

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 6월 19일 (19.06.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/092510 A1

- (51) 국제특허분류:
B01D 53/02 (2006.01) B01D 53/12 (2006.01)
B01D 53/96 (2006.01) B01D 53/047 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/011614
- (22) 국제출원일: 2013년 12월 13일 (13.12.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0146308 2012년 12월 14일 (14.12.2012) KR
- (71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION SOGANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 121-742 서울시 마포구 백범로 35 서강대학교 데이아르관 306호, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이광순 (LEE, Kwang Soon); 140-896 서울시 용산구 효창원로 76길 15-3, 효창쉐르빌 201호, Seoul (KR). 손용호 (SON, Yong Ho); 404-830 인천시 서구 새오개로 53, 효성아파트 103동 701호, Incheon (KR). 김기웅 (KIM, Ki Woong); 472-874 경기도 남양주시 평내로 113, 대주 1차아파트 1511동 502호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 김일환 (KIM, Il-Hwan); 151-832 서울시 관악구 남부순환로 1922, 청동빌딩 301호, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: TEMPERATURE AND PRESSURE SWING MOVING BED ADSORPTION PROCESS SYSTEM USING NOVEL HEAT EXCHANGE SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 새로운 열교환 시스템을 이용한 온도 압력 변동 이동상 흡착 공정 시스템

(57) Abstract: The present invention relates to an adsorption system for selective gas isolation, which uses a phased desorption and a novel heat exchange system. The adsorption system comprises: an adsorption bed; a blower for injecting a mixture gas; a transfer device for transferring an adsorbent; a high-temperature desorption bed which desorbs adsorbates a first time and which is arranged above the adsorption bed; a desorption bed for desorbing adsorbates a second time; a reflux pipe for moving adsorbent powder to the adsorption bed; and a heat exchange system for raising the temperature of the high-temperature desorption bed, wherein the temperature of the high-temperature desorption bed is the same as the pressure (PA) of the adsorption bed, the pressure (PD) of the desorption bed is maintained lower than that of the adsorption bed and the temperature (TD) of the desorption bed is maintained higher than that of the adsorption bed, and backflow of a portion of the gas caused by the pressure difference in the reflux pipe is prevented by adjusting the size of the particle of the adsorbent and/or the diameter and length of the reflex pipe.

(57) 요약서: 본 발명은 단계적 탈착을 이용하고, 새로운 열교환 시스템을 사용하는 선택적인 기체 분리를 위한 흡착공정 시스템에 관한 것으로, 흡착베드; 혼합가스를 주입시키는 블로워(Blower); 흡착제를 이송시키는 이송장치; 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드; 2차로 흡착질을 탈착시키는 탈착베드; 흡착제 분체를 상기 흡착베드로 이동시키는 환류관; 및 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템을 포함하되, 상기 고온탈착베드는 상기 흡착베드의 압력(PA)과 동일하고, 상기 탈착베드는 상기 흡착베드에 비하여 낮은 압력(PD) 및 높은 온도(TD)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것을 특징으로 한다.

WO 2014/092510 A1

【명세서】

【발명의 명칭】

새로운 열교환 시스템을 이용한 온도 압력 변동 이동상 흡착 공정 시스템

【기술분야】

본 발명은 특정한 기체의 흡착 공정 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 서로 다른 온도 및 압력 환경에서 흡착 및 단계적 고온-저압 탈착과 흡착성능과 경제성 최적화를 높일 수 있는 열교환 시스템을 적용해 흡착제로부터 기체를 분리하고 이동상으로 흡착제를 순환시켜, 선택적인 기체분리를 위한 이동상 온도 압력 변동 흡착공정 시스템에 관한 발명이다.

【배경기술】

흡착 공정은 흡착제에 대한 기체 혹은 액체의 평형 흡착량이 성분마다 다른 것을 이용하여 분리를 행하는 공정으로 특별히 기체의 분리 정제에 많이 응용되어 왔다. 공기 중 산소의 분리 농축, 석유화학 공장에서 고순도 수소분리, 노르말 파라핀과 이소 파라핀의 분리, 혐기성 발효 기체 중에 함유된 메탄의 분리, 산업 환경에서 휘발성 유기물 성분의 제거 혹은 분리 등이 대표적인 응용 예에 속한다. 특히 최근에는 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 발전소, 제철소 등 대규모 산업공정의 연소 배출 기체로부터 회수하기 위한 목적으로 흡착 공정이 연구되기도 한다.

기체분리에 사용되는 흡착제에는 제올라이트, 분자체(molecular sieve), 활성탄, 탄소 분자체, 실리카겔, 활성알루미나 등이 있으며, 흡착 공정은 많은 기공으로 인해 넓은 표면적을 가진 흡착제 표면에 반데르 바알스 (Van der Waals) 힘을 결합력으로 부착되는 물리 흡착을 응용하는 것이 대부분이다. 이는 물리 흡착이 화학 흡착에 비해 흡착량이 적을 수 있으나 결합력이 상대적으로 낮아 탈착이 용이하기 때문이다.

도 1은 일반적인 혼합가스 중 한 성분에 대한 흡착제에 흡착된 기체의 양과 분압의 관계를 흡착등온선으로 표시한 그래프이다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 어떤 기체 성분의 물리 흡착량은 해당 성분의 부분 압력이 상승할수록,

온도가 낮을수록 증가하며, 이 원리를 이용하여 흡착 분리공정이 구성된다. 흡착을 이용한 기체분리는 전통적으로 압력 변동 흡착(PSA, Pressure Swing Adsorption) 방법이 가장 많이 사용되어왔다. 이 공정은 기본적으로 하나의 흡착베드에서 가압, 고압흡착, 감압배출, 감압세정 혹은 이를 변형한 운전이 짧은 시간을 주기로 전환되며 분리정제를 수행하는 것이다. 한편 평형 흡착량이 온도에 따라 변하는 것을 응용한 온도 변동 흡착(TSA, Temperature Swing Adsorption) 방법이 사용되기도 하며, 이 둘을 혼합한 압력 온도 변동 흡착(PTSA, Pressure Temperature Swing Adsorption) 방법이 사용되기도 한다. 이들은 모두 흡착단계와 탈착단계가 주기적으로 반복되는 방법으로 운전되며, 탈착된 성분은 필요에 따라 탈착된 성분이 회수되어 제품화된다.

VOC회수시 이동상을 이용한 온도 변동 흡착공정(TSA)을 많이 쓴다 (도 2 참조). 이동상이라는 개념에서 본 발명의 이동상 온도 압력 변동 흡착공정과 비슷하나, 한 개의 베드를 사용함으로 인해 흡착부와 탈착부의 압력이 동일하게 되며, 이로 인해 흡착과 탈착의 효율이 떨어지는 단점을 지닌다.

온도 변동 흡착공정(TSA; Temperature swing adsorption)을 살펴보면, 도 1에 나타낸 바와 같이, 압력이 일정한 상태에서 온도 (T_L , q_{ads})에서 흡착베드를 가열하여 온도를 (T_H , q_{des})로 하여 탈착하는 방법이 온도 변동 흡착이다. 온도변동흡착 공정에서 온도를 높이는 가장 편리한 방법은 예열된 기체로 흡착제를 정화해 주는 것이나 흡착제의 온도를 단시간에 상승 혹은 하강시키는 것이 용이하지 않기 때문에 온도변동흡착은 이동상 흡착장치를 이용하기도 하며, 활성탄소를 이용하여 휘발성 유기물 성분 제거 등에서 이러한 방법이 채택되기도 한다.

그리고, 온도 변동 흡착공정은 베드(bed) 1개를 가지고, 1분 내외의 짧은 주기로 흡착(저온에서 유리)과 탈착(고온에서 유리)을 반복 운전하는데, 흡착제의 thermal mass로 인해 이처럼 짧은 시간을 주기로 온도를 변화시키는 것이 매우 힘들다. 또한 thermal mass가 큰 베드의 온도를 짧은 시간을 주기로 가열과 냉각시키는데 많은 비용이 소모되는 단점이 있다.

