

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET  
TAASTRUP



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 159768 B

(21) Patentansøgning nr.: 1439/83

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

C 03 B 37/04

(22) Indleveringsdag: 29 mar 1983

D 01 D 5/18

(41) Alm. tilgængelig: 07 okt 1983

(44) Fremlagt: 03 dec 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 06 apr 1982 FR 8205920

(71) Ansøger: \*Isover Saint-Gobain; 18 avenue d'Alsace; 92400 Courbevoie, FR

(72) Opfinder: Jean \*Battigelli; FR, Marie-Pierre \*Barthe; FR, Francois \*Bouquet; FR

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Anlæg til fremstilling af mineralfibre ved centrifugering og trækning med gas

(56) Fremdragne publikationer

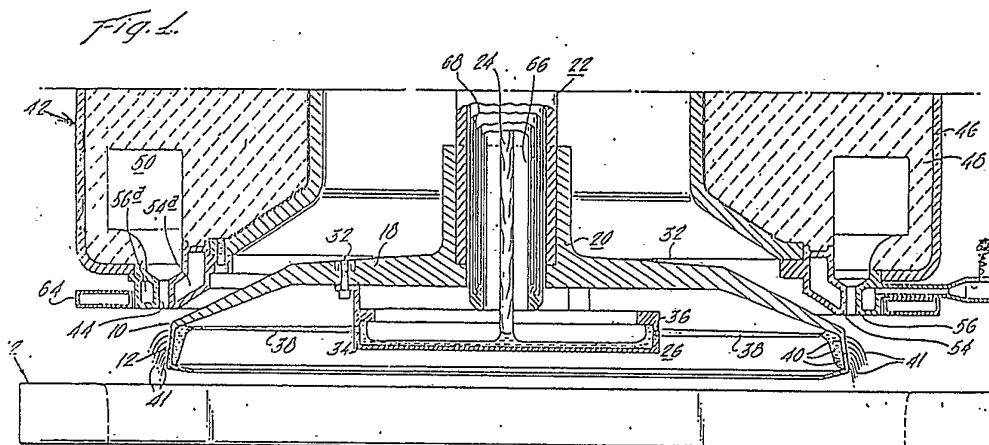
DK ans. nr. 5226/79 ( = DK freml. skrift nr. 154496 )  
US pat. nr. 3326650

(57) Sammendrag:

1439-83

Fibrene fremstilles ved centrifugering af materialer i form af filamenter (41) ved hjælp af et centrifugeringslegeme (10) og ved trækning af filamenterne (41) ved hjælp af en gasstrøm. Der anvendes et centrifugeringslegeme (10) med diameter på mere end 500 mm. Dette giver mulighed for en væsentlige forbedring af produktens kvalitet uden reduktion af produktionsevnen.

1439-83



Opfindelsen angår et anlæg til fremstilling af mineralfibre, og af den art der omfatter et centrifugeringslegeme, der drejer om en i hovedsagen vertikal aksel og har en diameter større end 5 500 mm, midler til at bringe dette centrifugeringslegeme i rotation, midler til tilførsel af en stråle af smeltet materiale i trækbar tilstand til centrifugeringslegemet og til indersiden af centrifugeringslegemets omkredsvæg, et stort antal huller i omkredsvæggen, gennem 10 hvilke huller det smeltede materiale passerer og danner filamenter, samt midler til trækning af disse filamenter til fibre, hvilke midler omfatter en brænder med intern forbrænding, der afgiver en nedadgående, rundtgående gasstrøm i nærheden af ydersiden af den nævnte omkredsvæg, 15 hvilken rundtgående strøm har en høj temperatur, der bidrager til at holde materialefilamenterne i trækbar tilstand i tilstrækkelig tid til trækning. Fibrene imprægneres med et bindemiddel og opsamles på et perforeret transportbånd, på hvilket de danner en måtte, der derefter føres frem til et varmebehandlingskammer. 20

Den ovenfor definerede fiberfremstillingsteknik er nu i mange år blevet udnyttet industrielt til fremstilling af isolationsprodukter af mineralske fibre, og en væsentlig del af de i dag fremstillede isolationsprodukter af denne art fremstilles med denne teknik. Detaljerne om de forskellige udførelsesformer for denne metode findes beskrevet eksempelvis i US-patenterne nr. R.E. 24.708, 2.984.864, 2.991.507, 3.007.196, 3.017.663, 3.020.586, 3.084.381, 3.084.525, 3.254.977, 3.304.164, 30 3.819.345 og 4.203.745.

Til udøvelse af denne teknik er der behov for en stor varmemængde, dels til smeltning af glasset, dels til frembringelse af trækningsgasstrømmen. Usikkerheden med hensyn til energiforsyningen og dens høje pris har ført 35 til et stigende behov for isolationsprodukter af glasfibre, samtidigt med at de samme faktorer bevirker en væsentlig forøgelse af prisen for fremstilling af disse produkter.

Derfor har man gjort alle forsøg på at forbedre virkningsgraden for den beskrevne fiberfremstillingsmetode eller for at erstatte den med andre fiberfremstillingsmetoder. Eksempelvis har man i de senere år udviklet

5 en metode til fremstilling af mineralske fibre, hvor der kun anvendes en centrifugal trækning af fibrene, i hovedsagen for at undgå det energiforbrug, der kræves til den metode, hvor fibren trækkes med en gasstrøm.

Tilvejebringelsen af strålerne ved centrifugeringen i kombination med trækningen med gasstrømmen af den ovenfor beskrevne art er dog en hensigtsmæssig metode, dels på grund af den udmærkede kvalitet af den således fremstillede fibermåtte, dels fordi en væsentlig del af isolationsindustrien på nuværende tidspunkt er udstyret

10 med det apparatur, der gør det muligt at anvende denne metode. Derfor har enhver forbedring til denne teknik stor betydning for industrien. Af den efterfølgende beskrivelse vil det fremgå, at opfindelsen frembyder væsentlige forbedringer til metoderne til centrifugal

15 trækning af fibrene ved hjælp af en gasstrøm, både hvad angår kvaliteten af produktet, produktionen og driftsomkostningerne.

I betragtning af, at fremstillingen af fibrene i praksis er en yderst indviklet teknik, der karakteriseres med et stort antal variable parametre, er det ikke

25 her nødvendigt at gøre rede for de mange detaljer ved de kendte metoder, idet der herom henvises til de nævnte patentskrifter. Vi skal dog se nærmere på et begrænset antal aspekter ved den kendte teknik, navnlig de faktorer, ved hvilke den foreliggende opfindelse klart adskil-

30 ler sig fra den kendte teknik.

