



PATENTDIREKTORATET  
TAASTRUP



(21) Patentansøgning nr.: 0133/83

(22) Indleveringsdag: 14 jan 1983

(41) Alm. tilgængelig: 02 aug 1983

(44) Fremlagt: 03 sep 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 01 feb 1982 US 344897

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

F 23 J 15/00

B 01 D 53/36

B 01 J 35/00

(71) Ansøger: \*UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION; 1, Financial Plaza; Hartford; Connecticut 06101, US

(72) Opfinder: Donald R. \*McVay; US, Herbert John \*Setzer; US

(74) Fuldmægtig: Larsen & Birkeholm A/S Skandinavisk Patentbureau

(54) Katalytisk brænder og anvendelse af brænderen

(56) Fremdragne publikationer

GB off.g. skrift nr. 2027358

GB pat. nr. 1034621, 1547810, 1579733

US pat. nr. 3785778, 4290785, 4118199

(57) Sammendrag:

133-83

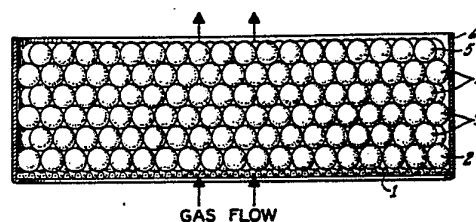
En lagdelt, katalytisk forbrændingsreaktor konstrueret specielt til anvendelse i ovne, som forbrænder træ og kul,

har et bærende net (1) med et lag kornformet materiale (3), som er gennemimpregneret med katalysatormateriale, og som er anbragt på nettet (1), et lag kornformet materiale (4) som er impregneret med katalysator på sin overflade, og som er anbragt efter laget af gennemimpregneret materiale (3), og et lag af kornformet materiale (5), som ikke er impregneret med katalysator, og som er anbragt efter det overfladeimpregnerede materiale (4). Eventuelt kan der anvendes et lag af kornformet materiale (2), som ikke er impregneret katalysator, og som er anbragt mellem nettet (1) og det gennemimpregnerede, kornformede materiale (3).

I forhold til kendte, tilsvarende konstruktioner udnytter denne konstruktion katalysatormaterialet maksimalt, ligesom tryktabet over forbrændingsreaktoren minimeres.

FIG. 1

133-83



Nærværende opfindelse vedrører en katalytisk brænder med forbrændingskatalysatormateriale til forbrænding af uafbrændte gasser fra en tidligere forbrændingsreaktion, hvor katalysatormaterialet er anbragt i en lagdelt struktur.

På grund af den stadigt stigende interesse for adgang til og pris på energiresourcer, såsom olie og naturgas, er stadigt flere begyndt at anvende fast brændstof, for eksempel træ og kul til boligopvarmning. En stor del af forbrændingsteknologien omkring sådant fast brændstof er, når det gælder træ- og kulfyrede ovne, 40-50 år gammel eller ældre. Imidlertid er der i den senere tid udviklet nye ovnkonstruktioner med en øget effekt og renere forbrænding, for eksempel ifølge US patentskrift nr. 4.221.207.

Med de seneste såkaldte "anden generation" ovne har man søgt yderligere og væsentlige forbedringer af forbrændingens effekt og mindre udslip af forurenende komponenter ved i konstruktionen at anvende en katalytisk brænder i ovnens øverste parti eller udstrømningsparti for at opnå yderligere forbrænding af udslip eller røg fra ovnen. Denne "efterbrænding" eller sekundære forbrænding af brændbare stoffer i udslippet reducerer forureningen, som strømmer ud af ovnen og reducerer kreosotaflejring i skorstene. Sådanne brændere forbedrer også ovnens forbrændingseffekt, hvorved der opnås større varmeudbytte pr. brændselenhed. Imidlertid er der en stadig søgen efter at maksimere sådanne brænderes effekt pr. katalysatorenhed, blandt andet på grund af katalysatormaterialets sjældne forekomst og prisen på dette.

