

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
B01D 53/04

(45) 공고일자 1992년03월 10일
(11) 공고번호 특1992-0002081

(21) 출원번호	특1987-0014130	(65) 공개번호	특1988-0007110
(22) 출원일자	1987년12월 11일	(43) 공개일자	1988년08월 26일
(30) 우선권주장	940,612 1986년12월 11일 미국(US)		
(71) 출원인	유니온 카바이드 코포레이션 티모티 엔.비숍 미합중국 06817 코네티컷 데인베리 올드 리지베리 로우드 39		
(72) 발명자	안드리자 푸데러 벨기에왕국 안트베르프 빌레발스트라세 22		
(74) 대리인	남상선		

심사관 : 홍정표 (책자공보 제2691호)

(54) 압력진동흡착법을 이용한 개량된 가스분리방법

요약

내용 없음.

대표도

도 1

명세서

[발명의명칭]

압력진동흡착법을 이용한 개량된 가스분리방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명을 수행하기 위한 장치의 개략도.

제2도는 제1도의 흡착층중의 한 층에 있어서의 상태를 나타내는 그래프.

제3도 제4도는 단계(A),(B) 및 (C)의 종료시 흡착층의 상태를 나타내는 그래프.

제5도는 단단부 동시 감압의 수행을 보여주는 개략도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 단일 PSA계 2 : 분기관선
3, 4, 5 및 6 : 공급단부선 7, 8, 9 및 10 : 흡착층
21 : 압축장치
23, 24, 25, 26 및 27 : 교체가스순환선(제1도)
24 : 물질전달진점(제2도) 25 : 흡착된 물질(제2도)
26 : 흡착성이 약한 물질(제2도) 27 : 흡착층(제2도)
28 : 배출 단부 방향 화살표 29 : 공급 단부 방향 화살표
30 : 제로 흐름면 (zero flow plane)

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 가스 혼합물중의 제1성분을 제2성분보다 우선적으로 흡착하는 흡착층에 가스혼합물을 통과시켜 가스혼합물을 분리하기 위한 방법에 관한 것이다. 더 상세하게, 본 발명은 흡착성이 강한 가스를 주로 함유하는 가스를 이용하여 흡착성이 약한 성분을 층의 공급 단부로부터 배출단부쪽으로 이동시킨후, 층내의 최소한 두개의 서로 다른 지점을 통해 가스를 일제히 방출시켜 층을 감압하는 압력 진동

흡착법(PSA)을 이용한 가스혼합물의 분리에 관한 것이다.

처음에 PSA 공정은 본질적으로 흡착될 수 없는 가스들로부터 소량의 흡착될 수 있는 성분을 제거하기 위해 수행되었다. 이와같은 공정의 실례로는 공기로부터 물의 제거(열을 사용하지 않은 건조) 또는 수소로부터 소량의 불순물을 제거가 있다. 이와같은 불순물의 제거는 30 내지 90몰%의 수소와 일산화탄소 또는 이산화탄소와 같이 흡착성이 강한 성분을 함유하는 기류로부터 순수한 수소를 회수하거나, 또는 분자체상에 질소를 선택적으로 흡착시켜 공기로부터 산소를 회수하는 것과 같은 벌크 분리(bulk separation)로 까지 이어졌다. 다층계에서 PSA공정을 수행하는 방법이 Wagner의 미국특허 제3,430,418호에 수록되어 있는데, 이 특허는 최소한 네개의 층을 갖는 흡착계를 언급하였다. 전반적으로 알려져 있으며 그 특허에 수록된 바에 따르면, PSA공정은(1)고압 흡착과 함께 층의 배출단부를 통한 제품 유출물의 배출, (2)중간 압력으로의 병류 감압과 함께 층의 배출 단부를 통한 공급 공간 가스의 방출, (3) 낮은 흡착 압력으로의 역류감압(4)정화, 그리고(5)재가압으로 이루어진 공정순서의 사이클로 흡착층내에서 통상적으로 수행된다. 병류감압 단계중에 방출된 공급 공간가스는 압력 균형을 위해 통상적으로 이용되고 또 낮은 탈착 압력에 있는 층에 정화가스로서 제공된다.

이와 유사한 흡착계는 McCombs의 미국특허 제3,738,087호에 수록된 세층계를 이용하는 것이다. 층이 사이클을 완료하기 위해 단계(1) 내지 (5)를 더 빨리 수행할 수록, 더 적은 수의 층이 주어진 시간동안 공급가스 흐름을 처리하기 위해 사용될 수 있다. 만일 두개의 단계가 동시에 수행되면, 층의 수는 감소될 수 있거나 또는 사이클 속도가 증가되므로 감소된 비용이 얻어질 수 있다.

Hiscock등의 미국특허 제4,589,888호는 감소된 사이클 시간이 특정의 동시 처리단계의 유리한 조합에 의해서 달성되어짐을 발표했다. 높은 흡착 압력으로부터 병류 감압시에 방출된 가스는 압력 균형화와 정화를 위해 일체히 이용된다. 또한 병류 감압은 중간 압력 수준에서 수행되고, 역류 감압은 감압되고 있는 층의 반대쪽 단부에서 일체히 수행된다.

Fuderer의 미국특허 제4,512,780호는 중간 제품 회수와 함께 압력 진동 흡착공정을 발표했다. 세층의 제품이 층들사이의 압력 균형화와 함께 교체단계를 이용하는 압력 진동흡착 공정으로부터 회수된다. 이 공정은 두층의 제품을 회수하는 것이 있어서는 비용면에서 비효율적이다.

