



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0007352
(43) 공개일자 2017년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 17/06 (2006.01) B32B 7/02 (2006.01)
C03B 17/06 (2006.01) C03B 23/023 (2006.01)
C03C 21/00 (2006.01) H05K 5/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 17/06 (2013.01)
B32B 7/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7034214
(22) 출원일자(국제) 2015년05월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년12월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/029681
(87) 국제공개번호 WO 2015/171889
국제공개일자 2015년11월12일
(30) 우선권주장
61/989,712 2014년05월07일 미국(US)

(71) 출원인
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
플라자
(72) 발명자
다눅스, 티에리 록 알라인
프랑스, 에프-77210 아봉, 페티 벨 에벨 18
폴리아틴, 블라디스라브 이우리에비흐
프랑스, 에프-77210 아봉, 튀 레미 더몬셀 85
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
청운특허법인

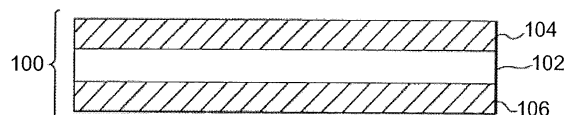
전체 청구항 수 : 총 44 항

(54) 발명의 명칭 **형상화된 유리 제품 및 동일한 것을 형성하는 방법**

(57) 요약

방법은 유리 시트의 제2층과 형성 표면을 접촉시켜 형상화된 유리 제품을 형성하는 접촉 단계를 포함한다. 상기 유리 시트는 상기 제2층에 인접한 제1층을 포함한다. 상기 제1층은 제1 유리 조성물을 포함한다. 상기 제2층은 제2 유리 조성물을 포함한다. 상기 접촉 단계 동안 유리 시트의 유효 점도는 상기 접촉 단계 동안 유리 시트의 제2층의 점도 미만이다. 형상화된 유리 제품은 제1 유리 조성물을 포함하는 제1층 및 제2 유리 조성물을 포함하는 제2층을 포함한다. 상기 제1 유리 조성물의 연화점은 제2 유리 조성물의 연화점 미만이다. 상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는 최대한 약 900℃이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C03B 17/064 (2013.01)

C03B 23/023 (2013.01)

C03C 21/002 (2013.01)

H05K 5/066 (2013.01)

B32B 2457/20 (2013.01)

B32B 2607/00 (2013.01)

(72) 발명자

릿지, 존 리차드

미국, 뉴욕 14840, 헤몬드스포르츠, 바인 스트리트 7

우크라인시지크, 르저카

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 웨스턴 레인
108

바디, 버치 레디

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 우즈뷰 웨이
101

벤카타라만, 나데산

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 테라 플레이
스 3

명세서

청구범위

청구항 1

유리 시트의 제2층과 형성 표면을 접촉시켜 형상화된 유리 제품을 형성하는 접촉 단계를 포함하고, 상기 유리 시트는 상기 제2층에 인접한 제1층을 포함하며, 상기 제1층은 제1 유리 조성물을 포함하고, 제2층은 제2 유리 조성물을 포함하며;

여기서, 상기 접촉 단계 동안 유리 시트의 유효 점도는 상기 접촉 단계 동안 유리 시트의 제2층의 점도 미만인 유리 제품의 형성방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

(i) 상기 제1 유리 조성물의 연화점은 제2 유리 조성물의 연화점 미만이거나, 또는

(ii) 상기 제1 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도는 상기 제2 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도 미만,

중 적어도 하나인, 유리 제품의 형성방법.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 제2 유리 조성물은 알칼리 금속이 실질적으로 없는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 4

청구항 1 내지 3중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉 단계 동안 유리 시트의 최대 온도는 약 900°C 미만 또는 약 850°C 미만인, 유리 제품의 형성방법.

청구항 5

청구항 1 내지 4중 어느 한 항에 있어서,

상기 형성 표면은 일-체형 형성 유닛의 형성 표면을 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 6

청구항 1 내지 5중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉 단계는 상기 형상화된 유리 제품이 약 5 mm 미만의 반경을 갖는 굴곡부를 포함하도록 상기 유리 시트를 굽히는 단계는 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 7

청구항 1 내지 6중 어느 한 항에 있어서,

상기 방법은, 상기 형상화된 유리 제품을 이온 교환 공정에 적용시키는 단계를 더욱 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 8

청구항 1 내지 7중 어느 한 항에 있어서,

상기 방법은, 상기 형상화된 유리 제품의 외부 표면을 시약에 노출시켜 상기 유리 제품으로부터 외부 표면의 적어도 일부를 제거하는 노출 단계를 더욱 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 형상화된 유리 제품의 외부 표면을 시약에 노출시키는 단계는, 상기 형상화된 유리 제품의 외부 표면의 일부를 시약에 선택적으로 노출시켜 유리 제품에 패턴을 형성하는 단계를 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 제1층은 제2층과 다른 색을 포함하고, 상기 유리 제품에 패턴을 형성하는 단계는, 상기 외부 표면의 선택적으로 노출된 일부에 상응하는 제1층 또는 제2층 중 하나의 일부를 피복하지 않는 단계를 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 11

청구항 9 또는 10에 있어서,

상기 제1층은 제2층과 다른 표면 속성을 포함하고, 상기 유리 제품에 패턴을 형성하는 단계는, 상기 외부 표면의 선택적으로 노출된 일부에 상응하는 제1층 또는 제2층 중 하나의 일부를 피복하지 않는 단계를 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 표면 속성은 습윤성, 미생물 친화성, 투과 또는 반사에서 광학 아스펙트, 전기 전도도, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 13

청구항 1 내지 12중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리 시트의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는, 최대한 약 900°C , 최대한 약 875°C , 또는 최대한 약 750°C 인, 유리 제품의 형성방법.

청구항 14

청구항 1 내지 13중 어느 한 항에 있어서,

- (i) 상기 제1 유리 조성물의 연화점 및 제2 유리 조성물의 연화점은 적어도 약 5°C 만큼 차이, 또는
- (ii) 상기 제1 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도 및 상기 제2 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도는 적어도 약 5°C 만큼 차이, 중 적어도 하나인, 유리 제품의 형성방법.

청구항 15

청구항 1 내지 14중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1층은 코어층을 포함하고, 상기 제2층은 상기 코어층의 제1 주표면에 인접한 제1 클래딩층 및 상기 제1 주표면에 마주하는 상기 코어층의 제2 주표면에 인접한 제2 클래딩층을 포함하는, 유리 제품의 형성방법.

청구항 16

제1 유리 조성물을 포함하는 제1층; 및

제2 유리 조성물을 포함하는 제2층을 포함하고;

여기서, 상기 제1 유리 조성물의 연화점은 제2 유리 조성물의 연화점 미만이며, 상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는 최대한 약 900°C 이고, 및 상기 제2 유리 조성물의 점도는 상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도에서 적어

도 약 $10^{8.3}$ P인, 형상화된 유리 제품.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 유리 제품은, 최대한 약 1nm의 표면 거칠기 및 최대한 약 50nm의 표면파형을 더욱 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 18

청구항 16 또는 17에 있어서,

상기 제1 유리 조성물은 제2 유리 조성물보다 더 높은 평균 열팽창계수 (CTE)를 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 19

청구항 16 내지 18중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2층은 적어도 약 100 MPa의 압축 응력을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 20

청구항 16 내지 19중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는 최대한 약 875℃ 또는 최대한 약 750℃인, 형상화된 유리 제품.

청구항 21

청구항 16 내지 20중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 유리 조성물의 점도는

상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도에서 적어도 약 $10^{8.5}$ P인, 형상화된 유리 제품.

청구항 22

청구항 16 내지 21중 어느 한 항에 있어서,

(i) 상기 제1 유리 조성물의 연화점 및 제2 유리 조성물의 연화점은 적어도 약 5℃ 만큼 차이, 또는

(ii) 상기 제1 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도 및 상기 제2 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도는 적어도 약 5℃ 만큼 차이, 중 적어도 하나인, 형상화된 유리 제품.

청구항 23

청구항 16 내지 22중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 유리 조성물의 시약에서 분해율은 제1 유리 조성물의 시약에서 분해율을 초과하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 24

청구항 23에 있어서,

상기 제2 유리 조성물의 시약에서 분해율은 제1 유리 조성물의 시약에서 분해율을 적어도 10배 초과 또는 제1 유리 조성물의 시약에서 분해율을 적어도 100배 초과하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 25

청구항 16 내지 24중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리 제품은, 약 5 mm 미만의 반경을 갖는 굴곡부를 더욱 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 26

청구항 16 내지 25중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 유리 조성물 또는 제2 유리 조성물 중 적어도 하나는 이온 교환 가능한, 형상화된 유리 제품.

청구항 27

청구항 26에 있어서,

상기 제2 유리 조성물은, Li_2O , Na_2O , K_2O , 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속 산화물을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 28

청구항 26 또는 27에 있어서,

상기 제2 유리 조성물은, MgO , CaO , SrO , BaO , 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리토 산화물을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 29

청구항 26 내지 28중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 유리 조성물은, Li_2O , Na_2O , K_2O , 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속 산화물을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 30

청구항 26 내지 29중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 유리 조성물은, MgO , CaO , SrO , BaO , 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리토 산화물을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 31

청구항 16 내지 30중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1층 또는 제2층 중 적어도 하나는 이온 교환된, 형상화된 유리 제품.

청구항 32

청구항 31에 있어서,

상기 유리 제품은, 상기 제1층 또는 제2층 중 적어도 하나에서 양이온 농도 구배를 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 33

청구항 32에 있어서,

상기 양이온 농도 구배는 K^+ 구배 또는 Ag^+ 구배 중 적어도 하나를 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 34

청구항 16 내지 25중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 유리 조성물은 알칼리 금속이 실질적으로 없는, 형상화된 유리 제품.

청구항 35

청구항 16 내지 34중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1층은 코어층을 포함하고, 상기 제2층은 상기 코어층의 제1 주표면에 인접한 제1 클래딩층 및 상기 제1

주표면에 마주하는 상기 코어층의 제2 주표면에 인접한 제2 클래딩층을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 36

제1 유리 조성물을 포함하는 제1층;

제2 유리 조성물을 포함하는 제2층;

최대한 약 1nm의 표면 거칠기; 및

최대한 약 50nm의 표면파형을 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 37

청구항 36에 있어서,

상기 제2층은 comprises a 적어도 약 100 MPa의 압축 응력.

형상화된 유리 제품.

청구항 38

청구항 36 또는 37에 있어서,

상기 제1 유리 조성물의 연화점은 제2 유리 조성물의 연화점 미만이며, 상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는 최대한 약 900°C 이고, 및 상기 제2 유리 조성물의 점도는 상기 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도에서 적어도 약 $10^{8.3}$ P인, 형상화된 유리 제품.

청구항 39

청구항 36 내지 38중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리 제품은, 약 5 mm 미만의 반경을 갖는 적어도 하나의 굴곡부를 더욱 포함하는, 형상화된 유리 제품.

청구항 40

청구항 16 내지 39중 어느 한 항의 유리 제품을 포함하는 커버 유리를 포함하는 디스플레이.

청구항 41

청구항 40에 있어서,

상기 커버 유리는 일체형 커버 유리 및 컬러 필터를 포함하는 디스플레이.

청구항 42

청구항 40 또는 41에 있어서,

상기 커버 유리는 일체형 터치 커버 유리를 포함하는 디스플레이.

청구항 43

청구항 16 내지 39중 어느 한 항의 유리 제품을 포함하는 자동차용 글레이징.

청구항 44

청구항 16 내지 39중 어느 한 항의 유리 제품을 포함하는 건축용 패널.

발명의 설명

기술 분야

본 출원은 2014년 5월 7일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/989,712호의 우선권을 주장하고, 이의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

[0001]

[0002] 본 개시는 유리 제품, 좀 더 구체적으로 다수의 유리 층을 포함하는 적층 유리 제품 및 이의 형성방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 유리 시트는 비-평면 또는 3-차원 형태를 갖는 형상화된 유리 제품을 형성하기 위해 주조될 수 있다. 통상적으로, 유리 시트는 이의 연화점으로 가열되고, 그 다음 고체 몰드 (solid mold)의 표면에 일치하도록 변형된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 형상화된 유리 제품 및 이를 형성하기 위한 방법은 여기에 개시된다.

과제의 해결 수단

[0005] 유리 시트의 제2층과 형성 표면을 접촉시켜 형상화된 유리 제품을 형성하는 접촉 단계를 포함하는 방법은 여기에 개시된다. 상기 유리 시트는 제2층에 인접한 제1층을 포함한다. 상기 제1층은 제1 유리 조성물을 포함한다. 상기 제2층은 제2 유리 조성물을 포함한다. 접촉 단계 동안 유리 시트의 유효 점도는 접촉 단계 동안 제2층의 점도 미만이다.

[0006] 또한, 제1 유리 조성물을 포함하는 제1층 및 제2 유리 조성물을 포함하는 제2층을 포함하는 형상화된 유리 제품은 여기에 개시된다. 제1 유리 조성물의 연화점은 제2 유리 조성물의 연화점 미만이다. 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는 최대한 약 900°C 이다. 제2 유리 조성물의 점도는 유리 제품의 유효 $10^{8.2}$ P 온도에서 적어도 약 $10^{8.3}$ P이다.

[0007] 또한, 제1 유리 조성물을 포함하는 제1층 및 제2 유리 조성물을 포함하는 제2층을 포함하는 형상화된 유리 제품은 여기에 기재된다. 상기 형상화된 유리 제품의 표면 거칠기는 최대한 약 1nm이다. 상기 형상화된 유리 제품의 표면파형 (waviness)은 최대한 약 50nm이다.

[0008] 부가적인 특색 및 장점은 하기 상세한 설명에서 서술될 것이고, 부분적으로 하기 상세한 설명으로부터 기술분야의 당업자에게 명백하거나, 또는 하기 상세한 설명, 청구항뿐만 아니라 첨부된 도면을 포함하는, 여기에 기재된 구체 예를 실행시켜 용이하게 인지될 것이다.

[0009] 전술한 배경기술 및 하기 상세한 설명 모두는 단순히 예시적인 것이고, 청구항의 본질 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 틀거리를 제공하도록 의도된 것으로 이해될 것이다. 수반되는 도면은 또 다른 이해를 제공하기 위해 포함되고, 본 명세서에 혼입되며, 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면은 하나 이상의 구체 예를 예시하고, 상세한 설명과 함께 다양한 구체 예의 원리 및 작동을 설명하기 위해 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 유리 제품의 하나의 대표적인 구체 예의 단면도이다.

