



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP



(51) Int.Cl.⁴ **C 04 B 7/43**

(21) Patentansøgning nr.: **4019/80**

(22) Indleveringsdag: **23 sep 1980**

(41) Alm. tilgængelig: **25 mar 1981**

(44) Fremlagt: **04 dec 1989**

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: **24 sep 1979 FR 7923737**

(71) Ansøger: ***LAFARGE; 28, rue Emile Menier; 75782 Paris Cedex 16, FR**

(72) Opfinder: **Jacques *Moisset; FR, Claude *Bonet; FR, Alain *Rouanet; FR, Alain *Petit; FR, Robert *Delmas; FR**

(74) Fuldmægtig: **Hofman-Bang & Boutard A/S**

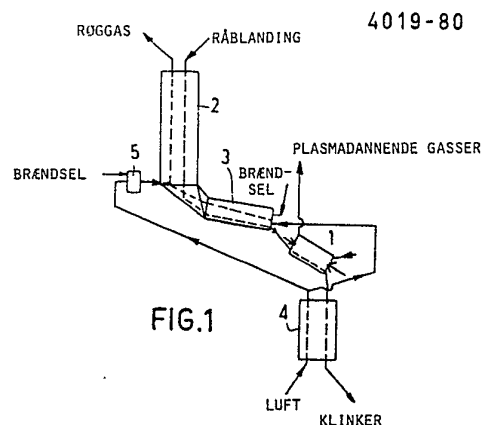
(54) **Fremgangsmåde til fremstilling af klinker på basis af calciumsilicater og -aluminater, såsom portland-cement og aluminacement**

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

4019-80

Klinkerprodukter fremstilles ved opvarmning af en råvareblanding til en temperatur, der er lavere end den temperatur, ved hvilken de generende urenheder - alkalimetaller, chlor, svovl - forflygtiges. Dette kan f.eks. gøres i en forvarmer og et calcineringsanlæg (2) og en roterovn (3). Derpå opvarmer man det derfra kommende materiale til af-dampningstemperaturen for de omtalte urenheder og indtil en høj grad af smeltning, f.eks. under anvendelse af en plasmaovn (1), og i nærvær af en reducerende gas, som ikke derefter føres til det kolde råmateriale, eller i det mindste først tilføres efter en forudgående rensning. De ved fremgangsmåden fremstillede klinkerprodukter udviser forbedrede egenskaber og/eller kan fremstilles med lavere energiforbrug i forhold til kendt teknik.



Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til industriel fremstilling af klinker på basis af calciumsilikater og -aluminater, såsom portlandcement og aluminacement eller andre produkter, der indeholder en stor andel af monocalciumsilikater og dicalciumsilikater.

Ved den klassiske fremgangsmåde til fremstilling af portlandcement-klinker eller aluminacement-klinker eller produkter, der indeholder en stor andel monocalciumsilikater eller dicalciumsilikater, opvarmer man i en første fase råvareblandingen, der indeholder calciumcarbonat, til en temperatur i størrelsesordenen 900 °C til fjernelse af kuldioxid. Ved fremstilling af portlandcement, bringes den for kuldioxid befriede råblanding i en anden fase til en temperatur på ca. 1 500 °C i en ovn, sædvanligvis en roterovn, hvori den omdannes til klinker, og hvori en del og kun en del af produktet smelter. Når det drejer sig om produkter af typen aluminacementer eller monocalciumsilikater, bliver hele produktet sintret, men det kan også smeltes. Dette er tilfældet med alcement (ciment fondu) eller monocalciumsilikat (fransk patentskrift nr. 1 584 873). Når man ved den klassiske fremstilling af portlandcement anvender råvarer indeholdende urenheder såsom alkalimetaller, natrium eller kalium, chlor, phosphor eller svovl, genfindes disse urenheder for en stor del i det sintrede produkt, hvis kvalitet derved nedsættes. Disse urenheder forflygtiges delvis i ovnens varme dele, men ved de normale, klassiske fremgangsmåder befries råvareblandingen for kuldioxid ved modstrømscirkulation af varm gas stammende fra sinterovnen, fra ovnen til klinkerdannelse eller til smeltningen, og denne gas er således belastet med disse flygtige bestanddele. Disse kondenserer for en stor del på den kolde råblanding og recirkuleres. Herved dannes et lukket kredsløb, hvorfra urenhederne kun undslipper med det

behandlede produkt, og dette lukkede kredsløb kan derudover føre til forskellige uregelmæssigheder, såsom tilstopning af gaskanalerne eller af selve ovnen.

