(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H01L 21/205 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년04월27일
(11) 등록번호 10-0710914
(24) 등록일자 2007년04월17일

(21) 출원번호 10-2000-0072337
(22) 출원일자 2000년12월01일
심사청구일자 2005년12월01일

(65) 공개번호 10-2001-0062048
(43) 공개일자 2001년07월07일

(30) 우선권주장 11-343399 1999년12월02일 일본(JP)
2000-217926 2000년07월18일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1

(72) 발명자 호리에구니아키
일본국가나가와켄야마토시린칸2-13-5

츠카모토기와무
일본국가나가와켄후지사와시구게누마카이간5-11-20-1비

가모다겐지
일본국가나가와켄요코하마시츠즈키구치가사키히가시2-10-16

야마기시히로타케
일본국가나가와켄야마토시시모와다789-16

우에무라신야
일본국가나가와켄후지사와시하토리2-16-12

(74) 대리인 특허법인화우

(56) 선행기술조사문헌
KR 101998071597 A *
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 이시근

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 용적식 송액장치

(57) 요약

용적식 송액장치는 용적식 펌프(10)와 차압제어유닛(42)을 포함한다. 상기 용적식 펌프(10)는 플렉서블한 격막(24)으로 형성된 일부분을 갖는 하우징(22)을 구비한 송액실(28); 및 상기 격막(24)에 연결되어 격막을 변형시켜 상기 송액실(28)로부터 액체를 배출시키는 격막구동유닛(36)를 포함한다. 상기 차압제어유닛(42)은 송액시에 격막(24) 내외측의 차압을 일정하게 제어한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

용적식 송액장치로서,

플렉서블한 격막에 의해 분할된 송액실과, 상기 격막에 연결되어 상기 송액실로부터 유체를 배출시키는 격막구동유닛를 구비한 하우징을 포함하는 용적식 펌프; 및

송액시에 상기 격막 내외측간의 차압을 일정값으로 제어하는 차압제어유닛을 포함하되,

상기 차압제어유닛은, 상기 격막의 내외측간 차압을 감지하는 차압센서; 및

상기 차압센서로부터의 신호를 기초로 하여 상기 송액실에서 배출된 상기 액체의 유량을 제어하는 제어밸브를 포함하고,

상기 격막은 벨로즈를 포함하며,

상기 격막의 내외측 중 어느 한 쪽에는 대기압이 적용되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

제 1항에 있어서,

배출경로상에 설치된 유량센서를 더 포함하며;

송액시에 상기 송액실 내의 압력이 소정값을 초과하거나 압력변화 비율의 절대값이 소정값을 초과하는 경우, 상기 유량센서의 신호에 의거하여 제어를 행하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 6.

제 1항에 있어서,

상기 송액실은 1 스트로크에서 상기 유체의 필요한 배출량이 얻어지도록 구성되는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 7.

제 1항에 있어서,

상기 격막의 상기 송액실과 반대쪽의 공간을 가압하기 위해 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 8.

제 1항에 있어서,

병렬로 배치되고, 상이한 종류의 유체를 단일한 공정유닛에 공급하는 복수의 용적식 펌프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 9.

제 1항에 있어서,

같은 종류의 유체를 송출하며, 상기 유체를 단일한 공정유닛에서 연속적으로 번갈아 공급하는 2 개의 용적식 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

삭제

청구항 13.

삭제

청구항 14.

삭제

청구항 15.

용적식 송액장치로서,

플렉서블한 격막에 의해 분할된 송액실과, 상기 격막에 연결되어 상기 송액실로부터 유체를 배출시키는 격막구동유닛를 구비한 하우징을 포함하는 용적식 펌프;

상기 송액실로부터 연장되는 배출경로;

상기 배출경로상에 설치된 체크밸브; 및

송액정지시에 상기 체크밸브의 제 1측 압력을, 상기 송액실로부터 배출된 유체의 증기압 이하로 떨어지지 않도록 제어하는 압력제어유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 16.

제 15항에 있어서,

상기 압력제어유닛은 상기 체크밸브의 상류에 설치된 제어밸브를 포함하고, 송액정지시에 상기 송액실 내의 압력을 송액시에 필요한 압력으로 조절하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 17.

제 15항에 있어서,

상기 압력제어유닛은 상기 체크밸브의 상류에 설치된 제어밸브를 포함하고, 송액정지시에 상기 송액실의 압력을, 체크밸브와 제어밸브 사이의 배관의 체적팽창에 의해 야기되는 추정량과 동일한 양만큼, 송액시에 필요한 압력보다 높은 압력으로 조절하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 18.

제 15항에 있어서,

상기 송액실은 1 스트로크에서 상기 유체의 필요한 배출량이 얻어지도록 구성되는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 19.

제 15항에 있어서,

상기 격막의 상기 송액실과 반대쪽의 공간을 가압하기 위해 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 20.

제 15항에 있어서,

병렬로 배치되고, 상이한 종류의 유체를 단일한 공정유닛에 공급하는 복수의 용적식 펌프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 21.

제 15항에 있어서,

같은 종류의 유체를 송출하며, 상기 유체를 단일한 공정유닛에서 연속적으로 번갈아 공급하는 2 개의 용적식 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 용적식 송액장치.

청구항 22.

제 1항에 의한 용적식 송액장치;

상기 용적식 송액장치로부터 공급된 원료를 기화시키는 기화기; 및

상기 기화기로부터 공급된 원료가스를 이용하여 박막이 증착되는 성막실을 포함하는 것을 특징으로 하는 성막장치.

청구항 23.

삭제

청구항 24.

제 15항에 의한 용적식 송액장치;

상기 용적식 송액장치로부터 공급된 원료를 기화시키는 기화기; 및

상기 기화기로부터 공급된 원료가스를 이용하여 박막을 증착하는 성막실을 포함하는 것을 특징으로 하는 성막장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 미소한 유량의 액체를 일정량으로 화학증착장치 등의 각종 공정유닛에 공급하기 위해 사용되는 용적식 송액장치(positive displacement type liquid-delivery apparatus)에 관한 것이다.

최근 반도체 제조산업에 있어서는 집적회로의 집적기술이 눈에 띄게 향상되어, 현재의 메가비트급 DRAM에서 기가비트급 DRAM으로 대체될 것이라는 기대감 속에, DRAM의 연구 및 개발사업이 활발히 행하여 지고 있다. 이러한 DRAM 생산을 위해서는, 단위면적당 대용량을 갖는 캐패시터소자가 필요하다. 이러한 단위면적당 대용량소자의 제조에 사용되는 유전체 박막으로서는, 유전율이 20 정도인 오산화탄탈(Ta_2O_5), 또는 유전율이 300 정도인 바륨 티타네이트($BaTiO_3$), 스트론튬 티타네이트($SrTiO_3$), 또는 바륨 스트론튬 티타네이트 등의 금속산화물 박막재료가 유망시되고 있다.

이러한 금속산화물 박막재료를 기판상에 기상성장시키기 위해서는, 하나 이상의 유기금속화합물의 가스원료와 산소함유 가스를 혼합하여 만든 가스혼합물을 소정의 온도로 가열된 기판에 분사하도록 하고 있다. 유기금속화합물 가스원료는 제조될 박막의 성질에 따라 선택된다. 예를 들어, 바륨 스트론튬 티타네이트의 금속산화막에 있어서는, 우선 Ba, Sr, Ti 또는 그 화합물을 디피발로일메탄(DPM)화합물로 변환하고, 이들을 테트라히드로푸란(THF) 등의 유기용제에 용해시켜 각각의 액체원료를 제조한다. 이들 액체원료를 소정의 비율로 균일하게 혼합한 후, 이 혼합액을 기화기에 보내어 화학증착장치에서 사용하는 가스원료를 생산한다.

이러한 혼합액체원료는 밀폐된 용기에 있더라도 열화되기 쉬운 특성이 있어, 송액배관 내에 체류시키는 것은 바람직하지 않다. 이 혼합액체원료는 특히 가열되거나 공기에 노출되면, 파티클을 발생시켜 막의 품질을 저하시킨다. 따라서, 액체성분이 혼합된 혼합액체원료는 일단 안정된 상태로 보존하는 것이 필요하다. 또한, 가능한 신속하게 다 소모하는 것이 바람직하다. 또한, 성막장치는 미소한 유량에서부터 큰 유량까지 광범위에 걸쳐 혼합액체원료의 유량제어를 행할 수 있는 것이 바람직하다. 따라서, 송액장치는 엄밀한 원료유량제어를 제공할 수 있어야 한다.

이러한 용도로 사용되는 용적식 송액장치로서는, 기화기와 원료탱크 등의 공정유닛을 연결하는 배관 내에 매스 플로우 컨트롤러(MFC)를 설치하여, 원료탱크를 가스 등으로 가압하고, 액체를 송출하며, MFC 상의 제어밸브를 조절하여 액체의 배출량을 제어하는 장치가 알려져 있다. 또, 피스톤, 격막 등을 이용한 용적식 펌프도 사용되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

매스 플로우 컨트롤러를 사용한 종래의 장치들은 허용가능한 제어범위의 하한 부근에서의 유량제어 재현성(reproducibility)이 일반적으로 나쁘다. 또한, 공정유닛의 압력이 상승하면, 공정유닛의 압력을 초과하는 압력이 원료탱크 측에 적용되어야 한다. 따라서, 가압을 위해 사용된 다량의 가스가 원료탱크의 액체 내에 용해되고, 이 용해된 가스는 매스 플로우 컨트롤러의 제어밸브 하류쪽에서 재방출되거나 또는 원료의 흐름을 맥동하게 하는 경우가 발생한다.