도 2는 유리 제품을 형성하는데 사용될 수 있는 오버플로우 분배기의 하나의 대표적인 구체 예의 단면도이다.

도 3은 유리 시트의 외부 표면과 형성 표면의 하나의 대표적인 구체 예 사이의 계면의 확대도이다.

도 4는 유리 시트와 형성 표면 사이에 계면을 나타내는데 사용될 수 있는 분석 모델의 회화적 개략도이다.

도 5는 도 4에 나타난 바와 같은 형성 표면의 표면 특색을 채우는 다른 점도를 갖는 유리의 동력학의 그래프이다.

도 6은 0.07 mm 내지 0.7 mm의 두께 범위의 유리 시트에 대하여 유리 점도의 함수에 따라 1 바 굽힘 압력을 적용하여 3 mm 반경 및 2.3 mm 굽힘 높이를 갖는 굽힘을 형성하는데 예측된 시간의 그래프적 예시이다.

도 7-8은 형성 표면과 유리 시트를 접촉시켜 형성된 형상화된 유리 제품의 하나의 대표적인 구체 예의 사진이다.

도 9는 돌출부 (protrusion)를 포함하는 형성 표면의 또 다른 대표적인 구체 예와 접촉되는 유리 시트의 모의실

험된 반응을 예시한다.

도 10은 다른 제1 유리 조성물 대 제2 유리 조성물 점도 비 (예를 들어, 코어/클래드 점도 비)에 대하여 제1 클래딩층의 두께의 함수에 따라 도 9에 나타난 바와 같은 코어층과 제1 클래딩층 사이에서 계면 변형의 예측된 가늘어짐 (attenuation)의 그래프적 예시이다.

도 11은 형상화된 유리 제품을 형성하는데 사용된 대표적인 유리 조성물에 대한 점도 곡선의 그래프적 예시이다.

도 2는 명목상 CAD (nominal CAD)로부터 형상화된 유리 제품의 하나의 대표적인 구체 예의 편차 (deviation)를 예시한다.

도 13-14는 이온 교환 전 및 후에 명목상 CAD로부터 형상화된 유리 제품의 또 다른 대표적인 구체 예의 편차를 예시한다.

도 15는 적층 유리 시트 (우측)로 형성된 형상화된 유리 제품의 하나의 대표적인 구체 예 및 단일층 유리 시트 (좌측)로 형성된 형상화된 유리 제품의 또 다른 대표적인 구체 예의 표면에 투사된 격자 이미지 (grid image)을 나타내는 사진이다.

도 16은 형상화된 유리 제품을 형성하는데 사용된 대표적인 유리 조성물에 대한 점도 곡선의 그래프적 예시이다.

도 17은 대표적인 모범 형성 공정을 사용하여 유리 시트의 유효 점도의 함수에 따라 형상화된 유리 제품에 형성된 표면 결함의 기울기의 그래프적 예시이다.

도 18은 또 다른 대표 모범 형성 공정을 사용하여 유리 시트의 유효 점도의 함수에 따라 형상화된 유리 제품에 형성된 표면 결함의 기울기의 그래프적 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하 참조는 수반되는 도면에 예시된 대표적인 구체 예에 대해 매우 상세하게 만들어질 것이다. 가능한 한, 동일한 참조 번호는 동일하게나 또는 유사한 부품에 대하여 도면 내내 사용될 것이다. 도면에서 구성품은 스케일이 필수적인 것이 아니며, 대신에 강조는 대표적인 구체 예의 원리를 예시하는데 부여된다.
- [0012] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "평균 열팽창 계수"는 0℃ 내지 300℃에서 제공된 물질 또는 층의 평균 열팽창 계수를 의미한다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "열팽창계수"는, 별도의 언급이 없는 한, 평균 열팽창계수를 의미한다.
- [0013] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 유리 조성물의 "연화점"은 유리 조성물의 점도가 약 $10^{7.6}$ Poise (P)인 온도를 의미한다.
- [0014] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 유리 조성물의 "어닐링점"은 유리 조성물의 점도가 약 $10^{13.2}$ Poise (P)인 온도를 의미한다.
- [0015] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 유리 조성물의 "변형점"은 유리 조성물의 점도가 약 $10^{14.7}$ Poise (P)인 온도를 의미한다.
- [0016] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 유리 제품, 유리층, 또는 유리 조성물의 " $10^{8.2}$ P 온도"는 상기 유리 제품, 유리층, 또는 유리 조성물의 점도가 약 $10^{8.2}$ P인 온도를 의미한다.
- [0017] 다양한 구체 예에서, 유리 시트는 형성 표면과 접촉되어 형상화된 유리 제품을 형성한다. 상기 유리 시트는 적어도 제1층 및 제2층을 포함한다. 예를 들어, 상기 제1층은 코어층을 포함하고, 상기 제2층은 상기 코어층에 인접한 하나 이상의 클래딩 층을 포함한다. 상기 제1층 및/또는 상기 제2층은 유리, 유리-세라믹, 또는 이의 조합을 포함하는 유리 층이다. 예를 들어, 상기 제1층 및/또는 상기 제2층은 투명 유리 층이다. 몇몇 구체 예에서, 형성 표면과 유리 시트의 접촉 동안, 상기 제1층의 점도는 형성 표면과 접촉하는 상기 제2층의 점도 미만이다. 예를 들어, 유리 시트의 유효 점도는 접촉 동안 형성 표면과 접촉하는 유리 시트의 접촉 점도 미만이다. 이러한 다른 점도는 형상화된 유리 제품의 형성을 가능하게 하면서 형상화된 유리 제품과 형성 표면 사이에 잠재적으로 유해한 표면 상호작용을 피한다.

- [0018] 도 1은 유리 시트 (100)의 하나의 대표적인 구체 예의 단면도이다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 복수의 유리 층을 포함하는 적층 시트를 포함한다. 상기 적층 시트는 도 1에 나타낸 바와 같은 실질적으로 평면일 수 있거나 또는 비-평면일 수 있다. 유리 시트 (100)는 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106) 사이에 배치된 코어층 (102)을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106)은 도 1에 나타낸 바와 같이 외부 층이다. 다른 구체 예에서, 상기 제1 클래딩층 및/또는 상기 제2 클래딩층은 상기 코어층 및 외부 층 사이에 배치된 중간층이다.
- [0019] 코어층 (102)은 제1 주표면 및 상기 제1 주표면에 대립하는 제2 주표면을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 제1 클래딩층 (104)은 코어층 (102)의 제1 주표면에 융합된다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2 클래딩층 (106)은 코어층 (102)의 제2 주표면에 융합된다. 이러한 구체 예에서, 제1 클래딩층 (104)과 코어층 (102) 사이 및/또는 제2 클래딩층 (106)과 코어층 (102) 사이의 계면은 코어층에 각각의 클래딩층을 부착시키기 위해 첨가되거나 또는 구성된, 예를 들어, 접착제, 코팅층, 또는 어떤 비-유리 물질 (non-glass material)과 같은 어떤 결합 물질이 없다. 따라서, 제1 클래딩층 (104) 및/또는 제2 클래딩층 (106)은 코어층 (102)에 직접 융합되거나, 또는 코어층 (102)에 바로 인접하다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리 시트는 코어층과 제1 클래딩층 사이 및/또는 코어층과 제2 클래딩층 사이에 배치된 하나 이상의 중간층을 포함한다. 예를 들어, 중간층은 코어층 및 클래딩층의 계면에 형성된 중간 유리 층 및/또는 확산 층을 포함한다. 확산 층은 상기 확산 층에 인접한 각 층의 성분을 포함하는 블렌드된 영역 (blended region)을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 유리-유리 적층 (예를 들어, 인시튜 융합된 다층 유리-유리 적층)을 포함하고, 여기서 바로 인접한 유리 층 사이에 계면은 유리-유리 계면이다.
- [0020] 몇몇 구체 예에서, 상기 제1층 (예를 들어, 코어층 (102))은 제1 유리 조성물을 포함하고, 및 제2층 (예를 들어, 제1 및/또는 제2 클래딩층 (104 및 106))은 상기 제1 유리 조성물과 다른 제2 유리 조성물을 포함한다. 예를 들어, 도 1에 나타낸 구체 예에서, 코어층 (102)은 제1 유리 조성물을 포함하고, 각각의 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106)은 제2 유리 조성물을 포함한다. 다른 구체 예에서, 제1 클래딩층은 제2 유리 조성물을 포함하고, 제2 클래딩층은 상기 제1 유리 조성물 및/또는 제2 유리 조성물과 다른 제3 유리 조성물을 포함한다.
- [0021] 유리 시트는, 예를 들어, 퓨전 인발 (fusion draw), 다운 인발, 슬롯 인발, 업 인발, 또는 플루오트 공정 (float process)과 같은, 적절한 공정을 사용하여 형성될 수 있다. 상기 유리 시트의 다양한 층은 유리 시트의 형성 동안 적층될 수 있거나, 또는 독립적으로 및 나중에 적층될 수 있어 유리 시트를 형성한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트는 퓨전 인발 공정을 사용하여 형성된다. 도 2는, 예를 들어, 유리 시트 (100)와 같은 유리 시트를 형성하는데 사용될 수 있는 오버플로우 분배기 (200)의 하나의 대표적인 구체 예의 단면도이다. 오버플로우 분배기 (200)는 미국 특허 제4,214,886호에 기재된 바와 같이 구성될 수 있고, 이의 전체적인 내용은 참조로 여기에 혼입된다. 예를 들어, 오버플로우 분배기 (200)는 하부 오버플로우 분배기 (220) 및 상기 하부 오버플로우 분배기 위에 위치된 상부 오버플로우 분배기 (240)를 포함한다. 하부 오버플로우 분배기 (220)는 홈통 (trough) (222)을 포함한다. 제1 유리 조성물 (224)은 용융되고 점성 상태로 홈통 (222)으로 공급된다. 제1 유리 조성물 (224)은 이하 더욱 기재된 바와 같이 유리 시트 (100)의 코어층 (102)을 형성한다. 상부 오버플로우 분배기 (240)는 홈통 (242)을 포함한다. 제2 유리 조성물 (244)은 용융되고 점성 상태로 홈통 (242)으로 공급된다. 제2 유리 조성물 (244)은 이하 더욱 기재된 바와 같이 유리 시트 (100)의 제1 및 제2 클래딩층 (104 및 106)을 형성한다.
- [0022] 제1 유리 조성물 (224)은 홈통 (222)을 넘쳐, 하부 오버플로우 분배기 (220)의 대립 외부 형성 표면 (226 및 228) 아래로 흐른다. 외부 형성 표면 (226 및 228)은 인발선 (230)에서 모인다. 하부 오버플로우 분배기 (220)의 각각의 외부 형성 표면 (226 및 228) 아래로 흐르는 제1 유리 조성물 (224)의 개별 스트림은 인발선 (230)에 모이고, 여기서 이들은 서로 융합되어 유리 시트 (100)의 코어층 (102)을 형성한다.
- [0023] 제2 유리 조성물 (244)은 홈통 (242)을 넘쳐, 상부 오버플로우 분배기 (240)의 대립 외부 형성 표면 (246 및 248) 아래로 흐른다. 제2 유리 조성물 (244)은, 상기 제2 유리 조성물이 하부 오버플로우 분배기 (220)의 주변을 흐르고, 상기 하부 오버플로우 분배기의 외부 형성 표면 (226 및 228)에 걸쳐 흐르는 제1 유리 조성물 (224)과 접촉하도록, 상부 오버플로우 분배기 (240)에 의해 바깥쪽 방향으로 바뀌게 된다. 제2 유리 조성물 (244)의 개별 스트림은 하부 오버플로우 분배기 (220)의 각각의 외부 형성 표면 (226 및 228) 아래로 흐르는 제1 유리 조성물 (224)의 각각의 개별 스트림에 융합된다. 인발선 (230)에서 제1 유리 조성물 (224)의 스트림의 수렴 (convergence)시, 제2 유리 조성물 (244)은 유리 시트 (100)의 제1 및 제2 클래딩층 (104 및 106)을 형성한다.

다.

