



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월21일

(11) 등록번호 10-1546310

(24) 등록일자 2015년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21H 1/02 (2006.01) C25D 3/00 (2006.01)

G21H 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)

G21H 1/02 (2013.01)

C25D 3/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0020769

(22) 출원일자 2015년02월11일

심사청구일자 2015년02월11일

(56) 선행기술조사문헌

US20080199736 A1

US20070080605 A1

US20110241144 A1

KR1020140129404 A

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(72) 발명자

김진주

대전광역시 서구 대덕대로 246 (문산동) 넥서스
밸리 B-1414

엄영랑

대전광역시 유성구 가정로 65 (신성동) 106-403
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 5 항

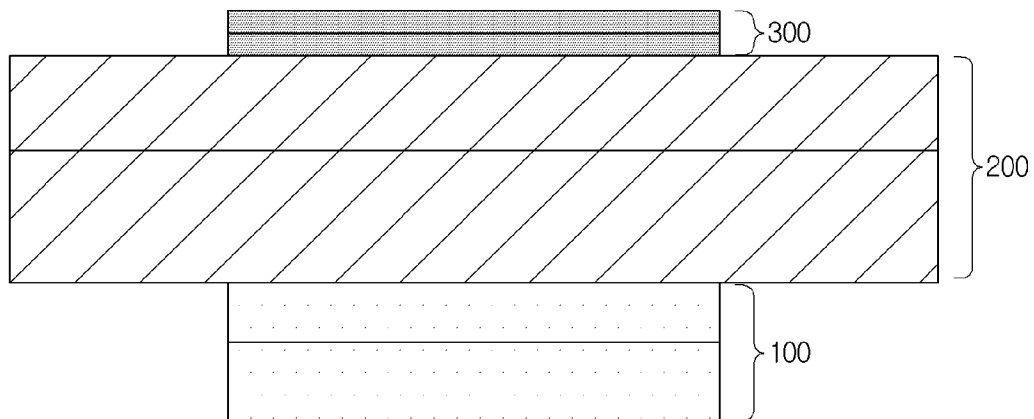
심사관 : 방기인

(54) 발명의 명칭 베타전지의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 방사성동위원소 Ni-63을 준비하는 제1단계; 방사성동위원소 Ni-63을 황산수용액에 용해하여 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63을 생성하는 제2단계; 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63이 용해된 황산수용액을 무전해도금용액에 주입하는 제3단계; 무전해도금용액을 이용하여 pn접합 반도체(200)의 일면에 방사성동위원소층(300)을 무전해도금하는 제4단계; 및 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 건조 및 열처리하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지의 제조 방법에 관한 것이다.

도면 - 도2



(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)

G21H 1/00 (2013.01)

(72) 발명자

손광재

세종특별자치시 노을3로 14 (한솔동, 첫마을 1단지) 110-102

김중범

대전광역시 유성구 엑스포로 448 (전민동, 엑스포아파트) 504-101

홍진태

대전광역시 유성구 반석동로 33 (반석동, 반석마을5단지아파트) 506-302

유권모

대전광역시 유성구 유성대로 1741 (전민동, 세종아파트) 103-802

박근용

대전광역시 대덕구 한밭대로994번길 53-8 진성주택 201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 77370-13

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 지경부 국가연구개발사업

연구과제명 외부충전없이 반영구적으로 사용이 가능한 10mWh/cm²급 동위원소기반 전고상 하이브리드 전지 원천기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.12.01 ~ 2017.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

방사성동위원소 Ni-63을 준비하는 제1단계;

방사성동위원소 Ni-63을 황산수용액에 용해하여 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63을 생성하는 제2단계;

황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63이 용해된 황산수용액을 무전해도금용액에 주입하는 제3단계;

무전해도금용액을 이용하여 pn접합 반도체(200)의 일면에 방사성동위원소층(300)을 무전해도금하는 제4단계; 및
상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 건조 및 열처리하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1단계는

고체의 Ni를 기화하여 기체 상태의 Ni를 생성하는 제1-1단계와,

기체 상태의 Ni를 원심분리하여 Ni-62를 추출하는 제1-2단계와,

Ni-62를 냉각하여 고체 분말 상태의 Ni-62를 생성하는 제1-3단계와,

고체 분말 상태의 Ni-62에 중성자를 조사하여 방사성동위원소 Ni-63을 생성하는 제1-4단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2단계는

황산수용액의 황산농도가 5% 내지 15% 인 것을 특징으로 하는 베타전지의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제5단계는

상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 80 내지 100도에서 소정시간동안 건조하는 단계와,

상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 500 내지 700도에서 열처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 베타전지의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 pn접합 반도체(200)는

상기 방사성동위원소층(300)이 무전해도금되는 일면에 단차(210)가 형성되는 것을 특징으로 하는 베타전지의 제조 방법.