Blandt de mange variable, der skal undersøges, har konstruktionen af centrifugeringslegemet særlig stor betydning til tilfredsstillende udøvelse af fremgangsmåden

35 til fiberfremstilling ved centrifugering.

Temperaturen i og hastigheden af gasstrømmen samt opstillingen af de læber, der afgiver gasstrømmen, og retningen af gasstrømmen i forhold til centrifugeringslegemets væg er også vigtige faktorer til optimering af fibertrækningen. Centrifugeringslegemets levetid er en væsentlig faktor, navnlig i betragtning af den relativt korte levetid for den type centrifugeringslegeme og af de store omkostninger ved udskiftning af centrifugeringslegemet. Andre karakteristika, der indgår i kvaliteten af produkterne, omtales i forbindelse med angivelsen af eksempler på udøvelse af opfindelsen.

De centrifugeringslegemer, der er blevet anvendt i de første anlæg til centrifugal trækning med gasstrøm, havde en diameter på ca. 200 mm. Man er blevet klar over, at for et centrifugeringslegeme af en vis fabrikations-type og med en vis dimension, kunne den producerede fiber mængde, normalt udtrykt i ton pr.døgn, kun kunne forøges på bekostning af en tilsvarende formindskelse af fiberkvaliteten. Man er også blevet klar over, at der var praktiske grænser for ydelsen pr.hul, når der skulle opretholdes en acceptabel fiberkvalitet. De økonomiske krav om forøgelse af produktionen fra et givet anlæg har imidlertid medført en forøgelse af ydelsen pr.hul, trods forringelsen af produktkvaliteten. Udtrykket "kvalitet" i denne forbindelse knytter sig til vægten af produktet pr. arealenhed for en given termisk modstand og for en given godstykkelse af produktet. Et produkt af lavere kvalitet vejer derfor mere - for den samme isolationsværdi - end produktet af bedre kvalitet. Produktet af lavere kvalitet har lavere kvalitet, fordi det kræver en større mængde glas pr. arealenhed, hvorfor det også koster mere at fremstille.

Forsøgene på at forbedre ydeevnen er navnlig blevet rettet mod en forøgelse af diameteren af centrifugeringslegemet, først til 300 mm og senere 400 mm.

Der er opnået visse forbedringer, men diameterfor-  
øgelsen svarer også til en forøgelse af centrifugalkraf-  
ten. Selvom der er behov for høje værdier af centrifugal-  
kraften for at tvinge det smeltede materiale til at strøm  
5 strømme ud gennem hullerne i centrifugeringslegemet, for  
herved at danne de primære stråler, fører de høje værdi-  
er af centrifugalkraften til en forringelse af centrifu-  
geringslegemets levetid.

I betragtning af, at et centrifugeringslegemes le-  
10 vetid effektivt varierer omvendt den centrifugalkraft,  
centrifugeringslegemet udsættes for, har man indtil nu  
fundet det hensigtsmæssigt ikke at forøge diameteren af  
centrifugeringslegemet i et forsøg på at forlænge dets  
levetid.

En anden væsentlig faktor i denne teknik er de pro-  
15 ducerede fibres finhed, dvs. middeldiameter. For en gi-  
ven fibermængde pr. arealenhed er det velkendt, at desto  
finere fibre er, desto større bliver lagets termiske  
modstand. Et isolationsprodukt, der består af finere fi-  
20 bre, kan derfor være tyndere, selvom det har den samme  
isolationsværdi som det tykkere produkt, der består af  
tykkere fibre. Ligeledes vil et produkt, der består af  
finere fibre, have en lavere vægt pr. arealenhed end et  
produkt, der har samme godstykkelse og samme isolations-  
25 værdi, men består af tykkere fibre.

I betragtning af, at isolationsprodukterne nødven-  
digvis bringes i handelen med en garanteret termisk mod-  
stand (værdien R) for en minimal tykkelse, er fibrenes  
finhed en væsentlig faktor i bestemmelsen af produktets  
30 vægt pr. arealenhed, den såkaldte nominelle vægt. Et pro-  
dukt af finere fibre har en lavere nominal vægt og kræ-  
ver derfor en mindre glasmængde og tillader en således  
en mere økonomisk fremstilling.

økonomisk set betragtes fibrenes finhed, som andre faktorer, dog sædvanligvis som et kompromis. Man ved, at man kan opnå finere fibre ved at anvende højere gasstrømhastigheder og/eller ved at anvende kompositioner af mindre hårdt glas, dvs. glasarter, hvor den ønskede viskositet opnås ved lavere temperaturer. En forøgelse af gasstrømhastigheden fører til en direkte forøgelse af energiforbruget, medens blødere glasarter indebærer, at de kan indeholde kostbarere stoffer, der sædvanligvis også fører til dannelse af en uønsket forurening.

Finheden, dvs. diameteren i  $\mu$ , repræsenterer den aritmetiske middelværdi af diametrene for de målte fibre og udtrykkes sædvanligvis ved micronaire-tallet. Micronaire-tallet måles på følgende måde. En fiberprøve på f. eks. 5 g placeres i et kammer, der har et vist volumen, således at prøven danner en forhindring, der kan gennemtrænges af den luft, der med et givet tryk tilføres kammeret. En måling af luftmængden gennem prøven afhænger af fibrens finhed. Det er på denne måde, at man med et flowmeter kan bestemme micronaire-tallet.

Jo finere fibre er, desto større bliver modstanden mod passage af luften gennem prøven. På denne måde kan man opnå en indikation om fibrenes finhed i prøven. Eksempelvis har fibre med middeldiameter på 4  $\mu$  i en prøve på 5 g et micronaire-tal på ca. 2,9, medens fibre med middeldiameter på 12  $\mu$  giver et micronaire-tal på ca. 6,6, stadigvæk i en prøve på 5 g.

En fibermåttes isolationsværdi afhænger ikke kun af fibrenes finhed. Den måde, hvorpå fibre afsættes på modtagetransportbåndet, navnlig den regelmæssige fordeling og orientering af fibre i måtten, spiller også en væsentlig rolle.

En fibermåttes termiske modstand varierer i afhængighed af retningen af fibrene i forhold til den målte varmestrøm, idet modstanden er større, når fibrene strækker sig vinkelret på retningen for varmestrømmen. For mest muligt at forøge en isolerende måttes termiske modstand skal fibrene mest muligt strække sig parallelt med modtagetransportbåndet og med planet for den fremstillede måtte. På grund af den kraftige turbulens, der opstår oven over transportbåndet, er det vanskeligt at regulere fibre-  
10 nes orientering. På dette punkt har forsøgene i hovedsagen været rettet mod opnåelse af en relativt ensartet fordeling af fibrene i retning på tværs af transportbåndet. For at opnå at fibrene placerer sig parallelt med transportbåndet, er det hensigtsmæssigt at anvende  
15 lange fibre.

