



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 611 980 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.01.2006 Patentblatt 2006/01**

(51) Int Cl.:  
**B22D 27/20** (2006.01) **C22C 1/03** (2006.01)  
**C22C 1/10** (2006.01) **B22F 9/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05013728.0**

(22) Anmeldetag: **24.06.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR LV MK YU**

(30) Priorität: **28.06.2004 DE 102004031367**

(71) Anmelder:  
• **GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH**  
**21502 Geesthacht (DE)**  
• **Technische Universität Clausthal**  
**38678 Clausthal-Zellerfeld (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Hort, Norbert**  
**21339 Lüneburg (DE)**  
• **Kainer, Karl Ulrich, Prof. Dr.**  
**21522 Hohnstorf (DE)**  
• **Ferkel, Hans, Priv.-Doz. Dr. rer. nat.**  
**38723 Seesen (DE)**

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG**  
**Patentanwälte**  
**Beselerstrasse 4**  
**22607 Hamburg (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Kornfeinungsmittels für metallische Werkstoffe, Kornfeinungsmittel und Metall- oder Metallegierungswerkstoff**

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Kornfeinungsmittels für metallische Werkstoffe, insbesondere für die gießtechnische Herstellung von Erzeugnissen aus metallischen Werkstoffen, vorgeschlagen. Dazu werden nanoskalige Partikel eines ersten Mittels zusammen mit einem metallischen Pulver so lange einem gemeinsamen Mahlvorgang unterworfen, bis die nanoskaligen Partikel mit dem metallischen Pulver benetzt sind.

Ein Kornfeinungsmittel dieser Art wird einer Schmel-

ze eines Metall- oder Metallegierungswerkstoffes zugegeben, damit die Schmelze homogen wird.

Ein Metall- oder Metallegierungswerkstoff, das mit einem derartigen Kornfeinungsmittel hergestellt worden ist, bei dem das Kornfeinungsmittel nach Eintrag in die Schmelze des Metall- oder Metallegierungswerkstoffes zugeführt wird, wirkt auch als Dispersionshärtungsmittel der Schmelze beim Abgießen der Schmelze bzw. beim Aushärten der Schmelze in einem mittels der Schmelze erzeugten Gußprodukt.

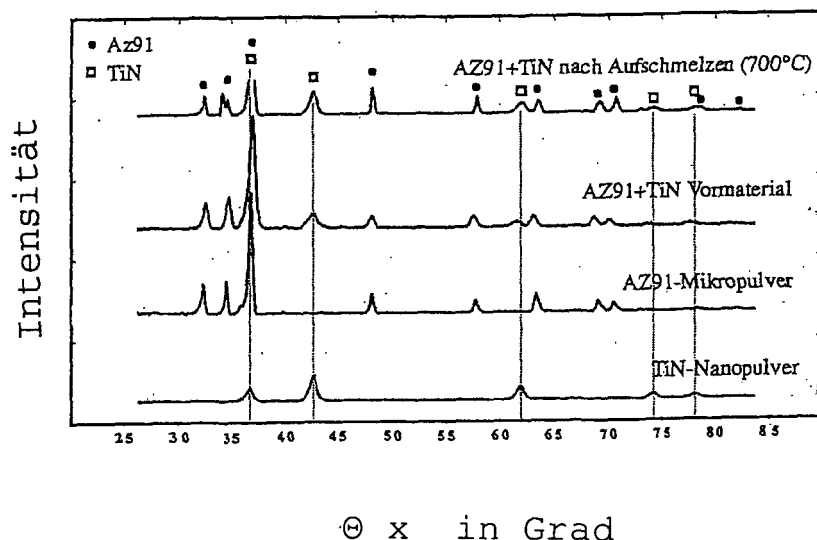


Fig. 3

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kornfeinungsmittels für metallische Werkstoffe, insbesondere für die gießtechnische Herstellung von Erzeugnissen aus metallischen Werkstoffen, ein Kornfeinungsmittel und einen Metall- oder Metallegierungswerkstoff.

