



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0058541
(43) 공개일자 2025년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 40/00 (2006.01) B28C 7/02 (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01) C04B 40/02 (2006.01)
G01N 33/38 (2020.01)
(52) CPC특허분류
C04B 40/0032 (2013.01)
B28C 7/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0142338
(22) 출원일자 2023년10월23일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
국립부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
손형민
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동, 삼성전자)
박솔피
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

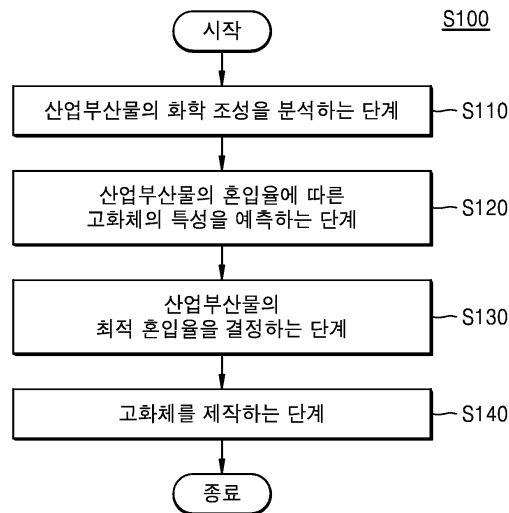
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **고화체 제작 방법**

(57) 요약

고화체 제작 방법은, 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계, 상기 산업부산물의 상기 화학 조성을 기반으로, 상기 산업부산물의 고화체에의 혼입율에 따른 상기 고화체의 특성을 예측하는 단계, 및 상기 고화체의 상기 특성 예측을 기반으로, 상기 산업부산물의 상기 고화체에의 최적 혼입율을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B28C 7/024 (2013.01)

C04B 18/0481 (2013.01)

C04B 40/0231 (2013.01)

G01N 33/383 (2024.05)

(72) 발명자

테게파 아론 베타누

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

타리쿠 다니엘 멜레세

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

강동원

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동, 삼성전자)

남다희

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동, 삼성전자)

한승엽

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동, 삼성전자)

명세서

청구범위

청구항 1

산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계;

상기 산업부산물의 상기 화학 조성을 기반으로, 상기 산업부산물의 고화체에의 혼입율에 따른 상기 고화체의 특성을 예측하는 단계; 및

상기 고화체의 상기 특성 예측을 기반으로, 상기 산업부산물의 상기 고화체에의 최적 혼입율을 결정하는 단계를 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 산업부산물은 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 슬러리를 포함하는 것을 특징으로 하는 고화체 제작 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 고화체의 특성을 예측하는 단계는,

상기 산업부산물의 상기 혼입율에 따른 이산화탄소 흡수량, 상기 산업부산물의 상기 혼입율에 따른 상기 고화체의 수화도, 및 상기 산업부산물의 상기 혼입율에 따른 초기 생성물 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 고화체 제작 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 산업부산물의 상기 고화체에의 최적 혼입율을 결정하는 단계는,

상기 산업부산물의 제1 혼입율을 선정하는 단계; 및

상기 제1 혼입율의 상기 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계를 포함하고,

상기 예측한 상기 고화체의 성능이 기준을 충족하는 경우, 상기 제1 혼입율을 상기 최적 혼입율로 결정하고,

상기 예측한 상기 고화체의 성능이 기준 미달일 경우,

상기 산업부산물의 제2 혼입율을 선정하는 단계 및 상기 제2 혼입율의 상기 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계를 수행하는 것을 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제1 혼입율의 상기 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계는,

이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계를 더 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 혼입율의 상기 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계는,

재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계를 더 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계는,

상기 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 기반으로 제1 이산화탄소 흡수 조건을 선정하고,

상기 제1 이산화탄소 흡수 조건 하에서의 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 것을 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 최적 혼입율의 상기 산업부산물이 혼입된 상기 고화체를 제작하는 단계를 더 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 고화체를 제작하는 단계는,

상기 고화체의 상기 특성 예측을 기반으로, 첨가제를 도입하는 단계를 포함하는 고화체 제작 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 고화체를 제작하는 단계는,

상기 고화체의 이산화탄소 흡수량에 해당하는 양의 이산화탄소를 주입하는 단계를 포함하는 고화체 제작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고화체 제작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 콘크리트는 전세계 구조물의 80%를 차지하는 가장 대표적이고 널리 활용되는 건설재료이다. 콘크리트의 구성 요소는 시멘트, 물, 골재 및 첨가제 등이 있으며, 이 중 시멘트는 콘크리트의 이산화탄소 발생량에 가장 많은 부분을 차지한다.

[0003] 대부분의 콘크리트는 포틀랜드 시멘트(portland cement)를 결합재로 사용하여 제작되나, 포틀랜드 시멘트의 이산화탄소 발생량이 문제됨에 따라 포틀랜드 시멘트를 대체할 수 있는 결합재 사용이 논의되고 있다.

[0004] 특히, 고로슬래그, 플라이애시 등의 산업부산물을 활용하는 방안이 논의되고 있다. 다만, 포틀랜드 시멘트를 대체하는 산업부산물의 사용량이 증가될수록 콘크리트의 성능저하가 야기될 수 있어, 산업부산물을 활용한 콘크리트의 성능에 대한 검증이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 기술적 사상이 해결하고자 하는 과제는 산업부산물을 활용한 고화체 제작 방법을 제공하고자 하는 것이다.