압력 변동 흡착공정(PSA; Pressure swing adsorption)을 살펴보면, 도 1에서 나타낸 바와 같이, 같이 열은 가하지 않고 압력을 (P_H , q_{ads})에서 저압인

(P_L , q_{des})로 감압시킴으로써 탈착하는 방법이 압력 변동 흡착이다. 온도 변동 흡착에 비해 압력 변동 흡착의 주기는 신속한 압력 감소가 가능하기 때문에 보통 수분 또는 수초까지로 짧으며 압력변동흡착 공정을 구성하는 기본적인 단계들은 원료가압, 흡착, 감압 그리고 세정단계(도 2 참조)로 이루어져 있다.

이후 공정의 효율을 증대시키기 위하여 생성물 가압, 병류 감압, 압력 균등화, 진공탈착, 강흡착질 정화단계 등과 같은 새로운 단계들이 추가되었으며 현재 대부분의 압력변동흡착 공정은 이러한 단계들의 조합으로 구성된다. 그러나, 압력 변동 흡착은 여러 모드의 운전이 직렬적으로 전환되기 때문에 지속적인 동적 상태에 놓이게 되며 이에 따라 기체유량변화가 심하게 일어난다. 그 결과 송풍기, 압축기, 진공펌프 등 기체 펌프들의 운전점이 고효율 영역에 고정될 수 없고 저효율과 고효율 영역 사이를 이동하기 때문에 발전소 배출기체에서 이산화탄소를 분리하는 일과 같이 대용량 기체 처리의 경우, 부가가치가 낮은 공정의 경우 등에서 운전비용에 큰 부담으로 작용될 수 있다.

또한, 종래의 압력 변동 흡착공정은 베드(Bed)에 유입되는 유량은 베드 입구에서의 압력과 베드 내부에서의 압력의 차이에 비례한다. 흡착을 위해 베드에 기체를 불어넣어 가압시킬 때, 처음에는 베드의 압력이 낮으므로 많은 유량의 기체가 흘러 들어가지만, 시간이 지나고 베드의 압력이 점점 높아짐에 따라 베드로 유입되는 기체의 유량이 점점 작아지게 된다. 이로 인해 펌프가 운전되는 운전조건이 시간에 따라 달라지게 된다.

탈착을 위해 진공펌프를 통해 베드에서 기체를 빼내어 감압시킬 때 처음에는 기체가 많은 유량으로 흘러나오지만, 시간이 지나고 베드의 압력이 점점 낮아짐에 따라 베드로부터 유출되는 기체의 유량이 점점 작아지게 된다. 이로 인해 펌프가 운전되는 운전조건이 시간에 따라 달라지게 된다. 또한, 펌프는 운전조건에 따라 그 효율이 달라진다. 따라서, 상기에서 설명한 흡착과 탈착과정에서와 같이 운전조건이 변화할 경우, 펌프를 항상 최대효율로 운전하는 것이 어렵게 되며, 이로 인해 많은 운전비용을 소비하게 된다.

흡착공정의 운전비용에서 가압(또는 감압)에 필요한 펌프 소요 전력이 대부분을 차지하므로, 상기에서 설명한 것과 같은 단점은 결과적으로 많은 운전비용을 초래한다.

도 3은 종래의 개량형 유동층 흡착장치의 공정 흐름도(Process Flow Diagram)이다. 장치는 흡착부, 탈착부, 활성탄 반송부 및 용제분리부 등으로 구성되어 있다. 흡착부는 다단의 다공판으로 활성탄의 유동부와 유하부로 구성되어 있다. 활성탄은 하부로부터 상승하는 용제함유 가스에 의해 다공판상에서 유동층을 형성하여 용제를 흡착한다. 그리고 활성탄은 순환량과 일치하는 양이 유하부로부터 하단의 다공판으로 흘러내려 간다. 탈착부는 다관식 열교환 시스템을 주로 이용하고 있다.

흡착부로부터 흘러내려 가는 활성탄은 열교환 시스템에서 가열되어지는 관의 하부에서 탈착가스와 접촉한다. 탈착가스는 탈착된 용제를 함유하고 있는 탈착부 상부로부터 용제 분리부로 배출된다. 한편, 용제가 탈착된 활성탄은 탈착부 최하부에서 기류반송관을 통해 흡착부 최상단의 다공판으로 반송된다. 이와 같은 과정을 통해 활성탄은 연속순환을 하면서 흡착과 탈착을 반복하게 된다.

이 장치의 가장 큰 특징은 흡착부와 탈착부가 하나의 베드에서 분리되어 있고, 간접가열 탈착방식이기 때문에 수증기, 공기, 질소 등과 같은 탈착가스의 선택이 자유로운 점이 있지만, 상기 공정은 흡착부와 탈착부가 동일 압력하에서 운전되는 단점이 있다.

또한, 종래의 흡착공정 시스템은 흡착성능을 높이기 위해서 충분한 제열이 요구되므로 흡착베드로 유입되는 냉각수는 유량을 증가시켜 사용하지만, 경제성을 높이거나 최적화 하기 위해서는 냉각수의 출구온도가 높아야 하므로 흡착베드로 유입되는 냉각수 유량을 적게 사용해야 한다는 문제점이 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

상술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 과제는 첫째, 흡착공정은 연속공정으로, 기체 펌프들이 고정된 조건에서 연속운전하는 것이 가능하며, 각각의 펌프를 최대효율이 되는 운전조건으로 운전 가능하며, 이를 통해 운전에너지 절감을 성취할 수 있도록 하는 것이고, 둘째, 동일 규모의 장치에서 더 높은 생산성을 얻을 수 있도록 하고, 셋째, 원하는 조건으로 압력 변동, 온도

변동 운전을 수행할 수 있게 하는 것이고, 넷째, 시스템 및 펌프의 운전효율 높여 운전비용을 절감하고, 혼합기체의 분리 및 회수 효율을 높이하고자 함이며 다섯째, 열교환 시스템을 이용해 각 단계 소요되는 에너지를 절감하고 저비용 운전이 가능하도록 하여 흡착성능과 경제성 최적화를 동시에 이루기 위함이다.

더하여, 다양한 종류의 기체 혼합물 분리에 응용될 수 있도록 하는 것으로, 예를 들어 연소 배출 기체로부터 이산화탄소 회수 등 대량으로 기체를 분리하기 위한 1 단계 농축 공정에 특별히 유용하도록 하는 공정 시스템을 제공하기 위함이다.

【기술적 해결방법】

상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 특징은, 유입된 혼합가스를 선택적으로 흡착하는 흡착베드; 상기 흡착베드 하부에 장착되어 상기 혼합가스를 주입시키는 블로워(Blower); 상기 흡착베드 하부에서 흘러나온 흡착제를 이송시키는 이송장치; 상기 이송장치에서 이송되어 유입되는 상기 흡착제를 가열하여 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드; 상기 고온탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체가 이동되어 2차로 흡착질을 탈착시키는 탈착베드; 상기 탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체를 상기 흡착베드로 이동시키는 환류관; 및 상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고, 출구되는 냉각수를 분리 시킨 후, 상기 분리된 일부 냉각수를 다시 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시키고, 상기 하단 상부 및 하부에서 출구되는 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템을 포함하되, 상기 고온탈착베드는 상기 흡착베드의 압력(P_A)과 동일하고, 상기 탈착베드는 상기 흡착베드에 비하여 낮은 압력(P_D) 및 높은 온도(T_D)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것이다.

여기서, 상기 열교환 시스템은, 상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고 출구되는 냉각수 일부를 분리시킨 제1 냉각수를 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시킨 후, 출구되는 제4 냉각수를

가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제1 열교환기와, 상기 흡착베드 하단 하부에서 출구된 냉각수를 일부 분리한 제2 냉각수는 배출시키고, 나머지 제3 냉각수는 가열시킨 후 상기 고온탈착베드 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제2 열교환기로 구성된 것이 바람직하다.

