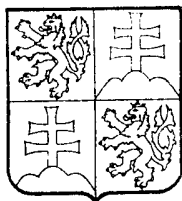


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 06573-87.I

(13) A3

(22) 10.09.87

(32) 16.09.86

(31) 86/90806

(33) US

(40) 16.07.91

5(51) C 04 B 35/02
C 04 B 35/04
C 04 B 35/14
C 04 B 35/18
C 04 B 35/60

(71) LANXIDE TECHNOLOGY COMPANY LP, Newark, Delaware, US

(72) Newkirk Marc S., Newark, Delaware, US
Leshner Daniel H., Wilmington, Delaware, US
Dwivedi Ratnesh K., Wilmington, Delaware, US
Kantner Robert C., Newark, Delaware, US

(54) Způsob výroby samonosné keramické kompozitní struktury

(57)

Řešení popisuje způsob výroby samonosné keramické kompozitní struktury, při kterém se zdroj základního kovu spotřebovává v průběhu oxidační reakce postupně doplňuje vtékáním roztaveného základního kovu do prostoru zdroje a neoxidovaný základní kov se po skončení oxidační reakce nechá ztuhnout v původním prostoru zdroje k vytvoření kovového jádra s keramickým obalem.

Vynález se týká způsobu výroby samonosné keramické kompozitní struktury.

V patentové literatuře byl popsán způsob výroby samonosných keramických kompozitů růstem produktu oxidační reakce základního kovu a okysličovadla do propustného lože výplně. Uvedený způsob lze zlepšit použitím dotovací příměsi, legované do základního kovu, což umožňuje vyrobit samonosná keramická tělesa požadovaného rozměru, rostoucí jako produkt oxidační reakce základního kovového prekursoru. Tento způsob byl ještě zlepšen vnějšími příměsemi, nanášenými na povrch základního kovového prekursoru.

Další způsoby umožňují výrobu keramických kompozitních struktur, které buď obsahují jednu nebo několik dutin, jež negativně kopírují geometrii tvarovaného základního kovového prekursoru, nebo mají negativní tvar, který kopíruje pozitivní tvar základního kovového prekursoru.

Rovněž byly popsány způsoby výroby keramických kompozitních struktur s předem stanoveným tvarem a geometrií. Přitom se používá tvarovaného předlisku z propustné výplně, do kterého vzrůstá keramická matrice při oxidaci základního kovového prekursoru. Jiný způsob popsáný v patentové literatuře spočívá v použití bariéry, která zabraňuje růstu produktu oxidační reakce na zvolené mezní ploše a definuje tedy tvar nebo geometrii keramické kompozitní struktury.

V posledních letech se projevuje vzrůstající zájem

o keramiku pro konstrukční účely, které byly dosud vyhrazeny kovům. Uvedenými způsoby,

lze vyrobit keramické kompozitní struktury včetně tvarových a velkých struktur využitím oxidačního jevu, takže není třeba používat slinování a lisování zahorka práškových hmot a nevýhod těchto technologií. Jde například o nezbytnou operaci práškové technologie, kdy se prášková tělesa zhutňují stlačováním nebo slisováním, takže není možné vyrobit velká, jednodílná keramická tělesa. Mimoto se prášková technologie nehodí pro výrobu keramických kompozitních struktur. Kompozitní struktury sestává z heterogenního materiálu, tělesa nebo předmětu, vyrobeného ze dvou nebo několika různých látek, které jsou spolu důkladně smíchány nebo kombinovány, aby měl kompozit požadované vlastnosti. Taková struktura typicky sestává z keramické matrice, která uzavírá jeden nebo několik výplňových materiálů, částice, zrna, tyčky, vlákna a podobně.

Zmíněné technologie odstraňují tyto nevýhody a umožňují vyrobit keramické mikrostruktury s vysokou pevností a houževnatostí v lomu, a to způsobem, který je přímější a levnější než běžné postupy. Vynález přináší další zlepšené způsoby a zařízení pro výrobu keramických kompozitních struktur, založených na produktech oxidační reakce, jejichž rozměr a tloušťka

byla až dosud nedosažitelná. Vynález rovněž umožňuje výrobu keramických konstrukčních dílů, kde vnitřek dílu je z kovu a má keramický povlak, přičemž tato tělesa jsou v jistých případech lehčí a levnější než celokeramická tělesa.

Předmětem vynálezu je způsob výroby samonosných keramických kompozitních struktur, které sestávají z keramické matrice vyrobené oxidační reakcí základního kovu s okysličovadlem na polykrystalický materiál. Při provádění tohoto způsobu se těleso základního kovu a propustná výplň orientují tak, aby tvorba produktu oxidační reakce probíhala k výplni a do ní. Základní kov tvoří první zdroj roztaveného základního kovu a zásobu roztaveného kovu spojenou s prvním zdrojem tak, aby roztavený kov stékal vlastní tíží ze zásoby do prvního zdroje. První zdroj roztaveného kovu reaguje s okysličovadlem na produkt oxidační reakce a alespoň část tohoto produktu se udržuje ve styku s prvním zdrojem roztaveného základního kovu a s okysličovadlem a mezi nimi, takže roztavený základní kov se postupně dopravuje a je protlačován produktem oxidační reakce směrem k okysličovadlu a do výplně. Produkt oxidační reakce se neustále tvoří uvnitř výplně na styčné ploše mezi okysličovadlem a dříve vytvořeným produktem oxidační reakce. První zdroj roztaveného základního kovu se doplňuje s výhodou spojitě, ze zásoby

v průběhu oxidační reakce tak dlouho, aby vznikající produkt oxidační reakce infiltroval alespoň část výplně, čímž vznikne keramická kompozitní struktura.

Podle dalšího významu vynálezu se vyrábí samonosná kovová struktura s keramickým povrchem, která obsahuje substrát, tvořený kovovým prekursorem, výplň překrývající substrát a keramickou matici, která uzavírá substrát a obklopuje výplň produktem oxidační reakce základního kovového prekursoru a okysličovadla.

Vynález přináší nejen podstatně výhody při výrobě samonosných keramických kompozitních struktur, pokud jde o samotný postup, nýbrž umožňuje i výrobu nových kovových struktur keramickým povrchem, kde keramický povrch je vyroben ze základního kovu, to znamená, že základní kov je prekursorem keramické matrice a protože matrice je vyrobena jako jedendíl s kovem, má výsledný produkt keramický povrch na kovovém substrátu. Keramika přitom uzavírá výplň, přičemž keramický povrch může být vytvořen na vnější a/nebo vnitřní ploše kovového substrátu. Keramický povrch může mít libovolnou, předem stanovenou tloušťku vůči celkovému objemu kovového substrátu. Způsob podle vynálezu, při kterém se doplňuje základní kov, umožňuje vyrobit tlustostěnné nebo tenkostěnné keramické struktury kde relativní objem keramické matrice, tvořící keramický povrch, může být podstatně větší nebo podstatně menší

než objem substrátu ze základního kovu. Pokud je to ve výsledném produktu žádoucí, lze základní kovový substrát úplně nebo částečně odstranit nebo může v keramice zůstat.

Způsob podle vynálezu rovněž umožňuje vyrobit sérii keramických kompozitních struktur ze společného zdroje základního kovu, čímž se značně zvýší účinnost celého postupu. Způsobem podle vynálezu lze rovněž vyrobit kovový substrát s keramickým povlakem, který je spojen s keramickou maticí tvořící tento povrch. Podle vynálezu lze dále vyrobit součást s kovovým substrátem a keramickým povrchem, kde keramický povrch je stlačen a kovový substrát napjat na rozhraní mezi substrátem a povrchem.

Pod pojmem "keramika" se nerozumí pouze keramické těleso v klasickém smyslu, tedy takové, které sestává výlučně z nekovových a anorganických materiálů, nýbrž jde o těleso, které je převážně keramické buď co do složení nebo co do hlavních vlastností, třebaže toto těleso může obsahovat větší nebo menší množství jedné nebo několik kovových složek odvozených ze základního kovu, okysličovadla nebo příměsí. Toto množství obnáší typicky 1 až 40 % objemu, může však být i větší.

"Produkt oxidační reakce" obecně znamená jeden nebo několik kovů v oxidované formě, kde kov odevzdal elektrony jinému

prvku, sloučenině nebo jejich kombinaci. Produkt oxidační reakce tedy zahrnuje produkt reakce alespoň jednoho kovu s okysličovadlem, která budou popsána v dalším.

"Okysličovadlo" znamená jeden nebo několik akceptorů elektronů nebo látek sdílejících elektrony a může být v procesních podmínkách podle vynálezu v pevné, kapalné nebo plynné fázi nebo jejich kombinaci. Tato definice zahrnuje sloučeniny, které jsou redukovatelné při podmínkách podle vynálezu základním kovem.

"Základní kov" znamená ten kov, například hliník, který je prekursorem polykrystalického produktu oxidační reakce a zahrnuje tento kov jako poměrně čistý kov, jako obchodně dostupný kov s nečistotami a/nebo legovacími složkami nebo jako slitinu, v níž je tento kovový precursor hlavní složkou. Tam, kde se v textu uvádí základní kov, např. hliník, je třeba tomu rozumět v rámci této definice, pokud není uvedeno jinak.

Vynález bude vysvětlen v souvislosti s řadou provedení "znázorněných na výkresech, kde značí obr. 1 schematický podélný řez, znázorňující soustavu tvořenou zásobou základního kovu a prvním zdrojem základního kovu, jež jsou uloženy v netečném materiálu a ve výplni, obr. 1A ve zvětšeném měřítku část detailu, zakresleného přerušovanou čarou A na obr. 1, obr. 2 částečný podélný řez

samonosnou kompozitní keramickou strukturou, vyrobenou v zařízení podle obr. 1, obr. 3 schematický svislý řez soustavou, sestávající ze zásoby základního kovu a předlisku, jež jsou uzavřeny v bariéře a uloženy v loži uvnitř žárovzdorné nádoby, obr. 4 bpkorys a částečný řez samonosnou keramickou kompozitní strukturou, vyrobenou v zařízení podle obr. 3, obr. 5 odpovídá obr. 3, avšak znázorňuje další soustavu zásoby základního kovu ve styku s předliskem, jež jsou uloženy v loži netečného materiálu v žárovzdorné nádobě, obr. 6 řez znázorňující další soustavu se zásobou základního kovu, spojenou se silnostěnným předliskem a uloženou v loži netečného materiálu v žárovzdorné nádobě, Obr. 7 bokorys samonosné keramické kompozitní struktury, vyrobené v zařízení podle obr. 6, obr. 8 další soustavu s prvním zdrojem základního kovu v kontaktu s předliskem a zásobu základního kovu, umístěnou tak, aby zásoba mohla nahrazovat potřebovaný základní kov stékáním působením vlastní tíže, obr. 9 půdorys samonosné kompozitní keramické struktury vyrobené v zařízení podle 8, obr. 10 řez další soustavou, sestávající ze zásoby základního kovu, spojené s řadou předlisků, kde v pravé části vyobrazení je pro zřetelnost základní kov vynechán, obr. 11 půdorys soustavy z obr. 10 v dílčím řezu, kde některé části soustavy jsou vynechány a znázorněny pouze přerušovanou čarou, obr. 12 nárys otevřené

formy pro výrobu dutého předlisku litím břečky a výsledný předlisek vyňatý z formy, obr. 13 v částečném řezu samonosnou keramickou kompozitní strukturu, vyrobenou pomocí zařízení z obr. 10 a 11, obr. 14 příčný řez dělenou formou pro výrobu dutého předlisku litím břečky, obr. 15 půdorys dutého předlisku, vyrobeného pomocí formy z obr. 14, obr. 15 A řez vedený rovinou A-A na obr. 15, obr. 16 svislý řez v bokorysném pohledu na soustavu obsahující první zdroj základního kovu, umístěný v dutém předlisku podle obr. 15 A, a zásobu základního kovu, umístěnou nad prvním zdrojem, přičemž soustava je uložena v loži netečného materiálu v žárovzdorné nádobě, obr. 17 pohled odpovídající obr. 15A, znázorňující však samonosnou kompozitní strukturu tvořenou kovem s keramickým porchem a vyrobenou v zařízení podle obr. 16, obr. 18 řez další soustavou se zásobou základního kovu, s předliskem opatřeným bariérou a s potrubím pro průtok roztaveného kovu, kde soustava je uložena v loži netečného materiálu v žárovzdorné nádobě, obr. 18A řez předliskem, vedený v rovině A-A na obr. 18, obr. 19 axiometrický pohled na samonosnou keramickou kompozitní strukturu, vyrobenou pomocí zařízení z obr. 16, obr. 20 dílčí podélný řez předliskem s vnitřním středovým otvorem, který je povlečen bariérou, obr. 20A pohled ve směru šipek A-A na obr. 20, obr. 21 řez znázorňující

předlisek z obr. 20, ponořený do roztaveného kovu v žárovzdorné nádobě, obr. 21 A půdorys soustavy z obr. 21, obr. 22 axonometrický pohled na samonosnou kovovou strukturu s keramickým povlakem, vyrobenou v zařízení podle obr. 21, obr. 23 dílčí řez dalším předliskem, použitelným k provádění způsobu podle vynálezu a obr. 24 půdorys předlisku z obr. 23.

Při provádění způsobu podle vynálezu se zásoba základního kovu umístí vzhledem ke hmotě výplně tak, aby kov po roztavení mohl stékat a doplňovat a v některých případech přímo tvořit a potom doplňovat tu část základního kovu, která je ve styku s výplní. Alespoň jednu plochu hmoty výplně lze případně opatřit bariérou, načež se soustava umístí do oxidačního prostředí nebo případně do netečného prostředí, pokud je okysličovadlo obsaženo v předlisku a zahřívá se na teplotní rozmezí nad teplotou tavení základního kovu, avšak pod teplotou tavení produktu oxidační reakce základního kovu. Hmota výplně je propouští vznikající produkt oxidační reakce, který tedy do ní infiltruje. Když je okysličovadlo v plynném skupenství, např. vzduch, musí hmota výplně toto okysličovadlo propouštět. Ve styku s okysličovadlem reaguje roztavený kov na produkt oxidační reakce, který infiltruje do výplně, takže postupně

uzavírá složky výplně keramickou maticí, sestávajícího z polykrystalického materiálu vzniklého oxidací základního kovu. Alespoň část produktu oxidační reakce se udržuje ve styku s roztaveným základním kovem a okysličovadlem a mezi nimi, takže při neustálém působení okysličovadla je základní kov postupně vtahován a protlačován produktem oxidační reakce směrem k okysličovadlu. Ve styku s okysličovadlem vytváří roztavený základní kov neustále další produkt oxidační reakce, takže růst polykrystalického produktu pokračuje do hmoty výplně a uvnitř této hmoty. V některých případech zůstávají v polykrystalickém materiálu dispergované kovové složky, tvořené nezoxidovanými složkami základního kovu nebo redukovanými složkami okysličovadla, a/nebo póry. Produkt oxidační reakce je typicky sestaven z krystalů, které jsou propojeny, s výhodou ve třech směrech. Pokud jsou přítomné nezoxidované kovové složky, mohou být alespoň částečně vzájemně propojené nebo mohou tvořit oddělené nepropojené ostrůvky.

