



(19) Országkód

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

219 793 B

(21) A bejelentés ügyszáma: 2587/90

(22) A bejelentés napja: 1990. 04. 26.

(30) Elsőbbségi adatok:

A 1021/89 1989. 04. 28. AT

(51) Int. Cl.⁷

C 22 C 38/10

(40) A közzététel napja: 1992. 02. 28.

(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 2001. 08. 28.

(72) Feltalálók:

dr. Heiss, Siegfried, Böhlewerk (AT)

dr. Pacher, Oskar, Graz (AT)

(73) Szabadalmaz:

Vacuumschmelze GmbH, Hanau (DE)

(74) Képviselő:

Machytko János, S. B. G. & K. Budapesti Nem-
zetközi Szabadalmi Iroda, Budapest

(54)

Permanens mágnes (mágnesanyag), valamint eljárás ennek előállítására

KIVONAT

A találmány szinterezett RF-Fe-B permanens mágnesnyersanyagra, valamint az ennek előállítására szolgáló eljárásra vonatkozik (itt RF ritkaföldfémeket jelent). A mágneses jellemzők javítására a találmány azt javasolja, hogy a mágneses fázis szemcsehatárán, illetve szemcsehatáránál és/vagy a szemcsehatár tartományában legyen oda-, illetve beleágyazva előnyös módon $\text{RF}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ala-

kú vegyület, ahol RF a ritkaföldfémek csoportjának legalább valamelyik eleme, például neodímium, és/vagy praeodímium és/vagy holmium és/vagy diszprózium, ötvözőadalékként legalább a nehéz ritkaföldfémek csoportjából egy további elem, például diszprózium és/vagy terbium és/vagy legalább a ritkaföldfémek csoportjából egy elem vegyülete, különösképpen oxidja.

HU 219 793 B

A találmány színterezett RF-Fe-B permanens mágnesre (mágnesanyagra) vonatkozik. Ezenkívül a találmány a RF-Fe-B permanens mágnes (mágnesanyag) előállítására szolgáló eljárásra is vonatkozik olyképpen, hogy az alapanyag alkotóelemeit metallurgiai olvasztással állítjuk elő, ezután porítjuk, mágneses térben préseljük és ezt követően színterezzük (itt RF – ritkaföldfémeket jelent. Fordító).

A 126 802 számú EP szabadalmi leírásból ismertek az olyan permanens mágnesek, amelyek egyebek között ritkaföldfémeket, bórt és adott esetben kobaltot tartalmaznak. Ezek az elemek az alkalmazott eljárási jellemzők következtében a mágneses fázisban homogén eloszlásúak. A mágnesek előállításánál olyképpen járnak el, hogy a metallurgiai olvasztással előállított kiindulóötvözetet megőrlik, ezután a port mágneses térben préselik, majd ezt színterezés és hőkezelés követi.

A 101 552 számú EP szabadalmi leírásból ismertek továbbá olyan permanens mágnesek, amelyek ritkaföldfémeket, bórt és adott esetben további adalékelemeket tartalmaznak. Ezeknél a mágneseknél mindenestre a mágneses főfázisnak állandó összetételű fémközi kapcsolattal kell rendelkeznie, ami valamennyi elem homogén eloszlását meghatározza. Ennél a kiviteli alaknál azonban hátrányos az ötvözet oldaláról a kiindulóötvözet előállításánál a nagy ráfordítás, mert annak különösen tisztának kell lenni ahhoz, hogy a kritikus tisztátalanságokat elkerüljük. Ettől eltekintve ezeknek a mágneseknek a mágneses adatai erősen szóródnak és a reprodukálhatóságuk rossz.

A találmány célja az ismert mágnesek, illetve ezek előállítási eljárása hátrányainak megszüntetése és olyan, ritkaföldfémeket tartalmazó permanens mágnesek előállítása, amelyeknek a hőmérsékleti stabilitása jó. Ezenkívül a mágneses jellemző értékek szórását új és javított előállítási eljárással csökkenteni kell.

