



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0138230
(43) 공개일자 2018년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B09B 3/00 (2006.01) B01F 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B09B 3/00 (2013.01)
B01F 3/1207 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0077289
(22) 출원일자 2017년06월19일
심사청구일자 2017년06월19일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
정철우
부산광역시 연제구 거제천로 233 104동 704호 (거제동, 월드메르디앙)
이민희
부산광역시 해운대구 대천로 103번길 61, 엘지아파트 105-1601
(74) 대리인
조영현

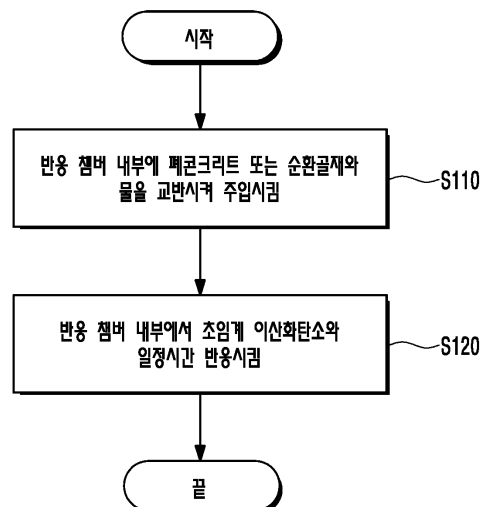
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 폐콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법 및 저감장치

(57) 요약

본 발명은 폐콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법 및 저감장치에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 폐콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법은 반응 챔버 내부에 폐콘크리트 또는 순환골재와 물을 주입시키는 단계 및 상기 반응 챔버 내부에서 초임계 유체 상태의 이산화탄소와 반응시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

Y02W 30/00 (2015.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 16CTAP-C115166-01

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구사업

연구과제명 초임계이산화탄소(Supercritical Carbon Dioxide)를 활용한 폐콘크리트 및 순환골재의 pH
8.5 이하 중성화 처리기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2016.10.24 ~ 2017.06.21

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 반응 챔버 내부에 페콘크리트 또는 순환골재와 물을 주입시키는 단계; 및
- (b) 상기 반응 챔버 내부에서 초임계 유체 상태의 이산화탄소와 반응시키는 단계를 포함하는 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계는

상기 반응 챔버 내부에 상기 페콘크리트 또는 순환골재와 물을 소정의 비율로 교반하여 주입시키는 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 반응 챔버 내부의 온도는 50~80℃로 상기 반응 챔버 내부의 압력은 100~200bar로 유지하며 반응시키는 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법.

청구항 4

내부에 페콘크리트 또는 순환골재와 물을 수용하고 초임계 유체 상태의 이산화탄소와 반응을 일으키도록 밀폐된 반응 챔버;

상기 반응 챔버 내부의 온도를 조절하는 온도 조절부;

