



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월15일

(11) 등록번호 10-1798255

(24) 등록일자 2017년11월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 45/77 (2006.01) A61M 5/32 (2006.01)
 B29C 45/00 (2006.01) B29K 105/00 (2006.01)
 B29L 31/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7018661

(22) 출원일자(국제) 2010년12월16일

심사청구일자 2015년11월27일

(85) 번역문제출일자 2012년07월17일

(65) 공개번호 10-2012-0101133

(43) 공개일자 2012년09월12일

(86) 국제출원번호 PCT/US2010/060732

(87) 국제공개번호 WO 2011/075569

국제공개일자 2011년06월23일

(30) 우선권주장

61/287,799 2009년12월18일 미국(US)

61/419,049 2010년12월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP04220334 A

WO2002034017 A2

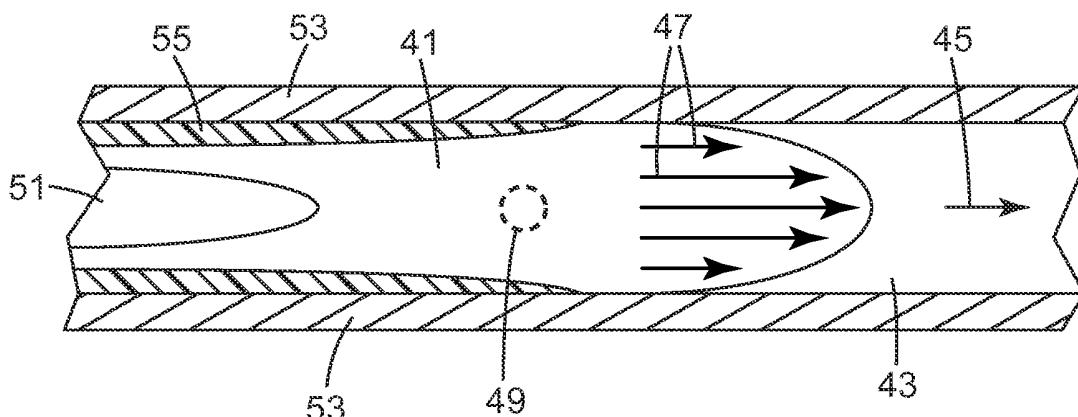
전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 전은재

(54) 발명의 명칭 열방성 액정 중합체의 성형 및 이로부터 제조된 용품

(57) 요 약

메소겐을 포함하는 열방성 액정 중합체(TLCP)를 포함하는 조성물을 성형하는 방법은 주형 공동을 포함하는 주형을 제공하는 단계 - 특징 공동(43)은 미세 특징 챔버를 포함함 - ; 용융된 조성물을 형성하기 위해 조성물을 가열하는 단계; 이동하는 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 미세 특징 챔버(49)를 충전하는 용융된 TLCP 내의 메소겐의 적어도 일부분의 흐름 정렬을 야기하는 흐름 속도로 이동하도록 용융된 조성물로 미세 특징 챔버를 충전하는 단계; 및 미세 특징 챔버 내의 적어도 응고된 TLCP의 메소겐이 이의 흐름 정렬을 유지하도록 용융된 조성물을 응고하는 단계를 포함한다. 성형된 용품은 몸체 및 상기 몸체로부터 돌출되는 3-차원 구조적 특징부를 포함하고, 부 치수를 갖는 미세 특징 요소를 포함하며, 부 치수에 걸쳐서 TLCP 메소겐은 흐름 정렬된 상태이다.

대 표 도 - 도4a

명세서

청구범위

청구항 1

용품을 성형하는 방법으로서:

하나 이상의 열방성 액정 중합체(thermotropic liquid crystalline polymer, TLCP)를 포함하는 조성물을 제공하는 단계 - TLCP는 복수의 메소겐을 포함함 - ;

주형 공동을 포함하는 주형을 제공하는 단계 - 주형 공동은 하나 이상의 특징 공동을 포함하고, 각각의 특징 공동은 최대 100 마이크로미터의 부 치수를 갖는 하나 이상의 미세 특징 챔버를 포함함 - ;

용융된 TLCP를 포함하는 용융된 조성물을 형성하기 위해 조성물을 가열하는 단계;

몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물이 대응하는 용융된 TLCP 내의 메소겐의 적어도 일부의 흐름 텁블링을 야기하는 제1 흐름 속도로 이동하도록 그리고 하나 이상의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물이 제1 흐름 속도보다 빠르고 이동하는 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 대응하는 용융된 TLCP 내의 메소겐의 적어도 일부분의 흐름 정렬을 야기하는 제2 흐름 속도로 이동하도록, 소정 양의 용융된 조성물로 주형 공동 및 하나 이상의 특징 공동을 충전하는 단계; 및

하나 이상의 미세 특징 챔버 내의 적어도 응고된 TLCP의 메소겐이 이의 흐름 정렬을 유지하도록 용융된 조성물을 응고하는 단계를 포함하는 용품을 성형하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 제1 흐름 속도는 108 mm/s 이하인 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 하나 이상의 미세 특징 챔버는 100 nm 내지 20 마이크로미터 이하의 범위인 부 특징 치수를 갖는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 제1 흐름 속도와 제2 흐름 속도간의 차이는 12.7 mm/s 이상인 방법.

청구항 5

제1항, 제2항 또는 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 미세 특징 챔버 내에서 응고된 TLCP의 메소겐은 0.4 초과 내지 최대 1.0 범위인 이방성 인자에 의해 하나 이상의 미세 특징 챔버를 충전하는 이동하는 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 분자 정렬되는 방법.

청구항 6

몸체, 및 상기 몸체와 통합되고 이로부터 돌출되는 하나 이상의 3-차원 구조적 특징부를 포함하고,

상기 하나 이상의 구조적 특징부는 부 치수를 갖는 하나 이상의 미세 특징 요소를 포함하며, 상기 하나 이상의 구조적 특징부는 복수의 메소겐을 갖는 하나 이상의 열방성 액정 중합체(TLCP)를 포함하고, 상기 부 치수에 걸쳐서 메소겐의 적어도 일부분은 흐름 정렬된 상태인 성형된 용품.

청구항 7

제6항에 있어서, 각각의 미세 특징 요소 내의 TLCP 메소겐은 적어도 0.3 내지 1.0 이하의 범위인 평균 이방성 인자를 나타내는 성형된 용품.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서, 각각의 구조적 특징부 내의 총 TLCP 분자 메소겐 수를 기준으로 10% 이상의 TLCP

메소겐이 흐름 정렬되고, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 메소겐의 나머지 부분은 상대적으로 등방성의 배향 상태를 갖는 성형된 용품.

청구항 9

제6항 또는 제7항에 있어서, 상기 하나 이상의 미세 특징 요소의 부 치수는 90 nm 내지 20 마이크로미터 이하의 범위 내에 있는 성형된 용품.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

배경 기술

[0001]

본 발명은 액정 중합체의 사용, 구체적으로 열방성 액정 중합체의 사용, 및 더욱 구체적으로 열방성 액정 중합체로의 성형 및 이로부터 성형된 용품에 관한 것이다.

[0002]

중합체성 재료를 성형된 용품으로 성형하기 위해 사용되는 다양한 공정 및 설비가 있다. 사출 성형은 다수의 상이한 유형의 중합체성 용품을 성형하기 위해 폭넓게 사용되는 하나의 유형의 공정이다. 두 가지의 기본적인 유형 사출 성형 기술이 있다. 일 유형의 사출 성형 기술은 예를 들어, 도 1a 및 도 1b에 도시된 것과 유사한 콜드 러너 시스템(cold runner system, 10)을 사용한다. 전형적으로, 콜드 러너 사출 성형 시스템(10)은 노즐 시트(13)를 통해 주형(11)과 유체연통되는 노즐(12)에 의해 주형(11) 내로 용융된 중합체성 재료를 공급하기 위하여 왕복운동식 스크류 압출기(도시되지 않음)를 필요로 한다. 주형(11)은 제1 주형 절반부(14) 및 제2 주형 절반부(15)를 가지며, 제1 주형 절반부(14) 및 제2 주형 절반부(15)는 주형 공동의 일부분을 형성하는 몸체 공동(17) 내로 노즐(12)로부터 공급되는 용융된 중합체성 재료를 지향하는 제1 주형 절반부(14)를 통해 형성된 스프루 통로(16)를 포함한 주형 공동을 형성한다. 몸체 공동(17)은 스프루(16)로부터 2개의 부분 공동(19, 20)으로 각각 개별적인 게이트 개구(21, 22)를 통하여 용융된 중합체성 재료를 지향하는 러너 통로(18)를 포함한다. 게이트(21, 22)는 대응하는 부분 공동(19, 20) 내로 사출된 용융된 중합체성 재료의 흐름장을 결정한다. 스프루(16) 및 몸체 공동(17)을 충전하는 용융된 중합체성 재료가 응고된 후에, 주형 절반부(14, 15)는 분리되고 응고된 용품은 제거된다. 성형된 용품의 제거를 용이하게 하기 위하여, 복수의 배출 핀(23)이 제2 주형 절반부(15) 내에 장착되고, 제2 절반부(15)로부터 성형된 용품을 밀어내기 위해 사용된다.

[0003]

또 다른 유형의 사출 성형 기술은 핫 러너 성형 시스템을 사용한다. 핫 러너 사출 성형 시스템은 스프루 및 러너 공동이 가열되어 용융된 중합체성 재료가 부분 공동을 통과함에 따라 용융된 상태로 잔류하는 것을 제외하고 콜드 러너 시스템의 구조와 유사하다. 따라서, 핫 러너 시스템에서, 부분 공동 내로 사출된 용융된 중합체성 재료는 전형적으로 단지 응고되는 용융된 중합체성 재료이며, 결국 주형으로부터 제거된다.

[0004]

광범위한 특징부 설계 및 크기를 갖는 다양한 성형된 용품을 형성하기 위하여 이러한 종래의 사출 및 그 외의

다른 성형 시스템이 사용되어 졌다. 이러한 설비를 사용하여 용품으로 성형하기 위해 다수의 상이한 중합체성 재료도 또한 사용되어 졌다. 사출 성형된 용품을 제조하는데 사용되는 공지된 일 중합체성 재료는 열방성 액정 중합체(TLCP)이다. 문자 수준으로, TLCP는 중합체 사슬 내에 세그먼트를 형성하는 강성의 부분(moiety)으로 구성된다. 이들 강성의 부분은 "메소겐"으로 알려졌다. TLCP는 하나 이상의 높은 충격 저항성, 낮은 열 팽창 계수, 화학적 열화(chemical degradation)에 대한 저항성, 낮은 중량, 고 강도, 및 그 외의 특성을 중에서 높은 모듈러스를 포함할 수 있는 선호되는 특성을 나타내는 것으로 알려졌다.

[0005] 종래의 성형 시스템을 사용하여 공지된 중합체성 성형 재료로 충전될 수 있는 주형 특징부 설계 및 크기에 대한 제한이 있다. 따라서, 심지어 더 작고 더 복잡한 설계 특징부를 갖는 용품을 성형할 수 있는 성형 시스템, 구체적으로 사출 성형 시스템에 대한 지속적인 요구가 있다. 본 발명은 이 요구를 충족시킨다.

[발명의 요약]

본 발명의 일 양태에서, 용품을 사출 또는 이와는 달리 성형하기 위한 방법이 제공된다. 방법은 하나 이상의 용융된 가공가능한 또는 열방성 액정 중합체(TLCP)를 포함하는 조성물을 제공하는 단계 - TLCP는 복수의 메소겐을 포함함 -, 및 주형 공동을 포함하는 주형을 제공하는 단계 - 주형 공동은 하나 이상의 특징 공동을 포함하고, 각각의 특징 공동은 하나 이상의 미세 특징 챔버를 포함함 - 를 포함한다. 방법은 용융된 TLCP를 포함하는 용융된 조성물을 형성하기 위해 조성물을 가열하는 단계, 및 소정 양의 용융된 조성물로 주형 공동을 충전하는 단계를 추가로 포함한다. 주형 공동은 하나 이상의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물이 이동하는 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 대응하는 용융된 TLCP(즉, 하나 이상의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 TLCP) 내의 메소겐 모두 또는 적어도 상당한 부분의 흐름 정렬을 야기하는 흐름 속도로 이동하도록 충전된다. 용융된 조성물은 하나 이상의 미세 특징 챔버 내의 적어도 응고된 TLCP의 메소겐(즉, 생성된 성형된 용품의 대응하는 하나 이상의 미세 특징 요소 내의 메소겐)이 이의 흐름 정렬을 유지하도록 응고된다.

[0008] 이 방법에서 사용된 주형 공동은 몸체 공동을 추가로 포함할 수 있으며, 각각의 특징 공동은 몸체 공동으로부터 연장되고 이와 연결된다. 이 실시 형태에 따라, 주형 공동을 충전하는 단계는 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 적어도 일부분이 대응하는 용융된 TLCP(즉, 몸체 공동을 충전하는 용융된 TLCP) 내의 메소겐의 흐름 텀블링을 야기하는 제1 흐름 속도로 이동하도록 소정 양의 용융된 조성물로 몸체 공동을 충전하는 단계를 포함한다. 추가로, 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물의 흐름 속도는 제1 흐름 속도보다 빠른 제2 흐름 속도이다.

[0009] 또 다른 실시 형태에서, 주형 공동을 충전하는 단계는 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 적어도 일부분이 몸체 공동을 충전하는 용융된 TLCP 내의 메소겐의 흐름 정렬을 야기하는 제1 흐름 속도로 이동하도록 소정 양의 용융된 조성물로 몸체 공동을 충전하는 단계를 포함한다. 이 실시 형태에 따라, 용융된 조성물을 응고하는 단계는 몸체 공동 내의 메소겐의 흐름 정렬이 유지되거나 또는 적어도 감소되도록 수행될 수 있다. 적어도 감소되는 몸체 공동 내의 메소겐의 흐름 정렬을 획득하기 위하여, 응고하는 단계는 또한 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물을 응고하기 전에 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물을 응고하는 단계 및 적어도 감소되는데 충분한 시간이 걸리는 몸체 공동 내의 메소겐의 흐름 정렬 이후에 몸체 공동 내의 용융된 조성물을 응고하는 단계를 포함할 수 있다. 몸체 공동 내의 메소겐의 흐름 정렬은 또한, 몸체 공동 및 각각의 미세 특징 챔버 내의 메소겐의 흐름 정렬이 유지되도록 용융된 TLCP를 응고하고, 몸체 공동 내의 응고된 TLCP를 재-용융하고, 몸체 공동 내의 재-용융된 TLCP를 재-응고함으로써 적어도 감소될 수 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 양태에서, 몸체 및 상기 몸체와 통합되고 이로부터 돌출되는 하나 이상의 3-차원 구조적 특징부를 포함하는 성형된 용품이 제공된다. 각각의 구조적 특징부는 하나 이상 또는 복수의 미세 특징 요소를 포함하고, 각각의 미세 특징 요소는 부 치수를 갖는다. 각각의 구조적 특징부는 복수의 메소겐을 갖는 하나 이상의 용융된 가공가능한 또는 열방성 액정 중합체(TLCP)를 포함하고, 부 치수에 걸쳐서 메소겐의 적어도 일부분은 흐름 정렬된 상태(즉, 메소겐 흐름 텀블링으로부터 야기된 정렬에 비해 상대적으로 이방성의 정렬을 갖는 상태)이다. 이 용품의 몸체는 임의의 상기 방법에 따라 몸체 공동을 사용하여 형성될 수 있다. 이 용품의 적어도 하나 구조적 특징부는 또한 임의의 상기 방법에 따라 적어도 하나의 특징 공동을 사용하여 형성될 수 있다. 추가로, 이 용품의 하나 이상의 미세 특징 요소는 임의의 상기 방법에 따라서 하나 이상의 미세 특징 챔버를 사용하여 형성될 수 있다.

[0011] 용융된 조성물이 용융된 TLCP 내의 메소겐의 흐름 정렬을 야기하는 속도로 흐르기 때문에, 용융된 조성물은 하나 이상의 미세 특징 챔버를 충전할 수 있다. 이를 메소겐이 흐름 정렬되지 않는다면, 용융된 조성물은 하나 이상의 미세 특징 챔버를 적절히 충전하지 못할 수 있다. 즉, 하나 이상의 미세 특징 챔버는 이의 의도된 사용

목적에 적합해지도록 대응하는 성형된 미세 특징 요소를 형성하기 위하여 충분한 용융된 조성물이 충전되지 않을 수 있다. 추가로, 응고된 하나 이상의 미세 특징 요소 내의 메소겐은 이의 의도된 사용 목적을 위해 필요한 물리적 특성(예를 들어, 강성, 굽힘 강도, 또는 그 외의 기계적 특성)을 하나 이상의 미세 특징 요소에 제공하기 위해 충분히 흐름 정렬된다.

[0012] 용어 "포함하다" 및 이의 변형은 이들 용어가 기재 내용과 청구항에 나타나는 제한된 의미를 갖지 않는다.

[0013] 용어 "바람직한" 및 "바람직하게는"는 특정 환경 하에서 특정 이점을 제시할 수 있는 본 발명의 실시 형태를 지칭한다. 그러나, 그 외의 다른 실시 형태가 또한 동일한 또는 그 외의 다른 환경 하에서 선호될 수 있다. 게다가, 하나 이상의 선호되는 실시 형태의 열거는 그 외의 다른 실시 형태가 유용하지 않는 것을 내포하지 않고, 본 발명의 범위로부터 그 외의 다른 실시 형태를 배제하려는 것으로 의도되지 않는다.

[0014] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 부정 관사("a", "an"), 정관사("the"), "적어도 하나" 및 "하나 이상"은 교호적으로 사용된다. 따라서, 예를 들어, 하나의 ("a") 미세 특징 챔버 군을 포함하는 주형 공동은 주형 공동이 "적어도 하나" 또는 "하나 이상의" 미세 특징 챔버를 포함하는 것을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 추가로, 단수 형태 부정 관사 ("a", "an"), 및 정관사("the")는 내용이 달리 명시적으로 지시되지 않는 한 복수의 대상을 갖는 실시 형태를 포함한다.

[0015] 용어 "및/또는"은 나열된 요소 중 하나 또는 모두 또는 임의의 둘 이상의 나열된 요소의 조합을 의미한다. 추가로, 용어 "또는"은 일반적으로 내용이 달리 명시적으로 지시되지 않는 한 "및/또는"을 포함하는 그의 의도로 사용된다.

[0016] 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 열거는 그 범위 내에 포함되는 모든 수(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함)와 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.

[0017] 용어 "중합체"는 중합체, 공중합체(예를 들어, 둘 이상의 상이한 단량체를 사용하여 형성된 중합체), 올리고머 및 이의 조합뿐만 아니라 혼화성 블렌드 내에 형성될 수 있는 중합체, 올리고머, 또는 공중합체를 포함하는 것으로 이해될 것이다.

[0018] 본 발명의 상기 요약은 본 발명의 각각의 개시된 실시 형태 또는 모든 실시를 기재하는 것으로 의도되지 않는다. 더 구체적으로 수반된 기술 내용은 예시적인 실시 형태를 예시한다. 출원 전체에 걸쳐서 몇몇의 부분에서, 실시예의 리스트를 통하여 기준(guidance)이 제공되며, 이 실시예는 다양한 조합으로 사용될 수 있다. 각각의 경우, 나열된 리스트는 단지 대표적 군으로서 제공되며, 배제적인 리스트로서 해석되어서는 안된다.