Opfindelsen beror på den konstatering, at der kan opnås overraskende forbedringer ved at anvende endnu større centrifugeringslegemer med en diameter på 600 mm eller mere. Årsagerne til disse forbedringer er endnu  
20 ikke klarlagt, navnlig årsagerne til kvaliteten af de fremstillede filtprodukter.

Når man går over fra et centrifugeringslegeme på 400 mm til et centrifugeringslegeme på 600 mm, reduceres rotationshastigheden for at holde centrifugalkraften på  
25 glassets og på centrifugeringslegemets væg inden for konventionelle grænseværdier, således at mængden af smeltet materiale til hullerne samt kravene til soliditeten af væggen ikke afviger ret meget fra den kendte teknik.

Den foreliggende opfindelse angår et anlæg til  
30 fremstilling af mineralfibre, og af den art der omfatter et centrifugeringslegeme, der drejer om en i hovedsagen vertikal akse og har en diameter større end 500 mm, midler til at bringe dette centrifugeringslegeme i rotation, midler til tilførsel af en stråle af smeltet materiale  
35 i trækbar tilstand til centrifugeringslegemet og til

indersiden af centrifugeringslegemets omkredsvæg, et stort antal huller i omkredsvæggen, gennem hvilke huller det smeltede materiale passerer og danner filamenter, samt midler til trækning af disse filamenter til fibre, 5 hvilke midler omfatter en brænder med intern forbrænding, der afgiver en nedadgående, rundtgående gasstrøm i nærheden af ydersiden af den nævnte omkredsvæg, hvilken rundtgående strøm har en høj temperatur, der bidrager til at holde materialefilamenterne i trækbar 10 tilstand i tilstrækkelig tid til trækning, hvilket anlæg ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at centrifugeringslegemet har en diameter på mellem 550 og 1500 mm og er udstyret med drivmidler, som er indrettede til at dreje det med en sådan hastighed, at omkredsvæggen udsættes for en centrifugal acceleration på 15 mellem 4000 og 20.000 m/sek./sek.

I det følgende gives der en detaljeret beskrivelse af de anvendte midler til opnåelse af en forbedring af præstationerne, samt en beskrivelse af nogle af det opnåede produkts egenskaber. 20

Selvom alle forsøgene er gjort for at fremhæve de væsentligste faktorer, der fører til en forbedring af præstationerne hos centrifugeringslegemet med større diameter, har disse forsøg indtil nu ikke givet mulighed 25 for en komplet og præcis konklusion.

De teoretiske forklaringer, der gives i denne beskrivelse, skal betragtes som et forsøg, der underkastes en mere omfattende afprøvning, og de skal på ingen måde betragtes som en begrænsning.

30 Fig. 1 viser et snit gennem en del af et anlæg med centrifugeringslegeme og brænder i overensstemmelse med opfindelsen,

fig. 2 et skematisk sidebillede til forklaring af virkemåden for et konventionelt centrifugeringslegeme 35 med lille diameter og med fibermodtage-transportbånd, idet billedet er tegnet på tværs af transportbåndet og viser den uensartede fordeling og tilfældige orientering

af fibrene på transportbåndet, når systemet til fiberfordeling ikke er til stede,

fig. 3 et billede, der svarer til fig. 2, men med et centrifugeringslegeme, der har større diameter og fungerer i overensstemmelse med opfindelsen, idet fig. 3  
5 viser den tilnærmelsesvis ensartede fordeling af fibrene på transportbåndet,

fig. 4 et opstilling, der skematisk viser et antal centrifugeringslegemer og deres placering i forhold til  
10 transportbåndet,

fig. 5 det i fig. 4 viste anlæg, set fra siden,

fig. 6 en graf, der angiver reciprok værdien af filt mængden pr. arealenhed i afhængighed af centrifugeringslegemets diameter for fibre med forskellig finhed,  
15 og

fig. 7 en graf, der viser energiforbruget i afhængighed af centrifugeringslegemets diameter for fibre, der produceres under en konstant centrifugal acceleration.

20 Tegningen, specielt fig. 1, viser en fiberdannelsesstation i overensstemmelse med opfindelsen, omfattende et centrifugeringslegeme 10 med omkredsflade 12 og hjulplade 18. Centrifugeringslegemet 10 er påmonteret en vertikal aksel 22 ved hjælp af et nav 20. Ved  
25 hjælp af en elektrisk motor og en transmissionsrem kan akselen 22 på i og for sig kendt måde bringes til at dreje i passende lejer, der er fastgjort til et stativ. Bæreren for akselen og de mekaniske dele til at drive denne aksel er konventionelle og derfor ikke vist på  
30 tegningen.

Akselen 22 er hul, således at en stråle 24 af smeltet materiale kan strømme nedad til en bakke 26, som bolte 32 holder under den nederste ende af akselen.

Bakken 26 er udformet med en cylindrisk væg 34, hvori der er tilvejebragt mange huller 36, gennem hvilke  
35 det smeltede materiale under centrifugalkraftens påvirkning strømmer ud i form af stråler 38, der rettes mod indersiden af centrifugeringslegemets omkredsvæg 12. I

centrifugeringslegemets omkredsvæg 12 er der tilvejebragt et stort antal huller 40, hvorved der under centrifugalkraftens virkning tilvejebringes et stort antal stråler 41 af smeltet materiale, efterhånden som det

5 smeltede materiale går igennem disse huller.

En rundtgående brænder 42 med intern forbrænding er placeret oven over centrifugeringslegemets væg, og den omfatter en dyse 44, der danner en rundtgående strøm oven over centrifugeringslegemets omkredsvæg 12.

10 Denne rundtgående strøm i nærheden af væggen 12 tjener til transport og trækning af de fra hullerne 40 udgående materialestråler 41. Brænderen 42 omfatter et metalhus 46 med en foring 48 af ildfast materiale til dannelse af det rundtgående forbrændingskammer 50,

15 hvori indføres en blanding af luft og brændstof. Dysen 44 har forbindelse med forbrændingskammeret 50 og har en inderlæbe 54 og en yderlæbe 56. I hver af disse læber 54 og 56 er der indlagt en kølekreds 54a og 56a for en kølevæske, f.eks. vand.

