



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월29일
(11) 등록번호 10-1912674
(24) 등록일자 2018년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 3/04 (2006.01) B01J 19/24 (2006.01)
F25B 27/02 (2006.01) H01M 8/00 (2016.01)
(21) 출원번호 10-2012-0001507
(22) 출원일자 2012년01월05일
심사청구일자 2016년12월29일
(65) 공개번호 10-2012-0085190
(43) 공개일자 2012년07월31일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-010977 2011년01월21일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100126419 A*
US20040079962 A1*
JP2010120825 A
JP2009159802 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
요코이 토모카즈
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
요시토미 슈헤이
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
요시즈미 켄스케
일본국 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
(74) 대리인
황의만

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 이수재

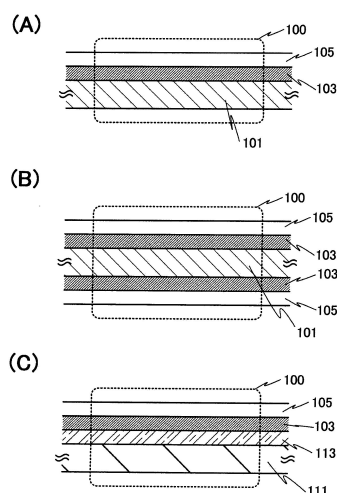
(54) 발명의 명칭 수소 발생체, 수소 발생 장치, 발전 장치 및 구동 장치

(57) 요약

본 발명은 수소를 효율적 및 안정적으로 공급할 수 있고, 안전하고 또 환경 부하가 작은 수소 발생체를 제공한다. 또한, 상기 수소 발생체가 적용된 수소 발생 장치를 제공한다. 또한, 상기 수소 발생 장치를 적용한 발전 장치 및 구동 장치를 제공한다.

침 형상 또는 돔 형상 실리콘 미소 구조물이 기재 위에 형성된 수소 발생체를 사용하여 상기 수소 발생체와 물을 반응시킴으로써 수소를 효율적으로 발생시키면 좋다. 또한, 상기 수소 발생체를 수소 발생 장치에 적용하면 좋다. 또한, 상기 수소 발생 장치를 발전 장치 및 구동 장치에 적용하면 좋다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

수소 발생체를 포함하는 수소 발생 장치로서,

상기 수소 발생체는

금속 표면을 갖는 기재;

상기 기재 위의 실리콘 구조물; 및

상기 기재와 상기 실리콘 구조물 사이에 실리사이드를 포함한 수소 저장층을 포함하고,

상기 수소 발생체는 물과 접촉됨으로써 수소를 발생하는, 수소 발생 장치.

청구항 2

수소 발생체를 포함하는 수소 발생 장치로서,

상기 수소 발생체는

금속 표면을 갖는 기재;

상기 기재 위의 실리콘 구조물로서 높이가 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $1000\mu\text{m}$ 이하이고 직경이 30nm 이상 $10\mu\text{m}$ 이하인 상기 실리콘 구조물; 및

상기 기재와 상기 실리콘 구조물 사이에 실리사이드를 포함한 수소 저장층을 포함하고,

상기 수소 발생체는 물과 접촉됨으로써 수소를 발생하는, 수소 발생 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

수소 발생체를 포함하는 수소 발생 장치로서,

상기 수소 발생체는

기재;

상기 기재 위의 금속층;

상기 금속층 위의 실리콘 구조물로서 높이가 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $1000\mu\text{m}$ 이하이고, 직경이 30nm 이상 $10\mu\text{m}$ 이하인 상기 실리콘 구조물; 및

상기 금속층과 상기 실리콘 구조물 사이에 실리사이드를 포함한 수소 저장층을 포함하고,

상기 수소 발생체는 물과 접촉됨으로써 수소를 발생하는, 수소 발생 장치.

청구항 5

제 1 항, 제 2 항, 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실리콘 구조물은 침 형상 구조를 갖는, 수소 발생 장치.

청구항 6

제 1 항, 제 2 항, 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 실리콘 구조물은 돔 형상 구조를 갖는, 수소 발생 장치.

청구항 7

제 1 항, 제 2 항, 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기재는 도전성 또는 열 전도성을 갖는, 수소 발생 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항, 제 2 항, 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 실리사이드는 Ti 또는 Ni를 포함하는, 수소 발생 장치.

청구항 10

제 1 항, 제 2 항, 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
가스 추출부와 물 도입부를 포함한 외장 부재를 더 포함하고,
상기 외장 부재에 상기 수소 발생체가 포함되는, 수소 발생 장치.

청구항 11

발전 장치로서,
제 9 항에 따른 상기 수소 발생 장치; 및
연료 전지를 포함하는, 발전 장치.

청구항 12

구동 장치로서,
제 9 항에 따른 상기 수소 발생 장치; 및
수소 엔진을 포함하는, 구동 장치.

청구항 13

수소 발생체를 포함하는 수소 발생 장치로서,
상기 수소 발생체는
금속 표면을 갖는 기재;

상기 기재 위의 실리사이드층; 및

상기 실리사이드층 위의 실리콘 구조물을 포함하고,

상기 실리사이드층의 두께는 1nm 이상 100nm 이하이고,

상기 수소 발생체는 물과 접촉됨으로써 수소를 발생하는, 수소 발생 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 실리콘 구조물은 침 형상 구조물을 갖는, 수소 발생 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 실리콘 구조물은 높이가 0.1 μm 이상 1000 μm 이하이고, 직경이 30nm 이상 10 μm 이하인, 수소 발생 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수소를 발생하는 수소 발생체 및 상기 수소 발생체가 적용된 수소 발생 장치에 관한 것이다. 본 발명은 수소를 사용한 발전 장치 및 구동 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근년에 들어 수소를 활용하는 다양한 기술이 개발되고 있다. 예를 들어, 연료 전지는 수소와 산소의 화학 반응에 의하여 전기를 발전할 수 있다. 또한, 연료 전지는 발전 효율이 높은 데다가 배출열을 이용할 수도 있다(특허문헌 1 참조).

[0003] 또한, 수소를 직접 연소하여 구동하는 수소 엔진도 개발되고 있다. 수소 엔진은 배출 가스로서 주로 수증기를 배출하기 때문에 종래의 휘발유 엔진과 같이 온실 효과나 환경 오염으로 이어지는 가스가 배출되는 것을 억제할 수 있고, 환경 부하가 작은 엔진으로서 실용화가 기대되고 있다.

[0004] 수소를 생성하는 방법으로서, 예를 들어, 물을 전기 분해하는 방법이나, 탄화수소를 개질하는 방법 등이 알려져 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본국 특개평11-281072호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 수소를 생성하는 방법 중, 물의 전기 분해를 이용하여 수소를 생성하는 방법은 많은 전기 에너지가 필요하다.

[0007] 또한, 탄화수소를 개질하여 수소를 생성하는 방법은 이산화탄소 등 온실 효과 가스가 발생해 버린다. 또한, 탄화수소로서 석유 등의 화석 연료 또는 바이오 에탄올 등을 사용하기 때문에 환경에 주는 부하를 억제하기 어렵다.

[0008] 한편, 생성된 수소를 공급하는 수단으로서 수소 스테이션 등을 건설하고 펌프 등에 고압축 수소를 충전하는 수단 등이 고안되어 있지만, 고압축 수소는 폭발 등의 위험성이 높아 보관할 때나 수송할 때의 안전 관리가 문제다.

[0009] 본 발명은 이러한 기술적 배경을 바탕으로 하여 이루어진 것이다. 따라서, 본 발명의 일 형태는 수소를 효율적 및 안정적으로 공급할 수 있고, 안전하고 또 환경 부하가 작은 수소 발생체를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 상기 수소 발생체가 적용된 수소 발생 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 또한, 상기 수소 발생 장치를 적용한 발전 장치 및 구동 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 달성하기 위하여 실리콘과 물의 산화 환원 반응에 의하여 수소(H_2)가 발생되는 것에 착안하였다. 금속 표면 위에 표면적이 큰 실리콘 미소 구조물이 형성된 수소 발생체와 물이 접촉됨으로써 수소가 효율적으로 발생되면 좋다. 또한, 금속 표면과 실리콘 미소 구조물 사이의 금속 실리콘사이드층에 수소를 저장하면 좋다.

