



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 456 847 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **90109028.2**

51 Int. Cl.⁵: **C23C 4/12**

22 Anmeldetag: **14.05.90**

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86
(2) EPÜ.

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.91 Patentblatt 91/47

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: **BERNEX GMBH**
Postfach 1154
W-4018 Langenfeld(DE)

72 Erfinder: **Verpoort, Clemens M., Dr.**
Fasanenweg 12
W-4019 Monheim(DE)

74 Vertreter: **Lehn, Werner, Dipl.-Ing. et al**
Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte
Arabellastrasse 4 Postfach 81 04 20
W-8000 München 81(DE)

54 **Verfahren zur Herstellung einer Schutzschicht mit hohem Verschleiss- und Korrosionswiderstand aus einer austenitischen Eisenbasislegierung und nach dem Verfahren hergestellte Schutzschicht.**

57 Verfahren zur Herstellung einer Schutzschicht mit hohem Verschleiß- und Korrosionswiderstand aus einer austenitischen Eisenbasislegierung auf der Oberfläche eines als Substrat dienenden Bauteils durch thermisches Spritzen, wobei die Schutzschicht in ihrem Endzustand einen Stickstoffgehalt von mind. 0,2 Gew.-% aufweist. Aufbringen der Schutzschicht durch Flamspritzen, Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeits-Flamspritzen, Lichtbogenspritzen, Unterpulverschweißen, Laseraufschmelzen. Ausgangsmaterialien Pulver oder Drahtform, mit oder ohne Stickstoffgehalt. Varianten: Aufsticken bei Temperaturen von 300-800 °C, 1-1000 bar. Gleichzeitiges Aufsticken und heißisostatisches Pressen zwecks Verdichtung der Schutzschicht.

EP 0 456 847 A1

Technisches Gebiet

Verschleiß- und korrosionsfeste Schutzschichten hoher mechanischer Festigkeit zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften von Bauteilen. Oberflächentechnologie.

Die Erfindung bezieht sich auf die Weiterentwicklung und Vervollkommnung des Aufbringens von Schutzschichten unter Heranziehung von Spritzverfahren und Wärmebehandlungen der Oberflächenzone eines Werkstückes.

Im engeren Sinne betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Schutzschicht mit hohem Verschleiß- und Korrosionswiderstand aus einer austenitischen Eisenbasislegierung auf der Oberfläche eines als Substrat dienenden Bauteiles durch thermisches Spritzen sowie eine nach dem Verfahren hergestellte Schutzschicht.

Stand der Technik

Durch das Druck-Elektroschlacke-Umschmelzverfahren (DESU-Verfahren) lassen sich austenitische Stähle mit sehr hohem Stickstoffgehalt herstellen. Dazu wird die Stahlschmelze unter 30 bar Stickstoffüberdruck für längere Zeit gehalten und Stickstoff wird der Schmelze über Siliziumnitrid zulegiert. Wenn solche stickstofflegierten Schmelzen unter Druck abgekühlt werden, bleibt der hohe, gelöste Stickstoffgehalt im Werkstück erhalten. Es lassen sich Schmiedestücke mit Stickstoffgehalten von 0,5 Gewichtsprozent herstellen. Höhere Stickstoffgehalte lassen sich schmelzmetallurgisch nicht realisieren, da zur Einbringung von Stickstoff entsprechend hohe Silizium-Nitrid-Zugaben beigegeben werden müssen, die zu einem zu hohen Si-Gehalt des Stahles führen würden. Die aufgestickten Bauteile zeichnen sich durch eine sehr hohe Festigkeit infolge der interstitiellen Stickstoffeinlagerung aus. Mit steigendem Stickstoffgehalt nimmt sowohl die Streckgrenze als auch die Zugfestigkeit linear zu. Die Zähigkeit des Werkstoffes wird mit zunehmendem Stickstoffgehalt nicht reduziert. Die Festigkeit dieser Werkstoffklasse, definiert als das Produkt aus der Streckgrenze und der Bruchzähigkeit, ist höher als bei allen herkömmlichen Stählen. Wichtig für den technischen Einsatz dieser Werkstoffe ist aber eine weitere Eigenschaft, und zwar ihre hervorragende Spannungsrißkorrosionsbeständigkeit. Es zeigt sich dabei, daß der Stickstoff als Legierungselement eine Schutzwirkung übernimmt, wie sie bisher nur vom Chrom her bekannt ist.

Neben der schmelzmetallurgischen Herstellung durch das beschriebene DESU-Verfahren gibt es die pulvermetallurgische Herstellung. Dazu wird die Schmelze der austenitischen Stähle in einer Gas-Atomisierungsanlage verdüst. Wenn als Atomisierungsgas Stickstoff verwendet wird, wird eine leicht-

te Aufstickung des Pulvers (ca. 0,1-0,2 Gew.-%) erzielt. Die Stickstoffkonzentration des Pulvers kann durch das im Patent DE-C-3624622 beschriebene heiß-isostatische Preßverfahren weiter erhöht werden. Nach dem dort beschriebenen Verfahren lassen sich Stickstoffgehalte von über 1,2 Gew.-% Stickstoff im Pulver erzielen.

Das Aufbringen von Oberflächenschichten aller Art aus metallischen und/oder keramischen Werkstoffen durch zahlreiche sog. "thermische Spritzverfahren" ist ansich aus vielen Veröffentlichungen bekannt. Darunter zählen das Flammsspritzen, Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen usw. Als Ausgangsmaterialien werden die Werkstoffe, die die Oberflächenschicht aufbauen sollen, sowohl in Draht-, Bandwie in Pulverform dem entsprechenden Apparat zugeführt. Außerdem sind die Verfahren zu erwähnen, die als Energiequelle zum Erhitzen und Schmelzen der Werkstoffe einen Laserstrahl benutzen.

Zum Stand der Technik werden die folgenden Druckschriften zitiert:

- DE-C-3624622
- J.J. Kaiser, R.A. Miller, "Inert gas improves arc-sprayed coatings" *Advanced Materials & Processes*, 12/89, S. 37-40
- W.E. Stanton, "Metal spraying unter protective atmospheres" *The Engineers Digest*, 20 No. 11, 1959, S. 445-447
- J. Foct, A. Hendry, "High Nitrogen Steels, HNS 88" *Proceedings of the international conference, Lille, Frankreich, 18.-20.Mai 1988, The Institute of Metals 1989*
- G. Stein, J. Menzel "Nitrogen-Alloyed-Steels for High-Strength and High-Temperature Applications in Steam Turbines" *2. International Congress on High Nitrogen Steels, Aachen 1990 (erscheint demnächst)*

40 Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer verschleiß- und korrosionsfesten Oberflächenschicht aus einer austenitischen Eisen- Basislegierung auf einem als Substrat dienenden Bauteil anzugeben, wobei grundsätzlich das Thermische Spritzen zur Anwendung kommen soll. Die Schutzschicht soll hohe mechanische Festigkeit auch bei höheren Temperaturen aufweisen, langfristig stabil sein und darf sich im Verlauf des Betriebes chemisch-physikalisch nicht verändern. Das Verfahren soll kostengünstig, reproduzierbar und mit einfachen Mitteln durchführbar sein. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß im eingangs erwähnten Verfahren die Schutzschicht in ihrem Endzustand einen Stickstoffgehalt von mind. 0,2 Gewichts-% aufweist.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Die Erfindung wird durch die nachfolgenden, durch Figuren näher erläuterten Ausführungsbeispiele beschrieben.

Dabei zeigt:

- Fig. 1 Das Verfahrensprinzip allgemein sowie eine schematische Darstellung einer Pulverspritzvorrichtung. Alternativ zusätzlich allseitige Schutzgasatmosphäre
- Fig. 2 Das Verfahren sowie die Vorrichtung zur Aufstickung der Spritzpulver und zum Aufbringen der Schutzschicht
- Fig. 3 Das Verfahren sowie die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigem Pulver und einer Hochgeschwindigkeits-Flammspritzpistole
- Fig. 4 Das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigem Pulver und einem Unterpulver-Lichtbogen
- Fig. 5 Das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung eines stickstoffhaltigen Drahtes und einer Draht-Flammspritzpistole
- Fig. 6 Das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigen Hülldrähten als Elektroden und einem offenen Lichtbogen. Alternativ: Spritzdraht aus massivem, aufgesticktem austenitischen Stahldraht
- Fig. 7 Das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von nicht stickstoffhaltigem Pulver und nachträglicher Aufstickung der porösen Oberflächenschicht
- Fig. 8 Das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigem Pulver und einem Laserstrahl als thermischer Energiequelle
- Fig. 9 Das Verfahren und die Vorrichtung einer Anlage zum heißisostatischen Pressen zwecks Aufstickens und Oberflächenverdichtens

Fig. 1 zeigt das Verfahrensprinzip allgemein sowie eine schematische Darstellung einer Pulverspritzvorrichtung. Alternativ: Zusätzlich allseitige Schutzgas-Atmosphäre aus Stickstoff. 1 ist das zu beschichtende, als Substrat dienende Bauteil, im vorliegenden Fall am Beispiel einer Walze oder Trommel. 2 ist die verschleiß- und korrosionsfeste metallische Schutzschicht. Die Figur zeigt den Beginn des Aufbringens der Schutzschicht 2 auf das Bauteil 1. 3 stellt die Vorrichtung zum thermischen Aufbringen der thermischen Schutzschicht ganz allgemein dar. Das Bezugszeichen 3 steht prinzipiell

für jede Art Vorrichtung (Spritzpistole, Plasmabrenner, Lichtbogen usw.). Im vorliegenden Fall gilt die Figur speziell für die Flammspritzpistole. Das Bezugszeichen 4 steht für das Metallpulver allgemein. 5 bedeutet die durch einen Pfeil markierte Zuführung der Metallpulver allgemein. 6 ist das Treibgas (Trägergas), dessen Strömungsrichtung durch einen Pfeil angedeutet ist. Als Treibgas kommen allgemein Stickstoff oder eine Stickstoff-/Argon-Mischung (Symbole N_2 bzw. N_2/Ar) infrage. 7 stellt den Metall-/Gasstrahl dar, der auf die Oberfläche des Bauteils 1 aufgeschleudert wird. 8 ist ein Schutzgasschild, durch Pfeile mit dem Symbol N_2 angedeutet. Alternativ besteht der Schutzgasschild aus einer Stickstoff-/Edelgasmischung oder aus einem reinen Edelgas. Mit dem Bezugszeichen 9 ist alternativ eine Schutzgaskammer angedeutet (strichpunktierte Kursivlinie am Beispiel eines Behälters unter Verwendung von Stickstoff als Schutzgas).

