



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 18.02.1972 (P. 153548)

Pierwszeństwo: 24.02.1971 dla zastrz. 2,3,5—

7—14,16,17,

20—32, 36—40

Luksemburg

24.01.1972 dla zastrz. 1, 4, 6,

15, 18, 19, 33—35

Wielka Brytania

Zgłoszenie ogłoszono: 20.04.1973

Opis patentowy opublikowano: 15.12.1976

MKP C03b 15/04

Int. Cl.² C03B 15/04

CZYTELNIJA

Urząd Patentowy
Państwa Polskiej

Twórca wynalazku: Edgard Brichard

Uprawniony z patentu: Glaverbel Watermael-Boitsfort (Belgia)

Sposób wytwarzania szkła płaskiego oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania szkła płaskiego oraz urządzenie do stosowania tego sposobu. Znanе są sposoby wytwarzania szkła, w których o jakości ciągnionego szkła decydują przede wszystkim warunki cieplne i przepływowe w piecu w czasie realizacji procesu wyciągania. Na powierzchni szkła w warunkach procesu ustala się zawsze w strefie wyciągania trwały menisk. Jednak utworzenie i utrzymanie takiego menisku nie gwarantuje uzyskania dobrej jakości ciągnionego szkła.

Szkło jest wciągane do menisku z obszarów powierzchniowych roztopionego szkła, położonych wokół menisku i różnica wartości temperatury szkła, nieuchronnie występująca między obszarami powierzchniowymi, leżącymi na różnych odległościach od granicznych ściek pieca i skomplikowany schemat przepływu utrudniają powstawanie taśmy istotnie płaskiej i posiadającej równomierną grubość na całej swej szerokości. Niekorzystne warunki cieplne i przepływowe w piecu są ponadto przyczyną występowania defektów optycznych, powodowanych mieszaniem się smug szkła o różnych lepkościach. Tendencje te występują wyraźniej przy większych prędkościach wyciągania.

Trudności te występują we wszystkich sposobach wyciągania szkła, w których szkło ciągnięte jest z powierzchni roztopionego szkła w piecu, w odróżnieniu od procesów, polegających na wytłaczaniu taśmy szkła spod powierzchni roztopionego

2

szkła w piecu, jak to ma miejsce w znanym sposobie Fourcault'a. W takich sposobach wytłaczania kierunku przepływu szkła jest całkowicie różny i trudności te nie występują.

5 Sposoby których dotyczy niniejszy wynalazek odnoszą się do dwóch grup, zależnie od głębokości pieca w strefie wyciągania. Pierwszą grupę stanowi rozwiązanie zawierające piec płytki, w którym szkło ciągnięte z całej głębokości roztopionego szkła w strefie wyciągania, tak jak w znanym sposobie Colburna, w którym ciążoną ku górze taśmę szklaną ugina się na wałkach zaginających i przenosi przez poziomą odprężarkę tunelową. Do drugiej grupy należy sposób, w którym stosuje się 15 piec głęboki i w którym szkło płynące ku strefie wyciągania płynie ponad powrotnym strumieniem szkła docierającego z krańcowego obszaru szczytowego pieca, jak w znanym sposobie Pittsburgha, w którym taśmę szklaną ciągnie się ku górze przez pionową komorę wyciągową.

20 W dowolnym sposobie taśmę szklaną można wyciągać w kierunku odchylonym w stosunku do pionu, a taśmę ciążoną z pieca głębokiego zagina się na walcach odginających, zamiast przeciągania jej przez pionową komorę wyciągową.

25 Znany jest sposób podgrzewania od zewnątrz dennych i bocznych części ścian pieca do bardzo wysokich temperatur dla zmniejszenia tempa obniżania prędkości przepływu szkła wzdłuż ścian.

30 Wadą tego sposobu jest to, że nie daje on jednak

pewności wytworzenia warunków, sprzyjających procesowi wytwarzania szkła płaskiego o wysokiej jakości. W takich warunkach istotnemu zwiększeniu ulega niebezpieczeństwo zanieczyszczenia szkła ciągnionego ziarnami materiałów ogniotrwałych, oraz występowania pęcherzy gazowych. Ze wzrostem temperatury materiału zwiększeniu ulega podatność materiału ogniotrwałego na procesy korozji i erozji.

Znane są szkła płaskie, które charakteryzują się obecnością linii szczotkowych na co najmniej jednej stronie arkusza. Linie szczotkowe stanowią wadę szkła i mogą być one wykrywane i rejestrowane metodami interferometrycznymi przy użyciu znanych prążków Fizeau, bądź też przy badaniu odbitego obrazu powierzchni szkła wytworzonego przez wiązkę światła odbitą od tej powierzchni i rzuconą na rozpraszający światło ekran.

Szkło płaskie składa się z zachodzących na siebie smug szklanych o różnych współczynnikach załamania światła. Jakość optyczna szkła płaskiego zależy w wielkim stopniu od względnego rozmieszczenia tych warstewek o różnych współczynnikach załamania światła w arkuszu. Jeżeli stopień wzajemnego przenikania tych warstewek jest znaczny, to szkło wykazuje tendencję do zniekształcenia przedmiotów, oglądanych przez nie o różnych warunkach, nawet w przypadku, gdy główne powierzchnie arkusza są optycznie płaskie i równoległe. Forma warstewki zależy od przestrzennego rozkładu prądów szkła o różnej lepkości doprowadzanego do wstęgi w czasie procesu wyciągania. Obraz warstewek, występujących w każdej próbce ciągnionego szkła może być oglądany na powiększonych zdjęciach fotograficznych przekroju próbki, prostopadłego do kierunku wyciągania.

Sposób badania i fotograficznego zapisu obrazów rozkładu warstewek szkła o różnych wartościach współczynników załamania światła w płaskim szkłe ciągnionym jest w technologii szkła znany i był już powszechnie stosowany do badania próbek szkła płaskiego dotychczas dostępnego i ciągnionego znanymi sposobami. Szkło płaskie wytwarzane znanymi sposobami wykazuje w takich badaniach układ linii konturowych, krzyżujących się w jednym lub wielu miejscach i/lub nie tworzących żadnego obrazu elips.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania szkła płaskiego, który nie ma niedogodności i wad sposobów znanych ze stanu techniki. Dalszym celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji urządzenia do wytwarzania szkła płaskiego.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że oddziela się strumienie szkła zasilające menisk od strumienia heterogenicznego lub częściowo rekrystalizowanego szkła w piecu przez miejscowe ogrzewanie szkła i utworzenie strefy o podwyższonej temperaturze powodującej przepływ do góry stopionego szkła tak, że heterogenicznie i/lub częściowo rekrystalizowane szkło za strefą o podwyższonej temperaturze nie wpływa do strumienia powierzchniowych zasilających menisk.

Cel wynalazku został osiągnięty również przez to, że urządzenie ma elementy do miejscowego

podgrzewania szkła w piecu dla utworzenia strefy o podwyższonej temperaturze i oddzielenie strumieni powierzchniowych szkła zasilających menisk od strumienia heterogenicznego i rekrystalizowanego szkła.

Sposób według wynalazku pozwala na zwiększeniu prędkości wyciągania i uniknięcie typowego w takich warunkach zwiększenia niebezpieczeństwa występowania procesów korozji i erozji materiału ogniotrwałego, co w znanych dotychczas rozwiązaniach było nieuniknionym.

W jednym z przykładów wykonania sposobu według wynalazku roztopione szkło tworzące na powierzchni strumień płynący w przód, wprowadza się wprost do nasady taśmy, po jej stronie wewnętrznej, zaś roztopione szkło znajdujące się poniżej tego strumienia kieruje się ku górze w miejscu, położonym za strefą wyciągania, tworząc odwrotnie skierowany strumień powierzchniowy docierający do taśmy po jej drugiej stronie przy czym strefę o podwyższonej temperaturze wytwarza się w położeniu, pokrywającym się z tą pozycją, w której roztopione szkło płynie ku górze poza strefą wyciągania. Znajdująca się w tym miejscu strefa wywiera szczególnie korzystny wpływ.

W głównej części szerokości taśmy oprócz jej krańdów tylną stronę taśmy całkowicie lub w przeważającej mierze wyciąga się z tego strumienia powierzchniowego o przeciwnym kierunku przepływu. Jeżeli szkło w tym odwrotnie skierowanym strumieniu powierzchniowym ma znacznie mniejszą płynność od szkła w tym strumieniu powierzchniowym, który kieruje się w przód, to jeżeli jakość ciągnionego szkła ma być zadowalająca, należy wtedy zachować małą prędkość wyciągania. Jeżeli prędkość wyciągania przekroczy pewną wartość, zależną w znacznym stopniu od oporów przepływu szkła zasilającego tylną stronę taśmy, to taśma ta ulegnie zniekształceniu lub utworzy szkło płaskie o bardzo złych właściwościach optycznych.

Zwiększenie prędkości wyciągania, można osiągnąć zgodnie ze sposobem według wynalazku przez wytworzenie strefy o podwyższonej temperaturze rozciągającej się w poprzek pieca, w takim położeniu, że pewną ilość ogrzanego szkła płynącego ku górze wykorzystuje się do uformowania przeciwnie skierowanego powierzchniowego strumienia szkła, dopływającego do szczytowej strony menisku. W takich przykładach realizacji wynalazku ta strefa może być oddalona od tylnej ściany szczytowej pieca. Nie jest to jednak istotne, gdyż część tej ściany, znajdującą się pod powierzchnią szkła może być ukształtowana w ten sposób, aby dosięgać wewnątrz do tej powierzchni lub do pozycji znajdującej się poniżej strefy wyciągania. W tym więc przypadku bariera cieplna może być zlokalizowana ponad zanurzoną częścią tej tylnej ściany szczytowej.

Prądy szkła, zależnie od stosunku szerokości bariery cieplnej do szerokości pieca, mogą przemieszczać się od położenia w pobliżu środkowej części szczytowej ściany tylnej pieca przez zakończenie strefy o podwyższonej temperaturze ku końcowym częściom strefy wyciągania, z których ciągnione są boki taśmy. Wtedy jednak wszelkie zanieczyszcze-

nia, wyciągane do wnętrza strefy wyciągania, są wskutek tego skierowywane do tych części krańcowych strefy wyciągania, nie zanieczyszczając jej części środkowej, z których ciągniona jest główna, użyteczna część taśmy.

Strefa o podwyższonej temperaturze, zlokalizowana z tyłu strefy wyciągania leży korzystnie na całej szerokości lub przynajmniej części szerokości pieca, równej co najmniej szerokości taśmy. W takim przypadku cała lub prawie cała masa roztopionego szkła, przylegająca do tylnej ściany szczytowej pieca w pobliżu linii przepływu i która normalnie byłaby spychana do wnętrza strefy wyciągania, jest skutecznie osłonięta barierą cieplną.

W korzystnym przykładzie wykonania strefy, o podwyższonej temperaturze tworzy się w miejscu, usytuowanym na rzucie głównym poziomym pieca, przylegającym do bocznej granicy powierzchni roztopionego szkła w piecu oraz w miejscu, z którego powierzchniowy strumień roztopionego szkła przepływa ku krawędzi lub brzegowi taśmy. Przy pomocy tak zlokalizowanej strefy poprawia się przepływ roztopionego szkła, zasilającego odpowiednią krawędź lub brzeg taśmy, wskutek podgrzewania takiego szkła i zmniejszenia oporów tarcia. Przepływ szkła zasilającego krawędź lub bok taśmy osłaniany jest od strumienia szkła o większej lepkości, oziębionego w zetknięciu z boczną ścianą pieca w pobliżu linii przepływu. Dzięki temu szerokość odrzuconych przy cięciu bocznych części wstęgi ulega zmniejszeniu.

W przypadku, gdy strefa o podwyższonej temperaturze znajduje się w pobliżu granicy powierzchni szkła, jak przedstawiono wyżej, korzystnie utrzymuje się podobną strefę przylegającą do drugiej strony granicy takiej powierzchni. Wyrównane dzięki temu warunki cieplne i przepływowe determinują proces formowania obu części krawędziowych lub bocznych taśmy.

Korzystnie strefy o podwyższonej temperaturze umieszcza się przyległe do obu granic bocznych roztopionego szkła oraz do tylnej granicy strefy wyciągania. W tym przypadku szkło, doprowadzane do tylnej strony taśmy utrzymywać można w stanie dużej płynności, zbliżonym do stanu charakteryzującego główny powierzchniowy strumień zasilający bezpośrednio czołową stronę taśmy, osiągając w rezultacie większe prędkości wyciągania.

W pewnych przykładach wykonania sposobu według wynalazku stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze, którą utrzymuje się ponad progiem zanurzonym całkowicie w roztopionym szkłe. Dzięki lokalnemu podgrzewaniu próg spełnia wtedy korzystną rolę dla umiejscowienia prądów wstępujących. Znajdująca się za progiem masa szkła ma tendencję do stałego ruchu wokół osi poziomej, co również przyczynia się do wyeliminowania lub zmniejszenia tendencji nagromadzenia się przekrystalizowanych ziarn, powstających w tej masie szkła. Próg stanowi ponadto mechaniczną przesłonę, przeciwdziałającą wewnętrznemu przemieszczaniu jakichkolwiek ziarn przekrystalizowanego szkła lub ziarn, którymi może być zanieczyszczona ta masa szkła. Dzięki temu, że próg jest zanurzony i nie styka się z powietrzem

ponad stopionym szkłem, stopień narażenia jego na korozję pod wpływem **strumieni roztopionego szkła** jest mniejszy, niż dla materiału ogniotrwałych bloków, położonych na linii przepływu.

Korzystnie jest, gdy wstępujący strumień szkła tworzący barierę cieplną zaczyna się poniżej poziomu wierzchołka progu, w przypadku gdy stosuje się taki próg, a następnie płynie dalej ku górze ponad poziomem wierzchu progu. W takich warunkach próg stabilizuje lepiej przepływ szkła ku górze.

Powierzchnie boczne progu mogą być pionowe lub nachylone względem pionu, bądź też jedna z powierzchni może być pionowa, a druga nachylona. Wysokość i ukształtowanie powierzchni wpływają na kierunek dróg przepływu ku górze szkła, tworzący barierę cieplną i na charakter przepływu prądów szkła, zasilających taśmę.

Próg może być pusty w środku i ciepło niezbędne dla wytworzenia bariery cieplnej wytwarza się w przestrzeni wewnętrznej progu. Element grzejny jest dzięki temu osłaniany przez próg od bezpośredniego zetknięcia się ze stopionym szkłem. Wpływa to jednak ograniczająco na zakres możliwości wyboru elementu grzejnego. W charakterze elementu grzejnego mogą być zastosowane np. palniki gazowe lub olejowe, bądź też grzejniki elektryczne.

W innym rozwiązaniu sposobu według wynalazku stosuje się próg, utworzony z pojedynczej stałej ścianki. W takim przypadku ciepło niezbędne dla wytworzenia bariery cieplnej można wytwarzać u spodu takiej ścianki.