**[0002]** Viele metallische Werkstoffe, seien es metallische Vorprodukte, Halbzeuge oder auch Produkte aus diesen Werkstoffen, werden mittels der verschiedensten gießtechnischen Verfahren hergestellt. Mit Metallwerkstoffen bzw. metallischen Werkstoffen seien hier Werkstoffe aus elementarem Metall und Metallegierungen gemeint. Metallische Werkstoffe in diesem Sinne und im Sinne der Erfindung sind auch Ausgangswerkstoffe für bestimmte metallische Werkstoffe für die spätere Umformung, bspw. Knetlegierungen, wie sie insbesondere bei Magnesiumwerkstoffen vorgefertigt werden.

**[0003]** Um hochwertige Gußerzeugnisse (Vorprodukte, Halbzeuge, Endprodukte) zu erreichen, muß die Homogenität des metallischen Werkstoffs ausreichend groß sein und es muß ein sehr feines Korn erreicht werden, um die angestrebte große Homogenität zu können. Es sind bisher umfangreiche Entwicklungen in Gang gesetzt und durchgeführt worden, um ein Mittel, d.h. ein Kornfeinungsmittel, bereitzustellen, mit dem die metallischen Werkstoffe im voraufgeführten Sinne beeinflusst werden können, um eine gewünschte Homogenität zu erreichen. Es kann angeführt werden, daß bisher kein allgemein wirksames Kornfeinungsmittel für metallische Werkstoffe gefunden worden ist, das die gewünschten Eigenschaften, s.o., aufweist. So ist z.B. für Magnesiumlegierungen als Kornfeinungsmittel Zirkonium zum Einsatz gekommen, diese Legierungen dürfen aber Al, Si, Mn, Sn, Sb, Ni, Fe oder Co, nicht enthalten. Bei metallischen Legierungen, die mit den vorgenannten Legierungskomponenten allerdings versehen waren, ist beobachtet worden, daß sich bei der Zugabe von Zirkonium intermetallische Verbindungen mit der Folge gebildet haben, daß die Wirkung von Zirkonium als Kornfeinungsmittel nicht mehr feststellbar war. Zirkonium als mutmaßliches Kornfeinungsmittel wird deshalb überwiegend in Al-freien Legierungen wie MEZ, Legierungen der QE- und der WE-Reihe eingesetzt. Ebenfalls wurden Ca und Mn als Kornfeinungsmittel eingesetzt. Der physikalische und chemische Wirkmechanismus ist jedoch nicht bekannt und die Wirkung als Kornfeinungsmittel ist auch nicht in jeder Legierung nachweisbar, wobei die kornfeinende Wirkung zudem stark konzentrationsabhängig und abhängig von den gewählten Gießparametern ist.

**[0004]** Zur Kornfeinung wurde auch C in Form von  $C_6Cl_6$  dem metallischen Werkstoff in der Schmelze zugegeben. Dabei zersetzt sich diese Komponente unter Bildung von C und Chlorgas, wobei C dann als Kornfeinungsmittel wirkt.

**[0005]** Alle bisher bekannten Versuche, durch Zugabe von bestimmten Mitteln zur metallischen Schmelze eine

Kornfeinung zu erreichen, waren bisher nur von sehr begrenztem Erfolg, wobei bspw. das o.e. Zirkonium seine Wirkung als Kornfeinungsmittel überhaupt nur bei einer Reihe von metallischen Werkstoffen entfalten kann, und es ist in reiner Form oder als Vorlegierung sehr teuer.

