



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0121338
(43) 공개일자 2017년11월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 3/091 (2006.01) C03C 3/083 (2006.01)
C03C 3/097 (2006.01) H01L 31/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C03C 3/091 (2013.01)
C03C 3/083 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7030788(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2009년10월06일
심사청구일자 2017년10월25일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7021282
원출원일자(국제) 2009년10월06일
심사청구일자 2016년08월03일
- (85) 번역문제출일자 2017년10월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/059607
- (87) 국제공개번호 WO 2010/042460
국제공개일자 2010년04월15일
- (30) 우선권주장
61/103,126 2008년10월06일 미국(US)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
코삼 테크놀로지스 엘엘씨
미국 뉴욕(우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자
에이트켄, 브루스 쥐
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 비버 폰드 레인 10235
엘리슨, 아담 제이
미국, 뉴욕 14870, 페인티트 포스트, 바 레인 57
키첸스키, 티모시 제이
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 스티지 힐 로드 361
- (74) 대리인
청운특허법인

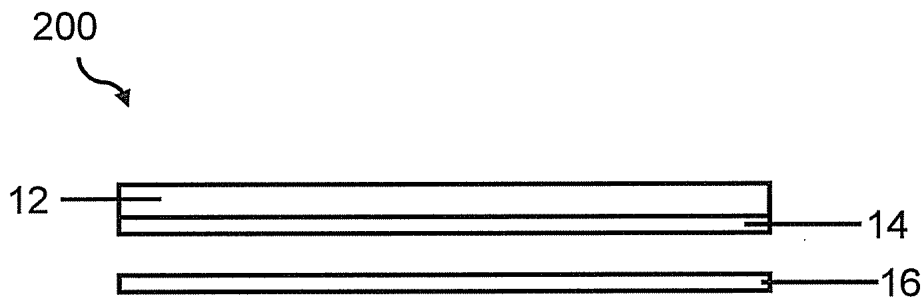
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **중간의 열팽창 계수 유리**

(57) 요약

본 발명은 광발전, 광색성, 전기변색 또는 유기발광 다이오드(OLED) 조명 응용분야에 유용한 알루미늄노보로실리케이트 유리에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C03C 3/097 (2013.01)

H01L 31/00 (2013.01)

(30) 우선권주장

61/177,827 2009년05월13일 미국(US)

12/573,213 2009년10월05일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

몰%로서,

60-65 SiO₂

8-12 Al₂O₃

7-15 B₂O₃

0.1-8 M₂O, 및

9-15 RO를 포함하며,

열 팽창계수(CTE)는 25-300 °C에서, 약 4.0 - 약 7.5 ppm/°C인 것을 특징으로 하는 유리.

청구항 2

제 1항에 있어서, 열 팽창계수는 25-300 °C에서, 약 4.5 - 약 6.0 ppm/°C인 것을 특징으로 하는 유리.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 유리는 0.01-0.4 몰% SnO₂를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리.

청구항 4

광전지 모듈로서,

열 팽창계수를 갖는 CdTe 태양 전지 물질

하나 이상의 전도성 산화물, 및

청구항 1항의 유리를 포함하는 기판을 포함하며,

여기에서, 상기 기판은 열 팽창계수가 25-300 °C에서 CdTe 태양 전지 물질의 열 팽창계수의 약 ±2.0 ppm/°C 이내인 것을 특징으로 하는 광전지 모듈.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 기판은 열 팽창계수가 25-300 °C에서 CdTe 태양 전지 물질의 열 팽창계수의 약 ±1.0 ppm/°C 이내인 것을 특징으로 하는 광전지 모듈.

청구항 6

광전지 모듈로서,

CdTe 태양 전지 물질

하나 이상의 전도성 산화물, 및

기판을 포함하며,

여기에서, 상기 기판은 제 1항의 유리를 포함하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 기관은 열 팽창계수가 25-300 ℃에서 열 팽창계수 약 4.5-약 6.0 ppm/℃ 인 것을 특징으로 하는 광전지 모듈.

청구항 8

제 6항에 있어서, 상기 기관은 0.01-0.4 몰% SnO₂를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2008년 10월 6일에 출원된 미국 가출원 61/103126 및 2009년 5월 13일에 출원된 미국 가출원 61/177827의 우선권을 주장하는 2009년 10월 5일에 출원된 미국 특허출원 12/573213의 우선권 혜택을 주장한다.

[0002] 기술분야

[0003] 본 실시형태는 일반적으로 알루미늄노보로실리케이트 유리에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 광발전, 광색성, 전기변색 또는 유기발광 다이오드(OLED) 조명 응용분야에 유용한 낮은 알칼리 알루미늄노보로실리케이트 유리에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 용융 형성 공정(fusion forming process)은 일반적으로 많은 전자 응용분야에서 유용한 기하 특성 및 최적의 표면 특성을 갖는 평평한 유리, 예를 들면 전자 응용분야에 사용되는 기관, 예를 들면 LCD 텔레비전용 디스플레이 유리를 제조한다.

[0005] 최근 10년 동안, 코닝의 용융 유리 제품은 1737F™, 1737G™, Eagle2000F™, EagleXG™, Jade™ 및 Codes 1317 및 2317 (Gorilla Glass™)를 포함한다. 유효한 용융은 일반적으로 약 200 poise(P)의 용융 점도에 상응하는 온도에서 발생한다고 여겨진다. 이들 유리는 1600℃를 초과하는 일반적인 200p 온도를 공유하는데, 이것은 탱크 및 전극 부식을 가속화시키고, 더욱 더 상승한 청징제의 온도 때문에 청징에 대한 과제가 많아지고, 및/또는 백금 시스템 수명, 특히 청징제 주위의 백금 시스템의 수명이 감소될 수 있다. 대부분은 약 1300℃를 초과하는 3000 poise에서의 온도를 갖고, 이것은 광스터러에 대한 일반적인 점도이기 때문에, 이 점도에서 고온은 과도한 광스터러 마모를 일으키고 유리 내에서 백금의 결합 수준이 증가할 수 있다.

[0006] 많은 상술한 유리는 1200℃를 초과하는 이동 온도를 갖고, 이것은 아이소파이프 내열 재료의 크리프(creep), 특히 큰 시트 크기에 대한 크리프의 원인이 된다.

[0007] 이들은 (느린 용융 속도 때문에) 흐름을 제한하도록 결합하여 고가 물품(asset)의 열화를 가속하고, 제품 수명보다 훨씬 짧은 시간 스케일에 대해 재구축하고, 결합 제거에 대해서 허용될 수 없는(비소), 고가의(캡슐), 또는 다루기 불편한(진공 청징) 용액을 사용하므로 유리의 제조 비용의 상당한 부분에 기여한다.

[0008] 약간 두꺼운, 심각한 특성(extreme property)을 갖지 않는 비교적 저가의 유리를 필요로 하는 응용분야에 대해서, 이들 유리는 과잉일 뿐만 아니라, 상당한 제조 비용을 필요로 한다. 이것은 특히 경쟁 물질이 다소 종래의 특성을 갖는 저가의 유리를 제조하기 위해서 매우 양호한 공정인 플로팅 공정에 의해서 제조될 때에 사실이다. 대면적 광발전 패널 및 OLED 조명과 같이 비용에 민감한 응용분야에서, 이 비용 격차가 너무 커서 LCD형 유리의 기준 소매 가격은 용인될 수 없다.

[0009] 이러한 비용을 줄이기 위해서, 전체의 가장 큰 기여부분(마감 외에)을 저감시키고 이들의 대부분은 직접적으로 용융 및 형성 공정에서 사용되는 온도를 따른다. 따라서, 상술한 유리 보다 낮은 온도에서 용융하는 유리가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 또한, 낮은 온도 응용분야, 예를 들면, 광발전 및 OLED광 응용분야에 유용한 유리를 갖는 것이 바람직하다. 또한, 이들 응용분야에서 에너지를 절약할 목적으로 유리의 제조에 지나치게 에너지를 소비하지 않는 처리 온도가

충분히 낮은 유리를 갖는 것이 바람직하다.

