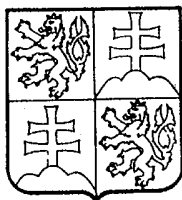


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 06569-87.R

(13) A3

(22) 10.09.87

(32) 17.09.86

(31) 86/90845

(33) US

(40) 16.07.91

5(51) C 04 B 35/10
C 04 B 35/60
C 22 C 21/00

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

(72) Newkirk Marc S., Newark, Delaware, US
Kantner Robert C., Newark, Delaware, US
Kennedy Christopher R., Newark, Delaware, US

(54) Samonosné keramické těleso a způsob jeho výroby

(57)

Samonosné keramické těleso je vyrobeno oxidací roztaveného kovového prekursoru plynným oxidantem na produkt oxidační reakce. Keramické těleso obsahuje ještě druhý kov, který mění jednu nebo několik vlastností keramického tělesa, zejména mechanických vlastností. Při výrobě tělesa prochází roztavený kovový prekursorek produktem oxidační reakce, a do jeho toku se během oxidační reakce vnáší tento druhý kov.

Vynález se ^{samonosného} týká keramického tělesa vyrobeného jako produkt oxidační reakce kovového prekursoru a plynného okysličovačla, které obsahuje kovovou složku včetně druhého nebo cizího kovu, zavedeného do prvního kovu během tvorby keramického tělesa, čímž se keramickému tělesu propůjčují určité žádoucí vlastnosti.

V posledních létech se projevuje vzrůstající zájem o využití keramiky pro konstrukční účely, které byly dosud vyhrazeny kovům. Důvodem tohoto zájmu jsou jisté lepší vlastnosti keramiky oproti kovům, například odolnost proti korozi, tvrdost, modul pružnosti a žárovzdornost.

Snahy o výrobu pevnějších, spolehlivějších a ~~pevně~~ževnatějších keramických předmětů se soustřeďují především na zlepšení výrobních postupů pro výrobu monolitické keramiky a na vyvíjení nových materiálů, zejména kompozitů s keramickou maticí. Kompozitní struktura je taková, která obsahuje heterogenní materiál, těleso nebo předmět vyrobený ze dvou nebo většího počtu vzájemně odlišných materiálů, které jsou důkladně kombinovány, aby kompozit měl požadované vlastnosti. Dva různé materiály se například dají důkladně zkombinovat nebo propojit tím, že jeden se uzavře v matici z druhého. Kompozitní struktury s keramickou maticí obsahují keramickou matici, jež uzavírá jeden nebo několik různých druhů výplní, jako jsou zrna, vlákna, tyčky apod.

Při nahrazování kovu keramikou existuje několik omezujících faktorů nebo obtíží, zejména tvarová přizpůsobivost, schopnost vyrábět složité tvary, možnost vyhovět požadavkům na vlastnosti pro určitý účel použití a cena. V patentové literatuře je popsána řada způsobů, jak odstranit tyto obtíže a vyrábět spolehlivě keramické materiály včetně kompozitů. Keramické materiály se vyrábějí růstem produktu oxidační reakce základního kovového prekursoru, který se uvede do styku s okysličovadlem v plynné fázi, přičemž při vzniku produktu oxidační reakce kov migruje tímto produktem směrem k okysličovadlu, takže spojitě vzniká keramické polykrystalické těleso, jež lze vyrobit tak, aby mělo propojenou kovovou složku. Proces lze usnadnit použitím legujících dotujících příměsí, například v případě hliníku příměsí hořčíku a křemíku, přičemž oxidace probíhá ve vzduchu a vznikají keramické struktury s α -oxidem hlinitým. Tento způsob lze ještě zlepšit aplikací příměsí na povrch kovového prekursoru. Oxidačního úkazu rovněž využívají způsoby výroby samonosných keramických kompozitů, při kterých produkt oxidační reakce vyrůstá z kovového prekursoru do propustné hmoty výplně, čímž keramická matrice infiltruje do výplně. Výsledný kompozit však nemá předem daný tvar, geometrii ani konfiguraci.

Keramická kompozitní tělesa, která mají předem stanovenou geometrii nebo tvar, lze vyrábět tak, že vznikající produkt oxidační reakce se nechá infiltrovat do propustného předlisku ve směru k definované mezní ploše. Bylo rovněž zjištěno, že vyšší přesnosti povrchu lze snadněji dosáhnout, když se předlisk opatří bariérou. Produkt oxidační reakce kovového prekursoru a okysličovadla roste až k bariéře, která leží mimo roztavený kov a vytváří mezní plochu nebo povrch. Rovněž byly navrženy keramické kompozity s vnitřní geometrií, která opačně kopíruje tvar pozitivní formy nebo jádra. Všechny tyto postupy spočívají v růstu keramické matrice jako produktu oxidační reakce, která je propojena v jednom nebo několika, zpravidla ve třech rozměrech, a obsahuje jednu nebo několik kovových složek. Objem kovu, který zahrnuje nezoxidované složky základního kovu a/nebo kov vyredukovaný z okysličovadla nebo z výplně, závisí na faktorech, jako je teplota, při které vzniká produkt oxidační reakce, trvání oxidační reakce, složení základního kovu, přítomnost příměsí, přítomnost redukováných složek okysličovadla nebo výplně apod. Některé z kovových složek jsou izolované nebo uzavřené v matrici, avšak značné objemové procento kovu je propojené a přístupné nebo zpřístupněné z vnějšího povrchu keramického tělesa. Bylo zjištěno, že v těchto keramických

tělesech může složka s obsahem kovu, a to izolovaná i propojená, obnášet 1 až 40 % objemu a někdy i více. Kovová složka může propůjčovat keramickému předmětu jisté výhodné vlastnosti nebo může zlepšovat jeho provozní vlastnosti. Například přítomnost kovu v keramické struktuře může mít příznivý vliv na houževnatost při lomu, na tepelnou vodivost, resilienci a elektrickou vodivost keramického tělesa.

Vynález se týká způsobu upravování složení kovové složky, a to jak izolované tak propojené v keramických tělesech během tvorby keramiky, tak aby výsledný keramický produkt měl zlepšené nebo požadované vlastnosti. Toto zlepšení se s výhodou provádí tak, že se požadovaná kovová složka vnáší in situ při tvorbě keramického materiálu, místo aby se přiváděla z vnějšího zdroje nebo dodatečným zpracováním.

