



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0117591
(43) 공개일자 2014년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 45/73 (2006.01) *B29C 45/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7023386
(22) 출원일자(국제) 2013년02월22일
심사청구일자 2014년08월21일
(85) 번역문제출일자 2014년08월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/027353
(87) 국제공개번호 WO 2013/126723
국제공개일자 2013년08월29일
(30) 우선권주장
61/602,781 2012년02월24일 미국(US)

(71) 출원인
더 프록터 앤드 캠블 캄파니
미국 오하이오 45202 신시내티 프록터 앤드 캠블
플라자 1
(72) 발명자
알토넨 진 마이클
미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 플라자
뉴파스 랄프 에드워
미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 플라자
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인

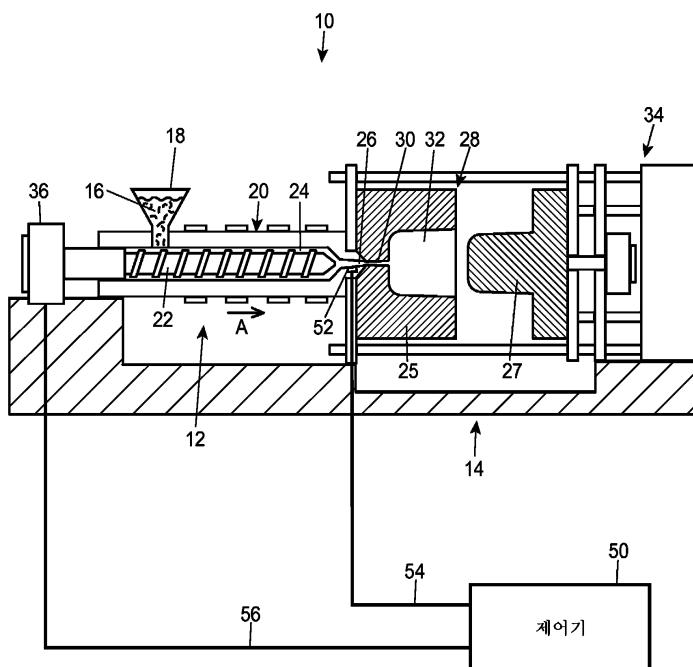
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 간이화된 냉각 시스템을 갖는 사출 주형

(57) 요 약

고 처리량 소비자 제품 사출 성형기를 위한 사출 주형 조립체로서, 사출 주형 조립체는 간이화된 냉각 시스템을 갖는다. 간이화된 냉각 시스템은 3 미만, 바람직하게는 2 미만, 더 바람직하게는 1 미만의 냉각 복잡도 계수를 갖는다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

스티븐스 존 보이엣

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 프라자

프로시스스 로버트 로렌스

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 프라자

풀랜드 제임스 에드워드

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 프라자

레이먼 존 몬크리프

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 프라자

럼프킨 대니 테이비드

미국 45202 오하이오주 신시네티 원 프록터 앤드
캠블 프라자

특허청구의 범위

청구항 1

사출 성형기(도 1의 #10)를 위한 주형 조립체(도 5a의 #328)로서,

주형 공동(도 1의 #32; 도 5a의 #376)을 사이에 한정하는 제1 주형 측부(도 5a의 #372) 및 제2 주형 측부(도 5a의 #374);

상기 제1 주형 측부에 연결된 제1 지지 플레이트(도 5a의 #378);

상기 제2 주형 측부에 연결된 제2 지지 플레이트(도 5a의 #380); 및

사출 성형 공정 동안 상기 제1 주형 측부 및 상기 제2 주형 측부로부터 열을 제거하기 위한 냉각 시스템(도 5a, 도 5b, 도 6, 도 7, 도 8, 도 10의 #382; 도 9의 #382a, #382b; 도 12의 #399)을 포함하고,

상기 주형 조립체는,

100 초과의 L/T 비(ratio)를 갖는 주형 공동(도 2),

적어도 4개의 주형 공동들(도 4),

하나 이상의 가열식 러너(runner)들(도 4의 #64),

안내되는 방출 기구중 적어도 하나를 포함하는, 상기 주형 조립체에 있어서,

상기 냉각 시스템은 레벨 3, 레벨 2, 또는 레벨 1의 냉각 복잡도(cooling complexity)를 갖는 것을 특징으로 하는, 주형 조립체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 시스템은 레벨 1의 냉각 복잡도(도 5a 내지 도 5e)를 갖는, 주형 조립체.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제1 지지 플레이트와 상기 제2 지지 플레이트 중 적어도 하나는 단일 기계가공 축을 갖는 냉각 라인을 포함하는, 주형 조립체.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제1 지지 플레이트와 상기 제2 지지 플레이트 중 적어도 하나는 복수의 냉각 라인들을 포함하고, 상기 복수의 냉각 라인들에서 각 냉각 라인은 공통 기계가공 축에 실질적으로 평행한 단일 기계가공 축을 갖는, 주형 조립체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 시스템은 레벨 2의 냉각 복잡도(도 6)를 갖는, 주형 조립체.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

단일 기계가공 축을 갖는 냉각 채널을 추가로 포함하는 주형 조립체.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 냉각 채널은 상기 제1 지지 플레이트와 상기 제1 주형 측부 및 상기 제2 지지 플레이트와 상기 제2 주형 측부 중 하나를 통해서 적어도 부분적으로 연장되는, 주형 조립체.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 냉각 채널은 종단부(도 6의 #384)를 포함하는, 주형 조립체.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 냉각 채널은 배플(baffle)(도 6의 #386)을 포함하는, 주형 조립체.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

복수의 냉각 채널들을 추가로 포함하고, 상기 복수의 냉각 채널들에서 각각의 냉각 채널은 공통 기계가공 측에 실질적으로 평행한 단일 기계가공 축을 갖는, 주형 조립체.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 시스템은 레벨 3의 냉각 복잡도(도 8)를 갖는, 주형 조립체.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

단일 제1 기계가공 축을 갖는 제1 냉각 채널 및 단일 제2 기계가공 축을 갖는 제2 냉각 채널을 추가로 포함하고, 상기 제1 기계가공 축은 상기 제2 기계가공 축에 실질적으로 평행하지 않는, 주형 조립체.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제1 기계가공 축은 상기 제2 기계가공 축에 실질적으로 수직인, 주형 조립체.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

제1 냉각 채널을 추가로 포함하고, 상기 제1 냉각 채널은 제1 기계가공 축 및 제2 기계가공 축을 갖고, 상기 제1 기계가공 축은 상기 제2 기계가공 축에 대해 각도를 이루는, 주형 조립체.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

제1 냉각 채널은 종단부를 포함하는, 주형 조립체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 사출 주형(injection mold), 더 구체적으로는 간이화된 냉각 시스템을 갖는 사출 주형에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

사출 성형은 용융 가능한 재료로 제조되는 부품, 가장 흔하게는 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 하에서 수지 비드를 용융시키는 사출 성형기에 도입된다. 그러한 수지는 하나 이상의 착색제, 첨가제, 충전제 등과 함께 마스터배치(masterbatch) 재료를 포함할 수 있다. 이제 용융된 수지는 특정 공동(cavity) 형상을 갖는 주형 공동 내로 강제 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 공동을 가질 수 있다. 각각의 공동은 용융된 수지의 유동을 공동 내로 지향시키는 게이트(gate)에 의해 유동 채널에 연결될 수 있다. 성형되는 부품은 하나 이상의 게이트를 가질 수 있다. 성형되는 부품을 충전하기 위해 중합체가 이동하여야 하는 유동 거리를 감소시키기 위해 대형 부품이 2개, 3개, 또는 그 초과의 게이트를 갖는 것이 통상적이다. 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 4가지 기본 작업을 포함한다: (1) 플라스틱이 압력 하에서 유동하는 것을 허용하도록 플라스틱을 사출 성형기 내에서 가열하는 작업; (2) 폐쇄된 2개의 주형 반부(half)들 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 반부들을 개방하여 부품이 주형으로부터 배출되게 하는 작업.

[0003]

용융된 플라스틱 수지는 주형 공동 내로 사출되고, 플라스틱 수지가 게이트로부터 가장 먼 공동 내의 위치에 도달할 때까지 플라스틱 수지가 사출 성형기에 의해 공동을 통해 강제로 밀어넣어진다. 부품의 생성되는 길이 및 벽 두께는 주형 공동의 형상의 결과이다.

[0004]

사출 성형기에 사용되는 주형은 이러한 높은 용융물 압력을 견딜 수 있어야 한다. 더욱이, 주형을 형성하는 재료는 주형이 그의 수명 동안에 걸쳐 작동될 것으로 예상되는 총 사이클 수 동안 최대의 주기적인 응력을 견딜 수 있는 피로 한계를 가져야 한다. 그 결과, 주형 제조업자는 전형적으로, 고 경도를 갖는 재료들, 예를 들어 30 Rc 초과, 그리고 더 자주 50 Rc 초과를 갖는 공구강으로부터 주형을 형성한다. 이러한 고 경도 재료는 플라스틱 사출 공정 동안에 주형 구성요소들을 서로에 대해 가압된 상태로 유지하는 데 요구되는 높은 클램핑 압력을 견디도록 장비되며 내구성이 있다. 부가적으로, 이들 고 경도 재료는 성형 표면과 중합체 유동 사이의 반복되는 접촉으로부터의 마모에 보다 잘 저항할 수 있다.

[0005]

박벽형 소비자 제품을 생산하는 고 생산성 사출 성형기(즉, 등급 101 및 등급 102 성형기)는 고 경도 재료로 제조되는 대다수의 주형을 갖는 주형들만을 사용한다. 고 생산성 사출 성형기는 전형적으로 500,000개 이상의 부품들을 생산한다. 산업적 품질의 생산 주형은 500,000개 이상의 부품들, 바람직하게는 1,000,000개 초과의 부품들, 더 바람직하게는 5,000,000개 초과의 부품들, 및 더욱 더 바람직하게는 10,000,000개 초과의 부품들 생산하도록 설계되어야 한다. 이들 고 생산성 사출 성형기는 생산 속도를 증가시키기 위하여 다중 공동 주형 및 복잡한 냉각 시스템을 갖는다. 전술된 고 경도 재료는 저 경도 재료보다 반복된 고압 클램핑 및 사출 작업을 더 잘 견딜 수 있다. 그러나, 대부분의 공구강과 같은 고 경도 재료는, 대체로 140 kJ/hr ℃ (20 BTU/HR FT °F) 미만의 비교적 낮은 열전도율을 가지는데, 이는 열이 용융된 플라스틱 재료로부터 고 경도 재료를 통해 냉각 유체로 전달되기 때문에 긴 냉각 시간으로 이어진다.

[0006]

사이클 시간을 감소시키기 위한 노력으로, 고 경도 재료로 제조되는 주형을 갖는 전형적인 고 생산성 사출 성형기는 주형 내에서 냉각 유체를 순환시키는 비교적 복잡한 내부 냉각 시스템을 포함한다. 이러한 냉각 시스템은 성형되는 부품의 냉각을 가속시켜서, 기계가 주어진 양의 시간 동안 더 많은 사이클을 완료하게 하며, 이는 생산 속도 및 이에 따라 생산되는 성형되는 부품의 총량을 증가시킨다. 그러나, 이들 냉각 시스템은 사출 주형에 복잡성 및 비용을 부가한다. 일부 등급 101 주형에서, 1백만 또는 2백만개 초과의 부품들이 생산될 수 있으며, 이들 주형은 때때로 "초 고 생산성 주형"으로 지칭된다. 400톤 이상의 프레스(press) 내에서 운전되는 등급 101 주형은 때때로 산업계에서 "400 등급" 주형으로 지칭된다.

[0007]

고 경도 재료는 대체로 기계가공하기가 아주 어렵다. 그 결과, 공지된 고 처리량 사출 주형은 형성하기 위해 엄청난 기계가공 시간 및 고가의 기계가공 장비를 필요로 하며, 응력을 완화시키고 재료 경도를 최적화하기 위해 비용이 많이 들고 시간이 많이 소비되는 후-기계가공 단계를 필요로 한다. 이들 복잡한 주형 내부에 냉각 채널을 밀링 및/또는 형성하는 것은 전형적인 고 처리량 사출 주형의 제조에 훨씬 더 많은 시간 및 비용을 부가한다.

[0008]

전통적인 고 경도 주형에서 기계가공 복잡성과 냉각 효율성 사이에 절충(tradeoff)이 있다. 이상적으로, 냉각

채널들은 가능한 한 주형 공동 표면들과 근접하게 기계가공되어야 한다. 부가적으로, 형상적응형 냉각 (conformal cooling)이 바람직하고 가장 효과적이다. 그러나, 주형 표면에 근접하게 형상적응형 냉각 채널을 기계가공하는 것은 어렵고, 시간 소모적이고 고가이다. 일반적으로, 주형 표면의 약 5 mm 내에서 냉각 채널을 기계가공하는 것이 실제적인 한계인 것으로 간주된다. 이러한 실제적인 한계는 낮은 열전도율을 갖는 고온 플라스틱과 냉각 유체 사이의 재료에 기인하여 냉각 효율성을 감소시킨다. 종래의 기계가공 기술은, 종래의 주형 재료(즉, 고 경도 및 낮은 열전도율)와 함께, 주어진 주형에 대하여 사이클 시간 및 냉각 효율에 보다 낮은 한계를 둔다.

[0009] 더욱이, 주형 표면에 근접하게 냉각 라인을 위치시키는 것은 주형 내의 냉각 라인의 정밀한 기계가공을 필요로 한다. 주형은 사출 성형기의 클램핑 장치에 위치된 때 지지 플레이트에 부착되기 때문에, 냉각 라인이 지지 플레이트로부터 주형으로 천이하는 곳에서 유체 시일(seal)이 위치되어야 한다(그 이유는 유체 순환 시스템(예컨대, 펌프)이 주형 외부에 위치되어야 하기 때문임). 이들 유체 시일은 고장날 수 있으며, 이는 냉각 유체가 빠져나오게 한다. 그 결과, 부품은 불완전하게 냉각되고, 이는 불량 부품을 생산하거나 주형 내의 플라스틱이 냉각 유체로 오염될 수 있는데, 이 또한 바람직하지 않다.

[0010] 더욱 더, 기계가공 냉각 채널에 대한 실제적인 제한은 주형 내부에서 균등하지 않은 냉각을 초래한다. 그 결과, 온도 구배가 주형 공동 내에 생성된다. 종종 주형 공동의 표면의 온도는 섭씨 10도 이상만큼 변할 수 있다. 주형 내부에서의 온도의 이러한 넓은 변동은 주조된 부품에서의 결함으로 이어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도면에 개시된 실시 형태들은 본질적으로 예증적이고 예시적인 것이며, 특히 청구범위에 의해 한정되는 주제를 제한하고자 하는 것이 아니다. 예시적인 실시 형태들의 하기 상세한 설명은 하기 도면과 관련하여 읽혀질 때 이해될 수 있으며, 도면에서 유사한 구조물은 유사한 도면 부호로 지시된다.

<도 1>

도 1은 본 발명에 따라 구성된 사출 성형기의 개략도.

<도 2>

도 2는 도 1의 사출 성형기에서 형성된 박벽형 부품의 일 실시 형태를 도시하는 도면.

<도 3>

도 3은 도 1의 사출 성형기의 주형 내의 주형 공동에 대한 공동 압력 대 시간의 그래프.

<도 4>

도 4는 도 1의 사출 성형기의 주형 조립체의 일 실시 형태의 단면도.

<도 5a 내지 도 5e>

도 5a 내지 도 5e는 지지 플레이트 내에 기계가공된 복수의 냉각 라인들을 갖는 다양한 주형 조립체들의 다양한 도면.

<도 6>

도 6은 주형측으로 연장된 지지 플레이트 내에 기계가공된 복수의 냉각 라인들을 갖는 주형 조립체의 단면도.

<도 7>

도 7은 배플(baffle)을 포함하는 냉각 라인의 확대 단면도.

<도 8>

도 8은 적어도 2개의 다른 축들을 따라 기계가공된 복수의 냉각 라인들을 포함하는 주형 조립체의 사시 단면도.