도면의 간단한 설명

[0019] 첨부 도면에서:

[0020] <도 1a>

[0021] 도 1a는 종래 기술에 따르는 콜드 러너 사출 성형 장치를 위한 주형 다이의 단면 측면도;

[0022] <도 1b>

[0023] 도 1b는 도 1a의 콜드 러너 사출 성형 장치의 주형 다이의 절반부의 주형 공동의 면을 도시하는 사시도;

[0024] <도 2a>

[0025] 도 2a는 본 발명의 일 실시 형태에 따르는 콜드 러너 사출 성형 장치의 적층된 라미네이트 주형 절반부의 주형 공동의 면을 도시하는 사시도;

[0026] <도 2b>

[0027] 도 2b는 도 2a의 콜드 러너 사출 성형 장치의 주형 절반부의 영역(2B)의 확대도;

[0028] <도 2c>

[0029] 도 2c는 도 2a의 주형 다이 절반부의 단면의 개략 단면도;

[0030] <도 3a>

[0031] 도 3a는 도 2a의 주형 절반부 내에서 사용될 수 있는 주형 절반부 플레이트의 적층된 라미네이트의 일 실시 형태의 등측 사시도;

[0033] <도 3b>

[0034] 도 3b는 도 2a의 주형 절반부 내에서 사용될 수 있는 주형 절반부 플레이트의 적층된 라미네이트의 또 다른 실시 형태의 등측 사시도;

[0035] <도 3c>

[0036] 도 3c는 도 2a의 주형 절반부 내에서 사용될 수 있는 주형 플레이트의 적층된 라미네이트의 또 다른 실시 형태의 현미경 사진의 확대된 상면도;

[0037] <도 4a>

[0038] 도 4a는 용융된 TLCP 내에서 메소겐을 흐름 정렬하기 위하여 용융된 TLCP로 충전되는 주형 공동의 특징 공동의 단면 평면도;

[0039] <도 4b>

[0040] 도 4b는 용융된 TLCP 내에서 메소겐을 흐름 정렬하기 위하여 용융된 TLCP로 충전되는 주형 공동의 미세 특징 캠버의 단면 평면도;

[0041] <도 5>

[0042] 도 5는 주형 절반부 플레이트들 사이에서 이의 특징 공동으로부터 공기를 통기시킬 수 있는 주형 플레이트의 적층된 라미네이트의 사시도;

[0043] <도 6a>

[0044] 도 6a는 본 발명의 일 실시 형태에 따르는 성형된 용품의 상면도;

[0045] <도 6b>

[0046] 도 6b는 도 6a의 성형된 용품의 확대된 측면도;

[0047] <도 7a>

[0048] 도 7a는 가요성 몸체를 갖는, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따르는 성형된 용품의 사시도;

[0049] <도 7b>

[0050] 도 7b는 성형된 용품의 몸체가 일 방향을 따라 만곡된 상태에서 도 7a의 성형된 용품의 측면도;

[0051] <도 7c>

[0052] 도 7c는 몸체가 도 7b에서 만곡되는 방향에 대해 수직 방향을 따라 성형된 용품의 몸체가 만곡된 상태에서 도 7a의 성형된 용품의 측면도;

[0053] <도 8a>

[0054] 도 8a는 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따르는 성형된 용품의 후방의 부분 사시도;

[0055] <도 8b>

[0056] 도 8b는 도 8a의 성형된 용품의 단면 측면도;

[0057] <도 8c>

[0058] 도 8c는 도 8a의 성형된 용품의 상측의 사시도.

[0059] 특정 실시 형태의 상세한 설명

[0060] 본 발명의 선호되는 실시 형태를 기술하는데 있어서, 명확함을 위해 특정 용어가 사용된다. 그러나, 본 발명은 이와 같이 선택된 특정 용어에 한정되는 것으로 의도되지 않고, 이와 같이 선택된 각각의 용어는 유사하게 작용하는 모든 기술적 균등물을 포함한다. 본 발명의 성형 공정은 하기 이점 중 하나 이상을 포함하는 하나 이상의 이점을 제공할 수 있다: TLCP 내의 메소겐(mesogen)이 성형 중에 흐름 정렬되고 및/또는 흐름 텀블링되는(tumble) 정도를 선택적으로 제어함으로써 성형된 용품의 거시적 특성에 맞춤구성되는 능력, 생성된 성형된 용품 내의 용품 주형 공동의 형상을 신뢰성 있게 복제하기 위한 능력, 서브마이크로미터 치수의 용품 특징부를 제

조하기 위한 능력, 이방성 물리적 특성을 갖는 미세 용품 특징부를 제조하기 위한 능력, 및/또는 밸런싱된 물리적 메소스코픽 특성을 갖는 미세 용품 특징부를 제조하기 위한 능력.

[0061] 방법 실시 형태 1

본 발명에 따른 용품을 성형하는(예를 들어, 사출 성형) 일 방법에서, 적어도 하나의 열방성, 또는 이와는 달리 용융된 가공가능한 액정 중합체(TLCP)로 구성, 본질적으로 구성, 포함, 전체적으로 형성, 실질적으로 형성(즉, 적어도 약 50% 및 바람직하게는 적어도 약 60%), 또는 적어도 부분적으로 형성되는 조성물이 제공된다. TLCP는 복수의 메소겐 기 또는 분자 메소겐을 포함한다. 이러한 TLCP 메소겐은 종종 TLCP의 중합체성 골격 구조 내로 혼입되는 이방성 분자 부문(moiety)으로서 정의된다. 적합한 TLCP에는 예를 들어, 방향족 지방족(aromatic aliphatic), 방향족 폴리에스테르, 폴리아조메틴, 폴리아미드, 및 이의 조합으로 구성되는 공중합체가 포함될 수 있다.

이 성형 공정에서 사용되는 주형은 하나 또는 복수의 특징 공동(예를 들어, 마이크로-니들 형태의 공동)을 포함하는 주형 공동을 포함한다. 각각의 특징 공동은 특징 공동과 유체 연통되도록 연결되는 하나 이상의 미세 특징 챔버(fine feature chamber)를 포함한다. 조성물은 가열되어 용융된 TLCP를 포함하는 용융된 조성물을 형성한다. 주형 공동은, 적어도 각각의 미세 특징 챔버 또는 각각의 특징 공동을 충전하는 용융된 조성물이 각각의 미세 특징 챔버를 적어도 충전하거나 또는 각각의 특징 공동을 충전하는 용융된 TLCP 내의 모든 또는 적어도 상당량의 TLCP 메소겐의 흐름 정렬을 야기하기에 충분히 빠른 흐름 속도로 이동하도록, 소정 양의 용융된 조성물이 충전된다. 이들 TLCP 메소겐은 용융된 조성물이 적어도 각각의 미세 특징 챔버 또는 각각의 특징 공동을 충전함에 따라 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 흐름 정렬된다. 주형 공동은 예를 들어, 스크류 또는 그 외의 다른 압출기, 플런저 또는 피스톤 장치, 또는 주형 공동을 충전할 수 있는 임의의 그 외의 다른 적합한 기술을 사용하여 용융된 조성물을 주형 공동 내로 밀어 넣음으로써 충전될 수 있다. 하나 이상의 미세 특징 챔버가 용융된 조성물로 원하는 정도로 충전된 후에, 용융된 조성물은 냉각되거나(예를 들어, 주형을 냉각시킴으로써) 또는 적어도 냉각될 수 있도록 함으로써(예를 들어, 주형이 냉각될 수 있도록 함으로써) 응고된다. 각각의 특징 공동 또는 적어도 각각의 미세 특징 챔버 내의 용융된 조성물은 우선 응고될 수 있다. 용융된 조성물은, 적어도 각각의 미세 특징 챔버 내의 모든 또는 적어도 상당한 양(퍼센트)의 TLCP 메소겐의 흐름 정렬이 완전히 또는 적어도 실질적으로 유지되도록, 응고된다. 상당한 퍼센트의 TLCP 메소겐은 적어도 미세 특징 챔버 내에 형성된 성형된 용품의 일부분이 선택된 응용에 대해 요구되는 단방향성 또는 이방성 물리적 특성의 정도를 나타낼 때 흐름 정렬된 것으로 고려된다.

[0064] 상업용으로 적합한 TLCP에서, 메소겐은 장거리 배향 질서(long range orientational order)를 나타내지만 단지 단거리 패킹 또는 위치 질서를 나타내는 중간상 단위(mesophase unit)를 특징으로 하는, "네마틱(nematic)"으로 공지된 배열 내에서 구조적 질서를 유발하는 액정 중합체의 대부분의 기본 단위를 구성한다. "방향자(director)"로서 정의된 평균 배향 방향(또는 벡터)을 따른 메소겐의 정렬은 메소겐 분자 배향의 무작위 분배의 경우 0으로부터 완전한 분자 정렬의 경우 1의 범위인 분자 이방성 인자(molecular anisotropy factor)(이제, "이방성 인자"로 지칭됨)를 특징으로 할 수 있다.

[0065] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "용융된 TLCP"는 용융된 상태에 있는 모든 TLCP를 지칭할 뿐만 아니라 (즉, 이의 메소겐이 흐름 텁플링될 수 있음) TLCP의 나머지가 용융된 상태에서(예를 들어, 하나 또는 복수의 유체 비결정질 구역의 형태임) 고형 배향된 결정질 구역의 형태인 이의 메소겐을 갖는 TLCP(예를 들어, 메소겐이 흐름 정렬됨)를 지칭한다.

[0066] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "흐름 정렬된"은 TLCP 메소겐이 흐름 방향에 대해 적어도 약 0.4 내지 최대 1.0, 바람직하게는 적어도 약 0.5 내지 최대 1.0 미만 및 더욱 바람직하게는 약 0.6 내지 1.0 미만의 범위인 이방성 인자를 나타내는 것을 지칭한다.

[0067] 본 발명에 따라서, 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물은, 부 치수(minor dimension)의 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 TLCP 메소겐의 적어도 약 30% 내지 최대 100%, 35% 내지 최대 100%, 40% 내지 최대 100%, 45% 내지 최대 100%, 50% 내지 최대 100%, 55% 내지 최대 100%, 60% 내지 최대 100%, 65% 내지 최대 100%, 70% 내지 최대 100%, 75% 내지 최대 100%, 80% 내지 최대 100%, 85% 내지 최대 100%, 90% 내지 최대 100%, 또는 95% 내지 최대 100%가 흐름 정렬될 때, 응용에 따라 흐름 정렬된 이의 TLCP 메소겐의 상당한 부분을 갖는 것으로 고려된다. 미세 특징 챔버 내의 이러한 부 치수는 예를 들어, 벽의 두께, 니들 팁의 직경, 등을 형성하는 미세 특징 챔버의 일부분일 수 있다. 대응하여, 각각의 미세 특징 챔버에 의해 형성되는 성형된 용품의 일부분은 부 치수의 각각의 이러한 미세 특징부(예를 들어, 벽의 두께, 니들 팁의 직경, 등)에 걸쳐서 TLCP

메소겐의 적어도 약 30% 내지 최대 100%, 35% 내지 최대 100%, 40% 내지 최대 100%, 45% 내지 최대 100%, 50% 내지 최대 100%, 55% 내지 최대 100%, 60% 내지 최대 100%, 65% 내지 최대 100%, 70% 내지 최대 100%, 75% 내지 최대 100%, 80% 내지 최대 100%, 85% 내지 최대 100%, 90% 내지 최대 100%, 또는 95% 내지 최대 100%가 흐름 정렬될 때, 정렬된 TLCP 메소겐의 상당한 부분을 갖는 것으로 여겨진다. 일부 응용의 경우(예를 들어, 마이크로-니들의 팁), 부 치수의 각각의 미세 특징 챔버에 걸쳐서 최대 약 25%의 TLCP 메소겐이 흐름 텁블링되는 것이 선호될 수 있다(즉, 부 치수의 성형된 용품의 대응하는 부분의 최대 약 25%가 등방성임). 그 외의 다른 응용의 경우, 각각의 미세 특징 챔버 내에서 더 많은 양의 흐름 텁블링된 TLCP 메소겐이 용인될 수 있다. 그 외의 다른 응용의 경우, 각각의 미세 특징 챔버 내에서 심지어 더 작은 최대량의 흐름 텁블링된 TLCP 메소겐이 필요할 수 있다.

[0068] TLCP 메소겐은 TLCP이 용융되는 성형 온도에서 흐름 정렬된 상태로부터 신속하게 회전하기 시작할 것이다. 그 결과, 적어도 미세 특징 챔버(들) 내의 용융된 TLCP는 상당한 양의 흐름 정렬된 메소겐이 미세 특징 챔버(들)에 의해 형성되는 성형된 용품의 일부분(들) 내에서 흐름 정렬된 상태로 유지되도록 보장하기 위하여 미세 특징 챔버(들)가 충전된 후 신속하게 응고되어야 한다. 미세 특징 챔버(들)를 형성하는 주형의 일부분 및 각각의 미세 특징 챔버의 치수뿐만 아니라 주형의 그 일부분을 형성하기 위해 사용되는 재료(들)는 미세 특징 챔버(들) 내의 용융된 TLCP의 냉각 속도에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 미세 특징 챔버의 부 치수(예를 들어, 성형된 용품의 벽 특징부의 두께를 형성하는 치수)가 더 작아질수록, 냉각 속도가 더 빨라지며, 이는 응고되는 용융된 TLCP가 더 적기 때문이다. 추가로, 주형이 예를 들어, 구리 합금과 같은 열 전도성이 높은 재료에 비해 예를 들어, 스테인리스 강과 열 전도성이 낮은 재료로 제조된다며, 더 크거나 또는 더 거대한 주형 설계에 따라 냉각 속도가 더 느려질 수 있으며, 이는 더 낮은 열 전도성을 갖는 주형 재료가 더 느린 속도로 용융된 TLCP로부터 열을 전도할 수 있기 때문이다. 이 냉각 속도는 적합한 양의 TLCP 메소겐이 응고된 성형된 용품 내에서 원하는 물리적 특성을 제공하기 위해 흐름 정렬된 상태로 유지되는지의 여부를 결정할 것이다.

[0069] 흐름 정렬된 TLCP 메소겐은 적어도 각각의 미세 특징 챔버에 의해 형성되거나 또는 각각의 특정 공동에 의해 형성되는 용품의 성형된 요소 전체에서 찾을 수 있다. 대안적으로, 적어도 각각의 미세 특징 챔버에 의해 형성되거나 또는 각각의 특정 공동에 의해 형성되는 성형된 요소의 흐름 정렬된 TLCP 메소겐은 외측 영역(outer zone) 또는 두께(예를 들어, 대개 또는 완전히 흐름 텁블링되거나 또는 이와는 달리 등방성임)에 비해 흐름 정렬된 상태가 아닌 TLCP 메소겐을 함유하는 용융된 조성물의 코어를 둘러싸는 외측 영역 또는 두께(예를 들어, 스킨)에서 찾을 수 있다. 흐름 정렬된 TLCP 메소겐의 이러한 외측 영역 또는 두께는 하기 3가지의 가능한 조건에서 형성될 수 있다: (1) 전체 부 치수에 걸쳐서 충분히 높은 흐름 속도가 허용될 수 있도록 부 치수가 너무 클 때, (2) 흐름 정렬된 상태에서 메소겐을 응고시키기에 충분히 빠르게 단지 외측 부분만이 냉각될 때, 또는 (1) 및 (2) 양자 모두. 부 치수가 충분히 작고, 용융된 TLCP의 냉각 속도가 충분히 빠를 때, 전체 부 치수에 걸쳐서 용융된 TLCP 내의 모든 메소겐이 흐름 정렬된 상태일 수 있고, 용융된 TLCP가 응고될 때 흐름 정렬된 상태로 유지될 수 있다.

[0070] 도 4a를 참조하면, 본 발명에 따르는 특정 공동(feature cavity, 43)을 충전하는 용융된 TLCP 조성물의 모든 또는 적어도 상당한 외측 영역 또는 두께(41)는 TLCP 메소겐이 흐름 텁블링 상태(flow tumbling state)로부터 흐름 정렬 상태(flow aligning state)로 변환되기에 충분히 빠른 흐름 속도(전단 흐름 속도 벡터(47)로 표시됨)로 흐름 방향(45)을 따라 이동한다(도 4b에서 확대된 영역(49) 참조). 공동(41)은 성형되는 용품의 얇은 벽 섹션을 성형하도록 설계된다. 외측 두께는 외측 영역(41) 내의 메소겐(예를 들어, 코어(51) 내의 메소겐이 대개 또는 완전히 흐름 텁블링될 수 있거나 또는 이와는 달리 등방성일 수 있음)에 비해 흐름 정렬되지 않는 TLCP 메소겐을 함유하는 용융된 조성물의 코어(51)를 둘러싼다. 공동(43)의 벽(53)과 접촉하는 외측 두께(41)의 일부분은 전형적으로 흐름 정렬된 상태인 메소겐을 갖는 스킨(skin, 55)을 형성하기 위하여 접촉 시에 응고된다. 속도 벡터(47)는 일반적으로 용융된 조성물의 흐름 방향(45)과 평행하다.

[0071] 도 4b를 참조하면, 용융된 조성물 내에서 TLCP 메소겐의 흐름 정렬된 상태에 따라 예컨대, 미세 특징 챔버와 같은 주형 공동의 매우 한정된 공간적 구역(예를 들어, 마이크로-니들(57)의 팁) 내로 용융된 조성물이 사출될 수 있다. 챔버(57)의 전체 부피 모두 또는 대부분은 흐름 정렬된 메소겐을 갖는 용융된 TLCP 조성물(59)로 충전된다(화장된 영역(66) 참조). 용융된 조성물(59)이 챔버(57)를 충전함에 따라, 흐름 정렬된 메소겐은 니들 팁의 정점(apex)에 집중되는 흐름 방향(화살표(67)로 표시됨)을 따른다. 이러한 집중성(convergence)으로 인해, 챔버(57)의 치수에 따라 흐르는 메소겐들은 서로 간섭되는 경향이 있으며, 챔버(57)의 완전한 충전을 방지할 수 있어서 빈 공간(68)을 형성한다. 흐름 정렬된 조성물(59)은 조성물(59) 내의 메소겐에 비해(예를 들어, 코어(61) 내의 메소겐이 대개 또는 완전히 흐름 텁블링될 수 있거나 또는 이와는 달리 등방성일 수 있음) 흐름 정렬

되지 않은 TLCP 메소겐을 함유하는 부 코어(minor core, 61)를 포함할 수 있다. 공동(57)의 벽(63)과 접촉하는 흐름 정렬된 조성물(59)의 일부분은 전형적으로 비교가능한 흐름 정렬된 상태의 메소겐을 갖는 스킨(65)을 형성하기 위해 접촉 시에 응고된다.

[0072] 방법 실시 형태 2

전술된 방법 실시 형태 1의 벼전, 제공된 주형 공동은 몸체 공동(body cavity)을 추가로 포함하고, 각각의 특징 공동은 용융된 조성물이 몸체 공동으로부터 각각의 특징 공동 내로 흐를 수 있도록 몸체 공동으로부터 연장되고 이와 유체 연통되도록 연결된다. 이 방법 실시 형태 2에서, 주형 공동을 충전하는 단계는 소정 양의 용융된 조성물로 몸체 공동을 충전하는 단계를 포함하고, 여기서 몸체 공동을 충전하기 위해 사용되는 용융된 조성물 모두 또는 적어도 상당한 부분이 제1 흐름 속도로 이동하고, 제1 흐름 속도는 몸체 공동을 충전하는 용융된 TLCP 내의 메소겐 모두, 상당한 양, 또는 적어도 일부의 흐름 텀블링을 야기한다. 전형적으로, 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 코어 또는 중심 구역은 제1 흐름 속도로 이동하고 흐름 텀블링된다. 이 코어는 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 상당한 부분을 형성한다. 적어도 일부 응용의 경우, 코어는 약 65% 내지 약 99% 범위의 용융된 조성물의 부피에 의해 형성될 때 이러한 상당한 부분을 형성한다. TLCP 메소겐이 흐름 텀블링된 상태로부터 흐름 정렬된 상태로 변환되는데 필요한 속도는 예를 들어, 온도 의존성일 수 있는 용융된 조성물의 밀도, 흐름가능성, 및 접성 및 몸체 공동의 부피와 단면 치수(즉, 기하학적 형상)를 포함하는 다수의 인자에 의존될 수 있다.

