



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0057067
(43) 공개일자 2020년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 3/12 (2006.01) C03B 23/00 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 3/12 (2013.01)
C03B 23/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7011866
(22) 출원일자(국제) 2018년10월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년04월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/055629
(87) 국제공개번호 WO 2019/075340
국제공개일자 2019년04월18일
(30) 우선권주장
62/572,182 2017년10월13일 미국(US)

(71) 출원인
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
플라자
(72) 발명자
벨렌, 로버트 앨런
미국, 뉴욕 14850, 이타카, 오차드 힐 로드 9
다우슨-엘리, 데이비드 프란시스
미국, 노스캐롤라이나 28209, 샬럿, 매디슨 타운
스 레인 1212
(74) 대리인
청운특허법인

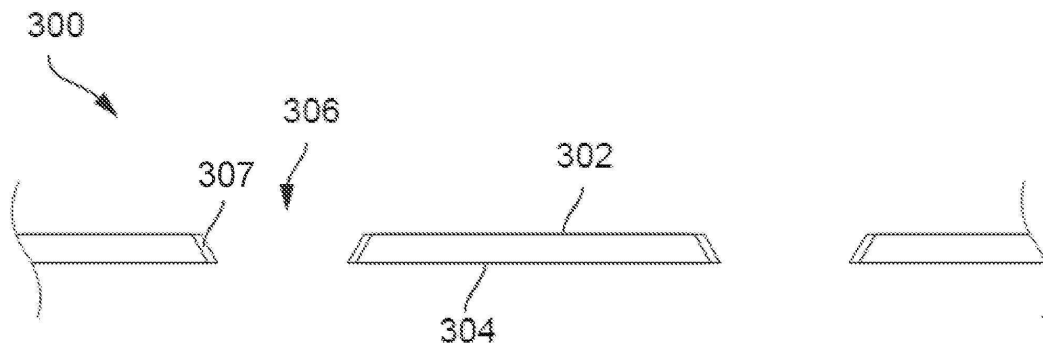
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 **성형된(shaped) 제품을 형성하기 위한 방법 및 장치, 성형된 제품, 액체 렌즈를 제조하기 위한 방법, 및 액체 렌즈**

(57) 요약

방법은 표면 개질 층을 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 침착하는 단계를 포함한다. 상기 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 이동 성분의 적어도 일부는 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동되며, 이에 의해 이동 후, 상기 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 갖는다. 표면 개질 층 및 측벽의 표면 영역은 리플로우된다. 리플로우 후 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도는 침착 전의 측벽의 표면 조도 미만이다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G02B 3/0012 (2013.01)

(72) 발명자

리우, 시웬

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 우드랜드 웨
이 16

왕, 추완체

미국, 뉴욕 14845, 홀스헤드, 로얄 크레스트 로드
22

명세서

청구범위

청구항 1

방법으로서,

표면 개질(modification) 층을 성형된 제품의 복수의 공동(cavity)의 측벽 상에 침착(deposit)하는 단계, 상기 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질을 포함하며, 상기 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함하며;

상기 이동 성분의 적어도 일부를 상기 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동시키는 단계, 상기 이동 후, 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 가지며; 및

표면 개질 층 및 측벽의 표면 영역을 리플로우(reflow)하는 단계를 포함하고,

여기서 리플로우 후에 측벽 상에 배치된(disposed) 표면 개질 층의 표면 조도는 침착 전의 측벽의 표면 조도 보다 작은, 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질은 플루오로 실리케이트 유리를 포함하고, 및 상기 이동 성분은 플루오린을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질은 보로실리케이트 유리를 포함하고, 상기 이동 성분은 보론을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 제품의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합은 실리케이트 유리, 실리케이트 유리-세라믹, 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 제품의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합은 알칼리 알루미늄노실리케이트 유리를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 6

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 침착 단계는 상기 표면 개질 층을 화학 증착을 이용하여 측벽 상에 침착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 7

청구항 1 내지 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방법은 표면 개질 층을 상기 이동 및 리플로우를 야기하기에 충분한 가열 시간 동안 소정의 가열 온도로 가열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 가열 온도는 성형된 제품의 벌크의 연화점 미만인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 9

청구항 1 내지 8 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측벽 상에 배치된 표면 개질 층은 적어도 약 1000 nm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 10

청구항 1 내지 9 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질 내의 이동 성분의 농도는 적어도 약 10 wt%인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 11

청구항 1 내지 10 중 어느 한 항에 있어서,

상기 리플로우 후에 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도는 최대 약 500 nm인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 12

성형된 제품으로서,

유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함하는 플레이트;

상기 플레이트 내에 형성된 복수의 공동; 및

복수의 공동의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층, 상기 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질을 포함하며;

여기서 표면 개질 층에 인접한 복수의 공동의 도핑된 영역은 이동 성분의 농도 구배를 포함하는, 성형된 제품.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질은 플루오로실리케이트 유리를 포함하고, 상기 이동 성분은 플루오린을 포함하는 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질은 보로실리케이트 유리를 포함하고, 상기 이동 성분은 보론을 포함하는 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 15

청구항 12 내지 14 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 제품의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합은 실리케이트 유리, 실리케이트 유리-세라믹, 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 16

청구항 12 내지 15 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 제품의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합은 알칼리 알루미늄실리케이트 유리를 포함하는 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 17

청구항 12 내지 16 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동 성분의 농도 구배는 도핑된 영역을 형성하기 위하여, 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로의, 이동 성분의 적어도 일부의 이동의 결과인 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 18

청구항 12 내지 17 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측벽 상에 배치된 표면 개질 층은 적어도 약 1000 nm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 19

청구항 12 내지 18 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도는 최대 약 500 nm인 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 20

청구항 12 내지 19 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질의 연화점은 성형된 플레이트의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합의 연화점 미만인 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 21

청구항 12 내지 20 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 공동의 측벽 상에 배치되는 표면 개질 층은 복수의 공동의 코팅된 측벽을 정의하며;

복수의 공동의 각각은 절두 원뿔 형상(truncated conical shape)을 갖고; 및

복수의 공동 각각의 코팅된 측벽은 실질적으로 직선형인 것을 특징으로 하는, 성형된 제품.

청구항 22

액체 렌즈로서,

제1 창, 제2 창, 제1 창 및 제2 창 사이에 배치된 공동, 및 상기 공동의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층을 포함하는 포함하는 렌즈 몸체, 상기 렌즈 몸체는 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함하고, 상기 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질, 이동 성분의 농도 구배를 포함하는 표면 개질 층에 인접한 공동의 도핑된 영역을 포함하며; 및

상기 렌즈 몸체의 공동 내에 배치되는 제1 액체 및 제2 액체를 포함하며, 제1 액체 및 제2 액체는 서로 실질적으로 혼화되지 않으며, 제1 액체 및 제2 액체 사이의 계면이 렌즈를 형성하도록 상이한 굴절률을 갖는, 액체 렌즈.

청구항 23

청구항 22에 있어서,

상기 표면 개질 층의 유리 물질은 플루로오실리케이트 유리, 보로실리케이트 유리, 또는 이들의 조합을 포함하고; 및

상기 이동 성분은 각각 플루오린, 보론, 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈.

청구항 24

청구항 22 또는 23에 있어서,

성형된 제품의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합은 실리케이트 유리, 실리케이트 유리-세라믹, 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈.

청구항 25

청구항 22 내지 24 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공동의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층은 적어도 약 1000 nm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈.

청구항 26

청구항 22 내지 25 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도는 최대 약 500 nm인 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈.

청구항 27

청구항 22 내지 26 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공동의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층은 공동의 코팅된 측벽을 정의하고;

상기 공동은 절두 원뿔 형성을 가지며; 및

상기 공동의 코팅된 측벽은 실질적으로 직선형인 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈.

청구항 28

액체 렌즈를 제조하는 방법으로서,

상기 방법은

표면 개질 층을 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 침착시키는 단계, 상기 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질을 포함하며, 상기 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함하고;

표면 개질 층을 이동 성분의 적어도 일부를 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동시키기에 충분한 가열 시간 동안 소정의 가열 온도로 가열하는 단계, 상기 이동 후, 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 가지며;

제1 액체 및 제2 액체를 성형된 제품의 복수의 공동 각각 내에 침착하는 단계, 제1 액체 및 제2 액체는 서로 실질적으로 혼화되지 않고, 제1 액체 및 제2 액체 사이의 계면이 렌즈를 형성하도록 상이한 굴절률을 가지며; 및

성형된 제품의 복수의 공동 내에 제1 액체 및 제2 액체를 밀봉하고 액체 렌즈 어레이를 형성하기 위하여, 캡을 성형된 제품의 표면에 본딩하는 단계를 포함하는, 액체 렌즈를 제조하는 방법.

청구항 29

청구항 28에 있어서,

상기 가열 단계는, 리플로우 이후의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도가 침착 전의 측벽의 표면 조도 미만이 되도록, 표면 개질 층 및 측벽의 표면 영역을 리플로우 하기에 충분한 것인 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈를 제조하는 방법.

청구항 30

청구항 28 또는 29에 있어서,

상기 방법은 복수의 개별 액체 렌즈를 형성하기 위해 액체 렌즈 어레이를 개별화하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 액체 렌즈를 제조하는 방법.

발명의 설명**기술 분야**

1. 관련된 출원들과의 상호-참조

[0001]

[0002] 본 출원은 2017년 10월 13일자로 제출된 미국 가출원 제 62/572,182의 U.S.C. § 119 하의 우선권 이익을 주장하며, 이의 내용은 전체가 참조로서 여기에 포함된다.

[0003] 2. 필드

[0004] 본 개시는 액체 렌즈 제조에 사용될 수 있는 성형된 제품을 형성하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 3. 기술적 배경

[0006] 등은 유리 프레싱은 유리 플레이트를 폴리싱된 세라믹 또는 금속 몰드를 이용하여 상대적으로 낮은 온도(예컨대, 유리가 10^{10} 포이즈 내지 10^{12} 포이즈의 상대적으로 높은 점도를 갖는 온도)에서 프레싱하는 단계를 일반적으로 포함한다. 그러한 유리의 높은 점도는 유리가 몰드에 달라 붙는 것을 방지하고, 완성된 제품의 표면 품질을 유지하는 것을 돕는다. 몰드 복잡성 및 상대적으로 높은 가압력은 등은 유리 프레싱을 단순한 지오메트리(예컨대, 안과용 렌즈)를 갖는 작은 유리 제품으로 일반적으로 제한한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본원에 개시된 것은 성형된 제품을 형성하기 위한 방법 및 장치, 성형된 제품, 액체 렌즈의 제조 방법, 및 액체 렌즈이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본원에 개시된 것은 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 표면 개질 층을 침착하는 단계를 포함하는 방법이다. 상기 표면 개질 층은 이동 성분(mobile component)을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 이동 성분의 적어도 일부는 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동되며, 이에 의해 이동 후, 상기 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 갖는다. 표면 개질 층 및 측벽의 표면 영역은 리플로우된다. 리플로우 후 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도는 침착 전의 측벽의 표면 조도보다 작다.

