(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 7 월 21 일 (21.07.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/154230 A1

(51) 국제특허분류:
B01J 20/30 (2006.01) *B01J 20/20* (2006.01)
B01J 20/292 (2006.01) *B01D 53/14* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/016186

(22) 국제출원일: 2021 년 11 월 9 일 (09.11.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0004367 2021 년 1 월 13 일 (13.01.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 강용태 (**KANG, Yong Tae**); 06608 서울시 서초구 서운로 221, 101동 1004호, Seoul (KR). 이재원 (**LEE, Jae Won**); 02583 서울시 동대문구 왕산로 52, 101동 607호, Seoul (KR). 김민재 (**KIM, Min Jae**); 13835 경기도 과천시 별양로 12, 330동 302호, Gyeonggi-do (KR). 김성곤 (**KIM, Seong Gon**); 07022 서울시 동작구 남부순환로 255바길 4, 401호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 강일신 등 (**KANG, Il Shin** et al.); 06753 서울시 서초구 바우뫼로 150, 2층, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

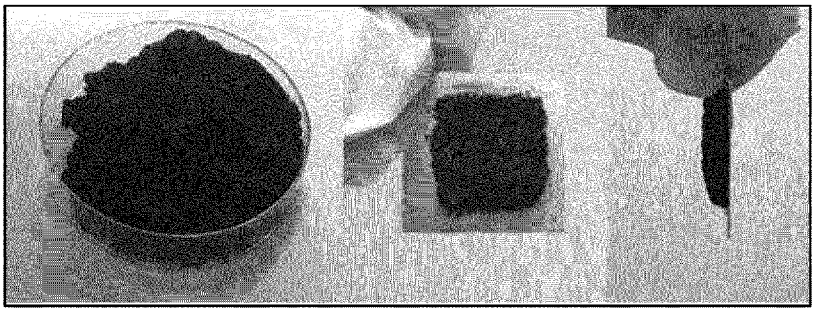
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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 제21조(3))

(54) **Title:** LIQUID ADSORBENT FOR CARBON DIOXIDE CAPTURE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) **발명의 명칭:** 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법



(57) **Abstract:** A manufacturing method for a liquid adsorbent for carbon dioxide capture of the present invention comprises: a first mixing step of mixing an organic solvent and a dispersion stabilizer, followed by stirring, to prepare a first mixture; a dispersing step of adding carbon nanotubes to the first mixture, followed by stirring, and dispersing the carbon nanotubes in the organic solvent by an ultrasonic homogenizer; a second mixing step of adding oil to the first mixture in which the carbon nanotubes are dispersed, followed by stirring, to prepare a second mixture; and an organic solvent removing step of removing the organic solvent mixed in the second mixture through heating of the second mixture, thereby preparing a liquid adsorbent capable of adsorption and desorption of carbon dioxide.

(57) **요약서:** 본 발명의 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법에 따르면, 유기용매와 분산안정제를 혼합한 후 교반하여 제1혼합물을 제조하는 제1혼합단계; 상기 제1혼합물에 탄소나노튜브를 첨가한 후, 교반과 초음파 균질기를 이용하여 상기 유기용매에 상기 탄소나노튜브를 분산시키는 분산단계; 상기 탄소나노튜브가 분산된 제1혼합물에 오일을 첨가한 후, 교반하여 제2혼합물을 제조하는 제2혼합단계; 상기 제2혼합물의 가열을 통해 상기 제2혼합물에 혼합된 상기 유기용매를 제거하여, 이산화탄소의 흡착과 탈착이 가능한 액체 흡착제를 제조하는 유기용매 제거단계;를 포함한다.

WO 2022/154230 A1

명세서

발명의 명칭: 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법

기술분야

[1] 본 발명은 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

[2] 본 발명은 과학기술정보통신부의 집단연구지원(R&D)(과제고유번호: 1711119436, 연구관리 전문기관: 한국연구재단, 연구과제명: 플러스에너지빌딩 혁신기술 연구센터, 주관기관: 고려대학교 산학협력단, 연구기간: 2020.07.01 ~ 2021.05.31, 기여율: 1/2)의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다.

[3] 또한, 본 발명은 교육부의 이공학학술연구기반구축(R&D)(과제고유번호: 1345324054, 연구관리 전문기관: 한국연구재단, 연구과제명: 건물 내 밀폐 공간의 이산화탄소 저감을 위한 나노흡수/흡착제 개발, 주관기관: 고려대학교 산학협력단, 연구기간: 2020.09.01 ~ 2021.08.31, 기여율: 1/2)의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다.

[4] 한편, 본 발명의 모든 측면에서 한국 정부의 재산 이익은 없다.

[5]

배경기술

[6] 일반적으로, 사람이 활동하는 실내 공간의 경우, 현존하는 가장 효과적인 이산화탄소 저감 방법은 실외공기와의 환기지만 일부 상황에 따라, 환기가 불가능한 공부방, 교실, 시험고사실이 있다. 또한, 외부소음의 이유로 창문 개방 어렵거나, 덕트를 통한 환기시에도 대형 팬 사용으로 소음이 발생할 수 있다.

[7] 또한 지하철과 같은 경우는 출퇴근시 높은 인구밀도로 인해 이산화탄소 발생량이 높아 환기가 필요함에도, 지하 터널의 중금속, 미세먼지 등과 같은 오염물이 고농도로 존재하여 환기가 불가능하다.

[8] 이와 같이, 환기가 어려운 실내환경에서 효과적으로 이산화탄소 저감이 필요하다.

[9] 이에 따라, 기존의 이산화탄소 저감 기술로는 물리 흡수법, 화학흡수법, 흡착법, 멤브레인법, 심냉법 등이 있다.

[10] 각각 화학적 반응, 용해, 흡착, 증류 등을 이용한 방법으로 주로 산업에서 대용량을 이산화탄소를 배출하는 곳에 적합한 방법들이다.

[11] 또한, 실내 공간에서는 인체 유해성을 검토해야 하기 때문에 물을 이용하거나 흡착제인 활성탄을 이용하였다.

