



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월25일
(11) 등록번호 10-2709431
(24) 등록일자 2024년09월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 17/10 (2006.01) B60J 1/00 (2006.01)
C03B 23/025 (2006.01) C03B 23/035 (2006.01)
C03C 3/087 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B32B 17/10036 (2021.01)
B32B 17/10082 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7032121(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2018년02월20일
심사청구일자 2023년09월19일
- (85) 번역문제출일자 2023년09월19일
- (65) 공개번호 10-2023-0143618
- (43) 공개일자 2023년10월12일
- (62) 원출원 특허 10-2019-7027432
원출원일자(국제) 2018년02월20일
심사청구일자 2020년12월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/018707
- (87) 국제공개번호 WO 2018/152495
국제공개일자 2018년08월23일
- (30) 우선권주장
62/461,080 2017년02월20일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
US20100295330 A1
US20120025559 A1
US20140065374 A1
KR1020170005448 A

- (73) 특허권자
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자
프레드홀름, 미셸 마리에-루이스
프랑스, 77870 빌렌 쉬르 센, 르 클로 말라르메, 3루트 디 헤리시
- (74) 대리인
청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김경아

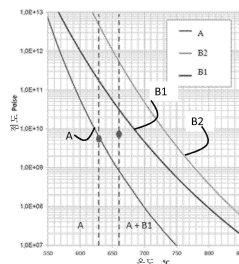
(54) 발명의 명칭 **형상화된 유리 적층물 및 이를 형성하는 방법**

(57) 요약

630℃의 온도에서 제1 점도 (poises)를 포함하는 제1 만곡된 유리 기판; 630℃의 온도에서 제1 점도를 초과하는 제2 점도를 포함하는 제2 만곡된 유리 기판; 및 상기 제1 만곡된 유리 기판과 제2 만곡된 유리 기판 사이에 배치된 중간층을 포함하는 적층물의 구체 예는, 개시된다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



제2 만족된 유리 기관의 제2 새그 깊이의 10% 내에 있는 제1 새그 깊이를 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제1 유리 기관 및 제2 유리 기관은, 광학 3-차원 스캐너에 의해 측정된 것으로, 약 $\pm 5\text{mm}$ 이하의 형상 편차를 이들 사이에서 나타내거나, 또는 최소 광학 왜곡을 나타낸다. 이러한 적층물을 포함하는 차량의 구체 예 및 이러한 적층물의 제조 방법은 또한 개시된다.

(52) CPC특허분류

B32B 17/101 (2021.01)
B32B 17/1011 (2021.01)
B32B 17/10119 (2021.01)
B32B 17/10137 (2021.01)
B32B 17/10761 (2021.01)
B32B 17/1077 (2021.01)
B32B 17/10788 (2021.01)
B32B 17/10889 (2021.01)
C03C 3/087 (2013.01)

(30) 우선권주장

62/461,494 2017년02월21일 미국(US)
 62/586,938 2017년11월16일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

적층물로서,

제1 주 표면, 제1 주 표면에 대향하는 제2 주 표면, 및 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이로 한정되는 제1 두께 t_1 을 포함하며, 제1 점도를 포함하는 제1 만곡된 유리 기관;

제3 주 표면, 제3 주 표면에 대향하는 제4 주 표면, 및 제3 주 표면과 상기 제4 주 표면 사이로 한정되는 제2 두께 t_2 를 포함하며, 630℃의 온도에서 제1 점도를 초과하는 제2 점도를 포함하는 제2 만곡된 유리 기관으로서, t_1 은 t_2 의 2.25배 내지 t_2 의 10배이고, 제2 만곡된 유리 기관은 1.0 m 이상 3.0 m 이하의 길이를 갖는 제2 평평한 유리 시트를 새김하여(sagging) 형성되고, 제1 만곡된 유리 기관은 0.6 m 이상 2.0 m 이하의 폭을 갖는 제1 평평한 유리 시트로부터 형성되며, 길이는 폭에 직교하는 방향으로 측정되며, 제1 만곡된 유리 기관은 제1 새그 온도(sag temperature)를 포함하고, 제2 만곡된 유리 기관은 제2 새그 온도를 포함하며, 제1 새그 온도 및 제2 새그 온도는 각각 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관이 $10^{9.9}$ poises의 점도를 포함하는 온도이며, 제1 새그 온도 및 제2 새그 온도 사이의 차이는 5℃ 내지 50℃인, 제2 만곡된 유리 기관;

제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 배치되고, 제2 주 표면과 제3 주 표면에 인접한 중간층을 포함하며, 여기서:

제1 만곡된 유리 기관은 2 mm 이상의 제1 새그 깊이(sag depth)를 포함하고,

제2 만곡된 유리 기관은 2 mm 이상의 제2 새그 깊이를 포함하며,

제1 새그 깊이 및 제2 새그 깊이는 각각 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관의 블록 표면 상의 새그 방향의 두 지점 사이의 최대 거리를 나타내고,

제1 새그 깊이는 제2 새그 깊이에 제2 새그 깊이의 10%를 더한 값부터 제2 새그 깊이에서 제2 새그 깊이의 10%를 뺀 값까지의 값 범위에 있고,

제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관은 광학 3-차원 스캐너에 의해 측정된 것으로 ± 5 mm 이하의 형상 편차를 포함하며, 형상 편차는 제2 주 표면과 제3 주 표면 사이의 최대 형상 편차이며,

제1 새그 온도와 제2 새그 온도 사이의 온도에서 스택을 공동 새김하기 위한 중간층 없이 제1 평평한 유리 시트의 상단에 제2 평평한 유리 시트가 위치되는 스택은 500℃ 내지 700℃ 범위의 온도 (T)에서 제1 점도와 제2 점도 사이의 유효 점도를 포함하며, 유효 점도는 수학적식: $\mu_{eff}(T) = ((\mu_1(T)t_1)/(t_1+t_2)) + ((\mu_2(T)t_2)/(t_1+t_2))$ 에 의해 결정되며, 여기서, $\mu_1(T)$ 는, 온도 (T)에서 제1 평평한 유리 시트의 점도이고, $\mu_2(T)$ 는, 온도 (T)에서 제2 평평한 유리 시트의 점도이며, 그리고

제1 주 표면은 적층물의 블록 표면을 형성하고, 제4 주 표면은 적층물의 오목 표면을 형성하는, 적층물.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

제1 두께는 3.8 mm 이상이고, 제2 두께는 1.6 mm 이하인, 적층물.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

제1 만곡된 유리 기관은 알칼리 함유 보로실리케이트 유리인, 적층물.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

제2 만족된 유리 기판은 알칼리 알루미늄노실리케이트 유리인, 적층물.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제2 만족된 유리 기판은 화학적으로 강화된, 적층물.

청구항 6

청구항 1 있어서,

제2 점도는 630℃의 온도에서 제1 점도의 10배보다 더 큰, 적층물.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

제1 만족된 유리 기판은 380 nm의 파장을 갖는 광에 대해서 50% 이하의 투과율을 나타내는, 적층물.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

제1 만족된 유리 기판은 380 nm 이상 780 nm 이하의 파장 범위에 걸쳐 75% 이상 85% 이하의 평균 투과율을 나타내는, 적층물.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

제1 만족된 유리 기판은 60% 이상 86% 이하의 총 일사 투과율(total solar transmittance)을 나타내는, 적층물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2017년 11월 16일에 출원된 미국 가 특허출원 제62/586,938호, 2017년 2월 21일에 출원된 미국 가 특허출원 제62/461,494호 및 2017년, 2월 20일에 출원된 미국 가 특허출원 제62/461,080호의 우선권을 주장하며, 이들의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 인용되고 병합된다.

[0002] 본 개시는, 형상화된 유리 적층물 (shaped glass laminates) 및 이러한 적층물을 형성하는 방법에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는, 서로 다르고, 서로간에 최소 형상 불일치를 나타내는 유리 기판을 포함하는 형상화된 유리 적층물에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 통상적인 유리 적층물은 도 1에 나타내며, 제1 만족된 유리 기판 (110), 제2 만족된 유리 기판 (120), 및 상기 제1 만족된 유리 기판과 제2 만족된 유리 기판 사이에 배치된 개입 중간층 (130)을 포함한다. 이러한 적층물은 통상적으로 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판을 동시에 형상화 또는 만족화시켜 형성되어 서로 실질적으로 유사하거나 동일한 형상을 갖는 제1 만족된 유리 기판 및 제2 유리 기판을 제공한다. 유리 기판의 서로의 상부에 적층시켜 스택을 형성하고, 상기 스택을 공동-형상화 (co-shaping)시켜, 두 유리 기판을 동시에 형상화하는 공동-형상화하는 단계를 포함하는, 다양한 방법은, 유리 기판을 형상화하는데 사용된다. 공동-형상화 방법은, 스택이 점탄성 상 (viscoelastic phase)에 도달할 때까지, 스택을 가열하면서 중력을 사용하여 제1 및 제2 유리 기판의 쌍 또는 스택을 동시에 새김하거나 형상화하는 공동-새김하는 단계 (co-sagging)를 포함한다. 다른 방법은, 몰드 (molds) 또는 진공 단독을 사용하거나 또는 서로를 조합하거나 또는 공동-새김과 조합하는 공동-형상화를 포함한다.

[0004] 하나의 공동-형상화의 예는, 공동-새김에 의해 복합적으로 만곡된 유리 기판을 형성하기 위해 제1 곡률 반경 (R1), 및 제2 곡률 반경 (R2)을 갖는 벤딩 프레임 (bending frame: 200)을 나타내는, 도 2에 예시된다. 2개의 유리 기판을 공동-새김하기 위해, 이러한 유리 기판은, 탄산칼슘을 포함할 수 있는, 개입 분리 분말 (intervening separation powder)과 함께 서로의 상부에 적층된다. 스택은 벤딩 프레임 상에 놓여지고, 상기 스택 및 벤딩 프레임은, 유리 기판이 이들의 연화 온도와 동일한 온도에 도달할 때까지, 가열로 (furnace)에서 가열된다. 이러한 온도에서, 유리 기판은 중력에 의해 굽혀지거나 새김된다. 몇몇 구체 예에서, 공동-새김을 용이하게 하기 위해, 진공 및/또는 몰드는 사용될 수 있다.

[0005] 이러한 공지된 적층물에서, 유리 기판은, 약 1.6mm 내지 약 3mm 범위의 두께를 갖는다. 몇몇 공지된 적층물에서, 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판은, 서로 실질적으로 동일하거나 또는 실질적으로 유사한 각각의 조성을 가지며, 따라서, 서로 유사한 특성을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이러한 적층물을 포함하는 차량의 중량을 감소시키기 위해, 경량이고 따라서 더 얇은 적층물에 대한 요구가 있다. 따라서, 더 얇은 유리 기판을 갖는 적층물 및 잠재적으로 2개의 조성적으로 다른 유리 기판을 갖는 적층물에 대한 요구가 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 개시의 제1 관점은, 제1 주 표면, 상기 제1 주 표면에 대항하는 제2 주 표면, 상기 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이의 거리로 한정되는 제1 두께, 및 약 2mm 이상의 제1 새그 깊이 (sag depth)를 포함하고, 약 630°C의 온도에서 제1 점도 (poises)를 포함하는, 제1 만곡된 유리 기판; 제3 주 표면, 상기 제3 주 표면에 대항하는 제4 주 표면, 상기 제3 주 표면과 제4 주 표면 사이의 거리로 한정되는 제2 두께, 및 약 2mm 이상의 제2 새그 깊이를 포함하고, 약 590°C 내지 약 650°C 범위 (또는 약 630°C)의 온도에서 제1 점도를 초과하는 제2 점도를 포함하는, 제2 만곡된 유리 기판; 및 상기 제1 만곡된 유리 기판과 제2 만곡된 강화 유리 기판 사이에 배치되고, 상기 제2 주 표면 및 제3 주 표면에 인접한 중간층을 포함하는 적층물에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제1 새그 깊이는, 제2 새그 깊이의 10% 내에 있고, 상기 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 형상 편차 (shape deviation)가, 광학 3-차원 스캐너에 의해 측정된 것으로, ±5mm 이하이며, 및 여기서, 상기 제1 주 표면 및 제4 주 표면 중 하나 또는 둘 모두는, ASTM 1561에 따른 투과 광학 (transmission optics)을 사용하는 광학 왜곡 검출기 (optical distortion detector)에 의해 측정된 것으로, 200 millidiopters 미만의 광학 왜곡을 나타내고, 및 여기서, 상기 제1 주 표면 또는 제2 주 표면은, ASTM C1279에 따라, 표면 응력계 (surface stress meter)에 의해 측정된 것으로, 7 MPa 미만의 막 인장 응력 (membrane tensile stress)을 포함한다.

[0008] 본 개시의 제2 관점은: 내부 및 상기 내부와 연통하는 개구를 한정하는 본체 (body); 상기 개구에 배치된 하나 이상의 구체 예에 따른 적층물을 포함하는 차량에 관한 것으로, 상기 적층물은 복합적으로 만곡되어 있다.

[0009] 본 개시의 제3 관점은: 제1 점도 (poises) 및 제1 새그 온도를 포함하는 제1 유리 기판, 및 630°C의 온도에서 상기 제1 점도를 초과하는 제2 점도 및 상기 제1 새그 온도와 다른 새그 온도를 포함하는 제2 유리 기판을 포함하는 스택을 형성하는 단계; 및 상기 스택을 공동-형상화하여 공동-형상화된 스택을 형성하는, 상기 스택을 공동-형상화하는 단계를 포함하며, 상기 공동-형상화된 스택은, 제1 새그 깊이를 갖는 제1 만곡된 유리 기판 및 제2 새그 깊이를 각각 갖는 제2 만곡된 유리 기판을 포함하고, 여기서, 상기 제1 새그 깊이 및 제2 새그 깊이는 2mm를 초과하고, 서로의 10% 이내인, 만곡된 적층물을 형성하는 방법에 관한 것이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 제2 새그 온도는, 제1 새그 온도와 약 5°C 이상, 약 10°C 이상, 약 15°C 이상, 약 20°C 이상, 약 25°C 이상, 약 30°C 이상, 또는 약 35°C 이상 다르다.

[0010] 부가적인 특색 및 장점은 하기 상세한 설명에서 서술될 것이고, 부분적으로 하기 상세한 설명으로부터 기술분야의 당업자에게 명백하거나, 또는 하기 상세한 설명, 청구범위뿐만 아니라 첨부된 도면을 포함하는, 여기에 기재된 구체 예를 실행시켜 용이하게 인지될 것이다.

[0011] 전술한 배경기술 및 하기 상세한 설명 모두는 단지 대표적인 것이고, 청구범위의 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, 상세

한 설명과 함께 다양한 구체 예의 원리 및 작동을 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은, 공지된 유리 적층물의 측면도이다.
- 도 2는, 유리 기관 및 적층물을 형상화하는데 사용되는 공지된 벤딩 프레임의 사시도이다.
- 도 3은, 하나 이상의 구체 예에 따른 형상화된 적층물의 측면도이다.
- 도 3a는, 하나 이상의 구체 예에 따른 형상화된 적층물의 측면도이다.
- 도 4는, 온도의 함수로서 3개의 다른 유리 기관의 점도를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는, 하나 이상의 구체 예에 따른 유리 기관의 측면도이다.
- 도 6은, 하나 이상의 구체 예에 따른 유리 기관의 측면도이다.
- 도 7은, 하나 이상의 구체 예에 따른 차량의 사시도이다.
- 도 8은, 만곡된 적층물을 형성하는 방법의 하나 이상의 구체 예에 따른 방법에 사용될 수 있는 레어 가열로 (lehr furnace)의 측 단면도이다.
- 도 9는, 공기 유동 효과를 갖는, 2개의 유리 기관의 공동-형상화 시물레이션의 개략도이다.
- 도 10은, 도 9에 나타난 시물레이션에 사용된 시간의 함수에 따른 온도 프로파일의 그래프이다.
- 도 11은, 스택의 중심 지점 근처로부터 모서리까지 유리 기관들 사이에 임시 결합 (temporary bond) 없이 유리 기관 스택의 면적을 가로지르는 압력 크기의 변화를 예시한다.
- 도 12는, 공동-형상화 동안 유리 기관들 사이에 임시 결합을 형성 및/또는 유지하는 보강 (reinforcement)의 시물레이션의 예시이다.
- 도 13은, 스택의 중심 지점 근처로부터 모서리까지 유리 기관들 사이에 임시 결합을 갖는 유리 기관 스택의 면적을 가로지르는 압력 크기의 변화를 예시한다.
- 도 14a-b는, 실시 예 E의 형상 측정을 예시한다.
- 도 15a-b는, 실시 예 F의 형상 측정을 예시한다.
- 도 16a-c는, 실시 예 G의 형상 측정을 예시한다.
- 도 17a-c는, 실시 예 H의 형상 측정을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 언급은 다양한 구체 예에 대해 상세히 이루어질 것이며, 이의 실시 예는, 수반되는 도면에 예시된다.
- [0014] 본 개시의 관점은, 전통적인 적층물에 비해 얇거나 감소된 중량을 갖지만, 자동차 및 건축용 적용에 사용하기 위한 규제 요건을 충족시키고 우수한 강도를 나타내는, 유리 적층물에 관한 것이다. 전통적인 적층물은 약 1.6 mm 내지 약 3mm의 범위에서 두께를 갖는 2개의 소다 라임 실리케이트 유리 기관들을 포함한다. 유리 기관 중 적어도 하나의 두께를 감소시키면서, 적층물의 강도 및 다른 성능을 유지하거나 또는 개선하기 위해, 유리 기관 중 하나는, 소다 라임 실리케이트 유리 기관보다 (점도 곡선 또는) 온도의 함수에 따라 매우 다른 점도를 갖는 경향이 있는 강화된 유리 기관을 포함할 수 있다. 특히, 통상적인 강화된 유리 기관은, 소다 라임 실리케이트 유리 기관보다 주어진 온도에서 상당히 높은 점도를 나타낸다.
- [0015] 이러한 다른 유리 기관의, 공동-형상화, 특히 공동-새김은, 점도 곡선의 차이에 기인하여, 불가능한 것으로 이전에는 믿어졌다. 그러나, 여기에서 기재되는 바와 같이, (공동-새김을 포함하는) 이러한 성공적인 공동-형상화는 달성되어, 실질적으로 최소 형상 불일치, 공동-형상화로 인한 최소 응력, 및 낮은 또는 실질적으로 낮은 광학 왜곡을 나타내는 적층물을 형성할 수 있다.
- [0016] 또한, 더 낮은 점도를 갖는 유리 기관 (예를 들어, 소다 라임 실리케이트 유리 기관)은, 더 높은 점도의 유리 기관의 상부에 더 낮은 점도의 유리 기관을 위치시켜 더 높은 점도의 유리 기관과 공동-새김될 수 있는 것으로 일반적으로 이해되었다. 특히, 반대 형태에서, 더 낮은 점도의 유리 기관은, 더 높은 점도의 유리 기관보다 더

깊은 깊이로 새김될 것이라고 믿어졌다. 놀랍게도, 여기에서 기재되는 바와 같이, 이러한 반대 형태로 - 즉, 더 높은 점도의 유리 기관이 더 낮은 점도의 유리 기관의 상부에 배치된 형태로, 성공적인 공동-새김은 달성될 수 있다. 이러한 공동-새김된 유리 기관은, 깊거나 큰 새그 깊이를 달성하면서, 실질적으로 동일한 형상을 나타내며, 유리 기관들 사이에 중간층과 함께 적층되어, 최소의 광학 및 응력 결함을 나타내는 형상화된 적층물을 형성할 수 있다.

[0017] 여기에서 사용된 바와 같은, 문구 "새그 깊이"는, 도 3에서, 참조 부호 "318" 및 "328"로 예시된 바와 같이, 만곡된 유리 기관의 동일한 볼록 표면상에 두 지점들 사이에 최대 거리를 지칭한다. 도 3에 예시된 바와 같이, 예지에서 볼록 표면상에 지점과 볼록 표면의 중심에서 또는 그 근처의 볼록 표면상에 지점은 최대 거리 (318 및 328)를 제공한다.

[0018] 본 개시의 제1 관점은, 도 3에 예시된 바와 같이, 제1 만곡된 유리 기관 (310), 제2 만곡된 유리 기관 (320) 및 상기 제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 배치된 중간층 (330)을 포함하는 적층물 (300)에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예들에서, 상기 제1 만곡된 유리 기관 (310)은, 제1 주 표면 (312), 상기 제1 주 표면과 대향하는 제2 주 표면 (314), 상기 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이에서 연장되는 부 표면 (313), 상기 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이에 거리로 한정된 제1 두께 (316), 및 제1 새그 깊이 (318)를 포함한다. 하나 이상의 구체 예들에서, 상기 제1 만곡된 유리 기관 (310)은, 부 표면 (313)으로부터 제1 유리 기관의 내부 부분을 향해 연장되는 주변부 (315)를 포함한다. 하나 이상의 구체 예들에서, 상기 제2 만곡된 유리 기관 (320)은, 제3 주 표면 (322), 상기 제3 주 표면에 대향하는 제4 주 표면 (324), 상기 제3 주 표면과 제4 주 표면 사이에서 연장되는 부 표면 (323), 상기 제3 주 표면과 제4 주 표면 사이에 거리로 한정된 제2 두께 (326), 및 제2 새그 깊이 (328)를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제2 만곡된 유리 기관 (320)은, 부 표면 (323)으로부터 제2 유리 기관의 내부 부분을 향해 연장되는 주변부 (325)를 포함한다.

