

71.092/BT
PCT/US9904874

KIVONAT

Szuperkemény koptatószemcsékkel ellátott huzalfűrész és eljárás annak előállítására

A találmány tárgya olyan huzalfűrész mely magában foglalja a fémhuzal magot és a koptatóréteget. A huzalfűrésznél a koptató rétegben lévő koptató részecskék közvetlenül a huzalhoz vannak rögzítve lágy-forrasztott fémkötéssel, és a koptató részecskéket szuperkoptató szemcsék alkotják.

A találmány tárgya még eljárás a találmány szerinti huzalfűrész előállítására fém huzalból, fém kötőanyagból és koptató részecskékből. Az eljárás értelmében a következő lépéseket hajtjuk végre:

lágyszerkezet fémek és a keményforrasztó fémek csoportjából kiválasztott fém kötőanyag pasztát biztosítunk, és a huzal felületét a paszta réteggel borítjuk. A paszta rétegen leválasztjuk a koptatóanyag réteget, majd a huzalt inert atmoszférában legfeljebb 950 °C-os hőmérsékletre melegítjük fel, olyan időtartamig, mely elegendő a kötőanyag megolvasztására. Végül a huzalt lehűtjük, és ezáltal a szemcséket a huzalhoz kötjük.

71.092/BT
PCT/US9904874

S.B.G.
Nemzetközi
Szabadalmi Iroda
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

1030

P03 01808

Szuperkemény koptatószemcsékkel ellátott huzalfűrész és eljárás annak előállítására

Norton Company, Worcester, Massachusetts, US

Az alkalmazás folytatólagos részét képezi az U.S. 09/038,300 számú, 1998. március 11-én közzétett iratnak.

A találmány szuperkoptató részecskékkel érdesített huzalfűrészre vonatkozik. Pontosabban olyan huzalfűrészre vonatkozik, melyben a szuperkoptató szemcsék közvetlenül a vékony fémhuzal hordozóhoz vannak kötve aktív fém kémény- vagy lágyszerrel.

Huzalfűrész technológiát számos ipari alkalmazásban használnak. Huzalfűrészeket alkalmaztak a bányászatban a kövek vágására. A hagyományos huzalfűrészek általában koptató gyöngyfűzért tartalmaznak, ahol a huzal, kábel, vagy kötél a gyöngyök központi furatán van keresztülfűzve. A koptató részecskék a gyöngyök külső felületébe vannak beágyazva, a gyöngyök a huzalon hosszirányban távtartókkal vannak egymástól elválasztva. Erre példa Tank és munkatársainak U.S.-A-5,377,659 számú szabadalma. Buyens U.S.-A-5,383,443 számú szabadalma szintén tökéletesítette a gyöngyös huzalfűrész, ebben a gyöngyöket excentrikusan rögzítették a huzalhoz.

A China Grinding Wheel Co., Taipei, Kínai Köztársaság, olyan gyöngyös huzalfűrész ajánl, amelyben gyémánt szemcsék vannak a gyöngyökhöz forrasztva. Ezek a gyöngyök Kinik®DiaGrid® Gyöngyök kereskedelmi néven elérhetőek



márvány, szerpentin, gránit vagy beton vágására szolgáló berendezésekben való alkalmazásra.

Gyémántot tartalmazó fémmátrixú szegmenseket rögzítettek keményforrasztással a nehézhuzalba (pl. 4,4 mm átmérőjű) vágott résekbe, hogy az építőipar számára kővágásra alkalmas fűrészt állítsanak elő (lásd az U.S.-A-3,886,925 számú iratban).

A JP-A-3-104553 számú szabadalomban volfrám vagy molibdén huzalhoz rögzített viszonylag durva szemcséjű (45–150 mikron) csiszolóporból készült huzalfűrészt ismertetnek. A szabadalomban figyelmeztetik a felhasználót a keményforrasztóanyag, a huzal valamint a csiszolópor közötti kémiai reakció elkerülésére. Ezüst-réz keményforrasztóanyagot használnak erre a célra.

Az U.S.-A-3,854,898 szabadalomban módszert és berendezést mutatnak be "páncélozott" botfűrészt előállítására. Ebben 1010–1180 °C-os hőmérsékleten keményforrasztottak a 0,5–6,35 mm (0,02–0,25 inch) átmérőjű acél vagy más huzalhoz olyan koptatórészeket, mint a volfrám-karbid. Ezeket a fűrészeket hőálló anyagok, acél csövek, azbesztcement, téglák és egyéb anyagok vágására használják.

Kerámiák, különösen szilícium egykristály tömbök –melyekre alkalmanként szilíciumtömbként fogunk hivatkozni– szeletelése vékony lemezek előállítására nagyon fontos a mikroelektronikában, optikában és a fényelektromos iparágakban. A nagy méretpontosságú sík lemezek vágásához pontos vágás szükséges. Hagyományosan a kerámia lemezeket a tömbből olyan fűrésszel vágják ki, amelyek egy nem szokványos köszörűkoronggal működnek. Ennek központi furatának belső átmérőjén koptató él van. Az ilyen "belső átmérős fűrészelés" különösen pontos vágást tesz lehetővé, hátránya, hogy egyszerre csak egy lemezke vágása lehetséges.

Napjainkban kerámia lemezek vágására huzalfűrészeket alkalmaztak. Növelt termelékenység érhető el azáltal, hogy a huzalfűrészen hosszú huzalt alkalmaznak oly módon, hogy a tömb hossza mentén számos fogást alakítanak ki, így egyszerre számos lemezke vágható. A munkadarab nagyon jó minőségű, ezért a nyersanyag nagyon kis vesztesége is nagyon költséges lehet. A korábbi huzalfűrész technológiákban ezért



egyszerű fémhuzalt alkalmaztak, és laza koptató részecskéket használtak a huzal és a tömb közötti határfelületen.

A szokványos gyöngyös huzalfűrészek vagy kőmegmunkáló fűrészek általában nem alkalmasak a lemezke vágásához szükséges precíz köszörülésre. A gyöngyök növelik a szerszám tényleges szélességét, ami a munkadarabban túl széles fűrészjárat vágását eredményezi. A gyöngyös fűrész által eltávolított munkadarab tömege többszöröse lehet egy lemezke tömegének. A távtartók és perselyek alkalmazása tovább bonyolítja a gyöngyös fűrészek gyártását.

