



- (51) 국제특허분류:
G01N 21/35 (2006.01) G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/003693
- (22) 국제출원일: 2013년 4월 29일 (29.04.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0044819 2013년 4월 23일 (23.04.2013) KR
- (71) 출원인: 재단법인 포항산업과학연구원 (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) [KR/KR]; 790-330 경상북도 포항시 남구 효자동 산 32번지, Kyungsangbook-do (KR).
- (72) 발명자: 안치규 (AHN, Chi-Kyu); 790-761 경상북도 포항시 남구 효자동 효자웰빙타운 SKView 아파트 103-2301, Gyeongsangbuk-do (KR). 한건우 (HAN, Kun-Woo); 790-751 경상북도 포항시 남구 지곡동 그린빌라 319-106, Gyeongsangbuk-do (KR). 이만수 (LEE, Man-Su); 790-834 경상북도 포항시 남구 지곡동 450-1 LG 그린빌라 334-101, Gyeongsangbuk-do (KR). 박종문

(PARK, Jong-Moon); 790-834 경상북도 포항시 남구 지곡동 교수아파트 5-503, Gyeongsangbuk-do (KR). 이민우 (LEE, Min-Woo); 704-709 대구시 달서구 상인 1동 상인화성파크드림 2단지아파트 2108-705, Daegu (KR). 김유리 (KIM, Yoo-Ri); 437-772 경기도 의왕시 청계동 휴먼시아청계마을아파트 102-1001, Gyeonggi-do (KR).

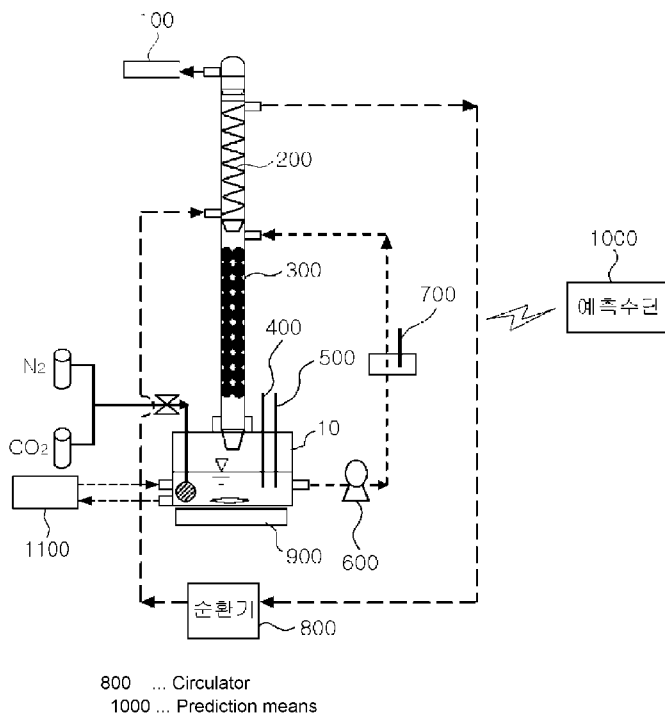
(74) 대리인: 특허법인 씨앤에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 135-971 서울시 강남구 언주로 30길 13 대림아크로텔 7층, Seoul (KR).

(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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR PREDICTING DENSITY OF REACTION PRODUCT OF CARBON DIOXIDE CAPTURE PROCESS BY USING INFRARED SPECTROSCOPY AND CAPTURE REACTOR USING SAME

(54) 발명의 명칭: 적외선 분광법을 이용한 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법 및 이를 이용한 포집 반응기



(57) Abstract: Provided are a method for predicting the density of a reaction product of a carbon dioxide capture process by using infrared spectroscopy and a capture reactor using the same. The capture reactor comprises: an agitation tank filled with an ammonia aqueous solution; an agitator for agitating the carbon dioxide introduced into the agitation tank with the ammonia aqueous solution; a sensor for providing, as a state variable, spectrum data which can be measured from the agitated ammonia aqueous solution during the carbon dioxide capture process by using Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) which utilizes mid-wave infrared radiation; and a prediction means for forming a model equation for predicting the density of the reaction product obtained by the state variable during the carbon dioxide capture process, pre-processing the state variable so as to convert the state variable into data from which noise is removed, and inputting the data from which noise is removed to the model equation so as to predict the density each of a plurality of reaction products according to the change of the state variable.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



(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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

적외선 분광법을 이용한 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법 및 이를 이용한 포집 반응기가 제공된다. 포집 반응기는, 암모니아 수용액이 채워진 교반조; 상기 교반조로 유입되는 이산화탄소를 상기 암모니아 수용액과 교반하는 교반기; 중적외선을 이용하는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)을 사용하여 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 교반된 암모니아 수용액로부터 측정될 수 있는 스펙트럼 자료를 상태 변수로 제공하는 센서부; 및 상기 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 상태 변수에 의해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 예측하기 위한 모델식을 구성하고, 상기 상태변수에 전처리를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터로 변환한 후, 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기 모델식에 입력하여 상기 상태 변수의 변화에 따른 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측하는 예측 수단을 포함하여 구성된다.

명세서

발명의 명칭: 적외선 분광법을 이용한 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법 및 이를 이용한 포집 반응기

기술분야

- [1] 본 발명은 적외선 분광법을 이용한 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법 및 이를 이용한 포집 반응기에 관한 것으로, 특히 온라인상에서 이산화탄소 포집공정을 통해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 예측하기 위한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 대기 중 이산화탄소의 농도는 산업화에 따른 화석연료의 사용으로 급격히 증가하고 있으며, 이산화탄소의 발생량 감축을 위해 교토 의정서가 발효되었고 다양한 이산화탄소 포집 및 저장에 관한 기술을 개발하고 있다.

[4]

- [5] 이러한 이산화탄소의 포집 중 가장 상용화에 근접한 공정은 아민계 흡수제 등의 흡수제를 이용한 흡수법이 있다. 그러나, 아민을 이용한 흡수법은 대상 가스 중에 포함된 황산화물 등에 의해 아민이 분해되고, 흡수과정에서 사용된 아민을 재생하기 위해 높은 에너지가 소요되며, 약품의 단가가 비싼 단점이 있다.

[6]

- [7] 이에, 최근에는 아민계 흡수제를 대체하기 위해 암모니아수를 이용한 이산화탄소 포집기술이 주목받고 있다. 암모니아는 화학적으로 안정하여 산성가스 등에 의해 분해되지 않으며, 높은 이산화탄소 흡수능을 갖는다. 또한, 약품비용이 비교적 낮고, 재생에 필요한 에너지가 아민계 흡수제에 비해 낮다는 등의 다양한 장점을 갖는다.

[8]

- [9] 암모니아수를 이용한 이산화탄소 포집공정은 크게 이산화탄소를 흡수하는 공정과 흡수된 이산화탄소 및 암모니아를 회수 및 재생하는 공정으로 분류된다. 이산화탄소 흡수과정에서 암모늄 염 및 암모늄 이온이 형성되며, 형성된 암모늄 염 및 암모늄 이온은 재생과정에서 이산화탄소와 암모니아로 각각 회수될 수 있다. 그러나, 이와 같은 이산화탄소 포집 공정에서 온라인상에서 실시간으로 얻어지는 반응 생성물의 농도를 예측하는 방법에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

[10]

- [11] 현재의 이산화탄소 포집 공정에서 생성되는 반응 생성물들은 NMR(nuclear magnetic resonance) 등을 이용하여 분석이 가능하나, 고가의 장비가 필요하고 시간이 오래 걸리는 등의 문제가 있어 실시간으로 변화하는 반응 생성물의

농도를 측정 또는 모니터링하기에는 어려움이 있다. 특히, 다양한 반응 생성물이 존재할 경우에는, 이산화탄소가 포집되는 과정에서 반응 생성물의 농도가 빠르게 변화하기 때문에 실시간으로 분석하는 것이 더욱 어려운 실정이다.

[12]

[13] 최근에는 열역학적 모델을 이용하여 이산화탄소가 포집되는 동안의 반응 생성물의 농도를 측정하고자 하는 시도들이 이루어지고 있으나, 이들 모델은 열역학적 평형을 가정한 것이므로 실제 이산화탄소 포집 공정에서의 다양한 환경 변화를 모두 고려하지 못하기 때문에, 측정되는 반응 생성물의 농도가 실제 반응 생성물의 농도와 상이하다는 문제가 있다.

[14]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[15]

본 발명의 일 측면은 이산화탄소 포집 공정에서 생성되는 반응 생성물을 실시간으로 분석 및 모니터링함으로써, 공정의 안정성을 확보하고 공정 전체의 통합 모니터링 시스템을 구축할 수 있는 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법 및 포집 반응기를 제공하고자 한다.

[16]

과제 해결 수단

[17]

본 발명은 암모니아 수용액이 채워진 교반조; 상기 교반조로 유입되는 이산화탄소를 상기 암모니아 수용액과 교반하는 교반기; 중적외선을 이용하는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)을 사용하여 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 교반된 암모니아 수용액로부터 측정될 수 있는 스펙트럼 자료를 상태 변수로 제공하는 센서부; 및 상기 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 상태 변수에 의해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 예측하기 위한 모델식을 구성하고, 상기 상태변수에 전처리를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터로 변환한 후, 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기 모델식에 입력하여 상기 상태 변수의 변화에 따른 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측하는 예측 수단을 포함하는 포집 반응기를 제공한다.

[18]

상기 상태변수는 이산화탄소가 흡수된 암모니아의 pH, 온도, 전기전도도 및 이산화탄소 농도 중에서 적어도 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

[19]

상기 반응 생성물은 수소이온, 수산화이온, 중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온, 중탄산암모늄염, 탄산암모늄염, 카바메이트암모늄염, 황산염이온 및 질산염이온 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[20]

상기 모델식은 열역학적 모델, 회귀분석 모델, 통계학적 모델 및 상기 열역학적 모델과 상기 수리학적 모델, 상기 회귀분석 모델 및 상기 통계학적 모델을 조합한 모델 중에서 적어도 하나에 기초한 모델식일 수 있다.

