



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년09월02일  
 (11) 등록번호 10-1435947  
 (24) 등록일자 2014년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B29C 45/14 (2006.01) B29C 51/00 (2006.01)  
 B29C 69/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0083284  
 (22) 출원일자 2013년07월16일  
 심사청구일자 2013년07월16일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP06218760 A\*  
 JP10211095 A\*  
 KR1020090063159 A  
 JP04520166 B  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 서울과학기술대학교 산학협력단  
 서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)  
 (72) 발명자  
 김선경  
 서울특별시 종로구 평창31길 31  
 (74) 대리인  
 이보형

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 조준배

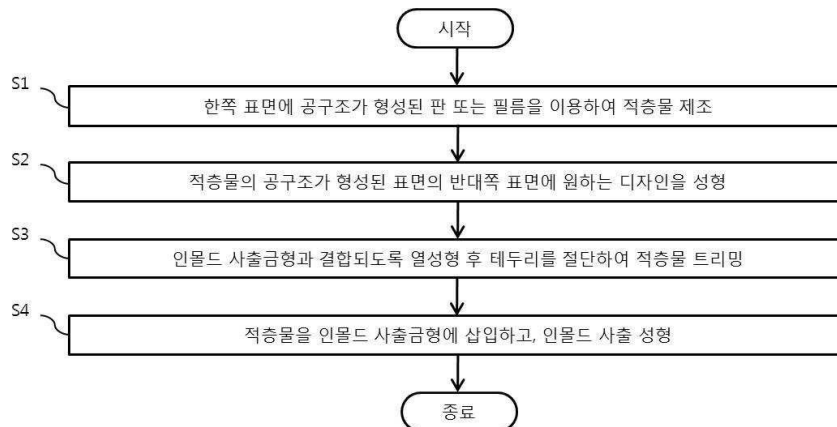
(54) 발명의 명칭 **공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 한쪽 표면에 공(ball) 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조하는 제1단계, 상기 적층물이 인몰드(inmold) 사출금형과 결합되도록 열성형(heat forming) 후 테두리를 절단하여 적층물을 트리밍하는 제2단계, 상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입하고, 인몰드 사출 성형하는 제3단계를 포함하며, 한쪽 표면에 공 구조가 형성된 판은 두께 t인 기저판에 폭 w인 채널이 형성된 마이크로 채널 (microchannel) 구조물에 수지(resin)를 주입하는 판 제조방법을 이용하여 제조하며, 상기 판 제조방법은 상기 채널 진입 전까지 상기 수지가 전진하는 제61단계, 상기 채널 진입 전에 체류하면서 구정(spherulite)이 성장하는 제62단계, 상기 수지가 상기 채널 내부로 진입하는 제63단계를 포함하는 성형 공정(fabrication process)을 포함하며, 상기 제62단계의 상기 구정의 직경 크기가 채널 폭 w이상 되도록 상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법을 제공한다.

본 발명은 인몰드 사출 공정에서 배면에 미세 공(micro-balls) 형상 또는 미세 공 구조가 형성된 적층물을 이용하여 사출물과 기계적으로 물려 성형되도록 함으로써, 적층물과 사출물 사이의 체결을 높은 신뢰도로 달성하는 효과를 갖는다. 또한, 적층물과 사출물 사이에 접착제, 프라이머, 커플링 에이전트 등 화학물질을 전처리하지 않아도 되므로, 화학물질 재료 비용과 화학물질 전처리에 따른 공정 비용 및 공정 시간을 절감하는 효과를 갖는다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

한쪽 표면에 공(ball) 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조하는 제1단계;

상기 적층물이 인몰드(inmold) 사출금형과 결합되도록 열성형(heat forming) 후 테두리를 절단하여 적층물을 트리밍하는 제2단계;

상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입하고, 인몰드 사출 성형하는 제3단계;

를 포함하며,

한쪽 표면에 공 구조가 형성된 판은

두께  $t$ 인 기저판에 폭  $w$ 인 채널이 형성된 마이크로 채널 (microchannel) 구조물에 수지(resin)를 주입하는 판 제조방법을 이용하여 제조하며,

상기 판 제조방법은 상기 채널 진입 전까지 상기 수지가 전진하는 제61단계, 상기 채널 진입 전에 체류하면서 구정(spherulite)이 성장하는 제62단계, 상기 수지가 상기 채널 내부로 진입하는 제63단계를 포함하는 성형 공정(fabrication process)을 포함하며,

상기 제62단계의 상기 구정의 직경 크기가 채널 폭  $w$ 이상 되도록 상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제1단계와 상기 제2단계 사이에

상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면의 반대쪽 표면에 원하는 디자인을 성형하는 제12단계를 더 포함하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 제12단계는

상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면의 반대쪽 표면에 원하는 패턴, 무늬, 이미지, 또는 형상의 디자인을 성형하는 단계이며,

상기 디자인 성형 방법은 프린팅, 코팅, 증착, 임프린팅을 포함하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제3단계에서

상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면이 수지가 사출되는 방향과 대면하여 놓이도록, 상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

한쪽 표면에 공 구조가 형성된 판은

두께  $t$ 인 기저판에 폭  $w$ , 깊이  $h$ 인 채널이 간격  $p$ 로 형성된 마이크로 채널 (microchannel) 구조물에 수지 (resin)를 주입하여 제조하며,

상기 마이크로 채널 구조물에서

$w$ 는 판의 표면에 형성하고자 하는 공(ball)의 직경 크기로 선택하고,

$h \geq 2w$ ,  $p = (w + \text{채널 벽 두께})$ 의 관계를 만족하며,

상기 채널 벽 두께는 상기 공 사이의 간격으로 선택하며,

상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하여 판의 표면에 공 형상이 일정 간격으로 형성되도록 하는 판 제조방법을 이용하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 수지는 수지 용융 고화 시험을 통해 선정된 수지이며,