과제의 해결 수단

- [0011] 일 실시형태는
- [0012] 몰%로서, 60 내지 65% SiO₂;
- [0013] 8 내지 12% Al₂O₃;
- [0014] 7 내지 15% B₂O₃;
- [0015] 0 초과 8% M₂O; 및
- [0016] 9 내지 15% RO를 포함하고,
- [0017] 여기서, M은 알칼리 금속이고, R은 알칼리 토금속인 유리이다.
- [0018] 이러한 유리는 상술한 종래 유리의 불리한 점 중 하나 이상에 대처하고 하기의 하나 이상의 이점을 제공한다: 유리에 첨가된 알칼리는 용융을 매우 가속화시키고 인장율을 높이고 용융온도를 낮춘다. 이들은, 예를 들면 CdTe 광발전에 잘 부합하도록 열팽창 계수를 높일 수 있다
- [0019] 추가의 특성 및 이점은 후술한 상세한 설명에 기재되어 있고 일부분은 설명으로부터 또는 본원 및 그 청구범위, 또한 수반된 도면에 기재된 본 발명을 실시함으로써 인지된 것으로부터 당업자에게 명백할 것이다.
- [0020] 상기 일반적인 설명 및 하기 상세한 설명은 본 발명의 실시형태를 나타내고, 주장된 바와 같이 본 발명의 특성 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 관점을 제공하는 것으로 의도되는 것이 이해된다.
- [0021] 수반된 도면은 본 발명의 추가적인 이해를 제공하기 위해서 포함되어 있고, 본 명세서에 포함되어 일부분을 구성한다. 상기 도면은 본 발명의 하나 이상의 실시형태를 도시하고 상세한 설명과 함께 본 발명의 원리 및 조장을 설명하는 역할을 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명은 광발전, 광색성, 전기변색 또는 유기발광 다이오드(OLED) 조명 응용분야에 유용한 알루미늄노보로실리케이트 유리에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 본 발명은 하기 상세한 설명만 또는 수반된 도면과 함께 이해될 수 있다.
 도 1은 추정된 액상 점도의 그래프이다.
 도 2는 일 실시형태에 따른 광발전 디바이스의 특성을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 다양한 실시형태를 상세하게 기재할 것이다. 가능하다면 언제든지, 동일한 참조부호는 도면 내에 사용되어 동일한 또는 유사한 특성을 말한다.
- [0025] 본원에 사용된 바와 같이, "기판"은 기판 또는 광발전 셀의 구성에 따른 기판 중의 하나를 설명하기 위해서 사용될 수 있다. 예를 들면, 상기 기판이 광발전 셀에 조립되었을 때 광발전 셀의 입사광측에 있는 경우, 상기 기판은 슈퍼스트레이트(superstrate)이다. 상기 슈퍼스트레이트는 충격 및 환경 열화로부터 광발전 재료를 보호하면서 태양 스펙트럼의 적당한 파장을 투과시킨다. 또한, 다수의 광발전 셀은 광발전 모듈에 배치할 수 있다.
- [0026] 본원에 사용된 바와 같이, "인접한"은 매우 근접한 것으로 정의될 수 있다. 인접한 구조는 서로 물리적으로 접촉되거나 접촉되지 않을 수 있다. 인접한 구조는 다른 층 및 이들 사이에 배치된 구조를 포함할 수 있다.
- [0027] 본원에 사용된 바와 같이, "평면"은 실질적으로 지형적으로 평평한 표면을 갖는 것으로 정의될 수 있다.
- [0028] 상기 실시형태에서 예시의 수치 범위가 기재되지만, 이러한 범위 각각은 범위의 끝점을 포함하는 범위 내에서 소수점 자리를 포함하는 임의의 수치를 포함할 수 있다.

- [0029] 본원에 사용된 바와 같이, 예시의 조성물의 다가 성분은, 예를 들면 Fe_2O_3 , SnO_2 , As_2O_5 , Sb_2O_5 로서 나타낸다. 이들 재료는 상기 산화물로서 배치(batch)되지만, 혼합원자가 또는 교대 원자가(alternative valence)가 사용될 수 있다.
- [0030] 일 실시형태는
- [0031] 몰%로서, 60 내지 65% SiO_2 ;
- [0032] 8 내지 12% Al_2O_3 ;
- [0033] 7 내지 15% B_2O_3 ;
- [0034] 0 초과 8% M_2O ; 및
- [0035] 9 내지 15% RO를 포함하고,
- [0036] 여기서, M은 알칼리 금속이고, R은 알칼리 토금속인 유리이다.
- [0037] 또 다른 실시형태는
- [0038] 몰%로서 61 내지 64% SiO_2 ;
- [0039] 8 내지 12% Al_2O_3 ;
- [0040] 9 내지 15% B_2O_3 ;
- [0041] 0 초과 4% M_2O ; 및
- [0042] 12 내지 15% RO를 포함하고,
- [0043] 여기서, M은 알칼리 금속이고, R은 알칼리 토금속인 유리이다.
- [0044] 또 다른 실시형태는,
- [0045] 몰%로서, 60 내지 65% SiO_2 ;
- [0046] 8 내지 10% 미만의 Al_2O_3 ;
- [0047] 11 초과 15% B_2O_3 ;
- [0048] 0 초과 1% 미만의 M_2O ; 및
- [0049] 9 내지 15% RO를 포함하고,
- [0050] 여기서, M은 알칼리 금속이고, R은 알칼리 토금속인 유리이다.
- [0051] 또 다른 실시형태는,
- [0052] 몰%로서, 60 내지 65% SiO_2 ;
- [0053] 10 내지 12% Al_2O_3 ;
- [0054] 7 내지 11% B_2O_3 ;
- [0055] 1 내지 8% M_2O ; 및
- [0056] 9 내지 15% RO를 포함하고,
- [0057] 여기서, M은 알칼리 금속이고, R은 알칼리 토금속인 유리이다.
- [0058] 일 실시형태에서, M은 Li, Na, K, Rb, Cs, 및 이들의 조합물로부터 선택되는 알칼리 금속이다. 일부 실시형태에서, M은 Li, K, Cs, 및 이들의 조합물로부터 선택된다.

- [0059] 일 실시형태에서, R은 Mg, Ca, Sr, Ba, 및 이들의 조합물로부터 선택된다. 일부 실시형태에서, R은 Mg, Ca, Sr, 및 이들의 조합물로부터 선택된다.
- [0060] 또 다른 실시형태에 따르면, 유리는 실질적으로 BaO가 존재하지 않는다. 예를 들면, BaO의 함량은 0.05mol% 이하, 예를 들면 0mol% 일 수 있다.
- [0061] 일부 실시형태에서, 유리는 실질적으로 Sb₂O₃, As₂O₃ 또는 이들의 조합물이 존재하지 않는다. 예를 들면 상기 유리는 0.05 mol% 이하의, Sb₂O₃, As₂O₃ 또는 이들의 조합물을 포함한다. 예를 들면, 상기 유리는 0 mol%의, Sb₂O₃, As₂O₃ 또는 이들의 조합물을 포함할 수 있다.
- [0062] 일부 실시형태에서, 상기 유리는 60 내지 65mol%의 SiO₂를 포함한다. 일부 실시형태에서, 상기 유리는 61 내지 64mol%의 SiO₂를 포함한다. 일부 실시형태에서, 상기 유리는 62 내지 64mol%의 SiO₂를 포함한다.
- [0063] 또 다른 실시형태에서, 상기 유리는 0.01 내지 0.4mol%의 SnO₂를 포함한다.
- [0064] 일 실시형태에 따른 유리는
- [0065] 62 내지 65% SiO₂;
- [0066] 10 내지 12% Al₂O₃;
- [0067] 7 내지 11% B₂O₃;
- [0068] 3 내지 8% MgO;
- [0069] 3 내지 10% CaO;
- [0070] 3 내지 8% SrO; 및
- [0071] 1 내지 8% M₂O를 포함하고,
- [0072] 여기서, M은 K, Na 및 이들의 조합물로부터 선택된 알칼리 금속이고, CaO/(CaO+SrO)는 0.4 내지 1이다.
- [0073] 일 실시형태에서, 유리는 회전가능하다. 일 실시형태에서 유리는 다운-드로잉된다. 상기 유리는 예를 들면 슬롯 드로잉 또는 퓨전 드로잉된다. 또 다른 실시형태에 따르면, 상기 유리는 플로팅 형성될 수 있다.
- [0074] 유리는 2mol% 이하의, TiO₂, MnO, ZnO, Nb₂O₅, MoO₃, Ta₂O₅, WO₃, ZrO₂, Y₂O₃, La₂O₃, HfO₂, CdO, SnO₂, Fe₂O₃, CeO₂, As₂O₃, Sb₂O₃, Cl, Br, P₂O₅, 또는 이들의 조합물을 더욱 포함한다.
- [0075] 상술한 바와 같이, 일부 실시형태에 따른 유리는 7 내지 15 mol%, 예를 들면 7 내지 11 mol%의 B₂O₃를 포함한다. B₂O₃는 상기 유리에 첨가하여 용융온도를 감소시키고, 액상 온도를 감소시키고, 액상 점도를 증가시키고, B₂O₃를 함유하지 않는 유리에 대해 기계적 내구성을 향상시킨다.
- [0076] 상술한 바와 같이, 일부 실시형태에 따른 유리는 9 내지 15mol% RO를 포함하고, 여기서 R은 알칼리 토금속이다. 상기 유리는, 예를 들면 1 내지 8 mol% MgO를 포함할 수 있다. 상기 유리에 MgO를 첨가하여 용융 온도를 감소시키고 변형점을 증가시킬 수 있다. 그외의 알칼리 토금속(예를 들면, CaO, SrO, BaO)에 대해서 CTE가 바람직하지 않게 낮아서 그외의 조정을 실시하여 소망의 범위 내에 CTE를 유지시킬 수 있다. 적당한 조정의 예는 CaO 비율의 면에서 SrO를 증가해서, 알칼리 산화물의 농도를 증가시키고, 소량의 알칼리 산화물(예를 들면, Na₂O)의 전부 또는 일부를 다량의 알칼리 산화물(예를 들면, K₂O)로 대체하는 것을 포함한다.
- [0077] 일부 실시형태에서, 유리는 1 내지 9mol% CaO를 포함한다. 알칼리 산화물 또는 SrO에 대해서, CaO는 높은 연화점, 낮은 밀도 및 낮은 용융온도에 기여한다. 가능한 실투상의 주요한 성분, 특히 아노사이트(CaAl₂Si₂O₈)로, 이상은 유사한 나트륨 상, 엘바이트(NaAlSi₃O₈)를 갖는 완전한 고체 용액을 갖는다. 높은 Na 및 Ca 함량은 액상 온도를 용인될 수 없는 높은 온도로 만들 수 있다. 그러나, CaO의 화학 소스는 리메스톤, 매우 저렴한 물질을 포함하고, 높은 부피 및 저가의 요인에서, 그외의 알칼리 토금속 산화물에 대해 합리적으로 달성될 수 있는 만큼 CaO 함량을 높이는 것이 일반적으로 유용하다.

