



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 26.07.75 (P. 182301)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 14.02.77

Opis patentowy opublikowano: 15.12.1980

Int. Cl.² C03C 17/22

CZYTELNIJA

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Bernard James Kirkbride, Robert Andrew Downey,
Charles Victor Thomasson, Joseph Earle Lewis

Uprawniony z patentu: Pilkington Brothers Limited, St. Helens (Wielka
Brytania)

Sposób powlekania szkła, zwłaszcza krzemem i urządzenie do powlekania szkła

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób powlekania szkła a zwłaszcza sposób powlekania szkła krzemem i urządzenie do powlekania szkła, zbudowane dla wprowadzenia materiału powłokowego w postaci gazowej, w sąsiedztwie powlekanej powierzchni szklanej.

Znany jest z niemieckiego opisu patentowego nr 395 978 sposób wytwarzania krzemowej powłoki odbijającej światło w którym na obrabianą powierzchnię kieruje się równomiernym strumieniem krzemowodoru o temperaturze wyższej niż jego temperatura rozkładu, korzystnie w mieszaninie z wodorem, ewentualnie zmieszany z neutralnym gazem oraz o takim rozcieńczeniu, aby po stronie metalizowanej powstała odbijająca światło powłoka.

Części przeznaczone do pokrycia powłoką odbijającą światło nagrzewa się równomiernie w piecu w postaci rury przez którą przepuszcza się gaz zawierający krzem. Stosuje się w tym sposobie płaszczyzny sterujące, które umieszczone są w niewielkiej odległości od przeznaczonej do powleczenia powierzchni.

Większą ilość przeznaczonych do obróbki płyt umieszcza się w niewielkiej odległości równolegle względem siebie, a gaz przepuszcza się między tymi płytami z równomierną prędkością.

Przeznaczone do obróbki płyty umieszcza się w piecu równolegle do osi pieca w odstępach 1 mm.

2

Piec równomiernie podgrzewa się z zewnątrz. W komorze roboczej pieca wszędzie panuje temperatura 500°C, a ponadto krzemowodor rozcieńcza się około 20-krotną ilością wodoru i z prędkością około 1 mm/sek. — przepuszcza się między płytami. Płaszczyznę ogrzewa się raz niżej raz wyżej do takiej temperatury, jaka potrzebna jest do uzyskania lustra krzemowego dla pokrycia płaszczyzny tylko w miejscach podgrzanych.

Znany jest sposób powlekania szkła krzemem atomowym przy temperaturze przynajmniej 400°C przez termiczny rozpad zawierającego silany gazu przepuszczanego nad powierzchnią szkła pod w zasadzie stałym ciśnieniem w warunkach uniemożliwiających utlenianie. Jest to statyczny nieciągły proces, w którym małe płytki szklane w postaci tafli umieszcza się w urządzeniu do pokrywania mającym postać rury, przez którą przepuszcza się gaz zawierający silany. Proces ten nie mógł być wykorzystany do wytwarzania równomiernej warstwy na większej tafli szklanej.

Znane są różne materiały powłokowe, które były stosowane lub zostały zaproponowane do modyfikowania właściwości przepuszczania promieniowania i odbijania, do poprawiania wyglądu szkła, lub realizowania wzorów ozdobnych na powierzchni szkła. Powłoki takie często służą dla więcej niż jednego celu. Na przykład powłoki z tlenków metali i powłoki naparowywane próżnio-

wo były stosowane do wyposażania szkła we właściwości regulacji (światła) słonecznego, a jednocześnie nadawania szkła atrakcyjnych barw. Znały jest fakt, że krzemowodory (silany) rozkładają się w czasie ogrzewania wytwarzając krzem. Dzięki temu silany były stosowane jako źródło do wytwarzania krzemu, przeznaczonego dla elementów elektroprzewodzących. Głównym zadaniem niniejszego wynalazku jest dostarczenie powłoki dla szkła, która może być stosowana ekonomicznie, posiada dobre właściwości regulacji (światła słonecznego) i przyjemny wygląd w celu powiększenia asortymentu szkła powlekane go z właściwościami regulacji (światła słonecznego), aktualnie dostępnego, zwłaszcza dla zastosowań związanych ze szkleniem okien.

Wynalazek oparty jest na odkryciu, że powłoki krzemowe mogą być wytwarzane na powierzchni gorącego szkła, na przykład na ciągłej taśmie gorącego szkła, za pomocą ekonomicznych procesów, które zapewniają trwałe i jednorodne powłoki o pożądanych właściwościach regulacji (światła słonecznego) oraz przyjemnym i jednorodnym wyglądem.

W sposobie według wynalazku pokrywano szkło w ruchu ciągłym przesuwając je przez usytuowane poprzecznie do szkła urządzenie pokrywające, do którego wprowadza się gaz zawierający silany w bezpośrednim sąsiedztwie pokrywanej równomiernie gorącej powierzchni przesuwanego szkła, przy czym w strefie gorącej urządzenia pokrywającego utrzymuje się warunki nieutleniające.

W sposobie według wynalazku reguluje się skład gazu oraz utrzymuje się szybkość pirolizy silanów na powierzchni gorącego szkła w wartości wystarczającej do wytwarzania powłoki krzemowej o z góry zadanej grubości na tej powierzchni. Szybkość przepływu gazu reguluje się dla uzyskania jednorodnej powłoki oraz reguluje się stężenie silanów w gazie dla zapewnienia żądanej grubości powłoki i utrzymuje się temperaturę szkła na stanowisku powlekania w zakresie 500°C do 700°C. Szkło jest przemieszczane poprzez stanowisko powlekania w postaci ciągłej taśmy a skład gazu jest regulowany stosownie do prędkości przemieszczania się taśmy. Taśma szkła jest przemieszczana wzdłuż kąpieli ciekłego metalu nad którą utrzymywana jest atmosfera ochronna, przy czym gaz zawierający silany jest wydalany do wymienionej strefy gorącej, która znajduje się w miejscu gdzie temperatura szkła znajduje się w zakresie 600°C do 670°C. Taśma szkła jest przemieszczana przez tunel odpężający, a gaz zawierający silany jest uwalniany do wymienionej strefy gorącej, która znajduje się w zakresie 400°C do 700°C. Gaz zawierający silany zawiera od 0,1% do 20% objętościowo silanów, do 10% objętościowo wodoru i od 70% do 99,9% objętościowo gazu obojętnego.

W sposobie według wynalazku silanem jest monosilan SiH_4 .

W sposobie według wynalazku tworzy się powłokę o grubości w zakresie 250 Å do 500 Å, a od strony powleczonej przepuszczalność dla światła

białego zapewnia się w zakresie 17% do 34%, zaś przepuszczalność ciepła z bezpośredniego promieniowania słonecznego utrzymuje się w zakresie 27% do 45%, natomiast odbijanie energii słonecznej utrzymuje się w zakresie 34% do 52%.

W sposobie według wynalazku tworzy się powłokę o grubości w zakresie 300 Å do 450 Å, a od strony powleczonej przepuszczalność dla światła białego zapewnia się w zakresie 17% do 34%, zaś przepuszczalność ciepła z bezpośredniego promieniowania słonecznego utrzymuje się w zakresie 27% do 45%, natomiast odbijanie energii słonecznej utrzymuje się w zakresie 34% do 52%.

W sposobie według wynalazku tworzy się zasadniczo jednorodną powłokę krzemową o grubości optycznej w zakresie 950 Å do 1600 Å i współczynnika załamania w zakresie 3,0 do 4,0.

Urządzenie według wynalazku ma rozdzielacz gazu umieszczany poprzecznie do toru przemieszczania powlekanej powierzchni tafli szklanej w zasilającym kanale do dostarczania materiału powłokowego w postaci gazowej, ponad którym usytuowany jest kanał chłodzący do regulacji temperatury kanału zasilającego a pod nim posiada wydłużoną otwartą komorę wylotową umieszczoną w pobliżu toru przemieszczania taśmy dla tafli szklanej i łączącej się wzdłuż swojej długości z kanałem zasilania w gaz poprzez elementy ograniczania przepływu gazu oraz przystosowane do uwalniania gazu z kanału zasilającego do komory wylotowej o stałym ciśnieniu wzdłuż jej długości. Kanał chłodzący stanowi regulację temperatury kanału zasilającego i jest przystosowany do jego chłodzenia.

Elementy stanowią płytki nośne, w której mają usytuowaną płytkę wałową z szeregu karbikowanych odcinków tworzących układ kanałów o małej powierzchni przekroju poprzecznego prowadzących z kanału zasilającego do komory, przy czym wymiary kanałów mają dobrany mały spadek ciśnienia wzdłuż kanału zasilającego w porównaniu do spadku ciśnienia wzdłuż układu kanałów.

Urządzenie według wynalazku posiada termiczną izolację pomiędzy kanałem zasilającym i komorą. Ścianki boczne komory mają ukształtowanie tworzące kanał w komorze rozszerzający się od elementów ograniczania przepływu do otwartego frontu komory.

Sposób powlekania szkła według wynalazku obejmuje przemieszczanie szkła przez stanowisko powlekania, gdzie temperatura szkła wynosi co najmniej 400°C, dostarczanie gazu zawierającego silany do stanowiska powlekania, uwalnianie gazu w pobliżu powierzchni szkła przy zasadniczo stałym ciśnieniu, w poprzek powierzchni szkła do strefy gorącej otwartej w kierunku i rozciągających się w poprzek powierzchni szkła i utrzymywanie warunków nieutleniających w wymienionej strefie gorącej. Sposób zalecany obejmuje regulowanie składu gazu w celu utrzymywania szybkości pirolizy silanów na powierzchni gorącego szkła, wytwarzającej na tej powierzchni powłokę krzemową o z góry określonej grubości.

Zaleca się regulowanie szybkości przepływu gazu w celu uzyskania jednorodnej powłoki i regulowanie stężenia silanów w gazie, w celu zapewnienia żądanej grubości powłoki. Ponieważ temperatura powierzchni szkła, która ma być pokrywana powinna być powyżej 400°C, w celu rozłożenia silanów na powierzchni, więc temperatura powierzchni szkła może być znacznie wyższa, na przykład wynosić do 750°C.

