

PRIDE 직립형 Cd 증류장치 설계

정재후, 김광락, 안도희 김시형, 김택진, 김가영, 백승우, 심준보, 김경량

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045(덕진동 150-1)

njhieong@kaeri.re.kr

1. 서론

PRIDE(PyRoProcess Intergrated inactive DEmonstration facility)내에 설치된 직립형 Cd 증류장치는 카드뮴의 증발, 응축 및 회수를 목적으로 한 장치이다. 사용후핵연료 건식처리공정은 크게 전처리공정, 전해환원공정, 전해정련공정 및 전해제련공정 등으로 구성되어 있다[1]. PRIDE 내의 전해제련공정은 액체카드뮴음극(LCC : Liquid Cadmium Cathode)를 이용하여 LiCl-KCl 용융염의 잔류하는 U, TRU 원소를 동시에 회수하는 공정으로 파이로프로세스의 핵확산 저항성의 입증하는 핵심공정을 말한다. 즉, 사용후핵연료를 건식화학처리하는 실증시설로써 모의 악티늄족 원소들을 전기화학적으로 공전착을 유도하는 특성을 가지는 용융카드뮴 음극체를 후처리하는 단위공정을 말한다. 용융염 전기화학반응기에서 음극체로 사용된 용융카드뮴중 합금상태로 존재하는 우라늄 및 TRU 전착물을 분리하기 위한 목적으로 카드뮴과 공융염(LiCl-KCl)을 휘발시켜 용융점이 높은 전착물로부터 분리하고, 휘발된 카드뮴과 공융염은 응축시켜 재활용이 가능한 형태로 회수하기 위한 장치이다. 전해제련공정에서 용융염 내 잔류 U, TRU의 회수가 완료되면 LCC는 카드뮴 증류 공정으로 보내지고, 이때 회수된 actinide와 카드뮴은 증기압 차이에 의하여 분리된다[2].

본 연구에서의 PRIDE 직립형 Cd 증류장치는 기존에 개발된 Cd 증류장치의 단점인 카드뮴 증기 응축조를 통과할 때 장치 내부벽면에 응축되는 문제점[3]을 획기적으로 해결할 수 있다. 이 장치는 Hot-cell 내에서 대용량의 Cd를 처리할 수 있고, MSM(Master Slive Manipulator), BDSM(Bridge transported Dual arm Servo-Manipulators) 및 크레인을 이용하여 장치의 원격운전 및 원격취급성을 고려하고, 또 고장시 유지보수성을 고려하여 장치의 부품들을 모듈화 개념으로 Lab-scale의 장치를 설계하였다.

2. 본론

본 연구에서의 PRIDE 직립형 Cd 증류장치는 크

게 Frame assembly, Furnace assembly, Distiller vessel assembly, Crucible support assembly, Utility assembly, Roller conveyer assembly 및 Control box assembly 등으로 구성되어 있다. Fig. 1, 2는 장치의 설계도를 나타낸 것이다. 장치의 주요부 설계요건을 보면 처리 용량은 10 kg U-Cd-Salt/batch(8시간 이내 한 개의 LCC 처리)이다. 가열부는 크게 증발부와 회수부로 나누어지며 증발부는 최고 1,100 °C, 회수부는 320 °C 이하이고 승온율은 1200 °C/Hr 이다. 진공도는 상온에서 10^{-2} Torr 이하, 기밀성은 0^{-1} Torr/8 Hrs 이하, 진공펌프는 오일리스 펌프가 사용 된다. 전기로의 구성은 총 5개 구역으로 나누어져 있으며, 1, 2구역에서는 1,100 °C, 3구역 800 °C, 4구역 600 °C, 5구역 500 °C로 가열할 수 있는 구조로 설계하였다.