- 5 Man kan formindske virkningen af en sådan recirkulation ved at tilvejebringe rensning af gassen, men dette medfører en stigning i varmekonsumet og har kun en begrænset virkning på indholdet af urenheder i slutproduktet.
- 10 Laboratorieforsøg har vist, jf. F.P. Glasser, "Cement and Concrete Research", 1975, bind 5, side 55-61, at en behandling af en portlandcement-råvareblanding i en plasmaovn førte til sænkning af kaliumindholdet til mindre end 0,05%, dog på bekostning af en kraftig forøgelse af energikonsumet og uden klar forbedring af den
- 15 således fremstillede cements tekniske egenskaber. I de fleste tilfælde fandt man yderligere en forringelse af disse egenskaber som følge af tilstedeværelsen af vitrøse faser i varierende mængder, hyppigt dog i betydelige
- 20 mængder.

Plasmaovne er imidlertid blevet forbedret i teknologisk henseende. Man kan især tillade sig at håbe på at opnå energikonsum, der er lavere end for de klassiske ovne.

- 25 Blandt de løsninger, der er fremført til nedsætning af energikonsumet, og udover sådanne, som angår selve opbygningen af plasmaovnen, kan nævnes anvendelse af et råmateriale, der indeholder kulstof; dette omdannes til
- 30 CO i ovnen, og det således fremstillede CO føres til en anordning, hvor man forbrænder det til fremstilling af elektricitet, som tilføres plasmaen. En sådan løsning er sindrig, men det totale energiudbytte er beskedent. Man kan mere enkelt lede den dannede gas igennem det ene
- 35 kammer i en varmeveksler, idet dennes andet kammer tjener til forvarmning af råmaterialet. En sådan løsning

kræver betydelige investeringer uden at være perfekt med hensyn til udbyttet. Løsningen er således ringere end den direkte opvarmning af råmaterialet ved kontakt med den udstrømmende gas; men med den direkte opvarmning støder man så atter på problemet knyttet til recirkulation af urenhederne, som er omtalt tidligere.

Den foreliggende opfindelse har til formål at afhjælpe de ovenfor anførte ulemper og føre til fremstilling af cementklinker, som er befriet for størstedelen af de flygtige urenheder, idet dette resultat opnås med et energiforbrug, der ikke er særlig stort, og som er sammenligneligt med eller mindre end det ved den klassiske klinkerfremstilling anvendte energiforbrug takket være den plasmadannende gas lille rumfang sammenlignet med rumfanget af den forbrændingsluft, der er nødvendig til forbrændingen af et organisk brændstof.

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til fremstilling af klinker indeholdende over 50% af ét af følgende produkter: tricalciumsilikat, dicalciumsilikat, monocalciumsilikat, monocalciumaluminat eller højovns-slagge, hvorved man i en første fase opvarmer et fast råmateriale til en høj temperatur, som medfører afgivelse af carbondioxid fra calciumcarbonatet, idet denne opvarmning i det mindste delvis opnås ved hjælp af varm gas, f.eks. stammende fra en forbrænding, som cirkulerer i modstrøm med de råmaterialer, der skal opvarmes, og i direkte kontakt med disse, hvorpå man i en anden fase bringer det således opvarmede råmateriale op på en endnu højere temperatur i nærvær af en vis mængde gas, hvorefter man i en tredje fase køler det opvarmede materiale, idet den under den tredje fase dannede varme gas tilføres produkterne til opvarmning af disse under den første fase, uden at gassen passerer gennem det rum, hvori den anden fase finder sted og idet den gas, der anvendes i

den anden fase, ikke bringes i kontakt med den første
fases råmateriale eller kun bringes i kontakt med dette
råmateriale, når gassens indhold af urenheder ligger på
et acceptabelt niveau, hvilken fremgangsmåde er ejendom-
5 melig ved, at man i den anden fase bringer råmaterialet
op på en temperatur på over 1 500 °C, hvilket muliggør
smeltning af mere end 80% af materialet.

Ved en foretrukken udførelsesform anvendes en plasmaovn
10 i den anden fase, og den fra denne anden fase udstrøm-
mende gas genanvendes i det mindste delvis som plasma-
dannende gas i plasmaovnen.