<도 9>

도 9는 2개 이상의 상이한 기계가공 축들을 따라 기계가공된 복수의 관통 보어 냉각 라인들 및 복수의 종단 냉각 라인들을 갖는 주형 조립체의 사시 단면도.

<도 10>

도 10은 냉각 라인들 중 적어도 하나가 비-종단 냉각 라인을 형성하도록 종단부들에서 서로 결합하는 2개의 종단 냉각 라인들에 의해 형성되고, 각각의 종단 냉각 라인이 상이한 기계가공 축을 따라 기계가공되는, 복수의 냉각 라인들을 갖는 주형 조립체의 사시 부분 투시도.

<도 11>

도 11은 능동적으로 냉각된 동적 부품을 갖는 주형 조립체의 사시도.

<도 12>

도 12는 비-선형, 비-동축 또는 비-평면 냉각 채널을 포함하는 적어도 하나의 냉각 라인을 갖는 주형 조립체의 사시도.

<도 13>

도 13은 간이화된 냉각 시스템을 갖는 주형을 포함하는 큐브 주형(cube mold)의 일 실시 형태를 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

본 발명의 실시 형태들은 일반적으로 사출 성형에 의해 제품을 생산하는 시스템, 기계, 제품, 및 방법에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 낮은 일정한 압력의 사출 성형에 의해 제품을 생산하는 시스템, 제품, 및 방법에 관한 것이다.

[0013]

용어 "낮은 압력"은, 열가소성 재료의 용융물 압력에 관하여 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 사출 성형기의 노즐 부근에서의 41368.5 kPa (6000 psi) 이하의 용융물 압력을 의미한다.

[0014]

용어 "실질적으로 일정한 압력"은, 열가소성 재료의 용융물 압력에 관하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 기준 용융물 압력으로부터의 편차가 열가소성 재료의 물리적 특성에 있어서의 유의미한 변화를 생성하지 않음을 의미한다. 예를 들어, "실질적으로 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 용융물 압력으로부터 대략 30%의 편차를 포함한다. 예를 들어, 용어 "대략 31715.8 kPa (4600 psi)의 실질적으로 일정한 압력"은 약 41368.5 kPa (6000 psi) (31715.8 kPa (4600 psi) 위로 30%) 내지 약 22063.2 kPa (3200 psi) (31715.8 kPa (4600 psi) 아래로 30%)의 범위 내에서의 압력 변동을 포함한다. 용융물 압력은 용융물 압력이 언급된 압력으로부터 30% 이하로 변동하는 한 실질적으로 일정한 것으로 간주된다.

[0015]

도면을 상세히 참조하면, 도 1은 박벽형 부품을 대량으로 생산하기 위한 예시적인 낮은 일정한 압력의 사출 성형 장치(10)(예컨대, 등급 101 또는 102 사출 주형, 또는 "초고 생산성 주형")를 도시하고 있다. 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 스크루(22)에 의해 가열된 배럴(20)의 단부로 추진될 수 있다. 가열된 배럴(20)의 가열 및 왕복 스크루(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 처리된다.

[0016]

왕복 스크루(22)는 용융된 열가소성 재료(24)를 노즐(26)을 향해 가압하여, 주형(28)의 주형 공동(32) 내로 사출될, 열가소성 재료의 샷(shot)을 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)들은 프레스 또는 클램핑 유닛(34)에 의해 압력 하에서 함께 유지된다. 프레스 또는 클램핑 유닛(34)은, 용융된 열가소성 재료(24)가 주형 공동(32) 내로 사출되는 동안 제1 및 제2 주형 부품(25, 27)들을 함께 유지하기 위해, 2개의 주형 반부를 분리시키도록 작용하는 사출 압력에 의해 가해지는 힘을 초과해야 하는 클램핑력을 가한다. 이러한 클램핑력을 지원하기 위해, 클램핑 시스템(14)은 약 165 BHN 초과 그리고 바람직하게는 260 BHN 미만의 표면 경도를 갖는 재료로 형성된 주형 프레임(frame) 및 주형 베이스(base)를 포함할 수 있지만, 이하 추가로 논의되는 바와 같이, 260 초과의 표면 경도 BHN 값을 갖는 재료가 그 재료가 용이하게 기계가공 가능한 한 사용될 수도 있다.

[0017] 일단 용융된 열가소성 재료(24)의 샷이 주형 공동(32) 내로 사출되고 나면, 왕복 스크루(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 고형화되고 나면, 프레스(34)는 제1 및 제2 주형 부품(25, 27)들을 해제시키고, 제1 및 제2 주형 부품(25, 27)들이 서로로부터 분리되며, 완성된 부품이 주형(28)으로부터 배출될 수 있다. 주형(28)은 전체 생산 속도를 증가시키기 위해 복수의 주형 공동(32)들을 포함할 수 있다. 복수의 주형 공동들의 형상들은 동일하거나, 유사하거나 또는 서로 다를 수 있다. (후자는 일군의 주형 공동들로 고려될 수 있다).

[0018] 제어기(50)가 센서(52) 및 스크루 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 스크루 제어부(36)에 연결될 수 있다. 다른 실시 형태들에서, 제어기(50)는 무선 연결부, 기계적 연결부, 유압 연결부, 공압 연결부, 또는 제어기(50)가 센서(52)와 스크루 제어부(36) 둘 모두와 통신하게 할, 당업자에게 공지된 임의의 다른 유형의 통신 연결부를 통해 센서(52) 및 스크루 제어부(56)에 연결될 수 있다.

[0019] 도 1의 실시 형태에서, 센서(52)는 노즐(26) 내의 용융된 열가소성 재료(24)의 용융물 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 용융물 압력을 유지하는 속도로 스크루(22)를 전진시키도록 스크루 제어부(36)에 명령한다. 센서(52)가 용융물 압력을 직접적으로 측정할 수 있지만, 센서(52)는 용융물 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)는 사출된 유체와 직접적으로 접촉할 필요는 없으며, 대안적으로 유체와 동적으로 연결되어 유체의 압력 및/또는 다른 유체 특성을 감지하는 것이 가능할 수 있다. 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 실시 형태들에서, 센서(52)는 노즐과 유동적으로 연결되는 위치에 배치될 필요는 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. 일 태양에서, 제어기(50)는 센서(52)로부터의 입력에 따라 압력을 유지할 수 있다.

[0020] 능동형 폐쇄 루프 제어기(50)가 도 1에 예시되어 있지만, 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(pressure relief valve)(도시되지 않음)가 제어기(50)를 대신할 수 있다. 더욱 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 검출된 때 활성화되는 알람이다.

[0021] 이제 도 2를 참조하면, 예시적인 성형되는 부품(100)이 도시되어 있다. 성형되는 부품(100)은 박벽형 부품이다. 성형된 부품은 일반적으로 유동 채널의 길이(L)를 유동 채널의 두께(T)로 나눈 값이 100 초과(즉, $L/T > 100$)인 때 박벽형인 것으로 간주된다. 본 명세서에서 설명된 간이화된 냉각을 갖는 낮은 일정한 압력의 사출 성형 시스템 및 주형은 L/T 비(ratio)가 증가함에 따라, 특히 $L/T > 200$, 또는 $L/T > 250$ 을 갖는 부품에 대해 부품을 성형하는 데 점점 유리하게 되는데, 그 이유는 용융된 열가소성 재료가 주형 공동을 통해 전진하는 연속적인 유동 전면(front)을 포함하고, 이는 높은 가변 압력 사출 성형 시스템에 비해 더 일관되게 열가소성 재료로 주형 공동을 충전하기 때문이다. 유동 채널의 길이(L)는 게이트(102)로부터 유동 채널 단부(104)까지 측정된다. 박벽형 부품은 소비자 제품 산업 및 건강관리 또는 의료용품 산업에 특히 일반적이다.

[0022] 더욱 복잡한 기하학적 형상을 갖는 주형 공동의 경우, L/T 비는 게이트(102)로부터 주형 공동(32)의 단부까지의 주형 공동(32)의 길이에 걸쳐 T 치수를 적분하고, 게이트(102)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 큰 L/T 비이다.

[0023] 박벽형 부품은 사출 성형에 있어서 소정의 장애를 제공한다. 예를 들어, 유동 채널의 박형성은 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 극복하

기 위해, 전통적인 사출 성형기는, 전형적으로 103421.4 kPa(15,000 psi) 초과의 매우 높은 압력에서 용융된 열가소성 재료를 주형 내로 사출하여, 용융된 열가소성 재료가 냉각되어 굳어져 베릴 가능성이 있기 전에 주형 공동을 신속히 충전하게 한다. 이는 열가소성 재료의 제조업자가 매우 높은 압력에서의 사출을 교시하는 하나의 이유이다. 전통적인 사출 성형기가 높은 압력에서 주형 내로 용융된 플라스틱을 사출하는 다른 이유는 위에서 논의된 바와 같이 유동 특성을 증가시키는 증가된 전단(shear)이다. 이러한 매우 높은 사출 압력은 주형(28) 및 공급 시스템을 형성하는 데 상당히 경질인 재료를 사용할 것을 필요로 한다.

[0024] 전통적인 사출 성형기는 공구강 또는 주형을 제조하기 위한 다른 경질 재료로 만들어진 주형을 사용한다. 이러한 공구강은 매우 높은 사출 압력을 견디기에 충분히 강하지만, 공구강은 비교적 불량한 열 전도체이다. 그 결과, 주형 공동이 충전된 때 냉각 시간을 향상시키기 위해 매우 복잡한 냉각 시스템이 주형 내에 기계가공되며, 이는 사이클 시간을 감소시키고 주형의 생산성을 증가시킨다. 그러나, 이러한 매우 복잡한 냉각 시스템은 주형 제조 공정에 상당한 시간 및 비용을 추가한다.

[0025] 본 발명자들은 전단-박화 열가소성 물질(심지어 최소 전단-박화 열가소성 물질)이 임의의 상당한 악영향 없이 낮은 실질적으로 일정한 압력에서 주형(28) 내로 사출될 수 있음을 발견하였다. 이들 물질의 예는 폴리올레핀(예컨대, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌), 열가소성 탄성중합체, 폴리에스테르(예컨대, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트), 폴리스티렌, 폴리에틸렌 푸라노에이트(polyethylene furanoate)(PEF), 폴리카르보네이트, 폴리(아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌), 폴리(락트산), 폴리하이드록시알카노에이트, 폴리아미드, 폴리아세탈, 에틸렌-알파 올레핀 고무, 및 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체로 구성된, 중합체 및 공중합체를 포함하지만 이로 한정되지 않는다. 실제로, 낮은 실질적으로 일정한 압력에서 성형되는 부품은 종래의 고압에서 성형되는 동일한 부품과 비교할 때 몇몇 우수한 특성을 나타낸다. 이러한 발견은 보다 높은 사출 압력이 더 좋다고 교시하는 산업계 내의 종래 지식과 정면으로 모순된다. 이론에 의해 구애됨이 없이, 용융된 열가소성 재료를 낮은 실질적으로 일정한 압력에서 주형(28) 내로 사출하는 것은, 주형을 통해 게이트로부터 주형 공동의 가장 먼 부분으로 전진하는 열가소성 재료의 연속적인 유동을 전면을 생성하는 것으로 여겨진다. 낮은 수준의 전단을 유지함으로써, 열가소성 재료는 종래의 고압 사출 성형 시스템에서 가능할 것으로 달리 여겨지는 것보다 훨씬 더 낮은 온도 및 압력에서 여전히 액체이고 유동가능하다.

[0026] 이제 도 3을 참조하면, 종래의 고압 사출 성형 공정에 대한 전형적인 압력-시간 곡선이 점선(200)으로 도시되어 있다. 이와 대조적으로, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기에 대한 압력-시간 곡선이 실선(210)으로 도시되어 있다.

[0027] 종래의 경우, 용융물 압력이 103421.4 kPa(15,000 psi)을 훨씬 초과해 급속히 증가되고, 이어서 제1 기간(220) 동안 103421.4 kPa (15,000 psi) 초과의 비교적 높은 압력에서 유지된다. 제1 기간(220)은 용융된 플라스틱 재료가 주형 공동 내로 유동하는 충전 시간이다. 이후에, 용융물 압력은 감소되고, 제2 기간(230) 동안 보다 낮지만 여전히 비교적 높은 압력인 68947.6 kPa(10,000 psi) 이상에서 유지된다. 제2 기간(230)은 주형 공동 내의 모든 간극이 되메움(back fill)되는 것을 보장하기 위해 용융물 압력이 유지되는 패킹 시간이다. 종래의 고압 사출 성형 시스템에 있어서의 주형 공동은 유동 채널의 단부로부터 다시 게이트를 향해 충전된다. 그 결과, 플라스틱이 다양한 고형화 단계에서 서로 위에 패킹되며, 이는 상기에 논의된 바와 같이 완성된 제품에 있어서의 비일관성을 야기할 수 있다. 더욱이, 다양한 고형화 단계에서의 종래의 플라스틱 패킹은 몇몇 비-이상적인 재료 특성, 예를 들어 몰디드-인(molded-in) 응력, 싱크(sink), 및 비-최적의 광학적 특성을 유발한다.

[0028] 반면에, 일정한 낮은 압력 사출 성형 시스템은 용융된 플라스틱 재료를 단일 기간(240) 동안 실질적으로 일정한 낮은 압력에서 주형 공동 내로 사출한다. 사출 압력은 41368.5 kPa(6,000 psi) 미만이다. 실질적으로 일정한 낮은 압력을 사용함으로써, 용융된 열가소성 재료는 유동 채널을 통해 게이트로부터 유동 채널의 단부를 향해 전진하는 연속적인 용융물 전면을 유지한다. 따라서, 플라스틱 재료는 유동 채널을 따른 임의의 지점에서 비교적 균일하게 유지되며, 이는 보다 균일하고 일관된 완성된 제품을 생성한다. 비교적 균일한 플라스틱 재료로 주형을 충전함으로써, 완성된 성형되는 부품들은 종래의 성형되는 부품보다 더 양호한 기계적 특성 및/또는 더 양호한 광학적 특성을 갖는 결정질 구조체를 형성할 수 있다. 비정질 중합체는 또한 우수한 기계적 및/또는 광학적 특성을 갖는 구조체를 형성할 수 있다. 더욱이, 낮은 일정한 압력에서 성형되는 부품의 표피 층은 종래에 성형되는 부품의 표피 층과는 상이한 특성을 나타낸다. 그 결과, 낮은 일정한 압력 하에서 성형되는 부품의 표피 층은 종래에 성형되는 부품의 표피 층보다 더 나은 광학적 특성을 가질 수 있다.

[0029] 노즐 내부에서 실질적으로 일정하고 낮은(예컨대, 41368.5 kPa(6000 psi) 미만) 용융물 압력을 유지함으로써, 보다 기계가공 가능한 재료가 주형(28)을 형성하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 주형(28)은

100% 초과(예컨대, 100–1000%, 100–900%, 100–800%, 100–700%, 100–600%, 100–500%, 100–400%, 100–300%, 100–250%, 100–225%, 100–200%, 100–180%, 100–160%, 100–150%, 100–140%, 100–130%, 100–120%, 100–110%, 120–250%, 120–225%, 120–200%, 120–180%, 120–160%, 120–150%, 120–140%, 120–130%, 140–400%, 150–300%, 160–250%, 또는 180–225%, 또는 백분율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위)의 밀링 기계가공 지수, 100% 초과(예컨대, 100–1000%, 100–900%, 100–800%, 100–700%, 100–600%, 100–500%, 100–400%, 100–300%, 100–250%, 100–225%, 100–200%, 100–180%, 100–160%, 100–150%, 100–140%, 100–130%, 100–120%, 100–110%, 120–250%, 120–225%, 120–200%, 120–180%, 120–160%, 120–150%, 120–140%, 120–130%, 140–400%, 150–300%, 160–250%, 또는 180–225% 또는 백분율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위)의 드릴링 기계가공 지수, 100% 초과(예컨대, 100–1000%, 100–900%, 100–800%, 100–700%, 100–600%, 100–500%, 100–400%, 100–300%, 100–250%, 100–225%, 100–200%, 100–180%, 100–160%, 100–150%, 100–140%, 100–130%, 100–120%, 100–110%, 120–250%, 120–225%, 120–200%, 120–180%, 120–160%, 120–150%, 120–140%, 120–130%, 140–400%, 150–300%, 160–250%, 또는 180–225% 또는 백분율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위)의 드릴링 기계가공 지수, 100% 초과(예컨대, 100–1000%, 100–900%, 100–800%, 100–700%, 100–600%, 100–500%, 100–400%, 100–300%, 100–250%, 100–225%, 100–200%, 100–180%, 100–160%, 100–150%, 100–140%, 100–130%, 100–120%, 100–110%, 120–250%, 120–225%, 120–200%, 120–180%, 120–160%, 120–150%, 120–140%, 120–130%, 140–400%, 150–300%, 160–250%, 또는 180–225% 또는 백분율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위)의 와이어 EDM 기계가공 지수, 200% 초과(예컨대, 200–1000%, 200–900%, 200–800%, 200–700%, 200–600%, 200–500%, 200–400%, 200–300%, 200–250%, 300–900%, 300–800%, 300–700%, 300–600%, 300–500%, 400–800%, 400–700%, 400–600%, 400–500% 또는 백분율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위)의 흑연 싱커(sinker) EDM 기계가공 지수, 또는 150% 초과(예컨대 150–1000%, 150–900%, 150–800%, 150–700%, 150–600%, 150–500%, 150–400%, 150–300%, 150–250%, 150–225%, 150–200%, 150–175%, 250–800%, 250–700%, 250–600%, 250–500%, 250–400%, 250–300% 또는 백분율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위)의 구리 싱커 EDM 기계가공 지수를 갖는 재료로 형성될 수 있다. 기계가공 지수는 다양한 재료의 밀링, 드릴링, 와이어 EDM, 및 싱커 EDM 시험에 기초한다. 기계가공 지수를 결정하기 위한 시험 방법은 하기에 보다 상세히 설명된다. 재료의 샘플에 대한 기계가공 지수의 예가 하기의 표 1에 수집되어 있다.