In Fig. 2 ist das Verfahren sowie die Vorrichtung zur Aufstickung und zum Aufbringen der Schutzschicht schematisch dargestellt. 10 ist Fe/Cr/Mn-Pulver (nicht stickstoffhaltig), das im vorliegenden Fall als Ausgangsmaterial dient. 11 stellt die Zufuhr des Fe/Cr/Mn-Pulvers (durch vertikalen Pfeil angedeutet) in die heißisostatische Presse dar. 12 ist ein offener Behälter zur Wärmebehandlung der Pulver. 13 bedeutet die Zufuhr von Stickstoff N_2 zum Behälter 12 zwecks Aufstickung des Pulvers 10. 14 ist die heißisostatische Presse (Stickstoffdruck 1-2000 bar, $T = 400-1100^\circ C$). Das Bezugszeichen 15 bedeutet Fe/Cr/Mn/N-Pulver (stickstoffhaltig) und der vertikale Pfeil 16 die Zufuhr dieses Pulvers zur Vorrichtung 3 (Spritzpistole). Die übrigen Bezugszeichen 1, 2, 6, 7, 8 stimmen mit denjenigen der Figur 1 überein.

Fig. 3 bezieht sich auf das Verfahren sowie die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigem Pulver und einer Hochgeschwindigkeits-Flammspritzpistole. Die Bedeutung der Bezugszeichen 1, 2, 7, 8, 15 und 16 ist die gleiche wie in Figuren 1 und 2 und kann aus letzteren entnommen werden. 17 ist eine Hochgeschwindigkeits-Flammspritzpistole, welche eine Mischkammer 18 zur Erzeugung eines Brennstoff-Sauerstoffgemisches und eine Brennkammer 19 aufweist. 20 ist die Brennstoffzufuhr (Symbole H_2 ; CH_4) und 21 die Sauerstoffzufuhr (Symbol O_2). Selbstverständlich können auch andere Kohlenwasserstoffe (Propan, Propylen etc.) als Brennstoff verwendet werden. 22 stellt das inerte Pulver-Treibgas dar, welches in der Regel aus Stickstoff (Symbol N_2) oder einem Stickstoff/Argon-Gemisch (Symbol N_2/Ar) besteht. Die Zufuhr der gasförmigen Medien ist jeweils durch Pfeile gekennzeichnet.

Fig. 4 zeigt das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigem Pulver

und einem Unterpulver-Lichtbogen. Das Bauteil 1 wird mit einer losen Pulverschüttung 23 aus Fe/Cr/Mn/N-Pulver bedeckt. Unter dieser Pulverschicht brennt ein verdeckter Lichtbogen 25 zwischen nichtkonsumierbaren Wolframelektroden 24. Das Verfahren ähnelt etwas dem Unterpulver-Lichtbogenschweißen, mit dem Unterschied, daß hier statt des konsumierbaren, das Schweißgut bildenden Drahtes als Elektroden Wolframstäbe und statt des schlackenausbildenden inerten Pulvers Metallpulver, das die Oberflächenschicht bildet, vorgesehen ist. Die restlichen Bezugszeichen s. Figuren 1 und 3.

In Figur 5 ist das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung eines stickstoffhaltigen Drahtes und einer Draht-Flammspritzpistole schematisch dargestellt. Die Bezugszeichen 1, 2, 6, 7, 8, 20 und 21 sind in Fig. 1 und 3 erklärt. 26 ist eine übliche Draht-Flammspritzpistole, in die axial ein Fe/Cr/Mn/N-Draht 27 eingeführt wird. 28 (Pfeil) stellt die Zufuhr eines zu schmelzenden Fe/Cr/Mn/N-Drahtes dar. 29 sind die flüssigen Metallpartikel, die auf die Oberfläche des zu beschichtenden Bauteils 1 geschleudert werden.

Die Figur 6 bezieht sich auf das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigen Hülldrähten als Elektroden und einem offenen Lichtbogen. Alternativ können auch Spritzdrähte aus massivem Fe/Cr/Mn/N-Stahl mit hohem Stickstoffgehalt verwendet werden. Die Drahtelektrode 30 aus Hülldraht ist in der Figur unten nochmals im Längsschnitt vergrößert dargestellt. Der Hülldraht ist aus einem aus Fe/Cr/Mn/N-Pulver bestehenden Kern mit vergleichsweise hohem Stickstoffgehalt und einer Hülle aus einem duktilen Metall oder aus Kunststoff aufgebaut. 33 stellt die Zufuhr des zu schmelzenden Hülldrahtes 30 dar. Zwischen den beiden Hülldrähten 30 brennt der offene Lichtbogen 34. 35 ist die Zerstäubungsdüse, durch die das Zerstäubungstreibgas 36 zugeführt wird (Pfeil N₂). Alle übrigen Bezugszeichen entsprechen denjenigen der vorangegangenen Figuren.

Figur 7 zeigt Verfahren und Vorrichtung unter Verwendung von nicht stickstoffhaltigem Pulver und nachträglicher Aufstickung der porösen Oberflächenschicht. Das obere Bild zeigt den Beschichtungsvorgang am Beispiel einer Walze. Das nicht stickstoffhaltige Fe/Cr/Mn/Pulver 10 wird mittels Spritzpistole auf das Bauteil aufgeschleudert und auf diese Weise eine Oberflächenschicht 37 hergestellt. Das mittlere Bild zeigt den Aufstickungsprozeß. Das beschichtete Bauteil befindet sich in einem Ofen 38 für das isotherme Glühen in Stickstoffatmosphäre. 39 ist die Zufuhr von Stickstoff zur Aufstickung der Oberflächenschicht 37 (Symbol und Pfeil N₂). 40 stellt die Stickstoffumspülung der Oberflächenschicht dar (Trajektorien mit Pfeil). Der Stickstoff-Partialdruck pN₂ ist mit Pfeilen angedeu-

tet. Das untere Bild zeigt den Aufstickungsprozeß im Fall des Durchlauf-Aufstickverfahrens im Längsschnitt. Der horizontale Pfeil deutet die Vorschubrichtung an. 41 ist eine ringförmige Heizeinrichtung (Induktionsspule, Widerstandselemente), die von ebenfalls ringförmigen Stickstoffbrausen 42 flankiert werden. Letztere dienen zur Umspülung der porösen Oberflächenschicht 37 zwecks Aufstickung. Auf diese Weise wird ähnlich einem Zonenglühprozeß die Schutzschicht 2 am Austritt aus der Heizeinrichtung 41 gebildet.

In Figur 8 ist das Verfahren und die Vorrichtung unter Verwendung von stickstoffhaltigem Pulver und einem Laserstrahl als thermischer Energiequelle dargestellt. Die Oberfläche des Bauteils 1 wird mit einem senkrecht auftreffenden Laserstrahl 43 (Symbol hv) beaufschlagt. Zufuhr 16 des stickstoffhaltigen Fe/Cr/Mn/N-Pulvers 15 erfolgt schräg zum Laserstrahl 43 über das Zufuhrrohr 44. Es bildet sich die Laser-Schmelzzone 45 aus, welche nach der Erstarrung die Schutzschicht 2 liefert. Die Vorschubrichtung des Bauteils 1 ist durch einen horizontalen Pfeil angedeutet.

In Figur 9 ist das Verfahren und die Vorrichtung einer Anlage zum heiß-isostatischen Pressen zwecks Aufstickens und Oberflächenverdichtens dargestellt. Das obere Bild zeigt das Bauteil nach dem Aufbringen der porösen Oberflächenschicht 37 aus Fe/Cr/Mn (nicht stickstoffhaltig). Das untere Bild zeigt den kombinierten Aufstickungs- und Verdichtungsprozeß. 46 ist ein Ofen und gleichzeitig ein Druckbehälter für heiß-isostatisches Pressen und für Aufstickens des beschichteten Bauteils. 47 stellt die Zufuhr von Stickstoff (Symbol N₂ und Pfeil) zum heiß-isostatischen Pressen dar. Der Vorgang ist durch die Symbole pN₂ mit Pfeil für den Stickstoffpartialdruck dargestellt. Letzterer kann 1-2000 bar betragen, die Temperatur zwischen 400 und 1100 °C.