[21]

상기 회귀분석모델은 다중회귀분석법, 주성분회귀분석법, 부분최소자승법,

- 신경회로망-부분최소자승법, 커널-부분최소자승법 및 LS-SVM(Least Square Support Vector Machine) 중에서 적어도 하나를 이용한 것일 수 있다.
- [22] 상기 열역학적 모델은 피처(Pitzer)식 또는 NRTL 식을 포함할 수 있다.
- [23] 상기 전처리는 MSC(multiplicative scatter correction)법, SNV(standard normal variate)법 및 OSC(orthogonal signal correction)법, SG(Savitzky Golay)법 중에서 적어도 하나를 이용하여 수행될 수 있다.
- [24]
- [25] 본 발명은 또한 중적외선을 이용하는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)을 사용하여 이산화탄소 포집공정을 통해 측정되는 스펙트럼 자료를 포함하는 상태변수를 변동변수로 설정하는 단계; 상기 이산화탄소 포집공정에서 상기 변동변수에 의해 얻어지는 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 목표변수로 설정하는 단계; 상기 목표변수를 예측하기 위해 모델식을 구성하는 단계; 실시간으로 수집되는 상기 변동변수에 전처리를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터로 변환하는 단계; 및 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기 모델식의 입력 데이터로 적용하여 상기 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측하는 단계를 포함하는 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법을 제공한다.
- [26] 상기 상태변수는 이산화탄소가 흡수된 암모니아수의 pH, 온도, 전기전도도 및 이산화탄소 농도 중에서 적어도 하나 이상을 더 포함할 수 있다.
- [27] 상기 반응 생성물은 수소이온, 수산화이온, 중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온, 중탄산암모늄염, 탄산암모늄염, 카바메이트암모늄염, 황산염이온 및 질산염이온 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [28] 상기 모델식은 열역학적 모델, 회귀분석 모델, 통계학적 모델 및 상기 열역학적 모델과 상기 수리학적 모델, 상기 회귀분석 모델 및 상기 통계학적 모델을 조합한 모델 중에서 적어도 하나에 기초한 모델식일 수 있다.
- [29] 상기 회귀분석모델은 다중회귀분석법, 주성분회귀분석법, 부분최소자승법, 신경회로망-부분최소자승법, 커널-부분최소자승법 및 LS-SVM(Least Square Support Vector Machine) 중에서 적어도 하나를 이용한 것일 수 있다.
- [30] 상기 열역학적 모델은 피처(Pitzer)식 또는 NRTL 식을 포함할 수 있다.
- [31] 상기 전처리는 MSC(multiplicative scatter correction)법, SNV(standard normal variate)법 및 OSC(orthogonal signal correction)법, SG(Savitzky Golay)법 중에서 적어도 하나를 이용하여 수행될 수 있다.

발명의 효과

- [32] 본 발명의 이산화탄소 포집 공정의 반응 생성물 농도 예측방법 및 이를 이용한 포집 반응기를 사용함으로써, 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 분석함에 있어서 종래의 pH나 전기 전도도만을 측정하는 분석방법보다 정확하고 신속하게 분석할 수 있어 공정의 안정성을 확보하고, 공정 전체의 통합 모니터링 시스템을 구축할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [33] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 흡수 및 재생을 위한 이산화탄소 포집반응기의 구성도이다.
- [34] 도 2는 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료이다.
- [35] 도 3은 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 (a) MSC법, (b) SNV법, (c) OSC법, (d) SG법으로 전처리한 스펙트럼 자료이다.
- [36] 도 4는 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 전처리 없이 PLS법을 통하여 예측한 반응 생성물의 농도 및 실측된 반응 생성물의 농도를 도시한 결과이다.
- [37] 도 5는 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 MSC법으로 전처리한 후 PLS법을 통하여 예측한 반응 생성물의 농도 및 실측된 반응 생성물의 농도를 도시한 결과이다.
- [38] 도 6은 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 SNV법으로 전처리한 후 PLS법을 통하여 예측한 반응 생성물의 농도 및 실측된 반응 생성물의 농도를 도시한 결과이다.
- [39] 도 7은 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 OSC법으로 전처리한 후 PLS법을 통하여 예측한 반응 생성물의 농도 및 실측된 반응 생성물의 농도를 도시한 결과이다.
- [40] 도 8은 본 발명의 일 실시예에서 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 SG법으로 전처리한 후 PLS법을 통하여 예측한 반응 생성물의 농도 및 실측된 반응 생성물의 농도를 도시한 결과이다.
- [41] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 모델식을 이용한 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법의 흐름도이다.
- [42] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 반응 생성물의 농도를 예측하는 다양한 방법들을 도시한 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [43] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지의 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로만 한정되는 것은 아니다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며,

도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[44]

[45] 본 발명은 암모니아 수용액이 채워진 교반조; 상기 교반조로 유입되는 이산화탄소를 상기 암모니아 수용액과 교반하는 교반기; 중적외선을 이용하는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)을 사용하여 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 교반된 암모니아 수용액로부터 측정될 수 있는 스펙트럼 자료를 상태 변수로 제공하는 센서부; 및 상기 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 상태 변수에 의해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 예측하기 위한 모델식을 구성하고, 상기 상태변수에 전처리를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터로 변환한 후, 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기 모델식에 입력하여 상기 상태 변수의 변화에 따른 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측하는 예측 수단을 포함하는 포집 반응기를 제공한다. 본 발명의 포집 반응기는 적외선 분광기로 측정된 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼 자료를 모델식에 입력함으로써, 종래의 pH나 전기 전도도만을 측정하는 분석방법보다 정확하고 신속하게 반응 생성물의 농도를 실시간으로 분석할 수 있어 공정의 안정성을 확보하고, 공정 전체의 통합 모니터링 시스템을 구축할 수 있다.

[46]

[47] 도 1은 본 발명의 이산화탄소 흡수 및 재생을 위한 이산화탄소 포집반응기의 구성도이다. 도 1을 참조하면, 암모니아가 채워져 있는 교반조(10)에 이산화탄소(CO_2)가 유입되면 교반조(10) 하부의 자석교반기(900)에 의해 교반되고, 이산화탄소(CO_2)가 흡수된 암모니아 수용액은 pH 센서(400), 온도센서(500) 및 적외선 분광기(1100)에 의해 각각 pH, 온도 및 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼 자료가 측정된다. 상기 이산화탄소(CO_2)가 흡수된 암모니아 수용액은 적외선 분광기(1100)로 이송되어 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼 자료가 측정된 후에 다시 교반조(10)로 이송될 수 있다.

[48]

[49] 자석교반기(900)는 흡수공정에서 흡수효율을 높이기 위한 것인데, 재생공정을 모사할 경우에서 재생효율을 높이기 위해 히팅 멘틀(heating mentle)(미도시)에 의해 열을 공급할 수 있다. 또한, 교반조(10)에서 이산화탄소(CO_2)가 흡수된 암모니아는 펌프(600)에 의해 흡수탑(300) 상부로 보내어져 이산화탄소(CO_2)의 흡수에 재사용되며, 이 과정에서 전기전도도 센서(700)에 의해 전기전도도가 측정된다.

[50]

[51] 또한, 흡수탑(300)에서 흡수되지 않은 가스에는 수분, 암모니아 및 이산화탄소가 포함되어 있는데, 상기 수분 및 암모니아는 응축기(200)에서 응축된 후 응축기(200) 하부로 보내어진다. 또한, 상기 흡수탑(300)에서 흡수되지 않은 이산화탄소는 상기 이산화탄소 농도 검출기(100)로 보내어져 이산화탄소의

농도가 분석된다.

[52]

[53] 특별히 한정하지 않으나, 상기 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼 자료는 파장이 $400\sim 4000\text{ cm}^{-1}$ 인 중적외선(Mid infrared) 영역에서 얻어진 스펙트럼 자료일 수 있다. 상기 중적외선 영역의 파장을 사용하는 경우 기존에 사용되던 NIR (Near Infrared)에 비해 분해능이 우수하여 복수의 반응 생성물에 대해 보다 정확한 정보를 얻을 수 있으며, 이를 이용하여 상기 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측할 수 있다.

[54]

[55] 예측수단(1000)은 온라인상에서 이산화탄소 포집공정을 통해 적외선 분광기(1100), pH 센서(400), 온도센서(500), 전기전도도 센서(700), 이산화탄소 농도 검출기(100)로부터 보내온 신호는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼, pH, 온도, 전기전도도, 이산화탄소 농도에 관한 데이터로 수신한다. 그리고, 연산수단(1000)은 상태변수인 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼, pH, 온도, 전기전도도, 이산화탄소 농도를 변동변수로 설정하고, 변동변수에 의해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 목표변수로 설정한다. 반응 생성물은 수소이온, 수산화이온, 중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온, 중탄산암모늄염, 탄산암모늄염, 카바메이트암모늄염, 황산염이온 및 질산염이온 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[56] 또한, 예측수단(1000)은 목표변수를 예측하기 위해 모델식을 구성하고, 구성된 모델식을 통해 변동변수의 변화에 따른 반응 생성물의 농도를 예측한다.

[57]

[58] 상기 모델식은 열역학적 모델, 회귀분석 모델, 통계학적 모델 및 상기 열역학적 모델과 상기 수리학적 모델, 상기 회귀분석 모델 및 상기 통계학적 모델을 조합한 모델 중에서 적어도 하나에 기초한 것일 수 있다.

[59]

[60] 상기 회귀분석모델은 다중회귀분석법(Multiple Linear Regression, MLR), 주성분회귀분석법(Principle Component Regression, PCR), 부분최소자승법(Partial Least Square method, PLS), 신경회로망-부분최소자승법(Neural Network Partial Least Squares, NNPLS), 커널-부분최소자승법(Kernel Partial Least Squares, KPLS) 및 LS-SVM(Least Square Support Vector Machine) 중에서 적어도 하나를 이용한 모델일 수 있다.

