



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0092121  
(43) 공개일자 2015년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B29C 45/27 (2006.01) B29C 45/77 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B29C 45/2701 (2013.01)  
B29C 45/2704 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7013441  
(22) 출원일자(국제) 2013년11월21일  
심사청구일자 2015년05월21일  
(85) 번역문제출일자 2015년05월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/071123  
(87) 국제공개번호 WO 2014/081905  
국제공개일자 2014년05월30일  
(30) 우선권주장  
61/729,028 2012년11월21일 미국(US)

(71) 출원인  
임플렉스 인코포레이티드  
미국 오하이오 45015 해밀턴 시메스 로드 3550  
(72) 발명자  
알토넨 진 마이클  
미국 45202 오하이오주 신시네티 윈 피앤드지 프  
라자  
브레이텐바치 빈센트 셴  
미국 45202 오하이오주 신시네티 윈 피앤드지 프  
라자  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인코리어나

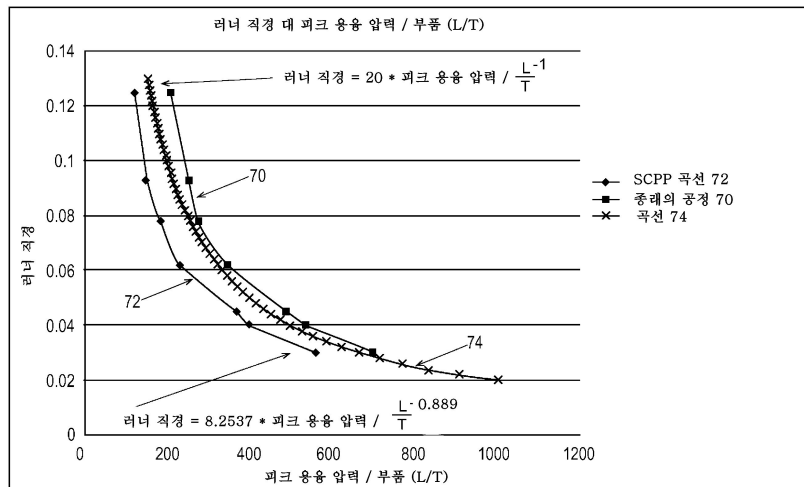
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 사출 성형 시스템을 위한 감소된 크기의 러너

(57) 요약

다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 러너 시스템은 감소된 크기의 러너들을 갖는다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

**B29C 45/2708** (2013.01)

**B29C 45/77** (2013.01)

**B29C 2045/2722** (2013.01)

**B29C 2945/76006** (2013.01)

**B29C 2945/7621** (2013.01)

**B29C 2945/76287** (2013.01)

**B29C 2945/76936** (2013.01)

(72) 발명자

**맥코넬 김벌리 니콜**

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 피앤드지 프라  
자

**럼프킨 대니 데이비드**

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 피앤드지 프라  
자

**후앙 초우-치**

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 피앤드지 프라  
자

**버그 주니어 찰스 존**

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 피앤드지 프라  
자

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

러너(runner)들의 세트를 포함하는 다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 주형 공동(mold cavity)에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 유압 직경(hydraulic diameter)이 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동에서 성형될 부품에 대한 게이트 두께의 0.5 내지 1.5배인 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 유압 직경이 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동에서 성형될 부품의 게이트 두께의 0.5 내지 0.9배인, 러너 시스템.

#### 청구항 3

러너들의 세트를 포함하는 다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 중합체가 사출 성형 시스템에 의해 사출되는 피크 용융 압력(peak melt pressure) 곱하기 20을  $(L/T)^{-1}$ 로 나눈 값 이하인 유압 직경을 가지며,  $L/T$ 는 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동에서 성형될 부품의 길이-대-두께 비인 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너의 유압 직경은, 용융된 중합체성 재료가 러너를 통해서 그리고 각각의 주형 공동 안으로 유동하는 것을 허용하도록 적어도 충분히 큰, 러너 시스템.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너의 유압 직경은 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동에서 성형될 부품의 게이트 두께의 0.5배 이상인, 러너 시스템.

#### 청구항 6

제3항에 있어서, 유압 직경은 피크 용융 압력 곱하기 8.25를  $(L/T)^{-0.889}$ 로 나눈 값 이하인, 러너 시스템.

#### 청구항 7

러너들의 세트를 포함하는 다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 700을, 중합체가 사출 성형 시스템에 의해 사출되는 피크 용융 압력으로 나눈 몫 이하인 단면적을 갖는 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 단면적이 199.63을 (피크 용융 압력) $^{-0.889}$ 와 곱한 값 이하인, 러너 시스템.

#### 청구항 9

러너들의 세트를 포함하는 다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 중합체가 사출 성형 시스템에 의해 사출되는 피크 용융 압력 곱하기 315를  $(L/T)^{-2}$ 로 나눈 값 이하인 단면적을 가지며,  $L/T$ 는 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동에서 성형될 부품의 길이-대-두께 비인 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는, 단면적이 피크 용융 압력 곱하기 53.51을  $(L/T)^{-1.778}$ 로 나눈 값 이하인, 러너 시스템.

#### 청구항 11

러너들의 세트를 포함하는 다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는 하기 식에 의해 주어진 단면적을 갖는 것을 특징으로 하는, 러너 시스템:

$$\text{유압 러너 단면적} \leq 360,000 / (\text{피크 용융 압력})^2$$

상기 식에서, "피크 용융 압력"은, 중합체가 사출 성형 시스템에 의해 사출되는 피크 용융 압력임.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 주형 공동에 가장 근접한 세트의 각각의 러너는 하기 식에 의해 주어진 유압 러너 단면적을 갖는, 러너 시스템:

$$\text{유압 러너 단면적} \leq 31,313 * (\text{피크 용융 압력})^{-1.778}.$$

#### 청구항 13

다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 상기 러너 시스템은,

제1 분기 세트의 러너들로서, 제1 분기 세트의 러너들의 각각의 러너가 주형 공동들 중 각각의 하나에 가장 근접하여 존재하는 제1 분기 세트의 러너들; 및

제2 분기 세트의 러너들로서, 제2 분기 세트의 러너들의 각각의 러너가 제1 분기 세트의 러너들의 러너들 중 적어도 2개의 러너와 유체 연통하는 제2 분기 세트의 러너들을 포함하는 러너들의 세트를 포함하고,

메인 러너가 제2 분기 세트의 러너들의 각각의 러너와 유체 연통하며, 메인 러너는 제1 분기 세트의 러너들의 각각의 러너의 유압 직경을, 메인 러너를 포함하는 러너들의 분기 세트들의 수의 1/8제곱(power)과 곱한 값과 적어도 동일한 유압 직경을 갖는 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

#### 청구항 14

다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 상기 러너 시스템은,

제1 분기 세트의 러너들로서, 제1 분기 세트의 러너들의 각각의 러너가 주형 공동들 중 각각의 하나에 가장 근접하여 존재하는 제1 분기 세트의 러너들; 및

하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들로서, 다음에 연속하는 분기 세트의 러너들의 각각의 러너가 다음으로 가장 낮은 분기 세트의 러너들의 러너들 중 적어도 2개의 러너와 유체 연통하고, 상기 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들 각각은 주형 공동들에 다음으로 더 근접한 분기 세트의 러너들보다 하나 더 높은 레벨을 나타내는 정수 값으로서 인식 가능한 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들을 포함하는 러너들의 세트를 포함하고,

메인 러너가 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들의 가장 높은 값보다 하나 더 높은 분기 값을 가지며, 메인 러너는 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들의 상기 가장 높은 값의 각각의 러너와 유체 연통하고, 메인 러너는 제1 분기 세트의 러너들의 각각의 러너의 최소 직경을 메인 러너의 분기 값의 1/8제곱과 곱한 값과 적어도 동일한 유압 직경을 갖는 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

#### 청구항 15

다중-공동 사출 성형 시스템용 러너 시스템으로서, 상기 러너 시스템은,

제1 분기 세트의 러너들로서, 제1 분기 세트의 러너들의 각각의 러너가 주형 공동들 중 각각의 하나에 가장 근접하여 존재하는 제1 분기 세트의 러너들; 및

하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들로서, 다음에 연속하는 분기 세트의 러너들의 각각의 러너가 다음으로 가장 낮은 분기 세트의 러너들의 러너들 중 적어도 2개의 러너와 유체 연통하고, 상기 하나 이상의 추가적인 분기

기 세트의 러너들 각각은 주형 공동들에 다음으로 더 근접한 분기 세트의 러너들보다 하나 더 높은 레벨을 나타내는 정수 값으로서 인식 가능한 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들을 포함하는 러너들의 세트를 포함하고,

메인 러너가 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들의 가장 높은 값보다 하나 더 높은 분기 값을 가지며, 메인 러너는 하나 이상의 추가적인 분기 세트의 러너들의 상기 가장 높은 값의 각각의 러너와 유체 연통하고, 메인 러너는 제1 분기 세트의 러너들의 러너들 중 하나의 러너의 유압 직경 곱하기 상수(K)와 동일한 유압 직경을 갖는 것을 특징으로 하는, 러너 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시 내용은 일반적으로 사출 성형을 위한 장치 및 방법에 관한 것이며, 보다 구체적으로는, 실질적으로 일정한 압력에서 사출 성형되는 부품을 생산하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 사출 성형은 용융가능한 재료로 제조되는 부품, 가장 일반적으로는 열가소성 중합체로 제조되는 부품의 대량 제조에 일반적으로 사용되는 기술이다. 반복적인 사출 성형 공정 동안에, 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 중합체 또는 수지가 특정 공동(cavity) 형상을 갖는 주형 공동(mold cavity) 내로 강제로 사출된다. 사출된 플라스틱은 주형 공동 내에서 압력 하에 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 하나 이상의 게이트를 통해 유동 채널에 연결될 수 있다. 따라서, 전형적인 사출 성형 절차는 다음의 4개의 기본 작업을 포함한다: (1) 플라스틱이 압력 하에서 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 공동 또는 공동들 내에서 압력 하에 있으면서 냉각 및 경화되는 것을 허용하는 작업; 및 (4) 주형 반부를 개방하여 부품이 주형으로부터 배출되게 하는 작업.

[0003] 용융된 플라스틱 수지는 주형 공동 내로 사출되고, 플라스틱 수지는 플라스틱 수지가 게이트로부터 가장 먼 공동 내의 위치에 도달할 때까지 사출 성형기에 의해 공동들을 통해 강제로 밀어내진다. 부품의 결과적인 길이 및 벽 두께는 주형 공동의 형상의 결과이다.

[0004] 다중-공동 사출 주형은 용융된 플라스틱을 기계 노즐로부터 각각의 개별 주형 공동으로 분배하기 위해 공급기 채널(feeder channel)들의 망(network)을 요구한다. 공급기 채널 또는 러너(runner)는 냉각되도록 허용될 수 있거나 능동적으로 냉각될 수 있어, 각각의 성형 사이클 동안 러너는 용융된 중합체로 충전되며, 용융된 중합체는 러너 내에서 고형화되고, 이어서 러너 또는 공급기 채널 망의 형상인 플라스틱 고체 덩어리로서 주형으로부터 제거된다. 이러한 유형의 시스템은 본 기술 분야에서 "콜드 러너(cold runner)" 시스템으로 지칭된다. 각각의 성형 사이클 동안 중합체가 용융 상태로 유지되도록, 공급기 채널 또는 러너 망을 가열하는 것이 또한 가능하다. 용융된 중합체는 각각의 성형 사이클 후에 여전히 공급기 채널 또는 러너 내에 있다 - 이 용융된 재료는 이어서 후속의 성형 사이클의 개시 시 성형 공동 내로 사출된다. 이러한 유형의 시스템은 "핫 러너(hot runner)" 시스템으로 지칭된다. 본 명세서에서 사용되는 "러너 시스템"은, 형용사 "핫" 또는 "콜드"가 앞에 있지 않는 경우, 핫 러너 시스템 또는 콜드 러너 시스템 중 하나 뿐만 아니라, 혼합 "핫-콜드" 러너 시스템을 지칭한다.

