



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0072288
(43) 공개일자 2009년07월02일

(51) Int. Cl.

G01K 7/00 (2006.01) H01L 39/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0140354

(22) 출원일자 2007년12월28일

심사청구일자 2007년12월28일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

황성우

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공학관 422호

홍병학

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공학관 452호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양문옥

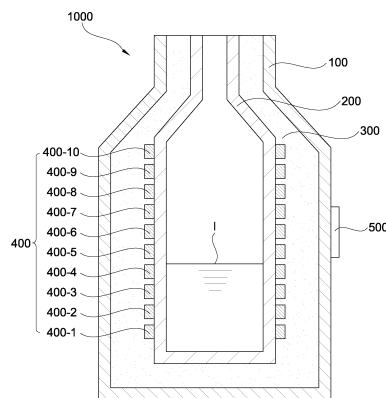
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 반도체 소자를 이용한 온도 센서 및 저장 용기

(57) 요약

반도체 소자를 이용한 저장 용기를 제공한다. 저장 용기는 외부 용기, 상기 외부 용기 내부에 삽입되고, 내부에 공간이 형성되어 물질을 저장하는 내부 용기, 상기 외부 용기 및 상기 내부 용기 사이에 배치되는 단열재 및 상기 외부 용기 및 상기 내부 용기 사이에 배치되고, 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 방향으로 배열되며, 각각에 동일한 전압이 인가되었을 때 일정 전류 이상이 흐르는지 여부로 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 복수의 반도체 소자를 포함한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

정영채

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공학관 452호

최루리

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공학관 452호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0704711

부처명 과학기술부

연구사업명 창의적 연구 진흥사업

연구과제명 나노 기능소자 연구단

주관기관 한국 과학재단

연구기간 2007년 5월 1일 ~ 2010년 2월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

프레임; 및

상기 프레임에 배치되고, 일정 전류를 흐르게 하는 문턱전압이 온도에 따라 다른 반도체 소자를 포함하는 온도 센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 반도체 소자에 전압을 인가하는 전압원;

상기 반도체 소자에 흐르는 전류를 측정하는 전류계; 및

상기 전압원을 제어하여, 상기 전류계에 일정 전류를 흐르게 하는 문턱전압을 탐색하고, 상기 문턱전압을 이용해 온도를 검출하는 제어부를 더 포함하는 온도 센서.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 반도체 소자는 전계 효과 트랜지스터(FET, field effect transistor)인 온도센서.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 반도체 소자는 MBCFET(Multi-Bridge-Channel MOSFET) 또는 TSNWFET(Twin Silicon Nanowire MOSFET)인 온도 센서.

청구항 5

외부 용기;

상기 외부 용기 내부에 삽입되고, 내부에 공간이 형성되어 물질을 저장하는 내부 용기;

상기 외부 용기 및 상기 내부 용기 사이에 배치되는 단열재; 및

상기 외부 용기 및 상기 내부 용기 사이에 배치되고, 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 방향으로 배열되며, 각각에 동일한 전압이 인가되었을 때 일정 전류 이상이 흐르는지 여부로 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 복수의 반도체 소자를 포함하는 저장 용기.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 반도체 소자에 전압을 인가하는 전압원;

상기 반도체 소자에 흐르는 전류를 측정하는 전류계; 및

상기 전압원이 상기 반도체 소자에 인가하는 전압을 제어하고, 상기 전류계를 이용해 상기 반도체 소자에 일정 전류 이상이 흐르는지 여부로 저장된 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 검출하는 제어부를 더 포함하는 저장 용기.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 복수의 반도체 소자는 상기 계면에 수직방향으로 일정 간격 배열되는 저장 용기.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 복수의 반도체 소자는 상기 내부 용기를 둘러싸는 나선(spiral)을 형성하며, 일정 간격으로 배열되는 저장 용기.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 내부 용기에 저장되는 물질은 절대온도 100K 이하인 저장 용기.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 온도 센서 및 저장 용기에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 반도체 소자를 이용한 온도 센서 및 저장 용기에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 극저온 액체를 저장하고, 상기 극저온 액체의 온도를 유지하는 저장 용기는 여러 분야에 이용될 수 있다. 극저온 액체에는 액체 질소, 액체 헬륨 등이 있는데, 질소의 액화 온도는 절대온도 77K(영하 196℃)로 알려져 있고, 헬륨의 액화 온도는 절대온도 4.2K(영하 268.8℃)로 알려져 있다.
- <3> 예를 들어, 극저온 액체의 저장 용기는 초전도현상에 이용될 수 있다. 액체 질소 또는 액체 헬륨은 초전도현상을 일으키기 위해, 초전도체를 냉각하는 냉각제로 이용되기 때문이다. 초전도현상은 물질이 특정 온도에서 전기 저항이 거의 없어져 전류를 무제한으로 흘려 보내는 현상이고, 초전도체는 초전도현상이 나타나는 물질이다. 초전도체인 하나인 수은의 경우, 액체 헬륨으로 수은을 냉각하여 수은의 온도가 약 4K(영하 269℃) 이하가 되면 초전도현상이 일어난다.
- <4> 또한 액체 헬륨을 저장하는 저장용기는 희석식 냉각장치(dilution refrigerator)에도 이용될 수 있다. 희석식 냉각장치는 동위원소(isotope)인 질량수 3의 헬륨 및 질량수 4의 헬륨의 혼합물(mixture)을 사용하여 냉각하는 극저온 장치이다.
- <5> 그런데 온도 유지를 위해 외부와 단열을 시키는 극저온 액체의 저장 용기는 내부를 투명하게 볼 수 없어, 저장 용기 내에 액체가 어디까지 채워져 있는지 계면을 확인하는 것이 매우 번거로워진다.
- <6> 현재 액체 헬륨의 계면 측정을 위해서는 상온의 금속 파이프를 저장 용기 속으로 넣어서 어느 지점에서 극저온 액체와 닿아서 증발하는가를 확인하고, 저장 용기의 부피를 고려하여 계산하는 방법을 간단하게 사용하고 있다. 그러나 이와 같은 방법은 극저온 액체를 증발시켜 양을 감소시키게 되는 단점이 있다. 특히 액체 헬륨의 경우, 매우 고가이므로 증발로 인해 액체 헬륨을 소모시키는 방법은 바람직하지 않다.
- <7> 따라서 저장용기 내에서 극저온 액체의 계면 측정을 정확하게 할 수 있는 저장 용기가 필요하다. 또한 저장 용기 내 액체 헬륨 또는 액체 질소의 온도가 잘 유지되는지 확인하기 위한 온도 센서가 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자 하는 과제