- [0078] 일부 실시형태에서, 유리는 0 내지 5 mol%의 SrO를 포함할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 유리는 의도적으로 SrO를 포함하지 않지만, 다른 배치 물질 내에 오염물로서 존재할 수 있다. SrO는 높은 열팽창계수에 기여하고 SrO 및 CaO의 상대 비율을 조정하여 액상 온도, 따라서 액상 점도를 향상시킨다. 변형점을 향상시키기 위해서 SrO는 CaO 또는 MgO 만큼 효과적이지 않고, 이들 중 하나를 SrO로 대체하는 것은 용융온도를 높이는 경향이 있다.
- [0079] 특정한 실시형태에서, 유리는 하나 이상의 하기 식을 만족시킨다:
- [0080] $1.0 \leq (M_2O + RO)/Al_2O_3 \leq 2$; 및
- [0081] $0.4 \leq CaO/(CaO+SrO) \leq 1$.
- [0082] $(M_2O + RO)/Al_2O_3$ 은 1.0을 초과해서 초기 용융 단계 중 유리로부터 기포를 제거하는 것을 돕는 것이 바람직하다. 이것은, Al_2O_3 를 안정화시키는 데에 관련되지 않는 알칼리 및 알칼리 토금속 산화물이 실리카 소스, 일반적으로 시판 모래를 소화시키는 데에 유용하기 때문에 발생한다. 기포핵 형성 및 성장에 대한 자리일 수 있는 표면 영역이 용융 초기에 제거되어 상대적으로 기포가 없는 유리가 얻어진다.
- [0083] $CaO/(CaO+SrO)$ 는 0.4와 1 사이를 유지하여 액상 온도(따라서 액상 점도)와 용융온도 사이의 양호한 밸런스를 얻었다. 예를 들면, 낮은 알칼리 농도 및 높은 SrO 농도를 갖는 조성물은 비교적 높은 용융 온도를 갖고, SrO가 너무 높은 농도를 가지면, 많은 알칼리 산화물 및 적은 SrO를 갖는 유리에 대해서 액상 온도가 상승될 수 있다. 그러나, 모든 다른 성분의 고정된 농도에 대해서, 액상 온도의 국부 최소값은 종종 $CaO/(CaO+SrO)$ 가 0.4와 1 사이에 대해서 얻어진다.
- [0084] 상술한 바와 같이, 일부 실시형태에 따른 유리는 0 초과 8 mol% M_2O , 예를 들면, 0.05 내지 8 mol% M_2O , 0.1 내지 8 mol% M_2O , 0.5 내지 8 mol% M_2O , 1 내지 8 mol% M_2O 를 포함하고, M은 알칼리 양이온 Li, Na, K, Rb 및 Cs 중 하나 이상이다. 특정한 실시형태에서, 문제의 알칼리는 Li, K 및 Cs 또는 이들의 조합인 것이 바람직하다. 알칼리 양이온은 CTE가 급격하게 상승하고, 변형점이 감소하고, 이들의 첨가량에 따라 용융온도가 증가한다. CTE에 대한 가장 효과 낮은 알칼리 산화물은 Li_2O 이고, 가장 효과 높은 알칼리 산화물은 Cs_2O 이다. 상기 기재된 바와 같이, 나트륨은 본 발명의 유리의 가능한 실투상(phases) 중 하나로 존재하여, 다른 성분 예를 들면 $CaO/(CaO+SrO)$ 의 조정을 사용하여 이러한 실투를 약화시킬 수 있지만, 이러한 경향은 나트륨을 그외의 알칼리로 대체하거나 나트륨 대신에 다른 알칼리와 혼합물을 사용하는 것도 효과적이다. 고용량 저비용이 중요한 경우, 알칼리 산화물을 Na_2O 및 K_2O 또는 이들의 조합으로 가능한 한 많이 한정하는 것이 바람직하다.
- [0085] 일부 실시형태에 따른 유리는 다양한 그외의 성분을 더욱 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 유리는 SnO_2 , Fe_2O_3 , MnO , CeO_2 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , Cl, Br, 또는 이들의 조합물을 포함할 수 있다. 이들 물질을 청정제(예를 들면, 유리를 생산하기 위해서 사용되는 용융된 배치 물질로부터 기상 혼입물의 제거를 용이하게 하기 위해서) 및/또는 그외의 목적으로서 첨가할 수 있다. 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 (예를 들면, 산화물 기준으로서 몰%로서 산출된, 0.02 내지 0.3 SnO_2) 및 Fe_2O_3 (예를 들면, 산화물 기준으로서 몰%로서 산출된, 0.005 내지 0.08 Fe_2O_3 , 0.01 내지 0.08 Fe_2O_3 , 등)를 포함한다. 설명에 의해서, 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 및 Fe_2O_3 를 산화물 기준으로서 포함한다:
- [0086] $0.02 \leq SnO_2 \leq 0.3$; 및
- [0087] $0.005 \leq Fe_2O_3 \leq 0.08$.
- [0088] 특정한 실시형태에서, 유리는 0.05mol% 미만의 Sb_2O_3 , As_2O_3 , 또는 이들의 조합물을 포함한다. 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 , Fe_2O_3 , CeO_2 , Cl, Br, 또는 이들의 조합물을 포함하고 0.05mol% 미만(예를 들면, 0.04% 미만, 0.03% 미만, 0.02% 미만, 0.01% 미만, 등) 의, Sb_2O_3 , As_2O_3 , 또는 이들의 조합물을 포함한다. 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 및 Fe_2O_3 를 포함하고, 0.05mol% 미만 (예를 들면, 0.04mol% 미만, 0.03 mol% 미만, 0.02 mol% 미만, 0.01 mol% 미만, 등)의 Sb_2O_3 , As_2O_3 , 또는 이들의 조합물을 포함한다. 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 및 Fe_2O_3 를 산화물 기준으로서 몰%로 포함하고, 여기서:

- [0089] $0.02 \leq \text{SnO}_2 \leq 0.3$; 및
- [0090] $0.005 \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 0.08$,
- [0091] 0.05mol% 미만의, Sb_2O_3 , As_2O_3 , 또는 이들의 조합물을 포함한다.
- [0092] 일부 실시형태에 따른 유리는(예를 들면, 상술한 유리 중 어느 하나)는 예를 들면, 유리가 Cl 및/또는 Br을 청징제로서 포함한 경우에서와 같이 F, Cl, 또는 Br을 포함할 수 있다. 유리는 예를 들면, 하기와 같이 몰%로서 산출된, $\text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.4$, 예를 들면 $\text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.3$, $\text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.2$, $\text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.1$, $0.001 \leq \text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.4$, 및/또는 $0.005 \leq \text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.4$ 의 정도로, 불소, 염소 및/또는 브롬을 포함한다. 설명으로서, 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 및 Fe_2O_3 를 포함하고, 하기와 같이 산화물 기준으로 몰%로서 산출된, $0.02 \leq \text{SnO}_2 \leq 0.3$, $0.005 \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 0.08$, 및 $\text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.4$ 이도록 선택적으로 불소, 염소 및/또는 브롬을 포함하고; 특정한 실시형태에서, 유리는 SnO_2 및 Fe_2O_3 , 선택적으로 Sb_2O_3 , As_2O_3 , 불소, 염소 및/또는 브롬을, 하기와 같이 산화물 기준으로 몰%로서 산출된: $0.02 \leq \text{SnO}_2 \leq 0.3$, $0.005 \leq \text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 0.08$, 및 $\text{F}+\text{Cl}+\text{Br} \leq 0.4$ 이도록 포함하고 및 유리가 0.05mol% 미만 (예를 들면, 0.04 미만, 0.03 미만, 0.02 미만, 0.01 미만, 등.) 의 Sb_2O_3 , As_2O_3 , 또는 조합물을 포함한다.
- [0093] 일부 실시형태에 따른 유리는 BaO를 포함한다. 특정한 실시형태에서, 유리는 0.1mol% 미만의 BaO를 포함한다.
- [0094] 일부 실시형태에 따른 유리는 시판 유리에서 발견되는 오염물을 포함할 수 있다. 또한, 다른 유리 성분의 조절에도 불구하고, 용융 또는 형성 특징과 타협하는 일 없이 다양한 산화물(예를 들면, TiO_2 , MnO , ZnO , Nb_2O_5 , MoO_3 , Ta_2O_5 , WO_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 , La_2O_3 , P_2O_5 , 등)을 첨가할 수 있다. 일부 실시형태에 따른 유리가 이러한 산화물을 포함하는 경우에, 이러한 산화물의 각각은 일반적으로 2mol%를 초과하지 않는 양으로 존재하고, 총결합농도는 일반적으로 5mol% 이하이지만, 사용량이 상술한 범위를 벗어난 조성물이 아닌 한 많은 양을 사용할 수 있다. 일부 실시형태에 따른 유리는 용융, 청징 및/또는 유리를 제조하기 위해 사용되는 형성 장치에 의해 유리에 도입되거나 및/또는 배치물질에 관련된 다양한 오염물(예를 들면, ZrO_2)을 포함할 수 있다.
- [0095] 일부 실시형태에 따른 유리는 다운 드로잉되고, 즉 유리는 유리 제조 방법에서 당업자에게 공지된 퓨전 드로우 및 슬롯 드로우 방법을 포함하지만 이들로 한정되지 않는 다운 드로우 방법에 의해 시트로 형성될 수 있다. 이러한 다운 드로우 공정은 평평한 유리, 예를 들면 디스플레이 유리 또는 이온 교환 유리의 대면적 제조에 사용된다.
- [0096] 퓨전 드로우 공정은 용융 유리 원료를 수용하기 위한 채널을 갖는 아이소파이프를 사용한다. 채널은 상기 채널의 양측상에 채널의 길이에 따라서 상부에서 개방하는 독을 갖는다. 채널이 용융 유리로 채워지면, 용융 유리가 독을 범람한다. 중력 때문에, 용융유리가 아이소파이프의 외측 표면으로 흘러내린다. 이들 외측 표면은 이들이 드로잉 탱크 아래에 에지에서 결합하도록 아래로 안쪽으로 확장된다. 2개의 흐르는 유리 표면은 에지에서 결합하여 하나의 플로잉 시트를 접합 및 형성한다. 퓨전 드로우 방법은 채널 위로 흐르는 2개의 유리 필름이 함께 접합하기 때문에, 얻어진 유리 시트의 어느 외측 표면도 장치의 임의의 부분과 접합하지 않는 이점을 제공한다. 따라서, 표면 특성은 이러한 접촉에 의해서 영향을 받지 않는다.
- [0097] 슬롯 드로우 방법은 퓨전 드로우 방법과 다르다. 용융 원료 유리가 도관에 제공된다. 도관의 하부는 슬롯의 길이를 확장하는 노즐을 갖는 다른 차원에 비해서 1차원으로 더 넓은 개방 슬롯을 갖는다. 용융 유리는 슬롯/노즐을 통해서 흐르고 어닐링 영역을 통해서 연속적인 시트로서 아래 방향으로 드로잉된다. 하나의 시트가 퓨전 다운 드로우 공정에서와 같이 접합된 2개의 시트에 비해서 슬롯을 통해서 드로잉 되기 때문에 퓨전 드로잉에 비해서 슬롯 드로우 공정은 더 얇은 시트를 제공한다.
- [0098] 다운 드로우 공정과 상용하기 위해서, 상술한 알루미늄노보로실리케이트 유리는 높은 액상 점도를 갖는다. 일 실시형태에서, 유리는 50,000 poise 이상의 액상 점도, 예를 들면 150,000 poise 이상, 예를 들면 500,000 poise 이상을 갖는다. 유리의 액상 점도는 액상 온도와 연화점 사이의 차이와 매우 밀접한 상관관계가 있다. 이러한 상관관계는 도1의 라인 10에 의해 도시된다. 다운드로우 공정에 대해서, 유리는 230°C 미만, 보다 바람직하게 200°C 미만의 액상-연화점이다.
- [0099] 따라서, 일 실시형태에서, 유리는 600°C 이상의 연화점을 갖고, 예를 들면 620°C 이상이다. 일부 실시형태에서,

유리는 38×10^{-7} 이상, 예를 들면, 40×10^{-7} 이상, 예를 들면, 45×10^{-7} 이상의 열팽창계수를 갖는다.

- [0100] 일 실시형태에 따르면 유리는 620°C 이상의 연화점 및/또는 45×10^{-7} 이상의 열팽창계수를 가질 수 있다.
- [0101] 일 실시형태에 따르면, 유리는 하나 이상의 알칼리 이온염을 포함하는 염배쓰에서 이온 교환된다. 유리는 이온 교환되어 그 기계적 특성을 변화시킬 수 있다. 예를 들면, 작은 알칼리 이온, 예를 들면 리튬 또는 나트륨이 하나 이상의 더 큰 알칼리 이온, 예를 들면 나트륨, 칼륨, 루비듐 또는 세슘을 함유하는 용융염에서 이온교환될 수 있다. 충분한 시간 동안 연화점 미만의 온도에서 확산이 실시되면, 확산 프로파일은 큰 알칼리가 염배쓰로부터 유리 표면으로 이동하고 더 작은 이온은 유리의 내부로부터 염배쓰로 이동하는 프로파일을 형성한다. 시료가 제거되면, 표면은 압축하에 있고 손상에 대한 단단함을 향상시킨다. 유리가 불리한 환경 조건, 예를 들면 우박에 노출된 광발전 그리드에 노출되는 경우에 이러한 단단함이 바람직하다. 상기 유리 내의 더 큰 알칼리는 염배쓰내에서 더 작은 알칼리로 교환될 수 있다. 이것은 연화점에 가까운 온도에서 실시되고, 이러한 유리가 제거되고 그 표면이 급속하게 높은 온도까지 재가열되고 급속하게 냉각되면, 유리 표면은 열 템퍼링에 의해 도입된 상당한 압축 응력을 나타낼 것이다. 이것은 불리한 환경 조건에 대해서 보호를 제공한다. 당업자는 임의의 1가 양이온이, 구리, 은, 탈륨, 등을 포함하는 유리에서 알칼리로 교환될 수 있는 것이 명백할 것이다. 이들은 포텐셜 값의 특성이 조명에 대한 색 또는 광 트랩핑에 대한 상승한 굴절률의 층을 도입하는 것과 같은 목적의 용도에 제공한다.
- [0102] 또 다른 실시형태에 따르면, 유리는 플로팅 형성 유리의 공지된 방법으로서 플로팅 형성될 수 있다.
- [0103] 일 실시형태에서, 유리는 시트 형태이다. 시트 형태의 유리는 열 템퍼링될 수 있다.
- [0104] 일 실시형태에서, 유기 발광 다이오드 디바이스는 시트 형태의 유리를 포함한다.
- [0105] 일 실시형태에서, 광발전 디바이스는 시트형태의 유리를 포함한다. 광발전 디바이스는 유리 시트 중 하나 이상을, 예를 들면 기판 및/또는 슈퍼스트레이트로서 포함한다. 일 실시형태에서, 유리시트는 실질적으로 평면이다. 일 실시형태에 따르면, 유리시트가 투명하다.
- [0106] 일부 실시형태에 따르면, 유리 시트는 4.0mm 이하의 두께, 예를 들면, 3.5mm 이하, 예를 들면, 3.2mm 이하, 예를 들면, 3.0mm 이하, 예를 들면, 2.5mm 이하, 예를 들면, 2.0mm 이하, 예를 들면, 1.9mm 이하, 예를 들면, 1.8mm 이하, 예를 들면, 1.5mm 이하, 예를 들면, 1.1mm 이하, 예를 들면, 0.5mm 내지 2.0mm, 예를 들면, 0.5mm 내지 1.1mm, 예를 들면, 0.7mm 내지 1.1mm를 갖는다. 이들은 예시의 두께이지만, 유리 시트는 0.1mm 내지 4.0mm 까지(4.0mm 포함)의 범위내에서 소수점 자리를 포함하는 임의의 수치값을 가질 수 있다.
- [0107] 또 다른 실시형태에서, 유리시트 및 상기 유리 시트에 인접한 활성 광발전 매체를 포함하는 광발전 디바이스에 관한 것이다.
- [0108] 활성 광발전 매체는 다수의 층, 예를 들면 비정질 실리콘층 및 미세결정질 실리콘 층을 포함할 수 있다.
- [0109] 일 실시형태에서, 상기 활성 광발전 매체는 카드뮴 텔루라이드, 구리 인듐 갈륨 디셀레나이드, 비정질 실리콘, 결정질 실리콘, 미세결정성 실리콘, 또는 이들의 조합물을 포함한다.
- [0110] 또 다른 실시형태에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 광발전 디바이스의 특성(200)은 상술한 유리 조성물 중 어느 하나를 포함하는 유리시트(12) 및 상기 유리 시트에 인접한 활성 광발전 매체(16)를 포함하고, 상기 활성 광발전 매체는 카드뮴 텔루라이드를 포함한다. 일 실시형태에 따르면, 상기 유리시트는 상술한 바와 같은 두께를 갖는다. 광발전 디바이스는 도전성 층(14), 예를 들면 상기 유리 시트에 인접하거나 배치된 투명한 도전성 산화물을 더욱 포함할 수 있다.
- [0111] 일 실시형태에서, 전기변색 장치는 시트 형태의 유리를 포함한다. 전기변색 장치는, 예를 들면 전기변색 윈도우일 수 있다.
- [0112] 실시예
- [0113] 이하는 표 1에 도시된 바와 같은 본 발명의 일 실시형태에 따른 예시의 유리의 예를 제작하는 방법의 예이다. 이러한 조성물은 표 7에 도시된 조성물 번호 46에 상응한다.

