



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월03일
 (11) 등록번호 10-1402643
 (24) 등록일자 2014년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B03D 1/02 (2006.01) B02C 23/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0149643
 (22) 출원일자 2012년12월20일
 심사청구일자 2012년12월20일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP10265218 A*
 KR100857725 B1*
 JP2011046570 A
 JP4693095 B
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
 (72) 발명자
 조성백
 충북 음성군 음성읍 반기문로 45-15, 108동 1005호 (금광포란재아파트)
 안응모
 경북 상주시 북룡3길 29, 106동 302호 (북룡동, 우방아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 민병오

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 김완수

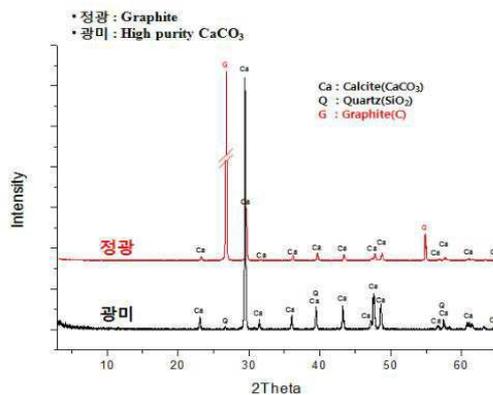
(54) 발명의 명칭 **석회석에 함유된 불순물인 카본을 제거하는 방법**

(57) 요약

본 발명은 석회석에 함유된 불순물인 카본(그래파이트)을 제거하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 석회석에 포함된 카본을 분류하기 위해 분산제, 포집제, 기포제를 이용하여 석회석에 함유되어 있는 불순물인 카본을 제거하여 석회 제품의 다양한 요구에 부합하는 원료를 공급할 수 있는 석회석의 품위향상을 높이도록 하기 위한 것이다.

그리고 석회석에 함유된 불순물인 카본을 제거하는 방법은 석회석 원광을 1차 파쇄하여 파쇄물로 형성하는 단계; 상기 파쇄물을 2차 파쇄하여 분말시료로 형성하는 단계; 상기 분말시료를 용액에 현탁시켜 광액을 형성하고 마광하는 단계; 상기 광액에 분산제 Na₂SiO₃를 첨가하는 단계와; 분산제와 혼합된 광액에 기포제와 Kerosene, MIBC, Diesel 중 어느 하나를 사용하는 포집제를 주입한 후, 상기 석회석에 포함된 카본을 제거하기 위하여 부유선별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

이수정

대전 유성구 노은서로 124, 102동 301호 (노은동,
노은카운티스)

장희동

대전 유성구 엑스포로 448, 507동 1302호 (전민동,
엑스포아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2006-003

부처명 지식경제부

연구사업명 일반사업

연구과제명 광물자원으로부터 나노소재의 원료물질 제조기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2006.01.01 ~ 2015.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

석회석 원광을 Jaw Crusher나 Pulverizer로 1차 파쇄하여 1~2mm 입도크기를 갖는 파쇄물로 형성하는 단계와; 상기 파쇄물이 1mm이하의 입도크기를 갖도록 볼 사이즈의 지름이 30mm이고, 볼 장입량이 50-80vol%인 자밀(Jar Mill)로 2차 파쇄하여 분말시료로 형성하는 단계와; 상기 분말시료를 용액에 현탁시켜 광액을 형성하고 마광하는 단계와; 상기 마광한 광액에 분산제 Na_2SiO_3 를 첨가하고, 분산제와 혼합된 광액에 Aerofroth-70나, Aerofroth-65 중에서 어느 하나의 기포제와 MIBC, Diesel 중에서 어느 하나의 포집제를 주입하는 단계와; 상기 석회석에 포함된 카본을 제거하기 위하여 부유선별하는 단계를 포함하는 석회석에 함유된 불순물인 카본을 제거하는 방법에 있어서,

상기 분산제 Na_2SiO_3 첨가량이 1000g/ton 일때, 기포제는 없고, 마광입도 65mesh로 고정하고, 포집제 MIBC 첨가량을 140, 200, 260, 320, 380g/ton으로 변환시키고,

분산제 Na_2SiO_3 첨가량이 1000g/ton 일때, 기포제 Aerofroth-65 첨가량을 20, 60, 100, 140, 180g/ton 마광입도 65mesh로 고정하고, 포집제 Diesel 첨가량을 140, 200, 260, 320, 380g/ton으로 변환시키고,

분산제 Na_2SiO_3 첨가량이 1000g/ton 일때, 기포제 Aerofroth-70 첨가량을 20, 60, 100, 140, 180g/ton, 마광입도 65mesh로 고정하고, 포집제 Diesel 첨가량을 140, 200, 260, 320, 380g/ton으로 변환시키는 것 중에서 어느 하나를 선택하여 구성한 것을 특징으로 하는 석회석에 함유된 불순물인 카본을 제거하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 석회석에 함유된 불순물인 카본(그라파이트)을 제거하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 석회석에 포함된 카본을 분류하기 위해 분산제, 포집제, 기포제를 이용하여 석회석에 함유되어 있는 불순광물인 카본을 제거하여 석회 제품의 다양한 요구에 부합하는 원료를 공급할 수 있는 석회석의 품위향상을 높이도록 하기

[0001]