상기 수지 용융 고화 시험은

반결정성 열가소성 고분자 수지(semicrystalline thermoplastic polymer resin)들 중 하나의 수지를 선정하는 제71단계;

수지 공급회사가 제공하는 열변형 온도를 포함하여 총  $N$ 개( $N > 0$ )의 온도를 선정하고, 인덱스  $i=1$ 로 초기화하는 제72단계;

수지 냉각용 형판의 온도를 제어하여 상기 제2 단계에서 선정된 온도 중  $i$ 번째 온도로 일정하게 유지하는 제73 단계;

형판이 열려 있는 상태에서 수지 알갱이(pellet)를 일정 온도까지 상승시켜 용융하여 형판 사이에 넣고 형판을 닫아 용융 수지가 형판 사이에서 눌러지며 냉각되어 고화되도록 하는 제74단계;

일정 시간이 지난 후 형판을 열고 고화된 수지를 시편으로 취출하는 제75단계;

$i < N$ 을 만족하면  $i=i+1$ 로 하여 상기 제73단계로 진행하고,  $i=N$ 이면 다음 단계로 진행하는 제76단계;

총  $N$ 개의 시편을 관찰하여 표면부의 구멍 크기를 확인하고, 구멍의 직경이 상기 마이크로 채널 폭 이상으로 성장한 시편이 나타나는  $i$ 번째 온도들 중 최소 온도를 상기 마이크로 채널 구조물의 설정 온도로 선정하는 제77단계;

를 포함하며,

상기 제74단계의 상기 일정 온도는 수지 공급회사가 제공하는 성형 공정 추천 온도인 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

### 청구항 8

제5항에 있어서,

상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력은

성형 결과를 확인하여 상기 마이크로 채널 내부로의 수지 충전 정도를 파악하고, 충전 정도가 목표보다 높으면 압력을 낮추고 낮으면 압력을 높이는 시행착오법(trial and error)에 의해 조정하며,

사출 성형의 경우 사출기의 속도/압력 절환 이후의 압력, 압축 성형과 핫 엠보싱의 경우 형체력, 롤 성형의 경우 롤을 누르는 힘에 의해 조정하며,

상기 마이크로 채널 내부로의 수지 충전 정도를 파악하는 방법은 충전 길이를 확인하는 것을 포함하는 공 구조

를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 9**

제5항에 있어서,

상기 판은 사출 성형, 압축 성형, 압출 성형, 핫 엠보싱 성형, 롤 성형 중 선택된 어느 하나의 성형 방법에 의해 제조되는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 10**

한쪽 표면에 공(ball) 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조하는 제1단계;

상기 적층물이 인몰드(inmold) 사출금형과 결합되도록 열성형(heat forming) 후 테두리를 절단하여 적층물을 트리밍하는 제2단계;

상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입하고, 인몰드 사출 성형하는 제3단계;

를 포함하며,

한쪽 표면에 공 구조가 형성된 필름은

두께  $t$ 인 기저판에 폭  $w$ , 깊이  $h$ 인 채널이 간격  $p$ 로 형성된 마이크로 채널 (microchannel) 구조물에 수지(resin)를 주입하여 제조하며,

상기 마이크로 채널 구조물에서

$w$ 는 판의 표면에 형성하고자 하는 공(microball)의 직경 크기로 선택하고,

$h \geq 2w$ ,  $p = (w + \text{채널 벽 두께})$ 의 관계를 만족하며,

상기 채널 벽 두께는 상기 공 사이의 간격으로 선택하며,

상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하여 필름의 표면에 공 형상이 일정 간격으로 형성되도록 하는 필름 제조방법을 이용하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 필름 제조방법은 상기 채널 진입 전까지 상기 수지가 전진하는 제111단계, 상기 채널 진입 전에 체류하면서 구정(spherulite)이 성장하는 제112단계, 상기 압력에 의해 상기 수지가 상기 채널 내부로 진입하는 제113단계를 포함하는 성형 공정(fabrication process)을 포함하며,

상기 제112단계의 상기 구정의 직경 크기가 채널 폭  $w$  이상 되도록 상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 공 구조를 갖는 적층물(laminate)을 이용한 인몰드(inmold) 사출 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 배면에 미세 공(micro-balls) 형상 또는 미세 공 구조가 형성된 적층물을 이용하여 사출물과 기계적으로 물리도록 하는 인몰드 사출 공정 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 적층판 또는 적층물을 금형에 삽입하여 사출하는 공정 방법인 인몰드 사출(inmold injection)은 미학적이고 기능적인 표면과 내부의 부품 체결 구조를 연결하는 것으로서, 심미적이며 기능적인 표면과 결합된 부품을 생산하는 매우 유용한 공정 방법이다.