Jednakże stwierdzone zostało, że stosowanie wysokich temperatur powoduje zniekształcenia szkła powlekanego i prowadzi do wytwarzania szkła powlekanego posiadającego polaryzację lub zamglony wygląd. Wobec tego zaleca się stosować temperatury poniżej 700°C, ohyba że zniekształcenia i/lub opozycja w powleczonym produkcie jest dopuszczalna. Generalnie temperatura szkła w stanowisku powlekania znajduje się w rozwiązaniach zalecanych w zakresie 500°C do 700°C.

Sposób według wynalazku może być stosowany do powlekania powierzchni taśmy szkła przesuwanego do przodu przez stanowiska powlekania, przy czym skład gazu jest regulowany stosownie do prędkości ruchu taśmy. W celu powlekania taśmy szkła, która jest przesuwana wzdłuż kąpieli stopionego metalu, nad którą utrzymywana jest atmosfera ochronna, gaz zawierający silany jest w rozwiązaniach zalecanych uwalniany do strefy gorącej, która znajduje się w miejscu gdzie temperatura szkła wynosi 600°C do 670°C.

Sposób według wynalazku umożliwia wytwarzanie powłok krzemowych pożądanej grubości na powierzchni poruszającego się szkła przez regulację warunków procesu. W praktyce przy obróbce bezpośredniej świeżo wyprodukowanej taśmy szkła szybkość przemieszczania szkła przez stację powlekania jest zasadniczo dyktowana przez procesy wytwarzania szkła.

Stwierdzone zostało, że stosownym sposobem wytwarzania jednorodnych powłok o żądanej grubości jest regulacja szybkości przepływu gazu aż do uzyskania jednorodnej powłoki, a następnie regulacja stężenia silanów w gazie aż do uzyskania żądanej grubości powłoki. Jednakże grubość może być sterowana w inny sposób. Na przykład może być zwiększana temperatura szkła w celu zwiększania grubości wytwarzanej powłoki. Przy bezpośredniej obróbce przesuwającej się taśmy szklanej w procesie produkcyjnym może on obejmować przemieszczanie stanowiska powlekania wzdłuż taśmy. Należy podkreślić, że nie jest to zawsze dogodne. Powłoka krzemowa może być także przykładana sposobem według wynalazku do jednej z dwóch lub obydwu powierzchni taśmy szklanej, która jest odprężana. Sposób zapewnia także powlekanie taśmy szkła która jest przemieszczana przez odprężarkę tunelową, przy czym gaz zawierający silany jest uwalniany do strefy gorącej, położonej w odprężarce w miejscach gdzie temperatura szkła znajduje się w zakresie 400°C do 700°C.

Sposób według wynalazku może być więc stosowany do obróbki walcowanego szkła płaskiego w odprężarce tunelowej. Przy obróbce walcowanego szkła płaskiego mogą być dopuszczalne za-

mglenia lub odkształcenia w produkcie końcowym i w związku z tym możliwa jest praca przy temperaturach powyżej 700°C, na przykład w temperaturach około 750°C. Sposób według wynalazku może być także stosowany do bezpośredniej obróbki szkła płaskiego.

Silany w gazie, który przepływa w kierunku i w sąsiedztwie gorącej powierzchni szkła, która jest powlekana, przegrzewają się zanim osiągną tę powierzchnię. Jest pożądane, aby temperatura gazów silanowych przy zetknięciu z powierzchnią powlekanego szkła była tak wysoka jak tylko jest to możliwe, w celu uniknięcia rozkładu w gazie. Gaz zawierający silany, dostarczany do stanowiska powlekania utrzymuje się w temperaturze przy której nie występuje znaczny rozkład, a więc w temperaturze, poniżej 400°C, aż do momentu uwolnienia w bezpośrednim sąsiedztwie gorącej powierzchni szklanej.

Sposób według wynalazku jest zasadniczo przeznaczony do osadzania powłok zawierających głównie krzem, lecz może on być także stosowany do osadzania powłok zawierających krzem i inne materiały. Tak na przykład, gaz zawierający silany może zawierać także prekursorzy gazowe dla innych materiałów powłokowych, które mogą lub nie mogą reagować z krzemem osadzonym z silanów. Sposób według wynalazku może być stosowany w celu przykładania powłok do szkła przezroczystego lub barwionego, na przykład szkieł brązowych, zielonych lub szarych, znajdujących się w handlu.

W rozwiązaniach zalecanych, gaz zawierający silany zawiera od 0,1% do 20% objętościowo silanów, do 10% objętościowo wodoru i od 70% do 99,9% objętościowo gazu obojętnego. Silanami mogą być monosilany (SiH_4).

Urządzenie do pokrywania szkła według wynalazku obejmujące rozdzielacz gazu umieszczany poprzecznie do drogi przemieszczania się powierzchni szklanej która ma być powlekana, zawiera kanał zasilania gazem, dla podawania materiału powłokowego w postaci gazowej. Środki do sterowania temperaturą kanału, oraz wydłużoną komorę o otwartym tronie, umieszczoną w sąsiedztwie wymienionej drogi szkła, i łączącą się wzdłuż jej długości z kanałem zasilania gazowego poprzez środki ograniczania przepływu gazu, przystosowane do zapewniania wpływu gazu z kanału do komory przy stałym ciśnieniu wzdłuż długości komory.

Elementy do sterowania temperaturą kanału stanowią zarazem elementy dla chłodzenia kanału. Urządzenie według wynalazku jest w szczególności przystosowane do wytwarzania powłok krzemowych z gazu zawierającego silany, lecz może być także stosowane do wytwarzania innych powłok przez osadzanie z fazy gazowej. Urządzenia ograniczające przepływ gazu mogą być wykonane w postaci układu kanałów (kanalików) o małej powierzchni przekroju, prowadzących z kanału zasilania gazowego do komory. Rozmiary tych kanałów są wybrane tak, aby spadek ciśnienia wzdłuż kanału (głównego) był mały w porównaniu do spadku ciśnienia wzdłuż tych kanalików.

Miedzy kanałem (głównym) i komorą może być izolacja termiczna.

Dzięki izolacji termicznej kanał zasilania gazowego i środki ograniczające przepływ gazu mogą być utrzymywane w stanie chłodnym, w celu uniknięcia rozkładu silanów w fazie gazowej w kanale (głównym) lub w urządzeniach ograniczających, gdy gaz jest gwałtownie ogrzewany w komorze przed zetknięciem z powierzchnią szkła, po swoim uwolnieniu do komory przy stałym ciśnieniu wzdłuż długości komory. Ponadto izolacja termiczna ogranicza chłodzenie ścianek ograniczających komorę za pomocą środków ochłodzenia kanału (głównego) i umożliwia polepszenie regulacji warunków w komorze.

Takie urządzenie może być stosowane na przykład w celu wytwarzania jednorodnej powłoki krzemowej na taśmie unoszonego szkła o szerokości 3 m. Ścianki boczne komory mogą być ukształtowane tak, aby wyznaczać kanał w komorze, rozszerzających się od środków ograniczających do otwartego frontu komory. Zastosowanie profilowanych ścianek bocznych komory umożliwia regulację układu strumienia przepływającego w komorze. Układ strumienia gazowego zależy także od innych parametrów takich jak temperatura powierzchni szkła, temperatura gazu zawierającego silany, uwalnianego do komory i szybkość powierzchni szkła przy otwartym froncie komory. Za pomocą regulacji różnych parametrów można sterować układ strumienia gazowego, w celu osiągnięcia powłok jednorodnych i skutecznego wykorzystania silanów, a jednocześnie można zasadniczo uniknąć rozkładu silanów w fazie gazowej.

Przy zastosowaniu silanów do wytwarzania powłok krzemowych, na taśmie szkła przesuwającego się wzdłuż kąpieli stopionego metalu, temperatura zasilania kanału gazowego powinna być regulowana w taki sposób, aby gaz zawierający silany był utrzymywany poniżej 400°C, przed przepływem poprzez ograniczniki przepływu gazu do komory wylotowej. Środki regulacji temperatury kanału mogą zawierać płaszcz dla płynu ogrzewającego lub chłodzącego posiadający kontakt termiczny z kanałem zasilania gazowego. W celu chłodzenia kanału poprzez płaszcz można przepuszczać wodę, dla utrzymywania gazu w temperaturze chłodzącej wody. Chłodzenie rozdzielacza (dozownika) gazów pomaga także złagodzić zginanie się tego rozdzielacza i złagodzić problemy, które powstają przy jego zginaniu się.

Wynalazek zapewnia sposób kształtowania się na gorącej taśmie szkła, jednorodnej i trwałej powłoki krzemowej, która nadaje szkłu pożądane właściwości regulacji (światła słonecznego) i przyjemny wygląd.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia w przekroju pionowym urządzenie wytwarzające szkło płynące (unoszone) przedstawiającym konstrukcję zbiornika zawierającego kąpiel stopionego metalu oraz urządzenie do rozdzielania (dozowania) gazów według wynalazku, u-

mieszczone poprzecznie do toru przesuwania się taśmy z taflí szklanej w pobliżu końca wylotowego urządzenia, fig. 2 — urządzenie z fig. 1 w przekroju wzdłuż linii II—II, fig. 3 — urządzenie z fig. 2 w przekroju według linii III—III, przedstawiający bardziej szczegółowo rozdzielacz gazowy, fig. 4 — widok z dołu rozdzielacza według fig. 3, przedstawiający elementy do ograniczania przepływu gazu, przez które chłodzony gaz jest uwalniany do dolnej komory z otwartym frontem (komory otwartej), fig. 5 — część środków ograniczania przepływu gazu, w powiększeniu, fig. 6 — przedmiot fig. 3 w rzucie z góry, w kierunku według strzałki VI, wskazującym urządzenie do regulacji bocznych elementów węglowych na rozdzielaczu, fig. 7 — przedmiot fig. 3 w podobnym przekroju częściowym, który ilustruje postać rozdzielacza gazu z profilowanymi ściankami bocznymi dla komory otwartej, zapewniającymi kształt rozbieżny tej komory, fig. 8 — urządzenie z fig. 7 w podobnym przekroju częściowym, który ilustruje jeszcze inną postać profilowanych ścianek bocznych dla otwartej komory rozdzielacza gazu, fig. 9 — urządzenie według fig. 3, w podobnym przekroju dla innej postaci rozdzielacza gazu z komorą otwartą o jeszcze innym kształcie, fig. 10 — inny przykład postaci wykonania urządzenia przedstawionego schematycznie w przekroju poprzecznym, przeznaczone do powlekania szkła w odprężaczu tunelowym, fig. 11 — zespół okienny w przekroju poprzecznym z szybą wykonaną sposobem według wynalazku, posiadające pojedynczą płytę — taflę szklaną pokrytą krzemem i zamontowaną w ramie, zaś fig. 12 — wieloszybowy zespół okienny w przekroju poprzecznym o szybach powleczonych sposobem według wynalazku.