[0009] 본원에 개시된 것은 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합으로부터 형성되는 플레이트를 포함하는 성형된 제품이다. 복수의 공동은 상기 플레이트 내에 형성된다. 표면 개질 층은 복수의 공동의 측벽 상에 배치된다. 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 표면 개질 층에 인접한 복수의 공동의 도핑된 영역은 이동 성분의 농도 구배를 포함한다.

[0010] 본원에 개시된 것은 제1 창, 제2 창, 제1 창 및 제2 창 사이에 배치된 공동, 및 상기 공동의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층을 포함하는 렌즈 몸체를 포함하는 액체 렌즈이다. 렌즈 몸체는 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함한다. 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질을 포함한다. 표면 개질 층에 인접한 공동의 도핑된 영역은 이동 성분의 농도 구배를 포함한다. 제1 액체 및 제2 액체는 렌즈 몸체의 공동 내에 배치된다. 제1 액체 및 제2 액체는 서로 실질적으로 혼화되지 않으며, 제1 액체 및 제2 액체 사이의 계면이 렌즈를 형성하도록 상이한 굴절률을 갖는다.

[0011] 본원에 개시된 것은 액체 렌즈를 제조하는 방법이며, 상기 방법은 표면 개질 층을 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 침착하는 단계를 포함한다. 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 상기 표면 개질 층은 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동 성분의 적어도 일부를 이동시키기에 충분한 가열 시간 동안 소정의 가열 온도로 가열되며, 이에 의해 이동 후, 상기 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 갖는다. 제1 액체 및 제2 액체는 성형된 제품의 복수의 공동 각각에 침착된다. 제1 액체 및 제2 액체는 서로 실질적으로 혼화되지 않으며, 제1 액체 및 제2 액체 사이의 계면이 렌즈를 형성하도록 상이한 굴절률을 갖는다. 캡은 제1 액체 및 제2 액체를 성형된 제품의 복수의 공동 내에 밀봉하고 액체 렌즈 어레이를 형성하기 위해 성형된 제품의 표면에 본딩된다.

[0012] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명 모두는 단지 예시적인 것이며, 청구된 주제의 본질 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 프레임 워크를 제공하기 위한 것으로 이해되어야 한다. 첨부 도면은 추가의 이해를 제공

하기 위해 포함되며, 본 명세서에 포함되어, 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면은 하나 이상의 구체예(들)를 도시하고, 명세서와 함께, 다양한 구체예의 원리 및 작동을 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 성형된 제품을 형성하기 위한 방법의 몇몇 구체예를 나타내는 흐름도이다.
- 도 2는 성형된 제품을 형성하는데 사용될 수 있는 프리폼의 몇몇 구체예의 사시도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 프리폼의 단면도이다.
- 도 4는 복수의 공동을 형성한 후의 성형된 제품의 몇몇 구체예의 부분 단면 개략도이다.
- 도 5는 폴리싱 후 성형된 제품의 몇몇 구체예의 부분 단면 개략도이다.
- 도 6은 복수의 공동의 측벽 상에 침착된 표면 개질 층을 포함하는 성형된 제품의 몇몇 구체예의 부분 단면 개략도이다.
- 도 7은 도 6에 도시된 성형된 제품의 사시도이다.
- 도 8-11은 표면 개질 층을 침착하고 가열하는 동안 성형된 제품의 몇몇 구체예의 일부를 도시한 확대 단면 개략도이다.
- 도 12는 성형된 제품을 포함하는 액체 렌즈의 몇몇 구체예의 단면 개략도이다.
- 도 13은 액체 렌즈를 제조하기 위한 방법의 몇몇 구체예를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 첨부 도면에 도시된 예시적인 구체예에 대한 참조는 상세하게 이루어질 것이다. 가능할 때마다, 동일한 참조 번호가 동일 또는 유사한 부분을 지칭하기 위해 도면 전체에 걸쳐 사용될 것이다. 도면의 구성 요소는 반드시 스케일링될 필요는 없으며, 대신 예시적인 구체예의 원리를 설명하기 위해 강조될 수 있다.
- [0015] 범위의 끝점을 포함하는 수치들은 용어 "약", "대략", 등이 선행되는 근사치로서 본원에서 표현될 수 있다. 그러한 경우에, 다른 구체예들은 특정 수치 값들을 포함한다. 수치가 근사치로 표현되는지에 관계없이, 2개의 구체예가 본 개시에 포함된다: 근사치로 표현된 하나와 근사치로 표현되지 않은 다른 하나. 각 범위의 끝점이 다른 끝점과의 관계에서 및 다른 끝점과 독립적으로 양쪽 모두에서 중요하다라는 것이 더욱 이해될 것이다.
- [0016] 본원에서 사용되는 용어 "평균 열 팽창 계수" 또는 "평균 CTE"는 0℃ 및 300℃ 사이의 주어진 물질의 평균 선형 열 팽창 계수를 의미한다. 본원에서 사용되는 용어 "열 팽창 계수" 또는 "CTE"는 달리 나타나지 않는 한 평균 열 팽창 계수를 의미한다. CTE는, 예를 들어, ASTM E228 "푸시-로드 팽창계를 사용한 고체 물질의 선형 열 팽창에 대한 표준 시험 방법" 또는 ISO 7991:1987 "유리-평균 선형 열 팽창 계수의 결정"에 설명된 절차를 이용하여 결정될 수 있다.
- [0017] 본원에서 사용되는 용어 "표면 조도"는 달리 나타나지 않는 한 ISO 25178, 지오메트릭 제품 사양 (GPS) - 표면 텍스처 : 25 μ m 필터링된, 면적에 설명된 바와 같이 결정된 표면 조도 Ra를 의미한다. 본원에 보고된 표면 조도 값은 Keyence 공초점 현미경을 사용하여 획득되었다.
- [0018] 본원에 사용된 용어 "~로부터 형성된"은 포함하는, 필수적으로 이루어진, 또는 이루어진 중 하나 이상을 의미할 수 있다. 예를 들어, 특정 물질로부터 형성된 구성 요소는 특정 물질을 포함하거나 특정 물질로부터 필수적으로 이루어지거나, 특정 물질로 이루어질 수 있다.
- [0019] 다양한 구체예에서, 방법은 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 표면 개질 층을 침착시키는 단계를 포함한다. 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 몇몇 구체예에서, 이동 성분의 적어도 일부는 표면 개질 층으로부터 성형 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동하고, 이에 따라 이동 후, 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 갖는다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 및 측벽의 표면 영역이 리플로우된다. 리플로우 후에 측벽 상에 배치된 표면 개질 층의 표면 조도는 침착 전에 측벽의 표면 조도보다 작다.
- [0020] 본원에 기재된 방법은 종래의 프레싱, 레이저 절단 및/또는 에칭 방법에 비해 감소된 측벽 조도를 갖는 공동을 갖는 상대것으로 큰 성형된 제품을 제조 할 수 있다.

- [0021] 본원에 기술된 방법은 내부에 평탄한(smooth) 공동이 형성된 성형된 제품을 제조하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 구체예에서, 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질 또는 이들의 조합으로 형성된 플레이트 및 플레이트 내에 형성된 복수의 공동을 포함한다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층은 복수의 공동의 측벽 상에 배치된다. 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층에 인접한 복수의 공동의 도핑된 영역은 이동 성분의 농도 구배를 포함한다.
- [0022] 본원에 기술된 방법은 액체 렌즈를 제조하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 구체예에서, 액체 렌즈는 제 1 창, 제2 창, 제1 창 및 제2 창 사이에 배치된 공동, 및 공동의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층을 포함하는 렌즈 몸체를 포함한다. 렌즈 몸체는 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함한다. 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층에 인접한 공동의 도핑된 영역은 이동 성분의 농도 구배를 포함한다. 제1 액체 및 제2 액체는 렌즈 몸체의 공동 내에 배치된다. 제1 액체와 제2 액체는 실질적으로 서로 혼화되지 않으며, 제1 액체와 제2 액체 사이의 계면이 렌즈를 형성하도록 상이한 굴절률을 갖는다.
- [0023] 다양한 구체예에서, 액체 렌즈를 제조하는 방법은 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 표면 개질 층을 침착시키는 단계를 포함한다. 상기 표면 개질 층은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 상기 성형된 제품은 유리 물질, 유리-세라믹 물질 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층은 이동 성분의 적어도 일부를 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측벽의 표면 영역 내로 이동시키기에 충분한 가열 시간 동안 소정의 가열 온도로 가열되며, 이에 의해, 이동 후, 상기 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 어닐링 점을 갖는다. 제1 액체 및 제2 액체는 성형된 제품의 복수의 공동 각각에 침착된다. 제1 액체 및 제2 액체는 실질적으로 서로 혼화되지 않으며, 제1 액체 및 제2 액체 사이의 계면이 렌즈를 형성하도록 상이한 굴절률을 갖는다. 몇몇 구체예에서, 캡은 성형된 제품의 표면에 본딩되어 성형된 제품의 복수의 공동 내에 제1 액체 및 제2 액체를 밀봉하고 액체 렌즈 어레이를 형성한다.
- [0024] 도 1은 성형된 물품을 형성하기 위한 방법(100)의 몇몇 구체예를 나타내는 흐름도이다. 몇몇 구체예에서, 방법(100)은 단계(102)에서 프리폼 내에 복수의 공동을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0025] 도 2는 프리폼(200)의 몇몇 구체예의 사시도이고, 도 3은 프리폼의 단면도이다. 몇몇 구체예에서, 프리폼(200)은 시트 또는 플레이트로 배열된다(configured). 예를 들어, 프리폼(200)은 제1 표면(202) 및 제1 표면에 실질적으로 평행한 제2 표면(204)을 포함한다. 프리폼(200)의 두께는 제1 표면(202) 및 제2 표면(204) 사이의 거리이다. 몇몇 구체예에서, 프리폼(200)은 도 2에 도시된 바와 같이 직사각형 원주(circumferential) 또는 둘레(perimetrical) 형상을 갖는다. 다른 구체예에서, 프리폼은 삼각형, 원형, 타원형 또는 다른 다각형 또는 비 다각형 원주 또는 둘레 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 프리폼은 실질적으로 원형 원주 형상을 갖고, 프리폼의 원주 또는 둘레에 배치된 기준 평면이 있거나 없는 웨이퍼일 수 있다. 몇몇 구체예에서, 프리폼(200)의 제1 표면(202)은 적어도 약 100cm^2 이상, 적어도 약 200cm^2 이상, 적어도 약 300cm^2 이상, 적어도 약 400cm^2 이상, 적어도 약 500cm^2 이상, 적어도 약 600cm^2 이상, 적어도 약 700cm^2 이상, 적어도 약 800cm^2 이상, 적어도 약 900cm^2 이상, 적어도 약 1000cm^2 이상, 적어도 약 1100cm^2 이상, 적어도 약 1200cm^2 이상, 적어도 약 1300cm^2 이상, 적어도 약 1400cm^2 이상, 또는 적어도 약 1500cm^2 이상의 표면적을 갖는다. 예를 들어, 프리폼(200)은 약 121.55cm^2 의 표면적을 갖는 6 인치 웨이퍼, 약 155.4cm^2 의 표면적을 갖는 A6 플레이트, 약 162.15cm^2 의 표면적을 갖는 8 인치 웨이퍼, 약 310.8cm^2 의 표면적을 갖는 A5 플레이트, 약 623.7cm^2 의 표면적을 갖는 A4 플레이트, 약 1247.4cm^2 의 표면적을 갖는 A3 플레이트, 또는 적절한 표면적을 갖는 다른 적절한 크기의 프리폼일 수 있다. 몇몇 구체예에서, 프리폼(200)은 유리 물질, 유리-세라믹 물질 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 예를 들어, 프리폼(200)은 유리 시트 또는 플레이트이다.
- [0026] 몇몇 구체예에서, 복수의 공동을 형성하는 단계는 몰드를 사용하여 프리폼 내의 복수의 공동을 프레싱하는 단계를 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 복수의 공동을 형성하는 단계는 레이저를 사용하여 프리폼에서 복수의 공동을 절단하는 단계를 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 복수의 공동을 형성하는 단계는 에칭트를 사용하여 프리폼에서 복수의 공동을 에칭하는 단계를 포함한다. 복수의 공동을 형성하기 위해 유리 프레싱, 레이저 절단 및/또는 에칭 기술을 사용하는 능력은 본원에 기술된 방법에 의해 가능할 수 있다. 예를 들어, 공동의 측벽 상에 표면 개질 층을 침착시키는 것은 전기 습윤 적용에 사용하기에 부적절할 수 있는 상대적으로 거친 표면을 갖는 측벽을 생성하는 유리 프레싱, 레이저 절단 및/또는 에칭 공정에 의해 형성된 공동의 사용을 가능

