



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0029940
(43) 공개일자 2018년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01F 11/18 (2006.01) B01J 19/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
C01F 11/18 (2013.01)
B01J 19/00 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2017-0142856(분할)
(22) 출원일자 2017년10월30일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2016-0118332
원출원일자 2016년09월13일
심사청구일자 2016년09월13일

(71) 출원인
재단법인 포항산업과학연구원
경북 포항시 남구 청암로 67 (효자동)
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동)
(72) 발명자
한건우
경상북도 포항시 남구 지곡로 155 (지곡동, 교수
아파트) 8동 1003호
안치규
경상북도 포항시 남구 새천년대로 306 (효자동,
웰빙타운에스케이뷰아파트) 103동 2301호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

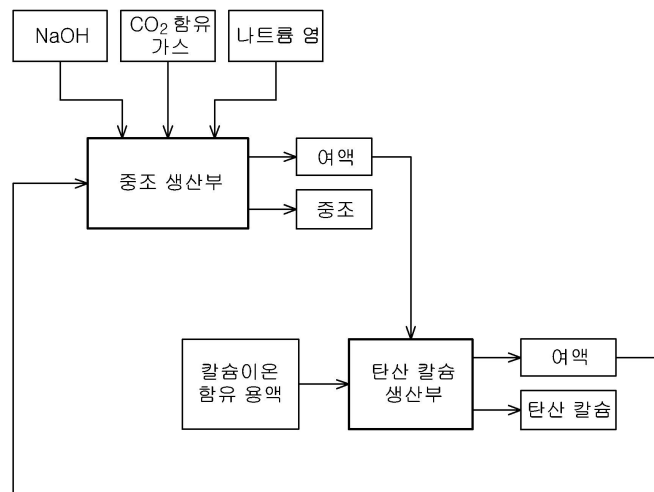
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 중조 및 탄산칼슘 제조방법 및 제조설비

(57) 요약

본 발명의 일 실시예 따르면, 수산화나트륨(NaOH) 용액에 이산화탄소 함유 가스를 공급하여 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조(NaHCO_3)를 생산하는 단계, 상기 중조를 회수하고 남은 여액에 칼슘이온 함유 용액을 공급하여 탄산이온(CO_3^{2-})과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘(CaCO_3)을 생산하는 단계, 및 상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액을 상기 수산화나트륨이 용해된 용액에 재공급하는 단계를 포함하며, 상기 수산화나트륨 용액에 상기 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염을 더 공급하는, 중조 및 탄산칼슘 제조방법 및 제조설비를 제공하며, 이에 따르면, 버려지는 산업부산물로부터 고부가가치 물질인 탄산칼슘과 중조를 함께 생성할 수 있고, 연속 공정 구현 시 칼슘이온의 용출률이 하락하는 문제점을 방지하는 효과가 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

Y02P 20/58 (2015.11)

Y02W 30/20 (2015.05)

Y02W 30/54 (2015.05)

(72) 발명자

이만수

경상북도 포항시 남구 지곡로 337 (지곡동, 그린빌라) 359동 204호

이민우

대구광역시 달서구 송현로7길 9 (상인동, 상인화성파크드림2단지아파트), 2108동 705호

김국희

경상북도 포항시 남구 지곡로 294 (지곡동, 효자그린아파트), 237-703

손민아

대구광역시 달서구 서당로9길 23 (신당동), 하이리빙텔 515호

박두영

경상북도 구미시 고아읍 문장로26길 11 (구미원호대우아파트), 103동 503호

김세훈

경상북도 경주시 북성로17번길 11 (성건동, 신흥빌라), 101동 301호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G031845911

부처명 산업부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 CO2와 제철슬래그를 활용한 탄산칼슘/중조 동시제조의 핵심기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (재)포항산업과학연구원

연구기간 2015.12.01 ~ 2016.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

수산화나트륨 용액, 이산화탄소 함유 가스, 및 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염이 공급되어 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조가 생산되는 중조 생산부; 및

상기 중조 생산부에서 배출된 여액 및 칼슘이온 함유 용액이 공급되어 탄산이온과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘이 생산되는 탄산칼슘 생산부를 포함하고,