- [0011] 즉, 본 발명의 일 형태는 물과 접촉되어 수소를 발생하는 수소 발생체이고, 금속 표면을 갖는 기재(基材)와, 기재 위에 침 형상 또는 돔 형상 실리콘 구조물을 갖고, 실리콘 구조물을 높이는 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $1000\mu\text{m}$ 이하이고, 직경은 30nm 이상 $10\mu\text{m}$ 이하인 수소 발생체다.
- [0012] 상기 본 발명의 일 형태에 따르면, 실리콘이 물을 환원하여 수소를 발생할 수 있으므로 에너지를 대량으로 소비하지 않고 수소를 얻을 수 있다. 또한, 상기 반응에 의한 부산물은 산화실리콘뿐이기 때문에 환경 부하가 되는 온실 효과 가스 등의 부산물이 형성되지 않고 환경 부하를 매우 작게 할 수 있다.
- [0013] 또한, 실리콘 구조물의 형상은 표면적이 매우 큰 미소 침 형상 또는 돔 형상이고, 그 큰 표면적에 의하여 효율적으로 수소를 발생하고, 또한, 반응되지 않은 실리콘이 잔류하지 않고, 재료 효율을 높일 수 있다. 상기 실리콘 구조물은 높이가 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $1000\mu\text{m}$ 이하이고, 직경은 30nm 이상 $10\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. 이러한 미소 실리콘 구조물은 금속 표면을 갖는 기재에 실리콘을 퇴적함으로써 형성할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 형태인 실리콘 구조물은 기재 위에 형성된 것을 특징으로 한다. 예를 들어, 수소 발생체로서 분말상 실리콘을 사용하는 경우에는, 물 중에서 응집하거나 침전해 버리기 때문에 효율적으로 반응시키기 위해서는 교반하여 분산시킬 필요가 있고, 또한, 반응 후의 부산물을 회수하기 위하여 필터링이나 원심 분리 등을 행할 필요가 있다. 또한, 예를 들어, 수소 발생체로서 분말을 압축하여 고형화한 것을 사용한 경우에는, 그 체적에 대한 표면적이 작아지기 때문에 반응되지 않은 부분이 잔류하고 수소의 발생 효율이 저하되어 버린다. 기재 위에 표면적이 큰 미소 실리콘 구조물을 형성함으로써 수소의 발생 효율을 유지하면서 반응 후의 회수도 용이하게 된다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 형태는 기재가 도전성 또는 열 전도성을 갖는 상기 수소 발생체다.
- [0016] 상기 본 발명의 일 형태에 따르면, 기재를 통전하거나 또는 열원과 접촉시킴으로써 가열할 수 있으므로 수소 발생량이 감소된 경우에 기재를 가열하여 실리콘 구조물과 물의 반응성을 높임으로써 효율적 및 안정적으로 수소를 발생할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일 형태는 상기 기재와 실리콘 구조물 사이에 실리사이드로 이루어진 수소 저장층을 갖는 상기 수소 발생체다.
- [0018] 상기 본 발명의 일 형태에 따르면, 기재와 실리콘 미소 구조물 사이에 형성된 실리사이드층에 실리콘 미소 구조물에 의하여 발생된 수소를 저장할 수 있다. 따라서, 수소를 안전하게 저장 및 수송할 수 있다. 저장된 수소는 기재의 가열 등에 의하여 상기 실리사이드층을 가열함으로써 방출할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 일 형태는 실리사이드가 Ti 또는 Ni 중 어느 하나를 함유한 상기 수소 발생체다.
- [0020] 상기 실리사이드가 Ti을 함유한 경우에는, 실리콘 미소 구조물을 고밀도로 형성할 수 있다. 또한, 상기 실리사이드가 Ni을 함유한 경우에는, 수소의 저장량을 높일 수 있고 저온으로 방출할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 형태는 가스 추출부와 물 도입부를 구비한 외장 부재를 갖고, 상기 외장 부재 내부에 상기 수소 발생체를 갖는 수소 발생 장치다.
- [0022] 상기 수소 발생체를 갖고 외장 부재에 가스 추출부가 설치된 수소 발생 장치 내에 물을 도입함으로써 수소 발생체로부터 수소를 추출할 수 있다. 이러한 구성의 수소 발생 장치는 물이 도입되지 않은 상태에서는 수소를 발생하지 않으므로 안전하게 보관 및 수송할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 형태는 상기 수소 발생 장치와 연료 전지를 갖는 발전 장치다. 또한, 본 발명의 일 형태는 상기 수소 발생 장치와 수소 엔진을 갖는 구동 장치다.
- [0024] 상기 수소 발생 장치를 연료 전지에 접속함으로써 안전하고 또 환경 부하가 작은 발전 장치로 할 수 있다. 또한, 상기 수소 발생 장치를 수소 엔진과 조합함으로써 환경 부하가 더 작은 구동 장치로 할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 명세서 등에서 실리콘으로 이루어진 미소 구조물 중 침 형상(막대기 형상, 가지 형상을 포함함)을 갖는 것은 침 형상 실리콘 구조물이라고 표기한다. 한편, 돔 형상(반구 형상, 선단이 반구 형상인 기둥 형상을 포함함)을 갖는 것은 돔 형상 실리콘 구조물이라고 표기한다. 또한, 이들을 통틀어 실리콘 구조물이라고 표기할 경우도 있다.

발명의 효과

- [0026] 수소를 효율적 및 안정적으로 공급할 수 있고, 안전하고 또 환경 부하가 작은 수소 발생체, 및 수소 발생 장치를 제공할 수 있다. 또한, 상기 수소 발생 장치가 적용되어 안전하고 또 환경 부하가 작은 발전 장치 및 구동 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1(A) 내지 도 1(C)는 본 발명의 일 형태인 수소 발생체를 설명하기 위한 도면.
 도 2는 본 발명의 일 형태인 수소 발생체를 설명하기 위한 도면.
 도 3은 본 발명의 일 형태인 수소 발생체를 설명하기 위한 도면.
 도 4(A) 및 도 4(B)는 본 발명의 일 형태인 수소 발생체를 설명하기 위한 도면.
 도 5(A) 내지 도 5(C)는 본 발명의 일 형태인 수소 발생 장치를 설명하기 위한 도면.
 도 6(A) 내지 도 6(C)는 본 발명의 일 형태인 전기 자동차 및 수소 자동차를 설명하기 위한 도면.
 도 7(A) 및 도 7(B)는 실시예 1에 따른 SEM 관찰상.
 도 8(A) 및 도 8(B)는 실시예 2에 따른 SEM 관찰상.
 도 9(A) 및 도 9(B)는 실시예 4에 따른 TDS 측정 결과.
 도 10(A) 및 도 10(B)는 실시예 4에 따른 TDS 측정 결과.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 실시형태에 대하여 도면을 사용하여 자세히 설명한다. 다만, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 상세한 내용을 다양하게 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에 기재된 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다. 또한, 하기 발명의 구성에서 동일 부분 또는 같은 기능을 갖는 부분에는 동일 부호를 다른 도면간에서 공통적으로 사용하고 그 반복 설명은 생략한다.
- [0029] 또한, 본 명세서에서 설명하는 각 도면에서 각 구성의 크기, 층 두께, 또는 영역은 명료화를 위하여 과장되어 있는 경우가 있다. 따라서, 반드시 그 스케일에 한정되지 않는다.
- [0030] (실시형태 1)
- [0031] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태인 실리콘 미소 구조물을 갖는 수소 발생체의 일례에 대하여 도 1(A) 내지 도 1(C)를 사용하여 설명한다.
- [0032] <기본 구성예>
- [0033] 도 1(A)는 본 발명의 일 형태인 수소 발생체를 모식적으로 도시한 도면이다.
- [0034] 수소 발생체(100)는 기재(101) 위에 접촉된 실리콘사이드층(103)과, 실리콘사이드층(103) 위에 접촉된 실리콘 구조물(105)을 갖는다.
- [0035] 기재(101)는 도전성 또는 열전도성을 갖는 재료를 사용할 수 있다. 또한, 실리콘과 반응하여 실리콘사이드를 형성하는 재료를 사용할 수 있다. 실리콘사이드를 형성하는 재료로서, 예를 들어, 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 코발트(Co), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 바나듐(V), 니오븀(Nb), 탄탈(Ta), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W) 등을 들 수 있다.
- [0036] 또한, 기재(101)로서 가요성을 갖는 기재, 예를 들어, 얇은 금속 시트 등을 사용하면, 임의의 형상으로 가공할 수 있으므로, 수소 발생체의 용도의 폭이 넓어져 바람직하다. 또한, 기재(101)는 표면을 갖는 유형 구조체라면 좋고, 판 형상이나 시트 형상 외 막대기 형상, 원통 형상이라도 좋고, 그 표면은 평면과 곡면의 어느 쪽이라도 좋다.

[0037] 실리사이드층(103)은 기재(101)를 구성하는 재료를 함유한 실리사이드로 이루어진 층이다. 또한, 실리사이드층(103)의 조성은 반드시 균일하지 않아도 좋고, 기재(101)에서 막 두께 방향으로 떨어질수록 실리사이드층(103)을 구성하는 실리콘의 비율이 높은 경우가 있다.

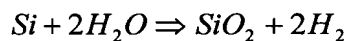
[0038] 실리콘 구조물(105)은 실리콘(Si)으로 이루어진 침 형상 또는 돔 형상 미소 구조물이고, 실리사이드층(103)에 접촉되어 형성되어 있다. 실리콘 구조물(105)은 그 높이가 0.1 μm 이상 1000 μm 이하이고 직경이 30nm 이상 10 μm 이하인 미소 구조물인 것이 바람직하다. 여기서, 실리콘 구조물의 높이란 실리콘 구조물의 가장 긴 축의 길이를 뜻하고, 직경이란 그 축에 수직으로 절단한 가장 큰 절단면을 타원 근사시킨 경우의 장경(長徑)을 뜻한다. 이러한 형상의 미소 실리콘 구조물은 표면적이 매우 크고, 이후 설명하는 수소 발생시에 물과의 접촉 면적을 크게 할 수 있어 효율적으로 수소를 발생시킬 수 있다.

[0039] 또한, 실리콘 구조물(105)은 결정성을 가져도 좋다. 결정성을 갖는 실리콘 구조물(105)은 순도를 높일 수 있으므로 단위 체적당의 수소의 발생량을 늘릴 수 있어 바람직하다.

[0040] <수소 발생 방법>

[0041] 수소 발생체(100)를 물과 접촉시킴으로써 수소를 발생시킬 수 있다. 구체적으로는, 실리콘과 물의 산화 환원 반응에 의하여 산화실리콘과 수소가 생성된다. 이 반응식은 수학적식 1과 같다.