A bevezetésben említett jellegű permanens mágneseknél (mágneses anyagoknál) ez a cél oly módon érhető el, hogy a mágneses fázis szemcsehatárán és/vagy a szemcsehatár tartományában oda-, illetve beágyazva előnyös módon $\text{RF}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ alakú vegyület van, ahol RF legalább a ritkaföldfémek csoportjának valamelyik eleme, előnyös módon neodímium és/vagy diszprózium és/vagy prazeodímium és/vagy holmium, ötvözőadalékként legalább a nehéz ritkaföldfémek csoportjából egy további elemnek, előnyösen gadolíniumnak, holmiumnak, diszpróziumnak és/vagy terbiumnak és/vagy legalább a ritkaföldfémek csoportjából egy elem, előnyösen nehéz ritkaföldfém, különösképpen oxid és/vagy nitrit alakjának fémképző, adott esetben oxidképző vegyülete, adott esetben a szemcsehatár menti ötvözet adalékával együtt, beleértve legalábbis a kobalt, a króm, az alumínium, a titán és/vagy a tantál elemek egyikének oxidját és/vagy nitritjét és/vagy boridját.

A bevezetőben említett jellegű eljárást a találmány szerint az jellemzi, hogy metallurgiai olvasztással előállított, porított kiinduló nyersanyag a porított ötvözőadalékkal, nevezetesen a nehéz ritkaföldfémek csoportjának legalább egyik elemével, előnyös módon gadolíniummal és/vagy holmiummal és/vagy diszpró-

ziummal és/vagy terbiummal és/vagy legalább egy, legalább ritkaföldfémeket is tartalmazó, előnyös módon termodinamikailag stabil, adott esetben fém-oxidot képező vegyülettel, különösképpen oxiddal és/vagy nitriddel, adott esetben a porított szemcsehatár-ötvözőanyagokkal, amelyek legalábbis a kobalt, a króm, az alumínium, a titán vagy a tantál elemek egyikének oxidjából és/vagy nitritjéből és/vagy boridjából állnak, össze van vegyítve és ezután mágneses térbeli irányítás mellett az ötvözőadalékokkal és adott esetben a szemcsehatár ötvözőadalékaival együtt van préselve és színterezve. A találmány szerinti műveleti módszer segítségével, amely a szemcsehatár ötvöztéstechnikájának új útját jelenti, egész sor előny érhető el, amennyiben a szemcsehatárokon különleges diffúziós zónák jönnek létre, illetve a mágneses fázis szemcsehatár-tartományában adalékanyagok feldúsulása következik be, amivel a doménfalak elmozdulásának megakadályozását érhetjük el egyidejűleg kisebb szemcsenagyság mellett. Ezzel fokozott koercitív erő érték adódik egyidejűleg nagyobb remanenciával, illetve a $BH_{\max}$ energiaszorzat növekedéssel párosulva.

A találmány szerinti új permanens mágnesnek (mágnesanyagnak) különleges jellemzője a fajlagos elemfeldúsulás a szemcsehatáron, illetve a szemcsehatár tartományában, illetve koncentrációgradiens kialakulása a mágneses fázis szemcsehatáránál. Ez a koercitív erő hőmérsékletfüggését kifejezetten kedvezően befolyásolja és szobahőmérsékleten, valamint különösen megnövelt hőmérsékleten egyidejű nagy remanencia mellett kedvező érték adódik. Ezeknek a tulajdonságoknak a következtében a találmány szerinti mágnesanyag alkalmazhatósága 180°C feletti hőmérsékleti munkatartományra olyképpen terjeszthető ki, hogy a curie-hőmérséklet 500°C felett van.