Te same oznaczenia na rysunkach oznaczają jednakowe lub podobne części.

Fig. 1 do 6 przedstawiają zalecaną postać urządzenia według wynalazku, przeznaczonego do wytwarzania jednorodnej cienkiej powłoki krzemu na górnej powierzchni taśmy płynącego szkła. Powlekanie jest realizowane w kierunku końca wylotowego kąpieli gdy taśma osiąga położenie, w którym jest podnoszona z powierzchni kąpieli stopionego metalu, na której została utworzona.

Fig. 1 i 2 ilustrują stopione szkło 1 podawane w konwencjonalny sposób wzdłuż kanału 2, prowadzącego z zasilacza pieca do stapiania szkła. Kanał 2 kończy się w rynnie spustowej, posiadającej boczne ceramiczne bloki (framugi) 3 oraz dziób 4. Przepływ stopionego szkła do rynny spustowej, zazwyczaj szkła sodowo-wapniowo-krzemowego, jest regulowany przez regulowanie przysłony 5. Rynna spustowa przebiega ponad ścianką końca wlotowego 6 z konstrukcją zbiornikowej obejmując dno 7, wylotową ściankę końcową 8 i ścianki boczne 9. Konstrukcja zbiornikowa zawiera kąpiel stopionego metalu 10, zazwyczaj przeważa cyna. Stopione szkło przez wypływ 11 ponad dziobem rynnowym 4 płynie na powierzchnię kąpieli stopionego szkła 10. Na końcu wlotowym kąpieli temperatura utrzymywana jest w zakresie

1000°C, za pomocą grzejników 12, zamontowanych w konstrukcji stropowej 13, która jest podtrzymywana ponad konstrukcją zbiornikową i wyznacza obszar przystropowy 14 ponad kąpielą stopionego metalu.

Konstrukcja stropowa posiada ściankę 15 końca wlotowego, która zwisa do dołu blisko powierzchni kąpieli stopionego metalu 10, na końcu wlotowym kąpieli, w celu utworzenia wlotu 16 o ograniczonej wysokości.

Przedłużenie 17 konstrukcji stropowej rozciąga się aż do przegrody (przesłony) 5, w celu utworzenia komory w której zamykana jest rynna spustowa. Konstrukcja stropowa posiada także wystającą do dołu ściankę 19 na końcu wylotowym. Wylot 20 taśmy 21 dla wytwarzanego szkła w kąpieli jest ograniczony między dolną powierzchnią ścianki 19 i końcem wylotowym konstrukcji stropowej oraz górną powierzchnią ścianki 8, końca wylotowego kąpieli. Napędzane wałki pociągowe 22 są zamontowane poza wylotem 20. Górne powierzchnie wałków znajdują się tuż nad poziomem powierzchni ścianki 8 końca wylotowego kąpieli, wskutek czego taśma szkła jest podnoszona łagodnie od powierzchni kąpieli, w celu wyładowania poziomo, poza wylotem 20 z kąpieli na wałkach 22. W obszarze przystropowym 14 nad kąpielą utrzymywana jest w warunkach nadciśnienia atmosfera ochronna, na przykład 95% azotu i 5% wodoru. Jest ona dostarczana poprzez kanał 24 oraz kanały 23, wystające do dołu poprzez strop 13 i przyłączone do wspólnej rury rozgałęzionej.

Atmosfera ochronna wypływa na zewnątrz poprzez wlot 16 i wypełnia komorę 17 otaczającą rynną spustową. Wzdłuż kąpieli utrzymuje się spadek temperatury od około 1000°C na końcu wlotowym kąpieli do temperatury w zakresie około 570°C do 850°C na końcu wylotowym, gdzie taśma szkła spuszczana jest na kąpiel. W tej dolnej (niższej) temperaturze szkło jest wystarczająco sztywne i nie jest zakłócanie przez styczność z wałkami pociagowymi 22, lecz może być jeszcze podnoszone z powierzchni kąpieli jak przedstawiono. Stopione szkło przez wypływ 11 spływa po ceramicznych blokach 3 ponad dziobkiem 4 rynny spustowej na kąpiel posiada możliwość przepływu poprzecznego na kąpiel jak pokazano na fig. 2, w celu wytworzenia warstwy 25 stopionego szkła, która jest następnie przenoszona w postaci wstęgi 21 chłodzonej i wyładowywanej w kąpieli. Szerokość konstrukcji zbiornikowej zawierającej kąpiel pomiędzy ściankami bocznymi 9 jest większa niż szerokość taśmy.

Rozdzielacz gazu do zasilania gazem zawierającym silany na powierzchnię taśmy szklanej jest umieszczony poprzecznie do drogi poruszania się taśmy szkła wzdłuż kąpieli tuż przy końcu wylotowych kąpieli, jak pokazano na fig. 1 i 2, gdzie temperatura szkła znajduje się w zakresie 570°C do 670°C.

W urządzeniu według wynalazku, do powierzchni szkła doprowadzany jest gaz zawierający silany, który zawiera od 0,1% do 20% objętościowo

silanów, do 10% objętościowo wodoru i od 70% do 99,9% objętościowo gazu obojętnego, zwykle azotu. Przy temperaturach w zakresie 570°C do 670°C silany w gazie łatwo rozkładają się przez pirolizę na gorącej powierzchni szkła, pozostawiając osad Si na powierzchni szkła. W rozwiązaniach zalecanych silany są monosilanami SiH_4 .

Rozdzielacz gazu 26 na fig. 1 a bardziej szczegółowo przedstawiony jest na fig. 3 do 6. Rozdzielacz zawiera część kanałową 27 z otworem połączoną spoiną 28 do stropu 29 większego członu kanałowego o przekroju odwróconego „U”, który posiada także ścianki boczne 30. Pusta część kanałowa 27 stanowi kanał 31 dla płynu chłodzącego, zazwyczaj wody.

Poziome człony 32 wystają do wewnątrz każdej ze ścianek bocznych 30 wzdłuż całej długości tych ścianek bocznych, a krawędzie wewnętrzne członu 32 wyznaczają wydłużony otwór 33 w postaci szczeliny. Inny człon 34 o przekroju odwróconego dużego „B” jest przymocowany symetrycznie na członkach poziomych 32, przykrywających otwór 33. Dolne krawędzie członu 34 są przyspawane do członów poziomych 32, a człon 34 wyznacza kanał 35 zasilania gazem z otworem wylotowym 33 w dolnej powierzchni.

Miedzy członem 34 i członem 29, 30 wyznaczony jest dalszy kanał 36 o kształcie odwróconego „U”, służący do przepływu wody chłodzącej. Rozdzielacz wyznacza także wydłużoną otwartą komorę 40 przylegającą do toru przemieszczania górnej powierzchni 41 taśmy szkła 21, i łączącą się wzdłuż swojej długości z kanałem 35 zasilania gazowego. W wykonaniu według fig. 1 do 6 komora otwarta posiada strop wyznaczony przez płyty 42 ze sprasowanego, nieorganicznego, włóknistego materiału izolacji termicznej, które wyznaczają wydłużony otwór 43 zsynchronizowany z otworem 33 w dnie kanału 35 zasilania gazowego. Końce komory 40 są zamknięte węglowymi ściankami końcowymi 44, a każda ścianka boczna komory 40 jest utworzona przez dwie płytki 45 połączone razem centralnym przegubem 46. Fig. 2, który jest przymocowany do ścianki bocznej 30 kanału 36. Płyty 45 są utrzymywane w swoim położeniu na podkładkach izolujących 47 z tego samego materiału co płytki 42, które opierają się na płytkach mocujących 48, przymocowanych do ścianek bocznych 30, przez sworznie 46, przepuszczone poprzez szczeliny 56 w płytkach i przymocowane do płytek 48.

Sprężyna dociskowa 51 jest utrzymywana na każdym ze sworzni 50 przez nakrętki 52 i opiera się na płytce oczkowej 53, na zewnętrznej powierzchni płytki. Taki zestaw umożliwia regulację płytek 45. Powierzchnie dolne 54 płytek mogą być nastawiane blisko górnej powierzchni taśmy szkła tak jak to jest możliwe w poprzek całej szerokości taśmy.

Środki ograniczające przepływ gazu mocowane pomiędzy otworami 33 i 34 zawierają płytki nośne 55, które posiadają centralną płytkę waflową 56 wykonaną z karbikowanych płytek metalowych. Płytki nośne 55 są połączone śrubami 57 do pozo-

mych członów 32 których lby są wpuszczone do płytek 55 i są przykryte płytkami izolującymi 42 przytwierdzonymi za pomocą odpowiednich klejów do płytek 55. Centralna płytka wafłowa 56 zawiera (fig. 5) szereg karbikowanych odcinków metalowych 58 zestawionych „niezgodnie w fazie” w celu utworzenia szeregu kanalików 159, które mają małą powierzchnię przekroju poprzecznego w stosunku do powierzchni przekroju poprzecznego kanału 35 zasilania gazowego. Gdy gaz zawierający silany jest dostarczany pod ciśnieniem do kanału 35 poprzez kanały 66 zasilania gazowego na każdym końcu rozdzielacza (fig. 2) spadek ciśnienia wzdłuż kanału 35 jest mały w porównaniu ze spadkiem ciśnienia poprzez kanalki 159.

