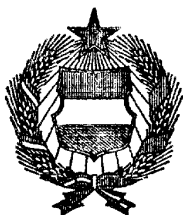


(19) HU

MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁGORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATALSZABADALMI
LEÍRÁS

B

(11) 194 755

A bejelentés napja: (22) 85. 05. 07.

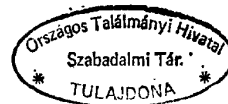
(21) (1719/85)

A bejelentés elsőbbsége:

(33)
US(32)
84. 06. 19.(31)
(622 131)

A közzététel napja: (41) (42) 86. 07. 28.

Megjelent: (45) 88. 08. 22.

Nemzetközi
osztályjelzet:
(51) NSZO₄
B 22 D 27/02

Feltaláló(k): (72)

Lowry Randolph Hugh, Broadway, Virginia, Wallace P. John,
Fairfield, Connecticut, US

Szabadalmaz: (73)

General Electric Company, New York, N. Y., US

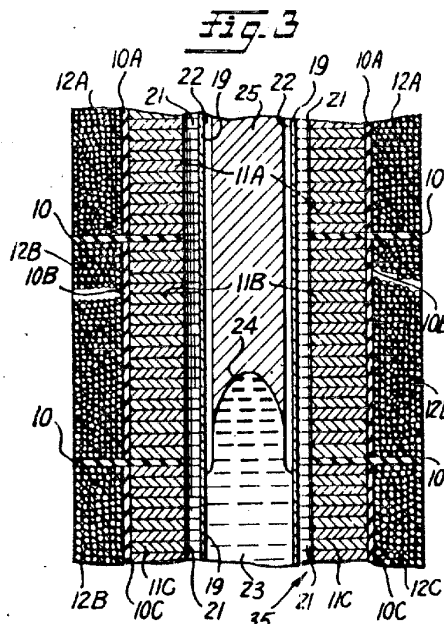
(54)

ELEKTROMÁGNESES LEBEGTETÉSŰ FOLYAMATOS ÖNTÖBERENDEZÉS,
TÖKÉLETESÍTETT LEBEGTETŐTEKERCESELÉSEL

(57) KIVONAT

A találmány tárgya olyan elektromágneses lebegtetésű öntőberendezés, amelynek a fluxust összpontosító, tökéletesített lebegtetőtekerceselése van. Maga a tökéletesített lebegtetőtekerceselés nagyszámú olyan hasított gyűrűs fémdarabot (11) foglal magában, amelyek cső alakú kristályosítót (19) vesznek körül. A kristályosítóban (19) foglal helyet a folyékony fémoszlop (23), amelyet a General Electric lebegtetéses öntési (GELEC /TM/) eljárásának megfelelően lebegtetni és hűtéssel szilárdítani szükséges. Valamennyi hasított gyűrűs fémdarab (11) indukciósan kapcsolódik a hozzá tartozó, elektromágneses mezőt létesítő tekerceseléshez, amelynek a fémdarabot körülvevő nagyszámú menete van. Mindegyik hasított gyűrűs fémdarab (11) arra szolgál, hogy a hozzá tartozó primer többmenetű tekerceselés (12) által létesített mágneses mezőt alapvetően az általa körülvevő cső alakú kristályosító (18) keresztirányú szelvényének a belsejére összpontosítsa és áram feltranszformátor gyanánt működjék.

A tökéletesített lebegtetőtekerceselés egységben alkalmazott többfázisú gerjesztés mindegyik fázis-tekerceseléséhez külön-külön hasított gyűrűs fémdarab (11) és hozzátartozóan azt körülvevő, többmenetű, elektromágneses mezőt létrehozó tekerceselés áll rendelkezésre.



A találmány tárgya olyan tökéletesített berendezés, amely folyamatos fémrudaknak az öntésére szolgál. Szabatosabban: a találmány olyan elektromágneses lebegtetési folyamatos öntőberendezésre vonatkozik, amelynek tökéletesített lebegtetőtekerceslése van fémeknek nagy hosszúságú folyamatos öntésére, amely utóbbihoz szolgáló elektromágneses lebegtetési öntési eljárást az USA-ban 1983. november 8-án, 4.414.285 számon megadott szabadalom leírása 51586-1663-Er tartalmazza. Ennek a találmánynak a címe: „Eljárás és berendezés fémek folyamatos öntésére”, feltalálói Hugh R. Lowry és Robert T. Frost és az a General Electric Company nevére van bejegyezve.

A fentiekben nevezett USA szabadalom egyedülálló eljárás ismert és oltalmaz fémrudak folyamatos öntésére, olyan elektromágneses mezőnek a fennállásakor, amelynek a lebegtető hatását használják fel a folyékony állapotból megszilárduló öntött rúdra normálisan ható súrlódási, tapadási és gravitációs erők leküzdésére. Éppen ezért többfázisú villamosenergia-forráshoz kapcsolt sokmenetű tekercset használnak a lebegtető elektromágneses mező előállítására, amely csöves hőcserélő/öntőedény egységben elhelyezkedő, éppen megszilárdulni kezdő, olvasztott fémoszlopokra hat. Ez a lebegtető elektromágneses mező felfelé irányuló, amely egyrésztől összenyomja az olvasztott fémoszlopot, másrésztől alapvetően súlytalan állapotában fenntartja azt, a szilárdulási övezetben a hőcserélő/öntőedény egységen belül így redukált hidrosztatikus nyomás jelentkezik, miáltal a megszilárdult rúd termetét valamely — a hőcserélő/öntőedény egységen már áthaladt és megszilárdult rúdra ható — eltávolító mechanizmussal folyamatosan el lehet abból távolítani.

A fentiekben leírt képességekkel bíró és a megkívánt nagy teljesítményszintű üzemeltetésre, valamint a nagy környezeti hőmérsékletre tervezett elektromágneses lebegtetési öntőberendezésnek a szerkezete és üzemeltetése számos problémát vet fel.

A General Electric Company lebegtetett öntési eljárása (ezt a továbbiakban GELEC /TM/ eljárásnak fogjuk nevezni) erős, felfelé irányuló elektromágneses mezőnek a létrehozását követeli meg a csöves hőcserélő/öntőedény egységben, annak belsejében, amely megtámasztja és összetartja a megszilárduló folyékony fémoszlopot. Ennek az eljárásnak a gyakorlati megvalósítására mind a mai napig olyan típusú lebegtető berendezést alkalmaztak, melyben a lebegtető mezőt 36 menetű lebegtető tekercsben folyó 500–1000 amper nagyságrendű áram hozta létre. Minthogy az ésszerűen méretezett szigetelt vezetékek folyamatosan, ekkora áramerősségek elviselésére képtelenek, így jelenleg vízűtési részcsoveket használnak a lebegtető tekercselésre. A tekercselést igen közel helyezik azon hőcserélőnek a külső falához, amely viszont tűzálló anyagból készített csöves kristályosítót övez. Az így kiképzett tekercselés a csöves kristályosítónak a belsejében maximalizálja a mágneses mezőnek az erősségét.

Gépészeti és villamos technikai szempontból számos problémát okoz, hogy feltétlenül elégséges hűtővíz-áramlást kell biztosítani a tekercselést képező részcsovezésen keresztül, ugyanakkor villamos kötésekkel kell létesíteni a kábelekről és a gyűjtősínekről erre a csövezésre, mégpedig hatalmas, energiaellátó áramerősségekkel. Ráadásul: minthogy a részcsovezésből készített mágneses lebegtető tekercselésnek csupán viszonylag

csekély számú menettel (jellegzetesen fázisonként 3 menettel) kell készülnie, így a kiadódó lebegtető mágneses mező nem teljesen egyenletes. Vélhetőleg ez a nem egyenletesség hozza létre a szemcseszerkezetnek azt a gyengén nem-homogén jellegét, amelyet alkalmanként megfigyelhetünk a nevezett eljárással előállított öntött rudakban.

Egy szilárd halmazállapotú, 10–50 kilowatt teljesítménynagyságrendű, nagyfrekvenciájú, többfázisú generátornak a kimeneti feszültsége durván 100–500 Volt. Ennek a nagyfeszültségű, kicsiny áramerősségű kimenetnek letranszformátoron kell átmennie, mely utóbbi kényszerített léghűtéssel, vagy vízhűtéssel ellátott kell legyen annak érdekében, hogy létrejöhessen az előbbieken röviden leírt, jelenlegi lebegtető tekercselés energiaellátáshoz szükséges nagy áramerősség. A nagyfrekvenciájú 10–50 kilowattos, háromfázisú transzformátor (avagy három egyfázisú transzformátor) azonban költséges, ragyméretű, és tervezése, valamint előállítása meglehetősen nehézkes. Mi több: a transzformátor és a hozzá kapcsolódó, nagy áramerősségű tápkábelek vagy gyűjtősínek — amelyeket a mai napig is használnak a lebegtető tekercseknek az ellátására — még nem teljesen kielégítőek, s rendkívül nagy szükség mutatkozik valamely egyszerűbb, kevésbé költséges szerkezetnek a kialakítására.

Az eddigiekben felsorolt nehézségeknek a leküzdése, ugyanakkor valamely hatékony és gazdaságos szerkezetnek a kialakítása képezi találmányunk célkitűzését.

A jelen találmány a fenti célkitűzés valóraváltását, az előzőekben tárgyalt problémák egyedülálló és nem kézerfekvő megoldását szolgáltatja olyan, tökéletesített lebegtető tekercs egységnek a felhasználása révén, amely a fluxusösszpontosító szerkezetek újszerű elrendezését aknázza ki. Bár a jelenleg ismert technika leírásában találkozhattunk az erős mágneses mezők létrehozásához használatos fluxusösszpontosító szerkezetekkel, abból a célból, hogy a nagy mágneses mezőerősségek létesítéséhez felhasználta többmenetű tekercseknek az élettartamát növeljék, mindazonáltal eddig azt nem használták, s nem is javasolták felhasználni az olvasztott fémek elektromágneses lebegtetése tekintetében.

A fluxusösszpontosító szerkezet egy ismert megoldásának a leírása található Kim Y. B. és Platner E. D. szerzőknek a Review of Scientific Instruments c. folyóirat 1959. évi 7. száma 524–533 oldalain, „Fluxusösszpontosító nagy intenzitású, impulzusos mágneses mezőhöz” címmel megjelent cikkében.

Elérő formájú, örvényáram vizsgáló berendezésben történő felhasználásra szánt fluxusösszpontosító szerkezetet ismert az 1975. március 18-án megadott, 3.872.379 sz. USA szabadalom leírása. A találmány címe: „Hasított egy menetű vezető tagokat tartalmazó örvényáram vizsgáló berendezés”, feltalálói pedig: John P. Wallace és Robert A. Brooks.

