



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월23일

(11) 등록번호 10-1841439

(24) 등록일자 2018년03월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25D 17/02 (2006.01) *C25D 17/00* (2006.01)

C25D 17/06 (2006.01) *C25D 17/10* (2006.01)

C25D 21/08 (2006.01) *C25D 21/14* (2006.01)

C25D 3/12 (2006.01) *C25D 5/00* (2006.01)

H01M 14/00 (2006.01)

- (52) CPC특허분류

C25D 17/02 (2013.01)

C25D 17/00 (2013.01)

- (21) 출원번호 10-2016-0143082

- (22) 출원일자 2016년10월31일

심사청구일자 2016년10월31일

- (56) 선행기술조사문헌

KR1020160065193 A*

JP06280098 A*

KR1020120132016 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

- (72) 발명자

김진주

세종특별자치시 다솜1로 164, 201동 702호 (도담동, 도람마을 2단지)

손광재

세종특별자치시 노을3로 14, 110동 102호 (한솔동, 첫마을아파트)

(뒷면에 계속)

- (74) 대리인

특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 9 항

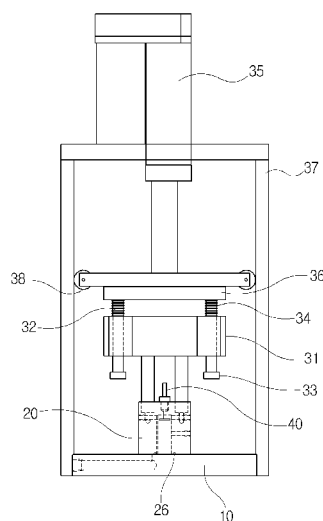
심사관 : 김재중

(54) 발명의 명칭 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치

(57) $\mathcal{A} \neq \emptyset$

본 발명은 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치에 관한 것으로, 피도금체를 올려 놓는 음극부재, 음극부재의 상부로 이동가능하게 구비되고 음극부재와 도금액 수용공간을 형성하도록 음극부재 위에 안착되는 도금조, 도금조를 승강시키는 승강기구, 도금액 수용공간에 채워지는 도금액에 전기적으로 연결되는 양전극, 및 음극부재와 양전극에 전기를 인가하는 전원부를 포함하여, 소량의 도금용액으로도 전기도금이 가능하여 방사성 폐기물 용액의 양을 감소시킬 수 있고 밀폐공간에서 도금공정을 자동화하여 작업자의 피폭위험을 감소시킬 수 있게 된다.

9월 3주 - 토2



(52) CPC특허분류

C25D 17/06 (2013.01)
C25D 17/10 (2013.01)
C25D 21/08 (2013.01)
C25D 21/14 (2013.01)
C25D 3/12 (2013.01)
C25D 5/003 (2013.01)
H01M 14/00 (2013.01)

(72) 발명자

홍진태

대전광역시 유성구 반석동로 33, 506동 302호 (반석동, 반석마을5단지아파트)

최상무

1 대전광역시 서구 관저북로 52, 109동 1903호 (관저동, 대자연마을아파트)

업영랑

대전광역시 유성구 가정로 65, 106동 403호 (신성동, 대림두레아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 77370-15

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 지식경제부 국가연구개발사업

연구과제명 전지 원천기술 개발 외부충전없이 반영구적으로 사용이 가능한 10mWh / cm²급 동위원소 기반 전고상 하이브리드

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.12.01 ~ 2017.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

피도금체를 올려 놓는 안착부를 구비하고, 도금을 위한 전기가 인가되는 음극부재;

저면이 개방된 형상을 갖고, 상기 음극부재의 상부면에 대하여 상하 이동가능하게 구비되며, 상기 음극부재의 상부면에 안착되면 상기 음극부재의 상부면을 바닥으로 하는 도금액 수용공간을 형성하는 도금조;

상기 도금조를 상기 음극부재에 대하여 승강시키는 승강기구;

상기 도금액 수용공간에 채워지는 도금액에 전기적으로 연결되는 양전극; 및

상기 도금액 수용공간에 도금액이 채워진 상태에서 상기 음극부재와 양전극에 도금을 위한 전기를 인가하는 전원부;

를 포함하고,

상기 승강기구는,

상기 도금조와 일체로 거동하는 승강블록;

상기 승강블록을 상기 음극부재의 상하방향으로 슬라이드이동가능하게 지지하는 승강가이드;

상기 승강블록이 상기 승강가이드와 함께 승강할 수 있도록 상기 승강가이드의 하단부에서 상기 승강블록을 지지하는 스톱퍼;

상기 승강블록을 상기 음극부재쪽으로 탄성지지하는 탄성스프링; 및

상기 승강가이드를 상기 음극부재에 대하여 승강시키는 승강실린더;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도금조로 도금액을 공급하고 회수하는 도금액 공급수단;

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 도금액 공급수단은,

상기 도금조로 공급되는 도금액이 저장되는 제1도금액 저장조;

상기 제1도금액 저장조의 도금액을 펌핑하여 상기 도금조로 공급하는 펌프;

상기 도금조와 상기 펌프를 연결하는 제1유로;

상기 제1도금액 저장조와 상기 펌프를 연결하는 제2유로;

상기 도금조로부터 회수되는 도금액이 저장되는 제2도금액 저장조;

상기 제1유로 및 상기 제2유로와 병렬로 연결되는 제3유로;

상기 제1유로와 상기 제2도금액 저장조를 연결하는 제4유로;

상기 제1유로를 개폐하는 제1개폐밸브;

상기 제2유로를 개폐하는 제2개폐밸브;

상기 제3유로를 개폐하는 제3개폐밸브;

상기 제4유로를 개폐하는 제4개폐밸브; 및

상기 제1개폐밸브와 제2개폐밸브를 개방하고 상기 제3개폐밸브와 제4개폐밸브를 닫은 상태에서 상기 펌프를 정회전시켜 상기 제1도금액 저장조의 도금액이 상기 제2유로와 펌프 및 제1유로를 순차적으로 통과하여 상기 도금조의 내부로 공급되게 하고, 상기 제1개폐밸브와 제2개폐밸브를 닫고 상기 제3개폐밸브와 제4개폐밸브를 개방한 상태에서 상기 펌프를 역회전시켜 상기 도금조의 도금액이 상기 제1유로와 제3유로, 제2유로, 펌프를 순차적으로 통과한 후 다시 상기 제1유로와 제4유로를 순차적으로 통과하여 상기 제2도금액 저장조로 회수되게 하는 제어부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 도금액 공급수단과 상기 펌프, 상기 제1유로, 상기 제2유로, 상기 제3유로, 상기 제4유로, 상기 제1개폐밸브, 상기 제2개폐밸브, 상기 제3개폐밸브, 상기 제4개폐밸브 및 상기 제어부를 공유하되, 도금액의 배출 후 상기 도금조의 내부를 세척할 수 있도록 상기 도금조의 내부로 세척수를 공급하고 회수하는 세척수 공급수단;

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 세척수 공급수단은,

상기 도금조로 공급되는 세척수가 저장되는 제1세척수 저장조;

