



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월22일

(11) 등록번호 10-1474944

(24) 등록일자 2014년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B29C 45/00 (2006.01) B29C 45/14 (2006.01)
 B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0086049

(22) 출원일자 2013년07월22일

심사청구일자 2013년07월22일

(56) 선행기술조사문헌

KR100828420 B1*

JP2008546715 A

KR1020050104341 A

KR1020090105249 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

윤재성

대전광역시 유성구 신성로 104 한국기계연구원

유영은

서울 강남구 도곡로43길 20, 204동 905호 (역삼동, 래미안그레이트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

조영현, 나승택

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 조준배

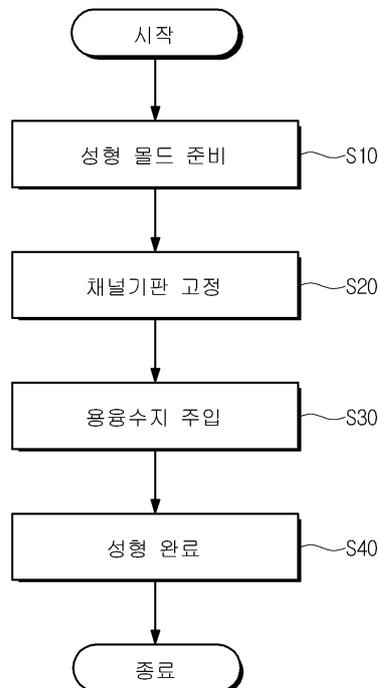
(54) 발명의 명칭 나노채널 형성방법

(57) 요약

본 발명은 나노채널 형성방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 나노채널 형성방법은 적어도 하나의 모서리를 갖는 그루브 형태의 채널이 상면에 형성된 채널기판을 준비하여 성형 몰드에 고정하는 채널기판 고정단계; 상기 채널이 충전되도록 상기 성형 몰드에 용융수지를 주입하는 용융수지 주입단계;를 포함하며, 상기 용융수지 주입시,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



상기 채널의 모서리영역에서 상기 용융수지와 상기 채널을 형성하는 면 사이의 공간이 나노채널이 되도록 상기 용융수지를 주입하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 입출구포트 및 나노채널 전후와 연결되는 복잡한 형태의 나노채널도 동시에 간단하게 형성할 수 있고, 성형 몰드 내에 고정되는 채널기관의 소재와 성형몰드로 주입되는 용융수지의 소재를 서로 다르게 형성하여 나노채널의 표면 특성을 다양화시킬 수 있으며, 성형 몰드 내에서 용융수지를 이용하여 나노채널이 형성되므로 채널기관과의 접합성이 높으며, 사출성형공정을 이용하므로 저가의 대량생산이 가능한 나노채널 형성방법이 제공된다.

(72) 발명자

최두선

대전 유성구 은구비로156번길 99-13, (죽동)

김정환

대전광역시 유성구 지족로 362 반석3단지 304동 1503호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0009574

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 교과부-국가연구개발사업(I)

연구과제명 나노채널기반 고효율 물분자 이송 융합시스템 기술 (2/3)

기 여 율 1/2

주관기관 기계연구원

연구기간 2013.03.01 ~ 2014.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK177D

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 단분자 이온 인식형 이송 제어 기능 나노채널 기술

기 여 율 1/2

주관기관 기계연구원

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

나노채널 형성방법에 있어서,

적어도 하나의 모서리를 갖는 그루브 형태의 채널이 상면에 형성된 채널기판과, 용융수지가 주입되어 성형되는 상부공간이 형성된 상부 몰드와 상기 채널기판이 안착되는 하부영역이 형성된 하부 몰드를 포함하는 성형 몰드를 준비하여, 상기 채널기판을 상기 하부 몰드에 고정하는 채널기판 고정단계;

상기 성형 몰드에 용융수지를 주입하여 상기 상부몰드의 상부영역을 충전시키고, 상기 하부 몰드에 안착된 상기 채널기판의 채널을 충전하는 용융수지 주입단계;를 포함하며,