위한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 석회석이란 석회암을 채광하여 상업적으로 이용하는 형태로 된 일종의 상품명이지만, 최근에는 석회암을 그대로 석회석이라고 통칭하기도 한다. 석회석은 광물학적으로는 방해석(calcite)이며, 이론적 화학조성은 CaO 56.0중량%, CO₂ 44.0중량%로 구성되어 있으나, 일반적으로 국내에서 산출되는 석회석은 MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃ 또는 SiO₂ 등의 각종 불순물을 다량함유하고 있어 순도가 낮을 뿐만 아니라, 저활성 및 입도 불균일 등 원료의 기본 특성이 좋지 않아 고급 질 제강 및 환경, 정밀화학공정 등 고부가가치 산업에 원료 또는 부원료로서 적용이 불가능하다.
- [0003] 석회석은 석회석 원광 자체로서의 이용뿐만 아니라 석회 및 칼슘 화합물로서의 이용 등 전체 용도가 약 300여종에 이른다고 보고되고 있다. 이러한 석회석의 다양한 용도 중 현대 산업사회에서 석회석의 대량 사용처로는 시멘트 및 철강공업 등이 대표적인 사용처이다. 우리나라의 경우 철강시멘트 공업 등이 석회석 수요의 대부분을 차지하는 구조에 획기적인 변화는 없으나, 최근 우리나라 석회석 수요 추세가 부가가치가 높은 화학공업용 및 식의약품 첨가제로 매년 급격히 증가하는 것으로 집계되고 있다(한국지질자원연구원, 주요 광물 원료소재의 개발 동향 분석 (2001)).
- [0004] 국내 부존된 석회석 중에서 고순도 고백색도 원광의 부존량은 한정되어 있으므로, 고부가가치 용도인 고급 원료 광물과 고급 분체 제품의 수입량은 증가하는 추세이며, 상대적으로 국내 석회석 관련 제조업의 대외 경쟁력이 약화되고 있다. 국내의 생산현황, 용도별 소비실적 및 시장구조에 대하여 조사분석한 결과를 종합하면 국내 석회석광의 평균품위 저하와 고백색도 원광의 부족으로 원광석 일부가 수입 사용되고 있으며, 또한 수입량이 증가하고 있는 추세이므로 국내 원광의 고품위화 연구가 필요할 것으로 판단된다.
- [0005] 또한, 고급 석회제품의 수요가 크게 증가하고 있으므로 공업용 석회의 고급화 기술 확보 및 공정개발이 요구되며 식의약품 칼슘분야에서는 원료소재의 수입대체 및 국내 자급화 실현을 위하여 고순도, 고풍성, 입도 제어, 미분체 소수화도 조절기술과 각종의 고급화 기술 등에 관한 연계기술의 개발 등이 시급하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 석회석에 혼합된 불순광물인 카본을 간단한 공정으로 분리하여 석회석의 품위를 향상시키는 데 그 목적이 있다.
- [0007] 즉, 석회석을 1차 및 2차 분쇄하여 분산제, 포집제, 기포제를 투입하여 카본을 분리하도록 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 목적은 석회석 원광을 Jaw Crusher나 Pulverizer로 1~2mm가 이루어지도록 1차 파쇄하여 파쇄물을 형성하는 단계; 상기 파쇄물이 1mm이하가 이루어지도록 볼 사이즈의 지름이 30mm이고, 볼 장입량이 50~80vol%인 자밀(Jar Mill)로 2차 파쇄하여 분말시료로 형성하는 단계; 상기 분말시료를 용액에 현탁시켜 광액을 형성하고 마광하는 단계; 상기 광액에 분산제 Na₂SiO₃를 첨가하는 단계와; 상기 분산제와 혼합된 광액에 Aerofroth-70나, Aerofroth-65 중에서 어느 하나의 기포제와 MIBC, Diesel 중에서 어느 하나의 포집제를 주입한 후, 상기 석회석에 포함된 카본을 제거하기 위하여 부유선별하는 단계를 포함하는 석회석의 정제방법에 의하여 달성된다.
- [0009] 또한, 본 발명은 1차 파쇄는 Jaw crusher, Cone Crusher, Pulverizer, 2차 파쇄는 자밀(Jar Mill)을 이용하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또한, 본 발명에서 2차 파쇄(마광)에 사용되는 자밀의 볼 사이즈는 지름이 30mm이고, 볼 장입량은 70 vol%인 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 마광으로 형성된 상기 광액 내의 미립자의 최대 입도는 48mesh~150mesh인 것을 특징으로 하는 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 상기 기포제는 Pine oil, Aerofroth-70, Aerofroth-65중 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 Kerosene, MIBC, Diesel 혼합물 등의 포집제를 사용함으로써, 불순광물인 카본의 선별 공정이 가능하여 석회석의 품위를 향상시킬 수 있다.

[0014] 또한, 저품위 석회석을 대상으로 정제하여 얻을 수 있는 효과는 고품위 석회석을 선택적으로 채굴할 필요가 없기 때문에 채광비가 크게 절약되고, 폐광 및 휴광의 개발이 가능하여 석회석의 생산량을 증대시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 석회석에 카본이 함유된 상태를 나타낸 사진이다.

도 2는 본 발명에 따른 석회석 원광의 XRD 그래프이다.

도 3은 본 발명에 따른 석회석 부유선별의 공정 흐름도이다.

도 4는 본 발명에 따른 석회석에 대한 부유선별 후 선별, 분리된 정광과 광미의 X-선 회절분석결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0017] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.