PSA 공정은 고순도로서 원하는 단 하나의 성분만을 회수한 가스 분리에 처음 사용되었다. 예를들어, Wagner의 미국특허 제3,430,418호, 또는 Hiscock등의 미국특허 제4,589,888호에 수록된 방법을 이용하여, 80몰의 수소와 20몰의 일산화탄소를 함유하는 100몰의 공급 가스 혼합물을 분리하면, 99.999%의 순도로서 60몰의 수소가 분리될 수 있으나, 순수한 일산화탄소는 회수될 수 없으며, 20몰의 일산화탄소와 20몰의 수소가 각 50%씩의 순도로서 혼합된 상태로 남아 있다. 이들 방법중의 어느 방법도 완전한 분리를 달성할 수 있다. 단지 흡착될 수 없는 가벼운 성분만이 고순도로서 회수될 수 있다.

순수하고, 흡착성이 강하고, 무거운 성분의 회수를 위하여는 부가적인 단계, 다시말해서, 감압에 앞서 가벼운 성분을 층으로부터 배출하기 위한 무거운 성분에 의한 층의 세정이 필요하다. 이러한 세정단계는 공지된 몇몇의 특허 문헌에 수록되어 있다. 이들 공정이 갖는 문제점은 아래와 같다. : (a) 세정이 완료되어 가벼운 성분이 층으로부터 완전히 배출되면, 무거운 순수성분이 얻어질 수 있으나, 무거운 성분의 흡착전진점이 가벼운 성분에 의해 파괴되어 고순도로서는 회수될 수 없다. (b)가벼운 성분의 배출이 완전하지 않다면, 제2도에 제시된 바와같이 층내의 무거운 성분의 대표적인 농도 프로필이 얻어지며, 그리고 이와같은 층이 무거운 성분을 공급 단부에서 회수하기 위해 역류 감압된다면, 층내에 여전히 존재해 있는 가벼운 성분이 매우 빨리 공급단부로 퍼지므로 무거운 성분의 순도를 떨어뜨린다. 그러므로 종래의 공정들에 의해서는 단일 PSA 유니트에서 원하는 두성분을 고순도로서 얻을 수 없다.

이와같은 완전한 분리는, 예를들어, 각각의 유니트가 일곱개의 고정층을 포함하는 두개의 분리된 압력 진동 흡착 유니트에 의해서 얻어질 수 있다. 예를들어, 수소와 일산화탄소(CO)를 함유하는 공급 가스로부터, 제1유니트는 순수한 수소와 70%의 일산화탄소 농도를 갖는 일산화탄소 가스를 회수한다. 이 일산화탄소가스 혼합물은 압착되어 제2PSA유니트로 들어가서 순수한 일산화탄소가 수소가 많은 가스로 회수된다. 이어서 수소가 많은 가스가 제1PSA유니트에 공급 가스로서 제공되어 사이클이 반복된다. 두개의 독립적인 PSA 유니트의 조합은 매우 높은 신축성을 갖는 탁월한 분리를 달성하게 한다. 예를들어, 이러한 장치는 99.999% 순도의 수소와 같은 99.8% 이상의 흡착성이 약한 가벼운 성분과 99.5% 순도 이상의 일산화탄소와 같이 실제적으로 100%에 가까운 흡착성이 강한 성분을 두성분 가스 혼합물로부터 회수할 수 있다.

흡착성이 강하고 약한 두성분의 회수를 위해 적당한 PSA 공정이 Benkmann의 영국특허 제1,536,995호에 발표되었다. 이 공정은 그 특허 제2도에 나타난 바와같은 연속 사이클로서 두층에 기초하고 있다. 공급 가스는 흡착성이 강한 성분을 수용하는 하층에 도입된다. 공급 단계에 이어서 흡착성이 약한 가벼운 성분이 무거운 성분의 재순환 기류에 의해서 하층으로부터 배출되어 이 단계 종료시의 하층에는 단지 무거운 성분만이 함유되는 공동 정화 단계가 수행된다. 이때, 상층과 하층 사이의 연락은 자동 밸브에 의해 차단되고 무거운 성분은 역류 감압에 의해서 하층으로부터 회수된다. 그런한편, 상층은 감압 및 정화되어 모든 무거운 성분이 제거된다. 상층과 하층의 단계 순서는 연결되어 있고 독립적인 사이클로는 진행될 수 없다. 그러므로, 이 장치의 적응성이 줄어들어 복잡성이 증가된다. 이 장치가 갖는 문제점은 한 열에 두층이 필요하고; 공급 가스 조성물 변화와 같은 공정 조건이 변화되면 두층의 용적비를 변화시킬 수 없기 때문에 적응성이 줄어들고; 두층의 상부는 감압손실 및 압축 동력을 증가시키는 공급 공간 가스를 함유하고; 또 압력강하가 증가된다.

PSA에 필요한 자본투자량을 더욱더 감소시키고 장치의 효율을 증가시킬 필요성이 공업적으로 존재한다. 본 발명은 간단하고, 더욱 경제적이고 더욱 신축성있는 흡착층을 이용하여 고순도 가스 분리를 달성하므로써 그러한 필요성을 충족시켜준다. 본 발명은 낮은 압축 동력으로 가스 분리를 달성하므로 단순성 및 감소된 경비가 얻어진다. 낮은 압축 동력요건은 교체가스를 덜 필요로하는 것으로 달성된다. 고순도 제품을 얻기 위한 교체 사이클이 알려져 있지만, 본 발명은 더 낮은 에너지 소모로서 고순도 제품을 제공

한다.