하게 할 수 있다.

- [0027] 도 4는 복수의 공동(306)을 형성한 후 성형된 제품(300)의 몇몇 구체예의 부분 단면 개략도이다. 성형된 제품(300)은 프리폼(200)의 제1 표면(202)에 대응하는 제1 표면(302) 및 제1 표면에 반대되고(opposite), 프리폼의 제2 표면(204)에 대응하는 제2 표면(304)을 포함한다. 몇몇 구체예에서, 성형된 제품(300)은 제1 표면(302)에 형성된 복수의 공동(306)을 포함한다(예를 들어, 프레스링 동안 몰드 특징에 의해 및/또는 레이저 절단에 의해 형성됨). 몇몇 구체예에서, 공동(306)은 도 4에 도시된 바와 같이 성형된 제품(300)을 통해 완전히 연장되지 않는 블라인드 홀이다. 따라서, 공동(306)은 성형된 제품(300)의 제1 표면(302)에서의 개방 단부 및 성형된 제품의 제2 표면(304) 근처에서의 폐쇄된 단부를 포함한다. 다른 구체예에서, 공동은 성형된 제품을 통해 완전히 연장되는 관통-홀(through-holes)이다.
- [0028] 몇몇 구체예에서, 복수의 공동(306)을 형성한 후, 성형된 제품(300)은 도 4에 도시된 바와 같이 성형된 제품의 하나 이상의 표면 상에 배치된 하나 이상의 용기부(308)를 포함한다. 예를 들어, 이러한 용기부(308)는 프레스링 동안 프리폼(200)의 물질의 흐름에 기인할 수 있다. 따라서, 다양한 구체예에서, 제1 표면(302) 및/또는 제2 표면(304)은 공동(306)을 형성한 후에 비평면이다.
- [0029] 몇몇 구체예에서, 방법(100)은 도 1에 도시된 바와 같이 단계(104)에서 성형된 제품을 폴리싱하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 성형된 제품(300)을 폴리싱하는 단계는 공동(306)을 형성하는 단계 후에 성형된 제품의 제1 표면(302) 또는 성형된 제품의 제2 표면(304) 중 적어도 하나를 폴리싱하는 단계를 포함한다. 도 5는 폴리싱 후 성형된 제품(300)의 몇몇 구체예의 단면 개략도이다. 몇몇 구체예에서, 상기 폴리싱 단계는 성형된 제품(300)의 제1 표면(302)으로부터 물질을 제거하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 폴리싱 단계는 제1 표면(302)으로부터 도 4에 도시된 점선(310)으로 물질을 제거하는 단계를 포함한다. 이러한 폴리싱은 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 표면(302) 상의 용기부(308)를 제거하여 공동(306)을 제외하고 실질적으로 평면인 표면을 생성할 수 있다. 몇몇 구체예에서, 폴리싱 단계는 성형된 제품(300)의 제2 표면(304)으로부터 물질을 제거하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 폴리싱 단계는 제2 표면(304)으로부터 도 4에 도시된 점선(312)으로 물질을 제거하는 단계를 포함한다. 이러한 폴리싱 단계는 도 5에 도시된 바와 같이, 제2 표면(304) 상의 용기부(308)를 제거하여 공동(306)을 제외하고 실질적으로 평면인 표면을 생성할 수 있다. 폴리싱 단계는 기계적 그라인딩, 화학적 에칭, 열처리, 또는 다른 적절한 폴리싱 공정에 의해 달성될 수 있다. 기계적 그라인딩은 공동의 측벽을 변경하지 않고 성형된 제품의 표면으로부터 물질을 제거하는데 유리할 수 있으며, 이는 본원에 기술된 바와 같은 측벽의 형상 및/또는 표면 품질을 보존하는 것을 도울 수 있다.
- [0030] 몇몇 구체예에서, 공동 형성(306) 후 및 폴리싱 전에, 성형된 제품(300)의 공동은 도 4에 도시되고 본원에 기술된 바와 같은 블라인드 홀을 포함한다. 이러한 구체예 중 일부에서, 폴리싱은 블라인드 홀을 개방하여 복수의 공동(306)을 도 5에 도시된 바와 같은 복수의 관통-홀(through-holes)로 변환시킨다. 예를 들어, 폴리싱은 블라인드 홀의 폐쇄 단부를 제거하여 블라인드 홀을 개방하고 관통 홀을 형성한다.
- [0031] 몇몇 구체예에서, 폴리싱 전 또는 후에, 성형된 제품(300)의 두께(예컨대, 제1 표면(302) 및 제2 표면(304) 사이의 거리)는 최대 약 5mm, 최대 약 4mm, 최대 약 3 mm, 최대 약 2 mm, 최대 약 1 mm, 최대 약 0.9 mm, 최대 약 0.8 mm, 최대 약 0.7 mm, 최대 약 0.6 mm, 또는 최대 약 0.5 mm일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 폴리싱 전 또는 후에, 성형된 제품(300)의 두께는 적어도 약 0.1mm, 적어도 약 0.2mm, 적어도 약 0.3mm, 적어도 약 0.4mm, 적어도 약 0.5mm, 적어도 약 0.7 mm, 적어도 약 0.8 mm, 적어도 약 0.9 mm, 또는 적어도 약 1 mm일 수 있다.
- [0032] 몇몇 구체예에서, 방법(100)은 도 1에 도시된 바와 같이 단계(106)에서 성형된 제품의 복수의 공동의 측벽 상에 표면 개질 층(SML, surface modification layer)을 침착하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법(100)은 성형된 제품(300)의 복수의 공동(306) 각각의 측벽 상에 표면 개질 층을 침착시키는 단계를 포함한다. 도 6은 복수의 공동(306)의 측벽 상에 침착된 표면 개질 층(307)을 포함하는 성형된 제품(300)의 몇몇 구체예의 단면 개략도이고, 도 7은 성형된 제품의 사시도이다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층(307)은 이동 성분을 포함하는 유리 물질로부터 형성된다. 예를 들어, 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층(307)은 플루오로 실리케이트 유리, 보로실리케이트 유리, 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 몇몇 구체예에서, 이동 성분은 플루오린, 보론, 인, 또는 이들의 조합을 포함한다. 예를 들어, 표면 개질 층(307)이 플루오로 실리케이트 유리로부터 형성되는 몇몇 구체예에서, 이동 성분은 플루오린을 포함하거나 필수적으로 이루어지거나, 또는 이루어진다. 표면 개질 층(307)이 보로실리케이트 유리로부터 형성되는 몇몇 구체예에서, 이동 성분은 보론을 포함하거나, 필수적으로 이루어지거나, 또는 이루어진다. 몇몇 구체예에서, 플루오로 실리케이트 유리 및/또는 보로실리케이트 유리는 인

으로 도핑될 수 있다. 이러한 유리 물질은 본원에 기술된 방법 및 장치에 사용하기에 적합한 상대적으로 낮은 연화점을 가질 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 이러한 유리 물질의 이동 성분은 성형된 제품 내로 이동하여 본원에 기술된 바와 같은 감소된 변형점, 어닐링 점 및/또는 연화점을 갖는 도핑된 표면 영역을 형성할 수 있다.

[0033] 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (307)을 침착시키는 단계는 플레임 가수 분해 침착 (FHD), 스퍼터링, 졸 겔 침착, 화학 증착 (CVD), 또는 다른 적절한 침착 기술을 사용하여 표면 개질 층을 침착시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (307)을 침착시키는 단계는 화학 증착 (CVD)을 사용하여 표면 개질 층을 침착시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 상기 침착은 저압 화학 증착 (LPCVD), 서브-상압 화학 증착 (SACVD), 또는 플라즈마 강화 화학 증착 (PECVD)을 사용하여 표면 개질 층 (307)을 침착하는 것을 포함한다. 몇몇 구체예에서, 침착은 CVD에 의해 SiF_4 및 SiH_4 로부터 플루오로 실리케이트 유리를 침착시키는 것을 포함한다. CVD에 의해 표면 개질 층을 침착시키는 단계는 본원에 기술된 바와 같이 이동 성분을 성형된 제품의 표면 층 내로 이동시키기에 충분히 높은 농도로 표면 개질 층의 유리 물질 내에 이동 성분을 혼입시킬 수 있다.