또한, 바람직하게는 상기 흡착베드에서 출구되어 상기 고온탈착베드로 유입되는 상기 제3 냉각수 및 제4 냉각수는 각각의 유로에 설치된 적어도 하나의 스팀 히터에 의해 가열되는 것일 수 있고, 제3 냉각수를 가열하는 스팀 히터는 상기 흡착베드 상단에서 배출된 페가스를 사용하는 스팀 히터를 포함하는 것일 수 있다.

그리고 본 발명의 제2 특징은 상기 흡착베드 하부에 장착되어 상기 혼합가스를 압축하여 주입시키는 압축기(compressor); 상기 흡착베드 하부에서 흘러나온 흡착제를 이송시키는 이송장치; 상기 이송장치에서 이송되어 유입되는 상기 흡착제를 가열하여 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드; 상기 고온탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체가 이동되어 2차로 흡착질을 탈착시키고, 상기 흡착베드보다 상부에 위치하는 탈착베드; 상기 탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체를 상기 흡착베드로 이동시키는 환류관; 및 상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고, 출구되는 냉각수를 분리 시킨 후, 상기 분리된 일부 냉각수를 다시 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시키고, 상기 하단 상부 및 하부에서 출구되는 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템을 포함하되, 상기 고온탈착베드는 상기 흡착베드의 압력(P_A)과 동일하고, 상기 탈착베드는 상기 흡착베드에 비하여 낮은 압력(P_D) 및 높은 온도(T_D)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것이다.

여기서, 상기 열교환 시스템은, 상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고 출구되는 냉각수 일부를 분리시킨 제1 냉각수를 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시킨 후, 출구되는 제4 냉각수를

가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제1 열교환기와, 상기 흡착베드 한단 하부에서 출구된 냉각수를 일부 분리한 제2 냉각수는 배출시키고, 나머지 제3 냉각수는 가열시킨 후 상기 고온탈착베드 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제2 열교환기로 구성된 것이 바람직하다.

또한, 바람직하게는 상기 흡착베드에서 출구되어 상기 고온탈착베드로 유입되는 상기 제3 냉각수 및 제4 냉각수는 각각의 유로에 설치된 적어도 하나의 스팀 히터에 의해 가열되는 것일 수 있고, 제3 냉각수를 가열하는 스팀 히터는 상기 흡착베드 상단에서 배출된 폐가스를 사용하는 스팀 히터를 포함하는 것일 수 있다.

【유리한 효과】

이와 같은 본 발명을 제공하면, 단계적 탈착을 이용하여 시스템의 운전 효율을 높이고, 기체혼합물의 분리 및 회수 효율을 높일 수 있다. 그리고, 효율적인 고정된 조건에서 운전하는 것이 가능하고, 연속 조업이 가능하므로 동일 규모의 타 기체 분리장치에 비해 더 높은 생산성을 얻을 수 있으며, 원하는 조건으로 압력변동, 온도 변동 운전이 가능하고, 열교환 시스템을 이용해 각 단계 소요되는 에너지를 절감하고 저비용 운전이 가능하므로 효율적인 운전이 가능하여 에너지 절감을 성취할 수 있도록 하여 흡착성능 및 경제성을 개선할 수 있다.

또한, 다양한 종류의 기체 혼합물 분리에 응용될 수 있으며, 예를 들어 연소 배출 기체로부터 아산화탄소 회수 등 대량으로 기체를 분리하기 위한 1 단계 농축 공정에 특별히 유용하다.

그리고, 본 발명의 공정은 현재 상업적으로 널리 사용되고 있는 기체흡착분리 공정인 압력 변동 흡착공정을 대체, 보완할 수 있는 공정으로, 기체의 건조, 수증기 개질 가스로부터 수소의 회수, 공기로부터 산소와 질소의 분리, 암모니아 세정기체로부터 아르곤의 회수, 제철소 배출기체로부터 CO회수, 매립지 기체로부터 CH₄와 CO₂ 회수 등 다양한 기체혼합물을 분리, 회수하는데 있어서 효율성을 고려한 고정된 조건에서 운전하는 것이 가능하고, 연속 조업이 가능하여 동일 규모의 타 기체 분리장치에 비해 더 높은 생산성과 더 높은

품질의 생산물을 얻을 수 있으며, 원하는 조건으로 압력변동, 온도 변동 운전이 가능하다.

특히, 이산화탄소의 분압이 낮은 배가스로부터 이산화탄소를 분리, 회수하기 위해 사용되는 기존의 2단계 압력변동흡착 공정에서, 에너지소비의 70%를 차지하는 1단계 이산화탄소 농축공정에 특별히 유용하다고 할 수 있다.

이와 같이, 본 발명은 이산화탄소 저감 및 분리, 회수와 관련하여 주로 흡수기술에 많이 치중해 있는 현재의 연구에서 흡수기술, 흡착베드술, 막분리 기술 등의 다양하고 폭넓은 학문으로의 연구 기회를 제공할 것이며, 궁극적으로는 현재의 흡착분리기술을 한층 발전시키는 계기가 될 것이다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 한 기체성분의 분압과 흡착된 양 사이의 관계를 나타내는 흡착등온선을 도시한 그래프,

도 2는 종래의 압력 변동 흡착공정의 공정 흐름도이고,

도 3는 종래의 개량형 유동층 흡착장치의 공정 흐름도이고,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착 공정 시스템의 구성을 예시한 도면이고,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착공정 시스템의 새로운 열교환 방식의 냉각수 흐름 모식도이고,

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착공정 시스템의 열교환 시스템 구조에 대한 온도 구배를 나타낸 도면이고,

도 7은 전산모사 시뮬레이터를 통하여 얻은 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착공정 시스템의 열교환 시스템 설계를 통한 냉각수의 온도 변화와 종래의 열교환 시스템 설계의 냉각수 온도변화를 나타낸 도면이고,

도 8은 온도 압력 변동에 따른 흡착량 곡선을 나타내는 그래프이고,

도 9는 본 발명에 따른 시스템의 열교환 시 공정의 냉각/가열에 필요한 열을 나타낸 도면이고,

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착 공정 시스템의 구성을 예시한 도면이고,

도 11은 도 4 및 도 10에 도시된 단계적 탈착을 이용한 흡·탈착 공정 시스템의 운전시, 이동상 온도 압력 변동 흡착공정에서 기체혼합물 및 흡착제의 흐름도이다.

【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

도 4 및 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착 공정 시스템의 구성을 예시한 도면으로, 도 4는 상압에서 흡착을 진행하며 저압에서 탈착을 진행하는 공정 시스템을 예시한 것이며 도 10은 고압에서 흡착을 진행하며 상압에서 탈착을 진행하는 공정 시스템을 예시한 것이다. 열교환 시스템의 경우에는 도 4 및 도 10와 같은 방식의 열교환 시스템을 갖되 내부에서 냉각수가 자체적으로 순환하며 필요한 열만 외부에서 공급하여 냉각수 유량을 최소화하기 위한 시스템의 예시이다. 이는 고순도로 물질을 분리하기 위해서는 흡착과 탈착이 원활하게 이루어져야 하며, 이를 위해 흡착시의 압력이 탈착시의 압력보다 높아야 하는 것에 착안 되었다.

도 4에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착 공정 시스템은 유입된 혼합가스를 선택적으로 흡착하는 흡착베드(4); 상기 흡착베드(4) 하부에 장착되어 상기 혼합가스를 주입시키는 블로워(Blower)(10); 상기 흡착베드(4) 하부에서 흘러나온 흡착제를 이송시키는 이송장치(6); 상기 이송장치(6)에서 이송되어 유입되는 상기 흡착제를 가열하여 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드(30); 상기 고온탈착베드(30)에서 탈착된 흡착제 분체가 이동되어 2차로 흡착질을 탈착시키는 탈착베드(5); 상기 탈착베드(5)에서 탈착된 흡착제 분체를 상기 흡착베드(4)로 이동시키는 환류관(7); 및 상기 흡착베드(4) 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고, 출구되는 냉각수를 분리 시킨 후, 상기 분리된 일부 냉각수를 다시 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시키고, 상기 하단 상부 및 하부에서 출구되는 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템(40a,40b)을 포함하되, 상기 고온탈착베드(30)는 상기 흡착베드(4)의 압력(P_A)과 동일하고, 상기 탈착베드(5)는 상기 흡착베드(4)에 비하여 낮은 압력(P_D) 및 높은

온도(T_D)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관(7)의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관(7)에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것을 특징으로 한다.

