



F 100093176B

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT**

93176

C (45) Patentti julkaisu

Patentti julkaisu 10.02.1995

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

B 22D 17/00

**SUOMI-FINLAND
(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patentihakemus - Patentansökning	904964
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	09.10.90
(24) Alkupäivä - Löpdag	19.01.90
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	09.10.90
(44) Nähtävöksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.11.94
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/US90/00416
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
10.02.89 US 309758 P	

(71) Hakija - Sökande

1. The Dow Chemical Company, 2030 Dow Center, Abbott Road, Midland, Mich. 48640, USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Bradley, Norbert L., 4340 Francis Shore Drive, Sanford, Mich. 48657, USA, (US)
2. Wieland, Regan D., 408 Southlawn Drive, Auburn, Mich. 48611, USA, (US)
3. Schafer, William J., 1860 Short Road, Saginaw, Mich. 48603, USA, (US)
4. Niemi, Allen N., 1106 11th Avenue, Houghton, Mich. 49931, USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä ja laite metalliseosten ruiskuvalua varten
Förfarande och anordning för formsprutning av metallegeringar**

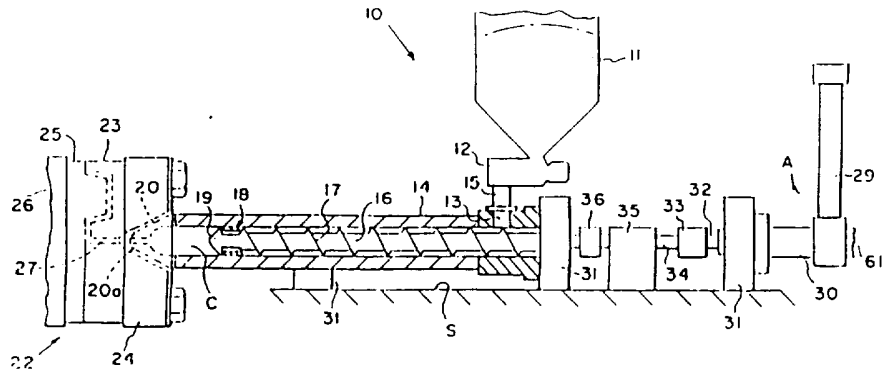
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4694881 (B 22D 17/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Esillä olevan keksinnön kohteena ovat menetelmä ja laite metalliseoksen ruiskuvalua varten, sanotun seoksen ollessa pidettynä tiksotrooppisessa puolijähmeässä tilassa edestakaisin liikkuvassa suulakepuristimessa (16) jähmeyslämpötilansa yläpuolella ja nesteytyslämpötilansa alapuolella olevissa lämpötiloissa leikkausvoiman esiintyessä, ja tullessa sen jälkeen ruiskutetuksi tiksotrooppisena lietteenä muottiin (22) käyttökelpoisen tuotteen muodostamiseksi. Ruiskuvaluiskun loppuunsaattamisen jälkeen suulakepuristimen suutin (20) suljetaan jähmettämällä suuttiin jähmeä metalliseosjäämän osa.

Uppfinningen avser ett förfarande och en apparat för sprutformning av en metallegering, varvid legeringen i tiksotropiskt, halvfast tillstånd hålls i en växelverkande sprutmaskin (16) vid temperaturer, vilka ligger över legeringens temperatur i fast tillstånd och under dess temperatur i flytande tillstånd, i närvaro av skärning, och den insprutas sedan som en tiksotropisk uppslamning i en form (22) för bildande av en användbar produkt. Efter utförandet av sprutformningsslaget förseglas munstycket (20) i sprutmaskinen genom att en del av den i munstycket kvarliggande legeringsresten får stelna.



Menetelmä ja laite metalliseosten ruiskuvalua varten

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä dendriittisiä ominaisuuksia omaavan metallimateriaalin ruiskuvalua varten, menetelmän käsittäessä: materiaalin syöttämisen suulakepuristinkoteloon, jonka yksi pää päättyy poistosuuttimeen; materiaalin siirtämisen kotelon läpi kohti suuttimen vieressä olevaa kokoamisvyöhykettä; materiaalin kuumentamisen solidus- ja likviduslämpötilan välissä olevaan lämpötilaan materiaalin muuntamiseksi puolijähmeään tikso-
trooppiseen tilaan; materiaalin leikkaamisen sen liikkuesa kohti kokoamisvyöhykettä dendriittisen kasvun estämiseksi. Keksinnön kohteena on lisäksi laite dendriittisiä ominaisuuksia omaavan metallimateriaalin ruiskuvalua varten, laitteen käsittäessä: suulakepuristinkotelon, jonka yhdessä päässä on poistosuutin, jonka lähistöllä on kokoamisvyöhyke ja jossa on suuttimesta kaukana oleva ottoaukko; syöttölaitteen materiaalin syöttämiseksi koteloon ottoaukon kautta; laitteen kotelossa olevan materiaalin kuumentamiseksi lämpötilaan, joka on riittävän korkea dendriittisen kasvun estämiseksi; edestakaisin liikkuvan puristinvälineen materiaalin siirtämiseksi kotelon läpi ottoaukosta kokoamisvyöhykkeelle.

Dendriittisellä kiderakenteella ympäristölämpötilassa varustettuja metalliseoksia on tavallisesti sulatettu ja sen jälkeen asetettu suurpaineisten ruiskuvaluprosessien alaisiksi. Tällaisiin tavanomaisiin ruiskuvaluprosesseihin liittyy kuitenkin tiettyjä ongelmia, kuten sulamassahäviö, sulatusjauheen tai vastaavan aiheuttama liikaantumisen, liialliset jätteet, suuri energiakulutus, pidentyneet käyttöjaksot, suulakkeiden rajoittunut käyttöikä huomattavan lämpöshokin tai vastaavan johdosta sekä suulakkeiden rajalliset täyttöasennot. Käytössä olevat metalliseokset käsittävät rajoittamattomassa mielessä US-patenttijulkaisuissa numerot 3 840 365, 3 842 895, 3 902 544 ja 3 936 298 selostetut seokset.

Polymeeristen materiaalien ruiskuvalutekniikat sisältävät useita ominaispiirteitä, jotka olisivat edullisia, jos ne sisältyisivät sellaista metalliseosten ruiskuvaluun, jotka voidaan muuntaa tiksotrooppiseen tilaan. Tällaiset tekniikat sisältävät polymeerimateriaalirakeiden syöttämisen huonelämpötilassa syöttösuppilosta ruuvisuulakepuristimeen ilman sulatusjauhetta ja muita epäpuhtauksia. Nämä polymeeriset rakeet kuumennetaan suulakepuristimessa pehmenettyyn tilaan, minkä jälkeen suulakepuristimen poistopäähän asetettu muotti täytetään virtaavalla materiaalilla. Mitään likaantumista ja sulametallihäviöitä ei tapahdu näiden polymeeristen materiaalien suulakepuristusprosessien yhteydessä ja niissä käytetyt alhaisemmat lämpötilat vähentävät muottiin kohdistuvan lämpöshokin aiheuttamaa ongelmaa. Polymeeristen materiaalien ruiskuvalun yhteydessä muotti voidaan täyttää mistä tahansa asennosta osatäyttöjen maksimaalisen tehokkuuden sanelemalla tavalla. Keksinön mukainen laite ja menetelmä sisältävät useimmat, ja jopa kaikki, näistä suotavista ominaisuuksista.

US-patenttijulkaisuissa numerot 4 694 881 ja 4 694 882 selostetaan dendriittisillä ominaisuuksilla varustetun metalliseoksen muuntaminen tiksotrooppiseen puolijähmeään tilaan valvotun kuumennuksen avulla metalliseoksen pitämiseksi solidus- tai jähmeyslämpötilansa yläpuolella ja likvidus- tai nesteytyslämpötilansa alapuolella olevassa lämpötilassa asettamalla metalliseos samalla alttiiksi leikkausvoiman vaikutukselle ruiskuvalun aikana. Tällä tavoin voidaan tiettyjä ruiskuvaluun liittyviä etuja käyttää hyväksi määrättyjen painevaluun liittyvien haittojen voittamiseksi. Esillä oleva keksintö sisältää metalliseosten ruiskuvaluun liittyviä lisäparannuksia ja -etuja.

Aikaisemmin tunnettuja tiksotrooppisten metalliseosten ruiskuvalua varten tarkoitettuja menetelmiä voidaan parantaa huomattavasti muodostamalla ja säilyttämällä

lämpötilaprofiili määrättyä metalliseosta varten kuumentamalla tätä metalliseosta ruuvisuulakepuristimessa jähmeyslämpötilansa ylittävään ja nesteytyislämpötilansa alittavaan lämpötilaan ja välttämällä ennen ruiskutustoimenpidettä lisäämästä huomattavammin metalliseokseen kohdistuvaa voimaa. Tämä toteutetaan syöttämällä puolijähmeä materiaali suulakepuristimen suuttimen ja ruuvikärjen välissä olevaan kokoamistilaan tai -vyöhykkeeseen ja vetämällä ruuvia sisään sen pyöriessä poistosuuttimesta poispäin olevassa suunnassa, samalla kun suuttimen ja ruuvikärjen välinen tila täytetään materiaalilla. Tavanomaisen polymeerisen materiaalin ruiskuvalun yhteydessä suulakepuristimen ruuvi vedetään sisään suuttimen ja suulakepuristimen ruuvikärjen väliseen tilaan kerääntyneen paineen avulla.

Metalliseosten luonteen johdosta on havaittu välttämättömäksi valvoa huolellisesti tällaisten metalliseosten paineistusta niiden ollessa puolijähmeässä tilassa suulakepuristimessa. Haluttu leikkausnopeus on säilytettävä, mikä siten sanelee ruuvien kiertonopeuden ja materiaalin syöttönopeuden suulakepuristimeen. Tämä määrittää puolestaan ruuvien sisäänvetonopeuden ennen ruiskutustoimenpidettä. Lisäksi puolijähmeää metallimateriaalia ruiskuvallettaessa on tärkeää valvoa lämpötilaa, painetta ja suulakepuristinruuvien nopeutta metalliseoksen yhdistettyjen nestemäisten ja jähmeiden olomuotojen vaihe-erottumisen estämiseksi.

Lämpötilaprofiilia, syöttönopeutta, leikkausnopeutta sekä ruiskutuspainetta ja -nopeutta valvottaessa seuraavassa selostettavalla tavalla voidaan polymeerisen materiaalin ruiskuvaluprosesseja ja -koneita käyttää ruiskuvalettujen osien muodostamisessa metalliseoksista. Vähentämällä painetta ruiskutustoimenpiteen lopussa suulakepuristimen suuttimen läheisyydessä ja sen jälkeen suuttimen lämpötilaa sekä leikkaustoiminnon puuttuessa voidaan jähmeä metallitulppa muodostaa suuttimessa eliminoimaan ta-

vanomaisen mekaanisen sulkuventtiilin tarve ja tällaiseen venttiiliin liittyvät ongelmat. Haluttaessa voidaan suuttimessa kuitenkin käyttää myös tavanomaista sulkuventtiiliä.

5 Keksinnön mukaiselle menetelmälle dendriittisillä ominaisuuksilla varustetun metallimateriaalin ruiskuvalamiseksi on tunnusomaista, että menetelmä käsittää kokoamisvyöhykkeen laajentamisen, riippumattomasti materiaalin siirtymisestä vyöhykkeelle, ja nopeudella joka on ainakin
10 yhtä suuri kuin se nopeus, jolla materiaalia siirtyy kokoamisvyöhykkeelle; materiaalin leikkaamisen keskeyttämisen kokoamisvyöhykkeellä; materiaalin lämpötilan pitämisen kokoamisvyöhykkeellä dendriittisen kasvun estävällä tasolla; ja riittävän voiman jaksottaisen kohdistamisen kokoamisvyöhykkeelle kerääntyneeseen materiaaliin, kokoamisvyöhykkeeseen kerätyn materiaalin pakottamiseksi poistumaan suuttimen kautta muottiin.

 Keksinnön kohteena on myös dendriittisillä ominaisuuksilla varustetun materiaalin ruiskuvalua varten tar-
20 koitettu laite, jolle on tunnusomaista, että laite käsittää välineet kokoamisvyöhykkeen laajentamiseksi, riippumattomasti materiaalin siirtymisestä kokoamisvyöhykkeelle, ja nopeudella, joka on ainakin samansuuruinen kuin nopeus jolla materiaalia siirtyy kokoamisvyöhykkeelle, jolloin
25 vältetään huomattavien rasitusten vaikuttaminen materiaaliin kokoamisvyöhykkeellä; välineet materiaalin leikkaamiseksi sen siirtyessä kotelon läpi ottoaukon ja kokoamisvyöhykkeen välillä; ja välineet materiaalin poistamiseksi kokoamisvyöhykkeeltä suuttimen kautta muottiin.

30 Keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen edulliset suoritusmuodot ilmenevät oheisista epäitsenäisistä patenttivaatimuksista 2 - 6 ja 8 - 15.

