

FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

268 799

(11)

(13) B2

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>

H 01 R 13/03

(21) PV 2596-85

(22) Přihlášeno 09 04 85

(30) Právo přednosti od 18 04 84 HU (1490/84)

(40) Zveřejněno 16 09 88

(45) Vydáno 20 01 92

(89) 189862 18 04 84 HU

(72) Autor vynálezu

BÓDAY OTTÓ ing., BOZZAY GYÖRGY ing.,  
GYENIS LÁSZLÓ, GYÖRY TIBOR ing.,  
MAJOR ERNO ing., MOLNÁR ISTVÁN dr. ing.,  
NEVERI ISTVÁN dr. ing., BUDAPEST (HU)

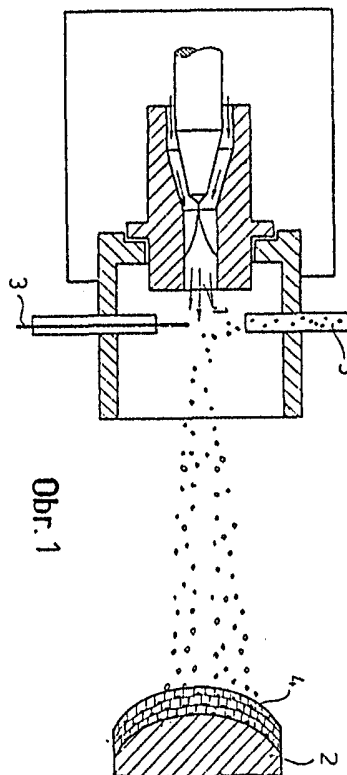
(73) Majitel patentu

VILLAMOSIPARI KUTATÓ INTÉZET, BUDAPEST (HU)

(54)

Způsob výroby kontaktů práškovou metalurgií

(57) Podstata řešení spočívá v tom, že se kontakt zhotovuje přímo na kontakto-  
vém nosiči tak, že se na kontakto-  
vý nosič nasměruje plasmový paprsek a do plasmového  
paprsku se přivádějí složky vytvářeného  
kontaktního odpovídající elektricky vodivé  
materiály jako hlavní složka a vlastnosti  
kontaktního zlepšující alespoň jedna přídavná  
látka v drátové a/nebo práškové formě. Ře-  
šení lze s výhodou využít pro výrobu kon-  
taktů pro silnoproudé přístroje.



Vynález se týká způsobu výroby kontaktů práškovou metalurgií. Tyto kontakty jsou použitelné jako klidové kontakty nebo spínací kontakty v silnoproudých přístrojích.

Jsou známy různé způsoby výroby kontaktních materiálů práškovou metalurgií.

Tyto způsoby spočívají ve variacích prvků řady obecných operací obsahující smíchání práškových materiálů o předepsané zrnitosti, tvořených slitinami nebo složkami, komprimování práškové směsi slisováním do bloku, desky nebo na žádaný rozměr a žádaný tvar tlakem 0,8 až 8 Mp/cm<sup>2</sup>, a spékání, to jest 40 až 100 hodinové udržování v horkém stavu při teplotě 400 až 2.000 °C v atmosféře ochranného plynu, dolisování, popřípadě více-  
stupňovým mechanickým přetvářením, například pomocí válců, zmenšením na míru a tak dále, dodatečným tepelným zpracováním v teplotním rozsahu od 250 do 400 °C k uvolnění mechanických pnutí vzniklých při předchozích přetvárných operacích.

Od nahoře uvedené řady operací se zhotovování stříbrowolframových nebo měďwolframových kontaktů liší jen nepatrně. Zde se provádí slisování wolframového prášku na požadovaný tvar a rozměry, poté se po spékání vyplní póry získaného pórovitého kontaktního tělesa kovovou taveninou ponořením do stříbrné nebo měděné taveniny.

Pro zhotovování výrobků práškovou metalurgií je charakteristické, že mechanické přitlačení práškových částic k sobě se provádí lisováním za studena nebo za tepla, kovová vazba mezi částicemi se naproti tomu provádí dlouhotrvajícím tepelným zpracováním neboli spékáním, dále že po ukončení výrobního postupu se dostává jen kontaktní materiál sám o sobě, odděleně a v důsledku toho se musí metalicky spojovat s kontaktním nosičem dodatečnou operací jako pájením, svařením, nýtováním, a tak podobně.

