



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) Nr. 163493

(51) Int. Cl.³ C 22 B 5/02

(21) Patentsøknad nr. **851334**
(22) Inngivelsesdag 01.04.85
(24) Løpedag 01.04.85
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.
(71)(73) Søker/Patenthaver **SKF STEEL ENGINEERING AB,**
P.O. Box 202,
S-813 00 Hofors, SE.

(83)

(86) Internasjonal søknad nr. -
(86) Internasjonal inngivelsesdag -
(85) Videreføringdag -
(41) Alment tilgjengelig fra 21.04.86
(44) Utlegningsdag 26.02.90
(72) Oppfinner **SVEN SANTEN, Hofors, SE.**
JEROME FEINMAN, Grand Junction, CO, US.
SUNE ERIKSSON, Järfälla, SE.

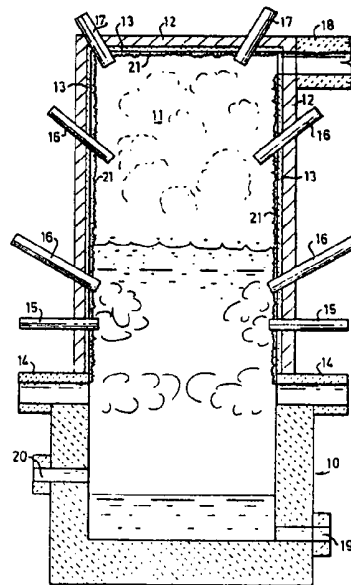
(74) Fullmektig Oslo Patentkontor A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 19.10.84, SE, nr. 8405230.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **FREMANGSMÅTE VED FREMSTILLING AV
METALLER OG/ELLER GENERERING AV SLAGG.**

(57) Sammendrag

Finfordelt oksydalm innføres (ved 17) i en reaktor (11) sammen med eventuelle slagdannere og behandles i tre inngående soner i reaktoren. Materialet forvarmes og smeltes eventuelt i en øvre oksyderende sone gjennom forbrenning av fra underliggende mellomsoner kommende kullmonooksyd og hydrogengass med en oksygeninnholdende gass. I en mellomsoner bestående av et slaggbad bringes det forvarmede og eventuelt smeltede oksydmaterialer til minst partiell reduksjon ved samtidig injeksjon av kull- og/eller kullhydrogeninnholdende materiale (15,16) og tilsetning av varmeenergi i hovedsak via en i en plasmagenerator (14) oppvarmet gass. Til slutt bringes materialet til å synke ned i en ved reaktorens bunn beliggende nedre sone hvorifra den sammen med det dannede slagget avtappes vekselvis gjennom et tappehull (19).



(56) Anførte publikasjoner

Svensk (SE) utl.skrift nr. 398515 (C22B 5/10).

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte av den art som er angitt i krav 1's ingress. I den etterfølgende beskrivelse og eksemplene henvises til produksjon av ferrokrom fra kromittmalm, men oppfinnelsen er ikke begrenset til disse materialer men kan benyttes på et stort antall ulike jern- og ikke-jernholdige materialer.

- 5
- 10 Fremstilling av ferrokrom fra kromittmalm gjennomføres konvensjonelt i elektriske lysbueovner hvor koks utnyttes som reduksjonsmiddel. Disse prosesser er belemret med ulemper så som at reduksjonsmidlene er begrenset til høykvalitetes metallurgisk koks; det er vanskelig å produsere metaller med lavt kullinnhold; og finfordelt malm må normalt agglomereres for å kunne benyttes i prosesser med høy metallutvinningsgrad.

- 20 Forbedrede metoder basert på plasmateknologi har blitt utnyttet hvorved en stor del av koksbehovet har blitt erstattet av pulverformig kull og hvor man fortrinnsvis arbeider med finfordelt malm. Disse metoder representerer et stort fremskritt i forhold til de konvensjonelle metoder som arbeider med elektriske lysbueovner, men de krever likevel at reduksjonsmiddelet består av minst 25% metallurgisk koks og metoden kan ikke uten videre benyttes for framstilling av produkter med lavt kullinnhold.

- 30 Hensikten med foreliggende oppfinnelse er å bibeholde fordelene med de ovenfor beskrevne nye reduksjons- og smeltningprosesser basert på plasmaenergi samtidig som avhengigheten av metallurgisk koks elimineres og det dannes muligheter for fremstilling av metallprodukter med relativt lavt kullinnhold.

