

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 9150/2005**
PCT/US2005/012170
(22) Anmeldetag: **11.04.2005**
(43) Veröffentlicht am: **15.12.2007**

(51) Int. Cl.⁸: **C22C 19/07** (2006.01),
C22C 27/04 (2006.01),
F42B 1/02 (2006.01),
F42B 1/032 (2006.01),
F42B 1/036 (2006.01)

(30) Priorität:

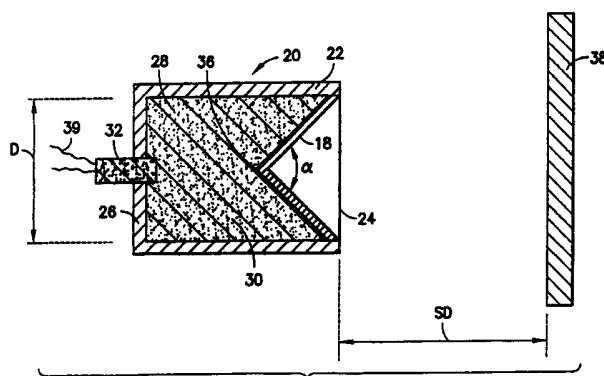
30.04.2004 US 837516 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

AEROJET - GENERAL CORPORATION
98073 REDMOND (US)

(54) **EINPHASIGE WOLFRAMLEGIERUNG FÜR HOHLADUNGSEINLAGEN**

(57) Eine einphasige Metalllegierung zur Formung einer Hohlladungseinlage (18) für einen Penetrationsjet oder einen explosiv ausgebildeten Penetrator, der einen Gefechtskopf bildet, enthält im wesentlichen eine Spur bis 90 Gewichtsprozent Kobalt, 10 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen. Eine bevorzugte Zusammensetzung stellt 16 bis 22 Gewichts- % Kobalt, 35-40 Gewichts- % Wolfram und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen dar. Die Legierung wird bearbeitet und umkristallisiert und dann in das gewünschte Erzeugnis geformt. Neben der Hohlladungseinlage (18) umfassen andere nützliche Produkte einen Splittersprengkopf, ein Sprengkopfgehäuse, Munition, Strahlungsabschirmungen und Beschwerungen.



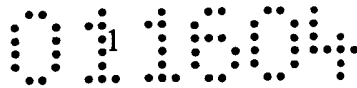
Zusammenfassung

- Eine einphasige Metalllegierung zur Formung einer Hohlladungseinlage (18) für einen Penetrationsjet oder einen explosiv ausgebildeten Penetrator, der einen Gefechtskopf bildet, enthält im wesentlichen eine Spur bis 90 Gewichtsprozent Kobalt, 10 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen. Eine bevorzugte Zusammensetzung stellt 16 bis 22 Gewichts- % Kobalt, 35 - 40 Gewichts- % Wolfram und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen dar.
- 10 Die Legierung wird bearbeitet und umkristallisiert und dann in das gewünschte Erzeugnis geformt. Neben der Hohlladungseinlage (18) umfassen andere nützliche Produkte einen Splittersprengkopf, ein Sprengkopfgehäuse, Munition, Strahlungsabschirmungen und Beschwerungen.

15

(Fig. 3)

20



Einphasige Wolframlegierung für Hohlladungseinlagen

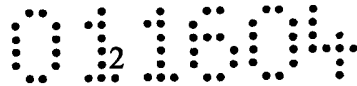
Diese Erfindung bezieht sich auf Materialien zur Bildung einer Hohlladungseinlage.

- 5 Insbesondere liefert eine einphasige Legierung aus Nickel, Wolfram und Kobalt eine Einlage, die im Vergleich zu konventionellen Materialien ein verbessertes Durchbruchverhalten aufweisen und/oder mit weniger Kosten verbunden sind.

- Hohlladungssprengköpfe sind nützlich gegen Ziele mit verstärkten Oberflächen, wie ein
10 gewalzter, homogener Stahlpanzer und bewehrter Beton. Derartige Ziele umfassen Panzer und Bunker. Die Detonation eines Hohlladungssprengkopfes bildet einen länglichen Zylinder mit kleinem Durchmesser aus geschmolzenem Metall aus, der als Penetrationsjet bezeichnet wird. Dieser Jet bewegt sich mit hoher Geschwindigkeit fort, typischerweise mit mehr als 10 km/s. Die hohe Geschwindigkeit des Penetrationsjets in
15 Kombination mit der hohen Dichte des den Jet bildenden Materials erzeugt einen sehr hohen Betrag an kinetischer Energie, die es dem Penetrationsjet ermöglicht, die verstärkte Oberfläche zu durchdringen.

