



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **172320**

(13) B

(51) Int Cl⁵ H 05 B 7/12

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	882680	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	24.06.87, PCT/JP87/00415
(22) Inng. dag	16.06.88	(85) Videreføringssdag	16.06.88
(24) Løpedag	24.06.87	(30) Prioritet	17.03.87, JP, 63304/87
(41) Alm. tilgj.	22.09.88		
(44) Utlegningsdato	22.03.93		

(71) Patentsøker Nippon Carbon Co Ltd, 6-1, Hatchobori 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 104, JP
(72) Oppfinner Yakka Nakamoto, Tokyo, JP
Toshihiko Mori, Kaminiikawa-gun, Toyama, JP
(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor AS, Oslo

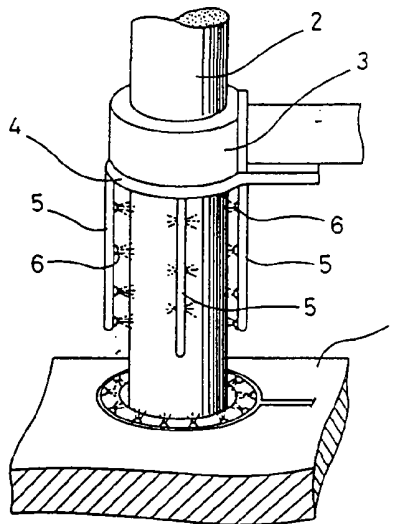
(54) **Benevnelse Fremgangsmåte for smelting og/eller raffinering av metall og avkjølingsinnretning for grafittelektroder anvendt for dette**

(56) **Anførte publikasjoner DE 1167992.**

(57) **Sammendrag**

En fremgangsmåte for smelting og/eller raffinering av metaller og en avkjølingsinnretning for grafittelektroden anvendt for denne er beskrevet. Smelting og/eller raffinering av metall, som stålproduksjon, utføres i en elektrisk lysbueovn ved å tilføre energi til tre grafittelektrodesett som hvert svarer til hver fase av en trefaset AC-kraftkilde og består av en vertikal rekkefølge av grafittelektroder, som typisk vist ved 10 på Fig. 2, 3 og 4, forbundet med hverandre via nipler.

Under smeltingen og/eller raffineringen av metall blir en kjølevæske (11) som i det vesentlige består av for eksempel vann, kontinuerlig blåst mot den ytre periferi (10a) til i det minste én av hvert sett av grafittelektroder, spesielt en grafittelektrode (10) som strekker seg mellom en elektrodeholder og et ovnstoppblokk. Det flytende kjølemiddel (11) blir ikke sprutet i den horisontale retning, men i en nedad eller oppad hellende retning med en vinkel på fra 10 til 35° med hensyn til horisontalen.



• Det tekniske område

Denne oppfinnelse angår en fremgangsmåte for smelting og/eller raffinering av metaller og en avkjølingsinnretning for grafittlektroder anvendt for dette, og mer spesielt en fremgangsmåte for smelting og/eller raffinering av metaller og en avkjølingsinnretning for grafittlektroder anvendt for dette, hvor, under smelting og/eller raffinering av et metall i en elektrisk lysbueovn ved å lede elektrisk strøm gjennom grafittlektroder som er forbundet med hverandre via nipler, et kjølemiddel, f.eks. kaldt vann, sprutes kontinuerlig mot den ytre periferi av øvre grafittlektroder som holdes av en elektrodeholder, for å avkjøle elektrodene, og det sprutes nærmere bestemt nedad eller oppad i skrå retning med en vinkel på fra 10 til 35° med hensyn til horisontalen for å minimere skvetting etterhvert som det sprutes og effektivt avkjøler elektrodene, såvel som undertrykkelse av slitasje av elektrodens ytre periferi på grunn av oxydasjon, forbedring av levealderen til den elektriske lysbueovns lokk og for å tillate arbeide ved høy spenning eller høy effektfaktor.

Bakgrunnsmetoder

Ved stålproduksjon og elektrisk lysbuesmelting og/eller raffinering av metaller har det vært ønskelig å redusere prisen på elektrisk energi og slitasjen på enden av grafittlektrodens ytre periferi på grunn av oxydasjon, for derved å redusere omkostningene for elektrodene. For å undertrykke slitasjen som skyldes oxydasjon, er det blitt foreslått og praktisert å avkjøle grafittlektroder. For avkjøling av grafittlektroder ved raffinering av metall er det for eksempel blitt foreslått en fremgangsmåte og en innretning hvor for grafittlektroder som er tilkoblet etter hverandre, de øvre elektroder er konstruert slik at deres innside er avkjølt av kjølevann, dvs. at de er konstruert som vannavkjølte ikke-forbrukbare elektroder, og bare de øvrige nedre grafittlektroder som via nipler er forbundet med den nedre ende av og avkjølt fra de ikke-forbrukbare elektroder, blir forbrukt under smelte- og/eller raffineringsoperasjoner. For eksempel er i US patent-

• skrifter nr. 4416014, nr. 4417344 og nr. 4451926 konstruksjoner beskrevet hvor vannavkjølte, ikke-forbrukbare elektroder består av hule aluminiumsylindrer og hvor kjølevann innføres i disse ikke-forbrukbare elektroder for å avkjøle deres vegg-
5 overflate og grafittelektroder for å avkjøle deres veggoverflate og grafittelektroder som er tilkoblet til den nedre ende av disse ikke-forbrukbare elektroder.

Dessuten er i japanske patentbeskrivelser 501879/1985 og 501880/1985 konstruksjoner beskrevet hvor vannavkjølte,
10 ikke-forbrukbare elektroder består av grafittrør og hvor kjølevann innføres i boringen til disse ikke-forbrukbare elektroder.

Når de øvre ikke-forbrukbare elektroder avkjøles for å avkjøle de nedre grafittelektroder som er forbundet med
15 disse, kan slitasje på enden og den ytre periferi av grafittelektrodene på grunn av oksydasjon undertrykkes for å oppnå reduksjon av prisen for elektrodene.

Når imidlertid grafittelektroder forbundet med den nedre ende av de ikke-forbrukbare elektroder slites ut slik
20 at de må fjernes, må først elektrodesettet fjernes fra lysbueovnen og overføres til en utkoblet stilling før de fjernes fra niplene og hvor, om nødvendig, også niplene fjernes fra de ikke-forbrukbare elektroder. Når nye grafittelektroder tilkobles, blir niplene først forbundet med de
25 ikke-forbrukbare elektroder, og derefter blir de nye forbrukbare elektroder forbundet med niplene. På denne måte krever i systemet hvor de nedre forbrukbare grafittelektroder avkjøles fra de øvre vannavkjølte ikke-forbrukbare elektroder, utskiftningen av utslitte nedre forbrukbare grafittelektroder
30 arbeide for å overføre elektrodesettet til den frakoblede stilling og hårdt arbeide i den frakoblede stilling for å fjerne og forbinde elektroder og nipler. Disse arbeider og innsatser er meget omstendelige. Hvis dessuten fjernelsen og gjentilkoblingen av forbrukbare grafittelektroder gjentatt
35 utføres, vil det føre til deformasjon eller ramponering og beskadigelse av de forbrukbare og ikke-forbrukbare elektroder og niplene, defekt forbindelse for elektrodene og økning av den elektriske motstand. I slike tilfeller vil normalt

smelte- og/eller raffineringsoperasjon for metall bli hemmet.