- [0024] 몇몇 구체 예에서, 점성 상태의 코어층 (102)의 제1 유리 조성물 (224)은 점성 상태의 제1 및 제2 클래딩층 (104 및 106)의 제2 유리 조성물 (244)과 접촉되어 적층 시트를 형성한다. 이러한 구체 예의 몇몇에서, 적층 시트는, 도 2에 나타난 바와 같은, 하부 오버플로우 분배기 (220)의 인발선 (230)에서 떨어져 이동하는 유리 리본의 일부이다. 유리 리본은, 예를 들어, 중력 및/또는 풀링 롤러 (pulling rollers)를 포함하는 적절한 수단에 의해 하부 오버플로우 분배기 (220)에서 떨어져 인발될 수 있다. 유리 리본은 하부 오버플로우 분배기 (220)에서 떨어져 이동하면서 냉각된다. 유리 리본은 이로부터 적층 시트를 분리하기 위해 절단된다. 따라서, 적층 시트는 유리 리본으로부터 절단된다. 유리 리본은, 예를 들어, 스코어링 (scoring), 벤딩 (bending), 열적 충격 및/또는 레이저 절단과 같은 적절한 기술을 사용하여 절단될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는, 도 1에 나타난 바와 같은 적층 시트를 포함한다. 다른 구체 예에서, 적층 시트는 유리 시트 (100)를 형성하기 위해 (예를 들어, 절단 또는 몰딩에 의해) 더욱 가공될 수 있다.
- [0025] 비록 도 1에 나타난 유리 시트 (100)가 세 개의 층을 포함할지라도, 다른 구체 예들은 본 개시에 포함된다. 다른 구체 예에서, 유리 시트는 둘, 넷, 또는 그 이상 층과 같이, 결정된 수의 층을 가질 수 있다. 예를 들어, 두 층을 포함하는 유리 시트는, 상기 두 층이 오버플로우 분배기의 각각의 인발선에서 떨어져 이동하면서 결합되도록 위치한 두 개의 오버플로우 분배기를 사용하거나 또는 두 개의 유리 조성물이 오버플로우 분배기의 대립 외부 형성 표면에 걸쳐 흐르고 오버플로우 분배기의 인발선에 모이도록 분리된 홈통을 갖는 단일 오버플로우 분배기를 사용하여, 형성될 수 있다. 넷 이상의 층을 포함하는 유리 시트는 부가적인 오버플로우 분배기를 사용하여 및/또는 분리된 홈통을 갖는 오버플로우 분배기를 사용하여 형성될 수 있다. 따라서, 결정된 수의 층을 갖는 유리 시트는 궁극적으로 오버플로우 분배기를 변형시켜 형성될 수 있다.
- [0026] 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 적어도 약 0.05mm, 적어도 약 0.1mm, 적어도 약 0.2mm, 또는 적어도 약 0.3mm의 두께를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 유리 시트 (100)는 최대한 약 3mm, 최대한 약 2mm, 최대한 약 1.5mm, 최대한 약 1mm, 최대한 약 0.7mm, 또는 최대한 약 0.5mm의 두께를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)의 두께에 대한 코어층 (102)의 두께의 비는 적어도 약 0.7, 적어도 약 0.8, 적어도 약 0.85, 적어도 약 0.9, 또는 적어도 약 0.95이다. 몇몇 구체 예에서, 제2층의 두께 (예를 들어, 각각의 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106))는 약 0.01mm 내지 약 0.3mm이다.
- [0027] 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 강화 유리 시트로 구성된다. 따라서, 여기에 기재된 바와 같은 유리 시트 (100)으로부터 형성된 형상화된 유리 제품은 강화된 형상화된 유리 제품을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 제2층 (예를 들어, 제1 및/또는 제2 클래딩층 (104 및 106))의 제2 유리 조성물은 제1층 (예를 들어, 코어층 (102))의 제1 유리 조성물과 다른 평균 열팽창계수 (CTE)를 포함한다. 예를 들어, 제1 및/또는 제2 클래딩층 (104 및 106)은 코어층 (102)보다 더 낮은 평균 CTE를 갖는 유리 조성물로부터 형성된다. CTE 불일치 (즉, 제1 및 제2 클래딩층 (104 및 106)의 평균 CTE와 코어층 (102)의 평균 CTE 사이의 차이)는 클래딩층에서 압축 응력 및 유리 시트 (100)의 냉각시 코어층에 인장 응력의 형성을 결과한다. 다양한 구체 예에서, 각각의 제1 및 제2 클래딩층은, 독립적으로, 더 높은 평균 CTE, 더 낮은 평균 CTE, 또는 실질적으로 상기 코어층과 동일한 평균 CTE를 가질 수 있다.
- [0028] 몇몇 구체 예에서, 제1층 (예를 들어, 코어층 (102))의 평균 CTE 및 제2층 (예를 들어, 제1 및/또는 제2 클래딩층 (104 및 106))의 평균 CTE는 적어도 약 $5 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 적어도 약 $15 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 또는 적어도 약 $25 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 만큼 차이가 난다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1층의 평균 CTE 및 제2층의 평균 CTE는 최대한 약 $55 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $50 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $40 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $30 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $20 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 또는 최대한 약 $10 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 만큼 차이가 난다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 제1층의 평균 CTE 및 제2층의 평균 CTE는 약 $5 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 내지 약 $30 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 또는 약 $5 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 내지 약 $20 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 만큼 차이가 난다. 몇몇 구체 예에서, 제2층의 제2 유리 조성물은 최대한 약 $40 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 또는 최대한 약 $35 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 의 평균 CTE를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2층의 제2 유리 조성물은 적어도 약 $25 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 또는 적어도 약 $30 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 의 평균 CTE를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1층의 제1 유리 조성물은 적어도 약 $40 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 적어도 약 $50 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 또는 적어도 약 $55 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 의 평균 CTE를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1층의 제1 유리 조성물은 최대한 약 $90 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $85 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $80 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 최대한 약 $70 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 또는 최대

한 약 $60 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 의 평균 CTE를 포함한다.

- [0029] 몇몇 구체 예에서, 클래딩층의 압축 응력은 최대한 약 800 MPa, 최대한 약 500 MPa, 최대한 약 300 MPa, 최대한 약 200 MPa, 최대한 약 150 MPa, 최대한 약 100 MPa, 최대한 약 50 MPa, 또는 최대한 약 40 MPa이다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 클래딩층의 압축 응력은 적어도 약 10 MPa, 적어도 약 20 MPa, 적어도 약 30 MPa, 적어도 약 50 MPa, 적어도 약 100 MPa, 또는 적어도 약 200 MPa이다.
- [0030] 몇몇 구체 예에서, 제1층의 제1 유리 조성물은 제2층의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 연화점을 포함한다. 예를 들어, 도 1에 나타난 구체 예에서, 코어층 (102)의 제1 유리 조성물은 제1 클래딩층 (104) 및/또는 제2 클래딩층 (106)의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 연화점을 포함한다. 이러한 다른 연화점은, 여기에 기재된 바와 같이 유리 시트와 형성 표면 사이에 잠재적으로 유해한 표면 상호작용을 피하면서 형상화된 유리 제품으로 유리 시트 (100)의 형성을 가능하게 할 수 있다.
- [0031] 몇몇 구체 예에서, 제1 유리 조성물의 연화점은 적어도 약 5°C , 적어도 약 15°C , 적어도 약 50°C , 또는 적어도 약 80°C 만큼 제2 유리 조성물의 연화점과 다르다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물의 연화점은 최대한 약 100°C 만큼 제2 유리 조성물의 연화점과 다르다. 몇몇 구체 예에서, 제1 유리 조성물은 최대한 약 900°C , 최대한 약 880°C , 최대한 약 800°C , 또는 최대한 약 775°C 의 연화점을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물은 적어도 약 600°C , 적어도 약 700°C , 또는 적어도 약 800°C 의 연화점을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2 유리 조성물은 최대한 약 1000°C , 최대한 약 975°C , 최대한 약 900°C , 또는 최대한 약 800°C 의 연화점을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2 유리 조성물은 적어도 약 700°C , 적어도 약 800°C , 또는 적어도 약 900°C 의 연화점을 포함한다.
- [0032] 몇몇 구체 예에서, 제1층의 제1 유리 조성물은 제2층의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 $10^{8.2}$ P 온도를 포함한다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 제1 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도는 적어도 약 5°C , 적어도 약 15°C , 적어도 약 50°C , 또는 적어도 약 80°C 만큼 제2 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도와 다르다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도는 최대한 약 125°C , 최대한 약 110°C , 또는 최대한 약 100°C 만큼 제2 유리 조성물의 $10^{8.2}$ P 온도와 다르다.
- [0033] 몇몇 구체 예에서, 제1층의 제1 유리 조성물은 다양한 온도에서 제2층의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 점도를 포함한다. 다시 말해서, 제1 유리 조성물의 점도 곡선의 전부 또는 일부는 제2 유리 조성물의 점도 곡선 아래에 놓인다. 예를 들어, 제1층의 제1 유리 조성물은 제2층의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 $10^{7.4}$ P 온도 및/또는 제2층의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 10^{10} P 온도를 포함한다.
- [0034] 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)은 형성 표면과 접촉되어 형상화된 유리 제품을 형성한다. 이러한 공정은 재형성 공정 (reforming process) 또는 몰딩 공정이라 언급될 수 있다. 도 3은 유리 시트의 외부 표면과 형성 표면 (300)의 하나의 대표적인 구체 예 사이에 계면의 확대도이다. 형성 표면 (300)은, 예를 들어, 진공 몰드, 압력 몰드, 새깅 몰드 (sagging mold), 또는 프레스 몰드 (press mold)를 포함하는 적절한 형성 유닛 또는 몰드의 형성 표면을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 형성 유닛은 일-체형 형성 유닛 (one-mold forming unit) (예를 들어, 진공 몰드, 압력 몰드, 또는 새깅 몰드)을 포함한다. 일-체형 형성 유닛은 형상화된 유리 제품을 형성하기 위해 함께 가압된 둘 이상의 형성 표면이 아니라 단일 형성 표면을 포함한다.
- [0035] 도 4는 유리 시트 및 형성 표면 사이에 상호작용을 나타내는데 사용될 수 있는 분석 모델의 회화적 개략도이다. 파라미터 R은 형성 표면의 표면 특색 (예를 들어, 비보트 (divot) 또는 결점 (imperfection))과 접촉하는 유리 시트의 일부의 표면 반경을 포함한다. 유리 시트의 표면은 표면 특색의 형태와 좀 더 근접하게 일치됨에 따라, 파라미터 R은 더 작아진다. 파라미터 R이 더 작아짐에 따라, 유리 시트와 형성 표면의 표면 특색 사이에 접촉 면적은 더 커진다. 이러한 더 큰 접촉 면적은 최종 형상화된 유리 제품의 감소된 표면 품질 및/또는 형성 표면 상에 증가된 마손 (wear)을 결과할 수 있다.
- [0036] 도 5는 도 4에 나타난 바와 같은 형성 표면의 표면 특색을 채우는 다른 점도를 갖는 유리의 동력학의 그래프이다. 유리 시트 및 형성 표면의 표면 특색 사이에 유효 접촉 면적은 평형 (equilibrium) 접촉 면적에 도달할 때까지 시간에 따라 증가한다. 따라서, 파라미터 R은 도 5에 나타난 바와 같은 평형 값에 도달할 때까지 시간에 따라 감소한다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 평형은 적용된 가압력 (pressing force) 및 모세관력 사이에 균형의 결과로 믿어진다. 주어진 공정 기간 (예를 들어, 5초) 동안, 더 높은 점성의 유리는 더 낮은 점

성의 유리와 비교하여 더 작은 변형을 경험한다. 더 작은 변형은 주어진 유리 기간동안 더 큰 파라미터 R로 증명되며, 이는 형성 표면과 더 작은 접촉 면적을 나타낸다.

[0037] 통상적인 몰딩 작업에서, 유리는 이의 연화점으로 가열되고, 그 다음 몰드의 형성 표면과 접촉된다. 유리는 형성 표면의 윤곽에 일치하도록 변형된다. 따라서, 최종 형상화된 유리 제품은 형성 표면의 형상에 상보적으로 3-차원 (3D) 형상을 포함한다. 유리의 점도는 충분히 낮아 (예를 들어, 충분히 작은 굽힘 반경을 달성하도록) 원하는 3D 형상으로 형상화된 유리 제품을 형성하기 위한 점성 변형을 가능하게 한다. 그러나, 만약 유리의 점도가 너무 낮다면, 형성 표면에서 결함은 유리 상에 미세 각인될 수 있고 및/또는 유리는 형성 표면에 들러붙을 수 있으며, 이는 유리 표면 손상 및/또는 몰드 분해를 유발할 수 있다. 따라서, 형성 동안 더 낮은 유리 점도는 원하는 3D 형상을 갖는 유리 제품을 달성하는 것을 도울 수 있고, 형성 동안 더 높은 유리 점도는 유리 제품의 표면에 결함 및/또는 몰드 분해를 피하는 것을 도울 수 있다. 형성 표면은 유리 표면 손상 및/또는 몰드 분해를 감소시키기 위해 코팅 물질로 코팅될 수 있다. 그러나, 이러한 코팅은 몰딩 작업의 비용을 증가시킬 수 있다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 유리 제품은 증가된 형성 점도에서 형성될 수 있다. 그러나, 이러한 증가된 형성 점도는 형성 시간을 증가시킬 수 있고 및/또는 달성될 수 있는 굽힘 반경을 제한할 수 있다.

[0038] 몇몇 구체 예에서, 형성 표면과 유리 시트를 접촉하는 단계는 형성 표면과 유리 시트의 제1층을 접촉하지 않고, 형성 표면과 유리 시트의 제2층을 접촉하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 유리 시트 (100)의 제1 클래딩층 (104)은 형성 표면 (300)과 접촉된다. 제1 클래딩층 (104)은 코어층이 형성 표면과 미접촉되도록 코어층 (102)과 형성 표면 (300) 사이에 배치된다. 유리 시트 (100), 또는 이의 일부는, 유리 시트가 형성 표면의 형상과 일치하고, 형상화된 유리를 형성하는 접촉 단계에 대응하여 변형되도록 충분히 높은 형성 온도에서 접촉된다. 몇몇 구체 예에서, 형성 표면 (300)에 의해 접촉하는 동안 유리 시트 (100)의 최대 온도 (즉, 최대 형성 온도)는 최대한 약 900℃ 또는 최대한 약 850℃이다.

[0039] 몇몇 구체 예에서, 코어층 (102)의 제1 유리 조성물은 여기에 기재된 바와 같은 제1 클래딩층 (104) 및/또는 제2 클래딩 층 (106)의 제2 유리 조성물보다 더 낮은 연화점을 포함한다. 따라서, 유리 시트 (100)는 (예를 들어, 코어층 (102)에 의해 형성된) 상대적으로 연질 코어를 적어도 부분적으로 감싸는 (예를 들어, 제1 클래딩층 (104) 및/또는 제2 클래딩층 (106)에 의해 형성된) 상대적으로 경질 클래딩을 포함한다. 형성 표면 (300)과 유리 시트를 접촉하는 단계는 상대적으로 연질 코어를 접촉하는 단계 없이 상대적으로 경질 클래딩을 접촉하는 단계를 포함한다. 상대적으로 연질 코어는 원하는 3D 형상을 갖는 형상화된 유리 제품으로 유리 시트 (100)의 형성을 가능하게 할 수 있다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 상대적으로 경질 클래딩은 형상화된 유리 제품에 표면 손상 및/또는 형성 표면 (300)에 손상을 피하는 것을 (예를 들어, 상대적으로 경질 클래딩과 형성 표면 사이에 표면 상호작용을 피하는 것을) 도울 수 있다.

[0040] 특정 온도 (예를 들어, 형성 온도)에 유리 시트 (100)의 유효 점도 (μ_{eff})는 특정 온도에서 유리 시트의 두께 편중 평균 점도를 포함한다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 코어층 (102)는 두께 (t_{core})를 포함하고, 각각의 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106)은 두께 (t_{clad})를 포함한다. 제1 유리 조성물은 특정 온도에서 점도 (μ_{core})를 포함하고, 제2 유리 조성물은 특정 온도에서 점도 (μ_{clad})를 포함한다. 따라서, 특정 온도에서 유리 시트 (100)의 유효 점도는 수학적 식 1로 나타낸다.

