

PANELKJØLT SMELTEOVN MED NEDSENKET FORBRENNINGSGEOMETRI OG FREMGANGSMÅTER FOR Å FREMSTILLE SMELTET GLASS

Oppfinnelsens bakgrunn

5

1. Oppfinnelsens område

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører generelt området forbrenningsovner og fremgangsmåter for bruk, og mer spesielt forbedrede smelteovner med nedsenket forbrenning og fremgangsmåter for bruk ved produksjon av smeltet glass.

2. Beslektet teknikk

Glassmelteovner har tradisjonelt hatt rektangulær form på grunn av oppbygningstemaet med ildfaste blokker og evnen til å styre strømmen av det smeltede glasset gjennom smelteovnen. (Noen helelektriske konstruksjoner er sirkelformede, som for eksempel Pochet- og SORG VSM-konstruksjonene.) Det finnes imidlertid betydelige døde områder (med lav strømning eller stillestående) som er et resultat av den rektangulære oppbygningen.

Glassmelteovner med høy virkningsgrad er kjent fra EP-A-2 133 315) hvori flere individuelle smelteovner benyttes.

Nedsenket forbrenning foreslås i flere patenter for anvendelse innen kommersiell glassmelting, inkludert US 4 539 034; 3 170 781; 3 237 929; 3 260 587; 3 606 825; 3 627 504; 3 738 792; 3 764 287; 6 460 376; 6 739 152; 6 857 999; 6 883 349; 7 273 583; 7 428 827; 7 448 231 og 6 565 819 og publiserte US patentsøknader nummer 2004/0168474; 2004/0224833; 2007/0212546; 2006/0000239; 2002/0162358; 2009/0042709; 2008/0256981; 2007/0122332; 2004/0168474; 2004/0224833 og 2007/0212546. I glassmelting med nedsenket forbrenning injiseres forbrenningsgassene under overflaten av det smeltede glasset og stiger oppover gjennom smelten. Glasset oppvarmes med høyere virkningsgrad via den tette kontakten med forbrenningsgassene. Bruken av brennere med nedsenket forbrenning letter imidlertid ikke døde strømningsområder som er et resultat av selve smelteovnens rektangulære oppbygning.

Energikostnadene fortsetter å stige og dette ansporer innsatsen for å finne måter for å redusere brennstoffmengden ved glasstilvirkning. Oksy-brennstoff-brennere er blitt brukt i glassindustrien generelt og spesielt innen glassfiber-, TV-glass- og beholderglassindustrisegmentene. Det finnes få helt oksy-brennstoffyrte ovner i drift i dag, og de bruker ettermonterte oksy-brennstoffbrennere som er spesifikt konstruert for mindre beholder- eller glassfiberovner. Disse ombyggingene ble mest sannsynlig gjort for å tilfredsstille utslippsstandarder. Kjente oksy-brennstoffbrennere har overveiende krysstrømskonstruksjon (eng.: nozzle mix design) og unngår forblending av sikkerhetsgrunner på grunn av den økte reaktiviteten ved bruk av oksygen i stedet for luft som oksidant. Noen vanlige konstruksjoner av krysstrømsoksy-brennstoffbrennere beskrives i US 5 199 866; 5 490 775; og 5 449 286. Konseptet ved krysstrømsoksy-brennstoffbrennere er å blande brennstoff og oksygen i brennerdysen. Flammen som frembringes er en diffusjonsflamme hvor flammekarakteristikkene bestemmes av blandingsforholdene. Korte intense flammer er mest vanlige med disse brennerne, men en viss grad av forsinket blandegeometri tas imidlertid i betraktning for å generere lengre strålende flammer. Mer nylig er "flatflammebrennere" blitt brukt innen industrien for smelteanvendelser, hvor flammen er over smelten og generelt parallell med denne. Disse brennerne frembringer en flamme som er 2 til 3 ganger bredere enn en tradisjonell (sylindrisk) oksy-brennstofflamme. US 5 545 031; 5 360 171; 5 299 929 og 5 575 637 viser eksempler på flatflammebrennere. Det ovennevnte US 7 273 583 beskriver en brenner med nedsenket forbrenningsom har koaksiale brennstoff- og oksidantrør som danner et ringformet rom mellom seg, og hvor det ytre røret utstrekker seg forbi enden av det indre røret. En brennerdyse som har en utvendig diameter som korresponderer med det ytre rørets innvendige diameter er forbundet med det indre rørets utløpsende og danner en sentralisert åpning som er i fluidforbindelse med det indre røret og med minst én periferisk langsgående orientert åpning som er i fluidforbindelse med det ringformede rommet. En langsgående justerbar stang kan være innrettet inne i det indre røret for justering av fluidstrømmen gjennom det, og en sylindrisk innsats med en flammestabilisator for å stabilisere en flamme som frembringes av brenneren, er festet til det ytre rørets utløpsende. Alle patentdokumentene som er henvist til i dette dokumentet, er innlemmet heri ved henvisning.

Det ville være et fremskritt innen glasssmelteteknikken å utvikle ikke-
rektangulære smelteovner ("smeltere") som har reduserte områder med død
(stillestående) strømning samtidig som de har fordelen av brennere med
nedsenket forbrenning virkningsgrad for å øke smelteovnsgjennomstrømning og
5 fremstille smeltet glass av høy kvalitet.

Kort beskrivelse

I henhold til den foreliggende beskrivelsen beskrives smelteovner og
10 fremgangsmåter for bruk som reduserer områder med død (stillestående)
strømning og har fordelen av brennere med nedsenket forbrenning.
Smelteovnene ifølge den foreliggende beskrivelsen er oppbygget, i det meste
delvis, med kjølte ildfaste paneler som tillater oppbygging av smelteovner som
har utforminger som reduserer eller unngår dødstrømningshjørneområdene som
15 er herskende i tradisjonelle rektangulære glasssmelteovnskonstruksjoner ved å
eliminere de kjente rektangulære smelteovnsutformingers døde (lave eller
stillestående) hjørner. I visse smelteovnsutførelsesformer i henhold til denne
beskrivelsen er sideveggene vinklet slik at strømningsmellomrommet for det
smeltede glasset smalner mot utløpet (utløp for smeltet glass), og i visse
20 utførelser til en ekstrem V-form. I smelteovner som læres og beskrives i denne
beskrivelsen kan det smeltede glasset smeltes fullstendig, og glass av høy
kvalitet kan fremstilles med minimal energisløsing. Disse
smelteovnskonstruksjonene er relevante for hele materialspekteret som kan
smeltes med nedsenket forbrennings-teknologi. Med nedsenket forbrennings-
25 teknologi er bruken av en kjølt panelkonstruksjon gjennomførbar på grunn av
den svært reduserte smelteovnstørrelsen for en gitt gjennomstrømning. Bruken
av kjølte paneler (som kjøles ved bruk av fluid - væske, gass eller kombinasjon
derav) for oppbygging av en glasssmelteovn tillater mer fleksibilitet når det
gjelder smelteovns form, og spesielt i kombinasjon med brennere med
30 nedsenket forbrenning.