상기 도금조로부터 회수되는 세척수가 저장되는 제2세척수 저장조;

상기 제1세척수 저장조와 상기 제2유로를 연결하는 제5유로;

상기 제2세척수 저장조와 상기 제4유로를 연결하는 제6유로;

상기 제5유로를 개폐하는 제5개폐밸브;

상기 제6유로를 개폐하는 제6개폐밸브;

를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 제1개폐밸브와 제2개폐밸브 및 제5개폐밸브를 개방하고 상기 제2개폐밸브와 제3개폐밸브 및 제4개폐밸브를 닫은 상태에서 상기 펌프를 정회전시켜 상기 제1세척수 저장조의 세척수가 상기 제5유로와 제2유로, 펌프 및 제1유로를 순차적으로 통과하여 상기 도금조의 내부로 공급되게 하고, 상기 제1개폐밸브와 제2개폐밸브 및 제5개폐밸브를 닫고 상기 제3개폐밸브와 제4개폐밸브 및 제6개폐밸브를 개방한 상태에서 상기 펌프를 역회전시켜 상기 도금조의 세척수가 상기 제1유로와 제3유로, 제2유로, 및 펌프를 순차적으로 통과한 후 다시 상기 제1유로와 제4유로 및 제6유로를 순차적으로 통과하여 상기 제2세척수 저장조로 회수되게 하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 도금조의 내부로 공기를 주입시켜 도금액의 유동성을 증가시키는 공기공급수단;

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 승강기구는,
상기 승강실린더를 지지하는 승강지지대; 및
상기 승강지지대를 따라 이동하면서 상기 승강가이드를 상하방향으로 이동가능하게 지지하는 지지롤러;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 도금조의 저면에 구비되고, 상기 도금조와 상기 음극부재 상부면과의 사이의 기밀을 유지하는 기밀부재;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 음극부재는,
상기 안착부와 연통하여 형성된 배수구를 구비한 것을 특징으로 하는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 베타전지의 에너지원으로 사용되는 방사성동위원소를 Ni 포일 위에 접합시키는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 베타전지(betavoltaic battery)는 방사성동위원소가 방출하는 베타선의 붕괴에너지를 전기에너지로 변환하는 장치이다. 베타전지의 에너지원으로는 순수 베타방출 방사성동위원소를 사용하며, 이 중 장반감기 저에너지 베타 핵종인 Ni-63이 에너지원으로 많이 사용되고 있다.

[0003] 베타전지는 포일(foil) 형태의 안정 니켈(Ni) 위에 방사성동위원소 Ni-63을 접합한 후 반도체와 결합시켜 제작하는데, 이때 니켈 포일 위에 Ni-63을 접합하는 방법으로 전기도금공정이 주로 사용된다.

[0004] 베타전지의 전기도금을 양산공정에 도입하기 전에 전기도금 실험을 하게 되는데, 전기도금 실험시 일반적으로 사용하는 도금조(plating bath)는 도 1에 도시된 바와 같이, 니켈 포일(피도금체)을 도금액에 수직하게 세워 담근 상태에서 도금을 하게 된다. 그로 인해 1회 도금할 때마다, 즉 1장의 Ni-63 foil을 만들 때마다 많은 양의 도금액이 사용된다. 이 경우 도금실험 후 버려지는 방사성 폐기물 용액의 양이 많아지게 되며, 소량의 Ni-63 방사성동위원소 용액을 부피가 큰 도금용액에 녹여서 도금을 하기 때문에 Ni-63 도금층의 비방사능이 감소한다는 문제점이 있었다.

[0005] 또한, 도금조의 상부가 별도의 차폐 없이 외부에 그대로 노출되어 방사성동위원소를 이용하는 도금실험 시 방사성용액이 외부로 쏟아진다면 작업자가 방사성용액에 직접 노출되는 등 안전상의 문제가 발생할 가능성이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2003-0073398호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치가 가지는 문제점들을 개선하기 위해 창출된 것으로, 소량의 도금용액으로도 전기도금이 가능하여 방사성 폐기물 용액의 양을 감소시킬 수 있고 밀폐공간에서 도금공정을 자동화하여 작업자의 피폭위험을 감소시킬 수 있는 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치를 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치는, 피도금체를 올려 놓는 안착부를 구비하고 도금을 위한 전기가 인가되는 음극부재, 저면이 개방된 형상을 갖고 상기 음극부재의 상부면에 대하여 상하 이동가능하게 구비되며 상기 음극부재의 상부면에 안착되면 상기 음극부재의 상부면을 바닥으로 하는 도금액 수용공간을 형성하는 도금조, 상기 도금조를 상기 음극부재에 대하여 승강시키는 승강기구, 상기 도금액 수용공간에 채워지는 도금액에 전기적으로 연결되는 양전극, 및 상기 도금액 수용공간에 도금액이 채워진 상태에서 상기 음극부재와 양전극에 도금을 위한 전기를 인가하는 전원부를 포함한다.

이 경우, 승강기구는 도금조와 일체로 거동하는 승강블록, 승강블록을 음극부재의 상하방향으로 슬라이드이동가능하게 지지하는 승강가이드, 승강블록이 승강가이드와 함께 승강할 수 있도록 승강가이드의 하단부에서 승강블록을 지지하는 스톱퍼, 승강블록을 음극부재쪽으로 탄성지지하는 탄성스프링, 및 승강가이드를 음극부재에 대하여 승강시키는 승강실린더를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치에 의하면, 소량의 도금용액으로도 전기도금이 가능하여 방사성 폐기물 용액의 양을 감소시킬 수 있고 Ni-63 도금층의 비 방사능을 높여 베타전지의 출력을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 그리고, 본 발명에 의하면 도금액에 압축공기를 공급하여 유동성을 증가시킴으로써 도금액을 균일하게 혼합시켜 도금효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0010] 또한, 본 발명에 의하면, 밀폐공간에서 도금공정을 자동화하여 수행함으로써 작업자가 방사능 물질에 직접 노출되는 것을 감소시키고 방사성 물질을 직접적으로 다루는 시간을 크게 감소시켜 작업자의 피폭위험을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 종래의 기술에 따른 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치를 나타낸 사시도,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치를 나타낸 일 측면도,
 도 3은 도 2에 도시된 도금조의 작동상태도,
 도 4는 도 2에 도시된 음극부재를 나타낸 평면도,
 도 5는 도 4의 A-A선을 따라 절개한 측단면도,
 도 6은 도 2에 도시된 도금조를 나타낸 저면도,
 도 7은 도 6의 B-B선을 따라 절개한 측단면도,
 도 8 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치를 나타낸 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0013] 도 1 내지 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 베타전지 제조용 방사성동위원소 전기도금장치는, 피도금체를 올려 놓는 음극부재(10), 음극부재(10)의 상부로 이동가능하게 구비되는 도금조(20), 도금조(20)를 승강시키는 승강기구, 도금액에 전기적으로 연결되는 양전극(40), 음극부재(10)와 양전극(40)에 전기를 인가하는

전원부(50), 도금조(20)로 도금액을 공급하고 회수하는 도금액 공급수단, 도금액의 배출 후 도금조(20)의 내부로 세척수를 공급하고 회수하는 세척수 공급수단, 도금조(20)의 내부로 공기를 주입시켜 도금액에 운동력을 발생시키는 공기공급수단을 포함한다.