For å løse de ovenstående problemer er et kjølesystem blitt foreslått som ikke anvender vannavkjølt ikke-forbrukbar elektrode for avkjøling av nedre forbrukbare elektroder eller grafittlektroder som er forbundet med disse. Nærmere bestemt er i det publiserte japanske bruksmønster 23357/1984 en avkjølingsinnretning beskrevet hvor kjølevann sprutes mot overflaten av en grafittlektrode som strekker seg oppad fra en lysbueovns lokk. Denne avkjølingsinnretning er som vist på Fig. 1. På Figuren angir henvisningstallet 1 lysbueovnens lokk. En grafittlektrode 2 trenger vertikalt bevegbart gjennom lokket 1, og en nedre grafittlektrode er forbundet med den nedre ende av denne grafittlektrode 2. Den nedre grafittlektrode rager inn i lysbueovnen for å bevirke metallraffinering, f.eks. stålproduksjon. Over lokket 1 holdes et øvre endeparti av grafittlektrodene 2 på plass av en elektrodeholder 3. Elektrodeholderen 3 er ved bunnen forsynt med en ringlignende kjølekanalledning 4. Kanalledningen 4 har en rekke nedadragende vertikale rør 5 som på sin side er forsynt med munnstykker 6 som er rettet mot grafittlektrodens overflate. Kjølevann som tilføres til den ringlignende kanalledning 4, strømmer nedad langs de vertikale rør 5 for å bli sprutet ut fra munnstykkene 6 mot grafittlektrodens ytre periferi for å avkjøle denne.

For den på Fig. 1 viste kjøleinnretning avgis imidlertid kjølevann i form av en stråle fra hvert munnstykke 6 i horisontal retning. Når det derfor støter mot grafittlektrodens 2 ytre periferi, vil en betraktelig mengde av dette skvettet bort. På grunn av den store mengde kjølevann som blir skvettet bort, blir elektrodeholderen 3 og lokket 1 utsatt for alvorlig forurensning og beskadigelse slik at kjøleinnretningen blir ubrukbar i praksis. Da bare en liten andel av kjølevannsstrålen bidrar til avkjølingen, er det dessuten nødvendig å anvende en usedvanlig stor mengde kjølevann, hvilket er sterkt uønsket på grunn av økonomien. En rekke av de vertikale rør 5 strekker seg dessuten nedad meget langt fra den ringlignende kjølekanalledning 4. Disse lange vertikale rør 5 utgjør en hindring når kjøleinnretningen

fjernes for å skifte ut elektroder, dvs. at disse er bestem-
mende for meget møysommelig arbeide for elektrodeutskiftningen.

Kjøleinnretningen vist på Fig. 1 har en ytterligere
ulempe. En elektrisk strøm som flyter gjennom grafittelek-
troden 2 vil nemlig i en stilling som omgir elektroden 2
generere et magnetfelt med ringlignende form og konsentrisk
med elektrodens 2 akse, i overensstemmelse med Amperes teori.
Kjøleinnretningens kanalledning 4 og dens vertikale ledninger
5 forstyrrer magnetfeltet som omgir elektroden 2. Magnetfelt-
forstyrrelsen forårsaker variasjon i den magnetiske fluks-
tetthet, hvorved elektroden 2 utsettes for uheldig påvirkning
og derav følgende minskning i den elektriske strømmengde.
Resultatet er at alvorlige problemer oppstår ved drift av
lysbueovnen.

Mer detaljert har den elektriske lysbueovn som anvender
en trefaset AC-kraftkilde, tre grafittelektroder 2. De re-
spektive elektroder 2 er forsynt med kjøleinnretninger som
er vist på Fig. 1. Som beskrevet ovenfor forårsaker kjøle-
kanalledningen 4 og de vertikale ledninger 5 en minskning i den elek-
triske strømstyrke for den respektive elektrode 2. Resultatet
er at den samlede elektriske strømstyrke for de tre elektroder
2 blir stadig mindre, hvilket fører til et stort elektrode-
forbruk og utilstrekkelig oppvarming av metallet som skal
raffineres i lysbueovnen.

Beskrivelse av oppfinnelsen

Den foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte som
angitt i krav 1 og en kjøleinnretning som angitt i krav 5.

Når derfor kjølemidlet treffer grafittelektrodens ytre
periferi, vil det ikke i vesentlig grad skvette bort, men hovedan-
delen av dette vil strømmes nedad langs grafittelektrodens ytre
periferi i form av en film. Grafittelektrodens ytre periferi
blir avkjølt av denne film av flytende kjølemiddel. Av-
kjølingen er ikke begrenset til en lokal del av grafitt-
elektrodens ytre periferi, dvs. at endel av grafittelektrodens
ytre periferi med større lengde blir avkjølt og holdt sort,
hvorved slitasje av grafittelektroder forbundet med hverandre
og forårsaket av oxydasjon av disse blir sterkt redusert.

Ifølge oppfinnelsen blir vann som inneholder eller
ikke inneholder et oxydasjonsresistent middel anvendt som
flytende kjølemiddel. Etterhvert som kjølemidlet strømmer

nedad langs grafittlektrodens ytre periferi vil derfor det oxydasjonsresistente middel, dersom et slikt er inneholdt, feste seg til denne under dannelsen av en film av oxydasjonsresistent middel, hvorved slitasjen av grafittlektrodene på grunn av oxydasjon av disse effektivt blir hindret.

I henhold til oppfinnelsen blir dessuten det flytende kjølemiddel sprutet under et stråletrykk på fra 0,5 til 3 kg/cm² og i en mengde pr. tidsenhet av fra 0,8 til 6,0 l/min. Dersom det flytende kjølemiddelsprutes under disse betingelser, vil det ikke i vesentlig grad skvette bort etterhvert som det påsprutes, men hovedandelen av dette vil strømme nedad langs grafittlektrodens ytre periferi. Selv dersom det kommer inn i ovnen, blir det øyeblikkelig fordampet slik at det ikke byr på noe problem ved drift av ovnen.

I tillegg blir i henhold til oppfinnelsen en ringlignende kjølekanalledning anordnet rundt grafittlektroden mellom lokket til en lysbueovn og en elektrodeholder som holder på et øvre endeparti av grafittlektroderekkefølgen, og den er forsynt med en rekke strålemunnstykker som er rettet henimot grafittlektrodens ytre periferi for å sprute det flytende kjølemiddel mot denne. Den ringlignende kanalledning har et gap som er dannet ved at en del av kanalledningen er blitt fjernet.