"Nedsenket" betyr, slik det brukes heri, at forbrenningsgasser utgår fra brennere
under det smeltede glassets nivå; hvor brennerne kan være gulvmontert,
veggmontert eller i smelteovnutførelsesformer som omfatter mer enn én brenner
35 med nedsenket forbrenning eller i hvilken som helst kombinasjon av disse (for
eksempel to gulvmonterte brennere og én veggmontert brenner). Slik som det

brukes heri betyr betegnelsen "forbrenningsgasser" hovedsakelig gassformige blandinger av forbrent brennstoff, enhver uforbrent oksidant og forbrenningsprodukter slik som oksider av karbon (slik som karbonmonoksid, karbondioksid) oksider av nitrogen, oksider av svovel og vann.

5 Forbrenningsprodukter kan innbefatte væsker og faststoffer, for eksempel sot og uforbrente flytende brennstoffer. "Oksidant" innbefatter, slik det brukes heri, luft og gasser som har den samme molare konsentrasjonen av oksygen som luft, oksygenanriket luft (luft som har en oksygenkonsentrasjon større enn 21 molprosent) og "ren" oksygen slik som industrigrad av oksygen, matgrad av
10 oksygen og kryogent oksygen. Oksygenanriket luft kan ha 50 molprosent eller mer av oksygen, og i visse utførelsesformer kan det være 90 molprosent eller mer av oksygen. Oksidanter kan leveres fra en rørledning, sylindere, lagringsfasilitet, kryogenisk luftseparasjonsenhet, membrangjennomtrengningsseparator, eller adsorpsjonsenhet.

15

Et første trekk ved oppfinnelsen er en smelteovnsanordning som definert i krav 1.

20

I visse utførelsesformer befinner den mellomliggende plasseringen seg der hvor smeltesonen har en maksimal bredde W_M . I visse utførelsesformer omfatter i det minste noen av veggene fluidkjølte ildfaste paneler. I visse utførelsesformer er de fluidkjølte panelene væskekjølte paneler som omfatter én eller flere passasjer for en strømning av væske inn i og ut av passasjene.

25

I visse utførelsesformer har smeltesonen en planrissform som avgrenses av første og andre trapeser som deler en felles base som befinner seg ved den mellomliggende plasseringen og som er hovedsakelig vinkelrett på smelteovns lengdeakse hvor det første trapeset har en side som er parallell med basen og befinner seg ved innløpet og det andre trapeset har en side som er parallell med
30 basen og befinner seg ved utløpet.

35

I visse utførelsesformer er i det minste noen av brennerne gulvmontert og befinner seg i én eller flere parallelle rekker som hovedsakelig er vinkelrette på smelteovns lengdeakse. I visse utførelsesformer er antallet brennere i hver rekke proporsjonalt med smelteovns bredde. I visse utførelsesformer minsker smelteovns dybde når smelteovns bredde i den avsmalnende sonen

minsker. I visse utførelsesformer omfatter den mellomliggende plasseringen en sone med konstant bredde mellom den ekspanderende sonen og den avsmalnende sonen.

5 I visse utførelsesformer er i det minste noen av brennerne oksy-brennstoffbrennere. I visse utførelsesformer kan oksy-brennstoffbrennerne omfatte én eller flere brennere med nedsenket forbrenning som hver har koaksiale brennstoff- og oksidantrør som danner et ringformet rom mellom seg
10 hvori det ytre røret utstrekker seg forbi enden av det indre røret ifølge læren i US 7 273 583.

I visse utførelsesformer har smelteovnsanordningen et gjennomløp på 2 ft^2 per short ton per dag ($2 \text{ ft}^2/\text{stpd}$) eller mindre og i noen utførelsesformer $0,5 \text{ ft}^2/\text{stpd}$ eller mindre. I visse eksemplariske utførelsesformer omfatter smelteovnsveggen
15 fluidkjølte paneler hvor veggen omfatter et ildfast fôr i det minste mellom panelene og det smeltede glasset.

I visse utførelsesformer er veggen i den ekspanderende sonen og den avsmalnende sonen ikke-lineær.

20 I visse utførelsesformer kjøles de ildfaste kjølte panelene ved hjelp av et varmeoverføringsfluid fra gruppen som består av gassformige, flytende eller kombinasjoner av gassformige og flytende sammensetninger som fungerer som eller er i stand til å bli modifisert til å fungere som et varmeoverføringsfluid. Gassformige varmeoverføringsfluider kan velges fra luft, inkludert omgivelsesluft
25 og behandlet luft (for luft som er behandlet for å fjerne fuktighet), inerte uorganiske gasser slik som nitrogen, argon og helium, inerte organiske gasser slik som fluor-, klor- og klorfluorkarboner inkludert perfluorinerte versjoner slik som tetrafluormetan og heksafluormetan og tetrafluoretylen og liknende, og blandinger av inerte gasser med små andeler av ikke-inerte gasser slik som
30 hydrogen. Varmeoverføringsvæsker kan velges fra inerte væsker som kan være organiske, uorganiske eller en eller annen kombinasjon av slike, for eksempel saltoppløsninger, glykoloppløsninger, oljer og liknende. Andre mulige varmeoverføringsfluider innbefatter damp (hvis den er kaldere enn
35 oksygenmanifoldtemperaturen), karbondioksid eller blandinger av disse med

nitrogen. Varmeoverføringsfluider kan være sammensetninger som omfatter både gass- og væskefaser slik som de høyere klorfluorkarbonene.

5 Et annet trekk ved denne beskrivelsen er en fremgangsmåte som definert i krav 16

I visse utførelsesformer omfatter fremgangsmåten utsendelse av minst 0,5 short ton per dag per kvadratfot smelteovnsgulv, og i visse eksempler på fremgangsmåter minst 2 short ton per dag per kvadratfot smelteovnsgulv.

10

Visse eksempler på fremgangsmåter omfatter kjøling av veggen ved at veggen omfatter kjølte ildfaste paneler og å lede et varmeoverføringsfluid gjennom panelene.

15

Visse anordningsutførelsesformer kan innbefatte en flerhet rør som fungerer for å rute oksygen eller oksygenanrikt luft gjennom en ildfast brennerblokk, hvor rørene er fluidmessig forbundet med én eller flere oksygenleveringsmanifolder. Både rørene og manifoldene kan utgjøres av metall, keramikk, keramikutfôret metall eller kombinasjoner av disse.

20

I alle anordningsutførelsesformene kan kildene for oksidant og brennstoff være én eller flere ledninger, rørledninger, lagringsfasiliteter, sylindre, eller når det gjelder oksidant, omgivende luft. Hvis sekundære og tertiære oksidanter brukes, kan de leveres fra en rørledning, en sylinder, en lagringsfasilitet, en kryogen luftseparatorenhet, en membrangjennomtrengende separator eller en adsorpsjonsenhet slik som en vakuumsvingadsorpsjonsenhet (vacuum swing adsorption unit).