[0005] 콜드 러너 시스템의 경우, 주형 공동에 가장 근접한 러너 또는 공급기 채널의 유압 직경(hydraulic diameter)은 전형적으로, 성형되는 물품의 공칭 벽 두께의 약 1.5 내지 약 3배의 범위이다. 예를 들어, 문헌 [Beaumont, Runner and Gating Design Handbook, second edition, page 152, Hanser Gardner Publications, 2007]을 참조한다. 유압 직경, 또는  $D_h$ 는, 원형 튜브들의 내부 직경 뿐만 아니라 비-원형 튜브들 또는 채널들의 유효 내부 직경을 지칭하기 위해 본 기술 분야에서 일반적으로 사용되는 용어이며, 이는 식  $= 4A/P$ 에 의해 계산될 수 있고, A는 튜브 또는 채널의 단면적이고 P는 튜브 또는 채널의 단면의 젖은(wetted) 내부 둘레이다. 이 유압 직경은 물품 공칭 벽 두께(이하에서 정의되는 용어임)보다 의도적으로 더 커서, 러너가 성형되는 부품보다 더 오래 용융 상태로 유지될 것이며, 주형 공동이 완전히 충전되어 패킹될(packed) 때까지 용융된 플라스틱이 공급

기 망을 통해 계속해서 공급될 수 있는 것을 보장하게 된다. 공급기 채널 내의 중합체성 재료가 주형 공동이 완전히 패킹되기 전에 굳어진다면, 성형되는 물품은 주형 공동으로부터 지나치게 수축될 것이고, 성형되는 물품은 불량한 표면 마감 품질 및 바람직하지 않게 높은 치수 변화를 갖게 될 것이다.

[0006] 콜드 러너들의 크기를 정하는 또 다른 관행에서, 러너들은 성형될 물품의 공칭 벽 두께보다 1.5 mm 더 큰 유압 직경을 갖도록 설계된다. 예를 들어, 문헌 [How to Make Injection Molds, Third Edition, page 153, Carl Hanser, 1993 (Germany)]을 참조한다.

[0007] 러너 시스템을 설계 시, 종래의 설계 파라미터들은, 러너가 더 큰 단면적으로 사출 유닛 기계 노즐 근방에서 시작하고, 이어서, 각각의 개별 주형 공동에 도달하기 위해 원하는 수의 러너들을 달성하도록 러너가 나뉘어짐에 따라, 단면적이 점진적으로 단계적 감소하는 것을 필요로 한다. 중요하게도, 종래 지식은, 유동 러너 유압 직경이, 주형 공동에 공급하는 최소 설계 유압 직경(앞서 결정된 바와 같은)으로부터, 기계 노즐 쪽으로 역으로의 유동 경로를 따라 러너 내의 각각의 분기(branch)에서 점진적으로 증가하는 유압 직경으로까지 증가되어야 한다는 것을, 나타낸다. 이는 특히 콜드 러너 시스템에서 그러하며, 핫 러너 시스템에서는, 콜드 러너 시스템에서처럼 러너 직경을 최소화함으로써 러너 내의 중합체성 재료의 폐기물(scrap)을 최소화하고 굳어짐을 증진시킬 동일한 필요성이 없기 때문에, 핫 러너 시스템의 상이한 분기들에서 러너들의 유압 직경들은 주형 공동에 점진적 근접하면서 점진적으로-더 작은 콜드 러너 시스템의 직경들보다 더욱 균일할 수 있다.

[0008] 러너 시스템을 기술할 때, 하기 용어들을 고려하는 것이 유용하다. 용어 "메인 스프루(main sprue)"는 기계 노즐에 인접해 있고, 성형기로부터 용융된 중합체(본 명세서에서 용융된 중합체성 재료 또는 열가소성 재료로도 지칭됨)를 수용하는 제1 러너 레그(runner leg)를 지칭한다. 다중-공동 주형의 경우, 메인 스프루는 다수의 "러너 분기(runner branch)들"로 나뉘어져, "최종 러너 분기들"의 수가 게이트 위치들의 총 수와 동일하게 된다 (보통 주형 공동 당 하나의 게이트). 용어 "러너 분기"는 러너 망 내의 유동 채널들 각각을 지칭한다. 용어 "최종 러너 분기"는 게이트에 직접 연결되는 러너 분기들을 지칭하며, 게이트는 이어서 주형 공동에 연결된다. 용어 "노드"는 러너가 더 작은 러너 분기들로 나뉘어지는 러너 망 내의 위치를 지칭한다. 예를 들어, 메인 스프루가 4개의 개별 주형 게이트들로 연장되는 4개의 러너 분기들로 나뉘어질 때, 메인 스프루와 러너 분기들의 교차점은 본 명세서에서 "노드"로 지칭된다.

[0009] 종래의 성형 공정의 경우, 러너 분기들 각각의 크기는 식  $D_m = D_b * N^{1/3}$ 을 사용하여 관련되며, N은 공급기 분기  $[D_m]$ 로부터 연장되는 러너 분기들의 수이다. N은 공급 러너  $[D_m]$ 가 동일한 러너 분기들  $[D_b]$ 로 나뉘어지는 횟수와 동일하다.  $D_m$  및  $D_b$ 는 유압 직경들이다.

[0010] 예를 들어, 메인 스프루가 4개의 최종 러너들에 공급하기 위한 4개의 분기들로 나뉘어지는 러너 시스템의 경우, N은 4와 동일할 것이다. 따라서,  $D_b$ 가 6 밀리미터와 동일할 경우,  $D_m$ 은  $6 * 4^{1/3}$ 과 동일하거나,  $D_m$ 은 약 9.524 밀리미터와 동일하다.

[0011] 제2 예에서, 러너 시스템은 메인 스프루가 4개의 동일한 분기들로 나뉘어지고, 4개의 동일한 분기들의 각각은 이어서 4개의 동일한 최종 러너 분기들로 나뉘어진다. 메인 스프루의 직경은 최종 러너의 직경으로 시작하고, 이어서 메인 스프루 쪽으로 시스템을 통해 역으로 작업함으로써 결정될 것이다. 따라서, 최종 러너 직경  $[D_b]$ 이 6 밀리미터와 동일한 경우, 공급기 러너 직경  $[D_m]$ 은  $6 * 4^{1/3}$ 과 동일하거나, 약 9.524 밀리미터와 동일하다. 이 경우에는 메인 스프루 직경이 될, 다음 공급기 러너는, 이어서 약 9.524 밀리미터의 직경으로 시작하여 동일한 방식으로 계산될 것이다. 따라서, 메인 스프루의 직경  $[D_m]$ 은  $9.524 * 4^{1/3}$ , 또는 15.118 밀리미터와 동일하다. 동등한 계산은  $D_m = D_b * [\text{최종 러너들의 총 수}]^{1/3}$ 이다. 예를 들어, 위의 제2 예에서 나타내어진 16 공동 공구(tool)는, 이 식에 의해 계산되는 경우 15.118 밀리미터의 동일한 답을 제공한다. 구체적으로  $6\text{mm} * 16^{1/3}$ 은 15.118 밀리미터와 동일하다. 이 관계는 메인 스프루와 최종 러너들 사이에 위치된 노드들의 수에 상관없이 유효하다. 각각의 중간 러너 분기 단계(interim runner branch step)는 식  $D_m = D_b * N^{1/3}$ 에 의해 관련될 것이다.

[0012] 그 결과 중합체를 사출 주형 공동들로 분배하기 위해 상당한 체적의 플라스틱이 요구되게 된다. 콜드 러너 시스템의 경우, 이러한 큰 체적은 일부 부품들에 대한 사이클 시간을 연장하고, 클램프 톤수(tonnage)를 증가시킬

수 있으며 (러너 시스템의 체적이 크면 클수록, 기계 노즐과 주형 공동들 사이의 중합체 재료의 체적이 더 높아지고, 더 많은 클램프 톤수가 러너 재료의 체적과 함께 물품들을 성형하는 데 필요하게 될 수도 있기 때문에), 이러한 상당한 체적의 중합체는 전형적으로 공동 내로 사출된 중합체의 각각의 "샷(shot)" 동안 처리된다(disposed) - 콜드 러너는 전형적으로 폐기물로서 폐기되거나 후속의 사출 성형 사이클에서 재사용을 위해 재분쇄되기(reground) 때문이다. 핫 러너 시스템의 경우에서, 이러한 체적의 재료는 각각의 성형 사이클 동안 가열되고, 따라서 러너의 체적이 더 높을수록, 중합체 체류 시간이 더 길어지고, 중합체는 중합체를 분해하는 열에 더 오래 노출되게 된다. 더욱이, 더 많은 체적의 재료가 핫 러너 내에 포함될수록, 중합체의 색상을 변경시키거나 하나의 중합체 재료로부터 다른 중합체 재료로 변경시킬 때에 더 많은 재료가 시스템으로부터 제거되어야(purged) 한다. 이는 재료 전환 공정 동안에 생산성 손실로 이어진다. 핫 러너 및 콜드 러너 둘 모두의 경우에서, 러너 내에 포함된 재료의 총 체적을 감소시키는 것이 바람직하다.

## 발명의 내용

- [0013] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 사출 성형에 의해 제품을 생산하는 러너 시스템을 포함하는 시스템, 기계, 제품, 및 방법에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형에 의해 제품을 생산하는 러너 시스템을 포함하는 시스템, 제품, 및 방법에 관한 것이다.
- [0014] 용어 "낮은 피크 압력"은 열가소성 또는 용융된 중합체성 재료의 피크 용융 압력에 관하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 사출 성형기의 노즐 부근에서 41 MPa(6000 psi) 이하의 피크 용융 압력을 의미한다. 피크 용융 압력은 노즐 부근 이외의 러너 시스템 내의 위치들에서, 예컨대 메인 스프루 내에서, 러너 분기들 중 임의의 것, 또는 주형 공동의 입구의 게이트 부근에서, 측정될 수 있다.
- [0015] 용어 "중간의 피크 압력"은 열가소성 또는 용융된 중합체성 재료의 피크 용융 압력에 관하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 사출 성형기의 노즐 부근에서 대략 41 MPa(6,000 psi) 내지 대략 103 MPa(15,000 psi)의 피크 용융 압력을 의미한다.
- [0016] 용어 "높은 피크 압력"은 열가소성 또는 용융된 중합체성 재료의 피크 용융 압력에 관하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 사출 성형기의 노즐 부근에서 103 MPa(15,000 psi) 초과인 피크 용융 압력을 의미한다.
- [0017] 용어 "실질적으로 낮은 일정한 압력"은 열가소성 재료의 용융 압력에 관하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 기준 용융 압력으로부터의 편차가 열가소성 재료의 물리적 특성에 있어서의 유의미한 변화를 생성하지 않음을 의미한다. 예를 들어, "실질적으로 낮은 일정한 압력"은 용융된 열가소성 재료의 점도가 유의미하게 변화하지 않게 하는 압력 변동을 포함하지만, 이로 한정되지 않는다. 용어 "실질적으로 일정한"은 이 점에 있어서 기준 용융 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. 용융 압력은 용융 압력이 언급된 압력으로부터 30% 이하로 변동되는 한 실질적으로 일정한 것으로 간주된다. 피크 용융 압력은 낮은 피크 압력 시스템에 대하여 41 MPa(6000 psi) 만큼 높을 수 있다.
- [0018] 용어 "실질적으로 중간의 일정한 압력"은 열가소성 재료의 용융 압력에 관하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 기준 용융 압력으로부터의 편차가 열가소성 재료의 물리적 특성에 있어서의 유의미한 변화를 생성하지 않음을 의미한다. 예를 들어, "실질적으로 중간의 일정한 압력"은 용융된 열가소성 재료의 점도가 유의미하게 변화하지 않게 하는 압력 변동을 포함하지만, 이로 한정되지 않는다. 용어 "실질적으로 일정한"은 이 점에 있어서 기준 용융 압력으로부터 대략 30%의 편차를 포함한다. 예를 들어, 용어 "대략 76 Mpa(11,000 psi)의 실질적으로 일정한 압력"은 약 98.6 MPa(14,300 psi) [76 MPa(11,000 psi)보다 30% 높음] 내지 약 53 MPa(7,700 psi) [76 MPa(11,000 psi)보다 30% 낮음]의 범위 내의 압력 변동을 포함한다. 용융 압력은 용융 압력이 언급된 압력으로부터 30% 이하로 변동되는 한 실질적으로 일정한 것으로 간주된다. 피크 용융 압력은 98.6 MPa(14,300 psi) 만큼 높을 수 있다. 대략 41 MPa(6,000 psi) 이하, 또는 41 MPa 내지 103 MPa(6,000 psi 내지 15,000 psi), 또는 103 MPa 내지 138 MPa (15,000 psi 내지 20,000 psi)에서의 피크 용융 압력으로 실질적으로 일정한 압력에서 용융된 중합체가 주형에 도입될 때, 종래의 주형 시스템이 체적 유량(volumetric flow rate)에 의해 제어되는 이유로 실질적으로 일정한 압력에서 유지되지 않는 그러한 시스템과는 대조적으로, 노즐로부터 주형 공동으로의 러너의 크기(즉, 체적), 및 특히, 주형 공동에 가장 근접한 러너의 크기는 종래의 높은, 가변 압력(때때로 "스파이크 압력"으로 지칭됨) 사출 성형 시스템의 러너보다 훨씬 더 작을 것이라는 것이 발견되었다. 주어진 길이의 러너에 대하여, 러너 크기는 러너 유압 단면적 또는 러너 유압 직경에서의 변화로 인해 달라질 수 있다.