[0006] 본 발명의 기술적 사상이 해결하고자 하는 과제는 이산화탄소 발생량을 감소시키는 고화체 제작 방법을 제공하고자 하는 것이다.

[0007] 본 발명의 기술적 사상이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또

다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 기술적 사상에 의해, 고화체 제작 방법이 제공된다. 고화체 제작 방법은, 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계, 상기 산업부산물의 상기 화학 조성을 기반으로, 상기 산업부산물의 고화체에의 혼입율에 따른 상기 고화체의 특성을 예측하는 단계, 및 상기 고화체의 상기 특성 예측을 기반으로, 상기 산업부산물의 상기 고화체에의 최적 혼입율을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 기술적 사상에 의해, 산업부산물을 활용한 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다.
 [0010] 본 발명의 기술적 사상에 의해, 성능 예측 단계를 포함하는 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다.
 [0011] 본 발명의 기술적 사상에 의해, 이산화탄소 발생량을 감소시키는 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 그래프들로, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측한 것이다.
 도 3은 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
 도 4는 본 발명의 기술적 사상에 의한 다른 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
 도 5는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 그래프로, 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측한 것이다.
 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 그래프들로, 재령에 따른 생성물 변화를 예측한 것이다.
 도 7 및 도 8은 본 발명의 기술적 사상에 의한 다른 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 순서도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고, 이들에 대한 중복된 설명은 생략한다. 이하의 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되어 표현되었고, 이에 따라 실제의 형상 및 비율과 다소 상이할 수 있다.
 [0014] 도 1은 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법(S100)을 설명하기 위한 순서도이다. 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 그래프들로, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측한 것이다. 도 3은 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 4는 본 발명의 기술적 사상에 의한 다른 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 구체적으로, 도 3 및 도 4는 도 1의 고화체 제작 방법(S100) 중 일부 단계를 설명하기 위한 순서도들이다. 도 5는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 그래프로, 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측한 것이다. 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 고화체 제작 방법을 설명하기 위한 그래프들로, 재령에 따른 생성물 변화를 예측한 것이다.
 [0015] 도 1을 참조하면, 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계(S110)가 수행될 수 있다.
 [0016] 일부 실시예들에서, 상기 산업부산물은 고로슬래그, 플라이애시, 및 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 슬러리 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 산업부산물은 고로슬래그, 플라이애시, 및 CMP 슬러리 중 선정된 일부를 포함할 수 있다.
 [0017] 일부 실시예들에서, CMP 슬러리를 활용하여 고화체를 제작하는 경우, 다음의 효과를 기대할 수 있다. 우선, CMP 슬러리의 주요 성분인 KOH가 슬래그의 유리질의 피막을 제거하는 역할을 수행할 수 있다. 따라서, 슬래그의 반

응성이 향상되어 슬래그의 치환량을 증가시킬 수 있다. 구체적으로, 콘크리트 내 결합제는 슬래그 및 시멘트를 포함할 수 있는데, 상기 결합제에 포함된 시멘트 중 일부를 슬래그로 추가 치환할 경우, 이산화탄소 발생량을 감소시킬 수 있다. 즉, 시멘트 사용량 감소를 통해 이산화탄소 발생량 감소 및 산업부산물인 CMP 슬러리의 활용을 통한 비용 저감의 효과를 기대할 수 있다.

[0018] 또한, CMP 슬러리를 활용하여 고화체를 제작하는 경우, 슬래그 및 CMP 슬러리 혼입 고화체에 이산화탄소를 저장할 수 있다. 예를 들어, 칼슘 카보네이트(CaCO_3)의 형태로 이산화탄소를 저장할 수 있다.

[0019] 일부 실시예들에서, 상기 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계(S100)는 X-선 분광법 등의 시험을 통해 수행될 수 있다. 예를 들어, X-선 분광법을 이용해 CMP 슬러리의 화학 조성을 분석할 수 있다. 예를 들어, 상기 산업부산물의 산화 칼슘(CaO), 실리콘 산화물(SiO_2), 및 산화 알루미늄(Al_2O_3) 조성비를 분석할 수 있다. 예를 들어, CMP 슬러리의 산화 칼슘(CaO), 실리콘 산화물(SiO_2), 및 산화 알루미늄(Al_2O_3) 조성비를 분석할 수 있다.

[0020] 일부 실시예들에서, 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계(S110)의 결과를 참조하여 적절한 산업부산물을 선정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 도 1 및 도 2a 내지 도 2c을 함께 참조하면, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120)가 수행될 수 있다.

[0022] 일부 실시예들에서, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120)는 상기 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계(S100)에서 분석한 상기 산업부산물의 화학 조성을 기반으로 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120)는 상기 산업부산물의 화학 조성 및 물리적 특성, 예를 들어, 상기 산업부산물의 비표면적 및 입도분포 등을 기반으로 수행될 수 있다.

[0023] 예를 들어, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120)는 상기 산업부산물의 화학 조성을 기반으로 한 열역학 모델링 등을 통해 수행될 수 있다.