Egy másik technikában, amellyel csökkenthető a lemezke vágás során a huzalfűrész fűrészjáratát, elektrokémiailag közvetlenül a huzalhordozóra választják le a koptatóanyagot. Az elektrokémiai leválasztás általában azt jelenti, hogy az elektromosan töltött huzalt koptatóanyag-ágyba helyezik egy fémkeverék ellentétesen töltött oldatában. Amint a fém kiválik a huzalon, koptatóanyag szemcséket ragad magával a vékony fémrétegben, ezáltal a huzalhoz rögzíti a koptatóanyag részecskéket. Pl. Schmid és munkatársai U.S.-A-5,438,973 számú szabadalmában olyan pengét ismertet, amelyben gyémánt koptató részecskéket nikkell leválasztással rögzítettek a könnyecsepp keresztmetszetű rozsdamentes acél huzalmag vágó élére.

Az elektrokémiai leválasztással készített huzalfűrészeknek megvan az az alapvető hátrányuk, hogy nincs kémiai kötés a koptatóanyag és a leválasztott bevonat között. Működés közben a vékony réteg külső felülete hamar lekopik, és a koptató részecskék könnyen kiszakadnak a huzalból már akkor is, amikor a leválasztott fémnek kevesebb, mint a fele erodált. Emiatt a fűrész idő előtt, vagyis a koptató részecskék eltompulása előtt elveszíti hatékonyságát. Az ismétlődő terhelés hatására a leválasztott fém is elválhat a huzaltól.

Az elektrokémiai leválasztással készített huzalfűrészeknek másik hátránya, hogy előállításuk költséges. A koptatóanyag tömegének az ágyban lényegesen meg kell haladnia a huzalra felvitt mennyiséget. Természetesen a szuperkoptató-anyagok nagyon drágák, és az ágyhoz szükséges részecskékészlet fenntartásának szükségessége növeli a költségeket. Ezen túlmenően a huzalon a koptatórészecske eloszlás szabályozása nem megvalósítható.



Kívánatos kis keresztmetszetű, szuperkoptató huzalfűrészek alkalmazása elsősorban vékony metszetek, mint például kerámia lemezek vágásához. Szükséges van olyan szuperkoptató huzalfűrészre is, melynek hosszú az élettartama, és amelyet egyszerű és viszonylag olcsó előállítani. Szintén szükség van huzalfűrészek olyan előállítási eljárására, melyekben pontosan és érzékenyen szabályozható a koptatóanyag eloszlása a huzalon, miközben minimalizálni lehet a termikus károsodást és megtartható a huzal mechanikai szilárdsága.

Az előzőeknek megfelelően a találmány huzalfűrész szolgáltat, amely magában foglalja a fém huzalmagot és a koptatóréteget, melyet az jellemez, hogy a koptatóréteg koptató részecskéi lágyforrasztott fémkötéssel vannak közvetlenül a huzalhoz rögzítve, és a koptató szemcsék szuperkoptató szemcsék. Olyan huzalfűrész biztosít továbbá, amelyben a fém huzalmag fémes kötéssel kapcsolódik a koptatóréteghez, melyet az jellemez, hogy a koptatóréteg koptató részecskéi keményforrasztott fémkötéssel vannak közvetlenül a huzalhoz rögzítve; a huzalfűrész maximális keresztmetszeti mérete 150–250 μm ; a koptatórészecskék szuperkoptató-részecskék, amelyek egy szemcseméret vastagságban vannak jelen.

Eljárást biztosít továbbá huzalfűrész előállítására fémhuzalból, fém kötőanyagból és koptatórészecskékből, amit a következő technológiai lépések jellemeznek:

- (a) lágyforrasztott fémek és a keményforrasztott fémek csoportjából kiválasztott fém kötőanyag pasztát biztosítása,
- (b) a huzal felületének borítása a pasztaréteggel,
- (c) a pasztarétegen a koptatóanyag réteg leválasztása,
- (d) a huzal felmelegítése inert atmoszférában, legfeljebb 950 °C-os hőmérsékletre, olyan időtartamig, mely elegendő a kötőanyag megolvasztására, és
- (e) a huzal lehűtése, ezáltal a szemcsék huzalhoz kötése.

Az egyik nézőpont szerint a találmány fém huzalmagot és az ahhoz közvetlenül lágy- vagy keményforrasztott fémmel, előnyösen aktív fémkötéssel kötött egyszeres



koptató részecske réteget foglal magában. A fűrészt hagyományos fűrészelési eljárásban lehet alkalmazni. Ennek megfelelően a fűrésznek ellen kell állnia a feszítésnek, hőmérsékletnek és hajlításnak, melynek az ilyen fűrészek általában ki vannak téve. Emiatt a huzal anyagának megfelelő szilárdságúnak, hajlékonyságúnak és magas olvadáspontúnak kell lennie, hogy a vágásokhoz kielégítően lehessen alkalmazni. A huzal anyagának olvadáspontjának megfelelően magasabbnak kell lennie, mint a kötő fém folyási hőmérséklete, hogy a huzal ne gyengüljön, vagy más hátrányos módon ne hasson rá a csiszolóport hozzákötő lágy- vagy keményforrasztás. A jellegzetes huzalanyagok közé sorolható a vas, nikkel, kobalt, króm, molibdén, volfrám, és az ezek bármelyikét tartalmazó ötvözetek (pl. Inconel nikkel ötvözet). Az acél lágyforrasztásos eljáráshoz elfogadható, bár a szakító szilárdsága csökkenhet a forrasztás közben fellépő magas hőmérséklet következtében. A magas széntartalmú acélokra kevésbé van hatással a magas forrasztási hőmérséklet. Az acél szakítószilárdsága nagymértékben visszanyerhető, ha a folyamatba beépítik az edzés (gyors lehűtés) technológiai lépését. Volfrám alkalmazása előnyös, mivel alapjában véve nincs rá hatással a huzalfűrész gyártása közbeni hőkezelés, azonban bármely megfelelő alakú és fizikai tulajdonságú fém huzal alkalmazása a találmányban megfelelő.

Az itt alkalmazott “keményforrasztás” kifejezés alatt az a folyamat értendő, melynek során a kötő fémet –melynek olvadáspontja alacsonyabb, mint azé az anyagé, amihez kapcsolják– 400 °C-ra, vagy annál magasabb hőmérsékletre melegítik, ahol a fém cseppfolyós, majd olyan hőmérsékletre hűtik, ahol a fém már szilárd, hogy kötést hozzanak létre. A “lágyforrasztás” kifejezésre olyan forraszfém kötőanyagra vonatkozik, amely 400 °C alatti hőmérsékleten (pl. 200–399 °C) cseppfolyós.