[0019] 상기 제1 유리 기관 (310)은, 두께에 직교하는 제1 및 제2 주 표면 중 하나의 제1 치수로서 한정된 폭, 및 상기 두께와 폭 모두에 직교하는 제1 및 제2 주 표면 중 하나의 제2 치수로서 한정된 길이를 갖는다. 상기 제2 유리 기관 (320)은, 두께에 직교하는 제3 및 제4 주 표면 중 하나의 제1 치수로서 한정된 폭, 및 상기 두께와 폭 모두에 직교하는 제3 및 제4 주 표면 중 하나의 제2 치수로서 한정된 길이를 갖는다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제1 및 제2 유리 기관 중 하나 또는 둘 모두의 주변부 (315, 325)는, 상기 제1 및 제2 유리 기관의 각각의 길이 및 폭 치수의 약 20% 미만인 부 표면 (313, 323)으로부터 연장되는 주변 길이를 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 주변부 (315, 325)는, 상기 제1 및 제2 유리 기관의 각각의 길이 및 폭 치수의 약 18% 이하, 약 16% 이하, 약 15% 이하, 약 14% 이하, 약 12% 이하, 약 10% 이하, 약 8% 이하, 또는 약 5% 이하인 부 표면 (313, 323)으로부터 연장되는 주변 길이를 가질 수 있다.

[0020] 하나 이상의 구체 예에서, 중간층 (330)은, 도 3에 나타난 바와 같이, 제2 주 표면 (314) 및 제3 주 표면 (322)에 인접하도록, 제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 배치된다.

[0021] 도 3에 나타난 구체 예에서, 제1 표면 (312)은 볼록 표면을 형성하고, 제4 표면 (324)은 오목 표면을 형성한다. 도 3a에 나타난 적층물 (300A)의 구체 예에서, 유리 기관의 위치는, 중간층 (330)이 제1 만곡된 유리 기관 (310)과 제2 만곡된 유리 기관 (320) 사이에 배치되어 그것이 제1 주 표면 (312) 및 제4 주 표면 (324)에 인접하도록 서로 교환될 수 있다. 이러한 구체 예에서, 제2 표면 (314)은, 도 3a에 나타난 바와 같이, 볼록 표면을 형성하고, 제3 표면 (322)은 오목 표면을 형성한다.

[0022] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)은, 제1 점도 (poise의 단위)를 나타내고, 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 주어진 온도에서 제1 점도와 다른 제2 점도 (poise의 단위)를 나타낸다. 몇몇 구체 예에서 주어진 온도는, 약 590°C 내지 약 650°C (또는 약 630°C)일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 제2 점도는, 630°C의 온도에서, 제1 점도의 약 2배, 약 3배, 약 4배, 약 5배, 약 6배, 약 7배, 약 8배, 약 9배, 또는 약 10배 이상이다. 하나 이상의 구체 예에서, 제2 점도는 주어진 온도에서 제1 점도의 10배 이상일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제2 점도는, 제1 점도의 약 10배 내지 제1 점도의 약 1000배의 범위 (예를 들어, 제1 점도의 약 25배 내지 약 1000배, 약 50배 내지 약 1000배, 약 100배 내지 약 1000배, 약 150배 내지 약 1000배, 약 200배 내지 약 1000배, 약 250배 내지 약 1000배, 약 300배 내지 약 1000배, 약 350배 내지 약 1000배, 약 400배 내지 약 1000배, 약 450배 내지 약 1000배, 약 500배 내지 약 1000배, 약 10배 내지 약 950배, 약 10배 내지 약 900배, 약 10배 내지 약 850배, 약 10배 내지 약 800배, 약 10배 내지 약 750배, 약 10배 내지 약 700배, 약 10배 내지 약 650배, 약 10배 내지 약 600배, 약 10배 내지 약 550배, 약 10배 내지 약 500배, 약

10배 내지 약 450배, 약 10배 내지 약 400배, 약 10배 내지 약 350배, 약 10배 내지 약 300배, 약 10배 내지 약 250배, 약 10배 내지 약 200배, 약 10배 내지 약 150배, 약 10배 내지 약 100배, 약 10배 내지 약 50배, 또는 제1 점도의 약 10배 내지 약 25배)이다.

[0023] 제1 유리 기관 및/또는 제2 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관을 각각 형성하는데 사용된 제1 유리 기관 및/또는 제2 유리 기관)이 (여기에 기재된 바와 같이) 기계적으로 강화된 유리 기관을 포함하는 하나 이상의 구체 예에서, 제1 및/또는 제2 점도는 복합 점도 (composite viscosity)일 수 있다.

[0024] 하나 이상의 구체 예에서, 600°C에서, 제1 점도는, 약 3×10^{10} poises 내지 약 8×10^{10} poises, 약 4×10^{10} poises 내지 약 8×10^{10} poises, 약 5×10^{10} poises 내지 약 8×10^{10} poises, 약 6×10^{10} poises 내지 약 8×10^{10} poises, 약 3×10^{10} poises 내지 약 7×10^{10} poises, 약 3×10^{10} poises 내지 약 6×10^{10} poises, 약 3×10^{10} poises 내지 약 5×10^{10} poises, 또는 약 4×10^{10} poises 내지 약 6×10^{10} poises의 범위이다.

[0025] 하나 이상의 구체 예에서, 630°C에서, 제1 점도는, 약 1×10^9 poises 내지 약 1×10^{10} poises, 약 2×10^9 poises 내지 약 1×10^{10} poises, 약 3×10^9 poises 내지 약 1×10^{10} poises, 약 4×10^9 poises 내지 약 1×10^{10} poises, 약 5×10^9 poises 내지 약 1×10^{10} poises, 약 6×10^9 poises 내지 약 1×10^{10} poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 9×10^9 poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 8×10^9 poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 7×10^9 poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 6×10^9 poises, 약 4×10^9 poises 내지 약 8×10^9 poises, 또는 약 5×10^9 poises 내지 약 7×10^9 poises의 범위이다.

[0026] 하나 이상의 구체 예에서, 650°C에서, 제1 점도는, 약 5×10^8 poises 내지 약 5×10^9 poises, 약 6×10^8 poises 내지 약 5×10^9 poises, 약 7×10^8 poises 내지 약 5×10^9 poises, 약 8×10^8 poises 내지 약 5×10^9 poises, 약 9×10^8 poises 내지 약 5×10^9 poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 5×10^9 poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 4×10^9 poises, 약 1×10^9 poises 내지 약 3×10^9 poises, 약 5×10^8 poises 내지 약 4×10^9 poises, 약 5×10^8 poises 내지 약 3×10^9 poises, 약 5×10^8 poises 내지 약 2×10^9 poises, 약 5×10^8 poises 내지 약 1×10^9 poises, 약 5×10^8 poises 내지 약 9×10^8 poises, 약 5×10^8 poises 내지 약 8×10^8 poises, 또는 약 5×10^8 poises 내지 약 7×10^8 poises의 범위이다.

[0027] 하나 이상의 구체 예에서, 600°C에서, 제2 점도는, 약 2×10^{11} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 4×10^{11} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 5×10^{11} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 6×10^{11} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 8×10^{11} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 1×10^{12} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 2×10^{12} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 4×10^{12} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 5×10^{12} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 6×10^{12} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 8×10^{12} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 1×10^{13} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 2×10^{13} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 4×10^{13} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 5×10^{13} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 6×10^{13} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 8×10^{13} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 1×10^{14} poises 내지 약 1×10^{15} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 8×10^{14} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 6×10^{14} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 5×10^{14} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 4×10^{14} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 2×10^{14} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 1×10^{14} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 8×10^{13} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 6×10^{13} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 5×10^{13} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 4×10^{13} poises, 약 2×10^{14} poises 내지 약 2×10^{13} poises, 약 2×10^{14} poises 내지

약 1×10^{13} poises, 약 2×10^{11} poises 내지 약 8×10^{12} poises, 약 2×10^{11} poises 내지 약 6×10^{12} poises, 또는 약 2×10^{11} poises 내지 약 5×10^{12} poises의 범위이다.

[0028] 하나 이상의 구체 예에서, 630°C에서, 제2 점도는, 약 2×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 4×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 5×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 6×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 8×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 1×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 2×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 4×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 5×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 6×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 8×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 1×10^{12} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 8×10^{12} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 6×10^{12} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 5×10^{12} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 4×10^{12} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 2×10^{12} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 1×10^{12} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 8×10^{11} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 6×10^{11} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 5×10^{11} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 4×10^{11} poises, 또는 약 2×10^{10} poises 내지 약 2×10^{11} poises의 범위이다.

[0029] 하나 이상의 구체 예에서, 650°C에서, 제2 점도는, 약 1×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 2×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 4×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 5×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 6×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 8×10^{10} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 1×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 2×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 4×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 5×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 6×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 8×10^{11} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 1×10^{12} poises 내지 약 1×10^{13} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 8×10^{12} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 6×10^{12} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 5×10^{12} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 4×10^{12} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 2×10^{12} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 1×10^{12} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 8×10^{11} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 6×10^{11} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 5×10^{11} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 4×10^{11} poises, 약 1×10^{10} poises 내지 약 2×10^{11} poises, 또는 약 1×10^{10} poises 내지 약 1×10^{11} poises의 범위이다.

[0030] 대표적인 제1 만곡된 유리 기관 (A로 지정) 및 2개의 대표적인 제2 만곡된 유리 기관 (B1 및 B2호 지정)의 온도의 함수에 따른 점도의 예는, 도 4에 나타난다.

[0031] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 유리 기관과 제2 유리 기관 (또는 이의 스택)의 조합은, 약 500°C 내지 약 700°C 범위의 온도 (T)에서 제1 점도와 제2 점도 사이에 있는 유효 점도 (effective viscosity)를 나타낼 수 있다. 유효 점도는, 다음과 같이, 수학적 식 1에 의해 결정될 수 있다:

[0032] 수학적 식 1: $\mu_{\text{eff}}(T) = ((\mu_1(T)t_1)/(t_1+t_2)) + ((\mu_2(T)t_2)/(t_1+t_2))$, 여기서 $\mu_1(T)$ 는, 온도 (T)에서 제1 만곡된 유리 기관의 점도이고, t_1 는 제1 만곡된 유리 기관의 두께이며, $\mu_2(T)$ 는 온도 (T)에서 제2 만곡된 유리 기관의 점도이고, t_2 는 제2 만곡된 유리 기관의 두께이다.

[0033] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 기관 및 제2 만곡된 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관을 각각 형성하는데 사용된 제1 유리 기관 및 제2 유리 기관)은, 서로 다른 새그 온도를 가질 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, "새그 온도"는, 유리 기관의 점도가 약 $10^{9.9}$ poises인 온도를 의미한다. 새그 온도는, Vogel-Fulcher-Tamman (VFT) 방정식: $\log h = A + B/(T-C)$ (여기서, T는 온도, A, B 및 C는 적합 상수 (fitting constants), h는 동적 점도)을, 급형 빔 점도 (BBV) 측정을 사용하여 측정된 어닐링점 데이터, 섬유

신장에 의해 측정된 연화점 데이터에 적용시켜 결정된다. 하나 이상의 구체 예들에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)은, 제1 새그 온도를 가질 수 있고, 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 제1 새그 온도를 초과하는 제2 새그 온도를 갖는다. 예를 들어, 제1 새그 온도는, 약 600°C 내지 약 650°C, 약 600°C 내지 약 640°C, 약 600°C 내지 약 630°C, 약 600°C 내지 약 625°C, 약 600°C 내지 약 620°C, 약 610°C 내지 약 650°C, 약 620°C 내지 약 650°C, 약 625°C 내지 약 650°C, 약 630°C 내지 약 650°C, 약 620°C 내지 약 640°C, 또는 약 625°C 내지 약 635°C의 범위일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제2 새그 온도는, 약 650°C 초과 (예를 들어, 약 650°C 초과 내지 약 800°C, 약 650°C 초과 내지 약 790°C, 약 650°C 초과 내지 약 780°C, 약 650°C 초과 내지 약 770°C, 약 650°C 초과 내지 약 760°C, 약 650°C 초과 내지 약 750°C, 약 650°C 초과 내지 약 740°C, 약 650°C 초과 내지 약 740°C, 약 650°C 초과 내지 약 730°C, 약 650°C 초과 내지 약 725°C, 약 650°C 초과 내지 약 720°C, 약 650°C 초과 내지 약 710°C, 약 650°C 초과 내지 약 700°C, 약 650°C 초과 내지 약 690°C, 약 650°C 초과 내지 약 680°C, 약 660°C 내지 약 750°C, 약 670°C 내지 약 750°C, 약 680°C 내지 약 750°C, 약 690°C 내지 약 750°C, 약 700°C 내지 약 750°C, 약 710°C 내지 약 750°C, 또는 약 720°C 내지 약 750°C)일 수 있다.

[0034] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 새그 온도와 제2 새그 온도 사이에 차이는, 약 5°C 이상, 약 10°C 이상, 약 15°C 이상, 약 20°C 이상, 약 25°C 이상, 약 30°C 이상, 또는 약 35°C 이상이다. 예를 들어, 제1 새그 온도와 제2 새그 온도 사이에 차이는, 약 5°C 내지 약 150°C, 약 10°C 내지 약 150°C, 약 15°C 내지 약 150°C, 약 20°C 내지 약 150°C, 약 25°C 내지 약 150°C, 약 30°C 내지 약 150°C, 약 40°C 내지 약 150°C, 약 50°C 내지 약 150°C, 약 60°C 내지 약 150°C, 약 80°C 내지 약 150°C, 약 100°C 내지 약 150°C, 약 5°C 내지 약 140°C, 약 5°C 내지 약 120°C, 약 5°C 내지 약 100°C, 약 5°C 내지 약 80°C, 약 5°C 내지 약 60°C, 또는 약 5°C 내지 약 50°C의 범위이다.

[0035] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 새그 깊이 (318) 및 제2 새그 깊이 (328) 중 하나 또는 둘 모두는 약 2mm 이상이다. 예를 들어, 제1 새그 깊이 (318) 및 제2 새그 깊이 (328) 중 하나 또는 둘 모두는, 약 2mm 내지 약 30mm, 약 4mm 내지 약 30mm, 약 5mm 내지 약 30mm, 약 6mm 내지 약 30mm, 약 8mm 내지 약 30mm, 약 10mm 내지 약 30mm, 약 12mm 내지 약 30mm, 약 14mm 내지 약 30mm, 약 15mm 내지 약 30mm, 약 2mm 내지 약 28mm, 약 2mm 내지 약 26mm, 약 2mm 내지 약 25mm, 약 2mm 내지 약 24mm, 약 2mm 내지 약 22mm, 약 2mm 내지 약 20mm, 약 2mm 내지 약 18mm, 약 2mm 내지 약 16mm, 약 2mm 내지 약 15mm, 약 2mm 내지 약 14mm, 약 2mm 내지 약 12mm, 약 2mm 내지 약 10mm, 약 2mm 내지 약 8mm, 약 6mm 내지 약 20mm, 약 8mm 내지 약 18mm, 약 10mm 내지 약 15mm, 약 12mm 내지 약 22mm, 약 15mm 내지 약 25mm, 또는 약 18mm 내지 약 22mm의 범위일 수 있다.

[0036] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 새그 깊이 (318) 및 제2 새그 깊이 (328)는, 실질적으로 서로 동일하다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 새그 깊이는, 제2 새그 깊이의 10% 이내이다. 예를 들어, 제1 새그 깊이는, 제2 새그 깊이의 9% 이내, 8% 이내, 7% 이내, 6% 이내 또는 5% 이내이다. 예시의 경우, 제2 새그 깊이는 약 15mm이고, 제1 새그 깊이는 약 13.5mm 내지 약 16.5mm의 범위 (또는 제2 새그 깊이의 10% 이내)이다.

[0037] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관은, 광학 3-차원 스캐너, 예컨대, 독일, Braunschweig에 위치한, GOM GmbH에 의해 공급된 ATOS Triple Scan에 의해 측정된 것으로, ±5mm 이하의 제1 유리 기관과 제2 유리 기관 사이에 형상 편차를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 형상 편차는, 제2 표면 (314)과 제3 표면 (322) 사이, 또는 제1 표면 (312)과 제4 표면 (324) 사이에서 측정된다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 유리 기관과 제2 유리 기관 사이에 형상 편차는, 약 ±4mm 이하, 약 ±3mm 이하, 약 ±2mm 이하, 약 ±1mm 이하, 약 ±0.8mm 이하, 약 ±0.6mm 이하, 약 ±0.5mm 이하, 약 ±0.4mm 이하, 약 ±0.3mm 이하, 약 ±0.2mm 이하, 또는 약 ±0.1mm 이하이다. 여기에서 사용된 바와 같은, 형상 편차는, 각각의 표면에서 측정된 최대 형상 편차를 지칭한다.

[0038] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 주 표면 (312) 및 제4 주 표면 (324) 중 하나 또는 둘 모두는, 최소 광학 왜곡을 나타낸다. 예를 들어, 제1 주 표면 (312) 및 제4 주 표면 (324) 중 하나 또는 둘 모두는, ASTM 1561에 따른 투과 광학을 사용하는 광학 왜곡 검출기에 의해 측정된 것으로, 약 400 millidiopters 미만, 약 300 millidiopters 미만, 또는 약 250 millidiopters 미만을 나타낸다. 적합한 광학 왜곡 검출기는, 상표명 SCREENSCAN-Faultfinder로, 독일, Darmstadt에 위치한, ISRA VISION AG에 의해 공급된다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 주 표면 (312) 및 제4 주 표면 (324) 중 하나 또는 둘 모두는, 약 190 millidiopters 이하, 약 180 millidiopters 이하, 약 170 millidiopters 이하, 약 160 millidiopters 이하, 약 150 millidiopters 이하, 약 140 millidiopters 이하, 약 130 millidiopters 이하, 약 120 millidiopters 이하, 약 110 millidiopters 이하, 약 100 millidiopters 이하, 약 90 millidiopters 이하, 약 80 millidiopters 이하, 약

70 millidiopters 이하, 약 60 millidiopters 이하, 또는 약 50 millidiopters 이하를 나타낸다. 여기에 사용된 바와 같은, 광학 왜곡은, 각각의 표면에서 측정된 최대 광학 왜곡을 지칭한다.

[0039] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관의 제1 주 표면 또는 제2 주 표면은, 낮은 막 인장 응력을 나타낸다. 만곡된 기관 및 적층물의 냉각 동안 막 인장 응력은 발생할 수 있다. 유리가 냉각됨에 따라, 주 표면 및 에지 표면 (주 표면에 직교)은, 인장 응력을 나타내는 중심 영역에 의해 균형이 잡히지 않는, 표면 압축을 발달시킬 수 있다. 굽힘 또는 형상화는, 에지 근처에 부가적인 표면 장력을 도입할 수 있으며, 중심 인장 영역이 유리 표면에 접근하게 한다. 따라서, 막 인장 응력은, 에지 근처 (예를 들어, 에지 표면으로부터 약 10-25mm)에서 측정된 인장 응력이다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관의 제1 주 표면 또는 제2 주 표면에서 막 인장 응력은, ASTM C1279에 따른 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 약 7 megaPascals (MPa) 미만이다. 이러한 표면 응력계의 예로는, Strainoptic Technologies에서 상표명 GASP® (Grazing Angle Surface Polarimeter)로 공급된다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관의 제1 주 표면 또는 제2 주 표면에서 막 인장 응력은, 약 6 MPa 이하, 약 5 MPa 이하, 약 4 MPa 이하, 또는 약 3 MPa 이하이다. 하나 이상의 구체 예에서, 막 인장 응력의 하한은, 약 0.01 MPa 또는 약 0.1 MPa이다. 여기에 언급된 바와 같이, 응력은 압축 또는 인장으로 나타내며, 이러한 응력의 크기는 절대 값으로 제공된다.

[0040] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관의 제1 주 표면 또는 제2 주 표면에서 막 압축 응력은, ASTM C1279에 따른 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 약 7 megaPascals (MPa) 미만이다. 표면 응력계, 예컨대, Strainoptic Technologies에 의해 상표명 GASP® (Grazing Angle Surface Polarimeter)로 공급된 표면 응력계는, 사용될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관의 제1 주 표면 또는 제2 주 표면에서 막 압축 응력은, 약 6 MPa 이하, 약 5 MPa 이하, 약 4 MPa 이하, 또는 약 3 MPa 이하이다. 하나 이상의 구체 예에서, 막 압축 응력의 하한은, 약 0.01 MPa 또는 약 0.1 MPa이다.

[0041] 하나 이상의 구체 예에서, 적층물 (300)은, 6.85mm 이하, 또는 5.85mm 이하의 두께를 가질 수 있으며, 여기서, 두께는 제1 만곡된 유리 기관, 제2 만곡된 유리 기관, 및 중간층의 두께의 합을 포함한다. 다양한 구체 예에서, 적층물은, 약 1.8mm 내지 약 6.85mm의 범위, 또는 약 1.8mm 내지 약 5.85mm의 범위, 또는 약 1.8mm 내지 약 5.0mm의 범위, 또는 2.1mm 내지 약 6.85mm의 범위, 또는 약 2.1mm 내지 약 5.85mm의 범위, 또는, 약 2.1mm 내지 약 5.0mm의 범위, 또는 약 2.4mm 내지 약 6.85mm의 범위, 또는 약 2.4mm 내지 약 5.85mm의 범위, 또는 약 2.4mm 내지 약 5.0mm의 범위, 또는 약 3.4mm 내지 약 6.85mm의 범위, 또는 약 3.4mm 내지 약 5.85mm의 범위, 또는 약 3.4mm 내지 약 5.0mm의 범위에서 두께를 가질 수 있다.