**[0006]** Ca, Mn, Al und Si sowie eine Reihe weiterer Legierungselemente unterliegen hinsichtlich der Konzentration, der Wechselwirkungen mit anderen Legierungskomponenten sowie hinsichtlich der Variationsmöglichkeiten der Gießparameter starken Einschränkungen. Eine Wirkung als Kornfeinungsmittel ist daher, wenn überhaupt, nur sehr bedingt möglich. Bei der Zugabe des o.e.  $C_6Cl_6$  entsteht eine starke Belastung mit Chlorgas im Gießbereich, s.o., was aufwendige Schutzmaßnahmen notwendig macht. Eine Kornfeinungswirkung von C ist zudem als generelles Kornfeinungsmittel bisher nicht nachweisbar. Zudem kann es zu Reaktionen mit Legierungselementen kommen, welche die kornfeinende Wirkung von C wieder aufheben. Bei Al-Legierungen bewirkt die Zugabe bspw. von  $TiB_2$  oder  $AlTi_3$  ebenfalls eine Kornfeinung.

**[0007]** Die Nachteile aller bisher bekannten Kornfeinungsmittel lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß diese, wenn überhaupt wirksam, vergleichsweise teuer in der Herstellung und der Bereitstellbarkeit für die erfindungsgemäßen Zwecke sind und jeweils nur bei bestimmten metallischen Werkstoffen wirksam sind und nur in genau vorgegebener, abgestimmter Konzentration im metallischen Werkstoff überhaupt nur ihre kornfeinende Wirkung entfalten können und zudem in diesem Zusammenhang Wechselwirkungen mit den Komponenten der metallischen Werkstoffe unterliegen und somit auch die Variationsmöglichkeiten der übrigen Gießparameter stark einschränken.

**[0008]** Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Kornfeinungsmittels, ein Kornfeinungsmittel und einen Metall- oder Metallegierungswerkstoff zu schaffen, das bzw. der die voraufgeführten Nachteile nicht hat und prinzipiell bei allen metallischen Werkstoffen eine Kornfeinungswirkung entfalten kann, d.h. eine Beschränkung auf bestimmte metallische Werkstoffe nicht mehr gegeben sein soll, wobei das Kornfeinungsmittel einfach herstellbar sein soll und ein damit in einer Schmelze beaufschlagter Metall- oder Metallegierungswerkstoff eine angestrebte große Homogenität erreicht, so daß dieser sich insbesondere für gießtechnische Verfahren zur Herstellung von Vorprodukten, Halbzeugen und Endprodukten eignet.

**[0009]** Gelöst wird die Aufgabe gem. dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch, daß nanoskalige Partikel eines ersten Mittels zusammen mit einem metallischen Pulver so lange einem gemeinsamen Mahlvorgang unterworfen werden, bis die nanoskaligen Partikel mit dem metallischen Werkstoff benetzt sind.

**[0010]** Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht im wesentlichen darin, daß ein derart hergestelltes Kornfeinungsmittel, da die nanoskaligen Partikel mit dem metallischen Pulver schon während des

Mahlvorganges benetzt worden sind, die Notwendigkeit einer erstmaligen Benetzung der hochschmelzenden Nanopartikel durch die Schmelze in einem Schmelztiegel und die damit bisher einhergehende Ausbildung einer Grenzfläche vollständig entfällt, da die Partikel gewissermaßen im "Vormaterial" bereits im Vorfeld zwangsbenetzt werden.

**[0011]** Bei dem erfindungsgemäßen Kornfeinungsmittel erfolgt während und nach dem Schmelzen der Metallhülle eines Nanopartikels in der Schmelze die statistische Verteilung der Nanopartikel durch Brownsche Bewegung sowie Konvektion der Schmelze oder beim Rühren. Bei einer späteren Erstarrung der Schmelze wirken die hochschmelzenden Nanopartikel als heterogene Keimbildner und bewirken so eine Kornfeinung. Ihre Wirkung tritt im wesentlichen während der Abkühlung der Schmelze, d.h. während und nach dem Abgießen der Schmelze auf.

