



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **328073**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.
C22B 21/06 (2006.01)
C22B 9/10 (2006.01)
C22B 9/05 (2006.01)

Patentstyret

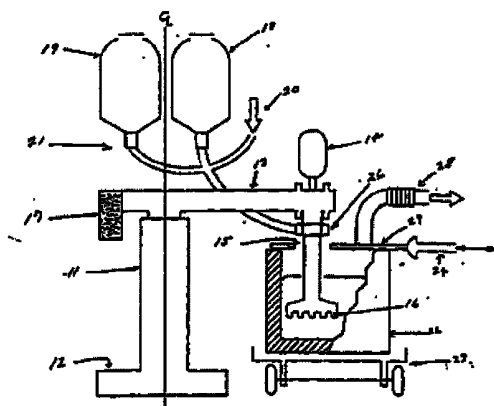
(21)	Søknadsnr	19992484	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1999.05.21	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1999.05.21	(30)	Prioritet	1998.05.27, US, 85495 1998.12.19, US, 222747
(41)	Alm.tilgj	1999.11.29			
(45)	Meddelt	2009.11.23			
(73)	Innehaver	Nolan Earle Richards, Florence, AL, US Helge O. Forberg, Marietta, GA, US			
(72)	Oppfinner	Nolan Earle Richards, Florence, AL, US Helge O. Forberg, Marietta, GA, US			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte til fjerning av lettmetaller fra aluminium			
(56)	Anførte publikasjoner	US 5397377 A, US 5413315 A, US 4832740, US 4470846, US 5032171			
(57)	Sammendrag				

Det beskrives forbedret apparat og fremgangsmåte til fjerning av lettmetaller, natrium, litium, kalsium og magnesium, fra hyttealuminium tatt ut fra en Hall Heroult reduksjonscelle som benytter LiF-modifisert elektrolytt eller elektrolytt av LiF + MgF₂. Fremgangsmåten utføres i en digel (22) eller på en stasjon beliggende mellom cellene og ovnene i et støperi. Aluminiumfluorid og/eller natriumaluminiumtetrafluorid i fine partikler blir transportert via en gass eller gassblanding inn i den smeltede aluminium på en slik måte at de lette metaller fortrinnsvis blir fjernet eller deres konsentrasjoner vesentlig senket gjennom:

1) akselen (15, 94, 108) til et spesialutformet roterende skovlhjul;

2) delvis gjennom akselen (15, 94, 108) til et spesialutfør- met roterende skovlhjul og delvis gjennom ett eller flere rør (95,96; 109,110) utstyrt med spredere (97, 112) for dispergering i strømmen av smeltet metall nær det roterende skovlhjul; eller

3) gjennom ett eller flere rør (95,96; 109,110) utstyrt med spredere (97, 112) for dispergering i strømmen av smeltet metall nær skovlhjulet festet til en massiv aksel (15, 94, 108) .



FREMGANGSMÅTE TIL FJERNING AV LETTMETALLER FRA ALUMINIUM

Innledning

Når aluminium utvinnes elektrolytisk fra aluminiumoksid oppløst i et kryolittbasert smeltet bad (Na_3AlF_6 + andre stabile fluorider), avsettes natrium sammen med aluminiumet. Det anvendes små andeler av andre fluorider, slik som litiumfluorid eller magnesiumfluorid, hvilke kan gi fordelaktige egenskaper til badet, hvilket fører til forbedret økonomi, idet de fører til spor av litium og magnesium i dammen av smeltet aluminium. Konsentrasjonene av disse lette alkalimetaller og alkaliske jordmetaller er avhengige av fysiske og kjemiske forhold inne i den elektrolytiske reduksjonscelle og den måte som denne virker på. Typiske konsentrasjoner av natrium, litium, magnesium, og kalsium i nyuttatt, smeltet aluminiummetall er henholdsvis i områdene fra 40 til 180 ppm, 5 til 25 ppm, 5 til 150 ppm, og 4 til 10 ppm og er forurensninger som må fjernes eller senkes til under spesifikasjonene for det aluminiummetall som skal markedsføres for mange bruksområder. For mange primære aluminiumsprodukter til støpearbeider, krever spesifikasjonene at nivåer for Na og Li skal være lavere enn 2 ppm og i noen tilfeller så lave som 0,5 ppm.

Eldre teknikk foreskriver behandling av primært aluminiummetall for å fjerne spor av alkalimetaller ved å føre det primære aluminiummetall gjennom en pakket seng av karbonholdig materiale blandet med fast aluminiumfluorid i granulatform,

slik som beskrevet i amerikansk patent nr. 3,305,351 og nr. 3,528,801. Selv om en seng av vekselvise lag fra 30 cm til 150 cm dyp, inneholdende fra 5 til 90 vektprosent AlF_3 , kan behandle fra 25 000 til 50 000 kg primært aluminiummetall, er
5 det vansker med å holde sengen åpen, porøs og med jevn forbrenning, hvilket ville fremme dispergeringen av aluminiumfluorid. Restene etter den forbrukte seng byr på miljømessige problemer ved anbringelse fordi de inneholder potensielt farlig avfallsmateriale.

10 Amerikansk patent 4,277,280 beskriver at smeltet aluminium får strømme gjennom en seng av grovt granulat av AlF_3 -holdig materiale, hvor det reaktive aluminiumfluorid kan kombineres med alkalimetallene til dannelsen av en væskefase og forårsake tilstopping av den innledningsvise granulatformige seng. Bad-
15 komponenter som uunnngåelig tappes sammen med det flytende aluminium fra cellene, kan også reagere med AlF_3 til dannelsen av enten uønsket væske eller kanaler i sengen, hvorved dennes effektivitet reduseres.

Amerikansk patent nr. 4,470,846 beskriver fjerning av for-
20 urensende alkalimetaller og alkaliske jordmetaller gjennom reaksjon med aluminiumfluoridgivende materiale dispergert i en stabil virvel i det smeltede aluminiums overflate. Et roterende skovlhjul hvor bladens stigning er utformet for å tvinge det flytende metall nedover, skaper en virvel i over-
25 flaten av metallet rundt akselen forbundet med en motor. Kontrollerte mengder av AlF_3 -granulat ble tilsatt virvelen fra en traktformet beholder.

Amerikansk patent nr. 4,138,256 beskriver en fremgangsmåte med filterseng for å senke konsentrasjonen av natrium i smeltet aluminium ved strømming drevet av tyngdekraften gjennom
30 en løst pakket filterseng av materiale i granulatform som til

dels omfatter karbon. Den antyder at karbon fortrinnsvis absorberte en del av natriumet.

Amerikansk patent nr. 5,032,171 beskriver en fremgangsmåte for å fjerne oppløste metaller fra aluminium. Fremgangsmåten
5 nyttiggjør induktiv omrøring.

En annen form for sengfilter til fjerning av natrium, litium og kalsium ble beskrevet av Achim og Dubé (Light Metals/Lettmetaller, 1982, side 903-916), hvor smeltet aluminium in-
neholdende omtrent 100 ppm Na og 30 ppm Li strømmet gjennom
10 en filterseng av eggformede granulater av en blanding av kryolitt 3 %, aluminiumoksid 9 % og aluminiumfluorid 86 %. Mens denne anvendelse fjernet opp til 90 % av lettmetallene, ble brikettene som utgjorde sengen, forbrukt, og karet som inneholdt sengen for metallrensing i samme produksjonslinje, måtte
15 tas ned, rengjøres og pakkes på ny med AlF_3 -holdige pletter på 15-50 mm i diameter etter behandling av 1000 til 1500 tonn flytende aluminium.

Mixal-prosessen for behandling av aluminium i digler i elektrolysecellelinje (Archard og Leroy, Light Metals 1990, side
20 765-768) er en fremgangsmåte ifølge eldre teknikk, hvor en blanding av gasser, klor-argon eller klor-nitrogen, blir injisert i smeltet aluminium gjennom en roterende dyse eller rotor. Etter omtrent 11 minutters behandling er konsentrasjonene av natrium og litium redusert til henholdsvis 5 og 3
25 ppm. Produktene fra reaksjonen er flyktige, og flytende avfall blir tappet av gjennom et dekkende lokk til et oppfangingsystem med posefilter injisert med kalk. Mangel på flytende slagge eller avfall fra reaksjonene som reduserer alkalimetallene, er en fordel med denne prosess. Faren for å
30 resirkulere klorider blandet med fluoridene til reduksjonscellene innebærer imidlertid en mulighet for at utålelig korrosjon vil oppstå i de elektriske tilkoplinger til samleskin-

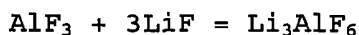
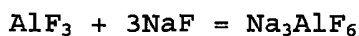
neopplegget og i elektrolysecellerommenes avgassoppfangings-system.

Primært aluminium oppnås ved elektrolytisk utvinning fra aluminiumoksid oppløst i et kryolittbasert smeltet bad (Na_3AlF_6 + andre stabile fluorider). Natrium blir avsatt sammen med aluminiumet under denne prosess, sammen med litium og magnesiumfluorider, hvilke kan gi fordelaktige egenskaper når de blir benyttet, idet de fører til at ikke bare natrium, men også spor av litium og magnesium er til stede i dammen av smeltet aluminium. Konsentrasjonene av disse lette alkalimetaller og alkaliske jordmetaller avhenger av fysiske og kjemiske forhold inne i den elektrolytiske reduksjonscelle og den måte denne virker på. Typiske konsentrasjoner av natrium, litium, magnesium og kalsium i nyuttatt, smeltet aluminiummetall er i områdene henholdsvis fra 40 til 180 ppm, 5 til 25 ppm, 5 til 150 ppm og 4 til 10 ppm.

Disse metallspor er forurensninger som må fjernes eller senkes for mange kommersielle produkter. Primært aluminium til mange produkter til støpearbeider innbefatter spesifikasjoner som krever at nivåer for Na og Li skal være lavere enn 2 ppm og noen ganger så lave som 0,5 ppm.

Selv om fortykning med gassblandinger slik som $\text{N}_2\text{-Cl}_2$, $\text{N}_2\text{-CO-Cl}_2$, Ar-Cl_2 , og enkeltgasser slik som argon og nitrogen praktiseres rutinemessig i varmholdovner og i uttaksrenner for å fjerne partikler, hydrogen og lettmetyller, er dette ikke en foretrukket fremgangsmåte til reduksjon av mengdene av Na, Li, Ca og Mg. Disse metaller danner halider, fremmer dannelsen av ekstra avfall, reagerer med det ildfaste, innvendige belegg i varmhold/smelteovnen og krever utvidet tid med fortykning for å redusere konsentrasjonene av dem i typisk primært aluminium-primærmetyll til lavere nivåer som kreves for aluminiumhalvfabrikata.