Til trods for at der hidtil er gjort fremskridt på dette område er der stadig behov for at øge effekten i sådanne forbrændingssystemer.

Brændere ifølge opfindelsen er kendetegnet ved, at den lagdel-

te struktur omfatter et bærenet, et lag stort set fuldstændigt katalysatorimprægneret partikelmateriale oven på bærenettet, et lag overfladekatalysatorimprægneret partikelmateriale oven på det fuldstændigt imprægnerede materiale, samt et lag ukatalyseret partikelmateriale oven på laget af overfladeimprægneret materiale.

Med brænderen ifølge opfindelsen opnås der maksimal katalysatorvirkningsgrad pr. anvendt enhed katalysatormateriale samt minimalt tryktab gennem strukturen, med øget kapacitet i ovne med fast brændsel og naturlig træk, for eksempel træ- og kul-fyrede ovne.

Ifølge en udførelsesform er der på det bærende net anbragt et lag forholdsvis store partikler, som ikke er katalyseret, og som er inerte mod forbrændingsgasserne. De øvrige lag, som sidder op ad det lag, der består af ukatalyserede korn, er helt imprægnerede, overfladekatalyserede samt ukatalyserede på en måde som beskrevet ovenfor.

Fortrinsvis har alt partikelformet materiale stort set samme størrelse, bortset fra det fuldstændigt imprægnerede partikelmateriale, som har et volumen, der er 0,25-0,5 gange større end det partikelformede materiale.

Opfindelsen vedrører også anvendelse af den katalytiske brænder i en ovn til forbrænding af fast brændstof, hvilken ovn omfatter en luftindløbssektion, en forbrændingssektion, en udløbssektion til forbrændt og uafbrændt gas, idet den katalytiske brænder er anbragt i udløbssektionen.

Opfindelsen beskrives nærmere i det efterfølgende under henvisning til de medfølgende tegninger, hvor:

Fig. 1 og 2 viser typiske udformninger af forbrændingskatalysatorkonstruktionen ifølge opfindelsen,

fig. 3 viser en sammenligning mellem forbrændingseffekt for en kommercielt tilgængelig katalysator og katalysatormaterialet i brænderen ifølge opfindelsen, og

- 5      fig. 4 er en perspektivisk tegning, delvis i snit og delvis skåret bort visende en typisk katalytisk brænder ifølge opfindelsen.

Figurerne viser typiske katalysatorer ifølge opfindelsen. I  
10 fig. 1 kan et bærenet 1 være fremstillet af rustfast stål eller andet materiale, som er stabilt i en gasudløbskanal, såsom et indvendigt gasudløbsgrenrør eller en udvendig røggasledning eller skorsten. Selv om den kan have en størrelse, som er afpasset efter den specielle udformning af ovnen, som den skal  
15 anvendes i, er den typisk fra 15,2 til 61 cm <sup>2</sup> med tilstrækkeligt store åbninger til ikke at påvirke røggaskanalens naturlige træk, men med tilstrækkeligt små åbninger til at bære et oven på liggende lag af korn. Normalt anvendes et net af rustfast stål med stort set firkantede åbninger med en diagonal på  
20 0,16 cm. Højden af partikler, der anbringes på nettet, vil normalt være fra 0,93 til 5,1 cm, afhængig af den røggaskanal, de skal anvendes i. I en omgivelse med naturlig træk er det nødvendigt, at tryktabet er lavt, og katalysatorlagets tykkelse skal også være lav. I en omgivelse med stærk træk,  
25 hvor et større tryktab kan tolereres, kan tykkelsen af katalysatorlaget være større.

