

(19)대한민국특허청(KR) (12) 등록실용신안공보(Y1)

(51) 。 Int. Cl. ⁸ <i>C03B 17/06</i> (2006.01)	(45) 공고일자 2006년01월31일 (11) 등록번호 20-0407349 (24) 등록일자 2006년01월23일
---	--

(21) 출원번호	20-2005-0028960
(22) 출원일자	2005년10월11일

(73) 실용신안권자	김재균 경기 화성시 태안읍 병점리 신창1차아파트 109-903
-------------	---------------------------------------

(72) 고안자	김재균 경기 화성시 태안읍 병점리 신창1차아파트 109-903
----------	---------------------------------------

(74) 대리인	김동진 박경찬 강경찬
----------	-------------------

기초적요건 심사관 : 이진홍

(54)다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치

요약

본 고안은 다운드로우 방식에서 제조되는 시트 유리의 외면(표면) 품질의 개선과 치수 균일도를 높이기 위해, 용융되어 흘러나오는 유리물의 내면에서 열적변화(온도)차이를 안정되게 형성하여 점성변화에 따른 유리 흐름의 속도를 제어하는 장치를 제공하는 것으로, 본 고안은 슬로트형 오리피스에서 용융되어 흘러나오는 유리물의 두께방향의 내면부에 착탈 및 교체가 용이하고 온도 제어가 되는 유선행의 인발조정판(Draw Stabilizing Baffle Blade 또는 저항체)을 설치하는 것으로 상단부가 슬로트형 오리피스에 가깝게 근접되거나 또는 일부 오리피스의 내면부에 진입하여 유리물이 토출되는 과정에 양쪽 측면으로 분리되게 하고, 유리물이 저항체에 접촉되어 흘러내리면서 균일한 온도가 됨과 동시에 표면 접촉 저항이 생겨 흘러내리는 속도가 느려지게 되어, 이에 따라 상대적으로 오리피스의 표면으로 흘러나온 유리물은 흘러내리면서 자유표면이 되고 또한 균일한 온도 조건을 갖게 되어 종래의 오리피스와 토출유리 온도 불균일에 따른 표면 품질 및 치수 균일도의 저하가 해소되게 된다.

대표도

도 1

색인어

다운드로우, 인발조정판, 저항체, 시트, 유리, LCD, PDP, 오리피스

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 고안의 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치의 인발조정판(저항체)을 적용한 다운드로우 공법의 개념도,

도 2는 시트 유리 제조를 위한 챔버와 인발조정판을 포함한 간략 단면부 개략도,

도 3은 시트 유리 제조를 위한 챔버와 인발조정판을 포함한 간략 정면부 개략도,

도 4는 인발조정판의 고온상태와 상온 상태에서 형상 변경을 나타낸 개념도,

도 5는 제조 공법별 시트 유리의 단면부 결의 모양을 예시한 도면,

도 6은 시트 유리와 인발조정판의 온도 제어방식을 나타낸 블록도.

고안의 상세한 설명

고안의 목적

고안이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 고안은 TFT LCD 등의 유리기판으로 사용되는 3mm 이하의 박판 유리인 유리시트의 제조장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 다운드로우 공법으로 생성된 유리물에 있어서 보다 우수한 평활도와 표면 품질을 형성하기 위해 유리물의 내면부에 인발조정판(저항체)을 삽입하여 온도를 균일하게 하고 점성의 흐름을 제어하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치에 관한 것이다.

종래의 시트 유리의 제조 공법은 크게 플로트법과 다운드로우법과 리드로우법 그리고 미국 코닝에서 특허를 확보한 퓨전 공법이라고도 하는 오버플로우 다운드로우 공법 등이 있다.

플로트법은 필킨톤에 의해 1952년 미국 특허로서 개발된 기법으로서 용융된 유리물이 유리보다 밀도가 큰 액체 지지체인 용융주석판이 깔린 챔버에 부으면서 환원성 분위기의 용융주석위로 부상한 상태로 흘러나오면서 평탄도가 향상되는 기법으로, 건축용 등의 대형 판재 생산에 주로 응용되며 최근 더욱 개량되어 디스플레이용 글라스 성형에 적용되어 대형의 원판(마더 글라스)을 경제적으로 생산할 수 있는 공법으로 적용되고 있다.

다운드로우법은 용융된 액체 유리가 애지테이터(Agitator) 안으로 부어지고 일체화되거나 또는 별도로 구성된 하부의 토출구멍(Orifice, Slot)을 통해 유리물이 시트 형상으로 흘러 내려와 수직방향으로 하부로 당겨지면서 냉각되어 진다. 유리기판의 두께는 토출구멍의 정확도에 명백히 의존되고 시트를 당기는 인발속도와 그리고 유리물 주변 공기의 온도에 의해 냉각 속도를 조절함으로써 결정된다. 이 기법은 얇은 유리 기판을 생산하는데 적합하다고 알려져 있다.

리드로우법 공정은 일반적으로 유리 조성물을 약간의 형태를 갖는 덩어리로 예형화시켜, 상기 유리를 재가열하고 아래 방향으로 인발시켜, 더 얇은 시트 제품을 형성하는 단계를 포함한다.

오버플로우 다운드로우 공법은 1964년 미국 코닝사 특허로서 용융 유리가 '아이소파이프'로 알려진 썰기형 내화 몸체에 형성된 구유(Trough)에 공급되고 정상상태가 되면, 용융 유리는 양쪽 면상의 구유의 상층을 오버플로우한다. 이 두쪽의 시트는 아이소파이프의 하층부 또는 루트(Root)에서 만나서 단일 시트로 함께 융합된다. 상기 단일 시트는 이후 루트로부터 멀리 있는 인발 장치로 보내지고 인발하는 속도로 시트의 두께를 제어하게 된다.

그러나 이들 공법이 최근의 디스플레이 기술의 발전과 더불어 지속 발전하여 왔으나 최근의 TFT LCD 용 시트 유리로 적용은 대형화 및 박형화 그리고 품질이나 생산의 경제성 등에 각기 장·단점 (제한)이 있다.

플로트법(Float Method)을 사용하는 경우 수평으로 인발함으로서 크기가 2.5m나 또는 보다 큰 사이즈의 기판을 좀 더 경제적으로 생산할 수 있는 기법으로 알려져 있다. 그러나 기판의 박판화, 대형화 등으로 인해 하부 접촉면의 경우 오염이나 흠집 또는 평편도에 문제가 생기기 때문에 연마 공정을 추가로 필요로 하기도 한다.

이에 비해 다운드로우법은 용융유리가 가늘고 긴 토출구멍(Orifice, Slot)을 통해 수직으로 흘러내리며 공기에 의해서만 냉각되게 되며 동시에 하부의 롤러에 의해 인발되므로, 주로 인발되는 속도에 의해 시트의 두께를 제어하게 된다. 그러나 구멍에서 토출되어 나올 때의 두꺼운 유리는 통상 다른 공법에 비해 상대적으로 낮은 온도를 유지해야 하거나 급냉을 해야 하고, 따라서 가늘고 긴 토출구멍의 유리물의 온도를 전체가 균일하게 유지하기는 매우 어렵다. 또한 토출 직후는 하단부에 설치된 인발장치 영향보다는 자중과 자체 온도에 의한 영향이 큰바, 대형화를 위한 시트폭 전체의 온도나 토출 직후의 두꺼운 유리물 상태에서의 표면과 내면 온도의 정밀한 제어를 포함한 토출구멍의 정교한 관리가 품질에 영향을 좌우하게 된다.

다운드로우 방식에서 토출구멍의 제어를 통한 시트유리 제조 방식이 초기의 제조 산업에서 적용되는 것을 본다면, 미국특허 1,759,229는 판유리 제조의 다운드로우 방법에 대해 기재하는 것으로, 로 바닥의 슬릿노즐을 통해 마름모(장사방형)폴스프레드에 의한 시트 형성을 구현하나 슬릿노즐과 스프레드가 용융유리용기 (Working Receptacle)의 형태에 기인한 비선형 구조로서 완전한 평면, 균질두께 구현에는 한계가 있으며, 미국특허 1,829,639는 노즐의 제어가 가능하지만 유리물의 상, 하부가 공히 개방형 구조로서 고품질의 실현은 한계가 있다.

다운드로우 방식 중 고품질 실현을 위한 (백금 등의 슬릿이나 노즐 또는) 판상의 인발봉을 사용하는 방식을 보면 일본 특허 (2-217,327)는 유리 용융물은 정련기의 바닥에 구비된 슬릿을 통하여 하방향으로 장치된 인발봉의 표면을 경유하여 시트 유리의 표면 품질을 양호하게 하나, 유리물의 안정화를 위한 인발봉은 유리물내의 양측에서 고정되어 있으며 유리물 차단 을 위한 상부의 데비투스(Debiteuse) 니들(Niddle)로서는 개방형 구조가 되므로 유리물의 정밀 흐름제어에는 제한이 된다.

또한 독일특허(As 15 96 484)는 슬릿노즐 하단부에 수직방향으로 유선형 깃 형태의 인발봉이 구비된 구조로서 인발봉이 하단에 노출된 구조로서 길이가 긴 시트유리에서 좌,우 유리물을 균형있는 배분에 제한된다.

또 하나의 독일특허 (국제출원 PCT/EP2001/14654)는 백금 등으로 구현된 슬릿이나 인발봉이 구현되어 있고 용융유리물 과 토출부인 슬릿노즐까지의 표고차에 의한 압력을 유입구에서의 온도제어로서 가능케 한 구조이며 노즐에서 방출된 유리 용융물이 상기 인발봉의 양면을 따라 하방향으로 이동하여 인발봉의 하단부에서 합쳐져 유리 리본을 형성하게 된다. 이러한 수직형 인발봉은 용융유리 내부에서 시작되어 그 두께를 충분히 두껍게 할 수 없고 따라서 인발봉의 온도 제어가 제한 적이다. 또한 수직으로 하강되는 유리물은 표면장력과 점성 및 낙하속도의 관계에서 두께 품질이나 표면 품질이 충분히 개선될 수 있는 시간이 제한적이다.

결과적으로 토출되는 유리물의 온도와 인발 영역에서 인발봉에서의 유리물의 계류시간과 주변 온도에 영향을 받게 되므로 정교한 온도 제어가 요구되며, 특히 용융 유리물 내의 인발봉은 유지관리 및 가동중지 등에 있어서 품질유지를 위해 까다로운 기준을 구비해야 한다.

상기 다운드로우 방식은 성형방식이 용융 성형뿐 아니라 인발영역에 까지 설비 환경에 영향을 주므로 신중한 결정이 고려되어야 한다.

일본특허(PTC/JP2000/04898)는 슬릿을 사용한 직하방식의 유리물 공급을 수직방향 3열의 양단 로울러를 통해 삼각근 방식의 원리로 폭을 넓게 펼치는 기계적 인장을 통해 왜곡을 최소화하는 방식이다. 이는 용융유리가 최초 슬릿을 통과시 충분한 냉각이 되도록 하는 배려가 되고, 또한 일본특허 10-291826은 냉각 로울러와 인발로울러의 원주속도를 상호 제한하여 평평한 시트 유리를 형성하는 방법을 제시한다. 또한 로울러를 경사지게 다중 설치하여 폭방향의 인장을 가하는 방법을 제시한다. 이는 유리의 종류와 점도 및 시트 유리 제조 방식에 따라 서로 달라짐을 보여 준다.

퓨전 공법이라고도 하는 오버플로우 다운드로우 공법은 (미국 코닝(Corning)사에서 개발되어) 미국특허 제3,338,696호로 등록된 특허로서 현재까지 여전히 실시되고 있는 것으로 AMLCDs 유리 제조에 널리 쓰이고 있다.

용융유리는 내화물체인 아이소파이프의 상층부를 오버플로우 한 이후 하층부 루트에서 다시 합쳐져 단일 시트로 흘러 내려지게 되므로 유리면의 양측 외부는 공기 이외의 어떤 물체에도 접촉되지 않아 사후프로세싱(Post-Processing)이 필요가 없게 된다. 따라서 우수한 외면의 품질을 얻을 수 있고 경제적인 제조가 가능하다.

그러나 용융상태의 유리가 바로 아이소파이프 외부 위어(Weir)를 통과하면서 서서히 경화되는 것은 다른 공법에 비해서 고온의 유리 조건이 지속되면서 자중으로 균일한 분량씩 오버플로우 되어야 하므로 용융유리를 담은 아이소파이프의 크기가 커지게 되고, 또한 실질적인 고온 및 기계하중에 따른 처짐 및 열적 변화를 대응해 대형 시설로서 제조되어야 함과 동시에 각각의 구조체는 유리조성과 제품의 각각 제조 조건에 맞게 구조해석 등을 통한 장치 제조가 불가피하며, 장치의 일부분의 손상이 있을 경우 또는 제품모델의 변경시 부분 교체나 혹은 신속한 수리나 정상적인 제조 조건으로 복귀에 시간이 소요되는 불편함이 포함되어 있다.

또한 미국 특허(10/826,097 또는 국제출원 PCT/EP2001/14654 에서 Sheet Glass Forming Appartus)는 버진글래스(Virgin Glass)를 형성하기 위해선 성형 이전에 이미 백금 등으로 제작된 고가의 장비가 제한된 설계 요건에 충족되게 맞춰져야만 된다. 따라서 형성홈통(또는 아이소파이프)에서 유리의 온도나 점성에 맞게 경사진 슬로프 및 위어(Weir)는 정교한 치수와 정확한 유리물 온도 제어가 병행되어야만 되고 따라서 그 구조를 온도, 점성 및 생산조건(선형처리량) 등에 맞추어 구조해석적인 설계가 미리 되어야 하는 불편함이 포함되어 있다.

고안이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 고안의 목적은 중력에 의한 자유낙하와 저항체와의 접촉면에서 쉽게 흘러내릴 수 있도록 예각 또는 유선형 상태로 선단을 구비하여 측벽 경사면에서 저항체와 유리물은 밀착되게 젖은 상태로 흘러내리게 하고, 외표면의 유리물로부터 보다 빠른 속도로 이동되게 하는 어니언존(Onion Zone)을 형성하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치를 제공하고자 한다.

또한 본 고안의 다른 목적은 다운드로우 공법에서 토출구멍(Orifice, Slot)으로 용융되어 흘러내리는 유리물의 중간부를 하단부에 설치된 나이프형 저항체로 다시 나누어 내면부의 유리가 써말 밸브 저항체의 표면에서 면 접촉과 동시에 적절한 온도로 제어를 할 수 있게 하여 유리물의 흘러 내리는 속도가 일정하게 하고, 또한 유리물의 내부 및 외부의 온도에 따른 속도 제어를 가능하게 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치를 제공하고자 한다.

고안의 구성 및 작용

앞서 설명한 바와 같은 목적은, 시트 유리의 제조장치에 있어서, 용해로에서 교반기를 거쳐 나온 용융 유리물이 오리피스를 통과하여 나오면서 상기 유리물이 표면을 타고 흘러 내리도록, 상단부는 경사각을 갖고 좌우 대칭인 유선형의 형태를 가진 저항체를 더 포함하고 있어, 유리물이 상기 저항체의 표면을 타고 흘러 내리면서 상기 유리물의 온도가 조절되게 하여 다시 합쳐지는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치에 의해 달성된다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 유리물의 내부 온도는 상기 저항체에 의해 조절되도록, 상기 저항체는 상 하단에 발열체를 내장하고 있는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 슬롯형의 토출구멍으로부터 토출된 상기 유리물이 상기 저항체 상끝단에 의해 두께방향으로 정확하게 좌, 우 분리 되도록, 토출구멍이 확장되어 상기 저항체가 상기 토출구멍 내부로 진입되는 구조를 가지는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 저항체는 내화물 또는 내열금속으로 제작되며, 표면에는 백금 또는 백금합금을 부착되어 있는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 저항체는 유리의 흐름을 용이하게 제어하기 위해 내, 외부에서 히터를 통한 가열 기능과 냉각을 할 수 있는 냉각라인을 삽입하는 구조를 더 포함하고 있는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 저항체는 용융 유리물의 흐름량을 제어할 수 있도록 상하, 좌우 및 길이 방향의 기울기를 조정할 수 있는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 저항체는 그 내부에 장력을 조절하여 직선성을 보정하도록, 소정의 공간을 확보하고 장력 샤프트를 내장하는 구조를 갖는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 저항체는, LCD 기판으로 사용되는 무알카리 시트유리를 제조하도록 1mm 이하 두께의 박판이 사용되는 것이 바람직하다.

또한 본 고안에 따르면, 상기 저항체는, PDP용 유리 혹은 자동차용 시트유리를 제조하도록 3mm 이하 두께의 박판이 사용 되는 것이 바람직하다.

이하, 이하 첨부도면을 참조하여 본 고안의 바람직한 실시예를 설명하도록 한다.