상기 반응 챔버 내부에 공급되는 이산화탄소를 저장하는 이산화탄소 저장탱크; 및

상기 이산화탄소 저장탱크에 저장된 이산화탄소의 압력을 조절하며 상기 반응 챔버 내부로 공급하도록 하는 압력 조절부를 포함하며,

상기 온도 조절부와 상기 압력 조절부는 상기 반응 챔버 내에서 상기 이산화탄소 저장탱크로부터 공급되는 이산화탄소가 초임계 상태의 이산화탄소가 되도록 상기 반응 챔버 내부의 온도와 압력을 조절하는 것을 특징으로 하는 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 온도 조절부는 상기 반응 챔버 내부의 온도를 50~80℃로 유지하도록 하고, 상기 압력 조절부는 상기 반응 챔버 내부의 압력을 100~200bar으로 유지하도록 하는 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법 및 저감장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 초임계 이산화탄소를 반응시켜 페콘크리트 또는 순환골재의 pH를 저감시키고 반응 후에도 저감된 pH를 유지하도록 하는 페콘크리트 또는 순환골재의 pH 저감방법 및 저감장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 현재 전체 폐기물 발생량의 약 50%를 차지하는 건설폐기물 재활용을 위해 각 국에서는 관련 법 등을 규정하여 폐콘크리트 및 순환골재의 재활용 촉진을 적극적으로 도모하고 있다. 하지만, 이러한 노력에도 불구하고 폐콘크리트 및 순환골재는 다양한 용도로 재활용되지 못하고 있다. 폐콘크리트와 순환골재는 사용환경에서 물과 접하게 되면 높은 pH를 가지게 되어 알칼수 누출 등과 같은 환경적 문제를 야기시킬 수 있기 때문이다.
- [0003] 따라서, 폐콘크리트 및 순환골재를 재활용하기 위해서는 반드시 pH를 저감시키는 것이 필요하다.
- [0004] 종래에 순환골재의 pH를 저감시키기 위한 방법으로 순환골재의 표면을 개질 처리하는 방법이 알려져 있다. 하지만, 이 방법은 개질 처리를 위한 추가비용이 상당히 발생하고, 나아가 순환골재 재료 자체의 pH가 크게 저감되지 않는 문제점이 있다.
- [0005] 또한, 종래에 순환골재의 pH를 저감시키기 위한 방법으로 기상 또는 액상의 이산화탄소(CO_2)를 반응물질로 활용하는 방법이 알려져 있다. 하지만, 이 방법은 pH 값을 일정 수준 이하로 저감시키는 효과는 있으나, pH 9.8 이하의 수준으로 저감시키는 것이 어렵고 일정 시간이 지나면 다시 pH값이 재상승하여 복귀된다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2013-0113803호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 물과 함께 혼합된 폐콘크리트 또는 순환골재에 초임계 이산화탄소를 반응시켜 폐콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH)를 저감시키고 반응 후에도 저감된 pH를 유지하도록 하는 있는 폐콘크리트 또는 순환골재의 pH 저감방법 및 저감장치를 제공함에 있다.
- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적은, 본 발명에 따라, (a) 반응 챔버 내부에 폐콘크리트 또는 순환골재와 물을 주입시키는 단계; 및 (b) 상기 반응 챔버 내부에서 초임계 유체 상태의 이산화탄소와 반응시키는 단계를 포함하는 폐콘크리트 또는 순환골재의 저감방법에 의해 달성될 수가 있다.
- [0010] 여기서, 상기 (a) 단계는 상기 반응 챔버 내부에 상기 폐콘크리트 또는 순환골재와 물을 소정의 비율로 교반하여 주입시키는 것이 바람직하다.
- [0011] 여기서, 상기 반응 챔버 내부의 온도는 50~80℃로 상기 반응 챔버 내부의 압력은 100~200bar로 유지하며 반응시키는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 내부에 폐콘크리트 또는 순환골재와 물을 수용하고 초임계 유체 상태의 이산화탄소와 반응을 일으키도록 밀폐된 반응 챔버; 상기 반응 챔버 내부의 온도를 조절하는 온도 조절부; 상기 반응 챔버 내부에 공급되는 이산화탄소를 저장하는 이산화탄소 저장탱크; 및 상기 이산화탄소 저장탱크에 저장된 이산화탄소의 압력을 조절하며 상기 반응 챔버 내부로 공급하도록 하는 압력 조절부를 포함하며, 상기 온도 조절부와 상기 압력 조절부는 상기 반응 챔버 내에서 상기 이산화탄소 저장탱크로부터 공급되는 이산화탄소가 초임계 상태의 이산화탄소가 되도록 상기 반응 챔버 내부의 온도와 압력을 조절하는 것을 특징으로 하는 폐콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감장치에 의해 달성될 수가 있다.