Előnyösen a huzal hengeres geometriájú, melyet a hosszanti tengely és az arra merőleges kör alakú keresztmetszet jellemez. Speciális feladatok elvégzésére alkalmas huzalfűrészekben nem kör keresztmetszetű huzal is alkalmazható. Például a keresztmetszet lehet ovális, lapos, nem lapos, szögletes, mint négyzetes, trapéz alakú, és más alacsony rendű sokszögű, pl. 3-6 oldalú sokszögű. A “lapos” alatt az értendő, hogy a huzal nagy oldalviszonyú, szögletes keresztmetszetű, mint egy szalag, vagyis



van egy jellemző “hosszú mérete” és egy jellemző szélessége, ami kevesebb, mint 10%-a a “hosszú méretnek”. Nagyra értékelhető, hogy a találmány alapján készített szalagok hasznosak lehetnek szalagfűrész pengéjeként, köztük azok, melyek teljes felületén, vagy a penge felületének csak egy részén tartalmaznak koptató részecskéket.

A huzalfűrészek fő alkalmazásának, a kerámia lemezek vágásának, vagyis a ”precíziós vágásnak” megfelelően a huzal átmérőjének a megvalósítható legkisebbnek kell lennie, hogy a fűrészjárat veszteségét minimalizálni lehessen. A fűrészelés során a huzalban ébredő feszültség erősen korlátozza az átmérőt. A huzal átmérője annak legvastagabb részén a 140–1000 μm tartományban van, de előnyösen körülbelül 150–250 μm .

A másik nézőpont szerint a találmány alkalmas lehet építőanyagok vagy kő darabolására, mint bányászati alkalmazásokban, pl. “nyersvágási” feladatokra. A feladatnak megfelelő erősségű és kellő élettartamú huzal kialakításához a huzal átmérőjét lényegesen meg kell növelni, az 1–5 mm tartományig. Nyersvágási alkalmazásokban egyszálas fém huzal, vagy több fém huzal összefonva alkalmazható, hogy a szükséges külső átmérőjű kötelet kapjuk. A koptatóanyag az egyszeres vagy a többszálú hordozóra is rögzíthető kemény-forrasztással.

A találmány szerinti újfajta huzalfűrész elsődleges céljának, a kerámia lemezek, különösen szilícium lemezek vágásának megfelelően a koptatóanyag szuperkoptató részecskéket tartalmaz. Gyémánt, köbös bór-nitrid, és ezek bármely arányú keveréke megfelelő. A gyémánt lehet természetes vagy szintetikus. A fűrész koptatóanyaga tartalmazhat nem szuperkoptató részecskéket a szuperkoptatókkal együtt, azzal a feltétellel, hogy a nem szuperkoptató részecskék elviselik a huzalhoz rögzítés során a fém kemény-forrasztási folyamatot. Előnyösen a fő rész, vagyis a koptatóanyag több, mint 50 térfogat %-a szuperkoptató-anyag. A felhasználható nem szuperkoptató-anyagok közé tartozik a szilícium-karbid, alumínium-oxid, volfrám-karbid és hasonlóak, amelyeknek 500 g terheléssel mért Knoop keménység értéke az 1000–3000 tartományba esik. Különösen előnyös az a huzalfűrész, amelyben a koptatóanyag kizárólag szuperkoptató komponensből áll.

nedvesíti a szuperkoptató részecskét, így javítja a részecske és a kötőanyag közötti kapcsolat szilárdságát. Az aktív fémek képviselői közül különösen alkalmas gyémánt megkötésére a titán, tantál, króm, és cirkónium. Általánosságban, az aktív fém kis hányadban van jelen a fém kötőanyagban, ami annak csak 0,5 tömeg %-a is lehet.

Egy különösen előnyös aktív fémkötés bronzötvözetből és titánból áll. A bronzötvözet előnyösen 10–30 tömeg % ónt tartalmaz, még előnyösebben kb. 23–25 tömeg % ónt, a 100 tömeg %-ra kiegészítő anyagmennyiség réz. Titán kb. 2–25 tömeg %-ban van jelen, előnyösen kb. 5–10 tömeg %-ban. Különösen előnyös az az aktív kötőfém, ami kb. 19–21 tömeg % ónt, kb. 69–73 tömeg % rezet és kb. 8–10 tömeg % titánt tartalmaz.

A titánnak olyan formában kell a kötőanyagban jelen lennie, hogy a keményforrasztás során reagálni tudjon. A kötőanyaghoz adható elemi és vegyület formájában egyaránt. Az elemi titán alacsony hőmérsékleten reagál a vízzel és titán-dioxidot képez, ami nem képes reakcióba lépni a gyémánttal a forrasztás során. Ezért elemi titán alkalmazása víz jelenlétében nem előnyös. A víz néha lehet alkotórésze a cseppfolyós kötőanyagnak, mint azt a későbbiekben leírjuk. Ha a titánt valamely vegyületként alkalmazzák, annak disszociációra képesnek kell lennie a keményforrasztási lépés során, hogy lehetővé váljon a titán reakciója a szuperkoptató-anyaggal. Előnyösen a titánt titán-hidridként, TiH_2 , adják a kötőanyaghoz, ami 500 °C-ig stabil. 500 °C felett a titán-hidrid titánra és hidrogénre bomlik.

Egy másik nagyon előnyös megvalósításban az aktív kötőfém összetétel tartalmazhat bronzot, titánt, és kisebb hányadban más aktív komponenst, mint cirkóniumot és elemi szenet. A cirkóniumot elsősorban a kötőanyag ömledékének keményforrasztás közbeni viszkozitásának növelésére adagolják. Előnyösen a cirkóniumot elemi formában adagolják. A cirkónium vegyületek, mint pl. a cirkónium-hidrid, általában nem alkalmazhatóak, mivel a vegyület nem disszociál elemi cirkóniumra a keményforrasztás hőmérsékletén, vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten. A keményforrasztás során a szén reagál a kötőanyagban jelenlévő szabad titán felesleggel, és titán-karbid részecskéket képez. A titán-karbid előnyeit a későbbiekben tárgyaljuk. A szén reakcióba lép a cirkóniummal is, és kemény



cirkónium-karbidot képez. Az ilyen összetétel 100 tömegegység (TE) bronzötövet, ami lényegében 10–30 % ónból, a fennmaradó hányad pedig rézből áll, kb. 10–20 TE titánt, kb. 5–10 TE cirkóniumot és 0,1–0,5 TE elemi szenet tartalmaz.

Egy másik előnyös megvalósításban kemény anyag, különösen titán-karbid apró részecskéi adhatók a kötőanyaghoz, mint azt az U.S.-A-5,846,269 szabadalomban ismertetik. Más kemény anyagok szintén hasznosak lehetnek, mint pl. a titán-diborid, szerszámacél, karbonilvas, csakúgy, mint kemény töltőanyagok keveréke. A titán-karbid *in situ* is előállítható, mint azt korábban említettük. Felismerték, hogy a titán-karbid részecskék fokozhatják a kemény-forrasztott fémkötés szilárdságát, ezáltal javított kopásállóságú kötést biztosítanak. Előnyösen a kemény részecskék szemcsemérete kb. 1 μm és 10 μm közötti.