- Einem Penetrationsjet ähnlich ist ein explosiv ausgebildeter Durchstoßkörper
20 (explosively formed penetrator, EFP). Ein EFP wird aus einem Hohlladungssprengkopf gebildet, der eine Einlagekonfiguration aufweist, die verschieden ist von der, die gewöhnlicher Weise einen Penetrationsjet bildet. Der EFP weist einen größeren Durchmesser, kürzere Länge und langsamere Geschwindigkeit als der Hochgeschwindigkeits-Penetrationsjet auf.

- 25 Geeignete Materialien für Hohlladungseinlagen zur Bildung von EFP und Penetrationsjets besitzen geringe Festigkeit, geringe Härte und hohe Duktilität. Bearbeitete Einlagen, die durch Gießen eines Gussblockes gebildet werden, der dann durch eine Kombination von Walzen oder Schmieden und Wärmebehandlung auf ein
30 Blatt der gewünschten Dicke reduziert wird, verwenden entweder teure Ausgangsmaterialien wie Tantal und Silber oder duktile Materialien relativ geringer Dichte wie Eisen (Dichte = 7,8 g/cm³) und Kupfer (Dichte = 8,9 g/cm³). Molybdän (Dichte = 10,2 g/cm³) wird üblicherweise unter Verwendung von Pulvermetallurgie und endformnahes Heißschmieden geformt.



Wie im US-Patent Nr. 6,530,326 von Wendt, Jr. et. al., offenbart werden Einlagen auch aus einer Mischung von Wolframpulver und einem Pulver geringerer Dichte wie Blei, Wismut, Zink, Zinn, Uran, Silber, Gold, Antimon, Kobalt, Zinklegierungen, Zinnlegierungen, Nickel, Palladium und Kupfer gebildet. Der Mischung wird ein Polymer hinzugefügt, um eine Paste zu bilden, die dann in einen Formkörper der gewünschten Einlageform eingebracht wird. Die Einlage wird dann chemisch behandelt, um den größten Teil des Polymers zu entfernen, und aufgeheizt, um das verbleibende Polymer zu entfernen und zu sintern.

10

Der Artikel mit dem Titel „Prospects for the Application of Tungsten as a Shape Charge Liner Material“ von Brown et. al. offenbart Hohlladungseinlagen, die aus einer Mischung von Wolfram, Nickel und Eisenpulver in nominalen Gewichtsmengen von 93% W – 7% Ni – 3% Fe gebildet werden. Die Pulver werden vermischt, verdichtet und flüssigphasengesintert. Es wird offenbart, dass aus diesen Materialien gebildete Einlagejets schnell aufgebrochen sind.

Auf Wolfram basierte Legierungen, die mehr als 90 Gewichtsprozent an Wolfram aufweisen, werden üblicherweise Wolframschwerlegierungen (WHA) bezeichnet und besitzen eine Dichte zwischen 17 g/cm^3 und $18,5 \text{ g/cm}^3$. Eine WHA, die zur Herstellung von auf kinetischer Energie basierender Durchstoßkörper, Splittersprengköpfe, Strahlungsabschirmungen, Beschwerungen und unzähliger anderer Erzeugnisse verwendet wurde, besteht aus einer Mischung von Wolfram, Nickel, Eisen und Kobalt. Die Erzeugnisse werden unter Verwendung eines Verfahrens zur Pulververdichtung gefolgt von Hochtemperatur-Flüssigphasensintern gebildet. Während des Flüssigphasensinterns schmelzen die Nickel, Kobalt und Eisenbestandteile des verdichteten Körpers und lösen einen Teil des Wolfram. Das Resultat ist eine zweiphasige Komposit-Legierung mit reinen Wolframbereichen, die von einer Nickel-Eisen-Kobalt-Wolfram Matrixlegierung umgeben sind. Es wurde beobachtet, dass der Prozentanteil des gelösten Wolfram hoch sein kann.

Es besteht der Bedarf an einem Einlagematerial, das in wirksamer Weise Hohlladungseinlagen und Einlagen für explosiv ausgebildete Penetratoren bildet, und

das nicht mit dem Nachteil der schwachen Jetwirkung der oben beschriebenen zweiphasigen Einlagen behaftet ist und auch nicht unter hohen Kosten oder an den die geringe Dichte betreffenden Problemen der oben beschriebenen bearbeiteten Einlagen leidet.

5

Erfindungsgemäß wird eine einphasige Metalllegierung bereitgestellt, die im wesentlichen von einer Spur bis 90 Gewichts- % Kobalt, von 10 bis 50 Gewichts- % Wolfram und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst. Eine bevorzugte Zusammensetzung besteht aus 16 bis 22 Gewichts- % Kobalt, 35 bis 40

10

Gewichts- % Wolfram und im Rest aus Nickel und unvermeidbaren Verunreinigungen. Diese Legierung kann bearbeitet und umkristallisiert und danach zu einem gewünschten Erzeugnis geformt werden, wie einer Hohlladungseinlage, einem explosiv ausgebildeten Penetrator, einem Splittersprengkopf, einem Sprengkopfgehäuse, Munition, Strahlungsabschirmung und Beschwerungen.

