



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월11일
(11) 등록번호 10-1048095
(24) 등록일자 2011년07월04일

(51) Int. Cl.

G21C 23/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0089599

(22) 출원일자 2009년09월22일

심사청구일자 2009년09월22일

(65) 공개번호 10-2011-0032211

(43) 공개일자 2011년03월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP05006399 U

JP05045495 A

JP06242284 A

JP07018298 U

전체 청구항 수 : 총 13 항

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전 유성구 덕진동 150-1

(72) 발명자

조만순

대전시 유성구 하기동 송림마을 6단지 204동 1102호

주기남

대전시 서구 둔산동 목련아파트 104-1104

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

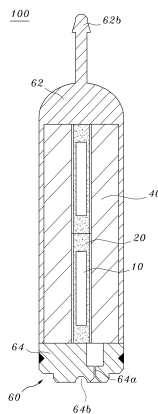
심사관 : 김용훈

(54) 저온 조사시험용 캡슐 및 이를 구비하는 저온 조사시험용 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 저온 조사시험용 캡슐은, 중공형 원통 구조로서, 재료시편이 내장된 챔버부재가 상기 중공에 삽입되어 상기 재료시편의 열을 외부로 전달하는 열매체; 및 내부에 상기 열매체가 수용된 외통;을 포함하며, 상기 챔버부재와 열매체 및 외통 각각의 사이에 냉매기체가 주입되도록 구성된다.

대표도 - 도5



(72) 발명자
신윤택
대전시 유성구 어은동 한빛아파트 127-803
강영환
대전시 유성구 어은동 한빛아파트 132-206
김봉구
대전시 서구 만년동 강변아파트 108-1503

손재민
대전시 서구 삼천동 가람아파트 5-604
박승재
대전시 서구 월평동 한아름아파트 101-103

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 57156-09
부처명 한국연구재단(NRF)
연구관리전문기관
연구사업명 원자력연구개발사업
연구과제명 중성자이용 조사기술고도화 및 신소재개발
기여율
주관기관 한국원자력연구원
연구기간 2010년 2월 28일 (매년 1년 단위로 기간 연장됨)

특허청구의 범위

청구항 1

중공형 원통 구조로서, 재료시편이 내장된 챔버부재가 상기 중공에 삽입되어 상기 재료시편의 열을 외부로 전달하는 열매체; 및

내부에 상기 열매체가 수용된 외통;을 포함하며,

상기 챔버부재와 열매체 사이, 상기 챔버부재와 외통 사이, 및 상기 열매체와 외통 사이 각각에 냉매기체가 주입되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 캡슐.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 외통은,

하면으로부터 내측으로 수용홈이 형성되며, 상기 수용홈에 상기 열매체가 수용되는 케이스; 및

상기 케이스의 수용홈에 수용된 상기 열매체의 하측 이탈을 차단하면서 상기 수용홈을 밀폐하도록, 상기 케이스의 하면에서 상기 수용홈을 차폐하는 차폐부재;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 캡슐.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 차폐부재에는,

상기 수용홈 내에 상기 냉매기체가 주입되도록 핀홀이 형성된 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 캡슐.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 외통은,

상기 케이스의 상부에 상측으로 연장된 돌기부가 형성되고, 상기 차폐부재의 하면에 상기 돌기부가 끼워지는 끼움홈이 형성되어,

상기 외통이 복수 개 일렬로 배열 시, 상기 끼움홈에 상기 돌기부가 끼움되어 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 캡슐.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 냉매기체는 헬륨인 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 캡슐.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 열매체는 알루미늄으로 이루어진 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 캡슐.