[0042] 하나 이상의 구체 예에서, 적층물 (300)은, 1000mm 미만, 750mm 미만, 또는 500mm 미만, 또는 300mm 미만인 곡률 반경을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물 (300)은, 적어도 하나의 축을 따라 약 10m 이하, 또는 약 5m 이하의 적어도 하나의 곡률 반경을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예들에서, 적층물 (300)은, 적어도 제1 축을 따라 및 상기 제1 축에 수직인 제2 축을 따라 5m 이하의 곡률 반경을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은 적어도 제1 축을 따라 및 상기 제1 축에 수직이 아닌 제2 축을 따라 5m 이하의 곡률 반경을 가질 수 있다.

[0043] 하나 이상의 구체 예에서, 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)과 비교하여 상대적으로 얇다. 다시 말하면, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)은, 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)보다 더 두꺼운 두께를 갖는다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께)는 제2 두께의 2배를 초과한다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께)는, 제2 두께의 약 1.5배 내지 약 10배 (예를 들어, 약 1.75배 내지 약 10배, 약 2배 내지 약 10배, 약 2.25배 내지 약 10배, 약 2.5배 내지 약 10배, 약 2.75배 내지 약 10배, 약 3배 내지 약 10배, 약 3.25배 내지 약 10배, 약 3.5배 내지 약 10배, 약 3.75배 내지 약 10배, 약 4배 내지 약 10배, 약 1.5배 내지 약 9배, 약 1.5배 내지 약 8배, 약 1.5배 내지 약 7.5배, 약 1.5배 내지 약 7배, 약 1.5배 내지 약 6.5배, 약 1.5배 내지 약 6배, 약 1.5배 내지 약 5.5배, 약 1.5배 내지 약 5배, 약 1.5배 내지 약 4.5배, 약 1.5배 내지 약 4배, 약 1.5배 내지 약 3.5배, 약 2배 내지 약 7배, 약 2.5배 내지 약 6배, 약 3배 내지 약 6배)의 범위이다.

[0044] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 같은 두께를

가질 수 있다. 하나 이상의 특별한 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)은, 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)보다 더 단단하거나 또는 더 큰 강성 (stiffness)을 가지며, 매우 특별한 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 모두는, 0.2mm 내지 1.6mm의 범위에서 두께를 갖는다.

[0045] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 및 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께) 중 하나 또는 모두는, 1.6mm 미만 (예를 들어, 1.55mm 이하, 1.5mm 이하, 1.45mm 이하, 1.4mm 이하, 1.35mm 이하, 1.3mm 이하, 1.25mm 이하, 1.2mm 이하, 1.15mm 이하, 1.1mm 이하, 1.05mm 이하, 1mm 이하, 0.95mm 이하, 0.9mm 이하, 0.85mm 이하, 0.8mm 이하, 0.75mm 이하, 0.7mm 이하, 0.65mm 이하, 0.6mm 이하, 0.55mm 이하, 0.5mm 이하, 0.45mm 이하, 0.4mm 이하, 0.35mm 이하, 0.3mm 이하, 0.25mm 이하, 0.2mm 이하, 0.15mm 이하, 또는 약 0.1mm 이하) 이다. 두께의 하한은, 0.1mm, 0.2mm 또는 0.3mm일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 및 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께) 중 하나 또는 모두는, 약 0.1mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.1mm 내지 약 1.5mm, 약 0.1mm 내지 약 1.4mm, 약 0.1mm 내지 약 1.3mm, 약 0.1mm 내지 약 1.2mm, 약 0.1mm 내지 약 1.1mm, 약 0.1mm 내지 약 1mm, 약 0.1mm 내지 약 0.9mm, 약 0.1mm 내지 약 0.8mm, 약 0.1mm 내지 약 0.7mm, 약 0.1mm, 약 0.2mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.3mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.4mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.5mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.6mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.7mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.8mm 내지 약 1.6mm 미만, 약 0.9mm 내지 약 1.6mm 미만, 또는 약 1mm 내지 약 1.6mm의 범위이다.

[0046] 몇몇 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 및 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께) 중 하나가 약 1.6mm 미만이면, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 및 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께) 중 다른 하나는, 약 1.6mm 이상이다. 이러한 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께)와 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께)는, 서로 다르다. 예를 들어, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 및 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께) 중 하나가 약 1.6mm 미만이면, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 및 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께) 중 다른 하나는, 약 1.7mm 이상, 약 1.75mm 이상, 약 1.8mm 이상, 약 1.7mm 이상, 약 1.7mm 이상, 약 1.7mm 이상, 약 1.85mm 이상, 약 1.9mm 이상, 약 1.95mm 이상, 약 2mm 이상, 약 2.1mm 이상, 약 2.2mm 이상, 약 2.3mm 이상, 약 2.4mm 이상, 2.5mm 이상, 2.6mm 이상, 2.7mm 이상, 2.8mm 이상, 2.9mm 이상, 3mm 이상, 3.2mm 이상, 3.4mm 이상, 3.5mm 이상, 3.6mm 이상, 3.8mm 이상, 4mm 이상, 4.2mm 이상, 4.4mm 이상, 4.6mm 이상, 4.8mm 이상, 5mm 이상, 5.2mm 이상, 5.4mm 이상, 5.6mm 이상, 5.8mm 이상, 또는 6mm 이상이다. 몇몇 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께) 또는 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께)는, 약 1.6mm 내지 약 6mm, 약 1.7mm 내지 약 6mm, 약 1.8mm 내지 약 6mm, 약 1.9mm 내지 약 6mm, 약 2mm 내지 약 6mm, 약 2.1mm 내지 약 6mm, 약 2.2mm 내지 약 6mm, 약 2.3mm 내지 약 6mm, 약 2.4mm 내지 약 6mm, 약 2.5mm 내지 약 6mm, 약 2.6mm 내지 약 6mm, 약 2.8mm 내지 약 6mm, 약 3mm 내지 약 6mm, 약 3.2mm 내지 약 6mm, 약 3.4mm 내지 약 6mm, 약 3.6mm 내지 약 6mm, 약 3.8mm 내지 약 6mm, 약 4mm 내지 약 6mm, 약 1.6mm 내지 약 5.8mm, 약 1.6mm 내지 약 5.6mm, 약 1.6mm 내지 약 5.5mm, 약 1.6mm 내지 약 5.4mm, 약 1.6mm 내지 약 5.2mm, 약 1.6mm 내지 약 5mm, 약 1.6mm 내지 약 4.8mm, 약 1.6mm 내지 약 4.6mm, 약 1.6mm 내지 약 4.4mm, 약 1.6mm 내지 약 4.2mm, 약 1.6mm 내지 약 4mm, 약 3.8mm 내지 약 5.8mm, 약 1.6mm 내지 약 3.6mm, 약 1.6mm 내지 약 3.4mm, 약 1.6mm 내지 약 3.2mm, 또는 약 1.6mm 내지 약 3mm의 범위이다.

[0047] 하나 이상의 특별한 구체 예에서, 제1 두께 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관의 두께)는 약 1.6mm 내지 약 3mm이고, 제2 두께 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관의 두께)는, 약 0.1mm 내지 약 1.6mm 미만의 범위이다.

[0048] 하나 이상의 구체 예에서, 적층물 (300)은, ASTM C1652/C1652M에 의해 측정된 것으로, 시각적 왜곡이 실질적으로 없다. 특별한 구체 예에서, 적층물, 제1 만곡된 유리 기관 및/또는 제2 만곡된 유리 기관은, ASTM C1652/C1652M에 따른, 육안에 의해 시각적으로 검출될 수 있는 주름 또는 왜곡이 실질적으로 없다.

- [0049] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 주 표면 (312) 또는 제2 주 표면 (314)은, 표면 응력계, 예컨대, 상표명 FSM-6000으로, Orihara Industrial Co., Ltd. (일본) ("FSM")로부터 시판되는, 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 3 MPa 미만의 표면 압축 응력을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관은, 여기에 기재된 바와 같이 강화되지 않지만 (선택적으로 어닐링될 수 있고), 약 3 MPa 미만, 또는 약 2.5 MPa 이하, 2 MPa 이하, 1.5 MPa 이하, 1 MPa 이하, 또는 약 0.5 MPa 이하의 표면 압축 응력을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 이러한 표면 압축 응력 범위는, 제1 주 표면 및 제2 주 표면 모두에 존재한다.
- [0050] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 기관을 형성하는데 사용된 제1 및 제2 유리 기관은, 도 5에 나타난 바와 같이, 공동-형상화 전에 실질적으로 평평한 시트 (500)로 제공되어, 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 기관을 형성한다. 실질적으로 평평한 시트는, 제1 및 제2 주 대향 표면 (502, 504) 및 부 대향 표면 (506, 507)을 포함할 수 있다. 몇몇 사례에서, 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관 및 제2 유리 기관 중 하나 또는 모두는, 원하는 세그 깊이를 나타내지 않고, 결국 공동-형상화 공정 동안 형성되며, 그 결과로 생긴 적층물에 나타나는, 3D 또는 2.5D 형상을 가질 수 있다. 부가적으로 또는 선택적으로, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두의 두께는, 하나 이상의 치수를 따라 일정할 수 있거나 또는 심미적 및/또는 기능적인 이유로 하나 이상의 이의 치수를 따라 변할 수 있다. 예를 들어, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두의 예지들은, 유리 기관의 더 중심 영역에 비해 더 두꺼울 수 있다.
- [0051] 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)의 길이, 폭 및 두께 치수는, 또한 물품 적용 또는 용도에 따라 변할 수 있다. 하나 이상의 구체 예들에서, 제1 만곡된 유리 기관 (310) (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)은, 제1 길이 및 제1 폭 (제1 두께는 제1 길이 및 제1 폭 모두에 직교함)을 포함하고, 제2 만곡된 유리 기관 (320) (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 제2 길이 및 상기 제2 길이와 직교하는 제2 폭 (제2 두께는 제2 길이와 제2 폭 모두에 직교함)을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 길이 및 제1 폭 중 하나 또는 둘 모두는, 약 0.25 meters (m) 이상이다. 예를 들어, 제1 길이 및/또는 제2 길이는, 약 1 m 내지 약 3 m, 약 1.2 m 내지 약 3 m, 약 1.4 m 내지 약 3 m, 약 1.5 m 내지 약 3 m, 약 1.6 m 내지 약 3 m, 약 1.8 m 내지 약 3 m, 약 2 m 내지 약 3 m, 약 1 m 내지 약 2.8 m, 약 1 m 내지 약 2.8 m, 약 1 m 내지 약 2.8 m, 약 1 m 내지 약 2.8 m, 약 1 m 내지 약 2.6 m, 약 1 m 내지 약 2.5 m, 약 1 m 내지 약 2.4 m, 약 1 m 내지 약 2.2 m, 약 1 m 내지 약 2 m, 약 1 m 내지 약 1.8 m, 약 1 m 내지 약 1.6 m, 약 1 m 내지 약 1.5 m, 약 1.2 m 내지 약 1.8 m, 또는 약 1.4 m 내지 약 1.6 m의 범위일 수 있다.
- [0052] 예를 들어, 제1 폭 및/또는 제2 폭은, 약 0.5 m 내지 약 2 m, 약 0.6 m 내지 약 2 m, 약 0.8 m 내지 약 2 m, 약 1 m 내지 약 2 m, 약 1.2 m 내지 약 2 m, 약 1.4 m 내지 약 2 m, 약 1.5 m 내지 약 2 m, 약 0.5 m 내지 약 1.8 m, 약 0.5 m 내지 약 1.6 m, 약 0.5 m 내지 약 1.5 m, 약 0.5 m 내지 약 1.4 m, 약 0.5 m 내지 약 1.2 m, 약 0.5 m 내지 약 1 m, 약 0.5 m 내지 약 0.8 m, 약 0.75 m 내지 약 1.5 m, 약 0.75 m 내지 약 1.25 m, 또는 약 0.8 m 내지 약 1.2 m의 범위일 수 있다.
- [0053] 하나 이상의 구체 예에서, 제2 길이는, 제1 길이의 5% 이내 (예를 들어, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3% 이하, 또는 약 2% 이하)이다. 예를 들어, 제1 길이가 1.5m인 경우, 제2 길이는, 약 1.425m 내지 약 1.575m의 범위일 수 있으며, 여전히 제1 길이의 5% 이내일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제2 폭은, 제1 폭의 5% 이내 (예를 들어, 약 5% 이하, 약 4% 이하, 약 3% 이하, 또는 약 2% 이하)이다. 예를 들어, 제1 폭이 1m인 경우, 제2 폭은, 약 1.05m 내지 약 0.95m의 범위일 수 있고, 여전히 제1 폭의 5% 이내일 수 있다.
- [0054] 몇몇 구체 예에서, 도 6에 예시된 바와 같이, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두 (500A)는, 하나의 부 표면 (506A)에서의 두께가 대향하는 부 표면 (507A)에서의 두께보다 큰 웨지 형상 (wedged shape)을 가질 수 있다. 두께가 변하는 경우, 여기에 개시된 두께 범위는, 주 표면들 사이에 최대 두께이다.
- [0055] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 약 1.2 내지

약 1.8, 약 1.2 내지 약 1.75, 약 1.2 내지 약 1.7, 약 1.2 내지 약 1.65, 약 1.2 내지 약 1.6, 약 1.2 내지 약 1.55, 약 1.25 내지 약 1.8, 약 1.3 내지 약 1.8, 약 1.35 내지 약 1.8, 약 1.4 내지 약 1.8, 약 1.45 내지 약 1.8, 약 1.5 내지 약 1.8, 약 1.55 내지 약 1.8, 또는 약 1.45 내지 약 1.55의 범위에서 굴절률을 가질 수 있다. 여기에서 사용된 바와 같은, 굴절률 값은 550 nm의 파장에 대한 것이다.

[0056] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 형성되는 방식을 특징으로 할 수 있다. 예를 들어, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 플로우트-형성 가능한 (float-formable) (즉, 플로우트 공정에 의해 형성됨), 다운-인발 가능한 (down-drawable), 특히, 퓨전-형성 가능하거나 또는 슬롯-인발 가능한 (즉, 퓨전 인발 공정 또는 슬롯 인발 공정과 같은 다운 인발 공정에 의해 형성됨) 것을 특징으로 할 수 있다.

[0057] 여기에 기재된 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 플로우트 공정에 의해 형성될 수 있다. 플로우트-형성 가능한 유리 기관은, 매끄러운 표면을 특징으로 할 수 있고, 균일한 두께는, 용융된 금속, 통상적으로 주석의 층 상에 용융된 유리를 플로우팅시켜 만들어진다. 대표 공정에서, 용융된 주석 층의 표면 상으로 공급되는 용융 유리는, 플로우팅 유리 리본을 형성한다. 유리 리본이 주석 욕조를 따라 흐름에 따라, 유리 리본이 주석으로부터 풀려 상으로 들어 올릴 수 있는 고체 유리 기관으로 굳어질 때까지 온도는 점차 감소된다. 욕조를 벗어나면, 유리 기관은 더욱 냉각 및 어닐링되어 내부 응력을 감소시킬 수 있다.

[0058] 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 다운-인발 공정에 의해 형성될 수 있다. 다운-인발 공정은, 비교적 원래 그대로의 표면을 보유하는 실질적으로 균일한 두께를 갖는 유리 기관을 생산한다. 유리 기관의 평균 굴곡 강도 (flexural strength)가 일반적으로 표면 결함의 양 및 크기에 의해 제어되기 때문에, 최소 접촉을 가진 원래 그대로의 표면은, 더 높은 초기 강도를 갖는다. 부가적으로, 다운 인발된 유리 기관은, 고가의 그라인딩 및 연마 없이 이의 최종 적용에 사용될 수 있는, 매우 평평하고, 매끄러운 표면을 갖는다.

[0059] 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 퓨전-형성 가능한 (즉, 퓨전 인발 공정을 사용하여 형성 가능한) 것으로 설명될 수 있다. 퓨전 공정은, 용융된 유리 원료를 수용하기 위한 채널을 갖는 인발 탱크를 사용한다. 상기 채널은, 채널 양 측면 상에 채널의 길이를 따라 상부가 개방된 위어 (weirs)를 구비한다. 채널이 용융된 원료로 채워지면, 용융된 유리는 상기 위어를 넘친다. 중력으로 인해, 용융 유리는, 2개의 흐르는 유리 필름으로서 인발 탱크의 외부 표면을 흘러 내린다. 인발 탱크의 이러한 외부 표면들은, 이들이 인발 탱크 아래의 예지에서 합쳐지도록 아래로 안쪽을 향해 연장된다. 2개의 흐르는 유리 필름은 상기 예지에서 합쳐져 융합하고, 단일의 흐르는 유리 기관을 형성한다. 퓨전 인발 방법은, 채널을 넘쳐 흐르는 2개의 유리 필름이 함께 융합하기 때문에, 그 결과로 생긴 유리 기관의 외부 표면 중 어느 것도 장치의 어느 부분과 접촉하지 않는다는 장점을 제공한다. 따라서, 퓨전 인발 유리 기관의 표면 특성은, 이러한 접촉에 의해 영향을 받지 않는다.

[0060] 여기에 기재된 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는 슬롯 인발 공정에 의해 형성될 수 있다. 슬롯 인발 공정은 퓨전 인발 방법과는 다르다. 슬롯 인발 공정에서, 용융된 원료 유리는, 인발 탱크에 제공된다. 인발 탱크의 버텀은, 슬롯의 길이를 연장하는 노즐을 갖는 개방 슬롯을 구비한다. 용융된 유리는, 슬롯/노즐을 통해 흐르고, 연속 유리 기관으로서 아래쪽으로 그리고 어닐링 영역으로 인발된다.

[0061] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 유리 (예를 들어, 소다 라임 유리, 알칼리 알루미늄오실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리 및/또는 알칼리 알루미늄오보로실리케이트 유리) 또는 유리-세라믹 일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된

유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 비정질 미세구조를 나타낼 수 있고, 결정 또는 결정질이 실질적으로 없을 수 있다. 다시 말해서, 어떤 구체 예의 유리 기판은, 유리-세라믹 물질을 배제한다. 몇몇 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판) 및 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 유리-세라믹이다. 적합한 유리-세라믹의 예로는, $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 시스템 (즉, LAS-시스템) 유리-세라믹, $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 시스템 (즉, MAS-시스템) 유리-세라믹, 및 플라이트, 스피넬, α -석영, β -석영 고용체, 페달라이트, 리튬 디실리케이트, β -스포듀멘, 네펠린, 및 알루미늄 중 임의의 하나 이상의 결정질 상을 포함하는 유리-세라믹을 포함한다. 유리-세라믹 물질을 포함하는 이러한 기판은, 여기에 기재된 바와 같이 강화될 수 있다.

[0062] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판) 및 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 유리 기판의 두께가 0.7mm일 때, 약 300 nm 내지 약 2500 nm의 파장 범위에 걸쳐, 약 92% 이하의 총 일사 투과율 (solar transmittance)을 나타낸다. 예를 들어, 제1 및 제2 유리 기판 중 하나 또는 둘 모두는, 약 60% 내지 약 92%, 약 62% 내지 약 92%, 약 64% 내지 약 92%, 약 65% 내지 약 92%, 약 66% 내지 약 92%, 약 68% 내지 약 92%, 약 70% 내지 약 92%, 약 72% 내지 약 92%, 약 60% 내지 약 90%, 약 60% 내지 약 88%, 약 60% 내지 약 86%, 약 60% 내지 약 85%, 약 60% 내지 약 84%, 약 60% 내지 약 82%, 약 60% 내지 약 80%, 약 60% 내지 약 78%, 약 60% 내지 약 76%, 약 60% 내지 약 75%, 약 60% 내지 약 74%, 또는 약 60% 내지 약 72%의 범위에서 총 일사 투과율을 나타낸다.

[0063] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판) 및 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 착색된다. 이러한 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판)은, CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) 색 공간에서, 제1 색조를 포함할 수 있고, 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판)은, 제1 색조와 다른 제2 색조를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 색조 및 제2 색조는 같다. 하나 이상의 특별한 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판은, 제1 색조를 포함하고, 제2 만족된 유리 기판은 착색되지 않는다. 하나 이상의 특별한 구체 예에서, 제2 만족된 유리 기판은 제2 색조를 포함하고, 제1 만족된 유리 기판은 착색되지 않는다.

[0064] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판) 및 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 약 380 nm 내지 약 780 nm의 파장 범위에 걸쳐, 0.7mm 또는 1mm의 두께에서, 약 75% 내지 약 85%의 범위에서 평균 투과율을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 이 두께 및 이 파장 범위에 걸친 평균 투과율은, 약 75% 내지 약 84%, 약 75% 내지 약 83%, 약 75% 내지 약 82%, 약 75% 내지 약 81%, 약 75% 내지 약 80%, 약 76% 내지 약 85%, 약 77% 내지 약 85%, 약 78% 내지 약 85%, 약 79% 내지 약 85%, 또는 약 80% 내지 약 85%의 범위일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판) 및 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 약 300 nm 내지 약 400 nm의 파장 범위에 걸쳐, 0.7mm 또는 1mm의 두께에서, 50% 이하 (예를 들어, 49% 이하, 48% 이하, 45% 이하, 40% 이하, 30% 이하, 25% 이하, 23% 이하, 20% 이하, 또는 15% 이하)의 T_{uv-380} 또는 T_{uv-400} 을 나타낸다.