[0019] 본 발명에 따른 부유선별을 하고자 석회석은 도 1의 원석에 나타내는 바와 같이, 분체상의 백색도에 민감한 영향을 주는 카본을 상당량 함유하고 있다. 상기 카본은 용해가 어렵고 물과 알코올 등 모든 용제에 녹지 않으며, 고온에서 기체로 되는 성질이 있다. 따라서 석회석의 고품위 및 백색도 향상을 크게 저해하는 요소로 이를 정제하기 위한 것이다.

[0020] 또한, 분쇄 특성에 영향을 미치는 주요 인자는 조암광물이므로 조암광물 종류를 알아보기 위한 X-선 회절분석을 이용하였다. 도 2의 원광의 XRD 측정 데이터를 살펴보면, 석회석 원광의 X-선 회절 분석 결과, $2\theta = 30^\circ$ 에서 가장 큰 피크(peak)가 검출되었다. JCPDS 카드 중의 표준 물질의 데이터 파일을 이용하여 판독한 결과 해당 피크는 칼사이트(Calcite; CaCO_3)이며, 그 외 불순광물로는 석영(Quartz; SiO_2)가 검출되었으며, 카본(Graphite; C)은 미량으로 원광의 X-선 회절분석 결과에서는 검출되지 않았다.

[0021] 그리고 도 3은 본 발명의 석회석 부유선별의 공정 흐름도로서, 먼저, 석회석 원광을 자연 상태에서 충분히 건조한 후, Jaw crusher, Cone crusher, Pulverizer를 이용하여 1차 파쇄하여 1mm~ 2mm 입도 크기를 갖는 파쇄물을 형성한다.

[0022] 상기 Pulverizer 파쇄산물(Sieve : 10, 18, 35, 48, 65, 100, 150, 200, 250, 325mesh)에 대한 습식 체가름 실

험결과는 [표 1]과 같다.

표 1

| 산물명 (mesh) | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 누적비 (%) |
|---------------|-----------|--------------|------------|
| -10# +18# | 4.66 | 0.96 | 0.96 |
| -18# +35# | 5.56 | 1.14 | 2.10 |
| -35# +50# | 30.97 | 6.36 | 8.46 |
| -50# +65# | 69.33 | 14.24 | 22.71 |
| -65# +100# | 72.95 | 14.99 | 37.70 |
| -100# +150# | 79.43 | 16.32 | 54.01 |
| -150# +200# | 39.77 | 8.17 | 62.19 |
| -200# +250# | 25.73 | 5.29 | 67.47 |
| -250# +325# | 28.49 | 5.85 | 73.33 |
| -325# | 129.83 | 26.67 | 100.00 |
| 계 | 486.72 | 100 | |

[0023]

[0024]

다음으로, 자밀(Jar Mill)을 이용하여 1차 파쇄된 파쇄물을 1mm 이하로 2차 파쇄(마광)하여 분말시료로 형성한다. 분말시료에는 카본이 상당량 혼입되어 있는 것으로 나타났다.

[0025]

상기 자밀을 이용하여 밀회전수를 80rpm, 볼장입량을 70%로 고정하여 분쇄시간(5분, 10분, 15분, 20분)에 대한 습식 체가름 실험은 아래의 [표 2], [표 3]과 같다.

표 2

| 분쇄 시간 | 산물명 (mesh) | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 누적비 (%) | 분쇄 시간 | 산물명 (mesh) | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 누적비 (%) |
|----------|---------------|-----------|--------------|------------|----------|---------------|-----------|--------------|------------|
| 5분 | +48# | 1.86 | 0.39 | 0.39 | 10분 | +48# | 0.20 | 0.04 | 0.04 |
| | -48#~+65# | 16.67 | 3.47 | 3.86 | | -48#~+65# | 10.84 | 2.25 | 2.29 |
| | -65#~+100# | 36.39 | 7.58 | 11.44 | | -65#~+100# | 18.14 | 3.77 | 6.06 |
| | -100#~+150# | 72.78 | 15.16 | 26.60 | | -100#~+150# | 57.31 | 11.90 | 17.97 |
| | -150#~+200# | 55.52 | 11.56 | 38.16 | | -150#~+200# | 49.97 | 10.38 | 28.35 |
| | -200#~+250# | 32.20 | 6.71 | 44.87 | | -200#~+250# | 34.92 | 7.25 | 35.60 |
| | -250#~+325# | 44.51 | 9.27 | 54.14 | | -250#~+325# | 59.95 | 12.45 | 48.05 |
| | -325# | 220.18 | 45.86 | 100.00 | | -325# | 250.08 | 51.95 | 100.00 |
| | 계 | 480.11 | 100.00 | | | 계 | 481.41 | 100.00 | |

[0026]

표 3

| 분쇄 시간 | 산물명 (mesh) | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 누적비 (%) | 분쇄 시간 | 산물명 (mesh) | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 누적비 (%) |
|----------|---------------|-----------|--------------|------------|----------|---------------|-----------|--------------|------------|
| 15분 | +48# | 0.11 | 0.02 | 0.02 | 20분 | +48# | 0.16 | 0.03 | 0.03 |
| | -48#~+65# | 0.83 | 0.17 | 0.19 | | -48#~+65# | 0.50 | 0.10 | 0.13 |
| | -65#~+100# | 3.69 | 0.76 | 0.96 | | -65#~+100# | 2.31 | 0.47 | 0.61 |
| | -100#~+150# | 28.97 | 5.98 | 6.93 | | -100#~+150# | 20.95 | 4.27 | 4.87 |
| | -150#~+200# | 52.40 | 10.81 | 17.74 | | -150#~+200# | 30.15 | 6.14 | 11.02 |
| | -200#~+250# | 22.86 | 4.72 | 22.45 | | -200#~+250# | 12.70 | 2.59 | 13.61 |
| | -250#~+325# | 51.59 | 10.64 | 33.10 | | -250#~+325# | 67.97 | 13.85 | 27.46 |
| | -325# | 324.35 | 66.90 | 100.00 | | -325# | 356.01 | 72.54 | 100.00 |
| | 계 | 484.80 | 100.00 | | | 계 | 490.75 | 100.00 | |