Jelen találmányunk megvalósításához egyedülálló és nem kézenfekvő lebegtető tekercsre van szükség. A tekercs az olvasztott fém elektromágneses lebegtetésére fluxusösszpontosító szerkezeteket alkalmaz. A találmányi gondolat értelmében nagyszámú hasított, gyűrűs fémdarabbal veszünk körül egy olyan csöves kristályosítót, amelyen belül a folyékony fémoszlopot lebegtetni és lehűtéssel megszilárdítani kell a GELEC (TM) eljárásnak megfelelően. A hasított, gyűrűs fémdarabok mind egyike indukciósan össze van kapcsolva egy elektromág-

neses mezőt létesítő olyan tekercssel, amelynek a fémdarabot körülvevő nagyszámú menete van. Mindegyik hasított gyűrűs fémdarab arra szolgál, hogy a tekercs által létesített mágneses mezőt az azt körülvevő csöves kristályosítónak alapvetően a belső keresztmetszetére összpontosítsa, s áram feltranszformátor gyanánt működjék. Külön hasított, gyűrűs fémdarab (vagy egy csomó fékony fémdarab) és a kapcsolatos, övező elektromágneses mezőt létesítő tekercs van biztosítva a GELEC (TM) lebegtető tekercs egység többfázisú gerjesztése mindegyik fázisához. Mágneses fluxusösszpontosító szerkezet gyanánt az ilyen hasított, gyűrűs fémdaraboknak a használata egész sor fontos és nem kézenfekvő előny forrása. Az egyik előny abban áll, hogy csökkenti, vagy ki is küszöböli a tekercs indukálta mező-változásokat, amelyek elkerülhetetlenül velejárta az eddig használatos, többmenetű, folyadékkihűtési rézcsöves tekercsek szerkezeti változásaival. További előny, hogy a hasított, gyűrűs fémdarab tagok egyöntetűen közelebb kerülnek az öntött fémoszlophoz, s növelni fogják az oszlopra működő elektromechanikus visszatérítő erőt, s ezáltal jobban ellenőrizhetővé teszik az öntvény fémoszlopnak az átmérőjét. Járulékosan az is éppen olyan fontos, hogy a tökéletesített lebegtető egység, fluxusösszpontosító gyanánt a hasított, gyűrűs fémdarabokat használva lehetővé teszi erőteljesebb lebegtető mágneses mezőnek a generálását kisebb impedanciájú szerkezettel. Ez továbbmenve viszont csökkenti a lebegtető tekercs egység feszültség követelményét és a teljes energia követelményeket, s nagyobb villamos hatásfokot biztosít. Így például: az impedancia 40 %-os csökkentése révén a megkívánt hajtófeszültség, valamint a bevitt energia egyaránt 40 %-kal csökkenthető.

A fluxusösszpontosító szerkezet hozzáadása révén a fluxus sűrűsége a gerjesztő tekercs belső kerületéről hatékonyan áthelyeződik és reprodukálódik a fluxusösszpontosító tárcsa középső nyílása belső kerületén. A fluxusnak a gerjesztő tekercs pereméről a központi nyílás tárcsa belső kerületére (azaz: a lebegtetett fémhez legközelebb eső felületre) való áthelyeződése pontosan az, amit a GELEC (TM) eljárás megkíván.

Végül: a fluxusnak a sűrűsége a tekercsnek a közepén nagyobb olyankor, amikor a fluxusösszpontosító tárcsa a helyén van, semmint nélküle – s éppen ez a kívánatos. Talán még fontosabb azonban, hogy a gradiense (azaz: a fluxussűrűségnek a változása a távolsággal) a középonttól kifelé haladva sokkal nagyobb olyankor, amikor a fluxusösszpontosító a helyén van. A fluxussűrűségnek a gradiense az, amely meghatározza a lebegtetett fémoszlopra ható, befelé irányuló behatoló nyomást – így tehát a gradienseknek a magasabb értéke mindenképpen kívánatos. A meglevő GELEC (TM) berendezésben a lebegtető tekercs bemeneti impedanciája tekintélyes mértékben változik, amikor a megolvasztott réz felemelkedik a lebegtető tekercs/hőcserélő egységbe, az öntésnek a kezdetekor. Az impedancia megváltozását a lebegtető tekercsre kapcsolt villamos terhelés okozza, amikor a tekercsnek a belsejében (megolvasztott és megszilárdult) réz van jelen. A lebegtető tekercs kívánt áramerősségét, amelyet az inverter kimenő feszültségének a szabályozásával a leveztetés előtt állítottunk be, a leveztetés megkezdése után gyorsan át kell állítani a szükséges értékére, a tekercs impedancia változására való tekintettel.

A fluxusösszpontosító szerkezetnek a hozzáadásával ezt a problémát ténylegesen ki lehet küszöbölni, mint-

hogy a rendkívül vezető tárcsáknak már drasztikusan sikerül csökkenteni a gerjesztő tekercsnek az impedanciáját, s az olvasztott fémnek az összpontosító tárcsák központi nyílásához, annak közvetlen közelébe való bevitele pedig nem, vagy alig gyakorol további hatást a gerjesztő tekercsnek az impedanciájára.

A fluxusösszpontosító szerkezet ily módon lehetővé teszi, hogy még pontosabban állítsuk be a lebegtető tekercs optimális áramerősségét még az öntésnek a megkezdése előtt és ezt az áramerősséget fenntarthatjuk a kritikus üzemindítási szakaszban.

Jelen találmányunk ezen és további céljait, tulajdonságait, számos velejáró előnyét könnyebben érthetővé teszi a következő részletes leírásra – s ahol az szükséges – a kísérő rajzokra való hivatkozás. A rajzok mind egyiken az alkatrészeket ugyanazon hivatkozási jellel láttuk el.

Ezek a rajzok tehát a következők:

az 1. ábrán hasított, gyűrűs fémdarabból kialakított fluxusösszpontosító szerkezet vázlata látható. A találmánynak megfelelően ilyen szerkezet kerül alkalmazásra a tökéletesített elektromágneses lebegtető tekercs egységnek a létrehozásához;

a 2. ábra a feszültség-távolság jelleggörbe, amely egy többmenetű elektromágneses indukciós tekercsnek a fluxus mezejét jelzi és illusztrálja a fluxusösszpontosításban elért azon különbséget, amely egyrésztől a szabad levegős (fluxusösszpontosító nélküli) központú tekercs (szaggatott vonallal jelölve), másrésztől az 1. ábra szerinti hasított, gyűrűs fémdarabbal, mint fluxusösszpontosítóval ellátott tekercs (folytonos vonallal jelölve) között áll fenn;

a 3. ábrán a találmány szerinti szerkezetű tökéletesített lebegtető tekercs egység egy megvalósításának a keresztmetszete van feltüntetve;

a 4. ábra a találmány szerinti szerkezetű tökéletesített lebegtető tekercs egységgel ellátott, elektromágneses lebegtetésű öntőberendezés egyszerűsített funkcionális tömbvázlata;

az 5. ábra a hasított, gyűrűs fémdarab formájában kialakított fluxusösszpontosító egy szerkezeti változatának a felülnézete, amelyet a 6. ábrán keresztmetszetében látható, tökéletesített lebegtető tekercs egység kiviteli változat előállításához alkalmaztak; míg

a 7. a 7A és a 7B ábrák a találmány további kiviteli formáit tüntetik fel, amelyek négyzetes keresztmetszetű lapos rudak öntésekhez használhatók fel.

Az 1. ábra síkbeli, vég felőli nézetében mutatja a 11 hasított, gyűrűs fémdarabot, szigetelt huzalból készült 12 többmenetű tekercssel körülveve. Ezen utóbbi a 11 hasított, gyűrűs fémdarab külső kerületét övezi. A 12 többmenetű tekercset 13 váltakozóáramú energiaforrás gerjeszti. A 11 hasított, gyűrűs fémdarabban 14 központi nyílás van kialakítva és egy nem-vezető 15 hasíték terjed a 11 hasított, gyűrűs fémdarab külső kerületétől végigmenően a 14 központi nyílásig. A külső, primer 12 többmenetű tekercsen át a 16 nyílakkal jelzett irányban folyó pillanatnyi áram a 11 hasított, gyűrűs fémdarab külső kerületén a 17 nyílakkal jelzett, ellenirányú áramot indukál. Minthogy a 11 hasított, gyűrűs fémdarabban levő ampermenetek száma lényegében megegyezik a gerjesztő, primer 12 többmenetű tekercsnek az amper menetszámával, így a 11 hasított, gyűrűs fémdarabban (ami megfelel egy egymenetű szekunder tekercsnek) az áramerősség igen nagy lesz.

Ha a fémdarabban nem lenne a nem-vezető 15 hasíték, akkor a 17 nyílással jelzett áram ugyanilyen nagy lenne, de — tekintettel a skin-effektusra — túlnyomórészt a tárcsa külső peremének a közelében folynék és a 14 központi nyílás belsejében létesített elektromágneses mező minimális értékű lenne. A nem-vezető 15 hasíték-nak a jelenléte azonban, amely a 14 központi nyílástól a 11 hasított, gyűrűs fémdarabnak egészen a külső kerületéig terjed, a fémdarabban kialakult áramot a 15 hasíték oldalai mentén, valamint a 14 központi nyílás kerülete mentén a 18 nyílakkal jelzett módon kényszeríti folyni.

Ily módon azzal, hogy az áramot a 14 központi nyílásnak a kerülete mentén kényszerítjük folyni, a 14 központi nyílásnak a belsejében a kívánt tekintélyes elektromágneses mezőt hozzuk létre.

A 14 központi nyílás átmérője sokkal kisebb, mint a 12 többmenetű tekercs és így módon nagyértékű mágneses fluxust hoz létre a központi nyíláson belül. Ez a fluxus jelentősen összpontosított, központi mágneses fluxus — s éppen ez az, amire a GELEC (TM) eljárás folytatásához szükség van.

Az eddigi leírásból kivehető, hogy az áramfolyást előidéző mező szolgáltatja a GELEC (TM) eljárás megvalósításához szükséges lebegtető elektromágneses erőt. Lényegében tehát a 11 hasított, gyűrűs fémdarab 14 központi nyílása belső kerülete mentén folyó áram hozza létre a lebegtető elektromágneses erőhatást.