상기 용융수지 주입시, 상기 채널의 모서리영역에서 상기 용융수지와 상기 모서리영역을 형성하는 면에 의해 둘러싸인 공간에는 미충진되도록 주입하여, 상기 공간이 나노채널로 형성되게 하는 것을 특징으로 하는 나노채널 형성방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 용융수지 주입 전에 실행하며, 상기 채널기판의 상면에는 박막형기재를 설치하는 박막형 기재 설치단계를 포함하는 것을 특징으로 나노채널 형성방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 나노채널이 형성되는 모서리영역은 상기 채널의 하측 모서리 영역인 것을 특징으로 하는 나노채널 형성방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 용융수지는 상기 채널기판과 동일하거나 서로 다른 재질인 것을 특징으로 하는 나노채널 형성방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 나노채널 형성방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 채널이 형성된 채널기판을 성형 몰드 내에 고정시킨 후, 상기 채널로 용융수지가 충전되도록 상기 성형 몰드로 용융수지를 주입시키되, 상기 채널의 하측 모서리 영역에서 나노채널이 형성되도록 상기 용융수지를 주입시키는 나노채널 형성방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 일차원 또는 다차원적인 영역에서 100나노 미만의 크기를 가진 나노채널은 새로운 현상과 다양한 응용 가능성으로 인해 많은 주목을 받고 있다.

[0003] 채널 크기가 솔루션의 디바이 길이(Debye length)에 접근함에 따라 이온 또는 분자의 새로운 거동이 관찰되는데, 이는 이송된 물질과 채널의 표면 사이의 상호 작용이 이 영역에서 중요한 역할을 하기 때문이다.

[0004] 또한, 나노 유체는 화학 및 생물학적 분석, 이온 수송, 약물 전달, 그리고 DNA와 단백질 조작에 걸친 광범위한 분야에 걸쳐 적용될 수 있다.

[0005] 따라서, 간단하면서도 신뢰할 수 있는 나노채널 제조방법을 확립하는 것은 기초과학적인 관점뿐만 아니라 실용적인 관점에서도 중요하다.

[0006] 여기서, 상기 나노채널 제조방법 중 현재 가공기술로는 기계가공 방법, 포토리소그래피 방법, 레이저 가공 방법

등이 있다.