- [0013] 여기서, 상기 온도 조절부는 상기 반응 챔버 내부의 온도를 50~80℃로 유지하도록 하고, 상기 압력 조절부는 상기 반응 챔버 내부의 압력을 100~200bar으로 유지하도록 하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0014] 상기한 바와 같은 본 발명의 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법 및 저감장치에 따르면 물과 혼합된 페콘크리트 또는 순환골재에 초임계 이산화탄소를 반응시켜 페콘크리트 및 순환골재의 pH를 9.0 이하로 저감시키고 반응 후 시간이 경과하여도 pH가 재상승하지 않고 저감된 상태를 유지할 수 있다는 장점이 있다.
- [0015] 또한, 환경적으로 문제가 되는 이산화탄소를 반응제로 활용하여 이산화 탄소를 소비시키는 방안으로 활용될 수 있으며, 이산화탄소가 탄산칼슘(CaCO_3) 등의 형태로 영구적으로 결정화되어 대기 중으로 유출될 우려가 없다는 장점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법의 순서도이다.
- 도 2는 온도와 압력에 따른 이산화탄소의 상변화 곡선을 도시한다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 pH 저감장치의 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 페콘크리트 또는 순환골재에 초임계 이산화탄소를 반응시키는 실험 장치의 일 예를 도시하는 도면이다.
- 도 5는 도 4의 실험장치를 이용한 실험예 1의 반응 실험의 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 실험예 2의 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 실험예 3의 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.
- [0018] 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. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다
- [0019] 이하, 본 발명의 실시예들에 의하여 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법 및 저감장치를 설명하기 위한 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법의 순서도이다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH) 저감방법은 반응 챔버(210) 내부에 페콘크리트 또는 순환골재와 물을 주입시키는 단계(S110) 및 반응 챔버(210) 내부에서 초임계 유체 상태의 이산화탄소(이하, 초임계 이산화탄소라 고 함)를 반응시키는 단계(S120)를 포함한다.
- [0022] 먼저, 페콘크리트 또는 순환골재와 물을 소정의 비율로 혼합하여 교반시켜 밀폐된 반응 챔버(210) 내부에 주입시킨다(S110).
- [0023] 이후, 반응 챔버(210) 내부에서 초임계 이산화탄소를 공급하여 일정 시간 동안 반응을 시켜 페콘크리트 또는 순환골재의 pH를 저감시킨다(S120).
- [0024] 도 2는 온도와 압력에 따른 이산화탄소의 상변화 곡선을 도시하는데, 도시되어 있는 것과 같이 이산화탄소는 온도 31.1℃ 압력 73.8bar를 임계점(critical point)으로 도시되어 있는 온도 및 압력의 조건일 때 초임계 이산화탄소로 존재하게 된다. 따라서, 반응 챔버(210) 내부에 공급된 이산화탄소가 초임계 유체 상태를 유지하도록 반응 챔버(210) 내부의 온도와 압력을 조절하여야 하는데, 바람직하게는 반응 챔버(210) 내부의 온도는 50~80℃로, 반응 챔버(210) 내부의 압력은 100~200bar의 값을 가지도록 반응 챔버(210) 내부의 온도 및 이산화탄소의 공급 압력을 조절한다.
- [0025] 이와 같이 반응 챔버(210) 내부에 이산화탄소를 초임계 유체 상태로 유지하도록 하는 온도와 압력이 조성된 상태에서, 반응 챔버(210) 내부에 물과 함께 교반시킨 페콘크리트 또는 순환골재를 초임계 이산화탄소와 일정 시

