

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

정정판

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2020년 10월 1일 (01.10.2020)

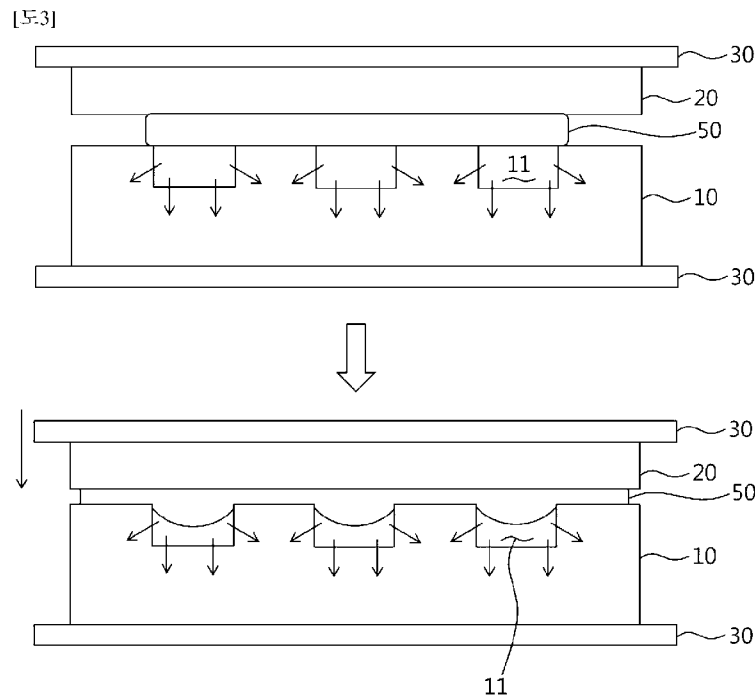


(10) 국제공개번호  
**WO 2020/197365 A9**

- (51) 국제특허분류: *C08J 3/12* (2006.01) *B29C 33/70* (2006.01)  
*B29C 33/38* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/095017
- (22) 국제출원일: 2020년 3월 5일 (05.03.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2019-0034986 2019년 3월 27일 (27.03.2019) KR
- (71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 봉기완 (BONG, Ki Wan); 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR). 김현웅 (KIM, Hyeon Ung); 02857 서울시 성북구 안암로9가길 55, 501호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 정은열 등 (JUNG, Eun Youl et al.); 06149 서울시 강남구 테헤란로55길 21, 402호 (정앤김 특허법률사무소), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MICROPARTICLES

(54) 발명의 명칭: 미세입자 제조방법



(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing microparticles. A method for producing microparticles according to an embodiment of the present invention comprises: (a) a step for preparing a porous micro mold (10) and a cover substrate (20), the porous micro mold (10) having a plurality of micro cavities (11) concavely recessed in a predetermined shape and size in one surface thereof; (b) a step for degassing the micro mold (10) in a vacuum chamber (40); a step for taking the degassed micro mold (10) out of the vacuum chamber (40), and placing a microparticle precursor solution (50) between one surface of the micro mold (10) and one surface of the cover substrate (20) so as to fill the microparticle precursor solution (50) inside the micro cavities (11); (d) a step for polymerizing a microparticle precursor in the microparticle precursor solution (50) to synthesize microparticles (60); and (e) a step for

[다음 쪽 계속]

WO 2020/197365 A9

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(88) 국제조사보고서 공개일:

2021 년 2 월 4 일 (04.02.2021)

(48) 본 정정판 공개일:

2021 년 3 월 11 일 (11.03.2021)

(15) 정정사항에 관한 정보:

2021 년 3 월 11 일 (11.03.2021) 자 공지 참조

---

recovering the synthesized microparticles (60).

(57) 요약서: 본 발명은 미세입자 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법은 (a) 일면에 소정의 형상 및 크기로 오목하게 함몰된 다수의 마이크로 캐비티(cavity, 11)를 구비하는 다공성 마이크로 몰드(10) 및 커버 기판(20)을 준비하는 단계; (b) 진공 챔버(40) 내에서 마이크로 몰드(10)를 탈가스화하는 단계; (c) 탈가스화된 마이크로 몰드(10)를 진공 챔버(40)에서 반출하고, 미세입자 전구체 용액(50)을 마이크로 몰드(10)의 일면과 커버 기판(20)의 일면 사이에 배치하여, 미세입자 전구체 용액(50)을 마이크로 캐비티(11) 내부에 충전하는 단계; (d) 미세입자 전구체 용액(50) 내의 미세입자 전구체를 중합하여, 미세입자(60)를 합성하는 단계; 및 (e) 합성된 미세입자(60)를 회수하는 단계;를 포함한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 미세입자 제조방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 미세입자 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탈가스화된 마이크로 몰드를 이용한 미세입자 합성 기술에 관한 것이다.

[2]

#### 배경기술

- [3] 미세입자는 부피 대비 표면적이 넓기 때문에 반응성이 높아 미량의 시료를 검출하는데 유리하다. 특히, 비 대칭성 형태의 미세입자의 경우에는 그 모양을 인식하여 코드를 부여할 수 있으므로, 여러 종류의 미세입자가 섞여 있어도 각각의 입자를 용이하게 구별할 수 있다. 따라서 각기 다른 생체 분자 검출 프로브를 탑재하고 있는 미세입자를 혼합 사용하면, 다양한 종류의 생체 분자를 동시에 검출/분석할 수 있으므로 다중진단에 유리하여 액체 생검 분야에서 활발하게 사용되고 있다.
- [4] 최근 미세입자를 제조하는 방법으로, 복제 몰딩이 제안되었다. 복제 몰딩은 간단한 설비를 이용하여 미세입자를 제조할 수 있는 방법으로, 음각의 마이크로 패턴이 새겨진 마이크로 몰드에 고분자 전구체 용액을 로딩하고, 커버를 씌워 압착한 후 경화시키는 방식으로 고분자 미세입자를 합성한다. 이 경우에 미세입자는 마이크로 패턴에 대응되는 형상으로 형성된다. 하지만, 전구체 용액의 표면에너지가 커버보다 낮은 경우에 표면적을 넓게 하여 시스템을 안정화시키려 하기 때문에 압착된 커버 사이에 수십에서 수백 나노미터 두께로 전구체 용액이 커버의 표면에 젖어 있게 된다. 따라서, 고분자 중합 시 전구체 용액이 젖어있는 영역 전체가 경화되어, 독립적인 입자 생성이 어렵다.
- [5] 한편, 균일한 형태의 미세입자를 합성하기 위해서는 마이크로 패턴 내부를 기포 없이 전구체 용액으로 완전히 충전해야 한다. 마이크로 몰드에 전구체 용액을 로딩하는 경우에 소수성 마이크로 몰드보다 표면에너지가 낮은 친유성 액체는 모세관 현상에 의해 자발적으로 마이크로 패턴 내부로 로딩되지만, 친수성 액체는 자발적으로 로딩되지 않거나 로딩 속도가 매우 느리다. 종래에는 마이크로 몰드와 전구체 용액 사이에 존재하는 공기방울을 진공 상태에서 제거하거나, 또는 공기방울을 물리적으로 긁어서 제거하였다. 그러나 이러한 방식에 따르면, 진공 또는 상압 환경에 전구체 용액이 장시간 노출되어 전구체 용액이 증발하기 때문에 균일한 품질의 입자 합성이 곤란한 문제가 있으며 실험 과정 중 마이크로 몰드에 손상을 유발할 수 있다. 이에 대한 해결방안으로서, 습도가 높은 환경에서 복제 몰딩을 수행하여 증발을 최소화하는 방법이 개발되었지만, 증발을 억제할 수 있는 용매의 종류가 매우 한정적이어서 근본적인 해결책이 되지 못하고 있으며, 마이크로 몰드의 면적이 증가할수록

친수성 전구체 용액을 로딩하는데 소요되는 시간이 늘어나기 때문에,  
대면적화에 적합하지 않아 미세입자의 대량 생산이 어렵다.

[6] 이에 종래 복제 몰딩의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있는  
실정이다.

[7]

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

[8] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일  
측면은 다공성 마이크로 몰드를 탈가스화함으로써, 마이크로 몰드의 흡입력을  
통해 전구체 용액의 점도 및 젖음성에 상관없이 빠르게 전구체 용액을 로딩할 수  
있는 미세입자 제조방법을 제공하는 데 있다.

[9] 또한, 본 발명의 다른 측면은 커버 기판에 대해서도 탈가스화를 진행하여  
마이크로 몰드와 커버 기판 내부의 산소농도를 동시에 감소시킴으로써, 산소  
미중합층을 얇게 조성하여 마이크로 몰드 및 커버 기판 사이에 젖어있는 전구체  
용액에 미중합층을 형성시켜 독립적이지만, 내부 구조체의 구현이 가능한 높은  
복제 해상도를 갖는 미세입자를 합성할 수 있는 미세입자 제조방법을  
제공하고자 하는 것이다.

[10]

### 과제 해결 수단

[11] 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법은 (a) 일면에 소정의 형상 및  
크기로 오목하게 함몰된 다수의 마이크로 캐비티(cavity)를 구비하는 다공성  
마이크로 몰드 및 커버 기판을 준비하는 단계; (b) 진공 챔버 내에서 상기  
마이크로 몰드를 탈가스화하는 단계; (c) 탈가스화된 상기 마이크로 몰드를 상기  
진공 챔버에서 반출하고, 미세입자 전구체 용액을 상기 마이크로 몰드의 일면과  
상기 커버 기판의 일면 사이에 배치하여, 상기 미세입자 전구체 용액을 상기  
마이크로 캐비티 내부에 충전하는 단계; (d) 상기 미세입자 전구체 용액 내의  
미세입자 전구체를 중합하여, 미세입자를 합성하는 단계; 및 (e) 합성된 상기  
미세입자를 회수하는 단계;를 포함한다.

[12] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 (a) 단계는,  
상기 마이크로 캐비티에 대응되는 양각 패턴이 형성된 마스터 몰드를 제조하는  
단계; 및 상기 마스터 몰드 상에 고분자 용액을 붓고 경화시켜 상기 마이크로  
몰드를 제조하는 단계;를 포함할 수 있다.

[13] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 마이크로  
몰드는, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), PDMS 변성 우레탄  
아크릴레이트(PDMS modified Urethane Acrylate, PUA),  
퍼플루오로폴리에테르(Perfluoropolyether, PFPE), 및 폴리에틸렌(Polyethylene,  
PE)으로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다.

- [14] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 미세입자 전구체 용액을 배치하기 전에, 상기 마이크로 몰드의 타면 및 상기 커버 기판의 타면에 지지판을 부착하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 (b) 단계에서, 상기 진공 챔버를 0.9 bar 이하로 감압할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 미세입자 전구체 용액은, 탈가스화된 상기 마이크로 몰드의 흡입력에 의해 상기 마이크로 캐비티 내로 충전될 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 (c) 단계에서, 상기 미세입자 전구체 용액이 충전된 후에, 상기 마이크로 몰드와 상기 커버 기판 사이의 거리가 가까워지도록 압착할 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 (d) 단계에서, 상기 마이크로 몰드 및 상기 커버 기판의 기공 내의 산소가 상기 마이크로 캐비티 내부로 침투하여, 상기 미세입자의 표면을 둘러싸는 영역에서 상기 미세입자 전구체의 중합을 방해하는 미중합층이 형성될 수 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 미중합층의 두께는, 상기 (b) 단계에서의 탈가스화 정도에 따라 제어될 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 커버 기판은, 유리, 실리콘, 금속, 및 기체 비 투과성 고분자로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다.
- [21] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 커버 기판은, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), PDMS 변성 우레탄 아크릴레이트(PDMS modified Urethane Acrylate, PUA), 퍼플루오로폴리에테르(Perfluoropolyether, PFPE), 및 폴리에틸렌(Polyethylene, PE)으로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다.
- [22] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 미세입자 전구체는, 고분자를 이루는 모노머를 포함할 수 있다.
- [23] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법에 있어서, 상기 (d) 단계에서, 상기 미세입자 전구체는 광(light), 열(heat), 산화환원(redox) 또는 초음파에 의해 중합될 수 있다.
- [24]
- [25] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.
- [26] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[27]

**발명의 효과**

[28]

본 발명에 따르면, 탈가스화를 통한 기체 투과성 마이크로 몰드의 흡입력에 의해 닫힌 계에서 단 시간에 전구체 용액을 마이크로 몰드에 로딩할 수 있으므로, 전구체 용액의 증발이 최소화되어 복제 몰딩 시 화학적으로 동일한 품질의 입자를 합성할 수 있고, 마이크로 몰드의 면적에 상관없이 전구체 용액이 적재되므로, 대면적의 마이크로 몰드를 사용하여 미세입자의 대량생산 체제를 구축할 수 있다.