Ausführungsbeispiel 1:

Vergl. Fig. 1

Ein für chemische Prozesse mit chloridhaltigen Medien bestimmter Behälter von 1200 mm Durchmesser und 3000 mm Länge aus einem Stahl wurde durch Plasmaspritzen auf seiner Innenseite (vergl. Substrat) mit einer verschleiß- und korrosionsfesten Schutzschicht 2 aus einem austenitischen Werkstoff versehen. Als Ausgangsmaterial wurde ein Pulver der Körnung 5-45 µm mit der folgenden Zusammensetzung verwendet:

Cr	= 18 Gew.-%
Mn	= 18 Gew.-%
c	<= 0,02 Gew.-%
Fe	= Rest

Das Metallpulver 4 wurde in die Vorrichtung 3 - im vorliegenden Fall ein Plasmabrenner - injiziert

und mittels Treibgas 6 (im vorliegenden Fall eine N₂/Ar-Mischung) unter Zuhilfenahme eines aus Stickstoff bestehenden Schutzgasschildes 8 in Tropfenform auf das Substrat aufgeschleudert. Die Plasmaflamme hatte eine Temperatur von 10000 °C und die Geschwindigkeit des Gasstrahles betrug ca. 100 m/s. Beim Durchlaufen des Plasma-brenners erfolgte eine Aufstickung der Metallpartikel bis zu einem Stickstoffgehalt von ca. 0,2 Gew.-% Die Dicke der Schutzschicht 2 betrug durchschnittlich 0,3 mm. Die Anschlußleistung der Vorrichtung 3 (Plasmabrenner) betrug 80 kW, die Beschichtungsleistung ca. 4 kg/h.

Ausführungsbeispiel 2:
Vergl. Fig. 1

Ein Behälter entsprechend Beispiel 1 wurde auf seiner Innenseite beschichtet. Dabei wurde prinzipiell gemäß Beispiel 1 vorgegangen. Das Metallpulver 4 hatte die gleiche Zusammensetzung. Als Treibgas (Trägergas) 6 wurde jedoch reiner Stickstoff verwendet und das Verfahren wurde vollständig unter Stickstoffatmosphäre in einer Schutzgaskammer 9 unter einem Druck von 1,5 bar durchgeführt. Der Stickstoffgehalt der Schutzschicht 2 betrug durchschnittlich 0,4 Gew.-%.

Ausführungsbeispiel 3:
Vergl. Fig. 2

Eine Walze für die Textilindustrie von 90 mm Durchmesser und 1100 mm Länge aus niedriglegiertem Stahl wurde durch Plasmaspritzen auf ihrer Oberfläche mit einer Schutzschicht 2 versehen. Als Ausgangsmaterial wurde ein Pulver ähnlicher Zusammensetzung und Korngröße - wie unter Beispiel 1 beschrieben - verwendet. Das nicht stickstoffhaltige Pulver wurde zunächst in einem Behälter 12 in einer heißisostatischen Presse unter Zufuhr von Stickstoff 13 einer Druckwärmebehandlung unterzogen. Diese Behandlung bestand in einem Glühen bei Temperaturen zwischen 350 und 850 °C während 1 Stunde und einem Druck von 1,5-10 bar unter Stickstoffatmosphäre. Das aufgestickte Pulver wurde dann als Fe/Cr/Mn/N-Pulver 15 in eine Niederenergie-Flammspritzpistole 3 gefördert. Als Treibgas 6 wurde Stickstoff verwendet. Die Gasgeschwindigkeit betrug ca. 200 m/s, die Flammspritztemperatur ca. 2000 °C. Die durchschnittliche Dicke der Schutzschicht 2 erreichte den Wert von 0,5 mm. Die Auftragsleistung betrug ca. 5 kg/h. An der fertigen Schutzschicht 2 konnte eine Stickstoffmenge von durchschnittlich 2,8 Gew.-% analytisch festgestellt werden.

Ausführungsbeispiel 4:
Vergl. Fig. 2

Gemäß Beispiel 3 wurde eine Walze mit einer Schutzschicht 2 versehen. Dabei wurde das Ausgangspulver 10 Fe/Cr/Mn während 2 Stunden in einer heißisostatischen Presse einer Stickstoffatmosphäre unter einem Druck von 5 bar bei einer Temperatur von 600 °C unterworfen. Die fertige Schutzschicht wies einen Stickstoffgehalt von 3,2 Gew.-% auf.

Ausführungsbeispiel 5:
Vergl. Fig. 3

Ein Plattenzylinder (vergl. Substrat 1) für eine Druckereimaschine wurde durch Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen ("Jet Kote-Verfahren") mit einer Schutzschicht 2 versehen. Der Plattenzylinder bestand aus Stahl und hatte einen Durchmesser von 275 mm und eine Länge von 1700 mm. Als Ausgangsmaterial wurde ein stickstoffhaltiges Pulver 15 (Fe/Cr/Mn/N) mit einer mittleren Partikelgröße von 30 µm gewählt. Das Pulver 15 hatte die nachfolgende Zusammensetzung:

Cr	= 18,25 Gew.-%
Mn	= 19,41 Gew.-%
Ni	= 0,70 Gew.-%
Mo	= 0,06 Gew.-%
Si	= 0,42 Gew.-%
C	= 0,063 Gew.-%
P	<= 0,03 Gew.-%
S	<= 0,004 Gew.-%
N	= 0,80 Gew.-%

Die Hochgeschwindigkeitsflammspritzpistole 17 wurde mit Propan (vergl. Brennstoffzufuhr 20) und mit Sauerstoff (vergl. Sauerstoffzufuhr 21) betrieben. Die Flammtemperatur betrug ca. 2400 °C. Als Treibgas (Trägergas) 22 wurde Stickstoff verwendet. Im Metall-/Gasstrahl 7 wurden Partikelgeschwindigkeiten von über 500 m/s erreicht. Zum Schutz des Metall-/Gasstrahles 7, in welchem Gasgeschwindigkeiten bis zu 1500 m/s auftraten, wurde zusätzlich ein Schutzgasschild 8 aus Stickstoff verwendet. Die Auftragsleistung betrug ca. 5 kg/h. Die Schutzschicht 2 hatte eine Dicke von 0,8 mm und wies einen Stickstoffgehalt von 0,65 Gew.-% auf.

Ausführungsbeispiel 6:
Vergl. Fig. 4

Eine 30 mm dicke Stahlplatte (austenitischer, korrosionsbeständiger Stahl) wurde mit einer 2 mm dicken Schutzschicht 2 versehen. Zu diesem Zweck wurde das Unterpulver-Lichtbogen-Schweißverfahren unter Verwendung von nichtkonsumierbaren Wolframelektroden 24 herangezogen. Als Ausgangsmaterial wurde ein stickstoffhaltiges Fe/Cr/Mn/N-Pulver 15 mit 1,2 Gew.-% Stickstoff

und einer max. Partikelgröße von 60 µm verwendet. Die Höhe der losen Pulverschüttung betrug durchschnittlich 6-8 mm. Um das Pulver und die Elektroden vor Oxidation zu schützen, wurde mit einem Schutzgasschild 8 aus Stickstoff gearbeitet. Die Stromstärke des Lichtbogens betrug ca. 160 Ampere, der Vorschub ca. 200 mm/min. Es wurde eine Schweißraupe von ca. 8 mm Breite erzielt. Für großflächige Beschichtungen wurden mehrere gestaffelt angeordnete Elektrodenpaare mit ihren Lichtbögen verwendet. Die Schutzschicht 2 hatte einen durchschnittlichen Stickstoffgehalt von 1,05 Gew.-%.

Ausführungsbeispiel 7:
Vergl. Fig. 5

Eine Walze (Substrat 1) wurde nach dem Drahtflammspritzverfahren beschichtet. Zu diesem Zweck wurde zunächst aus einem schmelzmetallurgisch (DESU-Anlage) hergestellten Barren der Zusammensetzung gem. Beispiel 5 durch Walzen und Ziehen ein Draht von ca. 3 mm Durchmesser hergestellt. Die Draht-Flammspritzpistole 26 wurde mit Methan als Brennstoff (20) und Sauerstoff (21) betrieben. Die Flammentemperatur betrug ca. 2200 °C, die Auftragsleistung 5 kg/h. Als Treibgas 6 wurde Stickstoff verwendet. Die Gasgeschwindigkeit betrug ca. 200 m/s. Der Stickstoffgehalt der 1,2 mm dicken Schutzschicht 2 war durchschnittlich 0,6 Gew.-%. Es wurde mit einem Schutzgasschild 8 aus Stickstoff gearbeitet.

Ausführungsbeispiel 8:
Vergl. Fig. 6

Eine Walze (Substrat 1) wurde nach dem Drahtspritzverfahren durch Lichtbogenspritzen mit einer verschleißfesten Schutzschicht 2 von 3 mm Dicke versehen. Die für die Papierindustrie bestimmte Walze hatte einen Durchmesser von 1800 mm und eine Länge von 5000 mm und bestand aus einem niedriglegierten Stahl. Es wurden Drahtelektroden 30 aus einem Hülldraht von 3,2 mm Außendurchmesser verwendet. Der aus gepreßtem Fe/Cr/Mn/N-Pulver mit 1,2 Gew.-% Stickstoff bestehende Kern 31 des Hülldrahtes hatte einen Durchmesser von 2,0 mm. Die 0,6 mm Wandstärke aufweisende Hülle 32 bestand aus einem duktilen Eisen mit sehr niedrigem Kohlenstoffgehalt. Der offene Lichtbogen 34 wurde mit einem durch eine Zerstäubungsdüse 35 zugeführten Zerstäubungstreibgas 36 beaufschlagt. Dazu wurde Stickstoff verwendet. Das Ganze wurde von einem doppelten Schutzgasschild 8 ummantelt. Die Materialauftragsleistung betrug bei einer Stromstärke von 150 A ca. 15 kg/h. Bei einem Stickstoffgehalt des Kerns 31 von 1,2 Gew.-% betrug der Stickstoffgehalt der

Schutzschicht 2 noch durchschnittlich 0,75 Gew.-%.