**[0012]** Die Problematik einer Partikelagglomeration, wie diese bisher bei einer direkten Zugabe von feinen, nicht metallzwangsbenetzten Partikeln auftritt, da in diesem Falle erst in der Schmelze die Nanopartikel besetzt werden müssen, wird durch die Verwendung von der mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens bereits auf mechanischem Wege erzielten Zwangsbenetzung umgangen.

**[0013]** Gem. einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird das entstandene Mahlgut (Vorprodukte, Vormaterial) aus mit dem metallischen Pulver benetzten nanoskaligen Partikeln einem Konsolidierungsschritt unterworfen, um dieses für den Einsatz in den verschiedenen gießtechnischen Verfahren geeignet vorzubereiten. Grundsätzlich kann das erfindungsgemäß hergestellte pulverförmige Mahlgut allerdings auch schon in dieser Form für bestimmte gießtechnische Verfahren herangezogen werden, ohne noch einem nachfolgenden Konsolidierungsschritt vor Zugabe zur metallischen Schmelze unterworfen zu werden.

**[0014]** Vorteilhafterweise kann die Konsolidierung durch Pressen des Mahlguts erfolgen, wobei vorteilhafterweise mittels des Pressens das Mahlgut in Form von Pellets oder Stangen gepreßt werden kann. Diese derart konsolidierten Einheiten aus Mahlgut können dann kontrolliert abgepackt, aber auch abgemessen werden und lassen sich somit im Hinblick auf ihr Gewicht geeignet dimensionieren und somit auch geeignet auf einfache Weise der metallischen Schmelze quantifiziert zugeben.

**[0015]** Je nach Einsatzart können die nanoskaligen Partikel unterschiedlich groß gewählt werden, bspw. im Durchmesser in einem Bereich von 1 nm bis 300 nm. Grundsätzlich ist gem. der Erfindung, jeder die nanoskaligen Partikel bildende Werkstoff geeignet, insbesondere auch nanoskalige keramische Partikel.

**[0016]** In Abhängigkeit der gewählten metallischen Schmelze, die konfiguriert werden soll, kann immer eine vorbestimmbare Menge eines ersten Mittels mit einer vorbestimmbaren Menge des metallischen Pulvers gemeinsam gemahlen werden, um gezielt ein Konfigurationsmittel herzustellen, das gezielt für die spätere metallische Schmelze, zu der es zugegeben werden soll, ausgebildet zu sein.

onsmittel herzustellen, das gezielt für die spätere metallische Schmelze, zu der es zugegeben werden soll, ausgebildet zu sein.

**[0017]** Grundsätzlich kann das Verfahren mit nanokristallinen Partikeln ausgeführt werden, die auch reaktiv in bezug auf das Metall des metallischen Pulvers sind, die also mit den Elementen der metallischen Werkstoffe reagieren oder Reaktionen mit der Matrix der Elemente der metallischen Werkstoffe eingehen. Es ist aber natürlich auch möglich, als nanoskalige Partikel inerte Partikel zu verwenden unter der Maßgabe, daß diese ebenfalls geeignet sind, als heterogene Keimbildner zu wirken.

**[0018]** Das gem. dem Verfahren hergestellte Kornfeinungsmittel ist geeignet, der Schmelze eines Metall- oder Metallegierungswerkstoffs zugegeben zu werden, um eine große Homogenität der Metallwerkstoffschmelze, wie aufgabengemäß angestrebt, zu bewirken.

**[0019]** Das Kornfeinungsmittel kann der metallischen Schmelze in pulverförmiger und/oder in Pelletform und/oder in stranggepreßter Form geeignet und abgestellt auf den metallischen Werkstoff quantifiziert zugegeben werden.