[0019] 러너의 크기를 감소시키는 것은 여러 이익을 갖는다. 콜드 러너의 경우, 러너 크기를 감소시키는 것은 유리하게는, 공동들이 서로 더욱 가깝게 이격될 수 있기 때문에 주형 공동 간격에 관한 선택권을 증가시킨다. 잠재적으로는, 공동들 사이의 많은 공간이 전체 주형에서 절약될 수 있어서, 주어진 주형 내에서 제공될 수 있는 전체 공동들의 수가 증가될 수 있게 된다. 콜드 러너 시스템에서 러너 크기를 감소시키는 또 다른 장점은, 그것이 용융된 중합체를 러너 시스템을 통해서 그리고 궁극적으로는 주형 공동들로 도입시키는 데 필요한 에너지를 감소시키는 것이다.

[0020] 종래의 사출 성형 시스템과 비교할 때 콜드 러너 시스템의 보다 작은 공급 채널 또는 러너의 추가적인 이익은, 콜드 러너가 성형 사이클의 말에 배출되거나 달리 제거되고, 후속의 성형 사이클에서의 사용을 위해 재분쇄되기 때문에, 러너의 크기를 감소시키는 것은 성형 사이클의 말에 배출되거나 제거될 필요가 있는 그러한 콜드 러너의 크기를 감소시키게 된다는 것이다. 러너의 크기를 감소시키고, 그렇게 함으로써 재분쇄될 필요가 있는 재료의 양을 감소시키는 것에 의해, 결과적인 성형된 물품의 보전성과 품질은 증가되며, 그 이유는 입자의 주어진 사출 성형 사이클에서 재분쇄의 비율이 감소되기 때문이다.

[0021] 핫 러너 시스템의 경우, 감소된-크기의 러너의 한 이익은, 러너들의 분기로부터 분기까지의(즉, 노즐에 가장 가까운 러너로부터 주형 공동에 가장 가까운 러너까지) 압력 강하가 더 작아져서, 사출 성형 시스템이 일정한 압력을 유지하고 더욱 일관된 제품들을 제조하도록 허용한다는 것이다. 감소된 핫 러너 크기는 러너 시스템 내의 감소된 용융된 중합체로 설명되고(translate), 그렇게 함으로써 중합체 체류 시간을 감소시키고, 열에 노출되는 시간을 단축시킨다(중합체 분해를 최소화함). 핫 러너 내에 더 적은 중합체 재료가 포함되기 때문에, 중합체의 색상을 변화시키거나 하나의 중합체 재료로부터 다른 중합체 재료로 변화시킬 때 시스템으로부터 제거되어야 할 재료가 더 적을 것이고, 그럼으로써 전환 시간을 감소시킨다. 콜드 러너 시스템과 마찬가지로, 감소된 러너 크기는, 주어진 주형 내의 공동들의 간격, 및 전체 수에 있어서도 이익을 제공할 수 있다.

[0022] 감소된 러너 크기를 갖는 사출 성형 시스템의 이러한 그리고 다른 이익들이 달성되는 방식이 본 발명의 하기 상세한 설명에서 설명된다.

[0023] 도면에 개시된 실시예는 본질적으로 예증적이고 예시적인 것이며, 특허청구범위에 의해 한정되는 주제를 제한하고자 하는 것이 아니다. 예시적인 실시예들의 하기 상세한 설명은 하기 도면과 관련하여 읽혀질 때 이해될 수 있으며, 도면에서 유사한 구조물은 유사한 도면 부호로 표시된다.

### 도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 개시 내용에 따라 구성된 고 생산성 사출 성형기의 개략도이다.

도 2는 노즐과 주형 공동들 사이에 제공된 러너들의 다수의 분기를 갖는 다중-공동 사출 성형 시스템의 개략도이다.

도 3은 피크 용융 압력을 실질적으로 일정한 압력에서 성형되는 부품에 대한 L/T로 나눈 몫에 대한, 유압 러너 직경의 관계의 비교를 도시한다.

도 4는 피크 용융 압력을 실질적으로 일정한 압력에서 성형되는 부품에 대한 L/T로 나눈 몫에 대한, 유압 러너 단면적의 관계의 비교를 도시한다.

도 5는 실질적으로 일정한 압력에서 성형되는 부품에 대하여 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 단면적의 관계의 비교를 도시한다.

도 6은 실질적으로 일정한 압력에서 성형되는 부품에 대하여 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 직경의 관계의 비교를 도시한다.

도 7은 도 3 내지 도 6의 비교 도표가 형성되는 데이터를 생성하기 위해 사용된 실험적인 주형 및 부품의 평면도이다.

도 7a는 도 7의 실험적인 주형 및 부품의 등각도이다.

도 7b는 도 7의 실험적인 주형 및 부품의 정면도이다.

도 7c는 도 7의 실험적인 주형 및 부품의 단면도이다.

도 7d는 도 7의 실험적인 주형 및 부품의 측면도이다.



### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 도면들을 상세히 참조하면, 도 1은 박벽형(thin-walled) 부품을 대량으로 생산하기 위한 예시적인 실질적으로 일정한 압력의[약 7 MPa 내지 41 MPa(1,000 psi 내지 6000 psi), 약 41 MPa(6,000 psi) 내지 약 69 MPa(10,000 psi), 약 69 MPa(10,000 psi) 내지 약 103 MPa(15,000 psi), 및 약 103 MPa(15,000 psi) 내지 약 138 MPa(20,000 psi)의 범위의 피크 압력을 갖는] 사출 성형 장치(10)(예를 들어, 등급 101 또는 102 사출 주형, 또는 "초 고 생산성 주형")를 도시한다. 사출 성형 장치(10)는 일반적으로 사출 시스템(12) 및 클램핑 시스템(14)을 포함한다. 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(20) 내로 공급하는 호퍼(hopper)(18) 내에 넣어질 수 있다. 열가소성 펠릿(16)은, 가열된 배럴(20) 내로 공급된 후에, 왕복 스크류(22)에 의해 가열된 배럴(20)의 단부로 추진될 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℃ 내지 약 410℃의 온도에서 가공된다.
- [0026] 왕복 스크류(22)는 용융된 열가소성 재료(24)를 노즐(26)을 향해 가압하여, 주형(28)의 주형 공동(32) 내로 사출될, 열가소성 재료의 샷을 형성한다. 용융된 열가소성 재료(24)는, 용융된 열가소성 재료(24)의 유동을 주형 공동(32)으로 지향시키는 게이트(30)를 통해 사출될 수 있다. 주형 공동(32)은 주형(28)의 제1 주형 부품(25)과 제2 주형 부품(27) 사이에 형성되며, 제1 및 제2 주형 부품(25, 27)은 프레스 또는 클램핑 유닛(34)에 의해 압력 하에서 함께 유지된다. 예를 들어, 프레스 또는 클램핑 유닛(34)은 성형 공정 동안에 대략 7 MPa(1000 psi) 내지 대략 41 MPa(6000 psi) 범위의 클램핑력을 인가하여, 용융된 열가소성 재료(24)가 주형 공동(32) 내로 사출되는 동안 제1 및 제2 주형 부품(25, 27)을 함께 유지시킨다. 이러한 클램핑력을 지원하기 위해, 클램핑 시스템(14)은 약 165 BHN 초과 그리고 바람직하게는 260 BHN 미만의 표면 경도를 갖는 재료로 형성된 주형 프레임 및 주형 베이스를 포함할 수 있지만, 하기에 추가로 논의되는 바와 같이, 260 초과의 표면 경도 BHN 값을 갖는 재료가 그 재료가 용이하게 기계가공 가능한 한 사용될 수 있다.
- [0027] 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 부품(25, 27)을 해제시키고, 제1 및 제2 주형 부품(25, 27)이 서로 분리되며, 완성된 부품이 주형(28)으로부터 배출될 수 있다. 주형(28)은 전체 생산 속도를 증가시키기 위해 복수의 주형 공동(32)을 포함할 수 있다.
- [0028] 제어기(50)가 센서(52) 및 스크류 제어부(36)와 통신가능하게 연결된다. 제어기(50)는 마이크로프로세서, 메모리, 및 하나 이상의 통신 링크를 포함할 수 있다. 제어기(50)는, 각각 유선 연결부(54, 56)를 통해 센서(52) 및 스크류 제어부(36)에 연결될 수 있다. 다른 실시예들에서, 제어기(50)는 무선 연결부, 기계적 연결부, 유압 연결부, 공압 연결부, 또는 제어기(50)가 센서(52)와 스크류 제어부(36) 둘 모두와 통신하게 할, 당업자에게 공지된 임의의 다른 유형의 통신 연결부를 통해 센서(52) 및 스크류 제어부(56)에 연결될 수 있다.
- [0029] 도 1의 실시예에서, 센서(52)는 노즐(26) 내의 용융된 열가소성 재료(24)의 용융 압력을 (직접적으로 또는 간접적으로) 측정하는 압력 센서이다. 센서(52)는 제어기(50)로 전송되는 전기 신호를 발생시킨다. 이어서 제어기(50)는 노즐(26) 내의 용융된 열가소성 재료(24)의 실질적으로 일정한 용융 압력을 유지하는 속도로 스크류(22)를 전진시키도록 스크류 제어부(36)에 명령한다. 센서(52)가 용융 압력을 직접적으로 측정할 수 있지만, 센서(52)는 용융 압력을 나타내는, 온도, 점도, 유량 등과 같은, 용융된 열가소성 재료(24)의 다른 특성을 측정할 수 있다. 마찬가지로, 센서(52)는 노즐(26) 내에 직접적으로 위치될 필요는 없으며, 오히려 센서(52)는 노즐(26)과 유동적으로 연결된 주형(28) 또는 사출 시스템(12) 내의 임의의 위치에 위치될 수 있다. 센서(52)가 노즐(26) 내에 위치되지 않는 경우, 노즐(26) 내의 용융 압력을 계산하기 위해 적절한 보정 계수가 측정된 특성에 적용될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 센서(52)는 노즐과 유동적으로 연결될 필요가 없다. 오히려, 센서는 제1 주형 부품(25)과 제2 주형 부품(27) 사이의 주형 분리선에서 클램핑 시스템(14)에 의해 발생된 클램핑력을 측정할 수 있다.
- [0030] 능동형 폐쇄 루프 제어기(50)가 도 1에 도시되어 있지만, 다른 압력 조절 장치가 폐쇄 루프 제어기(50) 대신에 사용될 수 있다. 예를 들어, 용융된 열가소성 재료(24)의 용융 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 기구는 과잉 가압 조건이 검출될 때 경보를 활성화시키는 것이다.

[0031]

성형되는 부품은 일반적으로 유동 채널의 길이(L)를 유동 채널의 두께(T)로 나눈 값이 100 초과(즉,  $L/T > 100$ )이지만 1000 미만인 경우 박벽형인 것으로 간주된다. 보다 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 가장 긴 유동 길이를 결정함으로써 계산될 수 있다. 이어서, 가장 긴 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. 일부 사출 성형 산업에서, 박벽형 부품은  $L/T > 100$ 인, 또는  $L/T > 200$ 이지만  $< 1000$ 인 부품으로 정의될 수 있다. 유동 채널의 길이(L)는 게이트(30)로부터 주형 공동의 단부(104)까지 측정될 때의 가장 긴 유동 길이이다. 박벽형 부품은 특히 소비재 산업에 널리 퍼져 있다.