25

30

Visse utførelsesformer kan omfatte bruken av oksygenanrikt luft som primæroksidanten, brennstoffet som et gassformig brennstoff hvor det gassformige brennstoffet velges fra metan, naturgass, flytende naturgass, propan, karbonmonoksid, hydrogen, dampreformet naturgass, forstøvet olje eller blandinger av disse, og hvor den oksygenanrikede luften omfatter minst 90 molprosent oksygen. I visse utførelsesformer kan oksygenet injiseres inn i en mellomblanding oppstrøms for en brenners forbrenningskammer mens i andre utførelsesformer kan oksygenet injiseres i forbrenningskammeret.

35

Oksygeninjeksjonens volumetriske strømningsrate kan spenne fra omkring 1000 scfh (standard kubikkfot per time) til omkring 8000 scfh (omkring 28 kubikkmeter/time (m^3/h) til omkring 225 m^3/h) eller fra omkring 2000 scfh til omkring 6000 scfh (omkring 56 m^3/h til omkring 168 m^3/h) eller fra omkring 1000 scfh til omkring 3000 scfh (omkring 28 m^3/h til omkring 84 m^3/h) og kan injiseres gjennom en ikke-kjølt manifold, en gasskjølt manifold eller en væskeskjølt manifold. Den gasskjølte manifolden kan anvende luft som en kjølegass mens den væskeskjølte manifolden kan bruke vann som et kjølemiddel. Oppfinnelsens fremgangsmåter innbefatter disse hvori forbrenningskammertrykket ikke overstiger 10 psig.

Oppfinnelsens utførelsesformer av smelteovnsanordning og fremgangsmåte kan styres ved hjelp av én eller flere styringer. For eksempel kan brennerens forbrennings- (flamme-) temperatur styres ved å overvåke én eller flere parametere som velges fra brennstoffhastighet, hastigheten til den primære oksidanten, brennstoffets masse- og/eller volumstrømningsrate, den primære oksidantens masse- og/eller volumstrømningsrate, brennstoffets energiinnhold, brennstoffets temperatur når det går inn i brenneren, den primære oksidantens temperatur når den går inn i brenneren, avløpets temperatur, den primære oksidantens trykk idet den går inn i brenneren, oksidantens fuktighet, brennerens geometri, forbrenningsforhold og kombinasjoner av disse. Eksempler på anordninger og fremgangsmåter ifølge oppfinnelsen omfatter en forbrenningsstyring som mottar én eller flere inngangsparametere valgt fra brennstoffhastighet, hastigheten til den primære oksidanten, brennstoffets masse- og/eller volumstrømningsrate, den primære oksidantens masse- og/eller volumstrømningsrate, brennstoffets energiinnhold, brennstoffets temperatur når det går inn i brenneren, den primære oksidantens temperatur når den går inn i brenneren, oksidantens trykk når den går inn i brenneren, oksidantens fuktighet, brennerens geometri, oksidasjonsforhold, avløpets temperatur og kombinasjoner av disse, og som benytter en styringsalgoritme for å styre forbrenningstemperatur basert på én eller flere av disse inngangsparameterne.

Oppfinnelsens smelteovnsanordninger og fremgangsmåter vil bli tydeligere ved betraktning av den korte beskrivelsen av tegningene, den detaljerte beskrivelsen av oppfinnelsen og de etterfølgende kravene.

Kort beskrivelse av tegningene

Måten hvorpå oppfinnelsens formål og andre ønskelige egenskaper kan oppnås forklares i den etterfølgende beskrivelsen og de vedlagte tegningene hvori:

5

Figurene 1-5 inklusive er plantegninger, med deler brukket av, av fem smelteovnutførelsesformer i henhold til den foreliggende beskrivelsen;

Figur 6 er et sidesnittriss av smelteovnen ifølge figur 1; og

10

Figur 7 er et perspektivisk riss av ett kjølt panel som er nyttig i smelteovner ifølge den foreliggende beskrivelsen.

Det bør imidlertid bemerkes at de vedheftede tegningene ikke er i skala og bare illustrerer typiske utførelsesformer av denne oppfinnelsen og må derfor ikke betraktes som å begrense dens omfang, for oppfinnelsen kan gi adgang til andre like effektive utførelsesformer.

15

Detaljert beskrivelse

20

I den etterfølgende beskrivelsen fremstilles tallrike detaljer for å tilveiebringe en forståelse av forskjellige utførelsesformer av smelteovnsanordninger og fremgangsmåter i henhold til den foreliggende beskrivelsen. Det vil imidlertid forstås av fagfolk at smelteovnsanordningene og fremgangsmåtene for å bruke disse kan praktiseres uten disse detaljene og at tallrike varianter og modifikasjoner av de beskrevne utførelsesformene kan være mulige, og de er allikevel tatt i betraktning innen de vedheftede kravene.

25

Det vises nå til figurene hvor figurene 1-5 er planriss, med deler brukket av, av fem smelteovnutførelsesformer i henhold til denne beskrivelsen. Figur 6 er et sidesnittriss av smelteovnen ifølge figur 1. De samme tallene brukes for de samme eller liknende trekkene i de forskjellige figurene. I planrissene som er illustrert i figurene 1-5 vil det forstås at taket og utløpsskorsteinen ikke er illustrert for klarere å illustrere nøkkeltrekkene ved hver utførelsesform. Utførelsesform 100 i figur 1 omfatter en periferisk vegg 2 i smelteovn 100 hvor veggen 2 har et innløp 4, en fyllingsmatesjakt 5 og et smelteovnsutløp 6

30

35

hvorigjennom smeltet glass forlater smelteovnen. Smelteovnen 100 omfatter også et tak 7 (figur 6), et gulv 8, en mateende 9 og en utløpsende 11.

5 Et viktig trekk ved alle smelteovnanordningene som beskrives heri, og
 10 eksemplifisert i smelteovn 100 i figur 1, er at veggen 2 danner en
 ekspanderende smeltesone 14 som dannes av en første trapesformet region og
 en avsmalnende smeltesone 16 som dannes av en andre trapesformet region av
 veggen 2. Det første trapeset som danner den ekspanderende smeltesonen 14
 og det andre trapeset som danner den avsmalnende sonen 16 deler en felles
 15 base i denne utførelsesformen, indikert ved B, ved en mellomliggende plassering
 mellom smelteovnsinnløpet 4 og smelteovnsutløpet 6. Den felles basen B
 definerer plasseringen til den maksimale bredden W_M i smelteovnen 100. Den
 primære viktigheten av disse smeltesonene er at ingen 90-graders hjørner finnes
 i smelteovnen der hvor det kan forekomme stagnering i den smeltede strømmen
 av glass.

Et annet viktig trekk ved smelteovnanordningen 100 er tilstedeværelsen av
 brennere 10 med nedsenket forbrenning. I utførelsesformen 100 er brennerne
 10 gulvmonterte brennere illustrert i rekker som er hovedsakelig vinkelrette på
 20 smelteovns 100 lengdeakse L. I visse utførelsesformer er brennerne 10
 plassert for å sende forbrenningsprodukter inn i smeltet glass i smeltesonene 14,
 16 på en måte slik at gassene penetrerer smelten generelt vinkelrett på gulvet. I
 andre utførelsesformer kan én eller flere brennere 10 sende
 25 forbrenningsprodukter inn i smelten i en vinkel (se figur 6, vinkel α) med gulvet
 og vinkel α kan være ulik 90 grader, foretrukket fra 30 til 80 grader, og særskilt
 kan nevnte vinkel være større eller mindre enn 45 grader, men kan i visse
 utførelsesformer være 30 grader eller 40 grader eller 50 grader eller 60 grader
 eller 70 grader eller 80 grader.

