



- (51) 국제특허분류:
H01M 10/39 (2006.01) H01M 10/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/009839
- (22) 국제출원일: 2011년 12월 20일 (20.12.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2010-0131026 2010년 12월 20일 (20.12.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION) [KR/KR]; 서울시 마포구 공덕동 450번지, 121-020 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 한돈열 (HAN, Don Yeoul) [KR/KR]; 서울시 양천구 신월 5동 76-9번지 101호, 158-825 Seoul (KR).

(74) 대리인: 박종한 (PARK, Chong Han); 서울시 구로구 구로동 235-2 에이스하이엔드타워 202호, 152-740 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

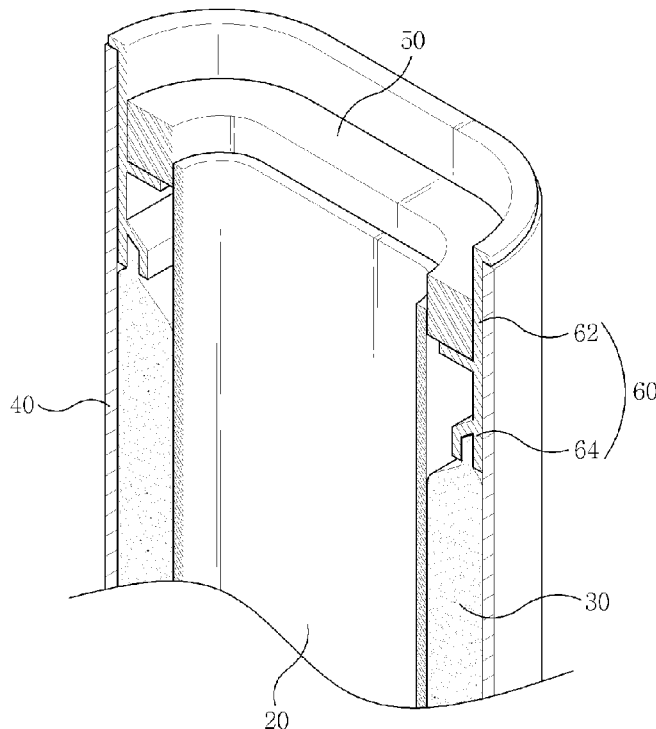
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SODIUM-SULFUR BATTERY AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭: 나트륨-유황 전지 및 그의 제조 방법

[Fig. 2]



(57) Abstract: The present invention relates to a NaS battery and to a method for manufacturing the same, and the objective of the present invention is to improve the structure of a cylindrical NaS battery to increase battery capacity. According to the present invention, the NaS battery includes a tubular sodium electrode. A solid electrolyte tube encircles an outer periphery of the sodium electrode, and has a shape corresponding to the sodium electrode. In addition, a sulfur electrode encircles an outer periphery of the solid electrolyte tube. Here, the sodium electrode, the solid electrolyte tube and the sulfur electrode have a flat tubular shape or a quadrangular tubular shape. As described above, the NaS battery of the present invention has a flat tubular structure or a quadrangular tubular structure, and therefore, is more efficient compared to cylindrical structures and enables more stable operation compared to a square tubular structure. The NaS battery of the present invention may increase surface area per unit volume and thus increase capacity thereof without sacrificing performance thereof compared to conventional cylindrical batteries.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 NaS 전지 및 그의 제조 방법에 관한 것으로, 원통형인 NaS 전지의 구조를 개선하여 전지의 용량을 증대하기 위한 것이다. 본 발명에 따르면, NaS 전지는 관 형의 나트륨 전극을 포함한다. 고체전해질판은 나트륨 전극의 외곽을 둘러싸며, 나트륨 전극에 대응되는 형태를 갖는다. 그리고 황 전극은 고체전해질판의 외곽을 둘러싼다. 이때 나트륨 전극, 고체전해질판 및 황 전극은 평판형 또는 사각판 형태를 갖는다. 이와 같이 본 발명에 따른 NaS 전지는 평판형 또는 사각판형의 구조를 갖기 때문에, 원통형 구조에 비해 효율적이며 동시에 정사각판형 대비 안정적인 동작이 가능하여, 종래의 원통형 구조와 비교하여 성능의 저하 없이 부피당 표면적 증가를 통하여 용량을 증대시킬 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 나트륨-유황 전지 및 그의 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 대용량 전지 및 그의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 NaS 전지(또는 나트륨-유황 전지)의 구조를 평판형 또는 사각판형으로 변형하여 용량을 증대할 수 있는 NaS 전지 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 휴대폰, 스마트폰, PMP, 게임기 등과 같은 휴대형 기기 및 하이브리드 자동차 등의 응용이 가속화되고 있는 소용량 배터리의 중요성과, 동시에 산업용 및 광역용 대용량 에너지 저장장치 응용 분야에 대한 관심이 점차 커지고 있는 현 상황에서, 녹색에너지 및 청정에너지에 관련하여 환경 친화적인 에너지원과 그러한 에너지원을 효율적으로 저장하고 분배하기 위한 방법이 이슈화 되고 있다.
- [3] 최근에 이러한 문제를 해결하고자, NaS 전지와 관련하여 단전지/모듈/시스템에 이르기까지 효율적인 상품 개발이 활발히 진행되고 있으며, 그에 관련된 소재, 구조, 운용, 응용 분야 등에 대한 연구도 활발히 수행되고 있다.
- [4] 여기서 NaS 전지는 음극에 나트륨(Na), 양극에 황(S), 그리고 전해질은 나트륨 이온 전도성을 가진 고체전해질인 베타-알루미나 세라믹(BASE; Beta-Alumina Solid Electrolyte)을 사용하는 전지를 의미한다.
- [5] NaS 전지는 지금까지 실용화된 2차 전지 중 전력저장 용량이 가장 높은 대용량 저장 장치로, 자기방전이 없어 89%~92%에 달하는 고효율 충/방전 성능, 장수명 및 자원 적으로 풍부한 활물질을 사용한다는 장점이 있어 신재생 에너지의 대용량 저장 장치로 각광받고 있다.
- [6] 이와 같은 NaS 전지는 일반적으로 원통형으로 설계된다. NaS 전지를 원통형으로 제조하는 이유는, 등거리 구현이 가능하고, 기계적 강도가 강하며, 제조가 용이하기 때문이다. 이러한 원통형 구조의 경우 NaS 전지의 성능 저하 없이 용량을 증대하고자 할 경우, 전지의 크기를 증대시켜야 한다. 즉 NaS 전지의 직경 또는 높이 중에 하나를 증가시켜야 한다.
- [7] 그런데 NaS 전지의 직경을 증가시킬 경우, 전극과 전해질 사이(특히 부도체인 황이 함침된 황 전극)의 거리가 멀어져 내부 저항이 증가하게 되어 전지의 성능이 떨어질 수 있다. 또한 NaS 전지의 길이를 증가시킬 경우, 모세관력 부족 및 내압 설정 가스 압력의 한계로 용융 나트륨이 나트륨 용기로부터 전해질 표면까지 제대로 전달되지 않아 성능이 저하되거나 전지가 작동하지 않을 수 있다. 즉 종래의 원통형의 구조로는 NaS 전지의 용량을 증대시키는 데는 한계가 있다.