본 발명은 혼합된 공급 가스를 최소한 두종의 제품 가스 기류로 분리하기 위한 고정층 압력 진동 흡착 공정에 관한 것이다. 이 공정은 아래와 같은 단계를 포함한다. : (a) 공급 가스 혼합물을 흡착층에 공급하고 흡착하여 흡착성이 강한 성분을 선택적으로 흡착하는 단계; (b) 고농도의 흡착성 강한 성분을 갖는 가스로 층에 존재하는 공급 가스를 교체시킴에 의한 층의 세정 단계; (c) 층의 최소한 두개의 서로 다른 지점을 통한 가스의 방출에 의한 층의 감압단계; (d) 층의 재가압단계.

또한 본 발명의 바람직한 구체형들은 병류 감압 및 정화 단계를 포함한다. 병류 감압 단계는 세정 단계의 전 또는 후에 수행될 수 있다.

본 발명은 단일 흡착계를 이용하여 두성분의 분리를 달성하는 압력 진동 흡착 공정에 의한 가스의 정제 및 분리 방법을 포함한다. 이 방법에는, 최소한 두개의 성분을 갖는 가스 혼합물을 흡착층에서 흡착하는 단계가 포함된다. 흡착층으로 공급 단부와 배출 단부를 갖는다. 두 성분들중에서, 한 성분은 다른 성분보다 흡착성이 강한 성분이다.

물질전달전진점이 층내에 이상적으로 위치할때까지 흡착은 압력하에 수행될 수 있다. 물질전달전진점은 포화된 흡착제와 불포화된 흡착제사이의 영역이다. 흡착성이 강한 성분은 대표적으로 이산화탄소, 메탄, 또는 일산화탄소이다. 흡착성이 약한 성분은 대표적으로 질소 또는 수소이다. 바람직하게 흡착 단계는 물질 전달전진점이 층내의 최소한 중간위치에 있을때까지 진행된다.

흡착단계가 수행되어 층이 충분히 포화되면, 가스 혼합물은 흡착성이 강한 성분의 농도가 더 많은 가스로 교체 또는 치환된다. 이 단계는 층의 공급 단부에 위치한 흡착성이 약한 성분을 교체시켜 그 성분을 층의 배출 단부로 가게한다. 이 교체단계는 흡착성이 약한 성분을 층으로부터 실제적으로 제거하므로 고순도의 수율을 얻기위하여는 결정적인 단계이다. 더욱더 이 교체 단계는 층내의 포화된 지역이 흡착성 강한 성분으로만 채워져 있게 하고 또 층내의 불포화된 지역에는 흡착성이 약한 성분이 채워지게한다.

계속되는 병류 감압 단계 동안에, 흡착전진점은 배출단부쪽으로 나아가서 가벼운 성분이 층으로부터 배출된다. 제3도는 가벼운 헬륨 성분과 무거운 메탄 성분의 두성분 가스 혼합물의 분리를 위한 층내에서의 가스 조성물의 상태를 보여준다. 곡선 A, B 및 C는 각각 흡착 종료, 단계, 교체 단계 및 병류 감압 단계시의 조성물 프로필을 보여준다. 단계 A, B 및 C 각각에 있어서, 메탄전진점은 배출 단부를 향해 나아가고 헬륨은 층으로부터 배출되어 배출 단부에서 회수된다. 그러므로 제3도는 교체 단계가 병류 감압 단계에 앞서서 일어나는 경우를 보여준다.

제4도에서, 곡선 A, B 및 C는 흡착단계, 병류 감압 단계 및 교체단계의 완결시에 메탄 농도(mole%)를 보여준다. 병류 감압 단계중에 유출된 가스는 다른 층들을 재가압하기 위해 일반적으로 사용된다. 병류 감압 단계는 병류 가압이 교체 가스 필요량을 감소시키므로 공급 가스 흡착 압력이 높을 경우에 특히 유리하다. 공급 가스 압력이 중간이거나 또는 낮을때에는 별도의 병류 감압 단계를 행하지 않고도 아주 효과적인 사이클이 진행될 수 있다. 공급가스, 교체 가스, 병류 감압 단계 최종 압력 및 층 크기의 상대량은 단계 C의 종료시에 무거운 성분의 전진점이 층의 내부에서 유지되고 배출단부에는 순수하고 가벼운 성분이 본질적으로 함유되게끔 하는 것을 전제로 선택된다.

제3도와 4도에 있어서의 공정순서는 제3도가 흡착→교체→감압의 순서이고, 제4도는 흡착→감압→교체의 순서이다.

제3도와 제4도의 경우를 고려할때, 서로 동일한 양의 공급 가스와 교체 가스가 층을 통과한다. 그밖에, 초기 공급압력과 말기 압력은 서로 동일하다. 제3도의 순서를 이용하는데 있어서의 이점은 가벼운 성분이 최고 압력일때 얻어지며 최종의 농도 프로필에 약간 더 가파르다는 것이다. 더욱이, 단계 B 와 C 를 일제히 수행하여 시간을 절약할 수도 있다. 두 경우에서, 단계 C의 종료시에, 층의 공급 단부는 순수하고 흡착성 강한 성분을 실제적으로 함유하고 층의 배출 단부는 흡착성이 약한 가벼운 성분을 함유한다.

본 발명에 따라서, 흡착층은 층내의 최소한 두개의 서로 다른 지점을 통해서 가스가 일제히 배출됨으로써 감압되어, 층의 꺼내어진 측부, 층의 공급 단부 또는 그들 두지점으로부터 흡착성 강한 성분이 회수한다. 실제적으로 순수한 흡착성 약한 성분은 층의 배출 단부를 통해 회수된다. 이와같은 두단부 동시감압 또는 세단부 동시 감압은 수동 조절 밸브 또는 제어 밸브에 의해서 고정된 위치를 통해 수행될 수 있다. 예를들어, 배출 단부에 있는 공정 위치 밸브와 가른 꺼내어진 지점에 있는 왕복운동 압축기가 이용될 수 있다. 밸브의 위치를 적당히 제어 또는 조절하므로써, 제로 흐름면이 물질전달전진점/흡착전진점 근처에서 층내에 설정될 수 있다. 공급 가스 조성물과 같은 공정 조건이 변화할때, 밸브 개방을 조절하거나 또는 압축기의 흡인 속도를 조절하면 제로 흐름면의 위치를 쉽게 변경할 수 있다.