30 Smelteovnsanordningene i henhold til den foreliggende beskrivelsen kan også
 omfatte én eller flere veggmonterte brennere med nedsenket forbrenning som
 indikert ved 25 i figur 1 og/eller én eller flere takmonterte brennere 26 som
 indikert ved 26 i figur 6. Takmonterte brennere kan være nyttige for å forvarme
 smelteovnsanordningens smeltesoner 14, 16 og tjene som antennelseskilder for
 35 én eller flere brennere 10 med nedsenket forbrenning. Smelteovnsanordninger
 som bare har veggmonterte brennere med nedsenket forbrenning tas også i

betraktning innen den foreliggende beskrivelsen. Takmonterte brennere 26 kan være oksy-brennstoff-brennere, men ettersom de bare brukes i visse situasjoner, vil de mer sannsynlig være luft/brennstoff-brennere. Som oftest ville de stenges ned etter forvarming av smelteovnen og/eller etter oppstartning av én eller flere brennere 10 med nedsenket forbrenning. I visse utførelsesformer er alle brennerne 10 med nedsenket forbrenningoksy/brennstoff-brennere (hvor "oksy" betyr oksygen eller oksygenanriket luft som beskrevet tidligere) men dette er ikke nødvendigvis tilfelle i alle utførelsesformene hvor noen av eller alle brennerne med nedsenket forbrenning kan være luft/brennstoff-brennere. Dessuten kan oppvarming ha tillegg av elektrisk oppvarming i visse utførelsesformer i visse smelteovnszoner.

Figurene 2-5 illustrerer ytterligere utførelsesformer og trekk ved smelteovnsanordningene ifølge denne beskrivelsen. Utførelsesformen 200 i figur 2 illustrerer at veggen 20 kan ha en frittflytende form blottet for vinkler. Utførelsesformen 300 i figur 3 illustrerer at veggen 320 kan utformes slik at den mellomliggende plasseringen 12 kan omfatte en mellomliggende region av smelteovn 300 som har konstant bredde og som utstrekker seg fra en første trapesregion 14 til begynnelsen av den avsmalnende smelteovnsregionen 160. Avsmalnende smelteregion 160 i utførelsesformen 300 har alternerende avsmalnende og ekspanderende regioner som dannes av veggseksjonene 321, 322 selv om den har en samlet avsmalnende effekt som fører til utløpet 6. Utførelsesformen 400 i figur 4 omfatter en avsmalnende smeltesone som omfatter en første avsmalnende seksjon som dannes av veggseksjonene 420A og 420B som fører til en smal kanal som dannes av veggseksjonene 421A og 421B og deretter en kort ekspanderende sone som dannes av veggseksjonene 422A og 422B og til slutt avsmalnende igjen til utløpet 6. Utførelsesformen 400 kan tilveiebringe en avsluttende smelteblandings- eller holdesone mellom veggseksjonene 422A og 422B, noe som kan være fordelaktig i visse utførelsesformer, for eksempel når fargestoffer tilsettes smelten. Utførelsesformen 500 i figur 5 illustrerer en utførelsesform liknende utførelsesformen 100 i figur 1 bortsett fra at veggen 520 danner en mellomliggende smeltesone 120 med konstant bredde.

Figur 6 er et sidesnittriss av smelteovnen ifølge figur 1, og den illustrerer en ladning av fyllingsmateriale (eng: batch material) 15 som mates inn i

smelteovnsinnløpet 4 gjennom mater 5. Tre gulvmonterte brennere med nedsenket forbrenning er indikert, nemlig 10A, 10B og 10C. Figur 6 illustrerer også vinklene α og β hvor vinkelen α er definert som en vinkel mellom den gulvmonterte brennerens 10C senterakse 50 og horisontalen 52, og vinkel β er definert som vinkelen mellom horisontalen og en linje 54 gjennom smelteovnens gulvs region med minskende dybde. Verdier for vinkelen α ble nevnt tidligere. Vinkel β kan variere fra omkring 0 grader til omkring 90 grader eller fra omkring 0 grader til omkring 60 grader. Når vinkelen β minskes kan tillatte verdier for vinkel α økes når alle andre faktorer er like. Når vinkel β er stor, la oss si for eksempel 45 grader eller større, og hvis vinkel α er for liten, for eksempel 45 grader eller mindre kan uakseptabel slitasje av det ildfaste skje nær eller på gulvets 8 skrånende region muligens ledsaget av en glassmelte med lavere kvalitet fordi det ildfaste materialet blir del av smelten. Det bør også bemerkes at visse smelteovnsutførelsesformer kan innbefatte én eller flere oksy-brennstoff- og/eller luft-brennstoff-brennere montert i den skrånende gulvregionen eller vegg 2 i den skrånende gulvregionen.

Figur 7 er et perspektivisk riss av et parti av en smelteovn som illustrerer to utførelsesformer av kjølte paneler som er brukbare i smelteovnsanordninger ifølge den foreliggende beskrivelsen. I figur 7 illustreres også et parti av et smelteovns gulv 8 og tre gulvmonterte brennere. Et første kjølt panel 130 er vannkjølt og har én eller flere ledninger eller rør 131 i seg som forsynes med væske gjennom ledning 132 og med en andre ledning 133 som sender ut oppvarmet væske og leder varme som overføres fra smelteovnens indre til væsken og bort fra smelteovnen. Væskeskjølt panel 130 som illustrert innbefatter også et tynt ildfast fôr 135 som minimaliserer varmetap fra smelteovnen, men tillater dannelsen av et tynt frossent glasskall å dannes på overflaten og som hindrer slitasje på det ildfaste materialet og assosiert glassforurensning. Et annet kjølt panel 140 er illustrert og i dette tilfellet et luftkjølt panel som omfatter en ledning 142 som har en første seksjon 144 med liten diameter og en seksjon 146 med en stor diameter. Oppvarmet luft flyter på tvers i ledning 142 i retningen med den bøyde pilen. Ledningsseksjonen 146 har større diameter for å imøtekomme ekspansjon av luften når den varmes opp. Luftkjølte paneler slik som illustrert i figur 7 beskrives mer inngående i US 6 244 197 som innarbeides heri ved henvisning.

