(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0009165
(43) 공개일자 2017년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 1/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05H 1/2406 (2013.01)
H05H 2245/123 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0100757
(22) 출원일자 2015년07월16일
심사청구일자 2015년07월16일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김윤기
대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트 507동 1102호
(74) 대리인
김대영

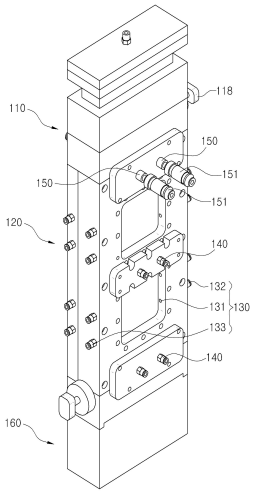
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치**

(57) 요 약

본 발명은 대기압 환경하에서 플라즈마 방전을 이용하여 마이크로 또는 나노 분말이나 유리섬유와 같은 미세입자의 표면세정, 개질, 활성화 처리를 연속적으로 수행할 수 있는 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H05H 2245/124 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 C0218004
부처명 중소기업청
연구관리전문기관 (사)한국산학연협회
연구사업명 산학연협력기술개발사업
연구과제명 도로 및 교량의 신축이음부용 유리섬유 혼합 에폭시 콘크리트개발
기 여 율 1/1
주관기관 한밭대학교 산학협력단
연구기간 2014.08.01 ~ 2015.07.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

유전체 장벽 방전장치에 있어서,

상측으로 투입된 미세입자를 수용하며, 하측으로 형성된 제1호퍼(111)를 통해 미세입자를 낙하방식으로 정량공급하는 공급부(113)가 형성된 투입부(110);

낙하되는 미세입자가 통과되는 방전영역(124)을 사이에 두고 형성되며 유전체(123)로 덮인 고전압전극(121) 및 접지전극(122)과, 상기 고전압전극(121)에 특정주기의 펄스를 갖는 전원을 공급하는 전원부(125)로 이루어진 방전부(120);

상기 방전영역(124)의 하측으로 반응가스를 주입하는 가스주입부(140);

상기 방전영역(124) 상측으로 반응가스가 배출되도록 하되 상기 미세입자를 걸러내는 필터(151)가 형성된 가스배출부(150);

상측으로 형성된 제2호퍼(161)를 통해 상기 방전영역(124)을 낙하하며 통과한 미세입자를 수용하는 포집부(160); 로 이루어지는 것을 특징으로 하는 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방전부(120)의 외측으로 형성되는 공기유동로(131)와, 상기 공기유동로(131)의 일측과 타측에 각각 형성되는 공기주입부(132) 및 공기배출부(133)로 이루어지는 전극냉각부(130); 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 공급부(113)는 상기 제1호퍼(111) 하부에 가로방향의 축을 통해 설치되되 외주면으로 상기 미세입자를 수용할 수 있는 복수의 홈(116)을 구비한 공급부재(115)와, 구동수단이 결합되어 상기 공급부재(115)를 회동시킬 수 있도록 구성된 구동부(118)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유전체 장벽 방전장치에 관한 것으로, 대기압 환경하에서 플라즈마 방전을 이용하여 마이크로 또는 나노 분말이나 유리섬유와 같은 미세입자의 표면세정, 개질, 활성화 처리를 연속적으로 수행할 수 있는 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 플라즈마 표면처리는 기존의 화공약품을 이용한 습식처리와는 달리 청정기술로 인식되는 기술로 최근 산업적 활용이 증가하고 있다. 그 중에서도 대기압 유전체 장벽 방전(Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge, APDBD)을 이용한 표면세정 및 개질은 디스플레이, 반도체, 전자부품 산업 등에서 널리 사용되며 안정성 및 적용성이 입증된 기술이다.

[0003] 이러한 대기압 유전체 장벽 방전을 이용한 표면처리는 챔버 구조와 진공을 위한 장치를 사용하지 않아 구성이

간단하고 가격이 저렴하며, in-line 연속생산이 가능한 장점이 있다.

[0004] 하지만, 대기압 유전체 장벽 방전을 이용한 표면처리는 주로 평판형태의 금속, 세라믹 및 폴리머 소재를 대상으로 기술개발이 진행되어 왔으며, 일부 소수의 연구에서만 수십미크론 크기의 분말소재의 표면처리의 적용이 검토된 수준이다.