V rámci vynálezu je třeba upřesnit ~~např.~~ určité pojmy:

"Keramika" neznamená keramické těleso v klasickém smyslu, to znamená těleso, sestávající výlučně z nekovových a anorganických materiálů, nýbrž zahrnuje i těleso, které je převážně keramické, pokud jde o složení nebo dominantní vlastnosti, třebaže toto těleso obsahuje menší nebo větší množství jedné nebo několika kovových složek, a to izolovaných a/nebo propojených, obvykle v rozmezí asi od 1 až 40 % objemu nebo i více.

tělesech může složka s obsahem kovu, a to izolovaná i propojená, obnášet 1 až 40 % objemu a někdy i více. Kovová složka může propůjčovat keramickému předmětu jisté výhodné vlastnosti nebo může zlepšovat jeho provozní vlastnosti. Například přítomnost kovu v keramické struktuře může mít příznivý vliv na houževnatost při lomu, na tepelnou vodivost, resilienci a elektrickou vodivost keramického tělesa.

Vynález se týká způsobu upravování složení kovové složky, a to jak izolované tak propojené v keramických tělesech během tvorby keramiky, tak aby výsledný keramický produkt měl zlepšené nebo požadované vlastnosti. Toto zlepšení se s výhodou provádí tak, že se požadovaná kovová složka vnáší in situ při tvorbě keramického materiálu, místo aby se přiváděla z vnějšího zdroje nebo dodatečným zpracováním.

V rámci vynálezu je třeba upřesnit ~~určit~~ určité pojmy:

"Keramika" neznamená keramické těleso v klasickém smyslu, to znamená těleso, sestávající výlučně z nekovových a anorganických materiálů, nýbrž zahrnuje i těleso, které je převážně keramické, pokud jde o složení nebo dominantní vlastnosti, třebaže toto těleso obsahuje menší nebo větší množství jedné nebo několika kovových složek, a to izolovaných a/nebo propojených, obvykle v rozmezí asi od 1 až 40 % objemu nebo i více.

"Produkt oxidační reakce" značí jeden nebo několik kovů v oxidovaném stavu, kdy kov odevzdal nebo sdílí elektrony s jiným prvkem, sloučeninou nebo jejich kombinací. Produkt oxidační reakce podle této definice zahrnuje tedy produkt reakce jednoho nebo několika kovů s okysličovadlem, jako je kyslík, dusík, halogen, síra, fosfor, arsen, uhlík, bor, selen, selur a jejich sloučeniny a směsi, například metan, ethan, propan, acetylen, ethylen, propylen, který je zdrojem uhlíku, a směsi, jako je vzduch, H_2/H_2O a CO/CO_2 , přičemž dvě poslední směsi redukují aktivitu kyslíku v reakčním prostředí.

"Okysličovadlo v plynné fázi", což značí, že okysličovadlo obsahuje nebo sestává z určitého plynu nebo páry, znamená okysličovadlo, v němž je uvedený plyn nebo pára jediným, hlavním nebo alespoň důležitým oxidantem pro kovový prekursor v podmínkách oxidační reakce. Třebaže tedy největší součástí vzduchu je dusík, je kyslík obsažený ve vzduchu jediným okysličovadlem kovového prekursoru, protože kyslík je podstatně silnější okysličovadlo než dusík, takže vzduch spadá pod pojem plynu obsahujícího kyslík, nikoli y však pod pojem plynu obsahujícího dusík. Příkladem plynu obsahujícího dusík je formovací plyn, který typicky obsahuje asi 96 % objemu dusíku a asi 4 % objemu vodíku.

"Kovový prekursor" znamená kov, který reaguje s plyným okysličovadlem na polykrystalický produkt oxidační reakce a zahrnuje tento kov jako relativně čistý kov nebo jako komerční kov s nečistotami. Všude tam, kde jako kovový prekursor je uveden určitý kov, například hliník, je třeba brát v úvahu tento význam, pokud z kontextu nevyplývá jinak.

"Druhý nebo cizí kov" znamená jakýkoliv vhodný kov, kombinaci kovů, slitiny, intermetalické sloučeniny nebo jejich zdroje, které se zavádějí nebo mají být zavedeny do kovové složky vzniklého keramického tělesa místo nezoxidovaných složek kovového prekursoru, kromě nich nebo v kombinaci s nimi. Tato definice tedy zahrnuje intermetalické sloučeniny, slitiny, tuhé roztoky apod. kovového prekursoru a druhého nebo třetího kovu.

"Tok" roztaveného kovu znamená proud nebo pohyb roztaveného kovu uvnitř produktu oxidační reakce, vyvolaný reakčními podmínkami.

Předmětem vynálezu je způsob výroby samonosných keramických těles oxidací kovového prekursoru, při kterém keramické těleso obsahuje produkt oxidační reakce roztaveného kovového prekursoru a plynného okysličovadla, a kovovou složku. Do kovové složky keramického tělesa se během tvorby

keramického tělesa zavádí nebo vnáší druhý nebo cizí kov v takovém množství, aby alespoň částečně ovlivnil jednu nebo několik vlastností keramického tělesa.

Při výrobě samonosných keramických těles oxidací kovového prekursoru se prekursor zahřívá v přítomnosti okysličovadla v plynné fázi, čímž vznikne těleso roztaveného kovu. Roztavený kovový prekursor se nechá reagovat okysličovadlem při vhodné teplotě na produkt oxidační reakce, který se udržuje alespoň částečně ve styku s tělesem roztaveného kovového prekursoru a plynným okysličovadlem a prochází mezi nimi. Při reakční teplotě je roztavený kovový prekursor transportován produktem oxidační reakce směrem k plynnému okysličovadlu. Během postupu se do toku roztaveného kovu zavádí druhý nebo cizí kov, který tedy přechází do konečné kovové složky keramického produktu. Vznikající kovová složka, která tedy sestává z roztaveného kovového prekursoru a cizího kovu, prochází produktem oxidační reakce, a kovový prekursor ve styku s ~~plynným~~ okysličovadlem oxidu je, čímž spojitě vzniká keramické polykrystalické těleso. Oxidační reakce se udržuje po tak dlouhou dobu, aby vzniklo samonosné keramické těleso, sestávající z produktu oxidační reakce a kovové složky. Kovová složka sestává z nezoxidovaných složek kovového prekursoru a ze druhého nebo cizího kovu, který je přítomen ve značném množství, takže jedna nebo několik vlastností kera-

mického tělesa je alespoň částečně ovlivněna přítomností a/nebo vlastností druhého nebo cizího kovu. V důsledku toho má keramický produkt jednu nebo několik předem stanovených nebo požadovaných vlastností.

Podle vynálezu se druhý nebo cizí kov zavádí do toku roztaveného kovového prekursoru během tvorby keramického tělesa a je dopravován tímto roztaveným prekursorem produktem oxidační reakce. Část kovového prekursoru reaguje s plynným okysličovadlem na produkt oxidační reakce, zatímco cizí kov zůstává prakticky nezoxidován plynným okysličovadlem a je dispergován v kovové složce. Při tvorbě keramického tělesa je cizí kov jako součást kovové složky nedílnou součástí vyrobeného keramického produktu, takže mění nebo zlepšuje jednu nebo několik jeho vlastností.