용적식 펌프를 사용하면 이러한 결점은 극복할 수 있지만, 피스톤 펌프는 이 펌프의 슬라이딩부에서 발생되는 파티클이 액체를 오염시키기 때문에 사용될 수 없다. 벨로즈 또는 격막을 채용한 용적식 펌프는 액체를 오염시키지는 않지만, 다음과 같은 문제가 있다.

용기가 격막에 의해 2 개의 실, 즉 송액실 및 구동유체실로 분할되고, 구동유체로서 비압축성 액체가 사용되는 용적식 펌프를 구성하는 것을 생각할 수 있다. 이러한 구성에서는, 구동유체실에 공급되는 구동유체의 양에 따라 격막이 이동하여 용기로부터 액체가 배출된다. 따라서, 유량제어의 정밀도는 외부 구동계의 정밀도에 거의 의존하게 된다. 그 결과, 구동유체를 송액하는 외부장치가 필요하게 되어, 구동유체의 핸들링이 번거로울 뿐만 아니라 전체 장치가 대형화되는 문제가 발생한다.

격막을 구동시키는 구동장치를 기계적으로 구성하면 이러한 문제들이 제거되어 전체 장치가 단순해진다. 그러나, 용기의 제 2측(하류측)의 공정조건(압력)이 달라지면, 송액 배출량이 일정해지도록 격막의 움직임을 제어하기가 매우 곤란하게 된다. 또, 용기의 제 2측에 유량계를 설치하여 피드백제어를 행하여도, 유량계의 정밀도와 재현성은 매스 플로우 컨트롤러와 동일한 수준이기 때문에, 매스 플로우 컨트롤러 이상의 성능을 얻기는 불가능하게 된다.

송액정지시, 용적식 펌프의 제 2측의 압력은 공정유닛(피송액부)의 제 1측(상류측)에 설치된 체크밸브로부터 미소한 누출에 의해 서서히 저하된다. 이것은 송액개시시 압력저하를 초래하여, 송액유량을 안정화하는 데 시간이 걸릴 뿐만 아니라, 다른 문제점도 안고 있다. 예를 들면, 공정유닛의 압력이 대기압 이하일 경우, 체크밸브의 제 1측 압력이 원료의 증기압 이하로 저하되기 때문에 원료가 기화되는 경우가 있다.

또한, 용적식 펌프에 있어서는, 송액개시시에 펌프의 제 2측 배관에 압력변동이 발생하므로, 송액이 안정화될 때까지는 유량이 제어될 수 없다. 예를 들어, 복수의 원료가 동일한 비율로 송액될 것이 요구되면, 이들 원료는 송액이 안정화될 때까지 사용될 수 없다.

발명의 구성

이상과 같이, 본 발명의 목적은 플렉서블한 격막을 갖는 용적식 펌프방식을 채용하여, 높은 정밀도와 재현성으로 일정량의 액체를 공급할 수 있으며, 송액개시시부터 송액이 안정화될 때까지의 시간을 단축하고, 또한 송액개시 직후부터 유량을 제어할 수 있도록 하는 용적식 송액장치를 제공하는 것이다.

본 발명에 따른 용적식 송액장치는, 플렉서블한 격막에 의해 분할된 송액실과, 상기 격막에 연결되어 송액실로부터 유체를 배출시키는 격막구동유닛를 구비한 하우징; 및 송액시에 상기 격막의 내외측간의 차압을 일정값으로 제어하는 차압제어유닛을 포함한다.

따라서, 상기 장치의 구조는 격막이 격막구동유닛에 의해 구동되기 때문에 간단해진다. 또한, 격막의 내외측간의 차압을 일정값으로 유지함으로써, 격막의 변형을 일정량으로 유지하는 것이 가능하게 되어 격막 변형에 의한 오차를 없앤다. 따라서, 격막구동유닛는 격막의 변형량을 제어하여 정확한 유량제어를 행할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서, 상기 차압제어유닛은 상기 격막 내외측간의 차압을 감지하는 차압센서와, 이 차압센서의 신호를 기초로 하여 송액실로부터 배출되는 유량을 제어하는 제어밸브를 포함한다. 즉, 격막의 차압은 일정하게 되도록 제어되므로, 액체의 유량이 간접적으로 제어되게 된다.

따라서, 제어밸브를 조절함으로써 간접적으로 송액실의 압력을 조절하는 것이 가능하다. 예를 들어, 대기압 등의 송액실로부터 격막 반대쪽 공간의 압력변화가 충분히 작을 경우에는, 압력센서가 송액실을 향하는 쪽의 공간에만 사용되는 것이 필요하다.

이 경우, 격막의 이동거리에 따라 격막의 제 2측으로 액체의 소정량이 정확하게 이송되지는 않는다. 엄격한 의미로는, 격막의 내외측간의 차압이 달라지는 경우, 격막의 변형량은 차압에 따라 달라지므로, 액체의 배출량은 미리 규정된 양에서 벗어나게 된다. 따라서, 격막의 차압을 일정값으로 제어할 필요가 있다. 예를 들면, 격막의 위치와 소정의 차압에서의 송액량 사이의 관계가 파악되었다면, 실제 사용시의 소정의 차압과 같아지도록 격막의 차압이 제어되어, 송액량은 차압에서의 격막 변형량과 일치한다. 송액량은 격막의 위치와 차압간의 관계로부터 예측되기 때문에, 소정의 송액량을 정확하게 얻을 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 배출경로상에 유량센서가 설치되어, 송액시에 송액실 내의 압력이 소정값을 초과하거나 또는 압력변화 비율의 절대값이 소정값을 초과하는 경우에는 유량센서의 신호에 의거하여 제어를 행한다.

이러한 구조에서는, 시스템 상황의 변화가 심할 때에도 보다 정확한 제어를 행할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서, 송액실은 1 스트로크에서 필요한 배출량이 얻어지도록 구성된다.

이러한 구조에서는, 벨로즈 동작이 각 프로세스마다 항상 안정하고 균일하여, 예를 들면, 교대운전의 경우의 밸브전환시에 발생하는 압력, 유량변동 등을 회피할 수 있다. 또한, 1 스트로크의 일부를 사용하여 1 회의 송액을 행함으로써 벨로즈의 수명을 연장시킬 수도 있다.

이 경우, 유체의 필요한 배출량 또는 그 이상의 양을 얻게 되어, 1 스트로크에서 단일 기판(반도체 웨이퍼)상에 소정의 막을 형성할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 격막의 송액실과 반대쪽의 공간을 가스로 가압한다.

일반적으로, 격막 자체에는 벨로즈의 내외측간 허용차압이 있다. 이 차압이 작거나, 또는 펌프의 제 2측상의 공정유닛에서의 필요한 압력이 허용차압보다 클 경우, 격막의 송액실과 반대쪽 공간의 압력이 대기압일 때에는 송액을 행할 수 없게 된다. 그러나, 격막의 송액실과 반대쪽 공간을 가스로 가압하면 차압을 낮게 유지할 수 있어, 송액시 허용레벨 이내로 차압을 유지하는 것이 가능하다.

가스가 채워지면, 격막의 제 1측에서의 압력이 변동된다. 그러나, 이러한 상황에서는, 제어밸브로 격막의 차압을 일정하게 만드는 것이 바람직하다.

상술한 바와 같이, 유체의 유량을 일정하게 공급하기 위해서는 격막의 차압이 일정하게 유지되어야 하므로, 가스압(P) 또한 일정해야 한다. 상술한 예시에서는, 송액시에 격막의 송액실과 반대쪽의 용적(V)이 변화한다. 따라서, 격막의 송액실과 반대쪽에는 송액량(△V)에 따른 양, 즉 $\triangle V \times P$ 만큼 가스를 공급해야 한다.

격막의 차압을 제어하는 방법으로서, 가스 및 액체의 압력을 가스압측에서 제어하는 방법을 사용할 수도 있다. 그러나, 압력변동이 갑작스럽게 일어나는 경우에는, 가스를 주입하고 배출하는데 시간이 걸리기 때문에 제어지연이 발생한다. 따라서, 차압의 변동이 더 자주 발생하기 쉬워, 액체의 소정량을 유지하는 것이 곤란해진다. 그러나, 급격한 압력변동이 없는 공정에서는 이 방법으로도 문제없이 대응할 수 있다.

격막의 송액실과 반대쪽 공간에는, 상기 격막의 파손에 의해 누출되는 유체를 감지하는 누출센서가 설치될 수 있다. 이와 같은 방법으로, 격막의 파손을 감지할 수 있다. 송액실 반대쪽이 격막을 구동하는 액체로 채워져 있다면, 격막의 파손을 감지하기가 매우 곤란하게 된다. 격막이 파손되었을 경우, 격막을 구동하는 액체가 송액될 액체와 혼합되어 이 혼합물이 함께 송액되기 때문이다. 장치로부터 배출되는 유체의 양은 변화되지 않기 때문에, 유량 모니터로는 파손을 감지할 수 없게 된다.