간 동안 반응시키도록 한다.

[0026] 페콘크리트와 순환골재에는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 가 다량 포함되어 있어서, 물과 반응을 할 때 OH^- 이온으로 용해되어 물의 pH가 상승하게 된다. 이와 같은 용해 반응에 본 발명에서와 같이 초임계 이산화탄소를 반응시키면, 용존하는 이산화탄소를 포함하는 물과의 반응으로 OH^- 가 소모되며, 추가로 용출되는 양이온이 비정형의 규산염, 탄산염을 형성하게 된다. 따라서, 초임계 이산화탄소와의 반응에 의해 pH 상승의 원인이 되는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 소비시키고 안정된 고상으로 침전시킴으로써 페콘크리트 및 순환골재의 pH를 저감시킬 수가 있다.

[0027] 초임계 유체는 기체의 성질과 액체의 성질을 함께 가지는데, 기체와 같은 전달 특성과 액체와 같은 용매 성질을 함께 가지므로, 짧은 시간 내에 페콘크리트 및 순환골재와 접촉하여 반응을 일으킬 수가 있다. 이와 같이 초임계 유체 상태의 이산화탄소를 페콘크리트 또는 순환골재와 반응시킬 때, 페콘크리트 또는 순환골재의 pH가 12이상의 값에서 9.0 이하로 저감될 뿐만 아니라, 반응 후 시간이 경과하여도 9.0 이하의 값을 계속 유지하는 특성을 가진다. 이와 관련해서는 후술하는 실험예를 통해 상세히 설명하기로 한다.

[0028] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 pH 저감장치의 구성도이다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 pH 저감장치는 반응 챔버(210), 온도 조절부(220), 이산화탄소 저장탱크(230) 및 압력 조절부(240)를 포함하여 구성될 수가 있다.

[0030] 반응 챔버(210)는 페콘크리트 또는 순환골재와 물을 소정의 비율로 교반시켜 내부에 수용한 상태에서 밀폐시키도록 하고, 후술하는 이산화탄소 저장탱크(230)로부터 이산화탄소를 공급받아 초임계 이산화탄소와 반응시키도록 한다. 이때, 반응 챔버(210) 내부에는 초임계 이산화탄소의 상태 유지가 가능하도록 하는 온도 및 압력을 조성하게 되는데, 반응 챔버(210) 상기 온도와 압력에 견딜 수 있는 재질 및 구조로 형성되는 것이 바람직하다.

[0031] 온도 조절부(220)는 반응 챔버(210) 내에서 초임계 이산화탄소와 반응을 일으킬 때 초임계 이산화탄소의 상태 유지가 가능하도록 반응 챔버(210) 내부의 온도를 제어한다. 이때, 온도 조절부(220)는 반응 챔버(210) 주위에 열선의 형태로 형성되어 반응 챔버(210) 내부의 온도를 제어할 수가 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0032] 이산화탄소 저장탱크(230)는 반응 챔버(210) 내부에 공급되는 이산화탄소를 저장한다. 따라서, 액체 또는 기체의 상태로 이산화탄소 저장탱크(210)에 저장된 이산화탄소는 전술한 온도 조절부(220) 및 후술하는 압력 조절부(230)에 의해 반응 챔버(210) 내부에서 초임계 이산화탄소로 공급되어 페콘크리트 또는 순환골재와 반응을 일으키게 된다.

[0033] 압력 조절부(240)는 이산화탄소 저장탱크(230)에 저장된 이산화탄소의 압력을 조절하며 반응 챔버(210) 내부로 공급하도록 한다.

[0034] 상기와 같이 구성되는 본 발명의 일 실시예에 따른 페콘크리트 또는 순환골재의 pH 저감장치는 반응 챔버(210) 내에서 물과 혼합하여 교반된 페콘크리트 또는 순환골재를 공급하여 초임계 이산화탄소와 일정 시간 반응하도록 하고, 이때 온도 조절부(220)와 압력 조절부(240)는 반응 챔버(210) 내에서 초임계 이산화탄소의 상태 유지가 가능하도록 반응 챔버(210) 내부에 공급된 이산화탄소의 온도와 압력을 조절하도록 한다.

[0036] [실험예]

[0037] 이하, 실험예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실험예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실험예에 의해 제한되는 것으로 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0039] [실험예 1]

[0040] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 페콘크리트 또는 순환골재에 초임계 이산화탄소를 반응시키는 실험 장치의 일 예를 도시하는 도면이고, 도 5는 도 4의 실험 장치를 이용한 실험예 1의 반응 실험의 결과를 나타내는 그래프이다.