【발명의 실시를 위한 형태】

이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

도 4 및 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착 공정 시스템의 구성을 예시한 도면으로, 도 4는 상압에서 흡착을 진행하며 저압에서 탈착을 진행하는 공정 시스템을 예시한 것이며 도 10은 고압에서 흡착을 진행하며 상압에서 탈착을 진행하는 공정 시스템을 예시한 것이다. 열교환 시스템의 경우에는 도 4 및 도 10와 같은 방식의 열교환 시스템을 갖되 내부에서 냉각수가 자체적으로 순환하며 필요한 열만 외부에서 공급하여 냉각수 유량을 최소화하기 위한 시스템의 예시이다. 이는 고순도로 물질을 분리하기 위해서는 흡착과 탈착이 원활하게 이루어져야 하며, 이를 위해 흡착시의 압력이 탈착시의 압력보다 높아야 하는 것에 착안 되었다.

도 4에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착 공정 시스템은 유입된 혼합가스를 선택적으로 흡착하는 흡착베드(4); 상기 흡착베드(4) 하부에 장착되어 상기 혼합가스를 주입시키는 블로워(Blower)(10); 상기 흡착베드(4) 하부에서 흘러나온 흡착제를 이송시키는 이송장치(6); 상기 이송장치(6)에서 이송되어 유입되는 상기 흡착제를 가열하여 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드(30); 상기 고온탈착베드(30)에서 탈착된 흡착제 분체가 이동되어 2차로 흡착질을 탈착시키는 탈착베드(5); 상기 탈착베드(5)에서 탈착된 흡착제 분체를 상기 흡착베드(4)로 이동시키는 환류관(7); 및 상기 흡착베드(4) 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고, 출구되는 냉각수를 분리 시킨 후, 상기 분리된 일부 냉각수를 다시 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시키고, 상기 하단 상부 및 하부에서 출구되는 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템(40a,40b)을

포함하되, 상기 고온탈착베드(30)는 상기 흡착베드(4)의 압력(P_A)과 동일하고, 상기 탈착베드(5)는 상기 흡착베드(4)에 비하여 낮은 압력(P_D) 및 높은 온도(T_D)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관(7)의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관(7)에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것을 특징으로 한다.

여기서, 공장의 배가스와 같이 기체혼합물의 유량이 큰 경우, 이를 모두가압하여 흡착베드(4)에 주입하는 것은 굉장히 어렵기 때문에, 도 4에서 나타낸 바와 같이 송풍기(blower)(10)를 통해 상압에서 기체혼합물을 흡착베드로 주입하고, 동일한 압력의 고온탈착베드(30)에서 1차 회수하고, 상기 흡착베드(4)와 상대적으로 저압인 탈착베드(5)로부터 강흡착질 기체를 회수하는 운전 방법을 선택해야 한다.

만약 처리해야 하는 기체혼합물의 유량이 크지 않다면, 도 4에서 예시된 공정 시스템에 의한 공정뿐만 아니라 도 10에서 예시된 공정 시스템에 의한 공정과 같이 기체혼합물을 압축기(compressor)(10')를 이용하여 가압하여 흡착베드에 주입함으로써, 고압의 상태에서 공정을 구성할 수 있다.

도 4를 참조하면, 기체 혼합물(1)은 먼저 송풍기(Blower)(10)를 통하여 흡착베드(4)에 공급되고, 흡착베드(4)를 통과하며 강흡착질이 흡착제에 다량 흡착된 후, 싸이클론(11)과 백필터(12)를 거쳐 분진이 제거된 후, 약흡착질 농축기체(2)로 배출된다.

이때 흡착베드(4)에서 기체의 유속은 흡착제가 흡착베드(4) 하부로 잘 흐르며, 동시에 흡착제 분체가 지나치게 섞이지 않도록, 유동화 초기 속도를 유지하는 것이 바람직하다. 강흡착질을 많이 흡착한 상태로 흡착베드(4) 하부로 흘러나온 흡착제는 밀폐된 분체 이송장치(6)를 이용하여 고온탈착베드(30)로 이송되어 주입된다.

여기서 고온탈착베드(30)는 흡착제에 열을 가하여 탈착하는 장치로, 흡착베드(4)와 탈착베드(5) 사이에 위치하여, 탈착베드(5)를 진공 또는 저압으로 유지해야 하는 비용의 절감을 위한 단계적 탈착을 위한 장치이다. 상기 고온탈착베드(30)의 압력은 상기 흡착베드(4)의 압력(P_A)과 동일하고, 탈착베드(5)의 온도(T_D)와 동일하거나 높은 상태를 유지시킨다.

이와 같은 고온탈착베드(30)를 통한 1차적 탈착공정을 통해, 종래의 탈착베드에서 저압 또는 진공을 위한 펌프 가동에 소모되는 비용을 줄일 수 있게 되고, 단계적 탈착을 통해 CO₂ 회수율을 높일 수 있게 된다.

즉, 고온탈착베드(30)에서 온도 변동 탈착을 통해 CO₂ 등의 기체를 1차 회수 후 2차로 탈착베드(5)에서 회수하는 공정을 수행하는 장치로서, 저압 펌프의 동력은 모두 외부 에너지를 통해 얻을 수 있는데 반해 고온탈착베드(30)에서 필요한 열원은 공정 내부에서 자체적으로 열교환 시스템(40)을 통해 얻을 수 있고 필요한 열원만큼 추가 공급하는 효율적 시스템을 제공할 수 있게 된다.

이하, 보다 구체적으로 본 발명의 실시예에 따른 기체 분리를 위한 흡착공정 시스템의 구성으로서, 열교환 시스템의 구성 및 작용을 도 4 및 도 10을 참조하여 살펴보기로 한다.

흡착공정의 ①흡착성능과 ②경제성 최적화를 동시에 충족시키기 위하여 본 발명의 실시예에서는 흡착베드(4)에서 냉각수의 열 교환 방식을 다음과 같이 제안한다.

① 흡착성능 : 흡착베드(4)에서 충분한 제열이 되었는지에 큰 영향을 받기 때문에, 흡착베드(4)에서 냉각수를 통하여 충분한 제열이 되었을 때 흡착성능이 최대가 된다.(흡착등온선에 의해 낮은 온도에서 평형 흡착량이 높으므로, 반대로 냉각수를 통해 충분한 제열이 되지 않고 흡착베드가 높은 온도에서 운전된다면 흡착성능이 좋지 않다.)

②경제성 최적화 : 상술한 흡착베드(4) 출구에서 얻어지는 '가열된 냉각수를 통한 열교환 효율'이 최대가 되기 위해서는 흡착베드(4)에서 냉각수가 최대한 높은 온도로 가열되어야 하기 때문에, 냉각수 출구온도가 최대가 되도록 해야 한다.(이때 앞에서 가정한 것과는 달리 열 교환에 사용되는 냉각수는 끓는점이 높은 물질을 혼합해주는 방식을 통하여 100°C에서 증발되지 않고 액체 상태로 존재한다고 가정한다.) 상기 조건 ①을 충족시키기 위해서는 충분한 제열이 요구되므로 흡착베드(4)로 유입되는 냉각수는 유량이 커야하고 조건 ②를 충족시키기 위해서는 냉각수의 출구온도가 높아야 하므로 흡착베드(4)로 유입되는 냉각수 유량을 적게 사용해야 한다. 따라서 기존의 열교환 방식으로는

조건 ①과 ②를 동시에 충족시킬 수 없으므로, 두 조건들 사이에서 적정하게 냉각수 유량을 결정해야 한다.