- [0014] 음극부재(10)는 상부면이 평평한 사각 플레이트 형상으로 형성되고 상부면에 피도금체를 올려 놓는 안착부(11)가 형성되어 있다. 안착부(11)는 오목하게 형성되어 피도금체가 안착되고 도금액이나 세척수가 고일 수 있게 된다. 음극부재(10)에는 안착부(11)에 고인 도금액이나 세척수를 배출하기 위한 배수구(12)가 형성되어 있다. 배수구(12)는 음극부재(10)의 측면에서 안착부(11)와 연통되게 형성되어 있다.
- [0015] 안착부(11)는 피도금체를 수평하게 눕혀 안착시킬 수 있는 크기로 형성되어 있다. 본 발명에서는 피도금체를 수직하게 세워서 도금액에 담그는 것이 아니라 수평하게 눕혀 도금액에 담금으로써 소량의 도금용액으로도 전기도금이 가능하게 된다. 그로 인해 방사성 폐기물 용액의 양을 감소시킬 수 있고 Ni-63 도금층의 비 방사능을 높여 베타전지의 출력을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0016] 음극부재(10)는 도체로 이루어져 전원부(50)로부터 도금을 위한 전기가 인가된다. 양전극(40)은 도금조(20)의 상부에 구비되어 도금액 수용공간(21)에 채워지는 도금액에 전기적으로 연결된다. 전원부(50)는 도금액 수용공간(21)에 도금액이 채워진 상태에서 음극부재(10)와 양전극(40)에 도금을 위한 전기를 인가한다.
- [0018] 도금조(20)는 음극부재(10)의 안착부(11)로 피도금체를 출입시킬 수 있도록 음극부재(10)의 상부로 이동가능하게 구비된다. 도금조(20)는 승강기구에 의해 음극부재(10)에 대하여 승강하게 된다.
- [0019] 실린더로드가 수축되면 도금조(20)가 상승하여 음극부재(10)와 도금조(20) 사이가 이격되고, 음극부재(10)의 안착부(11)에 피도금체를 안착시키거나 도금이 완료된 피도금체를 꺼낼 수 있게 된다. 실린더로드가 신장되면 도금조(20)가 하강하여 음극부재(10) 위에 안착된다.
- [0021] 승강기구는 도금조(20)와 일체로 거동하는 승강블록(31), 승강블록(31)을 음극부재(10)의 상하방향으로 슬라이드이동가능하게 지지하는 승강가이드(32), 승강블록(31)이 승강가이드(32)와 함께 승강할 수 있도록 승강가이드(32)의 하단부에서 승강블록(31)을 지지하는 스톱퍼(33), 승강블록(31)을 음극부재(10) 쪽으로 탄성지지하는 탄성스프링(34), 승강가이드(32)를 음극부재(10)에 대하여 승강시키는 승강실린더(35), 승강실린더(35)를 지지하는 승강지지대(37), 및 승강지지대(37)를 따라 이동하면서 승강가이드(32)를 상하방향으로 이동가능하게 지지하는 지지롤러(38)를 포함한다.
- [0022] 승강지지대(37)는 음극부재(10)에 고정결합되고, 승강실린더(35)의 실린더몸체가 승강지지대(37)에 고정결합되어 있다. 승강실린더(35)의 실린더로드의 단부에 지지부재(36)가 구비되고, 지지부재(36)에 1쌍의 승강가이드(32)가 결합되어 있다.
- [0023] 1쌍의 승강가이드(32)는 실린더로드와 평행한 방향으로 구비되어 승강블록(31)을 승강방향을 따라 슬라이드이동가능하게 지지한다. 승강블록(31)은 승강가이드(32)에 슬라이드이동가능하게 결합되어 있다. 탄성스프링(34)은 승강가이드(32)의 외주면에 끼워져 승강블록(31)을 아래쪽으로 탄성지지하게 된다. 즉 탄성스프링(34)은 승강가이드(32)에 지지부재(36)와 승강블록(31)의 사이에 구비되어 지지부재(36)에 대하여 승강블록(31)을 아래쪽으로 밀어내게 된다. 그로 인해 승강블록(31)에 상승 방향으로 외력이 가해지게 되면 탄성스프링(34)이 수축되면서 승강블록(31)을 탄성지지하게 된다. 따라서, 하강시 도금조(20)가 음극부재(10)에 도달한 이후에도 실린더로드가 일정 스트로크만큼 더 신장한 후 정지하게 된다. 승강블록(31)과 일체로 거동하는 도금조(20)가 음극부재(10)의 상부면에 도달하게 되면 탄성스프링(34)이 수축되면서 도금조(20)를 음극부재(10)쪽으로 탄성지지하여 도금조(20)를 음극부재(10)의 상부면에 밀착시키게 된다. 그로 인해 도금조(20)와 음극부재(10) 사이의 높은 기밀도를 유지할 수 있게 된다.
- [0024] 스톱퍼(33)는 승강가이드(32)의 하단부에 돌출되게 구비되어 승강블록(31)의 하강한계를 결정하게 된다. 스톱퍼(33)는 승강블록(31)이 승강가이드(32)의 하단에 위치할 때 걸림턱으로 작용한다.
- [0025] 실린더로드가 수축되면 승강가이드(32)가 실린더로드와 함께 상승하게 되는데, 승강이 시작될 때 탄성스프링(34)의 복원력에 의해 탄성스프링(34)이 신장되면서 승강블록(31)과 도금조(20)는 상승하지 않고 승강가이드(32)만 상승하게 되고, 이후 승강가이드(32)가 계속 상승하여 승강블록(31)이 스톱퍼(33)에 걸리게 되면 승강가이드(32)와 도금조(20)가 함께 상승하게 된다.
- [0027] 도금조(20)가 음극부재(10)로 하강하여 음극부재(10)의 상부면에 안착되면 음극부재(10)를 바닥으로 하는 도금액 수용공간(21)을 형성하게 된다. 도금조(20)는 아래쪽이 개방된 사각통 형상으로 형성되어 도금조(20)가 음극

부재(10) 상부면에 안착되면 아래쪽이 음극부재(10)에 의해 막히면서 도금액 수용공간(21)을 형성하게 된다.

