

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2017-0125747 (43) 공개일자 2017년11월15일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B01J 20/22 (2006.01) B01D 53/14 (2006.01) C07C 243/40 (2006.01)	(52) CPC특허분류 B01J 20/22 (2013.01) B01D 53/1475 (2013.01)	(71) 출원인 서강대학교산학협력단 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(21) 출원번호 10-2017-0056946 (22) 출원일자 2017년05월04일 심사청구일자 2017년05월04일	(72) 발명자 허남희 서울특별시 서초구 방배로32길 71, 302호 (방배동, 방배택슬) 이병노 서울특별시 중랑구 동일로101길 88 (면목동) 이규형 서울특별시 마포구 토정로17길 8-21, 2층 (신수동)	
(30) 우선권주장 1020160055358 2016년05월04일 대한민국(KR)	(74) 대리인 특허법인엠에이피에스	

전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 흡탈착용 조성물, 및 이를 이용한 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법

(57) 요약

본원은 히드라진 또는 히드라진 유도체와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 포함하는 이산화탄소 흡탈착용 조성물, 이를 이용한 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법 및 상기 조성물을 이용하여 생성된 이산화탄소 흡수 생성물에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

C07C 243/40 (2013.01)

B01D 2252/10 (2013.01)

B01D 2252/20 (2013.01)

B01D 2257/504 (2013.01)

Y02C 10/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711027264

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기후변화대응기술개발

연구과제명 히드라진 기반 이산화탄소 흡수제 개발

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

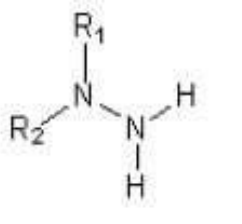
청구항 1

하기 화학식 1로 표현되는 히드라진 또는 히드라진 유도체; 및

하기 화학식 2로 표현되는 프로모터를 포함하는,

이산화탄소 흡탈착용 조성물:

[화학식 1]



[화학식 2]

$M_x(OH)_y$;

상기 화학식들에서,

R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C_{1-30} 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{1-30} 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기; 및, Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하며,

M은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이고,

X는 1 내지 5의 정수이고, y는 1 내지 10의 정수임.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 무용매 조건에서 이산화탄소를 흡착시키는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 용매의 존재하에서 이산화탄소를 흡착시키는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 용매는 물, 알코올, 에테르, C_{1-30} 지방족 탄화수소, C_{5-30} 방향족 탄화수소, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 용매는 상기 히드라진 또는 히드라진 유도체 100 중량부에 대하여 1 내지 100 중량부의 양으로 사용하는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 2 내지 3,000 psi 범위의 압력하에서 이산화탄소를 흡착하는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 -20°C 내지 100°C 범위의 온도하에서 이산화탄소를 흡착하는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 수분의 첨가에 의해 흡착된 이산화탄소를 탈착시키는 것인, 이산화탄소 흡탈착용 조성물.

청구항 9

제 1 항에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물을 사용하여 이산화탄소를 흡착 및 탈착하는 것을 포함하는, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 무용매 조건에서 이산화탄소를 흡착시키는 것인, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 용매의 존재하에서 이산화탄소를 흡착시키는 것인, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 용매는 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물 내의 히드라진 또는 히드라진 유도체 100 중량부에 대하여 1 내지 100 중량부의 양으로 사용하는 것인, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡착은 2 내지 3,000 psi 범위의 압력하에서 실시되는 것인, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡착은 -20℃ 내지 100℃ 범위의 온도하에서 실시되는 것인, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

청구항 15

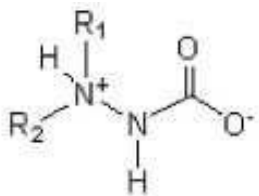
제 9 항에 있어서,

상기 이산화탄소 탈착은 수분의 첨가에 의해 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물에 흡착된 이산화탄소를 탈착시켜 이루어지는 것인, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법.

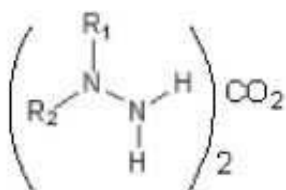
청구항 16

제 1 항에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물 내의 히드라진 또는 히드라진 유도체가 이산화탄소를 흡수하여 생성되며, 하기 화학식 3 또는 4로 표현되는, 이산화탄소 흡수 생성물:

[화학식 3]



[화학식 4]



상기 화학식 3 및 4에서,

R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C₁₋₃₀ 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기; 및, Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함함.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은, 히드라진 또는 히드라진 유도체와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 포함하는 이산화탄소 흡탈착용 조성물, 이를 이용한 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법, 및 상기 조성물을 이용하여 생성된 이산화탄소 흡수 생성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 발생하고 있는 급격한 기후 변화를 통해 지구 온난화에 대한 심각성이 인식되기 시작하면서 이산화탄소(CO₂)나 메탄(CH₄)와 같은 온실 가스 배출을 줄이기 위한 노력이 선진국은 물론이고 개발도상국에서도 이루어지고 있다. 특히, CO₂가 지구 온난화의 주요 원인으로 지목되면서 국제 협약 등을 통하여 CO₂ 배출을 최소화하려고 노력하고 있다. 이러한 국제적인 움직임으로 동일한 화석 연료를 사용해서 높은 효율을 가지면서도 적은 CO₂를 배출할 수 있는 연료 개발 연구가 진행되고 있으며, 다른 한편으로는 화석 연료를 사용하는 공장이나 발전소와 같은 설비로부터 나오는 CO₂를 효율적으로 포집해서 이산화탄소를 분리해서 저장하거나 다시 사용하려는 연구 개발이 지속적으로 수행되고 있다.

[0003] 이산화탄소를 포집하기 위한 포집 방법은 액체 흡수제를 이용한 화학적 흡수법, 고체 재료를 이용한 물리적 흡착법, 그리고 막을 이용한 분리법 등 크게 세 가지 방식으로 나눌 수 있다. 액체 흡수제를 이용한 화학적 흡수법은 이산화탄소의 농도가 적고 용량이 큰 주로 발전소나 산업 설비에서 나오는 배기가스 중에 섞여 있는 CO₂를 포집하는데 유리하다. 특히, CO₂의 부피비가 20% 미만인 낮은 배출농도 조건에서도 액체 흡수제를 이용한 화학적 흡수법은 높은 포집 효율을 보이기 때문에 다른 두 포집 방식에 비해서 경제성이나 공정 적용 방법 측면에서 볼 때 아주 우수한 포집 방법으로 여겨지고 있다.