Ez a tulajdonság azzal a nagyobb előnnyel jár, hogy a lebegtető mezőt előállító gerjesztő tekercselésnek a látszólagos belső átmérőjét — a hasított gyűrűs fémdarabnak a beiktatásával — úgy csökkenti, mintha az méterenként azonos menetszámú, de a 11 hasított gyűrűs fémdarab belső átmérőjével rendelkező tekercseléssel helyettesítették volna. Ily módon lehetővé válik a nagyobb erősségű mágneses mezőnek a gerjesztése kisebb impedanciájú szerkezettel és csökken a gerjesztő forrásnak a teljes teljesítmény-követelménye. A 11 hasított gyűrűs fémdarab tehát fluxusösszpontosító gyanánt működik és hatékonyan megnöveli a többmenetű tekercselés által létesített fluxust. Ez a növelés lényegében egy olyan tényezővel vehető figyelembe, amely egyenlő a 12 többmenetű tekercselés teljes keresztmetszetének a felületével, osztva a 14 központi nyílás belső területével. A 2. ábrán a 11 hasított gyűrűs fémdarab tag összpontosító hatását mágneses mező érzékelő próbával vizsgáló kísérleti üzemelés mérési eredményeit tüntettük fel. Ebben a 2. ábrában a 12 többmenetű tekercselés tengelyétől mért távolságnak a függvényében, a 11 hasított gyűrűs fémdarabbal elérhető mező összpontosítás nélkül megvalósított és Gauss-ban mért mágneses mező B fluxussűrűség szaggatott vonallal van feltüntetve. Ezzel szemben a 2. ábra felső jobb sarkában olyan mérések eredményei láthatók, amelyeket a 11 hasított gyűrűs fémdarabbal, annak beiktatásával a mezőnek az összpontosítását tükrözik, amiért ezt a folytonos vonalú görbe mutatja.

A 2. ábrán feltüntetett adatok olyan többmenetű gerjesztő tekercsre vonatkoznak, ahol a tekercselésnek tíz menete volt, síkbeli hurokátmértője pedig 6,5 cm. A 11 hasított gyűrűs fémdarab tagnak megfelelően 6,5 cm volt a külső átmérője, a 14 központi nyílás átmérője 1,5 cm és vastagsága pedig 0,6 cm. A többmenetű tekercselést egy kilohertz frekvenciával, 1,0 mikroszekundumos lüktetéssel gerjesztették. A 2. ábrából kivehető, hogy a 11

hasított gyűrűs fémdarabnak a beiktatása tekintélyes integrált fluxusnövekményt eredményez a 14 központi nyíláson belül.

A GELEC (TM) öntőberendezés találmányunk szerint tökéletesített lebegtető tekercselés egységében a fémöntés eljárását vivő, lebegtető mezőt létesítő áramfolyás lényegében a 11 hasított gyűrűs fémdarab 14 központi nyílása körül folyó áram. Ez a korábban használatos többmenetű tekercseléses hajtó elrendezéseknél több előnnyel jár annyiban, hogy az áramfolyásnak az útja nincs összenyomva, s így az áramfolyásnak az útja és az általa létesített elektromágneses erő a 14 központi nyílás kerületének azon pontjaira összpontosítható, ahol a 14 központi nyíláson áthaladó megolvasztott fémoszlop-nak az átmérője nagyobb. Ez kihatásában fokozza az öntőformaként működő, a lebegtető elektromágneses mezőből származó behatároló hatás látszólagos merevségét. Ugyanakkor közrejátszhat a megszilárdult öntvény 25 rúd alakú termék átlagos átmérőváltozásainak a csökkentésében.

A 3. ábrában a GELEC (TM) öntőberendezésben használható, találmányunk szerinti tökéletesített lebegtető tekercs egység egy előnyös szerkezeti kivitelének a keresztmetszete található. Ebben a kivitelben fluxusösszpontosító szerkezet gyanánt egész sor, az 1. ábrán látható 11 hasított gyűrűs fémdarab tag szerepel.

A 3. ábrában az elnyújtott csőalakú 19 kristályosító nagy hőmérsékletű olyan tűzálló anyagból készül, mint amilyenek például — teljesség nélkül — a kerámia, a grafit, a zirkóniumoxid és ehhez hasonlóak.

A 19 kristályosítót — az azt közvetlenül övező — gyűrűs, folyadékhűtésű 21 hőcserélő hűti.

Mint a továbbiakban kifejtjük a 4. ábrával kapcsolatban, megvannak az eszközök a gyűrűs 21 hőcserélőn át a folyadék hűtőanyag folyamatos betáplálására. Egyidejűleg a 23 folyékony fémoszlopot bejuttatjuk a csőalakú 19 kristályosító alsó végébe, ahol az emelkedik. Amint a megolvasztott fém a csőalakú 19 kristályosítóban megemelkedik, a lebegtető elektromágneses mező azt lebegteti és lényegében az olvasztott fém — megszilárdult fém közötti 24 szilárdulási határfelületen le is hűti, majd — mint megszilárdult 25 rúd alakú terméket — a csőalakú 19 kristályosító felső részéből azt el lehet vezetni.

A megszilárdult 25 rúd alakú termék kihozatalának a módját részletesebben fogjuk leírni a későbbiekben, a 4. ábrával összefüggésben.

Az elektromágneses mezőnek a hatására egy csekély 22 rés jön létre a lebegtetett 23 folyékony fémoszlopnak a külső felülete és a csőalakú 19 kristályosító azt körülvevő belső felülete között.

Amikor a 23 folyékony fémoszlop megszilárdul, átmérőjében tovább zsugorodik és így a rés a rúd hűlése közben fennmarad.

A 24 szilárdulási határfelület körül elektromágneses lebegtető mezőt előállító eszközök vannak elhelyezve. Ezek az eszközök — találmányi felismerésünk értelmében — újszerű lebegtető tekercselés egység az elektromágneses lebegtető mezőnek az előállítására. Ez a lebegtető mező a 23 folyékony fémoszlopnak a hidrosztatikus nyomását a 24 szilárdulási határfelület övezetében csökkenti és ebben az övezetben a 23 folyékony fémoszlopot lényegében súlytalan állapotban tartja, egyidejűleg előre meghatározott méretviszonyt állandósít a 23 folyékony fémoszlopnak a külső felülete, valamint a 19 kristályosító előbbi övező belső felülete között.

E célból (a későbbiekben a 4. ábrával összefüggésben leírandó) eszközök állanak rendelkezésre az elektromágneses mező létesítésére és fenntartására oly módon, hogy a 23 folyékony fémoszlop keresztmetszeti mérete elégségesen nagy legyen olyan tetemes rés keletkezésének a megakadályozására, ami jelentős hővesztéseket okozna a 23 folyékony fémoszlop külső felülete és a csőalakú 19 kristályosító azt körülvevő belső felületei között.

A lebegtető tekercselés egység ilyen módon történő üzemeltetése optimális hőtáradást biztosít a 23 folyékony fémoszlop és a folyadékhűtésű, csőalakú 19 kristályosító között, s ugyanakkor a 23 folyékony fémoszlop ható súrlódási-tapadási és gravitációs erőhatásokat a minimálisra csökkenti.

Ebből a leírásból az is kivehető, hogy a csőalakú 19 kristályosító nem csupán öntődény gyanánt, hanem hőcserélő gyanánt is működik. Ennek megfelelően, a továbbiakban ezt az elemet csőalakú 19 kristályosító és 21 hőcserélőből álló 19, 21 kristályosító/hőcserélő gyanánt fogjuk megnevezni.

A 3. ábrán feltüntetett új, tökéletesített lebegtető egység 11A, 11B és 11C hasított gyűrűs fémdarabok olyan sokaságából áll, amelyek a 19, 21 kristályosító/hőcserélőnek azon részhozát veszik körül, amelyen belül a 23 folyékony fémoszlop lebegtetendő és egyidejűleg hűtendő. A találmánynak a 3. ábrán feltüntetett megvalósításában valamennyi 11A, 11B és 11C hasított gyűrűs fémdarab lényegében hasított gyűrűs tárcsák olyan halmazát alkotja, amelyek – szerkezetiileg az 1. ábrán feltüntetett hasított gyűrűs fémdarabhoz hasonlóan – egymástól villamosan el vannak szigetelve.

A hasított gyűrűs tárcsáknak a száma és vastagsága a 11A, 11B, 11C jelű valamennyi fémdarab halmazban változhat, az adott berendezés tervezési kritériumainak megfelelően. Az így létrehozott 11A, 11B, 11C jelű valamennyi hasított gyűrűs fémdarab halmaz a 10 szigetelő tag révén egymástól ugyancsak el van szigetelve villamos tekintetben.

A 11A, 11B és 11C hasított gyűrűs fémdarab halmazok mindegyike indukciósan kapcsolódik a vonatkozó olyan, elektromágneses mezőt előállító többmenetű tekercseléshez, mint a 12A, 12B és a 12C többmenetű tekercselés. Ezen utóbbiak nagyszámú, szigetelt huzalból kialakított menetből állanak és tetszőlegesen ugyancsak elszigetelhetők – a 3. ábrán feltüntetett módon a hozzájuk tartozó, hengeres kiképzésű 10A, 10B és 10C szigetelő tagok felületei révén – a hozzájuk tartozó 11A, 11B vagy 11C hasított gyűrűs fémdarab halmaz külső burkolófelületeitől.

Üzemeltetéskor a megfelelő 12A, 12B és 12C többmenetű tekercselések mindegyikét – amint azt a későbbiekben a 4. ábra kapcsán leírjuk – többfázisú energiaforrásból származó megfelelő fázisgerjesztő-árammal gerjesztjük. A 11A, 11B és 11C fémdarab halmaz az 1. ábrával kapcsolatosan a fentiekben leírt módon fog működni áram feltranszformátor gyanánt. Ennek megfelelően a fázisok 12A, 12B és 12C többmenetű tekercselésébe szállított viszonylag nagy feszültségű és kicsiny erősségű áramot át fogja alakítani kisfeszültségű, nagy erősségű olyan árammá, amely a 14 központi nyílás kerülete mentén folyik. Ez a nagy erősségű áram a megfelelő fémdarab halmaz központi nyílásain átmenő összpontosított fluxust hoz létre és a 19, 21 kristályosító/hőcserélő csöves edényében elhelyezkedő 23 folyékony fémoszlop hatást fejt ki.

A megfelelő 12A, 12B és 12C többmenetű tekercselések gerjesztésének fázisbáhozása révén felfelé irányuló elektromágneses hullám keletkezik, amely a 24 szilárdulási határfelület övezetében úgy hat a 23 folyékony fémoszlop, hogy azt ebben az övezetben alapvetően súlytalan állapotban tartja, minimális résmérettel a 23 folyékony fémoszlop külső felülete és a csőalakú 19/21 kristályosító/hőcserélő belső felülete között.