 Esillä olevan keksinnön mukaisen menetelmän ja
laitteen tarjoamat edut käyvät ilmi seuraavasta selostuk-
35 sesta oheisiin piirustuksiin viitaten, joissa:

Kuvio 1 esittää osittain leikattua kaavamaista sivukuvantoa keksinnön mukaisesta ruiskuvalulaitteesta;

5 Kuvio 2 esittää graafisesti tyypillistä käyrästä näyttäen ruuvinopeuden ja hydraulisen väliainepaineen ruiskutustoimenpiteen aikana;

Kuvio 3 esittää kaavamaisesti suulakepuristimen kotelo ja ruuvia sekä kuumennuslaitetta kuumennusvyöhykkeiden muodostamista varten;

10 Kuvio 4 esittää suurennettua osittaista leikkauskuvantoa ruiskuvalulaitteen suutinpäästä;

Kuvio 5 esittää suurennettua osittaista poikkileikkausta muunnetusta syöttötapista ja suuttimesta;

15 Kuvio 6 esittää yksinkertaistettua kaaviota väliaineen painepiiristä, jota käytetään suulakepuristimen ruuvin valvontaan.

Metalliseoksen ruiskuvalu merkitsee ainutlaatuista prosessia korkealaatuisten valettujen osien valmistusta varten. Tämä prosessi eroaa suurpaineisesta suulakevalusta siinä suhteessa, että sen alussa käytetään huonelämpötilassa olevia rakeita, jauhetta tai lastuja, jotka syötetään neutraalin ilmakedäpaineen alaisina eliminoiden siten tavanomaisen sulatuskattilan käyttö ja siihen liittyvät ongelmat. Se eroaa myös äskettäin kehitetystä ruiskuvalu-

20 prosessista, jonka yhteydessä käytetään polymeerista tai vahasideainetta virtauksen apuvälineenä. Koska mitään sideainetta ei käytetä, muottivalettu metallituote edustaa lopullista tuotetta eikä mitään sideaineesta vapauttavaa prosessia tarvita. Esillä olevaan keksintöön sisältyvä tekniikka perustuu puolijähmeän tiksotrooppisen lietteen

25 muodostamiseen, joka mahdollistaa metallin ruiskuvalun.

30

Keksinnön mukaisesti valmistettujen muottivalettujen osien ominaisuuksia voidaan menestyksellisesti verrata suurpainevallettujen osien vastaaviin ominaisuuksiin. Tietyissä suhteissa esillä olevan keksinnön kohteena olevan ruiskuvalumenetelmän mukaisesti valmistetut osat ovat

35

ominaisuuksiltaan parempia. Keksinnön mukaisesti ruiskuvalutut osat ovat esimerkiksi jatkuvasti vähemmän huokoisia kuin vastaavanlaiset painevaletut osat. Huokoisuus alentaa huomattavasti tällaisen osan sallittua mitoituslujuutta.

5 Siten keksinnön avulla saadut kestävämmät osat merkitsevät selvää etua tavanomaisiin painevalettuihin osiin verrattuna.

Kuvio 1 esittää kaavamaisesti tavanomaista ruiskuvalukonetta 10, johon on tehty tiettyjä seuraavassa selostettavia muutoksia puolijähmeän metallimateriaalin valamiseksi keksinnön mukaisella tavalla. Kone 10 sisältää syöttösuppilon 11 sopivasta metalliseoksesta tehtyjen rakeiden, lastujen tai jauheen syöttämiseksi huonelämpötilassa.

10 Esillä olevan keksinnön ominaispiirteiden selostamiseksi käytetään esimerkkeinä keksinnön yhteydessä käytettävistä

15 sopivista metalliseoksista pääasiassa alumiini- tai magnesiumseoksia, sopivimmin magnesiumseoksia.

Syöttösuppilon 11 pohjaan on liitetty määrätilavuussyöttölaite 12, johon materiaalirakeet syötetään painovoiman avulla. Tämä syöttölaite käsittää ruuvikierän (ei näy), joka siirtää rakeet yhtenäisellä nopeudella suulakepuristimeen. Syöttölaite 12 on yhteydessä suulakepuristinkotelon 14 syöttönieluun 13 pystysuoran johdon 15 kautta, joka syöttää rakeet suulakepuristinkoteloon 14 syöttöruuvikierän määrittämällä nopeudella. Jalokaasuilmakehä ylläpidetään johdossa 15 ja suulakepuristinkotelossa 14 rakeiden syötön aikana metallimateriaalin hapettumisen estämiseksi. Sopivana jalokaasuna on argon ja se syötetään tavanomaisella tavalla.

20

25

30 Samalla tavoin kuin kestumuovien ruiskuvalukoneen yhteydessä koteloon 14 on asetettu edestakaisin liikkuva pyörivä suulakepuristinruuvi 16 varustettuna kierukkamaisella terällä tai siivellä 17. Ruuvi sisältää kotelon poistopään vieressä olevan takaiskuventtiiliyhdistelmän 18

35 päättyen ruuvikärkeen 19. Kotelon 14 poistopää on varus-

tettu suuttimella 20, jonka kärki 20a on asetettu linjat-
tuna syöttökanavan holkkiin 21 (kuviot 4 ja 5), joka on
asennettu sopivaan kaksiosaiseen muottiin 22, jonka kiin-
teä puolisko 23 on kiinnitetty kiinteään laattaan 24.
5 Muottipuolisko 23 toimii yhdessä liikkuvan laatan 26 kan-
nattaman liikkuvan muottipuoliskon 25 kanssa. Nämä muot-
tipuoliskot rajoittavat sopivan ontelon 27, joka on yhtey-
dessä suuttimeen seuraavassa yksityiskohtaisemmin seloste-
tulla tavalla. Muotti 22 voi olla rakenteeltaan tavanomai-
10 nen ja se sisältää ontelon 27 kanssa yhteydessä olevan
valupäälevittimen 28, jonka kautta puolijähmeä materiaali
voi virrata muottionteloon. Vaikka piirustuksissa ei ole
esitettykään, voidaan tarvittaessa käyttää sopivia tavan-
omaisia muotinkuumennus- ja/tai jäähdytyslaitteita.

15 Ruiskuvalukoneen 10 vastakkainen pää sisältää ra-
kenteeltaan tunnetun pikaruiskutuslaitteen A, joka käsit-
tää akkumulaattorin 29 ja kiinteiden tukien 31 sopivalle
tukipinnalle S tukeman sylinterin 30. Sylinteristä 30 myö-
tävirtaan ulkonee isku- tai ruiskutusmäntä 32 painelaake-
20 riin sekä kytkin 33 toiminnallista liitäntää varten tunne-
tulla tavalla kiertävän ja edestakaisin liikkuvan ekstruu-
deriruuvin 16 käyttöakselin 34 kanssa. Painelaakeri ja
kytkin 33 erottavat iskumännän 32 käyttöakselista 34 si-
ten, että iskumäntä voi haluttaessa liikkua vain edesta-
25 kaisin pyörimättä. Käyttöakseli 34 kulkee tavanomaisen
kiertokäyttömekanismen 35 kautta, joka on uritettu käyttö-
akseliin 34 käyttöakselin 34 vaakasuoran edestakaisliik-
keen sallimiseksi iskumännän 32 edestakaisen liikkeen mu-
kaisesti käyttöakselin 34 pyöriessä. Tämä akseli on puo-
30 lestaan kytketty suulakepuristinruuviin 16 tyypiltään tun-
netun käyttökytkennän 36 välityksellä suulakepuristinruu-
vin 16 kiertoliikkeen sekä myös suurnopeuksisen aksiaali-
sen liikkeen siirtämiseksi kotelon 14 sisällä pikaruisku-
tuslaitteen A toiminnan mukaisesti. On selvää, että sopi-
35 via tavanomaisia hydraulisia ohjauspiirejä (esitetty osit-

tain kuviossa 6) käytetään tavalliseen tapaan ruiskuvalukoneen 10 toiminnan valvomiseksi seuraavassa selostetulla tavalla.

5 Ruiskuvalukoneen 10 toiminta käsittää yleensä suulakepuristinruuvien 16 kiertämisen kotelon 14 sisällä syötettävän materiaalin, esimerkiksi metallimateriaalin, siirtämiseksi eteenpäin ja jatkuvaksi leikkaamiseksi, jolloin tämä materiaali syötetään syöttönielun 13 kautta materiaalin kokoamiskammioon C (kuvio 1) ruuvikärjen 19 ja 10 suuttimen 20 välissä. Tyypiltään seuraavassa selostettavat sopivat kuumennuslaitteet syöttävät lämmön koteloon 14 lämpötilaprofiilin muodostamiseksi, joka saa aikaan syötetömateriaalin muuntamisen lietteiseen tai puolijähmeään tilaan jähmeyslämpötilansa ylittävässä ja nesteytyslämpötilansa alittavassa lämpötilassa. Tässä puolijähmeässä 15 lämpötilassa oleva materiaali asetetaan suulakepuristinruuvien 16 leikkausvaikutuksen alaiseksi ja tätä materiaalia siirretään jatkuvasti eteenpäin kohti kotelon poistopäätä kulkemaan takaiskuventtiilin 18 kautta riittävässä 20 kokoamismäärässä, joka sallii lopulta suulakepuristinruuvien 16 pikaliikkeen eteenpäin muotin täyttöruiskutuksen eli iskun suorittamista varten. Pikaruiskutuslaite A toimii sopivana ajankohtana (seuraavassa selostetulla tavalla) siirtäen iskumäntää 32 eteenpäin eli suulakepuristimen 25 poistopäätä kohti, mikä aiheuttaa painelaakerin 33 ja käyttöakselin 34 eteenpäinliikkeen. Koska käyttöakseli 34 on kytketty suulakepuristinruuvien 16 akseliin kytkennän 36 välityksellä, ruuvi 16 siirtyy nopeasti eteenpäin saaden aikaan muotintäyttöiskun. Takaiskuventtiiliyhdistelmä 18 30 estää kammioon C muotintäyttöiskun aikana kerääntyneen puolijähmeän materiaalin taaksepäinliikkeen.

35 Kuvio 2 esittää tyypillistä iskukäyrästä, näyttäen suulakepuristinruuvien iskunopeuden tuumia/sekunti (cm/s) sekä suulakepuristinruuvien hydraulisen nesteiskupaineen nauloina/neliötuumaa (kPa) suhteessa iskun jaksoaikaan mil-

lisekunteina ilmaistuna. Tämä iskukäyrästä tai -profiili ei ole paljontaan erilainen kuin suurpainevalun yhteydessä. Molemmissa tapauksissa muotti on täytettävä nopeasti materiaalin jähmettymisen välttämiseksi. Tämä edellyttää
5 esillä olevassa järjestelmässä iskumännän ja ruuvijärjestelmän korkeaa lineaarista nopeutta, joka on yleensä 50 - 190 tuumaa/s (125 - 475 cm/s).

Keksinnön eräänä tärkeänä päämääränä on saavuttaa maksimaalinen ruiskutusnopeus lyhyessä ajassa iskujakson
10 ensimmäisen osan aikana, ylläpitää tätä nopeutta riittävän kauan vaaditun iskukoon muodostamiseksi ja sitten nopeasti vähentää nopeus nolnaan juuri muottionteloä täytettäessä suulakepuristinruuvien 16 kanssa tapahtuvan törmäys- ja kimmovaikutuksen välttämiseksi.

15 Metalliseoksen lämpötilaprofiili ruiskuvalun aikana on myös erittäin tärkeä asia, tällaisen profiilin sisältäessä yleensä lämpötilojen lisääntymisen useiden kuumentusvyöhykkeiden kautta viimeisen (myötävirtaan olevan) vyöhykkeen suulakepuristimen suuttimen alueella salliessa
20 pienen vähennyksen lämpötilassa suuttimen kärjessä 20a. Tämä pieni vähennys tapahtuu yhdessä ruiskutusiskun lopussa esiintyvän painevähennyksen kanssa sallien suuttimen kärkeen jääneestä metalliseosjätteestä tehdyn tulpan muodostamisen. Tulppa muodostetaan metalli-iskun aivan viimeisestä osasta ja se käsittää pääasiassa jähmettyneen metallin. Tällaisen tulpan käyttö eliminoi mekaanisen sulkuventtiilin käyttötarpeen, koska tulppa itse toimii tällaisena venttiilinä. Tämän metalliseostulpan toimintaa ei häiritse kokoamiskammion C uudelleentäyttö, koska ruuvi 16
25 vedetään sisään tämän täyttövaiheen aikana seuraavassa selostetulla tavalla.

30 On olemassa kaksi pääasiallista menetelmää tarkastelun alaisena olevan ruuvisuulakepuristimen syöttöä varten. Yhtä menetelmää kutsutaan "vajaasyötöksi" ja se käsittää materiaalin syöttämisen koteloon sellaisella nopeu-

della, että kotelossa on sen täyttä tilavuutta pienempi määrä materiaalia. Siten suulakepuristimen tuotosta valvotaan syöttölaitteen 12 avulla. Toinen menetelmä tunnetaan yleensä "liikasyöttönä" ja se käsittää yksinkertaisesti syöttönielun 13 täyttämisen rakeilla ja tämän materiaalin ruuvikuljetuksen maksiminopeudella. Tässä tapauksessa suulakepuristimen tuotos on riippuvainen ruuvin 16 rakenteesta ja sen kiertonopeudesta.

