

저선량용 이온챔버 제작기 제작

조윤호^{a,b} · 김한수^a · 박세환^a · 이재형^a · 하장호^a · 김용균^b
한국원자력연구원^a · 한양대학교 원자력공학과^b
E-mail: ex-yhcho@kaeri.re.kr

중심어 (keyword) : 이온챔버, 환경방사선

서 론

근래에 방사선을 이용하는 분야가 급격하게 증가하고 있으며, 진단 및 치료 방사선 등 일상생활에서 방사선을 접할 수 있는 기회가 많아짐에 따라 방사선에 대한 일반인의 관심도 지속적으로 증가하고 있다. 환경방사선은 생활환경 중에 존재하는 방사선으로 지역적 특성이나 기후 또는 계절 등에 따라 달라진다.

환경방사선 모니터링은 낮은 선량의 감마선, X선과 같은 투과형 방사선을 측정한다. 이 환경방사선원은 고에너지 뮤온, 광자와 전자와 같은 우주선에 의한 2차 방사선과 지각의 우라늄, 토륨과 그의 자손 핵종으로부터의 천연 백그라운드 방사선이다. 뿐만 아니라, 원자력 발전, 의료시설 등과 같은 인공적인 방사선을 측정하게 된다.

본 실험에서는 환경방사선 모니터링을 위한 저선량용 이온 챔버를 제작하여 우리 주변에 존재하는 환경 방사선의 선량을 측정이 가능한지 대해서 평가하였다.

실험 방법

환경방사선은 우주선으로 부터의 2차 방사선과 지각의 우라늄과 토륨 등으로 오는 방사선을 모두 고려하여야 하기 때문에 등방성 있는 원형으로 설계하여 제작하였다. 저 선량용 고압 이온 챔버는 SUS304 재질을 이용하였으며, 두께는 0.12 in로 하였다. 제작된 이온챔버는 그림 1에 나타내었다.



그림 1. 제작된 저선량 측정용 구형 이온챔버

조립된 이온 챔버는 350℃에서 수일간 베이킹 작업을 거친 후 고순도 Ar-gas(99.999%)를 이용하여 25 atm으로 충전하였다.

챔버 내부에 Ar-gas를 충전할 때에는 충전가스의 순도를 높일 수 있는 별도의 정화장치를 제작하여 사용하였다. 가스를 정화하기 전에 rotary pump와 TMP(Turbo Molecular Pump)를 이용하여 가스 시스템에 잔존하는 불순물을 충분히 제거한 후 사용하였다.

결과 및 고찰

제작된 이온챔버는 10^{-6} torr의 진공을 유지한 후 Ar-gas를 충전하여 사용하였다. 이온전류는 keithley 6517A electrometer를 이용하여 측정하였다. 그림 2

는 제작된 이온챔버의 누설전류를 보여주고 있다.

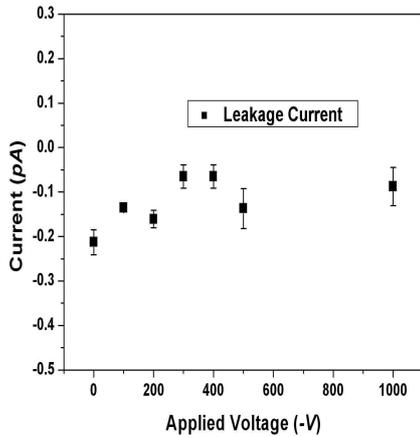


그림 2. 저선량 측정용 구형 이온 챔버의 누설전류

고압 이온챔버의 낮은 선량에서의 선형성을 보기 위해 고전적 Shadow shielding technique을 사용하였다. 사용된 선원은 NIST에서 인증된 0.906 mCi ^{226}Ra 선원이며, 측정거리는 4 m 이내에서 변화시키면서 측정하였다. 감마선원의 1차 방사선만을 이용하기 위해 30 cm 두께의 10×10 cm의 납벽돌을 사용하여 차폐하였고 챔버는 바닥에서 1 m 위치에 고정하였다. 측정된 결과는 그림 3에 표시하였다.

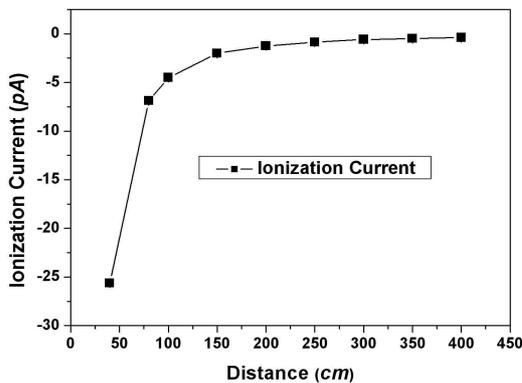


그림 3. 저선량 측정용 구형 이온 챔버의 선원 거리에 따른 이온화 전류

이상의 실험을 통해 환경방사선 측정을 위해서 제작한 구형 이온챔버의 저선량에 대한 성능을 평가해 보았다. 본 실험에서 제작한 구형 이온챔버에 8 atm으로 충전하였을 때에는 15 pA 정도의 포화곡선을 보인 반면, 25 atm으로 충전하였을 때의 포화이온 전류는 40 pA로 측정되었다. 이는 압력과 이온 전류가 비례관계가 있음을 보여주고 있으며, 저선량에 대한 감도를 증가시키는 요인이 될 수 있다. 저선량을 측정할 때에 낮은 누설전류 특성을 보이고 있으며, ^{226}Ra 선원을 이용하여 다양한 거리에서 측정된 실험결과도 거리에 따라 측정된 이온화 전류값이 지수 함수적으로 감소함을 보여주었다. 낮은선량에 대한 특성평가를 통해 제작된 고압 이온챔버의 환경방사선 측정이 가능함을 알 수 있다.

* Acknowledgment : This work has been carried out under the R&D program of the Ministry of Education, Science and Technology (MEST) of Korea. It was also partly supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government(MOEHRD, Basic Research Promotion Fund) (KRF-2008-313-D01255).

결 론