- [8] 또한 NaS 전지를 복수개 배열하여 NaS 전지 모듈을 제조할 때, 종래의 NaS 전지는 원통형의 구조를 갖기 때문에, NaS 전지 사이에 필요없는 공간의 발생으로 인해 전체적인 NaS 전지 모듈의 크기가 커지는 문제점을 안고 있다. 이로 인해 NaS 전지 모듈에 사용되는 NaS 전지의 수가 증가할수록 NaS 전지 모듈의 크기가 더욱 증가하게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 따라서 본 발명의 목적은 원통형의 NaS 전지 대비 성능의 저하 없이 용량을 증대시킬 수 있는 NaS 전지 및 그의 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [10] 본 발명의 다른 목적은 NaS 전지의 구조를 개선하여 용량을 증대시킬 수 있는 NaS 전지 및 그의 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [11] 본 발명의 또 다른 목적은 NaS 전지의 제조 공정을 단순화할 수 있는 NaS 전지 및 그의 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [12] 본 발명의 또 다른 목적은 NaS 전지를 이용하여 제조한 NaS 전지 모듈의 크기를 줄일 수 있는 NaS 전지 및 그의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [13] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 NaS 전지의 구조를 평판형 또는 사각관형으로 변형하여 용량을 증대시킨 NaS 전지 및 그의 제조 방법을 제공한다.
- [14] 본 발명은 관 형의 나트륨 전극, 고체전해질판 및 황 전극을 포함하는 NaS 전지를 제공한다. 여기서 상기 고체전해질판은 상기 나트륨 전극의 외곽을 둘러싸며, 상기 나트륨 전극에 대응되는 형태를 갖는다. 상기 황 전극은 상기 고체전해질판의 외곽을 둘러싼다. 그리고 나트륨 전극, 고체전해질판 및 황 전극은 평판형 또는 사각관 형태를 갖는다.
- [15] 본 발명에 따른 NaS 전지는, 상기 황 전극의 외곽을 덮으며, 상기 황 전극에 대응되는 형태를 갖는 케이스를 더 포함할 수 있다.
- [16] 본 발명에 따른 NaS 전지는 절연링과 양극 금구를 더 포함할 수 있다. 상기 절연링은 상기 고체전해질판 상단부의 외측면에 내측면이 접합된다. 그리고 상기 양극 금구는 상기 케이스의 상단부와 상기 절연링 사이에 개재되어 상기 케이스 및 상기 절연링에 접합되며, 상기 고체전해질판에서 이격되게 설치된다.
- [17] 본 발명에 따른 NaS 전지에 있어서, 상기 양극 금구는 제1 양극 금구와 제2 양극 금구를 포함할 수 있다. 상기 제1 양극 금구는 상기 케이스의 상단과, 상기 케이스의 상단에 이웃하는 내측면에 접합되고, 상기 절연링의 외측면과, 상기 절연링의 외측면에 이웃하는 하부면에 접합된다. 그리고 상기 제2 양극 금구는 상기 제1 양극 금구와 일체 또는 독립적으로 형성되어 상기 절연링 아래로 뻗어 있으며, 하부에 상기 황 전극의 상단부가 끼움 결합된다.
- [18] 본 발명은 또한, 평판형 또는 사각관 형태의 고체전해질판을 준비하는 준비

단계, 상기 고체전해질관의 외곽을 둘러싸는 황 전극을 형성하는 황 전극 형성 단계, 및 상기 고체전해질관의 형태에 대응되는 형태를 갖는 관 형의 나트륨 전극을 상기 고체전해질관에 삽입하는 나트륨 전극 삽입 단계를 포함하는 NaS 전지의 제조 방법을 제공한다.

- [19] 본 발명에 따른 NaS 전지의 제조 방법에 있어서, 상기 준비 단계는, 절연링을 상기 고체전해질관 상단부의 외측면에 접합하는 단계, 및 양극 금구를 상기 절연링의 외측면과, 상기 절연링의 외측면에 이웃하는 상기 절연링의 하부면에 접합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명에 따른 NaS 전지의 제조 방법에 있어서, 상기 황 전극 형성 단계에서, 상기 양극 금구의 상기 절연링의 하부면에서 아래로 돌출된 부분에 상기 황 전극의 상단부를 끼워 상기 고체전해질관의 외곽을 덮도록 상기 황 전극을 형성할 수 있다.
- [21] 본 발명에 따른 NaS 전지의 제조 방법은, 상기 황 전극 형성 단계와 상기 나트륨 전극 삽입 단계 사이에 수행되는, 케이스에 상기 황 전극이 형성된 상기 고체전해질관을 삽입하고, 상기 케이스의 상단과 상기 케이스의 상단에 이웃하는 내측면에 상기 양극 금구를 접합하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [22] 본 발명은 또한, 관 형의 나트륨 전극, 고체전해질관, 황 전극, 케이스, 절연링 및 양극 금구를 포함하는 NaS 전지를 제공한다. 여기서 상기 고체전해질관은 상기 나트륨 전극의 외곽을 둘러싸며, 상기 나트륨 전극에 대응되는 형태를 갖는다. 상기 황 전극은 상기 고체전해질관의 외곽을 둘러싼다. 상기 케이스는 상기 황 전극의 외곽을 덮으며, 상기 황 전극에 대응되는 형태를 갖는다. 상기 절연링은 상기 고체전해질관 상단부의 외측면에 내측면이 접합된다. 그리고 상기 양극 금구는 상기 케이스의 상단부와 상기 절연링 사이에 개재되어 상기 케이스 및 상기 절연링에 접합되며, 상기 고체전해질관에서 이격되게 설치된다. 이때 상기 양극 금구는 제1 양극 금구와 제2 양극 금구를 포함할 수 있다. 상기 제1 양극 금구는 상기 케이스의 상단과, 상기 케이스의 상단에 이웃하는 내측면에 접합되고, 상기 절연링의 외측면과, 상기 절연링의 외측면에 이웃하는 하부면에 부착된다. 상기 제2 양극 금구는 상기 제1 양극 금구와 연결되어 상기 절연링 아래로 뻗어 있으며, 하부에 상기 황 전극의 상단부가 끼움 결합된다.
- [23] 그리고 본 발명에 따른 NaS 전지에 있어서, 상기 제1 양극 금구 중 상기 절연링의 하부면으로 돌출된 부분의 끝단은 상기 고체전해질관의 외측면에 대해서 이격되게 설치되며, 상기 제1 양극 금구의 상부는 상기 절연링 위로 돌출될 수 있다.

발명의 효과

- [24] 본 발명의 구조를 따르면, NaS 전지가 평판형 또는 사각관형의 구조를 갖기 때문에, 원통형 구조에 비해 효율적이며 동시에 정사각관형 대비 안정적인 동작이 가능하여, 종래의 원통형 구조와 비교하여 성능의 저하 없이 부피당

표면적 증가를 통하여 용량을 증대시킬 수 있다.

- [25] 또한 하부에는 황 전극이 끼움 결합되고, 중간 부분에는 절연링이 접합되고, 상단 부분은 케이스의 상단에 접합될 수 있도록 양극 금구가 일체로 형성되기 때문에, NaS 전지의 부품 수를 줄여 NaS 전지의 제조 단가를 나눌 수 있다. 또한 종래의 NaS 전지 대비 부품 수를 줄여 제조 공정을 단순화함으로써, NaS 전지의 생산성을 향상시킬 수 있다.