표 1

[0114]

| 산화물 | mol% |
|--------------------------------|------|
| SiO ₂ | 63.5 |
| Al ₂ O ₃ | 10.7 |
| B ₂ O ₃ | 10.3 |
| K ₂ O | 2.3 |
| MgO | 4.4 |
| CaO | 5.2 |
| SrO | 3.5 |
| SnO ₂ | 0.1 |

[0115]

일부 실시형태에서, 특정한 트랩프 원소(tramp element)가 무시할 수 없는 농도로 존재하기 때문에 총량 100%까지 첨가하지 않는다.

[0116]

표 2에 도시된 배치 물질은 무게를 측정하고 4L 플라스틱 용기에 첨가하였다.

표 2

[0117]

| 배치 성분 | 배치 중량 |
|-------------------------------|---------|
| 모래 | 1713.42 |
| 알루미늄 | 486.27 |
| 붕산 | 570.42 |
| 칼륨 카르보네이트 | 143.05 |
| 마그네시아 | 78.62 |
| 리메스톤 | 240.73 |
| 스트론튬 카르보네이트 | 234.23 |
| 10% SnO ₂ 및 90% 모래 | 6.92 |

[0118]

배치중에서 리메스톤은 상기 소스에 따라서 트랩프 원소 및/또는 다양한 양의 하나 이상의 산화물, 예를 들면 MgO 및/또는 BaO를 함유하는 것이 인정될 필요가 있다. 모래는 적어도 80질량%가 60메시, 예를 들면 80메시, 예를 들면 100메시를 통과하도록 선별하는 것이 바람직하다. 첨가된 SnO₂는 이러한 예에서 그외의 성분과 균일한 혼합을 확보하기 위해서 10중량% 수준으로 모래와 사전혼합했다. 배치 물질을 함유하는 병을 텀블러에 탑재하고 배치물질을 균일한 배치로 만들어 연질의 집합체가 파괴되도록 혼합하였다. 혼합된 배치는 1800cc 백금 도가니에 전달하고 고온 세라믹 베이커(baker)에 배치하였다. 상기 베이커 내에 백금은 1550℃의 온도에서 글로바 퍼니스(glo-bar furnace)에 실장하였다. 6시간 후, 도가니+베이커를 제거하고 유리 용융물을 냉각 표면, 예를 들면 스틸 플레이트에 주입하여 패티를 형성한 후 670℃의 온도에서 유지된 어닐러(annealer)에 전달했다. 유리 패티는 어닐러 온도에서 2시간동안 유지한 후 1분당 1℃의 속도로 실온까지 냉각했다.

[0119]

표 3, 표 4, 표 5, 표6, 표 7 및 표 8은 본 발명의 실시형태에 따른 예시의 유리를 나타내고 상기 예에 따라서 제조했다. 일부 유리의 특성 데이터는 표 3, 표 4, 표 5, 표 6, 표 7 및 표 8에 도시된다.

[0120]

940℃의 낮은 액상 온도, 따라서 5,000,000 poise를 초과하는 매우 높은 액상 점도의 점에서, 표 8에 도시한 유리 49는 응용분야용 유리, 예를 들면 광발전 유리인 것이 바람직하다. 표 8에 도시된 예시의 유리는 몰%로서,

[0121]

62 내지 64% SiO₂;

[0122]

8 내지 12% Al₂O₃;

[0123]

9 내지 15% B₂O₃;

[0124]

0 초과 4% M₂O; 및

[0125]

12 내지 15% RO를 포함하고;

[0126] M은 알칼리 금속이고, R은 알칼리 토금속이다.

[0127] 또한, 표 8에 도시된 유리는 어닐링점 $\geq 640^{\circ}\text{C}$, 열팽창계수(CTE) $40\text{-}50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 200 poise 온도 $\leq 1550^{\circ}\text{C}$, 및 액상 점도 $\geq 500,000$ poise를 갖는다. 액상 점도는 K_2O 함량에 따라서 다르고, 예를 들면 예시 유리 49는 예시의 48, 50 및 51에 비해서 중간의 K_2O 함량에 대해서 5,000,000 poise를 초과한 최대값을 갖는다.

표 3

| 중량 % | Glass | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | SiO_2 | 58.11 | 59.14 | 59.01 | 58.88 | 58.35 | 58.40 | 58.54 | 58.74 | 58.56 |
| | Al_2O_3 | 17.76 | 18.07 | 18.03 | 17.99 | 17.82 | 17.83 | 17.88 | 17.94 | 17.88 |
| | B_2O_3 | 9.79 | 9.96 | 9.94 | 9.92 | 9.82 | 9.83 | 9.85 | 9.88 | 9.85 |
| | MgO | 3.26 | 4.45 | 3.88 | 3.31 | 3.27 | 3.28 | 3.91 | 4.54 | 3.62 |
| | CaO | 4.03 | 4.10 | 4.87 | 5.64 | 4.04 | 4.90 | 4.05 | 4.07 | 4.46 |
| | SrO | 2.85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na_2O | 3.98 | 4.05 | 4.04 | 4.03 | 3.99 | 3.04 | 3.05 | 2.10 | 3.34 |
| | K_2O | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.60 | 2.60 | 2.61 | 2.62 | 2.17 |
| | SnO_2 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| | Fe_2O_3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100.01 | 100 | 100 | 100 | 100.01 | 100 | 100.01 | 100.01 | 100 |
| 몰 % | Glass | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | SiO_2 | 63.3 | 63.3 | 63.3 | 63.3 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 |
| | Al_2O_3 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 11.4 | 11.4 |
| | B_2O_3 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | MgO | 5.3 | 7.1 | 6.2 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 6.3 | 7.3 | 5.83 |
| | CaO | 4.7 | 4.7 | 5.6 | 6.5 | 4.7 | 5.7 | 4.7 | 4.7 | 5.17 |
| | SrO | 1.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na_2O | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 3.2 | 3.2 | 2.2 | 3.5 |
| | K_2O | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.5 |
| | SnO_2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | Fe_2O_3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 특징 | Glass | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 변형 | 593 | 598 | 606 | 597 | 588 | 592 | 601 | 613 | 594 |
| | 어닐링 | 642 | 647 | 656 | 646 | 638 | 643 | 652 | 663 | 646 |
| | 연화점 | 867 | 868 | 882 | 874 | 881 | 885 | 890 | 901 | 883 |
| | CTE | 44.9 | 44 | 43.5 | 46.4 | 50.1 | 47.8 | 47 | 43.7 | 47.2 |
| | 밀도 | 2.447 | 2.332 | 2.414 | 2.422 | 2.393 | 2.402 | 2.401 | 2.399 | 2.401 |
| 점도 | Glass | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | A | | | | -2.2233 | -2.5584 | | | | |
| | B | | | | 5556.58 | 6588.87 | | | | |
| | To | | | | 305.47 | 220.27 | | | | |
| | T @ 200p | | | | 1533.625 | 1576.164 | | | | |
| | T @ 35kP | | | | 1126.554 | 1147.957 | | | | |
| | T @ 250kP | | | | 1034.561 | 1048.398 | | | | |
| | T(200P)-T(35kP) | | | | 407.071 | 428.206 | | | | |
| 비저항 | Glass | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | A | | | | 3.0838 | 3.9616 | | | | |
| | B | | | | 1183.49 | 4266.54 | | | | |
| | To | | | | 2156.83 | 3061.95 | | | | |
| | R @ 200p | | | | 15.30245 | 12.30353 | | | | |
| 액상 | Glass | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 공기 | 1070 | 1090 | 1065 | 1060 | 995 | 1050 | 1040 | 1115 | 1030 |
| | 내부 | 1060 | 1080 | 1060 | 1050 | 980 | 1040 | 1030 | 1105 | 1020 |
| | Pt | 1040 | 1050 | 1030 | 1040 | 975 | 1020 | 1015 | 1075 | 1000 |
| | 상 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 | 앨바이트 |
| | 액상 점도 | | | | 173742.1 | 1300909 | | | | |
| | 내부 액상 온도 - 연화점 추정된 액상 점도 | 193 | 212 | 178 | 176 | 99 | 155 | 140 | 204 | 137 |
| | | 107951.5 | 64408.99 | 168454.9 | 179256.1 | 4244242 | 360553.2 | 631087.4 | 79584.37 | 710936.1 |