청구항 7

중공형 원통 구조로서, 재료시편이 내장된 챔버부재가 상기 중공에 삽입되어 상기 재료시편의 열을 외부로 전달하는 열매체; 및

내부에 상기 열매체가 수용된 외통;을 구비하여 상기 챔버부재와 열매체 사이, 상기 챔버부재와 외통 사이, 및 상기 열매체와 외통 사이 각각에 냉매기체가 주입되도록 구성되는 저온 조사시험용 캡슐과,

내부에 길이방향 장홀이 형성되어 상기 저온 조사시험용 캡슐이 삽입 배치되는 캡슐 고정부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 캡슐 고정부재는,

내부에 길이방향을 따라 상기 장홀과 나란하게 냉각수홀이 형성된 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 외통은,

하면으로부터 내측으로 수용홈이 형성되며, 상기 수용홈에 상기 열매체가 수용되는 케이스; 및

상기 케이스의 수용홈에 수용된 상기 열매체의 하측 이탈을 차단하면서 상기 수용홈을 밀폐하도록, 상기 케이스의 하면에서 상기 수용홈을 차폐하는 차폐부재;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 차폐부재에는,

상기 수용홈 내에 상기 냉매기체가 주입되도록 핀홀이 형성된 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 외통은,

상기 케이스의 상부에 상측으로 연장된 돌기부가 형성되고, 상기 차폐부재의 하면에 상기 돌기부가 끼워지는 끼움홈이 형성되어,

상기 외통이 복수 개 일렬로 배열 시, 상기 끼움홈에 상기 돌기부가 끼움되어 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,
상기 냉매기체는 헬륨인 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

청구항 13

제7항에 있어서,
상기 열매체는 알루미늄으로 이루어진 것을 특징으로 하는 저온 조사시험용 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 저온 조사시험용 캡슐 및 이를 구비하는 저온 조사시험용 장치로서, 저온 조사시험시 재료시편의 온도를 효율적으로 저하시키는 저온 조사시험용 캡슐에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 원자력발전소에서 사용되는 구조물이나 기기 등은 방사능 환경에 놓여 있으며 어느 정도 높은 온도에서 운전되며, 구조물이나 기기의 운전 온도는 원자로의 종류나 설치 위치에 따라 달라진다.

[0003] 현재 우리나라 원자력발전소의 주종을 이루고 있는 경수로의 RPV(Reactor Pressure Vessel : 원자로압력용기) 구조물은 290~320℃에서 운전된다.

[0004] 이에 따라, 경수로 RPV 재료의 조사시험은 300℃ 근처에서 수행된다.

[0005] 그리고, 현재 개발 중에 있는 초고온가스로(VHTR)는 가스온도가 약 1,000℃까지 올라가는데 고온에서 금속재료의 취약성을 고려하여 고온 가스를 둘러싼 재료로는 그라파이트가 사용되고, 그 주변의 금속 재료는 600~700℃ 정도로 운전될 예정이다.

[0006] 이에 반해, 저온에서 운전되는 방사선을 받는 기기들도 있다.

[0007] 우리나라 유일한 연구용 원자로인 하나로의 원자로구조물은 Zr 재료로 약 40℃ 정도에서 운전된다.

[0008] 이외에도 우주선 재료로 사용되는 SiC와 같은 재료는 100℃ 정도 이하의 환경에 놓인다.

[0009] 한편, 하나로 노심 조사공은 중성자속이 높기 때문에, 그곳에서 재료의 조사시험을 할 경우 재료가 받는 조사량이 많고 재료의 온도가 300℃ 이상이 된다.

[0010] 현재까지 하나로 노심에서 재료의 조사시험은 상기 노심 조사공인 CT공이나 OR공에서 수행되었으며, 재료의 조사온도는 300℃ 이상, 조사량은 $10^{19} \sim 10^{20} \text{ n/cm}^2 (E>1.0\text{MeV})$ 이상에 도달하였다.

[0011] 그런데, 원자력 발전소 재료 중 비교적 낮은 온도에서 사용되는 SiC와 같은 세라믹 재료의 재료나 연구용원자로 기기 및 발전용 원자로 주변기기들의 부품으로 사용되는 Al, Zr, Ti 등의 조사시험은 실제 사용온도인 약 150℃ 이하에서 조사시험 되어야 한다.