- [26] 또한 NaS 전지를 복수개 배열하여 NaS 전지 모듈을 제조할 때, 본 발명에 따른 NaS 전지는 평관형 또는 사각관형의 구조를 갖기 때문에, 종래의 원통형의 구조에 비해서 NaS 전지 사이의 공간을 줄일 수 있어 전체적인 NaS 전지 모듈의 크기를 줄일 수 있는 이점도 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 평관형의 NaS 전지를 보여주는 사시도이다.
- [28] 도 2는 도 1의 부분 절개 사시도이다.
- [29] 도 3은 도 1의 단면도이다.
- [30] 도 4 내지 도 10은 도 1의 평관형의 NaS 전지의 제조 방법에 따른 각 단계를 보여주는 단면도이다.
- [31] 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 사각관형의 NaS 전지를 보여주는 사시도이다.
- [32] 도 12는 도 11의 부분 절개 사시도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [33] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- [34] 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [35] 이하 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [36] 제1 실시예
- [37] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 평관형의 NaS 전지를 보여주는 사시도이다. 도 2는 도 1의 부분 절개 사시도이다. 그리고 도 3은 도 1의

단면도이다.

- [38] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 나트륨 전극(10), 고체 전해질관(20) 및 황 전극(30)을 포함하며, 그 외 음극 단자(16), 케이스(40), 절연링(50), 양극 금구(60), 양극 단자(70), 음극 금구(80) 및 음극 덮개(90)를 더 포함할 수 있다. 특히 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 원통형 구조가 아닌 평관형 구조를 갖는다. 여기서 평관은 마주보는 양쪽의 수평한 두 면과, 수평한 두 면의 양쪽을 연결하는 한 쌍의 곡면을 포함하는 형태의 관을 의미한다. 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)를 구성하는 부품들은 평관형의 구조에 적합한 평관형 형태를 갖는다.
- [39] 이와 같이 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 평관형의 구조를 갖기 때문에, 종래의 원통형 구조의 NaS 전지와 비교하여 부피당 표면적을 증가시켜 용량을 증대시킬 수 있다. 즉 원통형은 부피당 표면적이 가장 적은 기하학적인 구조를 갖는 반면에, 평관형은 원통형에 비해서 부피당 더 넓은 표면적을 갖는다. 따라서 부피당 더 넓은 표면적을 갖는 평관형의 NaS 전지(100)를 제조회함으로써, NaS 전지(100)의 용량을 증대할 수 있다. 또한 평관형은 정사각관형의 구조와 비교하여 안정적인 동작이 가능하기 때문에, 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 원통형의 NaS 전지와 비교하여 성능 저하를 최소화할 수 있다. 따라서 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 원통형의 NaS 전지와 비교하여 성능 저하를 최소화하면서 용량을 증대시킬 수 있다.
- [40] 나트륨 전극(10)은 NaS 전지(100)의 안전성을 확보하기 위해서 안전관(14)과, 안전관(14) 내부에 나트륨 용기(12)가 위치하는 2중관 구조로 설계될 수 있다. 안전관(14)과 나트륨 용기(12)는 균일한 반응과 전해질 파손 시 안전을 위하여 스테인리스 스틸, 알루미늄, 알루미늄합금 또는 SPCC 등의 소재로 제조될 수 있다.
- [41] 나트륨 용기(12)는 나트륨을 담고 있는 관 형의 용기이며, 하부에 나트륨 배출홀(13)이 형성되어 있다. 나트륨 용기(12)의 상부에는 나트륨의 배출압을 조절하는 가스 실(15)이 마련되어 있다. 가스 실(15)의 상부에는 음극 단자(16)가 상부로 돌출되게 설치될 수 있다. 가스 실(15)의 하부에는 가스 배출홀(17)이 형성되어 있다. 가스로는 불활성 가스가 사용되며, 예컨대 아르곤 가스, 아르곤 가스를 함유하는 불활성 가스의 혼합 가스가 사용될 수 있다.
- [42] 안전관(14)은 나트륨 용기(12)를 담을 수 있는 관으로, 나트륨 용기(12)를 삽입할 수 있도록 상부는 개방되어 있다. 안전관(14)은 나트륨 용기(12)를 둘러싸며 전기 및 기계적 충격에 의해 나트륨 용기(12)의 파손 시 안전 장치의 기능을 수행한다. 안전관(14)은 고체 전해질관(20) 표면에서 모세관력에 의하여 나트륨의 반응면적을 일정하게 유지하는 기능을 수행한다.
- [43] 이때 나트륨 배출홀(13)과 가스 배출홀(17)은 NaS 전지(100)의 제조 단계에서는 막혀 있으며, NaS 전지(100)가 동작하면 개방된다. 특히 나트륨 용기(12)와 안전관(14)은 평관형 구조를 갖는다.

- [44] 고체전해질관(20)은 나트륨 전극(10)의 외곽을 둘러싸며, 나트륨 전극(10)에 대응되는 형태, 즉 평판형 구조를 갖는다. 고체전해질관(20)은 NaS 전지(100)의 나트륨 이온을 전도시키는 전해질 기능과, 음극과 양극을 전기적으로 절연하는 격리판 기능을 수행한다. 이때 고체전해질관(20)의 소재로는 베타-알루미나(β -alumina), 베타"-알루미나(β "-alumina) 등이 사용될 수 있다. 베타-알루미나 또는 베타"-알루미나로 제조된 고체전해질관(20)을 베타-알루미나관이라고도 한다.
- [45] 황 전극(30)은 고체전해질관(20)의 외곽을 둘러싼다. 황 전극(30)은 집전체에 황이 함침된 구조를 갖는다. 이때 황 전극(30)은 높은 전기 전도성, 강도, 공극률, 황과 다황화나트륨(Na_2S_x)에 내부식성이 큰 카본 펠트(carbon felt)(그라파이트 펠트(graphite felt)라고도 함)를 집전체로 사용한다. 특히 황 전극(30)은 평판형 구조를 갖는다.
- [46] 케이스(40)는 황 전극(30)의 외곽을 덮으며, 황 전극(30)에 대응되는 형태를 갖는다. 즉 케이스(40) 또한 평판형 구조를 갖는다. 케이스(40)의 소재로는 다황화나트륨에 대한 내부식성이 큰 알루미늄 합금을 사용하고, 다황화나트륨에 대한 내부식성을 향상시키기 위해서 플라즈마 코팅법을 이용하여 표면을 코팅처리할 수 있다.
- [47] 절연링(50)은 고체전해질관(20) 상단부의 외측면에 내측면이 접합되며, 고체전해질관(20)의 상단에서 일정 높이로 돌출되게 접합된다. 절연링(50)은 고체전해질관(20)과 양극 금구(60)를 전기적으로 절연한다. 이때 절연링(50)의 소재로는 알파-알루미나(α -alumina)가 사용될 수 있다. 알파-알루미나로 제조된 절연링(50)을 알파-알루미나링이라고도 한다.
- [48] 양극 금구(60)는 케이스(40)의 상단부와 절연링(50) 사이에 개재되어 케이스(40) 및 절연링(50)에 접합되며, 고체전해질관(20)에서 이격되게 설치되며, 하부에 황 전극(30)의 상단부가 끼움 결합된 구조를 갖는다. 양극 금구(60)는 일체로 형성된 제1 양극 금구(62)와 제2 양극 금구(64)를 포함한다. 이때 제1 양극 금구(62)와 제2 양극 금구(64)는 독립적으로 형성되어 연결될 수도 있다.
- [49] 제1 양극 금구(62)는 케이스(40)의 상단과, 케이스(40)의 상단에 이웃하는 내측면에 접합되고, 절연링(50)의 외측면과, 절연링(50)의 외측면에 이웃하는 하부면에 접합된다. 이때 제1 양극 금구(62) 중 절연링(50)의 하부면으로 돌출된 부분의 끝단은 고체전해질관(20)의 외측면에 대해서 이격되게 설치된다. 제1 양극 금구(62)의 상부는 절연링(50) 위로 돌출되어 있다.
- [50] 제2 양극 금구(64)는 제1 양극 금구(62)와 일체로 형성되어 절연링(50) 아래로 뻗어 있으며, 하부에 황 전극(30)의 상단부가 끼움 결합된 구조를 갖는다. 이때 제2 양극 금구(64)에 황 전극(30)이 끼움 결합된 부분은 접합, 용접, 부착, 체결 등의 방법으로 고정할 수 있다.
- [51] 이와 같이 양극 금구(60)에 황 전극(30)의 상단부가 끼움 결합된 구조를 갖기