Különösen jó mágneses értékek adódnak akkor, ha az ötvözőadalékokat, azaz a kiinduló nyersanyaghoz hozzáadott elemeket, illetve vegyületeket a nehéz ritkaföldfémek csoportjából választjuk ki és termodinamikailag stabil, előnyös módon a ritkaföldfémek oxidjait képező vegyületeket építünk be, illetve ötvözzük hozzá olyképpen, hogy előnyös módon a mikrodiffúzió során létrejövő koncentrációgradiens $5\ \mu$, előnyösen $5\ \mu$ alatti. A szemcsehatár ötvözőadalékának is termodinamikailag stabil vegyületnek kell lennie.

A szemcsehatár dúsításának találmány szerinti hatását részleges feloldásra és ismételt kiválási folyamatra vezethetjük vissza, ami teljesen meglepő módon a mágneses fázis átlagos szemcsenagyságát csökkenti.

A találmány egyik előnyben részesülő kiviteli alakja esetében az alapanyagban 15 atomszázalék (± 5 atomszázalék) ritkaföldfém, 77 atomszázalék (± 10 atomszázalék) Fe és 8 atomszázalék (± 5 atomszázalék) B van. Az alapanyag összetételében bizonyos változások ilyen módon lehetségesek; hasonlóan különböző ritkaföldfémek bejuttatása az alapanyagba, illetve az ötvözőolvadékba, egyedül vagy kombináltan, lehetséges.

Bebizonyosodott, hogy a doménfalak elmozdulásának elkerülésére elegendő az, ha az ötvözőolvadék az alapanyag 0,2–2,5 súlysúlyszázalékát, előnyös módon

0,8–2 súlysázalékát, különösképpen 1–1,5 súlysázalékát teszi ki. Az ötvözőadalekban nagyobb mennyiség az alapanyag jellemzőit nem kívánt módon befolyásolja.

Azért, hogy a porított alapanyag felszíne jól érintkezzen a porított ötvözőadalekkel, a találmány szerint az szükséges, hogy az ötvözőadalek szemcséi kisebb méretűre legyenek őrölve, mint 5 μ , előnyösen kisebbre mint 1 μ , de különösen kisebbre mint 0,5 μ , a metallurgiai olvasztással előállított alapanyag szemcséi pedig kisebb méretűre legyenek aprítva, mint 200 μ , előnyösen kisebbre mint 100 μ , különösképpen nagy energiájú aprítással kisebbre mint 50 μ . A találmány szerint úgy járunk el, hogy a porított ötvözőadalekot és az aprított alapanyagot az összekeverítéshez együtt őröljük addig, amíg az alapanyag szemcséinek a mérete kisebb nem lesz, mint 30 μ , előnyösen kisebb mint 20 μ , különösképpen kisebb mint 15 μ . Az együttes őrlés következtében a homogenizálás mellett fellép a finom ötvözőadalek megtapadása az alapanyag felaprított részein, ami az ezt követő szinterelési műveletet kifejezetten kedvezően befolyásolja. Lényegében az alapanyagot ekkor teljesen körül lehet venni a finomabb porral.

A szinterelésnél oly módon járunk el, hogy a vákuumban a szinterezést olyan sokáig folytatjuk, amíg a szemcsehatárokon, illetve a szemcsehatárokonban az ötvözőadalek feldúsulása megtörténik, illetve amíg a mikrodifúzió által a mágneses fázisban a szemcsehatárokon olyan koncentrációgradiens nem alakul ki, amely az 5 μ -t, előnyösen az 1 μ -t, de különösképpen a 0,5 μ -t lényegesen nem haladja meg. Ilyenkor előnyös az, ha nem tovább, mint 20 perc, előnyösen 10–20 perc között, különösképpen körülbelül 15 percig tart a szinterelés, illetve adott esetben a szinterelés csak olyan sokáig folytatódik, hogy ne következzen be a hozzáadott vegyületek felbomlása, illetve teljes diffúziója, különösképpen a képződött ritkaföldfémek oxidjainak, illetve a szemcsehatár ötvözőadalekainak a teljes szétesése. Az ötvözőadalekok túlzott lerakódása az anyag mágneses tulajdonságait rontja; a ritkaföldfémek hozzáadott vegyületeinek nem kívánt szétesése (például az oxidok felbomlása) például ezeknek a fémeknek a feloldását eredményezheti a mágneses fázisban.