[0041] [수학적 식 1]

$$\mu_{eff} = \frac{t_{core}\mu_{core} + 2t_{clad}\mu_{clad}}{t_{core} + 2t_{clad}}$$

[0042]

[0043] 몇몇 구체 예에서, 형성 표면 (300)과 접촉하는 동안 유리 시트 (100)의 유효 점도 (μ_{eff})는 접촉 동안 형성 표면과 접촉하는 유리 시트의 접촉 점도 (예를 들어, 표면 점도) 미만이다. 예를 들어, 형성 표면 (300)에 의한 접촉 동안 유리 시트 (100)의 유효 점도 (μ_{eff})는, 여기에 기재된 바와 같은 형성 표면과 접촉하는, 유리 시트의 제1 클래딩층 (104)의 점도 (μ_{clad}) 미만이다. 형성 온도에서 유리 시트 (100)의 더 낮은 유효 점도는 원하는 3D 형상을 갖는 유리 제품으로 유리 시트의 형성을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 유리 시트 (100)는 (예를 들어, 유리 시트 (100)의 유효 점도 (μ_{eff})와 유사한) 형성 온도에서 저 점도를 갖는 단일 층 유리 시트로 달성 가능한 것과 유사한 작은 굽힘 반경을 포함하는 3D 형상으로 형성될 수 있다. 부가적으로, 또는 선택적으

로, 유리 시트 (100)와 형성 표면 (300) 사이에 표면 상호작용은 (예를 들어, 유리 시트 (100)의 점도 (μ_{clad})와 유사한) 형성 온도에서 고 점도를 갖는 단일층 유리 시트로 달성 가능한 유사한 방식으로 피할 수 있다. 다시 말해서, 유리 시트 (100)는 유효 형상 복제 (shape replication)를 가능하게 하는 상대적으로 낮은 유효 점도 (μ_{eff}) 및 또한 향상된 유리 표면 품질 및/또는 몰드 수명을 가능하게 하는 상대적으로 높은 접촉 점도 (μ_{clad})를 포함할 수 있다.

[0044] 여기에 기재된 바와 같이 형성 표면 (300)과 유리 시트 (100)를 접촉시키는 단계는 단일-층 유리 시트를 형성하는 것과 비교하여 개선된 표면 특성을 갖는 형상화된 유리 제품을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품은 최대한 약 1nm, 최대한 약 0.9nm, 최대한 약 0.8nm, 또는 최대한 약 0.7nm의 표면 거칠기 (R_a)를 포함한다. 표면 거칠기는 ISO 1302 또는 ASTM F2791에 기재된 것으로 측정될 수 있다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 형상화된 유리 제품은 최대한 약 50nm, 최대한 약 40nm, 최대한 약 30nm, 또는 최대한 약 25nm의 표면과형을 포함한다. 표면과형은 ASTM C1652/C1652M에 기재된 것으로 측정될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 개선된 표면 특성을 갖는 형상화된 유리 제품은, 여기에 기재된 바와 같은 (예를 들어, CTE 불일치 및/또는 이온-교환에 의해) 강화된다.

[0045] 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 특정 유효 점도에 상응하는 유효 온도를 포함한다. 유효 온도는 유리 시트가 특정 유효 점도 (μ_{eff})를 포함하는 유리 시트 (100)의 온도를 포함한다. 예를 들어, 유리 시트 (100)의 유효 $10^{8.2}$ P 온도는 유리 시트의 유효 점도 (μ_{eff})가 $10^{8.2}$ P인 온도를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 최대한 약 900°C, 최대한 약 875°C, 최대한 약 850°C, 최대한 약 800°C, 또는 최대한 약 750°C의 유효 $10^{8.2}$ P 온도를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 유리 시트 (100)는 적어도 약 400°C의 유효 $10^{8.2}$ P 온도를 포함한다.

[0046] 유리 시트의 형성 온도는 사용된 형성 기술에 의존할 수 있고, 특정 유효 점도에 상응하는 적어도 유효 온도일 수 있다. 예를 들어, 형성 온도는 유리 시트의 적어도 유효 10^{10} P 온도, 또는 유리 시트의 적어도 유효 $10^{8.2}$ P 온도, 또는 유리 시트의 적어도 유효 $10^{7.4}$ P 온도이다.

[0047] 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 형성 표면의 형상과 일치하고, 및 형상화된 유리 제품을 형성하도록 형성 표면 (300)에 대응하여 변형된다. 도 6은 0.07 mm 내지 0.7 mm의 두께 범위의 유리 시트에 대하여 유리 점도의 함수에 따라 1 바 굽힘 압력을 적용시켜 3 mm 반경 및 2.3 mm 굽힘 높이를 갖는 굽힘을 형성하는데 예측된 시간의 그래프적 예시이다. 라인 (402)은 0.07 mm의 두께를 갖는 유리 시트에 상응한다. 라인 (404)은 0.2 mm의 두께를 갖는 유리 시트에 상응한다. 라인 (406)은 0.63 mm의 두께를 갖는 유리 시트에 상응한다. 라인 (408)은 0.7 mm의 두께를 갖는 유리 시트에 상응한다. 수평선 (410)은 $10^{9.8}$ P의 유리 점도를 갖는 0.7 mm 두께 유리 시트가 모의실험된 조건하에서 굽힘에 대해 57초가 소요되는 것을 나타낸다. 그에 반해서, 0.2 mm 두께의 유리 시트는 57초 내에 굽힘에 대해 $10^{11.5}$ P의 점도를 가질 수 있고, 0.07 mm 두께의 유리 시트는 57초에서 굽힘에 대해 (예를 들어, 유리가 점탄성을 유지하는 전제하에서, $10^{11.5}$ P를 초과하는) 상당히 더 높은 점도를 가질 수 있다.

[0048] 도 6에 의해 예시된 바와 같이, 유리 시트의 형성 시간은 증가하는 점도 및 증가하는 두께에 따라 상당히 증가한다. 따라서, 유리 점도는 유리 시트의 형성 시간에 상당한 영향을 갖는다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)의 유효 점도는 상대적으로 낮고, 반면에 표면 점도는 여기에 기재된 바와 같이 상대적으로 높다. 따라서, 유리 시트 (100)에 대한 형성 시간은 (예를 들어, 상대적으로 높은 표면 점도에 기인한) 형성 표면 (300)과 잠재적으로 유해한 표면 상호작용을 피하면서 (예를 들어, 상대적으로 낮은 유효 점도에 기인하여) 상대적으로 낮을 수 있다.

[0049] 도 7-8은 형성 표면 (300)과 유리 시트 (100)을 접촉시켜 형성된 형상화된 유리 제품 (500)의 하나의 대표적인 구체 예의 사진이다. 따라서, 형상화된 유리 제품 (500)은 유리 시트 (100)에 관련하여 여기에 기재된 제1층 및 제2층을 포함한다. 형상화된 유리 제품 (500)의 제1층은 제1 유리 조성물을 포함하고, 형상화된 유리 제품의 제2층은 유리 시트 (100)에 관련하여 여기에 기재된 바와 같은 제2 유리 조성물을 포함한다. 따라서, 형상화된 유리 제품 (500), 또는 이의 개별 층들은, 유리 시트 (100)에 관련하여 여기에 기재된 다양한 특성 (예를 들어, CTE, 연화점, 유효 점도, 유효 온도, 등)을 보유할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품

(500)은 (예를 들어, 제1층 및 제2층 사이에 CTE 불일치의 결과로서) 강화된 형상화된 유리 제품으로 구성된다.

[0050] 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품 (500)은, 예를 들어, 휴대용 소비자 전자 장치 (예를 들어, 휴대폰)용 커버 유리로서 사용될 수 있다. 도 7-8에 나타난 구체 예에서, 형상화된 유리 제품 (500)은 곡면 립 (504)에 의해 둘러싸인 실질적으로 평면의 중심 영역 (502)을 포함한다. 따라서, 유리 시트 (100)를 접착하는 단계는 유리 시트에서 하나 이상의 굽힘을 형성하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 굽힘은 실질적으로 평면의 중심 영역 (502)과 곡면 립 (504) 사이에 전환부에서 유리 시트의 곡선 구역을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)를 접착하는 단계는 형상화된 유리 제품 (500)이 최대한 약 5 mm, 최대한 약 4 mm, 최대한 약 3 mm, 또는 최대한 약 2 mm의 반경을 갖는 굽힘을 포함하도록 유리 시트를 굽히는 단계를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 유리 시트 (100)를 접착시키는 단계는 형상화된 유리 제품 (500)이 약 70° 내지 약 90°, 또는 약 80° 내지 약 90°의 굽힘 각을 갖는 굽힘을 포함하도록 유리 시트를 굽히는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 굽힘은 반경 굽힘 (radiused bend)을 포함한다. 다른 구체 예에서, 굽힘은 스플라인 형상 굽힘 (spline shaped bend)을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품의 형상 정밀도는 형상화된 유리 제품을 이온 교환 공정에 적용시키기 전 또는 후에 $\pm 50 \mu\text{m}$ 이다. 예를 들어, 형상화된 유리 제품의 형상은 형상화된 유리 제품을 이온 교환 공정을 적용시킨 후에 의도된 형상의 50 μm 내에 있다.

[0051] 비록 형상화된 유리 제품 (500)이 실질적으로 사각형의 평면 영역의 각 측면 상에 하나에, 네 개의 굽힘에 의해 형성된 곡면 립을 포함하는 것으로 기재되었을지라도, 다른 구체 예들은 본 개시에 포함된다. 다른 구체 예에서, 형상화된 유리 제품은 하나, 둘, 셋 또는 그 이상의 굽힘과 같은, 결정된 다수의 굽힘을 포함한다. 비록 형상화된 유리 제품 (500)이 곡면 립 (504)에 의해 둘러싸인 실질적으로 평면의 중심 영역 (502)을 포함하는 것으로 기재되었을지라도, 다른 구체 예들은 본 개시에 포함된다. 다른 구체 예에서, 형상화된 유리 제품은, 예를 들어, 접시, 굽힘, 또는 곡면 형상을 포함하는 적절한 비-평면 또는 3D 형상을 포함한다.

[0052] 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품은 이온 교환 가능하다. 예를 들어, 제1 유리 조성물 및/또는 제2 유리 조성물은, 적절한 이온 교환 공정을 사용하여 더 큰 이온 (예를 들어, K^+ 또는 Ag^+)으로 교환될 수 있는 알칼리 금속 이온 (예를 들어, Li^+ 또는 Na^+)을 포함하여, 형상화된 유리 제품에서 압축 응력을 형성한다. 몇몇 구체 예에서, 이온 교환 공정은 용융염 용액에 형상화된 유리 제품을 노출하는 단계를 포함한다. 형상화된 유리 제품 (예를 들어, 제1층 및/또는 제2층)에 존재하는 더 작은 양이온 (예를 들어, 일가 알칼리 금속 양이온 또는 이가 알칼리 토 금속 양이온)은 용융염 용액에 존재하는 더 큰 양이온 (예를 들어, 일가 알칼리 금속 양이온, 이가 알칼리 토 금속 양이온, 또는 Ag^+)으로 대체된다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, Na^+ 은 K^+ 으로 대체된다. 더 작은 양이온 및 더 큰 양이온은 동일한 원자가 또는 산화 상태를 가질 수 있다. 더 큰 양이온으로 더 작은 양이온의 대체는 압축 (compression) 또는 압축 응력 하에 있는 형상화된 유리 제품 내에 강화층을 생성한다. 강화층은 층의 깊이 (DOL)로 형상화된 유리 제품의 내부 또는 벌크로 확장한다. 몇몇 구체 예에서, 강화된 형상화된 유리 제품은 이온 교환 공정을 결과하는 제1층 또는 제2층 중 적어도 하나에서 양이온 농도 구배 (예를 들어, K^+ 및/또는 Ag^+ 농도 구배)를 포함한다.

[0053] 일반적으로, 유리 조성물의 연화점 및/또는 변형점이 감소함에 따라, 유리 조성물의 이온 교환 특성은 저하되는 경향이 있다. 이러한 저하는 (예를 들어, 만약 유리 조성물의 변형점이 이온 교환 욕조 온도와 너무 가까운 경우) 이온 교환 동안 응력 이완의 결과일 수 있다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 이온 교환 가능한 유리는 형상화된 유리 제품으로 형성하는 것이 상대적으로 어려울 수 있다. 예를 들어, 이온 교환 가능한 유리는 상대적으로 높은 온도 또는 압력 및/또는 상대적으로 긴 형성 시간에서 형성될 수 있다. 이러한 어려움은 이온 교환 가능한 유리의 상대적으로 높은 연화점 및/또는 변형점의 결과일 수 있다. 여기에 기재된 바와 같은 적층 유리 시트 (예를 들어, 클래딩층)로 이온 교환 가능한 유리를 혼입시켜, 적층 유리 시트의 유효 점도는 감소될 수 있어, 이온 교환 가능한 유리의 이온 교환 능력을 보유하면서 형상화된 유리 제품으로 적층 유리 시트의 형성을 가능하게 한다.

[0054] 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품은 여기에 기재된 바와 같은 CTD 불일치를 포함한다. 이러한 구체 예의 몇몇에서, 형상화된 유리 제품은 이온 교환 공정에 적용되어 제2층에 형성된 압축 응력을 더욱 증가시킨다. 예를 들어, CTE 불일치로부터 결과하는 압축 응력은 약 25 MPa 내지 약 300 MPa 또는 약 100 MPa 내지 약 200 MPa이고, 이온 교환으로부터 결과하는 압축 응력은 약 400 MPa 내지 약 700 MPa 또는 약 500 MPa 내지 약 600 MPa이다. 따라서, 형상화된 유리 제품은 약 425 MPa 내지 약 1000 MPa 또는 약 600 MPa 내지 약 800 MPa의 총 압축 응력을 포함한다. CTE 불일치 및 이온 교환의 강화 효과가 조합되어 원하는 압축 응력을 갖는 형상화된 유

리 제품을 달성할 수 있기 때문에, 이온 교환 가능한 유리는 최적 이온교환 능력 미만을 포함할 수 있다. 예를 들어, 다소 저하된 이온 교환 능력을 갖는 상대적으로 연질의 이온 교환 가능한 유리는, 원하는 총 강도를 갖는 형상화된 유리 제품으로 형성될 CTE 불일치를 포함하는 적층 유리 시트로 혼입될 수 있다.

[0055] 몇몇 구체 예에서, 형성 표면은 형상화된 유리 제품의 형성 동안 유리 시트 (100)의 외부 표면에 결함을 부여하는 결점 (예를 들어, 눌림 자국 또는 돌출부)을 포함한다. 형성 표면에 결점은 반복된 사용에 의해 유발된 형성 표면에 마손 또는 제작 결함의 결과일 수 있다. 예를 들어, 도 9는 돌출부 (602)를 포함하는 형성 표면 (600)의 또 다른 대표적인 구체 예와 접촉하는 유리 시트 (100)의 모의실험된 반응을 예시한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)의 외부 표면은 형성 표면 (600)에 의한 접촉 후에 이미 원래 그대로의 상태가 아니다. 예를 들어, 형성 표면 (600)과 유리 시트 (100)를 접촉시켜 형성된 형상화된 유리 제품은 도 9에 나타낸 바와 같은 매끄럽지 않은 및/또는 균일하지 않은 외부 표면을 포함한다.