I fig. 1 består det første lag partikler 2 op ad nettet af ukatalyserede korn, som fungerer som strålingsskjold i røggasmiljøet. Dette materiale kan være et vilkårligt materiale, som  
30 er inert mod røggasmiljøet og af samme materiale som de katalyserede partikler, det vil sige en lanthanstabiliseret aluminiumoxyd eller en magnesiumaktiveret lanthanstabiliseret aluminiumoxyd. Disse partikler kan have en vilkårlig egnet form,  
35 for eksempel cylindrisk, sfærisk, irregulær eller en anden form, som muliggør fri passage af gas og kan bære katalysatormaterialet. Sfæriske korn foretrækkes, idet de kan bevirke et

jævnt gasstrøm-mønster gennem konstruktionen. Selv om partikelstørrelsen i det første lag er uvæsentlig, så er partiklernes diameter normalt 0,16-1,6 cm, fortrinsvis 0,32-0,64 cm, og såfremt der anvendes andet end sfæriske partikler, bør disse  
5 have en tilsvarende størrelse.

De efterfølgende lag eller sektioner i brænderen på fig. 1 svarer til lagene i brænderen på fig. 2. Dette første lag korn 3 op til nettet på fig. 2 samt et lag, som er fjernet fra nettet på fig. 1, omfatter et substratmateriale, som svarer til  
10 det ukatalyserede på fig. 1, men dog helt imprægneret med forbrændingskatalysatormaterialet. På fig. 1 vises partikler af samme størrelse som i det første lag, mens partiklerne er mindre på fig. 2. I begge tilfælde har partiklerne en diameter på  
15 0,32-1,60 cm, fortrinsvis ca. 0,64 cm, hvad angår udførelsen ifølge fig. 1, og 0,32 cm hvad angår udførelsen ifølge fig. 2. Op til laget med helt katalyserede partikler 3 befinder der sig et lag katalysatorpartikler 4, som er "ringkatalyserede". Dette udtryk betyder, at til forskel fra nævnte helt imprægnerede korn i det foregående lag er kun den ydre del nærmest  
20 kornenes overflade imprægneret med katalytisk materiale. Sædvanligvis er 25% eller mindre (det vil sige en penetrering på 0,025-2,54 mm) af den yderste del katalyseret.—

25 Det sidste lag eller udløbslaget af kornene 5 omfatter korn svarende til de helt imprægnerede katalysatorkorn, men de er ukatalyserede. Dette udløbslag anbringes som et strålings-skjold for at hindre varmetab fra katalysatorstrukturen, som bør holdes varm for at opnå den bedst mulige forbrændingseffekt. Med "lag" menes ikke bare et enkelt lag partikler, det  
30 vil sige et lag som er én partikeldiameter tykt, men også lag, som er flere partikeldiametre tykke. Lagtykkelsen bestemmes af det specielle lags funktion og vil i almindelighed være fra ca. 1 til 5 partikeldiametre tykt.

35

Selv om de respektive lags indbyrdes proportioner afgøres af for eksempel de forbrændingsprodukter, som passerer gennem dem

og deres strømningshastighed samt af den specifikke temperatur, de udsættes for, vil ifølge udførelsen i fig. 1 de relative mængder ukatalyserede, helt katalyserede og ringkatalyserede lag normalt være lige store, med ca. halvt så mange ukatalyserede korn i det øverste lag, og ifølge udførelsen i fig. 2 vil alle lag normalt have omtrent samme tykkelse med det helt katalysatorimprægnerede lag op til nettet ca. halvt så tykt som det andet lag. Den helt nøjagtig nødvendige katalysatormængde afgøres af træmaterialets eller kullets forbrændingshastighed i ovnen. Brændslets forbrændingshastighed bestemmer mængden af dannede røggasser, som så er bestemmende for den mængde forbrændingskatalysatorer, som er nødvendig. I en brænde- eller kulfyret ovn er indløbstemperaturen almindeligvis 204-482°C, og udløbstemperaturen 593-871°C.