[0004] 이산화탄소를 포집하기 위한 액체 흡수제로서 알칸올아민(alkanol-amines)을 사용하는 공정은 1930년대 처음 개발되었고 지금까지도 지속적으로 연구 개발되고 있는 공정이다. 액체 흡수제로 트리에탄올아민(triethanolamine)이 사용된 이래로 지금까지 모노에탄올아민(monoethanolamine, MEA), 디에탄올아민(diethanolamine), 2-메틸아미노에탄올(2-methylaminoethanol), 디이소프로필아민(diisopropylamine), 피페라진(piperazine), 2-피페리딘메탄올(2-piperidinemethanol) 등 많은 알칸올아민 계열의 화합물들이 개발되어 경제성 및 신뢰성을 갖는 흡수제로서 가능한지에 대한 공정 개선 연구를 지속적으로 해오고 있다. 그 중에서도 MEA는 이산화탄소와 흡수하는 반응 속도가 빠르고, 분자량이 가장 작고, 상대적으로 저렴하여 가장 널리 사용되고 있다. 일반적으로 MEA 흡수제는 20~40 중량%의 농도를 갖는 물과 혼합한 수용액으로 되어 있어서, 배기가스 중에 포함된 CO₂를 MEA가 용이하게 포집할 수 있고 CO₂를 함유한 MEA 흡수제는 반응 용기 내에서 가열되어 원래의 MEA 흡수제와 CO₂로 분리하는 공정 과정을 거친다. 분리된 이산화탄소는 다른 탱크로 이송되어 보관되고 재생된 MEA 흡수제 용액은 열교환기를 거쳐서 원래의 CO₂ 포집 탱크로 보내서 다시 사용하는 순환과정을 반복함으로써 배기가스 중의 CO₂를 포집하고 분리하여 회수하고 있다.

[0005] 알칸올아민과 같은 액체 흡수제를 이용한 화학적 흡수법은 다른 포획 방법에 비해서 경제성이나 공정 적용 방법 측면에서 볼 때 아주 우수한 포집 방법으로 여겨지고 있다. 알칸올아민을 흡수제로 사용하는 기존 공정에서 가

장 큰 문제점은 알칸올 아민이 CO₂와 강하게 화학적으로 결합할 수 있어서 포집이 쉬우나, 포집 후 이 둘을 분리하는 재생 공정에서 고온, 즉, 높은 에너지가 필요하다는 점이다. 더 큰 문제는 이러한 고온 재생 공정과정에서 알칸올아민의 분해가 일어나 흡수제의 성능이 급격하게 저하된다는 점이다. 따라서 흡수제 양을 전체 공정 과정 중에 늘 일정하게 유지하기 위해서는 분해되어 소모된 흡수제의 양만큼 흡수제를 지속적으로 공급해주어야만 한다.

[0006] 일례로 공업적으로 적용 가능성이 높은 MEA의 경우, MEA의 아민 작용기가 CO₂와 강하게 화학적으로 결합되어 있어 포집 후 이 둘을 분리하는데 100℃ 이상의 고온이 필요한 재생 공정 과정에서 MEA의 분해가 진행된다. 따라서 공정 과정 중에 분해되어 소모된 MEA 양만큼 추가로 MEA를 지속적으로 공급해 주어야 한다[J. Davis and G. T. Rochelle, Energy Procedia, 1, 327 (2009)].

[0007] 또한, MEA는 반응성이 뛰어나 주변 용기를 부식시키고 배기가스 중에 포함된 산소에 의해서 분해된다. 일차적으로 MEA가 용기 표면을 부식시키고 이때 용기 표면에 발생된 철 이온이나 라디칼에 의해서 흡수제의 분해가 시작된다. 이후 초기에 만들어진 분해 생성물들이 산소에 의해서 추가적인 반응을 일으켜서 다양한 종류의 유기 산화물을 형성하면서 MEA 분해를 가속화시킨다고 볼 수 있다[S. Chi and G. T. Rochelle, Ind. Eng. Chem. Res., 41, 4178 (2002)].

[0008] 따라서 화학적 흡수법을 이용해서 배기가스 중에 포함된 이산화탄소 포집 및 재생을 효율적으로 하기 위해서는 CO₂ 흡수가 쉬우면서 동시에 포집한 CO₂를 분리하는데 추가적인 에너지 비용이 적게 들며, 열적으로 안정해서 반응 공정 과정에서 분해가 적어 추가적인 흡수제 공급을 최소화할 수 있는 새로운 흡수제의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

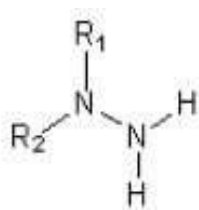
[0009] 이에, 본원은 히드라진 또는 히드라진 유도체와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 포함하는 이산화탄소 흡탈착용 조성물, 이를 이용한 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법 및 상기 조성물을 이용하여 생성된 이산화탄소 흡수 생성물을 제공하고자 한다.

[0010] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본원의 일 측면은, 하기 화학식 1로 표현되는 히드라진 또는 히드라진 유도체; 및 하기 화학식 2로 표현되는 프로모터를 포함하는, 이산화탄소 흡탈착용 조성물을 제공한다:

[0012] [화학식 1]



[0013] ;

[0014] [화학식 2]

[0015] M_x(OH)_y;

[0016] 상기 화학식들에서,

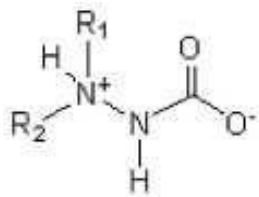
[0017] R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C₁₋₃₀ 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₁₋₃₀ 지방족 탄화

수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기; 및 Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하며, M은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이고, x는 1 내지 5의 정수이고, y는 1 내지 10의 정수임.

[0018] 본원의 다른 측면은, 본원의 일 측면에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물을 사용하여 이산화탄소를 흡착 및 탈착하는 것을 포함하는, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법을 제공한다.