豆 1

* 1117은 본 시험을 위한 벤치마크 재료이다. 공개된 데이터는 벤치마크 재료 1212 탄소강을 참조한다. 1212는 용이하게 입수할 수 없었다. 공개된 데이터 중에서, 1117은 조성 및 기계가공성 지수 백분율(91%)에서 가장 균접하였다.

1 현저한 흑연 전극 마모: ~20%
 2 흑연 전극 마모: ~15%

3 Cu 전극 마모: ~ 15%
4 Cu 전극 마모: ~ 3%

용이하게 기계가공 가능한 재료를 주형(28)을 형성하는 데 사용하는 것은 제조 시간을 크게 감소시키고, 이에 따라 제조 비용을 감소시킨다. 더욱이, 이러한 기계가공 가능한 재료는 일반적으로 공구강보다 더 나은 열전도율을 가지며, 이는 냉각 효율을 증가시키고 복잡한 냉각 시스템에 대한 필요성을 감소시킨다.

이러한 용이하게 기계가공 가능한 재료로 주형(28)을 형성하는 경우, 양호한 열전도율 특성을 갖는 용이하게 기계가공 가능한 재료를 선택하는 것이 또한 유리하다. 210 kJ/hr m °C (30 BTU/HR FT °F) 초과의 열전도율을 갖는 재료가 특히 유리하다. 특히, 이들 재료는 210-1400, 210-1260, 210-1120, 210-980, 210-840, 210-700,

210-560, 210-420, 210-280, 280-1400, 420-1400, 560-1400, 700-1400, 840-1400, 980-1400, 1120-1400, 1260-1400, 280-1400, 280-1260, 280-1120, 280-980, 280-840, 280-700, 280-560, 280-420, 350-980, 420-980, 490-980, 560-980, 630-980, 700-980, 770-980, 840-980, 350-910, 350-840, 350-770, 350-700, 350-630, 350-560, 350-490, 350-420, 420-910, 490-910, 560-910, 630-910, 700-910, 770-910, 840-910, 420-840, 420-770, 420-700, 420-630, 420-560, 420-490, 490-910, 490-840, 490-770, 490-700, 490-630, 490-560, 490-770, 490-700, 490-630, 490-560, 560-840, 560-770, 560-700, 560-630 (30-200, 30-180, 30-160, 30-140, 30-120, 30-100, 30-80, 30-60, 30-40, 40-200, 60-200, 80-200, 100-200, 120-200, 140-200, 160-200, 180-200, 40-200, 40-180, 40-160, 40-140, 40-120, 40-100, 40-80, 40-60, 50-140, 60-140, 70-140, 80-140, 90-140, 100-140, 110-140, 120-140, 50-130, 50-120, 50-110, 50-100, 50-90, 50-80, 50-70, 50-60, 60-130, 70-130, 80-130, 90-130, 100-130, 110-130, 120-130, 60-120, 60-110, 60-100, 60-90, 60-80, 60-70, 70-130, 70-120, 70-110, 70-100, 70-90, 70-80, 70-110, 70-100, 70-90, 70-80, 80-120, 80-110, 80-100, 또는 80-90), 또는 열전도율에 대해 이들 값 중 임의의 값에 의해 형성되는 임의의 다른 범위의 열전도율 (kJ/hr m °C (BTU/HR FT °F)로 측정됨)을 가질 수 있다. 예를 들어 양호한 열전도율을 갖는 용이하게 기계가공 가능한 재료는 QC-10 (알코(Alco)로부터 입수 가능함), 알루몰드(Alumold) 500 (알칸(Alcan)으로부터 입수 가능함), 듀라몰드(Duramold)-5 (비스타 메탈스, 코포레이션(Vista Metals, Corp.)으로부터 입수 가능함) 및 호코톨(Hokotol) (알러리스(Aleris)로부터 입수 가능함)을 포함하지만, 이로 한정되지 않는다. 양호한 열전도율을 갖는 재료는 열가소성 재료로부터의 열을 주형 밖으로 보다 효율적으로 전달한다. 그 결과, 보다 간단한 냉각 시스템이 사용될 수 있다.

[0033] 다중-공동 주형 조립체(28)의 일례가 도 4에 도시되어 있다. 다중-공동 주형은 일반적으로 노즐(26)로부터의 용융된 열가소성 재료를 개별 주형 공동(32)들로 지향시키는 공급 매니폴드(60)를 포함한다. 공급 매니폴드(60)는 용융된 열가소성 재료를 하나 이상의 러너(runner) 또는 공급 채널(64) 내로 지향시키는 탕구(sprue)(62)를 포함한다. 각각의 러너(64)는 다수의 주형 공동(32)들에 공급할 수 있다. 고 생산성 주형은 4개 이상의 주형 공동(32)들, 때때로 384개만큼 많은 주형 공동(32)들을 포함할 수 있고, 종종 가열식 러너(64)들을 포함할 수 있다. 일정한 낮은 압력 사출 성형기의 일부 실시 형태들은 비-자연적으로 균형화된 공급 시스템, 예를 들어 인위적으로-균형화된 공급 시스템, 또는 비-균형화된 공급 시스템을 포함할 수 있다.

드릴링 및 밀링 기계가공성 지수 시험 방법

[0035] 하기에 기술되는 신중히 제어된 시험 방법에서 대표적인 재료를 시험함으로써, 상기의 표 1에 열거된 드릴링 및 밀링 기계가공성 지수를 결정하였다.

[0036] 다른 모든 기계 조건(예컨대, 기계 테이블 이송 속도, 스픈들 rpm 등)은 다양한 재료들 사이에서 일정하게 유지되는 상태에서, 재료편을 드릴링하거나 밀링하는 데 필요한 스픈들 하중을 측정함으로써 각각의 재료에 대한 기계가공성 지수를 결정하였다. 스픈들 하중은 드릴링 또는 밀링 장치에 대하여 1400 rpm에서 75 ft-lb의 최대 스픈들 토크 하중에 대한 측정된 스픈들 하중의 비로서 보고된다. 지수 백분율은 1117 강철에 대한 스픈들 하중 대 시험 재료에 대한 스픈들 하중 사이의 비로서 계산하였다.

[0037] 시험 밀링 또는 드릴링 기계는 하스(Haas) VF-3 머시닝 센터(Machining Center)였다.

표 2

드릴링 조건

스폿 드릴(Spot Drill)	118 도 1.27 cm (0.5") 직경, 0.18 cm (0.0693") 깊이로 드릴링됨
드릴 비트	1.19 cm (15/32") 직경의 고속도강 비코팅된 자버 길이 비트(jobber length bit)
스핀들 속도	1200 rpm
드릴의 깊이	1.27 cm (0.5")
드릴 속도	7.62 cm/min(3 in/min)
기타	칩 브레이크 루틴(chip break routine) 사용하지 않음

표 3

밀링 조건

밀	1.27 cm(0.5") 직경의 4 플루트 카바이드 평저 앤드밀, 비 코팅 됨(SGS part # 36432 www.sgstool.com)
스핀들 속도	1200 rpm
질삭 깊이	1.27 cm (0.5")
스톡 공급 속도	50.8 cm/min(20 in/min)

[0039]

[0040] 모든 시험에 대해 "플러드 블라스트(flood blast)" 냉각을 사용하였다. 냉각제는 쿨라이트(Koolrite) 2290이었다.

[0041] EDM 기계가공성 지수 시험 방법

[0042] 하기에 기술되는 신중히 제어된 시험 방법에서 대표적인 재료를 시험함으로써, 상기의 표 1에 열거된 흑연 및 구리 성커 EDM 기계가공성 지수를 결정하였다.

[0043] 다양한 시험 금속 내로 소정 면적(상세사항은 하기 참조)을 베닝(burning)하는 시간을 측정함으로써, 다양한 재료에 대한 EDM 기계가공성 지수를 결정하였다. 1117 강철 내로 베닝하는 시간 대 다른 시험 재료 내로 동일 면적을 베닝하는 데 필요한 시간의 비로서 기계가공성 지수 백분율을 계산하였다.

표 4

와이어 EDM

장비	화낙(Fanuc) OB
와이어	0.25 mm 직경의 경질 황동
질삭	2.54 cm 두께 x 2.54 cm 길이 (6.45 제곱 센티미터) (1" 두께 x 1" 길이 (1 제곱인치))
파라미터	사용된 화낙 내장 인공 지능, 100%에서 오버라이드

[0044]

표 5

성커 EDM — 흑연

장비	미쓰비시(Mitsubishi) EX 제어기를 갖는 잉기슬 갠트리(Ingersoll Gantry) 800
와이어	시스템 3R 사전-장착된 25 mm 직경의 포코(Poco) EDM 3 흑연
질삭	0.25 cm(0.1") Z 축 플린지
파라미터	FAP EX 시리즈 기술을 갖는 사용된 미쓰비시 CNC 제어

[0045]

표 6

성거 EDM — 구리	
장비	미츠비시(Mitsubishi) EX 제어기를 갖는 잉거솔 갠트리(Inggersoll Gantry) 800
와이어	시스템 3R 사전-장착된 25 mm 직경의 텔루롭 구리
절삭	0.25 cm(0.1") Z 축 플런저
파라미터	FAP EX 시리즈 기술을 갖는 사용된 미츠비시 CNC 제어

[0046]

개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 유리하게도 용이하게 기계가공 가능한 재료로 구성되는 주형을 채용한다. 그 결과, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 주형(및 따라서 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기)은 생산하기가 덜 고가이고 더 빠르다. 부가적으로, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 보다 가요성인 지지 구조체 및 보다 조정 가능한 전달 구조체, 예를 들어 보다 넓은 플래튼(platen) 폭, 증가된 타이 바아(tie bar) 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, 특정의 성형되는 부품에 대해 보다 용이하게 맞춤화될 수 있다.

[0048]

더욱이, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 주형들(예컨대, 하나 이상의 주형 측부들 및 하나 이상의 지지 플레이트들을 포함하는 주형 조립체)은 종래의 고압 사출 주형에서 발견되는 냉각 시스템에 비해 간이화된 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 간이화된 냉각 시스템은 간이화된 냉각 시스템이 더욱 신속하고 용이하게 생산되기 때문에 종래의 냉각 시스템에 비해 더욱 경제적이다. 부가적으로, 간이화된 냉각 시스템은 더 적은 냉각제를 사용하는데, 이는 성형 공정 동안에 냉각 비용을 추가로 감소시킨다. 일부 경우에, 간이화된 냉각 시스템은 주형 지지 플레이트 내에 단독으로 위치될 수 있는데, 이는 냉각 시스템을 변경할 필요 없이 주형이 변경되게 한다. 요약하면, 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형 주형의 간이화된 냉각 시스템은 종래의 고압 사출 주형에서 발견되는 종래의 복잡한 냉각 시스템에 비해 더욱 경제적이다.

[0049]

모든 종류의 냉각 시스템들은, 냉각 복잡도 레벨(cooling complexity level) 0이 가장 단순한 냉각 시스템을 나타내고 더 높은 냉각 복잡도 레벨이 점진적으로 더욱 복잡한 냉각 시스템을 나타내는 냉각 복잡도 레벨 시스템으로 분류될 수 있다. 이러한 냉각 시스템 분류 시스템은 이하에서 더욱 상세히 논의된다. 그러나, 종래의 고생산성 소비자 제품 사출 성형기(예컨대, 등급 101 및 102의 성형기)는 사이를 시간을 감소시키고 생산성을 개선하기 위하여 복잡한 냉각 시스템을 채용한다. 일반적으로 말하면, 고 생산성 소비자 제품 사출 성형기는 복잡한 냉각 시스템(즉, 레벨 4의 냉각 시스템 복잡도 레벨 이상을 갖는 냉각 시스템)을 포함한다. 레벨 0 내지 레벨 3의 냉각 복잡도 레벨 시스템은 일반적으로 높은 경도, 낮은 열전도율 재료로 만들어진 주형을 포함하는 종래의 고 생산성 사출 주형에 대해 충분한 냉각 능력을 생성하지 못한다.

[0050]

유리하게는, 개시된 낮은 일정한 압력 사출 주형은 3 이하의 냉각 복잡도 레벨, 바람직하게는 3, 2 또는 1의 냉각 복잡도 레벨을 갖는 냉각 시스템을 포함하는데, 이는 종래의 고압 사출 성형기에 비해 생산 비용을 낮추고 효율을 증가시킨다.

[0051]

본 명세서에 사용되는 바와 같이, 냉각 복잡도 레벨 0의 주형 조립체는 능동형 냉각 시스템을 포함하지 않는 주형 조립체로서 정의된다. 다시 말하면, 냉각 복잡도 레벨 0의 주형 조립체는 주형 측부들 및 지지 플레이트들을 통한 그리고 궁극적으로 주형 조립체를 둘러싸는 대기로의 열의 전달을 통해 수동적으로만 냉각된다. 냉각 복잡도 레벨 0의 주형 조립체는 전형적으로 비교적 긴 사이를 시간을 갖는다(낮은 냉각 속도 때문에 주형 내부의 플라스틱이 굳는 데 상당한 시간이 걸리기 때문임). 그 결과, 고 생산성 소비자 제품 주형 조립체(예컨대, 등급 101-102의 성형기에 사용되는 주형 조립체)는 냉각 복잡도 레벨 0의 주형 조립체를 사용하지 않는다.

[0052]

이제 도 5a 내지 도 5e로 가면, 냉각 복잡도 레벨 1의 주형 조립체(328)의 다양한 실시 형태들(및/또는 주형 조립체 내의 지지 플레이트의 다양한 실시 형태들)이 도시되어 있다. 주형 조립체(328)는 제1 측부(372) 및 제2 측부(374)를 갖는 주형(370)을 포함할 수 있다. 제1 측부(372) 및 제2 측부(374)는 사이에서 주형 공동(376)을 형성한다. 제1 측부(372)는 제1 지지 플레이트(378)에 의해 지지될 수 있고 제2 측부(374)는 제2 지지 플레이트(380)에 의해 지지될 수 있다. 제1 및 제2 지지 플레이트(378, 380)들은 성형 공정 동안에 제1 및 제2 측부(372, 374)들을 이동시키도록 작동되는 프레스(도시되지 않음)에 부착될 수 있다. 하나 이상의 냉각 라인(38

2)들이 지지 플레이트(378, 380)들 중 하나 이상에 형성될 수 있다. 제1 및 제2 측부(372, 374)들이 높은 열전도성의 재료로부터 만들어지기 때문에, 열은 제1 및 제2 측부(372, 374)들로부터 지지 플레이트(378, 380)들로, 허용 가능한 시간량 내에 주형 공동(376) 내의 플라스틱을 냉각시키기에 충분한 속도로 유동한다.

