(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 10 441 T3** 2006.06.14

(12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 682 580 B2**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 10 441.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE94/00092**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 907 035.3**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 94/17943**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.02.1994**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **18.08.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.11.1995**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **20.05.1998**
(97) Veröffentlichungstag des geänderten Patents beim EPA: **01.06.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B23B 27/14*** (2006.01)
C22C 29/08 (2006.01)
C23C 16/30 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
9300376 **05.02.1993** **SE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, CH, DE, FR, GB, IT, LI, SE

(73) Patentinhaber:
Sandvik Intellectual Property HB, Sandviken, SE

(74) Vertreter:
Dr. Weber, Dipl.-Phys. Seiffert, Dr. Lieke, 65183 Wiesbaden

(72) Erfinder:
ÖSTLUND, Ake, S-183 46 Täby, SE; OSCARSSON, Ulf, S-147 40 Tumba, SE; GUSTAFSON, Per, S-141 40 Huddinge, SE; AKESSON, Leif, S-125 51 Älvsjö, SE

(54) Bezeichnung: **Langbohrer mit titancarbonitriden Schneidaufsätzen**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft beschichtete Sintercarbideinsätze mit einer mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, wie aus der US-A-4 830 930 bekannt ist. Weiterhin betrifft sie ein Verfahren zur Herstellung dieser Einsätze. Spezieller betrifft die vorliegende Erfindung beschichtete Einsätze mit verbesserten Eigenschaften bei Anwendungen, die große Kantenzähigkeit verlangen.

[0002] Beschichtete Sintercarbideinsätze mit einer mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone werden heutzutage in großem Umfang für maschinelle Bearbeitung von Stahl und rostfreien Materialien verwendet. Dank der mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone bekommt man eine Ausdehnung des Anwendungsbereiches für das Schneidwerkzeugmaterial.

[0003] Verfahren zur Herstellung von Sintercarbid, das WC, kubische Phase (gamma-Phase) und Bindephase enthält, mit Oberflächenzonen, die mit Bindephase angereichert sind, werden in der Technik als Gradientensinterung bezeichnet und sind durch eine Anzahl von Patenten und Patentanmeldungen bekannt. Beispielsweise gemäß den US-Patenten Nr. 4 277 283 und 4 610 931 werden stickstoffhaltige Zusätze verwendet und findet das Sintern in Vakuum statt, während gemäß der US-Patentschrift Nr. 4 548 786 der Stickstoff in der Gasphase zugegeben wird. Dabei bekommt man in beiden Fällen eine mit Bindephase angereicherte Oberflächenzone, die wesentlich an kubischer Phase verarmt ist. Die US-Patentschrift Nr. 4 830 930 beschreibt eine Bindephasenanreicherung, die man durch Entkohlung nach dem Sintern erhält, wobei eine Bindephasenanreicherung erzielt wird, die auch kubische Phase enthält.

[0004] In der US-Patentschrift Nr. 4 649 084 wird Stickstoffgas in Verbindung mit dem Sintern benutzt, um eine Verfahrensstufe auszuschließen und die Haftung eines anschließend abgeschiedenen Oxidüberzuges zu verbessern.

[0005] Gradientensinterung von Sintercarbideinsätzen nach bekannten Techniken führt für im wesentlichen ebene Oberflächen zu einer mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone, die im wesentlichen frei von kubischer Phase ist. In Kanten und Ecken jedoch erhält man eine komplexe Überlagerung dieses Effektes. Die mit Bindephase angereicherte Oberflächenzone ist in diesen Teilen eines Einsatzes allgemein dünner, und der Gehalt an kubischer Phase in einem Eckenbereich wird in bezug auf jenen einer im wesentlichen ebenen Oberfläche mit einer entsprechenden Verminderung an Bindephasengehalt erhöht, **Fig. 3**. Außerdem ist die kubische Phase in diesem Bereich grobkörniger als im Inneren des Einsatzes, **Fig. 1**.

