



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년02월28일
 (11) 등록번호 10-1819655
 (24) 등록일자 2018년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B03C 5/00 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 B03C 5/00 (2013.01)
 B03C 5/005 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0154658
 (22) 출원일자 2015년11월04일
 심사청구일자 2015년11월04일
 (65) 공개번호 10-2017-0052334
 (43) 공개일자 2017년05월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101331027 B1*
 JP4383845 B2*
 KR1020130141077 A*
 KR200177618 Y1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국기계연구원
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
 (72) 발명자
 김덕중
 대전광역시 서구 청사로 70, 108동 402호 (월평동, 누리아파트)
 임호섭
 경기도 안양시 동안구 동편로 135, 408동 401호 (관양동, 동편마을 아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 김석중

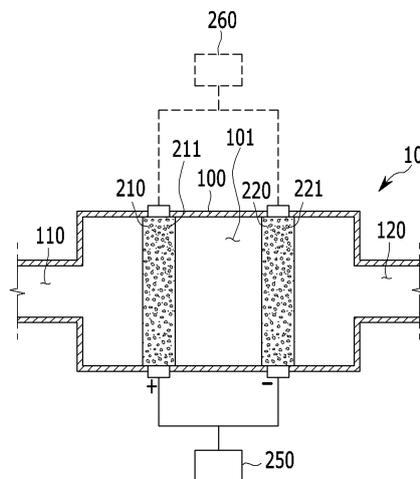
(54) 발명의 명칭 **나노입자 정제장치 및 이를 이용한 나노입자 정제방법**

(57) 요약

나노입자 혼합액으로부터 나노입자를 정제할 수 있는 나노입자 정제장치 및 이를 이용한 나노입자 정제방법이 개시된다.

본 기체는 일측에 나노입자 혼합액이 유입되는 유입구가 형성되고, 타측에 나노입자가 정제된 혼합액이 배출되는 배출구가 형성되어 있으며, 상기 유입구와 상기 배출구 사이에 중공의 유로를 갖는 몸체부와, 복수의 통공이 형성된 다공성 구조를 갖고, 상기 유로의 내부에 적어도 한 쌍이 설치되는 제1 전극 및 제2 전극과, 상기 제1 전극 또는 제2 전극에 서로 다른 극성의 전압을 인가하는 전원 공급부를 포함하는 나노입자 정제장치 및 이를 이용한 나노입자 정제방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

정소희

대전광역시 유성구 대덕대로556번길 45, B동 101호
(도룡동, 쌍용빌라)

장원석

대전광역시 서구 청사서로 11, 107동 904호 (월평
동)

우주영

경기도 고양시 일산서구 강선로 164, 1403동 603호
(일산동, 후곡마을14단지아파트)

우창수

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 404동 1404호 (전민동, 엑스포아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

일측에 나노입자 혼합액이 유입되는 유입구가 형성되고, 타측에 나노입자가 정제된 혼합액이 배출되는 배출구가 형성되어 있으며, 상기 유입구와 상기 배출구의 사이에 중공의 유로를 갖는 몸체부;

복수의 통공이 형성된 다공성 구조를 갖고, 상기 유로의 내부에 적어도 한 쌍이 설치되는 제1 전극 및 제2 전극;

상기 제1 전극 또는 제2 전극에 서로 다른 극성의 전압을 인가하는 전원 공급부; 및

상기 제1 전극 또는 제2 전극에 연결되어 초음파 진동을 유발하는 초음파 발생기

를 포함하고,

상기 제1 전극 및 제2 전극은 나노 사이즈 직경의 기공 및 마이크로 사이즈 직경의 기공을 포함하는 메탈폼(metal foam)으로 형성된 나노입자 정제장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 메탈폼은 구리(Cu), 니켈(Ni), 알루미늄(Al) 또는 스테인레스강(stainless steel) 중 적어도 어느 하나로 이루어진 나노입자 정제장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 제2 전극에 형성된 통공은 상기 나노입자 혼합액에 포함된 나노입자의 크기보다 더 크게 형성된 나노입자 정제장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 제2 전극은 각각 복수 개로 이루어지고, 상기 제1 전극과 제2 전극은 교번하여 배열되는 나노입자 정제장치.

청구항 6

일측에 나노입자 혼합액이 유입되는 유입구가 형성되고, 타측에 나노입자가 정제된 혼합액이 배출되는 배출구가 형성되어 있으며, 상기 유입구와 상기 배출구의 사이에 중공의 유로를 갖는 몸체부;

복수의 통공이 형성된 다공성 구조를 갖고, 상기 유로의 내부에 적어도 한 쌍이 설치되는 제1 전극 및 제2 전극; 및

상기 제1 전극 또는 제2 전극에 서로 다른 극성의 전압을 인가하는 전원 공급부,

를 포함하고,

상기 몸체부는 관통된 개구부가 상기 유로를 형성하며 적층된 복수 개의 단위 지지판을 포함하며,

상기 단위 지지판은 상기 개구부를 포함하는 영역에 형성되며 상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극이 각각 삽입되는 전극부재 삽입홈을 포함하고,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 각각 전극 부재, 상기 전극 부재로부터 각각 돌출하되 상기 개구부를 중심으로 서로 반대방향으로 돌출하는 돌출부를 포함하는 나노입자 정제장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 전극부재 삽입홈의 외곽을 둘러싸도록 형성된 스페이서와, 상기 스페이서의 가장자리를 따라 폐곡선을 이루는 홈에 끼워진 오링을 더 포함하는 나노입자 정제장치.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 제1 전극의 전극부재 및 상기 제2 전극의 전극부재는 상기 개구부에 대응하는 부분에 복수의 통공이 형성된 다공성 구조를 갖는 나노입자 정제장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 6항에 있어서,

상기 제1 전극 단위 지지판과 상기 제2 전극 단위 지지판은 복수 개가 서로 교번하여 배치된 나노입자 정제장치.

청구항 12

제 6 항에 있어서,

상기 제1 전극의 돌출부를 연결하는 제1 전극봉과, 상기 제2 전극의 돌출부를 연결하는 제2 전극봉을 포함하는 나노입자 정제장치.