[0128]

표 4

| 중량 % | Glass | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|------|--------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | SiO ₂ | 58.78 | 57.16 | 57.49 | 57.83 | 58.17 | 58.52 | 58.87 | 58.17 | 58.33 | 58.51 |
| | Al ₂ O ₃ | 17.95 | 17.46 | 17.56 | 17.66 | 17.76 | 17.87 | 17.98 | 17.76 | 17.81 | 17.87 |
| | B ₂ O ₃ | 9.89 | 9.62 | 9.67 | 9.73 | 9.79 | 9.85 | 9.91 | 9.79 | 9.82 | 9.84 |
| | MgO | 3.96 | 3.21 | 3.48 | 3.76 | 4.04 | 4.33 | 4.61 | 4.04 | 4.05 | 4.06 |
| | CaO | 4.88 | 3.96 | 4.34 | 4.72 | 5.11 | 5.50 | 5.90 | 5.11 | 5.54 | 5.99 |
| | SrO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 2.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | K ₂ O | 1.75 | 8.49 | 7.34 | 6.18 | 5.01 | 3.82 | 2.62 | 5.01 | 4.33 | 3.62 |
| | SnO ₂ | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100.01 | 100.01 | 99.99 | 99.99 | 100 | 100.01 | 100.01 | 100 | 100 | 100.01 |
| 몰 % | Glass | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | SiO ₂ | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 | 63.35 |
| | Al ₂ O ₃ | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 11.40 |
| | B ₂ O ₃ | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.20 |
| | MgO | 6.36 | 5.30 | 5.72 | 6.14 | 6.56 | 6.98 | 7.40 | 6.56 | 6.55 | 6.55 |
| | CaO | 5.64 | 4.70 | 5.12 | 5.54 | 5.96 | 6.38 | 6.80 | 5.96 | 6.45 | 6.95 |
| | SrO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 2.80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | K ₂ O | 1.20 | 6.00 | 5.16 | 4.32 | 3.48 | 2.64 | 1.80 | 3.48 | 3.00 | 2.50 |
| | SnO ₂ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 특징 | Glass | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | 변형 | 604 | 608 | 621 | 624 | 632 | 631 | 639 | 630 | 630 | 635 |
| | 아닐링 | 655 | 661 | 674 | 675 | 685 | 683 | 689 | 683 | 682 | 687 |
| | 연화점 | 885 | 914 | 911 | 916 | 925 | 914 | 913 | 921 | 918 | 922 |
| | CTE | 44.5 | 52.1 | 48.9 | 45.6 | 44.1 | 41.5 | 39.6 | 43.3 | 41.6 | 40.4 |
| | 밀도 | 2.411 | 2.382 | 2.389 | 2.393 | 2.397 | 2.412 | 2.43 | 2.4 | 2.404 | 2.408 |
| 점도 | Glass | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | A | | | | -2.7798 | -2.7896 | | | | | |
| | B | | | | 6788.52 | 6506.53 | | | | | |
| | To | | | | 263.53 | 291.74 | | | | | |
| | T @ 200p | | | | 1599.635 | 1569.878 | | | | | |
| | T @ 35kP | | | | 1190.434 | 1178.954 | | | | | |
| | T @ 250kP | | | | 1093.652 | 1086.427 | | | | | |
| | T(200P)-T(35kP) | | | | 409.2009 | 390.9249 | | | | | |
| 비저항 | Glass | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | A | | | | -2.6974 | -3.1433 | | | | | |
| | B | | | | 7362.61 | 7835.22 | | | | | |
| | To | | | | -175.21 | -98.68 | | | | | |
| | R @ 200p | | | | 28.24312 | 35.68633 | | | | | |
| 역상 | Glass | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | 공기 | 1040 | 990 | 980 | 1030 | 1070 | 1110 | 1135 | 1085 | 1070 | 1075 |
| | 내부 | 1030 | 980 | 970 | 1015 | 1065 | 1100 | 1125 | 1070 | 1065 | 1060 |
| | Pt | 1005 | 965 | 960 | 1000 | 1050 | 1080 | 1105 | 1060 | 1050 | 1045 |
| | 상 | 엘바이트 | 정상석 | 정상석 | 근청석 | 근청석 | 근청석 | 근청석 | 근청석 | 근청석 | 근청석 |
| | 역상 점도 | | | | 1794130.5 | 421516.23 | | | | | |
| | 내부 역상 온도 - 연화점 | 145 | 66 | 59 | 99 | 140 | 186 | 212 | 149 | 147 | 138 |
| | 추정된 역상 점도 | 520319.01 | 39473174.9 | 73132031.9 | 4244242 | 631087.4 | 132273.398 | 64408.987 | 447990.94 | 482556.71 | 683059.804 |

[0129]