용어 " 두단부 동시 감압(DED) " 은 층이 표 5A에 나타난 바와같이 동일한 시간에서 병류 및 역류 감압된다는 의미로 제한되지 않는다. 만일 꺼내어진 측부가 마련된다면, 제로 흐름면은 전체의 층이 병류 감압될 경우에 설정될 수 있다. 이는 제5b도에 설명되어 있다. 제5b도는 꺼내어진 측부의 상부에 위치한 층의 일부가 배출 단부를 향해서 감압되고 꺼내어진 부분의 아래에 있는 층의 부분은 꺼내어진 부분을 향해 가압된다. 층의 이러한 두부분이 병류 감압되어 무거운 성분은 꺼내어진 측부에서 얻어진다. 제5b도에 따른 감압형식에 있어서, 일부의 가스는 제로 흐름면을 지나 배출 간부를 행해 흘러가서 최소 흐름면을 형성할 것이다. 이러한 현상은 부적당하게 조절된 유속 때문에 일어나지만 더 안정하게 조절할 수 있고 공정조건이 약한 혼합한 경우에 가벼운 성분이 꺼내어진 측부로 누출될 수 없게 할 수 있다.

본 명세서와 청구범위에서 사용된 용어 " 병류감압 " 은 가스가 층의 단 한장소에서 배출되는 감압을 나타낸다. 더 엄밀하게, 가스는 배출 단부를 통해 배출된다.

또한 제5c도에 나타난 바와같이 층내의 서로 다른 지점에서 가스를 일제히 배낼 수도 있다. 따라서, 두개의 제로 흐름면이 층내에 설정된다. 층의 앞선 세정 단계, 다시 말해서 공급 단부로부터 가벼운 성분의 이동이 없이는 DED는 두개의 원하는 성분으로 우수한 분리를 달성할수 없음을 알아야 한다. 이는 핵

심성분의 완전한 분리를 달성할 수 없는 Hiscock 등의 미국특허 제4,589,888호에 의해 대표되는 종래의 기술과 비교해볼때 명백한 차이를 나타낸다.

이중 감압 단계의 종료시에, 층은 순수한 수소에 의해 배출 단부로부터 정화될 수 있고 정화 유출가스 또는 단순히 "순수한 유출물"이 연료가스로 사용될 수 있거나 또는 압축되어 공급가스에 첨가될 수 있다. 변형하여, 층은 정화단계를 행하지 않고도 재가압될 수 있다.

이중 감압 단계중에 회수된 흡착성이 강한 성분의 일부는 적절히 재압축되어 교체 단계에 사용된다.

사이클은 흡착층의 재가압과 함께 종료된다. 또한, 통상적인 압력 진동 흡착 장치가 쉽게 변형되어 본 발명의 실시예에 이용될 수 있다. 예를들어, 병렬로된 다층 흡착층이 사용될 수 있다. 이 분야에 통상의 지식을 가진 당업자는 최적 가스 분리를 위한 물질전달전진점의 최적 위치를 지나친 실험에 의하지 않고도 결정할 수 있다.

제1도에 관련하여 단일 PSA계(1)이 도시되어있다. 네개의 단일 흡착층(7),(8),(9)및(10)의 세트가 이 구체형을 위해 병행하게 도시되었지만 5개 내지 12개의 층으로된 단일흡착계도 높은 효율의 사이클로서 사용될 수 있다.

흡착성이 강한 제1성분 및 흡착성이 약한 제2성분을 함유하는 공급 가스가 제2도의 농도 프로필이 설정될때까지 분기관선(2)와 개별적인 공급단부선(3),(4),(5) 및 (6)을 지나 흡착층(7),(8),(9) 및 (10)의 공급단부로 압력하에 흘러들어간다. 이어서 공급가스는 선(20)으로부터 들어오는 가스와 교체된다. 바람직하게 선(20)에서의 가스는 선(23)을 통해 개별적인 교체선(24),(25),(26)및 (27)로 순환되기에 앞서 압축수단(21)에서 흡착 압력으로 압축된다. 그밖에, 압축된 가스는 선(22)를 경유하여 다른 흡착 장치로 순환될수 있다. 무거운 가스제품은 선(20),(22)도는 (23)을 따라 계로부터 제품으로 배출될 수 있다.

선(23)에서의 하류 흐름은 흡착층(7),(8),(9) 및 (10)의 공급단부로 하류가스의 흐름은 층의 공급단부에 있는 흡착성 약한 어떠한 성분을 층의 배출 단부를 향해 이동시키기 위한 고농도의 제1성분을 갖는다. 하류가스와 공급가스의 교체는 "세정" 또는 "공동정화" 라고 여겨지며 실제적으로 순수한 "무거운" 제품을 달성하는 것이 필수적이다.

다음에 따르는 실시예들은 청구범위에 제시된 본 발명의 범위를 제한함이 없이 본 발명을 설명해준다.

[실시예 1]

A. 70몰%의 수소, 5몰%의 CO, 1% 메탄 및 24% CO₂ 를 함유하는 8kg몰의 공급 가스를 6m 높이의 활성탄과 2m 높이의 13×분자체로된 층을 함유하는 8m 높이의 흡착층에 통과시킨다. 공급가스는 35°C 및 2.2MPa이다.