상기 탄산칼슘 생산부에서 배출된 여액이 상기 중조 생산부에 재공급되는, 중조 및 탄산칼슘 제조설비.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 칼슘이온 함유 용액이 생산되는 용출부를 더 포함하는, 중조 및 탄산칼슘 제조설비.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 용출부는 칼슘을 함유하는 산업부산물 및 용출제가 공급되고, 상기 용출제가 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출하여 상기 칼슘이온 함유 용액이 생산되는, 중조 및 탄산칼슘 제조설비.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 탄산칼슘 생산부에서 배출되는 여액을 상기 용출부에 공급하는, 중조 및 탄산칼슘 제조설비

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 산업부산물로부터 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 방법 및 설비에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1은 산업부산물로부터 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 종래의 공정을 모식적으로 나타낸 도면이다. 종래의 중조 및 탄산칼슘 제조 공정은, 발전소/제철소 등에서 포집한 이산화탄소, 칼슘을 함유한 산업부산물, 및 수산화나트륨(NaOH)을 이용해 융합된 공정을 구성함으로써 무기탄산염인 중조(NaHCO_3)와 탄산칼슘(CaCO_3)을 함께 생산하는 기술에 관한 것이다.

[0004] 구체적으로, 용출제를 이용해 칼슘을 함유한 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출하고, 용출된 칼슘이온을 함유한 상등액에 수산화나트륨을 공급하여 pH를 조절한다. 이후, 이산화탄소를 공급함으로써 탄산칼슘이 생산된다. 상기 탄산칼슘을 회수한 후 남은 여액은 중조 반응기에서 이산화탄소와 반응하여 중조가 생산된다. 즉, pH 조절을 위해 투입되는 수산화나트륨은 중조의 원료로 재활용됨으로써 탄산칼슘과 중조가 함께 생산된다.

[0006] 한편, 중조 생성 공정에 있어서, 중조의 높은 용해도, 즉, 20℃에서 96g/L의 용해도로 인하여 침전된 중조를 회

수하고 남은 여액에는 나트륨 이온(Na^+)과 중탄산 이온(HCO_3^-)이 높은 농도로 존재한다. 상기 중탄산 이온이 높은 농도로 포함된 여액을 용출제로 재사용하는 경우, 산업부산물에서 용출되는 수산화기(OH^-)로 인해 상기 중탄산 이온이 탄산 이온(CO_3^{2-})으로 전환된다. 전환된 탄산 이온은 산업부산물로부터 용출된 칼슘이온과 반응하여 탄산칼슘을 형성하고, 이러한 탄산칼슘은 슬래그 등의 산업부산물 표면을 덮어 추가적인 칼슘이온의 용출을 어렵게 하는 문제점이 있다.

[0008] 도 2는 용출제(2M 염화암모늄 수용액)에 용해된 중조의 농도에 따른 산업부산물로부터 용출되는 칼슘이온의 용출량을 나타낸 그래프이다. 도 2에 따르면, 용출제에 중조가 포함되어 있지 않거나 미량으로 포함되어 있는 경우 용출된 칼슘이온의 농도는 6,000mg/L를 상회하나, 중조 투입량이 증가함에 따라 용출된 칼슘이온의 농도가 감소한다. 용출제에 포함된 중조의 함량이 0.7g/100g-water인 경우, 중조를 미투입한 경우 보다, 대략 50% 미만의 용출물을 보인다. 한편, 중조 투입량이 증가함에 따라 칼슘이온의 용출량은 급격히 감소하며, 평형 용해도까지 중조를 공급한 투입한 경우에는 칼슘이온이 거의 용출되지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 버려지는 산업부산물로부터 고부가가치 물질인 탄산칼슘 및 중조를 생산하는 방법 및 설비를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수산화나트륨(NaOH) 용액에 이산화탄소 함유 가스를 공급하여 이산화탄소가 공급된 용액을 제조하고, 상기 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조(NaHCO_3)를 생산하는 단계, 상기 중조를 회수하고 남은 여액에 칼슘이온 함유 용액을 공급하여 탄산이온(CO_3^{2-})과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘(CaCO_3)을 생산하는 단계, 및 상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액을 상기 수산화나트륨이 용해된 용액에 재공급하는 단계를 포함하며, 상기 이산화탄소가 공급된 용액은 상기 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염을 더 포함하는 중조 및 탄산칼슘 제조방법을 제공한다.

[0011] 상기 나트륨염은 상기 이산화탄소 함유 가스를 상기 수산화나트륨 용액에 공급하기 전에 공급될 수 있다.