[0006] Die Kanten eines Schneideinsatzes müssen jedoch einen bestimmten Radius in der Größenordnung von 50 bis 100 µm oder weniger haben, um brauchbar zu sein. Der Kantenradius wird allgemein nach dem Sintern durch eine Kantenabrundung erzeugt. Dabei wird die dünne äußerste mit Bindephase angereicherte Zone vollständig entfernt und der harte spröde Bereich freigelegt. Als ein Ergebnis bekommt man eine harte, aber spröde Kante. Gradientensinterung nach bekannter Methode führt daher im Vergleich mit "gerade", nicht mit einem Gradienten gesinterten Einsätzen zu einem erhöhten Risiko für Probleme mit Sprödigkeit in der Kante, besonders bei Anwendungen, die große Kantenzähigkeit verlangen.

[0007] Dies ist besonders der Fall, wenn man gemäß der technischen Lehre beispielsweise der US-Patentschrift Nr. 4 610 931 sintert, doch auch bei Anwendung der technischen Lehre, die in der schwedischen Patentanmeldung Nr. 9 200 530-5 beschrieben ist, tritt im wesentlichen die gleiche Situation auf.

[0008] Es zeigte sich nun, daß, wenn ein unter Vakuum gesinterter stickstoffhaltiger Sintercarbideinsatz mit einer mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone einer Stickstoff-"Schock"-Behandlung bei einer Temperatur unterzogen wird, bei der die Bindephase flüssig ist, die Kantenzähigkeit erheblich verbessert werden kann. Die Verbesserung bekommt man, während gleichzeitig die Beständigkeit gegen plastische Verformung im wesentlichen konstant bleibt. Die Erfindung ist besonders anwendbar bei Qualitäten mit relativ hohem Gehalt an kubischer Phase.

[0009] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung eines Querschnittes einer Kante eines nach bekannter Technik mit Gradient gesinterten Einsatzes, wobei die schwarzen Flecken kubische Phase wiedergeben und

ER = durchgezogene Linie, die die Kantenrundung nach der Kantenrundungsbehandlung zeigt,
B = mit Bindephase angereicherte Oberflächenzone,
C = mit kubischer Phase angereicherter und an Bindephase verarmter Bereich. Der für Elementaranalyse verwendete Bereich ist durch zwei parallele Linien angezeigt.

[0010] Fig. 2 ist eine Photographie mit einem optischen Lichtmikroskop in tausendfacher Vergrößerung eines Querschnittes der Kante eines Sintercarbideinsatzes nach der Erfindung nach Kantenrundung und Beschichtung.

[0011] Fig. 3 zeigt die Verteilung der Bindephase (Co) und der kubischen Phase (Ti) als eine Funktion des Abstandes von der Ecke entlang einer Linie, wie in Fig. 1 gezeigt, die im wesentlichen die Kante halbiert, in einem mit Bindephase angereicherten Sintercarbideinsatz nach bekannter Methode.

[0012] Fig. 4 zeigt die Verteilung der Bindephase (Co) und der kubischen Phase (Ti) als eine Funktion des Abstandes von der Ecke entlang einer Linie, wie in Fig. 1 gezeigt, die im wesentlichen die Kante halbiert, in einem mit Bindephase angereicherten Sintercarbid nach der Erfindung.

[0013] Fig. 5 ist ein Rasterelektronenmikroskopbild einer Kante eines beschichteten Einsatzes nach dem Stand der Technik, der beim Drehen in rostfreiem austenitischem Stahl verwendet wird.

[0014] Fig. 6 ist ein Rasterelektronenmikroskopbild einer Kante eines beschichteten Einsatzes nach der Erfindung, der beim Drehen in rostfreiem austenitischem Stahl verwendet wird.

[0015] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, das nach herkömmlicher Gradientensinterung entweder als getrennte Verfahrensstufe oder integriert durchgeführt wird. Das Verfahren schließt eine Stickstoffbehandlung in zwei Stufen ein. Um eine reichliche Keimbildung kubischer Phase in der Einsatzoberfläche zu gewährleisten, wird das Verfahren mit einer kurzen, < 5 min, Keimbildungsbehandlung bei erhöhtem Stickstoffdruck, 300 bis 1000 mbar bei einer Temperatur zwischen 1280 und 1450 °C, vorzugsweise 300 bis 600 mbar zwischen 1320 und 1440 °C, begonnen. Dieser Behandlung folgt eine Wachstumsperiode der kubischen Phase bei einem niedrigeren Stickstoffdruck, der für die Bildung einer gleichmäßigen Oberflächenschicht von kubischem Carbid optimal ist, 50 bis 300 mbar 10 bis 100 min, vorzugsweise 100 bis 200 mbar 10 bis 20 min. Das Stickstoffgas wird während des Kühlens auf einer Temperatur gehalten, bei der sich die Bindephase bei 1265 bis 1300 °C verfestigt.

