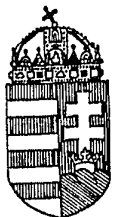


(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

204 237 B

(51) Int. Cl.⁵

C 04 B 35/00

(21) A bejelentés száma: 4097/87
(22) A bejelentés napja: 1987. 09. 15.
(30) Elsőbbségi adatok:
907 924 1986. 09. 16. US

(40) A közzététel napja: 1988. 11. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1991. 12. 30. SZKV 91/12

(72) Feltalálók:

Aghajanian, Michael K., Newark, Delaware (US)
White, Danny Ray, Newcastle, Delaware (US)
Zwicker, Harry R., Elkton, Maryland (US)

(73) Szabadalmaz:

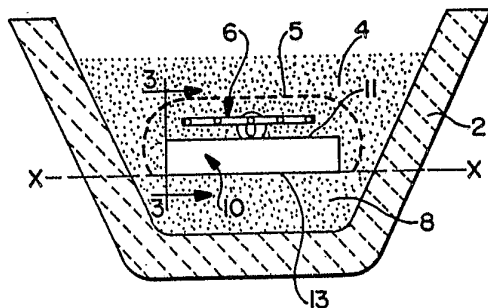
Lanxide Technology Company LP, Newark,
Delaware (US)

(54) **Eljárás önhordó szerkezetű kerámiatest előállítására és összetett
szerkezetű önhordó kerámiatest**

(57) KIVONAT

A találmány tárgya eljárás önhordó szerkezetű kerámiatest előállítására és összetett szerkezetű önhordó kerámiatest. Az eljárás lényege, hogy fém alapanyagot (10) olvadáspontját meghaladó, de oxidációs reakciótermékének olvadáspontja alatt maradó hőmérsékleten oxidálószerrel kapcsolatba hozunk, az oxidációs reakció feltételei között szétporladó, inverz reprodukálásra szánt külső kialakítású, alakvesztő fémes elemet (6) töltőanyagból készült támasztó ágyon (8) megtámasztunk vagy más módon a fém alapanyag (10) közelében elrendezünk, mégpedig olyan távolságon, hogy az oxi-

dációs reakciótermék keletkezése közben a fémes elem (6) anyagát az oxidációs reakciótermék önmagában diszpergálni tudja, és a fém alapanyagot (10) addig tartjuk a kijelölt hőmérsékleten, míg a szétporladó fémeket a polikristályos szerkezetben legalább részben diszpergáljuk, eközben az oxidációs reakcióterméknek legalább egy részét a fém alapanyaggal (10), másrészt az oxidálószerrel érintkezésben tartjuk. A találmány szerinti test lényege, hogy benne inverz reprodukálással létrejött csatomaszerű elemek vannak és anyaga polikristályos mátrixként van kialakítva.



1. ábra

A leírás terjedelme: 16 oldal (ezen belül 3 lap ábra)

HU 204 237 B

A találmány tárgya eljárás önhordó szerkezetű kerámiatest előállítására és összetett szerkezetű önhordó kerámiatest. A találmány szerinti eljárással bonyolult belső alakzatú termékek állíthatók elő, amelyek kerámia szerkezete nagy szilárdságú és a szükséges alakot megbízhatóan követik.

Számos alkalmazásban ismertek azok a törekvések, hogy a fémeket kerámia anyagokkal váltsák fel, mivel ezek több tulajdonságukat tekintve a fémeknél kedvezőbbek. A felváltás azonban sok esetben komoly akadályokba ütközik, különösen akkor, ha bonyolult alakú termékekről van szó, amelyekkel szemben magas követelményeket állítanak. Ez a helyzet olyan testek esetében is, amelyekben bonyolult belső üregrendszer van, esetleg önmagába visszatérő, egymással kapcsolódó csatornákból. Ilyen alakzatok előállítására ismeretes a porok tömörítésével és szinterelésével létrehozott technológia, de ez csak bizonyos alakzatok esetében használható, mivel a belső térben maradt esetleges anyagot bonyolult alakzatnál nem lehet onnan eltávolítani. Igaz ugyan, hogy megmunkálással a szükséges alakzatok sok esetben létrehozhatók vagy a feleslegek is eltávolíthatók, de ennek elkészült kerámia termék esetében igen nagy a költsége és a munkaigénye.

A találmány feladata olyan eljárás és az eljárással előállított összetett szerkezetű kerámia termék kidolgozása, amellyel az említett nehézségek legyőzhetők, bonyolult belső kiképzésű testek állíthatók elő.

A találmány alapja az a felismerés, hogy alkalmasan választott fém alapanyag és oxidálószer megfelelő feltételek között lezajló reakciója alkalmas olyan polikristályos kerámiatest létrehozására, amelyet nagy sűrűség, merevség, jó megmunkálhatóság, alakhűség jellemez. Az oxidációs reakciót dőpoló anyagok alkalmazásával úgy lehet elősegíteni, hogy az oxidációs reakció terméke kívánt irányban nagy sebességgel növekszik. A felismeréshez tartozik az is, hogy az önhordó szerkezetű kerámiatestek az említett oxidációs reakció segítségével létrehozhatók, ha egy vagy több töltőanyagot használunk. Ebben az esetben az oxidációs reakció lezajlása során a létrejövő önhordó szerkezet a töltőanyag alakítható, áteresztő masszájába való átmövésével jön létre. Ennek alakját úgy lehet biztosítani, hogy megfelelő anyagú előmintát hozunk létre, amely mintegy határt alkot az oxidációs reakciótermék növekedésének. Az előformát egy vagy több üreggel létrehozva célszerű azt alakos fém alapanyagként létrehozni, mégpedig oly módon, hogy az oxidálási reakció a fém alapanyag külső alakzatát inverz módon reprodukálhassa. Ilyenkor a fém alapanyagot pozitív alakzatával töltőanyaggal szoros kapcsolatban rendezzük el, az oxidálás során a fém alapanyag biztosítja a negatív alakzat létrejöttét.

A kitűzött feladat megoldására, önhordó szerkezetű kerámiatest előállítására eljárást dolgoztunk ki, amely alkalmas egy vagy több csatornával, belső üreggel, járatlalt és hasonlóval ellátott alakzat létrehozására. Az eljárás során fém alapanyag és megemelt hőmérséklet alkalmazásával kerámiatestet hozunk létre, mégpedig a találmány szerinti úgy, hogy a fém alapanyagot oxidál-

juk és belőle lényegében a fém alapanyag polikristályos szerkezetű történő oxidálásával kapott és alapvetően a fém alapanyag és megfelelően választott oxidálószer reakciótermékét, valamint egy vagy több fémess 5 összetevőt tartalmazó kerámia anyagú mátrixból, továbbá a találmány egy további változata szerint a mátrixszal átjárt töltőanyagból álló polikristályos felépítésű kerámiatestet hozunk létre. Ennek során az oxidációs reakció feltételei között szétporladó, inverz reprodukálásra szánt külső kialakítású alakvesztő fémess elemet 10 a kerámiatestben létrehozandó csatornaszerű alakzatok biztosítására a fém alapanyagból készült alaptest szomszédságában rendezzük el, ezzel biztosítjuk, hogy az oxidációs reakciótermék keletkezése során a szétporladó fémnek legalább egy részét képes legyen magában 15 diszpergálni. A találmány egyik alapváltozata szerint ennél a lépésnél töltőanyagot használunk, mégpedig olyat, amelyet az oxidációs reakciótermék az oxidálási reakcióban bekövetkező növekedése során képes átjárni. Az elrendezést követően a fém alapanyagból készült 20 alaptestet anyagának olvadáspontját túllépő, de az oxidációs reakciótermék olvadáspontja alatti hőmérsékletre hevítjük, amivel a fém alapanyagból olvasztott testet alakítunk ki, a megolvadt fém alapanyagot az oxidálószerrel reakcióba visszük és vele oxidációs reakcióterméket hozunk létre, az oxidációs reakcióterméknek 25 legalább egy részét egyrészt a fém alapanyaggal, másrészt az oxidálószerrel érintkezésben tartjuk, eközben a fém alapanyagot fokozatosan az olvasztott testből az oxidációs reakcióterméken át az oxidálószer felé átve- 30 zettjük, eközben a szétporladó fémest az oxidálószer és a már kialakult oxidációs reakciótermék határfelületén az oxidációs reakciótermékkel érintkeztetjük, majd a reakciót addig folytatjuk, amíg a szétporladó fémest a polikristályos szerkezetben legalább részben diszpergáljuk és ezzel a szétporladó fémből készült alakvesztő 35 fémess elem diszpergált részét inverz módon reprodukáló egy vagy több csatornát hozunk létre, és befejezésül az elkészült önhordó szerkezetű kerámiatestet kinyerjük, felületéről szükség szerint a töltőanyag feleslegét eltávolítjuk.

A találmány szerinti feladat megoldására kidolgozott eljárás töltőanyagot tartalmazó alakváltoztatásban fontos, hogy az előre kialakított szétporladó anyagú 45 alakvesztő fémess elemet az áteresztő szerkezetű töltőanyagból készült ágyra helyezzük, a reakciót úgy folytatjuk le, hogy az oxidációs reakciótermék folyamatosan hatoljon át a töltőanyagon, fogadja magába a szétporladó fém részecskéit és azok az elkészült kerámiatest anyagában diszpergáltak legyenek jelen. A szétporladó anyagú fémess elemet olyan bevonattal is célszerű 50 ellátni, amely a fémest magát megóvjá attól, hogy idő előtt feloldódjon vagy alakja széteszen, vagyis attól, hogy az oxidációs reakciótermékben hatását ne tudja kifejteni. A bevonatot úgy is ki lehet alakítani, hogy az a csatorna falait bevonó bélészként jelenjen meg a kerámia termékben, ezzel is biztosítva kívánt tulajdonságait.

A találmány szerinti eljárás fogantatásakor célszerű a fémess elemet az olvasztott test kialakításához

alkalmazott hőmérsékletnél magasabb olvadáspontú szétporladó fémből kialakítani. A javasolt eljárás fogantatását mindenekelőtt alumínium, mint fém alapanyag felhasználásával javasoljuk, míg az oxidálószer gőz vagy gáz halmazállapotú oxidáló hatású anyagot tartalmaz. Különösen célszerű oxigéntartalmú gáz, mint levegő felhasználása.

A találmány szerinti eljárás egy előnyös fogantatási módjában a szétporladó anyagú alakvesztő fémes elemet vasból, nikkelből, krómból, ezek valamilyen ötvözetéből vagy intermetallikus vegyületéből hozzuk létre. Az alkalmas töltőanyagok között szerepelnek az alumínium-trioxid, szilícium-karbid, szilícium-alumínium-oxinitrid, cirkónium-dioxid, cirkónium-borid, titán-nitrid, bárium-titanát, bór-nitrid, szilícium-nitrid, amelyek külön-külön vagy keverékben használhatók.