W zanurzonej progu korzystnie stosuje się elementy grzejne wbudowane lub stanowiące integralną część ściany lub ścianę tworzącą próg lub część progu. Taka ściana może być wykonana np. częściowo z jednego lub większej liczby bloków z materiału ogniotrwałego, przewodzących prąd elektryczny, przez które można przepuszczać prąd elektryczny dla generacji ciepła Joule'a. Sposób ten sprzyja wytwarzaniu silnego efektu cieplnego tam, gdzie zapobiega on najbardziej skutecznie przepływowi strumienia szkła ponad progiem.

Dla utrzymywania bariery cieplnej, zlokalizowanej w pobliżu progu również stosuje się środek grzejny, stykający się z roztopionym szkłem przylegającym do progu. Zastosowanie środka grzejnego, stykającego się z roztopionym szkłem, lecz nie stanowiącego części progu jest korzystne dla generacji ciepła w konkretnie określonej strefie lub strefach, bez obciążania progu funkcją bezpośredniego ogrzewania. Tym sposobem poszerza się zakres możliwości wyboru jego konstrukcyjnych warunków technicznych. Można np. zastosować elementy ogrzewcze, rozmieszczone na powierzchni bocznej i/lub górnej progu.

Można także zastosować elementy ogrzewcze, np. elektryczne grzejniki oporowe, umieszczone we wnętrzu masy roztopionego szkła, w pewnej odległości od progu, dzięki czemu zmniejsza się niebezpieczeństwo korozji progu. Tam, gdzie trzeba zwiększyć do pewnej wartości temperaturę szkła w jakimś określonym od progu obszarze, takie rozwiązanie umożliwia prowadzenie ogrzewania

z mniejszym zużyciem energii, niż wtedy, gdy ciepło należy generować w prągu lub w bezpośrednim jego sąsiedztwie.

Jeżeli w procesie, prowadzonym sposobem według wynalazku stosuje się piec wyposażony w próg, to może on być przedłużony ku górze dla zwiększenia wysokości bariery mechanicznej zapobiegającej przepływowi do wewnątrz takich zanieczyszczeń, jak odszklony materiał lub pęcherzyki. Płyta taka może być wykonana z metalu, np. molibdenu. Korzystnie, jeśli wierzch płyty znajduje się jak najbliżej wolnej powierzchni roztopionego szkła w piecu.

Strefę o podwyższonej temperaturze można wytwarzać w jednym lub w wielu miejscach pieca, przez generowanie ciepła w piecu przy pomocy elektrycznych grzejników oporowych lub innych środków ogrzewczych, niezależnie od tego, czy w tym miejscu lub miejscach znajduje się próg, czy też nie. Jednakowoż wyposażenie pieca w taki próg jest szczególnie korzystne.

Korzystnie strefę o podwyższonej temperaturze wytwarza się przez przepuszczanie prądu elektrycznego poprzez roztopione szkło między odpowiednio rozmieszczonymi dwiema lub większą liczbą elektrod. System ogrzewczy tego rodzaju wytwarza żadaną ilość ciepła bezpośrednio w samym szkłe, dzięki czemu można utrzymywać odpowiednio wysoką temperaturę szkła, gdy tymczasem temperatura elektrod jest niższa, co pozwala unikać niebezpieczeństwa korozji elektrod przez roztopione szkło.

Elektrody przeznaczone do stosowania w układzie ogrzewczym wykorzystującym przewodnictwo elektryczne roztopionego szkła mogą mieć formę płyt lub prętów. Korzystnie stosuje się elektrody utworzone z roztopionego metalu lub roztopionych soli metali. Elektrody z roztopionego metalu lub soli metali mogą mieć wielką powierzchnię, dzięki czemu osiąga się dodatkowy zysk w postaci bardzo małego oporu tarcia przy przepływie roztopionego szkła w zetknięciu z elektrodami. Najkorzystniej stosuje się elektrody, z których co najmniej jedna umieszczona jest ponad progiem zanurzonym całkowicie w roztopionym szkłe.

W innym korzystnym rozwiązaniu elektrody rozmieszcza się po obu przeciwnych stronach progu. Przy takim rozmieszczeniu elektrod możliwe jest ogrzewanie stosunkowo dużej objętości roztopionego szkła pokrywającego próg, przy stosunkowo małym zużyciu energii. W takim przypadku korzystnie stosuje się elektrody o dużej powierzchni zetknięcia ze szkłem dzięki czemu dany efekt ogrzewczy można osiągać przy małej gęstości prądu, co jest korzystne z uwagi na unikanie powstawania pęcherzyków w szkłe.

W przypadku, gdy dla zwiększenia wysokości bariery mechanicznej, utworzonej przez próg stosuje się płytę metalową a ogrzewania dokonuje przez przepuszczanie prądu elektrycznego przez warstwę szkła między jedną lub wieloma parami elektrod rozmieszczonych po przeciwnych stronach progu, to płyta określa ekwipotencjalną powierzchnię w polu elektrycznym. Płyta ta może mieć odpowiednio dobrany kształt dla stworzenia

żądanego korzystnego kierunku przepływu prądu elektrycznego.

W pewnych przykładach realizacji sposobu według wynalazku roztopione szkło w piecu miejscowo ogrzewa się dla utworzenia bariery cieplnej przez przepuszczanie prądu elektrycznego przez roztopione szkło między elektrodami, z których jedna umieszczona jest pod miejscem, w którym taśmę poddaje się ciągnięciu z powierzchni roztopionego szkła w piecu. Tym sposobem można utrzymywać strefę o podwyższonej temperaturze bardzo blisko od strefy wyciągania. Najkorzystniej stosuje się pręt ściągający pod tym miejscem wyciągania, utrzymując wewnątrz elektrodę w postaci masy roztopionego metalu lub roztopionej soli metalu. Obecność roztopionego metalu lub soli metalu w tym miejscu jest korzystna z uwagi na mały opór tarcia wywierany na roztopione szkło wpływające do menisku.

Zgodnie ze sposobem według wynalazku wytwarza się powierzchniowy strumień roztopionego szkła płynącego ponad strefą o podwyższonej temperaturze w kierunku od strefy wyciągania oraz usuwa nadmierną ilość szkła z obszaru poza tą strefą. Zewnętrzna powierzchnia strumienia przeciwdziała jakimkolwiek tendencjom porywania zanieczyszczeń do wewnątrz strefy wyciągania. Taka zewnętrzna powierzchnia strumienia może być formowana przez usuwanie szkła przez co najmniej jeden otwór przelewowy do usuwania zanieczyszczeń, wykonany w ścianie granicznej pieca, w okolicy poza strefą o podwyższonej temperaturze.

Urządzenie do wytwarzania szkła płaskiego zawiera piec, posiadający końcówkę zasilającą, przeznaczoną do doprowadzania do pieca w sposób ciągły roztopionego szkła, oraz elementy wyciągające do ciągłego wyciągania taśmy szkła z powierzchni roztopionego szkła ku górze w strefie wyciągania w piecu, środki do miejscowego podgrzewania roztopionego szkła w piecu w co najmniej jednym miejscu, które na rzucie głównym poziomym pieca leży po wewnętrznej stronie od granicy tej powierzchni roztopionego szkła, dla utrzymywania w tym miejscu strefy o podwyższonej temperaturze i utworzenie strumienia wstępującego szkła wznoszącego się ku tej powierzchni od miejsca położonego w pobliżu części ściennej pieca lub w części ściennej, dzięki czemu ta część ścienna uniemożliwia przepływ roztopionego szkła zza strefy pod tą strefą.

Zastosowanie lokalnych środków ogrzewczych według wynalazku umożliwia wytwarzanie strefy, której działanie zwiększa płynność szkła zasilającego taśmą z co najmniej jednej strefy, rozłożonej wokół menisku i zapobiega wpływaniu chłodniejszego szkła do taśmy z części przysciennej pieca, położonej za strefą.

W korzystnym przykładzie urządzenie według wynalazku strefa wyciągania znajduje się w pewnej odległości od tej granicy powierzchni roztopionego szkła w piecu, która leży naprzeciw końcówki zasilającej pieca, a elementy grzewcze są przystosowane do utrzymywania przepływu szkła ku górze, w miejscu położonym na rzucie głównym poziomym pieca pomiędzy strefą wyciągania i tą przeciwną granicą, do której sięga powierzchnia róż-

topionego szkła w piecu, w czasie pracy urządzenia.

Urządzenie według innego przykładu wykonania wyposażone jest w środki do utrzymywania przepływu szkła ku górze pomiędzy strefą wyciągania i przeciwległą granicą powierzchni szkła, przy czym przepływ ten odbywa się na całej lub co najmniej na części szerokości pieca, równej w przybliżeniu szerokości wstęgi określonej położeniem zwykłych walców narożnych, między którymi wyciągane są brzozy ciągniętej taśmy.

Urządzenie według wynalazku korzystnie zawiera środki do utrzymywania wstępującego przepływu roztopionego szkła w co najmniej jednym miejscu, które na rzucie poziomym pieca przylega do bocznej granicy, do której sięga powierzchnia roztopionego szkła w piecu, gdy urządzenie pracuje. Korzystnie urządzenie jest zaopatrzone w środki do utrzymywania takiego przepływu prądu wstępującego szkła, przylegającego do każdej z bocznych granic tej powierzchni roztopionego szkła. Ponadto niekiedy urządzenie według wynalazku oprócz elementów grzewczych do powodowania przepływu prądu wstępującego w tych miejscach, zawiera również także środki do wytwarzania strefy o podwyższonej temperaturze bezpośrednio za strefą wyciągania. W tym przypadku sprzyja to przepływowi roztopionego szkła do tylnej strony taśmy i do jej krawędzi lub boków, umożliwiając osiągnięcie bardzo dużych prędkości wyciągania.

Urządzenie według wynalazku może być typu pieca płytkiego, w którym środki wyciągowe są przystosowane do wyciągania szkła z całej głębokości roztopionego szkła w piecu. W tym przypadku elementy grzewcze są rozmieszczone tak, że zapewniają przepływ roztopionego szkła ku górze w tej strefie na całej głębokości roztopionego szkła w piecu.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku może również zawierać głęboki piec i elementy wyciągające do ciągnięcia szkła z górnej części roztopionego szkła w piecu. W takim przypadku elementy grzejne mają taką konstrukcję, że skutecznie utrzymują przepływ roztopionego szkła w tej strefie ku górze, co najmniej w górnej części roztopionego szkła w piecu. W urządzeniu tym wstępujący strumień roztopionego szkła w strefie gorącej płynie od miejsca, położonego w sąsiedztwie co najmniej jednej części ściennej, dzięki czemu zapobiega się przepływowi roztopionego szkła pod barierą cieplną.

Urządzenie w jednym z przykładów wykonania zawiera próg zanurzony całkowicie w roztopionym szkłe w czasie pracy urządzenia i tak rozmieszczony, że dzięki temu element grzewczy zapewnia wspomniany przepływ roztopionego szkła ponad progiem. Urządzenie zawiera korzystnie elementy grzewcze do utrzymywania wstępującego strumienia roztopionego szkła od miejsca, w którym strumień natrafia na próg i przepływu dalej ponad jego wierzchem.

Część spodu pieca, położona z tyłu, względnie próg, może być korzystnie wyższy od części, położonej po czołowej stronie progu. W tym przypadku głębokość niewykorzystanego za progiem szkła ule-

ga zmniejszeniu. Korzystne jest prowadzenie procesu w piecu, wyposażonym w ustalacz, gdyż dzięki temu roztopione szkło na niższych poziomach pieca po czołowej stronie progu jest skutecznie schładzane, co sprzyja intensywniejszemu przepływowi szkła ku dołowi, z wytworzeniem prądu zwrotnego w zanurzonej warstwie.

Korzystnie próg, znajdujący się w urządzeniu według wynalazku jest wewnątrz pusty i wyposażony w środek do wytwarzania w nim ciepła, niezbędnego do uzyskania w tym miejscu, miejscowej strefy gorącej. W innym korzystnym przykładzie wykonania urządzenia według wynalazku zawiera próg, utworzony z pojedynczej stałej ścianki, a środek do wytwarzania miejscowej strefy gorącej przystosowany jest do wytwarzania ciepła na spodzie takiej ścianki.

Urządzenie według wynalazku wyposażone jest korzystnie w elementy grzewcze dla wytwarzania strefy o podwyższonej temperaturze, które są wbudowane lub stanowią część ścianki tworzącej taki próg lub część progu. Ścianka ta może być częściowo utworzona z jednej lub większej liczby elementów ogniotrwałych, przewodzących elektryczność, np. z jednej lub wielu cegieł z tlenku cynowego, przez które można przepuszczać prąd elektryczny. Powierzchnia takiego elementu grzewczego znajduje się w tej samej płaszczyźnie, lub też jest wypuszczona lub wysunięta ponad przyległą część powierzchni progu.

Urządzenie według wynalazku zawiera korzystnie elementy grzewcze do utrzymywania lokalnej strefy gorącej oraz próg zlokalizowany w tej strefie, przy czym te elementy umieszczone są wewnątrz pieca tak, że stykają się z roztopionym szkłem, przylegającym do progu lub od niego oddalonym. Elementy ogrzewcze mogą np. być tak umieszczone ponad progiem, że ogrzewanie szkła w tym obszarze może być bardziej intensywnie, albo gradient temperatury w tym obszarze może być różny od gradientu możliwego do zrealizowania w przypadku, gdy elementy grzewcze umieszczone były pod progiem lub w progu. Elementy grzewcze mogą być również zamontowane na niższym poziomie, dla przekazywania szkłu, przylegającemu do progu impulsu wstępującego.

W najkorzystniejszym rozwiązaniu urządzenie według wynalazku zawiera element grzewczy do ogrzewania roztopionego szkła w piecu dla spowodowania wstępującego prądu roztopionego szkła, wytwarzający ciepło bezpośrednio wewnątrz pieca.

W najkorzystniejszych przykładach wykonania urządzenia według wynalazku element grzewczy do utrzymywania strefy o podwyższonej temperaturze zawiera elektrody, między którymi można przepuszczać prąd elektryczny przez roztopione szkło w piecu. Elektrody takie są w postaci płyt lub prętów, lecz korzystnie są one ukształtowane w postaci zbiorników roztopionego metalu lub roztopionej soli metalu. W jednym urządzeniu ponad progiem umieszcza się co najmniej jedną elektrodę, lecz korzystnie jest, gdy element grzewczy zawiera elektrody rozmieszczone po przeciwległych stronach progu.

Korzystne jest umieszczenie elektrody pod miej-

scem, w którym taśma szklana ciągniona jest z powierzchni roztopionego szkła w piecu w czasie pracy urządzenia. Pręt wyciągowy może być np. umieszczony w tym miejscu, a elektroda może być zabudowana do tego pręta lub być przezeń utrzymywana. Elektroda umieszczona pod miejscem wyciągania może być zawsze wbudowana w pręt lub utrzymywana przez element, stanowiący integralną część lub połączony z tylną ścianą szczytową pieca. W niektórych przypadkach brak swobodnej drogi poza taką elektrodą, wzdłuż której roztopione szkło może wpływać ku górze, drogą przepływu elektrycznego prądu cgrzewczego z dolnego poziomu w piecu, stwarza korzystniejsze ciepłe i dynamiczne warunki przepływu wewnątrz pieca.

