(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
B01D 53/02
C01B 21/04

(45) 공고일자 1991년03월30일
(11) 공고번호 특1991-0001897

(21) 출원번호	특1984-0001311	(65) 공개번호	특1984-0007821
(22) 출원일자	1984년03월15일	(43) 공개일자	1984년12월11일

(30) 우선권주장 475.797 1983년03월16일 미국(US)
561.005 1983년12월13일 미국(US)

(71) 출원인 칼곤 카본 코포레이션 제임스 에프. 너프톤
미합중국 펜실베니아 로빈슨 타운쉽 루트 6-캠벨'스 런 로우드

(72) 발명자 로버트 에프. 수트, 쥬니어
미합중국 펜실베니아 15902 존스타운 로저스 애비뉴 153

(74) 대리인 이병호

심사관 : 홍정표 (책자공보 제2238호)

(54) 탄소분자체의 제조방법

요약

내용없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

탄소분자체의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 탄소분자체의 연속적인 제조에 사용될 수 있는 개략도이다.

제2도는 분자체의 산소 및 질소 확산도 (속도) 및 산소/질소 선택률과 다양한 모델 화합물들의 흡착성에 기준한, 작은 크기 및 중간크기 기체의 분리특성을 나타내는 도표이다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 약 3 내지 약 20옹스트롬의 평균 유효 공극직경을 가지며 기체 또는 액체 혼합물을 분리시키는데 사용하는 신규의 탄소분자체 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

탄소분자체는, 흡착용량 또는 흡착율의 차이에 근거하여 작은 분자크기의 기체 또는 액체를 더 큰 분자크기의 기체 또는 액체로부터 분리시키는 데 유용한 조절된 (controlled) 분자크기의 개방-망상 구조를 갖는 다공성 기질이다

(Grant, 미합중국 특허 제3,884,830호 참조).

탄소분자체는 일반적으로 외분식 회전가마 또는 다른 유사한 비연속성, 배치형 로로 제조하여 왔다. 이러한 배치형 제조공정의 한 예는 미합중국 특허 제3,979,330호에 기술되어 있다. 이 특허에서는, 피치, 비튜멘, 타르 또는 타르 오일과 혼합된 코우크스를 600° 내지 900℃로 가열시킨 후 탄소 분해 기압에 도입시켜 동 온도하에서 오랫동안 둔다. 탄소 분해 기압은 탄소 침착 (deposit)을 야기시켜 코우크스의 평균 공극직경을 조절한다. 피치, 비튜멘, 타르 또는 타르 오일과 혼합된 코우크스를 600° 내지 900℃로 가열시켜 수득된 코오크스화 생성물을 세정 또는 스캐빈저 기체로 분리시키지 않으면, 기포성 코우크스화 생성물은 탄소분해탄화수소와 같은 효과를 나타낼 것이다 (영국 특허 제1,181,209호 참조).

탄소분자체의 배치형 비연속성 제조에 수반되는 중요한 난점은 (1) 공극직경조절을 위한 기압 및 온도 조절의 어려움 ; (2) 각 배치에서의 생성물의 가변성, 즉, 품질관리 ; 및 (3) 비교적 긴 체류시간이다 (Munzer et al. 미합중국 특허 제3,962, 129호 참조).

본 발명에 기술하는 바와 같이 연속적 운반형 가열장치와 불활성 퍼어즈 (purge) 기체의 병용은 선행 기술인 배치형 공정에 따른 난점인 기압 및 온도조절과 비교적 긴 체류시간을 제거시킨다.

본 발명은 적어도 두 개의 다른 분자직경, 분자량 또는 분자형태를 가진 성분들을 함유하는 기체 또

는 액체 혼합물을 분리할 수 있는, 약 3 내지 약 20옹스트롬, 바람직하게는 4 내지 10옹스트롬의 평균 유효 공극 직경을 갖고 다음의 특성을 갖는 탄소 분자체에 관한 것이다 : (a)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 또는 미만, 바람직하게는 500×10^{-8} 내지 $750\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 15 내지 100, 바람직하게는 15 내지 75의 산소/질소 확산율을 갖거나 ; (b)(i) $600\times10^{-8}cm^2$/초 또는 미만, 바람직하게는 50×10^{-8} 내지 $500\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 100이상, 바람직하게는 100 내지 4000, 가장 바람직하게는 175 내지 1550의 산소/질소 확산율을 갖거나 ; (c)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 바람직하게는 800×10^{-8} 내지 $3000\times10^{-8}cm^2$/초, 가장 바람직하게는 900×10^{-8} 내지 $2100\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 5이상, 바람직하게는 9 내지 400, 가장 바람직하게는 9 내지 25의 산소/질소 확산율을 지니며 ; 또한 (바람직하게는) 다음과 같은 특성도 지닌다 : (iii) 임의로, $200\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 더욱 바람직하게는 $400\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 이산화탄소 확산도를 갖고 (iv) 임의로, $0.01\times10^{-8}cm^{2/}$초 이상, 더욱 바람직하게는 $0.1\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 메탄 확산도를 갖는다.

또한, 본 발명은 집적된 자연발생기질을 연속적 운반형 가열장치에 계속 공급하고, 집적된 기질을 거의 비활성화 환경내에서 불활성 기체의 퍼어즈 (purge)하, 약 250 내지 1100℃의 온도에서 적어도 1분간 하소시킴을 특징으로 하는, 약 3 내지 약 20옹스트롬, 바람직하게는 4 내지 10옹스트롬의 평균 유효공극직경을 갖는 탄소분자체의 제조방법에 관한 것이다.