즉, 근본적으로 2개의 조건을 조절하기 위하여 본 발명에서는 1가지의(흡착베드로 흘려주는 냉각수 유량)의 변수만 조절해 주어야 하는 구조적인 문제로 발생하므로, 본 발명에서는 기존의 변수에 하나의 변수를 추가할 수 있는 새로운 공정 설계를 도입하여 2가지의 조건을 동시에 충족시킬 수 있는 열교환 시스템 및 그 방법을 제안한다.

그리고 본 발명의 실시예에서는 흡착베드(4) 하단에서 흘려주는 냉각수 유량(기존 변수)뿐 아니라 흡착베드(4) 내부에서 흐르는 냉각수 유량도 조절할 수 있게 하는 구조를 열교환 시스템에 반영한 것이다.

즉 본 발명의 구성 중 하나인 열교환 시스템은 흡착베드(4) 내의 기체와 고체의 향류방향 특성으로 인해 흡착은 대부분 흡착베드(4) 하부에서 일어난다는 사실을 이용하여 흡착이 집중적으로 일어나는 부분(흡착베드 하단)은 많은 냉각수를 흘려주어 충분한 제열을 해주고 흡착베드(4) 중간에서 상단까지는 흡착베드(4) 하단에서 열교환된 냉각수 중 일부분만을 흘려주게 하여 흡착베드(4) 상부에서 유출되는 냉각수의 온도가 최대가 되도록 조절하게 한다. (흡착성능, 경제성 최적화를 동시에 충족)

이처럼 본 발명은 흡착베드(4)에서 냉각수를 분리하여 2개의 열교환기(40a,40b)로 구성된 열교환 시스템을 통하여 흡착성능 및 경제성 최적화를 실현할 수 있고(제1 열교환기(40b) : 하단 하부, 제2 열교환기(40a) : 하단 상부), 또한 냉각수를 분리하지 않고, 중간에 냉각수 유량 조절장치를 사용하여 흡착베드 중간 이후부터는 하단에 사용했던 냉각수 유량보다 적은 양을 흘려주는 방법을 사용하는 것도 가능함은 물론이다.

그리고, 도 4 및 도 10에 나타낸 바와 같이, 고온탈착베드(30)에 들어가기 전 사용되는 가열된 냉각수를 열 교환해주는 방식으로, 고온탈착베드에 사용되는 가열된 냉각수는 충분한 열 탈착을 위하여 운전범위에 상응하는 온도를 가져야 하기 때문에, 흡착베드에서 열교환 되어진 냉각수는 열역학적으로 운전온도에 상응하는 온도를 가질 수 없으므로 부가적인 히터 시스템을 구비하여 해당 운전온도를 실현한다.

즉, 제2 열교환기(40b)로서, 흡착베드(4) 하단 하부에 유입되어 출구된 냉각수가 2개의 냉각수 흐름으로 분리되는데, 제3 냉각수(CWR3)는 흡착베드(4) 상단의 사이클론(11) 및 백필터(12)에서 열교환 되고 나오는 고온의 폐가스에 의하여 열교환 한 후에 제1 스팀 히터(HE1)를 이용하여 운전온도까지 가열되고, 나머지 하나의 흐름인 제2 냉각수(CRW2)는 내부 열교환에 사용하지 않고 배출된다.

제1 열교환기(40a)로서, 흡착베드(4) 하단 상부에 유입되어 다시 출구된 제4 냉각수(CRW4) 유량은 제2 스팀 히터(HE2)를 이용하여 운전온도까지 가열된 후(가열된 냉각수), 같은 온도로 열교환된 제1 열교환기의 제3 냉각수(CRW3)과 합쳐져 고온탈착베드(30)에 공급 된다.

도 4 및 도 10에 나타낸 바와 같이, 기존에는 최초로 결정된 냉각수 유량이 흡착베드 전체 구간에서 열교환을 하고 있어 흡착성능과 경제성 최적화 두 가지 조건을 동시에 충족시킬 수 없지만, 본 발명의 실시예에서 제안한 열교환 시스템은 최초로 결정된 냉각수 유량(CW)은 흡착베드 하단에서의 열교환만을 담당하게 되고 그 이후, 흡착베드 하단 하부부터 상부까지의 열교환은 조절된 냉각수 유량 즉, 제1 냉각수(CWR1)를 통하여 이루어 진다. 즉 최초의 냉각수(CW)의 양은 흡착성능 조건을 조절해주는 변수가 되고, 제1 냉각수(CWR1)는 냉각수 출구 온도를 조절하여 최대의 열교환이 일어나게 해 주는 변수가 된다.

여기서, 제1 열교환기(40b)로서, 흡착베드(4) 하단 하부에 유입되어 출구되어 후 분리되고 고온탈착베드(30)로 유입되는 냉각수 흐름은 제3 냉각수(CWR3)로 표시하고, 분리된 냉각수 나머지 흐름은 제2 냉각수(CWR2)로 표시된다. 또한 제2 열교환기(40a)로서, 흡착베드(4) 하단 상부로 다시 유입되어 출구된 냉각수 흐름은 제4 냉각수(CWR4) 나타내고, 상기 제3 냉각수(CWR3)와 제4 냉각수(CWR4)가 합쳐져 고온탈착베드(30)에 유입되어 출구되는 흐름을 제5 냉각수(CWR5)로 나타낸다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착공정 시스템의 새로운 열교환 방식의 냉각수 흐름 모식도이다. 도 5에 나타낸 바와

같이, 제2 열교환기의 분리된 제3 냉각수(CRW3)은 폐가스 열교환 시스템 제1 스팀 히터(HE1)에 의하여 열교환 된 후에 제3 스팀 히터(HE3)를 통해 스팀과 열교환이 되어 고온탈착베드로 들어가고 가열된 냉각수 제4 냉각수(CWR4)는 제2 스팀 히터(HE2)만을 통해 열교환이 되어 고온탈착베드로 유입된다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착공정 시스템의 열교환 시스템 구조에 대한 온도 구배를 나타낸 도면이다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 파란색 선은 본 발명의 실시예에서 제안된 열교환 시스템이 사용되었을 때 예측되는 온도 변화로써 기존의 열교환 구조(검은색선)와 비교해 보았을 때, 흡착베드(ADB)(4)에서 더 높은 온도의 냉각수가 얻어지는 것을 예측할 수 있고, 이로 인해 고온탈착베드(A-DEB)(30)에 가하기 전에 필요한 스팀 가열량이 종래의 열교환 시스템 구조보다 더 적은것을 확인할 수 있다. 빨간색 선은 제3 냉각수(CWR3)의 온도 변화를 나타낸다.

도 7은 전산모사 시뮬레이터를 통하여 얻은 본 발명의 실시예에 따른 온도 압력 이동상 변동 흡착공정 시스템의 열교환 시스템 설계를 통한 냉각수의 온도 변화와 종래의 열교환 시스템 설계의 냉각수 온도변화를 나타낸 도면이다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 가로축은 흡착베드(4)의 높이를 나타내고 세로축은 흡착베드(4)에서 열교환된 냉각수의 온도를 나타내고, 처음 흡착베드(4) 하부에서 넣어주는 냉각수의 유량을 포함하여 나머지 조건은 일정하게 유지한 채 열교환 시스템 구조만 변경한 후 결과를 도출하였다. 흡착베드(4)의 길이가 약 50cm 정도가 될 때까지는 두 설계구조가 비슷한 온도를 가지지만 그 이후에 제안된 열교환 시스템 설계에서 냉각수 유량을 적게 조절해 주므로 흡착베드(4) 출구에서 얻어지는 온도가 제안된 공정의 경우 기존의 공정보다 약 40~50℃ 정도 높게 얻어지는 것을 확인할 수 있다.

