

모의 중 저준위 폐기물 시료 중 TIMS/IDMS의한 극미량 Pu 동위원소 비 측정 및 정량

전영신, 김정석, 송병철, 하영경, 한선호, 송규석
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150 번지
ysjeon@kaeri.re.kr

극미량 플루토늄 동위원소 비 측정 및 정량은 핵물질 계량관리 및 안전보장조치(safeguards) 차원에서 매우 중요하다. 열이온화 질량분석기를 이용한 동위원소희석법으로 극미량 플루토늄 동위원소 비 측정 및 정량 그리고 바탕 값(background) 영향을 알아보았다. 시료로 면장갑, 제염지, 비닐류 각각 2g씩을 취하여 NBL, CRM No. 122 플루토늄 1 ng과 5 ng씩을 넣고 산 처리한 후 용액화 하여 플루토늄 정량 모의 시료로 사용하였다. 시료용액을 두개로 반분하여 한쪽의 시료용액은 스파이크, Pu-242(IRMM-044), 1 ng 또는 5 ng을 넣고, 다른 한쪽 시료는 시료자체의 플루토늄을 각각 음이온교환수지(Bio-Rad AG1-X4, 100-200 mesh) 칼럼을 이용하여 분리하였으며, 분리된 플루토늄을 열이온화 질량분석기(TIMMS)를 이용하여 동위원소 비를 측정하고 이의 결과를 동위원소 희석 질량분석(IDMS) 계산식에 넣어 플루토늄 양을 계산하였다. 시료적용 질량분석에 앞서 플루토늄 표준물을 이용한 mass discrimination factor를 구하여 동위원소 비 측정값을 보정하였다. 동위원소 비 측정에서 ^{238}Pu 은 ^{238}U 로부터 오염이 크게 나타났으며 이는 사용되는 레늄필라멘트로부터 오는 우라늄 영향도 무시할 수 없음을 알 수 있었다. 5 ng-Pu 시료는 6 %, 1 ng-Pu 시료의 경우는 11 % 내에서 일치하는 결과를 보였다.

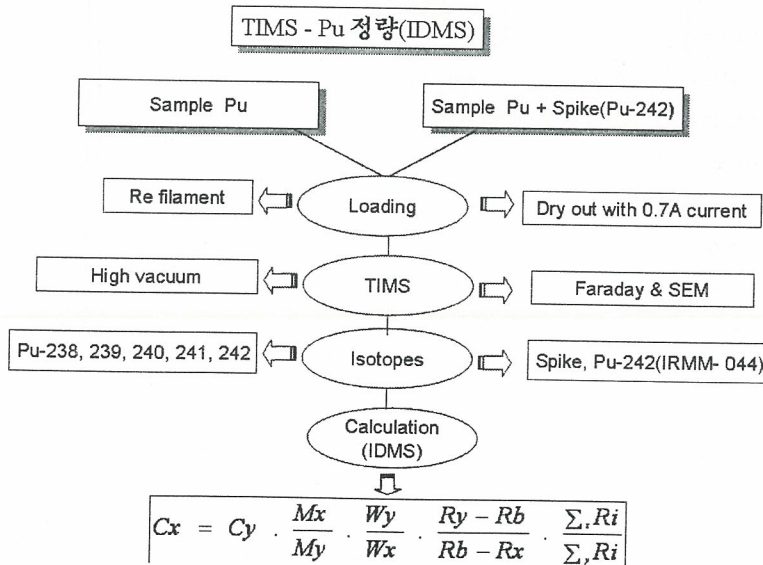


Fig. 1. Experimental schematic diagram for the Pu-determination by the TIMS/IDMS.

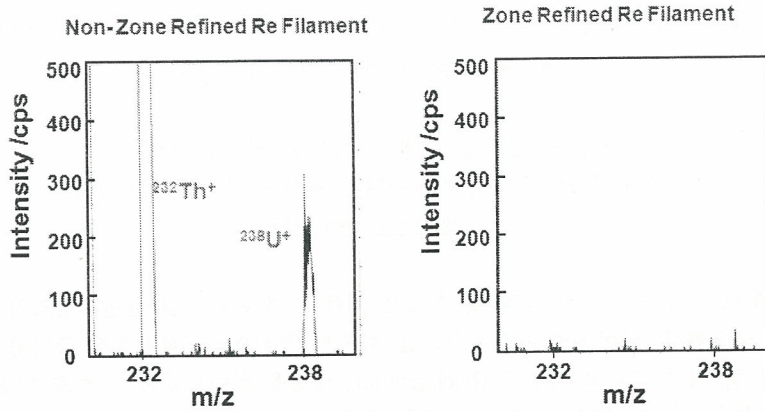


Fig. 2. Comparison non-zone refined Re-filament and zone refined Re filament for the m/z, from 232 to 238.

질량분석에 이용되는 필라멘트에는 zone refined 필라멘트와 non-zone refined 필라멘트를 사용하는데, 일반적으로 시료량이 많은 경우는 non-zone refined 필라멘트를 사용해도 큰 문제가 되지 않지만 극미량 시료를 사용하는 경우는 zone refined 필라멘트를 사용해야함은 물론 이를 별도의 고진공, 고온에서 degassing 해서 사용해야 한다.

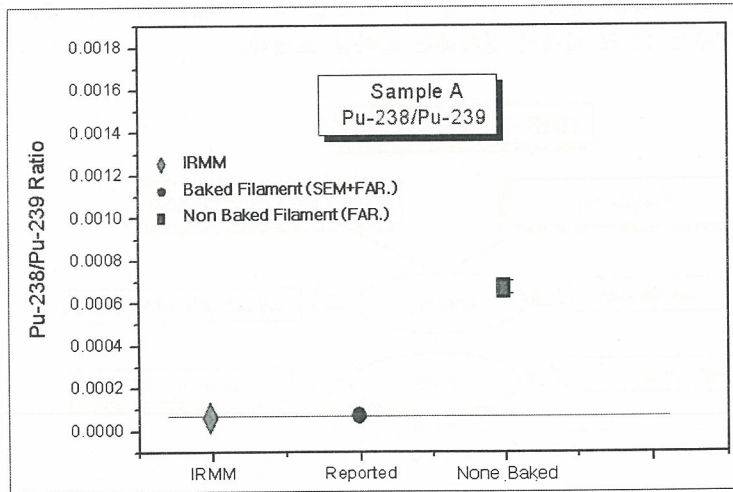


Fig. 3. An isobaric effect from U-238 in the blank Re-filament to Pu-238.

Fig. 3.에서 보는바와 같이 IRMM Pu-CRM에 대한 동위원소비 측정에서 사용하는 Re-filament를 degassing 하여 우라늄 불순물을 제거한 것 과 그렇지 않은 것에 대한 Pu-238 측정값이 차이 있음을 알 수 있었다.