[0041] 테프론 비이커(310)에 증류수 70ml와 페콘크리트 또는 순환골재 시료 35g을 2:1의 비율로 넣고 교반시킨 후, 스테인레스 강철로 만들어진 고압셀(150ml 용량)에 고정시킨다. 고압용 오븐(320)과 고압시린지 펌프(330) 및 압

력조절 장치(미도시)를 이용하여 고압셀 내부에 초임계 이산화탄소를 공급하여, 초임계 이산화탄소가 증류수에 용해되어 시료와 50일간 반응하도록 하였으며, 이때 반응시간 동안 고압셀 내부의 압력과 온도는 100bar, 50℃의 조건을 유지하도록 한다.

[0042] 이때, 시료는 페콘크리트(Type A), 순환굵은골재(Type B), 순환잔골재(Type C)를 사용하였으며, 종류별로 네 종류의 입자(분말(P), 직경 2mm 이하, 직경 2-5mm, 직경 5-10mm) 중 선별하여 실험에 사용하였다.

[0043] 초임계 이산화탄소와 상기와 같이 반응 후 1일, 5일, 10일, 15일, 30일, 50일차에 각각 용출된 증류수의 pH를 측정하는데, 배경 실험을 위해 고압셀 내부에서 초임계 이산화탄소와 반응시키지 않고 증류수와 비활성기체인 헬륨(He)가스를 반응시키는 경우도 동일하게 상기 반응일에 따라서 pH를 측정하였다.

[0044] 도 5에 도시되어 있는 것과 같이 증류수와 헬륨가스만 반응시킨 경우에는 12이상의 높은 pH가 측정된 반면에, 물과 교반된 시료를 초임계 이산화탄소와 반응시킨 경우에는 Type과 상관없이 pH가 낮은 값을 가짐을 알 수가 있다. (이때, 도 5의 그래프에서 Type-A-10은 시료가 Type A인 페콘크리트이고 직경 10mm 이하인 경우를 의미한다.)

[0046] [실험예 2]

[0047] 이하의 실험에서는 실험예 1과 같이 초임계 이산화탄소와 반응 후에 pH가 재상승하는지 여부를 확인하였다.

[0048] 도 4의 실험 장치를 이용하여 전술한 방법으로 초임계 이산화탄소와 50일 동안 반응시킨 시료를 고압셀로부터 분리한 후 오븐에서 건조시킨다.

[0049] 상기 초임계 이산화탄소와 반응시키고 건조시킨 시료와 초임계 이산화탄소와 반응시키지 않은 원래의 시료 각각에 대해서 증류수를 1:5(10g:50mL) 비율로 혼합한 후 10분 동안 150rpm으로 교반시키고, 시간 경과에 따라 pH를 측정한다.

[0050] 도 6의 그래프는 상기와 같은 실험예 2의 결과를 나타내는데, 초임계 이산화탄소와 반응하지 않은 시료의 경우 증류수의 pH가 12-13의 높은 값을 가짐을 알 수가 있고, 본 발명에서와 같이 초임계 이산화탄소를 반응시킨 시료의 경우에는 반응 이후에도 대체로 9.0 이하의 저감된 pH를 계속 유지함을 알 수가 있다.

[0051] 따라서, 본 발명에 따라 물과 함께 혼합된 페콘크리트 또는 순환골재에 초임계 이산화탄소를 반응시키는 경우, 페콘크리트 또는 순환골재의 폐하(pH)를 9.0 이하로 저감시킬 뿐만 아니라, 반응 이후에도 저감된 pH가 9.0이하로 계속 유지되기 때문에, 종래에 액상 또는 기상의 이산화탄소를 반응시키는 경우 반응 이후에 pH가 재상승하는 문제가 발생하지 않음을 알 수 있다.