- [0028] 도금액은 장반감기 핵종인 Ni-63(반감기: 약 100.1년)이 녹아 있는 방사성 도금액용액으로, 도금조(20)가 밀폐되어 전기도금 실험 중 작업자가 도금액에 직접 노출되거나 도금액 자체가 쏟아지는 위험을 제거할 수 있게 된다. 도금조(20)는 아크릴로 제작되어 도금조 자체의 차폐효과도 있다.
- [0029] 도금조(20)의 저면에는 기밀홈(25)이 형성되고, 기밀홈(25)에 기밀부재(26)가 안착 구비되어 도금조(20)와 음극부재(10) 상부면과의 사이의 기밀을 유지하게 된다. 기밀부재(26)는 사각링 형상의 고무패킹으로 구비될 수 있을 것이다. 기밀부재(26)는 도금조(20)의 저면이 아니고, 음극부재(10)의 상부면에 고정되는 것도 당연히 가능할 것이다.
- [0031] 도 8 내지 도 9를 참조하면, 도금액 공급수단은 도금조(20)로 공급되는 도금액이 저장되는 제1도금액 저장조(81), 제1도금액 저장조(81)의 도금액을 펌핑하여 도금조(20)로 공급하는 펌프(93), 도금조(20)와 펌프를 연결하는 제1유로(61), 제1도금액 저장조(81)와 펌프(93)를 연결하는 제2유로(62), 도금조(20)로부터 회수되는 도금액이 저장되는 제2도금액 저장조(82), 제1유로(61) 및 제2유로(62)와 병렬로 연결되는 제3유로(63), 제1유로(61)와 제2도금액 저장조(82)를 연결하는 제4유로(64), 제1유로(61)를 개폐하는 제1개폐밸브(71), 제2유로(62)를 개폐하는 제2개폐밸브(72), 제3유로(63)를 개폐하는 제3개폐밸브(73), 제4유로(64)를 개폐하는 제4개폐밸브(74), 및 개폐밸브들과 펌프(93)를 제어하는 제어부를 포함하고 있다.
- [0032] 제1도금액 저장조(81)와 제2도금액 저장조(82)는 도금 전의 도금액과 도금을 수행한 도금액을 따로 저장하여 방사성 물질이 포함된 용액만 회수하여 처리할 수 있게 된다.
- [0033] 제1유로(61)는 일단이 도금조(20)에 연결되고 타단이 펌프(93)에 연결되어 있으며, 제1유로(61)상에 제1개폐밸브(71)가 구비되어 있다. 도금조(20)의 내부에는 제1유로(61)와 연결되는 내부유로(22)가 형성되어 있다. 내부유로(22)의 일단은 제1유로(61)의 단부가 연결되고 타단은 도금액 수용공간(21)의 하단으로 연장되어 있다. 이와 같이 내부유로(22)의 하단부가 도금조(20)의 하단부에 형성됨으로써 도금액의 회수시 도금액 수용공간(21)의 바닥에 잔류하는 도금액까지 흡입하여 회수할 수 있게 된다.
- [0034] 제2유로(62)는 일단이 제1도금액 저장조(81)에 연결되고 타단이 펌프(93)에 연결되어 있으며, 제2유로(62)상에 제2개폐밸브(72)가 구비되어 있다. 제3유로(63)는 일단이 제1유로(61)에 연결되 제1개폐밸브(71)와 도금조(20) 사이에 연결되고, 타단은 제2유로(62)에 연결되 펌프(93)와 제2개폐밸브(72) 사이에 연결되어 있다. 제4유로(64)는 일단이 제1유로(61)에 연결되 제1개폐밸브(71)와 펌프(93) 사이에 연결되고, 타단은 제2도금액 저장조(82)에 연결되어 있다.
- [0035] 도 8에 도시된 바와 같이 도금액을 도금조(20)로 공급하고자 할 때, 제어부는 제1개폐밸브(71)와 제2개폐밸브(72)를 개방하고 제3개폐밸브(73)와 제4개폐밸브(74)는 닫은 상태에서 펌프(93)를 정회전시킨다. 펌프(93)가 가동되면 제1도금액 저장조(81)의 도금액은 제2유로(62)를 통해 펌프(93)로 유입되고, 펌프(93)를 통과한 도금액은 제1유로(61)를 통과하여 도금조(20)의 내부로 공급된다.
- [0036] 도금조(20)에 도금액이 충전되면 공기공급수단으로 도금액에 공기를 공급하여 기포를 발생시킴으로써 도금액의 유동성을 증가시킨다. 도금조(20)에 충전된 도금액에 압축공기를 주입시키게 되면 도금액에 기포가 발생하면서 유동성이 증가되어 도금액이 균일하게 혼합될 수 있게 된다.
- [0037] 공기공급수단은 도 8 내지 도 9에서와 같이, 제1유로(61)에 공기공급유로(68)를 연결하고 에어컴프레서(도면미도시)로 공기공급유로(68)로 압축공기를 공급하는 방식으로 구성할 수 있다.
- 또다른 방식으로, 공기공급유로(68)는 제1유로(61)를 통하지 않고 도금조(20)에 형성된 공기공급홀(24)에 직접 연결될 수도 있다. 이때, 도금조(20)에는 도금액으로 공급되는 공기가 배출되는 배기홀(23)이 더 형성될 수 있다.(도 7 참조)
- [0038] 도금이 완료되어 도금조(20)의 도금액을 회수하고자 할 때, 도 9에 도시된 바와 같이 제어부는 제1개폐밸브(71)와 제2개폐밸브(72)를 닫고 제3개폐밸브(73)와 제4개폐밸브(74)를 개방한 상태에서 펌프(93)를 역회전시킨다. 펌프(93)가 가동되면 도금조(20)의 도금액이 제1유로(61)로 유입되면서 닫혀 있는 제1개폐밸브(71)를 통과하지 못하고 제3유로(63)로 유입된다. 제3개폐밸브(73)를 통과한 도금액은 제2개폐밸브(72)도 닫혀 있는 상태이므로 제2유로(62)를 통해 펌프(93)로 유입된다. 펌프(93)를 통과한 도금액은 다시 제1유로(61)로 유입되고 닫혀 있는 제1개폐밸브(71)에 의해 제4유로(64)로 유입되고 제4개폐밸브(74)를 통과하여 제2도금액 저장조(82)로 회수된다.