[0024] 본 명세서에서, 산업부산물의 혼입율은 상기 산업부산물을 혼입하여 생성한 고화체에서, 상기 고화체의 중량 대비 상기 산업부산물의 중량비를 의미할 수 있다. 본 명세서에서, 산업부산물의 혼입율의 단위는 중량비(wt%) 일 수 있다.

[0025] 예를 들어, 도 2a 내지 도 2c에 예시한 바와 같이, CMP 슬러리의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계가 수행될 수 있다.

[0026] 도 2a는 CMP 슬러리의 혼입율에 따른 고화체의 이산화탄소 흡수량을 예측한 것을 도시한 것이다. 도 2a에 따르면, CMP 슬러리의 혼입율이 높아질수록, 고화체의 이산화탄소 흡수량이 높아질 것으로 예측할 수 있다.

[0027] 도 2b는 CMP 슬러리의 혼입율에 따른 고화체의 수화도를 예측한 것을 도시한 것이다. 도 2b에 따르면, CMP 슬러리의 혼입율이 높아질수록, 고화체의 수화도는 낮아질 것으로 예측할 수 있다.

[0028] 도 2c는 CMP 슬러리의 혼입율에 따른 초기 생성물을 도시한 것이다. 즉, CMP 슬러리를 혼입한 고화체의 초기 생성물에서, CMP 슬러리의 혼입율에 따른 구성 물질 별 질량 백분율을 도시한 것이다.

[0029] 도 2c에 따르면, 낮은 CMP 슬러리 혼입율(예를 들어, CMP 슬러리 혼입율 5wt%)의 경우, 초기 생성물로 경석고(anhydrite) 및/또는 모노설페이트(monosulfate)가 생성될 것으로 예측된다. 경석고(anhydrite) 및 모노설페이트(monosulfate)의 경우, 고화체의 경화가 끝난 후에 황산염과 반응하여 에트링자이트(ettringite)를 생성할 수 있고, 이로 인하여 팽창을 유발할 수 있다. 즉, 초기 생성물이 경석고(anhydrite) 및 모노설페이트(monosulfate)를 포함하게 될 경우, 고화체의 성능을 저하할 가능성이 있다. 따라서, 경석고(anhydrite) 및 모노설페이트(monosulfate)가 생성되지 않는 CMP 슬러리 혼입율을 선정할 필요가 있다.

[0030] 도 2c에 따르면, 대부분의 CMP 슬러리 혼입율의 경우 초기 생성물로 히드로탈사이트(hydrotalcite), straetlingite, 및 칼슘 알루미늄노실리케이트 하이드레이트($\text{C}-(\text{A})-\text{S}-\text{H}$)가 생성될 것으로 예측된다. 히드로탈사이트(hydrotalcite), straetlingite, 및 칼슘 알루미늄노실리케이트 하이드레이트($\text{C}-(\text{A})-\text{S}-\text{H}$)의 경우, 고화체 내에서 부정적인 영향이 없을 것으로 예측될 수 있다. 따라서, 히드로탈사이트(hydrotalcite), straetlingite, 및 칼슘 알루미늄노실리케이트 하이드레이트($\text{C}-(\text{A})-\text{S}-\text{H}$)가 생성되지 않는 CMP 슬러리 혼입율을 선정할 필요가 없다.

[0031] 도 1을 계속 참조하면, 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S130)가 수행될 수 있다.

[0032] 도 3을 함께 참조하면, 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S130)는 산업부산물의 샘플 혼입율을 선정하

는 단계(S131)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 산업부산물의 샘플 혼입율을 선정하는 단계(S131)는 산업 부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120)의 결과를 참조하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 2a 내지 도 2c의 CMP 슬러리의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 참조하여 샘플 혼입율을 선정할 수 있다.

[0033] 예를 들어, 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측한 결과를 참조하여, 샘플 혼입율을 선정할 수 있다. 예를 들어, 샘플 혼입율은 55wt% 일 수 있다.

[0034] 이어서, 고화체의 성능을 예측하는 단계(S132)가 수행될 수 있다. 고화체의 성능을 예측하는 단계(S132)는 산업 부산물의 샘플 혼입율을 선정하는 단계(S131)에서 선정한 상기 샘플 혼입율의 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계일 수 있다. 예를 들어, 55wt%의 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계가 수행될 수 있다.

[0035] 도 4, 도 5, 및 도 6a 내지 도 6c를 함께 참조하면, 고화체의 성능을 예측하는 단계(S132)는 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계(S132_1) 및 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계(S132_2)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계(S132_1)는 상기 샘플 혼입율의 산업부산물이 혼입된 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계일 수 있다. 일부 실시예들에서, 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계(S132_2)는 상기 샘플 혼입율의 산업부산물이 혼입된 고화체의 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계일 수 있다.

[0036] 예를 들어, 도 5에 예시한 바와 같이, 상기 샘플 혼입율, 즉 55wt%의 CMP 슬러리가 혼입된 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계가 수행될 수 있다. 도 5에 따르면, 이산화탄소 흡수량이 약 30g 이상일 경우, 고화체의 성능을 저하할 가능성이 있는 경석고(anhydrite)가 생성되기 시작할 것으로 예측된다.