Alumínium fém alapanyag esetében 850 és 1450 °C, előnyösen 900 és 1350 °C közötti hőmérsékletre hevítjük a fém alapanyagot. A vele együtt alkalmazandó dőpoló anyagok általában magnéziumot és/vagy cinket, szükség szerint ezeken túlmenően szilíciumot, ólmot, ónt, germániumot, nátriumot, lítiumot, kalciumot, bórt, foszfort, ittriumot valamint egy vagy több ritkaföldfémeket tartalmaznak.

A szétporladó anyagú alakvesztő fémes elem bevonatát célszerűen króm vagy nikkel oxidjából állítjuk elő.

Ugyancsak a találmány szerinti feladat megoldására dolgoztunk ki önhordó szerkezetű összetett felépítésű kerámiatestet, amelyben legalább egy csatornaszerű elem van kiképezve és a találmány szerint töltőanyagból álló ágyat befogadó polikristályos mátrixa van, a csatormák megfelelően kiképzett alakvesztő fémes elem geometriai kialakítását inverz módon reprodukálónak vannak elrendezve, az alakvesztő fémes elem a töltőanyagból álló ágyban van elrendezve, a kerámia mátrix fém alapanyagának a belőle képződő oxidációs reakciótermékekbe való átmövesztésével van kialakítva, az alakvesztő fémes elem alapanyagával együtt egy vagy több fémes összetevőt tartalmaz, ahol a fém alapanyag oxidációját az oxidációs reakciótermék növekedését, a fémes alapanyag anyagát befogadó terjeszkedését és a fémes elem anyagának az oxidációs reakcióterméknek a kerámia anyagban való eloszlását és az általa eredetileg elfoglalt helynek üresen maradását biztosító módon hajtjuk végre és a fémes elem alapanyagát az oxidációs reakciótermék növekedése során abban eloszlátjuk.

A töltőanyag célszerűen üreges testekből, szemcsézett anyagokból, porszerű, szálas, huzalszerű anyagokból, gömb alakú részecskékből, habosított anyagokból, fém vagy ásványi gyapotból, lemezekből, tömörítőnyekből, rudakból, szalagszerű vagy szálszerű elemekből, pelletekből, lapocskákból, csővecskékből, tűzálló anyag elemi szálaiból, tablettaszerű elemekből vagy hasonlókból van összeállítva. A csatornaszerű elemek célszerűen béléssel vannak ellátva.

Célszerűen a fém alapanyag alumínium, az oxidációs reakciótermék pedig alumínium-oxid, míg egy vagy több csatorna egymással csatlakozóan van elrendezve. A folyadék későbbi bevezetésére, illetve adagolására

fűvókát vagy szűkítést is célszerű beépíteni. A kerámiatest előállítás közben előnyösen kúpos borítással is ellátjuk.

A találmány szerinti eljárással lehetővé válik olyan újszerű kerámia alapú összetett szerkezetű kerámia termékek előállítása, amelyekben előre meghatározott nagyságú, és felületi simaságú komplex csatornarendszer alakítható ki, a csatornarendszerben kapcsolatok, éles irányváltások biztosíthatók, mégpedig egy előre kiformázott struktúra méreteinek és alakzatának inverz reprodukálásával. Az oxidációs reakciótermék létrejötte során kialakuló polikristályos szerkezetben a szétporladó fém eloszlik, helyén egy vagy több csatorna marad meg. A belső nyílások és átjárók kívánt geometriáját, elrendezését a találmány lényegében a hagyományos megmunkálási technikák, mint csiszolás stb. nélkül biztosítja.

A találmány szerinti eljárás további ismertetésében, a kerámiatest leírásában és az igénypontokban alkalmazott kifejezések értelme a következő:

A „kerámiatest” vagy „kerámia anyag” fogalma a jelen találmány értelmezésében egyáltalán nem korlátozható a klasszikus értelemben vett kerámia anyagokra, amelyek lényegében teljes térfogatukban nemfémes és más szervesen összetevőkből állnak. A találmány szerint előállított és alkalmazott kerámia anyag, illetve test olyan szerkezetű, hogy legfontosabb, domináns jellemzőit és/vagy összetételét tekintve lényegében a kerámiatestre emlékeztet, de kisebb vagy akár nagyobb mennyiségekben tartalmazhat egy vagy több fémes összetevőt, valamint összekötött járatokat alkotó vagy elszigetelt porozitást, amely a fém alapanyag, oxidálószer vagy dőpoló anyag jelenlétének következtében alakul ki és a térfogatban részaránya 1 ... 40 tf%, de lehet nagyobb is.

Az „oxidációs reakciótermék” fogalma a találmány értelmében egy vagy több oxidált állapotú fém jelöl, ahol a fém más elemnek vagy vegyületnek, illetve azok valamilyen kombinációjának elektront leadó vagy azzal elektront megosztó összetevőnek tekintjük. Ennek megfelelően a definíciónak megfelelő oxidációs reakciótermék egy vagy több fém és valamilyen, a leírásban kifejtett feltételeket teljesítő oxidáló hatású anyag között kialakult reakció eredménye.

Az „oxidálószer” fogalma elektron befogadására, illetve elektron megosztás útján történő befogására alkalmas egy vagy több összetevőt takar, amely a reakció feltételei között lehet szilárd, folyékony vagy gáz halmazállapotú (ez utóbbi esetben gőz alakú is lehet), de ezek keveréke (így folyadék és gáz keveréke) szintén használható.

A „fém alapanyag” olyan, viszonylag tiszta, fémes tulajdonságú anyag, amely kereskedelmi forgalomban beszerezhető fémes összetevőket tartalmaz a szokásos szennyezésekkel, adott esetben ötvözőanyagokkal, ötvöző vegyületekkel és intermetallikus vegyületekkel. Ha a leírás egy meghatározott fémről említ, akkor a találmány a fenti tisztasági feltételeknek megfelelő fémre vonatkozik, hacsak a leírás ezzel kapcsolatban más feltételeket nem említ.

A „szétporladó fém” olyan fémet, intermetallikus vegyületet, ötvözetet jelöl, amely a növekvő polikristályos reakciótermékbe be tud épülni, eredeti helyét elhagyja és maga mögött olyan csatormaszerű képződményt hagy, amely eredeti kialakítását alakban és méreteiben követi. A szétporladó fémet a találmány szerinti eljárás foganatosítása során kívánt alakban használjuk, ezek között szerepelnek az üreges testek, a szemcsés, a porszerű, a szálas anyagok, a drótok, huzalok, gömbszerű részecskék, habosított anyagok szemcséi, fémgyapot, lemezek, tömörítvények, rudak, szalagszerű elemek, lemezek, pelleték, csövek, drótszövet, szivacszerű anyagok, csőszerű elemek és lapszerű anyagok.

A „csatona” vagy „csatormák” fogalma a találmány értelmében szélesebb az általánosnál, mivel minden olyan kitöltetlen teret, üreget, átvezetést és hasonlót jelöl, amelyet alkalmas vagy kívánt konfigurációjú testen, illetve anyagtömegben belül hozunk létre, függetlenül keresztmetszetének egyenletességétől vagy egyenletlenségeitől és egyáltalában nem korlátozódik a csőszerű kialakításra.

A találmány tárgyát a továbbiakban példakénti foganatosítási módok, illetve kiviteli alakok alapján ismertetjük részletesen. Ennek során a csatolt rajzra hivatkozunk, amelyben az

1. ábra fém alapanyagból álló alaptest és mellette elrendezett, szétporladó fémből készült alakvesztő fémes elem együttese töltőanyag ágyában, amely tűzálló edényben van elhelyezve, keresztmetszetben, a
2. ábra a fém alapanyagból készült alaptest és mellette elrendezett szétporladó anyagú fémes elem együttesének kissé nagyított oldalnézete, hol a töltőanyagot nem tüntettük fel, a
3. ábra az 1. ábra szerinti 3–3 metszet, a
4. ábra az 1. ábrán bemutatott elrendezésben előállított önhordó szerkezetű összetett felépítésű kerámiatest perspektivikus nézete, a belső kialakítás feltüntetésével, az
5. ábra az 1. példa szerint előállított anyag keresztmetszetének mikrofényképe, a
6. ábra a 2. példa szerint előállított anyag keresztmetszetének mikrofényképe, a
7. ábra a 3. példa szerint előállított anyag keresztmetszetének mikrofényképe, míg a
8. ábra olyan összetett szerkezetű kerámiatest fényképe, amelyben a találmány szerinti eljárással elkészített csatormák vannak és az egyik csatorma hátulról át van világítva folyamatoságának bemutatására.

A találmány szerinti eljárás foganatosítása során a fém alapanyagot olyan együttes részeként hozzuk létre, amely a fém alapanyagból készült kiindulási testen kívül mellette elrendezett szétporladó fémből készült fémes elemet tartalmaz. A szétporladó fémből a fémes elemet oly módon alakítjuk ki, hogy az megfelelően annak az alakzatnak, amit a kerámiatesten belül kialakítandó egy vagy több csatorma jelent. A megfeleltetés inverz reprodukcióval megvalósítható alakátvételt je-

lent. A találmány szerinti eljárás foganatosításával az inverz reprodukálás lehetővé teszi komplex alakzatokat követő járatok létrehozását a kerámiatesten belül, ahol a komplex alakzat akár csatormák hálózata is lehet.

- 5 Az inverz reprodukálás fogalmával azt kívánjuk jelölni, hogy a kerámiatestben a találmány szerinti eljárással biztosított csatormák belső felületét annak a fémes elemnek a külső felülete határozza meg, amelyet a szétporladó elemből formáltunk. A szétporladó fémből álló fémes elem formázását tetszőleges alkalmas módszerrel vagy eszközzel lehet biztosítani, például nagyon jó megoldásnak bizonyult, ha fémszálakból olyan szerkezetet fontunk vagy szőttünk, amely a kívánt alaknak felelt meg és egyidejűleg méreteiben követte a létrehozandó csatormákat. Másik megoldásként adódik rúdszerű, szalagszerű fém darabokat vagy fóliákat oly módon megmunkálni, hogy azokból a kívánt alakzat létrejöttön, de ugyancsak használhatók az öntés, az extrudálás vagy más alakformálási eljárások, amelyek révén alakjukat megtartó testek hozhatók létre. Az esetek többségében a formázott szétporladó fémből készült fémes elem hossz méretei jóval túllépik a keresztmetszeti méreteket. A találmány szerinti eljárással ilyen fémes elemek alkalmazása mellett lehetséges olyan kerámiatestek előállítása, amelyek egészen kis nyílásokkal ellátott csatormákat fogadnak be. A megfelelően formázott fémes elem egy vagy több fémdarab-
ból is állhat, ezeket a szükséges módon, ismert eljárásokkal, azok akár többféle változatával alakítjuk, a fém alapanyag közelében elhelyezzük, adott esetben töltőanyag ágyát alakítva ki, és az elhelyezéssel azt biztosítjuk, hogy a növekvő polikristályos kerámia anyag, amit az oxidációs reakció hoz létre, növekedése során a szétporladó fémet befogadja, annak anyagát önmagában eloszlatja. Ennek során a töltőanyagoknak legalább egy része is, ha ilyet alkalmazunk, az elkészült kerámia termék részévé válik.