15 Metalnettets funktion er åbenlys, det vil sige at det fungerer som et bæremateriale for de forskellige partikellag. Funktionen for det første lag i fig. 1, det vil sige de ukatalyserede partikler, er en stråle/varmebeskyttelse for at hindre, at det 20 første lag af katalyserede korn afkøles under stråling til indstrømmende gasser eller af koldere udløbskanalvægge. Det andet lag i udførelsesformen ifølge fig. 1 og det første lag op til nettet i udførelsen ifølge fig. 2, det vil sige de helt katalysatorimprægnerede korn, tjener til at sænke antændelsestemperaturen for hydrocarbon- og carbonmonoxydmaterialet i afgasningsstrømmen, således at dette forbrændes ved 204-316°C. Det er blevet beregnet, at ved denne temperatur er gassernes forbrændingshastighed kinetisk forholdsvis lav, og det er den 25 ne hastighed, som begrænser afgasningens fuldstændige forbrænding. Dette betegnes som kinetisk begrænset forbrænding. I denne tilstand foretrækkes helt imprægnerede korn, idet forbrændingshastigheden er så lav, at diffusion af gasser og luft muliggøres ind til det inderste kornlag, hvor forbrændingen foregår. Ved den kinetisk begrænsede drift udnyttes katalysatoren i hele kornet til at fremme forbrændingen. Den varme, 35 som dannes ved forbrændingen, øger yderligere katalysator- og bærematerialets temperatur, hvilket så øger dets katalytiske

aktivitet. De opståede høje temperaturer spalter derudover de tunge metaller i røgen eller afgangningen og fører til yderligere forbrænding. Idet carbonmonoxydet og det tunge hydrocarbonmateriale i afgangningen fortsætter med at blive forbrændt som et resultat af kontakten med det første lag af helt katalyserede korn, øges temperaturen til 649-760°C. Ved denne temperatur er reaktionshastigheden meget høj, og forbrændingshastigheden er begrænset af reaktanternes diffusion til kornenes overflade og diffusion i de ydre kornlag. Anvendelsen af ringkatalyserede korn i denne zone er en effektiv måde at undgå belastning af disse korn med uanvendeligt katalysatormateriale i de indre dele af dem, hvor det ikke ville blive udnyttet. Endelig har det yderste, ukatalyserede partikelmateriale en tilsvarende funktion som det første lag op til nettet i fig. 1, det vil sige at hindre varmetab fra forbrændingskatalysatorpartiklerne til udløbskanalens koldere vægge.

Fordelene ved at anvende et lag helt imprægnerede partikler, efterfulgt af ringkatalyserede partikler, kan yderligere tydeliggøres ved et studium af tabellen nedenfor, hvor virkningsgradfaktorer ( $N_{eff}$ ) er angivet for korn med forskellig diameter ( $D$ ) ved forskellige temperaturer. Det fremgår af tabellen, at nævnte korn udnyttes helt ved testtemperaturen 260°C (virkningsgradfaktor 1,0). Hastighedsbegrænsningstrinnet er primært en funktion af selve reaktionen. Ved 538°C falder virkningsgradfaktoren imidlertid væsentligt. Beregningerne viser, at ved 538°C er de ydre 19% af 0,32 cm korn og de ydre 4% af 0,64 cm korn effektive ved katalysering af forbrændingsreaktionen. Forbrændingsreaktionens hastighed reguleres hovedsageligt ved diffusion af de brændbare gasser ind i og ud af porerne i det porøse kornmateriale. Ved 871°C foregår der en yderligere væsentlig formindskelse af virkningsgradfaktoren. Ved denne temperatur begrænses forbrændingshastigheden af massediffusion af tilbageværende uforbrændt materiale og luft til katalysator-kornenes overflade.

