

73.260/DO
FÜLDÁRY

53338

P 01 03446

73.260/DO

KIVONAT

Gyémántbevonatú keményfém forgácsoló szerszám és eljárás annak előállítására

A találmány tárgya gyémántbevonatú keményfém forgácsoló szerszám, amely hordozóra felvitt, zárt alapprofilált képező gyémántrétegből és az erre leválasztott szénrétegből áll. A gyémántréteg (2) polikristályos és a gyémántkristályok statisztikusan vannak tájolva. A szénrétegnek (3) amorf struktúrája van, amelyben a szénatomok kovalens sp^3 -kötéseinek részaránya 70 %-nál kisebb. Az előállításhoz a keményfém alaptestet gőzfázisból történő kémiai rétegelőállítással 800°C feletti hőmérsékleten kristályos gyémántréteggel vonjuk be, majd gőzfázisból történő fizikai rétegelőállítással újraperlasztjuk az alapprofilból kiálló gyémántkristályokat, és ekkor az sp^3 -gyémántbevonat sp^2 kettős kötéseké válik, majd gőzfázisból történő fizikai rétegelőállítással 500°C alatti hőmérsékleten szénrel vonjuk be, aminek során a szénréteg reaktív gáz hozzáadása révén amorf struktúrában alakul ki.

1
(2. ábra)



73.260/DO

Magyarországi
PÁLDANY

P01 03746

Gyémántbevonatú keményfém forgácsoló szerszám és eljárás annak
előállítására

A találmány tárgya gyémántbevonatú keményfém forgácsoló szerszám, amely hordozóra felvitt, zárt alapprofilit képező gyémántrétegből és az erre leválasztott szénrétegből áll. A találmány tárgya tovább eljárás a gyémántbevonatú keményfém forgácsoló szerszám előállítására.

A DE 36 08 734 számú szabadalmi iratból ismert egy forgácsoló szerszám forgácsoló megmunkáláshoz, amely szinterezett kerámiaanyagokból készült alaptestből vagy hordozóból, szilícium-dioxid közbenső rétegből keményfém-karbid vagy keményfém-nitrid, például titán-karbid, titán-nitrid, nióbbium-borid vagy szilícium-karbid hasznos rétegből áll.

Ismeretes, hogy igen nagy keménységű nyers grafittestek vagy kerámiatestek forgácsolására a bevezetésben említett jellegű forgácsoló szerszámok nem alkalmasak. Erre a célra gyémántbevonatú forgácsoló szerszámokat fejlesztettek ki. A gyémántbevonatot túlnyomórészt gőzfázisból történő kémiai rétegelőállítással viszik fel.

A DE 198 25 983 számú nyilvánossághozatali iratból ismert, hogy ha gyémánt- és karbidfázist tartalmazó, összetett gradiensréteget visznek fel gőzfázisból kémiai



rétegelőállítással, akkor megakadályozhatók a réteg leválásai a hordozóról, amelyeket az okoz, hogy a gyémántrétegekben a bevonási hőmérsékletéről való lehűtésekor rendkívül nagy termikus nyomófeszültségek lépnek fel. Ez az irat nem foglalkozik az alkalmazás szempontjából fontos tulajdonságok, így például a kopásállóság stb. javításával.

A nyersdarabok csiszoló megmunkálásakor fellépő erős igénybevétel miatt azonban az összetett rétegekkel szemben a nagyobb keménység miatt előnyben kell részesíteni a tiszta gyémántrétegeket. A gyémántrács (111) hasítási síkjain kívül mindenesetre még a szemcsehatárok is hatnak, amelyek a kristályos rétegekben – külső lökésszerű, illetőleg ütő terheléskor gyenge helyekként – kényszerűen előfordulnak. A nyersdarabokból kioldott porrészecskék felpattanásakor repedések képződnek, és ezek a folyamat előrehaladásakor feltörik a szemcsehatárokat, úgyhogy a gyémántrétegből egyes gyémántkristályok verődnek ki. Mivel a gyémántkristályok nagysága a teljes rétegvastagság $1/3$ -át vagy $1/4$ -ét is elérheti, ezért a gyémántréteg anyaglehordási aránya viszonylag nagy lesz.