Postup pokračuje tak dlouho, až polykrystalická matrice infiltruje do materiálu výplně a uzavře jej až do požadované hloubky, např. k bariéře, která omezuje alespoň jednu mezní plochu hmoty výplně. Bariéra, inhibuje, brání nebo zastavuje růst produktu oxidační reakce, takže výsledný keramický kompozit má hladký nebo téměř hladký tvar.

Podle vynálezu se ze základního kovu vytvoří první zdroj, který je ve styku s materiálem výplně a je prekursorem produktu oxidační reakce. Navíc se vytvoří druhý podíl základního kovu, který tvoří nezreagovaný zdroj základního kovu a představuje zásobu pro první zdroj. Zásoba je propojena s prvním zdrojem a základní kov stéká vlastní tíží ze zásoby do prvního zdroje, aby doplnil kov ubylý oxidační reakcí. Tím se zajišťuje, aby pro pokračující reakci bylo neustále k dispozici dostatečné množství základního kovu až do okamžiku, kdy polykrystalický materiál doroste do požadované tloušťky, např. k mezní ploše lože nebo výplně. V některých případech podle vynálezu bariéra uzavírá nebo obklopuje vnější plochy lože a výplně, takže mezní plocha tohoto lože a tedy hranice růstu polykrystalického materiálu je dána bariérou. V těchto případech je tvar keramického tělesa kongruentní s vnitřní plochou bariéry. Rozsah tvorby polykrystalického matic^{ové} materiálu lze omezit jiným způsobem než bariérou, např. tak, že dotovací příměs nebo příměsi a/nebo okysličovadla se přidají pouze do té části hmoty výplně, kde má dojít ke vzniku polykrystalického materiálu. Obecně řečeno se uvnitř výplně udržují reakční podmínky a jejich kinetika příznivější než panují vně hmoty výplně.

Keramická kompozitní struktura může mít negativní

tvár, kopírující negativně tvár zdroje základního kovu nebo může obsahovat jednu nebo několik dutin, takže tvoří duté těleso. Technika náhrady základního kovu podle vynálezu umožňuje, aby dutina obsahovala základní kov nebo byla úplně vyplněna základním kovem, který ztuhne při ochlazení struktury po jejím vytvoření. Ztuhlý základní kov může být podle potřeby odstraněn z dutiny, v níž je obsažen, nebo v ní může zůstat. Používá-li se předlisku, to znamená tvarového tělesa z výplně, která je spojena vhodným pojivem a má dostatečnou pevnost za syrova pro manipulaci a zpracování, tvár keramického kompozitního tělesa je v podstatě shodný s tvarem předlisku, použije-li se např. bariéry nebo udržuje-li se kinetika oxidační reakce uvnitř předlisku příznivější než vně předlisku.

Třebaže vynález bude dále podrobně popsán ve spojení s hliníkem jako základním kovem, kterému se dává přednost, lze použít i jiný vhodný základních kovů, mezi něž patří bez omezení křemík, titan, cín, zirkonium a hafnium. Specifická provedení vynálezu zahrnují při použití hliníku jako základního kovu tvorbu alfa-aluminy, nitridu hliníku nebo boridu hliníku jako produktu oxidační reakce, při použití titanu jako základního kovu nitridu titanu nebo boridu titanu jako produktu oxidační reakce a při použití křemíku jako základního kovu karbidu křemíku,

nitridu křemíku nebo boridu křemíku jako produktu oxidační reakce.

Jak bylo popsáno ve zmíněné literatuře, lze ve spojení se základním kovem použít jedné nebo několika příměsí. Touto příměsí nebo příměsemi lze legovat základní kov, příměs lze nanášet zvnějšku alespoň na část povrchu tělesa ze základního kovu, příměs nebo příměs lze umístit do blízkosti tělesa základního kovu, např. do hmoty výplně, kterou prorůstá produkt oxidační reakce, nebo lze použít jakékoliv vhodné kombinace těchto postupů.

K oxidaci základního kovu lze použít okysličovadla v pevném, kapalném nebo plynném skupenství nebo kombinace takových okysličovadel. Mezi typická okysličovadla patří, ovšem bez omezení kyslík, dusík, halogen, síra, fosfor, arsen, uhlík, bor, selen, tellur a jejich sloučeniny nebo kombinace, např. oxid křemičitý jako zdroj kyslíku, methan, ethan, propan, acetylén, ethylén a propylén jako zdroje uhlíku, a směsi jako je vzduch, H_2/H_2O a CO/CO_2 , kde poslední dvě směsi jsou užitečné tím, že snižují aktivitu kyslíku v prostředí. Keramická struktura podle vynálezu může tedy např. obsahovat produkt oxidační reakce tvořený několika oxidy, nitridy, karbidy a boridy. Produktem oxidační reakce může být např. oxid hlinitý, nitrid hliníku, karbid křemíku,

borid křemíku, borid hliníku, nitrid titanu, nitrid zirkonia, borid titanu, borid zirkonia, karbid zirkonia, nitrid křemíku, karbid titanu, karbid hafnia, borid hafnia a oxid cínčitý .

Třebaže lze použít podle vynálezu jakéhokoliv vhodného okysličovadla, budou provedení vynálezu popsána v souvislosti s okysličovadly v plynné fázi. Při použití okysličovadla ve formě plynu nebo par musí hmota výplně . propouštět okysličovadlo tak, aby mohlo výplní projít do styku s roztaveným základním kovem, dopravovaným vznikajícím produktem oxidační reakce. Vhodnými okysličovadly v plynné fázi jsou kyslík a plynné směsi obsahující kyslík včetně vzduchu, zejména v případě hliníku jako základního kovu, přičemž vzduchu se dává přednost ze zřejmých ekonomických důvodů. Pokud se uvádí, že okysličovadlo sestává z určitého plynu nebo par, znamená to okysličovadlo, v němž je uvedený plyn nebo pára jediným, hlavním nebo alespoň významným oxidačním činidlem pro základní kov za podmínek podle vynálezu. Třebaže tedy např. je hlavní složkou vzduchu dusík, je kyslík obsažený ve vzduchu jediným okysličovadlem pro základní kov, protože kyslík je mnohem silnější oxidační činidlo než dusík. Vzduch tedy spadá mezi okysličovadla definovaná jako plyn obsahující kyslík, nikoliv však mezi okysličovadla

uváděná jako plyn obsahující dusík. Příkladem oxidačního činidla, tvořeného plynem s obsahem dusíku je formovací plyn, který obsahuje 96 % objemu dusíku a 4 % objemu vodíku.

Při použití oksyličovacla v pevné fázi se toto oksyličovadlo zpravidla disperguje do celé hmoty výplně nebo do té části, která sousedí s kovem, ve formě zrn a částic smíchaných s výplní nebo případně jako povlak na částicích výplně. Jako pevného oksyličovacla lze použít prvků, např. boru nebo uhlíku, nebo redukovatelných sloučenin jako je oxid křemičitý, nebo určitých boridů s nižší termodynamickou stabilitou než má borid, tvořící reakční produkt oxidace základního kovu. Když se např. použije pro hliník jako základní kov boru nebo redukovatelného boridu jako pevného oksyličovacla, je výsledným produktem oxidační reakce borid hliníku.

V určitých případech může oxidační reakce s pevným oksyličovadlem probíhat tak rychle, že produkt oxidační reakce má snahu se spékat v důsledku exotermické povahy postupu. Tím by se mohla porušit stejnoměrná mikrostruktura keramického tělesa. Takovou rychlou exotermickou reakci lze odvrátit nebo zmírnit tím, že se do směsi přidají poměrně netečné výplně, které mají nízkou reaktivitu. Příkladem takové výplně je látka v podstatě identická se zamýšleným produktem oxidační reakce.

V případě kapalného oksyličovadla se jím povleče nebo nasytí celá hmota výplně nebo ta část, která leží u roztaveného základního kovu, aby se výplň oksyličovadlem impregnovala. Pod pojmem kapalně oksyličovadlo se míní látka, která je v kapalném skupenství v podmínkách oxidační reakce, takže kapalně oksyličovadlo může mít pevný prekursor, např. sůl, která se při reakčních podmínkách roztaví. Alternativně může mít kapalně oksyličovadlo kapalný prekursor, např. roztok, kterým se naimpregnuje veškerá výplň nebo její část a který se roztaví nebo rozkládá v reakčních podmínkách a zanechává oxidační zbytek. Příkladem takových kapalných oksyličovadel jsou např. nízkotavná skla.

Výplň, které se používá při provádění způsobu podle vynálezu, může být tvořena jedním nebo několika ze široké škály materiálů, vhodných pro tento účel. Výplň může být "přizpůsobivá" výplň, což znamená, že výplň lze vložit do nádoby, že do výplně lze vložit tvarové těleso ze základního kovu nebo se mohou uvést do vzájemného styku, přičemž výplň se přizpůsobí tvaru nádoby nebo tvarovaného základního kovu. Přizpůsobivé výplně mohou obsahovat materiál ve formě částic, např. jemná zrnka žárovzdorného oxidu kovu, vlákna, stříšová vlákna nebo vláknitý materiál na způsob vlny, podobný např. ocelové vlně, nebo kombinaci dvou nebo několika takových útvarů, např. kombinaci jemných

zrnek a vláken. Hmotu výplně rovněž může tvořit předběžně tvarované těleso, v následujícím nazývané předlisek z výplně, jehož tvar odpovídá požadovanému tvaru vyráběné keramické kompozitní struktury.

První zdroj roztaveného kovu, to znamená pevná látka, která je ve styku s výplní, může být vytvarován do předem stanoveného tvaru nebo vzoru. Toto tvarované těleso ze základního kovu se vloží do hmoty výplně, aby se negativně kopíroval jeho tvar. Při vzniku keramické kompozitní struktury vznikající kompozit negativně kopíruje tvar původního kovového tělesa. Když se nemá vyrobit taková negativní kopie, lze použít předlisku k vytvoření kompozitního tělesa předem stanoveného tvaru, přičemž první zdroj základního kovu může mít jakýkoliv tvar, např. ingotu, bramy, tyče a podobně. Zásoba základního kovu může být jakéhokoliv vhodného tvaru a objemu a může být umístěna tak, aby roztavený kov ze zásoby stékal vlastní tíží do toho místa, kde vzniká produkt oxidační reakce.

Zásoba základního kovu může být s výhodou umístěna v loži zrnitého netečného materiálu, který nepodporuje ani neudrжуje oxidační reakci roztaveného základního kovu. Otvorem ve dně nádoby pak stéká roztavený základní kov do prvního zdroje základního kovu. Alternativně být může zásoba základního kovu umístěna ve vhodné žárovzdorné nádobě.

Obr. 1 znázorňuje soustavu 10 se zásobní komorou 12 a nádobou 14 s bariérou, která je umístěna pod ní a spojena se zásobní nádobou 12 otvorem ve dnu 28. Nádoba 14 s bariérou je v podstatě válcová a její vnitřní stěna je tvořena sítím 16 (obr. 1, 1A), jež je vyztuženo děrovaným válcem 18, který tvoří vnější pevný díl nádoby 14. Síť 16 může být nahrazeno perforovaným plechem, např. z nerezavějící oceli. Děrovaný válec 18 má soustavu perforací 20 (obr. 1A) a je dostatečně tuhý, aby udržel tvar přizpůsobivé výplně, do které má prorůst keramická matrice rostoucí ze základního kovu. Síť 16 může být žárovzdorná tkanina nebo může být kovová, např. z nerezavějící oceli. Ve znázorněném provedení jde o tkané síť 16 s otevřenými oky, z nichž velký počet leží proti perforacím 20 děrovaného válce 18, takže nádoba 14 s bariérou je otevřená pro průchod vnější oxidací atmosféry. Po vnější ploše děrovaného válce 18 je umístěn větší počet úhelníků 22 z nerezavějící oceli, které jsou rovnoměrně rozloženy a přidržovány ve správné poloze kroužky 32 k vyztužení celé konstrukce. Základna 24, která může být buď plná nebo děrovaná, uzavírá dolní konec nádoby 14 s bariérou.

Zásobní komora 12, která je rovněž válcová a má větší průměr než nádoba 14 s bariérou, je uzavřena stěnami 26 a dnem 28, vyrobeným z plného materiálu. Ve znázorněném

provedení tvoří základní kov jednak zásobu, která je umístěna v loži netečného materiálu 30, uloženém v zásobní komoře 12, a tvarový protáhlý první zdroj 36 základního kovu, který leží uvnitř přizpůsobivé výplně 38, jež vyplňuje nádobu 14 s bariérou. Zásoba 34 základního kovu má zužující se část, ze které vychází válcová část dolů do styku s prvním zdrojem 36 na přechodu mezi zásobní komorou 12 a nádobou 14 s bariérou. Ve znázorněném provedení má základní kov v prvním zdroji 36 tvar válce se třemi kotoučovými výstupky 36a, 36b, 36c, které jsou rozmístěny po jeho délce, a sahá jako jádro základního kovu po celém obvodu k výplni 38. Se základním kovem v prvním zdroji 36 nebo v zásobě 34 může být legována jedna nebo několik příměsí, které usnadňují oxidační reakci. Alternativně mohou být tyto příměsi nanášeny na první zdroj 36 nebo na jeho části, a/nebo vneseny do výplně 38 alespoň v té části, která sousedí s prvním zdrojem 36.

Zásobní komora 12 je vyplněna ložem netečného materiálu 30, který není smáčen roztaveným kovem, takže znemožňuje nebo alespoň značně brání tvorbě a růstu polykrystalické matrice. Při tomto uspořádání roztavený základní kov vzniklý při zahřátí tvoří zásobu 34, která může stékat z lože netečného materiálu 30 do prvního zdroje 36 a tam doplňovat základní kov, který byl spotřebován při oxidační reakci. V případě hliníku jako základního

kovu může netečný materiál obsahovat kusovou aluminu (El Alundum, výrobek firmy Norton Company.) Když je to třeba nebo žádoucí může být horní konec zásobní komory 12 uzavřen neznázorněným víkem vůči okolní atmosféře a mezi zásobní komorou 12 a nádobou 14 s bariérou může být rovněž uložena těsnicí deska, která je plná až na středový otvor, jímž může stékat roztažený základníkov ze zásoby 34 do prvního zdroje 36.

Přizpůsobivá výplň 38 v nádobě 14 s bariérou se přizpůsobí tvaru vnitřní plochy nádoby 14, takže vnitřní tvar nádoby 14 vymezuje vnější hranici nebo tvar hmoty výplně 38 jako hranice, která zabraňuje dalšímu růstu produktu oxidační reakce. Tato hranice tedy tvoří vnější obrys a tvar keramické kompozitní struktury, která vyrostе v nádobě 14 s bariérou. Mimoto se výplň 38 přizpůsobí tvaru a geometrii prvního zdroje 36, který tedy vymezuje a vyplňuje uvnitř hmoty přizpůsobivé výplně 38 tvarovou dutinu.