[0016] Das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung ist bei Sintercarbid wirksam, das Titan, Tantal, Niob, Wolfram, Vanadin und/oder Molybdän und eine Bindephase auf der Basis von Kobalt und/oder Nickel enthält. Eine optimale Kombination von Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen plastische Verformung bekommt man, wenn die Menge an kubischer Phase, ausgedrückt als der Gesamtgehalt metallischer Elemente, die kubische Carbide bilden, d. h. Titan, Tantal, Niob usw., zwischen 6 und 18 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 7 und 12 Gew.-% bei einem Titangehalt von 0,5 bis 12 Gew.-% und wenn der Bindephasengehalt zwischen 3,5 und 12 Gew.-% liegt, ist.

[0017] Der Kohlenstoffgehalt liegt vorteilhafterweise unter der Kohlenstoffsättigung, da das Vorhandensein von freiem Kohlenstoff zu Kohlenstoffausfällungen in der mit Bindephase angereicherten Zone führen kann.

[0018] Mit dem Verfahren nach der Erfindung erhält man Sintercarbideinsätze mit verbesserter Kantenzähigkeit in Kombination mit einer hohen Widerstandsfähigkeit gegen plastische Verformung im Vergleich mit bekannter Technik. Das Sintercarbid enthält WC und kubische Phasen auf der Basis von Carbonitrid und/oder Carbid, vorzugsweise mit einem Gehalt von Titan in einer Bindephase auf der Basis von Kobalt und/oder Nickel mit einer allgemein < 50 µm dicken mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone, die im wesentlichen frei von kubischer Phase ist, und mit abgerundete Kanten, d. h. diese Oberflächenzone enthält hauptsächlich WC und Bindephase. Infolge der Kantenabrundung wird diese mit Bindephase angereicherte Zone, die frei von kubischer Phase ist, in der Kante entfernt und erstreckt sich die kubische Phase bis zu der abgerundeten Oberfläche. Die Außenoberfläche der mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone ist mit Ausnahme eines Bereiches etwa < 30 µm auf jeder Seite der Kante wegen der Kantenabrundung im wesentlichen von einer 0,5 bis 3 µm dünnen Schicht kubischer Phase bedeckt. Der Bindephasengehalt entlang einer Linie, die im wesentlichen die Kante halbiert, nimmt zu der Kante hin und mit einem Abstand von < 75 µm von der äußeren abgerundeten Kantenoberfläche zu, und entlang der Linie ist kubische Phase vorhanden. Der mittlere Bindephasengehalt in der äußersten 25 µm dicken Oberflächenzone ist > 1, vorzugsweise 1,05 bis 2, am meisten bevorzugt 1,25 bis 1,75 des Bindephasengehaltes im Inneren des Einsatzes. Fig. 2 zeigt die Mikrostruktur einer Kante nach der Erfindung, und Fig. 4 zeigt die Verteilung von Bindephase und kubischer Phase.

[0019] Sintercarbideinsätze nach der Erfindung werden nach der Kantenabrundung zweckmäßig mit an sich bekannten dünnen verschleißbeständigen Beschichtungen, z. B. TiC, TiN und Al_2O_3, mit CVD- oder PVD-Technik versehen. Vorzugsweise wird als innerste Schicht eine Carbid-, Nitrid- oder Carbonitridschicht, vorzugswei-

se von Titan, aufgebracht.

[0020] Einsätze nach der Erfindung sind besonders geeignet bei Anwendungen, die hohe Kantenzähigkeit verlangen, wie Drehen und Fräsen von rostfreiem Stahl, Gußeisen mit Kugelgraphit und niedriglegiertem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt.