- [0003] 인몰드 사출 기술에서는 항상 적층판 또는 적층물(laminate)과 사출물 사이의 접합이 문제가 되며, 적층물과 사출물 사이에 박리가 일어나 부품 신뢰성에 문제를 야기하는 경우가 발생한다.
- [0004] 이와 관련된 종래기술로서, 아래 선행기술문헌에서 제시한 특허문헌1은 성형 필름이 사출물 또는 금속판과 부착되는 접착성을 향상시키기 위해 접착층을 포함하여 이루어진 다층 구조의 인몰드 사출성형용 필름을 개시하고 있다.
- [0005] 특허문헌2는 사출물과 전사 인몰드 필름을 결합시키는 역할을 수행하는 접착층을 포함하는 다층 구조의 전사 인몰드 필름을 개시하고 있다.
- [0006] 특허문헌3은 외측필름층이 인몰드 사출시 사출물 외면에 안정적으로 부착될 수 있도록 하는 접착층을 포함하는 전사 인몰드 필름을 개시하고 있다.
- [0007] 특허문헌4는 인서트 몰딩용 인쇄필름과 사출성형물의 접착력이 증가되도록 하는 접착층을 포함하는 유브이 미세 패턴이 형성된 인몰드 사출물을 개시하고 있다.
- [0008] 상기 종래기술에서 설명한 바와 같이, 보통 적층판 또는 적층물과 사출물 사이에는 접착제를 사용하게 되는데, 이는 접착제 자체의 비용과 접착제 도포에 따른 공정 비용과 공정 시간을 유발하게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자, 본 발명은 배면에 공 구조가 형성된 적층물을 이용하여 사출물과 기계적으로 물리도록 하는 공정 방법을 제안한다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0009] (특허문헌 0001) KR 10-2011-0069436 A 2011.06.23.
- (특허문헌 0002) KR 10-2012-0131977 A 2012.12.05.
- (특허문헌 0003) KR 10-2010-0053002 A 2010.05.20.
- (특허문헌 0004) KR 10-1156716 B1 2012.06.14.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 과제는 인몰드 사출 공정에서 적층물과 사출물 사이의 접합에 접착제를 사용하지 않고, 배면에 미세 공(micro-balls) 형상 또는 미세 공 구조가 형성된 적층물을 이용하여 사출물과 기계적으로 물리 성형되도록 하는 인몰드 사출 방법을 제공하고자 하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 한쪽 표면에 공(ball) 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조하는 제1단계, 상기 적층물이 인몰드(inmold) 사출금형과 결합되도록 열성형(heat forming) 후 테두리를 절단하여 적층물을 트리밍하는 제2단계, 상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입하고, 인몰드 사출 성형하는 제3단계를 포함하며, 한쪽 표면에 공 구조가 형성된 판은 두께 t인 기저판에 폭 w인 채널이 형성된 마이크로 채널 (microchannel) 구조물에 수지(resin)를 주입하는 판 제조방법을 이용하여 제조하며, 상기 판 제조방법은 상기 채널 진입 전까지 상기 수지가 전진하는 제61단계, 상기 채널 진입 전에 채류하면서 구정(spherulite)이 성장하는 제62단계, 상기 수지가 상기 채널 내부로 진입하는 제63단계를 포함하는 성형 공정(fabrication process)을 포함하며, 상기 제62단계의 상기 구정의 직경 크기가 채널 폭 w이상 되도록 상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하는 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0012] 본 발명은 인몰드 사출 공정에서 배면에 미세 공(micro-balls) 형상 또는 미세 공 구조가 형성된 적층물을 이용

하여 사출물과 기계적으로 물려 성형되도록 함으로써, 적층물과 사출물 사이의 체결을 높은 신뢰도로 달성하는 효과를 갖는다.

[0013] 또한, 적층물과 사출물 사이에 접착제, 프라이머, 커플링 에이전트 등 화학물질을 전처리하지 않아도 되므로, 화학물질 재료 비용과 화학물질 전처리에 따른 공정 비용 및 공정 시간을 절감하는 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 본 발명에 따른 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법의 순서도.
- 도 2는 표면에 공 구조가 있는 적층물을 설명하기 위한 도면.
- 도 3은 적층물 표면의 디자인 성형을 설명하기 위한 도면.
- 도 4는 표면 디자인 성형이 끝난 적층물을 인몰드 금형에 삽입한 상태를 보인 도면.
- 도 5는 본 발명에 따른 인몰드 사출 성형에 의해 적층물과 사출물이 접합된 상태를 보인 도면.
- 도 6은 본 발명에 따른 인몰드 사출 성형이 끝난 후 금형 이형 상태를 보인 도면.
- 도 7은 표면 공 구조물이 형성되는 것을 설명하기 위한 개략도.
- 도 8은 표면 공 구조물이 형성된 경우의 성형 결과물을 촬영한 전자현미경 사진.
- 도 9는 구경을 설명하기 위한 도면.
- 도 10은 마이크로 채널 구조물을 설명하기 위한 도면.
- 도 11은 수지 용융 고화 시험을 설명하기 위한 도면.
- 도 12는 수지 선정과 설정 온도를 결정하는 과정의 순서도.
- 도 13은 핫 엠보싱 성형, 압축 성형, 사출 성형, 롤 성형의 원리를 보인 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0015] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 상세히 설명한다.
- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법의 순서도이다. 도 2는 표면에 공 구조가 있는 적층물을 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 적층물 표면의 디자인 성형을 설명하기 위한 도면이며, 도 4는 표면 디자인 성형이 끝난 적층물을 인몰드 금형에 삽입한 상태를 보인 도면이며, 도 5는 본 발명에 따른 인몰드 사출 성형에 의해 적층물과 사출물이 접합된 상태를 보인 도면이며, 도 6은 본 발명에 따른 인몰드 사출 성형이 끝난 후 금형 이형 상태를 보인 도면이다.
- [0017] 본 발명에 따른 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법은 한쪽 표면에 공(ball) 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조하는 제1단계(도 1의 S1, 도 2), 상기 적층물이 인몰드(inmold) 사출금형과 결합되도록 열성형(heat forming) 후 테두리를 절단하여 적층물을 트리밍하는 제2단계(도 1의 S3), 상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입하고, 인몰드 사출 성형하는 제3단계(도 1의 S4, 도 4, 도 5, 도 6)를 포함한다. 또한, 본 발명은 상기 제1단계와 상기 제2단계 사이에 상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면의 반대쪽 표면에 원하는 디자인을 성형하는 제12단계(도 1의 S2, 도 3)를 더 포함한다. 상기 제12단계(도 1의 S2, 도 3)는 상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면의 반대쪽 표면에 원하는 패턴, 무늬, 이미지, 또는 형상의 디자인을 성형하는 단계이며, 상기 디자인 성형 방법은 프린팅, 코팅, 증착, 임프린팅을 포함한다. 상기 제12단계(도 1의 S2, 도 3)에서 상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면의 반대쪽 표면에 원하는 디자인을 성형하는 공정은 일반적인 표면 장식을 위한 성형 공정과 유사한 방법으로 이루어질 수 있다. 본 발명에 따른 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법은 상기 제3단계(도 1의 S4, 도 4, 도 5, 도 6)에서 상기 적층물의 공 구조가 형성된 표면이 수지가 사출되는 방향과 대면하여 놓이도록, 상기 적층물을 인몰드 사출금형에 삽입한다.
- [0018] 본 발명에 따른 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법은 위에서 설명한 바와 같이 상기 제1단계(도 1의 S1, 도 2)에서 한쪽 표면에 공 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조하는데, 이러한 판 또는 필름의 제조 방법에 관하여 설명한다. 이와 관련하여 본 출원인은 표면에 미세 공 형상이 나열된 판 또는 필름의 제조 방법에 대하여 특허출원(특허출원번호 10-2012-0114121)한 바 있으며, 상기 특허출원에서 제시한 방법을 이용하여 공 구조를 갖는 판 또는 필름을 제조할 수 있다. 도 7 내지 도 13은 공 구조를 갖는 판 또는 필