[0012] 이에 따라, 상기와 같은 저온에서 조사시험이 이루어질 수 있는 조사시험 장치의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 저온 조사시험시 재료시편의 온도를 효율적으로 저하시키는 저온 조사시험용 캡슐 및 이를 구비하는 저온 조사시험용 장치를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

과제 해결수단

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저온 조사시험용 캡슐은, 중공형 원통 구조로서, 재료시편이 내장된 챔버부재가 상기 중공에 삽입되어 상기 재료시편의 열을 외부로 전달하는 열매체; 및 내부에 상기 열매체가 수용된 외통;을 포함하며, 상기 챔버부재와 열매체 및 외통 각각의 사이에 냉매기체가 주입되도록 구성된다.

[0015] 이때, 상기 외통은, 하면으로부터 내측으로 수용홈이 형성되며, 상기 수용홈에 상기 열매체가 수용되는 케이스; 및 상기 케이스의 수용홈에 수용된 상기 열매체의 하측 이탈을 차단하면서 상기 수용홈을 밀폐하도록, 상기 케이스의 하면에서 상기 수용홈을 차폐하는 차폐부재;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 여기에서, 상기 차폐부재에는, 상기 수용홈 내에 상기 냉매기체가 주입되도록 핀홀이 형성된 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 외통은, 상기 케이스의 상부에 상측으로 연장된 돌기부가 형성되고, 상기 차폐부재의 하면에 상기 돌기부가 끼워지는 끼움홈이 형성되어, 상기 외통이 복수 개 일렬로 배열 시, 상기 끼움홈에 상기 돌기부가 끼움되어 서로 연결되는 것이 바람직하다.

[0018] 한편, 상기 냉매기체는 헬륨인 것이 바람직하다.

[0019] 아울러, 상기 열매체는 알루미늄으로 이루어진 것이 바람직하다.

[0020] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 중공형 원통 구조로서, 재료시편이 내장된 챔버부재가 상기 중공에 삽입되어 상기 재료시편의 열을 외부로 전달하는 열매체; 및 내부에 상기 열매체가 수용된 외통;을 구비하여 상기 챔버부재와 열매체 및 외통 각각의 사이에 냉매기체가 주입되도록 구성되는 저온 조사시험용 캡슐과, 내부에 길이방향 장홀이 형성되어 상기 저온 조사시험용 캡슐이 삽입 배치되는 캡슐 고정부재를 포함하는 저온 조사시험용 장치가 제공된다.

[0021] 여기에서, 상기 캡슐 고정부재는, 내부에 길이방향을 따라 상기 장홀과 나란하게 냉각수홀이 형성된 것이 바람직하다.

[0022] 이때, 상기 외통은, 하면으로부터 내측으로 수용홈이 형성되며, 상기 수용홈에 상기 열매체가 수용되는 케이스; 및 상기 케이스의 수용홈에 수용된 상기 열매체의 하측 이탈을 차단하면서 상기 수용홈을 밀폐하도록, 상기 케이스의 하면에서 상기 수용홈을 차폐하는 차폐부재;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0023] 여기에서, 상기 차폐부재에는, 상기 수용홈 내에 상기 냉매기체가 주입되도록 핀홀이 형성된 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 외통은, 상기 케이스의 상부에 상측으로 연장된 돌기부가 형성되고, 상기 차폐부재의 하면에 상기 돌기부가 끼워지는 끼움홈이 형성되어, 상기 외통이 복수 개 일렬로 배열 시, 상기 끼움홈에 상기 돌기부가 끼움되어 서로 연결되는 것이 바람직하다.

- [0025] 한편, 상기 냉매기체는 헬륨인 것이 바람직하다.
- [0026] 아울러, 상기 열매체는 알루미늄으로 이루어진 것이 바람직하다.