De fremgangsmåter som praktiseres i dag for å fjerne eller redusere konsentrasjonene av leetmetaller, innbefatter tre-
 kullsfiltrering, hvor en uttaksdigel med primært aluminium
 helles over i en annen digel som inneholder en seng av bren-
 5 nende trekull og AlF_3 . De kombinerte virkninger av bevegelsen
 i metallet, reaksjonen med AlF_3 , oksideringen fra medført
 luft og natriums tilbøyelighet til å reagere med karbon i
 nærvær av fluorid, senker konsentrasjonen av Na og Li til
 henholdsvis omtrent 10 og 5 ppm. I begge fremgangsmåtene
 10 ifølge Alcan og Hycast "Treatment in Crucible" (behandling i
 digel), blir en digel med smeltet primærmetall ført til en
 stasjon hvor et skovlhjul blir senket ned i den åpne digel. I
 Alcan-fremgangsmåten skaper det roterende skovlhjul en vir-
 vel, til hvilken AlF_3 -granulat tilsettes over et tidsrom på 5
 15 til 15 minutter. I Hycast-fremgangsmåten blir AlF_3 -granulat
 injisert i metallet med en inert bæregass gjennom en hul ak-
 sel og inn i metallet gjennom et roterende skovlhjul over et
 tidsrom på 5 til 20 minutter. Som i de tidligere fremgangsmå-
 ter som er beskrevet, er det nok latent varme til at det
 20 smeltede aluminium kan holde seg flytende gjennom disse be-
 handlinger. Aluminiumfluorid reagerer ifølge ligningene:



Slagget/avfallet blir skummet av fra overflaten av aluminium-
 25 metallet etter at rotoren er stanset. Det behandlede alumini-
 ummetall blir deretter transportert til støperiets varmhold-
 ovn.

Denne fremgangsmåte til fjerning av alkalimetaller og alka-
 liske jordmetaller fra primæraluminium eller primært, smeltet
 30 aluminium omfatter apparatet og fremgangsmåten til injisering
 av et pulverisert fluorid som kan fordampes, ført i en gass-
 strøm gjennom et roterende skovlhjul, hvorved det dannes bob-

ler og differensialskjærkrefter. Dette utføres vanligvis i en reguleruttaksdigel på en spesialutformet metallrensestasjon, fordelaktig plassert mellom elektrolysecellerommet og støperiet. Metallrensestasjonen, i tillegg til de nødvendige styringer og tilleggsutstyr for å posisjonere og aktivere roto-
5 ren/skovlhjulet, regulerer gassblandingen og injeksjonsraten for det fluoridholdige pulver. Rensestasjonen har fordelaktig to posisjoner for behandling av digler med aluminiummetall på transportmidler. Fortrinnsvis finnes det også en mellomposi-
10 sjon hvor skovlhjulet og akselen som danner forbindelse til drivmotoren, kan rengjøres for eventuelt fastklebet, frosset kryolittbad. Partikkelutslipp fra digelen under fjerning av lettmetaller fanges opp i digelen ved hjelp av et lokk eller et deksel og et avluftingssystem med et multiklon- og filter-
15 kammersystem. Det herværende, nye system sørger også for mekanisert fjerning av eventuelt avfall i fast form eller kryolittisk materiale som flyter på overflaten av det smeltede aluminium etter behandling.

Fig. 1 er et sideriss av den herværende oppfinnelse med et
20 vertikalt snitt.

Fig. 2 er et planriss, sett ovenfra, av den herværende oppfinnelse.

Fig. 3 er et delsideriss av roturen/injektoren ifølge den herværende oppfinnelse.

25 Fig. 4 er et delplanriss, sett ovenfra, av roturen/injektoren ifølge den herværende oppfinnelse.

Fig. 5 er et delsideriss av roturen/injektoren ifølge den herværende oppfinnelse.

Fig. 6 er et delsideriss av én utførelse av en rotor/injektor
30 ifølge den herværende oppfinnelse.

Fig. 7 er et delsideriss av én utførelse av en rotor/injektor ifølge den herværende oppfinnelse.

Fig. 8 er et delsideriss av rensestasjonen ifølge den herværende oppfinnelse.

5 Fig. 9 er et planriss, sett ovenfra, av rensestasjonen ifølge den herværende oppfinnelse.

Fig. 10 er et sideriss av den herværende oppfinnelse og viser rensestasjonen utstyrt med en røreinnretning festet til en hul aksel for injisering av pulver og gass, sammen med ett,
10 to eller flere stasjonære rør til dispergering av pulver og gasser i strømmen av smeltet metall nær røreinnretningen.

Fig. 11 er et sideriss av den herværende oppfinnelse og viser rensestasjonen utstyrt med en røreinnretning festet til en massiv aksel sammen med ett, to eller flere stasjonære rør
15 for dispergering av pulver og gasser i strømmen av smeltet metall nær røreinnretningen.

Forbedringen ifølge den herværende oppfinnelse fremfor tidligere "Treatment in Crucible"-fremgangsmåter (behandling i digel) til fjerning av lettmetaller, stammer fra den mer effektive
20 tive måte for tilsetting av fluoridmateriale til det smeltede aluminium samt den fremmende virkning til gasstrømmen som fører partiklene gjennom den dreierende rotor.

Den grunnleggende kjemi i den herværende fremgangsmåte avhenger av termodynamikken i reaksjonen mellom en Al^{3+} -kilde,
25 slik som AlF_3 eller NaAlF_4 (henholdsvis aluminiumtrifluorid og natriumaluminiumtetrafluorid) og forurensningen. For reaksjonene nedenfor er de frie Gibbs-energier vist for to temperaturer i det område hvor metallrensing ville skje.

Reaksjon	Endring i fri energi kJ	
	ΔG_{1000K}	ΔG_{1200K}
$3NaAlF_4 + 3Na = 2Na_3AlF_6 + Al$	-455,0	-336,8
$3NaAlF_4 + 3Li = Na_3AlF_6 + Li_3AlF_6 + Al$	-542,3	-435,2
$AlF_3 + 3Na = 2NaF + Al$	-163,8	-147,7
$2AlF_3 + 3Na = Na_3AlF_6 + Al$	-264,6	-255,5
$2AlF_3 + 3Li = Li_3AlF_6 + Al$	-352,0	-353,9
$AlF_3 + 3Li = 3LiF + Al$	-310,0	-306,2
$2AlF_3 + 3Ca = 3CaF_2 + 2Al$	-668,0	-674,7
$2AlF_3 + 3Mg = 3MgF_2 + 2Al$	-298,5	-350,4

En sammenligning av endringene i fri energi pr. enhet alkali-
metall i ovennevnte tabell avslører at natrium-
aluminiumtetrafluorid er en mye sterkere drivkraft enn alumi-
niumfluorid til fjerning av både natrium og litium fra
5 smeltet aluminium.

En annen fordel med $NaAlF_4$ fremfor AlF_3 er at damptrykket er
høyere. Når faste partikler av $NaAlF_4$ blir injisert i flyten-
de aluminium i temperaturområdet fra 750 til 900 °C, begynner
disse straks å sublimere eller fordampe. Dampen i form av og
10 blandet med bobler av den bærende gass, har en høyere reak-
sjonshastighet enn om den, eller det reaktive fluorid, var i
fast form. Arealet for dampens kontakt med det smeltede me-
tall er summen av arealet av alle boblene. En fluoridpartik-
kel med en diameter på 2 mm har ved 850 °C et areal på $4,2 \times$
15 10^{-3} cm^2 , mens samme partikkel ville, når den var fordampet,
ha et areal på $6,13 \text{ cm}^2$, en faktor på 1000, hvilket ville
kulminere i dannelsen av mange enkeltbobler. Damptrykkene for
forbindelser benyttet i den nevnte oppfinnelse er satt
opp i tabell nedenfor.

Forbindelse	Damptrykk, torr	
	750 °C	850 °C
AlF_3	0,004	0,12
NaAlF_4	0,8	4
Na_3AlF_6		$<7,4 \times 10^{-4}$

At NaAlF_4 foretrekkes som middel til reduksjon eller elimine-
ring av lettmeter, kan forstås ytterligere når det uttryk-
kes i den mengde fast pulver som kan omdannes til gass og rø-
res inn i smeltet aluminium pr. tidsenhet. Det er denne

5 oppfinnelles formål å transportere fluoridet ned gjennom en
hul aksel koplet til en spesialutformet rotor, ut av hvilken
den bærende gass og det innledningsvis partikkelformige fluo-
rid blir dispergert kraftig i det flytende aluminiummetall.
Når bæregassens strømningshastighet er 40 liter/min. med
10 gjennomsnittlige boblediametere på 2 mm og 5 mm, ville det
være henholdsvis 655×10^3 og 42×10^3 bobler pr. sekund ved
850 °C. Når natriumaluminiumtetrafluorid kommer inn i denne
strøm, vil det være kapasitet til å fordampe 13 og 5,3
kg/min. Selv om disse mengder avtar til 3,4 kg/min. og 1,3
15 kg/min ved 750 °C, er dette fremdeles ti ganger høyere enn de
tilsvarende mengder av AlF_3 som ville kunne fordampes til de
samme boblene på 2 og 5 mm i diameter.

En ytterligere grunn til å skape en omrørt rekke av bobler i
det smeltede aluminium, er for å fremme fjerningen av alkali-
20 metaller. Natrium koker ved 897 °C og Li ved 1620 °C. Ved de
temperaturer som det er sannsynlig å finne når digelen med
aluminium når metallbehandlingsstasjonen, 850° til 750 °C, er
damptrykkene henholdsvis 500 og 200 torr for Na og 12 og 0,85
torr for Li. Det er derfor en sterk tendens for disse lettm-
25 taller å fordampes eller renses inn i boblene av bæregassen
uten hensyn til innholdet av reaktivt fluorid i disse bobler,
hvilket vil omdanne alkalimetallet til et komplekst fluorid.

Det komplekse fluorid vil avbalanseres igjen til andeler av damp- og væskefaser.

I betraktning av de relative masser og volumer av bæregassen og enten NaAlF_4 og/eller AlF_3 som det reaktive stoff, er
5 mengden av faste partikler som skal injiseres i bæregasstrømmen, fordelaktig omtrent 3 volumprosent.

Avhengig av den spesielle kombinasjon av gassblanding, fast, partikkelformig aluminiumkationkilde, og damptilstandsform til aluminiumforbindelsen som trekker ut Na, Li, Ca eller Mg
10 fra primært aluminium, vil den resulterende fluoridkompleksblanding omfordeles mellom fast fase, væskefase og dampfase. Denne fordeling avhenger av temperatur og dynamikken i endringen i sammensetningen med økende andel av lettmetylfluoridene i M(I)F-M(II)-AlF_3 -produktet. Når AlF_3 brukes, dannes
15 lavtsmeltende eutektika slik som NaAlF_4 -NaF med NaF/ AlF_3 -vektforhold i området fra 0,3 til 1,4 for 80 til 160 ppm Na og 2 til 6 ganger støkiometriske mengder av reaksjonsdelta-ker. Noe av materialet med vektforhold i området 0,4 til 0,6 vil fordampe og bli ført gjennom overflaten av metallet og
20 luftes ut til gassvaskesystemet. Siden blandingen forblir rik på AlF_3 , vil en betydelig andel med metalligelen på 705 °C være flytende (eutektisk temperatur 732 °C). Det ville være å foretrekke at den andel av det komplekse NaF- AlF_3 -LiF som ikke fordampet, ville størkne og danne et tynt, massivt be-
25 legg på overflaten av aluminiummetallet. Når metallets temperatur synker til omtrent 750 °C under metallbehandlingen, vil det være ønskelig å ha frysepunktet til blandingen av smeltede salter over den temperatur. Når NaAlF_4 brukes og det er 80 til 160 ppm Na i aluminiumet, 2 til 6 ganger støkiometriske
30 mengder, er de foreslåtte vektforhold for NaF/ AlF_3 i området 0,4 til 1. Dette angir et større tap av komplekset gjennom fordamping på grunn av den høyere andel av AlF_3 i det poten-

sielle avfall, en mindre andel i den fryste tilstand og noe væske blandet med alumniumoksideavfallet ved 750 °C. Vurderer man dette aspekt alene, er de fysisk-kjemiske egenskaper som følger av injiseringen og reaksjonen med lettmetaller litt
5 bedre med aluminiumfluorid.