Ausführungsbeispiel 9:
Vergl. Fig. 7

Ein Stahlzylinder von 500 mm Durchmesser und 3000 mm Länge wurde nach dem Flamm-spritzverfahren beschichtet. Es wurde ein nicht stickstoffhaltiges Fe/Cr/Mn-Pulver 10 mit ca. 18 Gew.-% Chrom und ca. 18 Gew.-% Mangan als Ausgangsmaterial verwendet. Die poröse Oberflächenschicht 37 hatte eine Dicke von durchschnittlich 2 mm und wies eine Porosität von ca. 10 Gew.-% auf. Der beschichtete Stahlzylinder wurde in einen gasdichten Glühofen 38 gebracht und während 3 Stunden einer strömenden Stickstoffatmosphäre unter einem Partialdruck pN₂ von 0,5 bar ausgesetzt. Die Zufuhr 39 von Stickstoff erfolgte seitlich und es wurde dafür gesorgt, daß eine allseitige Stickstoffumspülung 40 der Oberflächenschicht gewährleistet war. Die Glüh Temperatur betrug 750 °C und wurde konstant gehalten (isothermes Glühen). Der Stickstoffgehalt der fertigen Schutzschicht wurde zu 0,6 Gew.-% bestimmt.

Ausführungsbeispiel 10:
Vergl. Fig. 7

Ein Stahlzylinder wurde gemäß Beispiel 9 beschichtet. Anschließend wurde die poröse Oberflächenschicht 37 nach dem Durchlaufverfahren aufgestickt. Der Stahlzylinder (Substrat 1) wurde durch eine von ringförmigen Stickstoffbrausen 42 flankierte, aus einer Induktionsspule bestehende Heizeinrichtung 41 hindurchgeführt. Dabei wurde die Oberflächenschicht 37 in kurzer Zeit auf eine Temperatur von 1000 °C gebracht. Der Vorschub betrug 60 mm/min. Die Verweilzeit betrug durchschnittlich 2 Minuten. Der Stickstoffgehalt der fertigen Schutzschicht erreichte den Wert von 0,4 Gew.-%. Die Beschichtung erfolgte alternativ nach dem Plasmaspritz-Verfahren. Nach dem Aufsticken im Durchlaufverfahren wurden praktisch die gleichen Ergebnisse erzielt.

Ausführungsbeispiel 11:
Vergl. Fig. 8

Eine Platte aus niedriglegiertem Stahl von 15 mm Dicke wurde über ein Pulverzuführrohr 44 mit stickstoffhaltigem Fe/Cr/Mn/N-Pulver 15 belegt und mit Hilfe eines Laserstrahles 43 örtlich aufgeschmolzen und beschichtet. Dabei wurde das Pulver in der Laserschmelzzone 45 fest mit dem Substrat 1 schmelzmetallurgisch verbunden. Bei einem Stickstoffgehalt von ca. 1 Gew.-% des Pulvers 15 betrug der Stickstoffgehalt der fertigen Schutz-

schicht aufgrund der hohen Abkühlungsgeschwindigkeit durchschnittlich noch 0,8 Gew.-%. Der Vorschub war 80 mm/min.

Ausführungsbeispiel 12:
Vergl. Fig. 9

Eine Walze von 80 mm Durchmesser und 1200 mm Länge wurde nach dem Flammsspritzverfahren mit einer porösen Oberflächenschicht 37 aus Fe/Cr/Mn (nicht stickstoffhaltig) versehen. Hierauf wurde das Bauteil 1 in eine heißisostatische Presse 46 gebracht und durch Druckaufstücken unter Zufuhr 47 von Stickstoff als Druckgas unter 10 bar bei einer Temperatur von 700 °C verdichtet. Der Vorgang dauerte 1 Stunde. Das Ergebnis war eine Schutzschicht von 1,2 mm Dicke mit einem Stickstoffgehalt von 1,1 Gew.-%. In einer Variante wurde von einer plasmagespritzten Oberflächenschicht 37 ausgegangen. Das Ergebnis war ähnlich.

Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt.

Das Verfahren zur Herstellung einer Schutzschicht mit hohem Verschleiß- und Korrosionswiderstand aus einer austenitischen Eisenbasislegierung auf der Oberfläche eines als Substrat dienenden Bauteils durch Thermisches Spritzen wird durchgeführt, indem die Parameter so gewählt wurden, daß die Schutzschicht in ihrem Endzustand einen Stickstoffgehalt von mind. 0,2 Gew.-% aufweist, wobei als Ausgangsmaterial ein durch Zerstäuben eines flüssigen Metallstrahls durch einen Gasstrahl hergestelltes austenitisches Pulver benutzt und durch Niederenergie-Flammsspritzen oder durch Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzen oder durch Plasmaspritzen unter Stickstoff oder einer Stickstoff/Argon-Mischung als Treibgas auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird und vorzugsweise als Ausgangsmaterial ein Pulver mit 18 Gew.-% Chrom und 18 Gew.-% Mangan benutzt wird. Das Pulver wird durch Glühen in einer Stickstoffatmosphäre vor dem Aufspritzen auf einen Stickstoffgehalt von 0,4-3,2 Gew.-% gebracht, wobei es vorzugsweise mit einer Partikel Korngröße von 5-45 µm in loser Schüttung aufnitriert wird und während mind. 1 Std. unter einem Druck von 1-1000 bar bei einer Temperatur von 300-800 °C einer ruhenden Stickstoffatmosphäre ausgesetzt und auf diese Weise auf einen Stickstoffgehalt von 1,2 Gew.-% gebracht, abgekühlt und ausgesiebt wird. In vorteilhafter Weise wird derart verfahren, daß als Ausgangsmaterial stickstoffhaltiges Pulver verwendet und nach dem Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzverfahren mit einer Geschwindigkeit von mind. 400 m/s auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht oder nach dem Unterpulver-Lichtbogenschweißverfahren auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird, dergestalt, daß statt des

konsumierbaren Schweißdrahtes eine nichtkonsumierbare Wolframelektrode oder ein Plasmabrenner unter Schutzgas oder Stickstoffatmosphäre und statt des schlackebildenden Keramikpulvers das stickstoffhaltige Eisenbasis-Legierungspulver verwendet wird. Eine andere Variante besteht darin, daß als Ausgangsmaterial ein aus einem Block oder Barren hergestellter stickstoffhaltiger Draht von 1,5-4 mm Durchmesser verwendet und nach dem Drahtspritzverfahren durch Flammsspritzen oder Lichtbogenspritzen unter Stickstoff, Formiergas oder einem Stickstoff/Argon-Gemisch auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht oder daß ein aus einem Kern aus stickstoffhaltigem austenitischen Metallpulver und einem Mantel aus einem duktilen Metall oder einer Legierung oder einem Kunststoff bestehender Hülldraht benutzt wird und nach dem Drahtspritzverfahren durch Lichtbogenspritzen auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird.

Eine weitere Ausbildungsart des Verfahrens besteht darin, daß das Bauteil zunächst mit einem Pulver eines gewöhnlichen, nicht stickstoffhaltigen Werkstoffes nach dem Plasmaspritzverfahren oder nach dem Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzverfahren beschichtet wird und daß das beschichtete Werkstück daraufhin in einem Ofen unter Stickstoffatmosphäre unter isothermen Bedingungen geglüht oder nach dem Durchlaufprinzip durch eine induktive oder eine Widerstandsheizeinrichtung geschickt wird, wobei im letzteren Fall die Oberfläche kontinuierlich während 3-20 sec. bei einer Temperatur von 700-900 °C zonengeglüht und die Glühzone gleichzeitig mit Stickstoff umspült wird. In vorteilhafter Weise wird dermaßen verfahren, daß stickstoffhaltiges Pulver einer Eisenbasislegierung mittels eines Laserstrahls auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird, dergestalt, daß die Oberfläche sowie die Pulverpartikel durch den Laserstrahl leicht angeschmolzen und die auf diese Weise beschichtete Oberfläche einer raschen Abkühlung durch Wärmeentzug nach dem Inneren des Werkstücks hin unterworfen wird.

Gemäß einer weiteren Variante wird das Bauteil durch thermisches Spritzen mit einem gewöhnlichen, nicht stickstoffhaltigen Werkstoff mit einer porösen Oberflächenschicht versehen und die Oberfläche des beschichteten Werkstückes daraufhin unter Verwendung von Stickstoff als Druckgas gleichzeitig durch heißisostatisches Pressen nachverdichtet und nitriert. Im allgemeinen ist es vorteilhaft, wenn das Bauteil durch Plasmaspritzen unter einem Stickstoffgasmantel beschichtet wird, indem die schmelzflüssigen Metallpartikel nur mit Stickstoff in Berührung gebracht und dadurch mit dem nötigen Stickstoffgehalt beladen werden, wobei das Plasmaspritzen vorzugsweise in einer Schutzgaskammer unter einem Druck von 0,5 bar Stickstoff

durchgeführt wird.