- 40 Az oxidációs reakcióban részt vevő anyagokat és a reakció feltételeit úgy választjuk meg, hogy a polikristályos kerámia anyag növekedése során ne nője át a szétporladó fémet, annak térfogatát ne foglalja el, hanem úgy diszpergálja önmagában a fémet, hogy ezzel annak helyén üres tér maradjon. A folyamat során a szétporladó fém a polikristályos anyaggal elsősorban fizikai jellegű reakcióba lép. Annak fémes összetevőjében oldódhat, azzal ötvözetet alkothat, lejátszódhat a diffúzió vagy más olyan folyamat, amelynek révén a szétporladó fém a kerámia anyagban szétoszlik. Ezzel az eljárással végül is olyan kerámia termék jön létre, amelyben a szétporladó fémből készült fémes elem geometriáját inverz módon reprodukáló csatormák vannak. Ez annyit jelent, hogy a találmány szerinti eljárással a fémes elem külső kialakításával lehet meghatározni a kerámiatestben létrejövő belső járatok rendszerét, nincs szükség a kerámiatest fűrészesére vagy más jellegű megmunkálására.

- 55 A fém alapanyag forrásaként tetszőleges alakú testet használhatunk. Az alkalmazott öntvény lehet tuskószerű, állhat lemezekből, rudakból, stb. A kívánt csatormák létrehozása szempontjából nincs szükség arra, hogy a
- 60

fém alapanyagot bármilyen módon a kerámiatestet eredményező reakció előtt megmunkáljuk. Az egyetlen fontos tényező az, hogy a fémes alapanyag elég közel kerüljön a fémes elemhez ahhoz, hogy az oxidációs reakciótermék növekedése során azt polikristályos szerkezetű mátrixával át tudja járni. A tapasztalatok szerint a fém alapanyag célszerűen alumínium, cirkónium, titán, ón vagy szilícium.

A találmány szerinti eljárás egyik alapváltozatában töltőanyagot is használunk. Erre a célra különböző anyagok felelnek meg. Így például a töltőanyag állhat tűzálló fémoxid, például alumínium-oxid szemcséiből, szálakból vagy habszerű szerkezetből, de ugyanígy alkalmazható a gyapotszerű anyagok, például a kerámia szálak. Egy vagy több geometriai konfiguráció szerint kialakított anyagrészekből is lehet töltőanyagot létrehozni. Célszerűnek bizonyult például kis szemcsézett-ségű anyag és szálak kombinációja. Az egyetlen feltétel, amit ennek során be kell tartani, az az, hogy a szétporladó fémből készült fémes elemnek a töltőanyagból készült ágyban, vagy ágyon való elhelyezése után az oxidációs reakció feltételei között a töltőanyag lehetővé tegye az oxidálószer hozzáférését a fém alapanyaghoz, mivel ez az alapfeltétele a találmány szerinti eljárás fogatosításának. Kíváncos, hogy az oxidációs reakciótermék növekedése során képes legyen befogadni a töltőanyagot. Az oxidálószer az adott esetben elsősorban a gáz vagy gőz halmazállapotú anyagokat jelenti, mivel ezek segítségével lehet a legbiztosabban a találmány szerinti eljárást fogatosítani.

A találmány szerinti eljárás fogatosítása során a megfelelő alakra hozott fémes elemet és a fém alapanyagot egymáshoz viszonyítva kis távolságon elhelyezzük. Az ennek során szükséges alátámasztást alkalmas módon biztosítjuk, például a töltőanyagból ágyat készítünk és a szétporladó fémből álló fémes elemet ezen vagy ebben megtámasztjuk. A töltőanyagból álló ágy a fém alapanyagból álló kiindulási testet is részben vagy teljesen befogadhatja. Mint említettük, a töltőanyagra nem feltétlenül van szükség, adott esetben a fém alapanyag és a fémes elem egymás közelében töltőanyag alkalmazása nélkül is elrendezhető. Mindkét esetben az előállítás folyamata azzal folytatódik, hogy az együttest a fém alapanyag olvadáspontját meghaladó, de az oxidációs reakciótermék olvadáspontja alatt maradó hőmérsékletre hevítjük. A hevítés eredményeként a fém alapanyagból olvasztott test jön létre és ezt a hevítés hőmérsékletén tartva az oxidálószerrel kapcsolatba hozzuk. Az olvasztott fém az oxidálószerrel reakcióba lép, aminek révén polikristályos anyag jön létre. Ez az oxidációs reakciótermékből és a fém alapanyagból áll, s növekedése során a közelében elrendezett fémes elemet eléri. Az oxidációs reakció folyamatában a reakcióterméket egyrészt az olvasztott fém alapanyaggal, másrészt az oxidálószerrel kapcsolatban tartjuk, ezért az oxidálószer jelenlétében a megolvadt fém alapanyag fokozatosan elhagyja az olvasztott testet, behatol az oxidációs reakciótermék rétegébe és azon áthaladva fokozatosan kapcsolatba kerül az oxidálószerrel. Ennek a folyamatnak az eredményeként

az oxidációs reakciótermék és az oxidálószer érintkezési határfelületén újabb réteg alakul ki, vagyis az oxidációs reakciótermék térfogata növekszik. Növekedése során az oxidációs reakciótermék átnövi a töltőanyagot, ha ez jelen van és befogadja a szétporladó fém részecskéit. A folyamatot addig tartjuk fenn, amíg a polikristályos anyag növekedése során szét nem porlasztotta a fémes elemet vagy annak egy részét és anyagát nem diszpergálta a polikristályos szerkezetbe.

A találmány szerinti eljárással gyártott polikristályos anyagban a szükség szerint alkalmazott töltőanyagban kívül egy vagy több fémes összetevő is lehet. Ezek forrása a fém alapanyag oxidálatlan része. Az oxidációs reakció feltételeitől függően a kialakuló kerámiatestben belső folyamatossági hiányok is lehetnek. A szétporladó fém által elfoglalt eredeti térfogat szomszédságában a létrejövő kerámia anyag természetesen a szétporladó fém részecskéit is tartalmazza. A találmány szerinti eljárás fogatosításával előállított polikristályos kerámia anyagokban az oxidációs reakciótermék egymással kapcsolódó és általában háromdimenziós szerkezetet alkotó kristallitokat tartalmaz. Az anyagban kialakuló fém zárványok vagy folyamatossági hiányok között is lehet, de nem szükségszerű a folyamatos kapcsolat.

A fémes elem alapanyagaként olyan fémet lehet választani, amelynek olvadáspontja az oxidációs reakciótermék növekedésének hőmérsékletével megegyezik vagy valamivel alatta van. Ilyen esetekben azonban a szétporladó fém alakjának inverz reprodukálása nem feltétlenül megfelelő, mivel az oxidációs reakció feltételei között a szétporladó fém megolvadhat vagy megéghet. Ezt a kedvezőtlen hatást inverz reprodukálás során úgy lehet kiküszöbölni, vagy csökkenteni, ha a szétporladó fémből készült fémes elemet megfelelő ágyra helyezzük vagy tűzálló anyagból készült bevonattal látjuk el. Az egyik előnyös megvalósítási mód szerint az elkészült fémes elemre önmagát megkötő vagy szinterelhető anyagból készült finom részecskékből álló bevonatot viszünk fel, amely az oxidációs reakció megemelt hőmérsékletén kemény héjat alkot a szétporladó fém körül. Vigyázni kell azonban arra, hogy a bevonatot, illetve a héjat olyan anyagból hozzuk létre, amely nem akadályozza meg a szétporladó fém részecskéinek áthatolását az oxidációs reakciótermékbe. A bevonat egyébként készülhet olyan anyagból, amely a polikristályos kerámia anyagban eloszlik, vagy alakját azon belül is megőrzi.

Ha az oxidációs reakció hőmérsékletén tartani kell a szétporladó fémből készült fémes elem anyagának idő előtti megolvadásától vagy megéghésétől és ennek megfelelően az inverz reprodukálással kapott alakzat pontatlanságától, megfelelő megoldás az is, hogy olyan szétporladó fémet alkalmazunk, amely mint tisztafém vagy ötvözet az oxidációs reakció végrehajtásának hőmérsékleténél magasabb olvadáspontot mutat. Ha a fém alapanyag lényegében alumíniumból áll, a szétporladó fémet viszonylag könnyen választhatjuk az oxidációs reakciótermék létrejöttéhez szükségesnél magasabb hőmérsékleten olvadó anyagok közül. Így

például az Egyesült Királyság Atomenergia Ügynöksége által forgalmazott FECRALLOY, a Kanthal Corporation gyártmányaként beszerezhető KANTHAL, vagy a Cabot Co. által gyártott CABOT 214 jelű vas-króm-alumínium ötvözet igen jól megfelelt a gyártás céljainak.

Adott esetben célszerű lehet a kerámiatestben kialakított csatorna falain olyan bélést létrehozni, amely a belső fal jellemzőit meghatározza vagy javítja. A bélés az előzőekből következően létrehozható a szétporladó fémből készült fémes elem bevonataként, amely végül is a kerámia anyag növekedése során az anyagba beépül és benne a szétporladó fém helyén üres tér marad. Olyan bevonat is alkalmazható, amely a fém alapanyaggal reakcióba lép, vele vegyületet alkot, például megfelelő oxidot és ez lesz a csatorna bélése.

Az oxidációs reakció feltételei között a bélést jelentő bevonatot hordozó szétporladó fém a polikristályos anyagban eloszlik és a csatorna melletti zónában a bevonat anyagából jött létre a szükséges bélés. A bevonat anyagát a kívánt tulajdonságokkal rendelkező, például adott korrózióállóságot biztosító összetevőkkel hozzuk létre. Megfelelő megoldásnak bizonyult a szétporladó fémből készült fémes elem felületének kis reakcióképességű részecskékké, mint szilícium-karbid-dal, alumínium-trioxiddal való bevonása. A polikristályos kerámia anyag növekedése során átjárja ezeket a részecskéket, a szétporladó fém szemcséit elnyeli és így létrejön az a belső csatorna, amelynek bélése a polikristályos anyag mátrixát is tartalmazza. A bélés létrehozásának másik lehetősége az, hogy a szétporladó fémből készült fémes elemet olyan reakcióképes vegyülettel vonjuk be, amelyet a fém alapanyag képes redukálni. Az ilyen anyagok között különböző oxidokat találunk. Az oxidokat ebben az esetben megfelelő kötőanyaggal pépes halmazállapotúvá vagy pasztává keverjük ki, majd egy vagy több rétegben felvisszük a fémes elem felületére, amíg a szükséges vastagságú bevonat ki nem alakul. Ha például a polikristályos anyagot alumínium fém alapanyag levegővel történő oxidálásával hozzuk létre, a fém alapanyaggal, tehát alumíniummal redukálható oxidot, például króm-oxidot használunk a bevonat létrehozására, amikor is a fémes elem alapanyaga a KANTHAL ötvözet volt, amely vasat, krómot és alumíniumot tartalmaz. A folyamat feltételei között a fém alapanyag a króm-oxidot fémes krómmá redukálja, ez a kerámiatestben diszpergál és valószínűleg az alumíniumban jelen lévő egy vagy több fémes összetevővel reakcióba is lép. A króm-oxid redukálását oxigén felszabadulás kíséri, aminek eredményeként alumínium-trioxid képződik és ez biztosítja, hogy a létrejövő csatorna belső felületét lényegében alumínium-trioxid bélés borítja. Ezt az eljárást többféle semleges szemcsés anyaggal is lehet használni, így például célszerűnek bizonyult króm-oxid és alumínium-trioxid szemcsék összekeverése, ezekből paszta készítése és a paszta felvitele a szétporladó fém felületére. Nyilvánvaló tehát, hogy a fémes elem felületére felviitt bevonatnak nem csak a csatorna bélésének létrehozása lehet a feladata, hanem lehetsé-

ges egy vagy több olyan komponens bevitele is ezen az úton, amelyek a későbbiekben reakcióban vesznek részt vagy a kerámiatestben szétoszlának és jelenlétük nem korlátozódik a csatorna falainak zónájára.

