



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월08일  
(11) 등록번호 10-1575522  
(24) 등록일자 2015년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21C 9/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0113556

(22) 출원일자 2014년08월28일

심사청구일자 2014년08월28일

(56) 선행기술조사문헌

JP2013228218 A\*

KR1020080090473 A\*

KR1020130091395 A\*

KR1020130143698 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(72) 발명자

박주환

대전 유성구 배울2로 114, 1105동 602호 (용산동, 대덕테크노밸리11단지아파트)

(74) 대리인

특허법인이룸

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 이용호

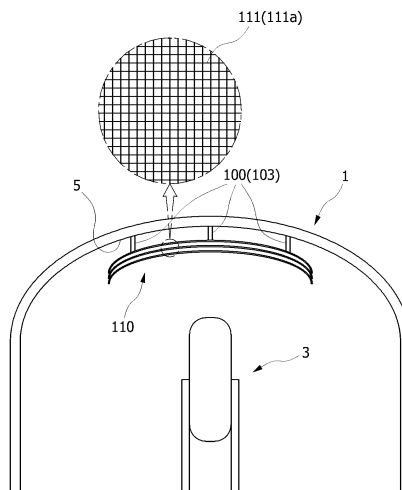
(54) 발명의 명칭 원자력 발전소용 수소포집장치

(57) 요약

본 발명에 따른 원자력 발전소용 수소포집장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 원자로건물 천장에 설치되는 설치물; 및 상기 설치물에 장착되고, 탄소결합의 폴리머계터로 이루어진 제1 포집체로 구성되는 수소포집수단;을 포함하여 이루어진다.

즉 본 발명은 탄소결합의 폴리머계터로 구성되는 포집체로 구성되는 수소포집수단이 원자로건물 천장에 부착되어 상부로 이동하는 공기 중의 수소를 제거함으로써 수소의 포집효율을 증대시키고, 포집체가 탄소결합의 폴리머계터로 이루어져 산소가 고갈된 경우 냉각재 상실사고나, 중대사고 시, 발생하는 많은 양의 수소를 포집하여 제거함으로써 원전의 수소폭발에 의한 사고를 미연에 방지할 수 있는 원자력 발전소용 수소포집장치를 제안하고자 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 53243-14

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원자력연구개발사업

연구과제명 중수로 후쿠시마 현안 대응 및 고유안전성 증진기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2012.03.01 ~ 2017.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

원자로건물(1) 천장(5)에 설치되는 설치물(100); 및

상기 설치물(100)에 장착되고, 탄소결합의 폴리머케터로 이루어진 제1 포집체(111)로 구성되는 수소포집수단(110);를 포함하여 이루어지고,

상기 설치물(100)에는 촉매식 제2 포집체(113)가 더 배치되며,

상기 제1 포집체(111)와 상기 제2 포집체(113)는 상하로 배치되는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

#### 청구항 2

원자로건물(1) 천장(5)에 설치되는 설치물(100); 및

상기 설치물(100)에 장착되고, 탄소결합의 폴리머케터로 이루어진 제1 포집체(111)로 구성되는 수소포집수단(110);를 포함하여 이루어지고,

상기 설치물(100)에는 촉매식 제2 포집체(113)가 더 배치되며,

상기 제1 포집체(111)와 상기 제2 포집체(113)는 상호 교번하여 배치되는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

#### 청구항 3

원자로건물(1) 천장(5)에 설치되는 설치물(100); 및

상기 설치물(100)에 장착되고, 탄소결합의 폴리머케터로 이루어진 제1 포집체(111)로 구성되는 수소포집수단(110);를 포함하여 이루어지고,

상기 설치물(100)에는 촉매식 제2 포집체(113)가 더 배치되며,

상기 제2 포집체(113)가 상단층(113A)과 하단층(113B)에 배치되고,

상기 제1 포집체(111)는 상기 제2 포집체(113)의 상단층(113A)과 하단층(113B) 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수소포집수단(110)의 제1 포집체(111)는 그물망 형태의 관상구조체(111a)가 층상으로 적층 배열되고,