**[0020]** Ein mittels des Kornfeinungsmittels, hergestellt gem. dem erfindungsgemäßen Verfahren, homogen mit feinem Korn eingestellter Metall- oder Metallegierungswerkstoff, kann zudem nicht nur mittels des erfindungsgemäßen Kornfeinungsmittels homogen eingestellt werden, sondern der Eintrag des Kornfeinungsmittels in die Schmelze des Metall- oder Metallegierungswerkstoffs bewirkt zudem auch eine Dispersionshärtung der Schmelze, womit auch erfindungsgemäß neue Dispersionswerkstoffe erzeugt werden können.

**[0021]** Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Figuren im einzelnen beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 eine lichtmikroskopische Aufnahme eines reinen gegossenen metallischen Werkstoffes (Kokillenguß) von reinem AZ 91,

Fig. 2 eine lichtmikroskopische Aufnahme einer metallischen Schmelze gem. Fig. 1, der ein Konfigurationsmittel aus TiN-nanoskaligen Partikeln zugegeben worden ist, wobei der Anteil der nanoskaligen Partikel aus TiN 0,6 Vol.-% beträgt, und

Fig. 3 verschiedene XRD-Spektren des Konfigurationsmittels auf der Grundlage nanoskaliger TiN-Partikel eines Gemisches aus TiN und AZ 91, des erfindungsgemäß hergestellten Konfigurationsmittels (Vormaterial) aus TiN und AZ 91 sowie des Vormaterials nach Aufschmelzen bei 30 Min. halten und erstarren.

**[0022]** Das Kornfeinungsmittel für metallische Werkstoffe wird dadurch hergestellt, daß zunächst nanoskalige Partikel eines ersten Mittels be-

reitgestellt werden.

Zum anderen wird ein metallisches Pulver, das ein beliebiges elementares Metall sein kann, oder aber ein Metallegierungspulver, ebenfalls bereitgestellt.

Nachfolgend wird das erste Mittel mit dem metallischen Pulver einem gemeinsamen Mahlvorgang unterworfen. Der Mahlvorgang wird so lange dauernd gewählt, bis die nanoskaligen Partikel mit dem metallischen Pulver besetzt sind.

**[0023]** Das somit entstandene Mahlgut ist das erfindungsgemäß erhaltene nanoskalige Kornfeinungsmittel. Dieses Kornfeinungsmittel bewirkt eine heterogene Keimbildung in der metallischen Schmelze, zu der das erfindungsgemäße Kornfeinungsmittel zur Erzeugung eines homogenen Metall- oder Metallegierungswerkstoffes zugegeben wird.

**[0024]** Grundsätzlich sind alle nanoskaligen Werkstoffe, die die nanoskaligen Partikel bilden, heranziehbar, d.h. sowohl metallische als auch nichtmetallische. Nichtmetallische, d.h. keramische Partikel, sind bspw.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ce}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  oder auch  $\text{La}_2\text{O}_3$  sowie Nitride wie TiN, BN (Hexagonal) und Karbide wie SiC.

**[0025]** Grundsätzlich können auch andere keramische nanoskalige Partikel zur Herstellung des erfindungsgemäßen Kornfeinungsmittels herangezogen werden, bspw. solche, die mit Mg reagieren können, wenn es dabei zur Bildung intermetallischer Phasen kommt. In diesem Falle wären die Reaktionsprodukte geeignet zur Kornfeinung.

**[0026]** Nur dann, wenn es bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Benetzung der nanokristallinen Partikel mit dem metallischen Pulver kommt, man kann von einer Zwangsbenetzung des metallischen Pulvers bzw. der Partikel des metallischen Pulvers mit den nanokristallinen Partikeln sprechen, kann das verfahrensgemäß erzeugte Mahlgut als Kornfeinungsmittel seine Wirkung entfalten.

**[0027]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere auch für die Herstellung eines Kornfeinungsmittels, das zu Mg-haltigen metallischen- oder Metallegierungswerkstoffen zugegeben wird.