때문에, 황 전극(30)의 전도도를 향상시킬 수 있다. 즉 종래의 경우 황 전극은 양극 금구에서 이격되어 있으며, 케이스와 고체 전해질관 사이에 개재된 구조를 갖는다. 이로 인해 황 전극과 케이스는 물리적으로 접촉되어 있어 충전과 방전 시에 접촉 저항이 발생되며, 투입 또는 발생하는 전기는 열로 발산되어 에너지 효율저하 및 발생 열에 의한 부식문제, 그리고 미세한 스파크 발생 등으로 안정성에 문제를 발생시킬 수 있다. 또한 NaS 전지의 용량이 커질수록 황 전극의 크기가 폭 방향 및 수직 방향으로 커짐에 따라서, 내부 저항은 더욱 커져 출력, 용량, 수명 등의 성능의 저하 및 안전성 문제를 발생시킬 수 있다.

- [52] 하지만 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 양극 금구(60)에 황 전극(30)의 상단부가 끼움 결합된 구조를 갖기 때문에, 황 전극(30)은 케이스(40)를 비롯한 양극 금구(60)와 전기적으로 연결됨으로써 황 전극(30)의 전도도를 향상시킬 수 있다. 이로 인해 NaS 전지(100)의 내부 저항을 감소시켜 출력, 용량, 수명 성능을 향상시키고, 대용량화시 NaS 전지(100)의 성능 저하 문제를 보완할 수 있다.
- [53] 음극 금구(80)는 절연링(50)의 상부면과, 절연링(50)의 상부면에 이웃하는 절연링(50)의 내측면에 접합된다. 음극 금구(80)는 금구 몸체(82)와, 금구 몸체(82)의 외측면 둘레에 형성된 고정턱(84)을 포함한다. 금구 몸체(82)는 일정 길이를 갖는 관형으로, 고정턱(84) 아래 부분이 절연링(50)에 삽입되어 접합된다. 예컨대 음극 금구(80)는 외측면 둘레에 고정턱(84)이 형성된 단면이 “ㄴ”자형인 관 형태를 가질 수 있다. 음극 금구(80) 또한 전체적인 형태는 평관형의 구조를 갖는다.
- [54] 음극 캡(90)은 음극 금구(80)의 금구 몸체(82)에 삽입되어 금구 몸체(82)의 내측면에 접합되며, 상부에 음극 단자(16)가 돌출될 수 있는 돌출구멍(92)이 형성되어 있다. 음극 캡(90)의 상부면, 음극 금구(80)의 상단 및 양극 금구(60)의 상단은 실질적으로 동일면 상에 위치할 수 있다.
- [55] 그리고 양극 단자(70)는 음극 금구(80)의 고정턱(84)의 상부에 절연성 접착제(72)를 매개로 접합되며, 일측은 양극 금구(60)에 접합된다. 이때 양극 단자(70)와 음극 단자(16)는 실질적으로 동일한 높이로 형성될 수 있다.
- [56] 이와 같은 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 아래와 같이 충방전을 수행한다. 즉 NaS 전지(100)는 300°C~350°C에서 음극 단자(16) 및 양극 단자(70)에 부하(Load)를 연결하면 음극에서는 나트륨이 나트륨 이온으로 고체 전해질관(20)을 통과하여 황 전극(30)에 도달한다. 나트륨 이온은 황 전극(30)의 황과 반응하여 다황화나트륨이 되면서 전기를 발생시킨다.
- [57] 한편 방전 완료 후 외부 도선을 통하여 충전 장치로부터 전기를 NaS 전지(100)로 인가하면, 황 전극(30) 내의 다황화나트륨은 나트륨 이온과 황 이온으로 분해되어 나트륨 이온은 고체 전해질관(20)을 관통하여 나트륨 전극(10)에 도달하여 나트륨으로 환원되고, 황 이온은 용융된 황으로 되어 전기를 발생할 수 있는 충전 상태가 된다.
- [58] 특히 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 평관형의 구조를 갖기 때문에, 원통형

구조에 비해 효율적이며 동시에 정사각관형 대비 안정적인 동작이 가능하며, 종래의 원통형 구조와 비교하여 성능의 저하 없이 부피당 표면적 증가를 통하여 용량을 증대시킬 수 있다.

[59] 또한 하부에는 황 전극(30)이 끼움 결합되고, 중간 부분에는 절연링(50)이 접합되고, 상단 부분은 케이스(40)의 상단에 접합될 수 있도록 양극 금구(60)가 일체로 형성되기 때문에, NaS 전지(100)의 부품 수를 줄여 NaS 전지(100)의 제조 단가를 낮출 수 있다. 또한 종래의 NaS 전지 대비 부품 수를 줄여 제조 공정을 단순화함으로써, NaS 전지(100)의 생산성을 향상시킬 수 있다.

[60] 또한 NaS 전지를 복수개 배열하여 NaS 전지 모듈을 제조할 때, 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)는 평판형의 구조를 갖기 때문에, 종래의 원통형의 구조에 비해서 NaS 전지(100) 사이의 공간을 줄일 수 있어 전체적인 NaS 전지 모듈의 크기를 줄일 수 있는 이점도 있다.

[61] 이와 같은 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)의 제조 방법에 대해서 도 4 내지 도 10을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 여기서 도 4 내지 도 10은 도 1의 평판형의 NaS 전지의 제조 방법에 따른 각 단계를 보여주는 단면도이다.

[62] 먼저 도 4에 도시된 바와 같이, 상부가 개방된 평판형의 고체전해질관(20)을 준비한다. 이때 고체전해질관(20)으로는 베타-알루미나관이 사용될 수 있다.

[63] 다음으로 도 5에 도시된 바와 같이, 절연링(50)을 고체전해질관(20)의 상단부의 외측면에 접합하되, 고체전해질관(20)의 상단에서 일정 높이로 돌출되게 접합한다. 이때 절연링(50)으로는 알파-알루미나링이 사용될 수 있다.