[0034] 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (307)의 유리 물질 중 이동 성분의 농도는 적어도 약 5 wt%, 적어도 약 6 wt%, 적어도 약 7 wt%, 적어도 약 8 wt%, 적어도 약 9 wt%, 적어도 약 10 wt%, 또는 적어도 약 11 wt%이다. 추가적으로 또는 대안적으로, 표면 개질 층 (307)의 유리 물질에서 이동 성분의 농도는 최대 약 25 wt%이다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (307)의 유리 물질 중 SiO_2 의 농도는 적어도 약 75 wt%, 적어도 약 80 wt%, 적어도 약 85 wt%, 적어도 약 89 wt%, 적어도 약 90 wt%, 적어도 약 91 wt%, 또는 적어도 약 92 wt%이다.

[0035] 몇몇 구체예에서, 방법 (100)은 도 1에 도시된 바와 같이 단계 (108)에서 이동 성분의 적어도 일부를 표면 개질 층으로부터 성형된 제품의 측면의 표면 영역으로 이동시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 표면 개질 층 (307)으로부터 이동 성분을 이동시키는 단계는 표면 영역 (예컨대, 계면으로부터 성형된 제품 내로 연장되는 영역)이 이동 성분으로 도핑되도록, 이동 성분의 이온을 표면 개질 층과 성형된 제품 (300) 사이의 계면을 가로질러 이동시키는 단계를 포함한다. 따라서, 이동 성분을 이동시키는 단계는 도핑된 표면 영역이 성형된 제품의 벌크(예컨대, 성형된 제품의 미도핑된 영역)보다 이동 성분의 보다 높은 농도를 갖도록 이동 성분을 갖는 성형된 제품 (300)의 표면 영역을 도핑하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 성형된 제품(300)의 도핑된 표면 영역은 적어도 약 1 μm , 적어도 약 2 μm , 적어도 약 3 μm , 적어도 약 4 μm , 적어도 약 5 μm , 적어도 약 6 μm , 적어도 약 7 μm , 적어도 약 8 μm , 적어도 약 9 μm , 적어도 약 10 μm , 적어도 약 15 μm , 적어도 약 20 μm , 적어도 약 25 μm , 적어도 약 30 μm , 적어도 약 35 μm , 적어도 약 40 μm , 적어도 약 45 μm , 또는 적어도 약 50 μm 의 깊이로 계면으로부터 성형된 제품 내로 연장한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 성형된 제품 (300)의 도핑된 표면 영역은 계면으로부터 성형된 제품 내로 최대 약 100 μm , 최대 약 90 μm , 최대 약 80 μm , 최대 약 70 μm , 최대 약 60 μm , 최대 약 50 μm , 최대 약 40 μm , 최대 약 30 μm , 최대 약 20 μm , 최대 약 10 μm , 또는 최대 약 5 μm 의 깊이까지 연장된다.

[0036] 몇몇 구체예에서, 상기 도핑된 표면 영역은 이동 성분의 농도의 구배를 포함한다. 예를 들어, 표면 영역에서의 이동 성분의 농도는 표면 개질 층 (307)과의 계면으로부터 성형된 제품 (300)으로 점차 감소한다(예컨대, 이동의 결과로서). 몇몇 구체예에서, 이동 후, 도핑된 표면 영역은 성형된 제품의 벌크에 비해 감소된 변형점, 어닐링 점 및/또는 연화점을 갖는다. 예를 들어, 표면 영역을 이동 성분으로 도핑하는 것은 성형된 제품의 도핑되지 않은 영역(예컨대 벌크)의 변형점, 어닐링 점 및/또는 연화점을 실질적으로 변화시키지 않으면서, 표면 영역의 변형점, 어닐링 점 및/또는 연화점을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 실리케이트 유리(예컨대, SiO_2 , 또는 용융된 실리카)를 플루오린으로 도핑하는 것은 113 $^{\circ}\text{C}$ /wt% F까지 실리케이트 유리의 어닐링 포인트를 감소시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다. 또한, 예를 들어, 실리케이트 유리를 보론으로 도핑하는 것은 26 $^{\circ}\text{C}$ /wt% B_2O_3 까지 실리케이트 유리의 어닐링 점을 감소시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다.

[0037] 몇몇 구체예에서, 방법 (100)은 도 1에 도시된 바와 같이 단계 (110)에서 표면 개질 층 및 측면의 표면 영역을 리플로우하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 리플로우는 표면 개질 층 (307)의 유리 물질 및 성형된 제품 (300)의 표면 영역(예컨대, 도핑된 영역)의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 유동시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 상기 리플로우 단계는 각각의 물질의 연화점 위로 표면 개질 층 (307)의 유리 물질 및 성형된 제품 (300)의 표면 영역(예컨대, 도핑된 영역)의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 가열시켜, 상기 물질들이 유동하도록 하는 가열 단계를 포함한다. 이러한 유동은 표면 개질 층 (307) 및/또는 표면 개질 층과 성형된 제품 (300)의 측면 사이의 계면을 평탄하게 할 수 있으며, 이는 표면 개질 층의 조도의 감소를 가능하게 할 수 있다. 몇몇 구체예에서, 리플로우 후에 측면 상에 배치된 표면 개질 층 (108)의 표면 조

도는 침착 전의 측벽의 표면 조도보다 작다. 예를 들어, 침착 전 측벽의 표면 조도는 적어도 약 $0.5\mu\text{m}$, 적어도 약 $1\mu\text{m}$, 적어도 약 $2\mu\text{m}$, 적어도 약 $3\mu\text{m}$, 적어도 약 $4\mu\text{m}$, 적어도 약 $5\mu\text{m}$, 또는 적어도 약 $10\mu\text{m}$ 이상일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 리플로우 후에 측벽 상에 배치된 표면 개질 층 (108)의 표면 조도는 최대 약 1000nm , 최대 약 900nm , 최대 약 800nm , 최대 약 700nm , 최대 약 600nm , 최대 약 500nm , 최대 약 400nm , 최대 약 300nm , 최대 약 200nm , 최대 약 100nm 또는 최대 약 50nm 일 수 있다.

[0038] 성형된 제품의 표면 영역을 도핑하는 단계 및 그 후 표면 개질 층 및 도핑된 표면 영역 모두를 리플로우하는 단계를 포함하는 본원에 기술된 방법은 성형된 제품 상에 코팅(예컨대, 유리 코팅)을 침착하는 단계 및 도핑 없이 코팅을 리플로우 하는 단계 및 표면 영역을 리플로우 하는 단계를 포함하는 방법에 비해 감소된 표면 조도를 가능하게 한다. 예를 들어, 본원에 기술된 리플로우 단계 중에, 표면 개질 층의 표면 및 표면 개질 층 및 성형된 제품 사이의 계면 모두에서 평활화(smoothing)이 발생할 수 있다. 도핑된 표면 영역의 상대적으로 낮은 변형점, 어닐링 점, 및/또는 연화점 및 성형된 제품의 벌크의 상대적으로 높은 변형점, 어닐링 점, 및/또는 연화점은 코팅된 측벽의 크기 및/또는 형상의 실질적인 변경 없이 그러한 평활화를 가능하게 할 수 있다. 따라서, 성형된 제품의 형상은 표면의 평활화 동안 유지될 수 있다.

[0039] 몇몇 구체예에서, 방법 (100)은 표면 개질 층을 소정의 가열 온도로 가열하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (100)은 복수의 공동 (306)의 측벽 상에 배치된 표면 개질 층 (307) 및/또는 성형된 제품 (300)의 도핑된 표면 영역을 본원에 기술된 바와 같은 이동 및 리플로우를 야기하기 위해 충분한 가열 시간 동안 상기 가열 온도로 가열하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 상기 가열하는 단계는 유리 제품 상에 배치된 표면 개질 층 (307)을 갖는 유리 제품 (300)을 가열하는 단계를 포함한다(예컨대, 오븐 또는 레어(lehr) 내에서). 몇몇 구체예에서, 이동 및 리플로우는 단일 가열 단계 (예컨대, 실온에서 가열 온도로 램핑, 가열 시간 동안 가열 온도를 유지, 및 가열 온도에서 실온으로 램핑)에 의해 야기된다. 다른 구체예에서, 이동은 제1 가열 단계에 의해 야기되고, 리플로우는 제2 가열 단계에 의해 야기된다.

[0040] 도 8 내지 도 11은 침착 및 가열의 몇몇 구체예 동안 성형된 제품 (300)의 몇몇 구체예의 일부를 도시한 확대 단면 개략도이다. 도 8은 침착 전의 성형된 제품 (300)을 도시한다. 몇몇 구체예에서, 침착 전에, 성형된 제품 (300)은 본원에 기술된 바와 같이 상대적으로 거친 표면을 갖는다. 도 9는 침착 후 성형된 제품 (300)을 도시한다. 몇몇 구체예에서, 침착 후에, 표면 개질 층 (307)은 성형된 제품 (300)의 공동 (306)의 측벽 상에 배치된다. 침착 직후 (예컨대, 이동 및 리플로우 전에), 표면 개질 층 (307)의 표면 조도는 침착 전의 하부 유리 제품 (300)의 표면 조도와 유사할 수 있다. 도 10은 이동 후 성형된 제품 (300)을 도시한다. 예를 들어, 가열의 초기 단계 동안, 이동 성분의 이온은 표면 개질 층 (307)으로부터 표면 영역 (301B)으로 이동하여 본원에 기술된 바와 같이 표면 영역을 도핑함으로써, 표면 영역의 변형점, 어닐링 점, 및/또는 연화점을 낮춘다. 이동 후, 표면 영역의 변형점, 어닐링 점 및/또는 연화점은 성형된 제품(300)의 벌크 (301A)의 변형점, 어닐링 점 및/또는 연화점 각각보다 낮다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (307)을 리플로우하는 것은 이동 동안 시작된다. 예를 들어, 이동 동안 가열 온도는 표면 개질 층이 이동 동안 유동할 수 있도록 표면 개질 층 (307)의 연화 온도보다 클 수 있다. 도 11은 리플로우 후에 성형된 제품 (300)을 도시한다. 예를 들어, 가열의 후속 단계 동안 (예를 들어, 초기 단계 이후 또는 별도의 가열 단계 동안), 표면 개질 층 (307) 및 도핑된 표면 영역 (301B)은 리플로우될 수 있고, 이에 의해 표면 개질 층; 및 도 11에 도시된 바와 같은 성형된 제품(300) 및 표면 개질 층 사이의 계면의 표면 조도는 낮아질 수 있다. 몇몇 구체예에서, 성형된 제품 (300)의 벌크 (301A)는 리플로우 단계 동안 실질적으로 리플로우되지 않는다(예컨대, 도핑된 표면 영역(301B)에 비해 성형된 제품의 벌크의 높은 변형 점, 어닐링 점 및/또는 연화점의 결과).