Tak więc płytka wafłowa 56 tworzy skutecznie środki ograniczania przepływu gazu, w celu zapewnienia wypływu chłodnego gazu zawierającego silany do komory wylotowej 40, przy zasadniczo stałym ciśnieniu i temperaturze wzdłuż całej długości komory wylotowej. Płytki nośne 55 w których zamontowana jest płytka wafłowa 56 są także wykonane z metalu, który znajduje się w dokładnym kontakcie z chłodzonymi członami poziomymi 32. Płytki wafłowe 58 są utrzymywane w temperaturze poniżej 400°C, a rozdzielacz 26 (dozownik) jest umieszczony w przestrzeni podstropowej po stronie wylotowej urządzenia wytwarzającego płynne szkło, gdzie temperatura otoczenia jest trochę niższa niż temperatura taśmy.

Jednakże jest pożądane aby komora wylotowa 40 była ogrzewana przez promieniowanie w górnej powierzchni 41 taśmy szkła 21 przechodzącego poniżej otwartego czoła komory wylotowej. Rozdzielacz 26 — dozownik jest przy tym umieszczony jak przedstawiono na fig. 3, aby dolna krawędź 61 komory wylotowej 40 znalazła się w bezpośrednim sąsiedztwie górnej powierzchni 41 taśmy 21, która ma otrzymać powłokę krzemową. Wprowadzenie izolujących termicznie płytek 42 zapewnia utrzymywanie kanału 35 zasilania gazowego i płytki wafłowej 56 na stałej temperaturze poniżej 400°C, w której silany nie rozkładają się i nie osadzają krzemu ani na wewnętrznej powierzchni kanału 35 ani na płycie wafłowej 56. Węglowe ścianki komory 40 utrzymywane są zasadniczo w temperaturze otoczenia. Przestrzeń w komorze 40 tworzy strefę ogrzewania, do której gaz ochłodzony zawierający silany jest uwalniany przy zasadniczo stałej temperaturze i ciśnieniu w poprzek powierzchni szkła.

Woda chłodząca jest dostarczana do jednego końca rozdzielacza 26 gazu, na zewnątrz konstrukcji zbiornikowej (fig. 2). Rurka zasilania wodą 62 jest przyłączona do kanału 36, a woda przepływa wzdłuż kanału 36 do drugiego końca rozdzielacza 26 i następnie poprzez otwór, niepokazany w strobie 29 i w dnie części kanałowej 27 z pustym kanałem, do górnego kanału 31. Woda płynie wzdłuż kanału 31 do rurki spustowej 63 na tym samym końcu rozdzielacza 26 na którym (znajduje się) rurka zasilania wodą 62. Takie zasilanie

wodą chłodzącą chłodzi człony 27, 29, 30 i 34 tak, że utrzymywana jest sztywność rozdzielacza 26 gazowego a gaz zawierający silany przepływający poprzez kanał 35 gazowy jest utrzymywany w przybliżeniu w temperaturze wody chłodzącej na przykład 40° do 50°C. Na fig. 2 uwidocznioma jest komora 40 na spodzie rozdzielacza 26 gazowego umieszczana tylko w centralnej części rozdzielacza, która posiada długość taką jaką ma najszersza taśma powlekana podczas swojego ruchu wzdłuż kąpieli. Otwór 33 przebiega dlatego tylko ponad środkową częścią kanału 35 zasilania gazowego i w stronę obydwu końców kanału, poza komorą 40 kanał 35 zasilania gazowego i kanał 36 wody chłodzącej posiadające ciągłe dno utworzone przez ciągłą płytkę, przyspawaną do ścianek bocznych 30.

Rozdzielacz 26 gazowy jest umieszczony z możliwością regulowania, w konstrukcji zbiornikowej (fig. 2) i jest osadzony w szczelinie w otworach 64 ścianek bocznych 9 w konstrukcji zbiornikowej. W celu ustawienia (nastawienia) rozdzielacza 26 gazowego uwalnianie są otwory 64, a rozdzielacz gazowy jest przesuwany w poprzek konstrukcji i zbiornika od jednej strony, która według fig. 2 jest stroną lewą. Lewa strona rozdzielacza utrzymywana jest w pierścieniu 65, zamocowanym na połączeniu obrotowym na górnym końcu gwintowanego drążka podtrzymującego 68, którego dolny koniec sprzęga się z przekładnią ślimakową zasłony 67, dającą się obracać ręcznie za pomocą koła 68.

Obudowa 67 mieści się na wózku podporowym 69, poruszającym się po torze prowadzącym 70, z którego pokazano tylko krótką część. Wałek obciążający 71 zamontowany na górnym końcu podpory 72 można regulować pionowo w celu zapewnienia podparcia dla rozdzielacza 26 gdy jest on wprowadzany z lewej konstrukcji zbiornikowej rozdzielacza. Rozdzielacz 26 jest kierowany przez konstrukcję zbiornikową na podobny wałek obciążający 71, który jest zamontowany na górnym końcu regulowanej podpory 73. Prawy koniec rozdzielacza przechodzi przez pierścień 74, który jest podobnie jak pierścień 65 zmontowany na gwintowanym drążku 75 sprzęgającym się z przekładnią ślimakową w obudowie 76, dającą się nastawić ręcznie kółkiem 77. Obudowa 76 zamontowana jest na nieruchomej podporze 76.

Przy nastawianiu rozdzielacza 26 po jego wprowadzeniu na prawo poprzez konstrukcję zbiornikową i umieszczeniu pomiędzy pierścieniami 65 i 74 obraca się kółka 68 i 67 w celu podniesienia rozdzielacza z wałków odciażających 71, 71'. Obrót kółek 68 i 76 umożliwia także regulację poziomu rozdzielacza w poprzek konstrukcji zbiornikowej. Dolne powierzchnie 54 ścianek bocznych 45 są ustawione blisko górnej powierzchni taśmy szklanej tak jak jest to możliwe. W praktyce przy przesuwaniu rozdzielacza poprzez konstrukcję zbiornikową zaleca się opierać go na jego tylnej stronie. W tym przypadku rozdzielacz 26 umieszczony jest w sposób odwrotny i następnie odwracany przez obracanie pierścieni 65 i 74 o 180°.

Pomimo chłodzenia członów 27, 29 i 30, które pomagają utrzymywać sztywność, występuje zawsze określone ugięcie rozdzielacza. W celu jego kompensowania reguluje się płyty 45 wokół ich centralnych osi przegubowych 46. Regulacja ta realizowana jest za pomocą mechanizmu przedstawionego schematycznie na fig. 2 i bardziej szczegółowo na fig. 3 i 6.

Każda płyta 45 posiada pięć szczelin 50, poprzez które przechodzą napięte sprężyny 49, które utrzymują 49. W pobliżu zewnętrznego końca każdej płyty, blisko drugiej ze szczelin, znajduje się urządzenie regulujące, umocowane do głównej powierzchni każdej płyty, przeznaczone do obracania płyty wokół stałej centralnej osi przegubowej 46 w granicach dopuszczalnych przez szczeliny 50. Zwykle płytki 45 są obracane trochę do dołu wokół swojej centralnej osi przegubowej 46, w celu kompensowania ugięcia członów 27, 29 i 30 w celu przysunięcia dolnych powierzchni 54 bocznych ścianek tak blisko jak, jest to możliwe do górnych powierzchni taśmy na całej szerokości tej taśmy.

Każde z urządzeń regulacyjnych zawiera metalową płytkę podstawy 79 (żabkę miwelacyjną) która jest mocowana nieruchomo śrubą 80 do górnej powierzchni jego płytki 45. Płytkę podstawy posiada stojący pionowo występ 61 do którego na dolnym końcu gwintowanego drążka 83 przymocowany jest kołkiem przegubowym 84 element rozwidlony 82. Gwintowany drążek 83 przechodzi do góry poprzez oczko 85 we wsporniku nośnym 86, przyspawanym do zewnętrznej powierzchni ścianki bocznej 30 kanału chłodzenia wodnego 36. Podkładka oporowa 87 jest przytwierdzona do wierzchołka wspornika 86. Poprzez tę podkładkę przechodzi do góry drążek 83, który posiada umocowane stożkowe koło zębate 86 zewnętrznie gwintowane sprzęgające się ze stożkowym kołem zębatym 89, które jest przytwierdzone do zamocowanego poziomo drążka 90, utrzymywanego w łożysku niedzielonym 91, osadzonym na żebrze 92. Żebro to jest umocowane za pomocą sworzni 83 do wspornika 94, przyspawanego do zewnętrznej powierzchni części 27 z pustym kanałem.

Według fig. 2 drążek 90 przebiega wzdłuż części kanałowej 27 poprzez boczną ściankę zbiornika i jest utrzymywany w drugim łożysku niedzielonym, niepokazanym, w pionieniach odpowiednio 65 i 74. Zewnętrzny koniec każdego drążka 90 jest ukształtowany w postaci nakrętki, służącej do obracania za pomocą narzędzia tego drążka, w celu podnoszenia lub opuszczania płytek 45 wokół ich osi przegubowych.

Każdy z kanałów zasilania gazowego 80 jest przyłączony jak pokazano w lewej części fig. 2 do mieszacza 92, połączonego poprzez linię zasilania gazowego 93, przez miernik przepływu 94 i zawór regulacyjny 95 do linii 96, która jest przyłączona do zasilacza gazowego monosilanu SiH_4 w azocie. Druga linia zasilania gazowego 97 jest przyłączana do mieszacza 92 i poprzez miernik 98 do zaworu regulacyjnego 99 przyłączonego poprzez linię zasilania gazowego 100 do zasilacza

mieszanką azotu i wodoru, o regulowanym składzie. Zawory regulacyjne 95 i 99 umożliwiają regulację składu gazu zawierającego silany, dostarczonego do kanałów 66 w taki sposób, że gaz zawiera od 0,1% do 20% objętościowo silanów, do 10% objętościowo wodoru, i od 70 do 99,9% objętościowo gazu obojętnego, w tym przypadku azotu.

W rozwiązaniach zalecanych kanały 60 po obydwu stronach rozdzielacza gazowego są łączone do mieszacza 92. Można jednak zastosować odrębne zasilanie dla każdego z końców zasilacza. Podczas gdy (ponieważ) w opisywanym rozwiązaniu gaz jest dostarczany na obydwu końcach rozdzielacza, więc może być wystarczające dostarczenie gazu do kanałowego w jednym punkcie. Zawory w układzie zasilania gazem służą do regulacji prędkości przepływu gazu zawierającego silany, do kanału 35 zasilania gazowego a tym samym do sterowania przepływem poprzez płytkę waflową 53 w stronę ogrzewanej komory 40. Prędkość przepływu gazu do kanału 35 jest taka, że wypływ gazu poprzez płytkę waflową i otwór 43 do komory 40 jest realizowany przy jednakowym ciśnieniu wzdłuż całej długości komory 40, w celu zapewnienia jednorodności obróbki w całej szerokości taśmy (szkła).