도 1은 본 고안의 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치의 인발조정판(저항체)을 적용한 다운드로우 공법의 개념도이며, 도 2는 시트 유리 제조를 위한 챔버와 인발조정판을 포함한 간략 단면부 개략도이다.

또한, 도 3은 시트 유리 제조를 위한 챔버와 인발조정판을 포함한 간략 정면부 개략도이며, 도 4는 인발조정판의 고온상태와 상온 상태에서 형상 변경을 나타낸 개념도이다.

또한, 도 5는 제조 공법별 시트 유리의 단면부 결의 모양을 예시한 도면이며, 도 6은 시트 유리와 인발조정판의 온도 제어 방식을 나타낸 블록도이다.

도 1은 본 고안의 실시예로서 용융유리물이 토출되는 과정과 저항체가 작용하는 부위의 기본 기능 설명을 위한 단면도를 도시하였다.

용해로에서 교반기를 거쳐 나온 용융유리물(1)은 일정한 온도가 유지되며 토출을 위한 구조를 갖는 내화물(2)의 좁은 토출 통로(2a)를 경유하여 토출구멍인 오리피스(3; Orifice 또는 Slot) 을 통해 하방으로 흘러나오게 된다.

상기 오리피스(3)의 하단부는 용융유리물(1)의 온도와 근사한 수준의 고온이 지속적으로 유지되는 나이프형 인발안정판 (4; Draw Stabilizing Baffle Blade, 이하 저항체로 표시함)의 위치가 주어지며 이 저항체(4)의 위치는 전기,기계적 장치에 의해 상하(도 1의 Z축), 좌우(두께방향; 도 1의 X축) 및 기울기(도 1의 Y축의 양단의 Z축 높이)를 미세하게 제어할 수 있게 되어 있다.

저항체(4)의 선단부(41)는 토출부 오리피스(3)에 근접하거나 또는 그 일부가 토출부 오리피스(3)의 내부까지 깊게 진입되 게 되므로 오리피스(3)를 통해 토출되는 유리물(10)의 내부는 저항체 선단(41)에 의해 양측으로 분리되면서 자유 낙하가 아닌 쪼름 상태로 하단부(42) 방향으로 미끄럼 이동이 되게 된다.

저항체(4)는 등방형 마름모꼴 또는 다른 유선형 구조를 하며 상부와 하부는 각각의 내장 발열기구(45)와 제어기구(43)와 냉각제어기구(47)를 갖게 되며, 온도제어를 위한 다수의 온도센서부(46)를 내부에 구비하고 있다. 저항체(4)의 외부는 토 출된 유리물이 증착되지 않고 안정되게 흘러내리도록 저항체(4)의 양측면에 각 각 수개의 외부 발열체(5)를 갖는 상부 가 열챔버(6)와 유리물이 평탄하고 안정되게 인발될 수 있도록 냉각기능을 갖는 하부 항온챔버(7)의 중간에 장치되게 된다.

본 고안에서 저항체(4)는 실제 토출된 유리물의 온도와 근접한 온도를 형성하기 위해 발열체에 의해 고온(통상 1100℃ 내 외) 상태로 유지되며, 이는 유리물과 접촉에 의한 열흡수와 열방출 등을 감안하여 무엇보다 균일한 온도 유지가 가능한 수 준으로 제조과정의 실험을 통해 유리물이 흘러내리는 최적 조건의 온도(LCD 유리 경우 1150 ~ 1250℃)로 결정되는 것이 바람직하다.

즉, 상기 저항체는 유리의 흐름을 용이하게 제어하기 위해 내, 외부에서 히터를 통한 가열 기능과 냉각을 할 수 있는 냉각 라인을 삽입하는 구조를 더 포함하고 있어, 상기 유리물이 LCD 기판으로 사용되는 무알카리 유리로서 밀도가 2.45g/cm³ 이 하, 왜점이 650℃ 이상, 액화온도는 약 1100℃ 이상 인 고점성유리에 대해서는 저항체에서 흘러내리는 표면 유리의 온도 가 대략 1150 ~ 1250 ℃인 것이 바람직하다.

이는 통상적으로 토출구멍을 통한 시트 형태를 갖춘 유리물을 형성하고 바로 냉각 및 인발을 실시하는 종래의 다운드로우 방식은 용융유리의 점도가 10^{6.4} dPa.s 수준이 적당하다고 하나, 본 고안에서는 토출구멍인 오리피스(3)의 하단에 위치 제 어가 가능한 저항체(4)가 장치하게 되어 토출되는 유리물(10)의량은 오리피스의 폭(10a)이 결정되면 저항체(4)의 삽입 깊이(10b)로서 제어가 가능하고, 또한 저항체(4)와의 접촉됨에 따라 하강되는 속도가 더욱 느려져, 균일하고 완만하게 제 어가 가능하게 되므로 비록 점도가 10^{4.0} dPa.s 수준으로 낮아지거나 또는 점도가 10^{6.4} dPa.s 보다 높아지더라도 균일한 분량식 토출하는 역할이 가능하고, 또한 흘러내리는 속도는 저항체(4)의 온도 외부발열체(5)와 상부 가열챔버(6)에 의한 유리물의 온도에 따르게 된다.

유리물은 토출통로인 직선부(2a)와 선단 오리피스(3)에 의해 이미 결정되어진 바, 유리물의 내면부는 저항체(4)에 접촉되어 두 장의 시트 유리 형태의 분리되어 매우 느리게 흘러내리게 되어, 이때 통상 유리물의 량(두께)은 다운드로우 공법 또는 오버플로우 다운드로우 공법의 유리물의 량(두께) 보다는 다소 많게(두껍게) 형성되어 저항체(4)의 측벽에서 접촉 흐름을 시작하게 된다.

또한 저항체의 측벽으로 분리된 유리물(12)은 외면부는 자유표면이 되어 자중에 의해 하강하려는 힘과 더불어 가열챔버(6) 내에서 발열체(5)에 의해 더욱 복사열을 받게 되므로 인하여 유리물은 표면부터 점도가 낮아져, 표면부터 보다 빠른 속도로 하방으로 흘러내리게 되고, 내면부는 저항체에 접촉되어 느린속도로 흘러내리게 되어, 이른바 유리물이 점차 벗겨지는 형태의 어니언 영역(Onion Zone)을 갖게 된다.

따라서 오리피스(3)와 접촉되어 토출된 표면의 유리물(11)은 초기 토출시 미소한 굴곡 등 결점을 함유하더라도 저항체(4)의 긴 경사 구간을 거치면서 표면이 자유영역으로 노출되어 유리자체의 표면장력으로 인해 평탄화가 되고 또한 어니언 영역의 흐름에 의해 표면 품질이 매끈하게 복구되게 되어 결점이 없는 유리표면이 형성되어 저항체(4)의 하단부로 이동되게 된다.

저항체(4)의 하부는 항온챔버(7)에 배치되어 보다 균일한 온도가 유지되게 되며 내부에는 가열수단과 냉각수단이 가능한 냉각제어기구(47)가 구비되어 저항체(4)의 양측벽을 타고 내려온 용융유리(13)가 합쳐지는 영역(14)에서는 평탄하고 표면이 우수한 시트 유리가 다시 형성되게 된다.

본 고안에서 저항체(4)는 실제 제작에 있어 고온의 용융유리가 직접 접촉되므로 쉽게 마모되거나 침식되거나 또는 열팽창으로 인한 설치후 치수의 정교함이 달라질 수도 있는 바 이를 감안한 재질이 선정되는 것이 바람직하다.

상기 저항체(4)의 재질로서는 유리물에 접촉 시 마모가 거의 되지 않고 또한 내크리프성의 내화 물질로서 아이소스태틱하게 가압된 내화물질 블럭(따라서 '아이소-파이프'라 함)으로 제조하여 정교한 표면 가공을 하는 것이 바람직하다고 본다. 아이소-파이프는 주로 바람직하게 아이소스태틱하게 가압된 지르콘 내화물, 즉, 주로 ZrO_2 및 SiO_2 를 포함하는 내화물로 제조된다. 예를 들어, $ZrO_2 \cdot SiO_2$ 또는, 등량 $ZrSiO_4$ 의 물질로 된 이론적 조성물과 함께, ZrO_2 및 SiO_2 가 함께 적어도 물질의 95중량%를 포함하는 지르콘 내화물로 제조된 것을 의미한다.

또한 저항체(4)의 몸체중 일부는 내열성이 우수한 몰리브덴이나 기타 금속류로 제작할 수 있고 경우에 따라 유리물에 직접 접촉되는 부위인 선단부(41) 또는 상단부는 용융유리의 품질에 가장 영향을 적게 주는 백금 또는 백금+합금으로 표면을 덮는 구조로 제작할 수도 있다.

내화물 또는 금속으로 제조된 저항체(4)는 매끄럽고 양호한 표면구조를 갖추고, 또한 가열 및 냉각에 따른 열적변화에 최소의 변형이 되도록 구조 설계가 되어야 하며, 조립된 부위는 열적 변화와 유리물의 접촉에 있어 기포 또는 결함을 형성하는 일체의 형상이상이 발생되지 않게끔 처리되어 제작되어 진다.

도 2에서 도 4까지는 본 고안의 특징과 이에 부합된 구체적인 제 2 실시 예를 나타낸 것으로 시트유리 제조를 위한 장치의 종단면도와 측면도를 나타내었다.

도 2에서 용융유리는 크게 4개의 정교한 공정 단계를 거치면서 시트유리로 형성되는 과정이 명시되어 있다. 용융유리 공급부(A)에서는 균일한 조건의 유리가 토출되도록하고, 가열챔버(6)가 있는 1차형성부(B)에서 저항체(4)에 의해 균일하게 배분되어진 유리물(12)은 발열체(5)에 의해 하방으로 자중에 의한 흘러내림이 가속되면서 얇게 형성되고, 2차형성부(C)에서는 저항체(4)의 하단부와 항온챔버(7)에 의해 균일한 온도분포를 갖는 유리물(13)이 되어 외부냉각장치(9)를 통해 서서히 냉각흐름이 되게되고, 마침내 저항체(4)의 하단부(42)에서는 양쪽으로 분리되었던 유리가 다시 합쳐져 인발을 위한 얇은 시트유리(14)의 형태를 갖추게 된다.

다시 합쳐진 시트유리(14)는 확산부(D)에서 더욱 정확한 치수로 인발이 되게 팽팽하게 당겨지면서 하방으로 끌어내려지게 되고 냉각과 열처리를 거치면서 최종 성형이 완료되게 된다. 확산부(D)는 일반적인 다른 시트유리 제조 공법과 같은 원리를 따르게 된다.

아래에 기술한 본 실시 예에서는 본 고안에 중요한 기능을 하는 요소에 대해서만 서술한다. 그 이유는 시트유리 제조를 하는 당업자로서는 충분히 응용하여 적용할 수 있다고 판단되며 본 실시 예와는 달리 실험을 통해 보다 효과적인 방법과 조건을 선택할 수도 있기 때문이다.

도 2에서 용융유리(1)를 단면에서 볼 때 흘러내리는 유리물(10)의 중간부에 저항체의 선단부가 정확히 중심을 맞추어 질수록 좌우 유리물의 흐름에 변화가 작고 따라서 좌 우측의 온도차이도 작아져 안정된 제품이 될 수 있다. 이를 위해서는 용융유리(1)의 정교한 온도관리와 함께 용융유리물(1)이 최대한 층류흐름을 위한 직선 토출홈(2a)과 끝단부인 오리피스(3)의 치수가 1차적인 관리가 되어 균일하게 흘러 내려야 하고 또한 제조 공장의 특성은 항상 바뀔 수 있고 특히 장기적인 사용 등에 의한 열화 등을 감안 할 때 국부적인 유리물의 토출 온도를 미세 제어할 수 있는 토출부 냉각기구(33)와 냉각물질의 공급관(34)이 구비되게 되어 있다.

일반적으로 유리는 와류 흐름은 없으나 보다 용융유리물 내부의 균등한 온도 관리는 극히 어려운바 균일한 흐름을 위해서는 오리피스 끝단에서 직선부 토출구의 길이(10c)는 오리피스 폭(도 1의 10a; X축 방향)의 최소 2배는 필요하다고 보며 본 고안의 저항체 선단(41)의 삽입 깊이(도 1의 10b)를 추가로 감안하여 시험을 통한 결정을 한다면 본 고안의 취지에 바람직하다고 본다.

도 2에서 저항체(4)가 장치된 가열챔버와 항온챔버는 각 챔버별 온도제어를 위한 수개의 발열체(51, 52)와 내화물 벽체 내부에 장치된 보조발열장치(60w, 70w 및 80w)를 구비하여 균일한 온도를 유지되게 하고, 항온챔버에서는 동시에 냉각장치(72)와 냉각물질을 공급하는 관로(73)를 구비하고 있다.

각 챔버는 온도차이를 유지하기 위한 내화벽체(8)로 구성되고, 챔버간에는 차단벽(61)이 구비되고, 유리물이 흘러내리는 틈새의 열린공간(65)으로는 기류유입(65)이 되지 않도록 각 각의 챔버 단위로 압력(양압 또는 음압)실 형태를 갖추도록 공기 주입구(67)가 부착된다.

또한 공기주입구(67)에는 고온의 유리물이나, 특히 저항체 등에 산화, 이물 부착 등이 되지 않게 필터링(Filtering)된 공기를 공급하고, 또는 경우에 따라 질소(N_2) 가스를 주입하는 것이 바람직하다.

발열장치(50, 51)는 저항체와 마찬가지로 시트유리의 폭 방향(Y)으로 온도 구배가 없도록 설계되고 특히 콘트롤부(B)의 발열체는 유리물이 흘러내리는데 충분한 열량을 갖추고 미세 온도 제어가 되는 구조로 제작된다.

저항체(4)의 하부의 외부발열장치(51)는 냉각 장치(72)와 더불어 정교한 온도제어가 가능하며 이는 유리물이 신장되면서 흘러가는데 주요한 기능을 한다. 따라서 이 구역은 어니언 존(Onion Zone)으로서 유리물과 저항체와 주변 분위기(발열체, 냉각장치 포함)의 온도가 시트유리의 인발 성능인 선형처리율 또는 생산속도 등에 주요한 역할을 한다.

도 3은 도 2의 측면부 구조를 나타낸 것으로 인발장치를 포함시킨 구조의 실시 예로서 저항체(4)를 통과한 통합된 시트유리(15)는 양 끝단부(15e)가 표면 장력에 의한 수렴현상이 발생되어 가장자리가 둥글게 두꺼워지는 비즈(Beads) 현상을 가지게 됨을 방지 위한 확산 틀러(84)을 설치한다. 확산 틀러(84)는 가장자리를 얇게 형성하는 것으로 가급적 저항체(4)의 바로 하단까지 밀착시킬 수 있는 상하 높이를 이동 제어가 되는 것으로 되어 있다. 또한 확산시 시트가 얇게 팽창되는 점을 보정 위해 바깥 방향으로 기울어진 각도(84a)를 가지고 설치가 되며 이 부위의 시트 유리는 표면흡침유리(16e)로 제품으로 사용되지 않는다.

또한 확산 틀러(84)는 테이퍼 형태를 갖춘 구조이며 동시에 발열, 냉각 구조를 갖추고 인발속도와 틀러의 표면온도 그리고 기울어진 각도 등이 종합적으로 제어 되게 되어 있다.

또한 저항체(4)의 양단부는 저항체(4)의 미소 위치제어를 할 수 있는 샤프트축(48)이 구비되어 있다.

도 3의 하단부 인장 틀러(86 및 88)는 다운드로우 방식에 적용되는 틀러를 예시한다.

본 고안에서 시트유리의 양 끝단(16e)은 저항체 선단(41)이 오리피스(3) 내부로 유입되면 오리피스와 저항체 사이에 폭 방향(Y)의 공간이 과다하게 발생하는 점이 있다. 이는 오리피스의 양 끝단이 유선형 구조를 가져야 하며 동시에 오목형 끝단 구조를 가지는 것이 바람직하다.

도 4는 저항체(4)의 열적 변형을 나타낸 것으로, 통상적인 고온조건에서는 정상형태(401)이나, 사용전의 상온에서는 내면부가 수축된 상온형태(403)를 갖게 되고 길이부분도 수축량(404)을 갖게 된다. 이는 고온에서 축중심(402)의 상단부(U)는 고온이며 하단부(L)는 상대적 저온이므로 상하단의 수축값의 차이(405)를 설계단계에서 미리 보정하여 제작하게 된다. 또한 시트유리가 형성되는 지점(도 1의 14 참조)에서 최적의 평면화와 균일한 두께가 보정되도록 선단부(도 1의 41)와 좌우 측벽의 경사각도(도 1의 40a 및 40b) 등은 수차례의 모델링 및 생산시험과정 등을 거치면서 최적치를 반영할 수 있다.