- [0007] 상기 기계가공 방법은 평면에 공구를 사용하여 나노채널을 형성하는데, 상기 공구의 크기를 줄이는데 한계가 있어서 수 마이크로미터 이상의 채널 크기만 가공이 가능한 단점이 있다.
- [0008] 상기 포토리소그래피 방법은 엑스선이나 극자외선과(EUV)을 이용하는 개량된 포토리소그래피 방법 등이 있다.
- [0009] 도 1은 포토리소그래피 방법을 이용하여 나노채널을 형성하는 공정도이다. 도 1을 참조하면, 기판(100) 상에 대략 0.5 μ m ~ 1 μ m의 간격(d)을 가지는 포토마스크(110)를 형성하고, 상기 포토마스크(110)를 마스크로 하여 상기 엑스선, 극자외선과 등을 이용하여 상기 간격(d)이 형성된 부분을 식각하여, 상기 간격(d)이 형성된 부분에 일정 깊이를 가지며 매끄러운 표면을 가지는 채널(120)을 형성한다.
- [0010] 그리고, 상기 포토마스크(110)를 소정의 제거수단을 사용하여 제거한 후, 열적 산화 성장(thermal oxide growth) 공정을 통해 상기 채널(120) 및 기판(100) 표면에 산화물(130, oxide)층을 형성하여 상기 채널(120) 내부에 대략 100nm의 폭을 가지는 나노채널(140)을 형성한다.
- [0011] 그런데, 상기와 같은 포토리소그래피 방법은 포토마스크(110)의 회절현상으로 인해 감광막의 현상 한계가 현재 최소 1 μ m 안팎이어서 더 작은 크기의 나노채널을 형성할 수 없는 단점이 있었다.
- [0012] 한편, 상기 레이저 가공방법은 수 나노미터의 채널도 가공가능하나, 레이저에 의해 발생하는 열에 의한 소재의 국부적인 열변형 등으로 인해 적합한 표면 조도를 가진 나노채널 형성에 어려움이 있으며, 그 가공면의 균일도도 현저히 낮은 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2011-0032466호
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제2011-0048913호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명의 과제는 상술한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 성형 몰드 내에 채널이 형성된 기관을 고정하고, 상기 성형 몰드에 용융수지를 주입하는 사출 성형방법을 이용하되, 상기 채널의 하측 모서리 영역에서 나노채널이 형성되도록 주입하여 나노채널 형성이 용이한 나노채널 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 또한, 입출구포트 및 나노채널 전후와 연결되는 복잡한 형태의 나노채널도 동시에 간단하게 형성할 수 있는 나노채널 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 또한, 성형 몰드 내에 고정되는 채널기관의 소재와 성형몰드로 주입되는 용융수지의 소재를 서로 다르게 형성하여 나노채널의 표면 특성을 다양화시킬 수 있는 나노채널 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0017] 또한, 성형 몰드 내에서 용융수지를 이용하여 나노채널이 형성되므로 채널기관과의 접합성이 높은 나노채널 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 또한, 사출성형공정을 이용하므로 저가의 대량생산이 가능한 나노채널 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0019] 상기 과제는, 본 발명에 따라, 나노채널 형성방법에 있어서, 적어도 하나의 모서리를 갖는 그루브 형태의 채널이 상면에 형성된 채널기관을 준비하여 성형 몰드에 고정하는 채널기관 고정단계; 상기 채널이 충전되도록 상기 성형 몰드에 용융수지를 주입하는 용융수지 주입단계;를 포함하며, 상기 용융수지 주입시, 상기 채널의 모서리 영역에서 상기 용융수지와 상기 채널을 형성하는 면 사이의 공간이 나노채널이 되도록 상기 용융수지를 주입하

는 것을 특징으로 하는 나노채널 형성방법에 의해 달성될 수 있다.