[0032]

L/T 비가 높은 부품은 평균 두께가 약 10 mm 미만인 성형된 부품에서 통상 나타난다. 소비재에서, L/T 비가 높은 제품은 대체로 평균 두께가 약 5 mm 미만이다. 예를 들어, L/T 비가 높은 자동차 범퍼 패널이 대체로 평균 두께가 10 mm 이하인 한편, L/T 비가 높은 톨 드링크 글래스(tall drinking glass)는 대체로 평균 두께가 약 5 mm 이하이고, L/T 비가 높은 용기(예컨대, 터브(tub) 또는 바이알(vial))는 대체로 평균 두께가 약 3 mm 이하이고, L/T 비가 높은 병 마개 엔클로저(bottle cap enclosure)는 대체로 평균 두께가 약 2 mm 이하이고, L/T 비가 높은 개별 칫솔 강모(bristle)는 대체로 평균 두께가 약 1 mm 이하이다. 본 명세서에 개시된 고 생산성 사출 성형 공정 및 장치는 두께가 5 mm 이하인 부품에 특히 유리하며, 개시된 공정 및 장치는 더 얇은 부품에 더욱 유리하다.

[0033]

L/T 비가 높은 박벽형 부품은 사출 성형에 있어서 소정의 장애를 제공한다. 예를 들어, 유동 채널의 박형성(thinness)은 재료가 유동 채널 단부(104)에 도달하기 전에 용융된 열가소성 재료를 냉각시키는 경향이 있다. 이러한 일이 발생하면, 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)의 피크 압력보다 큰, 높은 가변 압력에서 용융된 열가소성 재료를 사출하여, 용융된 열가소성 재료가 냉각되어 굳어져 버릴 가능성이 있기 전에 주형 공동을 신속히 충전하게 한다. 이는 열가소성 재료의 제조자가 높은 가변 압력에서의 사출을 고시하는 하나의 이유이다. 전통적인 사출 성형기가 높은 압력에서 사출하는 또 다른 이유는 증가된 전단이며, 이는 위에서 논의된 바와 같이, 유동 특성을 증가시킨다. 이러한 높은 가변 사출 압력은 특히 주형(28) 및 공급 시스템을 형성하는 데 상당히 경질인 재료를 사용할 것을 필요로 한다. 더욱이, 박벽형 부품은 재료가 굳기 전에 충전되어야 하는 리빙 힌지(living hinge), 필라멘트, 클로저(closure), 디스펜서(dispenser), 주둥이(spout), 벨로우즈, 및 액추에이터와 같은 하나 이상의 특별한 특징부를 포함할 수 있다.

[0034]

실질적으로 일정한 압력으로 충전할 때, 충전 속도는 종래의 충전 방법에 비해 감소될 필요가 있을 것이라고 대체로 생각되었다. 이는 주형이 완전히 충전되기 전에 더 긴 기간 동안 중합체가 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 일부분이 열가소성 재료의 비-유동 온도 미만이라도 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 구해되고자 함이 없이, 개시된 방법 및 장치의 실시예들의 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 정체가 없으며, 따라서 주형 공동의 적어도 일부분이 열가소성 재료의 비-유동 온도 미만이라도 유동의 굳어짐에 대한 가능성은 없다.

[0035]

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

- [0036] 다중-공동 사출 성형 시스템의 부분들을 개략적으로 도시하는 도 2를 참조하면, 그 각각에서 별개의 물품 또는 부품이 사출 성형될 복수의 주형 공동(32)이 제공된다. 공급기 채널들 또는 러너들의 시스템(60)이 노즐(26)과 게이트들(30) 사이에 제공된다. 본 명세서에서 최종 러너들로도 지칭되는 제1 분기 세트의 러너들(64)은, 주형 공동들(32)에 가장 근접하게 배치되는 러너들이다. 제2 분기 세트의 러너들의 각각의 러너(66)는 제1 분기 세트의 러너들의 러너들(64) 중 적어도 2개의 러너와 유체 연통한다. 제2 분기 세트의 러너들의 러너들(66)은, 제1 분기 세트의 러너들의 러너들(64)보다 주형 공동들(32)의 게이트들(30)로부터 한 단계, 또는 한 분기 레벨만큼 더 멀리 떨어져 (따라서 노즐(26)에 한 단계, 또는 한 분기 레벨만큼 더 가깝게) 배치된다.
- [0037] 메인 러너(68)는 제2 분기의 러너들의 각각의 러너(66)와 유체 연통하며, 이때 메인 러너(68)는 노즐(26)과 가장 근접하여 있는 러너이고, 따라서 주형 공동들(32)의 게이트들(30)로부터는 가장 멀리 떨어져 있다. 메인 러너(68)는 시스템의 메인 스프루일 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 서로 유체 연통하는 러너들 및 다른 구조적 요소들이 직접 유체 연통할 필요는 없지만, 단지 직접적이든 간접적이든 용융된 중합체성 재료가 한쪽에서 다른쪽으로 이동하는 능력은 가져야 한다.
- [0038] 도 2가 3개의 러너 분기를 갖는 4개-공동 주형을 도시하면서, 추가적인 주형 공동들(32) 및 분기 세트들의 러너들이 복수의 주형 공동들에 가장 근접한 제1 러너 분기 세트의 러너들(64)과 노즐(26)에 가장 근접한 메인 러너(68)의 중간에 제공될 수 있다는 것이 인식된다. 또한, 도 2는 편의상 2차원으로 도시되어 있지만, 러너 시스템은 다수의 방향으로 각각의 분기에서 분리되도록 설계되고 제조될 수 있다는 것이 인식된다. 예를 들어, 노즐(26)에 가장 근접한 메인 러너(68)가 단일 러너로 도시되어 있지만, 노즐(26)은 대안적으로 예를 들어 4개의 방향으로 분리되는 메인 러너들의 세트로 바로 분리될 수 있다. 짝수의 공동 분배들이 용이한 제조와 주형 레이아웃을 위해 흔히 사용되지만, 대안적인 구성들은 홀수의 분리를 포함하여, 짝수이든 홀수이든 임의의 수의 전체 공동들로 이어진다. 짝수가 아닌 공동 분배를 원한다면, 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 공정이 그것을 용이하게 할 것이다.
- [0039] 종래의 다중-공동 사출 성형 시스템의 설계에서, 주어진 부품이 성형되기 위한 적절한 러너 크기를 결정하기 위하여 다양한 경험의 법칙들 또는 산업에서 용인되는 기준들이 개발되어 왔다. 배경기술 섹션에 논의된 바와 같이, 이들 중 몇몇은 다음을 포함한다:
- [0040] 주형 공동에 가장 근접한 러너 또는 공급기 채널의 유압 직경은 성형되는 물품의 공칭 벽 두께의 약 1.5 내지 약 3배의 범위이어야 한다. 예를 들어, 문헌 [Beaumont, Runner and Gating Design Handbook, second edition, page 152, Hanser Gardner Publications, 2007]을 참조한다.
- [0041] 주형 공동에 가장 근접한 러너 또는 공급기 채널의 유압 직경은 성형될 부품의 공칭 벽 두께보다 1.5 mm 이상 더 커야 한다. 예를 들어, 문헌 [How to Make Injection Molds, third edition, page 153, Carl Hanser, 1993 (Germany)]을 참조한다.
- [0042] 메인 러너(68)의 유압 직경  $[d_{\text{메인}}]$  (이는 기계 노즐에 가장 가까운 러너입) 및 후속의(즉, 더 낮은 번호의) 러너 분기들의 각각의 러너(66, 64)의 유압 직경  $[d_{\text{분기}}]$ 은, 식  $d_{\text{메인}} = d_{\text{분기}} \times N^{1/3}$ 에 의해 관련되며,  $N$ 은 기계 노즐(26)과 단일 주형 공동(32) 사이에 필요한 러너 분기들의 수이다.
- [0043] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "공칭 벽 두께"는 주형 공동이 균일한 두께를 갖도록 제조되는 경우 주형 공동의 이론적인 두께로서 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. 주형 공동에서 성형되는 물품 또는 부품은 부품의 길이에 걸쳐 두께가 변화될 수 있다고 인식된다. 일부 경우에, 그것의 게이트 영역(들) 내의 부품의 두께는(즉, 주형 공동 내에서 용융된 중합체성 재료가 공급기 채널 또는 러너 시스템으로부터 게이트(들)(30)를 통해 주형 공동(32) 내로 도입된 위치(들)에 배치된 부품의 부분(들) 내의) 전체 부품의 두께보다 상당히 더 얇다. 러너의 유압 직경은 전체 부품의 공칭 벽 두께가 아니라 게이트들에서의 부품의 벽 두께에 대한 관계들에 기초하여 설계될 때 최소화될 수 있음이 발견됨에 따라, 이 개시 내용은 주어진 주형 공동(32)에서 성형될 물품 또는 부품의 "게이트 두께"를 지칭한다. 그러나, 게이트 위치를 포함하여, 전반에 걸쳐 실질적으로 일정한 두께를 갖는 부품들의 경우, 본 명세서에 기술된 식들과 관계들은 마찬가지로 주형 공동의 공칭 벽 두께를 지칭할 수 있다고 인식된다.
- [0044] 138 MPa (20,000 psi) 미만인 피크 압력의, 실질적으로 일정한 압력에서, 다중-공동 사출 성형 시스템을 작동시키는 것에 의해, 러너 크기는 가변 압력에서 작동하는 사출 성형 시스템에 비해 감소될 수 있다는 것이 발견되

었다. 그러한 사출 성형 시스템은, 알루미늄, 알루미늄 합금, 또는 베릴륨 구리와 같은, 높은 열 전도성 재료로 제조된, 코팅된 또는 코팅되지 않은 주형을 이용할 수 있다. 대안적으로, 다중-공동 사출 성형에서, 강철 또는 강철 합금과 같은, 더 낮은 열 전도성의 코팅된 또는 코팅되지 않은 주형이 실질적으로 일정한 압력에서 작동될 수 있다. 인접하며 둘러싸는 주형 판(mold plate)이 또한 알루미늄, 알루미늄 합금, 베릴륨 구리, 강철, 또는 강철 합금을 포함하는 재료들로 제조될 수 있다. 이들 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템들 모두는, 가변 압력에서 작동하는 종래의 사출 성형 시스템과 비교할 때 감소된-크기의 러너들의 효과적인 사용을 가능하게 한다. 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 공정은 용융된 중합체성 재료를 러너 시스템 내로 도입하기 위해 훨씬 더 적은 힘과 에너지를 요구하기 때문에, 그 러너 시스템 전반에 걸친 개별 공급 채널들 또는 러너들의 유압 직경들은 - 적어도 주형 공동들(32)에 가장 근접한 것들을 포함하지만, 많은 경우에서 노즐(26)에 가장 가까운 메인 러너(68)조차도 -, 전술된, 산업에서 용인되는 러너 설계 계산들에 따라 종래의 사출 성형 시스템용으로 설계되었을 러너들의 유압 직경들보다 훨씬 더 작을 수 있다.

[0045] 예를 들어, 본 개시 내용의 실질적으로 일정한 사출 성형 시스템에서, 메인 러너(68)의 유압 직경  $[d_{\text{메인}}]$ 과 후속의 러너 분기들의 각각의 러너(36, 34)의 유압 직경  $[d_{\text{분기}}]$ 은, 식  $d_{\text{메인}} = d_{\text{분기}} \times N^{1/3.1}$ 에 의해 관련될 수 있다는 것이 발견되었으며, N은 기계 노즐(26)과 단일 주형 공동(32) 사이에 필요한 러너 분기들의 수이다. 대안적으로, 그것들은 식  $d_{\text{메인}} = d_{\text{분기}} \times N^{1/8}$ 에 의해 관련될 수 있다.

[0046] 더욱이, 제1 분기 세트의 러너들의 러너들(64) 유압 직경은 게이트 두께보다 더 작을 수 있으며(즉, 게이트(들)를 포함하여, 전반에 걸쳐 실질적으로 동일한 두께를 갖는 부품을 위한 주형 공동의 공칭 벽 두께보다 더 작음), 이는, 그것들의 유압 직경들이 주형 공동에서 성형되는 부품의 공칭 벽 두께의 약 1.5 내지 약 3배이거나, 공칭 벽 두께보다 1.5 mm 더 크도록, 러너를 설계하는 종래의 교시들에 상반된다. 제1 분기 세트의 러너들의 러너들(64) 유압 직경은 게이트 두께보다 작을 수 있을 뿐만 아니라, 이들은 게이트 두께의 93% 미만일 수 있다.