Kestomuovimateriaalin ruuvisuulakepuristimia käytetään yleensä liikasyöttömenetelmän avulla. Suulakepuristimen terien tai siipien pumppausvaikutus aiheuttaa paineen kerääntymisen suulakepuristinruuvin eteen, pakottaen siten ruuvia liikkumaan taaksepäin kotelossa kokoamisvyöhykkeen tullessa täyteen materiaalia, jolloin ruuvi palaa automaattisesti takaisin tai tulee vedetyksi sisään uuden jakson aloittamista varten. Tästä voitaisiin vetää se johtopäätös, että magnesiumseosrakeiden liikasyöttö muodostaisi myös suotavan käyttömenetelmän, koska kokoamisvyöhyke C olisi tällöin täynnä tiksotrooppista lietettä ilman sitä vajaasyötön yhteydessä esiintyvää vaaraa, että kokoamisvyöhyke tulisi epätäydellisesti täytetyksi ja valetuissa tuotteissa esiintyisi ilmasulkeutumia. Mitään huomattavaa eroa ei tuotteen laadussa ole kuitenkaan havaittu liika- tai vajaasyöttöä käytettäessä. On kuitenkin havaittu, että metallimateriaalin vajaasyöttö on liikasyöttöä parempi, koska sen yhteydessä vaaditaan pienempää vääntömomenttia suulakepuristimen kiertämistä varten. On siten mahdollista valvoa lietteeseen siirrettyä leikkausvoimaa ruuvin 16 kiertonopeuden avulla tuotantomäärästä riippumatta. Ruuvin kiertoliike voi olla suuruudeltaan 127 - 175 1/min, mutta se voi vaihdella erityisistä valuolosuhteista riippuen.

Edellämainitun perusteella on selvää, että ruuvi 16 ei vain auta puolijähmeän materiaalin siirtämisessä eteenpäin suulakepuristimen koteloa 14 pitkin kokoamiskammioon

C, vaan leikkaa myös suulakepuristimessa olevaa materiaalia haitallisen dendriittisen kasvun sekä nestemäisen ja jähmeän vaiheen erottumisen estämiseksi ruiskutusjakson aikana. Ruuvin 16 kiertoliikettä ylläpidetään nopeudella, joka antaa tulokseksi leikkausnopeuden, jonka suuruus on 5 - 500/s.

Kuten edellä on selostettu, jähmeää metallia käsiteltävä tulppa muodostetaan suuttimessa muotin täytön jälkeen jääneestä jäämäaineesta. Tämä tulppa estää tehokkaasti "tuhlauksen", eliminoiden siten mekaanisen venttiilin käyttötarpeen suuttimen 20 poistopäässä. Paineen poissaolo tulpasta ylävirtaan mahdollistaa tulpan pysymisen paikoillaan seuraavaan iskuun asti, ja sen avulla vältetään myös lietteen muodostavien jähmeiden ja nestemäisten komponenttien vaihe-erotusmahdollisuus.

Suulakepuristinruuvi 16 voidaan valmistaa sopivasta materiaalista, kuten kuumasta työkaluteräksestä varustettuna sopivalla kovalla pintamateriaalilla siivissä 17 ja kotelon 14 sisäpinnalla. Tavallisena toleranssina ruuvin ulkoisen läpimitan ja kotelon 14 sisäpinnan välillä normaaleissa käyttölämpötiloissa on noin 0,015 tuumaa (0,40 mm). Ruuvin siipinousut 17 ulottuvat syöttönielun 13 yli kohti tukielintä 31 hienojen metallilastujen pakkautumisen estämiseksi ruuviakselin napaan, mikä voisi pysäyttää ruuvin kiertoliikkeen.

Kotelo 14 on tehty sopivimmin kaksoismetallista, sen ulkokuoren ollessa pitoisuudeltaan korkeaa nikkeli-seosta I-718 (tämän seoksen käsittäessä 50 - 55 painoprosenttia (p-%) nikkeliä, 17 - 21 p-% kromia, 4,75 - 5,50 p-% niobia ja tantalaa, ja 2,80 - 3,30 p-% molybdeeniä sekä pienempiä määriä seoksen jäljelläolevan osan (100 p-%) muodostavia muita metalleja tämän metalliseoksen kestävyys- ja väsymislujuuden aikaansaamiseksi yli 600 °C:en lämpötiloissa. Koska metalliseos I-718 syöpyy nopeasti magnesiumin läsnäollessa tarkastelun kohteena olevissa

lämpötiloissa, on metalliseosvuoraus, käsittäen esimerkiksi Stellite 12:ta (kobolttia runsaasti sisältävä metalliseos, jossa on noin 28,5 p-% molybdeeniä, noin 17,5 p-% kromia, enintään 3,0 p-% nikkeliä ja rautaa, noin 3,4 p-% piitä ja loput kobolttia arvoon 100 p-% asti), kutistussovitettu kotelon 14 sisäpinnalle. Mitä tahansa sopivaa kaksimetallista koteloa, jolla on hyvä kemiallinen ja lämpökestävyys, riittävä lujuus iskupaineita vastaan sekä hyvä kulutuskestävyys, voidaan käyttää.

10 Tyypillisenä esillä olevan keksinnön yhteydessä käytettävänä magnesiumseoksena voidaan mainita AZ91B, joka käsittää 90 p-% Mg:tä, 9 p-% Al:ää ja 1 p-% Zn:ää. Tämän seoksen jähmeyslämpötila on 465 °C, nesteytyslämpötila 596 °C ja lietteen haluttu morfologialämpötila noin 580 - 15 590 °C, sopivimmin 585 °C. Keksinnön mukaisen laitteen on siten kyettävä toimimaan lämpötiloissa, jotka ovat paljon korkeampia kuin kestumuovien ruiskuvalun yhteydessä esiintyvät lämpötilat.

20 Kuvio 3 esittää suulakepuristinta varten tarkoitettua kuumennuslaitetta, joka ympäröi kotelon 14 ulkopintaa ja on sopivimmin jaettu kuumennusvyöhykkeisiin Z1 - Z6. Yleensä ottaen metalliseosrakeet kuumennetaan johtumisen avulla suulakepuristinkotelon välityksellä koteloa kuumennettaessa yhtäältä induktion ja toisaalta keraamisten nauhavastuskuumentimien avulla. Induktiolämpö reagoi paljon nopeammin ja kykenee antamaan tulokseksi korkeamman watti- 25 tiheyden kuin vastuskuumentimet. Vastuskuumentimet ovat kuitenkin yksinkertaisempia ja halvempia ja niitä voidaan käyttää silloin, kun metalliseos on saavuttamassa maksimi- 30 lämpötilan ja kun mitään nopeasti muuttuvaa lämpökuormitusta ei esiinny.

Kuvio 3 esittää nauhavastuskuumentimen 37 käyttöä kuumennusvyöhykkeellä Z1 aivan syöttönielusta 13 myötävirtaan. Esimerkin vuoksi voidaan mainita, että tämä kuumennin kykenee syöttämään 1100 W. Kuumennusvyöhykkeessä Z2 35

käytetään induktiokuumenninkierukkaa 38, joka ulottuu huomattavan pitkälle koteloa 14 pitkin. Siten induktiokuumenninkierukka 38 kuumentaa metalliseoksen liettelämpötilaansa suhteellisen nopeasti. Induktiokuumennusta vyöhykkeellä Z2
5 varten vaadittavana tehona voi olla noin 24 kW.

Kuumennusvyöhykkeellä Z3 käytetään suutinta 20 kohti olevassa suunnassa nauhavastuskuumenninsarjaa 39, joka kykenee syöttämään esimerkiksi 4,7 kW. Kuumennusvyöhykkeellä Z4 käytetään nauhavastuskuumentimia 39, jotka kykenevät syöttämään enintään 3,2 kW. Kuumennusvyöhykkeitä Z3
10 ja Z4 ympäröi suojakotelo, joka on varustettu sopivilla valvotuilla ilmajäähdytyslaitteilla. Nämä osat voidaan tehdä ruostumattomasta teräksestä ja varustaa 0,5 tuuman (1,25 cm) eristävällä sisäkerroksella haluttaessa. Lietteen lämpötila saavuttaa maksimiarvonsa, tai ainakin hyvin
15 lähellä sitä olevan arvon, suuttimen 20 ja ruuvikärjen 19 välissä olevassa materiaalin kokoamiskammiossa C. Tämä kokoamiskammio sijaitsee yhtäältä kuumennusvyöhykkeen Z3 ja toisaalta kuumennusvyöhykkeen Z4 sisällä.

20 Vyöhykkeellä Z5 käytetään nauhavastuskuumenninta 42, joka kykenee syöttämään enintään 0,75 kW ensimmäisen suhteellisen korkean lämpötilan ylläpitämiseksi suuttimesta 20 ylävirtaan olevalla osalla. Kuumennusvyöhykkeellä Z6 käytetään nauhaa tai kierukkamaista vastuskuumenninta 43,
25 joka kykenee syöttämään enintään 0,6 kW toisen suhteellisen alhaisen lämpötilan ylläpitämiseksi suuttimen 20 muissa osissa ja erityisesti suuttimen kärjessä 20a.

Kuviosta 3 näkyy, että syöttömateriaali syötetään koteloa 14 sisään sen taka- eli ylävirran puoleisen pään
30 vieressä. Koteloa tässä päässä esiintyy vain rajoitettua kuumennusta, mutta materiaalirakeita syötetään ruuvilla 16 avulla, niitä siirretään eteenpäin eli myötävirtaan kuumennusvyöhykkeelle Z1 ja ne asetetaan kuumentimen 37 välityksellä tapahtuvan esikuumennuksen alaiseksi. Materiaalia
35 siirretään sitten edelleen eteenpäin myötävirtaan ja se

asetetaan induktiokierukan 38 aikaansaaman voimakkaamman ja tehokkaamman kuumennuksen alaiseksi kuumennusvyöhykkeellä Z2.

5 Materiaali pidetään kuumennusvyöhykkeen Z2 välityksellä puolijähmeässä tilassa sen ollessa jatkuvasti siirrettynä kotelosta 14 myötöpäivään ja sen jälkeen kuumennusvyöhykkeiden Z3 - Z5 kautta. Vyöhykkeessä Z3 materiaali on tiksotrooppinen sisältäen huonontuneet, dendriittiset, pallomaiset rakeet ja ollen siirrettynä ruuvin 16 avulla
10 takaiskuventtiiliyhdistelmän 18 ohi isku- tai materiaalin kokoamisvyöhykkeelle C, jossa sen lämpötilaa ylläpidetään kuumentimen 39 välityksellä kuumennusvyöhykkeellä Z4, ja sitä sopivimmin hieman lisätään dendriittisten kiteiden kasvun estämiseksi leikkausvaikutuksen keskeytyksen johdosta.
15 Kun materiaali syötetään kokoamisvyöhykkeelle C, tämän vyöhykkeen tilavuus lisääntyy jatkuvasti ruuvia 16 vedettäessä sisään nopeudella, joka vastaa pääasiassa kokoamisvyöhykkeen täyttönopeutta, jolloin vältetään paineen lisäys kokoamisvyöhykkeellä.

20 Tässä kokonaistoiminnan vaiheessa on tärkeää ajastaa lämpötilaprofiilin huippuarvo metallilietettä syötettäessä kokoamisvyöhykkeeseen C aivan ennen ruiskutusiskun suorittamista. Riittävän korkea lämpötila ylläpidetään kuumennusvyöhykkeellä Z4 lietemorfologian säilyttämiseksi
25 ja metalliseoksen jähmettymisen estämiseksi, mikä vaatisi nesteytyslämpötilaa paljon korkeamman lämpötilan sulamista ja kirkastumista varten. Kuumennusvyöhykkeellä Z4 olevan lämpötilan olisi oltava riittävä kestääkseen yli 60 % kiinteän ainesosamäärän esiintyminen lietteessä, mutta
30 lämpötila ei saisi kuumennusvyöhykkeellä Z3 kuitenkaan liian korkea, että ruuvi estyisi pumppaamasta tehokkaasti lietettä. Lietteen pumppaaminen ruuvin avulla on esimerkiksi erittäin tehotonta silloin, kun kiinteiden ainesosien pitoisuus on viisi prosenttia tai vähemmän. Erilaiset
35 metalliseokset voivat vaatia huomattavasti erilaiset

:

lämpötilaprofiilit seoskoostumuksesta riippuen. Määrittävänä tekijänä lämpötilojen valinnassa on kiinteiden ainesosien haluttu pitoisuus lopullisen ruiskuvaluiskun aikana. Muottirakenteella voi myös olla vaikutusta lämpötilojen valintaan.

