



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 09 654 T2** 2006.04.27

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 452 611 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 09 654.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/ES01/00430**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 274 693.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/042419**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.11.2001**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **22.05.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **23.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.04.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C22C 1/10** (2006.01)

**C22C 32/00** (2006.01)

**C22C 33/08** (2006.01)

**C01B 31/30** (2006.01)

**C01B 31/34** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

**Fundacion Inasmet, San Sebastian, Guipuzcoa,  
ES**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Oppermann & Oppermann, 63075  
Offenbach**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**ERAUSKIN LOPETEGUI, Ignacio, E-20009 San  
Sebastian, ES; GUTIERREZ STAMPA, Manuel,  
E-20009 San Sebastian, ES; AGOTE BELOKI,  
Inigo, E-20009 San Sebastian, ES; ORBEGOZO  
IBARGUREN, Manuel, E-20009 San Sebastian, ES**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON PRODUKTEN AUS CARBIDVERSTÄRKTEN BAUME-  
TALLMATERIALIEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Das Verbundkomponenten-Keramikmetall, das durch Pulvermetallurgie erhalten wird und mittels Einlassung von Keramiken in die Metallmatrizen auf weicherer Grundlage angepaßt wird, verdient durch seine Eigenschaften des Schnitt- und Verschleißwiderstands eine große Akzeptanz. Die Keramikpulver, die üblicherweise für diese Anwendungen genutzt werden, sind feuerfeste Hartmetalle wie jene aus Titan, Wolfram, Zirkon usw.

**[0002]** Andererseits sind die Verbesserungen, die durch die Verstärkung mit harten Partikeln in Bezug auf die Eigenschaften struktureller Legierungen und Oberflächenschichten erhalten werden könnten, wie eine Zunahme der mechanischen Abriebfestigkeit, der Wärmebeständigkeit usw. ebenfalls akzeptiert und anerkannt.

**[0003]** Insgesamt ist eines der attraktivsten Keramikverstärkungsmaterialien wegen seiner hohen Härte, Wärmebeständigkeit und niedrigen Dichte das Titanhartmetall, wobei aber der Einbau der Partikel dieses Hartmetalls als Schichtmaterial, Cermets und Gußmetallprodukte (fertig oder halbfertig) wegen ihrer Neigung zur Oxidation, ihrer schlechten Benetzbarkeit und ihrer Tendenz zur Entmischung große technische Schwierigkeiten aufweist.

**[0004]** Das Patent WO93/03192 entwickelt mit der Aufgabe, einige dieser Schwierigkeiten zu lösen, Pulverprodukte, die auf TiC mit Zugaben von W, Fe, Ni, Co usw. beruhen, um Gußeisenlegierungen, Schweißmaterialien und Oberflächenschichten zu verstärken.

**[0005]** Dennoch ist nachgeprüft worden, daß diese Produkte hauptsächlich wegen ihrer schlechten Benetzbarkeit des TiC in diesen Flüssigkeitsbädern im herkömmlichen Metallurgieverfahren für ihren Einbau in geschmolzene Legierungen auf der Basis von Fe (Stahl oder Eisen), Ni oder Co ungeeignet sind.

**[0006]** Andererseits entwickelt das Patent WO94/11541 eine Methode für die Legierungsverstärkung auf der Basis von Fe mittels Zugabe von Hartmetallen des flüssigen Metalls. Einige der Nachteile und Probleme der industriellen Anwendung dieses Patents sind die folgenden:

- Um die Benetzbarkeit des Hartmetalls zu verbessern, ist es notwendig, es mit Metallelementen wie Eisen, Nickel, Kupfer, Titan und Kohlenstoff zu bedecken. Es ist weder angegeben, wie das Hartmetall erhalten wird, noch die Form, es zu bedecken, wobei es aber auf jeden Fall teuer sein muß.
- Die Partikel müssen eine ähnliche Dichte wie die des Grundmaterials haben. Aus diesem Grund ist die Verfügbarkeit komplexer Hartmetalle von Titan und Wolfram erforderlich. Es ist nicht angegeben, wie sie erhalten werden, wobei das Verfahren aber in jedem Fall komplizierter und teurer als das aus der vorliegenden Erfindung sein muß.
- Ihre Anwendung auf Materialien auf der Basis von Ni und Co wird nicht betrachtet.
- Auf dem Gebiet der Eisen(II)-Legierungen enthält ihre Anwendung nicht die Stähle mit s 0,3% C.
- Im besseren Fall ist die Zuschlagausbeute (in die Matrix eingelassene Hartmetalle/zugeführte Hartmetalle) nicht höher als 50%.