그러나, 본 발명에서는, 예를 들어 격막의 가스측상에 릴리프 배출구를 설치하고, 상기 릴리프 배출구 내부 또는 제 2측상에 릴리프센서를 설치함으로써, 격막의 파손을 감지할 수 있다. 또한, 펌프측보다 가스측을 항상 저압으로 유지함으로써, 펌프측으로의 가스 혼입도 방지할 수도 있다. 따라서, 종래의 유체-구동형 격막을 갖는 장치에서는 격막 파손시에 송액할 액체가 구동액체에 혼합되는 문제가 있었으나, 본 발명에서는 이 문제를 회피할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 복수의 용적식 펌프를 병렬로 배치하여, 상이한 종류의 유체를 단일한 공정유닛에 공급한다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 2 개의 용적식 펌프가 같은 종류의 유체를 송출하고, 상기 유체를 단일한 공정유닛에 연속적으로 번갈아 공급한다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 플렉서블한 격막에 의해 분할되는 송액실과, 상기 격막에 연결되어 상기 송액실로부터 유체를 배출시키는 격막구동유닛를 구비한 하우징을 포함하며; 상기 격막구동유닛는 상기 격막을 구동하여, 상기 송액실로부터 배출되는 상기 액체의 유량을 상기 격막 내외측간의 차압변동을 기초로 하여 일정한 비율로 유지시킨다.

본 발명의 바람직한 형태에서, 송액실은 1 스트로크에서 유체의 필요한 배출량이 얻어지도록 구성된다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 격막의 송액실과 반대쪽의 공간을 가스로 가압한다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 복수의 용적식 펌프를 병렬로 배치하여, 상이한 종류의 유체를 단일한 공정유닛에 공급한다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 2 개의 용적식 펌프가 같은 종류의 유체를 송출하고, 상기 유체를 단일한 공정유닛에 연속적으로 번갈아 공급한다.

본 발명의 바람직한 형태에 따른 용적식 송액장치는, 플렉서블한 격막에 의해 나뉘어지는 송액실과, 격막에 연결되어 송액실로부터 유체를 배출시키는 격막구동유닛를 구비한 하우징을 포함하는 용적식 펌프; 송액실로부터 연장되는 배출경로; 배출경로상에 설치된 체크밸브; 및 송액정지시에 체크밸브의 제 1측 압력을 송액실로부터 배출된 유체의 증기압 이하로 떨어지지 않도록 제어하는 압력제어유닛을 포함한다.

이러한 구조에서는, 체크밸브의 누출에 의한 체크밸브 제 1측의 압력저하 및 기화에 의한 보이드의 발생을 방지할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서, 압력제어유닛은 체크밸브의 상류에 설치된 제어밸브를 포함하고, 송액정지시에 송액실 내의 압력을 송액시에 필요한 압력으로 조절한다.

이러한 구조에서는, 체크밸브와 제어밸브에 연결되어 있는 배관이 충분하게 짧으면서도 강성이 높은 재료로 형성되면, 그 내부압력이 송액개시시와 동일하게 상승하는 경우에도 이 배관의 체적팽창이 거의 없게 되어, 송액개시 직후에 체크밸브의 제 2측 압력을 송액시의 정규압력으로 설정할 수 있으며, 어떠한 시간지연 없이도 소정량의 송액을 행할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서, 압력제어유닛은 체크밸브의 상류에 설치된 제어밸브를 포함하며, 송액정지시에 송액실의 압력을 체크밸브와 제어밸브 사이의 배관의 체적팽창에 의해 야기되는 추정량과 동일한 양만큼, 송액시에 필요한 압력보다 높은 압력으로 조절한다.

이러한 구조에서는, 상기 배관이 강성이 낮은 플렉서블한 배관이면, 상기 압력이 송액개시시와 동일하게 상승하는 경우에는 배관의 체적팽창이 일어나, 송액개시 직후에 체크밸브의 제 2측 압력을 송액시의 정규압력으로 설정할 수 있게 하여, 어떠한 시간지연 없이도 소정량의 송액을 행할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서, 송액실은 1 스트로크에서 유체의 필요한 배출량이 얻어지도록 구성된다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 격막의 송액실과 반대쪽의 공간을 가스로 가압한다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 복수의 용적식 펌프를 병렬로 배치하여, 상이한 종류의 유체를 단일한 공정유닛에 공급한다.

이러한 구조에서, 상기 장치는 송액개시 순간부터 각 용적식 펌프에서 배출되는 유체의 상이한 유량을 개별적으로 제어할 수 있어, 단일한 공정유닛에 항상 동일한 비율의 송액을 할 수 있다.

본 발명의 바람직한 형태에서는, 2 개의 용적식 펌프가 같은 종류의 유체를 송출하고, 상기 유체를 단일한 공정유닛에 연속적으로 번갈아 공급한다.

이러한 구조에서는, 제 1 펌프가 송액개시 후 점차 많은 양을 배출하면 제 2 펌프는 점차 송액을 줄이도록 양쪽 펌프를 번갈아 운전할 수 있으므로, 총유량은 변하지 않는다. 따라서, 동일한 액체를 단일한 공정유닛에 유량의 변동없이 연속적으로 공급할 수 있게 된다.

본 발명의 바람직한 형태에 따른 성막장치는, 용적식 송액장치로부터 공급된 원료를 기화시키는 기화기; 및 기화기로부터 공급된 원료가스를 이용하여 박막을 증착하는 성막실을 포함한다.

본 발명의 상기 및 이와 다른 목적, 특징, 여러 장점들은 본 발명의 바람직한 실시예에 도시한 첨부도면과 연계하여 예시를 통해 설명함으로써 명백해질 것이다.

도 1 및 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 용적식 송액장치를 나타낸다. 이 용적식 송액장치에 있어서, 원료탱크(12)에는 액체원료 등의 액체(14)가 저장되어 있다. 용적식 펌프(10)는 소정량의 액체(14)를 원료탱크(12)로부터 공정유닛(16)으로 공급한다. 이 예시에서, 공정유닛(16)은 성막용 가스를 가스원료라인(86)을 통해 CVD 반응실(80)로 공급하는 기화기이다. 반응실(80)내의 가스주입헤드(82)는 공급된 성막용 가스를 베이스(84)상에 올려져 있는 반도체 웨이퍼(W)쪽으로 분출시킨다. 도 1에 도시된 용적식 송액장치는 성막용 가스를 배출시키는 배출라인(90) 및 배기펌프(88)도 포함한다.

용적식 펌프(10)는 대체로 실린더형인 하우징(22)을 포함한다. 이 하우징(22)의 한 끝단은 원료탱크(12)로부터 연장되는 흡입관(18)에 연결되며, 다른 끝단은 공정유닛(16)에 연결되어 있는 배출관(20)에 연결된다. 하우징(22)의 바닥판 중앙에는 개구가 형성되어 있다. 벨로즈(24)(격막)는 이 개구의 내부에지에 부착되어 하우징(22)의 안쪽으로 동심원상에 연장된다. 벨로즈(24)의 다른 끝단은 유지판(26)에 의해 폐쇄된다. 하우징(22) 및 벨로즈(24)의 이러한 구조에 의해, 액체가 꽉 차면서도 그 용적이 변화가능한 송액실(28)이 형성된다. 또한, 벨로즈(24)의 안쪽에는 대기에 개방되어 있는 작동공간(30)이 형성된다.

작동공간(30)에는 격막구동유닛(36)가 설치된다. 이 격막구동유닛(36)는 모터(도시되지 않음) 등의 구동원을 갖는 구동장치(32)와, 이 구동장치(32)의 작동에 의해 위아래로 움직이는 로드(34)를 포함한다. 유지판(26)은 로드(34)의 최상단에 연결된다. 구동장치(32)에는 구동원에 의한 회전운동을 이송나사기구(feed screw mechanism) 등으로 직선운동으로 변환시키는 변환기구(도시되지 않음)가 설치된다. 구동장치(32)가 작동되면, 벨로즈(24)가 축방향으로 신축하여 송액실(28)의 용적을 변화시켜, 소정량의 액체(14)를 공정유닛(16)에 송출하게 된다.

하우징(22)에는 송액실(28) 내부의 압력을 측정하는 압력 게이지(38)가 설치된다. 배출관(20)에는 개방도를 제어할 수 있는 제어밸브(40)가 설치된다. 압력 게이지(38)의 신호는 제어밸브(40)에 입력된다. 이 제어밸브(40)의 개방도를 압력 게이지(38)의 신호에 의거하여 조절함으로써, 송액실(28)의 압력(P)을 작동공간(30)의 압력(P_0)(이 예시에서는 대기압력)보다 약간 높은 일정값으로 유지한다. 제어밸브(40) 및 압력 게이지(38)는 차압제어유닛(42)을 구성한다.

또한, 배출관(20)을 흐르는 액체의 유량을 측정하는 유량계(44)가 배출관(20)의 제어밸브(40) 상류측에 설치된다. 유량계(44)의 신호 역시 제어밸브(40)에 입력된다. 이에 따라, 유량계(44) 및 제어밸브(40)는 배출관(20)을 통해 공정유닛(16)에 공급되는 액체의 유량을 제어하는 유량제어부(46)를 구성한다.

이러한 용적식 송액장치에서, 차압제어유닛(42)에 의한 제어와 유량제어부(46)에 의한 제어는 택일적으로 전환하여 사용할 수 있다. 일반적으로, 차압제어유닛(42)에 의한 제어가 동작 중이면, 압력 게이지(38)의 신호를 기초로 제어밸브(40)가 제어되어, 상술한 바와 같이 일정한 차압을 유지한다(통상모드). 이러한 제어에서는, 배출유량이 정확하면서도 안정적으로 유지될 수 있다.