Ha lágyforrasztást alkalmaznak, fémborítású gyémánt (pl. réz, titán, nikkel, vagy krómborítás 1–10 μm vastagságban) alkalmazása szükséges a gyémánt megfelelő nedvesítésének eléréséhez, és a gyémánt hatékony rögzítésére a huzalhoz. Megfelelő borítású gyémánt (pl. 50 tömeg % (kb. 2 μm) rézzel borított, IRM-CPS gyémánt) a Tomei Dia-tól beszerezhető. Az erre a célra hozzáférhető lágy-forrasztóanyagokban alkalmazott reaktív komponensek nem reagálnak a lágy-forrasztás hőmérsékletén, így nem alkalmasak lágy-forrasztóanyagban a koptató részecskék visszatartásának javítására.

A huzalfűrész előállításához megfelelő lágy-forrasztóanyag az ón és ezüst közel eutektikus elegye, amely 221 °C-on cseppfolyós. Az előnyös lágy-forrasztóanyag az ón-ezüst ötvözet (4 tömeg % ezüsttel az ötvözetben) mellett 1–2 tömeg % rezet és 10 tömeg % TiB_2 -t tartalmaz, mint kemény töltőanyag. A megfelelő lágy-forrasztóanyag tartalmazhat ezüstöt, ónt, rezet, cinket, kadmiumot és ólmot, emellett az előnyös összetétel tartalmaz kemény ón-alapú lágy-forrasztó ötvözetet, mint az ón és ólom eutektikumát.

A koptató szemcséknek bevonásának technikája az aktív fémmel való keményforrasztás előtt jelen találmányban is alkalmazható. Nikkel alapú ötvöző keményforrasztó esetén karbidot képező aktív fémréteg, mint titán, volfrám vagy cirkónium alkalmazása előnyös. A fém jól ismert módszerekkel juttatható a koptatóanyagra, például fizikai vagy kémiai gőzleválasztással. Mint az U.S.-A-5,855,314 számú



szabadalomban ismertetik, melyre itt referenciaként hivatkozunk, nemrég ismerték fel annak előnyeit, hogy a szuperkoptató részecskéken előzetesen az első aktív anyagból mechanikailag kötött réteget hoznak létre, összhangban a második aktív komponens tartalmazó réz/ón bronz ötvözet alkalmazásával. Különösen, hogy az eredményezett kemény-forraszanyag teljes aktívkomponens-tartalma sokkal kisebb, mint amire akkor lenne szükség, ha az aktív komponens csak a kemény-forraszanyag tartalmazná. Így erős kötés alakítható ki a szuperkoptató-anyaggal, mégis minimalizálható az intermetallikus komponensek kialakítására alkalmas aktív komponens mennyisége.

Általánosságban a kötőanyag komponenseit por formában lehet beszerezni. A por részecskemérete nem lényeges, bár a kb. 325 mesh-nél finomabb (44 µm szemcseméret) por az előnyös. A kötőanyagot az összetevők egyenletes eloszlásáig való keverésével állítják elő.

A száraz por kötőanyagokat kis viszkozitású illékony folyadék kötőanyaggal is lehet keverni. A kötőanyagot olyan hatékony arányban adják a porhoz, hogy viszkózus, ragadós masszát képezzen. Paszta formában a kötőanyag megfelelően elosztható és egyaránt tapad mind a huzal, mind a koptató részecskék felületéhez. A paszta viszkozitása széles tartományban változhat, a paszta huzalon való alkalmazási módjától függően. Előnyösen a kötőanyag paszta konzisztenciája a fogkréméhez hasonló.

Az "illékony" kifejezés azt jelenti, hogy a kötőanyag kellően illó ahhoz, hogy lényegében teljesen elpárologjon és/vagy pirrolizáljon a kemény-forrasztás során, anélkül, hogy maradékot hagyna, ami befolyásolhatná a kötőanyag működését. Előnyösen a kötőanyag kb. 400 °C alatti hőmérsékleten elpárolog. Azonban a kötőanyag illékonyságának elég alacsonynak kell lennie ahhoz, hogy a paszta szobahőmérsékleten a megfelelő ideig folyós és ragadós maradjon (száradási idő), hogy a kötőanyagot és a koptatóanyagot a huzalon fel lehessen használni. Előnyösen a száradási idő szobahőmérsékleten 1-2 óra. Az újabb kötőanyagok igényeinek megfelelő folyékony kötőanyagok a kereskedelemben beszerezhetőek. A találmánynak megfelelő paszta-képző kötőanyag például a Braz™-Binder Gel a Vitta Company-tól; az "S" kötőanyag a Wall Colmonoy Corporation-tól (Madison Heights, Michigan); a Cusil-ABA, a Cusin-ABA és az Incusil-ABA paszták a Weso-tól (Belmont,

California). Aktív fém kemény-forraszanyag paszták, beleértve a fém kemény-forraszanyaggal előre összekevert kötőanyagot, beszerezhetőek a Lucas-Millane Company-tól (Cudahy, Wisconsin) Lucanex™ kereskedelmi néven, mint pl. a Lucanex 721.

A kötőanyagok a porokkal jól ismert módszerekkel, mint pl. keveréssel vagy nyírással keverhetők össze. A porok és a folyékony kötőanyag összekeverésének sorrendje nem fontos. A huzal bármely jól ismert módszerrel bevonható a pasztával, pl. ecseteléssel, szórással, felkenéssel, vagy a szerszámhuzal pasztába merítésével.

Az újabb huzalfűrészek folyamatos eljárásban kellő hatékonysággal állíthatóak elő. A huzal felcsévélve nehézség nélkül beszerezhető. A huzal letekerceselhető egy zónán való keresztülhúzással, ahol a koptatóanyagot és a kötőanyag prekurzort felrakják. Választhatóan a huzal előkezelhető, pl. a felület mechanikai vagy kémiai tisztításával az oxidok eltávolítására, vagy a felület érdesítésével a hozzáadott szemcsék és a kötőanyag jobb tapadásának érdekében.

Egy megvalósításban a kötő prekurzort és a koptató részecskéket egymás után alkalmazzák. Azért, mert a huzalt folyamatosan húzzák keresztül a felrakó zónán, ahol először a kemény-forraszanyag pasztával vonják be a huzal felületét. A paszta réteg ágyat formál, ami befogadja a részecskéket. Ezután a koptató részecskéket rakják fel a paszta ágyba.