[29]

또한, 종래의 모세관 현상이 아니라, 탈가스화된 마이크로 몰드의 흡입력을 이용하기 때문에 물(water) 등과 같이 마이크로 몰드에 젖음성이 낮은 액체도 로딩이 가능하여 다양한 종류의 미세 입자를 생산할 수 있으며, 나아가 마이크로 몰드와 커버 기판의 산소 투과율이 높기 때문에 라디칼 중합 시 마이크로 몰드 표면에 미중합층이 형성되어, 기판과 마이크로 몰드 사이에 전구체 용액이 젖어 있어도 그 영역에서는 고분자 중합이 진행되지 않아 독립적인 미세입자를 합성할 수 있다.

[30]

또한, 마이크로 몰드의 탈가스화에 의하여 마이크로 몰드 내부의 산소 농도가 감소하면, 미중합층이 얇아지므로, 종래 복제 몰딩 공정과 비교하여 상대적으로 작은 크기의 입자를 선명하게 합성할 수 있으며, 내부 구조체를 가지고 있는 복잡한 형태의 미세입자도 합성할 수 있다.

[31]

**도면의 간단한 설명**

[32]

도 1a 내지 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법의 공정도이다.

[33]

도 5b는 도 5a에 도시된 원 A의 확대도이고, 도 5b는 도 1a 내지 도 5a에 도시된 마이크로 캐비티의 일실시예를 도시한 사시도이다.

[34]

도 6a은 실시예에 따른 전구체 로딩속도 측정실험 결과이고, 도 6b는 비교예에 따른 전구체 로딩속도 측정실험 결과이며, 도 6c 및 도 6d는 실시예에 따른 전구체 적재 시간을 측정한 그래프이다.

[35]

도 7a는 실시예에 따라 합성된 미세입자의 이미지이고, 도 7b는 실시예에 따라 제작된 3차원 마스터 몰드의 SEM 이미지 및 이를 기반으로 합성된 3차원 형태의 미세입자 SEM 이미지이며, 도 7c는 비교예에 따라 합성된 미세입자의 이미지이다.

[36]

도 8은 실시예 및 비교예에 따라 형성되는 미중합층의 두께를 나타내는 그래프 및 내부 구조체가 구현된 입자의 합성 이미지이다.

[37]

**발명의 실시를 위한 최선의 형태**

[38]

본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질

것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[39] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.

[40]

[41] 도 1a 내지 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법의 공정도이며, 도 5b는 도 5a에 도시된 원 A의 확대도이고, 도 5b는 도 1a 내지 도 5a에 도시된 마이크로 캐비티의 일실시예를 도시한 사시도이다.

[42] 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 제조방법은 (a) 일면에 소정의 형상 및 크기로 오목하게 함몰된 다수의 마이크로 캐비티(cavity, 11)를 구비하는 다공성 마이크로 몰드(10) 및 커버 기판(20)을 준비하는 단계; (b) 진공 챔버(40) 내에서 마이크로 몰드(10)를 탈가스화하는 단계; (c) 탈가스화된 마이크로 몰드(10)를 진공 챔버(40)에서 반출하고, 미세입자 전구체 용액(50)을 마이크로 몰드(10)의 일면과 커버 기판(20)의 일면 사이에 배치하여, 미세입자 전구체 용액(50)을 마이크로 캐비티(11) 내부에 충전하는 단계; (d) 미세입자 전구체 용액(50) 내의 미세입자 전구체를 중합하여, 미세입자(60)를 합성하는 단계; 및 (e) 합성된 미세입자(60)를 회수하는 단계;를 포함한다.

[43]

[44] 본 발명은 고분자 미세입자를 제조하는 방법에 관한 것이다. 음각의 마이크로 패턴이 새겨진 마이크로 몰드에 고분자 전구체 용액을 로딩하고 이를 경화하여 미세입자를 합성하는 종래 복제 몰딩 기술의 경우에는 친수성 전구체 용액의 로딩이 자발적이지 않으므로, 진공주조법이나 물리적으로 긁어내는 방법을 사용하여 장시간 동안 마이크로 패턴 내부의 공기방울을 제거해야 하기 때문에 전구체 용액이 증발되어, 합성되는 입자의 균일한 품질을 보장할 수 없다. 또한, 친수성 전구체 용액의 로딩 속도가 매우 느리기 때문에 대량생산이 어렵다. 나아가 대기중의 산소가 높은 농도로 마이크로 몰드와 커버 사이에 존재하므로, 입자 중합 시 산소에 의한 미중합층이 두껍게 형성되어 내부구조체가 있는 복잡한 형태의 입자 합성이 곤란한 문제가 있는바, 이에 대한 해결방안으로서 본 발명에 따른 미세입자 제조방법이 안출되었다.

[45]

[46] 본 발명에 따른 미세입자 제조방법은, 마이크로 몰드 및 커버 기판 준비 단계, 탈가스화 단계, 미세입자 전구체 용액 충전 단계, 미세입자 합성 단계, 및 미세입자 회수 단계를 포함한다.

- [47] 도 1a에 도시된 바와 같이, 마이크로 몰드 및 커버 기판 준비 단계에서 준비되는 마이크로 몰드(10)는 다공성 재료로 이루어진다. 다공성 재료는 고분자, 일례로 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), PDMS 변성 우레탄 아크릴레이트(PDMS modified Urethane Acrylate, PUA), 퍼플루오로폴리에테르(Perfluoropolyether, PFPE), 또는 폴리에틸렌(Polyethylene, PE)이거나, 이들의 혼합물일 수 있다. 다만, 그 재료가 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 기체 투과가 가능한 다공성 탄성중합체이기만 하면 제한 없이 사용할 수 있다.
- [48] 한편, 커버 기판(20)은 상술한 다공성 재료로서, 마이크로 몰드(10)와 동일 재료 또는 다른 재료로 이루어질 수 있다. 다만, 커버 기판(20)은 반드시 다공성 재료를 사용해야 하는 것은 아니고, 기체 비 투과성 재료를 사용해도 무방하다. 그 예로, 유리, 실리콘, 금속, 및 기체 비 투과성 고분자(예를 들면, PE, PMMA, PVC, NOA81 등)로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다.
- [49]
- [50] 마이크로 몰드(10)는 일면에 다수의 마이크로 캐비티(cavity, 11)를 구비한다. 마이크로 캐비티(11)는 소정의 형상 및 크기로 오목하게 함몰된 내부 공간으로서, 여기에 후술할 미세입자 전구체 용액(50)이 충전 및 경화되어 소정의 형태를 갖는 미세입자가 제조된다. 따라서, 마이크로 캐비티(11)의 형태는 최종적인 미세입자의 형태를 결정하는바, 원하는 2차원 또는 3차원 미세입자의 형태에 따라 다양한 형상으로 형성될 수 있다(도 7a 및 도 7b 참조). 그 일례로, 깊이방향에 대한 수직단면이 원형, 다각형, 별(star)형 등과 같은 형상의 홀(hole)로 형성될 수 있다. 또한, 이러한 홀의 바닥면에 볼록한 돌기가 형성됨으로써, 내부에 중공이 있는 내부 구조체를 합성할 수 있다(도 5c 및 도 8 참조). 이러한 마이크로 캐비티(11)는 다수 개가 정렬된 어레이를 구성하는데, 각각의 형상 및 크기는 동일할 수도, 또는 상이할 수도 있다.
- [51] 마이크로 몰드(10)는 다양한 방식에 따라 제작이 가능한데, 그 일실시예로서, 도 1b와 같이, 포토리소그래피(photolithography) 공정으로 기판(1) 상에 감광제(photoresist)를 코팅하여 감광막(3)을 형성하고, 마스크(5)를 감광막(3) 위에 배치한 후에 자외선(UV)을 조사하여, 마이크로 캐비티(11)에 대응되는 양각 패턴이 형성된 마스터 몰드(7)를 제조한다. 다음, 마스크(5) 몰드 상에 다공성 재료인 고분자 용액(9)을 붓고 이를 경화시켜 마이크로 몰드(10)를 제조할 수 있다. 다른 실시예로서는 포토리소그래피가 아닌 3D 프린팅을 이용하거나, E-beam 리소그래피, 레프리카 몰딩 등과 같은 방식 등을 이용해 마스터 몰드를 제조할 수 있다. 즉, 마이크로 몰드(10)는 다양한 방법으로 마스터 몰드를 제조한 후, 그 위에 마이크로 몰드(10)의 재료인 고분자 용액을 붓고 경화시켜 제조할 수 있다.
- [52] 한편, 미세입자 전구체 용액(50)을 로딩할 때에 마이크로 몰드(10)의 일면과

커버 기판(20)의 일면이 서로 대향하는데, 그 반대쪽 면인 마이크로 몰드(10)의 타면 및 커버 기판(20)의 타면 상에 지지판(30)을 부착할 수 있다. 지지판(30)은 마이크로 몰드(10) 및 커버 기판(20)이 외압에 의해 휘어지는 것을 방지하고, 산소 투과 방향을 조절하기 위한 부재이다. 여기서, 지지판(30)의 부착은 반드시 마이크로 몰드(10) 및 커버 기판(20)의 준비 단계에서 수행되어야 하는 것은 아니고, 후술할 미세입자 전구체 용액(50)을 배치하기 전에 이루어지면 족하다.

[53]

[54] 마이크로 몰드(10)가 준비되면, 도 2와 같이, 탈가스화 단계를 진행한다. 여기서, 준비된 마이크로 몰드(10)를 진공 챔버(40) 내에 배치하여, 감압함으로써, 다공성 마이크로 몰드(10)의 기공에 존재하는 가스를 제거한다. 이때, 감압된 내부 압력은 0.9 bar일 수 있는데, 0.01 ~ 0.9 bar 범위를 유지하는 것이 바람직하다. 이렇게 탈가스화가 완료되면, 다공성 마이크로 몰드(10)의 기공 내 압력이 낮아지게 되어, 상압 환경에서 유체를 빨아들이는 흡입력을 가지게 된다.

[55] 커버 기판(20)이 다공성 재료로 이루어진 경우, 커버 기판(20)도 마이크로 몰드(10)와 동일한 조건으로 진공 챔버(40)에 배치되어 탈가스화될 수 있다.

[56]

[57] 탈가스화 공정이 종료되면, 미세입자 전구체 용액 충전 단계를 수행한다. 도 3을 참고로, 탈가스화된 마이크로 몰드(10)를 진공 챔버(40)에서 반출하고, 마이크로 몰드(10)의 일면과 커버 기판(20)의 일면 사이에 미세입자 전구체 용액(50)을 배치한다. 이때, 마이크로 몰드(10)의 일면에 미세입자 전구체 용액(50)을 올리고 그 위에 커버 기판(20)을 덮을 수 있다(제1 실시예). 다만, 도식된 바와 달리, 커버 기판(20)의 일면에 미세입자 전구체 용액(50)을 올리고, 그 위에 마이크로 몰드(10)를 덮어도 무방하다(제2 실시예). 이러한 경우, 커버 기판(20, 제1 실시예의 경우), 또는 마이크로 몰드(10, 제2 실시예의 경우)의 무게에 의해, 미세입자 전구체 용액(50)이 눌리면서 방사상으로 퍼지게 되고, 탈가스화된 마이크로 몰드(10)의 흡입력이 작용하면서, 미세입자 전구체 용액(50)이 마이크로 캐비티(11) 내로 충전된다.

[58] 즉, 본 발명에 따른 미세입자 전구체 용액(50)의 적재는, 탈가스화된 마이크로 몰드(10)의 흡입력을 이용한다. 따라서, 닫힌 계에서 수십 초 내에 미세입자 전구체 용액(50)이 마이크로 캐비티(11) 내로 적재되고, 이로 인해 증발을 최소화하여 화학적으로 균일한 입자를 합성할 수 있다. 또한, 물(water)과 같이 마이크로 몰드(10)에 젖음성이 낮은 액체의 적재가 가능하며, 적재시간은 미세입자 전구체 용액(50)의 점도에 영향을 거의 받지 않으므로 다양한 종류의 미세입자 합성이 가능하다. 나아가 마이크로 몰드(10)의 면적과 무관하게 미세입자 전구체 용액(50)이 적재되는 시간이 동일하므로, 대면적의 마이크로 몰드(10)에 적재하여 미세입자를 대량생산할 수 있다.