Ami a 4. ábrát illeti, az öntendő olvasztott fém egy (az ábrán nem látható) hőntartó kemencében tároljuk, s ebből juttatjuk a 32 nyílall jelzett módon a 31 olvasztótégelybe a szükség szerinti mennyiségben, hogy a 35 öntő részegységben belül a kívánt folyékony fémfűrdő színvonal tartható legyen. A 35 öntő részegység a 19/21 kristályosító/hőcserélő egy részéből, a 11A, 11B és 11C hasított gyűrűs fémdarab halmazokból és az utóbbiakat övező 12A, 12B és 12C többmenetű tekercselésekből áll, amint azt a 3. ábra feltünteti.

A 35 öntő részegység a 10 szigetelő tagra van szerelve és attól függőlegesen felfelé egy nyitott felső végződésig terjed, amely végződésen keresztül a frissen öntött és megszilárdult 25 rúd alakú termék – kihúzó egységen át – onnan előbb egy 36A közbenső gyorslehűtő állomásra, majd tovább a 36 előhűtő állomásra irányítható.

A 36 előhűtő állomárról a frissen öntött és előhűtött, megszilárdult 25 rúd alakú terméket a 37 és 38 kihúzó görgőkkel a 39 és 41 duomeleghengerlő állomásokra irányítjuk (ha ilyenekre szükség van). Végül a környezeti hőmérsékletre teljesen lehűtött 25 rúd alakú terméket a 42 tekercselő állomáson – tárolás és a felhasználóhoz való szállítás céljából – tekercseljük.

Alternatív módon a megszilárdult 25 rúd alakú terméket kihúzhatjuk a 37 és 43 kihúzó görgőkkel, lehűthetjük a környezeti hőmérsékletre és így tárolhatjuk további feldolgozás nélkül is.

Üzemeltetéskor a megolvasztott fém a 31 olvasztótégelyből a 3. ábrán feltüntetett 23 folyékony fémoszlopként jut be a 35 öntő részegységbe, akár gravitációs úton, akár kényszerített áramlással a (fel nem tüntetett) hőntartó kemencéből.

A hőntartó kemence – a folyamatos öntési eljárás szükségletének megfelelően – szakaszosan, vagy folyamatosan szállít olvasztott fém a 31 olvasztótégelybe. A (3. ábrán látható) 23 folyékony fémoszlop tehát kezdetben azon a szinten létesül és azt követően marad fenn az az szint felett, amelyen a lebegtető tekercselés egység által létesített és felfelé irányuló lebegtető elektromágneses hullám hatékonyra válik, s képes csökkenteni, sőt megszüntetni az oszlopnak a hidrosztatikus nyomását.

A 3. ábrával kapcsolatban az előzőekben leírt módon előállított, felfelé irányuló lebegtető elektromágneses hullámok azoknak a többfázisú gerjesztő áramoknak az eredménye, amelyeket háromfázisú váltakozóáramú energiaforrásból és a 26 szabályozó egységből juttatunk el a hozzájuk tartozó 12A, 12B és 12C többmenetű induktor tekercselésekbe. A 26 szabályozó egység független frekvencia és teljesítmény-szabályozású, ismert szerkezetű hozzátartozó 27 frekvencia szabályozókör és 28 teljesítmény szabályozókör révén.

Bár a 4. ábrán bemutatott elrendezés háromfázisú, ezt csupán az ábrázolás egyszerűsítése érdekében választottuk. Az előnyös lebegtető tekercselés egység gerjesztése hatfázisú. Mindazonáltal a szakmában járatos személyek számára vélhetően nyilvánvaló, hogy egyéb többfázisú

energiaellátó rendszerek és tekercselés elrendezések ugyancsak alkalmazhatók. Így például, amint azt a 6. ábra mutatja, tizenkét darab 12A, 12(-B'), 12C, 12(-A'), 12B és 12(-C') és rendre másodszor ismételt többmenetű tekercselések vannak elrendezve függőlegesen a tökéletesített 30 lebegtető tekercs egység körül, mint a 19, 21 kristályosító/hőcserélő tengelyére alapvetően normális tekercselések. Ezek a tekercsek villamosan össze vannak kötve és így alkotnak soros elrendezését, kettő-hat fázisú olyan tekercs rendszert, amely a tekercsek gerjesztési frekvenciáján fizikailag több mint két hullámhossz kiterjedésű, és ily módon megszabja a lebegtetési övezetnek a hosszát. Vázlatosan ilyen elrendezés ábrázolása található meg a fentiekben hivatkozott 4 414 285 számú USA szabadalmi leíráshoz tartozó 5. ábrában is, amely kitanítást ezen bejelentés teljes egészében magába foglalja ugyan, mégis tizenkét fázisú rendszer gyanánt van leírva.

Amennyiben csupán egyetlen, hatfázisú tekercselési rendszerre van szükség, amely a tekercsek gerjesztési frekvenciájának egyetlen hullámhosszát meghaladó kiterjedésű, akkor a 6. ábrán feltüntetett 12A, 12(-B'), stb. többmenetű tekercselések száma csupán egyetlen ilyen tekercs készletre szorítkozik és ilyenkor a második tekercs készlettel előirányzott villamos összeköttetés kiküszöbölődik. A fenti kitanításnak az ismeretében a szakmában járatos személyek számára nyilvánvaló módon egyéb olyan tekercselés elrendezések is létrehozhatók, amelyek három, négy, vagy más összekapcsolt fázis-tekercselés kombinációval létesítenek összekapcsolt csoportokat...

A fentiekben leírt többfázisú 30 lebegtető tekercs egység olyan progresszíven felfelé irányuló (haladó) hullámot hoz létre, amelynek a mozgási sebessége arányos az egymást követő zárt fluxus hurkok közötti távolsággal és a gerjesztési frekvenciával. A primer gerjesztés 12A, 12B és 12C többmenetű tekercselései függőlegesen úgy vannak a 35 lebegtető tekercs egység hossza mentén egymásra halmozva, hogy a 23 folyékony fémoszlop és a frissen megszilárdult fémtermék a lebegtető tekercs egység valamennyi, de legalább a legalsó szekciójában az öntési üzemeltetés során alapvetően súlytalan állapotban lebegtethető. Ebben az állapotában a 23 folyékony fémoszlopnak lényegében zérus értékű hidrosztatikus nyomása van a szilárdulási övezetben oly módon, hogy a 23 folyékony fémoszlop lényegében nyomásmentes. A „nyomásmentesség” azt jelenti, hogy lényegében nincsen folytonos nyomásos kapcsolat a 23 folyékony fémoszlopnak a külső felülete és a 19 kristályosító azt övező belső felülete között és így a 23 folyékony fémoszlop a kritikus 24 szilárdulási határfelületnek az övezetében. Ennek az eredményeként a szilárdulási övezetben a súrlódási és tapadási erők, akárcsak a szilárduló fémoszlopra működő gravitációs erő minimálisra csökken.

Az öntőberendezés és különösen a lebegtető cső egység méretének a csökkentésére és a 23 folyékony fémoszlopnak a szilárdulási övezetben súlytalan állapotban való tartásához szükséges teljesítményfelvétel minimalizálására kívánatos a hőcsere maximális hatékonysága. A 3. ábrán feltüntetett hőcserélő elrendezés végeredményben a vízben való hirtelen lehűtés viszonyait közelíti meg, amikor az emelkedő 23 folyékony fémoszlopot hatékonyan körülönti (üzemeltetés alatt) folyamatosan, gyorsan áramlóan, turbulenciával, de meglehetősen cse-

- kély gyűrűs keresztmetszetben odajuttatott hűtőfolyadékkal, amelyet a 33 felső kamrán keresztül viszünk be és a cseppgyűjtésre a 34 alsó kamrárt vesszük igénybe. A hőáramlás a 23 folyékony fémoszlop és az azt övező grafiteső közötti kicsiny résen át, ahol grafiteső a rozsdamentes acélból, vagy más hasonló anyagból készített gyűrűalakú 21 hőcserélő belső falának a hengeres felületére támaszkodik, nagy mértékben hatékony. Ezt a hőátadási képességet tovább fokozhatjuk, ha rövid, belső, gyűrűalakú bordákat iktatunk be a 21 hőcserélő gyűrűs hűtőkamrájába, amely a hűtőfolyadék lamináris áramlása útjában akadályt képez, a hűtőfolyadék turbulenciáját okozza olyankor, amikor az a 33 felső kamrából a 34 alsó kamra irányában lefelé csurog.
- 15 A grafitesőves 19 kristályosító a 3. ábrában feltüntetett belső átmérőjét, valamint a rendszer olyan üzemeltetési paramétereit, mint a felfelé irányuló lebegtető elektromágneses mező frekvenciáját és mezőerősségét úgy választjuk meg, hogy a 24 szilárdulási határfelülettel meghatározott szilárdulási övezetben a 23 folyékony fémoszlopnak a külső felülete és a csőalakú 19 kristályosítónak a belső felülete között minimális, gyűrűalakú 22 rés legyen. Ez fennáll azon pont alatt, ahol a 23 folyékony fémoszlopnak a megszilárdulása az oszlop keresztmetszetében — bár meglehetősen csekély — zsugorodást idéz elő. A 3. ábrán feltüntetett 22 rés vázlatos és rem hivatott a szóban forgó gyűrűalakú rés elhelyezkedésének és méretviszonyainak a pontos bemutatására. Ez a rés azonban, ha a felfelé irányuló lebegtető elektromágneses mezőnek a szilárdulási övezetben és kicsivel alatta a kifejtett összenyomó hatásának a következtében túl nagyra nőhet, komolyan megzavarhatja a hatékony hőátadást a 23 folyékony fémoszlop és a 19, 21 csőalakú 19/21 kristályosító/hőcserélő között. Ez annak a ténynek tudható be, hogy erőteljes fordított viszonyulás áll fenn a mező erőssége és a hőelviteli mérték között.
- Ennek következtében már az öntési működés megkezdésekor a felfelé irányuló elektromágneses lebegtető mezőnek az erősségét úgy kell beállítani, hogy 40 nyomásmentes érintkezést szolgáltatson, ahogyan azt a fentiekben meghatároztuk: minimális résmérettel a szilárdulási övezetben, ami megegyezik ebben a kritikus övezetben a jó hőátadással. Ezután a mezőnek az erősségét ezen a beállított értéken kell tartani és az öntési üzemvitel során nem szabad megváltoztatni, még akkor sem, ha a 23 folyékony fémoszlop mozgásának mértéke (vonali sebessége) a lebegtető cső egységen áthaladva és a megszilárdult fémtermék kihozatali sebessége megváltoztak volna.
- 50 A folyamatos, illetve a gyakorlatilag folyamatos öntési eljárásnak a szempontjából a megszilárdult rúdterméknek a hőmérséklete eléggé kritikus és ezért viszonylag szűk tűrési tartományon belül tartandó. Így például: ha az öntött rúdtermék réz, és hőmérséklete jóval 55 1000 °C felett van (fehér meleg), akkor a rúd túl gyenge lesz önmaga megtartására és azoknak a húzóerőknek az átszarmaztatására, amelyek szükségesek a rúdnak a mozgathatósághoz a lebegtető cső egységben lebonyolított öntési műveletből a 37, 38 kihúzógörgőkön át, a tetszőlegesen alkalmazott 36A, 36 gyors-lehűtő állomáson, illetve elő- 60 hűtő állomáson keresztül. Másrészt viszont, ha a rúd már túl hideg lesz ahhoz a „meleg” hengerléshez, illetve görgőzéshez, amelyet tetszőlegesen végezhetnek 39, 41 megleghengerlő állomások duo hengerei, illetve görgői, 65 amennyiben olyan finomszemcsészetű, homogén szerke-

zet a kívánatos, amely optimális az azt követően a megszilárdult fémen alkalmazni kívánt hideghúzásra (vagy hidegmegmunkálásra).