[12] 그러나, 물은 낙수시 소음 발생으로 정숙한 곳 사용 불가와 낮은 이산화탄소 포집 성능으로 인해 용량이 커야 하며, 실내에 인접하게 사용하기 어려운 문제점이 있다.

[13] 또한, 흡착제인 활성탄은 표면 기공을 통해 이산화탄소를 포집하는 것이 주요 원리지만, 공기에 함유되어 있는 습기나 미세먼지가 기공에 포집되면

이산화탄소를 포집이 제대로 이루어지지 않는 문제점이 있다.

[14] 이러한 활성탄은 공기청정기에 맞도록 고체의 형상으로 합성 및 제작하기 때문에 공기청정기의 구조가 바뀌면 변경해야 하는 문제점도 있다.

[15] 흡수법은 대용량 설비에서 사용하는 대표적인 방식이지만 현존하는 흡수제들이 메탄올, 아민계열 용액 등으로 흡수제에 따라 냄새, 부식, 화재위험, 독성 등 실내 사람이 있는 곳에 사용할 수 없는 단점이 있다.

[16] [선행기술문헌]

[17] (특허문헌 1) 대한민국 등록특허 10-1635095 (2016.06.24)

[18] (특허문헌 2) 대한민국 등록특허 10-1572967 (2015.11.24)

[19] (특허문헌 3) 대한민국 공개특허 10-2015-0064978 (2015.06.12)

[20] (특허문헌 4) 미국 등록특허 9844766(2017.12.19)

[21]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[22] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 본 발명의 목적은, 이산화탄소의 포집이 가능할 뿐만 아니라, 가열을 통해 포집한 이산화탄소의 방출도 가능하여, 재사용이 가능한 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법을 제공하기 위함이다.

[23] 또한, 본 발명의 목적은, 기본 골격이 탄소 나노 튜브의 형태임에 따라, 흡착제의 점착성 특성을 이용하여 도포가 가능하며, 액체 흡착제가 친유성의 성분으로 이루어져 습도의 영향을 받지 않고 사용가능한 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법을 제공하기 위함이다.

[24]

과제 해결 수단

[25] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법에 따르면, 유기용매와 분산안정제를 혼합한 후 교반하여 제1혼합물을 제조하는 제1혼합단계; 상기 제1혼합물에 탄소나노튜브를 첨가한 후, 교반과 초음파 균질기를 이용하여 상기 유기용매에 상기 탄소나노튜브를 분산시키는 분산단계; 상기 탄소나노튜브가 분산된 제1혼합물에 오일을 첨가한 후, 교반하여 제2혼합물을 제조하는 제2혼합단계; 상기 제2혼합물의 가열을 통해 상기 제2혼합물에 혼합된 상기 유기용매를 제거하여, 이산화탄소의 흡착과 탈착이 가능한 액체 흡착제를 제조하는 유기용매 제거단계;를 포함한다.

[26] 또한, 상기 분산단계는, 상기 분산안정제를 30~42℃로 가열시켜 용해시킨 후, 상기 탄소나노튜브를 첨가하는 것을 특징으로 한다.

[27] 또한, 상기 분산단계에서 첨가된 탄소나노튜브는, 상기 분산안정제와 1:1의 중량비로 첨가되는 것을 특징으로 한다.

[28] 또한, 상기 유기용매 제거단계는, 상기 제2혼합물을 가열할 때, 100~120℃인

것을 특징으로 한다.

[29] 또한, 상기 탄소나노튜브는, 다중벽 탄소나노튜브고, 상기 제2혼합물은, 기계식 교반기를 이용하여 상기 다중벽 탄소나노튜브의 농도가 1 내지 10wt%가 되도록 혼합된 것을 특징으로 한다.

[30] 또한, 상기 분산안정제는, 음이온 계면활성제, 양이온 계면활성제, 양이온성 계면활성제, 비이온성 계면활성제 또는 이들의 혼합안정제인 것을 특징으로 한다.

[31] 또한, 상기 유기용매는, 메탄올, 에탄올, 부틸알코올, 아세톤, 에틸아세트산, 헥산, 벤젠, 에테르, 에틸에테르, 클로로포름, 디클로로메탄, 크실렌, 글리세린 또는 이들의 혼합용매인 것을 특징으로 한다.

[32] 또한, 상기 오일은, 미네랄 오일, 합성 오일, 실리콘 오일, 식물성 오일 또는 이들의 혼합오일인 것을 특징으로 한다.

[33] 또한, 본 발명은 상기와 같은 제조방법으로 제조된 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제를 제공한다.

[34]

발명의 효과

[35] 이상 살펴본 바와 같은 본 발명의 효과는, 액체 흡착제를 제조함으로써, 이산화탄소의 포집이 가능할 뿐만 아니라, 가열을 통해 포집한 이산화탄소의 방출도 가능하여, 재사용이 가능한 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[36] 또한, 본 발명의 효과는, 기본 골격이 탄소 나노 튜브의 형태임에 따라, 흡착제의 점착성 특성을 이용하여 도포가 가능하며, 액체 흡착제가 친유성의 성분으로 이루어져 습도의 영향을 받지 않고 사용가능한 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[37]

도면의 간단한 설명

[38] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제를 나타낸 사진이다.

[39] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제와 실리콘오일의 점도 변화를 나타낸 도면이다.

[40] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제의 활용예를 살펴본 도면이다.

[41] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제를 이용한 이산화탄소 포집과 방출을 나타낸 예시도이다.

[42] 도 5는 이산화탄소 포집성능을 실험할 수 있는 실험장치를 나타낸 개략도이다.

[43] 도 6은 도 5를 이용하여 액체 흡착제, 실리콘오일 및 물에 대한 포집성능 시험결과를 나타내는 도면이다.

[44]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[45] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[46] 이하, 본 발명의 실시예들에 의하여 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법을 설명한다.

[47] 본 발명에 따른 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법은, 제1혼합단계, 분산단계, 제2혼합단계, 유기용매 제거단계를 포함한다.