Całkowita szybkość przepływu gazu zawierającego silany jest regulowana za pomocą zaworów 55 i 50 w celu zapewnienia jednorodnej powłoki i składu gazu zawierającego silany. W szczególności stężenie silanów, jest regulowane zaworem 55 w zależności od prędkości przesuwania się taśmy szkła 21 wzdłuż powierzchni kąpielii poniżej otwartego frontu komory 40, aby utrzymać szybkość pirolizy silanów na powierzchni gorącego szkła 41, zapewniającą powłokę krzemową o z góry określonej grubości na tej powierzchni, w czasie gdy taśma szkła wypływa z obszaru poniżej otwartej komory. Zwykle przy realizacji wynalazku regulacja składu zawierającego silany odbywa się łącznie z inspekcją wyrobu. Nastawienie zaworów utrzymuje się na wartości zabezpieczającej żadaną grubość powłoki krzemowej. Skład (mieszanki) może być z góry obliczony i/lub ustalony eksperymentalnie, przy czym następnie dokonuje się dokładnej regulacji w celu uzyskania żadanej grubości powłoki.

Wodór i azot z gazu zawierającego silany wypływają poprzez szczelinę istniejącą pomiędzy dolnymi krawędziami 54 komory otwartej i górną powierzchnią taśmy szkła. Rozważa się więc umieszczenie uszczelnienia pomiędzy powierzchnią dolną przeciw-prądowej ścianki bocznej 45 komory przez obróbkę płyt 45, powodującą przylepienie się materiału stopionego na przykład stopionej cyny do dolnej powierzchni tej ścianki i stykanie się z górną powierzchnią taśmy szkła tuż przed powlekaniem jej. Wprowadzenie takiego uszczelnienia sprawia, że cały wypływ gazu odbywa się w kierunku zgodnym z prądem i łączy z głównym przepływem atmosfery ochronnej oczyszczającej koniec wylotowy kąpielii poprzez wylot 20.

W urządzeniu mogą znajdować się kanały wyciągowe na przykład rury z napięciami umocowane do zewnętrznej strony rozdzielacza i służące do odprowadzania zużytych gazów z komory 40. W procesie wymagane jest szybkie ogrzewanie gazu zawierającego silany bez rozkładania w fazie gazowej. Ogrzewanie gazu w czasie jego przepływu w komorze wylotowej 45 zależy od czasu pozostawiania gazu w tej komorze który związany jest z objętością właściwą tej komory i jej ukształtowaniem.

Na fig. 7 i 8 przedstawione są dwa alternatywne przykłady wykonania rozwiązania komory wylotowej, w których ścianki boczne 101 są grubymi ściankami węglowymi, przymocowanymi sworzniami 102 do płyt nośnych 55. W urządzeniu znajdują się płyty pośrednie 42 z izolacji termicznej. Ścianki 101 posiadają profil określający w komorze kanał, który rozszerza się od otworu 43 do otwartego czoła komory. Wewnętrzne powierzchnie 103 ścianek bocznych mogą posiadać zakrzywiony kształt jak pokazano na fig. 7 z szybko rosnącym przekrojem poprzecznym tak, aby zapewnić szybkie rozprężenie się gazów płynących do dołu poprzez szczelinę 43.

Bardziej łagodne rozprężanie i zmodyfikowany układ przepływu zapewnia rozwiązanie według fig. 8, w którym wewnętrzne powierzchnie 103 ścianek 101 są prostymi powierzchniami pochyłymi.

Inne rozwiązanie rozdzielacza według wynalazku przedstawia fig. 9, w którym rozdzielacz posiada komorę otwartą ukształtowaną dla laminarnego przepływu gazu powlekającego równoległego do powierzchni szkła 41.

Rozdzielacz zawiera człon 130 z kanałem i przekroju odwróconym „U” posiadający ścianki boczne 131, 132 i ściankę górną 133. Kanał wewnątrz członu 130 jest podzielony na dwie części pionową przegrodą 134 połączoną spoiną 135 ze ścianką górną 133. Poziome człony 138 i 139 wystają do wewnątrz ze ścianki bocznej 131 i przegrody 134 przylegającej do ich dolnych krawędzi i razem wyznaczają wydłużony otwór 136. Drugi mniejszy człon 146 z kanałem o przekroju „U” jest umieszczony symetrycznie nad otworem 136, przy czym jego dolne krawędzie są przyspawane do członów poziomych 138 i 139. Człon poziomy 141 jest przyspawany do podstawy pionowej przegrody 134, a podstawa ścianki 132 wystaje poza ściankę 132.

Dwa człony 136 i 140 z kanałami o przekroju odwróconego „U”, razem z członami poziomymi 138 i 139 wyznaczają kanał 142 o przekroju „U” służący do przepuszczania płynu chłodzącego. Prostokątny kanał powrotny 133 wyznaczany jest przez ściankę boczną 132, ściankę górną 133, przegrodę 134 i człon poziomy 141. Wewnętrzna powierzchnia członu 140 z kanałem o przekroju „U” razem z członem poziomym 138 i 139 wyznaczają kanał zasilania gazowego 144. Urządzenia ogranicznika przepływu gazu 145 podobne do przedstawionych na fig. 3, 4 i 5 posiadają płytkę waflową 56 pomiędzy płytkami nośnymi 55 i są przymocowane do dolnych członów poziomych 138 i 139

za pomocą wpuszczanych śrub 57, a płyta waflowa 56 jest zestrojona z otworem 136.

Podobnie jak w rozwiązaniu uwidocznionym na fig. 3 kanały w płycie waflowej 58 mają przekrój poprzeczny o powierzchni małej w stosunku do powierzchni kanału 144 zasilania gazowego. Profilowane bloki węglowe 146, 147, 149 wyznaczają komorę 150 o kształcie „U” posiadającą otwarty front, rozciągający się w poprzek górnej powierzchni 41 taśmy szkła 21 które mają być powlekane. Blok węglowy 146 obejmuje dolną i górną część 153 i 152 z warstwą 154 włóknistego materiału izolacji termicznej między nimi. Profilowany blok węglowy 147 obejmuje podobne materiały laminatowe części górnej i dolnej 155, 156 z warstwą włóknistego materiału izolacji termicznej 157 między nimi. Warstwy izolacji termicznej 154, 157 regulują przepływ ciepła między chłodzonym kanałem zasilania gazowego i komorą 150, umożliwiając kształtkom węglowym wyznaczającym ścianki komory nagrzewanie się w czasie eksploatacji.

Do zewnętrznej powierzchni ścianki bocznej 132 członu 130 z kanałem o przekroju „U” jest przyspawanych wiele wkładek dystansowych 167 rozsumietych względem siebie. Profilowany blok węglowy 146 znajduje się na powierzchni górnej bloku węglowego 147 i styka się z tylnymi powierzchniami wkładek dystansowych 167. Wkładki dystansowe 158, odpowiadające wkładkom dystansowym 167 umieszczone są w gałęzi współprądowej komory 150 o kształcie „U” i w odrębnych profilowanych blokach węglowych 148, 149. Wkładki dystansowe 158 i blok węglowy 148 są przytwierdzone do wkładek dystansowych 167 śrubami 160, których łby są wpuszczone do wkładek dystansowych 158. Profilowany blok węglowy 149 jest przytwierdzony śrubami 168 umocowanymi we wkładkach dystansowych 158.

Śruby 168 mocują także wsporniki 162, które rozciągają się wzdłuż rozdzielacza i podtrzymują kanał 163, posiadający wydłużony otwór 164 dla zasilania sprężonym gazem. Powierzchnie bloków węglowych 146, 147, 148 i 149, które wyznaczają ścianki komory 150 o kształcie „U” są gładkie i profilowane w celu uniknięcia zawirowań i umożliwienia przepływu laminarnego gazu ponad powierzchnią szkła 41. Pomocnicze bloki węglowe 165 i 166 są przymocowane do tylnej powierzchni profilowanego bloku węglowego 149 na jego wierzchołku i spodzie i pomagają regulować przepływ gazu. Dolny pomocniczy blok rozciąga się poziomo w pobliżu powierzchni gazowej i ogranicza przepływ gazu pod podstawą 149.

W trakcie eksploatacji kanały 142 i 143 które są połączone otworem w przegrodzie 144 w jednym jej końcu są łączone z zasilaniem płynem chłodzącym kanału 144 zasilania gazem jest przyłączony do źródła gazu silanowego w taki sam sposób jak urządzenie uwidocznione na fig. 1 do 6. Ponadto kanał 163 jest przyłączony do źródła (niepokazanego) sprężonego gazu na przykład azotu/wodoru, który płynie poprzez otwory 164 i słu-

ży do rozpraszania zużytych gazów wydobywających się z komory 150 o kształcie „U”.

Obecnie zostaną opisane przykłady funkcjonowania. Przykłady I do IV odnoszą się do produkcji powłok krzemowych na górnej powierzchni taśmy płynącego szkła, tuż przed wyladowaniem taśmy z urządzenia do wytwarzania szkła płynnego. Przykład V dotyczy wytwarzania powłoki krzemowej na taśmie walcowanego szkła płaskiego, w czasie jego przepuszczania przez odprężacz tunelowy. W opisie przykładów podano właściwości optyczne wyrobów. Podane grubości powłok są wyznaczane na podstawie konwencjonalnych pomiarów optycznych grubości. Przepuszczalność dla światła białego wyznaczano stosując jako źródło światła oświetlacz „C” według C.I.E. Podano właściwości optyczne, wyznaczone na podstawie pomiarów wykonanych powłok dla powłok znajdujących się na stronie szkła zwróconej do stosowanego źródła światła.