- 35 En ytterligere hensikt med oppfinnelsen er å fremskaffe en fremgangsmåte som er mer fleksibel enn kjente metoder med hensyn på fordelingen av den energi som kreves for reduksjon og smeltning mellom elektrisk energi og energi som kommer

163493

2

fra forbrenning av fossilt brennstoff.

De ovenfor nevnte og andre mål oppnås ved fremgangsmåte
5 ifølge foreliggende oppfinnelse, som er særpreget ved det
som er angitt i krav 1's karakteriserende del nemlig at det
finfordelte materialet forvarmes i en øvre sone gjennom
forbrenning av karbonmonoksyd og hydrogengass fra en
10 underliggende mellomsone med en oksygenholdig gass, det
forvarmede oksydmateriale reduseres deretter - idet minste
partielt- i mellomsonen bestående av et flytende slaggbad
ved samtidig injeksjon av kull- og/eller hydrokarbonholdig
materiale og tilførsel av varmeenergi, hovedsakelig med en
15 gass oppvarmet i en plasmagenerator, og at det ved reduk-
sjonen dannede metall bringes til å synke ned i en nedre
sone, hvorfra metallet, liksom det dannede slaggbad avtales.

Ytterligere fordeler og karakteristika hos oppfinnelsen
kommer til å framgå av nedenfor detaljerte beskrivelse med
utføringseksempler og i tilknytning til vedliggende tegn-
20 inger hvor

fig. 1 viser et skjematisk snitt av en utføringsform av en
anordning til å gjennomføre metoden ifølge oppfinn-
25 elsen,

fig. 2 viser et strømnings-skjema for metoden ifølge opp-
finnelsen, og

30 fig. 3 viser et strømnings-skjema for en konvensjonell
plasmabasert metode.

I fig. 1 vises et kammer 11 som utgjør en høytemperatur
reaksjonssone anordnet på toppen av en ildfast innforet
esse 10. Kammeret 11 er omgitt av vannavkjølte paneler 12
35 som består av metallkanaler hvor kjølevann kan strømme med
høy hastighet og som har en ildfast indre foring 13 som
beskytter den innadvente metallflaten fra direkte kontakt
med metallsmelten som er innholdt i kammeret 11.

Nedre del av kammeret 11 er utstyrt med plasmageneratorer 14 som tilfører prosessen elektrisk energi samt kulltilfø-
ingslanser 15 for tilføring av reduksjonsmidler for prosess-
5 en. Lansene 15 er fortrinnsvis anordnet på et høyere nivå
i kammeret 11 enn plasmageneratorene 14. Kammeret 11 er
videre utstyrt med oksyngasslanser 16 som i sin tur kan
være anordnet på et høyere nivå enn kull-lansene 15. Oksy-
gengassen har til å hensikt å forbrenne en del av de gasser
10 som genereres ved kulletts omsetning med metalloskydene i
systemet for å tilføre energi for oppvarming og smelting av
disse oksyder. I kammerets 11 øvre del, for eksempel i
taket, er det anordnet matningslanser 17 for matning av
finfordelt malm og tilsetningsmaterialer til reaktoren. I
15 kammerets 11 topp er det videre anordnet en ildfast foret
kanal 18 for avledning av gasser fra systemet. Essen 10 er
videre utstyrt med tappehull 19 og 20 for tapping av slagg
respektive metall.

20 De ulike lansene for tilførsel av oksyngass respektive
reduksjonsmidler kan kombineres med hverandre og /eller
med plasmageneratorene. I det tilfelle hvor oksyngass-
tilførsel skjer i tilknytning til plasmageneratorene på et
lavt nivå i kammeret 11, tilføres ytterligere oksyngass
25 ovenfor slaggbadets overflate.

Videre kan et felles utløp for produsert slagg og metall
anordnes i reaktorens bunn.

30 Nedenforstående beskrivelse som er basert på fig. 1, angir
en foretrukket utføringsform av metoden ifølge oppfinnels-
en.