A kemény-forraszanyag paszta rétegvastagságának általában a koptatóanyag átlagos szemcseméretének 100–200 %-ának kell lennie. Ezt a vastagságot olyan tényezők határozzák meg, mint a koptatóanyag koncentrációja és a kívánt tulajdonságú paszta előállításához használt kötőanyag mennyisége. A koptató részecskék bármilyen módszerrel felrakhatóak, pl. egyedi felrakással, porhintéssel vagy szórással. Ezek a technikák lehetővé teszik, hogy a koptató részecskék az előre meghatározott felületi eloszlásban legyenek felrakva. A szemcsék eloszlása lehet folytonos vagy szakaszos. A szakaszos felületi eloszlás a huzal mentén a koptatóanyagot tartalmazó szakaszok közti koptatóanyag-mentes szakaszokkal jellemezhető. A szakaszos felületi eloszlás csökkenti a huzalon alkalmazott erőt és hatékony forgács eltávolítást végez. A folyamatos felületi eloszlás a huzal hossza mentén lehet egyenletes, vagy választhatóan

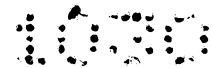
nem egyenletes. A részecskék nem egyenletes folyamatos eloszlása megközelítheti a szakaszos felületi eloszlás teljesítményét. Választhatóan bármely koptató-szerszámban alkalmazott töltőanyag szintén használható a többi komponens hígítására. Általában az ilyen töltőanyagok inerte a forrasztási folyamatban, vagyis nyilvánvalóan nem reagálnak forrasztóanyag komponenseivel, a koptató részecskékkel vagy a fémhuzallal.

Az előállítás egyik különös módja magában foglalja a huzal vízszintes áthúzást a felrakó zónán, míg a szemcséket függőlegesen lefelé szórják a bevont huzalra. A módszer előnye, hogy képes szabályozni a szemcsék felületi eloszlását a huzalon. A felületi eloszlás egy számmal jellemezhető, ami a koptató részecskék térfogata vagy tömege osztva a huzal felületének egységével. Így a felületi eloszlás könnyen beállítható a szabad szemcsék mozgó, bevont huzalra való szórási sebességének változtatásával. A módszerrel bármely kívánt felület eloszlás megvalósítható. Ráadásul a szórás amplitúdója ingadozhat vagy más periodikus módon változhat, így a felületi leválasztás hosszirányban periódikusan változhat. Választhatóan a huzal keresztülvezethető a szemcsék vivőgázzal fluidizált ágyán.

A bevonó-felrakó lépések szakaszos természetének további előnye, hogy képes a csiszolópor lényegében egy szemcseréteg vastagságban való felrakására. Mivel forrasztás előtt a szemcsék csak ideiglenesen tartja helyükön a huzallal érintkező paszta ragacsossága, nem lehetséges a szemcsék többszörös rétegének kialakulása. Választható lépésként a huzal enyhén rázható a lazán kötött szemcsék eltávolításának érdekében. Továbbá a huzal újra áthúzható a felrakó zónán, hogy a teljes felületi eloszlás növekedjen, vagy fokozódjon a ritka borítottságú területeken az eloszlás.

A vízszintesen haladó huzalra függőleges irányban felrakott részecskék várhatóan nem kerülnek érintkezésbe a huzal alsó oldalával. A huzal felületének egyenletes bevonásához ajánlott a huzalt annak hosszanti tengelye mentén egy előre meghatározott sebességgel forgatni. Ezután a forgatott huzal újra keresztülhúzható a felrakó zónán, hogy lehetővé váljon a szemcsék újonnan felfelé fordult huzalfelület részre hullása.

Egy másik technika egy menetben szándékozik felrakni a szemcséket a huzal teljes felületére. Magában foglalja a huzal kerületének bevonását a kemény-forrasztó



pasztával. Ekkor a huzal felfelé húzható a laza koptató részecskéket tartalmazó kúpos tartály alján lévő nyíláson keresztül. A nyílás alakja és méretei úgy vannak megválasztva, hogy kicsivel legyenek nagyobbak a huzalénál. Előnyösen a nyílás és a huzal közötti rés a kisebb, mint az átlagos szemcseméret, ami megakadályozza a szemcsék kihullását a nyíláson keresztül. Ahogy a huzalt keresztülhúzzák a nyíláson, a szemcsék hozzátapadnak a ragadós felülethez és a huzal magával húzza azokat. Az új szemcsék a tartály kúpos alakja következtében mozognak úgy, hogy az alulról érkező huzallal ütközzenek. A kúpos tartály rezgethető, vagy más módon rázható, hogy a nyílás körül a szemcsék egyenletes eloszlását biztosítsák.

Egy másik megvalósításban a pasztát és a szemcséket együtt alkalmazzák. Ekkor a szemcsék és a forrasztó paszta előre összekeverik. Ezután a szemcséket tartalmazó pasztát alkalmazzák a bevonat nélküli huzalon. Előnyösen a szemcséket egyenletes koncentrációban osztják el a pasztában. A pasztát hagyományos huzalbevonó technikákkal alkalmazhatják a huzalon. Előnyös, ha a részecskéket tartalmazó paszta felesleget eltávolítják, hogy a huzalon maradó koptatóanyag egy szemcse vastagságnyi rétegét biztosítsák.

Nagyon növelheti az értéket és időnként nagyon fontos, hogy a többszemcsényi koptatóanyag rétegvastagság megnövelt koptatási élettartamot biztosít. A megnövelt élettartam különösen kívánatos durva vágási alkalmazásoknál, amikor a többretegnyi vastagságú fűrész szélesebb fűrészjárata elfogadható. Ennek megfelelően a találmány szerinti előkevert szemcse/kemény-forrasz paszta megvalósítás szintén alkalmazható a többszörös szemcseréteg-vastagságú koptatóréteg előállításához. Ez elvégezhető az előkevert szemcse/kemény-forrasz paszta megfelelően vastag rétegben való felvitelével egy menetben, vagy vékony rétegek ismételt felrakásával és kemény-forrasztásával több menetben. Az egy menetes eljárás az előnyös, mert így kevesebbszer kell a huzalt magas hőmérsékletnek kitenni, ami gyengítheti a huzalt.

A kemény-forraszpaszta és a koptató részecskék alkalmazása nem korlátozódik a fent említett módszerekre. A találmány hatásköréhez tartoznak más változatok a huzal kompozit előállítására, és annak kemény-forrasztásához a fém forrasz kötőanyag



és a koptatóanyag, melyek nyilvánvalóak a területen mindennapi tapasztalattal rendelkezők számára.