[0027]

[0028]

1차 파쇄된 분말시료를 자 밀(Jar mill)에 넣고 불순광물로부터 단체분리(liberation)한다. 자 밀에 볼을 40 ~ 80% 정도 장입하고, 밀 회전속도를 임계회전수(critical speed)의 60 ~ 90%의 속도하에서 2차 파쇄(마광)한다. 이때, 광액농도(pulp density)는 40 ~ 60%로 조절한다.

[0029]

본 발명에 따른 2차 파쇄(마광)시간은 부유선별에 악영향을 미치는 미립자 생성을 최소화하는 등 처리공정의 효율성을 위하여 최대입도 48mesh ~ 150mesh 이하로 마광함이 바람직하다. 상기와 같이 마광이 완료되면, 광액을 부유선별하여 미립화시 석회석 분말의 분체상의 색도에 민감한 영향을 주는 카본 등을 제거한다.

[0030]

상기 카본을 제거하기 위하여 본 발명에 따른 부유선별은 분산제와 기포제 및 포집제를 광액에 투입한다.

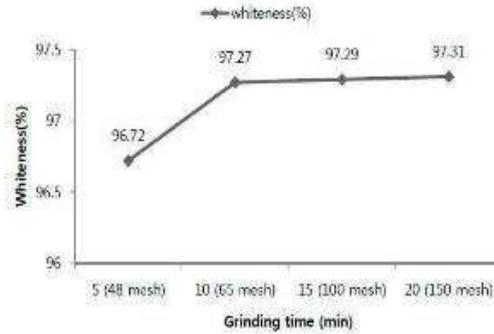
[0031]

상기 마광 입도별(48, 65, 100, 150mesh) 부유선별 실험은 하기의 [표 4]와 같다.

표 4

- 마광입도 : 48, 65, 100, 150mesh
- 분산제 : $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$
- Kerosene = 260g/ton
- Pine oil = 100g/ton

| 실험번호 (마광입도) | 시료명 | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 비고 |
|----------------------|-------|-----------|--------------|--|
| ADB-F-6 (48mesh) | Conc. | 10.38 | 2.85 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 474.11 | 97.05 | |
| | Total | 486.50 | 100.00 | |
| ADB-F-7 (65mesh) | Conc. | 21.15 | 4.23 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 476.51 | 95.77 | |
| | Total | 499.66 | 100.00 | |
| ADB-F-8 (100mesh) | Conc. | 47.41 | 9.49 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 452.37 | 90.51 | |
| | Total | 499.78 | 100.00 | |
| ADB-F-9 (150mesh) | Conc. | 51.33 | 10.48 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 436.29 | 89.52 | |
| | Total | 489.62 | 100.00 | |

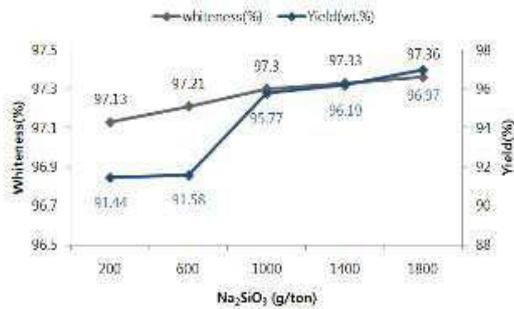


[0032]

표 5

- Na_2SiO_3 첨가량 : 200, 600, 1000, 1400, 1800g/ton
- Kerosene 첨가량 : 260g/ton
- Pine oil 첨가량 : 100g/ton
- 마광입도 : 65mesh

| 실험번호 (마광입도) | 시료명 | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 비고 |
|----------------------|-------|-----------|--------------|--|
| ACB-F-41 (65mesh) | Conc. | 42.25 | 8.56 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 200\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 452.19 | 91.44 | |
| | Total | 494.44 | 100.00 | |
| ACB-F-42 (65mesh) | Conc. | 41.83 | 8.42 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 600\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 452.50 | 91.58 | |
| | Total | 494.33 | 100.00 | |
| ACB-F-43 (65mesh) | Conc. | 70.05 | 14.15 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 473.21 | 95.77 | |
| | Total | 494.76 | 100.00 | |
| ACB-F-44 (65mesh) | Conc. | 18.56 | 3.71 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1400\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 476.71 | 96.19 | |
| | Total | 495.27 | 100.00 | |
| ACB-F-45 (65mesh) | Conc. | 14.97 | 3.03 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1800\text{g/ton}$ or $\text{K}_2 = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tal | 471.18 | 96.97 | |
| | Total | 486.15 | 100.00 | |



[0033]

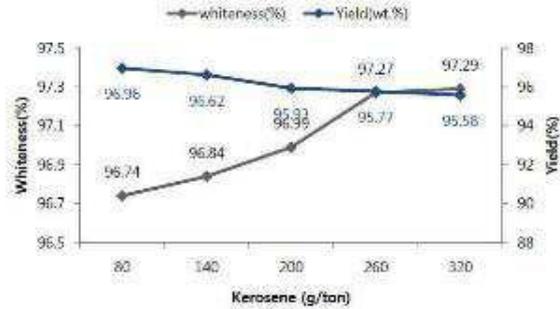
[0034] 그리고 포집제는 Kerosene, MIBC, Diesel 혼합물 중 어느 하나를 사용할 수 있다.