청구항 13

제 6 항에 있어서,

상기 몸체부는 상기 적층된 복수 개의 단위 지지판들의 최외곽의 일측에 상기 유입구를 갖는 제1 연결블록과, 상기 최외곽의 다른 일측에 상기 배출구를 갖는 제2 연결블록을 포함하는 나노입자 정제장치.

청구항 14

유로의 내부에 다공성 구조의 제1 전극과 제2 전극을 포함하는 나노입자 정제장치를 이용한 나노입자 정제방법에 있어서,

나노입자 혼합액을 상기 유로로 공급하는 공급단계;

상기 제1 전극에는 양의 전압을, 제2 전극에는 음의 전압을 인가하여 제1 전극과 제2 전극에 나노입자를 부착하는 부착단계;

상기 유로에 용매를 공급하고 상기 유로 내에서 초음파 진동을 유발하여 상기 제1 전극과 제2 전극에 부착된 상기 나노입자를 재분산하는 수거단계

를 포함하고,

상기 수거단계는,

상기 부착단계와 반대로, 상기 제1전극에 음의 전압을 인가하고 상기 제2전극에 양의 전압을 인가하여, 상기 제

1전극과 상기 제2전극에 부착된 상기 나노입자를 분리시키는 것을 포함하는 나노입자 정제방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제 14항에 있어서,

상기 유로에 세척액을 통과시켜 불순물을 제거하는 세척단계를 더 포함하는 나노입자 정제방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노입자 정제장치 및 이를 이용한 나노입자 정제방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 나노입자 혼합액으로부터 나노입자를 정제할 수 있는 나노입자 정제장치 및 이를 이용한 나노입자 정제방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노 기술은 원자나 분자 정도의 작은 크기 단위에서 물질을 합성하고, 조립, 제어하며, 그 성질을 측정, 규명하는 기술로서, 일반적으로 크기가 1 내지 100나노미터 범위의 재료나 대상에 대한 나노기술을 말한다.

[0003] 이러한, 나노 기술은 나노입자의 크기로 인한 독특한 광학적/화학적 특성이 있으며, 기계적/전기적 성질에 있어도 우수한 성질이 있어 다양한 분야에 응용되고 있다. 특히, 나노 기술은 전자, 통신분야와 재료/제조 분야, 의료분야, 생명공학분야, 환경/에너지 분야 및, 항공분야에 이르기까지 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0004] 상기한 바와 같이 근래 들어, 나노입자의 뛰어난 특성을 산업적으로 활용하려는 움직임이 본격화되고 있으며, 이에 따라 나노입자를 액상에서 대량으로 합성하는 공정이 활발히 개발되어 왔다.

[0005] 하지만 나노입자를 합성하고 나면 합성에 투입되었다가 반응이 이뤄지지 않았거나 반응이 진행되다 만 물질들이 불순물로 남아 있어 이를 제거하는 정제 과정을 거쳐야 나노입자 고유의 특성을 잘 살릴 수 있다. 기존에는 정제를 위해 나노입자를 침전하여 수거하고 이를 다시 재분산하는 과정을 반복하는 방법이 주로 활용되어 왔지만 이 방법을 사용하게 되면 재분산을 반복할 때마다 막대한 양의 유기 용매를 버리게 되어 경제적, 환경적 측면에서 바람직하지 않고 작업자 및 작업 환경에 따라 정제 결과에 편차가 있어 산업적으로 활용하기에는 한계가 있었다.

[0006] 최근 기존 방법의 문제점을 해결하고자 합성 원액으로부터 원하는 용매로 나노입자를 전기영동 방법으로 이동시키는 방법이 제안되어 가능성을 보인 바 있으나 투입된 나노입자 전부를 정제하기는 어려운 실정이었다.

[0007] 한편, 상기 문제를 해결하고자 유로 내부에 미세 전극을 설치하여 전기영동 방법으로 나노입자를 미세 전극 표면에 부착시킨 후 원하는 용매 흐름에 재분산하는 방법(한국등록특허 10-1404158호)이 제안되었다. 그러나 비표면을 늘리기 위해 미세 전극의 단면을 더 작게 하려면 제작 공정이 어려워지고 제작된 미세 전극의 기계적인 내구성에 한계가 있다. 또한 유로 길이 방향에 수직한 방향으로 나노입자가 이동하여 부착되어야 하므로 대량의 나노입자를 처리하려면 유로가 충분히 길어져야 해서 장비를 소형화하는데 어려움이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 나노입자 혼합액으로부터 나노입자를 용이하게 정제할 수 있는 나노입자 정제장치 및 이를 이용한 나노입자 정제방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자 정제장치는, 일측에 나노입자 혼합액이 유입되는 유입구가 형성되고, 타측에 나노입자가 정제된 혼합액이 배출되는 배출구가 형성되어 있으며, 상기 유입구와 상기 배출구의 사이에 중공의 유로를 갖는 몸체부와, 복수의 통공이 형성된 다공성 구조를 갖고, 상기 유로의 내부에 적어도 한 쌍이 설치되는 제1전극 및 제2전극과, 상기 제1전극 또는 제2전극에 서로 다른 극성의 전압을 인가하는 전원 공급부를

포함한다.

