



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0086483
(43) 공개일자 2010년07월30일

(51) Int. Cl.

C03C 13/00 (2006.01) C03C 3/062 (2006.01)
C03C 3/083 (2006.01) C03C 3/091 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7010864

(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년11월20일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년05월18일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2008/003897

(87) 국제공개번호 WO 2009/066076

국제공개일자 2009년05월28일

(30) 우선권주장

0809462.5 2008년05월23일 영국(GB)

PCT/GB2007/004509 2007년11월23일 세계지적재
산권기구(WIPO)(WO)

(71) 출원인

더 몰간 크루시블 캄파니 피엘시

영국, 버크셔어 에스엘4 1엘피, 원저, 하이 스트
리트 55-57, 쿼드란트

(72) 벌명자

주브 가리 안소니

영국 3PH CH62 브롬버로우 위럴, 테베이 로드, 써
멀 세라믹스 유케이 리미티드

모트람 로빈 스튜어트

영국 3PH CH62 브롬버로우 위럴, 테베이 로드, 써
멀 세라믹스 유케이 리미티드

보프 제임스 차알스

영국 3BA EC4A 런던 런던그레이터 5 펠버튼로우
필립스앤드레이

(74) 대리인

이훈, 이두희

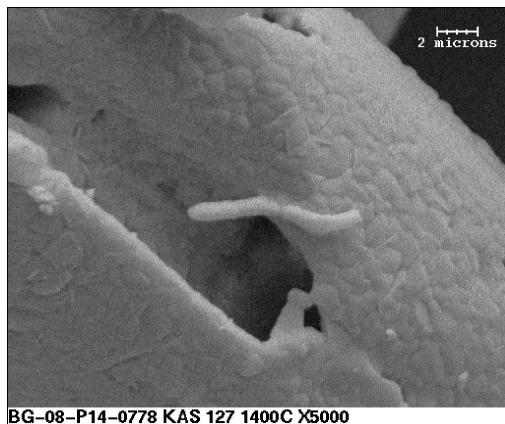
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 무기섬유조성물

(57) 요 약

Al_2O_3 10.2 ~ 55.5 몰%, K_2O 12 ~ 37.1 몰%, SiO_2 17.7 ~ 71.4 몰%, B_2O_3 0.1 ~ 10 몰%(이때, $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} \geq 77.7$ 몰%이고 상기 총합량은 100몰%를 초과하지 아니한다.)이고 임의의 MgO 0.1 ~ 10 몰%의 조성을 갖는 용융형성 무기섬유가 개시된다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

하기 조성을 갖는 무기섬유.

Al_2O_3 10.2 ~ 55.5 몰%

K_2O 12 ~ 37.1 몰%

SiO_2 17.7 ~ 71.4 몰%

B_2O_3 0.1 ~ 10 몰%

이때, $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} \geq 77.7$ 몰%이고 상기 총합량은 100몰%를 초과하지 아니한다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 무기섬유는 다음을 더 포함하는 무기섬유.

MgO 0.1 ~ 10 몰%.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 무기섬유는 Al_2O_3 가 15 ~ 40 몰%의 량으로 존재하는 무기섬유.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 무기섬유는 Al_2O_3 가 25몰%보다 더 큰 량으로 존재하는 무기섬유.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 무기섬유는 K_2O 가 13.5 ~ 30 몰%의 량으로 존재하는 무기섬유.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 무기섬유는 SiO_2 가 30 ~ 65 몰%의 량으로 존재하는 무기섬유.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 무기섬유는 SiO_2 가 40 ~ 52 몰%의 량으로 존재하는 무기섬유.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 SiO_2 , Al_2O_3 및 K_2O 의 함량은 하기 량으로 존재하는 무기섬유.

Al₂O₃ 30.7±5 몰%

K₂O 20.4±5 몰%

SiO₂ 49±5.5 몰%

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 SiO₂, Al₂O₃ 및 K₂O의 함량은 하기 량으로 존재하는 무기섬유.

Al₂O₃ 30.5±2 몰%

K₂O 20.3±2 몰%

SiO₂ 49.1±2.25 몰%

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 SiO₂, Al₂O₃ 및 K₂O의 함량은 하기 량으로 존재하는 무기섬유.

Al₂O₃ 31.0±2 몰%

K₂O 23.2±2 몰%

SiO₂ 45.8±2.3 몰%

청구항 11

제1항 내지 제9항 중의 어느 한 항에 있어서,

B₂O₃는 7.5몰% 미만, 또는 5몰% 미만, 또는 4.5몰% 미만, 또는 4몰% 미만, 또는 5몰% 미만, 또는 3몰% 미만, 또는 2.5몰% 미만, 또는 2몰% 미만, 또는 1.5몰% 미만, 또는 1몰% 미만, 또는 0.2 ~ 2 몰% 범위인 무기섬유.

청구항 12

제2항 내지 제10항 중의 어느 한 항에 있어서,

MgO는 5몰% 미만, 또는 3몰% 미만, 또는 2몰% 미만, 또는 1.5몰% 미만, 또는 0.1 ~ 0.5 몰% 범위인 무기섬유.

청구항 13

제2항 내지 제10항 중의 어느 한 항에 있어서,

B₂O₃의 양은 2몰% 미만이고, MgO의 양은 3몰% 미만인 무기섬유.

청구항 14

제1항에 있어서,

K₂O + (CaO + MgO + Na₂O + BaO 만일 존재한다면)가 18wt%보다 더 큰 무기섬유.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중의 어느 한 항에 있어서,

B₂O₃의 양은 3.1wt% 미만인 무기섬유.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중의 어느 한 항에 있어서,

**청구항 17**

제1항 내지 제16항 중의 어느 한 항에 있어서,

**청구항 18**

제1항 내지 제17항 중의 어느 한 항에 의한 무기섬유를 포함하는 열절연체.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 절연체는 블랭킷(blanket)의 형태인 열절연체.

청구항 20

제1항 내지 제17항 중의 어느 한 항에 의한 무기섬유를 포함하는 매스틱(mastic).

청구항 21

제1항 내지 제17항 중의 어느 한 항에 의한 무기섬유를 포함하는 복합재(composite material).

청구항 22

제1항 내지 제17항 중의 어느 한 항에 의한 무기섬유를 포함하는 촉매체(catalyst body)용 담체구조(support structure).

청구항 23

제1항 내지 제17항 중의 어느 한 항에 의한 무기섬유를 포함하는 마찰재(friction material).

명세서**기술 분야**

[0001]

본 발명은 무기섬유조성물(inorganic fibre composition)에 관한 것이다.

[0002]

섬유상 물질(fibrous material)은 단열재 및/또는 차음재 용도로서 잘 알려져 있으며, 또한 예를 들어 섬유보강시멘트(fibre reinforced cements), 섬유보강플라스틱(fibre reinforced plastics) 및 금속기재복합체(metal matrix composite) 요소 등과 같은 복합체 재료에서의 보강성분 용도로서도 알려져 있다. 이러한 섬유는 자동차 배기장치의 촉매변환기(catalytic converter) 및 디젤 미립자필터(diesel particulate filter) 등의 오염방지 장치에서 촉매체(catalyst body)용 담체구조(support structure)에 사용될 수 있다. 이러한 섬유는 마찰재(friction material; 예를 들어, 자동차 브레이크용)의 성분으로 사용될 수 있다. 본 발명의 섬유는 일련의 특성을 가지며 나타나는 특성에 따라 이를 용도 모두에 사용가능하다.

배경기술

[0003]

1987년 이전에는 단열제품(예를 들어, 블랭킷(blanket), 진공성형조형품(vacuum formed shape) 및 매스틱(mastic) 등)의 제조용으로 사용되는 섬유상 물질(fibrous material)에는 4가지 주된 종류가 있었다. 이들은 제조자에 따라 특정노선의 세부가 달라지지만, 2가지 주된 제조경로로 제조되었다. 상기 섬유 및 노선은 다음과 같다(경비 및 온도성능이 증가하는 순서):

[0004]

용융성형섬유(Melt formed fibre)

- [0005] · 광물면(mineral wool)
- [0006] · 유리면(glass wool)
- [0007] · 알루미노실리케이트 섬유(aluminosilicate fibre)
- [0008] 줄겔제조 섬유 (Sol-gel process fibre)
- [0009] · 소위 다결정 섬유(polycrystalline fibre)
- [0010] 용융성형섬유는 공지된 방법들에 의해 용융물을 제조하고 그 결과용융물을 섬유화함으로써 형성된다. 이를 방법은 다음을 포함한다:
 - 용융물의 흐름을 형성하고 이 흐름을 스피닝휠(spinning wheel)에 접촉시켜 이로부터 발산시킴으로써 섬유를 형성한다.
 - 용융물의 흐름을 형성하고 이 흐름을 이에 횡단 또는 평행하거나 또는 소정각도를 갖는 기체 분사(jet)에 충돌시킴으로써 상기 용융물을 섬유로 블래스팅한다.
 - 로터리 공정(rotary process)으로, 즉 용융물이 스피닝컵(spinning cup)의 주연부내 개구로부터 탈출하여 열풍에 의해 블래스팅됨으로써 섬유를 형성한다.
 - 미세한 개구를 통해 용융물을 사출하여 필라멘트(filament)를 형성하며, 이에는 예를 들어 상기 필라멘트를 플레임(flame)에 통과시키는 플레임 감쇄(flame attenuation) 등의 후처리가 사용될 수 있다.
 - 용융물이 섬유로 변환되는 기타 모든 방법.
- [0016] 석면섬유(asbestos fibre)의 내력 때문에, 광범위한 종류의 섬유를 대상으로 이것이 폐질환의 원인으로 되는지 여부에 대해 상당한 관심이 있어왔다. 자연섬유 및 인공섬유의 독물학 연구를 통해 문제발생 요인은 폐 내에서의 섬유 지속성 때문이라는 견해에 도달하였다. 이에 따라, 섬유가 폐로부터 신속하게 제거될 수 있다면, 건강에 대한 위협은 모두 최소화될 수 있다는 견해로 발전하였다. "생체지속성 섬유(biopersistent fibre)" 및 "생체지속도(biopersistence)"의 개념이 생겨났다- 즉, 동물체 내에서 오랫동안 지속하는 섬유는 생체지속성인 것으로 고려되며 섬유가 동물체 내에서 잔존하는 상대적 시간은 생체지속도로서 고려된다. 여러 유리계(glass system)가 폐의 체액에 용해가능하여 낮은 생체지속도를 갖는다고 알려져 있으나, 문제는 이러한 유리계들은 일반적으로 고온 용도로서 사용될 수 없다는 점이었다. 시장의 수요는 고온 성능과 결합된 낮은 생체지속도를 갖는 섬유를 찾았다. 1987년 Johns Manville은 칼슘 마그네슘 실리케이트(calcium magnesium silicate) 성분기반의 계를 개발하였다. 이러한 물질은 종래 유리면(glass wool)보다 더 고온의 성능을 가질 뿐만 아니라 고온단열에 대부분 사용되었던 알루미노실리케이트 섬유보다도 체액에 더 높은 용해도를 가졌다. 이후, 이러한 낮은 생체지속성 섬유들이 개발되어왔고 현재에는 일련의 알칼리토류 실리케이트(alkaline earth silicate: AES) 섬유가 시장에 등장하고 있다.
- [0017] AES 관련 특허들은 다음과 같다:
 - 국제특허출원공개 제W087/05007호(최초 Johns Manville 출원)에서는 마그네시아, 실리카, 칼시아 및 10wt% 미만의 알루미나를 포함하는 섬유가 식염수에 용해가능하다는 것이 개시되었다. 상기 섬유의 용해도는 5시간 노출 후 식염수에 존재하는 실리콘의 ppm(parts per million: 섬유의 실리카 함유물질로부터 추출)으로 개시되었다.
 - 국제특허출원공개 제W089/12032호에서는 식염수에 용해가능한 부가의 섬유가 개시되었고 이러한 섬유 내에 존재할 수 있는 성분의 일부를 기술하였다.
 - 유럽특허출원 제0399320호에서는 높은 생리학적 용해도를 가지며 10~20몰% Na₂O 및 0~5몰% K₂O를 갖는 유리섬유가 개시되었다. 이를 섬유가 생리학적으로 용해가능하다는 것이 제시되었지만, 이들의 최대사용온도(maximum use temperature)는 표시되지 않았다.
 - 식염수 용해도로서 섬유의 선택을 개시한 기타 특허명세서로는 유럽특허 제0412878호 및 제0459897호, 프랑스 특허 제2662687호 및 제2662688호, 국제특허출원공개 제W086/04807호, 제W090/02713호, 제W092/09536호, 제W093/22251호, 제W093/15028호, 제W094/15883호, 제W097/16386호, 제W02003/059835호, 제W02003/060016호, 유럽특허 제1323687호, 국제특허출원공개 제W02005/000754호, 제2005/000971호 및 미국특허 제5250488호가 있다.
 - 조성에 따라 이들 다양한 선행문헌들에 개시된 섬유들의 내화성(refractoriness)은 상당히 변동하며 이들 알칼

리토류 실리케이트 물질들에 대한 특성들은 임계적으로 좌우된다.