A rendszer teljes költségeinek és az eljárás egyszerűségének a szempontjából rendkívül előnyös, ha arra lehetőség van, a meleghengelési, illetve görgőzési berendezésnek a kiküszöbölése.

Szerencsésen és váratlanul az elektromágneses lebegtető mezőnek az intenzív mozgásbehözó és keverő működése az öntött rúdiban olyan mérsékelt szemcseméretű szerkezetet eredményez, amely — úgy ahogyan van — felhasználhatónak tűnik. Ilyen alkalmazásoknál kielégítő mindössze permet-, vagy köd-típusú 36, 36A előhűtő, illetve gyors-lehűtő állomásoknak a használata a lebegtető tekercs/hőcserélő egység felett, hogy „gyorsan előhűtsük” a kiemelkedő megszilárdult rudat, s ezután közvetlenül tápláljuk be a rudat a csörlő, vagy másfajta felszedő mechanizmusba a 37 és 38, illetve 43 kihúzó görgőkön keresztül.

A fenti megfontolásokra való tekintettel az ajánlott eljárás a következő: az öntési sebesség (azaz a 23 folyékony fémoszlopnak a lebegtető cső egységen keresztühaladásának a vonali sebessége) — ahogyan azt a 4. ábra mutatja — a 37, 38, 43 kihúzó görgők hajtómotor szabályozása révén szabályozható. A lebegtető mágneses mezőnek az erősségét és a gerjesztési frekvenciát az öntendő fém aktuális méretének és fajlagos ellenállásának ismeretében kell megállapítani úgy, hogy 75 % és 200 % tartományon belüli lebegtetési arányt szolgáltasson. Komputeres számítások azt mutatják, hogy az optimális lebegtetési frekvencia közelítő értékét az alábbi képlet határozza meg:

$$(7) F = 36 \rho / D^2,$$

ahol F a frekvencia közben, a fajlagos ellenállás mikrohm cm-ben, és D a rúd átmérő mm-ben.

Ezt követően, az üzemeltetés vitele során, mind a megválasztott frekvenciájú gerjesztést, mind pedig az elektromágneses lebegtető mezőnek az erősségét fenn kell tartani és nem szabad megváltoztatni az öntés alatt.

Amint azt az előbbieken a 3. ábra kapcsán megjegyeztük, a 12A, 12B és 12C többmenetű tekercseléseket közönséges, nagy hőmérsékletű szigetelt huzalokból készítik. Minthogy ezek a vezeték viszonylag szerény áramok vitelére szolgálnak, természetesen azokat nem kell úgy készíteni, hogy saját folyadékhűtésű hőcserélő berendezésekkel külön lehessen azokat hűteni, mindazonáltal szükségessé válhat levegőnek a kényszer áramoltatása a tekercsek felett. A 11 hasított gyűrűs fémdarabok természetesen igen közel helyezkednek el a csőalakú 21 hőcserélő vízköpenyéhez és viszonylag tágas hővezetési keresztmetszetük is van, így azután — a rajtuk átfolyó nagy áramok ellenére — elfogadható hőmérsékleten lehet azokat tartani. A 11A, 11B és 11C gyűrűs fémdarabokat tartalmazó hasított gyűrűs tárcsának a vastagsága tág határok között változtatható, ezen képességüknek a fokozására. Az azonban előre látható, hogy fázisonként és hasított gyűrűs fémdarab többmenetű tekercselésenként legalább két-három tárcsának az alkalmazására lehet szükség annak érdekében, hogy egyöntetűbb mezőt létesíthessünk azon 14 központi nyílás körül, amelyben a csőalakú 19, 21 kristályosító/hőcserélő elhelyezkedik.

A hasított gyűrűs fémdarabokat tartalmazó tárcsák-

ban kialakított 15 hasítékoknak függőlegesen nem kell egy vonalba esniük, mivel a fémdarabot tartalmazó tárcsák egymástól el vannak szigetelve, ezzel szemben az egyik tárcsától a másikig úgy kell azokat tájolni, hogy a kiadódó mezőtörzítés, amely esetleg ezekből a hasítékokból eredően (ha egyáltalán) létrejön, minimalizálható legyen.

Ezenkívül a szakmában járatos személy számára vélhetően kézenfekvő, hogy azon 14 központi nyílás, amely a hasított gyűrűs fémdarab tagokban van kiképezve, keresztmetszetét tekintve bármely tetszőleges alakzatot felvehet. Így például akár ovális, akár hatszögű, vagy bármely kívánt keresztmetszeti alakzat felhasználható a hasonló keresztmetszelvényű megszilárdult öntött 25 rúd-alakú termékhez.

Hasonló módon: a hasított gyűrűs fémdarabok külső területének nem kell feltétlenül kör alakúnak lennie, annak külső kerülete lehet ovális, hatszögű, vagy bármilyen kívánt alakzatú.

A fluxusösszpontosító hasított gyűrűs fémdarabok külső felülete nem kell feltétlenül sima legyen, mindazonáltal a hozzájuk tartozó, többmenetű gerjesztő tekercseléssel való jobb kapcsolódásukra törekedve azokat a külső felületük mentén gyűrűsen vágott hornyokkal kell ellátni.

Amennyiben egyetlen folytonos, többmenetű tekercselést kell használni, akkor egy folyamatos spirál alakzatú hornyot kell kialakítani.

Járulékosan, a gondos mérnöki gyakorlatnak megfelelően, kívánatos lehet a 12A, 12B és 12C többmenetű gerjesztő tekercselések készítése egy vagy néhány mezőrétegből, vagy négyszögletes keresztmetszetű vezetékekből, több tekercselt kör keresztmetszetű vezeték helyett. Az ilyen szerkezeti megoldás minimalizálhatja a tényleges légrést a gerjesztőtekercs és a hozzá tartozó, fluxusösszpontosító hasított gyűrűs fémdarab között. Ezenkívül egyéb előnyökkel is járhat nagyobb gerjesztő frekvenciákon, mint amilyen például a csökkentett kapacitás. A négyszögletes keresztmetszetű vezetékekből kialakított gerjesztő tekercselések, nagyobb effektív vezető keresztmetszetük folytán, ugyancsak kisebb $I^2 R$ hővesztéseket okoznak, mint a többszörözött, kör keresztmetszetű szigetelt huzalokból készített tekercselések.

A többmenetű gerjesztő tekercselések vezetőihez a szigetelésnek a megválasztása ugyancsak a jó mérnöki tapasztalat dolga. Így például: zománcozott, polimer bevonatú vagy szalag, valamint egyéb hasonló, újonnan kifejlesztett nagyhőmérsékletű szigetelő anyagokkal bevont, nagy hőmérsékletű huzaloknak a felhasználása elképzelhetőleg ki tudja küszöbölni, vagy legalábbis csökkenteni tudja a hűtőberendezésnek a szükségességét és annak bonyolultságát a tekercselés egységek esetében.

A fentiekben leírt kitanításoknak a fényében a fluxusösszpontosító egység felépítésében egyéb módosítások és változatok létrehozására is ösztönzést nyernek a szakmában járatos személyek. Így például: a primer, többmenetű gerjesztő tekercs hasított gyűrűs fémdarab egységének a megépítésében lehetséges a ferromágneses anyag, mint különleges kialakítású, nagy hőmérsékletű ferrit tagnak a felhasználása. Gyaníthatóan a lebegtető egységben az alsó tekercselés alatti villamos mező — az egyéb tekercselések által létesített mezők kölcsönhatásától való távolsága folytán — alapvetően olyan egyfázisú mező gyanánt működhet, amely visszavetni igyekszik a folyékony fémoszlop felfelé irányuló mozgását. Ferro-

mágneses ferrit tagok alkalmas kiképzésével és a halmozott egység alá történő elhelyezésével lehetőség nyílik ennek a visszavető mező-hatásnak a minimalizálására.

Továbbmenve: ha a hasított gyűrűs fémdarab tagban, mint fluxusösszpontosító lapban kiképzett központi nyílásnak a körtől eltérő keresztmetszete van, akkor alkalmas kiképzésű, ferromágneses ferrit anyagú fluxus alakító tagokat kell a szerkezetbe befoglalni a hasított gyűrűs fémdarab tagok mentén abból a célból, hogy „helyre alakítsák” a fluxusösszpontosító egység által létrehozott elektromágneses mezőt, s annak a kívánatos mező jellegét adják. A továbbiakban ilyen elrendezést írunk le a 7. ábrával kapcsolatban.

A mező alakításának másfajta módja lehet, hogy a hasított gyűrűs fémdarab tagok akár belső, akár külső kerületén szegmenseket vagy járulékos mezőalakító hornyokat vágunk ki, s ezáltal a nem kívánatos módon folyó áramokat olyan áramfolyás pályába kényszerítjük, amely optimálisabb mágneses mező kialakítást szolgál.

A szegmensek, vagy a járulékos hornyok eltávolítása a hasított gyűrűs fémdarab tagból, mezőalakítási célból ugyan elérhető, de csak mezővesztés, illetve a lemezek villamos impedancia növekménye árán. Emiatt a mezőalakításnak ez a módja kevésbé kívánatos, mint a ferromágneses ferrit mezőalakító tagoknak az alkalmazása, annak ellenére, hogy ismeretes módon a nagy frekvenciájú mezőkben a ferromágneses alkatrészek viselkedése nem lineáris.