수학적식 1



[0042]

[0043] 여기서, 실리콘과 물의 반응에서 온도가 높을수록 수소의 발생량이 증가된다. 액체의 물을 사용하는 경우에는, 온도는 실온 이상 100℃ 미만인 것이 바람직하고, 60℃ 이상 100℃ 미만인 것이 더 바람직하다. 또한, 반응시키는 물은 반드시 액체일 필요는 없고, 기체(수증기)라도 좋다.

[0044] 본 발명의 일 형태인 수소 발생체(100)는 실리콘으로 이루어진 침 형상 또는 돔 형상 실리콘 구조물(105)과 물이 반응하여 수소가 발생된다. 이러한 형상을 갖는 실리콘 구조물(105)은 실리콘막보다 표면적을 매우 크게 할 수 있으므로 물과의 반응성을 향상시키고 수소의 발생량을 늘릴 수 있다.

[0045] 또한, 수소 발생체(100)는 실리콘 구조물(105)이 실리사이드층(103)을 개재(介在)하여 기재(101)에 고착된 것을 특징으로 한다. 여기서, 예를 들어, 물과 반응하는 실리콘으로서 분말상 실리콘을 사용한 경우에는, 예를 들어, 필터 등을 사용하여 반응 후의 산화실리콘을 회수하여야 한다. 한편, 본 발명의 일 형태인 수소 발생체(100)를 사용하면, 반응 후의 산화실리콘은 기재(101)와 일체가 되어 있으므로 용이하게 회수할 수 있다.

[0046] <수소의 저장 및 수소의 방출 방법>

[0047] 실리사이드층(103)에 수소를 저장할 수 있는 재질을 사용함으로써 상기 실리콘 구조물과 물의 반응에 의하여 발생된 수소를 저장할 수 있다. 예를 들어, 실리사이드층(103)에 티타늄 실리사이드, 니켈 실리사이드 등 침입형 수소 저장성을 갖는 실리사이드를 사용할 수 있다.

[0048] 실리사이드층(103)에 저장된 수소는 가열 및 가압 등의 방법에 의하여 방출할 수 있다.

[0049] 실리사이드층(103)을 가열하는 방법으로서 히터 등을 사용하여 가열하는 방법을 들 수 있다. 또한, 도전성을 갖는 기재(101)에 전류를 흘리고, 저항 가열의 원리에 의하여 실리사이드층(103)을 가열하는 방법이나, 열 전도성을 갖는 기재(101)를 열원에 접촉시켜 실리사이드층(103)을 가열하여도 좋다. 또한, 상기 방법에 의하여 기재(101)를 가열하면, 동시에 실리콘과 물의 반응을 촉진시킬 효과도 있다.

[0050] <변형예>

[0051] 도 1(A)에는 기재(101)의 한쪽 면에 실리사이드층(103) 및 실리콘 구조물(105)을 갖는 구성을 도시하였지만, 도

1(B)에 도시한 바와 같이 기재(101)의 양쪽 면에 형성하는 구성으로 하여도 좋다. 기재(101)의 양쪽 면에 실리콘사이드층(103) 및 실리콘 구조물(105)을 형성함으로써 기재(101)의 단위 면적당의 수소 방출량 및 수소 저장량을 늘릴 수 있어 바람직하다.

[0052] 또한, 도 1(C)에 도시한 바와 같이, 기재(111) 위에 실리콘과 반응하여 실리콘사이드를 형성하는 재질을 함유한 금속층(113)을 형성하고, 금속층(113)에 접촉된 실리콘사이드층(103) 및 실리콘 구조물(105)을 갖는 구성으로 하여도 좋다. 이 경우에는, 기재(111)로서 열 전도성이 높은 재질이나 통전 가열에 의한 발열이 높은 재질 등을 사용하여도 좋고, 반도체, 유리, 플라스틱 등 제작 공정에서의 열 처리에 견딜 수 있는 것이면 특별히 한정되지 않는다.

[0053] 본 실시형태는 본 명세서에서 예시한 다른 실시형태 및 실시예와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0054] (실시형태 2)

[0055] 본 실시형태에서는 실시형태 1에서 예시한 수소 발생체(100)에 적용할 수 있는 기재(101) 위의 실리콘사이드층(103) 및 실리콘 구조물(105)의 구체적인 구성 및 그 제작 방법에 대하여 도 2 내지 도 4(B)를 사용하여 설명한다.

[0056] <구성예 1>

[0057] 도 2는 기재(101) 위에 형성된 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)을 갖는 수소 발생체(120)의 단면 모식도다.

[0058] 수소 발생체(120)는 기재(101)에 접촉되어 형성된 실리콘사이드층(123)과 실리콘사이드층(123) 위에 접촉된 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)을 갖는 실리콘층(127)을 갖는다.

[0059] 기재(101)는 실시형태 1에서 예시한 재료로 이루어진 기재를 사용할 수 있지만, 실리콘에 대한 확산 계수가 비교적 작은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 실리콘에 대한 확산 계수가 작은 재료를 사용함으로써 이후 설명하는 실리콘의 성막 공정에서 형성되는 실리콘사이드층의 막 두께의 제어성을 향상시킬 수 있다. 본 구성예에서는 기재(101)로서 Ti로 이루어진 금속 시트를 사용한다.

[0060] 실리콘사이드층(123)은 기재(101)를 구성한 금속과 실리콘이 반응한 실리콘사이드로 구성된다. 실리콘사이드층(123)의 조성은 반드시 균일하지 않아도 좋고, 실리콘층(127)과의 계면에 가까울수록 함유된 실리콘의 비율이 높은 경향이 있다. 한편, 실리콘사이드층(123)은 기재(101)에 가까울수록 실리콘의 비율이 낮은 실리콘사이드로 구성되고, 조건에 따라서는 실리콘사이드화되지 않은 금속이 잔류한 경우도 있다.

[0061] 실리콘층(127)은 실리콘사이드층(123) 위에 접촉되어 형성되고, 그 위쪽 부분은 복수의 침 형상 실리콘 구조물을 갖는다. 명료화를 위하여 도 2에 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)의 장축 방향을 따른 단면만을 도시하였다. 여기서, 실리콘층(127)과 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)의 경계는 명료하지 않으므로 도면에 명시하지 않았다.

[0062] 실리콘층(127) 및 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)은 결정성을 갖는다. 또한, 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)은 장축 방향으로 단축 배향성을 가져도 좋다. 즉, 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)은 복수의 결정 영역을 포함하고, 상기 결정 영역 각각이 장축 방향과 대략 일치되는 결정 방위를 갖는다.

[0063] 또한, 실리콘사이드층(123)과 실리콘층(127)의 경계 부근에 실리콘사이드 입자(124)를 가져도 좋다.

[0064] 이하에서 설명하는 제작 공정에 따르면, 이러한 침 형상 실리콘 구조물을 고밀도로 형성할 수 있다. 실리콘 구조물의 형상을 침 형상으로 하고 이것을 고밀도로 형성함으로써 그 표면적을 매우 크게 할 수 있기 때문에 물과의 반응성을 향상시켜 수소의 발생량을 늘릴 수 있다.

[0065] <제작 공정예 1>

[0066] 이하에 상기 구성예 1에서 예시한 수소 발생체(120)의 제작 방법에 대하여 설명한다.

[0067] 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응하여 실리콘사이드층이 형성되도록 기재(101)에 실리콘을 성막한다.

상기 성막 방법은 LPCVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition)법, PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)법 등 각종 성막 방법을 적절히 사용할 수 있다. 예를 들어, PECVD법을 사용하는 경우에는, 13.56MHz 내지 2.45GHz의 범위의 RF 전원 주파수를 사용하여 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응하여 원하는 두께의 실리사이드층(123)이 형성되도록 기판 온도, 압력, 가스 유량, RF 전원 전력 등을 적절히 조정하면 좋다.

[0068] 본 제작 공정예에서는 LPCVD법을 사용하여 실리콘을 성막한다. 실리콘을 함유한 퇴적성 가스를 함유한 원료 가스를 공급하고, 500℃보다 높은 온도 또 장치 및 기재(101)가 견딜 수 있는 온도 이하, 바람직하게는 580℃ 이상 650℃ 미만의 온도로 성막하면 좋다. 또한, 압력은 원료 가스를 흘리고 유지할 수 있는 압력의 하한 이상(예를 들어, 5Pa 이상) 1000Pa 이하, 바람직하게는 5Pa 이상 200Pa 이하로 한다.

[0069] 상기 실리콘을 함유한 퇴적성 가스로서 수소화실리콘 가스, 불화실리콘 가스, 또는 염화실리콘 가스가 있고, 대표적으로는, SiH_4 , Si_2H_6 , SiF_4 , SiCl_4 , Si_2Cl_6 등이 있다. 또한, 상기 가스에 수소를 도입하여도 좋다. 또한, 원료 가스에 헬륨, 네온, 아르곤, 크세논 등의 희 가스 또는 질소를 혼합하여도 좋다.

[0070] 또한, LPCVD법의 온도, 압력, 시간, 가스 유량 등은 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응하여 실리사이드가 형성되도록 적절히 조정한다. 본 제작 공정예에서는 원료 가스로서 SiH_4 와 질소의 혼합 가스를 사용하고, 압력을 20Pa로 하고, 온도를 600℃로 1시간 유지하여 성막한다.

[0071] LPCVD법에 의하여 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응하여 실리사이드층(123)이 형성된다. 여기서, 형성되는 실리사이드층(123)의 막 두께는 기재(101)를 구성하는 재질에 따라 다르지만, 예를 들어, 기재로서 Ti를 사용한 경우에는, 1nm 이상 100nm 미만, 바람직하게는 1nm 이상 50nm 이하이다. 실리사이드층(123)을 비교적 얇게 형성함으로써 이후 형성되는 실리콘 구조물이 침 형상이 되기 쉽고, 고밀도로 형성될 수 있다.