- [0010] 상기 나노입자 정제장치는 상기 제1 전극 또는 제2 전극에 연결되어 초음파 진동을 유발하는 초음파 발생기를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제1 전극 및 제2 전극은 메탈폼(metal foam)으로 형성될 수 있다. 상기 메탈폼은 구리(Cu), 니켈(Ni), 알루미늄(Al) 또는 스테인레스강(stainless steel) 중 적어도 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0012] 상기 제1 전극 및 제2 전극에 형성된 통공은 상기 나노입자 혼합액에 포함된 나노입자의 크기보다 더 크게 형성될 수 있다.
- [0013] 상기 제1 전극 및 제2 전극은 각각 복수 개로 이루어지고, 상기 제1 전극과 제2 전극은 교번하여 배열될 수 있다.
- [0014] 상기 몸체부는 적층된 복수 개의 단위 지지판을 포함하고, 상기 단위 지지판 각각은 관통된 개구부를 구비하여 상기 유로를 형성할 수 있다.
- [0015] 상기 단위 지지판은 상기 개구부를 포함하는 영역에 형성된 전극부재 삽입홈을 포함하고, 상기 제1 전극의 전극부재 또는 상기 제2 전극의 전극부재는 상기 전극부재 삽입홈에 장착될 수 있다.
- [0016] 상기 전극부재 삽입홈의 외곽을 둘러싸도록 형성된 스페이서와, 상기 스페이서의 가장자리를 따라 폐곡선을 이루는 홈에 끼워진 오링을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 제1 전극의 전극부재 및 상기 제2 전극의 전극부재는 상기 개구부에 대응하는 부분에 복수의 통공이 형성된 다공성 구조를 가질 수 있다.
- [0018] 상기 단위 지지판은 상기 제1 전극의 전극부재가 장착된 제1 전극 단위 지지판과 상기 제2 전극의 전극부재가 장착된 제2 전극 단위 지지판을 포함하고, 상기 제1 전극의 전극부재와 제2 전극의 전극부재는 상기 개구부를 기준으로 서로 다른 방향을 향하여 돌출된 돌출부를 각각 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제1 전극 단위 지지판과 상기 제2 전극 단위 지지판은 복수 개가 서로 교번하여 배치될 수 있다.
- [0020] 상기 제1 전극의 전극부재 돌출부를 연결하는 제1 전극봉과, 상기 제2 전극의 전극부재 돌출부를 연결하는 제2 전극봉을 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 몸체부는 상기 적층된 복수 개의 단위 지지판들의 최외곽 일측에 상기 유입구를 갖는 제1 연결블록과, 상기 최외곽 다른 일측에 상기 배출구를 갖는 제2 연결블록을 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노입자 정제방법은, 나노입자 혼합액을 상기 유로로 공급하는 공급단계와, 상기 제1전극에는 양의 전압을, 제2전극에는 음의 전압을 인가하여 제1전극과 제2전극에 나노입자를 부착하는 부착단계와, 상기 유로에 용매를 공급하여 상기 제1전극과 제2전극에 부착된 상기 나노입자를 재분산하는 수거단계를 포함한다.
- [0023] 상기 수거단계는, 상기 유로 내에서 초음파 진동을 유발시켜 상기 제1 전극과 상기 제2 전극에 부착된 상기 나노입자를 분리시킬 수 있다.
- [0024] 상기 수거단계는, 상기 제1전극에 음의 전압을 인가하고 상기 제2전극에 양의 전압을 인가하여, 상기 제1전극과 상기 제2전극에 부착된 상기 나노입자를 분리시킬 수 있다.
- [0025] 상기 유로에 세척액을 통과시켜 불순물을 제거하는 세척단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따르면, 전기영동 방식으로 나노입자 혼합액으로부터 나노입자를 용이하게 정제할 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 나아가, 다공성 전극의 사용으로 비표면이 증가될 수 있어 정제효율이 높아지고, 전극의 내구성이 향상되는 것은 물론, 나노입자의 정제가 동시에 대량으로 이루어질 수 있고, 장비의 소형화가 가능하다.
- [0028] 또한, 전극에 부착된 나노입자를 보다 완벽하게 안정적으로 수거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노입자 정제장치의 개략도이다.
- 도 2는 도 1에 있어서, 나노입자 혼합액이 유로를 통과하는 모습을 나타낸 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노입자 정제장치에 혼합액 공급부, 세척액 공급부 및 재분산 용매 공급부가 연결된 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 나노입자 정제장치의 개략도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노입자 정제방법의 개략적인 공정 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 나노입자 정제방법의 개략적인 공정 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 나노입자 정제장치를 도시한 분해 사시도이다.
- 도 8은 도 7에 도시한 나노입자 정제장치를 결합하여 VIII-VIII 선을 따라 잘라서 본 단면도이다.
- 도 9 및 도 10은 각각 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 나노입자 정제장치가 바이스에 의해 결합된 상태를 도시한 평면도와 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다. 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0031] 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0032] 본 발명에 따른 나노입자 정제장치는 나노입자 혼합액으로부터 나노입자를 정제할 수 있는 것으로, 그 일 실시예를 도 1 내지 도 3에 나타내 보였다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노입자 정제장치의 개략도이고, 도 2는 도 1에 있어서, 나노입자 혼합액이 유로를 통과하는 모습을 나타낸 개략도이다.
- [0034] 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노입자 정제장치(10)는 나노입자 혼합액(50)이 통과되는 유로(101)를 갖는 몸체부(100)와, 상기 유로(101)의 내부에 설치되는 제1전극(210) 및 제2전극(220)과, 상기 제1전극(210)과 제2전극(220)에 전압을 인가하는 전원 공급부(250)를 포함한다.
- [0035] 먼저, 상기 몸체부(100)는 일측에 나노입자 혼합액(50)이 유입되는 유입구(110)가 형성되고, 타측에 나노입자가 정제된 혼합액(50')이 배출되는 배출구(120)가 형성되며, 상기 유입구(110)와 배출구(120)를 연통하는 유로(101)를 통해 나노입자 혼합액(50)이 통과된다.
- [0036] 제1 전극(210)과 제2 전극(220)은 전도성 블록으로서, 복수의 통공(211, 221)이 형성된 다공성 구조를 갖는다. 복수의 통공(211, 221)은 나노입자 혼합액(50)의 유동방향과 나란하게 형성될 수 있다. 상기와 같은 다공성 구조의 제1 전극(210)과 제2 전극(220)은 적어도 하나 이상 구비되며, 상기 유로(101)의 내부에서 공간적으로 서로 이격되어 설치된다.
- [0037] 상기 제1 전극(210)과 제2 전극(220)은 다공성 구조로 이루어져, 비표면(specific surface)이 커지게 되어, 단순한 평판 형태의 전극과 비교해서 나노입자(60)의 정제효율이 높아질 수 있다.
- [0038] 전원 공급부(250)는 상기 제1 전극(210) 또는 제2 전극(220)에 서로 반대되는 극성의 전압을 인가하게 되며, 음의 전압 또는 양의 전압을 번갈아가며 인가할 수 있다.
- [0039] 일례로, 상기 나노입자 혼합액(50)이 유로(101)를 통과할 때 상기 전원 공급부(250)은 제1 전극(210)에 양의 전압을 인가하고, 제2 전극(220)에는 음의 전압을 인가하여, 전기영동에 의해 나노입자(60)가 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)의 표면에 부착되게 한다. 이때, 상기 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에는 순차적으로 번갈아가며 전압이 인가될 수 있다. 다른 예로, 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 동시에 전압이 인가될 수 있다.