이 과정을 도 2를 참조하여 설명한다. 벨로즈(24)의 변형량이 일정하면, 배출유량은 격막구동유닛(36)의 스트로크에만 의존하는 함수로서 나타낼 수 있다. 소정의 액체유량이 요구되면, 스트로크의 변화를 이러한 유량에 대응하도록 제어할 수 있다.

그러나, 벨로즈(24)는 원래 플렉서블하기 때문에, 유지판(26)으로부터 받는 장력에 의한 변형 외에도, 송액실(28)내의 압력(P)과 작동공간(30)내의 압력(P_0)간의 차압(△P)(△P = P - P_0)에 의하여 국부적으로 변형된다. 예를 들어, 도 2에 실선으로 도시한 벨로즈(24)는 평형상태의 벨로즈(24)를 나타낸다. 송액실(28)의 압력(P)이 증가하여, 차압(△P)이 더욱 커지면, 도 2의 이점쇄선으로 도시한 바와 같이 벨로즈(24)가 변형될 수 있다. 따라서, 유지판(26)의 위치가 변하지 않더라도, 차압(△P)이 다르면 송액실(28)의 용적도 변하게 된다.

차압(△P)을 일정한 값으로 유지하면서 벨로즈(24)를 이동시키면, 벨로즈(24)의 임의의 변형에 의한 유량변동 또는 맥동이 억제되기 때문에 안정한 유량제어를 얻을 수 있다. 따라서, 유지판(26)의 위치는 송액실(28)의 용적에 일대일로 대응될 것이다. 따라서, 배출유량을 격막구동유닛(36)의 스트로크에만 의존하게 하는 정확한 제어가 가능하게 된다.

어떤 경우에는, 간단히 압력 게이지로 차압을 모니터링하고, 이 차압을 기초로 스트로크를 제어하는 것에 의해서는 액체유량을 조절할 수 없는 경우가 있다. 내부 격막 등의 변형량을 감지하여 압력을 검출하는 압력 게이지에서는, 압력변동이 감지되었을 경우, 이미 벨로즈가 변형되어 유량변동이 발생되고 있기 때문이다. 따라서, 이 실시예에서, 송액실(28) 내부압력이 소정값을 초과하였거나, 압력 변화의 비율의 절대값이 소정값을 초과하였을 경우에는, 시스템이 변동상태에 있다고 판단한다. 이 때에는, 차압을 압력 게이지(38)로 모니터링하는 것이 중지되고, 유량을 유량계(44)로 모니터링하는 제어로 전환된다. 이에 따라, 상기 장치는 불안정한 상태에서도 액체의 정확한 유량을 유지하는 것이 가능하게 한다.

도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 용적식 송액장치를 나타낸다. 이 제 2 실시예에 따른 용적식 송액장치의 구조는, 압력 게이지(38)로부터 신호를 수신하여 격막구동유닛(36)의 운동을 제어하는 구동장치 제어부(50)를, 제 1 실시예에서의 차압제어유닛(42) 대신 설치한다는 점에서 제 1 실시예의 용적식 송액장치의 구조와 다르다.

이 실시예에 있어서, 송액실(28)내의 압력과 벨로즈(24)의 변형량의 관계는 이미 알려져 있다. 구동장치 제어부(50)는 송액실(28)내의 압력변동에 의한 벨로즈(24)의 변형을 상쇄하기 위해, 격막구동유닛(36)를 이동시켜 액체의 유량을 일정한 값으로 유지시킨다.

송액실(28)로부터 배출된 실제 배출유량(Q)은 다음의 수식으로 정의할 수 있는데, 여기서 q 는 유량설정값이고, V 는 송액실(28)내의 압력(P)에 의한 벨로즈(24)의 변형량을 나타낸다.

$$Q = q + (dV/dt)$$

여기서,

$$dV/dt = (dV/dP) \cdot (dP/dt)$$

따라서,

수학식 1

$$Q = q + (dV/dP) \cdot (dP/dt)$$

상기 관계식(dV/dP)이 미리 알려져 있다면, 구동장치 제어부(50)는 초기 유량설정값을 q_0 로 하였을 때, 유량 설정값 q 를

$$q = q_0 - (dV/dP) \cdot (dP/dt)$$

이 되도록 격막구동유닛(36)를 제어한다.

그 결과, Q 값을 일정하게 유지하는 것이 가능하다.

예를 들어, 벨로즈(24)의 변형량(V)과 송액실(28)의 압력(P)이 다음과 같은 관계에 있는 경우,

$V = aP^b + d$

따라서,

수학식 2

$$dV/dP = abP^{b-1}$$

$Q = q + abP^{b-1} \cdot (dP/dt)$

$= q + abP^{b-1} \cdot (\triangle P/\triangle t)$

여기서, 상기 관계식($dV/dP = abP^{b-1}$)이 미리 알려져 있다면, 상기 수학식(2)으로부터 단위시간당 압력변화를 계산함으로써 일정한 유량을 얻을 수 있다.

도 4에 도시된 바와 같이, 상기 관계식(dV/dP)은 정비례인 것을 알 수 있다. 따라서, 수학식(2)은,

$Q = q + C (\triangle P/dt)$

으로 단순화할 수 있다.

이 방정식에 기초한 제어의 수행은 비교적 용이하게 된다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 용적식 송액장치를 나타낸다. 이 실시예에 있어서, 용적식 펌프(10a)는 폐쇄계이며, 여기서 작동공간(30)은 대기에 개방되어 있지 않다. 즉, 하우징(22)의 바닥은 바닥판(52)으로 폐쇄되어 있다. 이 바닥판(52)은 로드(34)가 통과하여 삽입되는 관통구(54)와, N_2 가스 등의 압력조절가스가 통과하여 도입되는 흡기구(56) 및 상기 가스를 소량씩 배출하는 배기구(58)를 갖는다. 또한 이 바닥판(52)에는 누출된 액체를 작동공간(30)으로 배출하고, 이 배출된 액체를 누출센서(60)로 유도하는 누출액배관(62)도 설치된다. 관통구(54)에는 로드(34)를 기밀 밀봉하는 밀봉기구(64)가 설치된다.

흡기구(56)는 흡기배관(66)에 의해 압력조절가스원(도시되지 않음)에 연결된다. 이 흡기배관(66)에는 흡기배관(66)의 압력(작동공간의 압력과 같음)을 감지하는 압력센서(68)와, 이 압력센서(68)의 출력신호에 의거하여 흡기배관(66)의 압력을 제어하는 압력제어밸브(70)가 설치된다. 조절밸브(74)는 배기구(58)에 연결된 라인에 설치되어 미소량의 배기를 조절한다. 조절밸브(74)의 개방도를 소정의 값으로 설정하고, 압력센서(68)의 출력신호를 기초로 하여 압력제어밸브(70)를 작동시킴으로써, 벨로즈(24)의 변위에 의한 압력변동을 상쇄하여, 작동공간(30)내의 압력(P_1)을 일정한 값으로 유지할 수 있다. 압력센서(68) 및 압력제어밸브(70)는 제 2 차압제어유닛(72)을 구성한다.

여기서, 압력제어밸브(70)로부터의 유량은 Q 로 정의하고, 벨로즈(24)가 정지하고 있을 때에 압력제어밸브(70)로부터 공급되는 가스량은 Q_1 로 정의하며, 조절밸브(74)로부터 배출되는 가스량은 Q_2 로 정의한다. 또한, $\triangle V$ 는 벨로즈를 구동함으로써 발생된 용적변화를 가리키며, $\triangle Q = P_1 \triangle V$ 는 이러한 용적 변화($\triangle V$)를 수반하는 공급된 가스의 변화를 가리킨다.

따라서,

$Q = Q_2 + \triangle Q$ (벨로즈 팽창시)

$Q = Q_2 - \triangle Q$ (벨로즈 수축시)

만일 $Q > 0$ 가 성립하지 않으면, 제어가 곤란해지므로,

$Q_2 > \triangle Q$

$Q_2 = Q_1$

가 필요하며, 따라서,

$Q_1 > \triangle Q$

가 되도록 Q_1, Q_2 를 설정한다.

상술된 제어방법을 채용함으로써, 예를 들어 공정유닛(16) 하류측의 폐색으로 인하여 액체의 송액압력이 상승하였을 때조차도, 액체의 유량을 소정값으로 유지하는 것이 가능하다. 또한, 이러한 구조에 의하면, 압력조절가스만을 사용하여 간단한 제어처리를 수행하는 것도 가능하다. 그러나, 제 1 실시예의 예시에서와 같이, 급격한 압력변동에는 대응할 수 없다는 단점이 있다.

상술된 예시에 있어서, 만일 벨로즈(24)에 구멍이 뚫리는 등의 사태가 발생하는 경우에는, 벨로즈(24)를 통해 누출되는 액체가 누출액배관(62)을 통해 흐르고, 누출센서(60)에 도달되어, 여기서 누출이 감지된다. 따라서, 누출센서(60)의 출력신호에 의거하여, 경보 또는 자동펌프 운전정지 등의 적절한 조치를 통해 사고를 미연에 방지할 수 있다.