[0053] 지지 플레이트(378, 380)들은 지지 플레이트(378, 380)로부터 멀리 주형(370)을 향해 외향 연장하는 지주(post)들 또는 다른 돌출부(381)들을 포함할 수 있다. 냉각 라인(382)들은 주형(380)을 위한 코어를 형성할 수 있는 지주(381)들 내로 연장될 수 있다. 지주(381)들은 주형(370) 내의 리세스(recess)들과 함께 끼워맞춤되도록 구성되어, 주형 공동들을 형성할 수 있다. 예를 들어, 도 7의 실시 형태의 돌출부는 냉각 라인(382)과 함께 사용될 수 있고, 돌출부는 도 5b의 실시 형태의 지주(381)들 중 임의의 지주 내부로 연장되도록 구성될 수 있다. 지주(381)들 중 임의의 지주는 도 5b에 도시된 바와 같이 원통형이거나, 테이퍼형이거나, 주형 코어 또는 주형 공동으로서의 끼워맞춤을 위한 임의의 편리한 크기의 임의의 다른 작용 가능한 형상이도록 구성될 수 있다. 지주(381)들 중 임의의 지주는 주형 수용 플레이트 또는 주형(380)의 외측 표면 상에 부분적으로 또는 완전히 안착되도록, 또는 주형 수용 플레이트 또는 주형(380)의 외측 표면 내의 리세스 또는 구멍 내로 연장되도록 구성될 수 있다.

[0054] 도 5b에서 냉각 라인의 돌출부, 지주(381) 및 주형(370)은 일체형 구조체로서, 또는 영구 결합된 요소들의 구조체로서, 또는 상호 교체 가능한 요소들의 구조체로서 임의의 작용 가능한 조합으로 함께 구성될 수 있다. 예로서, 도 7의 돌출된 냉각 라인 및 지주(381)는 함께 상호 교체 가능한 보스(boss)를 형성할 수 있고, 이는 주형 및/또는 주형 수용 플레이트 내로 제거 가능하게 연결될 수 있고, 따라서 그 주형 또는 플레이트의 냉각 라인 내로 연결될 수 있다. 다른 예로서, 도 7의 돌출된 냉각 라인은 다양한 주형들을 위하여 다양한 크기들 및 형상들의 지주들로 상호 교체 가능하도록 구성될 수 있고, 그리고 돌출된 냉각 라인이 그러한 지주로부터 제거 가능하게 연결될 때, 이는 변경 동안 냉각 라인(들) 및 수용 플레이트(들)를 제거할 필요 없이 하나의 주형으로부터 다른 주형으로 성형기를 신속히 교체할 수 있는 능력에 의해 성형 공정에서 추가적인 유연성의 정도를 제공한다.

[0055] 특정 예로서, 지주(381) 및 주형(370) 내의 공동은, 성형되는 부품의 전체 기하학적 형상이 지주(381)에 의해 형성된 주형 공동 내에서 유지될 수 있도록 크기설정되고 위치설정될 수 있다. 이러한 방식으로, 공동의 성형 표면들은 연속적일 수 있고, 어떠한 보조선(witness line)도 성형되는 부품 상에 존재하지 않을 것이며, 이는 심미적 및 디자인 이점을 제공한다. 선택적으로, 주형 공동은 성형 표면들을 위한 필요한 높이를 생성하도록 크기설정될 수 있고/있거나 적층 가능한 플레이트들과 함께 위치설정될 수 있고/있거나, 주형은 공동과 코어 사이에 장착되고 기계식 또는 유압식 작동을 가질 수 있는 이동 가능한 슬라이드 플레이트(때때로 스트리퍼 플레이트로 불림)와 함께 구성될 수 있다. 또한, 이러한 특정 예는 전술된 바와 같이 상호 교체 가능한 부품들과 함께 사용될 수 있다.

[0056] 주형(370)은 주형이 지주(381)들 주위에(도 5b), 내부에(도 5c), 또는 상부에(도 5d 및 도 5e)에 맞춤될 수 있도록 상호보완적인 특징부를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 냉각 라인(382)은 주형(370) 내로 또는 제1 및 제2 주형 측부(372, 374)들 내로 냉각 라인(382)을 연장시키지 않고서 주형 공동에 더 가깝게 위치될 수 있다. 그 결과, 지지 플레이트(378, 380)들은 다양한 상이한 주형 공동 형상들을 갖는 주형들을 수용할 수 있다. 따라서, 주형은 제1 및/또는 제2 측부(372, 374)들 내로 통합된 냉각 라인 없이 형성될 수 있는데, 이는 주형(370)의 제조비용을 감소시킨다.

[0057] 종래의 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형 조립체는 냉각 복잡도 레벨 1의 주형 조립체를 사용하지 않는데, 그 이유는 그러한 주형 조립체는 두 가지의 높은 경도의 낮은 열전도율 재료들에 의해 형성된 주형 공동 내부에서 플라스틱을 적절하게 냉각하지 못하기 때문이다. 냉각 복잡도 레벨 1의 주형 조립체는, 냉각 라인(382)을 형성하는 데 하나 초과의 기계가공 축이 요구될지라도, 지지 플레이트(378, 380)들 내부에 모든 능동형 냉각 라인(382)들을 수용하는 것으로서 정의된다. 도 5a 내지 도 5e의 예에서, 주형은 스택 주형, 큐브 주형, 셔틀 주형, 헬리콥터 주형, 회전 플래튼(platten)을 갖는 주형, 또는 필요한 경우 생산성을 높이기 위한 다른 다중-공동 주형일 수 있다.

[0058] 이제 도 6으로 가면, 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체(328)가 도시되어 있다. 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체(328)는, 도 6의 실시 형태의 냉각 라인(382)이 적어도 하나의 지지 플레이트(378, 380)를 통해 그리고 적어도 하나의 주형 측부(372, 374) 내로 연장되는 것(즉, 지지 플레이트(378, 380)들을 통해서만 연장되는 냉각 라인(382)과는 대조적임)을 제외하고는, 도 5의 냉각 복잡도 레벨 1의 주형 조립체(328)와 동일하다. 냉각 라인(382)들은 종단부(384)들을 갖는다. 그러나, 각각의 냉각 라인(382)은 단일 기계가공 축을 따라

기계가공된다.

[0059] 냉각 라인(382)은 도 7에 더 상세히 도시된 바와 같이, 배풀(386)을 포함하는 돌출부를 형성하도록 외향으로 연장되어, 냉각 라인(382)을 통한 냉각 유체 유동을 용이하게 할 수 있다. 도 7의 대안적인 실시 형태에서, 배풀(386)은 돌출부를 통해 그리고 그 내부로 외향 연장되는 나선형 공동으로 대체될 수 있고, 따라서 냉각 유체는 돌출부의 베이스의 일 측부에서 나선형 공동을 통해 베이스의 다른 측부 밖으로 유동할 수 있다. 도 7의 다른 대안적인 실시 형태에서, 배풀(386)은 돌출부를 통해 그리고 그 내부로 외향 연장되는 버블러 공동(bubbler cavity)으로 대체될 수 있고, 따라서 냉각 유체는 돌출부의 내부 주위를 유동할 수 있다.

[0060] 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체는 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기(즉, 등급 101-102의 사출 성형기)에 사용되지 않았는데, 그 이유는 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체는 주형 공동의 주형 표면에 근접하여 냉각 라인을 기계가공할 정도로 충분한 유연성을 갖지 못하고, 따라서 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체는 높은 경도의 낮은 열전도율 주형을 갖는 종래의 높은 생산량의 주형 조립체에 대해 적절한 냉각을 제공하지 못하기 때문이다.

[0061] 이제 도 8로 가면, 냉각 복잡도 레벨 3의 주형 조립체(328)의 실시 형태가 도시되어 있다. 냉각 복잡도 레벨 3의 주형 조립체(328)는 적어도 2개의 상이한 기계가공 축들을 갖는 냉각 채널(382)들에 의해 정의된다. 적어도 하나의 냉각 라인(382)이 2개의 상이한 기계가공 축들 및 종단부를 포함할 수 있다. 더 구체적으로, 냉각 라인(382)은 굽힘부(bent) 또는 전환부(turn)를 가질 수 있다. 예를 들어, 냉각 라인(382)은 주형 조립체(328)의 개폐 스트로크(S)에 실질적으로 평행한 제1 기계가공 축 및 제1 기계가공 축에 대해 각을 이루는 제2 기계가공 축을 포함할 수 있다. 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체와 같이, 냉각 복잡도 레벨 3의 주형 조립체는 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기(예컨대, 등급 101-102의 사출 성형기)에는 사용되지 않았는데, 그 이유는 레벨 3의 냉각 복잡도는 주형 공동의 주형 표면에 근접하여 냉각 라인을 기계가공할 정도로 충분한 유연성을 갖지 못하고, 따라서 냉각 복잡도 레벨 3의 주형 조립체는 높은 경도의 낮은 열전도율 주형을 갖는 종래의 높은 생산량의 주형 조립체에 대해 적절한 냉각을 제공하지 못하기 때문이다.

[0062] 이제 도 9로 가면, 냉각 복잡도 레벨 4의 주형 조립체(328)가 도시되어 있다. 냉각 복잡도 레벨 4의 주형 조립체(328)는 복수의 냉각 라인(382)들, 종단부(384)를 갖는 제1 냉각 라인(382a), 및 종단부 없이 관통-보어인 제2 냉각 라인(382b)을 포함한다. 제1 냉각 라인(382a)은 지지 플레이트(378)로부터 제1 주형 측부(372) 내로 연장되고, 제2 냉각 라인(382b)은 제1 주형 측부(372)를 통해 연장된다. 제1 냉각 라인(382a)을 위한 기계가공 축은 제2 냉각 라인(382b)을 위한 기계가공 축과는 상이하다. 다시 말하면, 냉각 라인(382)은 형성을 위해 적어도 2개의 상이한 기계가공 축들을 갖는다. 냉각 복잡도 레벨 4의 주형 조립체는 아주 간단한 주형 공동 기하학적 형상을 갖는 주형 조립체를 구비하는 일부 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기(예컨대, 등급 101-102의 사출기)에 사용되어 왔다.

[0063] 이제 도 10으로 가면, 냉각 복잡도 레벨 5의 주형 조립체(328)가 도시되어 있다. 냉각 복잡도 레벨 5의 주형 조립체(328)는 2개의 상이한 기계가공 축들을 갖는 관통-보어인 제1 냉각 라인(382)을 포함한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 제1 냉각 라인(382)은 서로에 대해 각을 이루고 접합부 또는 전환부(394)에서 만나는 제1 섹션(390) 및 제2 섹션(392)을 포함한다. 주형 부품 내의 내부 위치에서 만나야 하는 2개의 상이한 축들에 의해 제1 냉각 라인(382)을 기계가공하는 것은 큰 정밀도를 요구하고, 따라서 더 큰 제조 시간과 함께 더 고가의 장비를 요구한다. 그러나, 냉각 복잡도 레벨 5의 주형 조립체(328)는 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기(예컨대, 등급 101-102의 사출 성형기)에 사용되었는데, 그 이유는 냉각 복잡도 레벨 5의 주형 조립체가 냉각 라인 배치에 더 큰 맞춤화를 허용하기 때문이다. 따라서, 냉각 라인은 더 적은 복잡도를 갖는 냉각 복잡도의 주형 조립체에서보다 주형 공동에 더 근접하여 배치될 수 있다. 그 결과, 더 복잡한 냉각 복잡도의 주형 조립체는 높은 경도의 낮은 열전달율 재료로 만들어진 종래의 사출 주형에서 발견되는 낮은 열전도율의 단점을 적어도 부분적으로 상쇄할 수 있다.

[0064] 이제 도 11로 가면, 냉각 복잡도 레벨 6의 주형 조립체(328)가 도시되어 있다. 냉각 복잡도 레벨 6의 주형 조립체(328)는 적어도 하나의 능동적으로 냉각되는 동적 성형 부품(398)을 또한 포함하는 냉각 복잡도 레벨 1 내지 5의 주형 조립체이다. 동적 성형 부품(398)에 냉각 채널을 형성하는 것은 큰 정밀도를 요구한다. 더욱이, 능동적으로 냉각되는 동적 성형 부품(398)은 주형 조립체(328)의 작동 동안에 동적 성형 부품(398)과 함께 이동하는 복잡한 유동 기구를 필요로 한다. 냉각 복잡도 레벨 6의 주형 조립체는 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기(예컨대, 등급 101-102의 사출 성형기)에 사용되고 있다.

[0065] 이제 도 12로 가면, 냉각 복잡도 레벨 7의 주형 조립체(328)가 도시되어 있다. 냉각 복잡도 레벨 7의 주형 조

립체(328)는 적어도 하나의 형상적응형 냉각 공동(399)을 포함하는 냉각 복잡도 레벨 2 내지 6의 주형 조립체이다. 형상적응형 냉각 공동(399)은 최대 능동 냉각을 제공하기 위하여 주형 공동의 윤곽을 적어도 부분적으로 상호보완한다. 형상적응형 냉각 공동(399)은 비-선형, 비-동축, 및/또는 비-평면이다. 형상적응형 냉각 공동(399)은 형성하는 데 복잡한 기계류를 필요로 한다. 부가적으로, 형상적응형 냉각 공동(399)은 형성하는 데 상당한 시간량이 걸린다. 그 결과, 냉각 복잡도 레벨 7의 주형 조립체는 아주 고가이고, 일반적으로 아주 복잡한 부품의 기하학적 형상을 갖는 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기를 위해 마련된다.

[0066] 본 명세서에서 설명된 간이화된 냉각 시스템은 도 13에 도시된 바와 같은 큐브 주형 조립체(428)를 갖는 사출 성형기와 같은 사실상 임의의 유형의 종래의 사출 주형 내로 포함될 수 있다.

[0067] 일반적으로 말하면, 본 발명의 낮은 일정한 압력의 사출 성형기는 위에서 논의된 바와 같이 높은 열전도율을 갖는 재료로부터 제조된 주형 및/또는 주형 조립체를 포함한다. 이러한 높은 열전도율은 개시된 낮은 일정한 압력의 사출 성형기, 주형 및 주형 조립체가 사실상 임의의 부품 기하학적 형상에 대해 냉각 복잡도 레벨 3 이하의 주형 조립체를 사용하여 성형되는 부품들을 냉각시키게 한다. 바람직하게는 냉각 복잡도 레벨 2의 주형 조립체가 성형되는 부품을 냉각하기 위해 사용될 것이다. 더 바람직하게는 냉각 복잡도 레벨 1의 주형 조립체가 성형되는 부품을 냉각하기 위해 사용될 것이다. 일부 부품 기하학적 형상에 대해, 냉각 복잡도 레벨 0의 주형 조립체가 심지어 사용될 수 있다. 높은 경도의 낮은 열전도율 재료로부터 만들어진 종래의 사출 주형을 위해 더 복잡한 냉각 시스템이 요구되는 극도로 높은 생산량의 소비자 제품 사출 성형기(예컨대, 등급 101-102의 사출 성형기)에서도 냉각 복잡도 레벨 3 이하의 주형 조립체가 사용될 수 있다. 그 결과, 개시된 낮은 일정한 압력 사출 주형과 주형 조립체 및 따라서 사출 성형기는 제조하기에 덜 고가이면서, 덜 복잡한 냉각 시스템의 이용 가능성에 적어도 부분적으로 기인하여 주형 사이를 시간을 감소시키고 주형 생산성을 증가시킨다.