B. 흡착 A의 종료후에, 98.5몰%의 CO₂, 0.5몰%의 CO, 0.6몰%의 CH₄ 및 0.4몰%의 수소를 함유하는 1.6kg몰의 가스를 2.2MPa에서 층의 공급 단부에 도입한다. 단계 A와 교체 단계 B 둘 모드에 있어서, 99.999%의 순수한 수소가 층의 배출단부, 즉 상부를 통해서 배출된다.

C. 흡착층을 2.2MPa의 압력에서 0.8 MPa의 압력으로 두단계로 병류 감압하고, 층의 상부에서 얻은 99.996%의 수소를 다른층의 재가압에 이용한다. 이단계의 종료시에, 층은 층의 6m높이까지는 수소를 실제적으로 함유하지 않는다.

D. 이어서 층의 공급 단부를 통해 98.5%의 순수한 CO₂ 및 배출단부를 통해 99.992%의 순수한 수소를 일제히 빼내서 0.12MPa, 즉 1.2bar의 압력으로 감압한다. 수소 기류를 이용하여 또다른 한층을 정화시키면서, 공급단부에서 얻은 3kg몰 CO₂ 기류중의 1.6kg몰을 2.2 MPa의 압력으로 압축하여 또다른 층의 단계 B에 사용하고 그나머지 1.4kg몰을 98.5%의 순수한 CO₂ 제품으로 이용한다.

E. 이어서 층을 또 다른층의 단계 D에서 얻은 수소를 사용하여 0.12MPa의 압력에서 정화하는데, 이때 공급 단부로부터 배출되는 정화 유출물은 52kg몰의 CO₂, 0.08kg몰의 CH₄, 0.4kg몰의 CO, 및 0.4kg몰의 H₂를 함유한다. 이와같은 정화 유출물은 연료가스 또는 다른 목적을 위해 이용된다.

F. 이어서 두개의 단계로서 수소를 사용하여 층을 재가압한다. 다시말해서 단계 C에서 얻은 수소를 사용하여 1.5MPa,로 재가압하고 끝으로 단계 A와B에서 얻은 수소의 일부분을 사용하여 약 2.2MPa로 재가압한다.

이 실시예에 있어서, 8몰의 공급 가스는 52몰의 99.999%의 순수한 수소, 1.4몰의 98.5% 순수한CO₂ 및 1.4몰의 연료 가스로 분리되었다. 8개의 흡착층을 갖는 단일계에 있어서, 320kgmol/h의 공급 속도를 갖는 가스가 처리될 수 있다. 단계 B와 D 없이는 상기와 같은 분리가 단일 흡착계만을 사용하는 단일 PSA 유니트로서는 달성될 수 없다.

[실시예 2]

A. 66몰%의 H₂, 30몰%의 CO, 3.7몰%의 CO₂ 및 0.3몰%의 H₂O를 함유하는 공급가스를 2MPa를 갖는 활성탄층의 공급 단부에 도입한다. 배출 단부에 있는 흡착 유출가스는 99.998%의 순수한 H₂이다.

B. 이어서 층을 0.8MPa로 병류 감압한다.

C. 28몰%의 CO₂, 0.8몰%의 H₂O, 70.5몰%의CO, H₂O 및 0.7몰%의 H₂를 함유하는가스를 층의 공급단부에 도입한다. 단계 B와 C에서 얻은 수소를 이용하여 다른층을 재가압한다. 단계 C의 종료시에, 공급 단부로부터 시작하여 층높이의 약 70% 정도는 지점에 위치해 있는 꺼내어진 층부와 공급 단부사이의 층 부분으로부터 본질적으로 모든 수소를 이동시킨다. 하지만, 층의 그나머지 30%는 수소, 즉 CO-H를 여전히 함유하

고, 층의 마지막 8%는 99.99%의 순수한 수소를 함유한다. 동시에, CO₂ 전진점을 층높이의 약 18% 되는 지점에 위치시킨다. 즉, 공급 단부에 대해 밀폐시킨다.

D. 이어서 3개의 서로다른 지점을 통해 가스를 일제히 배출시켜 0.8 MPa의 압력에서 0.1MPa의 압력으로 감압한다 :

- (1) 99.99%의 순수한 수소를 배출 단부를 통해 배출시켜 또다른 한층의 정화가스로 사용한다.
- (2) 99%의 순수한 일산화탄소를 층의 꺼내어진 측부를 통해 배출시켜 CO제품으로 이용한다.
- (3) 28%의 CO₂ 와 70.5%의 CO를 함유하는 가스를 공급단부를 통해 빼내어서 또다른 한층의 세정, 즉 H₂ 이동을 위해 이용한다.

단계 D를 수행하는 동안에, 두개의 제로 흐름면이 층내부에 설정되었는데, 하나는 공급 단부로부터 층높이의 약 20% 되는 지점에 설정되었고, 다른 하나는 공급 단부로부터 따져서 층높이의 약 70%되는 지점에 설정되었다. 층 높이의 0과 20% 되는 지점사이의 층 부분은 역류 감압되고, 20과 70%되는 지점 사이의 층부분은 꺼내어진 측부를 향해 병류감압되고, 마지막 부분은 배출 단부를 향해 감압된다. (제5c도 참조)

E. 이어서 단계 D에서 얻은 99.99%의 순수한 H₂ 사용하여 층을 정화하고, 25몰%의 CO₂, 1몰%의 H₂O, 38몰%의 CO 및 36몰%의 H₂를 함유하는 정화 유출물을 연료가스 또는 다른 용도에 이용한다.

