(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0077135
(43) 공개일자 2016년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 23/025 (2006.01) *C03B 23/00* (2006.01)
C03B 23/03 (2006.01) *C03B 23/035* (2006.01)
C03B 29/02 (2006.01) *C03B 29/08* (2006.01)
C03B 40/00 (2006.01) *G05D 23/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03B 23/0258 (2013.01)
C03B 23/0086 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7013792
(22) 출원일자(국제) 2014년10월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년05월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/061662
(87) 국제공개번호 WO 2015/061376
국제공개일자 2015년04월30일
(30) 우선권주장
61/895,075 2013년10월24일 미국(US)

(71) 출원인
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
(72) 발명자
가이로, 케이스 레이몬드
미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 크놀브룩 레인 이스트 16
(74) 대리인
청운특허법인

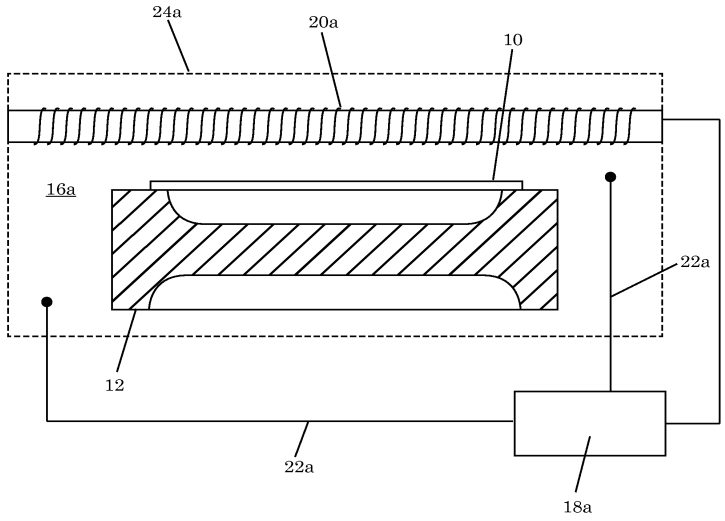
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **유리를 재형성하는 방법**

(57) 요 약

유리 재형성 방법은 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드 상에 유리 시트를 배치시키는 단계를 포함한다. 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 온도 창은 몰드에 대해 선택된다. 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 온도 창은 또한 유리 시트에 대해 선택된다. 상기 유리 시트 및 몰드는 상기 몰드의 온도가 제1온도 창 내에 있을 때까지 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건에 동시에 노출된다. 상기 유리 시트 및 몰드는, 상기 유리 시트의 형성이 시작한 후에, 상기 유리 시트의 온도가 제2 온도 창 내에 있을 때까지 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도와 제1 가열로 온도 설정 값 사이에 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건에 동시에 노출된다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
C03B 23/025 (2013.01)
C03B 23/03 (2013.01)
C03B 23/0357 (2013.01)
C03B 29/025 (2013.01)
C03B 29/08 (2013.01)
C03B 40/005 (2013.01)
G05D 23/00 (2013.01)
Y02P 40/50 (2015.11)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드 상에 상기 유리 시트를 배치하는 단계;

(b) 상기 몰드에 대한 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 제1온도 창을 선택하는 단계;

(c) 상기 유리 시트에 대한 타겟 개시 유리 형성 온도 및 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창을 선택하는 단계;

(d) 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 제1 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건을 제공하는 단계;

(e) 상기 몰드의 온도가 상기 제1온도 창 내에 있을 때까지, 상기 유리 시트 및 몰드를 상기 제1 가열로 조건에 동시에 노출시키는 단계;

(f) 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제2 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건을 제공하는 단계;

(g) 상기 유리 시트의 온도가 상기 제2온도 창 내에 있을 때까지, 상기 유리 시트 및 몰드를 상기 제2 가열로 조건에 동시에 노출시키는 단계; 및

(h) 상기 유리 시트의 온도가 상기 제2온도 창 내에 있은 이후에, 상기 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성을 시작하는 단계를 포함하는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 2

청구항 1에서,

상기 방법은:

(i) 상기 제2 가열로 온도 설정 값을 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제3 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제3 가열로 조건을 제공하는 단계; 및

(j) (g)의 동시에 노출시키는 단계 전에, 상기 유리 시트의 온도가 단계 (e)의 동시 노출의 말단에서 제1수준으로부터 상기 제1수준과 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 사이의 제2수준으로 떨어지는 시간 동안에 상기 유리 시트 및 몰드를 상기 제3가열로 조건에 동시에 노출시키는 단계를 더욱 포함하는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 3

청구항 2에서,

(i)의 제공하는 단계는 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 넘는 상기 제3가열로 온도 설정 값을 선택하는 단계를 포함하는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 4

청구항 1-3 중 어느 한 항에서,

(e)의 동시에 노출시키는 단계는 상기 유리 시트 및 몰드를 복수의 가열로 존을 통해 통과시키는 단계를 포함하고, 여기서 각각의 상기 가열로 존은 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 가열로 온도 설정 값으로 조절되는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 5

청구항 1-4 중 어느 한 항에서,

상기 유리 시트의 온도는 (e)의 동시에 노출시키는 단계 동안에 상기 제2온도 창을 초과하는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 6

청구항 1-5 중 어느 한 항에서,

상기 몰드의 온도는 (g)의 동시에 노출시키는 단계 동안에 상기 제1온도 창 내에서 머무르는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 7

청구항 1-6 중 어느 한 항에서,

상기 제2 가열로 온도 설정 값은 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 범위 아래에서 약 10℃ 내지 약 50℃의 범위인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 8

청구항 7에서,

상기 제2 가열로 온도 설정 값은 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘어 약 80℃ 내지 약 100℃ 범위인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 9

청구항 1-8 중 어느 한 항에서,

상기 제1온도 창은 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도의 ± 35℃인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 10

청구항 9에서,

상기 제2온도 창은 상기 타겟 개시 유리 형성 온도의 ± 35℃인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 11

청구항 1-10 중 어느 한 항에서,

상기 제1온도 창은 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도의 ± 20℃이고, 상기 제2온도 창은 상기 타겟 개시 유리 형성 온도의 ± 20℃인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 12

청구항 1-11 중 어느 한 항에서,

상기 타겟 개시 유리 형성 온도는 약 700℃ 내지 약 950℃ 범위이고, 여기서 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도는 약 550℃ 내지 약 750℃ 범위인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 13

청구항 1-12 중 어느 한 항에서,

상기 타겟 개시 유리 형성 온도는 약 700℃ 내지 약 800℃ 범위이고, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도는 약 600℃ 내지 약 660℃ 범위인 유리를 재형성하는 방법.

청구항 14

청구항 1-13 중 어느 한 항에서,

상기 타겟 개시 몰드 형성 온도는 상기 타겟 개시 유리 형성 온도보다 적어도 40℃ 아래인 유리를 재형성하는

방법.

청구항 15

청구항 1-14 중 어느 한 항에서,

상기 유리 시트는 상기 제2온도 창에서 약 10^{7} Poise 내지 약 10^{11} Poise 범위의 점도를 갖는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 16

청구항 1-15 중 어느 한 항에서,

상기 유리 시트는 알루미노실리케이트 유리를 포함하고, 상기 성형 면은 금속 산화물로 코팅되는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 17

청구항 1-16 중 어느 한 항에서,

상기 유리 시트는 알루미노실리케이트 유리를 포함하고, 상기 성형 면은 경질의 세라믹 재료로 코팅되는 유리를 재형성하는 방법.

청구항 18

가열로;

유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드;

가열 원; 및

컨트롤러를 포함하고,

상기 컨트롤러는:

상기 몰드용 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 제1온도 창을 수신하고,

상기 유리 시트용 타겟 개시 유리 형성 온도 및 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창을 수신하며,

상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 제1 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건을 달성하도록 상기 가열 원의 출력을 조정하고,

상기 몰드의 온도가 상기 제1온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제1 가열로 조건을 유지하며,

상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제2 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건을 달성하도록 상기 가열 원의 출력을 조정하고, 및

상기 유리 시트의 온도가 상기 제2온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제2 가열로 조건을 유지하도록 구성된, 유리를 재형성하는 시스템.