Etter at essen 10 og kammeret 11 er oppvarmet til nære
35 driftstemperatur ved at plasmageneratorene tilføres en
passende plasmagass og lag av smeltet metall og slagg har
blitt dannet ved smelting av passende utgangsmaterialer,
starter injeksjonen av kull og oksyngass gjennom lansene
15 respektive 16. Dette skaper sirkulasjon av er. prosess-

163493

4

gass innebefattende CO, H₂, CO₂ og H₂O som minst delvis kan resirkuleres som en mer passende plasmagass. Avkjøling, vask og gjenkomprimering av prosessavgassen for
5 resirkulasjon som plasmagass eller for bruk som brennstoff kommer i stand med konvensjonelle anordninger som ikke er vist nærmere på figuren.

Når driften av kammeret 11 har blitt startet med påfølgende
10 sirkulasjon av slagget fra badet i essen 10 inn i kammeret 11, startes tilførselen av malm og tilsetningsmiddel gjennom lansene 17. Reaksjonen mellom kull og oksyden i det smeltede slagget genererer CO₂ og H₂ som delvis forbrennes med oksyngengass i kammeret 11. Utstrekningen av
15 den forbrenning som skjer i kammeret 11, styres for å utvinne tilstrekkelig energi for forvarming og smeltning av den innmatede malmen og tilsetningsmidlene i kammeret 11.

Mengden av energi som tilføres via plasmageneratorene 14
20 styres i henhold til de endotermiske reaksjonene mellom slagget og kullet. På denne måten opprettholdes en redusert atmosfære i essen 10 og i nedre del av kammeret 11 hvor reduksjon og smeltning skjer, og en mer oksyderende atmosfære opprettholdes i kammerets 11 øvre og midtre del
25 hvor forvarming og smeltning skjer. Slagg og metall tappes av enten med mellomrom eller kontinuerlig på konvensjonelt vis ved hjelp av tappeåpningene 19 og 20.

Varmavgangen gjennom foringen 13 til de vannavkjølte panelene 12 ligger i størrelsesorden 50 til 100 kWh/M²,
30 hvilket resulterer i dannelse av et tynt sjikt stivnet slagg 21 på innsiden av foringen 13. Dette stivnede slagg som kan være 1 til 2 cm tykt oppviser på sin innerflate en temperatur som tilsvarer slaggets smeltepunkt og fungerer
35 som beskyttelse for foringen 13 og de vannavkjølte panelene 12 fra korrosjons/erosjonspåvirkning fra den turbulente massen av faste, flytende og gassformige reaktanter som sirkulerer i kammeret 11.

Ved fremstilling av ferrokrom arbeider man fortrinnsvis i kammeret 11 ved ca. 2000⁰C for å avgi smeltede reaktanter til kammerets 11 nedre del som oppviser en temperatur på 5 ca. 1700⁰C.

Luft, oksygenanriket luft, oksygen og/eller resirkulert prosessgass kan anvendes som plasmagass. Når resirkulert prosessgass benyttes som plasmagass trekkes med fordel 10 vanndamp og karbondioksyd ut fra gassen før inngang i plasmageneratoren.

Den øvresone kan med fordel anordnes minst delvis adskilt fra de øvrige soner hvorved det dannes et såkalt flash-smeltningskammer. Herved kan deler av den varme avgassen fra ovnen utnytted for forvarming og smelting av den innkommende fintfordelte oksydmalmen. Denne drypper siden ned i reaktoren. 15

20 Metoden ifølge oppfinnelsen gjør det mulig å styre oksygenpotensialet i smeltesonen gjennom å regulere innmatningshastighetene for de oksyderende bestanddelene så som metall osyder og oksyderende gasser f.eks. oksyngengass, karbonmonooksyd, vann etc. i forhold til innmatningshastighetene 25 til de reduserende stoffene dvs. så som karbon- og/eller hydrokarboninnholdende materiale. På denne måten kan karboninnholdet i det dannede metall kontrolleres og dessuten karbiddannelsen. Det er også mulig å gjennomføre en selektiv reduksjon av komplekse metalloksyder så som reduksjon 30 av Cu i Cu-Fe-P-systemet, Cu-Zn i Cu-Zn-Fe-O-systemet, Cu-Zn-Pb- i Cu-Zn-Pb-O-systemet og Fe i Fe-Ti-O-systemet. Spesielt i Fe-Ti-O-systemet muliggjøres reduksjon av jernoksyd og dannelse av metallisk jern fra ilmenitt med metoden ifølge oppfinnelsen, og derved dannelse av et slagg med 35 høyt innhold av Ti-O₂ og lavt innhold FeO uten problematisk dannelse av titankarbider eller nitrokarbider.