[0056] 몇몇 구체 예에서, 제1 클래딩층 (104)은 돌출부 (602)의 영향을 적어도 부분적으로 흡수하고, 이에 의해 코어층 (102)과 제1 클래딩층 사이의 계면의 변형을 최소화시킨다. 다시 말해서, 계면에서 코어층 (102)의 변형은 유리 시트 (100)의 표면에서 제1 클래딩층 (104)의 변형과 비교된 진폭 (amplitude)에서 더 넓고 더 작다. 도 10은 다른 제1 유리 조성물 대 제2 유리 조성물 점도 비 (예를 들어, 코어 점도 대 클래드 점도의 비)에 대하여 제1 클래딩층의 두께의 함수에 따라 코어층 (102)과 제1 클래딩층 (104) 사이 계면의 변형의 예측된 가늘어짐의 그래프적 예시이다. 제1 클래딩층의 두께는 x-축 상에 플롯된다. 형성 표면에서 돌출부와 유리 제품의 접촉으로부터 결과하는 클래드의 변형 또는 섭동 (perturbation)의 진폭 대 코어의 변형 또는 섭동의 진폭의 비, δ 는 y-축에 플롯된다. 곡선 (702)은 10의 점도 비를 나타낸다. 곡선 (704)은 1의 점도 비를 나타낸다. 곡선 (706)은 0.1의 점도 비를 나타낸다. 도 10은 (코어의 변형의 진폭에 의해 나타낸) 계면의 변형이 (클래드의 변형의 진폭에 의해 나타낸) 유리 시트 (100)의 표면에서 제1 클래딩층의 변형 미만인 것을 예시한다. 표면의 변형과 비교하여 계면의 감소된 변형은 1 미만인 δ 로 나타낸다. 따라서, 상대적으로 얇은 및/또는 상대적으로 점성의 클래딩층은 (예를 들어, 돌출부 (602)와 유리 시트의 표면의 접촉에 대응하여 코어층 (102)의 변형의 진폭을 감소시켜) 형상화된 유리 제품의 표면 품질을 유지하는 것을 도울 수 있다. 다시 말해서, 제1 클래딩층 (104)은 형성 표면 (600)과 유리 시트 (100)의 접촉에 대응하여 손상으로부터 코어층 (102)을 보호한다.

[0057] 몇몇 구체 예에서, 유리 시트 (100)는 형성 온도 (예를 들어, 특정 형성 기술에 기초한 적절한 형성 온도)에서 최대한 약 1, 최대한 약 0.9, 최대한 약 0.8, 최대한 약 0.7, 최대한 약 0.6, 최대한 약 0.5, 최대한 약 0.4, 최대한 약 0.3, 최대한 약 0.2, 최대한 약 0.1, 또는 최대한 약 0.05의 코어 대 클래드 점도 비를 포함한다. 예를 들어, 유리 시트 (100)의 코어 대 클래드 점도 비는 유리 시트의 유효 $10^{8.2}$ P 온도에서 코어 대 클래드 점도 비를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 유리 시트 (100)의 제2층 (예를 들어, 제1 클래딩층 (104) 및/또는 제2 클래딩층 (106))은 형성 온도에서 적어도 약 $10^{7.6}$ P의 점도를 포함한다. 예를 들어, 유리 시트 (100)의 제2층은 유리 시트의 유효 $10^{8.2}$ P 온도에서 적어도 약 $10^{8.3}$ P, 적어도 약 $10^{8.4}$ P, 적어도 약 $10^{8.5}$ P, 적어도 약 $10^{8.6}$ P, 적어도 약 $10^{8.7}$ P, 적어도 약 $10^{8.8}$ P, 적어도 약 $10^{8.9}$ P, 또는 적어도 약 10^9 P의 점도를 포함한다.

[0058] 몇몇 구체 예에서, 제2층은 제1층으로부터 부분적으로 또는 실질적으로 완전히 제거되어 제1층의 외부 표면을 드러내거나 또는 노출시킨다. 예를 들어, 손상된 제1 클래딩층 (104)은 코어층 (102)으로부터 제거되어 코어층의 상대적으로 원래 그대로의 외부 표면을 노출시킨다. 몇몇 구체 예에서, 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106)은 코어층 (102)으로부터 제거되어 코어층의 외부 표면을 노출시킨다. 코어층 (102)의 노출된 외부 표면은 (예를 들어, 제1 클래딩층 (104)의 것과 비교하여 가늘어진 변형을 갖는) 상대적으로 원래 그대로의 표면을 포함한다. 제1 및/또는 제2 클래딩층 (104 및 106)을 제거하는 단계는 형상화된 유리 제품으로부터 제1 및 제2 클래딩층에 결함을 제거하여, 형성 표면 (602)에 의해 유리 제품에 부여된 결함이 실질적으로 없는 상대적으로 원래 그대로의 표면을 갖는 유리 제품으로 남긴다.

[0059] (예를 들어, 클래드 내에 코어를 적어도 부분적으로 둘러싸는) 제2층에 의해 제1층의 보호는 형상화된 유리 제품의 형성 동안 유리 제품의 제1층에 유발되는 손상을 방지할 수 있다. 제1층의 보호는 결점을 갖는 형성 표면의 사용을 가능하게 할 수 있고, 이것은 형성 표면의 대체 또는 수리 또는 재생 전에 형성 표면이 사용될 수 있는 시간의 양을 늘릴 수 있다. 제1층의 보호는 형상화된 유리 제품을 그라인딩 또는 연마 없이 상대적으로 원래 그대로의 외부 표면을 갖는 형상화된 유리 제품의 생산을 가능하게 할 수 있다.

[0060] 몇몇 구체 예에서, 제2층의 일부는 형상화된 유리 제품으로부터 선택적으로 제거되어 제1층의 상응하는 부분을 드러내거나 또는 노출시킨다. 따라서, 패턴은 제2층의 일부의 선택적 제거에 의해 형상화된 유리 제품의 표면상

에 형성된다. 몇몇 구체 예에서, 제1층의 제1 유리 조성물은 제2층의 제2 유리 조성물과 다른 색상을 포함한다. 제2층의 일부의 선택적 제거는 제1층의 상응하는 일부를 노출시키고, 이에 의해 형상화된 유리 제품의 표면상에 다중색상 패턴을 형성한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물은 제2 유리 조성물과 다른 표면 속성을 포함한다. 표면 속성은, 예를 들어, 습윤성, 미생물 친화성 (microbial affinity), 투과율 또는 반사율에서 광학 아스펙트 (optical aspect), 전기 전도도, 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 제2층의 일부의 선택적 제거는 제1층의 상응하는 일부를 노출시키고, 이에 의해 형상화된 유리 제품의 표면상에 다른 표면 속성의 패턴을 형성한다.

[0061] 몇몇 구체 예에서, 제2층은 제1층보다 덜 내구성이 있다. 예를 들어, 도 1에 나타난 구체 예에서, 제1 클래딩층 (104) 및 제2 클래딩층 (106)은 코어층 (102)보다 덜 내구성이 있다. 제1 및 제2 클래딩층 (104 및 106)의 제2 유리 조성물은 코어층 (102)의 제1 유리 조성물보다 시약에 더 큰 분해율 (degradation rate)을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 시약에서 제2 유리 조성물의 분해율은 시약에서 제1 유리 조성물의 분해율을 적어도 10배 또는 적어도 100배 초과한다. 몇몇 구체 예에서, 형상화된 유리 제품은 시약과 접촉하여 제1층으로부터 제2층을 제거하고, 제1층의 외부 표면을 노출시킨다. 제2층과 제1층 사이의 내구성에서 차이는, 제1층을 실질적으로 분해 또는 용해시키지 않고 제2층이 분해 또는 용해되도록 시약과 형상화된 유리 제품을 접촉시켜 제1층으로부터 제2층이 제거되는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0062] 시약은 형상화된 유리 제품 (예를 들어, 제1층 및/또는 제2층)을 분해 또는 용해 가능한 적절한 성분을 포함한다. 예를 들어, 시약은 산, 염기, 또 다른 적절한 성분, 또는 이의 조합을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 시약은, 예를 들어, 무기산 (예를 들어, HCl, HNO₃, H₂SO₄, H₃PO₄, H₃BO₃, HBr, HClO₄, 또는 HF)과 같은 산, 카르복실산 (예를 들어, CH₃COOH), 또는 이의 조합을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 시약은 HCl (예를 들어, 물에 50 vol% HCl)을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 시약은 HNO₃를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 시약은, 예를 들어, LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂, 또는 이의 조합과 같은 염기를 포함한다.

[0063] 제1층 (예를 들어, 코어층 (102))의 제1 유리 조성물 및 제2층 (예를 들어, 제1 클래딩층 (104) 및/또는 제2 클래딩층 (106))의 제2 유리 조성물은, 여기에 기재된 바와 같은 원하는 특성을 갖는 유리 시트를 형성할 수 있는 적절한 유리 조성물을 포함할 수 있다. 대표적인 유리 조성물은 표 1에 나타낸다. 다양한 성분이 양은 산화물 기준에 대해 mol%로 표 1에 주어진다. 유리 조성물의 선택된 특성은 또한 표 1에 나타낸다.

[0064] 몇몇 구체 예에서, 제1 유리 조성물은 SiO₂, Al₂O₃, B₂O₃, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 유리 네트워크 형성체를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물은 Li₂O, Na₂O, K₂O, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속 산화물을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물은 MgO, CaO, SrO, BaO, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리토 산화물을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제1 유리 조성물은, 예를 들어, SnO₂, Sb₂O₃, As₂O₃, Ce₂O₃, (예를 들어, KCl 또는 NaCl으로 유래된) Cl, ZrO₂, 또는 Fe₂O₃를 포함하는, 하나 이상의 부가적인 성분을 포함한다.

[0065] 몇몇 구체 예에서, 제2 유리 조성물은 SiO₂, Al₂O₃, B₂O₃, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 유리 네트워크 형성체를 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2 유리 조성물은 Li₂O, Na₂O, K₂O, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리 금속 산화물을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2 유리 조성물은 MgO, CaO, SrO, BaO, 및 이의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리토 산화물을 포함한다. 부가적으로, 또는 선택적으로, 제2 유리 조성물은, 예를 들어, SnO₂, Sb₂O₃, As₂O₃, Ce₂O₃, (예를 들어, KCl 또는 NaCl로부터 유래된) Cl, ZrO₂, 또는 Fe₂O₃를 포함하는 하나 이상의 부가적인 성분을 포함한다.

[0066] 몇몇 구체 예에서, 제1 유리 조성물 및/또는 제2 유리 조성물은 알칼리 금속 산화물을 포함한다. 예를 들어, 제2 유리 조성물은 알칼리 금속 산화물을 포함하는 이온 교환 가능한 유리 조성물을 포함한다. 따라서, 유리 제품의 제2층은 이온 교환 공정에 제2 유리 조성물을 적용시켜 강화될 수 있어, 그 안에 형성된 강화층을 갖는 클래딩층을 포함하는 이온 교환된 유리 제품을 형성한다. 다른 구체 예에서, 제1 유리 조성물 및/또는 제2 유리 조성물은 알칼리 금속 산화물이 실질적으로 없다. 예를 들어, 제2 유리 조성물은 최대한 약 0.01 mol%의 알칼리 금속 산화물을 포함한다. 클래딩층에서 알칼리 금속 산화물의 부재는 유리 제품과 형성 표면 사이에 표면 상호작용을 감소시키는 것을 도울 수 있고, 이에 의해 형상화된 유리 제품의 표면 품질을 향상시킨다.

표 1

대표적인 유리 조성물

[0067]

	1	2	3	4	5
SiO ₂	63.76	54.02	66.42	69.19	66.37
Al ₂ O ₃	9.55	14.71	8.36	8.52	10.29
B ₂ O ₃	7	6.67	1.4		0.6
P ₂ O ₅		2.96			
Na ₂ O		17.64	14.5	13.94	13.8
K ₂ O	5.78		2.71	1.17	2.4
MgO	2.49		1.02	6.44	5.74
CaO	7.4			0.54	0.59
SrO	3.95				
ZnO		4	5.39		
BaO					
Fe ₂ O ₃					
SnO ₂ +Sb ₂ O ₃	0.07	0.2	0.2	0.19	0.21
ZrO ₂					
As ₂ O ₃					
밀도 (g/cm ³)	2.507	2.479	2.538		2.453
RTCTE (x10 ⁻⁷ °C ⁻¹)		87.7	93.3		
평균 CTE (x10 ⁻⁷ °C ⁻¹)	62.4				91.1
HTCTE (x10 ⁻⁷ °C ⁻¹)	260	286	290		
연화점 (°C)	878	770	771		842
어닐링점 (°C)	655	559	569		602
변형점 (°C)	612	516	528		553
SOC		33.69			
가상 IX T-t	410°C-10 hr				
DOL (μm)		44	44		
CS (MPa)		707	736		

[0068] [표 1]: 대표적인 유리 조성물 (계속)

	6	7	8	9
SiO ₂	64.64	61.12	62.39	59.05
Al ₂ O ₃	7.38	10.56	17.21	15.1
B ₂ O ₃	16.45	7.8	10.5	6.26
P ₂ O ₅		1.48		
Na ₂ O		16.15		0.084
K ₂ O		2.67		8.059
MgO	2.21		1.41	1.13
CaO	8.14		7.51	5.16
SrO	1.11		0.83	5.02
BaO				0.08
Fe ₂ O ₃				0.031
SnO ₂ +Sb ₂ O ₃	0.07	0.2	0.16	0.151
ZrO ₂				0.032
As ₂ O ₃				0.0002
밀도 (g/cm ³)	2.34	2.448	2.383	2.468
RTCTE (x10 ⁻⁷ °C ⁻¹)		93.1		
평균 CTE (x10 ⁻⁷ °C ⁻¹)	35		31.7	59.8
HTCTE (x10 ⁻⁷ °C ⁻¹)	207	390		
연화점 (°C)	960	717	971	907
어닐링점 (°C)	660	554	722	664
변형점 (°C)	615	518	669	615
SOC		31.01		
가상 IX T-t	410°C-10 hr			
DOL (μm)		56		
CS (MPa)		540		

[0069]

[0070]

몇몇 구체 예에서, 디스플레이 (예를 들어, LED 또는 LCD 디스플레이)는 여기에 기재된 바와 같은 유리 제품 (예를 들어, 유리 시트 및/또는 형상화된 유리 제품)을 포함한다. 예를 들어, 디스플레이는 유리 제품을 포함하는 커버 유리를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 커버 유리는 일체형 커버 유리 및 컬러 필터를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 커버 유리는 일체형 터치 커버 유리를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 자동차용 글레이징은 여기에 기재된 바와 같은 유리 제품을 포함한다. 자동차 글레이징은, 예를 들어, 앞유리, 사이드라이트 (sidelite) (예를 들어, 문 유리 또는 쿼터 윈도우 (quarter window)), 선 루프, 문 루프, 후방 창 (rear backlite), 조명 커버 (lighting cover) (예를 들어, 헤드램프 (headlamp) 또는 후방램프 커버 (taillamp cover)), 거울 (예를 들어, 측면 거울 (side mirror) 또는 백 미러 (rearview mirror)), 설비 패널 (instrument panel) 또는 게이지 커버 (gauge cover), 내부 또는 외부 패널 (예를 들어, 기둥 (pillar) 또는 다른 애플리케이션 (applique)), 또는 또 다른 적절한 유리 또는 창을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 건축용 패널은 여기에 기재된 바와 같은 유리 제품을 포함한다.