[64] 다음으로 도 6에 도시된 바와 같이, 절연링(50)에 양극 금구(60)를 접합한다. 즉 양극 금구(60)의 제1 양극 금구(62)를 절연링(50)의 외측면과, 절연링(50)의 외측면에 이웃하는 절연링(50)의 하부면에 접합한다. 이때 제1 양극 금구(62)와 일체로 형성된 제2 양극 금구(64)는 절연링(50) 아래로 뻗어 있다. 이때 제1 양극 금구(62)를 포함한 양극 금구(60)는 절연링(50)을 사이에 두고 고체전해질관(20)에 대해서는 이격되게 설치된다.

[65] 다음으로 도 7에 도시된 바와 같이, 양극 금구(60) 하부의 고체전해질관(20)을 덮도록 황 전극(30)을 형성한다. 이때 황 전극(30)은 고체전해질관(20)의 외곽을 둘러싸며, 고체전해질관(20)의 형태에 대응되게 평판형 구조로 형성될 수 있다. 황 전극(30)의 상단부는 양극 금구(60)의 제2 양극 금구(64)에 끼움 결합되어 고정된다. 예컨대 제2 양극 금구(64)에 황 전극(30)이 끼움 결합된 부분은 접합, 용접, 부착, 체결 등의 방법으로 고정될 수 있다.

[66] 이어서 도 8에 도시된 바와 같이, 상부가 개방된 평판형의 케이스(40)에 황 전극(30)이 형성된 부분부터 삽입된 후 상부의 양극 금구(60)의 제1 양극 금구(62)가 케이스(40)의 상부에 접합된다. 즉 제2 양극 금구(62)는 케이스(40)의 상단과, 케이스(40)의 상단에 이웃하는 케이스(40)의 내측면에 접합된다. 이때 케이스(40)에 삽입된 황 전극(30)은 케이스(40)의 내측면에 밀착된다.

[67] 따라서 고체전해질관(20), 절연링(50) 및 양극 금구(60)가 케이스(40) 내에

설치된다.

- [68] 다음으로 도 9에 도시된 바와 같이, 케이스(40)에 고정 설치된 고체 전해질관(20)의 안쪽에 나트륨 전극(10)이 삽입된다. 즉 고체 전해질관(20)의 안쪽에 안전관(14)을 삽입한 이후에, 나트륨 용기(12)를 삽입하여 설치할 수 있다. 이때 나트륨 용기(12)의 가스 실(15) 상부에는 음극 단자(16)가 상부로 돌출되어 있다. 나트륨 배출홀(13)과 가스 배출홀(17)은 막혀있다.
- [69] 그리고 도 10에 도시된 바와 같이, 음극 금구(80)를 절연링(50)에 접합한 이후에, 음극 덮개(90) 및 양극 단자(70)를 설치함으로써 제1 실시예에 따른 NaS 전지(100)의 제조가 완료된다. 즉 먼저 음극 금구(80)를 절연링(50)의 상부면과, 절연링(50)의 상부면에 이웃하는 절연링(50)의 내측면에 접합한다. 이어서 음극 캡(90)의 돌출구멍(92)에 음극 단자(16)를 삽입시켜 음극 캡(90)의 상부면으로 돌출시킨 다음, 음극 캡(90)을 음극 금구(80)의 금구 몸체(82)에 삽입한 후, 음극 캡(90)의 외곽을 음극 금구(80)에 접합시킨다. 그리고 양극 단자(70)를 음극 금구(80)의 고정턱(84)의 상부에 절연성 접착제(72)를 매개로 접합시키되, 일측을 양극 금구(60)의 내측면에 접합시킨다.
- [70] 한편 제1 실시예에서는 음극 캡(90)을 설치한 이후에 양극 단자(70)를 설치하는 예를 개시하였지만, 양극 단자(70)를 설치한 이후에 음극 캡(90)을 설치할 수도 있다.

[71]

[72] 제2 실시예

- [73] 한편 제1 실시예에서는 NaS 전지(100)를 평판형의 구조로 구현하는 예를 개시하였지만 이것에 한정되는 것은 아니다. 예컨대 NaS 전지는 사각관형 또는 평판형의 구조로 구현될 수 있다.
- [74] 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 사각관형의 NaS 전지를 보여주는 사시도이다. 그리고 도 12는 도 11의 부분 절개 사시도이다.
- [75] 도 11 및 도 12를 참조하면, 제2 실시예에 따른 NaS 전지(200)는 사각관형의 구조를 갖는다. 즉 NaS 전지(200)를 구성하는 나트륨 전극(110), 고체 전해질관(120), 황 전극(130), 케이스(140), 절연링(150), 양극 금구(160), 음극 금구(180) 등이 사각관 형태를 갖는다. 이때 사각관은 정사각관은 제외한 직사각관 형태를 의미한다.
- [76] 이와 같이 제2 실시예에 따른 NaS 전지(200)는 사각관형의 구조를 갖는 것을 제외하면, 제1 실시예에 따른 NaS 전지(도 1의 100)와 동일한 구조를 갖는다.
- [77] 따라서 제2 실시예에 따른 NaS 전지(200)는 사각관형의 구조를 갖기 때문에, 제1 실시예에 따른 평판형의 NaS 전지(100)와 같이, 원통형 구조에 비해 효율적이며 동시에 정사각관형 대비 안정적인 동작이 가능하여, 종래의 원통형 구조와 비교하여 성능의 저하 없이 부피당 표면적 증가를 통하여 용량을 증대시킬 수 있다.
- [78] 또한 하부에는 황 전극(130)이 끼움 결합되고, 중간 부분에는 절연링(150)이

접합되고, 상단 부분은 케이스(140)의 상단에 접합될 수 있도록 양극 금구(160)가 일체로 형성되기 때문에, NaS 전지(200)의 부품 수를 줄여 NaS 전지(200)의 제조 단가를 나눌 수 있다. 또한 종래의 NaS 전지 대비 부품 수를 줄여 제조 공정을 단순화함으로써, NaS 전지(200)의 생산성을 향상시킬 수 있다.

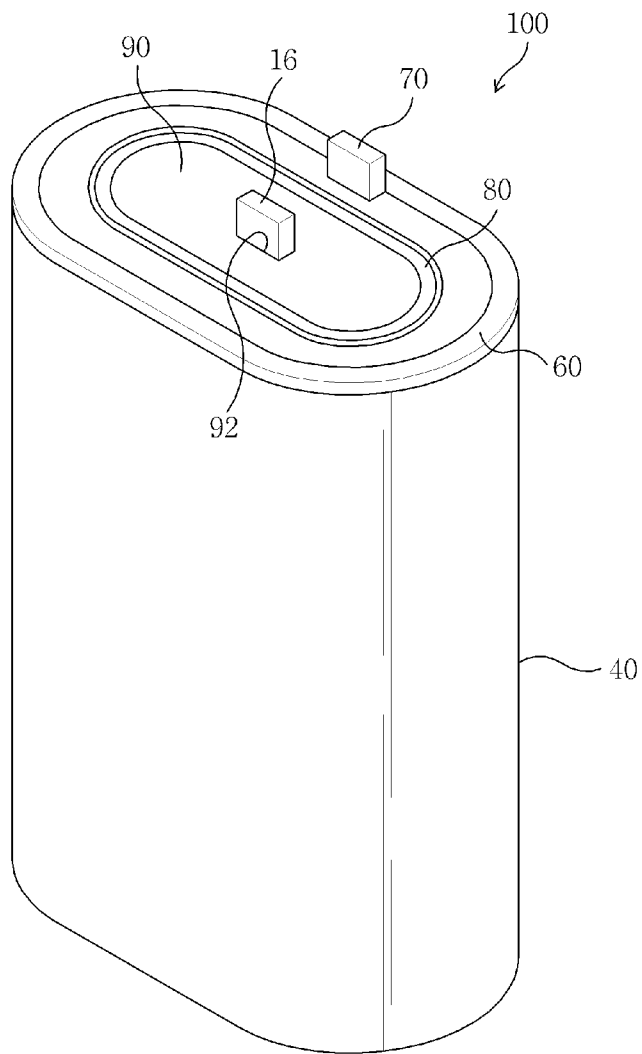
- [79] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