Det er tilveiebrakt en fremgangsmåte til fjerning av forurensende litium, natrium, kalsium og magnesium fra aluminium ved å bringe aluminiumet i smeltet tilstand med de deri oppløste forurensninger i kontakt med et partikkelformig fluoridmateriale hvor fremgangsmåten kjennetegnes ved at den omfatter:
10

- a. avlevering av partikkelmaterialet natriumaluminiumtetrafluoride, NaAlF_4 , under overflaten av det smeltede aluminium inneholdt i et kar (22) som har en geometrisk akse;
- 15 b. injisere et andre parti av fluoridmaterialet inneholdt i en bæregass gjennom ett eller flere rør (95,96; 109,110) med spredere (97, 112) for dispergering inn i strømmen av smeltet metall nær skovlhjulet.
- 20 c. omrøring av det smeltede aluminium for å skape og opprettholde en omrøring i dette og avlevering av nevnte partikkelmateriale mens det blir omrørt, sublimert og blandet med det smeltede aluminium, for derved å bevirke en reaksjon mellom partikkelmaterialet og de oppløste forurensninger, idet omrørings-
25 trinnet utføres ved i et rotasjonsplan og om en rotasjonsakse å rotere et skovlhjul som har en flerhet av blader nedsenket i den smeltede masse;
- d. fortsette omrøring av det smeltede aluminium inntil
30 innholdet av nevnte oppløste forurensninger i dette

er redusert i det minste til et forhåndsbestemt nivå;
og

e. utskilling av det smeltede aluminium fra reaksjons-
produktene av forurensningene og det sublimerte fluo-
ridet.

Følgende tre fremgangsmåter kan anvendes for å oppnå de ønskede resultater:

Fremgangsmåte 1: Pulverne og gassene blir injisert gjennom en hul aksel og en røreinnretning som er forbundet med akselen, for å bli tømt inn i det smeltede metall.

Fremgangsmåte 2: et parti av pulverne og gassene blir injisert i det smeltede metall ved at de blir ført gjennom en hul aksel og en røreinnretning, og det resterende parti blir injisert gjennom stasjonære rør utstyrt med spredere for å bli dispergert i strømmen av smeltet metall nær røreinnretningen.

Fremgangsmåte 3: En roterende røreinnretning er forbundet med en massiv aksel for å sørge for omrøring av det smeltede metall. Ett eller flere stasjonære rør utstyrt med spredere dispergerer pulver og gasser i strømmen av smeltet metall nær røreinnretningen.

I fremgangsmåte 1 og 2 har rotoren eller skovlhjulet flere funksjoner. Først sprer den/det det aluminiumholdige partikkelmaterialet inn i aluminiummetallet. På fordelaktig vis har rotoren i utgangspunktet fasong som en omvendt kopp, enten med huller i den nedadpekende kant eller med vekselvise utspring og mellomrom. Faststoffet blir således tvunget sentripetalt til omkretsen hvor det finnes sterke skjærkrefter, hvorved aluminiummetallet omrøres, og det skapes hastighetsgradienter mellom de faste partikler som videre blir ført inn i det flytende aluminium etter hvert som de fordamper. Skovl-

hjulet dispergerer også bære-gassen i metallet, og på grunn av den høye skjærkraft ved periferien, tvinges meget små bobler ut i vasken, hvorved de danner flere strømningsmønstre mellom rotoren og digelens innside og nedre flater. Selv om skovl-
5 hjulet kanskje roterer med fra omtrent 80 til omtrent 400 rpm, er mengden forstyrrelse på overflaten av metallet minimal, fordi akselen har en relativt liten diameter og glatt overflate. Rotoren og akselen er fordelaktig plassert ute av senter i digelen ved en slik dybde at de innpregede, vertikale
10 sirkulasjonsstrømningsmønstre har avtatt eller er blitt dempet innen de når overflaten. Med et slikt arrangement oppnås effektiv, mekanisk omrøring og gassbobleomrøring, aksele-rasjon av reaksjonen mellom NaAlF_4 eller AlF_3 og lettmetyl-forurensningen fremmes med liten forstyrrelse i overflaten,
15 slik at dannelsen av avfall er minimert.

I fremgangsmåte 3 kan tilsvarende resultater oppnås som beskrevet i fremgangsmåte 1 og 2, men utstyrsutformingen er annerledes. Fremgangsmåte 3 kan tas i bruk for forskjellige utstyrsutforminger som TAC-systemet, men med dette system må
20 man bytte ut røreinnretningen og sette inn en reversibel, elektrisk motor koplet til akselen. For systemer som har stasjonære rør utstyrt med spredere, er det også nødvendig å sette inn en jigg tilkoplet for bevegelse av armen, slik at dette utstyr kan senkes ned i det smeltede metall og heves og
25 senkes sammen med røreinnretningene, idet spredene blir værende i samme avstand fra røreinnretningen.

Fortrinnsvis blir et lokk eller et deksel ført ned på digelen etter at skovlhjulet er plassert. En avlufting gjennom dekslet fører til et avgasskontrollsystem som fanger opp fluori-
30 dene i partikkelform for resirkulering til elektrolysecelle-rommet. Når en liten mengde CO er en komponent i bære-gassinjeksjonssystemet, vil denne bli oksidert til CO_2 når den

passerer gjennom det flytende aluminiummetalls krumme overflate. Ved inntrenging av normal luft, vil eventuell gjenværende CO bli fortynnet til godt under forskriftenes terskelgrenser.

5 Fremgangsmåten kan utøves ved at en tredje stasjon befinner seg mellom de to metallbehandlingsstasjoner. På dette sted kan enheten med aksel og roterende skovlhjul senkes ned i et kar eller en beholder hvor det kan utføres kule- eller sandblåsing på akselrotoren for å fjerne vedheftende belegg av frosset kryolittbad. Kontrollerte, mekaniske vibrasjoner kan
10 påføres for å fremme fjerningen av vedheftende bad. Vibrasjonene kan påføres med en punktkontaktor koplet til en ultralyd- eller magnetostriktorinnretning. Til minimering av avfall er det mulig at alfa-aluminiumoksid kan benyttes som
15 slipemiddel, hvilket gjør det mulig for blandingsmaterialet i aluminiumoksidbadet å resirkuleres i aluminiumsproduksjonsprosessen.

En utførelse av apparatet for utøvelse av fremgangsmåten er illustrert på fig. 1 som viser et vertikalt snitt av rotoren
20 inne i og ute av senter i en digel med smeltet aluminium. Rotoren eller røreinnretningen er koplet til en reversibel, elektrisk motor med varierbar hastighet på en arm som kan dreies fra en midtstolpe eller en søyle. Armen er fortrinnsvis hydraulisk i stand til vertikal bevegelse tilstrekkelig
25 til å gå klar av kanten på digelen ved stasjon A. På fordelaktig vis finnes det et duplikat, en speilvendt stasjon B 180 grader vis-à-vis. Armens høyde og rotasjon aktiveres og styres fra et automatisert, programmerbart panel (ikke vist).
Fig. 2 er et planriss som ser ned på armen og viser en digel
30 av smeltet aluminium som transporteres fra elektrolysecelle-rommet via metallrensestasjonen og til støperiet. Mellom stasjon A og B er det fordelaktig en rengjøringsstasjon for rø-

reinnretningen, hvilken stasjon inneholder en sylindrisk tank som rotorakselen kan føres inn i for periodisk rengjøring. Svingarmen kan svinge forbi/over denne rengjøringsstasjon til stasjon B hvor systemet kan senkes ned og virke i en annen

5 rekke digler med smeltet aluminium på vei til støperiet. Apparatet vist på fig. 1 består av en vertikal søyle 11 med den nedre ende montert på en stålplate 12 som er boltet til et gulvunderlag av betong. På toppen av søylen, som fordelaktig er fra omtrent 4 til omtrent 6 meter høy, er det montert en

10 horisontal arm 13. Fortrinnsvis er armen 13 i stand til hydraulisk å bevege seg 360 grader horisontalt og fra omtrent 1 til omtrent 2 m vertikalt. En reversibel, elektrisk motor 14 med varierbar hastighet er montert i den ene ende av armen og via en kopling 26 forbundet med en hul aksel 15 som er festet

15 til den roterende røreinnretning 16. En motvekt 17 er festet til den andre ende av armen.

Ovenfor søylen 11 er det plassert to traktformede beholdere for henholdsvis aluminiumfluorid 18 og natriumaluminiumtetrafluorid 19, innbefattende en tilførselsledning for bæregass 20 og ventiler, tilførselsinnretninger, rør og annet diverse utstyr 21. Pulverne i de to traktformede beholdere injiseres i gasstrømmen og transporteres ned gjennom den hule aksel, ut gjennom røreinnretningen og inn i det smeltede metall i digelen 22. Hjelpemidlene slik som elektrisitet,

25 trykkluft og hydraulikk pluss de traktformede beholdere for aluminiumfluorid og natriumaluminiumtetrafluorid så vel som beholderne for bæregasser er forbundet med søylen 11 og det ulike utstyr i apparatet. Det smeltede metall blir transportert fra elektrolysecellerommene via metallrensestasjonen og

30 til støperiet på fordelaktig vis i digler på omtrent 4 til omtrent 6 tonn plassert på en tilhenger 23. I planrisset, sett ovenfra, av apparatet på fig. 2, kan to digler fordelaktig anbringes med den ene i klokken-3-posisjonen, og den and-

re i klokken-9-posisjonen, men bare én kan behandles om gangen. En røreinnretningsrengjøringsstasjon 25 er fortrinnsvis plassert i klokken-6-posisjonen, og en mekanisert, automatisk avfallsskummestasjon, ikke vist, er fortrinnsvis plassert i klokken-12-posisjonen. Den mekaniske skummeinnretning er festet til enden av en andre arm, ikke vist, med den andre ende forbundet med søylen 11 nedenfor armen 13. Den andre arm er også fordelaktig hydraulisk i stand til å bevege seg 360 grader horisontalt og fra omtrent 1 til omtrent 2 meter vertikalt. Før behandlingen aktiverer et automatisk, programmerbart panel hydraulikken for å bevege armen 13 i stilling og senke røreinnretningen ned i det flytende metall. Et lokk 27 blir plassert oppå digelen før behandlingen startes, og et avluftingsrør 28 fører avgassene til et vaskesystem under behandlingen.

