



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **176768**

(13) B

(51) Int Cl⁶ C 25 C 3/08

Styret for det industrielle rettsvern

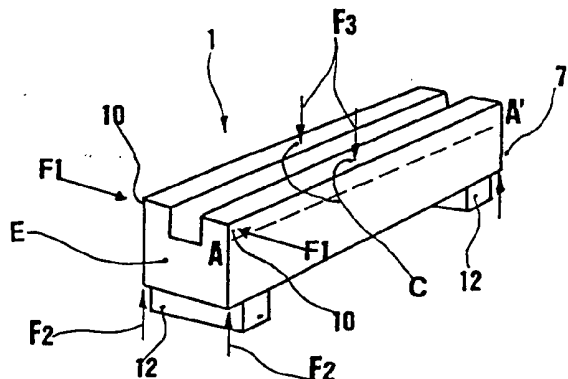
(21) Søknadsnr	874658	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	09.11.87	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	09.11.87	(30) Prioritet	10.11.86, FR, 8615803
(41) Alm. tilgj.	11.05.88		
(44) Utlegningsdato	13.02.95		

(71) Patentsøker	Aluminium Pechiney, 23 rue Balzac, F-75008 Paris, FR Société des Electrodes & Refractaires Savoie (Sers), La Défense 2, place de l'Iris, F-92400 Courbevoie, FR
(72) Oppfinner	Gabriel Audras, Lyon, FR Laurent Michard, Bourg-la-Reine, FR
(74) Fullmektig	Jens F.C. Langfeldt, Bryns Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** Fremgangsmåte for å avtette minst en katodisk stav

(56) **Anførte publikasjoner** NO B 132731

(57) **Sammendrag** Fremgangsmåte og en anordning for å tilføre forutpåkjenninger til kullholdige katodiske blokker ved operasjonen med å avtette den katodiske staven i stilling med støpejern. Blokken (1) i løpet av avtettingsoperasjonen heves på to ruller (16A, 16B) i nærheten av dens ender (E) og påkjenninger (F₁ og F₃) blir samtidig tilført respektivt til endene (10) av sidekantene av blokkens grenpartier (3) og blokkens sentrale del (C). Slike påkjenninger må tilføres under avtettingsoperasjonen og opprettholdes i 15-30 minutter etter avslutningen av støpejerns-støpeoperasjonen. Dette undertrykker praktisk talt fullstendig opptreden av sprekker i de katodiske blokkene.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for å avtette minst en katodisk stav av metall i hvert spor i en parallelepipedisk kullholdig blokk som er beregnet til å danne katoden i en tank for fremstilling av aluminium ved elektrolyse, idet fremgangsmåten omfatter å støpe flytende støpejern i det frie rom mellom hver katodiske stav og hvert spor i den kullholdige blokken, idet blokken plasseres under avtettingsoperasjonen på en slik måte at sporet og grenpartiene rettes oppad, og settes under forutpåkjenning under støpeoperasjonen av støpejernet og under en periode som er minst lik 10 minutter etter avslutningen av støpeoperasjonen, og forutpåkjenningene som tilføres er av tilstrekkelig intensitet til å hindre sprekkdannelse. Fremgangsmåten er med fordel knyttet til fremstillingen av aluminium under anvendelse av Hall-Heroult-prosessen.

I slike tanker dannes katoden av en sammenstilling av parallelepipediske karbonholdige blokker som anbringes i tilstøtende forhold og ved hvis basis er blitt kuttet et (eller av og til to) spor hvori en jernstav (eller av og til to halve stavdeler) avtettes ved støpning av et spesielt støpejern. Jernstaven rager ut ved endene av blokken for derved å være forlenget til utsiden av tanken, med endene av jernstaven dannende de "katodiske utganger" hvortil tilkoples "de katodiske kollektorer" som elektrolysestrømmen til det anodiske systemet for den etterfølgende tank i serien. Den løsningen er praktisk universell og er beskrevet eksempelvis i fransk patent 1 161 632 eller US patent nr. 3 489 984.