5 Takaiskuventtiili 18 näkyy parhaiten kuvioista 4 ja 5. Tämä venttiilityyppi tunnetaan ja se käsittää liukuvan tiivisterenkaan 44, jonka ulkoläpimitta on tiiviissä käyttösovituksessa kotelon sisäosan 14 kanssa. Renkaan 44 ulkoläpimitan ja kotelon 14 sisäläpimitan välinen välys on 10 sopivimmin 0,5 - 2,5 tuuman tuhannesosaa (12,7 - 51 mikronia). Renkaan ulkoinen kulutuspinna voi olla kovapinnoitettu sopivalla materiaalilla, kuten Tribaloy T-800:lla (koboltin, molybdeenin ja kromin seos). Takaiskuventtiilin 15 18 muodostavat yhdessä toimivat lisäosat sisältävät ruuvikärjen 19 pääasiassa lieriömäisen runko-osan 45, joka päättyy takaosassaan kehältään jatkuvaan kiinteään tiivisterenkaaseen 46, jota vasten liukuvan tiivisterenkaan 44 takareuna voidaan asettaa takaiskuventtiiliyhdistelmän 20 sulkemiseksi ja lietteen vastakkaisen virtauksen estämiseksi ruuvialueelle. Huomattava välys esiintyy liukuvan tiivisterenkaan 44 sisäläpimitan ja ruuvikärjen lieriömäisen runko-osan 45 välillä. Tämä välys sallii suhteellisen aksiaalisen liikkeen liukuvan tiivisterenkaan ja ruuvikärjen lieriömäisen osan välillä muodostaen lietteen virtausalueen. Liukuvan renkaan 44 rajoittavat ruuvikärkeen 25 useat korvamaiset ulkonemat 49, joiden välissä olevat tilat rajoittavat aksiaaliset lietevirtauskanavat 50 ruuvikärjessä 19. Ulkonemat 49 ulkonevat ulospäin limittäiseen suhteeseen liukuvan tiivisterenkaan 44 vieressä olevan 30 päätepinnan kanssa pitääkseen tämän renkaan kiinni ruuvikärjessä 19. Siten ruuvin 16 jatkuva kiertäminen syöttää paineenalaista lietettä ruuvikärjen 19 kiinteään tiivisterenkaan 46 ulkopinnan ympärille, ruuvikärjen 19 nojatessa 35 liukuvan tiivisterenkaan 44 vieressä olevaa päätepintaa

vasten siirtäen sen eteenpäin irti kiinteästä tiivisterenkaasta 46 sallien lietteen virtauksen liukuvan renkaan 44 sisäläpimitan ja runko-osan 45 ulkopinnan välissä kanavien 50 kautta ja ruuvikärjen 19 edessä olevaan kokoamisvyöhykkeeseen C. Ruuvin 16 liike eteenpäin ruiskutusiskun aikana 5 saa aikaan paineen nopean kerääntymisen kokoamisvyöhykkeelle C pakottaen liukuvan tiivisterenkaan 44 siirtymään taaksepäin, niin että se tulee kiinteää tiivisterengasta 46 vasten estäen siten lietteen virtauksen taaksepäin koteloalueelle ruiskuvaluisiskun aikana. 10

Ruiskuvalukoneen 10 tarkoituksena on toimia paljon suuremmilla ruiskutusnopeuksilla kuin kestopuovien ruiskuvalun yhteydessä. Kone 10 voi ruiskuttaa esimerkiksi puolijähmeää metalliseosta nopeudella, joka on noin sata kertaa suurempi kuin tavanomaisissa kestopuovien ruiskuvalukoneissa esiintyvä nopeus. 15

Kone 10 yhdistää itseensä muovien ruiskuvalujärjestelmässä käytetyn kaltaisen edestakaisin liikkuvan ruuvisuulakepuristimen painevalukoneen korkeisiin lämpötiloihin ja iskunopeuksiin. Esimerkiksi muottia 22 täytettäessä 20 ruuvi voi liikkua eteenpäin lähes 150 tuumaa/s (381 cm/s) olevilla nopeuksilla. Ruiskutuslaitteen 29 paine voi saavuttaa arvon 1850 psi (12 746 kPa). Tavanomainen ruiskuvalukone, joka on sovitettu käsittelemään puolijähmeitä 25 metalliseoksia, voi synnyttää 35 300 naulan (157 000 N) suuruisen staattisen maksimipaineen ruiskutusiskun aikana ja 22 600 naulan (101 000 N) paineen sisäänvetoiskun aikana.

Kuviot 4 ja 5 esittävät ruuvia 16 eteenpäin siirretyssä asennossaan ruuvikärjen ollessa pistettynä eteenpäin 30 kapenevaan syöttökanavaan 51, joka johtaa suuttimen 52 kulkuväylään 52. Kuvio 4 esittää tiivisteen muodostamista suulakepuristimen suutinkärjen 20 pään sekä syöttöholkin ja ohjaimen muodostaman yhdistelmän 53 väliin. Tällainen 35 yhdistelmä on tyyppiltään tunnettu ja sisältää muotin 22

kanssa yhteydessä olevan ohjainlevittimen 28. Suutinkärkeä 20a ympäröivän kulkuväylän 52 ulkopää on varustettu koveralla pinnalla 56, joka nojaa syöttöholkkijohtimen 21 kuperaa pintaa 57 vasten. Pinta 56 on sopivimmin hieman pienempi kuin kupera pinta 57, jolloin suurpainetyyppinen tiiviste muodostuu, kun nämä kaksi osaa kiinnitetään yhteen sopivan voiman avulla. Tämä järjestely on samanlainen kuin kestopuovien ruiskuvalutekniikoiden yhteydessä käytetty lukuunottamatta sitä, että kestopuovien ruiskuvalutekniikkoja käytettäessä suutinkärki vedetään sisään syöttöholkista tuloksena olevan syöttötapin murtamiseksi.

Keksintöä toteutettaessa käytännössä on suotavaa pitää suutinkärki 20a tiiviisti syöttöholkkia 21 vasten koko useita jaksoja käsittävän valutoimenpiteen aikana mahdollistaen siten lietejäämien jähmettymisen tai jääty-
misen suuttimen 20 kulkuväylän 52 poistopään vieressä kun-
kin peräkkäisen iskun välillä sekä jähmettyneen metalli-
tulpan muodostamisen. Tämä jähmettynyt tulppa toimii sul-
kuventtiilinä estäen "tuhlauksen ja tippumisen" lietteen
kerääntyessä kokoamisvyöhykkeelle C seuraavaa iskua var-
ten. Seuraavan ruiskutusiskun tapahtuessa tulppa pakote-
taan muotin sisälle ja sulatetaan uudelleen ja/tai riko-
taan ja hajoitetaan valettavaan osaan. Tämän prosessin
avulla eliminoidaan mekaanisen venttiilin käyttötarve tuh-
lauksen estämiseksi sekä myös oksidien tai muiden epäpuh-
tauksien mahdollinen kerääntyminen tällaiseen venttiiliin,
mikä voisi lopulta häiritä venttiilin tehokasta ja turval-
lista toimintaa.

Koska painetta ei muodostu huomattavammassa määrin
kokoamisvyöhykkeen C täytön aikana, ruiskuttimen suutin-
kärjessä 20a oleva tulppa pysyy paikoillaan peräkkäisten
iskujen välisenä aikana ja toimii tehokkaasti tiivisteenä.
Pieni lämpötilan vähennys vyöhykkeellä Z6 (kuvio 3) suut-
timen kärjessä ja suutinkärjen 20a ja syöttöholkin 21 vä-
linen kosketus edesauttavat metalliseoksen jähmettymistä

suuttimen kulkuväylässä 52. Tulppa muodostuu siten ruisku-
valukoneen erittäin rajoitetulle alueelle ja tämän tulpan
muodostuminen viivästyy ruiskutusiskun loppuunsaattamiseen
asti. Tämän johdosta tulpassa sen kylmemmästä jähmetty-
neestä luonteesta johtuvat dendriittiset muodostelmat ra-
joittuvat suuttimen kärkeen 20a eivätkä vaikuta haitalli-
sesti valutoimenpiteeseen.

Kuvio 5 esittää erästä syöttölevittimen 28 muunnel-
maa. Tämän levittimen kärki on kupera ja muodostaa matalan
taskun tai syvennyksen 58, johon suutinkärjestä 20a ulos-
työnnetty tulppa voidaan ottaa vastaan. Tämä rakenne edes-
auttaa tulpan etupään yhtenäistä vastaanottoa aivan kunkin
ruiskutusiskun alussa. Tulpan ylävirran puolelta poistettu
puolijähmeä materiaali virtaa muottiin 22 vangitun tulpan
yli ja ympäri. Tulpasta tulee siten osa jätettä, joka
poistetaan kustakin osasta sen valamisen jälkeen.

Ruiskutusiskun loppuunsaattamisen jälkeen tapahtuva
ruuvin 16 sisäänveto suoritetaan sangen eri tavoin kuin
kestomuovien ruiskuvaluprosessien yhteydessä. Kestomuovien
ruiskuvalukoneessa ruuvisuulakepuristimen eteen keräänty-
neen materiaalin painetta käytetään ruuvin sisäänvetoon.
Kuten edellä on selostettu, on havaittu, että magnesium-
seoksia tai vastaavia ruiskuvalettaessa on parasta mini-
moida iskun jälkeinen paine kokoamisvyöhykkeellä C , mikä
siten edellyttää suulakepuristinruuvin 16 sisäänvetoa pi-
karuiskutuslaitteen A positiivisen käänteisen toiminnan
avulla asianomaisten hydraulisten ohjauspiirien kautta.
Sisäänvetonopeus saattaa vaihdella halutusta käyttöjaksos-
ta tai peräkkäisten iskujen välillä kuluneesta ajasta
riippuen. Sisäänvetonopeus voidaan säätää sellaiseksi,
että kone voi suorittaa ruiskutuksen heti kun suulakepu-
ristinruuvi 16 on tullut täysin sisäänvedettyyn asentoon-
sa. Tämä merkitsee sitä, että 30 sekunnin jaksoa halut-
taessa sisäänvetonopeus voidaan säätää siten, että ruuvi
vaatii noin 25 sekuntia vetäytyäkseen täysin sisään. Hidas

sisäänveto sallii maksimiajan sen materiaalin asianmukais-
ta kuumennusta varten, jota ruuvi 16 siirtää eteenpäin
kotelosta 14 myötävirtaan olevalta syöttövyöhykkeeltä ko-
koamisvyöhykkeeseen C asti seuraavaa iskua varten. Täydelliset
5 jaksoajat riippuvat iskun koosta ja voivat olla suuruudeltaan 10 - 200 sekuntia.

Kuvio 6 esittää kaavamaisesti iskumännän 32 toiminnan ohjausta varten tarkoitettua laitetta 60. Yhtä poikkeusta lukuunottamatta ohjauslaite 60 on muodostettu tavanomaisista komponenteista.

Iskumäntä 32 ulottuu sylinterin 30 jatkeen 61 sisään, jonka sisällä mäntä 62 liikkuu edestakaisin. Mäntä 62 on liitetty iskumäntään 32, joka taas on liitetty suulakepuristinruuviin 16 edellä selostetulla tavalla. Sylinterijatkeen 62 yhdestä päästä lähtee hydraulinen johto 63 ja jatkeen vastakkaisesta päästä samanlainen johto 64. Johdot 63 ja 64 ovat yhteydessä suuntaohjausventtiiliin 65, joka on varustettu edestakaisin liikkuvalla puolalla 66, jonka läpi kulkee kaksi paria nesteväyliä 67, 68 ja 69, 70. Venttiili 65 on yhteydessä nestejohdon 71 kanssa, joka on taas liitettynä paineväliaineakkumulaattoriin 29, väliainepumppuun 83 ja väliainesäiliöön 74. Venttiili 65 on liitetty myös säiliöön 74 kulkevaan väliainejohtoon 75.

Ohjausventtiiliä 65 on muunnettu ottamalla mukaan haara 76, joka muodostaa yhteyden johdon 71 ja venttiilin 65 välillä säädettävän virtausventtiilin 77 välityksellä, joka sisältää varosulkuventtiilin 78. Nämä osat eivät ole tavanomaisia edellä mainitussa venttiilissä. Venttiilin 78 ja siihen liittyvien osien tarkoitusta selostetaan lyhyesti seuraavassa.

Iskumännän 32 mäntään 62 on kiinnitetty toimilaite 79, joka muodostaa osan tavanomaisesta lineaarisesta nopeus- ja siirtomuuntimesta (LVDT) 80. Muunnin 80 on liitetty tavanomaiseen servovahvistimeen 81 ja tietokoneeseen 82. Tietokone vastaanottaa analogisen servovahvistimesta

81 analogisen signaalin, joka ilmaisee männän 62 liikeno-
peuden. Servovahvistin 81 on kytketty myös servo-ohjaus-
venttiiliin 84, jonka sisältämä edestakaisin liikkuva puo-
la 85 on liitetty väliainejohtojen 86 ja 87 välityksellä
5 ohjausventtiiliin 65 puolasäätimiin 88 ja vastaavasti 89.
Venttiili 84 on liitetty myös väliainejohdon 90 kautta
säiliöön 74 pumpun 91 välityksellä ja juoksevan väliaineen
palautusjohdon 91 avulla säiliöön.

10 Kuvion 6 esittämä ohjauslaitteessa 60 iskumännän 32
mäntä 62 on vedetty täysin sisään sylinteriin 61 ennen
ruiskutusiskun suorittamista.

Ohjauslaitteen 60 toiminnan yhteydessä servovahvis-
tin 81 vastaanottaa signaalin tietokoneesta 82 männän 62
eteenpäin suuntautuvan iskun nopeuden säätämiseksi muun-
15 timesta 80 tulevan signaalin mukaisesti, kunnes männän 62
todellinen nopeus on tietokoneessa 82 olevan nopeuden mu-
kainen. Tietokone 82 voidaan ohjelmoida muuttamaan servo-
vahvistimeen 81 lähetettävää signaaliaan muuntimen 80 mit-
taaman iskumännän 32 asennon mukaisesti. Ruiskutusiskun
20 aikana esiintyvän iskumännän ennalta määrätyn asennon
yhteydessä tietokone 83 muuttaa signaalin servovahvisti-
meen 81 säätäen ohjausventtiiliin 84 puolan suorittamaan
iskumännän 32 liikkeen ohjattu hidastus. Tätä kutsutaan
joskus "kosketuksen poistoksi".

25 Ohjauslaite aktivoidaan sulkemalla tietokoneen 82
piirissä oleva kytkin (ei näy), jolloin toimilaitte 83 sää-
tää ohjausventtiiliin 84 puolan 85 yhteyden muodostamiseksi
pumpun 91 ja toimilaitteen 89 välille ohjausventtiiliin 65
puolan 66 siirtämiseksi oikealle, jolloin syntyy suora
30 yhteys kulkuväylän 69 kautta sylinterijatkeen 61 oikean-
puoleisen pään, akkumulaattorin 29 ja pumpun 73 välille.
Sylinterijatkeen vastakkainen pää on suorassa yhteydessä
säiliöön 74 kulkuväylän 70 ja johdon 75 kautta. Mäntä 62
(ja siten myös ruuvi 16) siirtyvät siten nopeasti eteen-
35 päin ruiskuttaen materiaalin kokoamisvyöhykkeeltä C muotin
22 sisään.