- [0040] 도 10 내지 도 11을 참조하면, 세척수 공급수단은 제1도금액 저장조(81)와 제2도금액 저장조(82)를 제외한 도금액 공급수단을 포함한다. 즉, 세척수 공급수단은 도금액 공급수단과 펌프(93), 제1유로(61), 제2유로(62), 제3유로(63), 제4유로(64), 제1개폐밸브(71), 제2개폐밸브(72), 제3개폐밸브(73), 제4개폐밸브(74) 및 제어부를 공유하되, 도금조(20)로 공급되는 세척수가 저장되는 제1세척수 저장조(91), 도금조(20)로부터 회수되는 세척수가 저장되는 제2세척수 저장조(92), 제1세척수 저장조(91)와 제2유로(62)를 연결하는 제5유로(65), 제2세척수 저장조(92)와 제4유로(64)를 연결하는 제6유로(66), 제5유로(65)를 개폐하는 제5개폐밸브(75), 제6유로(66)를 개폐하는 제6개폐밸브(76)를 더 포함하고 있다.
- [0041] 세척수 공급수단은 도금액 공급수단의 유로들과 개폐밸브들, 펌프(93) 및 제어부를 그대로 사용하여 세척수를 순환시키게 된다. 즉 도금조(20)의 내부로 세척수의 공급과 회수를 반복적으로 수행함으로써 도금조(20) 내부의 세척이 이루어지게 된다.
- [0042] 도금액의 회수가 완료된 후 도금조(20)의 내부를 세척을 하고자 할 때, 도 10에 도시된 바와 같이 제어부는 제1개폐밸브(71)와 제2개폐밸브(72) 및 제5개폐밸브(75)를 개방하고 제2개폐밸브(72)와 제3개폐밸브(73) 및 제4개폐밸브(74)를 닫은 상태에서 펌프(93)를 정회전시킨다.
- [0043] 펌프(93)가 가동되면 제2개폐밸브(72)가 닫혀 있으므로 제1세척수 저장조(91)의 세척수가 제1도금액 저장조(81)로 유입되지 않고 제5유로(65)를 통해 제2유로(62)로 유입된다. 제2유로(62)로 유입되는 세척수는 펌프(93)를 통과한 후 제1유로(61)를 거쳐 도금조(20)의 내부로 공급된다.
- [0044] 도금조(20)의 내부에 세척수가 충전되면, 도 11에 도시된 바와 같이 제어부는 제1개폐밸브(71)와 제2개폐밸브(72) 및 제5개폐밸브(75)를 닫고 제3개폐밸브(73)와 제4개폐밸브(74) 및 제6개폐밸브(76)를 개방한 상태에서 펌프(93)를 역회전시킨다. 펌프(93)가 가동되면 도금조(20)의 세척수가 제1유로(61)로 유입되면서 닫혀 있는 제1개폐밸브(71)를 통과하지 못하고 제3유로(63)로 유입된다. 제3개폐밸브(73)를 통과한 세척수는 제2개폐밸브(72)도 닫혀 있는 상태이므로 제2유로(62)를 통해 펌프(93)로 유입되고, 펌프(93)를 통과한 세척수는 다시 제1유로(61)로 유입되고 닫혀 있는 제1개폐밸브(71)에 의해 제4유로(64)로 유입된 후 제4개폐밸브(74)를 통과하여 제2세척수 저장조(92)로 회수된다.
- [0045] 각 개폐밸브는 솔레노이드밸브로, 제어부의 간단한 조작에 의해 다수개의 개폐밸브들이 일괄적으로 개폐동작하여 간편하게 도금공정과 세척공정을 수행할 수 있게 된다. 이와 같이 도금공정을 자동화함으로써 작업자가 방사성 물질을 직접적으로 다루는 시간을 크게 감소시켜 작업자의 피폭위험을 감소시킬 수 있게 된다.
- [0047] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명은 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다.
- [0048] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

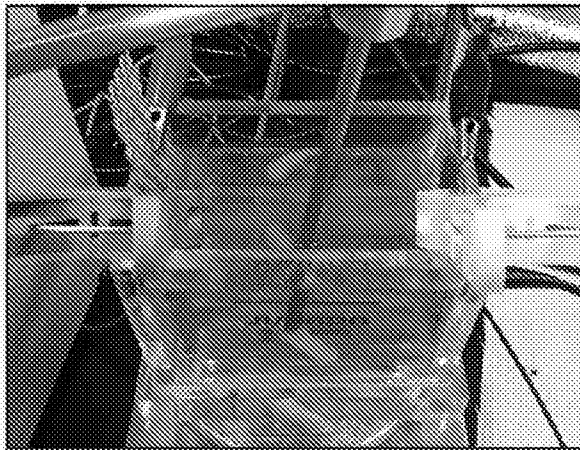
부호의 설명

- | | | |
|--------|---------------|------------|
| [0049] | 10 : 음극부재 | 11 : 안착부 |
| | 12 : 배수구 | 20 : 도금조 |
| | 21 : 도금액 수용공간 | 22 : 내부유로 |
| | 23 : 배기홀 | 24 : 공기공급홀 |
| | 25 : 기밀홈 | 26 : 기밀부재 |
| | 31 : 승강블록 | 32 : 승강가이드 |
| | 33 : 스톱퍼 | 34 : 탄성스프링 |
| | 35 : 승강실린더 | 36 : 지지부재 |
| | 37 : 승강지지대 | 38 : 지지롤러 |
| | 40 : 양전극 | 50 : 전원부 |

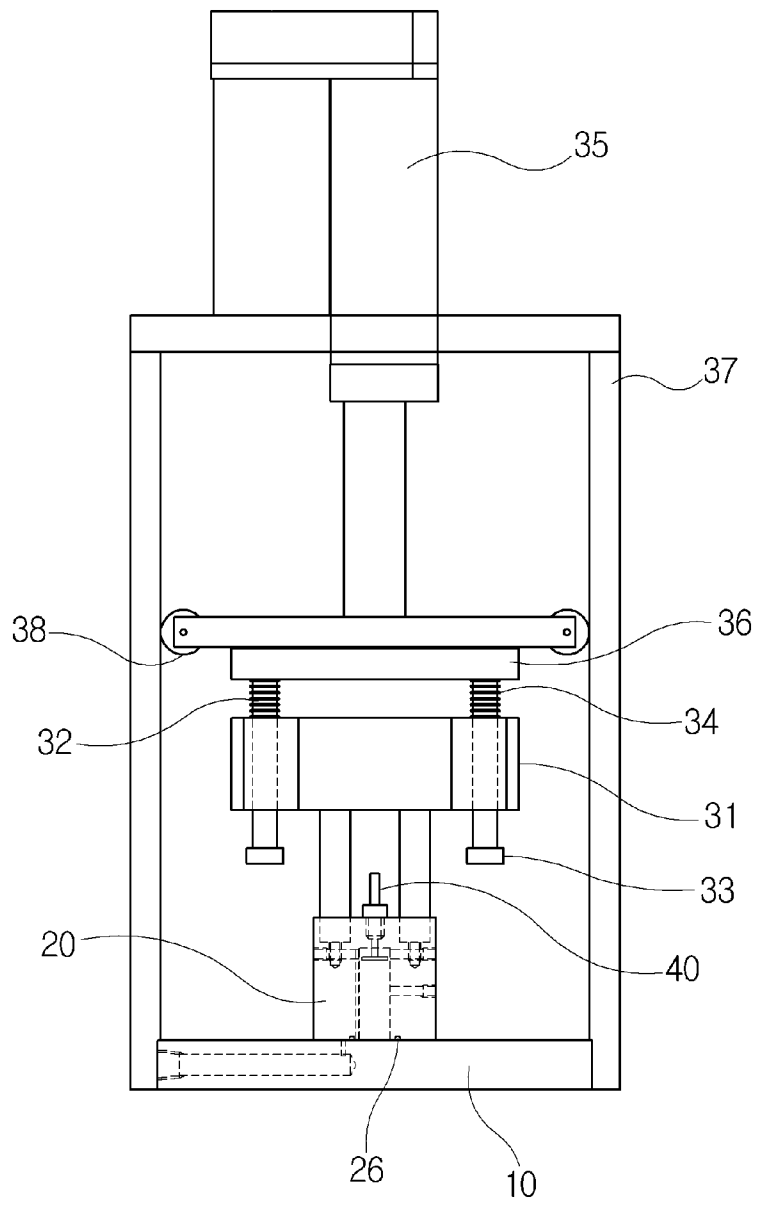
- | | |
|----------------|----------------|
| 61 : 제1유로 | 62 : 제2유로 |
| 63 : 제3유로 | 64 : 제4유로 |
| 65 : 제5유로 | 66 : 제6유로 |
| 68 : 공기공급유로 | 71 : 제1개폐밸브 |
| 72 : 제2개폐밸브 | 73 : 제3개폐밸브 |
| 74 : 제4개폐밸브 | 75 : 제5개폐밸브 |
| 76 : 제6개폐밸브 | 81 : 제1도금액 저장조 |
| 82 : 제2도금액 저장조 | 91 : 제1세척수 저장조 |
| 92 : 제2세척수 저장조 | 93 : 펌프 |