[0065] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판) 및 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판) 중 하나 또는 둘 모두는, 표면으로부터 압축의 깊이 (DOC)까지 연장되는 압축 응력을 포함하도록 강화될 수 있다. 압축 응력 영역은, 인장 응력을 나타내는 중심 부분에 의해 균형이 이루어진다. DOC에서, 응력은 양의 (압축) 응력에서 음의 (인장) 응력으로 교차한다.

[0066] 하나 이상의 구체 예에서, 이러한 강화된 유리 기판은, 화학적으로 강화되거나, 기계적으로 강화되거나, 또는 열적으로 강화될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 강화된 유리 기판은, 화학적으로 및 기계적으로 강화되거나, 기계적으로 및 열적으로 강화되거나, 화학적으로 및 열적으로 강화되거나, 또는 화학적으로, 기계적으로 및 열적으로 강화될 수 있다. 하나 이상의 특별한 구체 예에서, 제2 만족된 유리 기판 (또는 제2 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제2 유리 기판)은 강화되고, 제1 만족된 유리 기판 (또는 제1 만족된 유리 기판을 형성하는데 사용된 제1 유리 기판)은, 강화되지 않지만, 선택적으로 어닐링된다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유

리 기관 (또는 제1 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관)은 강화된다. 특별한 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기관 (또는 제1 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만족된 유리 기관 (또는 제2 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 모두는 강화된다. 유리 기관들 중 하나 또는 둘 모두가 화학적으로 및/또는 열적으로 강화된, 하나 이상의 구체 예들에서, 이러한 화학적 및/또는 열적 강화는, 만족된 유리 기관에서 (즉, 형상화 후에) 수행된다. 몇몇 구체 예에서, 이러한 유리 기관은, 선택적으로 형상화 전에 기계적으로 강화될 수 있다. 유리 기관 중 하나 또는 둘 모두가 기계적으로 강화된 (및 하나 이상의 다른 강화 방법과 선택적으로 조합된), 하나 이상의 구체 예에서, 이러한 기계적 강화는, 형상화 전에 일어난다.

[0067] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기관 (또는 제1 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만족된 유리 기관 (또는 제2 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 인장 응력을 나타내는 중심 영역 및 압축 응력 영역을 생성하기 위해 물품의 부분들 사이에 열팽창 계수의 불일치를 활용하여 기계적으로 강화될 수 있다. 이러한 기계적으로 강화된 기관에서 DOC는, 통상적으로 하나의 열팽창계수 (즉, 유리 기관 열팽창계수가 하나의 값에서 다른 값으로 변화하는 지점)를 갖는 유리 기관의 외부 부분의 두께이다.

[0068] 몇몇 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기관 (또는 제1 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만족된 유리 기관 (또는 제2 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 유리 기관을 유리 전이점 아래의 온도로 가열한 다음, 신속하게 열적으로 쿨링 (quenching)시키거나, 또는 이의 온도를 낮추어 열적으로 강화될 수 있다. 전술한 바와 같이, 유리 기관 중 하나 또는 둘 모두가 열적으로 강화된, 하나 이상의 구체 예에서, 이러한 열적 강화는, 만족된 유리 기관에서 (즉, 형상화 후에) 수행된다.

[0069] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만족된 유리 기관 (또는 제1 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만족된 유리 기관 (또는 제2 만족된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나 또는 둘 모두는, 이온 교환에 의해 화학적으로 강화될 수 있다. 전술한 바와 같이, 유리 기관 중 하나 또는 둘 모두가 화학적으로 강화된, 하나 이상의 구체 예에서, 이러한 화학적 강화는, 만족된 유리 기관에서 (즉, 형상화 후에) 수행된다. 이온 교환 공정에서, 유리 기관의 표면에 또는 그 근처의 이온은, 동일한 원자가 또는 산화 상태를 갖는 더 큰 이온으로 대체되거나 - 교환된다. 유리 기관이 산화물 기준으로 측정된 적어도 하나의 알칼리 금속 산화물 (예를 들어, Li_2O , Na_2O , K_2O , Rb_2O , 또는 Cs_2O)을 포함하는 조성물을 포함하는 구체 예에서, 물품의 표면층에서 이온 및 더 큰 이온들은, 1가 알칼리 금속 양이온, 예컨대, Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , 및 Cs^+ 이다. 선택적으로, 표면층에서 1가 양이온은, Ag^+ 또는 이와 유사한 것과 같은, 알칼리 금속 양이온 이외의 1가 양이온으로 대체될 수 있다. 이러한 구체 예에서, 유리 기관으로 교환된 1가 이온 (또는 양이온)은, 표면 부분상에 압축 응력을 발생시키고, 중심 부분에서 인장 응력에 의해 균형을 이룬다.

[0070] 이온 교환 공정은, 통상적으로 유리 기관에서 더 작은 이온과 교환될 더 큰 이온을 함유하는 용융염 욕조(또는 둘 이상의 용융염 욕조)에 유리 기관을 침지시켜 수행된다. 수성의 염 욕조가 또한 활용될 수 있음에 유의해야 한다. 부가적으로, 욕조(들)의 조성물은, 하나 이상의 타입의 더 큰 이온 (예를 들어, Na^+ 및 K^+) 또는 단일의 더 큰 이온을 포함할 수 있다. 욕조 조성 및 온도, 침지 시간, 염 욕조 (또는 욕조들)에 유리 기관의 침지 횟수, 다중 염 욕조의 사용, 부가적인 단계, 예컨대, 어닐링, 세척, 및 이와 유사한 것을 포함하지만, 이에 제한되지 않는, 이온 교환 공정에 대한 파라미터가, 일반적으로 (물품의 구조 및 존재하는 임의의 결정질 상을 포함하는) 유리 기관의 조성물 및 강화로부터 결과하는 유리 기관의 원하는 DOC 및 CS에 의해 결정된다는 것은, 당업자에 의해 이해될 것이다. 대표적인 용융 욕조 조성물은, 더 큰 알칼리 금속 이온의 질산염, 황산염 및 염화물을 포함할 수 있다. 통상적인 질산염은 KNO_3 , $NaNO_3$, $LiNO_3$, $NaSO_4$ 및 이들의 조합을 포함한다. 용융염 욕조의 온도는 통상적으로 약 380°C 내지 약 450°C의 범위이고, 침지 시간은, 유리 기관 두께, 욕조 온도 및 유리 (또는 1가 이온) 확산성에 의존하여 약 15분 내지 약 100시간의 범위이다. 그러나, 전술한 것과 다른 온도 및 침지 시간은 또한 사용될 수 있다.

[0071] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 기관은, 약 370°C 내지 약 480°C의 온도를 갖는 100% $NaNO_3$, 100% KNO_3 , 또는 $NaNO_3$ 와 KNO_3 의 조합의 용융염 욕조에 침지될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 유리 기관은, 약 5% 내지 약 90% KNO_3 및 약 10% 내지 약 95% $NaNO_3$ 를 포함하는 용융 혼합염 욕조에 침지될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 유리 기관은, 제1 욕조에 침지된 후, 제2 욕조에 침지될 수 있다. 제1 및 제2 욕조들은, 서로 다른 조성물 및/또는 온도를 가질 수 있다. 제1 및 제2 욕조에서 침지 시간은 변할 수 있다. 예를 들어, 제1 욕조에서 침지는, 제2

욕조에서 침지보다 길 수 있다.

- [0072] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 기관은, 약 420°C 미만 (예를 들어, 약 400°C 또는 약 380°C)의 온도를 갖는 NaNO_3 및 KNO_3 (예를 들어, 49%/51%, 50%/50%, 51%/49%)을 포함하는 용융된, 혼합염 욕조에, 약 5시간 미만, 또는 심지어 약 4시간 이하 동안 침지될 수 있다.
- [0073] 이온 교환 조건은, 그 결과로 생긴 유리 기관의 표면에서 또는 그 근처에서 응력 프로파일의 기울기를 증가시키거나 또는 "스파이크 (spike)"를 제공하도록 조정될 수 있다. 스파이크는, 더 큰 표면 CS 값을 결과할 수 있다. 이러한 스파이크는, 여기에 기재된 유리 기관에 사용된 유리 조성물의 독특한 특성에 기인하여, 단일 조성물 또는 혼합 조성물을 갖는, 단일 욕조 또는 다중 욕조에 의해 달성될 수 있다.
- [0074] 하나 이상의 1가 이온이 유리 기관 내로 교환되는 하나 이상의 구체 예에서, 다른 1가 이온은, 유리 기관 내에 다른 깊이로 교환될 수 있고 (및 다른 깊이에서 유리 기관 내에서 다른 크기의 응력을 발생할 수 있다). 응력-발생 이온의 그 결과로 생긴 상대 깊이는 결정될 수 있고, 응력 프로파일의 다른 특성을 야기할 수 있다.
- [0075] CS는, 당업계에 공지된 수단, 예컨대, Orihara Industrial Co., Ltd. (일본)에 의해 제작된, FSM-6000과 같은 상업적으로 이용 가능한 기구를 사용하는 표면 응력계 (FSM)에 의해 측정된다. 표면 응력 측정은, 유리의 복굴절과 관련된, 응력 광학 계수 (SOC)의 정확한 측정에 의존한다. SOC는, 결과적으로, 당업계에 공지된 방법들, 예컨대, 섬유 및 4점 굽힘 방법들 (이들 모두는 명칭이 "Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient"인, ASTM 표준 C770-98 (2013)에 기재되며, 이들의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 병합됨) 및 벌크 실린더 방법에 의해 측정된다. 여기에 사용된 바와 같은, CS는, 압축 응력층 내에서 측정된 최고 압축 응력 값인, "최대 압축 응력"일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 최대 압축 응력은, 유리 기관의 표면에 위치된다. 다른 구체 예들에서, 최대 압축 응력은, 표면 아래의 깊이에서 발생하여, 압축 프로파일에 "매립된 피크 (buried peak)"의 외관을 제공할 수 있다.
- [0076] DOC는, 강화 방법 및 조건에 의존하여, FSM 또는 산란된 광 편광기 (SCALP) (예컨대, Tallinn Estonia에 위치한 Glasstress Ltd.로부터 구입 가능한 SCALP-04 산란된 광 편광기)에 의해 측정될 수 있다. 유리 기관이 이온 교환 처리에 의해 화학적으로 강화된 경우, 유리 기관으로 교환되는 이온에 따라 FSM 또는 SCALP는 사용될 수 있다. 유리 기관으로 칼륨 이온을 교환하여 유리 기관에 응력이 발생하는 경우, FSM은 DOC를 측정하는데 사용된다. 나트륨 이온을 유리 기관으로 교환하여 응력이 발생하는 경우, SCALP는 DOC를 측정하는데 사용된다. 칼륨과 나트륨 이온을 유리 내로 교환하여 유리 기관에서 응력이 발생하는 경우, DOC는 SCALP에 의해 측정되는데, 이는 나트륨의 교환 깊이가 DOC를 나타내고, 칼륨 이온의 교환 깊이가 압축 응력의 크기에서 변화 (그러나 압축에서 인장으로의 응력에서 변화가 아님)를 나타내는 것으로 믿어지기 때문이며; 이러한 유리 기관에서 칼륨 이온의 교환 깊이는 FSM에 의해 측정된다. 중심 장력 또는 CT는, 최대 인장 응력이며, SCALP에 의해 측정된다.
- [0077] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, (여기에 기재된 바와 같이) 유리 기관의 두께 (t)의 일부로 설명되는 DOC를 나타내도록 강화될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 구체 예들에서, DOC는, 약 0.03t 이상, 약 0.035t 이상, 약 0.04t 이상, 약 0.045t 이상, 약 0.05t 이상, 약 0.1t 이상, 약 0.11t 이상, 약 0.12t 이상, 약 0.13t 이상, 약 0.14t 이상, 약 0.15t 이상, 약 0.16t 이상, 약 0.17t 이상, 약 0.18t 이상, 약 0.19t 이상, 약 0.2t 이상, 약 0.21t 이상일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, DOC는, 약 0.03t 내지 약 0.25t, 약 0.04t 내지 약 0.25t, 약 0.05t 내지 약 0.25t, 약 0.06t 내지 약 0.25t, 약 0.07t 내지 약 0.25t, 약 0.08t 내지 약 0.25t, 약 0.09t 내지 약 0.25t, 약 0.18t 내지 약 0.25t, 약 0.11t 내지 약 0.25t, 약 0.12t 내지 약 0.25t, 약 0.13t 내지 약 0.25t, 약 0.14t 내지 약 0.25t, 약 0.15t 내지 약 0.25t, 약 0.08t 내지 약 0.24t, 약 0.08t 내지 약 0.23t, 약 0.08t 내지 약 0.22t, 약 0.08t 내지 약 0.21t, 약 0.08t 내지 약 0.2t, 약 0.08t 내지 약 0.19t, 약 0.08t 내지 약 0.18t, 약 0.08t 내지 약 0.17t, 약 0.08t 내지 약 0.16t, 또는 약 0.08t 내지 약 0.15t의 범위일 수 있다. 몇몇 사례에서, DOC는, 약 20 μm 이하일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, DOC는, 약 40 μm 이상 (예를 들어, 약 40 μm 내지 약 300 μm , 약 50 μm 내지 약 300 μm , 약 60 μm 내지 약 300 μm , 약 70 μm 내지 약 300 μm , 약 80 μm 내지 약 300 μm , 약 90 μm 내지 약 300 μm , 약 100 μm 내지 약 300 μm , 약 110 μm 내지 약 300 μm , 약 120 μm 내지 약 300 μm , 약 140 μm 내지 약 300 μm , 약 150 μm 내지 약 300 μm , 약 40 μm 내지 약 290 μm , 약 40 μm 내지 약 280 μm , 약 40 μm 내지 약 260 μm , 약 40 μm 내지 약 250 μm , 약 40 μm 내지 약 240 μm , 약 40 μm 내지 약 230 μm , 약 40 μm 내지 약 220 μm , 약 40 μm 내지 약 210 μm , 약 40 μm 내지 약 200 μm , 약 40 μm 내지 약 180 μm , 약 40 μm 내지 약 160 μm , 약 40 μm 내지 약 150 μm , 약 40 μm 내지 약 140 μm , 약 40 μm 내지 약 130 μm , 약 40 μm 내

지 약 120 μm , 약 40 μm 내지 약 110 μm , 또는 약 40 μm 내지 약 100 μm 일 수 있다.

- [0078] 하나 이상의 구체 예에서, 강화된 유리 기관은, 약 100 MPa 이상, 약 150 MPa 이상, 약 200 MPa 이상, 약 300 MPa 이상, 약 400 MPa 이상, 약 500 MPa 이상, 약 600 MPa 이상, 약 700 MPa 이상, 약 800 MPa 이상, 약 900 MPa 이상, 약 930 MPa 이상, 약 1000 MPa 이상, 또는 약 1050 MPa 이상의 (유리 기관 내에 깊이 또는 표면에서 확인될 수 있는) CS를 가질 수 있다.
- [0079] 하나 이상의 구체 예에서, 강화된 유리 기관은, 약 20 MPa 이상, 약 30 MPa 이상, 약 40 MPa 이상, 약 45 MPa 이상, 약 50 MPa 이상, 약 60 MPa 이상, 약 70 MPa 이상, 약 75 MPa 이상, 약 80 MPa 이상, 또는 약 85 MPa 이상의 최대 인장 응력 또는 중심 장력 (CT)을 가질 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 최대 인장 응력 또는 중심 인장 (CT)은, 약 40 MPa 내지 약 100 MPa의 범위일 수 있다.
- [0080] 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관)은, 소다 라임 실리케이트 유리, 알칼리 알루미늄실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리, 알칼리 알루미늄포스포실리케이트 유리, 또는 알칼리 알루미늄 노보로실리케이트 유리 중 하나를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 하나가 소다 라임 실리케이트 유리인 경우, 제1 만곡된 유리 기관 (또는 제1 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제1 유리 기관) 및 제2 만곡된 유리 기관 (또는 제2 만곡된 유리 기관을 형성하는데 사용된 제2 유리 기관) 중 다른 하나는, 알칼리 알루미늄실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리, 알칼리 알루미늄포스포실리케이트 유리, 또는 알칼리 알루미늄노보로실리케이트 유리이다.
- [0081] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에서 사용된 중간층 (예를 들어, 330)은, 단일 층 또는 다중 층을 포함할 수 있다. 중간층 (또는 이의 층들)은, 폴리비닐 부티랄 (PVB), 어쿠스틱 PBV (APVB), 아이오노머, 에틸렌-비닐 아세테이트 (EVA) 및 열가소성 폴리우레탄 (TPU), 폴리에스테르 (PE), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET) 및 이와 유사한 것과 같은 중합체로 형성될 수 있다. 중간층의 두께는, 약 0.5mm 내지 약 2.5mm, 약 0.8mm 내지 약 2.5mm, 약 1mm 내지 약 2.5mm, 또는 약 1.5mm 내지 약 2.5mm의 범위일 수 있다. 중간층은 또한 적층물의 한쪽 에지에서 다른 에지까지 불-균일한 두께, 또는 웨지 형상을 가질 수 있다.
- [0082] 하나 이상의 구체 예에서, 적층물 (및/또는 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 만곡된 유리 기관 중 하나 또는 둘 모두)은, 복합적으로 만곡된 형상을 나타낸다. 여기에 사용된 바와 같은, "복합 곡선" 및 "복합적으로 만곡된"은, 서로 다른 2개의 직교 축을 따라 곡률을 갖는 비-평면 형상을 의미한다. 복합적으로 만곡된 형상의 예로는, 구면, 비구면, 및 환상면을 포함하지만, 이에 제한되지 않는, 비-전개 가능한 형상 (non-developable shapes)으로 또한 지칭되는, 단일 또는 복합 곡선을 포함한다. 구체 예에 따른 복합적으로 만곡된 적층물은, 또한 이러한 표면의 세그먼트 또는 부분을 포함할 수 있거나, 또는 이러한 곡선과 표면의 조합으로 구성될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은, 주 반경 및 교차 곡률 (cross curvature)을 포함하는 복합 곡선을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에 따른 복합적으로 만곡된 적층물은, 2개의 독립적인 방향으로 별개의 곡률 반경을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에 따르면, 복합적으로 만곡된 적층물은, "교차 곡률"을 갖는 것을 특징으로 할 수 있으며, 여기서, 적층물은 주어진 치수에 평행한 축 (즉, 제1 축)을 따라 만곡되고, 또한 상기 동일한 치수에 수직인 축 (즉, 제2 축)을 따라 만곡된다. 상당한 최소 반경이 상당한 교차 곡률, 및/또는 굽힘의 깊이와 조합되는 경우, 적층물의 곡률은, 훨씬 더 복잡적일 수 있다. 몇몇 적층물은 또한 서로 직각이 아닌 축에 따른 굽힘을 포함할 수 있다. 비-제한적인 예로서, 복합적으로-만곡된 적층물은, 0.5m x 1.0m의 길이 및 폭의 치수 및 단축을 따라 2 내지 2.5m의 곡률 반경, 및 주축을 따라 4 내지 5m의 곡률 반경을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 복합적으로-만곡된 적층물은, 적어도 하나의 축을 따라 5m 이하의 곡률 반경을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 복합적으로-만곡된 적층물은, 적어도 제1 축을 따라 및 상기 제1 축에 수직인 제2 축을 따라, 5m 이하의 곡률 반경을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 복합적으로-만곡된 적층물은, 적어도 제1 축을 따라 및 상기 제1 축에 수직이 아닌 제2 축을 따라, 5m 이하의 곡률 반경을 가질 수 있다.
- [0083] 진술된 구체 예 중 어느 하나에 있어서, 적층물은 자동차 글레이징 또는 건축용 글레이징을 포함한다.
- [0084] 본 개시의 제2 관점은, 여기에 기재된 하나 이상의 구체 예에 따른 적층물을 포함하는 차량에 관한 것이다. 예를 들어, 도 7에 나타낸 바와 같이, 차량 (600)은, 내부를 한정하는 본체 (610), 상기 내부와 연통하는 적어도 하나의 개구 (620), 및 상기 개구에 배치된 글레이징을 포함하고, 여기서, 창은 여기에 기재된 하나 이상의 구체 예에 따른, 적층물 (630)을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은 복합적으로 만곡된다. 적층물

(630)는, 차량에서 차폭등, 바람막이 창, 뒷창문, 백미러, 및 선루프를 형성할 수 있다. 몇몇 구체 예들에서, 적층물 (630)는, 차량의 내부 내에 내부 격벽 (도시되지 않음)을 형성할 수 있거나, 또는 차량의 외부 표면상에 배치될 수 있으며, 엔진 블록 커버 (engine block cover), 헤드라이트 커버, 테일라이트 커버, 또는 필러 커버 (pillar cover)를 형성할 수 있다. 하나 이상의 구체 예들에서, 차량은, 내부 표면 (도시되지는 않았지만, 도어 트림, 시트 백, 도어 패널, 대시보드, 센터 콘솔, 플로어 보드, 및 필러를 포함할 수 있음)을 포함할 수 있으며, 여기에 기재된 적층물 또는 유리 물품은 내부 표면 상에 배치된다. 하나 이상의 구체 예에서, 내부 표면은 디스플레이를 포함하고, 유리 층은 디스플레이 위에 배치된다. 여기에 사용된 바와 같은, 차량은, 자동차, 오토바이, 철도 차량, 기관차, 보트, 선박, 비행기, 헬리콥터, 드론, 우주선 및 이와 유사한 것을 포함한다.