A kopást szemcsehatárok nélküli, amorf fedőrétegekkel lehet csökkenteni. Lehetséges DLC-rétegek leválasztása is. Ezek a gyémánthoz viszonyítva rendkívül kis keménységük miatt nem tapadnak szilárdan a gyémántrétegekre. Emiatt különösen a nyers testek száraz megmunkálásakor a szerszám idő előtti teljes tönkremenését idézi elő.

A DE 198 50 346 A1 számú szabadalmi iratból ismert egy (100)-textúrájú és definiáltan beállítható felületi érdességű

gyémántréteg. Ebben az érdes felületen lévő mélyedésekbe járulékos anyagot, például DLC-réteget visznek be. Az ismert (100)-textúrájú gyémántrétegnél egy ellentest teljesen felfekszik egy sík felületre. Itt valamennyi mélyedés vagy a mélyedéseknek csak egy része teljesen vagy részben megtöltött lehet. A gyémántréteget két lépcsőben gőzfázisból kémiai rétegelőállítással állítják elő. Ennek során a reakciógázhoz az első lépcsőben kis mennyiségben nitrogént adnak hozzá 100-tájolású szelektív növekedés végett.

A DE 4142202 A1 számú szabadalmi iratból ismert egy mágneses alkatrész, amelyen nem zárt kristályos gyémántréteg és a gyémántréteg felett amorf szénből álló réteg van. A teljes rétegvastagság < 100 nm. A kristályos gyémántréteget gőzfázisból kémiai rétegelőállítással, az amorf szénből álló réteget gőzfázisból fizikai rétegelőállítással (PVD) vagy gőzfázisból kémiai rétegelőállítással állítják elő. Az amorf szénből álló réteg csak a gyémántszigetek közötti hézagokat tölti ki por vagy kémikáliák lerakódásának megakadályozása végett.

A találmányunk elé kitűzött feladat a grafit és nyers testeknek gyémántbevonatú keményfém vágószerszámmal végzett száraz megmunkálásakor fellépő, a megmunkáláskor keletkező, kemény és erősen koptatóan ható részecskék, illetőleg porok okozta kopási problémák elkerülése. A konkrét feladat a gyémántréteg kopási sebességének csökkentése és az éltartam meghosszabbítása. Az éltartamot elsősorban a forgácsoló szerszámok élfelületein és mellék-élfelületein bekövetkező kezdeti kopás csökkentésével kell meghosszabbítani. Ezen kívül a szerszám felületét a gyémánt



felületének rugalmas alátámasztásával védeni kell a mechanikai kopási jelenségek ellen, továbbá javítani kell a forgács elvezetését.

Ezt a feladatot a gyémántbevonatú keményfém vágószerszám tekintetében a találmány értelmében úgy oldjuk meg, hogy a gyémántréteg polikristályos és a gyémántkristályok statisztikusan vannak tájolva, továbbá hogy a szénrétegnek amorf struktúrája van, amelyben a szénatomok kovalens sp^3 -kötéseinek részaránya 70 %-nál kisebb.

A feladatot a találmány szerinti gyémántbevonatú keményfém vágószerszámot előállító eljárás tekintetében úgy oldjuk meg, hogy a keményfém alaptestet gőzfázisból történő kémiai rétegelőállítással 800°C feletti hőmérsékleten kristályos gyémántréteggel vonjuk be, majd gőzfázisból történő fizikai rétegelőállítással újraporlasztjuk az alapprofilból kiálló gyémántkristályokat, és ekkor az sp^3 -gyémántbevonat sp^2 kettős kötésekké változik, majd gőzfázisból történő fizikai rétegelőállítással 500°C alatti hőmérsékleten szénrel vonjuk be, aminek során a szénréteg reaktív gáz hozzáadása révén amorf struktúrában alakul ki.

Bebizonyosodott, hogy rugalmas szénrétegek beágyazása a kristályos gyémántfelület közbenső tereibe jobb kopási viselkedést hoz létre, és ekkor a rétegekre válást a gyémántréteg és a szénréteg határfelületén megakadályozza egy járulékos kemiszorpciós réteg, amely szívósabb átmenetet képez. Ezen kívül elkerüljük a por alakú részecskék beakadását a gyémántrétegbe,



illetőleg az összetorlódást a forgácscsatornában, úgyhogy az újszerű szerszámnak hosszú lesz az éltartama.