[0047] 실시예 1

[0048] 종래의 가변 압력 사출 성형 공정과 비교해 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 공정과 함께 사용하도록 어떻게 러너 크기들이 설계될 수 있는지를 결정하기 위해 시험이 실시되었다. 시험은 20MFI 브라스켄(Braskem) 폴리프로필렌 단일중합체 FT200WV(착색제 없음)를 사용하여 실시되었다. 시험은 엔겔(Engel) 100TL 90,718 Kg (100-톤) 유압 타이바레스(tiebarless) 사출 성형 프레스를 사용하여 실시되었다. 시험은 일정한 18°C (65°F)의 주형 온도로 실시되었다. 용융 온도는 216°C (420°F)이었다. 종래의 가변 압력 공정에서, 주형 점도 시험이 사출 속도를 수립하기 위해 실시되었다. 11 cm/초 (4.5 in/초)의 설정치가 각각의 런 동안 사용되거나, 또는 체적 측정적으로, 43.43 cm<sup>3</sup>/초 (2.65 in<sup>3</sup>/초)가 사용되었다.

[0049] 실질적으로 일정한 압력 공정, 또는 "SCPP"의 경우에서, 압력 및 시간은, 짧은 샷으로 이어질 수도 있는 게이트 또는 러너의 굳어짐 없이, 2.51 그램의 주어진 부품 중량(part weight)을 달성하도록 제어되었다.

[0050] 도 7 내지 도 7d에 도시된 바와 같이 강철의 시제품화된/실험적인 주형이, 하기의 유압 직경들 및 각각의 러너 L/T 비들의 쿨드 러너 인서트와 함께, 사용되었다: 0.08 cm(0.030") (100), 0.1 cm(0.040") (75), 0.11 cm(0.045") (67), 0.16 cm(0.062") (48), 0.20 cm(0.078") (38), 0.23 cm(0.093") (32), 및 0.313 cm(0.125") (24). 러너 길이는 일정한 8 cm (3")이었고 러너는 완전한 원형의 외곽선을 가졌다. 이 시험의 경우, 부품 L/T는 35이면서 공칭 벽 두께가 0.11 cm (0.043 인치)이었다.

[0051] 이 시험의 초점은 품질적으로 허용가능한 사출 성형되는 부품을 생산하기 위해 요구되는 가공 파라미터들 및 압력들을 결정하는 것이었다. 부품은, 그것의 최종 부품 중량을 측정하고 플래시 또는 싱크(sink)의 부재를 검사함으로써 품질적으로 허용가능하다고 결정되었다. 사출 성형 공정 조건들이 부품을 완전히 패킹하는 데 실패했으면(즉, 짧은 샷이 있었으면), 그 부품은 허용될 수 없다고 여겨졌다. 데이터 측정들은, 사출 노즐에서 측정된 피크 용융 압력, 및 피크 포스트 게이트 압력 - 이들은 기록되었음 -, 및 부품에 걸친 대응하는 압력 손실의 형태로, 행해졌다.

[0052] 시험 동안에, 부품들은 비교되고 있는 공정들(즉, 실질적으로 일정한 압력의 공정들 대 가변 압력 또는 종래의 공정들)의 0.5% 이내로 유지되었다. 평균적으로, 종래의 압력들은 실질적으로 일정한 압력들의 그것보다 대략 29% 더 높으면서, 러너 직경이 증가됨에 따라 백분율 차이가 약간 증가했다.



[0053] 노즐 내에 위치한 다이넨스코 용융물 트랜스듀서(Dynisco Melt Transducer)를 사용해 피크 압력들이 기록되었다. 키슬러(Kistler)에서 제조된 5073 프로그래밍가능한 전하증폭기를 통해 작동되는 키슬러 2.5mm 키슬러 압력 / 온도 센서를 사용해 포스트 게이트 압력들이 기록되었다.

[0054] [표 1]

실험 결과들:

종래의 공정 제어<sup>&&</sup> 및 실질적으로 일정한 압력의 공정 제어<sup>##</sup>

대

콜드 러너 직경<sup>%%</sup>

A 열	B 열	피크 용융 압력 [MPa (psi)]		피크 용융 압력 / 부품 L/T (무차원 부품 L/T 비 당(per) MPa (psi))		성형되는 부품 품질	
실제 러너 직경 [센티미터 (인치)]	계산된 러너 단면적 <sup>b</sup> [센티미터 <sup>2</sup> (인치 <sup>2</sup> )]	종래의 공정 제어 (~일정한 체적 속도)	실질적으 로 일정한 압력 제어	종래의 공정 제어 (~일정한 체적 속도)	실질적 으로 일정한 압력 제어	종래의 공정 제어 (~일정한 체적 속도)	실질적 으로 일정한 압력 제어
0.08 (0.03)	0.00456 (0.000707)	172.83 (25067)	138.94 (20151)	4.801 (696.3)	3.860 (559.8)	실패	합격
0.1 (0.04)	0.008110 (0.001257)	132.88 (19272)	99.360 (14411)	3.691 (535.3)	2.760 (400.3)	한계	합격
0.11 (0.045)	0.0103 (0.001590)	121.18 (17576)	91.307 (13243)	3.366 (488.2)	2.537 (367.9)	합격	합격
0.15 (0.062)	0.01948 (0.003019)	85.502 (12401)	57.02 (8270)	2.375 (344.5)	1.584 (229.7)	합격	합격
0.20 (0.078)	0.03083 (0.004778)	68.29 (9904)	45.81 (6644)	1.897 (275.1)	1.273 (184.6)	합격	합격
0.24 (0.093)	0.04383 (0.006793)	62.84 (9114)	37.13 (5385)	1.746 (253.2)	1.031 (149.6)	합격	합격
0.318 (0.125)	0.079168 (0.012271)	51.61 (7486)	29.87 (4332)	1.433 (207.9)	0.8294 (120.3)	합격	합격

[0055]

[0056] 유의점

[0057] <sup>&&</sup> (대략적인) 일정한 체적 설정이 종래의 공정 제어를 위해 사용되었다.

[0058] <sup>##</sup> 노즐 부근의 용융물 내의 트랜스듀서 센서가, 실질적으로 일정한 압력으로 제어하기 위한 실질적으로 일정한 압력 공정 제어기에, 데이터를 제공하였다.

[0059] <sup>%%</sup> 스프루의 직경은 일정하게 유지되었고 0.58 센티미터 (0.23 인치)이다.

[0060] <sup>a</sup> 이 실험에서 러너 단면은 원형 형상이었고 따라서 실제 러너 직경 = 유압 러너 직경이다.

[0061] <sup>b</sup> 이 실험에서 러너 단면은 원형 형상이었고 따라서 실제 러너 단면적 = 유압 러너 단면적이다. 이 열은 원형의 면적을 위한 식을 통해 A 열로부터 계산된다.

[0062] 성형되는 부품 품질 핵심(key):

[0063] 통과(Pass) = 그 조건에서의 부품들은 2.51 그램의 완전한 부품 중량 목표를 만족시켰고 부품들 내에 플래싱 또는 싱크가 없었다.

[0064] 실패(Fail) = 그 조건에서의 부품들은 짧은 샷들을 생성하였고 2.51 그램의 완전한 부품 중량 목표를 만족시키지 않았다.

[0065] 한계(Marginal) = 그 조건에서의 부품들은 2.51 그램의 완전한 부품 중량 목표를 만족시켰지만, 부품들 내에 플래싱 및 싱크가 있었다.

[0066] 각각의 러너 직경에 대하여, 10개의 부품들이 각각 종래의 공정 제어 및 실질적으로 일정한 압력 제어 조건들에 대하여 제조되었다. 보고된 데이터는 각각의 시험 조건에서 생산된 10개의 부품들의 평균이다.

[0067] 콜드 러너 시스템을 갖는 단일 공동 주형. 8 센티미터(3 인치)에서 일정한 러너 길이.

[0068] 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템용 다중-공동 주형을 위한 러너 시스템은, 따라서 주형 공동들(32)에 가장 가까운 분기 러너 세트의 각각의 러너(64)가 게이트 두께의 1.5배 미만인, 바람직하게는 게이트 두께의 0.5 내지 1.5배의 범위의 유압 직경을 갖도록 설계될 수 있으며, 상대적으로 더 낮은 압력에서 작동하는 시스템

들의 경우에는, 더욱 바람직하게는 게이트 두께의 0.5 내지 0.9배의 범위일 수 있다.

[0069]

종래의 사출 성형 시스템들 뿐만 아니라 실질적으로 일정한 압력에서 작동하도록 의도된 사출 성형 시스템들에 대한 전술된 비교 시험에 기초하여, 주형 공동들(32)에 가장 가까운 분기 러너 세트의 러너(64)에 대한 유압 러너 직경과 피크 용융 압력 사이 뿐만 아니라, 주형 공동들(32)에 가장 가까운 분기 러너 세트의 러너(64)의 단면적과 피크 용융 압력 사이의 다양한 관계들이 정의될 수 있다.

[0070]

도 3을 참조하면, 피크 용융 압력을 부품에 대한 L/T로 나눈 몫에 대한, 유압 러너 직경의 관계의 비교가 도시된다. 그것으로부터 비교 도표가 생성된 데이터가 하기 표에 제공된다:

곡선 74		피크 용융 압력 / 부품 (L/T)		실제 러너 직경
러너 직경	직경=20*피크 용융 압력/L/T <sup>-1</sup>	SCPP (곡선 72)	종래	
0.02	1000	559.8	696.3	0.03
0.022	909.0909091	400.3	535.3	0.04
0.024	833.3333333	367.9	488.2	0.045
0.026	769.2307692	229.7	344.5	0.062
0.028	714.2857143	184.6	275.1	0.078
0.03	666.6666667	149.6	253.2	0.093
0.032	625	120.3	207.9	0.125
0.034	588.2352941			
0.036	555.5555556			
0.038	526.3157895			
0.04	500			
0.042	476.1904762			
0.044	454.5454545			
0.046	434.7826087			
0.048	416.6666667			
0.05	400			
0.052	384.6153846			
0.054	370.3703704			
0.056	357.1428571			
0.058	344.8275862			
0.06	333.3333333			
0.062	322.5806452			
0.064	312.5			
0.066	303.030303			
0.068	294.1176471			
0.07	285.7142857			
0.072	277.7777778			
0.074	270.2702703			
0.076	263.1578947			
0.078	256.4102564			
0.08	250			
0.082	243.902439			
0.084	238.0952381			
0.086	232.5581395			

[0071]

0.088	227.2727273
0.09	222.2222222
0.092	217.3913043
0.094	212.7659574
0.096	208.3333333
0.098	204.0816327
0.1	200
0.102	196.0784314
0.104	192.3076923
0.106	188.6792453
0.108	185.1851852
0.11	181.8181818
0.112	178.5714286
0.114	175.4385965
0.116	172.4137931
0.118	169.4915254
0.12	166.6666667
0.122	163.9344262
0.124	161.2903226
0.126	158.7301587
0.128	156.25
0.13	153.8461538

[0072]

[0073]

우측 상단 쪽으로 가장 먼 "종래의" 곡선으로 도시된 곡선(70)은, 종래의 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 [피크 용융 압력 / (부품 L/T)]에 대한 유압 러너 직경의 관계를 나타낸다. 좌측 하단 쪽으로 가장 먼 "SCPP" 곡선으로 도시된 곡선(72)은, 본 개시 내용의 실질적으로 일정한 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 [피크 용융 압력 / (부품 L/T)]에 대한 유압 러너 직경의 관계를 나타낸다. 곡선들(70, 72) 사이의 곡선(74)은 종래의 곡선(70) 및 SCPP 곡선(72)을 생성하기 위해 사용된 데이터 사이의 데이터 점들의 평균을 나타낸다. 0.05 cm 내지 0.33 cm (0.020" 내지 0.130")의 범위의 모든 러너 직경들에서 데이터를 생성하기 위해 사용되는 출력 방정식(power equation)을 유도하기 위하여, 회귀 곡선이 평균 데이터에 맞춰졌다. 이 데이터가 뒷받침하는 것과 같이, 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템용 다중-공동 주형을 위한 러너 시스템은, 성형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 직경( $D_H$ )이, 중합체가 사출 성형 시스템에 의해 사출되는 피크 용융 압력(peak melt pressure) 곱하기 20을  $(L/T)^{-1}$ 로 나눈 값 이하, 또는 하기 식이 되도록 설계되고 제조될 수 있으며,  $L/T$ 는 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동에서 성형될 부품의 길이-대-두께 비이다:

[0074]

$$D_H \leq 20 * \text{피크 용융 압력} / (L/T)^{-1}$$

[0075]