Den generelle tendens er å øke enhetseffekten og derfor dimensjonene av elektrolysetanker og intensiteten som passerer derigjennom. For katodiske blokker av store dimensjoner gir det termiske sjokket som involveres ved støpingsoperasjonen av støpejernet ved tidspunktet for avtetting av staven i den katodiske blokken opphav til mekaniske påkjenninger som kan være tilstrekkelig alvorlige til å bevirke sprekkdannelse hos visse regioner av den kullholdige blokken

og særlig ved endene av sporene eller, i den sentrale delen, på utsidekanten av blokkens grenpartier.

5 Hvis en sprukket blokk anvendes for å danne et tankkar, har sprekken tendens til å bli forstørret i tanken under anordningens operasjon. Det fenomenet kan resultere i for tidlig forandring av katoden på grunn av innfiltreringen av flytende aluminium i sprekken. Det er av denne grunn at en hvilken som helst sprukket blokk må avvises, hvilket kan gi opphav til
10 betydlige kostnadsøkninger.

I fransk patent nr. 2 175 658 (lik norsk utlegningsskrift 132.731 eller US patent nr. 3 851 377) Société des Electrodes et Refractaires "SAVOIE", foreslås det at en langsgående
15 kompresjonsp  kjenning bør påføres ved st  pningsoperasjonen i de deler av blokken som er tilliggende de utvendige langsgående kanter av grenpartiene, idet slike langsgående kompresjonsp  kjenninger i alt vesentlig reduserer risikoen for at avtettingssprekker fremkommer. Ved denne kjente
20 fremgangsmåte tilsiktes    tette minst en katodisk stav i hvert langsgående spor av en parallelepipedisk karbonholdig blokk som er beregnet til    danne katoden i en tank for fremstillingen av aluminium ved hjelp av elektrolyse. F  r
25 ihelling av flytende metall i sporet mellom den forvarmede stav og blokken tilføres det en langsgående, komprimerende påkjenning i delene av blokken som tilstøter de utvendige, langsgående kanter av grenpartiene og som opprettholder en slik påkjenning under helling av metallet og minst en
30 initiell del av k  lingstiden. Med kun slik langsgående kompresjonsp  kjenning blir resten av tverrgående sprekker som fremkommer i nærheten av de ytre   ser av emnet og vanligvis i den retning som er perpendikulær på   sen, vesentlig redusert.

Den innledningsvis nevnte fremgangsmåte kjennetegnes, ifølge
35 oppfinnelsen, ved    tilføre forutpåkjenningene dels i nærheten av de to endene av blokken på sidekanten av de to

grenpartiene, og dels ved minst et punkt på den øvre flaten av grenpartiene av blokken.

5 Det vil forstås at ordet "punkt" ikke skal tas i sitt strenge geometriske henseende, men betegner sonen hvori påkjenningen påføres og hvis omfang tilsvarer det for anordningen som påfører nevnte påkjønning (hodet av donkraften eller mellomliggende plate av tilstrekkelig overflateareal til å unngå stansing eller merking av den
10 katodiske blokken).

Ifølge ytterligere utførelsesform av avtettingsfremgangsmåten blir forutpåkjenningene tilfør ved hjelp av et middel slik som en donkraft (mekanisk, hydraulisk, pneumatisk eller elek-
15 trisk) eller tunge vekter. Hver forutpåkjenning blir tilført med en verdi mellom 100 og 200 daN, alternativt med en verdi mellom 1500 og 2500 daN.

Videre vil det ved hver ende av blokken være fordelaktig å
20 tilføre forutpåkjenningene ved hjelp av en enkelt donkraft som virker på to dreibart lagrede stenger som virker i alt vesentlig symmetrisk på sidekanten av hvert grenparti.