Zastosowanie elektrod, rozmieszczonych po przeciwnych stronach progu umożliwia podgrzewanie dużych objętości szkła w tej strefie, powodując formowanie się bardzo wyraźnego prądu wstępującego. Elektrody o dużej powierzchni można dogodnie rozmieszczać w takich położeniach, jakie są korzystne dla unikania dużych gęstości prądu oraz powstawania pęcherzy. Korzystne jest, aby wierzchołek progu znajdował się w możliwie małej odległości od poziomu powierzchni roztopionego szkła, dla uzyskania stosunkowo dużej gęstości prądu ponad progiem i wytworzenia z takiego progu możliwie jak najskuteczniejszej bariery, przeciwdziałającej ruchowi zanieczyszczeń do wewnątrz strefy wyciągania.

Jeżeli stosuje się elektrody, rozmieszczone po przeciwnych stronach progu i na spodzie pieca, to korzystnie jest, aby spód pieca poza progiem znajdował się na wyższym poziomie, niż na stronie przedniej progu, gdyż wtedy oprócz korzyści wpływających z istnienia takiej różnicy poziomów, osiąga się korzyść w postaci możliwości rozmieszczenia elektrod w mniejszym odstępach.

W przypadku stosowania elektrod, co najmniej jedna elektroda musi być wykonana ze stałego metalu lub z materiału ogniotrwałego przewodzącego prąd elektryczny. Nadają się szczególnie do tego ogniotrwałe metale szlachetne, takie jak molibden, wolfram i SnO_2 , z wprowadzonymi w przypadku potrzeby czynnikami uszlachetniającymi. Materiały te zachowują się w roztopionym szkłe w zwiększonej temperaturze zadowalająco, nawet wówczas, gdy przez powierzchnię materiału stykającego się ze szkłem przepływa prąd elektryczny. Elektrody stałe mogą ponadto mieć odpowiednio dobrany kształt, zapewniający uzyskanie założonego rozdziału gęstości prądu.

Szczególnie korzystne jest zastosowanie elektrod, złożonych z roztopionego metalu lub roztopionych soli metali. Jeżeli gęstość roztopionego metalu lub soli jest większa od gęstości roztopionego szkła, to elektrody znajdują się pod roztopionym szkłem i pomagają zmniejszać opory tarcia utrudniające przepływ roztopionego szkła w piecu. Mogą być zastosowane elektrody, złożone ze stopionego metalu lub soli metalu o niższej gęstości, niż gęstość roztopionego szkła. Takie elektrody nie przeszkadzają w ogóle powierzchniowym prądom roztopionego szkła. Elektrody takie mogą być zmieniane

w toku pracy, a ich grubości mogą być zmieniane w miarę potrzeby. Możliwe są również zmiany ich parametrów elektrycznych przeprowadzane drogą zmian ich składu chemicznego, bez konieczności przerywania procesu produkcji szkła płaskiego.

Cieźszymi od szkła metalami, nadającymi się do stosowania na elektrody ciekłe jest cyna i ołów. Metale te wykazują wysokie przewodnictwo elektryczne.

Szczególnie korzystne wykonanie urządzenia według wynalazku zawiera zbiornik do utrzymywania elektrody, złożonej z roztopionego metalu lub roztopionej soli metalu, stykającej się z roztopionym szkłem w piecu, przy czym taki zbiornik posiada przedłużenie prowadzące do chłodniejszej części, gdzie metal lub sól metalu, wypełniające takie przedłużenie mogą być podłączone do przewodu, doprowadzającego prąd elektryczny. W ten sposób rozwiązuje się zagadnienie utrzymania dobrego połączenia przewodu elektrycznego z elektrodą w obszarze o bardzo wysokiej temperaturze, np. w strefie wyciągania obok progu.

Elektroda z roztopionej cyny może być np. utrzymywana w zbiorniku o kanale przedłużającym, prowadzącym do strefy o niższej temperaturze, to też cyna wypełniająca ten kanał znajduje się w stanie stałym, a co najmniej w stanie roztopionym, lecz posiadającym niższą temperaturę, a kabel może być podłączony do stałej lub chłodniejszej cyny. Elektroda ze stopionej soli metalu może również stykać się z masą takiej samej soli lub soli innego metalu stałej lub ciekłej, lecz posiadającej nieco niższą temperaturę, pod warunkiem, że chłodniejsza sól wykazuje dostateczne przewodnictwo elektryczne.

Piec, stanowiący część urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku może być wyposażony w co najmniej jeden otwór do usuwania zanieczyszczeń, wykonany w ścianie granicznej naprzeciw miejsca, gdzie znajduje się środek do tworzenia miejscowej strefy gorącej. W czasie pracy urządzenia otwór taki służy do usuwania w sposób ciągły lub przerywany niewielkiej ilości szkła z powierzchni roztopionego szkła. Usuwanie tą drogą z powierzchni powoduje tworzenie się strumienia powierzchniowego ponad wierzchem bariery cieplnej, spełniającego rolę dodatkowego czynnika przeciwdziałającego spływaniu zanieczyszczeń do wewnątrz.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig.1 przedstawia urządzenie typu Pittsburgha, w przekroju wzdłuż linii I—I na fig. 2; fig. 2 — urządzenie z fig.1 w rzucie poziomym; fig.3 — urządzenie typu Colburna, przekroju wzdłużnym; fig.4 — inne urządzenie typu Colburna, w przekroju wzdłuż linii IV — IV na fig.5; fig.5 — fragment urządzenia z fig.4 w rzucie poziomym; fig.6 — jeszcze inne urządzenie typu Pittsburgha w przekroju wzdłużnym; fig.7 — jeszcze inne urządzenie typu Pittsburgha w przekroju wzdłużnym; fig. 8 — urządzenie z fig.7 w przekroju wzdłuż linii VIII — VIII na fig.7; fig.9 — jeszcze inne urządzenie typu Colburna w przekroju wzdłużnym; fig.10 — jeszcze inne urządzenie typu Colburna w przekroju wzdłuż-

nym; fig.11 — jeszcze inne urządzenie typu Colburna w przekroju wzdłużnym; fig.12 — 17 — fragmenty pieców sześciu różnych urządzeń do wyciągania szkła w przekroju poprowadzonym równoległe do osi podłużnych pieców; fig.18 — jeszcze inne urządzenie typu Pittsburgha w przekroju wzdłużnym; fig.19 — jeszcze inne urządzenie typu Pittsburgha w przekroju wzdłużnym; fig.20 — fragment obrazu konturowego otrzymywanego na fotografii anamorfotycznej próbki szkła płaskiego według wynalazku; fig.21 — prążki interferencyjne promieni światła, przechodzącego przez próbkę szkła płaskiego, pokazanego na fig.20 w czasie badania takiej próbki w znanym interferencyjnym mikrorefraktometrze; fig.22 — fragment obrazu konturowego uzyskiwanego na zdjęciu smugowym próbki szkła płaskiego ciągniętej w znanym procesie Pittsburgha; fig.23 — prążki interferencyjne promieni światła, przechodzącego przez próbkę szkła płaskiego ciągniętej w znanym procesie Pittsburgha w czasie badania takiej próbki w znanym interferencyjnym mikrorefraktometrze, sposobem Nomarskiego; fig.24 — obraz typowy linii szczotkowych, odtworzony metodą fotograficzną na powierzchni próbki szkła płaskiego ciągniętej znanym sposobem Libbey-Ovens'a; fig.25 — schemat aparatu straskopowego, służącego do fotograficznego rejestrowania niejednorodności szkła na przekroju arkusza szklanego; a fig.26 — schemat optycznego układu interferencyjnego mikrorefraktometru sposobem Nomarskiego.

Jak przedstawiono na fig.1 i 2, urządzenie zawiera piec 1, w którym znajduje się masa roztopionego szkła. Dolna część pieca zawiera podstawę 2, dolną tylną ścianę 3 i dolne boczne ściany 4, 5. Część górna ma ściany poziome 6, 7 i 8, które wysunięte są na zewnątrz ze ścian 3, 4 i 5 i na których usytuowane są górna ściana szczytowa 9 i górne ściany boczne 10 i 11. W czasie pracy urządzenia roztopione szkło doprowadzane jest w sposób ciągły do pieca po stronie odległej od szczytowych ścian 3, 9 (nie przedstawionej na rysunku) tak, aby powierzchnia 12 roztopionego szkła utrzymywana była w piecu na wskazanym poziomie podczas ciągnięcia szkła z takiej powierzchni ku górze w postaci nieprzerwanej taśmy 13 o krawędziach bocznych 14, 15.

Wewnątrz pieca znajdują się trzy poziome elektrody 16, rozmieszczone jedna nad drugą, równoległe, od górnego końca ściany 9 pieca. Podobne trzy poziome elektrody 17 są rozmieszczone równoległe, w pewnej odległości od górnej bocznej ściany 10. W pewnej odległości od górnej bocznej ściany 11 umieszczone są równoległe podobne trzy elektrody poziome 18. Elektrody 17 połączone są ze źródłem 19 prądu elektrycznego, przy czym elektroda centralna 17 podłączona jest do jednego bieguna źródła, a górne i dolna są podłączone do jego drugiego bieguna. Elektrody 16 i 18 są podłączone podobnie do źródeł prądu elektrycznego. Zespół wyciągający zawiera ponad piecem komorę wyciągową oraz sekcję wieżową, przez którą ciągnięta jest na rolkach taśma szkła.

Napięcie elektryczne, przyłożone do elektrod 16, 17 i 18 jest takie, że prąd elektryczny przepływa

przez roztopione szkło w piecu między elektrodami, przy różnym napięciu. Dobiera się taką wartość, że w danym miejscu gęstość prądu w roztopionym szkłe nie przekracza $0,4 \text{ A/cm}^2$. Wskutek przepływu prądu elektrycznego przez roztopione szkło temperatura szkła w sąsiedztwie elektrod jest około 40°C wyższa od wartości, która ustalałaby się bez przepływu prądu.

W tym miejscu roztopione szkło przepływa w sposób ciągły ku górze, wznosząc się od miejsca, położonego w pobliżu ścian 6, 7 lub 8. Pewna część roztopionego szkła płynącego ku górze, przepływa do wnętrza wzdłuż powierzchni roztopionego szkła w piecu ku meniskowi u podstawy taśmy 13, zaś reszta tego wstępującego strumienia roztopionego szkła, płynie na zewnątrz ku ścianom 8, 10 lub 11. Za każdą taką strefą znajduje się stosunkowo zimniejsza strefa roztopionego szkła, a kształt szczytowej i bocznych ścian pieca 6, 7 i 8, leżących poniżej elektrod, przeciwdziała przepływowi szkła z tych stosunkowo zimnych stref do wnętrza pod tymi elektrodami. Konsekwencją tego jest mniejsze niebezpieczeństwo występowania ziarn przekształconego szkła, oraz przedostawania się do wnętrza strumienia szkła, doprowadzonych do menisku w części dolnej taśmy 13 ziarn skorodowanego materiału ogniotrwałego, które mogą oddziaływać się od ścian 9, 10 i 11 położonych wzdłuż linii przepływu.

Masy szkła w tych stosunkowo chłodnych strefach za elektrodami obracają się wokół osi poziomych co powoduje zmniejszenie niebezpieczeństwa rekrytalizacji i powstawania pęcherzy w roztopionym szkłe na niższych poziomach takich stref. Podgrzewanie szkła w miejscach, gdzie znajdują się elektrody zmniejsza ponadto lepkość szkła, wpływającego do tylnej strony i bocznych obrzeży taśmy, toteż szerokość części brzegowych taśmy przewyższająca maksymalną wartość dopuszczalną ulega zmniejszeniu przy dowolnej prędkości wyciągania. Przy zastosowaniu rozwiązania według wynalazku można zwiększyć użyteczną szerokość taśmy ciągniętego szkła o około 10 cm.

W przykładzie przedstawionym na fig. 1 i 2, zastosowane są tylko elektrody 16. W tym przypadku maksymalna prędkość wyciągania jest nieco mniejsza wskutek oporu, wywieranego przez roztopione szkło o nieco większej lepkości, które doprowadzane jest do brzegowych części taśmy szklanej, a szerokość brzegowych części krawędziowych taśmy, które muszą być odrzucane jako odpady jest większa, wskutek zanieczyszczenia szkła w tych obszarach przekształconymi ziarnami. Jakość płaskiego szkła przy roboczej prędkości wyciągania jest jednak znacznie lepsza, niż w przypadku, gdy urządzenie pracuje bez elektrod 16.

W innym przykładzie wykonania wynalazku zastosowane są tylko elektrody 17 i 18. W tym przypadku maksymalna prędkość wyciągania, jaką można stosować przy ciągnięciu taśmy o danym standardzie płaskości i równomierności grubości, jest większa, niż w znanym rozwiązaniu, zaś szerokość brzegowych części o grubości, przekraczającej maksymalną wartość dopuszczalną, jest normalna. W takich przypadkach jednak w środkowej części

ciągniętej taśmy występuje znacznie więcej wad, wskutek obecności przekrystalizowanych ziaren i pęcherzy niż w przypadku zastosowania elektrod 16.

Urządzenie do ciągnięcia szkła typu Colburna, wyposażone w elementy umożliwiające stosowanie sposobu według wynalazku przedstawione na fig.3, zawiera piec do wyciągania lub kadź 20. Kadź 20 ma podstawę 21, tylną ścianę szczytową 22 i ściany boczne, z których tylko ściana 23 przedstawiona jest na rysunku. Piec oparty jest na filarach 24 i 25. Roztopione szkło doprowadzane jest w sposób ciągły z pieca do wytopu szkła, ku tylnej ścianie szczytowej pieca, a taśma szkła 26 wyciągana jest w sposób ciągły z powierzchni 27 szkła w piecu i przechodzi wokół wałka wyginającego 28 do odprężarki tunelowej.

Odprężarka tunelowa, rolki do podnoszenia taśmy szklanej przez odprężarkę, płytki końcówkowe i inne części urządzenia, jako znane, nie są przedstawione na rysunku. Piec 20 jest płytki i szkło w postaci taśmy 26 wyciągane jest z całej głębokości roztopionego szkła w piecu. Wewnątrz pieca 20, pomiędzy strefą wyciągania i tylną ścianą szczytową 22 znajdują się dwa elektryczne grzejniki oporowe 29 i 30, ułożone poprzecznie na całej szerokości pieca, równoległe do strefy wyciągania i tylnej ściany szczytowej 22.