도면

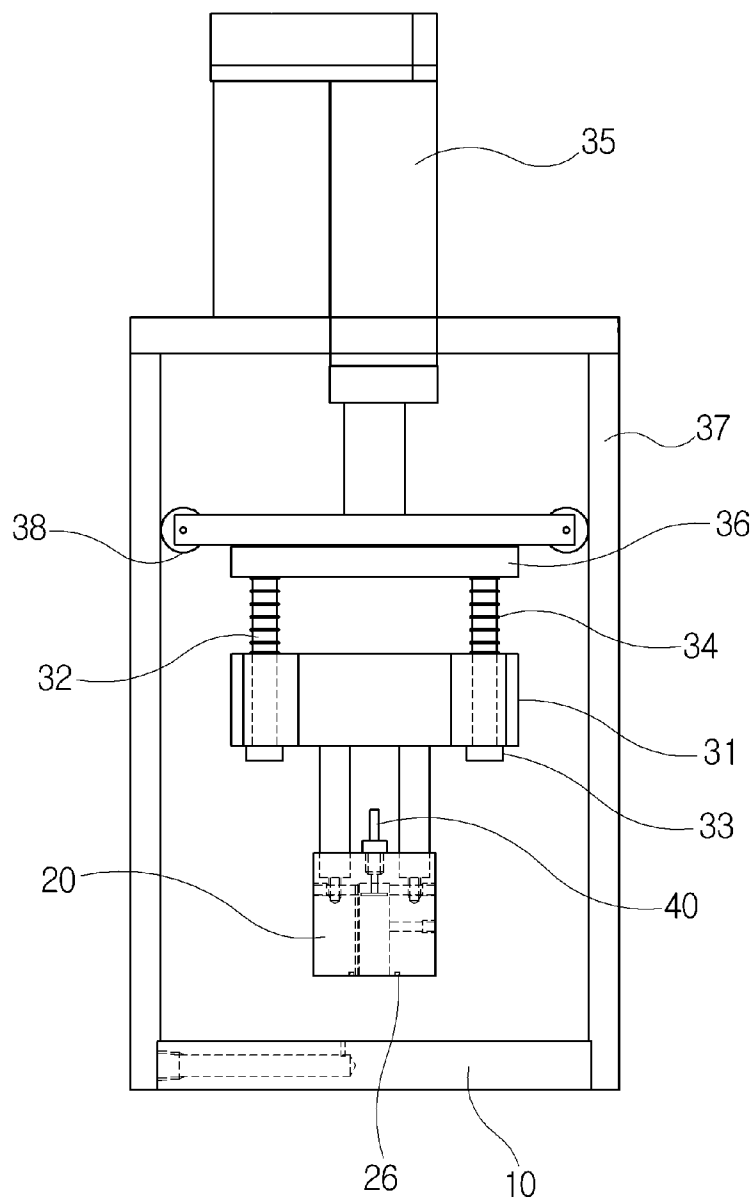
도면1



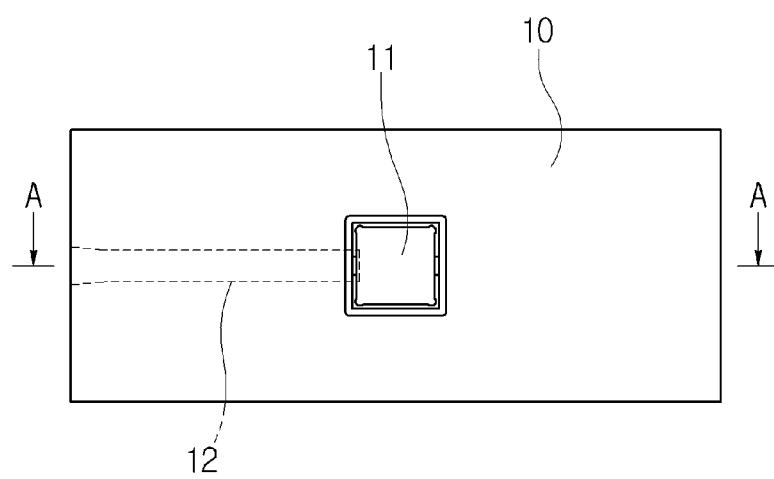
도면2



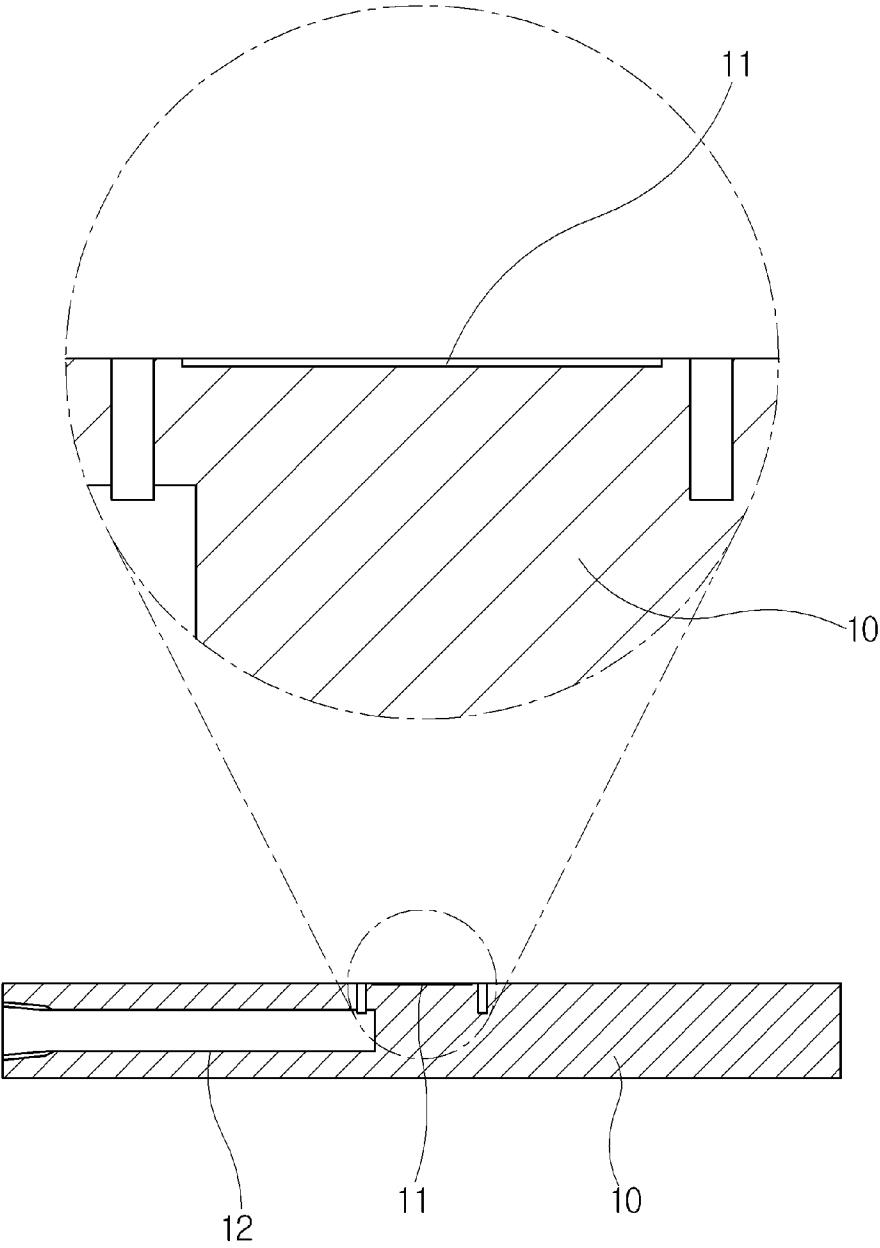