Det er også mulig å la forutpåkjenningen frembringes ved
25 hjelp av en tung vekt som er anbragt ved enden av en vektarm og tilføres i alt vesentlig symmetrisk til den øvre flaten av de to grenpartiene. Forutpåkjenningen kan i dette tilfellet tilføres enten i den sentrale delen av blokken eller i alt vesentlig ved en tredjedel og to tredjedeler av blokkens
30 lengde.

Figurene 1-10 illustrer måten for iverksettelse av oppfinnelsen.

35 Figurene 1 og 2 viser to typer av katodiske blokker som har en og to staver.

Figur 3 angir regionene hvor forutpåkjenningene er konsentrert i avtettingsoperasjonen og når sideveis forutpåkjenninger tilføres.

5 Figurene 4A og 4B viser virkningene av å tilføre vertikale forutpåkjenninger til den øvre flaten av blokken, enten i dens sentrale del eller ved to punkter som er anbragt ved omtrentlig en tredjedel og to tredjedeler av dens lengde.

10

Figur 5 viser regionene for den privilegerte opptreden av sprekker.

15

Figurene 6 og 7 viser skjematisk regionene hvor forutpåkjenningskrefter tilføres.

20

Figurene 8, 9, 9A og 10 viser i eksempels form en anordning for generering av forutpåkjenningskrefter. Fig. 10 er relatert til de to nederste figurene på tegningsark 3-3.

25

I den etterfølgende beskrivelse, og innbefattet i tegningene, skal de katodiske blokkene vurderes i den posisjon som de opptar i avtettende operasjoner, dvs. med sporet eller sporene for avtetting av katodiske staver i stilling rettet oppad, idet de derfor er i en omsnudd posisjon i forhold til den posisjon som de vil oppta når katoden monteres i hver elektrolysetank hvor sammenstillingen av de katodiske stavene er anbragt under de kullholdige blokkene.

30

35

Figurene 1 og 2 viser to typer av katodiske blokker 1 med respektivt ett og to avtettingsspor 2. Uttrykket "grenparti" på den katodiske blokken anvendes generelt til å betegne den øvre delen 3 som er anbragt på de to store sidene 4 av parallelepipedet som dannes av blokken, over nivået for avtettingssporet 2, omtrentlig over den stiplede linjen AA'.

Figur 1 viser også med stippled linjer konturen av to katodiske halve stavdeler 5A og 5B som etterlater et sentralt rom av noen få centimeter mellom seg, som angitt med 6.

5 For avtetting av stavene (eller halvstavdelene) tilveiebringes lukkepluggen av steinull eller lignende ved de to endene og i rommet 6, og flytende støpejern som kommer direkte fra en smelteovn helles, eventuelt etter forvarming av stavene og blokken til en temperatur som kan nå eksempelvis 700°C.

Etter kjøling snus blokkene 180° slik at, ved det tidspunkt hvor de settes i posisjon i hver tank til å danne katoden, er metallstavene beliggende under blokkene.

15 Hovedsprekkene (se fig. 5) dannes ved enden 7 av sporet, idet disse er de sprekker 8 som betegnes som "V"-formede sprekker, mens der på utsidekanten av grenpartiene 3, generelt i den sentrale delen, er sprekker som betegnes som "tverrgående" sprekker, som angitt med henvisningstallet 9.

For å unngå dannelsen av sprekker som fremkommer kort etter begynnelsen av kjøling av støpejernnet (generelt i løpet av den kvarte timen som etterfølger slutten av støpeoperasjonen), blir forutpåkjenninger med passende retning og tilstrekkelig intensitet samtidig tilført de regioner hvor sprekker opptrer.

30 Slik forutpåkjenningsskrefter kan tilføres enten ved hjelp av en donkraft (av alle typer) eller ved hjelp av tunge vekter, eller ved en kombinasjon av de to måtene.