I kanalledningen flyter en elektrisk strøm som skyldes et magnetfelt som genererer en elektrisk strøm som flyter gjennom elektroden. På grunn av gapet i kanalledningen vil imidlertid ikke en elektrisk strøm sirkulere langs denne. Denne manglende sirkulering i kanalledningen fører til at den elektriske strøm som flyter gjennom elektroden, ikke blir svekket. Dessuten har minst ett strålemunnstykke anordnet i den ringlignende kjølekanalledning et utløp slik at strålen av flytende kjølemiddel fra denne blir rettet henimot grafittlektrodens akse og med en nedadrettet eller oppadrettet vinkel på 10-35° med hensyn til horisontalen. Etterhvert som strålen av flytende kjølemiddel fra dette strålemunnstykke støter mot grafittlektrodens ytre periferi, vil dette derfor ikke i vesentlig grad skvette bort, men hovedandelen av dette vil strømme nedad langs den ytre periferi under dannelsen av en flytende kjølemiddelfilm

- på denne. Den ytre periferi av grafittlektroderekkefølgen som holdes av elektrodeholderen kan således avkjøles jevnt over hele dens lengde. Det er således mulig sterkt å redusere elektrodeforbruket.

5

Kortfattet beskrivelse av tegningene

Fig. 1 er en perspektivskisse som viser en kjøleinnretning i henhold til teknikkens stand,

- 10 Fig. 2 er et horisontaloppriss som viser en kjøleinnretning i henhold til oppfinnelsen anvendt for avkjøling av grafittlektroder,

Fig. 3 er et frontoppriss som viser kjøleinnretningen vist på Fig. 2,

- 15 Fig. 4 viser et snittoppriss tatt langs linjen A-A ifølge Fig. 2 og sett i pilenes retning,

Fig. 5 er et oppriss, i forstørret målestokk, som viser en trådmunnstykkemonteringsseksjon for en ringlignende kjølekanalledning vist på Fig. 4,

- 20 Fig. 6 er et horisontaloppriss som viser en kjøleinnretning som angår en annen utførelsesform av oppfinnelsen, og

Fig. 7 er et snittoppriss som viser en kjøleinnretning som angår en ytterligere utførelsesform av oppfinnelsen.

- 25 Beste utførelsesformer av oppfinnelsen

Under henvisning nu til Fig. 2, 3 og 4 angir henvisningstallet 10 en grafittlektrode. Grafittlektroden 10 har, på lignende måte som grafittlektroden 2 som er vist på Fig. 1, sin øvre ende holdt av en elektrodeholder, og en nedre grafittlektrode er via en nippel forbundet med grafittlektrodens 10 nedre ende. Den nedre grafittlektrode rager inn i en lysbueovn gjennom et lokk på denne. På Fig. 2, 3 og 4, spesielt Fig. 3 og 4, er imidlertid elektrodeholderen, ovnslokket, nippelen og den nedre grafittlektrode ikke vist.

- 30 I praksis er dessuten tre grafittlektroder anordnet som grafittlektroder 10 i lysbueovnen med jevne mellomrom langs en sirkel som er konsentrisk med ovnen og har en på forhånd bestemt radius. De tre grafittlektroder er anordnet fordi

en trefaset AC-kraftkilde anvendes. På Fig. 2, 3 og 4 er bare én slik typisk grafittlektrode 10 vist. Nedre grafittlektroder er hver forbundet med hver av de tre grafittlektroder 10, og de tilføres energi i ovnen for å bevirke stålproduksjon eller lignende smelting og/eller raffinering av metall.

Flytende kjølemiddel 11, f.eks. et som i det vesentlige består av vann, blir kontinuerlig sprutet mot den ytre periferi 10a til i det minste én av de tre grafittlektroder 10, mer spesielt mot den ytre periferi 10a til et parti av grafittlektroden 10 som strekker seg mellom holderen og ovnslokket. Det flytende kjølemiddel 11 danner en stråle, ikke i den horisontale retning, men i en nedadrettet skrå retning med en vinkel på $10-35^{\circ}$ med hensyn til horisontalen.

Grafittlektroden 10 kan avkjøles når det flytende kjølemiddel 11 i form av en stråle rettes i en hvilken som helst retning, så lenge kjølemidlet blir blåst mot grafittlektrodens 10 ytre periferi 10a. Dersom imidlertid kjølemidlet 11 i form av en stråle blir sprutet i det vesentlige i en horisontal retning L-L for å bli sprutet mot grafittlektrodens 10 ytre periferi 10a, blir en høy slagkraft dannet når det støter mot den ytre periferi, slik at en betraktelig andel av dette spruter til utsiden. I dette tilfelle kan grafittlektrodens ytre periferi 10a bli avkjølt bare lokalt for den del som treffes av det flytende kjølemiddel 11. Den flytende kjølemiddelsprut forårsaker desuten tidlig slitasje av elektrodeholderen og ovnslokket.

For å løse dette problem blir ifølge oppfinnelsen en kjølekanalledning 12 anordnet slik at den i det vesentlige omgir grafittlektroden 10, og det flytende kjølemiddel 11 som innføres i kjølekanalledningen 12 via en innløpskanalledning 12a, danner en stråle i en nedadrettet skrå retning med en vinkel θ på fra 10 til 35° med hensyn til horisontalen L-L, for å bli sprutet mot grafittlektrodens ytre periferi 10a. Kjølekanalledningen 12 er anordnet mellom elektrodeholderen som holder grafittlektrodens 10 ytre ende, og den elektriske lysbueovns topplokk, fortrinnsvis

rett under elektrodeholderen.

Kjølekanalledningen 12 er med en ringlignende form konsentrisk med grafittlektroden 10 og anordnet slik at den befinner seg i en på forhånd bestemt avstand fra grafittlektrodens ytre periferi 10a. I virkeligheten har imidlertid kjølekanalledningen 12 et gap 13 dannet ved at i det minste en del av denne er blitt fjernet.

I en elektrisk lysbueovn i hvilken tre grafittlektroder 10 med respektive nedre grafittlektroder hvorav hver overensstemmer med hver fase av en trefaset kraftkilde, er anordnet på en sirkel konsentrisk med denne, blir kjølekanalledningene 12 som omgir de respektive grafittlektroder 10, elektromagnetisk påvirket enten enkeltvis eller gjensidig av de strømmer som flyter gjennom grafittlektrodene 10 og de nedre grafittlektroder som er forbundet med disse, dersom kjølekanalledningene 12 er helt ringlignende. De enkelte grafittlektroder 10 blir gjensidig elektromagnetisk påvirket. Denne påvirkning mottas også av kjølekanalledningene 12. Dersom kjølekanalledningene 12 er helt ringlignende, gjør dette at strømmer flyter gjennom disse. Disse strømmer påvirker elektromagnetisk strømmene gjennom grafittlektrodene 10, slik at driften av den elektriske lysbueovn blir hemmet.