Die nach dem Verfahren auf einem Bauteil - bestehend aus einem als Substrat dienenden Grundwerkstoff - aus einem metallischen Material aufgebraute verschleiß- und korrosionsfeste Oberflächenschutzschicht aus einer Eisenbasislegierung ist austenitisch, weist einen Stickstoffgehalt von mind. 0,2 Gew.-% auf und ist nach dem Verfahren des thermischen Spritzens aufgebracht, dergestalt, daß eine festhaftende, rißfreie und nichtablättern- de Schutzschicht gewährleistet ist, welche vorzugs- weise nachfolgende Zusammensetzung hat:

Cr	= 18,25 Gew.-%
Mn	= 19,41 Gew.-%
Ni	= 0,70 Gew.-%
Mo	= 0,06 Gew.-%
Si	= 0,42 Gew.-%
C	= 0,063 Gew.-%
P	< 0,03 Gew.-%
S	< 0,004 Gew.-%
N	= 0,80 Gew.-%

Alternativ hat die Schutzschicht eine der nach- folgenden Zusammensetzungen:

Cr	= 18,5 Gew.-%
Mn	= 0,84 Gew.-%
Ni	= 13,5 Gew.-%
Mo	= 4,58 Gew.-%
Si	= 1,73 Gew.-%
C	= 0,03 Gew.-%
N	= 0,55 Gew.-%

oder:

Cr	= 17,0 Gew.-%
Mn	= 2,4 Gew.-%
Ni	= 12,9 Gew.-%
Mo	= 4,3 Gew.-%
Si	= 1,4 Gew.-%
C	= 0,10 Gew.-%
N	= 0,71 Gew.-%

oder:

Cr	= 20,8 Gew.-%
Mn	= 5,30 Gew.-%
Ni	= 3,0 Gew.-%
Si	= 1,60 Gew.-%
C	= 0,06 Gew.-%
N	= 0,85 Gew.-%

oder

Cr	= 12,86 Gew.-%
Mn	= 18,85 Gew.-%
Ni	= 1,74 Gew.-%
Mo	= 0,70 Gew.-%
Si	= 0,56 Gew.-%
C	= 0,059 Gew.-%
N	= 0,24 Gew.-%

Bezeichnungsliste

1 =	Bauteil (Substrat)
2 =	Metallische Schutzschicht, verschleiß-

3 =	und korrosionsfest
3 =	Vorrichtung zum thermischen Aufbrin- gen der Schutzschicht allgemein (Spritzpistole etc.)
5	4 = Metallpulver, allgemein
	5 = Zufuhr von Metallpulver allgemein
	6 = Treibgas (Trärgas)
	7 = Metall-/Gasstrahl
	8 = Schutzgasschild
10	9 = Schutzgaskammer (alternativ)
	10 = Fe/Cr/Mn-Pulver (nicht stickstoffhaltig)
	11 = Zufuhr von Fe/Cr/Mn-Pulver
	12 = Behälter zur Wärmebehandlung von Pulver
15	13 = Zufuhr von Stickstoff
	14 = Heißisostatische Presse
	15 = Fe/Cr/Mn/N-Pulver (stickstoffhaltig)
	16 = Zufuhr von Fe/Cr/Mn/N-Pulver
	17 = Hochgeschwindigkeits- Flamspritzpistole
20	18 = Mischkammer
	19 = Brennkammer
	20 = Brennstoffzufuhr (H ₂ , CH ₄ etc.)
	21 = Sauerstoffzufuhr
25	22 = Inertes Pulver-Treibgas (N ₂ , N ₂ /Ar)
	23 = Lose Pulverschüttung (Fe/Cr/Mn/N-Pul- ver)
	24 = Wolframelektrode
	25 = Verdeckter Lichtbogen (Unterpulverschüttung)
30	26 = Draht-Flamspritzpistole
	27 = Fe/Cr/Mn/N-Draht
	28 = Zufuhr des zu schmelzenden Fe/Cr/Mn/N-Drahtes
35	29 = Flüssige Metallpartikel
	30 = Drahtelektrode aus Hülldraht
	31 = Kern des Hülldrahtes (Fe/Cr/Mn/N-Pul- ver)
	32 = Hülle des Hülldrahtes (Metall, Kunst- stoff)
40	33 = Zufuhr des zu schmelzenden Hülldraht- es
	34 = Offener Lichtbogen
	35 = Zerstäubungsdüse
45	36 = Zerstäubungs-/Treibgas
	37 = Poröse Oberflächenschicht aus Fe/Cr/Mn (nicht stickstoffhaltig)
	38 = Ofen für isothermes Glühen des be- schichteten Bauteiles
50	39 = Zufuhr von Stickstoff zur Aufstücker der Oberflächenschicht
	40 = Stickstoffumspülung der Oberflächen- schicht
	41 = Ringförmige Heizeinrichtung (induktiv)
55	42 = Ringförmige Stickstoffbrause zur Um- spülung der Oberflächenschicht
	43 = Laserstrahl
	44 = Zufuhrrohr für Fe/Cr/Mn/N-Pulver

- 45 = Laserschmelzzone
 46 = Ofen und Druckbehälter für heißisostatisches Pressen und Aufsticken des beschichteten Bauteiles
 47 = Zufuhr von Stickstoff zum heißisostatischen Pressen und zur Aufstickerung der Oberflächenschicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Schutzschicht mit hohem Verschleiß- und Korrosionswiderstand aus einer austenitischen Eisenbasislegierung auf der Oberfläche eines als Substrat dienenden Bauteils durch thermisches Spritzen, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht in ihrem Endzustand einen Stickstoffgehalt von mind. 0,2 Gew.-% aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial ein durch Zerstäuben eines flüssigen Metallstrahls durch einen Gasstrahl hergestelltes austenitisches Pulver benutzt und durch Niederenergie-Flammspritzen - oder durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen - oder durch Plasmaspritzen unter Stickstoff oder einer Stickstoff/Argon-Mischung als Treibgas auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial ein Pulver mit 18 Gew.-% Chrom und 18 Gew.-% Mangan benutzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulver durch Glühen in einer Stickstoffatmosphäre vor dem Aufspritzen auf einen Stickstoffgehalt von 0,4-1,2 Gew.-% gebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zu nitrierende Pulver mit einer Partikelgröße von 5-45 μm in loser Schüttung in ein offenes Gefäß gebracht und während mind. 1 Stunde unter einem Druck von 1-1000 bar bei einer Temperatur von 300-800 °C in einer ruhenden Stickstoffatmosphäre ausgesetzt, auf diese Weise auf einen Stickstoffgehalt von bis zu 3,2 Gew.-% gebracht, abgekühlt und abgesiebt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial stickstoffhaltiges Pulver verwendet und nach dem Hochgeschwindigkeits-Flammspritzverfahren mit einer Geschwindigkeit von mind. 400 m/s auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht

wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial stickstoffhaltiges Pulver verwendet und nach dem Unterpulver-Lichtbogenschweißverfahren auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird, dergestalt, daß statt des konsumierbaren Schweißdrahtes eine nichtkonsumierbare Wolframelektrode oder ein Plasmabrenner unter Schutzgas oder Stickstoffatmosphäre und statt des schlackebildenden Keramikpulvers das stickstoffhaltige Eisenbasis-Legierungspulver verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsmaterial ein aus einem Block oder Barren hergestellter stickstoffhaltiger Draht von 1,5 bis 4 mm Durchmesser verwendet und nach dem Drahtspritzverfahren durch Flammspritzen über Lichtbogenspritzen unter Stickstoff, Formiergas oder einer Stickstoff/Argon-Mischung auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial ein aus einem Kern aus stickstoffhaltigem austenitischem Metallpulver und einem Mantel aus einem duktilen Metall oder einer Legierung oder einem Kunststoff bestehender Hülldraht benutzt wird und nach dem Drahtspritzverfahren durch Lichtbogenspritzen auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil zunächst mit einem Pulver aus einem gewöhnlichen, nicht stickstoffhaltigen Werkstoff nach dem Plasmaspritzverfahren oder nach dem Hochgeschwindigkeits-Flammspritzverfahren beschichtet wird und daß das beschichtete Werkstück daraufhin in einem Ofen unter Stickstoffatmosphäre unter isothermen Bedingungen geglüht oder nach dem Durchlaufprinzip durch eine induktive oder eine widerstandsbeheizte Heizeinrichtung geschickt wird, wobei im letzteren Fall die Oberfläche kontinuierlich während 3 bis 20 sec. bei einer Temperatur von 700-900 °C zonengeglüht und die Glühzone gleichzeitig mit Stickstoff umspült wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß stickstoffhaltiges Pulver einer Eisenbasis-Legierung mittels eines Laserstrahls auf die Oberfläche des Bauteils aufgebracht wird, dergestalt, daß die Oberfläche sowie die Pulverpartikel durch den Laserstrahl

- leicht angeschmolzen und die auf diese Weise beschichtete Oberfläche einer raschen Abkühlung durch Wärmeentzug nach dem Innern des Bauteils hin unterworfen wird.
- 12.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil durch thermisches Spritzen mit einem gewöhnlichen, nicht stickstoffhaltigen Werkstoff mit einer porösen Oberflächenschicht versehen wird, und daß die Oberfläche des beschichteten Werkstücks daraufhin unter Verwendung von Stickstoff als Druckgas gleichzeitig durch heißisostatisches Pressen nachverdichtet und nitriert wird.
- 13.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil durch Plasmaspritzen unter einem Stickstoff-Schutzgasmantel beschichtet wird, indem die schmelzflüssigen Metallpartikel nur mit Stickstoff in Berührung gebracht und dadurch mit dem nötigen Stickstoffgehalt beladen werden.
- 14.** Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasmaspritzen in einer Schutzgaskammer unter einem Druck von 0,5 bar Stickstoff durchgeführt wird.
- 15.** Nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 auf einem Bauteil, bestehend aus einem als Substrat dienenden Grundwerkstoff aus einem metallischen Material aufgebrachte verschleiß- und korrosionsfeste Oberflächenschutzschicht aus einer Eisenbasislegierung, dadurch gekennzeichnet, daß die Eisenbasislegierung austenitisch ist und einen Stickstoffgehalt von mind. 0,2 Gew.-% aufweist und nach dem Verfahren des thermischen Spritzens aufgebracht ist, dergestalt, daß eine festhaftende, rißfreie und nichtabblätternde Schutzschicht gewährleistet ist.
- 16.** Schutzschicht nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht nachfolgende Zusammensetzung hat:
- | | |
|----|----------------|
| Cr | = 18,25 Gew.-% |
| Mn | = 19,41 Gew.-% |
| Ni | = 0,70 Gew.-% |
| Mo | = 0,06 Gew.-% |
| Si | = 0,42 Gew.-% |
| C | = 0,063 Gew.-% |
| P | < 0,03 Gew.-% |
| S | < 0,004 Gew.-% |
| N | = 0,80 Gew.-% |
- 17.** Bauteil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht die nachfolgende Zusammensetzung hat:

- | | | |
|---|----|---------------|
| | Cr | = 18,5 Gew.-% |
| | Mn | = 0,84 Gew.-% |
| | Ni | = 13,5 Gew.-% |
| | Mo | = 4,58 Gew.-% |
| 5 | Si | = 1,73 Gew.-% |
| | C | = 0,03 Gew.-% |
| | N | = 0,55 Gew.-% |
- 18.** Bauteil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht die nachfolgende Zusammensetzung hat:
- | | | |
|----|----|---------------|
| 10 | Cr | = 17,0 Gew.-% |
| | Mn | = 2,40 Gew.-% |
| | Ni | = 12,9 Gew.-% |
| 15 | Mo | = 4,3 Gew.-% |
| | Si | = 1,4 Gew.-% |
| | C | = 0,10 Gew.-% |
| | N | = 0,71 Gew.-% |
- 19.** Bauteil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht die nachfolgende Zusammensetzung hat:
- | | | |
|----|----|---------------|
| 20 | Cr | = 20,8 Gew.-% |
| | Mn | = 5,30 Gew.-% |
| 25 | Ni | = 3,0 Gew.-% |
| | Si | = 1,60 Gew.-% |
| | C | = 0,06 Gew.-% |
| | N | = 0,85 Gew.-% |
- 20.** Bauteil nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht die nachfolgende Zusammensetzung hat:
- | | | |
|----|----|----------------|
| 30 | Cr | = 12,86 Gew.-% |
| | Mn | = 18,85 Gew.-% |
| 35 | Ni | = 1,74 Gew.-% |
| | Mo | = 0,70 Gew.-% |
| | Si | = 0,56 Gew.-% |
| | C | = 0,059 Gew.-% |
| 40 | N | = 0,24 Gew.-% |

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86-(2) EPÜ.

- 21.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangsmaterial ein stickstoffhaltiger Draht oder ein stickstofffreier Draht ist und nach dem Plasma-Drahtspritzverfahren unter Stickstoffgas auf die Bauteiloberfläche aufgebracht wird (zu Seite 25, Patentanspruch 2, Bezeichnungsliste, Seite 28).