Tabel

|   | Temp. °C | D = 0,32 cm | D = 0,64 cm | Hastighedsbegrænsnings-  |
|---|----------|-------------|-------------|--------------------------|
|   |          |             |             | trin                     |
|   | 260      | 1,0         | 1,0         | Kinetisk reguleret       |
| 5 | 538      | 0,19 (19%)  | 0,04 (4%)   | Porediffusionsreguleret  |
|   | 871      | 0,01        | 0,01        | Massediffusionsreguleret |

Som substratmateriale kan der anvendes enten et lanthanstabiliseret aluminiumoxyd eller et magnesiumaktiveret, lanthanstabiliseret aluminiumoxyd. Det lanthanstabiliserede aluminiumoxyds substrat er et kommercielt katalysatorbæremateriale, f.eks. "Grace SMR 1449". Det magnesiumaktiverede, lanthanstabiliserede aluminiumoxyd fremstilles ved at imprægnere det

15 lanthanstabiliserede aluminiumoxyd med en opløsning, fortrinsvis vandbaseret, af et magnesiumsalt, hensigtsmæssigt magnesiumnitrat, hvorefter der foretages en udtørring for at fjerne opløsningsmidlet, samt en kalcinering i luft for at oxidere mængden af salt til magnesiumoxyd. Kalcineringstemperaturen

20 kan variere afhængigt af det anvendte salt, men sædvanligvis ligger temperaturen i området omkring 98°C for f.eks. magnesiumnitrat. En tilstrækkelig mængde magnesiumsalt anbringes på bærematerialet, således at der efter kalcineringen forekommer 3-15% magnesium i bærematerialet, fortrinsvis ca. 5 vægtpro-

25 cent.

Et sådant substratmateriale er vigtigt på grund af dets specielle stabilitet ved højere temperaturer under forbrænding. Substratmaterialet har vist sig at bibeholde et højt B.E.T. -

30 (Bruinauer - Emmet - Teller) overfladeareal, substratet bibeholder sin dimensionsstabilitet (for eksempel krympningsfrihed, særlig i den foretrukne kornform), samt har endvidere en acceptabel trykkfasthed (for eksempel når det er pakket i cylindre), særlig efter magnesiumaktivering. Substratmaterialet

35 har desuden vist sig at muliggøre dannelse af små metalkrystaller på overfladen, hvilket er nødvendigt for at kunne fungere katalytisk ifølge opfindelsen. Materialet har endda bedre

bestandighed mod carbondannelse end f.eks. umodificeret aluminiumoxyd.

Det aktive katalysatormateriale ifølge opfindelsen anbringes  
5 på substratmaterialet på vilkårlig kendt måde, hensigtsmæssigt  
fra en vandholdig opløsning. Metalsalte, typisk nitraterne,  
opløses enten i vandholdige eller organiske opløsningsmidler  
og tørres på substratet. De anbragte salte behandles derefter  
med hydrogen for at danne metalkrystaller. Rhodium har vist  
10 sig at være en særlig egnet katalysator på grund af dets  
svovlbestandighed i dette miljø. Det skal bemærkes, at enhver  
acceptabel måde kan benyttes for at gå fra salt til metal, for  
eksempel fra saltformen direkte til metalkrystallerne ved hy-  
drogenreduktion, eller oxidation af saltet i luft efterfulgt  
15 af hydrogenreduktion så længe metalkrystallerne dannes på sub-  
stratmaterialet. Mængden af anvendt rhodium kan variere meget,  
men den anvendte mængde baseret på katalysator plus bæremate-  
riale er sædvanligvis fra 0,01 til 6 vægtprocent rhodium, ty-  
pisk fra 0,1 til 1 vægtprocent rhodium.

