de 1 a 8.

10 20. Cermet de acordo com a reivindicação 19, contendo como componente metálico ligante o ferro, o cobre, o aço, o aço inoxidável, o M-CrAlY, superligas, o Inconel, a Hastalloy, o aço V4A e o aço V2A.

21. Pó molhável contendo um boreto como definido em uma ou mais das reivindicações precedentes e pelo menos um pó metálico como componente ligante.

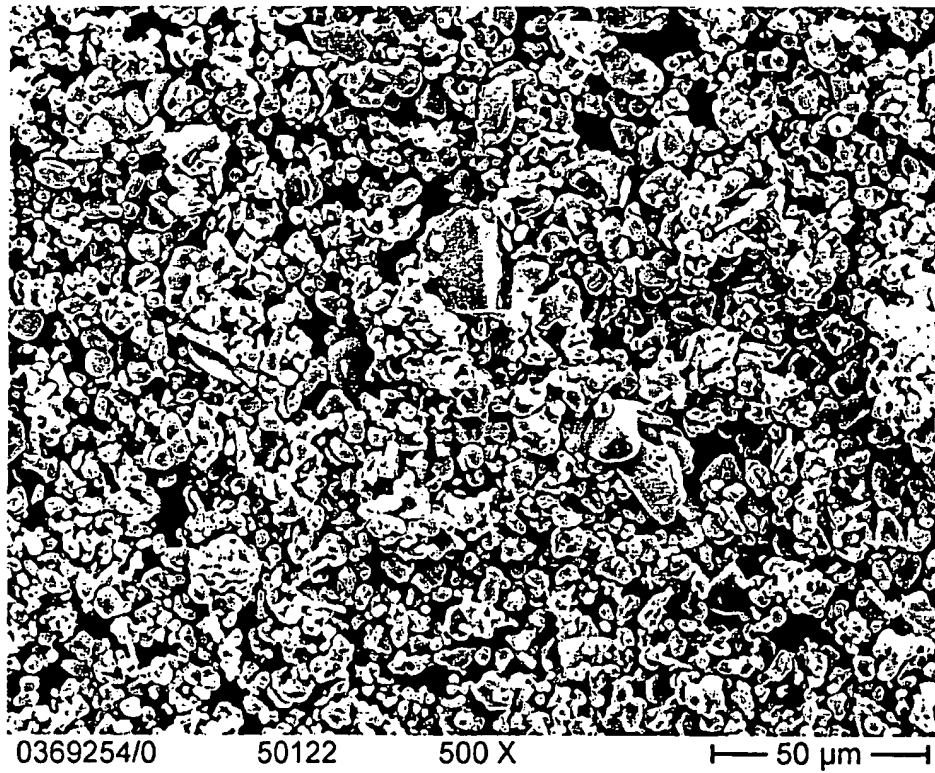


Fig.1

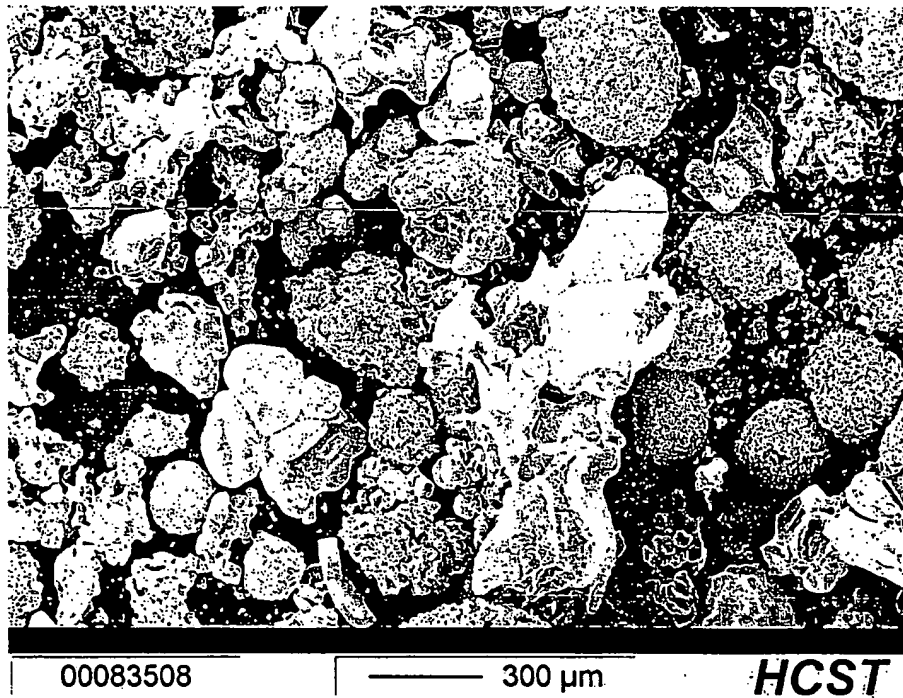
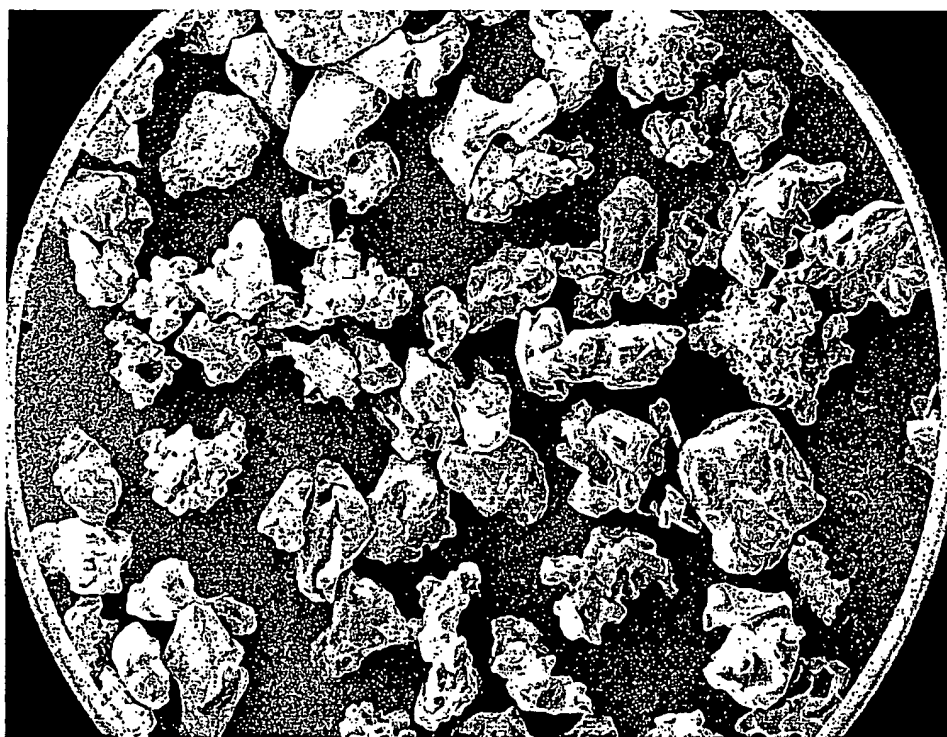