Miután a fém kemény-forrasz kötőanyag és a koptató részecskék a huzalon a helyükre kerültek, a kötőanyagot hőkezelésnek vetik alá, hogy végül keményforrasztással szilárdan a huzalhoz rögzítsék a szemcséket. A huzal/kötőanyag/koptatóanyag kompozitot olyan időtartamig kell közbenső hőmérsékleten tartani, általában sokkal a forrasztási hőmérséklet alatt, ami elegendő a folyékony kötőanyag illékony komponensének elpárolgásához. Ezután a hőmérséklet megemelhető a kötőanyag megolvasztásához. Ez az eljárás folyamatosan is végezhető, a huzal keresztülvezetésével az előzetesen megállapított, megfelelő körülményeket biztosító technológiai zónákon. A folyamat végén a huzal orsóra csévéelhető a tároláshoz.

A kemény-forrasztást magas hőmérsékleten végzik, melyet olyan rendszerjellemzők figyelembevételével határoznak meg, mint a fém kemény-forrasztó kötőanyag szilárd-folyadék hőmérséklettartománya, a huzal geometriája és anyaga, és a koptatóanyag fizikai jellemzői. A gyémánt például kb. 1000 °C feletti hőmérsékleten grafitizálódhat levegőben, vagy kb. 1200 °C feletti hőmérsékleten vákuumban vagy inert atmoszférában. Természetesen a gyémánt grafitizálódásának hőmérséklete függ a hőmérséklet alkalmazásának időtartamától.

Mint már említettük, a magas hőmérséklet az annak kitett huzal szilárdságát negatívan befolyásolhatja. Így gyakran kívánatos a kemény-forrasztást a lehető legalacsonyabb hőmérsékleten végezni. A fém forrasztóanyagot úgy kell megválasztani, hogy előnyösen 800–1150 °C, még előnyösebben 850–950 °C legyen a kemény-forrasztás hőmérséklete.

A hőkezelést inert atmoszférában kell végezni, hogy megvédjük a kemény-forraszanyagot a nem kívánt oxidációtól. Az inert atmoszféra megvalósítható inert gázokkal, mint a nitrogén vagy az argon, vagy teljes vákuummal, amelynek abszolút nyomása 0,001 higanymilliméter alatt van.

A melegítés kemencében játszódhat le. Más megfelelő melegítési módok közé tartozik az elektromos ellenállás fűtés, és a helyi melegítési eljárások, mint az



indukciós fűtés, a lézeres melegítés, infravörös és elektronsugárral való fűtés, és az előzőek bármelyikének kombinációja. A helyi fűtési módszerek alkalmazása csökkenti a huzal gyengítésének esélyét, amit a magas hőmérsékletnek való túlságos kitettség okoz. A helyi fűtési módszer alkalmazása szintén lehetőséget biztosít a szakaszos koptatóanyaggal való borítás kialakításához, beleértve a kemény-forrasztó kötőanyag és a szemcsék pontos mintázatának kialakítását a huzalon. Ilyen esetben a kemény-forrasztással nem rögzített anyag eltávolítható például kefével, rázással, vagy a huzal légfúvásával. Az eltávolított anyag az esetleges újrahasznosításhoz visszanyerhető.

Amikor a huzal lágy-forrasztóból készült, a fém lágy-forrasztó nem használható vizes kötőrendszerrel, mivel a szénhidrogén áram, ami a hatékony lágy-forrasztáshoz szükséges, nem kompatibilis a vizes kötő rendszerrel. Ehelyett a lágy-forrasztóanyag fém komponensét szénhidrogén alapú pasztában alkalmazzák. Megfelelő szénhidrogén a vazelin. Paraffin olajok és gyanták szintén alkalmazhatóak.

Egy különösen előnyös új típusú huzalfűrész-gyártó eljárásban, kör keresztmetszetű, fém huzalt az adagoló orsóról letekerve vezetik lefelé, a hengeres paszta-kamra függőleges középponti tengelye mentén. A huzal egy lezárt nyíláson keresztül lép be a kamrába. A kamra a rendre a szuperkoptató szemcsék, a kemény- vagy lágy-forrasztó fém kötőanyag és az illékony folyadék kötőanyag vagy szénhidrogén bázisanyag egyenletes keverékével van megtöltve. A huzalt a kamra alján, egy kör keresztmetszetű, a huzal átmérőjénél nagyobb belső átmérőjű résen keresztül húzzák ki. Választhatóan, nyomás fejthető ki a keverékre, például friss koptatóanyag/kemény-forrasztó paszta keverék pumpálásával a kamrába, vagy a keverék dugattyúval való összenyomásával. Így a nyílást elhagyó huzal a fémpasztába ágyazott koptató részecskékkel van borítva. A nyílás átmérője úgy van megválasztva, hogy a huzalon egy- vagy több szemcseméretnyi koptatóanyag rétegvastagságot biztosítson.

A bevont huzalt ekkor egy függőleges kemence többhőmérsékletű zónájába eresztik le. A kemence legfelső tartományát, amelynek először van kitéve a huzal, közepesen magas hőmérsékletűre állítják be, kb. 250–500 °C-os hőmérséklet-



tartományban. Amint a huzal hőmérséklete ebben a tartományban emelkedik, a kötőanyag illékony folyadék komponense elpárolog.

Bármely jelenlévő reaktív fémkomponens, mint a titán-hidrid, szintén reagál, hogy aktív fém kiválást képezzen a forrasztanyagban. A kemence alsóbb szakaszait egymástól függetlenül magasabb hőmérsékletekre állítják be, egy vagy több zónában akár a kemény-forrasztási hőmérsékletig. A zónák magassága, a zónák hőmérséklete és a kemencén keresztülhaladó huzal lineáris sebessége meghatározza a különböző hőmérsékleteken való tartózkodás időtartamát. A kemence a környezeti atmoszférától való elszigeteléshez lezárható. Egy bevezető nyílás a kemence alján és egy kivezető nyílás a tetején teszi lehetővé a belső tér inert gázzal való átmosást.

A forró, kemény-forrasztott huzal a kemence alján levő központi nyíláson keresztül hagyja el a kemencét. A huzalt egy forgó görgő húzza, ami visszavezeti a huzalt a vízszintesen oszcilláló feltekereselő orsóhoz. A forgó görgőt alacsony hőmérsékletű, folyékony hűtőközegbe lehet helyezni, mely feltekereselés előtt edzi a huzalt. Az orsó megfeszíti a huzalt, így az a nyílás és a kemence közepén halad keresztül.