Podle jiné možnosti vynálezu se druhý nebo cizí kov vnáší do toku roztaveného kovového prekursoru a tedy do keramického tělesa. Během reakce se roztavený kovový prekursor přeměňuje na produkt oxidační reakce, která se nechá probíhat tak dlouho, až se vypotřebuje množství kovového prekursoru v toku roztaveného kovu oproti množství druhého nebo cizího kovu, přítomného rovněž v toku roztaveného kovu. Tím vznikne v kovové složce keramického tělesa jedna nebo několik žádoucích kovových fází, které obsahují

druhý kov a kovový prekursor. Požadovaná fáze se může tvořit v rozmezí reakčních teplot, při chlazení nebo tepelném zpracování keramického tělesa, prováděném po jeho výrobě, nebo během provozu nebo aplikace keramického produktu, vyrobeného podle vynálezu. Výsledné keramické těleso má kovovou složku, v níž je obsažena jedna nebo několik kovových fází, jež dodávají produktu jednu nebo několik žádaných vlastností.

Druhý nebo cizí kov lze zavádět do toku roztaveného kovu nebo do keramického tělesa jedním nebo několika postupy nebo jejich kombinací. Například lze cizím kovem legovat kovový prekursor v předběžném pochodu, což zahrnuje použití komerčně přístupných slitin kovového prekursoru, jež mají požadované složení, nebo se může nanášet na jednu nebo několik ploch kovového prekursoru, s výhodou na jeho růstovou plochu. Během oxidační reakce přechází druhý nebo cizí kov do toku roztaveného kovu, dopravovaného do produktu oxidační reakce, a stane se nedílnou součástí propojené kovové složky a tedy keramického tělesa.

Podle jiného provedení, kdy se vytváří kompozit a produkt oxidační reakce vrůstá do hmoty výplňového materiálu nebo do předběžně tvarovaného vylisku, lze druhý kov smíchat s výplní nebo s materiálem předlisku nebo se může nanést na jeho jednu nebo několik ploch. Když produkt

oxidační reakce infiltruje materiál výplně a tedy roztavený kov je dopravován vznikajícím produktem oxidační reakce, přichází roztavený kovový prekursor do styku s druhým kovem nebo s jeho zdrojem. Při tomto kontaktu přechází druhý kov nebo alespoň jeho část do toku roztaveného kovového prekursoru a je jím dopravován do keramické matrice. Kovový prekursor nebo jeho část je neustále oxidován plyným okysličovadlem na rozhraní mezi tímto okysličovadlem a dříve vytvořeným produktem oxidační reakce, a druhý kov je transportován v toku roztaveného prekursoru uvnitř vznikajícího kompozitu, a stává se tedy součástí toku roztaveného kovu.

Podle ještě dalšího provedení je druhý nebo cizí kov k dispozici ve formě sloučeniny nebo směsi, která reaguje s roztaveným kovem a/nebo se rozkládá při reakčních podmínkách, takže druhý kov se uvolňuje a přechází nebo se stává součástí toku roztaveného kovu. Takovou sloučeninou může být například oxid kovu, redukovatelný roztavitelným kovovým prekursorem. Takovou sloučeninu lze nanést ve vrstvě na těleso roztaveného kovu nebo přimíchat nebo nanést na výplň nebo na materiál předlisku.

Podle vynálezu se kovový prekursor, který může být dotován a je prekursorem produktu oxidační reakce, vytvoří ve tvaru ingotu, bramy, tyče, desky apod., a vloží se do netečného lože v kelímku nebo jiné žárovzdorné nádobě. Bylo zjištěno, že druhý nebo cizí kov lze zavést do toku

roztaveného kovového prekursoru během tvorby keramického tělesa. Výsledná kombinovaná složka, která obsahuje kovový prekursor a druhý kov, je dopravována produktem oxidační reakce tokem roztaveného kovu, včetně kapilárního transportu roztaveného kovu. Druhý nebo cizí kov se tedy stane nedílnou součástí kovové složky vzniklého keramického tělesa. Předem stanovené množství druhého kovu se zavádí do soustavy obsahující kovový prekursor, žárovzdornou nádobu s ložem a případně kompozitní výplňový materiál nebo předlisek, předběžným pochodem, při kterém se leguje nebo smíchává druhý kov s kovovým prekursorem nebo použitím komerčně přístupné slitiny s požadovaným složením, dále nanesením druhého kovu na jednu nebo několik ploch kovového prekursoru nebo konečně v případě tvorby kompozitu smícháním druhého kovu s výplní nebo materiálem předlisku, tak aby požadované množství druhého kovu bylo zavedeno do toku roztaveného kovového prekursoru a dopravováno produktem oxidační reakce. Tím vznikne keramické těleso s kovovou složkou, která obsahuje druhý nebo cizí kov a nezoxidované složky kovového prekursoru. Kovová složka vzniklého keramického tělesa je tvořena propojenými a/nebo izolovanými kovovými inkluzemi.

Při provádění způsobu podle vynálezu je volba druhého kovu založena především na jedné nebo několika vlastnostech, které má mít keramické těleso. Kovová složka

může dodávat určité příznivé vlastnosti nebo zlepšovat provozní vlastnosti vzniklého keramického tělesa s ohledem na jeho zamyšlené použití. Kov v keramickém tělese může například příznivě zlepšovat houževnatost při lomu, resilienci, tepelnou vodivost, slučitelnost s okolím a elektrickou vodivost keramického tělesa v závislosti na takových faktorech, jako je zvolený kov a množství a rozložení kovu v mikrostruktuře keramického produktu. Tím, že způsob podle vynálezu umožňuje upravovat složení kovu tak, aby obsahoval kovy nebo kovové fáze odlišné od kovového prekursoru, podstatně rozšiřuje použitelnost takových keramických těles. Aby druhý nebo cizí kov propůjčoval vzniklému keramickému tělesu požadovanou vlastnost nebo vlastnosti, zůstává v podstatě nereaktivní vzhledem k okysličovadlu v plynné fázi. Druhé kovy je proto třeba volit tak, aby netvořily produkt oxidační reakce s okysličovadlem přednostněji oproti kovovému prekursoru za zvolených reakčních podmínek. Druhý kov vyhovuje tomuto požadavku typicky tehdy, když má méně zápornou energii tvorby při dané reakční teplotě než má kovový prekursor vzhledem k určitým oxidačním podmínkám, které vznikají v přítomnosti okysličovadla v plynné fázi.