도면3



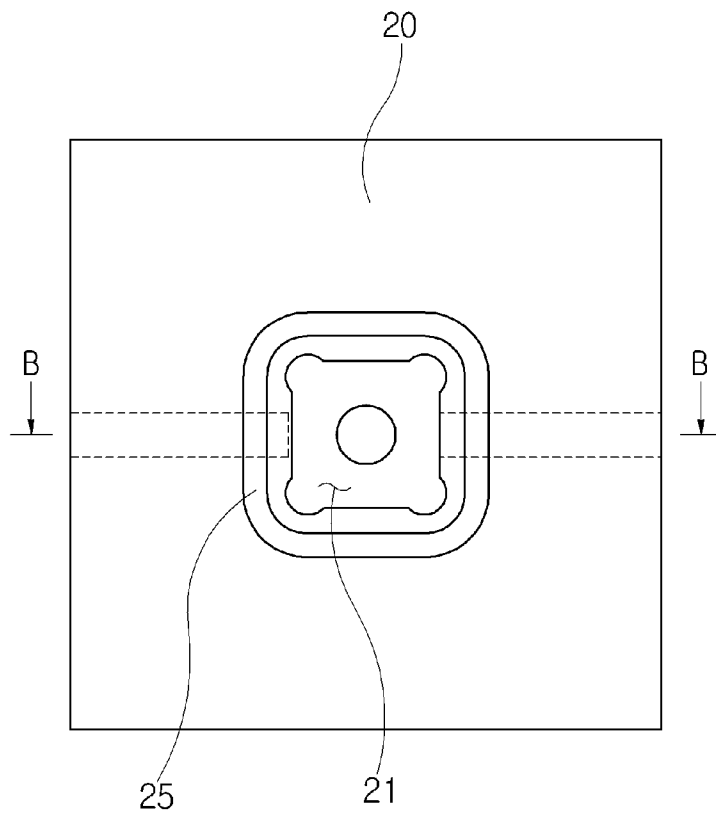
도면4



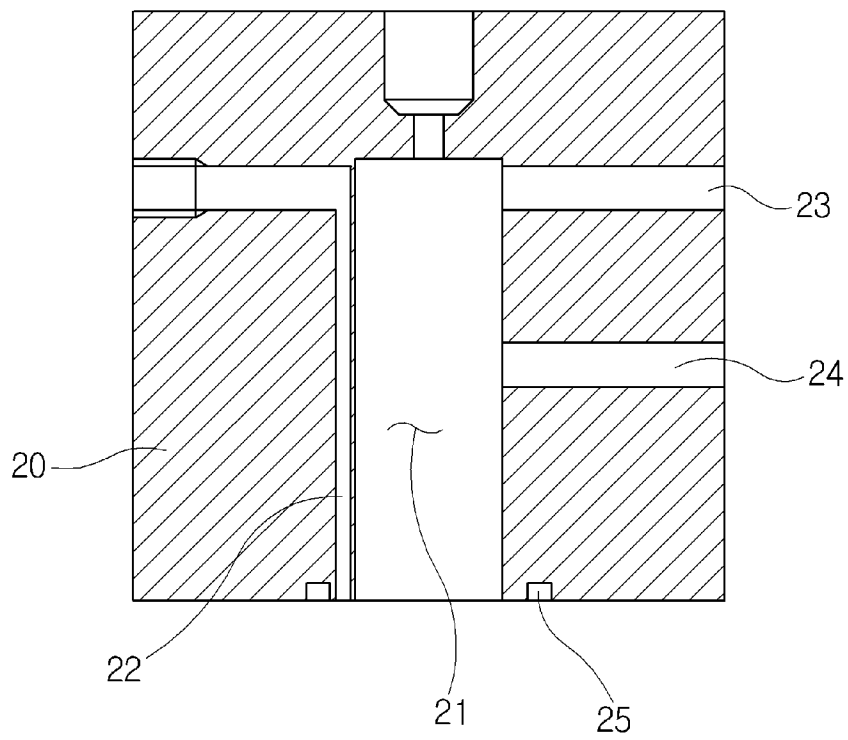
도면5



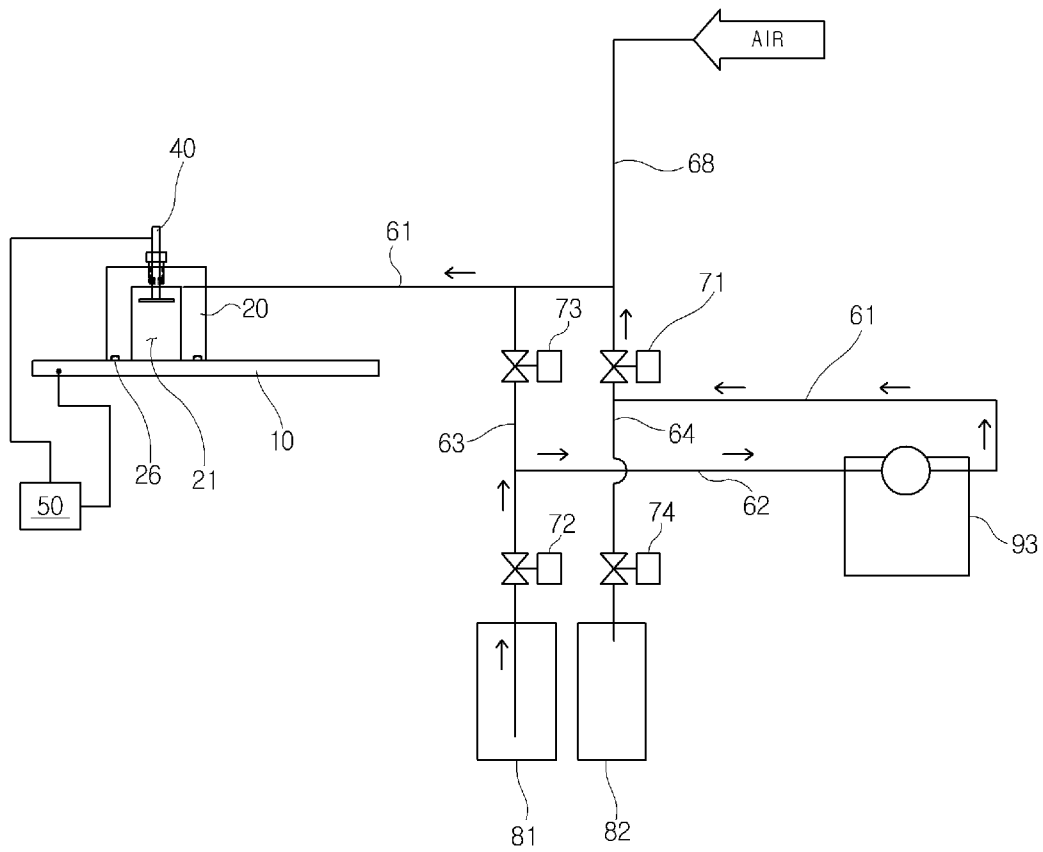