Na základě hořejších vysvětlení lze konstatovat, že práškové metalurgické technologie vykazují následující nevýhody. Technologie sestává z mnoha po sobě následujících kroků, doba spékání je dlouhá a spotřeba tepelné energie, 2000 kWh/t, je velmi velká, technologie vyžaduje speciální zařízení, jako zařízení pro práškovou technologii, lis, peci s ochranným plynem, stroje pro zpracování desek, peci pro tepelné zpracování a tak dále a proto je zhotovování práškové metalurgického kontaktního materiálu hospodárné jen ve velkých množstvích.

Je známo řešení pro zhotovení elektrických kontaktních ploch na hliníkových vodičích z maďarského patentového spisu číslo 150 346, které využívá plamenového rozprašování kovů. Nevýhodou této technologie je, že povlak získaný plamenovým rozprašováním má vysoký obsah kyslíčků, proto se musí kontaktní povlaky zprošťovat kyslíčků chemickou cestou. Poté se musí povlaky prosté kyslíčků pro odstranění jejich pórovitosti impregnovat slitinou mědi a stříbra, k čemuž je nutno kontaktní nosič zahřát asi na 250 až 300 °C. Přitom kontaktní nosič a jeho mechanická pevnost se zmenší. Další nevýhoda uvedené plamenové rozprašovací metody spočívá v tom, že do pistole pro plamenové rozprašování lze zavést současně jen jeden materiál vodiče a tím nastává možnost měnit složky kontaktního povlaku v libovolném poměru.

Cílem vynálezu je vyvinutí způsobu, jímž se kontakt vytváří přímo na kontaktním nosiči a odpadnou přitom operace spékání, zmenšování a pájení, během postupu zhotovování kontaktů se do kontaktu vpracují takové materiály, jimiž se zlepšují vlastnosti hlavní složky a také mohou být hospodárně zhotovovány kontakty výrobků zhotovovaných v malých seriích.

Uvedené nevýhody jsou odstraněny a stanovený cíl se způsobem výroby kontaktů práškovou metalurgií podle vynálezu dosahuje tak, že se kontakt vytváří přímo na nosiči kontaktu nasměrováním plazmového paprsku na kontaktní nosič, přičemž se do plazmového paprsku přivádí elektricky vodivý materiál jako hlavní složka podle složení vytvářeného kontaktu a přídavná látka, popřípadě přídavné látky, zlepšující vlastnosti kontaktu ve formě drátu a/nebo prášku.

Výhodou způsobu podle vynálezu je, že kontaktní materiál nemusí být na kontaktním nosiči pájen, složení kontaktních materiálů může být voleno v širokém rozsahu podle požadavků.

navíc, dokonce i uvnitř kontaktu, kontakt je zhotovitelný během jedné až dvou minut jediným strojním zařízením a je hospodárné i zhotovování jednotlivých kontaktů a malých serií.

Poznamenává se, že hlavní složkou se rozumí kov s dobrou elektrickou vodivostí nebo odolností proti opotřebení elektrickým obloukem, například stříbro, nikl, měď, molybden, wolfram nebo slitina těchto kovů s jinými látkami, například stříbra s kysličníkem kadmenným - CdO, stříbra s tuhou a tak dále.

Kovová komponenta hlavní složky se roztaví v plazmovém paprsku a hraje roli tak zvané matrixové látky.

Jako přídavná látka slouží látka, která zlepšuje vlastnosti hlavní složky, jako elektrickou vodivost, odolnost proti erozi obloukem, tvrdost, odolnost proti opotřebení, a tak dále. Tak například u hlavní složky ze stříbra nebo mědi zlepšují nikl, tuha, kysličník molybdenový -  $\text{MoO}_3$  jako přídavné látky odolnost proti opotřebení, zatímco wolfram, kysličník kadmenný - CdO, kysličník cínatý - SnO a tak dále jako přídavné látky odolnost proti oblouku. Podíl přídavné látky může dosáhnout dokonce 60 až 80 hmotnostních procent, jako například podíl wolframu v stříbrowolframovém kontaktu.

Podle výhodného provádění způsobu kontaktů práškovou metalurgií podle vynálezu do plasmového paprsku se zavádí hlavní složka kontaktu ve formě drátu a přídavné látky zlepšující vlastnosti kontaktu ve formě prášku.