[48] 먼저, 제1혼합단계는, 유기용매와 분산안정제를 혼합한 후 교반하여 제1혼합물을 제조한다.

[49] 유기용매는, 유기용매는, 메탄올, 에탄올, 부틸알코올, 아세톤, 에틸아세트산, 헥산, 벤젠, 에테르, 에틸에테르, 클로로포름, 디클로로메탄, 크실렌, 글리세린 또는 이들의 혼합용매가 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[50] 또한, 분산안정제는, 음이온 계면활성제, 양이온 계면활성제, 양이온성 계면활성제, 비이온성 계면활성제 또는 이들의 혼합안정제가 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[51] 여기서, 음이온 계면활성제는, Alkylbenzene sulfonates, Ammonium lauryl sulfate, Chlorosulfolipid, Docusate, Perfluorobutanesulfonic acid, Potassium lauryl sulfate, Soap, Sodium alkyl sulfate, Sodium dodecyl sulfate, Sodium laurate, Sodium laureth sulfate, Sodium nonanoyloxybenzenesulfonate, Sulfolipid 또는 혼합안정제가 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[52] 양이온 계면활성제는, Behentrimonium chloride, Benzalkonium chloride, Benzododecinium bromide, Cetalkonium chloride, Cetrimonium bromide, Cetylpyridinium chloride, Dimethyldioctadecylammonium bromide, Dimethyldioctadecylammonium chloride Domiphen bromide, Octenidine dihydrochloride, Olaflur, Pahutoxin, Stearalkonium chloride 또는 혼합안정제가 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[53] 양성이온 계면활성제는 Lauryl betaine, Sodium hydroxymethylglycinate, RENNIN, Cocoamidopropyl betaine 또는 혼합안정제가 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[54] 비이온 계면활성제는, Alkyl polyglycoside, Cetyl alcohol, Glycerol monostearate, Gum arabic, Nonoxynols, Oleyl alcohol, Polysorbate, Poly vinyl alcohol, Sorbitan,

Sorbitan monolaurate, Sorbitan monostearate, Triton X-100, Tween 80 또는 혼합안정제가 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[55] 여기서, 유기용매는, 후술할 점도가 높은 오일과 제1혼합물의 교반과정에서 탄소나노튜브가 오일과 혼합되어 골고루 분산시키기 위함이다. 즉, 점도가 높은 오일에 탄소나노튜브를 분산시키는 것은 매우 어렵기 때문에, 먼저 점도가 낮은 유기용매에 탄소나노튜브를 고르게 분산시킨 후, 탄화수소일과 교반하고, 유기용매를 제거함에 따라, 오일에 탄소나노튜브를 골고루 분산시킬 수 있는 것이다. 따라서, 탄소나노튜브의 고른 분산을 위하여 점도가 낮고, 휘발성이 높은 유기용매를 사용하는 것이 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[56] 분산단계는, 제1혼합물에 탄소나노튜브를 첨가한 후, 교반과 초음파 균질기를 이용하여 유기용매에 탄소나노튜브를 분산시킨다.

[57] 분산단계에서, 교반할 때는 자력 교반을 이용할 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[58] 또한, 분산단계는, 교반기와 초음파 균질기를 동시에 사용함으로써, 탄소나노튜브를 유기용매에 골고루 분산시킬 수 있다. 여기서, 분산단계는 초음파 균질기를 40분 동안 제1혼합물과 탄소나노튜브를 조사하고, 조사하는 동안 교반기를 이용하여 교반할 수 있다.

[59] 이때, 분산안정제는, 유기용매에 탄소나노튜브(Carbon nanotube, CNT)가 분산될 때, 전체적으로 골고루 분산되도록 하기 위함이다.

[60] 여기서, 탄소나노튜브는, 다중벽 탄소나노튜브(Multi -Walled Carbon Nano-Tube, DWCNT)이다.

[61] 이에 따라, 분산단계는, 분산단계는, 분산안정제를 30~42℃로 가열시켜 용해시킨 후, 탄소나노튜브를 첨가하는 것이 바람직하다.

[62] 즉, 분산안정제는 상온에서 용해되기 어렵기 때문에, 분산안정제를 용해된 상태에서 탄소나노튜브가 첨가될 수 있도록, 유기용매와 분산안정제를 30~42℃로 가열하여 교반하거나, 가열없이 교반하여 제조한 제1혼합물을 30~42℃로 가열할 수 있다.

[63] 이때, 분산안정제의 용해를 위하여 30~42℃로 가열하는 것은, 30℃이하로 가열하면 분산안정제의 원활한 용해가 이루어지지 않고, 42℃이상으로 가열하면 분산안정제의 용해가 이루어지지만 유기용매의 증발이 일부 발생하므로, 30~42℃로 분산안정제를 용해시키는 것이 바람직하다.

[64] 한편, 분산단계에서 첨가된 탄소나노튜브는, 분산안정제와 1:1의 중량비로 첨가되는 것이 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[65] 제2혼합단계는, 탄소나노튜브가 분산된 제1혼합물에 오일을 첨가한 후, 교반하여 제2혼합물을 제조한다.

[66] 이때, 제2혼합단계는, 제2혼합물을 제조하기 위해 기계식 교반기를 이용하여 30분간 교반할 수 있으며, 다중벽 탄소나노튜브의 농도가 1 내지 10wt%가 되도록 혼합된 제2혼합물을 제조하는 것이 바람직할 수 있으나, 이에 한정하지

않는다.

[67] 여기서, 다중벽 탄소나노튜브의 농도가 1wt% 미만인 경우 충분한 점도 상승이 발생하지 않아, 고형으로 유지 되지 않아 흡착제 처럼 사용할 수 없는 문제가 있을 수 있고, 다중벽 탄소나노튜브의 농도가 10wt% 초과인 경우 오일 함량이 적어지기 때문에 제조 후 탄소나노튜브의 비산 문제가 있을 수 있다.또한, 오일은 점성을 가지는 형태의 유체로, 미네랄 오일, 합성 오일, 실리콘 오일, 식물성 오일 또는 이들의 혼합오일일 수 있다.