더우기, 본 발명은 약 3 내지 약 20옹스트롬, 바람직하게는 4 내지 10옹스트롬 평균 유효공극직경을 가지며 다음과 같은 특성을 갖는 분자체에 액체 또는 기체를 통과시킴을 특징으로 하여, 적어도 두개의 다른 분자 직경, 분자량 또는 분자형태를 갖는 성분들을 함유하는 기체 또는 액체 혼합물을 분리시키는 방법에 관한 것이다 : (a)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 또는 미만, 바람직하게는 500×10^{-8} 내지 $750\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 15 내지 100, 바람직하게는 15 내지 75의 산소/질소 확산율을 갖거나 ; (b)(i) $600\times10^{-8}cm^2$/초 또는 미만, 바람직하게는 50×10^{-8} 내지 $500\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 100이상, 바람직하게는 100 내지 4000, 가장 바람직하게는 175 내지 1550의 산소/질소 확산율을 갖거나 : (c)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초, 바람직하게는 800×10^{-8} 내지 $3000\times10^{-8}cm^2$/초, 가장 바람직하게는 900×10^{-8} 내지 $2100\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 5이상, 바람직하게는, 9 내지 400, 가장 바람직하게는 9 내지 25의 산소/질소 확산율을 지니고 ; 또한 (바람직하게는) 다음과 같은 특성도 지닌다 : (iii) 임의로, $200\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 더욱 바람직하게는 $400\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 이산화탄소 확산도를 갖고 (iv) 임의로, $0.01\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 더욱 바람직하게는 $0.1\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 메탄 확산도를 갖는다.

확산도는, 대략 1기압의 압력 및 대략 25℃의 온도에서 미리 배기시킨 탄소 분자체로의 시험기체의 흡착을 측정한 후, 구면에의 확산을 나타내는, 다음과 같은 간단한 방정식을 사용하여 확산도 값을 계산하여 결정한다 :

$$Lt/Le=6\,(Dt/\pi R_0^2)^{1/2}-3Dt/R_0^2$$

상기식에서 Lt=시간에 대한 시험기체의 부하, t=30초 Le=평형 부하 (보통 t=1시간에서) D=확산도 값 t=30초 R_0=0.05125cm (기준 흡착제의 평균 입자 반경)

본 발명에 사용된 "탄소분자체 (carbon molecular sieves)"라는 용어는, 흡착 용량 또는 흡착율의 차이에 근거하여 작은 (직경, 중량 또는 형태에 있어서) 분자기체 또는 액체를 더 큰 또는 다른 분자크기의 기체 또는 액체로부터 분리시키는데 사용되는 조절된 분자크기의 개방-망상 구조를 갖는 다공성 기질을 지칭한다.

여기에서 사용된 "하소 (calcining)"라는 용어는 대략 산소 또는 다른 산화제 부재하의 집적된 기질의 열처리를 지칭한다.

여기에서 사용된 "비활성화 조건 (non-activation conditions)"이란 용어는 무산소, 무수 및 무산화를 의미한다. 증기, 이산화탄소, 일산화탄소, 산화제 등은 500℃ 이상의 온도에서 활성화를 야기시킨다 (O_2는 500℃ 이상, H_2O는 750℃ 이상, CO 또는 CO_2는 1000℃ 이상). 불활성 기체 퍼어즈의 사용은, 산소를 제거시킴으로써 활성화를 방지하는 하나의 방법이다. 퍼어즈가 빠를수록 활성화 방지기회는 더 많아진다. 활성화 방지에는 병류 퍼어즈보다 역류 퍼어즈가 일반적으로 더 바람직하다.

여기에서 사용된 "거의 무산소환경 (substantially oxygen-free environment)"이란 용어는, 산소 용적당 10,000ppm 미만, 바람직하게는 5,000ppm 미만, 가장 바람직하게는 1,000ppm 미만의 산소 기압의 로 (furnace)를 지칭한다. 이러한 무산소기압은, 질소와 같은 불활성 기체의 병류 (즉, 기질과 같은 방향의 흐름) 퍼어즈로 탄소분자체의 제조건 및 제조중에 유지시킨다. 헬륨, 아르곤 및 다른 무산소 불활성 기체들도 사용할 수 있다. 이러한 불활성 퍼어즈 기체는 가열된 기질로부터 휘발성 기체를 제거하여, 하소중에 존재하는 휘발성 물질의 함량을 조절하고, 어떤 유의할 만한 활성화도 방지한다.

"집적된 자연발생 기질 (agglomerated naturally occurring substrate)"이란 용어는 코울타르피치, 석유피치, 아스팔트, 비튜민 및 리그닌과 같은 열결합재, 및 경우에 따라 전분화 같은 냉결합재, 및 경우에 따라 물과 혼합된 비코우크스화 또는 탈코우크스화 탄소질 물질을 지칭한다. 전형적인 비코우크스화 물질은 탄화코코넛, 탄화 바바수넛, 무연탄, 고위 역청탄 및 이분야에 인지된 다른 비코우크스화 물질을 포함한다. 탈코우크스화 물질은 산화 (탈코우크스화) 중간 휘발성 역청탄, 산화 갈탄 및 이 분야에 인지된 다른 탈코우크스화 물질을 포함한다. 바람직한 탄소질 물질은 탄화 코코넛과

탈코우크스화 석탄이다. 기질은 본 발명의 공정 이전에 또는 분자체 제조중에 활성화되어서는 안된다.