[0012] 상기 나트륨염은 상기 이산화탄소 함유 가스와 함께 상기 수산화나트륨 용액에 공급하거나, 또는 상기 이산화탄소 함유 가스를 상기 수산화나트륨 용액에 공급한 후에 공급될 수 있다.

[0013] 상기 나트륨염은 질산나트륨(NaNO_3), 염화나트륨(NaCl), 또는 이들의 혼합물일 수 있다.

[0014] 상기 칼슘이온 함유 용액은 용출제를 이용해 칼슘을 함유하는 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출하여 제조된 것일 수 있다.

[0015] 상기 용출제는 염화암모늄(NH_4Cl), 염화수소(HCl), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4), 아세트산(CH_3COOH), 및 질산암모늄(NH_4NO_3)의 수용액으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0016] 상기 산업부산물은 제철 슬래그, 석탄회, 바닥회, 비산회, 폐시멘트, 폐콘크리트, 및 제지 슬러지(Paper Sludge)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다.

[0017] 상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액을 상기 용출제로 재사용하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 이산화탄소 함유 가스는 파이넥스 오프 가스(FOG, FINEX off gas), 파이넥스 테일 가스(FTG, FINEX tail gas), 고로 가스(BFG, Blast furnace gas), 전로 가스, 석탄 발전소 배가스, 가스 발전소 배가스, 소각로 배가스, 유리용해 배가스, 열설비 배가스, 석유화학공정 배가스, 석유화학공정 공정가스, 연소전 배가스 및 가스화기 배가스로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 수산화나트륨 용액, 이산화탄소 함유 가스, 및 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염이 공급되어 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조가 생산되는 중조 생산부, 및 상기 중조 생산부에서 배출된 여액 및 칼슘이온 함유 용액이 공급되어 탄산이온과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘이 생산되는 탄산칼슘 생산부를 포함하고, 상기 탄산칼슘 생산부에서 배출된 여액이 상기 중조 생산부에 재공급되는 중조 및 탄산칼슘 제조설비를 제공한다.

[0021] 상기 칼슘이온 함유 용액이 생산되는 용출부를 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 용출부는 칼슘을 함유하는 산업부산물 및 용출제가 공급되고, 상기 용출제가 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출하여 상기 칼슘 이온 함유 용액이 생산될 수 있다.

[0023] 상기 탄산칼슘 생산부에서 배출되는 여액을 상기 용출부에 공급할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄산칼슘 및 중조를 생산하는 방법 및 설비는, 버려지는 산업부산물로부터 고부가가치 물질인 탄산칼슘과 중조를 함께 생성할 수 있고, 연속 공정 구현 시 칼슘이온의 용출률이 하락하는 문제점을 방지하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 산업부산물로부터 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 종래의 공정을 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 용출제(2M 염화암모늄)에 용해된 중조의 농도에 따른 산업부산물로부터 용출되는 칼슘이온의 용출량을 나타낸 그래프이다.

도 3 및 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 중조 및 탄산칼슘 제조설비를 모식적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 다양한 실시예를 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태를 설명한다. 그러나 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다.

[0028] 본 발명은 산업부산물로부터 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 방법 및 설비에 관한 것이며, 구체적으로, 칼슘을 함유하는 산업부산물과, 이산화탄소를 함유하는 배기가스, 및 수산화나트륨을 이용하여 고부가가치 물질인 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 방법 및 설비에 관한 것이다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 방법을 제공한다. 이러한 중조 및 탄산칼슘 제조방법은 a)수산화나트륨(NaOH) 용액에 이산화탄소 함유 가스를 공급하여 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조(NaHCO_3)를 생산하는 단계, b)상기 중조를 회수하고 남은 여액에 칼슘이온 함유 용액을 공급하여 탄산이온(CO_3^{2-})과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘(CaCO_3)을 생산하는 단계, 및 c)상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액을 상기 수산화나트륨이 용해된 용액에 재공급하는 단계를 포함한다.