동시에 본 저항체(4)는 오리피스(3)의 열적변형과 장기 사용에 따른 길이방향(Y축)의 벤딩변형을 대비하여 저항체(4) 자체에서 좌우로 미약한 벤딩이 되는 구조로 제작되어 지는 것이 바람직하다. 예를 들어 좌우 벤딩은 길이방향(Y축) 2,000mm 에 대해 0.1~0.3mm 수준 등의 변형을 제어하는 구조를 말하며 그림 6의 상부에 도시된 평면도에서 정상형태(401')와 벤딩된 형태(403')는 정상적인 중심축(402)에 대해 변형량(406)을 제공한 구조로서, 이는 저항체(4)의 길이 방향에 좌,우단에 일정한 인장/압축응력을 부여하는 장치를 구비되게 할 수 있다.

본 고안에서 유리물의 흐름에 따른 시트 유리의 단면 결의 무늬를 그림으로 나타내면 도 5와 같다.

도 5의 시트유리단면(150)에서 일반적 플로트 유리의 흐름에 따라 발생하는 단면 결(150a)의 모습은 유리물은 흐름에서 주석용융액 접촉면과 반대편(예컨대 접촉면이 151일 경우 반대편은 152임)의 공기 접촉부는 완벽하게 동일 온도를 유지하기는 어려우며, 따라서 중심부(154)에서 한쪽으로 치우치는 결(153)의 모양이 된다.

도 5의 150b는 인발봉이 없는 종래의 다운드로우 기법의 유리 흐름에 의해 발생된 결(155)의 모양이다.

수직하강의 다운드로우 공법은 표면부터 먼저 냉각되므로 내부에서부터 인발량이 증가 된다. 따라서 나무결과 같은 형태의 결(155)을 구현하게 된다.

도 5의 150c는 본 고안에 의해 제조된 형태로서 저항체(4)에 의해 내부 흐름이 지연되어 중심부(157)를 기준으로 양측으로 조밀한 형태로 결(156)이 발생되어 앞에서 언급된 다른 두 방식보다 많아지게 된다. 중심부(156)를 기준으로 양측으로 균일하고 조밀한 결은 모양은 유리소재의 휨 강도의 향상에도 기여하게 된다.

본 고안의 시트유리제조장치의 저항체(4)의 제어장치는 도 6과 같다.

용융로(1)의 오리피스(3)에서 흘러 나온 유리물은 복수의 비접촉 센서(T1, T2 - - - Tn)와 온도계측기구(501)에 의해 온도가 측정이 되어지고 배플의 저항체(4)를 경유하면서 흘러내려 하단부에서 또 다른 비접촉 센서(T1, T2, - - - Tn)에 의해 하부온도계측기구(502)에 의해 온도가 측정되어지며, 동시에 저항체 자체온도(504)도 계측하게 된다. 그리하여 중앙 제어장치(500)에 의해 연산 및 정밀한 제어 프로그램을 통해 다시 저항체를 가열하는 히터(45)와 국부적 냉각을 하는 냉각기(119)의 파이프에 공기히터를 제어한다.

또한 공기냉각은 출구를 통해 다시금 정교한 계측(503)을 거쳐 휘드백 되게 된다.

저항체의 내부를 정교한 온도를 제어하기 위한 공기 냉각봉(44)은 냉각수나 냉각오일보다는 실제 500 ℃ 이상의 고온의 공기 또는 질소가스를 공급하여 유리물의 흐름의 온도 제어가 급격한 제어변화가 없도록 하는 것이 바람직하다.

또한 파이프는 저항체 내에서 위치가 변동될 수 있으므로 삽입 깊이를 선정하거나 공기 토출정도의 제어를 위한 구멍의 크기는 가동 초기에 실험을 통해 결정하고, 수동제어를 함이 바람직하다.

중앙제어장치(500)는 동시에 저항체의 온도와 유리물의 흐름속도 감지기(505)를 참조하여 저항체 제어장치(506)의 위치 좌표제어를 하게 된다. 본 시트유리의 저항체 제어장치(도 6)과는 별도로 또 다른 시트유리 인발 제어장치(그림 생략)를 확보하게 되며 이는 통상적인 다운드로우 방식의 인발제어장치와 유사하다.

본 고안에서는 종래의 다운드로우 방식에 비해 보다 우수한 시트유리의 생산을 목적으로 하는바 제어장치는 보다 많은 위치의 정교한 계측이 요구되며 그 방식은 설계자와 제조과정의 엔지니어와 더불어 충분히 설계될 수 있다.

더불어 본 고안의 기술은 다운드로우 공법에서 TFT LCD 등 유리 기판으로 사용되는 저알카리성 유리 시트의 제조 뿐만 아니라, PDP 유리 또는 자동차 유리 및 기타 강도와 평활도를 갖는 유리에서 하방향으로 인발하는 제조 공정에서 이용될

때에도 유용하고, 특히 향후에는 더욱 기술이 발전되어 본 고안을 활용하여 시트 유리의 중간부의 저항체로부터 열적 또는 전기적인 방법으로 특정한 금속이온을 용융유리 모재에 침투를 할 수 있는 방법이 형성되어 시트 유리가 냉각 후에는 금속으로 환원(석출)되어 열선반사유리(또는 로이유리 등)의 기능성 유리를 제조하는데 기여 될 수도 있다.

(참조) 실시 조건의 예시:

다음의 예시는 LCD 기판으로 사용되는 무알카리 유리로서 밀도가 2.45g/cm³ 이하, 왜점이 650℃ 이상, 액화온도는 약 1100℃ 이상 인 고점성유리에 대한 최적 조건의 범위로서 이는 제조현장에서 유리의 물성 및 제조 장치의 조건 또는 생산성(시간당 인발속도)에 따라 충분히 조정할 수 있다.

* 유리물 토출온도: 1,100 ~ 1,200 ℃

* 저항체 상부의 온도: 1,200 ~ 1,250 ℃

* 저항체 하부 온도 : 1,150 ~ 1,200 ℃

(또는 저항체 하부 유리물 온도:)

* 콘트롤 챔버의 분위기 온도: 800 ~ 1000 ℃(외부 발열체 비가동)

* 유리물 토출 속도: (참조치 50~100 mm/min. 내외)

* 시트 유리의 인발속도: (참조치 1,500 ~ 3,000mm/min. 내외)

고안의 효과

본 고안은 앞에서 상술한 바와 같이 다운드로우 공법에서 시트 유리를 제조하는 공정에서 대형화 성형이 어려운 것을 토출되는 유리물을 저항체로서 분리되게 함과 동시에 내면부의 유속을 낮춤으로서 상대적으로 외면부가 평활한 표면품질이 형성되게 됨으로써 대형의 시트유리 제조가 가능하게 되었고, 동시에 용해로 외부에서 시트유리를 형성하는 온도와 유속제어를 보다 균일하게 제어할 수 있게 되어 제조공정의 관리가 용이하게 된다.

또한 본 고안의 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치는 용해로의 가동에 가장 영향이 없도록 쉽게 성형장치를 교체 또는 보수 및 공정조건을 빠르고 쉽게 개선시킬 수 있어 종래의 아지테이터와 아이소파이프 그리고 오리피스 등에서 가동, 정지 그리고 재가동 과정에서 발생될 수 있는 문제점이나 결함 또는 우발적인 고장이 상대적으로 줄어들고, 교체후 안정까지 수시간, 수일이 소요되는 현상이 현저하게 감소되게 된다.

또한 본 고안의 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치는 유리물이 저항체의 외부를 타고 흘러내리는 동안 외부 표면은 상대적으로 긴 시간동안 자유표면으로 노출되어 다운드로우 공법에서 냉각되어 점성이 커진 유리물의 표면 결함이 상쇄되고 또한 다운드로우 공법중 하나인 수직형 인발봉에 의한 단시간 동안 흘러내리면서 표면이 평탄화된 것보다 양호한 표면 품질을 형성하게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

시트 유리의 제조장치에 있어서,

용해로에서 교반기를 거쳐 나온 용융 유리물(1)이 오리피스(3)를 통과하여 나오면서 상기 유리물(1)이 표면을 타고 흘러내리도록, 상단부는 경사각을 갖고 좌우 대칭인 유선형의 형태를 가진 저항체(4)를 더 포함하고 있어, 유리물(1)이 상기 저항체(4)의 표면을 타고 흘러 내리면서 상기 유리물(1)의 온도가 조절되게 하여 다시 합쳐지는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 유리물(1)의 내부 온도는 상기 저항체(4)에 의해 조절되도록, 상기 저항체(4)는 상 하단에 발열체(5)를 내장하고 있는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 3.

제 2항에 있어서,

슬롯형의 오리피스(3)로부터 토출된 상기 유리물(1)이 상기 저항체(4) 상끝단에 의해 두께방향으로 정확하게 좌. 우 분리되도록, 오리피스(3)가 확장되어 상기 저항체(4)가 상기 오리피스(3) 내부로 진입되는 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 4.

제 1항 및 제 3항에 있어서,

상기 저항체(4)는 내화물 또는 내열금속으로 제작되며, 표면에는 백금 또는 백금합금을 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 5.

제 1항에서,

상기 저항체(4)는 유리의 흐름을 용이하게 제어하기 위해 내, 외부에서 히터를 통한 가열 기능과 냉각을 할 수 있는 냉각라인을 삽입하는 구조를 더 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 저항체(4)는 용융 유리물(1)의 흐름량을 제어할 수 있도록 상하, 좌우 및 길이 방향의 기울기를 조정 할 수 있는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 7.

제 6항에 있어서,

상기 저항체(4)는 그 내부에 장력을 조절하여 직선성을 보정하도록, 소정의 공간을 확보하고 장력 샤프트를 내장하는 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

청구항 8.

제 1항에 있어서,

상기 저항체(4)는, LCD 기판으로 사용되는 무알칼리 시트유리를 제조하도록 1mm 이하 두께의 박판이 사용되는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

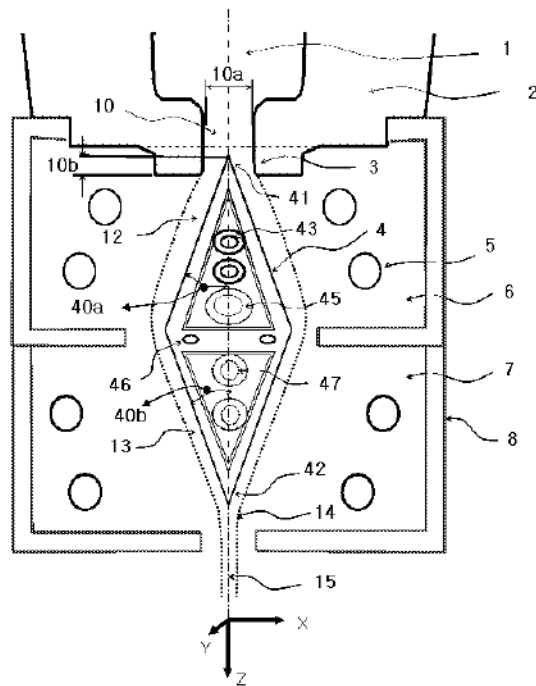
청구항 9.

제 1항에 있어서,

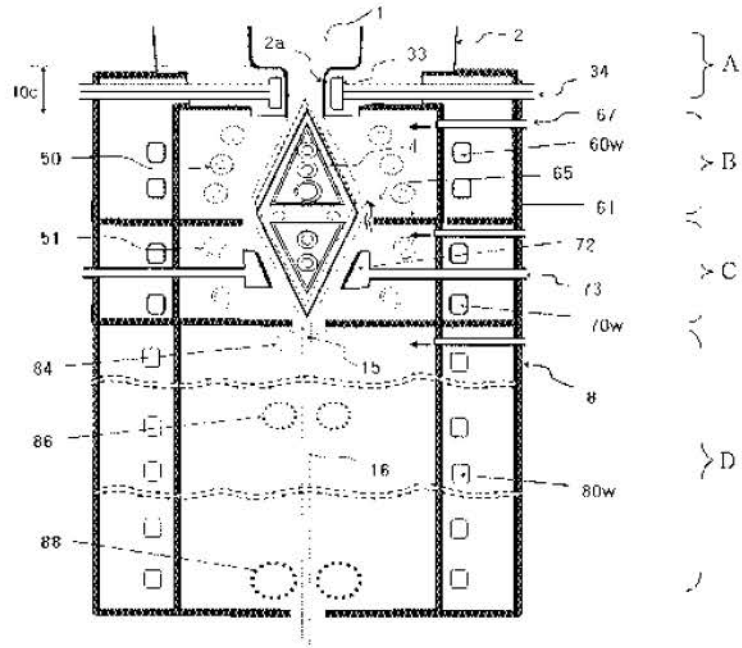
상기 저항체(4)는, PDP용 유리 혹은 자동차용 시트유리를 제조하도록 3mm 이하 두께의 박판이 사용되는 것을 특징으로 하는 다운드로우 공법을 이용한 시트 유리의 제조장치.

도면

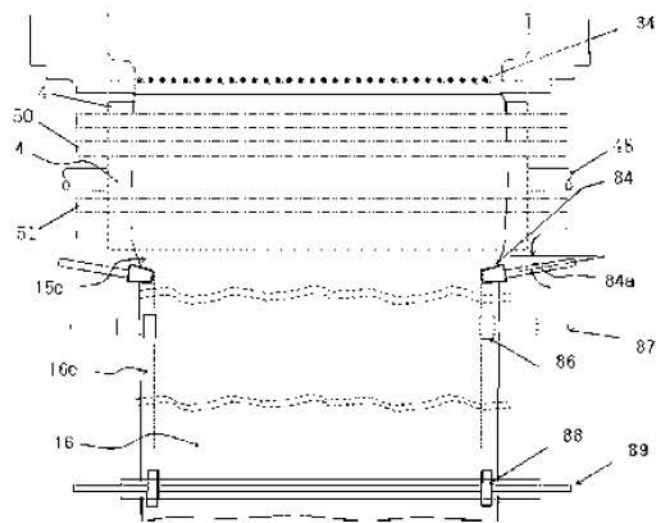
도면1



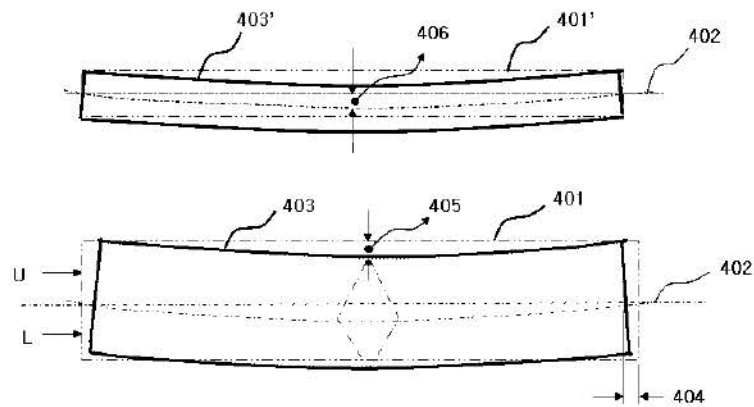
도면2



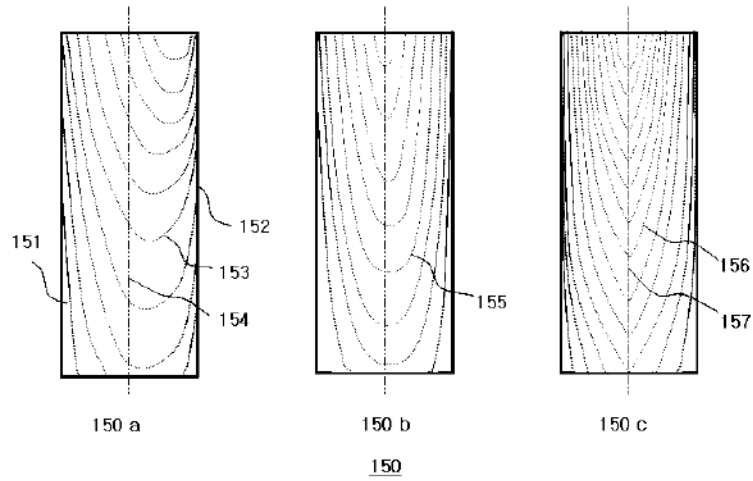
도면3



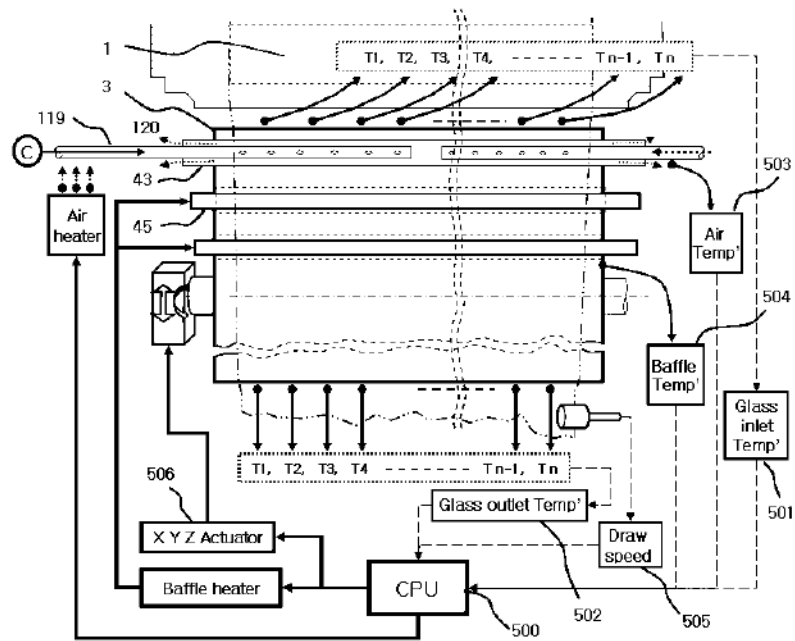
도면4



도면5



도면6



TRANSLATION CERTIFICATION

Date: May 10, 2025

County of USA

State of AL

To whom it may concern:

I, James Kyeong, a translator fluent in Korean and English US languages, on behalf of Morningside, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the document(s) listed below in a form that best reflects the intention and meaning of the original text.