집적된 기질은, 비코우크스화 또는 탈코우크스화 탄소질, 열 결합재, 및 임의로 냉결합재 (예 : 전분) 및 임의로 물로부터 제조한다. 탄소질 물질은 집적된 기질의 30 내지 98중량퍼센트를 차지할 수 있으며, 또한 열결합재는 1 내지 40퍼센트를, 냉 결합재는 0 내지 20퍼센트 그리고 물은 0 내지 40퍼센트를 차지할 수 있다. 이와 달리, 집적된 기질은 30 내지 98퍼센트의 탄소질 물질 및 결합재의 연화점까지 가열시킨 아스팔트 결합재 또는 타르피치의 혼합물로부터 제조할 수 있다. 유용한 집적 기술은 미합중국 특허 제3,844,830호에 기술되어 있다.

집적시킨 후, 본 발명의 기질은 선별한다. 이와 달리, 혼합물을 펠렛화시켜 다른 형태로 만들거나 확대시킬 수도 있다. 선별된 집적된 기질은 습한 형태 또는 건조형태로 로에 공급할 수 있다. 건조는 바람직하게는 30° 내지 200℃에서 0.5 내지 180분간 실시된다. 열결합재의 화학조성을 변화시키는 "구워진 생성물 (baked product)"을 형성하기 때문에, 집적된 기질을 200℃ 이상으로 가열시켜서는 안된다. 본 발명에 사용되는 열결합재는 "원 (raw)" 형태 (즉, 화학적으로 불변인)여야 한다. 본 발명의 공정에 사용하기 전에 열결합재를 분쇄된 구워진 집적물에 첨가시킬 경우, 구워진 집적물을 사용할 수 있다.

"구워진 생성물"은 열결합재를 비휘발화시키고 피막결합재를 형성하기 위해서 산소존재하, 바람직하게는 단계적으로, 150 내지 500℃로 가열시킨 집적된 생성물이다.

탄소분자체의 평균 유효 공극직경은 일반적으로 다음과 같은 인자들에 따라서 결정된다.

(A) 로의 온도

(B) 로의 기압

(C) 체류시간

(D) 공극 차단물질의 존재 또는 부재

본 발명에서, 체 품질관리는 가열시간, 온도 및 기압 등의 공정조건을 변화시킴으로써 이루어진다. 본 발명을 실시하는데 바람직한 가열장치는 미합중국 특허 제4,050,900호, 및 제3,648,630호에 기술되어 있다. 본 공정에 유용할 수 있는 다른 가열장치는 간접분식 회전가마, 셀라스 (Selas)형 간접분식 또는 전기분식 스크루 콘베이어 가마 또는 이 분야에 공지된 몇가지 다양한 형태의 금속처리용으로 (예 : 린드버그 (Lindberg)를 포함한다.

바람직한 계는 공급조립체 (a feed assembly), 가열장치 및 건조 생성물 냉각부로 구성된다 (제1도 참조). 공기 로크 (lock)는 공급조립체와 가열장치의 사이에, 생성물 냉각부의 배출부분 위에 있다. 바람직한 가열장치는 두개의 독립적으로 조절된 가열대를 갖는 전기 분식로이다. 각 가열대는 중앙에 위치한 크로멜 알루멜 열전쌍으로 조절된 탄화규소 적외선 배열막대를 함유한다.

본 발명의 한가지 실시양태에서는 로를 병류 불활성 기체 (예 : 질소)퍼어즈 하에서 바람직한 온도에 도입시켰다. 벨트 속도는 로의 체류 시간에 맞추었다. 일반적으로 6 내지 8시간 내에 로가 정상 상태에 도달한 후 공급을 시작했다. 집적된 기질을 병류 불활성 기체주입하에서 시스템에 공급하여 탄소분자체를 제조한다. 병류 퍼어즈는 집적된 기질에 존재하는 휘발성 물질의 함량을 제어 또는 조절하도록 작용할 수 있다. 로의 가동은 공급시스템을 작동중단하고 로를 청소함으로써 완결된다. 공정조건은 다음과 같았다 :

	범위	바람직한 범위
(A) 체류시간	적어도 1분	1 내지 180분 (가장 바람직하게는 10 내지 60분)
(B) 온도	250° 내지 1100℃	500° 내지 1000℃
(C) 질소퍼어즈	1.2 내지 9.2ft/분	1.2 내지 4.6ft/분
(D) 공급속도	1 내지 90lb/시간	40 내지 55lb/시간

질소 퍼어즈 (선속도) 및 공급속도는 사용된 로에 따라 다르며 상기 범위를 벗어날 수도 있다.

노의 온도가 정해지면, 일반적으로 로를 평형화시키는데 약 1 내지 2시간이 필요하다. 로의 온도와 체류 시간은 서로 역관계를 갖는 것으로 나타났다. 낮은 온도에서 긴 체류시간은, 높은 온도에서 더 짧은 시간에 제조된 것과 유사한 체를 형성시켰다.

분자체의 유효성을 최적화시키기 위해서는 상기 생성물은(1) 높은 선택률과 (2) 높은 용량값을 가져야한다.

확산도, 선택성 및 용량이란 용어들은 분자체의 특성을 지칭한다. 기체 (또는 액체) 확산도는 기체 (또는 액체)가 특정 분자체의 공극을 통과하거나 빠져오는 속도를 지칭한다. 선택성은 두가지 기체 확산도 값의 비율로 정의된다. 높은 선택률은, 분자체가 기체 혼합물의 성분들을 쉽게 판별한다는 것을 나타낸다. 높은 용량값은, 소량의 분자체가 다량의 기체 (또는 액체)를 흡착함을 나타낸다.