[0085] 본 개시의 또 다른 관점은, 여기에 기재된 적층물을 포함하는 건축용 적용에 관한 것이다. 몇몇 구체 예에서, 건축용 적용은, 하나 이상의 구체 예에 따른 적층물 또는 유리 물품을 적어도 부분적으로 사용하여 형성된, 난간, 계단, 장식 패널 또는 벽, 기둥, 칸막이, 엘리베이터 캡, 가전 제품, 창문, 가구용 커버링, 및 기타 적용을 포함한다.

[0086] 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은, 제2 만곡된 유리 기관이 차량의 내부 또는 건물 또는 방의 내부를 향하도록, 제2 만곡된 유리 기관이 내부에 인접하도록, (및 제1 만곡된 유리 기관이 외부에 인접하도록), 차량 또는 건축용 적용 내에 위치된다. 몇몇 구체 예에서, 제2 만곡된 유리 기관은, 내부와 직접 접촉한다 (즉, 내부를 향한 제2 만곡된 유리 기관 유리 물품의 제4 표면 (324)은, 노출되어 있고, 어떠한 코팅도 없다). 하나 이상의 구체 예에서, 제1 만곡된 유리 기관의 제1 표면 (312)은, 노출되어 있고, 어떠한 코팅도 없다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은, 제2 만곡된 유리 기관이 차량의 외부 또는 건물 또는 방의 외부를 향하도록, 제2 만곡된 유리 기관이 외부에 인접하도록, (및 제1 만곡된 유리 기관이 내부에 인접하도록), 차량 또는 건축용 적용 내에 위치된다. 몇몇 구체 예에서, 적층물의 제2 만곡된 유리 기관은, 외부와 직접 접촉한다 (즉, 외부를 향하는 제2 만곡된 유리 기관의 표면은 노출되어 있고, 어떠한 코팅도 없다).

[0087] 하나 이상의 구체 예에서, 도 3을 참조하면, 제1 표면 (312) 및 제4 표면 (324) 둘 모두는, 노출되어 있고, 어떤 코팅이 실질적으로 없다. 몇몇 구체 예에서, 제1 표면 (312) 및 제4 표면 (324)의 에지 부분 중 하나 또는 둘 모두는, 코팅을 포함할 수 있는 반면, 중심 부분은 노출되어 있고, 어떤 코팅이 실질적으로 없다. 선택적으로, 제1 표면 (312) 및 제4 표면 (324) 중 하나 또는 둘 모두는, 코팅 또는 표면 처리 (예를 들어, 반사방지 코팅, 방-현 코팅 또는 표면, 세정-용이성 표면, 잉크 장식, 전도성 코팅, 등)를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은, 중간층 (330)에 인접한 제2 표면 (312) 또는 제3 표면 (322) 중 하나 또는 둘 모두에 하나 이상의 전도성 코팅을 포함한다.

[0088] 하나 이상의 구체 예에서, 도 3a를 참조하면, 제1 표면 (322) 및 제4 표면 (314)은 모두는 노출되어 있고, 어떠한 코팅이 실질적으로 없다. 몇몇 구체 예에서, 제1 표면 (322) 및 제4 표면 (314)의 에지 부분 중 하나 또는 둘 모두는 코팅을 포함할 수 있는 반면, 중심 부분은 노출되어 있고, 어떠한 코팅이 실질적으로 없다. 선택적으로, 제1 표면 (322) 및 제4 표면 (314) 중 하나 또는 둘 모두는, 코팅 또는 표면 처리 (예를 들어, 반사방지 코팅, 방-현 코팅 또는 표면, 세정-용이성 표면, 잉크 장식, 전도성 코팅, 등)를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 적층물은 중간층 (330)에 인접한 제2 표면 (324) 또는 제3 표면 (312) 중 하나 또는 둘 모두에 하나 이상의 전도성 코팅을 포함한다.

[0089] 본 개시의 제3 관점은, 여기에 기재된 만곡된 적층물의 구체 예와 같은, 만곡된 적층물을 형성하는 방법에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예들에서, 상기 방법은 하나 이상의 구체 예들에 따른 제1 유리 기관, 및 하나 이상의 구체 예들에 따른 제2 유리 기관을 포함하는 스택을 형성하는 단계, 및 상기 스택을 가열하는 단계 및 상기 스택을 공동-형상화하여 공동-형상화된 스택을 형성하는, 공동-형상화 단계를 포함한다. 하나 이상의 구체 예들에서, 제2 유리 기관은, 스택을 형성하기 위해 제1 유리 기관 상에 배치된다. 하나 이상의 구체 예들에서, 제1 유리 기관은 스택을 형성하기 위해 제2 유리 기관 상에 배치된다.

[0090] 스택을 가열하는 단계는, 스택을 레어 가열로와 같은 동적 가열로 또는 정적 가열로에 배치하는 단계를 포함할 수 있다. 레어 가열로 (700)의 예는 도 8에 나타난다. 레어 가열로와 같은 동적 가열로에서, 스택은 제1 모듈 (702)에 도입된 다음, 모듈 (714)에서 최대 온도에 도달될 때까지 연속적으로 증가하는 온도를 갖는, 일련의 모듈 (702, 704, 706, 708, 710, 712)을 통해 운반된다. 모듈 (716)에서, 스택은 공동-형상화된다. 몇몇 구체 예에서, 열은 모듈 (716)에서 적용되지만, 필요하지 않을 수 있다. 스택은 그 다음 모듈 (718)을 통해, 모듈 (734)에 도달할 때까지 스택의 점진적인 냉각을 가능하게 하는 연속 감소하는 온도를 갖는, 일련의 모듈 (720, 722, 724, 726, 728, 730, 732)로 운반된다. 스택이 각 모듈에 존재하는 시간의 기간은 또한 구체화된다 (예를

들어, 약 30초 내지 500초 범위). 하나 이상의 구체 예에서, 모듈 (704)은, 약 225℃ 내지 약 275℃의 범위에서 온도를 갖도록 제어되고, 모듈 (706)은 약 400℃ 내지 약 460℃의 범위에서 온도를 갖도록 제어되며, 모듈 (708)은 약 530℃ 내지 약 590℃의 범위에서 온도를 갖도록 제어되고, 모듈 (710)은 약 580℃ 내지 약 640℃의 범위에서 온도를 갖도록 제어되며, 모듈 (712)은 약 590℃ 내지 약 650℃의 범위에서 온도를 갖도록 제어되고, 모듈 (714)은 약 600℃ 내지 약 680℃의 범위에서 온도를 갖도록 제어된다. 통상적인 가열로에서, 유리 기관의 온도는, 모듈이 제어되는 온도보다 낮다. 예를 들어, 유리 기관 온도와 제어된 모듈 온도 사이에 차이는, 약 10℃ 내지 20℃의 범위일 수 있다.

[0091] 하나 이상의 구체 예에서, 스택은, 중심 부분 및 상기 중심 부분을 둘러싸는 예지 부분을 각각 포함하는 대향하는 주 표면들을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 공동-형상화된 스택은, 제1 새그 깊이를 갖는 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 새그 깊이를 각각 갖는 제2 만곡된 유리 기관을 포함하고, 여기서, 제1 새그 깊이 및 제2 새그 깊이는 2mm를 초과하고, 서로의 10% 이내이다.

[0092] 하나 이상의 구체 예에서, (가열 단계 및 공동-형상화 단계 전에) 제1 유리 기관은, 제1 점도 (poises) 및 제1 새그 온도를 포함하고, 제2 유리 기관은, 제1 점도의 10배 이상의 제2 점도 및 제1 새그 온도와 약 30℃ 이상 (예를 들어, 35℃ 이상, 40℃ 이상, 45℃ 이상, 50℃ 이상, 55℃ 이상, 또는 60℃ 이상) 만큼 다른 제2 새그 온도를 포함한다.

[0093] 하나 이상의 구체 예에서, 스택을 가열하는 단계는, 스택을 제1 새그 온도 및 제2 새그 온도와 다른 온도로 가열하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 스택을 가열하는 단계는, 스택을 제1 새그 온도와 제2 새그 온도 사이의 온도 (예를 들어, 약 630℃ 내지 약 665℃, 약 630℃ 내지 약 660℃, 약 630℃ 내지 약 655℃, 약 630℃ 내지 약 650℃, 약 630℃ 내지 약 645℃, 약 635℃ 내지 약 665℃, 약 640℃ 내지 약 665℃, 약 645℃ 내지 약 665℃, 또는 약 650℃ 내지 약 665℃)로 가열하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 특별한 구체 예에서, 스택을 가열하는 단계는, 스택을 제1 새그 온도 또는 제2 새그 온도로 가열하는 단계를 포함한다.

[0094] 본 방법의 하나 이상의 구체 예에서, 제1 새그 깊이 및/또는 제2 새그 깊이는, 약 6mm 내지 약 25mm의 범위이다. 예를 들어, 제1 새그 깊이 및 제2 새그 깊이 중 하나 또는 둘 모두는, 약 2mm 내지 약 25mm, 약 4mm 내지 약 25mm, 약 5mm 내지 약 25mm, 약 6mm 내지 약 25mm, 약 8mm 내지 약 25mm, 약 10mm 내지 약 25mm, 약 12mm 내지 약 25mm, 약 14mm 내지 약 25mm, 약 15mm 내지 약 25mm, 약 2mm 내지 약 24mm, 약 2mm 내지 약 22mm, 약 2mm 내지 약 20mm, 약 2mm 내지 약 18mm, 약 2mm 내지 약 16mm, 약 2mm 내지 약 15mm, 약 2mm 내지 약 14mm, 약 2mm 내지 약 12mm, 약 2mm 내지 약 10mm, 약 2mm 내지 약 8mm, 약 6mm 내지 약 20mm, 약 8mm 내지 약 18mm, 약 10mm 내지 약 15mm, 약 12mm 내지 약 22mm, 약 15mm 내지 약 25mm, 또는 약 18mm 내지 약 22mm의 범위일 수 있다.

[0095] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 스택을 암 몰드 상에 위치시키거나 배치하는 단계 및 스택이 암 몰드 상에 위치됨에 따라 스택을 가열하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 스택을 공동-형상화하는 단계는, 암 몰드의 개구를 통해 중력을 사용하여 스택을 새깁시키는 단계를 포함한다. 여기에서 사용되는 바와 같은, "새그 깊이"와 같은 용어는, 새깁 또는 다른 공동-형상화 공정에 의해 달성되는 형상화 깊이를 지칭한다.

[0096] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 수 몰드 (male mold)을 스택에 적용하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 수 몰드는 스택이 암 몰드에 위치되거나 배치되는 동안 적용된다.

[0097] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 스택의 공동-형상화를 용이하게 하기 위해 스택에 진공을 적용하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 스택이 암 몰드 상에 위치되거나 또는 배치되는 동안, 진공은 적용된다.

[0098] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 공동-형상화된 스택이 형성될 때까지 가열의 지속기간을 변화시키면서 일정한 온도에서 스택을 가열하는 단계를 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은, 일정한 온도는, 목표 온도로부터 $\pm 3^\circ\text{C}$, 목표 온도에서 $\pm 2^\circ\text{C}$, 또는 목표 온도로부터 $\pm 1^\circ\text{C}$ 의 온도를 의미한다.

[0099] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은, 공동-형상화된 스택이 형성될 때까지 가열 단계의 온도를 변화시키면서, 일정한 지속기간 동안 스택을 가열하는 단계를 포함한다. 여기에서 사용되는 바와 같은, 일정한 지속기간은, 목표 지속기간으로부터 ± 10 초, 목표 지속기간에서 ± 7 초, 목표 지속기간에서 ± 5 초, 또는 목표 지속기간에서 ± 3 초인 지속기간을 의미한다.

[0100] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 공동-형상화 동안 스택을 (여기에 한정된 바와 같은) 일정한 온도에서 가열하여 스택을 공동-형상화하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 구체 예들에서, 상기 방법은 공동-형상화 단계 동안 지속적으로 증가하는 온도에서 스택을 가열하여 스택을 공동-형상화하는 단계를 포함한다. 여기에서 사용

된 바와 같은, 용어 "지속적으로 증가하는"은, 선형적으로 증가하는 온도 또는 규칙적이거나 불규칙적인 간격으로 단계적으로 증가하는 온도를 포함할 수 있다.

[0101] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 스택의 중심 부분과 에지 부분 사이에서 스택 내에 온도 구배를 발생시키는 단계를 포함한다. 몇몇 사례에서, 온도 구배를 발생시키는 단계는, 중심 부분과 에지 부분에 불균일하게 열을 적용시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예들에서, 에지 부분에 적용되는 것보다 더 많은 열은 중심 부분에 적용된다. 다른 구체 예에서, 중심 부분에 적용되는 것보다 더 많은 열은 에지 부분에 적용된다. 몇몇 구체 예에서, 온도 구배를 발생시키는 단계는, 중심 부분 및 에지 부분 중 어떤 하나에 적용된 열과 비교하여 중심 부분 및 에지 부분 중 다른 하나에 적용된 열을 감소시키는 단계를 포함한다. 몇몇 사례에서, 온도 구배를 발생시키는 단계는, 에지 부분에 적용된 열과 비교하여 중심 부분에 적용된 열을 감소시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예들에서, 온도 구배를 발생시키는 단계는, 중심 부분에 적용된 열과 비교하여 에지 부분에 적용된 열을 감소시키는 단계를 포함한다. 중심 부분 또는 에지 부분에 물리적 수단에 의해, 예컨대, 물리적 장벽 (physical barrier) 또는 열적 장벽으로 이러한 부분들을 차폐하거나 또는 이러한 부분들에 히트 싱크 (heat sink)를 추가하여, 열은 감소될 수 있다.

[0102] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 인력을 발생시키는 단계를 포함한다. 상기 방법은 스택을 가열하는 단계 동안 및/또는 스택을 공동-형상화하는 단계 동안 인력을 발생시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 인력을 발생시키는 단계는, 정전기력을 발생시키는 단계를 포함한다.

[0103] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 진공을 발생시키는 단계를 포함한다. 상기 방법은 스택을 가열하는 단계 동안 및/또는 스택을 공동-형상화하는 단계 동안 진공을 발생시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예들에서, 진공을 발생시키는 단계는, 스택 모두를 가열하는 단계를 포함하고, 이에 의해 제1 유리 기판 및 제2 기판 중 하나 (스택에서 다른 것 아래에 위치한 것)는, 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판 중 다른 것보다 먼저 만족되기 시작한다. 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판 중 하나의 이러한 만족은, 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 진공을 생성한다. 이러한 진공은, 먼저 만족되지 않는 유리 기판 (즉, 다른 유리 기판이 새김되기 시작하는 동안 만족되지 않는 유리 기판)이 다른 유리 기판과 함께 만족되는 것을 시작하게 한다. 하나 이상의 구체 예들에서, 상기 방법은 유리 기판들 사이에 진공을 발생 및/또는 유지하기 위해 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판의 각각의 주변부들 (315, 325) 사이에 접촉을 생성 및 유지하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 접촉은 전체 주변부들 (315, 325)을 따라 유지된다. 하나 이상의 구체 예에서, 접촉은 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판 중 하나 또는 둘 모두에서 새그 깊이가 달성될 때까지 유지된다.

[0104] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 임시 결합을 형성하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 임시 결합은 정전기력을 포함할 수 있거나 또는 (유리 기판들 사이에 공기 막 (air film)으로 특징지어질 수 있는) 진공력 (vacuum force)을 포함할 수 있다. 상기 방법은 스택을 가열하는 단계 동안 및/또는 스택을 공동-형상화하는 단계 동안 임시 결합을 형성하는 단계를 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은, 문구 "임시 결합"은, 공동-형상화된 유리 기판 (그들 사이에 중간층을 포함하지 않음)을 분리하기 위해 당업계에 공지된 장비를 사용하여 또는 손으로 극복될 수 있는 결합을 지칭한다.

[0105] 임시 결합에 대한 메커니즘을 평가하고 특징화하기 위해, 제1 유리 기판과 제2 유리 기판은, 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 배치된 분리 분말 (예를 들어, CaCO₃, 탈크, 등)의 층과 함께, 같이 적층된다. 제2 유리 기판의 630°C에서 점도는, 제1 유리 기판의 630°C에서 점도를 초과하고, 제2 유리 기판은 제1 유리 기판의 상부에 위치된다. 임시 결합의 형성을 수학적으로 특징화하기 위해, 분리 분말 입자의 최대 직경 (예를 들어, 약 10 micrometers 내지 약 20 micrometers의 범위)과 대략 동일한 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 공기막 (또는 거리를 갖는 갭)이 존재하는 것으로 추정했다. 두 유리 기판들 사이에 추정된 공기막 내에 갭에서 압력 (P)은, 하기 수학 식 1에 의해 결정된다:

[0106] [수학 식 1]

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \nabla \left(\frac{h^3}{12\mu} \nabla P \right)$$

[0107] 여기서, h는 시간 (t)의 함수에 따른 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 갭이고, μ 는 공기 점도이다. 이러한 수학식은 갭 개방 (gap opening)에 대한 압력과 관련되고, 갭 (h)이 유리 기판의 최대 두께에 비해 최소화되거나 상대적으로 작은 한 (예를 들어, 최대 유리 기판 두께에 대한 갭의 비가 약 10% 미만 또는 약 5% 미만), 유효하다. 유리 기판이 (가열 또는 사전-가열되기 전에) 탄성 상태인 경우, 두 유리 기판들 사이에 갭 거리에서

변화는 없다. 유리 기판이 형성 온도로 가열되는 경우 및 하부 유리 기판의 점도가 충분히 낮은 경우, (제1 유리 기판 아래에 위치된) 제2 유리 기판은, 제1 유리 기판으로부터 만곡되는 (또는 공동-형상화가 공동-새김을 포함하는 경우에서, 새김되는) 경향이 있을 것이다; 그러나, 분리가 발생하기 위해서는, 예지로부터 유리 기판들 사이에 공기가 진입해야 하며, 이는 두 유리 기판들 사이에 더 낮은 압력 (진공 또는 흡입)을 야기하여, 제2 유리 기판이 제1 유리 기판으로부터 만곡되거나 분리되는 것을 방지할 것이다.

[0109] 유리 기판들 사이에 흡입력 또는 진공력에 의해 야기되는 임시 결합의 형성은, 시뮬레이션을 통해 입증되었다. 도 9는, 공기 흐름 영향과 함께, 630°C에서 다른 점도를 갖는 두개의 유리 기판을 공동-형상화하는 시뮬레이션을 나타낸다.

[0110] 시뮬레이션에서, 0.55mm의 두께를 가지며, 알루미늄실리케이트 유리 기판인, 제2 유리 기판 아래에 위치된, 제1 유리 기판은, 2.1mm의 두께를 가지며, 소다 라임 실리케이트 유리 기판이다. 상기 알루미늄실리케이트 유리 기판은, 67 mol% SiO₂, 8.52 mol% Al₂O₃, 14 mol% Na₂O, 1.2 mol% K₂O, 6.5 mol% MgO, 0.5 mol% CaO, 및 0.2 mol% SnO₂의 조성을 포함한다. 시뮬레이션은, 주변부 주위에서 제1 및 제2 유리 기판 스택을 지지하는 2mm의 두께를 갖는 스틸 프레임 (900)을 포함한다. 상기 프레임의 길이와 폭은, 298mm이다. 제1 유리 기판 및 제2 유리 기판 모두는, 300mm의 길이 및 폭을 갖는다. 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 초기 갭은, 25μm이다. 도 9는, 시뮬레이션 후 제1 및 제2 유리 기판의 전체 이미지의 사분의 일 (¼)을 나타낸다.

[0111] 도 10은, 기판이 새김되는 것을 가능하게 하는, 중력하에서 (있는-그대로) 시뮬레이션에 적용된 온도 프로파일을 나타낸다. 도 10은, 온도가 400°C의 시작 온도로 복귀한 후, 120초에서 제1 및 제2 유리 기판의 그 결과로 생긴 공동-형상화된 스택을 예시한다. 시뮬레이션의 결과는, 제1 및 제2 유리 기판이 129초 후에 두 유리 기판의 중심 지점에서 0.675mm의 갭 또는 거리 만큼 분리된 것을 보여준다. 분리의 근원은, 도 9에서 볼 수 있으며, 여기서, 플레이트는 모서리에서 분리된다. 이러한 분리는, 모서리에서 유리 기판을 구부리는 것과 관련된 기계적 힘에 의해 이루어진다. (제1 유리 기판의 상부에 위치된) 제2 유리 기판은, 이의 더 높은 점도로 인해 더 적은 정도로 구부러져서, 모서리에서 개구를 결과한다. 이러한 개구는, 공기의 진입을 가능하게 하고, 유리 기판들 사이에 압력의 영향을 감소시킨다. 도 11은, 특히 모서리에서, 감소된 압력 크기를 나타낸다. 도 11에서, 범례는 대기압에 접근하는 압력 (Max, 대기압) 및 부압 (Min, 최대 압력)을 나타낸다. 구체적으로, 도 11은, 공동-형상화 공정의 고온 부분의 말단에서 압력 구배 (Pascals의 단위)를 나타내고, 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 공기가 진입되는 것을 가능하게 하는 플레이트들 사이에 개구를 나타내는, 모서리 대 중심 지점에서 압력의 차이를 나타낸다.