[68] 미네랄 오일은, Paraffinic oils, Naphenic oils, Aromatic oils 또는 이들의 혼합오일이고, 합성 오일은 Polyalpgaolefins, Polyglycols, Synthetic ester oils 또는 이들의 혼합오일이며, 식물성 오일은 콩, 해바라기, 포도씨, 코코넛 또는 올리브를 착유한 오일이며, 이들을 혼합한 혼합오일일 수도 있다.

[69] 여기서, 오일은 동물성 오일을 이용하지 않는 것이 바람직하다. 동물성 오일은 상온에서 고체 상태이기 때문에 본 발명과 같이, 상온에서 이산화탄소를 포집하기 위해서는 상온에서 유체 상태인 상술한 오일이 바람직하다.

[70] 또한, 오일은 탄소나노튜브의 분산이 고르게 이루어지고, 본 발명을 통해 제조된 액체 흡착제를 용이하게 사용할 수 있도록 점성도 1000cp 인 것이 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[71] 유기용매 제거단계는, 제2혼합물의 가열을 통해 제2혼합물에 혼합된 유기용매를 제거하여, 이산화탄소의 흡착과 탈착이 가능한 액체 흡착제를 제조한다.

[72] 또한, 유기용매 제거단계는, 제2혼합물을 가열할 때, 100~120℃에서 10~13시간 가열하는 것이 바람직하다.

[73] 그리고 유기용매 제거단계는, 유기용매를 제거하는 동시에 제조과정에서 포함된 타가스와 수분을 제거한다.

[74] 이에 따라, 유기용매를 제거하기 위하여 80℃이상의 가열이 필요하고, 수분을 제거하기 위하여 100℃이상의 가열이 필요함으로, 100~120℃에서 제2혼합물을 가열하여 유기용매, 타가스, 수분을 제거한다.

[75] 즉, 유기용매, 타가스, 수분이 제거되어, 분산안정제, 탄소나노튜브 및 오일을 포함하는 액체 흡착제를 제조할 수 있다.

[76] 이러한, 액체 흡착제는 기본 골격이 탄소나노튜브이기 때문에 도 1과 같이, 고체의 형태를 띄지만, 오일을 통해 점착성의 성질을 갖게 된다. 즉, 본 발명의 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법을 통해 제조된 액체 흡착제의 유체를 비뉴턴유체라 하며, 도 2와 같이, 유체의 점도가 일정하기 않고, 전단속도(shear rate)에 따라 변화한다.

[77] 따라서, 본 발명의 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법으로 제조된 액체 흡착제는, 유동성을 지니지 않고 점착성의 성질을 갖으므로, 도 3과 같이, 원자로에 채우거나(도 3의 (A) 참조), 필터 메쉬에 코팅하거나(도 3의 (B) 참조), 벽(실내벽)에 바르는(도 3의 (C) 참조) 등의 다양한 실시가 가능하다. 또한, 액체

흡착제는, 액체의 성질을 갖고, 용해도에 따라 이산화탄소의 포집과 방출을 할 수 있어, 도 4와 같이, 가열에 의해 포집한 이산화탄소를 방출할 수 있으므로, 재사용이 가능하다.

[78] 게다가, 액체 흡착제는, 친유성의 성분으로 이루어짐에 따라, 습도의 영향을 받지 않아, 실내 또는 습한 환경에서 이산화탄소를 포집하는데에 용이하게 실시할 수 있다.

[79]

[80] 상술한 본 발명의 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법을 통해 제조된 액체 흡착제에 대한 이산화탄소 포집 성능을 평가한 실험에 대해 설명한다.

[81] 먼저, 액체 흡착제를 제조하기 위하여, 분산안정제는 폴리비닐알코올, 유기용매는 메탄올, 탄소나노튜브는 다중벽 탄소나노튜브, 오일은 점성도 1000cp의 실리콘 오일을 사용하였다.

[82] 제1혼합물을 40℃까지 가열하여 폴리비닐알코올을 용해시키고, 다중벽 탄소나노튜브를 첨가하였다. 그리고 초음파 균질기를 40분 조사 및 교반하여 다중벽 탄소나노튜브를 분산시킨 후, 1000cp의 실리콘 오일을 첨가한 후 기계식 교반기를 사용하여 실리콘 오일에 다중벽 탄소나노튜브의 첨가농도가 1 내지 10wt%가 되도록 교반하였다. 이후, 110℃로 12시간 가열하여 에탄올과 기타 오염물을 제거하여 본 발명의 액체 흡착제를 제조하였다.

[83] 하기 [수학식 1] 및 [수학식 2]를 통해, 도 5와 같은 실험장치로 이산화탄소의 포집성능을 계산하였다.

[84] [수식1]

$$\triangle n=\frac{V_g}{RT}\left[\left(\frac{P_{CO2}}{Z_{CO2}}\right)_0-\left(\frac{P_{CO2}}{Z_{CO2}}\right)_t\right]$$

[85] (Δn:이산화탄소 몰량, Vg:이산화탄소 포집용기 부피, RT:이상기체 상수, P_{CO2} :이산화탄소 포집용기 압력, Z_{CO2}:압축기체상수, 0, t:시간)

[86] [수식2]

$$\alpha=\frac{\triangle n}{m_s}$$

[87] (α:단위질량당 이산화탄소 포집몰량, Δn::이산화탄소 몰량, m_s:평가샘플 질량)

[88] 이산화탄소 포집성능을 실험한 방법을 도 5의 실험장치를 참조하여 설명한다.

[89] 평가물질(60)을 이산화탄소 포집 용기(50) 내부에 채운다.

[90] 제3밸브(43)를 잠그고, 제1밸브(41)와 제2밸브(42)를 열어 놓은 상태에서, 진공펌프(80)를 통해 배관 및 이산화탄소 보조탱크(30)의 내부 이물질을 제거하고, 진공처리한다. 이는 정확도를 위함이다.

[91] 제2밸브(42)를 잠그고, 이산화탄소 가스용기(10)로부터 레귤레이터(20)를 통해 이산화탄소 보조탱크(30)에 일정한 압력의 이산화탄소를 채운다.