The document is designated as:

- KR200407349Y1.pdf



Signature

James Kyeong

Print

Sworn before me on this day
May 10, 2025

Notary Public

(19) Korean Intellectual Property Office (KR)
(12) Registration Utility Model Publication (Y1)

(51) Int. Cl.⁸ C03B 17/06 (2006.01)	(45) Publication Date January 31, 2006 (11) Registration Number 20-0407349 (24) Registration Date January 23, 2006
---	--

(21) Application Number	20-2005-0028960
(22) Application Date	October 11, 2005

(73) Utility Model Owner	Kim Jae-gyun 109-903 Shinchang 1st Apartment, Byeongjeom-ri, Taeon-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do
(72) Inventor	Jae-gyun Kim 109-903 Shinchang 1st Apartment, Byeongjeom-ri, Taeon-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do
(74) Agent	Dongjin Kim Kyungchan Park Kyungchan Kang

Basic Requirements Examiner: Jinhong Lee

(54) Apparatus for Manufacturing Sheet Glass Using the Downdraw Method

Abstract

This utility model provides an apparatus for controlling the flow speed of molten glass by stabilizing thermal (temperature) differences within the inner surface of molten glass flowing out in the downdraw method, thereby improving the surface quality and dimensional uniformity of the manufactured sheet glass. The apparatus includes a streamlined draw stabilizing baffle blade (or resistor) that is detachable, replaceable, and temperature-controllable, installed in the inner surface of the thickness direction of the molten glass flowing out from a slot-type orifice. The upper part of the baffle is positioned close to or partially enters the inner surface of the slot-type orifice, causing the molten glass to be separated into both sides during discharge. As the molten glass flows down in contact with the resistor, it achieves a uniform temperature, and surface contact resistance slows its flow speed. Consequently, the molten glass flowing out to the surface of the orifice becomes a free surface while maintaining uniform temperature conditions, resolving issues of surface quality and dimensional uniformity degradation due to conventional orifice and discharge glass temperature non-uniformity.

Representative figure

Figure 1

Keyword

Downdraw, Draw Stabilizing Baffle Blade, Resistor, Sheet, Glass, LCD, PDP, Orifice

Description

Brief description of the figures

Figure 1 is a conceptual diagram of a downdraw method using a drawing control plate (resistance body) of a sheet glass manufacturing device using the downdraw method of the present invention.

Figure 2 is a simplified cross-sectional schematic diagram including a chamber for manufacturing sheet glass and a drawing control plate,

Figure 3 is a simplified frontal schematic diagram including a chamber for manufacturing sheet glass and a drawing control plate,

Figure 4 is a conceptual diagram showing shape changes of the drawing control plate at high temperature and room temperature.

Figure 5 is a drawing showing an example of the shape of the cross-sectional grain of sheet glass according to the manufacturing method,

Figure 6 is a block diagram showing a temperature control method of sheet glass and a drawing control plate.

Detailed description of the invention

Purpose of the invention

Technology to which the invention belongs and prior art in the field

The present invention relates to a manufacturing device for a glass sheet, which is a thin glass plate of 3 mm or less used as a glass substrate for TFT LCDs, and, more specifically, to a manufacturing device for sheet glass using a downdraw method in which a drawing adjustment plate (resistance body) is inserted into the inner surface of a glass product to make the temperature uniform and control the flow of viscosity in order to form better smoothness and surface quality in the glass product produced by the downdraw method.

Conventional methods for manufacturing sheet glass include the float method, the downdraw method, the redraw method, and the overflow downdraw method, also known as the fusion method patented by Corning in the United States.

The float method is a technique developed by Pilkington in 1952 as a US patent. It is a technique in which molten glass is poured into a chamber lined with a molten tin plate, which is a liquid support with a higher density than glass, and flows out in a state where it floats on the molten tin in a reducing atmosphere, thereby improving flatness. It is mainly applied to the production of large plates for construction, etc., and has recently been further improved and applied to the molding of display glass, being applied as a method that can economically produce large original plates (mother glass).

In the downdraw method, molten liquid glass is poured into an agitator and becomes one, or the glass flows down in the form of a sheet through a separately configured lower discharge hole (orifice, slot) and is cooled while being pulled downward vertically. The thickness of the glass substrate is clearly dependent on the accuracy of the discharge hole and is determined by controlling the cooling rate by controlling the drawing speed of the sheet and the temperature of the air surrounding the glass. This technique is known to be suitable for producing thin glass substrates.

The redraw process generally involves forming a glass composition into a lump having some shape, reheating the glass, and drawing it downward to form a thinner sheet product.

The overflow downdraw process is a process patented by Corning in the United States in 1964. Molten glass is fed into a trough formed in a wedge-shaped refractory body known as an 'isopipe', and when it reaches a steady state, the molten glass overflows the upper layer of the trough on both sides. The two sheets meet at the lower part or root of the isopipe and are fused together into a single sheet. The single sheet is then sent to a drawing device located far from the root, and the thickness of the sheet is controlled at the drawing speed.

However, although these processes have been continuously developed along with the recent development of display technology, their application as sheet glass for recent TFT LCDs has advantages and disadvantages (limitations) in terms of size and thinness, quality, and economics of production.

The Float Method is a technique known for allowing for more economical production of substrates of 2.5 m or larger by drawing horizontally. However, due to the thinning and enlargement of the substrate, contamination, scratches, or flatness problems may occur on the lower contact surface, so an additional polishing process may be required.

In contrast, the downdraw method is a method in which molten glass flows vertically through a thin and long discharge hole (Orifice, Slot) and is cooled only by air, while being drawn by a lower roller, so the drawing speed mainly controls the thickness of the sheet. However, the thick glass that is discharged from the hole usually has to be maintained at a relatively low temperature or rapidly cooled compared to other methods, so it is very difficult to maintain the temperature of the glass in the thin and long discharge hole uniformly throughout. In addition, the effect of self-weight and self-temperature is greater than the effect of the drawing device installed at the bottom immediately after discharge, so the precise management of the discharge hole, including the temperature of the entire sheet width for enlargement and the precise control of the surface and inner temperature in the thick glass state immediately after discharge, affects the quality.

If we look at the method of manufacturing sheet glass through control of the discharge hole in the downdraw method being applied in the early manufacturing industry, US Patent No. 1,759,229 describes a downdraw method for manufacturing plate glass, which implements sheet formation by a rhombus (rhomboid)-shaped spread through a slit nozzle at the bottom of the furnace, but the slit nozzle and spread have a non-linear structure due to the shape of the molten glass container (working receptacle), so there is a limit to implementing a perfect plane and uniform thickness, and U.S. Patent No. 1,829,639 allows nozzle control, but since both the upper and lower parts of the glass are open structures, there is a limit to realizing high quality.

Looking at the method of using a plate-shaped drawing rod (or a slit or nozzle of platinum, etc. or) for high quality realization among the downdraw methods, Japanese Patent (2-217,327) shows that the glass melt passes through a slit provided in the bottom of a refining machine and passes through the surface of a drawing rod installed downward to improve the surface quality of the sheet glass. However, the drawing rod for stabilizing the glass is fixed on both sides inside the glass, and the upper debiteuse needle for blocking the glass is an open structure, so there are limitations in precise flow control of the glass.

In addition, German Patent (As 15 96 484) has a structure in which a vertical streamlined vane-shaped drawing rod is provided at the bottom of the slit nozzle, and the drawing rod is exposed at the bottom, so there is a limitation in balanced distribution of the glass on the left and right sides in long sheet glass.

Another German patent (International Application PCT/EP2001/14654) is a structure in which a slit or drawing rod made of platinum or the like is implemented, and the pressure due to the difference in elevation between the molten glass and the slit nozzle, which is the discharge part, is used as a temperature control at the inlet, and the glass melt discharged from the nozzle moves downward along both sides of the drawing rod and merges at the lower end of the drawing rod to form a glass ribbon. This vertical drawing rod starts from inside the molten glass and cannot be made thick enough, so the temperature control of the drawing rod is limited. In addition, the time for the thickness quality or surface quality of the glass that is vertically descending to be sufficiently improved is limited due to the relationship between surface tension, viscosity, and falling speed.

As a result, the temperature of the discharged glass and the holding time of the glass in the drawing area and the surrounding temperature are affected, so precise temperature control is required, and in particular, the drawing rod in the molten glass must have strict standards for quality maintenance during maintenance and shutdown.

The above downdraw method affects not only the melting molding but also the equipment environment in the drawing area, so careful decisions must be made.

The Japanese patent (PTC/JP2000/04898) is a method that minimizes distortion through mechanical tension that widely spreads the width using a triangle principle through three vertical rows of double-ended rollers using a direct method using a slit. This is a consideration to ensure that the molten glass is sufficiently cooled when it first passes through the slit, and Japanese patent 10-291826 suggests a method of forming a flat sheet glass by mutually limiting the circumferential speeds of the cooling roller and the drawing roller. It also presents a method of applying tension in the width direction by installing rollers in multiple inclined positions. This shows that it varies depending on the type and viscosity of the glass and the method of manufacturing the sheet glass.

The overflow downdraw method, also known as the fusion method, is a patented method (developed by Corning, USA) registered as US Patent No. 3,338,696 and is still in practice to this day and is widely used in the manufacturing of AMLCDs glass.

Since the molten glass overflows the upper part of the isopipe, which is a refractory body, and then merges again in the lower part route and flows down as a single sheet, the outer sides of both sides of the glass surface do not come into contact with any object other than air, so post-processing is not necessary. Therefore, excellent external quality can be obtained, and economical manufacturing is possible.

However, since the molten glass gradually hardens as it passes through the outer weir of the isopipe, it must overflow uniformly by its own weight while maintaining high-temperature glass conditions compared to other methods, so the size of the isopipe containing the molten glass must be increased, and it must be manufactured as a large facility to cope with sagging and thermal changes due to actual high temperatures and mechanical loads. At the same time, each structure must inevitably be manufactured through structural analysis, etc., according to the glass composition and each manufacturing condition of the product. In addition, there is the inconvenience of taking time for partial replacement, quick repair, or return to normal manufacturing conditions when a part of the device is damaged or the product model is changed.

In addition, the US patent (10/826,097 or international application PCT/EP2001/14654 Sheet Glass Forming Apparatus) requires that expensive equipment made of platinum, etc., must be adjusted to meet limited design requirements before forming to create virgin glass. Therefore, the slopes and weirs in the forming gutter (or isopipe) that are inclined according to the temperature or viscosity of the glass must have precise dimensions and precise glass temperature control, and, therefore, the structure must be designed in advance through structural analysis according to the temperature, viscosity, and production conditions (linear throughput), which is inconvenient.

Technical problem to be achieved by the invention

Therefore, the purpose of the present invention to solve the above problems is to provide a manufacturing device for sheet glass using a downdraw method that forms an onion zone so that the glass material and the resistance material flow down in a wet state in close contact with each other on the side wall slope by providing a sharp or streamlined tip so that the glass material can easily flow down from the contact surface with the resistance material due to free fall by gravity, and move at a faster speed from the glass material on the outer surface.

In addition, another purpose of the present invention is to provide a manufacturing device for sheet glass using a downdraw method that divides the middle part of the glass material that melts and flows down through the discharge hole (orifice, slot) in the downdraw method again by a knife-shaped resistance material installed at the lower part so that the glass on the inner part can be controlled at an appropriate temperature at the same time as the surface contact on the surface of the thermal valve resistance material, so that the speed of the glass material flowing down is constant, and also enables speed control according to the temperature inside and outside of the glass material.

Composition and operation of the invention

The purpose described above is achieved by a sheet glass manufacturing device using a downdraw method, characterized in that the device further includes a resistor having a streamlined shape with an angle of inclination and symmetrical left and right so that the glass flows down the surface as the molten glass from the melting furnace through the stirrer passes through the orifice, and the temperature of the glass flows down the surface of the resistor, and then merges again.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the resistor has a heating element built into the upper and lower parts so that the internal temperature of the glass is controlled by the resistor.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the discharge hole is expanded so that the glass discharged from the slot-shaped discharge hole is accurately separated left and right in the thickness direction by the upper end of the resistor, and the resistor enters the discharge hole.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the discharge hole is expanded so that the resistor enters the inside of the discharge hole, so that the glass discharged from the slot-shaped discharge hole is accurately separated left and right in the thickness direction by the upper end of the resistor.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the resistor further includes a structure that inserts a heating function through a heater inside and outside and a cooling line that can cool in order to easily control the flow of the glass.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the resistor can adjust the inclination in the up/down, left/right, and length directions so as to control the flow amount of the molten glass.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the resistor has a structure that secures a predetermined space and embeds a tension shaft in order to adjust the tension inside the resistor to correct the linearity.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the resistor is a thin plate with a thickness of 1 mm or less for manufacturing an alkali-free sheet glass used as an LCD substrate.

In addition, according to the present invention, it is preferable that the resistor is a thin plate with a thickness of 3 mm or less for manufacturing glass for PDP or sheet glass for automobiles.

Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described with reference to the attached drawings.

Figure 1 is a conceptual diagram of a downdraw method using a drawing control plate (resistance body) of a sheet glass manufacturing device using the downdraw method of the present invention, and Figure 2 is a simplified cross-sectional schematic diagram including a chamber and a drawing control plate for manufacturing sheet glass.

In addition, Figure 3 is a simplified frontal schematic diagram including a chamber and a drawing control plate for manufacturing sheet glass, and Figure 4 is a conceptual diagram showing the shape change of the drawing control plate at high temperature and room temperature.

In addition, Figure 5 is a drawing showing an example of the shape of the cross-sectional resolution of sheet glass according to the manufacturing method, and Figure 6 is a block diagram showing the temperature control method of sheet glass and the drawing control plate.

Figure 1 is a cross-sectional diagram illustrating the basic function of the process of ejecting molten glass and the part where the resistance body acts as an example of the present invention.

The molten glass (1) that has passed through the stirrer in the melting furnace is maintained at a constant temperature and flows downward through the narrow discharge passage (2a) of the refractory (2) that has a structure for discharge, and through the discharge hole, the orifice (3; Orifice or Slot).

The lower part of the orifice (3) is provided with a position of a knife-shaped draw stabilizing baffle blade (4; hereinafter referred to as a resistor) that continuously maintains a high temperature similar to that of the molten glass (1), and the position of this resistor (4) can be finely controlled up and down (Z-axis in Figure 1), left and right (thickness direction; X-axis in Figure 1), and inclination (Z-axis height at both ends of the Y-axis in Figure 1) by an electric and mechanical device.

The tip (41) of the resistor (4) is close to the discharge orifice (3) or a part of it enters deep into the discharge orifice (3), so that the inside of the glass (10) discharged through the orifice (3) is separated into two sides by the tip (41) of the resistor and slides toward the lower part (42) in a wet state rather than free falling.

The resistor (4) has an isotropic rhombus or other streamlined structure, and the upper and lower parts have built-in heating mechanisms (45), control mechanisms (43), and cooling control mechanisms (47), and a plurality of temperature sensor parts (46) for temperature control are provided inside. The outside of the resistor (4) is installed in the middle of the upper heating chamber (6) having several external heating elements (5) on each side of the resistor (4) so that the discharged glass material flows down stably without overlapping, and the lower temperature chamber (7) having a cooling function so that the glass material can be drawn out flatly and stably.

In the present invention, the resistor (4) is maintained at a high temperature (typically around 1,100°C) by the heating element to form a temperature close to the temperature of the actual discharged glass material, and it is preferable that this be determined as the temperature (1,150°C to 1,250°C in the case of LCD glass) of the optimal condition for the glass material to flow down through experiments in the manufacturing process, considering heat absorption and heat release due to contact with the glass material, etc., at a level where a uniform temperature can be maintained above all else.