[0035] 상기 포집제인 Kerosene 첨가량 비교 실험결과는 [표 6]과 같다. 이때 2차 파쇄(마광)에서 볼 사이즈는 지름이 30mm, 볼 장입량은 7.6Kg, 시료 500g, 물은500cc, rpm 80, 시간 10분이고, 부유선별에서는 [표 6]와 같이, 분산제 Na_2SiO_3 첨가량은 1000g/ton, 기포제 Pine oil 첨가량 100g/ton, 마광입도 65mesh로 고정하고, 포집제 Kerosene 첨가량을 80, 140, 200, 260, 320g/ton으로 변환시키며 사용하였다.

표 6

- 분산제 Na_2SiO_3 첨가량 : 1000g/ton
- 포집제 Kerosene 첨가량 : 80, 140, 200, 260, 320g/ton
- 기포제 Pine oil 첨가량 : 100g/ton
- 마광입도 : 65mesh

| 실험번호 (마광입도) | 상용액 | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 비고 |
|----------------------|-------|-----------|--------------|---|
| ADB-F-10 (65mesh) | Conc. | 11.17 | 3.06 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{Kc} = 80\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 410.17 | 48.84 | |
| | Total | 496.29 | 100.00 | |
| ADB-F-13 (65mesh) | Conc. | 16.66 | 3.38 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{Kc} = 140\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 470.84 | 95.62 | |
| | Total | 493.52 | 100.00 | |
| ADB-F-14 (65mesh) | Conc. | 20.07 | 4.07 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{Kc} = 200\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 472.78 | 95.95 | |
| | Total | 497.05 | 100.00 | |
| ADB-F-10 (65mesh) | Conc. | 20.96 | 4.23 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{Kc} = 260\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 474.01 | 95.77 | |
| | Total | 494.98 | 100.00 | |
| ADB-F-15 (65mesh) | Conc. | 23.03 | 4.62 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{Kc} = 320\text{g/ton}$ $\text{P. O.} = 100\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 471.56 | 95.58 | |
| | Total | 493.37 | 100.00 | |



[0036]

[0037]

또한, MIBC 첨가량 비교 실험결과는 [표 7]과 같다. 이때 2차 파쇄(마광)에서 볼 사이즈는 지름이 30mm, 볼 장입량은 7.6Kg, 시료 500g, 물은 500cc, rpm 80, 시간 10분이고, 부유선별에서는 [표 7]와 같이, 분산제 Na_2SiO_3 첨가량은 1000g/ton, 기포제 첨가량 없음, 마광입도 65mesh로 고정하고, 포집제 MIBC 첨가량을 140,

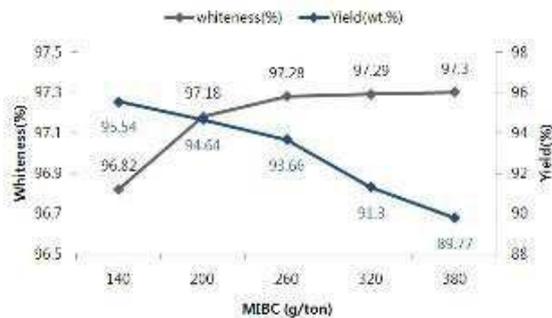
[0038]

200, 260, 320, 380g/ton으로 변환시키며 사용하였다.

표 7

- 분산제 Na_2SiO_3 첨가량 : 1000g/ton
- 포집제 MIBC 첨가량 : 140, 200, 260, 320, 380g/ton
- 기포제 첨가량 : 없음
- 마광입도 : 65mesh

| 실험번호 (마광입도) | 상용액 | 중량 (g) | 중량비 (wt%) | 비고 |
|----------------------|-------|-----------|--------------|---|
| ADB-F-31 (65mesh) | Conc. | 22.12 | 4.48 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{MIBC} = 140\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 473.90 | 95.14 | |
| | Total | 496.02 | 100.00 | |
| ADB-F-32 (65mesh) | Conc. | 26.54 | 5.36 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{MIBC} = 200\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 468.05 | 91.61 | |
| | Total | 495.00 | 100.00 | |
| ADB-F-35 (65mesh) | Conc. | 31.82 | 6.34 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{MIBC} = 260\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 462.06 | 95.56 | |
| | Total | 494.28 | 100.00 | |
| ADB-F-34 (65mesh) | Conc. | 43.14 | 8.70 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{MIBC} = 320\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 452.90 | 91.50 | |
| | Total | 496.04 | 100.00 | |
| ADB-F-35 (65mesh) | Conc. | 50.46 | 10.13 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1000\text{g/ton}$ $\text{MIBC} = 380\text{g/ton}$ |
| | Tot. | 442.74 | 89.77 | |
| | Total | 493.20 | 100.00 | |



[0039]

[0040]

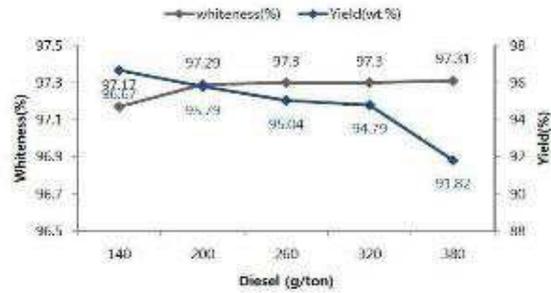
상기 MIBC는 포집제이면서 기포성이 있으므로 기포제는 첨가하지 않아도 된다.