[92] 다음으로, 제3밸브(43)를 열면, 이산화탄소 보조탱크(30)에 채워진 이산화탄소가 이산화탄소 포집 용기(50)에 있는 평가물질(60)로 포집된다.

[93] 이때, 이산화탄소가 평가물질(60)에 포집되면 이산화탄소 보조탱크(30)의 압력이 줄어들고, 이산화탄소 보조탱크(30)의 압력 변화를 통해 상기 [수학식 1] 및 [수학식 2]를 이용하여 이산화탄소 포집량을 계산한다.

[94] 도 5에 도시된 'T'는 온도센서이고, 'P'는 압력센서이다. 그리고 실험은 온도 유지 챔버(70)를 통해서 25℃에서 평가하였다.

[95] 평가물질(60)은 본 발명의 액체 흡착제, 실리콘오일, 물(탈이온수)을 이용하였다.

[96] 각각의 평가물질에 대해 상술한 실험장치를 이용하여 평가한 결과는 도 6과 같다.

[97] 액체 흡착제는 실리콘 오일보다 33.4%, 물보다 3배 가량의 이산화탄소 포집 성능이 더 향상함을 확인할 수 있다. 이러한 결과를 통하여, 액체 흡착제는 이산화탄소의 저감 물질로 사용 가능성이 있음을 확인할 수 있다.

[98]

[99] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다. 더불어, 상술하는 과정에서 기술된 구성의 작동순서는 반드시 시계열적인 순서대로 수행될 필요는 없으며, 각 구성 및 단계의 수행 순서가 바뀌어도 본 발명의 요지를 충족한다면 이러한 과정은 본 발명의 권리범위에 속할 수 있음은 물론이다.

[100]

[101] [부호의 설명]

[102] 10: 이산화탄소 가스용기 20: 레귤레이터

[103] 30: 이산화탄소 보조탱크 41: 제1밸브

[104] 42: 제2밸브 43: 제3밸브

[105] 50: 이산화탄소 포집 용기 60: 평가물질

[106] 70: 온도 유지 챔버 80: 진공펌프

청구범위

[청구항 1] 유기용매와 분산안정제를 혼합한 후 교반하여 제1혼합물을 제조하는 제1혼합단계;
상기 제1혼합물에 탄소나노튜브를 첨가한 후, 교반과 초음파 균질기를 이용하여 상기 유기용매에 상기 탄소나노튜브를 분산시키는 분산단계;
상기 탄소나노튜브가 분산된 제1혼합물에 오일을 첨가한 후, 교반하여 제2혼합물을 제조하는 제2혼합단계; 및
상기 제2혼합물의 가열을 통해 상기 제2혼합물에 혼합된 상기 유기용매를 제거하여, 이산화탄소의 흡착과 탈착이 가능한 액체 흡착제를 제조하는 유기용매 제거단계;를 포함하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 분산단계는, 상기 분산안정제를 30~42℃로 가열시켜 용해시킨 후, 상기 탄소나노튜브를 첨가하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 분산단계에서 첨가된 탄소나노튜브는, 상기 분산안정제와 1:1의 중량비로 첨가되는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 유기용매 제거단계는, 상기 제2혼합물을 가열할 때, 100~120℃인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 탄소나노튜브는, 다중벽 탄소나노튜브고,
상기 제2혼합물은, 기계식 교반기를 이용하여 상기 다중벽 탄소나노튜브의 농도가 1 내지 10wt%가 되도록 혼합된 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 분산안정제는, 음이온 계면활성제, 양이온 계면활성제, 양이온성 계면활성제, 비이온성 계면활성제 또는 이들의 혼합안정제인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

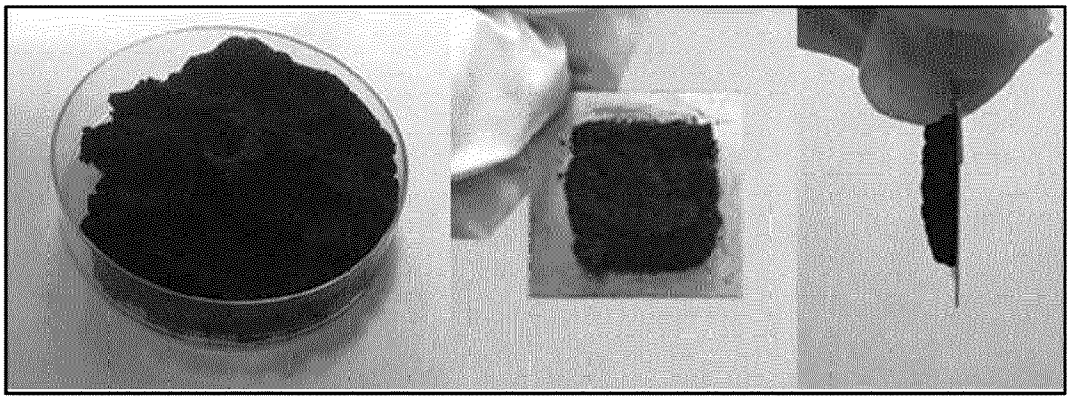
[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 유기용매는, 메탄올, 에탄올, 부틸알코올, 아세톤, 에틸아세트산, 헥산, 벤젠, 에테르, 에틸에테르, 클로로포름, 디클로로메탄, 크실렌, 글리세린 또는 이들의 혼합용매인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 8] 제1항에 있어서,