[0112] 이러한 관찰의 결과는, 모서리에서 개구를 폐쇄시키는 것이 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 임시 결합의 형성을 촉진시켜야 한다는 것을 나타낸다. 이것은 관찰의 결과이며, 개구를 폐쇄하는 해법은 실험에 의해 확인되었다 (실시 예 A-D). 실시 예 A 및 B에서, 제1 유리 기판은, 두께 2.1mm의 소다 라임 실리케이트 유리이고, 제2 유리 기판은 두께 0.55mm의 알루미늄실리케이트 유리이며, 이는 제1 유리 기판의 상부에 위치된다. 제1 및 제2 유리 기판은, 12 인치의 길이 및 폭의 치수 (12 인치 x 12 인치)를 갖는다. 상기 알루미늄실리케이트 유리 기판은, 67 mol% SiO₂, 8.52 mol% Al₂O₃, 14 mol% Na₂O, 1.2 mol% K₂O, 6.5 mol% MgO, 0.5 mol% CaO, 및 0.2 mol% SnO₂의 조성을 포함한다. 실시 예 A에서, 보강은 스택의 모서리 위치에 적용되지 않았고, 스택은 정적 가열로에서 공동-형상화된다. 실시 예 B에서, 동일한 정적 가열로에서 공동-형상화하기 전에, 스택의 각 모서리에서 제1 및 제2 유리 기판을 함께 클램핑하기 위해 스택의 4개의 모서리 각각에, 금속 클립 형태로, 보강은 적용된다. 표 1은, 실시 예 A 및 B에 대한 새그 깊이의 불일치를 비교한다. 실시 예 B는, 보강이 적용된 경우, 굽힘 동안 스택의 모서리에서 생성된 개구를 폐쇄하는 효과를 나타내는, 감소된 불일치를 보여준다. 여기에서 사용된 바와 같이, 불일치는 제1 및 제2 유리 기판 사이에 새그 깊이에서 차이를 나타낸다. 예를 들어, 제1 유리 기판이 10mm의 새그 깊이를 달성하고, 제2 유리 기판이 5mm의 새그 깊이를 달성하는 경우, 5mm의 형상 불일치가 있다.

표 1

[0113] 스택의 모서리 위치에 부착된 클립으로 및 클립 없이 공동-새김 후 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 형상 불일치.

| 실시 예 | 제2 유리 기판 두께 (알루미늄실리케이트, 상부 위치) | 제1 유리 기판 두께 (SLG, 하부 위치) | 클립 | 형상 불일치 |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------|----|--------|
| A (기준선) | 0.55mm | 2.1mm | 없음 | 3.3mm |

| | | | | |
|---|--------|-------|----|-------|
| B | 0.55mm | 2.1mm | 있음 | 1.7mm |
|---|--------|-------|----|-------|

[0114] 표 1에 예시된 바와 같이, 하나 이상의 구체 예에서, 방법은, 스택의 에지 또는 주변부 (예를 들어, 모서리)의 일부에서 또는 스택의 전체 에지 또는 주변부에서 유리 기판들 사이에 임의의 개구를 방지하거나 폐쇄하여 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 임시 결합을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체 예들에서, 방법은, 스택의 에지 또는 주변부 (예를 들어, 모서리)의 일부에서 또는 스택의 전체 에지 또는 주변부에서 유리 기판들 사이에 (분리 분말 또는 개입 물질을 통해 간접 또는 직접) 접촉을 유지시켜 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 임시 결합을 형성 및/또는 유지하는 단계를 포함할 수 있다. 임시 결합을 형성하는 대안적인 방법은, 실시 예 C 및 D에서 평가된다. 실시 예 C 및 D에서, 제1 유리 기판은, 두께 2.1mm의 소다 라임 실리케이트 유리이고, 제2 유리 기판은, 0.7mm의 두께를 갖는 알루미늄실리케이트 유리이며, 제1 유리 기판의 상부에 위치된다. 제1 및 제2 유리 기판은, 12 인치의 길이 및 폭의 치수 (12 인치 x 12 인치)를 갖는다. 알루미늄실리케이트 유리 기판은, 67 mol% SiO₂, 8.52 mol% Al₂O₃, 14 mol% Na₂O, 1.2 mol% K₂O, 6.5 mol% MgO, 0.5 mol% CaO, 및 0.2 mol% SnO₂의 조성을 포함한다. 실시 예 C에서, 스택이 정적 가열로에서 공동-형상화되기 전에, 스택에 보강은 적용되지 않았다. 실시 예 D에서, 개구를 폐쇄하는 기계적 수단은 사용되었고, 동일한 정적 가열로에서 공동-형상화하기 전에 모서리에 또는 그 근처에서 스택 상에 평형추 (counterweights)를 배치하는 단계를 포함한다. 표 2는, 실시 예 C와 D 사이에 측정된 형상 불일치를 비교한다. 다시, 제1 및 제2 유리 기판 사이에 임시 결합을 형성 또는 유지하기 위해 평형추를 사용하는 경우 더 낮은 불일치는 달성된다.

표 2

[0115] 모서리 위치에서 스택의 상부에 배치된 평형추와 함께 및 평형추 없이 공동-새김 후 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 형상 불일치.

| 실시 예 | 제2 유리 기판 두께 (알루미늄실리케이트, 상부 위치) | 제1 유리 기판 두께 (SLG, 하부 위치) | 평형추 | 형상 불일치 |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------|-----|--------|
| C (기준선) | 0.7mm | 2.1mm | 없음 | 1.8mm |
| D | 0.7mm | 2.1mm | 있음 | 0.9mm |

[0116] 수치 분석은 또한 임시 결합의 영향 및 그 결과로 생긴 기판 분리를 시뮬레이션하기 위해 수행된다. 도 12는, 수치 시뮬레이션에서 모서리에 적용된 대표적인 보강 (클립의 형태)의 이미지를 나타낸다. 도 12에 나타난 특정 디자인은, 약 6mm의 길이에 걸쳐 스택 상에 0.4N의 힘을가한다. 결과적으로, 모서리에 대해 보강된 유리 기판들 사이에 최대 분리는, (클립을 사용하지 않은 경우, 도 9에서 볼 수 있는 0.675mm 값과 비교하여) 도 13에 나타난 바와 같이, 129초에 0.164mm로 감소된다. 모서리로부터 더 멀리 떨어진 기판의 에지를 따라 부가적인 보강의 사용은, 분리를 더욱 감소시킬 수 있다. 부가적으로, 시뮬레이션에 사용된 소다 라임 실리케이트 및 알루미늄실리케이트 유리보다 더 흡사하게 일치하는 점도를 갖는 유리 조성물의 사용은, 유리 기판들 사이에 훨씬 덜한 분리를 생성할 것이다. 도 13은, 진공력을 통한 임시 결합의 형성을 나타내는, 도 12의 스택의 구역을 가로지르는 압력 크기에서 시뮬레이션된 변화를 나타낸다. 임시 결합을 형성하는 방법은, 자동차 바람막이 창에 사용하기 위한 크기 및 형상을 갖는 유리 기판에 적용된다. 실시 예 E 및 F에서, 제1 유리 기판은, 두께 2.1mm의 소다 라임 실리케이트 유리이고, 제2 유리 기판은, 두께 0.7mm의 알루미늄실리케이트 유리이며, 제1 유리 기판의 상부에 위치된다. 실시 예 E는, 스택이 벤딩 도구 (bending tool)에 배치되고, 레어 가열로에서 공동-새김에 의해 공동-형상화되기 전에, 스택에 보강이 적용되지 않은 2개의 실행을 포함한다. 실시 예 F는, 실시 예 E와 동일한 방식으로 공동-형상화 전에 모서리 또는 그 근처를 포함하여 스택의 주변부 주위에 클립이 적용되는 2개의 실행을 포함한다.

[0117] 도 14a-b 및 15a-b는, 실시 예 E 및 F의 각 실행에 대한 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 형상 불일치를 각각 나타낸다. 실시 예 E는, 약 6.2mm (도 14a) 및 5.5mm (도 14b)의 범위에서 형상 불일치를 보여준다. 실시 예 F는, 2개의 실행에서 0.1mm 형상 불일치를 보여준다 (도 15a-b). 구체적으로, 2개의 실행에서, 제1 유리 기판은 12.1mm 새그 깊이를 달성하고, 제2 유리 기판은 12mm 새그 깊이를 달성한다.

[0118] 실시 예 G 및 H는, 실시 예 E 및 F와 동일한 제1 및 제2 유리 기판 및 동일한 공동-형상화 공정 및 장비를 사용하지만, 보강을 위해 클립 대신 평형추를 사용한다. 실시 예 G는, 보강 없는 3개의 실행을 포함하고, 각 실행은, 도 16a-c에 나타난 바와 같이, 약 10mm의 형상 불일치를 결과한다. 실시 예 H는, 각 실행이 스택의 모

서리에 또는 그 근처에 위치한 평형추를 포함하는, 3개의 실행을 포함한다. 도 17a-c에 나타난 바와 같이, 모서리 위치에서 평형추는, 0.5mm 미만의 형상 불일치를 결과한다.

[0119] 위에서 나타난 바와 같이, 수치 모델 및 실험 데이터는, 유리 기관들 사이에 형상 불일치에 대한 스택의 모서리 유래의 압력 분포 및 그 결과로 생긴 공기 흐름의 영향을 나타낸다. 모델들은, 공동-형상화 동안 유리 기관들 사이에 임시 결합의 부재가 유리 기관들 사이에 점도 및 굽힘 강성 차이로 인해 유리 기관들 사이에 큰 형상 불일치를 결과할 것으로 예측한다. 실험은, 유리 기관들 사이에 공기 통로를 막거나 패쇄하는 것이 훨씬 개선된 형상 일치 결과를 가져오는 시뮬레이션 관찰 결과를 확인한다. 공동-형상화 동안 유리 기관들 사이에서 발생된 부압 (또는 진공력)은, (다른 점도를 갖는) 2개의 유리 기관을 함께 유지시킨다. 유리 기관 예지에서 밀봉이 유지될 수 있는 한, 다른 점도를 갖는 2개의 유리 기관 사이에서 양호한 형상 일치는 달성될 수 있다.

[0120] 하나 이상의 구체 예에서, 방법은 제1 유리 기관 및 제2 유리 기관의 주변부 (315, 325)에서 주름을 방지하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 주름을 방지하는 단계는, 스택을 굽히는 동안 열로부터 제1 및 제2 유리 기관의 적어도 일부 또는 전체 주변부 (315, 325)를 차폐하는 단계를 포함한다.

[0121] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은, 가열 단계 및 공동-형상화 단계 전에, 상기 제1 유리 시트와 제2 유리 시트 사이에 분리 분말을 배치하는 단계를 포함할 수 있다.

[0122] 몇몇 구체 예에서, 상기 방법은, 제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 중간층을 삽입하는 단계, 및 상기 제1 만곡된 유리 기관, 중간층, 및 제2 만곡된 유리 기관을 함께 적층시키는 단계를 포함한다.

[0123] 실시 예

[0124] 다양한 구체 예는, 하기 실시 예에 의해 더욱 명확해질 것이다.

[0125] 실시 예 1

[0126] 형상화된 적층물에 사용하기 위해 3개의 기관은 고려된다. 기관 A는 소다 라임 유리 조성물로 제조된다. 기관 B1은 제1 조성물로 제조된 코어 층 및 다른 열팽창계수를 갖는 제2 조성물로 제조된 코어 층을 둘러싸는 2개의 클래드 층을 포함하는 3-층 유리 복합체로서, 조성물 B1로 제조된 유리 기관들은 기계적으로 강화된다. 기관 B2는, 굽힘 공정이 완료된 후 화학적으로 강화될 수 있는, (약 67 mol% SiO₂, 8.52 mol% Al₂O₃, 14 mol% Na₂O, 1.2 mol% K₂O, 6.5 mol% MgO, 0.5 mol% CaO, 및 0.2 mol% SnO₂를 포함하는) 알루미늄노실리케이트 유리 조성물로 제조된다. 기관 A, 기관 B1 및 기관 B2 각각에 대한 온도의 함수에 따른 각각의 점도는, 도 4에 나타난다.

[0127] 두께가 2mm인 기관 A의 샘플은, 레어 가열로에서 (레어 가열로에서 하나의 스테이션에서 다른 스테이션으로 이동하기 위한 인덱싱 시간 (indexing time)을 포함하여) 110초 동안 최대 온도 630°C로 가열시켜 개별적으로 새김되고, 약 20mm의 새그 깊이를 달성했다. 기관 B1 및 기관 B2는, 기관 A와 동일한 새김 조건에 개별적으로 적용되어, 다른 유리 조성물로 제조된 유리 기관이 공동-형상화될 수 있는지를 (및 본 분야의 일반적인 이해에 반하는지를) 조사하였다.

[0128] 제1 접근에서, 유리 기관의 온도는, 레어 가열로의 설정점 (즉, 레어 가열로에 입력된 목표 온도)과 동일한 것으로 추정되었고, 및 630°C 및 660°C에서 유리 기관들의 각각의 점도는, 표 3에 나타난 것과 비슷하다.

표 3

기관 A, B1 및 B2에 대한 점도 정보.

[0129]

| 온도 | 기관 A 점도 (poises) | 기관 B1 점도 (poises) | 기관 B2 점도 (poises) |
|-------|---------------------|------------------------|------------------------|
| 630°C | 6 x 10 ⁹ | 1.8 · 10 ¹¹ | 4.5 · 10 ¹² |
| 660°C | 8 x 10 ⁸ | 3 x 10 ¹⁰ | |

[0130] 기관 B1은, 0.55mm의 두께를 가졌고, 레어 가열로에서 (레어 가열로에서 하나의 스테이션에서 다른 스테이션으로 이동하기 위한 인덱싱 시간을 포함하여) 110초 동안 최대 온도 630°C로 가열시켜 개별적으로 새김되고, 약 2mm의 새그 깊이를 달성했다. 이러한 결과는, (조성물 A와 비교하여) 조성물 B1에 의해 나타난 더 높은 점도의 측면에서 예상된다. 기관 B1은, 기관 A의 상부에 적층되고, 이러한 스택은 그 다음 레어 가열로에서 (레어 가열로에서 하나의 스테이션에서 다른 스테이션으로 이동하기 위한 인덱싱 시간을 포함하여) 110초 동안 최대 온도

630℃로 가열시켜 공동-새김된다. 유리 점도의 알려진 이해에 기초하면, (스택에서) 각각의 기관 A 및 기관 B1는, 기관이 개별적으로 새김될 때 달성되는 것과 실질적으로 동일한 새그 깊이를 달성할 것으로 예상되었다. 놀랍게도, (기관 A 및 기관 B1 모두를 포함하는) 스택은, 약 6mm의 새그 깊이를 달성했다.

[0131] 기관 A의 상부에 적층된 기관 B1을 갖는 스택은 그 다음 레어 가열로에서 (레어 가열로에서 하나의 스테이션에서 다른 스테이션으로 이동하기 위한 인텍싱 시간을 포함하여) 110초 동안 최대 온도 660℃로 가열시켜 공동-새김된다. (스택에서) 기관 A 및 기관 B1 모두의 새김은 실질적으로 동일하고, 이들의 새그 깊이는 20mm로 증가했다.

[0132] 이론에 구속됨이 없이, 공동-새김 공정 동안 2개의 유리 기관들 사이에 형성된 임시 결합이 조성물 A로 제조된 유리 기관이 너무 지나치게 새김되는 것을 방지하고, 조성물 B1로부터 제조된 유리 기관의 새김을 촉진시키는 것으로 여겨진다.

[0133] 이론에 구속됨이 없이, 수학적 1에 기초하여, 스택이 주어진 온도에서 개별 유리 기관 두께 및 점도에 기초한 유효 점도를 대체로 나타내는 것으로 또한 여겨진다. 따라서, 기관 A의 점도가 6×10^9 poises인 630℃로 가열된 후에, 기관 A는 20mm의 새그 깊이로 개별적으로 새김된다. 그러나, 기관 A의 상부에 적층된 기관 B1을 포함하는 스택이 660℃로 가열되는 경우, 상기 온도에서 수학적 1에 따른 유효 점도는 (630℃에서 기관 A의 점도와 비슷하게 되는) 6.86×10^9 poises이며, 스택은 20mm의 새그 깊이를 달성한다. 하기 표 4는 기관 A의 점도 및 기관 A 및 기관 B1을 포함하는 스택의 유효 점도를 나타낸다. 660℃에서 스택의 유효 점도와 630℃에서 기관 A의 점도 사이에 작은 차이는 유리 온도와 레어 가열로 설정점 사이에 가능한 차이에 기인하는 것으로 여겨진다. 부가적으로, 유효 점도에서 차이는, 스택들 사이에 질량 차이에 기인하는 것으로 여겨진다. 동일한 지속기간 동안 두 스택 모두에 열은 적용된다; 그러나, 유효 점도에서 차이는, 형상화를 위한 열에 대한 유리의 부가적인 두께 (즉, 두께가 0.7mm)에 기인한다.

[0134] 따라서, 심지어 서로 매우 다른 점도를 갖는 유리 기관도, 여기에 기재된 구체 예에 따라 성공적으로 공동-새김될 수 있다.

표 4

[0135] 기관 A, 기관 B1의 점도 및 기관 A 및 기관 B1을 포함하는 스택의 유효 점도.

| 온도 | 기관 A 점도 (poises) | 기관 B1 점도 (poises) | 기관 A+B1의 유효 점도 (poises) |
|------|------------------|--------------------|-------------------------|
| 630℃ | 6×10^9 | | |
| 660℃ | 8×10^8 | 3×10^{10} | 6.86×10^9 |

[0136] 기관 A는 기관 B1의 상부에 배치되어 스택을 형성한다. 스택은 그 다음 약 660℃의 온도로 가열되고, 20mm를 초과하는 새그 깊이가 달성된다. 이론에 의해 구속됨이 없이, 더 얇은 기관 B1 상에 더 두꺼운 기관 A의 부가적인 중량에도 불구하고, 기관 B1은 추가 새김으로부터 기관 A를 유지하는 것으로 이론이 가능하다. 게다가, 기관 B1 단독과 비교하여 스택의 증가된 새그 깊이는, 공동-새김 동안 기관들 사이에 형성된 임시 결합에 기인하는 것으로 여겨진다. 이론에 구속됨이 없이, 이러한 임시 결합은, (정전기력을 포함할 수 있는) 기관들 사이에 인력의 형성을 포함할 수 있다. 기관 B2는, 스택을 형성하기 위해 기관 A의 상부에 배치된다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 기관 A 및 기관 B2의 점도 곡선은, (기관 A 및 기관 B1의 곡선과 비교하여) 더 큰 차이가 있다. 기관 B2의 두께가 0.7mm일 때, 스택은 적절한 새그 깊이를 달성하지 못한다; 그러나, 기관 B2의 두께가 0.55mm일 때, 스택은 적절한 새그 깊이를 달성한다. 이론에 구속됨이 없이, 더 두꺼운 유리 기관 상에 적층된 더 얇은 유리 기관은, 2개의 유리 기관들 사이에 개선된 접촉 및 잠재적으로 개선된 임시 결합을 생성하여 개선된 공동-형상화를 결과하는 것으로 여겨진다.

[0137] 실시 예 1은, 다른 두께 및 다른 점도 (및 가능한 조성물)를 갖는 한 쌍의 유리 기관이 성공적으로 공동-형상화될 수 있고, 이러한 공동-형상화가 스택의 유효 점도에 의해 이루어지는 것을 보여준다.

[0138] 실시 예 2

[0139] 비교 예 2A-2B, 실시 예 2C-2F, 비교 예 2G, 및 실시 예 2H-2N은 레어 가열로에서 형성된다. 비교 예 2A-2B 및 2G는, 단일 유리 기관이고, 및 실시 예 2C-2F 및 2H-2N은, 하나 이상의 구체 예에 따른 공동-형상화된 적층물이

다. 표 5는 각 실시 예의 구성, 및 달성된 새그 깊이를 나타낸다. 본 실시 예에서, 상부 유리 기관은, 하부 유리 기관 상에 배치되어 스택을 형성한다. 단일 유리 기관 만이 사용되는 경우, 이는 하부 유리 기관으로 표시된다. 각 유리 기관의 새그 깊이는, 해당되는 경우, 유리 기관을 분리한 후에 측정된다.