또한, 이 방법 실시 형태 2에서, 몸체 공동 모두 또는 적어도 상당한 부분이 용융된 조성물로 충전된 후, 하나 이상의 미세 특징 챔버를 포함하는 몸체 공동에 연결된 하나 이상의 특징 공동이 충전된다. 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 충전하거나, 또는 각각의 특징 공동을 충전하는 용융된 조성물의 흐름 속도는 제1 흐름 속도보다 빠른 제2 또는 증가된 흐름 속도로 증가된다. 이 제2 흐름 속도는 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 충전하거나, 또는 각각의 특징 공동을 충전하는 용융된 TLCP 내의 메소겐 모두 또는 적어도 상당한 양이 흐름 정렬되도록 충분히 빠르다. TLCP 메소겐은 용융된 조성물이 적어도 각각의 미세 특징 챔버 또는 각각의 특징 공동을 충전함에 따라 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 흐름 정렬된다. 모든 미세 특징 챔버가 원하는 정도로 용융된 조성물로 충전된 후에, 용융된 조성물은 냉각되거나 또는 적어도 냉각될 수 있어서(예를 들어, 주형이 냉각될 수 있도록 함으로써) 주형 공동 내에서(즉, 몸체 공동, 각각의 특징 공동 및 각각의 미세 특징 챔버 내에서) 용융된 조성물이 응고된다.

몸체 공동 내의 메소겐이 흐름 텀블링된 상태 또는 흐름 정렬된 상태에서 응고되는지의 여부를 고려하지 않고, 몸체 공동은 성형되는 용품의 몸체 부분을 형성하기 위해 사용될 수 있거나 또는 대안적으로 몸체 공동은 성형된 용품의 일부분을 형성하지 않는 구조물을 형성하기 위해 사용될 수 있다(예를 들어, 몸체 공동은 스프루(sprue) 또는 러너(runner)를 형성하기 위해 설계될 수 있음). 몸체 공동이 성형된 용품의 일부분을 형성할 때, 몸체 공동은 예를 들어, 필름-형태, 플레이트-형태, 허브-형태, 또는 용품의 그 외의 다른 형태의 몸체 부분을 형성하도록 설계될 수 있다. 몸체 공동이 성형된 용품의 일부분을 형성하지 않을 때, 몸체 공동은 예를 들어, 폐기(scrap) 또는 재생될 수 있는 스프루 또는 러너를 형성하도록 설계될 수 있다. 몸체 공동은 복수의 특징 공동을 서로 결합하는 매니폴드 몸체 공동(manifold body cavity)의 형태일 수 있다. 이러한 매니폴드 몸체 공동 내에 형성된 응고된 조성물은 성형되는 용품의 일부분을 형성하지 않을 수 있다. 그 결과, 이러한 매니폴드 몸체 공동 내에서 응고된 조성물을 폐기 또는 재생하는 것이 선호될 수 있다. 유사하게, 특징 공동은 몸체 공동과 연통되고, 복수의 미세 특징 챔버를 서로 결합하는 매니폴드 특징 공동의 형태일 수 있다. 이러한 매니폴드 특징 공동 내에 형성된 응고된 조성물은 성형되는 용품의 일부분을 형성하지 않을 수 있다. 그 결과, 이러한 매니폴드 특징 공동 내에서 응고된 조성물을 폐기 또는 재생하는 것이 선호될 수 있다.

각각의 미세 특징 챔버는 적어도 하나의 리딩 부분(leading portion) 또는 대응하는 특징 공동 모두를 형성할 수 있다. 각각의 미세 특징 챔버는 또한 매우 미세한 하나 이상의 특징부를 형성할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "매우 미세한" 특징부는 약 20 마이크로미터(미크론) 이하의 적어도 하나의 부 치수를 갖는 특징부(예를 들어, 두께를 갖는 벽 특징부)이다. 용융된 조성물이 주형의 이러한 미세 특징 챔버를 충전하고, 냉각 이후에 본 발명에 따르는 성형된 용품의 형성된 미세 특징부를 형성하도록, 용융된 TLCP는 1 초파의(즉, $|\lambda| > 1$) 흐름 텀블링 매개변수를 나타내야 하며, 미세 특징부를 형성하기 위해 사용된 용융된 TLCP 내의 메소겐은 약 0.25와 동일하거나 또는 이보다 큰(즉, 이상), 바람직하게는 약 0.5 와 동일하거나 또는 이보다 큰 이방성 인자를 나타내도록 정렬되어야 한다.

성형된 용품의 미세 특징부 내에서 이러한 상당한 메소겐 정렬(즉, 네마틱 정렬)에 따라 미세 특징부는 이와는

달리 성형된 용품의 원하는 기능 또는 적용을 수행하기에 부적합할 수 있는 기계적 특성을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 단지 손의 압력을 가함으로써 사람의 피부를 관통할 수 있는 마이크로-니들로서 기능을 하기에 충분히 강성이도록, 이러한 마이크로-니들 특징부의 적어도 리딩 단부 또는 팁(예를 들어, 이의 팁 후방으로부터 이의 기저를 향하여 적어도 약 0.1 부피% 내지 약 2 부피%의 마이크로니들)은 마이크로-니들의 종방향 축과 동축을 이루도록(즉, 실질적으로 평행하게) 상당한 네마틱 정렬을 나타내는(즉, 적어도 약 0.4, 및 바람직하게는 적어도 약 0.5의 이방성 인자를 나타내도록) 메소겐을 갖는 TLCP 재료로 제조될 필요가 있다.

[0078] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "흐름 텀블링"은 원하는 주형 공동을 충전하는 용융된 TLCP의 벌크 흐름(bulk flow) 동안에 분자 TLCP 메소겐의 "흐름의 와도 축(vorticity axis)" 주위에서 네마틱 방향자의 연속적인 회전을 축진하는 전단 시의 불평형 유체역학적 토크를 지칭한다. 따라서, 응고된 TLCP 메소겐이 "흐름 텀블링된 상태"에 있다는 언급은 TLCP 메소겐이 응고됨과 동시에 흐름 텀블링된 상태(즉, 흐름 텀블링된 이후에)에 있는 것을 지칭한다.

[0079] 용융된 TLCP는 몸체 공동 내에 형성된 성형된 용품의 일부분에서 밸런싱된 기계적 특성을 향상시키기 위해(예를 들어, 메소스코픽 특성 중 밸런스를 보장하기 위하여) 용융된 조성물의 중합체 상(즉, 메소겐이 혼입되는 중합체성 골격)에서 충분히 높은 결합 밀도가 유지되도록 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 충전하기 전에 또는 각각의 특징 공동을 충전하기 전에 흐름 텀블링을 나타내는 것이 중요할 수 있다. 특히, 배제적인 흐름 정렬이 있는 경우, TLCP 메소겐의 흐름 정렬은 형성되는 최종 용품에서 고도의 단방향성 기계적 특성을 야기할 수 있는 매우 높은 흐름-유도 이방성 인자를 유발할 수 있다. 일부 응용의 경우, 고도의 단방향성 기계적 특성은 몸체 공동 내에 형성된 성형된 용품의 일부분(예를 들어, 마이크로전자 센서, 듀얼 인-라인 메모리 모듈(DIMM) 커넥터, 소켓, LED 하우징, 마이크로-기어, 등)에서 바람직하지 못할 수 있다. 그 외의 다른 응용의 경우, 성형된 용품의 몸체 부분(예를 들어, 중실 및 중공 마이크로니들 어레이, 마이크로-유체 믹서, 수술 장치 부품, 등)에서 이러한 고도의 단방향성 기계적 특성이 선호될 수 있다.

[0080] 몸체 공동에서 밸런싱된 기계적 특성을 가질 필요가 없을 때(예를 들어, 몸체 공동이 완성된 용품의 일부분을 형성하지 않고, 폐기 또는 재생될 때), 용융된 조성물은 몸체 공동 내에서 흐름 텀블링될 필요가 없거나 또는 심지어 바람직하지 못할 수 있다. 이러한 몸체 공동은 예를 들어, 주형 공동의 러너 또는 스프루 공동 부분을 형성할 수 있다. 이러한 몸체 공동 내에서 TLCP 메소겐의 흐름 텀블링은 몸체 공동(예를 들어, 콜드 러너 또는 스프루 공동)의 기하학적 형상 및 치수에 의해 제한될 수 있다. 넓은 단면적을 갖는 개구로부터(여기서, 흐름 텀블링이 발생됨) 더 작은 개구를 통하여(여기서 흐름 정렬이 발생됨) 용융된 조성물을 통과시킴으로써, 용융된 조성물은 이의 메소겐이 평형 흐름 텀블링 속성(예를 들어, 동시에 조성물이 가열된 압출 배럴 내에서 용융됨)을 갖는 이완된 상태(relaxed state)로부터 흐름 정렬된 상태로 신속한 변환을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 용융된 조성물은 압출 배럴 내의 상대적으로 큰 개구로부터 압출 배럴로부터 이어져 있는 노즐 내의 상대적으로 작은 오리피스를 통하여 직접 이러한 폐기가 가능한 몸체 공동(예를 들어, 콜드 스프루 또는 러너 공동) 내로 이동할 수 있다.

[0081] 바람직하게는, 용융된 조성물의 제1 흐름 속도는 몸체 공동이 용융된 조성물로 완전히 또는 적어도 실질적으로 충전될 때까지 제2 흐름 속도로 증가되지 않는다. 몸체 공동은, 하나 이상의 특징 공동 또는 적어도 미세 특징 챔버가 용융된 조성물로 충전되려고 하거나 또는 충전되기 시작할 때 용융된 조성물로 실질적으로 충전되는 것으로 여겨진다. 제1 흐름 속도는 약 0.0 밀리미터/초 또는 mm/s (인치/초) 내지 최대 약 108 mm/s (4 인치/초)의 범위인 것이 선호될 수 있다. 제1 흐름 속도는 약 6.35 밀리미터/초 또는 mm/s (0.25 인치/초) 내지 최대 약 76.2 mm/s (3 인치/초)의 범위인 것이 선호될 수 있다.

[0082] 미세 특징 챔버 및/또는 특징 공동을 충전하는 용융된 조성물의 흐름 속도는 예를 들어, 사출 압력 또는 이와는 달리 내측의 용융된 조성물에 대해 가해진 인가된 압력을 증가시키고, 주형 공동에 유입시킴으로써 증가될 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 증가된 흐름 속도는 용융된 조성물이 특징 공동 및/또는 미세 특징 챔버에 유입됨에 따라 용융된 조성물의 흐름 속도가 증가되도록 주형 공동의 기하학적 형상을 설계함으로써 획득될 수 있다. 예를 들어, 몸체 공동의 것에 비해 적용 시에, 미세 특징 챔버 및/또는 특징 공동의 부 치수를 감소시키거나 또는 이와는 달리 단면을 제한함에 따라 원하는 더 높은 흐름 속도의 용융된 조성물이 각각의 특징 공동 및/또는 미세 특징 챔버에 유입되는데 용이해질 수 있다. 또한, 각각의 특징 공동 또는 적어도 각각의 미세 특징 챔버가 몸체 공동보다 작은 부피, 바람직하게는 이의 상당히 더 작은 부피를 갖는데 도움이 될 수 있다. 따라서, 용융된 조성물에 적용된 증가된 압력은, 각각의 미세 특징 챔버가 소정 양의 용융된 조성물로 완전히 또는 적어도 실질적으로 충전되고 및/또는 각각의 미세 특징 챔버 내의 용융된 조성물이 응고되어 미세 특징부를 형

성할 때까지, 유지된다.

[0083] 각각의 특징 공동 또는 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물 모두, 또는 용융된 조성물의 적어도 상당한 외측 영역 또는 두께는 제2 흐름 속도로 이동한다. 일부 응용의 경우, 이 외측 두께는 각각의 특징 공동을 충전하거나 또는 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 약 5 부피% 내지 약 20 부피%의 범위인 용융된 조성물을 사용하여 형성된 스킨 구역일 때, 상당할 수 있다. 제2 흐름 속도는 바람직하게는, 하나 또는 복수의 미세 특징 챔버가 용융된 조성물로 실질적으로 또는 완전히 충전될 때까지 유지된다. 흐름 텀블링 상태로부터 흐름 정렬된 상태로의 변환을 보장하기 위하여, 용융된 조성물은 제1 흐름 속도로부터 원하는 약 76.2 mm/초(3 인치/초) 이상인 제2 흐름 속도로 속도의 신속한 증가를 겪는 것이 선호될 수 있다.

방법 실시 형태 3

[0085] 전술된 방법 실시 형태 1의 또 다른 버전, 제공된 주형 공동은 몸체 공동을 추가로 포함하고, 각각의 특징 공동은 몸체 공동으로부터 연장되고 이와 유체 연통된 상태로 연결되며, 주형 공동을 충전하는 단계는 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물 모두 또는 적어도 상당한 부분이 몸체 공동을 충전하는 용융된 TLCP 내에서 메소겐의 완전한 또는 적어도 상당한 흐름 정렬을 야기하는 흐름 속도로 이동하도록 소정 양의 용융된 조성물로 몸체 공동을 충전하는 단계를 포함한다.

방법 실시 형태 4

[0087] 전술된 방법 실시 형태 3의 버전, 방법은 몸체 공동 내에서의 메소겐의 흐름 정렬이 완전히 제거되거나, 실질적으로 제거되거나, 또는 적어도 상당히 감소되도록 용융된 조성물을 응고하는 단계를 추가로 포함한다. 몸체 공동 내에서의 TLCP 메소겐의 흐름 정렬은 몸체 공동 내에서의 응고된 조성물이 미세 특징 챔버 내에서의 응고된 조성물보다 더 가요성일 때 상당히 감소되는 것으로 여겨진다.

방법 실시 형태 5

[0089] 방법 실시 형태 4의 버전, 응고 단계는 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물을 응고하기 전에 각각의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물을 응고하는 단계를 포함하고, 몸체 공동 내의 용융된 조성물은 몸체 공동 내의 메소겐의 흐름 정렬이 완전히 제거되거나, 실질적으로 제거되거나 또는 적어도 상당히 감소되기에 충분한 시간을 가진 후에 응고된다. 일부 응용의 경우, 적어도 약 500 밀리초가 인가된 하중 없이 몸체 공동 내의 메소겐의 흐름 정렬이 상당히 감소되기에 충분한 시간이다.

방법 실시 형태 6

[0091] 방법 실시 형태 3의 또 다른 버전, 방법은 몸체 공동 내에서의 메소겐의 흐름 정렬이 완전히 또는 적어도 실질적으로 유지되도록 용융된 조성물을 응고하는 단계를 추가로 포함한다.

방법 실시 형태 7

[0093] 방법 실시 형태 3의 추가 버전, 응고 단계는 각각의 특징 공동 및 몸체 공동 내에서의 메소겐의 흐름 정렬이 완전히 또는 적어도 실질적으로 유지되도록 용융된 TLCP를 응고하는 단계를 포함한다. 따라서 메소겐의 흐름 정렬은 각각의 특징 공동 및 몸체 공동 내에서 정확히 또는 실질적으로 동시에 TLCP를 응고시킴으로써 유지될 수 있다. 이 버전에서, 방법은 몸체 공동 내에서 응고된 TLCP 모두 또는 적어도 일부분을 재-용융하는 단계 및 몸체 공동 내에서 재-용융된 TLCP를 재-응고하는 단계를 추가로 포함한다. 이 방법에서, 몸체 공동 내에서 메소겐의 흐름 정렬은 완전히 제거되거나, 실질적으로 제거되거나, 또는 상당히 감속되거나 또는 적어도 다소 감소된다.

방법 실시 형태 8

[0095] 방법 실시 형태 2 내지 7 중 어느 하나의 버전, 몸체 공동은 성형되는 용품의 몸체 부분에 대응된다.

방법 실시 형태 9

[0097] 방법 실시 형태 2 내지 7 중 어느 하나의 또 다른 버전, 몸체 공동은 적어도 하나의 특징 공동에 용융된 TLCP를 공급하기 위한 러너 또는 스프루로서 기능을 하고, 몸체 공동 내에서 응고되는 용융된 TLCP는 성형되는 용품의 일부분을 형성하지 않는다.

방법 실시 형태 10

[0099] 방법 실시 형태 2의 버전, 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 제1 흐름 속도는 약 108 밀리미터/초(mm/s)

이하, 및 바람직하게는 약 6.35 mm/s 내지 약 76.2 mm/s 범위이다.

[0100] 방법 실시 형태 11

방법 실시 형태 3 내지 7 중 어느 하나의 버전, 몸체 공동을 충전하는 용융된 조성물의 흐름 속도는 적어도 약 76.2 mm/s, 및 바람직하게는 약 101.6 mm/s 내지 약 165 mm/s의 범위이다.

[0102] 방법 실시 형태 12

방법 실시 형태 1 내지 11 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 챔버를 충전하는 용융된 조성물의 흐름 속도는 적어도 약 51 mm/s, 및 바람직하게는 약 51 mm/s 내지 약 127 mm/s의 범위이다.

[0104] 방법 실시 형태 13

방법 실시 형태 1 내지 12 중 어느 하나의 버전, TLCP는 방향족 지방족, 방향족 폴리에스테르, 폴리아조메틴, 폴리아미드, 및 이의 조합으로 구성된 중합체 및 공중합체의 군으로부터 선택된다.

[0106] 방법 실시 형태 14

방법 실시 형태 1 내지 13 중 어느 하나의 버전, 주형 공동은 복수의 특징 공동을 포함하고, 각각의 특징 공동은 이와 유체 연통되도록 연결된 적어도 하나의 미세 특징 챔버를 포함한다.

[0108] 방법 실시 형태 15

방법 실시 형태 1 내지 14 중 어느 하나의 버전, 각각의 특징 공동은 복수의 미세 특징 챔버를 포함한다.

[0110] 방법 실시 형태 16

방법 실시 형태 1 내지 15 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 챔버는 약 90 나노미터(nm) 이상, 또는 바람직하게는 약 100 nm 내지 최대 약 20 미크론 이하의 범위인 부 특징 치수(예를 들어, 두께)를 갖는다.

[0112] 방법 실시 형태 17

방법 실시 형태 1 내지 16 중 어느 하나의 버전, 각각의 미세 특징 챔버는 대응하는 특징 공동의 리딩 부분을 형성한다.

[0114] 방법 실시 형태 18

방법 실시 형태 1 내지 16 중 어느 하나의 버전, 각각의 특징 공동은 이의 대응하는 적어도 하나의 미세 특징 챔버에 의해 전체적으로 형성된다.

[0116] 방법 실시 형태 19

방법 실시 형태 1 내지 16 중 어느 하나의 버전, 용융된 조성물은 용융된 조성물 또는 적어도 용융된 TLCP가 응고될 때까지 정확하게, 적어도 실질적으로, 또는 대략 동일한 온도로 유지된다. 예를 들어, 용융된 조성물은 용융된 조성물 또는 적어도 용융된 TLCP가 응고될 때까지 사용되는 TLCP의 용융점의 플러스 또는 마이너스 50°C 내에서 유지되는 것이 선호될 수 있다.

[0118] 방법 실시 형태 20

방법 실시 형태 1 내지 19 중 어느 하나의 버전, 용융된 조성물은 약 232°C (450 °F) 내지 최대 약 427°C (800°F) 이하의 범위 내의 온도에 있다.

[0120] 방법 실시 형태 21

방법 실시 형태 1 내지 20 중 어느 하나의 버전, 적어도 주형 공동은 용융된 조성물이 응고될 때까지 정확하게, 적어도 실질적으로, 또는 대략 동일한 온도로 유지된다. 예를 들어, 적어도 주형 공동은 용융된 조성물이 응고될 때까지 사용되는 TLCP의 용융점의 대략 50°C 내에서 유지되는 것이 선호될 수 있다. 바람직하게는, 주형 공동은 TLCP의 열 변형 온도 미만의 온도(예를 들어, 약 40°C 내지 최대 150°C 이하의 범위인 주형 공동 온도)로 유지된다. TLCP의 "열 변형" 온도는 TLCP가 특정 하중 하에서 소성 변형되지 않는 온도 미만의 온도를 지칭한다. 예를 들어, 열 변형 온도는 TLCP가 적용된 사출 성형 압력 하에서 흐르지 않는 온도 미만의 온도일 수 있다. 또한, 이는 TLCP가 그 외의 다른 적용된 외부 힘 하에서 흐르지 않는 온도 미만의 온도일 수 있다.