름의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [0019] 본 발명은 고분자 반결정성 수지(이하, '수지'라 함)를 이용하여 표면에 미세 공 형상이 나열된 판을 제조하기 위해 마이크로 채널(microchannel) 구조물을 이용하는데, 마이크로 채널 구조물은 마이크로 채널이 일정 간격으로 표면에 각인되어 흐름성이 있는 수지가 그 사이로 침투할 수 있는 구조이다. 마이크로 채널로 용융된 수지가 침투하게 되면 일정 거리 동안 침투하다가 더 이상 전진하지 못하고 표면에서 공 형상이 나타나게 된다. 이때 성형을 완료하게 되면 표면에 공 형상이 규칙적으로 나타나는 판재 혹은 판재보다 얇은 두께의 필름을 성형할 수 있게 된다. 공 형상은 채널을 따라서만 나타나게 되므로 채널을 배열하는 간격과 폭의 크기를 조절하여 미세 공 구조의 크기와 배열을 조정할 수 있다.
- [0020] 도 7는 표면 공 구조물이 형성되는 것을 설명하기 위한 개략도로서, 본 발명에서 이용하는 마이크로 채널 구조물(100)에 채워지는 수지의 유동을 보인 도면이다. 성형물의 기저부(110)와 패दन부(120) 사이는 수지로 채워져 있으며 마이크로 채널(130) 내부만 일부 미충전이 되어 있다. 채널(130)에서 수지(140)가 전진하고 있으며 특이 유동이 나타나 유동 선단(150)으로부터 공 구조(160)가 형성됨을 알 수 있다. 공 구조를 형성하기 위해서는 공 구조(160)와 유동 선단(150)이 채널(130)을 완전히 채워서는 안되며 적당히 공 구조가(160)가 형성된 상태에서 공정을 중단해야 한다. 이와 같이 하여 성형된 결과물을 주사전자현미경으로 촬영한 것이 도 8에 나타나 있다.
- [0021] 공 구조가 나타나기 위해서는 성형 과정 중 수지에 나타나는 구정 (spherulite)의 크기가 채널의 폭과 비슷하거나 커야 한다. 구정은 반결정성(semicrystalline) 고분자 수지가 용융상태로부터 고화하는 과정에서 형성되는 규칙적인 결정이다. 도 9는 구정의 구조를 보인 것이다. 구정은 공정 중에 구정의 생성이 개시되는 지점인 핵(nuclei)으로부터 방사형으로 뻗어가며 성장하게 되는데, 고화 과정 중의 온도 이력에 따라 최종 크기는 달라지게 되며 동일 조건에서도 성장 속도, 성장 크기는 수지의 종류에 따라 다르다.
- [0022] 도 10은 마이크로 채널 구조물을 보인 것으로, 평판에 마이크로 채널 구조를 주기적으로 구현한 형태이다. 두께 t인 기저판에 폭 w, 깊이 h인 채널이 간격 p로 하여 주기적으로 형성되어 있다. 공의 생성 유무와 가장 밀접하게 연관된 치수는 채널의 폭인 w로서, w와 구정의 치수 관계에 따라 공의 형성 유무가 결정된다. 채널의 깊이 h도 중요한 치수 중 하나인데, 너무 얇으면 공이 형성되지 않는다. 즉, 채널에 수지가 주입된 후 폭에 해당하는 거리를 진행해야 공이 형성되기 시작한다. 그러므로 h는 적어도 폭 w 이상으로 설정해야 한다. 간격 p는 공들이 나열된 간격을 설정한다. 따라서, 간격과 폭은 제작하고자 하는 판 표면의 공 배치에 따라 설정해야 한다. 이러한 조건들을 고려하여 공 형성을 위한 기하학적 조건들을 정리하면 다음과 같다. 마이크로 채널 폭 w는 표면에 형성하고자 하는 공의 직경 크기로 설정하고, 유동이 채널 안에서 w의 길이 정도 진행했을 때 직경 w와 유사한 크기의 공이 형성되므로 채널의 깊이 h는 2w이상으로 한다. 채널 간격 p는 공을 표면에 배치하려는 의도에 따라 결정하는데 채널 벽을 세워야 하므로  $p=(w+\text{채널 벽 두께})$ 의 관계가 성립한다. 채널 벽 두께는 공 사이의 간격이 되므로, 최대한 공으로 표면을 채우려면 채널 벽 두께를 얇게 해야 한다.
- [0023] 위에서 기술한 마이크로 채널 구조물과 수지를 이용하여 판을 제조하기 위해서는 마이크로 채널 구조물에 수지를 주입하여 판의 표면에 미세 공 형상이 형성되도록 성형을 하게 된다. 이를 위해서 마이크로 채널 구조물의 온도, 수지의 온도, 채널(microchannel) 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하여 판의 표면에 공 형상이 일정 간격으로 형성되도록 성형 공정(fabrication process)을 조정한다.
- [0024] 성형 공정은 다음의 3단계를 포함한다. 즉, 채널 진입 전까지 수지가 전진하는 제61단계, 채널 진입 전에 체류하면서 구정이 성장하는 제62단계, 압력에 의해 수지가 채널 내부로 진입하는 제63단계를 포함한다. 상기 제62단계의 상기 구정의 직경 크기가 채널 폭 w이상 이 되도록 해야 성형된 판의 표면에 공이 형성되는 것이 실험을 통해 확인되었으므로, 이러한 성형 공정 조건이 만족되도록 온도와 압력을 제어한다. 이를 위해 구정 성장과 관련된 온도와 압력을 결정해야 하는데, 수지 고화 중의 결정 성장 특성은 일반적으로 공개되는 정보가 아니므로, 개별 수지에 대해 사전에 수지 용융 고화 시험을 실시해야 한다.
- [0025] 수지 용융 고화 시험을 위해 반결정성 열가소성 고분자 수지(semicrystalline thermoplastic polymer resin)들 중 하나의 수지를 선택하는데, 냉각 조건에 따라 구정이 충분한 크기로 성장할 수 있는 수지를 선택하는 것이 성형 공정상 유리하다. 수지를 선택한 후 소량의 수지 알갱이(pellet)를 일정 온도까지 상승시켜 용융한 후, 도 11에 보인 바와 같이 온도 제어가 된 평판 사이에서 누르며 냉각시킨다. 용융된 수지 알갱이는 평판 온도를 달리해 가며 냉각하여 시편을 제작하는데, 평판은 온도를 제어할 수 있는 장치가 구비되어 있어야 한다. 수지의 냉각 개시 온도는 개별 수지의 공급 회사가 제공하는 공정 추천 온도로 설정한다. 공정 추천 온도는 성형 공정 추천 온도를 의미하는 것으로, 최초 수지가 용융되어 있는 고온 상태의 온도, 즉 용융된 초기 수지의 온도를 나타내는 것이다. 사출의 경우 사출기에서 공급되는 수지의 온도, 압축의 경우 수지를 최초로 녹여서 넣는 온도를