Fig. 3, 4 og 5 viser i snitt fordelaktige former av roto-
ren/injektoren for utøvelse av fremgangsmåten. En kopling 38
forbinder drivakselen med motoren. Den hule drivaksel 31 inn-
befatter en roterende tetning 30, gjennom hvilken pulver kan
injiseres i gasstrømmen fra de traktformede beholdere. Pulve-
ret og gasstrømmen transporteres ned gjennom akselens 31 hule
parti 32, roto-
ren/røreinnretningen 34 og inn i det flytende
metall. Roterer senkes, idet den roterer sakte ned i det fly-
tende metall med gasstrømmen ved lav hastighet før aktivering
av ventilen som trekker pulveret inn i rørene som fører pul-
veret til en innføringspakkboks. Roto-
ren/røreinnretningen kan
være av hvilken som helst praktisk form som er effektiv til
dispergering av pulveret (som kan sublimere) og igangsetting
av både turbulens og skjæring inne i det flytende aluminium.
Fig. 4 viser en konisk, hul rotor med tenner 40. I én utfø-
relse kan en rekke vertikale, utragende blader festes ovenfor
den øvre koniske flate langs et parti av radiene for å øke
skjæringen fra den øvre flate av roto-
ren. Fig. 5 viser i

snitt en flatere og tynnere dreieskive 41 med blader/utspring 42 fra de nedre flater av den lett konkave rotor. Slike blader/utspring kan også være utragende fra de øvre flater av rotoren, og begge er fordelaktig plassert med omtrent 45 grader mellomrom, dvs. 8 blader/utspring langs omkretsen.

Fig. 3 viser koplingen 38 med rotortetningene 39 for den hule aksel 31 til den elektriske motor, hvilken kopling også tilkopler bæregasstrømmen med pulverne. Den nedre ende av akselen 31 er festet til røreinnretningen 34 gjennom en skrukopling 35. Bæregassen med pulveret beveger seg gjennom røreinnretningens 34 hule aksel 31, brer seg ut gjennom den nedre del 36 og dispergeres i det smeltede metall gjennom åpningene 33 i den nedre ende av røreinnretningen. Fig. 5 viser en alternativ røreinnretningsutforming. Røreinnretningen 41 er utstyrt med en hul aksel 43 og flere røreblader 42.

Fig. 6 og 7 viser i snittriss to alternative rotor/røreinnretninger. Begge har en konisk fasong med hule aksler 61 som lett kan koples til/fra motorens drivaksel. Fig. 6 viser åpninger 62 langs omkretsen 63 av den nedadragende kant på motorens 60 omkrets. Fig. 7 har et sett tenner 71 nedenfor åpningenes 72 nivå med den funksjon å øke skjæring/omrøring av metallet for å fremme dispergeringen av det injiserte pulver og reaksjonen med lettmetallene (Na, Li, Ca og Mg) oppløst i det flytende aluminium.

Fig. 6 viser en røreinnretning 60 i snitt, hvilken har en hul aksel 61 hvor gasstrømmen med pulveret kan bre seg ut i den nedre del av røreinnretningen 63 og dispergeres inn i det smeltede metall gjennom åpningene 62 i den nedre del. Fig. 7 viser en røreinnretning 70 som har en skrueforbindelse 74 med akselen og en hul aksel 61. Gasstrømmen med pulveret brer seg ut i den nedre del av røreinnretningen 73 og dispergeres inn i det smeltede metall gjennom åpningene 72 i den nedre del,

som også omrører det smeltede metall med tenner 71 i den nedre del av røreinnretningen 70.

Fig. 8 og 9 viser tverrsnittet og planrisset, sett ovenfra, av røreinnretningsrengjøringsstasjonen. Denne består av en
 5 innelukket tank 81, fortrinnsvis av stålkonstruksjon, med konisk bunn 82, hvor to systemer er brakt til å sørge for eventuell, nødvendig rengjøring av rotoren/den nedre aksel 80 for vedheftende bad. Skjematisk fremstilt, en horisontalt bevegelig aksel 88 med et litt spisst hode 89 er koplet til en vibrasjonskilde 83, f.eks. en ultralyddrivanordning eller en
 10 magnetostriktordrivanordning som overfører vibrasjonsenergi langs akselen 88 til hodet 89 som presser mot utsiden av rotoren 80. Sandblåsingshjul 84 som rager gjennom veggen i den innelukkede tank 81, gjennom hvilke et slipende pulver, fortrinnsvis aluminiumoksid, alfa-aluminiumoksid, eller mindre
 15 ønskelig hard silikasand, kan blåses på røreinnretningen 80, utfører rengjøringen. Avfallet som faller av røreinnretningen, samles opp gjennom ventilen 85 i bunnen 86 av tanken, fortrinnsvis skrådd innover ved bunnen 87. På grunn av dets
 20 sammensetning av kryolitt-aluminiumsoksid-hvitt avfallsbad er resirkulering til elektrolysecellene mulig. Halvsirkelformede lokk 90 er hengslet på toppen av tanken for å holde inne og samle støv som luftes ut gjennom oppsamlingsmidler 91 til filterkammeret, hvilket fordelaktig også samler avgasser fra
 25 metallrenseoperasjonen.

Fig. 8 viser en elektrisk motor 92 med varierbar hastighet, en horisontal arm 93, en koplingsboks med en roterende pakning 94 til det sylindriske kar 81 som rommer røreinnretningsrengjøringsstasjonen, to sandblåsingshjul 84, en ultralyddrivanordning 83, rotasjonsventilen 85 og tømmesjakten 86
 30 som tømmer det materialet som skal resirkuleres, til elektrolysecellene. Røreinnretningen 80 er vist på plass i rengjø-

ringsstasjonen med lukkede lokk 90 og avluftingsrør 91 som overfører støvet til filterkammeret. Fig. 9 er et planriss, sett ovenfra, og viser armen 91, sandblåsingshjulene 84 og ultralyddrivanordningen 92.

5 Fig. 10 viser en digel med smeltet aluminium 22 som sitter på en tilhenger 23 på rensestasjonen. På toppen av søylen er det montert en reversibel, elektrisk motor 14 på en horisontal arm 13 som er i stand til hydraulisk å bevege seg 360 grader horisontalt og omtrent 1 til omtrent 2 meter vertikalt. Den
10 elektriske motor 14 er montert via en kopling 103 til en hul aksel 94 som er festet til den roterende røreinnretning 16. En traktformet beholder 100 for aluminiumfluorid er plassert ovenfor søylen og innbefatter en tilførselsledning for bære-
gass 102 og ventiler, tilførselsinnretninger, rør og annet
15 diverse utstyr 101 og 103.

Det er også vist to rør 95 og 96 utstyrt med spredere 97 til dispergering av pulver og gasser i strømmen av smeltet metall nær røreinnretningen 16. Rørene er festet til en jigg og festet til armen 13 (ikke vist), hvilket gjør rørene i stand til
20 å bevege seg opp og ned med røreinnretningen, og til å opprettholde dispergeringen av pulveret og gassene i samme posisjon i forhold til røreinnretningen. En traktformet beholder 104 for natriumaluminiumtetrafluorid er plassert ovenfor søylen og innbefatter en tilførselsledning 106 for gasser samt
25 ventiler, tilførselsinnretninger og rør og annet diverse utstyr 105 og 107. Videre er digelen utstyrt med et lokk 27 for oppsamling av avgasser gjennom avluftingsrøret 28.

Fig. 11 viser en digel 22 med smeltet aluminium på en tilhenger 23 på rensestasjonen. På toppen av søylen er det montert en reversibel, elektrisk motor 117 til en horisontal arm
30 118 som kan være i stand til hydraulisk å bevege seg horison-

talt og vertikalt. Den elektriske motor er montert på en aksel 108 som er festet til den roterende røreinnretning 111.

To traktformede beholdere er plassert ovenfor søylen for å inneholde henholdsvis aluminiumfluorid 113 og natriumaluminiumtetrafluorid 114 og innbefatter tilførselsledninger 115 for gasser samt ventiler, tilførselsinnretninger, rør og diverse utstyr 116 og 120. Digelen er utstyrt med et lokk 121 for oppsamling av avgasser gjennom utluftingsrøret 119.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan utøves ved hjelp av et apparat til blanding av partikkelformig og gassformig fluoridmateriale med smeltet aluminium for å fjerne oppløste forurensninger slik som litium, natrium, kalsium og magnesium fra det smeltede aluminium, hvor nevnte apparat omfatter:

- a. et kar som har en sylindrisk innervegg med en vertikal, geometrisk akse og en innvendig diameter D , hvilket skal inneholde en masse av smeltet aluminium til en høyde H over karetts gulv;
- b. en røreinnretning som omfatter et skovlhjul som har en åpning gjennom sin aksel og blader for derigjennom å føre en bære-gass inneholdende fluoridet i partikkelform, inn i og ned under overflaten av det smeltede aluminium, og har en flerhet av blader anbrakt for nedsenking i en masse av smeltet aluminium inneholdt i karet, samt middel til rotering av skovlhjulet om en i det vesentlige vertikal akse, hvor nevnte skovlhjul har en diameter d , og nevnte blader har en høyde h , hvor nevnte bladers midtpunkt befinner seg i en avstand y over karetts gulv, skovlhjulets rotasjonsakse befinner seg i en avstand x fra nevnte geometriske akse, og nevnte bla-

der har store flater med en nedadrettet stigning i en vinkel θ i forhold til vertikalen; eller

- c. en røreinnretning som omfatter et skovlhjul festet til en aksel med en flerhet av blader innrettet til nedsenking i en masse av smeltet aluminium inneholdt i karet, og middel til rotasjon av skovlhjulet om en i det vesentlige vertikal akse og plassert nær ett eller flere rør utstyrt med spredere til dispergering av en bære-gass inneholdende de partikkelformige fluorider i strømmen av smeltet metall nær skovlhjulet, hvor nevnte skovlhjul har en diameter d , og nevnte blader har en høyde h , nevnte bladers midtpunkt befinner seg i en avstand y over karets gulv, skovlhjulets rotasjonsakse befinner seg i en avstand x fra nevnte geometriske akse, og nevnte blader har store flater med en nedadrettet stigning i en vinkel θ i forhold til vertikalen; og

- d. verdiene for d , D , h , H , x og θ er slik at d/D er mellom 0,1 og 0,6, h/H er mellom 0,1 og 0,7, x er mellom 0 og $D/4$, y er mellom 0,25 H og 0,75 H , og θ er mellom 0° og 45° , idet i det minste én av x og θ er større enn null.

Både x og θ er fordelaktig større enn null og fortrinnsvis er d/D mellom 0,15 og 0,40, h/H er mellom 0,2 og 0,40, x er ikke større enn $d/2$, y er mellom 0,4 H og 0,6 H , og θ er mellom 30° og 50° . Mest fortrinnsvis er θ mellom 40° og 45° , og antallet av nevnte blader er åtte.