[0023] 일반적으로, 저온에서 잘 기능하는 알칼리토류 실리케이트 섬유를 생산하는 것은 비교적 쉽다. 왜냐면, 저온 용도이기 때문에 양호한 섬유화를 위해 산화붕소(boron oxide)와 같은 첨가제들이 제공될 수 있어 원하는 물질특성을 맞추도록 상기 성분들의 함량을 변화시킬 수 있기 때문이다. 그러나, 일반적으로(비록 예외는 있지만) 상기 첨가제 성분들이 더 많이 존재하면 할수록 내화성은 저하되기 때문에, 알칼리토류 실리케이트 섬유의 내화성을 증가시키려면 결국 첨가제의 사용을 줄일 수밖에 없다.

[0024] 국제특허출원공개 제W093/15028호는 CaO , MgO , SiO_2 및 임의의 ZrO_2 를 주성분으로 함유하는 섬유들을 개시한다. 이들 AES 섬유는 CMS(칼슘 마그네슘 실리케이트) 또는 CMZS(칼슘 마그네슘 지르코늄 실리케이트) 섬유들로도 알려져 있다. 제W093/15028호에서는 사용된 조성물에 알칼리 금속산화물이 본질적으로 없어야 함이 요구된다. 1000°C 에서의 절연체용으로 적합하기 위해서는 최대 0.65중량%까지의 양이 용인될 수 있는 것으로 제시되었다.

[0025] 또한, 제W093/15028호에서는 유리(glass)의 용해도를 예견하는 방법을 개시하고 섬유로서 형성되지 않고 유리로서 형성된 일련의 물질들에 대해 용해도를 시험하였다. 이들 조성물은 KAS, KMAS 및 KNAS (즉, 각각 칼륨 알루미노실리케이트, 칼륨 마그네슘 알루미노실리케이트, 칼륨 나트륨 알루미노실리케이트) 조성을 갖는다. 이들 조성물은 유사 생리식염액(physiological like solution)에서의 용해도측정을 근거로 하여 불충분한 용해도를 갖는 것으로 평가되었다. 사용된 생리식염액 종류는 pH가 약 7.4이다.

[0026] 그 후, 용해도가 섬유 자신이 존재하는 환경에 좌우된다는 것이 밝혀졌다. 비록 세포간 폐 체액에 존재하는 생리식염액이 제W093/15028호에 주어진 것과 근사하며 pH 7.4 부근의 pH를 갖지만, 섬유제거 메커니즘은 섬유에 대한 대식세포(macrophage)의 공격을 수반한다. 상기 대식세포가 섬유에 접촉하게 되는 생리식염액의 pH는 크게 낮고(약 pH 4.5), 이는 무기섬유의 용해도에 영향을 미치게 된다("In-vitro dissolution rate of mineral fibres at pH 4.5 and 7.4 - A new mathematical tool to evaluate the dependency an composition" Torben Knudsen and Marianne Guldberg, Glass Sci. Technol. 78(205) No.3 참조).

[0027] 국제특허출원공개 제W094/15883호는 최대 1260°C 또는 그 이상의 온도에서 내화 절연체(refractory insulation)로서 사용가능한 다수의 섬유들을 개시한다. 이 특허는 제W093/15028호와 마찬가지로 알칼리 금속산화물 함량이 낮게 유지되어야 하지만, 일부 알칼리토류 실리케이트 섬유는 다른 성분보다는 더 높은 알칼리 금속 산화물 수준을 용인할 수 있다는 것을 제시하였다. 그러나, 0.3중량% 및 0.4중량%의 Na_2O 수준은 1260°C 에서의 절연용 물질에서는 수축율(shrinkage)을 증가시키는 요인으로 추정되었다.

[0028] 국제특허출원공개 제W097/16386호는 최대 1260°C 또는 그 이상의 온도에서 내화 절연체로 사용가능한 섬유들을 개시한다. 이들 섬유는 MgO , SiO_2 및 임의의 ZrO_2 를 주성분으로 함유한다. 이들 섬유는 미량 불순물(trace impurity: 알칼리 금속 산화물로서 산출된 최대 1 퍼센트의 수 백분의 1 수준으로 존재)로서 이외에는 알칼리 금속산화물 실질적으로 요하지 않는다고 명시되고 있다. 상기 섬유들은 일반적으로 조성 SiO_2 65~86%, MgO 14~35%를 갖고 상기 성분 MgO 및 SiO_2 는 적어도 상기 섬유의 82.5중량%를 구성하며 나머지는 지정성분들과 접성 조정제들로 된다.

[0029] 국제특허출원공개 제W02003/059835호는 섬유와 이로부터 제조되는 블랭킷의 강도를 향상시키기 위해 La_2O_3 또는 기타 란탄족 첨가제들이 사용된 소정의 칼슘 실리케이트(calcium silicate) 섬유들을 개시한다. 이 특허출원은 알칼리 금속산화물 수준에 대해서는 언급이 없으나, 최대 1260°C 또는 그 이상의 온도에서 절연체로 사용하기 위한 섬유들에서 ~0.5중량% 영역의 양이 개시되었다.

[0030] 국제특허출원공개 제W02006/048610호에서는 AES 섬유에 대해 작은 양의 알칼리금속산화물을 포함하는 것이 기계적 및 열적 특성에서 유리하다는 것이 개시되었다.

[0031] 이러한 낮은 생체지속성 섬유는 1300°C 초과온도에서 성능이 악화된다는 점에서 그 범위가 제한된다.

[0032] 기타 제안된 바 있는 저 생체지속성 섬유로는 알칼리토류 알루미네이트(alkaline earth aluminate)가 있다. 이 물질은 칼슘 알루미네이트(EP0586797) 및 스트론튬 알루미네이트(W096/04214)로서 제안되었다. 이들 섬유는 상업적으로는 생산되지 않고 있다.

[0033] 본 출원인은 알칼리토류 금속산화물 또는 알칼리 금속산화물의 상당한 첨가를 갖는 알루미노실리케이트를 포함하는 콜겔섬유를 개발한 바 있으며 이는 국제출원 제PCT/GB2006/004182호(W02007/054697)로 출원된 바 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0034] 이제 본 출원인은 적어도 일부 섬유가 알루미노실리케이트 섬유에 필적하는 열적성능을 갖는 섬유를 제공할 수 있고 낮은 생체지속성 섬유를 제공하는 다른 섬유조성을 개발하였다. 이들 섬유는 국제출원 제PCT/GB07/004509 호(WO2008/065363)로 출원되었다. 제PCT/GB07/004509호의 섬유는 주로 또는 오로지 Al_2O_3 , K_2O 및 SiO_2 를 포함하는 조성을 갖는다.
- [0035] 용융성형섬유를 제조함에 있어서 전류는 원료성분들을 통과함으로써 용융풀(melt pool)을 형성한다. 약간의 전기전도도가 이 공정을 수행하는데 필요하지만, 제PCT/GB07/004509호의 섬유에 요구되는 K_2O 의 양은 전기전도도가 너무 낮게 떨어짐으로써 용융물을 유지하기가 어려운 정도이다. 대전류가 요구되어 상기 용융공정의 에너지 효율이 저하된다.
- [0036] 본 출원인은 상기 용융물에 대한 붕소의 첨가(B_2O_3 형태, 아니면 하술하는 바와 같음) 상기 용융물의 점도에 악영향을 미치지 않으면서 상기 용융물의 전기전도도를 크게 저하시키고 낮은 수준에서 상기 용융물로부터 제조된 섬유의 고온성능에 악영향을 미치지 않는 효과를 갖는다는 것을 발견하였다.
- [0037] 또한, 본 출원인은 마그네슘은 그레인 미세화제(grain refining agent)로서 작용하므로 낮은 량으로 마그네슘의 용융물에 게재(inclusion)함으로써 섬유에서 결정화효과를 저하시킨다는 것을 발견하였다. 이러한 첨가는 1400 °C에서 섬유수축에 영향을 주는 것 같지는 않으나 1500 °C에서는 악화될 수 있다.
- [0038] 따라서, 본 발명에서는 다음 조성을 갖는 무기섬유를 제공한다:
- [0039] Al_2O_3 10.2 ~ 55.5 몰%
- [0040] K_2O 12 ~ 37.1 몰%
- [0041] SiO_2 17.7 ~ 71.4 몰%
- [0042] B_2O_3 0.1 ~ 10 몰%
- [0043] 이때, $SiO_2 + Al_2O_3 + K_2O \geq 77.7$ 몰%이고 상기 총합량은 100몰%를 초과하지 아니한다.
- [0044] 비저항(resistivity)의 증가를 달성하는데 충분한 붕소는 0.1몰%에서 발견된다. 높은 수준의 붕소는 고온에서 그레인 성장을 초래할 수 있고, 따라서 바람직하게는 산화붕소의 양은 7.5몰% 미만, 또는 5몰% 미만, 또는 4.5몰% 미만, 또는 4몰% 미만, 또는 3.5몰% 미만, 또는 3몰% 미만, 또는 2.5몰% 미만, 또는 2몰% 미만, 또는 1.5몰% 미만, 또는 1몰% 미만이고, 바람직한 범위는 0.2 ~ 2 몰%이다. 하술하는 조절 및 기타 이유에 따라 더욱 바람직한 범위는 3.1wt% 미만의 산화붕소이다.
- [0045] 또한, 본 출원인은 미량첨가로서 MgO 의 부가함유가 바람직한 그레인 미세화효과를 달성한다는 것을 발견하였다. 따라서, 본 발명은 다음 조성을 갖는 무기섬유를 제공한다:
- [0046] Al_2O_3 10.2 ~ 55.5 몰%
- [0047] K_2O 12 ~ 37.1 몰%
- [0048] SiO_2 17.7 ~ 71.4 몰%
- [0049] B_2O_3 0.1 ~ 10 몰%
- [0050] MgO 0.1 ~ 10 몰%
- [0051] 이때, $SiO_2 + Al_2O_3 + K_2O \geq 77.7$ 몰%이고 상기 총합량은 100몰%를 초과하지 아니한다.
- [0052] 그러나, MgO 는 높은 수준에서 수축특성에 해롭고 따라서 MgO 의 양은 최소한으로 유지하는 것이 좋으며, 바람직하게는 5몰% 미만, 또는 3몰% 미만, 또는 2몰% 미만, 또는 1.5몰% 미만, 또는 1몰% 미만이고, 바람직한 범위는 0.1 ~ 0.5 몰%이다.

[0053] 전술한 모든 섬유에 있어서, $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O}$ 는 $\geq 90\text{몰\%}$ 일 수 있고 B_2O_3 및 MgO 의 양은 적절히 조정될 수 있다.

[0054] K_2O 의 양은 35몰% 미만 또는 30몰% 미만으로 될 수 있다. K_2O 의 양은 20몰%보다 클 수 있다. K_2O 의 적절한 범위는 13.5 ~ 30몰%, 바람직한 범위는 $20.4 \pm 5\text{몰\%}$, 가장 바람직한 범위는 $20.3 \pm 2\text{몰\%}$ 이다.

[0055] Al_2O_3 의 양은 20몰%보다 크거나 또는 25몰%보다 클 수 있고, 40몰% 미만일 수 있다. 상기 범위는 바람직하게는 $30.7 \pm 5\text{몰\%}$ 이고, 가장 바람직하게는 $30.5 \pm 2\text{몰\%}$ 이다.