15

Die Metalllegierung kann durch ein Gießverfahren zu einem Barren einer Legierung der gewünschten Zusammensetzung, durch mechanische Verarbeitung des Barrens, um die Legierung in eine gewünschte Form zu bringen, und durch Umkristallisierung der Legierung, gebildet werden.

20

Die Details einer oder mehrerer Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen und der folgenden Beschreibung dargelegt. Weitere Merkmale, Ziele und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen.

25

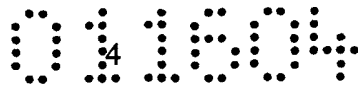
Fig.1 zeigt in einer Fließdiagrammdarstellung ein Verfahren zur Herstellung von Hohlladungseinlagen gemäß der Erfindung.

Fig. 2 ist eine optische Mikroaufnahme der erfindungsgemäßen Legierung im Anschluss an das Schmieden und die Wärmebehandlung.

30

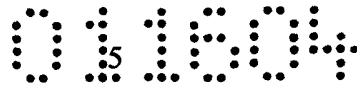
Fig.3 illustriert in einer Querschnittsdarstellung einen erfindungsgemäßen Hohlladungssprengkopf.

Dieselben Bezugszeichen und Benennungen in den verschiedenen Zeichnungen weisen auf dieselben Elemente hin.



Die Legierungen der Erfindung sind einphasig und liegen im Bereich der gamma-Phase des ternären Phasendiagramms Wolfram-Nickel-Kobalt. Sehr breit beinhalten die Legierungen von 0 bis 100 Gewichtsprozent Nickel, 0 bis 100 Gewichtsprozent Kobalt
5 und 0 bis 45 Gewichtsprozent Wolfram. Für eine wirksame Verwendung als Material für eine Hohlladungseinlage entweder für einen Penetrationsjet oder einen explosiv ausgebildeten Durchstoßkörper muss genügend Wolfram vorhanden sein, um eine wirksame Dichte zu erreichen. Als solche erstrecken sich die breiten Zusammensetzungsbereiche der erfindungsgemäßen Legierung von 10 bis 50 Gewichts-
10 % Wolfram, von 0 bis 90 Gewichts- % Nickel und von 0 bis 90 Gewichts- % Kobalt. Besonders bevorzugt enthält die Legierung von 30 bis 50 Gewichts- % Wolfram, 10 bis 30 Gewichtsprozent Kobalt und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen. Eine ganz besonders bevorzugte Zusammensetzung sind 16 – 22 Gewichts- % Kobalt, 35 – 40 Gewichts- % Wolfram und als Ausgleich Nickel und unvermeidbare
15 Verunreinigungen. Eine beispielhafte Legierung beinhaltet 44 Gewichts- % Ni, 37 Gewichts- % Wolfram und 19 Gewichts- % Kobalt, mit einer Dichte von 11,1 g/cm³. Während diese Dichte geringer ist als jene einer WHA, ist die Dichte noch immer höher als jene von üblicherweise verwendeten Hohlladungseinlagematerialien. Eine höhere Dichte lässt sich im allgemeinen übersetzen auf ein besseres
20 Panzerdurchdringungsverhalten bei Hohlladungsanwendungen und Anwendungen explosiv ausgebildeter Penetratoren. Diese Legierung würde gewöhnliche Einlagematerialien wie Eisen, Silber, Kupfer und Molybdän aufgrund des Dichtevorteils übertreffen.

25 Andere Elemente können als teilweiser Ersatz für entweder einen Teil oder alle der einen oder mehreren die Legierung zusammensetzenden Elemente vorhanden sein, vorausgesetzt, dass die Legierung im Einphasenbereich bleibt. Bis zu 50 Gewichtsprozent von Molybdän, Eisen und/oder Kupfer kann hinzugefügt werden als Ersatz für Nickel oder Kobalt im Ganzen oder zum Teil. Vorzugsweise beträgt der
30 Anteil derartiger Substituenten nicht mehr als 25 % der erfindungsgemäßen Legierung und besonders bevorzugt nicht mehr als 5 % der Legierung.



Obwohl teuer und weniger bevorzugt können andere Metalle hoher Dichte wie Platin, Gold, Rhenium, Tantal, Hafnium, Quecksilber, Iridium, Osmium und/oder Uran anstelle eines Teils oder des gesamten Wolfram substituiert werden. Vorzugsweise enthalten die Legierungen nicht mehr als 10 Gewichtsprozent eines oder mehrerer dieser Substituenten hoher Dichte für Wolfram und besonders bevorzugt nicht mehr als 5 Gewichtsprozent eines oder mehrerer dieser Substituenten hoher Dichte.