That is, the resistor further includes a structure for inserting a cooling line capable of heating and cooling through a heater inside and outside to easily control the flow of the glass, so that, for the glass material, which is an alkali-free glass used as an LCD substrate and has a density of 2.45 g/cm³ or less, a distortion point of 650°C or higher, and a liquefaction temperature of about 1,100°C or higher, it is preferable that the temperature of the surface glass flowing from the resistor is approximately 1,150°C to 1,250°C.

This is a conventional downdraw method that forms a sheet-shaped glass through a discharge hole and immediately cools and draws it, and it is said that the viscosity of the molten glass is appropriate at the level of 10^{5.4} dPa.s. However, in the present invention, a resistance body (4) whose position can be controlled is installed at the bottom of the discharge hole (3) so that the amount of the discharged glass (10) can be controlled by the insertion depth (10b) of the resistance body (4) when the width (10a) of the orifice is determined, and also, the descending speed becomes slower due to contact with the resistance body (4), so that uniform and gentle control is possible. Therefore, even if the viscosity is lowered to the level of 10^{4.0} dPa.s or higher than 10^{5.4} dPa.s, a uniform portion-wise discharge is possible, and also, the flowing speed depends on the temperature of the glass by the temperature of the resistance body (4), the external heating element (5), and the upper heating chamber (6).

The glass is already determined by the straight section (2a) of the discharge passage and the tip orifice (3), so that the inner part of the glass comes into contact with the resistor (4) and flows down very slowly, separated into two sheets of glass. At this time, the amount (thickness) of the glass is usually formed somewhat more (thicker) than the amount (thickness) of the glass in the downdraw method or the overflow downdraw method, and starts to contact and flow at the side wall of the resistor (4).

In addition, the glass (12) separated by the side wall of the resistor becomes a free surface on the outer surface, and receives a downward force due to its own weight, and receives more radiant heat from the heating element (5) in the heating chamber (6) so that the viscosity of the glass decreases from the surface and flows down from the surface at a faster speed, and the inner part comes into contact with the resistor and flows down at a slower speed so that it has an onion zone in which the glass is gradually peeled off.

Therefore, the glass (11) on the surface discharged by contacting the orifice (3) contains defects such as minute bends at the time of initial discharge, but as it passes through the long inclined section of the resistor (4), the surface is exposed as a free area and is flattened due to the surface tension of the glass itself, and the surface quality is smoothly restored by the flow of the onion area so that a glass surface without defects is formed and moves to the lower part of the resistor (4).

The lower part of the resistor (4) is placed in a constant temperature chamber (7) so that a more uniform temperature is maintained, and a cooling control mechanism (47) capable of a heating means and a cooling means is provided inside, so that the molten glass (13) that has come down along the both sides of the resistor (4) is combined in the area (14) so that a sheet glass with a flat surface is formed again.

In the present invention, the resistor (4) is in direct contact with high-temperature molten glass during actual manufacturing, so it may be easily worn or eroded, or the precision of the dimensions may change after installation due to thermal expansion. Therefore, it is desirable to select a material that takes this into account.

As for the material of the above resistor (4), it is considered desirable to manufacture it as an isostatically pressed refractory block (henceforth called 'iso-pipe') that is a refractory material that is hardly worn when in contact with glass and also has creep resistance, and then to perform a precise surface treatment. The iso-pipe is mainly manufactured from a zircon refractory material that is preferably isostatically pressed, that is, a refractory material that mainly includes ZrO_2 and SiO_2 . For example, it means a zircon refractory material that includes at least 95 wt% of ZrO_2 and SiO_2 together with a theoretical composition of a material of $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ or an equivalent amount of ZrSiO_4 .

In addition, some of the body of the resistor (4) can be manufactured with molybdenum or other metals having excellent heat resistance, and in some cases, the tip (41) or the upper part, which is the part that comes into direct contact with the glass, can be manufactured with a structure that covers the surface with platinum or platinum + alloy, which has the least effect on the quality of the molten glass.

The resistor (4) manufactured with a refractory or metal should have a smooth and good surface structure and should be structurally designed to have minimal deformation due to thermal changes caused by heating and cooling, and the assembled part should be manufactured so that no shape abnormalities that form bubbles or defects occur due to thermal changes and contact with the glass.

Figure 2 to 4 illustrate the features of the present invention and a specific second embodiment in accordance with the invention, showing a cross-sectional view and a side view of an apparatus for manufacturing sheet glass.

In Figure 2, the process in which molten glass is formed into sheet glass through four elaborate process steps is clearly illustrated. In the molten glass supply section (A), glass of uniform conditions is discharged, and in the first forming section (B) with the heating chamber (6), the glass (12) that is uniformly distributed by the resistor (4) is formed thinly while flowing downward by its own weight accelerated by the heating element (5), and in the second forming section (C), the glass (13) that has a uniform temperature distribution is formed by the lower part of the resistor (4) and the constant temperature chamber (7) and is gradually cooled through the external cooling device (9), and finally, at the lower part (42) of the resistor (4), the glass that was separated into both sides is reunited to form a thin sheet glass (14) for drawing.

The reunited sheet glass (14) is pulled downward while being pulled taut to a more accurate size in the diffusion section (D), and the final forming is completed while undergoing cooling and heat treatment. The diffusion section (D) follows the same principles as other general sheet glass manufacturing methods.

In the embodiment described below, only the elements that play an important role in the present invention are described. The reason is that it is judged that those skilled in the art of sheet glass manufacturing can sufficiently apply it and, unlike the embodiment, more effective methods and conditions can be selected through experiments.

In Figure 2, when looking at the cross section of the molten glass (1), the more accurately the tip of the resistance body is centered on the middle part of the flowing glass (10), the smaller the change in the flow of the left and right glass, and, therefore, the temperature difference between the left and right sides is also smaller, so that a stable product can be made. To this end, along with precise temperature control of the molten glass (1), the dimensions of the straight discharge groove (2a) and the orifice (3) at the end for the maximum laminar flow of the molten glass (1) must be primarily controlled so that it flows down evenly, and also, considering that the characteristics of the manufacturing plant can always change and especially considering deterioration due to long-term use, etc., a discharge cooling device (33) capable of finely controlling the discharge temperature of the local glass and a supply pipe (34) for the cooling material are provided.

In general, glass does not have a vortex flow, but it is extremely difficult to control the temperature evenly inside the molten glass, so in order to achieve a uniform flow, the length (10c) of the straight discharge port at the end of the orifice is considered to be at least twice the width of the orifice (10a in Figure 1; X-axis direction). If the insertion depth (10b in Figure 1) of the resistor tip (41) of the present invention is additionally considered and determined through testing, it is considered desirable for the purpose of the present invention.

In Figure 2, the heating chamber and the constant temperature chamber equipped with the resistor (4) are equipped with several heating elements (51, 52) for temperature control of each chamber and auxiliary heating devices (60w, 70w, and 80w) installed inside the refractory wall to maintain a uniform temperature, and the constant temperature chamber is equipped with a cooling device (72) and a pipe (73) for supplying a cooling substance at the same time.

Each chamber is composed of a refractory wall (8) to maintain a temperature difference, a barrier wall (61) is provided between the chambers, and an air inlet (67) is attached to each chamber unit to form a pressure (positive or negative pressure) room so that air flow (65) does not flow into the open space (65) of the gap through which the glass material flows.

In addition, it is desirable to supply filtered air to the air inlet (67) to prevent oxidation or foreign matter attachment to high-temperature glass or, in particular, to the resistor, or, in some cases, to inject nitrogen (N₂) gas.

The heating device (50, 51) is designed so that there is no temperature gradient in the width direction (Y) of the sheet glass, just like the resistor, and, in particular, the heating device of the control unit (B) is manufactured with a structure that has sufficient heat for the glass to flow down and allows for fine temperature control.

The external heating device (51) at the bottom of the resistor (4) is capable of precise temperature control together with the cooling device (72), and this plays a major role in the glass flowing while being stretched. Therefore, this area is an onion zone, and the temperature of the glass, the resistor, and the surrounding atmosphere (including the heating element and cooling device) play a major role in the linear processing rate or production speed, which are the drawing performances of the sheet glass.

Figure 3 shows the side structure of Figure 2 and is an example of a structure that includes a drawing device. In order to prevent the integrated sheet glass (15) that has passed through the resistor (4) from having a bead phenomenon in which the edges become thick and round due to the convergence phenomenon caused by surface tension at both ends (15e), a diffusion roller (84) is installed. The diffusion roller (84) is configured to be moved up and down in height so that it can be pressed as close as possible to the bottom of the resistor (4) by forming the edges thinly. In addition, in order to compensate for the sheet expanding thinly during diffusion, it is installed with an angle (84a) tilted outward, and the sheet glass in this area is not used as a product as surface-blemished glass (16e).

In addition, the diffusion roller (84) has a tapered structure and is equipped with a heating and cooling structure at the same time so that the drawing speed, the surface temperature of the roller, and the tilted angle are comprehensively controlled.

In addition, the two ends of the resistor (4) are equipped with a shaft axis (48) that can control the micro-position of the resistor (4).

The lower tension rollers (86 and 88) of Figure 3 are examples of rollers applied to the downdraw method.

In the present invention, the two ends (16e) of the sheet glass have a point where an excessive space in the width direction (Y) is generated between the orifice and the resistor when the resistor tip (41) flows into the orifice (3). This is because the two ends of the orifice should have a streamlined structure, and it is preferable that they have a concave end structure at the same time.

Figure 4 shows the thermal deformation of the resistor (4). Under normal high-temperature conditions, it has a normal shape (401), but at room temperature before use, it has a room-temperature shape (403) in which the inner part has shrunk, and the length section also has a shrinkage amount (404). Since the upper part (U) of the center of the axis (402) is high temperature and the lower part (L) is relatively low temperature at high temperature, the difference in the shrinkage value (405) between the upper and lower parts is compensated in advance at the design stage and manufactured. In addition, the tip (41 in Figure 1) and the inclination angles of the left and right side walls (40a and 40b in Figure 1) can reflect the optimal value through several modeling and production test processes so that the optimal flatness and uniform thickness are compensated at the point where the sheet glass is formed (see 14 in Figure 1).

At the same time, it is desirable to manufacture the resistor (4) itself with a structure in which slight bending from side to side occurs in order to prepare for thermal deformation of the orifice (3) and bending deformation in the longitudinal direction (Y-axis) due to long-term use. For example, left-right bending refers to a structure that controls deformation of 0.1 to 0.3 mm for 2,000 mm in the longitudinal direction (Y axis), and in the plan view shown in the upper part of Figure 6, the normal shape (401') and the bent shape (403') are structures that provide deformation (406) for the normal central axis (402), which can be provided with a device that applies a constant tensile/compressive stress to the left and right ends in the longitudinal direction of the resistor (4).

In the present invention, the cross-sectional grain pattern of sheet glass according to the flow of glass is illustrated in Figure 5.

The shape of the cross-sectional grain (150a) generated by the flow of general float glass in the sheet glass cross-section (150) of Figure 5 is that it is difficult for the glass material to maintain the same temperature on the air contact surface opposite to the tin melt contact surface (for example, if the contact surface is 151, the opposite side is 152), and, therefore, the shape of the grain (153) is tilted to one side from the center (154).

150b of Figure 5 is the shape of the grain (155) generated by the glass flow of the conventional downdraw technique without a drawing rod.

The vertically descending downdraw method cools the surface first, so the drawing amount increases from the inside. Therefore, the grain (155) in the form of a wood grain is implemented.

150c in Figure 5 is a form manufactured by the present invention, in which the internal flow is delayed by the resistor (4), and dense formation of knots (156) is generated on both sides based on the center (157), which is more than the other two methods mentioned above. The uniform and dense grain shape on both sides based on the center (156) also contributes to improving the bending strength of the glass material.

The control device of the resistance body (4) of the sheet glass manufacturing device of the present invention is as shown in Figure 6.

The glass material flowing out of the orifice (3) of the melting furnace (1) has its temperature measured by a plurality of non-contact sensors (T1, T2 - - - Tn) and a temperature measuring device (501) and flows down while passing through the resistance body (4) of the baffle, and its temperature is measured by another non-contact sensor (T1, T2, - - - Tn) at the lower part by the lower temperature measuring device (502), and at the same time, the temperature of the resistance body itself (504) is also measured. Thus, the central control device (500) controls the air heater in the pipe of the heater (45) that heats the resistance body again and the cooler (119) that locally cools it through an operation and precise control program.

In addition, the air cooling is fed back through the outlet through precise measurement (503).

It is preferable that the air-cooling rod (44) for precise temperature control inside the resistor be supplied with high-temperature air or nitrogen gas of 500°C or higher rather than cooling water or cooling oil so that the temperature control of the flow of the glass material does not change drastically.

In addition, since the position of the pipe may change inside the resistor, the insertion depth or the size of the hole for controlling the degree of air discharge is determined through experimentation at the beginning of operation, and manual control is preferable.

The central control unit (500) simultaneously controls the position coordinates of the resistor control unit (506) by referring to the temperature of the resistor and the flow speed sensor (505) of the glass material. In addition to the resistor control unit (Figure 6) of this sheet glass, another sheet glass drawing control unit (omitted from the figure) is secured, which is similar to the drawing control unit of the conventional downdraw method.

The present invention aims to produce sheet glass of superior quality compared to the conventional downdraw method, and thus the control device requires precise measurement of more positions, and the method can be sufficiently designed together with designers and manufacturing process engineers.

In addition, the technology of the present invention is useful not only for manufacturing low-alkali glass sheets used as glass substrates such as TFT LCDs in the downdraw method, but also for manufacturing PDP glass or automobile glass and other glass having strength and smoothness in a downward drawing process, and in particular, in the future, the technology will be further developed, and a method will be formed that can infiltrate a specific metal ion into a molten glass base material by thermal or electrical means from a resistor in the middle of the sheet glass so that the sheet glass is reduced (precipitated) into a metal after cooling, and this can contribute to manufacturing functional glass such as heat-reflecting glass (or low-E glass, etc.).

(Reference) Example of implementation conditions:

The following example is the range of optimal conditions for high viscosity glass with a density of 2.45 g/cm^3 or less, a distortion point of 650°C or higher, and a liquefaction temperature of about $1,100^\circ\text{C}$ or higher, which is an alkali-free glass used as an LCD substrate. This can be sufficiently adjusted at the manufacturing site according to the properties of the glass and the conditions of the manufacturing equipment or productivity (drawing speed per hour).

* Glass discharge temperature: $1,100^\circ\text{C}$ to $1,200^\circ\text{C}$

* Temperature of the upper part of the resistor: $1,200^\circ\text{C}$ to $1,250^\circ\text{C}$

* Temperature of the lower part of the resistor: $1,150^\circ\text{C}$ to $1,200^\circ\text{C}$

(or glass temperature of the lower part of the resistor:)

* Ambient temperature of the control chamber: 800°C to $1,000^\circ\text{C}$ (External heating element not operating)

* Glass discharge speed: (Reference value: approximately $50 \sim 100 \text{ mm/min.}$)

* Sheet glass drawing speed: (Reference value: approximately $1,500 \sim 3,000 \text{ mm/min.}$)

Effect of the Invention

As described above, the present invention enables the manufacture of large-sized sheet glass by separating the discharged glass material as a resistive body and lowering the flow rate of the inner surface, thereby forming a relatively smooth surface quality on the outer surface, thereby enabling the manufacture of large-sized sheet glass. At the same time, the temperature and flow rate for forming the sheet glass outside the melting furnace can be controlled more uniformly, thereby facilitating the management of the manufacturing process.

In addition, the sheet glass manufacturing device using the downdraw method of the present invention can easily replace or repair the forming device and quickly and easily improve the process conditions so as to have the least effect on the operation of the melting furnace, thereby relatively reducing problems, defects, or accidental failures that may occur during the operation, stop, and restart of conventional agitators, isopipes, and orifices, and significantly reducing the phenomenon of taking several hours or days to stabilize after replacement.

In addition, the manufacturing device of sheet glass using the downdraw method of the present invention exposes the outer surface as a free surface for a relatively long time while the glass flows down the outside of the resistor, thereby compensating for surface defects of the glass that has become more viscous by being cooled in the downdraw method, and also forms a better surface quality than the surface that is flattened by flowing down for a short time by a vertical drawing bar, which is one of the downdraw methods.

(57) Scope of claims

Claim 1.

A sheet glass manufacturing device

using a downdraw method, characterized in that the device further includes a resistor (4) having a streamlined shape with an inclined angle and symmetrical left and right at the upper end so that the molten glass (1) coming out of a melting furnace through a stirrer passes through an orifice (3) and the glass (1) flows down the surface, so that the temperature of the glass (1) is controlled while the glass (1) flows down the surface of the resistor (4) and is then combined again.

Claim 2.

A sheet glass manufacturing device using a downdraw method characterized in that in claim 1,

the resistor (4) has a heating element (5) built into the upper and lower ends so that the internal temperature of the glass (1) is controlled by the resistor (4).