청구범위

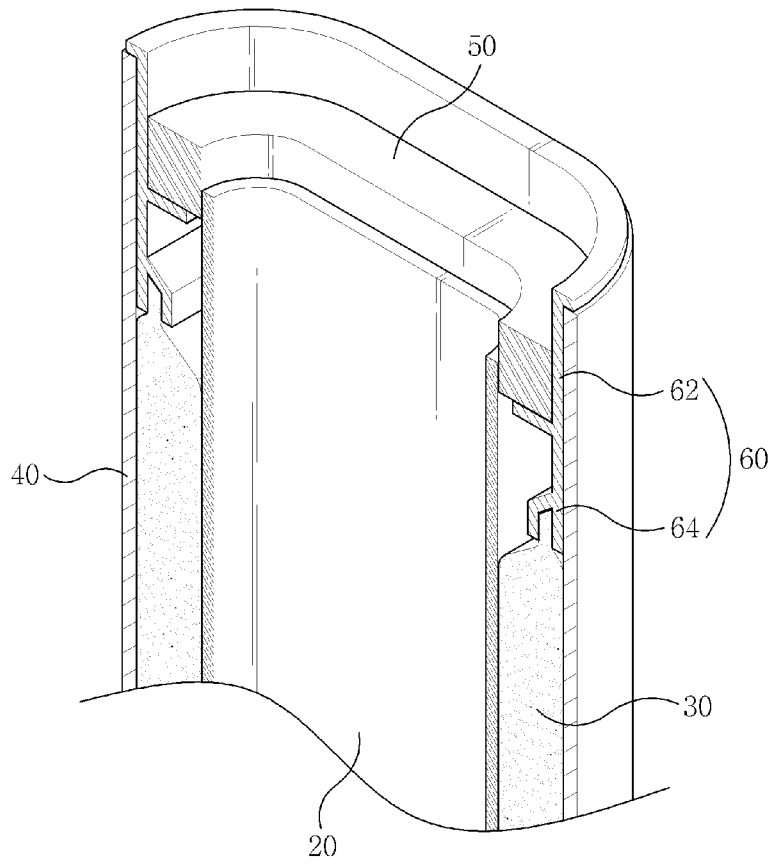
- [청구항 1] 관 형의 나트륨 전극;
 상기 나트륨 전극의 외곽을 둘러싸며, 상기 나트륨 전극에 대응되는 형태를 갖는 고체전해질판;
 상기 고체전해질판의 외곽을 둘러싸는 황 전극;을 포함하며,
 상기 나트륨 전극, 고체전해질판 및 황 전극은 평판형 또는 사각관 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 NaS 전지.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 황 전극의 외곽을 덮으며, 상기 황 전극에 대응되는 형태를 갖는 케이스;
 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 고체전해질판 상단부의 외측면에 내측면이 접합된 절연링;
 상기 케이스의 상단부와 상기 절연링 사이에 개재되어 상기 케이스 및 상기 절연링에 접합되며, 상기 고체전해질판에서 이격되게 설치되는 양극 금구;
 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 양극 금구는,
 상기 케이스의 상단과, 상기 케이스의 상단에 이웃하는 내측면에 접합되고, 상기 절연링의 외측면과, 상기 절연링의 외측면에 이웃하는 하부면에 부착되는 제1 양극 금구;
 상기 제1 양극 금구와 일체로 형성되어 상기 절연링 아래로 뺀어 있으며, 하부에 상기 황 전극의 상단부가 끼움 결합되는 제2 양극 금구;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지.
- [청구항 5] 평판형 또는 사각관 형태의 고체전해질판을 준비하는 준비 단계;
 상기 고체전해질판의 외곽을 둘러싸는 황 전극을 형성하는 황 전극 형성 단계;
 상기 고체전해질판의 형태에 대응되는 형태를 갖는 관 형의 나트륨 전극을 상기 고체전해질판에 삽입하는 나트륨 전극 삽입 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지의 제조 방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 준비 단계는,
 절연링을 상기 고체전해질판 상단부의 외측면에 접합하는 단계;
 양극 금구를 상기 절연링의 외측면과, 상기 절연링의 외측면에 이웃하는 상기 절연링의 하부면에 접합하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지의 제조 방법.

- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 황 전극 형성 단계에서,
상기 양극 금구의 상기 절연링의 하부면에서 아래로 돌출된
부분에 상기 황 전극의 상단부를 끼워 상기 고체전해질판의
외곽을 덮도록 상기 황 전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 NaS
전지의 제조 방법.
- [청구항 8] 제6항에 있어서, 상기 황 전극 형성 단계와 상기 나트륨 전극 삽입
단계 사이에 수행되는,
케이스에 상기 황 전극이 형성된 상기 고체전해질판을 삽입하고,
상기 케이스의 상단과 상기 케이스의 상단에 이웃하는 내측면에
상기 양극 금구를 접합하는 단계;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지의 제조 방법.
- [청구항 9] 관 형의 나트륨 전극;
상기 나트륨 전극의 외곽을 둘러싸며, 상기 나트륨 전극에
대응되는 형태를 갖는 고체전해질판;
상기 고체전해질판의 외곽을 둘러싸는 황 전극;
상기 황 전극의 외곽을 덮으며, 상기 황 전극에 대응되는 형태를
갖는 케이스;
상기 고체전해질판 상단부의 외측면에 내측면이 접합된 절연링;
상기 케이스의 상단부와 상기 절연링 사이에 개재되어 상기
케이스 및 상기 절연링에 접합되며, 상기 고체전해질판에서
이격되게 설치되는 양극 금구;를 포함하며,
상기 양극 금구는,
상기 케이스의 상단과, 상기 케이스의 상단에 이웃하는 내측면에
접합되고, 상기 절연링의 외측면과, 상기 절연링의 외측면에
이웃하는 하부면에 부착되는 제1 양극 금구;
상기 제1 양극 금구와 연결되어 상기 절연링 아래로 뻗어 있으며,
하부에 상기 황 전극의 상단부가 끼움 결합되는 제2 양극 금구;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 NaS 전지.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 제1 양극 금구 중 상기 절연링의 하부면으로 돌출된 부분의
끝단은 상기 고체전해질판의 외측면에 대해서 이격되게 설치되며,
상기 제1 양극 금구의 상부는 상기 절연링 위로 돌출되어 있는
것을 특징으로 하는 NaS 전지.