발명

기술분야

[0001]

본 발명은 방사성동위원소에서 방출되는 방사선을 흡수하여 전하를 생성시키는 베타전지의 제조 방법에 관한 것

이다.

배경 기술

- [0002] 베타전지(betavoltaic battery)는 방사성동위원소에서 방출되는 방사선을 pn접합 반도체가 흡수하여 전하를 생성시키는 원리를 이용한 전지이며 수명이 수십년 내지 수백년인 장점이 있다.
- [0003] 도 1은 종래의 베타전지를 나타낸 개략도이다.
- [0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 베타전지는 저항접촉층(10); 상기 저항접촉층의 상측에 설치되는 pn접합 반도체(20); 상기 pn접합 반도체(20)의 상측에 증착되는 Ti-Ni 박막(30); 상기 Ti-Ni 박막(30)의 상측에 전기도금되는 방사성동위원소층(40);을 포함하여 구성된다.
- [0005] 이 때, 종래의 베타전지는 방사성동위원소층을 pn접합 반도체 위에 전기도금 하기 위하여 pn접합 반도체 위에 Ti-Ni 박막의 증착이 반드시 필요하였다.
- [0006] 그러나 종래의 베타전지는 방사성동위원소층과 pn접합 반도체 사이에 증착된 Ti-Ni 박막이 방사성동위원소층에서 pn접합 반도체로 방출되는 방사선을 일부 흡수함으로써, pn접합 반도체의 방사선 흡수량이 저하되어 베타전지의 출력이 감소하는 문제점이 있었다.
- [0007] 이를 해결하기 위하여 본 출원인은 한국공개특허 제2009-0038593호의 방사성 동위원소에서 발생하는 방사선을 반도체에 조사하여 전하를 생성하는 베타전지의 전하생성방법에 있어서, 실리콘 기판에 형성되는 p형 불순물과 n형 불순물로 이루어진 pn접합을 실리콘 기판 일측 또는 양측면 표면으로부터 내부쪽에 공핍층의 면적이 넓게 분포되도록 횡방향으로 복수개가 연속배열되고 동일 불순물간의 일측 끝단이 연결되어 빗살(Comb)구조로 형성시키고, 횡방향으로 형성된 pn접합의 표면 상부 전체 면적에 절연물층을 형성한 후, 그 상부에 pn 접합 영역에 해당하는 면적으로 방사선량을 발생하는 방사성동위원소층을 형성시키되, pn접합의 깊이와 절연물층 두께의 합은 방사성동위원소층으로부터 방출되는 방사선의 비준거리에 해당하도록 형성함으로써, 횡방향으로 형성된 pn접합 다이오드의 공핍층 하부까지 방사선이 도달되어 전계 ε 값의 감소 없이 전하 발생량을 증가시키는 방법을 특징으로 하는 베타전지의 전하량 증가방법을 제시한 적이 있었다.
- [0008] 그러나 종래기술은 이 방사성동위원소층에서 pn접합영역으로 방출되는 방사선을 일부 흡수함으로써, pn접합영역의 방사선 흡수량이 저하되어 베타전지의 출력이 여전히 감소하는 문제점이 있었다.
- [0009] 따라서 상술한 문제점을 해결하기 위한 다양한 베타전지의 제조 방법의 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2009-0038593호(2009.04.21)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 방사성동위원소층에서 pn접합 반도체로 방출되는 방사선이 다른 구성요소에 흡수되는 것을 방지함으로써, pn접합 반도체의 방사선 흡수량을 극대화하여 베타전지의 출력을 극대화할 수 있는 베타전지의 제조 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법은 방사성동위원소 Ni-63을 준비하는 제1단계; 방사성동위원소 Ni-63을 황산수용액에 용해하여 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63을 생성하는 제2단계; 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63이 용해된 황산수용액을 무전해도금용액에 주입하는 제3단계; 무전해도금용액을 이용하여 pn접합 반도체(200)의 일면에 방사성동위원소층(300)을 무전해도금하는 제4단계; 및 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 건조 및 열처리하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 제1단계는 고체의 Ni을 기화하여 기체 상태의 Ni을 생성하는 제1-1단계와, 기체 상태의 Ni을 원심분리하여 Ni-62를 추출하는 제1-2단계와, Ni-62를 냉각하여 고체 분말 상태의 Ni-62를 생성하는 제1-3단계와, 고체 분말 상태의 Ni-62에 중성자를 조사하여 방사성동위원소 Ni-63을 생성하는 제1-4단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 제2단계는 황산수용액의 황산농도가 5% 내지 15% 인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 제5단계는 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 80 내지 100도에서 소정시간동안 건조하는 단계와, 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 500 내지 700도에서 열처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 pn접합 반도체(200)는 상기 방사성동위원소층(300)이 무전해도금되는 일면에 단차(210)가 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 이에 따라, 본 발명에 따른 베타 전지의 제조 방법은 방사성동위원소층을 pn접합 반도체에 무전해도금하여 베타 전지를 제조함으로써, 방사성동위원소층에서 pn접합 반도체로 방출되는 방사선을 흡수할 다른 구성요소가 존재하지 않아서 pn접합 반도체의 방사선 흡수량이 극대화되어 베타전지의 출력을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 종래의 베타전지를 나타낸 개략도
 도 2는 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 의해 제조된 베타전지를 나타낸 개략도
 도 3은 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 의해 제조된 베타전지의 일 예를 나타낸 개략도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다.
- [0020] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.
- [0021] 도 2는 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 의해 제조된 베타전지를 나타낸 개략도이다.
- [0022] 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0023] 제1단계에서는 방사성동위원소 Ni-63을 준비한다.
- [0024] 이 때, 방사성동위원소 Ni-63은 반감기가 약 100.1년인 순 베타(β)핵종으로 평균 17.43KeV, 최대 67KeV의 베타 에너지를 방출하며, 방출 에너지 준위가 낮아 반도체 기판에 손상을 주지 않는 특징이 있다.
- [0025] 제2단계에서는 방사성동위원소 Ni-63을 황산수용액에 용해하여 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63로 변환시킨다.