W czasie trwania procesu wyciągania szkła przez oporowe grzejniki 29 i 30 przepuszcza się nieprzerwanie prąd elektryczny, podgrzewając miejscowo roztopione szkło w odpowiednim miejscu. Grzejniki podwyższają temperaturę szkła o około 50°C. Następstwem tego jest ciągły przepływ roztopionego szkła ku górze do powierzchni 27 w pobliżu grzejników. Taki strumień wstępujący roztopionego szkła przepływa od miejsca zlokalizowanego w pobliżu położonej niżej dolnej części ściany 21 pieca. Schemat przepływu roztopionego szkła w piecu w pionowej płaszczyźnie oznaczony jest strzałkami. Schemat przepływu jest różny od schematów dla procesów, prowadzonych w znanych piecach płytowych. Różnica polega na tym, że przepływ szkła do tylnej strony taśmy nie odbywa się od tylnej ściany szczytowej pieca, lecz od miejsca, znajdującego się po stronie wewnętrznej, w pewnej odległości od tej ściany, wzdłuż powierzchni roztopionego szkła, przy czym miejsce to jest określone położeniem grzejników 29, 30.

Roztopione szkło znajdujące się za pionową płaszczyzną poprzeczną, w której umieszczone są grzejniki, jest w zasadzie odpychane od strumienia szkła wpływającego do menisku. Roztopione szkło nie może przepływać na skutek tego że wstępujący strumień roztopionego szkła ma punkt wyjścia na spodzie pieca. Roztopione szkło utrzymywane jest w ruchu ciągłymi krążącymi prądami konwekcyjnymi. Jakikolwiek ziarna przekrystalizowanego szkła, które mogą tworzyć się w sąsiedztwie tylnej ściany szczytowej i/lub jakiegokolwiek ziarna skorodowanego materiału ogniotrwałego, które mogą oddzielać się od ogniotrwałej ściany w tej strefie, nie mają dostępu do strefy wyciągania. W wyniku tego, oraz na skutek małej lepkości szkła doprowadzonego do tylnej ściany strony ta-

my, maksymalna prędkość ciągnięcia szkła, przy jakiej można wytwarzać szkło płaskie o dobrej jakości, ulega zwiększeniu o około 30%.

Fig.4 przedstawia piec 31 do którego doprowadzane jest w sposób ciągły roztopione szkło z pieca do wytopu szkła. Piec 31 oparty jest na filarach 33, 34. Obszar 35 ponad piecem jest w rzeczywistości zamknięty i stanowi obszar wewnątrz znanej komory wyciągania. Komora wyciągania oraz odprężarka tunelowa, wałki przenoszące, na których wsparta i przenoszona przez odprężarkę jest taśma szklana oraz inne części znane dla tego rodzaju maszyn nie są przedstawione na rysunku. Ponad piecem jest umieszczony wałek wyginający 36, wokół którego przebiega taśma szklana przed wejściem do odprężarki tunelowej.

Piec 31 ma tylną ścianę szczytową 37 oraz spód, zawierający odcinki 38, 39 ułożone obok progu 40, rozciągającego się w poprzek pieca i utworzonego przez ścianki 41, 42 i 43. Próg rozdziela niższą część pieca na pomieszczenie tylne 44 i pomieszczenie czołowe 45. Szereg elektrycznych grzejników oporowych 46 rozciąga się ku górze poprzez próg tak, że wystają one do masy roztopionego szkła w piecu. Grzejniki są podłączone do źródła prądu elektrycznego (nie przedstawionego na rysunku). Niżej położone części 47 tych grzejników umieszczone na zewnątrz pieca osłonięte są materiałem ogniotrwałym. Szkło jest ciągnięte ku górze z powierzchni roztopionego szkła w piecu tak, że menisk 48 oraz przednia i tylna strona, 49 i 50, ustala się na tej powierzchni szkła, przechodząc w taśmę szklaną 51 o czołowej i tylnej stronie 52 i 53.

W innym przykładzie wykonania wynalazku elektrody 46 rozmieszczone są w odstępach 25 cm na szerokości pieca i połączone są źródłem prądu o takiej wartości napięcia, że całkowity wydatek mocy potrzebnej do podgrzewania roztopionego szkła nad progiem 40 wynosi 30 KW. Przy takim zużyciu mocy temperatura szkła w obszarze, położonym nad progiem utrzymywana jest na poziomie przewyższającym o 30°C temperaturę, jaka panowałaby tam bez tego dodatkowego ogrzewania. To lokalne ogrzewanie roztopionego szkła powoduje powstanie trwałego prądu wstępującego roztopionego szkła wzdłuż ścian 41, 43 progu i dalej ku powierzchni roztopionego szkła w piecu. Wstępujące prądy roztopionego szkła wzdłuż ściany 41 płyną na zewnątrz ku tylnej ścianie szczytowej 37 pieca i zstępują wzdłuż tej ściany tak, że masa szkła zajmująca pomieszczenie 44 utrzymywana jest w ruchu obiegowym i jest skutecznie odgradzana od powierzchniowego strumienia szkła dopływającego do tylnej strony menisku 48. Ten strumień powierzchniowy szkła dopływającego do tylnej strony menisku pochodzi całkowicie lub częściowo od wstępującego strumienia roztopionego szkła wzdłuż ściany czołowej 43 progu.

Ziarna skorodowanego materiału ogniotrwałego lub przekrystalizowanego szkła, powstające w pomieszczeniu 44 są całkowicie lub prawie całkowicie odpychane i nie przedostają się do strefy wyciągania, a więc do obszaru w którym, powstaje menisk 48. Temu ostatniemu zjawisku sprzyja ponadto to, że prędkość liniowa doprowadzania rozto-

pionowego szkła z pieca do wytapiania jest większa o około 1% od prędkości odbierania roztopionego szkła w postaci taśmy 51 z pieca do wyciągania szkła. Nadmiar szkła usuwa się w sposób ciągły przez szereg otworów przelewowych, usytuowanych w ścianie szczytowej na poziomie powierzchni roztopionego szkła i prowadzących do kanałów przepływowych 55. Otwory 54 mogą być również usytuowane w szczytowej ścianie 37 na niższej wysokości. Niezależnie od poziomu otworów przelewowych, odprowadzanie szkła przez te otwory odbywać może się w sposób nieciągły, a także sposobem ciągłym.

Na fig.6 przedstawiono piec 60 należący do urządzenia typu Pittsburgha, który posiada podstawę 61, tylną ścianę szczytową 62 oraz ściany boczne, z których przedstawiona jest tylko jedna ściana 63. Ściana szczytowa 62 korzystnie składa się z większej liczby elementów ogniotrwałych o różnym składzie chemicznym, dla ułatwienia kontrolowania temperatury masy roztopionego szkła w piecu. Piec, wypełniony jest roztopionym szkłem do poziomu 64, jaki wystarcza dla podtrzymania ciągłego usuwania nadmiaru roztopionego szkła przez przelew 65 na wierzchołku ściany szczytowej 62. Ściana szczytowa ukształtowana jest tak, że tworzy próg 66, całkowicie zanurzony w roztopionym szkłe i rozciągający się na całej szerokości pieca. Górne powierzchnie ściany 62 zanurzone w roztopionym szkłe mają wolframowe elektrody 67, 68.

Piec 60 otoczony jest komorą wyciągową, ograniczoną od tyłu i przodu tylnymi i czołowymi blokami 69, 70 w kształcie litery L, przez które w sposób ciągły ciągnięte jest roztopione szkło w postaci taśmy 71. Komora wyciągowa zmontowana jest pod odcinkiem wieżowym, przez który przeciągana jest taśma ku górze przy pomocy rolek przenoszących. Te oraz inne części urządzenia, takie jak elementy chłodzące, umieszczone wewnątrz komory wyciągania oraz wałki narożne, między którymi trzymane są krawędzie taśmy na niewielkiej odległości ponad powierzchnią roztopionego szkła w piecu, jako znane nie są przedstawione na rysunku.

Elektrody 67, 68 rozciągające się na całej szerokości pieca 60 przyłączone są do źródła prądu elektrycznego. Wskutek tego między tymi elektrodami przez roztopione szkło przepływa prąd elektryczny. Napięcie elektryczne ma taką wartość, że gęstość prądu w szkłe nie przekracza $0,6 \text{ A/cm}^2$.

Taśma szklana zasilana jest dopływającym strumieniem szkła. Roztopione szkło w obszarze powierzchniowym tego strumienia dopływa bezpośrednio do czołowej strony taśmy tak, jak zaznaczone jest strzałką 72, natomiast część szkła w dolnej warstwie postępującego do przodu strumienia opływa dalej strefę wyciągania, a następnie płynie ku górze do powierzchni szkła w sąsiedztwie progu 66, jak zaznaczono strzałką 73, po czym zawraca do menisku wzdłuż obszaru powierzchniowego roztopionej szklanej masy. Część roztopionego szkła płynącego ku obszarowi tylnej ściany szczytowej 62 zstępując wzdłuż tej ściany tworzy w dolnej warstwie prąd zwrotny 74.

Lepkość szkła przepływającego powierzchniowo do tylnej strony menisku utrzymywana jest na stosunkowo niskim poziomie wskutek ciągłego lokalnego podgrzewania szkła w sąsiedztwie progu 66. W konsekwencji tego polepsza się uwarstwienie szkła w taśmie, a prędkość wyciągania szkła może być większa, niż w przypadku prowadzenia procesu znanym sposobem. Prędkość wyciągania szkła w procesie prowadzonym sposobem według wynalazku może być zwiększona o 20 — 30 i więcej procent. Masa szkła znajdująca się za progiem 66 jest skutecznie oddzielona od strumienia roztopionego szkła dopływającego do menisku.

Ogrzewanie szkła w pobliżu progu powoduje cyrkulację szkła za progiem, tak jak zaznaczono strzałką 75, przedstawiającą kierunek przepływu 75. Ułatwia to zmniejszanie niebezpieczeństwa wprowadzania do strumienia szkła 73 takich zanieczyszczeń, jak ziarna przekrystalizowanego szkła i skorodowanego materiału ogniotrwałego. Próg pogrążony całkowicie w roztopionym szkłe ulega korozji jedynie w niewielkim stopniu. Opór przeciwdziałający przepływowi zanieczyszczeń do wnętrza strefy wyciągania ulega zwiększeniu na skutek oddziaływania powierzchniowego, skierowanego na zewnątrz prądu, powodowanego odrzuceniem części roztopionego szkła w postaci prądu przelewowego 76 przez przelew 65. Odstęp dzielący strefę wyciągania od tylnej ściany szczytowej 62 pieca jest znacznie mniejszy, niż w znanych urządzeniach. Masa szkła utrzymywana z tyłu za pionową płaszczyzną zawierającą menisk może być zmniejszona do około 50%, w porównaniu ze znanymi sposobami prowadzonymi metodą Pittsburgha.

Urządzenia typu Pittsburgha przedstawione na fig.7 i 8 zawierają piec 80, posiadający tylną ścianę szczytową 81, ściany boczne 82 oraz spód 84. Taśma szkła 85 powierzchni czołowej 86 i tylnej 87 ciągnięta jest z roztopionego szkła przy czym roztopione szkło wchodzi do taśmy poprzez menisk 88 o powierzchni czołowej 89 i tylnej 90, wytworzonej na powierzchni 91 roztopionego szkła. Położenie menisku 88 stabilizowane jest prętem ciągnącym 92.

Znana nadbudowa zawierająca komorę wyciągową oraz przynależne do niej części, jak również sekcję wieżową, przez którą ciągnięta jest taśma szklana, nie są przedstawione na rysunku, ponieważ są znane.

Boczne obrzeża taśmy 85 mają większą grubość niż główna, środkowa część taśmy, podobnie jak boczne obrzeża taśmy, przedstawionej na rzucie poziomym na fig.2, jednakowoż większa grubość oddalonego obrzeża bocznego taśmy, przedstawionej na fig.7 nie jest przedstawiona na rysunku. Góra tylnej części szczytowej pieca jest rozszerzona. Ukształtowanie jednego boku pieca w tylnej części szczytowej przedstawione jest na fig.8, przy czym inny bok pieca ma identyczny kształt, a lokalne rozszerzenie pieca jest symetryczne względem jego środkowej pionowej płaszczyzny podłużnej.

Wysokość ściany bocznej 82 w tylnej części szczytowej pieca jest mniejsza i sięga do poziomu 94. W okolicy górnego poziomu tej części ściany bocznej znajduje się pozioma część ściany 95, prze-

dłużona na zewnątrz w stosunku do spodu górnej części ściany bocznej 96. Próg 97 wznosi się z poziomej części ściany 95 i rozciąga się na całej odległości między tylną ścianą szczytową 81 pieca oraz ścianą 98, tworzącą czołową ścianę ograniczającą poprzeczne przedłużenie pieca. Na poziomej części ściany 95 umieszczone są płyty wolframowe 99 i 100, rozmieszczone po przeciwnych stronach progu 97.

Płyty wolframowe 99 i 100 połączone są do źródła 101 prądu zmiennego. W czasie pracy urządzenia źródło 101 prądu wytwarza zmienny prąd elektryczny, przepływający przez roztopione szkło między płytami 99, 100, a więc i ponad progiem 97. Dzięki temu utrzymywana jest tutaj podwyższona temperatura powodująca ciągły przepływ roztopionego szkła wzdłuż boków progu ku górze, do powierzchni roztopionego szkła w piecu. Płyty 99, 100 mają długość mniejszą niż całkowita odległość między ścianami 81 i 98. W razie potrzeby płyty mogą mieć szerokość równą tej odległości. Wymiary płyt są w rzeczywistości dobrane odpowiednio dla uzyskania żądanej, przewidzianej gęstości prądu, przepływającego przez roztopione szkło.

Prądy elektryczne, przepływające przez roztopione szkło zawarte w poprzecznych przedłużeniach pieca podgrzewają strumienie szkła, płynące z tylnego szczytu do końcowych części menisku 88, z którego ciążone są boczne obrzeża taśmy szklanej. W procesach, prowadzonych znanymi sposobami, roztopione szkło płynące z powrotem do krańcowych stref menisku od ścian bocznych pieca, w pobliżu jego szczytu tylnego, wykazują tendencję osiągania znacznie niższej temperatury, a tym samym i większej lepkości. Stanowi to jeden z parametrów, ograniczających maksymalną dopuszczalną prędkość wyciągania. Ogrzewając strumienie roztopionego szkła można zwiększyć prędkość wyciągania i/lub zwiększać szerokość użytecznej części taśmy, na której grubość nie przekracza dopuszczalnej wartości maksymalnej.

W innym rozwiązaniu urządzenia według wynalazku elektrody płytowe zastąpić można jeziorkami roztopionego metalu, takiego jak roztopiona cyna lub jeziorkami roztopionych soli metalu. Jest to korzystne dzięki temu, że opór tarcia w czasie przepływu roztopionego szkła doprowadzonego do krańców menisku po jego tylnej stronie ulega dalszemu zmniejszeniu.

Przy zastosowaniu pieca z fig. 7 i 8 można osiągnąć prędkość ciągnięcia około 1,8 — 2,0 razy większą od maksymalnej prędkości, osiągalnej w procesach prowadzonych znanymi sposobami.