도면6



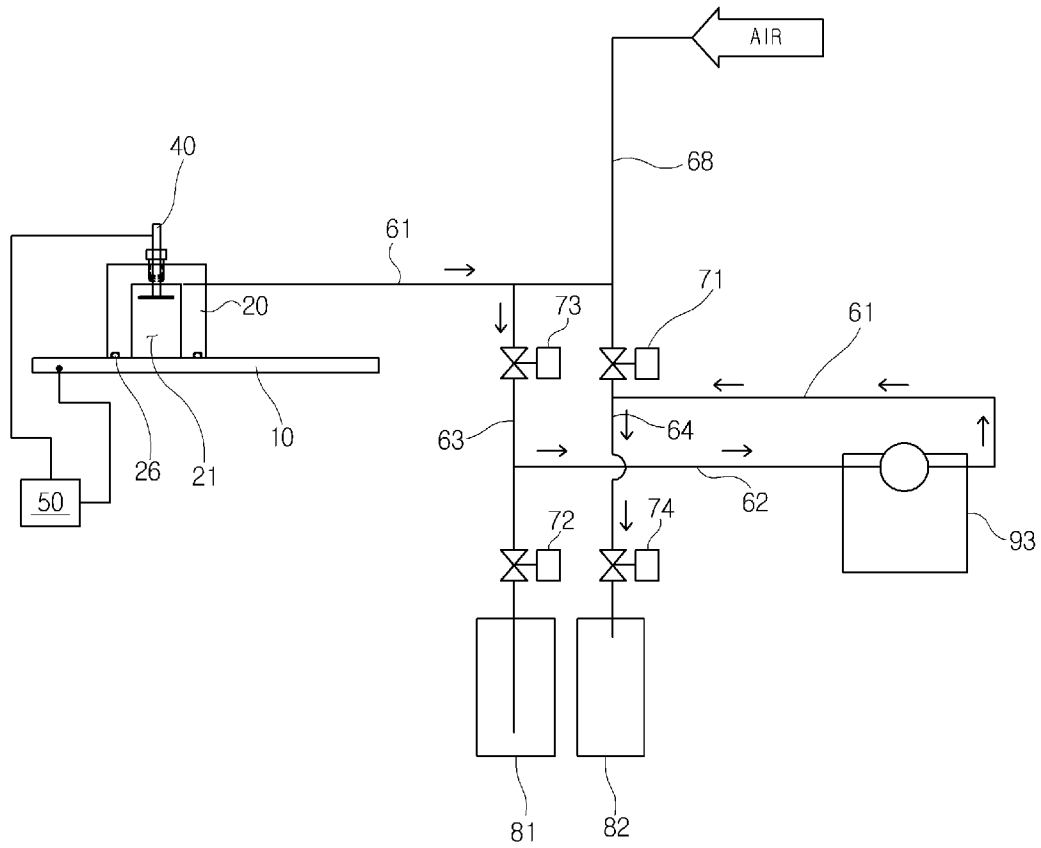
도면7



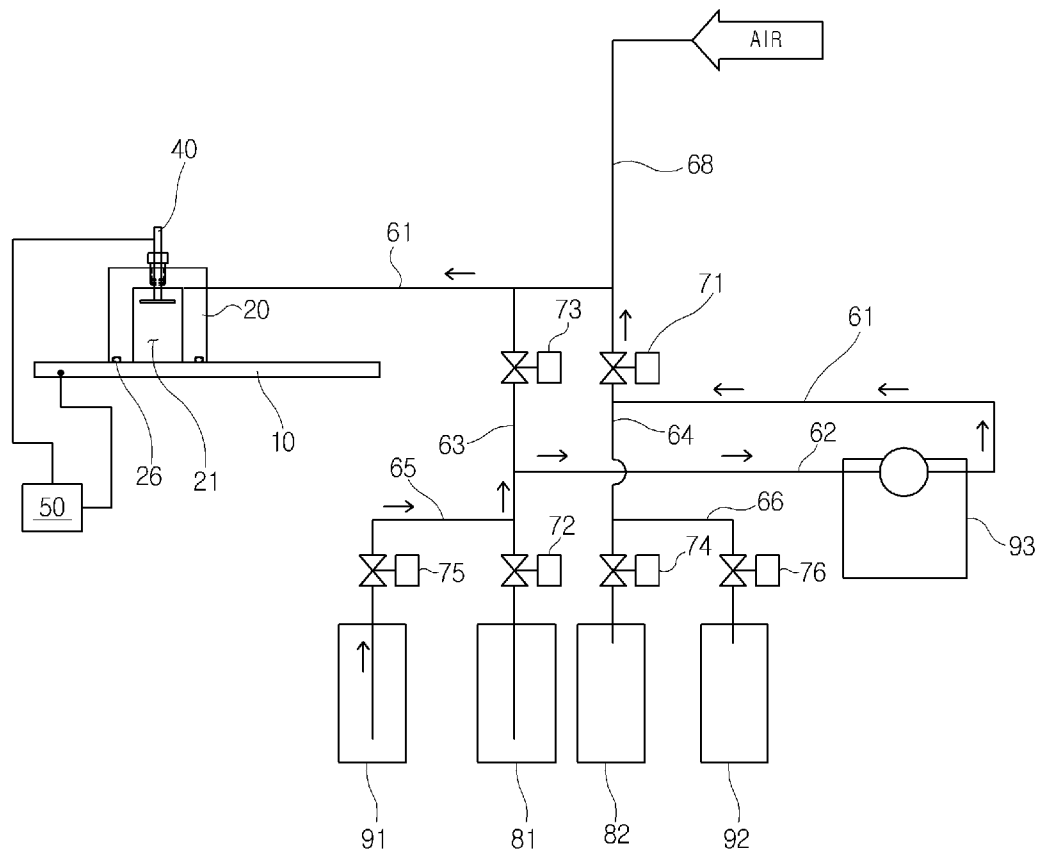
도 8



도면9



도면10



도 11