청구항 19

제1가열 원을 포함하는 제1가열로;

제2가열 원을 포함하는 제2가열로;

상기 제1가열로에서 상기 제2가열로까지 인덱싱 가능하며, 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드; 및

컨트롤러를 포함하고,

상기 컨트롤러는:

상기 몰드용 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 제1온도 창을 수신하고,

상기 유리 시트용 타겟 개시 유리 형성 온도 및 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창을 수신하며,

상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 제1 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건을 달성하도록 상기 제1가열 원의 출력을 조정하고,

상기 몰드의 온도가 상기 제1온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제1 가열로 조건을 유지하며,

상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제2 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건을 달성하도록 상기 제2가열 원의 출력을 조정하고, 및

상기 유리 시트의 온도가 상기 제2온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제2 가열로 조건을 유지하도록 구성된, 유리를 재형성하는 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2013년 10월 24일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/895,075호의 우선권을 주장하고, 이들의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

[0002] 본 개시는 일반적으로 유리 재형성에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본 개시는, 보통 가열 원을 사용하여, 몰드 및 유리 시트를 각각 타겟 몰드 및 유리 형성 온도로 가열하는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 유리 시트 재형성 공정은 몰드에 유리 시트를 배치시키는 단계, 이들의 각각의 형성 온도로 상기 유리 시트 및 몰드를 가열하는 단계 및 상기 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성시키는 단계를 포함한다. 상기 유리 시트의 형성은 상기 몰드의 성형 면에 유리 시트를 합치시키는 단계를 포함한다. 상기 몰드는 통상적으로 금속으로 구성되고, 상기 몰드 물질의 파괴 및/또는 성형 면 품질의 빠른 하락을 피하는 온도에서 작동되어야 한다. 종종, 이것은 유리가 성형 면과 접촉한 경우 최대 허용 가능한 온도를 갖는다는 것을 의미한다. 그러나, 상기 유리 온도는 유리를 손상하지 않고 유리를 형성하는 것이 불가능한 점까지 너무 낮출 필요는 없다. 그 결과는 상기 유리 시트의 형성이 유리의 성공적인 형성을 이루기 위해 시작하는 시간에 도달되어야만 하는 상대적으로 좁은 한정된 온도 타겟 (targets)을 각각의 몰드 및 유리 시트가 가질 것이라는 점이다.

[0004] 통상적으로, 유리 시트 및 몰드 모두는 이들의 바람직한 형성 온도 아래의 온도에서 시작하고, 이들 각각의 형성 온도가 도달될 때까지 보통 가열로 또는 일련의 가열로에서 함께 가열된다. 몇몇 가열로 시스템에서, 상기 몰드는 상기 유리 시트보다 빠르게 이의 타겟 형성 온도에 도달할 것이어서, 상기 몰드의 가열 속도를 늦추기 위해 추가의 몰드 냉각을 요구하고, 상기 유리 시트를 이의 타겟 형성 온도까지 가열하기 위해 더 많은 시간을 요구한다. 다른 가열로 구조에서, 상기 유리 시트는 매우 빨리 가열될 것이어서, 상기 몰드 및 유리 시트 모두가 이들 각각의 타겟에 도달할 때까지, 상기 가열로 온도는 저속 가열 몰드 및 가열로 벽 사이의 평형 상태에서 효과적으로 유리 온도를 유지시키기 위해 감소되어야 하는 것을 요구한다. 이들 방법 모두는 필요보다 더 저속 공정을 산출하고, 정밀하게 조절하는 것이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 여기에 개시된 주제는 일반적으로 유리를 재형성하는 방법에 관한 것이다. 하나의 관점에서, 상기 방법은 몰드 및 유리 모두에 대한 보통 가열 원을 사용하는 경우 이전에 가능하지 않은 독립성으로 형성 공정의 시작에서 바람직한 유리 및 몰드 온도의 범위를 도달하기 위한 수단을 포함한다. 상기 방법은 상기 몰드 및 유리 어셈블리가 형성 온도에 도달하기 위해 인덱싱을 하거나 또는 변형되는 다수의 독립적으로 조절된 가열로를 포함하는 시스템에 사용된 경우 특히 효과적이다. 이 인덱싱 배열 (indexing arrangement)은 거의 즉각적으로 변화될 열 조건을 허용하고, 따라서, 가열로 설정 점 (set point)이 변화된 경우, 통상적으로 맞닥뜨리는 저속 반응을 피한다.

[0006] 상기 방법은 유리 시트 재형성 공정의 두 개의 물리적 속성의 장점을 취한다. 첫째, 상기 유리 시트는 상기 몰드와 비교하여 훨씬 더 작은 질량 및 열 용량을 갖는다. 그 결과로서, 상기 유리 시트는 열 조건에서 갑작스런 변화에 빠르게 반응할 것이고, 반면에 상기 몰드는 새로운 열 조건에 비교적 느리게 반응할 것이다. 둘째, 형성의 시작에서 바람직한 유리 온도는 형성의 시작에 바람직한 몰드 온도보다 일반적으로 더 높다. 이 상황은 상기 몰드 상에 냉각 효과를 최소화시키면서 유리 온도에 대한 냉각 효과를 최대화하는 가열로에 대한 한 세트의 온도 설정 값의 선택을 허용한다. 예를 들어, 유리 온도보다 더 낮고 몰드 온도보다 더 높은 가열로 온도 설정 값은 동시에 상기 몰드에 대한 방사 열 원 및 상기 유리에 대한 열 흡수원 (heat sink)일 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 하나의 예시적인 구체 예에서, 유리를 재형성하는 방법은 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드 상에 상기 유리 시트를 배치하는 단계를 포함한다. 상기 몰드에 대한 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 제1 온도 창 (temperature window)은 선택된다. 또한, 상기 유리 시트에 대한 타겟 개시 유리 형성 온도 및 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창은 선택된다. 이들 온도 타겟 및 창은 상기 유리 시트의 성형성 (formability) 및 몰드 및 성형 면 무결성 (integrity)의 보존에 기초하여 선택된다. 상기 창은, 비록, 상대적으로 더 넓은 창, 예를 들어, ± 35℃까지가 형성 조건에 유리 및 몰드 물질의 민감도에 의존하여 가능할지라도, 통상적으로 상대적으로 좁은, 예를 들어, 각 타겟 ± 20℃ 근처이다.

[0008] 상기 방법은 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 제1 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건을 제공하는 단계를 더욱 포함한다. 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제2 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건은 또한 제공된다. 상기 몰드의 온도가 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 상기 제1온도 창 내에 있을 때까지, 상기 유리 시트 및 몰드는 상기 제1 가열로 조건에 동시에 노출된다. 상기 제1 가열로 조건에 노출 후에, 상기 유리 시트 및 몰드는, 상기 유리 시트의 온도가 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창 내에 있을 때까지 제2 가열로 조건에 동시에 노출된다. 상기 유리 시트를 성형 유리 제품으로의 형성은 상기 유리 시트의 온도가 제2온도 창 내에 있는 후에 시작한다.

[0009] 예시적인 구체 예에서, 유리를 재형성하는 시스템은 가열로; 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드; 가열 원; 및 컨트롤러를 포함하고, 상기 컨트롤러는: (i) 상기 몰드용 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 제1온도 창을 수신하고; (ii) 상기 유리 시트용 타겟 개시 유리 형성 온도 및 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창을 수신하며; (iii) 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 제1 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건을 달성하도록 상기 가열 원의 출력을 조정하고; (iv) 상기 몰드의 온도가 상기 제1온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제1 가열로 조건을 유지하며; (v) 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제2 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건을 달성하도록 상기 가열 원의 출력을 조정하고; 및 (vi) 상기 유리 시트의 온도가 상기 제2온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제2 가열로 조건을 유지하도록 구성된다.

[0010] 또 다른 예시적인 구체 예에서, 유리를 재형성하는 시스템은 제1가열 원을 포함하는 제1가열로; 제2가열 원을 포함하는 제2가열로; 상기 제1가열로에서 상기 제2가열로까지 인덱싱 가능하게 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면을 갖는 몰드; 및 컨트롤러를 포함하고, 상기 컨트롤러는: (i) 상기 몰드용 타겟 개시 몰드 형성 온도 및 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 포함하는 제1온도 창을 수신하고; (ii) 상기 유리 시트용 타겟 개시 유리 형성 온도 및 상기 타겟 개시 유리 형성 온도를 포함하는 제2온도 창을 수신하며; (iii) 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘는 제1 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제1 가열로 조건을 달성하도록 상기 제1가열 원의 출력을 조정하고; (iv) 상기 몰드의 온도가 상기 제1온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제1 가열로 조건을 유지하며; (v) 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도를 넘지만 상기 제1 가열로 온도 설정 값 아래에서 제2 가열로 온도 설정 값으로 조절된 제2 가열로 조건을 달성하도록 상기 제2가열 원의 출력을 조정하고; 및 (vi) 상기 유리 시트의 온도가 상기 제2온도 창 내에 있을 때까지, 상기 제2 가열로 조건을 유지하도록 구성된다.