[0005] 그 이유는 대기압 방전공정의 특성상 방전가스의 유량이 매우 크고 유속이 빠르기 때문에 분말소재의 표면처리에서 분말의 비산에 따른 차폐 및 회수를 위한 복잡한 구성이 추가되어야만 했으므로, 대기압 유전체 장벽 방전의 최고 장점인 구조의 단순성 및 저비용의 특성을 살릴 수 없었기 때문이다.

[0006] 이와 같은 상황에서 입자의 크기가 매우 미세한 나노 분말의 표면처리를 위해 대기압 유전체 장벽 방전을 적용하는 것은 더욱 어려워 관련 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

[0007] 하지만, 최근 활용되는 분말의 크기가 수십 나노미터 수준으로 미세화됨에 따라 입자의 분산성 향상이나 다른 물질과 강한 결합을 할 수 있도록 돕는 표면처리 기술이 더욱 중요시되고 있는 가운데 최근 나노 분말의 응용이 확대됨에 따라 특성을 향상시키기 위한 표면처리 기술이 지속적으로 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0924723호 (2009.11.04. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 본 발명의 목적은 대기압 유전체 장벽 방전을 통해 미세입자를 연속적으로 처리할 수 있도록 하는 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 목적을 위해 본 발명은 유전체 장벽 방전장치에 있어서, 상측으로 투입된 미세입자를 수용하며, 하측으로 형성된 제1호퍼를 통해 미세입자를 낙하방식으로 정량공급하는 공급부가 형성된 투입부; 낙하되는 미세입자가 통과되는 방전영역을 사이에 두고 형성되며 유전체로 덮인 고전압전극 및 접지전극과, 상기 고전압전극에 특정주기의 펄스를 갖는 전원을 공급하는 전원부로 이루어진 방전부; 상기 방전영역의 하측으로 반응가스를 주입하는 가스주입부; 상기 방전영역 상측으로 반응가스가 배출되도록 하되 상기 미세입자를 걸러내는 필터가 형성된 가스배출부; 상측으로 형성된 제2호퍼를 통해 상기 방전영역을 낙하하며 통과한 미세입자를 수용하는 포집부; 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0011] 이때 상기 방전부의 외측으로 형성되는 공기유동로와, 상기 공기유동로의 일측과 타측에 각각 형성되는 공기주입부 및 공기배출부로 이루어지는 전극냉각부; 를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 공급부는 상기 제1호퍼 하부에 가로방향의 축을 통해 설치되되 외주면으로 상기 미세입자를 수용할 수 있는 복수의 홈을 구비한 공급부재와, 구동수단이 결합되어 상기 공급부재를 회동시킬 수 있도록 구성된 구동부로 이루어지는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0013] 본 발명을 통해 나노 내지는 마이크로 크기의 미세 입자 분말의 표면 개질을 연속적으로 다량 수행할 수 있으며, 이를 통해 분말의 분산성 향상, 복합체의 기계적 물성 향상, 촉매특성 향상이 쉽게 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 외형을 나타낸 전면 사시도,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 외형을 나타낸 후면 사시도,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 측단면도,

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제1단면사시도,

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2단면사시도,

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 다른 미세입자 및 가스의 유동흐름을 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명 미세입자 처리용 유전체 장벽 방전장치의 구조를 구체적으로 설명한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 외형을 나타낸 전면 사시도, 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 외형을 나타낸 후면 사시도, 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 측단면도, 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제1단면사시도, 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2단면사시도이다.

[0017] 본 발명에서는 기본적으로 유전체 장벽 방전 방식을 이용하여 미세입자를 처리하여 입자 표면개질이 이루어지도록 하게 된다. 이때 본 발명에서 언급되는 미세입자는 플라즈마를 활용한 종래의 방식으로는 연속적으로 다량을 처리하기 어려웠던 수십 나노 내지는 마이크로미터의 크기를 갖는 초미세입자를 의미하는 것으로 동일한 직경을 갖는 유리섬유 등도 포함될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명에서는 대량의 미세입자를 연속적으로 플라즈마 처리하기 위해 상측으로 미세입자를 투입하여 하측에서 플라즈마 처리된 미세입자를 회수할 수 있도록 중력을 이용한 낙하방식으로 미세입자의 이동이 연속적으로 이루어지도록 구성된다.