가리킨다. 평판 온도는 구정이 성장할 수 있는 충분한 시간을 갖도록 높게 설정되어야 한다. 수지 공급회사에서 제공하는 열변형 온도를 포함하여 이를 기준으로 5도 간격으로 위로 5단계, 아래로 3단계, 총 9개 온도를 설정하여 시험을 실시한 후 시편 단면의 편광 현미경 사진을 관찰하여 구정의 크기가 마이크로 채널 폭과 유사한 수준으로 성장하였는지를 확인하고 해당 온도를 성형 공정시 마이크로 채널 구조물의 온도로 설정한다. 성형 공정시 구정의 성장 속도는 냉각 속도가 느릴수록 크게 성장할 수 있는데, 냉각 속도는 마이크로 채널 구조물의 온도에 의해 조절된다.

[0026] 도 12는 수지의 선정과 마이크로 채널 구조물의 설정 온도를 결정하기 위한 과정을 순서도로 나타낸 것이다. 도 12를 참조하여 설명하면, 이 과정은 반결정성 열가소성 고분자 수지들 중 하나의 수지를 선정하는 제71단계(P1 단계), 수지 공급회사가 제공하는 열변형 온도를 포함하여 총 N개(N>0)의 온도를 선정하고, 인덱스  $i=1$ 로 초기화하는 제72단계(P2 단계), 수지 냉각용 형판의 온도를 제어하여 제72단계에서 선정된 온도 중  $i$ 번째 온도로 일정하게 유지하는 제73단계(P3 단계), 형판이 열려 있는 상태에서 수지 알갱이를 일정 온도(수지 공급회사가 제공하는 성형 공정 추천 온도)까지 상승시켜 용융하여 형판 사이에 넣고 형판을 닫아 용융 수지가 형판 사이에서 눌러지며 냉각되어 고화되도록 하는 제74단계(P4 단계), 일정 시간이 지난 후 형판을 열고 고화된 수지를 시편으로 취출하는 제75단계(P5 단계),  $i < N$ 을 만족하면  $i=i+1$ 로 하여 제73단계로 진행하고,  $i=N$ 이면 다음 단계로 진행하는 제76단계 및 제77단계(P6, P7 단계), 총 N개의 시편을 관찰하여 표면부의 구정 크기를 확인하고, 구정의 직경이 마이크로 채널 폭 이상으로 성장한 시편이 나타나는  $i$ 번째 온도들 중 최소 온도를 마이크로 채널 구조물의 설정 온도로 선정하는 제78단계(P8 단계), 마이크로 채널 구조물이 제78단계에의 설정 온도로 제어된 상태에서 수지 공급회사가 제공하는 성형 공정 추천 온도로 수지를 용융하여 성형 공정을 실시하는 제79단계(P9 단계)를 포함한다. 위 과정 중 제78단계에서 조건을 만족하는 시편이 발견되지 않으면 총 N개의 온도 범위를 45도 상승시켜 재시험을 실시하여 마이크로 채널 구조물의 설정 온도를 결정한다. 만약 추가적인 과정에서도 제78단계에서 조건을 만족하는 시편이 발견되지 않는 경우에는 수지 선정 단계부터 다시 시작해야 한다. 또한 실제 성형 공정에서는 위와 같이 결정된 마이크로 채널 구조물의 설정 온도를 적용하여 형성된 구정을 현미경 사진을 통해 확인하여 그 온도를 다시 조정할 수 있다. 즉, 구정의 크기가 목표대로 형성된 경우 현재의 조건으로 계속 성형을 하게 되나, 구정의 크기가 목표보다 작은 경우에는 마이크로 채널 구조물의 설정 온도를 2.5도 높여 성형하고, 구정의 크기가 목표보다 큰 경우에는 마이크로 채널 구조물의 설정 온도를 2.5도 낮추어 성형한다. 마이크로 채널 구조물에 대한 온도 제어는 기존의 상용화된 온도제어기, 센서와 가열 장치를 이용하여 간단하게 설치할 수 있고 운용이 복잡하지 않으므로, 이와 관련된 설명은 생략한다.