Výhoda tohoto způsobu provádění podle vynálezu spočívá v tom, že elektrická vodivost kontaktů zhotovených z rozprášeného drátu je lepší než elektrická vodivost kontaktů zhotovených rozprášením prášku, při rozprašování drátu se přídavné látky uspořádají v povlaku v kuličkové formě a drátová výchozí látka je všeobecně lacinější než klasifikovaná prášková látka s kuličkovitými zrny.

Tato forma provádění způsobu podle vynálezu spočívá na poznatku, že když se jedna komponenta kontaktního materiálu, s výhodou hlavní složka, přivádí ve formě drátu a druhá komponenta, s výhodou přídavná látka, ve formě prášku do plasmového paprsku, pak získá v kontaktu hlavní složka rozprášená z drátu destičkovitou strukturu, zatímco se částice přídavné látky uspořádají v destičkovité struktuře ve formě přibližně kuličkovitých zrn.

Řešení je zejména výhodné v případě hlavní složky ze stříbra nebo mědi a při použití niklu, molybdenu, wolframu, karbidu wolframu, tuhy, kysličníku kadmenného, kysličníku cínatého, kysličníku zinečnatého, kysličníku titaničitýho, kysličníku zirkoničitýho, kysličníku rtuťnatého, kysličníku hlinitého, siřníku molybdeničitýho a tak dále nebo směsi nejméně dvou z těchto látek jako přídavné látky.

U jiné formy provádění způsobu podle vynálezu se ke zhotovení kontaktu přivádějí hlavní složka a přídavné látky zlepšující vlastnosti kontaktu společně v práškové formě do plasmového paprsku. Toto řešení je výhodné v případě, když kontaktní plocha nemá být dodatečně opracována třískovým obráběním, ježto z práškových výchozích látek může být dosažena relativně hladká plocha. Pro použití tohoto řešení je předpokladem, že obě práškové látky leží v přibližně stejném rozměrovém rozmezí zrn, bod tavení nebo teplota rozložení přídavné látky leží nejméně o 400 až 600 °C výše než bod tavení hlavní složky.

Tato forma provádění způsobu podle vynálezu spočívá na poznatku, že když se přivádějí do cesty plasmového paprsku společně látky s rozdílnými body tavení v práškovité formě a parametry plasmu se nastaví k parametrům komponenty s nižším bodem tavení, získá ve struktuře kontaktu látka s nižším bodem tavení destičkovitou strukturu, zatímco částice komponenty s vyšším bodem tavení zůstanou přibližně kuličkovité a uspořádají se v destičkovité struktuře.

Toto řešení může být použito například u hlavní složky ze stříbra nebo mědi, přičemž jako přídavné látky se použije například buď některá z látek jako nikl, molybden, wolfram, karbid wolframu, tuha, siřník molybdeničitý, kysličník titaničitý, kysličník zirkoničitý,

kysličník rtuťnatý, kysličník hlinitý, nebo směs nejméně ze dvou těchto látek. Dále může být použito toto řešení v případě hlavní složky z niklu, když se splní podmínky pro bod tavení a bod rozkladu. Například může být k niklu jako hlavní složce přidána jedna z přídatných látek, jako je molybden, wolfram, karbid wolframu, tuha a tak dále.

Podle další formy provádění způsobu výroby kontaktu podle vynálezu přivádějí se potřebná hlavní složka a přídatné látky zlepšující vlastnosti kontaktu v práškové formě, ale od otvoru plasmového hořáku v různých odstupech do plasmového paprsku. Toto řešení je použitelné tehdy, když není značný rozdíl mezi body tavení hlavní složky a přídatných látek, například k hlavní složce tvořené stříbrem se přidá přídatná látka tvořená mědí nebo opačně, bod tavení hlavní složky je vyšší než bod tavení přídatné látky, například k hlavní složce tvořené niklem, molybdenem, wolframem se dá přídatná látka tvořená stříbrem, mědí a tak dále, přídatnou látkou je chemická sloučenina, rozkládající se za tepla, například kysličník kademnatý, siřník molybdeničitý, kysličník molybdenový a tak dále.

