수소동위원소 분리용 GC 충진재 제조

이민수, 정홍석, 김광락, 백승우, 임성팔, 안도희
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

본 연구는 수소동위원소 분리용 Gas Chromatography 충진재의 제조에 관한 것으로서, 구체적으로는 트리튬이 포함된 수소동위원소(T_2, DT, HT) 혼합 기체에서 트리튬을 분리해 낼 수 있는 Gas Chromatography 충진재를 개발하는 것이다. 트리튬 배기체나 폐기물을 제거하기 위한 대표적인 공정으로서 CECE(combined electrolysis catalytic exchange)가 있다. CECE 공정은 촉매를 이용하여 수소동위원소 산화물을 농축하고, 다시 농축된 산화물을 전기분해하여 수소기체화 하는 공정이다. 얻어진 수소기체 중의 트리튬을 다시 농축하기 위한 방법으로는 초저온 증류공정이 있으나, 이 방법은 대용량의 상용 설비에 가장 적합한 것으로서 설비가 많이 든다는 단점이 있다. 하지만 Gas Chromatography를 이용한 수소동위원소 기체 분리방법은 구조가 단순하고 분리효율이 높은 장점이 있다.

수소동위원소를 분리하는 가장 용이한 충진재로는 수소를 흡수하는 금속이나 합금을 이용하는 것이다. 대표적인 금속으로는 Pd가 있다[1]. Pd 금속 입자를 GC 충진재로 사용할 경우, 상온 상압에서 Displacement gas chromatography방법으로 용이하게 수소동위원소를 분리할 수 있으므로 수소동위원소 분리에 각광받고 있다. 효율적으로 Pd를 사용하기 위해서는 미세 입자화하는 방법, 혹은 넓은 표면적을 갖는 미세입자에 표면 코팅하는 것이 유리하다. 적합한 입자 매체로서는 α-알루미나와 kieselguhr(molecular sieve)가 있다. 이들 두가지 매체에 대해 Pd를 처리한 경우에 있어서는 단위 부피당 Pd 함량이 높게 나타나는 α-알루미나가 kieselguhr에 비해 더 효율적인 매체로 보고되어 있다[2]. 알루미나의 입자 크기는 100-200 mesh 정도가 수소동위원소 분리용으로 주로 사용된다. 이밖에도 Pd는 부가적인 이점을 갖고 있는데, 이는 기존의 GC는 H_2, HD, D_2, HT, DT, T_2 등으로 6개의 혼합물로 나누어지는데 비하여, T_2, D_2, H_2로 혼합물이 분리되고 동위원소 혼합기체는 소량 나온다는 점이다. 이밖에도 Pd-Pt 알로이는 최근에 개발된 GC 충진재로서 체류시간이 짧기 때문에 수소동위원소의 분석에 응용되고 있다. Pd-Pt alloy에서 Pt는 수소원자의 흡수열을 감소시켜주는 역할을 한다[3].

현재 시판되고 있는 Pd가 도포된 알루미나는 약 4종(0.5wt%, 1.0wt%, 5wt%, 10wt% Palladium on Alumina)이 있으며, 최대 Pd 함량은 10wt% 정도이다. 본 연구에서는 상용 Pd가 도포된 알루미나의 결정구조를 알아보기 위해 XRD 분석을 하였으며(Fig. 1), 매질의 표면적, 화학적 흡착량 등 기초적인 물성을 분석하였다. 그 결과 상용 제품은 수소동위원소 분리에 필요한 fcc 구조의 결정이 발달되어 있지 않음을 확인하였다. 이에 본 연구에서는 알루미나에서 함침법을 통해 알루미나 매질에서 Pd 함량을 20%까지 높여 fcc 결정구조를 얻는 실험을 진행하고 있다.

감사의 글: 본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

참고 문헌

1. S. Fukada, H. Fujiwara, J. Chromatography, A 898 (2000) 125.
2. F. Strzelczyk et al., J. Chromagography A 822 (1998) 326-331.
3. T. Yasumatsu, J. L. Wan, M. Matsuyama, K. Watanabe, J. Alloys Comp., 293-295 (1999) 900.

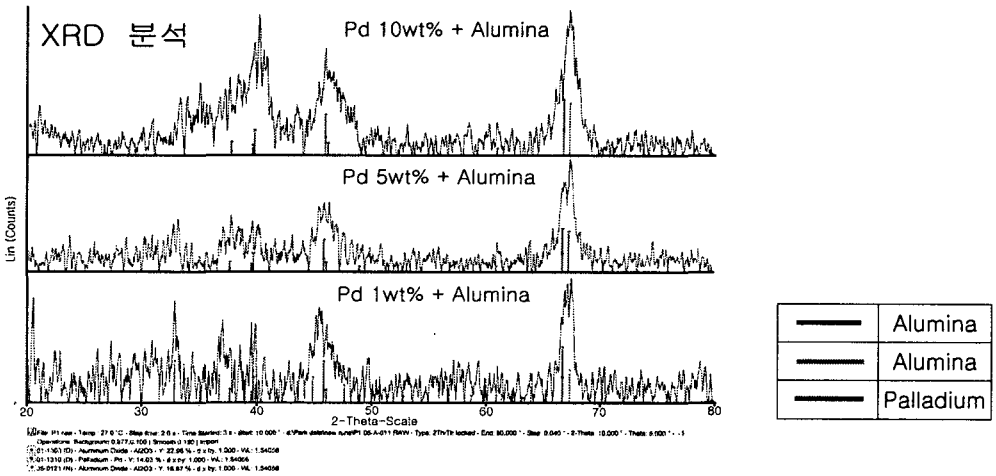

그림 1. 상용 Pd/Alumina XRD 결정분석