[0056] SiO_2 의 양은 $\geq 30\text{몰\%}$ 또는 $\geq 35\text{몰\%}$ 일 수 있다. SiO_2 의 양은 80몰% 미만 또는 70몰% 미만일 수 있다. SiO_2 의 양은 40 ~ 52몰%일 수 있고, 바람직하게는 $49 \pm 5.5\text{몰\%}$, 매우 바람직하게는 $49.1 \pm 2.25\text{몰\%}$ 이다.

[0057] 확실히 하기 위하여 본 발명에서의 단어 "comprises(포함한다)"는 "includes(포함한다)"를 의미하는 것으로 되며 다른 성분들의 존재도 허용한다. 또한, 특히 청구범위는 성분들의 합이 100%를 초과하는 조성으로는 되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0058] 본 발명의 특징들은 특히 청구범위와 아래 설명 및 도면들에 비추어 명백해질 것이다:

도 1은 본 발명에 의한 제1조성 섬유의 현미경사진.

도 2는 본 발명에 의한 제2조성 섬유의 현미경사진.

도 3은 본 발명에 의한 제3조성 섬유의 현미경사진.

도 4는 본 발명에 의한 제4조성 섬유의 현미경사진.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059] 본 발명자는 일련의 칼륨 알루미노실리케이트 섬유를 실험장치로 제조하였는데, 이 장치에서 적절한 조성으로 용융물을 형성하고 8-16mm 오리피스를 거쳐 태평하여 공지된 방법으로 블로잉하여 섬유를 제조하였다(상기 텁구멍(tap hole)의 크기는 상기 용융물의 점도에 영합하도록 조절되었으며, 이러한 조절은 상기 장치와 사용되는 조성에 따라 실험적으로 결정되어야 한다).

[0060] 또한, 일부 섬유들은 섬유개발장치(대규모 생산공장)로 제조되었다.

[0061] 하기 첨부된 표 1은 제조된 섬유들과 이들의 조성을 중량%(wt%)로 나타낸다. 분석은 봉소를 제외한 X선형광분석(x-ray fluorescence)로 하였고 불꽃 분광법(flame spectrometry)을 사용하였다. 본 발명 범위 내외의 섬유들을 나타낸다.

[0062] 하기 첨부된 표 2는 제조된 섬유들과 몰%로 계산된 조성을 나타낸다.

[0063] 하기 첨부된 표 3은 제조된 섬유들의 수축율(shrinkage)을 나타낸다. 상기 수축율은 0.2% 전분용액(starch solution) 500cm^3 내의 섬유 75g을 사용하여 진공캐스트 예형물(vacuum cast perform)을 $120 \times 65\text{mm}$ 치구 내로 제조하는 방법으로 측정하였다. 백금핀(약 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 직경)을 4개 모서리에 $100 \times 45\text{mm}$ 간격으로 배치하였다. 최장길이(L1 및 L2)와 대각선(L3 및 L4)을 이동현미경을 사용하여 $\pm 5\mu\text{m}$ 의 정확도로 측정하였다. 상기 샘플들을 내에 배치하고 시험온도보다 50°C 미만의 온도까지 300°C /시간의 속도로 상승(ramping)시키고 시험온도까지의 최종 50°C 는 120°C /시간의 속도로 상승(ramping)시킨 후, 24시간 동안 유지시켰다. 상기 샘플들은 로에서 꺼내어 자연냉각시켰다. 수축율값은 4회 측정값의 평균값으로 하였다.

[0064] 하기 첨부된 표 4는 pH~4.5 생리식염액(physiological saline solution)에서의 5시간 정적시험 후 주 유리성분의 ppm으로 되는 섬유의 용해도(solubility)를 나타낸다.

[0065] 용해도 측정공정을 상세히 말하자면, 이는 섬유 $0.500\text{g} \pm 0.003\text{g}$ 을 플라스틱 트위저를 사용하여 원심분리관 내에 넣는 것을 포함한다. 상기 섬유는 보통 잘게 썰고(chopping; 6 와이어메쉬) 쇼트(shot)를 제거하지만(10 와이어로 핸드시빙(hand sieving)), 섬유가 단지 작은 양만 있는 경우에는 별크(bulk) 또는 블랭킷(blanket)으로 될 수도 있다. 각 샘플은 이중으로 중량을 측정한다. 가상 체액 25cm^3 을 눈금디스펜서와 밀봉된 튜브를 사용하여 각

원심분리관 내에 넣는다. 이 가상 체액은 시험개시 때만 섬유에 첨가하며 물 10리터당 하기 성분을 포함한다.

| [0066] | 시약 | 종량 |
|--------|--|--------|
| [0067] | NaHCO ₃ | 19.5 g |
| [0068] | CaCl ₂ · 2H ₂ O | 0.29g |
| [0069] | Na ₂ HPO ₄ | 1.48g |
| [0070] | Na ₂ SO ₄ | 0.79g |
| [0071] | MgCl ₂ · 6H ₂ O | 2.12 |
| [0072] | 글리신(glycine: H ₂ NCH ₂ CO ₂ H) | 1.18g |
| [0073] | Na ₃ 시트레이트 · 2H ₂ O(Na ₃ citrate · 2H ₂ O) | 1.52g |
| [0074] | Na ₃ 타트레이트 · 2H ₂ O(Na ₃ tartrate · 2H ₂ O) | 1.8g |
| [0075] | Na 피루빈산염(Na pyruvate) | 1.72g |
| [0076] | 90% 젖산(lactic acid) | 1.56g |
| [0077] | 포름알데히드(formaldehyde) | 15ml |
| [0078] | HCl | ~7.5ml |
| [0079] | 최종수치인 ~4.5pH로 pH를 조절하기 위한 대략 수치이므로, HCl은 서서히 첨가한다. 상기 가상 체액은 최소 24시간 평형시키고 이 기간 이후에 그에 따라 pH를 조절한다. | |
| [0080] | 모든 시약은 Analar 등급 또는 이와 동등한 등급을 사용하고, 유리도구는 실리카 용탈(silica leaching)이 발생하므로 플라스틱 도구를 사용하여 공정을 수행한다. | |
| [0081] | 이후, 상기 원심분리관은 진탕항온수조(shaking water bath) 내에 배치하고, 이는 37°C±1°C(체온)로 유지하고 5시간 동안 진탕한다. 이때 5시간의 단기간을 선택한다. 왜냐면, 이를 물질 일부는 그 용해도가 너무 높아 이보다 더 긴 시간을 한다면 용탈되어 나오는 K ₂ O 양으로 인해 pH가 더 높은 값으로 이동될 수 있어 결과가 왜곡되거나 때문이다. | |
| [0082] | 진탕 후 각 섬유당 2개 용액을 디캔팅하고 무회여과지(ashless filter paper: Whatman, 110mm diameter no. 40)로 필터링하여 하나의 50ml 병에 넣는다. 그리고, 이 용액을 유도결합플라즈마 원자방출분광기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy: ICP)에 넣는다. 검사할 산화물들은 시험하는 섬유의 조성에 좌우될 것이다. 이 결과는 관련 산화물의 ppm으로 보고된다. | |
| [0083] | 상기 섬유들은 점도조정제(viscosity modifier)를 포함할 수 있다. 적합한 점도조정제는 알칼리금속산화물(alkali metal oxide), 알칼리토류금속산화물(alkaline earth metal oxide), 란탄족 원소(lanthanide element), 산화붕소(boron oxide) 및 불화물(fluoride)과, 실제로 실리케이트유리(silicate glass)의 점도에 영향을 주는 업계에 공지된 모든 원소나 화합물을 포함할 수 있다. 이러한 점도조정제의 양 및 종류는 섬유의 최종용도 및 공정요구조건에 따라 선택하여야 한다. 국제출원 제PCT/GB07/004509호(WO2008/065363)에서는 산화붕소(boron oxide)가 용인될 수 있지만 최대사용온도(maximum use temperature)를 감소시킬 수 있다(섬유 KAS80 참조)는 점을 시사하였다. 그러나, 산화붕소는 용융물로부터 섬유를 형성할 때 유리한 점으로서 용융물의 전기 비저항(electrical resistivity)을 증가시키는 유리한 특성을 부가적으로 갖는다는 점이 발견되었다. 전술하였듯이, K ₂ O의 이온성질(ionic nature)은 많은 량이 사용되는 경우 용융물의 매우 낮은 저항률을 초래한다. 본 출원인은 산화붕소가 아마도 칼륨에 의해 점유될 수 있는 알루미노실리케이트 기재 내 공공(void)을 형성함으로써 칼륨의 이동을 억제하는 것으로 생각된다. 이러한 효과는 다른 M ₂ O ₃ 물질에 의해서 달성될 가능성이 있거나, 또는 알루미늄 및 실리콘의 사면체 배위(tetrahedral co-ordination)에 반대로서의 삼방정계 배위(trigonal co-ordination)를 갖는 경향이 있는 붕소에 특정되는 것일 수 있다. | |
| [0084] | 특히 유용하다고 발견된 점도조정제는 마그네슘이며, 이는 산화물이나 기타 형태로서 첨가될 수 있다. 이러한 | |

성분은 또한 그레인 미세화제(grain refining agent)로서 작용한다. 도 1은 0.6wt% 산화붕소를 포함하는 섬유(표에서 KAS 127)를 나타낸다. 도 2는 0.7wt% 산화붕소 및 1.2wt% MgO를 포함하는 유사조성(like composition)의 섬유(표에서 KAS 112)를 나타낸다. 도 3은 B₂O₃ 또는 MgO를 포함하지 않는 섬유(KAS 164)를 나타내며, 도 4는 MgO 첨가만을 갖는 섬유(KAS 141)를 나타낸다. 이들 수치 모두는 1400°C 이하로 상기 섬유들을 소성한 후의 구조를 나타내며 다음과 같다:

[0085] · B₂O₃만을 갖는 섬유는 B₂O₃나 MgO를 함유하지 않는 섬유보다 표면구조가 더 거칠게 보인다.

[0086] · MgO만을 갖는 섬유는 B₂O₃나 MgO를 함유하지 않거나 또는 B₂O₃만을 갖는 섬유보다 표면구조가 상당히 더 거칠게 보인다.

[0087] · MgO 및 B₂O₃ 둘 다 갖는 섬유는 1400°C 이하로 노출한 후 B₂O₃ 아니면 MgO 만을 갖는 섬유나 또는 B₂O₃나 MgO가 첨가되지 않은 섬유보다도 더 미세한 그레인 구조를 나타낸다.

[0088] MgO 및 B₂O₃ 중의 한 가지만 보다도 이 둘 모두의 효과는 예기치 못하게 놀라운 것이다.

[0089] 산화칼슘(calcium oxide)은 산화스트론튬(strontium oxide)과 마찬가지로 용인될 수 있지만, 최상의 특성을 위해서는 이들 화합물은 없거나 낮은 수준이어야 한다. 산화지르코늄(zirconium oxide) 및 산화철(iron oxide)은 소량으로 용인될 수 있다. 본 발명의 조성들은 비록 바람직한 특성을 달성하는데 용인가능한 양은 첨가제에 따라 달라지겠지만 대체로 첨가제가 용인되는 것으로 보인다.

[0090] 표 3에 의하면, 대다수 섬유들은 1000~1300°C 온도에서 비교적 낮은 수축율을 가지며 심지어 1500°C의 고온에서도 많은 섬유들이 낮은 수축율을 갖는다.

[0091] 바람직하게는, 전술한 조성들의 섬유들은 1400°C를 초과하는 용융점(melting point)을 갖는다. 상기 섬유들은 더 바람직하게는 1600°C보다 큰 용융점. 더 더욱 바람직하게는 1650°C보다 큰 용융점, 가장 바람직하게는 1700°C보다 큰 용융점을 갖는다(유리에 있어서, 상기 용융점은 조성이 10 Pa.s의 점도를 갖는 온도로 정의된다).