Druhý nebo cizí kov může legovat základní kov nebo reagovat se základním kovem uvnitř kovové složky na slitiny nebo intermetalické sloučeniny, což může být

žádoucí nebo dodávat keramickému tělesu žádoucí vlastnosti. Vynález se rovněž týká způsobu tvorby in situ jedné nebo několika žádaných kovových fází, které zahrnují kovový prekursor a druhý kov. Takové kovové fáze zahrnují intermetalické sloučeniny, tuhé roztoky, slitiny nebo jejich kombinace. Podle vynálezu se vhodný druhý kov zvolí podle shora uvedených hledisek a kromě toho tak, aby tvořil v kombinaci s kovovým prekursorem jednu nebo několik kovových fází při dané teplotě a relativní koncentraci, přičemž tyto fáze jsou žádoucí uvnitř keramického tělesa. Druhý kov se zavádí do toku roztaveného kovového prekursoru v nižší poměrné koncentraci, než jaká je třeba k vytvoření žádané kovové fáze. Když roztavený kovový prekursor reaguje s plynným okysličovadlem při dané reakční teplotě a tvoří s ním produkt oxidační reakce, relativní koncentrace kovového prekursoru v propojené kombinované složce se snižuje. Následkem toho se zvyšuje poměrná koncentrace druhého kovu. Reakce pokračuje při dané reakční teplotě nebo v daném teplotním rozmezí tak dlouho, až se z kombinované složky odčerpá došatečné množství kovového prekursoru, vedoucí ke tvorbě požadované kovové fáze, čímž se vytvoří požadovaná kovová fáze obsahující kovový prekursor a druhý kov. Alternativně lze oxidační reakci nechat probíhat tak dlouho, aby se ochudilo celkové množství kovového prekursoru do té míry,

že při snížení reakční teploty nebo při chlazení vzniklého keramického produktu dojde ke tvorbě požadované kovové fáze, která obsahuje kovový prekursor a druhý kov. Výsledná kovová fáze může buď sama přímo dodávat požadované vlastnosti keramickému produktu nebo může mít takové složení, aby vznikla jedna nebo několik přídavných fází při dané pracovní teplotě keramického tělesa, čímž se tomuto tělesu dodají požadované vlastnosti. Kromě toho lze měněním reakčních parametrů, to znamená reakční doby, reakční teploty atd., nebo vhodnou kombinací nebo přídavkem určitých kovů upravit požadovanou kovovou fázi nebo fáze jako například při precipitačním vytvrzování požadované slitiny uvnitř kovové složky. Je třeba rozumět, že podle vynálezu může být nezbytné, aby v kombinované složce bylo větší množství druhého kovu, než jaké je žádoucí nebo potřebné v kovové složce keramického tělesa. Množství druhého kovu, které musí být obsaženo v soustavě, aby požadované množství druhého kovu přešlo do toku roztaženého kovového prekursoru a tedy aby se stalo součástí kovového tělesa, závisí především na povaze a vzájemné aktivitě druhého kovu a kovového prekursoru, na reakčních podmínkách a na způsobu zavádění druhého kovu.

Protože způsob podle vynálezu pro zavádění druhého kovu do kovové složky keramického produktu ^{před} ~~se~~ pokládá důkladnou kombinací dvou nebo několika kovů, alespoň druhého

kovu a kovového prekursoru, závisející kombinační možnosti, pokud jde o povahu, množství, tvar a/nebo koncentraci druhého kovu vzhledem ke kovovému prekursoru na kovových složkách, které mají být vneseny do keramického produktu a na provozních podmínkách, které jsou nezbytné pro tvorbu produktu oxidační reakce. Vnesení a/nebo tvorba požadovaných kovových složek je alespoň částečně řízena vlastnostmi a/nebo fyzikální metalurgií, spojenou s kombinací nebo interakcí určitých přítomných kovů za daných pracovních podmínek, a/nebo způsobem zavádění druhého kovu do kovového prekursoru. Kombinace kovů může mít za následek tvorbu různých kovových fází včetně slitin, intermetalických sloučenin, tuhých roztoků, sraženin nebo směsí a může být ovlivňován² přítomností a koncentrací nečistot nebo dotovacích příměsí. Složka, která je výsledkem kombinace kovů, může mít tedy vlastnosti, které se významně liší od vlastností jednotlivých kovů. Takové kombinace ve formě kovových fází, obsahujících kovový prekursor a druhý kov, zahrnuté v kovové složce vzniklého keramického tělesa, mohou příznivě ovlivnit vlastnosti keramického produktu. Kombinace druhého kovu a kovového prekursoru může vytvářet kovové fáze jako tuhé roztoky, slitiny nebo intermetalické sloučeniny, jejichž teplota tavení leží nad teplotou tavení kovového prekursoru, čímž se rozšiřuje použitelná pracovní teplota

keramického produktu, který tuto fázi obsahuje. Je ovšem třeba si uvědomit, že v určitých případech je teplota tavení výsledné kovové fáze nebo fází vyšší než použitelná pracovní teplota pro tvorbu zamýšleného produktu oxidační reakce. Mimoto tvorba kovových fází, které vznikají z jistých kombinací základního kovu a druhých kovů, může zvyšovat viskozitu výsledného roztaveného kovu při reakční teplotě oproti roztavenému kovovému prekursoru bez přídavku druhého kovu, takže transport roztaveného kovu vznikajícím produktem oxidační reakce podstatně poklesne nebo se vůbec zastaví. Při volbě systému, který obsahuje takové kombinace kovů, je tedy třeba dbát na to, aby kovová kombinovaná složka zůstala dostatečně tekutá během tvorby produktu oxidační reakce, tak aby usnadnila spojitý tok roztaveného kovu při teplotě slučitelné s parametry postupu oxidační reakce.

Když se druhý kov zavádí jako legovací příměs do kovového prekursoru před oxidační reakcí podle vynálezu nebo když se používá komerčně přístupné slitiny požadovaného kovu, dochází k zavedení druhého kovu do toku roztaveného kovu transportem roztaveného kovu z roztaveného kovového tělesa do vznikajícího produktu oxidační reakce. Zavádění tedy závisí na složení roztaveného kovu, který je dopravován z tělesa roztaveného kovu, vzniklého při zahřátí, do vznikajícího produktu oxidační reakce. Dopravovaná kombinovaná

složka je tedy určována takovými faktory jako je homogenita kovové složky a kovové fáze, dané určitou kombinací zvolených kovů při dané reakční teplotě a relativní koncentraci.