A következőkben a találmányt táblázat, rajz és példa segítségével közelebbről ismertetjük.

A csatolt rajz az 1. ábrán olyan folyamatábrát tüntet fel, amely a találmány szerinti eljárás lépéseit vázlatosan adja meg. A 2. ábra a lerakódás, illetve a koncentrációeloszlás menetét tünteti fel.

Az alábbiakban a találmány szerinti eljárás menetét az 1. ábrán látható vázlatos folyamatábra alapján ismertetjük. Kiindulva a metallurgiai olvasztással előállított alapötvetből, ennek az ötvözetnek az aprítása előnyös módon 50 μ -nál kisebb méretű por létrehozásáig folytatódik. A kiválasztott ötvözőadalekot ugyancsak porítjuk, illetve őröljük, előnyös módon 5 μ -nál kisebb méretű szemcsék eléréséig. Ezt a két port ezután együtt őröljük addig, amíg a metallurgiai olvasztással előállított alapanyag szemcséi előnyös módon 10 μ -nál, illetve 15 μ -nál kisebb méretűvé nem válnak. Ezt a port, lé-

nyegében olyan homogén szemcseeloszlással, amit adott esetben homogenizálóművelet után lehetne elérni, ezután a kívánt formára préseljük mágneses térben, és ezt követően 900 °C–1200 °C közötti hőmérsékleten szinterezzük.

Ha olyan alapanyagból indulunk ki, ami 15 atomszázalék ritkaföldfém, 77 atomszázalék vasat és 8 atomszázalék bört tartalmaz olyképpen, hogy ritkaföldfémként előnyös módon neodímiumot választunk, akkor a metallurgiai olvasztással előállított alapanyagban három kivált fázist nyerünk a következő összetétellel. Az első fázis, amely körülbelül 90–95 térfogatszázalékot tesz ki, 1,8 atomszázalék neodímium, 82,4 atomszázalék vas és 5,8 atomszázalék bór összetétellel, a mágneses fázist képezi. Második fázisként körülbelül 5–10 térfogat%-os mennyiségben, körülbelül 11,1 atomszázalék neodímium, 44,4 atomszázalék vas és 44,4 atomszázalék bór összetétellel kapunk egy fázist olyképpen, hogy a ritkaföldfémek 1:4 arányát a vashoz képest bizonyos mértékig változtatni lehet [például (1+ ϵ):4 arányban]. További fázisként 5 térfogatszázalékig terjedő mennyiségben neodímiumban gazdag fázist nyerünk olyképpen, hogy az utóbbi két fázis nagymértékben paramágneses. Azért, hogy a mágneses anyagban ez a három fázis homogén eloszlású legyen, a porítást, illetve az alapanyag őrését végezzük el. Egyidejűleg ennek a homogenizálásnak, illetve aprításnak az a célja, hogy mivel a szinterelési folyamat közben az első mágneses fázis nem olvad meg, a további fázisok fel-, illetve megolvadásával a szinterezett munkadarab kötése létrejöjjön. Ezek a további felolvadó fázisok ezenfelül a hozzáadandó ötvözőolvadékok hordozóit is jelentik, és ezekkel együtt diffundálnak be a mágneses fázis szemcsehatártartományába, illetve ott lerakódnak. A lerakódást vázlatosan a 2. ábrán láthatjuk, ahol az ötvözőadalekok koncentrációváltozása két szemcse határa mentén van feltüntetve. Látható a két szemcse közötti határon lerakódó ötvözőadalek, amely a doménfalak elmozdulását megakadályozza és ezzel a mágneses fázis koercitív erejét megnöveli.