Fig. 2 viser et fremdriftsskjema for en prosess ifølge oppfinnelsen og fig. 3 viser et framdriftsskjema for en konv-

ensjonell plasmabasert prosess, begge i tilknytning til framstilling av ferrokrom med høyt kullinnhold. Begge disse framdriftsskjemaene gir et tydelig bilde av fordelene med metoden ifølge foreliggende oppfinnelse sammenlignet med den konvensjonelle metoden.

Fordelene med metoden ifølge foreliggende oppfinnelse illustreres ytterligere i nedenforstående tabell som presenterer en sammenligning mellom driftsparameterne for tidligere kjente plasmabaserte prosesser og prosessen ifølge oppfinnelsen ved framstilling av ferrokrom med høyt kullinnhold.

Tabell

	Konvensjonell plasmasmelting	Metoden ifølge oppfinnelsen
15		
Innmatet malm (tonn)	2,293	2,293
Kull (tonn)	0,366	0,510
20		
Koks (tonn)	0,166	-
Oksyngengass (mol)	-	12,388
Elektrisitet (kWh)	4,913	3,036
Slagg (tonn)	1,217	1,213
Brenselgasskreditering (GCal)	2,844	1,006
25		
Brenselgassvolum (mol)	44,69	24,59
Total mengde avgass (kmol)	97,94	73,70
Plasmagass (kmol)	53,25	32,90

Metoden ifølge oppfinnelsen krever ingen koks sammenlignet med 30 vekt-% koks for den konvensjonelle plasmasmelting og 40% lavere direkte elektrisk energimengde. Videre må en 65% lavere brenselgasskreditering for metoden ifølge denne oppfinnelsen gjøres, hvilket kan være en anseelig fordel ved lokaliseringer hvor det ikke finnes verken eksternt eller internt behov for tilsvarende brensel. Det mindre avgassvolumet for metoden ifølge oppfinnelsen er en ytterligere fordel idet at utrustningen for avgasskjøling, vann og gjenkomprimering blir mindre kostbar.

Visse kritiske kjennetegn og betingelser for riktig dimensjonering og drift av prosessen skal også nevnes. Opprettholdelse av funksjonen til kjølepanelene som danner sider og tak i reaksjonskammeret er et av de viktigste kravene. Dette oppnås ved innstallering av en innføring av ledende ildfast materiale. Dette medfører at et tynt skall av nedkjølt slagg fester seg til innføringen hvilket gir en ytterligere beskyttelse for systemet. Lansene 15, 16 og 17 er utformet og innstallert for å minimalisere den direkte innvirkning mot veggene og for å maksimere turbulensen i reaksjonskammeret 11. Dette oppnås ved en kombinasjon av strålenes penetrasjon som avhenger av størrelse og hastighet samt retningen. Den relative plassering av plasmageneratorene 14, kullinjeksjonslansene 15 og oksyngasslansene 16 er anpasset for å sikre adekvat fordeling mellom oksyderende betingelser i de øvre og midtre deler av reaksjonskammeret 11 og de reduserende betingelser i essen 10 og den nedre delen av kammeret 11.

Isolering av produktbadet fra reaksjonene i kammeret 11 oppnås ved å opprettholde et slikt dyp i slaggbadet i essen 10 på metallbadet at minst en del av slagget på toppen av produktbadet er stillestående.

25

30

35

163493

8

P a t e n t k r a v

5 1. Fremgangsmåte ved fremstilling av metaller og/eller
genering av slagg fra oksydmalmer, som i finfordelt form og
sammen med eventuelle slaggdannere innføres i toppen av en
reaktor, og der smeltet metall og slagg avtappes i bunnen av
reaktoren, k a r a k t e r i s e r t v e d at det
finfordelte materialet forvarmes i en øvre sone gjennom
10 forbrenning av karbonmonoksyd og hydrogengass fra en
underliggende mellomzone med en oksygenholdig gass, det
forvarmede oksydmaterialer reduseres deretter - idet minste
partielt- i mellomsonen bestående av et flytende slaggbad
ved samtidig injeksjon av kull- og/eller hydrokarbonholdig
materiale og tilførsel av varmeenergi, hovedsakelig med en
15 gass oppvarmet i en plasmagenerator, og at det ved reduk-
sjonen dannede metall bringes til å synke ned i en nedre
sone, hvorfra metallet, liksom det dannede slagg avtappes.