[0072] 이어서, 실리사이드층(123) 위에 실리콘층(127)이 형성됨과 함께, 실리사이드층(123) 표면의 볼록부나, 실리사이드층(123) 표면에 석출된 실리사이드 입자(124)를 핵으로 하여 침 형상 실리콘 구조물(125a) 내지 침 형상 실리콘 구조물(125c)이 형성된다. 실리사이드층(123)의 막 두께가 얇을수록 핵이 되는 볼록부나 실리사이드 입자(124)의 형상이 자아져 침 형상 실리콘 구조물이 되기 쉽다. 또한, 실리콘층(127) 표면에는 침 형상 실리콘 구조물 외 볼록부가 혼재하여 형성될 경우가 있다.

[0073] 상술한 공정을 거쳐 기재(101) 위에 고밀도로 다수의 침 형상 실리콘 구조물을 형성할 수 있다.

[0074] 또한, 도 1(C)에서 설명한 바와 같이, 금속층(113)이 형성된 기재(111) 위에 침 형상 실리콘 구조물을 형성하는 경우에는, 스퍼터링법 등 공지의 성막 방법에 의하여 기재(111) 위에 금속층(113)을 형성하고, 그 후 상기와 같은 방법에 의하여 실리콘을 성막함으로써 형성할 수 있다. 여기서, 금속층(113)의 막 두께를 비교적 얇게 해 두면, 형성되는 실리콘 구조물이 침 형상이 되기 쉽고, 고밀도로 형성될 수 있다.

[0075] <구성예 2>

[0076] 구성예 1과 형상이 다른 돔 형상 실리콘 구조물을 갖는 수소 발생체(130)의 구성예 및 그 제작 공정예에 대하여도 3을 사용하여 이하에 설명한다.

[0077] 도 3에 도시한 수소 발생체(130)는 기재(101)에 접촉되어 형성된 실리사이드층(133)과 실리사이드층(133) 위에 접촉된 실리콘 구조물(135a) 내지 실리콘 구조물(135d)을 갖는 실리콘층(137)을 갖는다.

[0078] 기재(101)는 상기 구성예 1과 같은 것을 사용할 수 있고, 실리콘에 대한 확산 계수가 비교적 작은 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 실리콘에 대한 확산 계수가 작은 재료를 사용함으로써 이후 설명하는 실리콘의 성막 공정에서 형성되는 실리사이드층의 막 두께의 제어성을 향상시킬 수 있다. 본 구성예에서는 기재로서 Ti로 이루어진 금속 시트를 사용한다.

[0079] 실리사이드층(133)은 상기 구성예 1에서 예시한 것과 마찬가지로 기재(101)를 구성한 금속과 실리콘이 반응한 실리사이드로 구성된다. 또한, 실리사이드층(133)의 조성은 반드시 균일하지는 않고, 실리콘층(137)과의 계면에 가까울수록 함유된 실리콘의 비율이 높은 경향이 있다.

[0080] 실리사이드층(133)의 막 두께는 상기 구성예 1에서 예시한 실리사이드층(123)의 막 두께보다 두꺼운 특징을 갖는다. 실리사이드층(133)의 막 두께는 실리사이드층을 구성하는 금속 원소에 따라 다르지만, 예를 들어, Ti을

사용한 경우에는 100nm 이상이다.

- [0081] 실리콘층(137)은 실리콘사이드층(133) 위에 접촉되어 형성되고, 그 위쪽 부분은 복수의 돔 형상(반구 형상이라고도 함) 실리콘 구조물(실리콘 구조물(135a) 내지 실리콘 구조물(135d))을 갖는다. 여기서, 실리콘층(137)과 돔 형상 실리콘 구조물(135a) 내지 돔 형상 실리콘 구조물(135d)의 경계는 명료하지 않으므로 도면에 명시하지 않았다.
- [0082] 실리콘층(137) 및 돔 형상 실리콘 구조물(135a) 내지 돔 형상 실리콘 구조물(135d)은 결정성을 갖는다.
- [0083] 또한, 실리콘사이드층(133)과 실리콘층(137)의 경계 부근에 실리콘사이드 입자(134)를 가져도 좋다.
- [0084] 이하에 설명하는 제작 공정에 따르면, 이러한 돔 형상 실리콘 구조물을 고밀도로 형성할 수 있다. 실리콘 구조물의 형상을 돔 형상으로 하고 이것을 고밀도로 형성함으로써 그 표면적을 매우 크게 할 수 있으므로 물과의 반응성을 향상시켜 수소의 발생량을 늘릴 수 있다. 또한, 실리콘 구조물의 형상을 돔 형상으로 함으로써 돔 형상 실리콘 구조물보다 높이를 낮게 할 수 있으므로 고집적화에 적합하다. 그리고, 본 구성예에서는 실리콘사이드층의 막 두께를 두껍게 할 수 있으므로 수소의 저장량을 크게 할 수 있다.
- [0085] <제작 공정에 2>
- [0086] 상기 구성예 2에 예시한 수소 발생체(130)의 제작 방법에 대하여 이하에서 설명한다.
- [0087] 제작 공정에 1과 같은 성막 방법을 사용하여 기재(101)에 실리콘을 성막한다. 본 제작 공정에에서는 LPCVD법을 사용하여 실리콘을 성막한다. 이 때, 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응하여 형성되는 실리콘사이드층(133)의 막 두께가 원하는 막 두께가 되도록 성막 조건을 적절히 조정한다. 예를 들어, 기재(101)를 구성하는 금속으로서 Ti를 사용한 경우에는, 실리콘사이드층(133)이 100nm 이상이 되도록 한다. 실리콘사이드층(133)을 비교적 두껍게 형성함으로써 이후 형성되는 실리콘 구조물이 돔 형상이 되기 쉽고, 고밀도로 형성될 수 있다.
- [0088] 이어서, 실리콘사이드층(133) 위에 실리콘층(137)이 형성됨과 함께, 실리콘사이드층(133) 표면의 볼록부나, 실리콘사이드층(133) 표면에 석출된 실리콘사이드 입자(134)를 핵으로 하여 돔 형상 실리콘 구조물(135a) 내지 돔 형상 실리콘 구조물(135d)이 형성된다. 실리콘사이드층(133)의 막 두께가 두꺼울수록 핵이 되는 볼록부나 실리콘사이드 입자(134)의 형상이 커져 돔 형상 실리콘 구조물이 성장되기 쉽다. 또한, 조건에 따라서는 돔 형상 실리콘 구조물에 더하여 침 형상 실리콘 구조물이 혼재할 경우도 있다.
- [0089] 상술한 공정을 거쳐 기재(101) 위에 고밀도로 다수의 돔 형상 실리콘 구조물을 형성할 수 있다.
- [0090] 또한, 도 1(C)에서 설명한 바와 같이, 금속층(113)이 형성된 기재(111) 위에 돔 형상 실리콘 구조물을 형성하는 경우에는, 금속층(113)을 비교적 두껍게 형성하고, 그 후 상기와 같은 방법에 의하여 실리콘을 성막함으로써 형성할 수 있다.
- [0091] <구성예 3>
- [0092] 상기 구성예와 형상이 다른 침 형상 실리콘 구조물과 실리콘사이드층을 갖는 수소 발생체(140)의 구성예 및 그 제작 방법에 대하여 도 4(A) 및 도 4(B)를 사용하여 이하에 설명한다.
- [0093] 도 4(A)에 도시한 수소 발생체(140)는 기재(101) 위에 접촉되어 형성된 실리콘사이드층(143)과, 실리콘사이드층(143) 표면에서 돌출된 복수의 침 형상 실리콘 구조물(145)을 갖는다.
- [0094] 기재(101)는 실시형태 1에서 예시한 재료를 사용할 수 있지만, 실리콘에 대한 확산 계수가 비교적 큰 금속 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 실리콘에 대한 확산 계수가 큰 재료를 사용함으로써 이후 설명하는 실리콘의 성막 공정에서 형성되는 실리콘사이드층의 막 두께를 매우 두껍게 할 수 있다. 본 구성예에서는 기재(101)로서 Ni로 이루어진 금속 시트를 적용한다.
- [0095] 실리콘사이드층(143)은 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응한 실리콘사이드로 구성되고, 그 조성은 반드시 균일하지는 않고, 기재(101)에 가까울수록 함유된 실리콘의 비율이 낮은 한편, 표면에 가까울수록 함유된 실리콘의 비율이 높은 경향이 있다. 또한, 기재(101)에 실리콘에 대한 확산 계수가 높은 금속 재료를 사용함으로써 이후 설명하는 실리콘 성막시에 실리콘사이드가 형성되기 쉬워져 막 두께가 두꺼운 실리콘사이드층(143)이 된다. 실리콘사이드층(143)의 막 두께는 실리콘의 성막 조건이나 기재(101)에 사용한 금속 원소의 종류에 따라

다르지만, 수 μm 내지 수백 μm 정도가 되고, 경우에 따라서는 기재(101)보다 두꺼운 실리사이드층(143)이 형성될 수 있다.

[0096] 또한, 실리사이드층(143)은 그 표면에 기복이 큰 요철 형상을 갖고, 그 볼록부는 타원체의 일부분에 가까운 형상을 갖는다. 또한, 이 볼록부 표면은 미세한 요철 형상을 갖는다.