[0032] 먼저, a)수산화나트륨 용액에 이산화탄소 함유 가스를 공급하면 상기 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조가 생산된다. 상기 중조의 용해도는 20°C 에서 96g/L 이므로, 석출된 중조를 회수한 후 남은 여액에는 중조가 용해도만큼 용해되어 있다. 따라서, b)중조가 용해되어 있는 여액에 칼슘이온을 공급함으로써 탄산칼슘이 추가적으로 생산된다. 즉, a) 및 b) 단계를 수행함으로써 인해 고부가가치 물질인 중조 및 탄산칼슘을 함께 제조할 수 있다. 한편, 상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액은 나트륨이온, 중탄산이온 등을 포함하고 있으므로, 상기 여액을 상기 수산화나트륨이 용해된 용액에 공급하여 중조 생산에 재사용한다.

- [0034] 이하에서는, 단계별로 자세히 설명한다.
- [0036] 먼저, a)수산화나트륨 용액에 이산화탄소 함유 가스를 공급하면 상기 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조가 생산된다. 이러한 중조 생산 반응의 반응식은 하기 식 1과 같다.
- [0038] 식 1: $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3$
- [0040] 상기 중조의 용해도는 20℃에서 96g/L이므로, 석출된 중조를 회수한 후 남은 여액에는 중조가 용해도만큼 용해되어 있다. 즉, 상기 여액에는 나트륨 이온(Na^+), 중탄산 이온(HCO_3^-), 및 탄산 이온(CO_3^{2-}) 등이 용해되어 있다.
- [0042] *46
- [0043] 한편, 상기 이산화탄소 함유 가스는 제철 공정 등의 산업 공정에서 발생되는 부산물로, 예를 들어, 파이넥스 오프 가스(FOG, FINEX off gas), 파이넥스 테일 가스(FTG, FINEX tail gas), 고로 가스(BFG, Blast furnace gas), 전로 가스, 석탄 발전소 배가스, 가스 발전소 배가스, 소각로 배가스, 유리용해 배가스, 열설비 배가스, 석유화학공정 배가스, 석유화학공정 공정가스, 연소전 배가스 및 가스화기 배가스로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 수산화나트륨 용액에 상기 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염을 더 공급한다. 상기 나트륨염은 공통이온효과로 중조의 석출량을 향상시키는 역할을 하는 것이다.
- [0047] 구체적으로, 용해도가 20℃에서 96g/L인 중조는 하기 식 2와 같이 나트륨 이온과 중탄산 이온을 형성한 상태에서 평형을 이룬다.
- [0049] 식 2: $\text{NaHCO}_3 \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$
- [0051] 이러한 평형계에 나트륨염, 예를 들어, 염화나트륨을 넣으면 상기 염화나트륨은 하기 식 3과 같이 나트륨 이온과 염화 이온이 나뉘어 들어간다.
- [0053] 식 3: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- [0055] 식 2의 평형계에 들어간 나트륨 이온은 본래의 평형에 참여하던 나트륨 이온과 같은 이온이므로 평형계에서 나트륨 이온의 농도를 증가시키는 요인으로 작용한다. 따라서, 르샤틀리에의 원리에 따라 평형은 나트륨 이온의 농도를 감소시키기 위해 식 2에서 왼쪽으로 이동하여 새로운 평형에 도달한다. 이렇게 평형이 이동하면 중조 평형계에서 중탄산 이온의 농도가 감소하고 중조가 석출되는 결과가 나타난다. 즉, 중조 생성 반응 시 나트륨염을 공급하는 경우 염화나트륨이 용해되어 나타나는 나트륨 이온의 공통이온효과에 의해 중조의 석출량이 향상되는 효과가 나타난다.
- [0057] 상기 나트륨염은 상기 이산화탄소 함유 가스를 상기 수산화나트륨 용액에 공급하기 전에 상기 수산화나트륨 용액에 공급될 수 있다. 상기 나트륨염을 이산화탄소 함유 가스를 공급하기 전에 수산화나트륨 용액에 공급하는

경우, 중조의 석출량이 향상됨에 따라 이산화탄소의 용해도가 증가되어 용액에 용해되지 않고 공기 중으로 배출되는 이산화탄소의 함량을 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

[0059] 한편, 상기 나트륨염은 상기 이산화탄소 함유 가스와 함께 상기 수산화나트륨 용액에 공급하거나, 또는 상기 이산화탄소 함유 가스를 상기 수산화나트륨 용액에 공급한 후에 공급될 수 있다. 상기 나트륨염을 상기 이산화탄소 함유 가스와 함께 상기 수산화나트륨 용액에 공급하거나, 또는 이산화탄소 함유 가스를 공급한 후에 공급하는 경우, 석출되는 중조의 양을 제어하여 원하는 함량의 중조를 얻을 수 있는 장점이 있다.