A találmány szerinti eljárás foganatosítása során (1. ábra) pl. alumínium-trioxiddal készült 2 tűzálló edénybe töltőanyagot viszünk be, abból 4 ágyat alakítunk ki és ebbe szétporladó fémből készült 6 fémes elemet ágyazunk. Adott sík alatt, ez az 1. ábra esetén X-X síkot jelent, szemcsézett semleges anyagból 8 támasztó ágyat készítünk, amelynek anyagát úgy választjuk meg, hogy azt a fém alapanyag ne nedvesítse és az oxidációs folyamat feltételei között a reakciótermék azt ne legyen képes átjárni, átnőni. Így például fém alapanyagként alumíniumot használva és a viszonylag alacsony hőmérsékleteket választva a reakcióhoz a 8 támasztó ágy anyaga a Norton Co. által gyártott El Alundum márkanévű termék lehet. Ha a 2 tűzálló edényben a szükséges ágyakat létrehoztuk, a 8 támasztó ágyon 10 fém alapanyagból készült kiindulási testet helyezünk el. Ennek alakját lényegében semmi sem korlátozza, bár az 1., 2. és 3. ábra négyszögletes keresztmetszetű testet mutat, amely lapos kialakítású. Az ábrák szerinti elrendezésben a 10 fém alapanyagnak 11 felső felülete, ezzel szemben elrendezett 13 alsó felülete és jelöletlen oldalfelületei vannak.

A szétporladó fémből készült 6 fémes elem az ábrán bemutatott változat szerint kör keresztmetszetű szálakból összeállított együttesként van kialakítva. Az 1., 2. és 3. ábra szerint 12 huzal szabad végének közelében 15 alátétlemezzel van, a 12 huzal nálánál kisebb átmérőjű 14 huzalra csatlakozik, amelyből kisebb átmérőjű 16a, 16b, 16c, 16d és 16e huzalok ágaznak el villaszerű elrendezésben, egymással párhuzamosan. A 3. ábra tanúsága szerint a 14 huzalt lényegében a 10 fém alapanyag 11 felső felületével párhuzamosan helyezük el és ugyancsak ezzel párhuzamosak a 16a, 16b, 16c, 16d és 16e huzalok, amelyek közül a 3. ábra csak a 16a huzalt mutatja. A 12 huzal nem párhuzamos a 11 felső felülettel, az kis mértékben ahhoz képest eltávolodóan van elrendezve, vagyis a 15 alátétlemeznél közelebb van a 11 felső felülethez, mint a 14 huzalnál. A 16a, 16b, 16c, 16d és 16e huzalok, mint említettük, egyik végükkel a 14 huzalra vannak csatlakoztatva, az egyes huzalokat alkalmas ragasztóval, mechanikai módszerrel vagy más alkalmas kapcsolási technikákkal, mint forrasztás, hegesztés lehet egyesíteni. A 6 fémes elem kialakítható öntéssel vagy más olyan módszerrel, amellyel egységes szerkezet hozható létre. Nyilvánvaló, hogy az ábrák csak példa szerinti 6 fémes elemet mutatnak, annak alakját ez a példa nem korlátozza. A huzalok meggörbíthetők, a fémes elem tartalmazhat olyan alakos részeket, mint lemezek, korongok, kockák, kör, sokszögletű vagy más keresztmetszetű hengeres elemek, alakos részek, mint csavarmenetes, árkos vagy fogazattal ellátott elemek, stb. Ha például alkalmas fémből készült tekercsrugót helyezünk el 10 fém alapanyag közelében, akkor a kerámiatestben spirális alakú nyílás alakul ki. Az alakos fémdarabok, a tekercselt, hurkos, egyenes vagy görbe huzalok kívánság

szerint kombinálhatók és így a kialakult kerámia termékben a szükség szerinti vonalvezetési csatornák, nyílások, átvezetések hozhatók létre.

Az 1. ábra szerinti elrendezést olyan hőmérsékletre hevítjük fel, amely elegendő a 10 fém alapanyag megolvasztásához (és oxidálószer jelenlétében oxidáláshoz), de nem elegendő sem arra, hogy a 6 fém elem szétporladó fém anyagát, sem pedig arra, hogy a fém alapanyagból képződő oxidációs reakcióterméket megolvassza. A töltőanyagot tartalmazó 4 ágyat gőz vagy gáz halmazállapotú oxidálószer hatásának tesszük ki, aminek következtében az oxidálószer a 4 ágyba behatol, eléri a megolvadt 10 fém alapanyag felületét és a hőmérséklet hatását is figyelembe véve annak oxidálását biztosítja. Az oxidációs reakciótermék ezt követően növekedni kezd, mégpedig ettől a kezdeti rétegtől kiindulva. Ha a 10 fém alapanyag alumínium, annak intenzív oxidálására 800 ... 1450 °C hőmérsékletet kell biztosítani. Célszerű a 900 ... 1350 °C hőmérséklet tartomány kiválasztása, amikor is oxidálószerként levegőt vagy más oxigéntartalmú gázt használunk és végeredményben az alumínium-trioxid alfa-módosulatából felépülő oxidációs reakcióterméket kapunk. A megolvadt fém alapanyag az oxidációs reakcióterméken keresztül olvasztott tömegéből kiáramlik, kerámiatest növekedése indul meg, mégpedig az 1. ábrán 5 szaggatott vonallal jelölt határig. A reakció folytatódásakor a polikristályos kerámia anyag elnyeli, önmagában diszpergálja a 6 fém elem szétporladó anyagát. A reakciót addig folytatjuk, amíg a növekvő polikristályos anyag legalább egy részét a töltőanyag környező 4 ágyának átmövi és a 6 fém elem anyagát teljes egészében vagy legalábbis részben magába olvasztja. Célszerű megoldás, ha a 12 és 16a, 16b, 16c, 16d és 16e huzaloknak a távolabbi részeit olyan hosszúságra alakítjuk ki, hogy az a fém alapanyag oxidálásával kapott kerámiatest felületéből kiálljon, mivel ez a megoldás biztosítja, hogy a kerámiatestben a huzalok helyzete megállapítható. A szétporladó fémet a képződő polikristályos anyag elnyeli, ennek megfelelően az eredeti helyéről elvándorol és helyében üreg vagy csatorna marad, amelyet a szétporladó fém eredeti alakja határoz meg. Bár nem ez a helye annak, hogy elméleti következtetéseket adjunk, úgy tűnik, hogy a megfelelően elrendezett szétporladó fémből álló 6 fém elem elegendően hosszú ideig marad meg az oxidációs reakció feltételei között olyan állapotban, hogy a növekvő polikristályos kerámia anyagra megfelelő nyomást tud gyakorolni, ezért az a 6 fém elem körül nő, de egyúttal önmagában diszpergálja a fémet, amelynek eredményeként a kerámiatest belsejében olyan csatornák maradnak, melyek inverz módon reprodukálják a 6 fém elem alakját, pontosabban, inverz módon reprodukálják azt az eredeti alakot, amit a szétporladó fémből hoztunk létre. Megállapítható, hogy a 6 fém elem alakjával legalábbis közelítőleg teljes mértékben kongruens méretű és alakú csatornák jönnek létre a kerámiatest belsejében.

A reakció befejeződésekor, amit lényegében a fém alapanyag olvasztott testének teljes eltűnése határoz

meg – ez esetben a kialakult csatornákat a fém alapanyag még nem tudja eltömíteni, viszont a 6 fém elem anyagát és a töltőanyag 4 ágyának egy részét a polikristályos kerámia anyag felvette – az együttest lehűtjük és az eredményként kapott összetett szerkezetű kerámiatestet, amelynek nagyságát az 1. ábrán az 5 szaggatott vonal jelöli, a töltőanyag esetleges feleslegétől megszabadítjuk, majd a 2 tűzálló edényben hagyjuk. A töltőanyag feleslege vagy annak egy része koherens testté alakulhat, mivel az oxidálási folyamat hőmérsékletén a töltőanyag, vagy legalábbis annak egy része egymáshoz kötődő részecskékből áll. A töltőanyag feleslegét azonban még részleges szinterelődés esetén is viszonylag könnyen el lehet távolítani az összetett szerkezetű kerámiatest felületéről, erre elegendő például a homokkal történő lefűvás. Célszerű és gazdaságos az a megoldás, amikor a homokkal történő lefűváshoz olyan anyagrészecskéket használunk, amelyeket a későbbiekben töltőanyagként vagy töltőanyag részeként hasznosítunk egy következő előállítási folyamatban. A belül egy vagy több csatornával kialakított összetett szerkezetű kerámiatest előállítását követően alkalmas technikával a kívánt alakra hozzuk. Erre az anyagmegmunkálás ismert technikai használhatók, adott esetben a csiszolás. Mint a 4. ábrán látható, az 1. ábrán 5 szaggatott vonallal jelölt, lényegében szabálytalan alakú, testből 18 összetett szerkezetű kerámiatestet hozunk létre, amelyet az anyagmegmunkálás ismert eszközeivel négyszögletes blokká alakítottunk és ezt 20 felső felület, 22 homlokfelület és 24 hátsó felület határozza meg. A 18 összetett szerkezetű kerámiatesten belül olyan csatornák jöttek létre, amelyek egymással kapcsolódó 12' körkeresztmetszetű fővezetékéből – ez 15' mélyedéshez csatlakozik –, 14' elosztó csővezetékéből és ez az utóbbival kapcsolódó 16a', 16b', 16c', 16d' és 16e' adagoló csővezetékéből áll. A csővezeték kifejezés az adott esetben körkeresztmetszetű üregeket jelent. Az utóbbi elosztó csővezeték szabad vége a 22 homlokfelületen végződik, míg a 12' körkeresztmetszetű fővezeték egyik vége a 24 hátsó felületre nyílik. A találmány szerinti eljárás biztosítja, hogy a 18 összetett szerkezetű kerámiatestben így kialakított belső járatok a 6 fém elem alakjának inverz reprodukálásával jöttek létre. A 18 összetett szerkezetű kerámiatest ennek megfelelően olyan készítmény, amely alkalmas a 12' körkeresztmetszetű fővezetékhez vezetett folyadék elosztására és kívánt mértékű kiadagolására. A belső nyílások méretei a kívánt nagyságúak, nincs szükség arra, hogy a kerámiatesten belül további megmunkálást végezzünk. A töltőanyag megfelelő megválasztásával lehetséges olyan technika kidolgozása is, amikor a kerámia anyag növekedése csak egy meghatározott határfelületig történik, és ilyenkor a növesztés folyamatában alakul ki az a kívánt alakzat, ami a 6 fém elemnek megfelelő belső járatokat hordozza. Ez esetben nincs szükség a szabálytalan alakú végtermék valamiféle külső megmunkálására.