효 과

- [0027] 본 발명에 따른 저온 조사시험용 캡슐 및 이를 구비하는 저온 조사시험용 장치는, 캡슐 고정부재 내부를 통과하는 냉각수에 의해 내부의 또는 내부 재료시편에서 발생하는 열에 대한 냉각이 이루어지며, 열전달효율이 우수한 열매체와, 상기 저온 조사시험용 캡슐의 구성인 챔버부재와 열매체 및 외통 각각의 사이에 유동되는 냉매기체에 의해 냉각이 이루어지는 효과를 가진다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0028] 도 1은 재료시편이 내장된 챔버부재를 나타낸 종단면도이고, 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저온 조사시험용 캡슐에서, 도 1의 챔버부재가 내부의 중공에 배치되는 열매체를 나타낸 종단면도이다.
- [0029] 도면을 참조하면, 먼저 상기 챔버부재(20)는 그 내부에 공간에 재료시편(10)이 수용되어 고정된 것이다.
- [0030] 본 발명에 따른 저온 조사시험용 캡슐(100)에서, 상기 열매체(40)는 중공형 원통 구조를 이룬다.
- [0031] 이러한 열매체(40)는 재료시편(10)이 내장된 챔버부재(20)가 상기 중공(42)에 삽입되어 재료시편(10)의 열을 외부로 전달하는 역할을 한다.
- [0032] 이때, 상기 열매체(40)는 알루미늄으로 이루어진 것이 바람직하다.
- [0033] 상기 알루미늄은 열전달 효율이 우수하기 때문에 알루미늄으로 이루어진 열매체는 상기 재료시편(10)의 온도상승을 억제하는 작용을 한다.
- [0034] 아울러, 상기 챔버부재(20)도 알루미늄으로 이루어지는 것이 더욱 바람직하다.
- [0035] 도 3은 도 2의 열매체가 내부에 수용되는 외통을 나타낸 분리 단면도이며, 도 4는 본 발명의 저온 조사시험용 캡슐을 나타낸 도면이고, 도 5는 도 4의 저온 조사시험용 캡슐에서 외통과 그 내부의 열매체, 챔버부재를 나타낸 종단면도이다.
- [0036] 도면을 참조하면, 상기 외통(60)은 내부에 상기 열매체(40)가 수용되도록 구성되는데, 내부에 열매체(40)가 수용되는 케이스(62)와, 상기 케이스(62)를 닫는 차폐부재(64)를 구비한다. 물론, 이러한 외통(60)도 알루미늄으로 이루어진 것이 바람직하다.
- [0037] 상기 케이스(62)는 하면으로부터 내측으로 수용홈(62a)이 형성되며, 상기 수용홈(62a)에 상기 열매체(40)가 수용된다.
- [0038] 또한, 상기 차폐부재(64)는 상기 케이스(62)의 수용홈(62a)에 수용된 열매체(40)의 하측 이탈을 차단하도록 상기 케이스(62)의 하면에서 수용홈(62a)을 차폐한다.
- [0039] 아울러, 상기 케이스(62)에 체결되는 차폐부재(64)는 케이스(62)에 용접되어 수용홈(62a)을 밀폐함에 따라, 수용홈(62a) 내로 냉매기체가 주입되는 경우 상기 냉매기체의 유출을 차단한다.
- [0040] 한편, 상기 차폐부재(64)에는 수용홈(62a) 내에 냉매기체가 주입되도록 핀홀(64a)이 형성된다.
- [0041] 여기에서, 핀홀(64a)은 냉매기체가 원활하게 주입되고, 주입된 후에는 외부로 방출되지 않도록 구성된다.

[0042] 즉, 핀홀(64a)에서 냉매기체가 인입되는 하부는, 냉매기체가 고압으로 내측 인입은 가능하나 인입된 후에는 외부로 배출되지 않도록 지름이 작은 홀 구조를 이룬다.

[0043] 아울러, 본 발명에서 이용되는 냉매기체는 헬륨인 것이 바람직하다.

[0044] 방사선 환경에 놓인 기기들에 공기가 들어 있으면 공기 중에 포함되어 있는 아르곤, 질소 등의 가스가 방사화되어 고방사능을 띠게 된다. 이는 원자로 트립의 원인이 되기도 하며, 이로 인해 조사용 기기들을 외부 실험실로 운반하지 못하게 된다.