A mellékelt 1. táblázat az előnyös összetételű ötvözetekre a találmány segítségével elérhető $BH_{\max}$ értéket adja meg 25 °C-nál és 160 °C-nál. Látható, hogy a maghatár ötvözetű alapanyagok általában jobb $BH_{\max}$ energiaszorozattal tűnnek ki, eltekintve attól, hogy jobb hőmérsékletálló képesség és egyszerűbb előállítás is adódik.

A csatolt 2. táblázat a találmány szerinti ötvözőadalekokat tartalmazza úgy, amint azok az 1. táblázatban található alapanyagokhoz vannak hozzáadva.

Példa

Az Nd (33 súlysázalék), Fe (53 súlysázalék), Co (13 súlysázalék) és B (1 súlysázalék) összetételű ötvözetet kisebb, mint 100 μ -os szemcseméretre aprítjuk és finomra őrölt (5 μ alatti) Dy_2O_3 -al tovább őröljük. Az együttes őrlés hatására belsőleg homogén keverék jön létre a két por között. A finom por homogén keverékét mágneses térben felmágnesezzük, irányítjuk és összepréseljük. A nyersterméket 1000 °C és 1100 °C között

szinterezzük és ezt követően 600 °C és 900 °C között hőkezeljük. A mágnes remanenciája szobahőmérsékleten 1,2 T és 160 °C-on körülbelül 1,1 T-ra csökken. A koercitív erő szobahőmérsékleten 1400 kA/m, ami 160 °C-on 650 kA/m-re csökken. A maximális energiaszorzat 280 kJ/m³ és 240 kJ/m³ között változik a 20 °C és a 160 °C közötti hőmérséklet-tartományban.

A diszpróziumnak a kemény mágneses (Nd, Dy)₂Fe₁₄B szemcsékben az inhomogén eloszlása következtében, de különösképpen a szemcsekeresztmetszet mentén a növekvő Dy-tartalommal a szemcsehatárok felé a diszpróziium koncentrációgradiens következtében, a Co-tartalmú RF-Fe-B permanens mágneseknél is, meg-növekedett curie-hőmérséklettel ezeknek a mágneseknek az alkalmazása lehetséges 160 °C felett is a koercitív erő növekedése alapján.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Szinterezett RF-Fe-B permanens mágnes (mágnesanyag), *azzal jellemezve*, hogy a mágneses fázis szemcsehatárán, illetve szemcsehatáránál és/vagy a szemcsehatár tartományában oda-, illetve beágyazva előnyös módon RF₂Fe₁₄B alakú vegyület van, ahol RF legalább a ritkaföldfémek csoportjának valamelyik eleme, előnyös módon neodímium és/vagy diszpróziium és/vagy praezodímium és/vagy holmium, ötvözőadalekként legalább a nehéz ritkaföldfémek csoportjából egy további elemnek, előnyösen gadolíniumnak, holmiumnak, diszpróziumnak és/vagy terbiumnak és/vagy legalább a ritkaföldfémek csoportjából egy elem, előnyösen nehéz ritkaföldfém, különösképpen oxid és/vagy nitrit alakjának fémképző, adott esetben oxidképző vegyülete, adott esetben a szemcsehatár menti ötvözet adalekéval együtt, beleértve legalábbis a kobalt, a króm, az alumínium, a titán és/vagy a tantál elemek egyikének oxidját és/vagy nitritjét és/vagy boridját.

2. Az 1. igénypont szerinti permanens mágnes (mágnesanyag), *azzal jellemezve*, hogy a szemcsehatárnál, illetve a szemcsehatár tartományában a hozzákapcsolódás, illetve beágyazódás vastagsága 0,005–10 µ, előnyös módon 0,05–1 µ, különösképpen 0,05–0,5 µ.