35 Ser man på figur 3, vil der ses at grenpartiene av blokken utsettes for antagonistiske krefter i løpet av den operasjonen. Dels er det kjent at påkjenningene F_T på grunn av de termiske virkninger i løpet av avtettingsoperasjonen har tendens til å bevirke V-formede sprekker 8 ved en skjæreffekt

(trekking) i det skraverte området 8A. Imidlertid har den forutpåkjenning F_1 som påføres den øvre delen av grenpartiet tendens over et visst nivå til å bevirke brudd i grenpartiet i en sprekkmodus i det skraverte området 8B.

5

Det er derfor nødvendig at forutpåkjenningen F_1 justeres meget nøyaktig i avhengighet av de mekaniske karakteristika for kullet som danner blokken, på en slik måte at den utligner avtettingspåkjenningen som har tendens til å bevirke sprekkene 8, mens den forblir på et lavere nivå enn bruddpåkjenningen for materialet som er under strekk i sonen 8B.

10

I praksis, og med kullholdige blokker av konvensjonelle dimensjoner som anvendes i 150-200 KA elektrolysetanker, blir krefter F_1 som kan nå 100-200 daN tilført i nærheten av sideendene av grenpartiene 3, ved punktene 10, ved hjelp av donkrafter. Ved hjelp av et ikke-begrensende eksempel, kan blokkene være 500 mm av bredde, 450 mm høye og 2400 mm lange, med et spor som er 160 mm bredt og 155 mm høyt. Tilførselspunktet 10 for kraften anbringes fortrinnsvis i den øvre tredjedel av grenpartiets høyde.

20

Forutpåkjenningsoperasjonen utføres forut for støpning av støpejernnet og forutpåkjenningen opprettholdes i minst 10 minutter etter slutten av støpeoperasjonen og i praksis i 10-30 minutter.

25

For å hindre dannelsen av tverrgående sprekker 9 på utsidekantene 11 av grenpartiene 3, er det mulig å tilføre en vertikal oppadrettet kraft F_2 under de to endene av blokkene 1 samtidig med en nedadrettet vertikal skyvekraft F_3 på den sentrale delen av blokken 1 (se fig. 7). Det er imidlertid også mulig og lettere å anbringe de to endene E av blokkene 1 på to stive støtter 12 som anbringes under endene derav og å tilføre kun forutpåkjenningskraften F_3 til den øvre flaten av blokken, enten ved et punkt som er beliggende i den sentrale delen derav eller ved et flertall av punkter, eksempelvis ved

30

35

to punkter som er anbragt omtrentlig ved en tredjedel og ved to tredjedeler av lengden derav. Kraften F_2 dannes så ved reaksjonen fra de stive støttene 12 (se fig. 4B).

5 Tilførselen av den forutpåkjenningskraften for å motstå tverrgående sprekkdannelse, gir opphav til det samme problem som hva angår de V-formede sprekker. Figur 4A viser at, hvis forutpåkjenningskraften F_3 tilføres de to øvre flatene på respektive sider av det sentrale sporet, finner man at
10 blokken utsettes for et flertall av mekaniske påkjenningkrefter (forutpåkjenningskraften F_3 samt termiske påkjenninger på grunn av avtettingsoperasjonen) i kompresjon (områder markert med tegnet -) og i strekk (områder betegnet med tegnet +), med et maksimum angitt med de to tegnene +) i
15 bunndelen som er under avtettingssporet. Slike påkjenninger kunne også føre til brudd i blokken hvis de skulle overskride strekkbruddstyrken for det kullholdige materialet, som er mellom 2 og 5 MPa (ca. 20-50 kg/cm²).

20 Figur 4B viser også forutpåkjenningnivået i blokken avhengig av hvorvidt F_3 tilføres i den sentrale delen (den heltrukne kurven, betegnet som "trekant"-kurven) eller ved to punkter F_{3A} , F_{3B} omtrentlig ved en tredjedel og to tredjedeler av lengden L (kurve med stiplet linje, betegnet som "trapes"-
25 kurven). I det andre tilfellet er forutpåkjenningen mer homogent fordelt og risikoen for å bryte blokken når den settes under forutpåkjenning blir redusert, forutsatt at, slik som i tilfellet med de V-formede sprekke, forutpåkjenningen F_3 beregnes slik at den kompenserer for avtettingspåkjenningene uten å overskride strekkbruddpåkjenningen for blokken.
30