도 7은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 용적식 송액장치를 나타낸다. 이 장치는 제 1 실시예와 동일한 구조를 갖는 용적식 펌프(10)와, 용적식 펌프(10)로부터 연장되는 배출관(20)에 제공되는 체크밸브(100), 및 체크밸브(100)의 제 1측(primary side)의 압력을 감지하는 송액압력센서(102)를 포함한다. 또한, 이 장치는 송액실(28)의 압력을 감지하는 송액실압력센서(104)와, 체크밸브(100)의 상류에 설치된 제어밸브(106), 및 송액압력센서(102)와 송액실압력센서(104)로부터 신호를 수신하고, 이 신호를 기초로 제어밸브(106)와 구동장치(32)를 제어하는 압력제어유닛(108)을 더 포함한다. 따라서, 본 실시예의 용적식 송액장치는 체크밸브(100)의 제 1측의 압력과 송액실(28)내의 압력을 개별적으로 제어한다.

본 실시예의 용적식 송액장치에서는, 송액정지시에 체크밸브(100)의 제 1측의 압력, 즉 체크밸브(100)와 제어밸브(106)에 연결되는 배관(110)내에 채용된 액체의 압력이 체크밸브(100)의 크래킹 압력(cracking pressure) 이하로 제어되며, 액체의 증기압보다는 높게 제어된다. 또한, 송액실(28)내의 압력은 정상적인 송액을 위해 요구되는 압력(이하 "동작압력"이라 함)으로 제어된다.

이 때, 체크밸브(100)의 제 1측의 압력은, 예를 들면 크래킹 압력이 2 kg/cm^2 (≒ 196 kPa) 이고 액체의 증기압이 0.5 kg/cm^2 (≒ 49 kPa) 일 때 1.5 kg/cm^2 (≒ 147 kPa) 정도이다. 또한, 예를 들어 송액실(28)의 압력은 동작압력과 동일한 값이므로 2.5 kg/cm^2 (≒ 245 kPa) 정도이다.

체크밸브(100)의 누출로 인해 체크밸브(100)의 제 1측의 압력이 저하되더라도, 이 압력은 액체의 증기압 이하로 떨어지지 않도록 제어된다. 이 방법에서는, 먼저 구동장치(32)를 구동시켜 송액실(28)내의 압력을 체크밸브(100)의 제 1측 초기압력, 예를 들어 1.5 kg/cm^2 (≒ 147 kPa)까지 낮추는 단계(단계 1) 및 제어밸브(106)를 개방하는 단계(단계 2)가 포함된다. 다음으로, 체크밸브(100)의 제 1측의 압력이 그것의 초기압력과 동일해지도록 구동장치(32)를 구동시켜(단계 3), 제어밸브(106)를 폐쇄한다(단계 4). 그 다음, 구동장치(32)를 구동시켜 송액실(28)을 초기압력, 예를 들어 2.5 kg/cm^2 (≒ 245 kPa)까지 높인다(단계 5).

이러한 동작중에, 펌프 구동신호가 수신되면, 시스템 전체는 동작의 종료시까지 대기상태에 있게 된다. 이들 동작이 모두 종료되면, 펌프를 구동시킴으로써 시스템 전체를 관리할 수 있다. 이 절차는 종료까지 10 - 15 초밖에 걸리기 않기 때문에, 공정을 지연시키는 등의 경우는 없다.

체크밸브(100)의 제 1측의 압력을 낮추면, 체크밸브(100)의 누출이 급격히 감소한다. 또한, 압력이 액체의 증기압 이하로 떨어지는 것을 방지함으로써, 배관(110)내에 보이드(voids)의 발생을 배제할 수 있다. 또한, 적어도 체크밸브(100)의 크래킹 압력을 초과하고 보이드가 사라질 때까지는, 소정의 유체유량을 배출시킬 수 없는 폐해를 방지할 수 있다.

체크밸브(100)의 누출을 방지하기 위해서는 송액실(28)의 압력을 체크밸브(100)의 제 1측과 동일한 압력으로 설정하는 것이 바람직하다. 그러나, 송액실(28)의 압력을 원하는 유량에 이르도록 충분히 높이는 데에는 송액개시후 상당한 시간이 걸린다. 따라서, 송액실(28)의 압력을 동작압력과 동일하게 설정함으로써, 송액개시 직후에 시간지체없이 원하는 유체유량을 배출할 수 있다.

상세히 설명하면, 도 8에 도시된 바와 같이, 송액개시 직후에 항상 일정한 압력하의 액체를 송출함으로써, 액체의 유량은 유량이 증가하는 시간에 비례하게 되어, 유량이 유량설정값(Q_S)에 도달하는데 걸리는 설정시간(t_S)이 결정되고, 유량이 설정시간(t_S)에서 엄격하게 제어될 수 있다.

이 예시에 있어서, 체크밸브(100)와 제어밸브(106)를 연결하는 배관(110)은 충분히 짧으면서도 강성이 높은 재료로 구성되어, 그 내부압력이 송액실(28)의 압력과 동일하게 상승하였을 때조차도 배관(110)의 체적팽창은 거의 없다. 따라서, 체크밸브(100) 제 2측의 압력이 동작압력으로 유지될 수 있다. 그러나, 플렉서블한 배관 등이 배관(110)으로 사용되면, 그 내부압력이 송액실(28)의 압력과 동일한 압력으로 상승하는 경우, 배관(110)의 체적팽창이 발생할 수 있다. 이 경우에는, 송액실(28)의 압력을 송액시의 압력(P)보다 약간 높은 압력(P + α)으로 설정함으로써, 체크밸브(100)의 제 2측의 압력을 송액개시 직후의 동작압력으로 설정할 수 있는데, 여기서 압력(α)은 배관(110)의 체적팽창에 의해 발생된 추정값과 동일하다.

도 9는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 용적식 송액장치를 나타낸다. 이 장치는 제 1 실시예와 유사한 구조를 갖는 복수의 용적식 펌프(10)를 포함한다. 이러한 용적식 펌프(10)는 병렬로 배치되어 있고, 각 펌프(10)는 상이한 타입의 액체를 동시에 공정유닛(16)으로 송출할 수 있다. 이 예시에서, 용적식 송액장치는 복수의 원료라인(112a-112d)을 포함하며, 각각의 원료라인은 원료(A, B, C, D)송출용 용적식 펌프(10)에 연결되어 있다. 이들 원료라인(112a-112d)은 체크밸브(100)의 제 2측에 합류되어, 공정유닛(16)에 연결되어 있다.

본 실시예에 있어서, 용적식 송액장치는 체크밸브(100)의 제 1측 원료라인(112a-112d)의 압력이 각각의 원료라인(112a-112d)을 통해 흐르는 각 원료의 증기압 이하로 떨어지지 않도록 제어한다. 또한, 이 장치는 각 용적식 펌프(10)의 송액실(28)의 압력을 동작압력으로 또는 동작압력보다 배관의 체적팽창을 예상한 만큼의 압력(α)만큼 높은 압력으로 제어한다. 따라서, 도 10에 도시된 바와 같이, 각 원료(A, B, C, D)가 유량설정값(Q_{AS}, Q_{BS}, Q_{CS}, Q_{DS})에 도달하는데 걸리는 설정시간값(t_S)을 일정하게 함으로써, 이 설정시간값(t_S)중에서 임의의 시간(t_0)에 있어서의, 각 원료(A-D)에 대한 유량의 비(Q_{AO}, Q_{BO}, Q_{CO}, Q_{DO})가 유량설정값(Q_{AS} - Q_{DS})의 비와 같아진다($Q_{AO} : Q_{BO} : Q_{CO} : Q_{DO} = Q_{AS} : Q_{BS} : Q_{CS} : Q_{DS}$). 따라서, 송액개시 직후부터 모든 혼합비를 제어하여, 항상 동일한 비율로 공정유닛(16)에 송액시킬 수 있다. 이 방법은 송액이 안정될 때까지 원료를 사용할 수 없었던 문제점을 해결한다.

도 11은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 용적식 송액장치를 나타낸다. 이 장치는 제 1 실시예와 유사한 구조를 갖는 2 개의 용적식 펌프(10)를 포함한다. 이 2개의 용적식 펌프(10)는 병렬로 배치되어 있고, 동일한 종류의 액체를 공정유닛(16)에 번갈아 보내도록 구동된다. 즉, 각 용적식 펌프(10)로부터 연장되며 각각의 제어밸브(106)를 포함하는 배출관(20)은 체크밸브(100)의 제 1측에 합류되고, 체크밸브(100)의 제 2측은 공정유닛(16)에 연결된다.

도 12를 참조하여, 제 6 실시예의 장치로 행한 제어의 일례를 설명한다. 설명의 편의상, 도 11의 우측에 위치한 송액실(28)과 제어밸브(106)는 각각 송액실 A 및 제어밸브 A 로, 도면의 좌측에 위치한 것은 각각 송액실 B 및 제어밸브 B 로 한다.

제어밸브 A 및 제어밸브 B 는 모두 폐쇄된 상태에서, 각 용적식 펌프(10)의 구동장치(32)를 구동시켜 송액실 A 및 송액실 B 내의 압력을 동작압력과 동일하게 되도록 한다(시간 0 - t_1). 펌프 시작신호에 의거하여, 제어밸브 A 를 개방하여 송액실 A 로부터 액체를 배출시킨다(시간 t_2). 소정의 시간경과 후, 송액실 A 로부터 배출되는 유량을 서서히 감소시키고, 동시에 제어밸브 B 를 개방하여 송액실 B 로부터 액체가 배출되도록 한다. 송액실 B 로부터 배출된 액체의 유량이 유량설정값에 도달하면, 제어밸브 A 를 폐쇄한다(시간 t_3 - t_4). 이 때, 송액개시측의 유량을 송액개시시부터 서서히 높여가고, 그것에 맞추어 총유량이 변화하지 않도록 송액정지측의 유량도 서서히 낮춘다. 두 펌프 사이에서 번갈아 전환운전을 행함으로써, 동일량의 원료를 유량변동없이 공정유닛(16)에 연속해서 송액할 수 있다.