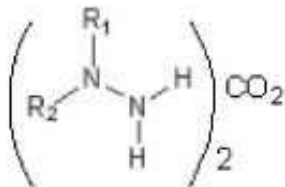
[0019] 본원의 또 다른 측면은, 이산화탄소 흡탈착용 조성물 내의 히드라진 또는 히드라진 유도체가 이산화탄소를 흡수하여 생성되며, 하기 화학식 3 또는 4로 표현되는, 이산화탄소 흡수 생성물을 제공한다:

[0020] [화학식 3]



[0021] ;

[0022] [화학식 4]



[0023] ;

[0024] 상기 화학식 3 및 4에서,

[0025] R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C₁₋₃₀ 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기; 및 Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함함.

발명의 효과

[0026] 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물은, 히드라진 또는 히드라진 유도체와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 포함함으로써, 열적 안정성이 우수하고 상압에서 이산화탄소 흡수력이 크고 적은 에너지로도 재생이 가능한 효과를 달성하였다. 또한, 이산화탄소의 흡수 및 탈착시 흡수제의 분해가 거의 없고 매우 효율적이며 안정적인 흡수제를 제공할 수 있어 경제적인 이점이 있다.

[0027] 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물은, 상기 알칼리 금속 또는 상기 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 소량 포함함으로써 상기 히드라진 또는 히드라진 유도체만 포함할 경우보다 흡수 용량을 증가시킬 수 있고, 동시에 흡수제의 손실 속도를 낮춤으로써 증발 손실을 줄일 수 있다.

[0028] 또한, 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물은, 하기 장점들을 갖는다: 1) MEA와 같은 알칸올 아민에 비해서 상대적으로 염기도는 낮음에도 불구하고 오히려 낮은 온도(상온)에서 배기가스에서 나오는 압력

근방에서도 CO₂ 흡수가 용이하다; 2) CO₂를 흡수한 화합물에서 상대적으로 낮은 온도(100℃ 이하)에서도 이산화탄소의 탈착이 용이하다; 3) 상대적으로 낮은 온도에서 CO₂의 탈착이 일어나서 흡수제 분해가 거의 없다; 4) 히드라진 및 그 유도체들은 공기 중에서 산화가 쉽게 일어나지 않는다; 5) CO₂를 흡수한 후 CO₂ 흡수 조건을 조절하면 흡수제를 쉽게 고체화할 수 있다; 6) 프로모터인 M_x(OH)_y(M=알칼리 또는 알칼리 토금속, x=1 내지 5의 정수, 및 y=1 내지 10의 정수)를 포함하여 흡수 용량이 증가하고, 동시에 증발 억제를 할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0030] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0031] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0032] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0033] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용 오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0034] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0035] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0036] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.
- [0037] 본원의 명세서 전체에 있어서, "지방족(aliphatic) 탄화수소기"는 탄소수 1 내지 30의 포화 또는 불포화 탄화수소기를 의미하고, C₁₋₃₀ 알킬기, C₂₋₃₀ 알케닐기, 또는 C₂₋₃₀ 알키닐기 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0038] 본원 명세서 전체에 있어서, "알킬기"는, 1 내지 12 개의 탄소 원자, 1 내지 10 개의 탄소 원자, 1 내지 8 개의 탄소 원자, 1 내지 5 개의 탄소 원자, 1 내지 3 개의 탄소 원자, 3 내지 8 개의 탄소 원자, 또는 3 내지 5 개의 탄소 원자를 갖는 치환 또는 비치환된 선형 또는 분지형 알킬기를 포함한다. 예를 들어, 상기 알킬기로는 메틸기, 에틸기, n-프로필기(ⁿPr), iso-프로필기(ⁱPr), n-부틸기(ⁿBu), tert-부틸기(^tBu), iso-부틸기(ⁱBu), sec-부틸기(^sBu), 펜틸기, 헥실기, 이소헥실기, 헵틸기, 4,4-디메틸펜틸기, 옥틸기, 2,2,4-트리메틸펜틸기, 노닐기, 데실기, 운데실기, 도데실기, 및 이들의 이성질체 등을 들 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0039] 본원의 명세서 전체에 있어서, "알케닐기"는 탄소수 2 내지 30, 또는 2 내지 10, 또는 2 내지 5를 가지는 선형 또는 분지형의, 치환 또는 비치환된 불포화 탄화수소기를 나타내며, 예를 들어, 에테닐기, 비닐기, 프로페닐기, 알릴기, 이소프로페닐기, 부테닐기, 이소부테닐기, t-부테닐기, n-펜테닐기, 또는 n-헥세닐기 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0040] 본원의 명세서 전체에 있어서, "알키닐기"는 탄소수 2 내지 30, 2 내지 10, 또는 2 내지 5를 가지는 선형 또는 분지형의, 치환 또는 비치환된 불포화 탄화수소기를 나타내며, 예를 들어, 에티닐기, 프로피닐기, 부티닐기, 펜티닐기, 헥시닐기, 헵티닐기, 옥티닐기, 노니닐기, 또는 데시닐기 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0041] 본원의 명세서 전체에 있어서, "지방족(aliphatic) 고리기"는 탄소수 3 내지 30, 또는 3 내지 10, 또는 3 내지 6의 불포화 또는 포화 탄소수소 고리기를 나타내며, 예를 들어, 시클로알킬기, 또는 시클로알케닐기 등을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

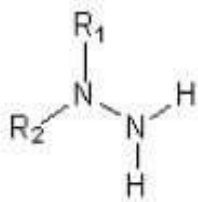
[0042] 본원의 명세서 전체에 있어서, "시클로알킬기"는 탄소수 3 내지 30, 3 내지 10, 또는 3 내지 6을 가지는 치환 또는 비치환 탄화수소 고리기를 의미하며, 예를 들어, 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 시클로노닐기, 또는 시클로데킬기 등을 포함한다.

