초장수·고출력 3차원 구조
방사성동위원소 베타전지 제조 기술

KEYWORD 초장수 전원, 반도체 전지, 3D 베타전지, 방사성동위원소, 자가발전 전원

기술완성도(TRL) Technology formulation (개념정립 ; 2단계)

기술 개발 배경

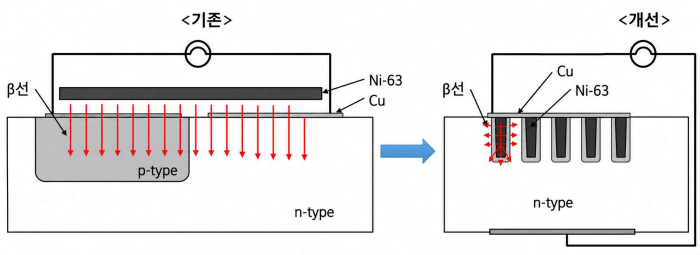
방사성동위원소 베타전지 제조 기술 개발 필요

- IoT 센서, 의료기기, 우주·국방 분야에서는 수년에서 수십 년 동안 배터리 교체 없이 안정적으로 사용할 수 있는 초장수 전원 수요가 급증하고 있음
- 기존 리튬이온 배터리는 수명이 제한적이고 주기적인 교체가 필요하여 유지관리 비용이 증가하며, 극한 환경에서는 적용에 한계가 있음
- 기존 베타전지는 평면 구조를 적용하고 있어 방사성동위원소에서 방출되는 베타선의 활용률이 낮고, 출력 향상에도 구조적인 한계가 존재함
- 최근 차세대 초소형 전자기기 및 무인시스템의 확산 등에 따라 높은 출력과 긴 수명을 동시에 만족하는 차세대 에너지 공급기술의 확보가 요구되고 있음
- 이에 따라 기존 반도체 공정과 호환되면서도 에너지 변환효율을 획기적으로 향상시킬 수 있는 3차원 구조 기반 베타전지 제조기술 개발이 필요함

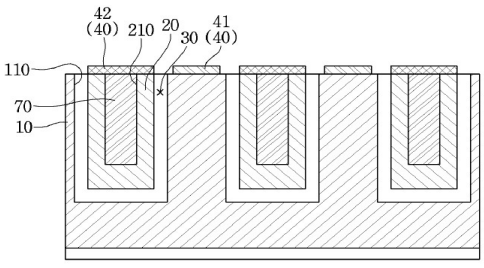
기술 내용 및 특징

방사성동위원소 베타전지 제조 기술 핵심 기술

- 본 기술은 반도체 내부에 3차원 미세 트렌치(홈) 구조를 형성하고 그 내부에 방사성동위원소(Ni-63)를 채워 넣는 구조로, 방사성동위원소와 반도체의 접촉면적을 크게 증가시킴으로써 베타선 활용률과 발전효율을 극대화한 기술임
- 기존 평면형 베타전지 대비 에너지 변환효율과 출력 특성을 향상시켜 동일한 방사성동위원소에서도 더 높은 발전 성능을 구현함
- 반도체 산업에서 검증된 다마신(Damascene) 공정을 적용하여 정밀한 미세구조 제작과 우수한 제조 재현성을 확보함
- 기존 반도체 제조공정과의 호환성이 높아 대량생산이 가능하며, 향후 상용화 및 생산라인 구축이 용이함
- 배터리 교체가 어려운 환경에서도 장기간 안정적인 전력 공급이 가능하여 유지관리 비용과 운용 부담을 크게 절감할 수 있음
- 본 기술은 초소형·고신뢰성 전원이 필요한 다양한 산업 분야에 적용이 가능한 차세대 자가발전 전원 플랫폼 기술임



[3차원 구조의 방사성동위원소를 이용한 베타전지]



[3차원 구조의 방사성동위원소를 이용한 베타전지]

10 : 기판
20 : 첨가 영역
30 : 공간 전하 영역
40 : 전극
41 : 제1 전극
42 : 제2 전극
70 : 방사성동위원소
110 : 트렌치
210 : 함몰부

Technology Brief

방사성동위원소 베타전지 제조 기술

종래기술과의 차별성

종래 기술의 한계

- 평면구조를 적용하여 방사성동위원소의 활용률과 출력 향상에 한계
- 출력 향상을 위해 다층 적층 등 복잡한 구조 필요
- 반도체와 방사성동위원소의 접촉면적이 제한적
- 특수 공정이 요구되어 대량생산에 적용이 어려움
- 유지관리 비용 절감 효과가 제한적
- 적용분야가 제한적

본 기술의 우수성

- 3차원 미세 트렌치 구조를 적용하여 방사성동위원소 활용률과 발전효율이 크게 향상
- 단일 3차원 구조만으로도 높은 출력 특성과 에너지 변환효율 확보
- 접촉면적의 획기적 확대로 동일한 방사성동위원소에서도 높은 출력 구현
- 기존 반도체 다마신 공정을 활용하여 대량생산 및 상용화가 용이
- 장기간 안정적인 전력 공급으로 배터리 교체 및 유지관리 비용 크게 절감
- 의료, 우주, 국방, IoT, 원자력 등 다양한 산업분야에 적용 가능

적용분야

- IoT 센서, 스마트시티 및 산업용 모니터링 시스템의 장수명 전원
- 의료용 임플란트, 심박조율기 및 체내 삽입형 의료기기의 초장수 전원
- 우주탐사 장비, 인공위성 및 심우주 탐사 시스템의 장기 운용 전원
- 국방·방산 분야의 무인감시 센서, 군용 전자장비 및 특수 목적 전원
- 원자력 계측기, 환경방사선 감시장비 및 원격 모니터링 시스템
- AI Edge Device, MEMS 센서 및 차세대 초저전력 반도체 소자의 독립형 전원



기대효과

- 3차원 트렌치 구조로 발전효율과 출력 특성 향상
- 장기간 배터리 교체 없는 전력공급으로 유지비 절감
- 기존 반도체 다마신 공정 활용으로 대량생산 용이
- 초소형·고신뢰성 독립형 장수명 전원 구현
- IoT·의료·우주·국방·원자력 분야 적용 확대

보유특허

No.	국가	출원 / 등록번호	발명의 명칭	상태
1	한국	10-2471615(등록일: 2022.11.23)	베타 전지 및 이의 제조 방법	등록
2	한국	10-2180974(등록일: 2020.11.10)	베타 전지 및 그 제조 방법	등록

문의처

기술문의	기술이전(1차)	기술이전(2차)
선진핵주기기술개발부 이창화 박사 042-868-4477 | chwalee@kaeri.re.kr	처분성능실증연구부 유재복 042-868-2236 | jbyoo@kaeri.re.kr	기술사업화팀 이재용 042-868-4521 | jaylee93@kaeri.re.kr