- [0040] 상기와 같이 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 극성이 다른 전압이 인가될 경우, 나노입자(60)의 성질에 따라 제1 전극(210) 또는 제2 전극(220)에 나노입자(60)가 선택적으로 부착될 수 있다.
- [0041] 이후, 상기 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)의 표면에 부착된 나노입자(60)는 원하는 용매를 유로(101)로 주입하여 재분산하는 방법으로 수거될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 재분산 과정에서 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)의 표면에 부착된 나노입자(60)는 자연적으로 용매에 재분산될 수 있고, 전원 공급부(250)에서 나노입자(60)를 부착할 당시의 극성과 반대인 극성의 전압을 인가하여 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)의 표면에 부착된 나노입자(60)를 확실히 분리시켜 나노입자(60)의 재분산이 이루어질 수 있다.
- [0043] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 초음파 발생기(260)가 선택적으로 추가 연결될 수 있다. 초음파 발생기(260)는 유로(101) 내에서 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 선택적으로 초음파 진동을 유발시켜 다공성의 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 부착된 나노입자(60)를 재분산시킬 수 있다.
- [0044] 나노입자(60)의 재분산을 위하여, 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 인가되는 전압의 극성을 전환하거나 초음파 발생기(260)로 초음파 진동을 유발하는 것은 선택적으로 어느 하나만 적용하거나 두 가지 방법을 모두 적용할 수도 있다.
- [0045] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 부착된 나노입자(60)를 재분산시키기 전에 유로(101)의 내부에 세척액을 통과시켜 불순물을 제거할 수 있다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노입자 정제장치에 혼합액 공급부(150), 세척액 공급부(160) 및 재분산 용매 공급부(170)가 연결된 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 나노입자 정제장치(10)의 유입구(110)에는 혼합액 공급부(150), 세척액 공급부(160) 및 재분산 용매 공급부(170)가 연결되어 있다. 혼합액 공급부(150)는 상기 유로(101)의 유입구(110)로 나노입자 혼합액(50)을 공급하고, 세척액 공급부(160)는 세척액을 공급하며, 재분산 용매 공급부(170)는 재분산 용매를 공급할 수 있다. 각각의 공급부(150, 160, 170)는 펌프를 구동하거나 밸브의 개폐를 제어함으로써 나노입자 혼합액, 세척액, 또는 재분산 용매의 주입을 제어할 수 있다. 따라서 혼합액 공급부(150), 세척액 공급부(160) 및 재분산 용매 공급부(170)를 순차적으로 구동함으로써, 나노입자 혼합액-세척액-재분산 용매의 순으로 나노입자 정제장치(10)에 공급될 수 있다. 나노입자 정제장치(10)에 혼합액 공급부(150), 세척액 공급부(160) 및 재분산 용매 공급부(170)가 연결되어 나노입자 정제 시스템을 구성할 수 있다.
- [0048] 한편, 본 실시예에 따른 나노입자 정제장치(10)의 배출구(120)에 혼합액 수거부(155), 세척액 수거부(165) 및 용매 수거부(175)가 연결될 수 있다. 혼합액 수거부(155)는 상기 유로(101)의 배출구(120)로 빠져나온 혼합액(50')을 수거하고, 세척액 수거부(165)는 세척액을 수거하며, 용매 수거부(175)는 재분산 용매를 수거할 수 있다.
- [0049] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)은 다공성의 전도성 블록으로 조건에 맞는 다양한 소재를 채택할 수 있지만, 메탈폼(metal foam)으로 형성될 수 있다. 또한 메탈폼은 구리(Cu), 니켈(Ni), 알루미늄(Al) 또는 스테인레스강(stainless steel)을 소재로 이루어진 메탈폼이 선택될 수 있다.
- [0050] 메탈폼(metal foam)은 발포금속으로도 불리며, 다수의 기공이 포함된 금속을 가리킨다. 이러한 메탈폼은 경량성, 에너지 흡수성, 단열성, 내화성 또는 친환경 등의 다양하고 유용한 특성을 구비한다. 특히, 나노 사이즈 직경의 기공 및 마이크로 사이즈 직경의 기공이 혼재하는 미세구조를 가지는 메탈폼은 높은 비표면적을 가질 뿐 아니라 액체, 기체 등의 유체 또는 전자의 흐름을 보다 향상시킬 수 있는 고기능성, 고부가가치 소재로서, 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)으로 채택할 경우 나노입자(60)의 정제효율을 높일 수 있다.
- [0051] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)에 형성된 통공(211, 221)은 상기 나노입자(60)의 크기보다 크게 형성된다. 이는 나노입자 혼합액(50)이 제1 전극(210)과 제2 전극(220)을 통과하면서 나노입자(60)가 통공(211, 221)에 걸려서 통공(211, 221)이 막히는 현상을 방지하기 위함이다.
- [0052] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 나노입자 정제장치의 개략도이다.
- [0053] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 나노입자 정제장치(20)는 유로(101) 내에서 교번하여 배치되는 복수 개의 제1 전극(210)과 복수 개의 제2 전극(220)을 포함한다. 복수 개의 제1 전극(210)과 제2 전극(220)은 공간적으로 서로 이격되어 있으며, 전원 공급부(250)에 연결되어 양의 전압 또는 음의 전압이 인가될 수 있다.