[0043] 본원 명세서 전체에서, "방향족 고리기"는 C_{6-30} 의 방향족 탄화수소 고리기, 예를 들어, 페닐, 나프틸, 비페닐, 터페닐, 플루오렌, 페난트레닐, 트리페닐레닐, 페릴레닐, 크리세닐, 플루오란테닐, 벤조플루오레닐, 벤조트리페닐레닐, 벤조크리세닐, 안트라세닐, 스틸베닐, 파이레닐 등의 방향족 고리를 포함하는 것을 의미하며, "방향족 헤테로고리기"는 적어도 1 개의 헤테로 원소를 포함하는 방향족 고리로서, 예를 들어, 피롤릴, 피라지닐, 피리디닐, 인돌릴, 이소인돌릴, 푸릴, 벤조푸라닐, 이소벤조푸라닐, 디벤조푸라닐, 디벤조티오펜, 퀴놀릴기, 이소퀴놀릴, 퀴녹살리닐, 카르바졸릴, 페난트리디닐, 아크리디닐, 페난트롤리닐, 티에닐, 및 피리딘 고리, 피라진 고리, 피리미딘 고리, 피리다진 고리, 트리아진 고리, 인돌 고리, 퀴놀린 고리, 아크리딘고리, 피롤리딘 고리, 디옥산 고리, 피페리딘 고리, 모르폴린 고리, 피페라진 고리, 카르바졸 고리, 푸란 고리, 티오펜 고리, 옥사졸 고리, 옥사디아졸 고리, 벤조옥사졸 고리, 티아졸 고리, 티아디아졸 고리, 벤조티아졸 고리, 트리아졸 고리, 이미다졸 고리, 벤조이미다졸 고리, 피란 고리, 디벤조푸란 고리로부터 형성되는 방향족 헤테로고리기를 포함하는 것을 의미한다.

[0044] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0046] 본원의 일 측면은, 하기 화학식 1로 표현되는 히드라진 또는 히드라진 유도체; 및 하기 화학식 2로 표현되는 프로모터를 포함하는, 이산화탄소 흡탈착용 조성물을 제공한다:

[0047] [화학식 1]



[0048] ;

[0049] [화학식 2]

[0050] $M_x(OH)_y$;

[0051] 상기 화학식들에서,

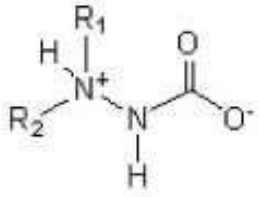
[0052] R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C_{1-30} 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{1-30} 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기; 및, Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하며, M은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이고, x는 1 내지 5의 정수이고, y는 1 내지 10의 정수임.

[0053] 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 히드라진 또는 히드라진 유도체와 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 포함함으로써, 열적 안정성이 우수하고 상압에서 이산화탄소 흡수력이 크고 적은 에너지로도 재생이 가능한 효과를 달성하였다. 또한, 이산화탄소의 흡수 및 탈착시 흡수제의 분

해가 거의 없고 매우 효율적이며 안정적인 흡수제를 제공할 수 있어 경제적인 이점이 있다.

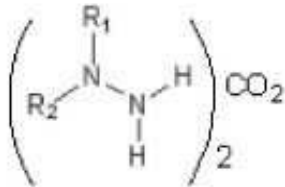
- [0054] 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 상기 알칼리 금속 또는 상기 알칼리 토금속의 수산화물 형태의 프로모터를 소량 포함함으로써 상기 히드라진 또는 히드라진 유도체만 포함할 경우보다 흡수 용량을 증가시킬 수 있고, 동시에 흡수제의 손실 속도를 낮춤으로써 증발 손실을 줄일 수 있다.
- [0055] 또한, 본원의 일 구현예에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 하기 장점들을 갖는다: 1) MEA와 같은 알칸올 아민에 비해서 상대적으로 염기도는 낮음에도 불구하고 오히려 낮은 온도(상온)에서 배기가스에서 나오는 압력 근방에서도 CO₂ 흡수가 용이하다; 2) CO₂를 흡수한 화합물에서 상대적으로 낮은 온도(100℃ 이하)에서도 이산화탄소의 탈착이 용이하다; 3) 상대적으로 낮은 온도에서 CO₂의 탈착이 일어나서 흡수제 분해가 거의 없다; 4) 히드라진 및 그 유도체들은 공기 중에서 산화가 쉽게 일어나지 않는다; 5) CO₂를 흡수한 후 CO₂ 흡수 조건을 조절하면 흡수제를 쉽게 고체화할 수 있다; 6) 프로모터인 M_x(OH)_y (M=알칼리 또는 알칼리 토금속, x=1 내지 5의 정수, 및 y=1 내지 10의 정수)를 포함하여 흡수 용량이 증가하고, 동시에 증발 억제제를 할 수 있다.
- [0056] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 무용매 조건에서 이산화탄소를 흡착시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0057] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 운할 용제로서 용매의 존재하에서 이산화탄소를 흡착시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 용매는 본 분야에서 사용되는 것이라면 제한 없이 사용될 수 있으며, 예를 들어, 물, 알코올, 에테르, C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소, C₅₋₃₀ 방향족 탄화수소, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 용매는 상기 히드라진 또는 히드라진 유도체 약 100 중량부에 대하여 약 1 내지 약 100 중량부, 예를 들어, 약 10 내지 약 90의 중량부 또는 약 20 내지 약 85 중량부의 양으로 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0058] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 알코올은 메탄올, 에탄올, 프로판올, 이소프로판올, n-뷰탄올, 이소뷰탄올, sec-뷰탄올, tert-뷰탄올, n-펜탄올, 이소펜탄올, sec-펜탄올, tert-펜탄올, 헥산올, 헵탄올, 옥탄올, 노난올, 데칸올, 운데칸올, 도데칸올, 펜타데칸올, 에틸렌글리콜, 글리세롤, 에리쓰리톨, 자일리톨, 만니톨 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하고, 상기 에테르는 탄소수 2 개 내지 20 개의 디메틸에테르, 디에틸에테르, THF, 다이옥신, 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 용매는, 에틸렌글리콜, 글리세롤, 에리쓰리톨, 자일리톨, 만니톨과 같은 폴리올을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0059] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 용매로서 C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소 또는 C₅₋₃₀ 방향족 탄화수소를 사용할 경우, 펜탄, 헥산, 헵탄 등의 지방족 탄소화합물 또는 벤젠, 톨루엔, 및 자일렌 등의 방향족 탄소화합물 또는 산소, 질소 등의 헤테로 원자가 치환된 방향족 탄소화합물 등의 유기 용제, 또는 상기 용제들의 혼합물을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0060] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 약 2 내지 약 3,000 psi 범위의 압력 하에서 이산화탄소를 흡착할 수 있으며, 예를 들어, 약 2 내지 약 2,000 psi, 약 2 내지 약 1,000 psi, 약 2 내지 약 500 psi, 약 2 내지 약 100 psi, 약 10 내지 약 3,000 psi, 약 50 내지 약 3,000 psi, 약 100 내지 약 3,000 psi, 약 500 내지 약 3,000 psi, 또는 약 1,000 내지 약 3,000 psi 범위의 압력하에서 이산화탄소를 흡착할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0061] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 비교적 온화한 온도 조건, 예를 들어, 약 -20℃ 내지 약 100℃ 범위의 온도하에서 이산화탄소를 흡착할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 온도 범위는, 예를 들어, 약 -10℃ 내지 약 100℃, 약 0℃ 내지 약 100℃, 약 20℃ 내지 약 100℃, 약 50℃ 내지 약 100℃, 약 80℃ 내지 약 100℃, 약 -20℃ 내지 약 80℃, 약 -20℃ 내지 약 50℃, 약 -20℃ 내지 약 10℃, 약 -20℃ 내지 약 0℃, 또는 약 10℃ 내지 약 40℃일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0062] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 수분의 첨가에 의해 흡착된 이산화탄소를 탈착시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 이산화탄소가 흡착된 상기 조성물은 고체 상태에 있으나, 물을 첨가하면 이산화탄소가 분해되어 기체로 빠져나온다.
- [0063] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 조성물 내의 히드라진 또는 히드라진 유도체는 이산화탄소를 흡수하여 하기 화학식 3 또는 4로 표현되는 이산화탄소 흡수 생성물을 생성할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[0064] [화학식 3]