[0068] 높은 열전달을 재료로 만들어진 주형의 추가적인 이점은 종래의 주형에서보다 사출 성형 공정 동안 주형에 대한 온도 프로파일이 더욱 균일하다는 것이다. 다시 말하면, 주형 내부에서 지점에 따른 온도 변동이 적다. 그 결과, 높은 열전도율을 갖는 주형 내에서 제조된 부품은 종래 주형에서 제조된 부품보다 더 적은 내부 응력(및 더욱 균일한 결정질 구조)을 갖는다. 이러한 낮은 내부 응력 및 더 균일한 결정도는 보다 낮은 비율의 부품 휨을 초래한다. 종래의 주형에서, 주형 공동은 종종 불균일한 온도 구배로 인한 부품 휨을 상쇄하도록 설계되며, 이는 종래의 주형 조립체의 비용 및 복잡성을 부가한다. 특정 상쇄를 완결하는 것은 보통 반복되고 시간 소모적인 시험 과정을 필요로 한다. 높은 열전도율 주형에서, 주형 공동은 성형되는 부품이 더욱 균일한 냉각으로 인해 내부 응력이 더욱 균일하기 때문에 심각한 양의 휨을 겪지 않으므로 휨을 상쇄하도록 설계될 필요가 없다. 따라서, 종래의 주형의 설계에서 이용되는 반복적 상쇄 과정을 피하여, 제조 비용 및 시간을 더욱 감소시킬 수 있다.

시험 데이터

[0069] 종래의 높은 경도의 낮은 열전도율 주형의 표준 냉각 시스템과 높은 열전도율 주형의 간이화된 냉각 시스템 사이의 온도 및 열 유량의 차이를 나타내기 위하여 몇몇 상이한 주형 구성들의 컴퓨터 분석을 행하였다. 사용된 컴퓨터 프로그램은 마그마 코포레이션즈(Magma Corporations)에 의해 만들어진 시그마소프트(SigmaSoft) 버전 4.8이었다. 종래의 냉각 시스템 및 각각의 시험에 대한 이상화된 냉각 시스템을 모델링하는 데 사용된 높은 경도의 낮은 열전도율 재료는 P20 강이었다. 간이화된 냉각 시스템을 모델링하는 데 사용된 높은 열전도율 재료는 QC10 알루미늄, 구리 및 몰드 맥스(Mold Max)(등록상표)였다.

실시예 #1

[0070] 제1 실시예 주형의 시험에서, 직사각형 주형의 컴퓨터 모델을 사용하였다. 직사각형 주형을 5개의 상이한 조건들 하에서 모델링하였다. 첫째로, "이상적" 조건을 모델링하였다. 이상적 조건은 성형 표면으로부터 5 mm에 위치된 완전한 형상적응형의 냉각 채널을 포함하였다. 이상적 조건은 오늘날 존재하는 임의의 실제 냉각 시스템보다 더 양호한 것으로 간주되고, 주어진 주형 공동에 대한 이론적인 최대 냉각량을 생성하는 것으로 간주될 수 있다.

[0071] 제2 조건으로, 이상적 냉각 채널을 여전히 완전한 형상적응형임을 유지하면서 주형 표면으로부터 7.5 mm로 컴퓨터 모델에서 이동시켰다. 당업자는, 완전한 형상적응형인 냉각 채널이 모든 면에서 연속이라면 주형 표면들이 냉각 채널에 의해 주형의 나머지로부터 완전히 분리될 것이므로, 완전한 형상적응형인 냉각 채널이 임의의 형상(심지어 아주 간단한 형상)에 대해서 실제로는 불가능하다는 것을 인식할 것이다.

[0072] 제3 조건으로, 이상적 냉각 채널을 여전히 완전한 형상적응형임을 유지하면서 주형 표면으로부터 10 mm로 컴퓨

터 모델에서 이동시켰다. 실제 냉각 채널이 10 mm보다 더 근접하여 기계가공될 수 있지만 완전한 형상적응형이 아닐 것이기 때문에, 제3 조건은 가장 실제적인 냉각 구성을 근사화하는 것으로 간주될 수 있다.

[0075] 제4 조건으로, 이상적 냉각 채널을 여전히 완전한 형상적응형임을 유지하면서 주형 표면으로부터 12.7 cm로 컴퓨터 모델에서 이동시켰다.

[0076] 제5 조건으로, 종래의 냉각 채널을 성형 표면으로부터 5 mm의 거리에서 컴퓨터 모델에서 위치시켰다. 종래의 냉각 채널은 종래의 주형을 위한 실제적인 최상의 경우의 냉각 시스템을 근사화한다. 5 mm는 일반적으로 냉각 채널이 주형 공동 표면에 대해 있게 되는 실제적으로 가능한 근접인 것으로 받아들여진다. 5 mm보다 더 근접하는 것은 플라스틱 사출 동안 냉각 채널의 영역에서 주형 변형의 위험이 있을 것이다.

[0077] 끝으로, 전술된 냉각 복잡도 레벨 0 내지 3의 주형 조립체들 중 하나와 같은 간이화된 냉각 시스템을, 본 명세서에서 설명된 낮은 일정한 압력 사출 성형기에서 주형 및 주형 조립체를 제조하는 데 사용될 재료와 같은 높은 열전도율 재료에서 5 mm, 10 mm 및 15 mm 거리에서 모델링하였다.

[0078] 시험의 결과가 하기 표 1에 요약되어 있는데, 여기서 x-축은 주형 표면으로부터의 거리를 나타내고 y-축은 열 유속(heat flux)을 나타낸다.

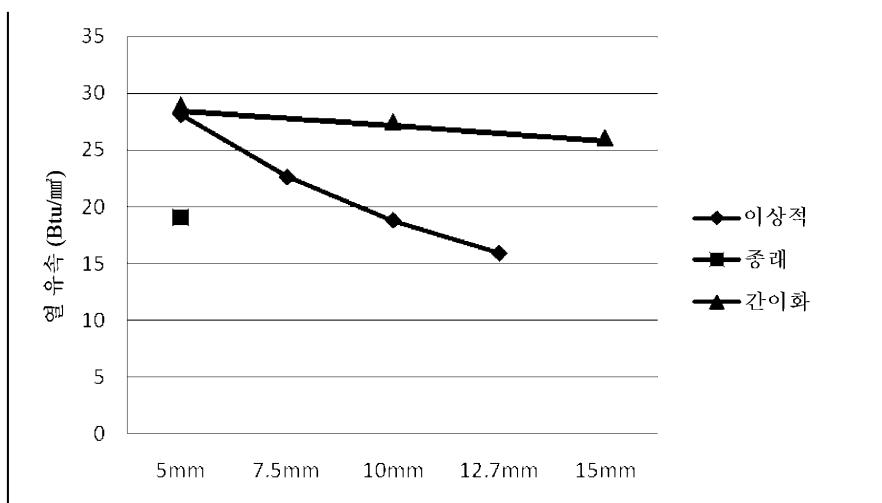
[표 1]

열 유속						
직사각형		5mm	7.5mm	10mm	12.7mm	15mm
이상적		48.69 (W/mK)/mm ² (28.13 BTU/mm ²)	39.18 (W/mK)/mm ² (22.64 BTU/mm ²)	32.56 (W/mK)/mm ² (18.81 BTU/mm ²)	27.54 (W/mK)/mm ² (15.91 BTU/mm ²)	
종래		32.97 (W/mK)/mm ² (19.05 BTU/mm ²)				
간이화		50.16 (W/mK)/mm ² (28.98 BTU/mm ²)		47.63 (W/mK)/mm ² (27.52 BTU/mm ²)		45.21 (W/mK)/mm ² (26.12 BTU/mm ²)

[0080]

표 1에 요약된 데이터가 하기의 차트 1에 차트 형태로 나타나 있다.

[차트 1]



[0083]

[0084] 예상되는 바와 같이, 열 유속은 냉각 채널이 주형 표면으로부터 더 멀리 이동됨에 따라 저하된다. 그러나, 차트 1에 나타낸 바와 같이, 간이화된 냉각 시스템은 5 mm에서 심지어 종래의 주형에서의 이상적 냉각 시스템의 열 유속을 초과한다. 다시 말하면, 간이화된 냉각 시스템은 심지어 종래의 주형에서의 이론적인 최상의 냉각보다 더 양호한 냉각을 제공한다. 더욱이, 간이화된 냉각 시스템을 갖는 주형을 통한 열 유속은 주형 표면으로부

터 거리를 증가시킴에 따라 빠르게 떨어지지 않았다. 간이화된 냉각 시스템의 이러한 특징은 냉각 채널이 종래의 주형에서보다 주형 공동 표면으로부터 더 멀리 위치되게 하는데, 이는 주형 내부의 더욱 균일한 온도 및 더 적은 열점을 초래한다. 주형 내부의 보다 균일한 온도 분포는 보다 일관되는 성형된 부품으로 이어진다.

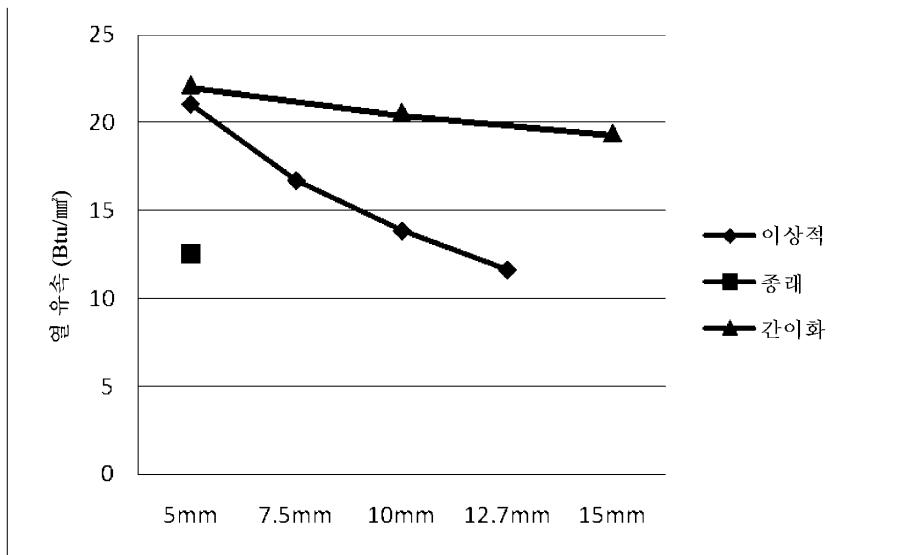
[0085] 유사한 시험들을 원, 정사각형, 직사각형 및 타원형 데오도란트 캡(deodorant cap)을 포함한 다양한 부품 기하학적 형상들에 대해 수행하였다. 시험 결과가 표 2 내지 표 4 및 차트 2 내지 차트 4에서 하기에 나타나 있다.

[0086] [표 2]

열 유속		5mm	7.5mm	10mm	12.7mm	15mm
원		36.4 (W/mK)/mm ² (21.03 BTU/mm ²)	28.92 (W/mK)/mm ² (16.71 BTU/mm ²)	23.97 (W/mK)/mm ² (13.85 BTU/mm ²)	20.18 (W/mK)/mm ² (11.66 BTU/mm ²)	
이상적						
종래		21.72 (W/mK)/mm ² (12.55 BTU/mm ²)				
간이화		38.42 (W/mK)/mm ² (22.2 BTU/mm ²)		35.71 (W/mK)/mm ² (20.63 BTU/mm ²)		33.59 (W/mK)/mm ² (19.41 BTU/mm ²)

[0087]

[0088] [차트 2]



[0089]

[0090]

[표 3]

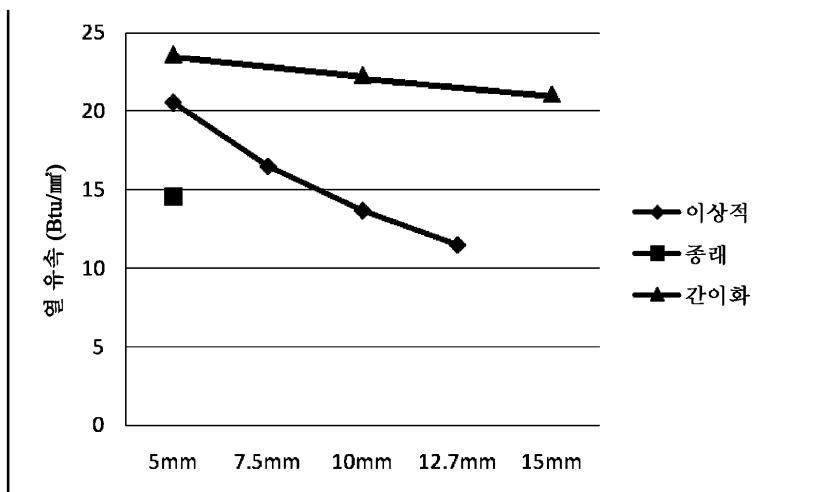
열 유속

정사각형	5mm	7.5mm	10mm	12.7mm	15mm
이상적	35.58 (W/mK)/mm ² (20.56 BTU/mm ²)	28.56 (W/mK)/mm ² (16.5 BTU/mm ²)	23.68 (W/mK)/mm ² (13.68 BTU/mm ²)	19.9 (W/mK)/mm ² (11.5 BTU/mm ²)	
종래	25.18 (W/mK)/mm ² (14.55 BTU/mm ²)				
간이화	40.89 (W/mK)/mm ² (23.63 BTU/mm ²)		38.59 (W/mK)/mm ² (22.3 BTU/mm ²)		36.48 (W/mK)/mm ² (21.08 BTU/mm ²)

[0091]

[0092]

[차트 3]



[0093]

[0094]

[표 4]

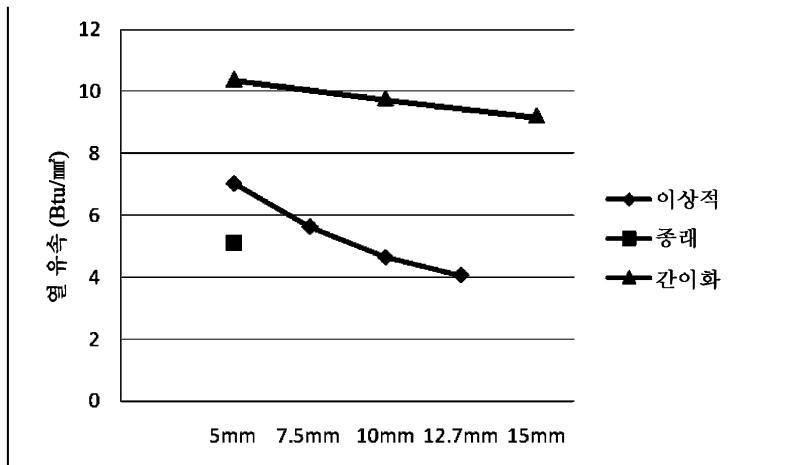
열 유속

데오도란트 캡	5mm	7.5mm	10mm	12.7mm	15mm
이상적	12.18 (W/mK)/mm ² (7.04 BTU/mm ²)	9.74 (W/mK)/mm ² (5.63 BTU/mm ²)	8.05 (W/mK)/mm ² (4.65 BTU/mm ²)	7.04 (W/mK)/mm ² (4.07 BTU/mm ²)	
종래	8.83 (W/mK)/mm ² (5.1 BTU/mm ²)				
간이화	17.99 (W/mK)/mm ² (10.4 BTU/mm ²)		16.93 (W/mK)/mm ² (9.78 BTU/mm ²)		15.94 (W/mK)/mm ² (9.21 BTU/mm ²)

[0095]

[0096]

[차트 4]



[0097]

[0098]

위에서 도시된 직사각형, 정사각형 및 원 형상은 비교적 단순한 형상이지만, 이들 형상은 임의의 실제 실용적 용도를 갖지 않는다. 데오도런트 캡 데이터는 기존의 사출 성형되는 부품, 즉 데오도런트 용기용 캡으로부터의 데이터이다. 데오도런트 캡 시험은 2007년의 시점에서 더 프록터 앤드 갬블 컴퍼니(The Procter & Gamble Company)에 의해 만들어진 시크릿(Secret)(등록상표) 데오도런트 캡을 제조하기 위한 주형 조립체를 모델링하였다. 데오도런트 캡은 비교적 간단한 성형된 부품 기하학적 형상의 예를 나타낸다. 데오도런트 캡은, 비교적 간단한 형상을 유지하지만, 위의 직사각형, 정사각형, 또는 원의 예들보다 더 복잡하다. 데이터를 비교할 때, 본 명세서에 기술된 간이화된 냉각 시스템은 부품 기하학적 형상이 더욱 복잡해질수록 종래의 냉각 시스템에 비해 더 효과적이 된다는 것이 명백하다. 예를 들어, 간이화된 냉각 시스템은 주형 공동 표면으로부터 동일 거리에서 데오도런트 캡에 대해, 열 유속 면에서, 실제의 최상의 종래 냉각의 대략 2배만큼 효율적이다. 더욱이, 15 mm에서, 간이화된 냉각 시스템은 5 mm에서 종래의 냉각 시스템에 비해 대략 80% 더 양호하다. 유사하게, 5 mm에서, 간이화된 냉각 시스템은 5 mm에서 이상화된 냉각 시스템에 비해 대략 47% 더 높은 열 유속을 갖는다. 다시 말하면, 간이화된 냉각 주형 내의 제1 및 제2 주형 측부들을 통한 열 유속은, 간이화된 냉각 라인 및 이상화된 냉각 라인이 주형 공동으로부터 동일 거리에 형성될 때 이상화된 냉각 주형의 제1 및 제2 주형 측부들을 통한 열 유속보다 더 크다. 그 결과, 간이화된 냉각 시스템은 종래의 냉각 시스템에 비해 더 효율적인 냉각을 제공하면서 더 용이하게 제조될 수 있다.