20 For at opretholde den fornødne varme for centrifugeringslegemet og fibrene under trækningsoperationen er der koncentrisk med centrifugeringslegemet og lige oven over dette anbragt en krans 62 til induktionsopvarmning ved høj frekvens. Kransens inderdiameter er lidt større

25 end centrifugeringslegemets yderdiameter for at undgå vekselvirkning med den nedadgående strøm af fibre, som transporteres af den rundtgående strøm.

En rundtgående blæsekrans 64, der omgiver brænderens læber og har forbindelse med en kilde for gasart,

30 såsom luft, damp eller forbrændingsprodukter under tryk, tjener til frembringelse af en hjælpestrøm.

Hulakselen 22 består af flere faste, koncentriske rør. Det inderste par af rør afgrænser en rundtgående kølekanal 66, hvori der cirkulerer kølevand, medens det

35 yderste rørpar afgrænser en rundtgående kanal 68, gennem hvilken der kan tilføres en brændbar blanding, der antændes til foropvarmning af bakken 26, inden centrifugeringslegemet sættes i gang.

De fibre, som centrifugeringslegemet tilvejebringer, samt gasstrømmen tilføres et modtagekammer 70 og afsættes på et perforeret transportbånd 72, hvor de danner en måtte 71 som vist skematisk i fig. 2, 3 og 5. Under transportbåndet findes der et sugekammer 74, der på konventionel måde tvinger den store gasmængde til at passere gennem transportbåndet.

Som det fremgår af fig. 4 og 5, anvendes der på konventionel måde et antal fiberfremstillingsanlæg med hvert sit centrifugeringslegeme 10 til dannelselse af måtten 71, og i henhold til en foretrukken udførelsesform for opfindelsen er disse anlæg anbragt på en linie langs længdeaksen for transportbåndet 72. I en industriel installation kan der eksempelvis være seks til ti eller flere centrifugeringslegemer, der afleverer fibre til transportbåndet.

Virkemåden for anlægget er som følger: centrifugeringslegemet 10 samt bakken 26 foropvarmes på konventionel måde ved hjælp af forbrændingsgasser gennem kanalen 68, varmen fra brænderen 50, opvarmningskranzen 62 og yderligere lignende varmekilder, der måtte være nødvendige.

Når centrifugeringslegemet er bragt til at dreje med en given hastighed, og når brænderen er indstillet således, at der i kammeret er et tilstrækkeligt tryk til opnåelse af en tilstrækkelig gasstrømhastighed til trækning og til opnåelse af den ønskede fiberfinhed, føres strålen 24 af smeltet materiale fra en oven over centrifugeringslegemet anbragt ovn, eller fra en anden kilde for smeltet materiale, til centrifugeringslegemets hulaksen 22. Strålen af smeltet materiale når ned til bakken 26, hvorfra materialet under centrifugalkraftens virkning fordeler sig over bunden af bakken og tvinges ud gennem bakkens huller 36 til dannelselse af stråler 38 af smeltet materiale i retning mod omkredsfladen 12.

Under den kraftige centrifugalkraft ved væggen 12 tvinges materialet ud gennem de mange små huller 40, og materialet forlader omkredsfladen i form af mange stråler 41, der straks udsættes for trækningsspåvirkningen 5 fra gasstrømmen, som brænderen 50 afgiver uden for omkredsvæggen. Den høje temperatur i gasstrømmen holder materialestrålerne 41 i trækbar tilstand i en tilstrækkelig tid til deres trækning. Fibrenes finhed styres navnlig ved regulering af gasstrømhastigheden, der af- 10 hænger af trykket i brænderen. En forøgelse af trykket i brænderen og af gasstrømhastigheden fører til en kraftigere trækning og dermed til opnåelse af finere fibre.

Det skal dog bemærkes, at en større trækning ikke nødvendigvis svarer til en forbedring af de fremstillede 15 produkter. Hvis gastrækningen er for voldsom, har fibrene sædvanligvis en mindre god kvalitet.

Den samlede strøm af fibre i modtagekammeret 70, jf. fig. 3 og 5, ledsages af en induktion af store luftmængder som antydnet ved pilene i den øverste del af mod- 20 tagekammeret. Induktionen af luft og den hurtige bremsning af fibrene inden i modtagekammeret fører til en kraftig ekspansion af fibersløret, hvilket, af årsager, der skal forklares nærmere nedenfor, giver en bedre fordeling af fibrene i produktet og over bredden af transportbåndet. Man konstaterer desuden en mindre kraftig 25 turbulens i området ved transportbåndet, hvilket giver en bedre orientering af fibrene under dannelselse af fiber-måttten, hvilket også bevirker en forbedring af måttens termiske egenskaber.

30 Ved forstøvning på konventionel måde påføres fibrene i den øvre del af modtagekammeret et bindemiddel. For at forenkle tegningen har man fra fig. 2-5 udeladt udstyret til påføring af bindemidlet.

Centrifugeringslegemet diameter er en vigtig faktor 35 i den foreliggende teknik.

De største centrifugeringslegemer, man industrielt har anvendt indtil nu i metoderne til centrifugaltrækning med gasstrøm, havde en diameter af størrelsesordenen 400 mm. En forøgelse af centrifugeringslegemets diameter var ikke anset for at være ønskelig, navnlig på grund af de vanskeligheder, dette kunne medføre, hvad angår centrifugeringslegemets levetid.

Opfindelsen beror på den erkendelse, at en væsentlig forøgelse af centrifugeringslegemets diameter kunne føre til opnåelse af filt af bedre kvalitet uden væsentlig reduktion af levetiden.

Der er opnået udmærkede resultater med et centrifugeringslegeme på 600 mm, og der kan anvendes centrifugeringslegemer med endnu større diameter. Fordelene ved opfindelsen kan opnås med centrifugeringslegemer med en diameter på over 500 mm og i området fra ca. 550 mm til ca. 1500 mm. Det mest hensigtsmæssige område for diameterverdierne er fra 600 til 1000 mm.

Når man vælger en rotationshastighed for centrifugeringslegemet, der giver centrifugale accelerationskræfter, som ikke afviger for meget fra de sædvanligvis anvendte værdier med mindre centrifugeringslegemer (eksempelvis i området fra ca. 8000 til 14000 m/s<sup>2</sup>), påvirkes centrifugeringslegemets levetid ikke væsentligt.

Den foreliggende opfindelse foreskriver en rotationshastighed for centrifugeringslegemet, der under hensyntagen til det ovenfor omtalte bedste område for diameterverdier fører til en centrifugal acceleration ved omkredsvæggen i området fra ca. 4000 til ca. 20000 m/s<sup>2</sup>. Den centrifugale acceleration ligger fortrinsvis i området fra ca. 6000 til ca. 16000 m/s<sup>2</sup>.