[0065] ;

[0066] [화학식 4]



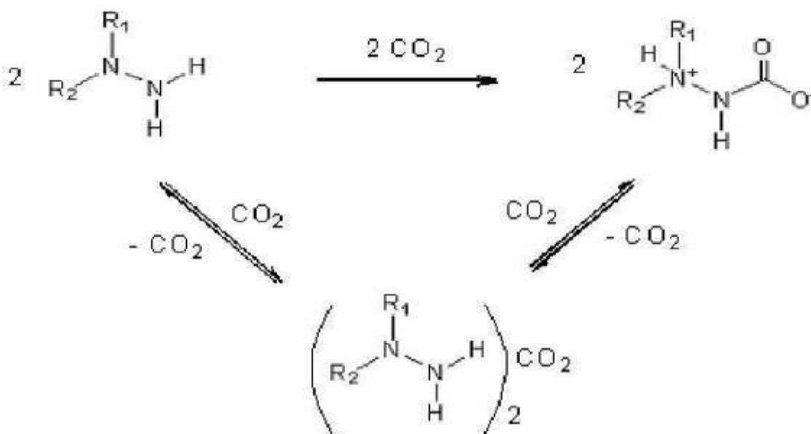
[0067] ;

[0068] 상기 화학식 3 및 4에서,

[0069] R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C_{1-30} 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{1-30} 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기; 및 Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함함.

[0070] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 조성물의 히드라진 또는 히드라진 유도체가 이산화탄소를 흡수하여 이산화탄소를 포집함으로써 상기 화학식 3 또는 4의 이산화탄소 흡수 생성물을 생성하는 것은 하기 반응식 1과 같이 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

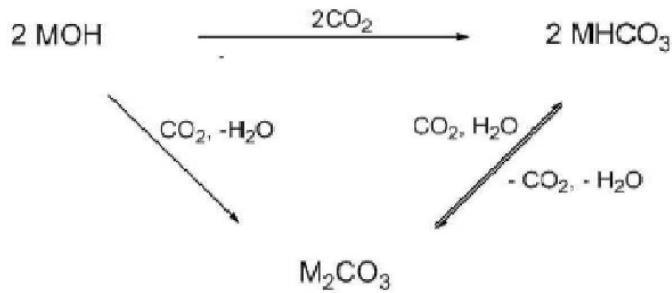
[0071] [반응식 1]



[0072]

[0073] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 조성물의 프로모터는 하기 반응식 2와 같이 이산화탄소와 반응하여 이산화탄소를 흡착하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0074] [반응식 2]



[0075]

[0077] 본원의 다른 측면은, 본원의 일 측면에 따른 이산화탄소 흡탈착용 조성물을 사용하여 이산화탄소를 흡착 및 탈착하는 것을 포함하는, 이산화탄소의 흡착 및 탈착 방법을 제공한다.

[0078] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 무용매 조건에서 이산화탄소를 흡착시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0079] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 윤활 용제로서 용매의 존재하에서 이산화탄소를 흡착시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 용매는 본 분야에서 사용되는 것이라면 제한 없이 사용될 수 있으며, 예를 들어, 물, 알코올, 에테르, C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소, C₅₋₃₀ 방향족 탄화수소, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 용매는 상기 히드라진 또는 히드라진 유도체 약 100 중량부에 대하여 약 1 내지 약 100 중량부, 예를 들어, 약 10 내지 약 90의 중량부 또는 약 20 내지 약 85 중량부의 양으로 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0080] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 알코올은 메탄올, 에탄올, 프로판올, 이소프로판올, n-부탄올, 이소부탄올, sec-부탄올, tert-부탄올, n-펜탄올, 이소펜탄올, sec-펜탄올, tert-펜탄올, 헥산올, 헵탄올, 옥탄올, 노난올, 데칸올, 운데칸올, 도데칸올, 펜타데칸올, 에틸렌글리콜, 글리세롤, 에리쓰리톨, 자일리톨, 만니톨 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함하고, 상기 에테르는 탄소수 2 개 내지 20 개의 디메틸에테르, 디에틸에테르, THF, 다이옥신, 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 용매는, 에틸렌글리콜, 글리세롤, 에리쓰리톨, 자일리톨, 만니톨과 같은 폴리올을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0081] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 용매로서 C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소 또는 C₅₋₃₀ 방향족 탄화수소를 사용할 경우, 펜탄, 헥산, 헵탄 등의 지방족 탄소화합물 또는 벤젠, 톨루엔, 및 자일렌 등의 방향족 탄소화합물 또는 산소, 질소 등의 헤테로 원자가 치환된 방향족 탄소화합물 등의 유기 용제, 또는 상기 용제들의 혼합물을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0082] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 약 2 내지 약 3,000 psi 범위의 압력 하에서 이산화탄소를 흡착할 수 있으며, 예를 들어, 약 2 내지 약 2,000 psi, 약 2 내지 약 1,000 psi, 약 2 내지 약 500 psi, 약 2 내지 약 100 psi, 약 10 내지 약 3,000 psi, 약 50 내지 약 3,000 psi, 약 100 내지 약 3,000 psi, 약 500 내지 약 3,000 psi, 또는 약 1,000 내지 약 3,000 psi 범위의 압력하에서 이산화탄소를 흡착할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