Det skal imidlertid bemærkes, at plasmaovnen kan erstat-
15 tes af en ovn af anden type på betingelse af, at den har
tilstrækkelig kapacitet til at bringe produkterne til de
høje temperaturer, der er nødvendige, og dette med en så
begrænset gasstrøm som muligt. Man kan f.eks. anvende
ovne med oxygenflammer, lysbueovne etc. Man bør her sær-
20 ligt nævne stråleovne, såsom de såkaldte solovne.

Man har fundet det interessant at anvende en plasmaovn,
hvis elektroder består af grafit forsynet med en beklæd-
ning, som beskytter dem mod oxidation, f.eks. en beklæd-
25 ning af siliciumcarbid eller af kobbercarbid. Det er på
denne måde muligt at arbejde i en oxyderende atmosfære,
uden at der foregår et forbrug af elektroderne ved oxi-
dation, eller i det mindste med et forbrug, som holdes
inden for acceptable grænser. På denne måde kan der op-
30 nås betydelige besparelser, idet man som plasmadannende
gas erstatter argon med mere almindelige gasarter, såsom
luft, røg eller CO₂.

Til den anden fase er det, ved industriel praksis, vær-
35 difuldt at anvende en roterovn, hvis akse hælder højst
60 ° i forhold til horisonten. En vertikal ovn, som den

plasmaovn, der har været anvendt ved de eksperimenter, der er omtalt af F.P. Glasser i ovennævnte artikel, tillader kun meget korte gennemløbstider. Sådanne tider egner sig til små hastigheder af materiale med meget fin kornstørrelse, men ikke til anlæg af et vist omfang.

Roterovnens karakteristiske egenskaber, særligt dens hældning, vælges afhængigt af den nødvendige opholdstid og viskositeten af det flydende produkt, begge på én gang afhængig af produktets art og behandlingsbetingelserne. Til portlandcement foretrækkes sædvanligvis hældninger fra 30 ° til 40 °, medens værdier mellem 50 ° og 60 ° er bedre egnet for aluminacementer.

I det følgende beskrives opfindelsen nærmere ved hjælp af praktiske eksempler under henvisning til tegningen, hvor:

fig. 1 skematisk viser en enkel installation med plasmaovn, som arbejder i overensstemmelse med opfindelsen,

fig. 2 viser et anlæg analogt med det i fig. 1 viste, som dog yderligere omfatter en recirkulation af den plasmadannende gas,

fig. 3 viser et anlæg analogt med det i fig. 1 viste, som dog yderligere omfatter anvendelsen af den plasmadannende gas til forvarmning af råblandingen,

fig. 4 viser et anlæg analogt med det i fig. 1 viste, men med direkte tilførsel til plasmaovnen af en råblanding, der er befriet for carbondioxid ved hjælp af røggas fra en forbrændingsovn,

fig. 5 viser de modifikationer, der er en følge af anvendelsen af fremgangsmåden ifølge opfindelsen ved et

eksisterende anlæg med en lang ovn,

fig. 6 er analog med fig. 5, idet der dog er tale om et anlæg med vertikal varmeveksler, og

5

fig. 7 er analog med fig. 5 og 6, idet der dog er tale om et anlæg med vertikal varmeveksler og forcalcineringsanlæg.

10 Det væsentligste element i de anlæg, der er beskrevet i det efterfølgende som eksempler, er en ovn til opvarmning til høje temperaturer, typisk en roterende smelteovn, hvis rotationsakse hælder fra 3 til 60 ° i forhold til den horisontale akse, og som er opvarmet med plasma
15 (mærket (1) på tegningerne) og som fortrinsvis kan være af typen "ANVARFOEX" med opvarmning med udtrukket plasma eller med trefaset plasma.

Denne ovn kan fødes med en råblanding, der er befriet
20 for carbondioxid, eller med allerede sintrede produkter. Ovnens rolle er at bringe den for kuldioxid befriede råblanding eller klinkeren, der er varmebehandlet i et andet apparatur, til fortrinsvis fuldstændig smeltning ved en temperatur større end 1 500 °C, større end 1 800
25 °C eller endog større end 1 950 °C, afhængig af de behandlede produkter. Den tillader således at opnå et produkt, der er fuldstændig smeltet og befriet for en stor del af sine urenheder, med et elektricitetsforbrug 5 til 10 gange lavere end det, som opnås ved den tidligere omtalte plasmasmeltning.
30