[0092] 용이한 제조를 위해 낮은 용융점(예를 들어, 공융점 부근 또는 공융점)을 갖는 조성이 바람직한 반면, 최상의 고온성능을 위해서는 높은 용융점을 갖는 조성이 바람직하다. 본 출원인은 약 35~40wt% 실리카(일반적으로 47~52몰%)를 갖는 조성이 섬유화되기 쉽고, 상승된 온도에서 낮은 수축율을 보이는 섬유를 형성한다는 사실을 발견하였다. 약 23~25wt% K₂O(일반적으로 18~22몰%)를 갖는 섬유들이 특히 형성하기가 용이하다. 용이한 제조면과, 용해도 및 내화성의 균형면에서 최상의 섬유는 다음 조성을 갖는다

[0093] Al₂O₃ 39±5wt%

[0094] K₂O 24±5wt%

[0095] SiO₂ 37±5wt%

[0096] 그리고, 이는 대략 다음과 같다:

[0097] Al₂O₃ 30.7±5몰%

[0098] K₂O 20.4±5몰%

[0099] SiO₂ 49±5.5몰%.

[0100] 더 바람직한 범위는:

[0101] Al₂O₃ 39±2wt%

[0102] K₂O 24±2wt%

[0103] SiO₂ 37±2wt%

[0104] 그리고, 이는 대략 다음과 같다:

- [0105] Al_2O_3 $30.5 \pm 2\text{ 몬\%}$
- [0106] K_2O $20.3 \pm 2\text{ 몬\%}$
- [0107] SiO_2 $49.1 \pm 2.25\text{ 몬\%}$
- [0108] 다른 더 바람직한 범위는:
- [0109] Al_2O_3 $39 \pm 2\text{ wt\%}$
- [0110] K_2O $27 \pm 2\text{ wt\%}$
- [0111] SiO_2 $34 \pm 2\text{ wt\%}$
- [0112] 그리고, 이는 대략 다음과 같다:
- [0113] Al_2O_3 $31.0 \pm 2\text{ 몬\%}$
- [0114] K_2O $23.2 \pm 2\text{ 몬\%}$
- [0115] SiO_2 $45.8 \pm 2.3\text{ 몬\%}$
- [0116] 이를 범위는 다음 특성들의 균형(balance)을 나타낸다:
- [0117] · 칼륨이 너무 많으면 비저항은 용융을 어렵게 만드는 수준까지 저하한다.
- [0118] · 칼륨이 너무 적으면 고온 수축율이 열등하다.
- [0119] · 칼륨이 너무 적으면 용해도가 낮다.
- [0120] · 실리카가 너무 많고 유리질(glassy)이면 1000°C 에서의 수축율이 열등할 수 있다.
- [0121] · 실리카가 너무 적으면 고온에서의 수축율이 열등하다.
- [0122] (실리카의 작용은 높은 실리카 함량이 고온 수축율과 1000°C 에서의 유리질유동(glass flow) 모두에서 최상의 결과를 달성하는 알칼리토류 실리케이트 섬유 경험에 정반대이다).
- [0123] 표 1~4는 전술한 좁은 범위에 해당하는 조성들을 진한 선으로 묶은 것을 나타낸다.
- [0124] 섬유실험장치로 섬유를 제조한 결과 절연응용에 유용한 직경을 갖는 섬유들을 획득할 수 있었다(예를 들어, 90%가 $5.6\mu\text{m}$ 미만의 직경을 가지며, 50%가 $2.2\mu\text{m}$ 미만의 직경을 가지며, 10% 미만이 $0.9\mu\text{m}$ 미만의 직경을 가진다).
- [0125] 표 4에 나타낸 용해도는 극히 높은 용해도가 달성될 수 있다는 것을 나타낸다.
- [0126] 기계적 탄성이 중요한 용도를 위해 상기 섬유들은 열처리를 받을 수 있다. 이러한 용도의 하나는 촉매변환기(catalytic converter), 디젤미립자필터(diesel particulate filter) 또는 트랩(trap), 배기파이프(exhaust pipe) 등과 같은 오염방지장치이다. 이러한 환경에 대한 요구사항은 높고 특히 사용되는 매트(mat)와 엔드콘(end cone)은 800°C 이상의 온도에 노출한 후(일반적으로 900°C 가 발생할 수 있다) 정위치로 남아있도록 충분한 탄성을 가질 필요가 있다. 비정질 섬유들이 이러한 엔드콘을 제조하는데 사용되어왔으나, 약 900°C 초과의 온도에 노출되면 탄성을 잃고 이에 따라 상기 섬유들의 하우징벽에 대한 압력을 유지하게 된다.
- [0127] 여기서 탄성이란 어떤 물품이 변형 후에 그의 최초형상으로 회복되는 능력을 의미한다. 이는 단순히 어떤 물품의 변형 후의 크기 및 형상을 주시하여 변형된 형상으로부터 변형되지 않은 형상으로 회복되는 정도를 관찰하는 것만으로 측정될 수 있다. 그러나, 여기서 상기 탄성의 의미는 가장 일반적으로 변형저항력(force resisting deformation)을 조사함으로써 측정된다. 왜냐면, 이것은 상기 엔드콘의 얼마나 잘 정위치에 계속 있을 수 있는지의 지표이기 때문이다.
- [0128] 국제특허출원공개 제WO2004/064996호에서는 적어도 부분적으로 결정질(crystalline) 또는 미결정질(microcrystalline)인 섬유가 수축에 대해 저항성이 있고 비정질 섬유보다 더 탄성적이라고 하므로 이러한 섬유의 사용을 제안한다(비록 제WO2004/064996호에서는 이러한 결정질 또는 미결정질 섬유가 비정질 섬유보다 더 깨지기 쉽다는 것을 인식하지만). 결정질 섬유 또는 열처리된 미결정질 섬유의 탄성 특성은 블랭킷 기술분야에서

잘 알려져 있다(국제특허출원공개 제W000/75496호 및 제W099/46028호 참조).

[0129] 용융성형 실리케이트 섬유 등의 유리섬유(vitreous fiber)는 유럽에서 규제대상이고 각각 다른 섬유분류들은 각각 다른 위해분류(hazard classification)와 표지요구(labelling requirement)를 갖는다. 종래 유리 알루미노실리케이트 섬유(vitreous aluminosilicate fibre)는 발암물질분류에서 면제된 알칼리토류 실리케이트 섬유보다 더 엄격한 건강위해에 관한 분류표지(이른바 제2발암물질분류로서)가 요구된다.

[0130] Directive 67/548/EEC의 Annex 1을 수정하여 물질의 잠재적 발암성에 따라 물질들을 분류한 Directive 97/69/EC(위해물질지시서(the Hazardous Substances Directive))에 의하면, $6\mu\text{m}$ 미만 직경의 실리케이트 섬유들은 2개의 광범위한 화학범주로 나뉜다. 이들 범주와 결론은 다음과 같다:

| | |
|--|--|
| > 18% w/w (CaO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, BaO) | 범주 3 - 십자형상(St. Andrews Cross)으로서 흡입시 잠재적 위해를 나타내는 제품경고표지가 요구됨 - 이들 섬유는 만일 정의된 저 생체지속도시험을 하나 이상 만족하는 경우, 분류표지요구로부터 면제될 수 있음. |
| < 18% w/w (CaO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, BaO) | 범주 2 - 두개골과 교차시킨 두 대퇴골 형상(skull and crossbones symbol)으로서 흡입시 잠재적 발암성을 나타내는 제품경고표지가 요구됨 - 이는 분류표지요구에서 면제될 수 없음. |

[0131]

[0132] 명백하게, 본 특허청구범위의 섬유 종류는 범주 3 또는 범주 2에 속할 수 있지만 유리하게도 CaO + MgO + Na₂O + K₂O + BaO의 양이 18wt%보다 큰 조성물들을 포함한다. 전술한 가장 바람직한 제조범위의 섬유들은 19wt%의 최소 K₂O 함량(24wt%에서 5wt%를 뺀 값)을 갖는 것으로서 이 요건을 모두 충족한다.

[0133] 뿐만 아니라, EU의 European Commission Directive 2008/58/EC (위해물질을 표지(labelling)하여 분류상의 directive 67/548/EEC를 수정함)에 있어서, 봉산염(borate)은 임신성(fertility)과 발육(development)에 영향을 미칠 수 있는 것으로서 잠재적 독소(potential toxin)로 될 수 있다는 점이 지적되고 있다. 산화봉소에 대해 특정한 제한농도인 3.1wt%가 결정되었다. 이 제한값을 초과하면 물질은 독성으로 표지되며(두개골과 교차시킨 두 대퇴골 형상을 표지에 포함시킴) 이러한 표지는 다음의 명기된 안전위험성 문구들을 포함한다:

· 임신성(fertility)을 해칠 수 있음.

· 태아에 해로울 수 있음.

· 노출을 피하고 사용 전에 상세한 설명에 따르시오.

· 사고가 난 경우 또는 몸이 안 좋은 것을 느끼는 경우 즉시 의사를 찾으시오(가능한 한 표지를 보이시오).

[0138] 따라서, 본 발명의 섬유들은 바람직하게는 3.1wt% 미만의 B₂O₃를 함유한다. 또한, B₂O₃가 점도를 증가시키는 경향이 있으며 B₂O₃가 약 3wt%를 초과하면 거친(coarse; $>10\mu\text{m}$ 직경) 섬유가 생산될 수 있다는 점에서 이러한 제한은 실제 영향을 미친다.

[0139] 본 출원의 우선권주장 기초가 된 출원에 뒤이어서 본 출원에서는 부가적인 조성물들을 시험하였고 표 1~4의 데이터에 필적할 만한 이들 조성의 데이터를 표 5~6에 나타낸다. 얻어진 상기 결과들은 이전에 나타낸 데이터와 일관된다.

[0140] 상기로부터 본 발명은 명백하게 본 출원인의 이전출원인 PCT/GB07/004509호(WO2008/065363)보다 다음 점들에서 개선된 것이다:

· 특정 첨가제 B₂O₃로써 섬유제조가 더 쉬어진다.

· 부가적인 특정 첨가제 MgO는 B₂O₃와 함께 결과섬유의 품질을 개선한다.

· 그리고, 특정의 바람직한 조성범위로써 유리한 섬유특성을 제공하고 제조를 더 쉽게 한다.

[0144] 그리고, 상기 섬유들은 1400°C(또는 심지어 1500°C)의 온도에 저항성을 나타낸다.

[0145] 더 저온의 용도용(예를 들어, 1300°C 이하) 섬유들에게는 MgO는 그 자체가 유용한 첨가제일 수 있다. 본 출원에서는 이러한 섬유들에 대한 특허청구항은 없으나 본원 특허청구항 제1항 및 종속항 제3~9, 12, 14 및 16~23항의

조성을 갖는 섬유들에 대해(그러나 B_2O_3 를 MgO 로 치환하여) 분할출원을 할 수도 있다.

[0146] 또한, 본 출원인은 봉소나 마그네슘이 없는 바람직한 조성범위를 청구하는 분할출원을 할 수도 있다. 즉,

[0147] 다음 함량으로 SiO_2 , Al_2O_3 및 K_2O 성분이 존재하는 무기섬유:

[0148] Al_2O_3 30.7 ± 5 몰%

[0149] K_2O 20.4 ± 5 몰%

[0150] SiO_2 49 ± 5.5 몰%

[0151] 이 때, $SiO_2 + Al_2O_3 + K_2O \geq 90$ 몰%이고 상기 총함량은 100몰%를 초과하지 아니한다.