[0097] 또한, 실리사이드층(143)은 결정성을 가져도 좋고, 그 경우에는 명료한 결정 입계를 가져도 좋다. 또한, 조성이 상이한 실리사이드가 부분적으로 응집한 경우가 있다. 예를 들어, 기재(101)를 구성하는 금속으로서 Ni를 사용한 경우에는, 실리사이드층(143)의 기재(101)에 가까운 부분에서 표면을 향하여 실리콘의 비율이 높아지도록 각각의 입자가 형성될 수 있다. 예를 들어, 기재(101)에 가까운 영역에는 Ni_2Si 의 영역이 형성되고, 중앙부에는 Ni_3Si_2 의 영역이 형성되고, 또한, 표면 근방에는 NiSi 영역이 형성되어도 좋다.

[0098] 침 형상 실리콘 구조물(145)은 실리사이드층(143) 표면의 볼록부에서 돌출되도록 형성된다. 도 4(B)에 도 4(A)의 점선으로 둘러싸인 영역을 확대한 단면 개략도를 도시하였다. 침 형상 실리콘 구조물(145a) 및 침 형상 실리콘 구조물(145b)은 실리사이드층(143)의 볼록부의 하나의 영역에서 돌출되어 형성되고, 그 장축 방향은 반드시 기재(101)에 수직 방향으로 일치되지 않는다. 또한, 실리사이드층(143)과 침 형상 실리콘 구조물(145a) 및 침 형상 실리콘 구조물(145b)의 경계는 명확하지 않아도 좋고, 침 형상 실리콘 구조물(145a) 및 침 형상 실리콘 구조물(145b)에서 실리사이드층(143)에 가까운 영역은 실리사이드화된 경우가 있다.

[0099] 침 형상 실리콘 구조물(145)은 결정성을 가져도 좋다. 또한, 그 결정성으로서 침 형상 실리콘 구조물(145)의 장축 방향으로 단축 배향성을 가져도 좋다.

[0100] 이하에 설명하는 제작 공정에 따르면, 표면에 기복이 큰 요철 형상을 갖는 실리사이드층과 이 볼록부에서 돌출된 침 형상 실리콘 구조물을 고밀도로 형성할 수 있다. 표면적이 큰 침 형상 실리콘 구조물로 함으로써 물과의 반응성이 향상되고 수소의 발생량이 증가됨과 함께 두꺼운 실리사이드층에 의하여 상기 수소의 저장량을 증대시킬 수 있다.

[0101] <제작 공정에 3>

[0102] 상기 구성예 3에서 예시한 수소 발생체(140)의 제작 방법에 대하여 이하에 설명한다.

[0103] 제작 공정에 1과 같은 성막 방법을 사용하여 기재(101)에 실리콘을 성막한다. 본 제작 공정에에서는 LPCVD법을 사용하여 실리콘을 성막한다. 이 때, 기재(101)를 구성하는 금속과 실리콘이 반응하여 실리사이드층(143)이 형성되지만, 기재(101)를 구성하는 재료로서 실리콘에 대한 확산 계수가 높은 재료를 사용함으로써 형성되는 실리사이드층(143)의 막 두께는 매우 두꺼워진다.

[0104] 그리고, 실리사이드층(143) 표면의 볼록부의 하나의 영역에서 침 형상 실리콘 구조물(145)이 돌출되도록 형성된다.

[0105] 상술한 공정을 거쳐 기재(101) 위에 표면에 기복이 큰 요철 형상을 갖는 실리사이드층과 그 볼록부에서 돌출된 침 형상 실리콘 구조물을 고밀도로 형성할 수 있다.

[0106] 또한, 도 1(C)에 도시한 바와 같이, 금속층(113)이 형성된 기재(111) 위에 표면에 큰 요철 형상을 갖는 실리사이드층과, 그 볼록부에서 돌출되어 형성되는 침 형상 실리콘 구조물을 형성하는 경우에는, 금속층(113)을 두껍게 형성하고, 그 후 상기와 같은 방법에 의하여 실리콘을 성막함으로써 형성할 수 있다.

[0107] 본 실시형태에서 설명한 수소 발생체의 실리콘 구조물은 실리콘의 성막 방법이나 성막 조건에 따라 그 굵기나 길이 등의 형상을 제어할 수 있고, 목적이나 원하는 수소 발생량 등에 맞추어 그 형상을 적절히 선택할 수 있다. 또한, 기재로서 가요성을 갖는 금속 시트를 사용할 수 있고, 임의의 형상으로 가공할 수 있으므로 수소 발생체나 상기 수소 발생체를 사용한 장치의 형상의 자유도가 높은 것도 특징으로 한다.

[0108] 또한, 본 실시형태는 본 명세서에서 예시한 다른 실시형태 및 실시예와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0109] (실시형태 3)

[0110] 본 실시형태에서는 상기 실시형태에서 예시한 수소 발생체를 사용한 수소 발생 장치의 구성예에 대하여 도 5(A)

내지 도 5(C)를 참조하여 설명한다.

- [0111] 도 5(A)에 도시한 수소 발생 장치(200)는 외장 부재(211) 내부에 수소 발생체(201) 및 세퍼레이터(203)를 갖는다.
- [0112] 외장 부재(211)로서 사용되는 재료로서 물 및 수소 등의 가스를 투과하지 않는 재료의 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 금속, 세라믹, 플라스틱 등을 사용할 수 있다. 또한, 외장 부재(211)는 상자 형상이나 가요성을 갖는 봉지 형상으로 할 수 있다.
- [0113] 수소 발생체(201)로서 상기 실시형태에서 예시한 수소 발생체를 적절히 사용할 수 있다.
- [0114] 수소 발생체(201)는 수소 발생 장치(200) 내에 접어진 상태로 배치되어 있고, 대향하는 표면들이 접촉되는 것을 방지하기 위한 세퍼레이터(203)가 설치되어 있다.
- [0115] 세퍼레이터(203)는 물, 수소를 투과하는 재질을 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 다공질 세라믹스 판 등을 사용하면 좋다.
- [0116] 수소 발생 장치(200)에는 물을 도입하기 위한 물 도입부(205), 발생된 수소 가스를 추출하기 위한 가스 추출부(207)가 설치되어 있다. 수소 가스가 역류하지 않도록 물 도입부(205)에 역류 방지 밸브를 설치하여도 좋다. 또한, 물 도입부(205)와 가스 추출부(207)를 공유하여도 좋다.
- [0117] 또한, 수소 발생체(201)와 전기적 또는 열적으로 접속된 단자부(209)가 설치되어 있다. 단자부(209)를 사용하여 전류를 흘리거나 또는 단자부(209)에 열원을 접촉시킴으로써 수소 발생체(201)를 가열할 수 있다. 또한, 단자부(209)는 필요가 없으면 설치하지 않아도 좋다.
- [0118] 또한, 수소 발생 장치(200)의 내부 또는 외부에 히터를 설치하고, 수소 발생 장치(200) 내의 물이나 수소 발생체(201)를 가열하는 구성으로 하여도 좋다.
- [0119] 수소 발생 장치(200)는 물 도입부(205)로부터 물을 도입하지 않는 한 수소가 발생하지 않으므로 보관이나 사용하는 곳으로의 수송을 매우 안전하게 행할 수 있다.
- [0120] 또한, 수소 발생 장치의 다른 형태로서 수소의 발생량이 감소된 수소 발생체를 교환할 수 있는 카트리지로 하여도 좋다.
- [0121] 도 5(B)에 도시한 카트리지(220)는 외장 부재(211)의 측벽에 필터(221)가 설치되어 있다.
- [0122] 필터(221)는 물 및 수소 가스를 투과하는 재료로 이루어지거나 또는 물 및 수소 가스를 투과하는 형상을 갖고, 카트리지(220)의 외부에서 내부로 물을 흡수하고, 또한 수소 발생체(201)에 의하여 발생된 수소를 외부로 방출한다. 또한, 필터(221)는 이물이 카트리지(220) 내외를 이동하는 것을 방지하는 역할을 갖는다. 카트리지 내의 이물로서는 수소 발생체(201)의 실리콘 구조물이나 그 산화물 등을 들 수 있다. 또한, 필터(221)는 필요가 없으면 설치하지 않아도 좋고, 슬릿만이 형성된 구성으로 하여도 좋다. 또한, 본 실시형태에서는 측벽에 필터를 설치하는 구성으로 하였지만, 바닥부 또는 측벽과 바닥부의 양쪽에 설치하여도 좋다.
- [0123] 또한, 카트리지(220)에는 수소 발생체(201)와 전기적 또는 열적으로 접속된 단자부(229)가 설치되어 있다.
- [0124] 도 5(C)에 도시한 바와 같이, 카트리지(220)는 본체(223)에 장전(裝填)하여 사용한다. 본체(223)에는 물 도입부(225) 및 가스 추출부(227)가 설치되어 있다.
- [0125] 카트리지(220)를 본체(223)에 장전하였을 때, 발생되는 수소 가스가 이들 사이의 틈에서 누설되지 않도록 이들 사이가 밀봉된다.
- [0126] 상기 구성으로 함으로써 수소 발생 능력이 감소된 수소 발생체를 용이하게 교환할 수 있으므로 항상 원하는 수소 발생량을 유지할 수 있다. 또한, 사용된 후의 카트리지는 회수하고 수소 발생체만을 교환함으로써 재이용할 수 있어 환경 부하를 저감할 수 있다.
- [0127] 본 실시형태는 본 명세서에서 예시한 다른 실시형태 및 실시예와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.
- [0128] (실시형태 4)
- [0129] 상기 실시형태에서 설명한 수소 발생체 및 수소 발생 장치는 수소를 이용하는 다양한 구동 장치 및 발전 장치에

적용할 수 있다. 또한, 수소를 이용하는 구동 장치 또는 발전 장치를 사용한 자동차, 철도 등의 수송 수단, 연료 전지나 연료 전지를 갖는 배출열 이용 시스템 등에도 적용할 수 있다.