[0037] 예를 들어, 도 6a 내지 도 6c에 예시한 바와 같이, 상기 샘플 혼입율, 즉 55wt%의 CMP 슬러리가 혼입된 고화체의 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계가 수행될 수 있다. 구체적으로, 도 6a 내지 도 6c은 각각 55wt%의 CMP 슬러리가 혼입된 고화체의 이산화탄소 흡수율이 10%, 20%, 및 30% 일 경우의 재령에 따른 생성물 변화를 예측한 것일 수 있다. 도 6a 내지 도 6c에 따르면, 0일 내지 약 350일 이상의 재령에 의하여도, 고화체의 성능을 저하시킬 가능성이 있는 생성물의 생성 여부를 예측할 수 있다. 즉, 도 6a 내지 도 6c에 따라, 장기적 관점에서 고화체의 안정성 및 내구성을 검토할 수 있다.

[0038] 도 3을 계속 참조하면, 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계(S133)가 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계(S133)는 상기 샘플 혼입율의 산업 부산물이 혼입된 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계일 수 있다.

[0039] 일부 실시예들에서, 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계(S133)는 고화체의 이산화탄소 흡수량에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계(S132_1) 및 재령에 따른 생성물 변화를 예측하는 단계(S132_2)에서의 예측 결과를 참조하여 수행될 수 있다.

[0040] 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계(S133)에서, 충족된다고 판단되는 경우, 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S134)가 수행될 수 있다. 예를 들어, 산업부산물의 샘플 혼입율을 선정하는 단계(S131)에서 선정한 상기 샘플 혼입율을 최적 혼입율로 결정할 수 있다. 예를 들어, CMP 슬러리의 최적 혼입율은 55wt%로 결정할 수 있다.

[0041] 반면, 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계(S133)에서, 기준이 충족되지 않는다고 판단되는 경우, 산업부산물의 샘플 혼입율을 선정하는 단계(S131), 고화체의 성능을 예측하는 단계(S132), 및 고화체의 성능이 기준을 충족하는지 여부를 판단하는 단계(S133)를 다시 수행할 수 있다. 즉, 이전에 선정한 샘플 혼입율과 상이한 제2 샘플 혼입율을 다시 선정하여, 상기 제2 샘플 혼입율의 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능을 예측하는 단계 및 상기 제2 샘플 혼입율의 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능의 기준 충족 여부를 판단하는 단계를 수행할 수 있다.

[0042] 도 1을 계속 참조하면, 산업부산물의 최적 혼입율이 결정되면(S130), 이어서 고화체를 제작하는 단계(S140)가 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 고화체를 제작하는 단계(S140)는 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S130)에서 결정된 최적 혼입율의 산업부산물을 혼입하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 고화체를 제작하는 단계(S140)는 고화체의 성능을 예측하는 단계(S132)의 예측 결과를 참조하여 수행될 수 있다.

[0043] 일부 실시예들에서, 고화체를 제작하는 단계(S140)는 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S130)에서 결정된 최적 혼입율 및 고화체의 성능을 예측하는 단계(S132)의 예측 결과를 참조하여, 최적의 성능을 가질 것으

로 예측되는 조건의 고화체를 제작할 수 있다. 예를 들어, 산업 부산물의 최적 혼입율 및 최적 이산화탄소 흡수량의 조건의 고화체를 제작할 수 있다.