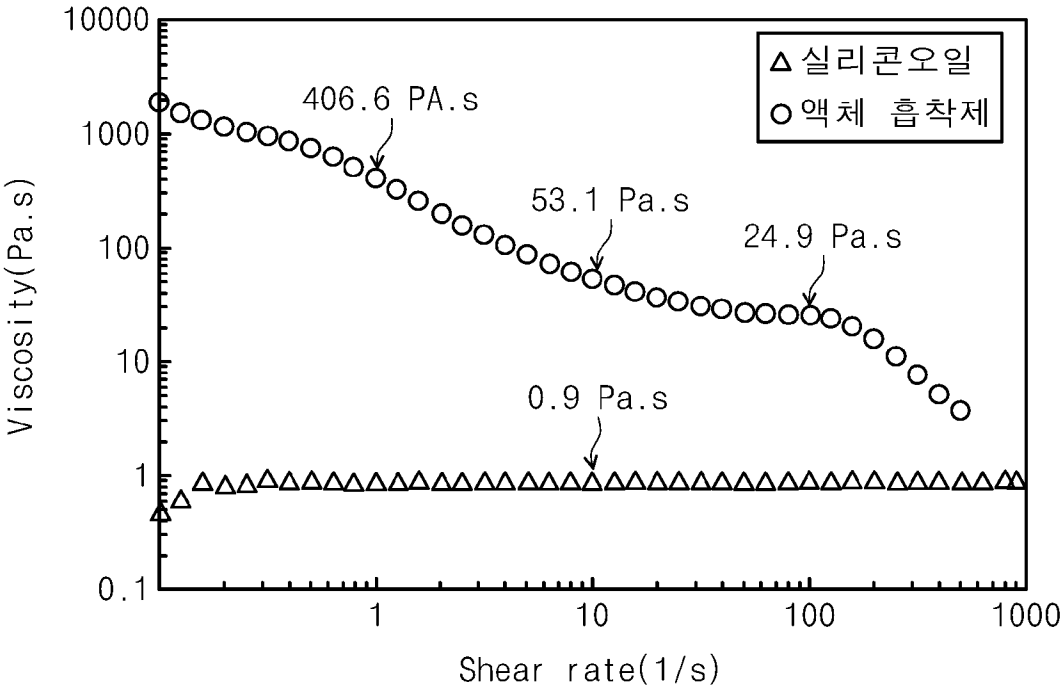
상기 오일은, 미네랄 오일, 합성 오일, 실리콘 오일, 식물성 오일 또는 이들의 혼합오일인 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법.

[청구항 9] 유기용매와 분산안정제를 혼합한 후 교반하여 제1혼합물을 제조하는 제1혼합단계; 상기 제1혼합물에 탄소나노튜브를 첨가한 후, 교반과 초음파 균질기를 이용하여 상기 유기용매에 상기 탄소나노튜브를 분산시키는 분산단계; 상기 탄소나노튜브가 분산된 제1혼합물에 오일을 첨가한 후, 교반하여 제2혼합물을 제조하는 제2혼합단계; 및 상기 제2혼합물의 가열을 통해 상기 제2혼합물에 혼합된 상기 유기용매를 제거하여, 이산화탄소의 흡착과 탈착이 가능한 액체 흡착제를 제조하는 유기용매 제거단계;를 포함하는 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제 제조 방법으로 제조된 이산화탄소 포집을 위한 액체 흡착제.

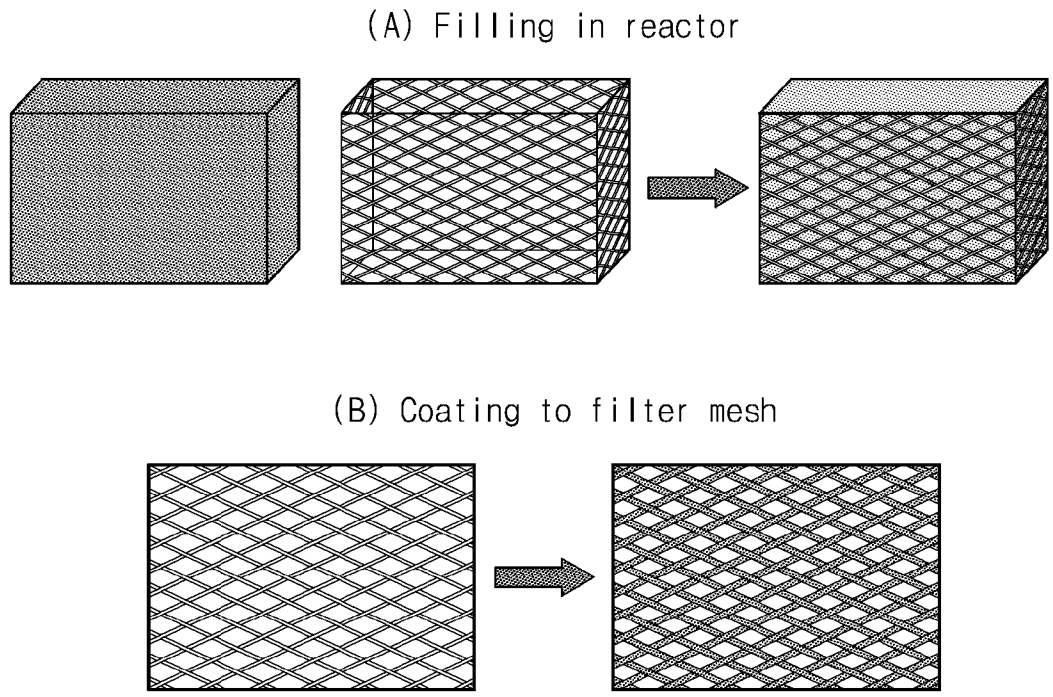
[도1]