[61]

[62] 또한, 상기 열역학적 모델은 피쳐(Pitzer)식 및 NRTL 식 중에서 적어도 하나를 이용한 모델일 수 있다.

[63]

[64] 상기 예측 수단은 상기 상태변수에 전처리를 수행하여 노이즈, 즉 불필요한 데이터가 제거된 데이터로 변환하고, 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기

모델식의 입력 데이터로 적용하여 상기 반응 생성물의 농도를 예측할 수 있다. 상기 전처리를 수행하여 상태변수의 노이즈를 제거함에 따라 반응 생성물의 농도를 예측함에 있어서 발생하는 오차를 최소화할 수 있다.

[65]

[66] 특별히 한정하지 않으나, 상기 전처리는 MSC(multiplicative scatter correction)법, SNV(standard normal variate)법, OSC(orthogonal signal correction)법 및 SG(Savitzky Golay)법 중에서 적어도 하나를 이용하여 수행될 수 있다.

[67]

[68] 도 9는 본 발명의 모델식을 이용한 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법의 흐름도이다.

[69] 먼저, 연산수단(1000)은 온라인상에서 이산화탄소 포집공정을 통해 측정되는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼 자료를 포함하는 상태변수를 변동변수로 설정한다(S100). 이때, 연산수단(1000)을 이용하여 측정되는 상태변수는 데이터 마이닝(data mining)을 이용하여 측정된다.

[70] 그 이후에, 연산수단(1000)은 온라인상에서 이산화탄소 포집공정의 변동변수에 의해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 목표변수로 설정한다(S200).

[71] 그 이후에, 연산수단(1000)은 목표변수를 예측하기 위해 수학적 식 1과 같은 모델식을 구성한다(S300). 즉, 연산수단(1000)을 이용하여 S100 단계의 설정된 변동변수와 S200 단계에서 설정된 목표변수를 이용하여 수학적 식 1과 같은 모델식을 구성하는 것이다.

[72]

[73] [수학적 식 1]

[74] $y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4 + ex_5$

[75] 여기서, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 는 변동변수이고, y 는 목표변수이며, a, b, c, d, e 는 상수이다. 즉, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 는 이산화탄소가 흡수된 암모니아수의 pH, 온도, 전기전도도, 이산화탄소 농도, 적외선분광법의 스펙트럼에 해당하고, y 는 수소이온, 수산화이온, 중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온, 중탄산암모늄염, 탄산암모늄염, 카바메이트암모늄염, 황산염이온 및 질산염이온과 같은 반응 생성물의 농도에 해당한다. 이때 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 중 적어도 하나를 사용하는 모델일 수 있다.

[76]

[77] S300 단계의 모델식은 열역학적 모델, 회귀분석 모델, 통계학적 모델 및 상기 열역학적 모델과 상기 회귀분석 모델 및 상기 통계학적 모델을 조합한 모델 중에서 적어도 하나에 기초한 모델식일 수 있으며, 이들 중 회귀분석모델은 다중회귀분석법, 주성분회귀분석법, 부분최소자승법, 신경회로망-부분최소자승법, 커널-부분최소자승법 및 LS-SVM(Least Square Support Vector Machine)을 이용한 모델일 수 있다. 또한, 열역학적 모델은 Pitzer식 또는 NRTL식 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[78]

[79] 그 이후에, 연산수단(1000)은 회귀분석모델을 통하여 변동변수의 변화에 따른 반응 생성물의 농도를 예측한다(S400). 즉, 수학적 식 1에서 변동변수 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 가 정해지면 연산수단(1000)이 회귀분석모델을 통하여 목표변수인 반응 생성물의 농도 y 를 예측할 수 있는 것이다.

[80]

[81] 도 10을 참조하면, 첫 번째 방법은 실시간으로 수집되는 상기 상태변수(data 1 내지 data 3 중 적어도 하나)를 전처리(data driven, 400)를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터(노이즈가 제거된 FTIR 스펙트럼 데이터를 포함하는 Input 1 내지 Input 2)로 변환하고, 상기 노이즈가 제거된 데이터를 모델식의 입력 데이터로 적용하여 반응 생성물(생성물 1 내지 생성물 3 중 적어도 하나)의 농도를 예측하는 방법이다. 상기 상태변수를 전처리하는 과정에서 필요한 데이터를 추출하여 모델식의 입력 데이터로 사용할 수 있다.

[82]

두 번째 방법은 실시간으로 수집되는 상태변수(data 1 내지 data 3 중 적어도 하나)를 모델식의 입력 데이터로 적용하여 직접 반응 생성물의 농도를 예측하는 방법이다.

[83]

발명의 실시를 위한 형태

[84]

이하, 구체적인 실시예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 예시에 불과하며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[85]

[86] 실시예

[87]

[88] 이산화탄소 포집공정에서 사용하는 암모니아수로부터 흡수 공정 또는 재생 공정에서 다수의 시료를 채취하고, 이를 기기 분석을 통해 반응 생성물(중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온 등)의 농도를 측정 한 후, 이 결과를 이용하여 모델식을 구성하고 보정하여 반응 생성물의 농도를 예측하였다.

[89]

[90] 도 2에 도시된 바와 같이 상기 이산화탄소 포집 공정에서 발생한 시료를 적외선 분광법으로 분석한 중적외선 영역의 스펙트럼 자료를 얻었으며, 상기 스펙트럼 자료를 포함하는 상태변수를 변동변수로 설정하였으며, 상기 스펙트럼 자료를 각각 (a) MSC법, (b) SNV법, (c) OSC법 및 (d) SG법으로 전처리한 스펙트럼 자료를 도 3에 도시하였다.

[91]

[92] 상기 도 2의 스펙트럼 자료 및 도 3의 전처리된 스펙트럼 자료를 PLS모델식에

입력하여 반응 생성물의 농도를 예측한 후, 실측된 반응 생성물의 농도와 비교하여 정확도(R^2)를 하기 표 1에 나타내었으며, 각 모델에 대한 예측 오차를 하기 표 2에 나타내었다. 또한, 예측된 반응 생성물의 농도 및 실측된 반응 생성물의 농도를 도 4 내지 도 8에 도시하였다. 도 4 내지 도 8에 도시된 검은 점은 모델개발 실험셋(calibration set)이며, 흰 점은 모델검증 실험셋(validation set)을 나타낸다.

[93]

[94] 하기 RAW는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼 자료를 전처리하지 않고 직접 예측 모델에 적용한 경우를 나타낸 것이며, 상기 RMSEC(Root Mean Square Error of Calibration)는 이산화탄소가 흡수된 변환 적외분광법(FTIR)의 스펙트럼을 변동변수로 하여 반응 생성물(카바메이트이온, 중탄산염이온, 탄산염이온)의 농도를 보정하여 얻은 예측 결과의 오차값이고, RMSEP(Root Mean Square Error of Prediction)는 RMSEC의 보정결과를 이용하여 반응 생성물(카바메이트이온, 중탄산염이온, 탄산염이온)의 농도를 예측하여 얻은 예측 결과의 오차값이다.

[95]

[96] 비교예

[97]

[98] 상기 실시예와 동일한 방법으로 시료를 채취하고, 이를 기기 분석을 통해 반응 생성물(중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온 등)의 농도를 측정 한 후, 이 결과를 이용하여 모델식을 구성하고 보정하여 반응 생성물의 농도를 예측하여 었다.

[99]

[100] 이산화탄소가 흡수된 암모니아 수의 pH 및 전기전도도를 변동변수로 하여 반응 생성물의 농도를 보정하여 얻은 상기 반응 생성물의 농도를 보정하여 얻은 예측 결과의 오차값(RMSEC) 및 상기 RMSEC의 보정결과를 이용하여 반응 생성물의 농도를 예측하여 얻은 예측 결과의 오차값(RMSEP)을 계산하였으며, 상기 실시예의 RMSEP와 비교예의 RMSEP를 비교하여 표 3에 나타내었다.

[101]

[102] 표 1

[Table 1]

조성물	R ² value				
	RAW	MSC	SNV	OSC	Savitzky-Golay
모든 조성물	0.9328	0.9559	0.9529	0.9667	0.9622
카바메이트이온	0.9214	0.9617	0.9605	0.9611	0.9482
탄산이온	0.919	0.9139	0.9185	0.9686	0.9311
중탄산이온	0.9642	0.9347	0.9281	0.9655	0.9633

[103] 표 2

[Table 2]

조성물	RAW		MSC		SNV		OSC		Savitzky-Golay	
	RMSEC	RMS EP	RMSEC	RMS EP	RMSEC	RMSEP	RMSEC	RMS EP	RMSEC	RMS EP
모든 조성물	0.1249	0.0429	0.1012	0.0483	0.1046	0.0405	0.0880	0.0400	0.0937	0.0529
카바메이트이온	0.1143	0.0435	0.0799	0.0429	0.081	0.0429	0.0804	0.0309	0.0928	0.0627
탄산이온	0.0828	0.0345	0.0854	0.0379	0.0831	0.0353	0.0516	0.0369	0.0764	0.027
중탄산이온	0.1044	0.0527	0.1411	0.0659	0.148	0.0484	0.1023	0.0913	0.1058	0.0616

[104] 표 3

[Table 3]

	비교예 RMSEP	실시예 RAW RMSEP	실시예 OSC RMSEP
모든 조성물	-	0.0429	0.0400
카바메이트이온	0.1109	0.0435	0.0309
탄산이온	0.0547	0.0345	0.0369
중탄산이온	0.0957	0.0527	0.0913

[105]

[106] 각 회귀분석모델을 통해 예측된 농도를 비교해보면, OSC 전처리를 통한 PLS모델에서 전반적으로 가장 낮은 오차를 보이고 있으므로, OSC 전처리가 수행된 PLS모델식이 최적의 모델식이라고 할 수 있으며, 이산화탄소 포집공정의 최적화에 적용할 수 있다. 그러나, 상술한 OSC 전처리가 수행된 PLS모델식에 국한되지는 않으며, 다양한 방법들이 적용될 수 있음은 당업자에게 자명하다.