Bezugnehmend auf Figur 1 werden die Bestandteile der Legierung gemäß der gewünschten Chemie gewogen und in einem Vakuum geschmolzen 10. Wenn die Komponente hoher Dichte Wolfram ist, beträgt die effektive Schmelztemperatur 1600 °C und die Schmelze wird, bevor sie abgekühlt wird, oberhalb ihrer Erstarrungstemperatur für eine Zeit gehalten, die ausreicht um das Wolfram zu lösen, wie z. B. eine Stunde. Die geschmolzene Legierung wird unter Vakuum stehend in eine Form geleert und vakuumgegossen 12, um einen Barren zu formen. Die resultierende Legierung verbleibt nach der Erstarrung einphasig. Daher können standardisierte industrielle Verfahren für die Herstellung verwendet werden. Vakuumguss ähnlich jenem, der für Nickel basierte Superlegierungen verwendet wird, kann angewandt werden. Vakuumgießen findet in der Industrie breite Anwendung und stellt einen mit viel weniger Kosten verbundenen Betrieb dar, als die Guss- oder Pulvermetallurgieverfahren, die derzeit verwendet werden, um auf Tantal und Molybdän basierte Einlagen herzustellen. Die Ausgangsbestandteile, Nickelpulver, Wolframpulver und Kobaltpulver sind wesentlich billiger als Tantal. Folglich wird unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Einlagerohling mit geringen Kosten hergestellt.

25

Die Mikrostruktur nach dem Guss ist sehr rau und hat beschränkte mechanische Eigenschaften. Der Barren wird dann mechanisch bearbeitet 14, z.B. durch Kaltwalzen oder durch Schmieden. Die kalte Bearbeitung umfasst vorzugsweise eine Reduktion des Querschnittsbereich durch Schmieden oder eine Reduktion in der Dicke durch Walzen von 10 % bis 40 % und vorzugsweise von etwa 20 % bis etwa 25 %. Die mechanische Bearbeitung kann einen Tiefzieh- oder Formgebungsprozess umfassen, um einen endnah geformten Rohling herzustellen, der für endgültige Verarbeitung zur Verfügung steht.

Die geformte Legierung wird sodann einer Wärmebehandlung 16 unterzogen bei einer Temperatur, die ausreichend ist, die Legierung umzukristallisieren. Für die bevorzugten erfindungsgemäßen Wolfram-Nickel-Kobalt Ausführungsformen kann die

5 Wärmebehandlung 16 in einer inerten Atmosphäre bei einer Temperatur zwischen 800 °C und 1200 °C eine Stunde lang durchgeführt werden.

Figur 2 ist eine optische Mikroaufnahme mit 100-facher Vergrößerung einer erfindungsgemäßen Wolfram-Kobalt-Nickel Legierung im Anschluss an das Schmieden

10 und die Wärmebehandlung. Die Korngröße besitzt die ASTM Korn Nr. 2,5, was eine Kornverfeinerung im Vergleich zur Guss-Mikrostruktur anzeigt.

Bezugnehmend auf Figur 3 besteht eine Anwendung der erfindungsgemäßen Legierung darin, eine Einlage 18 für eine Hohlladungsvorrichtung 20 zu bilden. Die

15 Hohlladungsvorrichtung 20 weist ein Gehäuse 22 mit einem offenen Ende 24 und einem geschlossenen Ende 26 auf. Üblicherweise ist das Gehäuse 20 in seiner Form zylindrisch, sphärisch oder kugelig. Die Hohlladungseinlage 18 schließt das offene Ende 24 des Gehäuses 22 und definiert zusammen mit dem Gehäuse 22 einen inneren Hohlraum 28.

20

Die Hohlladungseinlage 18 ist üblicherweise konisch in ihrer Form und weist einen relativ kleinen Einschließwinkel α auf. α ist normalerweise von der Größenordnung von 30° bis 90°. Ein sekundärer Sprengstoff 30, wie z.B. plastisch gebundener Sprengstoff (PBX) füllt den inneren Hohlraum 28 aus. Ein primärer Sprengstoff 32,

25 beispielsweise durch Anlegen eines elektrischen Stromes über Drähte 34 detonierbar, kontaktiert den am geschlossenen Ende 26 anliegenden, sekundären Sprengstoff 30 an einem Punkt gegenüber der Spitze 36 der Hohlladungseinlage 18.

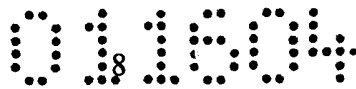
Die Hohlladungsvorrichtung 20 wird abgefeuert, wenn eine gewünschte Abstandsweite

30 SD von einem Ziel 38 eingestellt ist. Die Abstandsweite wird üblicherweise als Vielfaches des Ladungsdurchmessers D ausgedrückt und liegt üblicherweise in der Größenordnung von 3 – 6 mal des Ladungsdurchmessers.