[0122] 방법 실시 형태 22

- [0123] 방법 실시 형태 1 내지 20 중 어느 하나의 버전, 적어도 각각의 미세 특징 챔버는 적어도 하나의 미세 특징 챔버 내에서 용융된 조성물이 응고되는 동안에 정확하게, 적어도 실질적으로, 또는 대략 동일한 온도로 유지된다. 예를 들어, 적어도 하나의 미세 특징 챔버 내에서 용융된 조성물이 응고되는 동안 사용되는 TLCP의 용융점의 플러스 또는 마이너스 30°C 내로 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 유지하는 것이 선호될 수 있다.
- [0124] 방법 실시 형태 23
- [0125] 방법 실시 형태 1 내지 22 중 어느 하나의 버전, 각각의 충전 단계는 용융된 조성물을 주형 공동 내로 압출시킴으로써 수행된다. 다시 말하면, 주형 공동은 용융된 조성물을 주형 공동 내로 압출시킴으로써 소정 양의 용융된 조성물이 충전될 수 있다.
- [0126] 방법 실시 형태 24
- [0127] 방법 실시 형태 2의 버전에서, 제1 흐름 속도와 제2 흐름 속도 간의 차이는 적어도 약 12.7 mm/s(0.5 인치/초), 및 바람직하게는 약 25.4 mm/s(1.0 인치/초) 내지 약 127 mm/s(5.0 인치/초)의 범위이다.
- [0128] 방법 실시 형태 25
- [0129] 방법 실시 형태 1 내지 24 중 어느 하나의 버전, 조성물을 용융하는 단계와 주형 공동을 용융된 조성물로 완전히, 적어도 실질적으로, 또는 대략 충전하는 단계 사이의 시간은 약 5.00 분 이하이다. 주형 공동은 약 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5, 2.0, 1.5, 1.0, 0.5, 0.45, 0.40, 0.35, 0.30, 0.25, 0.20, 0.15, 0.10, 또는 0.05 분 이하에서 충전되는 것이 선호될 수 있다.
- [0130] 방법 실시 형태 26
- [0131] 방법 실시 형태 1 내지 24 중 어느 하나의 버전, 조성물을 용융하고, 주형 공동을 용융된 조성물로 완전히, 적어도 실질적으로, 또는 대략 충전하고, 및 주형 공동 내에서 용융된 조성물을 응고하는데 걸리는 시간은 전체가 약 5.00 분 이하이다. 이 시간은 약 3 초 내지 최대 약 5 분의 범위인 것이 선호될 수 있다.
- [0132] 방법 실시 형태 27
- [0133] 방법 실시 형태 1 내지 26 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 챔버 내에서 응고된 TLCP의 분자 메소겐은 0.4 초과 내지 최대 1.0 범위인 이방성 인자에 의해 적어도 하나의 미세 특징 챔버를 충전하는 이동하는 용융된 조성물의 흐름 방향에 대해 분자 정렬된다. 응용에 따라, 적어도 약 0.5 내지 최대 1.0 미만의 범위의 이방성 인자에 의해, 바람직하게는 약 0.6 내지 최대 1.0 미만의 범위의 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이 각각의 미세 특징 챔버 내에서 TLCP 분자 메소겐의 적어도 약 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100%가 분자 정렬될 때 원하는 결과가 얻어질 수 있다.
- [0134] 방법 실시 형태 28
- [0135] 방법 실시 형태 1 내지 27 중 어느 하나의 버전, 미세 특징 챔버가 응용에 따라 용융된 조성물로 충전된 후에 각각의 미세 특징 챔버 내에서 용융된 조성물의 응고는 약 5, 4, 3, 2, 1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6 또는 0.5 초 미만에서 일어난다. 약 5초 초과 이후, 흐름 정렬된 메소겐은 너무 이완되어 흐름 정렬된 메소겐은 정렬된 메소겐을 갖는 TLCP를 사용함으로써 얻어지는 것으로 추구되는 개선된 물리적 특성을 제공하기 위해 충분하게 정렬되지 못한다.
- [0136] 방법 실시 형태 29
- [0137] 방법 실시 형태 1 내지 28 중 어느 하나의 버전, 제공된 주형은 마주보는 주 표면을 갖는 복수의 플레이트를 포함한다. 플레이트는 각각의 특징 공동 또는 적어도 각각의 미세 특징 챔버를 형성하도록 설계된다. 각각의 플레이트의 주 표면 중 적어도 하나 또는 양자 모두는 적어도 미세 특징 챔버 내에, 바람직하게는 적어도 특징 공동 내에 함입된(entrapped) 기체가 통기될 수 있거나(vent) 또는 이와는 달리 주형 공동을 충전하는 동안 주형으로부터 플레이트들 사이를 통과함으로써 빠져나갈 수 있도록 플레이트들 중 또 다른 플레이트의 주 표면과 접촉한다. 이러한 주형은 예를 들어, 그 전체가 본 명세서에 참고로 인용된, 미국 가특허 출원 제61/168,268호에 개시된다. 플레이트는 몸체 공동의 적어도 일부분을 형성하는 것이 선호될 수 있다. 하나의 주형 절반부 내에 형성된 모든 몸체 공동은 이러한 플레이트에 의해 형성되는 것이 선호될 수 있다. 또한, 사용되는 이러한 플레이트는 하나의 주형 절반부, 그 외의 다른 주형 절반부, 또는 주형 절반부 양자 모두에 의해 형성된 전체 주형 공동을 형성하는 것이 선호될 수 있다.

[0138] 방법 실시 형태 30

[0139] 방법 실시 형태 29의 버전, 각각의 특징 공동 또는 적어도 각각의 미세 특징 챔버는 복수의 플레이트들 사이의 서브마이크로미터 치수의 간격에 의해 통기된다.

[0140] 전형적으로 용품을 성형할 때, 주형 공동의 통기가 필요하다. 주형 공동을 충전하는 동안 공기의 통기에 따라 대체된 공기가 공동에서 배출될 수 있고, 이에 따라 용융된 조성물로 주형 공동의 더욱 균일한 충전이 허용될 수 있다. 전형적으로, 주형은 주형 공동을 형성하기 위해 서로 정합되는 2개의 주형 절반부를 포함한다. 이러한 주형 절반부의 통기는 종종 일차 및 이차 통기구(vent) 또는 배출 경로에 의해 제공된다. 이러한 일차 및 이차 통기구는 약 10 μm 및 약 100 μm 깊이의 채널 각각에 의해 제공될 수 있다. 일차 및 이차 통기구는 공동으로부터 이격되는 방향으로 공기를 지향하기 위해 주형의 제1 주형 절반부의 주 표면 내로 절삭된다. 일차 통기구는 공기가 빠져나가는 경로를 보장하고, 동시에 또한 공기에 비해 큰 점도 차이로 인해 용융된 중합체성 재료가 유입되는 것을 방지한다. 이차 통기구에 따라 증발되는 공기가 주형 절반부의 사출선(parting line)을 통해 자유롭게 흘러나갈 수 있다. 통기는 또한 주형으로부터 형성된 성형된 용품을 제거하기 위해 사용되는 배출 펀을 통해 구현될 수 있다. 이를 일차 및 이차 통기구가 공동의 거시적 부분에 대해 공기의 대량적 증발의 보장을 도울지라도, 이들은 각각의 공동의 단기 충전(short filling)의 완화를 돋지 않아서 공동의 불완전한 충전이 야기되고 형성된 성형된 용품은 대응하는 주형 공동의 특징부와 밀접하게 일치되는 특징부를 갖지 않는다.

[0141] 하나 이상 또는 모든 다양한 주형 공동의 통기는 복수의 플레이트들 사이의 서브마이크로미터 치수의 간격에 의해 제공될 수 있다. 적층된 라미네이트에서, 각각의 개개의 플레이트의 제1 주 표면 및 제2 주 표면은 폴리싱되지 않을 수 있어서 각각의 주 표면에 약간의 조도(roughness)가 남겨진다. 적층된 라미네이트를 형성하는 플레이트는 전체 영역, 실질적으로 전체 영역, 또는 각각의 플레이트의 제1 및 제2 주 표면의 선택된 영역에 걸쳐서 표면 조도를 포함할 수 있다. 이러한 표면 조도는 30 RMS(제곱 평균 제곱근; root mean square) μm 인치 (0.762 RMS μm) 이하, 0.508 RMS μm (20 RMS μm 인치) 이하, 0.254 RMS μm (10 RMS μm 인치) 이하 또는 심지어 0.102 RMS μm (4 RMS μm 인치) 이하일 수 있다. 복수의 플레이트가 서로 밀접하게 접촉할지라도, 접촉하는 플레이트 표면의 서브마이크로미터 치수의 조도에 따라 적용 가능한 주형 공동(예를 들어, 몸체 공동, 특징 공동 및/ 또는 미세 특징 챔버)에 강제로 남겨진 공기는 인접한 플레이트들 사이에서 통기될 수 있다. 게다가, 통기가 서브마이크로미터의 치수 범위에서 일어나기 때문에, 용융된 조성물은 증발된 공기에 대해 이의 상당히 큰 점도로 인해 주형 공동 내에 수용된 상태로 잔류한다. 서브마이크로미터의 치수의 통기에 따라 적층된 라미네이트 주형 내에서 완전한 공기 증발이 허용될 수 있고, 차례로 10°F 내지 20°F 더 차가운 주형 온도, 25% 내지 30% 감소된 사출 압력, 더 짧아진 사이클 시간(20초 내지 30초 더 빠름)에서 열가소성 사출 성형이 허용될 수 있고, 주형 및 마이크로-공구 수명이 길어진다. 또한, 서브마이크로미터 치수의 통기에 따라 형성된 성형된 용품 내에서 특징부 크기가 더 작아질 수 있다(예를 들어, 니들 텁크기가 더 날카로워짐). 예를 들어, 본 발명에 따라서 제조된 마이크로니들은 20, 10, 7, 5, 2, 1, 0.8, 또는 심지어 0.5 μm 이하의 텁크 직경을 가질 수 있다.

[0142] 도 5를 참조하면, 적층된 라미네이트 주형 절반부(80)의 실시예는 특징 공동을 형성하는 흄(86)을 갖도록 형성된 마주보는 주 표면(84)을 갖는 복수의 플레이트(82)를 포함한다. 플레이트의 노출된 단부(88)들은 주형 절반부(80)를 포함하는 주형에 의해 형성된 몸체 공동의 면의 적어도 일부분을 함께 형성한다. 성기계 적층되기 시작하는 플레이트(82)는 예를 들어, 인접한 플레이트(82)의 마주보는 주 표면(84)들 사이에 접촉을 형성하기 위해 화살표(91)로 지시된 방향으로 웨지 블록(wedge block, 90)을 사용함으로써 서로 빙屈없이 적층된다. 각각의 플레이트(82)의 주 표면(84)을 통해 기계가공된 2개의 홀(92)은 웨지 블록(90)을 사용하여 용이해지고 플레이트(82)를 서로 정렬된 상태로 유지시키는 것을 돋는 펀(94)이 박힌다. 플레이트(82)는 예를 들어, 강(예를 들어, 스프링 강, H13, S7, 420 스테인리스 강, 고탄소강, 등)과 같은 임의의 적합한 주형 재료로 제조될 수 있다. 이들의 노출된 단부 표면(88)을 제외하고, 각각의 플레이트(82)의 나머지 부분은 전형적으로 주형 절반부(80) 내에 숨겨진다. 이 실시예에서, 플레이트(82)는 주형 절반부(80)의 일부분을 형성하는 블록(96) 내에 장착된다. 블록(96)은 성형된 용품의 냉각을 위해 우수한 열 전달을 제공하고, 주형 공동 주위에서 적절한 온도 제어를 유지하기 위해 사용되는 열 전도성 금속(예를 들어, 미국 미시건 사우스필드 소재의 몰드맥스(Moldmax®) 써멀 매니지먼트 솔루션즈(Thermal Management Solutions)로부터의 베릴륨 코퍼 몰드스타(Beryllium Copper Moldstar®))로 제조되는 것이 선호된다. 이 실시예의 경우, 블록(96)의 일부분은 플레이트(82) 사이로부터 통기되는 공기가 따라서 이동하는 경로와 플레이트(82)의 적층된 라미네이트의 측면을 더욱 용이하게 가시하기 위해 제거된다. 통기된 공기 경로는 화살표(98)로 예시된다.

[0143] 전술된 전형적인 방법 각각이 다양한 상이하게 성형된 용품을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 추가로, 용융된 조성물로의 각각의 특징 공동의 충전에 따라 중공 구조의 구조적 특징부(예를 들어, 중공 니들), 중실 구조의

구조적 특징부(예를 들어, 중실 니들 또는 핀), 또는 이 양자의 조합이 생성될 수 있다. 중공 니들과 유사한 중공 용품은 예를 들어, 그 전체가 본 명세서에서 참고로 이전에 인용된 미국 가특허 출원 제61/168,268호에 개시된 것과 같은 주형을 사용하여 제조될 수 있다.

[0144] 성형된 용품 실시 형태 1

본 발명에 따르는 성형된 용품의 일 실시 형태에서, 성형된 용품은 몸체 및 몸체와 각각 통합되고, 이로부터 신장되거나 또는 이와는 달리 이로부터 돌출되는, 적어도 하나의 또는 복수의 3-차원 구조적 특징부(예를 들어, 입방체, 텁, 리지, 중실 또는 중공 니들, 핀(pin), 핀(fin), 기어, 채널, 소켓, 보빈, 펌프, 칩 캐리어, 스위치, 등)를 포함한다. 각각의 구조적 특징부는 적어도 하나의 또는 복수의 미세 특징 요소를 포함한다. 이러한 미세 특징 요소는 예를 들어, 3-차원 구조적 특징부(예를 들어, 니들 또는 핀의 텁, 기어 톱니, 채널의 개구를 형성하는 마주보는 에지, 중공 니들의 보어, 마이크로-유체 채널과 유체 연통하는 중공 마이크로니들의 보어, 등)의 리딩 에지 또는 텁을 포함할 수 있다. 각각의 미세 특징 요소는 부 치수를 가지며, 몸체 또는 적어도 각각의 구조적 특징부는 복수의 문자구조의 민감성 메소겐을 갖는 적어도 하나의 용융 가공가능하거나 또는 열방성 액정 중합체(TLCP)로 구성되거나, 이로 실질적으로 구성되거나, 이를 포함하거나, 또는 이로 전체적으로, 실질적으로(즉, 적어도 약 50% 및 바람직하게는 적어도 약 60%) 또는 이로 적어도 부분적으로 형성된다. 부 치수에 걸쳐서 문자 메소겐 모두 또는 적어도 상당한 부분이 흐름 정렬된 상태(즉, 메소겐 흐름 텁블링으로부터 야기된 정렬에 비해 상대적으로 이방성 정렬을 갖는 상태)에 있다.

이 성형된 용품은 임의의 상기 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 이 용품의 몸체는 임의의 상기 방법에 따라 몸체 공동을 사용하여 형성될 수 있다. 이 용품의 적어도 하나 구조적 특징부는 또한 임의의 상기 방법에 따라 적어도 하나의 특징 공동을 사용하여 형성될 수 있다. 추가로, 이 용품의 적어도 하나의 미세 특징 요소는 임의의 상기 방법에 따라 적어도 하나의 미세 특징 챔버를 사용하여 형성될 수 있다.

[0147] 성형된 용품 실시 형태 2

성형된 용품 실시 형태 1의 버전, 50% 초과의 각각의 구조적 특징부는 적어도 하나의 TLCP이다.

[0149] 성형된 용품 실시 형태 3

성형된 용품 실시 형태 1 또는 2의 버전, 각각의 미세 특징 요소의 부 치수에 걸쳐서 적어도 약 30%의 TLCP 메소겐이 흐름 정렬된다. 성형된 용품에 따라, 각각의 미세 특징 요소의 부 치수에 걸쳐서 TLCP 메소겐의 적어도 약 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100%가 흐름 정렬될 때, 각각의 미세 특징 요소는 흐름 정렬된 이의 TLCP 메소겐의 상당한 부분을 갖는 것으로 여겨진다. 이러한 부 치수에는 예를 들어, 벽의 두께, 니들 텁, 마이크로-니들 텁, 중공 니들 또는 마이크로니들의 보어 또는 홀, 마이크로-유체 채널의 채널의 직경 등이 포함될 수 있다. 일부 응용의 경우(예를 들어, 마이크로-니들의 텁), 흐름 텁블링되는 각각의 미세 특징 요소의 부 치수에 걸쳐서 최대 약 25% 이하의 최대치의 TLCP 메소겐을 갖는 것이 선호될 수 있다.(즉, 등방성인 부 치수의 약 25%의 최대)

[0151] 성형된 용품 실시 형태 4

성형된 용품 실시 형태 1 내지 3 중 어느 하나의 버전, 각각의 미세 특징 요소 내의 TLCP 메소겐은 적어도 약 0.3 내지 1.0 이하의 범위인 평균 이방성 인자, 바람직하게는 약 0.4 내지 1.0 미만의 범위인 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이, 평균 흐름 정렬을 나타낸다.

[0153] 성형된 용품 실시 형태 5

성형된 용품 실시 형태 1 내지 4 중 어느 하나의 버전, 각각의 미세 특징 요소의 부 치수에 걸쳐서 흐름 정렬된 TLCP 메소겐은 적어도 약 0.5 내지 최대 1.0 이하의 범위인 평균 이방성 인자, 바람직하게는 약 0.6 또는 0.7 내지 1.0 미만의 범위인 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이, 평균 흐름 정렬을 나타낸다.

[0155] 성형된 용품 실시 형태 6

성형된 용품 실시 형태 1 내지 5 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 구조적 특징부 내에서 TLCP 메소겐 모두 또는 적어도 상당한 부분이 흐름 정렬된 상태에 있다. 즉, 이들 TLCP 메소겐은 흐름 텁블링에 의해 야기되는 등방성 정렬에 비해 상대적으로 이방성의 정렬을 갖는다.