Frengangsmåten ifølge oppfinnelsen kan utøves ved hjelp av et apparat for å blande partikkelformig og gassformig fluoridmateriale med smeltet aluminium for å fjerne oppløste forurens-

ninger slik som litium, natrium, kalsium og magnesium fra det smeltede aluminium, hvor nevnte apparat omfatter:

- a. et kar som har en geometrisk akse, hvilket skal inneholde en masse av smeltet aluminium; og
- 5 b. en røreinnretning omfattende et skovlhjul som har en åpning gjennom sin aksel og blader for derigjennom å føre en bæregass inneholdende det partikkelformige fluorid inn i og ned under overflaten av det smeltede aluminium, og som har en flerhet av
 - 10 blader innrettet til nedsenking i en masse av smeltet aluminium inneholdt i karet og middel for å rotere skovlhjulet i et rotasjonsplan som inneholder skovlhjulbladens midtpunkt og skjærer nevnte geometriske akse, hvor nevnte skovlhjul har en diameter d , og nevnte blader har en høyde h , nevnte bladers midtpunkt befinner seg i en avstand y over karets gulv, skovlhjulets rotasjonsakse befinner seg i en avstand x fra nevnte geometriske akse, og nevnte blader har store flater med en nedadrettet
 - 15 stigning i en vinkel θ i forhold til skovlhjulets rotasjonsakse, hvor d og x måles i nevnte rotasjonsplan, og h og y måles langs nevnte rotasjonsakse; eller
 - 20 c. en røreinnretning som omfatter et skovlhjul festet til en aksel med en flerhet av blader innrettet til å senkes ned i en masse av smeltet aluminium inneholdt i karet, og middel til rotasjon av skovlhjulet i et rotasjonsplan som inneholder skovlhjulbladens midtpunkt, og som krysser nevnte geometriske
 - 25 akse, og plassert nær ett eller flere rør utstyrt med spredere for dispergering av en bæregass inneholdende fluorider i partikkelform, slik som alumi-
 - 30

niumfluorid og natriumaluminiumtetrafluorid, i strømmen av smeltet metall så nær skovlhjulet som det er praktisk, hvor nevnte skovlhjul har en diameter d , og nevnte blader har en høyde h , hvor
 5 nevnte bladets midtpunkt befinner seg i en avstand y over karets gulv, skovlhjulets rotasjonsakse befinner seg i en avstand x fra nevnte geometriske akse, og nevnte blader har store flater med en nedadrettet stigning i en vinkel θ i forhold
 10 til skovlhjulets rotasjonsakse, hvor d og x måles i nevnte rotasjonsplan, og h og y måles langs nevnte rotasjonsakse;

d. nevnte kar har en minste innvendig diameter D i nevnte rotasjonsplan og er tilpasset til å inneholde
 15 smeltet aluminium til en høyde H over karets gulv, målt langs nevnte rotasjonsakse; og

e. verdiene for d , D , h , H og θ er slik at d/D er mellom omtrent 0,1 og omtrent 0,6, h/H er mellom omtrent 0,1 og omtrent 0,7, y er mellom omtrent
 20 0,25 H og omtrent 0,75 H , og θ er mellom 0° og omtrent 45° , hvor i det minste én av x og θ er større enn null, og minimumsavstanden mellom nevnte rotasjonsakse og veggen i nevnte kar er minst $D/4$ målt i nevnte rotasjonsplan.

25 Fremgangsmåten til fjerning av forurensninger slik som litium, natrium, kalsium og magnesium fra aluminium ved å bringe aluminiumet i smeltet tilstand med de deri oppløste forurensninger i kontakt med partikkelformig og gassformig fluoridmateriale kan omfatte:

- a. avlevering av nevnte partikkelformige materiale under overflaten av en masse av det smeltede aluminium inneholdt i et kar som har en geometrisk akse;
- b. omrøring av det smeltede aluminium for å skape og
5 opprettholde en omrøring i dette og avlevering av nevnte partikkelmateriale mens partikkelmaterialet blir omrørt og blandet med det smeltede aluminium, for derved å bevirke en reaksjon mellom partikkelmaterialet og de oppløste forurensninger, idet om-
10 røringstrinnet utføres ved i et rotasjonsplan og om en rotasjonsakse å rotere et skovlhjul som har en flerhet av blader nedsenket i den smeltede masse;
- c. fortsatt omrøring av det smeltede aluminium inntil innholdet av nevnte oppløste forurensninger i dette
15 er redusert i det minste til et forhåndsbestemt nivå;
- d. utskilling av det smeltede aluminium fra reaksjonsproduktene av forurensningene og fluoridet;
- e. hvor skovlhjulet inneholder en åpning gjennom sin
20 aksel og blader for derigjennom å føre en bæregass inneholdende det partikkelformige fluorid inn i det smeltede aluminium; eller
- f. hvor skovlhjulet inneholder en åpning gjennom sin aksel og blader for føring derigjennom av et parti
25 av en bæregass inneholdende de partikkelformige fluorider inn i det smeltede aluminium, og også er utstyrt med ett eller flere rør med tilknyttede spredere for dispergering av et parti av en bæregass inneholdende partikkelformige eller gassformige
30 fluorider inn i metallstrømmen så nær skovlhjulet som det er praktisk; eller

- g. hvor skovlhjulet er festet til nevnte aksel, og en bæregass inneholdende de partikkelformige eller gassformige fluorider blir dispergert gjennom ett eller flere rør utstyrt med spredere og inn i metallstrømmen så nær skovlhjulet som det er praktisk.

Når en digel med flytende aluminium er anbrakt på metallrensestasjonen, beskrives den foretrukne renseprosess i sammenheng som følger:

- før røreinnretningen senkes ned i det smeltede metall, åpnes inertgassventilen for å tillate en gjennomstrømningshastighet fra omtrent 30 til omtrent 60 normalliter/minutt.
- røreinnretningen senkes ned i metallet ved lav hastighet fra omtrent 40 til omtrent 70 rpm.
- Røreinnretningshastigheten økes til omtrent 400 rpm. Aluminiumfluorid og/eller natriumaluminiumtetrafluorid blir injisert i gasstrømmen med en rate fra omtrent 0,3 til omtrent 0,7 kg/minutt for hver av komponentene. Vektforholdet mellom de to partikkelformige tilsetninger er fordelaktig programmert til å endre seg under behandlingen av en digel smeltet metall for å redusere behandlingstiden. Den kombinasjon av strømningsratene for inert (argon eller nitrogen) og reaktiv gass (CO) man tar sikte på, programmeres.
- Røreinnretningen er programmert til å endre hastighet og skifte til motsatt retning omtrent hvert minutt eller hver to minutter for å maksimere blandeeffekten.

De kjemiske reaksjoner som finner sted for å redusere litiuminnholdet i den smeltede aluminium fra omtrent 15 til 30 ppm (parts per million/deler pr. million) til omtrent 1 ppm (og reduksjonen av de andre alkalimetaller også), og den virkning
5 denne oppfinnelse har på å påskynde renseprosessen, er som følger:

- litium vil reagere med de dispergerte finmalte partikler av aluminiumfluorid til dannelse av litiumfluorid. Effektiv blanding og stort partikkeloverflateareal på aluminiumfluoridet i det flytende metall vil
10 påskynde prosessen.
- natriumaluminiumtetrafluoridet vil delvis fordampe idet det kommer i kontakt med det flytende aluminium, og sterkt påskynde prosessen for omdanning av litium
15 til litiumkryolitt.
- bæregassen vil raskt overføre aluminiumfluorid- og natriumaluminiumtetrafluorid-partiklene til det flytende aluminium som beveger seg saktere.
- bæregassen vil også raskt overføre det fordampede
20 parti av natriumaluminiumtetrafluoridet som bobler inn i det smeltede aluminium for rask reaksjon.
- sirkulasjonen av det flytende aluminium vil være høyest nær røreinnetningen og saktest nær digelveggene. For å nå den tilstrebede lave konsentrasjon av litium
25 og de andre alkalimetallurenheter på kortest mulig tid, er det nødvendig å skape et tilstrekkelig turbulensnivå i digelen, men ikke i det flytende aluminiums overflate. Dette oppnås ved å endre røreinnetningens rpm og/eller reversere retningen ved korte
30 programmerte mellomrom i tillegg til å heve og senke

røreinnetningen og tilknyttet utstyr korte stykker med programmerte mellomrom.

- etter fullført blanding stanses injeksjonen av pulverne mens gasstrømmen får fortsette. Røreinnetningens rpm reduseres til fra omtrent 400 til omtrent 70, og rotoren og det tilknyttede utstyr løftes ut av metallet. Røreinnetningen beveges til røreinnetningsrengjøringsstasjonen for rengjøring og påføring av nytt belegg etter behov.
- skummearmen beveges på plass over digelen, og avfallet på toppen av det flytende metall fjernes med den mekaniske skummeinnretning.

Etter at den siste metallprøve er tatt for kjemisk analyse, overføres digelen til støperiet for behandling.

- De kritiske deler av utstyret er fordelaktig laget av materialer slik som:

Røreinnetning: grafitt, støpejern, høylegert stål, komposittmaterialer og lignende.

Hul aksel: grafitt, høylegert stål, komposittmaterialer og lignende.

Massiv aksel: grafitt, høylegert stål, komposittmaterialer og lignende.

Rør og spredere: grafitt, støpejern, høylegert stål, komposittmaterialer og lignende.

- For å minimere den nødvendige rensetid, er det fordelaktig at røreinnetningen holdes fri for opphopning av kryolitt og bad, da dette ville redusere blandedeffekten.

Den herværende oppfinnelse er utformet for å oppnå høyest mulig effektivitet for å fjerne urenheter av litium, natrium, magnesium og kalsium i flytende aluminium på kortest mulig tid. Utstyret er bygd for hurtig omløp av diglene, hvilket er
5 avgjørende for den innvolverte økonomi.

Det vil være innlysende for fagfolk på området at formålene og utførelsene ifølge denne oppfinnelse kan oppnås gjennom mindre modifiseringer av de spesielle midler beskrevet i dette skrift og gjennom erstatning med andre, mindre effektive,
10 men virksomme fluoridforbindelser slik som et bad med lavt forhold (kryolitt med 10 til 12 % overskudd av aluminiumfluorid eller utvalgte, reaktive gassformige fluorider).