**[0028]** Das verfahrensgemäß hergestellte Kornfeinungsmittel kann in einem nachgeschalteten Konsolidierungsschritt, bspw. durch Pressen, in Form von Pellets oder Strängen portioniert werden.

**[0029]** Als nanoskalige Partikel können sowohl inerte Partikel verwendet werden, die nicht mit der Matrix des metallischen Werkstoffs, ob nun elementarem metallischen Werkstoff oder Metallegierungswerkstoff, reagieren, und auch Partikel, die Reaktionen mit der Matrix des metallischen Werkstoffs oder den Elementen des Metallegierungswerkstoffes eingehen. Dabei können sich stabile Produkte bilden, die nicht weiter reagieren. Während im ersteren Fall eine unmittelbare Kornfeinung durch heterogene Keimbildung beobachtet werden kann, begründet sich im Falle reaktiver Partikel eine heterogene Keimbildung durch neu entstehende nanoskalige Phasen. Durch das erfindungsgemäße Kornfeinungsmittel wird

eine Partikelagglomeration im wesentlichen vollständig vermieden, so daß mittels des erfindungsgemäßen Kornfeinungsmittels ein schmelzmetallurgischer neuer Weg beschritten wird, der einen, wie angestrebt, korngefeinten Werkstoff erzeugt und zudem auch einen neuen Dispersionswerkstoff.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Kornfeinungsmittel kann grundsätzlich für alle gießtechnischen Verfahren herangezogen werden und eignet sich auch ausgezeichnet für Anwendungen für die gießtechnische Erzeugung großvolumiger und dickwandiger Bauteile. Diese sind bspw. Motorblöcke oder Getriebegehäuse. Auch eignet sich das erfindungsgemäße Konfigurationsmittel für die Herstellung von Vorprodukten, die zunächst in einem Stranggußverfahren hergestellt werden, die dann Ausgangsmaterialien für Knetlegierungen sind.

**[0031]** Abschließend wird auf die Darstellung gem. Fig. 3 verwiesen, die verschiedene XRD-Spektren des Konfigurationsmittels zeigt. Das dort gezeigte Spektrum a. zeigt ein AZ91-Pulver, das zusammen mit nanoskaligem TiN vermahlen wurde (Vormaterial).

**[0032]** b. zeigt das Spektrum des AZ91-Ausgangsmaterials. Die Messung wurde an AZ91-Pulver vorgenommen. Die Verwendung von AZ91 im gegossenen Zustand wäre jedoch auch korrekt gewesen. Dieses Pulver wurde über Gasverdüsung hergestellt. Die einzelnen Partikel haben hier einen mittleren Partikeldurchmesser von  $d_{50} \approx 40 \mu\text{m}$ .