본 발명의 신규의 탄소분자체는 균형화된 용량, 선택성 및 확산 특성을 갖는다. 특정 선택성 및 용량을 갖는 광범위한 분자체 물질은, 여기에서 기술한 공정을 사용하는 그의 제조에 포함된 메카니즘 때문에 수득된다고 여겨진다. 또한 광범위한 신규의 탄소분자체의 제조공정에 있어서의 본발명 방법의 유효성은 집적된 기질제조에 사용된 탄소질 물질의 대공구조에 있어서 선택적 충전 또는 총차단에 기인한다고 여겨진다. 이들 탄화 대공들을, 제조공정중에 대공에 잡힌 유기물질의 구체

(g1obu1e)로부터 형성된 목탄으로 충전시킴으로써, 집적된 기질 제조에 사용된 탄소질 물질에 관련된 미세한 다공성을 통해서만 생성된 체에 기체분자를 확산시킬 수 있다.

다양한 탄소분자체들은 다양한 용량 및 선택률을 가질 것이다. 수소, 헬륨, 일산화탄소, 이산화탄소, 메탄 등의 기체들은, 본 발명의 신규의 탄소분자체를 사용하여, 이들과 공기 또는 다른 기체들과의 혼합물로부터 분리시킬 수 있다.

일반적으로 작고 가벼운 분자들이 크고 무거운 분자들보다 탄소분자체에 더욱 급속히 흡착되는 것으로 나타났다. 탄소분자체로의 확산도가 감소하는 순서의 전형적인 분자목록은 다음과 같다 : 수소, 헬륨, 산소, 일산화탄소, 이산화탄소, 암모니아, 질소, 아르곤, 메탄, 황화수소, 에틸렌, 에탄, 프로필렌, 에틸렌, 프로판, n-부탄, 이소부탄, n-펜탄, 이소펜탄, o-크실렌, m-크실렌, p-크실렌, n-헥산, 2-메틸펜탄, n-헵탄. 이 목록은 완전하지는 않고 단지 대략적인 것을 뜻한다. 사용된 특정 흡착제에 따라 확산도 순서상에 약간의 변화가 있을 수 있다. 그러나, 분자직경, 분자형태, 분자속도 및/또는 피흡착질/흡착제 상호작용에 기인한 흡착률의 차이가 기체 또는 액체혼합물을 분기시키는 근거를 제공한다. 혼합물의 성분들에 있어서 흡착률의 차이가 클수록, 혼합물을 분리시키는 것이 더 쉽다. "분자 직경", "분자형태", "분자속도" 및 "피흡착질/흡착제 상호작용"이란 용어들은 수송현상과 흡착이론에 정통한 전문가들에게 잘 알려져 있다. 그럼에도 불구하고 다음 문헌들을 참고로 기재한다 :

(1) R.B. Bird, W.E. Stewart and E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, J. Wiley & Sons, New York (1960).

(2) J.O. Hirshfelder, C.F. Crentis and R.B. Bird, Molecular Theory of Gases and Liquids, J. Wiley & Sons, New York (1954).

(3) W.A. Steele, "The Interaction of Gases with Solid Surfaces", The International Encyclopedia of Physical Chemistry and Chemical Physics, Topic 14, Volume 3, Pergamon Press, Oxford (1974).

(4) A.W. Anderson, Physical Chemistry of Surfaces, John Wiley & Sons, New York (1976).

"평균 유효 공극직경"은 공지된 분자크기의 기체용 분자체의 확산도 또는 용량으로부터 유추할 수 있다.

고체 흡착제에 대한 기체 또는 액체의 절대적 확산도를 실험적으로 측정하는 것은 어렵다고 인지되어 있다. 이러한 사실은 구조적으로 비균질인 탄소질 흡착제에서 특히 그렇다. 그러나, 대조용으로, 상대적으로 측정될 다른 흡착제에 대하여 공지된 크기의 기준 흡착제를 선택할 수 있다. 따라서 수득된 확산도 값은 일련의 흡착제에의 기체 또는 액체의 흡착을 나타내는데 유용할 것이다. 본 발명에 기술된 탄소분자체는 대략 1기압 및 대략 25℃에서 미리 배기시킨 시료에 대한 여러가지 기체의 흡착을 측정하여 시험하였다. 다음에 구면에의 확산을 나타내는 하기의 간단한 방정식을 사용하여 확산도값을 계산하였다 :

$$Lt/Le=6\,(Dt/\pi R_0^2)^{1/2}-3Dt/R_0^2$$

상기식에서 Lt=시간에 대한 시험 기체의 부하, t=30초 Le=평형 부하 (보통 t = 1시간에서) D=확산도 값, t=30초 R_0=0.05125cm (기준 흡착제의 평균 입자 반경)

다른 매개변서 (예컨대, 다른 기준 반경, 온도, 압력 또는 시간)의 선택은 수득된 확산도 값의 절대적 및 상대적 크기를 변화시킨 것으로 간주된다. 그러나, 이러한 사실이 본 발명의 범위 또는 유효성을 제한시키는 것으로 한정되어서는 안된다.

제2도는 특정 기체 분리용 분자체를 선택하는데 사용되는 도표이다. 이 도표에서, 우선 상기한 바와 같이 산소 및 질소 확산도 (속도) 측정을 위해서 분자체 시료를 분석한다. 이들 두개의 값으로부터 산소/질소 선택률을 계산한다.

산소, 질소, 일산화탄소, 이산화탄소 등의 가벼운 기체에 있어서, 확산도 (속도)값과 선택률은 높을 것이다. 가벼운 기체에 대한 일반적인 유용치는, 상기 기체들 중의 하나 이상에 대하여, $10\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 바람직하게는 $200\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 가장 바람직하게는 $500\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 확산도와, 1.1이상, 바람직하게는 10이상, 더욱 바람직하게는 25이상, 가장 바람직하게는 50이상의 선택률이다.