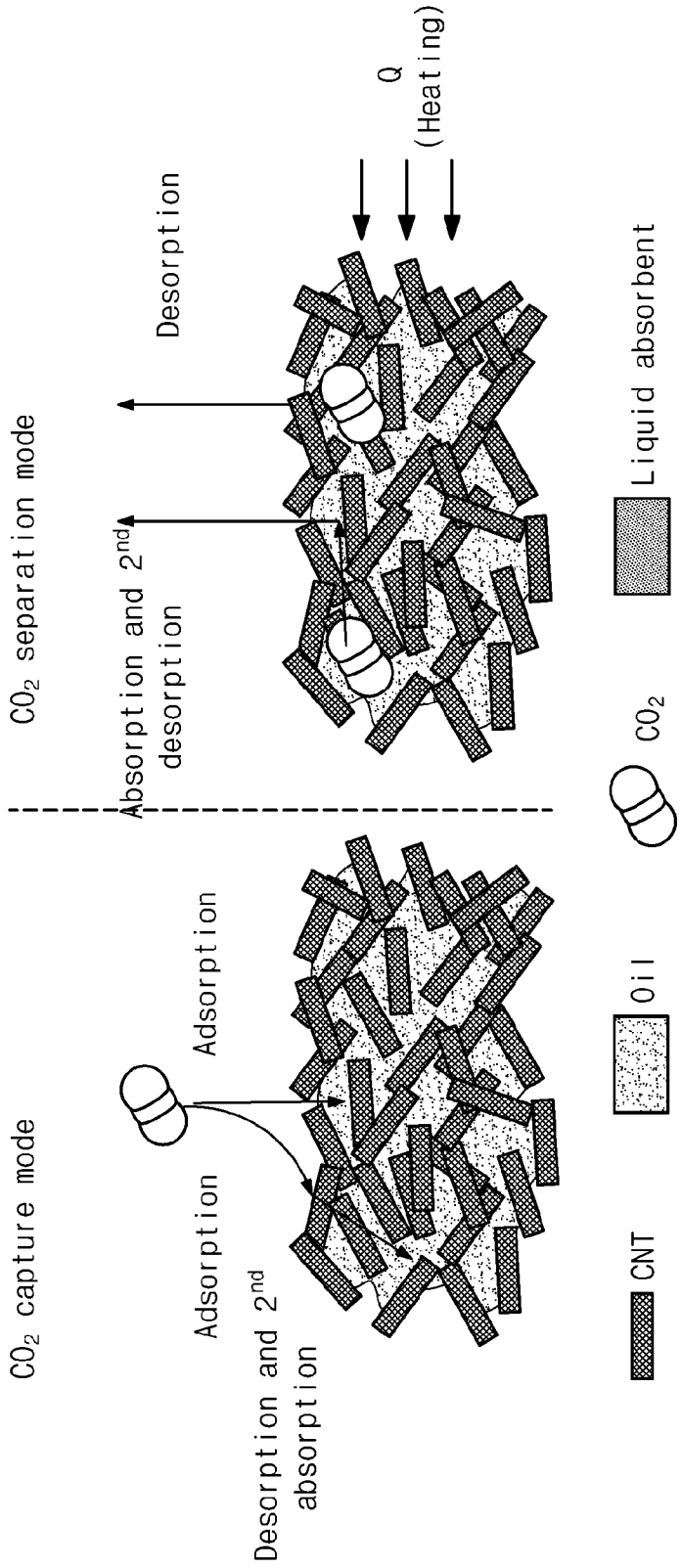
[도2]


10000
1000
100
10
1
0.1
Viscosity(Pa.s)
1
10
100
1000
Shear rate(1/s)
△실리콘오일
○액체 흡착제
406.6 PA.s
53.1 Pa.s
24.9 Pa.s
0.9 Pa.s

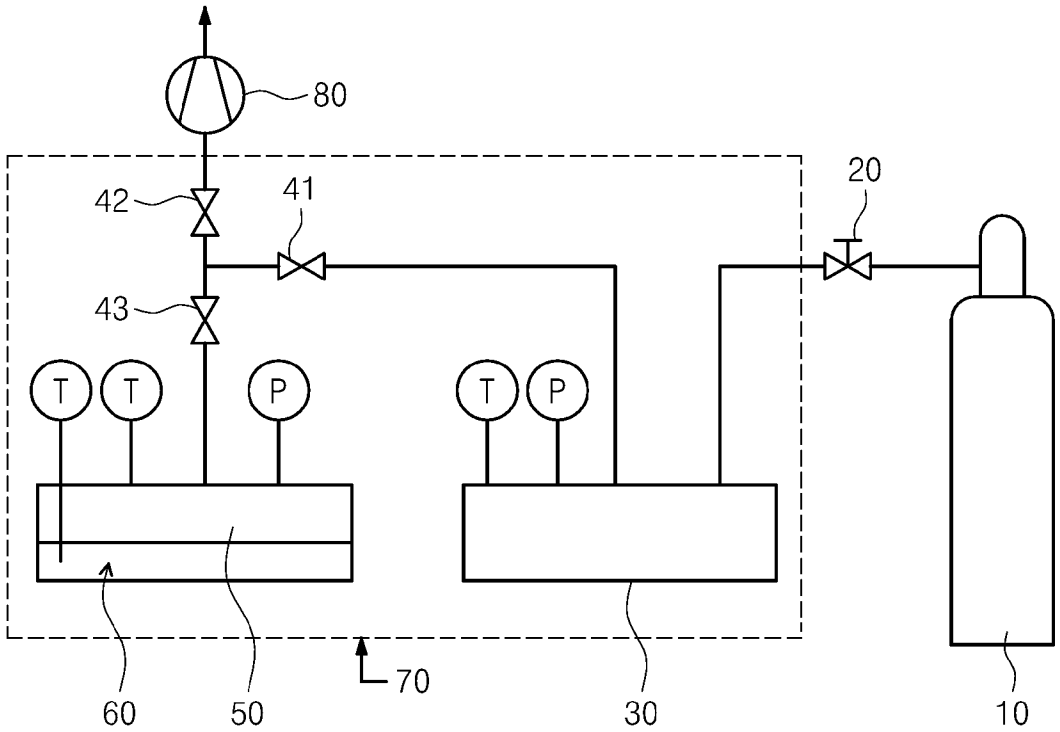
[도3]