Az oxidálási folyamat során lehetséges a kerámiatest olyan mértékű növelése, hogy az anyag teljes mértékben lezárja a 6 fém elemmel kijelölt felülete-

ket, vagyis semmiféle belső csatoma nem nyílik a külső felületre. Ebben az esetben az elkészült kerámia terméket vágással, csiszolással, felületi megmunkálással, stb. nyitottá lehet tenni, vagyis legalább egy csatornához hozzá lehet fémi.

A találmány szerinti eljárással létrehozott önhordó szerkezetű összetett kerámia testek alkalmasak folyadékokat szétosztó, befűvő, továbbító vagy hasonló eszközök létrehozására, de segítségükkel létrehozhatók olyan elemek is, amelyek gáz, olvadt fém, polimer, műanyag és hasonlókat továbbítására szolgálnak. A továbbiakban a folyadékot elosztó fűvőka fogalmán mindenféle olyan fűvőkát értünk, amely alkalmas folyadék szórására, kiadagolására, extrudálásra, fröccsöntésre vagy más technológiákra, míg fonófejnek fogjuk nevezni azokat a különleges fűvőkákat, amelyeket üveg-szálak vagy szerves műanyag szálak előállítására használnak. A szétporladó fémeket úgy alakítjuk és helyezzük el a töltőanyag ágyában, hogy a folyadék áramlási útját kijelölő csatornák vagy csatoma alakját határozza meg. A kerámia testben a csatornákat beömléssel és kiömléssel hozzuk létre úgy, hogy a szétporladó fémeket a kerámiatest egy vagy több felületét elérő módon helyezzük el, vagy az eljárással létrehozott kerámiatestet megfelelő módon megmunkáljuk a csatoma kinyitása érdekében. A megnyitáshoz ebben az esetben a gépi megmunkálás eszközei használhatók, mint vágás, csiszolás, fűrés, marás, stb., amivel a kerámia test felületét annyira munkáljuk meg, hogy egy vagy több csatornához hozzá lehessen fémi. A találmány szerinti eljárás segítségével olyan összetett szerkezetű kerámiatestet hozhatók létre, amelyekben előre meghatározott folyadékáramlási utak vannak. Így például elő tudunk állítani több bemeneti csatornát egyetlen kimeneti csatornává egyesítő belső struktúrát, vagy olyat, amikor egyetlen csatoma számos kimeneti csatormára bomlik szét, mint például a belső égésű motorok üzemanyag-elosztó fűvőkáinál vagy pedig a polimer szálak extrudálására alkalmas fonófejnél. A szétporladó fém méreteit megfelelően megválasztva a bemeneti és a kimeneti csatoma között lehetséges bonyolult áramlási utak létrehozása is, például olyané, amelyben keverőkamra van és ez különböző folyadékoknak a bemenő csatornákon történő beadagolása utáni homogenizálására szolgálhat.

Habár a találmány szerinti eljárást és kerámia terméket mindenekelőtt alumínium mint fémes alapanyag felhasználásával írtuk le, más alkalmas fémes alapanyagok is használhatók, s különösen alkalmasnak bizonyultak a szilícium, a titánium, az ón, a cirkónium és a hafnium alapú anyagok. Ez a lista nem teljes és nem meríti ki az összes lehetőséget. Az oxidációs reakciótermék ennek megfelelően nemcsak az alumínium-trioxid alfa-módosulata, vagy alumínium-nitrid, hanem titán esetében például a titán-nitrid, míg szilícium esetén a szilícium-karbid bizonyult a legjobb eredményeket hozó oxidációs reakciótermékeknek.

A reakció lefolytatásához a gőz vagy gáz halmazállapotú oxidálószeren kívül alkalmas lehet a szilárd vagy folyékony halmazállapotú oxidálószer is. A kü-

lönböző halmazállapotú oxidálószer keverékben szintén használhatók. Nem teljes listája az oxidálószereknek a következő: oxigén, nitrogén, halogének, kén, foszfor, arzén, szén, bór, szelén, tellúr, ezek vegyületei és keverékei, mint például a szilícium-dioxid (ez kiváló oxigénforrás), metán, etán, propán, acetilén, etilén és propilén (mint szén forrásai), továbbá keverékek, mint levegő, H_2/H_2O és CO/CO_2 keverék, amelyek különösen alkalmasak a környezet oxigénaktivitásának csökkentésére. Ennek megfelelően a találmány szerinti eljárással előállított kerámiatestben lehetséges, hogy egy vagy több oxid, nitrid, karbid, borid és oxinitrid van mint oxidációs reakciótermék jelen. Alumínium mint fém alapanyag alkalmazása esetén tehát az oxidációs reakciótermék lehet az alumínium oxidja, nitride, karbidja, boridja, míg szilícium esetében a borid, titánnál a nitrid, borid stb. Általában megállapítható, hogy az oxidációs termékek a nitridek, boridok, karbidok, szilicidok és az oxidok. A folyamat molibdénből kiindulva molibdén-szilicid oxidációs reakciótermékekkel is megvalósítható.

A találmány szerinti eljárás fogatosításakor általában gőz vagy gáz halmazállapotú oxidálószeret használunk. Ez azonban nem jelenti, hogy adott esetben nem lehet célszerű folyékony vagy szilárd halmazállapotú oxidálószer alkalmazása. Ha a töltőanyagot átnövő kerámia szerkezet létrehozásához az oxidáló anyagot gáz vagy gőz szolgáltatja, a töltőanyagot olyan szerkezetűnek kell kialakítani, hogy ágya a gőz vagy gáz halmazállapotú oxidálószer átengedje, az lényegében akadálymentesen kerüljön az olvasztott fémmel kapcsolatba. A gőz vagy gáz halmazállapotú oxidálószer olyan gőzt vagy normál állapotban gáz alakú anyagot jelent, amely célszerűen atmoszferikus nyomáson oxidáló környezet létrehozására képes. Így például a gáz halmazállapotú oxidálószer keverék közül mindenekelőtt az oxigén és az oxigén tartalmú gázok alkalmazása a legcélszerűbb (ideértve a levegőt), és ha a fém alapanyag alumínium, a kerámia terméket alumínium-oxidból kell előállítani, akkor nyilvánvaló gazdasági megfontolások miatt a levegő a legkedvezőbb oxidálószer. Ha az oxidálószer úgy azonosítható, hogy az egy megadott gázt vagy gőzt tartalmaz, esetleg ebből az anyagból áll, ez annyit jelent, hogy a megadott gőz vagy gáz az oxidálószerben a kizárólagos vagy legalábbis nagyobb részt alkotó összetevő, és ez alkalmas az oxidációs reakció feltételei között a fém alapanyag oxidálására. Így például a levegő nitrogéntartalmú gáznak minősül, hiszen nitrogéntartalma sokkal nagyobb, mint az oxigén mennyisége, mégis a levegőt oxigéntartalmú gáznak tartjuk, mivel a fém alapanyag oxidálásának céljaira a levegő alkalmazása esetében a hatás mindenekelőtt az oxigén jelenlétének köszönhető. Ennek megfelelően a levegő az oxigéntartalmú gáz kategóriájába esik, a nitrogéntartalmú gázok között a jelen találmány értelmében oxidálószerként nem említhető meg. A nitrogéntartalmú gáz, mint oxidálószer példája lehet a 96 tf% nitrogént és 4 tf% hidrogént tartalmazó formájú gáz.

Szilárd oxidálószer alkalmazása esetén ezt általában a töltőanyag ágyában eloszlatjuk, vagy a fém alapanyag környezetében a töltőanyag adott részében kike-

verten használjuk, amikor is szemcsés anyagként a töltőanyag részecskéivel keveredik, vagy a szemcsés anyag részecskéin létrehozott bevonatként van jelen. A szilárd oxidálószerkezetek között vannak elemek, mint a bór vagy a szén, de találhatók redukálható vegyületek, mint a szilícium-dioxid vagy azok a boridok, amelyek termodinamikai stabilitása kisebb, mint a fém alapanyag és a borid reakciójával létrejövő terméké. Így például szilícium-dioxidot szerves oxidálószerként alumíniumhoz alkalmazva a létrejövő oxidációs reakciótermék az alumínium-trioxid.

Bizonyos feltételek között a szilárd oxidálószer jelenlétében lezajló oxidációs reakció olyan intenzív módon folyhat le, hogy az oxidációs reakciótermék a folyamat exoterm jellege miatt esetleg megolvad. Ez erőteljesen károsíthatja az előállított kerámiatest szerkezeti homogenitását. Az exoterm reakciót elkerülhetjük vagy lelassíthatjuk, ha a töltőanyagba viszonylagosan semleges összetevőket keverünk, amelyeket a kis reakcióképesség jellemez. A semleges töltőanyagok példái között szerepelnek azok, amelyek az adott oxidációs reakcióban reakciótermékként nyerhetők.

A folyékony oxidálószerkezet alkalmazása esetén a töltőanyag ágyának egészét vagy csak egy részét, mégpedig a megolvasztott fém alapanyag környezetében, impregnáljuk. Amikor folyékony oxidálószerkezet említünk, olyan anyagot értünk ezen, amely az oxidációs reakció feltételei között folyékony halmazállapotú még akkor is, ha ezt a halmazállapotot szilárd halmazállapotból kiindulva a megemelt hőmérséklet hatásával biztosítjuk. Ezért az oxidációs reakció hőmérsékletén megolvadó sók is folyékony oxidálószernek minősülnek. A folyékony oxidálószernek lehet folyékony halmazállapotú elővegyülete is, például olyan anyag oldata, amelyet a töltőanyag egészének vagy egy részének impregnálására annak beemelésével használunk, és amely az oxidációs reakció feltételei között megolvad vagy felbomlik és ezzel biztosítja a szükséges oxidáló összetevőt. A folyékony oxidálószerkezetek példái között kell említeni a kis olvadáspontú üvegeket.