에탄, 프로판, 부탄등의 무거운 기체에 있어서, 확산도 값은 상기 기체들 중의 하나 이상에 대하여, $0.1\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 바람직하게는 $25\times10^{-8}cm^2$/초 이상, 가장 바람직하게는 $100\times10^{-8}cm^2$/초 이상이어야 하고, 선택률은 1.1이상, 바람직하게는 5이상, 더욱 바람직하게는 20이상, 가장 바람직하게는 50이상이어야 한다.

액체의 확산도는 기체의 최소치보다 더 낮을 수 있다.

일단 산소/질소 선택률이 계산되고, 산소속도가 측정되면, 상기 도표는 문제의 특정체에 가장 유효할 특정 기체분리를 결정하는데 유용하다.

제2도의 좌측에 따라서, 산소속도가 $7\times10^{-6}cm^2$/초 이하이고 산소/질소 선택률이 50 이상이면, 본 발명의 분자체는 일산화탄소, 이산화탄소, 암모니아 또는 아르곤을 분리시키는데 유용할 수 있다.

제2도의 우측에 따라서, 산소속도가 $7\times10^{-6}cm^2$/초 이상이지만 산소/질소 선택률은 50미만이면, 부가 시험이 필요하다. 문제의 체가 에탄을 흡착하지 않으면, 이 체는 메탄, 에틸렌, 일산화탄소, 이산화

탄소, 아르곤, 암모니아 또는 황화수소를 분리하는데 유용할 것이다. 시료가 에탄을 흡착하면, 체를 사용할 수 있는 가장 유효한 기체혼합물의 상태를 발견하기 위해서 부가시험이 필요하다.

제2도의 도표는 단지 제안된 지침임을 유의해야 한다. 본 발명의 분자체는 여러가지 종류의 기체분리에 모두 유용하다. 제2도는 단지 바람직한 분리도식을 규정한 것이다.

본 발명에 따라서 광범위한 기체 확산도를 갖는 탄소분자체가 제조될 수 있지만, 특히 다음과 같은 기체확산도와 선택률을 갖는 여러가지 신규의 분자체가 제조되어 왔다 : (a)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 이하, 바람직하게는 500×10^{-8} 내지 $750\times10^{-8}cm^2$/초의 산소확산도를 갖고 (ii) 15 내지 100, 바람직하게는 15 내지 75의 산소/질소 확산율을 갖거나 ; (b)(i) $600\times10^{-8}cm^2$/초 이하, 바람직하게는 50×10^{-8} 내지 $500\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 100이상, 바람직하게는 100 내지 4000, 가장 바람직하게는 175 내지 1550의 산소/질소 확산율을 갖거나 ; (c)(i) 800×10^{-8} 이상, 바람직하게는 800×10^{-8} 내지 3000×10^{-8}, 가장 바람직하게는 900×10^{-8} 내지 $2100\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도를 갖고 (ii) 5이상, 바람직하게는 9 내지 400, 가장 바람직하게는 9 내지 25의 산소/질소 확산율을 가지며 ; (iii) 임의로 200×10^{-8} 이상, 바람직하게는 400×10^{-8} 이상, 가장 바람직하게는 $600\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 이산화탄소 확산도를 갖고 (iv) 임의로0.01×10^{-8} 이상, 바람직하게는 $0.1\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 메탄 확산도를 갖는다.

본 명세서는 일차적으로 기체분리에 관한 것이지만, 상기 분자체는 액체분리에도 마찬가지로 유효하다.

대조용으로, 공기로부터 질소분리에 유용한 탄소분자체 (Bergbau Forshung of Essen의 시판품)의 다양한 기체에 대한 그의 확산도 및 용량을 시험하였다. 그 결과는 다음과 같다 :

기체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
산소	670×10^{-8}	3.50
이산화탄소	110×10^{-8}	19.6
메탄	0	0
질소	2.63×10^{-8}	---

탄소분자체는 첫번째 실시예에서 나타낸 바의, 탄화 코코넛과 같은 비집적된 기질로부터 제조하였다.

[실시예 1] (대조용)

탄화 코코넛 (3×6메시)을 연속적 수송형 로에서, 산소 부재하에 5.8ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 843℃로 10분간 가열시킨다. 쉬르코 인크. (Shirco, Inc.)에서 제조한 연속적 수송형 로를 각 실시예에서 사용한다. 질소하에서 냉각시켜, 하기한 바와 같이 기체 확산도에 대하여 탄소 분자체를 분석한다.

시험 기체 (예 : 산소, 질소 등)의 확산도 값을 계산하기 위해서, 약 10g의 탄소분자체가 들어있는 시료 셀의 사용적 (dead volume)을 헬륨 팽창으로 결정한다. 다음에 시험기체를 1ℓ의 기준셀에서 재배기시킨 시료셀로 팽창시킨다. 사용적을 알고 있으므로 시험기체의 흡착 (부하)은 시스템의 압력 변화로 알 수 있다. 상기 값들과 실온 및 대기압하에서 1시간 후에 체시료로부터 계산된 평형부하 값으로부터 상대 부하값 (Lt/Le)을 결정한다. Lt는 주어진 시간 (예 : 30초)에서 체시료의 시험기체 부하값이고, Le는 평형에서 체시료의 시험 기체 부하값이다. 구면에 대한 확산을 나타내는 하기의 간단한 방정식을 풀어서 시험기체에 대한 체시료의 기체 확산도값 (D)을 계산한다 :

$$Lt/Le = 6(Dt/\pi R_0^2)^{1/2} - 3Dt/R_0^2$$

상기식에서 Lt=시간에 대한 시험기체부하, t=30초 Le=평형부하 (보통 t=시간에서) D=확산도 값 t=30초 $R_{0=0}$.05125cm (기준 흡착제의 평균 입자 반지름)

참조 :Dedrick, R.L. and Beckmann, R.B., "Kinetics of Adsorption by Activated Carbon from, Dilute Aqueous Solution", Physical Adsorption Processes and Principles, L.N, Canjar and J.A. Kostecki, eds., Vol. 63, American Institute of Chemical Engineers, New York (1967) ; Walker P.L., Jr,, Austin, L.G., Nandi, S.P., "Activated Diffusion of Gases in Molecular Sieve Materials", The Chemistry and Physics of Carbon, P.L, Walker, Jr., ed., Vol. 2, Marcel Dekker, Inc., New York (1966) and Crank, j., "The mathematics of Diffusion", 2nd Ed., Clarendon Press, Oxford (1975).