V těch případech podle vynálezu, kdy druhý kov nebo jeho zdroj se zavádí z vnějšku do kovového prekursoru, je třeba brát v úvahu další parametry. Je tedy třeba uvažovat metalurgické vlastnosti, které se projevují při styku roztaveného kovového prekursoru s druhým kovem, aby se umožnilo zavedení požadovaného množství druhého kovu v toku roztaveného kovového prekursoru. Když je druhý kov mimo těleso roztaveného prekursoru, lze tento druhý kov zavádět rozpuštěním jednoho kovu ve druhém, interdifúzí obou kovů nebo reakcí obou kovů, jako například při tvorbě jedné nebo několika intermetalických sloučenin nebo jiných kovových fází mezi kovovým prekursorem a druhým kovem. Zavádění a/nebo rychlost zavádění druhého kovu ~~do~~ toku roztaveného kovového prekursoru závisí tedy na jednom nebo několika takových metalurgických faktorech. Tyto faktory zahrnují fyzikální stav druhého kovu při určité reakční teplotě, rychlost interdifúze mezi kovovým prekursorem a druhým kovem, stupeň rozpustnosti a/nebo rychlost ^{rozpuštění} druhého kovu v kovovém prekursoru nebo kovového prekursoru ve druhém kovu a tvorba intermetalických nebo jiných kovových fází mezi kovovým prekursorem a druhým kovem. Je tedy třeba dbát na to,

aby reakční teplota zůstávala na takové teplotě, aby kombinovaná kovová složka, která je důsledkem zavedení druhého kovu do toku roztaveného kovového prekursoru, zůstávala alespoň částečně kapalná a aby se tedy usnadnil její transport do vznikajícího produktu oxidační reakce, a aby tedy roztavený kovový prekursor mohl reagovat s plynným oksličovadlem a vyvolávat tak růst keramického tělesa. Zavádění druhého kovu do toku roztaveného kovového prekursoru nebo zmenšení množství kovového prekursoru v toku roztaveného kovu v důsledku tvorby produktu oxidační reakce může mít za následek kombinovanou složku nebo kovovou složku, která ovlivňuje tvorbu jedné nebo několika kovových fází, jež obsahují kovový prekursor a druhý kov. Jisté kombinace kovového prekursoru a druhého kovu mohou však dodávat toku značnou viskozitu nebo jinak mohou bránit proudění roztaveného kovu, takže doprava roztaveného kovu směrem k plynnému oksličovadlu ustane dřív, než dojde k úplné tvorbě požadovaného produktu oxidační reakce. V takových případech se může tvorba požadovaného produktu oxidační reakce zastavit nebo značně zpomalit takovými úkazy a je tedy třeba dbát na to, aby nedocházelo k předčasné tvorbě takových složek.

Jak bylo uvedeno, lze požadované množství druhého nebo cizího kovu dodat tím, že se kovový prekursor leguje tímto kovem před oxidační reakcí. Například v soustavě, kdy

kovovým prekursorem je hliník nebo kov na bázi hliníku a plyným okysličovadlem vzduch a reakčním produktem je oxid hlinitý, lze tento základní kov legovat druhými kovy jako je titan, měď, nikl, křemík, železo nebo chrom, a to v množství, které může být podle shora uvedeného omezeno a/nebo diktováno. Aby kovová složka dodávala jednu nebo několik vlastností nebo zlepšovala provozní vlastnosti keramického tělesa, je žádoucí, aby vlastnosti zvoleného kovu, kombinace kovů nebo kovové fáze vnesené do kovové složky se nezhoršovaly při pracovní teplotě keramického produktu. Některé kovové fáze hliníku s mědí, například sloučenina Cu_9Al_4 , má teplotní pracovní rozmezí vyšší než hliník. Vnesením této fáze do propojené kovové složky keramického tělesa se zlepšení keramiky, vyvolané přítomností této kovové složky, projeví při zvýšené provozní teplotě. Aby se do keramiky vneslo vhodné množství mědi k tomu, aby nastaly požadované fázové transformace vedoucí ke vzniku hliníko-měděné kovové fáze Cu_9Al_4 , lze hliník jako kovový precursor legovat mědí, například v množství 10 %, vztaženo na celkovou hmotnost slitiny mědi a hliníku. Slitina, obsahující hliník jako kovový precursor a jako druhý kov měď, se zahřívá pod teplotu tavení zamýšleného produktu oxidační reakce, tedy oxidu hlinitého, avšak nad teplotu tavení slitiny mědi a hliníku. Když se roztavený hliník jako kovový precursor uvede do

styku s okysličovadlem, vzniká vrstva oxidu hlinitého jako produktu oxidační reakce. Roztavená slitina je dopravována touto vrstvou produktu oxidační reakce směrem k okysličovadlu. Když se roztavená slitina setká s plynným okysličovadlem, hliníková složka slitiny se alespoň částečně oxiduje, čímž vzniká postupně silnější vrstva produktu oxidační reakce. Druhý nebo cizí kov, tedy měď, je rovněž složkou roztavené slitiny a je podobně dopravován do vznikajícího produktu oxidační reakce. Poněvadž však mědi neubývá z keramického tělesa oxidací v plynné fázi, relativní koncentrace mědi se zvyšuje postupně tím, jak se hliník oxiduje a tím ubývá v toku roztaveného kovu. Oxidace kovového hliníku se nechá probíhat po takovou dobu, která je dostatečně dlouhá, aby kombinovaná složka mohla vytvořit požadované kovové fáze. Pohlédneme-li na diagram podvojných kovových fází hliníku a mědi, vzniká fáze Cu_9Al_4 v poměrném rozmezí koncentrace asi 80 až 85 % mědi, zbytek hliníku, v pracovním teplotním rozmezí keramického produktu nepřesahujícím asi 780 °C.

Když se požadované množství druhého nebo cizího kovu vnáší povlečením nebo stykem jedné nebo několika povrchových ploch hliníku jako kovového prekursoru s druhým kovem, a kovový prekursor reaguje se vzduchem jako plynným okysličovadlem, pak mezi vhodné druhé kovy patří například křemík, nikl, titan, železo, měď nebo chrom, s výhodou

ve formě prášku nebo zrn. Nikl nebo kovová fáze obsahující nikl může být například vhodnou složkou v keramickém produktu vyrobeném způsobem podle vynálezu. Nikl-aluminidové intermetalické sloučeniny, jako je NiAl , Ni_2Al_3 nebo NiAl_3 mohou žádoucím způsobem zvyšovat korozivzdornost kovové složky v keramickém tělese. K zavedení vhodného množství niklu a tedy k vytvoření požadovaných kovových fází niklu s hliníkem se předem stanovené množství práškového kovového niklu disperguje po růstové ploše roztaveného kovového hliníku jako kovového prekursoru. Když roztavený hliník přijde do styku s kovovým niklem, přejde určité množství kovového niklu do toku roztaveného prekursoru tvořeného hliníkem. Tento kovový nikl je pak dopravován jako složka toku roztaveného kovu do produktu oxidační reakce tvořeného oxidem hlinitým. Analogicky s uvedeným příkladem mědi se při oxidaci kovového hliníku zvyšuje i relativní koncentrace kovového niklu uvnitř vznikajícího keramického tělesa a dosáhne se tedy vhodného složení keramického tělesa.