[0027] 판의 표면에 공을 형성하기 위해서는 온도와 더불어 마이크로 채널 내부로 진입하는 수지의 압력이 중요하다. 즉, 마이크로 채널 내부로의 충전 정도가 압력에 의해 제어되는데, 채널 내부로의 수지 충전은 채널 진입 전의 속도는 크게 영향을 미치지 못하며, 과충전되면 공이 완전히 벽에 눌러 채널 형상대로만 성형된다. 성형 공정 중 수지의 채널 진입 전 압력은 시행착오법(trial and error)에 의해 조정한다. 성형 결과를 현미경으로 확인하여 마이크로 채널 내부로의 수지 충전 정도를 파악하고, 충전 정도가 목표보다 높으면 압력을 낮추고 낮으면 압력을 높인다. 예를 들어, 사출 성형의 경우 사출기의 속도/압력 전환 이후의 압력, 압축 성형과 핫 엠보싱의 경우 형체력, 롤 성형의 경우 롤을 누르는 힘에 의해 조정한다. 사출기의 속도/압력 전환 이후의 압력은 사출기를 구동할 때, 충전 초기에는 충전 속도를 제어하며 공정을 진행하다가 금형 내부의 압력이 상승하여 더 이상 설정된 속도로 충전할 수 없을 때 압력 제어로 전환하게 되는데 그 이후에 공정에 설정되는 압력을 의미한다. 형체력은 내부의 압력을 이기고 금형을 닫힌 상태로 체결하여 두기 위한 힘으로 금형의 양측에서 압축력으로 작용하는 것을 의미한다. 마이크로 채널 내부로의 수지 충전 정도를 확인하는 방법은 충전 길이를 확인하는 것을 포함한다.

[0028] 판과 필름의 구별은 두께의 차이이므로, 두께를 얇게 설계하거나, 성형 후 연신하여 필름으로 제조가 가능하다. 따라서, 위에서 설명한 제조 방법은 판이나 필름의 제조 방법으로 동일하게 이용가능한 것이다.

[0029] 이제 위에서 설명한 내용을 바탕으로 실제 성형 공정이 이루어지는 방법에 관하여 설명한다. 마이크로 채널 구조물과 수지를 이용하여 판을 제조하기 위해서 도 10의 마이크로 채널 구조물의 바닥면(170)은 성형 장치에 부착된다. 성형은 사출, 압축, 압출, 핫 엠보싱 등 여러 방법을 활용할 수 있으며, 마이크로 채널 구조물(100) 자체를 가공하는 것은 리소그래피(lithography), 레이저 가공, 기계 가공 등 여러 방법을 활용할 수 있다.

[0030] 성형 공정은 형판이나 금형을 이용한 방법과 기 압출된 필름이나 판재를 이용하여 연속 성형하는 방법이 가능하다. 도13의 최상단은 기 제조된 필름이나 판재를 이용하여 핫 프레스에서 핫 엠보싱 성형하는 과정을 보여준다. 좌측의 그림은 핫 프레스의 하형판에 마이크로 채널 구조물이 장착되어 있고 상형판과의 사이에 필름이 놓여져 있는 성형 전의 상황이다. 우측 그림에 보인 대로 성형 중에는 상형이 하강하여 필름 또는 판재에 압력



을 가하여 열간에 성형이 이루어진다. 도 13의 두번째 단은 압축 성형에 의한 방법으로 좌측 그림은 금형의 하형에 마이크로 채널 구조물이 장착되고 예열된 재료가 금형 사이에 공급된 성형 준비가 되어 있는 상황이고, 상형이 하강하면 우측 그림에서처럼 미리 용융되어 있던 수지가 압력에 의하여 퍼지면서 채널 사이로 충전된다. 도 13의 세번째 단은 사출에 의한 경우로 좌측의 그림처럼 성형 전에는 사출 금형의 가동측(수평형 기준)에 마이크로 채널 구조물이 장착되어 있다. 수지가 고정측을 통하여 주입되면 우측의 그림에서처럼 수지가 공급되어 충전된다. 도 13의 최하단은 롤 성형에 의한 경우로 롤에 마이크로 채널 구조가 형성되고 평판 기저와의 사이에 필름 또는 평판이 공급되어 연속적으로 성형된다. 모든 성형 공정에서는 공히 압력과 온도의 제어가 매우 중요하며, 온도는 마이크로 채널 구조물의 온도와 그것이 장착된 형판, 롤, 금형의 온도가 기본적으로 동일하게 제어되어야 한다. 압력은 마이크로 채널 내부로 전달되는 압력을 조절해야 한다는 점이 공정의 종류에 관계없이 공통이나 공정의 종류에 따라 압의 제어는 서로 다르다. 핫 엠보싱, 압축 성형, 롤 성형의 경우에는 누르는 힘을 제어하여 전달되는 압력을 조절해야 한다. 사출의 경우에는 성형 속도로는 충전을 조절할 수 없으나, 사출기에서 사출압과 보압을 직접 제어할 수 있다.

[0031] 간단히 정리하면, 본 발명에 따른 공 구조를 갖는 적층물을 이용한 인몰드 사출 방법에서 이용되는 한쪽 표면에 공 구조가 형성된 판 또는 필름은 두께  $t$ 인 기저판에 폭  $w$ , 깊이  $h$ 인 채널이 간격  $p$ 로 형성된 마이크로 채널 (microchannel) 구조물에 수지(resin)를 주입하여 제조하며, 상기 마이크로 채널 구조물에서  $w$ 는 판의 표면에 형성하고자 하는 공(ball)의 직경 크기로 선택하고,  $h \geq 2w$ ,  $p=(w+\text{채널 벽 두께})$ 의 관계를 만족하며, 상기 채널 벽 두께는 상기 공 사이의 간격으로 선택하며, 상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어하여 판 또는 필름의 표면에 공 형상이 일정 간격으로 형성되도록 하는 판 또는 필름 제조방법을 이용한다. 상기 판 또는 필름 제조방법은 상기 채널 진입 전까지 상기 수지가 전진하는 제100단계, 상기 채널 진입 전에 체류하면서 구정(spherulite)이 성장하는 제200단계, 상기 압력에 의해 상기 수지가 상기 채널 내부로 진입하는 제300단계를 포함하는 성형 공정(fabrication process)을 포함하며, 상기 제200단계의 상기 구정의 직경 크기가 채널 폭  $w$ 이상 되도록 상기 마이크로 채널 구조물의 온도, 상기 수지의 온도, 상기 채널 내부로 진입하는 수지의 압력을 제어한다.