Z pieca 102 należącego do urządzenia typu Colburna, ciągnięte jest roztopione szkło. Urządzenie zawiera wałek uginający, wokół którego przechodzi ciągnięta taśma szklana przed przejściem przez odprężarkę tunelową. Komora wyciągowa oraz odprężarka tunelowa i różne inne znane części, typowe dla tego rodzaju urządzeń nie zostały przedstawione na rysunku. Piec 102 zawiera szczytową ścianę tylną 104 i podstawę zawierającą sekcje 105, 106, odpowiednio rozmieszczone po tylnej i czołowej stronie progu 107, rozciągającego się w poprzek pieca. Próg 107 rozdziela niższą część pieca na pomieszczenie tylne 108 oraz pomieszczenie czołowe

109. Sekcje 105, 106 zawierają warstwy 110 i 111 roztopionej cyny, która również rozciąga się na całej szerokości pieca.

Warstwa 111 utrzymywana jest przez próg 112. Ściana boczna lub piec zamiast jednego z bloków ogniotrwałych zawiera blok 119 z tlenku cyny. Blok 114 z tlenku cyny wbudowany jest w ścianę boczną 113. Druga ściana boczna zawiera identyczny blok z tlenku cyny, umieszczony dokładnie naprzeciw bloku 114. Warstwy 110, 111 roztopionej cyny na spodzie pieca podłączone są do przeciwnych biegunów źródła prądu elektrycznego.

Biegun źródła prądu elektrycznego, podłączony do warstwy 110 przyłączony jest również do każdego bloku z tlenku cyny, które wmontowane są w ściany boczne pieca. Na skutek tego po trzech drogach w masie roztopionego szkła zawartego w piecu utrzymywany jest przepływ prądu elektrycznego. Jedna z dróg przepływu prądu elektrycznego leży pomiędzy warstwami roztopionej cyny 110, 111 na spodzie pieca a więc i ponad progiem 107. Druga droga przepływu prądu elektrycznego łączy warstwę 111 roztopionej cyny z blokiem z tlenku cyny. Natomiast trzecia droga przepływu prądu elektrycznego przebiega między tą samą warstwą 111 roztopionej cyny, a przeciwnym blokiem z tlenku cyny, w drugiej ścianie bocznej pieca. Drogi przepływu prądu elektrycznego między warstwą 111 z blokami z tlenku cyny przebiegają przez masy roztopionego szkła przylegające do wewnętrznych powierzchni ścian bocznych pieca.

Powierzchnia zewnętrzna warstw 110, 111 roztopionej cyny jest tak dobrana, że gęstość prądu przepływającego pierwszą z tych dróg nie przewyższa 0,5 A/cm², natomiast gęstość prądu, płynącego drugą i trzecią drogą nie przekracza 0,2 A/cm². Przy tak niskich gęstościach prądu niebezpieczeństwo powstawania pęcherzyków w roztopionym szkłe jest małe.

Ogrzewanie szkła prądem elektrycznym, przepływającym pierwszą drogą powoduje powstawanie prądu wstępującego roztopionego szkła wzdłuż czołowych i tylnych powierzchni progu 107 i ciągły przepływ ku powierzchni roztopionego szkła. Gęstość prądu wzdłuż tej drogi jest największa w obszarze leżącym ponad progiem i wskutek tego szkło w tym miejscu ulega najsilniejszemu podgrzewaniu. Wszelkie zanieczyszczenia tego rodzaju, jak ziarna przekształconego szkła lub skoro-dowanego materiału ogniotrwałego porwane przez strumień roztopionego szkła po tylnej stronie progu 107 nie zostają wciągnięte do strumienia szkła docierającego do strefy wyciągania, lecz są zawracane z powrotem do pomieszczenia 108 ku tylnej ścianie szczytowej 104. W pomieszczeniu 108 roztopione szkło utrzymywane jest w stałym ruchu w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara.

W pomieszczeniu 108 roztopione szkło, przepływające wzdłuż warstwy 111 roztopionej cyny płynie ku górze wzdłuż czołowej strony progu 107, docierając do obszaru powierzchniowego do menisku, przez który szkło wchodzi do taśmy 115. Ciągłe ogrzewanie szkła w obszarach leżących wzdłuż bocznych ścian pieca, między warstwą 111 rozto-

pionej cyny i blokami z tlenku cyny, takimi jak np. blok 114, wmontowanymi w ścianę, stabilizuje równocześnie strumienie szkła przepływające wzdłuż takich ścian, zmniejszając przepływ roztopionego szkła siłami tarcia wzdłuż ścian tych i ułatwiając swobodny przepływ roztopionego szkła do menisku. Przy zastosowaniu takiego rozwiązania można uzyskać taśmę szkła o zasadniczo stałej grubości, z prędkością około 1,5 — 1,7 — lub więcej razy przewyższającą maksymalną prędkość wyciągania, osiągalną w procesach prowadzonych znanymi sposobami.

Inny przykład wykonania urządzenia według wynalazku przedstawiony jest na fig. 10. Urządzenie ma górny element przedłużający zamocowany na progu 107. Element przedłużający zawiera część podstawową 116 podpierającą zakrzywioną płytę 117 wydłużoną ku górze i zakończoną na niewielkiej odległości pod powierzchnią roztopionego szkła. Element przedłużający wykonany jest z molibdenu i płyta 117 tworzy płaszczyznę ekwipotencjalną na drodze przepływu prądu elektrycznego między warstwami 110 i 111 roztopionej cyny. Od kształtu i wymiarów płyty 117 zależy rozkład linii pola elektrycznego, a w następstwie tego i gęstość prądu. Płyta 117 zapobiega ponadto ruchowi zanieczyszczonych strumieni szkła ponad progiem z pomieszczenia 108 do pomieszczenia 109.

Fig. 11 przedstawia część urządzenia o płytkim piecu Colburna, w której roztopione szkło 120 znajdujące się w piecu pływa na roztopionym metalu, utrzymywanym na spodzie pieca. W niższej części pieca znajdują się tylne i czołowe pomieszczenia 121, 122, zawierające na spodzie pieca odpowiednio warstwy roztopionej cyny 123, 124. Pomieszczenia 121, 122 i roztopiona cyna przedzielona jest progiem 125. Pomieszczenia roztopionej cyny są podłączone do przeciwnych biegunów źródła 126 prądu zmiennego. Roztopione szkło ciągnięte jest z powierzchni roztopionego szkła w piecu, przez menisk 127 na taśmę 128.

Ściany ogniotrwałe pieca mają kanały i wnęki, przy czym kanały wypełnione są topioną cyną, a wnęki 129, 130 zawierają cynę w postaci stałej, przy czym wymiary wgłębień są tak dobrane, aby gęstość prądu przepływającego przez metal w tych wgłębieniach była za mała dla spowodowania roztopienia cyny. Dzięki temu uzyskuje się łatwość podłączenia tych stałych mas cyny do źródła prądu zmiennego, z uniknięciem licznych znanych trudności, związanych z podłączeniem przewodów elektrycznych do metalowych elektrod, utrzymywanych w bardzo wysokiej temperaturze.

Próg i elementy grzewcze mogą mieć różne kształty (fig. 12—17). Każdy z nich nadaje się do zastosowania w procesie typu Pittsburgha i Colburna, a więc i nadaje się do urządzeń przedstawionych na fig. 1—11. Przy procesie typu Pittsburgha lub dowolnym procesie, prowadzonym w piecu głębokim, w którym roztopione szkło nie jest ciągnięte z pełnej głębokości roztopionego szkła w piecu, jest oczywiste, że próg musi być wysunięty ponad górny poziom powrotnego strumienia szkła płynącego w zanurzeniu z powrotem wzdłuż pieca ku jego końcówce zasilającej. Próg 131 przed-

stawiony na fig. 12 — 17 jest pusty i zawiera szczytową ścianę 132 oraz ściany tylne i czołowe.

Jak przedstawiono na fig. 12, próg podgrzewany jest płomieniami 140 palnika gazowego 141 rozmieszczonego tak wzdłuż wnętrza pieca, że płomienie dotykają szczytowej ściany 132 oraz górnych części ścian tylnych i czołowych 133, 134. Wydłużony kształt tych ścian sprzyja intensywnej i równomiernej wymianie ciepła między progiem i roztopionym szkłem przebywającym przy tym progu.

Szczytowa ściana 132 progu utworzona jest z przewodzącej elektryczność płyty z tlenku cyny (fig. 13). Dolna płaszczyzna tej płyty styka się z atmosferą nieutleniającą. Płyta z tlenku cyny podłączona jest do źródła prądu elektrycznego (nie przedstawionego na rysunku). Przez płytę przepływa prąd elektryczny, skutkiem czego uzyskuje się całkowicie równomierny rozkład ciepła w roztopionym szkłe, stykającym się z powierzchnią płyty.

Na fig. 14 przedstawiony jest próg, utworzony ze zwykłego materiału ogniotrwałego. Na szczytowej ścianie 132 umieszczona jest płyta molibdenowa 142 o grubości nieco mniejszej od grubości szczytowej ściany 132 progu. Płyta molibdenowa podłączona jest do źródła prądu elektrycznego. Gęstość prądu przepływającego przez płytę jest równomierna na całej jej powierzchni, co zapewnia równomierny rozkład ciepła. Ciepło to skupia się w kolumnie roztopionego szkła o stosunkowo niewielkim przekroju poziomym nad płytą 142. Nie ma konieczności utrzymywania specjalnej atmosfery w miejscu styku płyty metalowej ze spodem.

Na fig. 15 szczytowa ściana 132 progu utworzona jest z przewodzącej elektryczność płyty z tlenku cyny. W kątownikach narożnych między sekcją dolną 143 i tylną ścianą 133 progu z jednej strony i pomiędzy sekcją dolną 144 i ścianą czołową 134 progu z drugiej strony, znajdują się listwy 145, 146 z tlenku cyny, rozciągające się wzdłuż całej długości progu. Listwy 145, 146 podłączone są do przeciwnych biegunów źródła 147 prądu zmiennego. Przekrój listew zależy odżądanego rozkładu gęstości prądu wewnątrz roztopionego szkła, przy uwzględnieniu jego właściwości reologicznych w pobliżu progu. W czasie trwania procesu prąd elektryczny przepływa przez roztopione szkło między elektrodami 132 i 145 z jednej strony oraz między elektrodami 132 i 146 z drugiej strony, przy czym takie prądy elektryczne powodują powstawanie strefy o podwyższonej temperaturze otaczającej próg. Urządzenie przedstawione na fig. 15 umożliwia przeciwdziałanie wszelkim tendencjom nadmiernego obniżania się temperatury roztopionego szkła wzdłuż ścian 132, 134 progu lub unieruchomienie roztopionego szkła przylegającego do tych ścian czego następstwem jest powstawanie przekrzystalizowanych ziarn.

Urządzenie przedstawione na fig. 16 zawiera dwie elektrody 148, 149 rozmieszczone na całej długości progu. Elektroda 148, podłączona do jednego biegunu źródła 150 prądu elektrycznego stanowi płytę platynową opartą na tylnej ścianie 133 progu. Druga elektroda 149, przyłączona do drugiego bieguna źródła prądu elektrycznego zawiera tygiel molibdenowy z roztopioną cyną. Urządzenie to stosować

można w tych przypadkach, gdy w warunkach naturalnych wzdłuż czołowej ściany 134 progu płynie bardzo gorący i intensywny prąd wstępujący roztopionego szkła.

Przepływ prądu elektrycznego między elektrodami 148 i 149 przeciwdziała wszelkim tendencjom wprowadzania przez silny strumień roztopionego szkła, płynący po czołowej stronie progu, zanieczyszczeń, tworzących się w pomieszczeniu 151 na tyle progu, do pomieszczenia 152. Kształt elektrody 148 może być odpowiednio dobrany, dla uzyskaniażądanego, określonego z góry rozkładu prądu elektrycznego wzdłuż tylnej ściany progu. Masa roztopionej cyny w elektrodzie 149 może być łatwo usuwana z tygla i zastępowana innym metalem lub odpowiednią solą metalu, bez przerywania pracy urządzenia.

W urządzeniu z fig. 17 ogrzewanie prowadzi się przy pomocy trzech elektrycznych grzejników oporowych 153, umieszczonych nad progiem. Straty ciepła poprzez ścianę szczytową progu są bardzo małe. Czynna część grzejników oporowych może pokrywać się z pełną szerokością pieca lub stanowić jej część. Ciepło, wydzielane w grzejnikach oporowych powoduje powstanie wstępującego prądu roztopionego szkła w miejscu progu 131. Płynący ku górze strumień szkła kieruje się do obszaru powierzchniowego roztopionego szkła w piecu i przeciwdziała tendencji przepływania strumienia roztopionego szkła ponad progiem z pomieszczenia 151 do pomieszczenia 152.

Przy zastosowaniu elementów grzewczych wytworzenie w piecu strefy o podwyższonej temperaturze równoległej do płaszczyzny w której leży dolna część ciągniętej taśmy szklanej nie przedstawia żadnej trudności. Jeżeli element grzewczy rozciąga się jedynie na części szerokości pieca, to strumienie roztopionego szkła, płynące z powrotem od tylnej ściany szczytowej pieca mogą przepływać w kierunku poprzecznym na zewnątrz, przenosząc zanieczyszczenia do krawędziowych części taśmy. Jednak strefa o podwyższonej temperaturze osłania głównie środkową część taśmy od zanieczyszczenia. Ponieważ jednak krawędziowe części wstęgi są każdorazowo odrzucane jako odpady, więc takie zanieczyszczenia nie stanowią poważnej wady.

Urządzenie typu Pittsburgha przedstawione na fig. 18 zawiera piec 159 o podstawie 160 i tylnej ścianie szczytowej 161, której integralną część stanowi próg 162 i szczytowa część tylna 163, leżąca nieco poniżej poziomu 164 roztopionego szkła dla umożliwienia ciągłego przelewania się roztopionego szkła z tylnej części pieca. W korycie pomiędzy progiem i tylną częścią szczytową 163 znajduje się płyta wolframowa 165 o grubości 1 cm stanowiąca elektrodę. Ponad piecem znajduje się zwykła komora wyciągowa 166 ograniczona od tyłu i przodu blokami 167, 168 w kształcie litery L, a główne elementy chłodzące 169 i pomocnicze elementy chłodzące 170 umieszczone są wewnątrz komory wyciągowej po przeciwnych stronach drogi wzdłuż której ciągniona jest taśma szklana. Wewnątrz komory usytuowana jest także sekcja wieżowa 171 przez którą wyciągana jest ku górze taśma szkla-

na, podlegając równocześnie ochładzaniu. Taśma szklana 172 o stronie czołowej 174 i 175 ciągnięta jest z powierzchni roztopionego szkła w piecu poprzez menisk 173.