20

#### Eksempel

En sats lanthanstabiliseret katalysatorbæremateriale af alumi-  
niumoxyd i kornform med en diameter på 0,32 cm og en længde på  
25 0,64 cm blev neddykket i en vandopløsning af  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  med  
en koncentration på ca. 57 vægtprocent. Efter neddykning i 5  
minutter med ultralydvibrering og 30 minutter uden blev korn-  
satsen fjernet fra opløsningen. Satsen blev lufttørret i ovn i  
3 timer ved ca. 110°C og kalcineret ved 982°C i 16 timer samt  
30 afkølet. De magnesiumaktiverede, lanthanstabiliserede alumini-  
umoxydkorn blev derefter neddykket i en vandopløsning af  
 $\text{Rh}(\text{NO}_3)_3$  med en koncentration på 11,1 volumenprocent. Efter  
ca. 5 minutters neddykning med ultralydvibrering og 30 minut-  
ter uden vibrering blev kornene fjernet fra opløsningen og  
35 lufttørret i 3 timer ved 110°C, hvorefter de blev opvarmet i  
en hydrogenrig atmosfære til dannelse af metalkrystaller på  
substratmaterialet. Ved denne fremgangsmåde anbringes et kata-

lysatorlag på 1,27 mm på partikelmaterialet. Dersom en fuld-  
 ständig imprægnering ønskes, skal neddykningstiden i  $\text{Rh}(\text{NO}_3)_3$   
 øges, for eksempel fordobles.

- 5 Hydrogenreduktionstrinnet blev udført på følgende måde: De o-  
 venfor bearbejdede korn blev anbragt i en skål i en ovn, som  
 først blev spulet med nitrogen. Ovntemperaturen blev øget til  
 ca.  $31^\circ\text{C}$ , og atmosfæren over kornene blev varieret i overens-  
 stemmelse med følgende skema:

10

|    | % $\text{N}_2$ | % $\text{O}_2$ | tid i timer |
|----|----------------|----------------|-------------|
|    | 100            | 0              | 0,25        |
|    | 95             | 5              | 0,25        |
|    | 90             | 10             | 0,25        |
| 15 | 75             | 25             | 0,50        |
|    | 0              | 100            | 2,00        |

- Efter afkøling til  $93^\circ\text{C}$  blev atmosfæren over kornene ændret  
 til 100%  $\text{N}_2$ . Kornene blev derefter afkølet til rumtemperatur,  
 20 og atmosfæren blev reguleret i overensstemmelse med følgende:

|    | % $\text{N}_2$ | % $\text{O}_2$ | tid i timer |
|----|----------------|----------------|-------------|
|    | 90             | 5              | 0,5         |
|    | 90             | 10             | 0,5         |
| 25 | 80             | 20             | 0,5         |

- For yderligere at demonstrere den øgede kapacitet til forbræn-  
 dingskatalysatoren ifølge opfindelsen blev der udført følgende  
 test: Ved hjælp af en mikroreaktor med en indre diameter på  
 30 ca. 9,5 mm og indeholdende 25,4 mm eller 0,5 g katalysatorma-  
 teriale, blev reaktionshastighedskonstanter (synonyme med  
 virkningsgrad) indtegnet som en funktion af testtemperaturen.  
 Testen blev udført i løbet af 30 timer under forbrænding af en  
 blanding af metan, som indeholdt ca. 2250 ppm (vægtdele)  $\text{H}_2\text{S}$ .  
 35 Reaktionshastighedskonstanten (k) defineres ved følgende før-  
 stegrads pseudohastighedslikning:

$$k = (\text{rumhastighed}) \times \ln \frac{(1 - \frac{\% \text{ omdannelse}}{100})}{(1 - \frac{1}{100})}$$

På fig. 3 er data for kommercielle katalysatorer (15 vægtprocent Ni på  $\gamma$ -aluminioxyd, kurve A) og en katalysator ifølge eksemplet (kurve B) angivet i et sædvanligt Arrheniusdiagram. Som det fremgår af kurverne, gir katalysatorerne ifølge kurve B højere virkningsgrad ved lavere temperatur.