**[0007]** Somit werden die durch diese Methode erhaltenen Verbesserungen durch die erwähnten Aspekte sowie sowohl unter technisch-operativem Gesichtspunkt (problematische Partikelverfügbarkeit, die Hälfte der zugegebenen Partikel wächst zusammen, wobei sie in der Auskleidung des Schmelzofens agglomeriert werden, die Wärme verzögern, das Metall verschmutzen usw.) als auch unter wirtschaftlichem Aspekt (die sehr hohen Kosten der Partikel müssen in dem Endprodukt mit zwei multipliziert werden) negativ beeinflusst. Außerdem enthält sie nicht die Stahlfamilie, die für diese Verstärkung eher angegeben wird, jene mit niedrigem Kohlenstoff, die durch ihre hohe Zähigkeit und niedrige Abriebfestigkeit diese erhöhen muß, ohne jener zu schaden.

**BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

**[0008]** Damit die Verstärkung der Metallmaterialien mittels Hüttentechnikverfahren auf industrieller Ebene technisch und wirtschaftlich rentabel wird, erfordert sie die Entwicklung und Verwendung eines neuen Typs eines Verstärkungsmaterials, der technisch für seinen Einbau in das geschmolzene Metall (mit einer ähnlichen Ausbeute wie der Rest der Legierungsmaterialien) angepaßt ist und mit dem niedrigere Herstellungskosten möglich sind, sowie die Optimierung des metallurgischen Verfahrens der Zugabe des Verstärkungsmaterials im festen Zustand zu Metallegierungen im flüssigen Zustand. Außerdem ist die Verbesserung der Eigenschaften der verstärkten Legierung eine direkte Funktion des Wesens der Verstärkungspartikel, ihrer gleichmäßigen

und gleichförmigen intragranularen Verteilung, ohne daß sie zusammenwachsen, der Größe und regelmäßigen Morphologie derselben und ihres metallurgischen Zusammenhangs mit der Basislegierung.

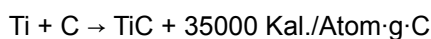
**[0009]** Die vorliegende Erfindung beruht danach zuallererst auf der Konzeption und auf der Herstellungsmethode des Verstärkungsmaterials, das die vorstehenden technisch-wirtschaftlichen Anforderungen erfüllt. In diesem Sinn ist nachgewiesen worden, daß die komplexen Hartmetalle vom X(MoTi)C-Typ, wobei X Fe, Ni oder Co sein kann, die auch die im Folgenden definierte chemische Zusammensetzung besitzen, die inhärenten Vorteile für Titanhartmetall erhalten und es ermöglichen, die oben angegebenen technischen und wirtschaftlichen Beschränkungen in ihrer Anwendung als Strukturmetalllegierungsverstärkung zu überwinden.

**[0010]** Damit irgendein Partikeltyp durch seinen Einbau im festen Zustand in die Metallegierung im flüssigen Zustand und, wenn sie gehärtet ist, durch die spätere metallische Einfügung wirksam als Metallegierungsverstärkung verwendet werden könnte, muß die Benetzbarkeit des Partikels in der erwähnten Legierung auf das höhere mögliche Niveau erhöht werden. Hierzu muß der Kontaktwinkel zwischen dem festen Partikel und der Flüssigkeit der kleinstmögliche sein, wobei dieser Wert nahezu vollständig vom chemischen Wesen und von den Zusammensetzungen beider Materialien abhängt.

**[0011]** In diesem Sinn ist während der Entwicklung der vorliegenden Erfindung bestätigt worden, daß die festen Partikel, die durch Hartmetalle vom (MoTi)C-Typ gebildet werden, anders als Partikel aus TiC und (WTi)C leicht durch geschmolzene Legierungen auf der Basis von Fe, Ni und Co benetzt werden.

**[0012]** Wegen der stark negativen Bildungsenergie des Titanhartmetalls (bei irgendeiner Temperatur) und des Molybdänhartmetalls (über 1500°C) ist außerdem die vorgeschlagene Prozedur zu ihrer Herstellung einfach, wirtschaftlich und ideal auf industrieller Ebene anwendbar.