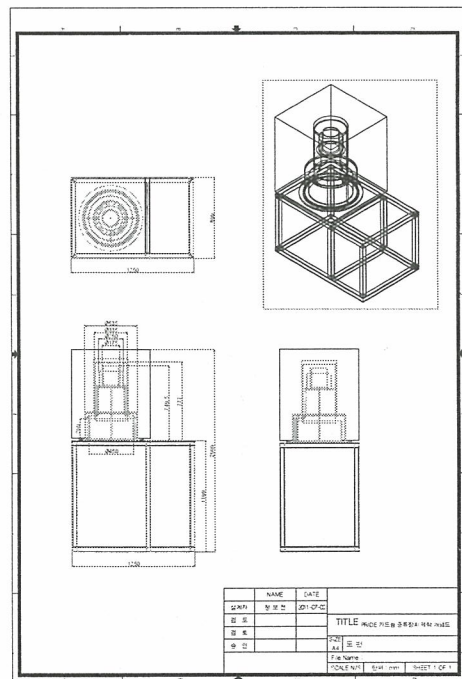


Fig. 1. Drawing of Cd Distillation Device.

3. 결론

본 연구에서의 PRIDE 직립형 Cd 증류장치는 기존에 개발된 Cd 증류장치의 단점인 카드뮴 증기가 응축조를 통과할 때 장치 내부벽면에 응축되는 문제점을 해결할 수 있도록 설계하였다. 이 장치는 Lab-scale의 설계 장치로서 PRIDE Hot-cell 내에서 MSM, BDSM 및 크레인을 사용하여 직립형 Cd 증류장치를 원격운전성 및 원격취급성을 고려하였으며, 또 장치의 고장시 유지보수성을 고려하여 장치의 부품들을 모듈화 하여 용이하게 유지·보수 하도록 설계하였다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] H. C. Eun, Y. Z. Cho, T. K. Lee, H. C. Yang, I. T. Kim, H. S. Kim, J. Radioanal Nucl. Chem., 8(2), 103-104, 2009.
- [2] J. Y. Kim, S. W. Kwon, K. R. Kim, S. W. Paek, J. B. Shim, S. H. Kim, Y. J. Jung, D. H. Ahn, J. Radioanal Nucl. Chem., 7(2), 331-332, 2009.
- [3] K. R. Kim, K. R. Kim, D. S. Yoon, J. Y. Kim, D. Y. Park, T. J. Kim, S. H. Kim, J. H. Jung, S. W. Paek, J. B. Shim, D. H. Ahn, Radioanal Nucl. Chem., 9(1), 131-132, 2011.

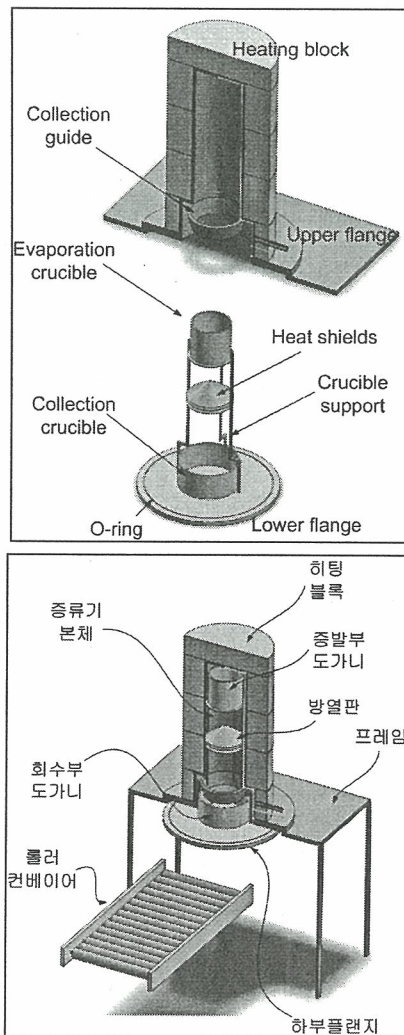


Fig. 2. Distiller Vessel & Crucible Support Assembly and operation.