Eksempel 1

En digel inneholdende 5 tonn primært aluminium som har 80 ppm
15 Na leveres til metallbehandlingsstasjonen ved en temperatur på 805 °C. Etter ordentlig plassering, med en gassblanding på 90 % N₂ - 10 % CO strømmende med en rate på 50 liter/min gjennom akselen, senkes den innledningsvis sakteroterende rotor ned i det smeltede aluminium. Ved korrekt dybde økes rotorhastigheten til 160 omdreininger pr. minutt, pulverisert
20 AlF₃ med finhet -100 mesh (partikler for det meste på 100 mikron og mindre), renhet 90 %, tilsettes gasstrømmen med en konsentrasjon på 1,26 volumprosent. Dette tilsvarer en tilførselsrate på 0,98 kg/min; fire ganger den støkiometriske
25 mengde som er nødvendig for å trekke ut natriumet ved kjemisk reaksjon eller 1,2 kg AlF₃/tonn aluminium. Når bæregassen når termisk balanse med metallet som over perioden på 6 minutter til fjerning av natriumet til 8 ppm synker i temperatur til 800 °C, øker gasstrømmen gjennom boblene og de skjærkraftdannende huller eller åpninger i skovlhjulet til 183 liter/min.
30 og boblenes gjennomsnittlige størrelse er omtrent 4 mm (0,16" diameter). Dette skaper $5,46 \times 10^6$ bobler/min som AlF₃ kan

fordampe til. Disse bobler tar også bort lettmetallene Na, Mg og Ca på grunn av deres begrensede damptrykk. Prosessen til fjerning ved kjemisk reaksjon mellom alkalimetallet og aluminiumfluoridet i både faststoff- og dampfasen benyttes således på aluminiumet, og én fysisk prosess til fjerning ved uttrekking, hvor lettmetall fordamper til bobler, er også oppnådd. Denne forbedring fører til en reduksjon i det bevisste overskudd av reaktive fluorider som benyttes i industri. Med 4 mm bobler ved gjennomsnittstemperaturen for en behandling av 6 minutters varighet, er hastigheten på fordampning av AlF_3 inn i boblene 0,1 kg/min. eller 10 % av det innmatede. Etter seks minutter med temperaturen på 800 °C, stenges pulverstrømmen av mens gassen fremdeles strømmes, skovlhjulet løftes ut av metallet, og rotasjonshastigheten senkes til null. Hvis man ser bort fra komplekse fluorider av natrium og aluminium som er fordampet og er samlet via lokket og inn i avgassingssystemet, vil det være omtrent 4 til 5 kg salt flytende ved 720 °C på den krumme overflate. En kald mekanisk skummeinnretning kan fjerne dette. To minutter etter fjerning av lokket kan digelen med aluminiummetall ved 780 °C inneholdende 8 ppm Na og 3 ppm Ca slepes til støperiet.

Eksempel 2

7 tonn smeltet aluminium tatt ut fra en elektrolysecellelinje som opererer med et litiumfluorid-modifisert bad, ankommer behandlingsstasjonen, idet det inneholder 100 ppm Na og 20 ppm Li ved en temperatur på 840 °C. Etter plassering senkes det sakteroterende skovlhjul, med 40 liter/min nitrogen strømmende derigjennom, eksentrisk til en innstilt dybde. Rotorens hastighet økes til 200 omdreininger pr. minutt, og en tilførsel av finpulverisert (-140 mesh eller stort sett mindre enn 100 mikron i diameter) natriumtetrafluorid tilsettes gasstrømmen. Tilsetningsraten er tre ganger støkiometrisk,

dvs. 3,3 kg/min. Dette tilsvarer 2,8 kg/tonn aluminium. Den høyere rotasjonshastighet fører til at boblenes gjennomsnittlige diameter blir mindre enn i eksempel 1. For bobler på 3 mm (0,12 tomme) i diameter er det overflateareal som er i kontakt med metallet hvert sekund, $2,91 \times 10^6 \text{ cm}^2$ ($0,46 \times 10^5$ kvadrattommer). Ved en gjennomsnittstemperatur på 813 °C, er mengden av NaAlF_4 som vil kunne fordampes inn i disse bobler og føres frem for hurtig reaksjon og dispergering i aluminiumet, 4,4 kg/min. Med NaAlF_4 kan derfor hele ladningen fordampes i motsetning til med AlF_3 . Når 6 minutter er gått, avsluttes behandlingen, idet rotoren heves mens pulvertilførselen stenges, gassgjennomstrømningen fortsetter og skovlhjulet stanses. Vektforholdet til NaF/AlF_3 på 0,76 antyder et frysepunkt på omtrent 750 °C, under metallens temperatur idet dette forlater behandlingsstasjonen, 775 °C. Det reaktive fluorids damptrykk kombinert med mengden gasstrømning gjennom metallet og gjennom aluminiumets overflate er tilstrekkelig til å transportere det meste av de komplekse fluorider til avgassoppfangingssystemet, i hvilket tilfelle det ville være lite eller ikke noe bad å skumme på metallet.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte til fjerning av forurensende litium, natrium, kalsium og magnesium fra aluminium ved å bringe aluminiumet i smeltet tilstand med de deri oppløste forurensninger i kontakt med et partikkelformig fluoridmateriale, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter:

a. avlevering av partikkelmaterialet natriumaluminiumtetrafluoride, NaAlF_4 , under overflaten av det smeltede aluminium inneholdt i et kar (22) som har en geometrisk akse;

b. injisere et andre parti av fluoridmaterialet inneholdt i en bæregass gjennom ett eller flere rør (95,96; 109,110) med spredere (97, 112) for dispergering inn i strømmen av smeltet metall nær skovlhjulet.

c. omrøring av det smeltede aluminium for å skape og opprettholde en omrøring i dette og avlevering av nevnte partikkelmateriale mens det blir omrørt, sublimert og blandet med det smeltede aluminium, for derved å bevirke en reaksjon mellom partikkelmaterialet og de oppløste forurensninger, idet omrøringstrinnet utføres ved i et rotasjonsplan og om en rotasjonsakse å rotere et skovlhjul som har en flerhet av blader nedsenket i den smeltede masse;

d. fortsette omrøring av det smeltede aluminium inntil innholdet av nevnte oppløste forurensninger i dette er redusert i det minste til et forhåndsbestemt nivå; og

e. utskilling av det smeltede aluminium fra reaksjonsproduktene av forurensningene og det sublimerte fluoridet.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
5 v e d at skovlhjulet inneholder en åpning gjennom sin aksel (15) og sine blader for derigjennom å føre en bæregass som inneholder det partikkelformige fluorid, inn i det smeltede aluminium.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
10 v e d at nevnte skovlhjulblader har en stigning, idet de hver har en stor flate som er vendt nedover i en spiss vinkel i forhold til skovlhjulets rotasjonsakse, og ved at skovlhjulets rotasjonsretning er slik at nevnte store flater er bladenes ledende flater.
- 15 4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at skovlhjulets rotasjonsakse er plassert eksentrisk i forhold til karets (22) geometriske akse i skovlhjulets rotasjonsplan.