주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 직경은 용융된 중합체성 재료가 러너를 통해서 그리고 각각의 주형 공동 안으로 유동하는 것을 허용하도록 충분히 커야 한다. 따라서, 러너에 대한 실질적인(practical) 최소 유압 직경이 있다. 이 실질적인 최소치는 성형될 부품을 위한 게이트 두께의 대략 0.5배이다. 바람직하게는, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 직경은 피크 용융 압력 곱하기 8.25를  $(L/T)^{-0.889}$ 로 나눈 러너 직경 이하이거나, 하기 식과 같다:

[0076]

$$D_H \leq 8.25 * \text{피크 용융 압력} / (L/T)^{-0.889}$$

[0077]

이제 도 4를 참조하면, 피크 용융 압력을 부품에 대한  $L/T$ 로 나눈 몫에 대한, 유압 러너 단면적의 관계의 비교가 도시된다. 그것으로부터 비교 도표가 생성된 데이터가 하기 표에 제공된다:



곡선 84		곡선 82		
단면적=315*피크 용융 압력/부품 (L/T)	러너 단면적	SCPP	종래	실제 단면적
1000.00	0.000314159	559.76	696.30	0.000706858
909.09	0.000380133	400.31	535.32	0.001256637
833.33	0.000452389	367.86	488.22	0.001590431
769.23	0.000530929	229.72	344.47	0.003019071
714.29	0.000615752	184.56	275.11	0.004778362
666.67	0.000706858	149.58	253.17	0.006792909
625.00	0.000804248	120.33	207.94	0.012271846
588.24	0.00090792			
555.56	0.001017876			
526.32	0.001134115			
500.00	0.001256637			
476.19	0.001385442			
454.55	0.001520531			
434.78	0.001661903			
416.67	0.001809557			
400.00	0.001963495			
384.62	0.002123717			
370.37	0.002290221			
357.14	0.002463009			
344.83	0.002642079			
333.33	0.002827433			
322.58	0.003019071			
312.50	0.003216991			
303.03	0.003421194			
294.12	0.003631681			
285.71	0.003848451			
277.78	0.004071504			
270.27	0.00430084			
263.16	0.00453646			
256.41	0.004778362			
250.00	0.005026548			
243.90	0.005281017			
238.10	0.005541769			
232.56	0.005808805			
227.27	0.006082123			
222.22	0.006361725			
217.39	0.00664761			
212.77	0.006939778			
208.33	0.007238229			
204.08	0.007542964			

[0078]

200.00	0.007853982	
196.08	0.008171282	
192.31	0.008494867	
188.68	0.008824734	
185.19	0.009160884	
181.82	0.009503318	
178.57	0.009852035	
175.44	0.010207035	
172.41	0.010568318	
169.49	0.010935884	
166.67	0.011309734	
163.93	0.011689866	
161.29	0.012076282	
158.73	0.012468981	
156.25	0.012867964	
153.85	0.013273229	

[0079]

[0080]

우측 상단 쪽으로 가장 먼 "종래의" 곡선으로 도시된 곡선(80)은, 종래의 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 [피크 용융 압력 / (부품 L/T)]에 대한 유압 러너 단면적의 관계를 나타낸다. 좌측 하단 쪽으로 가장 먼

"SCPP" 곡선으로 도시된 곡선(82)은, 본 개시 내용의 실질적으로 일정한 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 [피크 용융 압력 / (부품 L/T)]에 대한 유압 러너 단면적의 관계를 나타낸다. 곡선들(80, 82) 중간의 곡선(84)은 종래의 곡선(80) 및 SCPP 곡선(82)을 생성하기 위해 사용된 데이터 사이의 데이터 점들의 평균을 나타낸다. 이 데이터가 뒷받침하는 것과 같이, 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템용 다중-공동 주형을 위한 러너 시스템은, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 단면적이, 중합체가 사출 성형 시스템에 의해 사출되는 피크 용융 압력 곱하기 315를 (L/T)<sup>-2</sup>로 나눈 값 이하, 또는 하기 식이 되도록 설계되고 제조될 수 있으며, L/T는 다중-공동 성형 시스템의 적어도 하나의 공동(32)에서 성형될 부품의 길이-대-두께 비이다:

$$\text{유압 러너 단면적} \leq 315 * \text{피크 용융 압력} / (L/T)^{-2}$$

바람직하게는, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 단면적은 피크 용융 압력 곱하기 53.51을 (L/T)<sup>-1.778</sup>로 나눈 값 이하이거나, 하기 식과 같다:

$$\text{유압 러너 단면적} \leq 53.51 * \text{피크 용융 압력} / (L/T)^{-1.778}$$

이제 도 5를 참조하면, 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 단면적의 관계의 비교가 도시된다. 그것으로부터 비교 도표가 생성된 데이터가 하기 표에 제공된다:

러너 단면적 대 피크 용융 압력				
시험된 실제 단면적 [cm <sup>2</sup> (in <sup>2</sup> )]	SCPP 곡선 92	종래의 압력	곡선 94 단면적=360,000* 피크 용융 압력 <sup>-2</sup>	러너 단면적
0.00456037 (0.000706858)	20151.4	25066.7	33851.37501	0.000314159
0.008107319 (0.001256637)	14410.9	19590.5	30773.97728	0.000380133
0.01026082 (0.001590431)	13242.6	17575.9	28209.47918	0.000452389
0.01947784 (0.003019071)	8269.8	12401	26039.51924	0.000530929
0.03082808 (0.004778362)	6644.9	9904.2	24179.55358	0.000615752
0.04382513 (0.006792909)	5385.2	9114.4	22567.58334	0.000706858
0.079173042 (0.012271846)	4331.8	7486.3	21157.10938	0.000804248
			19912.57354	0.00090792
			18806.31945	0.001017876
			17816.51316	0.001134115
			16925.68751	0.001256637
			16119.70239	0.001385442
			15386.98864	0.001520531
			14717.98914	0.001661903
			14104.73959	0.001809557
			13540.55001	0.001963495
			13019.75962	0.002123717
			12537.5463	0.002290221
			12089.77679	0.002463009
			11672.88794	0.002642079
			11283.79167	0.002827433
			10919.79839	0.003019071
			10578.55469	0.003216991
			10257.99243	0.003421194
			9956.286768	0.003631681
			9671.821432	0.003848451
			9403.159726	0.004071504
			9149.020274	0.00430084
			8908.256582	0.00453646

8679.839747	0.004778362
8462.843753	0.005026548
8256.43293	0.005281017
8059.851194	0.005541769
7872.412794	0.005808805
7693.494321	0.006082123
7522.527781	0.006361725
7358.994568	0.00664761
7202.420216	0.006939778
7052.369794	0.007238229
6908.44388	0.007542964
6770.275003	0.007853982
6637.524512	0.008171282
6509.87981	0.008494867
6387.051889	0.008824734
6268.773151	0.009160884
6154.795457	0.009503318
6044.888395	0.009852035
5938.837722	0.010207035
5836.443968	0.010568318
5737.521189	0.010935884
5641.895835	0.011309734
5549.40574	0.011689866
5459.899196	0.012076282
5373.234129	0.012468981
5289.277346	0.012867964
5207.903848	0.013273229

[0086]

[0087]

우측 상단 쪽으로 가장 먼 곡선으로 도시된 곡선(90)은, 종래의 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 단면적의 관계를 나타낸다. 좌측 하단 쪽으로 가장 먼 곡선으로 도시된 곡선(92)은, 본 개시 내용의 실질적으로 일정한 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 단면적의 관계를 나타낸다. 곡선들(90, 92) 사이의 곡선(94)은 종래의 곡선(90) 및 SCPP 곡선(92)을 생성하기 위해 사용된 데이터 사이의 데이터 점들의 평균을 나타낸다. 이 데이터가 뒷받침하는 것과 같이, 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템용 다중-공동 주형을 위한 러너 시스템은, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 단면적이 360,000을 피크 용융 압력의 제곱으로 나눈 몫 이하, 또는 하기 식이 되도록 설계되고 제조될 수 있다:

[0088]

$$\text{유압 러너 단면적} \leq 360,000 / (\text{피크 용융 압력})^2$$

[0089]

바람직하게는, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 단면적은  $31,313 \text{ 곱하기 } (\text{피크 용융 압력})^{-1.778}$  이하이거나, 하기 식과 같다:

[0090]

$$\text{유압 러너 단면적} \leq 31,313 * (\text{피크 용융 압력})^{-1.778}$$

[0091]

도 6을 참조하면, 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 직경의 관계의 비교가 도시된다. 그것으로부터 비교 도표가 생성된 데이터가 하기 표에 제공된다:

러너 직경 대 피크 용융 압력				
SCPP 곡선 102		종래의	곡선 104	
러너 직경 [cm(in)]	피크 용융 압력 [MPa(psi)]	피크 용융 압력 [MPa(psi)]	러너 직경 [cm(in)]	용융 압력=700* (러너 직경) <sup>-1</sup>
0.043 (0.017)	241 (35000)	-	0.05 (0.02)	35000
0.08 (0.03)	138.940 (20151.4)	172.829 (25066.7)	0.056 (0.022)	31818.18182
0.1 (0.04)	99.360 (14411)	132.873 (19271.6)	0.061 (0.024)	29166.66667
0.11 (0.045)	91.307 (13243)	121.18 (17576)	0.066 (0.026)	26923.07692
0.16 (0.062)	57.02 (8270)	85.502 (12401)	0.071 (0.028)	25000
0.20 (0.078)	45.81 (6644)	68.29 (9904)	0.08 (0.03)	23333.33333
0.24 (0.093)	37.13 (5385)	62.83 (9114)	0.081 (0.032)	21875
0.318 (0.125)	29.87 (4332)	51.61 (7486)	0.086 (0.034)	20588.23529
			0.091 (0.036)	19444.44444
			0.097 (0.038)	18421.05263
			0.1 (0.04)	17500
			0.11 (0.042)	16666.66667
			0.11 (0.044)	15909.09091
			0.12 (0.046)	15217.3913
			0.12 (0.048)	14583.33333
			0.1 (0.05)	14000
			0.13 (0.052)	13461.53846
			0.14 (0.054)	12962.96296

[0092]

			0.14 (0.056)	12500
			0.15 (0.058)	12068.96552
			0.2 (0.06)	11666.66667
			0.16 (0.062)	11290.32258
			0.16 (0.064)	10937.5
			0.17 (0.066)	10606.06061
			0.17 (0.068)	10294.11765
			0.2 (0.07)	10000
			0.18 (0.072)	9722.222222
			0.19 (0.074)	9459.459459
			0.19 (0.076)	9210.526316
			0.20 (0.078)	8974.358974
			0.2 (0.08)	8750
			0.21 (0.082)	8536.585366
			0.21 (0.084)	8333.333333
			0.22 (0.086)	8139.534884
			0.22 (0.088)	7954.545455
			0.2 (0.09)	7777.777778
			0.23 (0.092)	7608.695652
			0.24 (0.094)	7446.808511
			0.24 (0.096)	7291.666667
			0.25 (0.098)	7142.857143
			0.3 (0.1)	7000

[0093]

			0.260 (0.102)	6862.745098
			0.264 (0.104)	6730.769231
			0.269 (0.106)	6603.773585
			0.274 (0.108)	6481.481481
			0.28 (0.11)	6363.636364
			0.284 (0.112)	6250
			0.290 (0.114)	6140.350877
			0.295 (0.116)	6034.482759
			0.300 (0.118)	5932.20339
			0.30 (0.12)	5833.333333
			0.310 (0.122)	5737.704918
			0.315 (0.124)	5645.16129
			0.320 (0.126)	5555.555556
			0.325 (0.128)	5468.75
			0.33 (0.13)	5384.615385

[0094]

[0095]

우측 상단 쪽으로 가장 먼 "종래의" 곡선으로 도시된 곡선(100)은, 종래의 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 직경의 관계를 나타낸다. 좌측 하단 쪽으로 가장 먼 "SCPP" 곡선으로 도시된 곡선(102)은, 본 개시 내용의 실질적으로 일정한 사출 성형 시스템 또는 공정에 대하여 피크 용융 압력에 대한 유압 러너 직경의 관계를 나타낸다. 곡선들(100, 102)中间的 곡선(104)은 종래의 곡선(100) 및 SCPP 곡선(102)을 생성하기 위해 사용된 데이터 사이의 데이터 점들의 평균을 나타낸다. 이 데이터가 뒷받침하는 것과 같이, 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템용 다중-공동 주형을 위한 러너 시스템은, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 직경이, 700을 피크 용융 압력으로 나눈 값 이하, 또는 하기 식이 되도록 설계되고 제조될 수 있다:

[0096]

$$D_H \leq 700 * \text{피크 용융 압력}^{-1}$$

[0097]

바람직하게는, 주형 공동에 가장 가까운 러너의 유압 러너 직경은 199.63 곱하기 피크 용융 압력)<sup>-0.889</sup> 이하이거나, 하기 식과 같다:

[0098]

$$D_H \leq 199.63 * \text{피크 용융 압력}^{-0.889}$$

[0099]

본 개시 내용의 다중-분기의, 다중-공동 사출 성형 시스템에서, 핫 러너 매니폴드의 경우, 실질적으로 일정한 압력에서 작동할 때에도, 공급 시스템의 입구부터 공급 시스템의 출구까지 약간의 압력 강하가 있다는 것이 또한 발견되었다. 앞서 언급된 바와 같이, (가변 피크 압력과는 대조적으로) 실질적으로 일정한 압력에서 작동함으로써, 러너 크기가 감소되며, 이는 상당한 이득을 제공할 수 있다는 것이 발견되었다. 핫 러너 시스템에서 감소된 러너 크기의 특정한 이득은, 핫 러너 시스템을 작동시킬 때의 잦은 우려가, 용융된 중합체성 재료가 압축성이기 때문에, 사출 성형 시스템의 왕복 스크류(22)(또는 플런저)의 작동을 중단한 후에 약간의 지연 또는 히스테리시스가 있고, 그 이후의 여전히-용융된 중합체성 재료의 모멘텀, 및 압축으로 인한 잠재적 에너지의 방출이, 그 재료로 하여금 계속해서 주형 공동들을 향해 유동하게 한다는 사실이다. 러너들의 체적이 클수록, 스크류 또는 플런저 중단 현상 후의 이러한 계속되는 유동은 더욱 확연해진다. 반대로, 핫 러너 시스템에서 러너들의 크기를 감소시킴으로써, 왕복 스크류(22) 또는 플런저의 중단 후의 용융된 중합체성 재료의 계속되는 유동의 효과들은 약화된다.

[0100]

식  $D_m = D_b * N^{1/3}$ 에 따라 핫 러너 시스템을 설계할 때, N은 노드로부터 연장되는 분기들의 수와 동일하다. 이 식을 사용하면, 최종 러너 분기들의 단면적의 합  $[A_b]$ 은 공급 시스템 입구 또는 메인 스프루에서의 단면적  $[A_m]$

보다 실질적으로 더 높다.  $D_m$  대  $D_b$ 의 관계는 식  $D_m = D_b * [\text{최종 러너들의 총 수}]^{1/3}$ 에 의해 또한 나타낼 수 있다. 이 관계는, 러너 크기들이 전술된 바와 같이 식  $D_m = D_b * N^{1/3}$ 을 사용하여 결정되는 한, 최종 러너 분기들의 수에 상관없이 유효하다. 이 관계에 기초하여,  $A_b$  대  $A_m$ 의 비는 하기 표에 보여지는 비율들을 항상 따를 것이라는 것이 또한 결정될 수 있으며,  $D_b$ 는 관계가 항상 유지된다는 것을 예시하기 위해 6 밀리미터 시스템 및 3 밀리미터 시스템에 대하여 보여진다. 따라서, 용융된 중합체성 재료가 러너를 통해서 그리고 주형 공동 안으로 유동하는 것을 허용하도록 적어도 충분히 크고 6 밀리미터 미만인 최소 유압 직경을 갖는, 주형 공동에 가장 근접한 핫 러너를 갖는 시스템은, 본 개시 내용의 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 공정으로 달성 가능하다.  $A_m$  및  $A_b$ 는 유압 단면적이다. 2개의 표가 하기에 보여진다. 표 2는 열가소성 재료들에 대하여 6 mm의 종래 최소의 최종 핫 러너 유압 직경을 수반한다. 표 3은 열가소성 재료들을 사용하여 일정한 압력 가공이 가능하도록 만들어진 더 작은 최종 러너 유압 직경의 한 예를 제공한다.

[표 2]

최종 러너들의 수	D 메인*	$A_m$	$A_b$	$A_b/A_m$ 비
4	9.52	71.211	113.040	1.587
8	12.00	113.040	226.080	2.000
16	15.12	179.440	452.160	2.520
32	19.05	284.843	904.320	3.175
64	24.00	452.160	1808.640	4.000
128	30.24	717.759	3617.280	5.040
256	38.10	1139.372	7234.560	6.350

\*6 밀리미터의 최종 러너 직경을 가정한다.

[표 3]

최종 러너들의 수	D 메인**	$A_m$	$A_b$	$A_b/A_m$ 비
4	4.76	17.803	28.260	1.587
8	6.00	28.260	56.520	2.000
16	7.56	44.860	113.040	2.520
32	9.52	71.211	226.080	3.175
64	12.00	113.040	452.160	4.000
128	15.12	179.440	904.320	5.040
256	19.05	284.843	1808.640	6.350

\*\*3 밀리미터의 최종 러너 직경을 가정한다.

일정한 압력 가공의 사용은 이 비가 감소될 수 있게 하고, 이는 결국 공급 시스템에서 발생할 압력 손실을 감소시킨다. 이는, 주형 공동이 실질적으로 더 낮은 유량에서 충전될 수 있으며, 따라서 베르누이 원리 (Bernoulli's Principle)에 따라 훨씬 더 낮은 압력에서 공급 시스템을 통해 가압될 수 있기 때문에, 가능하다. 이 비는,  $A_b$  대  $A_m$ 의 비가 상기 표에서 적용된 표준 비보다 더 낮도록, 감소될 수 있다. 예를 들어, 표준 6 밀리미터 최종 러너 시스템과 동일한 메인 러너 직경을 유지하면서 3 밀리미터 최종 러너 직경이 사용되면, 결과적인  $A_b$  대  $A_m$  비는 하기 표에 보여진다.

[표 4]

최종 러너들의 수	$A_b/A_m$ 비***
4	0.397
8	0.500
16	0.630
32	0.794
64	1.000
128	1.260
256	1.587

\*\*\*여기서  $A_b$ 는 3 밀리미터 최종 러너 직경에 대한 것이고,  $A_m$ 은 식  $D_m = D_b * N^{1/3}$ 을 사용해 6 mm 최종 러너를 갖는 시스템에 대한 메인 러너 직경에 대하여 계산된다.

이는, 실질적으로 일정한 압력 공정이 사용될 때에 러너 망에 걸쳐 실질적으로 더 적은 압력 손실이 있도록, 러너 시스템이 설계될 수 있다는 것을 나타낸다. 위의 표 1 내의 공유된 실험 데이터에 기초하여, 표 4 내의  $A_b/A_m$ 의 비는 1:1로, 또는 훨씬 더 적게 감소될 수 있다. 따라서, 실질적으로 일정한 압력 공정용 러너 시스템은, 감소된 압력 손실 기여가 유동 단면적에 있어서의 증가의 결과로서 러너 망에 걸쳐 일어날 수 있도록, 설계될 수 있다. 일부 손실들이 시스템 내의 마찰 손실들과 관련되어 발생할 수 있고, 또한 유동하는 액체의 전단 박화 작용들이 시스템을 통해 유동하는 데 요구되는 압력에 영향을 줄 것이라는 것이, 이해된다. 그러나, 위에



서 보여진 단면 유압 유동 직경과 연관된 관계는 이들 다른 인자들에 상관없이 계속 유효할 것이다.

[0109] 도 2에서 간략하게 도시된 것과 같은 공급기 채널들 또는 러너들(60)의 시스템으로 배열된 핫 러너들의 시스템을 갖는 다중-분기, 다중-공동의 실질적으로 일정한 압력의 사출 성형 시스템의 경우, 핫 러너 시스템은, 메인 러너(68)의 단면적이 복수의 주형 공동들(32)에 가장 근접한 제1 러너 분기 세트의 러너들 내의 러너들(64) 각각의 단면적을 상수(K)와 곱한 값, 또는 하기 식이 되도록 설계되고 제조될 수 있다는 것이 발견되었다:

$$A_{\text{메인}} = A_{\text{최종 분기}} * K$$

$$\text{여기서 } A_{\text{메인}} = \pi (D_{\text{H 메인}} / 2)^2 \text{ 이고}$$

$$A_{\text{최종 분기}} = \pi (D_{\text{H 최종 분기}} / 2)^2$$

$$\text{식은 } \pi (D_{\text{H 메인}} / 2)^2 = \pi (D_{\text{H 최종 분기}} / 2)^2 * K \text{가 되고,}$$

$$\text{이는 다음과 같이 간단화된다: } D_{\text{H 메인}}^2 = D_{\text{H 최종 분기}}^2 * K$$

[0115] 명칭이 "사출 성형 장치를 위한 비-자연적으로 균형된 공급 시스템(Non-Naturally Balanced Feed System for an Injection Molding Apparatus)"이고, 그 전체 개시 내용이 참조로서 본 명세서에 포함된 미국 특허 출원 제 13/476,073호에 논의된 바와 같이, 노즐(26)과 게이트들(30) 사이에 비대칭 패턴으로 유동 채널들 또는 러너 시스템들을 제공하는 것이 가능하다. 본 개시 내용에 의해 고려된 감소된-러너 크기의 또 다른 이득은, 종래의 사출 성형 시스템들과 비교할 때, 비-자연적으로 균형된 공급 시스템의 이득들을 감소된 유압 직경 또는 단면의 공급 채널들과 결합함으로써 단일 주형 내에서 다수의 주형 공동들의 분배를 최적화하는 능력이다.

[0116] 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 주목한다. 이러한 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 정의되지 않는 한, 용어 "실질적으로", "약", 및 "대략"은 정량 비교, 값, 측정값, 또는 다른 표현이 언급된 기준의 20% 이내에 있을 수 있음을 의미한다.

[0117] 본 명세서에 예시되고 기술된 제품들의 다양한 실시예들이 실질적으로 일정한 압력의 성형 공정에 의해 생산될 수 있음이 이제 명백할 것이다. 본 명세서에서 소비재를 포함하는 제품 또는 소비재 제품 자체에 대해 특허 언급되었지만, 본 명세서에 논의된 성형 방법은 소비재 산업, 외식업, 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(core back) 주형을 포함한 다수 재료 주형, 스택 주형(stack mold)의 구성에 사용될 수 있음을 인식할 것이다.

[0118] 특정 실시예가 본 명세서에 예시 및 기술되었지만, 청구된 주제의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 다른 변경 및 변형이 이루어질 수 있음을 이해하여야 한다. 더욱이, 청구된 주제의 다양한 태양이 본 명세서에 기술되었을지라도, 그러한 태양들은 조합해 이용될 필요는 없다. 따라서, 첨부된 특허청구범위는 청구된 주제의 범주 내에 있는 그러한 모든 변경 및 변형을 포함하고자 한다.

[0119] 본 명세서에 개시된 치수 및 값은 언급된 정확한 수치 값으로 엄격하게 제한되는 것으로 이해되어서는 안 된다. 대신에, 달리 규정되지 않는 한, 각각의 그러한 치수는 언급된 값 및 그 값 부근의 기능적으로 등가인 범위 모두를 의미하고자 한다. 예를 들어, "40 mm"로 개시된 치수는 "약 40 mm"를 의미하는 것으로 의도된다.