Grafen i fig. 6 viser de resultater, der opnås med centrifugeringslegemer med forskellige dimensioner ved en praktisk taget konstant acceleration på ca.  $10000\text{m/s}^2$ . Filtkvaliteten, der her udtrykkes ved reciprok-værdien af  
5 fibermængden pr. arealenhed, for micronaire-tal på 2,5, 3,0, 3,5 og 4,0 (prøve på 5 g), bliver væsentligt bedre ved diameter-værdier på over 500 mm, hvilket fremgår af den markerede ændring af hældningen på grafen.

Forskellen i vægt pr. arealenhed for den samme iso-  
10 lationskvalitet bliver desto mere markant for de produkter, der opnås ved hjælp af centrifugeringslegemer af stor diameter, som fibre-ne er finere, dvs. som micronaire-tallet F er lavere. Som følge heraf vil brugen af centrifugeringslegemer med en diameter på mere end 500 mm  
15 være desto mere hensigtsmæssig som de fremstillede fibre er finere.

For et micronaire-tal på 2,5 (prøvevægt 5 g) er forbedringen særlig markant. Eksempelvis konstaterer man, at overgangen fra et centrifugeringslegeme på 400 mm  
20 til et centrifugeringslegeme på 600 mm allerede giver en formindskelse af vægten pr. arealenhed på ca. 5%.

Fig. 6 viser endvidere, at disse forbedringer ikke kunne forudses på basis af de resultater, man opnåede med centrifugeringslegemerne i henhold til den kendte  
25 teknik, idet kurverne først begynder tydeligt at vokse for værdier udover 400 mm. For de lavere værdier fører forøgelsen af diameteren ikke til mærkbare og signifikante værdier under hensyntagen til målingspræcisionen.

Med de ovenfor angivne foretrukne værdier for diameter og centrifugal acceleration ligger centrifugeringslegemets periferihastighed fortrinsvis i værdiområdet fra ca. 50 til ca. 90 m/s. Hensigtsmæssigt ligger periferihastigheden på mellem ca. 55 m/s og ca. 75 m/s.

En yderlige faktor, der har stor indflydelse i produktionen af fibre, er trykket i brænderen, hvis ind-  
35 stilling direkte indvirker på fibrens finhed og på energiforbruget ved denne metode.

Med en brænder af den type, der er vist i fig. 1, ligger de foretrukne værdier for trykket i brænderen i området mellem ca. 100 og ca. 900 mm vandsøjle, medens det foretrukne værdiområde er på mellem 200 og 600 mm vandsøjle. Af årsager, som man ikke fuldtud har klarlagt, har man konstateret, at det fornødne tryk i brænderen til opnåelse af en fiber med en vis finhed aftager i afhængighed af forøgelsen af centrifugeringslegemets diameter, selv om den centrifugale acceleration ikke for-  
10 øges. Denne faktor kan være en af årsagerne til den bedre fiberkvalitet, der konstateres, når der anvendes større centrifugeringslegemer, idet et lavere tryk i brænderen nedsætter risikoen for brud af fibre under trækningsgasstrømmens påvirkning.

15 Det kan også formodes, at der i en mindre kraftig gasstrøm er mindre risiko for sammenstød eller sammenklæbning af fibre. For produkterne i henhold til opfindelsen skulle dette føre til, at der i gennemsnit opnås længere og mere regelmæssige fibre.

20 Forbedringen af fiberkvaliteten formodes at være årsagen til det, man tidligere har nævnt, hvad angår formindskelsen af den fornødne vægt pr. arealenhed for en given isolationskvalitet og en given finhed.

Formindskelsen af trykket i brænderen fører også  
25 til en reduktion af energiforbruget til produktion af den samme fibermængde.

Resultaterne af de forsøg, man har gjort i denne forbindelse, jf. fig. 7, viser en kraftig reduktion af energiforbruget, når centrifugeringslegemets diameter  
30 forøges. Grafen er tegnet for en konstant acceleration på  $10000 \text{ m/s}^2$ . For disse forsøg har man bibeholdt de samme værdier for tætheden af hullerne i centrifugeringslegemernes vægge, størrelsen af hullerne, ydeevnen pr. hul og finheden af de fremstillede fibre.

35 Grafen i fig. 7 svarer til produktionen af meget fine fibre (micronaire-tal 3, prøvevægt 5 g). Man konstaterer navnlig, at der i overensstemmelse med opfindelsen,

dvs. med centrifugeringslegemer med en diameter større end 500 mm, er et varmemeforbrug på mindre end 1500 kcal/kg, medens det er på 1750 kcal/kg producerede fibre med et centrifugeringslegeme med en diameter på 300 mm.

5 Det skal bemærkes, at energiforbruget til dannelsen af trækningsgasstrømmen repræsenterer den største del af det samlede energiforbrug til fremstilling af fibre. Det repræsenterer ca. 4/5 af det samlede energiforbrug. En reduktion af dette energiforbrug har derfor stor ind-  
10 flydelse på produktionsomkostningerne.

Det skal endvidere bemærkes, at hvis værdierne for varmemeforbrug svarer til én og samme fiberkvalitet, er de producerede fibermængder ikke de samme. Under betingelser, der gør det muligt at opnå den samme fiberkvalitet,  
15 vil centrifugeringslegemer på 300, 400 og 600 mm tillade en produktion på henholdsvis 10, 13,5 og 20 ton fibre pr. døgn. Besparelsen på energiforbruget adderes derfor til de besparelser, der opnås ved den forøgede produktion.

20 Brænderen 44's udgangsspalte har hensigtsmæssigt en bredde på mellem ca. 5 og ca. 20 mm, fortrinsvis på ca. 8 mm. Temperaturen i brænderen holdes fortrinsvis i værdiområdet fra ca. 1300 til ca. 1700°C, fortrinsvis på ca. 1500°C.

25 Med anlægget i henhold til opfindelsen har man konstateret en bedre fordeling af fibre på transportbåndet samt en bedre orientering af fibre i måtten.

Der er foretaget målinger på de produkter, der blev  
30 fremstillet i henhold til den kendte teknik, og på de produkter, der fremstilles i overensstemmelse med opfindelsen.

Der kendes flere metoder til måling af fordelingen i produktet. En af de enkleste metoder går ud på at skære produktet i små, parallelepipediske legemer eller  
35 "terninger" (eksempelvis med dimensionerne 25 x 25 x 45 mm), som vejes hver for sig. De forskellige vægtvær-

dier, som kan udtrykkes som lokale volumenmasseværdier i relation til den enkelte ternings tyngdepunkt, giver et tredimensionalt billede af fordelingen. For at gøre sammenligningerne mere bekvemme beregner man variations-

5 koefficienten  $C_v$  for fordelingen som forholdet mellem kvadratroden på gennemsnittet af kvadraterne på afvigelserne og middelværdien af terningernes vægt.