[0019] 이를 위해 상부에는 상측으로 커버가 형성되어 사용자로부터 투입된 미세입자를 수용하여 플라즈마 처리를 위해 공급하는 투입부(110)가 구비된다. 이때 상기 투입부(110)는 커버를 통해 투입된 미세입자를 수용하며 하측이 일부 개방된 제1저장부(112)를 구비하게 되고, 상기 제1저장부(112) 하부에는 미세입자를 하측으로 원활하게 공급하도록 제1호퍼(111)가 형성된다. 이후, 상기 제1호퍼(111) 하측으로 모아진 미세입자를 정량으로 낙하시키는 공급부(113)가 구비된다. 상기 공급부(113)는 외부의 제어를 통해 개폐될 수 있는 개폐수단을 구비하여 주기적인 개방에 따라 일정량의 미세입자를 하측으로 낙하시키게 된다.

[0020] 본 발명의 바람직한 실시예에서 상기 공급부는 축 회전 방식으로 주기적인 미세입자의 공급이 이루어지도록 하고 있으며, 이를 위해 상기 제1호퍼(111) 하부에 가로방향으로 형성된 축(114)을 따라 설치되되 외주면으로 상기 미세입자를 수용할 수 있는 복수의 홈(116)을 구비한 공급부재(115)가 구비된다. 첨부된 도면에서는 상기 공급부재(115)의 단면이 열십자 형상으로 이루어져 총 4개의 홈이 형성된 모습을 도시하고 있으며, 필요에 따라 적절한 형태로의 변형이 가능하다.

[0021] 이때 외측에서는 상기 공급부재(115)를 축(114)을 따라 회동시키는 전동모터와 같은 구동수단이 설치되며, 상기 구동수단과 상기 공급부재(115)의 연결을 위한 구동부(118)가 형성된다.

[0022] 즉 상기 공급부(113)의 상측에 위치한 제1호퍼(111)를 통해 하측으로 모여진 미세입자는 상기 공급부재(115)의 상측에 위치한 홈(116)에 수용되며, 상기 구동부(118)에 연결된 구동수단이 동작함에 따라 상기 축(114)을 통해 공급부재(115)가 회전하여 미세입자를 수용한 홈이 하측으로 이동함에 따라 수용된 미세입자가 중력에 의해 낙하하게 되는 것이다.

[0023] 상기 투입부(110) 하측에는 낙하되는 미세입자를 플라즈마 방전을 통해 처리하는 방전부(120)가 구비된다. 앞서 언급한 바와 같이 본 발명에서는 플라즈마 방전 처리를 위해 대기압 유전체 장벽 방전을 사용하게 되므로, 상기 공급부(113)를 통해 하측으로 낙하하는 미세입자가 통과되는 방전영역(124)을 사이에 두고 전면과 후면에 각각 유전체(123)(dielectric, 誘電體)로 덮인 고전압전극(121) 및 접지전극(122)을 배치하게 된다.

[0024] 이때 낙하하는 미세입자가 플라즈마 방전에 노출되는 시간이 길어지도록 상기 고전압전극(121) 및 접지전극(122)의 형상 및 면적을 적절히 조절하거나, 상기 방전부(120)를 연속적으로 복수로 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 바람직한 실시예에서는 처리효율을 높이기 위해 상기 방전부(120)를 상하로 2세트를 구비하여 플라즈마 방전에 충분히 노출될 수 있도록 구성하고 있다.

[0025] 이후 별도로 구비된 전원부(125)를 통해 상기 고전압전극(121)에 특정주기의 펄스를 갖는 전원을 공급함으로 상기 방전영역(124) 내에서 유전체 장벽 방전(Dielectric barrier discharge)이 발생하도록 하며, 미세입자가 방전영역(124)을 통과하며 개질이 이루어지게 된다.

[0026] 일반적으로 플라즈마 방전은 전극에 약 수백 볼트의 전압이 인가됨에 따라 플라즈마 내의 양이온이 충돌하여 2차 전자가 발생하고 이들이 외부의 전기장에 의해 가속되면서 중성 가스 입자와 충돌하여 가스 입자를 이온화시키면서 다시 가속되는 반복과정에 의해 전자사태가 일어나면서 전극 양단 간에 전류가 흐르는 글로 방전(glow discharge)을 이용한다. 하지만, 본 발명에서와같이 대기압 환경에서 이를 이용할 경우에는 글로방전이 매우 불안정한 상태를 보이며 급속하게 큰 전류의 아크 방전(arc discharge)으로 천이하여 방전가스의 온도가 매우 높아지므로 융점이 낮은 소재의 표면처리에는 적용이 불가능하게 되는 문제가 발생한다.