[0130] 본 실시형태에서는 실시형태 3에서 설명한 수소 발생 장치의 응용 형태를 도 6(A) 내지 도 6(C)를 사용하여 설명한다.

[0131] 실시형태 3에서 설명한 수소 발생 장치는 수소를 사용하여 발전할 수 있는 연료 전지 등의 축전 장치에 적용할 수 있다. 이러한 축전 장치는 전기 자동차, 하이브리드카, 철도용 전기 차량, 작업차, 카트, 휠체어 등의 전기 추진 차량에 사용할 수 있다. 또한, 수소를 직접 연소하여 동력을 얻는 수소 엔진 등의 구동 장치를 갖는 자동차 등의 추진 차량에도 적용할 수 있다. 여기서는, 그 대표예로서 전기 자동차와 수소 자동차에 대하여 설명한다.

[0132] 도 6(A)는 전기 자동차(301)의 사시도다. 도 6(B)는 도 6(A)에 도시한 전기 자동차(301)의 투시도다. 전기 자동차(301)는 모터(303)에 전류를 흘림으로써 동력을 얻는 것이다. 전기 자동차(301)는 모터(303)에 전류를 흘리기 위한 전력을 공급하는 연료 전지(305) 및 제어부(307)를 갖는다.

[0133] 또한, 전기 자동차(301)는 실시형태 3에 예시한 수소 발생 장치(309)를 갖고, 연료 전지(305)에 수소를 공급한다. 연료 전지(305)는 수소 발생 장치(309)로부터 공급된 수소를 사용하여 발전할 수 있다. 또한, 연료 전지(305)와 제어부(307) 사이에 발전한 전력을 축적하는 배터리를 설치하여도 좋다.

[0134] 도 6(C)는 수소 자동차(311)의 투시도다. 수소 자동차(311)는 수소 엔진(313)에 의하여 수소를 직접 연소하여 동력을 얻는 것이다. 수소 자동차(311)는 수소 엔진(313), 수소 엔진의 동작을 제어하는 제어부(317), 및 수소 발생 장치(319)를 갖는다. 수소 발생 장치(319)로부터 수소가 수소 엔진(313)에 공급됨으로써 수소 자동차(311)를 구동할 수 있다. 또한, 수소 자동차(311)에 연료 전지와 축전 장치를 설치하고, 수소 발생 장치(319)로부터 공급되는 수소에 의하여 필요한 전력을 발전 및 축전하여도 좋다.

[0135] 또한, 본 실시형태는 본 명세서의 다른 실시형태 및 실시예와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0136] (실시예 1)

[0137] 본 실시예에서는 침 형상 실리콘 구조물 및 돔 형상 실리콘 구조물을 기재 위에 형성하고, 표면을 SEM 관찰한 결과를 설명한다.

[0138] 이하, 침 형상 실리콘 구조물을 형성한 시료를 시료 1로 하고, 돔 형상 실리콘 구조물을 형성한 시료를 시료 2로 한다.

[0139] 우선, 유리 기판 위에 스퍼터링법을 사용하여 티타늄막을 형성하였다. 시료 1에서는 티타늄의 막 두께를 10nm로 하고, 시료 2에서는 티타늄의 막 두께를 300nm로 하였다.

[0140] 그리고, 시료 1 및 시료 2에 LPCVD법을 사용하여 실리콘막을 형성하였다. SiH_4 와 N_2 를 1대 1의 혼합비로 혼합한 성막 가스를 흘리면서, 압력 20Pa, 온도 600℃로 1시간 유지하여 성막함으로써 실리콘 구조물이 형성된 시료 1 및 시료 2를 얻었다.

[0141] 그리고, SEM(Scanning Electron Microscopy)법을 사용하여 시료 1 및 시료 2를 관찰하였다. 도 7(A)에 시료 1의 관찰 결과를 도시하고, 도 7(B)에 시료 2의 관찰 결과를 도시하였다.

[0142] 시료 1에서는 침 형상 실리콘 구조물이 매우 고밀도로 형성된 것이 확인되었다. 또한, 시료 2에서는 돔 형상(반구 형상) 실리콘 구조물이 매우 고밀도로 형성된 것이 확인되었다.

[0143] (실시예 2)

[0144] 본 실시예에서는 실시예 1과 상이한 기재를 사용하고, 기재 위에 침 형상 실리콘 구조물을 형성하고, 표면을 SEM 관찰한 결과를 설명한다.

[0145] Ni로 이루어진 금속 시트(시트 두께가 0.1mm이고, 직경이 약 12mm인 원반형)를 기재로서 사용하고, 이것에 LPCVD법을 사용하여 실리콘막을 형성하였다. SiH_4 와 N_2 를 1대 1의 혼합비로 혼합한 성막 가스를 흘리면서 압력 20Pa, 온도 600℃로 2시간 15분 유지하여 성막함으로써 침 형상 실리콘 구조물이 형성된 기재(시료 3)를

얻었다.

- [0146] 그리고, SEM법을 사용하여 시료 3을 관찰하였다. 도 8(A) 및 도 8(B)에 시료 3의 관찰 결과를 도시하였다.
- [0147] 도 8(A)의 결과에 의거하여 표면에 기복이 큰 요철 형상을 갖는 실리사이드층이 고밀도로 형성되어 있는 것이 확인되었다. 그 중 하나의 블록부를 확대한 도 8(B)의 결과에 의거하여 이 블록부에서 돌출된 침 형상 실리콘 구조물이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있었다.
- [0148] (실시예 3)
- [0149] 본 실시예에서는 실시예 1에서 제작한 침 형상 실리콘 구조물과 물을 반응시켜 수소가 발생된 것을 확인한 결과에 대하여 설명한다.
- [0150] 우선, 시료 1에서 얻은 침 형상 실리콘 구조물만을 깎아냈다. 그 후, 깎아낸 침 형상 실리콘 구조물과 순수를 삼각 플라스크 내에서 혼합하였다.
- [0151] 그리고, 기체를 채집하기 위하여 삼각 플라스크에 비커를 바닥이 위쪽이 되도록 덮고, 핫 플레이트를 사용하여 설정 온도 80℃로 약 24시간 가열하였다.
- [0152] 그 후, 비커 상부에 남겨진 기체에 수소 검지기(제품명: 수소 누설 체커 JKC-HY(JIKCO, Ltd. 제작))를 사용하여 측정한 결과, 수소 검지 레벨 표시가 최고 값을 나타냈기 때문에 상기 비커 상부에 모인 기체에 수ppm 내지 수천ppm 이상의 수소가 함유된 것이 확인되었다. 이 결과에 의거하여 침 형상 실리콘 구조물과 물이 반응하여 수소가 발생되는 것이 확인되었다.
- [0153] (실시예 4)
- [0154] 본 실시예에서는 금속 시트 위에 실리사이드층 및 실리콘 구조물을 형성하고, 물을 함유한 분위기하에 보존하기 전 및 보존한 후에 TDS 측정한 결과를 설명한다.
- [0155] Ni로 이루어진 금속 시트 위에 침 형상 실리콘 구조물을 형성한 시료로서 실시예 2에서 제작한 시료 3을 사용한다.
- [0156] 또한, Ti로 이루어진 금속 시트(시트 두께가 0.1mm이고, 직경이 약 12mm인 원반형)를 기재로서 사용하고, LPCVD법을 사용하여 실리콘막을 형성함으로써 돔 형상(반구 형상, 선단이 반구 형상인 기둥 형상을 포함함) 실리콘 구조물을 갖는 시료 4를 제작하였다. SiH₄를 주성분으로 하는 성막 가스를 흘리면서 압력 100Pa, 온도 600℃로 1시간 유지하여 성막함으로써 돔 형상 실리콘 구조물이 형성된 기재(시료 4)를 얻었다.
- [0157] 그 후, 시료 3 및 시료 4에 승온 탈리 분석 장치를 사용하여 TDS(Thermal Desorption Spectroscopy) 측정을 행하여 시료에서 탈리하는 H₂ 및 H₂O를 측정하였다.
- [0158] 여기서, 승온 탈리 분석 장치는 시료를 고진공 분위기하에서 가열 및 승온 중에 시료에서 탈리 및 발생하는 가스 성분을 4중극 질량 분석계를 사용하여 검출 및 동정하는 장치이고, 시료 표면 및 내부에서 탈리하는 가스 및 분자를 관찰할 수 있다. 검출된 가스 성분은 M/z(질량/전하)로 구별된다. 본 실시예에서는 승온 탈리 분석 장치(제품명: EMD-WA1000S(ESCO, Ltd. 제작))를 사용하고, 측정 조건은 승온 약 30℃/분으로 하고, 측정 중의 진공도는 약 1×10^{-7} Pa다.
- [0159] 그 후, 시료 3 및 시료 4 각각을 고온 고습 환경하(137℃, 습도 90%, 절대 압력 0.299MPa)에서 12시간 유지하였다.
- [0160] 그리고, 시료를 꺼낸 후, 승온 탈리 분석 장치를 사용하여 다시 TDS 측정에 의하여 시료에서 탈리하는 H₂ 및 H₂O를 측정함으로써, 고온 고습 환경하에서 유지하기 전 및 유지한 후를 비교하였다.
- [0161] 도 9(A) 및 도 9(B)는 시료 3의 TDS 측정 결과를 도시한 것이다. 도 9(A)는 시료 온도에 대한 시료에서 탈리한 H₂(M/z=2)의 검출 강도를 도시한 것이고, 도 9(B)는 마찬가지로 시료 온도에 대한 시료에서 탈리한 H₂O(M/z=18)의 검출 강도를 도시한 것이다. 도 9(A) 및 도 9(B)에서 상기 고온 고습 환경하에서 유지한 시료는 실선으로 도시하고, 상기 고온 고습 환경하에서 유지하기 전의 시료는 파선으로 도시하였다. 고온 고습 환경하에서 유지