[0053] [실험예 3]

[0054] 실험예 3에서는 실험예 1의 방법으로 물과 교반된 페콘크리트를 초임계 이산화탄소와 반응을 시키되 1일 동안 반응시킨다.

[0055] 도 7의 그래프에 도시되어 있는 것과 같이, A type의 페콘크리트에 대해서 본 발명에서와 같이 초임계 이산화탄소를 1일 동안 반응시킨 경우에도 1일 이후에 pH가 9.0 이하의 값을 가지고 이후에 시간이 경과하여도 9.0 이하의 값을 계속 유지함을 알 수가 있다.

[0056] 따라서, 본 발명에서와 같이 물과 교반된 페콘크리트 또는 순환골재에 초임계 이산화탄소를 비교적 짧은 1일 동안 반응시킨 경우에도 pH가 9.0 이하로 저감되며, 이후에도 저감된 pH값을 계속 유지함을 알 수가 있다.

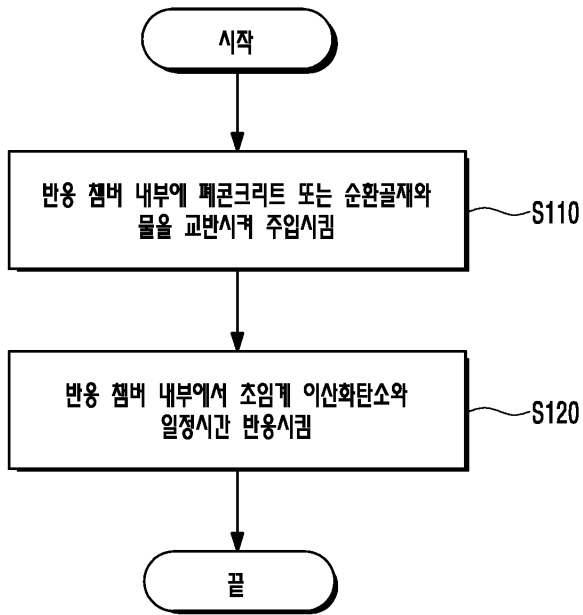
[0058] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

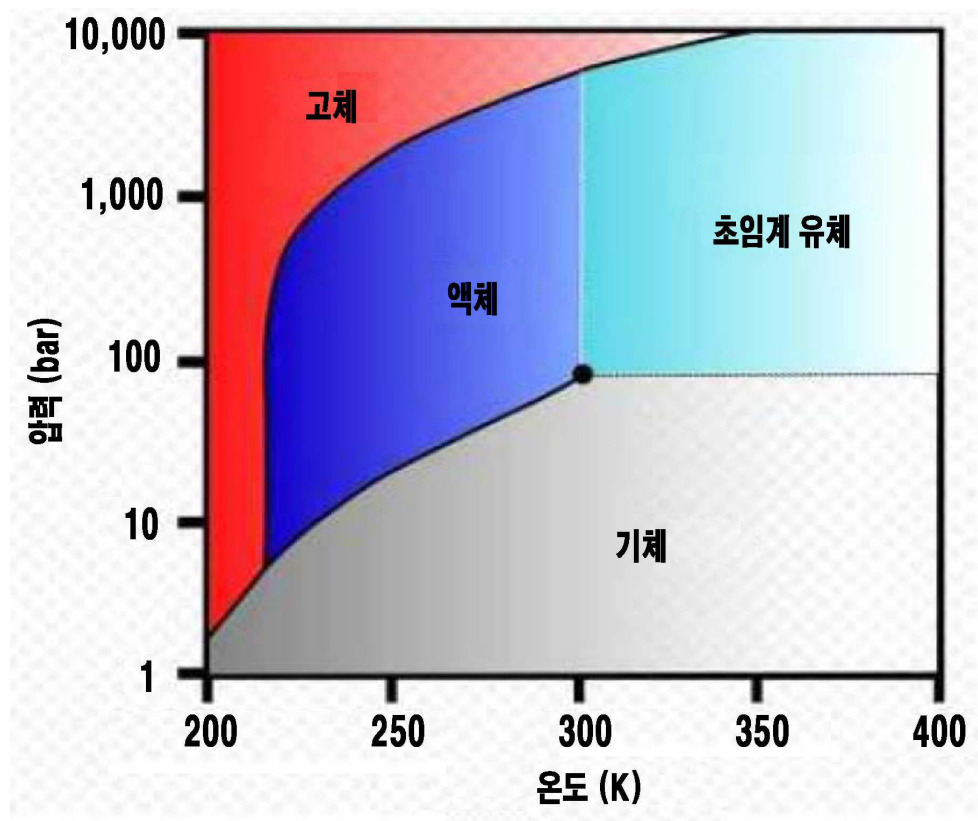
[0059] 210: 반응 챔버 220: 온도 조절부
 230: 이산화탄소 탱크 240: 압력 조절부
 310: 바이커 320: 오븐
 330: 고압시린지 펌프