- [0054] 본 발명에 따른 나노입자 정제방법은 나노입자 혼합액으로부터 나노입자를 정제할 수 있는 공정으로, 그 실시 예를 도 5 및 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노입자 정제방법의 개략적인 공정 흐름도이고, 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 나노입자 정제방법의 개략적인 공정 흐름도이다.
- [0056] 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노입자 정제방법은, 전술된 다양한 실시 예의 나노입자 정제장치를 이용한 것으로, 나노입자 혼합액(50)을 상기 유로(101)로 공급하는 공급단계(S110)와, 상기 전원 공급부(250)을 통해 상기 제1 전극(210)에는 양의 전압을, 제2 전극(220)에는 음의 전압을 인가하여 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 전기영동 방식으로 나노입자(60)를 부착하는 부착단계(S120)와, 상기 유로(101)에 용매를 공급하여 상기 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 부착된 나노입자(60)를 재분산하는 수거단계(S140)를 포함한다.
- [0057] 상기 부착단계(S120)에서와 같이, 상기 나노입자 혼합액(50)이 유로(101)를 통과할 때 제1 전극(210)에 양의 전압을 인가하고, 제2 전극(220)에는 음의 전압을 인가하면, 나노입자(60)의 성질에 따라 제1 전극(210) 또는 제2 전극(220)에 나노입자(60)가 선택적으로 부착될 수 있다. 이후, 상기 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)의 표면에 부착된 나노입자(60)는 원하는 용매를 유로(101)로 주입하여 재분산하는 수거단계(S140)를 거쳐 수거될 수 있다.
- [0058] 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따르면, 전기영동 방식으로 나노입자 혼합액(50)으로부터 나노입자(60)를 용이하게 정제할 수 있고, 다공성 전극의 사용으로 비표면적이 증가되어 정제효율이 높아지고, 장비의 소형화가 가능하다. 또한, 전극(210, 220)에 부착된 나노입자(60)를 보다 완벽하고 안정적으로 수거할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 수거단계(S140)는 상기 전원 공급부(250)을 통해 상기 제1 전극(210)에 음의 전압을 인가하고, 제2 전극(220)에 양의 전압을 인가하여 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 부착된 나노입자(60)를 분리시킬 수 있다.
- [0060] 상기 부착단계(S120)에서 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 부착된 나노입자(60)는 유동하는 용매에 자연적으로 재분산될 수 있지만, 나노입자(60)가 제1 전극(210)과 제2 전극(220)으로부터 보다 확실하게 분리될 수 있게 상기 부착단계(S120)에서 공급했던 극성과 반대 극성의 전압을 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 인가할 수 있다.
- [0061] 다시 말하면, 상기 부착단계(S120)에서 제1 전극(210)에 양의 전압을 인가하고, 제2 전극(220)에 음의 전압을 인가하였으므로, 수거단계(S140)에서는 제1 전극(210)에 음의 전압을 인가하고, 제2 전극(220)에는 양의 전압을 인가하여 제1 전극(210) 및 제2 전극(220)의 표면에 부착된 나노입자(60)를 강제 분리하여 재분산하는 것이다.
- [0062] 한편, 도 6에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 부착단계(S120)와 수거단계(S140) 사이에는, 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 부착된 나노입자(60)를 재분산하기 전에 유로(101)의 내면 또는 제1 전극(210)과 제2 전극(220)에 잔존하는 불순물을 완벽히 제거하기 위해 상기 유로(101)에 세척액을 통과시키는 세척단계(S130)가 추가로 진행될 수 있다.
- [0063] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 나노입자 정제장치를 도시한 분해 사시도이다.
- [0064] 도 7을 참조하면, 본 실시예에 따른 나노입자 정제장치(30)는 복수 개의 단위 지지판(310, 350)이 적층되고 그 양쪽 끝에 제1 및 제2 연결 블록(381, 382)이 체결된다. 단위 지지판(310, 350)은 가운데 부분에 관통된 개구부(312, 352)를 갖는 전극부재 삽입홈(314, 354)이 위치하며, 전극부재 삽입홈(314, 354)에는 별도로 마련된 전극 부재(330, 370)가 장착될 수 있다.
- [0065] 단위 지지판(310, 350)에 구비되는 전극부재(330, 370)는 일측이 길게 연장하여 돌출되는 돌출부(331, 371)를 가지며, 전극부재(330, 370)의 외곽을 둘러싸도록 스페이서(320, 360)가 형성되어 있다. 스페이서(320, 360)의 가장자리를 따라 홈(323, 363)이 폐곡선을 이루며 형성되어 있다. 홈(323, 363)에는 오링(325, 365)이 끼워지고, 홈(323, 363)의 외측으로는 단위 지지판(310, 350)의 외형을 이루면서 전극부재(330, 370)를 지지하는 지지부(311, 351)가 형성되어 있다. 지지부(311, 351)와 스페이서(320, 360)는 동일한 재질로 일체로 형성될 수 있으며, 절연 소재로 이루어질 수 있다. 일례로 지지부(311, 351)와 스페이서(320, 360)는 폴리테트라플루오로에틸렌 (Polytetrafluoroethylene, PTFE)으로 이루어질 수 있다. 지지부(311, 351)는 대략 사각형의 평면 형상을 가질 수 있으며, 사각형의 네 모서리 부근에 관통공(318, 358)이 형성될 수 있다. 관통공(318, 358)은 사각형의 네 모서리 중 적어도 2개 이상의 모서리 부근에 형성될 수 있다.
- [0066] 단위 지지판(310, 350)은 음극에 연결되는 음극 단위 지지판(310)과 양극에 연결되는 양극 단위 지지판(350)을 포함한다. 음극 단위 지지판(310)과 양극 단위 지지판(350)은 교번하여 적층되며, 전극부재(330, 370)의 돌출부

(331, 371)가 서로 반대 방향을 향하도록 개구부(312, 352)를 중심으로 180° 회전하여 적층된다. 개구부(312, 352)를 기준으로 전극부재(330, 370)의 돌출부(331, 371)와 그 반대 방향에 위치한 스페이서(320, 360)의 부분에는 전극봉(391, 392)의 체결을 위한 체결공(331a, 371a, 320a, 360a)이 각각 형성되어 있다. 따라서 음극의 전극봉(391)으로 음극 단위 지지판(310)의 전극부재(330)를 서로 연결할 수 있고, 양극의 전극봉(392)으로 양극 단위 지지판(350)의 전극부재(370)를 서로 연결할 수 있다.

[0067] 전극부재(330, 370)는 복수의 통공이 형성된 다공성의 전도성 블록부를 포함하며, 다공성의 전도성 블록부는 일례로 메탈폼(metal foam)으로 이루어질 수 있다. 본 실시예에서 전극부재(330, 370)는 단위 지지판(310, 350)의 개구부(312, 352)에 대응되는 부분에 다공성의 전도성 블록부가 형성될 수 있으며, 다른 부분은 비다공성(non-porous)으로 이루어질 수 있다.

[0068] 다른 예로, 전극부재(330, 370) 전체가 다공성의 전도성 블록으로 이루어지는 것도 가능하다.