[0071]

여기에 기재된 유리 제품은, 예를 들어, LCD 및 LED 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 및 현금 자동 입출금기 (ATMs)를 포함하는, 소비자 또는 상업용 전자 장치에서 커버 유리 또는 유리 백플레인 (backplane) 적용; 예를 들어, 휴대폰, 개인용 미디어 플레이어, 및 테블릿 컴퓨터를 포함하는 휴대용 전자 장치용, 터치 스크린 또는 터치 센서 적용; 예를 들어, 반도체 웨이퍼를 포함하는 집적 회로 적용; 광전지의 적용; 건축용 유리 적용; 자동차 또는 차량용 유리 적용; 또는 상업용 또는 가정용 가전 적용을 포함하는 다양한 적용에 사용될 수 있다.

[0072]

실시 예

[0073]

다양한 구체 예는 하기 실시 예에 의해 더욱 명확해질 것이다.

[0074]

실시 예 1

[0075]

도 7-8에 나타낸 3D 형상을 갖는 형상화된 유리 제품은 도 1에 나타낸 일반적인 구조를 갖는 적층 유리 시트와 몰드의 형성 표면을 접촉시켜 형성된다. 각각의 제1 클래딩층 및 제2 클래딩층은 약 35 μm의 두께를 갖고, 상기 유리 시트는 0.7 mm의 총 두께를 갖는다. 상기 코어층은 대표적인 유리 조성물 1로부터 형성된다. 각각의 제1 클래딩층 및 제2 클래딩층은 대표적인 유리 조성물 6으로 형성된다.

[0076]

형상화된 유리 제품은 국제 공개특허 제2012/118612호에 기재된 바와 같은 일체형 비-등온성 압력 (non-

isothermal pressure) 형성 공정을 사용하여 형성되고, 이의 전체적인 내용은 여기에 참조로 혼입된다. 상기 형성 표면의 만곡부는 형성 표면의 평평한 부분보다 더 고온이다. 상기 형성 표면은 TiAlN/TiAl 하이브리드 코팅으로 코팅된 Inconel 600으로 구성된다. 상기 형상화된 유리 제품은 4면 굽힘 (sides bent)을 갖는 접시 형상을 갖는다. 형성 유리 점도 및 몰드 온도는 (클래딩 온도보다는) 코어 온도에 의해 결정된다. 형상화된 유리 제품은 150 MPa의 압축 응력 및 35 μ m의 DOL을 갖는다.

[0077] 비교 예 1

[0078] 형상화된 유리 제품은 단일층 유리 시트가 적층 유리 시트에 대립하여 사용된 것을 제외하고는, 실시 예 1에 기재된 공정을 사용하여 형성된다. 단일층 유리 시트는 대표적인 유리 조성물 4로부터 형성된다.

[0079] 표 2는 실시 예 1 및 비교 예 1에 따라 형상화된 유리 제품의 (다양한 지점에서 몰드 온도에 의해 확인된) 형성 동안 다양한 지점에서 유리 시트의 온도를 나타낸다. 표 2는 또한 형상화된 유리 제품의 형성 동안 경험된 다른 온도에 상응하는 실시 예 1의 코어층 및 클래딩층 및 비교 예 1의 단일층의 점도를 나타낸다.

표 2

[0080] 형성 동안 유리 온도 및 점도

	실시 예 1			비교 예 1	
	유리 온도 (°C)	코어 점도 (log η , Poise)	클래딩 점도 (log η , Poise)	유리 온도 (°C)	유리 점도 (log η , Poise)
평평한 최대 형성 몰드 온도	728	10.9	11	680	10.9
에지 최대 형성 몰드 온도	757	10.2	10.3	710	10.1
최대 유리 형성 온도	842	8.3	8.4	800	8.2
출발 몰드 온도	638	14	14	590	13.9
언로드 유리 온도	633	14.2	14.2	585	14.0

[0081] 도 11은 실시 예 1 및 비교 예 1에 사용된 유리 조성물에 대한 점도 곡선의 그래프적 예시이다. 곡선 (802)은 실시 예 1에 사용된 대표적인 유리 조성물 1의 점도 곡선을 나타낸다. 곡선 (804)은 실시 예 1에 사용된 대표적인 유리 조성물 6의 점도 곡선을 나타낸다. 곡선 (806)은 비교 예 1에 사용된 대표적인 유리 조성물 (4)의 점도 곡선을 나타낸다.

[0082] 표 2 및 도 11에서 나타난 데이터는, 클래딩층이 실시 예 1에 따라 형상화된 유리 제품의 형성 동안 코어층보다 더 높은 점도에 있는 것을 예시한다. 실시 예 1에 사용된 적층 유리 시트의 코어층은 비교 예 1에 사용된 단일층 유리 시트와 유사한 점도를 갖는다. 따라서, 적층 유리 시트 및 단일층 유리 시트는 유사한 온도에서 형성될 수 있다. 실시 예 1에 따라 형성된 형상화된 유리 제품은 몰드에 들러붙지 않는 것으로 관찰된다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 들러붙지 않음은 형성 동안 클래딩층의 상대적으로 높은 점도의 결과라고 믿어진다. 따라서, (예를 들어, 소다 라임 유리와 유사한 점도를 갖는) 상대적으로 연질 코어층 및 상대적으로 경질 클래딩층을 갖는 적층 시트를 사용하여 형상화된 유리 제품의 형성은 (예를 들어, 몰드에 경질 클래딩층의 덜한 들러붙음의 결과로서) 덜한 몰드 열화로 (예를 들어, 연질 코어층의 결과로서) 빠른 3D 형상화 공정을 가능하게 할 수 있다. 다시 말해서, 경질 클래딩층은 적층 유리 시트로 혼입된 통합 이형층 (integral release layer)으로 고려될 수 있다.

[0083] 도 12는 명목상 CAD로부터 실시 예 1에 따라 형성된 형상화된 유리 제품의 편차를 예시하고, 도 13-14는 이온 교환 전 및 후에 각각 명목상 CAD로부터 비교 예에 따라 형성된 형상화된 유리 제품의 편차를 예시한다. 몰드는 단일층 유리 시트에 대해 설계되고, 이온 교환에서 3D 휨 (warp)에 대해 보정된다. 따라서, 도 12에서 나타난 형상화된 유리 제품의 더 많은 양의 편차는 실시 예 1의 더 높은 형성 온도에서 몰드의 더 높은 열팽창뿐만 아니라 단일층 유리 시트와 비교하여 적층 유리 시트의 더 낮은 열팽창의 결과이다. 저 팽창 적층 유리 시트에 대한 비-최적화된 몰드 설계에도 불구하고, 형상화된 유리 제품의 형상 편차는, 일부 주변부를 제외하고, ± 0.1 mm 내에 있다.

[0084] 도 15는 실시 예 1 (우측) 및 비교 예 1 (좌측)에 따라 형성된 형상화된 유리 제품의 표면에 투시된 격자 이미지를 나타내는 사진이다. 적층 유리 시트를 사용하여 형성된 형상화된 유리 제품 (실시 예 1)은 평면에서 굽

힘으로 전환에서 단일층 유리 시트 (비교 예 1)를 사용하여 형성된 형상화된 유리제품보다 더 적은 광학 뒤틀림 (optical distortion)을 나타낸다. 이러한 감소된 광학 뒤틀림은 (예를 들어, 클래딩층의 더 높은 점도의 결과로서) 적층 유리 시트와 형성 표면 사이에 제한된 표면 상호작용의 결과일 수 있다.

실시 예 2

형상화된 유리 제품은, 코어층이 대표적인 유리 조성물 9로부터 형성되고, 각각의 제1 클래딩층 및 제2 클래딩층이 대표적인 유리 조성물 8로부터 형성된 것을 제외하고, 실시 예 1에 기재된 공정을 사용하여 형성된다.

표 3은 실시 예 2에 따라 형성화된 유리 제품의 (다양한 지점에서 몰드 온도에 의해 확인된) 형성 동안 다양한 지점에서 유리 시트의 온도를 나타낸다. 표 3은 또한 형상화된 유리 제품의 형성 동안 경험된 다른 온도에 상응하는 실시 예 2의 코어층 및 클래딩층의 점도를 나타낸다.

표 3

형성 동안 유리 온도 및 점도

	실시 예 2		
	유리 온도 (°C)	코어 점도 (log η , Poise)	클래딩 점도 (log η , Poise)
평평한 최대 형성 몰드 온도	769	8.9	11.9
에지 최대 형성 몰드 온도	800	8.2	11.2
출발 몰드 온도	620	12.8	16.7
언로드 유리 온도	633	12.4	16.2

도 16은 실시 예 2에 사용된 유리 조성물에 대한 점도 곡선의 그래프적 예시이다. 곡선 (902)은 실시 예 2에 사용된 대표적인 유리 조성물 9의 점도 곡선을 나타낸다. 곡선 (904)은 실시 예 2에 사용된 대표적인 유리 조성물 8의 점도 곡선을 나타낸다.

표 3 및 도 16에 나타낸 데이터는, 클래딩층이 실시 예 2에 따라 형상화된 유리 제품의 형성 동안 코어층보다 더 높은 점도에 있는 것을 예시한다. 실시 예 2에 따라 형성된 형상화된 유리 제품은 몰드에 들러붙지 않는 것으로 관찰된다. 어떤 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 들러붙지 않음은 형성 동안 클래딩층의 상대적으로 높은 점도의 결과로 믿어진다.

실시 예 3

모델링은 유리 제품의 형성 동안 유리 시트의 표면상으로 몰드 결함 이동 (예를 들어, 몰드 거칠기 또는 외부 입자)에 대한 코어 대 클래드 점도 비의 효과를 평가하기 위해 수행된다. 모델은, 몰드의 형성 표면과 도 1에 나타낸 일반적인 구조를 갖는 적층 유리 시트를 접촉시켜, 도 7-8에 나타낸 3D 형상을 갖는 형상화된 유리 제품을 형성하는 것을 모의실험하기 위해 개발된다. 각각의 제1 클래딩층 및 제2 클래딩층은 50 μ m의 두께를 갖고, 유리 시트는 0.7 mm의 총 두께를 갖는다. 진공 형성 및 압력 형성 공정 모두는 모델화된다. 굽힘 구역에서 유리 시트의 점도는 (예를 들어, 굽힘 구역으로 향해진 증가된 가열의 결과로서) 평평한 구역보다 더 낮고, 그래서 두 개의 다른 점도는 모델화된다. 압력 형성 모델에 대해, 평평한 구역은 굽힘 구역보다 더 높은 유효 압력에 적용된다 (예를 들어, 평평한 구역은 전체 형성 공정 동안 형성 표면과 접촉하기 때문에, 굽힘 구역은 형성 공정에서 상대적으로 나중까지 형성 표면을 접촉하지 않는다). 형성 표면은 50 μ m의 높이 및 50 μ m의 폭을 갖는 돌출부를 갖는다. 3 mm 굽힘 반경에 대한 압력 형성 및 진공 형성 조건 모두는 모델화된다. 유리 시트에서 몰드로 열 전달은 본 모델에서 고려되지 않는다. 유리 점도를 의미하는 등온성 점성의 Newtonian 흐름이 공정 동안 변화하지 않고, 유한-요소 솔버 (finite-element solver) POLYFLOW에 2D 선대칭 모델 (axisymmetric model)은 사용된다. 유리 온도가 더 차가운 몰드와 접촉시 (유리 점도에서 상응하는 증가를 결과하여) 거의 순간적으로 떨어지기 때문에, 모델화된 결과는 점도의 관점에서 최악의 경우의 시나리오를 나타낸다. 몰드 조건은 표 4에 나타낸다.

표 4

[0093]

몰드 형성 조건

공정 조건	3D 형성 파라미터 - 피크 형성 온도에 상응하는 유리 점도				
	Log 유효 점도 (P)	Log 클래드 점도 (P)	Log 코어 점도 (P)	몰드 온도 (등가의 log 점도)	형성 압력 (bar)
진공 형성 - 만곡부	7.54	8.18	7.18	9.26	0.8
진공 형성 - 평면부	8.19	8.83	7.83	10.1	0.8
압력 형성 - 만곡부	8.19	8.83	7.83	10.1	2
압력 형성 - 평면부	8.94	9.58	8.58	10.6	4

[0094]

유리 표면상에 작은 결함 가시성 (defect visibility)은 결함의 기울기에 의해 결정된다. 일반적으로, 2×10^{-4} (1/5000)를 초과하는 기울기를 갖는 결함은 (예를 들어, $\sim 1/3600$ 의 통상적인 각도의 사람 눈 해상도의 결과로서) 사람의 눈에 의해 알아볼 수 있다. 결함의 기울기는 결함 깊이를 결함의 절반 폭에 의해 나누어 계산된다.

[0095]

비교 예 2

[0096]

모델은, 몰드의 형성 표면과 단일-층 (비-적층) 유리 시트를 접촉시켜, 실시 예 3에 기재된 바와 같은 형상화된 유리 제품을 형성하는 것을 모의실험하기 위해 개발된다.