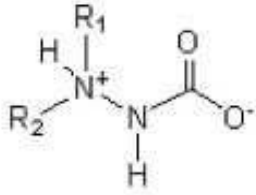
[0083] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 비교적 온화한 온도 조건, 예를 들어, 약 -20℃ 내지 약 100℃ 범위의 온도 하에서 이산화탄소를 흡착할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 온도 범위는, 예를 들어, 약 -10℃ 내지 약 100℃, 약 0℃ 내지 약 100℃, 약 20℃ 내지 약 100℃, 약 50℃ 내지 약 100℃, 약 80℃ 내지 약 100℃, 약 -20℃ 내지 약 80℃, 약 -20℃ 내지 약 50℃, 약 -20℃ 내지 약 10℃, 약 -20℃ 내지 약 0℃, 또는 약 10℃ 내지 약 40℃일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0084] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡탈착용 조성물은 수분의 첨가에 의해 흡착된 이산화탄소를 탈착시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 이산화탄소가 흡착된 상기 조성물은 고체 상태에 있으나, 물을 첨가하면 이산화탄소가 분해되어 기체로 빠져나온다.

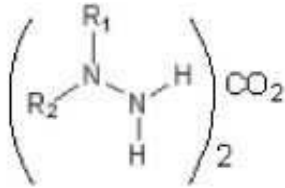
[0085] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 조성물 내의 히드라진 또는 히드라진 유도체는 이산화탄소를 흡수하여 하기

화학식 3 또는 4로 표현되는 이산화탄소 흡수 생성물을 생성할 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다:

[화학식 3]



[화학식 4]

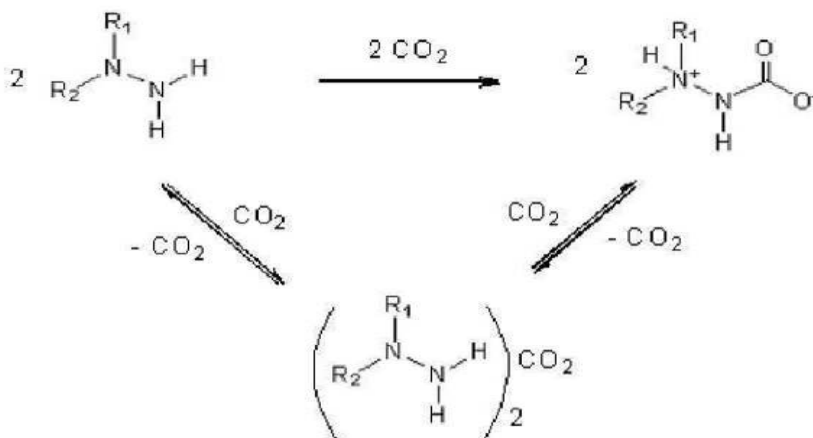


상기 화학식 3 및 4에서,

R_1 및 R_2 는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C_{1-30} 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{1-30} 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{3-30} 헤테로 지방족 고리기; 및 Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C_{5-30} 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함함.

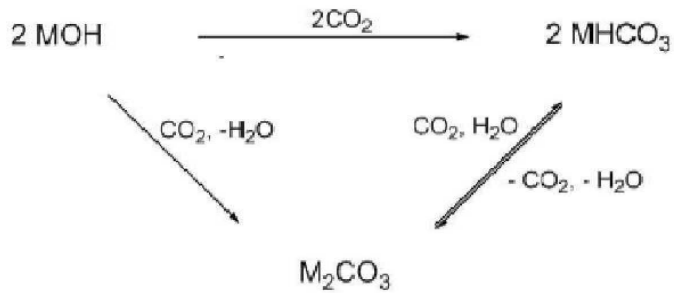
본원의 일 구현예에 있어서, 상기 조성물의 히드라진 또는 히드라진 유도체가 이산화탄소를 흡수하여 이산화탄소를 포집함으로써 상기 화학식 3 또는 4의 이산화탄소 흡수 생성물을 생성하는 것은 하기 반응식 1과 같이 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[반응식 1]



본원의 일 구현예에 있어서, 상기 조성물의 프로모터는 하기 반응식 2와 같이 이산화탄소와 반응하여 이산화탄소를 흡착하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

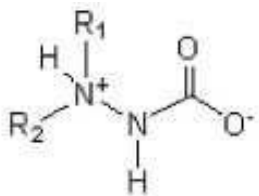
[0096] [반응식 2]



[0097]

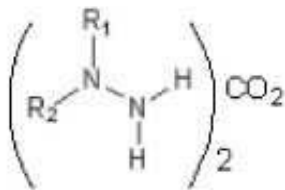
[0099] 본원의 또 다른 측면은, 이산화탄소 흡탈착용 조성물 내의 히드라진 또는 히드라진 유도체가 이산화탄소를 흡수하여 생성되며, 하기 화학식 3 또는 4로 표현되는, 이산화탄소 흡수 생성물을 제공한다:

[0100] [화학식 3]



[0101]

[0102] [화학식 4]



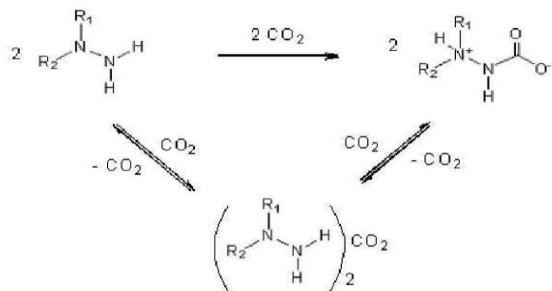
[0103]

[0104] 상기 화학식 3 및 4에서,

[0105] R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 H이거나; 치환 또는 비치환된 C₁₋₃₀ 지방족(aliphatic) 탄화수소기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기, 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 방향족(aromatic) 고리기, 및 치환 또는 비치환된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₁₋₃₀ 지방족 탄화수소기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 지방족 고리기; Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₃₋₃₀ 헤테로 지방족 고리기; 및, Si, O, S, Se, N, P, As, F, Cl, Br, 및 I로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 하나 이상 포함된 C₅₋₃₀ 헤테로 방향족 고리기로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 포함함.

