

붕소동위원소농축에서 BF_3 기체포집장치의 제작과 그 특성

김 용 훈

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 원자력기술을 개발하고 원자력발전소를 건설하기 위한 문제를 자체의 기술, 자체의 힘으로 자력갱생하여 완성하여야 합니다.》(《김일성전집》 제62권 459페이지)

나라의 원자력공업을 주체적립장에서 더욱 발전시키기 위해서는 원자력분야에서 절실히 필요한 여러가지 핵재료들을 자체의 힘으로 원만히 생산보장하는것이 중요한 문제로 나선다.

붕소는 열중성자흡수자름면적이 큰것으로 하여 원자로조종봉재료와 중성자방어재료, 검출기재료로 중요하게 리용된다.

붕소동위원소농축탑에서 $^{10}\text{BF}_3$ 기체를 일정한 속도로 배출하여야 한다는 문제는 제기되었지만 구체적인 장치와 방법은 발표된것이 없다.

붕소동위원소분리를 위한 공정에서 기-액순환량을 규정하고 생산성을 높이기 위해서는 BF_3 기체의 주입속도와 $^{10}\text{BF}_3$ 농축기체의 배출속도를 규정하는것이 중요하다.[1]

선행연구[2]에서는 분리탑의 직경(22mm)과 높이(5~8m)가 규정된 조건에서 농축할 때 농축도를 98.7원자%로 보장하면서 일정한 시간동안 배출시킨 후 농축기체의 배출속도를 0.017~0.063mol/h로 보장하여 생산성을 높이였다.

론문에서는 붕소동위원소농축탑에서 $^{10}\text{BF}_3$ 기체배출을 위한 장치를 제작하고 그 특성을 밝혔다.

1. 붕소동위원소농축탑에서 $^{10}\text{BF}_3$ 기체포집장치의 제작

붕소동위원소농축탑에서 $^{10}\text{BF}_3$ 기체를 포집하기 위한 장치는 기체포집기, 안정전원, 절음전동기, 감속기, 조종회로, 컴퓨터로 구성되어있다.(그림 1)

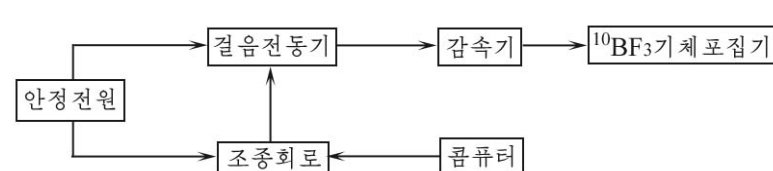
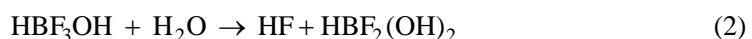
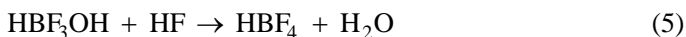
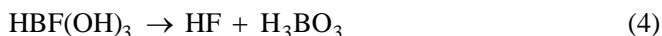


그림 1. $^{10}\text{BF}_3$ 기체포집장치의 구성도

BF_3 기체는 공기속의 수분과 다음과 같은 반응을 일으킨다.





반응식들에서 보는바와 같이 BF₃기체는 공기중의 수분과 작용하여 강산성을 나타내므로 BF₃기체포집기의 밀폐를 잘 보장하여야 한다. 기체포집기외함은 불수강으로 제작하였으며 포집기밀개는 테프론판으로 여러겹 압착하여 밀폐하였다.

감속기는 3단으로 되어있으며 매 단에서 감속비는 10으로 하여 전체 감속비를 1 000으로 보장하였다.

결음전동기의 회전속도를 컴퓨터조종하여 기체포집량을 결정하도록 하였다.

2. 밀폐식기체포집장치의 특성

감속기의 속도에 따라 밀폐식기체포집기의 포집속도를 조절할수 있도록 장치를 구성하였다.

신호에 대한 기체포집기밀개의 이동속도변화는 그림 2와 같다.

기체포집량(V)은 포집기의 직경과 이동속도에 관계된다.

$$V = \frac{v\pi r^2 l \rho}{A} \quad (6)$$

여기서 v 는 기체포집기밀개의 이동속도, r 는 포집기반경, l 은 이동거리, ρ 는 BF₃기체의 밀도, A 는 BF₃기체의 물질량이다.

포집기의 직경이 주어지면 식 (6)으로부터 기체포집량을 결정할수 있다.

표에 신호와 포집기반경에 따르는 이동량을 주었다.

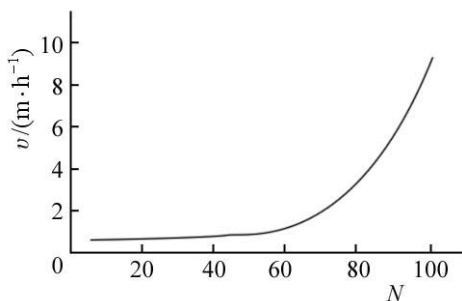


그림 2. 신호에 대한 기체포집기밀개의 이동속도변화

표. 포집기내경에 따르는 기체포집속도

신 호	V/(mol · h ⁻¹)		신 호	V/(mol · h ⁻¹)		신 호	V/(mol · h ⁻¹)	
	r ₁ (0.015m)	r ₂ (0.01m)		r ₁ (0.015m)	r ₂ (0.01m)		r ₁ (0.015m)	r ₂ (0.01m)
90	0.243 0	0.060 70	60	0.054 9	0.013 70	30	0.030 7	0.007 69
80	0.106 0	0.026 50	50	0.043 0	0.010 70	20	0.027 1	0.006 77
70	0.070 8	0.017 70	40	0.035 8	0.008 97	10	0.024 5	0.006 11

표에서 보는것처럼 신호가 감소함에 따라 기체포집속도를 감소시킬수 있으며 신호가 일정할 때 기체포집속도를 규정할수 있다.

동위원체분리공정에서 기체포집속도를 일정하게 보장하여야 농축탑에서 동위원체분리효과에 영향을 주지 않으면서 농축된 BF₃기체를 배출하여 생산할수 있다.

우리의 경우 농축탑의 직경이 22mm이므로 포집기반경이 0.015m일 때 신호를 60이하로, 포집기반경이 0.01m일 때 신호를 70이상으로 보장하는것이 합리적이다.

맺는말

붕소동위원소분리공정에서 농축된 $^{10}\text{BF}_3$ 기체포집을 위한 장치를 제작하고 합리적인 리용조건을 밝혔다. 농축탑의 직경이 22mm이므로 포집기반경이 0.015m일 때 신호를 60이하로, 포집기반경이 0.01m일 때 신호를 70이상으로 보장하는것이 합리적이다.

참고문헌

- [1] S. G. Katalnikov; Separation Science and Technology, 36, 8—9, 1737, 2001.
[2] 中根良; 同位体と放射線, 2, 3, 273. 1959.

주체103(2014)년 11월 5일 원고접수

**Investigation on the Manufacture and Characteristics of BF_3 Gas
Collecting Unit for Boron Isotope Enrichment**

Kim Yong Hun

We have manufactured the BF_3 gas collecting unit which does not affect the isotope separation process and collects the gas with constant rate and investigated its characteristics.

Its collecting rate is decided by the inner volume of collector and the rotation velocity of stepping motor.

Key words: gas collecting unit, boron, isotope enrichment