20 2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at idet minste reaktorens
oksydasjons- og reduksjonssoners omliggende deler avkjøles
ved hjelp av vannavkjølte paneler med en innadvendende
ildfast foring, hvorpå det bygges opp et sjikt av stivnet
25 slagg på reaktorens innervegger.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 - 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at det karbon- og/eller
hydrokarboninnholdende materiale og en oksygeninnholdende
gass innføres i reaktorens nedre del og at det i tillegg
30 tilføres en oksygeninnholdende gass på et nivå ovenfor
slaggbadets overflate.

35 5. Fremgangsmåte ifølge krav 1 - 4,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den øvre oksyderende
sone i reaktoren er idet minste delvis adskilt fra øvrige
soner og at det forvarmede materiale faller ned i mellom-
sonen fra den øvre sone.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 5,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den varme avgassen tas
ut fra reaktorens topp og at minst en del derav benyttes til
forvarming og eventuell smeltning i den idet minste delvis
5 adskilte øvre sone, som derved danner en såkalt flash-
smeltningsone.

10

15

20

25

30

35

FIG. 1

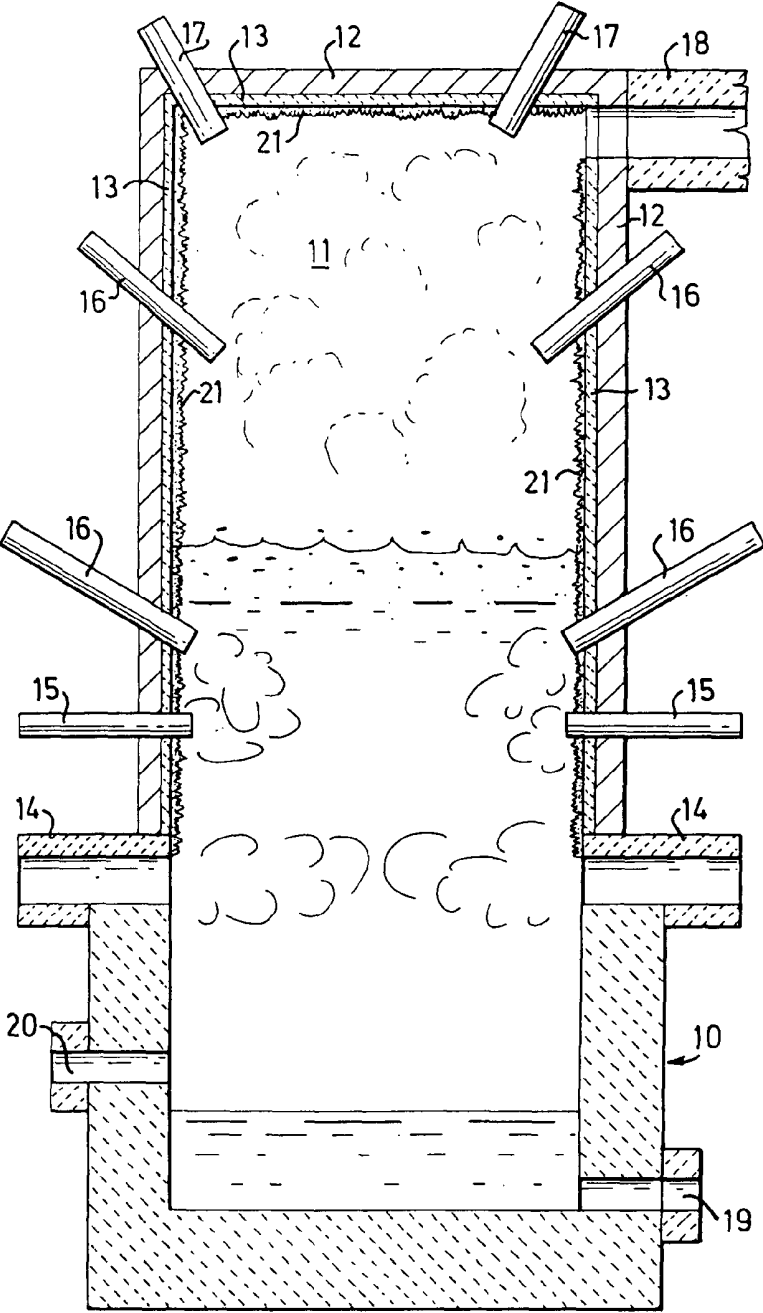
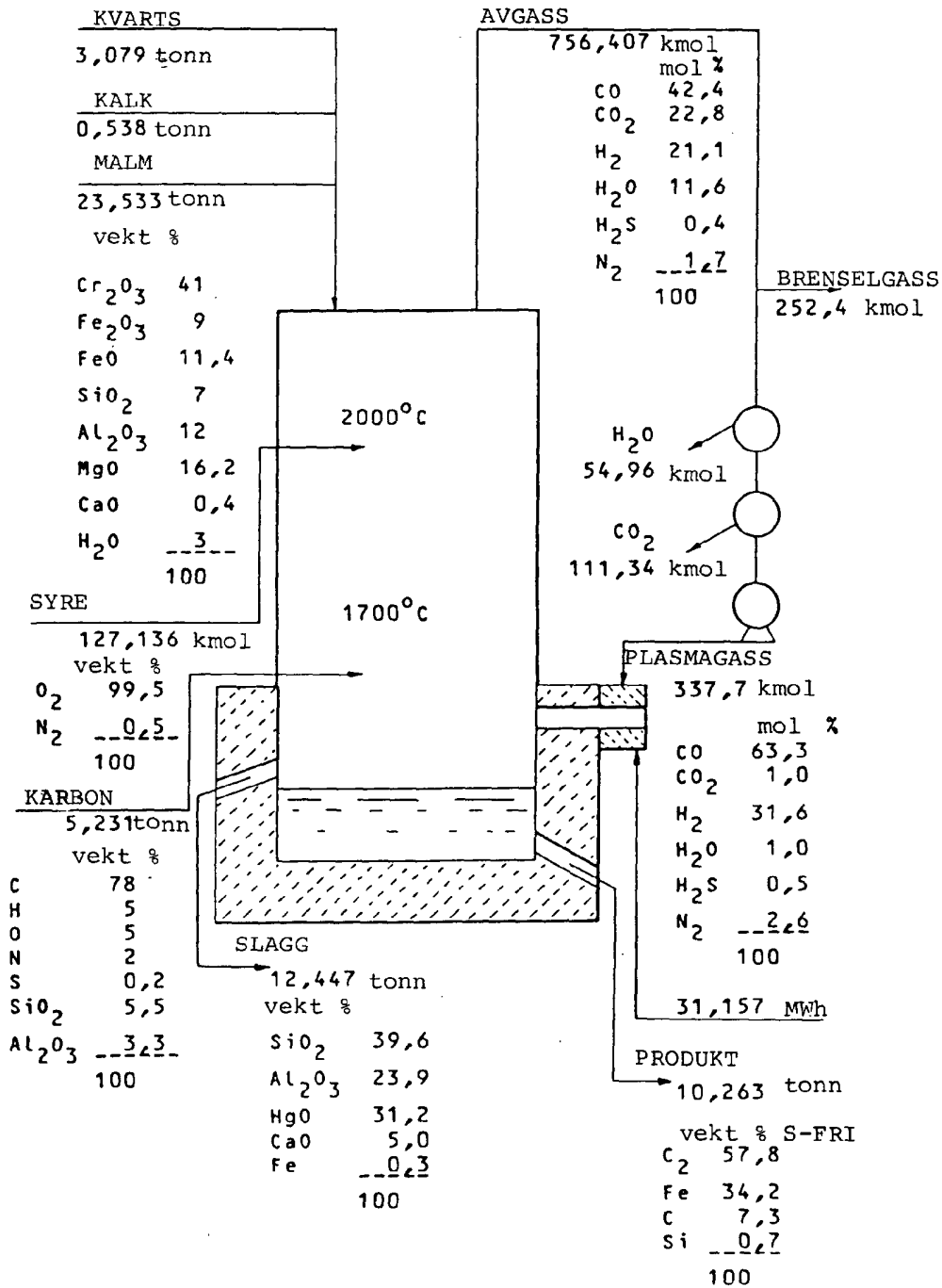