(A) Filling in reactor
(B) Coating to filter mesh
(C) Attaching to indoor wall

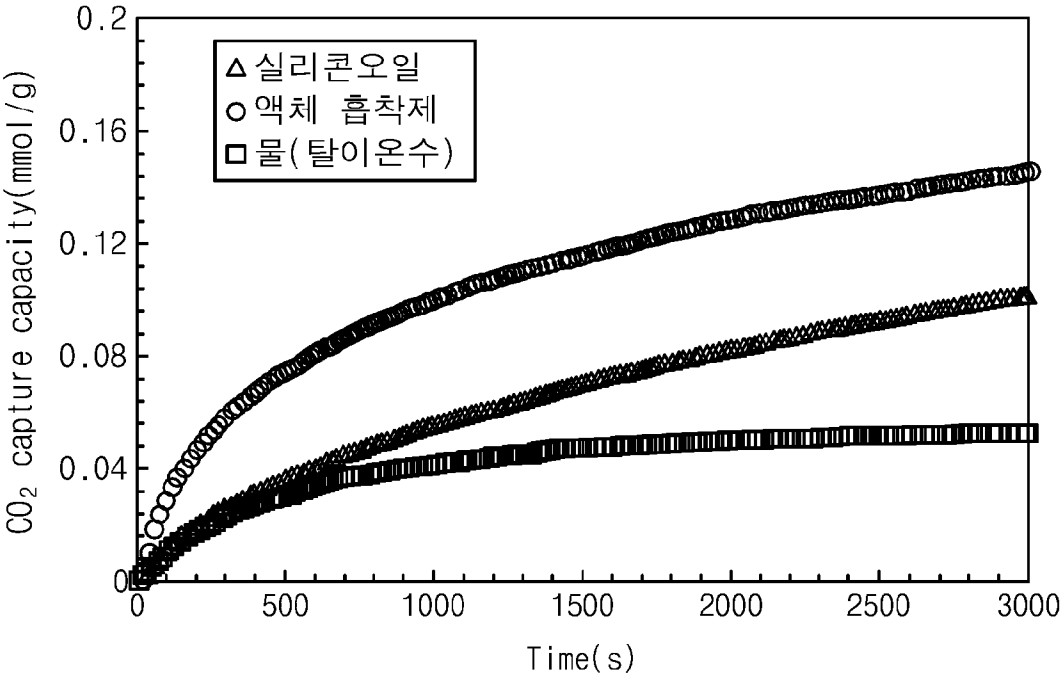
[도4]


CO_2 capture mode
Adsorption
Adsorption
Desorption and 2nd absorption
CO_2 separation mode
Absorption and 2nd desorption
Desorption
Q
(Heating)
CNT
Oil
CO_2
Liquid absorbent

[도5]


80
42
41
20
43
T
T
P
T
P
70
60
50
30
10

[도6]


△실리콘오일
○액체 흡착제
□물(탈이온수)
CO2 capture capacity(mmol/g)
0.2
0.16
0.12
0.08
0.04
0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
Time(s)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/016186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 20/30(2006.01)i; **B01J 20/292**(2006.01)i; **B01J 20/20**(2006.01)i; **B01D 53/14**(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)

B01J 20/30(2006.01); B01D 53/14(2006.01); B01J 20/22(2006.01); B01J 20/34(2006.01); B82B 1/00(2006.01); B82B 3/00(2006.01); C01B 31/02(2006.01); C08L 1/08(2006.01)

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: 이산화탄소(carbon dioxide), 액체 흡착제(liquid adsorbent), 분산안정제(dispersion stabilizer), 유기용매(organic solvent), 오일(oil)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2010-0121804 A (KOREA ELECTRONICS TECHNOLOGY INSTITUTE) 19 November 2010 (2010-11-19) See claims 1-9; and paragraph [0038].	1-9
A	KR 10-1400406 B1 (FOUNDATION OF SOONGSIL UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION) 27 May 2014 (2014-05-27) See claims 1-4.	1-9
DA	KR 10-1635095 B1 (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 04 July 2016 (2016-07-04) See claim 1; and paragraphs [0018]-[0035].	1-9
A	KR 10-1950579 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 20 February 2019 (2019-02-20) See entire document.	1-9

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
18 April 2022	**20 April 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2017761 B1 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) 03 September 2019 (2019-09-03) See entire document.	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/016186

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2010-0121804 A	19 November 2010	KR 10-1082115 B1	10 November 2011
KR 10-1400406 B1	27 May 2014	WO 2014-148705 A1	25 September 2014
KR 10-1635095 B1	04 July 2016	KR 10-2016-0050171 A	11 May 2016
KR 10-1950579 B1	20 February 2019	KR 10-2018-0124655 A	21 November 2018
		WO 2018-208002 A1	15 November 2018
KR 10-2017761 B1	03 September 2019	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/016186

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B01J 20/30(2006.01)i; **B01J 20/292**(2006.01)i; **B01J 20/20**(2006.01)i; **B01D 53/14**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B01J 20/30(2006.01); B01D 53/14(2006.01); B01J 20/22(2006.01); B01J 20/34(2006.01); B82B 1/00(2006.01); B82B 3/00(2006.01); C01B 31/02(2006.01); C08L 1/08(2006.01)

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: 이산화탄소(carbon dioxide), 액체 흡착제(liquid adsorbent), 분산안정제(dispersion stabilizer), 유기용매(organic solvent), 오일(oil)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2010-0121804 A (전자부품연구원) 2010.11.19 청구항 1-9; 단락 [0038]	1-9
A	KR 10-1400406 B1 (숭실대학교산학협력단) 2014.05.27 청구항 1-4	1-9
DA	KR 10-1635095 B1 (인하대학교 산학협력단) 2016.07.04 청구항 1; 단락 [0018]-[0035]	1-9
A	KR 10-1950579 B1 (고려대학교 산학협력단) 2019.02.20 전문	1-9
A	KR 10-2017761 B1 (한국생산기술연구원) 2019.09.03 전문	1-9

☐ 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
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년04월18일(18.04.2022)	**2022년04월20일(20.04.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

허주형

전화번호 **+82-42-481-5373**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/016186

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2010-0121804 A	2010/11/19	KR 10-1082115 B1	2011/11/10
KR 10-1400406 B1	2014/05/27	WO 2014-148705 A1	2014/09/25
KR 10-1635095 B1	2016/07/04	KR 10-2016-0050171 A	2016/05/11
KR 10-1950579 B1	2019/02/20	KR 10-2018-0124655 A	2018/11/21
		WO 2018-208002 A1	2018/11/15
KR 10-2017761 B1	2019/09/03	없음	