Figur 8 er et riss i sentralt langsgående snitt av anordningen for å utføre oppfinnelsen. Blokken 1 leveres av
35 rulletransportøren 13 til avtettingsstasjonen hvor den først understøttes på de fire rullene 14. Etter at de katodiske stavene 5A og 5B er blitt satt i stilling, heves blokken noen

få millimeter ved hjelp av den dreibart lagrede sammenstilling 15 som er tilveiebragt ved dens ender med to støtteruller 16A og 16B.

5 Sammenstillingen 15 dannes av en donkraft 17 som er montert på et fast punkt 18 og som tilfører dels en skyvekraft til armen 19 som er dreibart montert i dens sentrale parti ved 20, og dels en trekkraft til den trekantede armen 21 som er dreibart montert på det faste punktet 22. Som følge av den operasjonen, heves rullen 16A noen få millimeter og, ved 10 hjelp av staven 23 og den andre trekantede armen 24 som er dreibart montert på det faste punktet 25, blir en andre rulle 16B hevet med en høyde som er i alt vesentlig lik den for den første rullen. Blokken 1 understøttes derfor så kun på de to 15 rullene 16A og 16B. Hele løftemekanismen integreres med rulletransportøren som leverer blokken 1 til avtettingsstasjonen. De følgende krefter påføres så blokken 1 (gitt i form av ikke-begrensende eksempel, og i tilfellet med en blokk som måler 450 x 500 x 2400 mm, som allerede referert 20 til ovenfor):

4 i alt vesentlig like krefter F_1 , tilføres ved endene av grenpartiene 3 (se figur 6), ved punktene 10; og

25 2 i alt vesentlig like krefter F_3 som tilføres den øvre sentrale delen (C) av hvert ytre grenparti 3 eller, i en alternativ form, 4 i alt vesentlig like krefter F_{3A} , F_{3B} , ved en tredjedel og to tredjedeler av blokkens lengde (se fig. 4B og fig. 7).

30 De 4 kreftene F_1 tilføres ved hjelp av den anordning som skjematisk er vist i figur 9A. En donkraft 26 tilføres samtidig til to stive armer 27A og 27B som er dreibart montert ved punktet 28, en skyvekraft som har virkningen med 35 å tilføre to i alt vesentlig like påkjenninger F_1 symmetrisk ved hjelp av vederlagsselementer 29A og 29B.

En av de anordningene monteres ved en ende av blokken 1. En andre anordning 30A som er identisk med 30B plasseres ved den andre enden av blokken 1. Hver av påkjenningene F_1 er av størrelsesorden 100-200 daN. Når man tar hensyn til naturen
5 av det materiale som danner blokken, vil det være åpenbart at kreftene må tilføres ved hjelp av vederlagsplater som har et tilstrekkelig overflateareal til å unngå eventuell risiko for "stansing" av kullet. Den bemerkning gjelder også den vertikale forutpåkjenningskraften F_3 . Den sentrale delen av
10 blokken 1 utsettes for virkningen av systemet 31 til å gi en påkjenningskraft ved hjelp av en tung vekt.