På denne måde har man fundet en meget betydelig forskel mellem et produkt fremstillet ved den kendte

10 teknik:  $C_v = 6,1\%$  og et produkt fremstillet i anlægget ifølge opfindelsen:  $C_v = 2,6\%$ . Der er derfor konstateret i de undersøgte prøver en meget bedre fordeling af fibre i de produkter, der fremstilles i overens-

stemmelse med opfindelsen.

15 Hvad angår det i fig. 3 viste udførelseseksempel for opfindelsen, hvor centrifugeringslegemet har en relativt stor diameter, opnår man et fiberlag, der spreder sig godt, inden det når ned til transportbåndet. Da transportbåndet i den viste udførelsesform ikke er særlig

20 bredt, dækker laget hele bredden af transportbåndet. Fibrene ved kanterne af laget rammer modtagekammeret 70's sidevæg, hvorfra de føres indad til opnåelse af en måtte 71 med relativt ensartet tykkelse. Fibrene afsættes med et minimum af turbulens, hvorfor størstedelen af

25 fibre orienteres parallelt med transportbåndets retning.

Dette kan sammenlignes med det i fig. 2 viste eksempel på kendt teknik. Under de samme betingelser, bortset fra centrifugeringslegemets diameter, er fiberlaget

30 alt for snævert til at kunne nå frem til modtagekammerets sidevægge. Der afsættes en større mængde fibre ved midten af transportbåndet. Der tilvejebringes en måtte, der ikke har ensartet godstykkelse, idet måtten er tykkere i midten og tynd langs kanterne. Dertil kommer, at

35 der i modsætning til, hvad der sker, når man anvender et stort centrifugeringslegeme som vist i fig. 3, opstår en kraftig turbulens i nærheden af kanterne af laget ved

ved transportbåndet. Denne turbulens fører til, at fibrene afsættes i uorden, og at fibrenes orientering er væsentligt mindre parallel med transportbåndet end den orientering, man opnår med anlægget i henhold

5 til opfindelsen.

De ovenfor omtalte vanskeligheder i fordeling af fibrene er almindelige, og der er tidligere foreslået forskellige metoder til forbedring af fordelingen.

For transportbånd af stor bredde er det muligt i  
10 retning på tværs af transportbåndet at opstille to, tre eller flere fiberdannelsestationer, men denne løsning, selv om den teoretisk sikrer en ensartet fordeling, har den væsentlige ulempe, at enhver standsning af en enkelt station i rækken, eksempelvis til udskiftning af centri-  
15 fugeringslegemet, bevirker, at der er en diskontinuitet i fordelingen, hvorfor man må kassere det produkt, der fremstilles af de øvrige enheder i hele det fornødne tidsrum til denne intervention. Derfor foretrækker man sædvanligvis at anbringe fiberfremstillingsenhederne i  
20 en enkelt række på langs med transportbåndet, fordi enhver standsning af en enhed i så fald ikke indebærer nogen væsentlig ændring i fordelingen, således at man kan fortsætte produktionen, der kun formindskes med ydeevnen fra den standsede enhed.

25 Med anlæg, der er opstillet på denne måde, anvender man forskellige hjælpemidler med henblik på opnåelse af en bedre fordeling af fibrene. Blandt disse fordelingshjælpemidler kan nævnes blæsere, der anbringes på modtagekammerets sidevægge (US-patentskrift nr. 3 030 659),  
30 svingende eller alternerende blæsere eller ledeflader til regulering af induceret luft (US-patentskrift nr. 3 255 943), svingende rørledninger for fibersløret (US-patentskrift nr. 3 830 638) og et svingende fiberfremstillingsanlæg (US RE 30 192). Selv om disse apparater  
35 kan give en bedre fiberfordeling, indfører de sædvanligvis en kraftig turbulens i modtagekammeret, hvilket giver en endnu dårligere orientering af fibrene i måtten.

I betragtning af at orienteringen af fibrene har meget stor betydning for et isolerende fiberprodukt, idet fibre, der strækker sig parallelt med transportbåndet, giver en bedre termisk modstand, bør man så vidt muligt

5 begrænse brugen af disse fordelingshjælpemidler. Derfor er et bredere lag opnået med store centrifugeringslegemer en væsentlig faktor til optimering af kvaliteten af fibermåtten. Desuden kan man med anlægget ifølge opfindelsen anvende mindre fordelings-

10 hjælpemidler og nedsætte omkostningerne for deres drift eller eventuelt bortskaffe dem, hvis der er tale om at fremstille en måtte med beskeden bredde.

Forøgelsen af bredden af laget ved transportbåndet er meget større end den, der blot skyldes lagets bredde

15 i starten, dvs. af forøgelsen af centrifugeringslegemets diameter.

Man kan konstatere, at formen af fiberlaget lige under centrifugeringslegemet er mere hensigtsmæssig i fig. 3 end i fig. 2, idet laget i fig. 3 indsnævrer sig

20 kun lidt under centrifugeringslegemet, mens det i fig. 2 viste lag har en væsentlig indsnævring i dette område.

Eksempler på forskellige driftskombinationer angives i den efterfølgende tabel. Eksempel I, der ikke er i overensstemmelse med opfindelsen, er kun angivet til

25 sammenligningsformål.

|                                                                                                                                  |                                            | Eksempel nr. |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|------|------|------|
|                                                                                                                                  |                                            | I            | II   | III  | IV   |
| Centrifugeringslegemets diameter (mm)                                                                                            |                                            | 400          | 600  | 800  | 1000 |
| 30                                                                                                                               | Ydeevne pr. centrifugeringslegeme (t/døgn) | 20           | 20   | 20   | 20   |
| Brænders spaltebredde (mm)                                                                                                       |                                            | 7,7          | 7,7  | 7,7  | 6,5  |
| Tryk i brænderen (mm VS)                                                                                                         |                                            | 430          | 350  | 400  | 420  |
| Temperatur i brænderen (°C)                                                                                                      |                                            | 1500         | 1500 | 1500 | 1500 |
| 35                                                                                                                               | Finhed (mikronaire-tal for 5 g)            | 4,2          | 3,5  | 3,0  | 2,5  |
| Vægt pr. arealenhed $\frac{\text{g}}{\text{m}^2}$ for $R = 2 \text{ m}^2 \frac{\text{O}_2}{\text{K/W}}$ ved $297^\circ \text{K}$ |                                            | 1180         | 990  | 880  | 720  |
| Nominel tykkelse (mm)                                                                                                            |                                            | 90           | 90   | 90   | 90   |

Disse eksempler viser, at der for den samme produktion på tyve ton pr. døgn er produkterne, der fremstilles i apparatet i overensstemmelse med opfindelsen væsentligt bedre.