표 5

| 중량 % | Glass | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|------|--------------------------------|---------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | SiO ₂ | 57.49 | 57.65 | 57.82 | 58.47 | 57.78 | 58.61 | 57.36 | 56.92 | 58.14 |
| | Al ₂ O ₃ | 17.55 | 17.6 | 17.65 | 17.86 | 17.64 | 17.27 | 17.51 | 17.39 | 17.03 |
| | B ₂ O ₃ | 10.85 | 10.88 | 10.91 | 9.84 | 10.9 | 9.86 | 10.82 | 10.74 | 10.45 |
| | MgO | 4 | 4 | 4.02 | 4.06 | 4.02 | 4 | 3.98 | 3.96 | 3.85 |
| | CaO | 5.04 | 5.48 | 5.92 | 5.99 | 5.92 | 6.3 | 6.61 | 7.31 | 5.67 |
| | SrO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | K ₂ O | 4.95 | 4.28 | 3.57 | 3.62 | 3.57 | 3.84 | 3.55 | 3.52 | 4.69 |
| | SnO ₂ | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100 | 100.01 | 100.01 | 100 | 99.99 | 100 | 99.99 | 100 | 99.99 |
| 몰 % | Glass | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | SiO ₂ | 62.65 | 62.65 | 62.65 | 63.33 | 62.63 | 63.35 | 62.10 | 61.55 | 63.15 |
| | Al ₂ O ₃ | 11.27 | 11.27 | 11.27 | 11.40 | 11.27 | 11.00 | 11.17 | 11.08 | 10.90 |
| | B ₂ O ₃ | 10.20 | 10.20 | 10.20 | 9.20 | 10.20 | 9.20 | 10.11 | 10.02 | 9.8 |
| | MgO | 6.50 | 6.48 | 6.49 | 6.55 | 6.49 | 6.45 | 6.43 | 6.38 | 6.23 |
| | CaO | 5.89 | 6.38 | 6.87 | 6.95 | 6.87 | 7.30 | 7.67 | 8.47 | 6.60 |
| | SrO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | K ₂ O | 3.44 | 2.97 | 2.47 | 2.50 | 2.47 | 2.65 | 2.45 | 2.43 | 3.25 |
| | SnO ₂ | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| | Fe ₂ O ₃ | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | total | | | | | | | | | |
| 특징 | Glass | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | 변형 | 623 | 630 | 632 | 637 | 630 | 633 | 628 | 630 | 624 |
| | 어닐링 | 673 | 680 | 682 | 688 | 680 | 683 | 677 | 677 | 674 |
| | 연화점 | 916 | 913 | 914 | 922 | 918 | 918 | 907 | 901 | 911 |
| | CTE | 43.7 | 42.2 | 40.3 | 41.1 | 41 | 41.9 | 42 | 43.2 | 44.1 |
| | 밀도 | 2.394 | 2.395 | 2.401 | 2.411 | 2.405 | 2.412 | 2.414 | 2.424 | 2.404 |
| 점도 | Glass | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | A | | | | -2.826 | -2.7517 | -2.6477 | -3.0308 | -2.8977 | -3.0702 |
| | B | | | | 6611.93 | 6318.79 | 6160.22 | 6642.81 | 6307 | 6906.16 |
| | To | | | | 284.22 | 304.73 | 314.38 | 271.68 | 291.74 | 253.21 |
| | T@200p | | | | 1573.842 | 1555.299 | 1559.188 | 1517.558 | 1504.921 | 1538.979 |
| | T@35kP | | | | 1181.353 | 1170.820 | 1170.945 | 1148.634 | 1139.254 | 1160.212 |
| | T@250kP | | | | 1088.206 | 1080.076 | 1080.039 | 1059.794 | 1052.019 | 1068.756 |
| | T(200P)-T(35kP) | | | | 392.489 | 384.480 | 388.243 | 368.924 | 365.667 | 378.766 |
| 비저항 | Glass | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | A | | | | -4.9927 | -2.6521 | -2.6628 | -2.9715 | -2.7071 | -3.4632 |
| | B | | | | 13663.94 | 5980.3 | 6172.99 | 6668.56 | 5845.08 | 8147.16 |
| | To | | | | -556.65 | 129.56 | 100.8 | 50.95 | 149.34 | -101.76 |
| | R@200p | | | | 26.35204 | 34.86784 | 37.14907 | 37.62072 | 40.24979 | 31.79388 |
| 역상 | Glass | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | 공기 | 1040 | 1050 | 1065 | 1060 | 1040 | 1065 | 1060 | 1025 | 1010 |
| | 내부 | 1035 | 1045 | 1050 | 1055 | 1030 | 1050 | 1050 | 1015 | 1000 |
| | Pt | 1020 | 1025 | 1030 | 1040 | 1020 | 1040 | 1030 | 1000 | 990 |
| | 상 | 근청색 | 근청색 | 근청색 | 근청색 | 근청색 | 아노브라이트 | 아노브라이트 | 아노브라이트 | 아노브라이트 |
| | 역상 점도 | | | | 565239.4 | 913330.2 | 532706.2 | 319158 | 664567.2 | 1505199 |
| | 내부 역상 온도 - 연화점 | 119 | 132 | 136 | 133 | 112 | 132 | 143 | 114 | 89 |
| | 추정된 역상 점도 | 1542714 | 872242.2 | 740167 | 836776.9 | 2153251 | 872242.2 | 561623.8 | 1953516 | 7623399 |

[0130]

표 6

| 중량 % | Glass | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
|------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|---------|--------|----------|----------|
| | SiO ₂ | 56.19 | 56.33 | 56.46 | 56.6 | 56.72 | 56.48 | 57.32 | 58.17 | 57.29 | 56.92 |
| | Al ₂ O ₃ | 17.45 | 17.01 | 16.56 | 16.11 | 15.66 | 17.77 | 17.52 | 17.27 | 17.03 | 16.63 |
| | B ₂ O ₃ | 11.27 | 10.63 | 9.98 | 9.33 | 8.68 | 11.17 | 9.70 | 8.21 | 9.26 | 9.38 |
| | MgO | 2.78 | 2.61 | 2.43 | 2.26 | 2.08 | 2.76 | 2.39 | 2.01 | 2.27 | 2.29 |
| | CaO | 4.62 | 4.36 | 4.10 | 3.84 | 3.58 | 4.57 | 3.94 | 3.31 | 3.77 | 3.84 |
| | SrO | 5.83 | 5.52 | 5.20 | 4.89 | 4.67 | 5.76 | 5.00 | 4.23 | 4.79 | 4.88 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 1.68 | 3.37 | 5.06 | 6.77 | 8.48 | 1.30 | 3.92 | 6.56 | 5.39 | 5.86 |
| | K ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SnO ₂ | 0.18 | 0.18 | 0.21 | 0.21 | 0.23 | 0.18 | 0.20 | 0.23 | 0.21 | 0.21 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100 | 100.01 | 100 | 100.01 | 100 | 99.99 | 99.99 | 100.01 | 100.01 | 100.01 |
| 몰 % | Glass | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| | SiO ₂ | 62.18 | 62.16 | 62.14 | 62.12 | 62.10 | 62.56 | 63.28 | 64.00 | 63.08 | 62.60 |
| | Al ₂ O ₃ | 11.38 | 11.06 | 10.74 | 10.42 | 10.10 | 11.60 | 11.40 | 11.20 | 11.05 | 10.78 |
| | B ₂ O ₃ | 10.76 | 10.12 | 9.48 | 8.84 | 8.20 | 10.68 | 9.24 | 7.80 | 8.80 | 8.90 |
| | MgO | 4.58 | 4.29 | 3.99 | 3.70 | 3.40 | 4.56 | 3.93 | 3.30 | 3.72 | 3.75 |
| | CaO | 5.48 | 5.16 | 4.84 | 4.52 | 4.20 | 5.42 | 4.66 | 3.90 | 4.45 | 4.52 |
| | SrO | 3.74 | 3.53 | 3.32 | 3.11 | 2.90 | 3.70 | 3.20 | 2.70 | 3.06 | 3.11 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 1.80 | 3.60 | 5.40 | 7.20 | 9.00 | 1.40 | 4.20 | 7.00 | 5.75 | 6.25 |
| | K ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SnO ₂ | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.09 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 특징 | Glass | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| | 박형 | 611 | 590 | 578 | 565 | | 620 | 589 | 577 | 577 | 576 |
| | 어닐링 | 659 | 636 | 622 | 607 | | 670 | 635 | 623 | 625 | 621 |
| | 연화점 | 887.1 | 856.5 | 831.1 | 807.2 | 780 | 899.5 | 866.3 | 850.5 | 843 | 836.1 |
| | CTE | 41.6 | 47.7 | 53.9 | 59.6 | | 40.4 | 48.1 | 56.6 | 52.8 | 55.4 |
| | 밀도 | 2.478 | 2.48 | 2.492 | 2.494 | 2.501 | 2.472 | 2.467 | 2.463 | 2.472 | 2.478 |
| 침도 | Glass | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| | A | -2.475 | -2.209 | -2.175 | -2.086 | -1.813 | | -2.817 | | -2.501 | -1.845 |
| | B | 5764.2 | 5523.2 | 5563.1 | 5506.2 | 4988.5 | | 6843.6 | | 6402.1 | 5180.5 |
| | To | 306 | 290.2 | 258.9 | 231 | 242.7 | | 193.3 | | 197.4 | 272 |
| | 200 | 1512.9 | 1514.85 | 1501.76 | 1486.11 | 1455.26 | | 1530.46 | | 1530.61 | 1521.51 |
| | 3000 | 1274.43 | 1261.55 | 1243.15 | 1220.77 | 1185.68 | | 1280.6 | | 1268.32 | 1245.39 |
| | 30000 | 1135.13 | 1116.27 | 1095.19 | 1069.96 | 1035.77 | | 1131.54 | | 1114.85 | 1091.42 |
| | 50000 | 1109.49 | 1089.74 | 1068.2 | 1042.53 | 1008.75 | | 1103.84 | | 1086.58 | 1063.64 |
| 비저항 | Glass | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| | 내부 | 1010 | 1025 | 1040 | 1020 | 980 | 1030 | 1020 | 1070 | 1010 | 1040 |
| | 액상침도 | 516159.7 | 203050.1 | 88539.17 | 78110.11 | 89722.76 | | | | 238527.3 | 79513.84 |
| | 내부 액상 온도 - 연화점 | 122.9 | 168.5 | 208.9 | 212.8 | 200 | 130.5 | 153.7 | 219.5 | 167 | 203.9 |

[0131]