실시예 1과 뒤따른 모든 실시예에서 확산도 값은, 1기압±5퍼센트의 출발기압 및 25℃±5℃의 온도를 시용하고, 시간 t는 30초를 사용하여 결정한다. 시험기체의 확산도 값을 결정하면 선택률 (예 : 산소/질소 $S=DO_2/DN_2$)을 계산할 수 있다. 체의 용량은 평형부하 Le를 흡착제의 cm^3 당 기체용량 (STP)으로 나타내어 결정한다.

실시예 1에서는 $1930\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도 값과 1.30의 산소/질소 선택성을 갖는 탄소분자체가 제조되었다. 겉보기 밀도는 0.505g/cc이고 산소 용량은 3.55cc/cc였다.

다음의 실시예 2 내지 10은 병류 하소에 의한 집적된 탄소질 물질로부터의 탄소분자체 제조를 나타

낸다. 이들 실시예들은 단지 본 발명을 설명할 뿐이고, 발명의 범위를 한정시키진 않는다.

[실시예 2]

실시예 1에서 수득된 80중량부의 미분체, 20중량부의 미분 코울타르 피치 (ring & ball 융점=105℃), 2중량부의 전분 및 20%의 물을 리본형 분쇄기에서 고르게 젖을 때까지 혼합시킨다. 이전은 혼합물을 펠릿밀을 사용하여 1/8인치 직경의 펠릿으로 제조한다.

상기 젖은 펠릿을 로에 시간당 35파운드로 공급한다. 로의 온도는 800℃이고 가열대에서 체류시간은 30분이다. 질소 퍼어즈는 3.5ft/분의 선속도로 병류이다.

상기 탄소 분자체의 여러가지 기체에 대한 확산도와 용량을 시험한 것은 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	0.19×10^{-8}	― ― ―
산소	78×10^{-8}	4.44
이산화탄소	55×10^{-8}	15.9

상기 제조된 탄소 분자체는 0.551g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	411
산소	이산화탄소	1.4

[실시예 3]

76부의 미분 탄화 코코넛, 22부의 코울타르 피치 (융점=105℃), 22부의 전분 및 20%의 물을 고르게 젖을 때까지 혼합시킨다. 이 혼합물을 펠릿 밀을 사용하여 1/8인치 직경의 펠릿으로 만든다.

상기 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. A대에서 로의 온도는 760℃이고, B대에서 로의 온도는 838℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 1.2ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 10분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량 시험의 결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
암모니아	355×10^{-8}	31.3
아르곤	3.9×10^{-8}	3.1
이산화탄소	266×10^{-8}	21.2
메탄	1.8×10^{-8}	2.6
질소	2.5×10^{-8}	― ― ―
산소	500×10^{-8}	3.24

여러가지 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	아르곤	128
이산화탄소	메 탄	148
암모니아	질 소	142
암모니아	메 탄	197
산소	질 소	200

[실시예 4]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. A대에서 로의 온도는 600℃이고, B대에서 로의 온도는 827℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 1.2ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 10분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량 시험의 결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	140×10^{-8}	----
산소	1686×10^{-8}	3.27
이산화탄소	610×10^{-8}	19.3
에탄	0.13×10^{-8}	4.4

산소/질소 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	12.0
이산화탄소	에탄	4692

[실시예 5]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. A대에서 로의 온도는 738℃이고, B대에서는 827℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 1.2ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 10분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다.

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
암모니아	333×10^{-8}	34.8
아르곤	18×10^{-8}	2.33
이산화탄소	483×10^{-8}	18.7
에틸렌	0.36×10^{-8}	18.2
메탄	0.11×10^{-8}	5.76
질소	52×10^{-8}	----
산소	1242×10^{-8}	3.36

상기 체는 0.582g/cc의 겉보기 밀도를 지녔다. 여러가지 기체 혼합물에 대한 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
이산화탄소	메 탄	4390
암모니아	아르곤	18.5
산소	아르곤	64.9
질소	메 탄	418.2
산소	질 소	23.9

[실시예 6]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 시간당 52파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 800℃이고 가열대에서의 체류시간은 30분이다. 질소 퍼어즈는 3.5ft/분에서 병류이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도와 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	31×10^{-8}	----
산소	564×10^{-8}	3.52

상기 체는 0.579g/cc의 겉보기 밀도를 지녔다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	18

겉보기 밀도는 0.579g/cc이다.

[실시예 7]

80중량부의 미분 탄화 코코넛, 10중량부의 미분 코울타르 피치(ring and ball 융점=105℃), 및 10중량부의 전분을 리본형 분쇄기에서 혼합물이 고르게 섞일 때까지 혼합시킨다. 이 혼합물을 펠릿 밀을 사용하여 1/8인치 직경의 펠릿으로 만든다.