[0027] 유전체 방전 플라즈마는 이처럼 대기압 환경에서 플라즈마의 온도를 낮추고 안정적인 방전이 이루어지도록 하는 방법으로 한 쌍의 전극 즉 상기 고전압전극(121) 및 접지전극(122) 사이에 적어도 한 개 이상의 유전체(123)를 삽입하여 금속재질의 전극 사이에서 직접 방전이 이루어지지 않도록 하여 글로방전이 아크 방전으로 천이하는 것을 방지하게 된다. 또한, 이와 같은 유전체 방전 방식은 활성종(radical)의 농도가 기존의 저압 플라즈마에 비해 100 내지 1000배 이상 높으며 안정적인 방전으로 상온의 낮은 온도에서 고분자 재료와 같이 열에 취약한 소재의 표면처리에 유용하게 적용할 수 있는 장점을 얻게 된다.

[0028] 더불어 앞서 언급한 바와 같이 플라즈마 내의 양이온과 중성가스 입자의 충돌을 통한 가스의 이온화를 위해 본 발명에서는 외측으로부터 상기 방전영역으로 아르곤(Ar), 헬륨(He)으로 대표되는 중성의 반응가스의 주입을 위한 가스주입부와, 반응이 이루어진 가스의 외부 배출을 위한 가스배출부가 구성된다.

[0029] 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 다른 미세입자 및 가스의 유동흐름을 나타낸 단면도이다.

[0030] 이때 주입되는 중성의 가스는 대기압 조건을 위해 1기압 또는 그에 근접한 압력을 갖도록 하되, 도 6에서와 같이 상기 방전영역(124)의 하측으로 주입되어 상측으로 배출되도록 구성된다. 즉 반응가스의 유동이 하측에서 상측으로 이루어지도록 함으로 상기 미세입자가 낙하하는 방향과 반대방향으로 가스가 천천히 흘러 상기 방전영역(124) 내에서 미세입자를 부상시키는 효과를 발생시켜 체류시간이 길어지도록 하여 좀 더 오랜 시간 동안 플라즈마 방전에 노출되어 표면처리가 이루어질 수 있도록 한다.

[0031] 이를 위해 상기 가스주입부(140)를 상기 방전영역 내로 수직으로 공급하는 형태가 아닌 하측에서 상측으로 비스듬하게 형성하여 상측을 향해 가스가 공급될 수 있도록 구성한다. 또한, 상기 가스배출부(150)는 배출되는 가스에 미세입자가 혼입되어 배출되는 것을 방지하기 위하여 가스만 통과시키고 미세입자는 걸러낼 수 있는 필터(151)가 구비하여 상기 필터(151)를 통해 걸러진 미세입자가 다시 낙하할 수 있도록 구성한다.

[0032] 본 발명의 바람직한 실시예에서는 첨부된 도면에서와 같이 상기 고전압전극(121) 및 접지전극(122)으로 각각 가스주입부(140)를 형성하되, 주입된 가스가 일직선 상에 다수로 분기되어 공급되도록 하고 고전압전극(121) 및 접지전극(122) 측에 각각 형성된 가스주입부(140)의 위치를 서로 빗나가도록 함으로 하측에서 상측으로의 가스흐름 외에 와류나 불필요한 흐름발생이 최소화되도록 구성되어 있다.

[0033] 이후 상기 방전부(120)를 통과하며 처리된 미세입자는 하측으로 낙하하며 하부의 제2호퍼(161)를 통해 포집부(160)에 모여 수용된다. 상기 포집부(160)에는 마찬가지로 커버가 형성되며 처리된 미세입자를 수용하는 제2저장부(162)가 형성되어 사용자가 커버를 열어 제2저장부(162)에 수용된 미세입자를 꺼낼 수 있도록 한다.

[0034] 이때 상기 포집부(160)의 상기 제2호퍼(161) 하측으로는 상기 공급부(113)와 동일하게 축을 통해 회전하며 수용홈이 형성된 수용부재로 이루어진 수용부(163)를 구비하여 충분한 시간 동안 플라즈마 방전에 노출된 미세입자를 주기적으로 상기 제2저장부(162)로 이동시킬 수도 있다.

[0035] 앞서 언급한 바와 같이 플라즈마 방전이 지속됨에 따라 상기 고전압전극(121) 및 접지전극(122) 측에는 열이 발생하여 표면개질의 효율 저하와 더불어 온도가 지속적으로 높아질 경우 상대적으로 열에 약한 미세입자의의 손상이 발생하게 된다.