Zamiast pręta wyciągowego o znanym kształcie, urządzenie zawiera pręt 176 posiadający na prawej całej swej długości wgłębienie 177, w którym znajduje się roztopiony ołów 178 stanowiący elektrodę. Wolframowa płyta 165 i ołów 178 podłączone są do przeciwnych biegunów źródła 179 prądu zmiennego. Wielkości powierzchni zewnętrznej płyty 165 i ołowiu 178 stanowią istotne parametry i są tak dobrane, aby gęstość prądu w żadnym miejscu tej powierzchni nie przekraczała 0,5 A/cm², dzięki czemu niebezpieczeństwo powstawania pęcherzyków w roztopionym szkłe jest minimalne. Równocześnie jednak gęstość prądu jest wystarczająca dla spowodowania tego aby temperatura szkła nad progiem przewyższała o około 60°C temperaturę, która ustalałaby się bez stosowania prądu elektrycznego. Obecność progu 162 i ciągłe wydzielanie ciepła w piecu w pobliżu tego progu powoduje to, że roztopione szkło stykające się z progiem i znajdujące się nad płytą 165 utrzymywane jest w ustawicznym ruchu wokół osi poziomej w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. W wyniku tego, zanieczyszczenia, które mogłyby przeniknąć do roztopionego szkła są odpychane od strefy wyciągania.

Strumień powierzchniowy szkła doprowadzanego od strony 174 taśmy szklanej 172 utrzymywany jest w zasadzie w stanie wolnym od zanieczyszczeń, powstających w obszarze za progiem. Szkło doprowadzane w celu wytworzenia tego strumienia powierzchniowego do tylnej strony taśmy jest podgrzewane w gorącej strefie w sąsiedztwie progu i lepkość tego szkła może być utrzymywana na wartości porównywalnej z lepkością szkła w poprzednim strumieniu szkła zasilającego czołową stronę taśmy szklanej.

Strumień roztopionego szkła, przepływający w zetknięciu z roztopionym ołowiem 178 jest doskonale stabilny. Stanowi to przeciwieństwo do przepływu roztopionego szkła w zetknięciu z wierzchem pręta wyciągowego o zwykłych szczelinach. W tym przypadku nieregularności na powierzchni pręta zakłócają przepływ szkła i często powodują nieregularności grubości ciągniętej taśmy szklanej. Końcówki pręta 176 mają niższą temperaturę, niż ołów 178, co przyczynia się do ustabilizowania położenia końców menisku 173, przez który roztopione szkło wpływa do bocznych obrzeży taśmy.

Ciągły przelew roztopionego szkła poprzez część górną 163 szczytowej ściany tylnej 161 pieca powoduje przepływ strumienia szkła w odwrotnym kierunku, co zapobiega przedostaniu się zanieczyszczeń z obszaru, znajdującego się za progiem do strumienia roztopionego szkła wprowadzanych do taśmy. Taki ciągły przelew tylny roztopionego szkła pozwala również przeciwdziałać nagromadzeniu się dużych ilości zanieczyszczeń w obszarze, położonym za progiem.

Znaczna grubość tylnej ściany szczytowej 161 urządzenia jest korzystna z uwagi na zmniejszenie strat ciepłych ze szkła, znajdującego się w piecu

drogą przewodnictwa przez tę ścianę i w konsekwencji ułatwia utrzymywanie temperatury szkła w pobliżu powierzchni 164 na żądanym poziomie, ze względu na doprowadzenie strumienia do taśmy.

W urządzeniu przedstawionym na fig. 18 gęstość prądu elektrycznego, płynącego między elektrodami musi być wystarczająco wysoka dla podgrzania stosunkowo zimnych strumieni roztopionego szkła, płynących ku górze między prętem wyciągowym 176 i tylną ścianą szczytową 161 pieca. Ten czynnik decydujący o wybranej wartości gęstości prądu nie występuje w przypadku urządzenia, przedstawionego na fig. 19, typu Pittsburgha, podobnego do przedstawionego na fig. 18.

W urządzeniu przedstawionym na fig. 19 tylna ściana szczytowa 161 ma zwiększoną grubość w górnej swej części, lecz poniżej poziomu roztopionego szkła w piecu. Rozmieszczenie, kształt i wymiary przekroju tylnej ściany szczytowej są takie, że wysunięty do wewnątrz występ 180 ma w swej powierzchni szczytowej wgłębienie 181, rozciągające się na prawie całej szerokości pieca. Wgłębienie zawiera roztopioną cynę 182. Zamiast roztopionej cyny można zastosować otwarty zbiornik z innym roztopionym metalem lub odpowiednią roztopioną solą metalu, np. solą litu. Szczytowa powierzchnia części z występnym 180 może leżeć np. na głębokości 20 cm pod powierzchnią 164 roztopionego szkła. Cyna 182 oraz płyta wolframowa 165 przyłączone są do przeciwnych biegunów źródła 183 zmiennego prądu elektrycznego.

W odróżnieniu od urządzenia z fig. 18, w urządzeniu na fig. 19 nie przewiduje się przepływu strumienia szkła ku górze między elektrodą znajdującą się pod strefą wyciągania oraz tylną ścianą szczytową pieca. W urządzeniu z fig. 18 prąd wstępujący szkła przepływa między prętem 176 i tylną ścianą szczytową. Ten wstępujący prąd szkła miesza się ze strumieniem roztopionego szkła, przepływającego ku przodowi pod prętem.

W rozwiązaniu z fig. 19 nie ma takiego mieszania się strumieni zasilających menisk i może on dotyczyć takiego sposobu, w którym szkło ciągnięte jest z pojedynczego prądu, co jest szczególnie korzystne dla ciągnięcia szkła płaskiego o bardzo wysokim standardzie jednorodności. W przykładzie przedstawionym na fig. 19 gęstość prądu na płycie 165 równa zaledwie $0,3 \text{ A/cm}^2$ wystarcza dla zapewnienia możliwości stosowania prędkości ciągnięcia, którą w przykładzie z fig. 18 osiągać można było przy gęstości prądowej w tym miejscu równej $0,5 \text{ A/cm}^2$. W rozwiązaniu według fig. 19 można oczywiście zastosować gęstość prądu przekraczającą $0,3 \text{ A/cm}^2$, np. prąd o gęstości $0,5 \text{ A/cm}^2$. Prędkość wyciągania można przy tym łatwo zwiększyć do wartości 1,8 lub nawet 2,0 krotnie większej od maksymalnej prędkości wyciągania, osiągalnej w znanym procesie Pittsburgha.

Przy zastosowaniu rozwiązania z fig. 19 roztopione szkło, które ma zasilac stronę tylną 174 taśmy szklanej 172 płynie wzdłuż powierzchni cyny 182 i jest podgrzewane w czasie przepływania prądu wstępującego w pobliżu gorącej strefy znajdującej się nad progiem 162. Ten strumień roztopionego

szkła dociera do menisku, stykając się po drodze, lecz w stopniu minimalnym, ze stałymi powierzchniami. Dzięki temu można osiągnąć tak wysokie prędkości wyciągania. Jeżeli płynność roztopionego szkła dopływającego do tylnej strony taśmy jest porównywalna do płynności szkła doprowadzanego do strony czołowej, to osiąga się bardzo dobre uwarstwienie szkła w ciągniętej taśmie.

Przy zastosowaniu rozwiązania z fig. 19 i 18 tylna strona 174 taśmy ciągniętego szkła jest doskonale płaska. Na skutek tego, że części końcowe występu 180 przyległe do ścian bocznych pieca są nieco chłodniejsze od zbiornika 182 roztopionej cyny, przyczyniają się one do stabilizacji położenia końcowych części menisku 173, poprzez który roztopione szkło dopływa do obrzeży taśmy.

Anamorfotyczny obraz fotograficzny części powierzchni brzegowej próbki szkła płaskiego wykonanego sposobem według wynalazku przedstawia wyeksponowaną powierzchnię brzegową przez przecięcia szkła płaskiego wzdłuż linii prostopadłej do kierunku ciągnięcia. (fig. 20).

Warstewki szkła o różnych współczynnikach załamania światła uwidaczniają się na obrazie fotograficznym jako pasma o różnych gęstościach optycznych. Sposób, w jaki warstewki szkła o różnym współczynniku załamania światła układają się, znajduje odzwierciedlenie w liniach obrysowych, uwidoczniionych na obrazie fotograficznym i odpowiadających granicom między leżącymi obok siebie warstewkami. Układ tych linii jest zbliżony do podstawowego obrazu spłaszczonych elips między przeciwległymi bocznymi krawędziami ciągniętego szkła płaskiego. Wrażenie to wywołane jest zwłaszcza obecnością płytkich, uwypuklonych na zewnątrz krzywych 186, rozciągających się w podłużnym wymiarze obrazu fotograficznego, a także obecnością stosunkowo gładko przebiegających krzywych 187 o znacznie mniejszych promieniach, łączących końce przeciwległych rozplaszczonych krzywych. W przypadku, przedstawionym na fig. 20 to rozplaszczone elipsy, mieszczące się jedna w drugiej, są w zasadzie współśrodkowe, przy czym środek ten jest przesunięty ku jednej z płaszczyzn arkusza. Pozostałe warstwy, leżące w pobliżu drugiej płaszczyzny rozpatrywać można jako warstwy dające początek uwypuklonym na zewnątrz spłaszczonym krzywym, mogącym stanowić część większych elips.

Próbkę szkła płaskiego, przedstawionego na fig. 20 poddaje się badaniu w mikrorefraktometrze interferencyjnym, w którym światło rzucane jest ze źródła szczelinowego w taki sposób, aby powstawał szereg prostych, równoległych prążków interferencyjnych. Arkusz umieszcza się w wiązce promieni świetlnych tak, że światło wnika przez jedną boczną powierzchnię krawędziową arkusza, a wychodzi z przeciwległej bocznej powierzchni krawędziowej arkusza, który utrzymywany jest w płaszczyźnie, przecinającej prążki interferencyjne pod kątem 45° . W wyniku przeprowadzonego w taki sposób doświadczenia stwierdzono, że na zdjęciach pojawiały się prążki interferencyjne takie, które świadczą o braku widocznych wad lub pęknięć. Dwie skośne równoległe linie, przecinające prążki interferencyj-

ne przedstawiają główne powierzchnie arkusza szklanego.

Obraz fotograficzny stanowiący striaskop z fig. 22 wykonany jest w takich samych warunkach, jak obraz na fig. 20 dla części powierzchni krawędzowej próbki szkła płaskiego ciągniętego znanym sposobem Pittsburgha.

Fig. 23 przedstawia prążki interferencyjne dla próbki szkła, ciągniętego sposobem Pittsburgha i badanego przy pomocy tego samego mikrorefraktometru interferencyjnego i w takich samych warunkach, jakie stosowano dla badań arkusza, przedstawionego na fig. 21. Jak wynika z fig. 22 linie konturowe nie tworzą obrazu, który byłby zbliżony do kształtu eliptycznego. W niektórych miejscach obrazu fotograficznego krzywe zbiegają się, tworząc kąt ostry, całkowicie odmiennie od gładkich krzywych z fig. 20. Szkło płaskie, umieszczone na drodze wiązki świetlnej w interferencyjnym mikrorefraktometrze spowodowało uwidocznienie bardzo wyraźnej skazy lub nieciągłości 189 na prążkach interferencyjnych, jak przedstawiono na fig. 23. Nieciągłość ta świadczy o nagłej zmianie współczynnika załamania światła pomiędzy przyległymi warstewkami szkła, rozmieszczonymi w części środkowej grubości arkusza szklanego.

Fig. 24 przedstawia typowy obraz linii szczotkowych na płaszczyźnie arkusza szkła ciągniętego w klasycznym procesie sposobem Libbey-Ovens'a. Linie szczotkowe wykrywa się interferometrycznie przy pomocy znanych prążków Fizeau. Badany arkusz szkła umieszcza się na wypolerowanym arkuszu szkła w taki sposób, że dwa arkusze zbiegają się pod niezwykle małym kątem. Linia przecięcia dwóch arkuszy musi być prostopadła do kierunku wyciągania badanego arkusza szkła. Wypolerowany arkusz szkła musi być tak płaski, że tolerancja grubości wynosi około $\lambda/4$. Płaszczyzny tego wypolerowanego arkusza muszą być jak najdokładniej równoległe.

Jeżeli umieszczone w ten sposób dwa arkusze oświetlone zostaną praktycznie prostopadłymi do ich powierzchni promieniami światła, to po odbiciu promienie te tworzą obraz ułożonych na przemian białych i czarnych prążków, jak przedstawiono na fig. 24. Każda czarna linia przedstawia linię wytwarzającą miejsca o równej grubości arkusza. Te linie łączące miejsca o równej grubości, wykazują niewielkie fale o wielkiej częstotliwości, w postaci uzębienia pily. Obecność ich wskazuje na występowanie wady, określonej jako linie szczotkowe co świadczy o tym, że skaza ta wynika z bardzo małych falowań o grubości rzędu 0,3 mm i szerokości 0,1 — 1,0 mm.

Jeżeli dwie główne płaszczyzny arkusza szkła, wytwarzanego sposobem według wynalazku podda się kolejno badaniu na obecność skaz w dokładnie taki sam sposób, jak próbkę szkła ciągniętego sposobem Libbey-Ovens'a, to na żądanej z płaszczyzn nie wykrywa się linii szczotkowych. Próbkę szkła płaskiego, wytworzonego sposobem według wynalazku i poddanego tym badaniom stanowiła próbka płaskiego ciągniętego, wytworzonego według tego przykładu wykonania wynalazku, w którym zastosowana jest strefa o podwyższonej temperaturze

zlokalizowana w roztopionym szkłe w piecu, bezpośrednio za strefą wyciągania.

Linie szczotkowe można wykrywać również w inny sposób, wykorzystując odbicie wiązki światła, padającej na powierzchnię szkła płaskiego pod kątem około 65° , przy czym cś wiązki światła leży w płaszczyźnie prostopadłej do takiej powierzchni i prostopadłej do linii wyciągania szkła płaskiego i rzucając odbite od tej powierzchni promienie świetlne na ekran rozpraszający światło i umieszczony w odległości około 1 m od szkła płaskiego.

Przedstawione na fig. 20 i 22 obrazy fotograficzne otrzymywano przy pomocy aparatu striaskopowego, przedstawionego schematycznie na fig. 25. Aparat zawiera żarowe źródło 191 białego światła, kondensator achromatyczny 192, umieszczony w pobliżu źródła światła, obiektyw 192, układ Foucault'a 193 oraz płytę przesłaniającą 194, w której wykonana jest pionowa prostokątna szczelina. Każdy z fotograficznych obrazów stanowi odzwierciedlenie obrazu świetlnego, przekazanego w striaskopie przez pasmo 196 o szerokości 10—20 mm, oddzielone od przynależnej od niego taśmy z ciągniętego szkła nacięciami przebiegającymi na całej szerokości taśmy, prostopadłe do kierunku jej wyciągania. Pasek zamocowany był w przejrzystej rurce 197, wypełnionej cieczą 198, o współczynniku załamania światła zbliżonym do wartości tego współczynnika dla szkła. Odpowiadającą temu celowi cieczą jest salicylan etylu lub nitrobenzen, lecz stosować można również liczne inne ciecze.