[0097]

도 17은 15초의 형성 시간 및 0.1의 코어 대 클래드 점도 비를 사용하여 실시 예 3의 모델화된 형성 공정에 대해 유리 시트의 유효 점도의 함수에 따라 형상화된 유리 제품 내에 표면 결함의 기울기의 그래프적 예시이다. 도 18은 30초의 형성 시간 및 0.1의 코어 대 클래드 점도 비를 사용하여 실시 예 3의 모델화된 형성 공정에 대해 유리 시트의 유효 점도의 함수에 따라 형상화된 유리 제품에 표면 결함의 기울기의 그래프적 예시이다. 도 17-18에서 원은 실시 예 3에서 기재된 바와 같은 유리 시트에 대한 모델링 결과를 나타내고, 삼각형은 동일한 형성 공정에 적용된 비교 예 2에 기재된 바와 같이 단일층 (비-적층) 유리 시트에 대한 모델링 결과를 나타낸다. 도 17-18에 나타난 데이터 수준은 바 (bar)로 형성 압력을 나타낸다. 도 17-18에 나타난 바와 같이, 형성 표면에서 돌출부는 단일층 유리 시트와 비교하여 적층 유리 시트에 더 작은 결함을 부여한다. 좀 더 구체적으로는, 적층 유리 시트의 사용은 단일층 유리 시트와 비교하여 약 50% 만큼 결함 기울기를 감소시킨다. 또한, 더 높은 유리 점도와 더 높은 형성 압력의 조합 (예를 들어, 더 높은 유효 점도와 함께 압력 형성)은 진공 형성 단독 (예를 들어, 더 낮은 유효 점도와 함께 낮은 압력)과 비교하여 결함 기울기를 감소시킨다.

[0098]

실시 예 4

[0099]

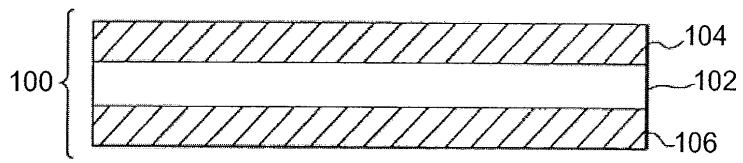
도 7-8에 나타난 3D 형상을 갖는 형상화된 유리 제품은 실시 예 1에 기재된 것과 유사한 공정을 사용하여 몰드의 형성 표면과 도 1에 나타난 일반적인 구조를 갖는 적층 유리 시트를 접촉시켜 형성된다. 각각의 제1 클래딩층 및 제2 클래딩층은 약 $47 \mu\text{m}$ 의 두께를 갖고, 유리 시트는 0.55 mm 의 총 두께를 갖는다. 코어층의 $10^{8.2}$ P 온도는 각각의 제1 클래딩층 및 제2 클래딩층의 $10^{8.2}$ P 온도보다 약 57°C 아래이고, 유리 시트는 약 812°C 의 유효 $10^{8.2}$ P 온도를 갖는다. 형상화된 유리 제품은 약 190 MPa 의 압축 응력을 갖는다. 형상화된 유리 제품은, 형성 후 최종 공정 (예를 들어, 연마 또는 에칭)에 적용되지 않고, 0.7 nm 의 표면 거칠기 (R_a) 및 23 nm 의 표면과형을 갖는다.

[0100]

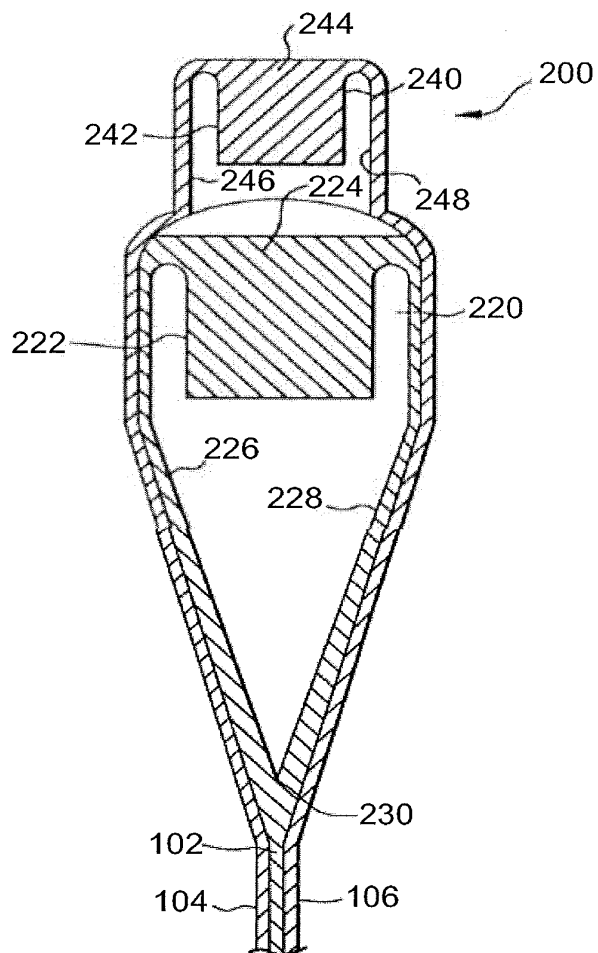
다양한 변형 및 변화가 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 만들어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항 및 이들의 균등물을 고려한 것을 제외하고는 제한되지 않는다.