3. Az 1. vagy a 2. igénypont szerinti permanens mágnes (mágnesanyag), *azzal jellemezve*, hogy az alapanyag 15 atomszázalék (±5 atomszázalék) ritkaföldfém, 77 atomszázalék (±10 atomszázalék) Fe-t és 8 atomszázalék (±5 atomszázalék) B-t tartalmaz.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti permanens mágnes (mágnesanyag), *azzal jellemezve*, hogy a vasat 30 atomszázalékgig kobalt helyettesíti.

5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti permanens mágnes (mágnesanyag), *azzal jellemezve*, hogy az ötvözőadalek az alapanyag 0,2–2,5 súlysázalékát, előnyös módon 0,8–2 súlysázalékát, különösképpen 1–1,5 súlysázalékát teszi ki.

6. Eljárás RF-Fe-B permanens mágnes(ek) (mágnesanyagok) előállítására, amelynél az alapanyag alkotórészei metallurgailag olvasztással készülnek, ezután ezt porítják és mágneses térben összepréselik, majd ezt

követően szinterezik, különösképpen az 1–5. igénypontok bármelyike szerinti permanens mágnes(ek) (mágnesanyagok) előállítására, *azzal jellemezve*, hogy metallurgailag olvasztással előállított, porított kiinduló nyersanyag a porított ötvözőadalekkel, nevezetesen a nehéz ritkaföldfémek csoportjának legalább egyik elemével, előnyös módon gadolíniummal és/vagy holmiummal és/vagy diszpróziumnal és/vagy terbiummal és/vagy legalább egy, legalább ritkaföldfém is tartalmazó, előnyös módon termodinamikailag stabil, adott esetben fém-oxidot képező vegyülettel, különösképpen oxiddal és/vagy nitriddel, adott esetben a porított szemcsehatár-ötvözőanyagokkal, amelyek legalábbis a kobalt, a króm, az alumínium, a titán vagy a tantál elemek egyikének oxidjából és/vagy nitritjéből és/vagy boridjából állnak, össze van vegyítve, és ezután mágneses térbeni irányítás mellett az ötvözőadalekkel és adott esetben a szemcsehatár ötvözőadalekéival együtt van préselve és szinterezve.

7. A 6. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az ötvözőadalek szemcséinek méretét kisebbre őröljük 5 µ-nál, előnyös módon 1 µ-nál, különösképpen 0,5 µ-nál.

8. A 6., vagy a 7. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a metallurgailag olvasztással előállított alapanyag szemcséinek méretét kisebbre aprítjuk 200 µ-nál, előnyös módon 100 µ-nál, különösképpen 50 µ-nál kisebbre, különösen nagy energiájú aprítással.

9. A 6–8. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a porított ötvözőadaleket és a felaprított alapanyagot összekeverés céljából együtt őröljük addig, amíg az alapanyag szemcséinek 30 µ-nál, előnyös módon 20 µ-nál, különösképpen 15 µ-nál kisebb méretét el nem érjük.

10. A 6–9. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szinterezés vákuumban 800 °C és 1300 °C közötti, célszerűen 900 °C és 1200 °C közötti, előnyös módon 1000 °C-ig terjedő hőmérsékleten, különösképpen olyan hőmérséklet mellett történik, amelynél a mágneses fázis még nem, az alapanyag többi fázisa azonban legalábbis fel-, illetve megolvad.

11. A 6–10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy olyan sokáig végezzük a szinterezést, amíg a szemcsehatárokon, illetve a szemcsehatároknál (a szemcsehatár tartományában) az ötvözőadalek disszolválása megtörténik, illetve amíg mikrodiffúzióval a mágneses fázisban a szemcsehatárokon, illetve a szemcsehatároknál (a szemcsehatár tartományában) olyan koncentrációgradiens képződik, amely az 5 µ-t, előnyös módon az 1 µ-t, különösképpen a 0,5 µ-t lényegesen nem lépi túl.