[0157] 성형된 용품 실시 형태 7

- [0158] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 6 중 어느 하나의 버전, 각각의 구조적 특징부 내에서 적어도 약 10%의 TLCP 메소겐이 흐름 정렬되고, 각각의 구조적 특징부 내에서 TLCP 메소겐의 코어 또는 이와는 달리 나머지 부분은 특히 적어도 하나의 미세 특징 요소 내에서 흐름 정렬된 문자 메소겐과 비교할 때 상대적으로 등방성의 정렬을 갖는다. 성형된 용품에 따라, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 메소겐의 적어도 약 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100%가 흐름 정렬될 때, 각각의 구조적 특징부는 흐름 정렬된 이의 TLCP 문자 메소겐의 상당한 부분을 갖는 것으로 여겨진다.
- [0159] 성형된 용품 실시 형태 8
- [0160] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 7 중 어느 하나의 버전, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 메소겐은 적어도 약 0.2 내지 최대 1.0 이하의 범위인 평균 이방성 인자, 바람직하게는 약 0.3 또는 0.4 내지 1.0 미만의 범위인 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이, 평균 흐름 정렬을 나타낸다.
- [0161] 성형된 용품 실시 형태 9
- [0162] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 8 중 어느 하나의 버전, 각각의 구조적 특징부 내의 흐름 정렬된 TLCP 메소겐은 적어도 약 0.5 내지 최대 1.0 이하의 범위인 평균 이방성 인자, 바람직하게는 약 0.6 또는 0.7 내지 1.0 미만의 범위인 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이, 평균 문자 정렬을 나타낸다.
- [0163] 성형된 용품 실시 형태 10
- [0164] 성형된 용품 실시 형태 7의 버전, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 메소겐의 나머지 부분은 특히 적어도 하나의 미세 특징 요소 내에서 흐름 정렬된 문자 메소겐과 비교할 때 0.2 미만의 평균 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이 임의의 문자 정렬을 나타낸다.
- [0165] 성형된 용품 실시 형태 11
- [0166] 성형된 용품 실시 형태 7의 버전, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 메소겐의 나머지 부분은 완전히 또는 적어도 실질적으로 흐름 텀블링된 상태에 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 문자 메소겐의 나머지 부분은 이들이 0.2 미만의 이방성 인자를 나타낼 때 실질적으로 흐름 텀블링된 상태인 것으로 여겨진다.
- [0167] 성형된 용품 실시 형태 12
- [0168] 성형된 용품 실시 형태 7의 또 다른 버전, 각각의 구조적 특징부 내의 TLCP 메소겐의 나머지 부분의 대략 모두는 특히 적어도 하나의 미세 특징 요소 내에서 흐름 정렬된 문자 메소겐과 비교할 때 상대적으로 등방성의 정렬(예를 들어, 흐름 텀블링된 상태를 가짐)를 갖는다.
- [0169] 성형된 용품 실시 형태 13
- [0170] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 12 중 어느 하나의 버전, 몸체 내의 TLCP 메소겐의 대략 모두, 상당한 부분, 또는 적어도 일부분은 흐름 정렬된 상태에 있다. 즉, 몸체 내의 이를 TLCP 메소겐은 흐름 텀블링에 의해 야기되는 등방성 배향 상태와 비교되는 상대적으로 이방성의 정렬을 갖는다.
- [0171] 성형된 용품 실시 형태 14
- [0172] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 13 중 어느 하나의 버전, 몸체 내에서 TLCP 메소겐의 적어도 약 10%가 흐름 정렬되고, 몸체 내에서 TLCP 메소겐의 코어 또는 이와는 달리 나머지 부분은 특히 적어도 하나의 미세 특징 요소 내에서 흐름 정렬된 문자 메소겐과 비교할 때 상대적으로 등방성의 배향 상태를 갖는다. 성형된 용품에 따라, 몸체 내의 TLCP 메소겐의 적어도 약 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 또는 100%가 흐름 정렬될 때, 몸체는 흐름 정렬된 이의 TLCP 메소겐의 상당한 부분을 갖는 것으로 여겨진다. 다수의 응용의 경우, 몸체 내에서 10% 미만의 흐름 정렬된 TLCP 메소겐을 수득하기가 곤란할 수 있다.
- [0173] 성형된 용품 실시 형태 15
- [0174] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 14 중 어느 하나의 버전, 몸체 내의 TLCP 메소겐은 0 초과 내지 최대 1 이하의 범위인 평균 이방성 인자, 바람직하게는 약 0.1 내지 1.0 미만의 범위인 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이 평균 흐름 정렬을 나타낸다.

[0175] 성형된 용품 실시 형태 16

[0176] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 15 중 어느 하나의 버전, 몸체 내의 흐름 정렬된 TLCP 메소겐은 적어도 약 0.1 내지 최대 1.0 이하의 범위인 평균 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이 평균 분자 정렬을 나타낸다.

[0177] 성형된 용품 실시 형태 17

[0178] 성형된 용품 실시 형태 14의 버전, 몸체 내의 TLCP 메소겐의 나머지 부분은 특히 적어도 하나의 미세 특징 요소 내에서 흐름 정렬된 문자 메소겐과 비교할 때 0.2 미만의 평균 이방성 인자에 의해 명시되는 바와 같이 임의의 문자 정렬을 나타낸다.

[0179] 성형된 용품 실시 형태 18

[0180] 성형된 용품 실시 형태 14의 또 다른 버전, 몸체 내의 TLCP 메소겐의 나머지 부분은 흐름 텁블링된 상태에 있다.

[0181] 성형된 용품 실시 형태 19

[0182] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 12 중 어느 하나의 버전, 몸체 내의 TLCP 메소겐의 대략 모두는 특히 적어도 하나의 미세 특징 요소 내에서 흐름 정렬된 TLCP 메소겐과 비교할 때 상대적으로 등방성의 배향 상태(예를 들어, 흐름 텁블링된 상태를 가짐)를 갖는다.

[0183] 성형된 용품 실시 형태 20

[0184] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 19 중 어느 하나의 버전, 몸체는 성형된 용품의 일부분을 형성하지 않는다. 예를 들어, 몸체는 재생될 수 있거나 또는 이와는 달리 폐기된다.

[0185] 성형된 용품 실시 형태 21

[0186] 성형된 용품 실시 형태 20의 성형된 용품, 몸체는 폐기 가능한 스프루 또는 러너를 형성한다.

[0187] 성형된 용품 실시 형태 22

[0188] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 21 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소의 부 치수(예를 들어, 두께)는 약 500 마이크로미터(μm) 이하이다. 일부 성형된 용품의 경우, 부 치수는 약 400 마이크로미터 이하, 300 마이크로미터 이하, 200 마이크로미터 이하 또는 심지어 100 마이크로미터 이하인 것이 선호될 수 있다. 또한, 적어도 하나의 미세 특징 요소의 부 치수는 적어도 90 나노미터(nm) 이거나 또는 약 90 nm 내지 최대 약 20 미크론 이하의 범위 내에 있는 것이 선호될 수 있다.

[0189] 성형된 용품 실시 형태 23

[0190] 성형된 용품 실시 형태 22의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소는 약 0.50 mm(500 미크론) 이하의 두께를 갖는 벽을 포함한다.

[0191] 성형된 용품 실시 형태 24

[0192] 성형된 용품 실시 형태 23의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소의 벽 두께는 약 0.20 mm(200 미크론) 이하이다.

[0193] 성형된 용품 실시 형태 25

[0194] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 24 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소는 10:1 이상의 종횡비를 각각 갖는 복수의 미세 특징 요소이다.

[0195] 성형된 용품 실시 형태 26

[0196] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 25 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소는 800 nm 이하의 예지 두께를 갖는 예지를 포함한다.

[0197] 성형된 용품 실시 형태 27

[0198] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 24 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소는 복수의 미세 특징 요소이며, 각각의 미세 특징 요소는 800 nm 이하의 텁 반경을 포함한다.

[0199] 성형된 용품 실시 형태 28

[0200] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 21 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소의 부 치수(예를 들어, 두께)는 약 90 나노미터(nm) 내지 최대 약 20 미크론 이하의 범위 내에 있다.

[0201] 성형된 용품 실시 형태 29

[0202] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 28 중 어느 하나의 버전, 적어도 하나의 미세 특징 요소는 대응하는 구조적 특징부의 리딩 부분을 형성한다. 예를 들어, 미세 특징 요소는 3-차원 구조적 특징부(예를 들어, 니들 또는 핀 끝, 기어 톱니, 채널의 개구를 형성하는 마주보는 에지, 중공 니들 또는 마이크로-니들의 보어 또는 홀, 등)의 리딩 에지 또는 텁일 수 있다.

[0203] 성형된 용품 실시 형태 30

[0204] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 29 중 어느 하나의 버전, 각각의 구조적 특징부는 적어도 하나의 미세 특징 요소에 의해 전체적으로 형성된다.

[0205] 성형된 용품 실시 형태 31

[0206] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 30 중 어느 하나의 버전, 열방성 액정 중합체(TLCP)는 충전재 또는 첨가 재료(예를 들어, 유리 입자 또는 섬유, 그래파이트, 탄소, 광물, 등)로 완전히 또는 실질적으로 충전되지 않는다.

[0207] 성형된 용품 실시 형태 32

[0208] 성형된 용품 실시 형태 1 내지 30 중 어느 하나의 버전, 열방성 액정 중합체(TLCP)는 충전재 또는 첨가 재료(예를 들어, 유리 입자 또는 섬유, 그래파이트, 탄소, 광물, 등)로 실질적으로 또는 적어도 부분적으로 충전된다.

[0209] 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 콜드 러너 다이 또는 주형은 제1 주형 절반부(34)를 통해 형성된 스프루 부싱 통로(36)를 포함하는 주형 공동을 함께 형성하는 제1 또는 적층된 라미네이트 주형 절반부(34) 및 제2 주형 절반부(도시되지 않음)를 포함한다. 스프루 부싱(36)은 스프루(도시되지 않음)를 수용하고, 상기 스프루를 통해 용융된 조성물이 수용된다. 스프루(도시되지 않음)로부터의 용융된 조성물은 대응하는 에지 게이트 개구(edge gate openings, 31)에 의해 대응하는 콜드 러너 통로(38)를 통하여 4개의 용품 공동(37) 내로 지향된다. 게이트(31)는 대응하는 용품 공동(37) 내로 사출된 용융된 조성물의 흐름 장을 결정한다. 주형 공동은 거시적인 기체 증발 및 밸런싱된 부분 배출을 허용하기 위해 각각의 용품 공동(37)의 하류 측에 이차 에지 게이트(33) 및 러너 통로(39)를 포함할 수 있다. 도 2b에 도시된 용품 공동(37) 각각은 몸체 공동(42)과 유체 연통되는 복수의 특징 공동(40)(예를 들어, 중실 또는 중공 마이크로니들을 형성하기 위함)을 포함한다. 몸체 공동(42)은 인접한 플레이트(46)의 마주보는 주 표면(48)들 사이에 접촉을 형성하기 위하여 빈틈없이 서로 적층된 복수의 플레이트(46)의 노출된 단부 표면(44)에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 주 면을 포함한다. 플레이트(46)는 예를 들어, 클램핑(clamping), 본딩(bonding), 또는 웨지 블로킹(wedge blocking)(예를 들어, 도 5 참조)을 포함하는 물리적 또는 화학적 수단에 의해 서로 빈틈없이 밀접하게 접촉하도록 보유된 적층된 라미네이트 또는 라미네이트 주형을 형성한다. 특징 공동(40)은 플레이트(46)의 주 표면(48)과 노출된 표면(44) 내에 형성된 대응하는 피라미드-형태의 노치(가상으로 도시됨)에 의해 형성된다. 플레이트(46)는 예를 들어, 강(예를 들어, A2, M2, 스프링 강, H13, S7, 420 스테인리스 강, 고탄소강, 등)과 같은 임의의 적합한 주형 재료로 제조될 수 있다. 이들의 노출된 표면(44)을 제외하고, 각각의 플레이트(46)의 나머지 부분은 도 5에 도시된 것과 유사하게 주형 절반부(34) 내에 숨겨진다. 주형 절반부(34)는 성형된 용품의 냉각을 위해 우수한 열 전달을 제공하고, 주형 공동 주위에서 적절한 온도 제어를 유지하기 위해 사용되는 열 전도성 금속(예를 들어, 미국 미시건 사우스필드 소재의 몰드맥스® 씨멀 매니지먼트 솔루션즈로부터의 베릴륨 코퍼 몰드스타)으로 제조되는 블록 또는 프레임(50)에 의해 부분적으로 형성될 수 있다.

[0210] 도 3a를 참조하면, 본 발명의 적층된 라미네이트(100)의 또 다른 실시 형태는 서로 접촉하는 플레이트(110a, 110b, 110c,... 및 110e)(일괄적으로 복수의 플레이트(110))를 포함한다. 각각의 플레이트는 제1 주 표면 및 제2 주 표면을 포함한다. 전형적으로, 각각의 플레이트의 제1 주 표면과 제2 주 표면은 평면형이며, 이는 이들이 실질적으로 서로 일치되는 한 필요하지 않다. 플레이트(110a)는 제1 주 표면(120a) 및 제2 주 표면(130a)을 포함한다. 복수의 플레이트(110)는 플레이트(110a)의 제2 주 표면(130a)이 플레이트(110b)의 제1 주 표면(120b)과 인접하도록 서로 인접하게 적층된다. 복수의 플레이트(110)는 제1 주형 표면(140)을 포함하고, 제1 주형 표면(140)은 각각의 플레이트의 제1 주 표면과 제2 주 표면을 연결한다. 일 실시 형태에서, 복수의 플레이트 내의 각각의 플레이트의 제1 주 표면과 제2 주 표면은 도 3a에 도시된 바와 같이 서로 평행하다. 또 다른 실시

형태에서, 복수의 플레이트 내의 플레이트의 제1 주 표면과 제2 주 표면은 서로 평행하지 않으며, 대신에 수평 방향, 수직 방향, 또는 이들 양 방향으로 테이퍼진다. 그 뒤, 인접한 플레이트는 그 뒤 인접한 플레이트의 제1 주 표면과 하나의 플레이트의 제2 주 표면 간에 상당한 일치를 유지하기 위하여 상반된 방향으로 테이퍼진다. 도 3a에 예시된 바와 같이, 복수의 플레이트(110) 각각의 제1 주형 표면(140)은 개개의 주형 표면 각각으로 형성되는 연속적이고 끊임없는 표면을 제공하기 위해 주의 깊게 형성되는 것이 선호될 수 있다.

[0211] 적층된 라미네이트 주형 내의 공동의 전형적인 형성은 다음을 따른다. 복수의 플레이트(110)는 복수의 공동(150a)을 포함한다. 각각의 공동(150a)은 정점(153)에서 만나는 제1 평면형 공동 표면(151)과 제2 평면형 공동 표면(152)을 포함하는 V-형태의 홈을 포함한다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 공동(150a)은 제1 주형 표면(140)에 대해 적어도 개방된다. 제1 평면형 공동 표면과 제2 평면형 공동 표면(152)은 각각의 개개의 플레이트의 제1 주 표면(예를 들어, 120a) 및 각각의 개개의 플레이트의 제1 주형 표면(예를 들어, 140)을 교차한다. 형성된 공동 형상은 인접한 플레이트의 제1 주 표면과 제2 주 표면 사이의 밀접한 접촉에 의해 형성된다. 예를 들어, 도 3b에서, 적층된 라미네이트(160)는 플레이트(111d)의 제2 주 표면(131) 상의 공동(155b) 및 플레이트(111e)의 제1 주 표면(121) 상의 공동(150b)에 의해 형성된 정사각형 피라미드-형태의 공동을 포함한다. 도 3c에서, 플레이트(172)의 적층된 라미네이트(170)는 피라미드-형태의 마이크로니들 특징 공동(174)을 포함한다. 각각의 특징 공동(174)은 각각의 플레이트(172)의 마주보는 주 표면 내에 형성된 2개의 짧은 측면 표면(178) 및 각각의 플레이트(172)의 하나의 주 표면 내에 형성된 2개의 긴 측면 표면(176)을 갖는다.

[0212] 공동의 표면은 도 3a 및 도 3b에 예시된 바와 같이 평면형이거나 또는 곡선형일 수 있다. 공동은 예를 들어, 피라미드, 절반 피라미드, 계단형 피라미드, 프리즘, 원뿔, 절반 원뿔, 계단형 원뿔, 원뿔대, 표준 베벨, 짧은 베벨 또는 본질적으로 짧은 베벨 피하주사기 형상(true short bevel hypodermic shape), 3엽 형상(trilobal shape), 오벨리스크(obelisk), 경사진 실린더, 또는 이의 조합을 포함하는 임의의 형상을 가질 수 있다. 공동의 형상 및 표면은 특히 제한되지 않지만 하기는 공동을 설계할 때 고려될 수 있다. 첫째로, 공동 형상은 공동을 기계가공하는 용이성에 의해 제한될 수 있다. 둘째로, 공동은 형성된 성형된 용품의 제거를 용이하게 하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 적어도 0.5 도 초과의 적절한 드래프트각이 주형으로부터 형성된 성형된 용품의 적합한 제거를 보장하기 위해 공동 형상으로 설계될 수 있다. 이는 설계가 거의 일직선의 벽을 갖는 공동을 수반할 때 특히 중요하다. 셋째로, 공동은 이의 의도된 기능 또는 목적에 대해 효과적인 형성된 성형된 용품을 제공하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 중실 또는 중공 마이크로니들 어레이는 대상의 피부를 관통하도록 충분히 강해야 한다. 마이크로니들 어레이에 사용된 종합체성 재료의 강도는 공동의 각도, 예를 들어, 마이크로니들에 더 큰 강도를 제공할 수 있는 더 큰 각도를 결정할 수 있다. 그러나, 이 각도의 증가는 환자(또는 대상)의 피부에 대해 더 큰 외상을 야기할 수 있다. 따라서, 각질층의 표면을 파열시키기 위해 마이크로니들의 팀에 대해 최소한의 힘을 필요로 할 수 있는 날카로운 팀과 좁은 표면 영역을 중실 또는 중공 마이크로니들에 제공하는 것이 중요할 수 있다. 적어도 마이크로니들의 팀에서 상대적으로 이방성의 물리적 특성(예를 들어, 강성)을 형성하기 위해 TLCP를 포함하는 조성물로 이러한 용품을 성형하고 TLCP 메소겐을 실질적으로 흐름 정렬 시킴으로써, 더 작은 각도를 갖는 마이크로니들을 공동이 더 길고 더 좁은 마이크로니들을 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0213] 마이크로니들 공동의 치수는 하기와 같이 도 3a를 참조하여 정해진다. 공동 길이(170)는 정점(153)으로부터 제1 주형 표면(140)까지 제1 주 표면(120a)을 따르는 거리로서 정해진다. 공동 기저 폭(172)은 각각의 플레이트의 주 표면(예를 들어, 120a)과 제1 주형 표면(140)을 따르는 공동 거리로서 정해진다. 공동 기저 깊이(174)는 각각의 플레이트의 주 표면에 대해 수직한 제1 주형 표면(140)을 따르는 공동 거리로서 정해진다. 일부 실시 형태에서, 도 3b와 같이, 공동 기저 깊이는 인접한 플레이트 상의 공동 기저 깊이의 합이다.

[0214] 제1 주형 절반부(34)를 대응하는 제2 주형 절반부(도시되지 않음)와 정합시킴으로써 주형 공동이 둘러싸일 때, 용품 공동(37)은 특징 공동(40)이 중실 피라미드-형태의 마이크로니들을 형성하고 몸체 공동(42)이 마이크로니들이 연장되는 지지 기저를 형성하도록 용융된 조성물로 충전될 수 있다. 균일하고 두꺼운 벽 구조물(예를 들어, 도 6a에 참조)을 갖는 이 지지 기저는 상대적으로 강성일 수 있거나, 균일하고 짧은 벽 구조물(예를 들어, 도 7a 참조)을 갖는 지지 기저는 상대적으로 가요성일 수 있거나, 또는 몸체 공동(42)을 둘러싸는 제2 주형 절반부의 정합 표면의 형태에 따라서 지지 기저는 가변 두께를 갖는 벽 구조물(예를 들어, 도 8a 참조)일 수 있다. 이러한 가변 두께의 벽 구조물은 지지 기저의 일 축을 따라 상대적으로 가요성이고 지지 기저의 일 축에 대해 비스듬히(예를 들어, 직각) 또 다른 축을 따라 상대적으로 강성이도록 형성될 수 있다.

[0215] 하기의 실시예는 단지 본 발명의 특징, 이점, 및 그 외의 다른 세부 사항을 추가로 예시하기 위해 선택된다. 그러나, 이 목적으로 실시예가 제공될지라도, 각각의 실시예의 상세 사항은 본 발명의 범위를 과도하게 제한할

수 있는 방식으로 해석되어서는 안된다는 것으로 명확히 이해된다.

[0216] 실시예

[0217] 균일한 강성의 벽 지지 기저를 갖는 중실 마이크로니들

[0218] 주형 절반부 A1

균일한 강성의 벽 지지 기저(예를 들어, 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이)로부터 연장되는 중실 마이크로니들을 제조하기 위한 핫 러너 주형의 일 실시 형태는 쇼크 스틸 쉼-스톡(shock steel shim-stock)으로 제조된 14 개의 스틸 플레이트(44)를 사용하여 제조되는 제1 또는 적층된 라미네이트 주형 절반부(주형 절반부 A1)를 포함하고, 각각의 플레이트(44)의 주 표면(46)은 대략 0.25 RMS μm 의 표면 조도를 갖는다. 각각의 플레이트는 길이가 13.80 mm , 폭이 10.70 mm , 및 두께가 0.50 mm 이었다. 플레이트들이 웨지 블록 라미네이트 홀더(도 5에 도시된 것과 유사함)를 사용하여 서로 피팅되고 이격된 정사각형 피라미드-형태의 특징 공동의 13 × 27 어레이(즉, 총 351 개의 피라미드-형태의 공동)를 형성하기 위해 정렬될 수 있도록 각각의 플레이트의 주 표면을 통해 2개의 훌을 기계가공하였다.