[107]

[108] 또한, 표 3으로부터 알 수 있는 바와 같이, FTIR 스펙트럼 자료를 전처리하여 반응 생성물의 농도를 예측한 경우, 암모니아수의 pH 및 전기전도도를 변동변수로 하여 반응 생성물의 농도를 예측한 비교예보다 낮은 오차를 보이는바, 본 발명을 이용하는 경우 종래에 비해 반응 생성물의 농도를 보다 정확하고 예측할 수 있음을 알 수 있었다.

[109]

[110] 이와 같이, 본 발명의 실시 형태에 의하면, 이산화탄소의 포집 공정의 목표변수인 반응 생성물의 참값 또는 정확한 예측치의 신속한 습득이 가능하다. 또한, 다양한 모델식을 통하여 최적의 모델식을 찾아내어 이산화탄소 포집공정의 최적화에 적용할 수 있는 기술적 효과가 있다.

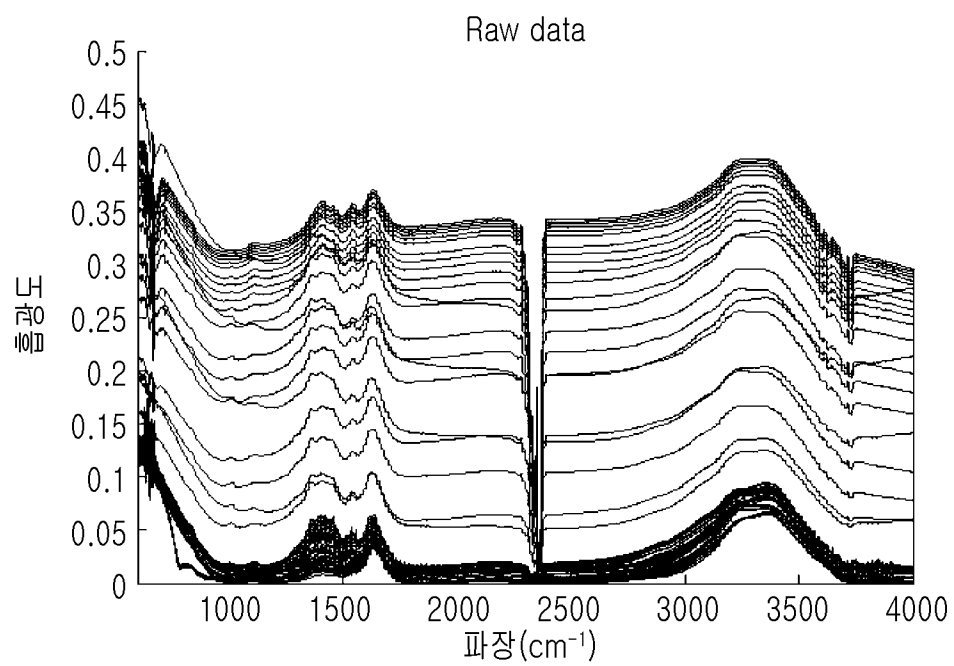
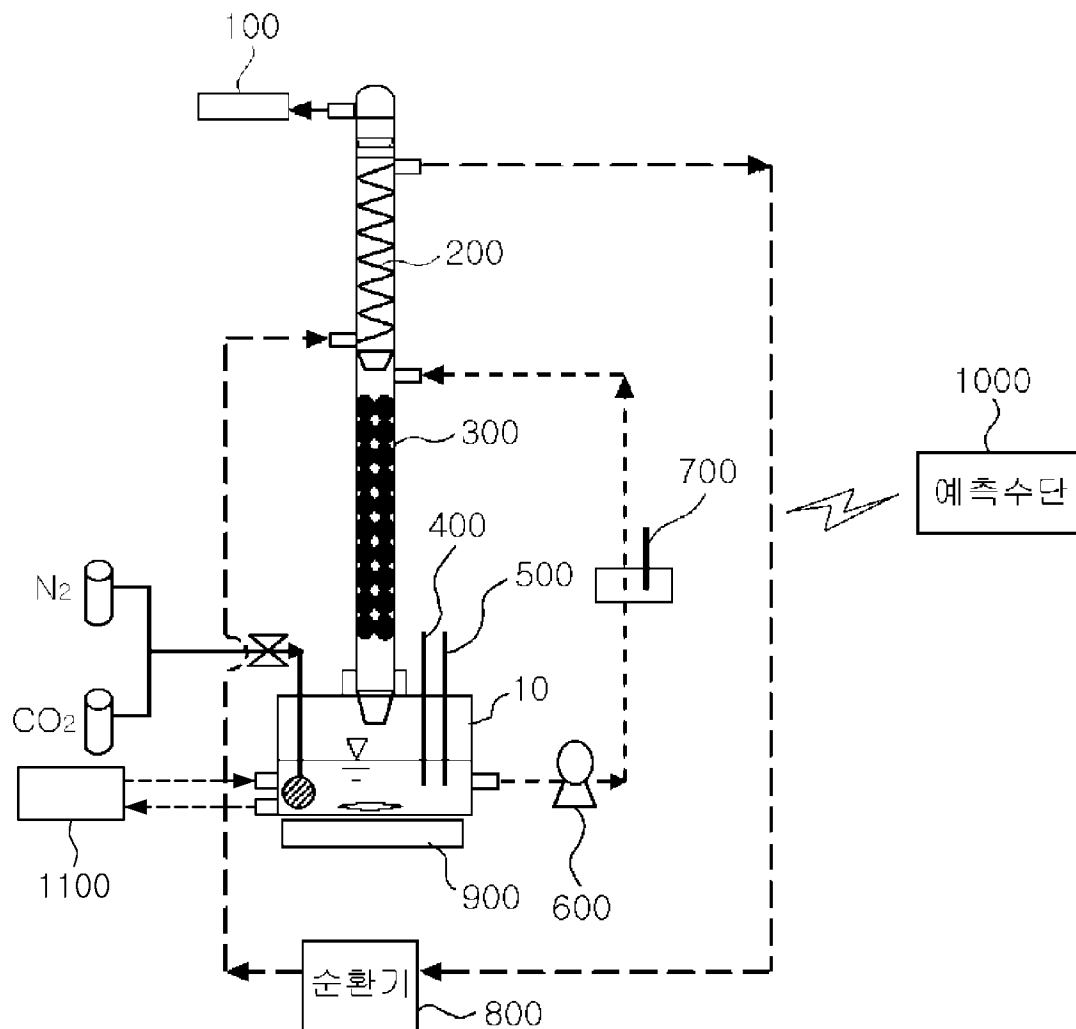
[111]

[112] 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 아니한다. 첨부된 청구범위에 의해 권리범위를 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

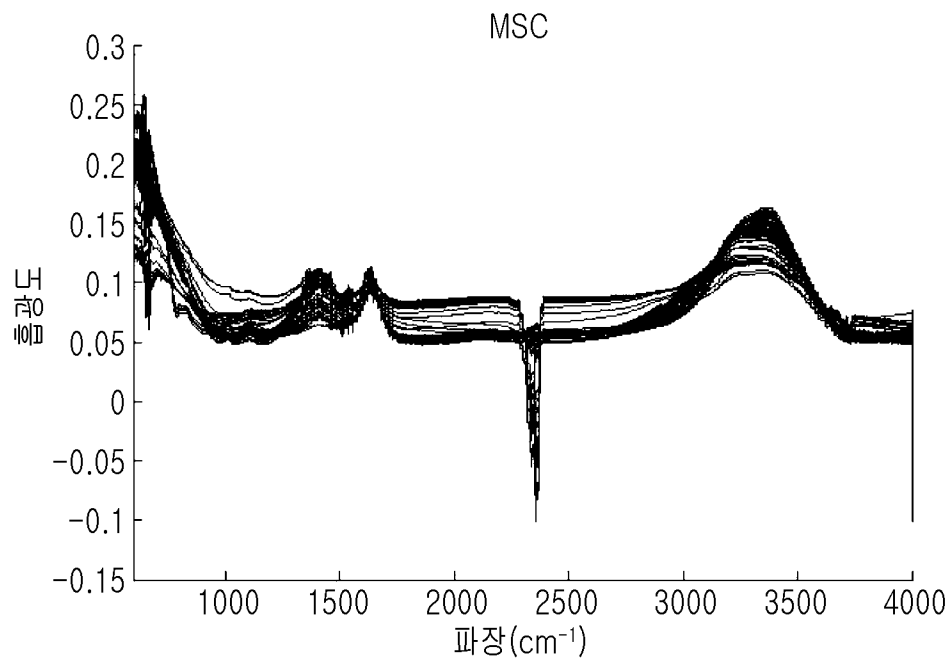
청구범위

- [청구항 1] 암모니아 수용액이 채워진 교반조;
상기 교반조로 유입되는 이산화탄소를 상기 암모니아 수용액과 교반하는 교반기;
중적외선을 이용하는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)을 사용하여 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 교반된 암모니아 수용액로부터 측정될 수 있는 스펙트럼 자료를 상태 변수로 제공하는 센서부; 및
상기 이산화탄소 포집 공정 동안 상기 상태 변수에 의해 얻어지는 반응 생성물의 농도를 예측하기 위한 모델식을 구성하고, 상기 상태변수에 전처리를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터로 변환한 후, 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기 모델식에 입력하여 상기 상태 변수의 변화에 따른 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측하는 예측 수단을 포함하는 포집 반응기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 상태변수는 이산화탄소가 흡수된 암모니아 수의 pH, 온도, 전기전도도 및 이산화탄소 농도 중에서 적어도 하나 이상을 더 포함하는 포집 반응기.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 반응 생성물은 수소이온, 수산화이온, 중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온, 중탄산암모늄염, 탄산암모늄염, 카바메이트암모늄염, 황산염이온 및 질산염이온 중 적어도 어느 하나인 포집 반응기.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 모델식은 열역학적 모델, 회귀분석 모델, 통계학적 모델 및 상기 열역학적 모델과 상기 수리학적 모델, 상기 회귀분석 모델 및 상기 통계학적 모델을 조합한 모델 중에서 적어도 하나에 기초한 모델식인 것을 특징으로 하는 포집 반응기.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 회귀분석모델은 다중회귀분석법, 주성분회귀분석법, 부분최소자승법, 신경회로망-부분최소자승법, 커널-부분최소자승법 및 LS-SVM(Least Square Support Vector Machine) 중에서 적어도 하나를 이용한 모델인 포집 반응기.
- [청구항 6] 제4항에 있어서, 상기 열역학적 모델은 피처(Pitzer)식 또는 NRTL 식을 포함하는 포집 반응기.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 전처리는 MSC(multiplicative scatter correction)법, SNV(standard normal variate)법, OSC(orthogonal signal correction)법 및 SG(Savitzky Golay)법 중에서 적어도 하나를 이용하여 수행되는 포집 반응기.
- [청구항 8] 중적외선을 이용하는 푸리에 변환 적외분광법(FTIR)을 사용하여 이산화탄소 포집공정을 통해 측정되는 스펙트럼 자료를 포함하는 상태변수를 변동변수로 설정하는 단계;