[59] 한편, 미세입자 전구체 용액(50)이 충전된 후에, 마이크로 몰드(10)와 커버

기관(20) 사이의 거리가 최대한 가까워지도록, 마이크로 몰드(10)와 커버 기관(20)을 압착할 수 있다(도 4 참조). 여기서, 압착 수단으로서, 클램프(clamp), 집게, 자석, 무게 추 등을 사용할 수 있는데, 압력을 가할 수 있는 수단이기만 하면 특별한 제한이 없다.

[60]

[61] 다음으로, 도 5a와 같이, 미세입자 합성 단계를 수행한다. 여기서, 광(light, 예를 들어 UV)을 조사하거나, 열(heat) 또는 초음파를 가하거나, 산화환원(redox)을 통해 충전된 미세입자 전구체 용액(50)을 경화할 수 있다. 다만, 미세입자 전구체 용액(50)을 경화하는 메커니즘은 상기의 광, 열, 초음파, 산화환원(redox) 등에 한정되는 것은 아니고, 미세입자 전구체 용액(50) 내의 미세입자 전구체를 중합하여 미세입자를 합성할 수 있으면 제한이 없다.

[62]

미세입자 전구체 용액(50)에는 미세입자 전구체로서, 고분자를 이루는 모노머인 고분자 모노머가 포함될 수 있고, 그 고분자 모노머가 광이나 열 등에 의해 라디칼 중합되어 고분자 미세입자가 합성된다. 상기 고분자 모노머는 광경화 또는 열경화가 가능한 가교 관능기를 함유한 가교성 모노머일 수 있다. 여기서, 열경화 또는 광경화가 가능한 관능기로는, 아크릴기, 에폭시기, 메타크릴기, 비닐기, 아미노기, 하이드록시기 등을 예로 들 수 있다. 이러한 가교성 관능기를 갖는 고분자 모노머로서, 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트(PEGDA), 폴리에틸렌글리콜디메타크릴레이트(PEGDM), 및 폴리프로필렌글리콜디아크릴레이트(PPGDA) 등에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상을 사용할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 비 가교성 고분자 모노머를 사용할 수도 있다. 이 경우에는, 미세입자 전구체 용액(50)에 가교 관능기를 함유하는 가교성 고분자 모노머, 가교제 등을 추가적으로 포함하여 경화시킬 수 있다. 한편, 미세입자 전구체 용액(50)에는 열 개시제, 광 개시제 등을 더 포함할 수 있다. 열 개시제로는 퍼옥사이드계 화합물 또는 아조계 화합물 등을, 광 개시제로는 벤조인계 화합물, 히드록시 케톤계 화합물 또는 아미노 케톤계 화합물 등을 들 수 있는데, 이에 한정되지는 않는다.

[63]

한편, 미세입자(60)가 중합되는 동안에 다공성 마이크로 몰드(10)의 기공 내 산소가 마이크로 캐비티(11) 내부로 침투하여, 미세입자 전구체 용액(50)이 접하는 마이크로 몰드(10)의 일면, 마이크로 캐비티(11) 내면, 및 커버 기관(20)의 일면의 영역에, 미세입자 전구체가 중합되지 않는 미중합층(55)을 형성한다(도 5b 참조). 여기서, 미중합층(55)은 침투된 산소에 의해 고분자 모노머 등의 중합이 방해되는 레이어(layer)이다. 따라서, 중합되는 미세입자(60)의 표면을 둘러싸는 영역에 미중합층(55)이 형성됨으로써, 미세입자(60)는 미중합층(55)을 사이에 두고 마이크로 몰드(10) 및 커버 기관(20)과 분리되어, 독립적인 형태로 합성되게 된다.

[64]

여기서, 미중합층(55)은 산소의 농도에 비례하여 두께가 두꺼워지는데,

탈기화된 마이크로 몰드(10)를 사용하는 경우에는 그 기공 내의 산소 농도가 탈기화되지 않은 경우와 비교하여 상대적으로 낮기 때문에, 미중합층(55)의 두께가 얇아서, 미세입자(60)를 보다 선명하게 합성할 수 있다. 도 5c를 참고로, 보다 상세하게 설명한다. 일례로, 두께방향으로 관통하는 관통홀을 구비한 내부 구조체를 합성하기 위해서, 사각홀의 바닥면으로부터 2개의 기둥형 돌기(P1, P2)가 돌출된 형태의 마이크로 캐비티(11)가 형성된 경우에, 2개의 돌기(P1, P2) 사이의 간격(G1)이나, 돌기(P1, P2)와 사각홀의 내면 사이의 간격(G2)이 매우 좁을 수 있다. 여기서, 본 발명에 따른 마이크로 몰드(10)는 탈기화되었기 때문에, 매우 얇은 두께의 미중합층(55, 도 5b 참조)이 형성되므로, 각각의 돌기(P1, P2)를 둘러싸는 미중합층(55)은 서로 만나지 않고, 사각홀의 내면에 형성된 미중합층(55)과도 분리되므로, 상기 간격(G1, G2) 내에서도 미세입자(60, 도 5b 참조)의 합성이 일어나게 된다. 이에 반해, 탈기화되지 않은 마이크로 몰드를 사용하는 종래 복제 몰딩 방법에 따르면, 마이크로 몰드 내의 산소 농도가 높아서 미중합층의 두께가 두꺼워지므로, 상기 간격(G1, G2)에 미중합층이 형성되어 그 내부에서의 미세입자 합성이 불가능해진다. 따라서, 본 발명에 의하면, 3차원 형상의 내부 구조체를 보다 높은 복제 해상도로 구현하여 미세입자(60)에 반영할 수 있다.

[65] 또한, 탈가스화 공정에서 탈가스화 정도를 조절함으로써, 미중합층(55)의 두께를 제어하고, 이를 통해 낮은 UV 조사 강도에서도 정교하게 미세입자(60)를 합성할 수 있다. 여기서, 탈가스화 정도는 진공 챔버(40)의 내부 압력, 및 탈가스화 시간 등에 따라 결정된다. 결국, 미세입자(60)의 형태는 마이크로 캐비티(11)의 형상 및 크기뿐만 아니라, 탈가스화 및 UV 세기 등의 조절을 통해서 제어 가능하다. 또한, 다공성 커버 기관(20)을 사용하면, 미중합층(55)이 보다 효과적으로 형성될 수 있다.

[66] 한편, 미세입자(60) 합성 과정에서 외부의 산소가 마이크로 몰드(10)의 외면을 통해 가장자리 쪽에 배치된 마이크로 캐비티(11) 내로 침투할 수 있는데, 이 경우 그 가장자리 쪽에 배치된 최외곽 마이크로 캐비티(11) 내의 산소 농도가 중심 쪽 마이크로 캐비티(11)보다 상대적으로 높아지므로 그곳에서 합성되는 미세입자(60)의 크기가 작아질 수 있다. 이 경우, 마이크로 몰드(10)의 가장자리로부터 중심 쪽으로 충분히 이격되도록 거리를 두어, 그 가장자리와 마이크로 캐비티(11) 사이에 스페이서를 형성할 수 있다. 이때, 스페이서는 마이크로 캐비티(11) 내부로의 외부 산소 유입을, 완전히 차단해야 하는 것은 아니고, 필요에 따라서는 폭(마이크로 몰드(10)의 가장자리와 최외곽 마이크로 캐비티(11) 사이의 거리) 조절을 통해 외부 산소 일부의 유입을 허락하여 미세입자(60)의 크기를 제어하는 요소로 활용할 수도 있다.

[67]

[68] 마지막으로, 미세입자 회수 단계에서, 마이크로 몰드(10)와 커버 기관(20)을 서로 분리하고, 합성된 미세입자(60)를 회수한다. 이때, 합성된 미세입자(60)는

그 표면의 미중합층(55)에 의해 마이크로 캐비티(11)에 단단히 결합되지 않으므로, 용매를 붓거나 마이크로 몰드(10)를 용매에 담지하여 회수할 수 있다. 또한, 상온에서 액상인 물질을 마이크로 몰드(10)의 일면에 적재하고, 이를 냉각시켜 미세입자(60)와 함께 경화된 그 물질을 떼어내는 방식으로 회수가 가능하다. 이때, 사용되는 물질의 일례로 -20 ~ 20°C에서 냉각되는 PEG600 등을 들 수 있다.

[69]

### 발명의 실시를 위한 형태

[70] 이하에서는 구체적 실시예 및 비교예에 따른 평가예를 통해 보다 상세하게 본 발명을 설명한다.

[71]

[72] 실시예 1-1: 마이크로 몰드 및 커버 기판 준비

[73] 미세입자를 합성하기 위한 마이크로 패턴을 오토캐드를 이용하여 설계하고, 포토마스크 필름에 프린트한다. 일반적인 포토리소그래피 공정으로 음성 감광제인 SU-8을 경화시켜 마스터 몰드를 제작한다. PDMS와 경화제를 10:1 비율로 섞은 용액을 마스터 몰드에 부은 후, 진공 챔버에서 30분 동안 감압하여 기포를 제거한 후 70도에서 4시간 동안 경화시켰다. 경화된 PDMS를 마스터 몰드에서 떼어내고 특정 크기로 조각 내어 마이크로 몰드를 제작한다. 커버 기판도 동일한 재료를 사용하여 제작하며, 마이크로 몰드와 커버 기판의 크기는 1.5×1.5cm, 두께는 0.3mm로 균일하게 준비한다. 이때, 마이크로 몰드의 마이크로 캐비티는 100(가로)×100(세로)×25(깊이)  $\mu\text{m}^3$ 로 형성한다.

[74]

[75] 실시예 1-2: 마이크로 몰드 및 커버 기판 준비

[76] 실시예 1-1에 있어서, 포토리소그래피 공정이 아니라, 3D 프린터를 이용해 마스터 몰드를 제작한다. 다음에 24시간동안 0.1 atm의 진공챔버에서 1-1-1-4-fluorochloride를 마스터 몰드에 화학증착한다. 그 이후는 실시예 1-1과 동일하게 PDMS/경화제 혼합 용액을 부어, 마이크로 몰드 및 커버 기판을 준비한다.

[77]

[78] 실시예 2: 미세입자 전구체 용액 준비

[79] Poly ethylene glycol diacrylate (PEG-DA, MW:700) 94%, Darocur1173 5%, Rhodamine-B-acrylate (in PEG200 with 1%) 1%가 혼합된 로다민 결합 미세입자 전구체, 및 Poly ethylene glycol diacrylate (PEG-DA, MW:700) 25%, Darocur1173 5%, PEG200 20%, FITC-BSA(10mg/mL) 50%가 혼합된 단백질 결합 미세입자 전구체를 각각 준비한다.