[0069] 도 8은 도 7에 도시한 나노입자 정제장치를 결합하여 VIII-VIII 선을 따라 잘라서 본 단면도이다.

[0070] 도 8을 참조하면, 적층된 단위 지지판(310, 350)의 개구부(312, 352)는 유로(301)를 형성하고, 제1 및 제2 연결블록(381, 382)은 각각 유입구(381a) 및 배출구(382a)를 가지며 유로(301)와 연통하도록 형성된다. 제1 연결블록(381)에는 전극봉(391, 392)들이 삽입될 수 있도록 관통공(381b, 381c)이 형성되어 있고, 관통공(381b, 381c)은 단위 지지판(310, 350)들의 체결공(331a, 371a)과 정렬되어 와이어 형상의 전극봉(391, 392)들이 삽입되어 고정될 수 있다. 유로(301)의 좌우에서, 음극의 전극봉(391)은 음극 단위 지지판(310)들을 전기적으로 연결하고, 양극의 전극봉(392)은 양극 단위 지지판(350)들을 전기적으로 연결한다.

[0071] 즉, 적층된 음극 단위 지지판(310)들에 구비된 전극부재(330)의 돌출부(331)들은 서로 같은 방향을 향하도록 배열되고, 음극의 전극봉(391)은 상기 전극부재(330)의 돌출부(331)들에 형성된 체결공(331a)에 꿰어져 복수 개의 음극 단위 지지판(310)들을 서로 연결한다. 또한 적층된 양극 단위 지지판(350)들에 구비된 전극부재(370)의 돌출부(371)들은 서로 같은 방향을 향하도록 배열되고, 양극의 전극봉(392)은 상기 전극부재(370)의 돌출부(371)들에 형성된 체결공(371a)에 꿰어져 복수 개의 양극 단위 지지판(350)들을 서로 연결한다. 음극의 전극부재(330)의 돌출부(331)와 양극의 전극부재(370)의 돌출부(371)는 개구부(312, 352)를 기준으로 서로 반대 방향을 향하고 있으므로, 음극의 전극봉(391)과 양극의 전극봉(392)은 유로(301) 양쪽에 서로 이격되어 위치할 수 있다.

[0072] 도 9 및 도 10은 각각 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 나노입자 정제장치가 바이스에 의해 결합된 상태를 도시한 평면도와 측면도이다.

[0073] 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 실시예에 따른 나노입자 정제장치(30)를 견고하게 고정할 수 있도록 바이스(80)를 이용할 수 있다.

[0074] 먼저 2개 이상의 정렬봉(미도시)으로 적층된 단위 지지판(310, 350)들의 모서리에 형성된 관통공(318, 358)을 꿰어 정렬시킨 후, 바이스(80)의 스톱퍼(810)와 슬라이더(820) 사이에 적층된 단위 지지판(310, 350)들 및 이에 결합된 제1 및 제2 연결블록(381, 382)들을 위치시킨다. 슬라이더(820)를 이동시켜 적층된 단위 지지판(310, 350)들에 압력을 가하여 결합시킬 수 있다. 다른 예로, 정렬봉의 양쪽 끝을 볼트와 너트를 이용하여 고정시킴으로써 결합을 완성할 수도 있다. 제1 연결블록(381)의 외면에는 금속재질의 평판(395)이 배치될 수 있다. 금속재질의 평판(395)은 단위 지지판(310, 350)과 제1 연결블록(381)을 이루는 재질보다 상대적으로 기계적 강도가 높기 때문에 바이스(80)의 슬라이더(820)에 의해 가해지는 압력에 따른 단위 지지판(310, 350)들의 손상을 방지할 수 있다.

[0075] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

[0076] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

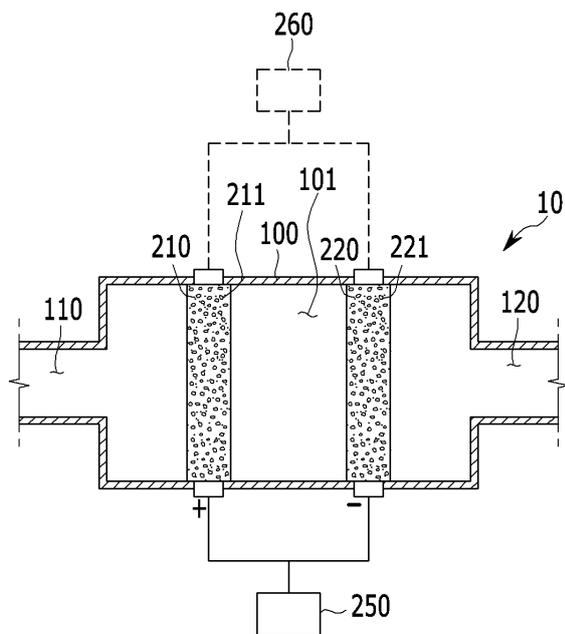
부호의 설명

[0077] 10, 20, 30: 나노입자 정제장치 100: 몸체부

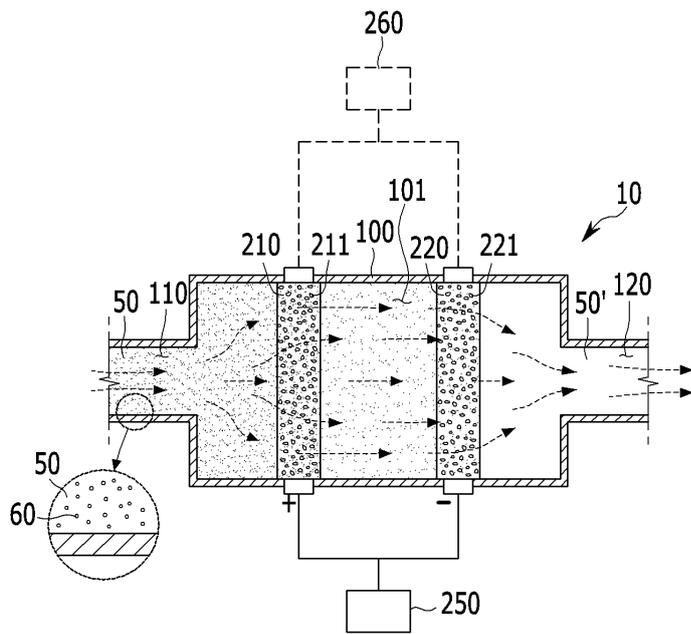
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 101, 301: 유로 | 110: 유입구 |
| 120: 배출구 | 150: 혼합액 공급부 |
| 155: 혼합액 수거부 | 160: 세척액 공급부 |
| 165: 세척액 수거부 | 170: 재분산 용매 공급부 |
| 175: 용매 수거부 | 20: 나노입자 |
| 210: 제1 전극 | 220: 제2 전극 |
| 250: 전원 공급부 | 260: 초음파 발생기 |
| 310, 350: 단위 지지판 | 311, 351: 지지부 |
| 312, 352: 개구부 | 314, 354: 전극부재 삽입홈 |
| 318, 358: 관통공 | 320, 360: 스페이서 |
| 330, 370: 전극부재 | 331, 371: 돌출부 |
| 350: 양극 단위 지지판 | 381: 제1 연결블록 |
| 382: 제2 연결 블록 | 381a: 유입구 |
| 382a: 배출구 | 391, 392: 전극봉 |
| 50': 나노입자가 정제된 혼합액 | 50: 나노입자 혼합액 |
| 60: 나노입자 | 80: 바이스 |
| 810: 스톱퍼 | 820: 슬라이더 |