Männän 62 siirtyessä eteenpäin muuntimen toimilaitte 79 siirtyy myös eteenpäin. Toimilaitteen saavuttaessa ennalta määrätyn hidastuskohdan ohjausventtiili 84 reagoi tietokoneesta 82 ja muuntimesta 80 tuleviin signaaleihin säättäen ohjausventtiilin 65 ja liikuttaen puolaa 66 suuntaan, joka siirtää kulkuväylät 67 ja 68 osittain pois kohdistuksesta johtojen 63 ja 64 kanssa vähentäen siten sylinterijatkeseen 61 vastaanotetun juoksevan väliaineen määrää ja hidastaen männän 62 liikettä. Kun mäntä tulee ennalta määrätyn iskunsa loppuun, muunnin 80 käynnistää taas ohjausventtiilin 84 ja siirtää ohjausventtiilin 65 puolaa 66 etäisyyden verran, joka on riittävä lopettamaan nesteen virtaus kulkuväylän 69 kautta, pysäyttäen siten männän 62 liikkeen eteenpäin. Ruiskutusisku on tällöin suoritettu loppuun.

Ruiskutusiskun loppuunsaattamisen jälkeen muuntimesta 80 ja tietokoneesta 82 tulevat signaalit aiheuttavat ohjausventtiilin 84 puolan 85 siirtymisen asentoon, jossa pumpusta 91 tuleva juokseva väliaine saa aikaan ohjausventtiilin 65 puolan siirtymisen asentoon, jossa kulkuväylät 67 ja 68 ovat yhteydessä väliainejohtojen 75 ja vastaavasti 76 kanssa. Tämän johdosta pumpusta 73 tuleva väliaine käyttää mäntää 62 taaksepäin ja vetää syöttöruuvin 16 sisään, kun tuoretta materiaalia syötetään kokoamisvyöhykkeelle C valmisteluna seuraavan iskun suorittamista varten.

Nopeus, jolla mäntä 62 ja syöttöruuvi 16 vedetään sisään, on sellainen, että suuttimen sulkevan tulpan poistamiseen riittävän paineen kerääntyminen kokoamisvyöhykkeelle C vältetään. Sisäänvetonopeutta seurataan muuntimen 80 avulla ja sitä verrataan tietokoneeseen 82 ennalta ohjelmoituun nopeuteen ohjausventtiilin puolan 66 säätämistä varten sen kulkuväyliä 67 ja 68 siirtämiseksi syrjään väliainejohtojen 75 ja 76 suhteen ja väliainevirtauksen rajoittamiseksi kulkuväylän 68 kautta.

Ajan säästämiseksi syöttöruuvin sisäänvedon sopivaa nopeutta asetettaessa voidaan säädettävää venttiiliä 77 ohjata käsin antamaan tarkka valvonta sen maksiminopeuden suhteen, jolla juokseva väliaine voi virrata kulkuväylän 68 kautta. Venttiili 77 ei ole olennaisen tärkeä, se vain yksinkertaisesti vähentää asetusaikaa valutoimenpidettä aloitettaessa. Jos venttiiliä 77 käytetään, varosulkuventtiili 78 kierrättää ylimääräisen juoksevan väliaineen puolan 66 ollessa säädettynä rajoittamaan väliaineen virtaus kulkuväylän 68 kautta.

Syöttöruuvin 16 sisäänvetoon kuuluva aika riippuu useista tekijöistä, joista tärkein on valettujen osien jäähtytystä ja muotista 22 poistoa varten vaadittu aika. Valetun osan jäähtytysaika ja siten myös ruuvin sisäänvetoaika on riittävän pitkä salliakseen akkumulaattorin 72 varaamisen uudelleen pumpun 73 välityksellä, kun syöttöruuvi vedetään sisään.

Useita eri osia on ruiskuvalettu ja koestettu esillä olevan keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen arviointia varten. Valmistetut osat käsittävät pyöreät vetotangot, puolisuunnikkaan muotoiset työntötangot sekä tasaiset ja sileät korroosiolevyt erilaisten mekaanisten ominaisuuksien, kuten myötörajan, lopullisen lujuuden, venymän, kimmomodulin, korroosion ja huokoisuuden, määrittämiseksi tarvittaessa. Näitä osia voidaan verrata menestyksellisesti vastaavanlaisiin osiin, jotka on valmistettu tunnettujen yleisesti käytettyjen suurpainevalumenetelmien avulla.

Useita erilaisia magnesiumseoksia on käytetty, niiden nimellisten koostumusten ollessa seuraavanlaisia:

Seos	Ainesosat
AZ91	90,00 % Magnesiumia 9,00 % Alumiinia 1,00 % Sinkkiä
XK60	83,50 % Magnesiumia 6,00 % Sinkkiä 0,55 % Sirkoniumia

AZ80 91,00 % Magnesiumia
 8,00 % Alumiinia
 Sinkkiä (jäämäaine)

5 Useita seoksen AZ91 muunnettuja koostumuksia ruisku-
 kuvalettiin myös. Useita muotteja käytettiin edellä selos-
 tettujen osien valmistamiseksi, näiden muottien ollessa
 vaihdettavissa keksinnön mukaisen ruiskuvalukoneen ja tyy-
 piltään tunnetun normaalin suurpainevalukoneen kanssa.
 10 Öljylämmitystä käytettiin mahdollisuuksien mukaisesti
 muottien kuumentamiseen molempien toimenpiteiden yhteydes-
 sä. Iskukoko valittiin väliltä 0,5 - 1,6 naulaa (0,23 -
 0,73 kg) magnesiumia valettavasta tuotteesta riippuen.
 Suuruudeltaan 800 tuumaa/s (2032 cm/s) olevaa porttino-
 15 peutta käytettiin.

 Kuvion 3 lämpötilavyöhykkeiden mukaisia erilaisia
 metalliseoksia esitetään seuraavassa yhdessä yksityiskoh-
 tien kanssa, jotka käsittävät suutinlämpötilan sekä suula-
 kepuristimen käyttöön ja iskun suorittamiseen liittyvät
 20 tiedot.

LÄMPÖTILATIEDOT (°C)

	AZ91-SEOKSET (SEKAKOOSTUMUKSET MUKAANLUKIEIN)			
		ZK60	AZ80	
25	VYÖHYKE 1	575	630	575
	VYÖHYKE 2	580	632	580
	VYÖHYKE 3	582	634	582
30	VYÖHYKE 4	584	635	584
	VYÖHYKE 5	585	635	585
	VYÖHYKE 6	565	620	565
35	SUUTINLÄMPÖTILA	232	232	232

SUULAKEPURISTINTIEDOT

	SYÖTTÖNOPEUS:	30 naulaa/h (13,6 kg/h)
	SYÖTTÖAIKA:	60 s (suulake yläasennossa)
40		70 s (suulake ala-asennossa)
	SISÄÄNVETOAIKA:	75 s (yli 2,4 tuuman (6,1 cm) matka)
	RUUVINOPEUS:	125 1/min
45	RUUVIN SISÄÄNVETO SUULAKKEEN OLLESA AVOINNA:	0,375 tuumaa (0,95 cm)

ISKUTIEDOT

	NOPEA ISKU 1 NOPEUS:	120 tuumaa/s (304,8 cm/s)
	NOPEA ISKU 2 NOPEUS:	135 tuumaa/s (343 cm/s)
5	ALHAINEN TÖRMÄYSNOPEUS:	10 tuumaa/s (25,4 cm/s)
	NOPEA KÄYNNISTYS ISKU 2 ASENTO:	0,2 tuumaa (0,51cm)
	ALHAINEN TÖRMÄYSASENTO:	1,45 tuumaa (3,68 cm)
		1,55 tuumaa (3,94 cm)
10	ISKUJAKSO (VIIVE) AIKA:	2,0 s

Koska ei ole olemassa mitään huomattavampaa paineen kerääntymistä kokoamiskammioon ja tulppa kykenee estämään suulakepuristimesta tulevan sulan materiaalin tuhlauksen tai vaarallisen vuotamisen, ei ole tarvetta käyttää erikoista syöttötapin rikkovaa mekanismia esillä olevan keksinnön mukaisessa ruiskuvalukoneessa. Tarvitsee vain avata muotti 22 jähmettyneen tulpan rikkomiseksi, tällaisen avauksen tapahtuessa ruuvin 16 ollessa vedettynä sisään ,375 tuumaa (0.95 cm).

Nopea isku 1 nopeus, nopea isku 2 nopeus ja alhainen törmäysnopeus liittyvät todelliseen ruiskutusiskuun. Ensimmäistä nopeutta käytetään ruiskutusiskun käynnistämiseksi, toinen nopeus määrittää maksimaalisen iskunopeuden muottiontelon täyttämiseksi ja alhainen törmäysnopeus hidastaa ruuvia 16 siten, että se lakkaa siirtymästä eteenpäin muotin 22 ollessa täysin täytettynä. Tämä estää suulakepuristimen ruuvin 16 ja pikaruiskutuslaitteen A liikemäärän aiheuttaman törmäyksen.

Kuvio 2 esittää tapahtumia tyypillisen ruiskutusiskun aikana. Tietyt nopeudet ja siirtoasennot saattavat vaikuttaa valetun osan laatuun. Jos ruiskutusnopeus on liian alhainen, metalliseos jähmettyy liian aikaisin muotin 22 porteissa ja ohjaimissa, jolloin tulokseksi saadaan lyhyt isku. Jos ruiskutusnopeus on liian suuri, voi syöttöannos hajota sumuksi, mikä lisää suuresti kyseisen osan huokoisuutta. Ihanteellinen nopeus tai nopeusyhdistelmä on sellainen, jonka alaisena tulppa jäätyy tai jähmettyy suu-

tinkärjessä 20a juuri kun muotti on täysin täytetty. Nopea isku 2 nopeus käynnistettiin yleensä aluksi noin 0,01 tuumaa (0,254 mm) iskun sisällä ja alhainen törmäysnopeus noin 0,02 tuumaa (0,57 mm) iskun sisällä.

Ominaisuusvertailut

Suurpainevalu/ruiskuvalu

Tyyppi	Seos	Vetomyö-		Lopullinen		Moduli	KORROOSIO	Huokoi-
		töraja	KSI	vetolujuus	KSI			
		(Pa x 10 ⁶)	(Pa x 10 ⁶)	(Pa x 10 ⁶)	(Pa x 10 ⁶)	10 ⁶ PSI	1/1000"/V	suus
		%	%	%	%	(KPA x 10 ⁶)	Mikronia/V	%
Suurpainevalu	A291XD	23,1 (158)	30,5 (210)	3,3	3,3		<10 (254)	3,2
Ruiskuvalu	A291XD ^{a,b}	23,4 (161)	30,6 (211)	3,9	3,9	6,2 (42)	6.0 (152)	1,7
Ruiskuvalu	A280	21 (145)	30 (207)	3				
Ruiskuvalu	A291B ^c							1,4

26

93176

a = 10 - 30 % kiinteitä aineosia

b = pääasialliset kiinteät aineosat < 50 mikronia

c = 40 - 50 % kiinteitä aineosia

Ylläolevassa taulukossa esiintyvän metalliseoksen AZ91 erilaisten koostumusten joukosta AZ91XD sisältää berylliumjäämiä, jolloin on huolehdittava erityisesti epäpuhtauksien vähentämisestä korroosiokestävyyden lisäämiseksi. AZ91B sisältää berylliumjäämiä palamisen hidastamista varten.

Vaikka lietteessä olevien kiinteiden aineosien pitoisuus vaihteli huomattavasti tiettyjen kokeiden yhteydessä, olivat tulokseksi saadut osat täysin hyväksyttäviä. Vetomyötöraja ja lopullinen vetolujuus sekä prosenttivenymä ovat vertailukelpoisia sekä paine- että ruiskuvalettujen osien välillä. Taulukossa olevat korroosionopeudet määritettiin normaalin 10 vrk suola/sumukokeen avulla, jolloin osat hiekoitettiin tai kipattiin yleisten pintaolosuhteiden aikaansaamiseksi ja punnittiin ennen koestusta ja sen jälkeen. Tulokset on ilmoitettu vastaavana tuuman tuhannesosina/vuosi (mikroneja/vuosi). Korroosionopeudet ruiskuvalettujen osien yhteydessä olivat siten keskimäärin alle 10 tuuman tuhannesosaa/vuosi (254 mikronia/vuosi) ja samat kuin vastaavissa erittäin puhtaissa painevaletuissa osissa. Mekaaniset ominaisuudet määritettiin koestustankojen perusteella, jotka otettiin kyseisistä osista, näiden tankojen ollessa poikkileikkaukseltaan pyöreitä ja mitatulta pituudeltaan 2 tuumaa (5,1 cm).

