

**드라이아이스 눈입자를 이용한 실리콘 잉곳의 표면제염**  
**Surface Decontamination of Silicon Ingot using Dry Ice Snow Particle**

주민수<sup>a\*</sup>, 고문성<sup>a</sup>, 박광현<sup>a</sup>, 김광득<sup>b</sup>

<sup>a</sup>경희대학교 원자력공학과 청정제염연구실(GNRL)

<sup>b</sup>데콘엔지니어링 (주)

### 1. 서론

방사능 제염(Decontamination)은 원자력 분야에서 중요한 현안이며, 표면이 방사능에 오염된 부품 및 장비의 정비와 처분을 위해 제염은 반드시 필요하다. 최근 건식 제염기술의 하나인 드라이아이스 분사 제염법은 기존의 유해 화학물질, 고압수 분사와 연마성 모래분사와는 달리 2차 폐기물 처리의 추가적인 비용이 들지 않으며, 장비의 파손 및 분해를 필요로 하지 않아 주목받고 있는 제염기술인 드라이아이스 눈 입자 세척법(Dry-ice snow cleaning)을 연구 및 개발하여 표면 방사능 오염 물질 제거에 적용하기 위하여 본 연구가 수행되었다.

### 2. 본론

드라이아이스 입자를 사용할 때의 독특한 특징의 하나는 표면에 충돌하자마자 드라이아이스 입자가 승화한다는 점이다. 입자와 표면간의 결합 충격에너지 분산 및 극도로 빠른 열전달로 인해 고체 CO<sub>2</sub>는 가스상으로 즉시 승화하며, CO<sub>2</sub>가 증발되어 버리기 때문에 드라이아이스 분사 공정은 오염물질만을 제거하고 다른 2차 폐기물을 생성하지 않게 된다[1-3]. 본 연구에서는 원자력 시설물에서 발생한 표면 방사성 오염물을 제거 하기 위하여 개발된 노즐을 장착한 세척장치를 사용하여 제염 실험을 수행하였다. 제염 대상물로는 한국원자력연구소내에 있는 연구용 원자로인 하나로(HANARO)에서 중성자 조사된 실리콘 잉곳을 사용하였다. 제염시 오염물질이 외부로 유출되지 않도록 그림 1과 같이 후드 내에 드라이 아이스 세척장치를 설치하였다.

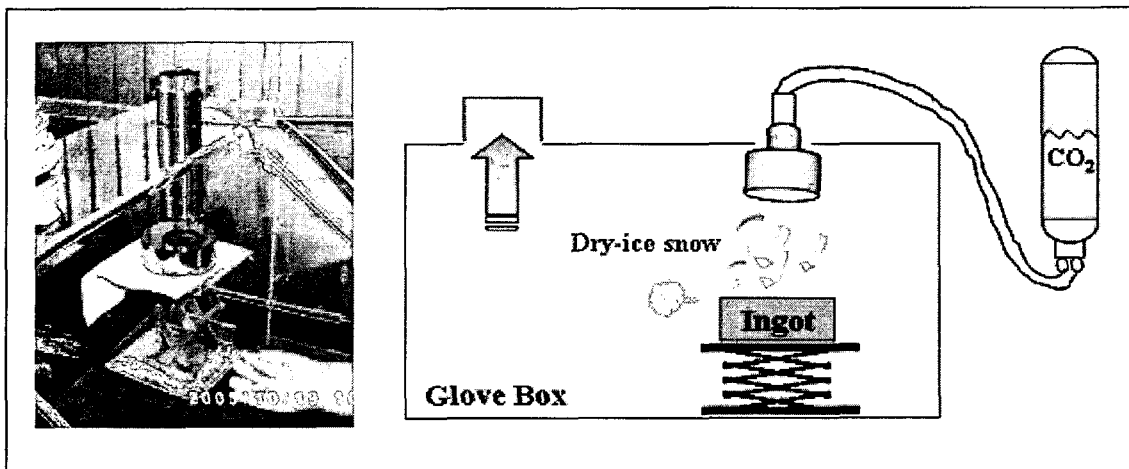


그림 13. 드라이 아이스 눈 입자를 이용한 실리콘 잉곳 제염 장치 및 공정

### 3. 결과

실험에 앞서 효율적인 제염을 위하여 드라이 아이스 눈입자 생성에 중요한 역할을 하는 노즐의 유량을 측정하였다.

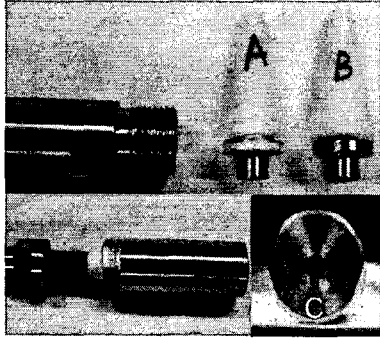


그림 15. 노즐의 종류

표 9. 노즐별 유량

TYPE	STEP			Average
	1	2	3	
A	0.712 l/s	0.757 l/s	0.746 l/s	0.738 l/s
B	1.008 l/s	1.094 l/s	1.027 l/s	1.043 l/s
C	1.989 l/s	2.017 l/s	1.983 l/s	1.996 l/s

유량 측정 결과 C type 노즐의 유량이 가장 크게 나타났으며, 이를 실제 제염에 적용하였다. 실험은 원통형의 실리콘 잉곳에 임의의 5지점을 선정 한 후 드라이 아이스 눈입자를 1분간 분사하였다. 실험결과 드라이 아이스 눈입자 분사 지점에 따라 Alpha의 경우 50% 이상의 제염효과를 보였으며, Beta의 경우는 30% ~ 90%의 제염 효율을 얻을 수 있었다.

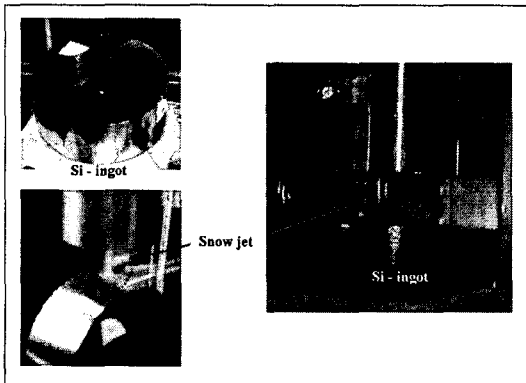


그림 16. 드라이 아이스 눈입자를 이용한 실리콘 잉곳 제염

표 10. 드라이 아이스 눈입자를 이용한 제염효율

	Before(Bq)		After(Bq)		Efficiency(%)	
	Alpha	Beta	Alpha	Beta	Alpha	Beta
Top-1	0.082	0.24	0	0.027	0	90
Top-2	-	-	0.037	0.027	-	-
Bottom	1.407	0	0.49	1E-3	65	-
Side-1	0.26	1.139	0.11	0.3	57	74
Side-2	0.198	0.48	0.098	0.34	50	30

### 감사의글

본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실 사업(NRL) 및 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라 구축지원 사업으로 수행된 논문입니다.

### 참고문헌

1. J. D, Ryu, Master thesis, Kyung-hee University, (1999)
2. J. M. Shin et al, Technical Report, KEARI, (2000)
3. K. H. Chiu et al, Talanta, 65 (2005) 149