Soustava 10, sestávající z výplně 38 a netečného materiálu 30 se vloží do pece, která obsahuje nebo do které se zavádí vhodné okysličovadlo v plynné fázi. Alternativně nebo mimo plynného okysličovadla může být uvnitř výplně obsaženo pevné nebo kapalnэ okysličovadlo nebo oboje. Při použití okysličovadla v plynné fázi

může jít např. o atmosférický vzduch a v tomto případě může mít pec větrací otvory, kterými se jednoduše vzduch vede do jejího vnitřku a tvoří tak plynné okysličovadlo. Soustava 10 může být uložena v peci ve svislé poloze, jak ukazuje obr. 1, a může být podepřena neznázorněnou vhodnou konstrukcí. Okysličovadlo v plynné fázi vniká do přizpůsobivé výplně 38 perforacemi 20 děrovaného válce 18 a otvory v síti 16 a okysličuje roztavený základní kov. Výsledný růst polykrystalického produktu oxidační reakce probíhá shora popsaným způsobem, přičemž roztavený základní kov je odebírán z prvního zdroje, prochází produktem oxidační reakce na jeho povrch a tam tvoří další produkt oxidační reakce. Roztavený základní kov spotřebovaný touto reakcí se doplňuje přítokem ze zásoby 34 do prvního zdroje 36. Když rostoucí polykrystalický materiál dojde k síti 16, další růst se zastaví působením bariéry, která je tvořena sítí 16, podepřeným děrovaným válcem 18. Tímto způsobem je růst produkt oxidační reakce omezen vnitřní plochou síti 16. Je samozřejmé, že vnitřek nádoby 14 s bariérou může být tvarován do nejrůznějších tvarů, aby vzniklo keramické kompozitní těleso s požadovaným tvarem povrchu.

Velikost zásoby 34 základního kovu lze předem určit vzhledem k první zásobě 36 tak, aby bylo vždycky k dispozici

dostatečné množství roztaveného základního kovu k udržení kovové náplně v celém prvním zdroji 36 alespoň do té doby, než dojde k infiltraci nebo k uzavření celého objemu výplně 38 polykrystalickým produktem oxidační reakce. Když se dosáhne tohoto okamžiku, teplota v peci se sníží a soustava se nechá zchladnout, přičemž první zdroj 36 základního kovu ztuhne a spojí se důkladně s keramickou maticí. Vzniklá keramická kompozitní struktura tedy obsahuje kovový substrát s keramickým povrchem. V popsaném příkladě leží keramický substrát na vnější straně a částečně uzavírá kovový substrát.

Pro snadnou demontáž může být děrovaný válec 18 ze dvou polovin, které jsou k sobě přidržovány jakýmkoli vhodnými prostředky, např. zmíněnými úhelníky 22 a kroužky 32. Úhelníky 22 a kroužky 32 se pak stáhnou, aby bylo možno rozebrat obě poloviny děrovaného válce 18. Po sejmutí děrovaného válce 18 se může síto 16 odvinout nebo odříznout. Keramická kompozitní struktura se může rozříznout napříč na horním konci nebo blízko konce nádoby 14 s bariérou (v pohledu z obr. 1), čímž vznikne v podstatě válcový keramický kompozit 40 podle obr. 2. Keramický kompozit 40 má vnitřní dutinu 42, která je negativní kopií tvaru prvního zdroje 36 tělesa základního kovu a má tři rozšířené komory 42a, 42b, 42c. Kov v dutině 42, který znova ztuhl, může být

podle potřeby jakýmkoliv vhodným způsobem odstraněn. Dutinu 42 lze např. vyvrtat a zbývající kov v rozšířených komorách 42a, 42b, 42c lze chemicky rozpustit, v případě hliníku jako základního kovu např. kyselinou chlorovodíkovou. Kyselina chlorovodíková rozpustí kov, ale nemá škodlivý vliv na keramický kompozit. V určitých případech může být např. žádoucí ponechat celé jádro ze základního kovu nebo jeho část v dutině 42, čímž vznikne produkt s jádrem ze základního kovu, nebo případně nahradit celé jádro nebo jeho část jiným materiálem, např. jiným kovem nebo slitinou, nebo látkou úplně jiného druhu, např. syntetickým organickým polymerním materiálem.

Vnější povrch keramického kompozitu 4 může mít hrubou plochu, která odpovídá zvlněnému povrchu síta 16, takže v některých případech je žádoucí opracovat tuto vnější plochu do hladka, zatímco v jiných případech je vhodné hrubou kresbu odpovídající sítu 16 nebo jinému použitému elementu nádoby 14 s bariérou ponechat.

Při stejné konfiguraci nádoby 14 s bariérou může být nezbytné nebo vhodné vytvořit lomené spojky a jednu nebo několik dalších zásob základního kovu, aby bylo možno doplňovat roztavený základní kov v několika místech po délce nebo po obvodu prvního zdroje 36.

Na obr. 3 je zakreslena soustava sestávající

z předlisku 44, na kterém je postavena zásoba 46 základního kovu. Vnější strany zásoby 46 a předlisku 44 jsou uzavřeny v bariéře, která je tvořena vrstvou 48 z pálené sádry, do které je přimíchán hořlavý materiál, aby propouštěla vzduch. Bariéra, tvořená vrstvou 48, tvoří tedy hranici alespoň jedné plochy předlisku 44. Ve znázorněném provedení je v bariéře uzavřena celá vnější plocha předlisku 44 s výjimkou těch plošek, na které dosedá zásoba 46. Pokud je tedy v textu uvedeno, že jde alespoň o jednu plochu nebo alespoň jednu hranici hmoty výplně, definovanou bariérou, týká se to té části hmoty výplně, která je zakryta a nebo ve styku s bariérou.

Zásoba 46, uzavřená v sádrové vrstvě 48 společně s předliskem 44, je uložena v loži netečného materiálu 50, který je umístěn v žárovzdorné nádobě 52, např. z aluminu. Předlisek 44 má tvar pístu motoru s vnitřním spalováním a sestává z hlavy 44a, prstencové drážky 44b a dutiny 44c, v níž jsou vytvořeny proti sobě dva radiální spojovací otvory 44d, 44e. Uvnitř dutiny 44c je umístěn první zdroj 54 základního kovu, který se dotýká celého povrchu dutiny 44c. Sádrová vrstva 48, která uzavírá předlisek 44, tvoří bariéru zabraňující dalšímu růstu produktu oxidační reakce, přičemž je přizpůsobena vnějšímu tvaru předlisku 44 a zajišťuje vznik hladkého povrchu keramického kompozitního tělesa, protože znemožňuje růst polykrystalického

materiálu za předlisek 44. Vrstva 48 pálené sádry rovněž usnadňuje spojení předlisku 44 a zásoby 46 a vytváří v podstatě nádobu pro roztavený kov, tavící se při zvýšené teplotě. Nicméně by lože netečného materiálu 50, který se nesmáčí roztaveným základním kovem, udrželo spolehlivě zásobu roztaveného základního kovu, i kdyby předlisek 44 a zásoba 46 nebyly uzavřeny v sádrovém povlaku 48. Lože netečného materiálu 50 propouští okysličovadlo v plynné fázi, např. vzduch. Například při zahřátí na vhodnou provozní teplotu okysličuje plynné okysličovadlo roztavený kov, dopravovaný na povrch vznikajícího produktu oxidační reakce, čímž vzniká polykrystalický matricový materiál. Jak se základní kov z prvního zdroje spotřebovává, doplňuje se roztaveným kovem ze zásoby 46 a reakce pokračuje tak dlouho, až polykrystalická keramická matrice proroste k sádrové vrstvě 48, jež obklopuje předlisek 44 a tvoří bariéru pro růst polykrystalického keramického tělesa. V tomto okamžiku se reakce zastaví, např. snížením teploty v peci, celek se vyjme z lože netečného materiálu 50 a sádrová vrstva 48 se odstraní, např. otryskáním. Roztavený kov lze vylít z dutiny 44c hotového předmětu a zbytkový, to znamená nezreagovaný základní kov, který ztuhne uvnitř, se může odstranit mechanicky nebo chemickým způsobem.

Obr. 4 ukazuje keramickou kompozitní strukturu, vyrobenou v zařízení podle obr. 3. Píst 44', který tvoří keramické kompozitní těleso, sestává z předlisku 44, infiltrovaného keramickou matricí tvořenou produktem oxidační reakce a případně kovovými složkami, jako jsou neoxidované složky základního kovu nebo redukované složky dotovací příměsi, výplně nebo okysličovadla, když je okysličovadlem redukovatelná sloučenina kovu. Protože růst keramické matrice se zastaví na hranici dané vnějším povrchem předlisku 44, má píst 44' přesně odpovídající tvar a sestává tedy z hlavy 44a', má prsten-covou drážku 44b', dutinu 44c' a dvojici protilehlých otvorů 44d', 44e' pro pístní čepy.

Obr. 5 znázorňuje další soustavu k provádění způsobu podle vynálezu, kde předlisek 56 z výplně má tvar lomené trubky, jejíž úseky spolu svírají úhel 45° a která je opatřena na obou koncích přírubou 56a, 56b. Žárovzdorná zásobní nádoba 58 je ve dnu opatřena otvorem 60 a je skloněna vůči vertikále tak, aby dosedala přesně na přírubu 56a předlisku 56. Druhá příruba 56b je uzavřena zátkou 62 ze vhodného materiálu, např. pálené sádry. Celek je uložen v loži netečného materiálu 64, které je umístěno ve žárovzdorné nádobě 66. Zásoba 68 základního kovu je umístěna podle obr. 5 uvnitř zásobní nádoby 58, takže může stékat do předlisku 56 a doplňovat

první zdroj 70 roztaveného základního kovu, který ubývá s postupující oxidační reakcí.

V obr. 3 i 5 může první zdroj 54 případně 70 tvořit pevný základní kov, který se taví in situ a tvoří tedy vlastně poté zdroj základního kovu.

Alternativně stačí uspořádat pouze zásobu 46 podle obr. 3 a 68 podle obr. 5, takže při roztavení stéká roztavený základní kov z této zásoby do styku s předliskem 44, případně 56, čímž vytváří první zdroj základního kovu. Tento první zdroj základního kovu může být tedy jak tvořen stékajícím kovem ze zásoby nebo doplňován tímto kovem ze zásoby 46, 68.

Uspořádání zásoby základního kovu, která doplňuje první zdroj základního kovu obsaženého uvnitř dutiny 44c, zajišťuje účinný a stejnoměrný růst keramické matrice do předlisku 44, protože je neustále k dispozici dostatečné množství základního kovu, aby úplně vyplnilo dutinu 44c. Tím se odstraní nebezpečí, že by se některé části předlisku 44 nevyplnily keramickou matricí, protože spotřebováním roztaveného základního kovu uvnitř dutiny 44c.

⁵⁸ přeruší přívod roztaveného kovu do předlisku 44.

V případě provedení podle obr. 5 lze první zdroj 70

základního kovu vytvořit tak, že se pevné těleso ze základního kovu vloží do předlisku 56 před zahřátím, nebo stékáním roztaveného základního kovu ze zásobní nádoby 58, čímž se vyplní vnitřek předlisku 56. Je zřejmé, že znázorněná relativní tloušťka stěn předlisku 56 je ve srovnání s jeho dutým vnitřkem taková, aby uvnitř předlisku 56 bylo vždycky k dispozici víc než dostatečné množství kovu k úplnému vyplnění a prostoupení výplně keramickou maticí během postupu oxidační reakce. Výhoda uspořádání zásobní nádoby 58 a zásoby 68 roztaveného kovu v tomto případě spočívá stejně jako v provedení podle obr. 3 v tom, že se udržuje hladina roztaveného základního kovu na dostatečné výšce, aby předlisek 56 zůstal naplněn až k okraji; to pomáhá zajistit stejnoměrný růst polykrystalického materiálu matrice celým předliskem 56 bez jakýchkoli nespojitostí v materiálu.

Podle obr. 5 je předlisek 56 uložen v loži 64 zrnitého netečného materiálu, ve kterém nedochází k výraznějšímu růstu keramické matrice. Keramická matrice proto roste až ke hranici definované vnějšími plochami předlisku 56. Zátka 62 z pálené sádry znemožňuje vnikání netečného materiálu 64 do vnitřku předlisku 56. Pokud je to nezbytné, lze použít pálené

sádry nebo jiného podobného materiálu k vytvoření těsnění kolem dolního konce žárovzdorné nádoby 58 a příruby 56a předlisku 56. Případně může být celý vnější povrch předlisku 56 uzavřen v neznázorněné vrstvě z pálené sádry propustné pro vzduch, která se pak z hotového keramického kompozitního tělesa odstraní.

Na obr. 6 je znázorněna další soustava, kde předlisek 72, jenž má obecně tvar kruhového válce, sestává ze základní části 74 a zúženého krku 76, zakončeného válcovým koncem 78. Předliskem 72 prochází průchozí otvor 80, který je soustředný s jeho podélnou osou. Konec průchozího otvoru 80, otevřený z válcového konce 78, je uzavřen zátkou 82 vhodného materiálu, např. pálené sádry. Druhý konec průchozího otvoru 80, který je otevřen na konci základní části 74, je propojen s kanálkem 84, jenž může být vyroben rovněž z pálené sádry. Kanálek 84 je tedy tvořen krátkým úsekem trubky nebo trubice z pálené sádry, jejíž jeden konec dosedá na základní část 74 předlisku 72 a druhý konec na zásobu 86 základního kovu. Kanálek 84 a zásoba 86 jsou souosé. Předlisek 72 je uložen šikmo, takže jeho podélná osa L svírá ostrý úhel s horizontálou, označenou čarou H-H. Šikmým umístěním předlisku 72, např. pod úhlem 5 až 10° , se usnadní stékání roztaveného základního kovu ze zásoby 86 do průchozího otvoru 80. Předlisek 72, kanálek 84 a zásoba 86 základního

kovu jsou uloženy v loži zrnitého netečného materiálu 88, umístěného v žárovzdorné nádobě 90. Při práci způsobem podle vynálezu se zásoba 86 základního kovu roztaví a stéká kanálkem 84 do průchozího otvoru 80 a vyplní jej roztaveným základním kovem. Dutina uvnitř kanálku 84 a průchozího otvoru 80 se tedy může považovat za vtokový kanál, kterým proudí roztavený kov k předlisku 72. Zátka 82 brání vnikání netečného materiálu 88 do průchozího otvoru 80. Okysličovadlo v plynné fázi, např. vzduch, prochází ložem netečného materiálu 88 a předliskem 72 a okysličuje roztavený základní kov. V té míře, v jaké je roztavený základní kov spotřebováván v průchozím otvoru 80, je doplňován dalším roztaveným kovem přitékajícím ze zásoby 86, takže průchozí otvor 80 je neustále udržován plný roztaveného základního kovu po celou dobu postupu.