- [0020] 여기서, 상기 용융수지 주입 전에 실행하며, 상기 채널기관의 상면에는 박막형 기재를 설치하는 박막형 기재 설치단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 나노채널이 형성되는 모서리영역은 상기 채널의 하측 모서리 영역인 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 용융수지는 상기 채널기관과 동일하거나 서로 다른 재질인 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따르면, 성형 몰드 내에 채널이 형성된 기관을 고정하고, 상기 성형 몰드에 용융수지를 주입하는 사출 성형방법을 이용하되, 상기 채널의 하측 모서리 영역에서 나노채널이 형성되도록 주입하여 나노채널 형성이 용이한 나노채널 형성방법이 제공된다.
- [0024] 또한, 입출구포트 및 나노채널 전후와 연결되는 복잡한 형태의 나노채널도 동시에 간단하게 형성할 수 있는 나노채널 형성방법이 제공된다.
- [0025] 또한, 성형 몰드 내에 고정되는 채널기관의 소재와 성형몰드로 주입되는 용융수지의 소재를 서로 다르게 형성하여 나노채널의 표면 특성을 다양화시킬 수 있는 나노채널 형성방법이 제공된다.
- [0026] 또한, 성형 몰드 내에서 용융수지를 이용하여 나노채널이 형성되므로 채널기관과의 접합성이 높은 나노채널 형성방법이 제공된다.
- [0027] 또한, 사출성형공정을 이용하므로 저가의 대량생산이 가능한 나노채널 형성방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 포토리소그래피 방법을 이용하여 나노채널을 형성하는 공정도,
 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 나노채널 형성방법에 따른 순서도,
 도 3 및 도 4는 도 2의 각 공정에 따른 공정도
 도 5는 제1실시예의 응용예에 따른 나노채널 형성방법에 따른 공정도,
 도 6 및 도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 나노채널 형성방법에 따른 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0030] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 나노채널 형성방법에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 나노채널 형성방법에 따른 순서도이고, 도 3 및 도 4는 도 2의 각 공정에 따른 공정도이다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 나노채널 형성방법은 성형 몰드 준비단계(S10), 채널기관 고정단계(S20), 용융수지 주입단계(S30) 및 성형 완료단계(S40)를 포함하여 구성된다.
- [0033] 먼저, 성형 몰드 준비단계(S10)로서, 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 성형 몰드(10)는 상부 몰드(11)와 하부 몰드(12)를 포함하여 내부공간을 개방 또는 폐쇄가능하도록 설치된다.
- [0034] 이때, 상부 몰드(11)의 일 측에는 용융수지 주입용 게이트(11b)가 형성되며, 내부에는 용융수지(30)가 충전되어 성형되는 상부영역(11a)이 형성되고, 하부 몰드(12)에는 채널기관(20)이 안착되는 하부영역(12a)이 형성된다.
- [0035] 상기 상부영역은 상부 몰드(11)와 하부 몰드(12)가 결합되어 내부를 폐쇄시, 상기 하부영역(12a)에 고정되는 채널기관(20)이 점유하는 영역을 제외한 나머지 영역과 함께 용융수지(30)가 주입 및 충전되어 성형되는 성형영역을 형성한다.
- [0036] 그리고, 채널기관 고정단계(S20)로서, 준비된 성형 몰드(10) 중 하부 몰드(12)의 안착영역(12a)에 채널기관(20)을 안착시켜 고정시킨다.