[80]

[81] \*

- [82] 실시예 3-1: 탈가스화를 통한 로다민 결합 미세입자 전구체 적재
- [83]
- [84] \*실시예 1-1 및 1-2에서 준비된 마이크로 몰드와 커버 기판을 진공 챔버에 넣고 0.1 atm으로, 1시간 동안 탈가스화한다. 진공 챔버에서 꺼내고, 커버 기판 상에 실시예 2의 로다민 결합 미세입자 전구체 용액 40 $\mu$ l을 올린 후, 그 미세입자 전구체 용액 위에 마이크로 몰드를 올린다.
- [85]
- [86] 실시예 3-2: 단백질 결합 미세입자 전구체 적재
- [87] 실시예 3-1에서 전구체 용액을 실시예 2의 단백질 결합 미세입자 전구체 용액으로 대체하여, 전구체 용액을 적재하고, 1분 동안 방치한다.
- [88]
- [89] 실시예 4: 미세입자 합성 및 회수
- [90] 실시예 3-1 및 3-2 이후에, 마이크로 몰드 및 커버 기판을 집게로 압착하고, LED 램프를 이용해 UV를 조사하여 미세입자를 합성한다.
- [91] 이후에, 집게를 제거하여 마이크로 몰드와 커버 기판을 분리하고, PEG600을 마이크로 몰드와 커버 기판에 채운 후 약 4°C에서 30분 동안 경화시킨다. 경화된 PEG600을 마이크로 몰드에서 떼어냄으로써, 미세입자를 회수한다.
- [92]
- [93] 비교예 1-1: 진공주조에 의한 로다민 결합 미세입자 전구체 적재
- [94] 실시예 1에서 제조된 마이크로 몰드와 커버 기판을 이용해, 실시예 3-1과 같이 로다민 결합 미세입자 전구체 용액 40 $\mu$ l을 올린다. 그 다음에 진공 챔버에 마이크로 몰드와 커버 기판을 넣고 1시간 동안 0.1 atm으로 감압한다.
- [95]
- [96] 비교예 1-2: 진공주조에 의한 단백질 결합 미세입자 전구체 적재
- [97] 비교예 1-1에서 전구체 용액만을 실시예 2의 단백질 결합 미세입자 전구체 용액으로 대체하여 이를 적재한다.
- [98]
- [99] 비교예 2: 미세입자 합성 및 회수
- [100] 비교예 1-1 및 1-2 이후에, 실시예 4와 같은 방식으로 미세입자를 합성하고, 회수한다.
- [101]
- [102] 평가예 1: 전구체 용액 로딩속도 비교
- [103] 도 6a는 실시예에 따른 전구체 로딩속도 측정실험 결과이고, 도 6b는 비교예에 따른 전구체 로딩속도 측정실험 결과이다.
- [104] 도 6a 및 도 6b는 실시예 3-1과 비교예 1-1에서 전구체 용액이 충전되는 과정을 시간대별로 카메라(각 도면의 상단 이미지)와 현미경(각 도면의 하단 이미지)으로 촬영한 것으로, 이에 따르면 실시예 3-1에서는 약 60초 후에 충전이 완료된 반면, 비교예 1-1에서는 적재되는데 10분 이상이 소요되었다. 이는

탈가스화된 마이크로 몰드의 경우에는 그 몰드의 흡입력에 의해 전구체 용액과 몰드 사이의 공기층만 흡수하기 때문에 그 로딩속도가 상당히 빨라지는 것으로 사료된다. 한편, 도 6b의 상단 카메라로 촬영한 이미지를 참고하면, 진공 챔버 내에서 다공성 PDMS 마이크로 몰드가 탈가스화되면서 공기방울이 발생하여, 주변의 전구체 용액을 밀어내어 거대한 공기층이 형성되었다. 이에 반해, 탈가스화된 마이크로 몰드를 사용하는 경우(실시에 3-1, 도 6a 참조)에는, 이러한 현상이 발견되지 않았다.

[105]

[106] 평가예 2: 전구체 용액 적재 시간 평가

[107] 도 6c 및 도 6d는 실시예에 따른 전구체 적재 시간을 측정한 그래프이다.

[108] 도 6c는 실시예 3-1에 따른 전구체 용액 적재 과정에서 전구체가 완전히 채워지는데 걸리는 시간>Loading time)을 탈가스화 시간대>Degassing time)별로 관찰하여 평가한 결과로서, 물(water)이 적재되는 경우와 비교하였다. 이를 참고로, 전구체 용액 로딩 시간은 그 용액의 종류와 무관하게 탈가스화 시간이 길수록 짧아지는 특성을 보였다. 특히, 탈가스화 시간이 약 20분을 경과하면서부터는 로딩 시간도 일정하게 유지되었다.

[109] 도 6d는 점도가 다른 유체를 탈가스화된 마이크로 몰드에 적재하는데 걸리는 시간을 측정한 결과로서, 도 6a와 동일한 조건에서 용액만 에틸렌 글리콜(E.G), PEG200, PEG600을 사용하였다. 여기서, E.G은 16.1 mPa·s, PEG200은 70 mPa·s, PEG600은 150 ~ 190 mPa·s의 서로 다른 점도를 가지는데, 로딩 시간은 거의 차이가 없는 것으로 확인되어, 본 발명에 따른 마이크로 몰드는 점도가 다른 용액도 빠르게 로딩할 수 있음을 알 수 있다.

[110]

[111] 평가예 3: 합성된 미세입자 평가

[112] 도 7a는 실시예에 따라 합성된 미세입자의 이미지이고, 도 7b는 실시예에 따라 제작된 3차원 마스터 몰드의 SEM 이미지 및 이를 기반으로 합성된 3차원 형태의 미세입자 SEM 이미지이며, 도 7b는 비교예에 따라 합성된 미세입자의 이미지이다.

[113] 도 7a는 실시예 4에 따라, 도 7c는 비교예 2에 따라 합성된 전구체를 현미경으로 촬영한 이미지로서, 실시예 4의 경우 미세입자는 그 형태가 정교하고, 균일하게 형성되었고, 결합된 형광물질에 의한 형광특성도 균일하였다.

[114] 이에 반해, 비교예 2의 경우에는 단백질이 함유하고 있는 전구체 용액에서 물이 증발하면서 단백질이 분산되지 않고 응집되었다. 또한, 형광 특성도 매우 불균일하였고, 입자의 균일성도 실시예와 비교하여 떨어지는 특성을 나타냈다. 이는 10분 정도의 전구체 적재 과정에서 물이 증발함에 따라 단백질이 응집되기 때문으로 사료된다.

[115] 또한, 도 7b는 실시예 1-2에 따라 제작된 마스터 몰드의 SEM 이미지, 및 이를 기반으로 마이크로 몰드를 제작하고 이를 이용하여 합성한 미세입자의 SEM

이미지인데, 이로부터 본 발명에 따른 마이크로 몰드에 의해 3차원 형상의 미세입자가 정교하게 합성됨을 알 수 있다.

[116]

[117] 평가에 4: 미중합층 두께 평가

[118] 도 8은 실시예 및 비교예에 따라 형성되는 미중합층의 두께를 나타내는 그래프 및 이미지이다.

[119] 도 8에서는 실시예 4와 비교예 2에 따른 미세입자 합성 과정에서 생성된 미중합층(Inhibition layer)을 관찰하여 평가한 결과를 나타냈다.

[120] 이를 참고로, 미중합층의 두께는 탈가스화 시간(Degassing time)이 길어질수록, 또한 자외선의 강도가 강할수록 얇아지는 특성을 보였다. 이로써, 탈가스화 및 자외선 세기 조절을 통해 미중합층의 두께 제어가 가능함을 알 수 있다.

[121] 또한, 탈가스화된 마이크로 몰드를 사용하는 경우, 그 내부의 산소 농도가 감소하기 때문에 미중합층의 두께가 얇아져서, 기존의 진공구조에 비해 상대적으로 작은 입자를 더욱 선명하게 합성할 수 있다.

[122]

[123] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

[124] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

[125]

[126] [부호의 설명]

[127] 1: 기관 3: 감광막

[128] 5: 마스크 7: 마스터 몰드

[129] 9: 고분자 용액 10: 마이크로 몰드

[130] 11: 마이크로 캐비티 20: 커버 기관

[131] 30: 지지판 40: 진공 챔버

[132] 50: 미세입자 전구체 용액 55: 미중합층

[133] 60: 미세입자

[134]

### 산업상 이용가능성

[135] 본 발명은 탈가스화를 통한 기체 투과성 마이크로 몰드의 흡입력에 의해 단한 계에서 단 시간에 전구체 용액을 마이크로 몰드에 로딩함으로써, 전구체 용액의 증발이 최소화되어 복제 몰딩 시 화학적으로 동일한 품질의 입자를 합성할 수 있고, 마이크로 몰드의 면적에 상관없이 전구체 용액이 적재되어, 대면적의 마이크로 몰드를 사용하여 미세입자의 대량생산 체제를 구축할 수 있으므로

산업상 이용가능성이 인정된다.

[136]

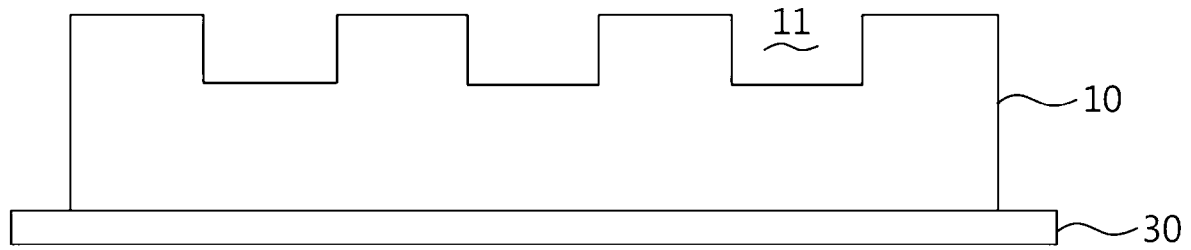
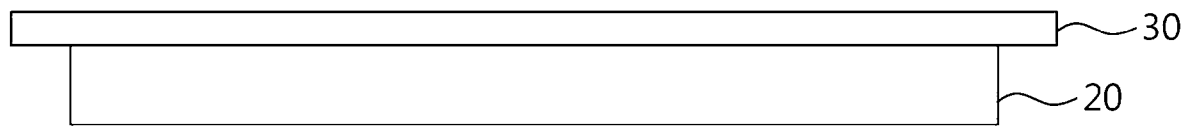
## 청구범위

- [청구항 1] (a) 일면에 소정의 형상 및 크기로 오목하게 함몰된 다수의 마이크로 캐비티(cavity)를 구비하는 다공성 마이크로 몰드 및 커버 기판을 준비하는 단계;  
 (b) 진공 챔버 내에서 상기 마이크로 몰드를 탈가스화하는 단계;  
 (c) 탈가스화된 상기 마이크로 몰드를 상기 진공 챔버에서 반출하고, 미세입자 전구체 용액을 상기 마이크로 몰드의 일면과 상기 커버 기판의 일면 사이에 배치하여, 상기 미세입자 전구체 용액을 상기 마이크로 캐비티 내부에 충전하는 단계;  
 (d) 상기 미세입자 전구체 용액 내의 미세입자 전구체를 중합하여, 미세입자를 합성하는 단계; 및  
 (e) 합성된 상기 미세입자를 회수하는 단계;를 포함하는 미세입자 제조방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,  
 상기 (a) 단계는,  
 상기 마이크로 캐비티에 대응되는 양각 패턴이 형성된 마스터 몰드를 제조하는 단계; 및  
 상기 마스터 몰드 상에 고분자 용액을 붓고 경화시켜 상기 마이크로 몰드를 제조하는 단계;를 포함하는 미세입자 제조방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,  
 상기 마이크로 몰드는,  
 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), PDMS 변성 우레탄 아크릴레이트(PDMS modified Urethane Acrylate, PUA), 퍼플루오로폴리에테르(Perfluoropolyether, PFPE), 및 폴리에틸렌(Polyethylene, PE)으로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상으로 이루어지는 미세입자 제조방법.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,  
 상기 미세입자 전구체 용액을 배치하기 전에, 상기 마이크로 몰드의 타면 및 상기 커버 기판의 타면에 지지판을 부착하는 단계;를 더 포함하는 미세입자 제조방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,  
 상기 (b) 단계에서, 상기 진공 챔버를 0.9 bar 이하로 감압하는 미세입자 제조방법.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,  
 상기 미세입자 전구체 용액은, 탈가스화된 상기 마이크로 몰드의 흡입력에 의해 상기 마이크로 캐비티 내로 충전되는 미세입자 제조방법.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서,