도면

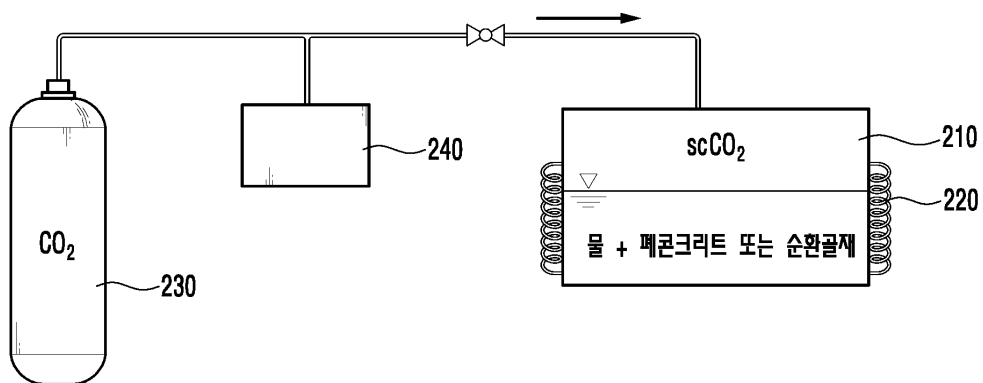
도면1



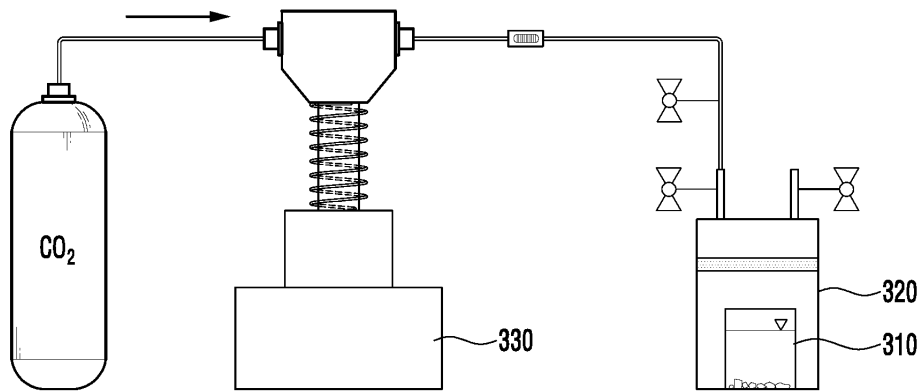
도면2