함으로써 200℃ 이하의 온도 범위에서 H₂O가 탈리하고, 200℃ 이상 400℃ 이하의 온도 범위에서 H₂가 탈리하는 것이 확인되었다. 이 결과에 의거하여 시료 3은 고온 고습 환경하에서 유지함으로써 수소가 발생 및 저장되고, 또 가열됨으로써 수소를 방출할 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

[0162] 또한, 도 10(A) 및 도 10(B)는 시료 4의 TDS 측정 결과를 도시한 것이다. 상기와 마찬가지로 도 10(A)는 시료 온도에 대한 H₂의 검출 강도를 도시한 것이고, 도 10(B)는 시료 온도에 대한 H₂O의 검출 강도를 도시한 것이다. 시료 4에서는 고온 고습 환경하에서 유지한 경우에도 H₂O는 거의 탈리하지 않는 것 즉 H₂O는 저장되지 않는 것이 확인되었다. 또한, H₂는 약 700℃ 이상의 온도 범위에서 탈리하는 것이 확인되었다. 이 결과에 의거하여 시료 4에서도 고온 고습 환경하에서 유지함으로써 수소가 발생 및 저장되고, 또 가열됨으로써 수소를 방출할 수 있는 것이 확인되었다.

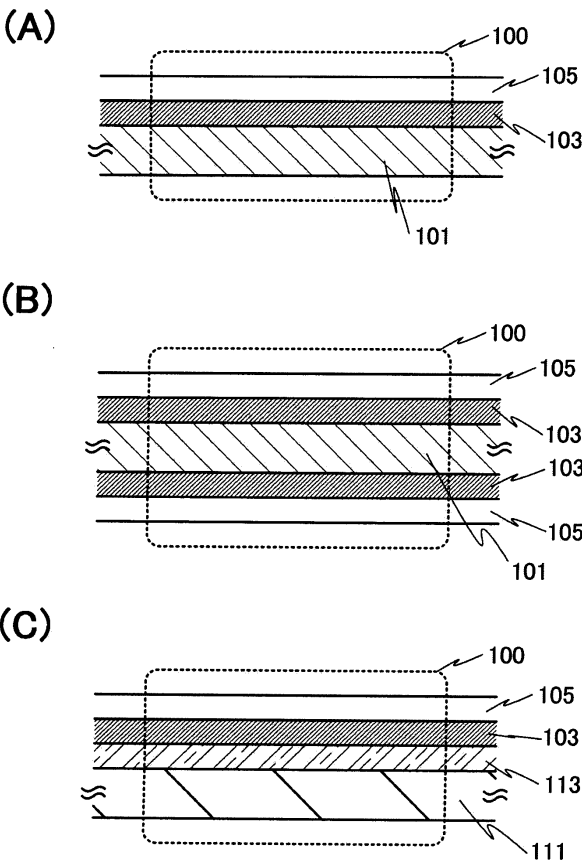
부호의 설명

[0163] 100: 수소 발생체
 101: 기재
 103: 실리콘사이드층
 105: 실리콘 구조물
 111: 기재
 113: 금속층
 120: 수소 발생체
 123: 실리콘사이드층
 124: 실리콘사이드 입자
 125a: 실리콘 구조물
 125b: 실리콘 구조물
 125c: 실리콘 구조물
 127: 실리콘층
 130: 수소 발생체
 133: 실리콘사이드층
 134: 실리콘사이드 입자
 135a: 실리콘 구조물
 135b: 실리콘 구조물
 135c: 실리콘 구조물
 135d: 실리콘 구조물
 137: 실리콘층
 140: 수소 발생체
 143: 실리콘사이드층
 145: 실리콘 구조물
 145a: 실리콘 구조물
 145b: 실리콘 구조물

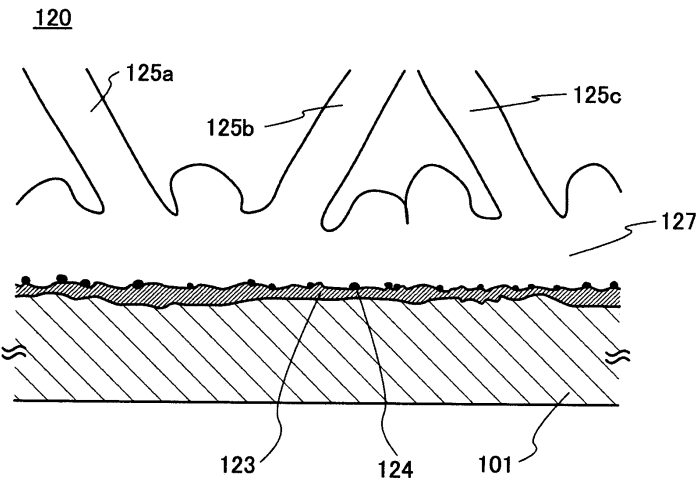
147: 실리콘층
200: 수소 발생 장치
201: 수소 발생체
203: 세퍼레이터
205: 물 도입부
207: 가스 추출부
209: 단자부
211: 외장 부재
220: 카트리지
221: 필터
233: 본체
225: 물 도입부
227: 가스 추출부
229: 단자부
301: 전기 자동차
303: 모터
305: 연료 전지
307: 제어부
309: 수소 발생 장치
311: 수소 자동차
313: 수소 엔진
317: 제어부
319: 수소 발생 장치