[0061] 상기 나트륨염은 중조 보다 용해도가 높고 나트륨 이온을 포함하는 염이라면 특별히 한정하지 않으나, 질산나트륨(NaNO_3), 염화나트륨(NaCl), 또는 이들의 혼합물인 것이 바람직하다.

[0063] 한편, 석출된 중조가 회수되고 남은 여액에는 나트륨 이온(Na^+), 중탄산 이온(HCO_3^-), 및 탄산 이온(CO_3^{2-}) 등이 용해되어 있다. 따라서, b) 상기 여액에 칼슘이온 함유 용액을 공급하면, 탄산이온(CO_3^{2-})과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘(CaCO_3)이 생산된다. 이러한 탄산칼슘 생산 반응의 반응식은 하기 식 4와 같다.

[0065] 식 4: $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaCO}_3$

[0067] 따라서, 중조를 회수하고 남은 여액에 칼슘이온을 공급함으로써 탄산칼슘 추가적으로 제조 가능하다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 제조 방법은, 칼슘이온 함유 물질, 수산화나트륨 및 이산화탄소 함유 가스만을 이용하여 고부가가치 물질인 중조 및 탄산칼슘을 함께 제조할 수 있다.

[0069] 상기 여액에 공급되는 칼슘이온 함유 용액은, 칼슘을 함유하는 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출하여 제조될 수 있다. 상기 산업부산물은 칼슘을 함유하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 제철 슬래그, 석탄회, 바닥회, 비산회, 폐시멘트, 폐콘크리트, 및 제지 슬러지(Paper Sludge)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다.

[0071] 용출제를 이용하여 상기 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출시킬 수 있으며, 이러한 용출제의 종류는 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 염화암모늄(NH_4Cl), 염화수소(HCl), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4), 아세트산(CH_3COOH), 및 질산암모늄(NH_4NO_3)의 수용액으로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상을 사용하는 것이 바람직하다.

[0073] 상기 칼슘이온 함유 용액에 포함된 칼슘이온의 농도는, 상기 여액에 포함된 중탄산 이온 및 탄산 이온을 합한 농도보다 높은 것이 바람직하다. 상기 식 4의 반응에서 제조된 탄산칼슘을 회수한 후 남은 여액은 용출제로 재사용될 수 있는데, 이때, 상기 여액에 중탄산이온이 포함되어 있으면 산업부산물에서 용출되는 수산화기(OH^-)로 인해 상기 중탄산 이온이 탄산 이온(CO_3^{2-})으로 전환된다. 상기 여액에 포함된 탄산이온과 전환된 탄산이온은 산업부산물로부터 용출된 칼슘이온과 반응하여 탄산칼슘을 형성할 수 있고, 이러한 탄산칼슘은 슬래그 등의 산업부산물 표면을 덮어 추가적인 칼슘이온의 용출을 막는 문제점을 발생시킬 수 있다.

[0075] 그러나 상기 칼슘이온 함유 용액에 포함된 칼슘이온의 농도를 상기 여액에 포함된 중탄산이온 및 탄산 이온을 합한 농도보다 높게 제어하는 경우, 중탄산이온 및 탄산 이온을 모두 탄산칼슘으로 전환할 수 있다. 따라서, 상

기 여액에는 중탄산이온 및 탄산 이온이 포함되어 있지 않아 탄산칼슘 회수 후 남은 여액을 용출제로 재사용 시 산업부산물로부터 칼슘이온의 용출을 막는 문제점을 방지할 수 있다.

[0077] 한편, c)상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액은 나트륨이온, 중탄산이온 등을 포함하고 있으므로, 상기 여액을 상기 수산화나트륨이 용해된 용액에 공급하여 중조 생산에 재사용한다. 또한, 상술한 바와 같이, 상기 탄산칼슘을 회수하고 남은 여액을 상기 용출제로 재사용할 수 있다.

[0080] *83본 발명은 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 설비를 제공한다. 도 3 및 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 중조 및 탄산칼슘을 제조하는 설비를 모식적으로 나타낸 도면이다.