[0041] 몇몇 구체예에서, 가열 온도는 표면 개질 층 (307)의 연화점보다 높다. 추가적으로 또는 대안적으로, 가열 온도는 성형된 제품 (300)의 도핑된 표면 영역의 적어도 일부 (예컨대, 상대적으로 높은 농도의 이동 성분을 갖는 표면 개질 층 (307) 및 성형된 제품 사이의 계면 근처의 도핑된 표면 영역의 일부)의 연화점보다 높다. 추가적으로 또는 대안적으로, 가열 온도는 성형된 제품 (300)의 벌크의 연화점보다 낮다. 몇몇 구체예에서, 가열 온도는 성형된 제품 (300)의 벌크의 연화점에 적어도 약 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 적어도 약 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만, 또는 적어도 약 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 미만이다. 몇몇 구체예에서, 성형된 제품 (300)(예컨대, 침착 전의 성형된 제품)의 벌크의 연화점은 적어도 약 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $610\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $620\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $630\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $640\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $660\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $670\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $680\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $690\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $700\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $750\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, 적어도 약 $850\text{ }^{\circ}\text{C}$, 또는 적어도 약 $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이다. 추가적으로 또는 대안적으로, 성형된 제품(300)의 벌크의 연화점은 최대 약 $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$, 최대 약 $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, 최대 약 $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 최대

약 1000℃, 최대 약 900℃, 최대 약 800℃, 또는 최대 약 700℃이다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (307)의 연화점은 성형된 제품 (300)의 벌크의 연화점의 적어도 약 10℃ 미만, 적어도 약 20℃ 미만, 적어도 약 30℃ 미만, 적어도 약 40℃ 미만, 적어도 약 50℃ 미만, 적어도 약 60℃ 미만, 적어도 약 70℃ 미만, 적어도 약 80℃ 미만, 적어도 약 90℃ 미만, 또는 적어도 약 100℃ 미만이다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층(307)의 연화점은 적어도 약 300℃, 적어도 약 350℃, 적어도 약 400℃, 적어도 약 450℃, 적어도 약 500℃, 적어도 약 550℃, 또는 적어도 약 600℃이다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 표면 개질 층 (307)의 연화점은 최대 약 900℃, 최대 약 800℃, 최대 약 700℃, 최대 약 600℃, 최대 약 550℃, 또는 최대 약 500℃이다. 몇몇 구체예에서, 가열 온도는 적어도 약 600℃, 적어도 약 610℃, 적어도 약 620℃, 적어도 약 630℃, 적어도 약 640℃, 적어도 약 650℃, 적어도 약 660℃, 적어도 약 670℃, 적어도 약 680℃, 적어도 약 690℃, 적어도 약 700℃, 적어도 약 750℃, 적어도 약 800℃, 적어도 약 850℃, 또는 적어도 약 900℃이다. 추가적으로 또는 대안적으로, 가열 온도는 최대 약 1300℃, 최대 약 1200℃, 최대 약 1100℃, 최대 약 1000℃, 최대 약 900℃, 최대 약 800℃, 또는 최대 약 700℃이다.

[0042] 표면 개질 층의 연화점 및 성형된 제품의 벌크의 연화점 사이의 가열 온도는 표면 개질 층의 유리 물질의 이동 성분의 이동, 표면 개질 층의 리플로우, 및/또는 성형된 제품의 하부 벌크의 크기 및/또는 형상의 실질적인 변경 없이 성형된 제품의 도핑된 표면 영역의 리플로우하는 것을 가능하게 하고, 이는 공동을 실질적으로 변형시키지 않으면서 공동 표면의 평활화를 가능하게 한다. 몇몇 구체예에서, 가열 시간은 적어도 약 5분, 적어도 약 6분, 적어도 약 7분, 적어도 약 8분, 적어도 약 9분, 적어도 약 10분, 적어도 약 15분, 적어도 약 20분, 적어도 약 25분, 또는 적어도 약 30분이다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 가열 시간은 최대 약 1시간이다.

[0043] 몇몇 구체예에서, 이동 및/또는 리플로우 전 또는 후의, 표면 개질 층 (307)의 두께는 적어도 약 500nm, 적어도 약 600nm, 적어도 약 700nm, 적어도 약 800nm, 적어도 약 900nm, 적어도 약 1000nm, 적어도 약 1100nm, 적어도 약 1200nm, 적어도 약 1300nm, 적어도 약 1400nm, 적어도 약 1500nm, 적어도 약 1600nm, 적어도 약 1700nm, 적어도 약 1800nm, 적어도 약 1900nm, 적어도 약 2000nm, 적어도 약 2500nm, 또는 3000nm이다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 이동 및/또는 리플로우 전 또는 후에, 표면 개질 층 (307)의 두께는 최대 약 10 μ m, 최대 약 9 μ m, 최대 약 8 μ m, 최대 약 7 μ m, 최대 약 6 μ m, 또는 최대 약 5 μ m이다. 더 두꺼운 표면 개질 층이 보다 낮은 온도에서 리플로우될 수 있는 것으로 관찰되었다.

[0044] 몇몇 구체예에서, 방법 (100)은 표면 개질 층을 에칭하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (100)은 표면 개질 층 (307)을 이동 및/또는 리플로우 후에 에천트와 접촉시키는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 에천트는 알루미늄 에천트를 포함한다. 예를 들어, 상기 에천트는 타이 A 알루미늄 에천트를 포함한다. 이동 및/또는 리플로우 동안, 성형된 제품 (300)의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합 내에 존재하는 이동 성분은 표면 개질 층 (307) 내로 이동할 수 있다. 예를 들어, 성형된 제품 (300)이 알칼리 알루미늄노실리케이트 유리 조성물로부터 형성되는 구체예에서, 성형된 제품 내에 존재하는 알칼리 성분과 같은 이동 성분은 본원에 기술된 가열 동안 표면 개질 층 (307)으로 이동할 수 있다. 이러한 이동은 표면 개질 층의 표면을 포함하여, 표면 개질 층 (307) 내에 염(예컨대, 알칼리 플루오라이드 염)의 형성을 결과할 수 있다. 몇몇 구체예에서, 상기 에칭은 표면 개질 층의 유리 물질 및/또는 성형된 제품 (300)의 유리 물질, 유리-세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 실질적으로 용해시키는 것 없이 표면 개질 층(307)의 표면 상에 존재하는 염을 용해시킨다. 이러한 에칭은 표면 개질 층의 평탄도를 보존하는 것을 도울 수 있다 (예컨대, 표면의 조도를 증가시킬 수 있는 염을 제거함으로써).

[0045] 몇몇 구체예에서, 공동 (306)은 침착, 이동, 리플로우, 및/또는 에칭 전 또는 후에, 최대 약 5 mm, 최대 약 4 mm, 최대 약 3 mm, 최대 약 2 mm, 또는 최대 약 1 mm의 직경 또는 폭을 갖는다. 추가적으로 또는 대안적으로, 공동 (306)은 침착, 이동, 리플로우, 및/또는 에칭 전 또는 후에, 적어도 약 0.5 mm 또는 적어도 약 1 mm의 직경 또는 폭을 갖는다. 공동 (306)의 직경 또는 폭은 성형된 제품 (300) 제1 표면 (302) 및/또는 성형된 제품의 제2 표면 (304)의 직경 또는 폭을 지칭할 수 있다. 평탄하고 및/또는 직선 측벽을 갖는 그러한 작은 공동은 본원에 기술된 방법에 의해 가능해질 수 있다. 몇몇 구체예에서, 복수의 공동에서 공동 (406)의 수는 적어도 10개, 적어도 200개, 적어도 300개, 적어도 400개, 적어도 500개, 적어도 600개, 적어도 700개, 적어도 800개, 적어도 900개, 적어도 1000개, 적어도 1100개, 적어도 1200개, 적어도 1300개, 적어도 1400개, 또는 적어도 1500개일 수 있다. 단일 성형된 제품 상의 그러한 다수의 공동은 웨이퍼 제조 기술을 사용하여, 액체 렌즈와 같은, 장치의 대규모 생산을 가능하게 할 수 있다. 몇몇 구체예에서, 침착, 이동, 리플로우, 및/또는 에칭 전 또는 후에, 성형된 제품 (300)의 공동 (306)의 측벽은 실질적으로 직선형이다. 예를 들어, 직선으로부터 공동 (306)의 측벽의 편차는 성형된 제품 (300)의 두께를 통해 측벽을 따라 $\pm 0.25 \mu\text{m/mm}$ 내에 있다. 몇몇 구체예에서, 공

동 (306)은 평탄하고 실질적으로 직선형인 측벽을 갖는 절두 원뿔 형상(truncated conical shape)을 갖는다.

[0046] 몇몇 구체예에서, 방법 (100)은 성형된 제품을 도 1에 도시된 바와 같이 단계 112에서 개별화(singulating)하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 성형된 제품 (300)을 개별화하는 단계는 성형된 제품을 성형, 폴리싱, 침착, 이동, 리플로우, 및/또는 에칭 후에 2개 이상의 성형된 서브-제품으로 분리하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 성형된 제품 (300)을 개별화하는 단계는 성형된 제품을 하나 이상의 절단 경로를 따라 절단(cutting) 또는 브레이킹(breaking)하는 단계를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 성형된 제품 (300)을 개별화하는 단계는 성형된 제품을 다이싱하는 단계를 포함한다(예컨대, 기계적 다이싱 톱, 레이저, 또는 다른 적절한 절단 장치로). 예를 들어, 상기 개별화하는 단계는 복수의 성형된 서브-제품을 형성하기 위해 성형된 제품 (300)을 다이싱하는 단계를 포함하고, 각 서브-제품은 단일 공동 (406)을 포함한다. 그러한 성형된 서브-제품은 본원에 기술된 바와 같이 액체 렌즈를 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0047] 몇몇 구체예에서, 본원에 기술된 방법은 액체 렌즈를 제조하는데 사용될 수 있다. 도 12는 성형된 제품 (300)을 포함하는 액체 렌즈 (400)의 몇몇 구체예의 단면 개략도이다. 몇몇 구체예에서, 액체 렌즈 (400)는 렌즈 몸체 (435) 및 렌즈 몸체 내에 형성된 공동 (406)을 포함한다. 몇몇 구체예에서, 표면 개질 층 (408)은 공동 (406)의 측벽 상에 배치된다. 따라서, 공동 (406)의 측벽은 코팅된 측벽이다. 제1 액체 (438) 및 제2 액체 (439)는 공동 (406) 내에 배치된다. 몇몇 구체예에서, 제1 액체 (438)는 극성 액체 또는 전도성 액체이다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 제2 액체 (439)는 비극성 액체 또는 절연 액체이다. 몇몇 구체예에서, 제1 액체 (438) 및 제2 액체 (439)는, 제1 액체 및 제2 액체 사이의 계면 (440)이 렌즈를 형성하도록 서로 혼화되지 않으며, 상이한 굴절률을 갖는다. 계면 (440)은 전기 습윤(elctrowetting)을 통해 조정될 수 있다. 예를 들어, 전압이 제1 액체에 관한 공동의 표면의 습윤성을 증가시키거나 또는 감소시키고 계면 (440)의 형상을 변경하기 위해, 제1 액체 (438) 및 공동 (406)의 표면 사이에 적용될 수 있다(예컨대, 공동의 표면 근처에 위치되고 제1 액체로부터 절연된 전극). 몇몇 구체예에서, 계면 (440)을 조정하는 것은 계면의 형상을 변경시키고, 이는 액체 렌즈 (400)의 초점 거리 또는 초점을 변경시킨다. 예를 들어, 초점 거리의 변화는 액체 렌즈 (400)가 오토포커스 (AF) 기능을 수행할 수 있게 한다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 계면 (440)을 조정하는 것은 광축(optical axis) (476)에 대해 계면을 기울인다(tilt). 예를 들어, 이러한 기울임은 액체 렌즈 (400)가 광학 이미지 안정화 (OIS) 기능을 수행할 수 있게 한다. 전기 습윤을 통한 계면 (440)의 이러한 조정은 표면 조도 및/또는 공동 (406)의 측벽의 비선형성에 민감할 수 있다. 따라서, 평탄하고 및/또는 실질적으로 직선형인 측벽을 갖는 공동 (306)을 갖는 성형된 제품 (300)을 형성하기 위한 본원에 기술된 방법은 액체 렌즈 (400)를 위한 공동 (406)을 형성하는데 유리할 수 있다. 몇몇 구체예에서, 제1 액체 (438) 및 제2 액체 (439)는 실질적으로 동일한 밀도를 가지며, 이는 액체 렌즈 (400)의 물리적 배향의 변경의 결과(예컨대, 중력의 결과)로서 계면 (440)의 형상의 변화를 피하는 것을 도울 수 있다.