[0152] 다음 함량으로 SiO_2 , Al_2O_3 및 K_2O 성분이 존재하는 상기 섬유:

[0153] Al_2O_3 30.5 ± 2 몰%

[0154] K_2O 20.3 ± 2 몰%

[0155] SiO_2 49.1 ± 2.25 몰%

[0156] 또는

[0157] Al_2O_3 31.0 ± 2 몰%

[0158] K_2O 23.2 ± 2 몰%

[0159] SiO_2 45.8 ± 2.3 몰%

| 표 1 - 조성(wt%) | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|-----|-----|-------------------|------------------|--------------------------------|
| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| KAS36 | 14.9 | 31.6 | 52.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS35 | 15.1 | 34.9 | 48.5 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS61 | 15.9 | 35.1 | 46.5 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| KMAS4 | 16.6 | 19.4 | 57.1 | | 5.4 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS33 | 17.4 | 36.7 | 45.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| KAS56 | 17.8 | 48.8 | 32.5 | | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS66 | 18.0 | 45.3 | 35.2 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS60 | 18.1 | 37.8 | 42.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| KAS4 | 18.5 | 22.0 | 58.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS18 | 23.8 | 15.3 | 60.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KMAS1 | 19.8 | 16.1 | 50.0 | | 13.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KMAS3 | 19.4 | 19.7 | 55.5 | | 5.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS40 | 21.4 | 20.3 | 57.2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS9 | 24.4 | 24.3 | 49.6 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS47 | 25.1 | 24.8 | 49.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS3 | 21.9 | 25.3 | 51.8 | | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS 43-2 | 22.8 | 26.3 | 50.8 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| KAS13 | 22.9 | 26.5 | 49.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS 47-2 | 23.7 | 26.6 | 47.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| KAS17 | 27.1 | 27.0 | 45.2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KCAS1 | 27.5 | 27.2 | 42.0 | | 0.1 | 2.3 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS45 | 28.0 | 27.5 | 44.5 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS78 | 21.1 | 27.8 | 49.0 | | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| KAS 45-2 | 24.9 | 28.1 | 45.5 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| KAS77 | 22.1 | 28.2 | 49.1 | | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| KAS 67-1 | 19.7 | 28.2 | 52.1 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| KAS46 | 27.7 | 28.3 | 43.2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS67-2 | 22.2 | 28.4 | 47.5 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| KNAS1 | 26.2 | 28.4 | 37.9 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.7 | 0.0 | 0.0 |
| KAS82-2 | 20.4 | 28.5 | 50.4 | | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| KAS81 | 21.2 | 28.7 | 49.4 | | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KACaSrS02 | 24.6 | 28.9 | 39.0 | | 0.1 | 2.4 | 2.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS76 | 21.0 | 29.0 | 48.6 | | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS83 | 20.7 | 29.0 | 48.2 | | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS79 | 22.5 | 29.2 | 48.1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.1 | 0.1 |
| KNAS2 | 24.1 | 29.2 | 39.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 0.0 | 0.0 |
| KAS 76-3 | 21.2 | 29.2 | 48.3 | | 0.1 | 0.0 | 0.9 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| KAS67 | 21.6 | 29.3 | 49.4 | | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| KAS80 | 22.9 | 29.7 | 47.3 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS82 | 20.7 | 30.0 | 48.4 | | 0.2 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS76-2 | 20.7 | 30.1 | 47.1 | | 0.3 | 0.1 | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KMAS6 | 24.3 | 30.1 | 40.7 | | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS84 | 21.2 | 30.2 | 47.1 | | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS86 | 20.7 | 30.2 | 46.8 | | 0.1 | 1.0 | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |

| 표 1 - 조성(wt%) | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|------------------|--------------------------------|
| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| KAS85 | 21.3 | 30.2 | 47.0 | | 0.1 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| KSAS1 | 24.8 | 30.3 | 41.9 | | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS77-2 | 21.1 | 30.7 | 47.0 | | 0.1 | 1.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS 77-3 | 20.9 | 30.8 | 47.2 | | 0.1 | 0.9 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAMgSrS02 | 24.2 | 31.1 | 39.6 | | 2.5 | 0.1 | 2.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS34 | 20.7 | 31.1 | 46.2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS44 | 28.5 | 31.3 | 40.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS 44-2 | 28.1 | 32.0 | 39.9 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| KAS32 | 25.3 | 32.3 | 41.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 132 | 25.7 | 32.5 | 37.6 | | 2.9 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 117 | 24.6 | 32.6 | 40.4 | | 1.3 | 0.0 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 118 | 25.1 | 33.2 | 39.1 | | 0.1 | 0.9 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 120 | 24.8 | 33.6 | 40.2 | | 0.1 | 0.9 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 135 | 24.4 | 33.7 | 36.6 | | 2.6 | 0.0 | 1.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS65 | 24.1 | 43.0 | 31.5 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| Kas 136 | 26.0 | 38.0 | 33.2 | 0.5 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| KAS55 | 25.3 | 39.9 | 33.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS54 | 22.5 | 42.9 | 33.9 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 130 | 23.2 | 38.3 | 34.0 | 1.3 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 131 | 23.8 | 37.5 | 34.6 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 1.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 91 | 25.2 | 40.0 | 34.9 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 133 | 24.1 | 38.5 | 35.1 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 125 | 24.7 | 38.6 | 35.6 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 142 | 28.7 | 34.3 | 35.8 | | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS30 | 25.6 | 36.3 | 35.9 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 124 | 24.1 | 37.6 | 36.1 | 0.6 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 127 | 25.4 | 38.3 | 36.2 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 134 | 26.4 | 34.6 | 36.3 | | 0.1 | 0.0 | 1.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 90 | 24.4 | 38.7 | 36.5 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 114 | 23.2 | 38.2 | 36.7 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KSAS2 | 21.4 | 37.6 | 37.1 | | 0.1 | 0.1 | 2.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 109 | 23.4 | 38.3 | 37.3 | 1.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 126 | 26.0 | 35.0 | 37.5 | | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 104 | 23.4 | 38.1 | 37.5 | 0.4 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS31 | 20.6 | 40.1 | 37.5 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 112 | 24.2 | 36.5 | 37.6 | 0.7 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 128 | 26.0 | 35.5 | 37.7 | | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 106 | 23.4 | 37.9 | 37.8 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 105 | 23.5 | 37.7 | 38.0 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 92 | 24.2 | 37.1 | 38.3 | | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 121 | 23.2 | 35.8 | 38.4 | | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 116 | 24.1 | 36.0 | 38.5 | | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 94 | 23.9 | 36.7 | 38.5 | | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 102 | 25.0 | 35.7 | 38.7 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 93 | 23.7 | 36.4 | 38.8 | | 0.6 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 108 | 24.5 | 35.6 | 38.9 | 0.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 103 | 23.9 | 37.3 | 39.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |

| 표 1 - 조성(wt%) | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|------------------|--------------------------------|
| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| Kas 96 | 23.9 | 36.8 | 39.1 | | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 113 | 25.1 | 34.6 | 39.2 | 0.6 | 0.1 | 0.9 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 99 | 22.4 | 37.9 | 39.4 | | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 97 | 23.6 | 34.3 | 40.3 | | 0.7 | 0.5 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 89 | 23.4 | 36.7 | 40.4 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KCAS2 | 20.4 | 34.0 | 40.9 | | 0.1 | 2.7 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 88 | 24.5 | 34.2 | 41.7 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 87 | 23.2 | 34.1 | 43.2 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS 33-2 | 19.5 | 36.2 | 44.0 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS59 | 20.0 | 45.3 | 32.5 | | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| KAS63 | 28.5 | 50.6 | 21.4 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS64 | 24.2 | 52.9 | 22.7 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS63 | 24.6 | 55.0 | 17.9 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS71 | 28.7 | 55.9 | 16.1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| KAS73 | 23.6 | 58.2 | 17.8 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS72 | 28.4 | 58.8 | 12.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| KAS74 | 24.1 | 61.7 | 13.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| Kas143 | 29.3 | 33.5 | 35.7 | | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS53 | 29.8 | 42.6 | 26.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS14 | 29.8 | 25.7 | 42.8 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS12 | 30.4 | 17.7 | 51.4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS48 | 30.5 | 32.8 | 35.9 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS70 | 30.7 | 58.9 | 11.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS69 | 31.7 | 53.5 | 15.6 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS37 | 31.8 | 29.4 | 39.2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS62 | 32.0 | 45.8 | 21.1 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| KAS68 | 32.3 | 54.9 | 13.2 | | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| KAS28 | 32.5 | 34.6 | 31.1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS5 | 33.0 | 18.9 | 45.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS75 | 33.1 | 52.4 | 16.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| KAS51 | 33.7 | 41.7 | 23.4 | | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS41 | 33.8 | 37.1 | 27.5 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS2 | 34.0 | 29.0 | 35.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS50 | 34.4 | 35.5 | 29.6 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| KAS29 | 34.5 | 28.8 | 36.7 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS10 | 35.5 | 24.5 | 39.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS25 | 35.6 | 35.9 | 26.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS27 | 37.1 | 31.3 | 31.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| KAS11 | 37.1 | 22.7 | 37.9 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS15 | 37.4 | 26.8 | 33.8 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KAS52 | 43.2 | 26.0 | 31.3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |

| 표 2 - 조성(몰%) | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-------|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SiO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| KAS36 | 11.8% | 23.2% | 65.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS35 | 12.2% | 26.1% | 61.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS61 | 13.1% | 26.6% | 59.9% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KMAS4 | 12.1% | 13.1% | 65.4% | 0.0% | 9.2% | 0.1% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS33 | 14.2% | 27.6% | 57.9% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS56 | 15.5% | 39.3% | 44.4% | 0.0% | 0.2% | 0.3% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS66 | 15.6% | 36.2% | 47.8% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS60 | 15.0% | 29.0% | 55.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.9% | 0.0% | 0.0% |
| KAS4 | 14.1% | 15.5% | 70.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS18 | 17.9% | 10.7% | 71.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KMAS1 | 13.6% | 10.2% | 53.9% | 0.0% | 22.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KMAS3 | 14.2% | 13.3% | 63.7% | 0.0% | 8.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS40 | 16.5% | 14.4% | 69.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS9 | 19.6% | 18.0% | 62.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS47 | 20.0% | 18.3% | 61.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS3 | 17.2% | 18.4% | 63.8% | 0.0% | 0.2% | 0.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS 43-2 | 17.9% | 19.1% | 62.7% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS13 | 18.3% | 19.5% | 62.2% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS 47-2 | 19.3% | 20.0% | 60.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.1% | 0.1% |
| KAS17 | 22.0% | 20.3% | 57.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KCAS1 | 22.4% | 20.5% | 53.7% | 0.0% | 0.2% | 3.1% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS45 | 22.7% | 20.6% | 56.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS78 | 16.7% | 20.3% | 60.8% | 0.0% | 1.8% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS 45-2 | 20.3% | 21.2% | 58.2% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.1% | 0.1% |
| KAS77 | 17.4% | 20.5% | 60.6% | 0.0% | 0.0% | 1.2% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS 67-1 | 15.4% | 20.4% | 63.9% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KAS46 | 22.8% | 21.5% | 55.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS67-2 | 18.0% | 21.3% | 60.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.1% | 0.1% |
| KNAS1 | 21.5% | 21.5% | 48.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 8.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS82-2 | 16.1% | 20.8% | 62.3% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.3% | 0.1% | 0.1% | 0.0% |
| KAS81 | 16.7% | 20.9% | 61.2% | 0.0% | 0.2% | 0.7% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KACaSrS02 | 20.7% | 22.4% | 51.4% | 0.0% | 0.2% | 3.4% | 1.7% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS76 | 16.8% | 21.4% | 60.9% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.6% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS83 | 16.5% | 21.4% | 60.3% | 0.0% | 0.2% | 0.7% | 0.6% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS79 | 17.8% | 21.4% | 59.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 1.0% | 0.1% | 0.0% |
| KNAS2 | 19.6% | 21.9% | 50.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 8.4% | 0.0% | 0.0% |
| KAS 76-3 | 16.9% | 21.5% | 60.3% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.7% | 0.4% | 0.1% | 0.0% |
| KAS67 | 17.0% | 21.3% | 61.1% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.0% | 0.1% | 0.1% | 0.0% |
| KAS80 | 18.2% | 21.8% | 58.9% | 0.8% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS82 | 16.5% | 22.1% | 60.5% | 0.0% | 0.4% | 0.0% | 0.3% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS76-2 | 16.6% | 22.4% | 59.4% | 0.0% | 0.6% | 0.1% | 0.7% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KMAS6 | 19.8% | 22.7% | 52.0% | 0.0% | 5.3% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KAS84 | 17.0% | 22.3% | 59.1% | 0.0% | 0.2% | 0.7% | 0.4% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |

표 2 - 조성(몰%)

| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
|-----------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| KAS86 | 16.5% | 22.3% | 58.6% | 0.0% | 0.2% | 1.3% | 0.7% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS85 | 16.9% | 22.2% | 58.6% | 0.0% | 0.2% | 1.3% | 0.4% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KSAS1 | 20.5% | 23.1% | 54.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 1.8% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS77-2 | 16.8% | 22.6% | 58.7% | 0.0% | 0.2% | 1.3% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS 77-3 | 16.7% | 22.7% | 59.1% | 0.0% | 0.1% | 1.2% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KAMgSrS02 | 19.6% | 23.3% | 50.3% | 0.0% | 4.8% | 0.1% | 1.7% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KAS34 | 17.0% | 23.6% | 59.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS44 | 23.5% | 23.9% | 52.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS 44-2 | 23.3% | 24.5% | 51.9% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% |
| KAS32 | 21.1% | 24.9% | 54.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 132 | 21.0% | 24.6% | 48.3% | 0.0% | 5.5% | 0.3% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 117 | 20.1% | 24.7% | 51.9% | 0.0% | 2.5% | 0.0% | 0.6% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 118 | 20.9% | 25.6% | 51.1% | 0.0% | 0.2% | 1.3% | 0.6% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 120 | 20.5% | 25.7% | 52.1% | 0.0% | 0.2% | 1.3% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 135 | 20.2% | 25.8% | 47.4% | 0.0% | 5.0% | 0.1% | 1.3% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS65 | 21.2% | 35.0% | 43.5% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.1% |
| Kas 136 | 22.2% | 29.9% | 44.5% | 0.5% | 2.3% | 0.2% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS55 | 22.1% | 32.1% | 45.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS54 | 19.5% | 34.3% | 46.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 130 | 19.5% | 29.6% | 44.6% | 1.5% | 4.5% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 131 | 20.5% | 29.7% | 46.6% | 1.3% | 0.1% | 0.0% | 1.4% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 91 | 21.5% | 31.5% | 46.6% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 133 | 20.6% | 30.4% | 47.1% | 1.4% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 125 | 20.9% | 30.1% | 47.2% | 0.7% | 0.2% | 0.0% | 0.7% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 142 | 24.5% | 27.0% | 47.9% | 0.0% | 0.1% | 0.1% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS30 | 22.2% | 29.1% | 48.8% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 124 | 20.2% | 29.1% | 47.4% | 0.7% | 2.3% | 0.1% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 127 | 21.3% | 29.8% | 47.8% | 0.7% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 134 | 22.5% | 27.2% | 48.5% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 1.3% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 90 | 20.7% | 30.3% | 48.5% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 114 | 19.6% | 29.9% | 48.7% | 0.7% | 0.2% | 0.0% | 0.7% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KSAS2 | 18.2% | 29.5% | 49.4% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 2.2% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 109 | 19.6% | 29.6% | 48.9% | 1.6% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 126 | 21.6% | 26.8% | 48.8% | 0.0% | 2.5% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 104 | 19.6% | 29.4% | 49.1% | 0.4% | 1.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS31 | 17.7% | 31.8% | 50.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 112 | 20.0% | 27.9% | 48.7% | 0.8% | 2.3% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 128 | 21.8% | 27.5% | 49.6% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.6% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 106 | 19.6% | 29.4% | 49.7% | 0.4% | 0.2% | 0.0% | 0.4% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 105 | 19.6% | 29.1% | 49.7% | 0.4% | 0.2% | 0.7% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 92 | 20.3% | 28.7% | 50.3% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.3% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 121 | 19.1% | 27.3% | 49.6% | 0.0% | 2.3% | 1.4% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 116 | 20.3% | 28.0% | 50.7% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.6% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 94 | 19.9% | 28.3% | 50.3% | 0.0% | 0.2% | 0.7% | 0.3% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 102 | 20.8% | 27.5% | 50.6% | 0.7% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 93 | 19.7% | 28.0% | 50.6% | 0.0% | 1.2% | 0.0% | 0.3% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 108 | 20.4% | 27.4% | 50.8% | 1.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |

| 표 2 - 조성(몰%) | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| Kas 103 | 19.8% | 28.6% | 50.8% | 0.3% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 96 | 19.8% | 28.2% | 50.8% | 0.0% | 0.2% | 0.7% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 113 | 20.7% | 26.3% | 50.6% | 0.7% | 0.2% | 1.2% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 99 | 18.5% | 29.0% | 51.1% | 0.0% | 1.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 97 | 19.5% | 26.1% | 52.1% | 0.0% | 1.3% | 0.7% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 89 | 19.3% | 28.0% | 52.3% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KCAS2 | 16.9% | 26.0% | 53.1% | 0.0% | 0.2% | 3.8% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 88 | 20.1% | 25.9% | 53.6% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 87 | 18.9% | 25.6% | 55.1% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KAS 33-2 | 15.9% | 27.3% | 56.3% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| KAS59 | 17.6% | 36.7% | 44.7% | 0.0% | 0.2% | 0.4% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.1% |
| KAS63 | 26.1% | 42.8% | 30.7% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS64 | 22.2% | 44.8% | 32.6% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS63 | 23.7% | 48.9% | 27.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS71 | 27.0% | 48.7% | 23.8% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.1% | 0.0% |
| KAS73 | 22.3% | 50.9% | 26.4% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.1% | 0.0% |
| KAS72 | 27.7% | 52.9% | 18.9% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.1% | 0.0% |
| KAS74 | 23.5% | 55.5% | 20.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.1% | 0.0% |
| Kas143 | 25.1% | 26.5% | 47.9% | 0.0% | 0.2% | 0.1% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS53 | 26.8% | 35.4% | 37.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS14 | 24.7% | 19.7% | 55.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS12 | 23.9% | 12.8% | 63.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS48 | 26.0% | 25.8% | 47.9% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS70 | 29.6% | 52.4% | 17.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.1% | 0.0% |
| KAS69 | 29.9% | 46.6% | 23.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.1% | 0.0% |
| KAS37 | 26.4% | 22.6% | 51.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS62 | 29.6% | 39.2% | 30.7% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.1% |
| KAS68 | 30.9% | 48.6% | 19.8% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.3% | 0.1% | 0.0% |
| KAS28 | 28.7% | 28.2% | 43.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS5 | 27.0% | 14.3% | 58.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS75 | 30.8% | 45.0% | 23.8% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.1% | 0.0% |
| KAS51 | 30.8% | 35.2% | 33.6% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS41 | 30.4% | 30.8% | 38.7% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS2 | 29.1% | 23.0% | 47.9% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS50 | 30.2% | 28.8% | 40.8% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |
| KAS29 | 29.1% | 22.4% | 48.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS10 | 29.6% | 18.9% | 51.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS25 | 32.4% | 30.2% | 37.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS27 | 32.1% | 25.1% | 42.5% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| KAS11 | 31.6% | 17.8% | 50.6% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS15 | 32.5% | 21.5% | 46.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| KAS52 | 37.1% | 20.6% | 42.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% |

[0165]

| 표 3 - 지시온도 및 시간에서의 %수축율(℃/시간) | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | 1000/24 | 1100/24 | 1200/24 | 1300/24 | 1400/24 | 1500/24 |
| KAS36 | 3.8 | 4.1 | | 5.2 | | |
| KAS35 | 2.6 | 5.4 | | 9.7 | | |
| KAS61 | 1.8 | 2.3 | 2.8 | 2.6 | 2.7 | 2.0 |
| KMAS4 | | | | | 3.7 | 8.8 |
| KAS33 | 2.1 | 2.1 | 2.3 | 1.9 | 1.9 | 2.0 |
| KAS56 | 1.5 | 2.0 | | 2.8 | 3.3 | |
| KAS66 | 1.8 | 1.9 | 2.4 | 2.6 | 2.9 | 2.6 |
| KAS60 | 2.5 | 2.5 | 2.6 | 3.8 | 3.9 | 3.5 |
| KAS4 | | | | 0.9 | 1.0 | 0.4 |
| KAS18 | 11.0 | | | 10.9 | | |
| KMAS1 | 2.5 | 2.1 | 2.2 | 2.9 | 3.2 | 8.8 1450 |
| KMAS3 | 1.4 | 1.2 | 0.8 | 1.7 | 1.8 | 8.8 |
| KAS40 | | | | | 0.5 | 0.5 |
| KAS9 | | | | 1.4 | 1.5 | 1.2 |
| KAS47 | | | | | 1.2 | 0.0 |
| KAS3 | | | | 2.3 | 2.5 | 2.9 |
| KAS 43-2 | | | | 3.8 | 3.8 | 4.0 |
| KAS13 | | | | 0.8 | 1.1 | 1.4 |
| KAS 47-2 | | | | 6.2 | | |
| KAS17 | | | | 0.8 | 1.1 | 1.4 |
| KCAS1 | | 0.8 | | | 1.1 | 1.9 |
| KAS45 | 0.7 | | 0.6 | 1.3 | | 1.2 |
| KAS78 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.8 | 3.9 | 4.1 |
| KAS 45-2 | | | | 2.3 | 2.3 | 2.8 |
| KAS77 | 0.6 | 2.7 | 2.7 | 2.8 | 2.8 | 4.1 |
| KAS 67-1 | | | | 16.0 | | |
| KAS46 | | | | | 1.4 | 0.0 |
| KAS67-2 | | | | 21.7 | | |
| KNAS1 | 2.1 | 3.4 | 4.3 | | | |
| KAS82-2 | | | | 16.2 | | |
| KAS81 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 |
| KACaSrS02 | 1.3 | 1 | 1 | 1 | 4.4 | |
| KAS76 | 0.2 | 2.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.3 |
| KAS83 | 2.7 | 3.9 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 4.8 |
| KAS79 | 0.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| KNAS2 | 1.6 | 2.2 | 2.5 | 4.5 | 4.4 | |
| KAS 76-3 | | | | 10.7 | | |
| KAS67 | 0.7 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 1.2 | 1.4 |
| KAS80 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| KAS82 | 4.0 | | | | | |
| KAS76-2 | | | | 6.2 | | |
| KMAS6 | | 0.4 | | | 1.4 | 4.1 |
| KAS84 | 0.0 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.2 |
| KAS86 | | | | 15.1 | | |

표 3 - 지시온도 및 시간에서의 %수축율(℃/시간)

| | 1000/24 | 1100/24 | 1200/24 | 1300/24 | 1400/24 | 1500/24 |
|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| KAS85 | 4.9 | | | | | |
| KSAS1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.5 |
| KAS77-2 | | | | 0.4 | 0.4 | 0.6 |
| KAS 77-3 | | | | 3.5 | 3.5 | 4.1 |
| KAMgSrS02 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 1.9 | 4.9 | 8.8 |
| KAS34 | 1.6 | 2.4 | 2.5 | 3.7 | 3.8 | 3.8 |
| KAS44 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| KAS 44-2 | | | | 1.5 | 1.7 | 2.9 |
| KAS32 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 2.0 | 2.1 | 2.3 |
| Kas 132 | 1.33 | 1.3 | 1.2 | 1.48 | 2.68 | 8.8 |
| Kas 117 | 1.9 | | | 2.0 | 2.2 | |
| Kas 118 | 2.0 | | | 2.0 | 5.0 | |
| Kas 120 | 2.7 | | | 2.8 | 3.2 | |
| Kas 135 | 1.5 | 1.34 | 1.18 | 2.34 | 5.54 | 8.8 |
| KAS65 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 2.3 | 2.7 |
| Kas 136 | 1.91 | 1.87 | 1.92 | 2.19 | 2.95 | 4.82 |
| KAS55 | | 1.7 | | | 2.4 | 3.1 |
| KAS54 | | 1.8 | | | 1.9 | 2.0 |
| Kas 130 | 1.99 | 2.08 | 2.27 | 3.09 | 3.23 | 8.8 |
| Kas 131 | 2.12 | 1.84 | 1.87 | 2.14 | 2.28 | 8.8 |
| Kas 91 | 1.9 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 2.4 | 2.8 |
| Kas 133 | 1.99 | 1.9 | 1.97 | 1.78 | 1.83 | 2.74 |
| Kas 125 | 2.0 | 2.1 | 2.17 | 1.9 | 2.4 | 8.97 |
| Kas 142 | 1.74 | 1.94 | 2.04 | 2.65 | 3.11 | 4.18 |
| KAS30 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.1 | 1.2 | 1.0 |
| Kas 124 | 1.8 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | 5.71 |
| Kas 127 | 2.0 | 1.8 | 2.19 | 2.3 | 2.6 | 3.29 |
| Kas 134 | 1.63 | 1.67 | 1.62 | 1.69 | 2.64 | 8.8 |
| Kas 90 | 1.5 | 1.6 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 2.4 |
| Kas 114 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 2.1 | 2.3 | 6.2 |
| KSAS2 | 1.7 | 1.7 | | 1.9 | 2.1 | 10.4 |
| Kas 109 | | | | 2.7 | 2.7 | 2.9 |
| Kas 126 | 1.9 | 1.9 | 1.95 | 1.7 | 2 | 4.31 |
| Kas 104 | 1.8 | 1.9 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 2.7 |
| KAS31 | 2.3 | 2.4 | 2.7 | 3.7 | 3.8 | 3.8 |
| Kas 112 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.3 | 2.3 | 8.8 |
| Kas 128 | 1.9 | 2.1 | 2.08 | 1.9 | 2.4 | 5.66 |
| Kas 106 | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 2.8 |
| Kas 105 | 2.1 | 2.1 | 2.3 | 2.5 | 2.9 | 16.9 |
| Kas 92 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 2.3 |
| Kas 121 | 2.1 | | | 3.3 | 5.9 | |
| Kas 116 | 2.1 | 2.0 | 2.1 | 1.9 | 2.1 | 4.7 |
| Kas 94 | 1.9 | 1.9 | 2.4 | 1.8 | 3.2 | 12.5 |
| Kas 102 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 1.5 | 1.7 | 3.2 |
| Kas 93 | 1.5 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 7.4 |
| Kas 108 | | | | 1.8 | 1.8 | 2.0 |
| Kas 103 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 2.0 |