[0036] 본 발명에서는 이를 방지하기 위해 전극냉각부(130)를 구성하여 플라즈마 방전이 이루어지는 동안 상기 고전압전극(121) 및 접지전극(122)을 공기를 통해 지속적으로 냉각을 시켜준다. 상기 전극냉각부(130)는 상기 방전부(120) 즉 상기 고전압전극(121) 및 접지전극(122)의 외측으로 공기의 원활한 유동을 위해 형성된 공기유동로(131)와, 상기 공기유동로(131)의 일측과 타측에 각각 외부로부터 공기를 공급받는 공기주입부(132)와, 상기 공기유동로(131) 내부의 공기를 외측으로 배출하는 공기배출부(133)로 구성된다.

[0037] 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시 예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

부호의 설명

[0038] 110: 투입부 111: 제1호퍼

112: 제1저장부 113: 공급부

114: 축 115: 공급부재

116: 홈 118: 구동부

120: 방전부 121: 고전압전극

122: 접지전극 123: 유전체

124: 방전영역 125: 전원부

130: 전극냉각부 131: 공기유동로

132: 공기주입부 133: 공기배출부

140: 가스주입부 150: 가스배출부

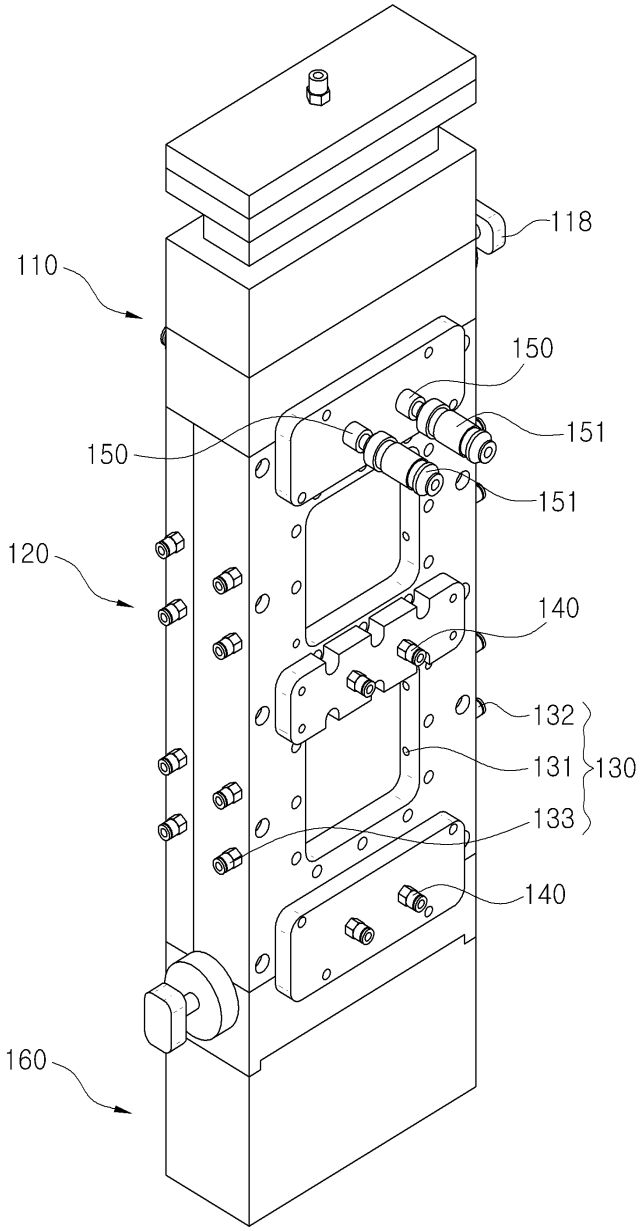