도 6a 및 도 6b의 성형된 용품을 형성하기 위해, 사용된 적층된 라미네이트 주형 절반부는 22.90 mm 길이의 주축, 11.00 mm 길이의 부축 및 0.76 mm 의 두께 치수를 갖는 타원형-형태의 몸체 공동을 포함하였다. 도 3b에 도시된 것들과 같이 플레이트의 적층된 라미네이트에 의해 형성된 개개의 특징 공동은 700 μm 의 공동 길이와 200 μm 의 공동 측면 벽 폭을 포함하는 4개의 측면 벽을 갖는 정사각형 피라미드-형태의 마이크로니들 공동이었다. 이들 특징 공동 치수는 3.5:1의 공동 종횡비를 제공한다. 마이크로니들 특징 공동은 인접한 공동의 정점들 사이에 508 μm 의 거리로 일정한 어레이로 이격되었다. 각각의 마이크로니들 특징 공동의 정점은 10 μm 이하의 직경을 가졌다. 본 발명에 따라서, 이러한 특징 공동 내에 형성된 마이크로니들은 약 10 μm 이하의 반경을 갖는 텁을 가질 수 있다.

[0221] 주형 절반부 B1

도 6a 및 도 6b의 성형된 용품을 제조하는데 있어서, 용품 공동 내의 용융된 조성물을 계량하기 위해 미국 미시건, 트로이 소재의 인코 코포레이션(Incoe Corporation)으로부터의 핫 러너 매니폴드 밸브-게이트형 시스템(주형 절반부 B1)을 사용하였다. 핫 러너 시스템은 밸브 펀을 작동시키면서 소정 양의 용융된 조성물로 각각의 용품 공동을 충전하기 위한 밸브 게이트 노즐을 포함한다. 핫 러너 시스템 내의 각각의 밸브 펀은 직경이 508 μm 로 측정되었고, 용융된 조성물의 신속한 사출을 보장하기 위해 1034.2 kPa (150 psi)의 압축된 공기를 사용하여 공압식으로 작동되었다. 각각의 밸브 펀은 연결된 마이크로니들 특징 공동과 몸체 공동의 모든 부분에 용융된 조성물을 균형을 이루어 전달하기 위하여 대응하는 타원형-형태의 몸체 공동의 주면에 대해 수직하고 중심에 대해 배치되었다. 핫 러너 밸브 게이트 주위에서 적합한 온도 제어를 유지하기 위해 미국 미시건 사우스필드 소재의 몰드맥스® 써멀 매니지먼트 솔루션즈로부터의 베릴룸 코퍼 몰드스타®의 블록을 사용하였다. 도 2a에는 전형적인 블록 형상, 배치 및 치수가 도시된다.

[0223] 방법 1 (주형 절반부 A1 및 B1을 사용함)

전술된 핫 러너 주형으로 성형을 하기 위해 사용된 방법에서, 90,718-kg (100-톤) 사출 성형 장치(독일 뮌헨 소재의 크라우스-마페이 테크놀로지스 게엠베하(Krauss-Maffei Technologies GmbH)로부터의 크라우스-마페이(Krauss-Maffei) KM100-180CX)의 주형 기저에 주형 절반부 A1과 주형 절반부 B1을 설치하였다. 본 기술 분야에서 통상적인 바와 같이, 주형 조립체의 사출선은 용융된 조성물의 사출 동안에 일반적인 공기 배출을 위한 일차 및 이차 통기구를 가졌다. 적층된 라미네이트 주형의 플레이트들 사이의 서브-마이크로미터 치수의 통기(예를 들어, 5에 대해 기재된 바와 같이)는 성형된 용품의 미세구조 특징부 내에 주형 공동 미세 특징부의 높은 정확도의 복제를 가능하게 하는 추가 통기를 제공하였다. 미국 켄터키 플로렌스 소재의 티코나 엔지니어링 폴리머즈(Ticona Engineering Polymers)로부터의 언필드 벡트라(Unfilled Vectra) MT1300 TLCP 웨이팅을 호퍼 내로 로딩하였고, 그 후에 용융된 상태에서 282°C (540°F)의 적절한 가공 온도를 구현하기 위하여 15 mm 왕복운동식 스크류 압출기 내로 공급하였다. TLCP의 연화점(softening point) 미만인 82°C (180°F)의 온도로 주형 절반부 A1과 주형 절반부 B1을 가열하였다. 주형 절반부 B1로 주형 절반부 A1을 폐쇄함으로써 성형 사이클을 개시하였다. 클램핑된 주형 챔버를 형성하기 위하여 266.9 킬로뉴턴(30 톤)의 힘으로 주형들을 서로 클램핑하였다. 왕복운동식 스크류로부터 용융된 조성물의 총 양의 제1 부분(용품 주형 공동 또는 부분 크기 부피의 대략 90% 내지 95%)을 클램핑된 주형 챔버 내로 사출하였다. 정해진 속도로(fixed velocity)(하기에서 "사출 속도"로 지칭됨) 클램핑된 주형 챔버 내로 용융된 조성물의 제1 부분을 사출하였다. 용융된 조성물의 제1 부분을 사출한 후

예, 용융된 조성물의 나머지 부분을 주형 공동 내로 밀어 넣어 용품 공동의 나머지 부분을 충전하기 위하여 정해진 압력(하기에서 "팩 압력(pack pressure)"으로 지칭됨)을 인가함으로써 압력 구동 공정(pressure driven process)에 대해 구동된 사출 속도로부터 공정을 스위칭하였다. 정해진 시간 동안(하기에서 "홀드 시간(hold time)"으로 지칭됨) 팩 압력을 인가하였다. 팩 압력을 그 후에 방출하였고, TLCP의 연화 온도 미만인 적절한 배출 온도(하기에서 "배출 시의 주형 온도"로 지칭됨)로 주형 챔버를 냉각하였다. 각각의 실시예에 대해 사용된 사출 속도, 팩 압력, 홀드 시간, 사출 가공 온도, 및 배출 온도의 세부 사항이 표 1에 제시된다.

[0225] 성형된 용품 실시예 1 내지 10

표 1에 나열된 바와 같이, 사출 속도, 팩 압력, 홀드 시간, 사출 가공 온도, 및 배출 시의 주형 온도를 방법 1에 사용하였다. 각각의 실시예에 대한 생성된 평균 벌크 이방성 인자, 마이크로니들 이방성 인자, 평균 마이크로니들 높이, 충전된 니들의 페센트, 및 평균 텁 반경이 또한 표 1에 예시된다. "평균 벌크 이방성" 인자는 성형된 용품의 두께에 걸쳐서 스킨과 코어 층 사이의 평균 배향도이다. 마이크로니들 이방성 인자는 성형된 마이크로니들의 중간-섹션에 걸친 평균 배향도이다. 충전된 니들의 페센트는 허용가능한 마이크로니들 공동의 총 개수의 페센트로서 이루어진 마이크로니들의 총 개수를 정의한다. 실제 현미경 및 주사 전자 현미경(SEM)에 의해 성형된 중실 마이크로니들의 치수를 측정하였다. 마이크로니들 이방성 인자 및 평균 벌크 이방성 인자를 특정하기 위해 SEM을 사용하여 극저온 냉동된 마이크로톰 샘플(cryogenically frozen microtomed sample)을 분석하였다. 실시예 1 내지 10으로부터 생성된 성형된 용품과 미세 특징 공동 형상 간에 마이크로니들 높이 및 텁 반경을 비교하였다. 이 비교의 결과는 97%의 평균 파트-투-파트 재현성(part-to-part reproducibility)을 나타내었다. 이 값은 공동의 3%가 시험된 조건의 범위에 걸쳐서 TLCP 내에서 완전히 복제되지 않음을 제시한다. 9개의 측정치(각각의 개개의 어레이로부터 3개)의 평균으로서 측정치를 취하였고, 공동 기저 직경과 비교한 중실 마이크로니들 기저 직경, 공동 길이와 비교한 마이크로니들 높이, 및 미세 특징 공동 텁 반경과 비교한 마이크로니들 텁 반경을 평가하였다.

[표 1]

실시예 번호.	사출 속도 [mm/초, (인치/초)]	팩 압력 [MPa, (psi)]	홀드 시간 [초]	사출 공정 온도 [°C, (°F)]	배출 시의 주형 온도 [°C, (°F)]	평균 벌크 이방성 인자	평균 니들 이방성 인자	평균 니들 높이 [μm]	충전된 페센트 니들 [%]	평균 니들 텁 반경 [μm]
1	82.6 (3.25)	68.9 (10000)	1	282 (540)	82.2 (180.0)	0.30	0.75	685	94	8.3
2	82.6 (3.25)	68.9 (10000)	4	282 (540)	82.2 (180.0)	0.35	0.82	692	96	6.5
3	101.6 (4.00)	68.9 (10000)	4	282 (540)	82.2 (180.0)	0.45	0.85	695	98	2.2
4	101.6 (4.00)	103.4 (15000)	4	282 (555)	82.2 (180.0)	0.50	0.89	702	100	0.8
5	101.6 (4.00)	103.4 (15000)	2	291 (555)	82.2 (180.0)	0.46	0.86	698	99	1.5
6	101.6 (4.00)	103.4 (15000)	2	282 (540)	71.1 (160.0)	0.38	0.72	674	92	7.4
7	203.2 (8.00)	103.4 (15000)	2	282 (540)	71.1 (160.0)	0.55	0.88	696	96	5.3
8	101.6 (4.00)	103.4 (15000)	2	282 (540)	93.3 (200.0)	0.48	0.85	690	98	3.4
9	82.6 (3.25)	103.4 (15000)	2	291 (555)	93.3 (200.0)	0.38	0.74	687	98	5.2
10	82.6 (3.25)	68.9 (10000)	2	291 (555)	93.3 (200.0)	0.38	0.74	687	98	5.2

[0228]

실시예 1 내지 10은 중실 마이크로니들 어레이를 사출 성형하기 위한 TLCP 조성물 및 적층된 라미네이트 공구(tooling)를 사용하는 것을 예시한다. 몸체 공동 및/또는 마이크로니들 특징 공동 내로 흐르는 동안 TLCP 메소겐의 전단 유도 배향(즉, 흐름 정렬)을 신속하게 촉진하기 위한 능력에 따라 성형된 용품 몸체의 벌크 두께에 걸쳐서 높은 배향도 및 각각의 마이크로니들 특징부 내에서 심지어 더 높은 이방성이 허용될 수 있다. 더 높은 팩 압력 및 홀드 시간이 벌크 이방성 인자의 더 높은 평균값에 도달될지라도, 증가된 사출 흐름 속도로 인해 메소겐의 배향(즉, 정렬)에 대해 최대의 영향이 미쳤다. 마이크로니들 특징 공동 내의 더 높은 흐름 속도는 TLCP 내에서 메소겐의 흐름 텁블링의 개시를 지연시킬 수 있으며, 이에 따라 흐름 정렬된 상태가 촉진되었다. 메소겐의 이 흐름 정렬된 상태는 그 후에 최종 성형된 용품 내의 마이크로니들의 더 강력한 단방향성 기계적 특성으로 변환된다.

실시예 1 내지 10에 대한 조합된 데이터는, 성형된 어레이 내의 중실 마이크로니들이 4.6 μm (+/- 1 μm)의 평균

팁 반경과 691 μm (+/- 5 μm)의 평균 높이를 가졌음을 나타낸다.

[0231] 실시예 1 내지 10으로부터 형성된 성형된 용품과 특징 공동의 형상 간의 비교는 약 97%의 평균 파트-투-파트 재현성을 나타낸다. 이 값은 공동의 3%가 시험된 조건의 범위에 걸쳐서 TLCP 조성물에서 완전히 복제되지 않음을 제시한다. 9개의 측정치의 평균을 취하였고(즉, 3개의 개개의 어레이 각각으로부터 3개의 성형된 마이크로니들), 공동 기저 직경에 대해 중실 마이크로니들 기저 직경, 공동 길이에 대해 마이크로니들 높이, 및 미세 특정 공동 팀 반경에 대해 마이크로니들 팀 반경을 비교하기 위해 평가하였다.

[0232] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 실시예 4의 중실 마이크로니들 용품 또는 어레이(52)를 방법 1에 따라 성형하였고, 광학 현미경(미국 펜실베니아, 센터 밸리 소재의 올림푸스 어메리카 인코포레이티드(Olympus America Inc)로부터의 올림푸스(Olympus) SZX12) 아래에서 관찰하였다. 중실 마이크로니들 어레이(52)는 타원형-형태의 지지 기저 또는 몸체(54) 및 복수의 중실 마이크로니들(56)을 포함한다. 단면 두께가 762 μm 로 측정되는 몸체(54)는 상대적으로 두껍고 강성이다(예를 들어, 단면 두께가 100 μm 인 도 7a 내지 도 7c에서의 몸체(62)와 비교 시에). 각각의 마이크로니들(56)은 미세 팀 특징부(58)를 갖는다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 2개의 중실 마이크로니들(56)의 팀(58)은 대략 5 μm 의 반경을 갖는다. 약 800 nm 정도로 작은 마이크로니들 팀(58)에 대한 치수가 관찰된다.

균일하고 얇은 벽 지지 기저를 갖는 중실 마이크로니들

주형 절반부 A2

[0235] 균일하고 얇은 벽 지지 기저(예를 들어, 도 7a 내지 도 7c에 도시된 바와 같이)로부터 연장되는 중실 마이크로니들을 제조하기 위한 주형의 실시 형태는 A2 스틸 심-스톡으로 제조된 20개의 스틸 플레이트를 사용하여 제조되는 제1 또는 적층된 라미네이트 주형 절반부("주형 절반부 A2")를 포함하고, 각각의 플레이트의 주 표면은 대략 0.30 RMS μm 의 표면 조도를 갖는다. 각각의 플레이트는 길이가 10.00 mm, 폭이 10.00 mm, 및 두께가 0.50 mm이었다. 플레이트들이 웨지 블록 라미네이트 홀더(도 5에 도시된 것과 유사함)를 사용하여 서로 피팅되고 이격된 피라미드-형태의 특징 공동의 14 × 14 어레이(즉, 총 196 개의 정사각형 피라미드-형태의 공동)를 형성하기 위해 정렬될 수 있도록 각각의 플레이트의 주 표면을 통해 2개의 홀을 기계가공하였다.

[0236] 도 7a 내지 도 7c의 성형된 용품을 형성하기 위해, 사용된 적층된 라미네이트 주형 절반부는 각각의 측면 벽에 대해 10.00 mm의 길이를 갖는 정사각형-형태의 몸체 공동을 포함하였다. 몸체 공동의 면 상에서 이동가능한 벽 인서트를 0.25 mm(최대 두께) 내지 0.10 mm(최소 두께)의 범위인 지지 기저에 대해 몇몇의 두께 치수로 형성하였다. 적층된 라미네이트 주형 절반부 상의 개개의 특징 공동은 각각 140 μm 로 측정되는 2개의 얇은 측면 벽과 각각 350 μm 로 측정되는 2개의 긴 측면 벽을 갖는 피라미드-형태의 마이크로니들의 것이었고, 4개의 측면 벽 모두는 500 μm 의 최종 공동 길이로 집중된다. 마이크로니들 특징 공동은 인접한 공동의 정점들 사이에 508 μm 의 거리로 일정한 어레이로 이격되었다. 마이크로니들 특징 공동의 정점은 5 μm 이하의 직경을 가졌다. 본 발명에 따라서, 이러한 특징 공동 내에 형성된 마이크로니들은 약 5 μm 이하의 반경을 갖는 팀을 가질 수 있다.

주형 절반부 B2

[0238] 도 7a 내지 도 7c의 성형된 용품을 제조하는데 있어서, 용융된 조성물을 주형 공동 내로 보내기 위해 콜드 러너 플레이트("주형 절반부 B2")를 사용하였다. 콜드 러너 플레이트는 용융된 조성물을 대응하는 콜드 러너 통로를 통해 대응하는 에지 게이트 개구에 의해 복수의 용품 공동 내로 지향하기 위한 스프루 통로를 포함하였다. 성형된 용품의 냉각을 위해 우수한 열 전달을 제공하고, 콜드 러너 플레이트 주위에서 적절한 온도 제어를 유지하기 위해 미국 미시건 사우스필드 소재의 몰드맥스® 씨멀 매니지먼트 솔루션즈로부터의 베릴롭 코퍼 몰드스타®의 블록을 사용하였다. 전형적인 블록 형상, 배치 및 치수는 도 2a에 도시된다.

방법 2 (주형 절반부 A2 및 B2를 사용함)

[0240] 주형 절반부 A2 및 주형 절반부 B2로 성형하기 위해 방법 1을 사용하였다. 하기 성형 매개변수를 사용하였다: 304.8 mm/초의 사출 속도, 137.8 MPa의 팩 압력, 3 초의 홀딩 시간, 282°C (540°F)의 사출 가공 온도, 및 배출 시에 85°C의 주형 온도.

[0241] 도 7a 내지 도 7c를 참조하면, 실시예 11의 중실 마이크로니들 용품 또는 어레이(60)는 방법 2에 따라 성형되었고, 균일하고 얇은 벽 지지 기저 또는 몸체(62) 및 중실 마이크로니들(64)의 14 × 14 어레이를 포함한다. 몸체(62)는 약 100 μm 의 두께를 갖는다. 몸체(62)가 상당히 얇기 때문에, 몸체(62)를 형성하는 몸체 공동을 통해 흐르는 높은 퍼센트의 메소겐이 몸체(62) 내에서 흐름 정렬된 상태로 형성될 것이다. 도 7b 및 도 7c에서의 꼭

선화살표는 몸체(62)가 이내에 높은 농도의 흐름 정렬된 메소겐을 가질지라도 상대적으로 얇은 몸체(62)가 어떻게 구부러지거나 또는 만곡되는지를 나타낸다. 이 실시예는 흐름 정렬된 메소겐이 굳어지거나 또는 이와는 달리 TLCP를 이방성 방식으로 거동하게 할 수 있을지라도, 성형된 용품(예를 들어, 몸체(62))의 이방성 요소(들)는 그 특정 요소에 대해 바람직하지 못할 수 있는 이방성 특성을 제거하거나 또는 적어도 감소시키도록 설계될 수 있다. 이 방식으로, 몸체(62)는 더욱 가요성일 수 있다. 중실 마이크로니들(64)은 약 495 μm 의 평균 높이 및 약 3 μm 의 평균 텁 반경을 가졌다.

[0242] 가변 벽 두께 지지 기저를 갖는 중실 마이크로니들

[0243] 주형 절반부 A3

가변 벽 두께를 갖는 지지 기저(예를 들어, 도 8a 내지 도 8c에 도시된 바와 같이)로부터 연장되는 중실 마이크로니들을 제조하기 위한 주형의 실시 형태는 P20 스테인리스 강으로 제조된 32개의 스틸 플레이트를 포함하는 적층된 라미네이트를 사용하여 제조되는 제1 또는 적층된 라미네이트 주형 절반부("주형 절반부 A3")를 포함하고, 각각의 플레이트의 주 표면은 대략 0.20 RMS μm 의 표면 조도를 갖는다. 각각의 플레이트의 치수는: 길이가 25.40 mm , 폭이 15.00 mm , 및 두께가 1.00 mm 이었다. 플레이트들이 웨지 블록 라미네이트 홀더(도 5에 도시된 것과 유사함)를 사용하여 서로 피팅되고 이격된 프리즘-형태의 특징 공동의 13 × 25 어레이(즉, 총 325 개의 프리즘-형태의 공동)를 형성하기 위해 정렬될 수 있도록 각각의 플레이트의 주 표면을 통해 2개의 홀을 기계가 공하였다.