For å eliminere den elektriske påvirkning på kjølekanalledningene 12, idet hver av disse tilveiebringes i kjølekanalledningen 12, blir ingen strøm indusert i kjølekanalledningen 12 uaktet elektromagnetisk påvirkning på denne fra dens egen tilknyttede grafittlektrode 10 og de andre grafittlektroder 10, og ovnsdriften blir aldri hemmet.

Kjølekanalledningen 12 er laget av et materiale som ikke blir elektromagnetisk påvirket og som har utmerket oxydasjonsfast egenskap såvel som utmerkede formnings- og maskinbehandlingsegenskaper. Den er for eksempel på egnet måte laget av rustfritt stål som ikke-magnetisk materiale av et metall som skal anvendes ut fra hensyn til formnings- og maskinbehandlingsegenskapene. Den kan også være laget av et ikke-metallisk materiale så lenge materialet ikke blir elektromagnetisk påvirket og har utmerket oxydasjons-

. egenskap, som keramiske materialer.

Kjølekanalledningen 12 er forsynt med en rekke strålemunnstykker 14 med egnet avstand fra hverandre og rettet henimot grafittelektroden 10 for å avgi stråler av det flytende kjølemiddel 11 som sprutes mot denne. Hvert strålemunnstykke 14 er rettet henimot grafittelektrodens 10 akse. Som vist på Fig. 4 og 5 er utløpet 14a for hvert av strålemunnstykkene 14 rettet skrått nedad med en vinkel θ på fra 10 til 35°. Når det flytende kjølemiddel 11 er rettet kontinuerlig innen dette vinkelområde fra hvert strålemunnstykke 14 av kjølekanalledningen 12, blir detsprutet mot grafittelektroden 10 i en retning skrått nedad, som vist på Fig. 3. I dette tilfelle vil den slagkraft som dannes når det flytende kjølemiddel 11 støter mot grafittelektrodens 10 ytre periferi 10a, bli sterkt redusert, slik at det flytende kjølemiddel 11 ikke utsettes for noen sterk sprutdannelse. Da det flytende kjølemiddel 11 er rettet nedad, blir dessuten en tynn flytende kjølemiddelfilm 11a dannet på grafittelektrodens ytre periferi 10a. Mens denne flytende kjølemiddelfilm 11a strømmes nedad langs grafittelektrodens ytre periferi 10a, blir det flytende kjølemiddel 11 fordampet på grunn av varme på innsiden av grafittelektroden 10. Varmen som holdes i grafittelektroden 10, tapes på grunn av fordampningsvarmen, slik at grafittelektroden 10 blir tilfredsstillende avkjølt over dens samlede lengde. Når den øvre grafittelektrode 10 blir avkjølt på denne måte, blir den nedre grafittelektrode eller elektroder som er forbundet med den øvre, avkjølt av den samme, slik at slitasje av den nedre grafittelektrode eller elektroder på grunn av oxydasjon kan undertrykkes. Nærmere bestemt blir når den øvre grafittelektrode som holdes av elektrodeholderen avkjøles, spesielt over en så stor del av denne som mulig ned til dens nedre ende, den nedre grafittelektrode eller elektroder som er forbundet med denne også tilfredsstillende avkjølt fordi grafittelektroden har utmerket ledningsevne, slik at det er mulig å oppnå en sterk reduksjon av elektrodeforbruket.

Den flytende kjølemiddelfilm 11a som er dannet på den ytre periferi 10a av grafitt-

elektroden 10 som holdes av elektrodeholderen, vil delvis komme inn i den elektriske lysbueovns topplokk. Det flytende kjølemiddel som kommer inn i ovnen blir fordampet dersom temperaturen inne i ovnen er meget høy og mengden av dette som kommer inn i ovnen ikke er særlig stor. I dette tilfelle vil under ovnsoperasjonen når topplokket er laget av et ildfast materiale, f.eks. magnesiumoxyd, topplokket svelle ved å absorbere fuktigheten, slik at en uønsket forringelse av dets sprøhet vil oppstå. For å unngå dette blir det flytende kjølemiddel 11 på egnet måte utstrålt under et trykk på fra 0,5 til 3 kg/cm² og i en mengde pr. tidsenhet av fra 0,8 til 6,0 l/min.

Dersom det flytende kjølemiddel når frem til en smelte eller lignende under smelte- og/eller raffineringsoperasjon i en elektrisk lysbueovn, vil dets vanninnhold generelt komme i kontakt med smelten ved høy temperatur slik at en meget farlig hydrogeneksplosjon er sannsynlig. Av denne grunn blir i henhold til teknikkens stand intet kjølevann eller et lignende flytende kjølemiddel sprutet mot den ytre grafittlektrodes ytre periferi 10a, men den øvre grafittlektrode som holdes av elektrodeholderen, lages som en innvendig vannavkjølt ikke-forbrukbar elektrode, dvs. at den konstrueres slik at den har en aksial kjølemiddelkanal, og det flytende kjølemiddel blir innført gjennom denne for å avkjøle denne.

Dersom det flytende kjølemiddel sprutes mot grafittlektrodens 10 ytre periferi 10a, som i henhold til oppfinnelsen, er det, selv om det er ønsket å avkjøle en så stor del av grafittlektrodens ytre periferi 10a som mulig med flytende kjølemiddel 11, nødvendig å minimere mengden av flytende kjølemiddel 11 som skal sprutes slik at kjølemiddel som kommer inn i den elektriske lysbueovns topplokk hurtig blir fordampet i ovnen, hvorved muligheten for den ovennevnte fare unngås.

Ved fremgangsmåten for avkjøling av grafittlektroder hvor bare den øvre av en vertikal rekkefølge av grafittlektroder som er forbundet med hverandre, blir avkjølt ved å sprute kjølemiddel istedenfor å anvende noen ikke-forbrukbar

elektrode, er grafittlektrodene tilkoblet på vanlig måte. Denne fremgangsmåte er derfor best egnet for det tilfelle at elektroder blir tilkoblet på operasjonsstedet. Fremgangsmåten er dessuten ganske utmerket fordi den benytter seg av den kjensgjerning at de øvre og nedre grafittlektroder er laget av en meget tilfredsstillende varmeleder. Den nedre grafittlektrode eller -elektroder blir imidlertid avkjølt av den øvre. Dette innebærer at kjølevirkningen for den nedre grafittlektrode eller -elektroder er avhengig av kjølevirkningen for den øvre grafittlektrode. Med andre ord er reduksjonsgraden av elektrodeforbruket bestemt av den grad med hvilken den øvre grafittlektrode blir avkjølt i lengderetningen. Som en henvisning kan det hevdes at selv dersom en del, f.eks. en øvre endedel, av den øvre grafittlektrode ikke er rødglødende, men holdes sort, er det mulig sterkt å undertrykke slitasjen av den ytre periferi og enden av den nedre grafittlektrode eller -elektroder på grunn av oksydasjon. Når for eksempel den øvre grafittlektrode blir avkjølt slik at ca. 10% av dens lengde holdes sort, mens resten er rødglødende, hevdes elektrodeforbruket å bli redusert med mer enn 12% på grunn av undertrykkelse av slitasjen av den nedre grafittlektrode eller -elektroder på grunn av oksydasjon.