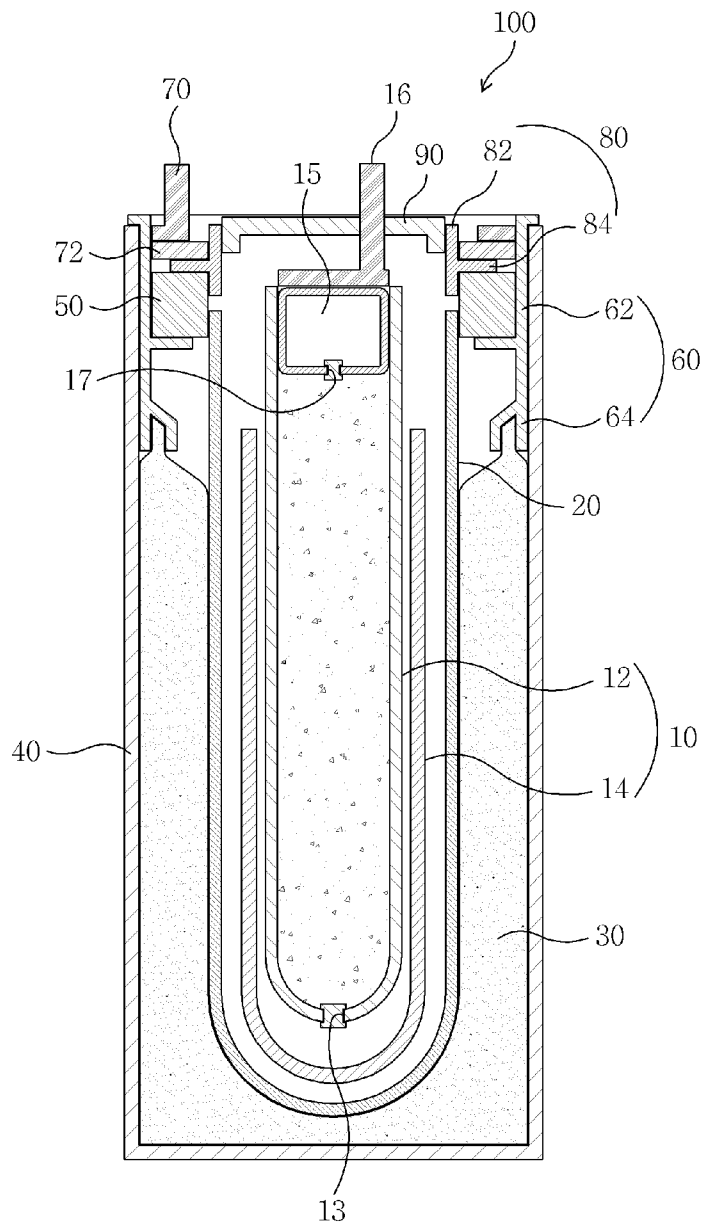
[Fig. 1]



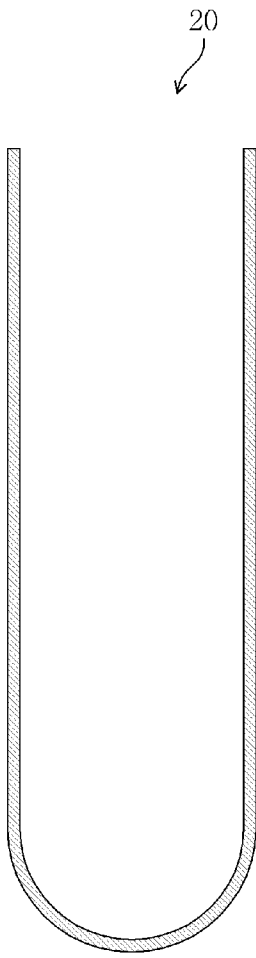
[Fig. 2]



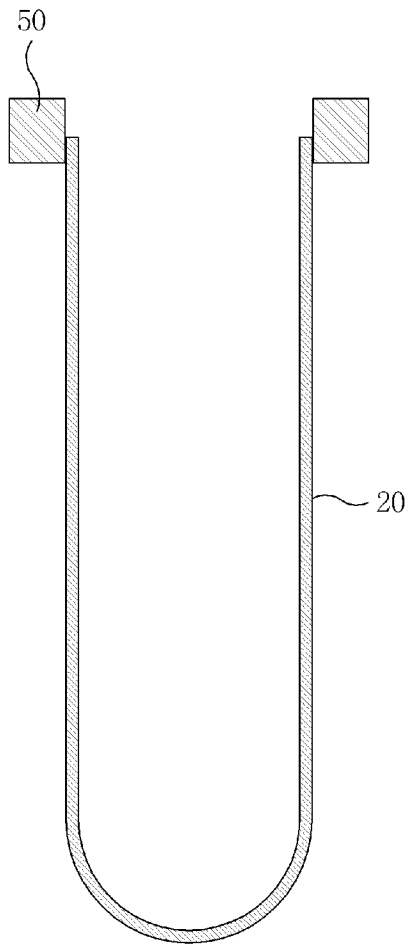
[Fig. 3]



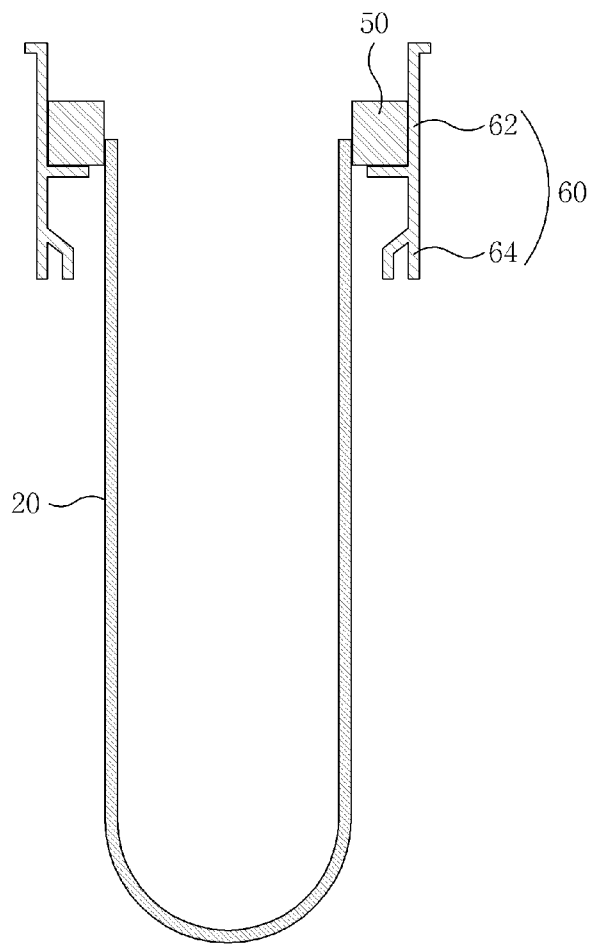
[Fig. 4]