도 8a 내지 도 8c의 성형된 용품을 형성하기 위해, 사용된 적층된 라미네이트 주형 절반부는 25.40 mm 의 긴 벽 치수 및 12.70 mm 의 얇은 벽 치수를 갖는 직사각형-형태의 몸체 공동을 포함하였다. 몸체 공동의 면상에서 이동가능한 벽 인서트를 0.50 mm (최대 두께) 내지 0.05 mm (최소 두께)의 범위인 가변 두께 치수를 갖는 일련의 밸리(valley)로 형성하였다. 적층된 라미네이트 주형 절반부 상의 개개의 마이크로니들 특징 공동은 각각 350 μm 인 3개의 측면 벽을 갖는 프리즘-형태의 마이크로니들의 것이었고, 3개의 측면 벽 모두는 900 μm 의 최종 공동 길이로 집중된다(도 3a 참조). 마이크로니들 특징 공동은 인접한 공동의 정점들 사이에 254 μm 의 거리로 일정한 어레이로 이격되었다. 각각의 마이크로니들 특징 공동의 정점은 1 μm 이하의 직경을 가졌다. 본 발명에 따라서, 이러한 특징 공동 내에 형성된 마이크로니들은 약 1 μm 이하의 직경을 갖는 텁을 가질 수 있다.

[0246] 주형 절반부 B3

도 8a 내지 도 8c의 성형된 용품을 제조하는데 있어서, 용융된 조성물을 주형 공동 내로 보내기 위해 콜드 러너 플레이트("주형 절반부 B3")를 사용하였다. 콜드 러너 플레이트는 대응하는 직사각형 몸체 공동의 얇은 치수를 통하여 복수의 용품 공동 내로 용융된 조성물을 공급하는 웨이퍼 게이트에 대해 용융된 조성물을 직접 지향하기 위한 핫 텁 스프루 부싱을 포함하였다. 성형된 용품의 냉각을 위해 우수한 열 전달을 제공하고, 콜드 러너 플레이트 주위에서 적절한 온도 제어를 유지하기 위해 미국 미시건 사우스필드 소재의 몰드맥스® 써멀 매니지먼트 솔루션즈로부터의 베릴륨 코퍼 몰드스타®의 블록을 사용하였다. 도 2a에는 전형적인 블록 형상, 배치 및 치수가 도시된다.

[0248] 방법 3 (주형 절반부 A3 및 B3를 사용함)

주형 절반부 A3 및 주형 절반부 B3으로 성형하기 위해 방법 1을 사용하였다. 하기 성형 매개변수를 사용하였다: 177.8 $\text{mm}/\text{초}$ 의 사출 속도, 103.4 MPa의 팩 압력, 2 초의 홀딩 시간, 288°C (550°F)의 사출 가공 온도, 및 배출 시에 80°C의 주형 온도.

도 8a 내지 도 8c를 참조하면, 실시예 12의 중실 마이크로니들 용품 또는 어레이(70)를 방법 2를 사용하여 성형하였다. 어레이(70)는 가변 두께의 벽 지지 기저 또는 몸체(72) 및 중실 마이크로니들(74)의 13 × 25 어레이를 포함한다. 몸체(72)는 이의 길이를 따라 교번하는 더 두꺼운 구역 또는 리지(76)와 더 얇은 구역 또는 홈(78)을 갖는다. 리지(76)와 홈(78)은 용품(70)의 전체 폭에 걸쳐서 가로방향으로 이어진다. 몸체(72)는 가장 두꺼운 구역(76)에서 약 175 μm 의 두께 및 가장 얇은 구역(78)에서 약 54 μm 의 두께를 갖는다. 중실 마이크로니들(74)은 약 890 μm 의 평균 높이와 약 1 μm 의 평균 텁 반경을 갖는다.

[0251] 마이크로-크기 기어 특징부를 갖는 기어

[0252] 주형 절반부 A4

본 발명은 또한 예를 들어, 마이크로미터 또는 허브로부터 연장된 더 작은 크기의 기어 치를 갖는 기어(예를 들어, 스퍼 기어, 헬리컬 기어, 웜 기어, 베벨 휠, 웜 휠, 나선 베벨 기어, 내접 기어, 백래시 방지 기어

(antibacklash gear), 등)를 포함하는 매우 다양한 상이한 크기의 용품을 제조하는데 사용될 수 있다. 이러한 기어는 또한 기어 치 이외에도 그 외의 다른 마이크로미터 또는 더 작은 기어 특징부(예를 들어, 기어 구동 샤프트, 기어 스포크 및 벽, 등)를 포함하도록 제조될 수 있다. 이러한 마이크로-특징부를 갖는 기어를 제조하기 위한 주형(도시되지 않음)의 실시 형태에는 니켈 전기주조 주형 인서트, 또는 복수의 기어 치 및 그 외의 다른 기어 특징부를 갖는 원하는 기어-형태의 몸체 공동을 형성하는, 임의의 그 외의 다른 종래의 주형 인서트를 포함할 수 있다("주형 절반부 A4"). 니켈 전기주조 주형 인서트는 최종 주형 내에 미세 특징 공동 형상을 형성하기 위해 마스터(master)로부터 특징부를 복제할 수 있기 때문에 선호될 수 있다. 니켈 주형의 기어-형태의 공동의 표면은 표면 조도(예를 들어, 대략 0.10 RMS μm)를 갖도록 매끄러워야 한다. 이 주형을 사용하여 제조된 기어는 1.00 mm 의 직경, 1.00 mm 의 두께를 가질 수 있으며, 12개의 기어 치를 포함한다. 각각의 기어 치는 리딩 텁을 따라 가장 좁은 지점에서 약 5 μm 이하의 측정된 두께를 가질 수 있다.

[0254] 성형된 기어를 제조하는데 있어서, 용융된 조성물을 주형 공동 내로 보내기 위해 콜드 러너 플레이트("주형 절반부 B4")를 사용하였다. 콜드 러너 플레이트는 대응하는 콜드 러너 통로를 통하여 대응하는 터널 게이트 개구에 의해 복수의 용품 공동 내로 용융된 조성물을 지향하기 위한 스프루 통로를 포함하였다. 성형된 기어의 냉각을 위해 우수한 열 전달을 제공하고, 콜드 러너 주위에서 적절한 온도 제어를 유지하기 위해 미국 미시건 사우스필드 소재의 몰드맥스® 씨멀 매니지먼트 솔루션즈로부터의 베릴륨 코퍼 몰드스타®의 블록을 사용하였다. 도 2a에는 전형적인 블록 형상, 배치 및 치수가 도시된다.

방법 4 (주형 절반부 A4 및 B4를 사용함)

[0255] 주형 절반부 A4 및 주형 절반부 B4로 성형하기 위해 방법 1을 사용하였다. 하기 성형 매개변수를 사용하였다: 101.6 mm /초의 사출 속도, 55.2 MPa의 팩 압력, 1 초의 홀딩 시간, 296°C (565°F)의 사출 가공 온도, 및 배출 시에 90°C의 주형 온도.

전형적인 조성물

[0256] 상기 실시예 1 내지 10에서 사용된 열방성 액정 중합체(TLCP) 재료는 상용입수가능한 언필드 벡트라® A950 내추럴(unfilled Vectra® A950 natural)이었다. 벡트라 A(티코나-셀라尼斯(Ticona-Celanese)로부터의)는 27%의 하이드록시나프토산(HNA) 및 73%의 하이드록시벤조산(HBA)으로 구성되는 랜덤 공중합체이다. 충전재의 존재로 인해 고유의 유체역학적 효과의 마스킹을 방지하고, 방향자 텁블링으로 인해 배향 저하도를 최대화하기 위하여 언필드 수지를 선택하였다. 압출된 펠릿 형태로 수용된 재료를 150°C에서 4 내지 6 시간 동안 진공 건조하여 성형 전에 바람직한 수분 제거를 보장하였다. 또한, 벡트라 MT1300으로 실험을 수행하였다. 벡트라 MT1300은 동일한 화학적 성질을 갖는 벡트라 A의 클래스 VI 의료 등급 버전이다.

[0257] 미국 켄터키 플로렌스 소재의 티코나 엔지니어링 폴리머스(Ticona Engineering Polymers)의 벡트라 MT1300으로부터 입수가능한 TLCP 펠릿을 실시예 11 및 12에 대해 사용하였다. TLCP 펠릿은 하기 재료 특성(문헌으로부터 취해짐)을 가졌다:

1) ISO 527-2에 따라 측정 시에 10600 MPa(메가파스칼)의 인장 탄성을;

2) ISO 527-2에 따라 측정 시에 182 MPa의 파단 시의 인장 응력;

3) ISO 527-2에 따라 측정 시에 3.4%의 파단 시의 인장 변형;

4) ISO 178에 따라 측정 시에 9100 MPa의 굴곡 탄성을;

5) ISO 75-2에 따라 측정 시에 1.8 MPa의 하중 하에서 187°C의 변형 온도;

6) 50°C/시의 속도로 ISO 306에 따라 측정 시에 145°C 용융의 비카트(vicat) 연화 온도; 및

7) 10°C/분의 속도로 ISO 11357-3에 따라 측정 시에 280°C의 용융 온도.

[0258] 미국 켄터키 플로렌스 소재의 티코나 엔지니어링 폴리머스의 벡트라 MT1310로부터 입수가능한 30% 유리 충전된 TLCP를 또한 실시예 1 내지 12에 대해 사용하였다. TLCP 펠릿은 하기 재료 특성(문헌으로부터 취해짐)을 가졌다:

1) ISO 527-2에 따라 측정 시에 15000 MPa의 인장 탄성을;

2) ISO 527-2에 따라 측정 시에 190 MPa의 파단 시의 인장 응력;

- [0270] 3) ISO 527-2에 따라 측정 시에 2.1%의 파단 시의 인장 변형;
- [0271] 4) ISO 178에 따라 측정 시에 15000 MPa의 굴곡 탄성을;
- [0272] 5) ISO 75-2에 따라 측정 시에 1.8 MPa의 하중 하에서 235°C의 변형 온도;
- [0273] 6) 50°C/시의 속도로 ISO 306에 따라 측정 시에 160°C 용융의 비카트 연화 온도; 및
- [0274] 7) 10°C/분의 속도로 ISO 11357-3에 따라 측정 시에 280°C의 용융 온도.
- [0275] 미국 켄터키 플로렌스 소재의 티코나 엔지니어링 폴리머즈의 벡트라 MT4350으로부터 입수가능한 40% 광물 충전된 TLCP 펠릿을 또한 실시예 1 내지 12에 대해 사용하였다. TLCP 펠릿은 하기 재료 특성(문현으로부터 취해짐)을 가졌다:
- [0276] 1) ISO 527-2에 따라 측정 시에 9800 MPa의 인장 탄성을;
- [0277] 2) ISO 527-2에 따라 측정 시에 105 MPa의 파단 시의 인장 응력;
- [0278] 3) ISO 527-2에 따라 측정 시에 3.2%의 파단 시의 인장 변형;
- [0279] 4) ISO 178에 따라 측정 시에 10000 MPa의 굴곡 탄성을;
- [0280] 5) ISO 75-2에 따라 측정 시에 1.8 MPa의 하중 하에서 230°C의 변형 온도; 및
- [0281] 6) 10°C/분의 속도로 ISO 11357-3에 따라 측정 시에 335°C의 용융 온도.
- [0282] 미국 텔라웨어 월밍تون 소재의 듀폰 엔지니어링 폴리머즈의 제니트(Zenite) SC260 NC010으로부터 입수가능한 30% 광물 보강된 TLCP 펠릿을 또한 실시예 1 내지 12에 대해 사용하였다. TLCP 펠릿은 하기 재료 특성(문현으로부터 취해짐)을 가졌다:
- [0283] 1) ISO 527에 따라 측정 시에 10000 MPa의 인장 탄성을;
- [0284] 2) ISO 527에 따라 측정 시에 130 MPa의 파단 시의 인장 응력;
- [0285] 3) ISO 527-2에 따라 측정 시에 5%의 파단 시의 인장 변형;
- [0286] 4) ISO 178에 따라 측정 시에 7100 MPa의 굴곡 탄성을;
- [0287] 5) ISO 75-2에 따라 측정 시에 1.8 MPa의 하중 하에서 245°C의 변형 온도; 및
- [0288] 6) 10°C/분의 속도로 ISO 11357-3에 따라 측정 시에 335°C의 용융 온도.
- [0289] 주형 설계 기준 (Mold Design Guideline)
- [0290] 본 발명에 따라서 성형된 용품의 몸체(예를 들어, 750 μm 이상의 두꺼운 벽 섹션) 내에서의 벨런싱된 또는 등방성 특성(즉, 비-정렬된 또는 흐름 텁블링된 메소겐)이 수득될 수 있는 반면 용품 몸체의 표면상의 특징부(예를 들어, 마이크로니들)는 용융된 TLCP가 몸체 공동으로부터 특징 공동 또는 적어도 미세 특징 챔버로 변환됨에 따라 부 치수를 상당히 감소시키거나 또는 이와는 달리 주형 공동의 단면을 제한함으로써 이방성 특성(예를 들어, 흐름 정렬된 메소겐)을 나타낸다. 예를 들어, 도 4b에 도시된 바와 같이 마이크로니들 텁 또는 미세 특징 공동의 한정되고 테이퍼진 벽의 기하학적 형상은 이러한 특성 변화(즉, 메소겐 정렬)를 야기할 수 있다. 주형이 용융된 TLCP 조성물로 충전되는 방식으로부터 기인되는 국부 속도 프로파일은 두 모드의 배향, 즉 전단 및 신장 속성을 통합하는 복합적인 운동학적 거동을 야기할 수 있다. 주형 공동의 부 치수가 충분히 작거나, 또는 공동 단면이 이와는 달리 충분히 제한될 때, 용융된 조성물에 인가된 생성된 전단력은 불균질하며, 공동 단면의 변화로부터 기인되는 중첩된 신장을 특징으로 할 수 있다. 주형 공동을 충전하는 동안 전단과 신장 사이의 경쟁(competition)은 TLCP 메소겐의 분자 배향(즉, 정렬)에 매우 효과적으로 영향을 미칠 수 있다. TLCP 메소겐의 이 분자 배향은 또한 주형 공동 내에서 일어나는 동시 응고 공정에 의해 밀접하게 영향을 받을 수 있다. 사출 속도에 의한 압력-구동 흐름 제어를 통해, 성형된 용품 내에서 TLCP 메소겐의 최종 배향(즉, 정렬) 상태를 맞춤 구성하고, 물리적 특성의 원하는 벨런스에 따라 부분을 제조할 수 있다. 이 새로운 이해는 '전단' 및 '횡단' 특성(예를 들어, 인장 특성)의 상대적으로 균일한 분배를 이루게 하는 상대적으로 두꺼운(예를 들어, 0.75 mm 내지 1.0 mm) 성형된 랜드 또는 몸체 요소로 부분을 제조할 수 있도록 하며, 동시에 또한 구조적 특징부 또는 미세 특징 요소를 충전하는 용융된 조성물의 흐름 방향을 따른 이방성 특성(예를 들어, 니들 및/또는 니들 텁의 종방향 축을 따르는 향상된 인장 특성)을 특징으로 하는 '전단(in-shear)' TLCP 메소겐 배향 상태로 구조적 특

정부(예를 들어, 몸체의 표면 상의 마이크로니들 어레이) 또는 적어도 미세 특징 요소(예를 들어, 마이크로니들 텁)을 성형할 수 있다.

[0291] 배향 동력학(Orientational Dynamics)

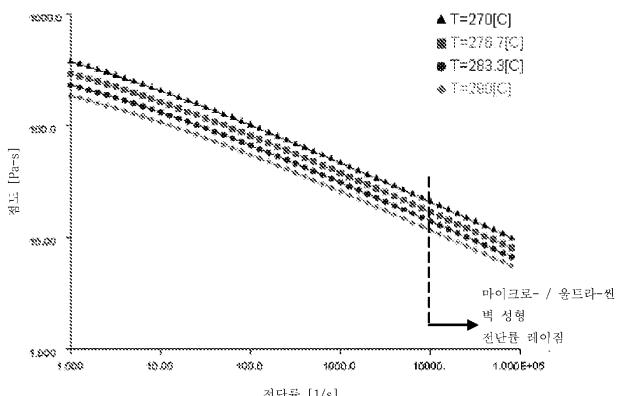
TLCP 방향자 배향(즉, TLCP 메소겐의 배향)은 주형의 몸체 공동을 충전하는 동안(즉, 사출 성형 사이클의 제1 단계 동안) 용융된 조성물이 사출되는 속도를 제어함으로써 제어될 수 있다. 용품 공동 및 그 외의 다른 주형 공동(예를 들어, 러너) 내의 기하학적 구속 조건이 전단 유도된 배향을 야기할 수 있을지라도, 흐름 하에서 용융된 TLCP 내의 메소겐이 텁블링되는 본래의 경향이 성형된 부분 내의 최종 기계적 이방성을 궁극적으로 저하시킨다. 하기는 흐름 텁블링이 완화될 수 있고 흐름 정렬이 촉진될 수 있도록 TLCP 메소겐 배향이 제어될 수 있는 다수의 방법이다.

[0293] · 주형 내로 용융 사출에 앞서, 용융된 조성물은 너무 오랜 기간 동안 인젝터 배럴 내에 잔류해서는 안된다(예를 들어, 전형적으로 약 1 분을 초과하지 않음). 게다가, 안정적이고 더 높은 등급의 용융 결정도의 형성과 연계된 에스테르교환 반응이 일어날 수 있으며, 이는 흐름 하에서 메소겐 배향의 전개를 방지할 수 있다.

[0294] · 매우 빠른 속도(예를 들어, 약 76.2 내지 약 304.8 mm/초(약 3 내지 약 12 인치/초)와 유사)로 용융된 조성물의 사출은 흐름 텁블링의 개시를 완화시킬 수 있고, TLCP 메소겐의 흐름 정렬된 배향 상태를 신속히 촉진시킬 수 있다. 더 큰 샷 크기가 허용 가능한 경우, 단계에서 속도의 프로파일링(profiling)이 가능하다. 임의의 주어진 샷 크기에 대해 가장 빠른 스크류 가속을 허용하기 위하여 전기식 서보 구동 사출 시스템이 선호된다.

[0295] · 주형 공동을 통해 이동하는 용융된 조성물의 충분한 전단 유동화(shear thinning)를 허용하여 용융된 조성물이 주형 공동을 적절히 충전하기에 충분한 저 점도를 갖도록 보장하기 위하여 주형(예를 들어, 주형 기저 및 임의의 주형 인서트)을 평형 온도(예를 들어, 약 45°C를 초과하지만 약 150°C 미만)로 유지해야 한다.

[0296] · 매우 높은 전단률(shear rate)이 주형의 게이트에서 나타날 때, 대략 70 Pa.s 하향 내지 20 Pa.s의 전형적인 점도가 가능하다. 텁, 에지 및 터널 게이트 모두가 허용 가능한 형태일 수 있다. 하기의 그래프는 다양한 가공 온도에서 TLCP 벡트라 A에 대한 전단-점도의 범위를 예시한다. 본 명세서에 기재된 것과 같은 마이크로-크기의 특징부를 갖는 용품을 성형하기 위해, 전단률 범위는 10K 1/s를 초과할 수 있다.



[0297]

[0298] · TLCP 메소겐의 흐름 정렬된 배향 상태에서 고정을 위해, 네마틱 중합체 네트워크(즉, 흐름 정렬된 메소겐의)의 임계 이완 시간보다 짧은 시간 프레임에 걸쳐서 주형 공동 내의 TLCP의 결정화가 발생되어야 한다. TLCP 벡트라 A의 경우, 이 시간은 용품 공동을 충전하는 용융된 조성물의 사출 이후 1.5초 이상(즉, 이보다 크거나 또는 이와 동일) 이도록 결정되었다. 사출 이후(대략 0.2초의 충전 시간) 곧 바로 양의 홀드 및 팩 압력을 인가함으로써, 신속한 결정화 속도로 주어진 '전단' 배향장(orientation field)을 고정하면서 주형에 유입되는 신속 응고 용융물이 공동의 형상을 신속히 채택하는 것이 보장된다. 결정화 속도는 중합체 사슬(즉, 메소겐)의 이완 방지를 돋는 흐름의 적합한 전개를 구현하기 위하여 주형 온도 및 사출 압력을 조절함으로써 제어될 수 있다.