[0011] 상기 과제의 해결 수단은 본 개시에 대한 도입을 제공하도록 의도된다. 이것은 본 개시의 핵심 또는 중요한 요소를 확인하거나 본 개시의 범주를 서술하는 것으로 의도되지 않는다. 본 개시의 다양한 관점 및 구체 예는 수반되는 도면을 참조하여 좀 더 상세하게 기재될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 다음은 수반되는 도면에서 도들의 설명이다. 상기 도들은 스케일이 요구되지 않으며, 상기 도들의 어떤 특색 및

어떤 관점은 간결성 및 명확성의 측면에서 스케일적으로 확대되거나 개략적으로 도시될 수 있다.

도 1은 몰드 상에 유리 시트를 나타낸다.

도 2는 고온 가열로 조건에서 유리 시트 및 몰드를 나타낸다.

도 3은 유리 제작 시스템을 나타낸다.

도 4는 감소된 온도 가열로 조건에서 유리 시트 및 몰드를 나타낸다.

도 5는 유리 시트 재형성 공정의 예시적인 유리 및 몰드 사이클을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 하기 상세한 설명에서, 다수의 구체적인 상세는 본 개시의 구체 예의 전반적 이해를 제공하기 위해 서술될 것이다. 그러나, 기술분야의 당업자에게 본 개시의 구체 예가 이들 구체적인 상세의 일부 또는 전부 없이 예측될 수 있다는 것은 명확할 것이다. 다른 경우에서, 잘-알려진 특색 또는 공정은 본 개시를 불필요하게 묘호하게 하지 않도록 상세하게 기재되지 않을 수 있다. 부가적으로, 유사하거나 또는 동일한 참조 번호는 공통 또는 비슷한 요소를 확인하는데 사용될 것이다.

[0014] 도 1은 유리 시트 (10)를 성형 유리 제품으로 형성하기 위한 성형 면 (14)를 갖는 몰드 (12)의 상부에 배치된 유리 시트 (10)를 나타낸다. 상기 성형 면 (14)의 형상은 상기 성형 유리 제품의 원하는 형상에 의해 좌우될 것이다. 핀 (pins) 및 이와 유사한 것과 같은, 배열 특색 (도시되지 않음)은 몰드 (12) 상에 유리 시트 (10)를 배열하는데 사용될 수 있다.

[0015] 상기 유리 시트 (10)는 성형 유리 제품의 바람직한 특성에 기초하여 선택된 유리 조성물을 갖는다. 예를 들어, 고강도 및 내스크래치성을 요구하는 적용에 대하여, 상기 유리 시트 (10)는 이온-교환 가능한 유리, 즉, 상대적으로 큰 알칼리 금속 또는 알칼리-토 금속 이온으로 교환될 수 있는 상대적으로 작은 알칼리 금속 또는 알칼리-토 금속 이온을 함유하는 유리로 구성될 수 있다. 이온-교환 가능한 유리의 예로는, 특허 문헌, 예를 들어, 미국 등록특허 제7,666,511호 (Ellison et al; 20 November 2008), 미국 등록특허 제4,483,700호 (Forker, Jr. et al.; 20 November 1984), 및 미국 등록특허 제5,674,790호 (Araujo; 7 October 1997)에서 확인할 수 있고, 또한 코닝사의 상품명 GORILLA® 유리를 상업적으로 이용 가능하다. 통상적으로, 이들 이온-교환 가능한 유리는 알루미노실리케이트 유리이다. 이온-교환 가능한 유리는 이온-교환에 의해 성형 유리 제품의 화학적 강화를 허용할 것이고, 또한 상기 유리 제품의 내 스크래치성을 개선시킨다.

[0016] 몇몇 구체 예에서, 상기 유리 시트는 알루미노실리케이트 유리를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 알루미노실리케이트 유리는 적어도 약 50 mol% SiO_2 및 적어도 약 11 mol% Na_2O를 포함하고, 및 상기 압축 응력은 적어도 약 900MPa이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 알루미노실리케이트 유리는 Al_2O_3 및 B_2O_3, K_2O, MgO 및 ZnO 중 적어도 하나를 더욱 포함하고, 여기서 $-340 + 27.1 \cdot Al_2O_3 - 28.7 \cdot B_2O_3 + 15.6 \cdot Na_2O - 61.4 \cdot K_2O + 8.1 \cdot (MgO + ZnO) \geq 0$ mol%이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 알루미노실리케이트 유리는 약 7 mol% 내지 약 26 mol% Al_2O_3; 0 mol% 내지 약 9 mol% B_2O_3; 약 11 mol% 내지 약 25 mol% Na_2O; 0 mol% 내지 약 2.5 mol% K_2O; 0 mol% 내지 약 8.5 mol% MgO; 및 0 mol% 내지 약 1.5 mol% CaO을 더욱 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 알루미노실리케이트 유리는 약 60 mol% 내지 약 70 mol% SiO_2; 약 6 mol% 내지 약 14 mol% Al_2O_3; 0 mol% 내지 약 15 mol% B_2O_3; 0 mol% 내지 약 15 mol% Li_2O; 0 mol% 내지 약 20 mol% Na_2O; 0 mol% 내지 약 10 mol% K_2O; 0 mol% 내지 약 8 mol% MgO; 0 mol% 내지 약 10 mol% CaO; 0 mol% 내지 약 5 mol% ZrO_2; 0 mol% 내지 약 1 mol% SnO_2; 0 mol% 내지 약 1 mol% CeO_2; 약 50ppm 미만의 As_2O_3; 및 약 50ppm 미만의 Sb_2O_3를 포함하고; 여기서 $12 \text{ mol\%} \leq Li_2O + Na_2O + K_2O \leq 20 \text{ mol\%}$ 및 $0 \text{ mol\%} \leq MgO + CaO \leq 10 \text{ mol\%}$이다.

[0017] 상기 몰드 (12)는, 몇 가지 유리 형성 사이클에 대해, 고온, 예를 들어, 500℃를 초과하는 온도를 견딜 수 있는 물질로 구성된다. 상기 몰드 물질은 형성 조건하에서 유리와 반응하지 않거나 (또는 부착되지 않는) 것일 수 있거나, 또는 상기 성형 면 (14)은 형성 조건하에서 유리와 반응하지 않거나 (또는 부착되지 않는) 코팅 물질로 코팅될 수 있다. 일 실시 예에서, 상기 몰드 (12)는, 그래파이트 (graphite)와 같은, 비-반응성 탄소 물질로 구성되고, 상기 성형 면 (14)은 유리 표면에 결함의 도입을 피하기 위해 고도로 연마된다. 또 다른 실시 예에서, 상기 몰드 (12)는 탄화규소 (silicon carbide), 탄화텅스텐, 질화규소, 또는 질화 붕소와 같은, 고밀도 세라믹

물질로 구성되고, 상기 성형 면 (14)은 그래파이트와 같은, 비-반응성 물질로 코팅된다. 또 다른 실시 예에서, 상기 몰드 (12)는 니켈-크롬 합금인, INCONEL 718와 같은 초합금으로 구성되고, 상기 성형 면 (14)은 티타늄 알루미늄 질화물과 같은, 경질의 세라믹 재료로 코팅된다. 또 다른 실시 예에서, 상기 몰드 (12)는 상업적으로 순수 니켈 등급 200 (99.6% Ni, 0.04% C), 201 (99.6% Ni, 0.02% C 최대), 205 (99.6% Ni, 0.04% C, 0.04% Mg), 212 (97.0% Ni), 222 (99.0% Ni), 233 (99% Ni), 또는 270 (99.97% Ni)과 같은, 순수 니켈로 구성되고, 상기 성형 면 (14)은 산화니켈로 코팅된다. 상기 성형 면 (14) 상에 코팅은 100nm 내지 20㎛의 범위에서 두께를 가질 수 있다. 상기 몰드 (12) 주변의 분위기는, 만약 몰드 (12)가 탄소 물질로 구성되거나 또는 상기 성형 면 (14)이 탄소 물질로 코팅된다면, 형성 조건에서 불활성이어야 한다.

