

전기석류 결정화학식의 V, W자리에서 보충음이온결수계산방법

성창남, 김광민, 김경철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구기관들과 과학자, 기술자들은 우리 나라의 실정에 맞고 나라의 경제발전에 이바지할수 있는 과학기술적문제를 더 많이 풀어야 하겠습니다.》(《김정일선집》 증보판 제13권 173페이지)

전기석류의 분류 및 명명은 결정화학식의 V, W자리에서 보충음이온류형과 Y, Z자리에서 양이온류형에 따라 진행되고있다.[1-3]

논문에서는 전기석류의 결정화학식작성에서 중요한 의의를 가지는 V, W자리에서의 보충음이온결수계산방법에 대하여 서술하였다.

1. 방법의 원리

전기석류 결정화학식의 V, W자리에서 보충음이온들인 OH^- , O^{2-} , F^- 의 결수계산방법 및 순서는 다음과 같다.

① 전기석류의 화학조성을 표준화한다.

전기석류의 화학조성에 F^- 이 없는 경우에는 그것에 들어있는 산화물의 총합량이 99~101%인 분석값들을 선택하여 총합량이 100%가 되도록 개별적화학조성들을 환산한다.

화학조성에 F^- 이 있는 경우에는 다음과 같은 계산을 진행한다.

F^- 의 원자수를 구하고 그것을 2로 나눈 다음 산소원자량을 곱하여 F^- 에 해당되는 산소합량을 구한다. 다음 산화물이 차지하는 총합량에서 F^- 에 해당되는 산소합량을 뺀 뒤 F^- 을 고려한 산화물의 합량이 얻어진다.

② 산화물들의 분자수와 산화물에 따르는 양이온과 음이온의 원자수를 각각 구하고 음이온들의 원자수총합을 구한다.

③ 음이온들의 원자수총합을 광물의 리론화학식에서의 산소원자수로 나누어 공약수를 얻는다. 이때 부분산소법을 리용하므로 산소원자수는 29로 한다.

④ 매 양이온의 원자수를 공약수로 나누어 양이온들의 결수를 구한다.

⑤ T, Y, Z자리를 차지하는 양이온결수들의 총합이 15가 되도록 양이온들의 결수를 표준화한다.

⑥ 전기석류의 일반결정화학식에서 V, W자리에 들어가는 보충음이온 OH^- , O^{2-} , F^- 의 결수들을 계산한다.

먼저 전기석의 결정화학식에 들어있는 개별적인 보충음이온들의 결수 $n(\text{OH}^-)$, $n(\text{O}^{2-})$, $n(\text{F}^-)$ 의 총합을 N으로 표시한다.

다음 전기석의 결정화학식에 들어있는 양이온들의 총전하수에서 산소의 총전하수를 뺀 보충음이온들의 총전하수가 얻어지는데 이것을 M 으로 표시한다.

위의 내용을 종합하면 다음의련립방정식이 얻어진다.

$$\begin{cases} n(\text{OH}^-) + n(\text{O}^{2-}) + n(\text{F}^-) = N \\ n(\text{OH}^-) + 2n(\text{O}^{2-}) + n(\text{F}^-) = M \end{cases} \quad (1)$$

식 (1)에 의하여 V , W 자리에서의 보충음이온 OH^- , O^{2-} , F^- 의 결수들을 계산할 수 있다.

⑦ 양이온과 보충음이온들을 전기석류의 일반결정화학식에 맞추어 구조단위별로 배정하여 전기석류의 결정화학식을 완성한다.

2. ♀지구 전기석의 보충음이온결수계산

♀지구 전기석의 화학조성은 표 1과 같다.

표 1. 마그니전기석의 화학조성(%)

물질	SiO ₂	TiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	Li ₂ O	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	F	H ₂ O
함량	36.57	1.02	10.39	33.00	0.39	6.38	0.15	6.66	0.2	0.58	2.45	0.5	0.35	2.01

표 1의 화학조성을 리용하여 부분산소법으로 계산한 구조단위별 양이온결수는 표 2와 같다.

표 2. 구조단위별 양이온결수

양이온	결수	양이온	결수	양이온	결수
$T_{\text{-Si}^{4+}}$	5.916	$Y_{\text{-Li}^{+}}$	0.131	$X_{\text{-Ca}^{2+}}$	0.115
$T_{\text{-Al}^{3+}}$	0.084	$Y_{\text{-Mg}^{2+}}$	1.606	$X_{\text{-Na}^{+}}$	0.787
ΣT	6	$Y_{\text{-Fe}^{2+}}$	0.863	$X_{\text{-K}^{+}}$	0.006
B^{3+}	3	$Y_{\text{-Mn}^{2+}}$	0.02	$X_{\text{-□}}$	0.092
$Z_{\text{-Al}^{3+}}$	6	$Y_{\text{-Al}^{3+}}$	0.207	ΣX	1
ΣZ	6	$Y_{\text{-Fe}^{3+}}$	0.049		
		$Y_{\text{-Ti}^{4+}}$	0.124		
		ΣY	3		

표 2로부터 계산하면 양이온들의 총전하값은 58.181이고 보충음이온을 제외한 산소의 총전하값은 54이다. 그리고 전기석의 결정화학식에서 보충음이온결수들의 총합은 4이므로 다음과 같은 련립방정식을 세울 수 있다.

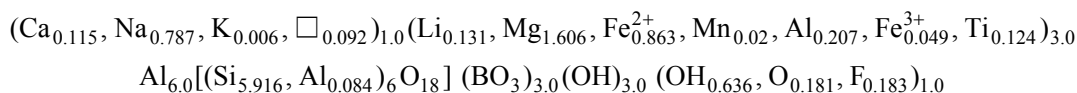
$$\begin{cases} n(\text{OH}^-) + n(\text{O}^{2-}) + n(\text{F}^-) = 4 \\ n(\text{OH}^-) + 2n(\text{O}^{2-}) + n(\text{F}^-) = 4.181 \end{cases} \quad (2)$$

그런데 $n(\text{F}^-) = 0.183$ 이므로 식 (2)는 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{cases} n(\text{OH}^-) + n(\text{O}^{2-}) = 3.817 \\ n(\text{OH}^-) + 2n(\text{O}^{2-}) = 3.998 \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)을 풀면 $n(\text{O}^{2-}) = 0.181$, $n(\text{OH}^-) = 3.636$ 이다.

따라서 전기석의 결정화학식은 다음과 같다.



결정화학식에 따라 전기석을 구체적으로 명명하면 알카리아류 수산기 마그니전기석이다.

맺 는 말

함수규산염광물인 전기석류의 결정화학식의 V , W 자리에서 보충음이온들의 결수계산 방법을 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] Frank C. Hawthorne; Eur. J. Mineral, 11, 201, 1999.
- [2] Ferdinando Bosi; The Canadian Mineralogist, 49, 17, 2011.
- [3] Ferdinando Bosi; American Mineralogist, 103, 298, 2018.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

The Coefficient Calculation Method of the Additional Anions in V , W Site in Crystal Chemical Formula of Tourmalines

Song Chang Nam, Kim Kwang Min and Kim Kyong chol

In this paper, we illustrated the coefficient calculation method of the additional anions in V , W site in crystal chemical formula of tourmalines.

Keywords: tourmaline, additional anion