Anordningen 31 dannes av et fast åk 32 på hvilket en i alt vesentlig horisontal arm 34 er dreibart montert ved 33. Ved
15 sin ende, som er i motsatt forhold til dreiefestet 33, som har horisontal akse, understøtter armen 34 en tung vekt 35 ved en avstand D_1 fra dreiefestet 33. På et mellomliggende dreiefeste 36 med horisontal akse, anbragt i en avstand D_2 ($< D_1$) understøtter armen også en bøyle for å tilføre den
20 vertikale påkjenning F_3 på i alt vesentlig symmetrisk måte til den øvre flaten av de to grenpartiene. Ved hver av dens to ender bærer bøylen 37 to vederlagsblokker 38A og 38B som, når blokken løftes og støtten 39 trekkes tilbake, tilfører de to påkjenningene F_3 som er lik vekten av massen 35 multipli-
25 sert med forholdet for vektarmen D_2/D_1 . Hvis f.eks. dreiefestet 36 anbringes en fjerdedel av veien langs armens lengde fra det faste punktet 33, vil en vekt 31 av 1 tonn tilføre en kraft lik 4 tonn, dvs. ca. 4 daN, til grenpartiene. I praksis kan forutpåkjenningskraften F_3 være mellom 1500 og 2500 daN
30 (dvs. 3000-5000 daN totalt), og fortrinnsvis rundt 2000 daN for den typen av kullholdig blokk som er angitt ovenfor (som måler 500 x 450 x 2400 mm).

I en alternativ form kan kreftene F_3 tilføres ved hjelp av en
35 donkraft som eksempelvis kan forbindes med en bøyle som er identisk eller lik bøylen 37. I tillegg, som angitt ovenfor, kan det også tilføres ved to punkter, anbragt omtrentlig en

tredjedel og to tredjedeler av blokkens lengde, ved hjelp av to identiske anordninger 31.

Etter at forutpåkjenningsskreftene F_1 og F_3 er blitt tilført, er det mulig å fortsette med støpejernsstøpeoperasjonen under de vanlige betingelser, mens tilførselen av F_1 og F_3 opprettholdes under en periode som er minst 15 minutter og som fortrinnsvis er mellom 20 og 30 minutter etter avslutningen av støpeoperasjonen.

Hvis nødvendig, kan kjølingen av blokken gjøres saktere ved å anvende plater eller matter av varmeisolerende materiale.

Bruken av oppfinnelsen gjorde det mulig praktisk talt fullstendig å eliminere opptreden av avtettingssprekkene.

Ved den nylige konstruksjon av en serie som krever avtetting og plasseringen av mer enn 5000 katodiske blokker, ble 10 sprukne blokker funnet, dvs. 0,2%, mens tidligere den gjennomsnittlige sprekkehyppighet i de mest alvorlige tilfeller kunne nå 5%.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for å avtette minst en katodisk stav av metall i hvert spor i en parallelepipedisk kullholdig blokk som er beregnet til å danne katoden i en tank for fremstilling av aluminium ved elektrolyse, idet fremgangsmåten omfatter å støpe flytende støpejern i det frie rom mellom hver katodiske stav og hvert spor i den kullholdige blokken, idet blokken
10 plasseres under avtettingsoperasjonen på en slik måte at sporet og grenpartiene rettes oppad, og settes under forutpåkjenning under støpeoperasjonen av støpejernet og under en periode som er minst lik 10 minutter etter avslutningen av støpeoperasjonen, og forutpåkjenningene som tilføres er av
15 tilstrekkelig intensitet til å hindre sprekkdannelse, k a r a k t e r i s e r t v e d å tilføre forutpåkjenningene dels i nærheten av de to endene av blokken på sidekanten av de to grenpartiene (F_1), og dels ved minst et punkt på den øvre flaten av grenpartiene av blokken (F_3).

20

2.

Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at forutpåkjenningene tilføres ved hjelp av et middel slik som en donkraft (mekanisk, hydrau-
25 lisk, pneumatisk eller elektrisk) eller tunge vekter.

3.

Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver forutpåkjenning (F_1) tilføres
30 med en verdi mellom 100 og 200 daN.

4.

Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver forutpåkjenning (F_3) tilføres
35 med en verdi mellom 1500 og 2500 daN.

5.

Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e-
r i s e r t v e d at, ved hver ende av blokken tilføres
5 forutpåkjenningene (F_1) ved hjelp av en enkelt donkraft som
virker på to dreibart lagrede stenger som virker i alt
vesentlig symmetrisk på sidekanten av hvert grenparti.

6.