Ha töltőanyagot is alkalmazunk, az állhat egy vagy több anyagból, ezek keverékeiből és lehet olyan összetevője, amely a polikristályos szerkezetben nem diszpergálódik. A töltőanyagok egyik alkalmas osztálya azokat a vegyületeket öleli fel, amelyek a kerámia test előállítási folyamatának hőmérsékletén és oxidáló környezetében nem illékonyak, jó termodinamikai stabilitást mutatnak és a fém alapanyaggal, annak olvadt állapotában nem lépnek reakcióba, abban nem oldódnak. A szakember az ilyen kritériumoknak eleget tevő anyagok sokaságából tud választani. Jól ismert, hogy alumínium esetében és levegőt vagy oxigént oxidálószerként feltételezve a töltőanyag lehet például fém-oxid, mint alumínium-trioxid (Al_2O_3), kalcium-oxid (CaO), cérium-dioxid (CeO_2), hafnium-dioxid (HfO_2), lantan-trioxid (La_2O_3), lítium-oxid (Li_2O), magnézium-oxid (MgO), neodónium-trioxid (Nd_2O_3), praeodónium különböző oxidjai, samárium-trioxid (Sm_2O_3), szkandium-trioxid (Sc_2O_3), thórán-dioxid (ThO_2), urán-dioxid (UO_2), itrium-trioxid (Y_2O_3) és cirkóni-

um-dioxid (ZnO_2); ugyancsak alkalmas töltőanyagok a magasabb rendű (binér, termér, stb.) fémes vegyületek, mint például a magnézium-alumínium-oxid-spinell ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) valamint a különböző tűzálló vegyületek, anyagok.

Az alkalmas töltőanyagok második osztályába azok a vegyületek tartoznak, amelyek az oxidációs reakció feltételei és mindenekelőtt nagy hőmérséklete mellett ugyan nem teljes mértékben stabilisak, de degradációs folyamatuk viszonylag lassú kinetikával zajlik és amelyek a növekvő kerámiatest töltőanyagaként abba beépülhetnek. Ezeknek az anyagoknak egyik tipikus példája a szilícium-karbid, amely az oxidációs reakció feltételei között – alumíniumot és oxidálószerként oxigént vagy levegőt használva – teljes mértékben oxidálódni képes lenne, ha nem alakulna ki rajta a szilícium-dioxidnak olyan rétege, amely az oxidációs folyamatot lelassítja, esetleg megállítja. A szilícium-dioxidból álló védőréteg hatására a szilícium-karbid részecskék szinterelődhetnek, egymással összekapcsolódhatnak és ugyancsak kapcsolódni tudnak a töltőanyag esetleges más részecskéivel.

A töltőanyagok harmadik osztályát azok alkotják, amelyek termodinamikai vagy kinetikai megfontolások szerint nem lennének képesek a találmány szerinti eljárás fogantatásakor alkalmazott oxidálási feltételeket, illetve a megolvasztott fémrel való érintkezést túlélni, de amelyek a találmány szerinti eljárás fogantatásakor megőrizhetik anyagi minőségüket. Ezeknek egyik példája a szénszál, amely kevésbé aktív, például $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$ és/vagy CO/CO_2 keverékeket oxidálószerként használva vagy megfelelő bevonattal ellátva kinetikusan nem lépnek reakcióba sem az oxidációs reakcióban részt vevő anyagokkal, sem pedig a megolvasztott fémrel. A karbonszál egyik alkalmas bevonó anyaga az alumínium-trioxid.

A fém alapanyaggal együtt szokásos dőpoló anyagok alkalmazása is. Ezek kedvezően képesek az oxidációs reakció feltételeit befolyásolni és különösen sok áll rendelkezésre akkor, ha a fém alapanyag alumínium. A dőpoló anyag feladata, illetve alkalmazásának céljai számos olyan tényezőtől függhetnek, amelyek nem kapcsolódnak magához a fém alapanyaghoz. Így például kettő vagy több dőpoló anyag felhasználása esetén figyelembe kell venni ezek egymásra hatását, a fém alapanyagra felvitt külső dőpoló réteg esetében a dőpoló anyag jelenlétét a fémbe, illetve a bevonat felületi sűrűségét, az oxidálószerkezet és a folyamat teljes környezetét.

A fém alapanyaggal együtt alkalmazott dőpoló anyag, illetve dőpoló anyagok bevitelének lehetőségei a következők: (1) a fém alapanyag ötvöző anyagát adják, (2) a fém alapanyag felületének legalább egy részét borítják, (3) a töltőanyag vagy előminta egészében vagy egy részében vannak elosztatva. Ezek a lehetőségek egymást kiegészítőleg is alkalmazhatók. Így célszerűnek bizonyult az a megoldás, hogy a dőpoló anyagot ötvöző összetevőként bevisszük a fém alapanyagba és egyúttal a töltőanyagba egy vagy több dőpoló anyagot keverünk. Ezekkel együtt lehetséges a

fém alapanyag felületének egy részére is megfelelő dőpoló anyag felvitele.

Alumíniumot mint fém alapanyagot és levegőt mint oxidálószerzt használva a leghasznosabbnak a magnézium, a cink és a szilícium alkalmazása bizonyult. Ezek a dőpoló anyagok együttesen vagy bármilyen kombinációban egymással, illetve további dőpoló anyagokkal használhatók. Az alumíniumba ezeket a dőpoló fémeket vagy alkalmas forrásokat ötvözetként vihetjük be és általában a részarányuk az alumíniumhoz viszonyítva 0,1 ... 10 t%. A dőpoló anyagok, vagy alkalmas forrásaik, mint az oxidok (MgO , ZnO , vagy SiO_2) a fém alapanyagba kívülről is bevihetők. Alumínium-oxid alapú kerámia struktúrát állítottunk elő például alumínium-szilícium ötvözetből oxidálószerként levegőt használva és ekkor a felületre az oxidálandó fém alapanyag minden g-jára számítva legalább 0,0008 g magnézium-oxidot vittünk fel, ami a felületre számítva cm^2 -enként mintegy 0,003 g-ot jelentett.

Alumínium fém alapanyag tulajdonságainak javítására hatékonyak olyan dőpoló anyagok, mint a nátrium, germánium, ón, ólom, lítium, kalcium, bór, foszfor és ittrium, ha az oxidációs reakció közege oxigén vagy levegő. Ezek a fémek külön-külön és egyéb dőpoló anyagokkal keverve használhatók, alkalmazásuk során célszerűen az oxidációs reakció feltételeit vesszük figyelembe. Ugyancsak hasznosnak bizonyultak egyes ritkaföldfémek, mint a cérium, lantán, praeodínium, neodímium és a samárium, amelyek különösen egyéb dőpoló anyagokkal együtt fejtenek ki előnyös hatást. Az említett dőpoló anyagok az alumíniumra épülő kerámia szerkezetek polikristályos felépítésű oxidációs reakciótermékként való előállításakor a folyamatot jelentősen meg tudják gyorsítani, és ezzel azt nagyon előnyösen befolyásolják.

A találmány szerinti eljárás foganatosításával kapott kerámia szerkezet általában olyan sűrű, koherens anyag, amelyben a térfogat jelentős részét az összetett kerámia struktúra teszi ki. A csatornák térfogatát leszámítva ez a szerkezet az anyag 5 ... 98 t%-át foglalja le, és polikristályos mátrixában egy vagy több töltőanyag is lehet.

Amikor a fém alapanyag alumínium, a polikristályos anyag tömegére vonatkoztatva 60 ... 98 t%-ot az alumínium-trioxid alfa módosulata teszi ki, míg 1 ... 40 t%-ot az oxidálatlan összetevők és egyéb fémes anyagok tesznek ki a kerámia szerkezetnek polikristályos mátrixszal létrehozott részében.

A következő példák a találmány lényegének részleteiből megismertetését és jobb bemutatását szolgálják.

1. példa

A találmány szerinti eljárás foganatosításával, az előzőekben ismertetett módon olyan összetett szerkezetű kerámiatestet hoztunk létre, amelyben belső spirális csatorna van. Az oxidációs folyamat feltételei között szétporladó fémeket a Kanthal Corp. Kanthal A kereskedelmi jelzésű fémhuzalával alakítottuk ki, amely a gyártómű szerint 5 t% alumíniumot, 22 t% krómot és 0,5 t% kobaltot tartalmazó vas-ötvözet. Ennek olvadás-

pontja $1510^\circ C$ körül van, míg a huzal átmérője 0,8 mm. Az említett huzalt tekercsre alakítottuk, és a tekercs hossza 25,4, átmérője 22,2 mm volt. A tekercset 36 órán keresztül $1200^\circ C$ hőmérsékleten hevítettük és ezzel felületén oxidréteget hoztunk létre. A hevítést követően 380.1 jelű alumínium-ötvözet mellett helyeztük el. Ezt az ötvözetet a Belmont Metals cég gyártja, a gyártómű szerint 8 ... 8,5 t% szilíciumot, 2 ... 3 t% cinket és 0,1 t% magnéziumot mint aktív dőpoló anyagokat, továbbá 3,5 t% rezet és pontosabban meg nem határozott mennyiségben vasat, mangánt, valamint nikkel tartalmaz, ahol a találmány szerinti eljárás foganatosítása előtt elvégzett vizsgálatok szerint a magnézium részaránya időnként nagyobb, 0,17 ... 0,18 t%-ot is elérhet. Az alumínium-ötvözetből 25,4 mm hosszú és 22,2 mm átmérőjű tuskót alakítottunk ki, a tekercset a tuskó mellett, azonos hosszban helyeztük el, mégpedig úgy, hogy azt a tuskóra rátekercseltük. Az együttest a Norton Co. 90 mesh szemcsézettségű 38 Alundum márkanevű alumínium-trioxidjából készült töltőanyag ágyon helyeztük el, ezt tűzálló edényben hoztuk létre, és mégpedig úgy, hogy a tuskó egyik körkörös felülete a töltőanyag ágyából kiállóan volt beágyazva. A Norton Co. ugyancsak 90 mesh szemcsézettségű El Alundum jelű termékéből, amely az oxidációs reakció feltételei között lényegében tűzálló alumínium-trioxidot képez, a töltőanyag rétegére a tuskó kiálló felületét beborító réteget vittünk fel. A tűzálló edényt ezt követően kemencébe helyeztük, amelynek hőmérsékletét mintegy 5 óra alatt $1050^\circ C$ -ra emeltük. A kemencében 48 órán keresztül tartottuk fenn ezt a hőmérsékletet, közben biztosítottuk levegő szabad beáramlását. A hevítést követően mintegy 5 óra alatt a hőmérsékletet a környezetre csökkentettük le. A kihűlt terméket a kemencéből eltávolítottuk és az összetett szerkezetű kerámia testet kinyertük. Ez lényegében az alumínium-trioxid töltőanyag részecskéit befogadó összetett szerkezetű kerámia test, amely elsősorban alumínium oxidációs reakciójának termékeiből épül fel. A kerámiatest felületéről a felhasználatlan töltőanyag feleslegét eltávolítottuk, majd az összetett szerkezetű kerámiatestet átmetsztettük, hogy feltárjuk a spirális csatornát, amelyet a vizsgálat az eredeti tekercsnek megfelelő alakúnak mutatott. Az 5. ábra a kerámia test mikrofényképét mutatja, mégpedig 100-szoros nagyításban. Látszik, hogy eredeti helyzetéből a szétporladó fém elvándorolt, diszpergálódott, helyén csatorna maradt. A csatorna átmérője 0,89 mm volt. A pontosabb mérés szerint 0,08 mm különbség van a csatorna átmérője és az eredeti huzal-átmérő között, amit az magyaráz, hogy a huzal hevítése során átmérője a hőtágulás miatt változik és ugyancsak változik a csatorna átmérője, amikor a kerámiatestet lehűtjük.