Når det flytende kjølemiddel sprutes i retning skrått nedad, som angitt ovenfor, mot den øvre grafittlektrodens ytre periferi, blir en flytende kjølemiddelfilm dannet på og flyter nedad langs grafittlektrodens ytre periferi. Etter hvert som den flytende kjølemiddelfilm flyter nedad, kan den avkjøle en stor del av grafittlektrodens ytre periferi i dens lengderetning. Med andre ord kan mer enn 10% av den øvre grafittlektrode mot hvilken det flytende kjølemiddel blåses, holdes sort. Dette innebærer at elektrodeforbruket kan reduseres sterkt.

Fig. 7 viser en modifikasjon av avkjølingsmetoden. I dette tilfelle blir en flytende kjølemiddelfilm dannet på grafittlektrodens 10 ytre periferi 10a på grunn av den flytende kjølemiddelstråle i en retning skrått oppad (med en vinkel θ av fra 10 til 35° med hensyn til horisontalen)

og sprutes mot den ytre periferi 10a langs en bue. Med denne anordning er det mulig å sprute flytende kjølemiddel 11 uten tap mot grafittelektrodens ytre periferi 10a. Selv dersom den elektriske lysbueovns topplokk 15 er laget av magnesiumoxyd eller et lignende ildfast materiale som blir sprøtt ved absorpsjon av fuktighet, vil derfor i det vesentlige intet flytende kjølemiddel 11 nå frem til topplokket 15, slik at det ikke forekommer noen mulighet for å hemme ovnsoperasjonen. Når dessuten topplokket 15 er laget av alumina eller et lignende ildfast materiale med høy varighet overfor fuktighet, kan det lignende av topplokket 15 når flytende kjølemiddel 11 danner en stråle i retningen skrått oppad, som angitt ovenfor, for å blåses uten tap, forbedres med fra 1,5 til 2,0 ganger eller mer sammenlignet med det tilfelle hvor det flytende kjølemiddel 11 avgis i form av en stråle i den skrå retning nedad.

Selv om kjølekanalledningen 16 for å sprute det flytende kjølemiddel 11 i den skrå retning oppad kan være forsynt med strålemunnstykker, som vist på Fig. 7, kan den dessuten være forsynt med minst ett munnstykkeutløp eller åpning 16a som er rettet i en skrå retning oppad med en helningsvinkel på $\theta = 10$ til 35° med hensyn til horisontalen. Denne kjølekanalledning 16 har, på lignende måte som kjølekanalledningen 12 vist på Fig. 2 og 6, et gap (som ikke er vist på Fig. 4). På tidspunktet for avkjølingen kan dessuten kjølekanalledningen 16 være anordnet på overflaten av lokket 15 selv om den selvfølgelig kan være anordnet rett under elektrodeholderen som holder på grafittelektroden 10.

Kjølekanalledningen 12 eller 16 som angitt ovenfor er på egnet måte anordnet slik at strålemunnstykkenes 14 utløp 14a eller munnstykkeutløpet eller -utløpene 16a er anordnet med en avstand av fra 5 til 20 cm fra grafittelektrodens ytre periferi 10a. Strålemunnstykket 14 eller munnstykkeutløpet 16a er på egnet måte anordnet slik at det flytende kjølemiddel 11 blir sprutet med en helningsvinkel på $\theta = 10$ til 35 med hensyn til horisontalen (se Fig. 5 og 7), og det flytende kjølemiddel 11 sprutes under

et trykk på fra 0,5 til 3 kg/cm² og i en mengde pr. tids-
enhet av fra 0,8 til 6,0 l/min. Når disse betingelser for
strålen tilfredsstilltes, kan det flytende kjølemiddel 11
på tilfredsstillende måte avkjøle grafittelektrodens 10 ytre
5 periferi 10a uten vesentlig spruting mot elektrodeholderen
eller topplokket uavhengig av en liten variasjon i den
elektriske lysbueovns størrelse, dimensjoner og kapasitet
så lenge ovnen er av den type som for tiden blir anvendt i
praksis. Det er således mulig sterkt å forbedre leve-
10 alderen for grafittelektroden 10.

Det er en ytterligere grunn i tillegg til den som er
angitt ovenfor, for å rette strålemunnstykket 14 nedad innen
det helningsområde som svarer til en vinkel θ på fra 10 til
35° (se Fig. 5) for å blåse det flytende kjølemiddel. Når
15 helningsvinkelen er 0° slik at det flytende kjølemiddel 11
sprutes fra strålemunnstykket 14 i det vesentlige i den
horisontale retning L-L, kan grafittelektroden 10 bli av-
kjølt bare lokalt, dvs. at den kan holdes svart over bare
ca. 5% av dens lengde, med mindre den tilførte mengde flyt-
20 ende kjølemiddel 11 økes sterkt. Etterhvert som det flytende
kjølemiddel 11 sprutes, blir dessuten en vesentlig andel av
dette sprutet henimot og vil sannsynlig forårsake beskadigelse
av elektrodeholderen. Av denne grunn er den nedre grense
for helningsvinkelområdet satt til 10°. Hvis på den annen
25 side helningsvinkelen θ overskrider 35°, vil det flytende
kjølemiddel 11 bli spredd etterhvert som det sprutes, slik
at det delvis når frem til den elektriske lysbueovns topp-
lokk og således fører til tidlig slitasje av topplokket.

Hvis dessuten den oppadrettede helningsvinkel θ for
30 munnstykkeutløpet 16a (se Fig. 7) ligger utenfor området
fra 10 til 35°, vil en tilfredsstillende nedadrettet bue
av den flytende kjølemiddelstråle 11 ikke bli dannet, og
skvettandelen av det flytende kjølemiddel 11 blir meget sterkt
øket.

35 Vanlig tilgjengelig tilførselsvann kan anvendes som
det flytende kjølemiddel 11. Det flytende kjølemiddel 11
kan imidlertid inneholde et oksidasjonsresistent middel,
dvs. kalsiumfosfat. Når et flytende kjølemiddel som inne-

holder et oxydasjonsresistent middel anvendes, vil det ved kondensering bli hengende på og danne en film av oxydasjonsresistent middel på grafittelektrodens 10 ytre periferi 10a. Filmen av oxydasjonsresistent middel som dannes på denne måte, beforder hindringen av slitasjen på grunn av oxydasjon av grafittelektroden fra dens ytre periferi. Når den øvre grafittelektrode med en film av oxydasjonsresistent middel dannet på dens ytre periferi anvendes som nedre grafittelektrode, kan slitasjen av grafittelektroden fra dens ytre periferi på grunn av oxydasjon mer effektivt undertrykkes for ytterligere å redusere elektrodeforbruket. For å oppnå denne virkning blir det oxydasjonsresistente middel på egnet måte innarbeidet i en mengde av fra 1 til 1,5 vekt%.