Jak je jasně vidět z obr. 6, je množství roztaveného kovu, který může obsahovat průchozí otvor 80, bez doplňování spotřebovaného kovu příliš malé k tomu, aby se předlisek 72 naplnil a infiltroval polykrystalickým materiálem, vzniklým jako produkt oxidační reakce základního kovu a tvořícím keramickou matici. Tyto poměry jsou odlišné než v uspořádání v obr. 5, kde zásoba základního roztaveného kovu uvnitř předlisku 56 je zřejmě víc než dostatečná k vyplnění poměrně tenkých stěn předlisku 56 keramickou maticí provedení podle

obr. 6 . zajišťuje zásoba 86 rovnoměrný přívod roztaveného kovu a současně spojitý přívod dostatečného množství roztaveného základního kovu přes poměrně malý průchozí otvor 80 k úplnému vyplnění předlisku 82 polykrystalickým produktem oxidační reakce. Technika doplňování zdroje základního kovu ze zásoby tedy umožňuje vytvářet polykrystalický materiál z malého objemu prvního zdroje tak, aby infiltroval do podstatně většího objemu výplně. Spojitým doplňováním roztaveného kovu se tedy objem výplně prakticky jakékoliv velikosti může infiltrovat polykrystalickým matricovým materiálem, vyrobeným ze základního kovu a přivedeného v malém objemu prvního zdroje do styku s okysličovadlem.

Tvorba keramické matrice se zastaví na hranici, definované vnějšími plochami předlisku 72. Jak bylo uvedeno, může být předlisek 72 uzavřen v bariéře. Ztuhlé jádro základního kovu, které zůstane v otvoru 80, se může nechat v hotové struktuře nebo se může úplně nebo částečně odstranit nebo případně nahradit jiným materiálem. Hotová keramická kompozitní struktura, zakreslená na obr. 7, sestává z keramického kompozitního tělesa 72', jež má základní část 74', zúžený krk 76' vydutého tvaru a válcový konec 78', přičemž touto strukturou prochází podélně otvor 80'.

Obr. 8 ukazuje další soustavu, kde předlisek 92

má kruhovou část 94. Z její jedné strany vyčnívá nahoru dutý středový hřídel 98 a soustředný nákrůžek 96. Hřídelem 98 prochází průchozí otvor 100, který jde až k dolní ploše kruhové části 94 a je zakončen rozšířeným koncem 100a, který leží v rovině dolní plochy kruhové části 94. Horní konec průchozího otvoru 100 je uzavřen zátkou 102 ze vhodného materiálu jako je pálená sádra. Pod předliskem 92 je zdroj 104 roztaveného kovu, který se dotýká předlisku 92.

Do zdroje 104 roztaveného kovu ústí zalomený kanálek 106, jehož druhý, horní konec (obr. 8) se těsně dotýká zásoby 108 základního kovu. Třebaže na obr. 8 je zakreslena pouze jedna zásoba 108 a jeden kanálek 106, je zřejmé, že po obvodu zdroje 104 základního kovu může být umístěno několik kanálků 106 a zásob 108 základního kovu. Zdroj 104 základního kovu má s výhodou tvar kotouče a může mít v podstatě stejný průměr jako kruhová část 94 předlisku 92. Předlisek 92, zdroj 104 roztaveného kovu a zásoba 108 základního kovu i kanálek 106 jsou uloženy v loži zrnitého netečného materiálu 110, umístěného v žárovzdorné nádobě 112.

Při zahřátí na vhodnou reakční teplotu v peci se vzduchovou atmosférou se základní kov roztaví a

vytvoří tak první zdroj 104 základního kovu, který se dotýká zdola předlisku 92. Současně se roztaví základní kov zásoby 108, který stéká dolů kanálkem 106 a vytváří tlakovou výšku, která vytlačuje roztavený základní kov nahoru rozšířeným koncem 100a a průchozím otvorem 100 až nahoru k zátce 102, která tento kov zastaví. Při tomto uspořádání tedy zásoba 108 nejen doplňuje první zdroj 104, aby základního kovu bylo dost k úplnému vyplnění předlisku 92 polykrystalickou matricí, nýbrž vyplňuje a udržuje plný celý průchozí otvor 100, alespoň tak dlouho, pokud hladina roztaveného kovu v zásobě 108 leží alespoň tak vysoko jako konec průchozího otvoru 100. To umožňuje stejnoměrný růst keramické matrice uvnitř celého předlisku. Kdyby se vynechala zásoba 108 a kanálek 106 a i kdyby zdroj 104 základního kovu byl dostatečně velký k zajištění úměrného množství kovu pro vyplnění předlisku 92 keramickou matricí, mohly by nastat obtíže při proudění roztaveného kovu tímto předliskem 92, zejména v místě škrčení, kde hřídel 98 předhází v kruhovou část 94 předlisku 92. Roztavený základní kov sice dobře vzlíná propustným předliskem 92, ale při vyčerpání zásoby roztaveného kovu ve zdroji 104 bez zásoby 108, která tento základní kov doplňuje, by zejména v případě velkých vyráběných těles vzlínání nestačilo k zajištění úplného a stejno-

měrného růstu polykrystalické matrice, zejména v té části hřídele 98, která leží dál od kruhové části 94. Způsob podle vynálezu úspěšně odstraňuje tento problém tím, že se průchozí otvor 100 vyplní až k hornímu konci roztaveným kovem působením statického tlaku, a zdroj 104 roztaveného kovu se rovněž udržuje v naplněném stavu působením tlakové výšky roztaveného kovu v kanálku 106 a v zásobě 108. Zásoba 108 se může podle potřeby rovněž občas doplňovat.

Obr. 9 ukazuje keramické kompozitní těleso 92', vyrobené v soustavě z obr. 8. Těleso 92' má centrální hřídel 98', který má středový otvor 100' kruhovou část 94' s kruhovým nákrůžkem 96', který vychází ze stejné plochy kruhové části 94 jako hřídel 98'. Stejně jako v předchozích provedeních se z hotového keramického kompozitního produktu může odstranit základní kov, který znova ztuhl v průchozím otvoru 100 a jeho rozšířeném konci 100a. Alternativně může otvor 100 a rozšířený konec 100 a zůstat úplně nebo částečně vyplněn ztuhlým základním kovem nebo může být úplně nebo částečně vyplněn jiným zvoleným materiálem. V obou případech lze materiál vyplňující otvor 100 a jeho rozšířený konec 100a například provrtat a vytvořit v něm díru s menším průměrem.

Obr. 10 ukazuje v podélném svislém řezu soustavu, která obsahuje žárovzdornou zásobní nádobu 114, v níž je zásoba 116 základního kovu. Ve dnu zásobní nádoby 114 je otvor 118, kterým stéká roztavený základní kov vlastní tíží do mělkého podélného žlabu 120, vytvořeného v podkladu 122 z netečného materiálu. Tímto materiálem může být jakákoliv vhodná látka, jako např. pálená sádra, umístěná v žárovzdorném kelímku 124. Žárovzdorný kelímek 124 může být částečně vyplněn, např. do poloviny své výšky podle obr. 11, tekutou pálenou sádrrou, která se nechá ztuhnout a ztřvdnout. Ze ztvrdlé sádry se pak vyřízne mělký podélný žlab, nebo se v ní přímo vytvoří pomocí vhodné formy, vsazené do sádry před ztuhnutím a ztřvdnutím. Řada stejných propustných předlisků 126, které mají obecně tvar kalicha, je umístěna svou otevřenou stranou dolů přes žlab 120 vedle sebe. Mezery mezi sousedními dutými předlisky 126 nad žlabem 120 jsou uzavřeny zátkami 128 z materiálu jako je např. pálená sádra. Základní kov, tvořící první zdroj, může být umístěn v dutině každého předlisku 126, zatímco zásoba základního kovu je v zásobní nádobě 114. Alternativně může být výhodné naplnit zásobní nádobu 114 roztaveným kovem nebo vložit do zásobní nádoby 114 pevný kov a pak jej zahřát do roztavení, a pak vypouštět roztavený kov za zásobní nádoby 114 žlabem 120

120 do každého z předlisků 126. Každopádně se roztavený kov doplňuje tím, že stéká ze zásobní nádoby 114 otvorem 118 vlastní tíží do žlabu 120 a odtud do dutého vnitřku předlisků 126. Levá část obr. 10 ukazuje roztavený základní kov uvnitř nádoby 114, žlabu 120 a uvnitř předlisků 126. Pravá část obr. 10, ležící vpravo od vlnité přerušovací čáry procházející středem jednoho předlisku 126, neznázorňuje roztavený kov, aby bylo jasněji vidět polohu dutých předlisků 126, uložených nad žlabem 120 po jeho délce. Analogicky je vpravé části obr. 11 vynechán díl prostředního předlisku a dvou dalších, ležících vpravo od něj, i jejich zátky 128, aby bylo lépe vidět uspořádání žlabu 120 vzhledem k předliskům 126. Vynechané díly jsou na obr. 11 zakresleny pouze přerušovanou čarou stejně jako část zásobní nádoby 114. Tlaková výška roztaveného základního kovu uvnitř zásobní nádoby 114 zajišťuje, že každý předlisk 126 zůstává naplněn roztaveným základním kovem, který doplňuje základní kov, spotřebováváný oxidační reakcí při tvorbě polykrystalické keramické matrice, jež uzavírá výplň stejně jako v předchozích příkladech. Když reakce proběhla tak daleko, že všechny předlisky 126 jsou úplně infiltrovány keramickou matricí, vyjme se soustava z pece a přebytečný roztavený kov se případně

vyleje z vnitřku keramických kompozitních těles.

Zásobní nádobu 114 lze čas od času doplňovat základním kovem, pokud je potřeba. S výhodou však má zásobní nádoba 114 dostatečný objem, aby se do ní vešlo celé množství základního kovu pro úplný průběh oxidační reakce, tedy bez vloženého doplňování základního kovu.

Duté předlisky 126, použité podle obr. 10 a 11, lze vyrobit jakýmkoli vhodným způsobem. Jedním ze vhodných způsobů pro výrobu předlisků tohoto tvaru je lití břečky, které lze provádět pomocí otevřené formy 130 typu znázorněného na obr. 12. Otevřená forma 130 má prohlubeň 132 kalichového tvaru a může být vyrobena z jakéhokoli vhodného materiálu, např. odlitím pálené sádry. Do prohlubně 132 se naleje vhodná tekutá směs, která obsahuje jemné zrnité plnivo, a nechá se uvnitř formy ztuhnout. Určité množství tekutiny tvořící břečku, typicky vody, je absorbováno pórovitou sádrou formy 130. Po předem stanovené době se přebytečná kapalina vyleje a uvnitř formy 130 zůstane silná vrstva výplňového materiálu, která ulpívá na stěnách prohlubně 132. Tuto vrstvu lze vysušit a vypálit, aby získala dostatečnou mechanickou pevnost za syrová, aby se dutý předlisek 126 mohl vyjmout z formy 130. To je znázorněno vzhůru směřující šipkou na obr. 12. Po dekantování přebytečné vody lze prohlubeň 132 znova naplnit břečkou dvakrát nebo několikrát,

aby materiál výplně ve formě 130 získal dostatečnou tloušťku.

Obr. 13 ukazuje typické keramické kompozitní těleso 126', vyrobené pomocí zařízení z obr. 10 a 11. Keramické kompozitní těleso 126' sestává z keramické matrice, která infiltrovala do dutého předlisku 126. Přebytný základní kov, který mohl zůstat uvnitř keramického kompozitního tělesa 126', se může odstranit mechanickou nebo chemickou cestou, aby vzniklo duté keramické kompozitní těleso ve tvaru kalicha. Tělesa 126' mohou samozřejmě zůstat úplně nebo částečně naplněna ztuhlým základním kovem, nebo se mohou po jeho odstranění naplnit jiným materiálem.

Obr. 14 ukazuje dělenou formu 134, která je použitelná k výrobě dutého předlisku ve tvaru oběžného kola čerpadla, jak ukazuje obr. 15 a 15A. Technika výroby dutého předlisku je stejná jako v případě obr. 12, tedy lití břechky. Podle obr. 14 má dělená forma 134 horní díl 136 a dolní díl 138, který jsou oba takového tvaru, že při položení horního dílu 136 na dolní díl 138 spolu vytvářejí dutinu, vhodnou pro výrobu předlisku 140 ve tvaru oběžného kola čerpadla. Předlisek 140 (obr. 15, 15A) sestává z kotoučového tělesa 142 se čtyřmi zakřivenými lopatkami 144a, 144b, 144c, 144d, které vycházejí radiálně směrem ven od dutého středového hřídele 146. Středový hřídel 146 je zakončen přírubou 146a. Lopatky 144a až 144d sahají až k obvodové

stěně 148 kotoučového tělesa 142. Středový hřídel 146 má průchozí otvor 150, a kotoučové těleso 142 je rovněž duté a má vnitřní dutinu 152.

Dutý předlisek 140 ve tvaru oběžného kola pro čerpadlo se vytvoří tak, že se forma 134 (obr. 14) naplní přes otvor 150 vhodnou licí břečkou. Popsaného způsobu lití břečky lze použít k vytvoření dostatečné tloušťky vrstvy zrnitého materiálu uvnitř dutiny 152 formy 134. Po dekantování přebytečné kapaliny, vysušení a vypálení formy, obsahující v dutině 152 vnitřní povlak z lité směsi, vznikne dutý předlisek 140, znázorněný na obr. 15 a 15A.

Podle obr. 16 se předlisek 140 vloží do lože netečného materiálu 154, uspořádaného v žárovzdorné nádobě 156. Na přírubu 146a, zakončující středový hřídel 146, se připojí kanálek 158 ze vhodného materiálu, např. z pálené sádry, v němž je zásoba 160 základního kovu. Těleso základního kovu, tvořící první zdroj 162, vyplní vnitřek předlisku 140. Jak bylo uvedeno ve spojení s předchozími příklady, lze první zdroj 162 základního kovu vnést do předlisku 140 například tak, že se jeho dutý vnitřek vyplní kusovým základním kovem, nebo po vložení předlisku 140 do lože netečného materiálu 154 se jeho vnitřek naplní přímo roztaveným základním kovem, který se do něj může odlévat ze lžice.

Analogicky může zásobu 160 základního kovu tvořit neroztavený, pevný základní kov, nebo se do vnitřku předlisku 140 odleje dostatečné množství kovu k tomu, aby vyplnilo nejen jeho dutinu, nýbrž i kanálek 158, takže pak tvoří jak první zdroj tak zásobu základního kovu v roztavené formě. Ve všech případech se soustava vloží do pece, kterou prochází vzduch jako pecní atmosféra, a zahřívá se na požadované teplotní rozmezí, při kterém vznik produkt oxidační reakce a do předlisku 140 infiltruje keramická matrice.