Beispiel 1

[0021] Aus einem Pulvergemisch mit 1,9 Gew.-% TiC, 1,4 Gew.-% TiCN, 3,3 Gew.-% TaC, 2,2 Gew.-% NbC, 6,5 Gew.-% Kobalt und Rest WC mit 0,15 Gew.-% überstöchiometrischem Kohlenstoffgehalt wurden Dreheinsätze CNMG 120 408 gepreßt. Die Einsätze wurden nach Standardmethode mit H_2 bis zu 450 °C für ein Entwachsen und weiter im Vakuum bis 1350 °C und anschließend mit einem Ar-Schutzgas 1 h bei 1450 °C gesintert.

[0022] Während des Kühlens erfolgte eine Behandlung nach der Erfindung. Nach dem Kühlen auf 1380 °C und Evakuieren des Ar-Schutzgases wurden 600 mbar N_2 zugeführt und 1 min gehalten, wonach der Druck auf 150 mbar gesenkt und 20 min konstant gehalten wurde. Das Kühlen wurde unter der gleichen Atmosphäre herab bis auf 1200 °C fortgesetzt, wo Evakuieren und erneutes Auffüllen mit Ar stattfand.

[0023] Die Struktur in der Oberfläche des Schneideinsatzes bestand dann aus einer 25 µm dicken, mit Bindephase angereicherten Zone, die im wesentlichen frei von kubischer Phase war. In dem Bereich unter der Schneidkante hatte sich eine Zone gebildet, wo der Bindephasengehalt mit etwa 30 % im Vergleich mit dem nominalen Gehalt erhöht ist. Dieser Bereich erstreckte sich von 20 µm von der Oberfläche bis zu 100 µm. Im äußersten Teil der Schneidkante war eine Anreicherung grober kubischer Phasenteilchen mit einer Kern-Hüllenstruktur, welche während der anschließenden Kantenabrundungsbehandlung im wesentlichen entfernt wurde. Dabei wurde der mit Bindephase angereicherte Bereich freigelegt.

Beispiel 2 (Vergleichsbeispiel zu Beispiel 1)

[0024] Aus dem gleichen Pulver wie in Beispiel 1 wurden Einsätze des gleichen Typs gepreßt und nach dem Standardteil des Sinterns in Beispiel 1 gesintert, d. h. mit einem Ar-Schutzgas während der Haltezeit bei 1450 °C. Das Kühlen erfolgte unter einem Ar-Schutzgas ohne Hitzebehandlung.

[0025] Die Struktur in der Oberfläche bestand wie im Beispiel 1 aus einer 25 µm dicken, mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone, die im wesentlichen frei von kubischer Phase war.

[0026] In dem Kantenbereich jedoch fehlte der mit Bindephase angereicherte Bereich, und statt dessen war der entsprechende Bereich an Bindephase mit etwa 30 % in bezug auf den nominalen Gehalt verarmt. Der Anteil an kubischer Phase war entsprechend höher. Während der anschließenden Kantenabrundungsbehandlung wurde der mit Bindephase verarmte und mit kubischer Phase angereicherte Bereich freigelegt. Dies ist eine typische Struktur für mit Gradient gesintertes Sintercarbid nach bekannter Methode.

Beispiel 3

[0027] Mit den CNMG 120 408-Einsätzen aus den Beispielen 1 und 2 wurde ein Test als ein unterbrochenes Drehen in einem abgeschreckten und getemperten Stahl SS 2244 durchgeführt. Die folgenden Schneiddaten wurden verwendet:

Geschwindigkeit	= 100 m/min
Vorschub	= 0,15 mm/U
Schneidtiefe	= 2,0 mm

[0028] 30 Kanten jedes Einsatzes wurden bis zum Bruch eingesetzt. Die mittlere Werkzeugstandzeit für die Einsätze nach der Erfindung war 7,3 min und für die Einsätze nach der bekannten Methode 1,4 min.