[0045] 그러나, 헬륨은 불활성기체로서 방사화되지 않기 때문에, 조사용 기기들에 사용될 수 있는 적합한 기체다. 또한, 헬륨은 열전도도가 우수하여 재료시편의 온도를 낮추는데 적합한 냉매기체이다.

[0046] 결과적으로, 본 발명은 상기 챔버부재(20)와 열매체(40) 및 외통(60) 각각의 사이에 냉매기체가 주입되도록 구성됨으로써, 재료시편(10)의 온도를 저하시킬 수 있다. 구체적으로, 조사시험 중 상기 재료시편(10)의 온도를 150℃ 이하로 유지시킬 수 있다.

[0047] 이에 대하여 구체적으로, 실험된 데이터를 살펴보면 다음과 같다.

[0048] 하나로 노심에서 SiC 재료의 100℃ 이하에서의 조사시험을 위해 본 발명의 조사시험용 캡슐(100)에 SiC를 넣고 온도계산한 결과는 다음과 같다.

[0049] 노심 조사공은 하나로 노심의 외곽에 있는 노심 조사공 중 OR공으로 하였다.

[0050]

위치	제어봉	발열량(W/g)			온도			갭 내/외부
		SiC	챔버부재	캡슐	SiC 중앙	SiC 가장자리	챔버부재	
OR공	350mm	1.12	1.06	1.04	200	200	77	0.5/0.3mm
	450mm	1.22	1.12	1.10	204	204	81	0.5/0.3mm

[0051] 이 결과에 따르면 OR공에서 SiC 시편의 온도는 77℃ 또는 81℃에 도달된다. 이용자의 요구에 따라 상기 시편의 온도를 높이거나 낮추기 위해서는 외통과 열매체 또는 열매체와 챔버부재 사이의 갭의 크기를 조정하면 된다.

[0052] 상기 자료에 있는 SiC는 미국에 있는 우주선 부품을 만드는 회사에서 조사시험을 요청한 것으로서, 요구 조건은 80~100℃ 범위에서 조사량이 10^{19} n/cm²이 도달되도록 중성자 조사를 하는 것이다.

[0053] 상기 하나로 노심에서 수행하는 조사시험은 조사량과 온도가 낮거나 조사량과 온도가 높은 경우가 대부분이었다.

[0054] 상기 결과와 같이, 본 발명의 저온 조사시험용 캡슐(100)의 특징은 조사량이 10^{19} n/cm² 또는 그 이상에 도달되더라도 낮은 온도에서 조사할 수 있다는 것이다.

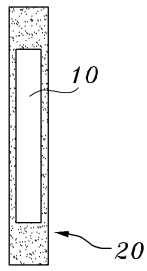
[0055] 그리고, 상기 외통(60)은 케이스(62)의 상부에 상측으로 연장된 돌기부(62b)가 형성되고, 상기 차폐부재(64)의 하면에 상기 돌기부(62b)가 끼워지는 끼움홈(64b)이 형성된다.

[0056] 이는 상기 저온 조사시험용 캡슐(100)이 복수 개 일렬로 배열 시, 끼움홈(64b)에 다른 저온 조사시험용 캡슐(100)의 돌기부(62b)가 끼움되어 서로 연결가능하도록 한다.

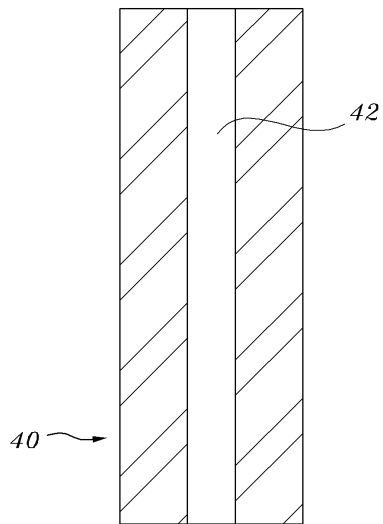
[0057] 이에 따라, 상기와 같은 구조는, 저온 조사시험용 캡슐(100)이 후술하는 캡슐 고정부재 내부에 일렬로 배열 시, 서로에 대한 고정력을 높이는 작용을 한다.