Mint említettük, a találmány szerinti huzalfűrész nagyon megfelelő vékony kerámia lemezkék levágására a munkadarabból. A kerámia munkadarab alakja nem lényeges. A darab tipikusan hengeres, 8 inches (20 cm) átmérőig. A huzalfűrész magában foglalhat egy egyszeres huzal pengét, mely szalagfűrészhez hasonlóan van kialakítva, a munkadarabból egy lemezke levágására minden egyes úttal, vagy több lemezke levágására minden egyes úttal, pl. mint az Egglhuber US-5,616,065 számú szabadalmi bejelentésében le van írva, amely iratra referenciaként hivatkozunk. Egyszeres pengék sorozata tandemben szintén kialakítható, hogy egyidőben több lemezkét vágjanak le a munkadarabból, mint az a korábban említett 5,438,973 számú amerikai szabadalom 4. ábráján látható. A kis keresztmetszetű huzalhoz kötött kicsi, egyenletes méretű, koptató részecskék egyszeres rétegének köszönhetően az új típusú fűrész a munkadarab anyagának nagyon kis veszteségével képes lemezkéket (kb. 300 µm vastagságú) vágni. Minimális veszteség volt megfigyelhető magas vágási



hatékonysággal, amikor a példákban ismertetett huzalt használtak kerámia mintavágására.

A találmányt a következő példák illusztrálják, melyekben minden rész, arány és százalék tömegre vonatkoztatott, hacsak másként nincs jelölve. Minden tömeg és más egységet, ami eredetileg nem SI-ben van, átváltottunk SI egységekre.

1. PÉLDA

Száraz keveréket állítottak elő 14,823 g előötvözött 23 % Sn/73 % Cu por (<44 µm szemcseméret), 1,467 g titán-hidrid por (<44 µm szemcseméret) és 3,480 g 10/20 µm gyémántszemcse keverésével. A keverés 33 térfogat % gyémánt tartalmú összetétele eredményezett. Az illékony folyékony kötőanyagot külön állították elő 20 tömegrész Vitta Braze-Gel (Vitta Corporation) és 50 tömegrész desztillált víz elegyítésével. A folyékony kötőanyagot a száraz keverékhez adták, és üveg főzőpohárban spatulával manuálisan addig keverték, amíg az egyenletes paszta kialakult.

Kb. 2 m, 0,008 inch (0,178 mm) átmérőjű magas széntartalmú, ólomfürdős hőkezeléssel edzett acélhuzalt húztak át a pasztán kb. 0,25 m/s sebességgel, hogy a pasztával bevonják a huzalt. A bevont huzalt levegőn szárították, majd vákuumban (<1 Hg µm) 880 °C-os kemencében 30 percig kemény-forrasztották. Fém kemény-forrasszal rögzített, gyémánt koptatóanyagot tartalmazó huzalt állítottak így elő.

2. PÉLDA

Száraz keveréket állítottak elő 90,9 g előötvözött 23 % Sn/73 % Cu por (<44 µm szemcseméret), 9,1 g titán-hidrid por (<44 µm szemcseméret) keverésével. 20 mikron átlagos szemcseméretű természetes gyémántot adtak hozzá, 75 térfogat % fém, 25 térfogat % gyémánt arányban. Az illékony folyékony kötőanyagot külön állították elő 85 tömegrész Vitta Braze-Gel (Vitta Corporation) és 15 tömegrész polipropilén-glikol elegyítésével. A folyékony kötőanyagot a száraz keverékhez adták, és üveg főzőpohárban spatulával manuálisan addig keverték, amíg az egyenletes, 40 tömeg % kötőanyag tartalmú paszta kialakult. 250 mikron átmérőjű Iconel 718 huzalt 1 m/s



sebességgel húztak keresztül a pasztán, be a csökemencébe (argon áramban, <1ppm oxigénnel). A kemencében a magas hőmérsékletű szakasz 915 °C-ra volt állítva. Kemény-forrasztott, gyémántbevonatú huzalt nyertek, megfelelő mechanikai szilárdsággal és megfelelő koptatóanyag borítással a kerámia lemezek vágásához.

3. PÉLDA

Száraz keveréket állítottak elő 99 g előötvözött 96 % Sn/4 % Ag por (<44 µm szemcseméret), 1 g réz por (<44 µm szemcseméret) keverésével. 20 mikron átlagos szemcseméretű, vékony rézborítású természetes gyémántot adtak hozzá, 75 térfogat % fém, 25 térfogat % gyémánt arányban. A száraz keveréket vazelin és 2 tömeg % cink-klorid megolvasztott elegyéhez adták, és üveg főzőpohárban spatulával manuálisan addig keverték, amíg az egyenletes, 75 tömeg % szilárd anyag tartalmú paszta kialakult. 250 mikron átmérőjű Iconel 718 huzalt 1 m/s sebesség húztak keresztül a pasztán, be a csökemencébe. A kemencében a magas hőmérsékletű szakasz 350 °C-ra volt állítva. Lágy-forrasztott, gyémántbevonatú huzalt nyertek, megfelelő mechanikai szilárdsággal és megfelelő koptatóanyag borítással a kerámia lemezek vágásához.

4. PÉLDA

A 2. és 3. példa alapján előállított huzalt tesztelték a Laser Technology West, Inc. által gyártott laboratóriumi huzalfűrész berendezésben, és 25 mm-es polikristályos szilícium kockák vágására használták. A huzal feszítése 10 Newton-os volt, az átlagos huzal sebesség 2-3 m/s, a vágási terhelés 440 g volt. Mindkét huzal 1,5 és 2,1 mm/perc közötti kezdeti vágósebességet mutatott, glikol hűtőanyagot alkalmaztak a vágásra cseppentve. 10 vágás után a 2. példában szereplő huzal vágósebessége nem csökkent, míg a 3. példában szereplő huzal vágósebessége 1 mm/perc alá csökkent.

Bár a találmány különleges formáit választottuk ki a példákban a bemutatáshoz, és a megelőző leírásban speciális kifejezéseket alkalmaztunk a találmány ezen formáinak ismertetésére, a leírás nem korlátozza a találmány hatókörét, ami a szabadalmi igénypontokban van meghatározva.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Huzalfűrész mely magában foglalja a fémhuzal magot és a koptatóréteget, **azzal jellemezve**, hogy a koptató rétegben lévő koptató részecskék közvetlenül a huzalhoz vannak rögzítve lágy-forrasztott fémkötéssel, és a koptató részecskéket szuperkoptató szemcsék alkotják.

2. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a koptatóréteg egy szemcsevastagságnyi rétegben van jelen.

3. A 2. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a koptató részecskék előre meghatározott eloszlásban vannak jelen a huzalon.

4. A 3. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a felületi eloszlás folyamatos.

5. A 4. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a felületi eloszlás egyenletes.

6. A 3. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a felületi eloszlás szakaszos.

7. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a koptató részecskék nagy része szuperkoptató részecske, melyet a gyémántot, köbös bór-nitridet vagy azok keverékét magában foglaló csoportból választottak ki.

8. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a fémet a vasat, nikkelt, kobaltot, krómot, volfrámot, molibdént, és ezek bármelyikét tartalmazó ötvözeteket magában foglaló csoportból választottak ki.