- [0037] 이때, 채널기관(20)은 상면에 적어도 하나의 모서리를 갖는 그루브(groove)형태의 채널(21)이 적어도 하나가 형성되어 있다. 상기 채널(21)은 마이크로 채널로서, 도시된 바는 사각형 형태의 채널(21)이 다수 개 형성된 것이 도시되어 있다.
- [0038] 여기서, 상기 채널(21)은 기관을 평면상으로 봤을 때, 상단부(21a) 및 하단부(21b)가 개방된 형태로 마련되어 개방형 채널로 형성되어 있는 상태로 제공된다.
- [0039] 상기 채널기관(20)을 하부 몰드(12)의 안착영역(12a)에 결합 고정시킨 후, 상부 몰드(11)와 하부 몰드(12)를 결합시켜 성형 몰드(10)의 내부를 폐쇄시킨다.
- [0040] 그리고, 용융수지 주입단계(S30)로서, 도 4를 참조하면, 성형 몰드(10)의 내부로 용융수지 주입용 게이트(11b)를 통해 용융수지(30)를 주입시켜 성형 몰드(10)의 내부공간인 성형영역이 충전되도록 한다.
- [0041] 이때 각 채널(21)의 하측 모서리영역에서는 용융수지와 채널(21)을 형성하는 면 사이에 공간이 나노채널(40)이 되도록 주입한다. 즉, 하측 모서리영역에서는 용융수지(30)가 미충진되어 나노채널(40)을 형성한다.
- [0042] 여기서, 하측 모서리영역이 상기 공간을 형성하기 위한 용융수지(30)의 주입압력(또는 성형 압력) 및 용융수지의 온도(또는 성형시 수지 온도) 등의 공정조건은 기설정되어 있을 수 있으며, 상기 주입압력 및 용융수지의 온도 등의 공정조건에 따라 나노채널(40)의 크기도 결정할 수 있다.
- [0043] 즉, 채널(21)의 하측 모서리영역에서 용융수지와 채널을 형성하는 면 사이에 공간이 형성되도록 하여 나노채널(40)이 형성될 수 있다.
- [0044] 여기서, 상기 나노채널(40)은 주입되는 용융수지(30)가 채널기관(20)과 서로 다른 재질일 경우, 용융수지(30)가 형성된 부분의 내부표면(상측 내부표면)과 채널기관(20)에 의해 형성된 내부표면(하측 내부표면)인 2가지의 내부표면을 가질 수 있다.
- [0045] 즉, 각각의 재질에 따른 표면적 특성을 가질 수 있으므로 나노채널(40)에서 2가지의 표면 특성을 나타내도록 할 수 있다. 상기 표면 특성으로는 친수성, 발수성 또는 전기화학적 특성(surface charge - electric double layer)일 수 있다.
- [0046] 결과적으로 나노채널(40)에 별도의 내부표면처리를 하지 않아도 재질적 특성에 기인하여 표면특성을 가지도록 할 수 있다.
- [0047] 그리고, 성형 완료단계(S40)으로서, 성형 몰드(10) 내로 주입된 용융수지(30)가 냉각되어 성형이 완료되면, 상부 몰드(11)와 하부 몰드(12)를 분리하여 용융수지(30)가 접합된 채널기관(20)을 취출하여 성형을 완료한다.
- [0048] 상술한 바와 같은 사출성형 공정을 이용하여 나노채널(40)을 형성함으로써, 복잡한 구조의 나노채널(40)의 경우에도 사출성형 한 번의 공정으로 간편하게 제조할 수 있다.
- [0049] 아울러, 채널기관(20) 및 용융수지(30)의 재질에 따라 나노채널(40)에 서로 다른 표면 특성을 가지도록 할 수 있다.
- [0050] 본 실시예에서는 상기 채널(21)의 형상이 사각형 형상인 것에 대해 설명하였으며, 도 5에서와 같이 채널(21)의 형상이 삼각형 형상일 때도 같은 방법으로 하측 모서리 영역에 나노채널(40)을 형성할 수 있다.
- [0051] 다음으로, 본 발명의 제2실시예에 따른 나노채널 형성방법에 대해 설명한다. 도 6 및 도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 나노채널 형성방법에 따른 공정도이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 제2실시예에서는 성형 몰드(10)에 고정되는 채널기관(20)의 상면에 박막형 기재(50)가 더 설치된다.
- [0052] 여기서, 박막형 기재(50)는 소정의 필름 형태로 마련되며, 표면에는 친수성, 발수성 또는 전기화학적 특성을 가지는 표면처리가 되어 있을 수 있다.
- [0053] 상기 박막형 기재(50)는 성형 몰드(10)에 채널기관(20)을 고정시킨 후 설치할 수도 있고, 채널기관(20)의 상면에 박막형 기재(50)가 설치된 상태에서 성형 몰드(10)에 고정시킬 수도 있다.
- [0054] 도 7을 참조하면, 박막형 기재(50)가 채널기관(20)에 설치된 상태에서, 상부몰드와 하부몰드를 닫아 내부를 폐쇄시키고, 용융수지 주입용 게이트(11b)를 통해 용융수지(30)를 박막형 기재(50)의 상측으로 주입시킨다.
- [0055] 이때, 주입되는 용융수지(30)에 의해 박막형 기재(50)는 채널(21) 내부로 내입되며, 채널(21) 내부의 하측 모서

리 영역에서 박막형 기재(50)와 채널(21)을 형성하는 면 사이의 공간이 나노채널(40)로 형성된다.