송액실 A 의 흡인을 행한 후(시간 t_5 - t_6), 송액실 A 를 가압하여 그 압력을 다시 동작압력으로 상승시킨다(시간 t_7 - t_8). 소정의 시간이 경과한 후, 송액실 B 로부터 배출된 액체의 배출유량을 서서히 감소시키고, 동시에 제어밸브 A 를 개방하여 송액실 A 로부터 액체의 배출을 시작한다. 액체의 배출유량이 유량설정값에 도달하면, 제어밸브 B 를 폐쇄하고(시간 t_9 - t_{10}), 이 작업을 순차적으로 반복한다.

상술한 바와 같이, 송액개시측의 용적식 펌프(10)의 유량을 송액개시시부터 서서히 높여가고, 그것에 맞추어 총유량이 변화하지 않도록 송액정지측의 용적식 펌프의 유량도 서서히 낮춘다. 두 펌프 사이에서 번갈아 전환운전을 행함으로써, 동일량의 원료를 유량변동없이 공정유닛(16)에 연속해서 송액할 수 있다.

이 예시에 있어서, 체크밸브(100)와 제어밸브(106)를 연결하는 배관(114)은 충분히 짧으면서도 강성이 높은 재료로 구성되어, 그 내부압력이 송액실(28)내의 압력과 동일한 압력으로 상승하더라도 이 배관(114)의 체적팽창은 거의 없다. 따라서, 체크밸브(100)의 제 2측의 압력은 동작압력으로 유지될 수 있어, 송액개시 직후에 필요한 유량을 얻을 수 있다. 그러나, 플렉서블한 배관 등이 배관(114)으로 사용되면, 그 내부압력이 송액실(28)내의 압력과 동일한 압력으로 상승하는 경우 배관(114)의 체적팽창이 발생할 수 있다. 이 경우에는, 송액실(28)의 압력을 송액시의 압력(P)보다 약간 높은 압력(P + α)으로 설정함으로써, 체크밸브(100)의 제 2측 압력은 송액개시 직후에 동작압력으로 상승될 수 있는데, 여기서 압력(α)은 배관(114)의 체적팽창에 의한 추정값과 같다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 플렉서블한 격막을 채용하고, 이것이 외부의 구동장치에 의해 구동되는 한 용적식 송액 펌프방식에 있어서, 격막의 내외측간의 차압을 일정한 값으로 제어하면서 격막을 이동시킴으로써 대단히 정밀하게 액체를 송출할 수 있는 콤팩트 장치를 제공할 수 있다. 이러한 형태의 장치는 반도체소자의 제조공정 등에 있어서 매우 유용하다.

또, 송액정지시에 체크밸브의 제 1측의 압력은 그 내부의 액체의 증기압 이하로 떨어지지 않도록 제어된다. 또한, 송액실의 압력은 동작압력 또는 그 보다 높은 압력으로 유지된다. 따라서, 송액이 안정될 때까지의 시간을 단축하면서도 송액개시 직후부터 액체의 유량을 제어할 수 있다.

비록 본 발명에서는 임의의 바람직한 실시예를 도시하고 자세하게 기술하였지만, 첨부된 청구범위의 범위에서 벗어나지 않는 다양한 변형예 및 실시예가 가능하다는 것은 명백하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 용적식 송액장치를 도시한 개략도.

도 2는 도 4의 용적식 송액장치의 부분 확대도.

도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 용적식 송액장치를 도시한 개략도.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 벨로즈의 변형과 송액실의 압력간의 관계를 도시한 그래프.

도 5는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 용적식 송액장치를 도시한 개략도.

도 6은 도 5의 용적식 송액장치의 부분 확대도.

도 7은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 용적식 송액장치를 도시한 개략도.

도 8은 도 7의 장치의 송액시의 최초 시간과 유량간의 관계를 도시한 그래프.

도 9는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 용적식 송액장치를 도시한 개략도.

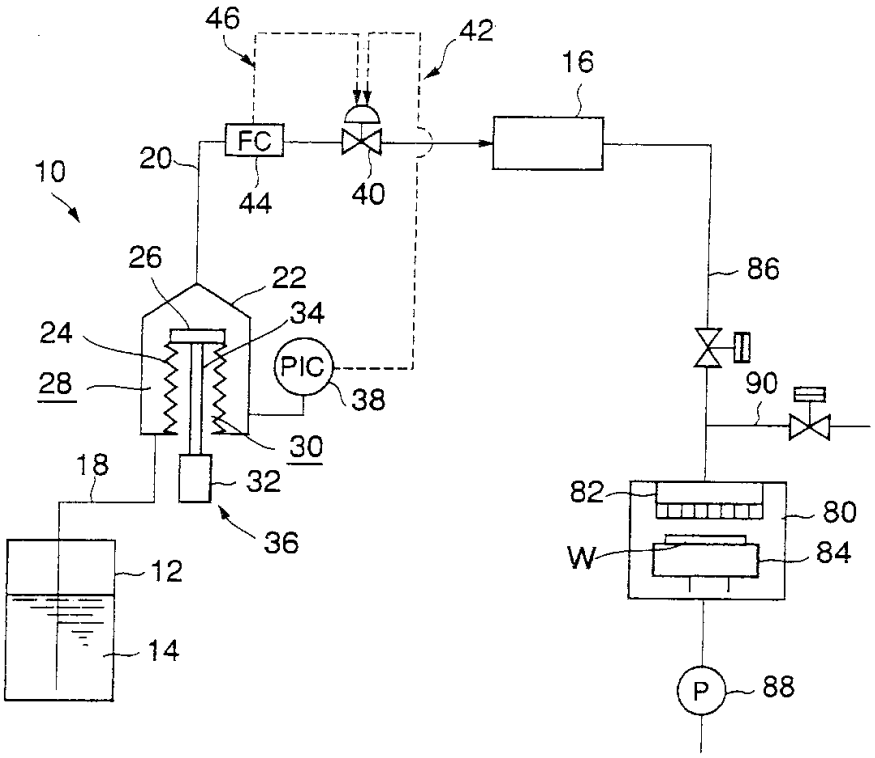
도 10은 도 9의 장치의 송액시의 최초 시간과 유량간의 관계를 도시한 그래프.

도 11은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 용적식 송액장치를 도시한 개략도.

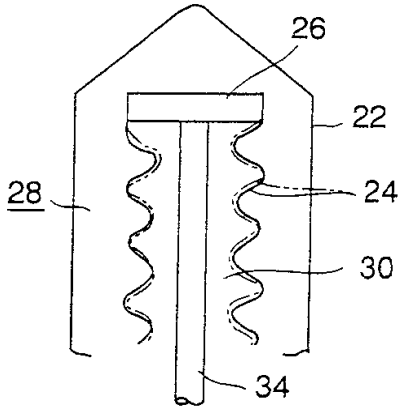
도 12는 도 11의 용적식 송액장치에 의해 행해진 제어처리에 대한 타임차트.