도 8은 온도 압력 변동에 따른 흡착량 곡선을 나타내는 그래프이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, H0는 흡착베드(4) 출구의 온도 및 압력을 나타내고, 종래의 공정의 경우 탈착베드(5)에서 저압 펌프를 이용해 압력을 P_H 에서 P_L 으로

낮추어 원하는 탈착량을 획득(도 5의 H0→H1)하는데 반하여, 본 발명에 따른 고온탈착베드(30)를 추가한 공정의 경우에는 고온탈착베드(30)에서 열원을 공급하여 온도를 T_L 에서 T_H 으로 높여 일정량을 탈착한 후 탈착베드(5)에서 저압 펌프를 이용해 저압으로 운전 조건을 변화시켜 마지막 탈착을 시킨다. 이 경우 원하는 회수율을 얻기 위해 필요한 저압은 P_L 과 P_1 의 사이에 존재하며 결국 종래의 공정에 비해 저압 펌프의 비용 자체를 감소시킬 수 있게 된다. (도 5의 H0→H1'→H2)

또한 도 4에 나타낸 바와 같이, 상기 흡착베드, 고온탈착베드(30) 및 탈착베드를 새롭게 제안된 열교환 시스템을 통해 연결하여, 공정 내에서 자체적으로 열 교환 함으로써 공급 열원을 최소화하여 공정의 경제적 최적화가 가능하다.

[표 1]은 공정 내 각 흐름의 열용량 및 출입구 온도에 따라 요구되는 열량을 나타낸 표이다.

【표 1】

	$C_p(\text{kJ/hr}^\circ\text{C})$	입구온도 $T_{in}(\text{}^\circ\text{C})$	출구온도 $T_{out}(\text{}^\circ\text{C})$	$Q(\text{kJ/hr})$
H1	332640	130	26	34595
H2	171240	120	26	16097
C1	332640	26	130	-34595

($\Delta T_{min}=15^\circ\text{C}$, 흡착제 비열: 0.924J/gK , 120°C 배가스($\text{CO}_2:\text{N}_2=0.13:0.87$)의 비열: 1.0299J/gK , 26°C 배가스($\text{CO}_2:\text{N}_2=0.13:0.87$)의 비열: 1.0112J/gK , 배가스의 질량 흐름 : $167.79\text{ton/hr}(120^\circ\text{C}, 101.3\text{kPa}, \text{CO}_2:\text{N}_2=0.13:0.87)$, 흡착제 질량흐름: 360ton/hr)

H1은 탈착베드(5)에서 흡착베드(4)로 유입하는 흡착제에 해당하며, H2는 흡착베드(4)로 유입하는 배가스, 그리고 C1은 흡착베드(4)에서 고온탈착베드(30)로 유입하는 흡착제에 각각 해당한다. 열교환을 하지 않을 경우, 냉각과 가열에 필요한 총 열량은 85,282,000kJ/hr에 해당하고, 도 5에서와 같이 각 흐름의 냉각 혹은 가열에 필요한 열량은 열 교환기(20)를 통해 효과적으로 상호 교환할 수 있다.

열교환 시 공정의 냉각/가열에 필요한 열은 도 9와 같이 나타낸다. 도 9는 11℃의 냉각수가 100℃로 되는 데 필요한 열은 제외하고 도시한 것으로서, 냉각수의 최고 온도는 증발 온도인 100℃로 가정한다. 100℃ 냉각수가 되는 데에 필요한 열량을 고려하여도 최종적으로 냉각 혹은 가열에 필요한 열은 62,098,000kJ/hr로써 열 교환하지 않을 경우인 85,282,000kJ/hr에 비해 감소된다는 것을 수치적으로 알 수 있다.

고체 간 열 교환에 어려움이 존재하긴 하나 흡착제간 열 교환이 효과적으로 이루어질 경우 냉각/가열에 필요한 열은 26,077,000kJ/hr로 계산되고, 도 4에 나타낸 바와 같이, 냉각수의 내부 순환을 통해 필요 냉각수 유량을 최소화하기 위한 도 4와 같은 열 교환 또한 가능한데, 이의 경우 필요한 국소 지점에서만 가열 혹은 냉각을 하며 이외 지점은 냉각수가 내부에서 순환하여 필요 열을 공급 혹은 제거할 수 있다.

이와 같은 열교환 방식을 상기 흡착베드(4), 고온탈착베드(30) 및 탈착베드(5)의 온도를 제어하게 되는데, 도 4 및 도 10에 나타낸 바와 같이, 흡착베드(4)에서 이송장치(6) 또는 이송관을 통해 이송시키고 흡착제는 열교환 시스템의 스팀 히터(steam heater)에 의해 온도를 상승시켜 상기 고온탈착베드(30)로 유입된다.

여기서 고온탈착베드(30)는 탈착베드(5)와는 달리, 온도 및 압력을 통한 탈착이 아니라, 흡착제에 열을 가하여 제1차로 탈착시키는 장치로, 압력은 흡착베드(4)와 동일한 압력(P_A)을 가지고, 온도는 적어도 상기 탈착베드 온도(T_D) 이상이면 충분하다. 고온탈착베드(30)에서 1차로 CO_2 등의 강흡착질을 탈착시키고 난 후, 다시 흡착제는 환류관(7)을 통해 탈착베드(5)로 이동된다.

고온탈착베드(30)의 압력이 탈착베드의 압력보다 높기 때문에, 압력차에 따른 자연스러운 이동을 유도할 수 있어서 고온탈착베드(30)의 위치는 상기 압력차의 범위내에서 상기 탈착베드(5)와 높이차를 조절할 수 있다. 즉, 높이차에 따른 중력에 의한 힘을 극복하여 압력차로 상기 흡착제를 환류관(7)을 통해 이동될 수 있도록 선택적으로 상기 탈착베드(5)의 위치를 정할 수 있게 된다.

탈착베드(5)는 흡착베드(4)에 비하여 상대적으로 낮은 압력(P_D)과 높은 온도(T_D)를 유지하여 2차로 흡착제 내의 강흡착질(CO_2 등)의 상당량이 탈착되도록 한다. 탈착된 기체는 사이클론(14)과 백 필터(15)를 거쳐 분진이 제거된 후, 기체 펌프(13)를 통해 배출되고, 탈착된 흡착제 분체는 흡착제 환류관(7)을 따라 중력에 의해 흡착베드(4)로 되돌아 간다.

도 11은 도 4 및 도 10에 도시된 단계적 탈착을 이용한 흡·탈착 공정 시스템의 운전시, 이동상 온도 압력 변동 흡착공정에서 기체혼합물 및 흡착제의 흐름도이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 송풍기(10) 또는 압축기(10')를 통해 기체혼합물이 흡착베드(상압 또는 고압, 저온)(4)에 연속적으로 공급되고(S100), 흡착베드(4)에서 기체혼합물이 흡착제에 선택적으로 흡착되며 농축된 약흡착질 기체가 회수되고(S110), 선택된 기체가 흡착된 흡착제가 이송장치(6)를 통해 고온탈착베드(30)로 이동하고(S120), 고온탈착베드(30)(상압 또는 고압, 고온)(5)에서 1차로 강흡착질을 고온탈착 시키고(S130), 고온탈착베드(30)의 흡착제가 압력차에 의해 탈착베드(저압, 고온)(5)로 이동하고(S140), 탈착베드(저압, 고온)(5)에서 2차로 흡착된 기체가 분리되어 흡착제가 재생되며, 농축된 강흡착질 기체(CO_2 등)가 회수된 후(S150), 이 재생된 흡착제가 흡착제 환류관(7)을 통해 흡착베드(4)로 이동하여 순환하게 된다.(S160)

도 10에 나타난 흡착공정 시스템은 기본적인 운전 상황은 도 4의 상압흡착-진공탈착의 경우와 매우 유사하나, 탈착베드에 기체혼합물을 주입할 때 압축기(compressor)를 통해 고압의 상태로 공급한다는 것이 다르다. 또한, 농축된 약흡착질이 갖는 운동에너지를 확산기(Expander)(16)와 발전기(17)를 통해 회수한다는 점이 다르다.