**[0013]** Diese Prozedur beruht effektiv auf dem äußerst exothermen Wesen beider Bildungsreaktionen:



**[0014]** Das heißt, die Bildung des TiC aus seinen Elementarbestandteilen ist ebenso wie die des Mo<sub>2</sub>C, wenn es die Temperatur von 1500°C erreicht (oder überschritten) hat, vom thermodynamischen Standpunkt aus sehr vorteilhaft. Anders als in dem Fall, in dem das komplexe Hartmetall vom (WTi)C-Typ ist, wobei das zuvor umgewandelte Wolframhartmetall zugegeben werden muß, steigt die Temperatur andererseits (wegen der freigesetzten Wärme) schnell an, wenn die erste Reaktion beginnt, was die zweite Reaktion erleichtert. Außerdem ist die erwähnte Erleichterung der Reaktion dadurch vorteilhaft, daß die reagierenden Elemente mittels Zugabe anderer Metallelemente wie Fe, Ni oder Co, die bis zu den Temperaturen, die während der Reaktion erreicht werden, schmelzen und als Bindemittel für die hergestellten Hartmetalle wirken, verdünnt werden könnten. Das Bindemittel schmilzt während des späteren Verfahrens seiner Zugabe zu der geschmolzenen Legierung beim Kontakt mit dieser und erhöht die Benetzbarkeit und die metallurgische Einlassung des verstärkenden Hartmetalls.

**[0015]** Unter der Bedingung, daß dieses Verstärkungsmaterial mit niedrigen Kosten erhalten werden kann, wie es bei dem im Folgenden beschriebenen Verfahren geschieht, enthält dessen Konzeption ebenfalls die proportionale Quantifizierung jedes chemischen Elements (in Abhängigkeit von dem TiC), was dem gegenüber gestellt wird, daß mit den folgenden prozentualen Werten die optimalen Ergebnisse erreicht werden.

TiC:	50–90%
Mo:	≥ 5%
X (Fe oder Ni oder Co):	≥ 5%
Ti/C-Verhältnis im Hartmetall:	Etwa gleichatomig (ein Atom Ti für eines C).

**[0016]** Außer der hohen Ausbeute der Zugabe dieser Hartmetalle zu der zu verstärkenden Legierung und dem Grad der Verstärkung, die von dieser kommt, werden die Kosten des Endprodukts durch die Verwendung geeigneter Techniken für die Vorfertigung dieser Hartmetalle gesenkt. Diese Techniken beruhen auf selbstausbreitenden Hochtemperatur-Synthesereaktionen chemischer Verbindungen, die wie im Fall der vorliegenden Hartmetalle stark exotherm sind. Um die technische Aufgabe der Erfindung zu lösen, kann die Vorfertigung dieser Hartmetalle, falls die nötige Menge an Hartmetallen klein ist, mittels eines diskontinuierlichen Verfahrens hergestellt werden, in dem eine bestimmte Menge an Rohmaterialien, wenn sie vorbereitet und gemischt wor-

den sind, in einen Reaktor eingelassen werden, wo die Synthesereaktion auf hohe Temperatur stattfindet, wobei das Reaktionsprodukt, wenn es sich abkühlt, aus dem Reaktor entnommen wird, wobei der Produktionszyklus auf diese Weise wiederholt wird, bis die erforderliche Menge erreicht ist. Dennoch ist während der Entwicklung der vorliegenden Erfindung festgestellt worden, daß unter Verwendung eines zuvor durch FUNDACION INASMET entwickelten kontinuierlichen Verfahrens zum Erhalten anderer Keramikmaterialien die Produktivität dieses Verfahrens sinnvoll erhöht werden kann und die Produktionskosten gesenkt werden können. Dieses Verfahren ist zusammen mit der notwendigen produktiven Ausrüstung für seine Anwendung im Patent EP 1 060 789: "Continuous procedure for manufactures of powdered materials by combustion and reactor for the realisation thereof", zusammengestellt.