Når det flytende kjølemiddel sprutes i en retning skrått nedad, er det gunstig at strålemunnstykkets 14 munnstykkeutløp 14a har en slik konstruksjon at det flytende kjølemiddel 11 vil støte i det vesentlige jevnt mot grafittelektrodens 10 ytre periferi 10a, som vist på Fig. 2. Som et egnet eksempel kan det angis at strålemunnstykket 14 kan være forsynt med et filter 14b for å filtrere ut støv og andre fremmedpartikler som er inneholdt i det flytende kjølemiddel 11 (se Fig. 5). Når dessuten det flytende kjølemiddel sprutes i en retning skrått oppad, som vist på Fig. 7, er igjen hvert munnstykkeutløp 16a konstruert på egnet måte slik at det flytende kjølemiddel 11 vil støte i det vesentlige jevnt mot grafittelektrodens ytre periferi 10a. I det tilfelle som er vist på Fig. 2 har dessuten kjølekanalledningen 12 en symmetrisk anordning i forhold til gapet 13. Det er imidlertid mulig å anordne gapet 13 i en hvilken som helst del av kjølekanalledningen. Det er for eksempel mulig å anordne gapet 13 i nærheten av innløpskanalledningen 12 som meget lett kan maskinbehandles. Kjølekanalledningen 16, som vist på Fig. 7, kan likeledes ha et gap som er anordnet i en hvilken som helst ønsket del.

Eksempel 1

Forskjellige prøver på grafittelektroder som angitt i Tabell 1 ble anvendt for å raffinere skrap ved elektrisk

lysueoppvarming i en elektrisk lysueovn. For hver prøve var den øvre grafittelektrode holder, og den ble avkjølt ved å sprute en stråle av flytende kjølemiddel 11 i retning skrått nedad fra strålemunnstykkene 14a for kjølekanalledningen 14, som vist på Fig. 2 og 3. Tilførselsvann ble anvendt som det flytende kjølemiddel, og det ble kontinuerlig tilført for å bli sprutet fra strålemunnstykkene 14 mot grafitt-elektrodens ytre periferi 10a. Til sammenligning ble elektrisk lysbueraffinering utført under de samme betingelser, bortsett fra at intet kjølevann ble sprutet. Elektrodeforbruket ble oppnådd i sammenligningstilfellet og i tilfellet ifølge oppfinnelsen, og forbedringen var som angitt i Tabell 1.

TABELL 1

Prøve nr.	Grafittelektrode-størrelse (cm)	Sammenligning	Oppfinnelse	Forbedring
1	50,8	2,8 kg/t	2,5 kg/t	11%
2	50,8	2,9 kg/t	2,4 kg/t	17%
3	50,8	2,6 kg/t	2,3 kg/t	15%
4	50,8	2,7 kg/t	2,2 kg/t	19%
5	45,7	3,0 kg/t	2,6 kg/t	13%

Denne kjølekanalledning 11 ble anordnet rett under elektrodeholderen. Avstanden mellom grafittelektrodens ytre periferi 10a og strålemunnstykket 14 ble innstilt på fra 15 til 20 cm, skråvinkelen nedad θ for strålemunnstykket 14 ble innstilt slik at den lå innen området fra 10 til 35°, og tilførselsmengden av kjølevannet pr. tidsenhet ble innstilt slik at den lå innen de respektive områder av fra 1 til 3 kg/cm² og fra 1 til 2 l/min. Antallet av strålemunnstykker ble variert fra 4 til 8.

Forbedringen som vist i Tabell 1 var minst 11%. Ingen farlig hydrogeneksplosjon på grunn av kjølevann fant sted.

I tilfellet i henhold til prøve 4 ble en høybelastningsoperasjon under anvendelse av UHP elektroder utført.

- I dette tilfelle kunne en meget sterk forbedring på 19% oppnås. Når kjølevann sprutes i henhold til oppfinnelsen, vil grafittlektrodene kunne skiftes over til vanlige grafittlektroder.

Den samme undersøkelse som ovenfor ble dessuten utført bortsett fra at 10 vekt% kalsiumfosfat ble jevnt blandet i kjølevannet. Det innarbeidede kalsiumfosfat holdt seg i form av en tynn, hvit film på elektrodene for sterkt å forbedre den oxydasjonsresistente egenskap. Forbedringen ble derfor øket med fra 1 til 2% sammenlignet med hvert tilfelle i Tabell 1, og dette antyder at det var mulig ytterligere å redusere omkostningene for grafittlektroder.

For sammenlignings skyld ble dessuten den samme undersøkelse som ovenfor utført, bortsett fra at kjølevannet ble sprutet med en helningsvinkel θ på 0 (dvs. i horisontal retning) under et trykk på fra 1 til 3 kg/cm² og i en mengde pr. tidsenhet på fra 1 til 2 l/min. I dette tilfelle var forbedringen i forhold til sammenligningen fra 5 til 8%. Også i dette tilfelle ble en vesentlig andel av kjølevannet skvettet på elektrodeholderen, og dette gjorde det meget vanskelig å fortsette operasjonen i praksis.

Eksempel 2

Den samme undersøkelse som i eksempel 1 ble utført, bortsett fra at kjølevannet ll ble sprutet i en retning skrått oppad slik at det ble blåst mot grafittlektrodens ytre periferi 10a etter trekking av en nedadrettet bue. Forbedringen i forhold til sammenligningen ifølge eksempel 1 var som vist i Tabell 2.

TABELL 2

Prøve nr.	Grafittlektrodestørrelse (cm)	Sammenligning	Oppfinnelse	Forbedring
6	50,8	2,8 kg/t	2,4 kg/t	14%
7	61,0	2,2 kg/t	1,7 kg/t	23%
8	40,6	2,9 kg/t	2,5 kg/t	14%

I tilfellene med prøvene 6 og 8 ble et topplokk laget av et ildfast materiale basert på magnesiumoxyd anvendt, mens et topplokk laget av et ildfast materiale basert på alumina ble anvendt for prøve 7.

5 Da kjølevannet ble sprutet i retningen skrått nedad, som i eksempel 1, var levealderen for et ildfast topplokk av alumina ca. 150 enhetscharger som hver tok ca. 2 timer som ved den vanlige operasjon. I tilfellet med prøve 7 ble imidlertid levealderen sterkt forlenget fra ca. 150 enhets-
10 charger til ca. 600 enhetscharger, dvs. med ca. 450 enhetscharger.