도면

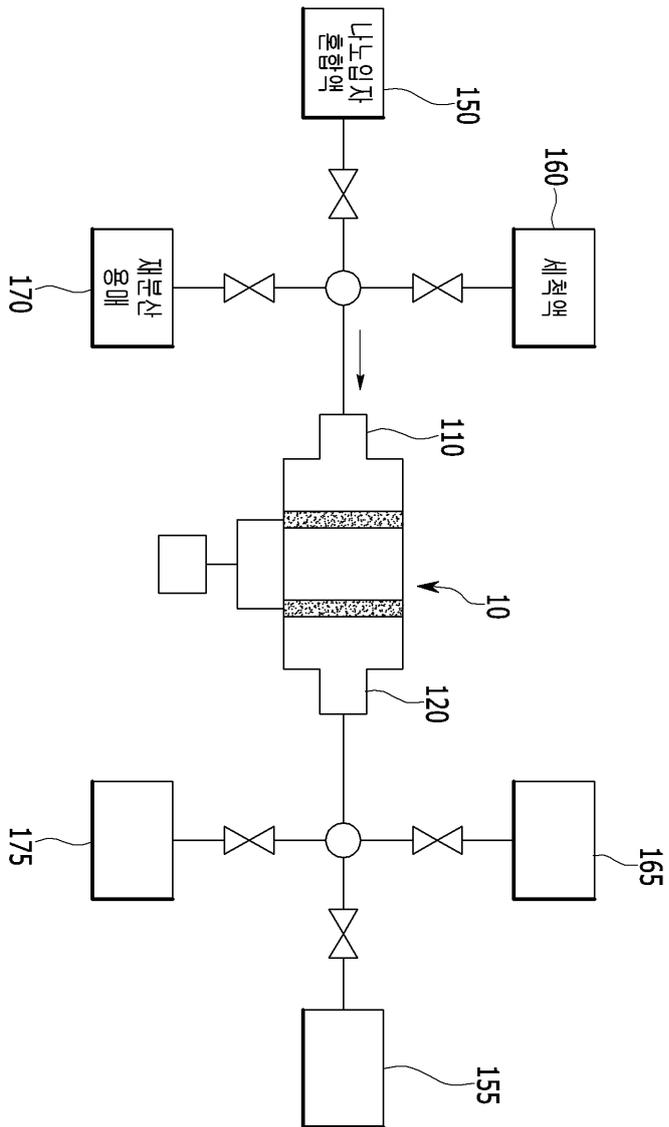
도면1



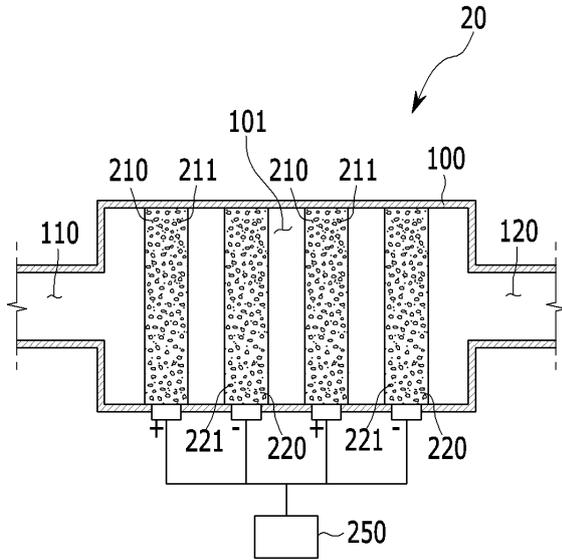
도면2



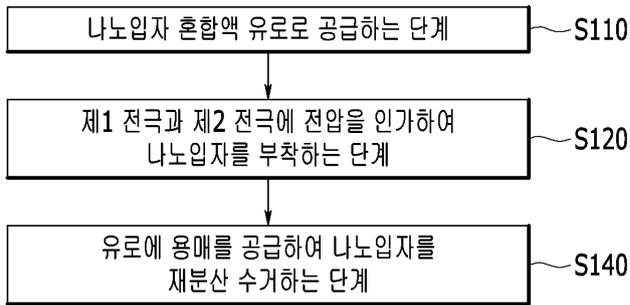
도면3



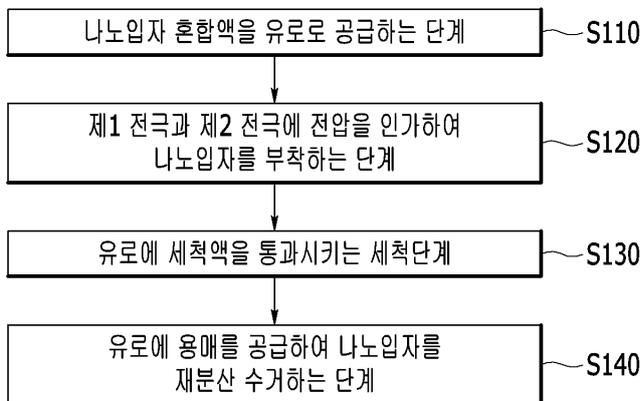
도면4



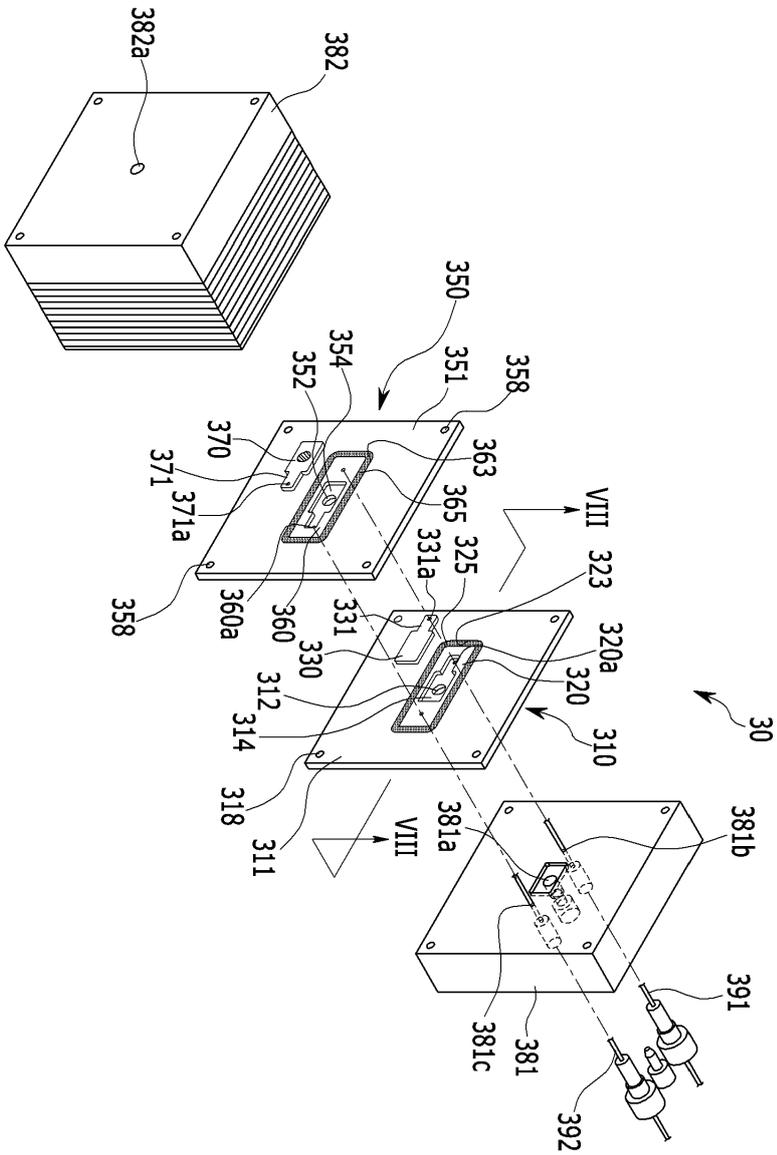
도면5



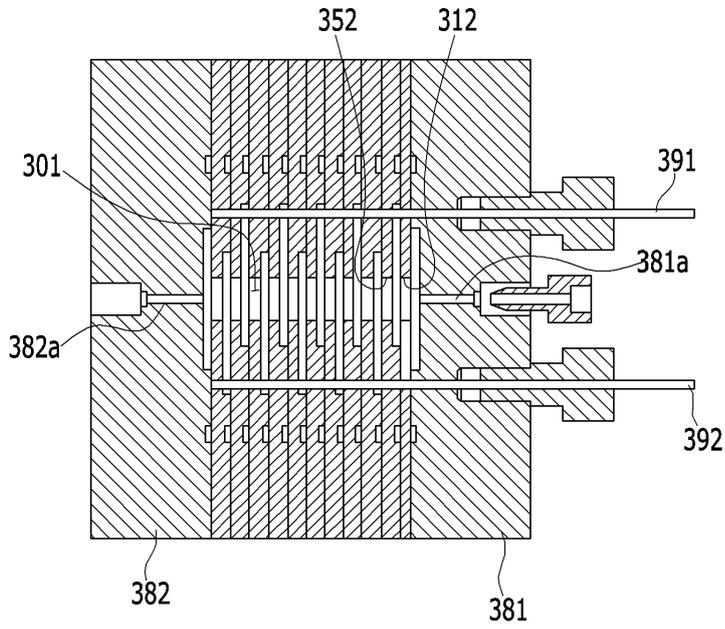