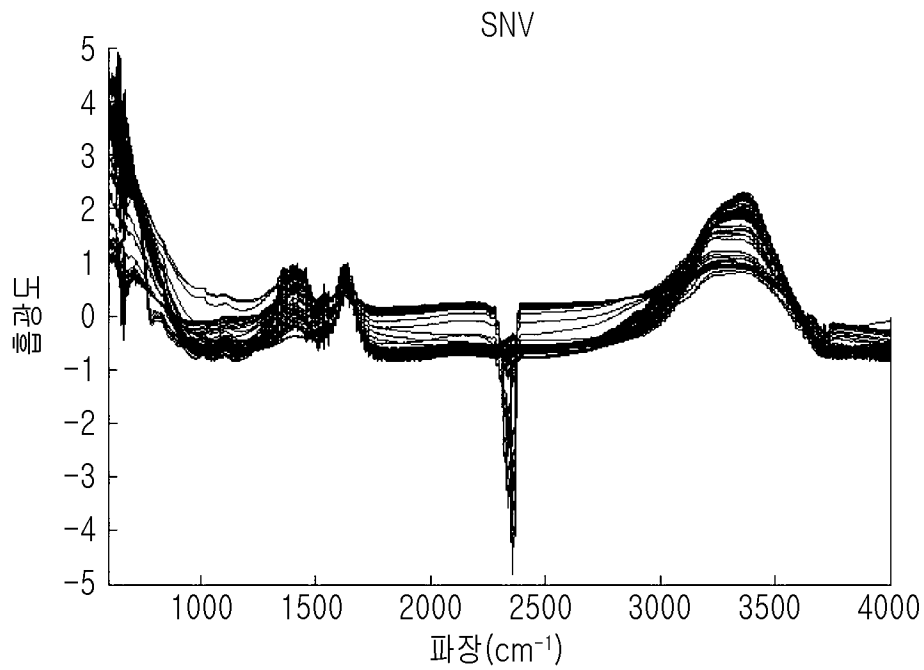
- 상기 이산화탄소 포집공정에서 상기 변동변수에 의해 얻어지는 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 목표변수로 설정하는 단계; 상기 목표변수를 예측하기 위해 모델식을 구성하는 단계; 실시간으로 수집되는 상기 변동변수에 전처리를 수행하여 노이즈가 제거된 데이터로 변환하는 단계; 및 상기 노이즈가 제거된 데이터를 상기 모델식의 입력 데이터로 적용하여 상기 복수의 반응 생성물 각각의 농도를 예측하는 단계를 포함하는 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 상태변수는 이산화탄소가 흡수된 암모니아수의 pH, 온도, 전기전도도 및 이산화탄소 농도 중에서 적어도 하나 이상을 더 포함하는 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법.
- [청구항 10] 제8항에 있어서, 상기 반응 생성물은 수소이온, 수산화이온, 중탄산염이온, 탄산염이온, 카바메이트이온, 중탄산암모늄염, 탄산암모늄염, 카바메이트암모늄염, 황산염이온 및 질산염이온 중 적어도 어느 하나인 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법.
- [청구항 11] 제8항에 있어서, 상기 모델식은 열역학적 모델, 회귀분석 모델, 통계학적 모델 및 상기 열역학적 모델과 상기 수리학적 모델, 상기 회귀분석 모델 및 상기 통계학적 모델을 조합한 모델 중에서 적어도 하나에 기초한 이산화탄소 포집 공정의 반응 생성물 농도 예측방법.
- [청구항 12] 제11항에 있어서, 상기 회귀분석모델은 다중회귀분석법, 주성분회귀분석법, 부분최소자승법, 신경회로망-부분최소자승법, 커널-부분최소자승법 및 LS-SVM(Least Square Support Vector Machine) 중에서 적어도 하나를 이용한 모델인 이산화탄소 포집공정의 반응 생성물 농도 예측방법.
- [청구항 13] 제11항에 있어서, 상기 열역학적 모델은 피쳐(Pitzer)식 또는 NRTL식을 포함하는 이산화탄소 포집 공정의 반응 생성물 농도 예측방법.
- [청구항 14] 제8항에 있어서 상기 전처리는 MSC(multiplicative scatter correction)법, SNV(standard normal variate)법, OSC(orthogonal signal correction)법 및 SG(Savitzky Golay)법 중에서 적어도 하나를 이용하여 수행되는 이산화탄소 포집 공정의 반응 생성물 농도 예측방법.



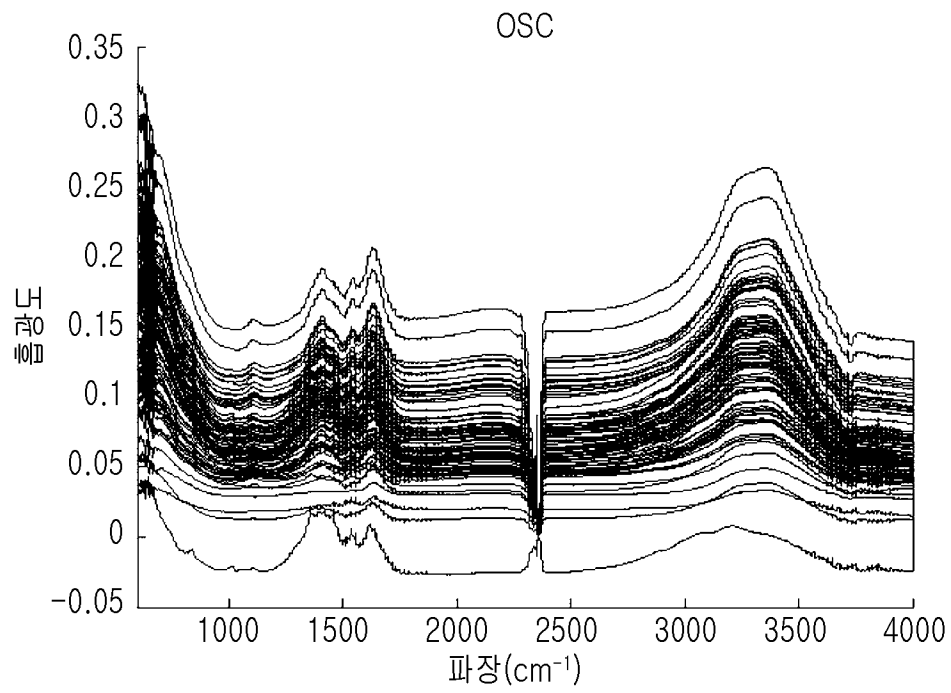
[Fig. 3a]



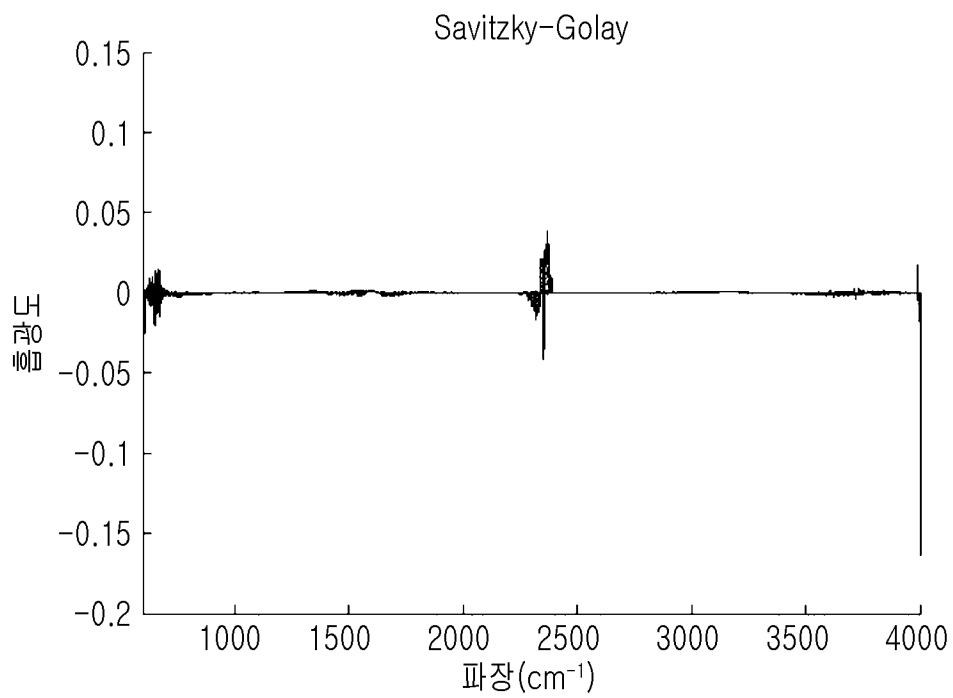
[Fig. 3b]