[0018] 하나의 예시적인 구체 예에서, 상기 유리 시트 (10)의 재형성 방법은 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g 및 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$을 선택하는 단계를 포함한다. 상기 타겟 개시 유리 형성 온도는 통상적으로 협소할 것이다. 예를 들어, δ_g은 약 35℃, 40℃, 45℃, 또는 50℃일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, δ_g는 약 20℃ 내지 약 35℃ 범위이다. 몇몇 다른 구체 예에서, δ_g는 약 20℃이다. 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 상기 유리 시트 (10) 형성의 시작에서 바람직한 유리 온도이다. 이 온도는 상기 유리 시트의 중심 (10a)에서 측정될 수 있다. 형성은 유리 시트 (10)가 성형 면 (14)에 의해 형상화되는 공정이다. 형성이 발생하기 위해, 상기 유리 시트 (10)의 온도는 상기 유리 시트 (10)가 손상 없이 변형될 수 있는 점탄성 (viscoelastic) 범위에 있어야 한다. 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 유리 시트 (10)의 점탄성 특성 및 상기 몰드 (12) 및 성형 면 (14)의 물질 특성에 기초하여 선택된다. 일반적으로, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 성형 유리 제품의 유리 표면상에 "오렌지 껍질"과 같은 결함을 피하고, 유리 시트 (10)의 형성을 용이하게 하기 위해 몇 가지 형성 사이클을 통해 상기 성형 면 (14)의 무결성을 보존하도록 선택된다. 몇몇 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 적어도 5,000 형성 사이클을 통해 상기 성형 면 (14)의 무결성을 보존하도록 선택된다. 몇몇 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 적어도 10,000 형성 사이클을 통해 상기 성형 면 (14)의 무결성을 보존하도록 선택된다.

[0019] 하나의 예시적인 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 10^{13} poise의 유리 점도에 상응하는 온도와 10^{7} poise의 유리 점도에 상응하는 온도 사이이다. 하나의 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 10^{11} poise의 유리 점도에 상응하는 온도와 10^{7} poise의 유리 점도에 상응하는 온도 사이이다. 또 다른 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 $10^{9.1}$ poise의 유리 점도에 상응하는 온도와 10^{7} poise의 유리 점도에 상응하는 온도 사이이다. 또 다른 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 $10^{8.9}$ poise의 유리 점도에 상응하는 온도와 10^{8} poise의 유리 점도에 상응하는 온도 사이이다. 하나의 구체 예에서, T_g는 300℃를 초과한다. 또 다른 구체 예에서, T_g는 약 400℃를 초과한다. 또 다른 구체 예에서, T_g는 500℃를 초과한다. 다른 구체 예에서, T_g는 약 600℃를 초과한다. 휴대용 전자 장치용 커버 및 이와 유사한 것과 같은, 고-강도 유리 제품을 형성하는데 유용한 유리에 대하여, T_g는 약 700℃ 내지 약 1,100℃의 범위일 수 있다. 다른 구체 예에서, T_g는 700℃ 내지 950℃의 범위일 수 있다. 몇몇 다른 구체 예에서, T_g는 약 700℃ 내지 약 800℃의 범위일 수 있다.

[0020] 상기 방법은 또한 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m 및 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$를 선택하는 단계를 포함한다. 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 창은 통상적으로 협소할 것이다. 예를 들어, δ_m은 약 35℃, 40℃, 45℃, 또는 50℃까지일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, δ_m은 약 20℃ 내지 약 35℃ 범위이다. 몇몇 다른 구체 예에서, δ_m은 약 20℃이다. 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 유리 시트 (10)를 성형 유리 제품으로 형성하는 시점에서 바람직한 몰드 온도이다. 이 온도는 상기 몰드의 중심 (12a)에서 측정될 수 있다. 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 몰드 특성, 성형 면 특성, 및 상기 유리 시트가 성형 면에 접촉하는 경우 상기 유리 시트와 몰드 사이에서 허용 가능한 온도 차이에 기초하여 선택된다. 통상적으로, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g 아래일 것이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 약

40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃ 이상만큼 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g 아래일 것이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 약 40℃ 내지 약 100℃, 약 40℃ 내지 약 200℃, 약 40℃ 내지 약 300℃, 또는 약 40℃ 내지 약 400℃ 만큼 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g 아래일 것이다. 몇몇 다른 구체 예에서, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 적어도 약 100℃ 만큼 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g 아래일 것이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 약 100℃ 내지 약 400℃ 만큼 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g 아래일 것이다.

[0021] 고-강도 유리 제품의 형성에 연관된 몇몇 예시적인 구체 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 약 700℃ 내지 약 1,100℃ 범위이고, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m는 약 550℃ 내지 약 750℃의 범위이다. 몇몇 실시 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 약 700℃ 내지 약 950℃의 범위이고, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m는 약 550℃ 내지 약 750℃ 범위이다. 다른 실시 예에서, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g는 약 700℃ 내지 약 800℃의 범위이고, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m은 약 600℃ 내지 약 660℃ 범위이다.

[0022] 하나의 예시적인 구체 예에서, 다음의 온도 타겟 및 창은 선택된다: 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g = 745℃, 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ = 745℃ ± 10℃, 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m = 635℃, 및 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ = 635℃ ± 10℃. 이들 타겟은 Code 2317 GORILLA® 유리를 포함하는 유리 시트 (10) (알루미노실리케이트 유리의 예), INCONEL 718 초합금으로 구성된 몰드 (12) (니켈-크롬 합금의 예), 및 티타늄 알루미늄 질화물로 코팅된 성형 면 (14) (경질의 세라믹 재료의 예)과 함께 사용될 수 있다.

[0023] 또 다른 대표적인 구체 예에서, 다음의 온도 타겟 및 창은 선택된다: 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g = 795℃, 타겟 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ = 795℃ ± 20℃, 645℃의 타겟 개시 몰드 형성 온도, 및 $T_m \pm \delta_m$ = 645℃ ± 10℃의 타겟 개시 몰드 형성 온도. 이들 타겟은 Code 2317 GORILLA® 유리를 포함하는 유리 시트 (10), 상업적으로 순수한 니켈 등급 201로 구성된 몰드 (12), 및 니켈 산화물로 코팅된 성형 면 (14)과 함께 사용될 수 있다.

[0024] 전술된 대표적인 온도 타겟은, 이미 전술된 바와 같이, 타겟이 상기 유리 시트의 형성에서 사용될 몰드 및 성형 면의 특성 및 형성될 유리 시트의 특성에 기초하여 선택될 것이다.

[0025] 상기 방법은 상기 선택된 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ 내의 온도로 상기 유리 시트 (10) 및 상기 선택된 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내의 온도로 몰드 (12)를 가열시키는 단계를 포함한다. 상기 유리 시트 및 몰드의 가열은 보통 가열 원 하에서 동시에 일어난다. 상기 방법은 바람직한 타겟 형성 온도가 형성 공정의 시작에서 달성되도록 상기 유리 시트 및 몰드의 가열을 균형을 맞추는 단계를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 가열은 두 개의 가열로 시기 (phases)에서 달성된다: 상기 몰드 온도가 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내의 온도까지 빠르게 증가되는 고-온 가열로 시기, 및 상기 유리 온도가 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ 내의 온도까지 빠르게 감소되는 반면, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내의 또는 근처의 온도로 수평을 유지하는 감소된-온도 가열로 시기. 통상적으로, 관심의 (또는 상기 타겟이 충족되었는지를 결정할) 온도는 상기 유리 시트의 중심 온도 (도 1에서 10a) 및 상기 몰드의 중심 온도 (도 1에서 12a)이다. 통상적으로, 상기 감소된-온도 가열로 시기는 고-온 가열로 시기 이후 즉시 발생할 것이고, 상기 유리 시트 (10)의 형성은 유리 온도가 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ 내에 있고, 상기 몰드 온도가 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내에 또는 근처에 있은 후에 시작할 것이다.

[0026] 상기 고-온 가열로 시기는, 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m을 상당히 넘는 가열로 온도 설정 값 T_1으로 조절된 가열로 조건으로 정의되는, 고-온 가열로 조건에서 발생한다. 몇몇 실시 예에서, 상기 가열로 온도 설정 값 T_1은 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m을 약 100℃, 125℃, 150℃, 175℃, 200℃ 이상 넘는 것이다. 다른 실시 예에서, 상기 가열로 온도 설정 값 T_1은 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m을 200℃ 이상 넘는다. 몇몇 실시 예에서, 상기 가열로 온도 설정 값 T_1은 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m을 약 50℃ 내지 약 400℃, 약 50℃ 내지 약 300℃,

약 100℃ 내지 약 300℃, 약 100℃ 내지 약 200℃, 약 150℃ 내지 약 400℃, 또는 약 150℃ 내지 약 300℃를 넘는다. 통상적으로, 상기 가열로 온도 설정 값 T_1은 또한 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g를 넘을 것이다.

[0027] 도 2는 열 원 (20a) 및 컨트롤러 (18a)에 의해 가열로 존 (또는 스테이션 (station)) (24a)에 제공된 고-온 가열로 조건 (16a)을 예시한다. 상기 열 원 (20a)은 열을 제공하고, 중-적외선 히터, 유도식 히터, 또는 저항 히터와 같은, 어떤 적절한 가열 소자를 혼입할 수 있다. 상기 컨트롤러 (18a)는 바람직한 가열로 온도 설정 값 T_1 및 고-온 가열로 조건 (16a)을 달성하기 위해 열 원 (20a)의 출력을 조정한다. 상기 컨트롤러 (18a)는 입력으로 바람직한 가열로 온도 설정 값 T_1을 수신할 수 있다. 상기 컨트롤러 (18a)는, (22a)에서 나타낸 바와 같이, 가열로 존 (24a)으로부터 온도 측정을 수신할 수 있고, 고-온 가열로 조건 (16a)을 유지하기 위해 열 원 (20a)의 출력을 어떻게 조정할지를 결정하는데 이들 측정을 사용할 수 있다. 상기 컨트롤러 (18a)는 바람직한 가열로 온도 설정 값 T_1과 실제 온도 측정 사이에 차이를 계산하기 위한 프로세서를 포함할 수 있어, 열 원 (20a)의 출력을 어떻게 조절할지를 결정한다.

[0028] 상기 방법은 고-온 가열로 조건 (16a)에 유리 시트 (10) 및 몰드 (12)를 동시에 노출시키는 단계를 포함하고, 여기서 상기 몰드 (12)는 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내의 온도로 빠르게 가열된다. 상기 몰드 (12)가 빠르게 가열되는 동안, 상기 유리 시트 (10)는 또한 빠르게 가열될 것이다. 그러나, 상기 유리 시트 (10)가 몰드 (12)보다 훨씬 더 작은 질량을 갖기 때문에, 상기 몰드가 가열되는 것보다 더 빠른 속도로 가열될 것이다. 상기 유리 시트 (10)는 보통 가열로 열 원 (20a)과 몰드 (12) 사이에 평형이 도달할 때까지 가열될 것이다. 상기 유리 온도는 몰드 (12)가 가열됨에 따라 상승을 계속할 것이다. 상기 유리 온도는 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$을 상당히 초과하도록 허용하고, 통상적으로 초과할 것이다.

[0029] 고-온 가열로 조건 (16a)에 상기 유리 시트 및 몰드를 노출시키기 전에 상기 유리 시트 (10) 및 몰드 (12)는 다양하게 예열될 수 있다는 것에 주목하여야 한다. 따라서, 상기 유리 시트 및 몰드는 고-온 가열로 시기의 시작에서 동일한 온도 또는 실온이 이닐 수 있다.

[0030] 상기 고-온 가열로 조건 (16a)은 도 2에서 나타낸 바와 같은 단일 가열로 존 또는 일련의 가열로 존에서 제공될 수 있다. 도 3은 로터리 테이블 (rotary table) (41)을 따라 배열된 연속적 가열로 존 (또는 스테이션) (40a로부터 40r까지)을 포함하는 유리 제작 시스템의 일부를 나타낸다. 상기 유리 제작 시스템에서 가열로 존의 수는 도 3에서 나타낸 것 이상 또는 미만일 수 있다. 상기 유리 시트 (10) 및 몰드 (12)는 로터리 테이블 (41) 상에 로딩되고, 상기 로터리 테이블 (41)의 인덱싱 또는 변형을 통해 가열로 존 (40a로부터 40f까지) 중 어느 하나 내에 위치될 수 있다. 예시 목적을 위해, 연속적 가열로 존 (40a로부터 40f까지)은 고-온 가열로 존 (42)으로 정의하고, 여기서 상기 고-온 가열로 시기는 발생한다. 이 경우에서, 전술된 고-온 가열로 조건은 각각의 가열로 존 (40a로부터 40f까지)에 제공될 것이다. 그러나, 상기 가열로 존 (40a로부터 40f까지)이 동일한 가열로 온도 설정 값 T_1으로 조절되는 것은 필수적인 것은 아니다. 예를 들어, 상기 가열로 존 (40a로부터 40f까지)에 대한 가열로 온도 설정 값은 $T_{1,40a} < T_{1,40b} < T_{1,40c} < T_{1,40d} < T_{1,40e} < T_{1,40f}$ 순서일 수 있고, 여기서 $T_{1,40a}$은 제1가열로 존 (40a)에 가열로 온도 설정 값에 상응하고, $T_{2,40b}$은 제2가열로 존 (40b)에 가열로 온도 설정 값, 등등에 상응한다. 비록 상기 가열로 존 (40a로부터 40f까지)에 대한 가열로 온도 설정 값이 다를 수 있을지라도, 상기 가열로 온도 설정 값은 여전히 가열로 온도 설정 값 T_1에 대해 전술된 특징을 가질 것이다. 상기 가열로 온도 설정 값은, 여섯 번째 또는 마지막 가열로 존 (40f)에 대한 $T_{1,40f}$가 단일 가열로 존 설정에 대한 가열로 온도 설정 값 T_1과 동일하게 선택될 수 있다. 상기 고-온 가열로 존 (42)이 여섯 개 이상 또는 미만일 수 있다는 것은 명백하여야 한다. 상기 고-온 가열로 시기에 대한 다중 가열로 존의 사용은 한 쌍 이상의 유리 시트 및 몰드가 동시에 또는 순차적으로 처리될 수 있는 연속적 유리 제작 공정에서 단일 가열로 존 설정을 넘어서는 장점을 제공할 수 있다.

[0031] 상기 감소된-온도 가열로 시기는, 타겟 개시 몰드 형성 온도 T_m를 넘고 (및 일반적으로 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$을 넘고) 및 고-온 가열로 조건의 가열로 온도 설정 값 T_1 아래에서 가열로 온도 설정 값 T_2, 즉, $T_m < T_2 < T_1$로 조절된 가열로 조건으로 정의되는, 감소된-온도 가열로 조건하에서 발생한다. 일련의 가열로 존이 전술된 바와 같은 고-온 가열로 시기 동안 사용된 경우, 직렬에서 마지막 가열로 존의 가열로 온도 설정 값은 고-온 가열로 조건의 가열로 온도 설정 값 T_1으로 사용될 수 있다.

[0032] 도 4는 열 원 (20b) 및 컨트롤러 (18b)에 의해 가열로 존 (또는 스테이션) (24b)에 제공된 감소된-온도 가열로 조건 (16b)를 예시한다. 상기 열 원 (20b)은 열을 제공하고, 중-적외선 히터, 유도식 히터, 또는 저항 히터와 같은, 어떤 적절한 가열 소자를 혼입할 수 있다. 상기 컨트롤러 (18b)는 바람직한 가열로 온도 설정 값 T_2 및 감소된-온도 가열로 조건 (16b)을 달성하기 위해 열 원 (20b)의 출력을 조정한다. 상기 컨트롤러 (18b)는 입력으로 바람직한 가열로 온도 설정 값 T_2를 수신할 수 있다. 상기 컨트롤러 (18b)는, (22b)에 나타낸 바와 같이, 가열로 존 (24b)로부터 온도 측정을 수신할 수 있고, 상기 감소된-온도 가열로 조건 (16b)을 유지하기 위해 열 원 (20b)의 출력을 어떻게 조정할지를 결정하는데 이들 측정을 사용할 수 있다. 상기 컨트롤러 (18b)는 바람직한 가열로 온도 설정 값 T_2와 가열로 존 (24b)에서 실제 온도 사이의 차이를 결정하기 위한 프로세서를 포함할 수 있어, 열 원 (20b)의 출력을 어떻게 조정할지를 결정한다.

[0033] 상기 방법은 통상적으로, 고-온 가열로 조건하에 노출된 기간과 비교하여 더 짧은 시간 동안, 감소된-온도 가열로 조건 (16b)에 상기 유리 시트 (10) 및 몰드 (12)를 동시에 노출시키는 단계를 포함한다. 통상적으로, 상기 감소된-온도 가열로 조건에 노출은 고-온 가열로 조건에 노출 이후 즉시 일어날 것이다. 상기 감소된-온도 가열로 조건하에서, 작은 질량 및 낮은 열 용량을 갖는 유리 시트 (10)는 가열로 조건에서 갑작스런 변화에 빠르게 반응할 것이고, 반면 훨씬 더 큰 질량 및 더 높은 열 용량을 갖는 몰드 (12)는 새로운 가열로 조건에 비교적 느리게 반응할 것이다. 상기 유리 시트 (10) 및 몰드 (12)는 상기 유리 시트가 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ 내에 있을 때까지 감소된-온도 가열로 조건하에서 가공된다. 통상적으로, 이 시점에서, 상기 몰드는 또한 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내에 또는 근처에 있을 것이다. 형성은 유리 시트 (10)가 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ 내의 온도에 도달한 이후에 시작한다.

[0034] 상기 감소된-온도 가열로 시기는 본 개시의 하나의 관점에 따라 유리를 재형성하는 방법의 중요한 속성이다. 이 시기에서 상기 가열로 온도는 상기 몰드에 의해 가열로로부터 얻어진 열이 상기 몰드로부터 다른 소자, 예를 들어, 차가운 가열로 벽, 활성 냉각 장치, 및 냉각 지지 구조로 전도로의 열 손실을 극복하기에 실질적으로 충분한 정도로 상기 몰드 온도를 초과하여 유지되어야 한다. 상기 감소된 온도는 또한 유리 시트가 원하는 시간에서 원하는 온도로 냉각되도록 충분히 낮아야만 한다. 통상적으로, 상기 감소된 가열로 온도 설정 값 T_2은 상기 타겟 개시 유리 형성 온도보다 10℃ 내지 50℃ 낮을 것이고, 상기 타겟 개시 몰드 형성 온도보다 80℃ 내지 100℃ 높을 것이다. 형성이 시작될 때, 상기 유리 시트는 성형 면과 강한 열 접촉이 되면서 더 차가운 성형 면으로 빠르게 열 손실될 것이다. 가열로 온도는 상기 몰드에 유리의 완전한 일치를 촉진하기 위해 점탄성 범위에서 유리 온도를 유지하기 위해 이 시점에서 상당히 증가될 수 있다.

[0035] 상기 감소된-온도 가열로 조건은 도 4에서 나타낸 바와 같은 단일 가열로 존 또는 일련의 가열로 존에 제공될 수 있다. 도 3을 참조하면, 연속식 가열로 존 (40a으로부터 4f까지)에 인접한 상기 가열로 존 (40g 및 40h)은 감소된-온도 가열로 시기를 위해 사용될 수 있다. 상기 가열로 존 (40g 및 40h)은 감소된-온도 가열로 존 (44)으로 정의할 수 있고, 여기서 상기 감소된-온도 시기는 발생한다. 이 경우에서, 상기 감소된-온도 조건은 각각의 가열로 존 (40g 및 40h)에 제공될 것이다. 그러나, 상기 가열로 존 (40g 및 40h)이 동일한 가열로 온도 설정 값으로 조절되는 것은 필수적인 것은 아니다. 하나의 구체 예에서, 두 가열로 존 (40g 및 40h)에 대한 가열로 온도 설정 값은 $T_{2,40g} > T_{2,40h}$ 순서이고, 여기서, $T_{2,40g}$는 제1가열로 존 (40g) (또는 고-온 가열로 존 (42)에 즉시 뒤따르는 가열로 존)에서 가열로 온도 설정 값이고, 및 $T_{2,40h}$은 제2가열로 존 (40h) (또는 감소된-온도 가열로 존 (44)에서 마지막 가열로 존)에서 가열로 온도 설정 값이며, 각각의 $T_{2,40g}$ 및 $T_{2,40h}$는 감소된-온도 가열로 조건의 가열로 온도 설정값 T_2에 대해 전술된 특징을 갖는다. 상기로부터, $T_m < T_2 < T_1$이고, 여기서 T_m은 타겟 개시 몰드 형성 온도이고, T_1은 고-온 가열로 조건에 대한 가열로 온도 설정 값이다. 따라서, $T_m < T_{2,40h} < T_{2,40g} < T_1$이다. 이 경우에서, 상기 유리 시트 및 몰드는 제1 스테이션에서 더 높은 가열로 온도 설정 값 $T_{2,40g}$ 및 그 다음 제2 스테이션에서 더 낮은 가열로 온도 설정 값 $T_{2,40h}$에 노출될 것이다. T_1에서 $T_{2,40g}$까지 단계적 감소는 일반적으로, 유리 시트에 열 쇼크를 최소화하는 효과를 가져야 하는, $T_{2,40g}$에서 $T_{2,40h}$까지 단계적 감소보다 훨씬 더 작을 것이다. 하나의 구체 예에서, $T_{2,40g}$는 타겟 개시 유리 형성 온도 T_g을 넘거나, 또는 $T_g < T_{2,40g} < T_1$로 설정된다. 두-단계 감소된-온도 가열로 시기는 유리 시트를 성형 유리 제품으로 형성하는 단계의 시작 전에 할당된 시간 동안 조절된 방식에서 바람직한 유리 온도를 달성하는 단계를 용이하게 할 수 있다.

[0036] 상기 유리 시트 (10)를 성형 유리 제품으로 형성하는 단계는 상기 유리 시트가 타겟 개시 유리 형성 온도 창 $T_g \pm \delta_g$ 내의 온도에 도달한 후에 시작한다. 통상적으로, 형성 단계의 시작에서, 상기 몰드는 타겟 개시 몰드 형성 온도 창 $T_m \pm \delta_m$ 내에 또는 근처의 온도에 있을 것이다. 형성 단계는 상기 유리 시트 (10)을 성형 면 (14)으로 합치시키는 단계를 포함한다. 상기 합치는 상기 유리 시트 (10)에 힘의 적용에 의해 달성될 수 있다. 통상적으로, 상기 형성 힘 (forming force)은 상기 유리 시트 (10)와 성형 면 (14) 사이에 적용된 진공의 형태일 것이고, 여기서 상기 적용된 진공은 성형 면에 대하여 상기 유리 시트를 당길 것이다. 상기 유리 시트에 힘을 적용하기 위한 선택적인 방법은 플런저 몰드 (plunger mold) 및 ld와 유사한 것을 통해서이다. 상기 유리 시트 (10)는 상기 형성 힘이 적용되기 전에 중력에 의해 성형 면 (14)을 향한 처짐 (sag)을 허용할 수 있다. 유리 시트 (10)가 성형 면 (14)에 합치된 후에, 최종 성형 유리 제품은 성형 유리 제품의 뒤틀림을 방지 또는 최소화하기 위해 몇 초 동안 성형 면에 대해 유지될 수 있다. 진공은 또한 유지력 (holding force)의 공급원으로 사용될 수 있다. 상기 유지 기간 후에, 상기 성형 유리 제품은 그 다음 조절된 방식으로 냉각될 수 있고, 그 후에 상기 성형 유리 제품은 몰드로부터 분리될 수 있다. 통상적으로, 다양한 작동은 상기 몰드 및 유리가 바람직한 형상 조절로 상기 성형 유리 제품을 형성하기 위한 적절한 온도에 있는 것을 보장하도록 상기 형성 단계 동안 수행된다. 이러한 작동은 상기 유리를 국지적으로 가열하는 단계, 상기 몰드로부터 과잉의 열을 제거시키는 단계, 및 다중 단계에서, 예를 들어, 더 작은 유지력을 수반하는 더 높은 유지력으로, 상기 성형 유리 제품에 유지력을 적용시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 형성 공정 (및 냉각 공정)은 도 3의 잔여 가열로 존 (40i로부터 40r까지)에 발생할 수 있다.

[0037] 도 5는 전술된 원리를 예시하는 통상적인 몰드 및 유리 사이클을 나타낸다. 선 (50)은 가열로 온도를 나타낸다. 선 (52)은 몰드 중심 온도를 나타낸다. 선 (54)은 몰든 에지 온도를 나타낸다. 선 (56)은 유리 중심 온도를 나타낸다. 선 (58)은 형성 진공을 나타낸다. 도 5에서 나타낸 실시 예에 대하여, 상기 유리 시트 및 몰드의 가열 및 상기 유리 시트의 형성은, 도 3에서 나타낸 바와 같은, 일련의 가열로 존에서 수행된다. 처음 여섯의 가열로 존은 상기 몰드 및 유리 시트의 고-온 공정에 대해 사용되고, 그 다음 두 개의 가열로 존은 상기 몰드 및 유리의 감소된-온도 공정에 대해 사용된다. 실선 (60)은 유리의 형성이 시작된 경우를 나타낸다.

[0038] 도 5의 실시 예에서, 타겟 개시 몰드 형성 온도 창은 625℃ 내지 645℃이다. 상기 창이 한도는 645℃로 설정되는데, 이는 더 높은 몰드 온도가 성형 면에 사용된 특정 보호 코팅을 손상할 것이기 때문이다 (이 경우에, 보호 코팅은 티타늄 알루미늄 질화물이다). 상기 몰드 코팅 무결성 및 유리 표면 코스메틱 (cosmetics)을 보존하기 위해, 상기 유리 온도는 또한 760℃ 아래로 유지된다. 특히, 상기 타겟 개시 유리 형성 온도 창은 735℃ 내지 755℃이다.

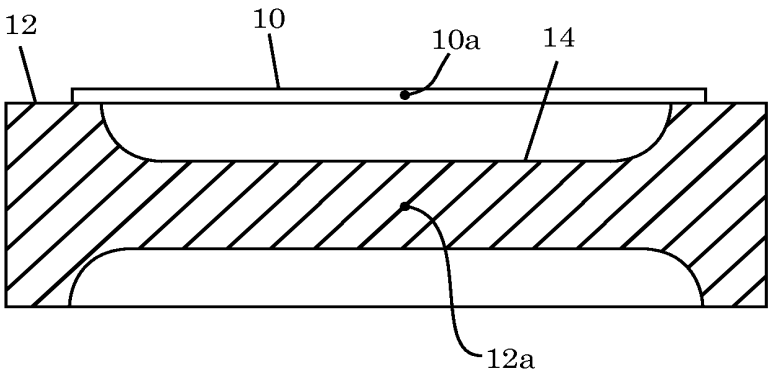
[0039] 상기 공정은 (고-온 가열로 시기에 대한) 처음 여섯 가열로 존에 대한 가열로 온도 설정 값이 모두, 625℃ 내지 645℃의 타겟 개시 몰드 형성 온도 창보다 훨씬 더 높은, 970℃ 이상이 되도록 설정된다. 도 5에서 명확하게 알 수 있는 바와 같이, 상기 피크 유리 온도는 735℃ 내지 755℃의 타겟 개시 유리 형성 온도 창을 상당히 넘어, 이들 가열 조건하에서 (화살표 62로 나타낸) 850℃에 근접한다.

[0040] (감소된-온도 가열로 시기에 대한) 다음 두 개의 가열로 존은 그 다음 가열로 온도 설정 값에서 단계적으로 감소되는데, 먼저, 930℃로 (제1가열로 존) 및 그 다음 줄곧 735℃로 (제2가열로 존) 감소된다. (화살표 64로 나타낸) 이들 감소된 가열로 온도하에서, 유리 온도는 빠르게 하락되는 반면 몰드 온도는 단순히 수평을 유지한다. 이 방법에 의하면, (60)에서 나타낸 바와 같은, 유리 시트를 형성하기 시작하는 상기 몰드 중심 온도는 745℃의 대응 유리 온도와 함께 635℃로 조절된다. 상기 감소된-온도 가열로 시기 없이, 상기 유리 온도는 형성의 시작에서 너무 높아서, 상당히 짧아진 성형 면 코팅 작동 수명을 유도한다는 점에 주목되어야 한다.

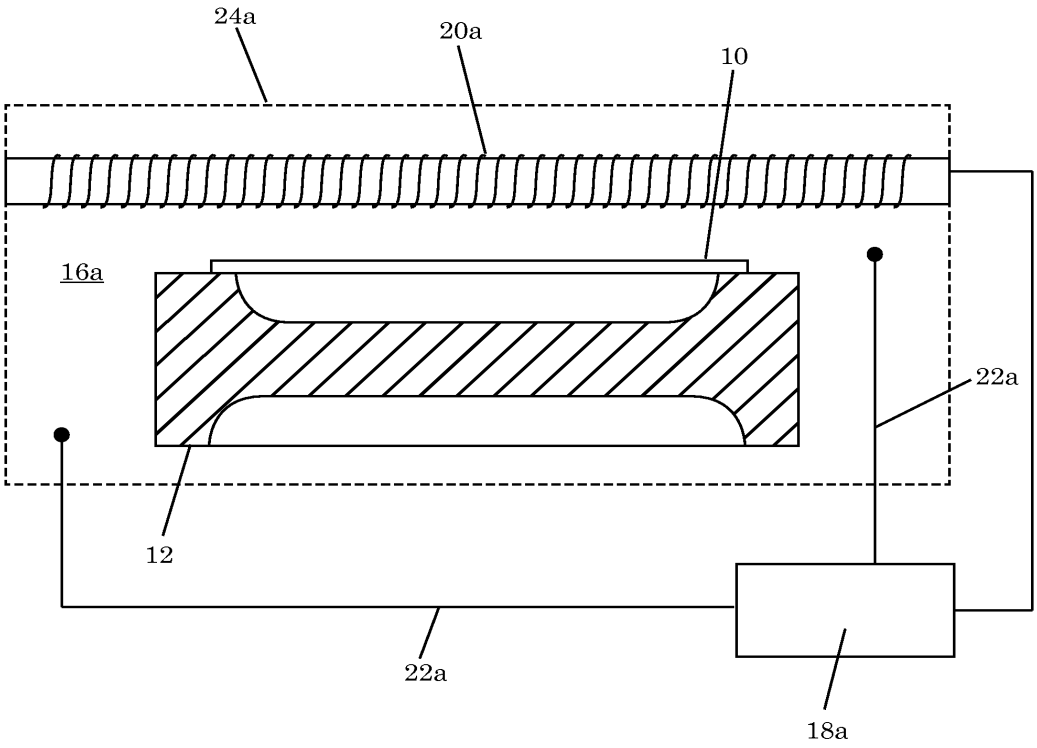
[0041] 구체 예들이 제한된 수의 실시 예에 대해 기재되었지만, 본 개시의 혜택을 갖는 기술분야의 당업자는, 다른 구체 예가 여기에 개시된 바와 같은 범주를 벗어나지 않고 고안될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

도면

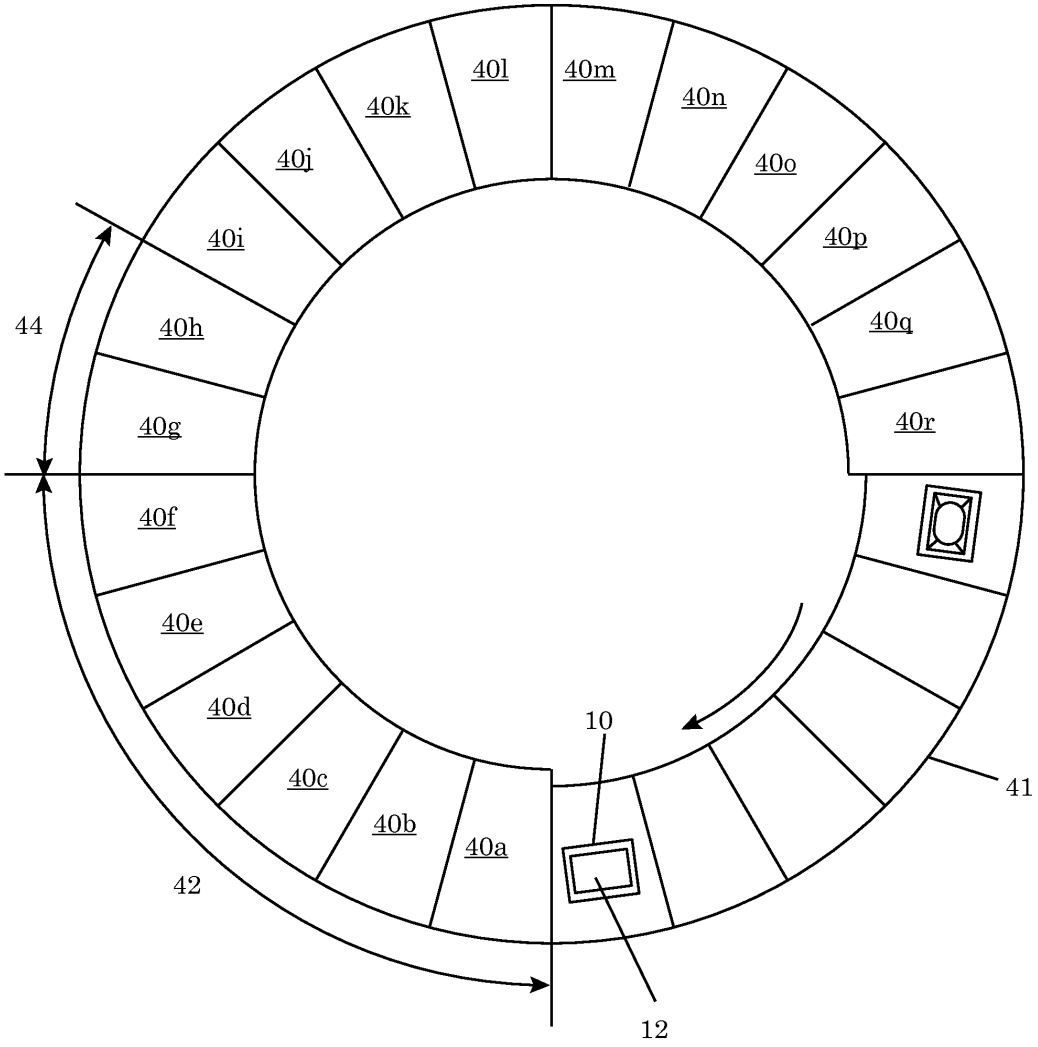
도면1



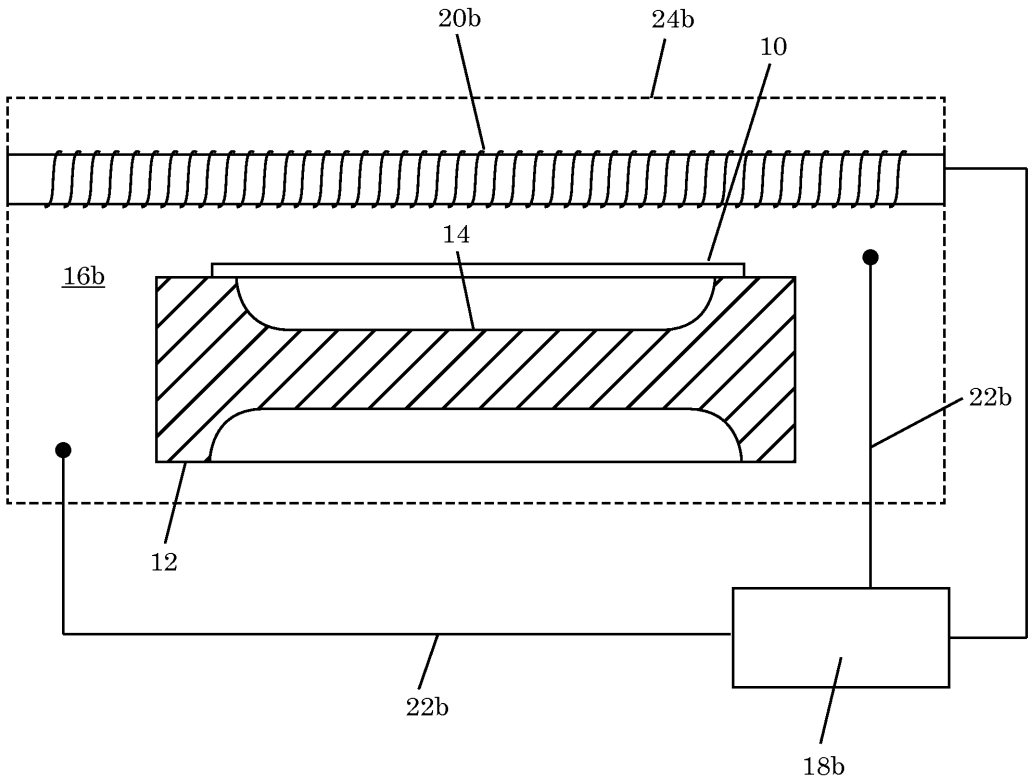
도면2



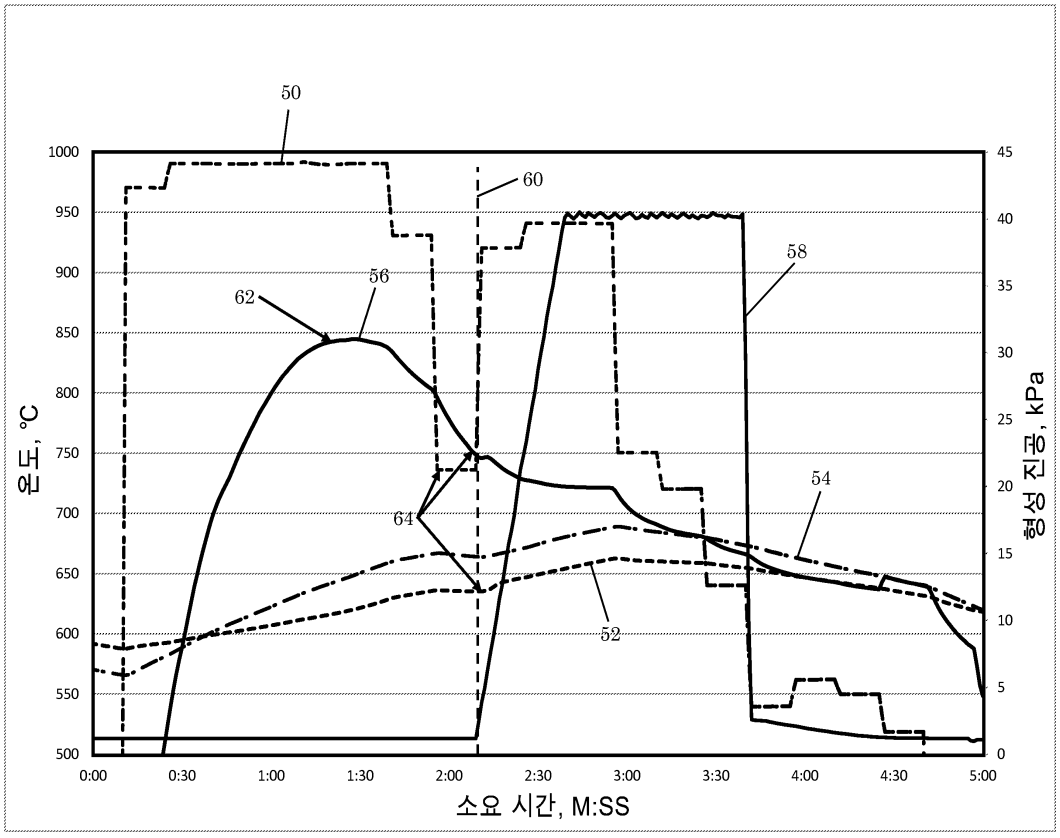
도면3


40l
40m
40n
40o
40p
40q
40r
40k
40j
40i
40h
40g
40f
40e
40d
40c
40b
40a
44
10
41
42
12

도면4


20b
24b
10
14
16b
22b
12
22b
18b

도면5


50
60
58
62
56
54
64
52
온도, °C
형성 진공, kPa
소요 시간, M:SS
1000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0:00
0:30
1:00
1:30
2:00
2:30
3:00
3:30
4:00
4:30
5:00