| 표 3 - 지시온도 및 시간에서의 %수축율(℃/시간) | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1000/24 | 1100/24 | 1200/24 | 1300/24 | 1400/24 | 1500/24 |
| Kas 96 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.5 | 2.7 | 8.6 |
| Kas 113 | | | | 2.7 | 2.9 | 8.6 |
| Kas 99 | 2.1 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.7 | 3.4 |
| Kas 97 | 1.5 | 1.8 | 1.7 | 2.1 | 2.5 | 18.2 |
| Kas 89 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |
| KCAS2 | | | | 2.5 | 2.4 | 8.6 |
| Kas 88 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.7 |
| Kas 87 | 1.1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 2.3 |
| KAS 33-2 | | | | 5.7 | | |
| KAS59 | 2.4 | 2.5 | | 3.0 | 4.9 | |
| KAS63 | 1.3 | 1.4 | 1.8 | 2.5 | 3.8 | 4.7 |
| KAS64 | 2.5 | 2.7 | 3.3 | 3.7 | 4.0 | 6.0 |
| KAS63 | 1 | 1.2 | 1.8 | 2.5 | 2.8 | 3.7 |
| KAS71 | 4.7 | | | 6.6 | | |
| KAS73 | 1.5 | 1.7 | 2.4 | 2.7 | 3.6 | 7.1 |
| KAS72 | 6.5 | | | 8.5 | | |
| KAS74 | 5.6 | | | | | |
| Kas143 | 1.97 | 2.34 | 2.59 | 2.8 | | 4.45 |
| KAS53 | | 1.7 | | | 3.3 | 3.8 |
| KAS14 | 0.4 | | | 1.1 | 1.1 | 1.2 |
| KAS12 | 19.8 | | | 19.3 | | |
| KAS48 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 2.1 | 2.3 | 3.1 |
| KAS70 | 6.6 | | | | | |
| KAS69 | 6.0 | | | 7.2 | | |
| KAS37 | | | | | 1.5 | 1.6 |
| KAS62 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 2.3 | 3.8 | 5.3 |
| KAS68 | 6.6 | | | | | |
| KAS28 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.8 | 3.0 | 3.3 |
| KAS5 | 18.5 | | | 17.0 | | |
| KAS75 | 6.5 | | | 8.2 | | |
| KAS51 | 0.4 | 0.5 | 1.1 | 3.0 | 4.2 | 5.3 |
| KAS41 | | | | | 4.6 | |
| KAS2 | | | | 1.6 | 1.7 | 2.3 |
| KAS50 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 3.0 | 3.9 |
| KAS29 | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.8 | 1.9 |
| KAS10 | | | | 3.6 | 3.7 | 3.6 |
| KAS25 | 0.9 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 3.9 | 5.0 |
| KAS27 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.2 | 2.8 | 2.8 |
| KAS11 | 2.4 | 0.0 | 5.4 | 6.3 | 7.0 | 6.8 |
| KAS15 | 2.9 | | | 2.6 | 2.6 | 2.8 |
| KAS52 | 1.0 | 0.7 | 0.1 | 1.3 | 1.0 | 0.3 |

| | Al ₂ O ₃ | CaO | Fe ₂ O ₃ | SrO | MgO | SiO ₂ | K ₂ O | 총합 |
|-----------|--------------------------------|-----|--------------------------------|-----|-----|------------------|------------------|-----|
| KAS36 | 4 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 28 | 35 |
| KAS35 | 4 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 61 | 68 |
| KAS61 | 2 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 419 | 424 |
| KMAS4 | 1 | 0 | 0 | | 3 | 1 | 20 | 25 |
| KAS33 | 3 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 334 | 340 |
| KAS56 | 3 | 0 | 0 | | 0 | 2 | 433 | 438 |
| KAS66 | | | | | | | | |
| KAS60 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 12 | 14 |
| KAS4 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 17 | 19 |
| KAS18 | 2 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 12 | 15 |
| KMAS1 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 323 | 327 |
| KMAS3 | 1 | 0 | 0 | | 3 | 0 | 1 | 5 |
| KAS40 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 8 | 10 |
| KAS9 | 3 | 0 | 0 | | 0 | 2 | 47 | 52 |
| KAS47 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 161 | 165 |
| KAS3 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 37 | 40 |
| KAS 43-2 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 195 | 232 |
| KAS13 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 2 | 10 | 13 |
| KAS 47-2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 330 | 335 |
| KAS17 | 2 | 0 | 0 | | 0 | 4 | 44 | 50 |
| KCAS1 | 18 | 2 | 0 | | 0 | 23 | 30 | 73 |
| KAS45 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 4 | 6 |
| KAS78 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 129 | 135 |
| KAS 45-2 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 229 | 273 |
| KAS77 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | 28 |
| KAS 67-1 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 34 | 89 |
| KAS46 | 4 | 0 | 0 | | 0 | 3 | 24 | 31 |
| KAS67-2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 257 | 265 |
| KNAS1 | 5 | 0 | 0 | | 0 | 6 | 150 | 161 |
| KAS82-2 | 34 | 0 | 0 | 1 | 0 | 35 | 47 | 117 |
| KAS81 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| KACaSrS02 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3 | 863 | 875 |
| KAS76 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 43 | 48 |
| KAS83 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 99 | 107 |
| KAS79 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 24 | 28 |
| KNAS2 | 6 | 0 | 0 | | 0 | 11 | 74 | 91 |
| KAS 76-3 | 35 | 0 | 0 | 2 | 0 | 50 | 39 | 126 |
| KAS67 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 11 |
| KAS80 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 |
| KAS82 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 46 | 53 |
| KAS76-2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 118 | 124 |
| KMAS6 | 5 | 0 | 0 | | 5 | 3 | 67 | 80 |
| KAS84 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 16 |
| KAS86 | 56 | 0 | 0 | 3 | 0 | 80 | 58 | 197 |

| | | | | | | | | |
|-----------|----|---|---|---|---|----|-----|-----|
| KAS85 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 28 | 37 |
| KSAS1 | 12 | 1 | 0 | 1 | 3 | 13 | 16 | 46 |
| KAS77-2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 |
| KAS 77-3 | 40 | 3 | 0 | 0 | 0 | 54 | 57 | 154 |
| KAMgSrS02 | 4 | 0 | 0 | 7 | 1 | 6 | 237 | 255 |
| KAS34 | 2 | 0 | 0 | | 0 | 2 | 154 | 158 |
| KAS44 | 3 | 0 | 0 | | 0 | 4 | 38 | 45 |
| KAS 44-2 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 207 | 273 |
| KAS32 | 5 | 0 | 0 | | 0 | 6 | 72 | 83 |
| Kas 132 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 5 | 174 | 188 |
| Kas 117 | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 5 | 90 | 104 |
| Kas 118 | 6 | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 | 98 | 114 |
| Kas 120 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 50 | 68 |
| Kas 135 | 7 | 1 | 0 | 5 | 1 | 7 | 88 | 109 |
| KAS65 | 5 | 0 | 0 | | 0 | 5 | 278 | 288 |
| Kas 136 | | | | | | | | |
| KAS55 | 14 | 1 | 1 | | 1 | 12 | 164 | 193 |
| KAS54 | 1 | 1 | 0 | | 0 | 2 | 96 | 100 |
| Kas 130 | 13 | 1 | 0 | 0 | 1 | 11 | 57 | 84 |
| Kas 131 | 14 | 1 | 0 | 1 | 0 | 11 | 33 | 60 |
| Kas 91 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 112 | 227 |
| Kas 133 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 45 | 69 |
| Kas 125 | 13 | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | 64 | 89 |
| Kas 142 | | | | | | | | |
| KAS30 | 15 | 0 | 0 | | 0 | 15 | 97 | 127 |
| Kas 124 | 11 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | 75 | 96 |
| Kas 127 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 108 | 127 |
| Kas 134 | 12 | 1 | 0 | 2 | 0 | 10 | 68 | 94 |
| Kas 90 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 213 | 286 |
| Kas 114 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 | 41 | 58 |
| KSAS2 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 38 | 51 |
| Kas 109 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 27 | 55 |
| Kas 126 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 6 | 122 | 139 |
| Kas 104 | 62 | 0 | 0 | 0 | 2 | 65 | 99 | 228 |
| KAS31 | 11 | 0 | 0 | | 0 | 8 | 52 | 71 |
| Kas 112 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 34 | 63 |
| Kas 128 | 10 | 1 | 0 | 2 | 0 | 8 | 75 | 98 |
| Kas 106 | 62 | 0 | 0 | 2 | 0 | 69 | 101 | 234 |
| Kas 105 | 55 | 3 | 0 | 0 | 0 | 66 | 123 | 247 |
| Kas 92 | 42 | 0 | 0 | 3 | 0 | 45 | 168 | 258 |
| Kas 121 | 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 50 | 71 |
| Kas 116 | 6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 5 | 84 | 97 |
| Kas 94 | 39 | 2 | 0 | 2 | 0 | 46 | 161 | 250 |
| Kas 102 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 106 | 241 |
| Kas 93 | 32 | 0 | 0 | 3 | 1 | 36 | 199 | 271 |
| Kas 108 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 19 | 40 |
| Kas 103 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 100 | 224 |
| Kas 96 | 61 | 2 | 0 | 0 | 0 | 70 | 99 | 232 |
| Kas 113 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 30 | 49 |

| | | | | | | | | |
|----------|------|---|---|---|---|----|------|------|
| Kas 99 | 40 | 0 | 0 | 0 | 1 | 44 | 148 | 233 |
| Kas 97 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 8 | 298 | 317 |
| Kas 89 | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 84 | 231 |
| KCAS2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 177 | 182 |
| Kas 88 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 131 | 245 |
| Kas 87 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66 | 64 | 184 |
| KAS 33-2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 259 | 276 |
| KAS59 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 137 | 145 |
| KAS63 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 181 | 220 |
| KAS64 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 201 | 225 |
| KAS63 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 346 | 371 |
| KAS71 | 96 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 512 | 612 |
| KAS73 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 355 | 368 |
| KAS72 | 667 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2060 | 2734 |
| KAS74 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 509 | 518 |
| Kas143 | | | | | | | | |
| KAS53 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 66 | 98 |
| KAS14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 101 | 103 |
| KAS12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 216 | 230 |
| KAS48 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 93 | 125 |
| KAS70 | 1109 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 1735 | 2852 |
| KAS69 | 101 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 557 | 660 |
| KAS37 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 61 | 72 |
| KAS62 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 287 | 316 |
| KAS68 | 1220 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 2187 | 3418 |
| KAS28 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 168 | 191 |
| KAS5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 356 | 359 |
| KAS75 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 350 | 375 |
| KAS51 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 156 | 185 |
| KAS41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 234 | 240 |
| KAS2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 202 | 218 |
| KAS50 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 21 | 49 |
| KAS29 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 255 | 268 |
| KAS10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 460 | 464 |
| KAS25 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 351 | 365 |
| KAS27 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 303 | 312 |
| KAS11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 400 | 414 |
| KAS15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 265 | 269 |
| KAS52 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 201 | 213 |