I drift av smelteovnanordning ifølge denne beskrivelsen som er illustrert skjematisk i figur 1 mates matemateriale, slik som E-glass-fylling (smelter ved omkring 1400°C), isolasjonsglass-fylling (smelter ved omkring 1200 °C) eller skrap i form av glassfibermatte og/eller isolasjon med høyt innhold av organisk bindemiddel, oppsamlet glass og liknende til smelteovnen gjennom en sjakt 5 og smelteovnsinnløp 4. Én eller flere brennere 10 med nedsenket forbrenning fyres for å smelte matematerialer og for å bibeholde smeltet glass i regionene 14 og 16. Smeltet glass beveger seg mot tømmeutløpet 6 og sendes ut fra smelteovnen. Forbrenningsproduktgasser (avgasser) går ut gjennom utgangskanalen 60 eller de kan ledes til en varmegjenvinningsanordning som omtalt heri. Hvis oksy/brennstofforfbrenning anvendes i noen eller alle brennerne er det generelle prinsippet å drive forbrenning i brennerne på en måte som erstatter noe av luften med en separat oksygenkilde. De generelle forbrenningsforholdene må ikke endres. Det er viktig at gjennomløpet til smelteovnsanordningen som beskrives i den foreliggende beskrivelsen kan være 2 ft² per «short ton» per dag (2 ft²/stpd) eller mindre og i noen utførelsesformer 0,5 ft²/stpd eller mindre. Dette er i det minste to ganger og i visse utførelsesformer ti ganger gjennomløpet til konvensjonelle smelteovnsanordninger.

Smelteovnsanordninger som er beskrevet i henhold til den foreliggende beskrivelsen kan være bygget ved bare å bruke ildfaste kjølte paneler og et tynt ildfast fôr som omtalt heri. Det tynne ildfaste belegget kan være 1 centimeter, 2 centimeter, 3 centimeter eller tykkere, men større tykkelse kan imidlertid medføre høyere kostnad uten resulterende større fordel. Det ildfaste fôret kan være ettlags eller flerlags. Alternativt kan smelteovner som beskrives heri bygges ved å bruke støpt betong slik som det er redegjort i US 4 323 718. De tynne ildfaste fôrene som omtales heri kan omfatte materialer som er beskrevet i 718-patentet som innarbeides heri ved henvisning. To støpte betonglag er beskrevet i 718-patentet hvor det første er en hydraulisk herdende isolerende sammensetning (for eksempel den som er kjent under handelsbetegnelsen CASTABLE BLOC-MIX-G, et produkt fra Fleischmann Company, Frankurt/Main, Federal Republic of Germany). Denne sammensetningen kan støpes i form av en veggseksjon av ønsket tykkelse, for eksempel et lag som er 5 cm tykt eller 10 cm eller større. Dette materialet tillates å herde og etterfølges av et andre lag hydraulisk herdende ildfast støpesammensetning (slik som det som er kjent

under handelsbetegnelsen RAPID BLOCK RG 158, et produkt fra Fleischmann Company, Frankfurt/Main, Federal Republic of Germany) som kan påføres derpå. Andre egnede materialer for de ildfaste kjølte panelene, ildfaste fôr for smelteovner, og ildfaste blokkbrennere (hvis brukt) er sammensmeltet zirkoniumoksid (ZrO_2), sammensmeltet støpt AZS (alumina-zirkoniumoksid-silika), gjensammensatt AZS, eller sammensatt støpt aluminiumoksid (Al_2O_3). Valget av et særskilt materiale dikteres, blant andre parametere, av smelteovnsgeometrien og typen glass som skal produseres.

Brennere som er brukbare i den beskrevne smelteovnsanordningen heri innbefatter de som er beskrevet i US 4 539 034, 3 170 781, 3 237 929, 3 260 587, 3 606 825, 3 627 504, 3 738 792, 3 764 287 og 7 273 583 hvorav alle innarbeides heri i sin helhet ved henvisning. Én brukbar brenner er for eksempel beskrevet i 583-patentet som omfatter en fremgangsmåte og en anordning som tilveiebringer varmeenergi til et bad av smeltet materiale og samtidig skaper et velblandet smeltet materiale. Brenneren fungerer ved å fyre en brennende gassformig eller flytende brennstoff-oksidant blanding inn i et volum av smeltet materiale. Brennerne som beskrives i 583-patentet tilveiebringer en stabil flamme ved injeksjonspunktet for brennstoff-oksidant-blandingen inn i smelten for å forhindre dannelsen av frossen smelte nedstrøms så vel som å forhindre enhver resulterende eksplosiv forbrenning; konstant, pålitelig og rask antennelse av brennstoff-oksidant-blandingen slik at blandingen brenner raskt inne i det smeltede materialet og frigjør forbrenningsvarmen inn i smelten, og fullstendiggingjøring av forbrenningsfremgangsmåten i bobler som stiger til overflaten av smelten. I én utførelsesform omfatter brennerne som beskrives i 583-patentet et indre fluidtilførselsrør som har en første fluidinnløpsende og en første fluidutløpsende og et ytre fluidtilførselsrør som har en andre fluidinnløpsende og en andre fluidutløpsende koaksialt anordnet rundt det indre fluidtilførselsrøret og som danner et ringromformet rom mellom det indre fluidtilførselsrøret og det ytre fluidtilførselsrøret. En brennerdyse er forbundet med det indre fluidtilførselsrørets første fluidutløp. Det ytre fluidtilførselsrøret er innrettet slik at den andre fluidutløpsenden utstrekker seg forbi den første fluidutløpsenden og skaper i realiteten et forbrenningsrom eller –kammer som avgrenses av brennerdysens utløp og det forlengede partiet av det ytre fluidtilførselsrøret. Brennerdysen er gitt en størrelse med en utvendig diameter som korresponderer med det ytre fluidtilførselsrørets innvendige

diameter og danner en sentralisert åpning i fluid kommunikasjon med det indre fluidtilførselsrøret og i det minste én periferisk langsgående orientert åpning i fluid kommunikasjon med det ringformede rommet mellom det indre og det ytre fluidtilførselsrøret. I visse utførelsesformer er en langsgående justerbar stang anordnet inne i det indre fluidtilførselsrøret nær den første fluidutløpsenden. Når den justerbare stangen beveges inne i det indre fluidtilførselsrøret modifiseres fluidets strømningskarakteristikker gjennom det indre fluidtilførselsrøret. Et sylindrisk flammestabiliseringselement er festet til den andre fluidutløpsenden. Den stabile flammen oppnås ved å tilføre oksidant til forbrenningskammeret gjennom én eller flere av åpningene som befinner seg på brennerdysens periferi som tilfører brennstoff gjennom brennerdysens sentraliserte åpning og styrer utviklingen av en selvstyrende strømningsforstyrrelsessone ved å fryse smelten på toppen av det sylindriske flammestabiliseringselementet. Plasseringen av injeksjonspunktet for brennstoff-oksidant-blandingen nedenfor det smeltede materialets overflate fremmer blandingen av komponentene som smeltes og øker smeltens homogenitet. Termiske NO_x -utslipp reduseres i sterk grad på grunn av de lavere flammetemperaturene som resulterer fra den smelteavkjølte flammen og ytterligere på grunn av isolasjonen av høytemperaturflammen fra atmosfæren.

Betegnelsen «brennstoff» betyr i henhold til denne oppfinnelsen en brennbar sammensetning som omfatter en hovedandel av for eksempel metan, naturgass, flytende naturgass, propan, forstøvet olje eller liknende (enten i gassform eller flytende). Brennstoffer som er brukbare i oppfinnelsen kan omfatte mindre mengder av ikke-brennstoffer deri inkludert oksidanter for formål slik som forblending av brennstoffet med oksidanten eller forstøvning av flytende brennstoffer.