도면

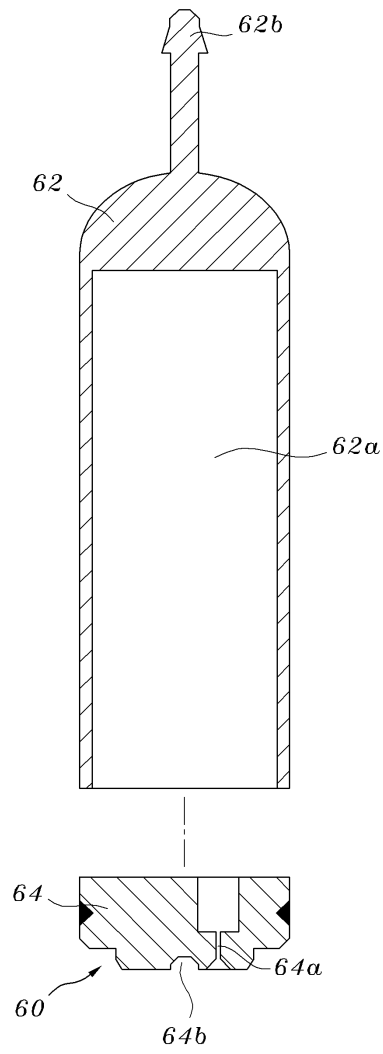
도면1



도면2

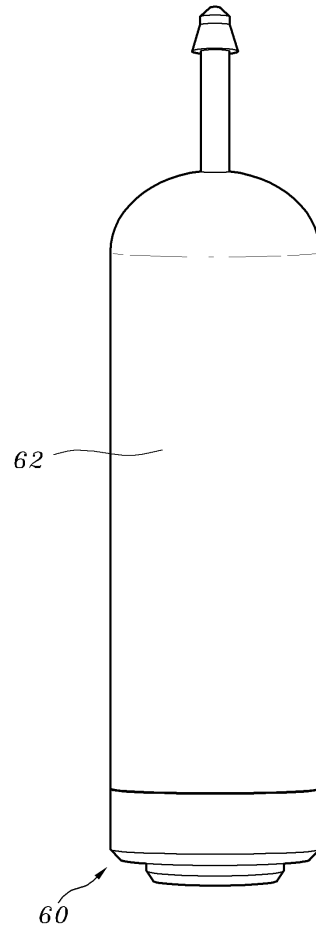


도면3

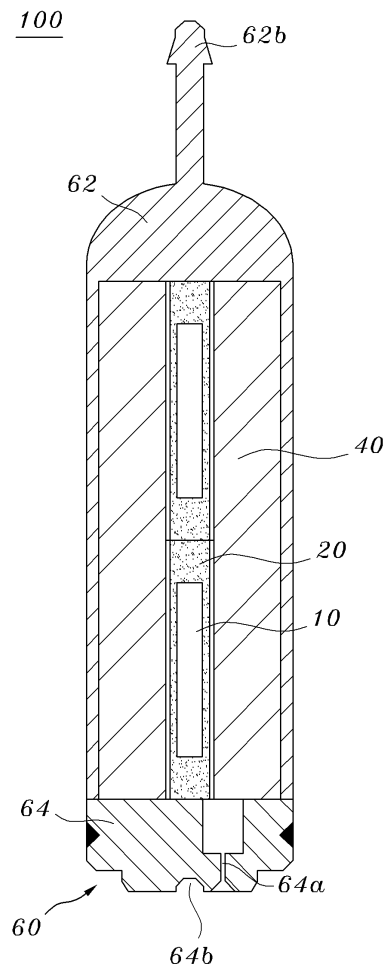


도면4

100



도면5



도면6