Když je vyráběným produktem keramický kompozit, vznikající růstem produktu oxidační reakce do hmoty nebo agregátu výplně nebo do propustného předlisku, umístěného v sousedství kovového prekursoru, lze druhý nebo cizí kov vnášet tak, že se smíchá s výplní nebo s materiálem předlisku nebo se nanese jako vrstva na jeho jednu nebo několik ploch.

Když například kompozitní produkt obsahuje keramickou matici z oxidu hlinitého, vyrobenou oxidací v plynné fázi hliníku jako kovového prekursoru do lože částic z karbidu křemíku, který může být vytvořen jako předlisek, lze do výplně tvořené karbidem křemíku přimíchat prášky nebo zrna druhých kovů jako je titan, železo, olovo, nikl, měď, chrom nebo křemík. Může být například žádoucí vnést do keramického tělesa jisté množství křemíku, aby se zlepšila slučitelnost kovové složky v kompozitním keramickém tělese pro aplikace při vysokých teplotách. K tomuto účelu se do výplňového materiálu tvořeného karbidem křemíku přimíchá jisté množství kovového křemíku, které může být omezeno nebo určeno podle shora uvedených úvah. Když vznikající reakční produkt tvořený oxidem hlinitým uzavírá částice karbidu křemíku a roztavený hliník je dopravován tímto produktem oxidační reakce, přichází roztavený kovový hliník do styku s přidaným kovovým křemíkem. Jisté množství kovového křemíku tedy přechází ~~do~~ toku roztaveného kovu a tedy do vznikajícího keramického kompozitu. Ta část druhého kovu, která nepřejde ^{toku} do roztaveného kovu, nýbrž je obsažena v oné části hmoty výplně nebo předlisku, jež je infiltrována vznikajícím produktem oxidační reakce, může být v kompozitním tělese ve formě izolovaných inkluzí druhého kovu. Druhý nebo cizí kov lze rovněž nanášet na jednu nebo

několik ploch výplně nebo předlisku. Pro tento příklad kompozitu se zrna nebo prášek křemíku nanáší jako vrstva na povrch částic karbidu křemíku nebo na předlisek, který je obsahuje. Jakmile tok roztaveného kovového hliníku přijde do styku s touto plochou, přejde jisté množství kovového křemíku do tohoto toku a stane se součástí kovové složky v keramickém produktu. Nanesení druhého kovu na jednu nebo několik ploch výplně nebo předlisku může mít za následek vznik kompozitního tělesa, kde obnažené části kovové složky jsou bohaté na druhý nebo cizí kov oproti jiným částem kovové složky uvnitř vzniklého keramického kompozitního tělesa.

Při postupu podle vynálezu, kdy druhý nebo cizí kov se zavádí do kovového prekursoru z vnějšky, lze tento druhý nebo cizí kov vnášet ve formě směsi nebo sloučeniny, která reaguje s roztaveným kovem a/nebo se rozkládá při reakčních podmínkách a uvolňuje druhý nebo cizí kov, jenž pak přechází uvedeným způsobem do toku roztaveného kovu. Takovou sloučeninou může být oxid kovu, který je redukovatelný kovovým prekursorem nebo s ním reaguje a uvolňuje druhý kov. Když se má například vyrobit keramické kompozitní těleso s keramickou maticí oxidu hlinitého, vzniklé oxidací hliníku jako kovového prekursoru a uzavírající částice výplně z oxidu hlinitého, lze do výplně z oxidu hlinitého přimíchat nebo na povrch hliníku jako kovového prekursoru položit vrstvu oxidu požadovaného

kovu jako je křemík, nikl, železo nebo chrom. Když má být druhým kovem chrom, dá se vnést do toku roztaveného kovu tím, že se oxid chromitý smíchá s materiálem lože. Když se roztavený hliník dotkne oxidu chromitého, zredukuje jej a uvolní kovový chrom. Následkem toho se jisté množství uvolněného kovového chromu vnese do toku roztaveného hliníku a je jím dopravováno. do produktu oxidační reakce nebo produktem oxidační reakce, jenž vzniká při neustálém styku kovového prekursoru s okysličovadlem v plynné fázi.

Je známo, že dotovací příměsi, použité ve spojení s kovovým prekursorem, příznivě ovlivňují postup oxidační reakce, zejména když je kovovým prekursorem hliník. V některých případech lze dotovací příměs zvolit tak, aby kromě dotování vytvořila druhý nebo cizí kov nebo jeho zdroj, přičemž tento kov se má vnést do kovové složky keramického produktu. Například křemík je jednak vhodným dotovacím materiálem a jednak může dodávat kovové složce keramického tělesa určité žádoucí vlastnosti, například zlepšené provozní charakteristiky při vysokých teplotách. V důsledku toho lze křemíku použít jako takového nebo ve formě oxidu křemičitého tak, že slouží oběma účelům, totiž tvoří dotovací příměs a současně zdroj druhého kovu. V řadě případů však není k dispozici vhodný dotovací materiál, který by

měl jak vhodné dotovací vlastnosti tak tvořil zdroj druhého nebo cizího kovu. V tomto případě je tedy třeba použít dotovacího materiálu a jiného druhého nebo cizího kovu. Používali se však dotovací příměsi ve spojení s druhým kovem, je třeba si uvědomit, že přítomnost každého z nich může mít vliv na funkci a/nebo účinek druhého. V tom případě, kdy je žádoucí vytvořit soustavu dvou nebo několika kovových fází, sestávající z kovového prekursoru a druhého kovu, a kromě toho použít odděleného dotovacího materiálu, koncentrace kovového prekursoru a druhého kovu, které jsou nezbytné k vytvoření požadované fáze nebo fází, mohou být odlišné od koncentrací potřebných k vytvoření fází v binárním systému, obsahujícím kovový prekursor a druhý kov. Je tedy třeba brát v úvahu vliv všech přítomných kovů v každém specifickém případě, když se navrhuje systém, kde v kovové složce keramického tělesa má být obsaženo několik kovových fází. Dotovací příměsi používané ve spojení s kovovým prekursorem se stejně jako druhé kovy mohou zavádět jako legovací složky do kovového prekursoru, mohou se nanášet alespoň na část povrchu kovového prekursoru nebo se mohou nanášet nebo uložit do části nebo do veškerého materiálu výplně nebo předlis-ku, nebo lze použít jakékoliv kombinace těchto opatření. Legující příměsi lze použít samotné nebo v kombinaci s příměsí nanášenou z vnějšku. V případě přidávání přídatných dotovacích příměsí do výplně lze toto přidávání provádět

jakýmkoliv vhodným způsobem.