Az sp^2 - és sp^3 -réteg definíciója tekintetében utalunk a H. Haken és H. C. Wolf „Atom- und Quantenphysik” c. művére (3. kiadás, pp. 416-419). Elvben „újraporlasztódási” (re-sputter) folyamatról van szó. Ennek során a gyémántréteg szélterületéből C-atomok oldódnak ki, úgyhogy a gúla alakú háromdimenziós sp^3 -elrendezésből kétdimenziós sp^2 -réteg keletkezik. A réteg felépítésének változását különböző eljárásokkal lehet láthatóvá tenni. Ilyen eljárás például a RAMAN-féle spektroszkópia.

Találmányunkat annak példaképpen kiviteli alakjai kapcsán ismertetjük részletesebben ábráink segítségével, amelyek közül az

1. ábra egy találmány szerinti forgácsoló szerszám elvi felépítése, a

2. ábra a találmány szerinti előállítási eljárás tömbvázlata, a

3. ábra a reakció feltétele rugalmas C-struktúrák előállításához.

Az 1. ábrán látható egy kerámia keménymetall 1 alaptest, amely különböző anyagokból állhat. Az 1 alaptest előállítható például karbidkerámia anyagokból, így volfrám-karbidból és titánkarbidból, amelyek 5-10 % kobaltot tartalmaznak.

Az 1 alaptesten polikristályos 2 gyémántréteg van, amely gőzfázisból kémiai rétegelőállítással viszünk fel. A kemény 1 alaptesttől elmutató oldalon a réteg élei élesek, és

statisztikusan tájolt, szabadon álló 4 kristályfelületeket és 5 közbenső tereket tartalmaz.

A gyémántréteg legfelső kristályainak szélső övét különleges újraporlasztási (re-sputter) folyamattal úgy alakítjuk át, hogy ott az eredeti sp^3 -gyémántkötések helyett sp^2 -kötésekben szén lesz. A gyémántkristályok felületébe ezzel leheletvékony kemiszorpciós réteg nő bele. Ez tapadó alapként szolgál a rugalmas szénréteggel való későbbi bevonáshoz. A rugalmas szénréteg ugyancsak grafithez hasonló sp^2 -szénkötéseket és gyémánthoz hasonló sp^3 -kötéseket tartalmaz.

Az újraporlasztást követően a felületen sp^2 -kötésű szén tartalmazó, kristályos 2 gyémántréteg 5 közbenső tereibe gőzfázisból fizikai rétegelőállítással amorf, grafithez és gyémánthoz hasonló 3 szénréteget viszünk fel. A struktúra az ismert amorf szénréteg utánzata, de a felépítése többréteges oly módon, hogy a lágyabb sp^2 -kötéseknek a keményebb sp^3 -kötésekhez viszonyított aránya 1:2 és 2:1 között váltakozik. Ennek következtében a rétegben leépülnek a sajátfeszültségek, úgyhogy a rétegnek a gyémánt mikrokeménységéhez (8000-10000 HV) képest kisebb a mikrokeménysége (1000-2000 HV). Ugyanakkor a többréteges struktúra szívóssági értékei jóval magasabbak.

A szénrétegnek szabadon alakítható térfogatú amorf struktúrája és a többrétegűsége következtében csillapító tulajdonságai vannak, és a szénréteg a 2 gyémántréteg egyes gyémántkristályai közötti 5 közbenső terekben van. Felveszi a por alakú forgács vagy kemény anyagrészecskék felpattanási energiáját és lehetővé teszi a 4 kristályfelületek védelmét a mechanikai kopástól. A

második előny a forgács akadálytalan mozgása a forgácscsatornában.

A 2. ábrán vázlatosan ábrázoltuk a találmány szerinti forgácsoló szerszám előállítására szolgáló eljárás egyes lépéseit. A gőzfázisból kémiai rétegelőállítási eljárással készült kristályos gyémántréteget a szokásos feltételek között izzószálas (hot filament), gőzfázisból történő kémiai rétegelőállítási folyamatban kezeljük. Ennek során a folyamatban alkalmazott gázokként hidrogént és metánt vezetünk át 2000°C hőmérsékleten egy forró izzószál felett. A folyamatban alkalmazott gázokat termikusan aktiváljuk. Így nagy mennyiségű atomi szén szabadul fel, és a szemben lévő hordozón finomkristályos gyémánthártyaként leválik.