Fig. 1 viser til en vis grad dette skematiske grundlag for anlægget, som, anført i den rækkefølge, som produktet gennemløber anlægget, omfatter en forvarmer og et
35 calcineringsanlæg for råproduktet 2, en roterovn 3, smelteovnen 1 og en klinker-køler 4. Til forskel fra de

klassiske anlæg ledes gassen ikke i modstrøm med produkterne i hele anlægget, idet den passerer fra køleren 4 til roterovnen 3 og til forvarmeren og calcineringsanlægget 2, idet den undgår smelteovnen 1. Ved udgangen
5 fra køleren går den luft, der er opvarmet ved kontakt med klinkerne, delvis til roterovnen, hvor den fødes ind til brændingen i brændstofforbrænderen, og tildels til en brænder 5 til opvarmning af forvarmeren og calcineringsanlægget 2. Som vist på fig. 1 udtages de plasma-
10 dannende gasarter, der strømmer ud fra smelteovnen 1, og som udgør et rumfang på mindre end $0,150 \text{ Nm}^3/\text{Kwh}$, idet dette tal kan gå ned til $0,08 \text{ Nm}^3/\text{Kwh}$, idet de medfører praktisk taget alle de forflygtigede urenheder, men medfører betydelig mindre energi, end når det drejer sig om
15 rensning med forbrændingsgas i særdeleshed ved de traditionelle fremgangsmåder til fremstilling af portlandcementklinker (op til 6 gange mindre).

I fig. 2 er vist en anden udførelsesform, hvori den
20 plasmadannende gas recirkuleres til ovnen 1 efter passage gennem en kondensator 6, hvori urenhederne frasepareres.

I fig. 3 er vist et analogt anlæg til udøvelse af fremgangsmåden, hvori den plasmadannende gas efter passage
25 gennem kondensatoren 6 vil tilføre sin resterende varme til forvarmeren og calcineringsanlægget 2, idet den passerer gennem brænderen 5 for til sidst at blive evakueret.

30

Det er klart, at valget mellem disse to udførelsesformer afhænger af prisforholdet mellem elektrisk energi, som anvendes i ovnen 1, og brændstof, som anvendes i brænderen 5.

35

Fig. 4 svarer til den direkte tilførsel til ovnen 1 af råvarer, der har afgivet carbondioxid. I dette tilfælde føres al den gas, der forlader køleren 4, til brænderen 5. Denne løsning tillader, at man undgår roterovnen.

5

Den i fig. 4 viste indretning kan kombineres med indretningen vist i fig. 2, som omfatter en recirkulation af den plasmadannende gas (der forlader ovnen 1 hen over en kondensator 6, og den kan forenes med systemet i fig. 3, idet den plasmadannende gas, der forlader ovnen 1, så føres hen over kondensatoren 6 og til forvarmeren og calcineringsanlægget 2. Valget mellem de forskellige på figurerne viste løsninger er afhængige af talrige faktorer, blandt hvilke, som ovenfor nævnt, er forholdet mellem brændselspriserne og elektricitetspriserne.

10
15

En fordel ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen består i, at eftersom den ikke omfatter passage for gassen mellem klinkerkøleren og højtemperaturovnen, hvad enten denne er en plasmaovn eller ikke, er det lettere at opnå meget hurtig afkøling. En anden særlig egenskab ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen er, at den tillader anvendelse af varmekilder, med hvilke man kan nå meget høje temperaturer, som klart er højere end produktets smeltepunkt, uden at energiforbruget forøges på prohibitiv måde.

20
25

Der opstår her muligheder for at indvirke på klinkernes endelige egenskaber ved modifikation af kølemetoden: Dersom produktet bringes over i flydende tilstand, kan man vælge mellem en langsom afkøling ved udhældning i støbeskeer og en hurtig afkøling ved neddykning i luft eller i vand. Man ved, at en hurtig eller meget hurtig køling forøger indholdet af frit kalk og formindsker indholdet af aluminiumferriter for produkter, som indeholder kalk, aluminiumoxider og jernoxider.

30
35

Man kan således øve indflydelse på afbindingshastigheden eller på langtidsstyrkeegenskaberne.

