

랭매를 리용한 BF_3 기체의 응축포집

리경학, 고병춘

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

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

랭매응축법에 의한 BF_3 기체제조공정에서는 불순물기체발생량과 계내의 공기함량을 낮추어 BF_3 기체의 수송저항을 줄이는것과 함께 BF_3 기체의 특성에 맞는 포집조건을 설정하는것이 필요하다. 그러나 선행연구[1-3]에서는 BF_3 기체의 합성거둠률과 순도에 대하여 논의하였을뿐 BF_3 기체의 포집조건은 밝히지 않았다.

우리는 온도가 BF_3 액체의 열점보다 낮은 랭매를 리용한 BF_3 기체의 응축포집모형을 제기하고 그에 따르는 포집조건을 고찰하였다.

1. BF_3 기체의 응축포집모형

온도가 BF_3 액체의 열점(-128°C)보다 낮은 랭매를 리용한 BF_3 기체의 응축포집모형은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 일정한 량의 랭매가 들어있는 포집기안통의 외벽에는 온도경사가 형성되며 포집기에 들어오는 BF_3 기체는 랭각 및 응축(끓음점 -101°C)단계를 거쳐 액체로 전환된다. 그리고 BF_3 액체는 아래로 흐르며 그것의 열점에 해당하는 온도구역에서 고체로 전환된다. 한편 BF_3 고체는 BF_3 액체보다 열전도성이 훨씬 작으므로 포집이 진행되어 BF_3 고체막의 면적과 두께가 커짐에 따라 BF_3 기체의 상전이속도는 느려진다.

랭매량이 지나치게 많은것으로 하여 열교환에 유리한 BF_3 액체구역이 형성되지 않고 BF_3 고체구역만이 형성되는 경우에는 BF_3 기체포집속도가 BF_3 기체발생 속도에 따라서지 못하기때문에 포집량이 적다.

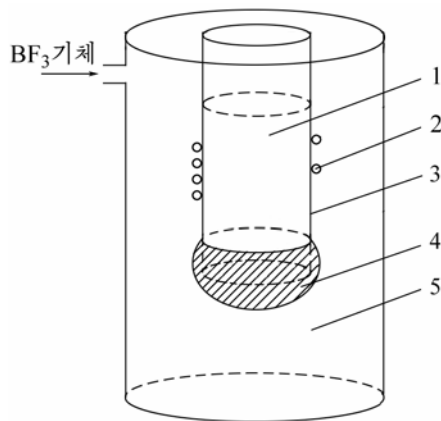


그림 1. BF_3 기체의 응축포집모형
1-랭매, 2- BF_3 액체, 3-안통,
4- BF_3 고체, 5-포집기

2. 실험 방법

BF_3 기체의 발생 먼저 BF_3 기체제조장치(그림 2)의 BF_3 기체발생기안에 KBF_4 과 B_2O_3 의 혼합물을 넣고 발생기의 온도를 서서히 높인 다음 180°C 일 때부터 질은 류산을 주입

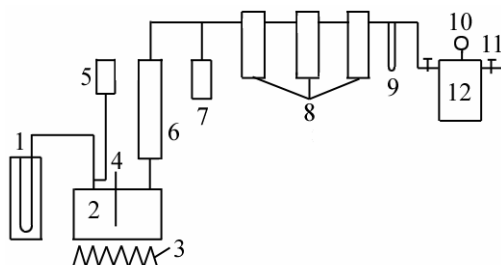


그림 2. BF_3 기체제조장치의 구성도

1—수은압력계, 2— BF_3 기체발생기, 3—가열기, 4—온도계, 5—류산주입기, 6—랭각기, 7—불순물 응축회수통, 8—정제기, 9—류량계, 10—압력계, 11—고압변, 12—포집기(직경 30cm, 높이 50cm)

하였다. 이때 발생된 BF_3 기체는 랭각기와 정제기를 거친 다음 133Pa로 감압된 포집기(직경 30cm, 높이 50cm)로 들어간다. 한편 초기에 발생된 일정량의 BF_3 기체를 장치밖으로 배출시켜 공기가 섞이지 않도록 하였다. 또한 류산주입속도와 BF_3 기체발생기온도를 조절하여 BF_3 기체의 발생량을 250L/h로 유지하였다.

BF_3 기체의 응축포집 BF_3 기체의 발생으로 계의 압력이 $1.01 \cdot 10^5 \text{Pa}$ 에 이르렀을 때 포집기의 안통에 랭매(액체산소)를 일정한 높이로 채운 다음 압력이 $1.2 \cdot 10^5 \text{Pa}$ 로 될 때까지 BF_3 기체를 응축포집

하였다.

포집기의 온도 및 압력 측정 포집기의 온도는 랭매층의 높이를 3cm에서 일정하게 유지하면서 BF_3 기체를 포집한 다음 동—콘스탄탄열전대로 측정하였다. 그리고 랭매층의 높이에 따르는 포집기의 압력은 초기에 계의 압력이 $1.2 \cdot 10^5 \text{Pa}$ 로 될 때까지 BF_3 기체를 포집한 다음 방온도에서 포집기내부의 BF_3 기체압력으로 평가하였다.