5            Hvis man sammenligner eksemplerne I og II, konstaterer man, at man for den samme termiske modstand har en mindre vægt pr. arealenhed ved produktet, der fremstilles i apparatet ifølge opfindelsen, og at trykket og dermed også energiforbruget også er mindre.

10           Eksempel III svarer til betingelser, der er analoge med eksempel II, men med en endnu større diameter. I henhold til dette eksempel er finheden endnu større, samtidigt med at vægten pr. arealenhed også er blevet mindre.

15           Eksempel IV svarer til en endnu større diameter af centrifugeringslegemet. Der er her opnået særligt lave værdier for finheden og vægten pr. arealenhed for produkterne, hvilket betyder, at fibrene er meget finere, og at den mængde fibre, der er nødvendig til en given  
20           termisk modstand, også er meget reduceret.

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

1. Anlæg til fremstilling af mineral-  
fibre, og af den art der omfatter et centrifugeringslegeme (10), der drejer om en i hovedsagen verti-  
25           kal aksel (22) og har en diameter større end 500 mm, midler til at bringe dette centrifugeringslegeme i rotation, midler til tilførsel af en stråle (24) af smeltet materiale i trækbar tilstand til centrifugeringslegemet og til indersiden af centrifugeringslegemets om-  
30           kredsvæg, et stort antal huller (40) i omkredsvæggen, gennem hvilke huller det smeltede materiale passerer og danner filamenter (41), samt midler til trækning af disse filamenter (41) til fibre, hvilke midler omfatter  
35           en brænder med intern forbrænding, der afgiver en nedadgående, rundtgående gasstrøm i nærheden af ydersiden af den nævnte omkredsvæg, hvilken rundtgående strøm har

en høj temperatur, der bidrager til at holde materiale-  
filamenterne i trækbar tilstand i tilstrækkelig tid til  
trækning, k e n d e t e g n e t ved, at centrifugerings-  
legemet (10) har en diameter på mellem 550 og 1500 mm og  
5 er udstyret med drivmidler, som er indrettede til at  
dreje det med en sådan hastighed, at omkredsvæggen ud-  
sættes for en centrifugal acceleration på mellem 4000 og  
20.000 m/sek./sek.

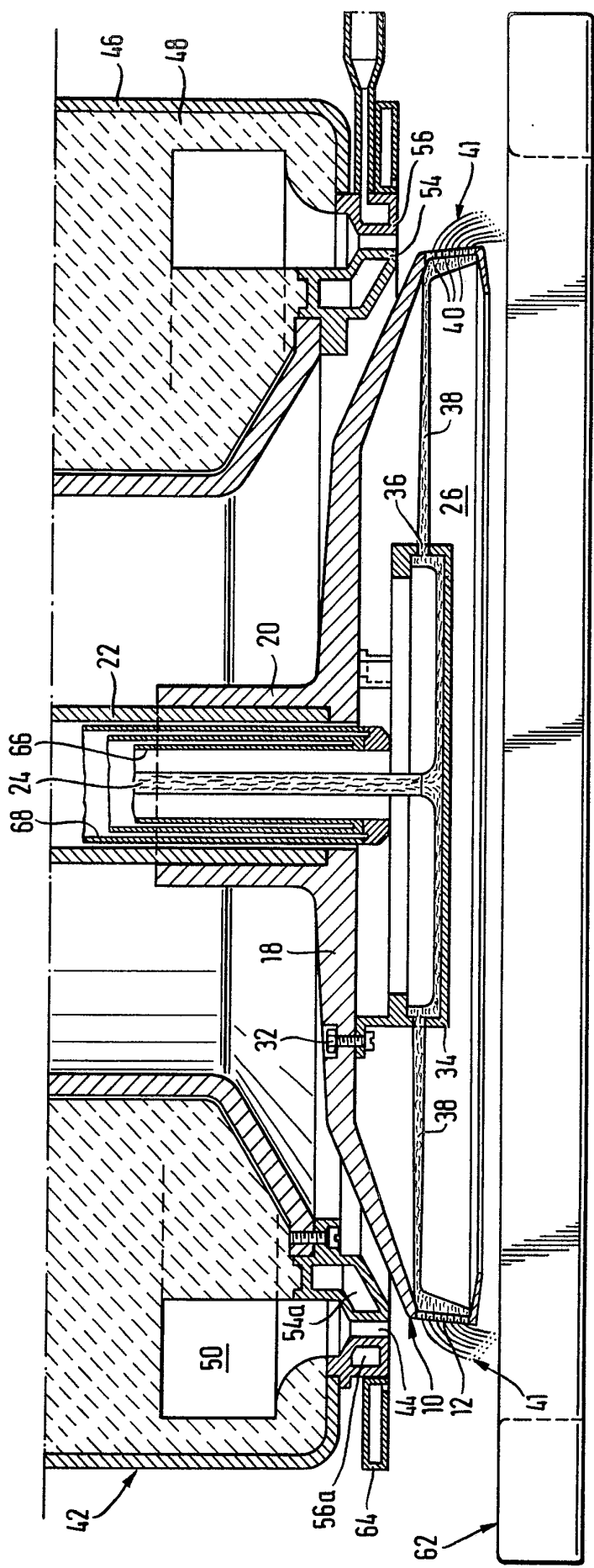
2. Anlæg ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved,  
10 at centrifugeringslegemet (10) har en diameter på mel-  
lem 600 og 1000 m.