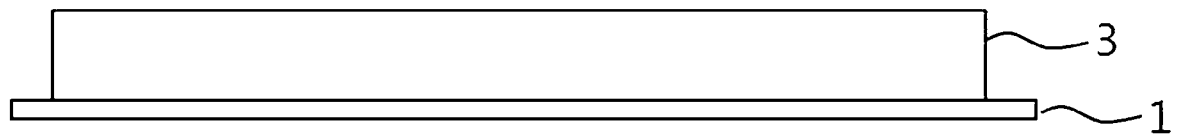
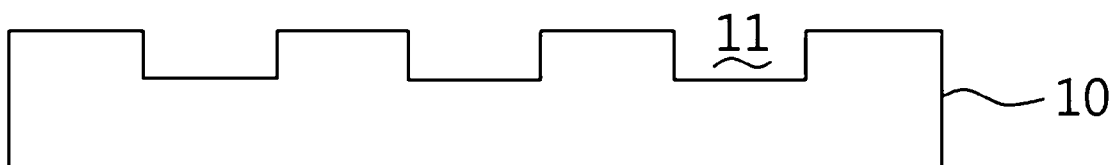
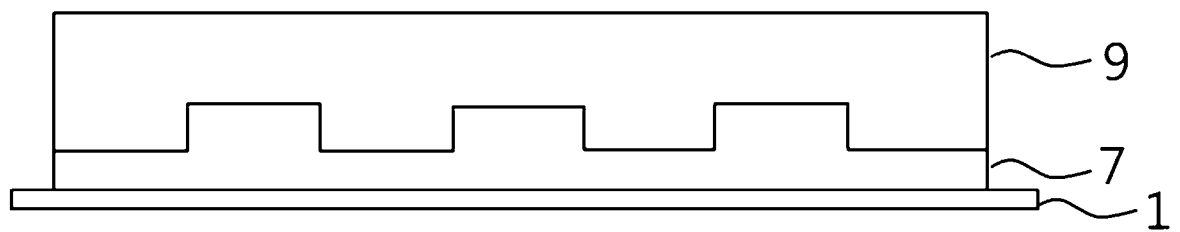
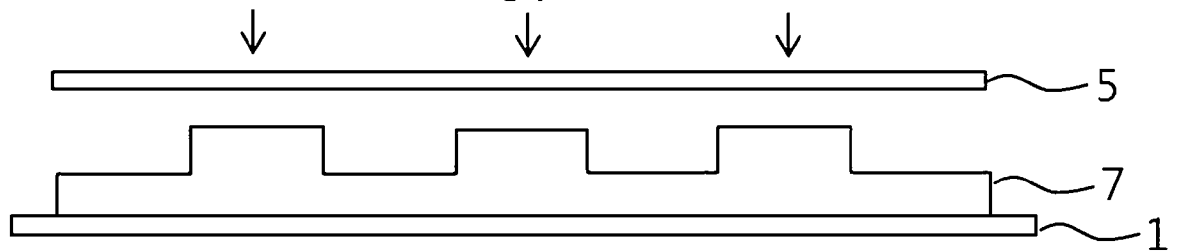
상기 (c) 단계에서, 상기 미세입자 전구체 용액이 충전된 후에, 상기 마이크로 몰드와 상기 커버 기판 사이의 거리가 가까워지도록 압착하는 미세입자 제조방법.

- [청구항 8] 청구항 1에 있어서,  
상기 (d) 단계에서, 상기 마이크로 몰드 및 상기 커버 기판의 기공 내의 산소가 상기 마이크로 캐비티 내부로 침투하여, 상기 미세입자의 표면을 둘러싸는 영역에서 상기 미세입자 전구체의 중합을 방해하는 미중합층이 형성되는 미세입자 제조방법.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서,  
상기 미중합층의 두께는, 상기 (b) 단계에서의 탈가스화 정도에 따라 제어되는 미세입자 제조방법.
- [청구항 10] 청구항 1에 있어서,  
상기 커버 기판은,  
유리, 실리콘, 금속, 및 기체 비 투과성 고분자로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상으로 이루어지는 미세입자 제조방법.
- [청구항 11] 청구항 1에 있어서,  
상기 커버 기판은,  
폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), PDMS 변성 우레탄 아크릴레이트(PDMS modified Urethane Acrylate, PUA),  
퍼플루오로폴리에테르(Perfluoropolyether, PFPE), 및  
폴리에틸렌(Polyethylene, PE)으로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나 이상으로 이루어지는 미세입자 제조방법.
- [청구항 12] 청구항 1에 있어서,  
상기 미세입자 전구체는, 고분자를 이루는 모노머를 포함하는 미세입자 제조방법.
- [청구항 13] 청구항 1에 있어서,  
상기 (d) 단계에서, 상기 미세입자 전구체는 광(light), 열(heat), 산화환원(redox) 또는 초음파에 의해 중합되는 미세입자 제조방법.

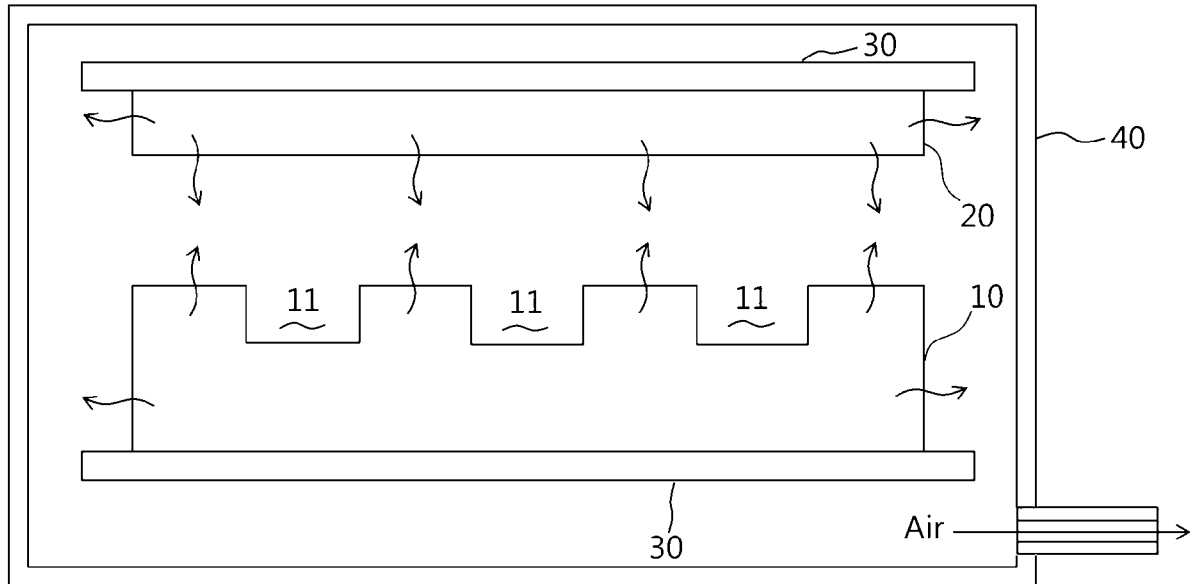
[도 1a]



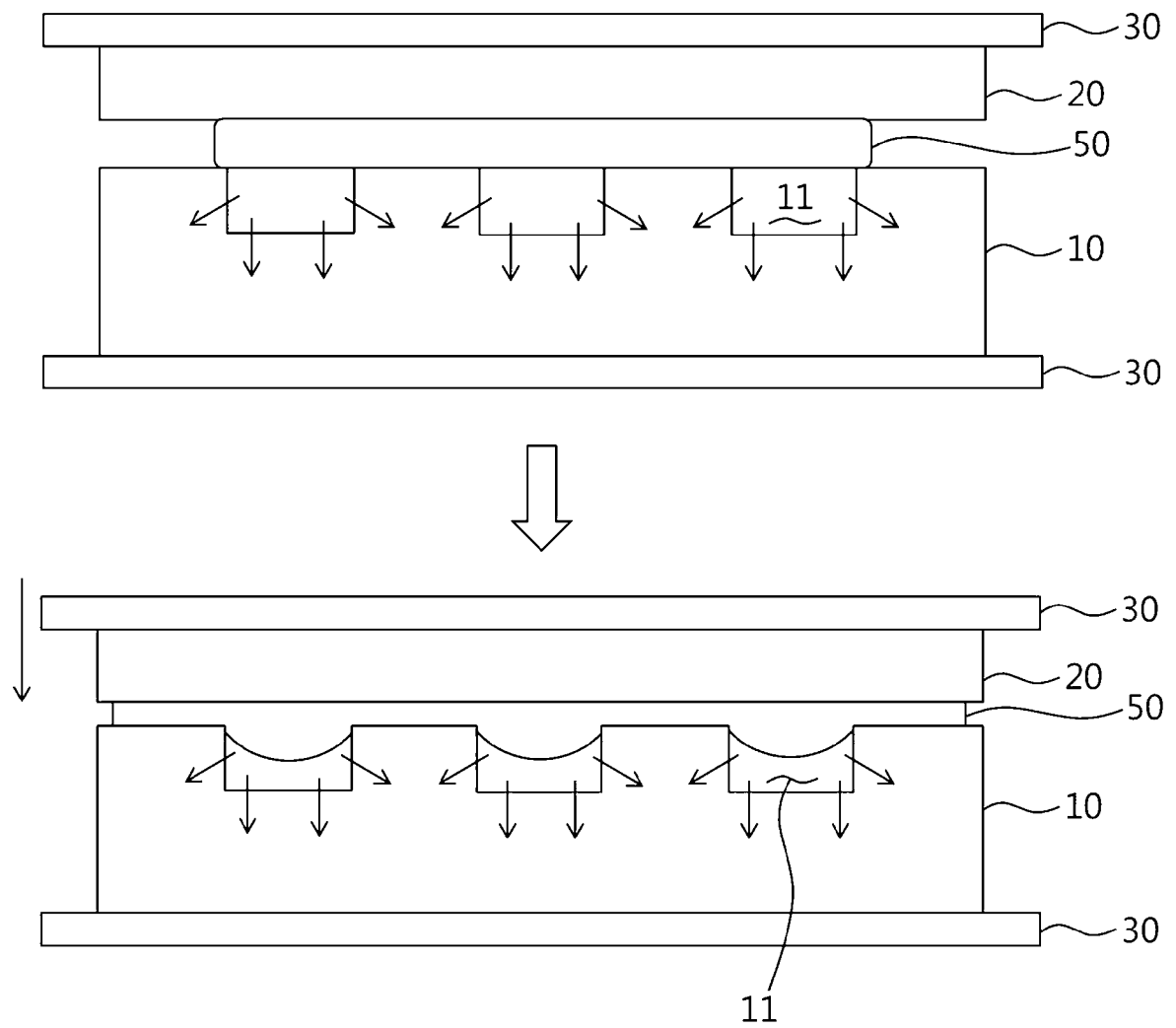
[도 1b]

UV  
↓

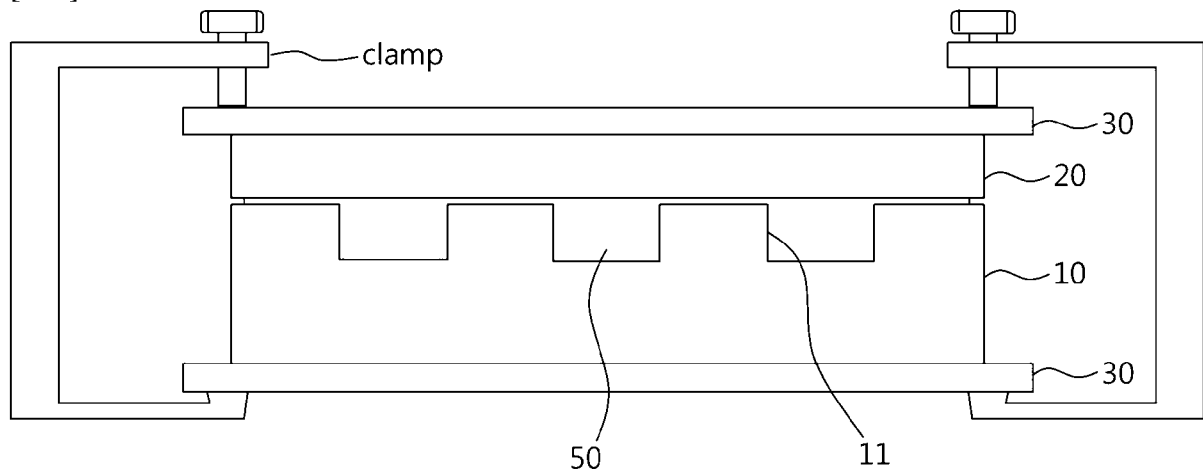
[도2]