FIG. 2



FLYTESKJEMA IFØLGE OPPFINNELSEN
BASIS 1 TIME

163493

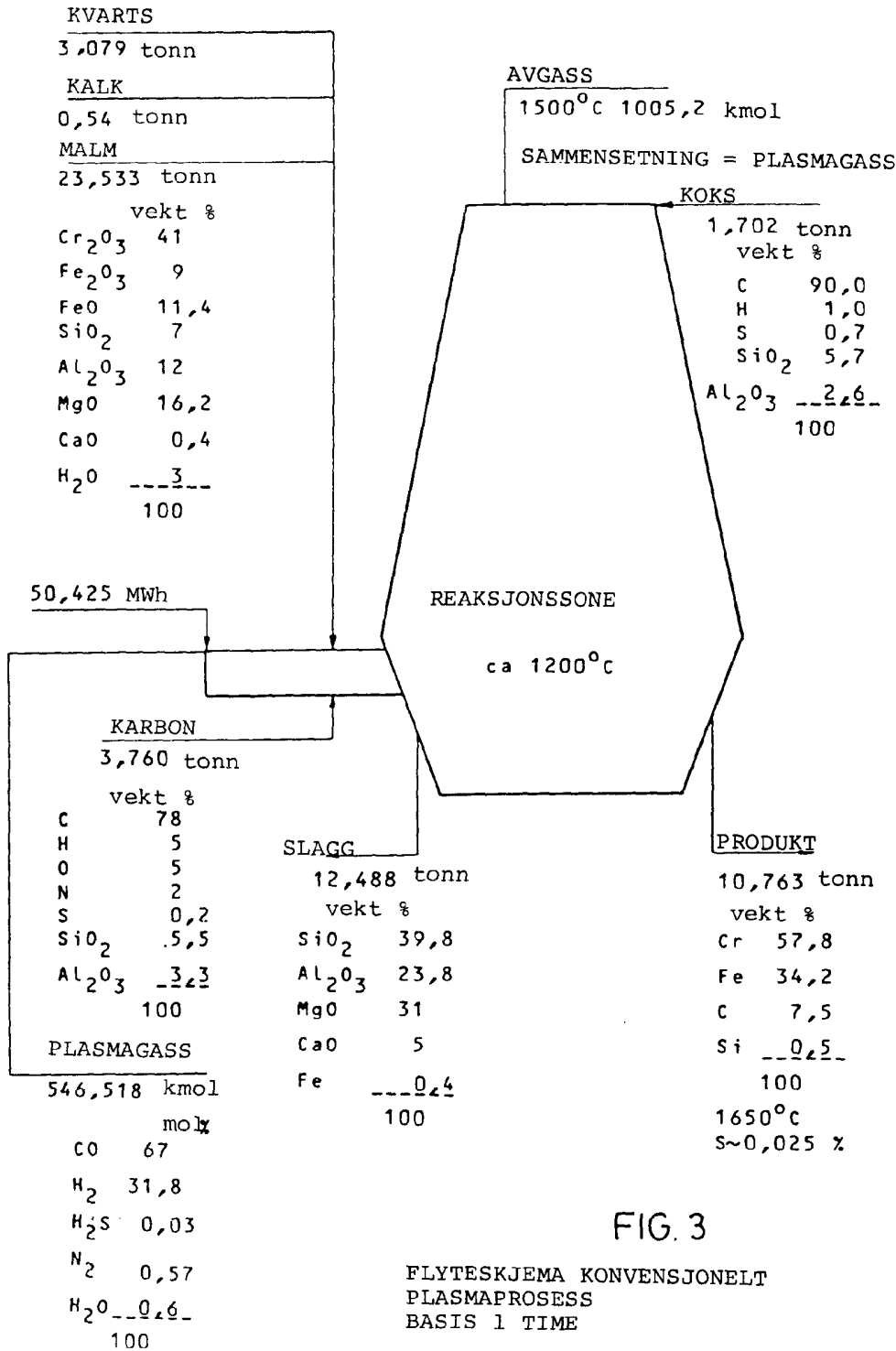


FIG. 3

FLYTESKJEMA KONVENSJONELT
PLASMAPROSESS
BASIS 1 TIME