Když je reakce skončena, může se nezreagovaný základní kov, naplňující předlisek 140 infiltrovaný keramickou matricí, nechat uvnitř ztuhnout. Alternativně se základní kov ještě v roztavené formě z keramického tělesa vyleje. Obr. 17 znázorňuje vzniklé keramické kompozitní těleso "140'", které sestává z kotoučového tělesa 142' a z hřídele 146' zakončeného přírubou 146a', a s lopatkami, které vyčnívají radiálně směrem od hřídele 146' k obvodu : na obr.17 jsou vidět pouze lopatky 144a', 144b'. Vnitřek keramického kompozitního tělesa 140' je vyplněn materiálem 164, kterým může být buď znova ztuhlý základní kov nebo jiný kov nebo slitina, nebo úplně jiný materiál, například plast. V provedení znázorněném a na obr. 17 je tento materiál 164, například ztuhlého základního kovu, vyvrtána díra 166.

a v ní je vytvořena drážka 168 pro klín, kterým se usnadní naklínování oběžného kola 140' na hřídeli. V oblasti díry 166 dutého hřídele 146' může být vytvořen závitový otvor, aby se usnadnilo upevnění oběžného kola 140' na hřídeli čerpadla.

Na obr. 18 a 18A je znázorněn předlisk 170, který je povlečen bariérou 172, tvořenou vrstvou pálené sádry propouštějící vzduch. Lomený kanál 174 vytváří spojení mezi žárovzdornou zásobní nádobou 176 a prázdným prostorem 178 pod předliskem 170. Prázdný prostor 178 je uzavřen skořepinou z bariéry, tedy z pálené sádry. Žárovzdorná zásobní nádoba 176 má vnitřní povlak 180 z pálené sádry a v něm zásobu 182 základního kovu, která je z horní strany pokryta vrstvou netečného materiálu 184. Obr. 18 znázorňuje soustavu před roztavením zásoby 182 základního kovu. Podle neznázorněného obměněného provedení by mohla být zásoba základního kovu uvnitř prázdného prostoru 188. Ve znázorněném provedení stéká základní kov ze zásoby 182 po roztavení lomeným kanálem 174 do prázdného prostoru 178, kde tvoří první zdroj roztaveného základního kovu, jež je ve styku s předliskem 170.

Předliskem 170 procházejí tři vzájemně rovnoběžné otvory, které ústí na jeho protilehlé straně. Soustava podle obr. 18 je uložena v loži zrnitého netečného materiálu 188, který je uspořádán v žárovzdorné nádobě 190. Při

zahřátí stéká roztavený základní kov ze zásoby 182 lomeným kanálem 174 do prázdného prostoru 178, vyplní jej a roztavený základní kov infiltruje do předlisku 170. Uvnitř předlisku 170 je oxidován a uzavře v keramické matici z polykrystalického materiálu výplň tvořící předlisk 170. Poloha zásoby 182 základního roztaveného kovu udržuje tlakovou výšku kovu, takže prázdný prostor 178 pod předliskem 170 zůstává úplně vyplněn roztaveným základním kovem, tvořícím první zdroj, během celé oxidační reakce. To zajišťuje, že se předlisk 170 úplně a stejnoměrně vyplní vznikající keramickou maticí. Stejně jako v předchozích provedeních může být kolem předlisku 170 uspořádáno několik zásob 182 roztaveného kovu a několik lomených kanálů 174.

Po skončení reakce a zchlazení soustavy se vzniklá keramická kompozitní struktura vyjme z lože netečného materiálu 188 a bariéra 172 z pálené sádry se rozlomí, čímž se obnaží keramická kompozitní struktura 170' podle obr. 19, kterou procházejí tři rovnoběžné otvory 186. Tím, že uvnitř předlisku 170 se udržují podmínky příznivější pro oxidační reakci než podmínky panující vně předlisku 170, jsou otvory 186 prakticky prosté polykrystalického matricového materiálu. V této souvislosti leží prostory v otvorech 186 "vně" materiálu předlisku 170.

Ve všech provedeních vynálezu může složení materiálu předlisku nebo jiného tvaru výplně obsahovat jednu nebo několik dotovacích příměsí nebo okysličovadel nebo může jiným způsobem vytvářet podmínky, při kterých je kinetika oxidační reakce základního kovu příznivější než v nepřítomnosti těchto příměsí nebo okysličovadel. V závislosti na určitých příměsích, okysličovadlech, na základním kovu a teplotních podmínkách může polykrystalický materiál, tvořený produktem oxidační reakce, být přinucen k růstu mimo výplň. V provedení znázorněném na obr. 18 a 18A nevzniká polykrystalický materiál v otvorech 186 a nezarůstá je. Alternativně nebo přídavně může být v otvorech 186 uspořádán bariérový materiál, který brání růstu polykrystalického matricového materiálu. Tato technika je znázorněna na obr. 20 a 21.

Na obr. 20 až 21A je zakreslen předlisek 192, který má tvar kruhového válce podle obr. 20A a má otevřený středový otvor 194, otevřený z obou stran předlisku 192. Středový otvor 194 je povlečen materiálem bariéry 196, kterým je pálená sádra, pokrývající celý vnitřek středového otvoru 194 a uzavírající jeho oba konce. Středový otvor 194 by mohl být samozřejmě úplně vyplněn zátkou z bariérového materiálu.

Obr. 21 znázorňuje předlisek 192, postavený svisle

v tělese roztaveného základního kovu 198, umístěném ve válcové žárovzdorné nádobě 200. Předlisek 192 má shodný tvar jako vnitřek žárovzdorné nádoby 200, avšak menší průměr, jeden konec předlisku 192 může spočívat na dnu žárovzdorné nádoby 200, jak ukazuje obr. 21, nebo může být podepřen na podpěrách, aby mezi dnem nádoby 200 a předliskem 192 vznikla malá mezera, umožňující přístup roztaveného základního kovu i k dolnímu konci předlisku 192. Žárovzdorná nádoba 200 má dostatečnou velikost, aby se do ní předlisek 192 vešel s potřebnou mezerou mezi sebou a stěnami nádoby 200, tak aby celý povrch předlisku 192 přišel do styku s tělesem roztaveného základního kovu dostatečné tloušťky. Aby předlisek 192 zůstal po celou dobu ponořen uvnitř tělesa roztaveného základního kovu 198, zavádí se do žárovzdorné nádoby 200 doplňující roztavený základní kov z neznázorněné zásoby, a to buď spojitě nebo přerušovaně, jak ukazuje šipka R na obr. 21. Do žárovzdorné nádoby 200 se může odlévat kov z pánve nebo ze zásoby, odkud se roztavený základní kov vede do žárovzdorné nádoby 200 potrubím. Alternativně lze tuhý základní kov, např. v kusovém tvaru, přidávat do tělesa roztaveného kovu 178, kde přímo roztaje a doplní tak zásobu základního kovu. V tomto provedení probíhá růst polykrystalického keramického matricového materiálu za účelem

infiltrace výplně od celé vnější plochy 192 směrem k jeho středovému otvoru 194. Hladký povrch středového otvoru 194 je zajištěn tím, že je uvnitř bariéra 196. Stejně jako v předchozích příkladech zajišťuje doplnění základního kovu ze zásoby roztaveného kovu, že celý předlisek 192 zůstane ponořen v roztaveném základním kovu, což zaručuje stejnoměrný růst polykrystalické matrice a její prorůstání předliskem 192.

Žárovzdorná nádoba 200 může mít vzhledem k předlisku 192 takové rozměry, aby zásoba základního kovu byla tvořena dostatečnou výškou roztaveného základního kovu nad předliskem 192, takže i po skončení oxidační reakce zůstává infiltrovaný předlisek 192 neustále ponořen uvnitř roztaveného základního kovu. Zásoba roztaveného kovu a první zdroj roztaveného kovu mohou být tedy tvořeny jediným tělesem roztaveného základního kovu 198, ovšem za předpokladu, že je dostatečně velké, aby udržovalo předlisek 192 ponořený v roztaveném kovu během celé oxidační reakce.

Po skončení reakce se hotový produkt z keramického materiálu vyjme z roztaveného základního kovu, který se nechá z předlisku 192 odkapat. Bariéra 196, která tvoří jádro uvnitř keramického kompozitního produktu, se odstraní, a vzniklá kompozitní keramická struktura 193 má válcový tvar a je opatřena keramickým povlakem 192', jenž má

středový otvor 194, probíhající po celé jeho délce. Na keramickém povlaku 192' je substrát 198' ze základního kovu, který s ním tvoří jeden díl.

Struktury vyrobené podle způsobem podle vynálezu, například struktura podle obr. 8, když průchozím otvorem 80 zůstane ztuhlý základní kov, nebo podle obr. 17 a 22, mají keramický povrch, jenž tvoří nedílnou součást s kovovým tělesem, se kterým je spojen. Keramický povlak sestává z matrice z polykrystalického materiálu, vyrobené oxidační reakcí základního kovu a uzavírající výplň. Takové kovové struktury s keramickým povlakem mají oproti běžným čistě keramickým strukturám značné výhody, například odolnost proti poruchám a v některých případech menší hmotnost. Tak například keramický povlak na oběžném kole čerpadla podle obr. 17 umožňuje jeho použití v takovém prostředí, například pro čerpání korozivních a/nebo erozivních kapalin, které vyžadují keramický povrch. V důsledku vazby kovového jádra a keramického povlaku přitom kovové jádro nebo substrát dodává oběžnému kolu odolnost proti nebezpečnému poškození, kterou normálně nemají čistě keramická tělesa. Trhlina způsobená napětím nebo mechanickým nárazem, která by se vytvořila v konvenční keramické struktuře a mohla by mít při jejím provozu nedozírné následky, v tělese podle vynálezu

nevzniká a struktura si udržuje svou celistvost. I když by například mechanický náraz na oběžné kolo podle obr. 17 stačil k porušení nebo vytvoření trhlin v keramickém povrchu oběžného kola 140', udrží vnitřní mechanické těleso strukturní celistvost oběžného kola. Struktura podle vynálezu rovněž odstraňuje obtíže, které se vždycky projevují při spojování keramické konstrukční součásti, např. oběžného kola čerpadla, na kovovou součást s vysokou pevností, např. s ocelovým hnacím hřídelem. V dosavadních keramických tělesech způsobují lokalizovaná mechanická napětí, působící na křehkou keramickou součást na rozhraní mezi ní a poddajnou součástí, poškození a rozdrolení drobného keramického materiálu. Struktura podle vynálezu, tvořená kovovým substrátem s keramickým povlakem, vytváří tedy pro keramickou součást možnost spojení kovu s kovem, například kovového hřídele, zaklínovaného v díře 166 podle obr. 17. To, že se odstraní nebezpečí poškození s dalekosáhlými následky, je velice důležité zejména při konstrukci rotujících, vratně pohyblivých a na tlak namáhaných součástí.

Další význak vynálezu spočívá v tom, že při vhodné volbě základního kovu, výplně a okysličovadla lze výslednou kovovou strukturu s keramickým povlakem vyrobit s předpětím na styčné ploše mezi keramickým povlakem a

kovem, takže keramický kompozitní předmět má vyšší měrnou pevnost a odolnost proti poškození. Dosáhne se toho takovou volbou materiálů a procesních podmínek, aby vzniklo řízené rozdílné smrštění mezi keramickým povlakem a kovovým substrátem. Takové předpětí je možné v důsledku vyjimečně dobré vazby mezi keramickým povlakem a kovovým substrátem.

Na obr. 23 a 24 je znázorněn předlisek 202, který sestává z vnější válcové skořepiny 204 a z vnitřní válcové skořepiny 206 menšího průměru než má vnější válcová skořepina 206, ale stejné délky. Obě skořepiny 204, 206 jsou spolu spojeny třemi žebry 208a, 208b, 208c, která s nimi mají stejnou délku. Předlisek 202 tedy tvoří jediné těleso. Žebra 208a, 208b, 208c jsou uložena po obvodu obou skořepin 204, 206 ve stejných úhlových vzdálenostech, takže úhel mezi nimi je vždy 120° , jak je patrné z obr. 24. Jak je vidět rovněž z obr. 24, je vnitřek předlisku 202 rozdělen na středový podélný otvor 210 a na tři podélné prstencové oddíly 212a, 211b, 212c.

Do předlisku 202 může k vytvoření polykrystalické matrice infiltrovat polykrystalický materiál, tvořený oxidačním produktem roztaveného základního kovu a okysličovadla. Roztavený základní kov se zavádí k tomuto účelu do středového podélného otvoru 210 a do prstencových oddílů 212a, 212b, 212c. Kromě toho může být vnější plocha

vnější válcové skořepiny 204 rovněž ponořena do roz-taveného základního kovu, což lze provést vložení předlisku 202 do nádoby s větším průměrem, jak bylo vysvětleno v souvislosti s obr. 21 při zpracování předlisku 192. Podle potřeby se může ve středovém podélném otvoru 210 nebo v jednom nebo několika prsten-cových oddílech 212a, 212b, 212c ponechat ztuhlý základní kov, čímž vznikne kovový substrát s keramickým povlakem. Alternativně nebo přídavně může substrát ze ztuhlého základního kovu, odpovídající kovovému sub-strátu 198' podle obr. 22, zůstat na vnější ploše vnější válcové skořepiny 204. Jak bylo uvedeno, sestávají keramické kompozitní struktury podle vynálezu z keramické matrice uzavírající výplň, která může být ve formě lože přizpůsobivé výplně nebo ve formě tvarového před-lisku. Mezi vhodné výplně patří ty chemické látky, které při teplotě a oxidačních podmínkách podle vynálezu nejsou těkavé, jsou termodynamicky stabilní a nereagují se základním kovem ani se v něm nadměrně nerozpouštějí. V případě, kdy je základním kovem hliník a okysličovadlem vzduch nebo kyslík, je pro tento účel známá řada materiálů, které vyhovují uvedeným podmínkám. K těmto materiálům patří oxidy kovů, boridy kovů a karbidy kovů, např. hliníku, křemíku, hafnia a zirkonia, které mohou být v jakémkoliv vhodném tvaru nebo rozměru.

Dotovací příměs nebo příměsi, použité ve spojení se základním kovem, mohou tvořit legovací složky základního kovu, mohou se nanášet alespoň na část povrchu tělesa, tvořícího zdroj základního kovu, mohou se nanášet nebo vnášet do části výplně nebo do veškeré výplně nebo předlisku, nebo lze použít jakékoliv kombinace těchto postupů. Legovací příměs lze například použít samotnou nebo v kombinaci s druhou příměsí nanášenou zvnějšku. V případě, kdy se do výplně vnáší další příměs nebo příměsi, lze to provádět jakýmkoliv vhodným způsobem, popsáním v patentové literatuře,

Mezi příměsi vhodné pro hliník jako základní kov, zejména pak při použití vzduchu jako okysličovadla, patří hořčík, zinek a křemík, které mohou být kombinovány s dalšími příměsemi. Těmito kovy nebo jejich vhodným zdrojem lze legovat základní kov na bázi hliníku v jednotlivé koncentraci asi 0,1 až 10 % vztaženo k celkové hmotnosti dotovaného kovu. Příměsových materiálů nebo jejich zdrojů, např. oxidu hořečnatého, oxidu zinečnatého nebo oxidu křemičitého, lze použít jako vnější příměsi pro základní kov. Tak např. lze vyrobit aluminovou keramickou strukturu ze slitiny hliníku a křemíku jako základního kovu při použití vzduchu jako okysličovadla, použije-li se oxidu hořečnatého jako povrchové příměsi v množství větším než asi 0,0008 g na 1 g základního kovu,

který se má oxidovat, a v množství větším než asi $0,003 \text{ g na cm}^2$ povrchu základního kovu, na který se oxid hořečnatý ^{na} náší .