표 7

| 증량 % | Glass | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
|------|--------------------------------|---------|----------|-------|-------|--------|----------|--------|----------|-------|
| | SiO ₂ | 56.76 | 57.00 | 57.33 | 57.72 | 58.11 | 59.01 | 56.88 | 57.06 | 57.30 |
| | Al ₂ O ₃ | 17.19 | 16.95 | 17.52 | 17.64 | 17.76 | 15.66 | 17.09 | 16.32 | 17.52 |
| | B ₂ O ₃ | 10.19 | 9.6 | 9.66 | 9.72 | 9.79 | 9.84 | 10.20 | 10.72 | 9.70 |
| | MgO | 2.50 | 2.35 | 2.37 | 2.81 | 3.26 | 2.45 | 2.56 | 2.65 | 2.39 |
| | CaO | 4.17 | 3.92 | 3.97 | 4.00 | 4.03 | 4.01 | 4.15 | 4.36 | 3.94 |
| | SrO | 5.24 | 4.98 | 5.00 | 3.93 | 2.85 | 5.04 | 5.16 | 5.42 | 5.00 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 3.74 | 4.99 | 3.92 | 3.95 | 3.98 | 3.77 | 3.74 | 0 | 3.92 |
| | K ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.24 | 0 |
| | SnO ₂ | 0.20 | 0.20 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | 99.99 | 99.99 | 100 | 100 | 100.01 | 100.01 | 100.01 | 100 | 100 |
| 물 % | Glass | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| | SiO ₂ | 62.63 | 62.78 | 63.3 | 63.3 | 63.30 | 64.6 | 62.7 | 63.50 | 63.28 |
| | Al ₂ O ₃ | 11.18 | 11.00 | 11.40 | 11.40 | 11.40 | 10.10 | 11.10 | 10.70 | 11.40 |
| | B ₂ O ₃ | 9.70 | 9.13 | 9.20 | 9.20 | 9.20 | 9.30 | 9.70 | 10.30 | 9.24 |
| | MgO | 4.12 | 3.86 | 3.90 | 4.60 | 5.30 | 4.00 | 4.20 | 4.40 | 3.93 |
| | CaO | 4.93 | 4.63 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.90 | 5.20 | 4.66 |
| | SrO | 3.35 | 3.18 | 3.20 | 2.50 | 1.80 | 3.20 | 3.30 | 3.50 | 3.20 |
| | BaO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Na ₂ O | 4.00 | 5.33 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.20 |
| | K ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.3 | 0 |
| | SnO ₂ | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | total | | | | | | | | | |
| 특징 | Glass | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| | 변형 | 589 | 578 | 596 | 597 | 596 | 590 | 593 | 619 | 597 |
| | 어닐링 | 638 | 626 | 643 | 644 | 645 | 637 | 640 | 669 | 645 |
| | 연화점 | 858.5 | 843.2 | 867.6 | 867 | 876.9 | 859.5 | 858.5 | 898 | 873 |
| | CTE | 48.4 | 51.7 | 48.1 | 47.3 | 46.1 | 47.6 | 48 | 44.2 | 47.2 |
| | 밀도 | 2.477 | 2.474 | 2.475 | 2.466 | 2.451 | 2.472 | 2.476 | 2.465 | 2.466 |
| 점도 | Glass | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| | A | -2.549 | -2.625 | | | | -2.625 | | -2.567 | |
| | B | 6218.5 | 6434.5 | | | | 6434.5 | | 6097.1 | |
| | To | 233.8 | 223.8 | | | | 223.8 | | 303.3 | |
| | 200 | 1515.96 | 1530.02 | | | | 1530.02 | | 1555.78 | |
| | 3000 | 1265.72 | 1278.27 | | | | 1278.27 | | 1312.07 | |
| | 30000 | 1118.85 | 1129.8 | | | | 1129.8 | | 1168.86 | |
| | 50000 | 1091.76 | 1102.35 | | | | 1102.35 | | 1142.43 | |
| 비저항 | Glass | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| | 내부 | 1045 | 1040 | 1095 | 1080 | 1060 | 1015 | 1060 | 1050 | 1065 |
| | 액상점도 | 130859 | 181336.2 | | | | 321798.1 | | 396638.1 | |
| | 내부액상 온도 - 연화점 | 186.5 | 196.8 | 227.4 | 213 | 183.1 | 155.5 | 201.5 | 152 | 192 |

[0132]

표 8

| 증량 % | Glass | 48 | 49 | 50 | 51 |
|------|--------------------------------|---------|-----------|-----------|-------|
| | SiO ₂ | 63 | 62.95 | 62.9 | 62.85 |
| | Al ₂ O ₃ | 11 | 10.3 | 9.65 | 9 |
| | B ₂ O ₃ | 10.2 | 11.6 | 13.05 | 14.5 |
| | MgO | 5.5 | 4.13 | 2.75 | 1.38 |
| | CaO | 6.1 | 4.6 | 3.05 | 1.53 |
| | SrO | 1.8 | 1.43 | 1.05 | 1.68 |
| | BaO | 0 | 3.1 | 6.15 | 9.22 |
| | K ₂ O | 2.4 | 1.8 | 1.2 | 0.6 |
| | SnO ₂ | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 몰 % | Glass | 48 | 49 | 50 | 51 |
| | SiO ₂ | 57.2 | 54.9 | 52.9 | 51 |
| | Al ₂ O ₃ | 16.9 | 15.3 | 13.8 | 12.4 |
| | B ₂ O ₃ | 10.7 | 11.7 | 12.7 | 13.6 |
| | MgO | 3.34 | 2.42 | 1.55 | 0.75 |
| | CaO | 5.17 | 3.74 | 2.4 | 1.16 |
| | SrO | 2.81 | 2.16 | 1.53 | 0.95 |
| | BaO | 0 | 6.91 | 13.2 | 19.1 |
| | K ₂ O | 3.41 | 2.47 | 1.58 | 0.76 |
| | SnO ₂ | 0.23 | 0.22 | 0.21 | 0.2 |
| 특징 | Glass | 48 | 49 | 50 | 51 |
| | 변형 | 628 | 609 | 603 | 598 |
| | 어닐링 | 678 | 659 | 651 | 644 |
| | 연화점 | 909 | 890 | 876 | 858 |
| | CTE | 42.8 | 43.9 | 45.4 | 46 |
| | 밀도 | 2.44 | 2.516 | 2.606 | 2.677 |
| 접도 | Glass | 48 | 49 | 50 | 51 |
| | 200 | 1529 | 1525 | 1528 | |
| | 내부 액상 온도 | 1020 | 940 | 980 | 980 |
| | 액상 접도 | 822,000 | 5,233,000 | 1,100,000 | |

[0133]

[0134]

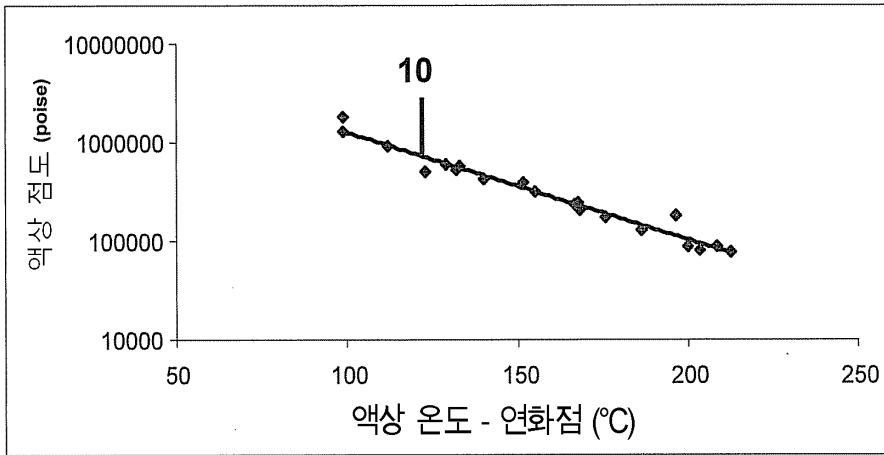
본 발명에 따른 유리 내에 알칼리 및 낮은 용융온도를 결합하여 용융을 가속화시키므로 무 알칼리 유리에 비해서, 높은 부피, 낮은 비용 용융 및 형성가능하고, 특히 고온까지 재가열될 때 기계적 및 차원 안정성을 포함하는 경쟁 특성을 유지한다. 이들 유리는 큰 부피의 시트 유리의 응용분야, 특히 OLED 조명 및 카드뮴 텔루라이드 (CdTe) 광발전기에 적합하고, 열안정성, 큰 부피, 및 낮은 비용은 소망의 기관 특징을 갖는다.

[0135]

본 발명의 정신 및 범위로부터 벗어나지 않고 본 발명에 대해서 각종 변경 및 수정이 가능하다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 본 발명은 첨부된 청구항 및 그 상응하는 범위 내에서 제공된 본 발명의 변경 및 수정을 포함하는 것을 의도한다.

도면

도면1



도면2