De totale mengdene av brennstoff og oksidanter som brukes av forbrenningssystemet er slik at strømmen av oksygen kan variere fra omkring 0,9 til omkring 1,2 av den teoretisk støkiometriske strømmen av oksygen som er nødvendig for å oppnå fullstendig forbrenning av brennstoffstrømmen. Et annet uttrykk for denne påstanden er at forbrenningsforholdet er mellom 0,9 og 1,2. I visse utførelsesformer må det ekvivalente brennstoffinnholdet i matematerialet tas i betraktning. For eksempel vil organiske bindemidler i glassfibermatteskrapmaterialer øke kravet til oksidant utover det som strengt

tatt kreves for brennstoffet som forbrennes. I betraktning av disse utførelsesformene kan forbrenningsforholdet måtte økes over 1,2, for eksempel til 1,5 eller 2 eller 2,5 eller til og med høyere avhengig av det organiske innholdet i matematerialet.

5

Hastigheten til brennstoffet i de forskjellige brennerne avhenger av brennerens geometri, men er vanligvis minst omkring 1,5 m/s. Den øvre grensen for brennstoffhastigheten avhenger først og fremst av den ønskede blandingen av smelten i smelteovnanordningen, smelteovnsgeometrien og brennerens geometri; hvis brennstoffhastigheten er for lav kan flammemetemperaturen bli for lav noe som gir utilstrekkelig smelting som ikke er ønskelig, og hvis brennstoffstrømmen er for høy kan flammen treffe smelteovnens gulv, tak eller vegg og/eller så kan brennstoff bli bortkastet, noe som heller ikke er ønskelig.

10

15

I visse utførelsesformer av oppfinnelsen kan det være ønskelig å implementere varmegjenvinning. I utførelsesformer av oppfinnelsen som anvender et varmeoverføringsfluid for varmegjenvinning er det mulig for et varmt mellomvarmeoverføringsfluid å overføre varme til oksidanten eller brennstoffet enten indirekte ved å overføre varme gjennom en varmevekslers vegger eller så kunne en andel av det varme mellomfluidet utveksle varme direkte ved å blandes med oksidanten eller brennstoffet. I de fleste tilfellene vil varmeoverføringen være mer økonomisk og sikrere hvis varmeoverføringen er indirekte, med andre ord ved å bruke en varmeveksler hvor mellomfluidet ikke blandes med oksidanten eller brennstoffet, men det er viktig å bemerke at begge midlene for varmeutveksling betraktes. Dessuten kunne mellomfluidet varmes av de varme avgassene ved hjelp av den ene eller den andre av mekanismene som nettopp ble nevnt.

20

25

30

I visse utførelsesformer som anvender varmegjenvinning kan de primære midlene for overføring av varme omfatte én eller flere varmevekslere valgt fra gruppen som består av keramiske varmevekslere, kjent innen industrien som keramiske rekuperatorer, og metalliske varmevekslere videre kjent som metalliske rekuperatorer. Anordninger og fremgangsmåter i henhold til den foreliggende beskrivelsen innbefatter de hvor de primære midlene for overføring av varme er dobbelmantlede strålingsrekuperatorer (eng.:double shell radiation recuperators). Forvarmermidler som er brukbare i anordninger og

35

fremgangsmåter som beskrives heri kan omfatte varmevekslere valgt fra keramiske varmevekslere, metalliske varmevekslere, regenereringsmidler som alternativt varmes av strømmen av varmt mellomfluid og kjøles av oksidantstrømmen eller brennstoff som varmes derav og kombinasjoner derav. I

5 tilfellet med regenereringsmidler som alternativt varmes av strømmen av varmt mellomfluid og kjøles av oksidantstrømmen eller brennstoffet kan det være tilstede to beholdere som inneholder et inert medium slik som keramiske kuler eller grus. Én beholder brukes i en regenereringsmodus hvor de keramiske kulene, grusen eller andre inerte medier varmes av varmt mellomfluid mens den

10 andre brukes under en driftsmodus for å kontakte brennstoffet eller oksidanten for å overføre varme fra det varme mediet til brennstoffet eller oksidanten ettersom tilfellet er. Strømmen til beholderne byttes deretter rundt på et egnet tidspunkt.

P a t e n t k r a v

1. Smelteovnsanordning (100) som omfatter:

a) et gulv (8) og et tak (7);

5 b) en hovedsakelig vertikal vegg som forbinder gulvet (8) og taket (7) ved en
perimeter av gulvet og taket, en smeltesone som avgrenses av gulvet (8), taket
(7) og veggen, hvor smeltesonen har et mateinnløp (9) og et utløp (6) for
smeltet glass som befinner seg i motsatte ender av smeltesonen, hvor
smeltesonen omfatter en ekspanderende sone (14) som begynner ved innløpet
10 og utstrekker seg til en mellomliggende plassering i forhold til de motsatte
endene, og en avsmalnende sone (16) som utstrekker seg fra den
mellomliggende plasseringen til utløpet (6); k a r a k t e r i s e r t
v e d en flerhet brennere (10, 25, 26) hvorav i det minste noen er plassert for
å lede forbrenningsprodukter inn i smeltesonen under et nivå av smeltet glass i
15 smeltesonen (10, 10A, 10B, 10C).

2. Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 hvori den mellomliggende plasseringen
befinner seg hvor smeltesonen har en maksimumsbredde W_M .

20 **3.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 eller 2 hvori i det minste noe av veggen
omfatter fluidkjølte ildfaste paneler (130, 140).

4. Smelteovnsanordningen ifølge krav 3 hvori de fluidkjølte panelene (130, 140)
er væskekjølte paneler som omfatter én eller flere passasjer (131) for
25 strømming av en væske inn i og ut av passasjene.

5. Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 4 hvori smeltesonen har en
planrissform avgrenset av første og andre trapeser (14, 16) som har en felles
base som befinner seg ved den mellomliggende plasseringen og er hovedsakelig
30 vinkelrett på smelteovnens lengdeakse hvor det første trapeset (14) har en side
som er parallell med basen og befinner seg ved innløpet, og hvor det andre
trapeset (16) har en side som er parallell med basen og befinner seg ved
utløpet.

6. Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 5 hvori smelteovnens dybde minsker når smelteovnens bredde i den avsmalnende sonen minsker.

5 **7.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 6 hvori den mellomliggende plasseringen omfatter en sone med konstant bredde plassert mellom den ekspanderende sonen (14) og den avsmalnende sonen (16).

10 **8.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 7 hvori i det minste noen av brennerne (10, 25, 26) er oksy-brennstoff-brennere.

9. Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 8 som har et gjennomløp på $2 \text{ ft}^2/\text{stpd}$ eller mindre, foretrukket på $0,5 \text{ ft}^2/\text{stpd}$ eller mindre.

15 **10.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 eller 2 eller 4 til 9 hvori smelteovnsveggen omfatter alle fluidkjølte paneler (130, 140), hvor veggen omfatter et ildfast fôr (135) i det minste mellom panelene og det smeltede glasset.

20 **11.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 10 hvori veggen i den ekspanderende sonen og i den avsmalnende sonen er ikke-lineære.