**[0017]** Wegen des stark exothermen Wesens der (MoTi)C-Hartmetallreaktionsbildung sowie wegen des Merkmals, wonach die geforderten thermodynamischen Bedingungen nach ihrem Beginn und ihrer Bewältigung erreicht werden können, kann die Synthese aus den Rohmaterialien, die angepaßte Anteile von C, Ti, Mo und Fe oder Ni oder Co enthalten, gemäß dem in dem erwähnten Patent beschriebenen Verfahren auch kontinuierlich hergestellt werden, wobei auf diese Weise die Produktivität erhöht wird, was einerseits die Möglichkeit zuläßt, größere Mengen Verstärkungsmaterial zu haben und andererseits seine Produktionskosten zu senken. Außerdem können die notwendigen Reaktionselemente in eine Zwei- oder Dreimetalllegierungsform wie Fe-Ti, Fe-Mo, Ni-Ti, Co-Ni-Mo usw. eingebaut werden, die im Markt zu kleineren Kosten als einzelne Metalle verfügbar ist.

**[0018]** Auf jedem von beiden Wegen wird das benötigte Verstärkungsprodukt für jede Legierungsfamilie erhalten: Fe(MoTi)C für die Verstärkung von Stählen und Gußeisen, Ni(MoTi)C für Legierungen auf der Basis von Nickel; und Co(MoTi)C für jene auf der Basis von Kobalt. Die Titan- und Molybdänhartmetallpartikel mit einer Größe von 1–4 Mikrometern und abgerundeter Form werden im ersten Fall durch das Metall Fe, im zweiten Fall durch das Metall Ni und im dritten Fall durch das Metall Co agglomeriert.

**[0019]** Der zweite Aspekt der Erfindung liegt in dem Verfahren der Zugabe dieser neuen Verstärkungsmaterialien zu strukturellen Metallegierungen auf der Basis von Fe, Ni oder Co.

**[0020]** Wie zuvor erwähnt wurde, verbessert die Anwesenheit von Mo in dem komplexen Hartmetall spürbar seine Benetzbarkeit innerhalb der Fe-, Ni- und Co-Legierungen, wobei die Benetzbarkeit erhöht wird, wenn diese Hartmetalle durch das gleiche Material agglomeriert werden, das der Grundbestandteil der Legierung ist, in die sie zugegeben versucht wird. Außerdem sind sie wegen ihrer stark erhöhten negativen Bildungsenergie bei niedrigen Temperaturen ebenso wie bei den Temperaturen, bei denen die erwähnten Legierungen im geschmolzenen Zustand sind (in der Größenordnung von 1500°C), sehr stabil. Somit sind die Manipulation und Verarbeitung dieses Materials sehr einfach und erfordern keine Sondermaßnahmen, um ihre Verschlechterung in Kontakt mit der Umweltatmosphäre entweder durch Oxidation oder andere Ursachen oder ihre Zersetzung in dem Flüssigkeitsbad zu vermeiden. Dennoch kann die Ausbeute ihrer Zugabe zu diesem und die Verteilung kleiner Hartmetallpartikel in der Matrix der Metallegierung eine wichtige Rolle in dem Endergebnis spielen. Je größer die Ausbeute der Zugabe ist (in dem Endprodukt vorhandene Hartmetalle/zu der geschmolzenen Legierung zugegebene Hartmetalle), desto niedriger sind bei gleichen Eigenschaften die Kosten seines Endprodukts. Außerdem sind die Reinigung, Entschlackung und Anpassung der flüssigen Legierung in dem Schmelzofen in diesem Fall weniger kompliziert und beschwerlich. Andererseits ist die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften der verstärkten Legierung eine direkte Funktion der gleichmäßigen und gleichförmigen intragranularen Verteilung der Hartmetalle, ohne daß sie zusammenwachsen, der rechteckigen Morphologie von ihnen und ihres metallurgischen Zusammenhangs mit dem Grundmaterial.

**[0021]** Im Fall der vorliegenden Erfindung wurde die Optimierung dieser Parameter einerseits mittels der richtigen Konzeption der Hartmetalle und des Verfahrens, um sie zu erhalten, wie es zuvor beschrieben wurde, und andererseits mittels der folgenden sequentiellen Prozedur der Zugabe in den Schmelzofen erhalten:

- a) Anpassen des zuzugebenden Materials. Das X(MoTi)C-Verstärkungsmaterial wird in einem Anteil von höchstens 10 Gew.-% der Gesamtladung des Bads mit kommerziellem Si-Ca gemischt, das normalerweise in einem Anteil von etwa 10% des Verstärkungsmaterials als ein Endgaserelement der erwähnten Legierungen verwendet wird.
- b) Schmelzen der Metallegierung auf der Basis von Fe (Stahl oder Gußeisen), Ni oder Co gemäß dem herkömmlichen Verfahren und in Öfen, die üblicherweise für das Schmelzen dieser Materialien verwendet werden.
- c) Zugabe des mit Si-Ca gemischten Verstärkungsmaterials. Dies beginnt, wenn die Grundladung im geschmolzenen Zustand ist und bei einer Temperatur von 150°C über der "Solidus"-Temperatur der Legierung. Die operative Art der Zugabe ist ähnlich der irgendeines anderen Materials, das in dem herkömmli-

chen metallurgischen Verfahren (Eisenlegierungen, mehr oder weniger reine Metalle usw.) für die Einstellung der chemischen Zusammensetzung der Legierungen zugeführt wird. Einer der neuen Aspekte und Optimierer der Erfindung ist tatsächlich die positive und bestimmende Wirkung des Si-Ca, da, wie bestätigt worden ist, falls nur das X(MoTi)C (in relativ feiner Art und Pulverart) zugegeben wird, es dazu neigt, sich zusammenzuballen und an den Wänden des Ofens abzulagern, während eine Reaktion der exothermen Oxidation des Ca mit dem Sauerstoff desselben stattfindet, die zu einer Reduktion der Flüssigkeitsbad-Hartmetallpartikel-Oberflächenspannung führt und die Einlassung und Verteilung dieser in ihren Sinus begünstigt, wenn das Si-Ca in das geschmolzene Bad eingebaut wird.

d) Wenn die Zugabe abgeschlossen ist, wird das entstandene flüssige Material, die Metallegierung und die verstärkenden Hartmetalle, auf herkömmliche Weise verarbeitet, wobei es in Formen (Sand, Keramik, Metall usw.) gegossen werden kann, um Gußzeugnisse zu erhalten, oder in Kokillen gegossen werden kann, um halbverarbeitete Produkte zu erhalten.

**[0022]** Die Ausbeute der Zugabe beträgt über 80%, weshalb die Verluste wie in irgendeiner anderen metallurgischen Operation der Anpassung der chemischen Zusammensetzung einer Legierung als normal betrachtet werden können.

**[0023]** Im Ergebnis werden Gußteile oder halbverarbeitete Produkte mit einer Mikrostruktur erhalten, die durch die entsprechende metallische Matrix (auf der Basis von Fe, Ni oder Co) zuzüglich der in sie eingelassenen Titan- und Molybdänhartmetallpartikel mit hoher Härte und Wärmebeständigkeit, einer Größe von 2–5 Mikrometern und einer regelmäßigen Form, die zusammenhängend gebunden, verteilt und gleichmäßig innerhalb der Körner der Matrix verteilt sind, gebildet ist. Dieses Produkt kann später irgendeiner Art einer thermochemischen oder thermomechanischen Wärmebehandlung ausgesetzt werden, ohne daß die Hartmetallpartikel irgendeine Verschlechterung durchmachen.

**[0024]** Folglich hat das somit erhaltene Produkt gemäß der Legierung und seiner Weiterverarbeitung seine eigenen Eigenschaften der metallischen Matrixbasis erhalten, die durch die Verstärkungs- und Härtungswirkung der eingefügten Hartmetalle verbessert und erhöht worden sind. Diese verbesserten Wirkungen beziehen sich hauptsächlich auf die Dauerfestigkeit und auf den Verschleißwiderstand bei Zimmertemperatur und auf die Kriechfestigkeit und Abriebfestigkeit bei hohen Temperaturen. Wenn die Werte der Eigenschaften, die der Metallegierung ohne Verstärkung entsprechen, als Referenz genommen werden, ist die bei diesen Werten erhaltene Zunahme bei den neuen Produkten höher als 50%.

### Patentansprüche

1. Produktherstellungsmethode mittels Hüttentechnik für strukturelle metallische Materialien auf der Basis von Fe, Ni und Co, verstärkt durch X(MoTi)C, das vorher zu Hartmetallen umgewandelt wurde, wobei X Fe, Co oder Ni ist.

2. Herstellungsmethode gemäß Anspruch 1, bei der das vorher zu Hartmetallen umgewandelte X(MoTi)C in festem Zustand zu dem metallischen Grundmaterial im Schmelzofen zugefügt wird, wenn sich dieses in geschmolzenem Zustand befindet.