Die Detonation des primären Sprengstoffes verursacht eine Schockwelle im sekundären Sprengstoff, die sich durch den sekundären Sprengstoff fortbewegt und dabei die Hohlladungseinlage zum Zusammenbruch bringt und einen Penetrationsjet ausstößt. Der Penetrationsjet ist ein Zylinder aus flüssigem Metall mit einem relativ kleinen Durchmesser, in der Größenordnung von 2 % des Ladungsdurchmessers, der sich mit sehr hohen Geschwindigkeiten fortbewegt.

Im Allgemeinen stellt die Bulkschallgeschwindigkeit, die definiert ist als die Geschwindigkeit einer Schallwelle durch das Material, eine gutes Maß dafür dar, wie sich ein Material verhalten wird, während ein Hohlladungsjet gebildet wird. Materialien mit hohen Bulkschallgeschwindigkeiten bilden kohärente Jets mit hoher Geschwindigkeit und weisen ein besseres Panzerdurchstoßverhalten auf. Die erfindungsgemäßen Legierungen haben eine Schallgeschwindigkeit höher als jene von Kupfer aber geringfügig kleiner als jene von Molybdän und sollen einen Jet mit einer ausreichenden Geschwindigkeit und einer zusätzlichen Wirkung durch erhöhte Dichte hervorbringen. Während oben als Vakuumguss, einphasig und als Legierung bestehend aus einer Vielzahl diskreter Kristalle beschrieben, könnte die erfindungsgemäße Legierung unter Verwendung eines Verfahrens ähnlich jenem, das zur Herstellung von auf Nickel basierten Superlegierungen für Turbinenmotorblätter verwendet wird, als Einkristall wachsen. Das Einkristallmaterial kann einzigartige Eigenschaften für ballistische Anwendungen aufweisen. Dieses Verfahren könnte Verfahrensschritte zur Formung einer geschmolzenen Mischung einer Legierung umfassen, die sich im wesentlichen zusammensetzt aus einer Spur bis 90 Gewichts- % Kobalt, aus 10 bis 50 Gewichts- % Wolfram und als Rest aus Nickel und unvermeidbaren Verunreinigungen. Sorgsame Steuerung des Formdesigns und der Abkühlrate ergeben eine Erstarrung des Gussmaterials als Einkristall. Das Material wird as-cast verwendet werden, weil die Bearbeitung voraussichtlich zu einer Umkristallisierung führt.

Während die erfindungsgemäße Legierung besonders geeignet ist als Einlage für Hohlladungsvorrichtungen, kann das Material auch Anwendung als hochleistungsfähiger, hohe Dichte aufweisender Ersatz für Gusseisen- und Stahlsplittersprengköpfe und Gehäuse finden. Die erfindungsgemäße Legierung findet auch Anwendung als Ersatz für Bleimaterialien in Munition, Strahlungsabschirmungen



und Beschwerden. Die Legierung weist eine Dichte auf, die äquivalent zu jener von Blei ist, während sie möglicherweise umweltfreundlicher ist. Sie ist auch härter und kann Anwendung bei höheren Temperaturen als für Blei finden.

- 5 Weitere Vorteile der Legierung der Erfindung werden aus dem folgenden Beispiel ersichtlich.

Beispiel

- 10 Eine Legierung mit der Zusammensetzung von 44 Gewichts- % Nickel – 37 Gewichts- % Wolfram – 17 Gewichts- % Kobalt wurde unter Vakuum bei 1600°C geschmolzen und vor der Abkühlung für eine Stunde auf dieser Temperatur gehalten. Für die Legierung wurde eine Dichte von 11,1 g/cm³ gemessen. Die mechanischen Eigenschaften der as-cast Legierung wurden bei Raumtemperatur (nominell 22 ° C)
- 15 gemessen und in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Material	Ultimative Zugfestigkeit		0,2% Offset Dehngrenze		Zugdehnung (%)	Dichte (g/cm ³)	Bulkschall- geschwindigkeit (km/s)
	MPa	(ksi)	MPa	(ksi)			
erfindungsgemäße Legierung (as-cast)	483	70	352	51	22	11.1	4.47
erfindungsgemäße Legierung (geschmiedet und wärmebehandelt)	841	122	538	78	60	11.1	
OFE Kupfer	234	34	69	10	45	8.9	3.93
Armco-Eisen	269	39	172	25	57	7.8	-

Tantal	221	32	159	23	60	16.6	3.39
Silber	179	26	-	-	50	10.5	-
Molybdän	496	72	379	55	-	10.2	5.04

OFE Kupfer = „Oxygen free electronic“ Kupfer (99,99 Gewichts- % Cu Minimum)

Armco-Eisen = Kommerzielles reines Eisen (nominell 99,9 Gewichts- % Fe, 0,015% C und Spuren Mengen von Mn und P.