Industriell utnyttelse

Som beskrevet ovenfor, i henhold til oppfinnelsen,
15 blir ved fremgangsmåten for smelting og/eller raffinering av metall ved spruting av et flytende kjølemiddel mot den ytre periferi av den øverste av en vertikal rekkefølge av grafittelektroder som er forbundet med hverandre via nipler, det flytende kjølemiddel sprutet i en skrå retning nedad eller
20 oppad med en vinkel på fra 10 til 35° med hensyn til horisontalen. Etterhvert som det flytende kjølemiddel støter mot grafittelektrodens ytre periferi, vil det således flyte nedad langs denne uten vesentlig å skvette bort, og det danner en flytende kjølemiddelfilm etterhvert som det
25 strømmer nedad. Grafittelektrodens ytre periferi blir således avkjølt av den flytende kjølemiddelfilm over hele dens lengde. Nærmere bestemt blir når det flytende kjølemiddel blir sprutet i en skrå retning oppad, dette bragt i kontakt med grafittelektroden etter trekking av en bue
30 nedad, slik at en flytende kjølemiddelfilm kan dannes uten vesentlig skvetting av det flytende kjølemiddel. Det er således mulig å eliminere eller redusere beskadigelse og slitasje av elektrodeholderen og topplokket. Dessuten kan levealderforbedring oppnås selv dersom topplokket er laget
35 av et ildfast materiale som er basert på magnesiumoxyd.

Ved dessuten å sprute det flytende kjølemiddel mot grafittelektroder for smelting og/eller raffinering av metall kan en sterk reduksjon av elektrodeforbruket oppnås

. ved generell metallraffinering, innbefattende stålproduksjon.

P a t e n t k r a v

5

1. Fremgangsmåte for smelting og/eller raffinering av metall ved å sprute et flyende kjølemiddel mot den ytre periferi av en øvre av en vertikal rekkefølge av grafitt-elektroder som er forbundet med hverandre via nipler,

10 k a r a k t e r i s e r t v e d at det flytende kjølemiddel i form av en stråle sprutes i skrå retning nedad eller oppad med en vinkel på fra 10 til 35°C med hensyn til horisontalen.

15 2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som det flytende kjølemiddel anvendes vann.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, 20 k a r a k t e r i s e r t v e d at det som det flytende kjølemiddel anvendes et som inneholder et oxydasjonsresistent middel og hvorav resten i det vesentlige er vann.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 1-3, 25 k a r a k t e r i s e r t v e d at det flytende kjølemiddel sprutes under et stråletrykk på fra 0,5 til 3 kg/cm² og en strålemengde pr. tidsenhet av fra 0,8 til 6,0 l/min.

5. Kjøleinnretning for grafitt-elektroder (10) anvendt 30 ved smelting og/eller raffinering av metall, omfattende en i det vesentlige ringlignende kjølekanalledning (12) anordnet mellom et lokk for en elektrisk lysbueovn og en elektrodebeholder som holder på en øvre endedel av en grafitt-elektrode (10) slik at dens ytre periferi omgis, idet et flytende 35 kjølemiddel (11) tilsettes for å strømme gjennom kjølekanalledningen (12) og sprutes fra kjølekanalledningen mot grafitt-elektrodens (10) ytre periferi (10a), k a r a k t e r i s e r t v e d at kjølekanalledningen (12)

• har form av en avbrutt (13) ring rundt elektroden (10) og er forsynt med minst ett strålemunnstykke (14) som er rettet henimot grafittelektrodens (10) akse og i en retning skrått nedad eller oppad med en vinkel på fra 10 til 35° med hensyn
5 til horisontalen.