3. Herstellungsmethode gemäß den vorangegangenen Ansprüchen, durch die das entstandene Produkt nach der Verfestigung des aus dem Schmelzofen gegossenen Materials die metallische Matrix des Grundmaterials hat und darin eingelassen harte, stabile, 2–5 Mikrometer große, mehreckige, verteilte und gleichmäßig X(MoTi)C verteilte Hartmetalle.

4. Herstellungsmethode gemäß den vorangegangenen Ansprüchen, bei der X Fe zur Verstärkung von Stahl und Gußeisen ist.

5. Herstellungsmethode gemäß den Ansprüchen 1–3, bei der X Ni zur Verstärkung von Legierungen auf Nickelbasis ist.

6. Herstellungsmethode gemäß den Ansprüchen 1–3, bei der X Co zur Verstärkung von Legierungen auf Kobaltbasis ist.

7. Herstellungsmethode gemäß den vorangegangenen Ansprüchen, bei der die Anteile der verschiedenen Bestandteile der Hartmetalle die folgenden sind:

TiC:	50–90%
Mo:	≥ 5%
X:	≥ 5%

8. Herstellungsmethode gemäß den vorangegangenen Ansprüchen, bei der die X(MoTi)C Hartmetalle durch selbstausbreitende Hochtemperatursynthese hergestellt werden, aufgrund der Wärme, die bei den exothermen Hartmetallbildungsreaktionen frei wird und ohne externe Energiezufuhr von Pulvermaterialien, die ihre verschiedenen Elemente enthalten.

9. Methode zur vorangegangenen Herstellung von X(MoTi)C Hartmetallen, bei der das Verfahren des Anspruchs 8 diskontinuierlich ist.

10. Methode zur vorangegangenen Herstellung von X(MoTi)C Hartmetallen, bei der das Verfahren des Anspruchs 8 kontinuierlich, wesentlich produktiver und weniger beschwerlich ist.

11. Herstellungsmethode gemäß den vorangegangenen Ansprüchen, bei dem die X(MoTi)C Hartmetalle mit Si-Ca-Körnern gemischt werden, bevor sie der geschmolzenen Legierung auf X-Basis im Schmelzofen hinzugefügt werden.

12. Herstellungsmethode der Gußteile in metallischen Materialien auf X-Basis, bei der die flüssige Legierung, die die konzipierten, hergestellten und hinzugefügten Hartmetalle gemäß den Ansprüchen 1–11 enthält, in Sandformen (Sandgußteile), Keramikformen (Präzisionsgußteile) oder zentrifugierte Formen (Zentrifugiergußteile) gegeben wird, um zu härten und später zu Gußformen weiterzuverarbeiten, die mit den Hartmetallen verstärkt sind, die im Anspruch 3 beschrieben wurden.

13. Herstellungsmethode der halbverarbeiteten metallischen Produkte auf X-Basis verstärkt mit den im Anspruch 3 beschriebenen Hartmetallen, bei der die flüssige Legierung, die die konzipierten, hergestellten und hinzugefügten Hartmetalle gemäß den Ansprüchen 1–11 enthält, in Kokillen gegossen wird, um Barren zu erhalten oder in Strangußformen, um Blößen oder Platten zu erhalten.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