[0171]

| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
|---------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|------------------|--------------------------------|
| Kas144 | 28.7 | 32.5 | 37.5 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Kas145 | 27.0 | 37.1 | 35.6 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas146 | 25.0 | 37.6 | 33.8 | 0.6 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas147 | 25.4 | 37.9 | 32.3 | 0.8 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| Kas148 | 26.3 | 37.5 | 33.4 | 1.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 149 | 26.1 | 38.0 | 33.9 | 0.5 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 150 | 28.3 | 35.3 | 35.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| Kas 152 | 28.6 | 36.9 | 34.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 155 | 28.1 | 36.6 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 158 | 27.3 | 37.0 | 34.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 159 | 26.6 | 38.1 | 35.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 161 | 27.3 | 38.8 | 34.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 162 | 29.9 | 38.8 | 30.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 164 | 28.5 | 39.5 | 31.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 165 | 29.5 | 37.8 | 32.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 166 | 25.0 | 39.9 | 34.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 167 | 24.2 | 40.2 | 34.2 | 1.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 168 | 27.2 | 33.9 | 35.2 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 169 | 27.4 | 33.0 | 37.0 | 0.0 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 170 | 26.1 | 38.6 | 33.5 | 0.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 171 | 25.3 | 37.7 | 33.2 | 1.1 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 172 | 27.7 | 40.0 | 31.4 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 173 | 27.5 | 39.8 | 32.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 174 | 28.9 | 37.2 | 31.9 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 175 | 29.5 | 36.8 | 31.2 | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 176 | 27.7 | 38.5 | 31.9 | 0.3 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 177 | 27.2 | 39.1 | 30.5 | 0.9 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 178 | 27.3 | 38.0 | 34.4 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 179 | 26.4 | 38.5 | 34.4 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 180 | 27.9 | 36.6 | 34.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.1 |
| Kas 181 | 28.3 | 35.7 | 33.9 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.1 |
| Kas 182 | 26.9 | 37.8 | 33.7 | 0.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 183 | 25.9 | 37.1 | 33.4 | 1.1 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| Kas 184 | 26.3 | 37.3 | 33.2 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kas 185 | 25.8 | 36.4 | 32.8 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |

표 6 - 추가조성(wt%)

| | K ₂ O | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | B ₂ O ₃ | MgO | CaO | SrO | Na ₂ O | ZrO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
|---------|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| Kas144 | 24.3% | 25.4% | 49.7% | 0.0% | 0.1% | 0.3% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas145 | 23.0% | 29.1% | 47.5% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas146 | 21.4% | 29.8% | 45.4% | 0.7% | 2.5% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas147 | 22.1% | 30.4% | 44.0% | 0.9% | 2.4% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas148 | 22.3% | 29.4% | 44.5% | 1.1% | 2.4% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 149 | 22.3% | 30.1% | 45.6% | 0.5% | 1.3% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 150 | 24.2% | 27.9% | 47.6% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 152 | 24.6% | 29.2% | 45.9% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 155 | 24.0% | 28.9% | 46.8% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 158 | 23.5% | 29.4% | 46.8% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 159 | 22.5% | 29.9% | 47.3% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 161 | 23.4% | 30.7% | 45.6% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 162 | 26.2% | 31.4% | 42.1% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 164 | 24.8% | 31.8% | 43.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 165 | 25.5% | 30.3% | 43.8% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 166 | 21.3% | 31.4% | 46.2% | 0.7% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 167 | 20.7% | 31.7% | 45.8% | 1.3% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 168 | 22.7% | 26.0% | 46.0% | 0.0% | 4.9% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 169 | 22.9% | 25.5% | 48.6% | 0.0% | 2.7% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 170 | 22.1% | 30.2% | 44.5% | 0.6% | 2.3% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 171 | 21.2% | 29.2% | 43.6% | 1.2% | 4.4% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 172 | 24.1% | 32.1% | 42.9% | 0.5% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 173 | 23.7% | 31.8% | 43.3% | 0.8% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 174 | 24.8% | 29.5% | 42.9% | 0.0% | 2.5% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 175 | 24.9% | 28.7% | 41.3% | 0.0% | 4.8% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 176 | 23.7% | 30.4% | 42.8% | 0.4% | 2.4% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 177 | 23.1% | 30.6% | 40.5% | 1.0% | 4.4% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 178 | 23.2% | 29.8% | 45.7% | 0.9% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 179 | 22.4% | 30.3% | 45.9% | 0.9% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 180 | 23.6% | 28.6% | 45.1% | 0.0% | 2.4% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 181 | 23.6% | 27.4% | 44.2% | 0.0% | 4.5% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 182 | 22.7% | 29.5% | 44.7% | 0.5% | 2.3% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 183 | 21.6% | 28.7% | 43.7% | 1.2% | 4.4% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 184 | 21.8% | 28.6% | 43.1% | 0.0% | 6.1% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |
| Kas 185 | 21.2% | 27.8% | 42.4% | 0.0% | 8.3% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.0% | 0.0% |

표 3 - 추가조성 - 지시온도 및 시간에서의 %수축율(°C/시간))

| | 1000/24 | 1100/24 | 1200/24 | 1300/24 | 1400/24 | 1500/24 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Kas144 | 1.54 | 1.62 | 1.66 | 1.64 | 1.92 | 3.12 |
| Kas145 | 1.73 | 1.76 | 1.61 | 1.54 | 1.86 | 2.45 |
| Kas146 | 1.69 | 1.73 | 1.83 | 2.05 | 2.34 | 3.69 |
| Kas147 | 1.77 | 1.88 | 1.84 | 2.23 | 2.48 | 3.59 |
| Kas148 | 1.86 | 1.97 | 1.90 | 2.37 | 2.59 | 3.72 |
| Kas 149 | 1.86 | 1.86 | 1.82 | 2.23 | 2.52 | 2.13 |
| Kas 150 | | | | | 1.87 | |
| Kas 152 | | | | | 2.42 | |
| Kas 155 | | | | | 1.96 | |
| Kas 158 | | | | | 2.05 | |
| Kas 159 | | | | | 1.92 | |
| Kas 161 | | | | | 2.59 | |
| Kas 162 | | | | | 2.44 | |
| Kas 164 | | | | | 2.61 | |
| Kas 165 | | | | | 2.75 | |
| Kas 166 | | | | | 2.21 | |
| Kas 167 | | | | | 2.63 | |
| Kas 168 | | | | | 2.00 | |
| Kas 169 | | | | | 1.88 | |
| Kas 170 | | | | | 2.33 | |
| Kas 171 | | | | | 2.38 | |
| Kas 172 | | | | | 2.69 | |
| Kas 173 | | | | | 2.4 | |
| Kas 174 | | | | | 2.41 | |
| Kas 175 | | | | | 2.19 | |
| Kas 176 | | | | | 2.6 | |
| Kas 177 | | | | | 2.74 | |
| Kas 178 | | | | | 1.57 | |
| Kas 179 | | | | | 1.86 | |
| Kas 180 | | | | | 2.22 | |
| Kas 181 | | | | | 2.25 | |
| Kas 182 | | | | | 2.30 | |
| Kas 183 | | | | | 2.83 | |
| Kas 184 | | | | | 2.27 | |
| Kas 185 | | | | | 2.55 | |

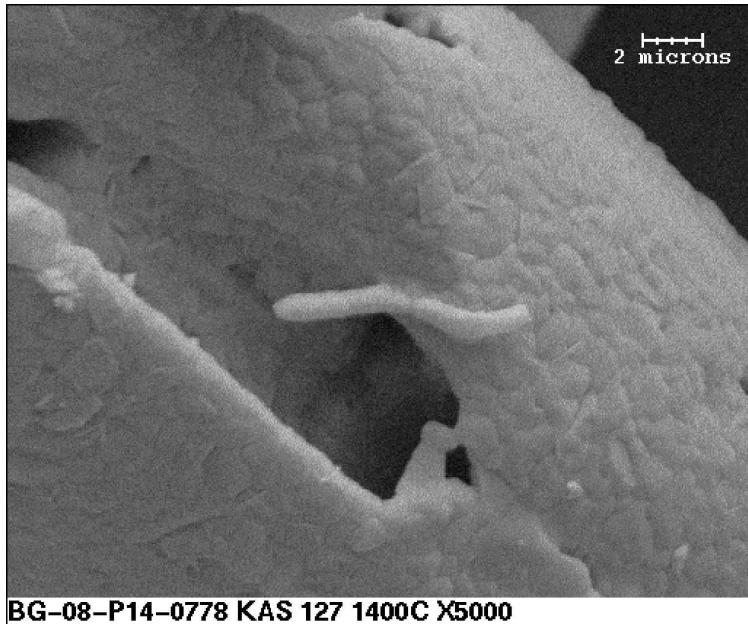
[0174]

표 8 - 선택된 추가조성 - 용해도(ppm)

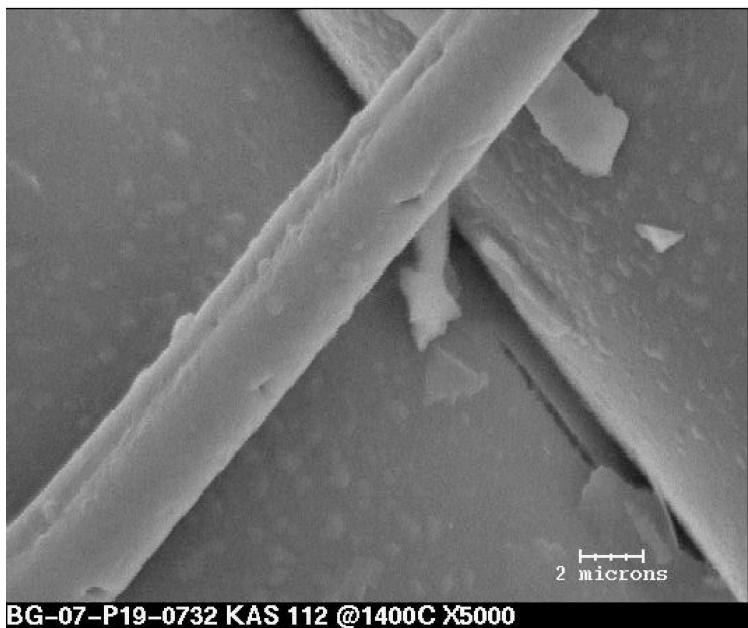
| | Al ₂ O ₃ | CaO | Fe ₂ O ₃ | SrO | MgO | SiO ₂ | K ₂ O | Total |
|---------|--------------------------------|-------|--------------------------------|--------|--------|------------------|------------------|-------|
| Kas144 | 12.17 | 2.277 | 0.4756 | 0.1492 | 0.3799 | 12.3 | 49.31 | 77 |
| Kas145 | 3.516 | 1.323 | 0.3032 | 0.1067 | 0.2293 | 2.02 | 374.6 | 382 |
| Kas146 | 9.01 | 1.214 | 0.599 | 0.1135 | 0.91 | 7.54 | 104.3 | 124 |
| Kas147 | 5.59 | 1.125 | 0.2577 | 0.0936 | 0.87 | 3.97 | 199.5 | 211 |
| Kas148 | 16.5 | 0.877 | 0.1809 | 0.0889 | 1.037 | 15.12 | 54.7 | 89 |
| Kas 149 | 13.52 | 1.068 | 0.2025 | 0.107 | 0.737 | 11.85 | 76 | 103 |
| Kas 150 | 11.7 | 1.161 | 0.2781 | 0.0377 | 0.1287 | 11.4 | 47.3 | 72 |
| Kas 152 | 8.06 | 1.195 | 0.2665 | 0.0487 | 0.1259 | 8.16 | 149.6 | 167 |
| Kas 155 | 8.68 | 1.275 | 0.2705 | 0.0289 | 0.016 | 8.32 | 112.3 | 131 |
| Kas 158 | 4.966 | 1.21 | 0.2564 | 0.0288 | 0.0768 | 4.36 | 313.2 | 324 |
| Kas 159 | 5.8 | 0.977 | 0.2575 | 0.0297 | 0.0224 | 5.01 | 219 | 231 |
| Kas 161 | 5.62 | 0.517 | 0.1504 | 0 | 0 | 4.709 | 270.7 | 282 |
| Kas 162 | 9.43 | 0.82 | 0.1958 | 0.1026 | 0.1114 | 8.36 | 193 | 212 |

도면

도면1



도면2



도면3



도면4