상기 관상구조체(111a)의 그물망에는 상기 폴리머케터가 도포되는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 포집체(111)는 상기 판상구조체(111a)의 그물망이 엇갈린 형태로 배치되어 각 층간 공기유동공간(111b)을 조밀하게 형성하는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

**청구항 6**

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 설치물(100)은 상기 수소포집수단(110)이 내장되는 수용체(101)와,

상기 수용체(101)에 구비되어 상기 원자로건물(1) 천장(5)에 고정되는 연결부재(103)를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 수용체(101)는 다공판 형태의 패널(101a)로 구성되는 것을 특징으로 하는 원자력 발전소용 수소포집장치.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 탄소결합의 폴리머계터로 구성되는 포집체로 구성되는 수소포집수단이 원자로건물 천장에 부착되어 상부로 이동하는 공기 중의 수소를 제거함으로써 수소의 포집효율을 증대시키고, 포집체가 탄소결합의 폴리머계터로 이루어져 산소가 고갈된 경우 냉각재 상실사고나, 중대사고 시, 발생하는 많은 양의 수소를 포집하여 제거함으로써 원전의 수소폭발에 의한 사고를 미연에 방지할 수 있는 원자력 발전소용 수소포집장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래의 원자력 발전소의 격납용기 내부의 수소를 제거하기 위한 장치로는 일본 공개특허공보 제1996-297194호(1996.11.12. 이하 ‘배경기술’ 이라 함) “수소 제거 시스템” 이 개시되어 있다.

[0003] 상기 배경기술은 원자로 압력용기를 내포하는 상부 드라이 웰과 압력 억제 수영장물이 저장되는 압력억제실을 포함하여 이루어진 격납용기 내의 수소가스를 제거하는 수소 제거 장치에 있어서, 상기 격납용기 내에 개구부를 갖는 기체류로에 접속된 송풍수단과 축매식 수소제거수단이 상기 격납용기 내에 설치되어 상기 송풍수단의 송풍축이 상기 축매식 수소제거수단에 접속되거나, 또는 상기 송풍수단의 송풍축이 상기 축매식 수소제거수단의 근방에 배치되도록 구성되어 있다.

[0004] 그러나 상기 배경기술은 냉각재상실사고나, 중대사고시 발생하는 수소를 제거하기 위해 설치되고 있으나, 이 경우 수소 제거는 사고 초기 산소가 가용한 범위(약 50시간내)에서만 가능하여 수소가 본격적으로 생성되는 노심 용융물과 콘크리트 반응(MCCI, Molten Core Concrete Interaction) 동안에는 산소 고갈로 수소의 제어 역할을 하지 못하는 문제가 있다.

[0005] 또한 원자로 격납건물 배기여과계통(CFVS, Containment Filtered Venting System)를 통한 수소 배출도 수증기와 동시에 방출되므로 농도 자체를 낮추는 데는 한계가 있다.

[0006] 나아가 원자로건물이 건전할 경우에는 내부의 산소 고갈로 수소 폭발의 위험성은 줄어들지만, 원자로 건물의 결함이 조금이라도 발생하여 결함부위로 공기가 유입되는 경우 공기와 격납용기 내부에 축적된 수소와의 접촉으로 수소폭발이 발생할 위험이 커지기 때문에 이를 극복하기 위한 기술로 산소가 고갈된 경우에도 수소포집이 가능

한 기술의 개발이 절실하다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제1996-297194호(1996.11.12.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 탄소결합의 폴리머계터로 구성되는 포집체로 구성되는 수소포집수단이 원자로건물 천장에 부착되어 상부로 이동하는 공기 중의 수소를 제거함으로써 수소의 포집효율을 증대시키고, 포집체가 탄소결합의 폴리머계터로 이루어져 산소가 고갈된 경우 냉각재 상실사고나, 증대사고 시, 발생하는 많은 양의 수소를 포집하여 제거함으로써 원전의 수소폭발에 의한 사고를 미연에 방지하고자 하는 것을 또 하나의 목적으로 한다.