10

15

20

25

30

35

Fig.1

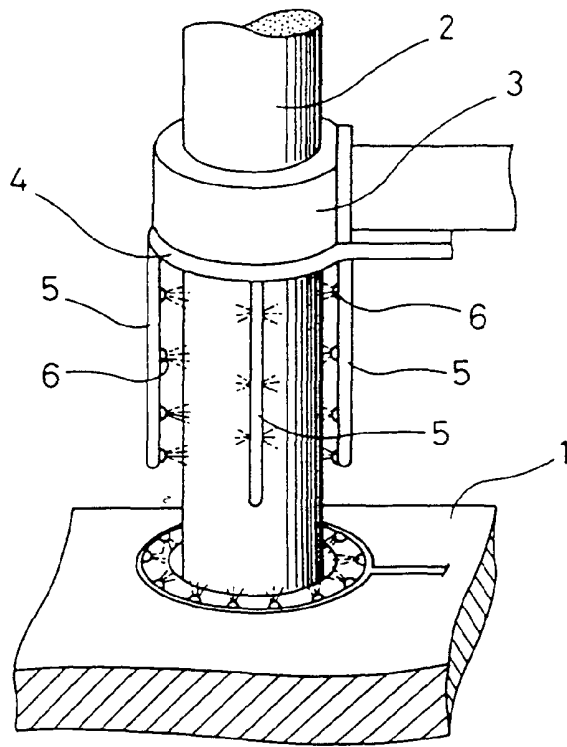


Fig. 2

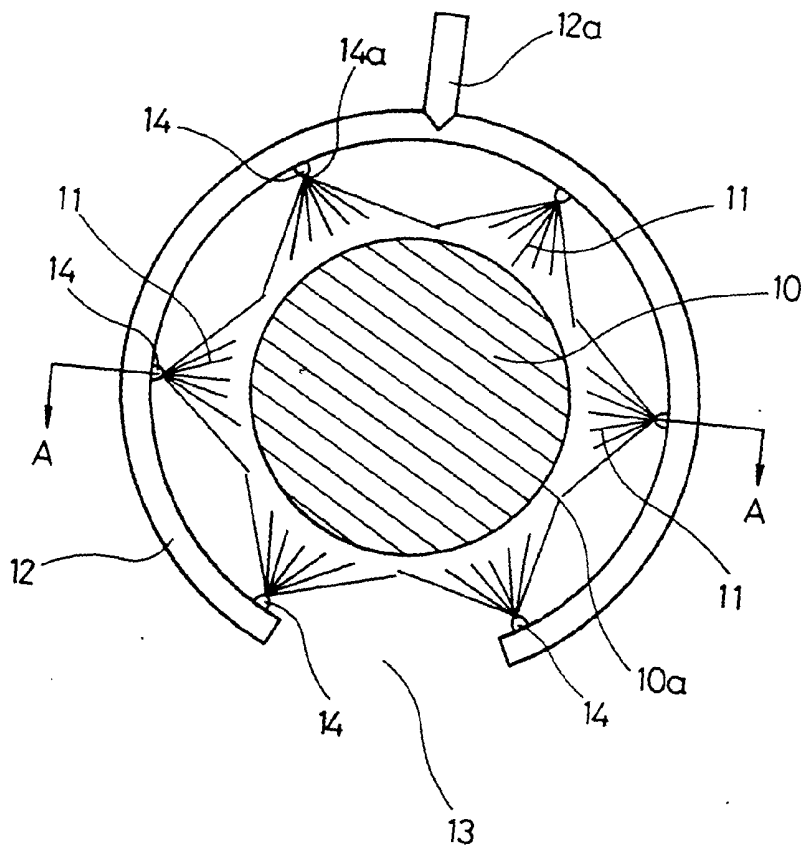


Fig.3

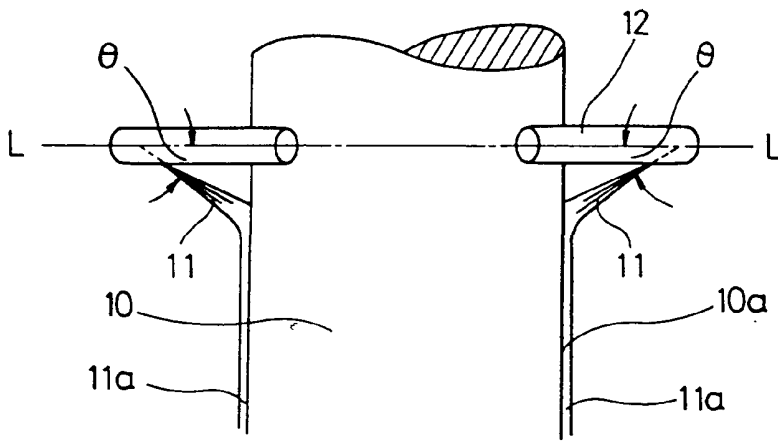


Fig. 4

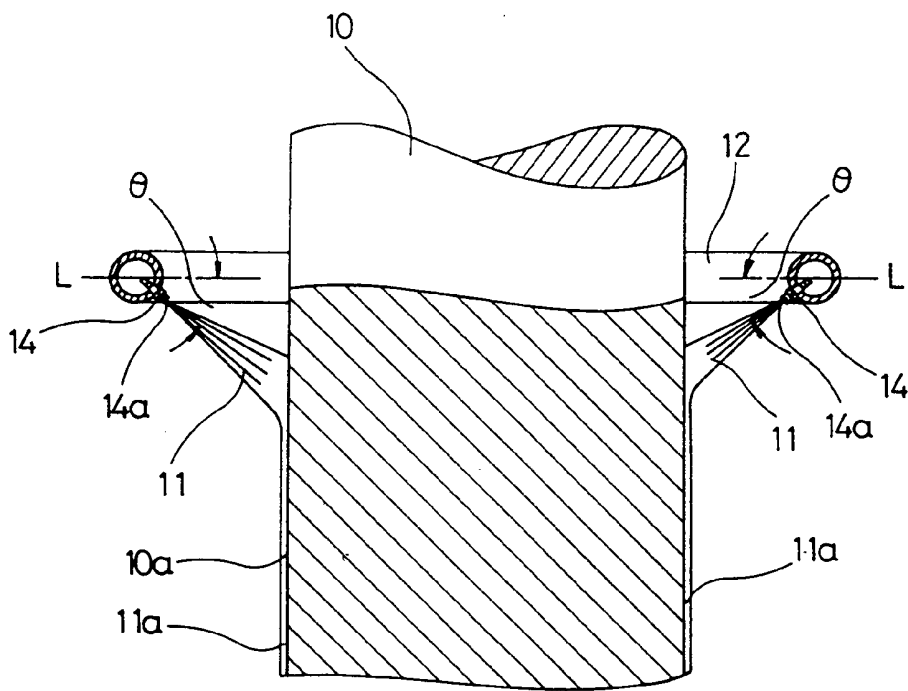


Fig. 5

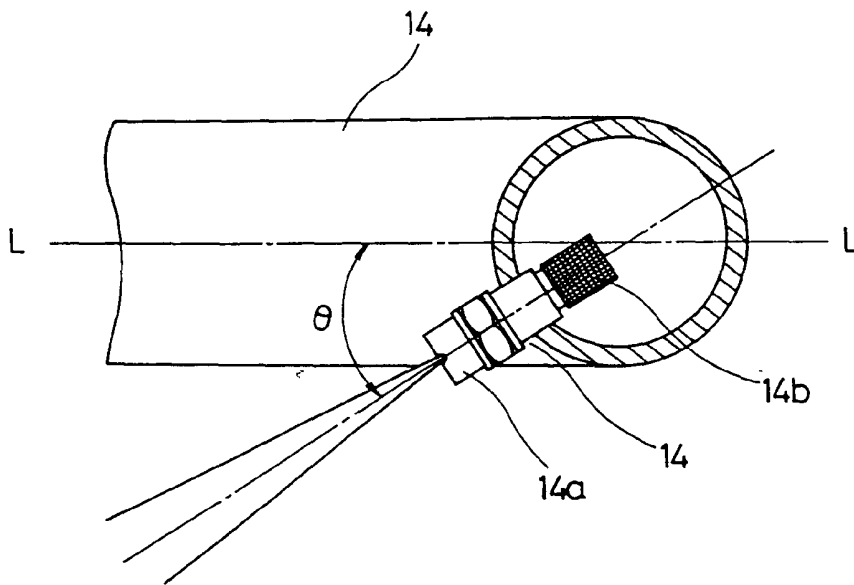


Fig. 6

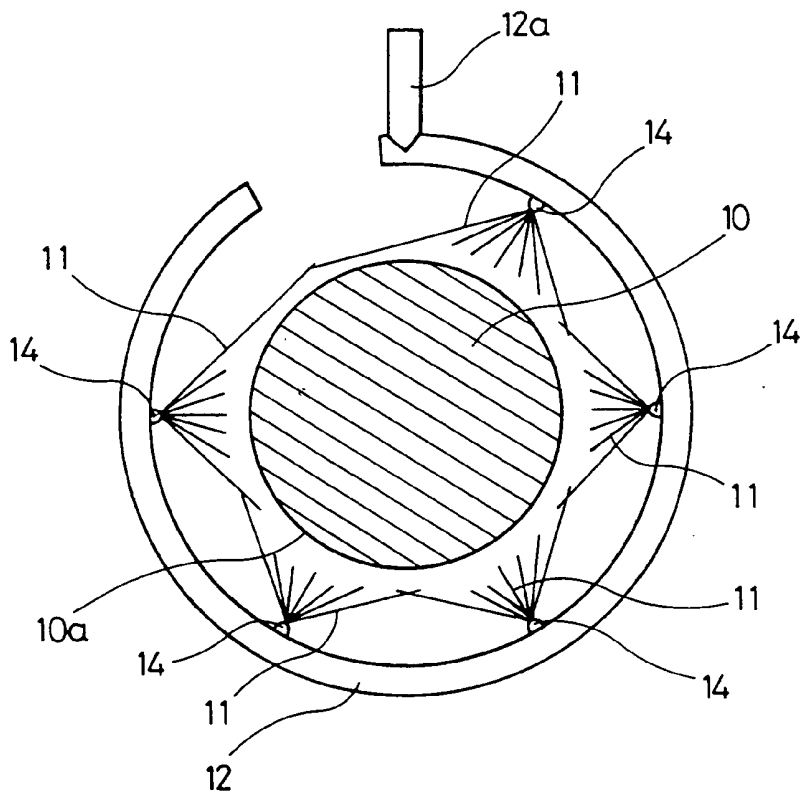


Fig. 7