도면6



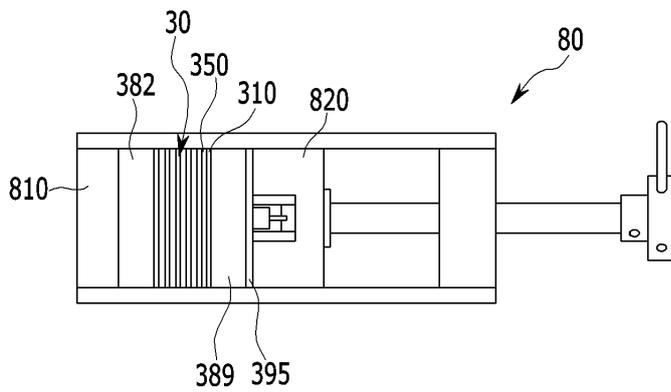
도면7



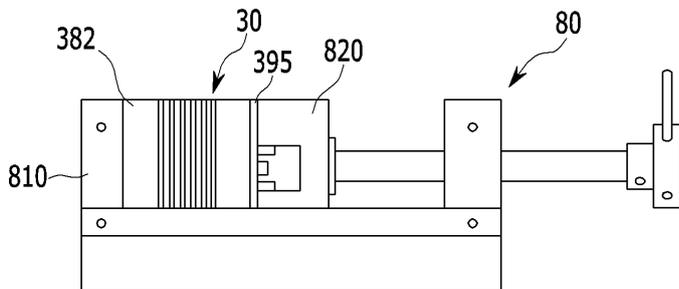
도면8



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

최외곽 다른 일측

【변경후】

최외곽의 다른 일측

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

최외곽 일측

【변경후】

최외곽의 일측