I det følgende er som eksempel anført styrken for portlandcement udtrykt i MPa på prøvestykker af cement fremstillet ud fra en ren blanding med et V/C-forhold (vand/cement baseret på vægt) på 0,5:

A betyder en kontrol

10

B en cement fremstillet ud fra den samme klinker, men smeltet i plasmaovn og bratkølet i vand

C den samme cement som B, men bratkølet i luft

15

D den samme cement som B og C, men langsomt kølet

E en cement fremstillet ud fra samme råblanding som de foregående, idet denne råblanding er blevet opvarmet direkte i plasmaovnen og derpå bratkølet i vand.

20

Styrke i MPa efter			
	1 dag	7 dage	28 dage
25			
A	4	24	40
B	4,5	26	44
C	4	23,5	50
D	6,5	35	53
30	E	28,5	58

Ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen tilvejebringes en kraftig formindskelse af indholdet af flygtige urenheder i den fremstillede klinker.

35

I det følgende vises eksempler på analyser af
 - et tilfælde med behandling af et industrielt udgangs-
 materiale, betegnet "råblanding" ved fremgangsmåden
 ifølge opfindelsen:

5

		Klinker fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, smeltning og brat- køling i vand
10	Råblanding, omregnet til 100	

	Uopløseligt)	0,05
	) 23,20	
15	SiO ₂	23,10
	Al ₂ O ₃	4,65
	Fe ₂ O ₃)	2,40
	FeO)	0,10
	CaO	66,50
20	MgO	1,40
	SO ₃)	0,05
	CO ₂)	0,25
	Vand, flygtigt materiale	0,40
25	K ₂ O total	0,72
	Na ₂ O total	0,15
	Total	100
	CaO frit	-
		99,51
		1,55

30

- et tilfælde af behandling af en industriel klinker

35

	Industriel klinker, IK, fremstillet ifølge kendt teknik	Behandlet IK bratkølet i vand	Behandlet IK, bratkølet i luft	
5				
	Uopløseligt	0,35	0,20	0,15
	SiO ₂	21,65	22,45	22,30
10	Al ₂ O ₃	4,90	5,15	5,25
	Fe ₂ O ₃	3,15	3,18	3,35
	FeO	0,10	0,18	0,06
	MgO	1,75	1,40	1,50
	CaO	66,00	66,50	66,46
15	Frit kalk	0,15	0,60	0,45
	SO ₃	0,75	0,10	0,15
	K ₂ O total	0,70	0,18	0,20
	Na ₂ O total	0,50	0,06	0,13
20				
	K ₂ O opløseligt	0,59	0,01	0,05
	Na ₂ O opløseligt	0,07	0,01	0,08
25	I fig. 5-7 illustreres ombygning af tre typer allerede eksisterende anlæg med henblik på at tillemppe disse til fremgangsmåden ifølge opfindelsen.			
30	I fig. 5 vises et anlæg med en lang ovn, hvor råmateriale tilføres direkte til en roterovn 3. Ombygningen består i, at man fjerner den yderste ende af udgangen 8 af ovnen 3, dvs. den varmeste del, og i stedet for anbringer plasmaovnen 1, om ønsket efterfulgt af et granuleringsværk 9, som bibeholdes. Den varme gas, der forlader			
35	køleren 4, føres direkte til den roterende ovn svarende			

til systemet vist i fig. 1-4.

I fig. 6 vises et anlæg med en vertikal forvarmer og calcineringsanlæg og en roterovn. Også her består ombyg-
ningen i hovedsagen i, at man fjerner den varmeste del
af ovnen 3 og erstatter denne med plasmaovnen 1 samt
eventuelt med et granuleringsapparat for det smeltede
produkt 9 efterfulgt af en køler 4.

I fig. 7 vises et anlæg med vertikal forvarmer og calci-
neringsanlæg, hvis nedre del består af præ-calcinerings-
ovn samt en roterovn af ganske kort længde. I dette til-
fælde består ombygningen i den fuldstændige fjernelse af
roterovnen 3. Plasmaovnen og den eventuelle granulator
kan på grund af deres meget små dimensioner anbringes
direkte under præ-calcineringsanlægget, og køleren 4 kan
anbringes ved 4a i samme lodrette linie, hvilket fører
til et særligt kompakt anlæg.