Jó mérnöki tervezésű, gyakorlati üzemeltetési előnyvel járó megoldás biztosításának a szempontjából a legkívánatosabb az új, tökéletesített lebegtető tekercselés egység olyan szerkezetű biztosítása, amelyben egy készlet primer többmenetű gerjesztő tekercselést használunk fix keresztmetszetű belső nyílással, s ehhez tartoznak a hasított gyűrűs fémdarab fluxusösszpontosító – hőcserélő egység több olyan változata, amelyeknek különböző központi nyílás átmérője, de állandó külső keresztmetszeti kialakítása és felülete van.

Az új, tökéletesített lebegtető tekercselés egységgel felszerelt GELEC eljárást felhasználó, ebben az esetben át tudna állni a 8 mm átmérőjű rúdnak a készítéséről pl. az 5 mm átmérőjű rúdunk a készítésére úgy, hogy ehhez mindössze a belső, hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosító – hőcserélő egységet kellene cserélnie, ugyanakkor sem eltávolítania, sem módosítania nem kellene a primer, többmenetű, külső gerjesztő tekercseket magukat.

Az előző bekezdésekben már rámutattunk, hogy a fluxusösszpontosító fémdarab tagokban kiképzett kör keresztmetszetű nyílás szelvénye a körtől eltérő egyéb is lehet.

A 7., a 7A és a 7B ábrák egy ilyen eltérő elrendezést mutatnak be. A 7. ábra egy olyan berendezés csupán egy fázis tekercselésének a síkbeli felülnézete, amely alkalmas a 7. és a 7A ábrákon levő 59 négyszögletes szelvényű, megolvasztott fém lapoknak a gyártására.

Az 59 négyszögletes szelvényű olvasztott fémlapot az általánosan négyszögletes 55 fluxusösszpontosító tömbelem miatt alakították ki, mely utóbbinak elnyújtott 61 négyszögletes központi nyílása és abban – amint azt a 7. és a 7B ábrákon látható 58 rés van.

Annak érdekében, hogy az 55 fluxusösszpontosító tömbelemből kiáradó mágneses mező fluxust jobban alakíthassuk, nagyszámú, nem-vezető vékony 57 ferritlemez helyezkedik el a primer 56 többmenetű tekercs

és az 55 fluxusösszpontosító tömbelem alegység felett és alatt, amint azt a legjobban a 7A. ábra tünteti fel. A vékony 57 ferritlemez tagoknak különlegesen kialakított trapéz elrendezése van, amelyet a legjobban a 7. ábra mutat be. Ennek a kialakításnak a célja a mágneses fluxusnak az összpontosítása a megolvasztott fémlap hosszabb méretű lapos szekciójában és emiatt a fémlapnak általánosan lapos négyszögletes szelvénye van, amint azt a 7. ábrán láthatjuk.

A találmánynak a 3. és 4. ábrákon ismertetett megvalósításához hasonló, grafitbélésű és a 19, 21 kristályosító/hőcserélőt tartalmazó vízhűtési hőcserélő helyezkedik el a 11A, 11B és 11C hasított gyűrűs fémdarab egységekből kialakított fluxusösszpontosító és a lebegtetett 23 folyékony fémoszlop között. Ezért érthető, hogy viszonylag nagy áramok fognak indukálódni az ilyen szerkezetű folyadék-hűtési hőcserélőben és azok lényeges veszteségeket fognak okozni. Az ilyen veszteségeknek az elkerülésére a találmány előnyös megvalósítása szolgál, amely az 5. és 6. ábrákon látható.

A 6. ábrán látható megoldás megfontolásából belátható, hogy az általánosan 11 jelzésű, hasított gyűrűs fluxusösszpontosító lemez egység – amint azt a 6. ábra feltünteti – mechanikusan erős és merev. Amennyiben a 11 hasított gyűrűs fémdarabokból álló fluxusösszpontosítót jó hővezetőképességű, de a megfelelő fémdarab tagok közötti villamos szigetelést is biztosítani képes fémből készítjük, akkor az ilyen egység ugyancsak képes lesz tekintélyes mennyiségű hőt átadni annak a hűtőfolyadéknak, amely a 33 felső és a 34 alsó kamrák között lefelé áramlik, az összes 11 hasított gyűrűs fémdarab tagban kialakított, az 5. ábrán feltüntetett 51 átömlőnyílásokon keresztül. A 33 felső és a 34 alsó kamrák villamosan szigetelő tulajdonságúak. Ebben az elrendezésben a csőalakú 19 kristályosítónak tűzálló bélésedényt kell tartalmaznia olyan anyagból, mint amilyen a grafit, a cirkóniumoxid, a TZM (?) és ezekhez hasonlóak, amelyek közvetlenül illeszkednek a 11A, 11(–B'), 11C stb. hasított gyűrűs fémdarabok felhalmozott rendszerében kiképzett 14 központi nyílásba, s így módon folyadék-hűtési, hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosító egységet alkotnak. Ez a fluxusösszpontosító egység ugyanúgy működik, mint a 4. ábrával kapcsolatosan már leírt fluxusösszpontosító egység. Az 5. és 6. ábrákon azonban a hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosító egység belső kerülete és a lebegtetett 23 folyékony fémoszlop közötti csökkent hézag nagyban javítja a 23 folyékony fémoszlophoz való elektromágneses kapcsolódást és kiküszöböli a 3. ábra 21 hőcserélő egységében indukált örvényáramok miatti energiavesztéseket.

Továbbmenve: a 3. ábrabeli gyűrű alakú 21 hőcserélő kiküszöbölése révén a teljes berendezés költségei csökkentek. A 6. ábrával összefüggésben meg kell jegyeznünk, hogy a 11A, 11(–B'), 11C stb. hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosítók mindegyike magában foglal egy viszonylag vastag, monolitikus fémdarabot, amelynek a tengelyirányú méretei lényegében megegyeznek a hozzá tartozó, primer 12A, 12(–B'), 12C stb. többmenetű hajtó tekercselés tengelyirányú méreteivel. Ezeket a többmenetű tekercseléseket gerjesztik a háromfázisú áramellátás és a 26 szabályozó egységek. A tekercsek háromfázisú áramforrás egymást követő fázisaira vannak kapcsolva, így a létrejövő mágneses tér Foucault áramokat indukál a fémlvadékokban, aminek következtében a fémre emelőerő hat. A találmány szerinti lebegtető

tekeres és hőcserélő egység úgy tervezendő meg, hogy a hasított gyűrűs fémdarab tagok az őket övező, hozzájuk tartozó primer többmenetű hajtó tekercsekben sajtoló illesztések és azoktól villamosan szigeteltek. Ugyancsak villamosan szigeteltek a 19 kristályosító cső alakú tűzálló belésztől és a szomszédos fémdarab tagoktól.

Ebből a célból előirányozható, hogy a 6. ábra szerinti elrendezésben alkalmazott 11 hasított gyűrűs fémdarab tagokat lágy alumínium anyagból, mint amilyen az 1100-as alumínium, kell elkészíteni. A hűtési célú 51 átömlőnyílást abban fűréssal, vagy öntéssel lehet előállítani és az összes gyűrűs fémdarab tagot ismert elektrokémiai eszközök felhasználásával anódosan kell oxidálni. Az anódos oxidálás a fémdarab összes exponált felületén mintegy 0,002" vastagságú alumíniumoxid filmnek a kialakulását fogja eredményezni. Az így létesített alumíniumoxid film valamennyi hasított gyűrűs fémdarab tagot egymástól, de a hozzá tartozó primer többmenetű hajtótekercseléstől és a cső alakú 19 kristályosító tűzálló belésztől is villamosan elszigeteli. A 11A, 11(-B'), 11C stb. hasított gyűrűs fémdarab tagokból felhalmozott rendszert a vonalbahozott, hűtési célú 51 átömlőnyílásokkal együtt sajtolják és azok folyadékátömör üléket képeznek a megfelelő fémdarab tagok között. Minthogy a hűtési célú 51 átömlőnyílásoknak a felületén hasonló módon alumíniumoxid szigetelő bevonat képződik, így a hűtőfolyadék képtelen lesz villamos rövidrezárást létesíteni a szomszédos fémdarab tagok között. Ha az kívánatos, akkor réz, alumínium, vagy egyéb csöveket lehet a vonalbahozott 51 átömlőnyílásokba illeszteni és ott expandáltatni sajtoló illesztésnek a létesítésére, s ezáltal tovább biztosítani, nehogy szivárgás történjék a szomszédos fémdarab tagok között. Az anódosan oxidált alumíniumoxid bevonat megakadályozza, hogy a réz, vagy egyéb vezető cső rövidre záródjék a hasított gyűrűs fémdarab tagok között.

Az előbbi leírásból kivehetően az egyes hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosító tagokat az anódosan oxidált alumíniumbevonattal egymástól villamosan úgy elszigeteltük, hogy az ilyen tagok 14 központi nyílásának a kerülete mentén jelentékeny fluxust létesítő áramokat egyenként oly módon szabályozhatjuk, hogy azok a GELEC (TM) eljárás foganatosításához megkívánt, felfelé irányuló (elmozgó) elektromágneses lebegtető mezőt hozzák létre.

Továbbmenve jól ismeretes, hogy a vékony, anódos oxidálással előállított alumíniumoxid bevonat hőellenállása — éppen vékonysága miatt — minimális. Ily módon azután az összeszerelt lebegtető tekercselés szerkezet hűtési jellemzői összehasonlíthatók, vagy talán még jobbak, mint a 3. ábrában feltüntetett egységnek a hűtése. Ha szükséges, másfajta — pl. 2024-es alumínium — alumínium anyagok alkalmazhatók a fémdarabok kialakításához, ámbar az ilyen anyagnak ismert módon némileg nagyobb a hőellenállása, mint az 1100-as alumíniumé és emiatt némileg nagyobb veszteségeket is okoz a lebegtető tekercselés egységnek az üzemeltetése során.

Ha az már bizonyított, hogy az 5. és 6. ábrákon bemutatott, tökéletesített lebegtető mezőt előállító egységnek bizonyos termékekhez nincsen elégséges hűtése, akkor lehetőség van az 51 átömlőnyílások felhasználásával járulékos hűtésnek a biztosítására. Ebből a célból szükségessé válhat ilyen járulékos folyadék-hűtési átömlőnyílásoknak a létesítése a 3. ábra szerinti elrendezésű hasított gyűrűs fémdarab tagokban, ámbar a hasított

gyűrűs fémdarab tagokkal megvalósított fluxusösszpontosító használatával járó várt előnyök egyike éppen az, hogy kiküszöböli a vízűtésű vezetékekre irányuló igényt a lebegtető tekercselés egységben.