Jako další příklady dotovacích příměsí, účinných pro hliník jako základní kov oxidovaný vzduchem, patří sodík, germanium, cín, olovo, lithium, vápník, bór, fosfor a yttriu^m, kterých lze použít jednotlivě nebo v kombinaci s jednou nebo několika příměsemi, což závisí na okysličovadle a procesních podmínkách. Mezi vhodné příměsi rovněž patří prvky vzácných zemin, jako je cer, lanthan, praseodym, neodym a samarium, zejména v kombinaci s jinými příměsemi. Všechny příměsové materiály podporují růst k produktu oxidační reakce v systémech na bázi hliníku.

Keramické kompozitní struktury, vyrobené způsobem podle vynálezu, jsou zpravidla tvořeny hutnou soudržnou hmotou, kde asi 5 až 98 % z celkového objemu kompozitních struktur sestává z jedné nebo několika výplňových složek, uzavřených v materiálu polykrystalické matrice. Když je základním kovem hliník, pak polykrystalická matrice zpravidle obsahuje asi 60 až 99 % , vztaženo ke hmotnosti polykrystalického materiálu, propojeného alfa-oxidu hlinitého a asi 1 % až 4 % hmotnosti nezoxidovaných složek základního kovu.

Soudržné spojení, které vzniká při ochlazení mezi vhodně zvoleným základním kovem a keramickým povlakem, jejž na něm lze vyrobit způsobem podle vynálezu, umožňuje, aby se materiál odolný proti opotřebení nanesl na těleso z tažného materiálu a umožňuje např. vyrobit na pružných tlakových nádobách ve tvaru skořepy keramický povrch. Pevná vazba keramického povlaku ke kovovému substrátu je pravděpodobně vyvolána tím, že základní kov intenzivně smáčí produkt své oxidační reakce, což také umožňuje prostupování základního kovu tímto reakčním produktem a růst keramické matrice.

Výrobky podle vynálezu se ideálně hodí pro použití jako součásti tepelných motorů, ventilů a čerpadel, protože jsou úsporné, lehké, předpjaté, keramický povlak je spolehlivě vázán s kovovým substrátem, mají tvarovou a rozměrovou přizpůsobivost, jsou odolné proti porušení, proti opotřebení a vysokým teplotám i korozi a jsou velice pevné.

Myšlenka keramického povlaku na kovové součásti není sama o sobě nová. Třebaže je z koncepčního hlediska velice přitažlivá, dosavadní postupy k výrobě takového povlaku byly zcela omezené, protože nebylo možné vyrobit keramický povlak dostatečné tloušťky bez odlupování tak, aby měl dostatečnou adhezi ke kovovému substrátu, aby byl rozprostřen i na složitých plochách a dal se vyrobit s únosnými náklady.

Způsob podle vynálezu je zcela ojedinělý v tom, že umožňuje vyrobit keramické kompozitní povlaky prakticky jakéhokoli tvaru a tloušťky, tvořící jedno těleso se základními kovy běžné čistoty, a to v levném postupu, při kterém se používá relativně nízkých teplot bez tlaku.

Vynález bude vysvětlen v následujících neomezených příkladech.

Příklad 1

K vyrobění keramické kompozitní struktury byla trubka z kovové slitiny Inconel 601 o vnějším průměru 49,21 mm, odpovídající děrovanému válci 18 z obr. 1 o délce 152,4 mm, proděravěna otvory o průměru 4,76 mm. Otvory byly svyrtány po celém válcovém tělese trubky v kružnicích ležících nad sebou a jejich středy měly vzdálenost 9,52 mm. Děrovaný plech z nerezavějící oceli o tloušťce 0,203 mm, opatřený otvory o průměru 0,406 mm, byl použit jako vnitřní vložka, odpovídající síti 16 z obr. 1, pro děrovanou kovovou trubku. Otvory tvořily 22 % plochy plechu. Perforovaný nerezavějící plech tvořil bariéru, zabráňující dalšímu růstu matrice.

Těleso ze základního kovu, které bylo z hliníkové slitiny obsahující 3 % hořčíku a 10 % křemíku, tvořilo zdroj základního kovu a zásobu základního kovu, v podstatě

analogicky jako na obr. 1. V tomto případě však zásoba odpovídající zásobě 34 na obr. 1 měla tvar válce o průměru 63,5 mm a výšce 50,8 mm, zatímco první zdroj, odpovídající zdroji 36 na obr. 1, měl průměr 19,05 mm a délku 152,4 mm a byl připojen svou horní částí k zásobě. Těleso tvořící zdroj mělo vnější závit a bylo uloženo ve hmotě výplně, odpovídající přizpůsobivé výplni 38 na obr. 1 a 1A; hmota výplně byla ze směsi sestávající z 5 % hmotnosti obyčejného písku (oxid křemičitý) a 95 % hmotnosti zrnité aluminy o velikosti zrn 90,

Směs tvořící výplň byla zahřáta na teplotu asi 1250 °C, udržována na ní po dobu 24 hodin a potom se nechala zchladnout na okolní teplotu. Ochlazená směs pak byla rozemleta a vložena do perforované trubky z kovové slitiny, opatřené vložkou z děrovaného nerezového plechu. Zdroj základního kovu byl povlečen vrstvou lepidla na dřevo,

a pískem. Zásoba byla vložena do lože aluminy o velikosti zrn 90, odpovídající netečnému materiálu 30 z obr. 1, umístěnému v nerezové nádobě, odpovídající zásobní komoře 12 z obr. 1. Tato nádoba měla ve dnu otvor o průměru 50,8 mm. Hořejšek perforované trubice byl přivařen k obvodu tohoto otvoru.

Aby vzniklá soustava byla podepřena ve svislé poloze,

byla trubka odpovídající nádobě 14 s bariérou z obr. 1 vložena do perforovaného opěrného válce z nerezavějící oceli, který měl vnitřní průměr 88,9 mm a byl perforován otvory o průměru 2,38 mm, které tvořily 40 % jeho celkové plochy. Opěrný válec měl takovou délku, že podpíral zásobní komoru, odpovídající zásobní komoře 12 z obr. 1, na své horní straně. Toto uspořádání udržovalo soustavu tvořenou základním kovem a výplní ve svislé poloze, přičemž zásoba základního kovu ležela svisle nad zdrojem základního kovu. Celá tato soustava byla vložena do žárovzdorné otevřené nádoby a zahřívána v peci se vzduchovou atmosférou po 10 hodin až na teplotu 1245 °C. Poté byla udržována na teplotě 1245 °C po dobu 100 hodin a pak postupně ochlazována během 30 hodin na teplotu 125 °C, načež se nechala ochladit na okolní teplotu. Uvnitř válce z nerezavějící oceli, tvořeného trubkou a uloženého ve hmotě výplně, vyrostlo keramické kompozitní těleso. Při ochlazení bylo zjištěno, že tato trubka těsně obepíná keramické kompozitní těleso. Po odstranění ztuhlého základního kovu z otvoru uvnitř keramické struktury odvrtáním a chemickým zpracováním kyselinou chlorovodíkovou se obnažil otvor, který procházel celou keramickou strukturou a jehož povrch negativně kopíroval závit na původním tělese tvořícím zdroj základního kovu.

Tloušťka stěny keramického tělesa, která obnášela přibližně 12,7 mm, byla podstatně větší, než jakou by bylo možno vyrobit pouze ze zdroje základního kovu, kdyby k němu nebyla připojena zásoba základního kovu.

Následující tabulky se týkají příkladů podle vynálezu.

TABULKA A

(A) Směs pro lití břecčky, použitelnou pro výrobu forem z pálené sádry, lze připravit smícháním následujících složek ve uvedených poměrech :

díly hmotnosti

47,6	alumina, zrnitost 100
23,6	kaolinový jíł EPK
28,5	voda
0,1	dispergační činidlo (Vee-Gum Cer)
0,2	dispergační činidlo (Dawan-7)

Vee-Gum Cer a Dawan - 7 jsou dispergační činidla pro kaolinový jíł.

(B) Směs pro sedimentační lití lze připravit tak, že se smíchá vodné pojivo, obsahující 10 objemových dílů vody a jeden objemový díl lepidla na bázi latexu (truhlářské lepidlo)

Vodné pojivo se pak smíchá
ve zvoleném poměru s částicemi výplně, aby výsledná
kaše měla požadovanou konzistenci.

(C) Formy ze silikonového kaučuku byly připraveny tak,
že se podkladová součást povlékla kapalnou kaučukovou
směsí, kaučuk se pak nechal ztuhnout a potom se sejmul
z podkladového předmětu.

TABULKA B

Složení základní hliníkové slitiny

5 % křemíku

4 % mědi

1 % hořčíku

4 % zinku

1 % železa

zbytek hliník

TABULKA C

Jmenovité složení základní hliníkové slitiny

3,7 % zinku

3,9 % mědi

1,1 % železa

8,3 % křemíku

0,19 % hořčíku

0,04 % niklu

0,02 % cínu

0,04 % chromu

0,20 % manganu

0,08 % titanu

zbytek hliník

Příklad 2

Předlisek ve tvaru předlisku 44 podle obr. 3 byl připraven sedimentačním litím pryžové formě způsobem uvedeným v tabulce A, postup (C), z miniaturního pistu. Použitá směs pro sedimentační lití obsahovala vodné pojivo podle tabulky A, postup (B), a následující výplně:

Díly hmotnosti

93	alumina, 70 % hmot. zrnitost 220, 50 % hmot. zrnitost 500
7	kovový křemík, 50 % hmot. zrnitost 220 30 % hmot. zrnitost 500

Přebytečné pojivo bylo z formy vylito a forma se zmrazila, aby se umožnilo vyjmutí odlité výplně, která se pak nechala ztuhnout. Vysušená výplň se pak předběžně vypalovala při teplotě 1300°C ve vzduchu po dobu tří hodin. Vzniklý propustný předlisek byl povlečen na plochách své dutiny, odpovídající dutině 44c na obr. 3, kaší z práškového niklu. Vnější strana předlisku byla natřena vrstvou pálené sádry propouštějící vzduch. Těleso z hliníkového základního kovu, jehož složení odpovídalo údajům z tabulky B, byla vloženo do předlisku způsobem odpovídajícím obr. 3 a soustava se vypalovala ve vzduchové atmosféře při teplotě 1000°C po dobu 40 hodin. Přebytečný roztavený hliník byl dekantován ze vzniklé keramické kompozitní struktury, která tvořila keramický kompozitní miniaturní píst, jehož rozměry přesně odpovídaly předlisku.

Příklad 3

Propustný předlisek ve tvaru předlisku 56 podle obr. 5 byl připraven způsobem uvedeným v tabulce A, postup (B) a (C). Přitom bylo použito stejné směsi pro sedimentní lití pouze s tím rozdílem, že se použilo pouze 5 dílů hmotnosti kovového křemíkového prášku. Předlisek byl povlečen na vnější ploše dvěma tenkými vrstvami bariérového materiálu, tvořeného pálenou sádrou propouštějící

vzduch. V zásobní nádobě, odpovídající zásobní nádobě 58 z obr. 5, byl uložen základní kov, tvořený hliníkovou slitinou uvedenou v tabulce C. Soustava byla zahřívána ve vzduchové atmosféře po dobu 68 hodin na teplotu 1000 °C. Výsledná keramická kompozitní struktura měla přesné rozměry jako předlisek a byla tvořena keramickou maticí, která úplně infiltrovala do předlisku.

Příklad 4

Pět propustných předlisků, jejichž tvar odpovídal předliskům 126 z obr. 10, 11 a 12, bylo připraveno technikou sedimentačního lití, popsanou v tabulce A.

Soustava byla uspořádána analogicky jako v obr. 11 a 12. V mezerách mezi předlisky 126 byl žlab 120 překryt papírovými můstky, na které byly položeny zátky 128 z pálené sádry. Vnější plocha každého předlisku 126 byla povlečena vrstvou pálené sádry, která tvořila materiál bariéry. Do zásobní nádoby 114 bylo vloženo těleso z hliníkové slitiny, uvedeného v tabulce C, a soustava byla zahřívána ve vzduchu na teplotu 1000 °C. Jak se hliníková slitina tavila, protékala žlabem 120 a nahoru do každého předlisku 126, takže postupně pomalu vyplňovala všechny přelisky až k horní ploše, přičemž vzduch byl vypuzován propustným materiálem předlisků.

Teplota 1000°C byla udržována po dobu 50 hodin, poté byla soustava rozebrána a roztavený základní kov byl vylit ze vzniklých kelímků z keramického kompozitu. K odstranění ztuhlé hliníkové slitiny z vnitřku keramických kompozitních kelímků bylo použito odleptání kyselinou a/nebo otryskání pískem.

Příklad 5

K přípravě dutého předlisku podle obr. 15 a 15A bylo použito techniky lití břechky podle tabulky A, postup (A) přičemž materiál se odléval do formy z pálené sádry, podobné formě z obr. 14. Předlisek vyrobený litím břechky byl vysušen a předpálen při teplotě 700°C po dobu 30 minut. Vnější povrch předlisku byl povlečen směsí sestávající ze 70 % hmotnosti pálené sádry a 30 % hmotnosti oxidu křemičitého, vztaženo k sušině, přičemž tato směs sloužila jako bariérový materiál. Vnitřek předlisku byl ochlazen kaší z práškového kovového křemíku a pak byl předlisek vyplněn hliníkovou slitinou o složení podle tabulky C. Soustava byla zahřívána po dobu 96 hodin při teplotě 900°C při spojitém doplňování hliníkové slitiny, aby předlisek byl úplně vyplněn roztavenou hliníkovou slitinou. Po vyjmutí z pece a ochlazení vzniklo oběžné kolo pro čerpadlo, které bylo vyplněno kovem a povlečeno keramickým kompozitem a mělo přesné rozměry.

Keramický povlak na kovovém substrátu oběžného kola pro čerpadlo podle příkladu 5 byl typický pro substráty s keramickým povlakem a kovovým vnitřkem vyrobené způsobem podle vynálezu. U tohoto výrobku se projevila pevná integrální vazba mezi ztuhlým základním kovem a keramickým povlakem, který vznikl na něm a tvořil s ním jedno těleso. Součástky vyrobené podle uvedených příkladů měly houževnatý povrch z keramické matrice, která uzavírala výplň a byla těsně spojena se substrátem z hliníkové slitiny, takže součásti měly mechanickou houževnatost a pružnost hliníkové slitiny a povlak nebo jádra z tvrdé keramiky.