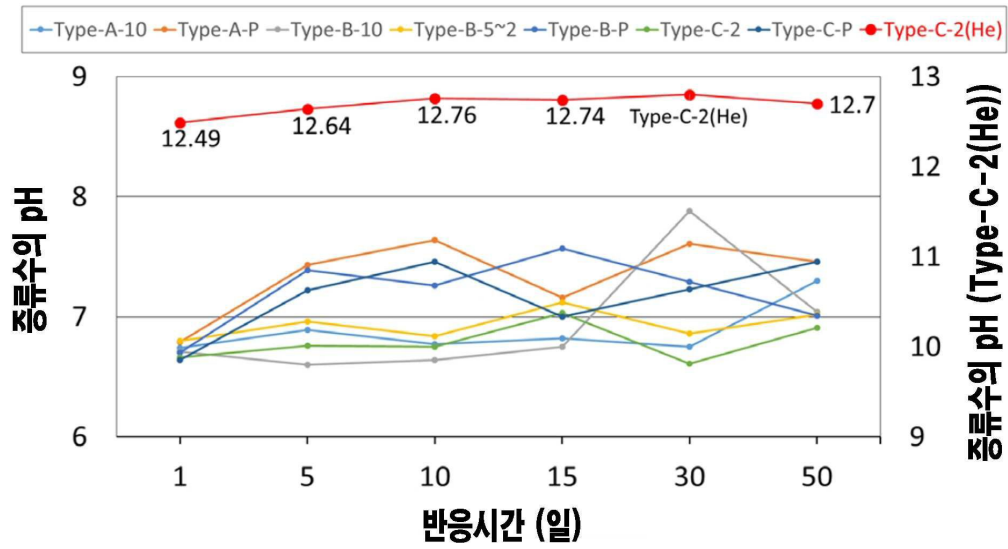
도면3



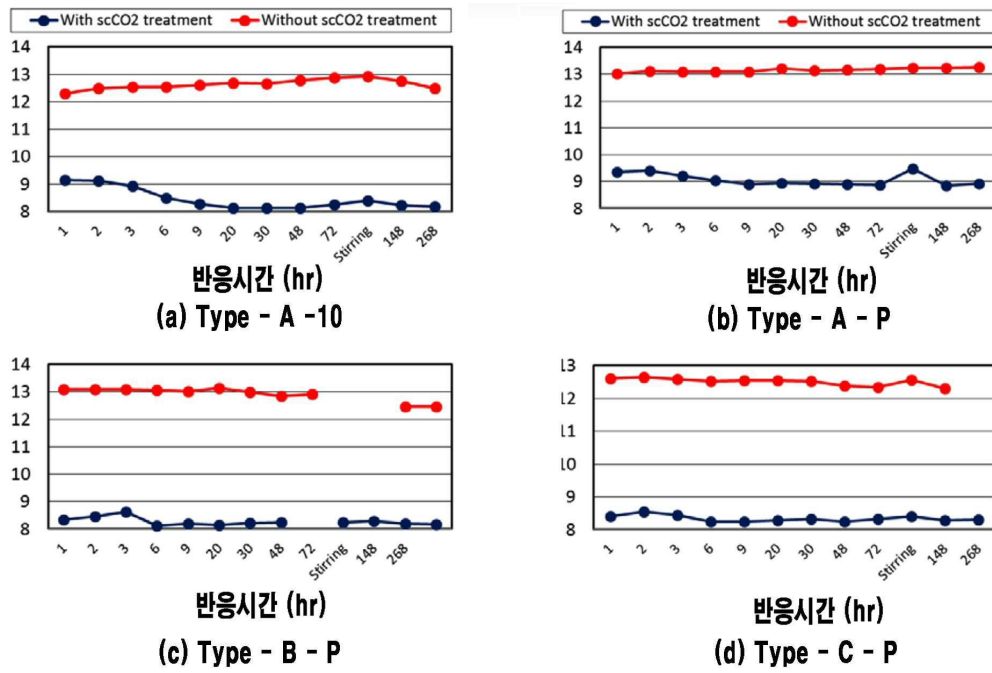
도면4



도면5



도면6



도면7