한편, 도 4와 도 10과 같은 본 발명에 따른 이동상 온도 압력 변동

흡착공정 시스템에 의한 공정에서 흡착베드(4)의 압력이 탈착베드(5)의 압력보다 높기 때문에, 흡착제 환류관(7)을 따라 일부 기체혼합물이 흡착베드에서 탈착베드로 역류하여 새는(leak) 현상이 발생할 수 있다. 이러한 새는 현상은 흡착베드(4)와 탈착베드(5)의 압력차에 의해 발생한 것으로서, 그 유량은 흡착베드(4)와 탈착베드(5)의 압력차에 비례한다.

이때 흡착제 입자의 크기, 환류관(7)의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관(7)에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류를 방지할 수 있는데, 역류시 흡착제 환류관(7)을 통한 압력강하를 조절할 수 있으며, 결국 문제가 되지 않을 정도로 새는 유량을 줄일 수 있다.

이때 입자의 크기는 대략 0.1mm ~ 10mm 정도가 된다. 또한, 보통 배가스의 경우 160℃ 정도로 배출되며, 탈착베드(5)에서 탈착이 효율적으로 일어나기 위해 필요한 온도는 약 50~70℃ 정도이다. 따라서 배가스를 흡착베드(4)로 주입하기 전, 배가스를 이용하여 탈착베드(5)를 가열함으로써 탈착베드(5)의 온도 유지를 위해 필요한 에너지를 절약할 수 있다.

이하에서는 도 4 및 도 11에서 예시된 공정 시스템의 공정 조건을 통한 효과를 설명하기로 한다.

압력

대상 기체혼합물과 대상 흡착제의 특성에 따라 공정의 운전조건은 상압흡착-진공탈착 운전과 고압흡착-상압탈착 운전, 고압흡착-진공탈착등으로 구분된다. 종래에는 흡착베드와 탈착베드만으로 구성된 시스템에서 상압흡착-진공탈착 운전이 시행 되었으나, 진공을 위한 저압 펌프의 운용비용이 많이 든다는 단점을 극복하기 위해 본 발명의 실시예에서는 고온탈착베드(30)의 추가적 구성으로 단계적 탈착을 이용해 고압흡착-저압탈착 운전을 실현 가능하여 펌프 운용비용을 상당부분 줄일 수 있게 된다.

상압의 기체혼합물(1)이 흡착베드에 공급되어 흡착베드(4)는 상압(P_A)에서 운전되고, 강흡착질을 1차로 고온탈착베드(30)에서 탈착시키고, 2차로 강흡착질 회수를 위한 탈착베드(5)는 저압($P_D < P_A$)에서 운전된다. 탈착베드(5)에서 나오는

강흡착질 농축기체는 기체펌프를 이용하여 회수한다.

도 9에서 나타낸 바와 같이, 고압흡착-상압탈착 운전의 경우, 고압의 기체혼합물(1)이 흡착베드(4)에 공급되어 흡착베드는 고압(P_A)에서 운전되고, 강흡착질 회수를 위한 탈착베드(5)는 상압($P_D < P_A$)에서 운전된다. 흡착베드(4)에서 나오는 약흡착질 농축기체는 확산기(13)와 발전기(16)를 통해 회수함으로써, 확산기 양단의 압력차로 인해 발생하는 기계적 에너지도 함께 회수하게 된다.

온도

흡착시 발생하는 흡착열은 흡착베드(4) 열교환 시스템을 통해 회수하여 탈착베드 에 공급함으로써 탈착시 필요한 열에너지로 사용한다. 원료 기체혼합물(1)이 고온일 경우에는 원료 공급 전 열교환 시스템을 통해 기체혼합물의 온도를 흡착베드의 온도(T_A)로 낮추어 원료로부터 열에너지를 회수하고, 회수된 열에너지는 열교환 시스템을 통해 고온탈착베드(30) 및 탈착베드(5)에 공급하여, 탈착온도(T_D)를 유지하도록 한다.

여기서, 온도가 낮을수록 기체가 흡착제에 잘 흡착되는데, 기체 혼합물이 흡착베드(4)에서 흡착제에 흡착될 때 흡착열이 발생하여 베드 온도가 상승하기 때문에, 냉각기(cooler)를 통해 흡착베드(4)의 온도를 낮추어 주게 된다. 그리고 온도가 높을수록 기체가 흡착제로부터 잘 탈착되는데, 기체가 흡착제로부터 탈착될 때 탈착으로 인해 베드 온도가 하강하기 때문에, 가열기(heater)(8)를 통해 흡착베드(4)의 온도를 높여 주게 된다.

분체 이송

탈착베드(5)에서 재생된 흡착제는 흡착제 환류관(7)을 따라 중력에 의해 흡착베드(4)로 이송된다. 흡착베드(4) 하부로 흘러나온 흡착제는 밀폐된 분체 이송 장치(6)를 이용하여, 고온탈착베드(30)(5)로 이송되어 주입되며, 이때 분체 이송장치(6)는 버킷엘레베이터(Bucket Elevator) 또는 버킷 컨베이어(Bucket conveyor)를 이용한다. 그리고, 고온탈착베드(30)의 흡착제는 다시 탈착베드로 환류관(7)을 통해 이동하게 되는데, 고온탈착베드(30)는 흡착베드와 압력이

동일하기 때문에, 상기 탈착베드(5)보다 높아 압력차에 의해 자연적인 이동을 유도할 수 있다.

이처럼, 본 발명에 따른 흡착공정 시스템에 적용되는 보통 배가스는 10%의 이산화탄소(CO_2)와 90%의 질소(N_2)로 이루어져있으며, 이산화탄소(CO_2)의 경우 분리 후 99% 정도의 고순도를 요구하므로, 1단계의 공정으로 모두 회수할 수 없기 때문에, 적어도 2단계 이상의 공정으로 PSA공정을 운전함으로써 이산화탄소를 분리, 회수하게 된다. 이 중 첫 번째 단계의 PSA공정이 전체 운전비용의 상당부분을 차지하는데, 본 발명의 이동상 온도 압력 변동 흡착공정은 이러한 첫 번째 단계의 PSA공정을 대체할 수 있고, 1단계 PSA공정에 비해 단계적 탈착공정을 이용해 더 높은 순도로 분리가능하기 때문에, 결과적으로 1단계 이동상 온도 압력 변동 흡착공정을 통해 생산된 이산화탄소를 2단계 분리공정에 주입하여 순도를 높일 때, 2단계 분리공정의 순도에 대한 부담이 줄어 전체적인 운전비용이 절감되는 효과가 있다.

또한, 본 발명의 시스템은 연속적인 공정을 가능하게 하는 이동상 온도 압력 변동 흡착공정에서 흡착베드과 탈착베드에서 발생하는 온도 변화를 운전 최적점 온도로 유지하도록, 유틸리티에 있는 냉각수와 스팀을 이용해 열교환을 하게 된다. utility 비용은 전체 운전 비용에서 큰 비용을 차지하므로 이 비용을 최소화하는 것이 가능한 본 발명에 따른 시스템은 산업적인 측면에서 큰 의미가 있다.

이상의 설명에서 본 발명은 특정의 실시 예와 관련하여 도시 및 설명하였지만, 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 개조 및 변화가 가능하다는 것을 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.