**[0033]** Grundsätzlich lassen sich als Legierungskomponenten z.B. auch Späne der Legierung verwenden.

**[0034]** Das Spektrum c. zeigt das Spektrum des reinen TiN-Nanopulvers.

**[0035]** Das Spektrum d. zeigt das pelletierte Vormaterial, das aufgeschmolzen wurde und einige Zeit bei gewählter Temperatur von bspw.  $700^\circ\text{C}$  gehalten wurde. Anschließend wurde es gemessen und abgekühlt. TiN wurde dabei von der Schmelze nicht angegriffen, d.h., das TiN bleibt stabil.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kornfeinungsmittels für metallische Werkstoffe, insbesondere für die gießtechnische Herstellung von Erzeugnissen aus metallischen Werkstoffen, **dadurch gekennzeichnet, daß** nanoskalige Partikel eines ersten Mittels zusammen mit einem metallischen Pulver so lange einem gemeinsamen Mahlvorgang unterworfen werden, bis die nanoskaligen Partikel mit dem metallischen Pulver benetzt sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das entstandene Mahlgut aus mit dem metallischen Pulver benetzten nanoskaligen Partikeln in einem Konsolidierungsschritt unterworfen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Konsolidierung durch Pressen des Mahlguts erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Mahlgut in Form von Pellets oder Strängen gepreßt wird. 5
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nanoskaligen Partikel einen Durchmesser im Bereich von 1 nm bis 300 nm aufweisen. 10
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine vorbestimmbare Menge des ersten Mittels mit einer vorbestimmbaren Menge des metallischen Pulvers gemeinsam gemahlen wird. 15
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nanoskaligen Partikel inerte Partikel sind. 20
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nanoskaligen Partikel reaktiv in bezug auf das Metall des metallischen Pulvers sind. 25
9. Kornfeinungsmittel, hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** dieses der Schmelze eines Metall- oder Metallegierungswerkstoffs zugegeben wird. 30
10. Kornfeinungsmittel nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** dieses in pulverförmiger und/oder in Pelletform und/oder in stranggepreßter Form der Schmelze zugegeben wird. 35
11. Metall- oder Metallegierungswerkstoff, mit einem Kornfeinungsmittel, hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kornfeinungsmittel nach Eintrag in die Schmelze des Metall- oder Metallegierungswerkstoffs als Dispersionshärtungsmittel der Schmelze wirkt. 40  
45