Claim 3.

In claim 2,

a device for manufacturing sheet glass using a downdraw method, characterized in that the orifice (3) is expanded so that the glass (1) discharged from the slot-shaped orifice (3) is accurately separated left and right in the thickness direction by the upper end of the resistor (4), and the device has a structure in which the resistor (4) enters the orifice (3).

Claim 4.

In claim 1 or 3,

a device for manufacturing sheet glass using a downdraw method characterized in that the resistor (4) is made of a refractory or heat-resistant metal, and has platinum or a platinum alloy attached to the surface.

Claim 5.

In claim 1,

a device for manufacturing sheet glass using a downdraw method characterized in that the resistor (4) further includes a structure for inserting a cooling line that can perform a heating function and cooling through a heater from the inside and outside to easily control the flow of the glass.

Claim 6.

In claim 5,

a device for manufacturing sheet glass using a downdraw method, characterized in that the resistor (4) can adjust the inclination in the up/down, left/right, and length directions so as to control the flow amount of molten glass (1).

Claim 7.

In claim 6,

the resistance body (4) is characterized in that it has a structure in which a predetermined space is secured and a tension shaft is built in so as to adjust the tension inside it to correct the linearity.

Claim 8.

In claim 1,

the resistance body (4) is characterized in that a thin plate having a thickness of 1 mm or less is used to manufacture an alkali-free sheet glass used as an LCD substrate.

Claim 9.

In claim 1,

the resistance body (4) is characterized in that a thin plate having a thickness of 3 mm or less is used to manufacture glass for PDP or sheet glass for automobiles.

Figures

Figure 1

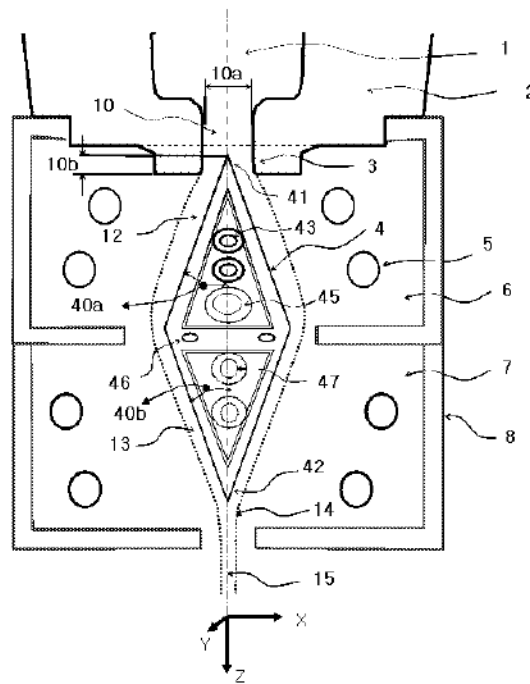


Figure 2

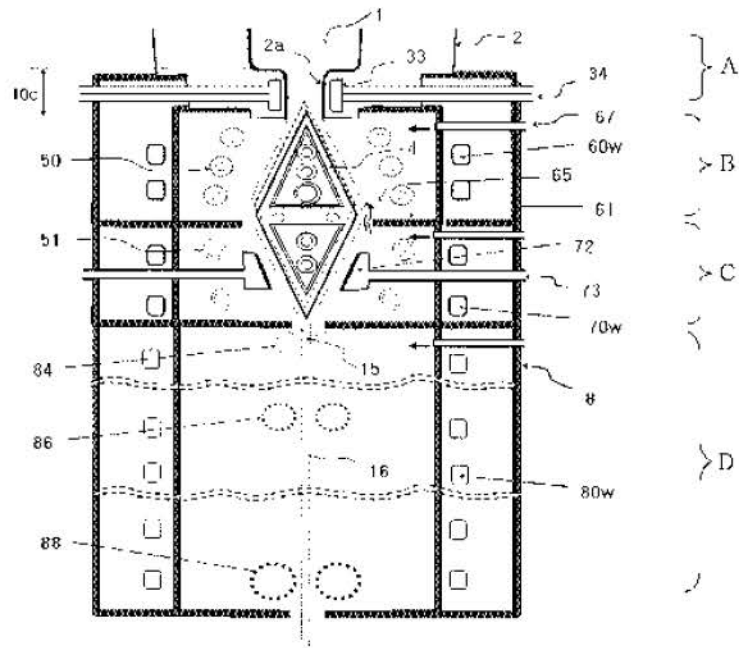


Figure 3

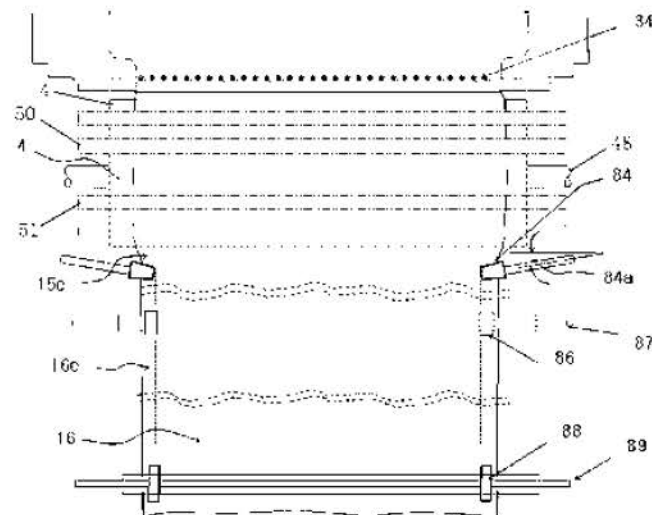


Figure 4

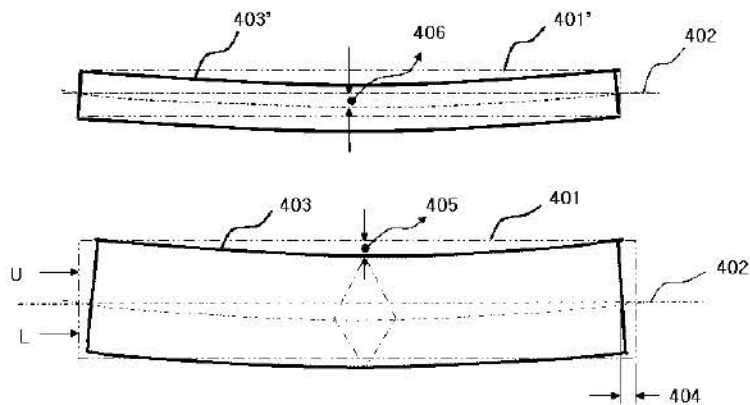


Figure 5

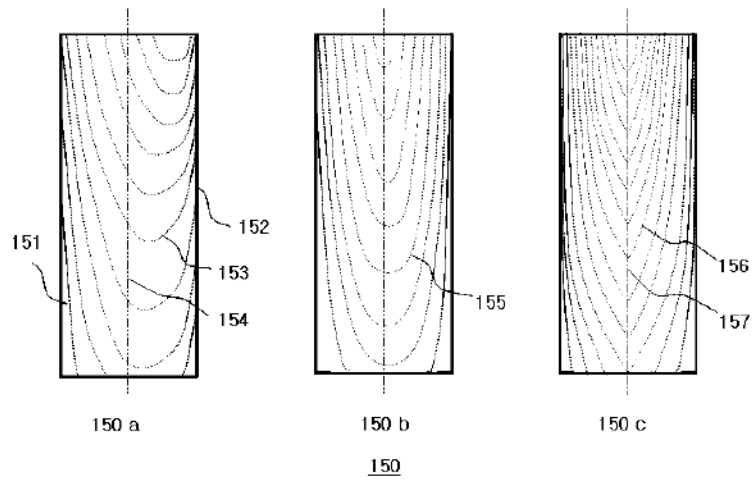
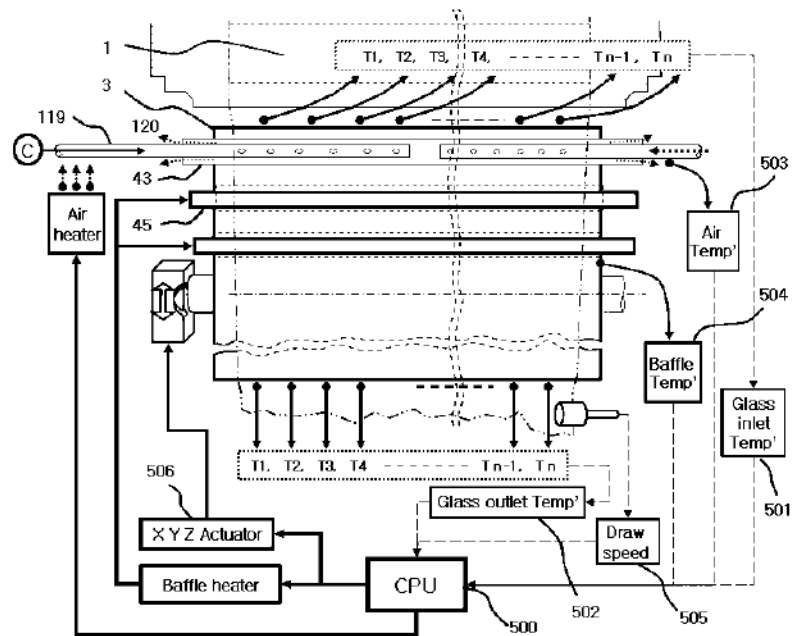


Figure 6



(19) 韓国特許庁 (KR)
(12) 実用新案登録公報 (Y1)

(51) 国際特許分類 (第8版)	(45) 公報発行日	2006年1月31日
C03B 17/06 (2006.01)	(11) 登録番号	20-0407349
	(24) 登録日	2006年1月23日

(21) 出願番号 20-2005-0028960

(22) 出願日 2005年10月11日

(73) 実用新案権者 キム・ジェギョン

京畿道 華城市 泰安邑 柄占里 新昌第一アパート 109-903号

(72) 発明者 キム・ジェギョン

京畿道 華城市 泰安邑 柄占里 新昌第一アパート 109-903号

(74) 代理人 キム・ドンジン

パク・キョンチャン
カン・キョンチャン

基礎要件審査官イ・ジンホン

【発明の名称】

(54) ダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置

【書類名】 要約書

【要約】

本実用新案は、ダウンドロー法で流出する溶融ガラスの内面における熱的（温度）差を安定化させることにより溶融ガラスの流速を制御し、製造される板ガラスの表面品質及び寸法均一性を向上させる装置を提供する。該装置は、スロット型オリフィスから流出する溶融ガラスの厚み方向内面に取り付けられた、着脱可能で交換可能かつ温度制御可能な流線型の引き出し安定化バッフルブレード（又は抵抗体）を含む。該バッフルの上部は、スロット型オリフィスの内面に近接して配置されるか、又は部分的に該オリフィス内面に進入しており、これにより溶融ガラスは吐出時に両側に分離される。溶融ガラスが該抵抗体と接触しながら流下する際に均一な温度が達成され、表面接触抵抗によりその流速が減速される。その結果、オリフィス表面に流出する溶融ガラスは均一な温度条件を維持しながら自由表面となり、従来のオリフィス及び吐出ガラスの温度不均一に起因する表面品質及び寸法均一性の劣化問題が解決される。

【選択図】

図1

キーワード

ダウンドロー、引き出し安定化バッフルブレード、抵抗体、板、ガラス、LCD、PDP、オリフィス

【明細書】

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置の引き出し制御板（抵抗体）を使用したダウンドロー法の概念図である。

【図2】 図2は、板ガラス製造用のチャンバー及び引き出し制御板を含む簡略化された断面概略図、

【図3】 図3は、板ガラス製造用のチャンバー及び引き出し制御板を含む簡略化された正面概略図、

【図4】 図4は、高温時及び室温時における引き出し制御板の形状変化を示す概念図である。

【図5】 図5は、該製造方法による板ガラスの断面粒の形状例を示す図、

【図6】 図6は、板ガラス及び引き出し制御板の温度制御方法を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

発明の目的

発明が属する技術分野及び従来技術

本発明は、TFT LCD用ガラス基板として使用される3mm以下の薄板ガラスである板ガラスの製造装置に関し、より詳細には、ダウンドロー法で製造されるガラス製品のより良好な平滑性及び表面品質を形成するため、引き出し調整板（抵抗体）をガラス製品の内面に挿入して温度を均一化し、粘度の流れを制御するダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置に関する。

板ガラスを製造する従来方法としては、フロート法、ダウンドロー法、再引き法、及び米国コーニング社が特許を取得したフュージョン法としても知られるオーバーフローダウンドロー法がある。

該フロート法は、1952年にピルキントン社によって米国特許として開発された技術である。これは、熔融ガラスをガラスより密度の高い液体支持体である熔融スズ板で裏打ちされたチャンバーに注ぎ、還元雰囲気中で熔融スズ上に浮かんだ状態で流出させることで平坦性を向上させる技術である。主に建築用大型板の製造に適用されており、近年ではさらに改良が加えられ、ディスプレイ用ガラスの成形にも適用され、大型原板（マザーガラス）を経済的に製造可能な方法として応用されている。

該ダウンドロー法においては、熔融状態のガラスが攪拌機に注入されて均一化された後、別途構成された下方吐出孔（オリフィス、スロット）を通じてシート状で流下し、垂直下方に引き出されながら冷却される。該ガラス基板の厚さは、明らかに該吐出孔の精度に依存しており、シートの引き出し速度とガラス周囲の空気温度を制御することによる冷却速度の調整によって決定される。この技術は、薄型ガラス基板の製造に適していることが知られている。

該再引き工程は、一般的にガラス組成物を何らかの形状を有する塊状に成形した後、再加熱し、下方に引き出すことでより薄いシート製品を形成する工程を含む。

該オーバーフローダウンドロー工程は、1964年に米国コーニング社によって特許取得された工程である。熔融ガラスは「アイソパイプ」として知られる楔形耐火物本体に形成されたトレンチに供給され、定常状態に達すると、該熔融ガラスはトレンチの上層部から両側にオーバーフローする。両側から流下した2枚のシートは、該アイソパイプの下部または根本部分で合流し、融合されて1枚のシートとなる。その後、該単一シートは根本から離れた位置に設置された引き出し装置に送られ、シートの厚さは該引き出し速度によって制御される。

しかしながら、これらの工程は近年のディスプレイ技術の発展に伴い継続的に開発されてきたものの、最近のTFT LCD用板ガラスとしての応用においては、サイズ及び薄さ、品質、生産経済性の観点で各々長所と短所（制約）を有している。

該フロート法は、水平方向に引き出すことで2.5m以上の大型基板をより経済的に製造可能な技術として知られている。しかしながら、基板の薄型化及び大型化に伴い、下部接触面に汚染や傷、平坦性の問題が生じるため、追加の研磨工程が必要となる場合がある。

これに対し、ダウンドロー法は、熔融ガラスが薄長い吐出孔（オリフィス、スロット）を垂直に流下しつつ、下部ローラーによって引き出され、空気冷却のみを受ける方法であり、シートの厚さは主に引き出し速度によって制御される。しかしながら、該吐出孔から吐出される厚板ガラスは、通常他の方法に比べ比較的低い温度を維持するか、急冷する必要があるため、薄長い吐出孔全体にわたってガラスの温度を均一に維持することは極めて困難である。さらに、吐出直後の自重及び自己温度の影響が、直下に設置された引き出し装置の影響よりも大きいため、大型化のための全シート幅にわたる温度管理や、吐出直後の厚板状態における表面及び内部温度の精密な制御を含む吐出孔の精密な管理が品質に影響を及ぼす。

初期の製造業界で応用されていたダウンドロー法における吐出孔制御による板ガラス製造方法を考察すると、米国特許第1,759,229号は、炉底部のスリットノズルを通じた菱形（ロンボイド形）の拡がりによってシート成形を実現する板ガラス製造用ダウンドロー法を開示している。しかしながら、該スリットノズル及び拡がりは熔融ガラス容器（作業レセプタクル）の形状に起因する非線形構造を有するため、完全な平面と均一な厚みを実現するには限界がある。また、米国特許第1,829,639号はノズル制御を可能とするものの、ガラスの上下部が開放構造であるため高品質実現には限界がある。

ダウンドロー法の中で高品質実現を目的とした板状引き出しロッド（または白金等のスリット/ノズル）使用法を見ると、日本国特許（平2-217327号）は、ガラス熔融体が精製機底部に設けられたスリットを通過した後、下方に設置された引き出しロッドの表面を通過することで板ガラスの表面品質を向上させることを示している。しかしながら、ガラスを安定化させる該引き出しロッドはガラス内部の両側で固定されており、ガラスを遮断する上部デビチューズニードルは開放構造であるため、ガラスの精密な流量制御には限界がある。

さらに、ドイツ特許（As 15 96 484号）は、スリットノズル底部に垂直な流線形ベーン状引き出しロッドを設けた構造を有するが、該引き出しロッドは底部で露出しているため、長尺板ガラスにおける左右均等なガラス分布には限界がある。