5 Die Legierung wurde dann kalt bearbeitet mit einer 20 – 25 %igen Reduktion im Querschnittsbereich durch Schmieden und Wärmebehandlung bei einer Temperatur von etwa 1000°C unter Stickstoffatmosphäre für eine Stunde. Die Eigenschaften der geschmiedeten und wärmebehandelten Verbindung wurden gemessen und in Tabelle 1 dargestellt.

10

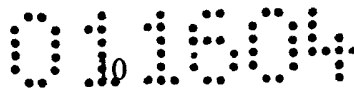
Tabelle 1 vergleicht die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Legierung mit einer Anzahl von konventionellen Materialien, die allgemein als Einlagen für Hohlladungsvorrichtungen verwendet werden. Die Legierung der Erfindung weist signifikant höhere Zugfestigkeit und Dichte auf, eine Zugdehnbarkeit so gut wie Silber und eine Bulkschallgeschwindigkeit höher als jene von Kupfer und Tantal. Die erfindungsgemäße Legierung weist die potentiell beste Kombination von Eigenschaften für eine Hohlladungseinlage auf.

15

Eine bzw. mehrere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden beschrieben. Nichts desto trotz ist dies so zu verstehen, dass verschiedene Modifikationen ausgeführt werden können, ohne vom Wesen und Umfang der Erfindung abzuweichen. Entsprechend umfasst der Umfang der folgenden Ansprüche auch andere Ausführungsformen.

20

25



Patentansprüche

- 5 1. Metalllegierung, die im wesentlichen enthält: eine Spur bis 90 Gewichtsprozent Kobalt; 10 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen.
- 10 2. Metalllegierung nach Anspruch 1, die im wesentlichen enthält: 10 bis 30 Gewichtsprozent Kobalt; 30 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidliche Verunreinigungen.
- 15 3. Metalllegierung nach Anspruch 2, die im wesentlichen enthält: 16 bis 22 Gewichtsprozent Kobalt; 35 bis 40 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen.
- 20 4. Metalllegierung nach Anspruch 2, die ferner enthält: bis zu 50 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Elemente, ausgewählt aus Molybdän, Eisen und Kupfer, als Ersatz für Kobalt und/oder Nickel.
- 25 5. Metalllegierung nach Anspruch 2, die ferner enthält: bis zu 10 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Elemente, ausgewählt aus Platin, Gold, Rhenium, Tantal, Hafnium, Quecksilber, Iridium, Osmium und Wolfram, als Ersatz für Wolfram.
- 30 6. Metalllegierung nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Mikrostruktur aufweist, die einer Kaltbearbeitung und Umkristallisierung entspricht.
7. Metalllegierung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie eingeformt ist in ein Erzeugnis, ausgewählt aus der Gruppe enthaltend einen Splittersprengkopf, ein Sprengkopfgehäuse, Munition, Strahlungsabschirmung und Beschwerung.

8. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator gebildet aus einer Metalllegierung, die im wesentlichen enthält: eine Spur bis 90 Gewichtsprozent Kobalt; 10 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen.
- 5
9. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 8, die im wesentlichen enthält: 10 bis 30 Gewichtsprozent Kobalt; 30 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidliche Verunreinigungen.
- 10
10. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 9, die im wesentlichen enthält: 16 bis 22 Gewichtsprozent Kobalt; 35 bis 40 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen.
- 15
11. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 9, ferner enthaltend: bis zu 50 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Elemente, ausgewählt aus Molybdän, Eisen und Kupfer, als Ersatz für Kobalt und/oder Nickel.
- 20
12. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 9, ferner enthaltend: bis zu 10 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Elemente, ausgewählt aus Platin, Gold, Rhenium, Tantal, Hafnium, Quecksilber, Iridium, Osmium und Wolfram, als Ersatz für Wolfram.
- 25
13. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Mikrostruktur aufweist, die einer Kaltbearbeitung und Umkristallisierung entspricht.
- 30
14. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einer im wesentlichen konischen Form ausgebildet ist.

- 5 15. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einen Sprengkopf eingebaut ist und einen detonierbaren Sprengstoff (30) in Kontakt mit der äußeren Oberfläche des Konus aufweist.
- 10 16. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die im wesentlichen konische Form wirksam ist, bei der Detonation des detonierbaren Sprengstoffes (30) einen Penetrationsjet zu erzeugen.
- 15 17. Hohlladungseinlage (18) oder Einlage für einen explosiv ausgebildeten Penetrator nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die im wesentliche konische Form wirksam ist, um bei der Detonation des detonierbaren Sprengstoffes (30) einen explosiv ausgebildeten Penetrator zu erzeugen.
- 20 18. Verfahren zur Herstellung einer Hohlladungseinlage (18) oder Einlage eines explosiv ausgebildeten Penetrators umfassend die Schritte: Gießen (12) eines Barrens einer Legierung aus einer Spur bis 90 Gewichtsprozent Kobalt, 10 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram und im Rest aus Nickel und unvermeidbaren Verunreinigungen; mechanische Bearbeitung (14) des Barrens, um die Legierung in eine gewünschte Form zu bringen; und Umkristallisierung (16) der Legierung.
- 25 19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung ausgewählt wird aus den Zusammensetzungen mit 10 bis 30 Gewichtsprozent Kobalt, 30 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram und als Rest Nickel.
- 30 20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung unter Vakuum gegossen wird (12).