- [0044] 도 7 및 도 8은 본 발명의 기술적 사상에 의한 다른 실시예들에 따른 고화체 제작 방법(S100A, S100B)을 설명하기 위한 순서도들이다. 이하에서, 도 1, 도 3, 및 도 4를 참조하여 설명한 고화체 제작 방법(S100)과의 차이점 위주로 설명하겠다.
- [0045] 도 7을 참조하면, 고화체 제작 방법(S100A)은 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계(S110), 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120), 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S130), 및 고화체를 제작하는 단계(S140A)를 포함할 수 있다.
- [0046] 일부 실시예들에서, 고화체를 제작하는 단계(S140A)는 첨가제를 도입하는 단계(S141)를 포함할 수 있다. 첨가제를 도입하는 단계(S141)는 고화체의 성능 저하를 야기시키는 물질이 생성될 것으로 예측되는 경우, 이를 방지하기 위한 첨가제를 도입하는 것을 포함할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 초기 생성물 예측 결과 모노설페이트(monosulfate)가 생성될 것으로 예측되는 경우, 석고(gypsum)를 포함하는 첨가제를 도입할 수 있다. 석고(gypsum)가 첨가될 경우, 초기부터 에트린자이트(ettringite)가 생성됨으로써 경화 후 일어나는 에트린자이트(ettringite) 생성을 미리 방지할 수 있다.
- [0048] 유사하게, 석회석 미분말 혼입을 통해 모노카보네이트(monocarbonate) 생성을 유도할 수 있다. 모노카보네이트(monocarbonate)가 생성되는 경우, 모노설페이트(monosulfate)의 생성량을 감소시켜 경화 후 일어나는 에트린자이트(ettringite) 생성을 미리 방지할 수 있다.
- [0049] 도 8을 참조하면, 고화체 제작 방법(S100B)은 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계(S110), 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계(S120), 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계(S130), 및 고화체를 제작하는 단계(S140B)를 포함할 수 있다.
- [0050] 일부 실시예들에서, 고화체를 제작하는 단계(S140B)는 이산화탄소 흡수량에 해당하는 양의 이산화탄소를 주입하는 단계(S142)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 상태 또는 고체 상태의 이산화탄소를 주입할 수 있다. 예를 들어, 고화체의 양생 과정 중, 상기 고화체를 이산화탄소의 농도가 높은 환경에 노출시킴으로써 탄산화 반응을 유도하는 형태로 이산화탄소를 주입할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 산업부산물을 활용한 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다. 예를 들어, CMP 슬러리를 활용한 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다.
- [0052] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 성능 예측 단계를 포함하는 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다. 다시 말해, 성능 예측 단계를 통해 결정된 최적 혼입율의 산업부산물이 혼입된 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다. 이를 통해, 이산화탄소 발생량을 감소시키는 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다.
- [0053] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 산업부산물이 혼입된 고화체의 성능 저하 요인을 사전에 파악하여 보완하는 고화체 제작 방법이 제공될 수 있다.
- [0054] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 이산화탄소 발생량을 예측하여 산업부산물이 혼입된 고화체를 제작하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0055] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 고화체의 이산화탄소 발생량을 예측하여 최적의 성능을 가질 것으로 예측되는 조건의 고화체를 제작하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0056] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 고화체의 이산화탄소 발생량을 예측하여 이를 제작 단계에서 반영하는 고화체를 제작하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 현재 대량으로 발생하고 처리가 어려운 폐기물이나 미래 산업 수요에 따라 변하는 폐기물의 성장에 대한 대처가능한 재활용 기술이 제공될 수 있다. 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 재료 선정 및 성능 평가 등을 시뮬레이션으로 대체함으로써 실제 제품 제작에 소요되는 비용 및 시간을 저감할 수 있다. 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따르면, 매립 대상 폐기물의 재활용 및 포틀랜드 시멘트 대체로 인한 이산화탄소 발생량을 감소시킬 수 있다.
- [0058] 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 예시적인 실시예들이 개시되었다. 본 명세서에서 특정한 용어를 사용하여 실시예들을 설명되었으나, 이는 단지 본 개시의 기술적 사상을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미

정이나 특허청구범위에 기재된 본 개시의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 개시의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

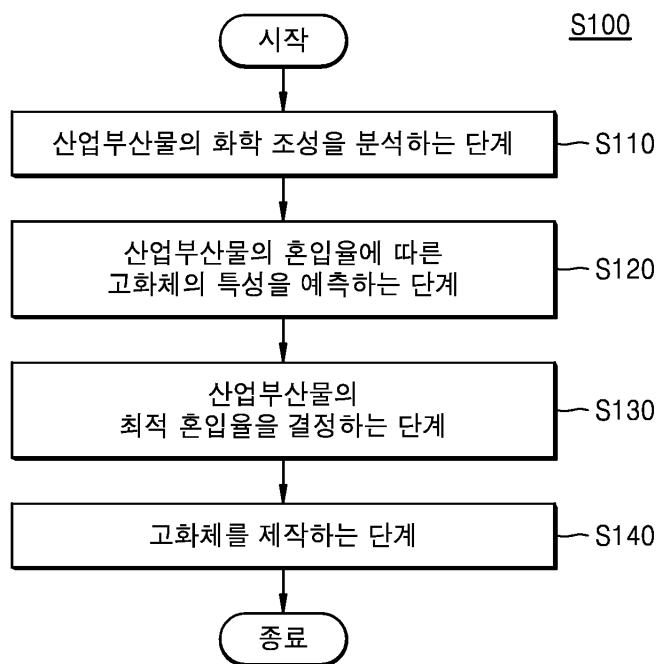
부호의 설명

[0059]

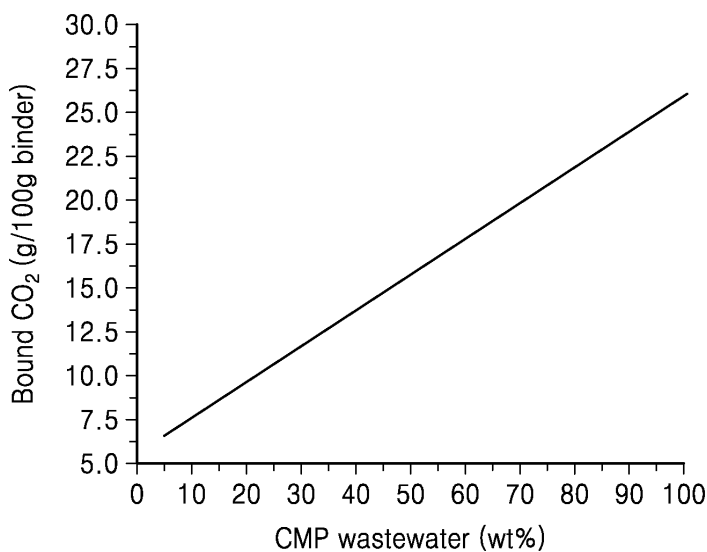
S100: 고화체 제작 방법, S110: 산업부산물의 화학 조성을 분석하는 단계, S120: 산업부산물의 혼입율에 따른 고화체의 특성을 예측하는 단계, S130: 산업부산물의 최적 혼입율을 결정하는 단계, S131: 산업부산물의 샘플 혼입율을 선정하는 단계, S132: 고화체의 성능을 예측하는 단계, S140: 고화체를 제작하는 단계