Mindazonáltal szükségessé válhat, hogy a 3. ábra szerinti hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosító akár levegővel, akár valamely folyékony hűtőanyaggal hűtsük. Amennyiben ilyen hűtésre volna szükség, akkor az 5. ábrán feltüntetett hűtőcsatornákat kell kialakítanunk a 3. ábra szerinti hasított gyűrűs fémdarab tagokban.

Ilyen hűtőcsatornákat néhány villamos hártymélységgel kell elhelyezni, a megfelelő fémdarabtagok belső és külső kerületétől messze oly módon, hogy a lebegtető mezőt előállító áramok folyását ne akadályozza vagy zavarja.

A fenti megfontolás végülis korlátozza a hűtést szolgáló 51 átömlőnyílásoknak a számát, melyek a megfelelő, hasított gyűrűs fémdarabos fluxusösszpontosító tagokban kialakíthatók. Ha ez valóban így van és a GELEC (TM) eljárás megvalósításához még járulékos hűtésre volna szükség, akkor lehetőség van a fémdarab tagoknak a kilyukasztására és gyűrűs hűtőcsatornákkal való ellátására. Az így kiképzett gyűrűs folyadék átömlőcsatornákat a hasított gyűrűs fémdarabok felhalmozott együttese között olyan összekötő nyílásokkal kell összekapcsolni, mint amilyen az 5. ábrán az 51 átömlőnyílás.

Lehetőség nyílik a 19 kristályosítóban szükséges belészek a kiküszöbölésére anódosan oxidált 11 hasított gyűrűs fémdarabtagok, mint fluxusösszpontosítók cél-szerű konstrukciójával és felhasználásával.

A fenti kitanításoknak az ismeretében a szakmában járatos személy kellő ösztönzést nyert a megkívánt hűtőhatás előállításához szükséges egyéb módosítások és változatok létrehozására.

Találmányunk olyan elektromágneses lebegtetésű öntőberendezést ír le, amelynek tökéletesített lebegtető tekercselés egysége van. Ez a berendezés olyan, nagy hosszúságú fémtermékek folyamatos öntésére szolgál, mint a rézből, alumíniumból, nikkelből, valamint azok és egyéb fémek különféle ötvözeiből készítenő rudak.

Miután a találmányunk szerint kialakított tökéletesített lebegtető tekercselés egységet tartalmazó, elektromágneses lebegtetésű öntőberendezés számos megvalósítását a fentiekben már leírtuk, így a szakmában járatos személyek számára a fenti kitanításnak az ismeretében kellő ösztönzést is adtunk egyéb módosítások és változatok létrehozásához. Éppen ezért belátandó, hogy az ismertett találmány egyes megvalósításaiban végezhető olyan változtatások, amelyek belesznek a csatolt igénypontokkal meghatározott teljes előirányzott terjedelmébe.

Szabadalmi igénypontok

1. Elektromágneses lebegtetésű folyamatos öntőberendezés tökéletesített lebegtetőtekercseléssel, melynek szilárduló folyékony fém befogadására szolgáló, függőleges elrendezésű, elnyújtott, csöves öntőtere, illetve kristályosítója (19), a folyékony fém az öntőtér, illetve kristályosító (19) alsó részébe tápláló eszköze, illetve annak hűtésére és szilárdítására szolgáló hőcserélője (21), a már megszilárdult fémnek az öntőtér, illetve kristályosító (19) felső részéből való elszállítására szol-

gáló eszközei, az öntőtér, illetve kristályosító (19) rész-hosszát övezően kialakított, elektromágneses lebegtető mezőt létesítő, ezáltal fémoszlop hidrosztatikus nyomást csökkentő, illetve a folyékony fémoszlop (23) lényegében súlytalansági feltételek között tartó folyékony fémoszlop (23) külső felülete, illetve az azt körülvevő öntőtér, illetve kristályosító (19) belső felülete között előre meghatározott méretviszonyt fenntartó, a közöttük maximális hőátadást, illetve minimális gravitációs-súrlódási-tapadási erőhatásokat biztosító eszközei vannak, *azzal jellemezve*, hogy elektromágneses lebegtető mezőt létesítő és összpontosító elemeket tartalmaz, melyek a lebegtetendő folyékony fémoszlop (23) magában foglaló öntőtér, illetve kristályosító (19) rész-hosszát övező hasított gyűrűs fémdarabok (11) formájában vannak kialakítva, amelyek mindegyike megfelelő elektromágneses mezőt létesítő többmenetű tekercseléshez (12) van kapcsolva, mely utóbbi a hasított, gyűrűs fémdarabot (11) övező menetekből áll, s mindegyik hasított gyűrűs fémdarab (11) a többmenetű tekercselésben (12) létesített mágneses mezőt az öntőtér, illetve kristályosító (19) belseje felé összpontosító és áram transzformátor elemként van kialakítva.

2. Az 1. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy elektromágneses lebegtető mezőt létesítő eszközei többfázisú, váltakozóáramú villamos energiaforrás (13) egymást követő fázisaihoz kötendő több elektromágneses tekercsből állanak felfelé irányuló, váltakozó elektromágneses mező létrehozására és az egymástól villamosan elszigetelt egymást követő fázisok mindegyikéhez legalább egy hasított gyűrűs fémdarab (11) és a megfelelő elektromágneses mezőt létesítő tekercs mágnesmező összpontosító eszköz áll rendelkezésre.

3. A 2. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy csöves öntőtér, illetve kristályosító (19) tűzálló anyagból készült cső, tartalmaz továbbá a megolvasztott fém befogadására alkalmas, a csöves öntőtér, illetve kristályosító (19) alsó végével közlekedő olvasztótégelyt (31), mely utóbbival összekapcsolt eszközök szolgálnak folyékony fémoszlop (23) megragadására és felfelé, az elektromágneses lebegtető mezőt létesítő eszközök alsó szintje fölé történő elmozdítására, eszközei vannak továbbá az induló fémrúd alsó végének a megolvasztott folyékony fémoszlop (23) felső végéhez, az elektromágneses lebegtető mezőn belüli összekötésére, továbbá az elektromágneses mező olyan értéken való tartására, hogy a folyékony fémoszlop (23) keresztmetszeti mérete elégségesen nagy ahhoz, hogy megakadályozza lényeges hézagok a képződését, a folyékony fémoszlop (23) külső felülete, valamint az öntőtér, illetve kristályosító (19) előbbi övező belső felülete között, a nevezett elektromágneses lebegtető mezőt létesítő eszközöktől független eszközök szolgálnak a folyékony fémoszlop (23) felfelé, az öntőtérben, illetve kristályosítón (19) keresztüli mozgására, további eszközök szolgálnak a megszilárdult rúdalakú termék (25) elvételi ütemének a szabályozására.

4. A 3. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a többfázisú, váltóáramú villamos energiaforrás (13) változtatható teljesítményű és frekvenciájú többfázisú generátor.

5. A 2. vagy 4. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy az egyes fázisok elektromágneses mezőt

létesítő tekercseihez indukciósan kapcsolt hasított gyűrűs fémdarabok (11) monolitikus szerkezetűek.

6. Az 1. vagy 4. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy az elektromágneses mezőt létesítő 5 tekercshez fázisonként, indukciósan kapcsolt, hasított gyűrűs fémdarabok (11) egymástól villamosan el vannak szigetelve és hasított gyűrűs tárcákat alkotnak.

7. Az 1., 5. vagy 6. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy hőcserélője (21) gyűrűs kialakítású, folyadékhűtésű olyan szerkezet, amely közvetlenül 10 övezi a csöves öntőtér, illetve kristályosító (19) azon részét, ahol a fenti, elektromágneses lebegtető mezőt létesítő eszközei vannak elhelyezve, ugyanakkor ezen csöves öntőtér, illetve kristályosító (19) és a gyűrűs kialakítású, folyadékhűtésű hőcserélő (21) a hasított gyűrűs fémdarabok (11) olyan központi nyílásában (14) 15 vannak elhelyezve, amelynek egyrészt az elektromágneses mezőt létesítő eszközeihez tartozó mágneses fluxusösszpontosító elemei, másrészt a gyűrűs kialakítású, folyadékhűtésű hőcserélőbe (21) ezen hűtőfolyadékot állandóan szállító eszközei vannak.

8. Az 1. vagy 5. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy hőcserélő eszközeit részben magukban foglalják azon hasított gyűrűs fémdarabok (11), amelyek 25 azokat körülveszik és mechanikai, valamint hővezetési kapcsolatban állanak a csöves öntőtér, illetve kristályosító (19) azon részeivel, ahol az elektromágneses lebegtető mezőt létesítő eszközök vannak elhelyezve, de azoktól villamosan el vannak szigetelve, s a hasított gyűrűs 30 fémdarabokban (11) hűtőfolyadék bevezető elemekkel ellátott átömlőnyílások (51) vannak kiképezve.

9. A 4. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy további eszközei vannak a megszilárdult fém terméknek az előhűtésére, amint az az öntőtér, 35 illetve kristályosító (19) felső részéből kiemelkedik, hengerlő eszközei vannak a termék kívánt méretre való hozzászárására, valamint hűtőeszközei vannak a hengerelt terméknek a környezeti hőmérsékletre való hűtésére.

10. A 4. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a megszilárdult fém termék előhűtésére, majd az előhűtött megszilárdult termék környezeti hőmérsékletre történő hűtésére szolgáló eszközökkel van 40 ellátva.

11. A 2.-10. igénypontok bármelyike szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy az elektromágneses mező 45 erőségét megszabó eszköze van, és a folyékony fém egy-egységnyi súlyára vonatkoztatott 73-200 %-os lebegtetési aránybiztosító szabályozó egysége, valamint

$$50 \quad F = \frac{36\rho}{D^2}$$

értékű gerjesztési frekvenciát biztosító beállító egysége is van, ahol

F a frekvencia kilohertz-ben,

55 ρ a folyékony fémoszlop (23) rezisztivitása ohm-cm-ben és

D a berendezésben előállított, megszilárdult rúd termék (25) átlagos átmérője mm-ben.