- [0026] 이 때, 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63은 $^{63}\text{NiSO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 일 수 있다.
- [0027] 제3단계에서는 황산염 상태의 방사성동위원소 Ni-63이 용해된 황산수용액을 무전해도금용액에 주입한다.
- [0028] 이 때, 무전해도금용액에는 $\text{NaH}_2\text{PO}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 가 포함될 수 있다.
- [0029] 제4단계에서는 무전해도금용액을 이용하여 pn접합 반도체(200)의 일면에 방사성동위원소 Ni-63이 포함된 방사성 동위원소층(300)을 무전해도금한다.
- [0030] 제5단계에서는 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 건조 및 열처리한다.
- [0031] 제6단계에서는 상기 pn접합 반도체(200)의 타면에 저항접촉층(100)을 설치함으로써, 베타전지를 제조한다.
- [0032] 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 의해 제조된 베타전지는 pn접합 반도체(200); 상기 pn접합 반도체(200)의 일면에 무전해도금된 방사성동위원소층(300); 상기 pn접합 반도체(200)의 타면에 설치되는 저항접촉층(100);을 포함하여 구성된다.
- [0033] 이에 따라, 본 발명에 따른 베타 전지의 제조 방법은 방사성동위원소층(300)을 pn접합 반도체(200)에 무전해도금하여 베타전지를 제조함으로써, 방사성동위원소층(300)에서 pn접합 반도체(200)로 방출되는 방사선을 흡수할 다른 구성요소가 존재하지 않아서 pn접합 반도체(200)의 방사선 흡수량이 극대화되어 베타전지의 출력을 극대화할 수 있는 효과가 있다.
- [0034] 한편, 상기 제1단계에서 방사성동위원소 Ni-63을 준비하는 공정에 대해 좀 더 상세하게 설명하기로 한다.
- [0035] 제1-1단계에서는 고체의 Ni을 기화하여 기체 상태의 Ni을 생성한다.
- [0036] 제1-2단계에서는 기체 상태의 Ni을 원심분리하여 Ni-62를 추출한다.
- [0037] 제1-3단계에서는 기체 상태의 Ni-62를 냉각하여 고체 분말 상태의 Ni-62를 생성한다.
- [0038] 제1-4단계에서는 고체 분말 상태의 Ni-62에 중성자를 조사하여 방사성동위원소 Ni-63을 생성한다.
- [0039] 좀 더 상세하게, 고체 분말 상태의 Ni-62에 중성자를 조사하면 Ni-62가 중성자 한 개를 받아서 방사성동위원소인 Ni-63이 생성되면서 감마선을 방출하며, 이는 하기 화학식 1로 정의할 수 있다.
- [0040] <화학식 1>
- [0041] $^{62}\text{Ni}(\text{Ni-62}) + {}^1_0\text{n}(\text{중성자}) = {}^{63}\text{Ni}(\text{Ni-63}) + \text{감마선}$
- [0042] 또한, 상기 제2단계에서는 황산수용액의 황산농도가 5% 내지 15%로 구성될 수 있다.
- [0043] 이 때, 상기 황산수용액의 황산농도가 너무 높으면 용액취급이 매우 어렵고, 농도가 낮으면 용해가 잘 안되는 문제가 있어, 황산수용액의 황산농도를 상술한 바와 같이, 한정하는 것이 바람직하다.
- [0044] 또한, 상기 제5단계는 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 모두 80 내지 100도에서 소정시간동안 건조하는 단계와, 상기 방사성동위원소층(300)과 pn접합 반도체(200)를 모두 500도 내지 700도에서 열처리하는 단계를 포함하여 구성된다,
- [0045] 도 3은 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 의해 제조된 베타전지의 일 예를 나타낸 개략도이다.
- [0046] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 베타전지의 제조 방법에 의해 제조된 베타전지의 일 예에 있어서, 상기 pn접합 반도체(200)는 상기 방사성동위원소층(300)이 무전해도금되는 일면에 단차(210)가 형성될 수 있다.
- [0047] 이에 따라, 상기 방사성동위원소층(300)에서 방출되는 방사선에 대하여 pn접합 반도체(200)의 접촉면적이 넓어짐으로써, pn접합 반도체(200)의 방사선 흡수량이 더욱 극대화되어 베타전지의 출력을 더욱 극대화할 수 있는 효과가 있다.