도면

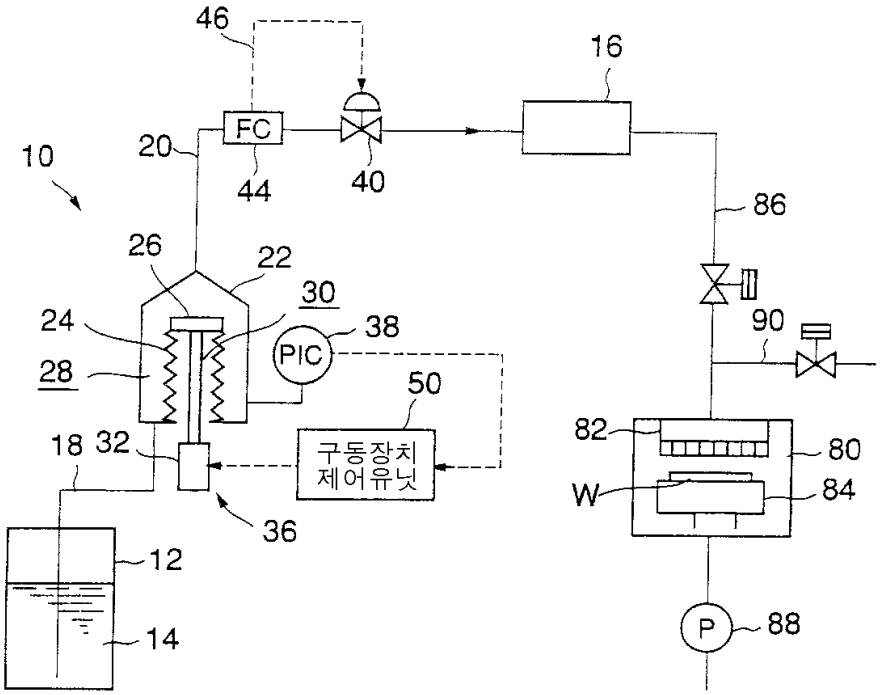
도면1



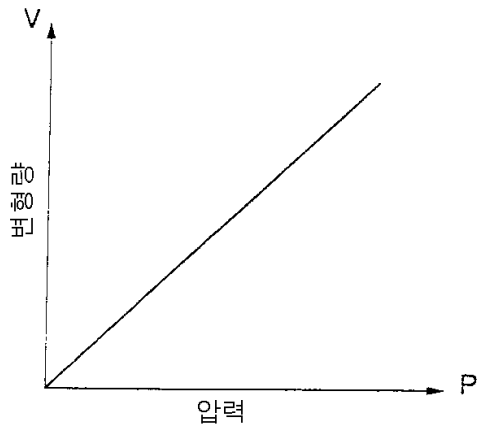
도면2



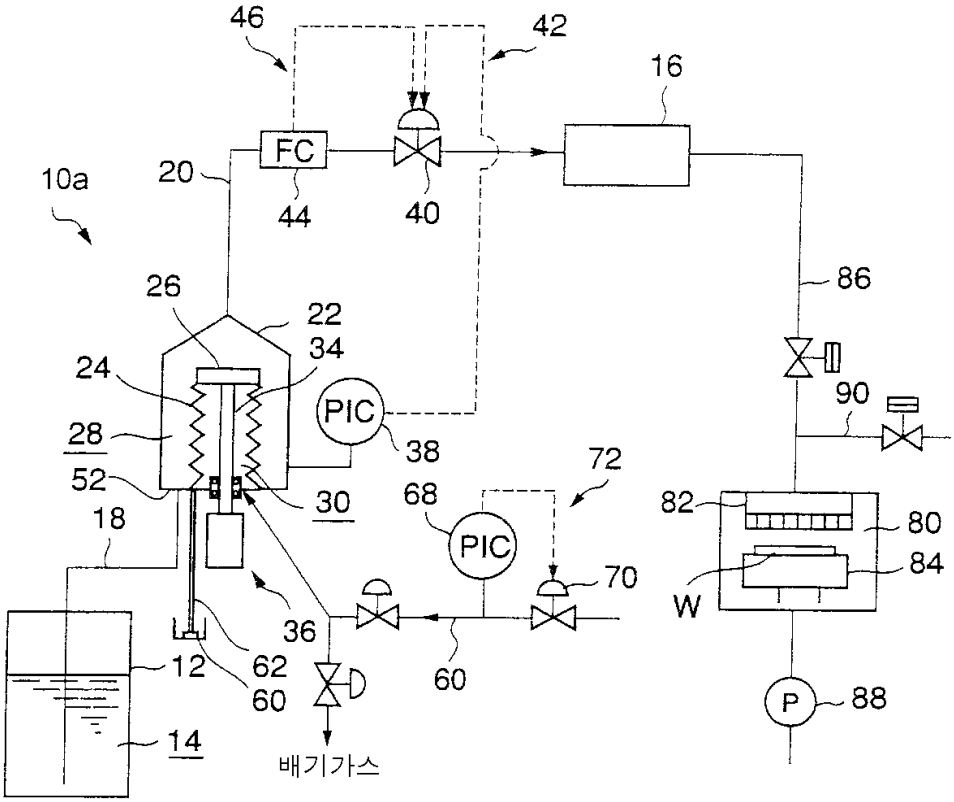
도면3


46
16
FC
20
44
40
10
86
26
22
30
38
24
PIC
90
28
50
82
80
구동장치
제어유닛
18
32
W
84
36
12
14
P
88

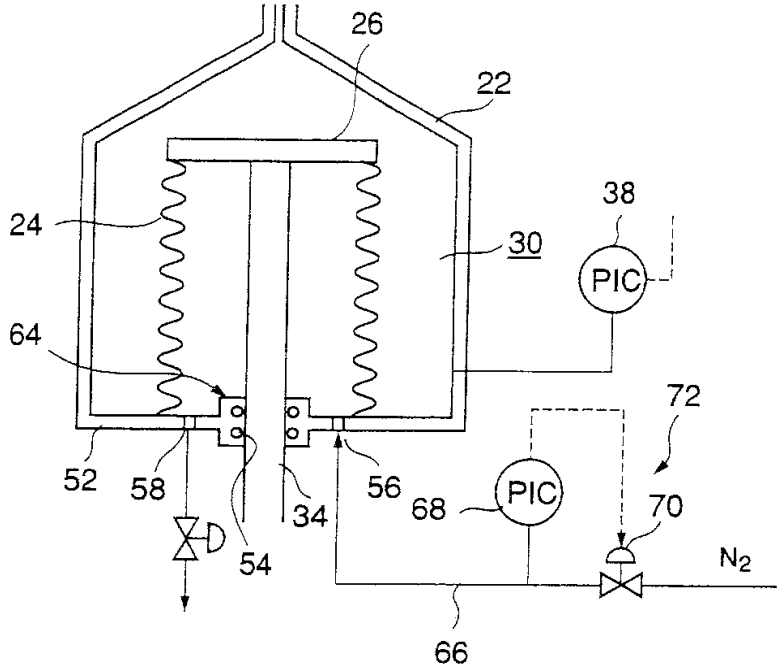
도면4


V
부피
P
압력

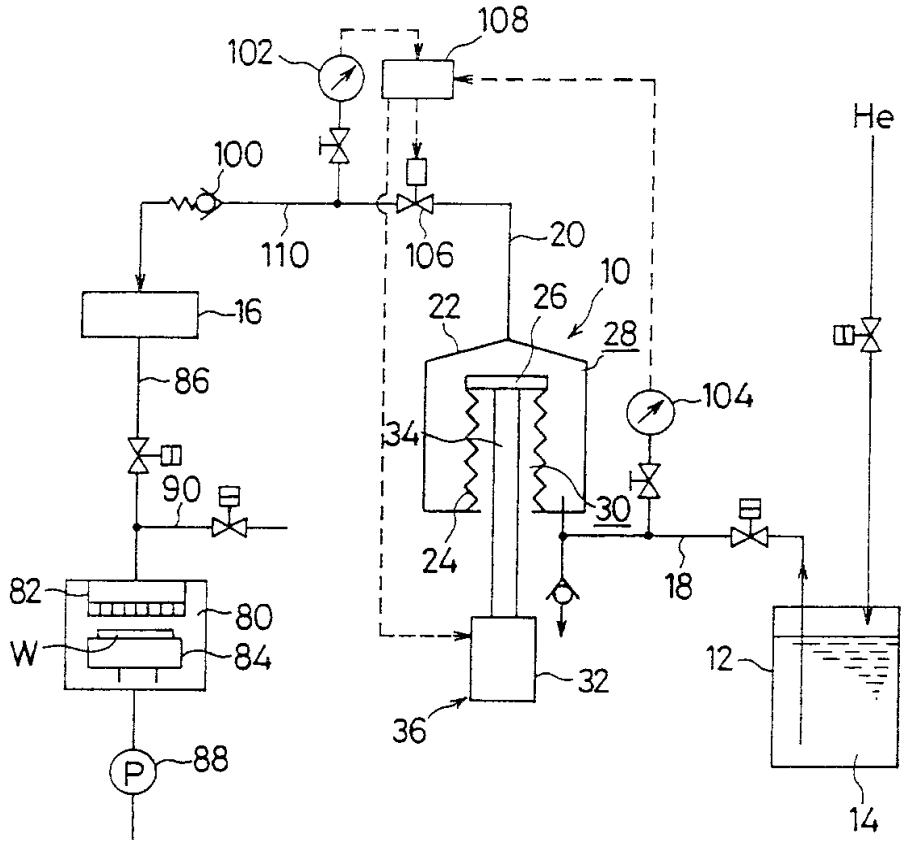
도면5


46
42
16
FC
20
10a
44
40
86
26
22
34
24
PIC
90
38
28
72
52
68
82
80
18
30
PIC
84
70
W
36
12
62
60
60
P
88
14
배기가스