도면

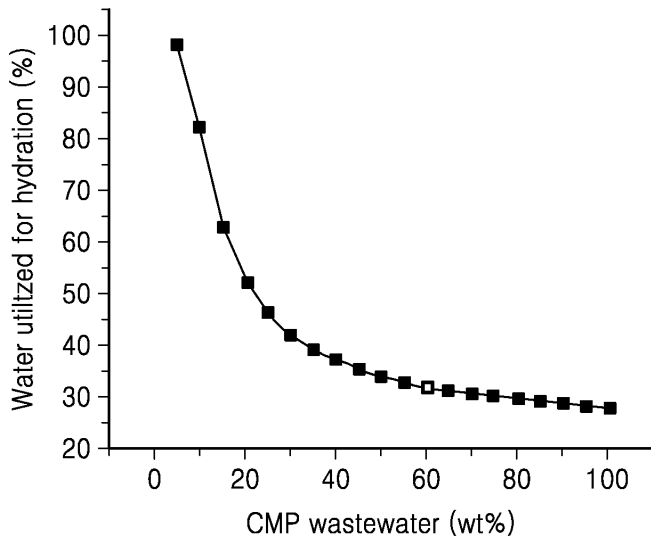
도면1



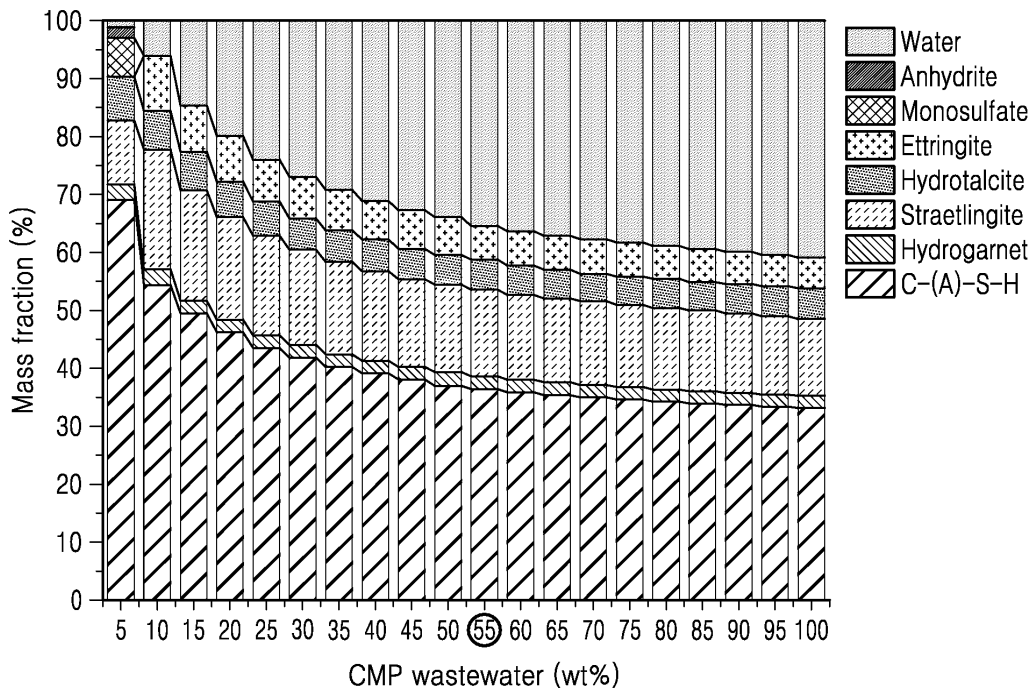
도면2a



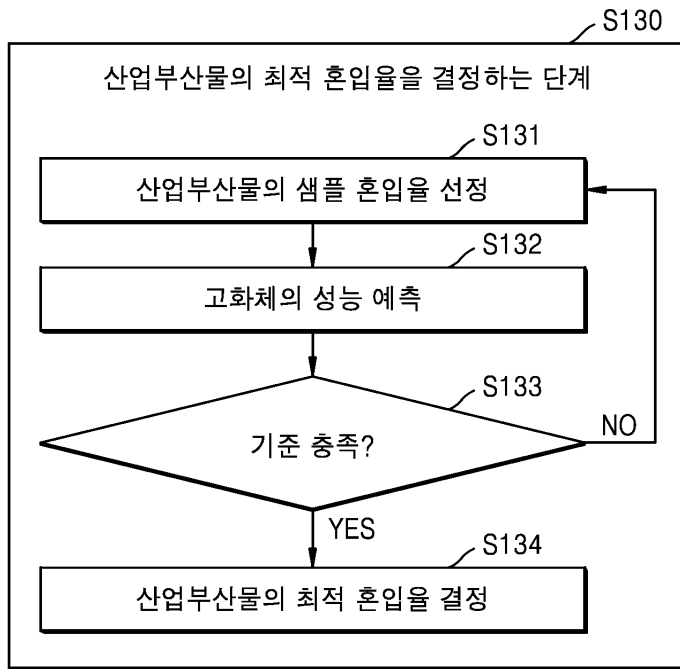
도면2b