[0041] 그리고 Diesel 첨가량 비교 실험결과는 [표 8]과 같다. 이때 2차 과쇄(마광)에서 볼 사이즈는 지름이 30mm, 볼 장입량은 7.6Kg, 시료 500g, 물은 500cc, rpm 80, 시간 10분이고, 부유선별에서는 [표 8]와 같이, 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량은 1000g/ton, 기포제 Pine oil 첨가량 100g/ton, 마광입도 65mesh로 고정하고, 포집제 Diesel 첨가량을 140, 200, 260, 320, 380g/ton으로 변환시키며 사용하였다.

표 8

- 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량 : 1000g/ton
 - 포집제 Diesel 첨가량 : 140, 200, 260, 320, 380g/ton
 - 기포제 Pine oil 첨가량 : 100g/ton
 - 마광입도 : 65mesh

| 실질분포 (마광입도) | 구분 | 중량 (g) | 중량비 (%) | 비고 |
|--------------------|-------|---------|---------|---|
| Aerofroth (65mesh) | Conc. | 16.44 | 3.29 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton Diesel = 140g/ton P. O. = 100g/ton |
| | Tail | 977.17 | 96.67 | |
| | Total | 993.61 | 100.00 | |
| Aerofroth (65mesh) | Conc. | 20.85 | 4.17 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton Diesel = 200g/ton P. O. = 100g/ton |
| | Tail | 978.28 | 95.76 | |
| | Total | 999.13 | 100.00 | |
| Aerofroth (65mesh) | Conc. | 20.58 | 4.16 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton Diesel = 260g/ton P. O. = 100g/ton |
| | Tail | 979.43 | 95.84 | |
| | Total | 999.99 | 100.00 | |
| Aerofroth (65mesh) | Conc. | 25.73 | 5.17 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton Diesel = 320g/ton P. O. = 100g/ton |
| | Tail | 980.48 | 94.82 | |
| | Total | 1006.21 | 100.00 | |
| Aerofroth (65mesh) | Conc. | 40.35 | 8.18 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton Diesel = 380g/ton P. O. = 100g/ton |
| | Tail | 955.00 | 91.81 | |
| | Total | 995.35 | 100.00 | |



[0042]

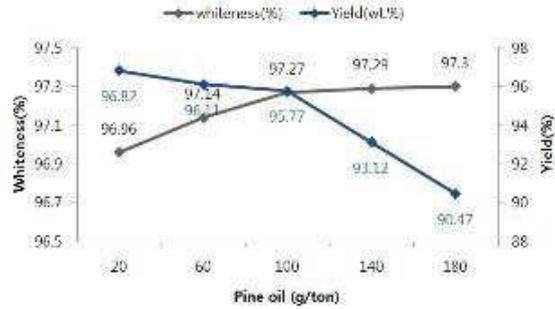
[0043] 그리고 기포제는 Pine oil, Aerofroth-70, Aerofroth-65중 어느 하나를 100g/ton으로 일정하게 첨가하여 5 ~ 15분 동안 조건시간을 부여하고 2 ~ 4분 동안 카본을 부유시킨다.

[0044] 상기 기포제인 Pine oil 첨가량 실험결과는 [표 9]와 같다. 이때 2차 과쇄(마광)에서 볼 사이즈는 지름이 30mm, 볼 장입량은 7.6Kg, 시료 500g, 물은 500cc, rpm 80, 시간 10분이고, 부유선별에서는 [표 9]와 같이, 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량은 1000g/ton, 포집제 Kerosene 첨가량 260g/ton, 마광입도 65mesh로 고정하고, 기포제 Pine oil 첨가량을 20, 60, 100, 140, 180g/ton으로 변환시키며 사용하였다.

표 9

- 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량 : 1000g/ton
- 포집제 Kerosene 첨가량 : 260g/ton
- 기포제 Pine oil 첨가량 : 20, 60, 100, 140, 180g/ton
- 마광입도 : 65mesh

| 분산제(마광입도) | 시험명 | 중량(%) | 중량비(wt%) | 비고 |
|----------------------|-------|--------|----------|---|
| A09-F-17 (65mesh) | Conc. | 19.86 | 3.18 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton P. O. = 20g/ton |
| | Tot. | 482.07 | 96.82 | |
| | Total | 498.83 | 100.00 | |
| A09-F-18 (65mesh) | Conc. | 19.10 | 3.89 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton P. O. = 60g/ton |
| | Tot. | 476.54 | 96.11 | |
| | Total | 495.62 | 100.00 | |
| A09-F-19 (65mesh) | Conc. | 20.95 | 4.25 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton P. O. = 100g/ton |
| | Tot. | 474.12 | 95.77 | |
| | Total | 495.07 | 100.00 | |
| A09-F-19 (65mesh) | Conc. | 34.02 | 6.89 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton P. O. = 140g/ton |
| | Tot. | 460.14 | 93.12 | |
| | Total | 494.16 | 100.00 | |
| A09-F-20 (65mesh) | Conc. | 41.14 | 9.55 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton P. O. = 180g/ton |
| | Tot. | 448.55 | 90.47 | |
| | Total | 489.79 | 100.00 | |