151: 필터 160: 포집부

161: 제2호퍼 162: 제2저장부

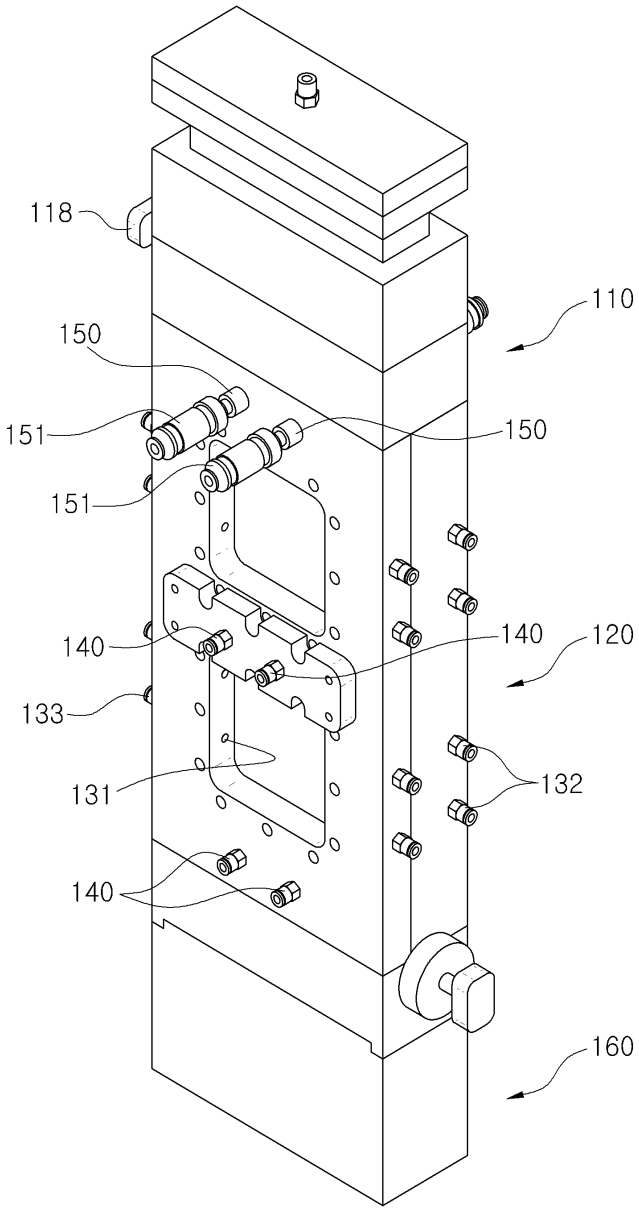
163: 수용부

도면

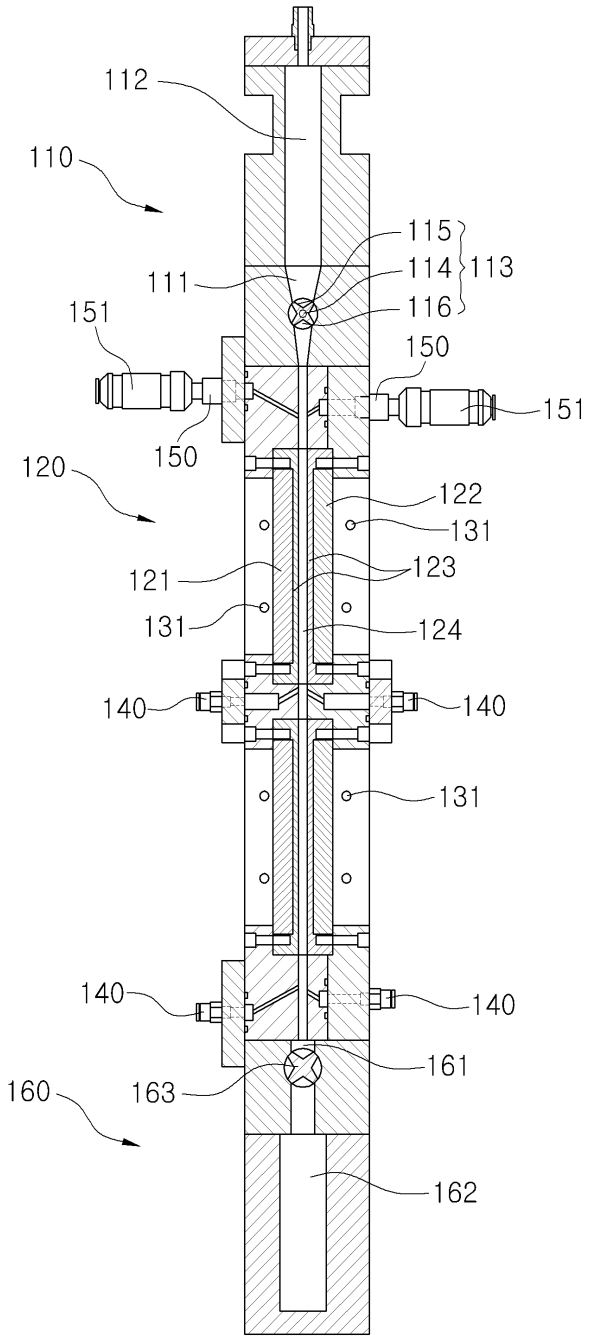
도면1



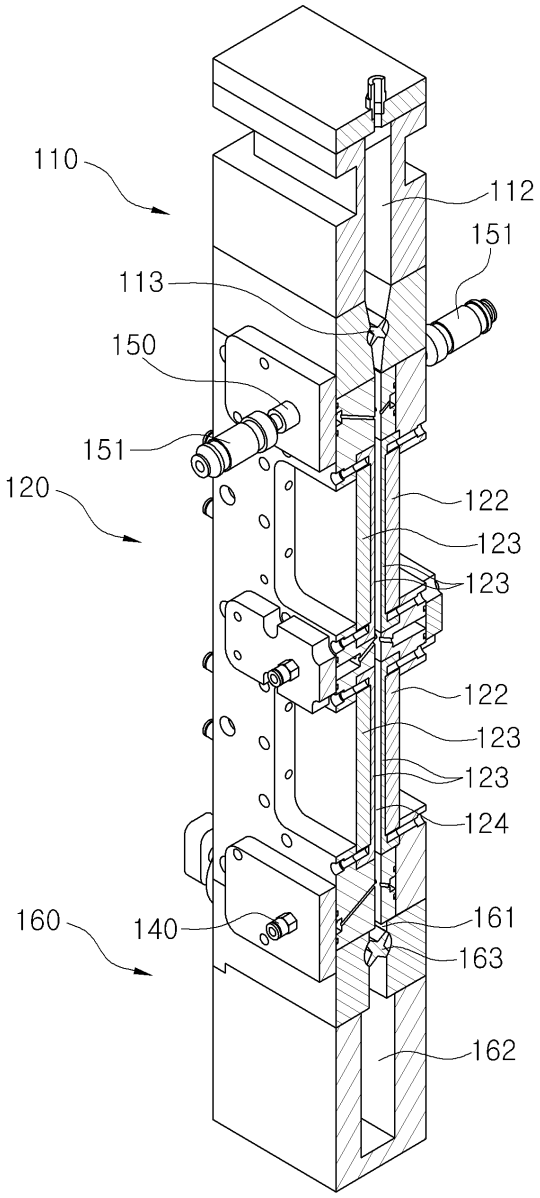
도면2



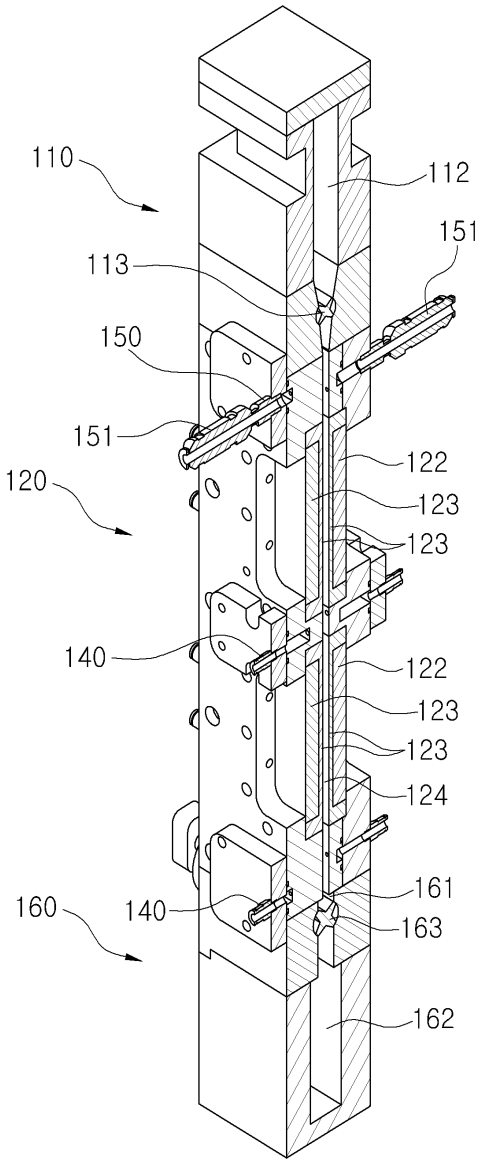
도면3


112
110
115
114
113
111
116
151
150
151
150
120
122
131
121
123
131
124
140
140
131
140
140
161
160
163
162