2. példa

A találmány szerinti eljárás által javasolt módon összetett szerkezetű kerámiatestet hoztunk létre úgy, hogy abban négy, egymással lényegében párhuzamos csatorna jöjjön létre. A fémes elem szétporladó fémét ebben az esetben nikkel jelentette. A 99,9975 t% tiszta-

ságú nikkeltől egyenként 101,6 mm hosszúságú, és 1 mm átmérőjű pásmát hoztunk létre, mégpedig összesen négyet. Az alkalmazott fém olvadáspontja 1453 °C volt. Az 1. példában ismertetett 380.1 jelű alumínium-ötvözetből 114,3 mm hosszú, 50,8 mm széles és 12,7 mm vastag rudakat hoztunk létre, amelyeket az 1. példában említettel azonos minőségű tűzálló alumínium-oxid (El Alundum, a Norton Co. terméke, 90 mesh szemcsézettség) ágyban helyeztünk el oly módon, hogy a 114,3×50,8 mm méretű homloklap a környezetbe nyílt ki. A tűzálló anyag rétegére mintegy 6,5 mm vastagságban alumínium-trioxid töltőanyagot helyeztünk (38 Alundum, Norton Co.) és ezzel az alumínium-ötvözet felületét beborítottuk. A négy nikkelt huzalból készült pásmát egymással párhuzamosan a töltőanyag rétegére helyeztük oly módon, hogy az alatta lévő alumínium-oxid rúd 114,3×50,8 mm méretű felületével lényegében párhuzamosan és attól nagyjából azonos távolságon helyezkedtek el. Ezt követően az előbb említett töltőanyaggal, tehát a 38 Alundum jelű alumínium-trioxiddal a huzalokat befedtük. Az együttest kemencébe helyeztük, amelynek hőmérsékletét 5 óra alatt 1080 °C-ra emeltük. Levegő jelenlétében a belső tér hőmérsékletét 48 órán keresztül tartottuk ezen a szinten, majd mintegy 5 óra alatt lehűtöttük. A kemencéből eltávolítottuk az elkészült anyagokat, kinyertük az összetett szerkezetű kerámiatestet, amely lényegében az alumínium oxidációs reakciótermékéből és a töltőanyagból származó alumínium-trioxidból áll. A terméket átmetsztettük és ezzel megbizonyosodtunk, hogy a töltőanyagba ágyazott nikkelt eloszlott, helyén csatornák maradtak fenn. A 6. ábra az elkészült termék keresztmetszetét mutatja, amelyben látszik a négy egymással párhuzamos csatorna. Ezek átmérője 1,06 mm-nek adódott.

3. példa

A 2. példában ismertetett eljárást és összeállítást úgy ismételtük meg, hogy nikkelt helyett az 1. példában említett Kanthal A jelű vas alapú anyagot használtuk, amelyet a felületén Cr_2O_3 réteggel vontuk be. (Ezt az oxidot polivinil-alkoholban kevertük ki és ezzel a hordozóval vittük fel a huzal felületére.) Az ily módon bevont huzalra kolloidális szilícium-dioxidot és alumínium-trioxidot tartalmazó keveréket kentünk fel, az utóbbi a Norton Co. 38 Alundum jelű terméke volt. Az összeállítást a 2. példa szerinti ciklusban hevítettük és a kapott terméket feltártuk. A metszés jól mutatta, hogy a csatornák ebben az esetben is kialakultak. A 7. ábra 50-szeres nagyításban mutatja az egyik csatornát, amely lényegében úgy jött létre, hogy a szétporladó fém eredeti helyét elhagyta és a környező anyagban szétoszlott. A fényképen jól látszik az a gyűrűs keresztmetszetű bélés is, amely a bevonat jelenléte miatt a csatorna tengelyével koncentrikusan jött létre. Letapogató elektronmikroszkópos felvétellel a bevonatot elemezve kitűnt, hogy anyaga lényegében alumínium-trioxid. A 7. ábrán bemutatott csatorna átmérőjét a mérések 0,89 mm-nek mutatták.

5. példa

A 2. példa szerinti összeállítást készítettük elő, de azzal a különbséggel, hogy nikkelt helyett a Cabot Corp. Cabot 214 jelű nikkelt-króm-alumínium ötvözetét használtuk, amelynek összetételét a gyártómű 15 t% Cr-ben, 4,5 t% alumíniumban, 2 t% kobaltban, 2,5 t% vasban, 0,5 t% molibdénben, 0,5 t% wolframban, 0,05 t% szénben, 0,02 t% ittriumban, 0,01 t% bórban határozza meg, míg a maradék nikkelt – az ötvözet olvadáspontja 1345 °C. Az együttest kemencébe helyeztük és a hőmérsékletet 5 óra alatt 1050 °C-ra emeltük. A belső tér hőmérsékletét 72 órán keresztül ezen a szinten tartottuk, majd 5 óra alatt lehűtöttük. Az összetett szerkezetű kerámiatestet kinyertük, majd átmetsztettük, hogy ezzel bebizonyítsuk, a szétporladó fémből készült huzalok anyaga teljes mértékben átment a környező fémbe és eloszlott az összetett struktúrában, helyén csatornák maradtak. A 8. ábra az ily módon előállított termék keresztmetszetét mutatja, mögötte fényforrást helyeztünk el annak bizonyítására, hogy az anyagban folyamatos átmenetű csatorna jött létre.

A találmány szerinti eljárás és az eljárással előállított összetett szerkezetű kerámia terméket az előzőekben néhány példakénti változat leírásával ismertetjük részletesen. Nyilvánvaló azonban, hogy a megadott útmutatások, példák alapján szakember számos további megvalósítási lehetőséget tud megtervezni.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás önhordó szerkezetű kerámiatest előállítására, amikor is fém alapanyag és megemelt hőmérséklet alkalmazásával kerámiatestet hozunk létre, *azzal jellemezve*, hogy a fém alapanyagot (10) oxidáljuk és belőle lényegében a fém alapanyag (10) és megfelelően választott oxidálószer reakciójának eredményeként kapott oxidációs reakciótermékből és egy vagy több fémess összetevőből álló polikristályos felépítésű kerámiatestet hozunk létre és ennek során az oxidációs reakció feltételei között szétporladó, inverz reprodukálásra szánt külső kialakítású alakvesztő fémess elemet (6) a kerámiatestben létrehozandó csatomaszerű alakzatok biztosítására a fém alapanyagból (10) készült alaptest szomszédságában, az oxidációs reakciótermék keletkezése során a szétporladó fém legalább egy részének a polikristályos kerámia anyagban való dispergálását lehetővé tevő távolságban rendezzük el;
- a fém alapanyagból (10) készült alaptestet anyagának olvadáspontját túllépő, de az oxidációs reakciótermék olvadáspontja alatti hőmérsékletre hevítjük és a fém alapanyagból (10) olvasztott testet hozunk létre, a megolvadt fém alapanyagot (10) az oxidálószerrel reakcióba vesszük és oxidációs reakcióterméket hozunk létre, az oxidációs reakcióterméknek legalább egy részét a fém alapanyaggal (10), másrészt az oxidálószerrel érintkezésben tartjuk, ezzel a fém alapanyagot (10) fokozatosan az olvasztott testből az oxidációs reakcióterméken át az oxidálószer felé vezetjük, eközben a szétporladó fémest az oxidálószer és a már kialakult oxidációs reakciótermék határfelületén az oxidációs re-

akciótermékkel érintkeztetjük, a reakciót addig folytatjuk, amíg a szétporladó fém legalább részben diszpergáljuk a polikristályos szerkezetben és ezzel a szétporladó fémből készült alakvesztő fémes elem (6) diszpergált részét inverz módon reprodukáló egy vagy több csatomát hozunk létre, majd az elkészült önhordó szerkezetű kerámiatestet kinyerjük.

2. Eljárás önhordó szerkezetű kerámiatest előállítására, amikor is fém alapanyag és megemelt hőmérséklet alkalmazásával kerámiatestet hozunk létre, *azzal jellemezve*, hogy a fém alapanyagot (10) oxidáljuk és belőle lényegében a fém alapanyag (10) polikristályos szerkezetté történő oxidálásával kapott és alapvetően a fém alapanyag (10) és megfelelően választott oxidálószer reakciótermékét, valamint egy vagy több fémes összetevőt tartalmazó kerámia anyagú mátrixból és a mátrixszal átjárt töltőanyagból álló polikristályos felépítésű kerámiatestet hozunk létre és ennek során

az oxidációs reakció feltételei között szétporladó, inverz reprodukálásra szánt külső kialakítású alakvesztő fémes elemet (6) a töltőanyaggal megtámasztunk, a kerámiatestben létrehozandó csatomaszerű alakzatok biztosítására a fém alapanyagból (10) készült alaptest szomszédságában, az oxidációs reakciótermék keletkezése során a szétporladó fém legalább egy részének a polikristályos kerámia anyagban való diszpergálását lehetővé tevő távolságban rendezzük el, és ehhez az oxidációs reakció feltételei között az oxidálószer a fém alapanyaghoz (10) szükség szerint átengedő, az oxidációs reakciótermékkel annak növekedése során átjárható töltőanyagot választunk,

a fém alapanyagból (10) készült alaptestet anyagának olvadáspontját túllépő, de az oxidációs reakciótermék olvadáspontja alatti hőmérsékletre hevítjük, amivel a fém alapanyagból (10) olvasztott testet alakítunk ki, a megolvadt fém alapanyagot (10) az oxidálószerrel reakcióba vesszük és vele oxidációs reakcióterméket hozunk létre, az oxidációs reakcióterméknek legalább egy részét egyrészt a fém alapanyaggal (10), másrészt az oxidálószerrel érintkezésben tartjuk, eközben a fém alapanyagot (10) fokozatosan az olvasztott testből az oxidációs reakcióterméken át az oxidálószer felé átvezetjük, eközben a szétporladó fém az oxidálószer és a már kialakult oxidációs reakciótermék határfelületén az oxidációs reakciótermékkel érintkeztetjük, a reakciót addig folytatjuk, amíg a szétporladó fém a polikristályos szerkezetben legalább részben diszpergáljuk és ezzel a szétporladó fémből készült alakvesztő fémes elem (6) diszpergált részét inverz módon reprodukáló egy vagy több csatomát hozunk létre, majd az elkészült önhordó szerkezetű kerámia testet kinyerjük és felületéről szükség szerint a töltőanyag feleslegét eltávolítjuk.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az olvasztott test kialakításához alkalmazott hőmérsékletnél magasabb olvadáspontú szétporladó fémből hozzuk létre az alakvesztő fémes elemet (6).

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a polikristályos szerkezetet alumíniummal, mint fém alapanyaggal (10) hozzuk létre.