Man kan fremstille produkter baseret på dicalciumsili-
kat, monocalciumsilikat og monocalciumaluminat på de
samme anlæg. For de to sidstnævnte produkter fører visse
fremgangsmåder til en smeltning, og produktet udstøbes i
støbeskeer eller granuleres. Den foreliggende fremgangs-
måde rummer mulighed for hurtigt at opnå høje temperatu-
rer, hvilket formindsker produktets viskositet og på
denne måde letter udstøbningen af produktet under samti-
dig meget kraftig reduktion af tabene gennem væggene og
med røggassen i forhold til de kendte fremgangsmåder,
hvor sådanne tab forøges derigennem, at de ønskede tem-
peraturer befinder sig i grænseområdet for, hvad der kan
opnås med fossilt brændstof forbrændt med luft. Den fo-
religgende opfindelse fører ligeledes til en betydelig
formindskelse af det kalorieforbrug, der er knyttet til
fremstillingen af sådanne produkter. Denne reduktion var
ikke selvfølgelig, eftersom den indtraf samtidig med en

forhøjelse af de maksimale temperaturer. Den kan nå op på 2 400 KJ/kg, dvs. 33% i forbindelse med aluminacementer, og til 14 000 KJ/kg, dvs. 85% med fremstillingen ved smeltning af monocalciumsilikat.

5

Det ovenfor beskrevne fabrikationsforsøg for cement blev udført under anvendelse af argon som plasmadannede gas. Man har udført andre forsøg med tilsvarende resultater under anvendelse af luft eller endog røggas, idet plasmaovens elektroder så bestod af grafit beklædt med siliciumcarbid eller kobbercarbid. Man har ligeledes med held anvendt CO₂ ved forsøg med smeltning af oxider til ildfaste materialer.

10

15

20

25

30

35

P a t e n t k r a v :

1. Fremgangsmåde til fremstilling af klinker indehold-
5 ende over 50% af ét af følgende produkter: tricalcium-
silikat, dicalciumsilikat, monocalciumsilikat, monocalciumaluminat eller højovnsslagge, hvorved man i en første fase opvarmer et fast råmateriale, der indeholder
10 calciumcarbonat, til en høj temperatur, som medfører afgivelse af carbondioxid fra calciumcarbonatet, idet denne opvarmning i det mindste delvis opnås ved hjælp af varm gas, f.eks. stammende fra en forbrænding, under cirkulation i modstrøm med de råmaterialer, der skal opvarmes, og i direkte kontakt med disse, hvorpå man i en
15 anden fase bringer det således opvarmede råmateriale op på en endnu højere temperatur i nærvær af en vis mængde gas, hvorefter man i en tredje fase køler det opvarmede materiale, idet den under den tredje fase dannede varme gas tilføres produkterne til opvarmning af disse under
20 den første fase, uden at gassen passerer gennem det rum, hvori den anden fase finder sted, og idet den under den anden fase anvendte gas ikke bringes i kontakt med den første fases råmateriale eller kun bringes i kontakt med dette materiale, når indholdet af urenheder ligger på et
25 acceptabelt niveau, k e n d e t e g n e t ved, at man i den anden fase bringer råmaterialelet op på en temperatur på over 1 500 °C, hvilket muliggør smeltning af mere end 80% af materialet.
- 30 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den i den anden fase af råmaterialelet opnåede temperatur er højere end 1 800 °C.
- 35 3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at den i den anden fase opnåede temperatur af råmaterialelet er højere end 1 950 °C.

4. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 1-3, k e n d e t e g n e t ved, at man i den anden fase anvender en plasmaovn, der gennemstrømmes af det produkt, som skal behandles, og hvis udgangsgas medriver de
5 produkturenheder, der er flygtige ved behandlingstemperaturen.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at den anvendte plasmaovn er en roterovn, hvis akse
10 afviger 3-60 ° fra den horisontale akse.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 4 eller 5, k e n d e t e g n e t ved, at den i anden fase anvendte gas i det mindste delvis genanvendes som plasmadannende gas i
15 plasmaovnen.

7. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 1-6, k e n d e t e g n e t ved, at man underkaster det smeltede produkt en hurtig eller meget hurtig køling ved
20 hjælp af luft eller vand.

8. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 1-6, k e n d e t e g n e t ved, at man underkaster det smeltede produkt en langsom køling i en støbeske.
25

9. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 1-8, k e n d e t e g n e t ved, at man til den anden fase recirkulerer den fra denne fase udstrømmende gas efter ved kondensation at have frasepareret de i denne
30 anden fase forflygtigede urenheder.

10. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 1-9, k e n d e t e g n e t ved, at man til den første fase tilfører den fra den anden fase udstrømmende gas
35 efter ved kondensation at have frasepareret de i denne anden fase forflygtigede urenheder.

11. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 4-10, k e n d e t e g n e t ved, at man som plasmadannende gas anvender oxiderende gas, såsom luft eller røggas og ved, at plasmaovnens elektroder er grafitelektroder beklædt med et beskyttelseslag mod oxidation, såsom
5 et lag af silicium- eller kobbercarbid.

10

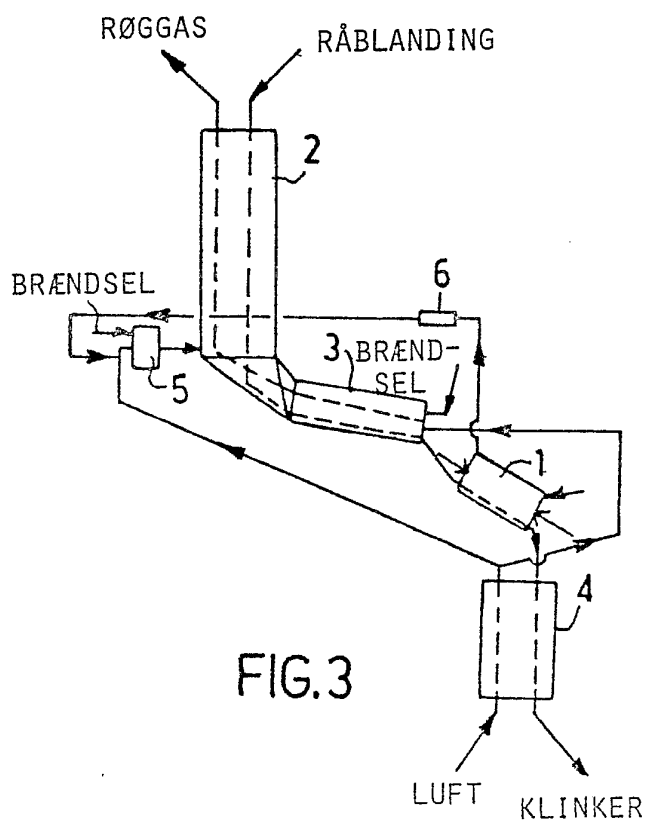
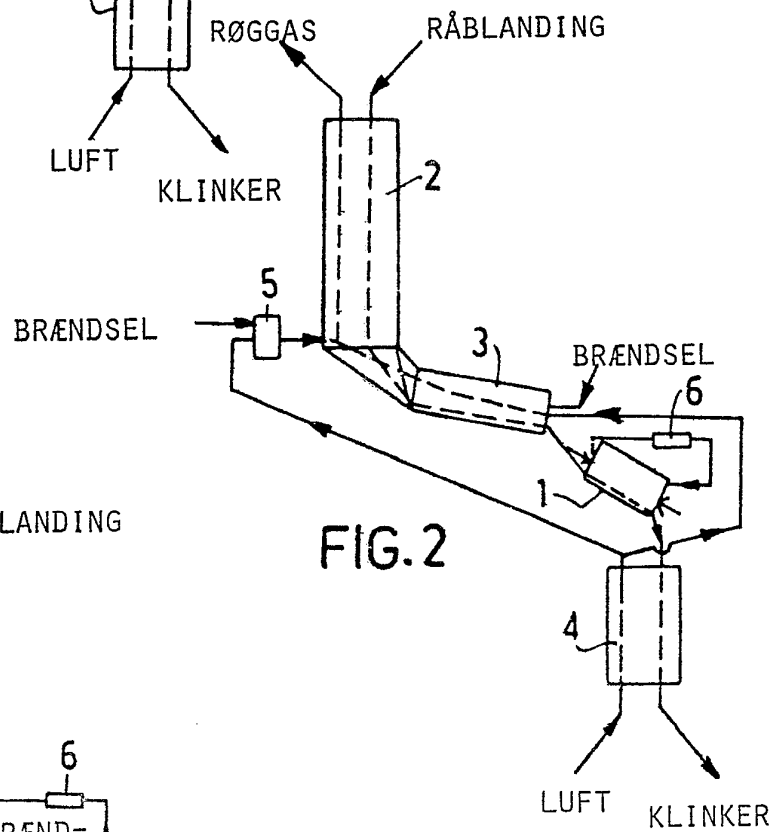
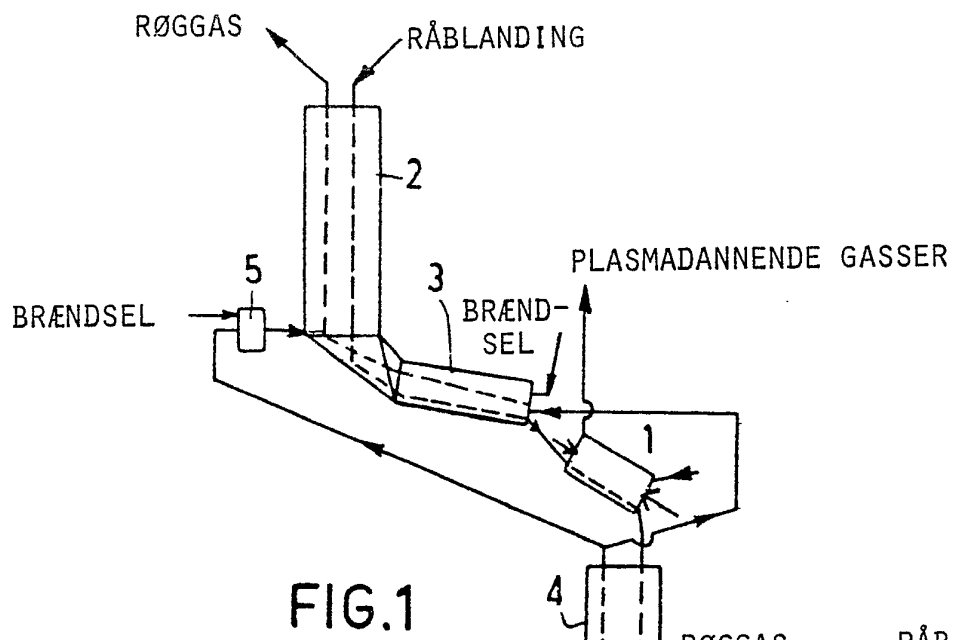
15