[0009] 본 발명은 제1 포집체가 폴리머계터가 도포된 그물망으로 이루어진 관상구조체가 층상으로 적층되고, 관상구조체의 그물망이 엇갈린 형태로 배치되어 각 층간 공기유동공간을 조밀하게 형성함으로써 제1 포집체를 통과하는 공기와 제1 포집체와의 접촉률을 높이고, 이에 의하여 수소의 포집효율을 높이고자 하는 것을 또 하나의 목적으로 한다.

[0010] 본 발은 설치물에 제1 포집체 이외에 촉매식 제2 포집체가 함께 내장되고, 제1 포집체와 제2 포집체가 다양한 형태로 상하 배치됨으로써 산소가 고갈되지 않은 경우에는 제1 포집체의 소모율을 낮추어 제1 포집체의 사용수명을 연장할 수 있고, 이렇게 함으로써 산소가 고갈된 경우 제1 포집체가 본래의 기능상실 없이 수소를 제거하고자 하는 것을 또 하나의 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명에 따른 원자력 발전소용 수소포집장치의 원자로건물 천장에 설치되는 설치물; 및 설치물에 장착되고, 탄소결합의 폴리머계터로 이루어진 제1 포집체로 구성되는 수소포집수단;을 포함하여 이루어진다.

[0012] 본 발명에 따른 수소포집수단의 제1 포집체는 그물망 형태의 관상구조체가 층상으로 적층되는 배열되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명에 따른 제1 포집체는 상기 관상구조체의 그물망이 엇갈린 형태로 배치되어 각 층간 공기유동공간을 조밀하게 형성하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0014] 본 발명에 따른 원자력 발전소용 수소포집장치는 탄소결합의 폴리머계터로 구성되는 포집체로 구성되는 수소포집수단이 원자로건물 천장에 부착되어 상부로 이동하는 공기 중의 수소를 제거함으로써 수소의 포집효율을 증대시킬 수 있게 된다.

[0015] 본 발명은 포집체가 탄소결합의 폴리머계터로 이루어져 산소가 고갈된 경우 냉각재 상실사고나, 증대사고 시, 발생하는 많은 양의 수소를 포집하여 제거함으로써 원전의 수소폭발에 의한 사고를 미연에 방지함으로써 원자의 안전성을 높일 수 있게 된다.

[0016] 본 발명은 제1 포집체가 폴리머계터가 도포된 그물망으로 이루어진 관상구조체가 층상으로 적층되고, 관상구조체의 그물망이 엇갈린 형태로 배치되어 각 층간 공기유동공간을 조밀하게 형성함으로써 제1 포집체를 통과하는 공기와 제1 포집체와의 접촉률을 높이고, 이에 의하여 수소의 포집효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0017] 본 발은 설치물에 제1 포집체 이외에 촉매식 제2 포집체가 함께 내장되고, 제1 포집체와 제2 포집체가 다양한 형태로 상하 배치됨으로써 산소가 고갈되지 않은 경우에는 제1 포집체의 소모율을 낮추어 제1 포집체의 사용수명을 연장하여 경제성을 높일 수 있게 된다.

[0018] 본 발명은 제1 포집체와 제2 포집체를 동시 적용됨으로써 산소가 고갈되지 않은 경우뿐만 아니라, 산소가 고갈된 경우에도 제1 포집체가 기능상실 없이 수소를 제거할 수 있게 되어 장치의 신뢰성을 높일 수 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 원자력 발전소용 수소포집장치를 나타내는 개략도,

도 2는 본 발명에 따른 수소포집수단의 공기유동공간을 나타내는 평면도,

도 3은 본 발명에 따른 수소포집수단의 제1 및 제2 포집체의 배치구조를 나타내는 측면도,

도 4는 본 발명에 따른 설치물을 나타내는 사시도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0020] 이하에서는 본 발명에 따른 수소포집장치를 첨부된 도면을 참조하여 보다 자세하게 설명하기로 한다.