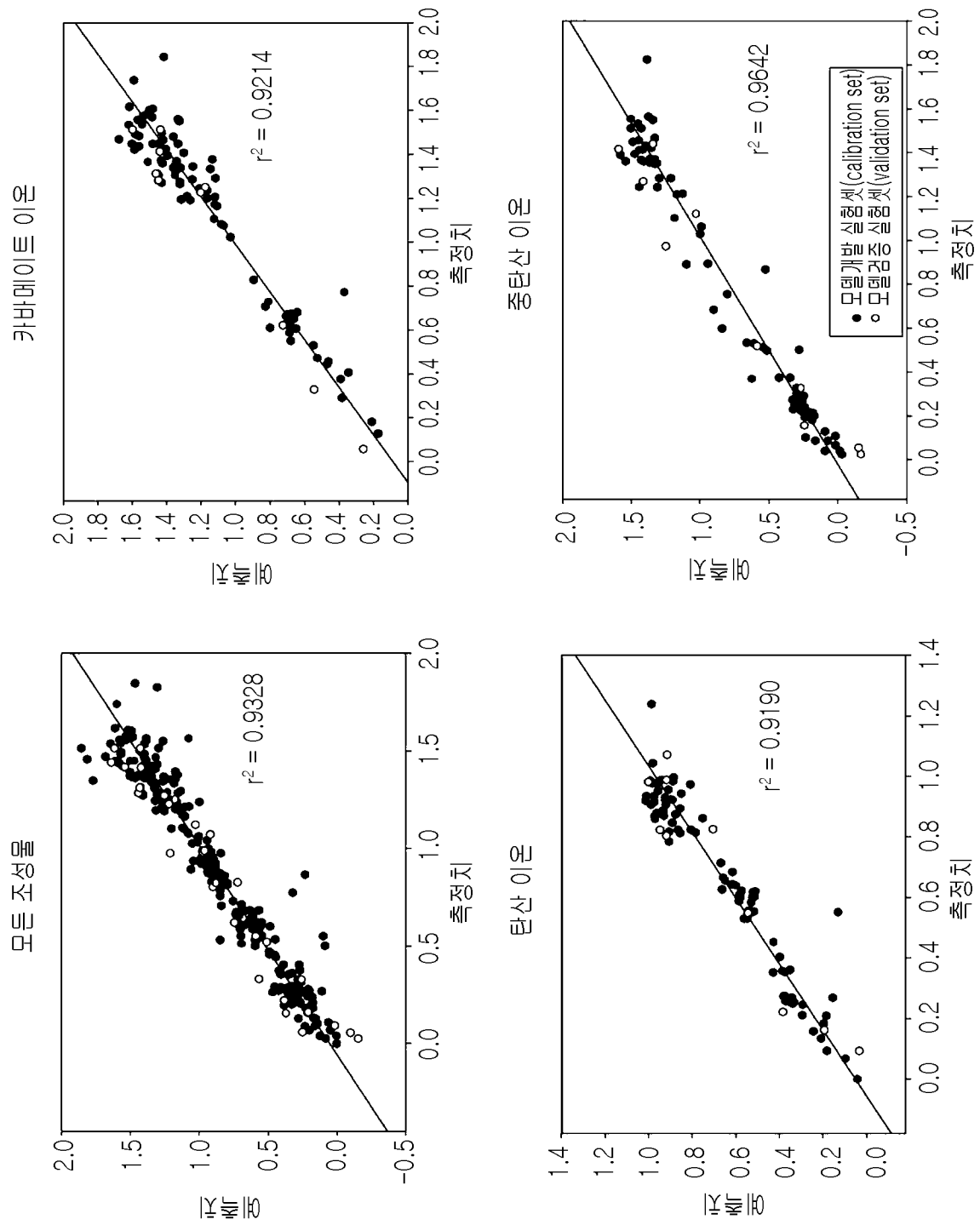
[Fig. 3c]



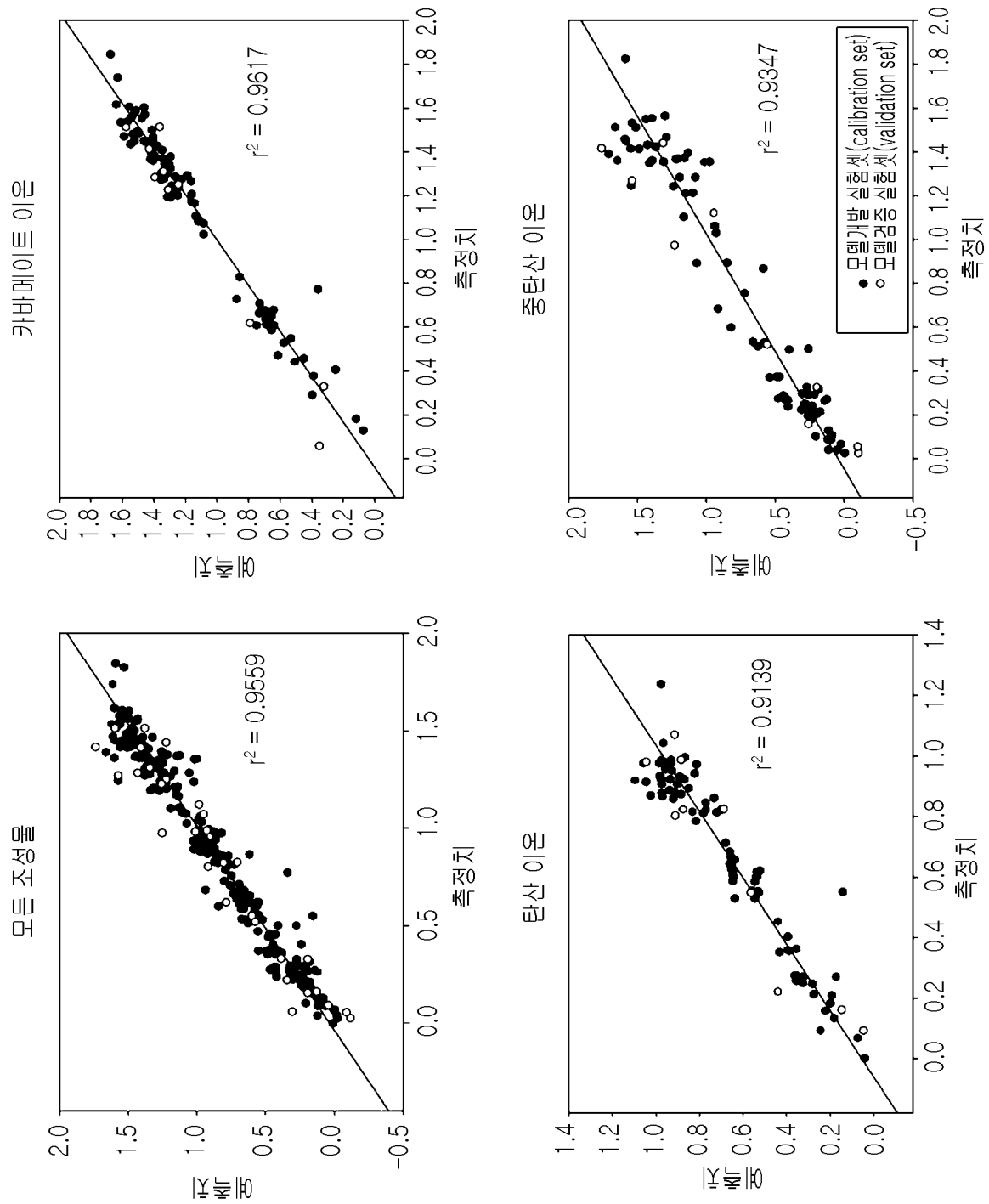
[Fig. 3d]



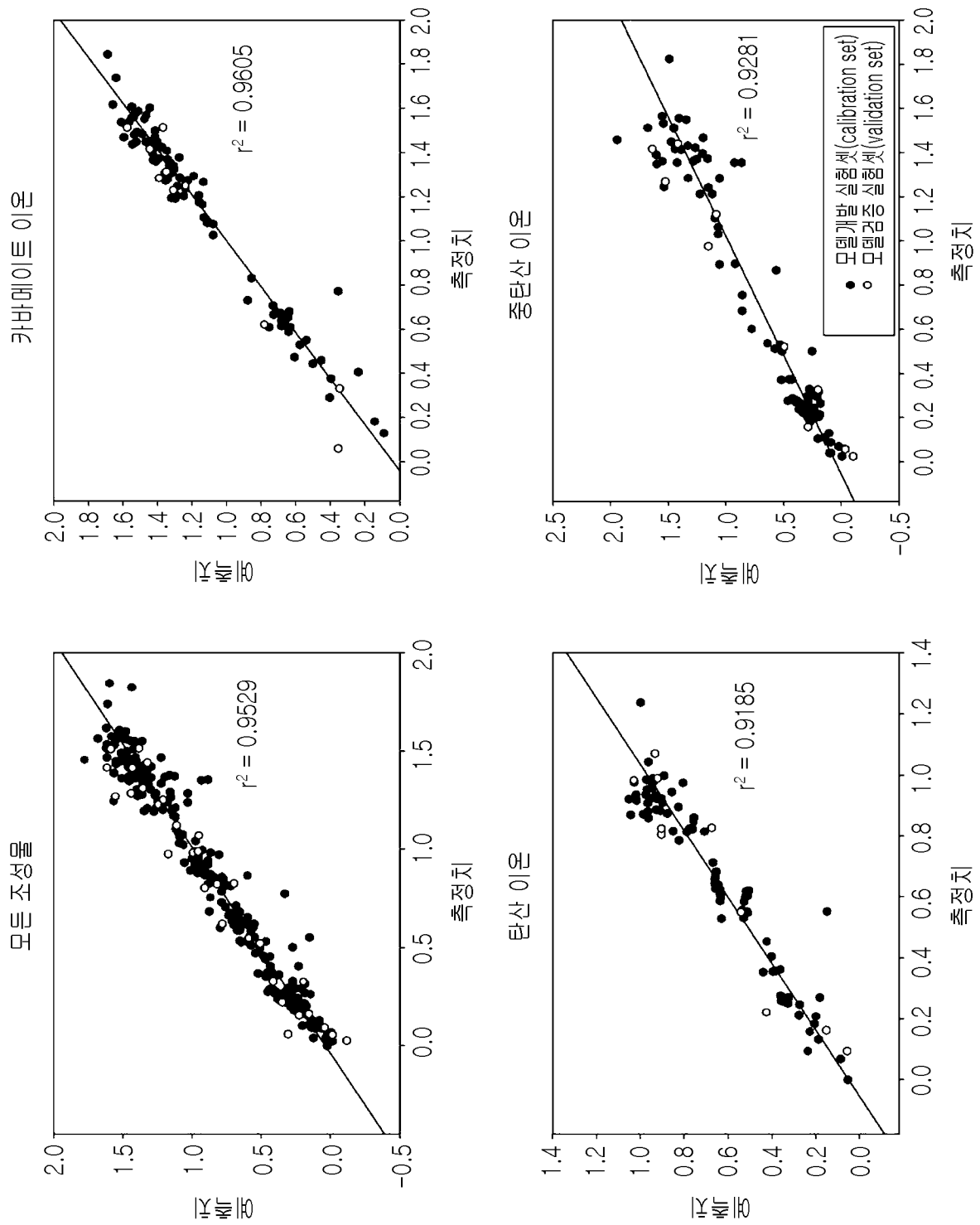
[Fig. 4]