Funkce určité příměsi závisí na řadě faktorů, které zahrnují například určitou kombinaci dotujících příměsí, použije-li se alespoň dvou, kombinaci příměsí nanášené z vnějšku s legovací příměsí základního kovu, koncentrace příměsi, oxidační prostředí, reakční podmínky, povahu a koncentraci druhého kovu atd.

Příměsi vhodné pro hliník jako kovový prekursor, zejména při použití vzduchu jako okysličovadla, zahrnují hořčík, zinek a křemík, buď samotné nebo ve vzájemné kombinaci nebo v kombinaci s jinými příměsemi. Těmito kovy nebo vhodným zdrojem kovů lze legovat kovový prekursor na bázi hliníku v jednotlivé koncentraci 0,1 až 10 %, vztaženo k celkové hmotnosti dotovaného kovu. Tyto dotovací příměsi nebo jejich vhodný zdroj, například oxid hořečnatý, oxid zinečnatý nebo oxid křemičitý se mohou nanášet z vnějšku na kovový prekursor. Z kovového prekursoru tvořeného hliníkem a při použití vzduchu jako okysličovadla lze tedy vyrobit aluminovou keramickou strukturu, použije-li se oxidu hořečnatého jako příměsi v množství větším než asi 0,0008 g/l g kovového prekursoru a větším než 0,003 g na cm² kovového prekursoru, na který se oxid nanáší. Ovšem koncentrace dotovací příměsi může záviset, jak bylo shora uvedeno, na povaze, přítomnosti a koncentraci druhého nebo cizího kovu.

Mezi další vhodné příměsi pro hliník jako základní kov patří sodík, germanium, cín, olovo, lithium, vápník, bor, fosfor a yttrium, kterých lze použít jednotlivě nebo v kombinaci s jedním nebo několika dalšími příměsemi, což závisí na okysličovadle, povaze a množství druhého kovu a na reakčních podmínkách. Vhodnými příměsemi jsou rovněž prvky vzácných zemin, jako je cer, lanthan, praseodym, neodym a samarium, opět zejména v kombinaci s jinými příměsemi. Všechny příměsi podporují růst produktu oxidační reakce v soustavě, kdy kovový prekursor je na bázi hliníku.

Je známo, že k omezení růstu nebo vývinu produktu oxidační reakce lze použít bariéry, která omezuje tento růst pouze k místu svého uložení. Vhodnou bariérou může být jakýkoliv materiál, sloučenina, směs apod., který si v reakčních podmínkách podle vynálezu udržuje jistou soudržnost, nevyparuje se a s výhodou propouští plynné okysličovadlo, přičemž je současně schopný místně bránit, zastavovat nebo znemožňovat další růst produktu oxidační reakce. Mezi vhodné bariéry patří síran vápenatý neboli pálená sádra, křemičitan vápenatý, portlantský cement a jejich kombinace, které se zpravidla nanášejí jako kaše nebo pasta na povrch výplně. Materiály bariéry mohou rovněž obsahovat vhodný hořlavý nebo těkavý materiál, který uniká při zahřívání, nebo látku, jež se rozkládá při zahřívání, aby se zvýšila pórovitost a propustnost bariéry. Mimoto může bariéra obsahovat žárovzdorné

zrna, která snižují nebezpečí smršťování nebo tvorby trhlinek, k nimž by mohlo dojít během reakce. Obzvláště žádoucí jsou takové látky, které mají v podstatě stejný součinitel teplotní roztažnosti jako lože výplně. Když například předlisek obsahuje oxid hlinitý a výsledná keramika rovněž obsahuje oxid hlinitý, lze bariéru smíchat se zrny oxidu hlinitého, s výhodou se zrnitostí 20 až 1000 mesh. Mezi další vhodné bariéry patří žárovzdorné keramické materiály nebo kovové plechy, které jsou otevřené alespoň na jednom konci, takže umožňují průchod plninného okysličovadla lože a jeho styk s roztaveným kovovým prekursorem. V některých případech je možné uložit zdroj druhého kovu přímo do bariéry. Když se například nechají reagovat některé nerezavějící oceli v oxidačních podmínkách při vysoké teplotě v atmosféře obsahující kyslík, jejich kovové složky tvoří oxidy, zejména železo, nikl a chrom, což závisí na složení nerezavějící oceli. V některých případech tedy může bariéra například nerezavějící ocel, tvořit vhodný zdroj druhého nebo cizího kovu a zavádět tak druhý kov, například železo, nikl nebo chrom do toku roztaveného kovu, jakmile s ním přijde do styku.

Způsob podle vynálezu bude doložen následujícími příklady.

P ř í k l a d 1

Podle vynálezu bylo vyrobeno keramické těleso z oxidu hlinitého, jehož kovová složka obsahovala intermetalické sloučeniny mědi a hliníku. Měď byla tedy vnese-na jako druhý kov do tělesa kovového prekursoru jako lego-vací příměs, přidávaná před vlastním oxidačním postupem.

Tyčka o rozměrech 50,8 x 25,4 x 12,7 mm z hliní-kové slitiny, která obsahovala 10 % hmotnosti mědi, 3 % hmotnosti hořčíku jako dotovací příměsi a zbytek hliníku, byla vložena do lože z částic oxidu hlinitého o velikosti 90 mesh. Tyčka s aluminovým ložem byla uložena do žárovzdor-né nádoby tak, že její plocha s velikostí 50,8 x 24,5 mm byla vystavena působení oxidační atmosféry a ležela praktic-ky v rovině s ložem. Na volnou plochu tyčky byla stejnoměrně dispergována tenká vrstva oxidu křemičitého jako dotovací příměsi. Soustava pak byla vložena do pece a zahřívána bě-hem 5 hod na 1400 °C. Teplota 1400 °C byla v peci udržována po dobu 48 hod a pak se nechala ochladit během 5 hod na okol-ní teplotu. Soustava pak byla z pece vyňata a keramické těle-so bylo podrobena zkoušce.

Keramická struktura byla rozříznuta napříč za účelem metalografické a fázové analýzy. Rentgenografická

analýza kovové složky keramického tělesa ukázala, že směrem k hornímu konci vzniklé struktury byla přítomna intermetalická sloučenina mědi a hliníku Cu_9Al_4 , zatímco u iniciační růstové plochy keramického tělesa byla přítomna intermetalická sloučenina mědi a hliníku CuAl_2 a nezoxidovaný hliník.