Promienie światła przechodzące przez szczelinę w płycie przesłaniającej 194 rejestrowane są na filmie światłoczułym 199. Striaskop wytwarza obraz fotograficzny arkusza o 3—10 krotnym powiększeniu. Dla fotograficznego utrwalania rozkładu warstewek szkła o różnych wartościach współczynnika załamania szkła na całym przekroju paska próbki 196, pasek jest progresywnie przemieszczany w swej płaszczyźnie w kierunku równoległym do swej osi podłużnej, a więc wzdłuż linii prostopadłej do płaszczyzny rysunku i dzięki temu przechodzi stopniowo poprzez drogę przechodzenia promieni świetlnych, które padają na błonę światłoczułą, przemieszczaną równocześnie w swej własnej płaszczyźnie wzdłuż drogi prostopadłej do płaszczyzny rysunku i w kierunku przeciwnym do kierunku przemieszczania się paska 196. W następstwie tego coraz to dalsze części filmu są sukcesywnie eksponowane przez tę szczelinę.

Dłuższy wymiar szczeliny, której szerokość wynosi 0,2 — 1 mm, skierowany jest ku górze. Prędkość liniowa błony 199 może być np. 10—20 razy mniejsza od prędkości liniowej paska 196, dzięki czemu na obrazie fotograficznym grubość całego paska jest powiększona, a długość zmniejszona. Tym sposobem striaskop wykonuje anamorfotyczny zapis fotograficzny.

Przemieszczania pasma próbki 196 oraz błony światłoczułej 199 mogą być zsynchronizowane mechanicznie. Pasma to oraz błona mogą być np. przemieszczane przy pomocy wspólnego silnika, za pośrednictwem zmiennej przekładni redukcyjnej, umożliwiającej nastawianie względnej żądanej prędkości, zawartej w określonych granicach.

Przy dokonywaniu zapisu fotograficznego w striskopie podanym wyżej sposobem korzystnie stosuje się błonę Copex-Copy, a wywoływać ją przy pomocy zwykłego wywołacza metolowchydrochinowego, stosowanego ogólnie do wywoływania druków fotograficznych na papierze światłoczułym.

Fig. 26 przedstawia schemat refraktometru interferencyjnego działającego w oparciu o znany sposób Nomarskiego i zawierającego źródło światła 200, soczewki kondensorowe 201, przesłonę 202, z otworem szczelinowym 203, obiektyw 204, dwójłomny element pryzmatyczny 205, stanowiący pryzmat Wollastona, o czołowych i tylnych filtrach polaryzacyjnych 206 i 207 oraz optyczne urządzenie ogniskujące 208, które może być utworzone przez okularową część zwykłego mikroskopu, względnie urządzenie ogniskujące przekazujące promienie na światłoczuły materiał rejestracyjny. W doświadczeniu stosowano mikroskop typu Nachet 300 z obiektywem o 3-krotnym i okulem o 6-krotnym powiększeniu, wyposażony w fotograficzną komorę polaroidalną o wskaźniku komory równym 0,8. Stosowano czarno-biały film zwijany typu Polaroid, formatu 63,5×82,6 mm, o czułości 3000 ASA, typu 37; stosowany czas naświetlania był równy 1 sek.

Wiązka równoległego światła z ctworu szczelinowego jest rozdzielona na spolaryzowane w różny sposób i niejednakowo opóźnione części, a przepuszczona przez próbkę ogniskowana jest dla wytworzenia obrazu interferencyjnego, zawierającego serię prostych równoległych pasm, takich jak przedstawiono na fig. 21.

Dla zastosowania refraktometru do badań próbki 209 szkła płaskiego, krawędziowe płaszczyzny polewuje się i umieszcza w równoległej wiązce światła rzuconego z otworu szczelinowego w ten sposób, że wiązka przechodzi poprzez arkusz od jednej bocznej powierzchni krawędziowej do przeciwległej płaszczyzny krawędziowej tak, że arkusz znajduje się w płaszczyźnie przecinającej równoległe pasma interferencyjne. Jeżeli próbka szkła płaskiego, według wynalazku umieszczona zostanie na drodze wiązki światła, to nie wywiera to wpływu na ciągłość pasm interferencyjnych, natomiast próbka szkła płaskiego, ciągniętego znanym sposobem typu Pittsburgha powoduje wyraźne przerwy w pasmach, przedstawione na fig. 23.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania szkła płaskiego, w którym w sposób ciągły doprowadza się roztopione szkło do pieca i wyciąga ku górze w postaci taśmy z powierzchni roztopionego szkła, **znamienny tym**, że oddziela się strumienie szkła zasilające menisk od strumienia heterogenicznego lub częściowo rekrytalizowanego szkła w piecu przez miejscowe ogrzewanie szkła i utworzenie strefy o podwyższonej temperaturze powodującej przepływ do góry stopionego szkła tak, że heterogeniczne i/lub częściowo rekrytalizowane szkło za strefą o podwyższonej temperaturze nie wpływa do strumienia powierzchniowych stopionego szkła zasilających menisk.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szkło podgrzewa się w miejscu, w którym roztopione szkło wznosi się za strefą wyciągania.

3 Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że tworzy się strefę o podwyższonej temperaturze o szerokości równej co najmniej szerokości taśmy.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wytwarza się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze przylegającą do bocznej granicy roztopionego szkła w piecu, w miejscu, skąd powierzchniowy strumień roztopionego szkła płynie ku krawędzi lub obrzeżu taśmy.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się strefę o podwyższonej temperaturze ograniczoną do górnej części głębokości pieca.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się strefę o podwyższonej temperaturze o wysokości równej głębokości pieca.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze utrzymywaną ponad progiem, całkowicie zanurzonym w roztopionym szkłe.

8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze, utrzymywaną nad progiem całkowicie zanurzonym w roztopionym szkłe, a roztopione szkło przemieszcza się ku górze, przy tym progu i dalej ponad wierzchołkiem progu.

9. Sposób według zastrz. 7 albo 8, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze, a wstępujący prąd roztopionego szkła utrzymuje się przez środki grzewcze wbudowane lub stanowiące części ściany albo ścianę, tworzącą próg lub jego część.

10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze, gdzie utrzymuje się wstępujący prąd roztopionego szkła przy pomocy środka grzewczego, który umieszcza się na stronie bocznej i/lub szczytowej progu.

11. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze utrzymywaną ponad progiem, a prąd wstępujący roztopionego szkła w tym miejscu utrzymuje się przez zastosowanie środka grzewczego, który umieszcza się wewnątrz masy roztopionego szkła, w pewnej odległości od progu.

12. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze, gdzie utrzymuje się wstępujący strumień szkła przez wytworzenie ciepła wewnątrz pieca w tym miejscu.

13. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się co najmniej jedną strefę o podwyższonej temperaturze, którą utrzymuje się przez przepuszczenie prądu elektrycznego przez roztopione szkło między elektrodami.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że z powierzchni roztopionego szkła w piecu, znajdującej się za strefą o podwyższonej temperaturze odprowadza się szkło dla spowodowania skierowanego na zewnątrz powierzchniowego strumienia szkła poprzez tę strefę.

15. Urządzenie do wytwarzania szkła płaskiego zawierające piec, wyposażony w końcówkę zasilającą

jącą do doprowadzania do pieca w sposób ciągły roztopionego szkła oraz elementy wyciągające do ciągłego wyciągania taśmy szkła ku górze z powierzchni szkła w strefie wyciągania w piecu, **znamiennie tym**, że ma elementy do miejscowego podgrzewania roztopionego szkła w piecu dla utworzenia strefy o podwyższonej temperaturze i oddzielenia strumienia powierzchniowych szkła zasilających menisk od strumienia heterogenicznego i zrekrystalizowanego szkła.

16. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że ma element grzewczy do utrzymywania strumienia wstępującego szkła w miejscu, które na rzucie głównym poziomym pieca znajduje się między strefą wyciągania i przeciwległą granicą, do której sięga powierzchnia szkła w piecu, gdy urządzenie jest w ruchu.

17. Urządzenie według zastrz. 16, **znamiennie tym**, że ma element grzewczy dla utrzymywania strumienia wstępującego roztopionego szkła między strefą wyciągania i przeciwległą granicą powierzchni roztopionego szkła, a strumień wstępujący przepływa na części szerokości pieca, równej co najmniej szerokości taśmy.

18. Urządzenie według zastrz. 17, **znamiennie tym**, że ma element grzewczy (17, 18) dla utrzymywania wstępującego strumienia roztopionego szkła w co najmniej jednym miejscu, które na rzucie głównym poziomym pieca przylega do bocznej granicy powierzchni roztopionego szkła w piecu w czasie pracy urządzenia.

19. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że element grzewczy (29, 30) jest usytuowany tak, że skutecznie utrzymuje się wstępujący strumień roztopionego szkła na pełnej głębokości pieca.

20. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że element grzewczy jest usytuowany tak, że utrzymuje wstępujący strumień roztopionego szkła w górnej części głębokości pieca.

21. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jeden próg (40, 66, 97, 107, 125, 131, 162), który w czasie pracy urządzenia jest całkowicie zanurzony w roztopionym szkłe utrzymującym przepływ strumienia roztopionego szkła ponad nim.

22. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że ma element grzewczy (145, 146, 148) do utrzymywania wstępującego strumienia roztopionego szkła od miejsca naprzeciw ściany bocznej progu (131).

23. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jeden próg (131) pusty w środku, zawierający wewnątrz palnik (141) wytwarzający ciepło.

24. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jeden próg, utworzony z pojedynczej stałej ściany oraz element do podgrzewania spodu takiej ściany dla wytworzenia wstępującego strumienia roztopionego szkła ponad progiem.

25. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jeden próg (66, 162) który zawiera lub jest utworzony ze ściany, w którą wbudowany jest element grzewczy.

26. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jeden próg (107, 131) o powierz-

chni, na której umieszczony jest element grzewczy (116, 117, 132, 142, 149) szkła tak, że znajduje się w zetknięciu z roztopionym szkłem w piecu w czasie pracy urządzenia.

27. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że ma element grzewczy (153) do utrzymywania wstępującego strumienia szkła, wznoszącego się ponad próg (131) umieszczony w miejscu przylegającym do progu lub od niego oddalonym, w takiej pozycji, że w czasie pracy urządzenia znajduje się w zetknięciu z roztopionym szkłem.

28. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że ma element grzewczy wytwarzający ciepło bezpośrednio w piecu do ogrzewania roztopionego szkła dla podtrzymywania wstępującego strumienia roztopionego szkła.

29. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że ma elektrody do przepuszczania między nimi prądu elektrycznego przez roztopione szkło w piecu dla podtrzymania wstępującego strumienia roztopionego szkła.

30. Urządzenie według zastrz. 29, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jedną elektrodę (110, 111, 123, 124, 149, 178, 182) utworzoną przez roztopiony metal lub roztopioną sól metalu.

31. Urządzenie według zastrz. 38 lub 39, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jedną elektrodę (46, 116, 132, 142, 149) usytuowaną ponad progiem (40, 107, 131), który w czasie pracy urządzenia jest całkowicie zanurzony w roztopionym szkłe w piecu.

32. Urządzenie według zastrz. 29, **znamiennie tym**, że ma elektrody (67, 68, 99, 100, 110, 111, 116, 117, 123, 124, 145, 146, 165, 182) rozmieszczone po przeciwnych stronach progu, zanurzonego całkowicie w czasie pracy urządzenia w roztopionym szkłe.

33. Urządzenie według zastrz. 29, **znamiennie tym**, że elektroda (178, 182) umieszczona jest pod miejscem, w którym w czasie pracy urządzenia jest doprowadzona taśma wyciągowa z powierzchni roztopionego szkła.

34. Urządzenie według zastrz. 33, **znamiennie tym**, że ma pręt (176) usytuowany pod miejscem wyciągania, w którym wbudowana jest lub który utrzymuje elektrodę (178).

35. Urządzenie według zastrz. 33, **znamiennie tym**, że elektroda (182) pod miejscem wyciągania stanowi część elementu (180) lub jest utrzymywana przez element stanowiący integralną całość połączony z tylną ścianą (161) szczytową pieca.

36. Urządzenie według zastrz. 29, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jedną elektrodę (16, 17, 18, 46, 67, 68, 99, 100, 114, 116, 117, 142, 145, 146, 148, 165) ze stałego metalu lub przewodzącego elektryczność materiału ogniotrwałego.

37. Urządzenie według zastrz. 36, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jedną elektrodę z żaroodpornego metalu takiego jak molibden, wolfram lub SnO_2 , zawierającego lub nie zawierającego czynnik aktywny.

38. Urządzenie według zastrz. 30, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jedną elektrodę, składającą się z cyny lub ołowiu.

39. Urządzenie według zastrz. 29, **znamiennie tym**, że ma co najmniej jeden zbiornik (177, 181) do

34

Fig.1.