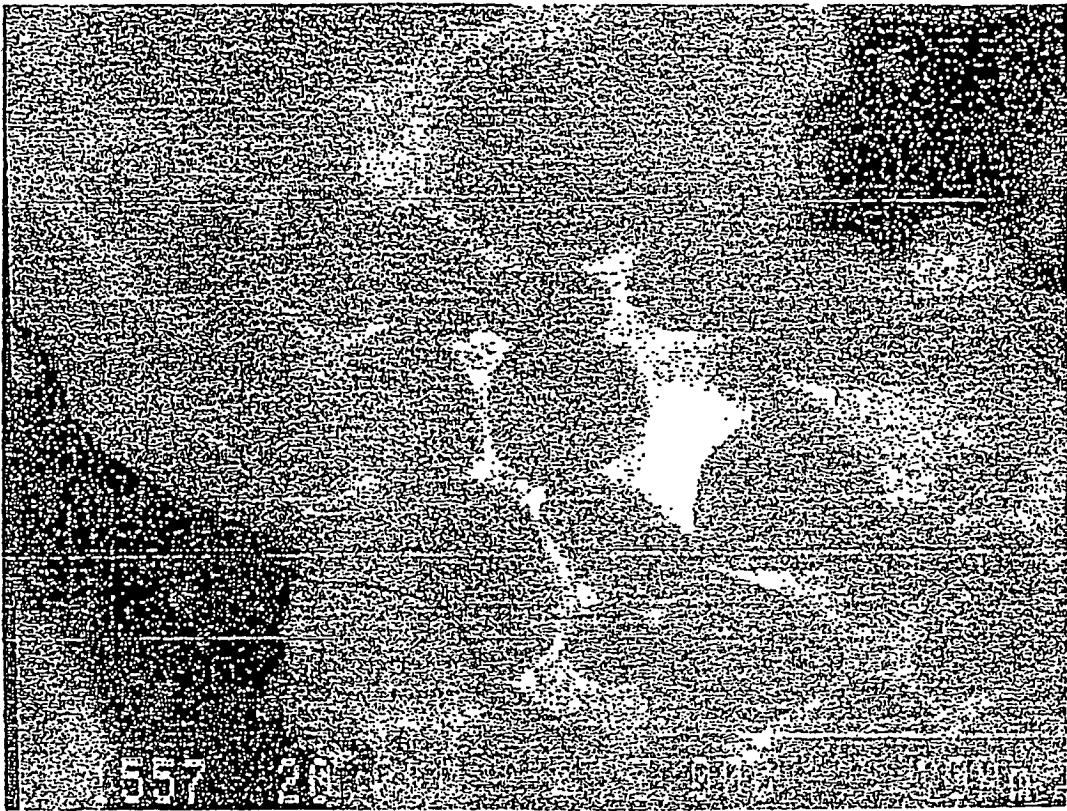


Fig. 1 - Mikrostruktur des verstärkten Materials: Graue Carbide (MoTi)C agglomeriert durch Fe (weiß)

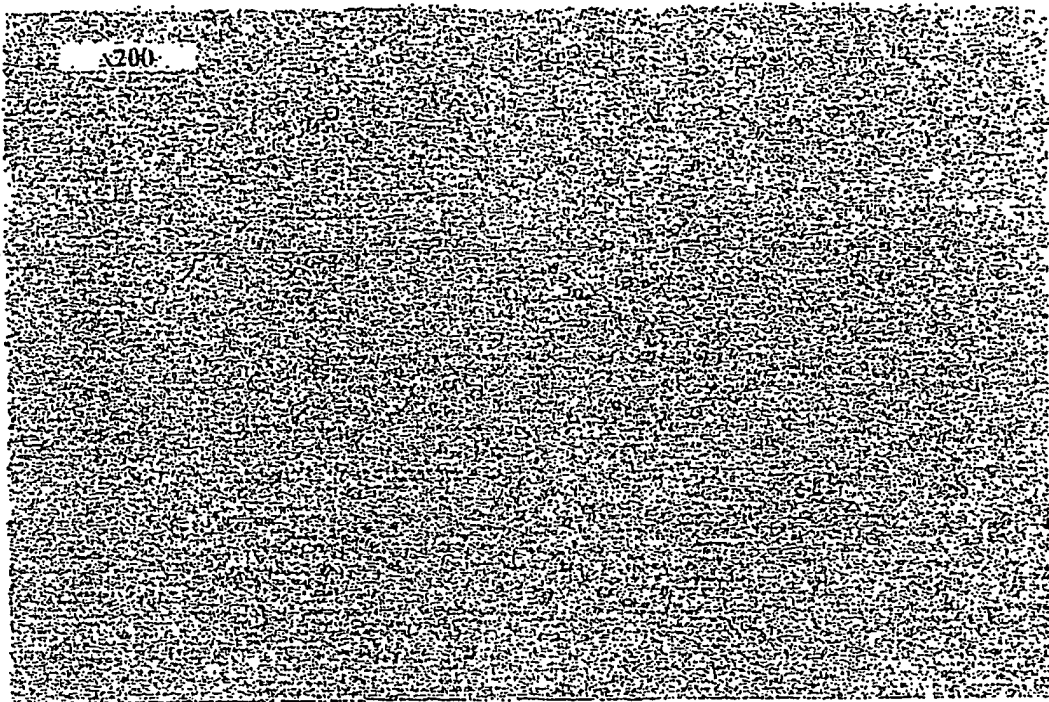


Fig. 2 - Mikrostruktur des verstärkten Materials:  
Stahlmatrix mit darin eingebetteten  
Carbiden (MoTi)C