別のドイツ特許（国際出願PCT/EP2001/14654号）は、白金等で構成されたスリットまたは引き出しロッドを実装した構造であり、熔融ガラスと吐出部であるスリットノズル間の標高差による圧力を入口部での温度制御に利用し、ノズルから吐出されたガラス熔融体が該引き出しロッドの両側面に沿って下方に移動し、該引き出しロッドの下端で合流してガラスリボン形成するものである。しかし、この垂直引き出しロッドは熔融ガラス内部から始まり十分な厚みを持たせることができないため、該引き出しロッドの温度制御には限界がある。さらに、垂直下降するガラスの厚み品質または表面品質が十分に改善されるまでの時間は、表面張力、粘度及び落下速度の関係により制限を受ける。

その結果、吐出ガラスの温度と引き出し領域におけるガラスの保持時間、ならびに周囲温度が影響を受けるため、精密な温度制御が必要となり、特に熔融ガラス内の引き出しロッドについては、メンテナンス時及び停止時の品質維持に関して厳格な基準が要求される。

上記ダウンドロー法は、熔融成形だけでなく引き出し領域の設備環境にも影響を及ぼすため、慎重な判断が必要である。

日本国特許（PTC/JP2000/04898号）は、スリットを用いた直接法により、3列の両端ローラーを垂直に配置して三角形の原理により幅広く拡張する機械的張力により歪みを最小限に抑える方法である。これは熔融ガラスが最初にスリットを通過する際に十分に冷却されることを確保するための考察であり、日本国特許10-291826号は、冷却ローラーと引き出しローラーの周速を相互に制限することで平坦な板ガラスを形成する方法を提案している。また、複数の傾斜位置にローラーを設置することで幅方向に張力を加える方法も提示している。これは、ガラスの種類や粘度、板ガラスの製造方法によって異なることを示している。

該オーバーフローダウンドロー法（別名フュージョン法）は、米国コーニング社によって開発され米国特許第3,338,696号として登録された方法であり、今日までAMLCD用ガラスの製造において広く使用されている。

熔融ガラスが耐火物本体であるアイソパイプの上部からオーバーフローした後、下部ルートで再び合流して一枚のシートとして流下するため、ガラス表面の両外側面は空気以外の物体と接触しない。このため後加工が不要となり、優れた外部品質が得られるとともに経済的な製造が可能である。

しかしながら、熔融ガラスはアイソパイプの外側堰を通過しながら徐々に硬化するため、他の方法に比べ高温ガラス状態を維持しながら自重によって均一にオーバーフローさせなければならない。このため、熔融ガラスを含むアイソパイプのサイズを大きくする必要があり、実際の高温状態や機械的負荷によるたわみや熱変化に対応するため大型設備として製造せざるを得ない。同時に、各構造はガラス組成や製品の各製造条件に従って構造解析等を経て必然的に製造される必要がある。さらに、装置の一部が損傷した場合や製品モデルが変更された場合に、部分的な交換や迅速な修理、通常製造条件への復帰に時間を要するという不便さも存在する。

さらに、米国特許（第10/826,097号または国際出願PCT/EP2001/14654「Sheet Glass Forming Apparatus」）では、高価な白金製設備等を使用する場合、未使用ガラスを製造する前に限定的な設計要件を満たすよう調整する必要がある。したがって、ガラスの温度や粘度に応じて傾斜した成形用溝（またはアイソパイプ）内の斜面や堰は、精密な寸法と正確なガラス温度制御を必要とし、温度・粘度・生産条件（直線スループット）に応じた構造解析を事前に行って設計しなければならないという不便さがある。

【発明が解決しようとする課題】

したがって、上記課題を解決する本発明の目的は、鋭角または流線形の先端を設けることにより、ガラス材料と抵抗材料が側壁斜面で密着した濡れ状態で流下するオニオンゾーンを形成し、重力による自由落下によって抵抗材料との接触面からガラス材料が容易に流下できるとともに、外表面のガラス材料よりも速い速度で移動できるダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置を提供することにある。

さらに、本発明の別の目的は、ダウンドロー法における吐出孔（オリフィス、スロット）を通して熔融流下するガラス材料の中間部を、下部に設置されたナイフ形状の抵抗材料で再分割することにより、内側部のガラスを熱バルブ抵抗材料表面での表面接触と同時に適切な温度で制御可能とし、流下するガラス材料の速度を一定に保ちつつ、ガラス材料内外の温度に応じた速度制御も可能とするダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置を提供することにある。

発明の構成及び作用

上記目的は、ダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置によって達成される。該装置は、熔融炉から攪拌機を通過した熔融ガラスがオリフィスを通過する際に、傾斜角を有し左右対称な流線形状を呈する抵抗体をさらに備え、該ガラスが抵抗体表面を流下しながら温度調整された後、再び合流することを特徴とする。

さらに本発明によれば、該抵抗体の上下部に発熱体が内蔵されており、抵抗体によってガラスの内部温度が制御可能であることが好ましい。

また本発明によれば、スロット状吐出孔から吐出されるガラスが抵抗体上端によって厚み方向に正確に左右分離されるよう、該吐出孔が拡張されており、かつ抵抗体が該吐出孔内に進入する構成が好ましい。

さらに本発明によれば、抵抗体が吐出孔内部に進入可能なように該吐出孔が拡張されており、スロット状吐出孔から吐出されるガラスが抵抗体上端によって厚み方向に正確に左右分離される構成が好ましい。

また本発明によれば、ガラスの流れを容易に制御するため、抵抗体が内部及び外部からヒーターを介した加熱機能と冷却可能な冷却ラインを挿入する構造をさらに含むことが好ましい。

さらに本発明によれば、熔融ガラスの流量を制御するため、抵抗体が上下・左右及び長さ方向への傾斜を調整可能であることが好ましい。

さらに本発明によれば、抵抗体は所定の空間を確保し内部張力を調整するためのテンションシャフトを内蔵した構造を有し、直線性を補正することが好ましい。

また本発明によれば、抵抗体は厚さ1mm以下の薄板であり、LCD基板として用いられる無アルカリ板ガラスの製造に適していることが好ましい。

さらに本発明によれば、抵抗体は厚さ3mm以下の薄板であり、PDP用ガラスまたは自動車用板ガラスの製造に適していることが好ましい。

以下、本発明の好適な実施形態を添付図面を参照して説明する。

図1は、本発明のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置の引き出し制御板（抵抗体）を使用したダウンドロー法の概念図であり、図2は板ガラス製造用のチャンバー及び引き出し制御板を含む簡略化された断面概略図である。

また図3は板ガラス製造用のチャンバー及び引き出し制御板を含む簡略化された正面概略図であり、図4は高温時及び室温時における引き出し制御板の形状変化を示す概念図である。

さらに図5は本製造方法による板ガラスの断面分解能の形状例を示す図であり、図6は板ガラス及び引き出し制御板の温度制御方法を示すブロック図である。

図1は、本発明の一実施例として、熔融ガラスの吐出工程における基本機能及び抵抗体が作用する部分を示す断面図である。

熔融炉内の攪拌機を通過した熔融ガラス(1)は一定温度に維持され、吐出用構造を有する耐火物(2)の狭窄された吐出通路(2a)を通過して下方に流下し、吐出孔であるオリフィス(3; OrificeまたはSlot)を通る。

該オリフィス(3)の下部には、熔融ガラス(1)と同様の高温を連続的に維持するナイフ形状の引き出し安定化バッフルブレード(4; 以下、抵抗体と称す)の位置が設けられており、該抵抗体(4)の位置は電氣的・機械的装置によって上下方向(図1のZ軸)、左右方向(厚み方向; 図1のX軸)、及び傾斜(図1のY軸両端のZ軸高さ)を微調整可能である。

該抵抗体(4)の先端部(41)は吐出オリフィス(3)に近接するか、またはその一部が該吐出オリフィス(3)の深部まで進入しており、これによりオリフィス(3)を通過して吐出されるガラス(10)の内部は抵抗体の先端部(41)によって両側に分離され、自由落下ではなく濡れ状態で下部(42)に向かって滑り落ちる。

該抵抗体(4)は等方的な菱形またはその他の流線形構造を有し、上下部には内蔵型の発熱機構(45)、制御機構(43)、冷却制御機構(47)を備え、内部には温度制御用の複数の温度センサ部(46)が設けられている。該抵抗体(4)の外部は、複数の外部発熱体(5)を抵抗体(4)の各側面に有する上部加熱室(6)の中央に設置されており、これにより吐出されたガラス材料が重なることなく安定して流下するよう構成されている。また、下部温度室(7)は冷却機能を有しており、ガラス材料を平坦かつ安定して引き出せるようになっている。

本発明において、該抵抗体(4)は発熱体によって高温（通常約1,100℃程度）に維持され、実際に吐出されるガラス材料の温度に近い温度を形成する。特に、LCDガラスの場合1,150℃～1,250℃の範囲で、ガラス材料との接触による吸熱・放熱等を考慮し、製造工程における実験を通じてガラス材料が流下する最適条件の温度として決定されることが好ましく、何よりも均一な温度を維持できるレベルであることが重要である。

すなわち、該抵抗体はさらに、内部及び外部からヒーターを介して加熱と冷却が可能な冷却ラインを挿入する構造を含み、LCD基板として用いられる無アルカリガラスで密度2.45g/cm³以下、歪み点650℃以上、液化温度約1,100℃以上のガラス材料に対して、抵抗体から流下する表面ガラスの温度が約1,150℃～1,250℃であることが好ましい。

これは、従来のダウンドロー法において、吐出孔を通じて板状のガラスを形成した後直ちに冷却・引き出す方法であり、熔融ガラスの粘度が10^{5.4}dPa・s程度であることが適切とされている。しかしながら、本発明においては、吐出孔(3)の底部に位置制御可能な抵抗体(4)を設置することにより、オリフィスの幅(10a)が決定された場合でも、抵抗体(4)の挿入深度(10b)によって吐出ガラス(10)の量を制御可能であり、さらに抵抗体(4)との接触によって下降速度が遅くなるため、均一で緩やかな制御が可能となる。したがって、粘度を105.4 dPa・sよりも低い104.0 dPa・s以上のレベルに低下させた場合でも、均一な部分的な吐出が可能であり、また流下速度は抵抗体(4)の温度、外部発熱体(5)、および上部加熱室(6)によるガラスの温度に依存する。

該ガラスは既に吐出通路の直線部(2a)と先端オリフィス(3)によって決定されており、ガラスの内部は抵抗体(4)と接触して非常にゆっくりと流下し、2枚のガラスシートに分離される。この時、ガラスの量(厚さ)は通常、ダウンドロー法またはオーバーフローダウンドロー法におけるガラスの量(厚さ)よりもやや多く(厚く)形成され、抵抗体(4)の側壁で接触と流下を開始する。

さらに、抵抗体の側壁によって分離されたガラス(12)は外表面で自由表面となり、自重による下方への力を受け、加熱室(6)内の発熱体(5)からの放射熱をより多く受けるため、ガラスの粘度は表面から低下し、表面からより速い速度で流下する。一方、内部は抵抗体と接触してより遅い速度で流下するため、ガラスが徐々にはがれていくオニオンゾーンを形成する。

したがって、オリフィス(3)との接触によって吐出される表面のガラス(11)は、初期吐出時に微小な屈曲などの欠陥を含むが、抵抗体(4)の長い傾斜部を通過するにつれて、表面は自由領域として露出し、ガラス自体の表面張力によって平坦化される。さらにオニオン領域の流れによって表面品質が滑らかに回復され、欠陥のないガラス表面が形成されて抵抗体(4)の下部へ移動する。

該抵抗体(4)の下部は恒温室(7)内に配置されており、より均一な温度が維持される。また内部には加熱手段と冷却手段を備えた冷却制御機構(47)が設けられており、抵抗体(4)の両側面に沿って流下した熔融ガラス(13)は領域(14)で再結合され、平坦な表面を有する板ガラスが再形成される。

本発明において、抵抗体(4)は実際の製造工程で高温熔融ガラスと直接接触するため、容易に摩耗または侵食される可能性があり、あるいは熱膨張によって設置後の寸法精度が変化する可能性がある。このため、これらの要因を考慮した材料を選択することが望ましい。

上記抵抗体(4)の材料については、ガラスとの接触による摩耗が少なく、クリーブ抵抗性も有する耐火物材料である等方加圧成形耐火物ブロック(以下「アイソパイプ」と呼称)として製造した後、精密な表面処理を施すことが望ましいと考えられる。該アイソパイプは主として等方加圧成形されたジルコン系耐火物、すなわち ZrO_2 と SiO_2 を主成分とする耐火材料から製造されることが好ましい。例えば、 $ZrO_2 \cdot SiO_2$ または相当量の $ZrSiO_4$ の理論組成を有する材料において、 ZrO_2 と SiO_2 を合わせて少なくとも95重量%含有するジルコン系耐火材料を指す。

さらに、抵抗体(4)の本体部の一部は、優れた耐熱性を有するモリブデン或其他の金属で製造可能である。場合によっては、ガラスと直接接触する先端部(41)または上部について、熔融ガラスの品質に影響が最も少ない白金または白金+合金で表面を被覆した構造で製造することも可能である。

耐火物または金属で製造された抵抗体(4)は、滑らかで良好な表面構造を有しているべきであり、加熱と冷却による熱変化に伴う変形が最小限となるよう構造的に設計される必要がある。また、組立部品は熱変化やガラスとの接触によって気泡や欠陥を生じる形状異常が発生しないよう製造されなければならない。

図2から図4は、本発明の特徴および発明に係る具体的な第2の実施形態を示しており、板ガラス製造装置の断面図と側面図を図示している。

図2において、熔融ガラスが4つの精巧な工程ステップを経て板ガラスへと成形されるプロセスが明確に図示されている。熔融ガラス供給部(A)では均一な条件のガラスが吐出され、加熱室(6)を備えた第1成形部(B)において、抵抗体(4)によって均一に分配されたガラス(12)は発熱体(5)によって加速された自重により下方へ流下しながら薄く成形される。第2成形部(C)では、抵抗体(4)の下部と恒温室(7)によって均一な温度分布を有するガラス(13)が形成され、外部冷却装置(9)を通じて徐々に冷却される。最終的に、抵抗体(4)の下部(42)において両側に分離されていたガラスが再結合され、引き出し用の薄い板ガラス(14)が形成される。

再結合された板ガラス(14)は、拡散部(D)においてより正確な寸法に張りながら下方へ引き出され、冷却と熱処理を受けながら最終成形が完了する。該拡散部(D)の原理は、他の一般的な板ガラス製造方法と同様である。

以下に説明する実施形態では、本発明において重要な役割を果たす要素のみが記載されている。その理由は、板ガラス製造技術の当業者であれば十分に適用可能であり、また実施形態とは異なり、実験を通じてより効果的な方法や条件を選択できると判断されるためである。

図2において、熔融ガラス(1)の断面を見ると、抵抗体先端が流動ガラス(10)の中間部に正確に中心位置するほど、左右のガラスの流れの変化が小さくなり、したがって左右両側の温度差も小さくなるため、安定した製品を製造できる。この目的のために、熔融ガラス(1)の精密な温度制御に加えて、最大層流を得るための直線吐出溝(2a)と先端オリフィス(3)の寸法を主に制御し、均一な流下を実現しなければならない。さらに、製造設備の特性が常に変化し得ること、特に長期使用による劣化などを考慮し、局部ガラスの吐出温度を微調整可能な吐出冷却装置(33)と冷却材供給管(34)が設けられている。

一般的に、ガラスは渦流を持たないが、熔融ガラス内部の温度を均一に制御することは極めて困難である。このため均一な流れを達成するには、オリフィス先端の直線吐出部の長さ(10c)はオリフィス幅(図1の10a; X軸方向)の少なくとも2倍であることが考慮される。本発明の抵抗体先端(41)の挿入深度(図1の10b)を追加的に考慮し、試験を通じて決定することが、本発明の目的にとって望ましいと考えられる。

図2において、抵抗体(4)を備えた加熱室と恒温室は、各室の温度制御用の複数発熱体(51,52)と耐火物壁内に設置された補助加熱装置(60w,70w,80w)を装備して均一な温度を維持し、恒温室は冷却装置(72)と冷却物質供給管(73)を同時に備えている。

各室は温度差を維持するため耐火物壁(8)で構成され、室間に隔壁壁(61)が設けられている。また各室ユニットには空気取入口(67)が付設されて正圧または負圧室を形成し、ガラス材料が流下する間隙の開放空間(65)へ空気流(65)が流入しないようになっている。

さらに、高温ガラスまたは特に抵抗体への酸化や異物付着を防止するため、該空気取入口(67)には濾過空気を供給することが望ましく、場合によっては窒素(N₂)ガスを注入することも好ましい。