Tato forma provádění způsobu podle vynálezu spočívá na poznatku, že když se vede ve větším odstupu od trysky plasmového generátoru prášková látka do plasmového paprsku, pohlcuje prachová částice menší množství tepla a tím může být dosaženo, že se neroztaví, popřípadě se nerozloží.

Další důležitá forma provádění způsobu podle vynálezu je taková, že podle programu určeného podle plánované struktury kontaktu se hlavní složka a přídatné látky přivádějí v množství proměnném v čase. Tím lze održet kontakt složený měnicího se s průřezem. Toto řešení může být použito v případech, kdy je kontakt vystaven vysokému mechanickému namáhání nebo vysoké erozi, způsobované obloukem. Přitom se na kontaktní nosič nanáší nejprve základní vrstva z niklového nebo molybdenového prášku, pak se nanese elektricky dobře vodivá hlavní složka ze stříbrného nebo měďného prášku spolu s přídatnou látkou snižující opotřebení, jako je nikl, siřník molybdeničitý nebo tuha, popřípadě ke snížení eroze způsobované obloukem se po nanesení základní vrstvy nanese hlavní složka ze stříbrného nebo měďného prášku společně s přídatnou látkou tvořenou wolframem. Podíl přídatných látek se může s průřezem hlavní složky měnit, například v blízkosti kontaktní plochy může být podíl přídatných látek zvýšen nebo snížen.

Příklady provádění způsobu výroby kontaktů práškovou metalurgií jsou v dalším popsány na podkladě výkresu, na němž zobrazují obr. 1 uspořádání, u něhož se hlavní složka vytvářeného kontaktu zavádí do plasmového paprsku v drátové formě, přídatné látky v práškové formě, obr. 2 uspořádání, u něhož se hlavní složka vytvářeného kontaktu i přídatné látky zavádějí do plasmového paprsku společně v práškové formě a obr. 3 uspořádání, u něhož hlavní složka vytvářeného kontaktu a přídatné látky se zavádějí do plasmového paprsku v různých odstupech od otvoru plasmového hořáku.

Jak je patrné z obr. 1 zavádějí se do plasmového paprsku 1 o velké teplotě a majícího velkou rychlost hlavní složka 3 v drátové formě a přídatné látky 5 v práškové formě. Vysokou teplotou se drát roztaví a roztrhne se v důsledku proudění plasmového paprsku 1 na kapky. Kapky vytvářející se z drátu nanášejí se na kontaktní nosič 2. Během narážení kapky hlavní složky 3 deformují se tyto na tenkou destičku. Částičky práškové přídatné látky 5 nalézají se v důsledku velké rychlosti plynu jen po krátkou dobu v plasmovém paprsku 1, takže se netaví, ale ukládají se přibližně ve tvaru kuliček v destičkové struktuře hlavní složky 3. Na kontaktním nosiči 2 může být tímto způsobem vytvořen kontakt 4 práškově metalurgického charakteru.

Na obr. 2 je znázorněno společné přivádění dvou různých práškových látek. Při tom je prášek s nižším bodem tavení hlavní složkou 3, která se v plasmovém paprsku 1 taví a ukládá se v destičkovité struktuře na kontaktním nosiči 2. Přídatná látka 5 s vyšším bodem tavení se netaví, ale vpracuje se do destičkovité struktury hlavní složky 3 a dává proto vzniknout kontaktu 4 s práškově-metalurgickým charakterem.

Na obr. 3 je znázorněno přivádění dvou různých práškových látek. Prášek sloužící jako hlavní složka 3 se přivádí do plasmového paprsku 1 v menším odstupu  $x_1$  od otvoru 6 plasmového hořáku a přídavné látky 5 se přivádí ve větším odstupu od otvoru 6 plasmového hořáku. Hlavní složka 3 přiváděná v menším odstupu  $x_1$  dostává větší množství tepla a taví se, přídavná látka 5 přiváděná ve větším odstupu  $x_2$  dostává menší množství tepla a netaví se v plasmovém paprsku 1. Na obr. 3 je mimoto znázorněna mezivrstva 7, která je odolná proti opotřebování otěrem. Na ní je uspořádán kontakt 4 s práškově metalurgickým charakterem.

Poznámka: Pro lepší znázornění nejsou rozměry částíček a konstrukce kontaktu 4 zvětšeny ve správném měřítku.