10 Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e-
r i s e r t v e d at forutpåkjenningen (F_3) frembringes
ved hjelp av en tung vekt som er anbragt ved enden av en
vektarm og tilføres i alt vesentlig symmetrisk til den øvre
flaten av de to grenpartiene.

15

7.

Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 6, k a r a k t e-
r i s e r t v e d at forutpåkjenningen (F_3) tilføres i
den sentrale delen av blokken.

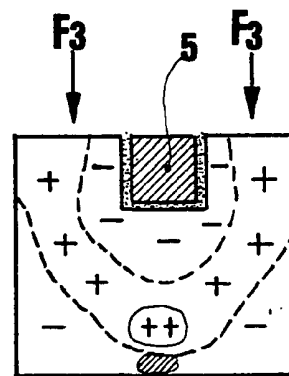
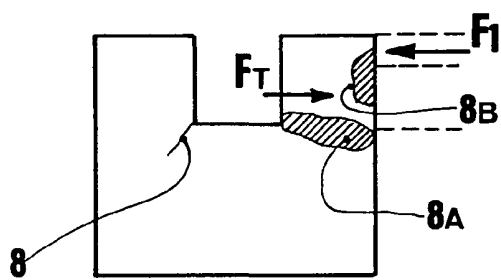
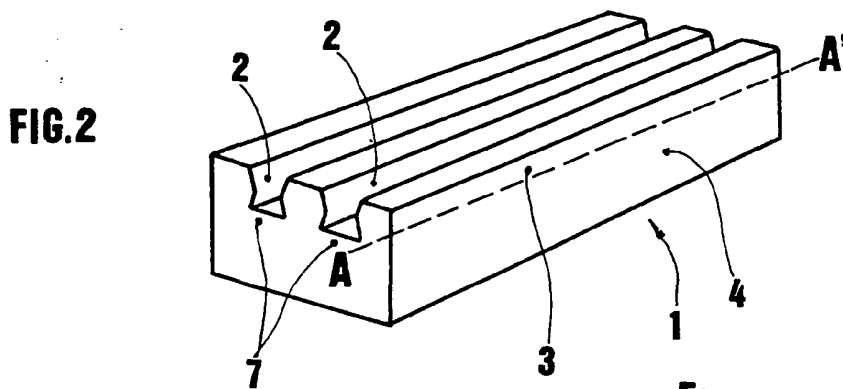
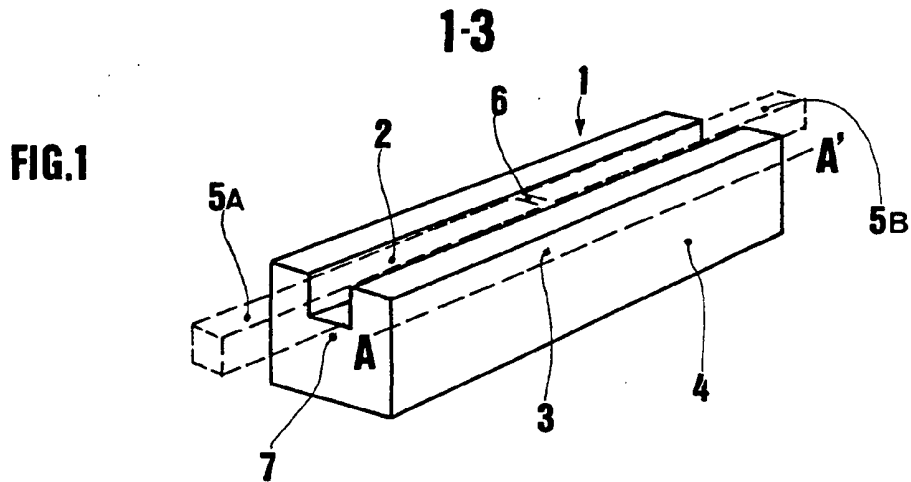
20

8.

Avtettingsfremgangsmåte som angitt i krav 6, k a r a k t e-
r i s e r t v e d at forutpåkjenningen (F_3) tilføres i
alt vesentlig ved en tredjedel og to tredjedeler av blokkens
25 lengde.