[0082] 본 발명의 일 실시예에 따른 제조 설비는, 수산화나트륨 용액, 이산화탄소 함유 가스, 및 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염이 공급되어 수산화나트륨과 이산화탄소의 반응으로 중조가 생산되는 중조 생산부, 및 상기 중조 생산부에서 배출된 여액 및 칼슘이온 함유 용액이 공급되어 탄산이온과 칼슘이온의 반응으로 탄산칼슘이 생산되는 탄산칼슘 생산부를 포함한다.

[0084] 상기 중조 생산부는 공급된 수산화나트륨 용액 및 이산화탄소 함유 가스의 반응으로 중조가 생성된다. 상기 이산화탄소 함유 가스는 제철 산업 등의 산업 공정에서 발생되며 이산화탄소를 포함하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 파이넥스 오프 가스(FOG, FINEX off gas), 파이넥스 테일 가스(FTG, FINEX tail gas), 고로 가스(BFG, Blast furnace gas), 전로 가스, 석탄 발전소 배가스, 가스 발전소 배가스, 소각로 배가스, 유리용해 배가스, 열설비 배가스, 석유화학공정 배가스, 석유화학공정 공정가스, 연소전 배가스 및 가스화기 배가스로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다.

[0086] 한편, 상기 중조 생산부에는 중조 보다 용해도가 높은 나트륨염이 공급되는데, 이는 상술한 바와 같이 중조의 석출량을 향상시키는 역할을 한다. 한편, 상기 나트륨염은 중조 보다 용해도가 높고 나트륨 이온을 포함한다면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 질산나트륨(NaNO_3), 염화나트륨(NaCl), 또는 이들의 혼합물일 수 있다.

[0088] 상기 중조 생산부에서 중조가 석출되며, 석출된 중조를 분리하고 남은 여액은 상기 탄산칼슘 생산부로 공급된다. 상기 탄산칼슘 생산부에는 상기 여액과 칼슘이온 함유 용액이 공급되며, 상기 여액에 포함된 탄산 이온과 상기 칼슘이온의 반응에 의해 탄산칼슘이 생산된다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 제조 설비는 중조와 함께 탄산칼슘을 생산할 수 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따른 제조설비는, 상기 칼슘이온 함유 용액이 생산되는 용출부를 더 포함할 수 있다. 상기 용출부에는 칼슘을 함유하는 산업부산물 및 용출제가 공급되고, 용출제가 산업부산물로부터 칼슘이온을 용출하여 상기 칼슘이온 함유 용액을 제조할 수 있다.

[0092] 상기 산업부산물은 칼슘을 포함하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 석탄회, 바닥회, 비산회, 폐시멘트, 폐콘크리트, 및 제지 슬러지(Paper Sludge)로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상일 수 있다. 한편, 상기 용출제는 산, 염기 등을 사용할 수 있으며, 예를 들어, 염화암모늄(NH_4Cl), 염화수소(HCl), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4), 아세트산(CH_3COOH), 및 질산암모늄(NH_4NO_3)의 수용액으로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상인 것이 바람직하다.