[0021] 일반적으로 원자력 발전소에 있어서 원자로 일차계 배관 등이 만일 파손했을 경우, 원자로를 냉각하기 위한 냉각재는 배관 파손부분으로부터 원자로 격납용기 내 드라이 웰 부분에 증기 형태로 방출되어 원자로(압력용기) 내의 냉각재가 감소하게 된다

[0022] 이때 드라이 웰 부분은 증기 형태로 방출된 냉각재에 의해, 드라이 웰 내의 압력과 온도가 급격하게 상승하고, 냉각재 감소 상태가 장기적인 경우, 경수로형 원자력발전소의 원자로내에서는 냉각재인 물이 방사선 분해되어 수소가스와 산소가스가 발생하게 한다.

[0023] 또한, 연료 피복관의 지르코늄 사이에서 반응을 일으켜 수소가스가 발생하게 되고, 이들 가스는 배관의 파단부분으로부터 격납용기 내로 방출된다.

[0024] 이러한 상태가 계속되어 수소가스 농도가 4 vol%, 한편 산소가스 농도가 5 vol%를 초과하는 경우 기체는 가연상태가 되어 계속 그대로 방치되면 폭발의 위험성이 생기게 된다.

[0025] 따라서, 경수로형 원자력발전소에서는 그 대책으로서 격납용기로부터 수소 가스를 포함한 기체를 송풍수단, 예를 들면 블로어로 격납용기 밖으로 배출시켜 전기히터로 승온하여 수소와 산소를 물에 재결합시키고, 나머지의 기체는 쿨러로 냉각 후, 격납용기로 되돌리는 가열식재 결합기를 이용한 수소제거시스템을 사용하고 있다.

[0026] 또, 대형의 격납용기를 갖는 원자력발전소에서는, 점화기로 불리는 강제점화방식을 채용하고 있거나, 또는 격납용기 내에 불활성가스인 질소를 주입하여 격납용기 분위기를 희석(CAD)하는 방식 등이 있다.

[0027] 상기한 바와 같은 종래에는 블로어나 히터 등의 강제 구동력이나, 전기를 사용하고 있지만, 최근 구동 동력원이나, 전기 등을 이용하지 않는 정적인 장치로서 촉매식의 재결합기가 개발되고 있다.

[0028] 이 장치는 상자안에 촉매형 수소 반응재를 펠렛 등과 같은 다양한 형태로 제작되어 카트리지가 상자안에 적층 배열되어 카트리지 사이의 유로를 통하여 수소와 산소를 재결합시켜 수소를 제거하게 된다.

[0029] 즉 상기한 바와 같은 종래의 수소제거장치는 냉각재상실사고나, 중대사고시 발생하는 수소를 제거하기 위해 설치되고 있으나,

[0030] 이 경우 수소 제거는 사고 초기 산소가 가용한 범위(약 50시간내)에서만 가능하여 수소가 본격적으로 생성되는 노심용융물과 콘크리트 반응(MCCI, Molten Core Concrete Interaction) 동안에는 산소 고갈로 수소의 제어 역할을 하지 못할 뿐 아니라, 원자로 격납건물 배기여과계통(CFVS, Containment Filtered Venting System)를 통한 수소 배출도 수증기와 동시에 방출되므로 농도 자체를 낮추는 데는 한계가 있다.

[0031] 또한 원자로건물이 건전할 경우에는 내부의 산소 고갈로 수소 폭발의 위험성은 줄어들지만, 원자로 건물의 결함이 조금이라도 발생하는 순간 공기 유입으로 수소 폭발로 이어 질 수 있는 위험이 있기 때문에 이를 극복하기

위한 기술로 산소가 고갈된 경우에도 수소포집이 가능한 기술의 개발이 절실하다.