Příklad 2

Podle vynálezu byly vyrobeny keramické kompozitní materiály s kovovou složkou na bázi hliníku, obohacenou niklem, aby se dokázalo, že takové materiály mají zlepšené mechanické vlastnosti. Při přípravě těchto materiálů byly předlisky z částic oxidu hlinitého, obsahující práškový kovový nikl, vyrobeny sedimentačním litím. Tyto předlisky byly potom infiltrovány keramickou maticí z oxidu hlinitého, která reagovala s práškovým niklem na kovovou složku obohacenou niklem.

Konkrétně se postupovalo tak, že ke směsi práškového oxidu hlinitého, která sestávala ze 70 % velikosti 220 mesh a z 30 % velikosti 500 mesh, bylo přidáno jednou 10 % a jednou 30 % hmotnosti práškového niklu. Výsledná směs oxidových a kovových částic byla rozpuštěna ve vodě, která rovněž obsahovala 2 % hmotnosti akrylového latexového pojiva. Poměr ~~xxsxxxxpxjx~~ prášku k vodě s pojivem byl 2,5:1 hmot.

Předlisky byly vyrobeny tak, že kaše byla nalita do čtvercových forem o straně 50,8 mm a částice se nechaly usadit ve vrstvě tloušťky asi 12,7 mm. Přebytečná voda byla odlita a povrch byl vysušen.

Každý předlisek byl pak sdružen s tyčkou z hliníkové slitiny 380,1 o rozměru 50,8 x 50,8 x 12,7 mm na té ploše, která měřila 50,8 x 50,8 mm, přičemž na jejich rozhraní byla nasypána tenká vrstva práškového křemíku jako dotovací příměsi k podpoře oxidační reakce. Slitina použitá v těchto pokusech byla chemicky analyzována a zjistilo se, že odpovídá jmenovitému složení uvedenému pro tuto slitinu, to znamená, že obsahuje 7,5 až 9 % Si, 3,0 až 4,0 % Cu, 2,9 % Zn, 6,0 % Fe, 0,5 % Mn, 0,5 % Ni, 0,35 % Si a 0,1 % Mg, vztaženo k celkové hmotnosti, pouze s tím rozdílem, že koncentrace hořčíku byla přibližně 0,17 až 0,18 % hmotnosti. Vyšší množství hořčíku je důležité, protože hořčík působí jako dotovací příměs nebo jako promotor oxidační reakce.

Soustavy sestávající z kovu a předlisku byly uloženy jednotlivě do netečných žárovzdorných kelímků a obsypány ze všech stran vrstvou wollastonitových zrn. Tento materiál slouží jako bariéra, která sloužila k omezení růstu produktu oxidační reakce pouze do objemu odpovídajícího předlisku. Žárovzdorné kelímky i se svým obsahem byly vloženy do pece a zahřívány ve vzduchu na teplotu 1000 °C po dobu 60 hod.

Po vyjmutí z pece bylo patrné, že keramická matrice z oxidu hlinitého vyrostla z povrchu roztavené hliníkové slitiny a infiltrovala předlisek. Metalografická analýza řezů těchto materiálů ukázala, že částice výplňového materiálu byly vzájemně propojeny maticí z oxidu hlinitého, která obsahovala kovovou složku sestávající z hliníku ze základního kovu, křemíku ze základního kovu a z vrstvy dotovací příměsi a z niklu z niklového prášku, přidaného k předlisku, včetně menšího množství dalších složek ze základního kovu.

Z těchto keramických kompozitních materiálů byly vyrobeny vzorky, na kterých byly ^(zkoušeny) mechanické vlastnosti. Nejpatrnější bylo zvýšení houževnatosti materiálu obsahujícího nikl, což bylo zjišťováno standardní zkouškou vrubové houževnatosti. Materiál vyrobený z předlisku s obsahem 10 % niklu měl průměrnou vrubovou houževnatost 8,5 MPa a materiál vyrobený z předlisku s obsahem 30 % niklu měl průměrnou houževnatost 11,3 MPa. Podle dosavadních zkušeností s podobnými materiály lze v nepřítomnosti přidávaného niklu očekávat hodnoty vrubové houževnatosti v rozmezí 4 až 7 MPa.

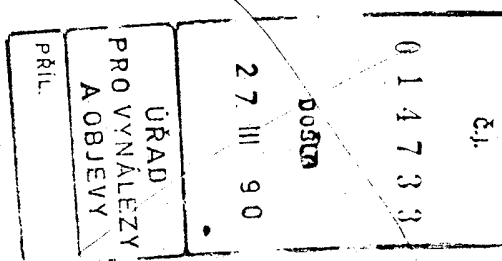
1. Samonosné keramické těleso, sestávající z polykrystalického produktu oxidační reakce roztaveného základního kovu, zejména hliníku a plynného okysličovadla, který obsahuje kovovou fázi z nezoxidovaných složek základního kovu a případně uzavírá výplň, vyznačené tím, že kovová fáze dále obsahuje cizí kov odlišný od základního kovu, zejména ze skupiny zahrnující hliník, titan, železo, nikl, měď, zirkonium, hafnium, kobalt, mangan, křemík, germanium, cín, stříbro, zlato a platinu, k ovlivnění vlastností keramického tělesa, přičemž celkové množství kovové fáze je 1 až 40% objemu keramického tělesa.

2. Způsob výroby samonosného keramického tělesa podle bodu 1, při němž se roztavený základní kov uvádí do styku s plynným okysličovadlem a proudí vznikajícím produktem oxidační reakce za tvorby neustále dalšího produktu oxidační reakce, vyznačený tím, že do proudu základního kovu se vnese cizí kov, který zůstává nezoxidován plynným okysličovadlem a je unášen roztaveným základním kovem do produktu oxidační reakce jako složka kovové fáze ve vznikajícím keramickém tělese.

3. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že základní kov se leguje cizím kovem před vlastní oxidační reakcí.

4. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že jako základního kovu se použije slitiny, obsahující jako složku cizí kov.

5. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že cizí kov se nanese jako vrstva na základní kov před jeho roztavením.

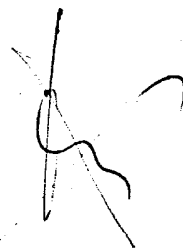


6. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že cizí kov se smíchá s výplní, kterou prostupuje vznikající produkt oxidační reakce.

7. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že cizí kov se nanese nejméně na jednu plochu propustného předlisku z výplňového materiálu, kterým prostupuje vznikající produkt oxidační reakce.

8. Způsob podle bodu 2, 5 až 7, vyznačený tím, že cizí kov se vnese do základního kovu ve formě sloučeniny, například oxidu, která reaguje se základním kovem případně se v procesních podmínkách oxidační reakce rozkládá.

9. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že cizího kovu vneseného do základního kovu se použije jako dotovací příměsi podporující oxidační reakci.

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