Przykład I. Stosując urządzenie przedstawione na fig. 1 do 6 utrzymuje się w przestrzeni podstropowej 14 atmosferę ochronną zawierającą 94% objętościowo azotu i 6% objętościowo wodoru. Atmosfera ta znajduje się nad kąpielą stopionego cynku wzdłuż której przemieszczona jest wstęga szkła płynnego.

Wstęga 21 jest wyladowywana z urządzenia poprzez wałki 22 z szybkością 295 metrów na godzinę i przechodzi następnie poprzez tunel odprężający, umieszczony poza wałkami 22. Rozdzielacz 26 gazowy umieszczony w pobliżu wylotowego końca kąpieli, w miejscu gdzie temperatura powierzchniowa szkła wynosi około 610°C. Jest on mocowany tak, aby dolna krawędź komory wylotowej 45 znajdowała się, jak najbardziej górnej powierzchni 58 taśmy 21 bez stykania się z nią.

Gaz zawierający silany, złożony z 3,9% objętościowo monosilanu SiH_4 , 93,9% azotu, 2,2% wodoru podawany był do rozdzielacza poprzez kanały 57 z szybkością 90 litrów na minutę/metr długości rozdzielacza. Szybkość dostarczania regulowana, aż do wytworzenia zasadniczo jednorodnej powłoki krzemu na szkłe, przy końcu wylotowym tunelu. Barwa ankszy szkła powlekanego krzemem, odcinanego z taśmy szklanej była brązowa w świetle przepuszczanym i srebrna w świetle odbitym. Grubość, współczynnik załamania i właściwości optyczne powlezonego szkła są następujące:

Długość fali dla maksymalnego odbicia (λ max)	5300 Å
Współczynnik załamania	3,73
Długość optyczna	1234 Å
Grubość	355 Å
Przepuszczalność dla światła białego	23%
Przepuszczalność ciepła światła słonecznego bezpośrednio	34%
Całkowita przepuszczalność ciepła	40%
Odbijanie energii słonecznej	48%

Przykład II. Powtórzono procedurę według przykładu I lecz z urządzeniem z modyfikowaniem według fig. 7 tak, że komora wylotowa 45

ma specjalny kształt. Warunki procesu były następujące:

Skład atmosfery ochronnej	94% objętościowo azotu
Szybkość taśmy w kanale	215 metrów/godzinę
Temperatura szkła	640°C
Skład dostarczanej mieszanki gazowej	2,6% objętościowo monosilanu SiH_4 4,7 objętościowo wodoru 92,7% objętościowo azotu
Szybkość dostarczanej mieszanki gazowej	84 litry/minutę/metr długości rozdzielacza

Wytworzono jednorodną powłokę krzemową przy czym kolor pokrytego szkła był w świetle przepuszczonym brązowym a w świetle odbitym srebrny.

Grubość, wskaźnik załamania i właściwości optyczne szkła powlezonego były następujące:

Długość fali odbijania maksymalnego (λ maks)	5850 Å
Współczynnik załamania	3,55
Grubość optyczna	1463 Å
Grubość	412 Å
Przepuszczalność dla światła białego	24%
Przepuszczalność ciepła promieniowania słonecznego bezpośrednio	33%
Całkowita przepuszczalność ciepła	39%
Odbijanie energii słonecznej	47%

Przykład III. Ponownie powtarzano procedurę przykładu I lecz zastosowano komorę wyjściową zmodyfikowaną według fig. 8. Warunki procesu były następujące:

Skład atmosfery ochronnej	94% azotu objętościowo 6% objętościowo wodoru
Szybkość taśmy w kanale	295 metrów/godzinę
Temperatura szkła	650°C
Skład dostarczanej mieszanki gazowej	2,3 objętościowo monosilanu SiH_4 5,2% objętościowo wodoru 92,5% objętościowo azotu

Szybkość dostarczania mieszanki gazowej 87 litrów/minutę/metr długości rozdzielacza.

Ponownie wytwarzano jednorodną powłokę. Barwa powlezonego szkła była w świetle przepuszczonym brązowa a w świetle odbitym srebrna. Grubość, współczynnik załamania powłoki i optyczne właściwości szkła były następujące:

Długość fali dla maksymalnego odbijania (λ maks)	5100 Å
Współczynnik załamania	3,60
Grubość optyczna	1274 Å
Grubość	354 Å
Przepuszczalność dla światła białego	27%

Przepuszczalność ciepła bezpośredniego promieniowania słonecznego	36%
Całkowita przepuszczalność ciepła	41%
Odbijanie promieniowania słonecznego	47%

Inne przykłady w pracy z rozdzielaczem według fig. 1 do 6 są następujące:

Przykład IV. Taśma szkła powlekanego o szerokości 3 m.

Warunki procesu były następujące:

Skład atmosfery	90% objętościowo azotu
ochronnej	10% objętościowo wodoru
Szybkość taśmy w kanale	360 metrów/godzinę
Temperatura szkła	660°C
Skład dostarczanej mieszanki gazowej	2,2% objętościowo monosilanu SiH_4 5,6% objętościowo wodoru 92,2% objętościowo azotu

Szybkość dostarczania mieszanki gazowej 66 litrów/minutę/metr długości rozdzielacza

Przy jednorodnej powłoce uzyskiwano barwę brązową w świetle przepuszczonym i srebrną w świetle odbijanym.

Grubość powłoki i optyczne właściwości szkła powleczonego były następujące:

Długość fali maksymalnego odbijania (λ maks)	4400 Å
Współczynnik załamania	2,9
Grubość optyczna	1100 Å
Grubość	380 Å
Przepuszczalność dla światła białego	36%
Przepuszczalność ciepła promieniowania słonecznego bezpośredniego	47%
Całkowita przepuszczalność ciepła	54%
Odbijanie promieniowania słonecznego	35%

Przykład V. Powtarzano procedurę według przykładu I stosując zmodyfikowane urządzenie na fig. 9 i przepuszczając gaz zawierający silany poprzez komorę otwartą, równoległą do powierzchni szkła w warunkach zasadniczo laminarnego przepływu gazu. Całkowitą szybkość przepływu gazu ustalono tak, aby uzyskać jednorodną powłokę, przy czym stężenie silanów w gazie zmieniano w celu zmieniania grubości powłoki i zachowywania jej jednorodności.

Warunki procesu były następujące:

Skład atmosfery	90% objętościowo azotu
ochronnej	10% objętościowo wodoru
Szybkość taśmy w kanale	365 metrów/godzinę
Temperatura szkła	620°C
Szybkość dostarczania mieszanki gazowej	50 litrów/minutę/metr długości rozdzielacza
Skład dostarczanej mieszanki gazowej	

(a) 5% objętościowo monosilanu SiH_4 , 95% objętościowo azotu

(b) 10% objętościowo monosilanu SiH_4 , 90% objętościowo azotu

(c) 7% objętościowo monosilanu SiH_4 , 3% objętościowo wodoru, 90% objętościowo azotu
Grubość, współczynnik załamania i właściwości optyczne szkła były następujące:

	V (a)	V (b)	V (c)
Długość fali dla maksymalnego odbijania λ maks	4800 Å	7100 Å	6000 Å
Współczynnik załamania	3,45	4,00	3,80
Grubość optyczna	1190 Å	1780 Å	1500 Å
Grubość	348 Å	444 Å	395 Å
Przepuszczalność dla światła białego	25%	21%	18%
Przepuszczalność ciepła bezpośredniego promieniowania słonecznego	37%	24%	28%
Całkowita przepuszczalność ciepła	43%	31%	34%
Odbicie promieniowania słonecznego	43%	54%	52%
Barwa w świetle przepuszczanym	brązowa	zielona	brązowa
Barwa w świetle odbitym	srebrna	złota	srebrna/ złota

Wynalazek stosowany jest do powlekania szkła płynącego w czasie jego produkcji, a ponadto przedmiot wynalazku może być stosowany do powlekania gorącej taśmy szkła wytwarzanej innymi metodami, na przykład konwencjonalną metodą walcowania lub ciągnięcia, w której wytworzona taśma szklana jest przepuszczana przez tunel odprężający. Jeden z kształtów rozdzielacza 86 gazowego, dla powlekania walcowanej taśmy szkła w tunelu odprężającym, przedstawiony jest schematycznie na fig. 10.

Rozdzielacz 26 gazowy powinien być umieszczony w tunelu w miejscu gdzie temperatura szkła osiąga wartość od 400°C do 750°C. Taśmą walcowanego szkła płaskiego 110 przemieszczana jest na walcach tunelowych oznaczonych cyframi 111. Rozdzielacz gazowy posiada kołpak dzwonowy 112, który jest połączony z kanałem wyciągowym 113. Rozdzielacz gazowy umieszczony jest pod kołpakiem wyciągowym, a ścianki boczne kołpaka wyciągowego 112 rozciągają się do dołu, do bezpośredniego sąsiedztwa górnej powierzchni taśmy szkła 110. Rozdzielacz gazowy zawiera kołpak ochronny 114, w którym znajduje się kanał 35 zasilania gazowego otoczony płaszczem 36 chłodzonym wodą w sposób podobny do wykonania według fig. 3.

Urządzenie ograniczające przepływ gazu w postaci płyty wafłowej 56 wykonane z metalowych karbikowanych arkuszy tego samego rodzaju jak na fig. 5. Płyta wafłowa 56 podtrzymywana jest przez płyty nośne. Wydłużona komora otwarta

40 wyznaczona jest poniżej płyty waflowej przez boczne ścianki węglowe, które mają kształt „L” w celu wyznaczenia otworu w stropie komory poniżej waflowej płytki 56 ograniczającej przepływ gazu. Spód ścianek bocznych z kształtek węglowych rozciąga się w pobliżu górnej powierzchni taśmy szkła. Układ ten zapewnia uwalnianie gazu zawierającego silany do komory 46 przy stałym ciśnieniu wzdłuż komory, która rozciąga się w poprzek szerokości przemieszczania taśmy walcowanego szkła.