[0099]

본 명세서에 기술되는 간이화된 냉각 시스템에 의해 제공되는 더 효율적인 냉각은 또한 주형 공동 내부에서 보다 균일한 온도 분포를 초래한다. 전술된 동일한 컴퓨터 프로그램(즉, 시그마소프트 v. 4.8)을 사용하여, 주형 공동 내부의 온도 분포를 결정하기 위하여 데오도런트 캡에 대해 시험을 행하였다. 분석에 포함된 구성요소들은 가동 주형 측부 및 고정 주형 측부를 포함하였다. 다수의 천이 열 사이클들을 고려하여 안정 상태 주형 온도 프로파일을 캡처하였다. 각각의 사이클에서, 프로그램은 주형 폐쇄 시간, 냉각 단계, 및 주형 개방 시간을 고려하여, 정상 성형 사이클 동안 천이 열 조건들의 정확한 표시를 산출하였다. 주형 폐쇄 시에, 주형 공동을 218°C의 균일한 용융물 온도에서 중합체 용융물로 충전된 것으로 가정하였다. 냉각 라인을 20°C의 일정하고 균일한 온도에서 유지하였다. 주형 측부들에는 제1 사이클의 시작 시에 30°C의 초기 온도가 주어졌다. 결과가 준-정상 상태에 도달하는 것을 보장하기 위하여 총 16개의 사이클들에 대해 분석을 완료하였다. 다양한 주형 구성요소들 사이의 열적 열전달 계수는 아래에 열거되어 있다.

구성요소 1	구성요소 2	열전달 계수 W/m²K
주형 고정 부품	주형 가동 부품	10,000
주형 고정 및 가동 부품들	중합체 용융물	800
주형 고정 및 가동 부품들	냉각 유체	10,000

[0100]

[0101]

각각의 구성요소의 열적 특성을 설명하기 위해 사용되는 재료 특성은 밀도, 정압(cp)에서의 열용량, 및 열전도율을 포함한다. 각각의 구성요소 재료에 대한 열적 특성이 하기에 요약되어 있다.

성분	밀도 (g/cm ³)	열 용량 J/kgK	열전도율 W/mK
P20 강	7.72	496	26
QC10 알루미늄	2.83	913.9	160
순수 구리	8.9	396	390
몰드 맥스(Mold Max) (등록상표) XL	8.86	393.9	68.9
35 MFI PP FPT350WV3	0.748	2039	0.16

[0102]

[0103]

16번째 사이클의 종료 시에 분석 결과를 평가하였다. 주형 조립체의 가동 측부 및 고정 측부 둘 모두의 공동 표면에서의 최소 및 최대 온도들을 기록하였다. 가동 측부 또는 고정 측부에서 최대 온도 구배를 최대 온도에서 최소 온도를 뺀 것으로서 정의하였는데, 이는 각각의 주형 부품에 대한 열적 균일도의 메트릭(metric)을 제공한다. 고정 측부 상의 어느 곳에서의 최대 온도에서 가동 측부 상의 어느 곳에서의 최소 온도를 뺀 것 그리고 가동 측부 상의 어느 곳에서의 최대 온도에서 고정 측부 상의 어느 곳에서의 최소 온도를 뺀 것으로서 정의되는 주형 벽을 가로지르는 열 구배는 열 균일성의 추가적인 척도를 제공한다.

[0104]

시뮬레이션의 결과가 표 5에서 아래에 요약되어 있다.

고정 측부	이상화 5mm	이상화 10 mm	이상화 15 mm	종래 5mm	종래 10mm	종래 15mm
최대 온도 °C	28.7	33.3	37.4	35.4	38.9	41.7
최소 온도 °C	24.2	26.5	28.8	27.7	30.7	36.2
최대 멘타 °C	4.5	6.8	8.6	7.7	8.2	5.5
가동 측부:						
최대 온도 °C	48.34	67	85.4	58.1	58.5	58.6
최소 온도 °C	26.8	32.4	37.9	31	30	31.7
최대 멘타 °C	21.54	34.6	47.5	27.1	28.5	26.9
벽을 가로지르는 구배 °C	24.14	40.5	56.6	30.4	27.8	22.4

[0105]

고정 측부	간이화 5mm QC 10	간이화 5mm Cu	간이화 5mm 몰드 맥스	간이화 10mm QC 10	간이화 10mm Cu	간이화 10mm 몰드 맥스
최대 온도 °C	23.7	22.5	27.4	24.1	22.9	29.5
최소 온도 °C	22.1	21.5	24.1	22.3	21.7	25.3
최대 멘타 °C	1.6	1	3.3	1.8	1.2	4.2
가동 측부:						
최대 온도 °C	37.6	30.1	53.3	38.4	31.7	57.9
최소 온도 °C	26.1	24.1	28.5	26.9	24.4	29.6
최대 멘타 °C	11.5	6	24.8	11.5	7.3	28.3
벽을 가로지르는 구배 °C	15.5	8.6	29.2	16.1	10	32.6

[0106]

[표 5]

고정 측부	간이화 15mm QC 10	간이화 15mm Cu	간이화 15mm 볼드 맥스
최대 온도 °C	24.8	22.7	29.9
최소 온도 °C	22.9	21.6	26
최대 멜타 °C	1.9	1.1	3.9
가동 측부:			
최대 온도 °C	41.6	34.3	60.9
최소 온도 °C	27.3	24.3	30.5
최대 멜타 °C	14.3	10	30.4
벽을 가로지르는 구배 °C	18.7	12.7	34.9

[0107]

[0108]

위에서 도시된 바와 같이, 주형 공동의 5 mm 내부에 기계가공된 시뮬레이션된 종래의 냉각 시스템은 주형의 고정 측부에서 7.7°C의 온도 멜타 및 주형의 가동 측부에서 30.4°C의 온도 멜타를 초래하였다. 유사하게, 주형 공동의 5 mm 내부에 기계가공된 이상화된 종래의 냉각 시스템(위에서 정의된 바와 같음)은 고정 측부에서 4.5°C 및 가동 측부에서 24.14°C의 온도 멜타를 초래하였다.

[0109]

역으로, 주형 공동의 5 mm 내부로 기계가공된, 본 명세서에서 설명된 바와 같은 시뮬레이션되어진 간이화된 냉각 시스템은 고정 측부에서 1.6°C만 그리고 가동 측부에서 15.5°C만의 온도 멜타를 초래하였다. 주형 공동으로부터 10 mm에 기계가공될 때, 간이화된 냉각 시스템은 고정 측부에서 1.8°C 멜타 및 가동 측부에서 16.1°C 멜타를 초래하였다. 최종적으로, 주형 공동으로부터 15 mm에 기계가공될 때, 간이화된 냉각 시스템은 고정 측부에서 1.9°C 멜타 및 가동 측부에서 18.7°C 멜타를 초래하였다.

[0110]

주형 공동 표면으로부터 5 mm, 10 mm, 또는 15 mm에 기계가공된 간이화된 냉각 시스템은, 주형 공동 표면에서 5 mm에 기계가공된 이상화된 냉각 시스템 내의 개별 주형 측부들과 비교될 때, 고정 측부에서 7% 미만 내지 78% 미만 그리고 가동 측부에서 75% 미만 내지 대략 41% 미만(QC10의 경우)의 온도 멜타인 온도 멜타를 나타낸다는 것이 밝혀졌다.

[0111]

요약하면, 주형 공동으로부터 5 mm에서 밀링된 본 명세서에 기재된 간이화된 냉각 시스템은 5 mm에서의 이상화된 종래 냉각에 비해 78%만큼 그리고 주형의 고정 측부 내의 5 mm에서의 종래의 냉각에 비해 87%만큼 주형 공동 내에서의 온도 멜타를 감소시켰다(따라서, 이상화된 종래 냉각에 대한 간이화된 냉각에 대한 온도 구배의 비는 1 미만이다). 주형의 가동 측부에서, 5 mm에서의 간이화된 냉각 시스템은 5mm에서의 이상화된 종래 냉각에 비교할 때 75%만큼(다시, 이상화된 종래 냉각에 대한 간이화된 냉각에 대한 온도 구배의 비는 1 미만이다) 그리고 5 mm에서의 종래 냉각에 비교할 때 78%만큼 온도 멜타를 감소시켰다. 주형 공동으로부터 더 큰 거리(예컨대, 15 mm)에서 밀링된 경우에서도, 간이화된 냉각 시스템은 고정 측부에서 5 mm에서의 종래 냉각에 비해 85%만큼 그리고 가동 측부에서 5 mm에서의 종래 냉각에 비해 63%만큼 온도 멜타를 감소시켰다. 그 결과, 본 명세서에 기술된 간이화된 냉각 시스템은 주형 공동으로부터 더 큰 거리에서 기계가공될 수 있고, 이는 종래의 냉각 시스템에 대해 우수한 냉각 능력을 여전히 제공하면서 냉각 채널의 기계가공을 더욱 용이하게 함으로써 주형의 제조 비용을 감소시킬 수 있다. 이러한 우수한 냉각 능력 및 더욱 균일한 온도 분포는 주형 생산성을 증가시키면서 동시에 부품 품질을 개선시킨다.

[0112]

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.

[0113]

본 명세서에 예시 및 기술된 제품의 다양한 실시 형태들이 낮은 일정한 압력 사출 성형 공정에 의해 생산될 수 있음이 이제 명백해야 한다. 본 명세서에서 소비자 상품을 포함하는 제품 또는 소비자 상품 자체에 대해 특히 언급되었지만, 본 명세서에 논의된 낮은 일정한 압력 사출 성형 방법은 소비자 상품 산업, 외식업,

운송업, 의료 산업, 완구 산업 등에서 사용하기 위한 제품과 관련하여 사용하기에 적합할 수 있음이 명백해야 한다. 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.

[0114] 본 명세서에서 개시된 실시 형태들 중 임의의 실시 형태의 부분, 부분들 또는 전부는 이하에서 기재된 것들을 포함하는 기술 분야에 공지된 다른 실시 형태의 부분, 부분들 또는 전부와 조합될 수 있다.

[0115] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 5월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "낮은 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 장치 및 방법(Apparatus and Method for Injection Molding at Low Constant Pressure)"(출원인의 케이스: 12127)이며 미국 특허 출원 공개 제2012-0294963 A1호로서 공개된 미국 특허 출원 제13/476,045호에 개시된 바와 같은 낮은 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0116] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 5월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "낮은 일정한 압력의 사출 성형 장치를 위한 대안적 압력 제어(Alternative Pressure Control for a Low Constant Pressure Injection Molding Apparatus)"(출원인의 케이스: 12128)이며 미국 특허 출원 공개 제2012-0291885 A1호로서 공개된 미국 특허 출원 제13/476,047호에 개시된 바와 같은 압력 제어를 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0117] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 5월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "사출 성형 장치를 위한 비-자연적으로 균형화된 공급 시스템("Non-Naturally Balanced Feed System for an Injection Molding Apparatus)"(출원인의 케이스: 12130)이며 미국 특허 출원 공개 제2012-0292823 A1호로서 공개된 미국 특허 출원 제13/476,073호에 개시된 바와 같은 비-자연적으로 균형화된 공급 시스템을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0118] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 5월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 방법(Method for Injection Molding at Low, Substantially Constant Pressure)"(출원인의 케이스: 12131Q)이며 미국 특허 출원 공개 제2012-0295050 A1호로서 공개된 미국 특허 출원 제13/476,197호에 개시된 바와 같은 낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0119] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 5월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 방법(Method for Injection Molding at Low, Substantially Constant Pressure)"(출원인의 케이스: 12132Q)이며 미국 특허 출원 공개 제2012-0295049 A1호로서 공개된 미국 특허 출원 제13/476,178호에 개시된 바와 같은 낮은 실질적으로 일정한 압력에서의 사출 성형을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0120] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 2월 24일자로 출원되고 발명의 명칭이 "높은 열전도율의 공사출 성형 시스템(High Thermal Conductivity Co-Injection Molding System)"(출원인의 케이스: 12361P)인 미국 특허 출원 제61/602,650호에 개시된 바와 같은 공사출 공정을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0121] 본 발명의 실시 형태는, 본 명세서에 참고로 포함된, 2013년 2월 12일자로 출원되고 발명의 명칭이 "간이화된 증발식 냉각 시스템 또는 신종 냉각 유체를 갖는 간이화된 냉각 시스템을 갖는 사출 주형(Injection Mold Having a Simplified Evaporative Cooling System or a Simplified Cooling System with Exotic Cooling Fluids)"(출원인의 케이스: 12453M)인 미국 특허 출원 제13/765,428호에 개시된 바와 같은 간이화된 냉각 시스템을 사용한 성형을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0122] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 5월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "박벽 부품의 실질적으로 일정한 압력 사출 성형을 위한 방법 및 장치(Method and Apparatus for Substantially Constant Pressure Injection Molding of Thinwall Parts)"(출원인의 케이스: 12487)인 미국 특허 출원 제13/476,584호에 개시된 바와 같은 박벽 부품을 성형하기 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0123] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 11월 8일자로 출원되고 발명의 명칭이 "페일 세이프 압력 기구를 갖는 사출 주형(Injection Mold With Fail Safe Pressure Mechanism)"(출원인의 케이스: 12657)인 미국 특허 출원 제13/672,246호에 개시된 바와 같은 페일 세이프 기구를 갖는 성형을 위한 실시 형태

들과 함께 사용될 수 있다.

[0124] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 11월 20일자로 출원되고 발명의 명칭이 "고 생산성 사출 성형기를 작동시키는 방법(Method for Operating a High Productivity Injection Molding Machine)"(출원인의 케이스: 12673R)인 미국 특허 출원 제13/682,456호에 개시된 바와 같은 고-생산성 성형을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0125] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 11월 20일자로 출원되고 발명의 명칭이 "열가소성 중합체 및 수소첨가 피마자유의 조성물을 성형하는 방법(Methods of Molding Compositions of Thermoplastic Polymer and Hydrogenated Castor Oil)"(출원인의 케이스: 12674P)인 미국 특허 출원 제61/728,764호에 개시된 바와 같은 소정 열가소성 물질을 성형하기 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0126] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 2012년 11월 21일자로 출원되고 발명의 명칭이 "사출 주형 시스템을 위한 감소된 크기의 러너(Reduced Size Runner for an Injection Mold System)"(출원인의 케이스: 12677P)인 미국 특허 출원 제61/729,028호에 개시된 바와 같은 러너 시스템을 위한 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0127] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 1998년 3월 17일자로 출원되고 발명의 명칭이 "주형 공동 내로 용융된 재료를 사출하는 방법 및 장치(Method and Apparatus for Injecting a Molten Material into a Mold Cavity)"(출원인의 케이스: 12467CC)인 미국 특허 제5,728,329호에 개시된 바와 같은 성형 공정을 제어하는 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

[0128] 본 발명의 실시 형태들은, 본 명세서에 참고로 포함된, 1998년 2월 10일자로 출원되고 발명의 명칭이 "사출 제어 시스템(Injection Control System)"(출원인의 케이스: 12467CR)인 미국 특허 제5,716,561호에 개시된 바와 같은 성형 공정을 제어하는 실시 형태들과 함께 사용될 수 있다.