該加熱装置(50,51)は抵抗体と同様に板ガラスの幅方向(Y)に温度勾配が生じないように設計されており、特に制御部(B)の加熱装置はガラスが流下するに足る十分な熱量を有しつつ微細な温度制御を可能とする構造で製造されている。

抵抗体(4)底部の外部加熱装置(51)は冷却装置(72)と協働して精密な温度制御が可能であり、これはガラスが張られながら流下する工程において主要な役割を果たす。したがって、この領域はオニオンゾーンであり、ガラス・抵抗体・周囲雰囲気(発熱体及び冷却装置を含む)の温度が、板ガラスの引き出し性能である線形処理速度または生産速度に主要な影響を及ぼす。

図3は図2の側面構造を示しており、引き出し装置を含む構造の一実施例である。抵抗体(4)を通過した一体化板ガラス(15)が、両端部(15e)の表面張力による収束現象で縁部が厚く丸まるビード現象を生じないように、拡散ローラー(84)が設置されている。該拡散ローラー(84)は、縁部を薄く成形することで抵抗体(4)の底部に可能な限り近接して押圧できるよう、高さ方向に上下移動可能に構成されている。さらに、拡散時にシートが薄く広がることを補償するため、外側に傾斜した角度(84a)を付けて設置されており、この領域の板ガラスは表面欠陥ガラス(16e)として製品には用いられない。

また、該拡散ローラー(84)はテーパー構造を有し、加熱・冷却構造を同時に備えることで、引き出し速度・ローラー表面温度・傾斜角度を総合的に制御できる。

さらに、抵抗体(4)の両端部には、抵抗体(4)の微細位置を制御可能なシャフト軸(48)が装備されている。

図3の下方テンションローラー(86及び88)は、ダウンドロー法に適用されるローラーの実施例である。

本発明において、板ガラスの両端部(16e)は、抵抗体先端(41)がオリフィス(3)内に流入する際に、オリフィスと抵抗体の間に幅方向(Y)の過剰な空間が生じるポイントを有する。これは、オリフィスの両端部が流線形構造を有するとともに、同時に凹状の端部構造を有することが好ましいためである。

図4は抵抗体(4)の熱変形を示す。通常の高温条件下では正常形状(401)を有するが、使用前の室温状態では内部が収縮した室温形状(403)を呈し、長さ方向にも収縮量(404)が生じる。軸心(402)の上部(U)は高温状態、下部(L)は比較的低温状態となるため、上下部間の収縮値差(405)は設計段階において予め補正された上で製造される。さらに、先端部(図1の41)及び左右側壁(図1の40aと40b)の傾斜角度については、複数のモデリング及び生産試験プロセスを通じて最適値を反映させ、板ガラスが形成されるポイント(図1の14参照)において最適な平坦性と均一な厚みが補償されるようにしている。

同時に、抵抗体(4)自体は、オリフィス(3)の熱変形及び長期使用による長手方向(Y軸)の曲げ変形に備えて、左右にわずかな曲げが生じる構造で製造することが望ましい。例えば、長手方向(Y軸)2,000mmに対して0.1~0.3mmの変形を制御する構造を指し、図6上部に示す平面図において、正常形状(401')と曲げ形状(403')は、正常中心軸(402)に対して変形量(406)を付与する構造であり、抵抗体(4)の長手方向左右端部に一定の引張/圧縮応力を加える装置を設けることができる。

本発明において、ガラスの流れに伴う板ガラスの断面粒パターンを図5に示す。

図5の板ガラス断面(150)における一般的なフロートガラスの流れによって生じる断面粒形状(150a)は、スズ溶融体接触面(例えば接触面が151の場合、反対側は152)とは反対の空気接触面においてガラス材料が同じ温度を維持することが困難であるため、粒形状(153)は中心(154)から一方に傾いた形状となる。

図5の150bは、引き出しロッドを用いない従来のダウンドロー技術によるガラスの流れで生成される粒形状(155)である。

垂直下降するダウンドロー法は表面を先に冷却するため、引き出し量は内部から増加する。したがって、木目状の粒(155)が形成される。

図5の150cは本発明により製造された形態であり、抵抗体(4)によって内部流れが遅延され、中心(157)を基に両側に結節(156)が密集して形成される。これは前述の他の2つの方法よりも優れた特性を示す。中心(156)を基にした両側の均一で密な粒形状は、ガラス材料の曲げ強度向上にも寄与する。

本発明の板ガラス製造装置における抵抗体(4)の制御装置は、図6に示す通りである。

溶融炉(1)のオリフィス(3)から流出するガラス材料は、複数の非接触センサー(T1、T2...Tn)と温度測定装置(501)によって温度が測定され、バップルの抵抗体(4)を通過しながら流下する。下部では別の非接触センサー(T1、T2...Tn)と下部温度測定装置(502)によって温度が測定され、同時に抵抗体自体の温度(504)も測定される。このように、中央制御装置(500)は、抵抗体を再加熱するヒーター(45)の配管内の空気ヒーターと、局部冷却するクーラー(119)を、操作及び精密制御プログラムを通じて制御する。

さらに、空気冷却は精密測定(503)を介して排出口を通じてフィードバックされる。

抵抗体内部の精密な温度制御用空冷ロッド(44)には、冷却水や冷却油ではなく500℃以上の高温空気または窒素ガスを供給することが好ましく、これによりガラス材料の流れの温度制御が急激に変化することを防止できる。

また、抵抗体内部における配管位置が変動する可能性があるため、空気排出量を制御するための挿入深度や穴サイズは運転開始時に実験的に決定され、手動制御が望ましい。

中央制御装置(500)は、抵抗体の温度とガラス材料の流速センサー(505)を参照しながら、抵抗体制御ユニット(506)の位置座標を同時に制御する。本板ガラスの抵抗体制御ユニット(図6)に加え、別の板ガラス引き出し制御ユニット(図示省略)が設けられており、これは従来のダウンドロー法の引き出し制御ユニットと同様のものである。

本発明は従来のダウンドロー法よりも優れた品質の板ガラスを製造することを目的としており、そのため制御装置ではより多くの位置の精密測定が必要であり、設計者や製造プロセス技術者と共同で十分に設計可能な方法である。

さらに、本発明の技術は、ダウンドロー法におけるTFT LCD等のガラス基板として用いられる低アルカリガラス板の製造に有用だけでなく、PDPガラスや自動車用ガラス、その他強度と平滑性を有するガラスの下方引き出し工程における製造にも有用である。特に将来的には、本技術がさらに発展し、板ガラス中間部の抵抗体から熱的または電気的手段により特定の金属イオンを熔融ガラス基材に浸透させ、冷却後に金属として還元（析出）させる方法が確立されれば、熱反射ガラス（またはLow-Eガラス等）のような機能性ガラスの製造に貢献できるであろう。

（参考）実施条件の例

以下の例は、LCD基板として用いられる無アルカリガラスで、密度 2.45g/cm^3 以下、歪み点 650°C 以上、液化温度約 $1,100^\circ\text{C}$ 以上の高粘度ガラスに対する最適条件の範囲である。これは、ガラスの特性や製造設備の条件、生産性（時間当たりの引き出し速度）に応じて製造現場で十分に調整可能である。

ガラス吐出温度： $1,100^\circ\text{C} \sim 1,200^\circ\text{C}$

抵抗体上部の温度： $1,200^\circ\text{C} \sim 1,250^\circ\text{C}$

抵抗体下部の温度： $1,150^\circ\text{C} \sim 1,200^\circ\text{C}$

（または抵抗体下部のガラス温度：）

制御室周囲温度： $800^\circ\text{C} \sim 1,000^\circ\text{C}$ （外部発熱体非作動時）

ガラス吐出速度：（参考値：約 $50 \sim 100\text{mm/分}$ ）

板ガラス引き出し速度：（参考値：約 $1,500 \sim 3,000\text{mm/分}$ ）

発明の効果

上述した通り、本発明は、吐出されたガラス材料を抵抗体として分離し、内面の流速を低下させることで、外面に比較的平滑な表面品質を形成し、これにより大型板ガラスの製造を可能とするものである。同時に、熔融炉外部における板ガラス成形のための温度及び流速をより均一に制御可能とし、製造プロセスの管理を容易にする。

さらに、本発明のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置は、成形装置の交換や修理を容易に行えとともに、熔融炉の運転に最小限の影響を与えつつプロセス条件を迅速かつ容易に改善できる。これにより、従来の攪拌機、アイソパイプ、オリフィスの運転・停止・再起動時に発生し得る問題、欠陥、または偶発的故障を相対的に低減し、交換後の安定化に数時間または数日を要する現象を大幅に軽減する。

加えて、本発明のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置は、ガラスが抵抗体の外側を流下する間に外面を比較的長い時間自由表面として露出させることで、ダウンドロー法において冷却により粘性を増したガラスの表面欠陥を補償する。また、ダウンドロー法の一つである垂直引き出し棒による短時間の流下で平坦化される表面よりも優れた表面品質を形成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置であって、

熔融炉から攪拌機を通過して吐出される熔融ガラス（1）がオリフィス（3）を通過し、前記ガラス（1）が表面を流下する際に、傾斜角を有し左右対称な流線形状を呈する抵抗体（4）を上端にさらに備え、

前記ガラス（1）が前記抵抗体（4）の表面を流下しながら温度制御された後、再び合流する、板ガラス製造装置。

【請求項2】

前記抵抗体（4）が上下端に内蔵された発熱体（5）を有し、前記ガラス（1）の内部温度が前記抵抗体（4）によって制御される、請求項1に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項3】

前記オリフィス（3）が拡張されており、スロット状の前記オリフィス（3）から吐出される前記ガラス（1）が、前記抵抗体（4）の上端によって厚み方向に正確に左右分離され、かつ前記抵抗体（4）が前記オリフィス（3）内に進入する構造を有する、請求項2に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項4】

前記抵抗体（4）が耐火物または耐熱金属で構成され、その表面に白金または白金合金が付着されている、請求項1または3に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項5】

前記抵抗体（4）がさらに、内部および外部からヒーターを介して加熱機能および冷却を実行可能な冷却ラインを挿入する構造を含み、前記ガラスの流れを容易に制御できる、請求項1に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項6】

前記抵抗体(4)が上下、左右及び長さ方向への傾斜を調整可能であり、これにより熔融ガラス(1)の流量を制御できる、請求項5に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項7】

前記抵抗体(4)が所定の空間を確保した構造を有し、かつ内部張力を調整するためのテンションシャフトが内蔵されており、これにより直線性を補正できる、請求項6に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項8】

前記抵抗体(4)が厚さ1mm以下の薄板を用いており、LCD基板として用いられる無アルカリ板ガラスを製造する、請求項1に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

【請求項9】

前記抵抗体(4)が厚さ3mm以下の薄板を用いており、PDP用ガラスまたは自動車用板ガラスを製造す、請求項1に記載のダウンドロー法を用いた板ガラス製造装置。

図

図1

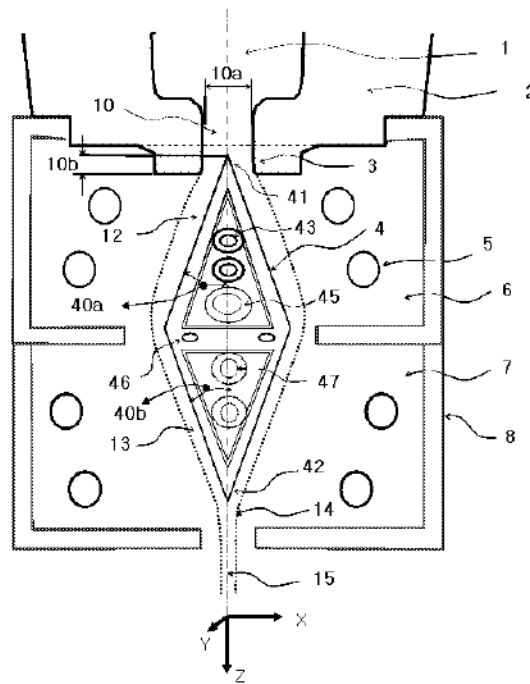


図2

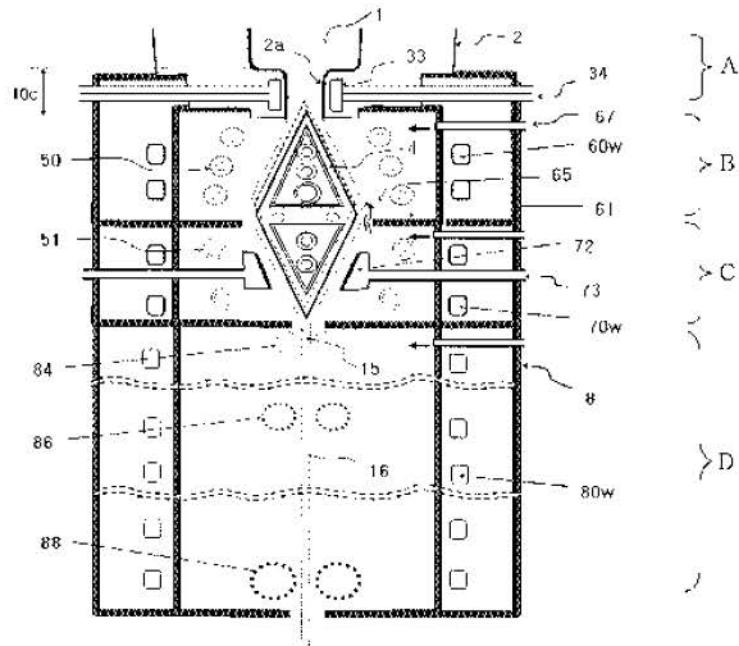


図3

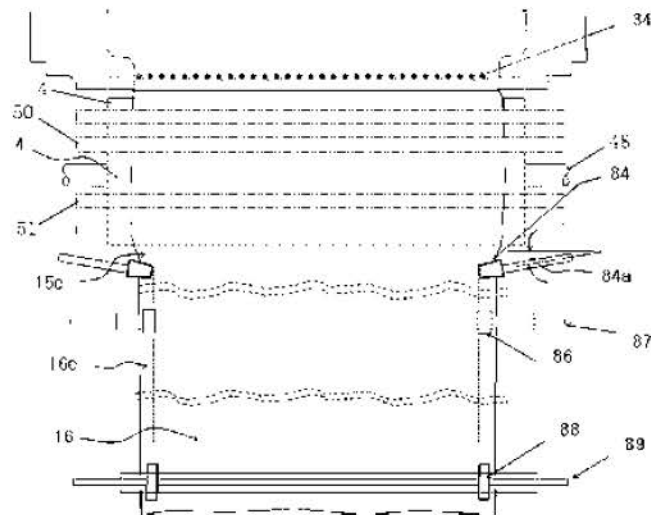


図4

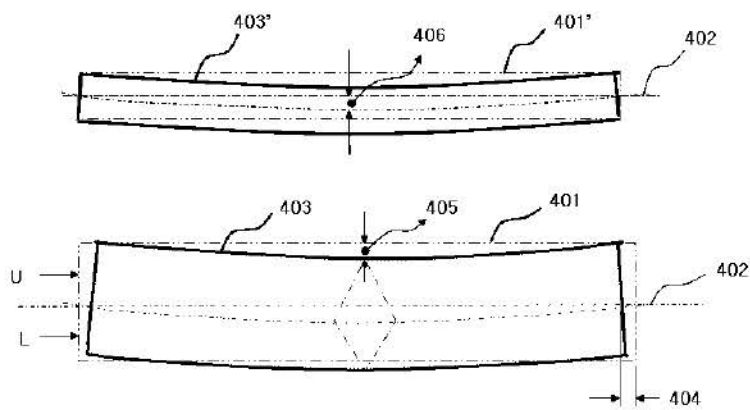


図5

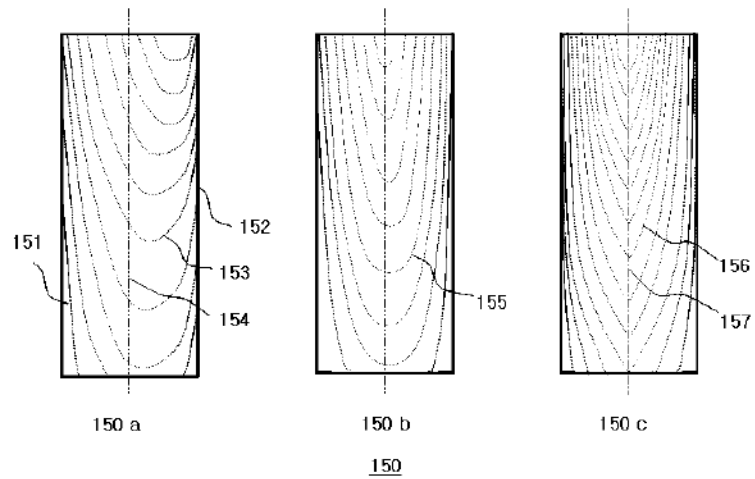


図6