[0048] 몇몇 구체예에서, 액체 렌즈 (400)의 렌즈 몸체 (435)는 제1 창 (441) 및 제2 창 (442)을 포함한다. 이러한 구체예들 중 일부에서, 공동 (406)은 제1 창 (441) 및 제2 창 (442) 사이에 배치된다. 몇몇 구체예에서, 렌즈 몸체 (435)는 렌즈 몸체를 협력적으로(cooperatively) 형성하는 복수의 층을 포함한다. 예를 들어, 도 12에 도시되는 구체예에서, 렌즈 몸체 (435)는 캡 (443), 성형된 플레이트 (444), 및 베이스 (445)를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 공동 (406)을 갖는 성형된 플레이트 (444)는 공동 (306)을 갖는 성형된 제품 (300)을 포함하거나 이로부터 형성된다. 예를 들어, 공동 (406)을 갖는 성형된 플레이트 (444)는 공동 (306)을 갖는 성형된 제품 (300)을 참조하여 본원에 기술된 바와 같이 형성되고, 캡 (443)은 성형된 플레이트의 일측면 (예컨대, 대상 측면)에 본딩되고, 베이스 (445)는 성형된 플레이트의 다른 측면 (예를 들어, 이미지 측면)에 본딩됨으로써, 상기 공동이 캡 및 베이스에 의해 대향 측면 상에 커버되도록 한다. 따라서, 공동 (406)을 커버하는 캡 (443)의 일부가 제1 창 (441)으로서 기능하고, 공동을 커버하는 베이스 (445)의 일부가 제2 창 (442)으로서 기능한다. 다른 구체예에서, 공동은 성형된 플레이트를 통해 완전히 연장되지 않는 블라인드 홀이다. 이러한 구체예에서, 베이스는 생략될 수 있고, 공동의 폐쇄 단부는 제2 창으로서 기능할 수 있다.

[0049] 몇몇 구체예에서, 공동 (406)은 도 12에 도시된 바와 같이 절단된 원뿔 형상을 가지며, 따라서 공동의 단면적은 광축 (476)을 따라 대상 측으로부터 이미지 측의 방향으로 감소한다. 이러한 테이퍼드(tapered) 공동은 광축 (476)을 따라 제1 액체 (438) 및 제2 액체 (439) 사이의 계면 (440)의 정렬을 유지하는 것을 도울 수 있다. 다른 구체예에서, 공동은, 공동의 단면적이 대상 측에서 이미지 측 방향으로 광축을 따라 증가하도록 점점 가늘어지거나, 또는 공동의 단면적이 광축을 따라 실질적으로 일정하게 유지되도록 점점 가늘어지지 않는다.

[0050] 몇몇 구체예에서, 이미지 광은 제1 창 (441)을 통해 액체 렌즈 (400)로 들어가고, 제1 액체 (438)와 제2 액체 (439) 사이의 계면 (440)에서 굴절되고, 제2 창 (442)을 통해 액체 렌즈를 빠져 나간다. 몇몇 구체예에서, 캡

(443) 및/또는 베이스 (445)는 이미지 광의 통과를 가능하게 하는 충분한 투명성을 포함한다. 예를 들어, 캡 (443) 및/또는 베이스 (445)는 중합체 물질, 유리 물질, 세라믹 물질, 유리 세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함한다. 몇몇 구체예에서, 캡 (443) 및/또는 베이스 (445)의 외부 표면은 실질적으로 평면이다. 따라서, 액체 렌즈 (400)가 렌즈로서 기능 할 수 있지만 (예를 들어, 인터페이스 (440)를 통과하는 이미지 광을 굴절시킴으로써), 액체 렌즈의 외부 표면은 고정 렌즈의 외부 표면과 같이 만곡되는 것과 달리 편평할 수 있다. 다른 구체예에서, 캡 및/또는 베이스의 외부 표면은 만곡된다. 따라서, 액체 렌즈는 통합 고정 렌즈를 포함한다. 몇몇 구체예에서, 성형된 플레이트 (444)는 본원에 기술된 유리 물질, 유리 세라믹 물질, 또는 이들의 조합을 포함한다. 이미지 광이 성형된 플레이트 (444)를 통해 공동을 통과할 수 있기 때문에, 성형된 플레이트는 투명하거나 투명하지 않을 수 있다.

[0051] 도 12는 단일 액체 렌즈 (400)를 도시하지만, 액체 렌즈는 본원에 기술된 웨이퍼 제조 공정을 사용하여 어레이로 제조될 수 있다. 예를 들어, 액체 렌즈 어레이는 플레이트 또는 웨이퍼에 부착된 복수의 액체 렌즈 (400)를 포함한다. 따라서, 단일 액체 렌즈 (400)를 형성하기 위한 개별화 전에, 성형된 플레이트 (444)는 복수의 공동 (406)을 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 개별화 이전에, 캡 (443)은 복수의 공동 (406)에 대응하는 복수의 제1 창 (441)을 갖는 플레이트를 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 개별화 이전에, 베이스 (445)는 복수의 공동 (406)에 대응하는 복수의 제2 창 (442)을 갖는 플레이트를 포함한다. 형성 후, 액체 렌즈 어레이는 개별 액체 렌즈 (400)를 형성하기 위해 개별화 될 수 있다.

[0052] 도 13은 액체 렌즈를 제조하기 위한 방법 (500)의 몇몇 구체예를 나타내는 흐름도이다. 몇몇 구체예에서, 방법 (500)은 복수의 공동을 포함하는 성형 플레이트를 형성하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (500)은 단계 (502)에서 복수의 공동 (406)을 포함하는 성형된 플레이트 (444)를 형성하는 단계를 포함한다(예컨대, 복수의 공동 (306)을 포함하는 성형된 제품 (300)을 형성하는 것과 관련하여 본원에 기술된 바와 같이).

[0053] 몇몇 구체예에서, 방법 (500)은 베이스를 성형된 플레이트의 표면에 본딩시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (500)은 단계 (504)에서 베이스 (445)를 성형된 플레이트 (444)에 본딩하는 단계를 포함한다. 상기 본딩은, 예를 들어 레이저 본딩, 접착제 본딩 또는 다른 적절한 본딩 기술을 포함한다.

[0054] 몇몇 구체예에서, 방법 (500)은 제1 및 제2 액체를 성형된 플레이트의 복수의 공동에 침착시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (500)은 단계 (506)에서 성형된 플레이트 (444)의 복수의 공동 (406) 각각에 제1 액체 (438) 및 제2 액체 (439)를 침착하는 단계를 포함한다.

[0055] 몇몇 구체예에서, 방법 (500)은 복수의 공동 내에 제1 액체 및 제2 액체를 밀봉하고 액체 렌즈 어레이를 형성하기 위해 성형된 플레이트의 표면에 캡을 본딩하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (500)은 단계 (508)에서 성형된 플레이트의 복수의 공동 (406) 내에 제1 액체 (438) 및 제2 액체 (439)를 밀봉하기 위해 캡 (443)을 성형된 플레이트 (444)에 본딩하는 단계를 포함한다. 본딩은 예를 들어 레이저 본딩, 접착제 본딩, 또는 다른 적절한 본딩 기술을 포함한다.

[0056] 몇몇 구체예에서, 방법 (500)은 액체 렌즈 어레이를 개별화하여 복수의 개별 액체 렌즈를 형성하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 방법 (500)은 단계 (510)에서 복수의 개별 액체 렌즈 (400)를 형성하기 위해 캡 (443), 성형된 플레이트 (444), 및 선택적으로 베이스 (445)를 포함하는 액체 렌즈 어레이를 개별화하는 단계를 포함한다. 상기 개별화는 예를 들어 기계적 다이싱, 레이저 다이싱 또는 다른 적절한 다이싱 기술을 포함한다.

[0057] 내부에 형성된 복수의 공동을 갖는 성형된 제품을 형성하기 위한 본원에 기술된 방법은 전기 습윤 적용에 사용하기에 충분히 평탄한 표면을 갖는 공동을 갖는 성형된 플레이트의 대규모 생산을 가능하게 할 수 있고, 이는 결국 액체 렌즈 어레이 및/또는 개별화된 액체 렌즈의 효율적인 제조를 가능하게 한다.

[0058] 도 13이 액체 렌즈를 제조하기 위해 본원에 설명된 방법을 사용하는 것을 도시하지만, 다른 구체예가 본 개시에 포함될 수 있다. 예를 들어, 다른 구체예에서, 본원에 기술된 방법 및 장치는 광학, 생물학적, 미세 유체, 또는 다른 임의의 적절한 적용에 사용하기 위한 성형된 제품을 제조하기 위해 사용될 수 있다.

[0059] 실시예

[0060] 다양한 구체예들은 다음 실시예들에 의해 더욱 명확해질 것이다.