[0106] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이산화탄소 흡수 생성물은 반응식 1과 같은 반응에 의해 생성될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0107] [반응식 1]



[0108]

[0110] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것일 뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0112] [실시예]

[0113] 실시예 1

[0114] 히드라진모노하이드레이트 5 g 및 프로모터로서 KOH 3%를 30 mL 반응기에 넣고 상온에서 이산화탄소 압력을 3 기압 조건에서 일정하게 유지했다. 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였고, 하기 비교예 1의 알칼리 금속의 수산화물(프로모터)을 첨가하지 않은 경우보다 이산화탄소의 흡수량이 더 많은 것으로 판단된다.

[0116] 비교예 1(프로모터를 첨가하지 않은 경우)

[0117] 히드라진하이드레이트 5 g을 30 mL 반응기에 넣고 상온에서 이산화탄소 압력을 3 기압 조건에서 일정하게 유지했다. 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.4 g이 결합됨을 확인하였다.

[0119] 실시예 2

[0120] 나머지는 실시예 1과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.

[0122] 실시예 3

[0123] 나머지는 실시예 1과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.

[0125] 실시예 4

[0126] 나머지는 실시예 1과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.

[0128] 실시예 5

[0129] KOH 6%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.

- [0131] **실시예 6**
- [0132] 나머지는 실시예 5와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0134] **실시예 7**
- [0135] 나머지는 실시예 5와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0137] **실시예 8**
- [0138] 나머지는 실시예 5와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0140] **실시예 9**
- [0141] KOH 10%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0143] **실시예 10**
- [0144] 나머지는 실시예 9와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0146] **실시예 11**
- [0147] 나머지는 실시예 9와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0149] **실시예 12**
- [0150] 나머지는 실시예 9와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0152] **실시예 13**
- [0153] NaOH 3%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0155] **실시예 14**
- [0156] 나머지는 실시예 13과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0158] **실시예 15**
- [0159] 나머지는 실시예 13과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.

- [0161] **실시예 16**
- [0162] 나머지는 실시예 13과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0164] **실시예 17**
- [0165] NaOH 6%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0167] **실시예 18**
- [0168] 나머지는 실시예 17과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0170] **실시예 19**
- [0171] 나머지는 실시예 17과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0173] **실시예 20**
- [0174] 나머지는 실시예 17과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0176] **실시예 21**
- [0177] NaOH 10%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0179] **실시예 22**
- [0180] 나머지는 실시예 21과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0182] **실시예 23**
- [0183] 나머지는 실시예 21과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0185] **실시예 24**
- [0186] 나머지는 실시예 21과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0188] **실시예 25**

- [0189] Ca(OH)_2 3%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0191] **실시예 26**
- [0192] 나머지는 실시예 25와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0194] **실시예 27**
- [0195] 나머지는 실시예 25와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0197] **실시예 28**
- [0198] 나머지는 실시예 25와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.5 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0200] **실시예 29**
- [0201] Ca(OH)_2 6%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0203] **실시예 30**
- [0204] 나머지는 실시예 29와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0206] **실시예 31**
- [0207] 나머지는 실시예 29와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0209] **실시예 32**
- [0210] 나머지는 실시예 29와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.6 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0212] **실시예 33**
- [0213] Ca(OH)_2 10%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 1과 동일하며, 30 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0215] **실시예 34**
- [0216] 나머지는 실시예 33과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 40 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.

- [0218] **실시예 35**
- [0219] 나머지는 실시예 33과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 90 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0221] **실시예 36**
- [0222] 나머지는 실시예 33과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 180 분 경과 후, 이산화탄소 4.8 g이 결합됨을 확인하였다.
- [0224] **실시예 37**
- [0225] KOH 3%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0227] **실시예 38**
- [0228] 나머지는 실시예 37과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0230] **실시예 39**
- [0231] 나머지는 실시예 37과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0233] **실시예 40**
- [0234] 나머지는 실시예 37과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0236] **실시예 41**
- [0237] KOH 6%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.
- [0239] **실시예 42**
- [0240] 나머지는 실시예 41과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.7g을 회수하였다.
- [0242] **실시예 43**
- [0243] 나머지는 실시예 41과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.
- [0245] **실시예 44**

- [0246] 나머지는 실시예 41과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.
- [0248] **실시예 45**
- [0249] KOH 10%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.
- [0251] **실시예 46**
- [0252] 나머지는 실시예 45와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.9g을 회수하였다.
- [0254] **실시예 47**
- [0255] 나머지는 실시예 45와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.9g을 회수하였다.
- [0257] **실시예 48**
- [0258] 나머지는 실시예 45와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.
- [0260] **실시예 49**
- [0261] NaOH 3%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0263] **실시예 50**
- [0264] 나머지는 실시예 49와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0266] **실시예 51**
- [0267] 나머지는 실시예 49와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0269] **실시예 52**
- [0270] 나머지는 실시예 49와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0272] **실시예 53**
- [0273] NaOH 6%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.

- [0275] **실시예 54**
- [0276] 나머지는 실시예 53과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.7g을 회수하였다.
- [0278] **실시예 55**
- [0279] 나머지는 실시예 53과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.
- [0281] **실시예 56**
- [0282] 나머지는 실시예 53과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.
- [0284] **실시예 57**
- [0285] NaOH 10%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.
- [0287] **실시예 58**
- [0288] 나머지는 실시예 57과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.9g을 회수하였다.
- [0290] **실시예 59**
- [0291] 나머지는 실시예 57과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.9g을 회수하였다.
- [0293] **실시예 60**
- [0294] 나머지는 실시예 57과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.
- [0296] **실시예 61**
- [0297] Ca(OH)_2 3%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.
- [0299] **실시예 62**
- [0300] 나머지는 실시예 61과 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.6g을 회수하였다.
- [0302] **실시예 63**
- [0303] 나머지는 실시예 61과 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.

수하였다.

[0305] 실시예 64

[0306] 나머지는 실시예 61과 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.6 g을 회수하였다.

[0308] 실시예 65

[0309] $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 6%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.

[0311] 실시예 66

[0312] 나머지는 실시예 65와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.