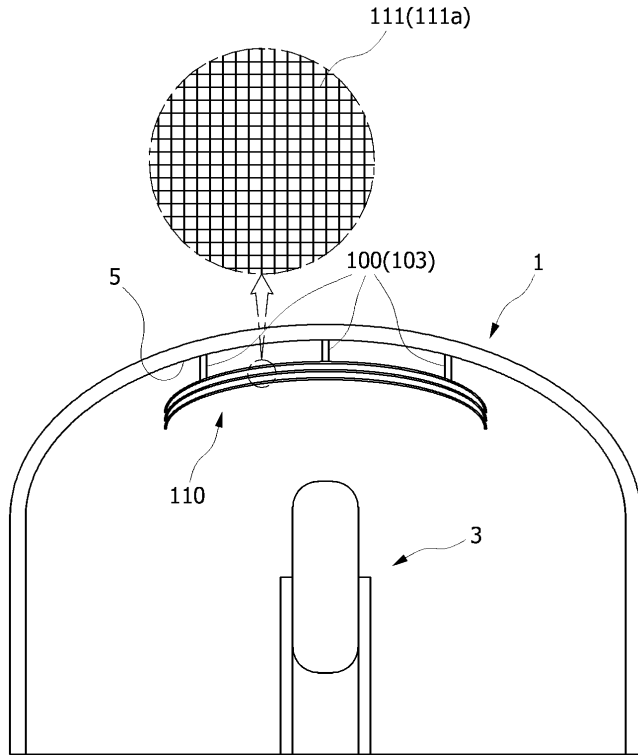
- [0032] 이를 구현하기 위한 본 발명에 따른 원자력 발전용 수소포집장치는 도 1 내지 도 4에 도시된 바와 같이 원자로 건물(1) 천장(5)에 설치되는 설치물(100)과, 상기 설치물(100)에 장착되는 수소포집수단(110)을 포함하여 구성된다.
- [0033] 먼저 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 원자로건물(1) 내부에는 원자로(3)와 냉각계통이 설치되고, 다양한 부속장치들과, 안전 방호설비 등이 격납된다.
- [0034] 다음으로 도 1 및 도 4에 본 발명에 따른 수소포집수단(110)은 원자로건물(1) 상부, 즉 천장(5)에 설치물(100)이 고정되고, 이 설치물(100)에 장착된다.
- [0035] 이는 수소를 포함하는 공기는 촉매식 포집장치나, 다른 형태의 포집장치를 통과하면서 수소가 포집되어 제거되나, 이러한 포집장치들을 거치지 않거나, 또는 이러한 포집장치들이 기능을 상실하여 그대로 배출된 공기가 상부로 이동하는 경우에는 원자로건물(1) 내부에서 산소의 고갈 여부와 상관없이 수소를 제거하기 어렵다는 문제가 있다.
- [0036] 따라서 본 발명에서는 원자로건물(1) 상부로 이동하는 공기 중 수소를 포집하기 위해 원자로건물(1) 천장(5)에 수소포집수단(110)을 배치시켜 수소의 포집량을 높이고자 제안되었다.
- [0037] 이를 위하여 도 1 내지 도 4에 도시된 바와 같이 수소포집수단(110)은 원자로건물(1) 천장(5)에 장착되는 설치물(100)과, 이 설치물(100)에 장착되는 제1 포집체(111)로 구성된다.
- [0038] 먼저 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 제1 포집체(111)는 그물망(또는 메쉬)으로 구성되는 판상구조체(111a)로 이루어지고, 이 판상구조체(111a)의 그물망에는 탄소결합의 폴리머계터가 도포된다.
- [0039] 그리고 제1 포집체(111)는 판상구조체(111a)가 층상으로 적층되어 일정한 용량을 확보하게 되는데,
- [0040] 이 경우 수소 포집율을 보다 높이기 위해 층상으로 적층되는 판상구조체(111a)의 그물망은 상호 엇갈린 형태로 배치되어 각 층간 공기유동공간(111b)을 조밀하게 배치시키게 된다.
- [0041] 따라서 조밀한 공기유동공간(111b)을 통과하는 공기는 제1 포집체(111)와 접촉률이 높아지고, 이를 통하여 수소의 포집효율을 높일 수 있게 되므로 장치의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0042] 상기한 바와 같이 제1 포집체(111)는 원자로건물(1) 내부에 산소가 고갈된 경우에 산소를 포집하기 위해 폴리머계터로 구성되나,
- [0043] 산소가 고갈되지 않은 상태에서 상부로 이동하는 수소를 고려할 때 백금촉매나, 니켈촉매 등을 이용한 촉매식 제2 포집체(113)의 도입을 고려할 수 있다.
- [0044] 이러한 경우 설치물(100) 내부에는 제2 포집체(113)가 단독으로 내장되거나, 제1 포집체(111)와 제2 포집체(113)가 함께 내장될 수 있다.
- [0045] 그리고 산소가 고갈된 경우를 대비한 경우에도 설치물(100)에는 제2 포집체(113)가 제1 포집체(111)와 함께 내장되는 것도 가능하다.
- [0046] 도 3의 도시된 바와 같이 제1 포집체(111)와 제2 포집체(113)가 함께 내장되는 경우에는 각 포집체는 상하로 배치되는 것이 바람직하데,
- [0047] 이는 산소의 고갈 여부에 상관없이 수소가 포함된 공기가 원자로건물(1) 상부로 이동하여 포집체를 통과하는 경우 적어도 어느 하나의 포집체에 의하여 수소가 제거될 수 있도록 하기 위함이다.
- [0048] 즉 산소가 고갈되지 않은 경우 제1 포집체(111)만으로 수소를 제거하게 되면 상대적으로 폴리머계터로 이루어진 제1 포집체(111)의 소모율이 많아지고, 이는 장시간 사용하는 경우 제1 포집체(111)의 포집효율이 떨어지거나, 또는 기능이 상실될 수 있다.