Ezt követően a gyémántréteg legfelső szélővezetét gőzfázisból fizikai rétegelőállítási technikával $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten, argon atmoszférában újraporlasztjuk. Ekkor a szénatomok kristályelrendezését a nagy energiájú argonionokkal való bombázás megzavarja. Az argonionok becsapódásakor az impulzusátvitel feltöri az sp^3 -kötéseket, és a szénatomok átrendeződnek. A kilökött szénatomok részben megint kondenzálódnak az újraporlasztáskor képződött atomi hézagokban, úgyhogy sp^2 -kötésű szénből álló vékony réteg keletkezik. Mivel ez az amorffá vált gyémánt felületi réteg felépítését tekintve nagyon közel áll a később levált, amorf, grafithoz és gyémánthoz hasonló alkotóelemekből álló, rugalmas szénréteg felépítéséhez, ezért kitűnő alap képződik ennek a rétegnek a kémiai megkötéséhez. Így a gyémántréteg bensőségesen összenő a csillapító réteggel.

A szívósabb, lágyabb csillapító réteget gőzfázisból fizikai

rétegelőállítással, szén céltárgyak (target) porlasztása útján választjuk le. A hőmérséklet 250 és 300°C között különböző, és ugyanígy a nitrogén aránya is (3. ábra) attól függően, hogy a réteget grafithoz hasonlóbban vagy gyémánthoz hasonlóbban alakítjuk ki. A réteg alkalmazási hőmérséklete 450°C körül van, a súrlódási tényező 0,1 és 0,3 között van.

Az amorf 3 szénréteg a 2 gyémántréteg felületén lévő érdeségi csúcsokat rugalmasan rugózza, és a forgács elvezetésének javítása következtében szavatolva van a hő különösen kedvező elvezetése a forgácsolási zónából.

A találmány egyik előnyös alkalmazásában a gyémántbevonatú keményfém vágószerszám mellékélei és forgácscsatornái amorf, grafitosított szénnel vannak bevonva. Ez csökkenti a torlódási jelenségeket a forgácsoláskor keletkező porrészecskék lecsúszásakor. Az amorf szénréteg mintegy felütközési felületként és száraz kenőanyagként hat, és lehetővé teszi a forgács akadálytalan kicsúszását. Ezáltal grafit vagy nyersdarab testek forgácsolásakor az előtolás kb. 30 %-kal növelhető, és ugyanakkor az éltartam hosszabb lesz.

Összehasonlító vizsgálat az éltartam értékeléséhez

Alkalmazási paraméterek:

a grafit típusa:	finomszemcsés, szemcseméret 3-5 μm
a maró átmérője:	8 mm
forgácsolási sebesség:	$V_c = 450 \text{ m/p}$ $a_c = 16 \text{ mm}$
előtolási sebesség:	$f = 2500 \text{ m/p}$ $a_p = 8 \text{ mm}$

ábra

Az éltartam értékelésének kritériumai: a kopási jel szélessége 0,1.

	Éltartam vagy élút
Találmány szerinti szerszám	128 m
Gyémántbevonatú szerszám	120 m

A réteg tapadási vizsgálata során további összehasonlításra szolgált a karcolási vizsgálat. Ennek folyamán meghatároztuk az a kritikus terhelést, amelynél felléptek a szénréteg első leválásai. Ezt tekintettük a szénrétegből és gyémántrétegből álló anyagegyüttes koherenciája mértékének. A kritikus terhelések a gyémánthoz kötött szénrétegen lévő kemiszorpciós rétegnél 10,8 N körül, míg az újraporlasztási közbenső lépés nélkül előállított rétegeknél 2,7 N körül voltak. Eszerint a réteg koherenciáját az új eljárás jelentősen javította. Ez az összréteg nagyobb szívósságát eredményezte.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Gyémántbevonatú keményfém forgácsoló szerszám, amely hor-
dozóra felvitt, zárt alapprofílt képező gyémántrétegből (2) és
az erre leválasztott szénrétegből (3) áll, azzal jellemezve,

hogy a gyémántréteg (2) polikristályos és a gyémántkristá-
lyok statisztikusan vannak tájolva,

hogy a szénrétegnek (3) amorf struktúrája van, amelyben a
szénatomok kovalens sp^3 -kötéseinek részaránya 70 %-nál kisebb.