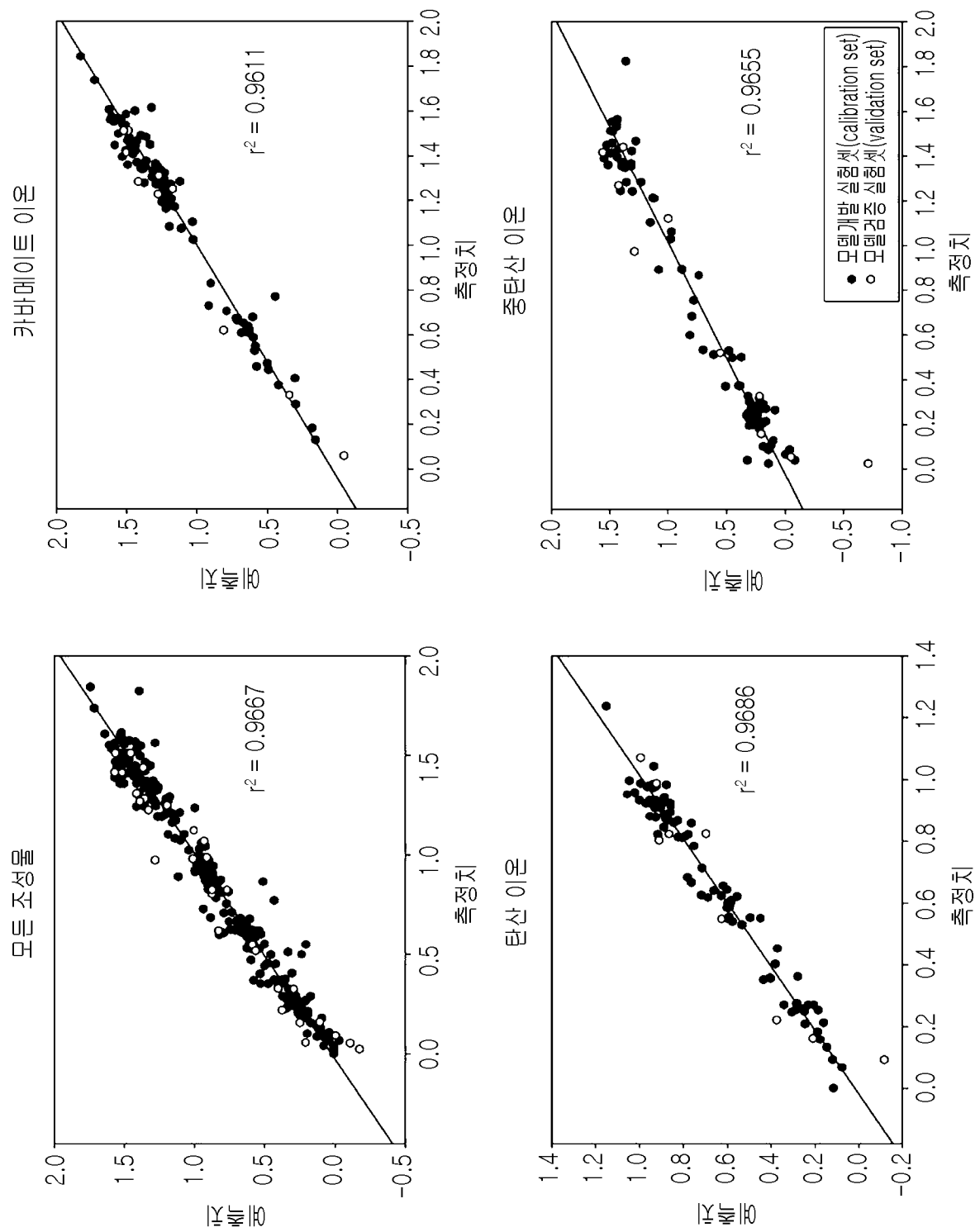
[Fig. 5]



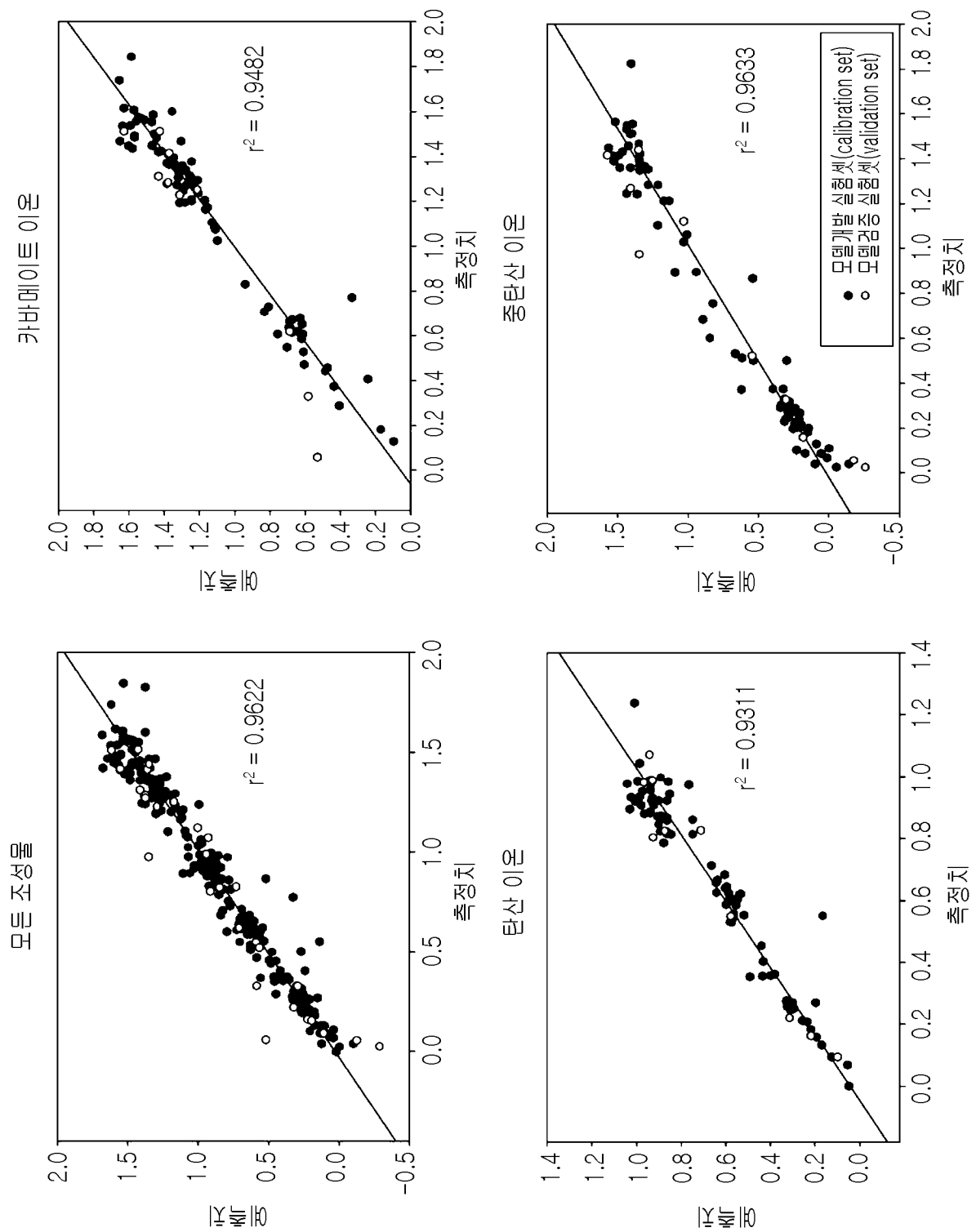
[Fig. 6]