Huokoisuusvertailukokeissa kaupallisesti saatavissa olevaa suurpainevalun avulla valmistettua vaihdelaatikokantta verrattiin samanlaiseen keksinnön mukaisen menetelmän avulla valmistettuun kanteen. Ruiskuvalettu vaihdelaatikkokansi oli vähemmän huokoinen. Koestettujen osien tiheydet määritettiin käyttämällä Arkimedeen upotusperiaatetta, jolloin ilmeni, että ruiskuvalettujen osien huokoisuudessa oli 50 prosentin vähennys yli kolmen prosentin huokoisuudesta noin 1,5 prosentin huokoisuuteen painevalettuihin osiin verrattuna. Tämän huomattavasti alentuneen huokoisuuden uskotaan johtuvan useiden tekijöiden

yhteisvaikutuksesta, mutta pääasiassa kuitenkin puolijähmeän lietteen lisääntyneestä viskoosiudesta sulan metallin paljon alhaisempaan viskoosiuteen verrattuna.

5 Koska metalliseos oli osittain jähmettynyt ennen ruiskuttamistaan muotin sisään, sai tuloksena oleva korkeampi viskoosius aikaan vähemmän pyörteisyyttä iskuvyöhykkeellä ja muotin ohjaimissa. Oli myös mahdollista täyttää muottiontelo jähmeällä materiaalilla edestäpäin nestemäisen metallin suurpainevalun yhteydessä esiintyvien 10 ruiskutus- ja pyörrekuvioiden sijasta. Osittain jähmeän materiaalin ruiskutus muotin sisään aiheutti myös vähemmän kutistumista nestemäisen metallin jähmettymisen ansiosta.

On usein suotavaa lisätä epäjatkuvuusvaihe metalliosan käsittelyyn seosrakenteen muodostamiseksi, jossa tietyt ominaisuudet ovat lisääntyneet. Esimerkiksi aluminiumoksidihiukkasia voidaan lisätä painevalettavaan magnesiumseokseen painevaletun osan kulumiskestävyuden lisäämiseksi. 15 Vaihtoehtoisesti pii- tai boorikarbidikuituja tai -kiteitä voidaan lisätä magnesiumseokseen vahvisteena kyseisen osan mekaanisten ominaisuuksien lisäämiseksi. Esillä olevan keksinnön avulla voidaan valmistaa tällaisia koostumukseltaan yhdistettyjä osia. 20

Edellämainitun kaltaisia vaihdelaatikkokansia valmistettiin menestyksellisesti ruiskuvalun avulla käyttämällä seosta AZ91B, joka sisälsi noin 0,5 p-% aluminiumoksidihiukkasia. Aluminiumoksidin jakautumisen valmistetuihin osiin havaittiin olevan erittäin yhtenäisen. Samalla tavoin 2 p-% aluminiumoksidia lisättiin seokseen AZ91XD sen kulumiskestävyuden parantamiseksi. Koestetuissa valetuissa osissa havaittiin aluminiumoksidin jakautuneen 30 yhtenäisesti ilman mitään pinnan laatuun liittyviä haittavaikutuksia.

Edellä selostettujen erilaisten osien ruiskuvalun yhteydessä käytettiin peruskonekomponentteja. Myös edellä 35 mainittua perusmikroprosessoria ja tietojenhankintajärjes-

telmää käytettiin, tämän järjestelmän sisältäessä digitaalisen Nicolet-oskilloskoopin iskunopeuksien määrittämistä varten.

5 Laajoja kokeita on tehty ruiskuvalukoneen ja -menetelmän suorituskyvyn arvioimiseksi, tällaisten kokeiden käsittäessä ainakin kerran yli 16 tuntia kestäneen kokeen, jonka aikana suoritettiin yli 800 iskua. Ruiskuvalukone suoriutui hyvin tästä kokeesta ja prosessitiedot eivät osoittaneet mitään merkkiä prosessin huonontumisesta. 10 Iskut ja lämpötilaprofiilit tulivat sen sijaan vakaammiksi pitempien toimintajaksojen aikana.

Pidennettyjen kokeiden aikana toimintajakso voi lyhentyä tai pidentyä. Esimerkiksi 90 sekunnin toimintajakso lyheni 60 sekuntiin, sitten 45 sekuntiin ja lopuksi 15 30 sekuntiin kutakin yhden tunnin koeaikaa varten. Mitään haitallisia vaikutuksia prosessin kohteena olevien osien laatuun ei havaittu.

Kuten edellä on selostettu, esillä olevan keksinnön mukainen parannettu ruiskuvalumenetelmä ja -laite tarjoaa 20 käyttöön useita etuja. Metalliosien painevalun yhteydessä saavutetut edut säilytetään ja samalla sulamassahäviöihin liittyvät ongelmat, likaantuminen, jätteen muodostus ja asennoiltaan rajoitettu suulaketäyttö eliminoidaan.

Painevalumenetelmiin verrattuna esillä oleva keksintö saa aikaan parantuneen tuotoksen, huomattavasti alhaisemman energiankulutuksen, lisääntyneen tuottavuuden ja muotin pidentyneen käyttöiän. 25

Keksintö mahdollistaa useiden kestopuovimateriaalien ruiskuvaluun liittyvien sisäisten etujen saavuttamisen tiksotrooppisia metalliosia valettaessa. Tavanomaisiin 30 kestopuovien ruiskuvalumenetelmiin kohdistuvien huomattavien muutosten on kuitenkin huomattu olevan suotavia. Esimerkiksi vajaasyöttö on havaittu edulliseksi toisin kuin kestopuovien yhteydessä käytetty liikasyöttö. Lisäksi käytetään huomattavasti korkeampia lämpötiloja sekä huolellisesti valittuja lämpötilaprofiileja. 35

Vyöhykelämpötilan valvonta ja leikkaustoiminnon keskeyttäminen voivat johtaa suutinkärjen tulpan muodostumiseen, joka ei vain eliminoi tavanomaisen jousitoimisen tai tyypiltään muunlaisen mekaanisen sulkuventtiilin käytöstä aiheutuvan lisääntyneen monimutkaisuuden ja siihen liittyvät ongelmat, vaan parantaa myös huomattavasti ruiskuvaluprosesseihin liittyviä turvallisuusolosuhteita. Sulkuventtiilissä normaalisti tapahtuva kuluminen voi johtaa kuumen materiaalin tuhlaukseen tai räjähdysenomaiseen purkaukseen, mikä aiheuttaa piilevän vaaran käyttöhenkilökunnalle lisäten myös venttiilimekanismin kulumista.

Tärkeä ratkaisu sulan metallin ruiskuvalun muodostamaan ongelmaan saavutetaan sovittamalla huolellisesti yhteen puolijähmeän materiaalin syöttönopeus ja suulakepuristinruuvin 16 sisäänvetonopeus, niin että mitään havaittavaa painetta ei synny materiaalin kokoamisvyöhykkeellä C ennen ruiskuvaluiskua. Käyttämällä sopivaa lämpötilaprofiilia määrättyä magnesiumseosta varten tämän profiilin lisätessä jatkuvasti kyseisen seoksen lämpötilaa, vähentäen kuitenkin samalla hieman lämpötilaa suulakepuristimen suutinkärjen alueella, sekä valitsemalla sopivalla tavalla ruuvisuulakepuristimen nopeudet koko toimintajakson ajaksi, voidaan tämän ratkaisun saavuttamista suuresti helpottaa. Jakson iskuosan aikana suulakepuristinruuvin 16 nopeuden olisi aluksi lisäännyttävä haluttuun maksimiarvoon asti ja pysyttävä suunnilleen tässä maksimiarvossa iskun suurimman osan aikana, mutta aivan ennen täysiskun loppuunsaattamista suulakepuristinruuvin nopeuden olisi hidastuttava alhaiseen törmäysnopeuteen asti ja ruuvin olisi pysähdyttävä ilman takaisinkimmahdusta muotin 22 tullessa täytetyksi.

Useita erilaisia huokoisuudeltaan vähentyneitä osatuotteita, myös ohutseinäisiä osia, voidaan keksinnön mukaisesti valmistaa puolijähmeistä materiaaleista lopullisen metallimatriisin muodossa.

Patenttivaatimukset:

5 1. Menetelmä dendriittisiä ominaisuuksia omaavan metallimateriaalin ruiskuvalua varten, menetelmän käsittä-
essä:

(a) materiaalin syöttämisen suulakepuristinkote-
loon, jonka yksi pää päättyy poistosuuttimeen;

(b) materiaalin siirtämisen kotelon läpi kohti
suuttimen vieressä olevaa kokoamisvyöhykettä;

10 (c) materiaalin kuumentamisen solidus- ja likvidus-
lämpötilan välissä olevaan lämpötilaan materiaalin muunta-
miseksi puolijähmeään tiksotrooppiseen tilaan;

(d) materiaalin leikkaamisen sen liikkua kohti
kokoamisvyöhykettä dendriittisen kasvun estämiseksi;

15 (e) t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää
kokoamisvyöhykkeen laajentamisen, riippumattomasti materi-
aalin siirtymisestä vyöhykkeelle, ja nopeudella joka on
ainakin yhtä suuri kuin se nopeus, jolla materiaalia siir-
tyy kokoamisvyöhykkeelle;

20 (f) materiaalin leikkaamisen keskeyttämisen kokoa-
misvyöhykkeellä;

(g) materiaalin lämpötilan pitämisen kokoamisvyö-
hykkeellä dendriittisen kasvun estävällä tasolla; ja

25 (h) riittävän voiman jaksottaisen kohdistamisen
kokoamisvyöhykkeelle kerääntyneeseen materiaaliin, kokoa-
misvyöhykkeeseen kerätyn materiaalin pakottamiseksi pois-
tumaan suuttimen kautta muottiin.

30 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u
s siitä, että se sisältää vaiheen olennaisesti
jähmeän tulpan muodostamiseksi materiaalista suuttimessa,
kun materiaalin purkautuminen muottiin päättyy.

35 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että se sisältää vaiheen kokoamis-
vyöhykkeellä olevan materiaalin lämpötilan nostamiseksi
korkeammalle tasolle, kuin muualla olevalla materiaalilla.

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää vaiheen materiaalin leikkausnopeuden pitämiseksi 5 - 500/s.

5 5. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että materiaali syötetään koteloon nopeudella, joka on pienempi kuin sen sataprosenttinen kapasiteetti, jolloin materiaalin liikenopeus koteloa pitkin on olennaisesti riippumaton materiaalin leikkausnopeudesta.

10 6. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että seos käsittää epäjatkuvan faasiaineen, joka muodostaa siitä osan.

7. Laite dendriittisiä ominaisuuksia omaavan metallimateriaalin ruiskuvalua varten, laitteen käsittäessä:

15 (a) suulakepuristinkotelon (14), jonka yhdessä päässä on poistosuutin (20), jonka lähistöllä on kokoamisvyöhyke (c) ja jossa on suuttimesta kaukana oleva ottoaukko (13);

20 (b) syöttölaitteen (11, 12, 15) materiaalin syöttämiseksi koteloon ottoaukon kautta;

 (c) laitteen (37, 38, 39) kotelossa olevan materiaalin kuumentamiseksi lämpötilaan, joka on riittävän korkea dendriittisen kasvun estämiseksi;

25 (d) edestakaisin liikkuvan puristinväliseen (16) materiaalin siirtämiseksi kotelon läpi ottoaukosta kokoamisvyöhykkeelle,
t u n n e t t u siitä, että

30 (e) laite käsittää välineet (32, 60, 61, 62) kokoamisvyöhykkeen laajentamiseksi, riippumattomasti materiaalin siirtymisestä kokoamisvyöhykkeelle, ja nopeudella, joka on ainakin samansuuruinen kuin nopeus jolla materiaalia siirtyy kokoamisvyöhykkeelle, jolloin vältetään huomattavien räsitusten vaikuttaminen materiaaliin kokoamisvyöhykkeellä;

35 (f) välineet (17) materiaalin leikkaamiseksi sen siirtyessä kotelon läpi ottoaukon ja kokoamisvyöhykkeen välillä; ja

(g) välineet (30, 32, 16, 60) materiaalin poistamiseksi kokoamisvyöhykkeeltä suuttimen kautta muottiin.

5 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että kotelo (14) käsittää useita pituus-
suuntaisesti etäisyyden päässä toisistaan olevia kuumen-
nusvyöhykkeitä (Z1 - Z6), joista jokaista lämmitetään kuu-
mennuslaitteen avulla suutinta (20) kohti kasvavan lämpö-
tilaprofiilin muodostamiseksi.

10 9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen laite,
t u n n e t t u siitä, että syöttölaite käsittää laitteen
(12) materiaalin syöttämiseksi koteloon (14) nopeudella,
joka on pienempi kuin sen sataprosenttinen kapasiteetti.

15 10. Patenttivaatimuksen 7, 8 tai 9 mukainen laite,
t u n n e t t u siitä, että puristusväline materiaalin
siirtämiseksi kotelon läpi käsittää suulakepuristinruuvien
(16), sekä välineet (30 - 36) ruuvien sovittamiseksi kote-
loon pyörivästi ja aksiaalisessa suunnassa kotelon suhteen
liikkuvaksi.

20 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että kokoamisvyöhykkeen laajentava laite
käsittää välineet (32, 61, 62) ruuvien siirtämiseksi suut-
timesta (20) pois päin olevaan suuntaan.

25 12. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 7 - 11 mukai-
nen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lait-
teen (Z6) materiaalin lämpötilan alentamiseksi suuttimes-
sa (20), kun materiaalin poisto kokoamisvyöhykkeeltä (c)
päättyy tasolle, jossa materiaali jähmettyy ja muodostaa
tulpan.

30 13. Jonkin patenttivaatimuksen 7 - 12 mukainen lai-
te, t u n n e t t u siitä, että kuumennuslaite (39) pitää
kokoamisvyöhykkeellä (c) olevan materiaalin lämpötilan
korkeammalla tasolla kuin muualla.