50

55

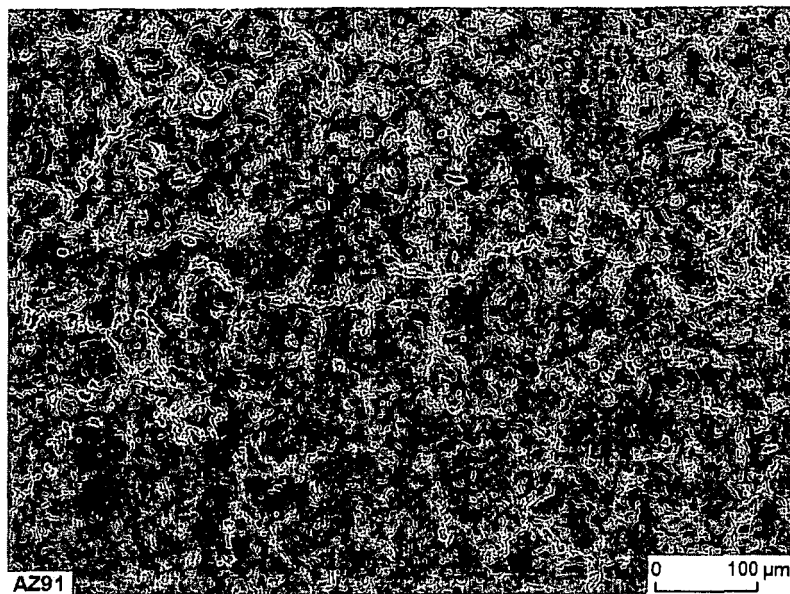


Fig. 1

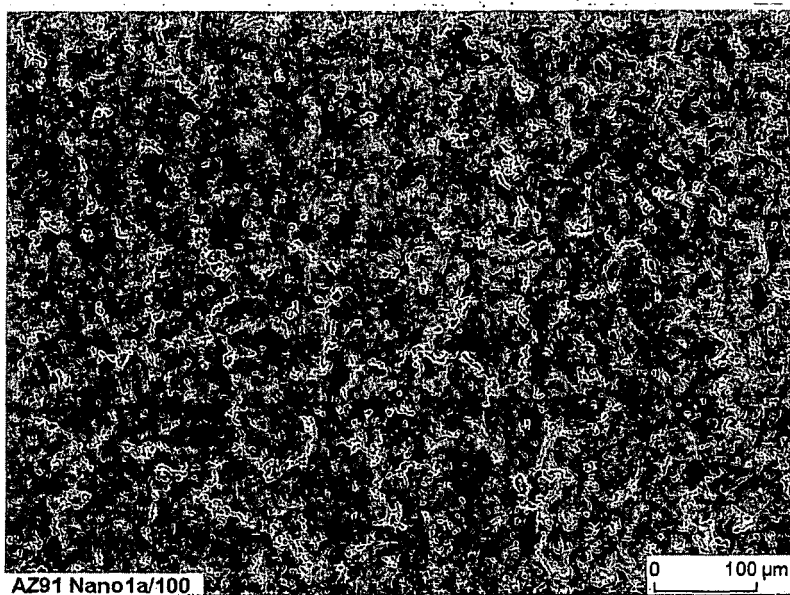


Fig. 2

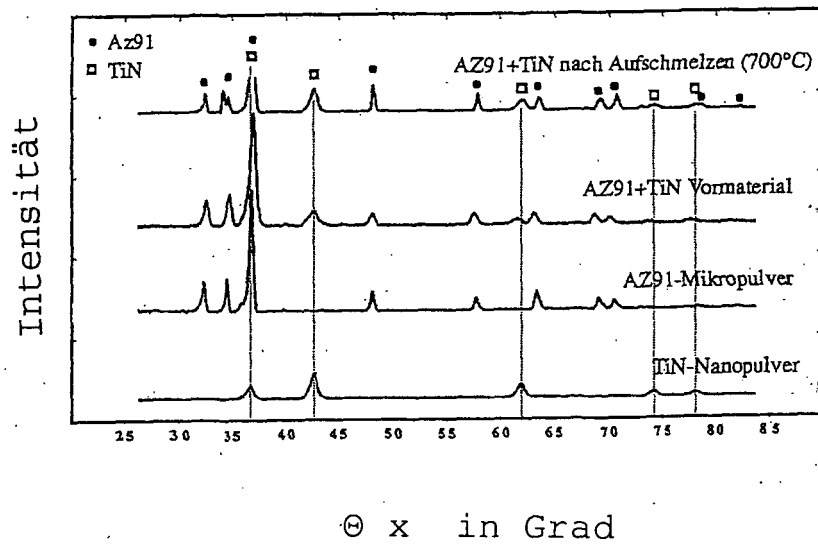


Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 05 01 3728

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                               |                                              |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                           | Betrifft Anspruch                            | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 03/095689 A (GROUPE MINUTIA INC; BOILY, SABIN; ALAMDARI, HOUSHANG, DARVISHI)<br>20. November 2003 (2003-11-20)<br>* das ganze Dokument *   | 1-11                                         | B22D27/20<br>C22C1/03<br>C22C1/10<br>B22F9/04 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 03/033750 A (GROUPE MINUTIA INC; BOILY, SABIN; ALAMDARI, HOUSHANG, D; LAROUCHE, JAC) 24. April 2003 (2003-04-24)<br>* das ganze Dokument * | 1-11                                         |                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                               |                                              | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                               |                                              | B22D<br>C22C<br>B22F                          |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                               |                                              |                                               |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               | Abschlußdatum der Recherche<br>27. Juli 2005 | Prüfer<br>Alvazzi Delfrate, M                 |
| <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/>A : technologischer Hintergrund<br/>O : mündliche Offenbarung<br/>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br/>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br/>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |                                                                                                                                               |                                              |                                               |

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 01 3728

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-07-2005

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 03095689      A                                 | 20-11-2003                    | CA      2386334 A1                | 14-11-2003                    |
|                                                    |                               | AU      2003229453 A1             | 11-11-2003                    |
|                                                    |                               | WO      03095689 A1               | 20-11-2003                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| WO 03033750      A                                 | 24-04-2003                    | CA      2359181 A1                | 15-04-2003                    |
|                                                    |                               | BR      0213304 A                 | 10-05-2005                    |
|                                                    |                               | WO      03033750 A1               | 24-04-2003                    |
|                                                    |                               | CN      1571854 A                 | 26-01-2005                    |
|                                                    |                               | JP      2005505694 T              | 24-02-2005                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82