[부호의 설명]

4: 흡착베드, 5: 탈착베드, 6: 흡착제 이송장치, 7: 흡착제 환류관

8a, 8b: 냉각기, 9: 가열기, 10: 송풍기(blower), 10': 압축기(compressor),

11,14: 싸이클론(cyclone), 12,15: 백필터(bag filter), 16: 확대기(expander), 17: 발전기, 30:고온탈착베드

【산업상 이용가능성】

본 발명은 특정한 기체의 흡착 공정 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 서로 다른 온도 및 압력 환경에서 흡착 및 단계적 고온-저압 탈착과 흡착성능과 경제성 최적화를 높일 수 있는 열교환 시스템을 적용해 흡착제로부터 기체를 분리하고 이동상으로 흡착제를 순환시켜, 선택적인 기체분리를 위한 이동상 온도 압력 변동 흡착공정 시스템에 관한것이어서 산업상 이용가능성이 있다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

유입된 혼합가스를 선택적으로 흡착하는 흡착베드;

상기 흡착베드 하부에 장착되어 상기 혼합가스를 주입시키는 블로워(Blower);

상기 흡착베드 하부에서 흘러나온 흡착제를 이송시키는 이송장치;

상기 이송장치에서 이송되어 유입되는 상기 흡착제를 가열하여 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드;

상기 고온탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체가 이동되어 2차로 흡착질을 탈착시키는 탈착베드;

상기 탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체를 상기 흡착베드로 이동시키는 환류관; 및

상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고, 출구되는 냉각수를 분리 시킨 후, 상기 분리된 일부 냉각수를 다시 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시키고, 상기 하단 상부 및 하부에서 출구되는 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템을 포함하되,

상기 고온탈착베드는 상기 흡착베드의 압력(P_A)과 동일하고, 상기 탈착베드는 상기 흡착베드에 비하여 낮은 압력(P_D) 및 높은 온도(T_D)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 열교환 시스템은,

상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고 출구되는 냉각수 일부를 분리시킨 제1 냉각수를 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시킨

후, 출구되는 제4 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제1 열교환기와, 상기 흡착베드 한단 하부에서 출구된 냉각수를 일부 분리한 제2 냉각수는 배출시키고, 나머지 제3 냉각수는 가열시킨 후 상기 고온탈착베드 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제2 열교환기로 구성된 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 흡착베드에서 출구되어 상기 고온탈착베드로 유입되는 상기 제3 냉각수 및 제4 냉각수는 각각의 유로에 설치된 적어도 하나의 스팀 히터에 의해 가열되는 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

제3 냉각수를 가열하는 스팀 히터는 상기 흡착베드 상단에서 배출된 폐가스를 사용하는 스팀 히터를 포함하는 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 5】

유입된 혼합가스를 선택적으로 흡착하는 흡착베드;

상기 흡착베드 하부에 장착되어 상기 혼합가스를 압축하여 주입시키는 압축기(compressor);

상기 흡착베드 하부에서 흘러나온 흡착제를 이송시키는 이송장치;

상기 이송장치에서 이송되어 유입되는 상기 흡착제를 가열하여 흡착질을 1차로 탈착시키고, 상기 흡착베드 보다 상부에 위치하는 고온탈착베드;

상기 고온탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체가 이동되어 2차로 흡착질을 탈착시키고, 상기 흡착베드보다 상부에 위치하는 탈착베드;

상기 탈착베드에서 탈착된 흡착제 분체를 상기 흡착베드로 이동시키는 환류관; 및

상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고, 출구되는 냉각수를 분리 시킨 후, 상기 분리된 일부 냉각수를 다시 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시키고, 상기 하단 상부 및 하부에서 출구되는 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 상기 고온탈착베드의 온도를 높이는 열 교환시스템을 포함하되,

상기 고온탈착베드는 상기 흡착베드의 압력(P_A)과 동일하고, 상기 탈착베드는 상기 흡착베드에 비하여 낮은 압력(P_D) 및 높은 온도(T_D)를 유지하고, 상기 흡착제 입자의 크기, 환류관의 직경 및 길이 중 적어도 어느 하나의 조절을 통해 상기 환류관에서 압력차에 의해 발생하는 일부 가스의 역류가 방지되는 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 열교환 시스템은,

상기 흡착베드 하단 하부에 냉각수를 유입시켜 제열하고 출구되는 냉각수 일부를 분리시킨 제1 냉각수를 상기 흡착베드의 하단 상부에 유입시켜 제열시킨 후, 출구되는 제4 냉각수를 가열시키고 상기 고온탈착베드에 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제1 열교환기와, 상기 흡착베드 하단 하부에서 출구된 냉각수를 일부 분리한 제2 냉각수는 배출시키고, 나머지 제3 냉각수는 가열시킨 후 상기 고온탈착베드 유입시켜 탈착베드 온도를 높이는 제2 열교환기로 구성된 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 흡착베드에서 출구되어 상기 고온탈착베드로 유입되는 상기 제3 냉각수 및 제4 냉각수는 각각의 유로에 설치된 적어도 하나의 스팀 히터에 의해 가열되는 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

제3 냉각수를 가열하는 스팀 히터는 상기 흡착베드 상단에서 배출된 폐가스를 사용하는 스팀 히터를 포함하는 것을 특징으로 하는 온도 압력 변동 이동상 흡착공정 시스템.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/011614**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****B01D 53/02(2006.01)i, B01D 53/96(2006.01)i, B01D 53/12(2006.01)i, B01D 53/047(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D 53/02; B01D 63/00; B01D 46/46; B01D 53/047; B01D 53/96; B01D 53/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: Adsorption, Heat Exchanger

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-0949525 B1 (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION) 25 March 2010 See claims 1-10	1-8
A	KR 10-0966481 B1 (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) 29 June 2010 See abstract	1-8
A	US 2008-0148935 A1 (GIVENS, James A.) 26 June 2008 See abstract	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 FEBRUARY 2014 (20.02.2014)

Date of mailing of the international search report

21 FEBRUARY 2014 (21.02.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/011614

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0949525 B1	25/03/2010	NONE	
KR 10-0966481 B1	29/06/2010	JP 04-709270 B2 JP 2009-178711 A US 2009-0188387 A1 US 7959712 B2	22/06/2011 13/08/2009 30/07/2009 14/06/2011
US 2008-0148935 A1	26/06/2008	AU 2005-319599 A1 AU 2005-319599 B2 CA 2590645 A1 CA 2590645 C CN 100571846 C CN 101119785 A0 EP 1838418 A1 JP 2008-523981 A KR 10-0929721 B1 TW 290064 A TW 290064 B TW I290064 B US 2006-0130650 A1 US 7393382 B2 US 7833311 B2 WO 2006-068789 A1	29/06/2006 04/12/2008 29/06/2006 07/10/2008 23/12/2009 06/02/2008 03/10/2007 10/07/2008 03/12/2009 21/11/2007 21/11/2007 21/11/2007 22/06/2006 01/07/2008 16/11/2010 29/06/2006

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B01D 53/02(2006.01)i, B01D 53/96(2006.01)i, B01D 53/12(2006.01)i, B01D 53/047(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B01D 53/02; B01D 63/00; B01D 46/46; B01D 53/047; B01D 53/96; B01D 53/12

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: Adsorption, Heat Exchanger

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-0949525 B1 (서강대학교산학협력단) 2010.03.25 청구항 1-10 참조	1-8
A	KR 10-0966481 B1 (한국에너지기술연구원) 2010.06.29 요약 참조	1-8
A	US 2008-0148935 A1 (GIVENS JAMES A.) 2008.06.26 요약 참조	1-8



추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.



대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 02월 20일 (20.02.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 02월 21일 (21.02.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

이근완

전화번호 +82-42-481-5628



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-0949525 B1	2010/03/25	없음	
KR 10-0966481 B1	2010/06/29	JP 04-709270 B2 JP 2009-178711 A US 2009-0188387 A1 US 7959712 B2	2011/06/22 2009/08/13 2009/07/30 2011/06/14
US 2008-0148935 A1	2008/06/26	AU 2005-319599 A1 AU 2005-319599 B2 CA 2590645 A1 CA 2590645 C CN 100571846 C CN 101119785 A0 EP 1838418 A1 JP 2008-523981 A KR 10-0929721 B1 TW 290064 A TW 290064 B TW I290064 B US 2006-0130650 A1 US 7393382 B2 US 7833311 B2 WO 2006-068789 A1	2006/06/29 2008/12/04 2006/06/29 2008/10/07 2009/12/23 2008/02/06 2007/10/03 2008/07/10 2009/12/03 2007/11/21 2007/11/21 2007/11/21 2006/06/22 2008/07/01 2010/11/16 2006/06/29