Fig. 1

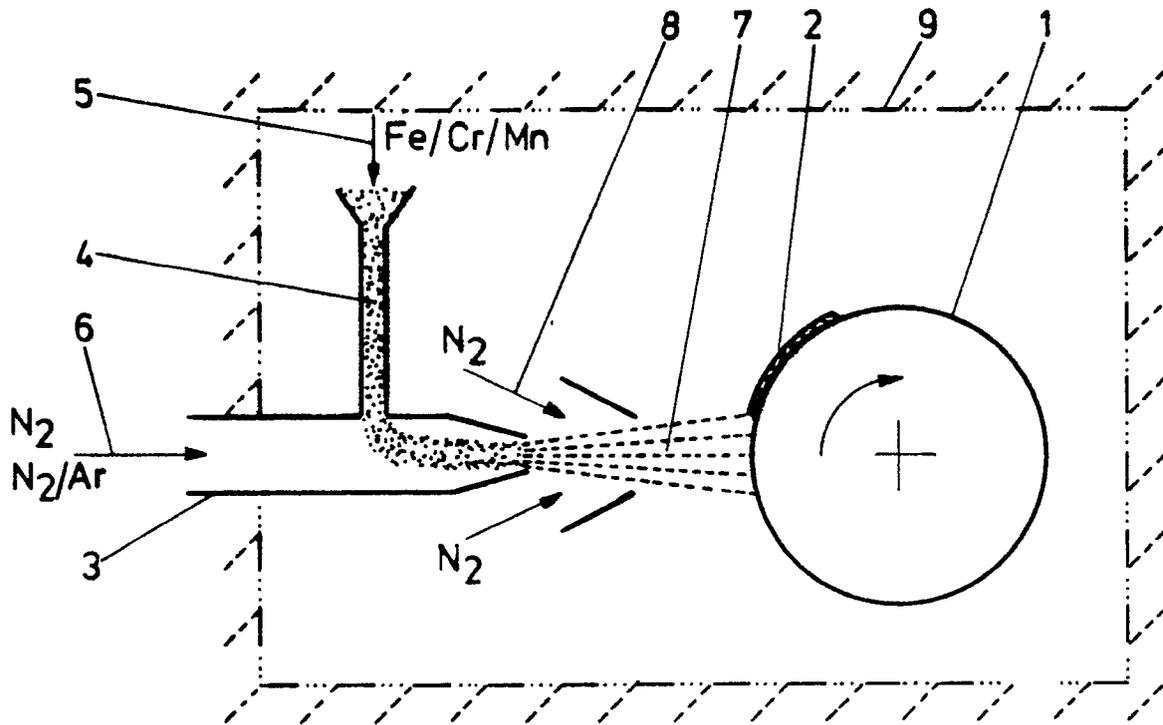


Fig. 2

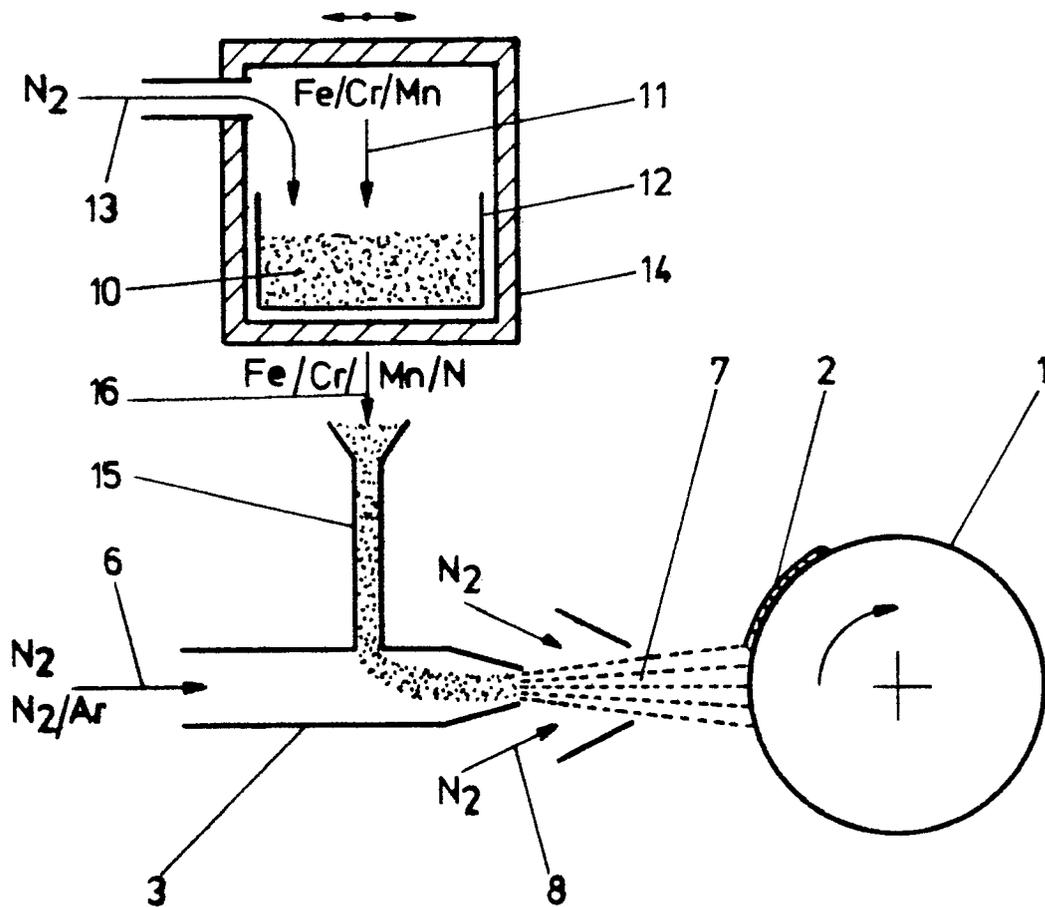


Fig. 3

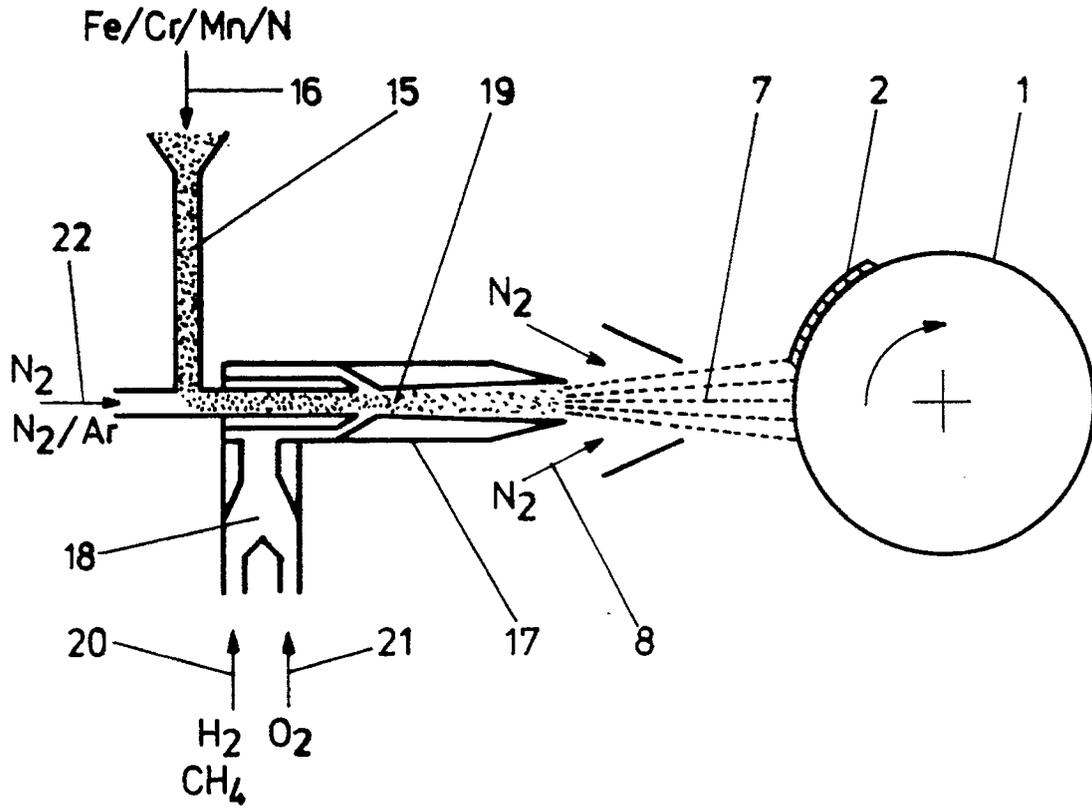


Fig. 4

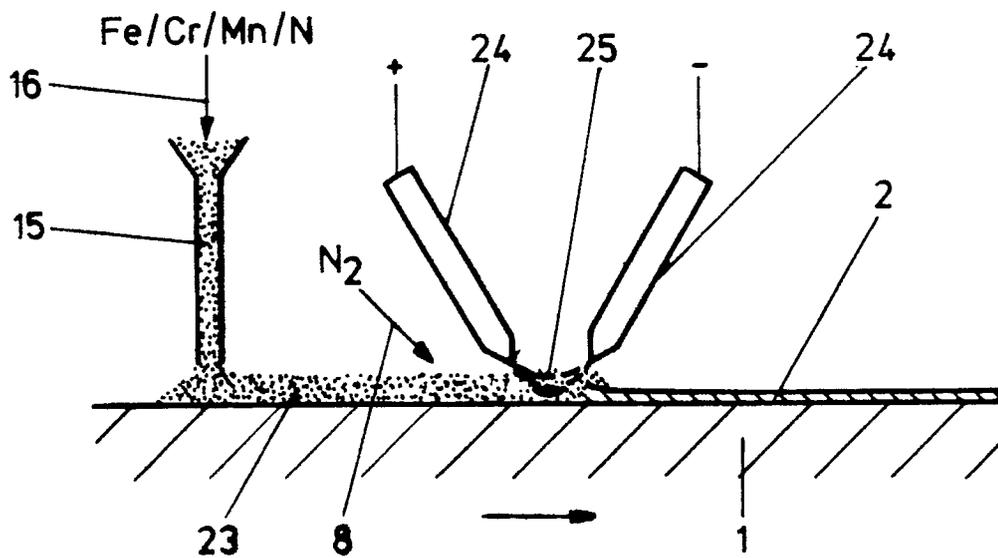


Fig. 5

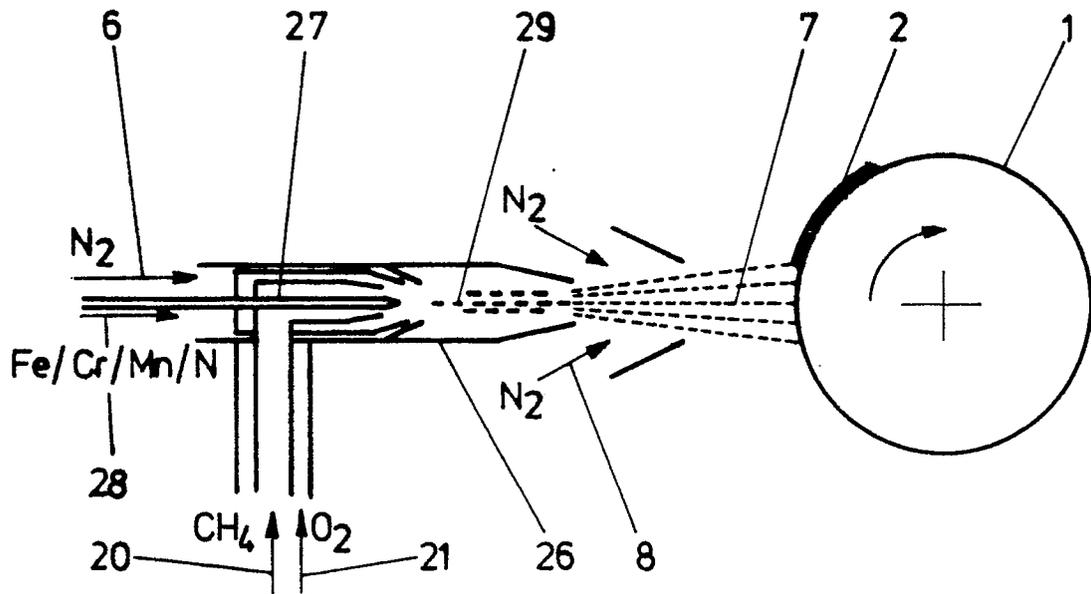


Fig. 6

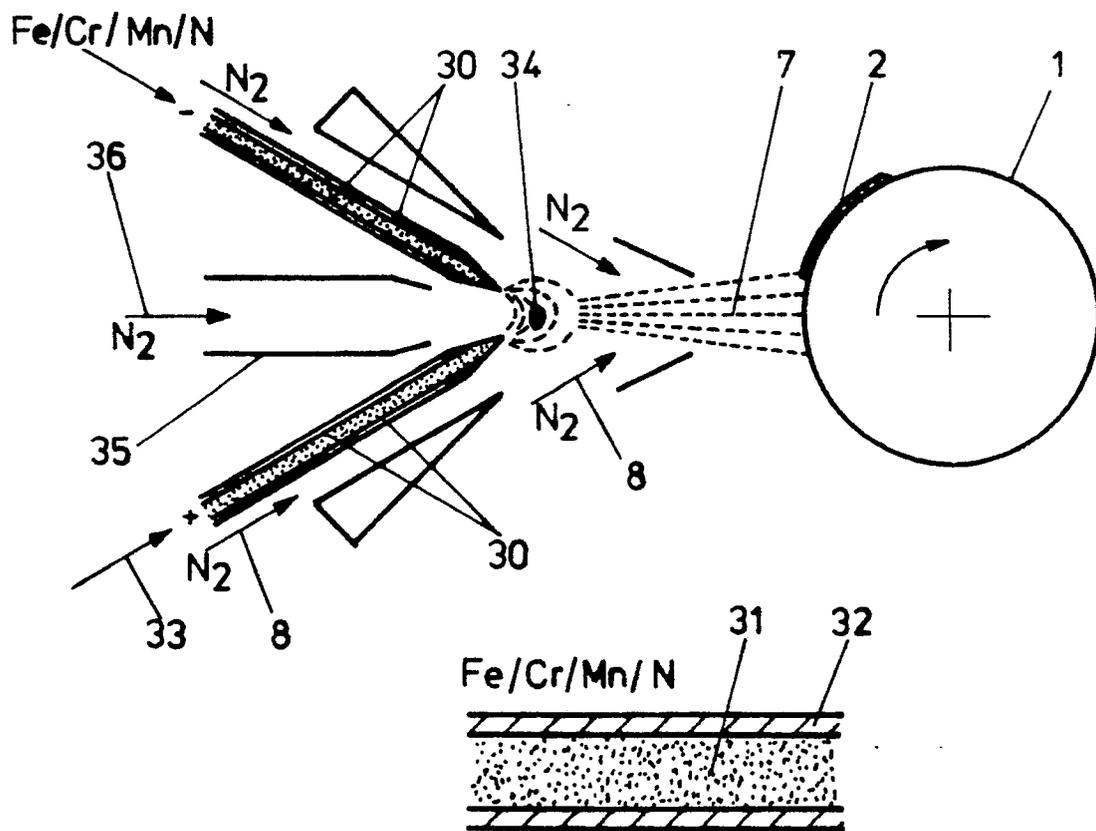


Fig. 7

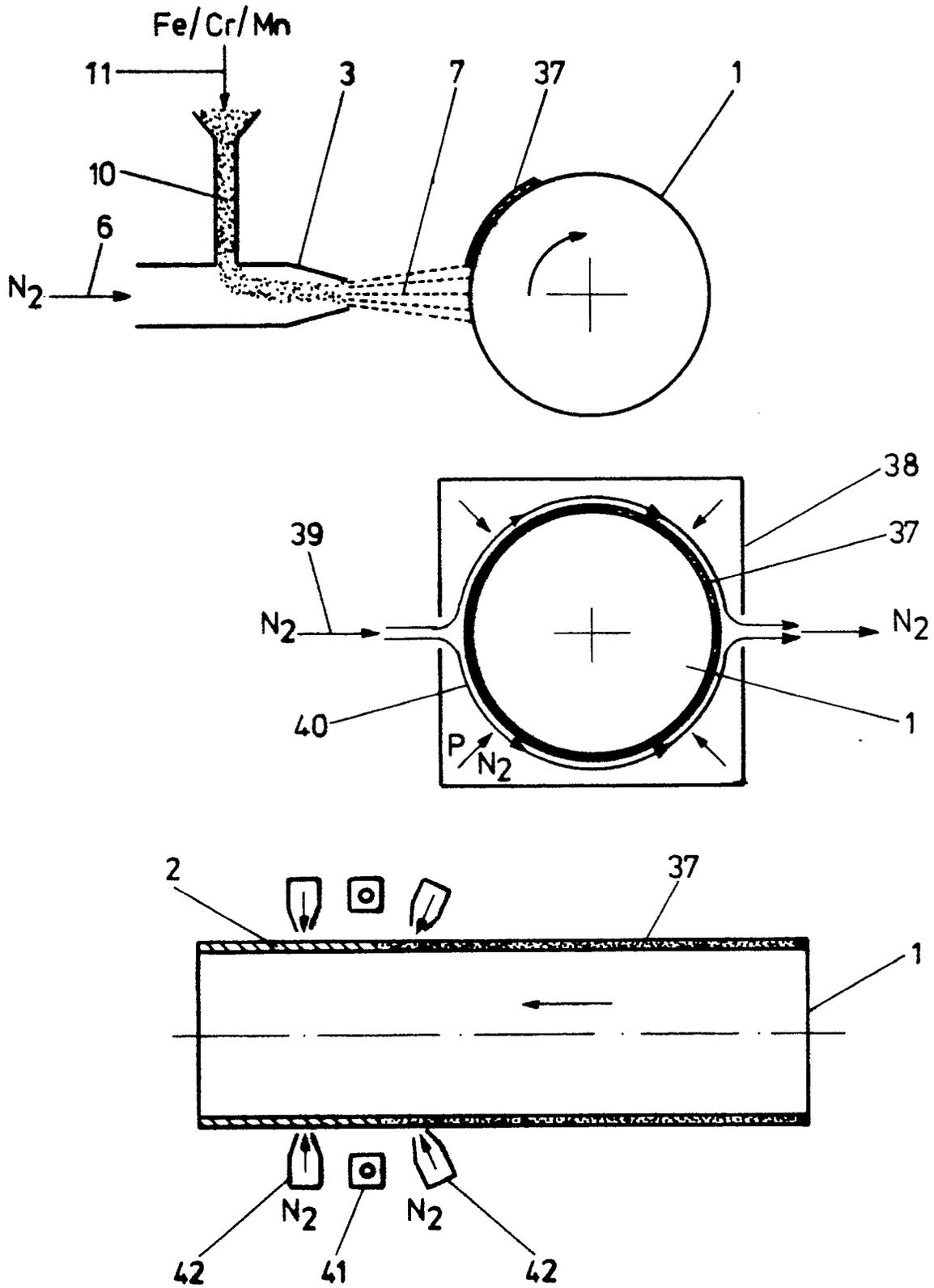


Fig. 8

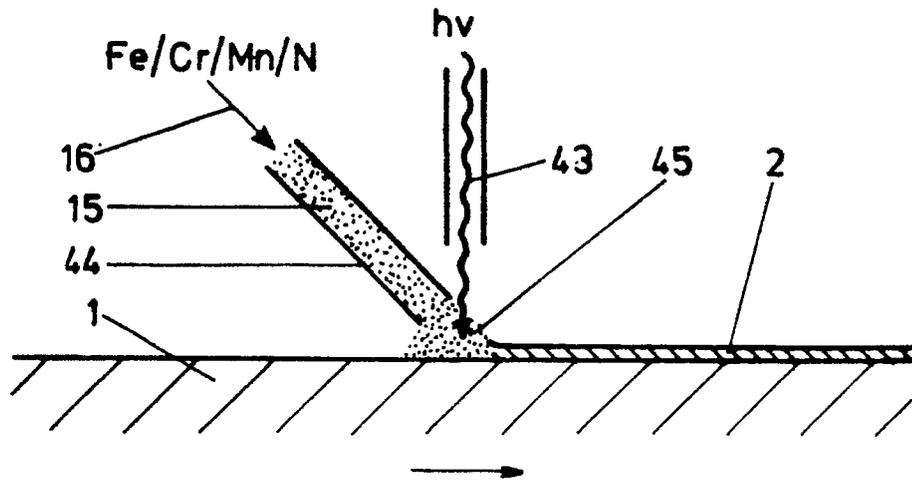
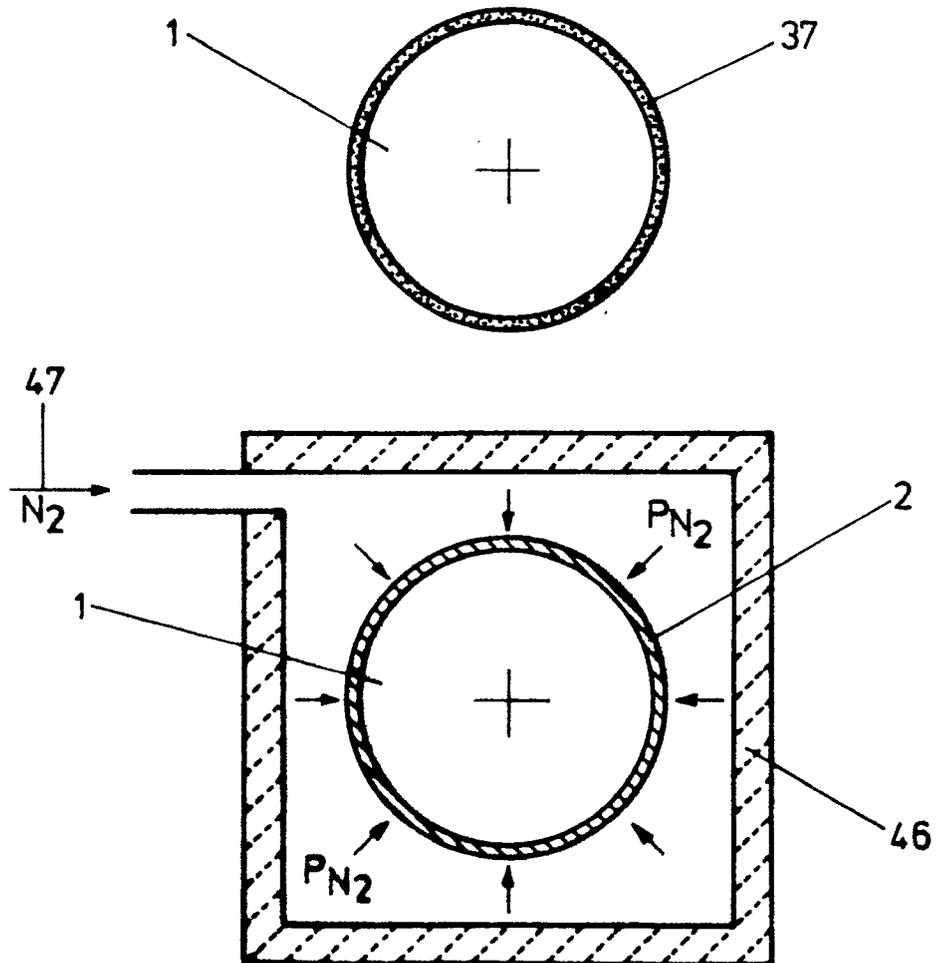


Fig. 9





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 13, Nr. 388 (C-630)[3736], 28. August 1989; & JP-A-1 136 965 (NISSHIN STEEL) 30-05-1989 * Zusammenfassung * - - -	1,15	C 23 C 4/12
Y	DE-C-9 424 84 (H. BIEL) * Seite 2, Zeilen 19-51 * - - -	1,15	
A	EP-A-0 363 047 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) * Patentansprüche 1,2,11,13,18; Seite 1, Zeilen 43-53 * - - -	1,2,15	
A	FR-A-7 192 70 (G.-M. HELDIR) * Zusammenfassung * - - -	1,2	
A	EP-A-0 290 052 (CASTOLIN) * Patentansprüche 1,6,10,17 * - - -	11	
A	GB-A-1 182 242 (UNITED STATES BORAX AND CHEMICAL CORP.) - - -		
Y	STAINLESS STEEL, 14. - 16. September 1987, Seiten 535-540, York, GB; B.R. NIJHAWAN: "Substitute nickel-fee chromium, manganese, nitrogen austenitic stainless steels" - - -		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) C 23 C
A	DISSERTATION ABSTRACTS INTERNATIONAL, Band 45, Nr. 4, Oktober 1984, Seite 1260-B, New York, US; H. BHAT et al.: "Characterization of plasma-sprayed iron- and nickel-based alloy coatings" - - -		
A	HYOMEN GIJUTSU, Band 40, Nr. 1, 1989, Seiten 341-342, Osaka, JP; M. MAGOME et al.: "Characteristic of stainless steels spray deposit in an atmosphere of nitrogen" - - - - -		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14 Januar 91	Prüfer ELSEN D.B.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	