- [0056] 이때, 상기 나노채널(40)은 주입되는 용융수지(30)의 점도(viscosity)에 따라 크기가 제어될 수 있다.
- [0057] 상술한 바와 같은 형태로 나노채널(40)을 형성할 수 있으며, 나노채널(40)은 용융수지(30)와 채널기판(20)의 표면적 특성이 다르게 형성하는 경우 2가지의 특성을 동시에 가지도록 할 수 있다.
- [0058] 아울러, 사출성형 공정을 이용하므로 복잡한 구조의 나노채널(40)이라 하더라도 간편하게 동시에 형성할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

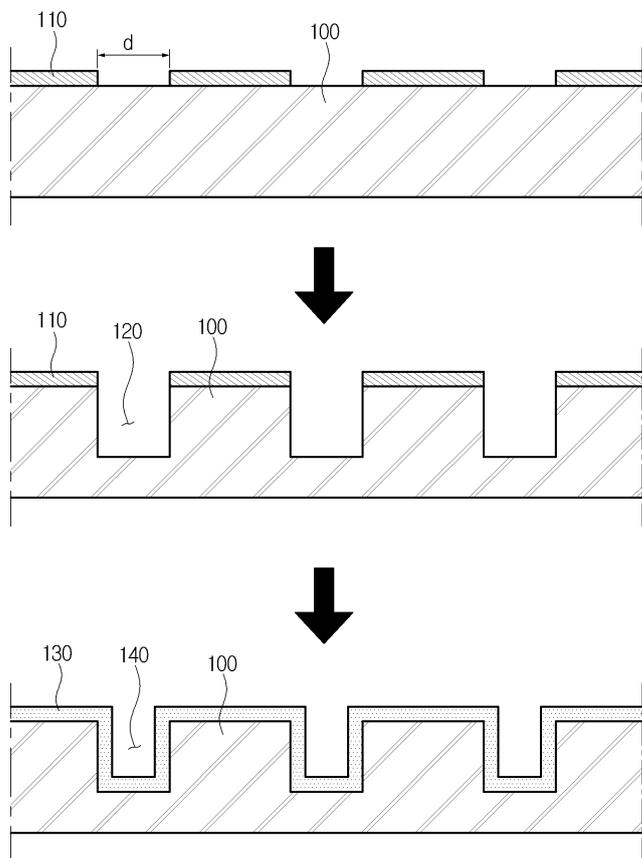
부호의 설명

[0060] ※ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

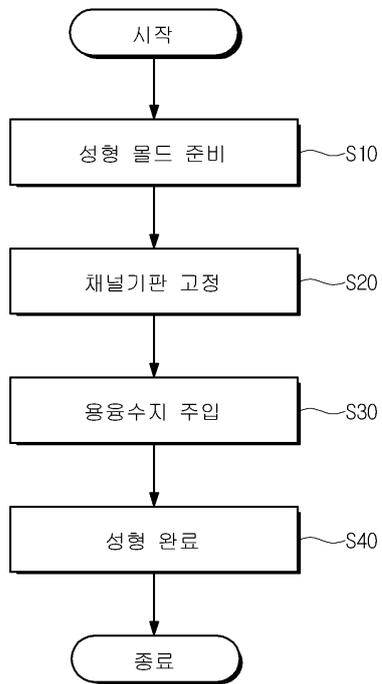
- | | |
|-------------|--------------------|
| 10 : 성형 몰드 | 11 : 상부 몰드 |
| 11a : 상부영역 | 11b : 용융수지 주입용 게이트 |
| 12 : 하부 몰드 | 12a : 하부영역 |
| 20 : 채널기판 | 21 : 채널 |
| 21a : 상단부 | 21b : 하단부 |
| 30 : 용융수지 | 40 : 나노채널 |
| 50 : 박막형 기재 | |