Třebaže v předchozím textu bylo poposáno několik výhodných příkladů provedení, není na ně vynález omezen a zahrnuje i další neuvedené kombinace a obměny.

~~MP-439-87-ČE~~

PV 6573-87

P A T E N T O V É N Ā R O K Y

PRO A	Přil.
28. IV. 90	
020281	
Čj.	

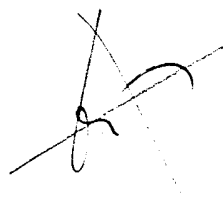
1. Způsob výroby samonosné keramické kompozitní struktury, při kterém se zdroj základního kovu ze skupiny zahrnující hliník, titan, křemík, zirkonium, hafnium a cín zahřívá na teplotu tavení a uvede do styku s okysličovadlem a produkt oxidační reakce ve formě krystalické matrice se nechá prorůstat do výplně, vyznačený tím, že základní kov, spotřebováváný v průběhu oxidační reakce, se postupně doplňuje ze zásoby vtékáním roztaveného základního kovu do prostoru zdroje, přičemž se zásoba roztaveného základního kovu umístí nad úroveň zdroje a roztavený kov se nechá stékat vlastní tíží do prostoru zdroje, nebo se roztavený základní kov zavádí ze společné zásoby zdola působením statické výšky nejméně do jednoho dutého předlisku z výplně.

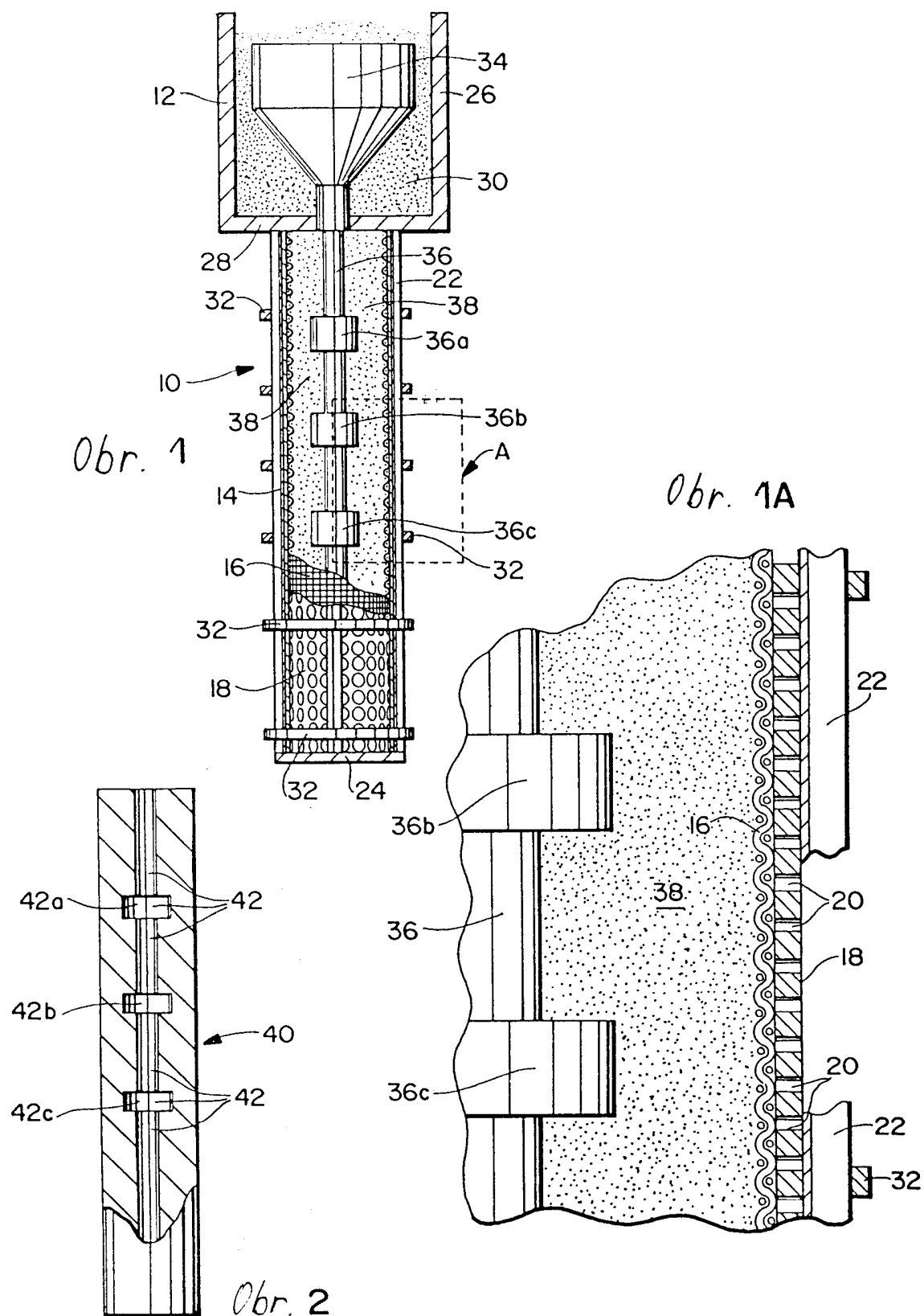
2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že zdroj základního kovu se vytvaruje v těleso, které se obklopí výplní.

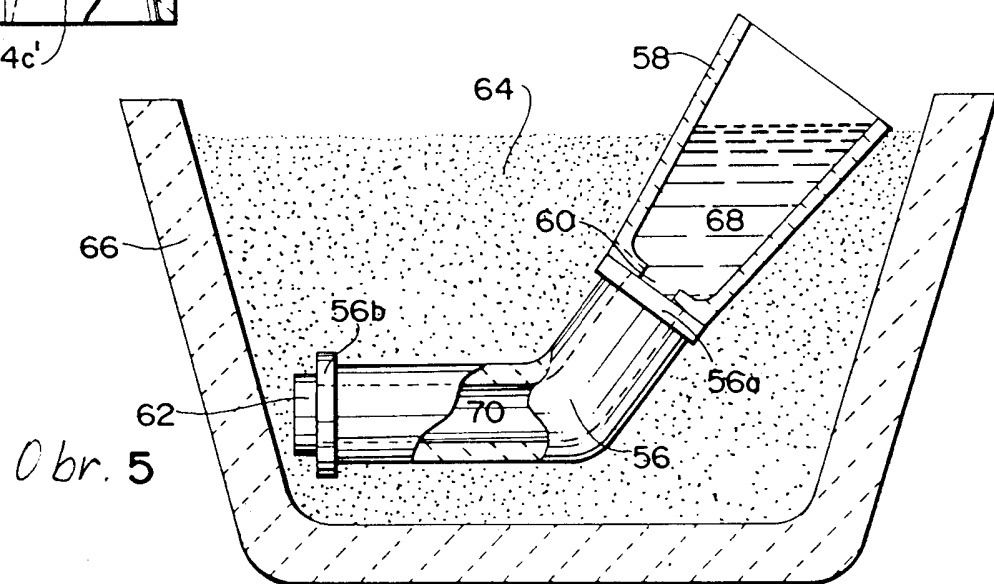
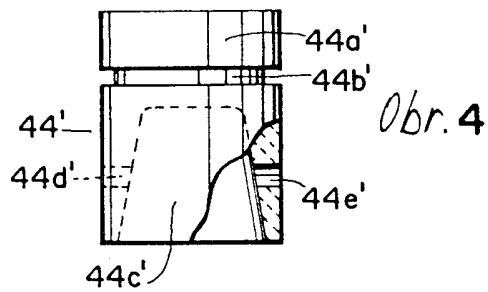
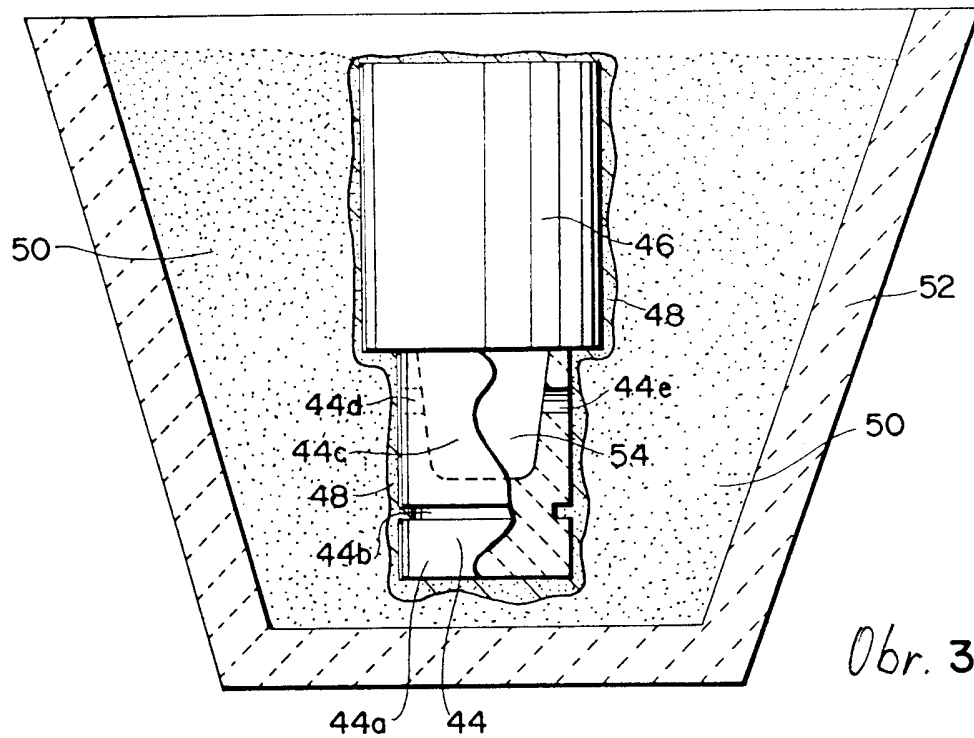
3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že po skončení oxidační reakce se nezoxidovaný základní kov nechá ztuhnout v původním prostoru zdroje k vytvoření kovového jádra s keramickým obalem.

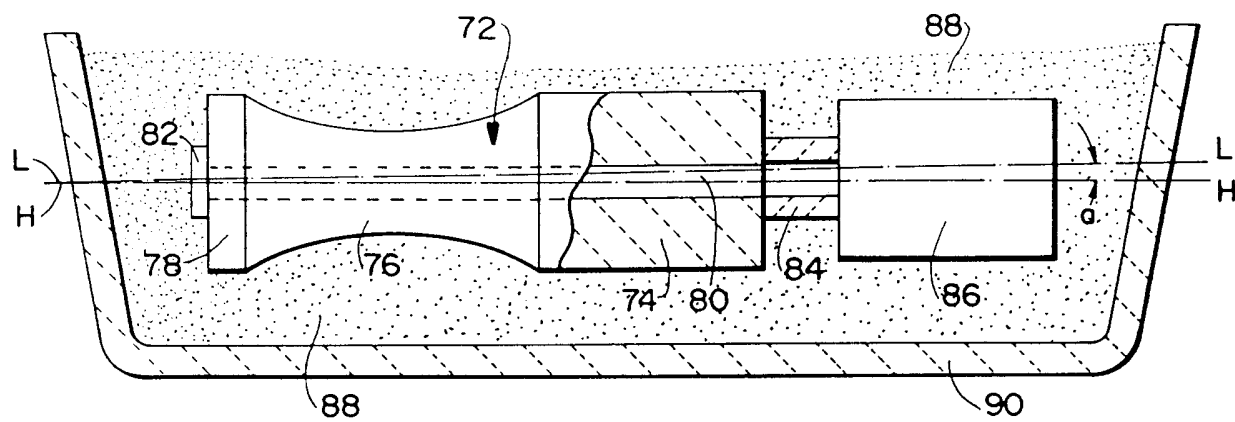
4. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že zdroj základního kovu se uloží do dutého předlisku z výplně.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že do zdroje základního kovu se vloží tvarový předlisek a po skončení oxidační reakce se na povrchu vzniklého keramického tělesa ponechá povlak ze základního kovu.

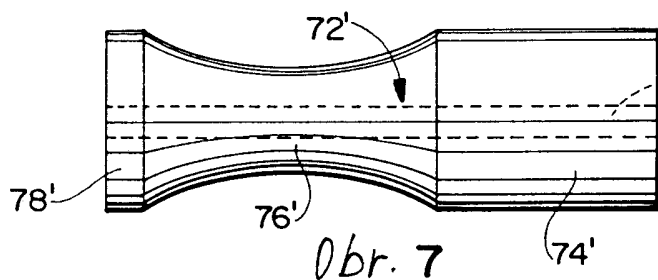
A handwritten signature or mark, possibly a stylized 'K' or 'H', located in the lower right quadrant of the page.