[0045]

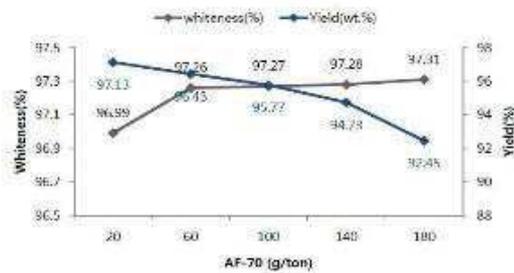
[0046]

또한, 첨가제 Aerofroth-70 첨가량 실험결과는 [표 10]과 같다. 이때 2차 과쇄(마광)에서 볼 사이즈는 지름이 30mm, 볼 장입량은 7.6Kg, 시료 500g, 물은 500cc, rpm 80, 시간 10분이고, 부유선별에서는 [표 10]과 같이, 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량은 1000g/ton, 포집제 Kerosene 첨가량을 260g/ton, 마광입도 65mesh로 고정하고, 기포제 Aerofroth-70 첨가량을 20, 60, 100, 140, 180g/ton으로 변환시키며 사용하였다.

표 10

- 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량 : 1000g/ton
- 포집제 kerosene 첨가량 : 260g/ton
- 기포제 Aerofroth-70 첨가량 : 20, 60, 100, 140, 180g/ton
- 마광입도 : 65mesh

| 분산제(마광입도) | 시험명 | 중량(%) | 중량비(wt%) | 비고 |
|----------------------|-------|--------|----------|---|
| A09-F-21 (65mesh) | Conc. | 14.17 | 2.87 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton AF-70 = 20g/ton |
| | Tot. | 479.53 | 97.13 | |
| | Total | 495.70 | 100.00 | |
| A09-F-22 (65mesh) | Conc. | 17.25 | 3.37 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton AF-70 = 60g/ton |
| | Tot. | 471.51 | 95.33 | |
| | Total | 493.17 | 100.00 | |
| A09-F-23 (65mesh) | Conc. | 29.56 | 5.73 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton AF-70 = 100g/ton |
| | Tot. | 474.07 | 95.77 | |
| | Total | 495.63 | 100.00 | |
| A09-F-24 (65mesh) | Conc. | 36.09 | 5.73 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton AF-70 = 140g/ton |
| | Tot. | 465.67 | 94.78 | |
| | Total | 494.91 | 100.00 | |
| A09-F-25 (65mesh) | Conc. | 37.29 | 5.55 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/t K ₂ = 260g/ton AF-70 = 180g/ton |
| | Tot. | 458.03 | 92.01 | |
| | Total | 494.14 | 100.00 | |



[0047]

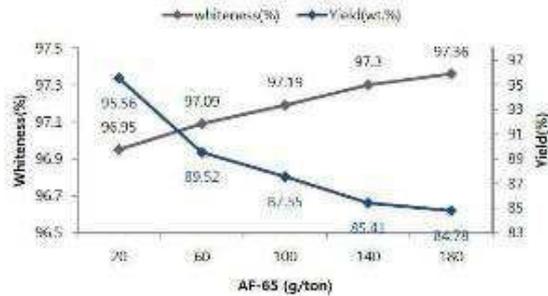
[0048]

그리고 첨가제 Aerofroth-65 첨가량 실험결과는 [표 11]과 같다. 이때 2차 과쇄(마광)에서 볼 사이즈는 지름이 30mm, 볼 장입량은 7.6Kg, 시료 500g, 물은 500cc, rpm 80, 시간 10분이고, 부유선별에서는 [표 11]과 같이, 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량은 1000g/ton, 포집제 Kerosene 첨가량을 260g/ton, 마광입도 65mesh로 고정하고, 기포제 Aerofroth-65 첨가량을 20, 60, 100, 140, 180g/ton으로 변환시키며 사용하였다.

표 11

- 분산제 Na₂SiO₃ 첨가량 : 1000g/ton
 - 포집제 kerosene 첨가량 : 260g/ton
 - 기포제 Aerofoth-65 첨가량 : 20, 60, 100, 140, 180g/ton
 - 마광입도 : 65mesh

| 인정석회석(마광 입도) | 시료명 | 중량(g) | 유량비(wt%) | 비고 |
|-------------------|-------|--------|----------|--|
| AD5-F-05 (55mesh) | Cont. | 21.74 | 4.44 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton K = 260g/ton AF-65 = 20g/ton |
| | Tail | 468.04 | 89.56 | |
| | Total | 489.78 | 100.00 | |
| AD5-F-07 (55mesh) | Cont. | 91.96 | 10.43 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton K = 260g/ton AF-65 = 60g/ton |
| | Tail | 443.04 | 89.57 | |
| | Total | 489.82 | 100.00 | |
| AD5-F-08 (55mesh) | Cont. | 67.68 | 13.83 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton K = 260g/ton AF-65 = 100g/ton |
| | Tail | 413.77 | 87.55 | |
| | Total | 485.45 | 100.00 | |
| AD5-F-09 (55mesh) | Cont. | 72.12 | 14.74 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton K = 260g/ton AF-65 = 140g/ton |
| | Tail | 422.17 | 85.45 | |
| | Total | 494.29 | 100.00 | |
| AD5-F-10 (55mesh) | Cont. | 79.22 | 15.22 | Na ₂ SiO ₃ = 1000g/ton K = 260g/ton AF-65 = 180g/ton |
| | Tail | 410.06 | 84.72 | |
| | Total | 489.28 | 100.00 | |



[0049]

[0050]

상기와 같이 본 발명에 따른 부유선별은 석회석 원광에 포함된 카본과 그 산화물의 제거가 목적이다. 카본 제거를 위한 부유선별 실험에 영향을 미치는 인자는 분산제의 사용량, 포집제 종류 및 첨가량, 기포제 첨가량, 원료의 입도 등으로 알려져 있다.