[0061] 실시예 전체에 걸쳐, 후술되는 두께를 갖는 플루오로 실리케이트 유리 (FSG) 필름은 유리 기판에 형성된 원추형 공동의 측벽 상에 침착되었다. 상기 공동은 레이저 손상 및 에칭 공정에 의해 형성된 30° 측벽을 가졌으며, 형성될 때 표면 조도가 약 5 μm 가 되었다. 유리 기판은 코닝 인코포레이티드(코닝, 뉴욕)로부터 코닝® 고릴라®

유리로 상업적으로 이용가능한 알칼리-알루미늄 실리케이트 유리로부터 형성되었고, 563℃의 변형점, 613℃의 어닐링 점, 및 852℃의 연화점을 가졌다. FSG 필름은 600W 2MHz RF가 코일에 적용되고 25W 13.56MHz RF 바이어스가 압반에 적용되어 5mT에서 28 sccm SiH₄-SiF₄ 혼합물, 56 sccm O₂ 및 20 sccm Ar을 사용하여 플라즈마-테르(Plasma-Therm) (세인트 피터즈버그, 플로리다)의 장비에서 고밀도 플라즈마 화학 증착 (HDPCVD)을 사용하여 SiF₄ 및 SiH₄의 혼합물로부터 침착되었다. 침착 동안의 기판 온도는 150℃였다.

- [0062] 실시예 1
- [0063] 추정된 11 wt% F를 갖는 2000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 650℃의 가열 온도로 가열되었고, 유동하는 N₂에서 30분의 가열 시간 동안 650℃에서 유지되었다.
- [0064] 실시예 2
- [0065] 추정된 11 wt% F를 갖는 2000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 700℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 30 분의 가열 시간 동안 700℃에서 유지되었다.
- [0066] 실시예 3
- [0067] 추정된 11 wt% F를 갖는 2000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 725℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 30 분의 가열 시간 동안 725℃에서 유지되었다.
- [0068] 실시예 4
- [0069] 추정된 11 wt% F를 갖는 2000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 750℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 30 분의 가열 시간 동안 750℃에서 유지되었다.
- [0070] 실시예 5
- [0071] 추정된 11 wt% F를 갖는 2000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 800℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 10 분의 가열 시간 동안 800℃에서 유지되었다.
- [0072] 실시예 6
- [0073] 추정된 11 wt% F를 갖는 2000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 850℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 8 분의 가열 시간 동안 850℃에서 유지되었다.
- [0074] 가열 후에, 염들이 FSG 필름 내 및 상에 관측되었고, 버블들이 FSG 필름 내에 관측되었다.
- [0075] 실시예 7
- [0076] 추정된 11 wt% F를 갖는 5000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 700℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 30 분의 가열 시간 동안 700℃에서 유지되었다.
- [0077] 실시예 8
- [0078] 추정된 11 wt% F를 갖는 5000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 750℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 30 분의 가열 시간 동안 750℃에서 유지되었다.
- [0079] 가열 후에, 염들이 FSG 필름 내 및 상에 관측되었고, 버블들이 FSG 필름 내에 관측되었다.
- [0080] 실시예 9
- [0081] 추정된 11 wt% F를 갖는 5000 nm FSG 필름은 상술한 바와 같이 침착되었다. 침착 후, 코팅된 기판은 유동하는 N₂에서 800℃의 가열 온도로 가열되고, 유동하는 N₂에서 30 분의 가열 시간 동안 800℃에서 유지되었다.
- [0082] 가열 후에, 염들이 FSG 필름 내 및 상에 관측되었고, 버블들이 FSG 필름 내에 관측되었다.
- [0083] 가열 온도가 실시예 1-6에서 증가함에 따라, 생성된 코팅된 공동 측벽의 표면 조도가 감소되는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 실시예 1-6은 가열 온도를 증가시키는 것이 코팅된 공동 측벽의 표면 조도를 감소시킬 수 있음을 설명한다. 그러나 850℃의 가열 온도(실시예 6)에서 염들이 FSG 층 내 및 상에서 형성되는 것이 관측되었고, 버블들은 FSG 층 내에서 관측되었다. 상기 염들은 FSG 층으로부터의 플루오린과 유리 기판으로부터의 알칼

리 성분과의 반응에 의해 형성된 것으로 여겨진다. 상기 버블들은 FSG 층으로부터의 플루오린과 물, 탄소, 또는 유리 기판 내 및/또는 FSG 층과 유리 기판 사이의 계면에서의 다른 성분들의 반응에 의해 휘발성 종을 형성함으로써 형성되는 블리스터인 것으로 여겨진다.

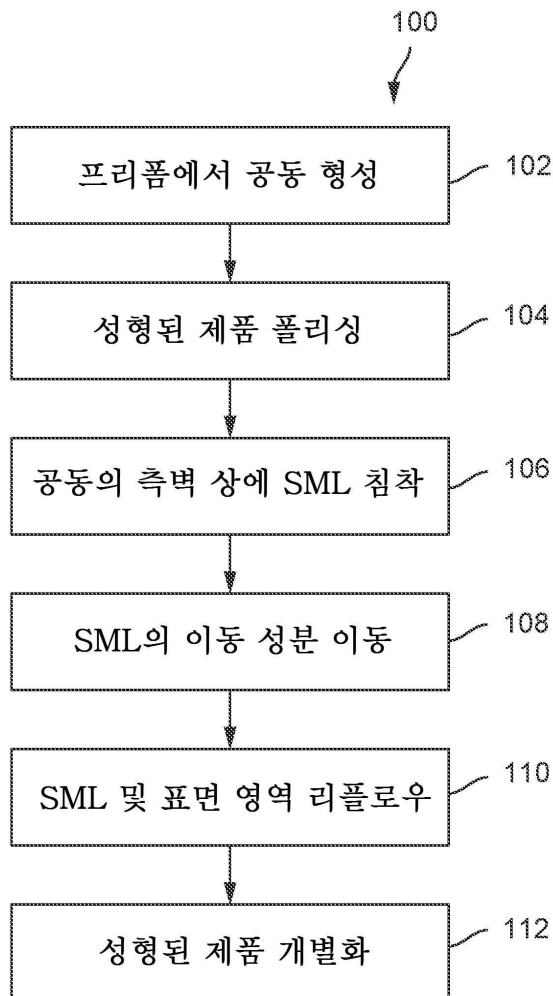
[0084] 가열 온도가 실시예 7-9에서 증가함에 따라, 생성된 코팅된 공동 측벽의 표면 조도는 감소되는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 실시예 7-9는 가열 온도를 증가시키는 것이 코팅된 공동 측벽의 표면 조도를 감소시킬 수 있음을 다시 설명한다. 그러나 염들이 FSG 층 내 및 상에 형성되는 것이 관측되었고, 및 버블들은 750℃의 가열 온도에서 FSG 층 내에서 관측되었다(실시예 8 및 9).

[0085] 실시예 7-9와 실시예 1-6을 비교하면, 염들 및 버블들은 실시예 1-6의 보다 얇은 FSG 층보다 보다 낮은 온도에서 실시예 7-9의 보다 두꺼운 FSG 층 내 및 상에서 관측되었다. 모든 케이스에서, 상기 염들은 실온에서 타입 A 알루미늄 에칭트로 5분 에칭으로 제거되었다.

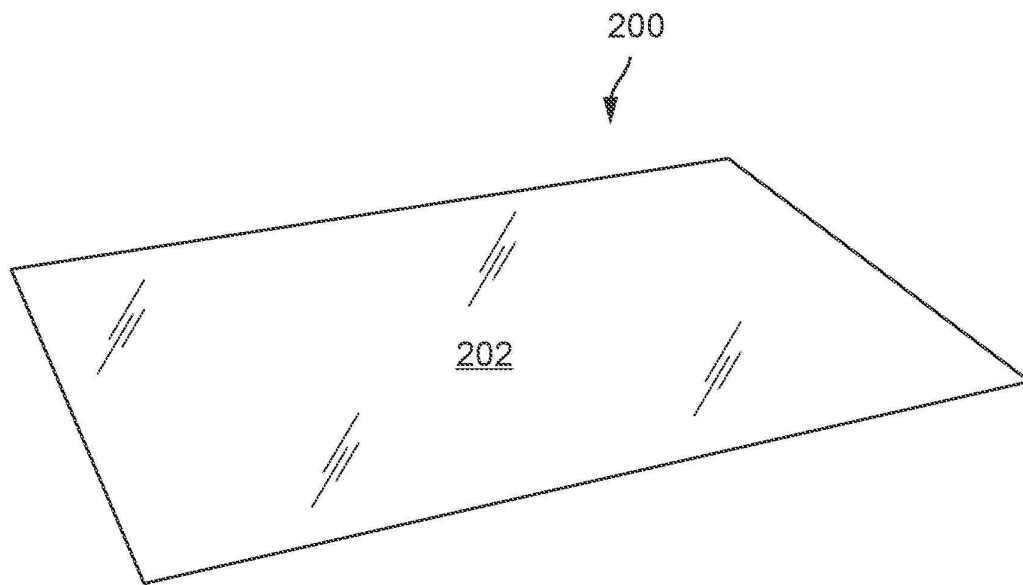
[0086] 청구된 주제의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 청구된 주제는 첨부된 청구항 및 그 균등물을 제외하고 제한되지 않아야 한다.