W celu uzyskania nieutleniającej atmosfery poniżej kołpaka ochronnego 114, wprowadza się atmosferę ochronną, na przykład atmosferę azotową lub atmosferę zawierającą objętościowo 95% azotu i 5% objętościowo wodoru, poprzez kanały 117, wyznaczono na wierzchołku kołpaka 114 w kierunku współprądowym i przeciuprądowym rozdzielacza gazowego. Urządzenia ograniczające przepływ gazu, w postaci płyt waflowych 116, podobnych do płyt waflowych 56 zapewniają wylot z każdego z kanałów 117, umożliwiając przepływ atmosfery ochronnej do dołu przy zasadniczo stałym ciśnieniu w poprzek całej szerokości rozdzielacza, w kierunku górnej powierzchni taśmy szkła. Dzięki temu w obszarze pomiędzy węglowymi elementami bocznymi 115 i kołpakiem ochronnym występuje stały przepływ atmosfery ochronnej. Gazy są odprowadzane poniżej krawędzi dolnych kołpaka ochronnego do góry poprzez kołpak wyciągowy 112 do kanału wyciągowego 113. Zapewnia to uzyskanie atmosfery nieutleniającej w obszarze tunelu, w którym powłoka krzemowa wytwarzana jest na górnej powierzchni taśmy szklanej. W obszarze tym występuje także ciągłe wyciąganie (usuwanie) gazów zużytych z obszaru powłoki, dzięki czemu unika się możliwości dyfuzji gazów zawierających silany wzdłuż całej długości tunelu odprowadzającego.

Możliwe jest zastosowanie modyfikacji urządzenia według fig. 10 w warunkach, w których nie ma atmosfery ochronnej, na przykład w tunelu odprowadzającym, i bez dostarczania atmosfery ochronnej bezpośrednio do stanowiska powlekania. W modyfikacji takiej kanały 117 i płyty waflowe 118 są pomijane a spód każdego z węglowych elementów 115 jest rozszerzony w kierunku przemieszczania się szkła aż do wymiaru który zasadniczo blokuje wdzieranie się atmosfery zewnętrznej do komory 40. Przykład działania zmodyfikowanego urządzenia do szkła zdobionego z walcowaną powłoką, przepuszczanego poprzez tunel odprowadzający jest następujący:

Przykład VI.

Powlekana szerokość taśmy	1 metr
Szybkość taśmy w tunelu	350 metr/godzinę
Temperatura szkła	620°C
Skład dostarczanej mieszanki gazowej	5,0% objętościowo monosilanu SiH_4 5% objętościowo wodoru

90,0% objętościowo azotu

Szybkość dostarczania mieszanki gazowej 60 litr/ /minutę/godzinę długości rozdzielacza.

Wytworzono jednorodną powłokę, która była brązowa w świetle przepuszczonym i w świetle odbijanym. Właściwości optyczne są następujące:

Długość fali odbijania maksymalnego (λ maks)	4000 Å
Współczynnik załamania	3,2
Grubość optyczna	1000 Å
Grubość	312 Å
Przepuszczalność dla światła białego	33%
Przepuszczalność ciepła promieniowania słonecznego bezpośredniego	45%
Całkowita przepuszczalność ciepła	51%
Odbijanie promieniowania słonecznego	36%

Możliwe jest także powlekanie szkła płynącego w tunelu odprowadzającym, poprzez który przemieszczana jest taśma szkła płynącego po jego wyładowaniu z kąpieli. Jest to możliwe wówczas, gdy rozdzielacz gazowy znajduje się w tunelu, w miejscu gdzie temperatura szkła wynosi powyżej 400°C. Wyprodukowane szkło powleczone krzemem, po pocięciu w konwencjonalny sposób na tafle, posiada przyjemny wygląd i użyteczne właściwości regulacyjne dla światła słonecznego, dzięki czemu jest przydatne do zespołów szklanych (okiennych), zwłaszcza zespołów do szklenia okien budynków.

Na fig. 11 przedstawiony jest zespół okienny według wynalazku, który zawiera tafle szklane 120 z powłoką krzemową 121, której grubość znacznie powiększono w celu uzyskania jasności przedstawienia. Tafla jest zamocowana w ramie 122, umieszczonej w ścianie 123 w konwencjonalny sposób.

Szkło powlekane krzemem może być stosowane w wieloszybowych jednostkach okiennych, zwłaszcza w podwójnych jednostkach okiennych. Jeden taki zespół przedstawiono na fig. 12. Zawiera on tafle niepowleczonego szkła 126 oraz tafle szkła 120 posiadające powłokę krzemową 120, która w przedstawionym wykonaniu znajduje się wewnątrz zespołu w celu ochrony przed wpływami atmosferycznymi. Tafla szkła są odsunięte od siebie elementami przekładkowymi 124 konwencjonalnego typu, przy czym powierzchnie szkła przyklejone są do elementów przekładkowych 124 za pomocą odpowiednich klejów. Cały zespół jest wmontowany do ramy 125 przystosowanej do montowania w konwencjonalny sposób do ścianki.

Umieszczenie powierzchni szklanych pokrytych krzemem do wewnątrz zespołu okiennego z podwójną płytą chroni powłokę krzemową przed wpływami atmosferycznymi. Z punktu widzenia trwałości powłoki krzemowej nie jest to jednak konieczne i powierzchnie szklane powleczone krzemem mogą być powierzchniami zewnętrznymi. Powleczona tafla szklana może stanowić zewnętrzną szybę lub wewnętrzną szybę podwójnego

zespołu okiennego. W wieloszybowych zespołach okiennych obejmujących trzy lub więcej szyb taśma powleczone może być szybą pośrednią jako wewnętrzna lub też szybą wewnętrzną. W niektórych zastosowaniach, w których wymagane jest szkło o dużej wytrzymałości, pożądane jest utwardzanie szkła za pomocą procesów odpuszczania, szkło powlekane krzemem według wynalazku może być utwardzane termicznie za pomocą konwencjonalnych sposobów bez wyraźnego uszkodzania powłoki krzemowej. Szkło powleczone może być także laminowane.

Przyjemny wygląd szkła powlekanego krzemem umożliwia także inne zastosowanie do, których nie są wymagane jego właściwości regulacyjne dla światła słonecznego, na przykład przy zastosowaniu tego szkła jako szyb wewnętrznych lub dekoracyjnych a nawet elementów konstrukcyjnych wyposażenia. Szkło powleczone może być na przykład stosowane jako wierzch stołu. Szkło powleczone krzemem może być także stosowane do zwierciadeł przez zapewnienie ciemnego tła, eliminującego przepuszczanie światła słonecznego przez szkła, przy czym zwierciadło takie zawiera szkło powleczone krzemem według wynalazku, posiadające powłokę ciemną na przykład wykonaną ciemną farbą, albo na wierzchu powłoki krzemowej lub na przeciwnej powierzchni szkła.

W realizacji wynalazku można stosować inne silany jak rozkładniki gazu zawierającego silany, na przykład disilan Si-H_2 lub dichlorosilan SiH_2Cl_2 (dwuchlorosilan). Sposób według wynalazku był wykorzystywany do wytwarzania powłok krzemowych na szkłe płaskim posiadającym grubość rzędu 200 Å do 1000 Å, lub większych. W rozwiązaniach zalecanych grubość powłok wynosi od 250 Å do 650 Å.

Powłoki cieńsze w podanym zakresie mają barwę srebrzysto błękitną w świetle odbijanym a brązową w świetle przepuszczonym. Gdy grubość powłok rośnie to występuje stopniowa zmiana jej wyglądu tak, że przy grubościach około 400 Å szkło powlekane posiada barwę żółtosrebrzystą w świetle odbijanym a brązową w świetle przepuszczanym. Barwy w świetle przepuszczonym i odbitym pogłębiają się (przyciemniają) aż do momentu osiągnięcia grubości powłoki około 450 Å, przy której zaczynają się zaznaczać silne barwy interferencyjne. Barwy interferencyjne nie są zazwyczaj pożądane na szkłe płynącym, jakkolwiek mogą one wprowadzać atrakcyjne efekty na szkło zdobione.

Generalnie dla szkła z właściwościami regulacji światła, zalecane są powłoki, na szkłe niezdobionym, o grubości w zakresie 300 Å do 450 Å, przy czym powłoki o jednorodnym wyglądzie są w tym zakresie grubości osiągnane bardzo łatwo.

Grubość powłoki na szkłe wyznaczana jest za pomocą prostej techniki optycznej, przez pomiar długości fali (λ maks) przy której odbicie światła od powłoki jest maksymalne (R maks). Z teorii warstw cienkich wynika, że

$$R_{\text{max}} = \left(\frac{N_o^2 - N_g}{N_o^2 + N_g} \right)^2$$

gdzie N_o = współczynnik załamania powłoki

N_g = współczynnik załamania szkła.

Jeżeli więc znany jest współczynnik załamania szkła, to można wyznaczyć współczynnik załamania powłoki. Współczynnik załamania jest zależny od grubości powłoki, przy czym odpowiedni wzór jest następujący:

$$N_o d = \frac{-\lambda_{\text{maks}}}{4} = \text{grubość optyczna}$$

gdzie d jest grubością powłoki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób powlekania szkła, zwłaszcza krzemem atomowym przy temperaturze przynajmniej 400°C przez termiczny rozpad zawierającego silany gazu przepuszczanego nad powierzchnią szkła pod w zasadzie stałym ciśnieniem w warunkach uniemożliwiających utlenianie, **znamienny tym**, że pokrywane szkło w ruchu ciągłym przesuwane przez usytuowane poprzecznie do szkła urządzenie pokrywające, do którego wprowadza się gaz zawierający silany w bezpośrednim sąsiedztwie pokrywanej równomiernie gorącej powierzchni przesuwanego szkła, przy czym w strefie gorącej urządzenia pokrywającego utrzymuje się warunki nieutleniające.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że reguluje się skład gazu oraz utrzymuje się szybkości pirolizy silanów na powierzchni gorącego szkła w wartości wystarczającej do wytwarzania powłoki krzemowej o z góry zadanej grubości na tej powierzchni.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że szybkość przepływu gazu reguluje się dla uzyskania jednorodnej powłoki oraz reguluje się stężenie silanów w gazie dla zapewnienia żądanej grubości powłoki.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że utrzymuje się temperaturę szkła na stanowisku powlekania w zakresie 500°C do 700°C.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szkło jest przemieszczane poprzez stanowisko powlekania w postaci ciągłej taśmy a skład gazu jest regulowany stosownie do prędkości przemieszczania się taśmy.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że taśma szkła jest przemieszczana wzdłuż kąpieli ciekłego metalu nad którą utrzymywana jest atmosfera ochronna, przy czym gaz zawierający silany jest wydalany do wymienionej strefy gorącej, która znajduje się w miejscu gdzie temperatura szkła znajduje się w zakresie 600°C do 670°C.

7. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że taśma szkła jest przemieszczana przez tunel odprężający, a gaz zawierający silany jest uwalniany do wymienionej strefy gorącej, która znajduje się w zakresie 400°C do 700°C.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się gaz zawierający od 0,1% do 20%

objętościowo silanów, do 10% objętościowo wodoru i od 70% do 99,9% objętościowo gazu obojętnego.

9. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że tworzy się powłokę o grubości w zakresie 250 Å do 800 Å, a od strony powleczonej przepuszczalność dla światła białego zapewnia się w zakresie 17% do 34%, zaś przepuszczalność ciepła z bezpośredniego promieniowania słonecznego utrzymuje się w zakresie 27% do 45%, natomiast odbijanie energii słonecznej utrzymuje się w zakresie 34% do 52%.

10. Sposób według zastrz. 8, **znamienny tym**, że silanem jest monosilan SiH_4 .

11. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że tworzy się powłokę o grubości w zakresie 300 Å do 450 Å, a od strony powleczonej przepuszczalność dla światła białego zapewnia się w zakresie 17% do 34%, zaś przepuszczalność ciepła z bezpośredniego promieniowania słonecznego utrzymuje się w zakresie 27% do 45%, natomiast odbijanie energii słonecznej utrzymuje się w zakresie 34% do 52%.

12. Sposób według zastrz. 11, **znamienny tym**, że tworzy się zasadniczo jednorodną powłokę krzemową o grubości optycznej w zakresie 950 Å do 1600 Å i współczynnika załamania w zakresie 3,0 do 4,0.

13. Urządzenie do powlekania szkła, zawierające komorę dla płyt szklanych w postaci tafli do której wprowadza się gaz, **znamiennie tym**, że ma rozdzielacz (26) gazu umieszczony poprzecznie do toru przemieszczania powlekanej powierzchni tafli szklanej w zasilającym kanale (35) do dostarczania materiału powłokowego w postaci

gazowej, ponad którym usytuowany jest kanał (31) chłodzący do regulacji temperatury kanału (35) zasilającego a pod nim posiada wydłużoną otwartą komorę wylotową (40) umieszczoną w pobliżu toru przemieszczania tafli dla tafli szklanej i łączącej się wzdłuż swojej długości z kanałem (35) zasilającym w gaz poprzez elementy (55, 56 i 58) ograniczania przepływu gazu oraz przystosowane do uwalniania gazu z kanału (35) zasilającego do komory wylotowej (40) o stałym ciśnieniu wzdłuż jej długości.

14. Urządzenie według zastrz. 13, **znamiennie tym**, że kanał (31) chłodzący stanowi regulację temperatury kanału (35) zasilającego i jest przystosowany do jego chłodzenia.

15. Urządzenie według zastrz. 13, **znamiennie tym**, że elementy (55, 56 i 58) stanowią płytki nośne (55), w której mają usytuowaną płytkę waflową (56) z szeregu karbikowanych odcinków (58) tworzących układ kanałów o małej powierzchni przekroju poprzecznego prowadzących z kanału (35) zasilającego do komory (40), przy czym wymiary kanałów mają dobrany mały spadek ciśnienia wzdłuż kanału (35) zasilającego w porównaniu do spadku ciśnienia wzdłuż układu kanałów.

16. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że posiada termiczną izolację (42) pomiędzy kanałem (35) zasilającym i komorą (40).

17. Urządzenie według zastrz. 16, **znamiennie tym**, że ścianki boczne komory (40) mają ukształtowanie tworzące kanał w komorze rozszerzający się od elementów (55, 56 i 58) ograniczania przepływu do otwartego frontu komory.

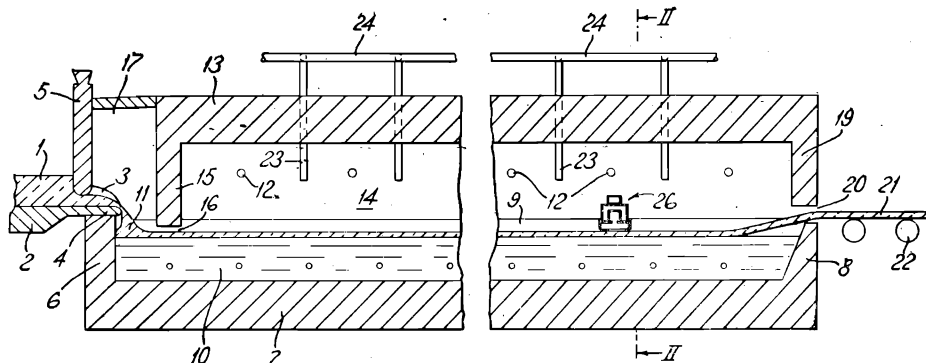
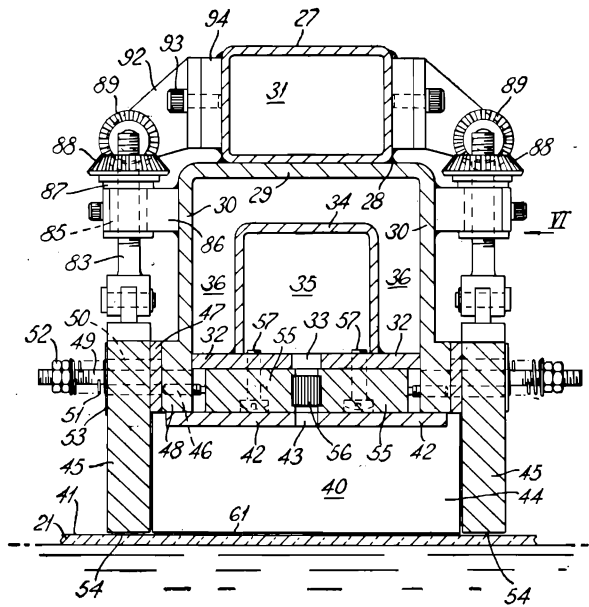
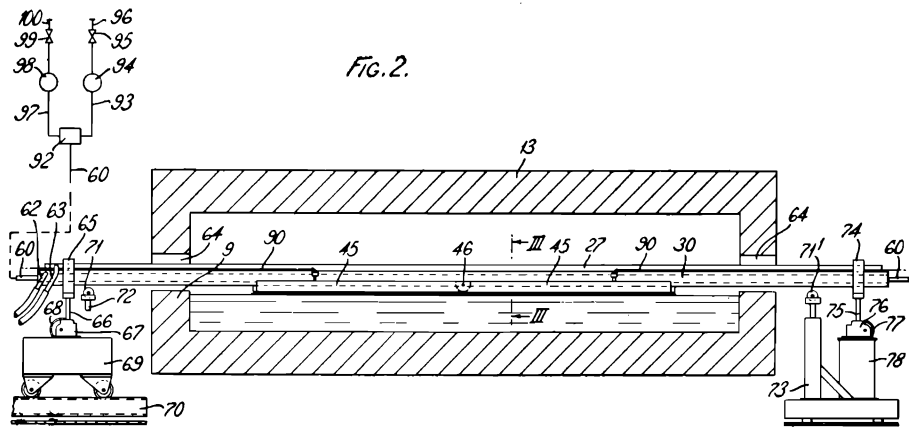


FIG. 1.



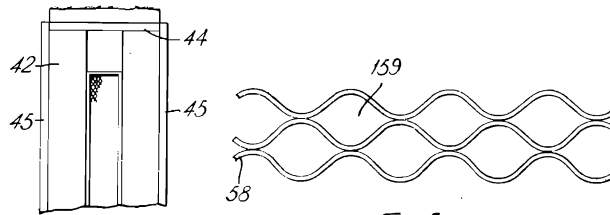


FIG. 5.

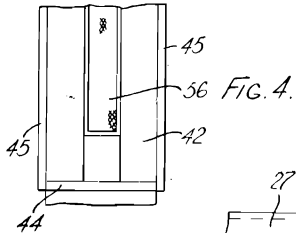


FIG. 4.

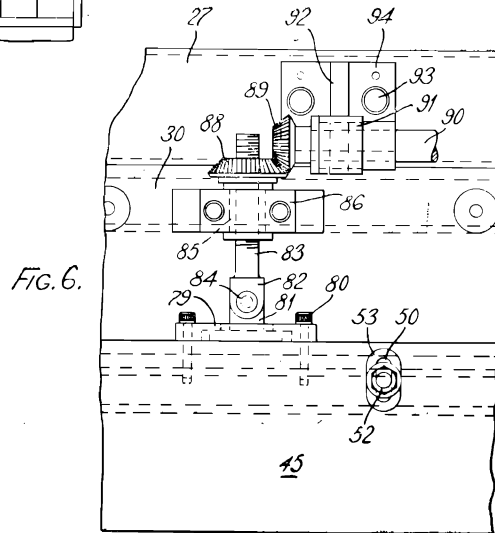


FIG. 6.

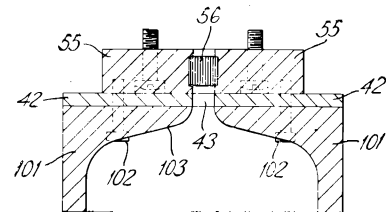


FIG. 7.

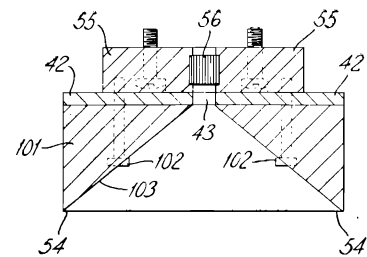


FIG. 8.

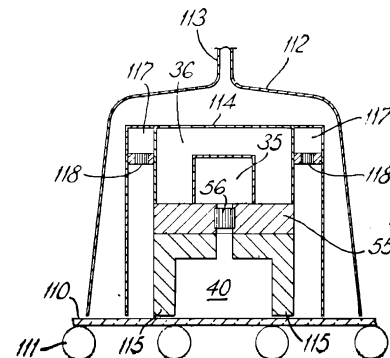


FIG. 10.