[0094] 상기 탄산칼슘 생산부에서 배출된 여액은 용출제, 나트륨이온, 중탄산이온 등을 포함하고 있으므로, 이를 상기

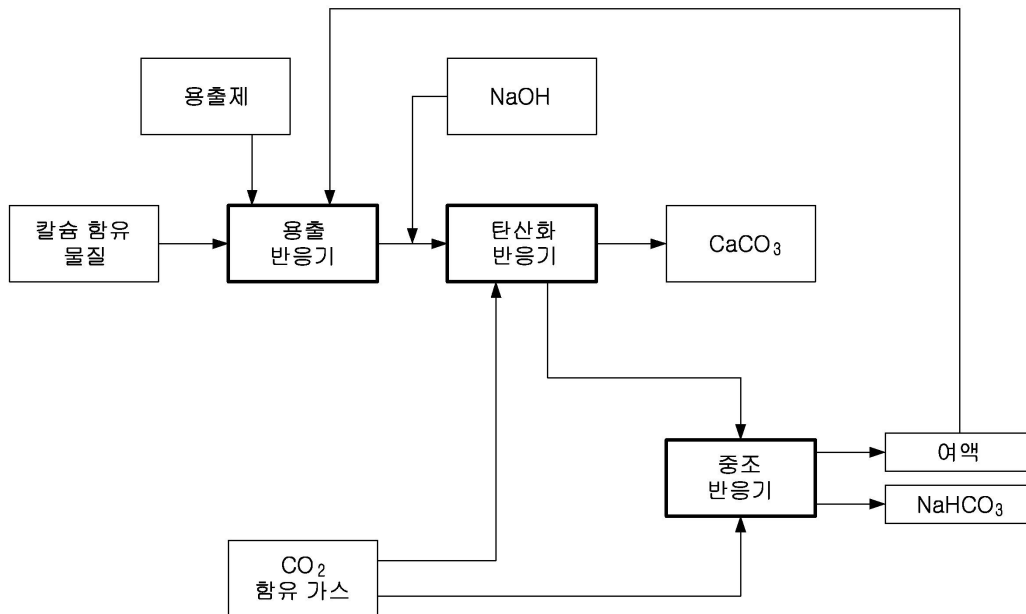
중조 생산부에 재공급하거나, 상기 용출부에 공급하여 용출제로 재사용할 수 있다. 또는, 상기 여액의 일부를 중조 생산부에 재공급하고, 나머지 일부를 용출부에 공급하여 용출제로 재사용할 수 있다.

[0096]

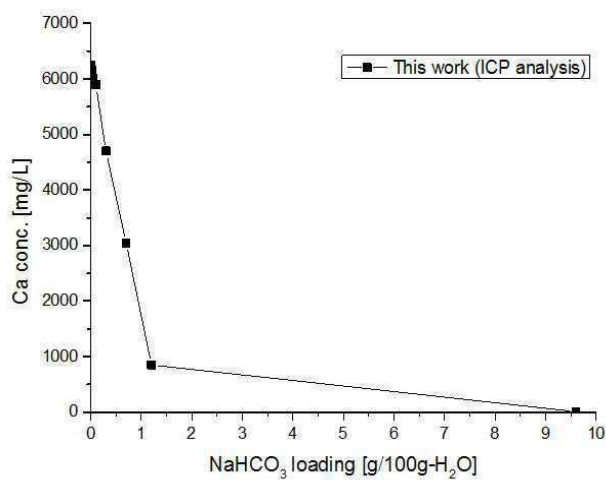
이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

도면

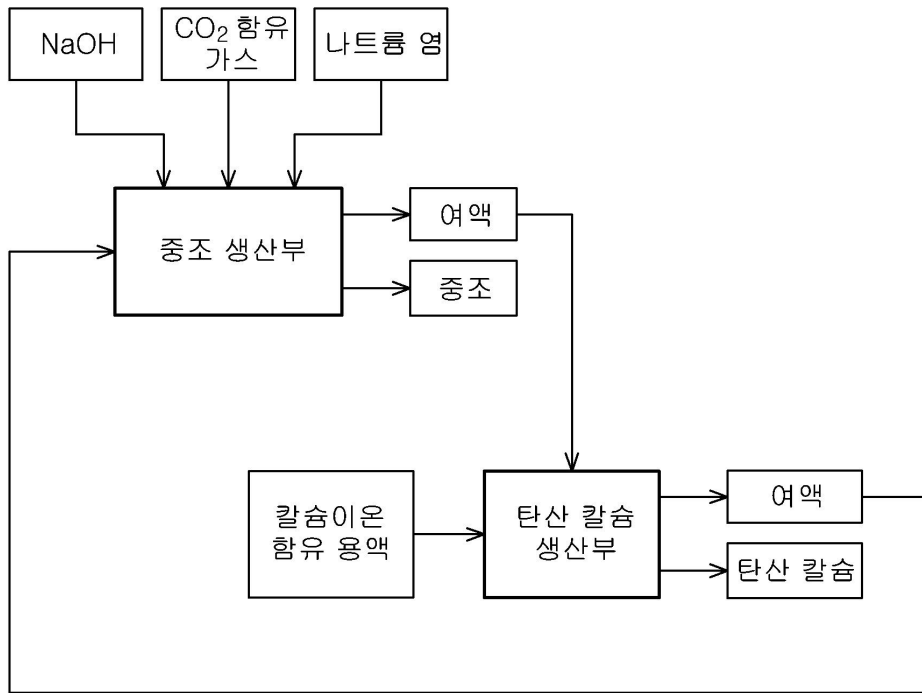
도면1



도면2



도면3



도면4