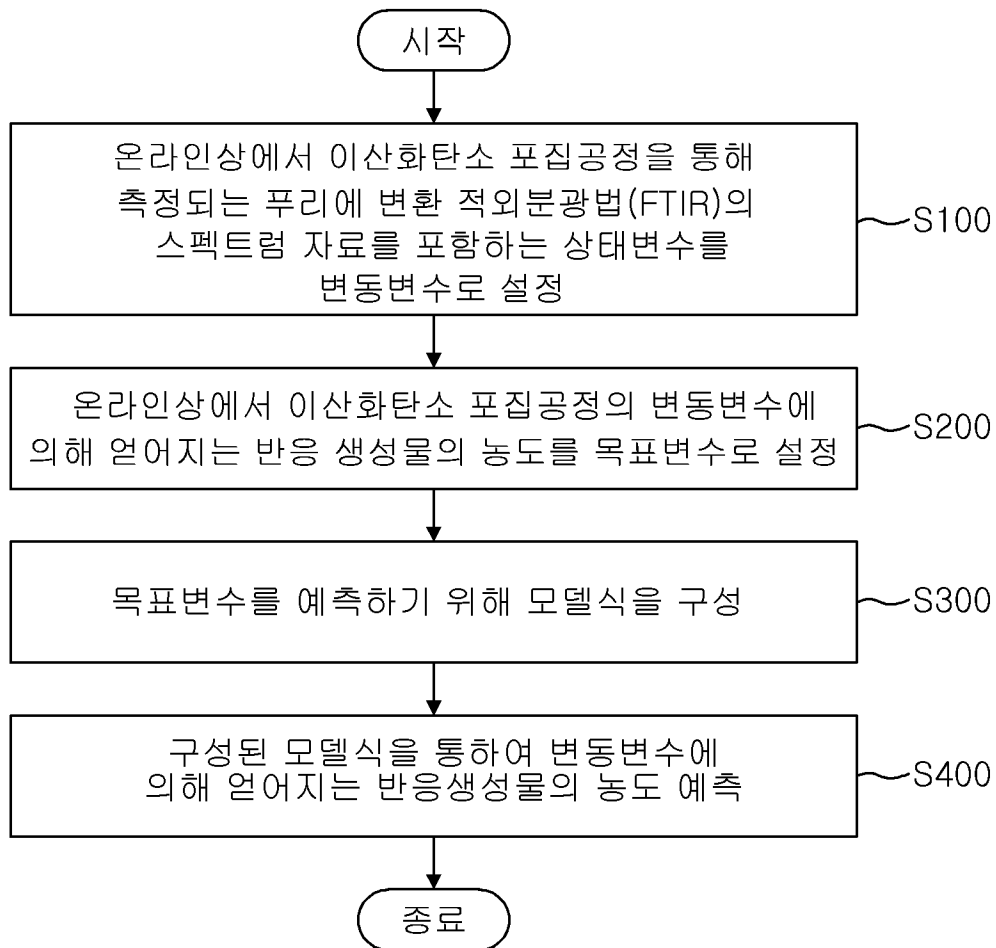
[Fig. 7]



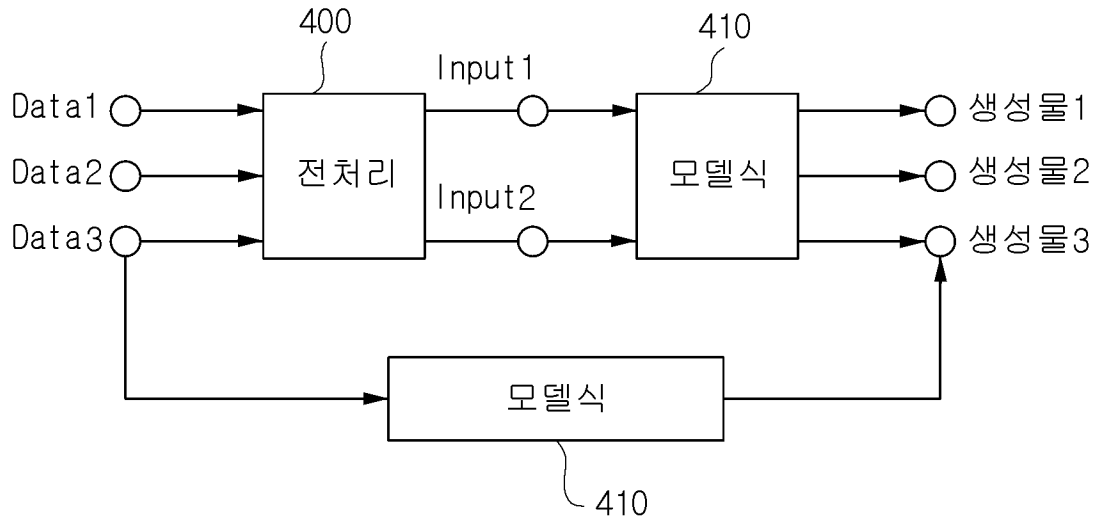
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/003693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/35(2006.01)i, G06T 7/00(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)

G01N 21/35; G06F 19/00; G01N 1/22; B01D 53/14; B03C 3/16; C01B 21/086; G06T 7/00

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: carbon dioxide, ammonia, dust collection, absorption, FT-IR, spectrum and model

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2012-0128787 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 28 November 2012 See abstract; paragraphs [0033], [0036], [0037]; figure 1.	1-14
A	JACKSON, P. et al., "In situ Fourier Transform-Infrared (FT-IR) analysis of carbon dioxide absorption and desorption in amine solutions", Energy Procedia, 2009, vol. 1, no. 1, pp. 985-994 See abstract; pages 986, 987; figure 1.	1-14
A	US 2011-0052453 A1 (MCLARNON et al.) 03 March 2011 See abstract; paragraphs [0138]-[0142]; figure 2.	1-14
A	US 2008-0050302 A1 (ANDERSON et al.) 28 February 2008 See abstract; paragraphs [0034], [0038]; figure 1A.	1-14
A	JP 2000-097852 A (HORIBA LTD.) 07 April 2000 See abstract; paragraphs [0007]-[0009]; figure 1.	1-14



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

11 NOVEMBER 2013 (11.11.2013)

Date of mailing of the international search report

12 NOVEMBER 2013 (12.11.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-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/KR2013/003693

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0128787 A	28/11/2012	NONE	
US 2011-0052453 A1	03/03/2011	AU 2008-245443 A1	06/11/2008
		AU 2008-251393 A1	20/11/2008
		AU 2008-274985 A1	15/01/2009
		AU 2008-293709 A1	05/03/2009
		AU 2009-276754 A1	04/02/2010
		CA 2685040 A1	06/11/2008
		CA 2686060 A1	20/11/2008
		CA 2693466 A1	15/01/2009
		CA 2697369 A1	05/03/2009
		CA 2730029 A1	04/02/2010
		CN 101678269 A	24/03/2010
		CN 101687137 A	31/03/2010
		CN 101778798 A	14/07/2010
		CN 102099660 A	15/06/2011
		EP 2139588 A1	06/01/2010
		EP 2144689 A1	20/01/2010
		EP 2167219 A1	31/03/2010
		EP 2190781 A2	02/06/2010
		EP 2307863 A1	13/04/2011
		EP 2307863 B1	16/11/2011
		US 2010-0083828 A1	08/04/2010
		US 2010-0089110 A1	15/04/2010
		US 2010-0319542 A1	23/12/2010
		US 2011-0110841 A1	12/05/2011
		US 2011-0125326 A1	26/05/2011
		WO 2008-134770 A1	06/11/2008
		WO 2008-141195 A1	20/11/2008
		WO 2009-009725 A1	15/01/2009
		WO 2009-029529 A2	05/03/2009
		WO 2009-036145 A1	19/03/2009
		WO 2009-091437 A1	23/07/2009
		WO 2010-014583 A1	04/02/2010
US 2008-0050302 A1	28/02/2008	US 7655211 B2	02/02/2010
JP 2000-097852 A	07/04/2000	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 21/35(2006.01)i, G06T 7/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 21/35; G06F 19/00; G01N 1/22; B01D 53/14; B03C 3/16; C01B 21/086; G06T 7/00

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, 암모니아, 집진, 흡수, FT-IR, 분광 및 모델식

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2012-0128787 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2012.11.28 요약; 단락번호 [0033],[0036],[0037]; 도면 1 참조.	1-14
A	JACKSON, P. et al., 'In situ Fourier Transform-Infrared (FT-IR) analysis of carbon dioxide absorption and desorption in amine solutions', Energy Process, 2009, vol. 1, No. 1, pp. 985-994 요약; 페이지 986,987; 도면 1 참조.	1-14
A	US 2011-0052453 A1 (MCLARNON 외 7명) 2011.03.03 요약; 단락번호 [0138]-[0142]; 도면 2 참조.	1-14
A	US 2008-0050302 A1 (ANDERSON 외 2명) 2008.02.28 요약; 단락번호 [0034],[0038]; 도면 1A 참조.	1-14
A	JP 2000-097852 A (HORIBA LTD.) 2000.04.07 요약; 단락번호 [0007]-[0009]; 도면 1 참조.	1-14

☐ 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

2013년 11월 11일 (11.11.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 11월 12일 (12.11.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

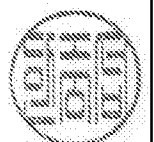
 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

한중섭

전화번호 +82-42-481-5606



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0128787 A	2012/11/28	없음	
US 2011-0052453 A1	2011/03/03	AU 2008-245443 A1 AU 2008-251393 A1 AU 2008-274985 A1 AU 2008-293709 A1 AU 2009-276754 A1 CA 2685040 A1 CA 2686060 A1 CA 2693466 A1 CA 2697369 A1 CA 2730029 A1 CN 101678269 A CN 101687137 A CN 101778798 A CN 102099660 A EP 2139588 A1 EP 2144689 A1 EP 2167219 A1 EP 2190781 A2 EP 2307863 A1 EP 2307863 B1 US 2010-0083828 A1 US 2010-0089110 A1 US 2010-0319542 A1 US 2011-0110841 A1 US 2011-0125326 A1 WO 2008-134770 A1 WO 2008-141195 A1 WO 2009-009725 A1 WO 2009-029529 A2 WO 2009-036145 A1 WO 2009-091437 A1 WO 2010-014583 A1	2008/11/06 2008/11/20 2009/01/15 2009/03/05 2010/02/04 2008/11/06 2008/11/20 2009/01/15 2009/03/05 2010/02/04 2010/03/24 2010/03/31 2010/07/14 2011/06/15 2010/01/06 2010/01/20 2010/03/31 2010/06/02 2011/04/13 2011/11/16 2010/04/08 2010/04/15 2010/12/23 2011/05/12 2011/05/26 2008/11/06 2008/11/20 2009/01/15 2009/03/05 2009/03/19 2009/07/23 2010/02/04
US 2008-0050302 A1	2008/02/28	US 7655211 B2	2010/02/02
JP 2000-097852 A	2000/04/07	없음	