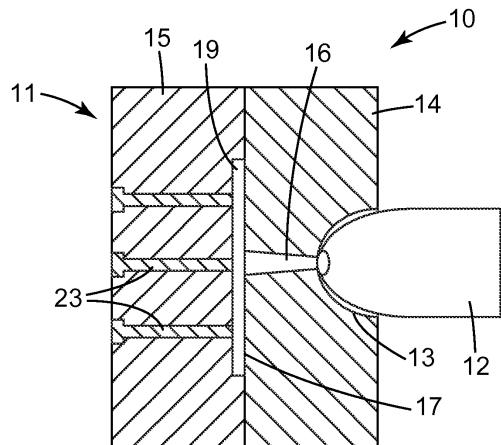
[0299] · 성형 사이클의 제2 단계(팩 압력 단계)가 이용될 때, 주형 내에서 허용 가능한 가장 뾰족한 지점 공동 아래까지 각각의 마이크로-공동의 나머지 부분을 충전할 수 있다.

[0300] 본 명세서에 제시된 마이크로니들의 경우, 가장 뾰족한 지점에서 아래로 800 nm까지 TLCP 성형 복제물은 다음을 포함하는 몇몇의 인자의 결과로서 관찰되었다:

- [0301] (1) 제1 단계 주형 충전 동안 흐름 정렬된 문자 네마티(즉, 메소겐) 배향 상태의 전개.
- [0302] (2) TLCP 메소겐 내에서 높은 이방성 정도를 유발할 수 있고, 차례로 공동 내에서 국부적 용융물 점도를 감소시키는데 도움이 될 수 있는, 용품 공동의 충전 동안에 매우 빠른 속도의 이용.
- [0303] (3) 주형 내에서 신속한 결정화 동력학으로 인한 TLCP 메소겐 배향의 고정.
- [0304] (4) 마이크로-공동 통기를 통한 임의의 함입된 공기의 적절한 통기.
- [0305] (5) 서브-미크론 특징 공동 레졸루션(resolution) 및 허용오차를 갖는 주형 공구의 입수가능성.
- [0306] 본 발명은 이의 사상과 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 수정 및 변경을 채택할 수 있다. 따라서, 본 발명은 상기 기술 내용에 한정되지 않지만 이의 임의의 균등물 및 하기 또는 장래의 청구항을 기초로 한 한정에 의해 조정된다.

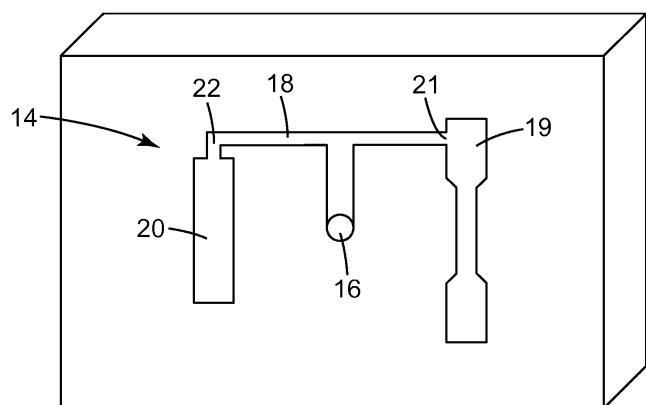
도면

도면1a



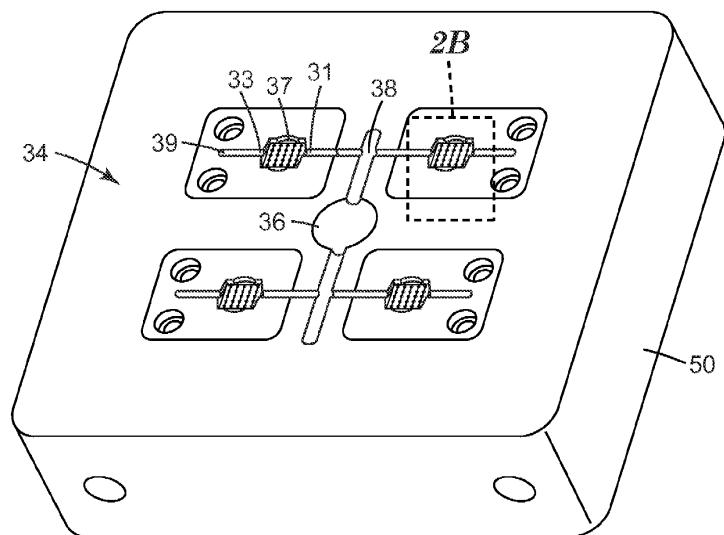
종래 기술

도면1b

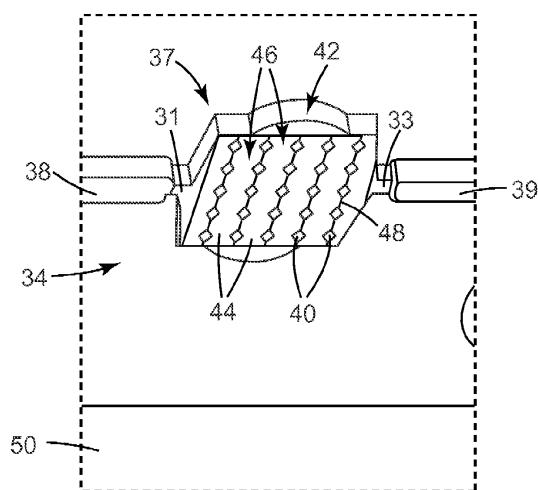


종래 기술

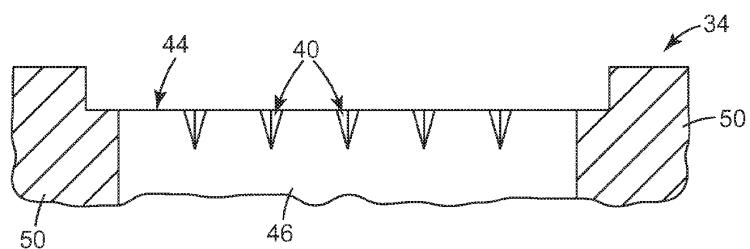
도면2a



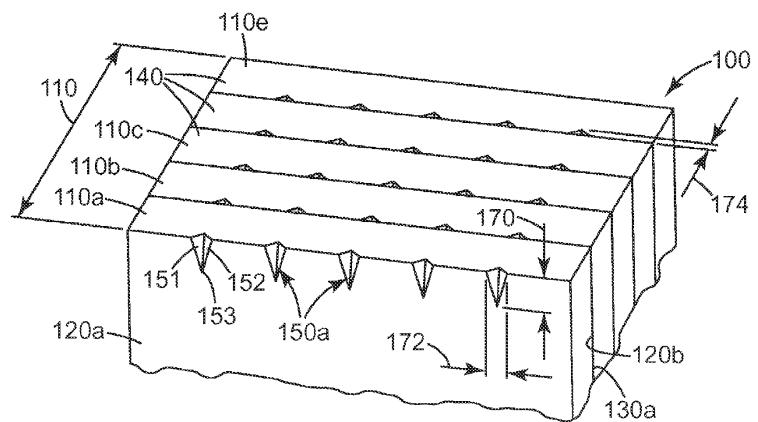
도면2b



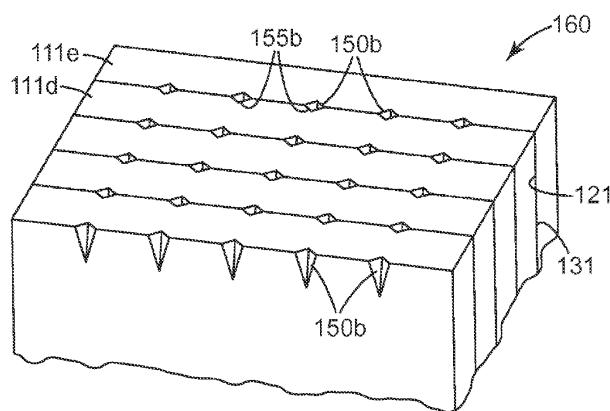
도면2c



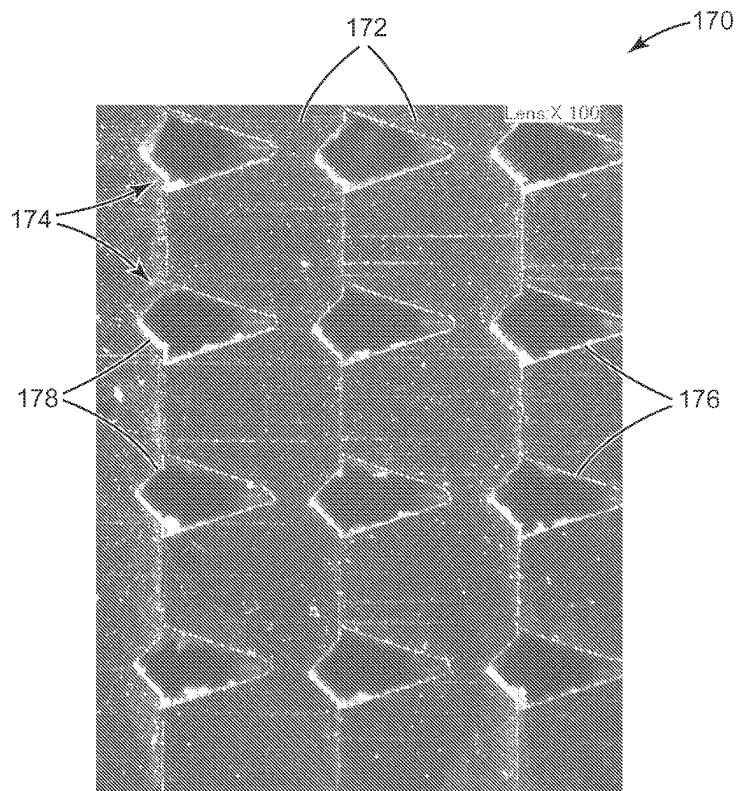
도면3a



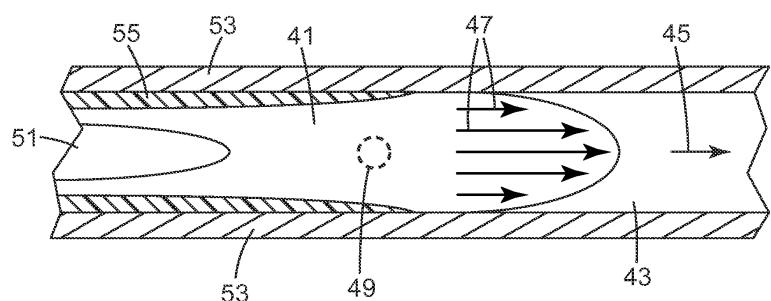
도면3b



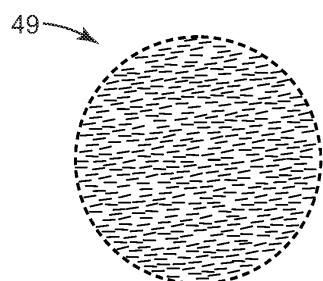
도면3c



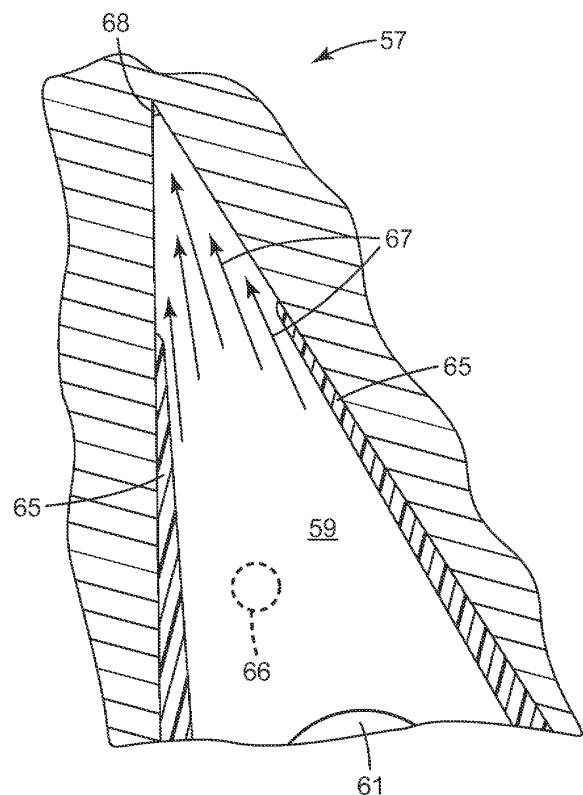
도면4a



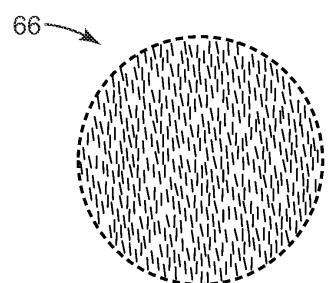
도면4b



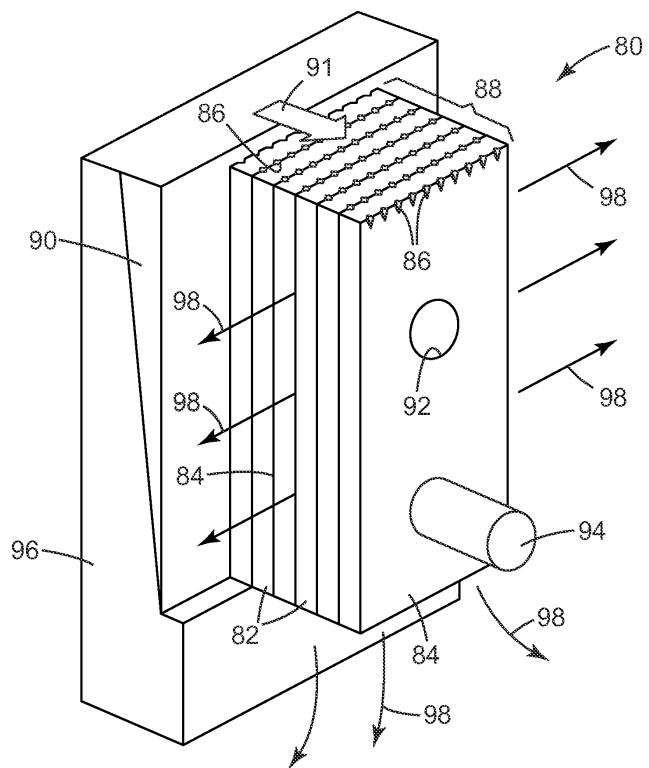
도면4c



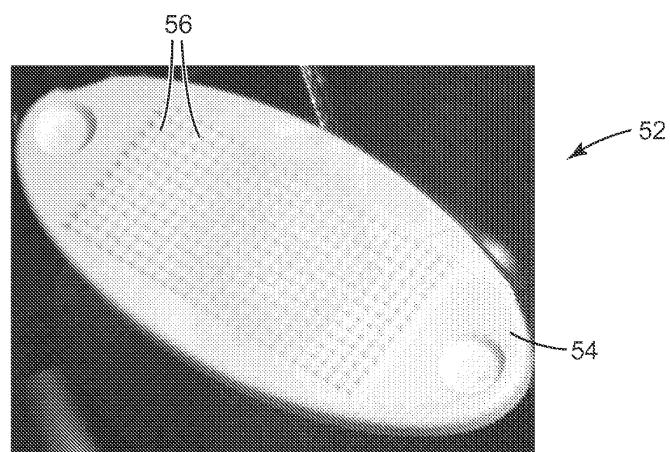
도면4d



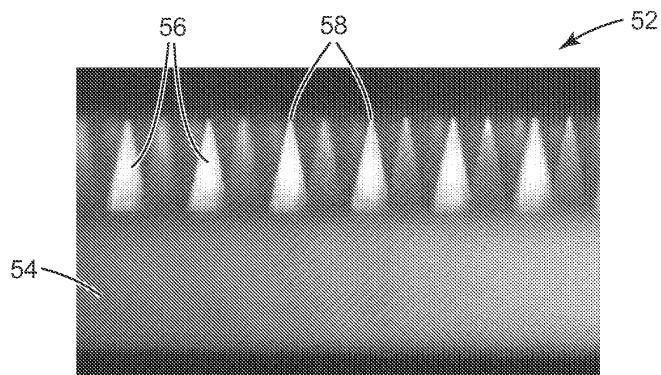
도면5



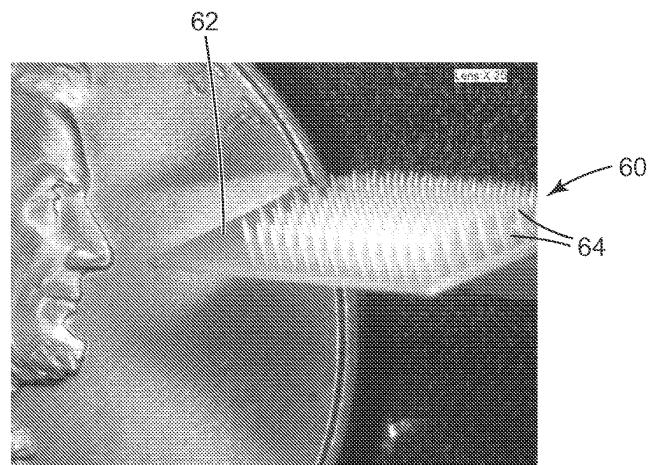
도면6a



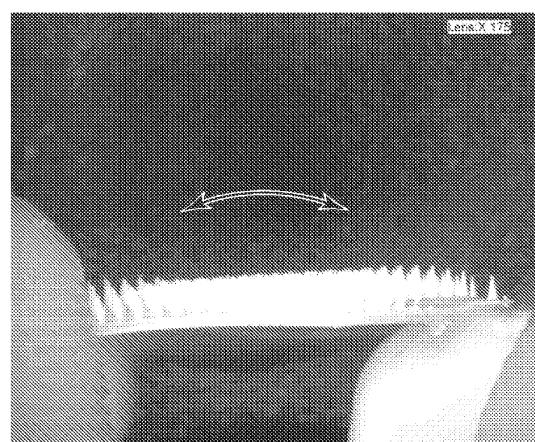
도면6b



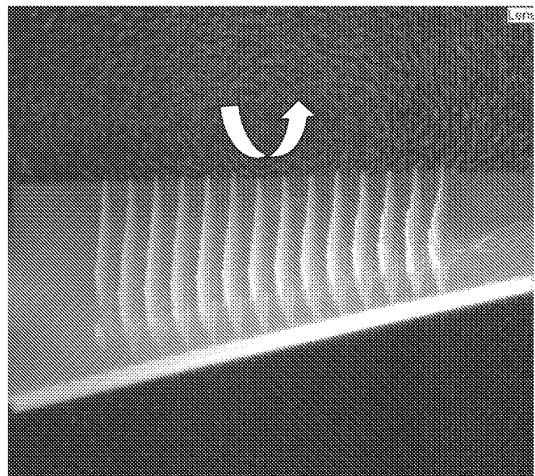
도면7a



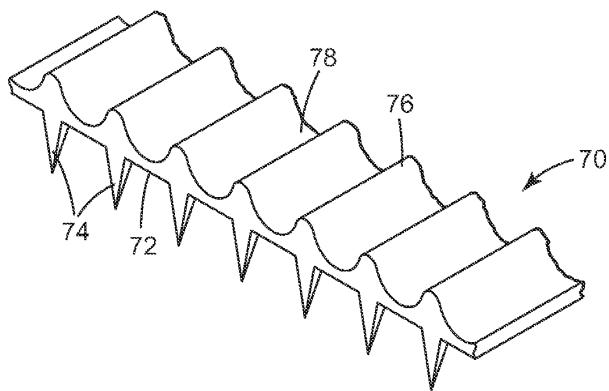
도면7b



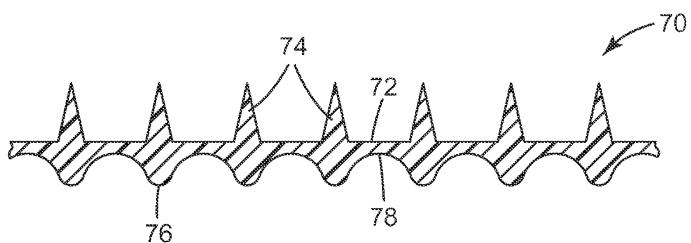
도면7c



도면8a



도면8b



도면8c