2. Az 1. igénypont szerinti gyémántbevonatú keményfém vágó-
szerszám, azzal jellemezve, hogy a statisztikusan tájolt gyé-
mántréteg (2) legfelső rétegének gyémántkristályai a réteg 2-10
 μm összvastagsága esetén legalább 0,5 μm -rel túlnyúlnak az alap-
profilon (6), és szénrétegnek sp^2/sp^3 -kötésű szénatomokat tar-
talmazó, többretegű felépítése van, és ezek között nitrogén
atomok vannak 1-3 μm összvastagság esetén.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti gyémántbevonatú kemény-
fém vágószerszám, azzal jellemezve, hogy az amorf szénréteget a
gyémántréteggel kémiaiilag a gyémántréteg (7) kristályok
kemiszorpciós réteggént kialakított szélővezete köti össze, és
kölcsonös elektronpár-kötés áll fenn.

4. Az 1-3. igénypontok bármelyike szerinti gyémántbevonatú
keményfém vágószerszám, azzal jellemezve, hogy az atomok a gyé-
mántréteg (7) szélrészén legalább 70 %-ban sp^2 -kötésekben vannak
elrendezve.

5. Az 1-4. igénypontok bármelyike szerinti gyémántbevonatú
keményfém vágószerszám, azzal jellemezve, hogy a szénrétegből és

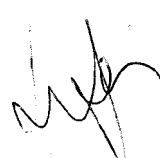
gyémántrétegből álló anyagegyüttesnek az Lc jellemzővel (karcolási vizsgálattal mért kritikus terhelés) kifejezett terhelhetősége egy közbeiktatott kemiszorpciós réteggel együtt több, mint háromszorosa a kemiszorpciós réteg nélküli értéknek.

6. Eljárás az 1-5. igénypontok bármelyike szerinti gyémántbevonatú keményfém vágószerszám előállítására, azzal jellemezve, hogy a keményfém alaptestet gőzfázisból történő kémiai rétegelőállítással 800°C feletti hőmérsékleten kristályos gyémántréteggel vonjuk be, majd gőzfázisból történő fizikai rétegelőállítással újraporlasztjuk az alapprofilból kiálló gyémántkristályokat, és ekkor az sp³-gyémántbevonat sp² kettős kötéseké változik, majd gőzfázisból történő fizikai rétegelőállítással 500°C alatti hőmérsékleten szénnel vonjuk be, aminek során a szénréteg reaktív gáz hozzáadása révén amorf struktúrában alakul ki.

7. A 6. igénypont szerinti eljárás, azzal jellemezve, hogy a polikristályos gyémántréteg szélövezetében a szénkötést újraporlasztás útján, 300-400°C hőmérsékleten az atomok átrendezésével sp³-kötésből sp²-kötéssé építjük át, majd grafit céltárgyak gőzfázisból fizikai rétegelőállítással porlasztása útján, 250-300°C hőmérsékleten amorf szénréteget képezünk.

A meghatalmazott

Mészárosné Dónusz Katalin
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Szabadalmi Ügyvivői Iroda
tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 461-1000 Fax: 461-1099