Beispiel 4

[0029] Die Einsätze aus den Beispielen 1 und 2 wurden bei kontinuierlichem Drehen in einem abgeschreckten und getemperten Stahl mit der Härte HB = 280 getestet. Die folgenden Schneiddaten wurden verwendet:

Geschwindigkeit	= 250 m/min
Vorschub	= 0,25 mm/U
Schneidtiefe	= 2,0 mm

[0030] Das Arbeiten führte zu einer plastischen Verformung der Schneidkante, die als eine Verschleißfläche auf der Freifläche des Einsatzes beobachtet werden konnte. Die Zeit, um eine Verschleißfläche von 0,40 mm zu erhalten, wurde für jeweils fünf Kanten gemessen. Einsätze nach der Erfindung bekamen eine mittlere Werkzeugstandzeit von 10,0 min und solche nach der bekannten Technik eine mittlere Werkzeugstandzeit von 11,2 min.

[0031] Aus den Beispielen 3 und 4 ist ersichtlich, daß Einsätze nach der Erfindung ein erheblich besseres Zähigkeitverhalten als nach bekannter Technik zeigen, ohne daß ihre Widerstandsfähigkeit gegen plastische Verformung signifikant vermindert ist.

Beispiel 5

[0032] Mit Einsätzen aus den Beispielen 1 und 2 wurde ein Werkzeugstandzeittest in austenitischem rostfreiem Stahl (SS 2333) durchgeführt. Der Test bestand aus wiederholtem Plandrehen eines dickwandigen Rohres (Außendurchmesser 90 mm und Innendurchmesser 65 mm). Die folgenden Daten wurden angewendet:

Geschwindigkeit	= 150 m/min
Vorschub	= 0,36 mm/U
Schneidtiefe	= 0 – 3 – 0 mm (variierend)

[0033] Der Test lief bis zu einem maximalen Flankenverschleiß = 0,80 mm oder bis zum Bruch. Als ein Mittelwert für fünf Kanten wurden die folgenden Ergebnisse erzielt.

Stand der Technik	= 11 Schnitte, fünf von fünf Kanten brachen.
Nach der Erfindung	= 51 Schnitte, null von fünf Kanten brachen.

Beispiel 6

[0034] Mit Einsätzen aus den Beispielen 1 und 2 wurde ein Test des Anfangsverschleißes in austenitischem rostfreiem Stahl (SS 2333) durchgeführt. Der Test bestand aus Planschleifen eines dickwandigen Rohres (Außendurchmesser 90 mm und Innendurchmesser 50 mm). Die folgenden Daten wurden angewendet.

Geschwindigkeit	= 140 m/min
Vorschub	= 0,36 mm/U
Schneidtiefe	= 0 – 3 – 0 mm (variierend)

[0035] Das Ergebnis nach einem Schnitt wird durch Untersuchung des Anfangsverschleißes auf der Kante in einem Rasterelektronenmikroskop nach Wegätzen des anhaftenden Werkstückmaterials bewertet. Der bekannte Einsatz hatte kleine Abplatzzerstörungen, **Fig. 5**, während die Einsätze nach der Erfindung keine solche Abplatzungen zeigten, **Fig. 6**.

Patentansprüche

1. Beschichteter Sintercarbidschneideinsatz mit verbesserter Kantenzähigkeit und einem Gehalt von WC und kubischen Phasen auf der Basis von Carbid und/oder Carbonitrid in einer Bindephase auf der Basis von Kobalt und/oder Nickel mit einer an Bindephase angereicherten Oberflächenzone, die im wesentlichen frei von kubischer Phase ist, und mit abgerundeten Schneidkanten, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bindephasengehalt entlang einer Linie, die im wesentlichen die Schneidkante halbiert, zu der Kante hin mit einem Abstand von < 75 µm von der Außenoberfläche der abgerundeten Schneidkante zunimmt, daß entlang dieser Linie kubische Phase vorliegt und daß der Einsatz eine innerste 0,5 bis 3 µm dicke Schicht von kubischer Phase an der Oberfläche der mit Bindephase angereicherten Oberflächenzone hat, ausgenommen in den Schneidkanten.

2. Beschichteter Sintercarbidschneideinsatz nach dem vorausgehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Bindephasengehalt in der äußersten 25 µm dicken Oberflächenzone > 1, vorzugsweise 1,05 bis 2 des Bindephasengehaltes im Inneren des Einsatzes ist.

3. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Sintercarbidschneideinsatzes nach Anspruch 1 mit verbesserter Schneidkantenzähigkeit und einem Gehalt an WC und kubischen Phasen von Carbid und/oder Carbonitrid in einer Bindephase auf der Basis von Kobalt und/oder Nickel mit einer an Bindephase angereicherten Oberflächenzone, welches eine thermische Stickstoffbehandlung und einen Vorgang des Abrundens der Schneidkanten nach dem Sintern, aber vor dem Beschichten umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß diese Behandlung in zwei Stufen mit einer kurzen, < 5 min, Keimbildungsbehandlung bei erhöhtem Stickstoffdruck von 300 bis 1000 mbar bei einer Temperatur zwischen 1280 und 1450 °C begonnen wird, wonach eine Periode mit einem geringeren Stickstoffdruck von 50 bis 300 mbar während 10 bis 100 min folgt, wonach das Stickstoffgas auf einer Temperatur gehalten wird, wo sich die Bindephase bei 1265 bis 1330 °C verfestigt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

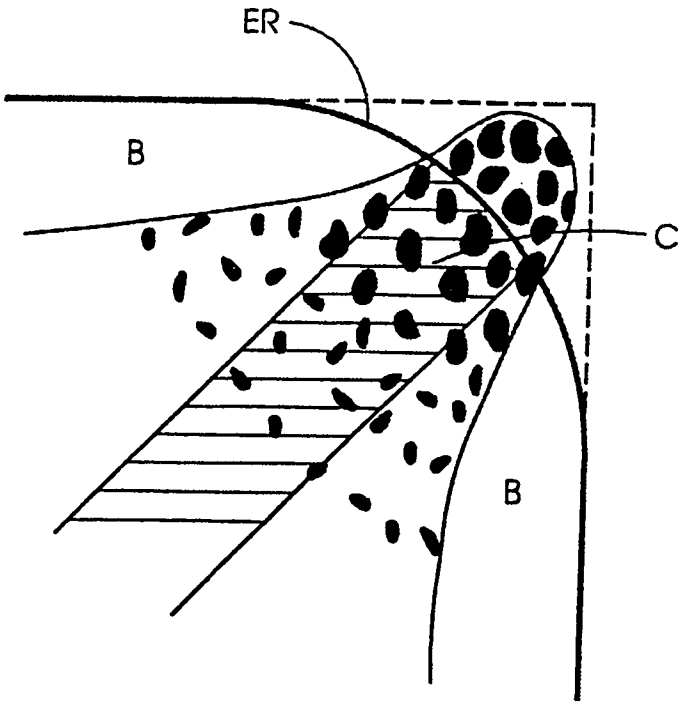


Fig. 1

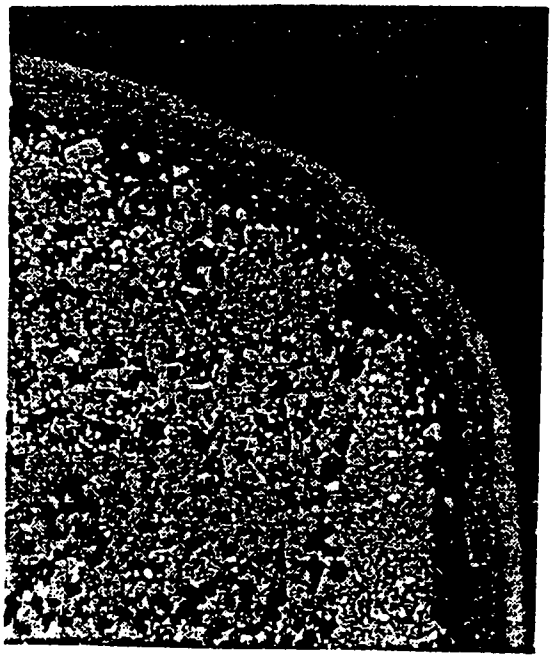


Fig. 2

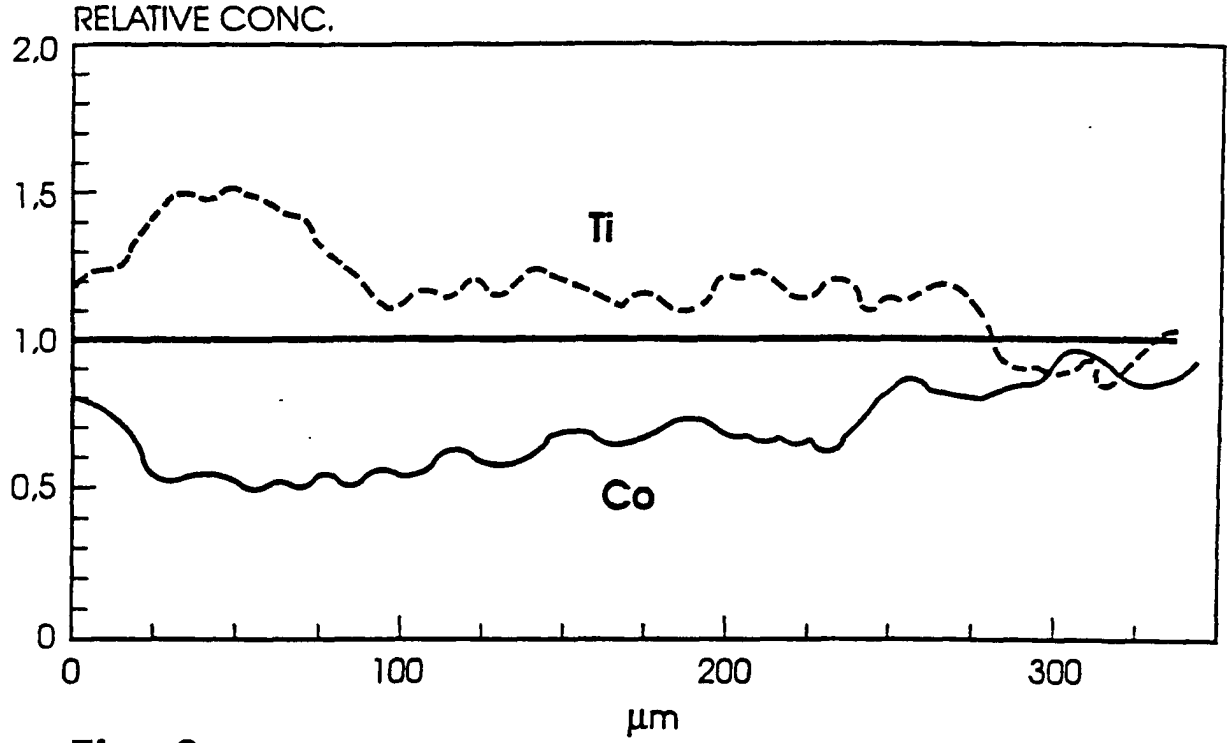

RELATIVE CONC.
2,0
1,5
1,0
0,5
0
Ti
Co
0
100
200
300
µm

Fig. 3

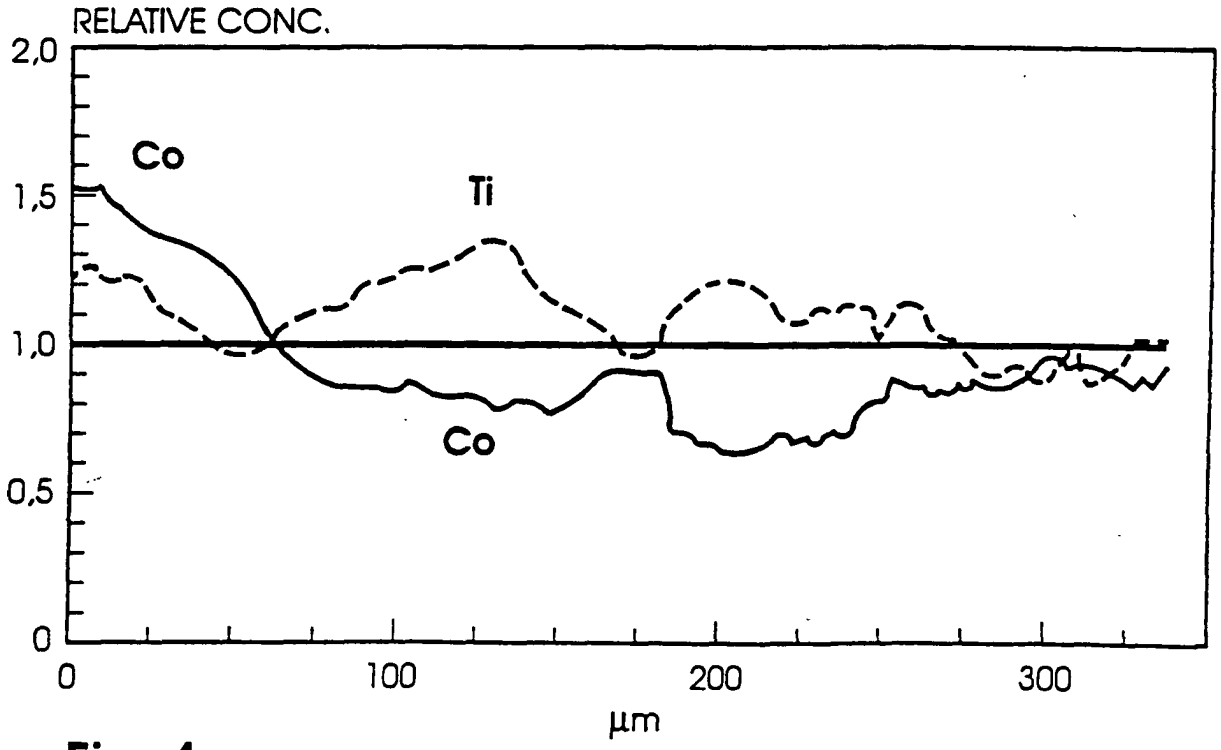

RELATIVE CONC.
2,0
1,5
1,0
0,5
0
Co
Ti
Co
0
100
200
300
µm

Fig. 4

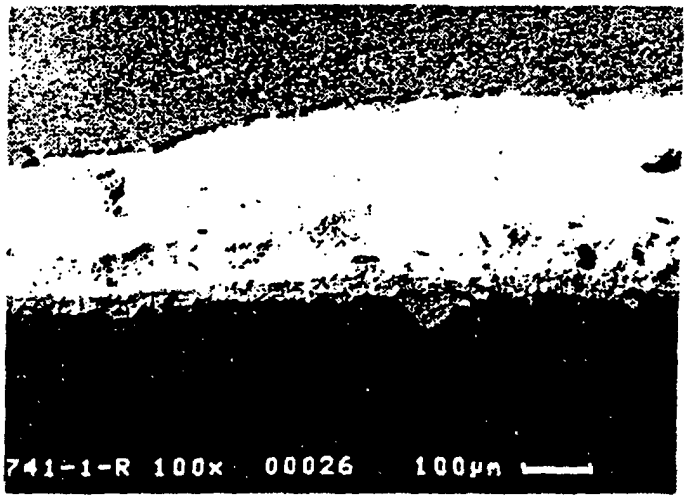


Fig. 5

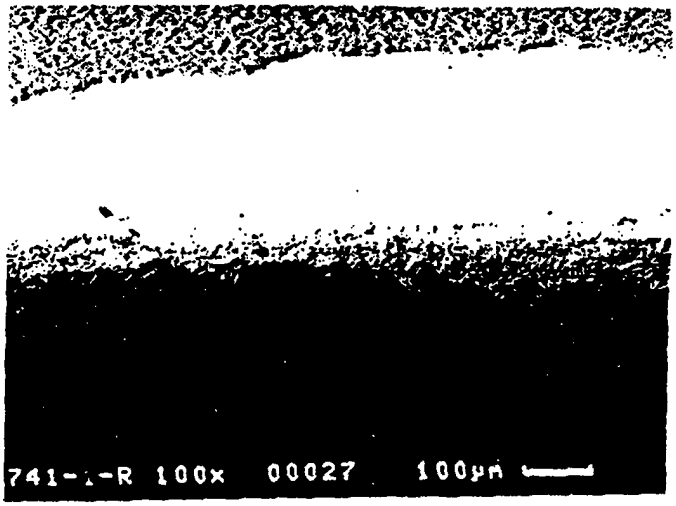


Fig. 6