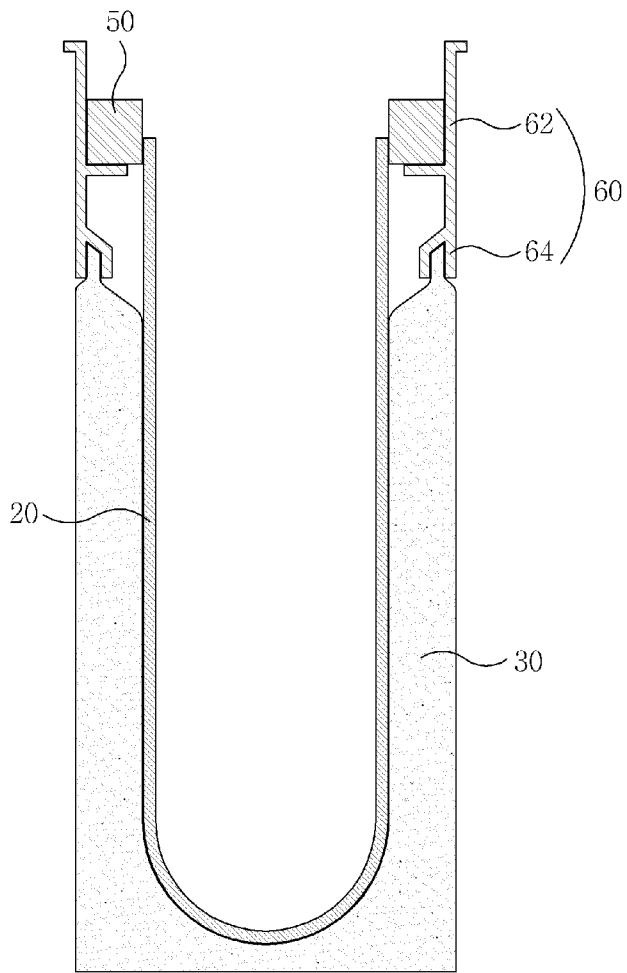
[Fig. 5]



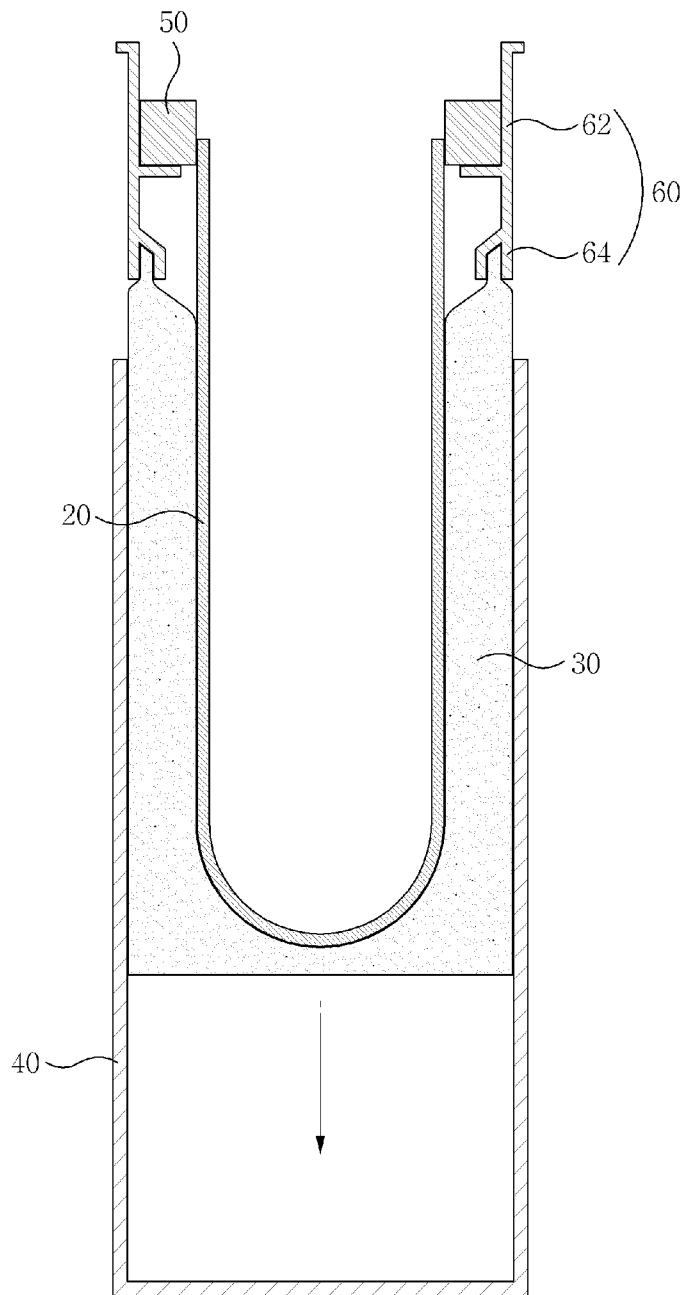
[Fig. 6]



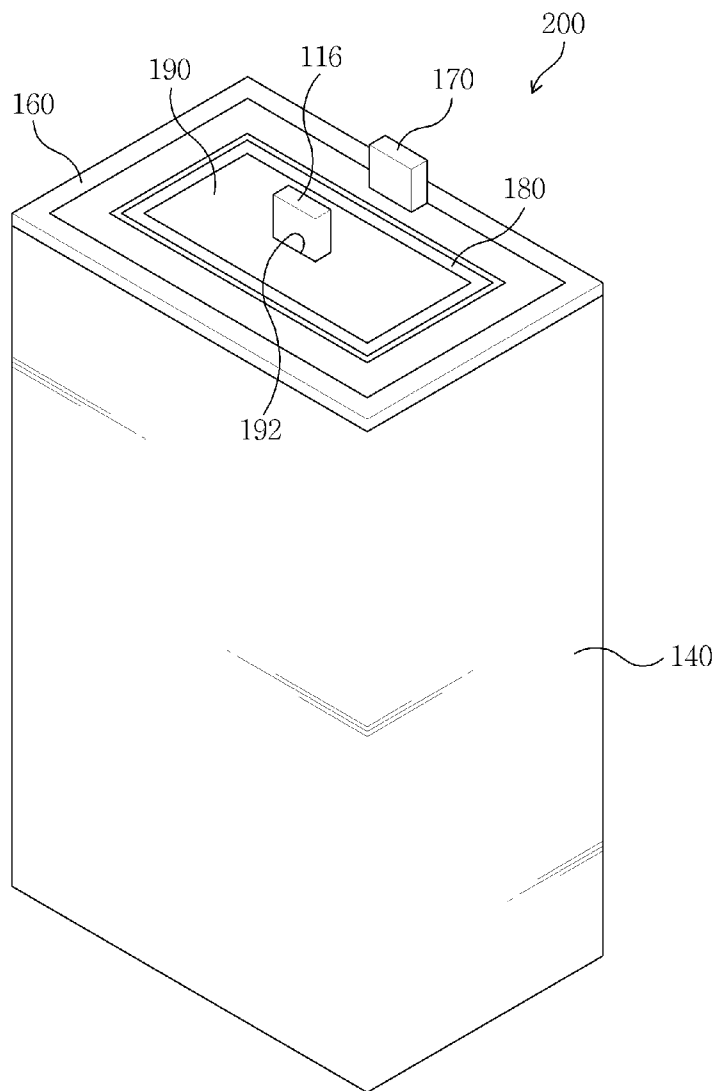
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 11]



[Fig. 12]