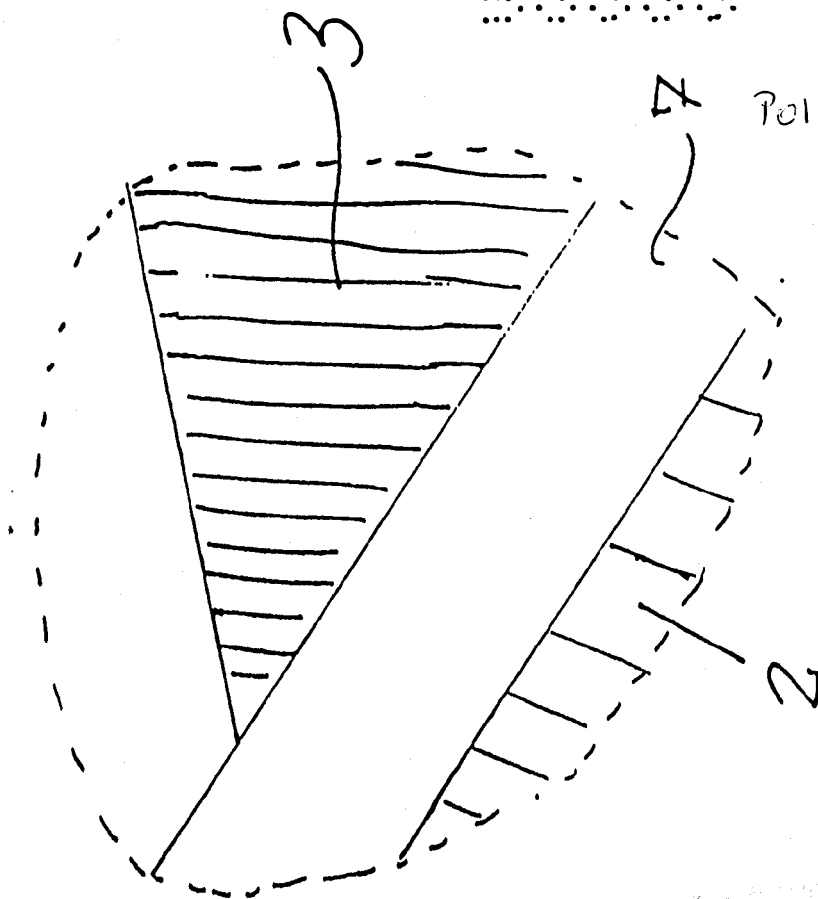
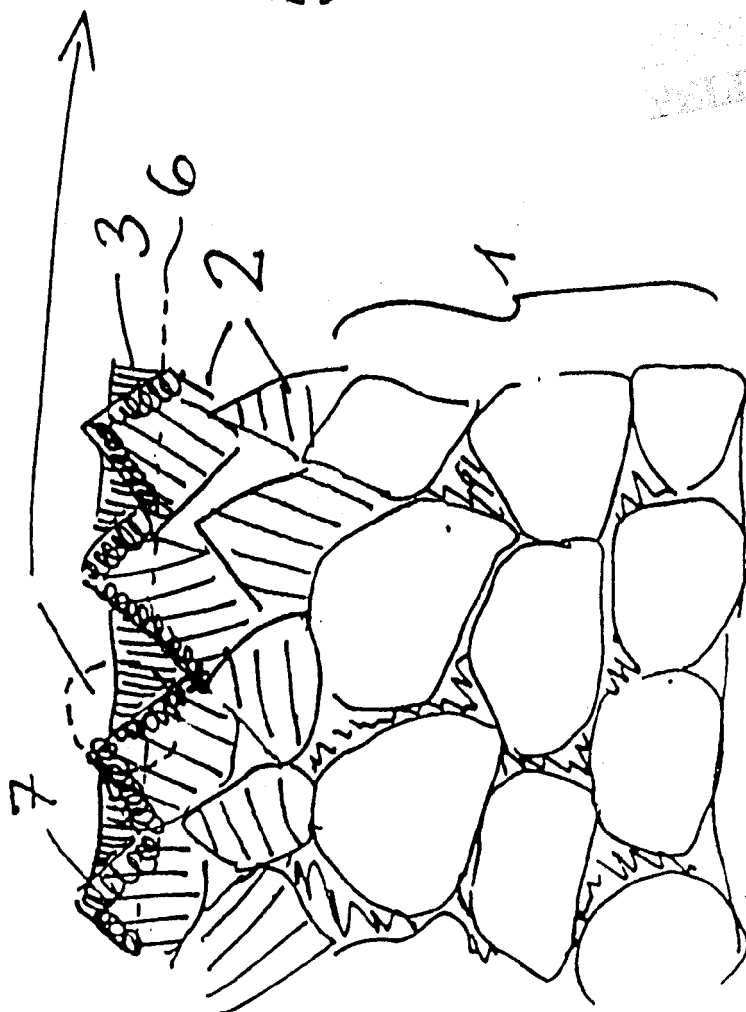