5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy oxidálószerben gőz, vagy gáz fázisú oxidáló hatású anyagot alkalmazunk.

6. Az 5. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az oxidálószerben oxigéntartalmú gázt alkalmazunk.

7. Az 1–6. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szétporladó anyagú alakvesztő fémes elemet (6) vasból, nikkelből, krómból, ezek valamilyen ötvözetéből vagy intermetallikus vegyületéből hozzuk létre.

8. Az 1–7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szétporladó anyagú fémes elemet (6) egy vagy több fémes szálból, célszerűen szálakból létrehozott hálózatként, szövetként alakítjuk ki.

9. A 2–8. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy töltőanyagként üreges testeket, szemcsézett anyagot, szálal anyagokat, porokat, gömböcskéket, forgácsokat, lyukacsos anyagot, gypapot, lemezeket, tömörítvényeket, szálakat, rudakat, pelletet, csövecskéket, tűzálló anyag részecskéit, szálait vagy ezek keverékeit alkalmazzuk.

10. A 2. vagy 9. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy töltőanyagként alumínium-trioxid, szilícium-karbid, szilícium-alumínium-oxinitrid, cirkónium-oxid, cirkónium-borid, titán-nitrid, bárium-titánát, bór-nitrid, szilícium-nitrid közül legalább egyet tartalmazó keveréket alkalmazunk.

11. Az 1–10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy fém alapanyagként (10) alumíniumot használunk, amelyet 850 °C és 1450 °C közötti hőmérsékletre hevítünk.

12. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az alumíniumot 900 °C és 1350 °C közötti hőmérsékletre hevítjük.

13. A 11. vagy 12. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy oxidálószerként levegőt alkalmazunk.

14. Az 1–13. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy fém alapanyagként (10) túlnyomórészt alumíniumból álló fémes anyagot alkalmazunk és a fém alapanyaggal együtt dőpoló anyagot használunk.

15. A 14. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a dőpolóanyagot magnézium és/vagy cink, valamint ezeken felül szükség szerint szilícium, ólom, ón, germánium, nátrium, lítium, kalcium, bór, foszfor, ittrium és egy vagy több ritkaföldfém leadására alkalmas forrás beépítésével használjuk.

16. Az 1–15. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szétporladó alakvesztő fémes elemet (6) bevonattal látjuk el.

17. A 16. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szétporladó alakvesztő fémes elemet (6) króm-oxidból és/vagy nikkeloxidból álló bevonattal látjuk el.

18. Az 1–17. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy oxidálószerként egy vagy több oxigéntartalmú gázt, nitrogéntartalmú gázt, halogénelemet, ként, foszfort, arzént, szenet, bőrt, szelént, tellúrt és az említett fémes elemek valamilyen vegyüle-

tét H_2/H_2O keveréket, metánt, etánt, propánt, acetilént, etilént, propilént és CO/CO_2 keveréket használunk.

19. A 18. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy oxigéntartalmú gázként levegőt használunk.

20. Az 1–19. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy legalább egy csatormaszerű elemmel külső felülete felé nyitott kerámia testet állítunk elő.

21. Összetett szerkezetű önhordó kerámiatest, amelyben legalább egy csatormaszerű elem van kiképezve, *azzal jellemezve*, hogy töltőanyagból álló ágyat (4) befogadó polikristályos mátrixa van, a csatormaszerű elemek megfelelően kiképzett alakvesztő fémes elem (6) geometriai kialakítását inverz módon reprodukálónak vannak elrendezve, az alakvesztő fémes elem (6) a töltőanyagból álló ágyban (4) van elrendezve, a kerámia mátrix fém alapanyagnak (10) a belőle képződő oxidációs reakciótermékbe való átnövesztésével van kialakítva, és az alakvesztő fémes elem (6) alapanyagával együtt egy vagy több fémes összetevőt tartalmaz.

22. A 21. igénypont szerinti összetett szerkezetű önhordó kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy a töltőanyag üreges testekből, szemcsézett anyagokból, por-szerű anyagokból, szálal anyagokból, forgácsokból, gömbszerű részecskékből, habosított anyagokból, gypotból, lemezekből, tömörítvényekből, tekercsszerű elemekből, rudakból, szálszerű elemekből, pelletekből, lapocskákból, csövecskékből, tűzálló anyagú szálakból, tablettaszerű elemekből vagy ezek keverékéből van összeállítva.

23. A 21. vagy 22. igénypont szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy a töltőanyag alapvetően egy vagy több alumínium-oxidból, szilíci-

um-karbidból, szilícium-alumínium-oxinitridből, cirkónium-oxidból, cirkónium-boridból, titán-nitridből, bárium-titanátról, bór-nitridből, szilícium-nitridből vagy ezek keverékéből van kialakítva.

24. A 21–23. igénypontok bármelyike szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy a csatormaszerű elemek béléssel vannak ellátva.

25. A 21–24. igénypontok bármelyike szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy az alakvesztő fémes elem (6) vasból, nikkelből, krómból, vagy ezek valamilyen ötvözetéből, illetve intermetallikus vegyületéből van kialakítva.

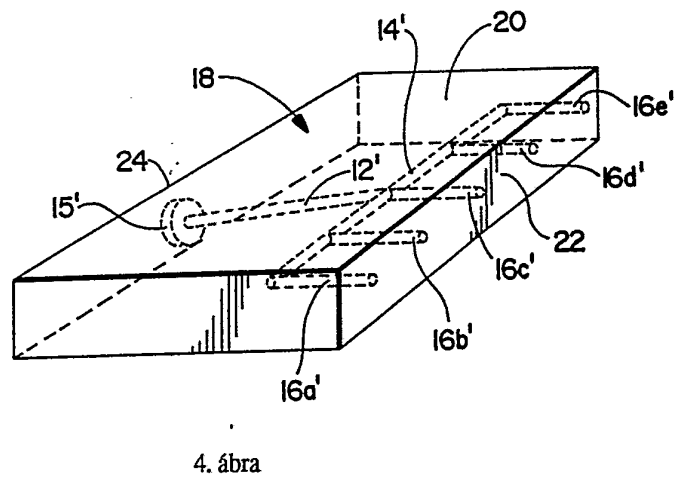
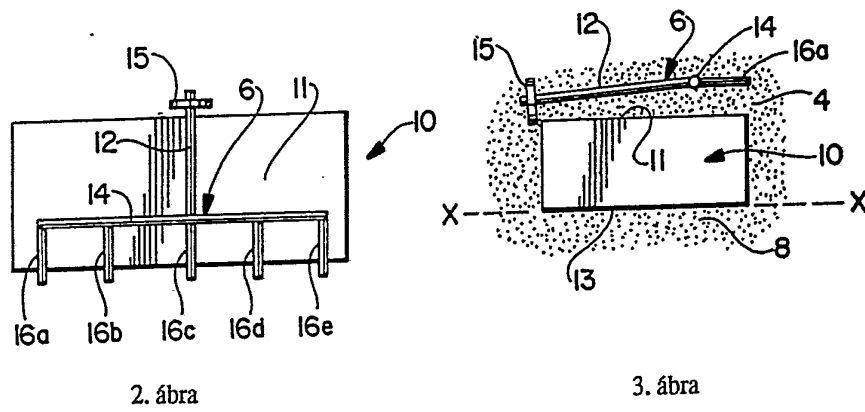
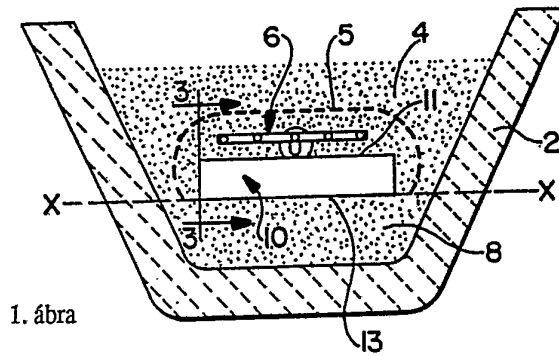
26. A 21–25. igénypontok bármelyike szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy a fém alapanyag alumíniumból és az oxidációs reakciótermék alumíniumoxidból áll.

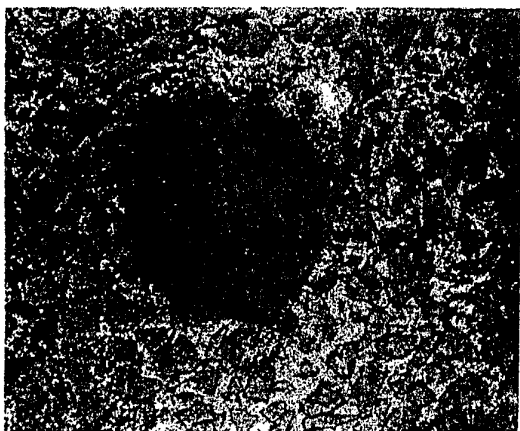
27. A 21–26. igénypontok bármelyike szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy egy vagy több csatorma folyamatos nyomvonal mentén, beömléssel vagy kiömléssel van kialakítva, ahol a beömlések és a kiömlések az összetett szerkezetű kerámiatest (18) felszínétől hozzáférhető nyílással vannak ellátva, míg egy vagy több csatorma folyamatos folyadékáramlást lehetővé tevő nyomvonal mentén van elrendezve.

28. A 27. igénypont szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy folyadékot kivezető fűvókával van ellátva.

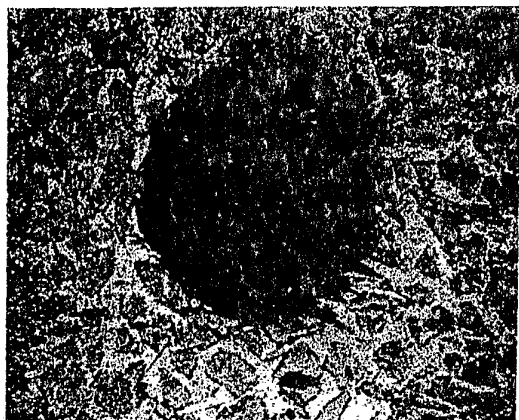
29. A 27. igénypont szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy folyadékadagoló szűkítéssel van ellátva.

30. A 27–29. igénypontok bármelyike szerinti összetett szerkezetű kerámiatest, *azzal jellemezve*, hogy kúpos borítással van ellátva.

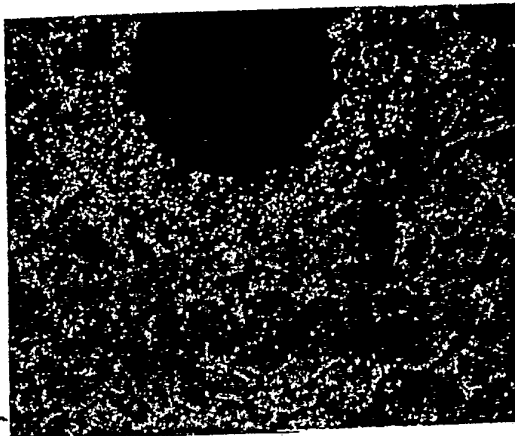




5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra