



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2016-0027140  
(43) 공개일자 2016년03월09일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/> <i>B29C 45/00</i> (2006.01) <i>B29C 45/76</i> (2006.01)<br/> <i>B29C 45/77</i> (2006.01) <i>B29K 101/12</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/> <i>B29C 45/0025</i> (2013.01)<br/> <i>B29C 45/0046</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-7002736</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2014년07월31일<br/>         심사청구일자 2016년01월29일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2016년01월29일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2014/049158</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2015/017663<br/>         국제공개일자 2015년02월05일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>         61/861,304 2013년08월01일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/> <b>임플릭스 인코포레이티드</b><br/>         미국 오하이오 45015 해밀턴 시메스 로드 3550</p> <p>(72) 발명자<br/> <b>알토닌 지니 마이클</b><br/>         미국 오하이오주 45202 신시내티 윈 프록터 앤드<br/>         갬블 플라자<br/> <b>맥코넬 김벌리 니콜</b><br/>         미국 오하이오주 45202 신시내티 윈 프록터 앤드<br/>         갬블 플라자<br/>         (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/> <b>제일특허법인</b></p> |
|---|--|

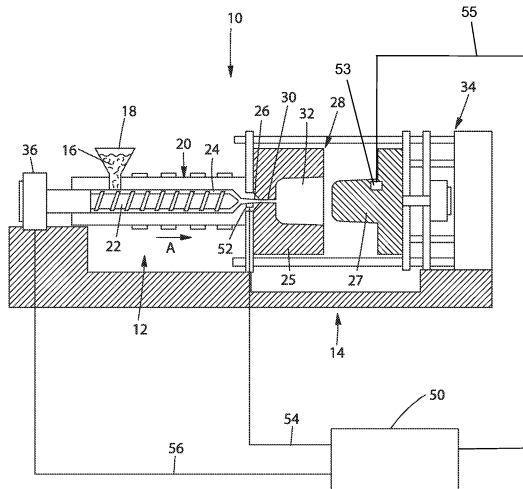
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **사출 성형 가동 동안의 재료 특성의 변화를 고려하기 위한 사출 성형기 및 방법**

**(57) 요약**

사출 가동 동안의 용융된 플라스틱 재료의 재료 특성에 있어서의 변화를 고려하는 방법 및 기계. 용융된 플라스틱 재료의 점도가 사출 가동 동안 변화하면, 제어기는 용융된 플라스틱 재료가 주형 공동을 완전히 충전 및 패킹 하여 쇼트 샷 또는 플래싱과 같은 부품 결함을 방지하는 것을 보장하기 위해 사출 사이클의 단계 시간을 변경한다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

**B29C 45/7613** (2013.01)

**B29C 45/7646** (2013.01)

**B29C 45/77** (2013.01)

**B29C 2945/76548** (2013.01)

**B29C 2945/76551** (2013.01)

**B29C 2945/76561** (2013.01)

**B29C 2945/76933** (2013.01)

**B29C 2945/76936** (2013.01)

**B29K 2101/12** (2013.01)

(72) 발명자

**브라이덴바흐 빈첸트 셴**

미국 오하이오주 45202 신시내티 원 프록터 앤드  
갬블 플라자

**게르코프 밀코 게오르기예프**

미국 미시간주 48108 앤 아버 플래트 레인 4651 엠  
지브이 엔터프라이즈 엘.엘.씨.

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

용융된 플라스틱 재료의 유동성(flowability)에 있어서의 변화에 맞추도록 사출 성형 사이클에 대한 단계 시간(step time)을 자동적으로 조절하는 방법(도 11의 도면 부호 1500; 33쪽, 15행 내지 34쪽, 5행)으로서,

(a) 제1 성형 사이클 동안, 용융된 플라스틱 재료의 제1 샷(shot)을 주형 공동(mold cavity) 내로 사출하는 단계(도 11의 도면 부호 1520; 33쪽, 15행 내지 34쪽, 5행)를 포함하는, 방법에 있어서,

(b) 상기 제1 사출 성형 사이클 동안, 상기 주형 공동 내의 특정 위치에서 상기 용융된 플라스틱 재료의 유동 선단(flow front)의 존재를 감지하도록 구성된 유동 선단 센서(도 1의 도면 부호 53; 14쪽, 29행 내지 15쪽, 10행)에 상기 용융된 플라스틱 재료가 도달하는 제1 시간을 측정하는 단계(도 11의 도면 부호 1530; 33쪽, 15행 내지 34쪽, 5행);

(c) 제1 비교 결과를 결정하기 위해 상기 제1 시간을 사전결정된 시간과 비교하는 단계(도 11의 도면 부호 1540; 33쪽, 15행 내지 34쪽, 5행);

(d) 상기 제1 비교 결과에 적어도 부분적으로 기초하여, 제1 단계 시간을 결정하는 단계(도 11의 도면 부호 1550; 33쪽, 15행 내지 34쪽, 5행); 및

(e) 상기 제1 성형 사이클 동안, 상기 제1 사출 성형 사이클이 상기 제1 단계 시간을 갖도록 용융된 플라스틱 재료의 상기 제1 샷으로부터 사출 압력을 제거하는 단계(도 11의 도면 부호 1560; 33페이지, 15행 내지 34쪽, 5행)

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 알려진 유동성을 갖는 용융된 플라스틱 재료의 샷이 상기 유동 선단 센서에 도달하는 시간에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 사전결정된 시간을 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 측정 단계는 상기 제1 사출 성형 사이클의 시작부터, 상기 유동 선단 센서가 상기 용융된 플라스틱 재료의 유동 선단의 도달을 검출할 때까지 상기 제1 시간을 측정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 비교 단계는 상기 제1 시간이 상기 사전결정된 시간보다 크지 또는 작음을 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 제1 비교 단계는, 상기 제1 시간을 상기 사전결정된 시간과 비교하여, 상기 제1 시간과 상기 사전결정된 시간 사이의 시간 차이인 제1 비교 결과를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 6**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 비교 단계는 상기 제1 시간이 상기 사전결정된 시간보다 크다고 결정하는 단계를 포함하고,

상기 제거 단계는 상기 제1 성형 사이클이 사전결정된 단계 시간보다 큰 상기 제1 단계 시간을 갖도록 용융된 플라스틱 재료의 상기 제1 샷으로부터 사출 압력을 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 7**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 비교 단계는 상기 제1 시간이 상기 사전결정된 시간보다 작다고 결정하는 단계를 포함하고,

상기 제거 단계는 상기 제1 성형 사이클이 사전결정된 단계 시간보다 작은 상기 제1 단계 시간을 갖도록 용융된 플라스틱 재료의 상기 제1 샷으로부터 사출 압력을 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 성형 사이클 동안, 상기 측정 단계는 변환기(transducer)인 상기 유동 선단 센서에 상기 용융된 플라스틱 재료가 도달하는 상기 제1 시간을 측정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 9**

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 성형 사이클 동안, 상기 측정 단계는 상기 주형 공동의 단부로부터 30% 이내에 위치한 상기 유동 선단 센서에 상기 용융된 플라스틱 재료가 도달하는 상기 제1 시간을 측정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 사출 성형 사이클 동안, 상기 측정 단계는 상기 주형 공동 내에서 상기 용융된 플라스틱 재료의 유동 선단의 존재를 직접적으로 감지하도록 구성된 센서인 상기 유동 선단 센서에 상기 용융된 플라스틱 재료가 도달하는 상기 제1 시간을 측정하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 11**

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

(f) 상기 제1 성형 사이클을 포함하는 사출 성형 가동(injection molding run) 중에 있는 제2 성형 사이클 동안, 용융된 플라스틱 재료의 제2 샷을 상기 주형 공동 내로 사출하는 단계;

(g) 상기 제2 사출 성형 사이클 동안, 상기 용융된 플라스틱 재료가 상기 유동 선단 센서에 도달하는 제2 시간을 측정하는 단계;

(h) 제2 비교 결과를 결정하기 위해 상기 제2 시간을 상기 사전결정된 시간과 비교하는 단계;

(i) 상기 제2 비교 결과에 적어도 부분적으로 기초하여, 제2 단계 시간을 결정하는 단계; 및

(j) 상기 제2 성형 사이클 동안, 상기 제2 사출 성형 사이클이 상기 제2 단계 시간을 갖도록 용융된 플라스틱 재료의 상기 제2 샷으로부터 사출 압력을 제거하는 단계

를 추가로 포함하는, 방법.

**청구항 12**

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사출 성형 가동 중의 각각의 성형 사이클에 대해, 상기 사전결정된 시간을 사용하는 비교에 기초하여, 상기 각각의 성형 사이클의 단계 시간을 자동적으로 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사출 성형 가동 중의 각각의 성형 사이클에 대해, 이전의 성형 사이클에서, 상기 용융된 플라스틱 재료의 샷이 상기 유동 선단 센서에 도달하는 시간을 사용하는 비교 결과에 기초하여, 상기 각각의 성형 사이클의 단계 시간을 자동적으로 조절하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항의 방법을 수행하도록 구성된, 제어기(도 1의 도면 부호 50; 14쪽, 24행 내지

15쪽, 25행).

**청구항 15**

제14항의 제어기를 포함하는, 성형기(molding machine)(도 1의 도면 부호 10; 13쪽, 22행 내지 14쪽, 23행).

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001]

본 발명은 사출 성형된 부품을 제조하는 사출 성형기 및 방법에 관한 것이며, 보다 구체적으로는, 사출 재료의 재료 특성의 변화를 고려하기 위해 사출 성형 가동(injection molding run) 동안 사출 성형기의 작동 파라미터를 조절하는 사출 성형기, 및 사출 성형 가동 동안의 사출 성형 재료 특성의 변화를 고려하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002]

사출 성형은 용융가능한 재료로 제조되는 부품, 가장 흔하게는 열가소성 중합체로 제조되는 부품의 대량 제조에 일반적으로 사용되는 기술이다. 반복적인 사출 성형 공정 동안, 가장 흔히 소형 비드(bead) 또는 펠릿(pellet) 형태의 플라스틱 수지가 열, 압력, 및 전단(shear)하에서 수지 비드를 용융시키는 사출 성형기에 도입된다. 이제 용융된 수지가 특정 공동(cavity) 형상을 갖는 주형 공동 내로 강제로 사출된다. 사출된 플라스틱은 주형 공동 내에서 압력하에 유지되고, 냉각되고, 이어서 본질적으로 주형의 공동 형상을 복제하는 형상을 갖는 고형화된 부품으로서 제거된다. 주형 그 자체는 단일의 공동 또는 다수의 공동들을 가질 수 있다. 각각의 공동은 용융된 수지의 유동을 공동 내로 지향시키는 게이트(gate)에 의해 유동 채널에 연결될 수 있다. 성형된 부품은 하나 이상의 게이트를 가질 수 있다. 성형된 부품을 충전하기 위해 중합체가 이동해야 하는 유동 거리를 감소시키기 위해 대형 부품이 2개, 3개, 또는 그 초과인 게이트를 갖는 것이 일반적이다. 공동당 하나 또는 다수의 게이트가 부품 기하학적 형상 상의 임의의 곳에 위치될 수 있고, 본질적으로 원형인 것과 같은 임의의 단면 형상을 갖거나 1.1 이상의 종횡비(aspect ratio)를 갖도록 형상화될 수 있다. 따라서, 전형적인 사출 성형 절차는 다음의 4개의 기본 작업을 포함한다: (1) 플라스틱이 압력하에서 유동하는 것을 허용하도록 플라스틱을 사출 성형기 내에서 가열하는 작업; (2) 폐쇄된 2개의 주형 반부(half) 사이에 한정된 주형 공동 또는 공동들 내로 용융된 플라스틱을 사출하는 작업; (3) 플라스틱이 압력하에 있으면서 공동 또는 공동들 내에서 냉각 및 경화되는 것을 허용하는 작업; 및 (4) 주형 반부들을 개방하고 부품을 주형으로부터 배출하는 작업.

[0003]

사출 성형 공정 동안, 용융된 플라스틱 수지는 주형 공동 내로 사출되고, 플라스틱 수지가 게이트로부터 가장 먼 공동 내의 위치에 도달할 때까지 플라스틱 수지는 사출 성형기에 의해 공동 내로 강제로 사출된다. 그 후, 플라스틱 수지는 단부로부터 다시 게이트를 향하여 공동을 충전한다. 부품의 생성되는 길이 및 벽 두께는 주형 공동의 형상의 결과이다.

[0004]

일부 경우에, 최종 부품의 플라스틱 함량, 및 이에 따라 비용을 감소시키기 위해 사출 성형된 부품의 벽 두께를 감소시키는 것을 원할 수 있다. 종래의 가변 고압 사출 성형 공정을 사용하여 벽 두께를 감소시키는 것은 고가이고 평범하지 않은 과제일 수 있다. 실제로, 종래의 사출 성형기(예컨대, 용융된 플라스틱 수지를 더 높은 압력에서 사출하는 기계)는 부품의 박벽(thin wall)이 성형될 수 있는 방법에 관해 실제적인 한계를 갖는다. 일반적으로 말하면, 종래의 사출 성형기는 (아래에서 설명되는 L/T 비에 의해 정의되는 바와 같은) 박벽 비(thinwall ratio)가 약 200 초과인 부품을 성형할 수 없다. 더욱이, 100 초과인 박벽 비를 갖는 박벽 부품을 성형하는 것은, 현재의 능력의 최상위에 있는 압력 및 그에 따라 이러한 고압을 취급할 수 있는 프레스(press)를 필요로 한다.

[0005]

박벽 부품을 충전할 때, 현재의 산업적 실무는 성형기가 달성할 수 있는 최고의 가능한 속도로 주형 공동을 충전하는 것이다. 이러한 접근법은 중합체가 주형 내에서 고형화되거나 "굳어지기" 전에 주형 공동이 충전되는 것을 보장한다. 이러한 접근법은 2가지 결점을 갖는다. 첫 번째는 매우 높은 충전 속도를 달성하는 것은 매우 높은 출력 부하를 필요로 하며, 이는 매우 고가의 성형 장비를 필요로 한다는 것이다. 또한, 대부분의 전기 프레스는 이러한 높은 충전 속도를 달성하기에 충분한 출력을 제공할 수 없거나, 성형 장비의 비용을 상당히 증가시켜 경제적으로 실용적이지 못하게 만드는 매우 복잡하고 고가인 구동 시스템을 필요로 한다.

[0006]

두 번째 결점은 높은 충전 속도가 매우 높은 압력을 필요로 한다는 것이다. 이러한 고압은 충전 동안 주형을 폐쇄된 상태로 유지하기 위한 매우 높은 클램핑력(clamping force)에 대한 필요성을 야기하고, 이러한 높은 클

램핑력은 매우 고가의 성형 장비로 귀결된다. 고압은 또한 매우 높은 강도의 재료, 전형적으로 경화 공구강으로부터 제조되는 사출 주형 코어를 필요로 한다. 이러한 고강도의 주형은 또한 매우 고가이며, 많은 성형된 구성요소들에 대해 경제적으로 실용적이지 않을 수 있다. 이들 상당한 결점에도 불구하고, 박벽 사출 성형된 구성요소에 대한 필요성이 여전히 높는데, 그 이유는 이들 구성요소가 성형된 부품을 형성하는 데 더 적은 중합체 재료를 사용함으로써, 보다 높은 장비 비용을 상쇄하고도 남은 재료 절감을 가져오기 때문이다. 또한, 몇몇 성형된 구성요소는 적절하게 수행하기 위해서 매우 얇은 설계 요소, 예를 들어 휘어질 필요가 있는 설계 요소, 또는 다른 설계 요소의 매우 작은 특징부와 정합하여야 하는 설계 요소를 필요로 한다.

[0007]

액체 플라스틱 수지가 종래의 사출 성형 공정에서 사출 주형 내로 도입됨에 따라, 공동의 벽에 인접한 재료가 즉시 "굳어지거나", 고형화되거나, 경화되기 시작하거나, 결정질 중합체의 경우에 플라스틱 수지가 결정화되기 시작하는데, 그 이유는 액체 플라스틱 수지가 재료의 비-유동 온도 미만의 온도로 냉각되고 액체 플라스틱의 부분들이 정지되기 때문이다. 주형의 벽에 인접한 이러한 굳어진 재료는 열가소성 물질이 주형 공동의 단부로 진행함에 따라 그것이 이동하는 유동 경로를 좁힌다. 주형의 벽에 인접한 굳어진 재료 층의 두께는 주형 공동의 충전이 진행됨에 따라 증가하며, 이는 주형 공동을 계속 충전하기 위해 중합체가 통과하여 유동해야 하는 단면적의 점진적인 감소를 야기한다. 재료가 굳어짐에 따라, 그것은 또한 수축되어, 주형 공동 벽으로부터 떨어지며, 이는 주형 공동 벽에 의한 재료의 효과적인 냉각을 감소시킨다. 그 결과, 종래의 사출 성형기는 주형 공동을 플라스틱으로 매우 빠르게 충전하고, 이어서 주형 공동의 측부에 대하여 재료를 외향으로 가압하도록 패킹 압력을 유지하여 냉각을 향상시키고 성형된 부품의 정확한 형상을 유지한다. 종래의 사출 성형기는 전형적으로 약 10% 사출 시간, 약 50% 패킹 시간, 및 약 40% 냉각 시간으로 구성된 사이클 시간을 갖는다.

[0008]

플라스틱이 주형 공동 내에서 굳어짐에 따라, 종래의 사출 성형기는 (더 작은 유동 단면적으로 인해 실질적으로 일정한 체적 유량을 유지하기 위해) 사출 압력을 증가시킨다. 그러나, 압력을 증가시키는 것은 비용 및 성능들 모두의 면에서 불리하다. 구성요소를 성형하는 데 요구되는 압력이 증가하면, 성형 장비는 추가의 압력을 견디기에 충분히 강해야 하며, 이는 일반적으로 더 비싸다는 것과 동등하다. 제조업자는 이러한 증가된 압력을 수용하기 위해 새로운 장비를 구입해야 할 수 있다. 따라서, 주어진 부품의 벽 두께에 있어서의 감소는, 종래의 사출 성형 기술을 통해 제조를 성취하기에는 상당한 자금 지출을 야기할 수 있다.

[0009]

전술된 결점들 중 일부를 피하려는 노력으로, 많은 종래의 사출 성형 작업들은 주형 공동 내로의 플라스틱 재료의 유동 특성을 개선하기 위하여 전단-박화(shear-thinning) 플라스틱 재료를 사용한다. 전단-박화 플라스틱 재료가 주형 공동 내로 사출됨에 따라, 플라스틱 재료와 주형 공동 벽 사이에서 발생하는 전단력은 플라스틱 재료의 점도를 감소시키는 경향이 있어서, 플라스틱 재료가 주형 공동 내로 보다 자유롭게 그리고 용이하게 유동하도록 허용한다. 그 결과, 주형이 완전히 충전되기 전에 재료가 완전히 굳어지는 것을 피하기에 충분히 빠르게 박벽 부품들을 충전하는 것이 가능하다.

[0010]

점도의 감소는 플라스틱 재료와 공급 시스템 사이에서, 그리고 플라스틱 재료와 주형 공동 벽 사이에서 발생하는 전단력의 크기에 직접적으로 관련된다. 따라서, 이러한 전단-박화 재료의 제조업자 및 사출 성형 시스템의 작업자는 전단을 증가시켜서, 점도를 감소시키려는 노력으로 사출 성형 압력을 보다 높게 하도록 하고 있다. 전형적으로, 고 출력 사출 성형 시스템(예컨대, 등급 101 및 등급 30 시스템)은 플라스틱 재료를 전형적으로 103 MPa(15,000 psi) 이상의 용융물 압력에서 주형 공동 내로 사출한다. 전단-박화 플라스틱 재료의 제조업자는 최소 용융물 압력을 초과해 주형 공동 내로 플라스틱 재료를 사출하도록 사출 성형 작업자에게 교시한다. 예를 들어, 폴리프로필렌 수지는 전형적으로 41 MPa(6,000 psi) 초과 압력에서 가공된다(폴리프로필렌 수지 제조업자로부터의 권고 범위는 전형적으로 41 MPa(6,000 psi) 초과 내지 약 103 MPa(15,000 psi)임). 프레스 제조업자 및 가공 기술자는 전형적으로, 플라스틱 재료로부터 최대 박화 및 보다 나은 유동 특성을 끌어내기 위해, 최대 가능 전단 박화 - 이는 전형적으로 103 MPa(15,000 psi) 초과임 - 를 달성하기 위해서, 상기 범위의 상한에서 또는 그보다 상당히 더 높은 값에서 전단 박화 중합체를 가공할 것을 권고한다. 전단 박화 열가소성 중합체는 일반적으로 41 MPa(6,000 psi) 초과 내지 약 207 MPa(30,000 psi)의 범위에서 가공된다. 전단 박화 플라스틱의 사용에도 불구하고, 박벽형 부품의 가변 고압 사출 성형에 대해 실제적인 한계가 존재한다. 이러한 한계는 현재 박벽 비가 200 이상인 박벽 부품의 범위 내에 있다. 더욱이, 100 내지 200의 박벽 비를 갖는 부품도 비용이 엄청나게 높아질 수 있는데, 그 이유는 이들 부품이 일반적으로 약 103 MPa(15,000 psi) 내지 약 138 MPa(20,000 psi)의 사출 압력을 필요로 하기 때문이다.

[0011]

박벽형 소비자 제품을 생산하는 대량 생산 사출 성형기(즉, 등급 101 및 등급 30 성형기)는 고 강도 재료로부터 제조되는 대다수의 주형을 갖는 주형들만을 사용한다. 대량 생산 사출 성형기는 전형적으로 연간 500,000 사이클 이상을 겪는다. 산업 품질 생산 주형은 연간 500,000 사이클 이상, 바람직하게는 연간 1,000,000 사이클 초

과, 보다 바람직하게는 연간 5,000,000 사이클 초과, 그리고 더욱 더 바람직하게는 연간 10,000,000 사이클 초과를 견디도록 설계되어야 한다. 이러한 기계는 생산 속도를 증가시키기 위해 다중 공동 주형 및 복잡한 냉각 시스템을 갖는다. 고 경도 재료는 더 낮은 경도의 재료보다 반복되는 고압 클램핑 작업을 더 잘 견딜 수 있다. 그러나, 대부분의 공구강과 같은 고 경도 재료는, 대체로 35 W/m °C (20 BTU/HR FT °F) 미만의, 비교적 낮은 열전도율을 가지며, 이는 열이 용융된 플라스틱 재료로부터 고 경도 재료를 통해 전달되기 때문에 긴 냉각 시간으로 이어진다.

[0012] 기존의 가변 고압 사출 성형기의 계속 증가하는 사출 압력 범위에도 불구하고, 종래의 가변 고압(예컨대, 138 MPa(20,000 psi)) 사출 성형기에서 박벽형 부품을 성형하기 위해 약 200(L/T 비)의 실제적인 한계가 여전히 존재하고, 약 100 내지 약 200의 박벽 비를 갖는 박벽 부품은 많은 제조업자에게 비용이 엄청나게 높을 수 있다.

[0013] 성형 조건의 변화는 용융된 플라스틱 재료의 특성에 크게 영향을 미칠 수 있다. 보다 구체적으로, (온도의 변화와 같은) 환경 조건의 변화는 용융된 플라스틱 재료의 점도를 높이거나 낮출 수 있다. 용융된 플라스틱 재료의 점도가 변화하면, 성형된 부품의 품질이 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 증가하는 경우, 성형된 부품은 쇼트 샷(short shot), 또는 용융된 플라스틱 재료의 부족을 경험할 수 있다. 반면에, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 감소하는 경우, 성형된 부품은 보다 얇은 용융된 플라스틱 재료가 주형 공동의 시임(seam) 내로 가압되기 때문에 플래싱(flashing)을 경험할 수 있다. 게다가, 원래 그대로의 재료와 혼합되는 재생 플라스틱 재료가 조합된 플라스틱 재료의 용융 유동 지수(melt flow index, MFI)를 변화시킬 수 있다. 종래의 사출 성형기는 재료 특성의 이들 변화를 고려하기 위해 작동 파라미터를 조절하지는 않는다. 그 결과, 종래의 사출 성형기는 보다 낮은 품질의 부품을 제조할 수 있으며, 이것은 품질 관리 검사 동안 제거되어야 함으로써, 작업의 비효율성으로 이어진다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도면에 개시된 실시예는 본질적으로 예증적이고 예시적인 것이며, 특허청구범위에 의해 한정되는 주제를 제한하고자 하는 것이 아니다. 예시적인 실시예의 이하의 상세한 설명은 이하의 도면과 관련하여 읽혀질 때 이해될 수 있으며, 도면에서 동일한 구조체는 동일한 도면 부호로 지시된다.

도 1은 본 발명에 따라 구성된 사출 성형기의 개략도를 예시하는 도면.

도 2는 도 1의 사출 성형기에서 형성된 박벽형 부품의 일 실시예를 예시하는 도면.

도 3은 종래의 사출 성형기에 대한 공동 압력 대 시간 그래프 위에 중첩된, 도 1의 사출 성형기에 대한 공동 압력 대 시간 그래프.

도 4는 종래의 사출 성형기에 대한 공동 압력 대 시간 그래프 위에 중첩된, 도 1의 사출 성형기에 대한 다른 공동 압력 대 시간 그래프이며, 이러한 그래프들은 소정 충전 단계에 소요되는 충전 시간의 백분율을 예시함.

도 5a 내지 도 5d는 종래의 사출 성형기에 의한 다양한 충전 스테이지에서의 박벽 주형 공동의 일부분의 측단면도.

도 6a 내지 도 6d는 도 1의 사출 성형기에 의한 다양한 충전 스테이지에서의 박벽 주형 공동의 일부분의 측단면도.

도 7은 도 1의 사출 성형기 상에서 수행될 수 있는 사출 성형 사이클의 개략도.

도 8은 용융된 플라스틱 재료의 점도에 있어서의 변화의 영향을 예시하는, 사출 성형기에 대한 압력 대 시간 그래프.

도 9는 용융된 플라스틱 재료의 점도에 있어서의 변화에 기초하여, 주형 공동이 올바르게 충전되고 용융된 플라스틱 재료가 주형 공동을 완전히 충전하는 것을 보장하기 위해 제어기에 의해 이루어질 수 있는 단계 시간(step time) 조절을 예시하는, 사출 성형기에 대한 압력 대 시간 그래프.

도 10은 용융된 플라스틱 재료의 점도 변화를 고려하는 사출 성형 공정을 예시하는 논리도.

도 11은 용융된 플라스틱 재료의 점도 변화를 고려하는 사출 성형 공정의 대안적인 실시예의 논리도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 실시예는 일반적으로 사출 성형에 의해 제품을 제조하는 시스템, 기계, 제품, 및 방법에 관한

것이며, 보다 구체적으로는 낮은 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형에 의해 제품을 제조하는 시스템, 제품, 및 방법에 관한 것이다. 그러나, 본 명세서에 기술된 용융된 플라스틱 재료의 점도 변화를 고려하기 위한 장치 및 방법은 낮은 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형기 및 사출 성형 공정으로 제한되지 않는다. 오히려, 용융된 플라스틱 재료의 점도 변화를 고려하기 위한 개시된 장치 및 방법은 높은 압력 공정, 낮은 압력 공정, 가변 압력 공정, 및 일정한 또는 실질적으로 일정한 압력 공정을 포함하지만 이로 제한되지 않는, 사실상 임의의 사출 성형기 또는 사출 성형 공정에 포함될 수 있다.

[0016] 열가소성 재료의 용융물 압력에 관하여 본 명세서에 사용되는 바와 같은 용어 "낮은 압력"은 사출 성형기의 노즐 부근에서의 103 MPa(15,000 psi) 이하의 용융물 압력을 의미한다.

[0017] 열가소성 재료의 용융물 압력에 관하여 본 명세서에 사용되는 바와 같은 용어 "실질적으로 일정한 압력"은 기준 용융물 압력으로부터의 편차가 열가소성 재료의 물리적 특성의 유의미한 변화를 생성하지 않음을 의미한다. 예를 들어, "실질적으로 일정한 압력"은 용융된 열가소성 재료의 점도가 유의미하게 변화하지 않게 하는 압력 변동을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 이 점에 있어서 용어 "실질적으로 일정한"은 기준 용융물 압력으로부터 대략 30%의 편차를 포함한다. 예를 들어, 용어 "대략 32 MPa(4600 psi)의 실질적으로 일정한 압력"은 약 41 MPa(6000 psi)(32 MPa(4600 psi)보다 30% 높음) 내지 약 22 MPa(3200 psi)(32 MPa(4600 psi)보다 30% 낮음)의 범위 내의 압력 변동을 포함한다. 용융물 압력은, 용융물 압력이 언급된 압력으로부터 30% 이하로 변동되는 한, 실질적으로 일정한 것으로 간주된다.

[0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같은 용어 "용융물 홀더"는 기계 노즐과 유체 연통하는 용융된 플라스틱을 수용하는 사출 성형기의 부분을 지칭한다. 용융물 홀더는 중합체가 원하는 온도에서 준비되고 유지될 수 있도록 가열된다. 용융물 홀더는, 중앙 제어 유닛과 통신하고 다이어프램(diaphragm)을 전진시켜 용융된 플라스틱을 기계 노즐을 통해 가압하도록 제어될 수 있는 동력원, 예를 들어 유압 실린더 또는 전기 서보 모터에 연결된다. 이어서 용융된 재료는 러너(runner) 시스템을 통해 주형 공동 내로 유동한다. 용융물 홀더는 단면이 원통형일 수 있거나, 다이어프램이 중합체를 0.7 MPa(100 psi)만큼 낮은 압력 내지 276 MPa(40,000 psi) 이상의 범위일 수 있는 압력하에서 기계 노즐을 통해 가압하도록 허용할 대안적인 단면을 가질 수 있다. 다이어프램은 선택적으로 사출 전에 중합체 재료를 가소화하도록 설계된 플라이트(flight)를 갖는 왕복 스크류에 일체적으로 연결될 수 있다.

[0019] 용어 "높은 L/T 비"는 일반적으로 100 이상의 L/T 비를 지칭하고, 보다 구체적으로는 200 이상, 그러나 1000 미만의 L/T 비를 지칭한다. L/T 비의 계산은 아래에 정의된다.

[0020] 용어 "피크 유량"은 일반적으로 기계 노즐에서 측정된 바와 같은 최대 체적 유량을 지칭한다.

[0021] 용어 "피크 사출 속도"는 일반적으로 중합체를 공급 시스템 내로 가압하는 공정에서 사출 램(injection ram)이 이동하는 최대 선형 속도를 지칭한다. 램은, 예를 들어 단일 스테이지의 사출 시스템의 경우에는 왕복 스크류, 또는 예를 들어 2-스테이지의 사출 시스템의 경우에는 유압 램일 수 있다.

[0022] 용어 "램 속도"는 일반적으로 중합체를 공급 시스템 내로 가압하는 공정에서 사출 램이 이동하는 선형 속도를 지칭한다.

[0023] 용어 "유량"은 일반적으로 기계 노즐에서 측정된 바와 같은 중합체의 체적 유량을 지칭한다. 이러한 유량은 램 속도 및 램 단면적에 기초하여 계산될 수 있거나, 기계 노즐 내에 위치한 적합한 센서에 의해 측정될 수 있다.

[0024] 용어 "공동 퍼센트 충전"은 일반적으로 체적 기준으로 충전된 공동의 백분율을 지칭한다. 예를 들어, 공동이 95% 충전된 경우, 충전된 주형 공동의 총 체적은 주형 공동의 총 체적 용량의 95%이다.

[0025] 용어 "용융물 온도"는 일반적으로 용융물 홀더 내에, 그리고 중합체를 용융된 상태로 유지하는 고온 러너 시스템이 사용될 때 재료 공급 시스템 내에 유지되는 중합체의 온도를 지칭한다. 용융물 온도는 재료에 따라 변하지만, 원하는 용융물 온도는 일반적으로 재료 제조업자에 의해 권장되는 범위 내에 있는 것으로 이해된다.

[0026] 용어 "게이트 크기"는 일반적으로 러너와 주형 공동의 교차에 의해 형성되는, 게이트의 단면적을 지칭한다. 고온 러너 시스템의 경우, 게이트는 게이트에서 재료의 유동의 확실한 차단이 없는 개방 설계, 또는 밸브 핀이 게이트를 통한 주형 공동 내로의 재료의 유동을 기계적으로 차단하는 데 사용되는 폐쇄 설계(통상 밸브 게이트로 지칭됨)일 수 있다. 게이트 크기는 단면적을 지칭하며, 예를 들어 1 mm 게이트 직경은 게이트가 주형 공동과 만나는 점에서 1 mm 직경을 갖는 게이트의 단면적과 동등한 게이트의 단면적을 지칭한다. 게이트의 단면은 임의의 원하는 형상일 수 있다.

- [0027] 용어 "유효 게이트 면적"은 일반적으로 열가소성 물질을 주형 공동에 공급하는 공급 시스템(예컨대, 러너)의 재료 유동 채널과 주형 공동의 교차점에 대응하는 게이트의 단면적을 지칭한다. 게이트는 가열될 수 있거나 가열되지 않을 수 있다. 게이트는 주형 공동 내로의 원하는 열가소성 물질 유동을 달성하기에 적합한 원형 또는 임의의 단면 형상일 수 있다.
- [0028] 용어 "증대 비"는 일반적으로 사출 동력원이 용융된 중합체를 기계 노즐을 통해 가압하는 사출 램에 대해 갖는 기계적 확대율(mechanical advantage)을 지칭한다. 유압 동력원의 경우, 유압 피스톤이 사출 램에 비하여 10:1의 기계적 확대율을 가질 것이라는 것이 통상적이다. 그러나, 기계적 확대율은 2:1과 같은 훨씬 더 낮은 비 내지 50:1과 같은 훨씬 더 높은 기계적 확대 비의 범위일 수 있다.
- [0029] 용어 "피크 출력"은 일반적으로 주형 공동을 충전할 때 생성되는 최대 출력을 지칭한다. 피크 출력은 충전 사이클 내의 임의의 지점에서 일어날 수 있다. 피크 출력은 기계 노즐에서 측정된 바와 같은 플라스틱 압력에, 기계 노즐에서 측정된 바와 같은 유량을 곱한 값에 의해 정해진다. 출력은 식  $P = p * Q$ 에 의해 계산되며, 여기서  $p$ 는 압력이고  $Q$ 는 체적 유량이다.
- [0030] 용어 "체적 유량"은 일반적으로 기계 노즐에서 측정된 바와 같은 유량을 지칭한다. 이러한 유량은 램 속도 및 램 단면적에 기초하여 계산될 수 있거나, 기계 노즐 내에 위치한 적합한 센서에 의해 측정될 수 있다.
- [0031] 용어 "충전된" 및 "충만한"은, 열가소성 재료를 포함하는 주형 공동에 관하여 사용될 때, 상호교환가능하고, 둘 모두의 용어는 열가소성 재료가 주형 공동 내로의 유동을 중단하였음을 의미한다.
- [0032] 용어 "샷 크기"는 일반적으로 주형 공동 또는 공동들을 완전히 충전하기 위해 용융물 홀더로부터 사출되는 중합체의 체적을 지칭한다. 샷 크기 체적은 사출 직전의 용융물 홀더 내의 중합체의 온도 및 압력에 기초하여 정해진다. 다시 말하면, 샷 크기는 주어진 온도 및 압력에서 사출 성형 램의 스트로크로 사출되는 용융된 플라스틱 재료의 총 체적이다. 샷 크기는 하나 이상의 게이트를 통해 하나 이상의 사출 공동 내로 용융된 플라스틱 재료를 사출하는 것을 포함할 수 있다. 용융된 플라스틱 재료의 샷은 또한 하나 이상의 용융물 홀더에 의해 준비되고 사출될 수 있다.
- [0033] 용어 "헤지테이션(hesitation)"은 일반적으로 중합체의 일부분이 그것의 비-유동 온도 미만으로 떨어지고 굳어지기 시작하도록 허용하기에 충분히 유동 선단의 속도가 최소화된 점을 지칭한다.
- [0034] 용어 "전기 모터" 또는 "전기 프레스"는 본 명세서에 사용될 때 전기 서보 모터 및 전기 리니어 모터 둘 모두를 포함한다.
- [0035] 용어 "피크 출력 유동 계수"는 단일 사출 성형 사이클 동안 사출 성형 시스템에 의해 요구되는 피크 출력의 정규화된 척도를 지칭하고, 피크 출력 유동 계수는 상이한 사출 성형 시스템들의 출력 조건들을 직접 비교하는 데 사용될 수 있다. 피크 출력 유동 계수는 먼저 (본 명세서에서 정의되는 바와 같이) 충전 사이클 동안 성형 압력에 유량을 곱한 최대 값에 대응하는 피크 출력을 결정하고, 이어서 충전될 주형 공동에 대한 샷 크기를 결정함으로써 계산된다. 이어서, 피크 출력 유동 계수가, 피크 출력을 샷 크기로 나눔으로써 계산된다.
- [0036] 용어 "낮은 일정한 압력의 사출 성형기"는 103 MPa(15,000 psi) 미만인 실질적으로 일정한 사출 압력을 사용하는 등급 101 또는 등급 30 사출 성형기로 정의된다. 대안적으로, 용어 "낮은 일정한 압력의 사출 성형기"는 103 MPa(15,000 psi) 미만인 실질적으로 일정한 사출 압력을 사용하는, 그리고 주형 코어(사이에 주형 공동을 한정하는 제1 및 제2 주형 부품으로 구성됨)가 그것의 유효 수명의 종료에 도달하기 전에 100만회 초과 사이클, 바람직하게는 125만회 초과 사이클, 보다 바람직하게는 200만회 초과 사이클, 보다 바람직하게는 500만회 초과 사이클, 그리고 훨씬 더 바람직하게는 1000만회 초과 사이클을 수행할 수 있는 사출 성형기로 정의될 수 있다. "낮은 일정한 압력의 사출 성형기"의 특징은 100 초과(그리고 바람직하게는 200 초과)의 L/T 비를 갖는 주형 공동, 다수의 주형 공동(바람직하게는 4개의 주형 공동, 보다 바람직하게는 16개의 주형 공동, 보다 바람직하게는 32개의 주형 공동, 보다 바람직하게는 64개의 주형 공동, 보다 바람직하게는 128개의 주형 공동, 그리고 보다 바람직하게는 256개의 주형 공동, 또는 4개 내지 512개의 임의의 개수의 주형 공동), 가열된 러너, 및 유도식 배출 메커니즘을 포함한다.
- [0037] 용어 "유효 수명"은 파괴 또는 예정된 교체 전의, 주형 부품의 예상 수명으로 정의된다. 주형 부품 또는 주형 코어(또는 주형 공동을 한정하는 주형의 임의의 부품)와 관련하여 사용될 때, 용어 "유효 수명"은 성형된 부품에 품질 문제가 발생하기 전에, 주형 부품의 완전성에 관하여 문제(예컨대, 골링(galling), 분리선의 변형, 섷-오프(shut-off) 표면의 변형 또는 과도한 마모)가 발생하기 전에, 또는 주형 부품에 기계적 파괴(예컨대, 피로

파괴 또는 피로 균열)가 발생하기 전에 주형 부품 또는 주형 코어가 사용될 것으로 예상되는 시간을 의미한다. 전형적으로, 주형 부품은 주형 공동을 한정하는 접촉 표면이 폐기되거나 교체되어야 할 때 그것의 "유효 수명"의 종료에 도달한다. 주형 부품은 주형 부품의 "유효 수명"에 걸쳐 때때로 수리 또는 재생을 필요로 할 수 있으며, 이러한 수리 또는 재생은 허용가능한 성형된 부품 품질 및 성형 효율을 달성하기 위하여 주형 부품의 완전한 교체를 요구하지는 않는다. 더욱이, 부품이 주형으로부터 적절히 제거되지 않고 주형이 배출되지 않은 부품 상에 강제로 폐쇄되는 것, 또는 작업자가 성형된 부품을 제거하기 위하여 잘못된 공구를 사용하여 주형 구성요소를 손상시키는 것과 같은, 주형 부품의 정상적인 작동과 관련 없는 손상이 주형 부품에 대해 일어나는 것이 가능하다. 이러한 이유로, 이러한 손상된 구성요소들을 그들이 그들의 유효 수명의 종료에 도달하기 전에 교체하기 위하여 예비 주형 부품들이 때때로 사용된다. 손상으로 인한 주형 부품의 교체는 예상 유효 수명을 변화시키지 않는다.

[0038] 용어 "유도식 배출 메커니즘"은 성형된 부품을 주형 공동으로부터 물리적으로 배출하도록 작동하는 동적 부품으로 정의된다.

[0039] 용어 "코팅"은 주형 공동을 한정하는 주형 부품의 표면 상에 배치되는, 주형 공동의 형상을 한정하는 것 이외의 주된 기능(예컨대, 주형 공동을 한정하는 재료를 보호하는 기능, 또는 주형 공동으로부터의 성형된 부품의 제거를 향상시키기 위해 성형된 부품과 주형 공동 벽 사이의 마찰을 감소시키는 기능)을 갖는, 두께가 0.13 mm(0.005 in) 미만인 재료의 층으로 정의된다.

[0040] 용어 "평균 열전도율"은 주형 공동 또는 주형 측부 또는 주형 부품을 구성하는 임의의 재료의 열전도율로 정의된다. 코팅, 스택 플레이트, 지지 플레이트, 및 게이트 또는 러너 - 주형 공동과 일체형이든지 또는 주형 공동과 분리형이든지 간에 - 를 구성하는 재료는 평균 열전도율에 포함되지 않는다. 평균 열전도율은 체적 가중치에 기초하여 계산된다.

[0041] 용어 "유효 냉각 표면"은 열이 그것을 통해 주형 부품으로부터 제거되는 표면으로 정의된다. 유효 냉각 표면의 일례는 능동 냉각 시스템으로부터의 냉각 유체를 위한 채널을 한정하는 표면이다. 유효 냉각 표면의 다른 예는 열이 그것을 통해 대기로 소산되는 주형 부품의 외측 표면이다. 주형 부품은 하나 초과와 유효 냉각 표면을 가질 수 있으며, 이에 따라 주형 공동 표면과 각각의 유효 냉각 표면 사이의 독특한 평균 열전도율을 가질 수 있다.

[0042] 용어 "공칭 벽 두께"는 주형 공동이 균일한 두께를 갖도록 제조되는 경우 주형 공동의 이론적 두께로 정의된다. 공칭 벽 두께는 평균 벽 두께에 의해 근사화될 수 있다. 공칭 벽 두께는 개별 게이트에 의해 충전되는 주형 공동의 길이 및 폭을 적분함으로써 계산될 수 있다.

[0043] 용어 "평균 경도"는 원하는 체적 내의 임의의 재료 또는 재료들의 조합에 대한 로크웰 경도(Rockwell hardness)로 정의된다. 하나 초과와 재료가 존재하는 경우, 평균 경도는 각 재료의 체적 가중 백분율에 기초한다. 평균 경도 계산은 주형 공동의 임의의 부분을 구성하는 재료들에 대한 경도들을 포함한다. 평균 경도 계산은 코팅, 스택 플레이트, 게이트 또는 러너 - 주형 공동과 일체형이든지 또는 그렇지 않든지 간에 -, 및 지지 플레이트를 구성하는 재료를 포함하지 않는다. 일반적으로, 평균 경도는 주형 냉각 영역 내의 재료의 체적 가중 경도를 말한다.

[0044] 용어 "주형 냉각 영역"은 주형 공동 표면과 유효 냉각 표면 사이에 놓이는 소정 체적의 재료로 정의된다.

[0045] 용어 "사이클 시간" 또는 "사출 성형 사이클"은 사출 성형된 부품을 완전히 형성하는 데 요구되는 사출 성형 공정의 단일 반복으로 정의된다. 사이클 시간 또는 사출 성형 사이클은 용융된 열가소성 재료를 주형 공동 내로 전진시키는 단계, 열가소성 재료로 주형 공동을 실질적으로 충전하는 단계, 열가소성 재료를 냉각하는 단계, 제 1 및 제 2 주형 측부를 분리하여 냉각된 열가소성 재료를 노출시키는 단계, 열가소성 재료를 제거하는 단계, 및 제 1 및 제 2 주형 측부를 폐쇄하는 단계를 포함한다.

[0046] 용어 "사출 성형 가동"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 공통의 사출 성형기 상에서 수행되는 일련의 순차적인 사출 성형 사이클들을 포함한다.

[0047] 용어 "유동성(flowability)"은, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용융된 플라스틱 재료가 사출 성형 시스템을 통해 유동할 때 그것의 유동 저항을 포함하며, 용융된 플라스틱 재료의 조성, 온도, 전단, 주형 설계, 및 부품 설계를 포함하지만 이로 제한되지 않는, 용융된 플라스틱 재료의 상대 점도에 대한 모든 영향을 고려한다.

[0048] 용어 "단계 시간"은 사출 성형 사이클의 시작과 사출 성형 사이클의 종료 사이의 시간으로 정의된다. 사출 성

형 사이클의 시작은 용융된 플라스틱 재료의 사출이 개시되는 때의 순간이다. 사출 성형 사이클의 종료는 성형된 부품의 배출을 위해 주형이 개방되기 직전의 순간이다. 다시 말해서, 사출 성형 사이클의 종료는 주형 내의 플라스틱 재료로부터 사출 압력이 제거되는 순간이다.

[0049] 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 또한 칫솔 손잡이 및 면도기 손잡이와 같은 박벽형 소비자 제품을 제조하는데 사용될 수 있는, 2012년 8월 31일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/601,514호(이에 의해 본 명세서에 참고로 포함됨)에 개시된 고 생산성 사출 성형기와 같은, 고 생산성 사출 성형기(예컨대, 등급 101 또는 등급 30 사출 성형기, 또는 "초고 생산성 성형기")일 수 있다. 박벽형 부품은 일반적으로 100 이상의 높은 L/T 비를 갖는 것으로 정의된다.

[0050] 도면을 상세히 참조하면, 도 1은 일반적으로 사출 시스템(12) 및 클램핑 시스템(14)을 포함하는 예시적인 낮은 일정한 압력의 사출 성형 장치(10)를 예시한다. 열가소성 재료가 열가소성 펠릿(16)의 형태로 사출 시스템(12)에 도입될 수 있다. 열가소성 펠릿(16)은, 열가소성 펠릿(16)을 사출 시스템(12)의 가열된 배럴(barrel)(20) 내로 공급하는 호퍼(hopper)(18)에 넣어질 수 있다. 열가소성 펠릿(16)은, 가열된 배럴(20) 내로 공급된 후에, 왕복 스크류(22)에 의해 가열된 배럴(20)의 단부로 구동될 수 있다. 가열된 배럴(20)의 가열 및 왕복 스크류(22)에 의한 열가소성 펠릿(16)의 압축은 열가소성 펠릿(16)이 용융되게 하여서, 용융된 열가소성 재료(24)를 형성한다. 용융된 열가소성 재료는 전형적으로 약 130°C 내지 약 410°C의 온도에서 가공된다.

[0051] 왕복 스크류(22)는 용융된 열가소성 재료(24)를 노즐(26)을 향해 가압하여, 용융된 열가소성 재료(24)의 유동을 주형 공동(32)으로 지향시키는 하나 이상의 게이트(30), 바람직하게는 3개 이하의 게이트를 통해 주형(28)의 주형 공동(32) 내로 사출될 열가소성 재료의 샷을 형성한다. 다른 실시예에서, 노즐(26)은 공급 시스템(도시되지 않음)에 의해 하나 이상의 게이트(30)로부터 분리될 수 있다. 주형 공동(32)은 주형(28)의 제1 주형 측부(25)와 제2 주형 측부(27) 사이에 형성되며, 제1 및 제2 주형 측부(25, 27)는 프레스 또는 클램핑 유닛(34)에 의해 압력하에서 결합된다. 프레스 또는 클램핑 유닛(34)은 2개의 주형 반부(25, 27)를 분리하도록 작용하는 사출 압력에 의해 가해지는 힘보다 큰 클램핑력을 성형 공정 동안 가함으로써, 용융된 열가소성 재료(24)가 주형 공동(32) 내로 사출되는 동안 제1 및 제2 주형 측부(25, 27)를 결합시킨다. 이러한 클램핑력을 지원하기 위하여, 클램핑 시스템(14)은 주형 프레임(mold frame) 및 주형 베이스(mold base)를 포함할 수 있다.

[0052] 일단 용융된 열가소성 재료(24)의 샷이 주형 공동(32) 내로 사출되면, 왕복 스크류(22)는 전방으로 이동하는 것을 중단한다. 용융된 열가소성 재료(24)는 주형 공동(32)의 형태를 취하고, 용융된 열가소성 재료(24)는 열가소성 재료(24)가 고형화될 때까지 주형(28) 내부에서 냉각된다. 일단 열가소성 재료(24)가 고형화되면, 프레스(34)는 제1 및 제2 주형 측부(25, 27)를 이형시키고, 제1 및 제2 주형 측부(25, 27)가 서로 분리되고, 완성된 부품이 주형(28)으로부터 배출될 수 있다. 주형(28)은 전체 생산 속도를 증가시키기 위해 복수의 주형 공동(32)을 포함할 수 있다. 복수의 주형 공동들 중의 공동들의 형상들은 동일하거나, 유사하거나, 서로 상이할 수 있다. (후자는 일군의 주형 공동들로 간주될 수 있다).

[0053] 제어기(50)가 노즐(26) 부근에 위치한 노즐 센서(52), 주형 공동(32) 내에 또는 주형 공동(32)에 근접하게 위치한 유동 선단 센서(53), 및 스크류 제어부(36)와 통신 연결된다. 제어기(50)는 마이크로프로세서, 메모리, 및 하나 이상의 통신 링크를 포함할 수 있다. 유동 선단 센서(53)는 주형 공동(32) 내로 유동하는 용융된 열가소성 재료의 전방 에지(leading edge) 또는 유동 선단의 위치의 표시를 제공할 수 있다. 유동 선단 센서(53)가 도 1에서 주형 공동(32)의 단부(예컨대, 용융된 플라스틱 재료로 충전하기에 마지막인 주형 공동 내의 위치)에 근접하여 예시되지만, 유동 선단 센서(53)는 용융된 열가소성 재료로 충전하기에 마지막인 주형 공동(32) 내의 위치와 게이트 사이의, 주형 공동(32) 내의 임의의 지점에 위치될 수 있다. 유동 선단 센서(53)가 주형 공동(32)의 단부에 근접하여 위치되지 않은 경우, 용융된 플라스틱 재료의 유동 선단이 주형 공동(32)의 단부에 도달할 때를 근사화하기 위해 시간 보정 계수가 적용될 수 있다. 주형 공동(32)의 단부로부터 30% 이내에, 바람직하게는 주형 공동(32)의 단부로부터 20% 이내에, 그리고 보다 바람직하게는 주형 공동(32)의 단부로부터 10% 이내에 유동 선단 센서(53)를 위치시키는 것이 바람직할 수 있다. 노즐 센서(52) 및 유동 선단 센서(53)는 열가소성 재료의 유동 선단의 도달로 인한 압력 및/또는 온도 변화를 감지함으로써 열가소성 재료의 존재를 광학적으로, 공압적으로, 전기적으로, 초음파적으로, 기계적으로 또는 달리 감지할 수 있다. 열가소성 재료의 압력 또는 온도가 노즐 센서(52)에 의해 측정되는 경우, 노즐 센서(52)는 압력 또는 온도를 나타내는 신호를 제어기(50)로 송신하여, 충전이 완료됨에 따라 제어기(50)가 주형 공동(32) 내에서 (또는 노즐(26) 내에서) 유지하는 목표 압력을 제공할 수 있다. 이러한 신호는 일반적으로 성형 공정을 제어하는데 이용될 수 있어서, 재료 점도, 주형 온도, 용융물 온도의 변동, 및 충전 속도에 영향을 주는 다른 변동들이 제어기(50)에 의해 조절된다. 이러한 조절은 성형 사이클 동안 즉시 이루어질 수 있거나, 후속 사이클에서 보정이 이루어질 수 있다.

더욱이, 몇몇 신호가 다수의 사이클에 걸쳐 평균될 수 있고, 이어서 제어기(50)에 의해 성형 공정을 조절하는데 사용될 수 있다. 제어기(50)는, 각각, 유선 연결부(54, 55, 56)를 통해 노즐 센서(52), 및/또는 유동 선단 센서(53), 및 스크류 제어부(36)에 연결될 수 있다. 다른 실시예에서, 제어기(50)는 무선 연결부, 기계적 연결부, 유압 연결부, 공압 연결부, 또는 제어기(50)가 센서(52, 53) 및 스크류 제어부(36) 둘 모두와 통신하도록 허용할, 당업자에게 공지된 임의의 다른 유형의 통신 연결부를 통해 노즐 센서(52)에, 유동 선단 센서(53)에, 그리고 스크류 제어부(56)에 연결될 수 있다.

[0054]

도 1의 실시예에서, 노즐 센서(52)는 노즐(26) 부근에서 용융된 열가소성 재료(24)의 용융물 압력을 (직접적으로 또는 간접적으로) 측정하는 압력 센서이다. 노즐 센서(52)는 제어기(50)로 전송되는 전기 신호를 발생시킨다. 이어서 제어기(50)는 노즐(26) 내의 용융된 열가소성 재료(24)의 원하는 용융물 압력을 유지하는 속도로 스크류(22)를 전진시키도록 스크류 제어부(36)에 명령한다. 이는 압력 제어식 공정으로 알려져 있다. 노즐 센서(52)는 용융물 압력을 직접적으로 측정할 수 있는 반면, 노즐 센서(52)는 또한 용융물 압력을 나타내는 온도, 점도, 유량 등과 같은, 용융된 열가소성 재료(24)의 다른 특성을 측정함으로써 용융물 압력을 간접적으로 측정할 수 있다. 마찬가지로, 노즐 센서(52)는 노즐(26) 내에 직접적으로 위치될 필요는 없으며, 오히려 노즐 센서(52)는 노즐(26)과 유동적으로 연결된 주형(28) 또는 사출 시스템(12) 내의 임의의 위치에 위치될 수 있다. 노즐 센서(52)가 노즐(26) 내에 위치되지 않는 경우, 노즐(26) 내의 용융물 압력의 추정치를 계산하기 위해 적절한 보정 계수가 측정된 특성에 적용될 수 있다. 노즐 센서(52)는 사출된 유체와 직접적으로 접촉할 필요는 없으며, 대안적으로 유체와 동적으로 연결되어 유체의 압력 및/또는 다른 유체 특성을 감지하는 것이 가능할 수 있다. 노즐 센서(52)가 노즐(26) 내에 위치되지 않는 경우, 노즐(26) 내의 용융물 압력을 계산하기 위해 적절한 보정 계수가 측정된 특성에 적용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 노즐 센서(52)는 노즐과 유동적으로 연결되는 위치에 배치될 필요는 없다. 오히려, 노즐 센서(52)는 제1 주형 부품(25)과 제2 주형 부품(27) 사이의 주형 분리선에서 클램핑 시스템(14)에 의해 발생하는 클램핑력을 측정할 수 있다. 일 태양에서, 제어기(50)는 노즐 센서(52)로부터의 입력에 따라 압력을 유지할 수 있다. 대안적으로, 센서는 전기 프레스에 의한 전력 수율을 측정할 수 있으며, 이는 노즐(26) 내의 압력의 추정치를 계산하는데 사용될 수 있다.

[0055]

능동형 폐쇄 루프 제어기(50)가 도 1에 예시되지만, 다른 압력 조절 장치가 폐쇄 루프 제어기(50) 대신에 사용될 수 있다. 예를 들어, 용융된 열가소성 재료(24)의 용융물 압력을 조절하기 위해, 압력 조절 밸브(도시되지 않음) 또는 압력 릴리프 밸브(도시되지 않음)가 제어기(50)를 대신할 수 있다. 보다 구체적으로, 압력 조절 밸브 및 압력 릴리프 밸브는 주형(28)의 과잉 가압(overpressurization)을 방지할 수 있다. 주형(28)의 과잉 가압을 방지하기 위한 다른 대안적인 메커니즘은, 과잉 가압 조건이 검출된 때 활성화되는 알람이다.

[0056]

이제 도 2를 참조하면, 예시적인 성형된 부품(100)이 예시된다. 성형된 부품(100)은 박벽형 부품이다. 성형된 부품은 일반적으로 유동 채널의 길이(L)를 유동 채널의 두께(T)로 나눈 값이 100 초과(즉,  $L/T > 100$ )이지만 1000 미만일 때 박벽형인 것으로 간주된다. 더 복잡한 기하학적 형상을 갖는 주형 공동의 경우, L/T 비는 게이트(30)로부터 주형 공동(32)의 단부까지의 주형 공동(32)의 길이에 걸쳐 T 치수를 적분하고, 게이트(30)로부터 주형 공동(32)의 단부까지의 최장 유동 길이를 결정함으로써 계산될 수 있다. 이어서, 최장 유동 길이를 평균 부품 두께로 나눔으로써 L/T 비가 결정될 수 있다. 주형 공동(32)이 하나 초과의 게이트(30)를 갖는 경우, L/T 비는 각각의 개별 게이트에 의해 충전되는 주형 공동(32)의 부분에 대한 L 및 T를 적분함으로써 결정되고, 주어진 주형 공동에 대한 전체 L/T 비는 게이트들 중 임의의 것에 대해 계산된 가장 높은 L/T 비이다. 몇몇 사출 성형 산업에서, 박벽형 부품은 100 초과와 L/T를 갖는, 또는 200 초과, 그러나 1000 미만의 L/T를 갖는 부품으로 정의될 수 있다. 유동 채널의 길이(L)는 게이트(30)로부터 주형 공동의 단부(104)까지 측정된 바와 같은 최장 유동 길이이다. 박벽형 부품은 특히 소비자 제품 산업에 널리 퍼져 있다.

[0057]

높은 L/T 비 부품은 흔히 약 10 mm 미만의 평균 두께를 갖는 성형된 부품에서 발견된다. 소비자 제품에서, 높은 L/T 비를 갖는 제품은 일반적으로 약 5 mm 미만의 평균 두께를 갖는다. 예를 들어, 높은 L/T 비를 갖는 자동차 범퍼 패널은 일반적으로 10 mm 이하의 평균 두께를 갖는 반면, 높은 L/T 비를 갖는 높은 유리컵은 일반적으로 약 5 mm 이하의 평균 두께를 갖고, 높은 L/T 비를 갖는 용기(예를 들어, 터브(tub) 또는 바이알(vial))는 일반적으로 약 3 mm 이하의 평균 두께를 가지며, 높은 L/T 비를 갖는 병 마개 인클로저(enclosure)는 일반적으로 약 2 mm 이하의 평균 두께를 갖고, 높은 L/T 비를 갖는 개별 칫솔 강모는 일반적으로 약 1 mm 이하의 평균 두께를 갖는다. 본 명세서에 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 공정 및 장치는 5 mm 이하의 두께를 갖는 부품에 특히 유리하고, 개시된 공정 및 장치는 보다 얇은 부품에 더욱 유리하다.

[0058]

L/T 비가 높은 박벽형 부품은 사출 성형에 있어서 소정의 장애를 야기한다. 예를 들어, 유동 채널의 박벽성은 재료가 유동 채널 단부(104)에 도달하기 전에 용융된 열가소성 재료를 냉각하는 경향이 있다. 이러한 일이 발

생하면, 열가소성 재료는 굳어져 버리고 더 이상 유동하지 않으며, 이는 불완전한 부품을 야기한다. 이러한 문제를 극복하기 위해, 전통적인 사출 성형기는, 전형적으로 103 MPa(15,000 psi) 초과와 매우 높은 압력에서 용융된 열가소성 재료를 사출하여, 용융된 열가소성 재료가 냉각되어 굳어져 버릴 가능성이 있기 전에 주형 공동을 신속히 충전하게 한다. 이는 열가소성 재료의 제조업자가 매우 높은 압력에서의 사출을 고시하는 하나의 이유이다. 전통적인 사출 성형기가 고압에서 사출하는 다른 이유는, 위에서 논의된 바와 같이, 유동 특성을 증가시키는 증가된 전단이다. 이러한 매우 높은 사출 압력은, 특히, 주형(28) 및 공급 시스템을 형성하는 데 매우 경질인 재료를 사용할 것을 필요로 한다. 더욱이, 박벽형 부품은 재료가 굳어지기 전에 충전되어야 하는, 리빙 힌지(living hinge), 필라멘트(filament), 클로저(closure), 디스펜서(dispenser), 스파우트(spout), 벨로우즈(bellows), 및 액추에이터(actuator)와 같은, 하나 이상의 특별한 특징부(105)를 포함할 수 있다.

[0059] (사출 성형 사이클 동안) 실질적으로 일정한 압력에서 충전할 때, 일반적으로 충전 속도가 종래의 충전 방법에 비해 감소될 필요가 있을 것으로 생각되었다. 이는 주형이 완전히 충전되기 전에 중합체가 더 긴 기간 동안 냉각된 성형 표면과 접촉할 것이라는 것을 의미한다. 따라서, 충전 전에 더 많은 열이 제거될 필요가 있을 것이며, 이는 주형이 충전되기 전에 재료가 굳어지게 할 것으로 예상될 것이다. 주형 공동의 일부만이 열가소성 재료의 비-유동 온도 미만임에도 불구하고, 사출 성형 사이클 동안, 열가소성 재료가 실질적으로 일정한 압력 조건을 겪을 때 유동할 것이라는 것을 예상치 않게 발견하였다. 그러한 조건은 열가소성 재료가 계속 유동하여 전체 주형 공동을 충전하기보다는 굳어져 주형 공동을 막게 할 것이라는 것이 당업자에 의해 일반적으로 예상될 것이다. 이론에 의해 구애되고자 함이 없이, 개시된 방법 및 장치의 실시예의, 사출 성형 사이클 동안의, 실질적으로 일정한 압력 조건이 충전 동안 전체 주형 공동 전반에 걸친 동적 유동 조건(즉, 일정하게 이동하는 용융물 선단)을 허용할 것으로 여겨진다. 용융된 열가소성 재료가 주형 공동을 충전하도록 유동할 때 용융된 열가소성 재료의 유동에서 헤지테이션이 없으며, 이에 따라 주형 공동의 적어도 일부만이 열가소성 재료의 비-유동 온도 미만임에도 불구하고 유동의 굳어짐에 대한 가능성이 없다.

[0060] 또한, 동적 유동 조건의 결과로서, 용융된 열가소성 재료는, 전단 가열(shear heating)의 결과로서, 주형 공동 내에서 그러한 온도를 겪음에도 불구하고, 비-유동 온도보다 높은 온도를 유지할 수 있는 것으로 여겨진다. 동적 유동 조건은 열가소성 재료가 굳어지는 과정을 시작할 때 열가소성 재료 내의 결정 구조의 형성을 방해하는 것으로 또한 여겨진다. 결정 구조 형성은 열가소성 재료의 점도를 증가시키며, 이는 공동을 충전하기에 적합한 유동을 방해할 수 있다. 결정 구조 형성 및/또는 결정 구조 크기에 있어서의 감소는 열가소성 재료가 공동 내로 유동하고 재료의 비-유동 온도 미만인 주형의 낮은 온도를 겪을 때, 열가소성 재료 점도에 있어서의 감소를 허용할 수 있다.

[0061] 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 시스템은 재료 점도의 변화, 재료 온도의 변화, 및 다른 재료 특성의 변화를 모니터링하기 위해 주형 공동 내에 또는 주형 공동에 근접하게 위치한 센서(예를 들어, 위의 도 1의 유동 선단 센서(53))를 사용할 수 있다. 이러한 센서로부터의 측정치는 제어기로 전달될 수 있어서 제어기로 하여금 실시간으로 공정을 보정하도록 하여, 용융물 선단이 주형 공동의 단부에 도달하기 전에, 주형의 플래싱, 및 다른 압력 및 출력 피크를 야기할 수 있는 용융물 선단 압력이 완화되는 것을 보장하도록 할 수 있다. 더욱이, 제어기는 센서 측정치를 사용하여 공정에서 피크 출력 및 피크 유량 지점들을 조절할 수 있어서, 일관된 가공 조건을 달성할 수 있다. 현재 사출 사이클 동안 공정을 실시간으로 미세 조절하기 위하여 센서 측정치를 이용하는 것에 더하여, 제어기는 또한 시간 경과에 따라(예컨대, 복수의 사출 사이클에 걸쳐) 공정을 조절할 수 있다. 이러한 방식으로, 현재 사출 사이클은 하나 이상의 사이클 동안 적시의 이른 시점에 생성되는 측정치에 기초하여 보정될 수 있다. 일 실시예에서, 센서 측정값들은 공정 일관성을 달성하기 위해 많은 사이클에 걸쳐 평균될 수 있다.

[0062] 다양한 실시예에서, 주형은 비-유동 온도 미만의 온도로 전체 주형 공동을 유지하는 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 용융된 열가소성 재료를 포함하는 샷과 접촉하는 주형 공동의 표면들도 더 낮은 온도를 유지하도록 냉각될 수 있다. 임의의 적합한 냉각 온도가 사용될 수 있다. 예를 들어, 주형은 실질적으로 실온으로 유지될 수 있다. 그러한 냉각 시스템의 통합은 유리하게도 형성된 상태 그대로의 사출 성형된 부품이 냉각되고 주형으로부터 배출되도록 준비되는 속도를 향상시킬 수 있다.

[0063] 열가소성 재료:

[0064] 다양한 열가소성 재료가 본 발명의 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치에 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 용융된 열가소성 재료는 2.16 kg 중량을 갖고서 약 230C의 온도에서 수행되는 ASTM D1238에 의해 측정될 때, 약 0.1 g/10분 내지 약 500 g/10분의 용융 유동 지수에 의해 규정되는 바와 같은, 점도를 갖는다. 예를 들

어, 폴리프로필렌의 경우, 용융 유동 지수는 약 0.5 g/10분 내지 약 200 g/10분의 범위일 있다. 다른 적합한 용융 유동 지수는 약 1 g/10분 내지 약 400 g/10분, 약 10 g/10분 내지 약 300 g/10분, 약 20 내지 약 200 g/10분, 약 30 g/10분 내지 약 100 g/10분, 약 50 g/10분 내지 약 75 g/10분, 약 0.1 g/10분 내지 약 1 g/10분, 또는 약 1 g/10분 내지 약 25 g/10분을 포함한다. 재료의 MFI는 성형된 물품의 응용 및 용도에 기초하여 선택된다. 예를 들어, 0.1 g/10분 내지 약 5 g/10분의 MFI를 가진 열가소성 재료는 사출 연신 블로우 성형 (Injection Stretch Blow Molding, ISBM) 응용에 대해 예비성형품으로서 사용하기에 적합할 수 있다. 5 g/10분 내지 약 50 g/10분의 MFI를 가진 열가소성 재료는 물품을 패키징하기 위한 캡(cap) 및 클로저로서 사용하기에 적합할 수 있다. 50 g/10분 내지 약 150 g/10분의 MFI를 가진 열가소성 재료는 버킷(bucket) 또는 터브의 제조에 사용하기에 적합할 수 있다. 150 g/10분 내지 약 500 g/10분의 MFI를 가진 열가소성 재료는 얇은 플레이트와 같은 극도로 높은 L/T 비를 갖는 성형된 물품에 적합할 수 있다. 그러한 열가소성 재료의 제조업자는 일반적으로 재료가 41 MPa(6000 psi)을 초과하는, 그리고 종종 41 MPa(6000 psi)을 크게 초과하는 용융물 압력을 사용하여 사출 성형되어야 하는 것으로 교시한다. 그러한 열가소성 재료의 사출 성형에 관한 종래의 교시와는 반대로, 본 발명의 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치의 실시예는 유리하게도 그러한 열가소성 재료를 사용하고 103 MPa(15,000 psi) 미만의, 그리고 가능하게는 103 MPa(15,000 psi) 훨씬 미만의 용융물 압력에서 가공하여 양질의 사출 성형된 부품을 형성하도록 허용한다.

[0065]

열가소성 재료는 예를 들어 폴리올레핀일 수 있다. 예시적인 폴리올레핀은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리메틸펜텐, 및 폴리부텐-1을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 임의의 전술된 폴리올레핀은 바이오-폴리프로필렌 또는 바이오-폴리에틸렌을 생성하기 위해 사탕수수 또는 다른 농작물과 같은 바이오-기반 공급원료로부터 공급될 수 있다. 폴리올레핀은 유리하게도 용융된 상태에 있을 때 전단 박화를 나타낸다. 전단 박화는 유체가 압축 응력에 놓일 때 점도에 있어서의 감소이다. 전단 박화는 유익하게도 열가소성 재료의 유동이 사출 성형 공정 전반에 걸쳐 유지되도록 허용할 수 있다. 이론에 의해 구애되고자 함이 없이, 열가소성 재료, 그리고 특히 폴리올레핀의 전단 박화 특성은 재료가 일정한 압력에서 가공될 때 재료 점도의 변동을 감소시키는 것으로 여겨진다. 결과적으로, 본 발명의 방법 및 장치의 실시예는 예를 들어 가공 조건뿐만 아니라 착색제 및 다른 첨가제로부터 기인하는, 열가소성 재료에 있어서의 변동에 덜 민감할 수 있다. 열가소성 재료의 특성의 배치간(batch-to-batch) 변동에 대한 이러한 감소된 민감성은 또한 유리하게도 산업적 사용 후(post-industrial) 및 소비 후 재생 플라스틱이 본 발명의 방법 및 장치의 실시예를 사용하여 가공되도록 허용할 수 있다. 산업적 사용 후, 소비 후 재생 플라스틱은, 소비자 물품으로서 그들의 수명 사이클이 완료되었고 그렇지 않을 경우 고품 폐기물 제품으로 폐기되었을 최종 제품으로부터 유래된다. 그러한 재생 플라스틱, 및 열가소성 재료들의 블렌드는 내재적으로 이들 재료 특성의 상당한 배치간 변동을 갖는다.

[0066]

열가소성 재료는 또한 예를 들어 폴리에스테르일 수 있다. 예시적인 폴리에스테르는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. PET 중합체는 부분적인 또는 완전한 바이오-PET 중합체를 생성하기 위해 사탕수수 또는 다른 농작물과 같은 바이오-기반 공급원료로부터 공급될 수 있다. 다른 적합한 열가소성 재료는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 공중합체, 및 열가소성 탄성중합체, 폴리에스테르, 폴리스티렌, 폴리카르보네이트, 폴리(아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌), 폴리(락트산), 바이오-기반 폴리에스테르, 예컨대 폴리(에틸렌 푸라노에이트) 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리(에틸렌 푸라노에이트), (PET에 대한 대안 또는 직접 대체품(drop-in replacement)인 것으로 고려됨), 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리아미드, 폴리아세탈, 에틸렌-알과 올레핀 고무, 및 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체의 중합체 및 공중합체를 포함한다. 열가소성 재료는 또한 다수의 중합체성 재료 및 비-중합체성 재료의 블렌드일 수 있다. 열가소성 재료는 예를 들어 다중-모드(multi-modal) 또는 이중-모드(bi-modal) 블렌드를 생성하는 고, 중, 및 저 분자 중합체의 블렌드일 수 있다. 다중-모드 재료는 우수한 유동 특성을 가지면서도 만족스러운 화학적/물리적 특성을 갖는 열가소성 재료를 생성하는 방식으로 설계될 수 있다. 열가소성 재료는 또한 하나 이상의 소분자 첨가제와의 중합체의 블렌드일 수 있다. 소분자는 예를 들어 열가소성 재료에 첨가될 때 중합체성 재료의 유동성을 개선하는 실록산, 또는 다른 윤활 분자일 수 있다.

[0067]

다른 첨가제는 무기 충전제, 예컨대 탄산칼슘, 황산칼슘, 활석, 점토(예를 들어, 나노점토), 수산화알루미늄, CaSiO<sub>3</sub>, 섬유 또는 미소구체로 형성된 유리, 결정질 실리카(예를 들어, 석영, 노바사이트, 크리스탈로바이트), 수산화마그네슘, 운모, 황산나트륨, 리소폰, 탄산마그네슘, 산화철; 또는 유기 충전제, 예컨대 왕겨(rice husk), 짚(straw), 대마 섬유(hemp fiber), 목분(wood flour), 또는 목재, 대나무 또는 사탕수수 섬유를 포함할 수 있다.

[0068]

다른 적합한 열가소성 재료는 재생가능한 중합체, 예컨대 유기체로부터 직접 생성되는 중합체의 비제한적인 예,

예컨대 폴리하이드록시알카노에이트(예를 들어, 폴리(베타-하이드록시알카노에이트), 폴리(3-하이드록시부티레이트-코-3-하이드록시발러레이트, 노닥스(NODAX)(등록상표)), 및 세균성 셀룰로오스; 식물, 농작물과 삼림, 및 바이오매스(biomass)로부터 추출된 중합체, 예컨대 다당류 및 그의 유도체(예를 들어, 검(gum), 셀룰로오스, 셀룰로오스 에스테르, 키틴, 키토산, 전분, 화학적으로 개질된 전분, 셀룰로오스 아세테이트의 입자), 단백질(예를 들어, 제인(zein), 유장(whey), 글루텐, 콜라겐), 지질, 리그닌, 및 천연 고무; 전분 또는 화학적으로 개질된 전분으로부터 생성되는 열가소성 전분 및 천연 공급된 단량체로부터 유도되는 현재의 중합체 및 유도체, 예컨대 바이오-폴리에틸렌, 바이오-폴리프로필렌, 폴리트라이메틸렌 테레프탈레이트, 폴리락트산, 나일론(NYLON) 11, 알키드 수지, 석신산-기반 폴리에스테르, 및 바이오-폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함한다.

[0069]

적합한 열가소성 재료는 상기에 인용된 예제와 같은 상이한 열가소성 재료들의 블렌드 또는 블렌드들을 포함할 수 있다. 또한, 상이한 재료들은 원래 그대로의 바이오-유도된 또는 석유-유도된 재료로부터 유도되는 재료들, 또는 바이오-유도된 또는 석유-유도된 재료의 재생 재료들의 조합일 수 있다. 블렌드 중의 열가소성 재료들 중 하나 이상은 생분해성일 수 있다. 그리고, 비-블렌드 열가소성 재료의 경우, 그 재료가 생분해성일 수 있다.

[0070]

예시적인 열가소성 수지가 그의 권고 작동 압력 범위와 함께 하기의 표에 제공된다:

재료	완전한 명칭	사출 압력 범위 (MPa(PSI))	회사	재료 상표명
PP	폴리프로필렌	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱 (Imagineering Plastics)	RTP 100 시리즈 폴리프로필렌
나일론		69 내지 124 (10000 내지 18000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 200 시리즈 나일론
ABS	아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌	55 내지 138 (8000 내지 20000)	마플렉스(Marplex)	아스탈락 ABS
PET	폴리에스테르	40 내지 100 (5800 내지 14500)	아시아 인터내셔널 (Asia International)	AIE PET 401F
아세탈 공중합체		48 내지 117 (7000 내지 17000)	API 코롱(Kolon)	코세탈(Kocetal)
PC	폴리카르보네이트	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 300 시리즈 폴리카르보네이트
PS	폴리스티렌	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 400 시리즈
SAN	스티렌 아크릴로니트릴	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 500 시리즈
PE	LDPE 및 HDPE	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 700 시리즈
TPE	열가소성 탄성중합체	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 1500 시리즈
PVDF	폴리비닐리덴 플루오라이드	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 3300 시리즈
PTI	폴리트라이메틸렌 테레프탈레이트	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 4700 시리즈
PBT	폴리부틸렌 테레프탈레이트	69 내지 103 (10000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 1000 시리즈
PLA	폴리락트산	55 내지 103 (8000 내지 15000)	RTP 이미지니어링 플라스틱	RTP 2099 시리즈

[0071]

[0072]

하나 초과와 실시예가 용융된 열가소성 재료를 포함하는 샷의 용융물 압력을 사출 성형 사이클 동안 실질적으로 일정한 압력으로 유지하면서, 용융된 열가소성 재료를 포함하는 샷으로 실질적으로 전체 주형 공동을 충전하는 것을 수반하지만, 특정 열가소성 재료는 상이한 일정한 압력에서 본 발명으로부터 이익을 얻는다. 구체적으로: 69 MPa(10000 psi) 미만의 실질적으로 일정한 압력에서의 PP, 나일론, PC, PS, SAN, PE, TPE, PVDF, PTI, PBT, 및 PLA; 55 MPa(8000 psi) 미만의 실질적으로 일정한 압력에서의 ABS; 40 MPa(5800 psi) 미만의 실질적으로 일

정한 압력에서의 PET; 48 MPa(7000 psi) 미만의 실질적으로 일정한 압력에서의 아세탈 공중합체; 그 외에도, 69 MPa(10000 psi), 또는 55 MPa(8000 psi), 또는 48 MPa(7000 psi) 또는 41 MPa(6000 psi), 또는 40 MPa(5800 psi) 미만의 실질적으로 일정한 압력에서의 폴리(에틸렌 푸라네이트) 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리에틸렌 푸라노에이트(PEF로도 알려짐).

[0073] 상기에 상세히 기술된 바와 같이, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치의 실시에는 종래의 사출 성형 공정에 비해 하나 이상의 이점을 달성할 수 있다. 예를 들어, 실시에는 주형 공동의 사출-전 압력과 열가소성 재료의 균형을 맞추는 필요가 제거된 더욱 비용 효과적이고 효율적인 공정, 대기압의 주형 공동 압력 및 그에 따라 가압 수단의 필요성을 제거한 단순화된 주형 구조체의 사용을 가능하게 하는 공정, 기계가공하기에 더욱 비용 효과적이고 더욱 용이한 낮은 경도, 높은 열전도율의 주형 공동 재료를 사용하는 능력, 온도, 점도 및 열가소성 재료의 다른 재료 특성에서의 변동에 덜 민감한 더욱 강건한 가공 방법, 및 주형 공동 내의 열가소성 재료의 조기 경화 없이 그리고 주형 공동 내에서 가열하거나 일정한 온도를 유지할 필요 없이 실질적으로 일정한 압력에서 양질의 사출 성형된 부품을 생산하는 능력을 포함한다.

[0074] 이제 도 3을 참조하면, 종래의 가변 고압 사출 성형 공정에 대한 전형적인 압력-시간 곡선이 파선(200)으로 예시된다. 이와 대조적으로, 개시된 낮은 일정한 압력 사출 성형기에 대한 압력-시간 곡선이 실선(210)으로 예시된다.

[0075] 종래의 경우에, 용융물 압력은 103 MPa(15,000 psi) 훨씬 위로 급속히 증가된 다음에, 제1 기간(220) 동안 103 MPa(15,000 psi)을 초과하는 비교적 높은 압력으로 유지된다. 제1 기간(220)은 용융된 플라스틱 재료가 주형 공동 내로 유동하는 충전 시간이다. 그 후에, 용융물 압력은 감소되고, 제2 기간(230) 동안 더 낮은 압력, 전형적으로 69 MPa(10,000 psi) 이상으로 유지된다. 제2 기간(230)은 주형 공동 내의 모든 간극(gap)이 되메움(back fill)되는 것을 보장하기 위해 용융물 압력이 유지되는 패키징 시간이다. 패키징이 완료된 후, 압력은 선택적으로 냉각 시간인 제3 기간(232) 동안 다시 강하될 수 있다. 종래의 가변 고압 사출 성형 시스템 내의 주형 공동은 유동 채널의 단부로부터 다시 게이트를 향해 패키징된다. 주형 내의 재료는 전형적으로 공동의 단부 근처에서 굳어지고, 이어서 완전히 굳어진 영역의 재료는 점진적으로 게이트 위치 또는 위치들을 향하여 이동한다. 결과적으로, 주형 공동의 단부 근처의 플라스틱은 게이트 위치 또는 위치들에 가까이 있는 플라스틱 재료보다 더 짧은 기간 동안 감소된 압력으로 패키징된다. 게이트와 주형 공동의 단부 사이 중간의 매우 얇은 단면적과 같은 부품의 기하학적 형태는 또한 주형 공동의 영역들에서의 패키징 압력의 레벨에 영향을 줄 수 있다. 일관성 없는 패키징 압력은 상기에 논의된 바와 같이 완성된 제품에 있어서의 비일관성을 야기할 수 있다. 더욱이, 다양한 고형화 스테이지에서의 종래의 플라스틱 패키징은 몇몇 비-이상적인 재료 특성, 예를 들어 몰디드-인(molded-in) 응력, 싱크(sink), 및 비-최적의 광학적 특성을 유발한다.

[0076] 반면에, 낮은 일정한 압력의 사출 성형 시스템은 용융된 플라스틱 재료를 실질적으로 일정한 압력에서 충전 기간(240) 동안 주형 공동 내로 사출한다. 도 3의 예에서의 사출 압력은 41 MPa(6,000 psi) 미만이다. 그러나, 다른 실시예에는 더 높은 압력을 사용할 수 있다. 주형 공동이 충전된 후에, 낮은 일정한 압력의 사출 성형 시스템은 성형된 부품이 냉각됨에 따라 제2 기간(242)에 걸쳐 압력을 점진적으로 감소시킨다. 사출 성형 사이클 동안 실질적으로 일정한 압력을 사용함으로써, 용융된 열가소성 재료는 유동 채널을 통해 게이트로부터 유동 채널의 단부를 향해 전진하는 연속적인 용융물 유동 선단을 유지한다. 다시 말하면, 용융된 열가소성 재료는 주형 공동 전체를 통한 이동을 유지하고, 이는 이른 시점에서 굳어지는 것을 방지한다. 따라서, 플라스틱 재료는 유동 채널을 따른 임의의 지점에서 비교적 균일하게 유지되며, 이는 보다 균일하고 일관된 완성된 제품을 생성한다. 비교적 균일한 압력으로 주형을 충전함으로써, 완성된 성형된 부품은 종래에 성형된 부품보다 더 나은 기계적 특성 및 광학적 특성을 가질 수 있는 결정질 구조체를 형성한다. 더욱이, 일정한 압력에서 성형된 부품은 종래에 성형된 부품의 표피 층과는 상이한 특성을 나타낸다. 그 결과, 일정한 압력하에서 성형된 부품은 종래에 성형된 부품보다 더 나은 광학적 특성을 가질 수 있다.

[0077] 이제 도 4를 참조하면, 충전의 다양한 스테이지들이 전체 충전 시간의 백분율로 분리되어 있다. 예를 들어, 종래의 가변 고압 사출 성형 공정에서, 충전 기간(220)은 총 충전 시간의 약 10%를 이루고, 패키징 기간(230)은 총 충전 시간의 약 50%를 이루고, 냉각 기간(232)은 총 충전 시간의 약 40%를 이룬다. 반면에, 낮은 일정한 압력의 사출 성형 공정에서, 충전 기간(240)은 총 충전 시간의 약 90%를 이루는 반면, 냉각 기간(242)은 총 충전 시간의 단지 약 10%를 이룬다. 낮은 일정한 압력의 사출 성형 공정은 보다 적은 냉각 시간을 필요로 하는데, 그 이유는 용융된 플라스틱 재료가 그것이 주형 공동 내로 유동하면서 냉각되기 때문이다. 따라서, 주형 공동이 충전될 때쯤, 주형 공동의 중심 단면에서 굳어질 만큼 충분하지는 않지만 용융된 플라스틱 재료는 상당히 냉각되어, 굳어짐 공정을 완료하기 위하여 제거되는 전체 열이 적다. 더욱이, 용융된 플라스틱 재료가 충전 전체에

걸쳐 액체 상태로 남아 있고 패키징 압력이 이러한 용융된 중심 단면을 통하여 전달되기 때문에, 용융된 플라스틱 재료는 (굳어지고 수축하여 떨어지는 것과는 대조적으로) 주형 공동 벽과의 접촉을 유지한다. 결과적으로, 본 명세서에 기술된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 공정은 종래의 사출 성형 공정에서보다 적은 총 시간 동안에 성형된 부품을 충전하고 냉각시킬 수 있다.

[0078] L/T가 높은 부품을 성형하기 위한 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치에서, 부품은 용융된 열가소성 중합체를 증가하는 유량으로 주형 공동 내로 사출하여 원하는 사출 압력을 달성한 다음에 유량을 시간 경과에 따라 감소시켜 실질적으로 일정한 사출 압력을 유지함으로써 성형된다. 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치는 박벽 부품(예컨대, 100 초과 1000 미만의 L/T 비를 갖는 부품)을 성형할 때 그리고 약 0.1 g 내지 100 g의 샷 크기를 사용할 때 특히 유리하다. 최대 유량이 공동 충전의 처음 30% 이내에, 바람직하게는 공동 충전의 처음 20% 이내에, 그리고 더욱 더 바람직하게는 공동 충전의 처음 10% 이내에 발생하는 것이 특히 유리하다. 충전 압력 프로파일을 조절함으로써 최대 유량은 공동 충전의 이러한 바람직한 범위 내에서 발생하고, 성형된 부품은 전술된 물리적 이점들(예컨대, 우수한 강도, 우수한 광학 특성 등) 중 적어도 일부를 가질 것인데, 그 이유는 성형된 부품의 결정 구조가 종래의 성형된 부품과는 상이하기 때문이다. 더욱이, L/T가 높은 제품은 더 박형이기 때문에, 이러한 제품은 생성된 제품에 원하는 색상을 부여하기 위하여 더 적은 안료를 필요로 한다. 더욱이, 무안료 부품에서, 부품은 더 일관된 성형 조건으로 인하여 더 적은 시각적 기형을 가질 것이다. 안료를 더 적게 사용하거나 사용하지 않는 것은 비용을 절감한다.

[0079] 대안적으로, 피크 출력은 실질적으로 일정한 사출 압력을 유지하도록 조절될 수 있다. 더 구체적으로는, 충전 압력 프로파일은 피크 출력이 공동 충전의 처음 30% 내에서, 바람직하게는 공동 충전의 처음 20% 내에서, 그리고 더욱 더 바람직하게는 공동 충전의 처음 10% 내에서 발생하게 하도록 조절될 수 있다. 피크 출력이 바람직한 범위 내에서 발생하고 이어서 공동 충전의 나머지 전체를 통하여 감소하는 출력을 갖게 하도록 공정을 조절하는 것은 피크 유량의 조절에 관하여 상기에 기술된, 성형된 부품에 대한 동일한 이득을 생성한다. 더욱이, 공정을 상기에 기술된 방식으로 조절하는 것은 박벽 부품(예컨대, 100 초과 1000 미만의 L/T 비 및 0.1 g 내지 100 g의 샷 크기)에 특히 유리하다.

[0080] 이제 도 5a 내지 도 5d 및 도 6a 내지 도 6d를 참조하면, 종래의 사출 성형기에 의해 충전되고 있을 때의 주형 공동의 일부분(도 5a 내지 도 5d), 및 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형기에 의해 충전되고 있을 때의 주형 공동의 일부분(도 6a 내지 도 6d)이 예시된다.

[0081] 도 5a 내지 도 5d에 예시된 바와 같이, 종래의 사출 성형기가 용융된 열가소성 재료(24)를 게이트(30)를 통해 주형 공동(32) 내로 사출하기 시작함에 따라, 높은 사출 압력이 용융된 열가소성 재료(24)를 주형 공동(32) 내로 고속으로 사출하는 경향이 있으며, 이는 용융된 열가소성 재료(24)가 층류(laminar flow)로 가장 흔히 지칭되는 라미네이트(laminate)(31)로 유동하게 한다(도 5a). 이들 최외측 라미네이트(31)는, 주형 공동(32)이 완전히 충전되기 전에, 주형 공동의 벽에 부착된 다음에 냉각되고 굳어져, 굳어진 경계층(33)(도 5b)을 형성한다. 그러나, 열가소성 재료가 굳어짐에 따라, 이는 또한 주형 공동(32)의 벽으로부터 떨어지게 수축하여, 주형 공동 벽과 경계층(33) 사이에 간극(35)을 남긴다. 이러한 간극(35)은 주형의 냉각 효율을 감소시킨다. 용융된 열가소성 재료(24)는 또한 게이트(30) 부근에서 냉각되고 굳어지기 시작하고, 이는 게이트(30)의 유효 단면적을 감소시킨다. 일정한 체적 유량을 유지하기 위하여, 종래의 사출 성형기는 용융된 열가소성 재료를 좁아지는 게이트(30)를 통하여 가압하기 위하여 압력을 증가시켜야 한다. 열가소성 재료(24)가 계속해서 주형 공동(32) 내로 유동함에 따라, 경계층(33)이 두꺼워진다(도 5c). 궁극적으로, 전체 주형 공동(32)이 굳어진 열가소성 재료에 의해 실질적으로 충전된다(도 5d). 이 시점에서, 종래의 고압 사출 성형기는 물러서는 경계층(33)을 다시 주형 공동(32) 벽에 대해 밀어서 냉각을 증가시키도록 패키징 압력을 유지하여야 한다.

[0082] 반면에, 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 용융된 열가소성 재료를 일정하게 이동하는 유동 선단(37)(도 6a 내지 도 6d)을 갖고서 주형 공동(32) 내로 유동시킨다. 유동 선단(37) 뒤의 열가소성 재료(24)는 굳어지기 전에 주형 공동(37)이 실질적으로 충전(즉, 99% 이상 충전)될 때까지 용융된 상태를 유지한다. 결과적으로, 성형된 부품의 공칭 벽 두께의 70% 내지 100%, 바람직하게는 80% 내지 90%일 수 있는, 게이트(30)의 유효 단면적의 감소가 없다. 더욱이, 열가소성 재료(24)가 유동 선단(37) 뒤에서 용융 상태이기 때문에, 열가소성 재료(24)는 주형 공동(32)의 벽과 접촉을 유지한다. 결과적으로, 열가소성 재료(24)는 성형 공정의 충전 부분 동안 (굳어짐 없이) 냉각하고 있다. 따라서, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 공정의 냉각 부분이 종래의 공정만큼 길 필요가 없다.

[0083] 열가소성 재료가 용융 상태를 유지하고 주형 공동(32) 내로 이동을 계속하기 때문에, 종래 주형에서보다 더 적

은 사출 압력이 필요하다. 일 실시예에서, 사출 압력은 103 MPa(15,000 psi) 이하일 수 있다. 결과적으로, 사출 시스템 및 클램핑 시스템은 출력이 클 필요가 없다. 예를 들어, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 장치는 보다 낮은 클램핑력을 필요로 하는 클램프, 및 상응하는 보다 낮은 클램핑 동력원을 사용할 수 있다. 또한, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는, 보다 낮은 동력 요건으로 인해, 가변 고압에서 박벽 부품을 성형하는 종래의 등급 101 및 102 사출 성형기에 사용하기에 일반적으로 충분히 출력이 크지 않은 전기 프레스를 채용할 수 있다. 전기 프레스가 적은 주형 공동을 갖는 몇몇 간단한 주형에 사용하기에 충분할 때에도, 이러한 공정은 보다 작은, 보다 저렴한 전기 모터가 사용될 수 있기 때문에 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치로 개선될 수 있다. 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 하기의 유형의 전기 프레스, 즉 직접 서보 구동 모터 프레스, 이중 모터 벨트 구동식 프레스, 이중 모터 유성 기어 프레스, 및 200 HP 이하의 정격 출력을 갖는 이중 모터 볼 구동 프레스 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0084] 이제 도 7을 참조하면, 낮은 일정한 압력의 사출 성형 공정을 위한 예시적인 성형 사이클(1000)의 작동이 예시된다. 성형 사이클(1000)은 본 발명에 따라 구성된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기 상에서, 예를 들어 도 1의 낮은 일정한 압력 사출 성형기 상에서 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, 예시적인 성형 사이클(1000)은 제1 주형 측부 및 제2 주형 측부를 포함하는 주형(제1 주형 측부 및 제2 주형 측부 중 적어도 하나는 51.9 W/m<sup>2</sup>·°C (30 BTU/HR FT<sup>2</sup> °F) 초과 385.79 W/m<sup>2</sup>·°C(223 BTU/HR FT<sup>2</sup> °F) 이하의 평균 열전도율을 가짐), 및 제1 주형 측부와 제2 주형 측부 사이에 형성된 주형 공동을 갖는 낮은 일정한 압력의 사출 성형기 상에서 수행될 수 있다. 몇몇 바람직한 실시예에서, 제1 및 제2 주형 측부 둘 모두가 51.9 W/m<sup>2</sup>·°C(30 BTU/HR FT<sup>2</sup> °F) 초과 385.79 W/m<sup>2</sup>·°C(223 BTU/HR FT<sup>2</sup> °F) 이하의 평균 열전도율을 가질 수 있다.

[0085] 제1 및/또는 제2 주형 측부를 제조하기 위한 몇몇 바람직한 재료는 알루미늄(예를 들어, 2024 알루미늄, 2090 알루미늄, 2124 알루미늄, 2195 알루미늄, 2219 알루미늄, 2324 알루미늄, 2618 알루미늄, 5052 알루미늄, 5059 알루미늄, 항공기 등급 알루미늄, 6000 시리즈 알루미늄, 6013 알루미늄, 6056 알루미늄, 6061 알루미늄, 6063 알루미늄, 7000 시리즈 알루미늄, 7050 알루미늄, 7055 알루미늄, 7068 알루미늄, 7075 알루미늄, 7076 알루미늄, 7150 알루미늄, 7475 알루미늄, QC-10, 알루미늄(Alumold)<sup>TM</sup>, 호코톨(Hokotol)<sup>TM</sup>, 듀라몰드(Duramold) 2<sup>TM</sup>, 듀라몰드 5<sup>TM</sup>, 및 알루미늄(Alumec) 99<sup>TM</sup>), BeCu(예를 들어, C17200, C 18000, C61900, C62500, C64700, C82500, 몰드맥스(Moldmax) LH<sup>TM</sup>, 몰드맥스 HH<sup>TM</sup>, 및 프로썸(Protherm)<sup>TM</sup>), 구리, 및 알루미늄의 임의의 합금(예컨대, 베릴륨, 비스무트, 크롬, 구리, 갈륨, 철, 납, 마그네슘, 망간, 규소, 티타늄, 바나듐, 아연, 지르코늄), 구리의 임의의 합금(예컨대, 마그네슘, 아연, 니켈, 규소, 크롬, 알루미늄, 청동)을 포함한다. 이들 재료는 로크웰 C(Rc) 경도가 0.5 Rc 내지 20 Rc, 바람직하게는 2 Rc 내지 20 Rc, 더 바람직하게는 3 Rc 내지 15 Rc, 그리고 더 바람직하게는 4 Rc 내지 10 Rc일 수 있다. 이들 재료가 공구강보다 더 연성일 수 있지만, 열전도 특성은 더 바람직하다. 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 장치는 유리하게도 이러한 보다 연질의, 보다 높은 열전도율의 재료로 제조되는 주형이 100만회 사이클 초과, 바람직하게는 125만회 사이클 내지 1000만회 사이클, 그리고 더욱 바람직하게는 200만회 사이클 내지 500만회 사이클의 유효 수명을 얻도록 허용하는 성형 조건하에서 작동한다.

[0086] 초기에, 1110에서, 용융된 열가소성 재료가 박벽형 부품(예컨대, 100 < L/T < 1000)을 한정하는 주형 공동 내로 전진된다. 용융된 열가소성 재료의 샷은 0.5 g 내지 100 g일 수 있고, 3개 이하의 게이트를 통하여 주형 공동 내로 전진하게 될 수 있다. 일부 경우에, 3개 이하의 게이트들 중 하나 이상은 단면적이 주형 공동 내에 형성된 부품의 공칭 벽 두께의 70% 내지 100%, 그리고 바람직하게는 공칭 벽 두께의 80% 내지 90%일 수 있다. 일부 예에서, 이러한 백분율은 0.5 mm 내지 10 mm의 게이트 크기에 대응할 수 있다.

[0087] 1112에서, 용융된 열가소성 재료는 주형 공동이 실질적으로 충전될 때까지 주형 공동 내로 전진된다. 주형 공동은, 주형 공동이 90% 초과하여, 바람직하게는 95% 초과하여, 그리고 더 바람직하게는 99% 초과하여 충전되는 경우에, 실질적으로 충전될 수 있다. 주형 공동이 실질적으로 충전된 후, 1114에서, 용융된 열가소성 재료는 용융된 열가소성 재료가 실질적으로 굳어지거나 고형화될 때까지 냉각된다. 용융된 열가소성 재료는 제1 및 제2 주형 측부 중 적어도 하나를 통하여 유동하는 냉각 액체에 의해 능동적으로 냉각될 수 있거나, 대기로의 전도 및 대류를 통하여 수동적으로 냉각될 수 있다.

[0088] 열가소성 재료가 냉각된 후, 1116에서, 제1 및 제2 주형 측부가 냉각된 열가소성 재료를 노출시키도록 분리될 수 있다. 1118에서, (성형된 부품 형태의) 냉각된 열가소성 재료가 주형으로부터 제거될 수 있다. 열가소성 재료는, 예를 들어, 배출, 덩핑(dumping), (수작업의 또는 자동화 공정을 통한) 추출, 풀링(pulling), 푸싱(pushing), 중력, 또는 제1 및 제2 주형 측부로부터 냉각된 열가소성 재료를 분리하는 임의의 다른 방법에 의해

제거될 수 있다.

[0089] 냉각된 열가스성 재료가 제1 및 제2 주형 측부로부터 제거된 후, 1120에서, 제1 및 제2 주형 측부가 폐쇄되어 주형 공동을 재형성할 수 있고, 이는 용융된 열가스성 재료의 새로운 샷을 수용하도록 제1 및 제2 주형 측부를 준비하고, 그에 의해 단일 성형 사이클을 완료한다. 사이클 시간(1001)은 성형 사이클(1000)의 단일 반복으로 정의된다. 단일 성형 사이클은, 부품 크기 및 재료에 따라, 2초 내지 15초, 바람직하게는 8초 내지 10초가 걸릴 수 있다.

[0090] 모든 사출 성형 공정은 용융된 플라스틱 재료의 점도에 있어서의 변화에 민감하다. 용융된 플라스틱 재료의 점도에 있어서의 변화는 성형된 부품 내의 결함, 예를 들어 불충분한 재료(쇼트 샷), 및 플래싱을 야기할 수 있다. 임의의 수의 요인이 용융된 플라스틱 재료의 점도가 달라지게 할 수 있다. 예를 들어, 주위 온도 또는 압력의 변화, 착색제의 첨가, 공급 시스템과 용융된 플라스틱 재료로 충전하는 마지막 공동 위치("충전 위치의 끝"으로 달리 알려짐) 사이의 전단 조건에 있어서의 변화, 원래 그대로의 플라스틱 재료 그 자체의 점도 변화, 및 다른 조건의 변화 모두가 용융된 플라스틱 재료의 점도가 변화하게 할 수 있다. 용융된 플라스틱 재료의 점도가 변화함에 따라, 용융된 플라스틱을 주형 내로 가압하는 데 필요한 압력이 또한 변화할 것이다. 예를 들어, 점도가 증가하면, 중합체를 주형 공동 내로 가압하는 데 필요한 압력은 증가할 것인데, 그 이유는 중합체가 더 두껍고 주형 공동 내로 이동하기가 더 어렵기 때문이다. 반면에, 점도가 감소하면, 중합체를 주형 공동 내로 가압하는 데 필요한 압력은 감소할 것인데, 그 이유는 중합체가 더 얇고 주형 공동 내로 이동하기가 더 쉽기 때문이다. 사출 압력 또는 사이클 시간에 대해 조절이 이루어지지 않으면, 성형된 부품은 결함을 가질 것이다. 현재의 사출 성형기 및 사출 성형 공정은 시간-기반의 성형 사이클을 갖는다. 다시 말해서, 사출 성형 사이클은 사전결정된 시간에 종료되기 때문에, 성형 사이클은 다른 인자들 중에서도 시간에 의해 제어된다. 그 결과, 용융된 플라스틱 재료에 대한 점도에 있어서의 변화는 용융된 플라스틱 재료가 사전결정된 시간과는 상이한 시간에 주형 공동의 단부에 도달하게 할 것이다.

[0091] 이제 도 8을 참조하면, 압력 대 시간 그래프가 단일 사출 성형 사이클에 대해 예시된다. 사출 성형 사이클의 초기 단계 동안, 압력이 사전결정된 목표 값(1210)(예컨대, "충전 압력")으로 급속히 증가하며, 여기서 압력은 주형 공동이 충전됨에 따라 유지된다. 유동 선단 센서(53)(도 1)에 의해 나타내어지는 바와 같이, 용융된 플라스틱 재료가 주형 공동(32)의 단부에 근접한 때, 제1 시간( $t_t$ (또는  $t_{transducer}$ ))(1212)에서, 주형 공동(32) 내의 재료가 냉각됨에 따라 압력이 1214에서 더 낮은 압력(예컨대, "팩(pack) 및 유지 압력")으로 약간 감소된다. 충전 시퀀스의 개시로부터, 주형이 개방되는 충전 사이클의 종료까지의 총 사이클 시간인 제2 시간( $t_s$ (또는  $t_{step}$ ))(1216)에서, 성형된 부품이 주형 공동(32)으로부터 배출된다.

[0092] 용융된 플라스틱 재료의 점도에 있어서의 변화는 용융된 플라스틱 재료가  $t_s$ 에서 주형 공동(32)의 단부에 또는 주형 공동 내의 충전 위치의 끝에 도달하는 시간에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 증가하는 경우, ("쇼트 샷"의 가능성을 갖고서), 용융된 플라스틱 재료는, 파선(1220a)에 의해 예시된 바와 같이, 더 긴 시간 동안 충전 압력에 유지될 수 있다. 이러한 예에서, 유동 선단 센서(53)는 사전결정된 시간보다 늦은 시간에 용융된 플라스틱 재료를 검출할 수 있다. 용융된 플라스틱이 유동 선단 센서에 도달하는 사전결정된 시간은 용융된 플라스틱 재료에 대한 이상적인 조건 및 일정한 점도에 대해 계산되거나 실험적으로 도출될 수 있다. 반면에, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 감소하는 경우, ("플래싱"의 가능성을 갖고서), 용융된 플라스틱 재료는, 파선(1220b)에 의해 예시된 바와 같이, 더 짧은 시간 동안 충전 압력에 유지될 수 있다. 이러한 예에서, 유동 선단 센서(53)는 사전결정된 시간보다 이른 시간( $t_t$ )에 용융된 플라스틱 재료를 검출할 수 있다.

[0093] 점도의 변화에 의해 야기되는 문제를 보상하기 위해, 제어기(50)(도 1)는 주형 공동(32)이 과잉충전됨이 없이 용융된 플라스틱으로 완전히 충전되는 것을 보장하기 위해서 스크류 제어부(26)(도 1)가 점도의 변화에 기초하여 단계 시간( $t_s$ )을 증가시키거나 감소시키게 할 수 있다. 이제 도 9를 참조하면, 보정된 압력 대 시간 그래프가 예시된다. 예를 들어, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 증가하는 경우, 제어기(50)는 스크류 제어부(26)에게, 선(1222a)에 의해 예시된 바와 같이, 단계 시간을 증가시키도록 지시하여, 사전결정된 단계 시간보다 긴 새로운 단계 시간( $t_{s1}$ )을 생성한다. 반면에, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 감소하는 경우, 제어기(50)는 스크류 제어부(26)에게, 선(1222b)에 의해 예시된 바와 같이, 단계 시간을 감소시키도록 지시하여, 사전결정된 단계 시간보다 짧은 새로운 단계 시간( $t_{s2}$ )을 생성한다. 점도가 증가함에 따라 단계 시간을 증가시킴으로써, 또는 점도가 감소함에 따라 단계 시간을 감소시킴으로써, 시스템은, 주형 공동이 과잉충전됨이 없이, 용

용된 플라스틱 재료가 완전히 패키징된 시간에 사출 성형 사이클이 종료되는 것을 보장한다. 그 결과, 쇼트 샷 및 플래싱과 같은, 점도의 변화로 인한 문제가 감소되거나 제거된다.

- [0094] 이제 도 10을 참조하면, 용융된 플라스틱 재료의 유동성에 있어서의 변화를 고려하기 위한 공정(1400)의 논리도가 예시된다. 1410에서, 용융된 플라스틱 재료의 제1 샷이 사전결정된 목표 사출(또는 충전) 압력에서 주형 공동(32) 내로 사출되고, 제1 성형 사이클이 제1 단계 시간을 갖도록 용융된 플라스틱 재료의 제1 샷 상의 압력이 제거된다. 1420에서, 유동 선단 센서(53)가 용융된 플라스틱 재료의 유동 선단이 유동 선단 센서(53)를 통과하는 때를 나타내는 신호를 제어기(50)에 송신한다. 제어기(50)는 제1 시간을 사전결정된 시간과 비교한다. 1440에서, 제어기(50)는 이어서 제1 시간과 사전결정된 시간 사이의 차이를 보상하기 위해 필요한 단계 시간 보정치(step time correction)를 계산한다. 1450에서, 제2 후속 성형 사이클 동안, 제어기(50)는 스크류 제어기(26)에게 제2 성형 사이클이 제1 단계 시간과는 상이한 제2 단계 시간을 갖도록 용융된 플라스틱 재료의 제2 샷 으로부터 사출 압력을 제거하도록 지시하며, 제2 단계 시간은 제1 시간과 사전결정된 시간 사이의 차이에 기초한다. 제어기(50)는 계속하여 그러한 시간들을 비교하고 둘 사이의 차이에 기초하여 후속의 단계 시간 조절을 행할 수 있다.
- [0095] 제2 후속 성형 사이클은 제1 성형 사이클 직후일 수 있다. 대안적으로, 제1 성형 사이클과 제2 성형 사이클은 하나 이상의 개재되는 성형 사이클에 의해 분리될 수 있다.
- [0096] 제어기는 2개 이상의 성형 사이클에 걸쳐 시간들을 평균(또는 달리 조합)하고, 제3 후속 성형 사이클에 적용될 수 있는 단계 시간 보정치를 계산할 수 있다. 게다가, 제어기(50)는 이동 또는 비-이동 평균을 이용한 통계적 제어 방법론, 제어 차팅(control charting), 및 통계학적으로 밖에 있는 데이터 포인트의 제거를 포함하지만 이로 제한되지 않는 다른 제어 방법론을 채용할 수 있다.
- [0097] 몇몇 경우에, 제2 단계 시간은 제1 시간과 사전결정된 시간 사이의 차이에 비례할 수 있다. 용융된 플라스틱 재료의 점도가 증가하면, 제2 단계 시간은 더 클 것이다. 반면에, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 감소하면, 제2 단계 시간은 더 작을 것이다. 제2 단계 시간은 일반적으로 제1 단계 시간보다 350% 큰 것 내지 제1 단계 시간보다 75% 적은 것의 범위일 것이다.
- [0098] 몇몇 경우에, 제어기(50)는 제2 시간과 제1 시간을 평균하고 이어서 이 평균을 사전결정된 시간과 비교할 수 있다. 평균을 사용함으로써, 제어기(50)는 단계 시간들에 대한 변화들을 매끄럽게 함으로써, 여전히 점도의 변화를 고려하면서, 부품 품질의 균일성을 향상시킬 수 있다.
- [0099] 이제 도 11을 참조하면, 용융된 플라스틱 재료의 유동성에 있어서의 변화를 고려하기 위한 공정(1500)에 대한 논리도의 대안적인 실시예가 예시된다. 도 10의 앞선 실시예와의 주된 차이는, 도 11의 공정이 단계 시간을 사이클 내에(intracycle) 조절한다는 것이다. 다시 말해서, 도 11의 공정은 조절된 단계 시간을 단일 사이클 이내에 계산한다. 도 10 및 도 11의 실시예들이 조합되어, 제1 사이클 동안 수정된 단계 시간을 계산하고 이어서 각각의 후속 사이클에 대해 수정된 단계 시간을 계산하는 것을 계속하는 공정을 생성할 수 있다. 2개의 개시된 공정의 조합은 조절된 단계 시간을 사이클 내에뿐만 아니라 사이클 간에(intercycle) 계산하는 공정을 생성할 수 있다. 게다가, 도 10에 관하여 기술된 공정에 대한 변경들 중 임의의 것이 또한 도 11에 관하여 하기에 기술되는 공정을 변경할 수 있다.
- [0100] 처음에, 1510에서, 사전결정된 시간이 획득될 수 있다. 사전결정된 시간은 알려진 유동성을 갖는 용융된 플라스틱 재료의 샷에 대한 것일 수 있다. 사전결정된 시간은 프로세서에 의해 계산되거나, 사용자에게 의해 사출 성형 시스템에 입력될 수 있다. 사전결정된 시간을 획득한 후에, 1520에서, 용융된 플라스틱 재료의 제1 샷이 주형 공동 내로 사출될 수 있다. 1530에서, 제1 사출 성형 사이클 동안, 용융된 플라스틱 재료가 유동 선단 센서에 도달하는 제1 시간이 측정될 수 있다. 그 후에, 1540에서, 제1 시간이 사전결정된 시간과 비교되어 제1 비교 결과를 생성할 수 있다. 1550에서, 제1 단계 시간이 결정될 수 있다. 제1 단계 시간은 제1 비교 결과에 적어도 부분적으로 기초할 수 있다. 제1 시간의 측정에 후속하여, 제1 사출 성형 사이클 동안, 1560에서, 제1 단계 시간에서 용융된 플라스틱 재료의 제1 샷으로부터 사출 압력이 제거될 수 있다.
- [0101] 예로서, 사출 성형기를 3개의 상이한 사출 성형 사이클 동안 가동시켰다. 각각의 사출 성형 사이클은 상이한 재료 유동성을 나타내는 상이한 용융 유동 지수("MFI")를 갖는 재료를 포함하였다. 그 결과가 아래의 표에 요약된다.

	낮은 일정한 압력의 가공 8600 IMP(표준)		
재료(PP) MFI	11	20	30
충전 시간(s)	2.499	1.454	0.719
레인지 충전 시간(Range Fill Time)(s)			1.78 초
평균 부품 중량(g)	14.113	14.264	14.398
부품 중량 표준 편차	0.0702	0.0602	0.0633
피크 공동 압력(MPa(psi))	6.34(920)	8.363(1213)	10.25(1487)
충전 시간에서의 용융물 압력(MPa(psi))	59.63(8648)	59.92(8690)	60.32(8749)
피크 용융물 압력(MPa(psi))	59.84(8679)	59.97(8698)	60.60(8789)

[0102]

[0103]

위의 표에 예시된 바와 같이, 11 MFI를 갖는 재료는 주형 공동을 완전히 충전하는 데 대략 2.499초가 걸린 반면, 30 MFI를 갖는 재료는 주형 공동을 완전히 충전하는 데 단지 0.719초가 걸렸다. 이러한 예에서 주형 공동을 충전하는 시간은 + 350% 내지 - 75%의 범위 내에서 달랐다. 본 명세서에 기술된 사출 성형 방법은 충전 시간에 있어서의 이들 차이를 고려하고 사이클 단계 시간을 그에 맞춰 조절하여 더 나은 품질의 부품을 확실하게 제조한다.

[0104]

상기에 논의된 바와 같이, 용융된 플라스틱 재료의 점도에 있어서의 변화는 임의의 수의 요인에 의해 야기될 수 있다. 예를 들어, 작업자는 불량한 품질의 부품을 재분쇄하고 재분쇄된 플라스틱 재료를 원래 그대로의 플라스틱 재료와 혼합함으로써 불량한 품질의 부품을 재사용하기를 원할 수 있다. 재분쇄 플라스틱 재료와 원래 그대로의 플라스틱 재료의 혼합은 조합된 재료의 MFI를 변화시킬 것이다. 유사하게, 작업자는 용융된 플라스틱 재료 내로 착색제를 도입함으로써 사출 작동 동안 부품 색상을 변화시키기를 원할 수 있다. 착색제의 도입은 종종 용융된 플라스틱 재료의 MFI를 변화시킬 것이다. 마지막으로, 주위 작동 조건의 변화가 또한 용융된 플라스틱 재료의 점도를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 주위 온도가 증가하는 경우, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 종종 증가한다. 마찬가지로, 주위 온도가 감소하는 경우, 용융된 플라스틱 재료의 점도가 종종 감소한다.

[0105]

개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 방법 및 기계는 유리하게도 부품 품질을 증가시키면서 성형 공정에 대한 사이클 시간을 감소시킨다. 더욱이, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는, 몇몇 실시예에서, 일반적으로 유압 프레스보다 더 에너지 효율적이고 정비를 덜 필요로 하는 전기 프레스를 채용할 수 있다. 부가적으로, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 보다 가요성인 지지 구조체 및 보다 조정가능한 전달 구조체, 예를 들어 보다 넓은 플레이트(platen) 폭, 증가된 타이 바아 간격, 타이 바아의 제거, 보다 빠른 이동을 용이하게 하는 보다 경량의 구성, 및 비-자연적으로 균형화된 공급 시스템을 채용할 수 있다. 따라서, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 전달 요구에 맞도록 변경될 수 있으며, 특정 성형된 부품에 대해 보다 용이하게 맞춤화될 수 있다.

[0106]

또한, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기 및 방법은 주형이 보다 높은 열전도율(예컨대, 약 35 W/m °C(20 BTU/HR FT °F) 초과)의 열전도율을 가질 수 있는 보다 연질의 재료(예컨대, 약 30 미만의 Rc를 갖는 재료)로부터 제조되도록 허용하며, 이는 개선된 냉각 능력 및 더욱 균일한 냉각을 갖는 주형으로 이어진다. 개선된 냉각 능력으로 인해, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 주형은 단순화된 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 일반적으로 말하면, 단순화된 냉각 시스템은 더 적은 냉각 채널을 포함하고, 포함되는 냉각 채널은 더 직선형일 수 있어서, 더 적은 기계가공 축을 가질 수 있다. 단순화된 냉각 시스템을 갖는 사출 주형의 일례는 2012년 2월 24일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/602,781호에 개시되어 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0107]

낮은 일정한 압력의 사출 성형기의 보다 낮은 사출 압력은 이러한 보다 연질의 재료로 제조된 주형이, 종래의 사출 성형기에서는 이들 재료가 고압 사출 성형기에서 100만회 성형 사이클 전에 파괴될 것이기 때문에 가능하지 않을, 100만회 이상의 성형 사이클을 얻도록 허용한다.

[0108]

용어 "실질적으로", "약", 및 "대략"은, 달리 명시되지 않는 한, 임의의 정량 비교, 값, 측정값, 또는 다른 표현에 기인할 수 있는 내재적 불확실성 정도를 나타내기 위해 본 명세서에서 이용될 수 있음에 유의한다. 이러

한 용어는 또한, 쟁점이 되는 주제의 기본적 기능의 변화를 야기함이 없이, 정량 표현이 언급된 기준으로부터 달라질 수 있는 정도를 나타내기 위해 본 명세서에서 이용된다. 본 명세서에 달리 규정되지 않는 한, 용어 "실질적으로", "약", 및 "대략"은 정량 비교, 값, 측정값, 또는 다른 표현이 언급된 기준의 20% 이내에 있을 수 있음을 의미한다.

- [0109] 본 명세서에 예시 및 기술된 제품의 다양한 실시예가 실질적으로 일정한 저압의 성형 공정에 의해 생산될 수 있음이 이제 명백할 것이다. 본 명세서에서 소비자 상품을 포함하기 위한 제품 또는 소비자 상품 제품 자체에 대해 특히 언급되었지만, 본 명세서에 논의된 성형 방법은 소비자 상품 산업, 의식업, 운송업, 의료 산업, 완구 산업 등에서 사용하기 위한 제품과 관련하여 사용하기에 적합할 수 있음이 명백할 것이다. 더욱이, 당업자는 본 명세서에 개시된 교시가, 주형내 장식, 인서트 성형, 주형내 조립 등과 조합해, 회전 주형 및 코어 백 주형을 포함한 다수 재료 주형, 스택 주형(stack mold)의 구성에 사용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0110] 본 명세서에서 개시된 실시예들 중 임의의 실시예의 부분, 부분들 또는 전부는 이하에서 기술된 것들을 비롯해 당업계에 공지된 다른 사출 성형 실시예의 부분, 부분들 또는 전부와 조합될 수 있다.
- [0111] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "낮은 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 장치 및 방법(Apparatus and Method for Injection Molding at Low Constant Pressure)"이고 US 2012-0294963 A1으로 공개된, 2012년 5월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/476,045호(본 출원인의 케이스 12127)에 개시된 바와 같은, 낮은 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0112] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "낮은 일정한 압력의 사출 성형 장치를 위한 대안적인 압력 제어(Alternative Pressure Control for a Low Constant Pressure Injection Molding Apparatus)"이고 이제 미국 특허 제8,757,999호인, 2012년 5월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/476,047호(본 출원인의 케이스 12128)에 개시된 바와 같은, 압력 제어를 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0113] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "사출 성형 장치를 위한 비-자연적 평형식 공급 시스템(Non-Naturally Balanced Feed System for an Injection Molding Apparatus)"이고 US 2012-0292823 A1으로 공개된, 2012년 5월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/476,073호(본 출원인의 케이스 12130)에 개시된 바와 같은, 비-자연적 평형식 공급 시스템을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0114] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 방법(Method for Injection Molding at Low, Substantially Constant Pressure)"이고 US 2012-0295050 A1으로 공개된, 2012년 5월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/476,197호(본 출원인의 케이스 12131Q)에 개시된 바와 같은, 낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0115] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 방법(Method for Injection Molding at Low, Substantially Constant Pressure)"이고 US 2012-0295049 A1으로 공개된, 2012년 5월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/476,178호(본 출원인의 케이스 12132Q)에 개시된 바와 같은, 낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0116] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "높은 열전도율의 공사출 성형 시스템(High Thermal Conductivity Co-Injection Molding System)"인, 2013년 2월 22일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/774,692호(본 출원인의 케이스 12361)에 개시된 바와 같은, 공사출 공정을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0117] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "단순화된 증발 냉각 시스템 또는 특이한 냉각 유체를 갖춘 단순화된 냉각 시스템을 갖는 사출 주형(Injection Mold Having a Simplified Evaporative Cooling System or a Simplified Cooling System with Exotic Cooling Fluids)"이고, 이제 미국 특허 제8,591,219호인, 2013년 2월 12일로 출원된 미국 특허 출원 제13/765,428호(본 출원인의 케이스 12453M)에 개시된 바와 같은, 단순화된 냉각 시스템을 갖는 성형을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0118] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "박벽 부품의 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형을 위한 방법 및 장치(Method and Apparatus for Substantially Constant Pressure Injection Molding of Thinwall Parts)"인,

2012년 5월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/476,584호(본 출원인의 케이스 12487)에 개시된 바와 같은, 박벽 부품을 성형하기 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.

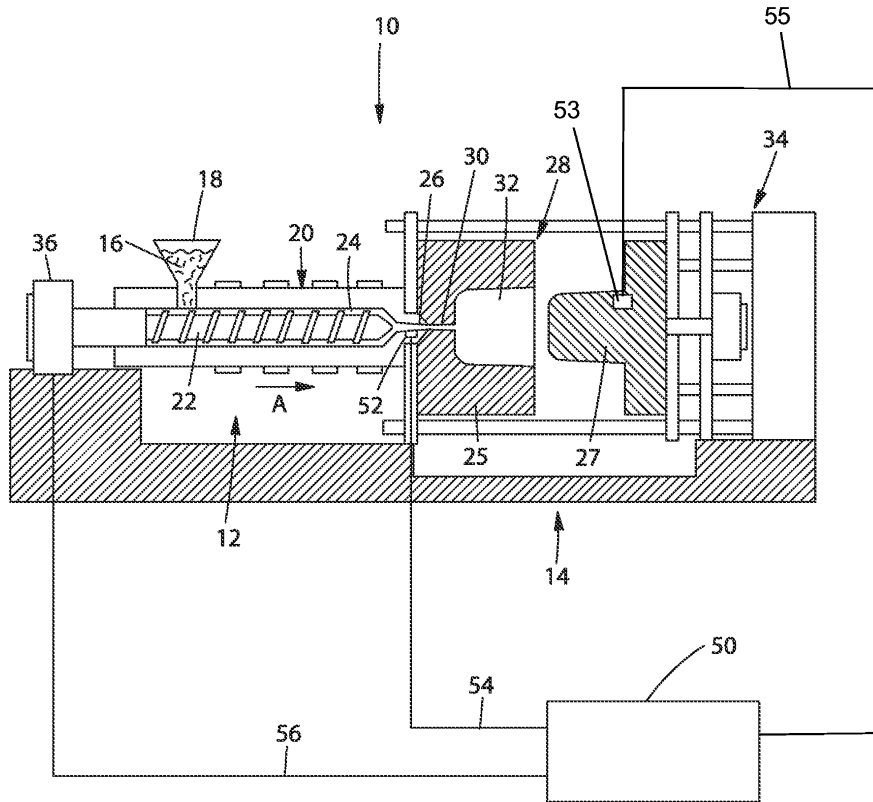
- [0119] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "안전 장치 압력 메커니즘을 갖춘 사출 주형(Injection Mold With Fail Safe Pressure Mechanism)"인, 2012년 11월 8일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/672,246호(본 출원인의 케이스 12657)에 개시된 바와 같은, 안전 장치 메커니즘을 이용한 성형을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0120] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "고 생산성 사출 성형기를 작동시키기 위한 방법(Method for Operating a High Productivity Injection Molding Machine)"인, 2012년 11월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제 13/682,456호(본 출원인의 케이스 12673R)에 개시된 바와 같은, 고 생산성 성형을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0121] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "열가소성 중합체 및 수소첨가 피마자유의 조성물을 성형하는 방법(Methods of Molding Compositions of Thermoplastic Polymer and Hydrogenated Castor Oil)"인, 2013년 11월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제14/085,515호(본 출원인의 케이스 12674M)에 개시된 바와 같은, 소정 열가소성 물질을 성형하기 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0122] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "사출 주형 시스템을 위한 감소된 크기의 러너(Reduced Size Runner for an Injection Mold System)"인, 2013년 11월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제14/085,515호(본 출원인의 케이스 12677M)에 개시된 바와 같은, 러너 시스템을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0123] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "가변 위치 성형 공동을 갖는 낮은 일정한 압력의 사출 성형 시스템(Low Constant Pressure Injection Molding System with Variable Position Molding Cavities)"인, 2013년 5월 13일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/822,661호 (본 출원인의 케이스 12896P)에 개시된 바와 같은, 이동 성형 시스템을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0124] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "사출 성형 가동 동안의 재료 특성의 변화를 고려하기 위한 사출 성형기 및 사출 성형 방법(Injection Molding Machines and Methods for Accounting for Changes in Material Properties During Injection Molding Runs)"인, 2013년 8월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/861,298호 (본 출원인의 케이스 13020P)에 개시된 바와 같은, 사출 주형 제어 시스템을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0125] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "사출 성형 가동 동안의 재료 특성의 변화를 고려하기 위한 사출 성형기 및 사출 성형 방법(Injection Molding Machines and Methods for Accounting for Changes in Material Properties During Injection Molding Runs)"인, 2013년 8월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/861,304호 (본 출원인의 케이스 13021P)에 개시된 바와 같은, 사출 주형 제어 시스템을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0126] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "사출 성형 가동 동안의 재료 특성의 변화를 고려하기 위한 사출 성형기 및 사출 성형 방법(Injection Molding Machines and Methods for Accounting for Changes in Material Properties During Injection Molding Runs)"인, 2013년 8월 20일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/861,310호 (본 출원인의 케이스 13022P)에 개시된 바와 같은, 사출 주형 제어 시스템을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0127] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "오버몰딩된 물품을 성형하는 방법(Methods of Forming Overmolded Articles)"인, 2013년 12월 19일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/918,438호(본 출원인의 케이스 13190P)에 개시된 바와 같은, 사출 성형을 사용하여 오버몰딩된 물품을 성형하기 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0128] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "용융된 재료를 주형 공동 내로 사출하기 위한 방법 및 장치(Method and Apparatus for Injecting a Molten Material into a Mold Cavity)"인, 1998년 3월 17일자로 허여된 미국 특허 제5,728,329호(본 출원인의 케이스 12467CC)에 개시된 바와 같은, 성형 공정을 제어하기 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허는 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0129] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "사출 제어 시스템(Injection Control System)"인, 1998년 2월 10일자로 허

여된 미국 특허 제5,716,561호(본 출원인의 케이스 12467CR)에 개시된 바와 같은, 성형 공정을 제어하기 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허는 이에 의해 참고로 포함된다.

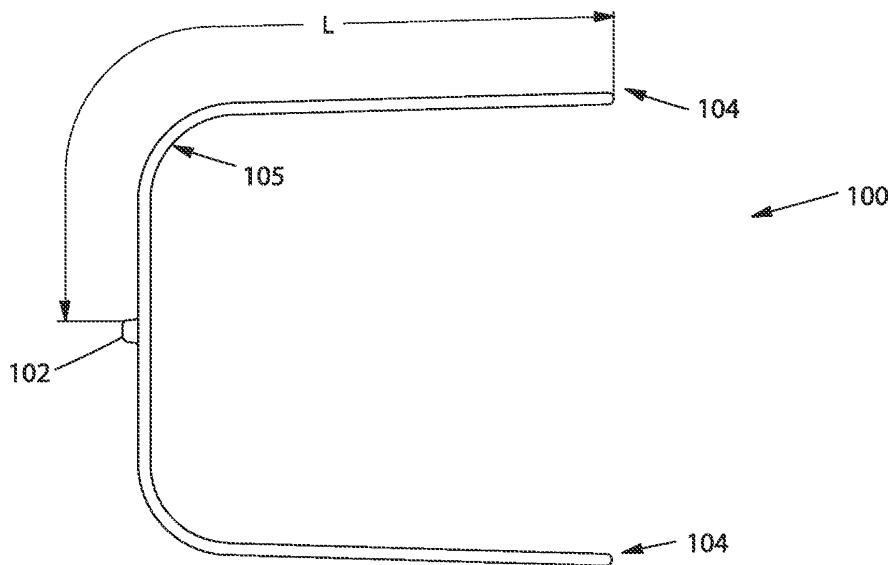
- [0130] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "플라스틱 물품 성형 장치 및 이를 사용하기 위한 방법(Plastic Article Forming Apparatus and Methods for Using the Same)"인, 미국 특허 출원 제61/952281호(본 출원인의 케이스 13242P)에 개시된 바와 같은, 성형 예비성형품을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0131] 본 발명의 실시예는 발명의 명칭이 "플라스틱 물품 성형 장치 및 이를 사용하기 위한 방법(Plastic Article Forming Apparatus and Methods for Using the Same)"인, 미국 특허 출원 제61/952283호(본 출원인의 케이스 13243P)에 개시된 바와 같은, 성형 예비성형품을 위한 실시예와 함께 사용될 수 있으며, 이 미국 특허 출원은 이에 의해 참고로 포함된다.
- [0132] 본 명세서에 개시된 치수 및 값은 열거된 정확한 수치 값으로 엄격하게 제한되는 것으로 이해되어서는 안된다. 대신에, 달리 명시되지 않는 한, 각각의 그러한 치수는 열거된 값과, 상기 값 부근의 기능적으로 등가인 범위들 모두를 의미하고자 하는 것이다. 예를 들어, "40 mm"로 개시된 치수는 "약 40 mm"를 의미하고자 하는 것이다.
- [0133] 임의의 상호 참조된 또는 관련된 특허 또는 출원과 이러한 출원이 우선권을 주장하거나 그것의 이익을 청구하는 임의의 특허 출원 또는 특허를 비롯한, 본 명세서에 인용된 모든 문헌은 이에 의해, 명백히 배제되거나 달리 제한되지 않는 한, 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다. 임의의 문헌의 인용은 이것이 본 명세서에 개시된 또는 청구된 임의의 발명에 대한 종래 기술이라거나, 또는 이것이 단독으로 또는 임의의 다른 참고문헌 또는 참고문헌들과의 임의의 조합으로 임의의 그러한 발명을 교시하거나 시사하거나 개시한다는 것을 인정하는 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서의 용어의 임의의 의미 또는 정의가 참고로 포함되는 문헌에서의 동일한 용어의 임의의 의미 또는 정의와 상충되는 경우, 본 명세서에서 그 용어에 부여된 의미 또는 정의가 우선한다.
- [0134] 본 발명의 특정 실시예가 예시되고 기술되었지만, 다양한 다른 변경 및 수정이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있음이 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 범주 내에 있는 모든 그러한 변경 및 수정을 첨부된 특허청구범위에서 포함하고자 한다.

도면

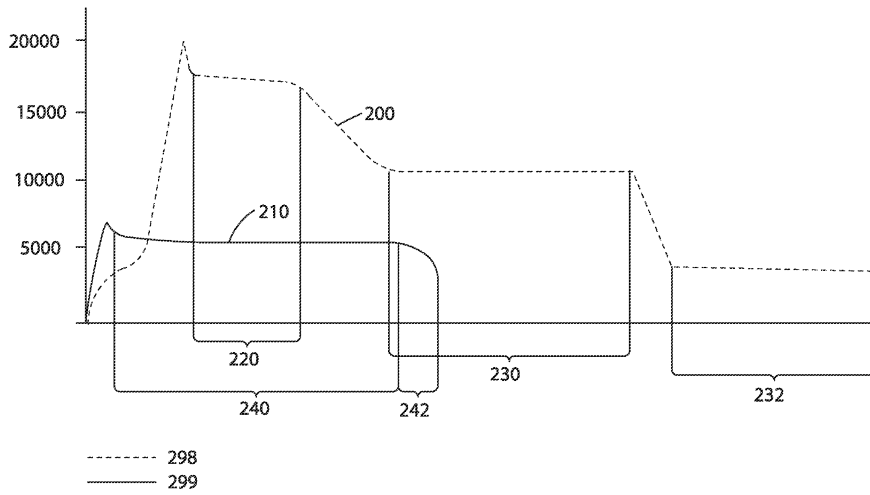
도면1



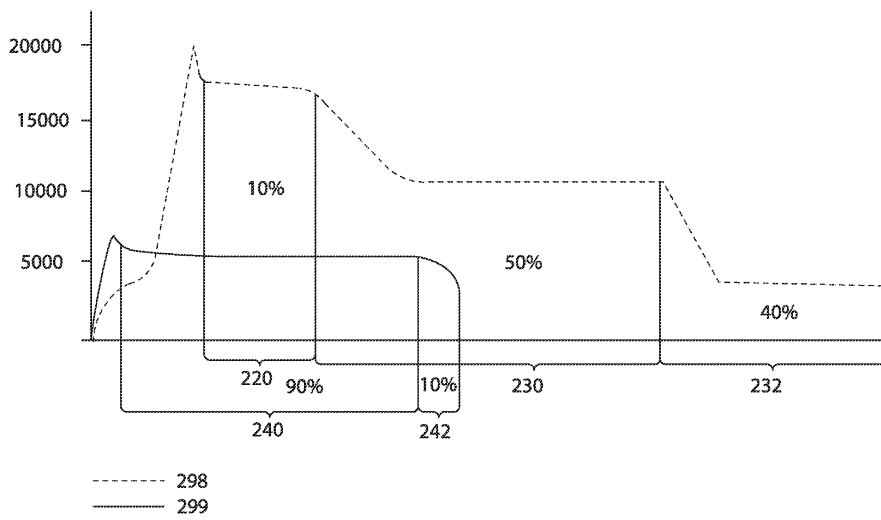
도면2



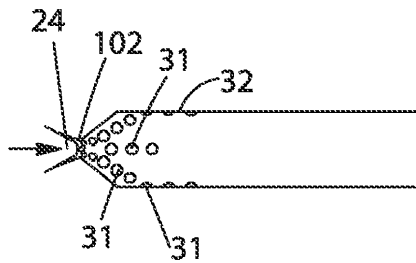
도면3



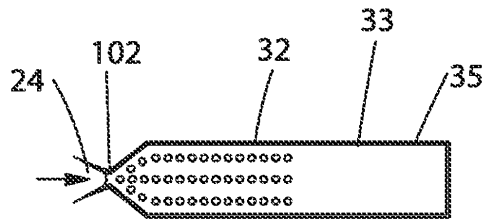
도면4



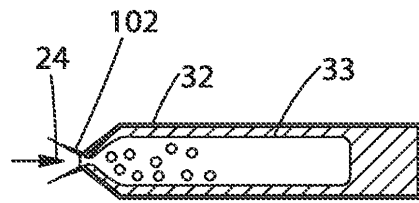
도면5a



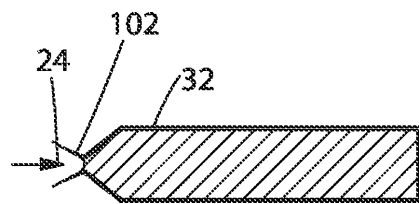
도면5b



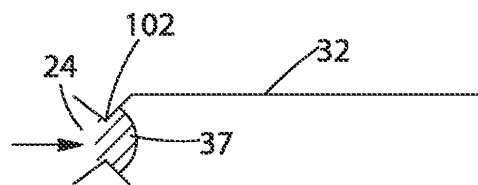
도면5c



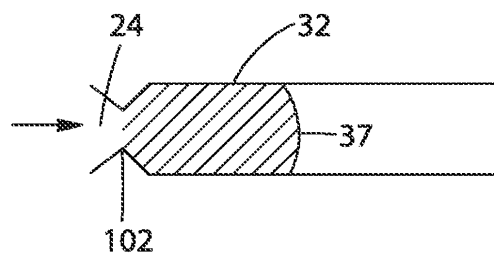
도면5d



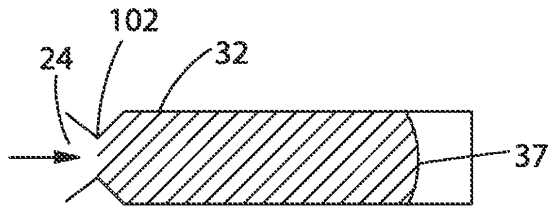
도면6a



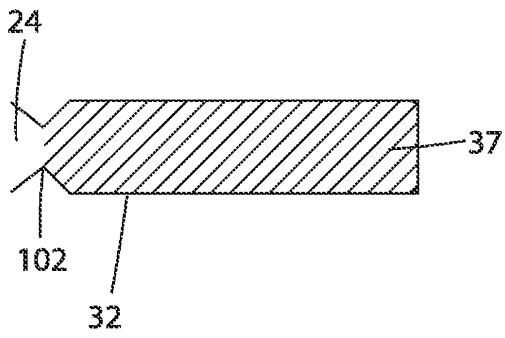
도면6b



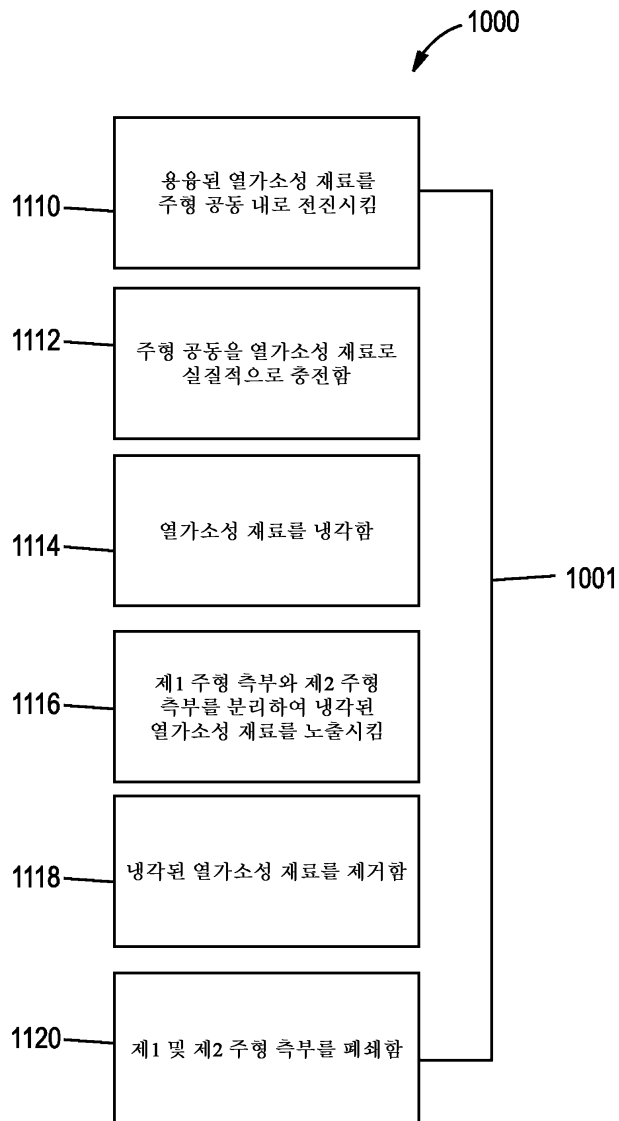
도면6c



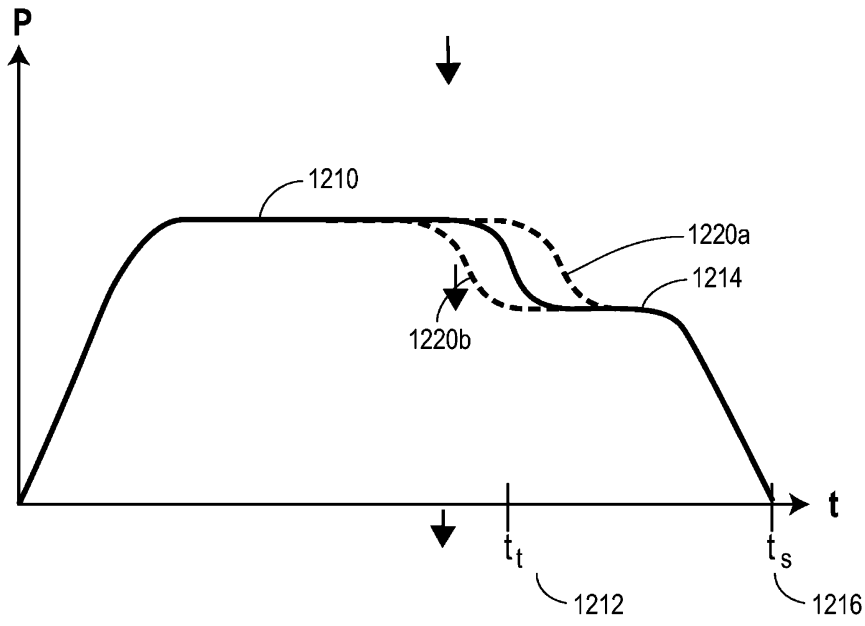
도면6d



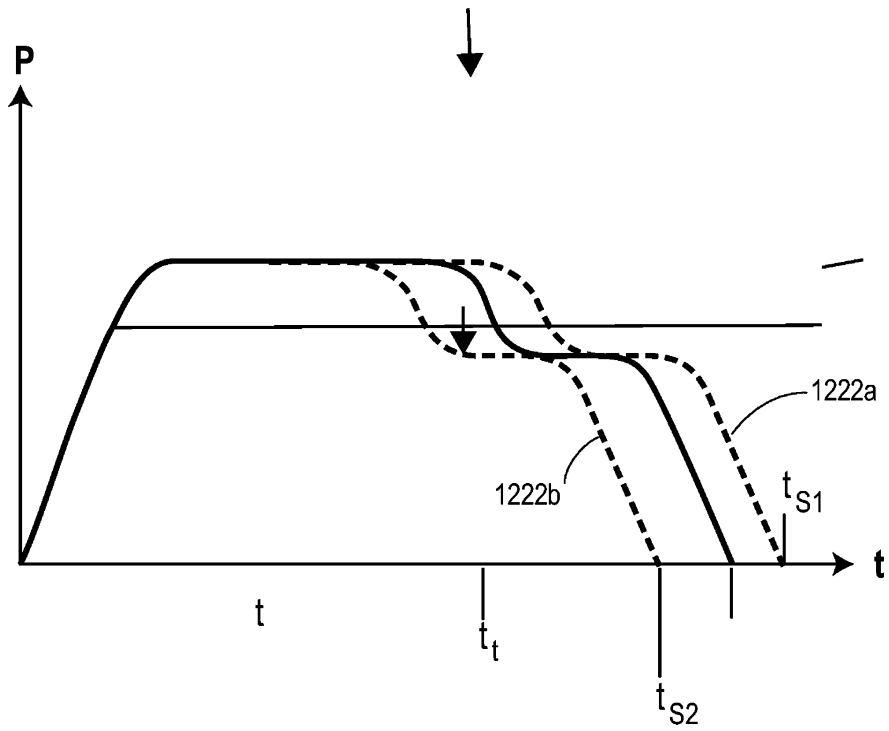
도면7



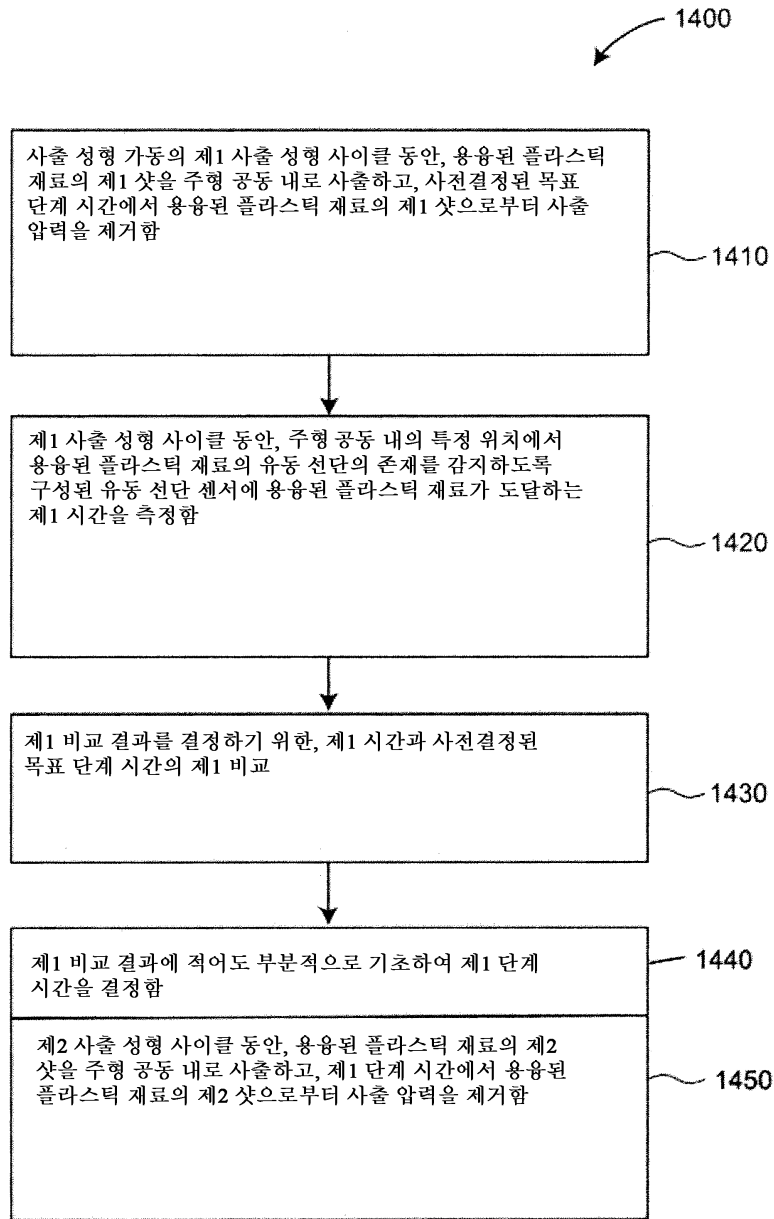
도면8



도면9



도면10



도면11