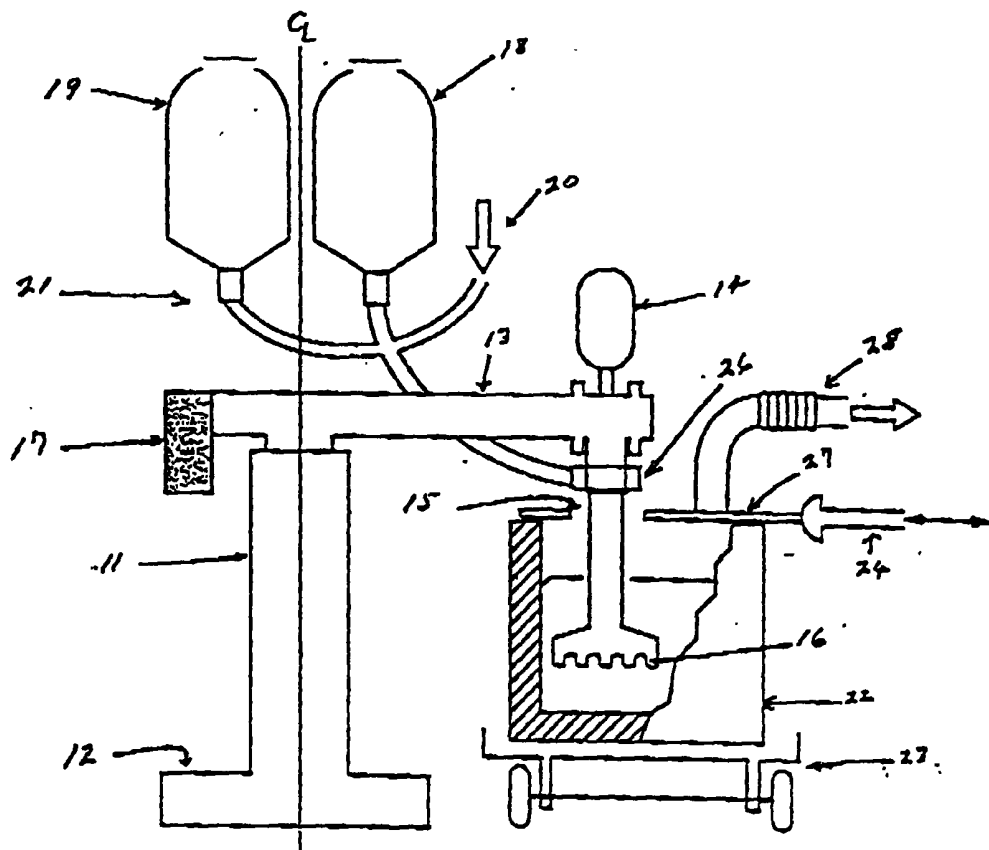


Fig 1

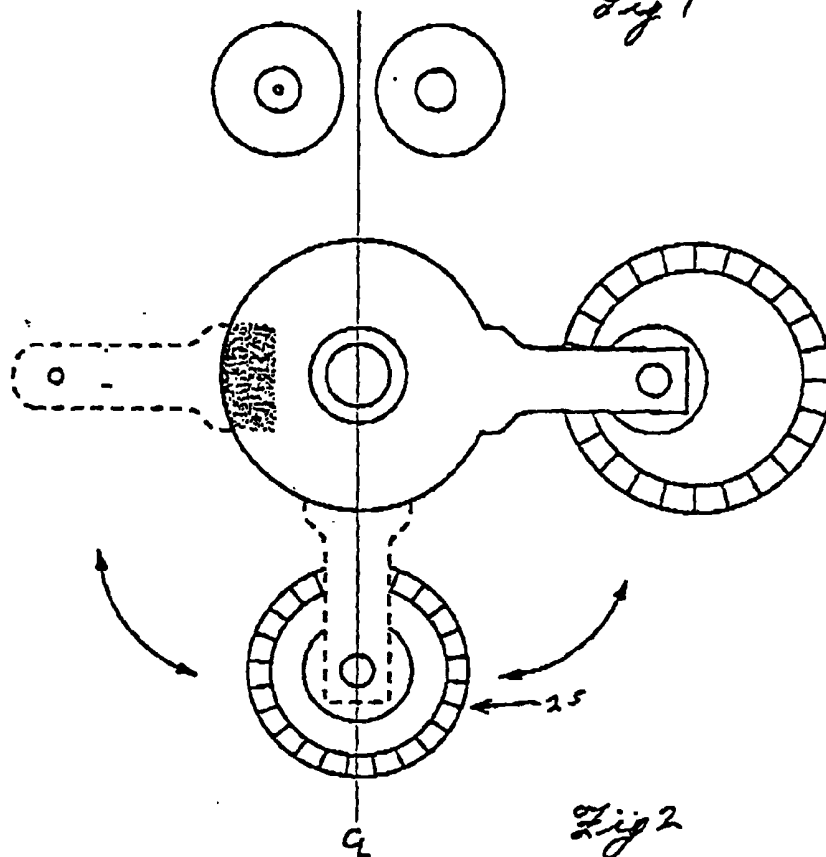
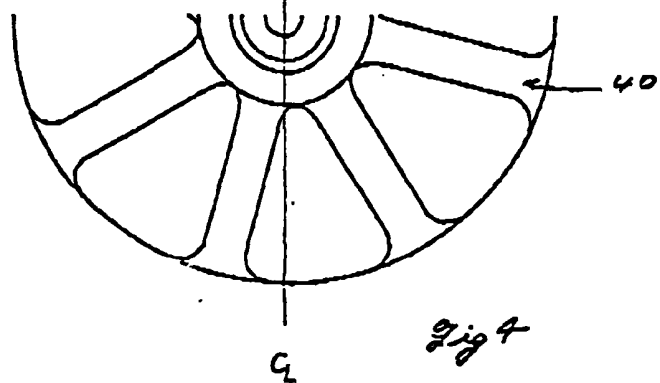
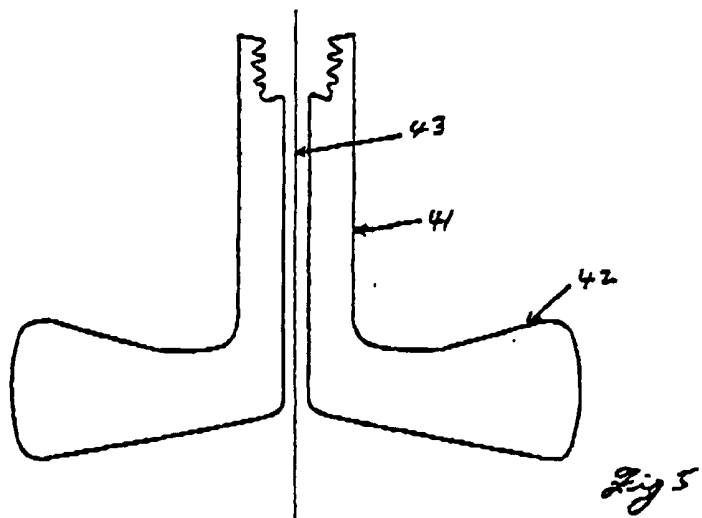
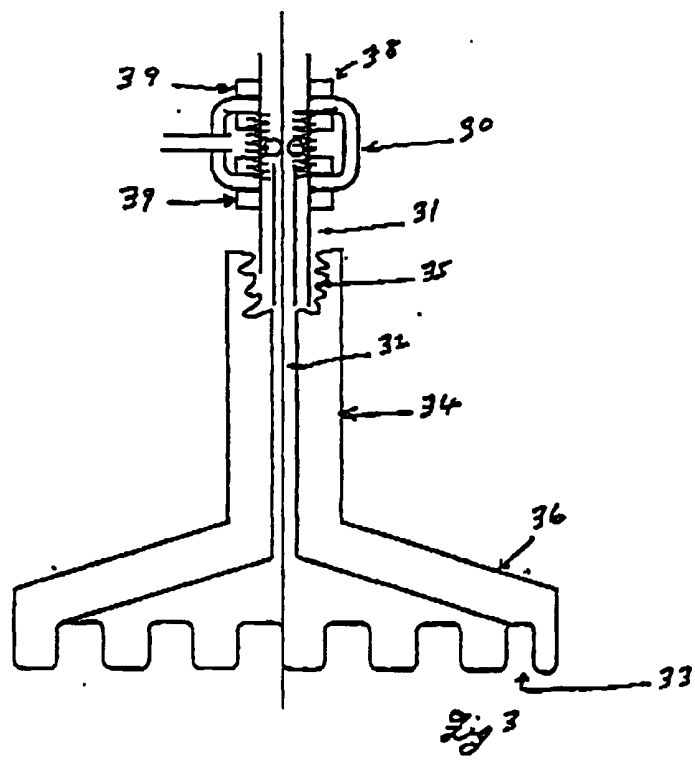
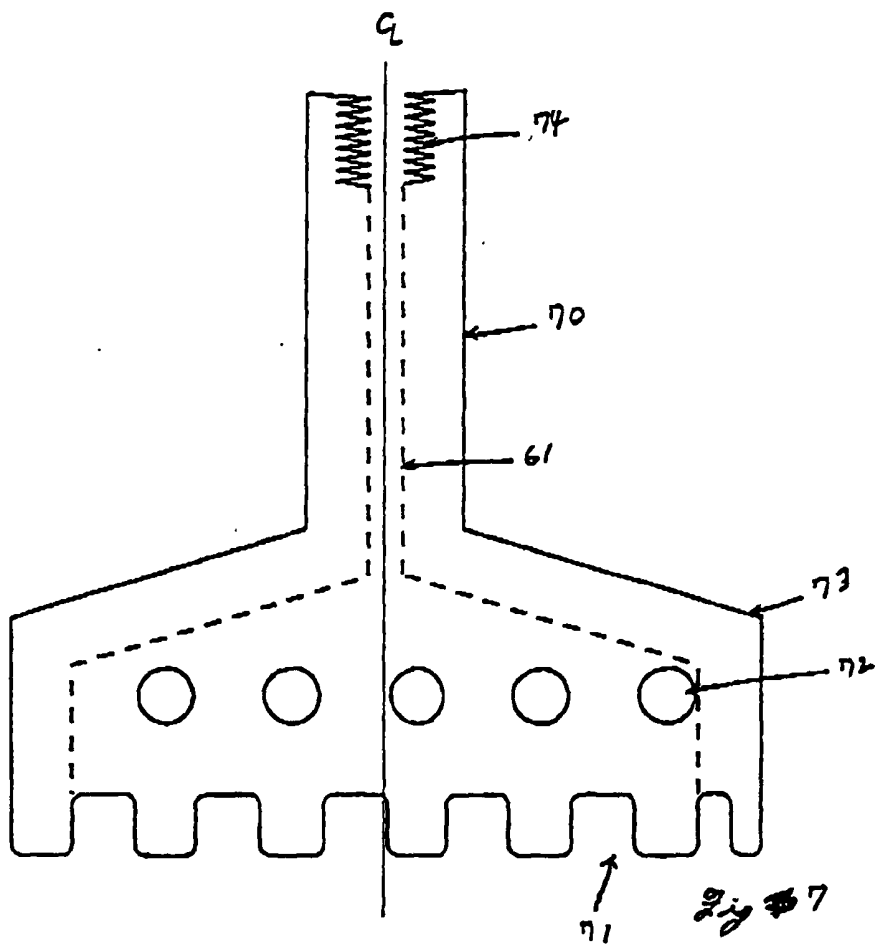
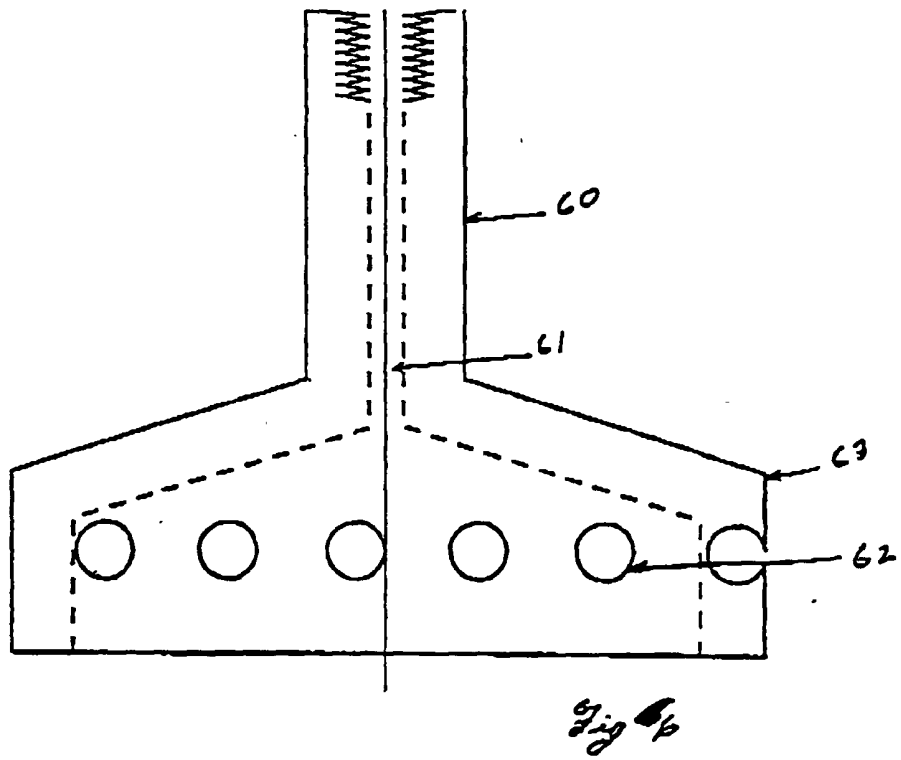
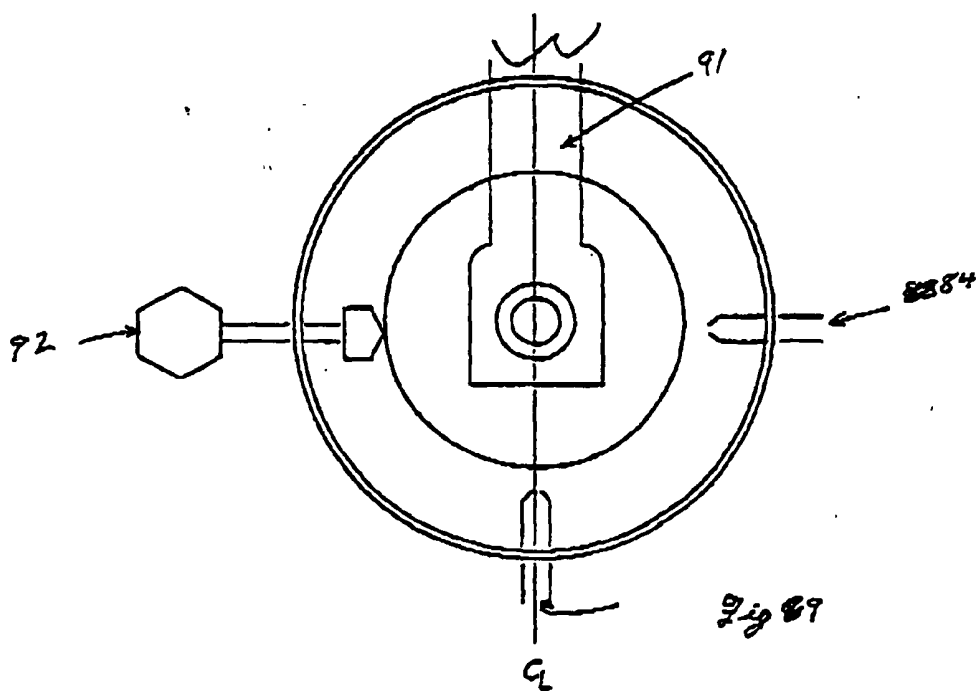
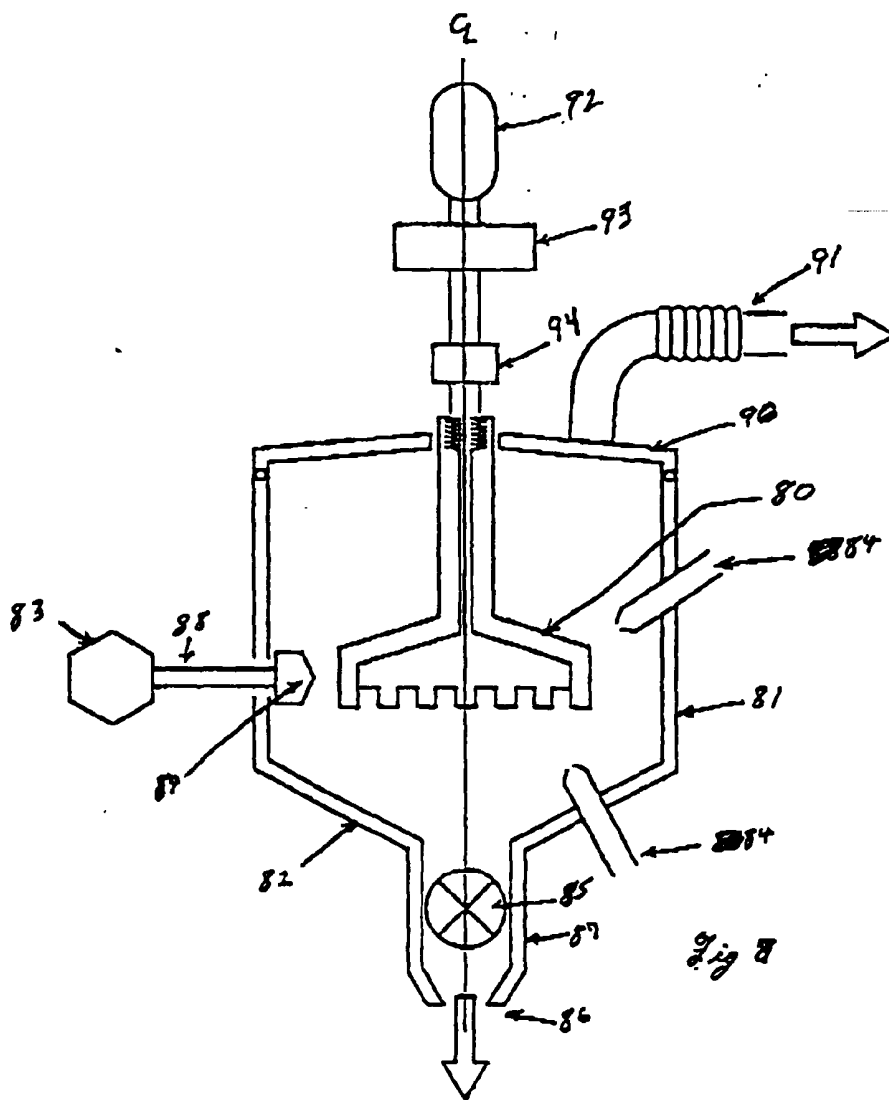
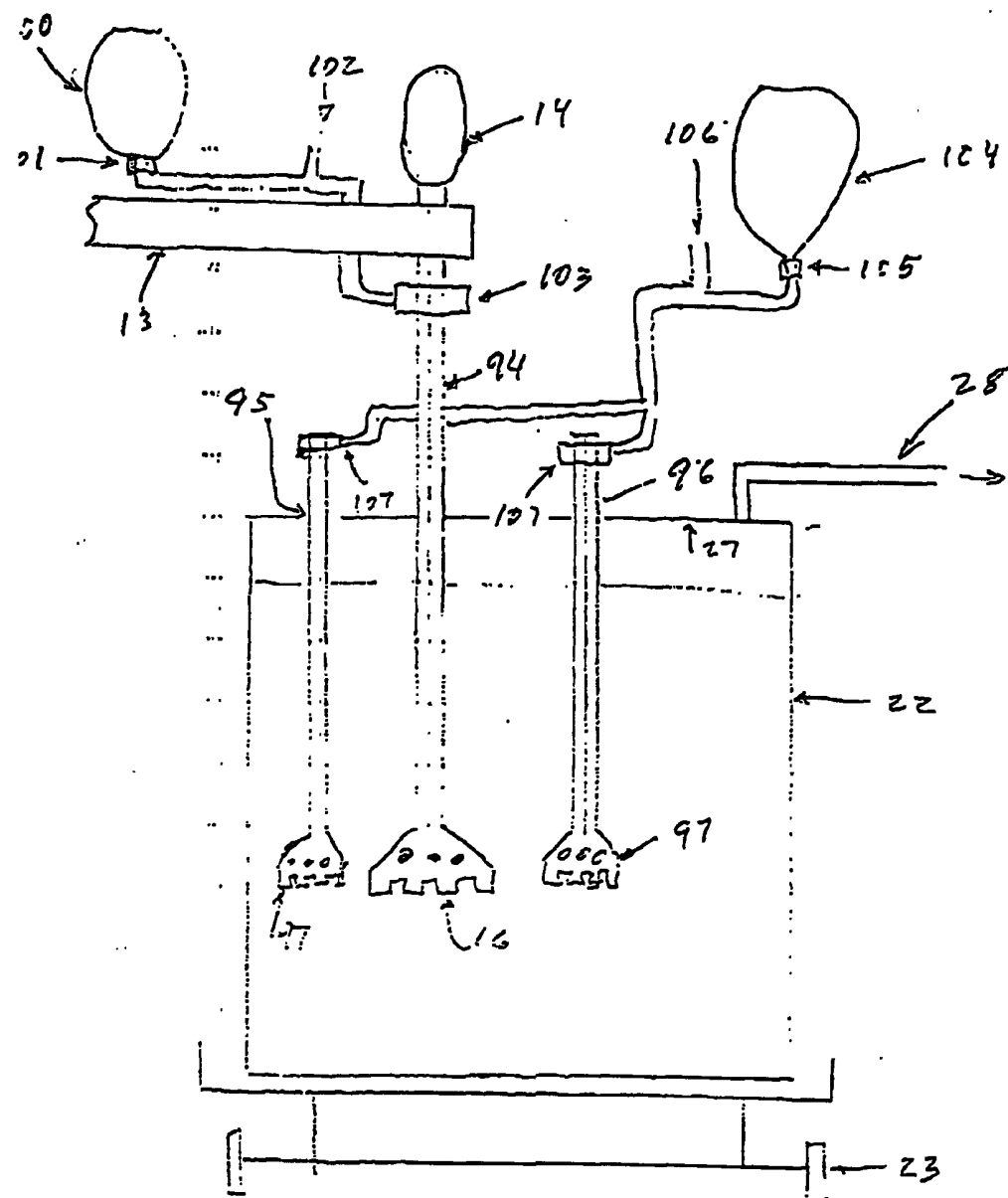