BF_3 기체포집시간의 결정 BF_3 기체포집시간은 BF_3 기체를 응축포집하기 시작한 때로부터 포집기의 압력이 $1.2 \cdot 10^5 \text{Pa}$ 로 될 때까지 걸린 시간으로 결정하였다.

3. 실험결과 및 해석

포집기안통의 높이에 따르는 온도분포 포집기안통의 높이에 따르는 온도변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 포집기안통의 높이에 따르는 온도변화는 거의나 선형적이며 21cm 이하의 높이에 해당되는 포집기안통부분의 온도는 BF_3 액체의 열점(-128°C)이하이다.

BF_3 기체포집시간에 미치는 랭매층높이의 영향 랭매층의 높이에 따르는 BF_3 기체포집시간의 변화는 표와 같다.

표에서 보는바와 같이 랭매층의 높이가 증가함에 따라 BF_3 기체포집시간이 지수함수적으로 감소하는데 그것은 랭매량이 많아짐에 따라 포집기에서 BF_3 고체구역이 넓어지므로 BF_3 기체포집성이 감소되기때문이다.

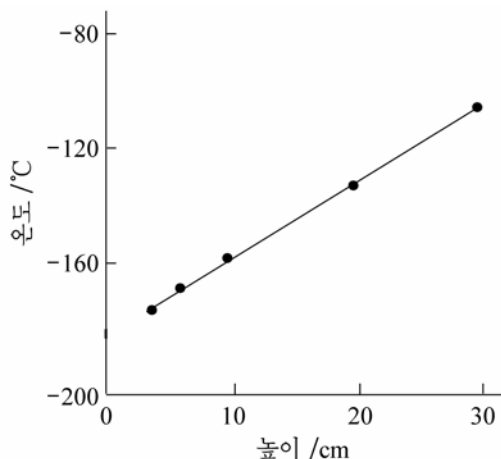


그림 3. 포집기안통의 높이에 따르는 온도변화

표. 랭매층의 높이에 따르는 BF_3 기체포집시간의 변화

랭매층높이/cm	3	10	20	30
포집시간/min	250	95	66	65

포집기의 압력에 미치는 랭매층높이의 영향 랭매층의 높이에 따르는 포집기압력의 변화는 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 랭매층의 높이가 3cm 일 때에는 포집기의 압력이 $4 \cdot 10^6 \text{Pa}$ 로 유지되며 랭매층높이가 증가함에 따라 압력이 지수함수적으로 낮아진다.

이로부터 합리적인 랭매층높이는 3cm이며 그 이상의 높이에서는 BF_3 기체포집량이 감소한다는것을 알수 있다. 이것은 우리가 제기한 BF_3 기체의 응축포집모형이 옳다는것을 보여준다.

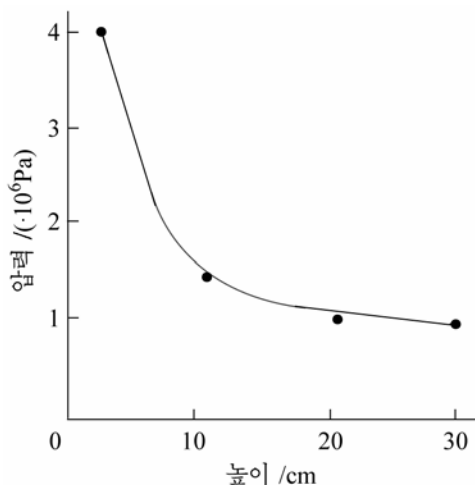


그림 4. 랭매층의 높이에 따르는 포집기압력의 변화

맺는 말

1) 온도가 BF_3 액체의 얼점보다 낮은 랭매를 리용한 BF_3 기체의 응축포집모형을 제기하고 실험을 통하여 검증하였다.

2) 포집기(직경 30cm, 높이 50cm)에서 랭매(액체산소)층의 높이를 3cm정도로 유지하면 BF_3 기체를 최대로 포집할수 있다.

참고 문헌

[1] 김일성종합대학학보(자연과학), 45, 10, 72, 주체88(1999).

[2] 라수정; 원자력, 3, 16, 주체102(2013).

[3] П. Т. Рысс и др.; ЖОХ, 19, 9, 1596, 1949.

주체107(2018)년 7월 5일 원고접수

Condensation-Collection of BF_3 Gas by Using Coolant

Ri Kyong Hak, Ko Pyong Chun

We suggested a model for condensation-collection of BF_3 gas by using the coolant of which temperature was lower than the freezing point of BF_3 liquid and verified it experimentally.

The height of liquid oxygen layer for collecting BF_3 gas fully is 3cm.

Key words: BF_3 gas, collection