F. 수소를 이용하여 층을 2MPa로 재가압한다.

실시에 2에 있어서, 다음과 같이 3개의 기류로 분리되었다 :

- (1) 92%의 수소를 99.998%의 순수한 H₂로 회수한다.
- (2) 81%의 일산화탄소를 99%의 순수한 CO로 회수한다.
- (3) 나머지 H₂, CO 및 본질적으로는 CO₂ 및 물이다.

동종의 분리가 실시에 2의 단계 D를 다음과 같이 두단계로 나누어서 수행될 수 있다.

(D1) 층의 압력을 0.8MPa에서 0.26MPa로 감압하고 배출단부에서 수소를 그리고 꺼내어진 측부에서 일산화탄소를 일제히 뽑아낸다.

(D2) 상부에서 수소를, 그리고 공급단부에서 28% CO₂ 및 70.5% CO를 갖는 가스를 일제히 뽑아내면서 층의 압력을 0.26MPa에서 0.1MPa로 더욱더 감압한다.

단계 D1과 D2로 단계 D의 분할은 하나의 부가적인 단계를 필요로할 수 있지만, CO 제품 압축기와 교체가스 압축기는 더욱 용이하게 설계될 수 있고 더욱 평탄하게 조작될 수 있다.

상기의 분리는 9개의 층을 갖는 단일 PSA 유니트를 이용하여 효과적으로 수행될 수 있다 :

층번호	단 계
1	흡착
2	흡착
3	병류 감압 균형화 1,2
4	교체
5	두단부 동시 감압 1
6	두단부 동시 감압 2
7	정화
8	균형화-제거압 2
9	균형화 1 및 최종 제거압

어느 정도 덜 효율적이긴 하지만 더 낮은 비용으로 동종의 분리를 수행할 수 있는 여섯개의 층을 갖는 단일 흡착계는 아래와 같다 :

층번호	단 계
1	흡착
2	교체 및 동시적인 병류 감압 균형화 1 및 2
3	세단부 동시 감압
4	정화
5	균형화-제거압 2
6	균형화 1 및 최종 제거압

대개, 물질전달전진점은 단일 흡착계내에서 문제점을 발생시킨다. 예를들어 물질전달전진점(24)가 오른 쪽으로 이동되도록 제2도에 곡선으로 그려진 질전달전진점(24)가 생겨나는 층(27)로부터 이동한다면, 흡착성이 약한 성분은 불순수해진다. 이것은 흡착층이 흡착된 물질에 의해 포화되기 때문이며, 이에 따라 흡착된 물질이 비교적 순수한 유출 제품내로 흘러들어간다. 또한 불순물은 역류 감압이 시작될때 물질전달전진점이 층의 내부에 방치되어있을 경우 생겨날 수 있다. 이러한 현상의 실례는 화살표(29)의 방향으로 물질이 흐르는 것이다. 층(27)의 배출 단부에 있는 흡착성이 약한 물질(26)은 층(27)의 공급 단부로 흘러갈때 흡착성이 강한 물질(25)와 혼합된다.

불순물들은 층(27)의 공급 단부와 층(27)의 배출 단부가 일제히 감압될때 배제된다. 이때의 흡착층은 "두단부 감압" 또는 "DED" 를 치른다. 흡착된 물질(25)는 화살표(29)의 방향으로 흘러가고 흡착성이 약한 물질은 화살표(28)의 방향으로 흘러간다. 따라서, 실제적으로 순수한 흡착물질은 층(27)의 공급단부

로부터 얻어지고 실제적으로 순수한 흡착성 약한 성분은(27)의 배출 단부로부터 얻어진다.

제2도는 두단부 동시 감압이 시작될때의 농도 프로필의 실례를 보여준다. 두단부 동시 감압이 시작됨에 따라, 제로 흐름면(30)이 설정된다. 제로 흐름면(30)의 왼쪽에 있는 물질은 역방향으로 흘러가거나 또는 화살표(29)의 방향으로 흘러간다. 총내의 오른쪽에 있는 물질은 병류로 또는 화살표(29)의 방향으로 흘러간다. 제로 흐름면의 양면에서의 유속은 점차로 증가하여 총의 양단부에서는 최대에 도달한다.

흡착층의 양단부에서 유속을 조절하는 것은 흡착층 양단부에서의 상태 유속이 제로흐름면(30)의 위치를 결정하므로 중요하다. 유속은 총의 공급단부에서의 유출물이 두단부 동시 감압중에 배출 단부에서의 유출물보다 더 부피가 크기때문에 서로 차이가 있다.

이렇게 차이를 두어 배출하는 이유는 다음 두가지 때문이다. 첫째, 흡착성이 강한 성분으로 채워진 총의 부분이 더 넓다. 둘째, 같은 압력일때 흡착성이 강한 물질이 흡착성이 약한 물질보다 총에 대한 결속력이 더 있다. 그러므로, 흡착성이 강한 물질은 압력이 양단부로부터 일제히 내려가기 때문에 더 자유롭게 된다.

양단부에서 상대 유속의 조절은 쉽게 수행될 수 있다. 예를들어, 임계 흐름을 갖는 고정 위치밸브는 선(15)와 (20)에 의해 형성된 분기관상에 위치할 수 있거나 또는 개별적인 인입공(11),(12),(13) 및 (14) 또는 출구공 (16),(17),(18) 및 (19)에 위치할 수 있다. 변경하여, 용량형 압축기들이 고정 위치 밸브 대신에 사용될 수 있다. 흡착층이 탈착 압력 수준으로 감압 되어지면 두단부 동시 감압 단계는 종결된다.