도면

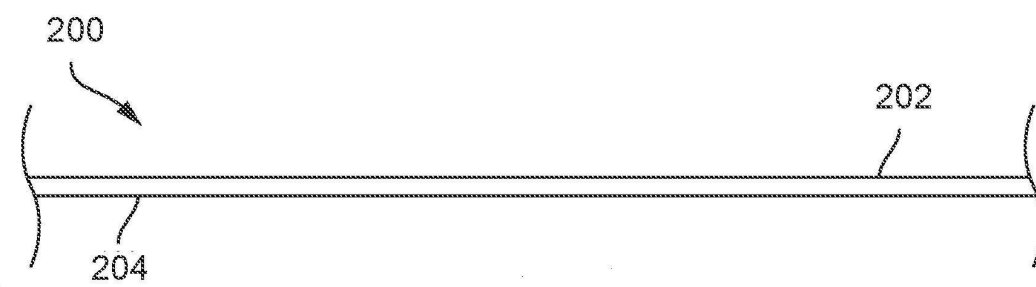
도면1



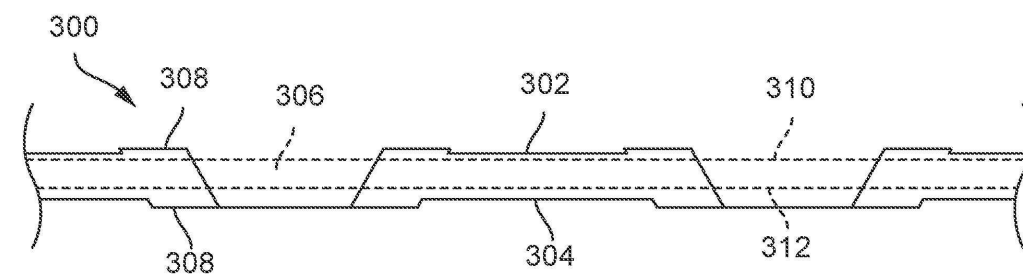
도면2



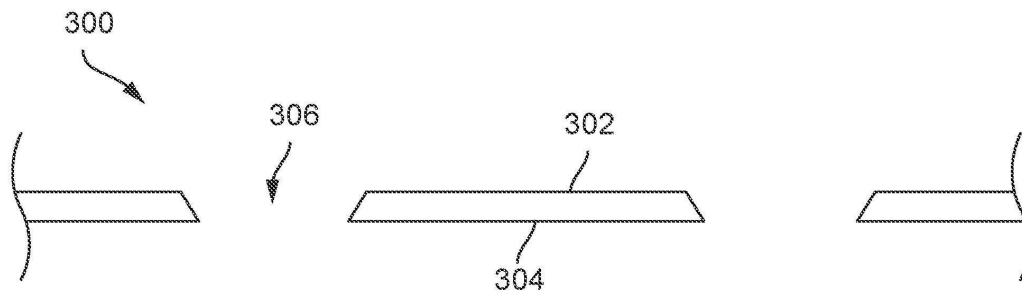
도면3



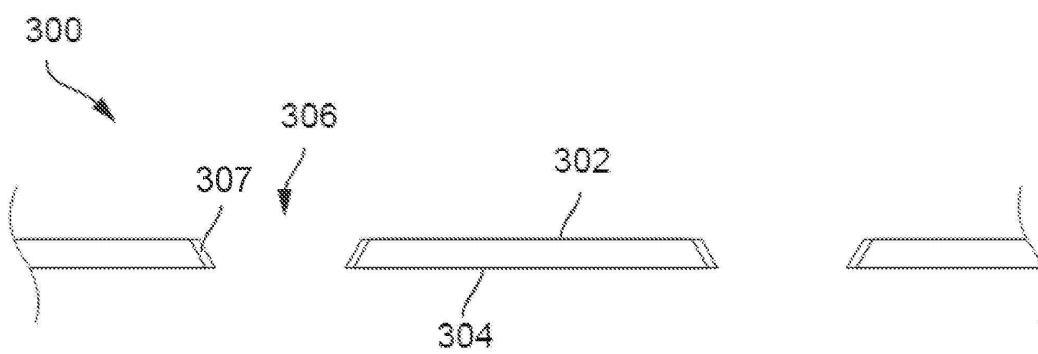
도면4



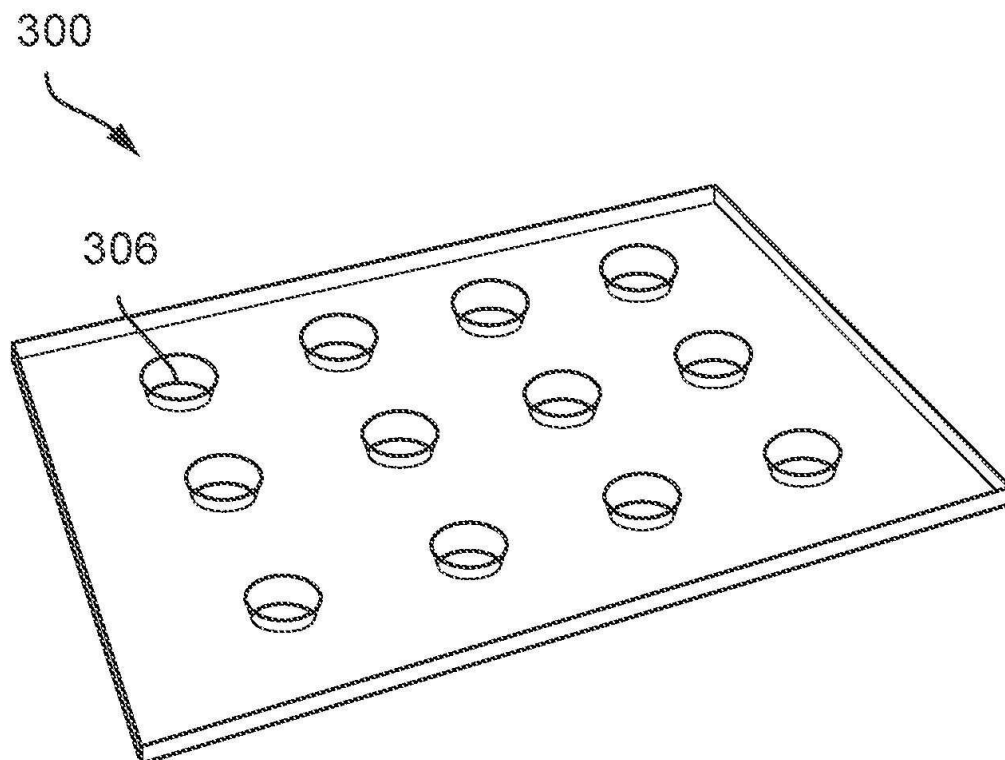
도면5



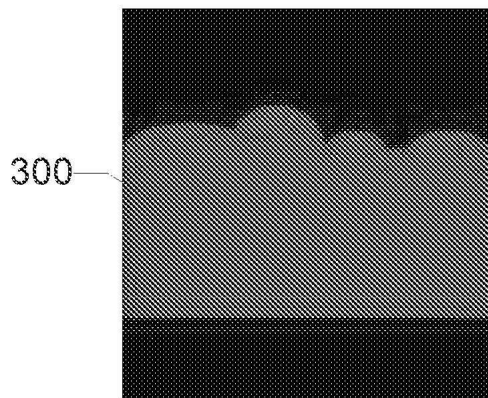
도면6



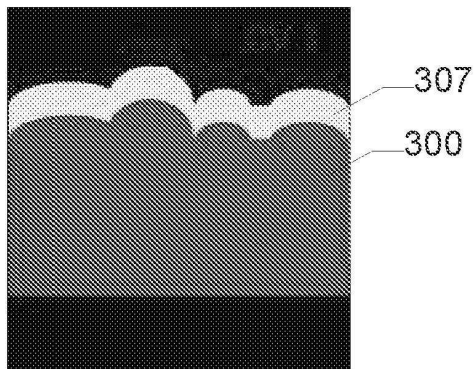
도면7



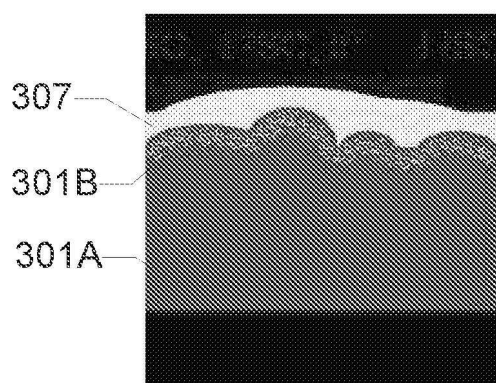
도면8



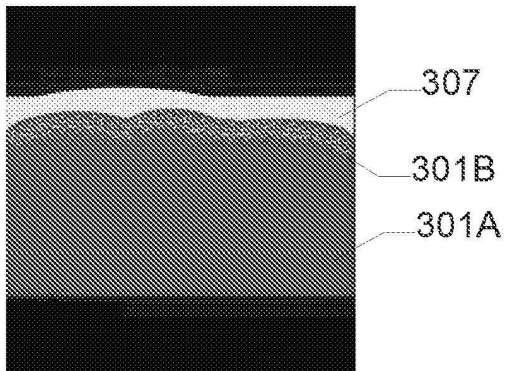
도면9



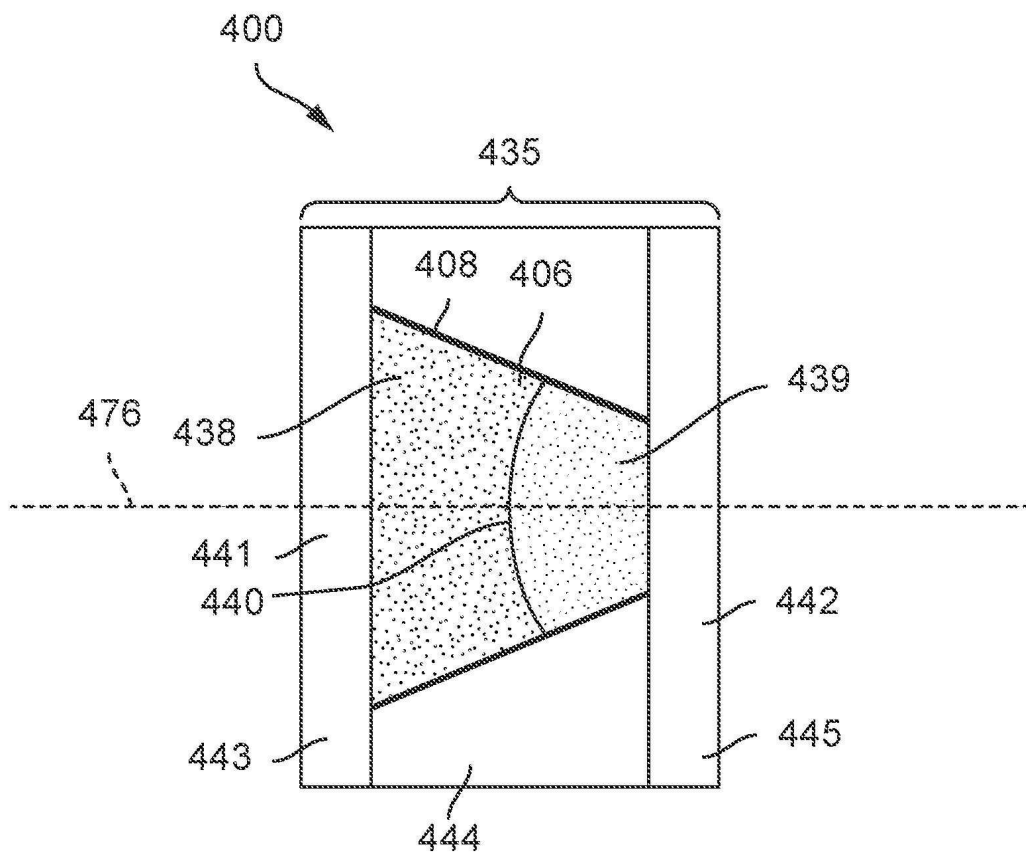
도면10



도면11



도면12



도면13