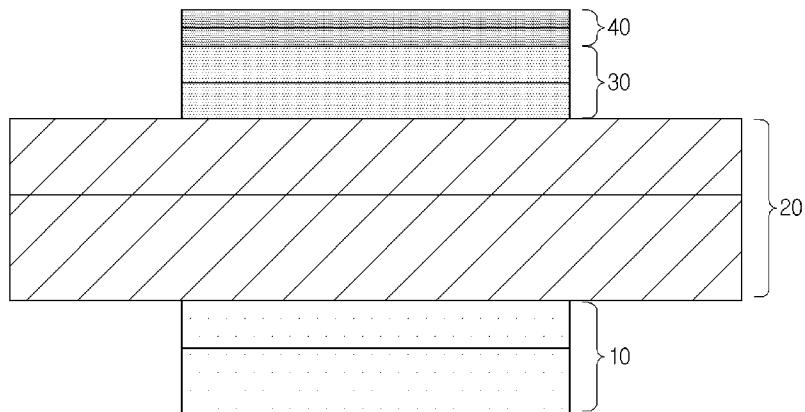
[0048] 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양한 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

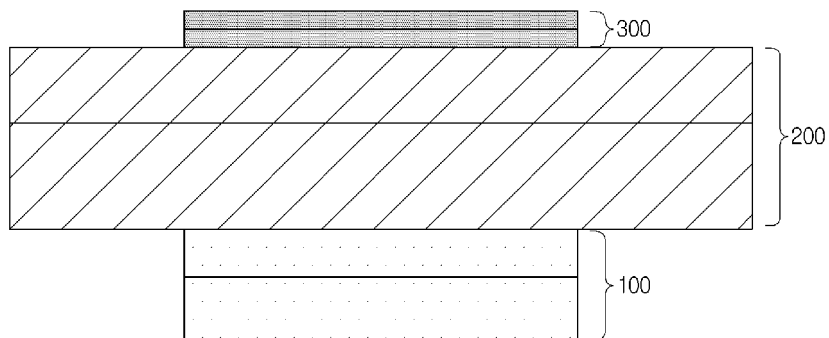
[0049] 100 : 저항접촉층
200 : pn접합 반도체
210 : 단차
300 : 방사성동위원소층

도면

도면1



도면2



도면3