Struktura, dosažitelná složení, elektrická a tepelná vodivost kontaktů 4 zhotovených způsobem podle vynálezu se podobají vlastnostem kontaktních materiálů zhotovených práškově metalurgickou cestou. Pro kontakty 4 zhotovené způsobem podle vynálezu je charakteristické, že mají metalicky heterogenní strukturu a jsou zhotovitelné z kovů nevytvářejících spolu slitiny, například ze stříbra a niklu, z kovů a kyslíčků kovů, například z mědi a kyslíčků hliníku, ze stříbra a kyslíčků kadmátého, ze stříbra, kyslíčků cínatého a kyslíčků inditého a tak dále, z kovů a anorganických látek, například ze stříbra a tuhy nebo mědi a sirníku molybdeničitého a tak dále.

Poznámka: Metalicky heterogenní struktura znamená přitom, že hlavní složka a přídavné látky těsně k sobě lnou, ale netvoří spolu slitinu. Vytvoření slitiny by vedlo k podstatnému zhoršení elektrické vodivosti.

Kdyby měly být kontakty 4 použity ve vlhkém nebo korozivním prostředí, je účelné chránit je proti korozi. K tomu jsou použitelné různé druhy fenolové kalafuny rozpustné v benzenových uhlovodících, které vykazují dobrou pronikavost a schnou na vzduchu. Kontakty 4 se opatří lakovou vrstvou nanášením štětcem nebo namáčením a po uschnutí laku se tyto opracují na míru.

Nejdůležitější přednosti způsobu podle vynálezu jsou následující:

Pomocí vynálezu jsou zhotovitelná taková kontaktní sestavení, která se zhotovují práškovou metalurgií, ale v širším rozsahu nebo složení, kontakty 4 jsou zhotovitelné i v podnicích vyrábějících elektrické přístroje v sestavách odpovídajících požadavkům, odpadá operace upevňování na kontaktním nosiči 2, což je výhoda v první řadě u silnoprůdových přístrojů, kontakt 4 může být zhotoven na mědi, železe, hliníku a jiných materiálech, dosahuje se úspory materiálu a pracovní doby a speciální sestavy, například pro pokusy, nebo malé série, jsou realizovatelné hospodárně.

Způsob výroby kontaktů podle vynálezu je ještě dále osvětlen na základě příkladů.

#### Příklad 1

Kontakt 4 se zhotoví způsobem podle vynálezu podle řešení znázorněného na obr. 1 s hlavní složkou ze stříbra nebo mědi. Stříbrný nebo měděný drát se zavede do plasmového paprsku 1 způsobem naznačeným na obr. 1. Ke zvýšení odolnosti proti otěru pro zlepšení kluzného tření zavádí se do plasmového paprsku 1 jako přídavná látka 5 5 až 10 % niklu, nebo 2 až 3 % tuhy, nebo 2 až 3 % sirníku molybdeničitého v práškové formě, čímž vzniká kontaktní materiál s práškově metalurgickým charakterem.

#### Příklad 2

Kontakt 4 se zhotovuje podle řešení na obr. 2 z práškového výchozího materiálu, přičemž jako hlavní složka 3 kontaktu 4 se použije stříbro nebo měď. Ke zlepšení třecích vlastností kontaktu 4 se k hlavní složce 3 přimíchá jako přídavná látka 5 5 až 10 % niklu v prášku nebo niklotuhového prášku, niklem potažený tuhový prášek o přibližně stejné zrnitosti.

Z obou práškových látek se vytvoří homogenní směs, která se společně přivede do plasmového paprsku 1. Obě práškové látky mohou být přiváděny v žádaném poměru odděleným

dávkovacím přístrojem, ale potrubí vedoucí prášek je nutno před plasmovým generátorem spojit. V tomto případě je možnost změny složení hlavní složky 3 a přídavných látek 5, například nejprve se nanese na kontaktní nosič 2 vrstva niklu silná 70 až 80 m tak, že se do plasmového paprsku 1 přivádí jen nikl, načež se přiváděné množství niklu plynule zmenšuje a přivádění hlavní složky 3 tvořené stříbrem nebo mědí se plynule zvětšuje. Tím může být na mezivrstvě 7 zvyšující přilnavost kontaktu 4 vytvořen stříbroniklový nebo mědníkovitý kontakt 4 s práškově metalurgickým charakterem.