35 14. Jonkin patenttivaatimuksen 7 - 13 mukainen lai-
te, t u n n e t t u siitä, että kotelo (14) käsittää si-
sävuorauksen (14a), joka on muodostettu materiaalista,

jolla on korkea kobolttipitoisuus, ja että ruuvilla (16) on lujittuvaa materiaalia ulkopinnallaan.

15. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 7 - 14 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää muot-
5 tin (22), jossa on ontelo (27) ja suuttimen ja ontelon kanssa yhteydessä oleva kulkuväylä (52) suuttimesta poistetun materiaalin siirtämiseksi onteloon, ja kulkuväylään asetetun pylvään (28), jonka runko päättyy suutinta vastassa olevaan kärkeen, joka on kupera ja sisältää ontelon
10 (58).

Patentkrav:

5 1. Förfarande för sprutformning av ett metallmater-
rial med dendritiska egenskaper, vilket förfarande omfat-
tar:

(a) inmatning av materialet i en sprutcylinder,
vars ena ände slutar i ett utloppsmunstycke;

(b) överföring av materialet genom cylindern mot en
ackumulationszon invid munstycket;

10 (c) uppvärmning av materialet till en temperatur
mellan dess fasta och flytande tillståndstemperatur för
att omvandla materialet till ett halvfast tixotropiskt
tillstånd;

(d) skärning av materialet då det rör sig mot acku-
mulationszonen i avsikt att hindra dendritisk tillväxt;

15 (e) k ä n n e t e c k n a t av att förfarandet
omfattar utvidgning av ackumulationszonen oberoende av
materialtillförseln till zonen och med en hastighet åt-
minstone lika hög som den hastighet med vilken material
20 förs till ackumulationszonen;

(f) avbrytning av materialskärningen i ackumula-
tionszonen;

(g) upprätthållande av materialets temperatur i
ackumulationszonen på en nivå som hindrar dendritisk till-
växt; och

25 (h) periodisk inriktning av en tillräcklig kraft
mot det i ackumulationszonen samlade materialet för att
tvinga det i ackumulationszonen samlade materialet att
avlägsnas via munstycket in i en form.

30 2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att det omfattar ett steg för att bilda
en väsentligen stel propp av materialet i munstycket, då
avtappningen av material i formen slutar.

35 3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n -
n e t e c k n a t av att det omfattar ett steg för att

höja temperaturen hos materialet i ackumulationszonen till en högre nivå än hos materialet på andra ställen.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t av att det omfattar ett steg för att upprätthålla materialskärningshastigheten vid 5 - 500/s.

5. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t av att materialet tillförs cylindern med en hastighet lägre än 100 % av dess kapacitet, varvid materialets rörelsehastighet längs cylindern är väsentligen oberoende av materialskärningshastigheten.

6. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t av att legeringen omfattar ett diskontinuerligt fasmaterial som utgör en del av densamma.

7. Anordning för formsprutning av ett metallmaterial med dendritiska egenskaper, vilken anordning omfattar:

(a) en sprutcylinder (14), vars ena ände har ett utloppsmunstycke (20), invid vilket en ackumulationszon (c) befinner sig och vilken uppvisar ett långt borta från munstycket beläget inlopp (13);

(b) en matningsanordning (11, 12, 15) för inmatning av material i cylindern genom inloppet;

(c) en anordning (37, 38, 39) för uppvärmning av materialet i cylindern till en temperatur som är tillräckligt hög för att hindra dendritisk tillväxt;

(d) ett fram och tillbaka rörligt pressorgan (16) för överföring av material genom cylindern från inloppet till ackumulationszonen, k ä n n e t e c k n a d av att

(e) anordningen omfattar medel (32, 60, 61, 62) för utvidgning av ackumulationszonen oberoende av materialtillförseln till ackumulationszonen och med en hastighet

åtminstone lika med den hastighet med vilken material förs till ackumulationszonen, varvid inverkan av betydande påfrestningar på materialet i ackumulationszonen undviks;

(f) medel (17) för skärning av materialet då det
5 förs genom cylindern mellan inloppet och ackumulationszonen; och

(g) medel (30, 32, 16, 60) för avlägsning av materialet från ackumulationszonen genom munstycket in i en form.

10 8. Anordning enligt patentkrav 7, k ä n n e - t e c k n a d av att cylindern (14) omfattar ett flertal i längdriktningen på inbördes avstånd från varandra lig- gande uppvärmningszoner (Z1 - Z6), var och en av vilka uppvärms med hjälp av uppvärmningsanordningen för att bil-
15 da en i riktning mot munstycket (20) ökande temperaturprofil.

9. Anordning enligt patentkrav 7 eller 8, k ä n - n e t e c k n a d av att matningsanordningen omfattar en anordning (12) för införsel av material i cylindern (14)
20 med en hastighet som är lägre än 100 % av dess kapacitet.

10. Anordning enligt patentkrav 7, 8 eller 9, k ä n n e t e c k n a d av att pressorganet för över- föring av material genom cylindern omfattar en extruder- skruv (16) samt medel (30 - 36) för roterande inpassning
25 av skruven i cylindern, så att skruven rör sig axiellt i förhållande till cylindern.

11. Anordning enligt patentkrav 10, k ä n n e - t e c k n a d av att anordningen som utvidgar ackumula- tionszonen omfattar medel (32, 61, 62) för att förskjuta
30 skruven i riktning bort från munstycket (20).

12. Anordning enligt något av patentkraven 7 - 11, k ä n n e t e c k n a d av att den omfattar en anordning (Z6) för sänkning av materialets temperatur i munstycket (20), då avlägsningen av materialet från ackumulatorzonen
35 slutar, till en nivå där materialet stelnar och bildar en propp.

13. Anordning enligt patentkrav 7 - 12, k ä n n e -
t e c k n a d av att uppvärmningsanordningen (39) håller
temperaturen hos materialet i ackumulationszonen (c) högre
än på andra ställen.

5 14. Anordning enligt något av patentkraven 7 - 13,
k ä n n e t e c k n a d av att cylindern (14) omfattar en
inre fodring (14a) av ett material med hög kobolthalt, och
att skruven (16) har härdande material på sin yttre yta.

10 15. Anordning enligt något av patentkraven 7 - 14,
k ä n n e t e c k n a d av att den omfattar en form (22)
med en kavitet (27) och ett i förbindelse med munstycket
och kaviteten stående passage (52) för att föra från mun-
stycket avlägsnat material till kaviteten, och en i passa-
15 get anordnad stolpe (28) vars stomme slutar i en mot mun-
stycket vänd spets som är konvex och har en inre kavitet
(58).