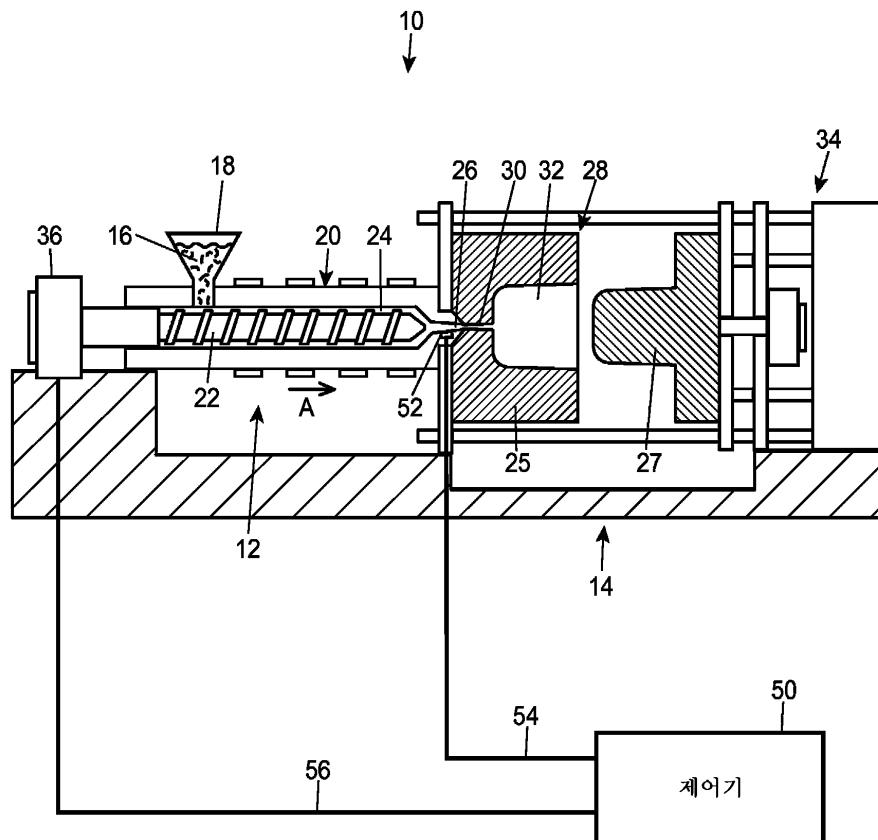
[0129] 본 명세서에 개시된 치수 및 값은, 기재된 정확한 수치 값으로 엄격히 한정하는 것으로 이해되어서는 안된다. 대신에, 달리 지정되지 않는다면, 각각의 이러한 치수는 열거된 값 및 그 값 근처의 기능적으로 동일한 범위 모두를 의미하는 것으로 의도된다. 예를 들어, "40 mm"로 기재된 치수는 "약 40 mm"를 의미하는 것으로 의도된다.

[0130] 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 명세서 내의 용어의 임의의 의미 또는 정의가 참고로 포함된 문헌의 동일한 용어의 임의의 의미 또는 정의와 상충될 경우, 본 명세서 내의 용어에 할당된 의미 또는 정의가 우선할 것이다.

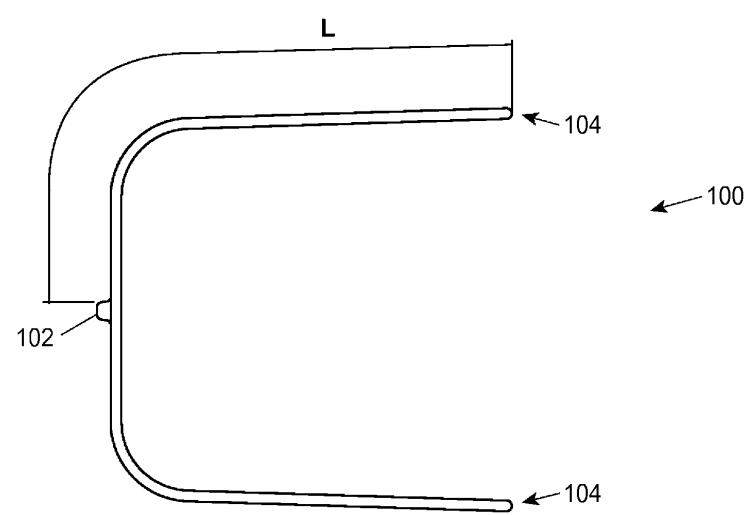
[0131] 본 발명의 특정 실시 형태들이 예시되고 설명되었지만, 다양한 다른 변경 및 수정이 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있음이 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명의 범주 내에 있는 이러한 모든 변경과 수정을 첨부된 특허청구범위에 포함하고자 한다.