상기 펠릿을 시간당 90파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 838℃이고 가열대에서의 체류시간은 15분이다. 질소 퍼어즈는 3.5ft/분에서 병류이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	234×10^{-8}	----
산소	850×10^{-8}	3.75

상기 체는 0.560g/cc의 겉보기 밀도를 지녔다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	3.63

[실시예 8]

실시예 7에서 제조한 코코넛 펠릿을 시간당 51파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 838℃이고 가열대에서의 체류시간은 30분이다. 질소 퍼어즈는 3.5ft/분에서 병류이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	89×10^{-8}	----
산소	463×10^{-8}	3.93

상기 체는 0.561g/cc의 겉보기 밀도를 지녔다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	5.21

[실시예 9]

66중량부의 미분 탄화 코코넛, 22중량부의 미분 코울타르 피치 (ring & ball 융점=105℃), 11중량부의 전분 및 11%의 물을 리본형 분쇄기에서 혼합물이 고르게 젖을 때까지 혼합시킨다. 젖은 혼합물을 펠릿 밀을 사용하여 1/8인치 직경의 펠릿으로 만든다.

젖은 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 800℃이고 가열대에서의 체류시간은 10분이다. 질소 퍼어즈는 3.2ft/분에서 병류이다.

여러가지 기체에 대한 상기 분자체의 확산도와 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	0.018×10^{-8}	----
산소	55.8×10^{-8}	2.60

상기 체는 0.43g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼합물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	3100

[실시예 10]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 가열대 A와 B에서 820℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 3.5ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 10분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도와 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	0.010×10^{-8}	----
산소	150×10^{-8}	3.22

상기 체는 0.578g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼합물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	1500

[실시예 11]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 가열대 A와 B에서 771℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 1.2ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 10분이다.

상기 체는 0.566g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
암모니아	349×10^{-8}	37.1
아르곤	108×10^{-8}	2.89
이산화탄소	632×10^{-8}	18.34
에탄	0	0
에틸렌	1.7×10^{-8}	15.90
황화수소	4.4×10^{-8}	----
메탄	0.77×10^{-8}	6.34
질소	105×10^{-8}	
산소	2078×10^{-8}	
프로판	0	0
프로필렌	0.15×10^{-8}	4.45

여러가지 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼합물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
이산화탄소	메탄	821
이산화탄소	아르곤	5.85
이산화탄소	황화수소	144
질소	메탄	135
산소	아르곤	19.2
산소	질소	19.8

[실시예 12]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다 로의 온도는 A대에서 749℃이고 B대에서 838℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 1.2ft/분의 병류 퍼어즈하에서 10분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
암모니아	295×10^{-8}	36.2
아르곤	8.6×10^{-8}	3.3
이산화탄소	327×10^{-8}	19.7
에탄	0	0
에틸렌	0.4×10^{-8}	16.8
메탄	0	0
질소	9.8×10^{-8}	3.62
산소	736×10^{-8}	3.62

상기 탄소체는 0.595g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다. 여러가지 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	아르곤	86
산소	질 소	75
암모니아	질 소	30
에틸렌	에 탄	>40
이산화탄소	메 탄	>3270
이산화탄소	아르곤	38

[실시예 13]

실시예 3에서 제조한 펠릿을 밤새 건조시켜 습기 함량이 ~10중량%가 되도록 한다. 이 펠릿을 시간당 50파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 A대에서 749℃이고 B대에서 838℃이다. 총 가열대에서의 체류시간은 1.2ft/분의 병류 퍼어즈하에서 10분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
산소	1782×10^{-8}	----
질소	84×10^{-8}	3.2
아르곤	50×10^{-8}	3.33
이산화탄소	512×10^{-8}	19.04
메탄	0.05×10^{-8}	5.55
에틸렌	0.83×10^{-8}	16.64
에탄	$<0.01\times10^{-8}$	2.04
프로필렌	0.24×10^{-8}	7.77
프로판	0.04×10^{-8}	0.19
n-부탄	$<0.01\times10^{-8}$	< 0.1
황화수소	$1.8,\ 10^{-8}$	28.67

상기 체는 0.584g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다. 여러가지 기체 혼합물에 대한 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질 소	21.2
산소	아 르 곤	35.6
이산화탄소	메 탄	10,240
프로필렌	프 로 판	6.0
이산화탄소	황화수소	284

[실시예 14]

6부의 탈코우크스화 역청탄 집적물[70%-325메시로 미분 (U.S.S)]을 2부의 코울타르 피치 (융점 105℃)와 1부의 소맥분 및 약 2부의 물과 혼합시킨다. 이 혼합물을 고르게 젖을 때까지 섞은 후 펠릿밀을 사용하여 3/16인치 직경의 펠릿으로 만든다.

상기 펠릿을 30lbs/시간으로 로에 공급한다. 로의 온도는 743℃이다. 743℃에서 총 체류시간은 3.7ft/분의 병류 질소 퍼어즈하에서 15분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
이산화탄소	545×10^{-8}	13.3
질소	100×10^{-8}	
산소	907×10^{-8}	2.25
메탄	0.07×10^{-8}	3.3

상기 탄소체는 0.52g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다.

여러가지 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
이산화탄소	메탄	7785
산소	질소	9.07

[실시예 15]

실시예 14에 따라서 제조한 펠릿을 시간당 30파운드로 로에 공급한다. 로의 온도는 800℃이다. 800℃에서 총 체류시간은 3.7ft/분의 병류 질소 퍼어즈에서 15분이다.