A találmány szerinti rétegfelépítés elvi ábrázolása

I. Mikroszkopikus tartomány, méret
arány 1:20000

II. Szubmikroszkopikus tartomány
méretarány: 1: 1400000

Fig. 1



00000

Pol 03446

TALÁLMÁNY
FELDÁNY

Fig. 2

POL 03446

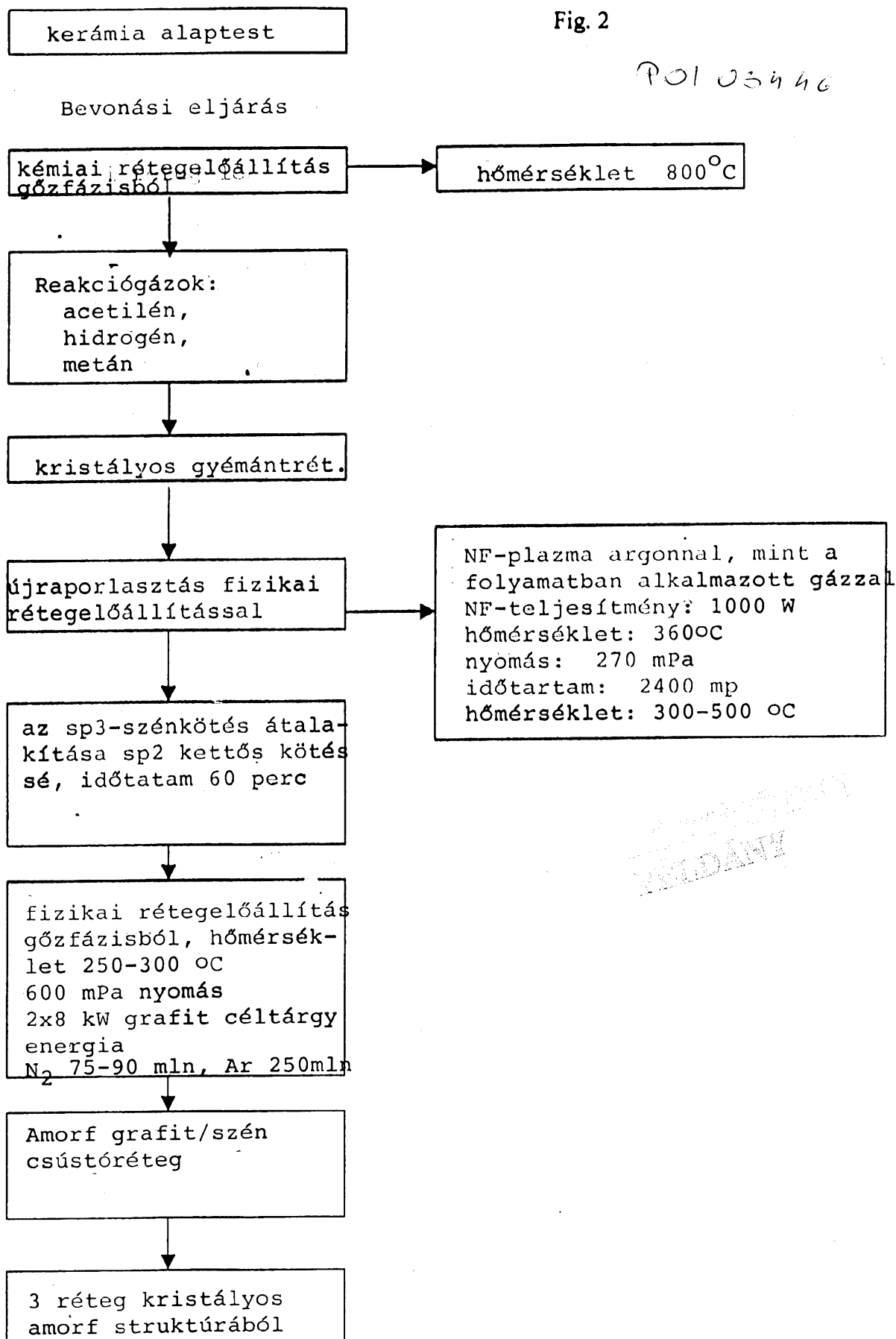




FIG 3.

P0103446

1977.03.03
TÁJÉKOZTATÓ
KÖZLEMÉNY

A reakció feltételei különböző C-réteg struktúráknál
Leválasztás grafit céltárgyak grafitporlasztásával.

	Gyémánthoz hasonló szénréteg	grafithoz hasonló szénréteg
atomi struktúra	70 % sp ³ 30 % sp ²	30 % sp ³ 70 % sp ²
kamranyomás	600 mPa	670 mPa
parciális nyomás,	0,3	0,4
P _{N2} /p _{Ar} arány		
hőmérséklet	< 270°C	> 270°C