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Bearbeitungsschritt (14) zu einer Reduktion in der Dicke oder des Querschnittsbereiches von 10% bis 40% führt.
- 5 22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Umkristallisierungsschritt (16) bei einer Temperatur zwischen 800°C und 1200°C stattfindet und in inerter Atmosphäre durchgeführt wird.
- 10 23. Verfahren zur Herstellung einer Hohlladungseinlage (18) oder einer Einlage eines explosiv ausgebildeten Penetrators umfassend die Schritte: Bildung (10) einer geschmolzenen Mischung einer Legierung, die im wesentlichen enthält: eine Spur bis 90 Gewichtsprozent Kobalt; 10 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram; und als Rest Nickel und unvermeidbare Verunreinigungen; Gießen (12) der Legierung in eine Form mit gewünschter Konfiguration der Hohlladungseinlage oder Einlage des explosiv ausgebildeten Penetrators; Erstarren lassen des Gussmaterials als Einkristall.
- 15 24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung ausgewählt wird aus den Zusammensetzungen mit 10 bis 30 Gewichtsprozent Kobalt, 30 bis 50 Gewichtsprozent Wolfram und als Rest Nickel.
- 20 25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Bearbeitungsschritt (14) zu einer Reduktion in der Dicke oder des Querschnittsbereiches von 10% bis 40% führt.
- 25 26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass ein Umkristallisierungsschritt (16) bei einer Temperatur zwischen 800°C und 1200°C vorgesehen ist und in inerter Atmosphäre durchgeführt wird.
- 30

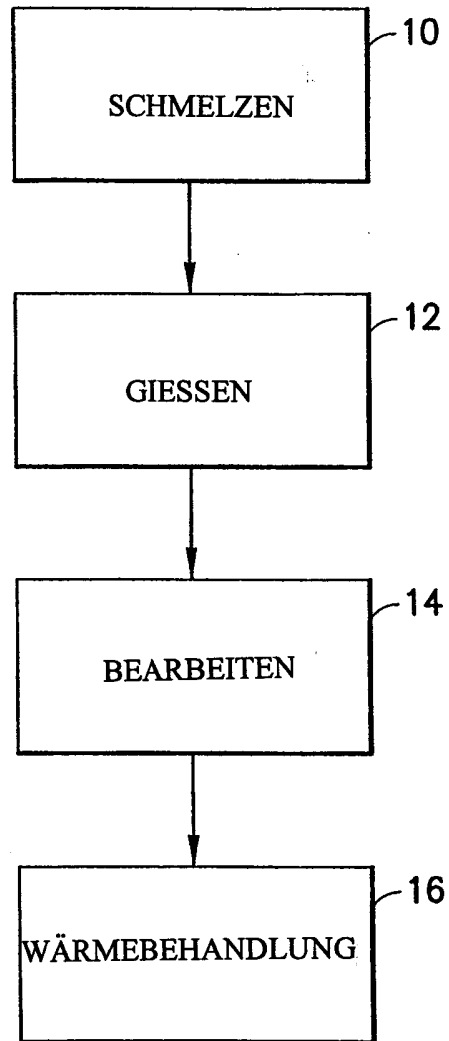
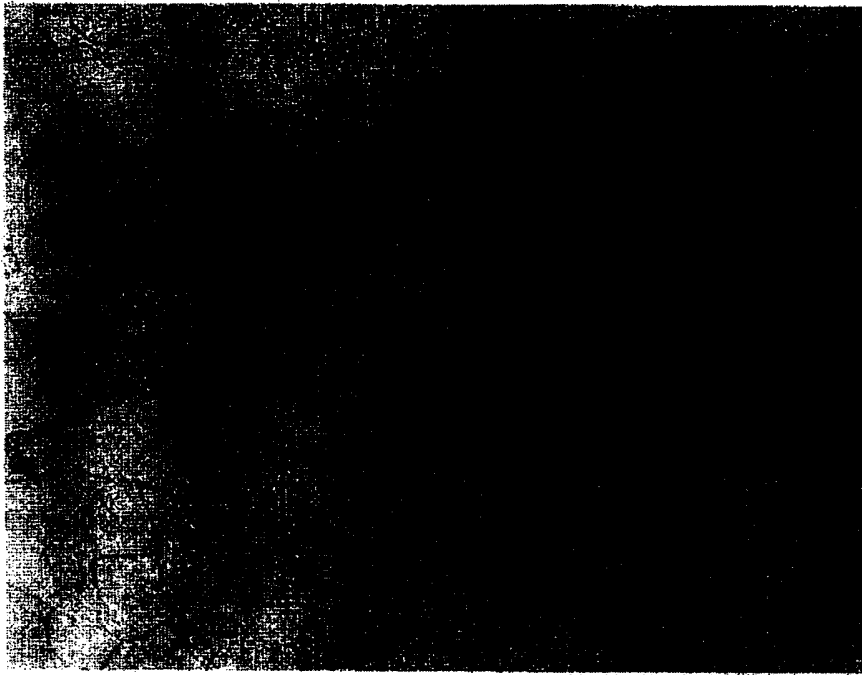