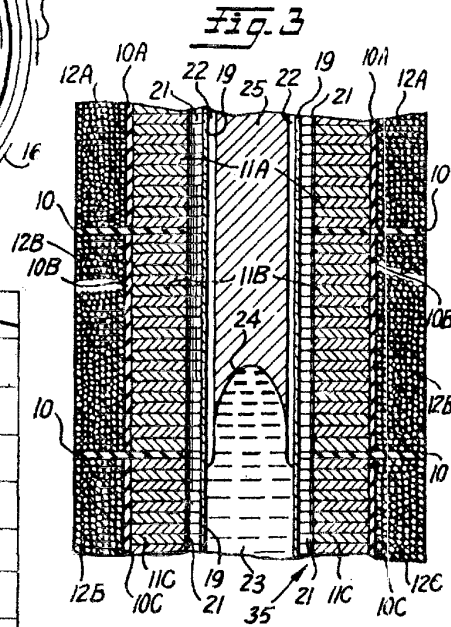
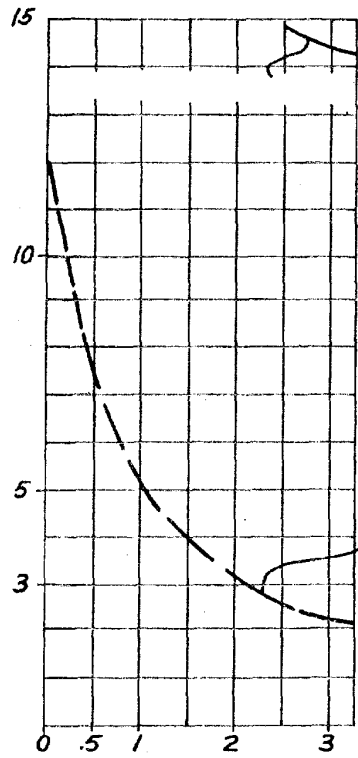
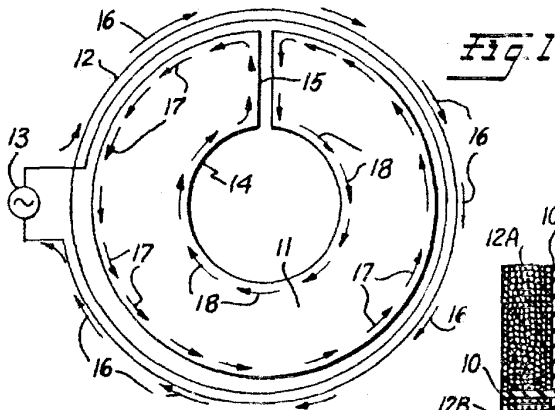
12. A 11. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a csöves öntőtér alsó végével közlekedő és a megolvasztott folyékony fémfürdőt magában foglaló olvasztótégelye (31), ahhoz csatlakozó, a folyékony fémoszlop (23) megragadó és az elektromágneses lebegtető 60 mezőt létesítő eszközök alsó szélé fölül függőlegesen feljuttató eszköze, továbbá a fémrúd alsó végét a megol-

vasztott folyékony fémoszlop (23) felső végéhez, az elektromágneses lebegtető mezőt létesítő eszközök elektromágneses mezőn belül összekötő eszköze, szabályzója és az öntőtér felső részéből a megszilárdult fémtermék elvételi arányát, azaz az anyagkihozatalt szabályzó eszközé van.

13. A 11. vagy 12. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy mindegyik fázis elektromágneses

mező előállító tekercsének standard méretű és alakú központi nyílása (14) van, amelybe nagyszámú, eltérő szerkesztésű, standard méretekkel és alakokkal jellemzett külső kialakítású, hasított gyűrűs fémdarab (11) tagok illeszthetők, vagy amelyeknek eltérő méretű és/vagy alakú olyan központi nyílásai (14) vannak, melyek megszabják a csöves öntőtér elhelyezésére szolgáló teret.

7 db ábra



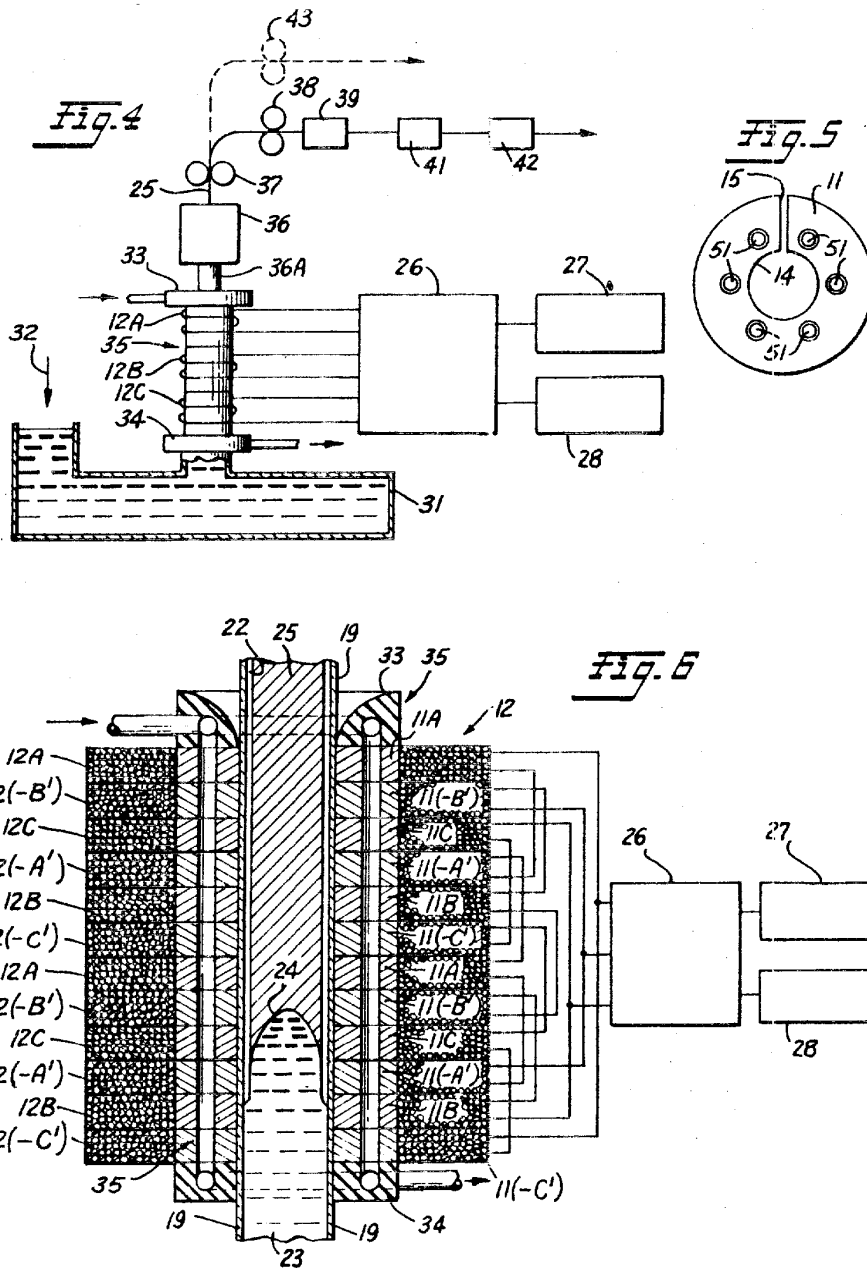
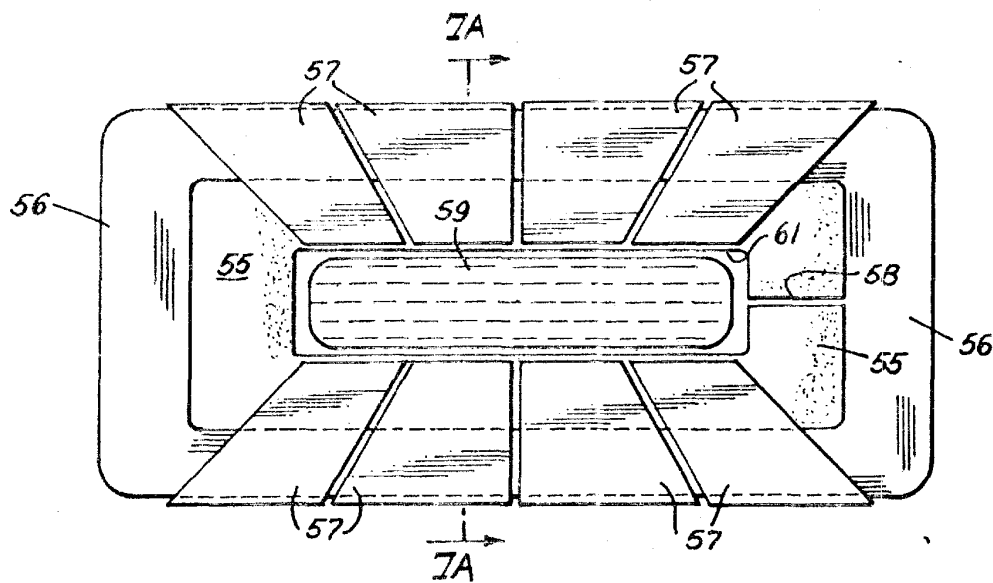
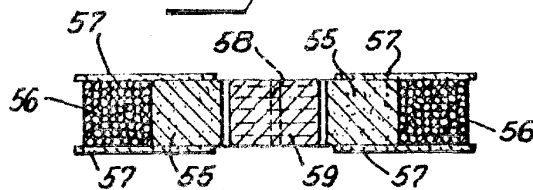
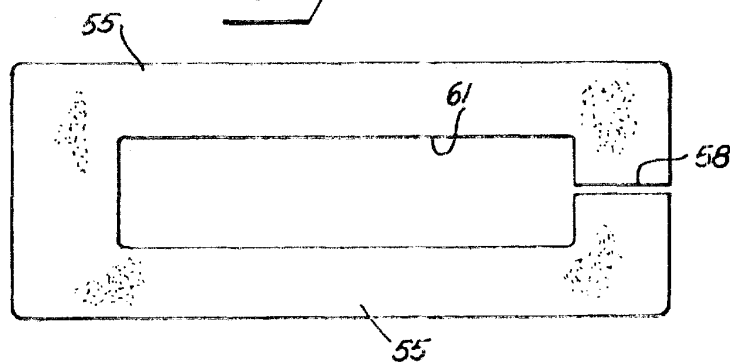


Fig. 1*Fig. 1A**Fig. 1B*

Kiadja az Országos Találmányi Hivatal
A kiadásért felel: Hímer Zoltán osztályvezető
Megjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában

COPYLUX Nyomdaipari és Sokszorozító Kiszövetkezet