표 5

실시 예 2 형상 및 새그 깊이.

| 실시예 | 하부 유리 기관 및 두께 | 하부 유리 기관 및 두께 | 하부 유리 기관의 새그 깊이 (mm) | 상부 유리 기관의 새그 깊이 (mm) | 레이어 설정값 (°C) |
|-----|----------------|----------------|----------------------|----------------------|--------------|
| 2A | 기관 A (2.1mm) | - | 19.23 | - | 630 |
| 2B | 기관 B1 (0.55mm) | - | 2.01 | - | 630 |
| 2C | 기관 A (2.1mm) | 기관 B1 (0.55mm) | 6.26 | 6.02 | 630 |
| 2D | 기관 B1 (0.55mm) | 기관 A (2.1mm) | 6.07 | 5.45 | 630 |
| 2E | 기관 A (2.1mm) | 기관 B1 (0.55mm) | 5.01 | 5.06 | 630 |
| 2F | 기관 A (2.1mm) | 기관 B2 (0.7mm) | 8.08 | 0 | 630 |
| 2G | 기관 A (2.1mm) | - | 20.07 | - | 630 |
| 2H | 기관 B1 (0.55mm) | - | 1.46 | - | 630 |
| 2I | 기관 A (2.1mm) | 기관 B2 (0.55mm) | 0.56 | 0.31 | 630 |
| 2J | 기관 A (2.1mm) | 기관 A (0.7mm) | 17.02 | 16.85 | 630 |
| 2K | 기관 A (2.1mm) | 기관 B1 (0.55mm) | 19.22 | 20.07 | 660 |
| 2L | 기관 A (2.1mm) | 기관 B2 (0.55mm) | 1.29 | 0.29 | 630 |
| 2M | 기관 A (2.1mm) | 기관 B1 (0.55mm) | 17.28 | 17.39 | 655 |
| 2N | 기관 A (2.1mm) | 기관 B1 (0.55mm) | 26.72 | 25.94 | 665 |

[0141] 본 개시의 관점 (1)은: 제1 주 표면, 상기 제1 주 표면에 대향하는 제2 주 표면, 상기 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이의 거리로 한정되는 제1 두께, 및 약 2mm 이상의 제1 새그 깊이를 포함하고, 630°C의 온도에서 제1 점도 (poises)를 포함하는, 제1 만곡된 유리 기관; 제3 주 표면, 상기 제3 주 표면에 대향하는 제4 주 표면, 상기 제3 주 표면과 상기 제4 주 표면 사이의 거리로 한정되는 제2 두께, 및 약 2mm 이상의 제2 새그 깊이를 포함하고, 630°C의 온도에서 제1 점도를 초과하는 제2 점도를 포함하는, 제2 만곡된 유리 기관; 및 상기 제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 배치되고, 상기 제2 주 표면과 제3 주 표면에 인접한 중간층을 포함하며; 여기서, 상기 제1 새그 깊이는, 제2 새그 깊이의 10% 내에 있고, 상기 제1 유리 기관과 제2 유리 기관 사이에 형상 편차가, 광학 3-차원 스캐너에 의해 측정된 것으로, ±5mm 이하이며, 및 여기서, 상기 제1 주 표면 및 제4 주 표면 중 하나 또는 둘 모두는, ASTM 1561에 따른 투과 광학을 사용하는 광학 왜곡 검출기에 의해 측정된 것으로, 200 millidiopters 미만의 광학 왜곡을 나타내고, 및 여기서, 상기 제1 주 표면 또는 제2 주 표면은, ASTM C1279에 따라, 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 7 MPa 미만의 막 인장 응력을 포함하는, 적층물에 관한 것이다. 본 개시의 관점 (2)는, 관점 (1)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 약 630°C의 온도에서, 상기 제2 점도는 제1 점도의 약 10배 내지 제1 점도의 약 750배의 범위에 있다.

[0142] 본 개시의 관점 (3)은, 관점 (1) 또는 관점 (2)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 유리 스택은, 약 500°C 내지 약 700°C 범위의 온도 (T)에서 제1 점도와 제2 점도 사이에 있고, 및 수학적식: $\mu_{eff}(T) = ((\mu_1(T)t_1)/(t_1+t_2)) + ((\mu_2(T)t_2)/(t_1+t_2))$ 에 의해 결정되는, 유효 점도를 포함하며, 여기서, $\mu_1(T)$ 는, 온도 (T)에서 제1 만곡된 유리 기관의 점도이고, t_1 은, 제1 만곡된 유리 기관의 두께이며, $\mu_2(T)$ 는, 온도 (T)에서 제2 만곡된 유리 기관의 점도이고, t_2 는, 제2 만곡된 유리 기관의 두께이다.

[0143] 본 개시의 관점 (4)는, 관점 (1) 내지 (3) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 두께는 제1 두께 미만이다.

[0144] 본 개시의 관점 (5)는, 관점 (1) 내지 (4) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 상기 제1 두께는 약 1.6mm 내지 약 3mm이고, 상기 제2 두께는 약 0.1mm 내지 약 1.6mm 미만이다.

[0145] 본 개시의 관점 (6)은, 관점 (1) 내지 (5) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기관은 제1 새그 온도를 포함하고, 제2 만곡된 유리 기관은 제1 새그 온도와 다른 제2 새그 온도를 포함한다.

- [0146] 본 개시의 관점 (7)은, 관점 (6)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 새그 온도와 제2 새그 온도 사이에 차이는, 약 30℃ 내지 약 150℃의 범위이다.
- [0147] 본 개시의 관점 (8)은, 관점 (1) 내지 (7) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 형상 편차는, 약 ±1mm 이하이다.
- [0148] 본 개시의 관점 (9)는, 관점 (1) 내지 (8) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 형상 편차는, 약 ±5mm 이하이다.
- [0149] 본 개시의 관점 (10)은, 관점 (1) 내지 (9) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 광학 왜곡은 약 100 millidiopters 이하이다.
- [0150] 본 개시의 관점 (11)은, 관점 (1) 내지 (10) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 막 인장 응력은, 약 5 MPa 이하이다.
- [0151] 본 개시의 관점 (12)는, 관점 (1) 내지 (11) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 새그 깊이는 약 5mm 내지 약 30mm의 범위이다.
- [0152] 본 개시의 관점 (13)은, 관점 (1) 내지 (12) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 주 표면 또는 제2 주 표면은, 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 3 MPa 미만의 표면 압축 응력을 포함한다.
- [0153] 본 개시의 관점 (14)는, 관점 (1) 내지 (13) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 적층물은, ASTM C1652/C1652M에 의해 측정된 것으로, 시각적 왜곡이 실질적으로 없다.
- [0154] 본 개시의 관점 (15)는, 관점 (1) 내지 (14) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 만곡된 유리 기판은 강화된 것이다.
- [0155] 본 개시의 관점 (16)은, 관점 (15)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 만곡된 유리 기판은, 화학적으로 강화되거나, 기계적으로 강화되거나 또는 열적으로 강화된다.
- [0156] 본 개시의 관점 (17)은, 관점 (15) 또는 관점 (16)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은 강화되지 않은 것이다.
- [0157] 본 개시의 관점 (18)은, 관점 (15) 또는 관점 (16)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은 강화된 것이다.
- [0158] 본 개시의 관점 (19)는, 관점 (1) 내지 (18) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은 소다 라임 실리케이트 유리를 포함한다.
- [0159] 본 개시의 관점 (20)은, 관점 (1) 내지 (19) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은, 알칼리 알루미늄실리케이트 유리, 알칼리 함유 보로실리케이트 유리, 알칼리 알루미늄노포스포실리케이트 유리, 또는 알칼리 알루미늄보로실리케이트 유리를 포함한다.
- [0160] 본 개시의 관점 (21)은, 관점 (1) 내지 (20) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은, 제1 길이 및 제1 폭을 포함하고, 상기 제1 길이 및 제1 폭 중 하나 또는 둘 모두는, 약 0.25 meters 이상이다.
- [0161] 본 개시의 관점 (22)는, 관점 (1) 내지 (21) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기판은, 제1 길이 및 제1 폭을 포함하고, 상기 제2 만곡된 유리 기판은, 상기 제1 길이의 5% 내에 있는 제2 길이, 및 상기 제1 폭의 5% 내에 있는 제2 폭을 포함한다.
- [0162] 본 개시의 관점 (23)은, 관점 (1) 내지 (22) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 적층물은 복합적으로 만곡된다.
- [0163] 본 개시의 관점 (24)는, 관점 (1) 내지 (23) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 적층물은 자동차 글레이징 또는 건축용 글레이징을 포함한다.
- [0164] 본 개시의 관점 (25)는: 내부 및 상기 내부와 연통하는 개구를 한정하는 본체, 상기 개구에 배치된 복합적으로 만곡된 적층물을 포함하는 차량에 관한 것으로서, 상기 적층물은: 제1 주 표면, 상기 제1 주 표면에 대항하는 제2 주 표면, 상기 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이의 거리로 한정되는 제1 두께, 및 약 2mm 이상의 제1 새그 깊이를 포함하고, 제1 점도 (poise)를 포함하는, 제1 만곡된 유리 기판, 제3 주 표면, 상기 제3 주 표면에 대항

하는 제4 주 표면, 상기 제3 주 표면과 제4 주 표면 사이의 거리로 한정되는 제2 두께, 및 약 2mm 이상의 제2 새그 깊이를 포함하고, 약 630℃의 온도에서 제1 점도를 초과하는 제2 점도를 포함하는, 제2 만곡된 유리 기관; 및 상기 제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 배치되고, 상기 제2 주 표면과 제3 주 표면에 인접한 중간층을 포함하며; 여기서, 상기 제1 새그 깊이는, 제2 새그 깊이의 10% 내에 있고, 상기 제1 유리 기관과 제2 유리 기관 사이에 형상 편차가, 광학 3-차원 스캐너에 의해 측정된 것으로, ±5mm 이하이며, 및 여기서, 상기 제1 주 표면 및 제4 주 표면 중 하나 또는 둘 모두는, ASTM 1561에 따른 투과 광학을 사용하는 광학 왜곡 검출기에 의해 측정된 것으로, 200 millidiopters 미만의 광학 왜곡을 나타내고, 여기서, 상기 제1 주 표면 또는 제2 주 표면은, ASTM C1279에 따라, 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 7 MPa 미만의 막 인장 응력을 포함한다.

- [0165] 본 개시의 관점 (26)은, 관점 (25)의 차량에 관한 것으로, 여기서, 630℃의 온도에서, 상기 제2 점도는 제1 점도의 약 10배 내지 제1 점도의 약 750배의 범위이다.
- [0166] 본 개시의 관점 (27)는, 관점 (25) 또는 관점 (26)의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 630℃의 온도에서, 상기 제2 두께는 상기 제1 두께 미만이다.
- [0167] 본 개시의 관점 (28)은, 관점 (25) 내지 (27) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 두께는 약 1.6mm 미만이다.
- [0168] 본 개시의 관점 (29)는, 관점 (25) 내지 (28) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 두께는 약 1.6mm 내지 약 3mm이고, 제2 두께는 약 0.1mm 내지 약 1.6mm 미만의 범위이다.
- [0169] 본 개시의 관점 (30)은, 관점 (25) 내지 (29) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기관은 제1 새그 온도를 포함하고, 제2 만곡된 유리 기관은 제1 새그 온도와 다른 제2 새그 온도를 포함한다.
- [0170] 본 개시의 관점 (31)은, 관점 (25) 내지 (30) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 상기 형상 편차는 약 ±1mm 이하이다.
- [0171] 본 개시의 관점 (32)는, 관점 (25) 내지 (31) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 광학 왜곡은 약 100 millidiopters 이하이다.
- [0172] 본 개시의 관점 (33)은, 관점 (25) 내지 (32) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 막 인장 응력은 약 5 MPa 이하이다.
- [0173] 본 개시의 관점 (34)는, 관점 (25) 내지 (33) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 새그 깊이는 약 5mm 내지 약 30mm의 범위이다.
- [0174] 본 개시의 관점 (35)는, 관점 (25) 내지 (34) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 주 표면 또는 제2 주 표면은, 표면 응력계에 의해 측정된 것으로, 3 MPa 미만의 표면 압축 응력을 포함한다.
- [0175] 본 개시의 관점 (36)은, 관점 (25) 내지 (35) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 만곡된 유리 기관은, CIE L*a*b* (CIELAB) 색 공간에서의 제1 색조를 포함하고, 상기 제2 만곡된 유리 기관은 상기 제1 색조와 다른 제2 색조를 포함한다.
- [0176] 본 개시의 관점 (37)은, 관점 (25) 내지 (36) 중 어느 하나의 적층물에 관한 것으로, 여기서, 상기 적층물은 ASTM C1652/C1652M에 의해 측정된 것으로, 시각적 왜곡이 실질적으로 없다.
- [0177] 본 개시의 관점 (38)은, 제1 점도 (poises) 및 제1 새그 온도를 포함하는 제1 유리 기관, 및 630℃의 온도에서 상기 제1 점도를 초과하는 제2 점도 및 상기 제1 새그 온도와 다른 새그 온도를 포함하는 제2 유리 기관을 포함하는 스택을 형성하는 단계; 및 상기 스택을 가열하는 단계 및 상기 스택을 공동-형상화하여 공동-형상화된 스택을 형성하는, 상기 스택을 공동-형상화하는 단계를 포함하며, 상기 공동-형상화된 스택은, 제1 새그 깊이를 갖는 제1 만곡된 유리 기관 및 제2 새그 깊이를 각각 갖는 제2 만곡된 유리 기관을 포함하고, 여기서, 상기 제1 새그 깊이 및 제2 새그 깊이는 2mm를 초과하고, 서로의 10% 이내인, 만곡된 적층물을 형성하는 방법에 관한 것이다.
- [0178] 본 개시의 관점 (39)는, 관점 (38)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 제2 유리 기관은 제1 유리 기관 상에 배치된다.

- [0179] 본 개시의 관점 (40)는, 관점 (38)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 유리 기판은 제2 유리 기판 상에 배치된다.
- [0180] 본 개시의 관점 (41)은, 관점 (38) 내지 (40) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 상기 스택을 제1 새그 온도 및 제2 새그 온도와 다른 온도로 가열하는 단계를 포함한다.
- [0181] 본 개시의 관점 (42)는, 관점 (38) 내지 (41) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 스택을 제1 새그 온도와 제2 새그 온도 사이의 온도로 가열하는 단계를 포함한다.
- [0182] 본 개시의 관점 (43)은, 관점 (38) 내지 (40) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 상기 스택을 제1 새그 온도로 가열하는 단계를 포함한다.
- [0183] 본 개시의 관점 (44)는, 관점 (38) 내지 (40) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 상기 스택을 제2 새그 온도로 가열하는 단계를 포함한다.
- [0184] 본 개시의 관점 (45)는, 관점 (38) 내지 (44) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 새그 깊이 또는 제2 새그 깊이는, 약 6mm 내지 약 30mm 범위이다.
- [0185] 본 개시의 관점 (46)는, 관점 (38) 내지 (45) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 상기 스택을 암 몰드 상에 배치하는 단계 및 상기 스택을 상기 암 몰드 상에서 가열하는 단계를 더욱 포함한다.
- [0186] 본 발명의 관점 (47)는, 관점 (46)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 공동-형상화하는 단계는, 암 몰드의 개구를 통해 중력을 사용하여 스택을 새깁시키는 단계를 포함한다.
- [0187] 본 개시의 관점 (48)은, 관점 (46) 또는 관점 (47)의 방법에 관한 것으로, 상기 스택에 수 몰드를 적용하는 단계를 더욱 포함한다.
- [0188] 본 개시의 관점 (49)는, 관점 (46) 또는 관점 (47)의 방법에 관한 것으로, 상기 스택을 공동-형상화시키는 단계가 용이하도록 상기 스택에 진공을 적용하는 단계를 더욱 포함한다.
- [0189] 본 개시의 관점 (50)은, 관점 (38) 내지 (49) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 상기 공동-형상화된 스택이 형성될 때까지, 가열의 지속시간을 변화시키면서 일정한 온도에서 상기 스택을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0190] 본 개시의 관점 (51)은, 관점 (38) 내지 (49) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 상기 공동-형상화된 스택이 형성될 때까지, 가열 온도를 변화시키면서 일정한 지속시간 동안 상기 스택을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0191] 본 발명의 관점 (52)는, 관점 (38) 내지 (51) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 상기 스택을 공동-형상화하는 단계는, 공동-형상화 단계 동안 일정한 온도에서 스택을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0192] 본 개시의 관점 (53)은, 관점 (38) 내지 (51) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택을 공동-형상화하는 단계는, 공동-형상화 단계 동안 일정하게 증가하는 온도로 스택을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0193] 본 개시의 관점 (54)는, 관점 (38) 내지 (45) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 스택은, 중심 부분 및 상기 중심 부분을 둘러싸는 에지 부분을 각각 포함하는 대향하는 주 표면들을 포함하고, 여기서, 상기 스택을 가열하는 단계는, 상기 중심 부분과 에지 부분 사이의 온도 구배를 생성시키는 단계를 포함한다.
- [0194] 본 개시의 관점 (55)는, 관점 (54)의 방법에 관한 것으로, 상기 온도 구배를 생성시키는 단계는, 상기 중심 부분 및 상기 에지 부분에 불균일하게 열을 적용하는 단계를 포함한다.
- [0195] 본 개시의 관점 (56)은, 관점 (38) 내지 (55) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 상기 제1 유리 기판과 제2 유리 기판 사이에 정전기력 또는 진공을 발생시키는 단계를 더욱 포함한다.
- [0196] 본 개시의 관점 (57)는, 관점 (56)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 정전기력 또는 진공은, 상기 스택을 제1 새그 온도로 가열하는 동안 발생된다.
- [0197] 본 개시의 관점 (58)은, 관점 (56)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 정전기력 또는 진공은, 상기 스택을 공동-형상화하는 단계 동안 발생된다.
- [0198] 본 발명의 관점 (59)는, 관점 (56)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 정전기력 또는 진공은, 상기 스택을 가

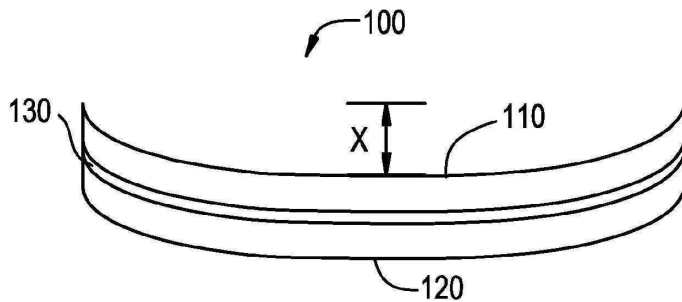
열하는 단계 및 상기 스택을 공동-형상화하는 단계 동안 발생된다.

- [0199] 본 개시의 관점 (60)은, 관점 (38) 내지 (59) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 제1 유리 기관과 제2 유리 기관 사이에 임시 결합을 형성하는 단계를 더욱 포함한다.
- [0200] 본 개시의 관점 (61)은, 관점 (60)의 방법에 관한 것으로, 여기서, 상기 임시 결합은 정전기력을 포함한다.
- [0201] 본 개시의 관점 (62)은, 관점 (38) 내지 (61) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 가열 단계 및 형상화 단계 전에 제1 유리 시트와 제2 유리 시트 사이에 분리 분말을 배치하는 단계를 더욱 포함한다.
- [0202] 본 개시의 관점 (63)은, 관점 (38) 내지 (61) 중 어느 하나의 방법에 관한 것으로, 상기 제1 만곡된 유리 기관과 제2 만곡된 유리 기관 사이에 중간층을 삽입시키는 단계, 및 상기 제1 만곡된 유리 기관, 중간층, 및 제2 만곡된 유리 기관을 함께 적층시키는 단계를 더욱 포함한다.
- [0203] 본 발명의 사상 또는 범주를 벗어나지 않고 다양한 변경 및 변화가 이루어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다.