Til fremstilling af den katalytiske brænderkonstruktion ifølge opfindelsen foretrækkes der en cylindrisk beholder med et bærenet af rustfast stål med en diameter på 0,81 mm og 40 huller pr. cm<sup>2</sup> (det vil sige 45% åben). Cylinderens vægge er sædvanligvis af rustfast stål fra 300-serien, for eksempel 304 rustfast stål. Et eller to lag katalysatoruimprægnerede korn med en diameter på ca. 6,4 mm anbringes på bærenettet. Derefter anbringes et eller to lag helt katalyserede korn af samme størrelse. Et eller to lag ringkatalyserede korn af samme størrelse anbringes oven på de helt katalyserede korn, efterfulgt af et eller to lag ukatalyserede korn, også af samme størrelse, som et strålingsskjold ved udløbet og som et sidste lag. Cylinderen kan derefter dækkes midlertidigt med et plastdæksel 7 for at hindre en alt for stor forskydning under transport. På fig. 4 er beholderen betegnet med henvisningstal 6, bærenettet med henvisningstal 1 og partikellagene med henvisningstallene 2, 3, 4 og 5 udformet som på fig. 1 og 2.

Lagenes samlede tykkelse skal holdes mindst mulig for at minimere tryktabet gennem dem, særlig i en indretning med naturlig træk, for eksempel en kul- eller brændefyret ovn. I brændere til industriel brug, med blæser for primærluft, kan der anvendes højere cylindre og deraf følgende større tryktab. Dersom tryktabet i nogen af de nævnte tilfælde er alt for stort, det vil sige at strømmingen hæmmes, påvirkes træværkets eller an-

- det fast brændsels forbrændingshastighed negativt. Imidlertid skal der forefindes en tilstrækkelig mængde katalysatormateriale til at bevirke en gasopholdstid, som gør det muligt for katalysatoren at påvirke gassernes forbrænding i katalysatoren. Idet trækken i almindelige skorstene i boliger er af en størrelsesorden på 1,27-2,54 mm vandsøjle, hvilket bestemmes ved hjælp af "Standard Handbook for Mechanical Engineers", 7. oplag, McGraw Hill Book Co., dimensioneres katalysatorkonstruktionens frontareal og tykkelse for et tryktab på ca. 0,254 mm vandsøjle i det naturlige gasmiljø for at minimere strømningsbegrænsningen. Tryktabet kan måles med en følsom delta-trykmåler. En anden måde at finde ud af om tryktabet er tilstrækkeligt lavt og ikke hæmmes, er ved at bestemme om brændselsforbrændingshastigheden, i vægtenheder brændt brændsel pr. time, er tilfredsstillende. Dersom tryktabet er for lavt, det vil sige at konstruktionen er for tynd, kan der opstå forbistrømning og ufuldstændig forbrænding af røgen. Dette kan konstateres ved at observere røgen i ovnens røggaskanal.
- Dersom det er ønskeligt, kan udløbslaget af ukatalyserede partikler desuden udelades, og andre varmetilbageholdende organer til at begrænse stråletab fra konstruktionen kan anbringes i systemet som strålebeskyttelse, for eksempel en plade af keramisk eller andet højtemperaturbestandigt materiale.

## P A T E N T K R A V

1. Katalytisk brænder med forbrændingskatalysatormateriale til  
forbrænding af uafbrændte gasser fra en tidligere forbræn-  
5 dingsreaktion, hvor katalysatormaterialet er anbragt i en lag-  
delt struktur, k e n d e t e g n e t ved, at den lagdelte  
struktur omfatter et bærenet (1), et lag stort set fuldstæn-  
digt katalysatorimprægneret partikelmateriale (3) oven på bæ-  
renettet, et lag overfladekatalysatorimprægneret partikelmate-  
10 riale oven på det fuldstændigt imprægnerede materiale, samt et  
lag ukatalyseret partikelmateriale (5) oven på laget af over-  
fladeimprægneret materiale.

2. Brænder ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den  
15 desuden omfatter et lag ukatalyseret partikelmateriale (2)  
mellem bærenettet (1) og laget af det fuldstændigt imprægner-  
ede partikelmateriale (3).