두단부 동시 감압의 종료시에, 바람직하게 흡착층이 정화된다. 일반적으로 이 정화는 흡착성 약한 성분을 이용하여 역류 정화함으로써 수행된다. 정화 유출물은 연료로 사용될 수 있거나 또는 압착되어 공급 가스에 다시 첨가될 수 있다. 이 총은 또다른 흡착 사이클을 수행할 준비가 되어 있고 정화 단계없이 재가압될 수 있다.

사이클 조작에 있어서, 각각의 사이클마다 정확히 같은 장소에서 제2도의 물질전달전진점(2)의 농도 프로필이 주어지도록 공급 공정화 가스의 유속 및 시간을 조절하는 것이 어려울때가 있다. 공급 및 공정화 유속 또는 흡착 시간을 증가시키면, 물질전달전진점(24)는 흡착층의 배출 단부를 향해 병류로 점차적으로 이동한다. 반대로, 공급 및 공동정화 유속 또는 흡착 시간을 감소시키면 물질전달전진점(24)는 흡착층의 공급단부를 향해 역류로 이동한다.

본 발명에 따라서, 흡착층내에서 물질전달전진점의 위치에 관한 실제적으로 안정한 조절을 달성하기 위하여는, 최소한 약간이나나 물질전달전진점의 위치를 정하고 두단부 동시 감압에 앞서 병류 감압을 수행하여 흡착층의 배출 단부쪽으로 물질전달전진점을 이동시키는 것이 바람직하다고 결정되었다. 물질전달전진점이 총의 배출 단부쪽으로 너무 멀리가 있으면 일부의 가스는 꺼내어진 측부를 통해 총으로부터 배출될 수 있다. 예를들어, 이와같은 꺼내어진 측부는 상업적으로 구득가능한 블리이더 밸브이다.

제올라이트 분자체, 활성탄, 실리카겔, 활성 알루미늄, 및 이들의 혼합물 또는 조합물로 구성되는 그룹에서 선택된 부재를 함유하는 물질이 흡착층으로 사용될 수 있다. 이분야에 통상의 지식을 가진 당어자는 본 발명의 실시예 어떤 물질이 사용되는지를 알 수 있다.

대표적으로, 분리에 적당한 가스 혼합물은 한 성분이 다른 성분보다 흡착성이 강한 둘 또는 그 이상의 성분을 갖는다. 하나는 무거운 물질이고 다른것은 가벼운 물질로서 분리될 수 있는 가스성분을 생각하는 것도 가끔 유용하다. 이와같이 기체 성분의 특징은 사용되는 흡착매의 형태에 따라 다양하다.

본 발명은 두성분 가스 혼합물 또는 더 복잡한 가스혼합물의 분리에 적당하다. 예를들어, 공기는 본 발명에 따른 다수 사이클 처리에 의해 몇가지의 아성분으로 분리될 수 있다. 다시말해서, 순수한 아성분이 분리될때까지 다수의 사이클이 수행될 수 있다. 제1사이클에 있어서, 복잡한 가스 혼합물이 총에 도입된다. 이 어서 혼합물중에 흡착성이 강한 성분으로 본질적으로 구성되는 교체 가스가 총을 "공동정화" 하기 위해 사용되는 흡착성이 약한 성분을 배출 단부쪽으로 이동시킨다. 이어서, 두단부 동시 감압시에, 흡착성이 강한 성분이 총의 공급 단부로부터 분리되고 흡착성이 약한 성분은 총의 배출 단부로부터 분리된다. 이어서 계속되는 사이클을 수행하여 제1사이클에서 얻은 두개의 생성물을 더욱더 분리할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

(a)흡착 압력하에 공급 가스 혼합물을 공급 단부와 배출 단부를 갖는 흡착층에 도입하여 공급 가스중에 흡착성이 강한 성분을 선택적으로 흡착하는 단계; (b) 고농도의 흡착성 강한 성분을 갖는 가스로 공급가스를 교체시켜 흡착성이 약한 성분을 총으로부터 교체시키는 단계; (c) 본질적으로 순수한 흡착성 약한 성분을 총의 배출 단부에서 회수하고 흡착성 강한 성분을 총의 공급 단부로부터 회수하는 총의 최소한 두개의 서로다른 지점을 통해 가스를 일제히 방출시켜 총을 감압하는 단계; 그리고(d) 총을 재가압하는 단계로 구성되는, 고정 흡착층에서 흡착성 약한 성분과 흡착성 강한 성분으로의 가스 분리 방법.

청구항 2

제1항에서, 감압단계는 총의 공급 단부와 배출 단부로부터 가스를 일제히 방출시키는 단계임을 특징을 하는 방법.

청구항 3

제1항에서, 감압 단계는 총의 꺼내어진 측부와 총의 배출단부로부터 가스를 일제히 방출시키는 단계임을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

감압 단계가 배출 단부와 꺼내어진 측부로부터 가스를 일제히 방출하는 단계, 그리고 공급 단부와 배출 단부로부터 가스를 일제히 방출하는 단계를 더욱더 포함하는 것을 특징으로 하는 제1항의 방법.

청구항 5

제1항에서, 감압단계가 공급 단부, 배출 단부 및 꺼내어진 측부를 통해 가스를 일제히 방출하는 단계임을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

재가압 단계에 앞서 흡착성 약한 성분으로 충을 정화하는 단계가 더욱더 포함되는 제1항의 방법.

청구항 7

제6항에서, 정화단계는 감압단계중에 배출 단부로부터 얻은 정화 가스에 의해서 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제1항에서, 도입 및 교체 단계는 실제적으로 같은 압력에서 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

가스를 일제히 방출시켜 충을 감압하는 단계에 앞서, 꺼내어진 측부로부터 충을 감압하는 단계가 더욱더 포함되는 제1항의 방법.

