



고순도 CVD 다이아몬드를 활용한 중성자 검출기 제조 기술



적용분야#1

- 시험용 노내 중성자 검출



적용분야#2

- 시험용 노외 중성자 검출

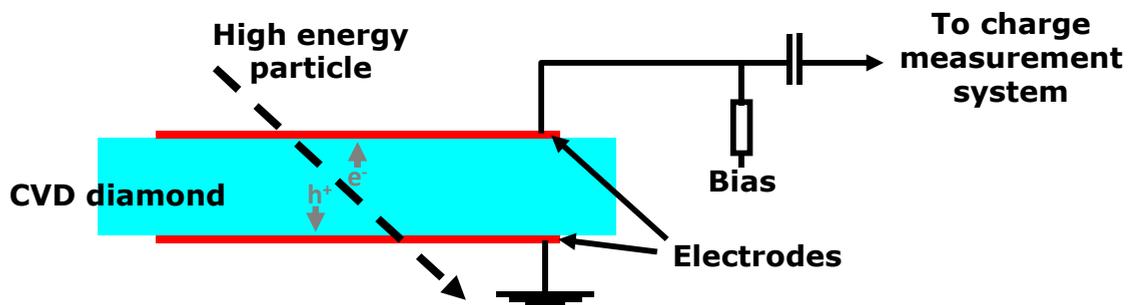


기술완성도 : TRL 4

- 연구실 규모 부품/시스템 성능평가

기술개요

- 고순도 CVD(Chemical Vapor Deposition; 화학증착) 다이아몬드 후막을 이용한 조사 시험용 중성자와 열 중성자 동시 검출기 제작 기술
- CVD 다이아몬드 후막의 양면에 전극 형성 후 각 전극에 MI 케이블을 연결하여 소형 캡슐 형태의 밀봉된 구조로 형성됨
- CVD 다이아몬드 후막을 이용함으로써 신호 재연성과 검출효율이 높으며 원자로와 같은 환경(고온 등)에서도 높은 내구성 및 빠른 응답 속도를 가짐
- CVD 다이아몬드 방사선 검출기 원리
 - 방사선 검출기의 소자인 CVD 다이아몬드에 외부로부터 고속 중성자, 엑스선, 감마선, 자외선 등과 같은 고 에너지 입사
 - 격자 내에 이온화된 전자(Electronic)와 정공(Hole) 발생
 - 외부 계장선을 통해 바이어스 전압을 인가하면 전자는 양극으로 정공은 음극으로 이동하여 작은 전류가 흐름
 - 이때 발생하는 전류를 측정함으로써 방사선 선량 검출



[CVD 다이아몬드의 중성자 측정 원리]

- CVD 다이아몬드를 이용한 중성자 검출기 제작 기술 이점
 - ☑ 다이아몬드는 방사선에 대한 영향이 강하고 중성자 반응 후 물질변환 특성이 없음
 - ☑ 작은 원자번호로 낮은 감마선 감응도와 에너지 스펙트럼 관찰 가능
 - ☑ 열 중성자와 고속 중성자를 구분하여 측정 가능
 - ☑ 고온 사용에 유리한 높은 밴드 갭과 전자와 정공의 이동률이 높아 신호 특성이 우수

기술 우위성

기존 기술 VS 본 기술

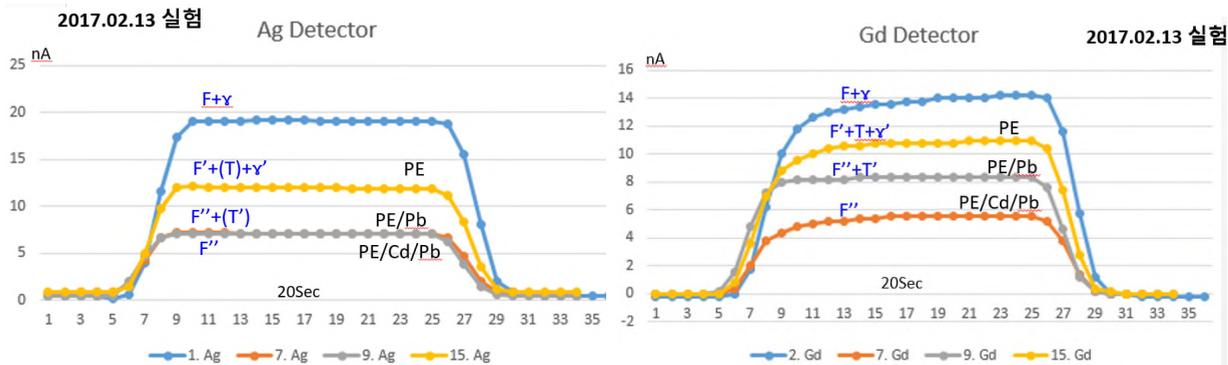
기존 중성자 검출기 단점

- ☑ 베타선 붕괴에 의해 발생하는 전자를 수집하여 실시간 신호 측정이 어려움
- ☑ 중성자에 의한 소자의 핵변환으로 인해 사용 수명에 한계가 있음
- ☑ 조사시험에 사용하기 위해 사용된 핵물질과 검출기의 크기로 인해 제약 발생
- ☑ 원자로 내부에 사용 가능한 소형 크기의 중성자 검출기 기술 개발 미흡