12. A 6–11. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy nem tovább, mint 20 percig, előnyös módon 10-től 20 percig, különösképpen körülbelül 15 percig szinterezünk, illetve a szinterezést adott esetben csak olyan sokáig folytatjuk, hogy az ötvözőadalekként hozzáadott vegyület(ek), illetve a mindenkor maghatár-ötvözőadalekek elbomlása, illetve teljes diffúziója ne következzen be.

13. A 6–12. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy metallurgailag olvasztással

előállított alapanyagként 15 atomszázalék (± 5 atomszázalék) ritkaföldfémeket, 77 atomszázalék (± 10 atomszázalék) vasat és 8 atomszázalék (± 5 atomszázalék) bórt tartalmazó nyersanyagot használunk fel.

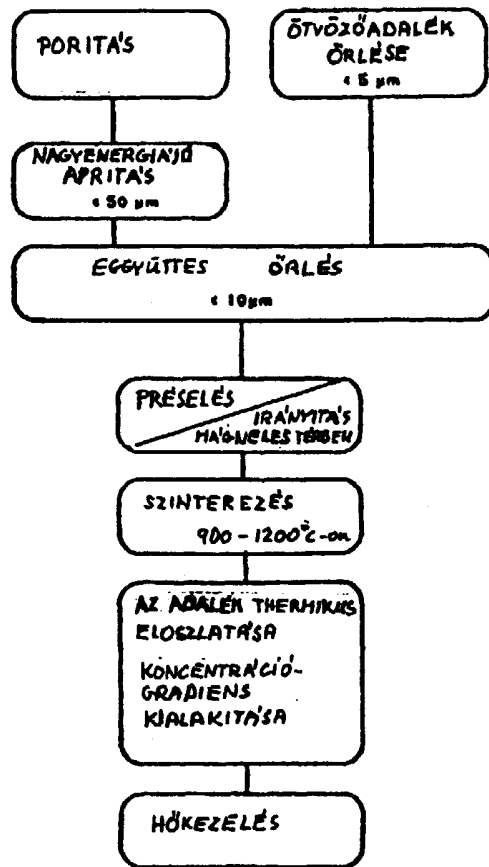
14. A 6–13. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a metallurgiai olvasztással előállított nyersanyagban a vasat 30 atomszázalékig kobalttal helyettesítjük.

15. A 6–14. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az ötvözőadaleket a metallurgiai olvasztással előállított porított alapanyag

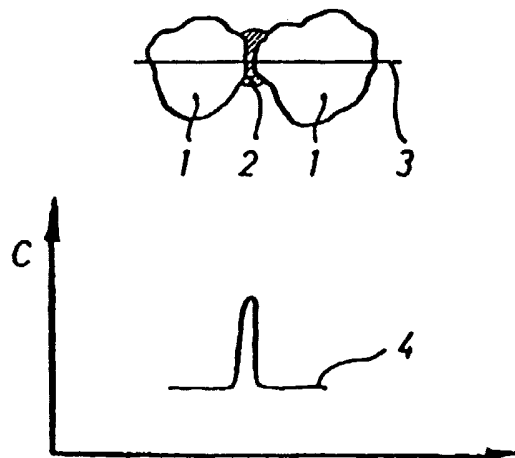
0,2–2,5 súlyszázalékát, előnyös módon 0,8–2 súlyszázalékát, különösen 1–1,5 súlyszázalékát kitevő mértékben adjuk ahhoz hozzá.

16. A 6–15. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy olyan alapanyagot használunk fel, amely ritkaföldfémként neodímiumot és/vagy diszpróziumot és/vagy holmiumot tartalmaz.

17. A 6–16. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szinterezett nyersanyagot hőkezelésnek vetjük alá a 350 °C-tól az 1200 °C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban.



1. ábra



2. ábra