30

35



PÅKJENNING

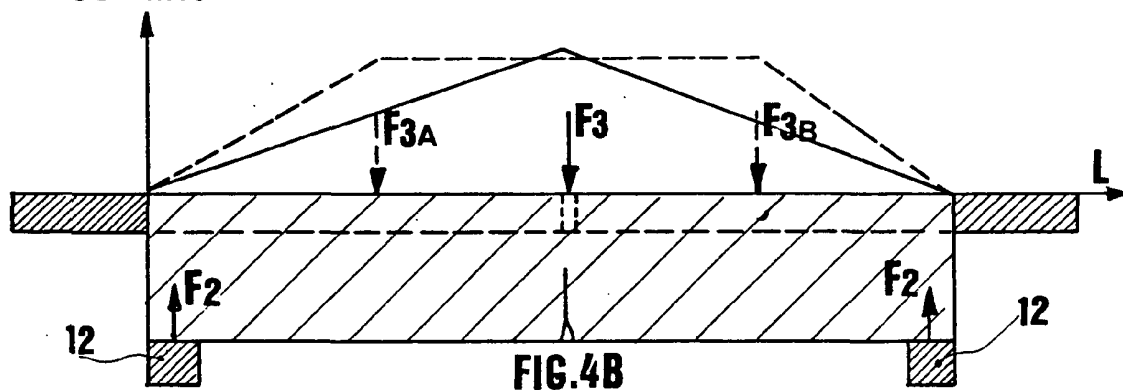


FIG. 5

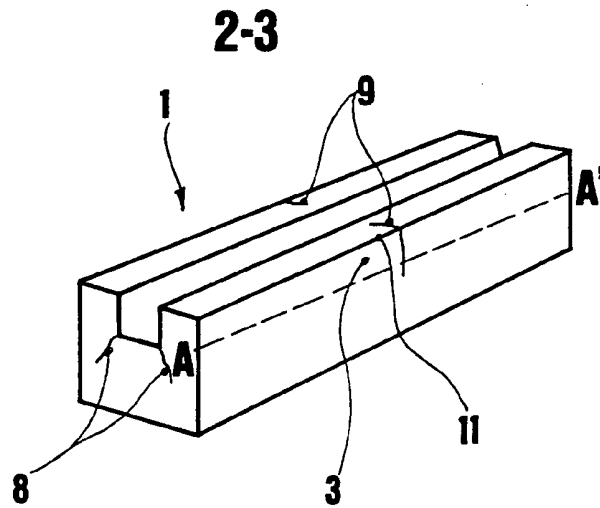


FIG. 6

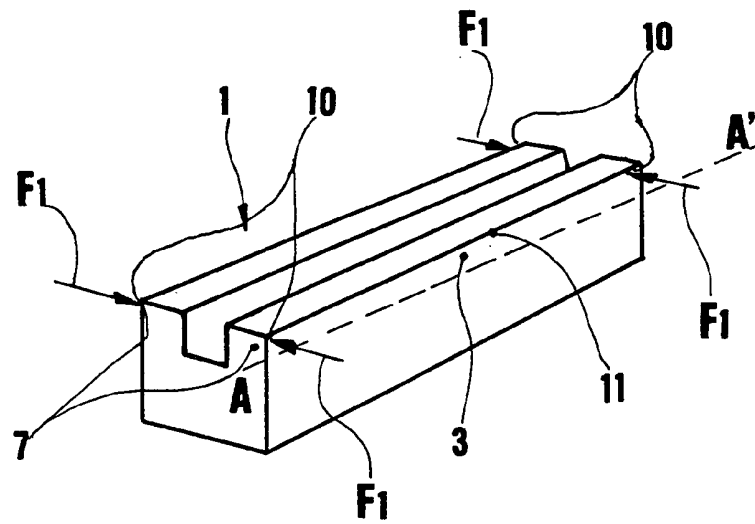


FIG. 7