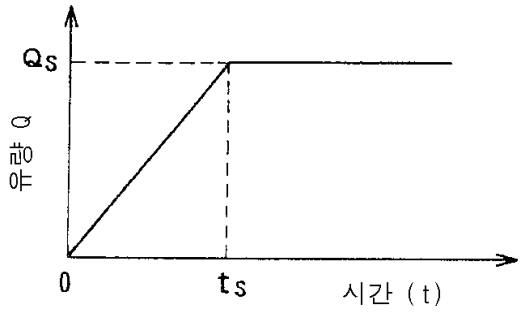
도면6


26
22
38
24
30
PIC
64
72
52
58
56
68
PIC
70
34
54
N2
66

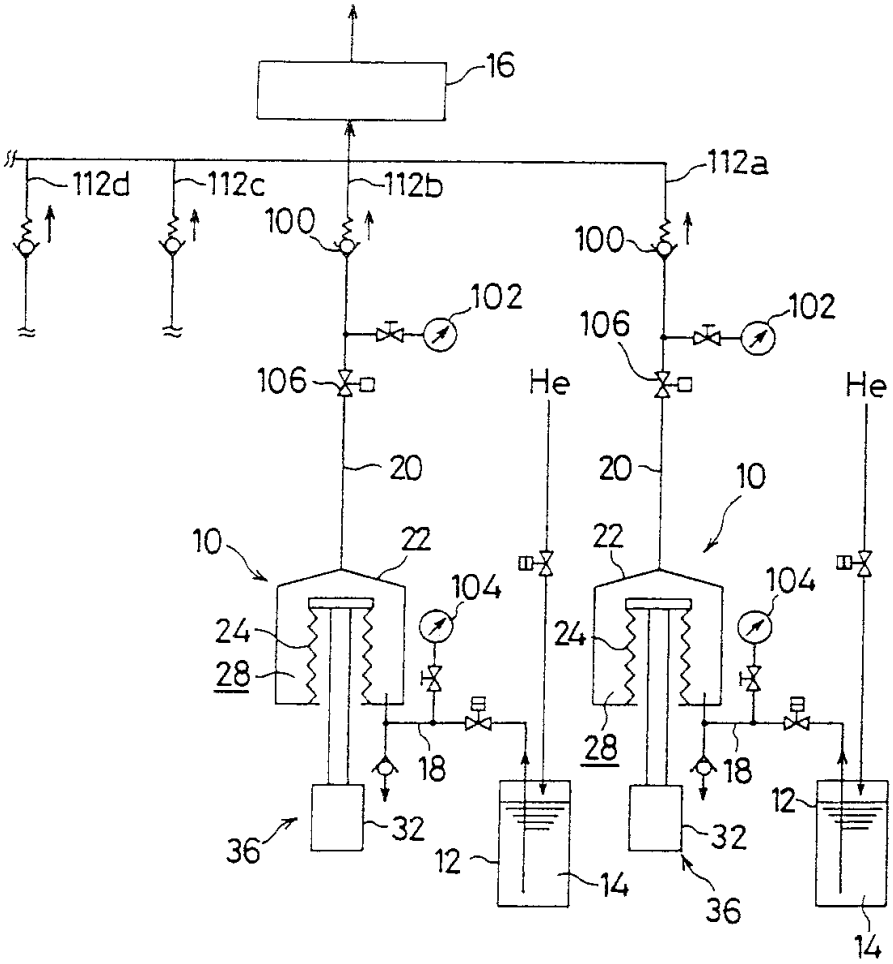
도면7


102
108
He
100
110
106
20
10
22
26
28
16
86
104
34
90
30
24
18
82
80
W
84
12
32
36
P
88
14

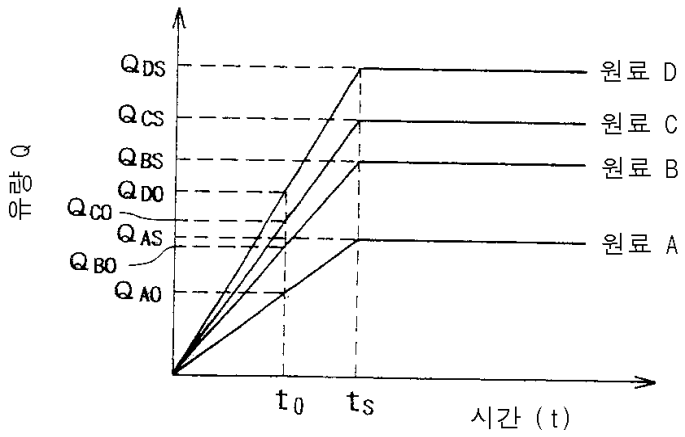
도면8


Qs
유량 Q
0
ts
시간 (t)

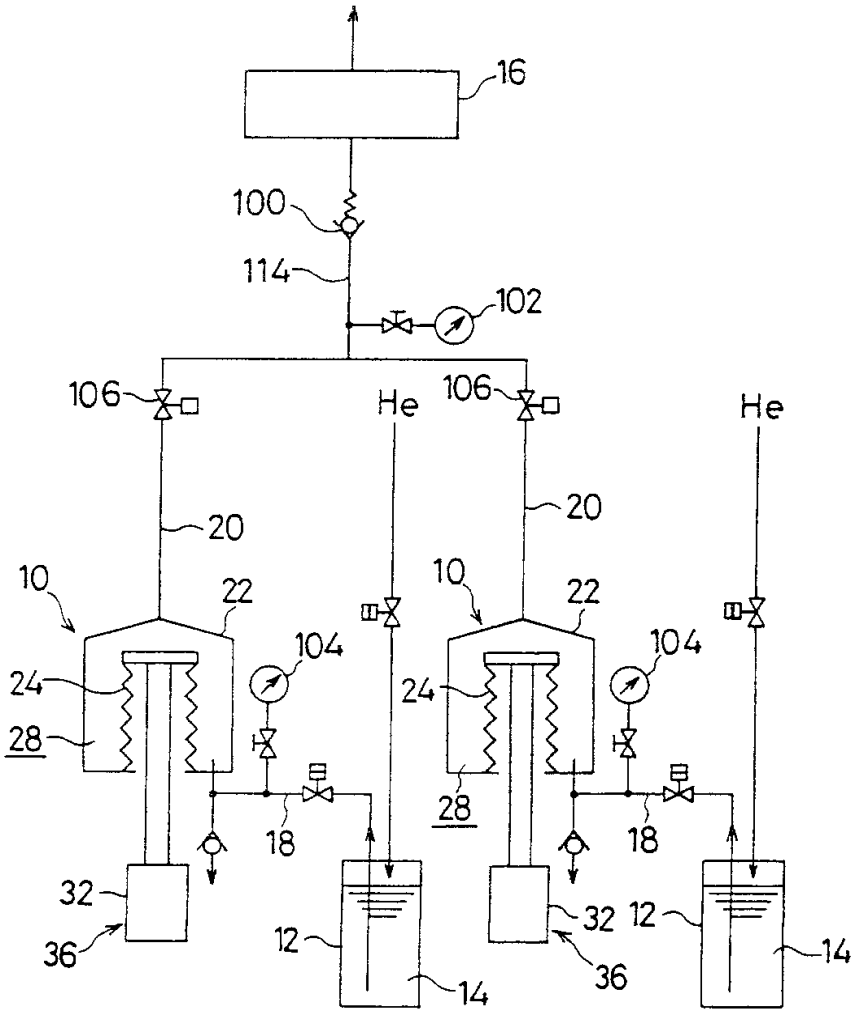
도면9


16
112d
112c
112b
112a
100
100
102
102
106
106
He
He
20
20
10
10
22
22
104
104
24
24
28
28
18
18
36
32
12
14
32
36
12
14

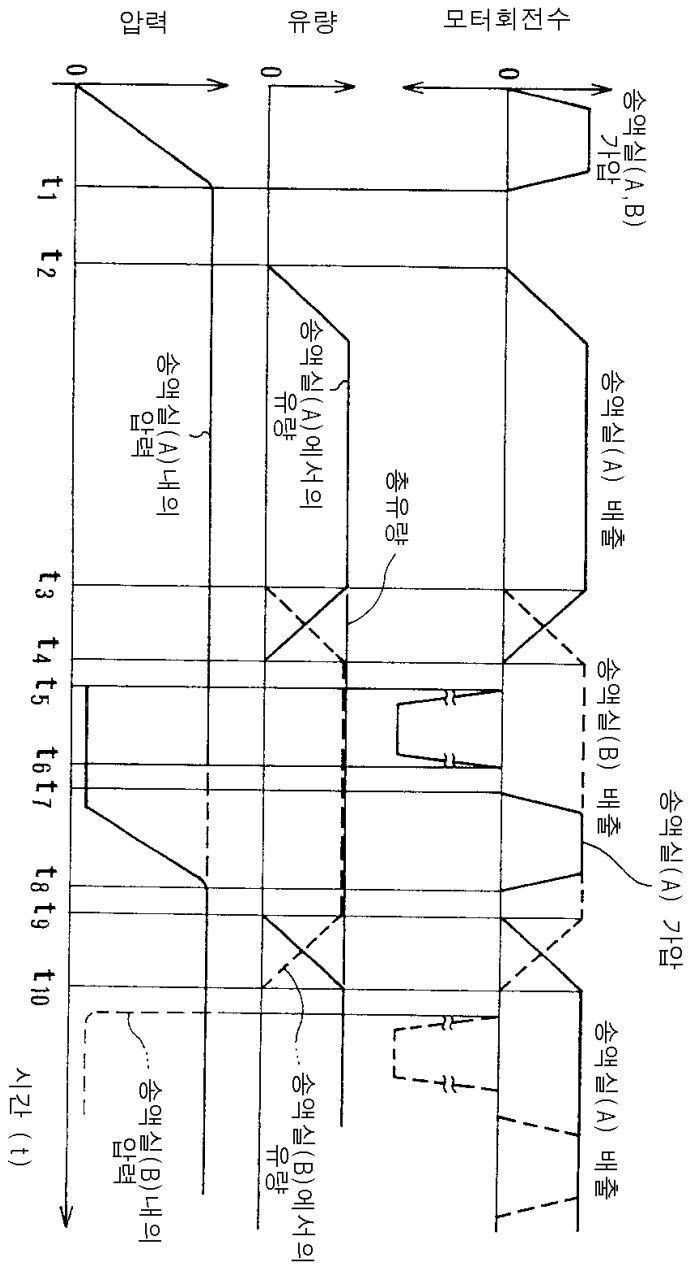
도면10


유량 Q
Q_{DS}
Q_{CS}
Q_{BS}
Q_{DO}
Q_{CO}
Q_{AS}
Q_{BO}
Q_{AO}
원료 D
원료 C
원료 B
원료 A
t_0
t_S
시간 (t)

도면11


16
100
114
102
106
He
106
He
20
20
10
22
10
22
104
104
24
24
28
28
18
18
32
32
36
36
12
12
14
14

도면12


압력
유량
모터회전수
0
0
0
송액실(A,B) 가압
송액실(A) 배출
송액실(B) 배출
송액실(A) 가압
송액실(A) 배출
송액실(A)내의 압력
송액실(A)에서의 유량
총유량
송액실(B)내의 압력
송액실(B)에서의 유량
t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8 t9 t10
시간 (t)