[0314] 실시예 67

[0315] 나머지는 실시예 65와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.

[0317] 실시예 68

[0318] 나머지는 실시예 65와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 조건에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.7 g을 회수하였다.

[0320] 실시예 69

[0321] $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10%를 프로모터로 첨가했으며 히드라진모노하이드레이트 5 g과 물 5 g을 사용하였고, 나머지는 실시예 1과 동일하다. 60 분 경과 후 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.

[0323] 실시예 70

[0324] 나머지는 실시예 69와 동일하며, 압력을 2 기압 조건에서 유지하였다. 80 분 경과 후, 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.

[0326] 실시예 71

[0327] 나머지는 실시예 69와 동일하며, 압력을 1 기압 조건에서 유지하였다. 100 분 경과 후, 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.

[0329] 실시예 72

[0330] 나머지는 실시예 69와 동일하며, 이산화탄소를 0.5 기압 기압에서 흘려주었다. 160 분 경과 후, 흰색 고체 7.9 g을 회수하였다.

- [0332] **실시예 73**
- [0333] 실시예 1에서 얻어진 고체 화합물 7.6 g 과 20 g의 물을 환류 장치가 있는 플라스크에 넣고 70℃로 가열하였다. 5 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0335] **실시예 74**
- [0336] 나머지는 실시예 73과 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 10 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0338] **실시예 75**
- [0339] 나머지는 실시예 73과 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 20 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0341] **실시예 76**
- [0342] 나머지는 실시예 73과 동일하며 온도는 50℃이다. 20 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0344] **실시예 77**
- [0345] 나머지는 실시예 76과 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 30 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0347] **실시예 78**
- [0348] 나머지는 실시예 76과 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 40 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0350] **실시예 79**
- [0351] 나머지는 실시예 73과 동일하며 온도는 25℃이다. 60 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0353] **실시예 80**
- [0354] 나머지는 실시예 79와 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 120 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0356] **실시예 81**
- [0357] 나머지는 실시예 79와 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 180 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0359] **실시예 82**
- [0360] 실시예 13에서 얻어진 고체 화합물 7.7 g과 20 g의 물을 환류 장치가 있는 플라스크에 넣고 70℃로 가열하였다.

5 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0362] 실시예 83

나머지는 실시예 82와 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 10 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0365] 실시예 84

나머지는 실시예 82와 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 20 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0368] 실시예 85

나머지는 실시예 82와 동일하며 온도는 50℃이다. 20 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0371] 실시예 86

나머지는 실시예 85와 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 30 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0374] 실시예 87

나머지는 실시예 85와 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 40 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0377] 실시예 88

나머지는 실시예 82와 동일하며 온도는 25℃이다. 60 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0380] 실시예 89

나머지는 실시예 88과 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 120 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0383] 실시예 90

나머지는 실시예 88과 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 180 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

[0386] 실시예 91

실시예 25에서 얻어진 고체 화합물 7.9 g 과 20 g의 물을 환류 장치가 있는 플라스크에 넣고 70℃로 가열하였다. 5 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.

- [0389] **실시예 92**
- [0390] 나머지는 실시예 91과 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 10 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0392] **실시예 93**
- [0393] 나머지는 실시예 91과 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 20 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0395] **실시예 94**
- [0396] 나머지는 실시예 91과 동일하며 온도는 50℃이다. 20 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0398] **실시예 95**
- [0399] 나머지는 실시예 94와 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 30 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0401] **실시예 96**
- [0402] 나머지는 실시예 94와 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 40 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0404] **실시예 97**
- [0405] 나머지는 실시예 91과 동일하며 온도는 25℃이다. 60 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0407] **실시예 98**
- [0408] 나머지는 실시예 97과 동일하며 10 g의 물을 사용하였다. 120 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0410] **실시예 99**
- [0411] 나머지는 실시예 97과 동일하며 5 g의 물을 사용하였다. 180 분 후에 이산화탄소는 모두 기화하고 히드라진 하이드레이트를 정량적으로 얻을 수 있었으며, 발생한 이산화탄소는 98% 이상의 순도를 보여주었다.
- [0413] **실시예 100**
- [0414] 히드라진하이드레이트 5 g에 3% KOH 프로모터를 첨가하여 제조된 흡수제를 연속순환장치에서 이산화탄소 실험을 진행하여 흡수제의 흡수용량(cyclic capacity)을 측정하였다. 상기 흡수제의 흡수용량이 130 g CO₂/kg임을 확인할 수 있었고, 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 15 mg/s로서, 하기 비교예 2의 알칼리 금속의 수산화물(프로모터)의 첨가가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.

- [0416] **비교예 2(프로모터를 첨가하지 않은 경우)**
- [0417] 히드라진하이드레이트 5 g을 실시예 100과 같은 조건에서 실험을 진행하였을 때 상기 흡수제의 흡수용량이 112 g CO₂/kg임을 확인할 수 있었다. 15% 이산화탄소를 사용하였으며 흡수는 40℃에서 탈착은 100℃ 근방에서 진행하였다. 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 25 mg/s로 확인할 수 있었다.
- [0419] **실시예 101**
- [0420] KOH 6%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 135 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 14 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.
- [0422] **실시예 102**
- [0423] KOH 10%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 140 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 14 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.
- [0425] **실시예 103**
- [0426] NaOH 3%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 129 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 14 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.
- [0428] **실시예 104**
- [0429] NaOH 6%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 132 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 14 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.
- [0431] **실시예 105**
- [0432] NaOH 10%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 135 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 14 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.
- [0434] **실시예 106**
- [0435] Ca(OH)₂ 3%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 119 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 16 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.
- [0437] **실시예 107**
- [0438] Ca(OH)₂ 6%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이

128 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 14 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.

[0440] 실시예 108

[0441] Ca(OH)₂ 10%를 프로모터로 첨가했으며 나머지는 실시예 100과 동일한 조건에서 실험을 진행하였고, 흡수용량이 136 g CO₂/kg으로 증가했으며 최대 이산화탄소 흡수와 탈착에 문제가 없이 실험이 진행되었다. 또한 흡수탑 상단의 온도가 50℃에서 흡수제의 손실 속도는 15 mg/s로 첨가제가 없는 경우보다 손실량이 줄어든 것으로 판단된다.

[0443] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수도 있다.

[0444] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.