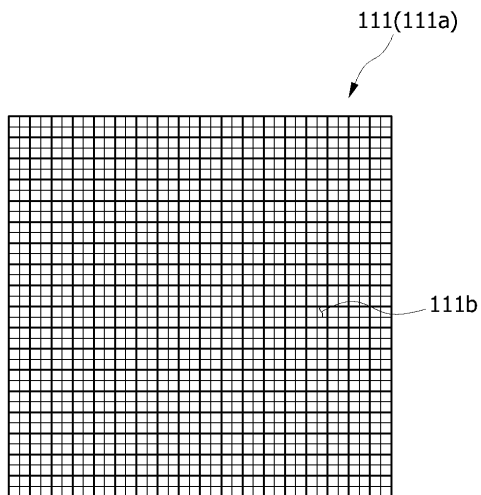


도면

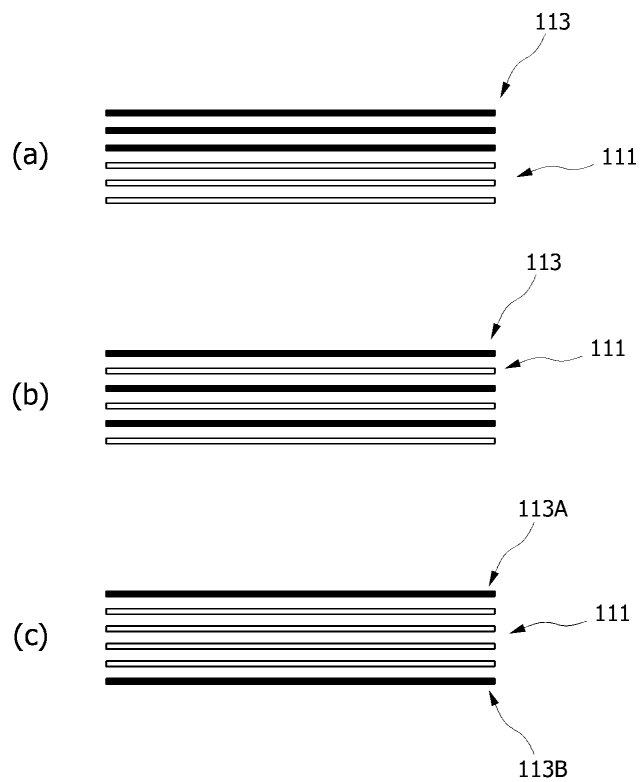
도면1



도면2



도면3



도면4