#### Příklad 3

Vytvoří se kontakt 4 složený z niklu, stříbra, kysličníkem kadmnatým, tuha podle řešení zobrazeného na obr. 3 s hlavní složkou 3 ze stříbrného drátu a s přídavnou látkou 5 tvořenou kysličníkem kadmnatým a tuhou. Kontakt 4 se opatří niklovou mezivrstvou. Nejprve se na kontaktní nosič 2 nanese základní niklová vrstva tak, že v menším odstupu  $x_1$  od otvoru 6 se do plasmového paprsku 1 zavede niklový drát nebo prášek a přilnavost zvyšující mezivrstva 7. Poté se v menším odstupu  $x_1$  od otvoru 6 zavede do plasmového paprsku 1 stříbrný drát a ve větším odstupu  $x_2$  od otvoru 6 směs kysličníku kadmnatého a tuhy a na niklové mezivrstvě 7 se vytvoří kontakt 4 s práškově metalurgickým charakterem.

Analogicky k popsáním příkladům může být pomocí různých forem provádění způsobu výroby kontaktů 4 podle vynálezu zhotoveno množství různých kontaktů 4.

Vynález lze s výhodou využít zejména pro výrobu kontaktů v silnoproudých přístrojích.

### P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob výroby kontaktů práškovou metalurgií, vyznačující se tím, že se kontakt vytváří přímo na nosiči kontaktu nasměrováním plasmového paprsku na kontaktní nosič, přičemž se do plasmového paprsku přivádějí složení vyráběného kontaktu odpovídající elektricky vodivé materiály jako hlavní složka a vlastností kontaktu zlepšující nejméně jedna přídavná látka ve formě drátu a/nebo v práškové formě.

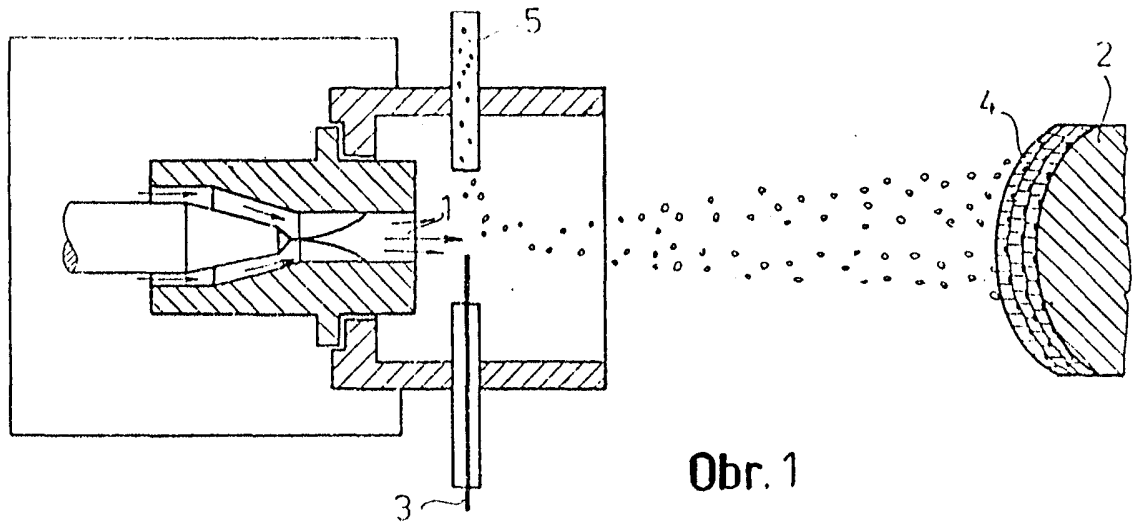
2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že hlavní složka kontaktu se přivádí do plasmového paprsku ve formě drátu, přídavné látky ve formě prášku.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že ke zhotovení kontaktu se hlavní složka a přídavné látky přivádějí do plasmového paprsku v práškové formě.