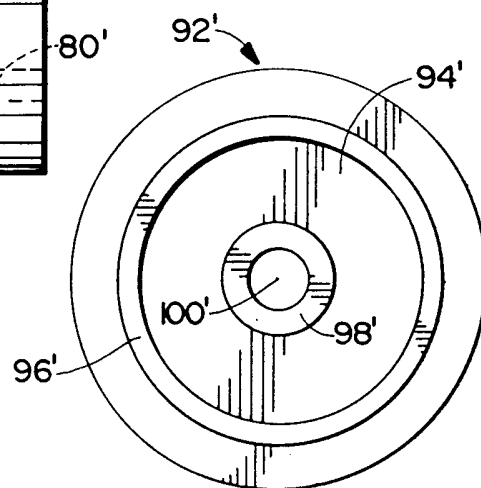




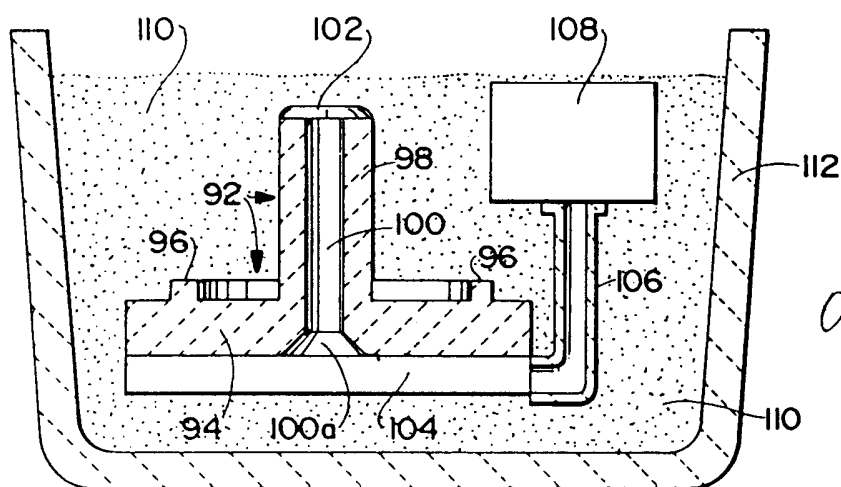
Obr. 6



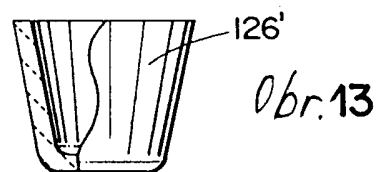
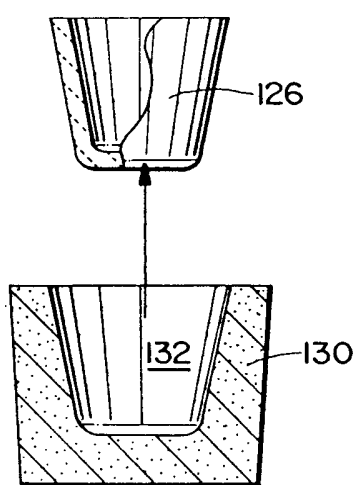
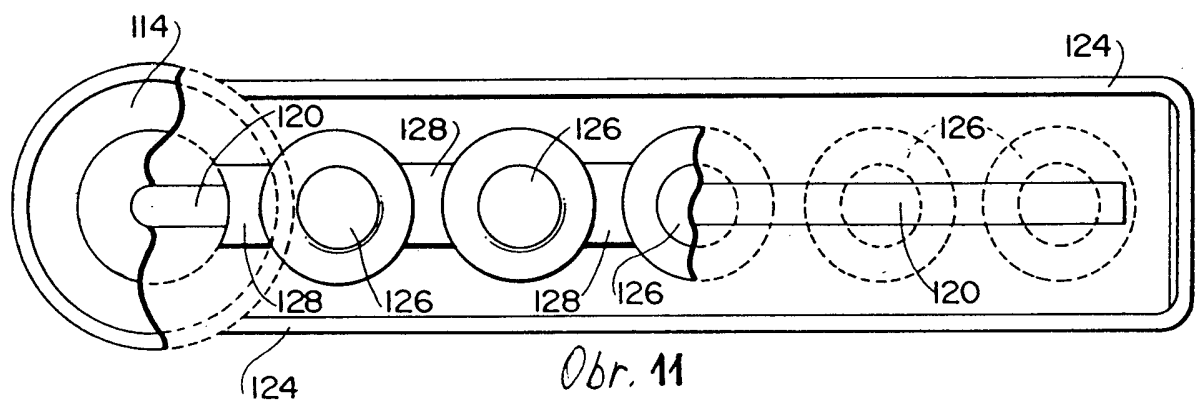
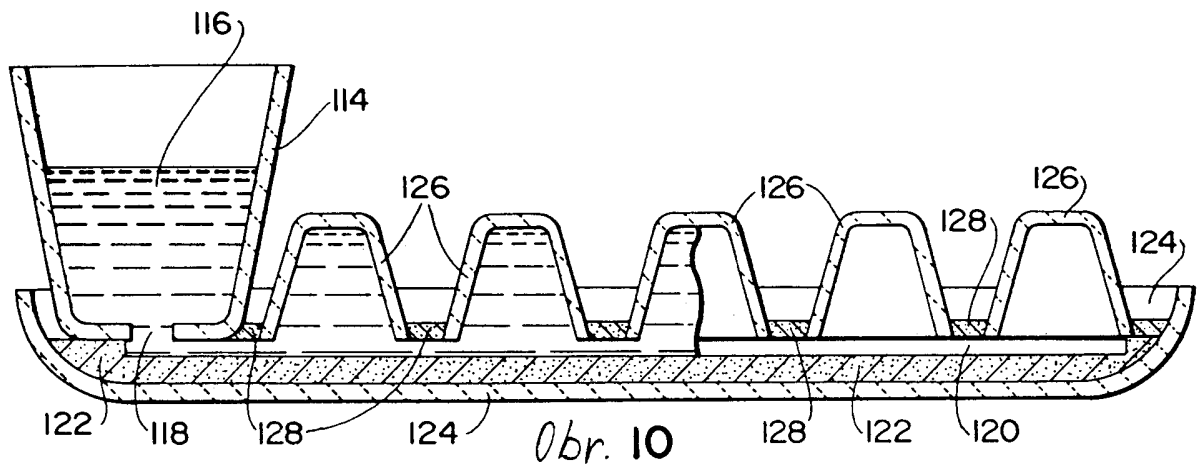
Obr. 7

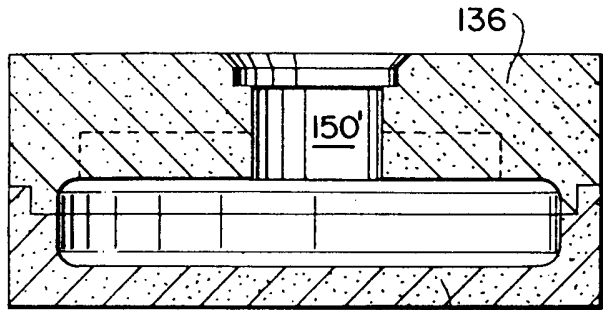


Obr. 9

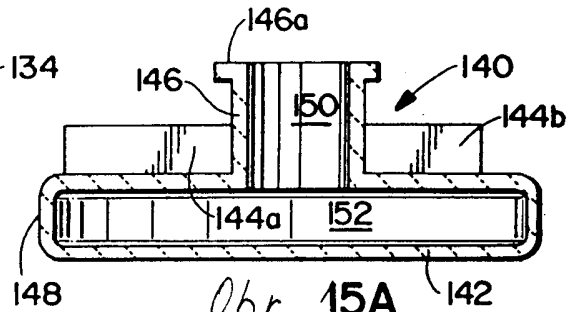


Obr. 8

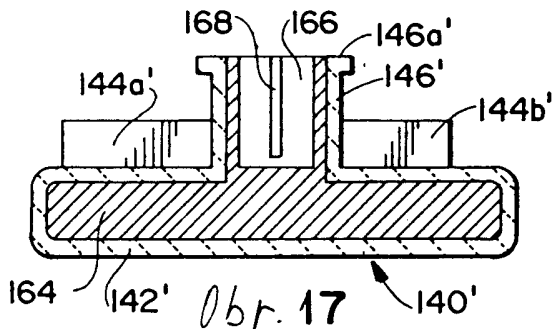




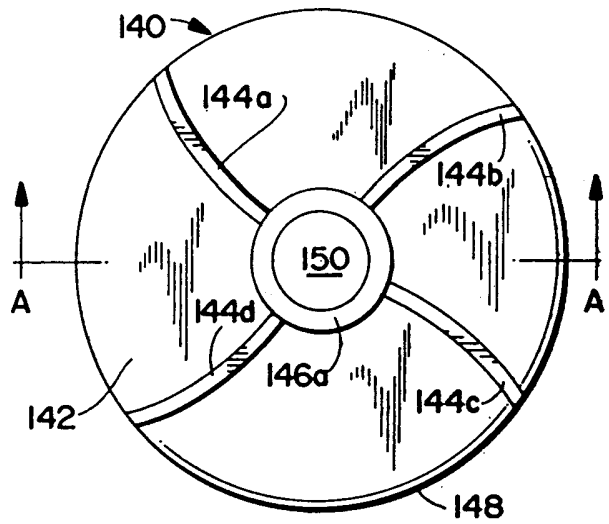
Ob. 14



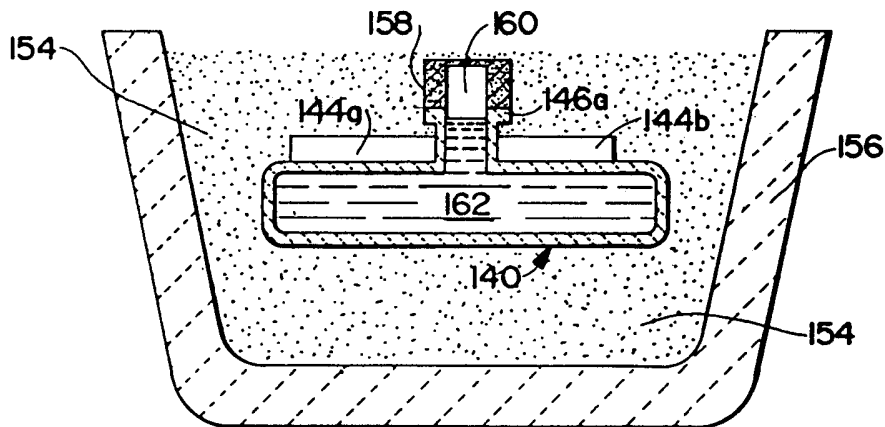
Ob. 15A



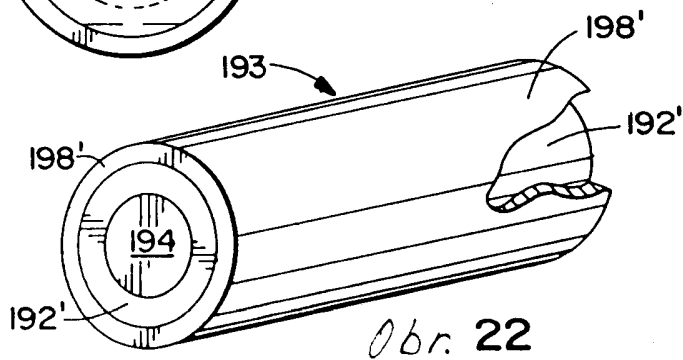
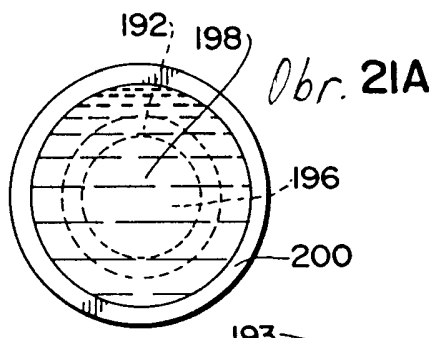
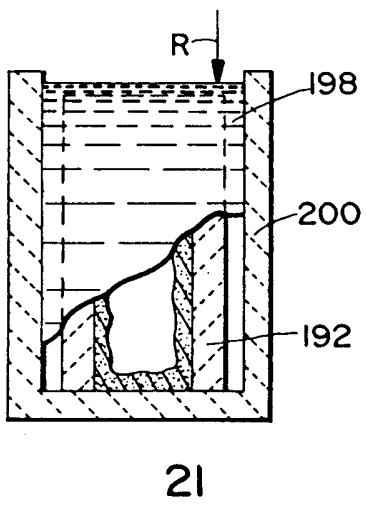
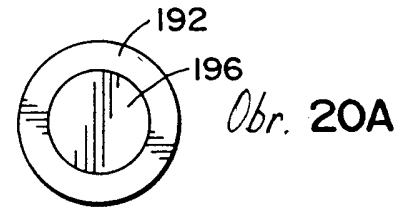
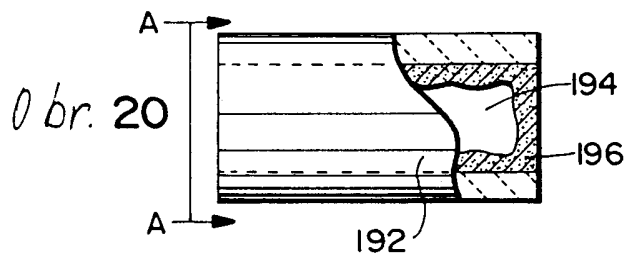
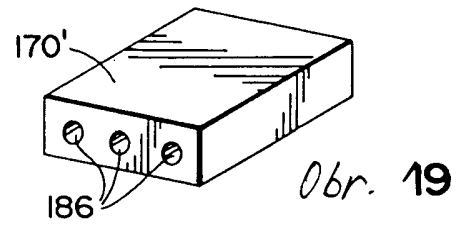
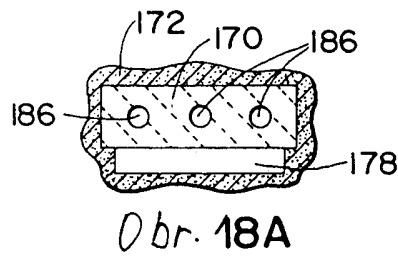
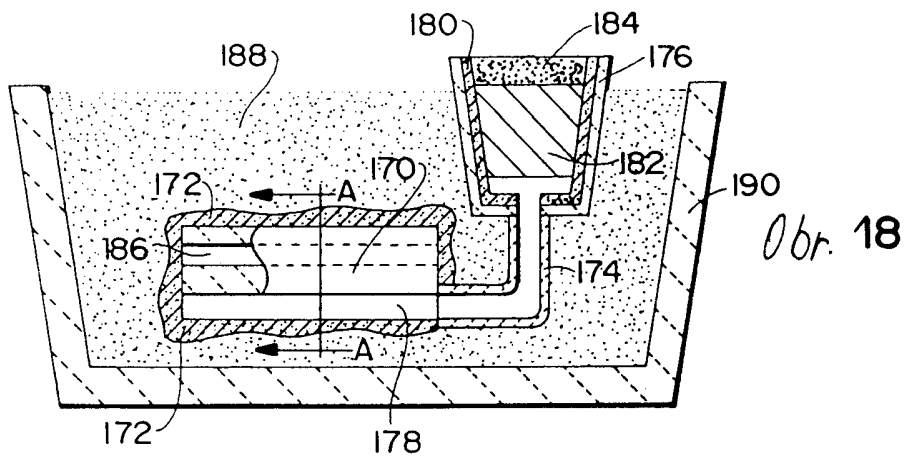
Ob. 17

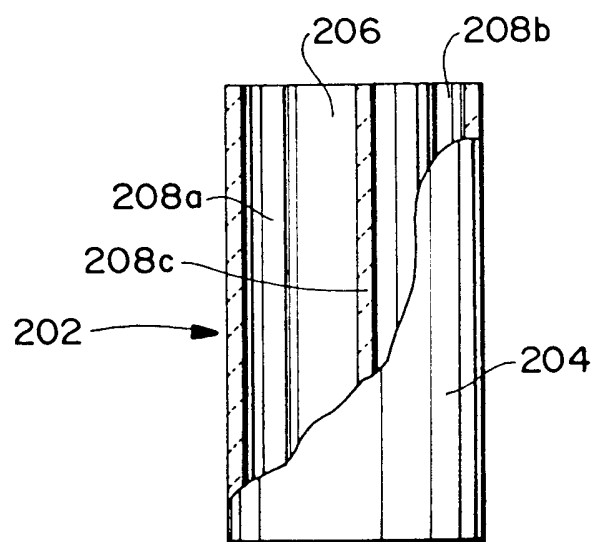


Ob. 15

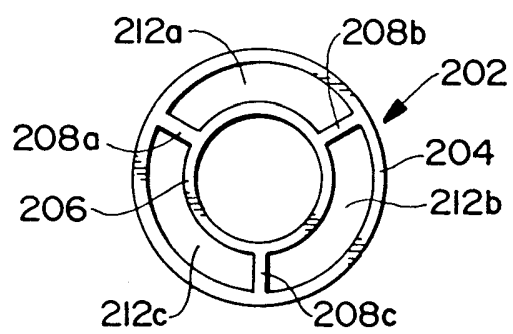


Ob. 16





0br. 23



0br. 24