청구항 10

충을 일제히 감압하는 단계에 앞서 충을 병류 감압하는 단계가 더욱더 포함되는 제1항의 방법.

청구항 11

제10항에서, 병류 감압 단계는 교체단계에 앞서 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제10항에서, 병류 감압 단계는 교체 단계와 함께 일제히 수행됨을 특징으로 하는 방법

청구항 13

제10항에서, 병류 감압 단계는 교체 단계 이후에 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제1항에서, 교체 단계는 고정위치 밸브를 사용하여 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제1항에서, 교체 단계는 용적 압축기를 사용하여 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

병류 감압 단계가 배출 단부에서 얻은 가스를 사용하여 다른 충들을 재가압하는 단계를 더욱더 포함하는 제10항의 방법.

청구항 17

병류 감압 단계가 배출 단부에서 얻은 가스를 사용하여 다른 충들을 재가압하는 단계를 더욱더 포함하는 제11항의 방법.

청구항 18

제10항에서, 병류 감압 단계는 일제히 감압되는 단계중에 최대 분리 효율이 얻어지게 하는 물질전달전진 점을 충내에 위치시키기에 충분히 낮은 압력으로 감압됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 19

교체 단계가 공급 단부에서 얻은 제1성분을 충내에 도입하는 단계를 더욱더 포함함을 특징으로 하는 제10항의 방법.

청구항 20

제19항에서, 제1성분은 일산화탄소, 이산화탄소, 또는 메탄을 포함하고, 제2성분은 수소 또는 질소를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 21

제20항에서, 흡착층은 제올라이트 분자체, 활성탄, 실리카겔, 활성 알루미나, 및 이들의 혼합물로 구성되는 그룹에서 선택된 부재를 함유하는 물질임을 특징으로 하는 방법.

청구항 22

(a)제1성분이 제2성분보다 흡착성이 강한 성분으로서 제1성분이 흡착층상에 선택적으로 흡착되는 최소한 두종의 성분으로 구성되며, 공급 단부로 들어가서 흡착층을 지나 배출 단부를 통해 배출되는, 공급 가스 혼합물을 압력하에 고정 흡착층을 통해 흘려보내는 단계; (b)고농도의 제1성분을 갖는 가스로 공급가스 혼합물 교체시켜 제2성분이 공급 단부로부터 교체되는 단계; 그리고 (c)압력을 내려서 두 단부를 일제히 감압하여, 제1성분을 공급 단부로부터 실제적으로 순수한 상태로 회수하고 제2성분을 배출 단부를 통해 실제적으로 순수한 상태로 회수하는 단계로 구성되는 가스 정제방법.

청구항 23

일제히 감압되는 단계에 앞서 물질전달전진점이 층내에 위치하도록 층을 병류 감압하는 단계가 더욱더 포함되는 제22항의 방법.

청구항 24

제23항에서, 병류 감압단계는 교체 단계에 앞서 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 25

제22항에서, 병류 감압단계는 교체 단계에 함께 일제히 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 26

제23항에서, 병류 감압단계는 교체 단계에 이어서 수행됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 27

병류 감압 단계가 배출 단부에서 압력을 감소시키는 단계를 더욱더 포함하는 제23항의 방법.

청구항 28

병류 감압 단계가 층의 꺼내어진 측부에서 압력을 감소시키는 단계를 더욱더 포함하는 제23항의 방법.

청구항 29

교체 단계가 공급 단부에서 얻은 제1성분을 층에 도입하는 단계를 더욱더 포함하는 제28항의 방법.

청구항 30

동시적인 감압단계에 이어서 가압단계가 더욱더 포함되는 제29항의 방법.

청구항 31

제30항에서, 제1성분은 일산화탄소, 산소 또는 메탄을 포함하고 제2성분은 수소 또는 질소를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 32

제31항에서, 흡착층은 제올라이트 분자체, 활성탄, 실리카겔, 활성 알루미늄 및 이들의 혼합물로 구성되는 그룹에서 선택된 부재를 함유하는 물질임을 특징으로 하는 방법.

청구항 33

제1항에서, 흡착층의 수는 최소한 네개임을 특징으로 하는 방법.

청구항 34

제1항에서, 흡착층의 수는 다섯개임을 특징으로 하는 방법.

청구항 35

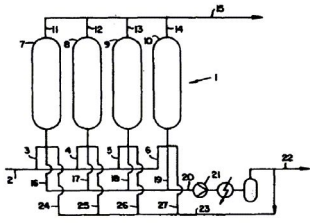
제1항에서, 흡착층의 수는 여섯개임을 특징으로 하는 방법.

청구항 36

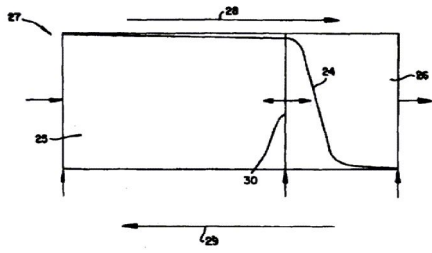
제35항에서, 성분의 선택적인 흡착단계는 어떠한 주어진 시간에서 최소한 한 층에서 일어남을 특징으로 하는 방법.

도면

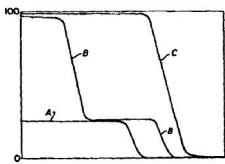
도면1



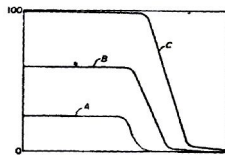
도면2



도면3



도면4



도면5a



도면5b



도면5c