도면

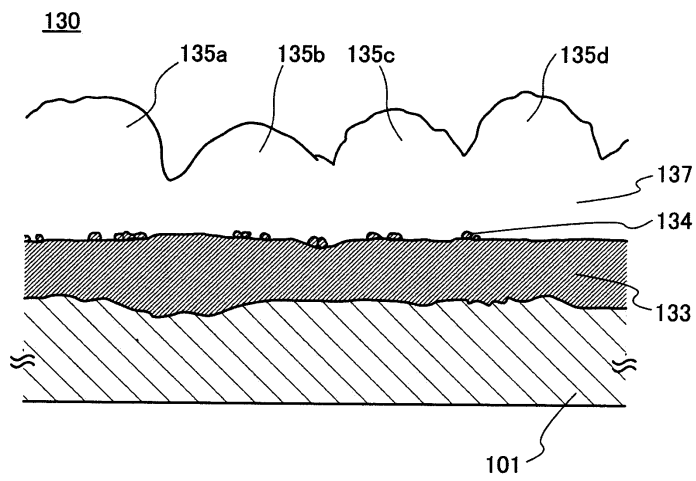
도면1



도면2

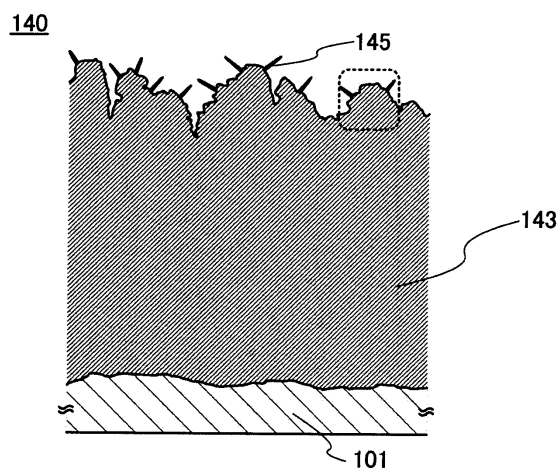


도면3

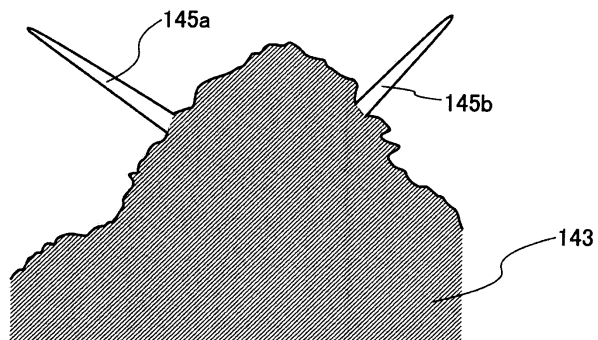


도면4

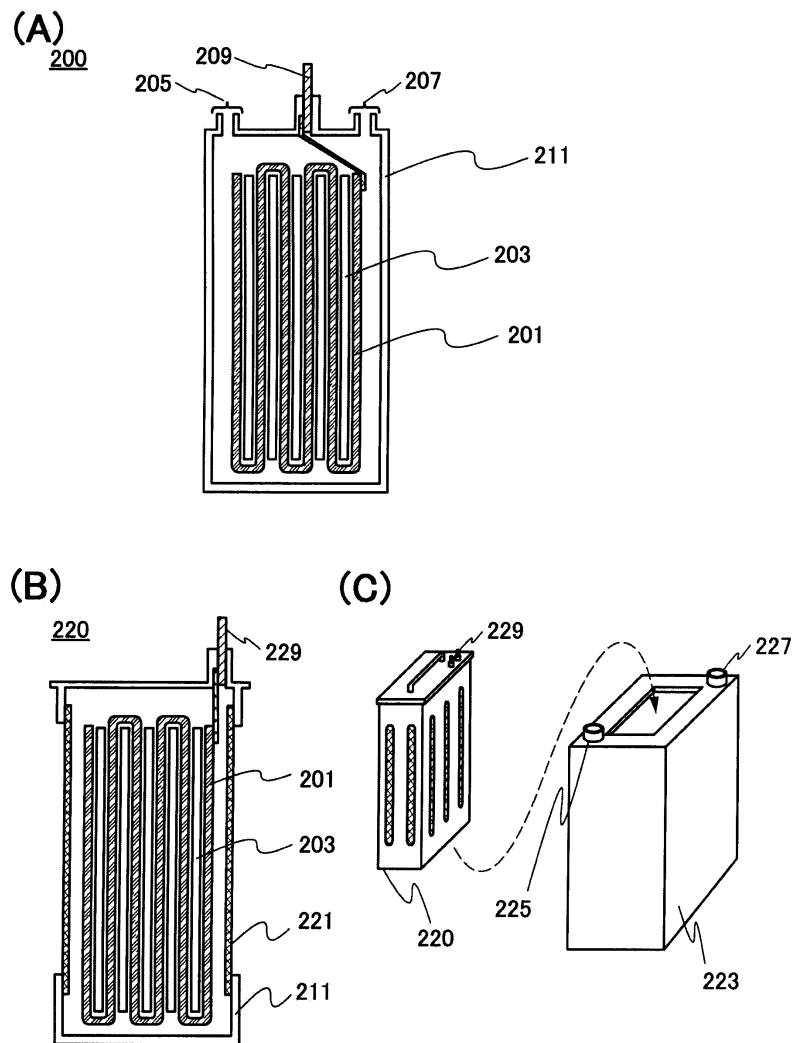
(A)



(B)

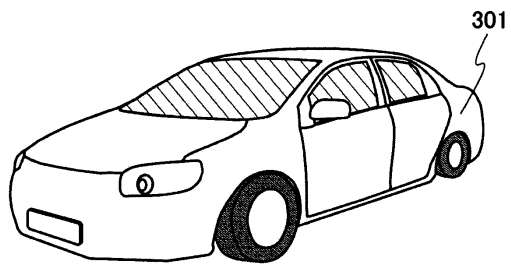


도면5

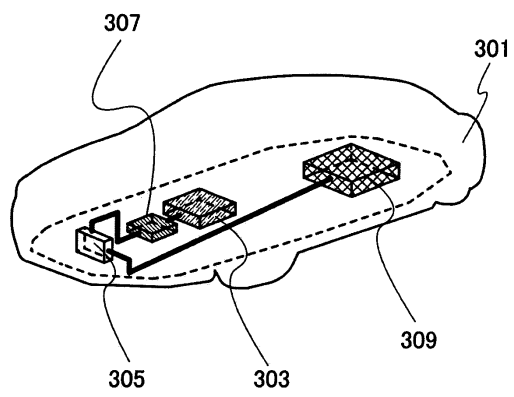


도면6

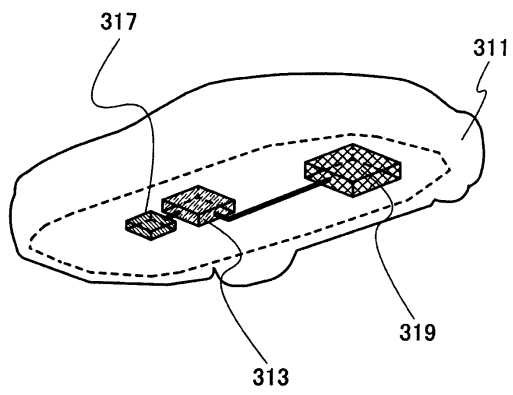
(A)



(B)

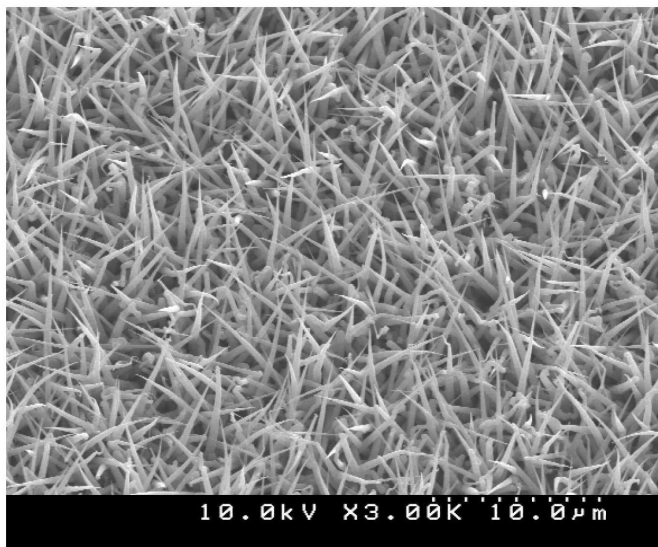


(C)

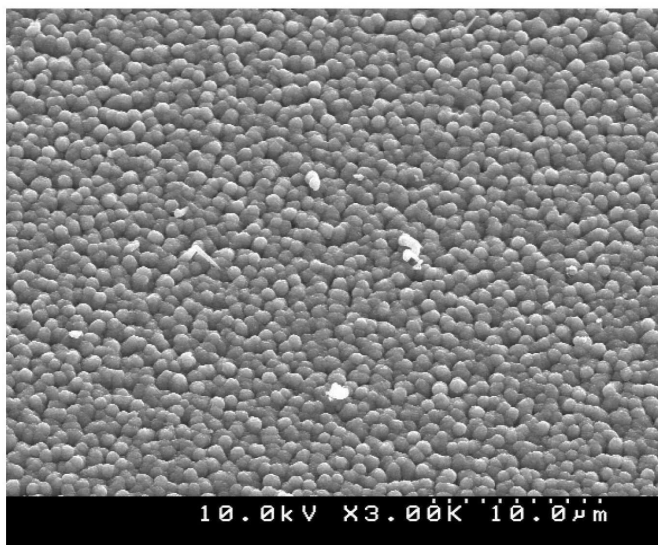


도면7

(A)



(B)

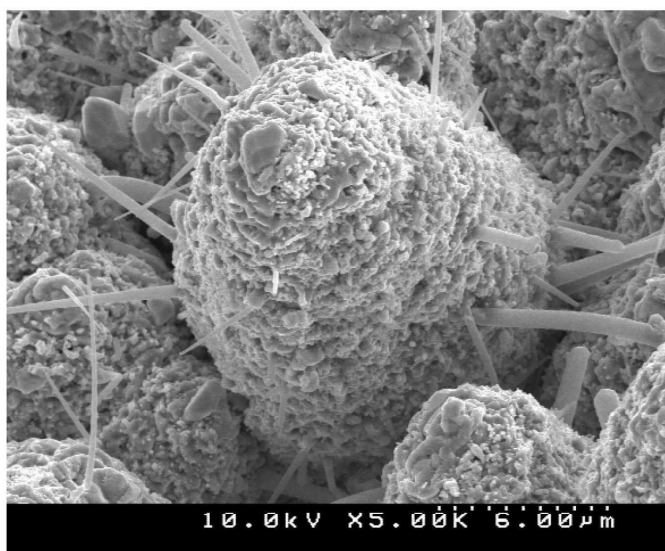


도면8

(A)

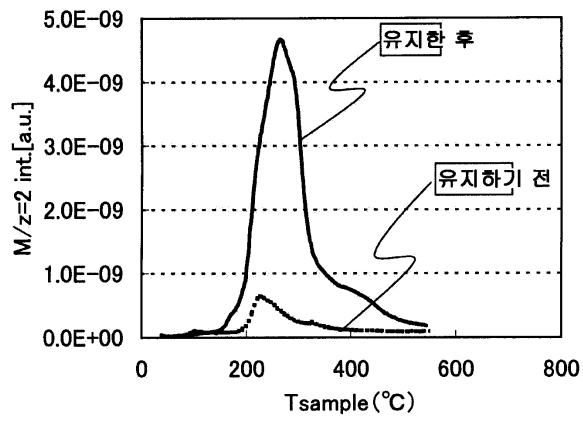


(B)

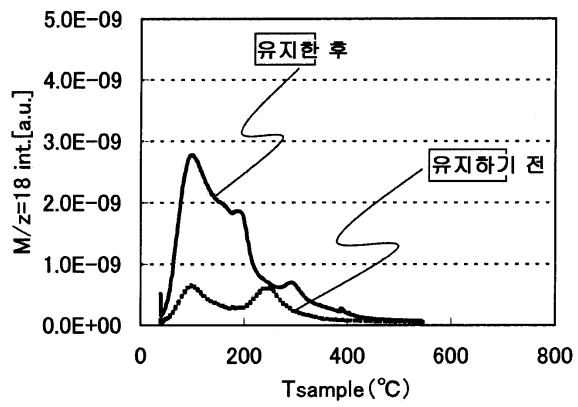


도면9

(A)

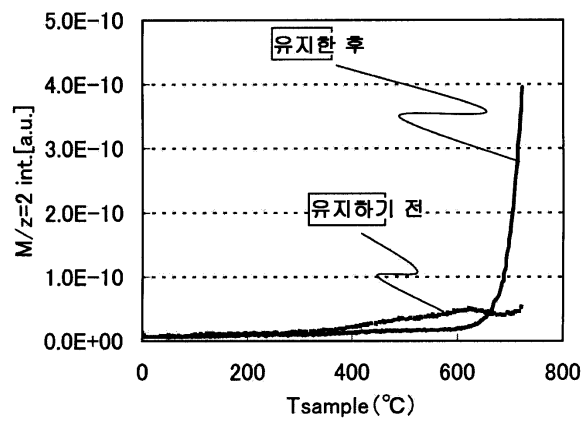


(B)



도면10

(A)



(B)