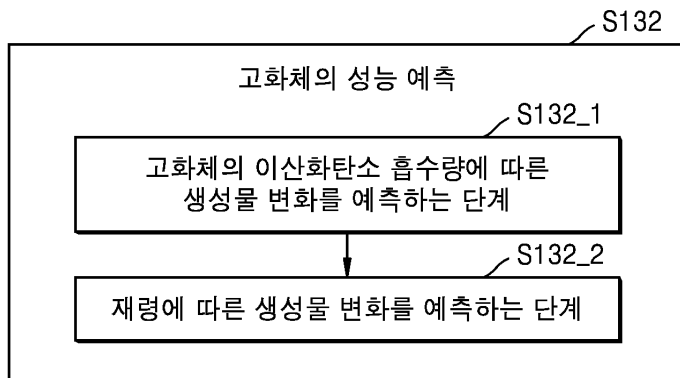
도면2c



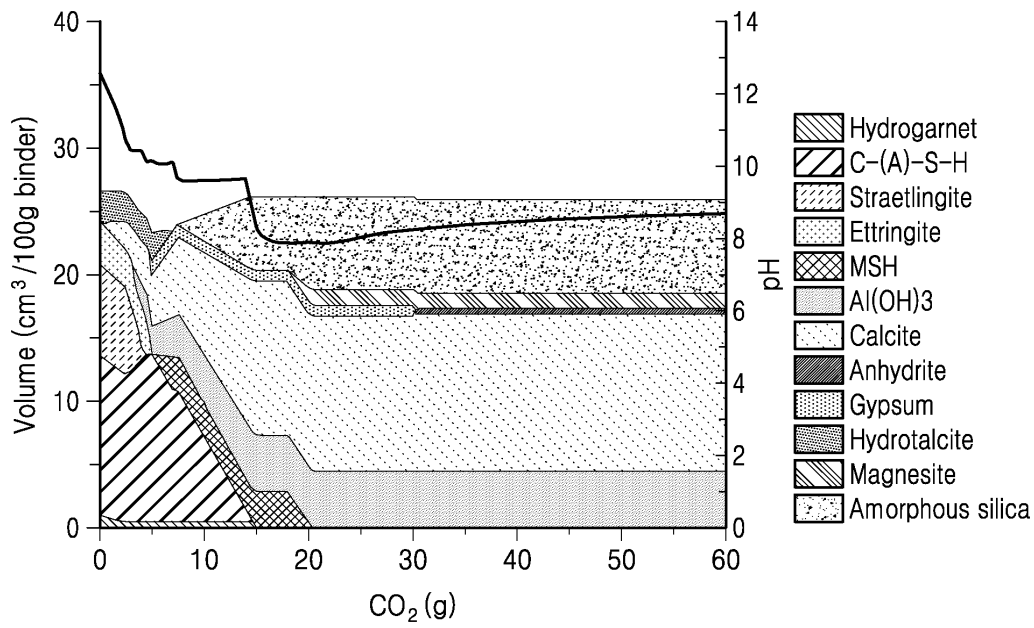
도면3



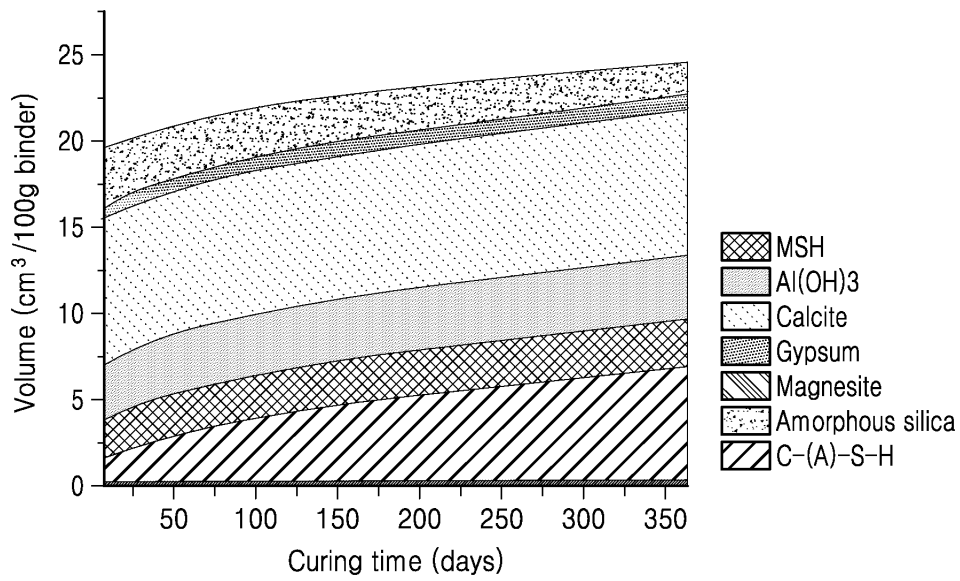
도면4