도면

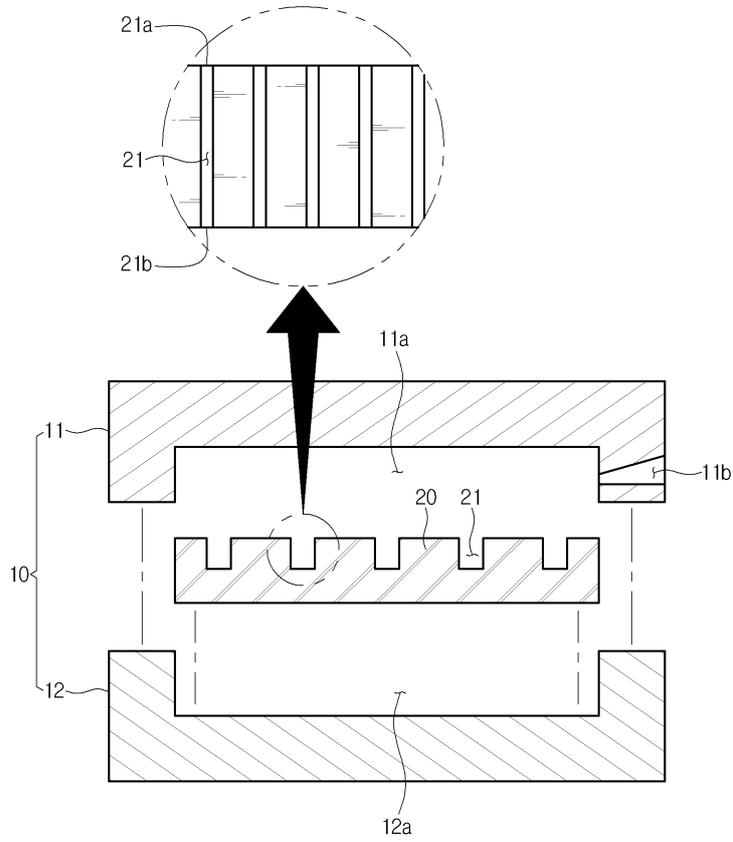
도면1



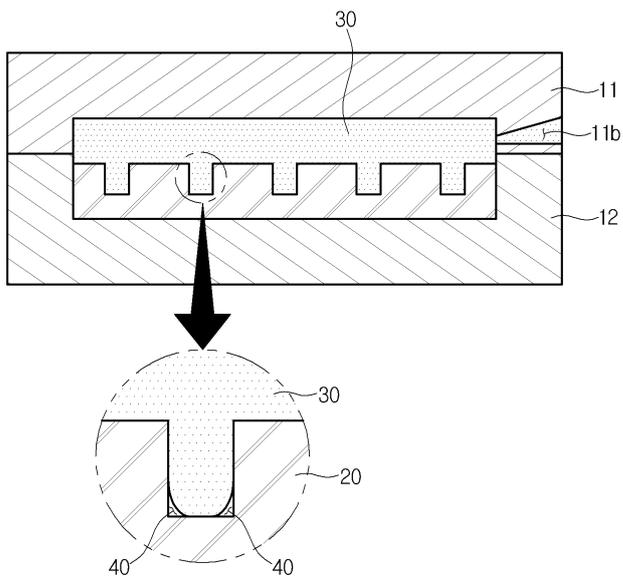
도면2



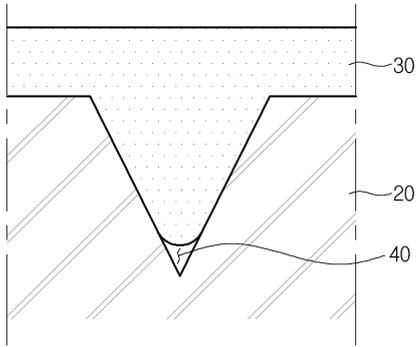
도면3



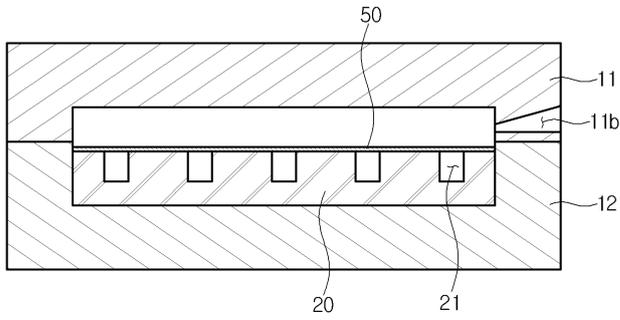
도면4



도면5



도면6



도면7