[0032] 지금까지 표면에 공 구조가 형성된 판 또는 필름의 제조방법에 관하여 설명하였으나, 이러한 판 또는 필름의 제조방법은 여기에 제시한 방법에 한정되는 것은 아니다.

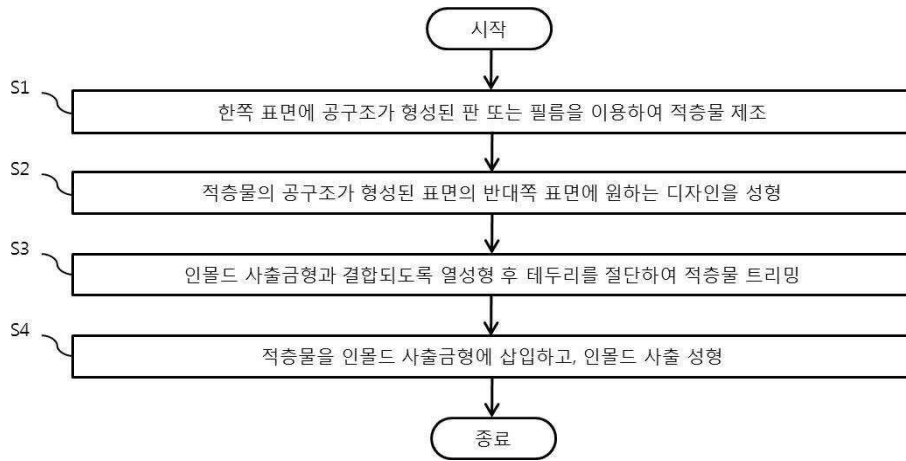
[0033] 본 발명은 표면에 공 구조가 형성된 판 또는 필름을 이용하여 적층물을 제조함으로써, 인몰드 사출 성형 공정에서 접착제 도포와 같은 화학적인 처리 과정을 거치지 않고도 적층물과 사출물이 기계적으로 물려 성형됨으로써 적층물과 사출물 사이의 체결을 높은 신뢰도로 달성하게 된다.

**부호의 설명**

- [0034] 100: 마이크로 채널 구조물
- 110: 성형물의 기저부
- 120: 성형물의 패턴부
- 130: 마이크로 채널
- 140: 수지
- 150: 유동 선단
- 160: 유동 선단에서 형성되는 미세 공 구조
- 170: 마이크로 채널 구조물의 바닥면