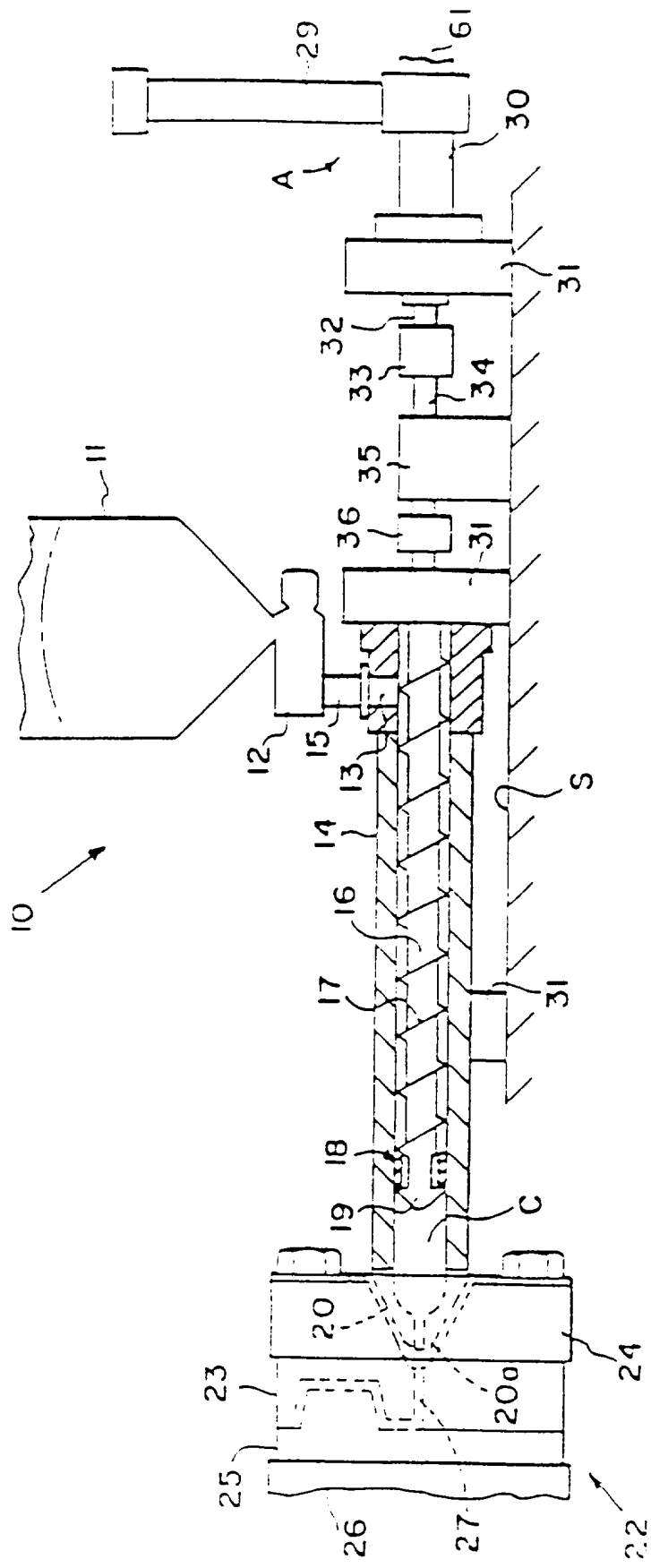


FIG 1

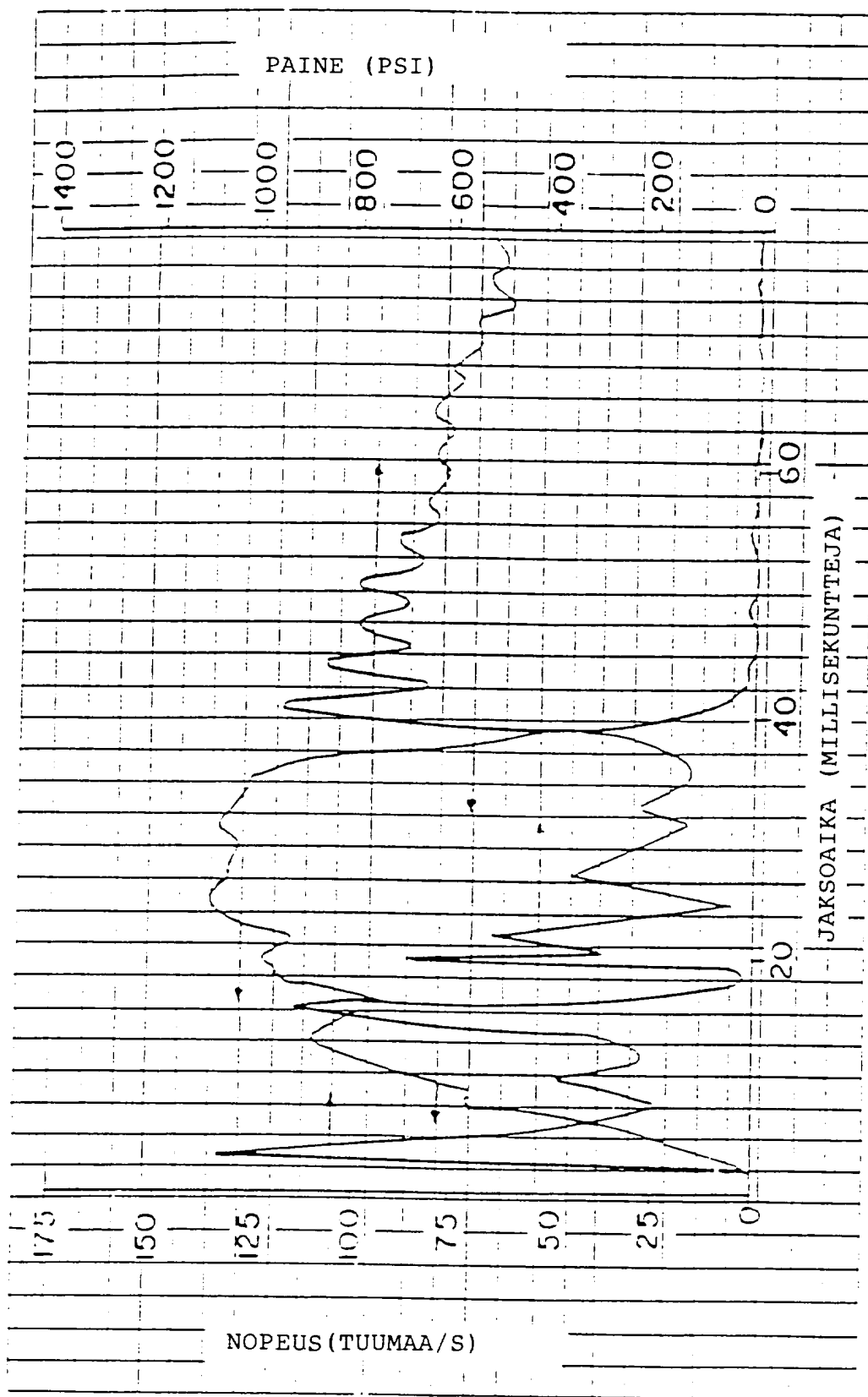


FIG.2

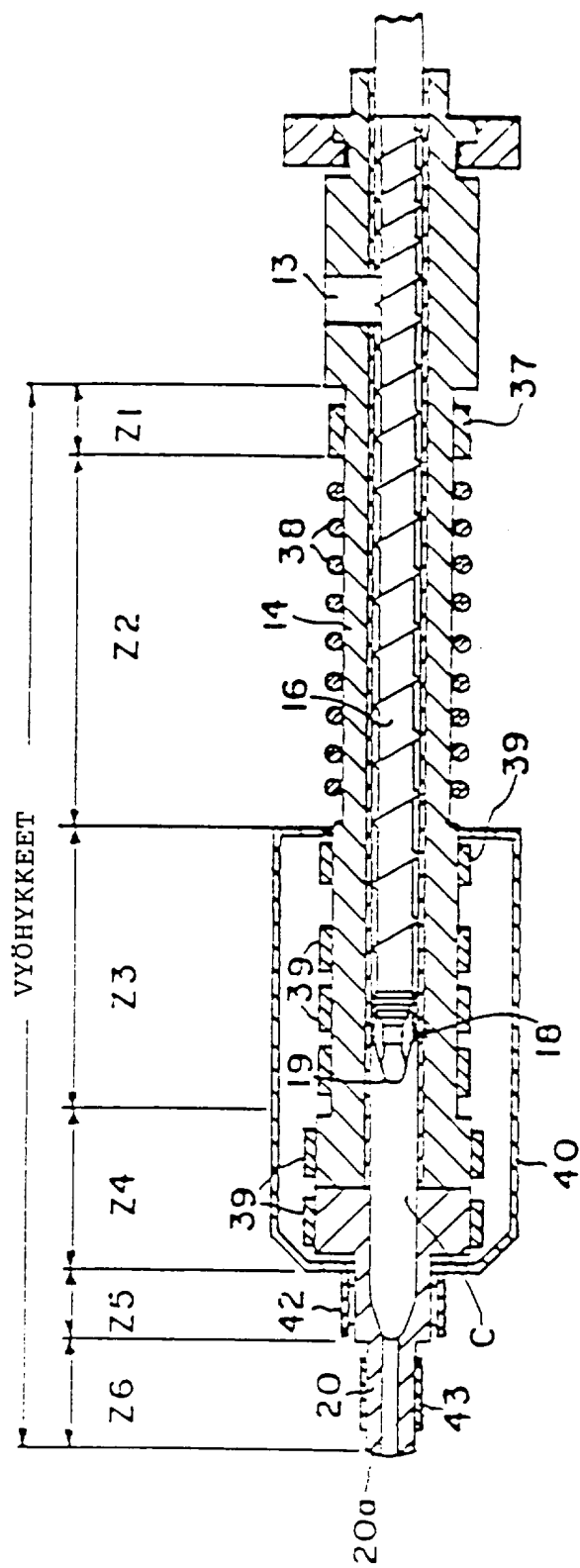


FIG.3

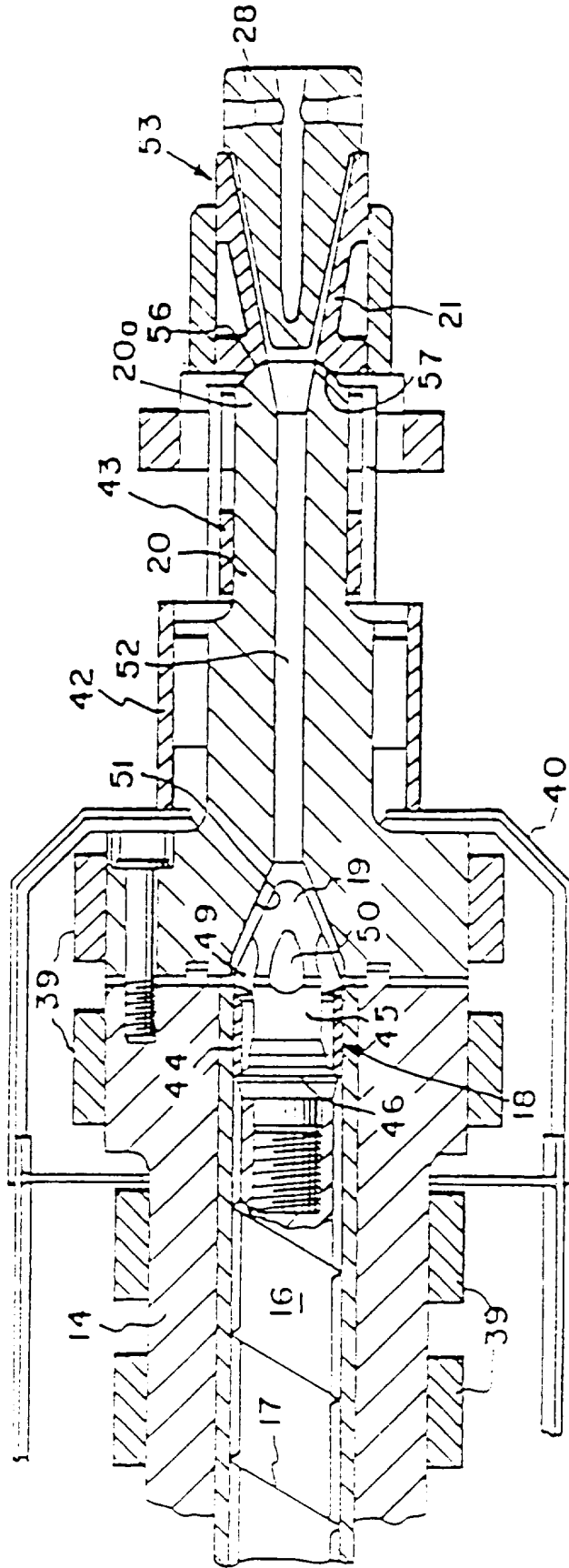


FIG. 4

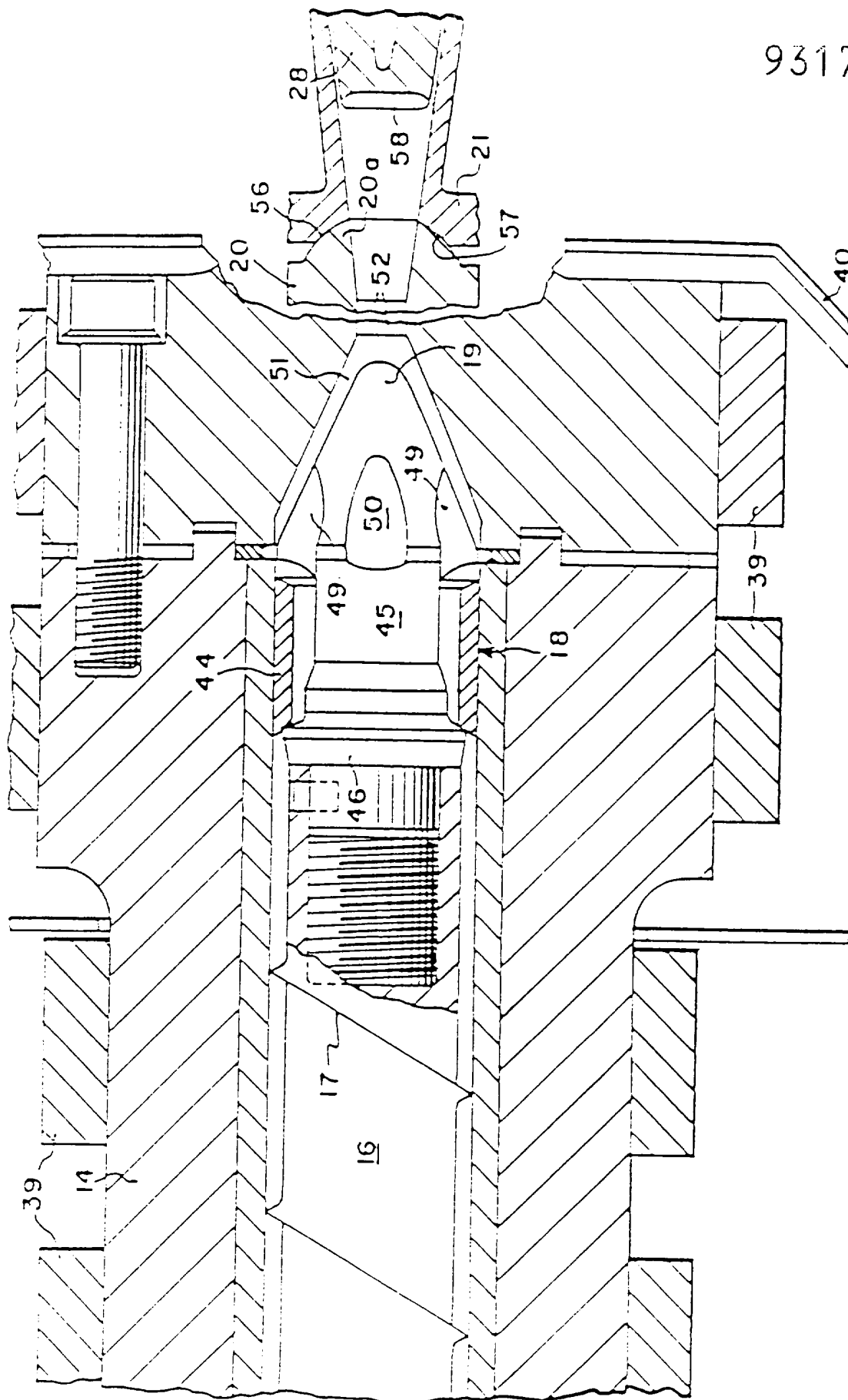


FIG. 5

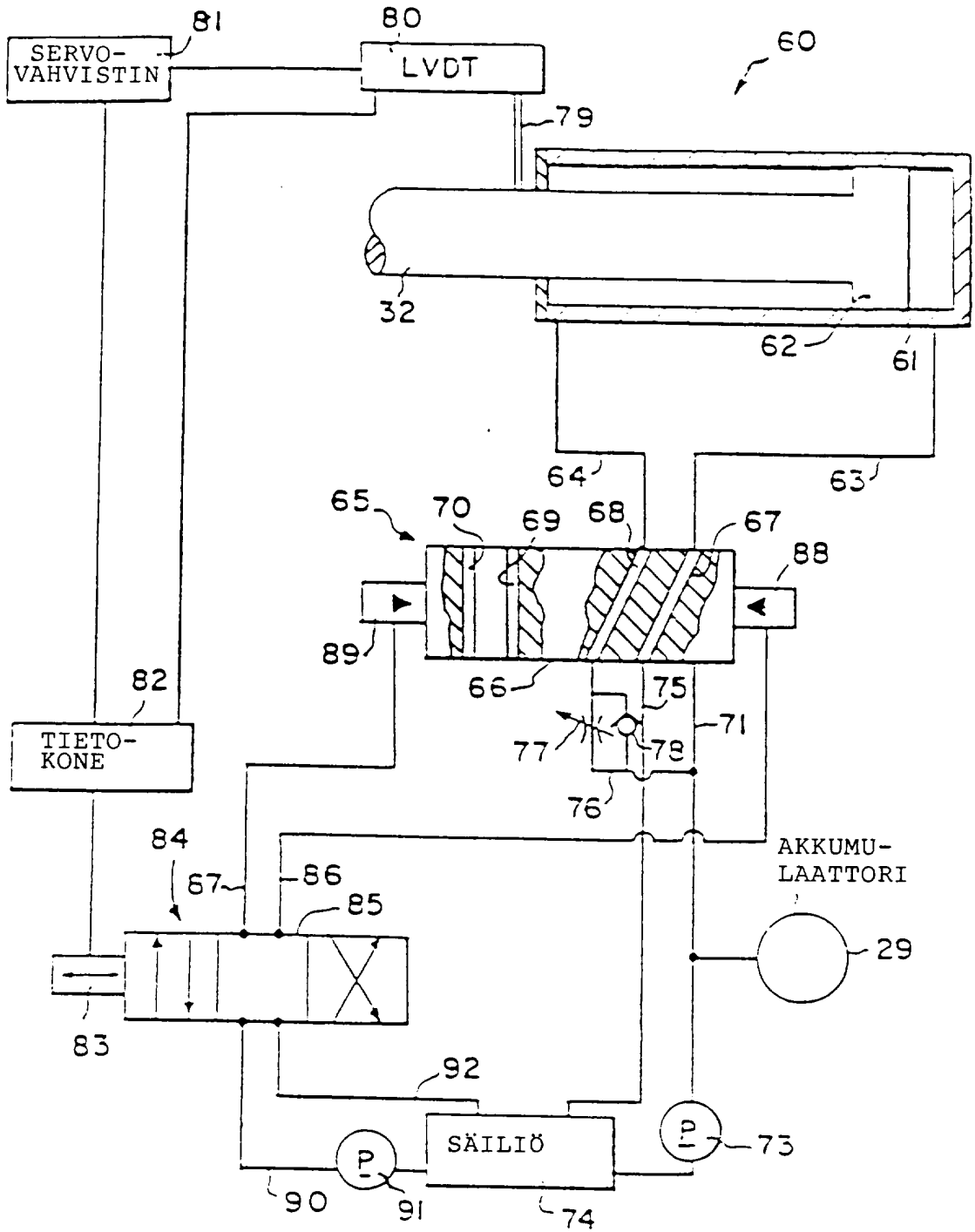


FIG. 6