Fig.2

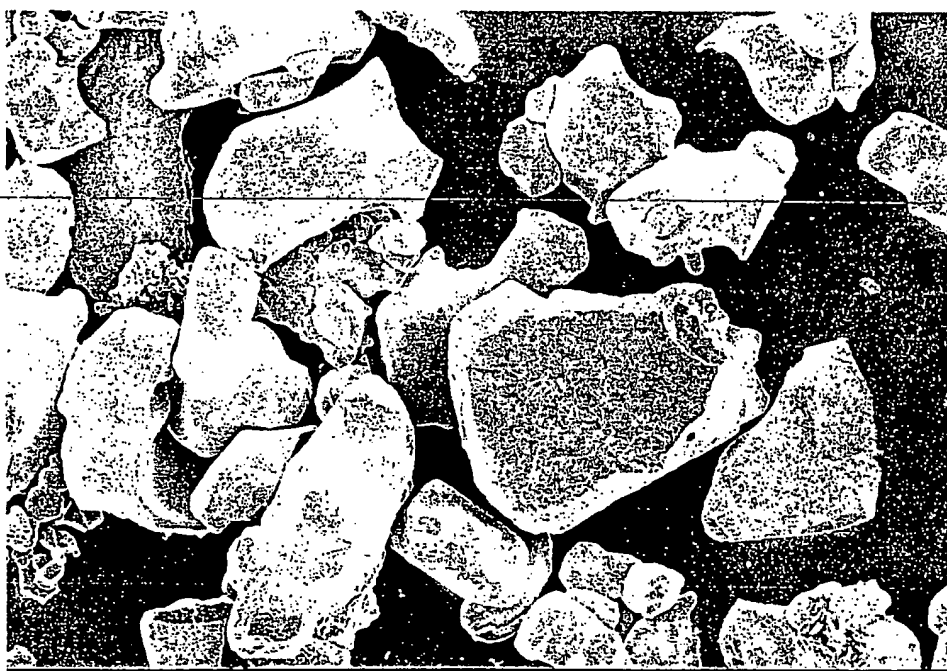


00104569

— 500 μm

HCST

Fig.3



00104048

— 100 μm

HCST

Fig.4

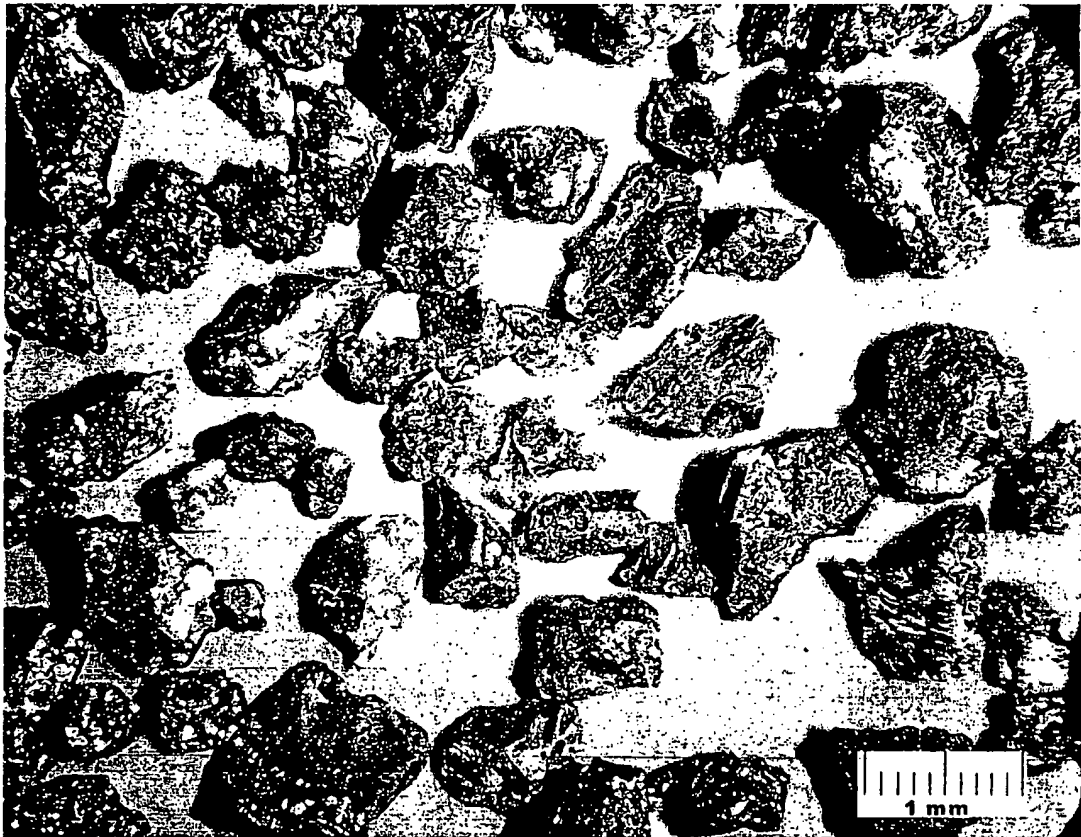


Fig.5

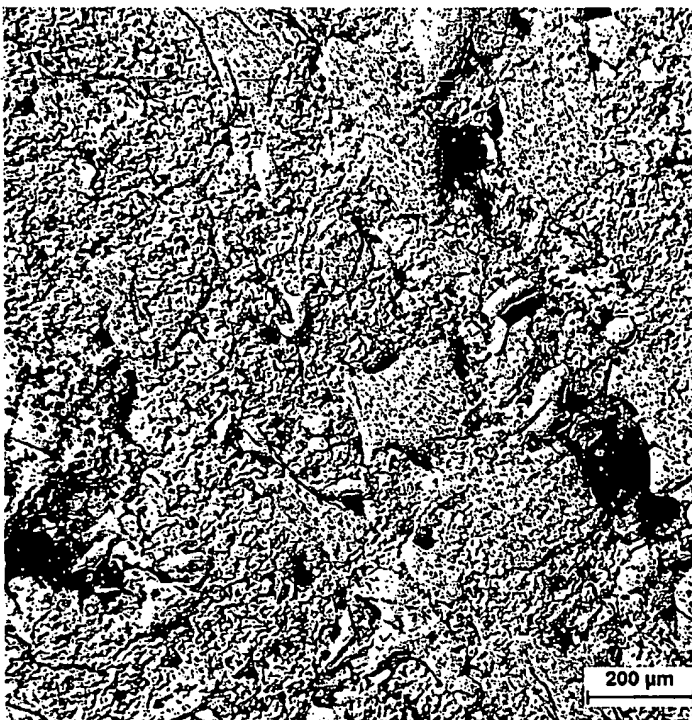


Fig.6 cermet B com TiB_2 em conformidade com o Exemplo 3

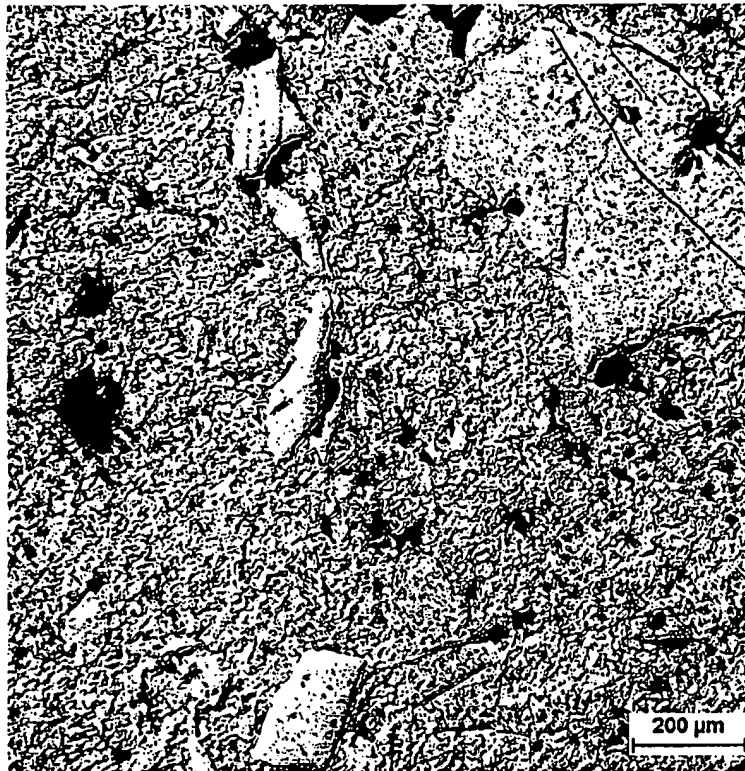


Fig.7 cermet D com TiB₂ fundido
para comparação

RESUMO

Patente de Invenção: **"COMPOSTOS INORGÂNICOS"**.

- 5 A presente invenção refere-se a compostos metálicos eletricamente condutivos, pelo menos 40% em peso de partículas que apresentam granulometria maior do que 106 μm , conforme determinada por uma análise com peneiras de acordo com ASTM B 214, tais partículas consistindo em grãos monocristalinos crescidos.