25 **12.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 3 eller 4 eller 10 hvori panelene (130, 140) kjøles ved hjelp av et varmeoverføringsfluid valgt fra gruppen som består av gassformige, flytende eller kombinasjoner av gassformige og flytende sammensetninger som fungerer som eller er i stand til å modifiseres for å fungere som et varmeoverføringsfluid, foretrukket er de gassformige varmeoverføringsfluidene valgt fra gruppen som består av omgivende luft, behandlet luft, inerte uorganiske gasser, inerte organiske gasser og blandinger av inerte gasser med små andeler av ikke-inerte gasser, og de flytende varmeoverføringsfluidene er valgt fra gruppen som består av inerte væsker som
30 kan være organiske, uorganiske eller en eller annen kombinasjon derav.

13. Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 12 hvori i det minste noen av brennerne (10) er gulvmontert og plassert i én eller flere parallelle rekker
35 hovedsakelig vinkelrett på smelteovnens lengdeakse.

14. Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 13 hvori antallet brennere (10) i hver rekke er proporsjonalt med smelteovnens bredde.

5 **15.** Smelteovnsanordningen ifølge krav 1 til 14 hvori én eller flere brennere (10C) sender ut forbrenningsprodukter inn i smelten i en vinkel i forhold til gulvet, hvor vinkelen er ulik 90 grader og hvor vinkelen foretrukket er fra 30 til 80 grader.

16. Fremgangsmåte som omfatter:

- 10 a) å mate ett materiale som i det minste delvis kan forglasses inn i et mateinnløp (9) i en ildfast smelteovnsanordnings smeltesone som omfatter et gulv (8), et tak (7) og en hovedsakelig vertikal vegg som forbinder gulvet og taket ved en perimeter av gulvet og taket, hvor smeltesonen omfatter en ekspanderende sone (14) som begynner ved innløpet (9) og som utstrekker seg
- 15 til en mellomliggende plassering i forhold til motsatte ender av smelteovnen og en avsmalnende sone (16) som utstrekker seg fra den mellomliggende plasseringen til et utløp for smeltet glass (6);
- 20 b) å varme opp det minst ene materialet som delvis kan forglasses med i det minste én brenner (10, 25, 26) som leder forbrenningsprodukter inn i smeltesonen; og
- 25 c) å sende ut smeltet glass fra et utløp (6) for smeltet glass som befinner seg ved en ende av smeltesonen motsatt til innløpet (9), k a r a k t e r i s e r t v e d a t i det minste én brenner (10, 25) som leder forbrenningsprodukter inn i smeltesonen er under et nivå av det smeltede glasset i smeltesonen.

17. Fremgangsmåten ifølge krav 16 som omfatter å kjøle veggen ved at veggen omfatter kjølte ildfaste paneler (130, 140) og å lede et varmeoverføringsfluid gjennom panelene.

30 **18.** Fremgangsmåten ifølge krav 16 til 17 hvori oppvarmingen omfatter å lede forbrenningsprodukter inn i smeltesonen under et nivå av det smeltede glasset i sonen ved å anvende to eller flere gulvmonterte brennere (10, 10A, 10B, 10C).

35 **19.** Fremgangsmåten ifølge krav 18 som omfatter å lede forbrenningsprodukter inn i smeltesonen under et nivå av det smeltede glasset i sonen hvor det

anvendes to eller flere rekker av gulvmonterte brennere (10, 10A, 10B, 10C) som er anordnet hovedsakelig vinkelrett på smelteovnens lengdeakse.

5 **20.** Fremgangsmåten ifølge krav 16 til 19 som omfatter å minske dybden av det smeltede glasset når det beveger seg fra den mellomliggende plasseringen til smelteovnens utløp (6).

10 **21.** Fremgangsmåten ifølge krav 16 til 20 som omfatter å sende ut i det minste 0,5 short ton per dag per kvadratfot smelteovnsgulv, foretrukket minste 2 short ton per dag per kvadratfot smelteovnsgulv.