9. A 8. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a huzal fém volfrám.

10. A 8. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a huzal fém acél.

11. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a huzal keresztmetszete kör alakú, ovális, téglalap alakú, négyzetes, trapézoid, vagy 3-6 oldalú sokszög alakú.

12. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a huzal keresztmetszete sík.

13. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a koptató réteg tartalmaz továbbá töltőanyagot.

14. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy több fém huzalt tartalmaz, melyeken a koptató részecskék közvetlenül a huzalhoz vannak rögzítve kemény-forrasztott fémkötéssel.

15. Az 1. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a fém kötőanyag magában foglalja a lágyforrasztó fémet, melyet az ezüstöt, ónt, rezet, cinket, kadmiumot, ólmot és ezen anyagok ötvözetét magában foglaló csoportból választottak ki, és az ezen fémek és ötvözetek elegyét legalább egy töltőanyaggal.

16. A 15. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a lágyforrasztó fém ón és ezüst ötvözetéből áll.

17. Huzalfűrész, mely magában foglalja a fémhuzal magot és a fémkötéssel hozzá kapcsolt koptatóréteget, **azzal jellemezve**, hogy a koptató rétegben lévő koptató részecskék közvetlenül a huzalhoz vannak rögzítve kemény-forrasztott fémkötéssel; a huzalfűrész maximális keresztmetszeti mérete 150-250 μm ; és a koptató részecskéket szuperkoptató szemcsék alkotják, melyek egy szemcseréteg vastagságban vannak jelen.

18. A 17. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a fémkötés keményforrasztó fémből áll, melyet az aranyat, ezüstöt, nikkelt, cinket, ólmot, rezet, ónt, ezen fémek ötvözetét, illetve ezen fémek ötvözetét foszforral, kadmiummal vagy vanádiummal tartalmazó csoportból választottak ki.

19. A 18. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a fémkötés bronz ötvözet, ami lényegében 10-30% ónt, és a kiegészítő mennyiségű rezet tartalmaz.

20. A 18. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a fémkötés tartalmaz továbbá kisebb mennyiségű aktív fémet, amelyet a titánt, tantált, krómot és cirkóniumot tartalmazó csoportból választanak ki.

21. A 18. igénypont szerinti huzalfűrész, **azzal jellemezve**, hogy a huzal olyan fém, melyet a vasat, nikkelt, kobaltot, krómot, volfrámot, molibdént és ezen fémek bármelyikét tartalmazó ötvözetet magában foglaló csoportból választanak ki.



22. Eljárás huzalfűrész előállítására fém huzalból, fém kötőanyagból és koptató részecskékből, **azzal jellemezve**, hogy az eljárás a következő lépésekből áll:
lágyszerű fémek és a keményforrasztó fémek csoportjából kiválasztott fém kötőanyag pasztát biztosítása,
a huzal felületének borítása a pasztaréteggel,
a pasztarétegen a koptatóanyag réteg leválasztása,
a huzal felmelegítése inert atmoszférában legfeljebb 950 °C-os hőmérsékletre, olyan időtartamig, mely elegendő a kötőanyag megolvasztására, és
a huzal lehűtése, ezáltal a szemcsék huzalhoz kötése.

23. A 22. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a koptató részecskék lényegében egy szemcseréteg vastagságban vannak felrakva.

24. A 23. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a (d) lépés hőmérséklete 850-950 °C.

25. A 23. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a (b)-(e) lépéseket folyamatosan végzik el, a huzal keresztülhúzásával a bevonó, melegítő, és hűtő zónákon.

26. A 25. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a húzás magában foglalja a huzal vízszintes elrendezését a felrakó zónában, és a felrakás magában foglalja a szemcsék szórását lefelé a vízszintes elhelyezkedésű huzalra.

27. A 26. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy magában foglalja továbbá a következő lépéseket:

(c1) a huzal forgatását annak hosszanti tengelye mentén a kezdeti szemcse felrakás után és a felfűtés előtt,

(c2) a (c) és (c1) lépések ismétlése, mindaddig, amíg a huzal felületének előre meghatározott része nincs beborítva szemcsékkel.

28. A 23. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a felrakó lépés magában foglalja a huzal keresztülvezetését a koptató szemcsék vivőgázzal fluidizált ágyán.

29. A 22. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a koptató szemcsék egyenletes koncentrációjúra össze vannak keverve a pasztával, mielőtt a huzalt

bevonják a pasztával, és azzal, hogy a szemcséket tartalmazó pasztát alkalmazták a huzalon, ezáltal egyidőben megvalósítva a bevonó és a felrakó lépéseket.

30. A 29. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a részecskék egy szemcseréteg vastagságban vannak felrakva.

31. A 29. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a részecskék többszörös szemcseréteg vastagságban vannak felrakva.

32. A 29. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a fém keményforrasz anyaghoz töltőanyagot kevernek.

33. A 29. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a koptató szemcséket előre meghatározott felületi eloszlásban rakják fel a huzalra.

34. A 33. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy az előre meghatározott felületi eloszlás folyamatos.

35. A 34. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a felületi eloszlás egyenletes.

36. A 31. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a felületi eloszlás szakaszos.

37. A 22. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a melegítési lépés magában foglalja a helyi fűtési módszereket, amelyeket az indukciós fűtést, lézeres melegítést, infravörös vagy elektron sugárzással való fűtést tartalmazó csoportból választanak ki.

38. A 22. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a szemcse gyémánt, köbös bór-nitrid, vagy azok keveréke.

39. A 36. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a huzal olyan fém, melyet a vasat, volfrámot, molibdént és ezen fémek bármelyikét tartalmazó ötvözetet magában foglaló csoportból választanak ki.

40. A 37. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a fém kötőanyag magában foglalja a keményforrasz fémet, melyet az aranyat, ezüstöt, nikkelt, cinket, ólmot, rezet, ónt, és ezen fémek ötvözetét, illetve ezek ötvözetét foszforral, kadmiummal vagy vanádiummal magában foglaló csoportból választottak ki.

41. A 40. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a fémkötés bronz ötvözet, ami lényegében 10-30 % ónt, és a kiegészítő mennyiségű rezet tartalmaz, és tartalmaz továbbá kisebb mennyiségű aktív fémet, amelyet a titánt, tantált, krómot és cirkóniumot tartalmazó csoportból választanak ki.

42. A 40. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a fémkötés kb. 69-73 % rezet, kb. 19-21 % ónt és kb. 8-10 % titánt tartalmaz.

43. A 40. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a szuperkoptató szemcsék karbidképző aktív fémréteggel vannak bevonva a kemény-forrasztás előtt.

44. A 22. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a fém kötőanyag fém lágyforrasztó anyag.

45. A 44. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a (d) lépést 400 °C hőmérséklet alatt végzik el.

A meghatalmazott



Dr. Bokor Tamás
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-32