20

25

30

35



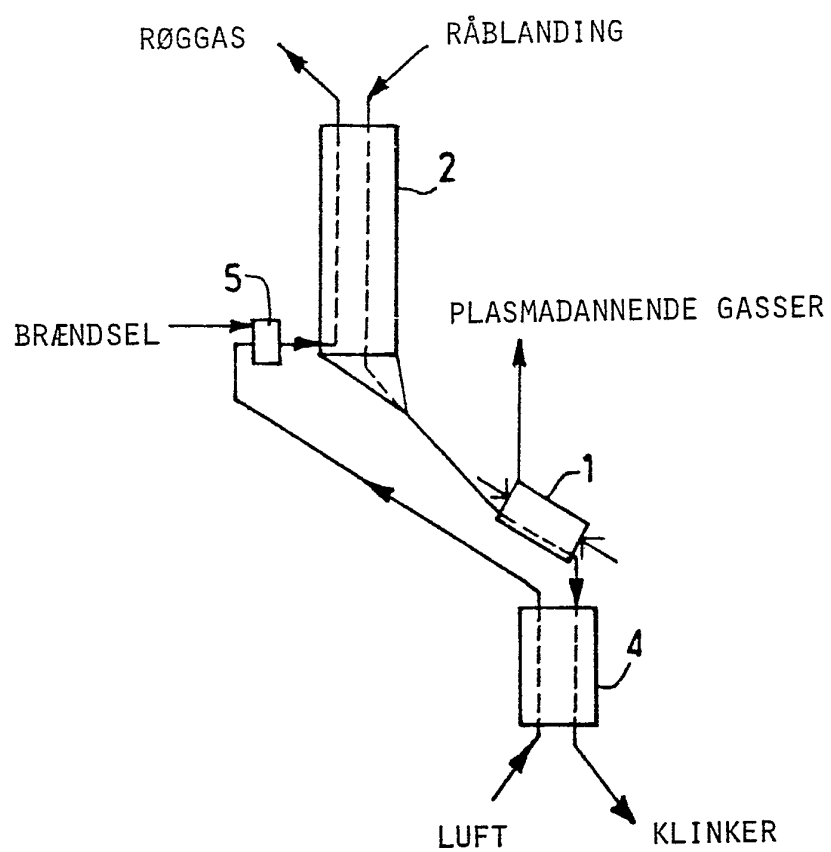


FIG.4