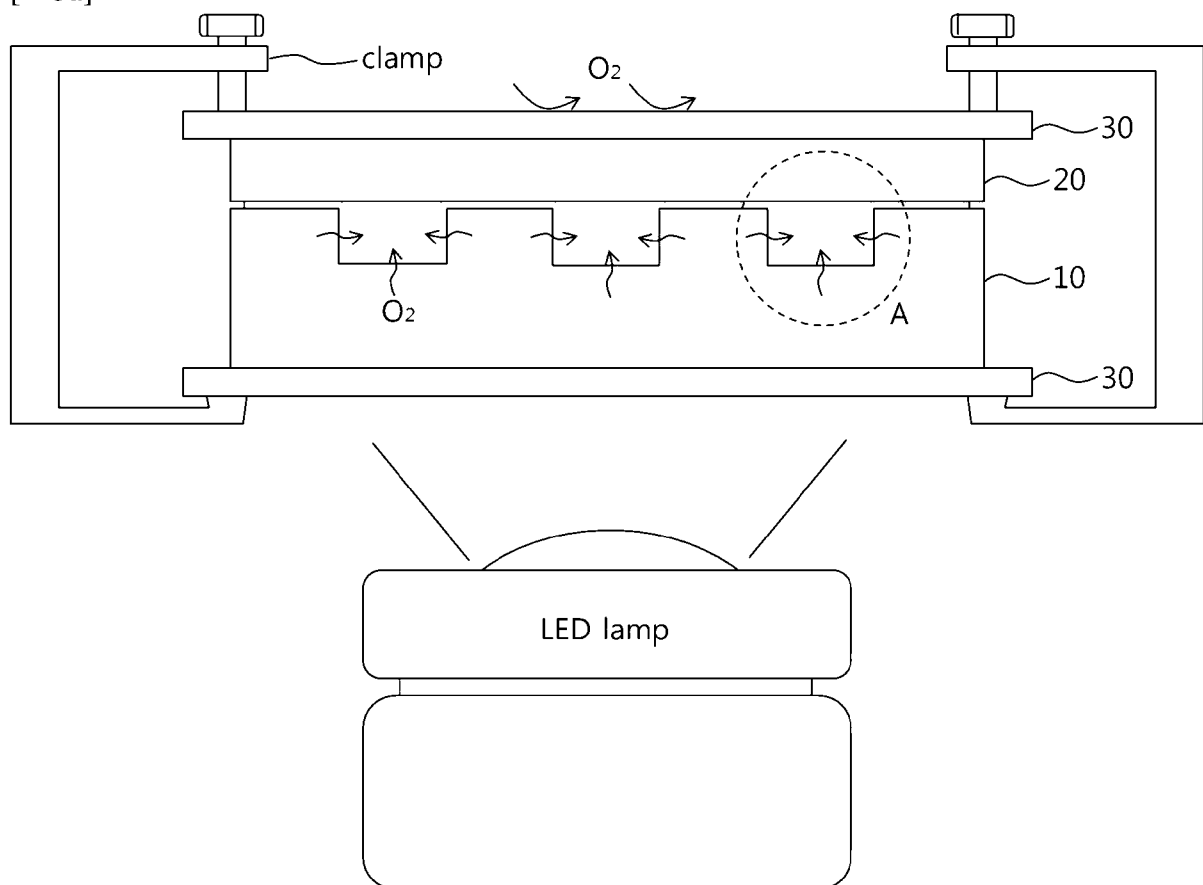
[도3]



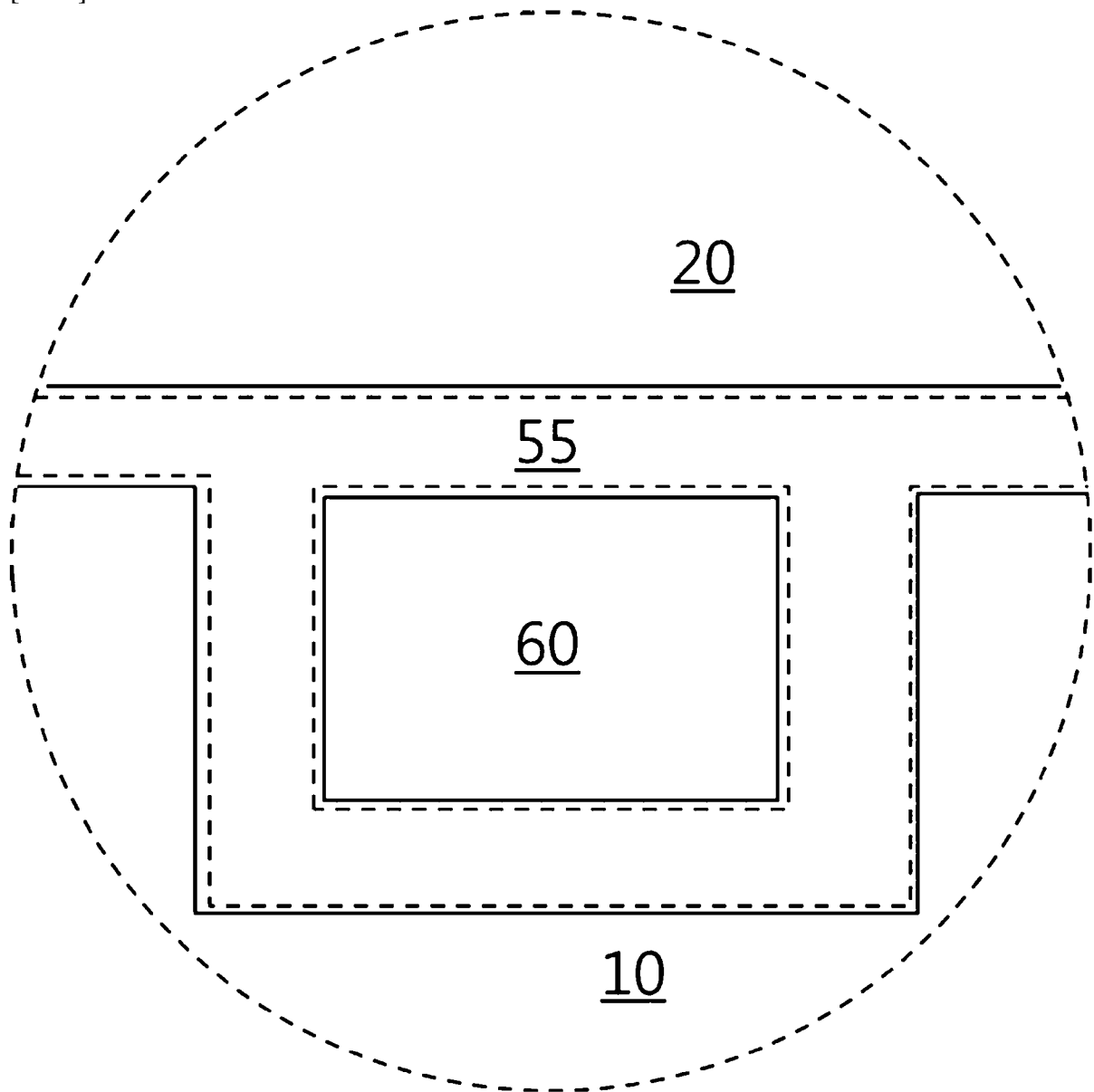
[도4]



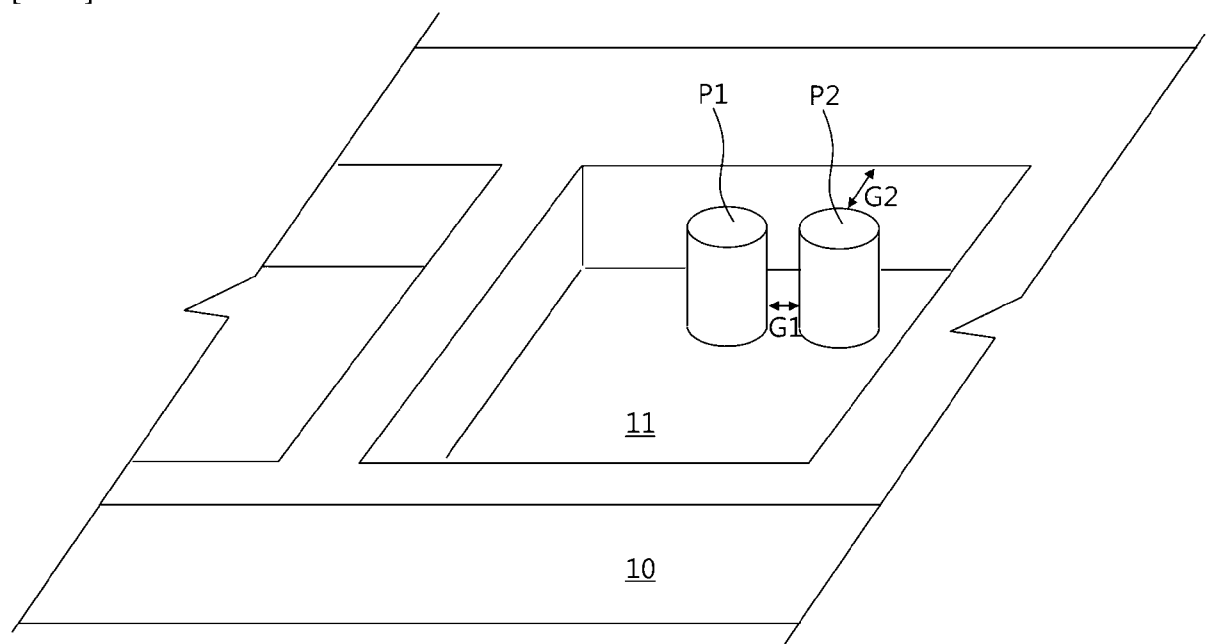
[도5a]



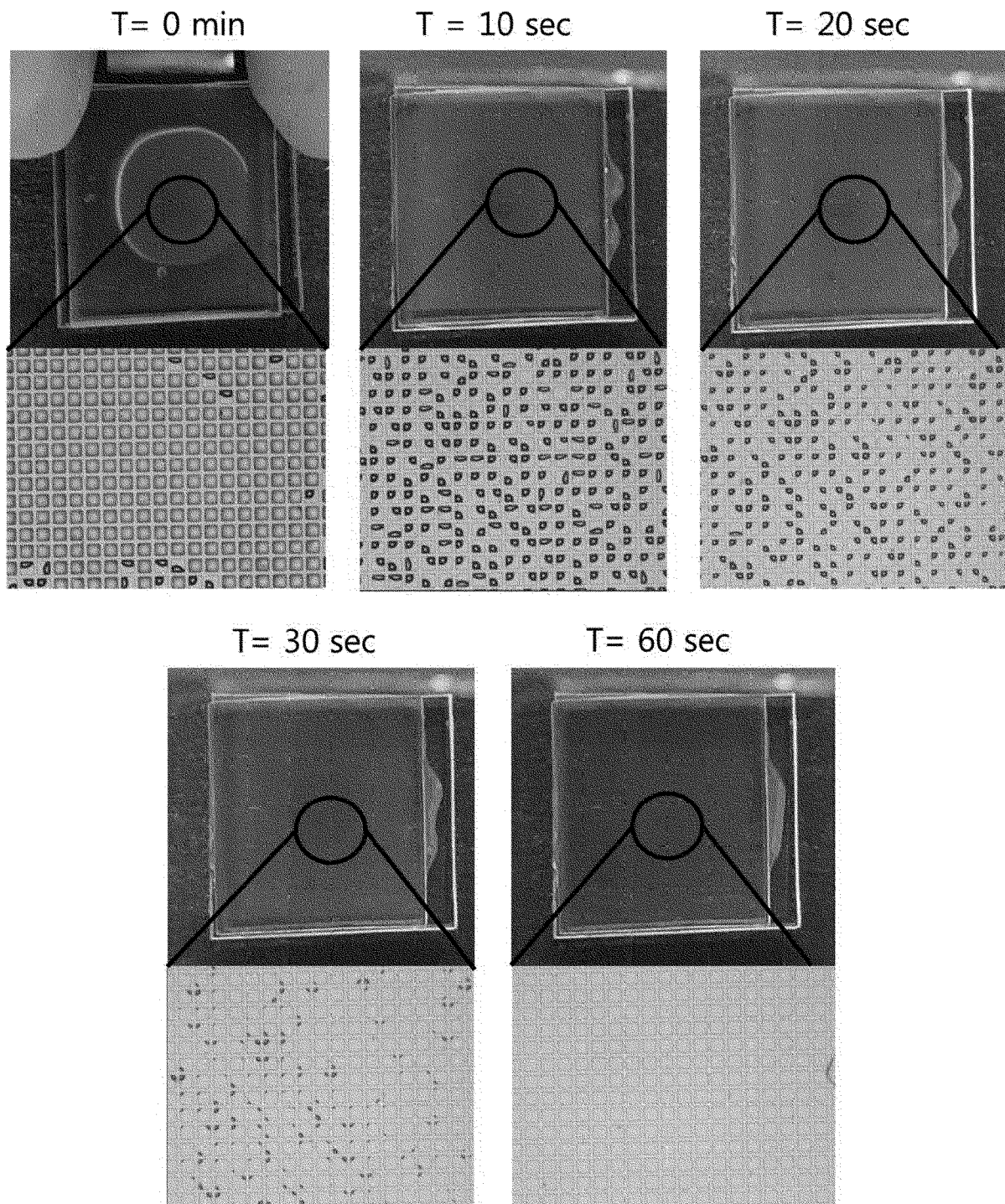
[도5b]