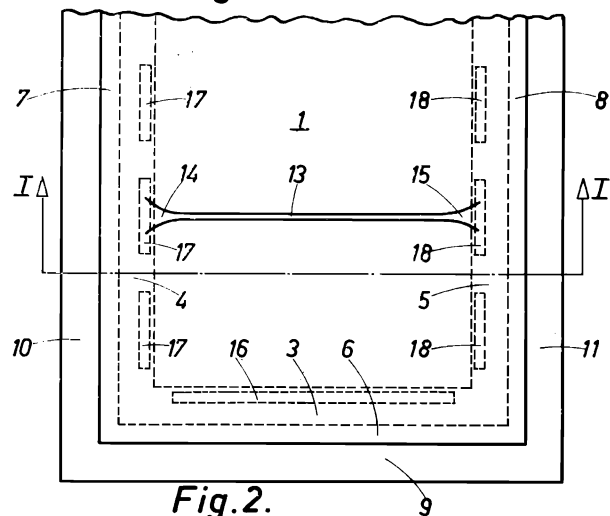
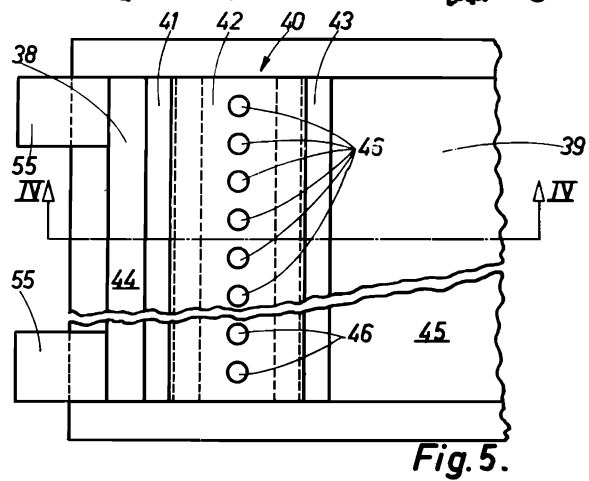
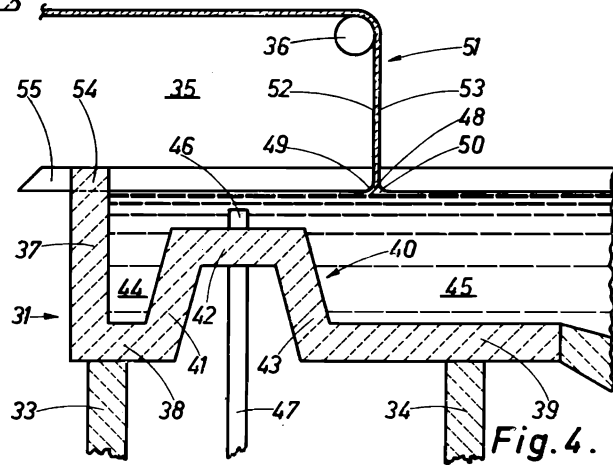
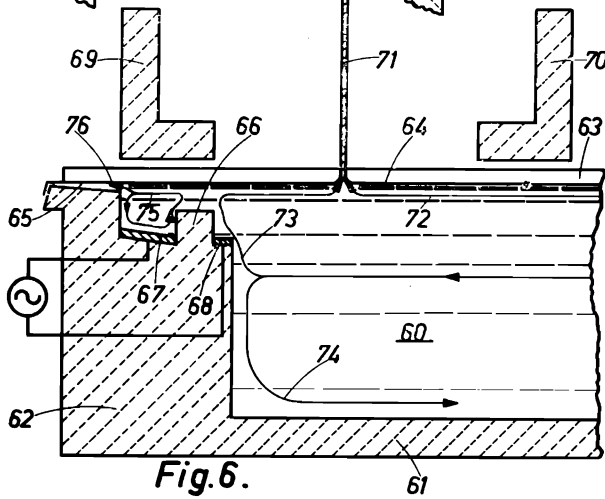
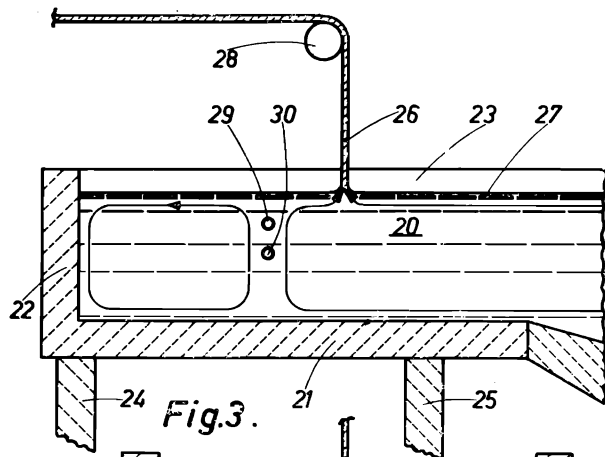
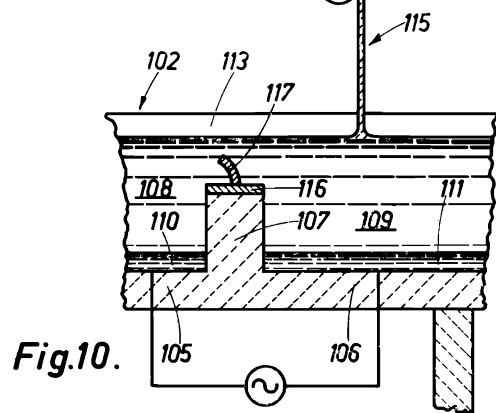
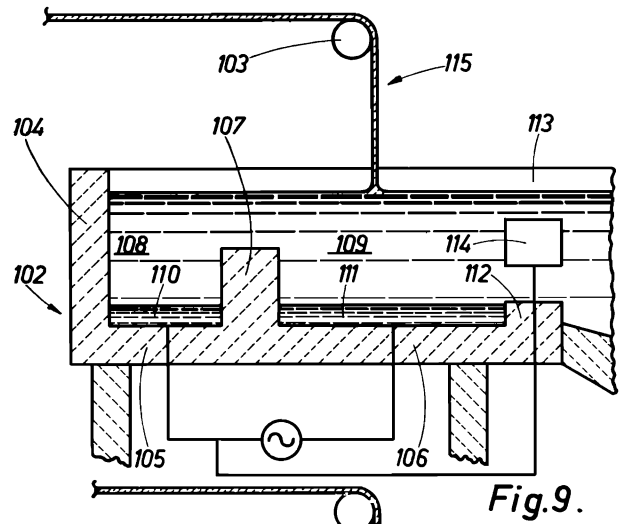
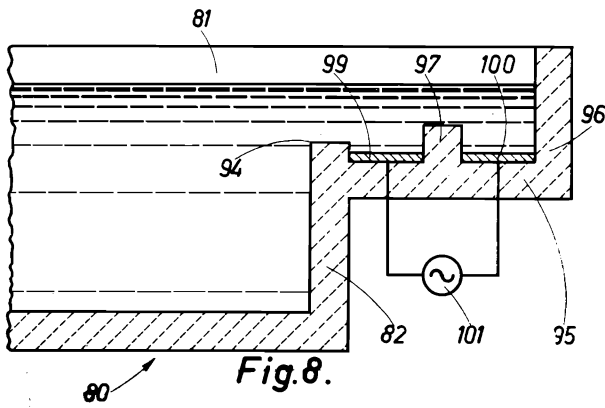
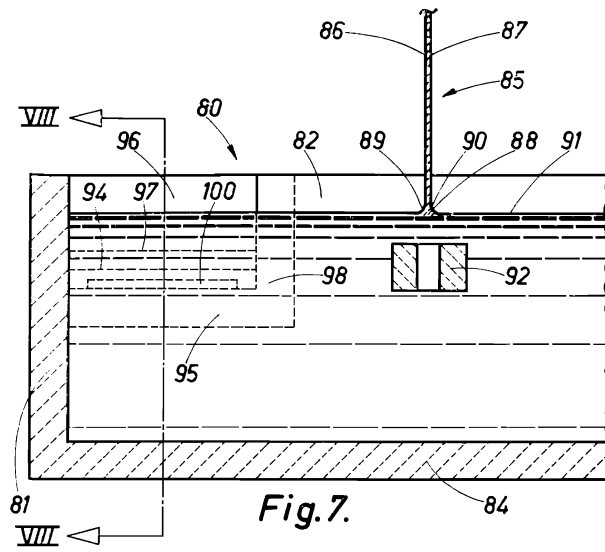


Fig.2.





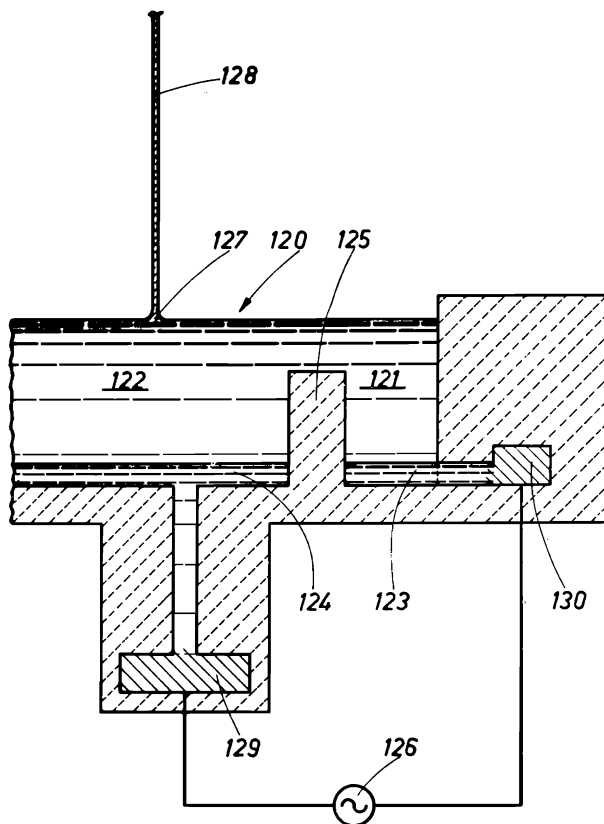


Fig. 11.

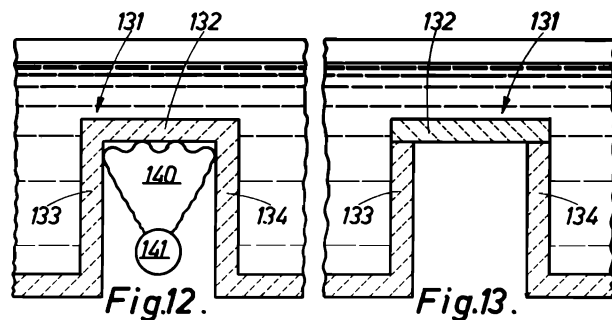


Fig. 12.

Fig. 13.

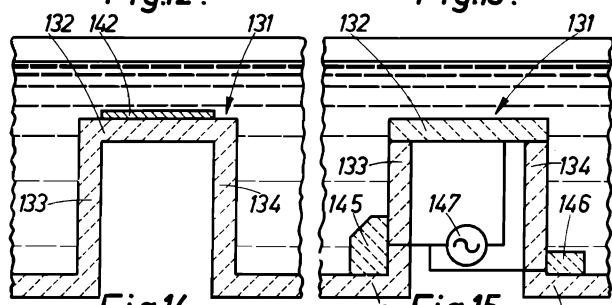


Fig. 14.

Fig. 15.

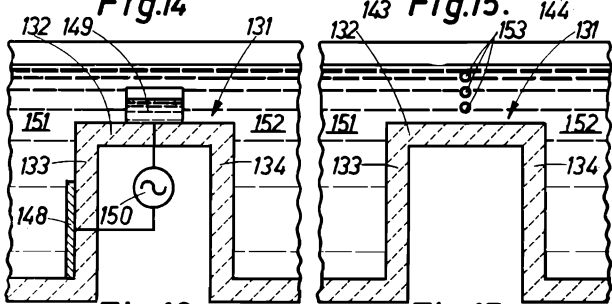


Fig. 16.

Fig. 17.

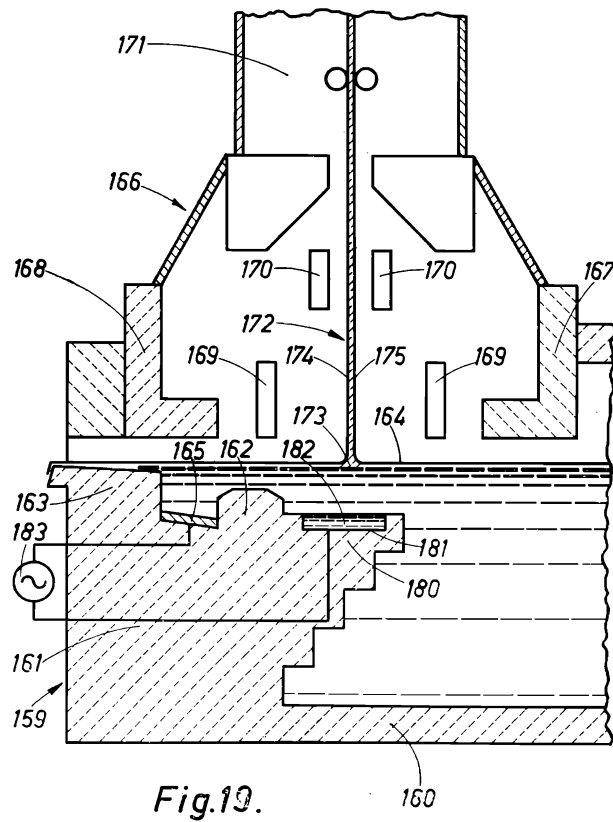
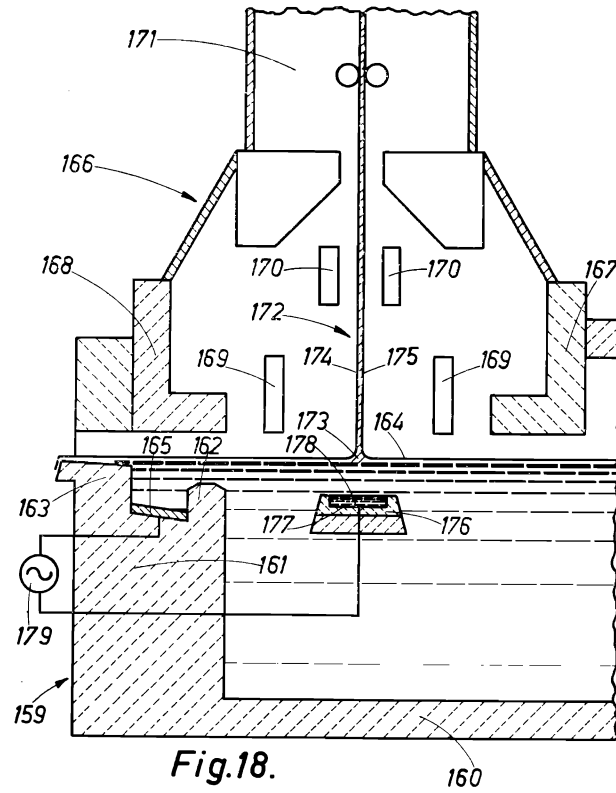




Fig. 20.



Fig. 22.

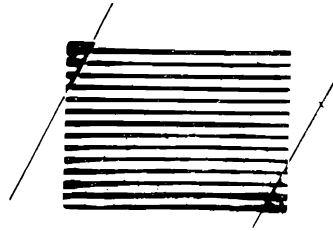


Fig. 21.



Fig. 24.

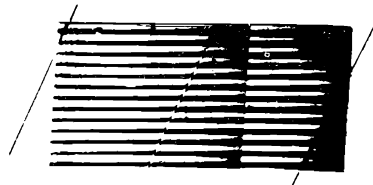


Fig. 23.

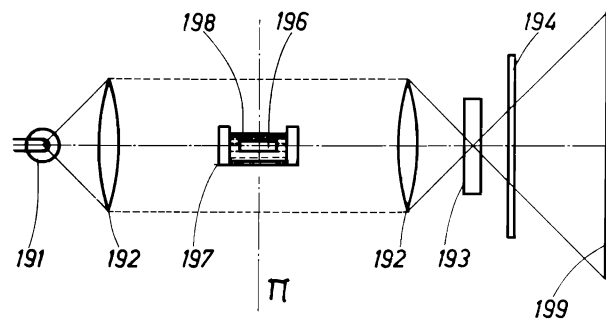


Fig. 25.

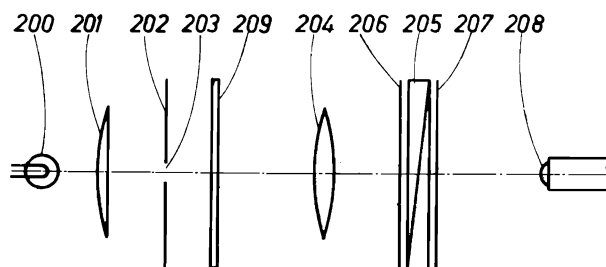


Fig. 26.