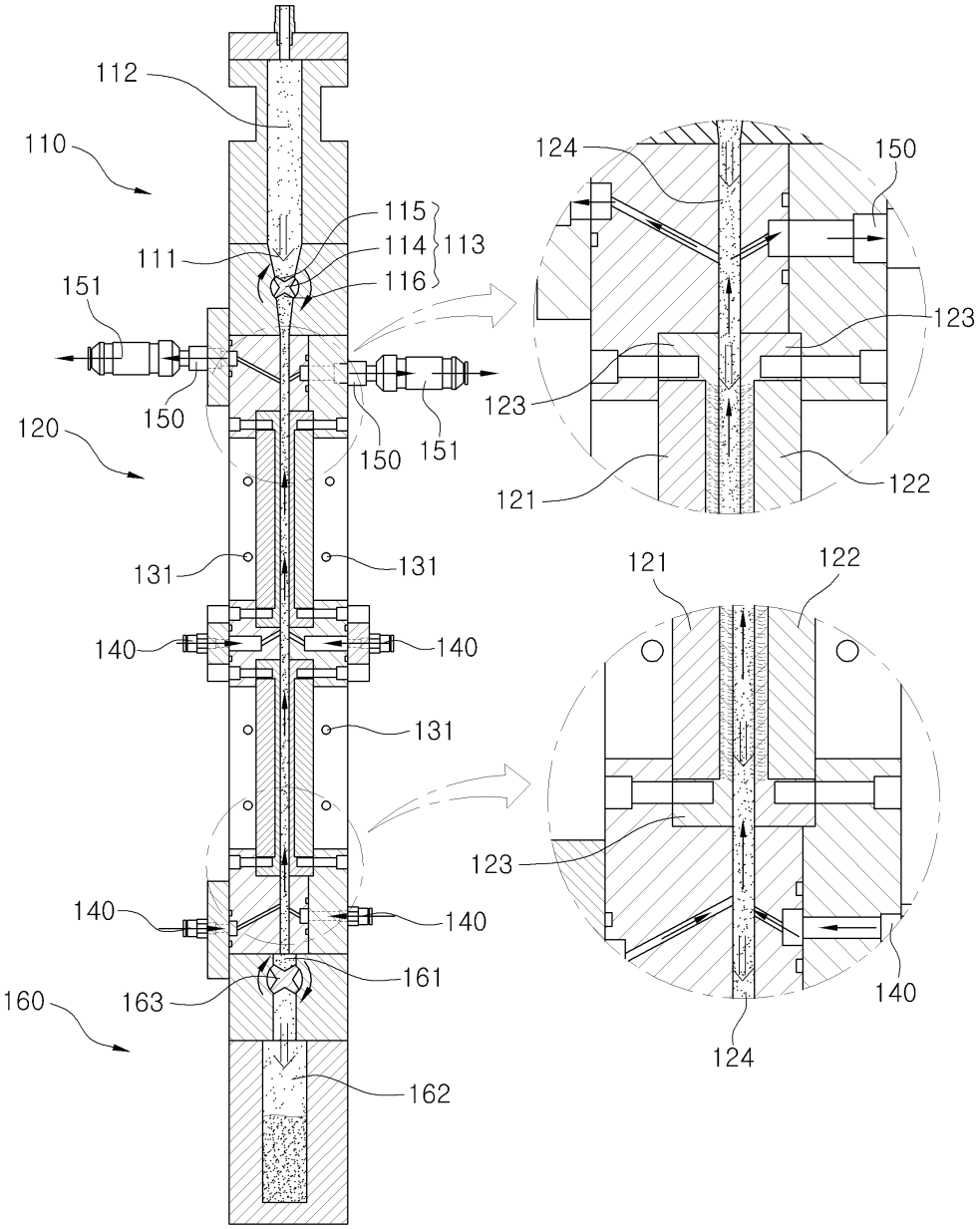
도면4


110
112
151
113
150
151
120
122
123
123
122
123
123
124
160
140
161
163
162

도면5


110
112
151
113
150
151
122
120
123
123
140
122
123
123
124
161
160
140
163
162

도면6


112
110
111
151
150
120
131
140
131
140
131
140
140
161
160
163
162
115
114
113
116
150
151
124
150
123
123
121
122
121
122
123
140
124