FIG.1

011604

2/3



100 X

FIG.2

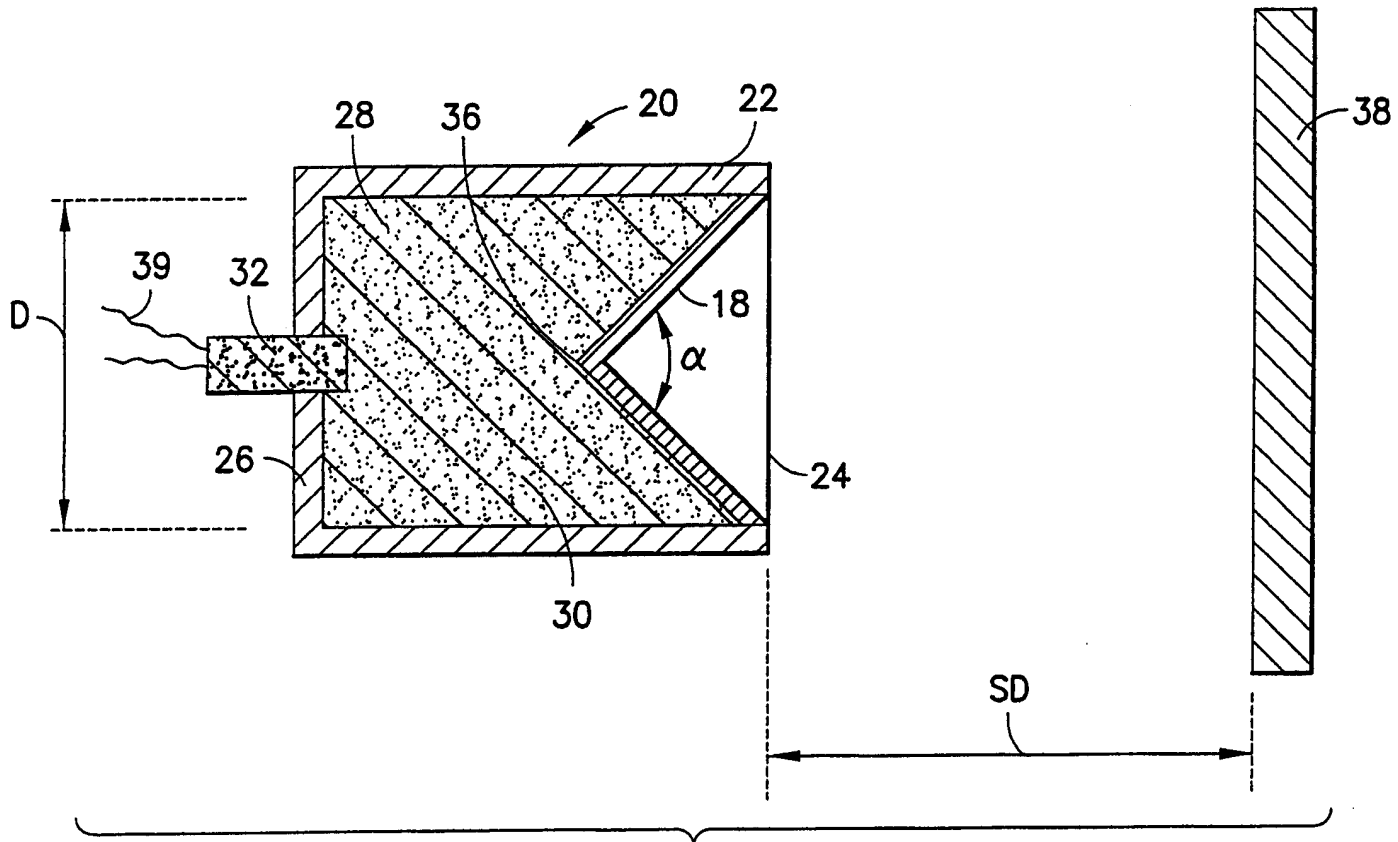


FIG.3