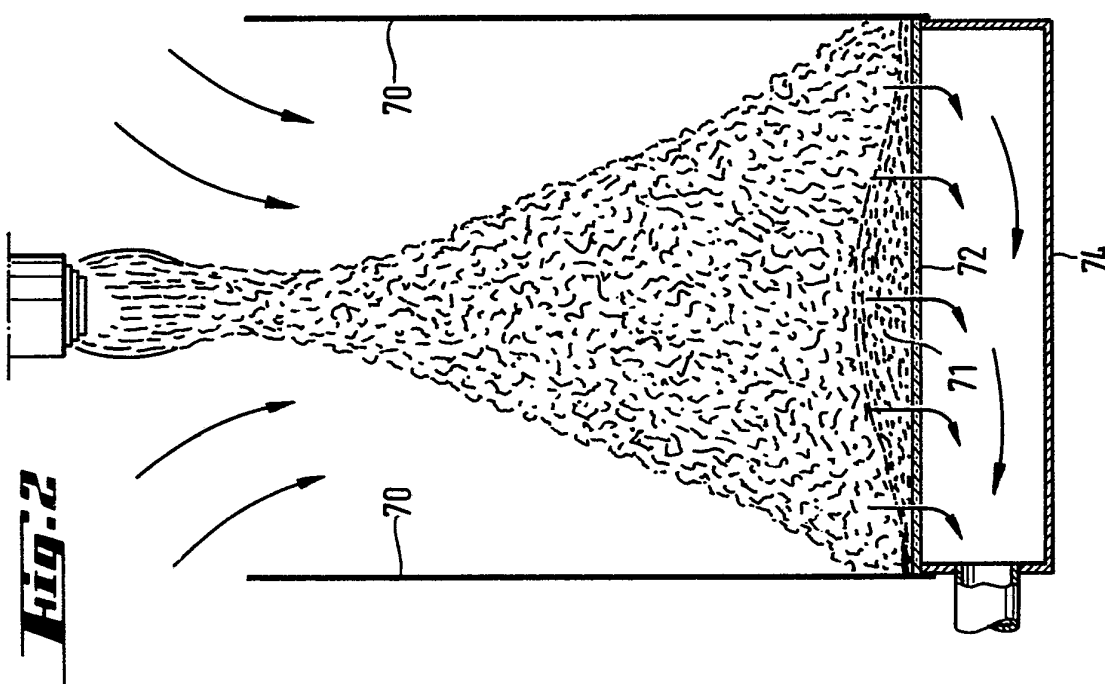
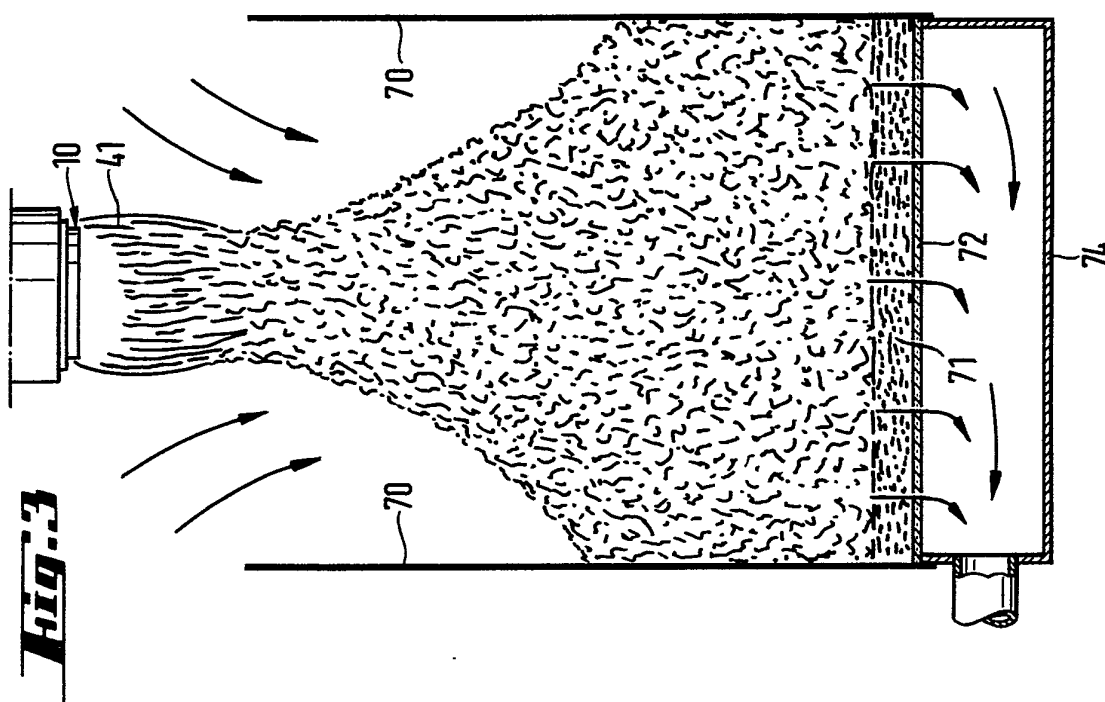
3. Anlæg ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t  
ved, at den centrifugale acceleration er på mellem 6000  
og 16000 m/sek./sek.

15 4. Anlæg ifølge ethvert af de foregående krav,  
k e n d e t e g n e t ved, at brænderens udgangsåbning  
er således indrettet, at den afgiver en gasstrøm, hvori  
trykket ligger på mellem 100 og 900 mm vandsøjle.

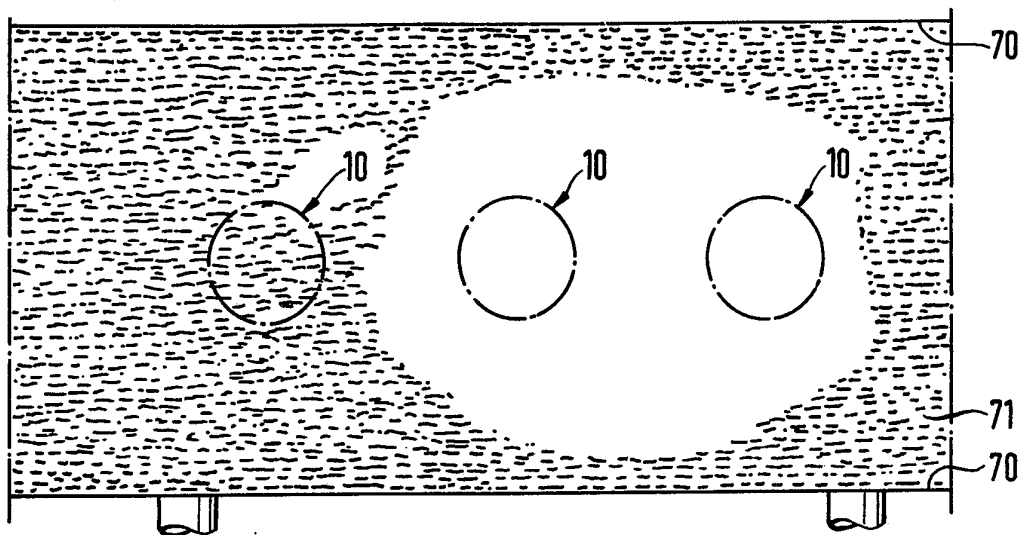
5. Anlæg ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t  
20 ved, at udgangstrykket fra brænderen ligger i området  
fra 200 til 600 mm vandsøjle.

**Fig. 1**





**Fig. 4**



**Fig. 5**