도면

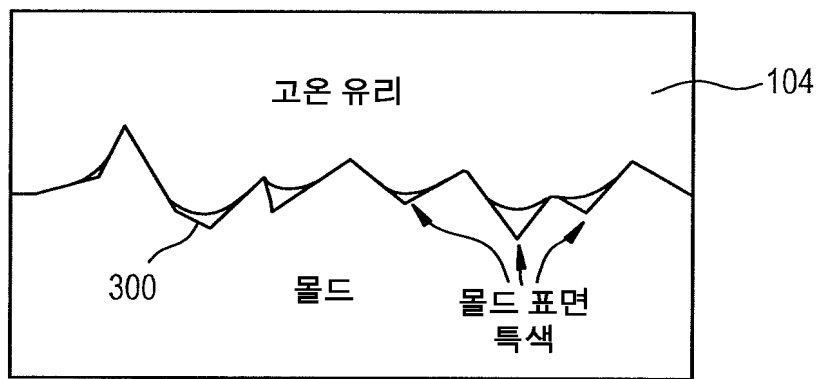
도면1



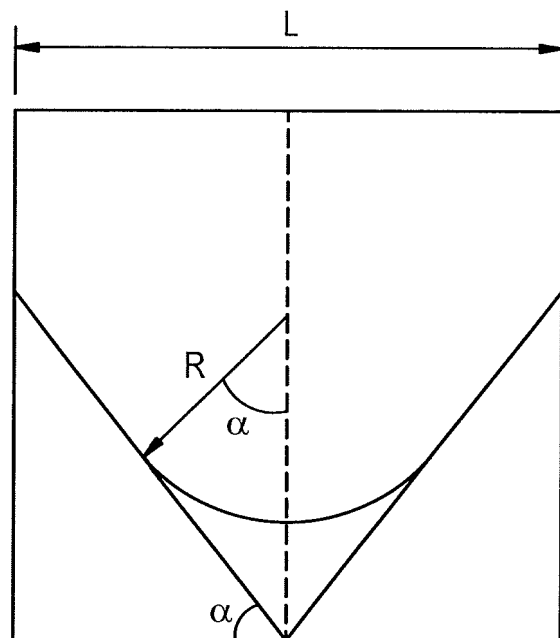
도면2



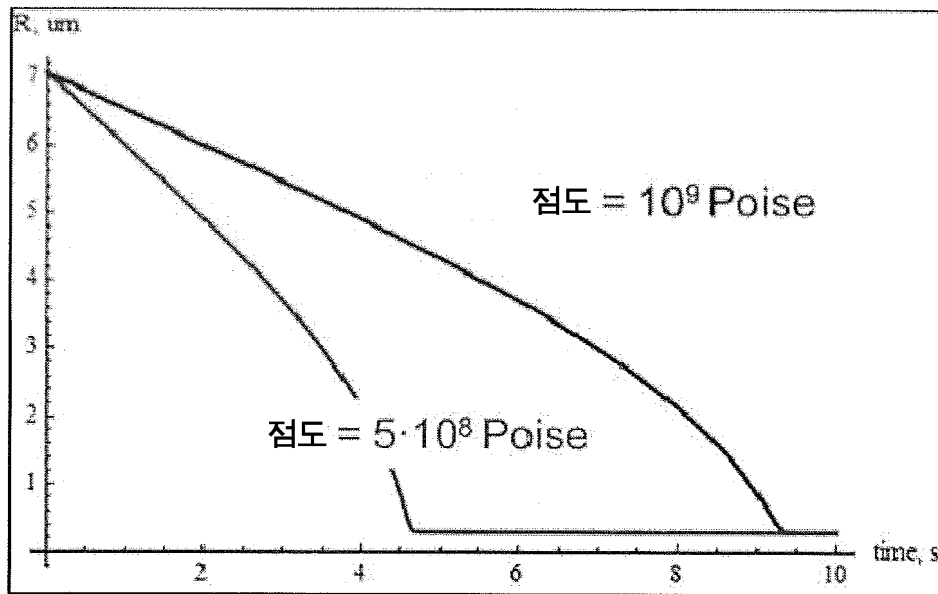
도면3



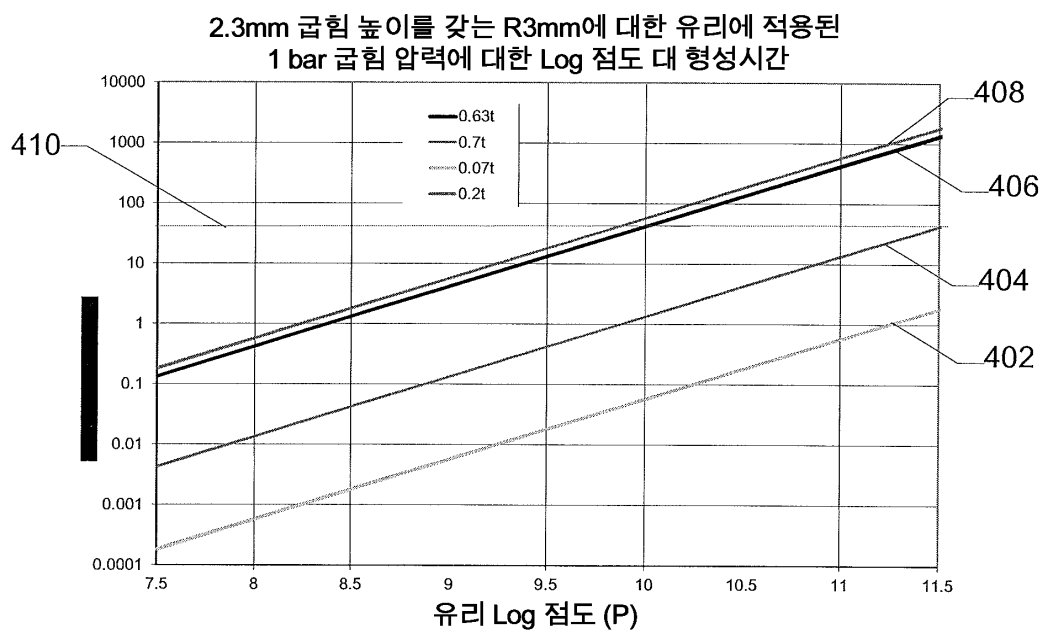
도면4



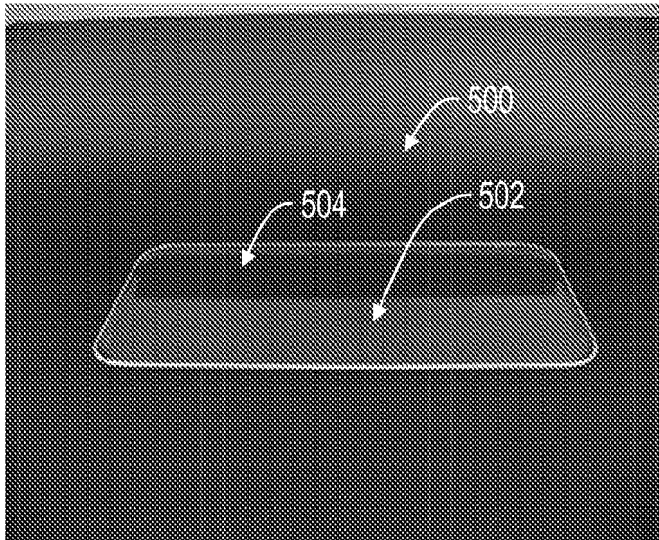
도면5



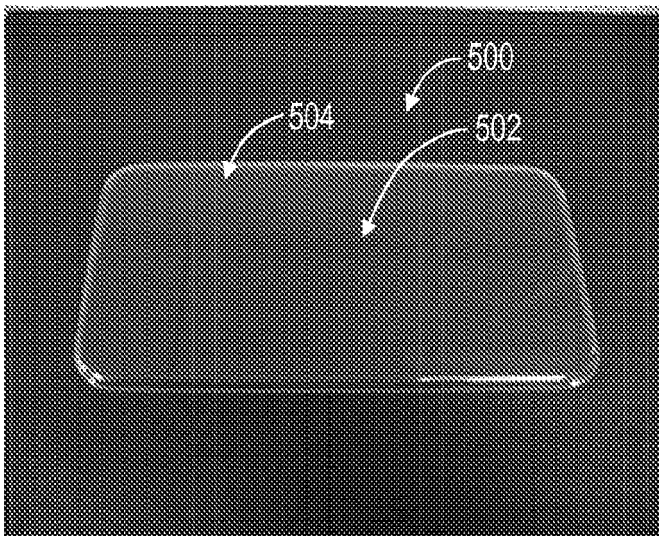
도면6



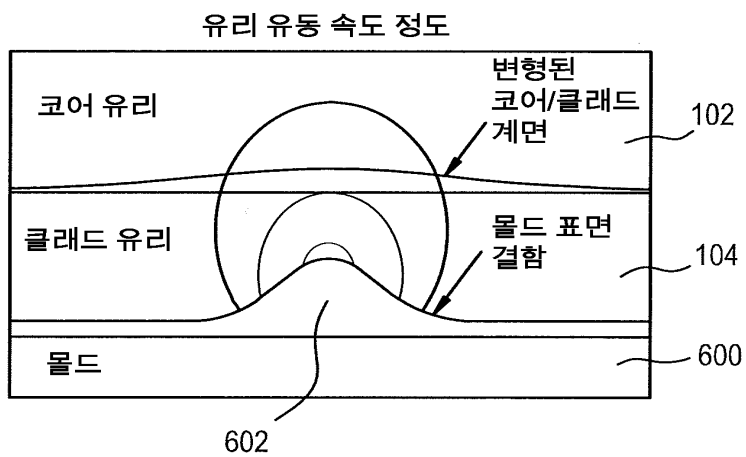
도면7



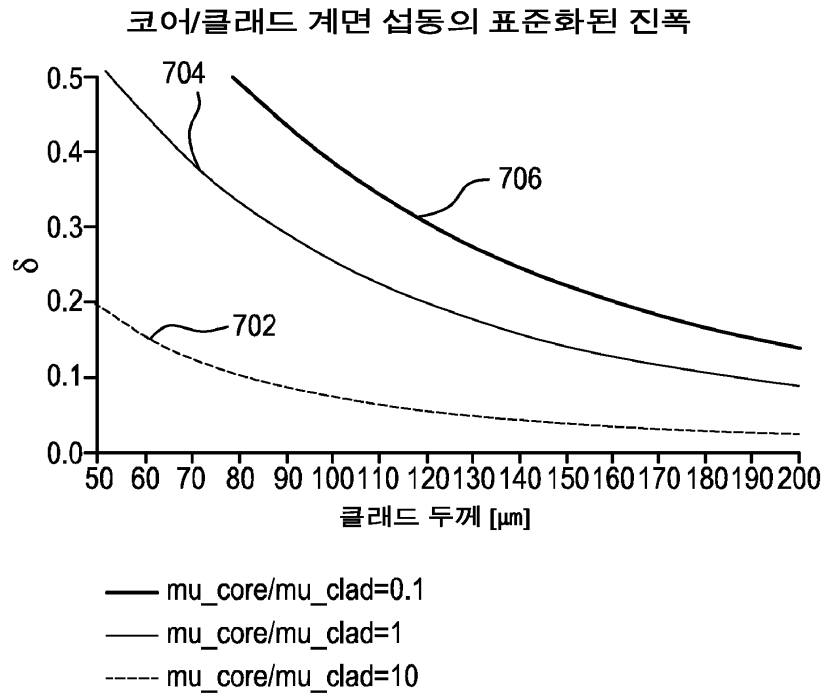
도면8



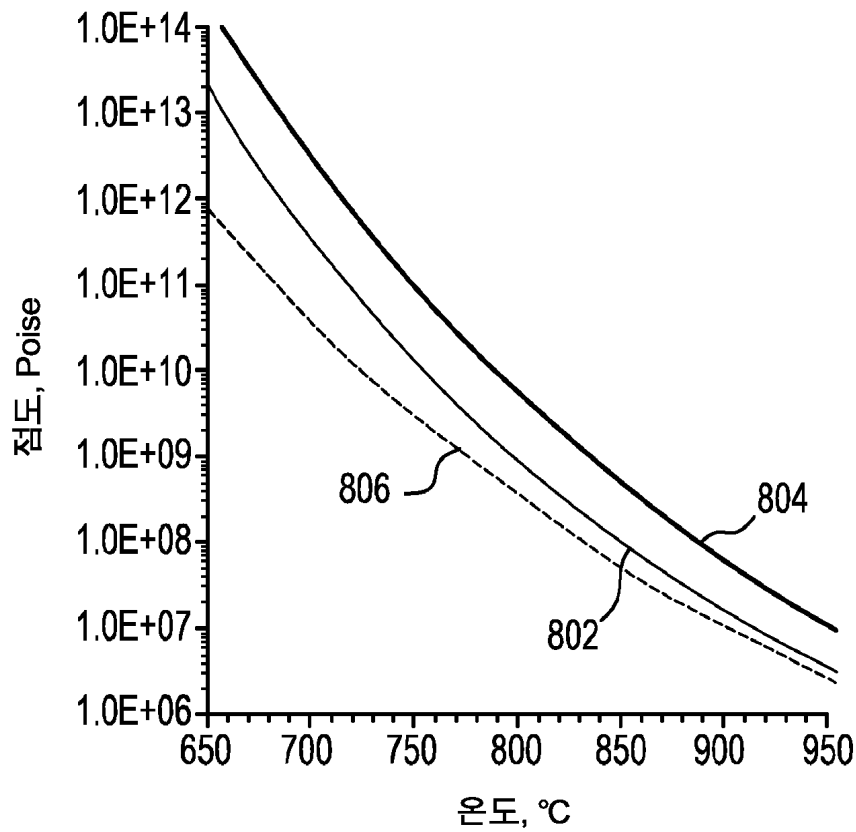
도면9



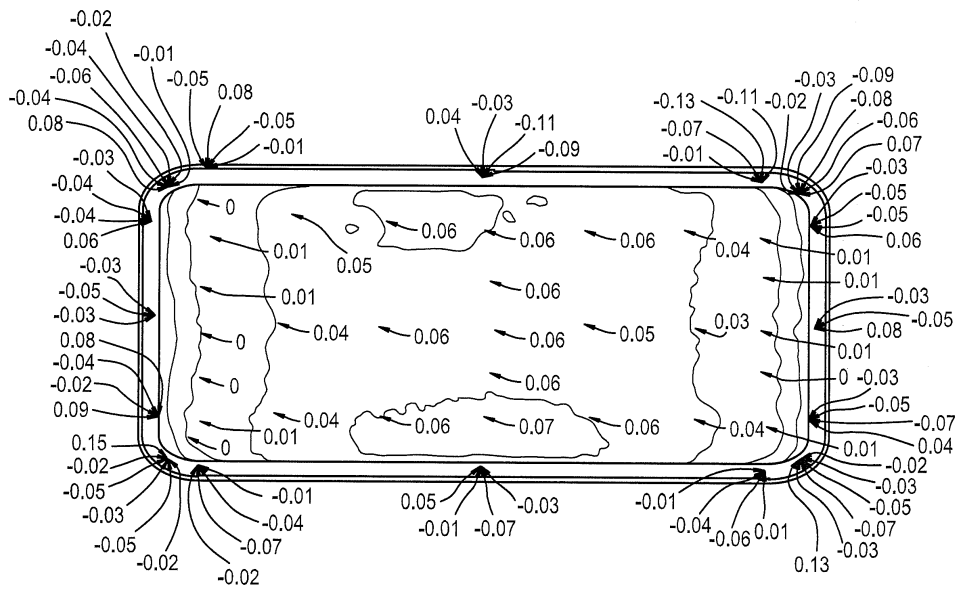
도면10



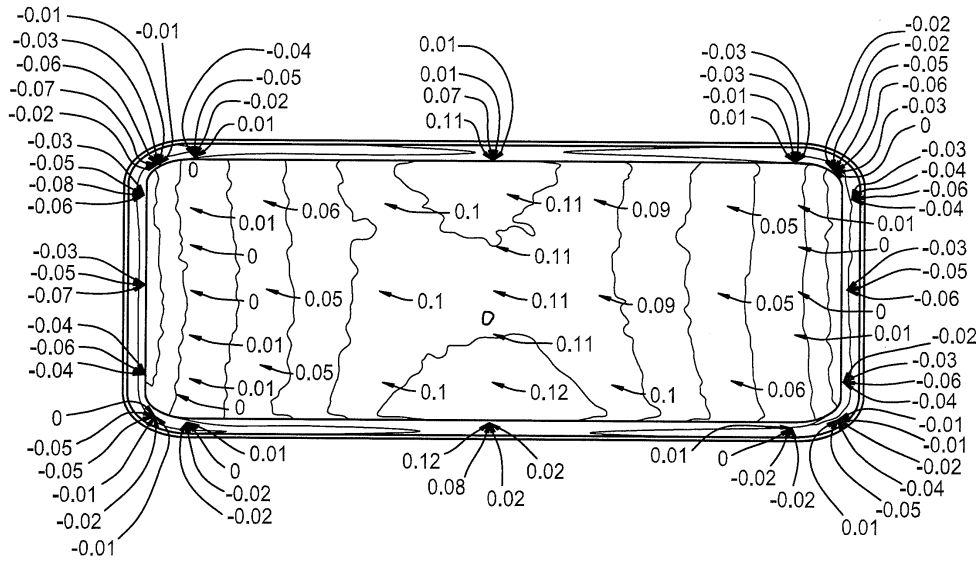
도면11



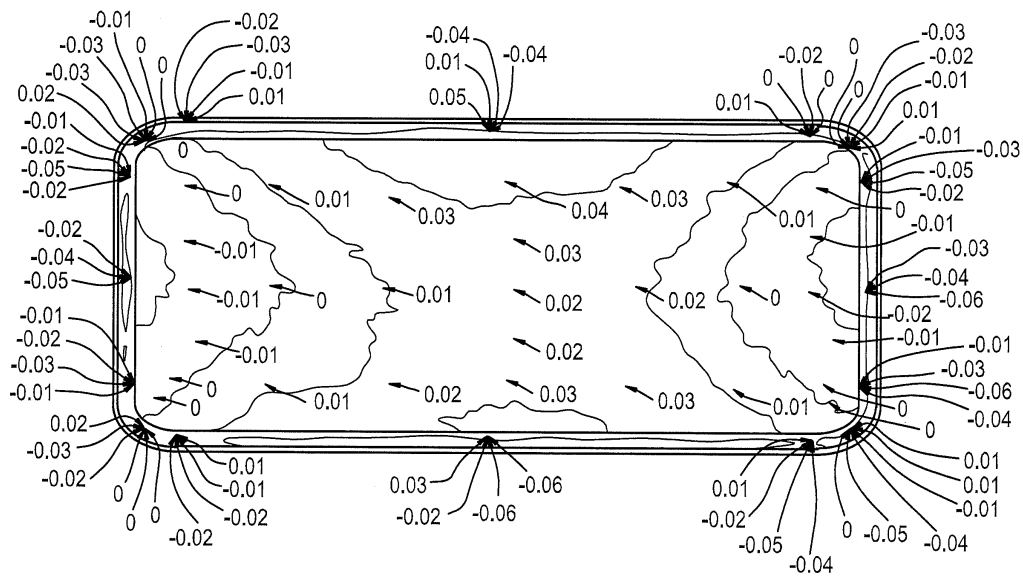
도면12



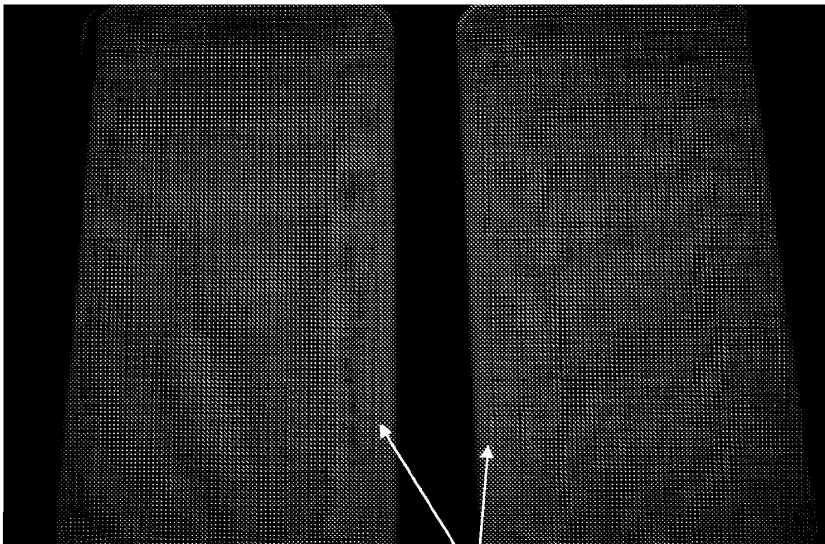
도면13



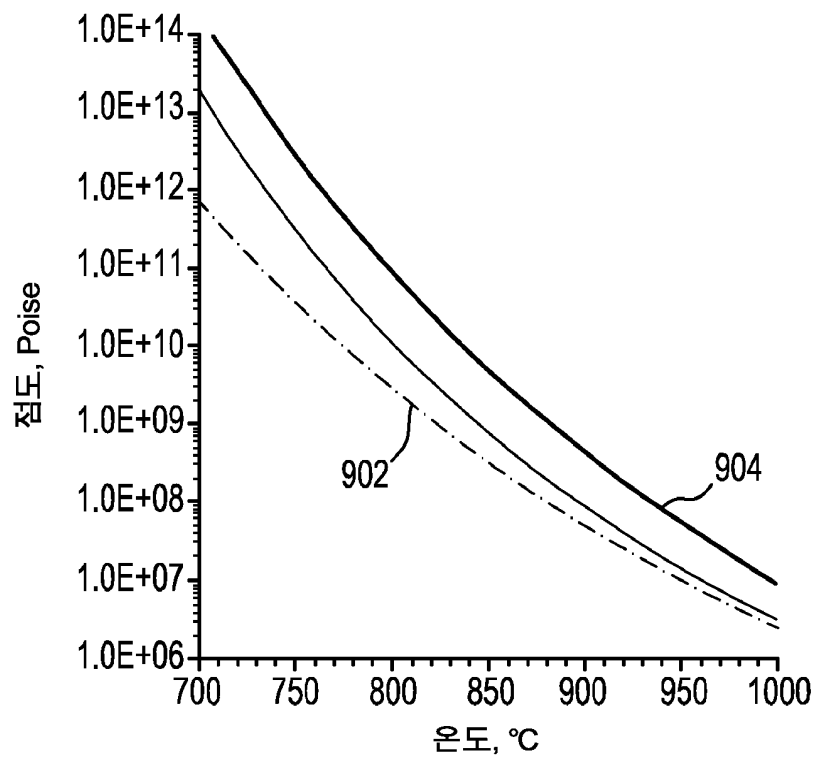
도면14



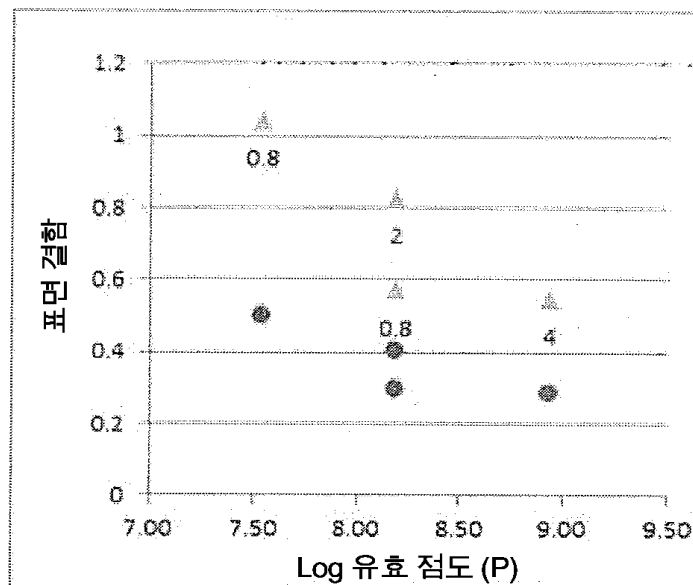
도면15



도면16



도면17



도면18