[도5c]



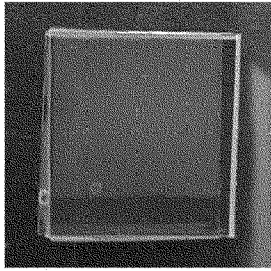
[도6a]



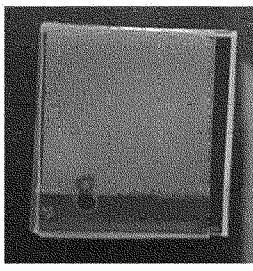
[도6b]

진공 주조 (0.1 atm)

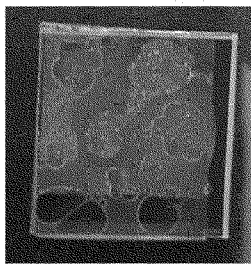
T= 0 min



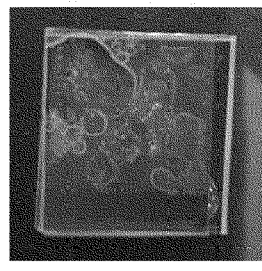
T=1 min



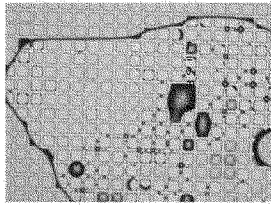
T= 5 min



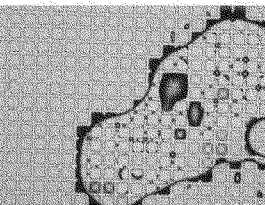
T= 60min



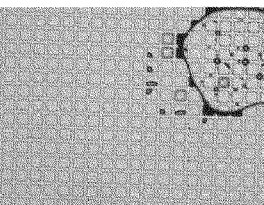
1시간 진공주조한 몰드의 전구체 적재



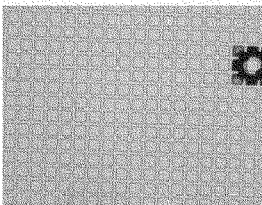
T= 0 min



T= 2 min

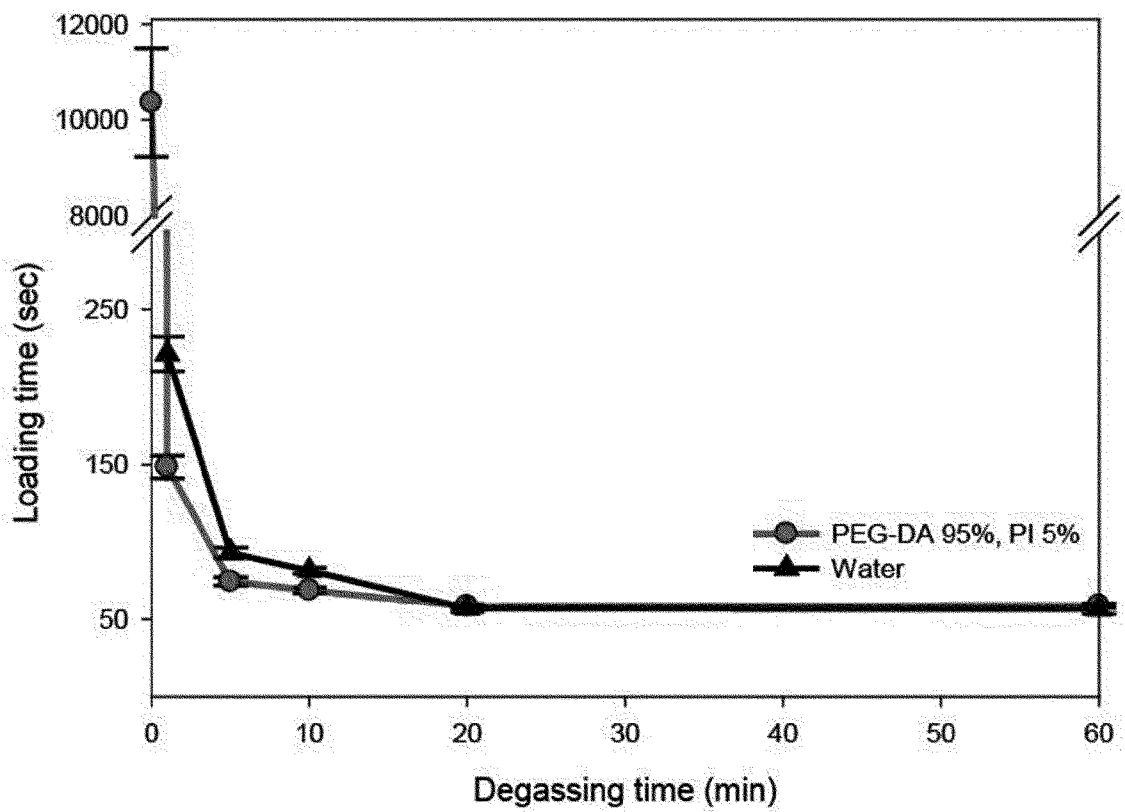


T= 5 min

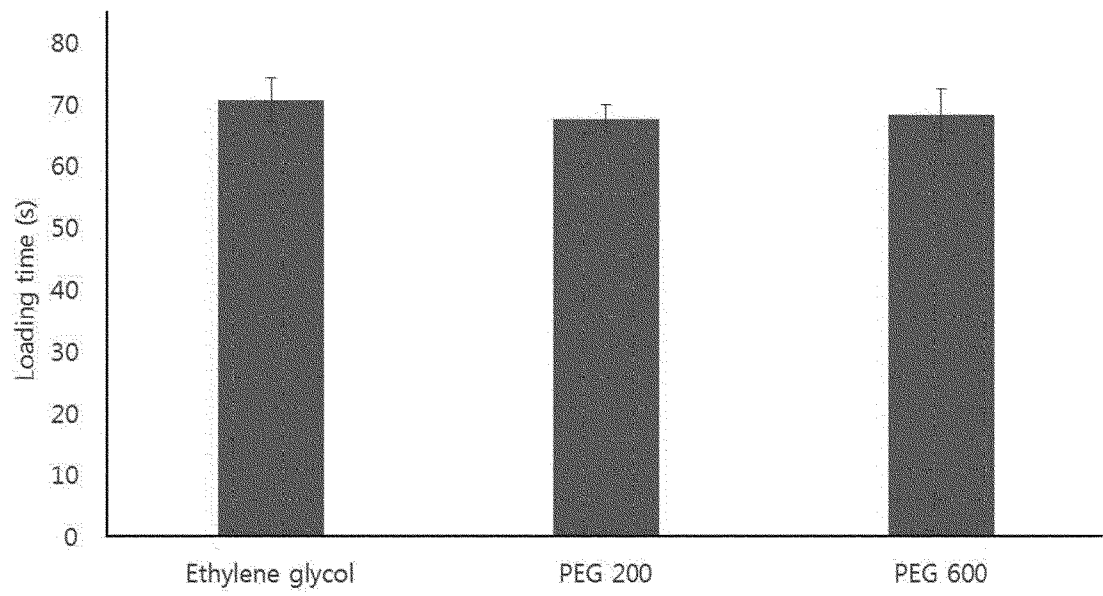


T= 10 min

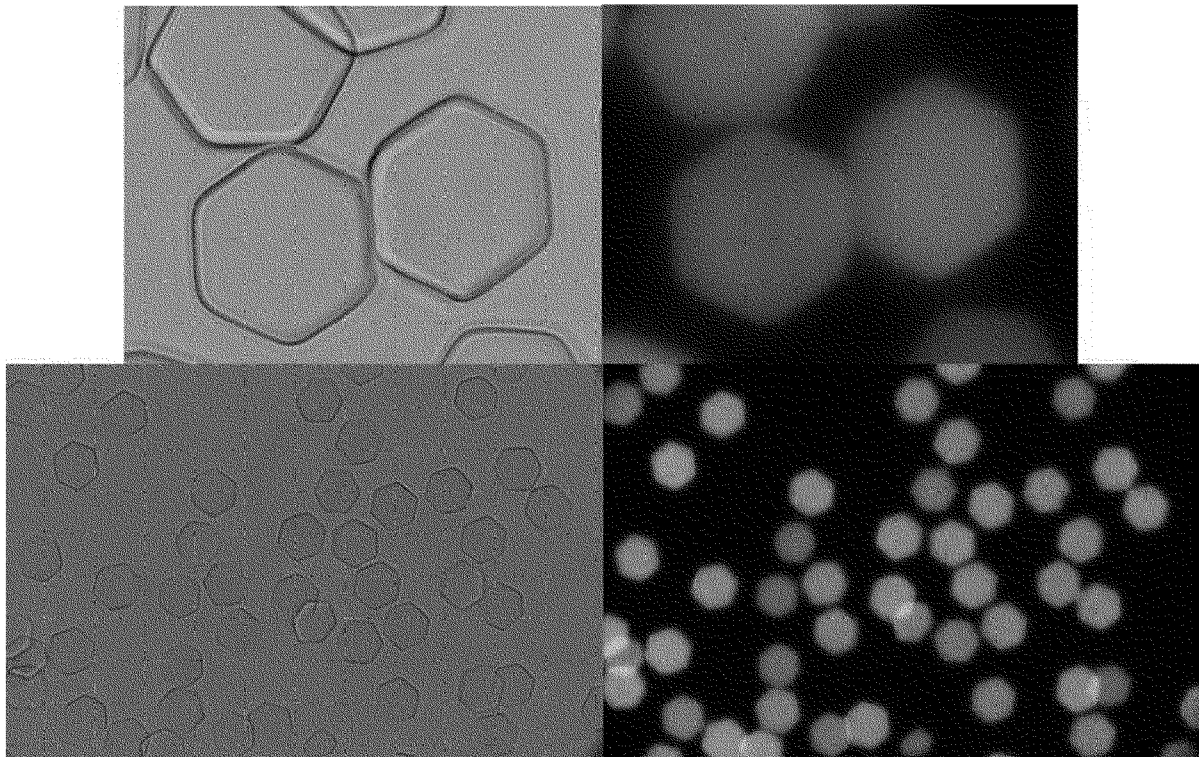
[도6c]



[도6d]

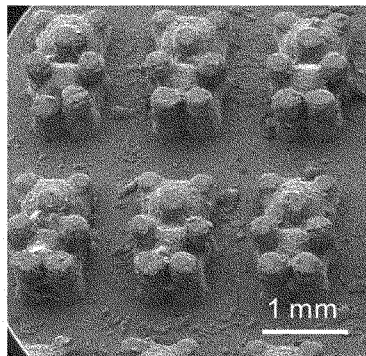
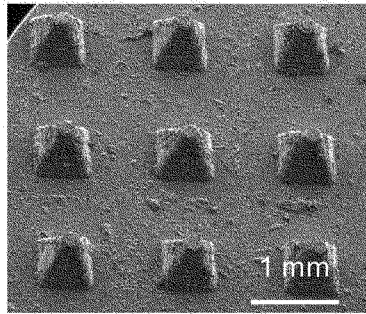
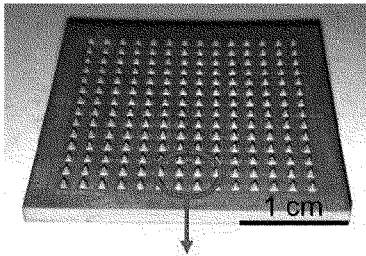


[도7a]