본 기술의 우위성

- ☑ 중성자 검출 소자로 CVD 다이아몬드 후막을 이용하여 **빠른 응답 속도**를 가짐
- ☑ 바이어스 인가 시 **상부 전극과 하부 전극의 단락(short) 방지**
- ☑ 에너지 변환 물질로 핵물질이 사용되지 않아 사용에 제약이 없으며 출력 신호 특성이 매우 안정적
- ☑ **열 중성자와 고속 중성자를 동시에 측정**

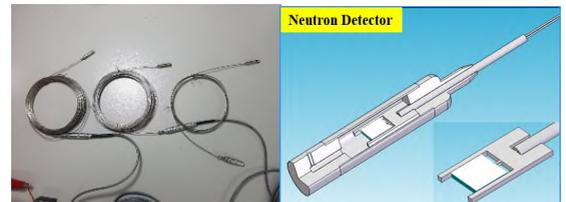
Neutron Detector 반응 실험



* Ag Detector는 Cd 영향이 없음 → Only Fast Energy Reaction

* Gd 반응에서 Cd에 의해 Thermal 차단 Fast Neutron만 검출 → Thermal & Fast Energy Reaction

기존 CVD 중성자 검출기(좌)와 본 기술에 따른 중성자 검출기(우)



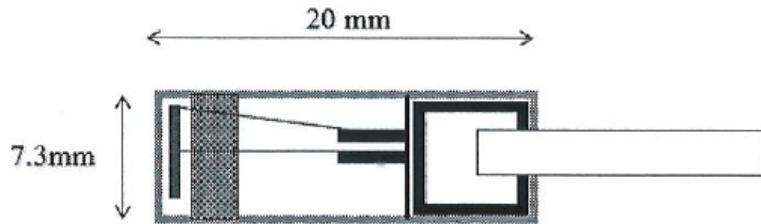
* 본 기술에 따른 중성자 검출기는 사용 목적에 따라 위치 간섭 없이 다수의 검출기 설치 가능하여 측정 효과를 높일 수 있음

지식재산권 현황

구분	명칭	출원국	등록(출원)번호	출원일
특허	고 순도 CVD 다이아몬드를 이용한 조사 시험용 열 중성자 및 고속 중성자 검출기와 제작 방법	대한민국	10-1746411	2017-06-07
특허	고 순도 다이아몬드를 이용한 조사 시험용 동시 중성자 검출기	대한민국	2017-0027018	2017-03-02
특허	기계식 접촉 방식에 의한 조사 시험용 다이아몬드 중성자 검출기	대한민국	2017-0124879	2017-09-27

시장현황

- CVD 다이아몬드 검출기 시장
 - ☑ 다이아몬드는 에너지 갭이 높아 별도의 가시광선 필터를 사용할 필요가 없어 광검출에 적합한 물질로 각광받고 있음
 - ☑ 국내 다이아몬드를 이용한 검출기에대한 연구개발은 아직까지 부진한 상황
- CVD 검출 시장 경쟁 구도
 - ☑ 일본의 스미토모 전기공업은 일본원자력연구소와 함께 다이아몬드 방사선 검출기 개발을 진행하였으나 실용화에 실패함
 - ☑ 유럽에서는 주로 핵융합로와 의료분야에서 방사선을 측정하기 위해 CVD 다이아몬드 검출기가 연구되었으며 이탈리아에서 가장 활발하게 진행됨
 - ☑ 현재 CVD 다이아몬드 검출기 시장은 PTW Freiburg사가 상당 부분 점유하고 있음
 - ☑ IFJ에서 HPHT 기판에 CVD 단결정 다이아몬드를 성장시켜 기판을 제거한 사이즈가 작은 고성능 CVD 다이아몬드 검출기 제작
- PTW 천연 다이아몬드 검출기 모식도



- 주요 시장 참여자
 - ☑ 국내 방사선 검출 시장 : 엔바이로 코리아, 세장인스트루먼트, 메카로 등

기술도입 필요 인프라

- CVD 다이아몬드 수급 가능 기업
- 방사선 검출기 제조사
- 검출기 공급 라인 보유 기업

기술도입 기대효과

- 별도의 변환 박막 형성 공정을 진행하지 않아도 검출기를 제작할 수 있어 공정 시간 단축
- 높은 내구성을 가지고 있어 유지 비용 감소
- 기술적 우위성으로 기술 경쟁력 확보

문의처

구분	성명(직급)	전화	이메일
기술이전 담당	함형욱 선임	042-868-4538	ham@kaeri.re.kr
발명자	이철용 책임	042-868-2037	lcy@kaeri.re.kr