도면

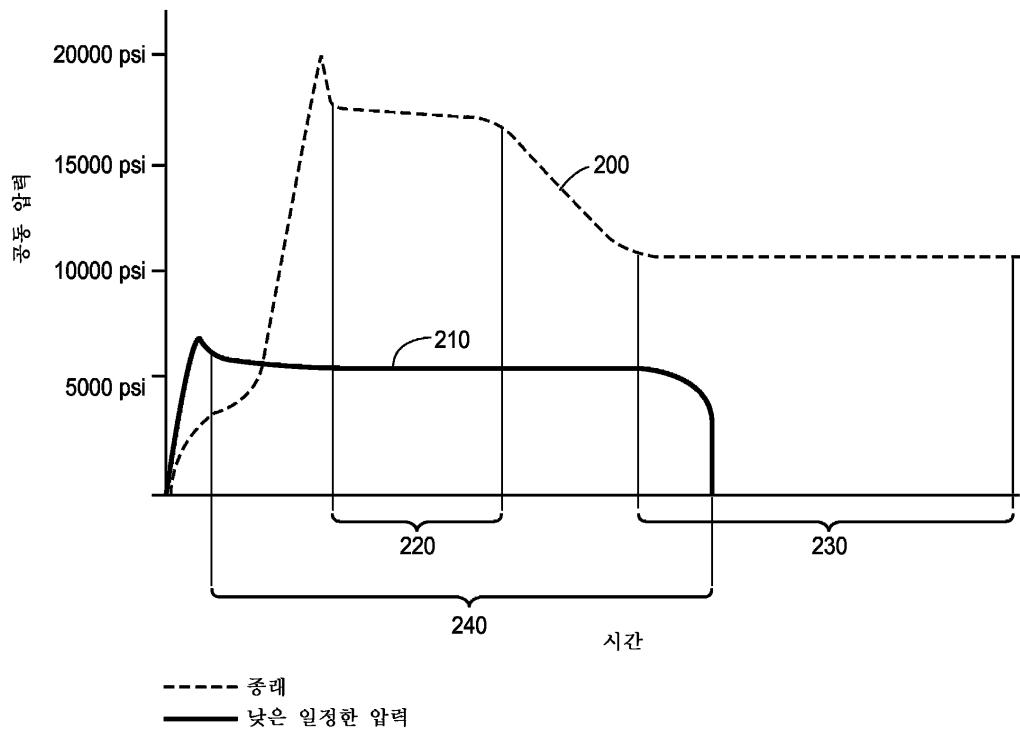
도면1



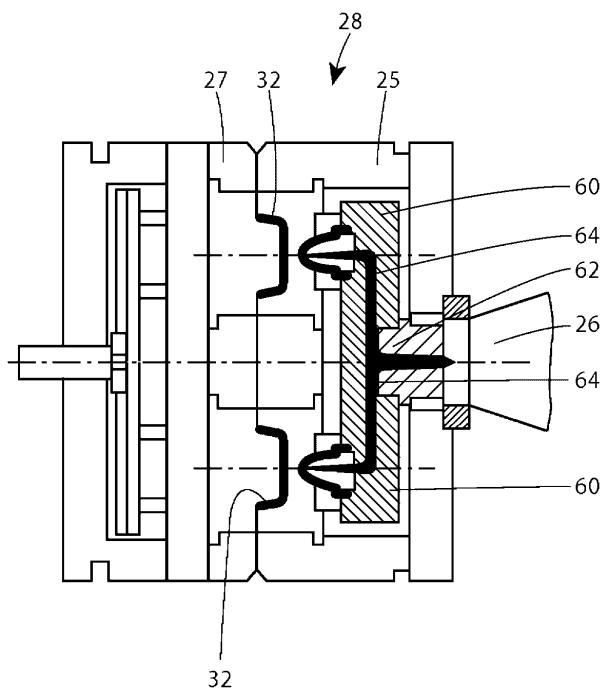
도면2



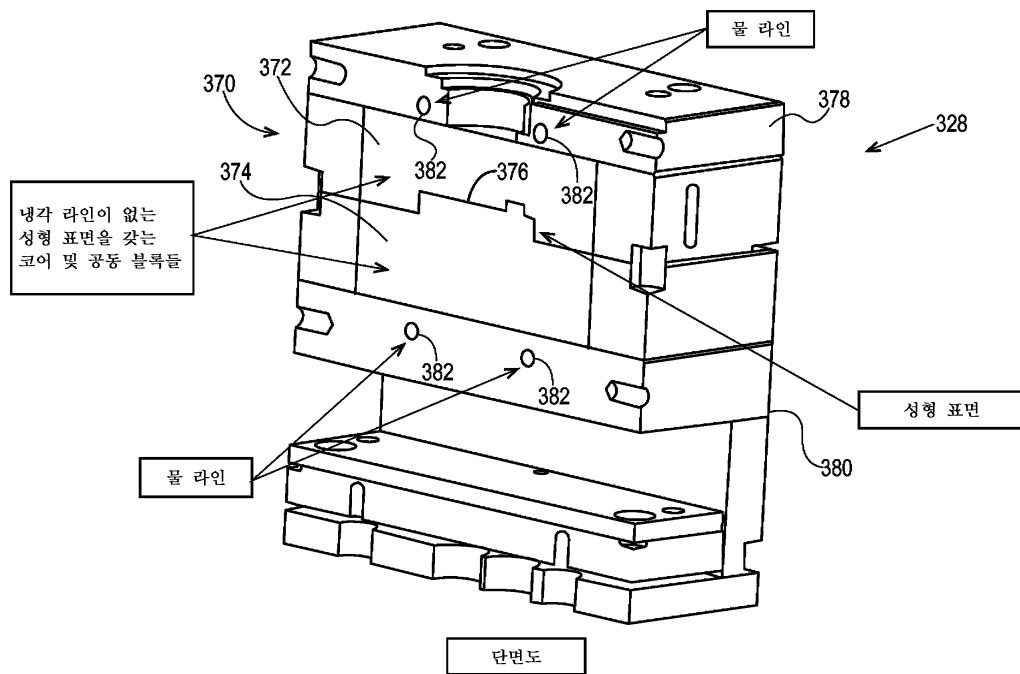
도면3



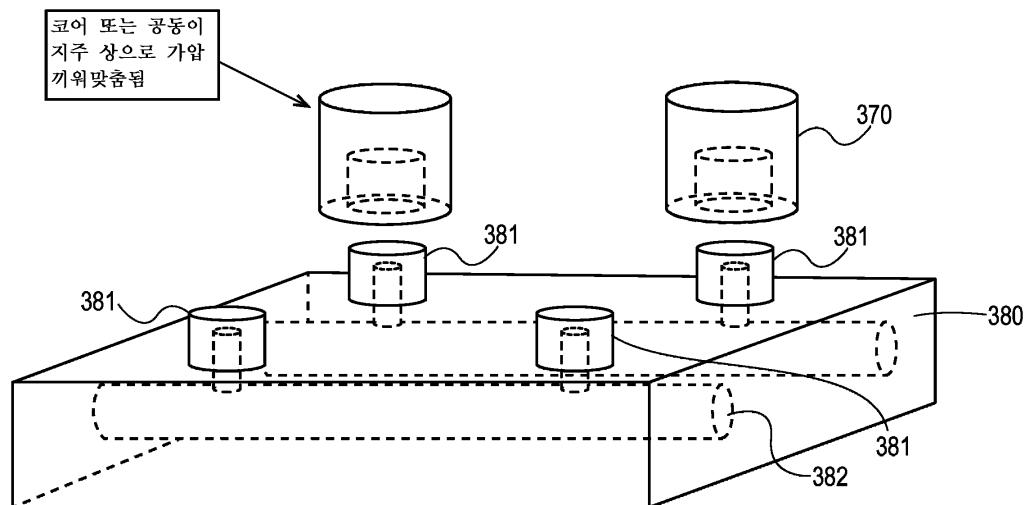
도면4



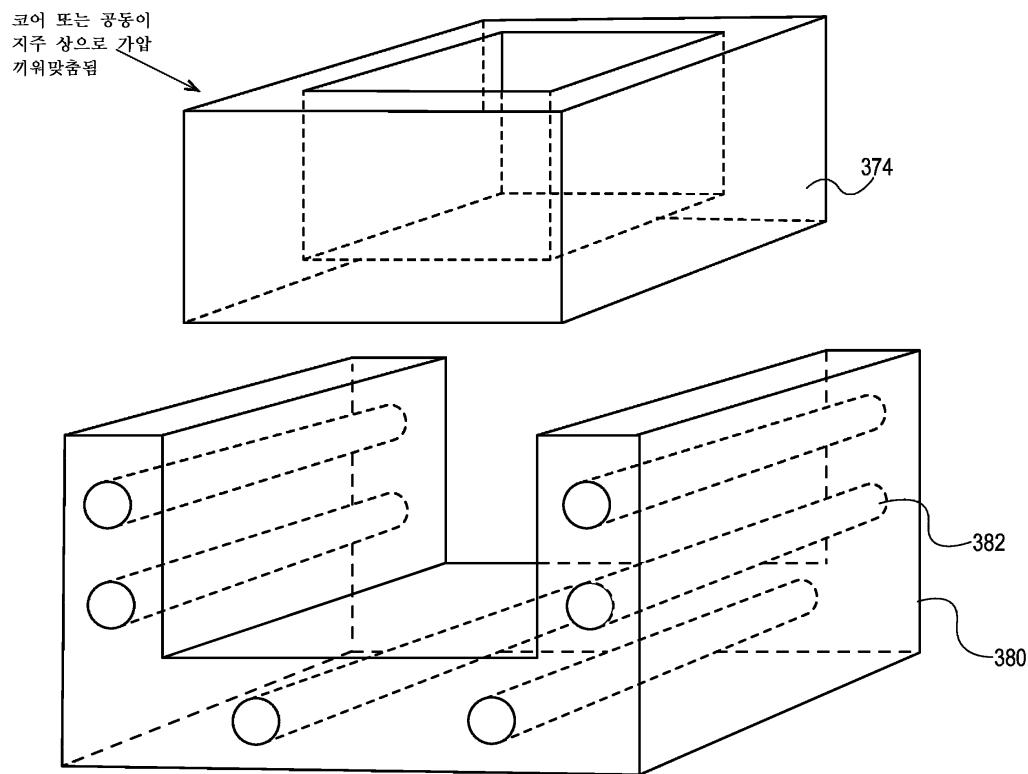
도면5a



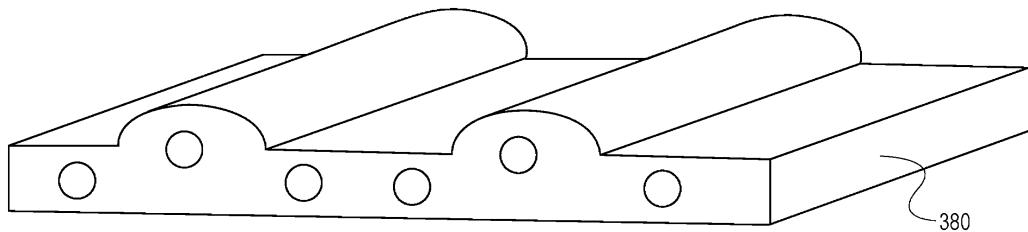
도면5b



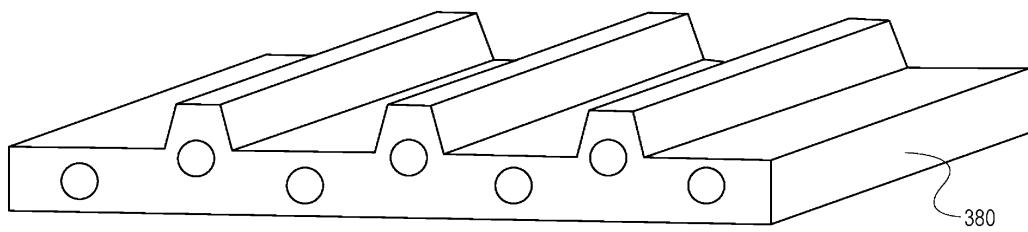
도면5c



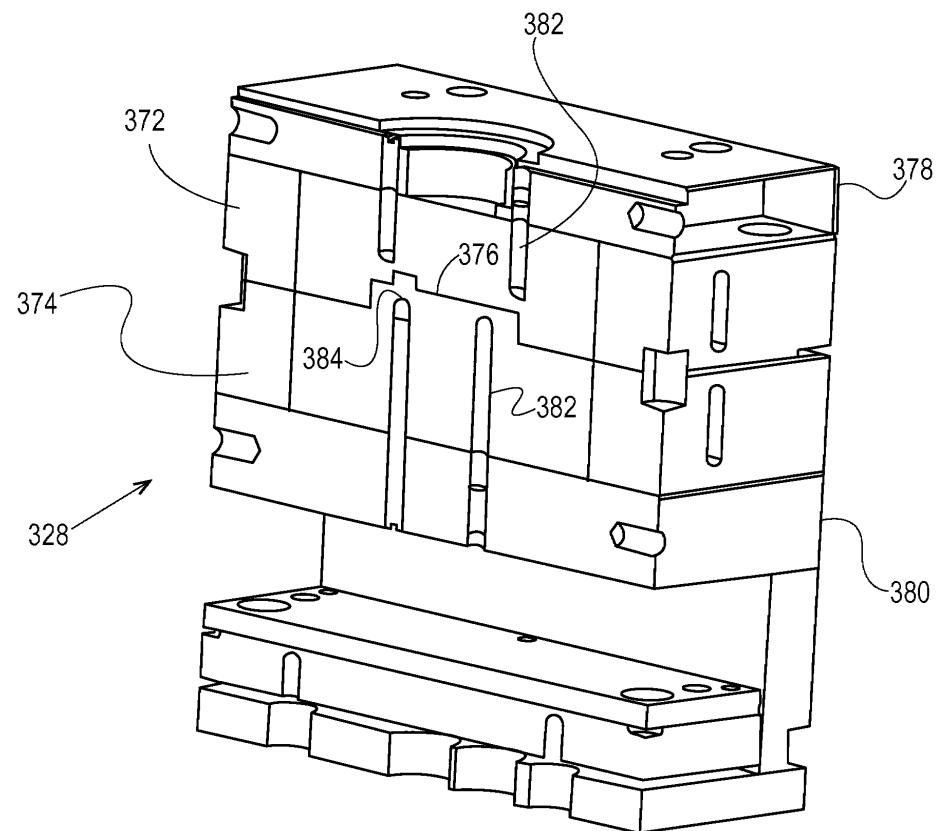
도면5d



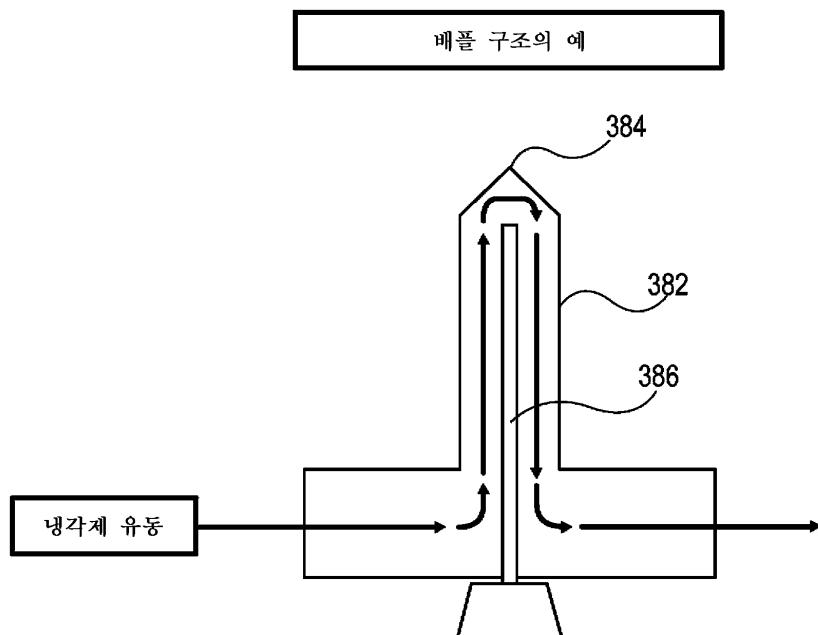
도면5e



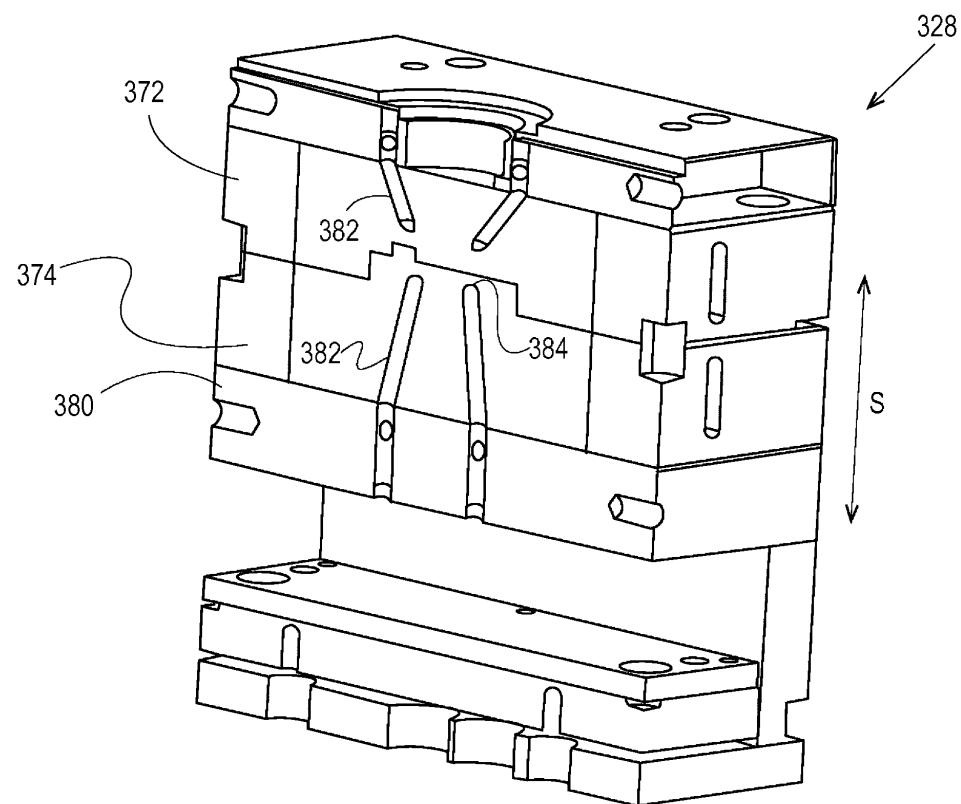
도면6



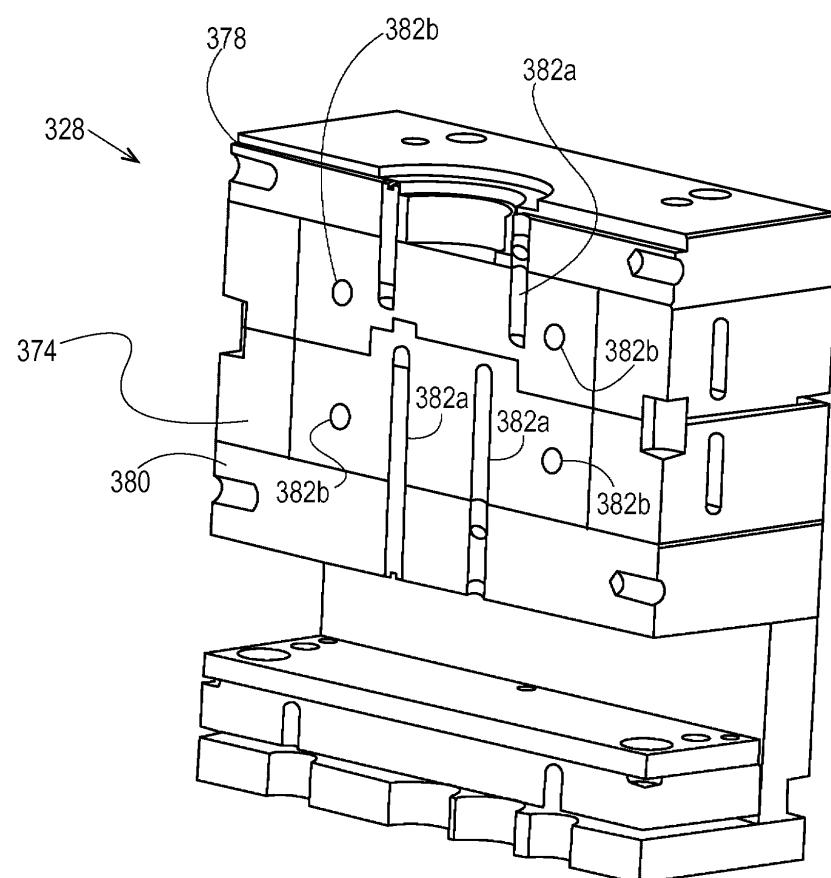
도면7



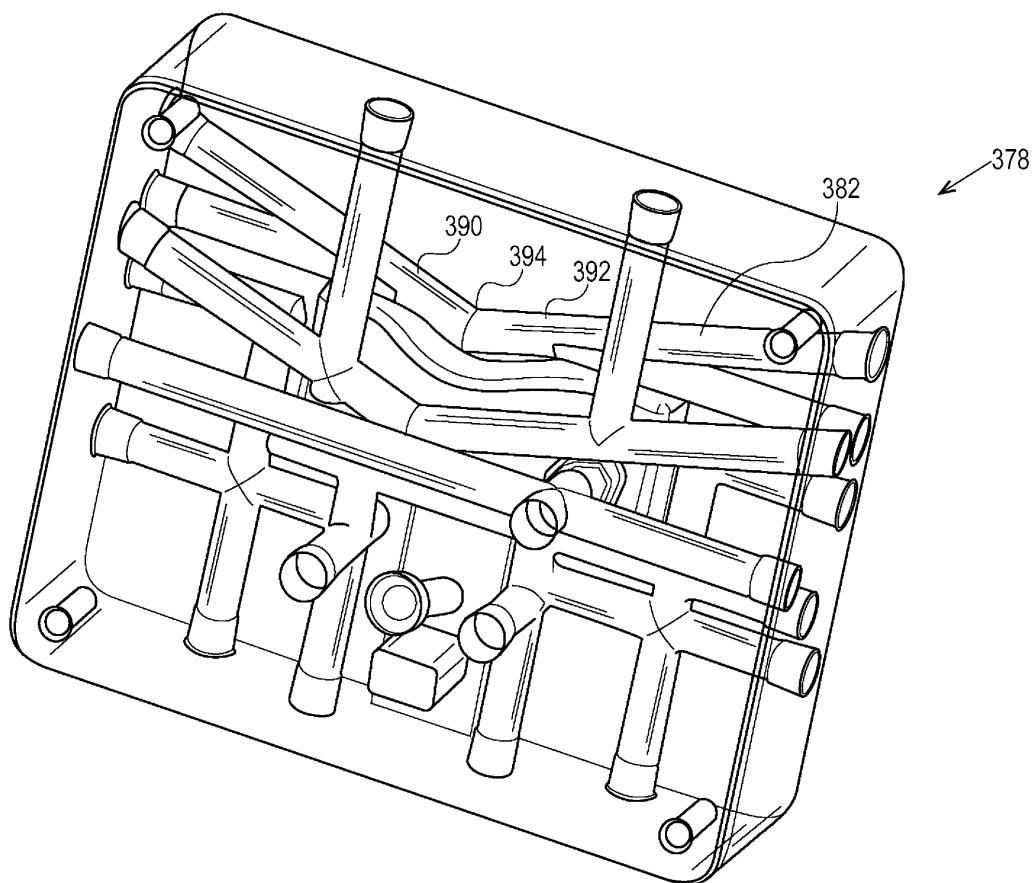
도면8



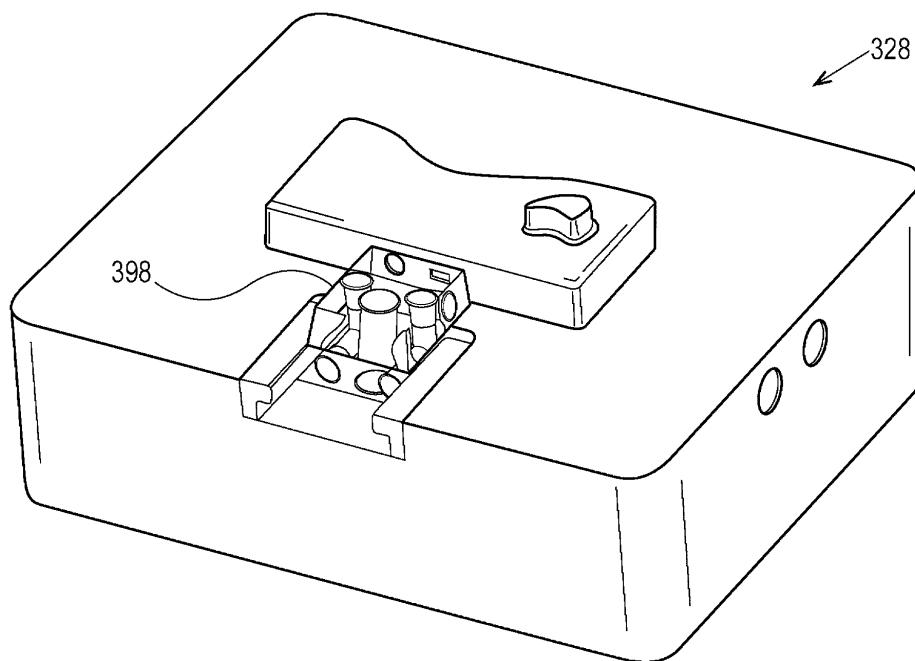
도면9



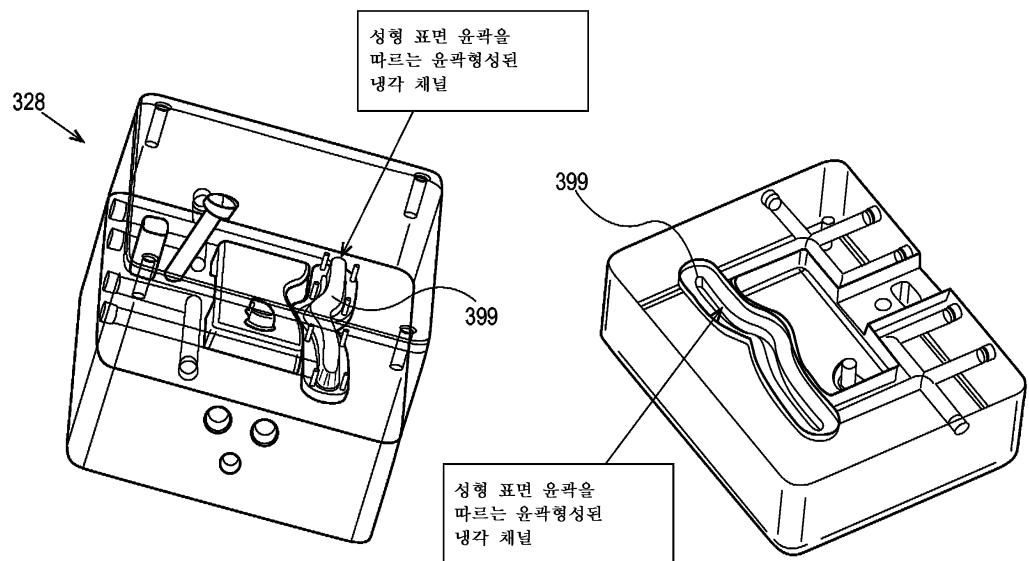
도면10



도면11



도면12



도면13