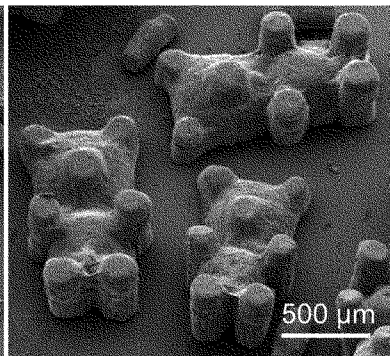
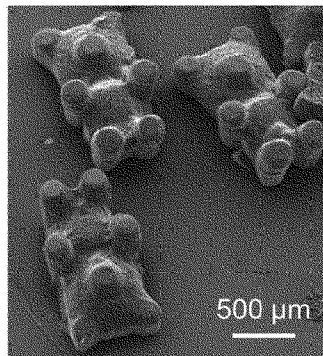
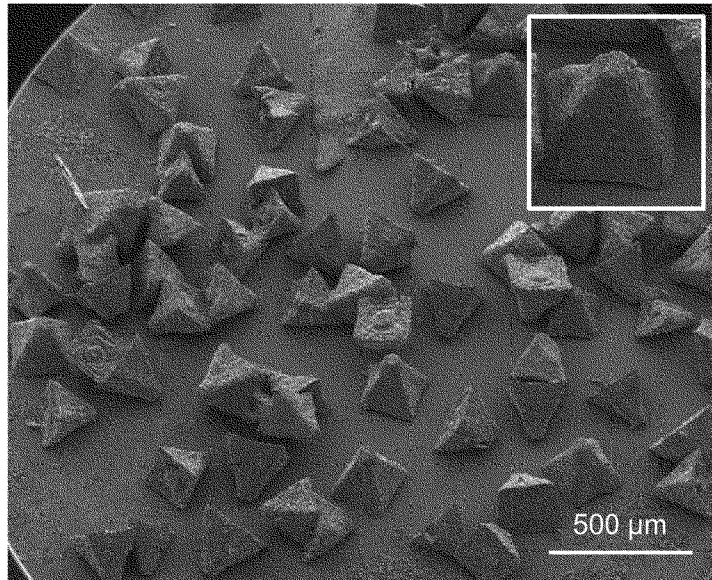


[도7b]

&lt;3D 프린터로 제작된 마스터 몰드&gt;

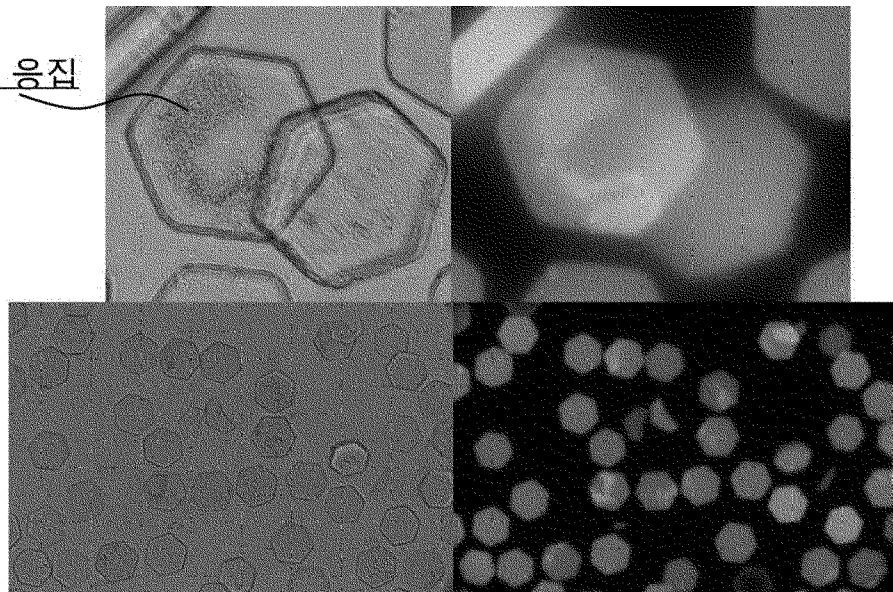


&lt;합성된 3차원 미세입자&gt;

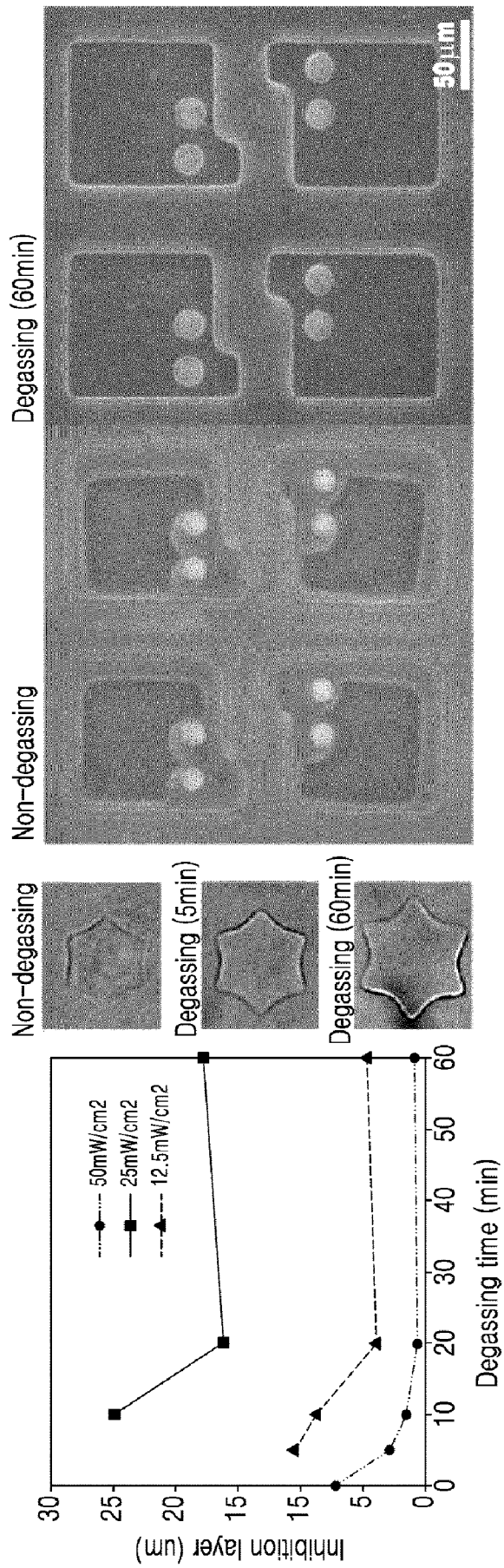


[도7c]

물 증발 및 단백질 응집



[도8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/095017

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

C08J 3/12(2006.01)i; B29C 33/38(2006.01)i; B29C 33/70(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C08J 3/12(2006.01); B01J 19/00(2006.01); B29C 39/42(2006.01); B29C 43/02(2006.01); B29C 45/00(2006.01); B82Y 5/00(2011.01); C08J 7/16(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above  
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; keywords: 미세입자(microparticle), 탈가스화(degas), 몰딩(molding), 캐비티(cavity), 패턴(pattern)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                              | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | KR 10-2010-0046818 A (POSTECH RESEARCH AND BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 07 May 2010 (2010-05-07)<br>See paragraphs [0032]-[0036] and [0046]-[0061] and claims 1, 9 and 12.  | 1-13                  |
| A         | KR 10-1612093 B1 (THE INDUSTRY & ACADEMIC COOPERATION IN CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY (IAC)) 12 April 2016 (2016-04-12)<br>See paragraphs [0012] and [0022]-[0025] and claim 7. | 1-13                  |
| A         | KR 10-2015-0014258 A (UNIST ACADEMY-INDUSTRY RESEARCH CORPORATION) 06 February 2015 (2015-02-06)<br>See paragraphs [0027]-[0031] and claims 7 and 9.                            | 1-13                  |
| A         | KR 10-1985-0008291 A (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 16 December 1985 (1985-12-16)<br>See claims 1-19.                                                                                | 1-13                  |
| A         | JP 2002-172645 A (JSR CORP.) 18 June 2002 (2002-06-18)<br>See paragraphs [0017] and [0021] and claim 1.                                                                         | 1-13                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 December 2020

Date of mailing of the international search report

18 December 2020

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2020/095017**

| Patent document<br>cited in search report |                 |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |                 |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|----|--------------------------------------|
| KR                                        | 10-2010-0046818 | A  | 07 May 2010                          | KR                      | 10-1171034      | B1 | 03 August 2012                       |
| KR                                        | 10-1612093      | B1 | 12 April 2016                        | None                    |                 |    |                                      |
| KR                                        | 10-2015-0014258 | A  | 06 February 2015                     | KR                      | 10-1526675      | B1 | 09 June 2015                         |
| KR                                        | 10-1985-0008291 | A  | 16 December 1985                     | CA                      | 1244616         | A  | 15 November 1988                     |
|                                           |                 |    |                                      | CA                      | 1244616         | A1 | 15 November 1988                     |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 0187759         | A1 | 23 July 1986                         |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 0187759         | B1 | 24 January 1990                      |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 61-502045       | A  | 18 September 1986                    |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-1988-0001075 | B1 | 22 June 1988                         |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 4681718         | A  | 21 July 1987                         |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 85-05069        | A1 | 21 November 1985                     |
| JP                                        | 2002-172645     | A  | 18 June 2002                         | BR                      | 0114511         | A  | 23 December 2003                     |
|                                           |                 |    |                                      | CN                      | 1476374         | A  | 18 February 2004                     |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 1325803         | A1 | 09 July 2003                         |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-0554596      | B1 | 03 March 2006                        |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-2003-0041995 | A  | 27 May 2003                          |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2003-0168767    | A1 | 11 September 2003                    |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 7077986         | B2 | 18 July 2006                         |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 02-28612        | A1 | 11 April 2002                        |

| <b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b><br><b>C08J 3/12(2006.01)i; B29C 33/38(2006.01)i; B29C 33/70(2006.01)i</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                   |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>B. 조사된 분야</b><br>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)<br>C08J 3/12(2006.01); B01J 19/00(2006.01); B29C 39/42(2006.01); B29C 43/02(2006.01); B29C 45/00(2006.01);<br>B82Y 5/00(2011.01); C08J 7/16(2006.01)<br>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌<br>한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))<br>eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 미세입자(microparticle), 탈가스화(degas), 몰딩(molding), 캐비티(cavity), 패턴(pattern)                                                                                                                |                                                                                                   |                                               |
| <b>C. 관련 문헌</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                   |                                               |
| 카테고리*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                        | 관련 청구항                                        |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-2010-0046818 A (포항공과대학교 산학협력단) 2010.05.07<br>단락 [0032]-[0036], [0046]-[0061] 및 청구항 1, 9, 12 | 1-13                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-1612093 B1 (충남대학교산학협력단) 2016.04.12<br>단락 [0012], [0022]-[0025] 및 청구항 7                      | 1-13                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-2015-0014258 A (국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단) 2015.02.06<br>단락 [0027]-[0031] 및 청구항 7, 9           | 1-13                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-1985-0008291 A (휴우즈 에어크라프트 캄파니) 1985.12.16<br>청구항 1-19                                      | 1-13                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2002-172645 A (JSR CORP.) 2002.06.18<br>단락 [0017], [0021] 및 청구항 1                              | 1-13                                          |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |                                               |
| * 인용된 문헌의 특별 카테고리:<br>“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌<br>“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌<br>“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌<br>“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌<br>“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌<br>“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌<br>“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌<br>“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌 |                                                                                                   |                                               |
| 국제조사의 실제 완료일<br><b>2020년12월18일(18.12.2020)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                   | 국제조사보고서 발송일<br><b>2020년12월18일(18.12.2020)</b> |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소<br>대한민국 특허청<br>(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)<br>팩스 번호 +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   | 심사관<br>허주형<br>전화번호 +82-42-481-5373            |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                   | 공개일        |
|-----------------------|------------|--------------------------|------------|
| KR 10-2010-0046818 A  | 2010/05/07 | KR 10-1171034 B1         | 2012/08/03 |
| KR 10-1612093 B1      | 2016/04/12 | 없음                       |            |
| KR 10-2015-0014258 A  | 2015/02/06 | KR 10-1526675 B1         | 2015/06/09 |
| KR 10-1985-0008291 A  | 1985/12/16 | CA 1244616 A             | 1988/11/15 |
|                       |            | CA 1244616 A1            | 1988/11/15 |
|                       |            | EP 0187759 A1            | 1986/07/23 |
|                       |            | EP 0187759 B1            | 1990/01/24 |
|                       |            | JP 61-502045 A           | 1986/09/18 |
|                       |            | KR 10-1988-0001075<br>B1 | 1988/06/22 |
|                       |            | US 4681718 A             | 1987/07/21 |
|                       |            | WO 85-05069 A1           | 1985/11/21 |
| JP 2002-172645 A      | 2002/06/18 | BR 0114511 A             | 2003/12/23 |
|                       |            | CN 1476374 A             | 2004/02/18 |
|                       |            | EP 1325803 A1            | 2003/07/09 |
|                       |            | KR 10-0554596 B1         | 2006/03/03 |
|                       |            | KR 10-2003-0041995 A     | 2003/05/27 |
|                       |            | US 2003-0168767 A1       | 2003/09/11 |
|                       |            | US 7077986 B2            | 2006/07/18 |
|                       |            | WO 02-28612 A1           | 2002/04/11 |