[0051]

상기와 같이 마광입도가 65mesh에서 가장 많이 카본을 정제할 수 있음을 알 수 있고, 여기에 분산제, 포집제, 기포제의 첨가량에 의해 결정이 됨을 알 수 있다.

[0052]

그리고 상기 석회석에 대한 부유선별 후 선별, 분리된 정광과 광미의 X-선 회전분석결과는 도 4와 같다.

[0053]

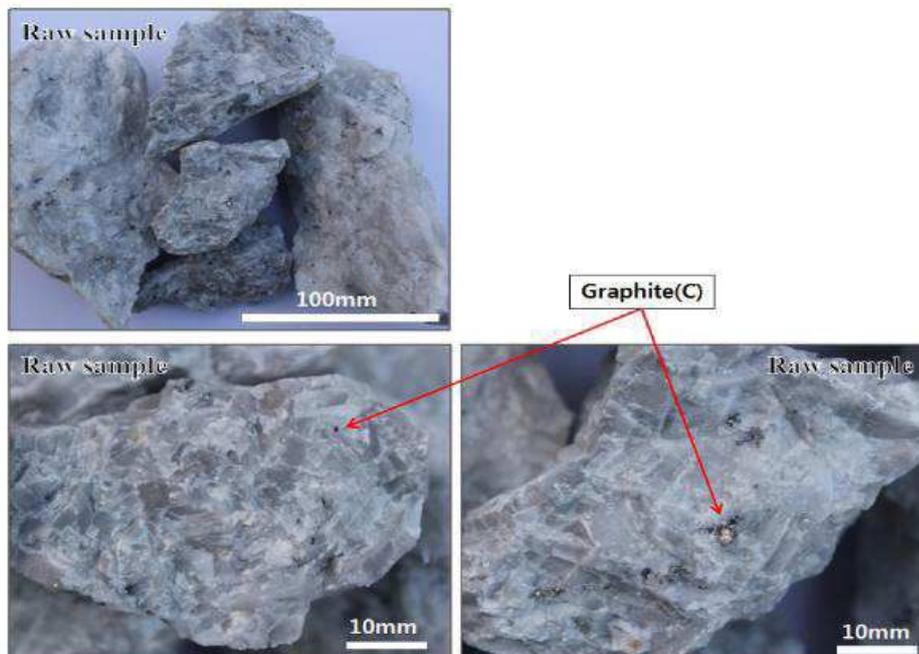
상기 도 4에서 알 수 있는 바와 같이, 카본 성분이 많이 제거되었음을 알 수 있다. 따라서 이러한 불순광물 제거에 따라 정제된 최대 입도 65 mesh 석회석의 백색도는 석회석 원광에 비해 훨씬 증가한 것이다. 또한, 이렇게 정제한 석회석 광미(석회석내에 불순광물인 그라파이트 제거 산물)를 어트리션 밀(attrition mill) 등과 같은 초미분쇄 장치를 이용하여 미분쇄하여 최대입도 10 μ m 이하의 미분체로 만들면 백색도는 98까지 향상됨을 알 수 있었다.

[0054]

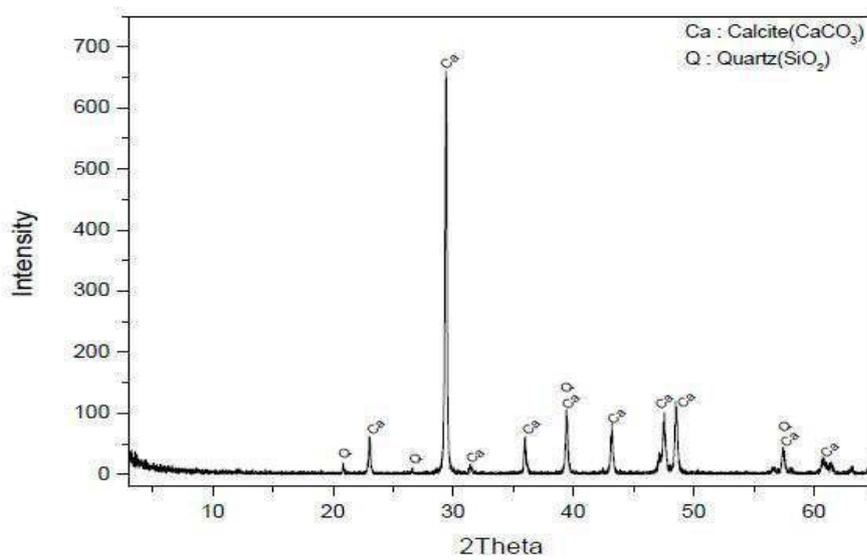
본 발명은 이상에서 살펴본 바와 같이 바람직한 실시 예를 들어 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니 하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

도면

도면1



도면2



• 안동 석회석 원광의 X-선 회절분석 결과

도면3



도면4