Fig 2









13=horizontal arm
montert på
toppen av søyle
14=reversibel
elektrisk motor
22=digel

23=tilhenger

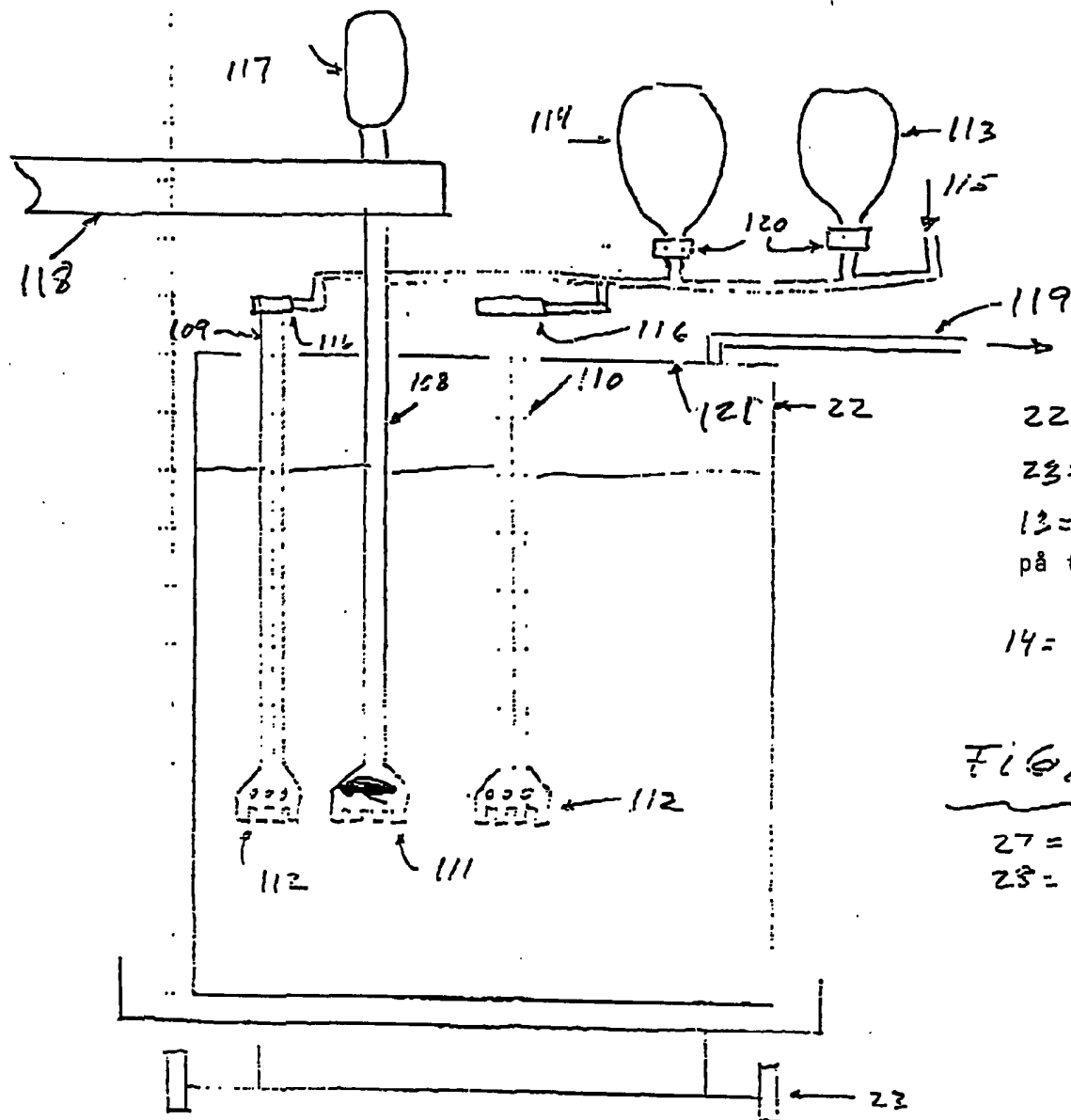
27=lokk

28=avluftingsrør

Fig. 10

94= Hul aksel festet til den roterende røreinnetning 16 og til den reversible elektriske motor 14, og forbundet med akselen via koplingen 103.

95 & 96 : Rør utstyrt med spredere 97 til dispergering av pulver og gasser i strømmen av smeltet metall nær røreinnetningen 16.



22 = digel

23 = tilhenger

13 = horisontal
arm montert
på toppen av søyle

14 = reversibel
elektrisk
motor

Fig. 11

27 = lokk

28 = avluftingsrør

109: Massiv aksel, i den ene ende forbundet med reversibel elektrisk motor 14 med varierbar hastighet, og i den andre ende festet til den roterende røreinnretning 111.

109 & 110: Rør utstyrt med spredere 112 til dispergering av pulver og gasser i strømmen av smeltet metall nær røreinnretningen 111.