도면

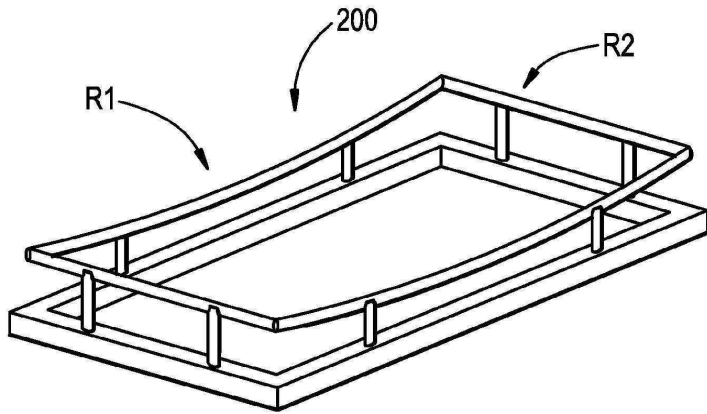
도면1

종래 기술

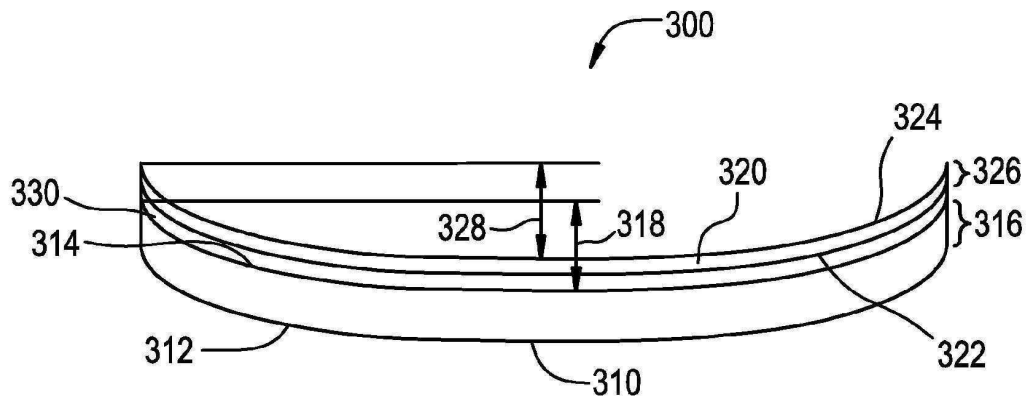


도면2

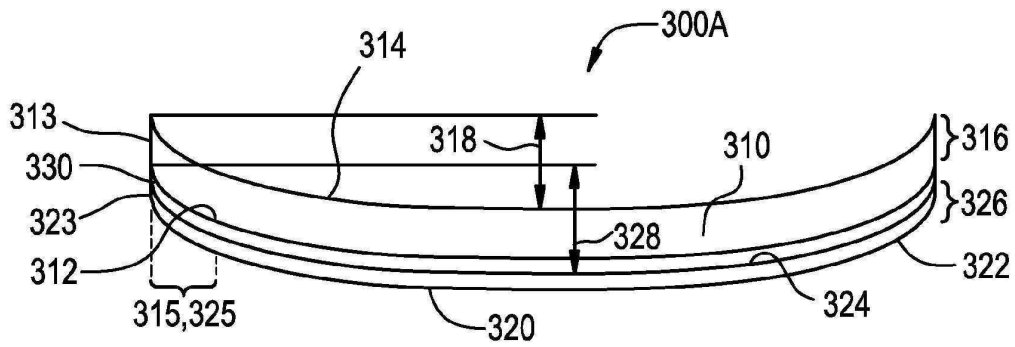
종래 기술



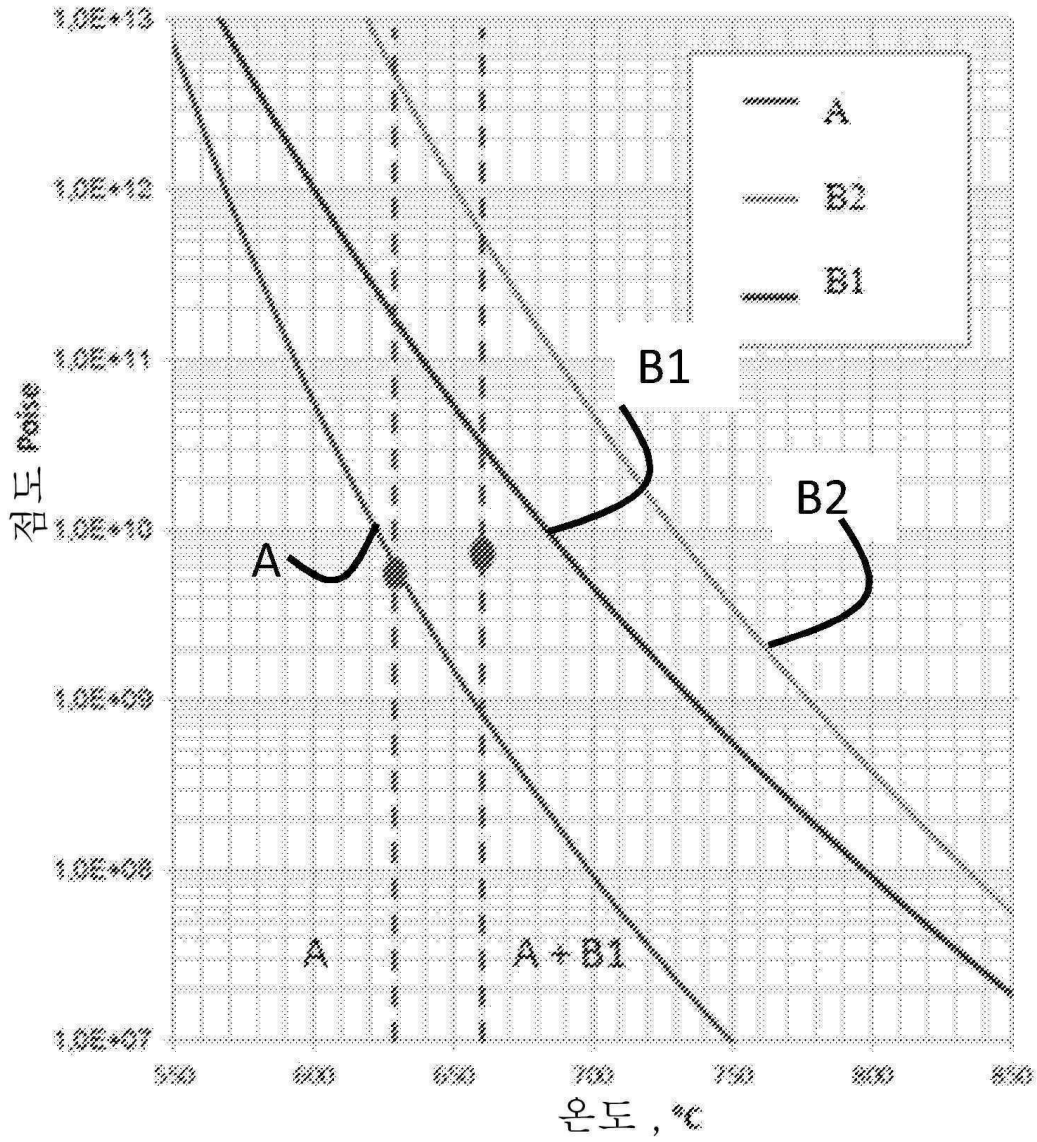
도면3



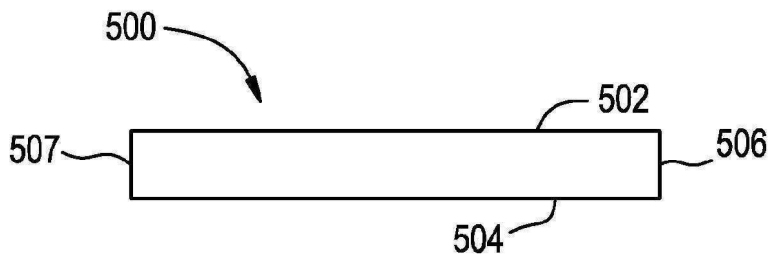
도면3a



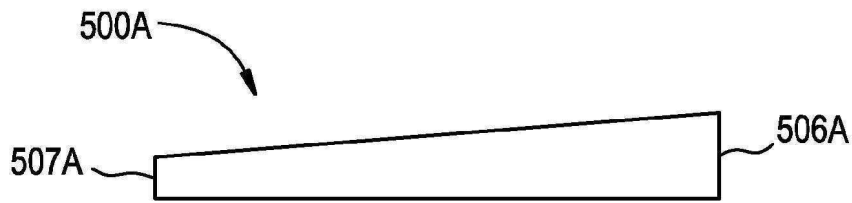
도면4



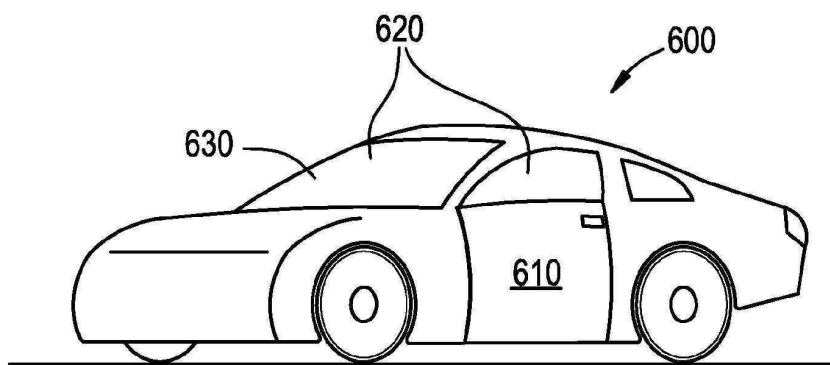
도면5



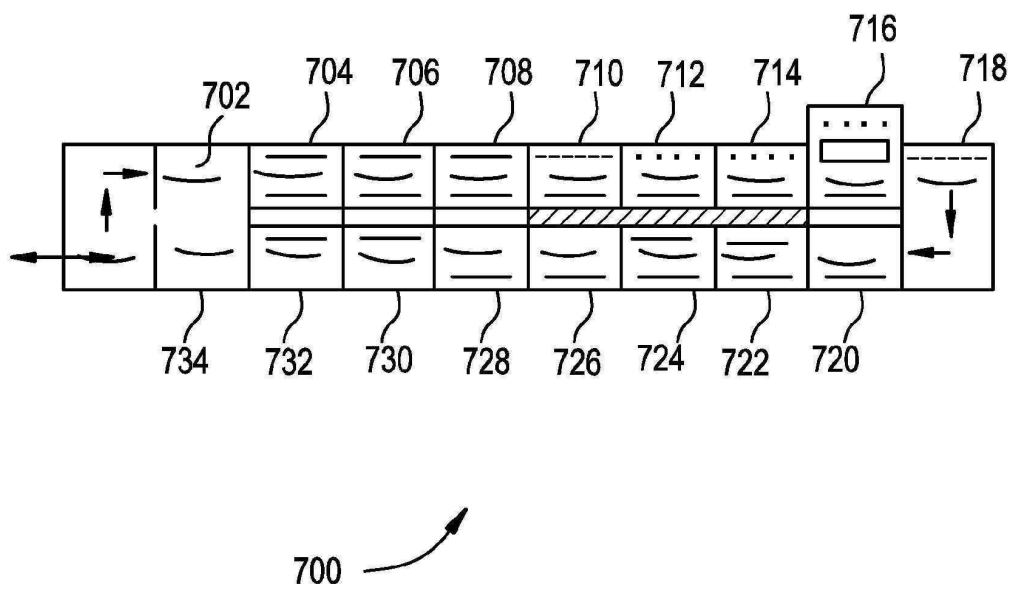
도면6



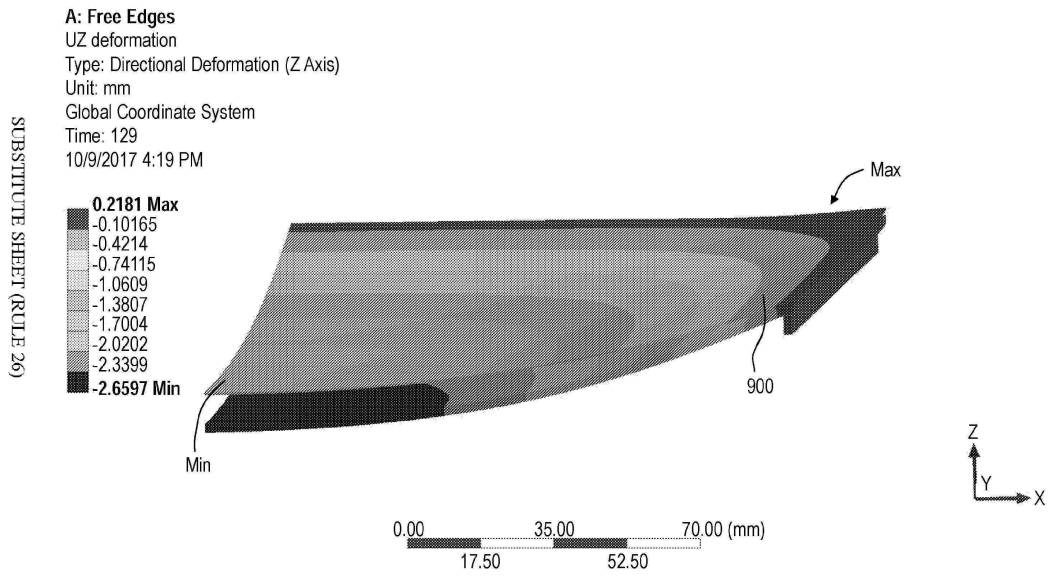
도면7



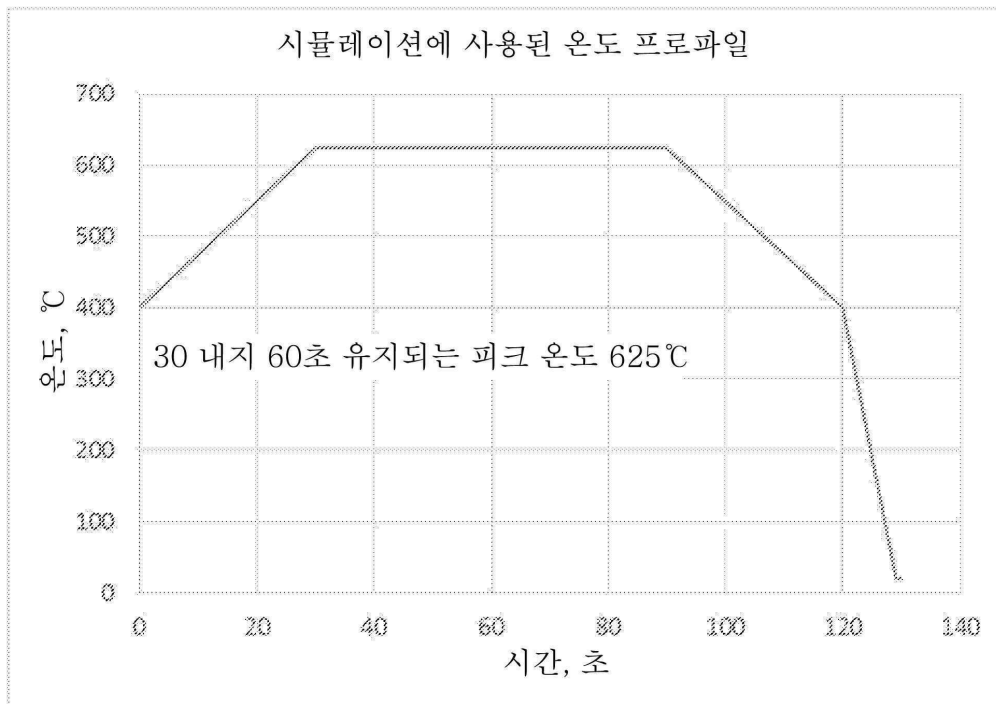
도면8



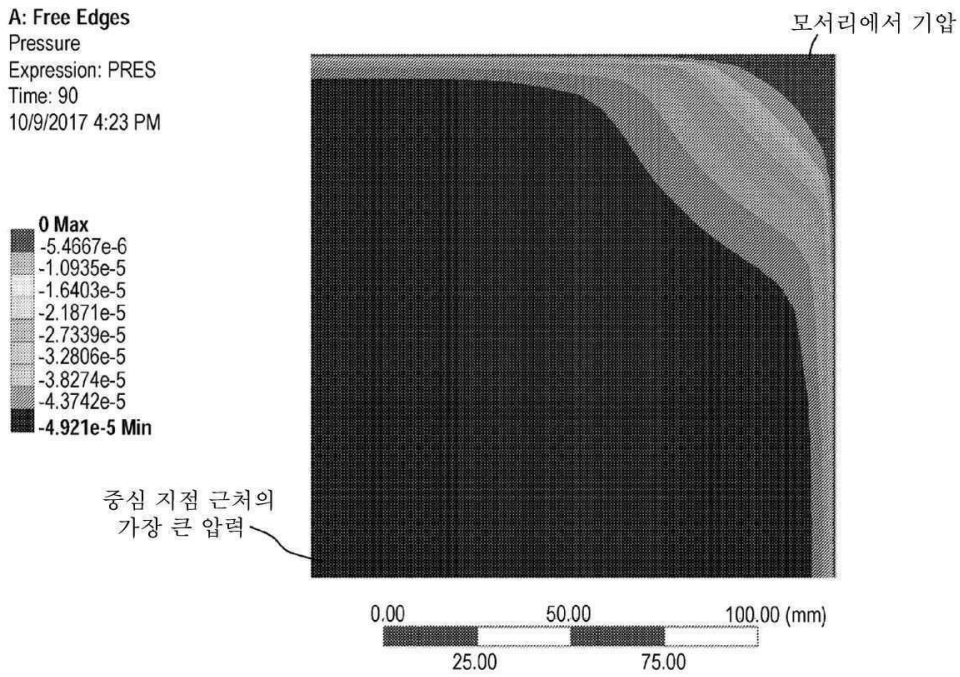
도면9



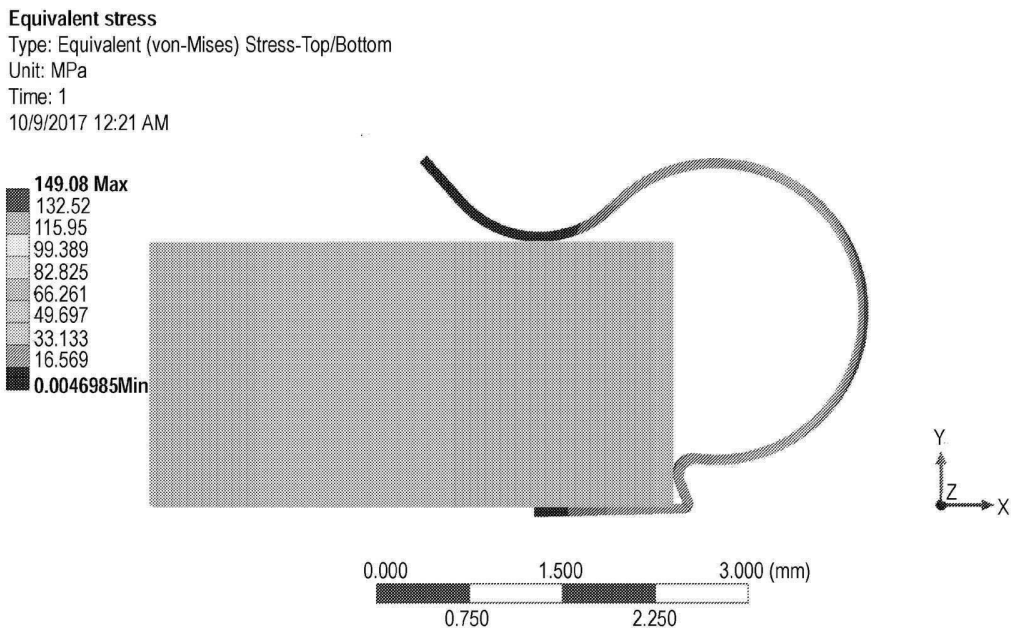
도면10



도면11

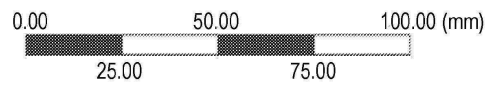
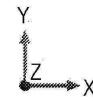
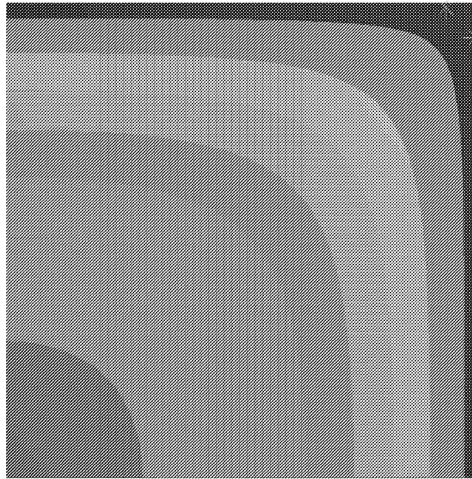
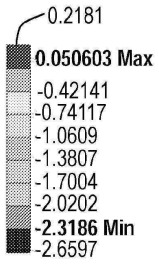


도면12



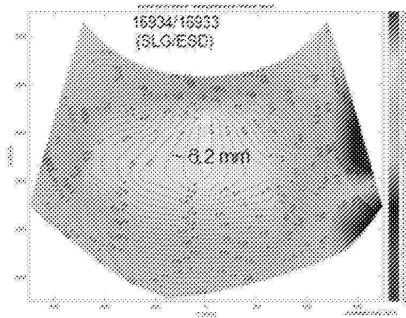
도면13

A: Free Edge
 UZ deformation
 Type: Directional Deformation (Z Axis)
 Unit: mm
 Global Coordinate System
 Time: 129
 10/9/2017 4:47 PM

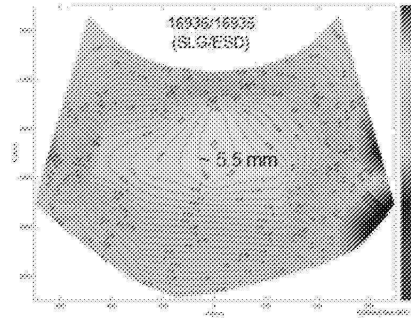


도면14

도 14a

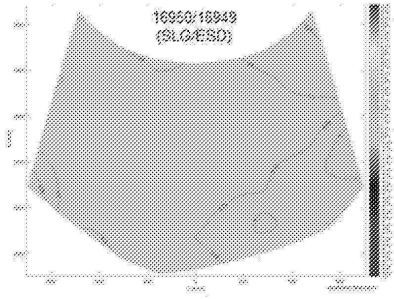


도 14b

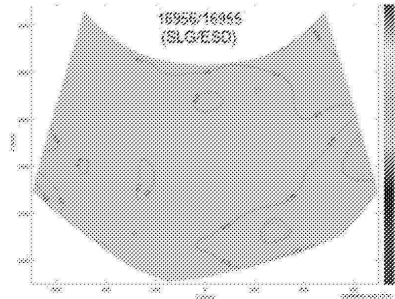


도면15

도 15a

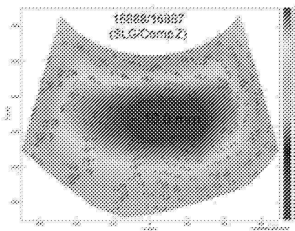


도 15b

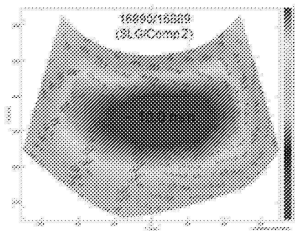


도면16

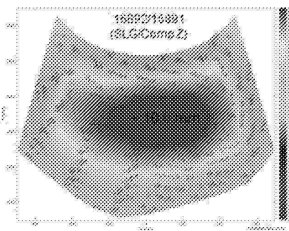
도 16a



도 16b

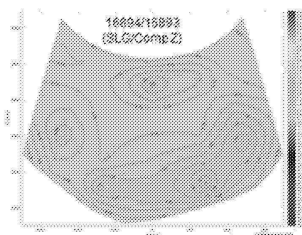


도 16c

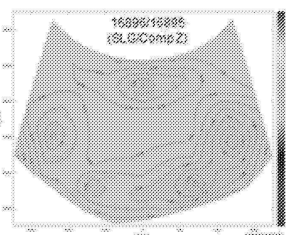


도면17

도 17a



도 17b



도 17c