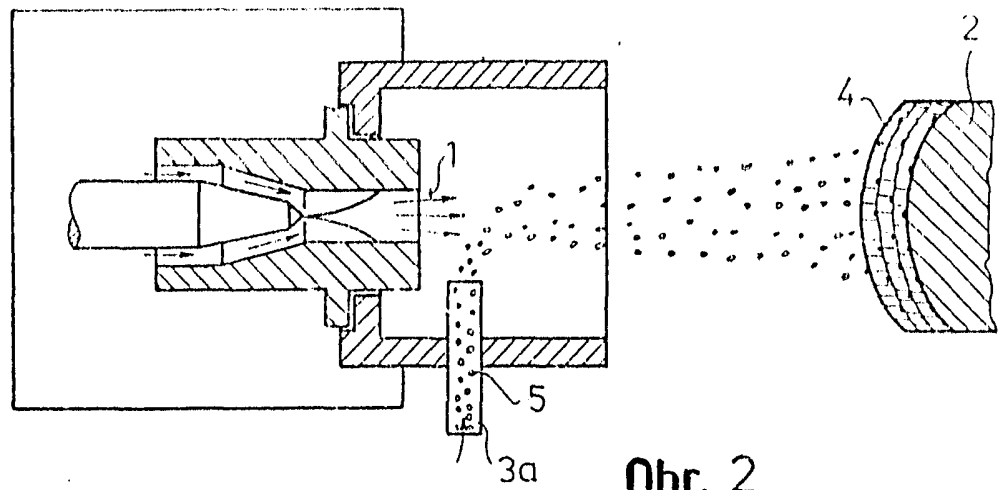
4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že se hlavní složka a přídavné látky přivádějí do plasmového paprsku v rozdílných odstupech od otvoru plasmového hořáku.

5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že na počátku vytváření kontaktu se do plasmového paprsku přivede nejdříve jako látka adheze zlepšující mezivrstvy niklu a/nebo molybden, načež se začne přivádět hlavní složka a přídavná látka, přičemž podíl přídavné látky se zvětšováním tloušťky vrstvy stále narůstá.

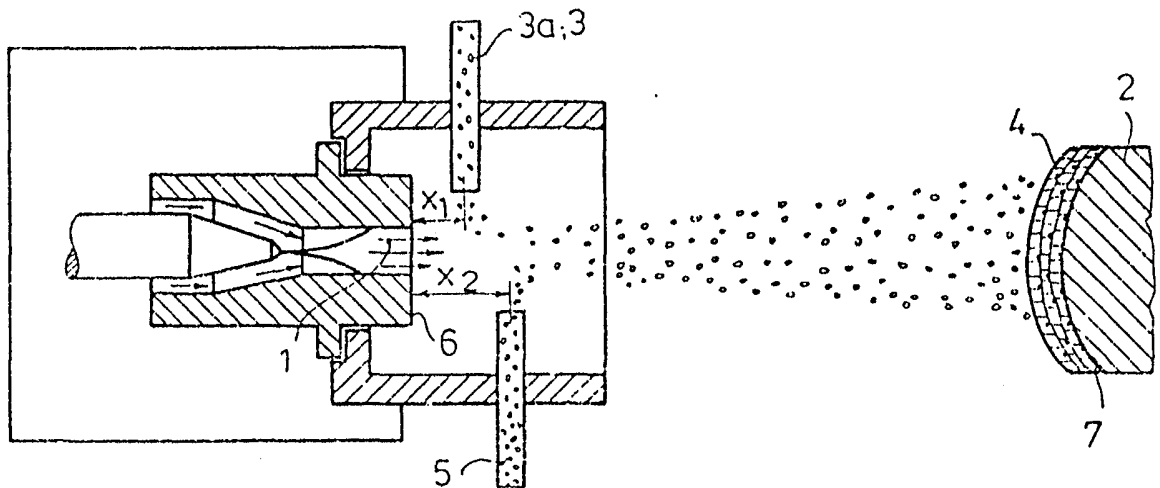
6. Způsob podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že jako hlavní složka se použije jedna látka ze skupiny, tvořené stříbrem, mědí, niklem, molybdenem a wolframem a jako přídavná látka se použije jedna zbývající látka z téže skupiny nebo některá látka ze skupiny tvořené karbidem wolframu, kysličníkem kadmnatým, tuhou, sirníkem molybdeničitým, kysličníkem cínatým, kysličníkem zinečnatým, kysličníkem titaničitým, kysličníkem zirkoničitým, kysličníkem rtuťnatým a kysličníkem hlinitým nebo směs sestávající alespoň ze dvou do skupin přídavných látek zařazených látek.



Obr. 1



**Obr. 2**



Obr. 3