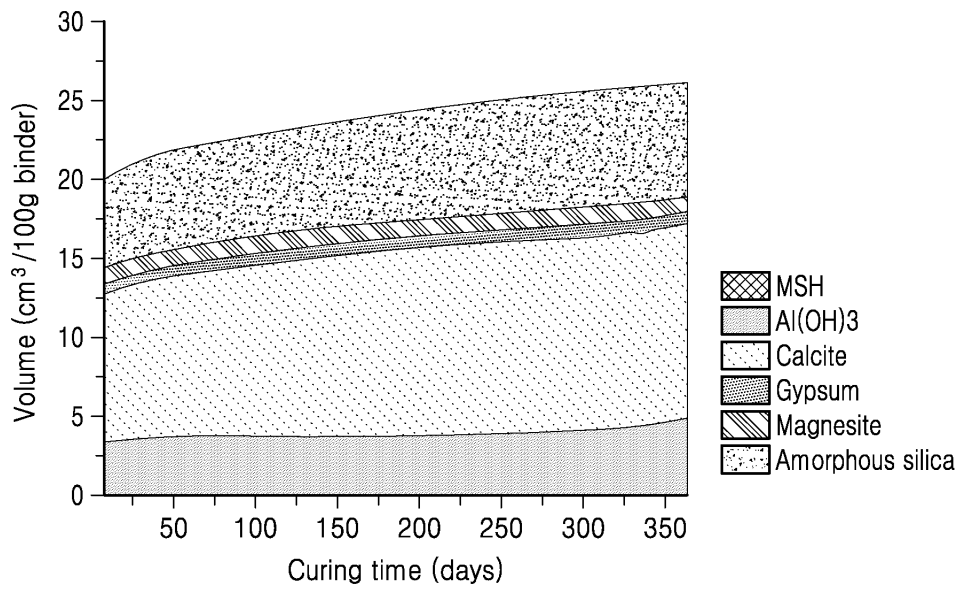
도면5



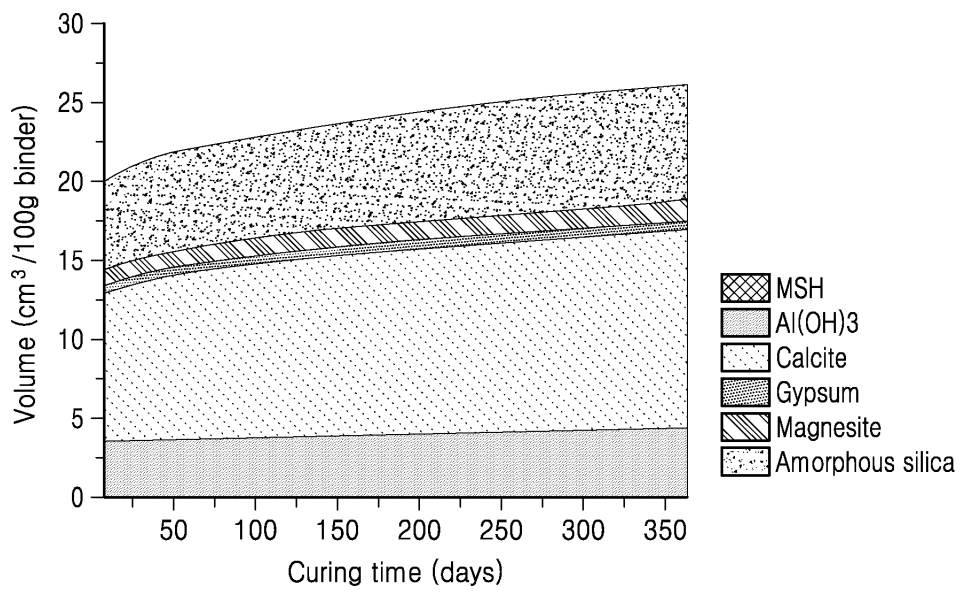
도면6a



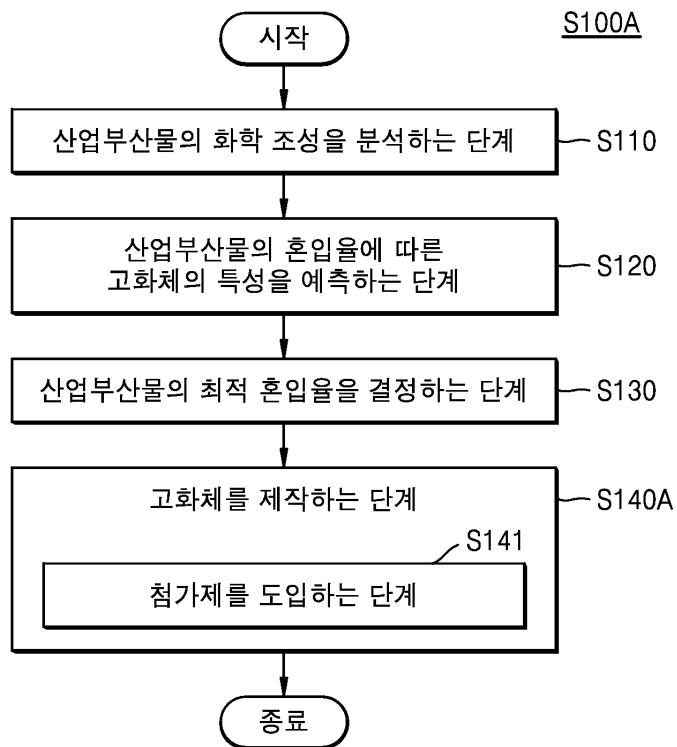
도면6b



도면6c



도면7



도면8