여러가지 기체에 대한 상기 체의 확산도 및 용량의 시험결과는 다음과 같다 :

기 체	확산도(cm^2/초)	용량(cc/cc)
질소	1.4×10^{-8}	----
산소	265×10^{-8}	2.36

상기 제조한 탄소체는 0.53g/cc의 겉보기 밀도를 가졌다. 산소/질소 기체 혼합물에 대한 상기 체의 선택성은 다음과 같다 :

혼 합 물		
성분 A	성분 B	선택성(D_A/D_B)
산소	질소	189

(57) 청구의 범위

청구항 1

적어도 2개의 서로 다른 분자 직경, 분자량 또는 분자형태의 성분들을 함유하는 기체 또는 액체 혼합물을 분리할 수 있으며, 약 3 내지 약 20옹스트롬의 평균 유효 공극직경을 갖고 다음의특성을 갖는 분자체군에서 선택된 탄소분자체 : (a)(i) 800×10^{-8} cm^2/초 이하의 산소 확산도를 갖고 (ii) 15 내지 100의 산소/질소 확산율을 갖는 분자체 ; (b)(i) 600×10^{-8} cm^2/초 이하의 산소 확산도를 갖고

(ii) 100이상의 산소/질소 화산율을 갖는 분자체 ; 및 (c)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 산소 확산도를 갖고 (ii) 5이상의 산소/질소 확산율을 갖는 분자체.

청구항 2

제1항에 있어서, 500×10^{-8} 내지 $750\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도 및 15 내지 75의 산소/질소 확산율을 갖는 탄소 분자체.

청구항 3

제1항에 있어서, 50×10^{-8} 내지 $500\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도 및 100 내지 4000의 산소/질소 확산율을 갖는 탄소 분자체.

청구항 4

제1항에 있어서, 800×10^{-8} 내지 $3000\times10^{-8}cm^2$/초의 산소 확산도 및 9 내지 4000의 산소/질소 확산율을 갖는 탄소 분자체.

청구항 5

제1항에 있어서, $800\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 산소 확산도, 5이상의 산소/질소의 확산율 및 $200\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 이산화탄소 확산도를 갖는 탄소 분자체.

청구항 6

제1항에 있어서, $800\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 산소 확산도, 5이상의 산소/질소 확산율 및 $0.01\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 메탄 확산도를 갖는 탄소 분자체.

청구항 7

집적된 자연발생 기질을 연속적 수송형 가열장치에 계속 공급하고, 집적된 기질을 비활성화 조건 및 불활성 기체의 주입하에서 약 250 내지 1100℃의 온도범위에서 적어도 1분간 하소시킴을 특징으로 하는, 약 3 내지 약 20옹스트롬의 평균 유효 공극직경을 갖는 탄소 분자체의 제조방법.

청구항 8

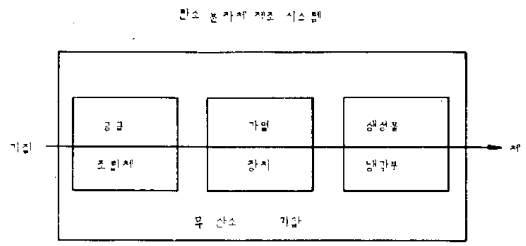
적어도 2개의 서로 다른 분자 직경, 분자량 또는 분자형태의 성분들을 함유하는 기체 또는 액체 혼합물을 다음과 같은 특성을 갖는 분자체 군에서 선택된 분자체에 통과시킴을 특징으로 하여, 상기 기체 또는 액체 혼합물을 분리시키는 방법 : (a)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 이하의 산소 확산도를 갖고 (ii) 15 내지 100의 산소/질소 확산율을 갖는 분자체 ; (b)(i) $600\times10^{-8}cm^2$/초 이하의 산소 확산도를 갖고 (ii) 100이상의 산소/질소 확신율을 갖는 분자체 ; 및 (c)(i) $800\times10^{-8}cm^2$/초 이상의 산소 확산도를 갖고 (ii) 5이상의 산소/질소 확산율을 갖는 분자체.

청구항 9

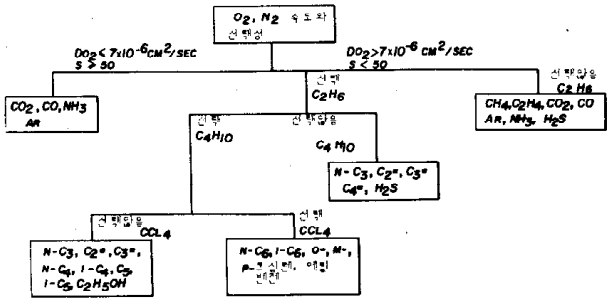
제8항에 있어서, 기체 또는 액체 혼합물을, 산소와 질소, 산소와 이산화탄소, 이산화탄소와 메탄, 산소와 아르곤, 암모니아와 질소, 암모니아와 메탄, 이산화탄소와 에탄, 암모니아와 아르곤, 질소와 메탄, 이산화탄소와 아르곤, 이산화탄소와 황화수소, 에틸렌과 에탄 및 프로필렌과 프로판중에서 선택하는 방법.

도면

도면1



도면2


O_2, N_2 등 도파
선택성
$DO_2 < 7\times10^{-6} CM^2/SEC$
S ≥ 50
$DO_2 > 7\times10^{-6} CM^2/SEC$
S < 50
CO_2, CO, NH_3
AR
선택
C_2H_6
선택안됨
C_2H_6
CH_4, C_2H_4, CO_2, CO
AR, NH_3, H_2S
선택
C_4H_{10}
선택안됨
C_4H_{10}
N-C_3, $C_2^=$, $C_3^=$
$C_4^=$, H_2S
선택안됨
CCL_4
선택
CCL_4
N-C_3, $C_2^=$, $C_3^=$,
N-C_4, I-C_4, C_5,
I-C_5, C_2H_5OH
N-C_6, I-C_6, O-, M-,
P-자일렌, 에틸
벤젠