Fig. 1

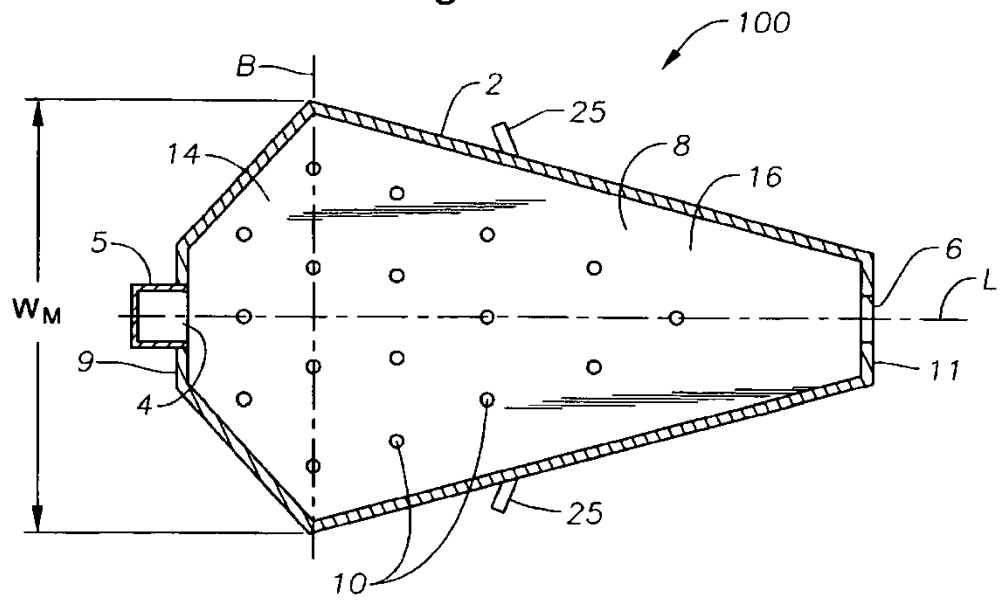


Fig. 2

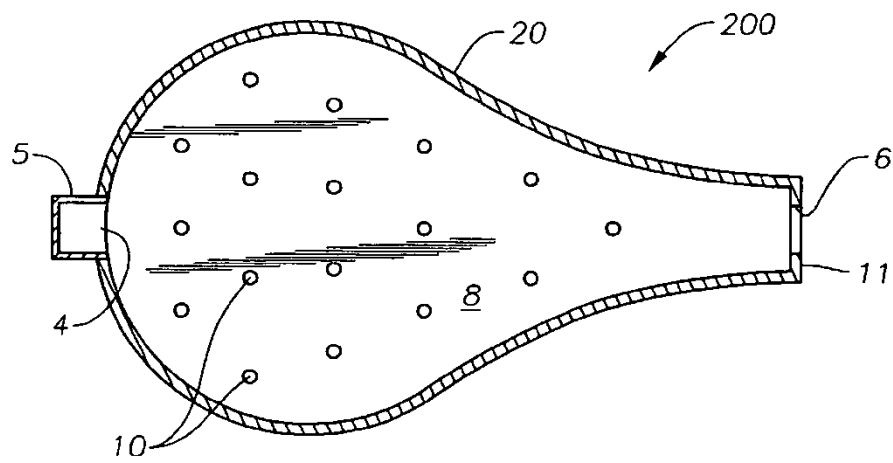


Fig. 3

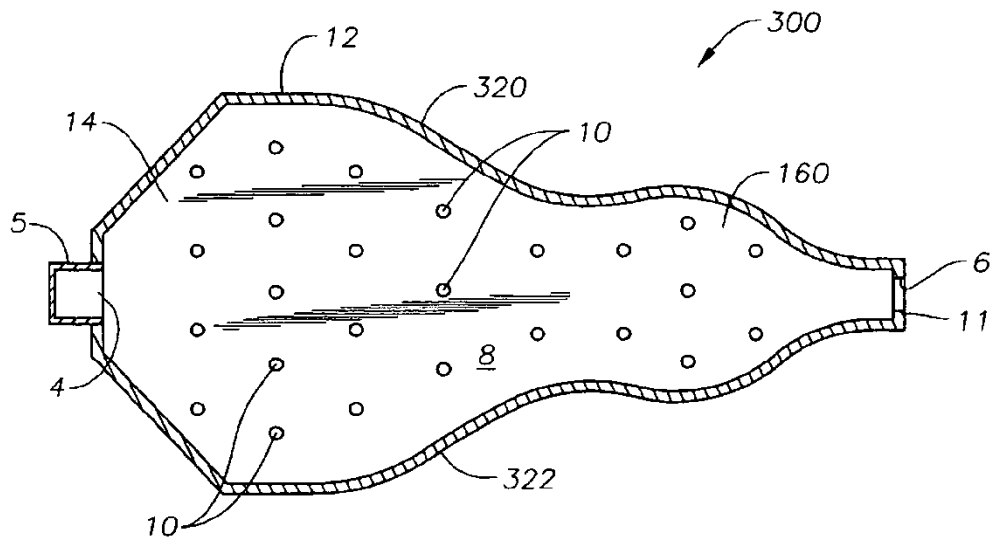


Fig. 4

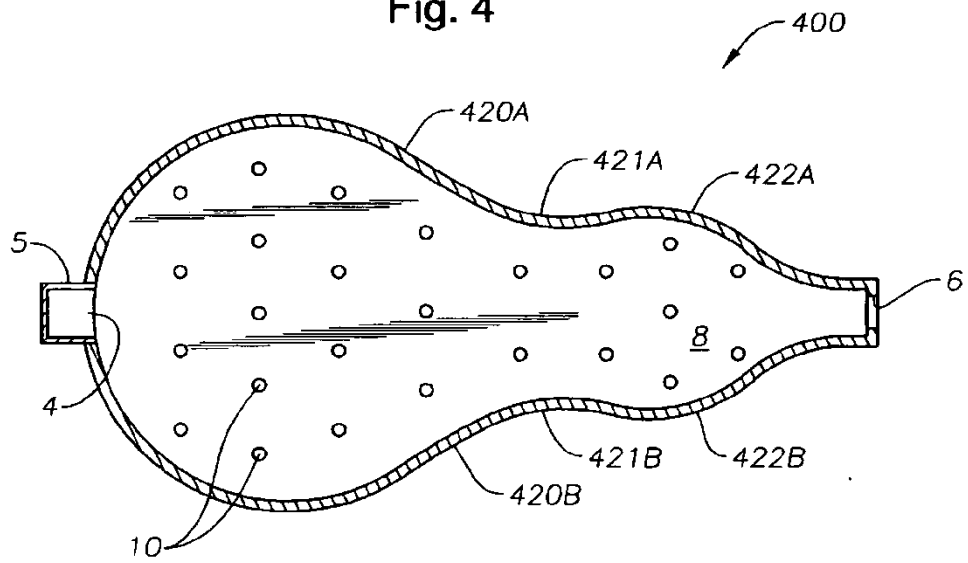


Fig. 5

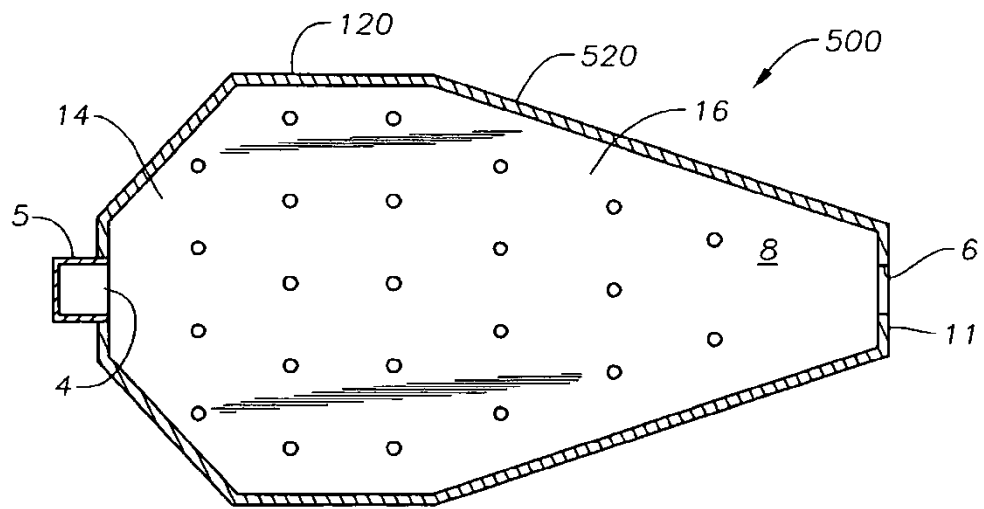


Fig. 6

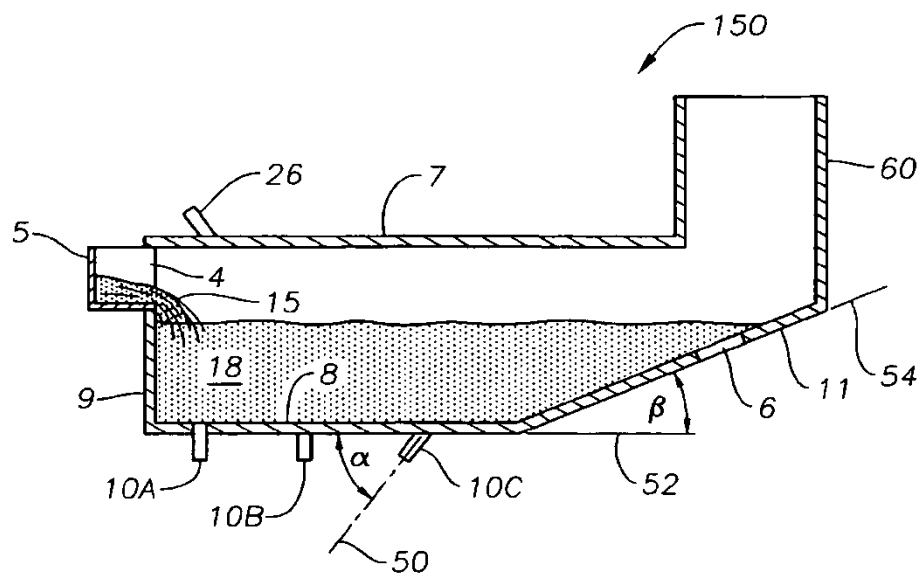


Fig. 7