3. Brænder ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t  
20 ved, at katalysatoren er rhodium og partikelmaterialet lan-  
thanstabiliseret eller magnesiumaktiveret og lanthanstabilise-  
ret aluminiumoxyd.

4. Brænder ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at alt  
25 partikelformet materiale har stort set samme størrelse, bort-  
set fra det fuldstændigt imprægnerede partikelmateriale (3),  
som har 0,25-0,5 gange den volumetriske størrelse af det par-  
tikelformede materiale.

30 5. Anvendelse af den katalytiske brænder ifølge et hvilket som  
helst af kravene 1-4 i en ovn, som fyres med fast brændsel,  
hvilken ovn omfatter en luftindløbssektion, en forbrændings-  
sektion, en udløbssektion for forbrændt og uafbrændt gas, idet  
den katalytiske brænder er anbragt i udløbssektionen.

Fig. 1

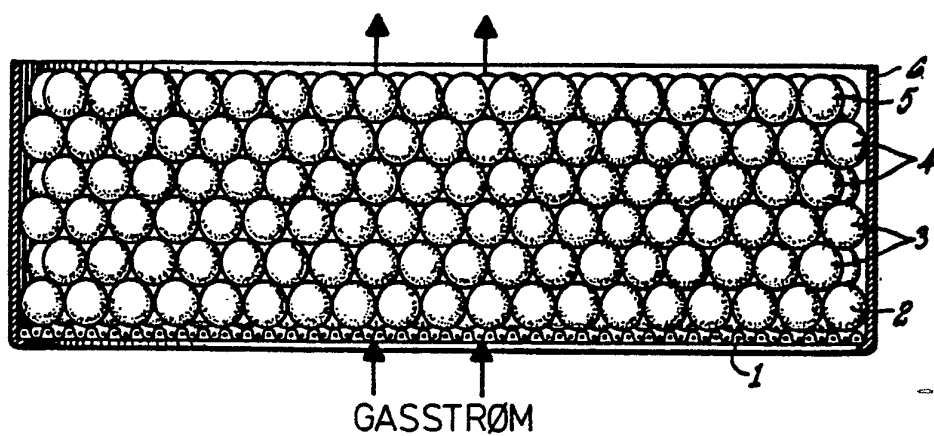


Fig. 2

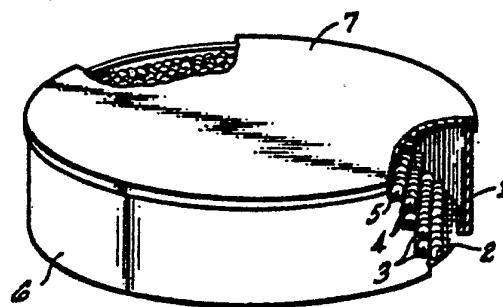
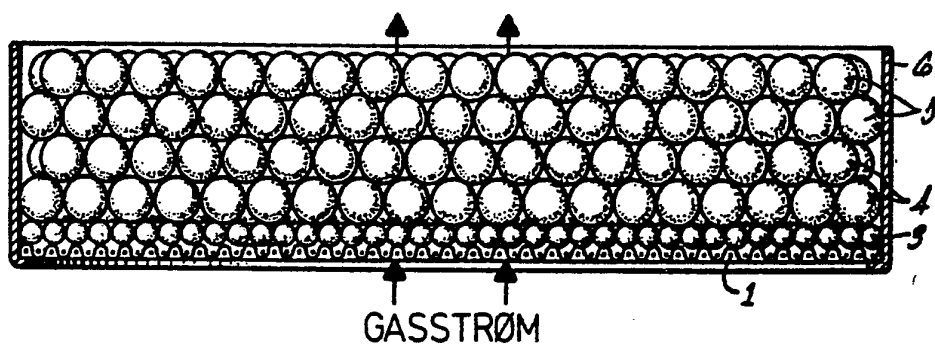


Fig. 4