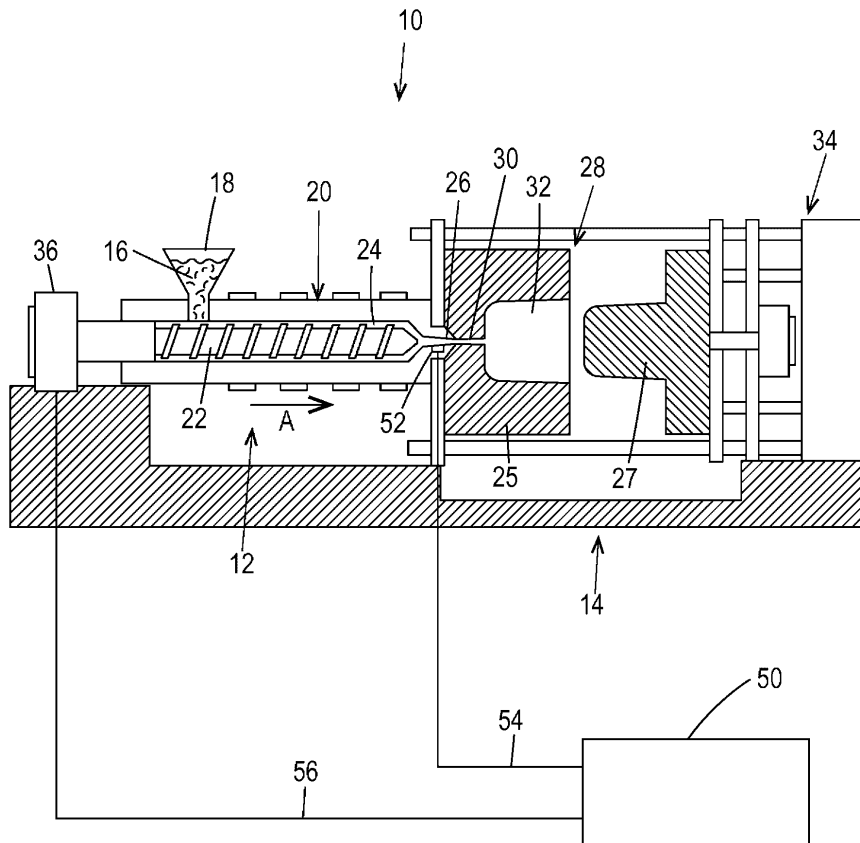
[0120] 임의의 상호 참조된 또는 관련된 특허 또는 특허 출원을 포함하는 본 명세서에 인용된 모든 문서는 명백하게 배제되거나 달리 제한되지 않으면 본 명세서에 전체적으로 참고로 포함된다. 어떠한 문헌의 인용도, 그것이 본 명세서에 개시되거나 청구된 임의의 발명에 대한 종래 기술이라거나, 그것 단독으로, 또는 임의의 다른 참고 문헌 및 참고 문헌들과의 임의의 조합으로 임의의 그러한 발명을 교시하거나 제안하거나 개시함을 인정하는 것은 아니다. 또한, 본 문헌의 용어의 임의의 의미 또는 정의가 참고로 포함된 문헌의 동일한 용어의 임의의 의미 또는 정의와 상충되는 경우에는, 본 문헌의 용어에 부여된 의미 또는 정의가 우선할 것이다.

[0121] 본 발명의 특정 실시예들이 예시되고 설명되었지만, 다양한 다른 변경 및 변형이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있음이 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명의 범주 내에 있는 모든 이러한

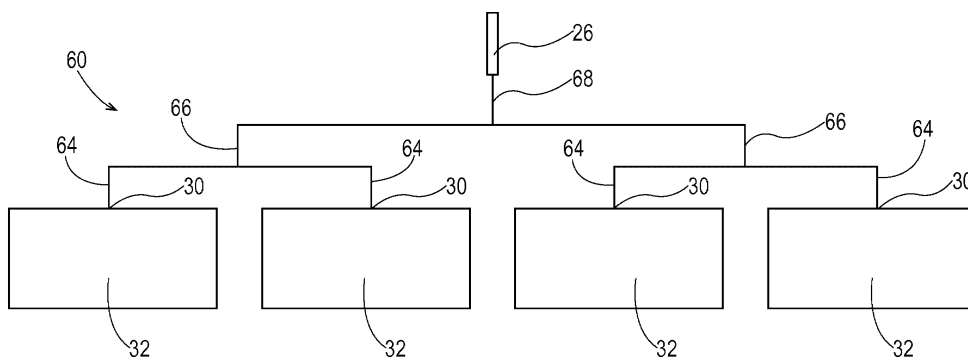
변경 및 변형을 첨부된 특허청구범위에서 포함하도록 의도된다.

## 도면

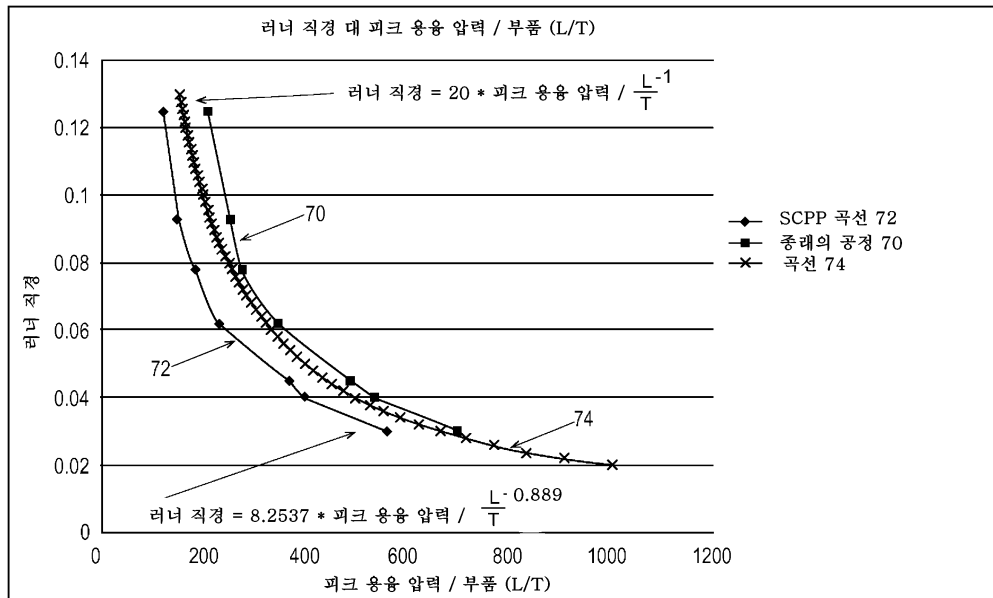
### 도면1



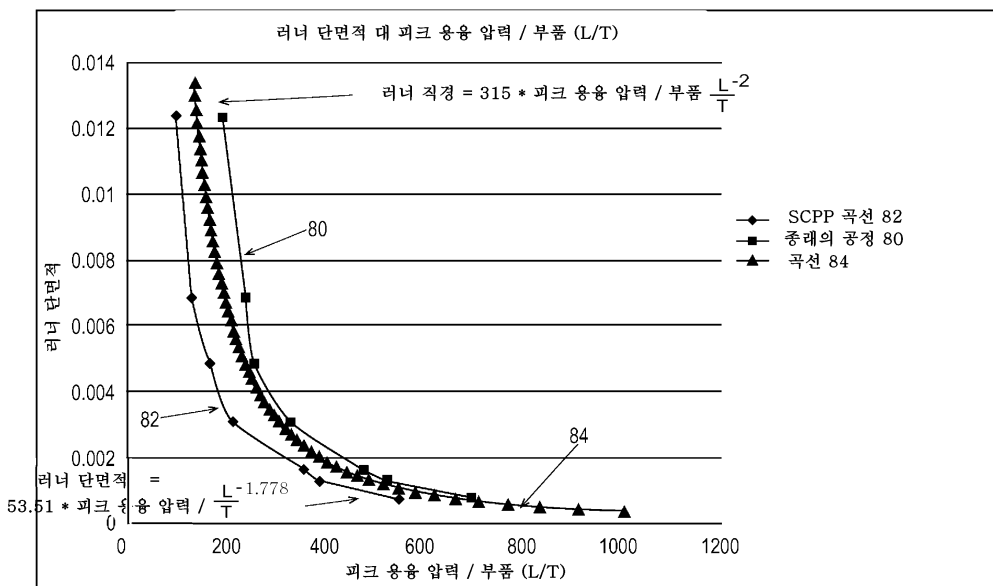
### 도면2



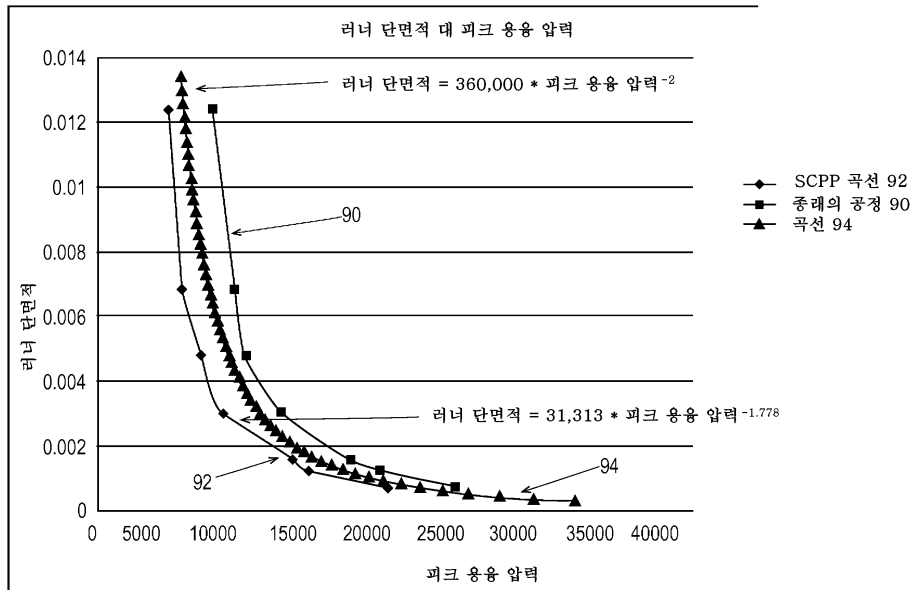
도면3



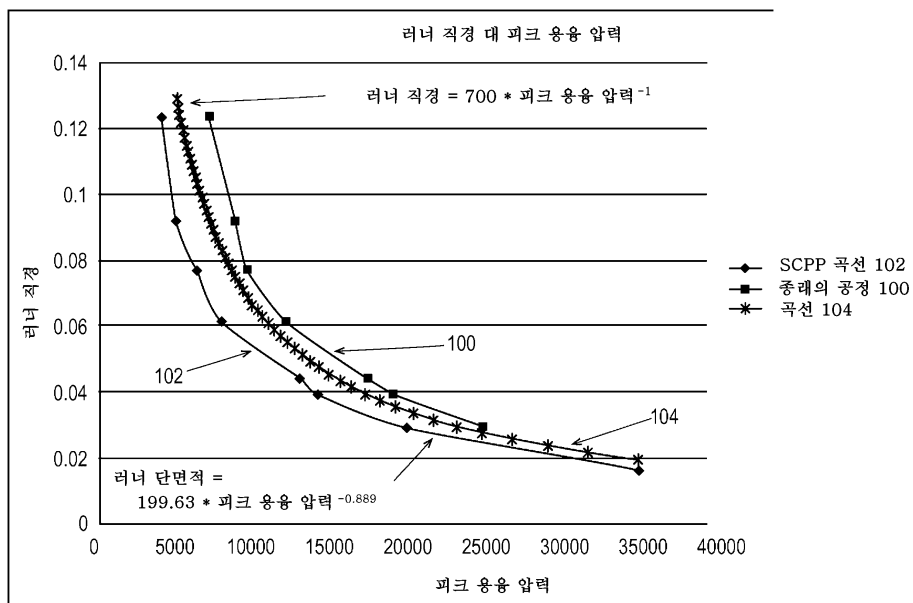
도면4



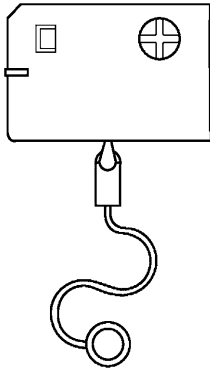
도면5



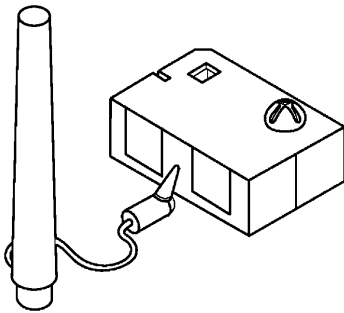
도면6



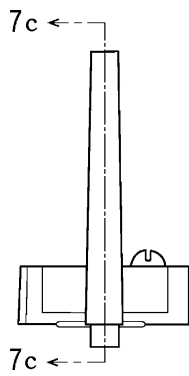
도면7



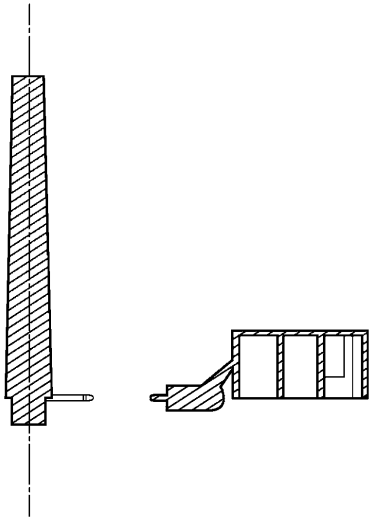
도면7a



도면7b



도면7c



도면7d