도면

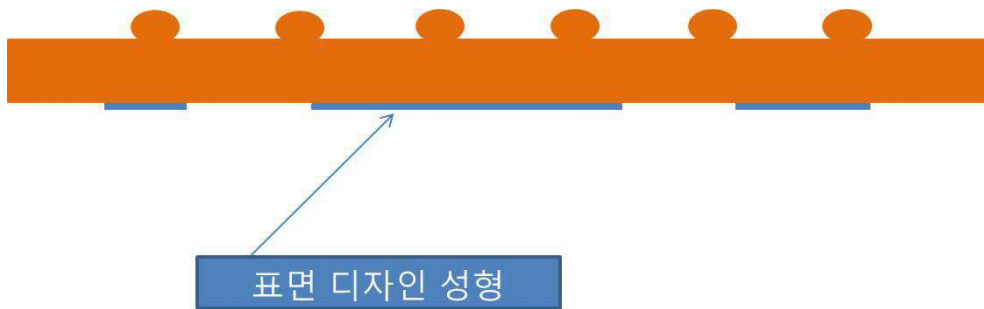
도면1



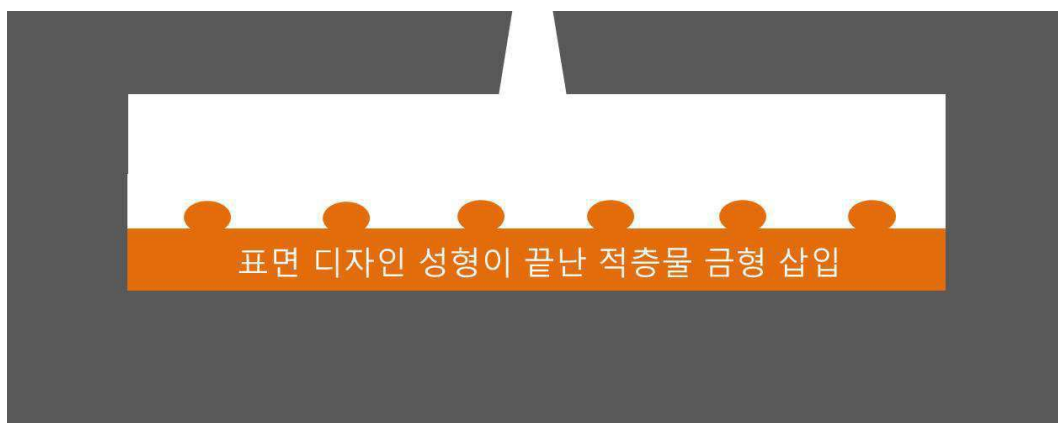
도면2



도면3



도면4



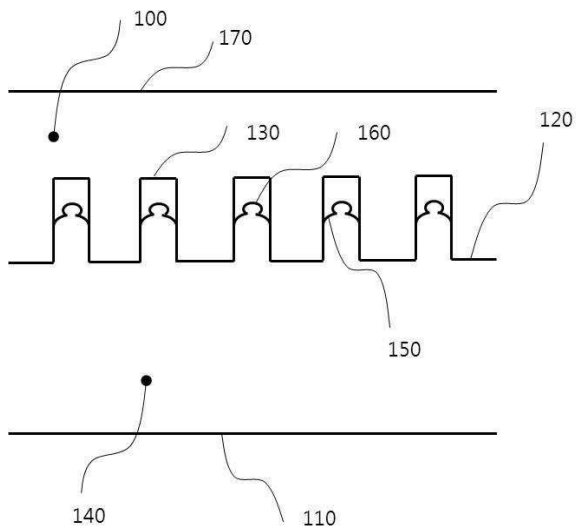
도면5



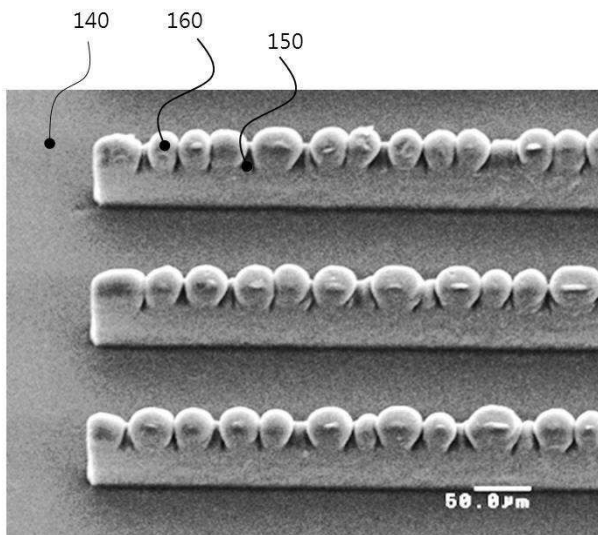
도면6



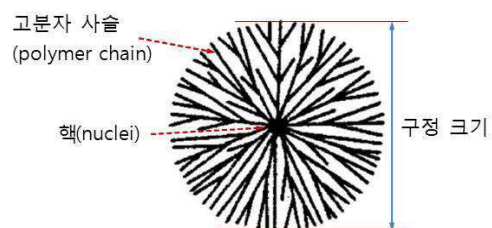
도면7



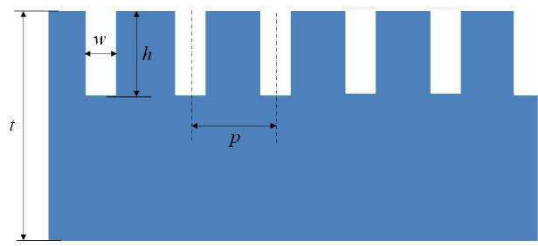
도면8



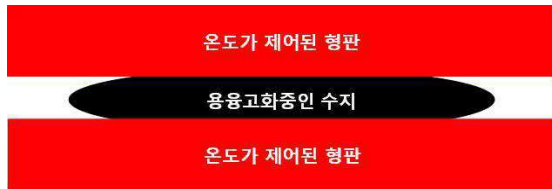
도면9



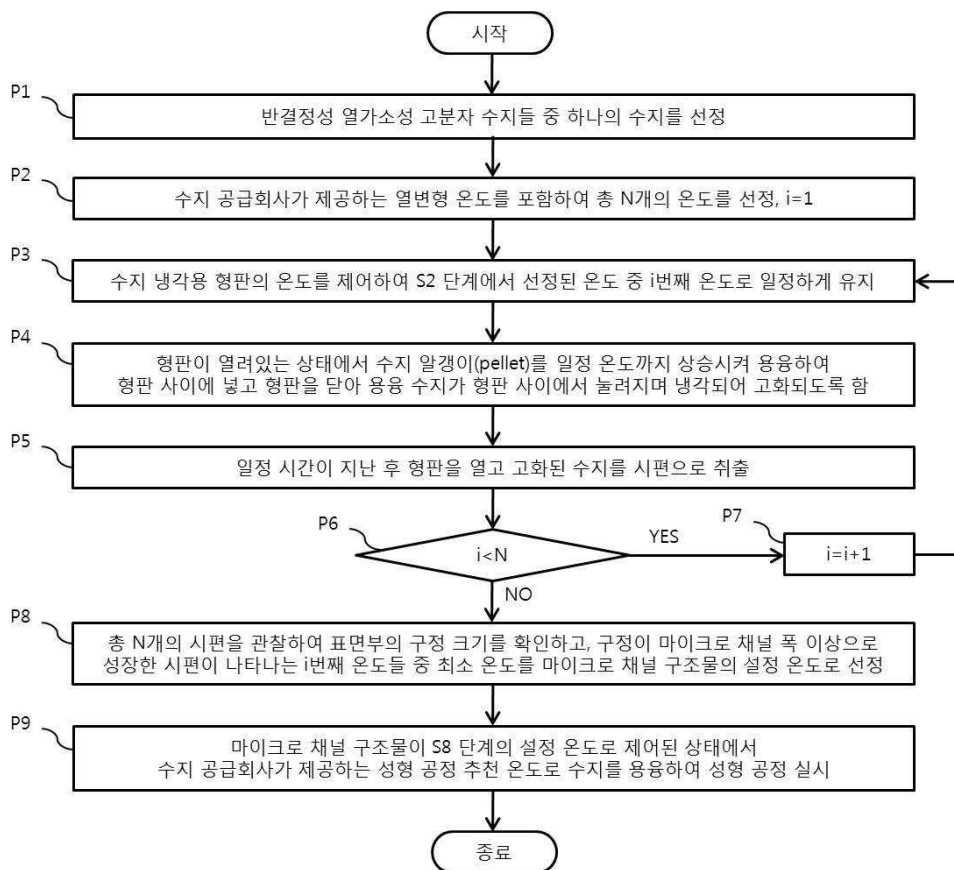
도면10



도면11



도면12





도면13