- <8> 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 반도체 소자를 이용한 온도 센서를 제공하는 것이다.
- <9> 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 반도체 소자를 이용한 저장 용기를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <10> 일 양태에서, 온도 센서는 프레임 및 상기 프레임에 배치되고, 일정 전류를 흐르게 하는 문턱전압이 온도에 따라 다른 반도체 소자를 포함한다.
- <11> 다른 양태에서, 저장 용기는 외부 용기, 상기 외부 용기 내부에 삽입되고, 내부에 공간이 형성되어 물질을 저장하는 내부 용기, 상기 외부 용기 및 상기 내부 용기 사이에 배치되는 단열재 및 상기 외부 용기 및 상기 내부 용기 사이에 배치되고, 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 방향으로 배열되며, 각각에 동일한 전압이 인가되었을 때 일정 전류 이상이 흐르는지 여부로 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 복수의 반도체 소자를 포함한다.

효과

- <12> 온도 센서는 공정기술의 발달로 인해 나노미터 크기의 반도체를 이용할 수 있어, 온도 센서의 크기를 줄일 수 있다. 그리고 공정기술의 발달로 가격이 점점 저렴해지는 반도체 소자를 온도를 측정할 수 있어 경제적이다. 또한 반도체 소자를 이용하는 온도센서는 일반적인 온도 센서로는 측정하기 어려운 극저온의 온도를 측정할 수 있

다.

<13> 저장 용기는 상기 반도체 소자를 이용하여 상기 내부 용기에 저장된 물질의 온도를 측정할 수 있다. 그리고 계면을 측정할 수 있는 방향으로 배열된 복수의 반도체 소자 각각은 눈금 역할을 하여, 상기 내부 용기에 담긴 물질의 계면을 측정할 수 있다. 측정된 계면으로 상기 내부 용기에 담긴 물질의 부피를 계산할 수도 있다. 또한 저장 용기에 담긴 액체의 종류가 달라지더라도, 상기 반도체 소자에 인가하는 전압을 변경함으로써 상기 반도체 소자를 이용한 계면 측정이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<14> 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

<15> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 센서의 구성 블록도이다.

<16> 도 1을 참조하면, 온도 센서는 탐침부(10) 및 측정부(20)를 포함한다. 탐침부(10)는 온도를 측정하려는 대상에 접촉하는 부분이고, 측정부(20)는 탐침부(10)와 연결되어 탐침부(10)를 제어하여, 상기 대상의 온도를 검출하는 부분이다.

<17> 탐침부(10)는 프레임(11) 및 반도체 소자(12)를 포함한다.

<18> 프레임(11)은 반도체 소자(12)가 배치되는 지지대 역할을 한다. 프레임(11)은 반도체 소자(12)와 연결되는 배선이 패턴 형성되어 있다. 예를 들어, 프레임(11)은 인쇄 회로 기판(PCB, printed circuit board)일 수 있다.

<19> 반도체 소자(12)는 프레임(11)에 배치된다. 프레임(11) 위에 배치되는 반도체 소자(12)의 개수에 제한은 없다. 반도체 소자(12)는 나노미터(nm) 크기의 소자를 사용하는 것이 바람직하다.

<20> 반도체 소자(12)는 전계 효과 트랜지스터(FET, field effect transistor)를 사용할 수 있다. 전계 효과 트랜지스터는 소스(source), 드레인(drain) 및 게이트(gate)를 포함하고, 게이트에 인가된 전압으로 드레인과 소스 사이에 흐르는 전류를 제어할 수 있는 소자이다.

<21> 반도체 소자(12)는 소스와 드레인 사이 일정 전류 이상이 흐를 때를 켜진 상태(ON)라 하고, 일정 전류 미만으로 흐를 때를 꺼진 상태(OFF)라 한다. 반도체 소자(12)는 게이트에 인가되는 전압이 일정 전압보다 커야 켜진 상태가 되는데, 이 일정 전압을 문턱전압(V_{th} , threshold voltage)이라고 한다. 그런데 반도체 소자(12)의 문턱전압은 온도에 따라 달라진다. 따라서 반도체 소자(12)의 문턱전압을 알게 되면, 반도체 소자(12)의 문턱전압과 온도와의 관계를 이용하여, 반도체 소자(12) 주변 온도를 알아낼 수 있다.

<22> 예를 들어, 반도체 소자(12)는 전계 효과 트랜지스터 중 MBCFET(Multi-Bridge-Channel MOSFET) 또는 TSNWFET(Twin Silicon Nanowire MOSFET)를 사용할 수 있다.

<23> MBCFET는 평면상에 만들어지는 소스와 드레인 사이의 전류 통로인 채널을 수직으로 쌓아 올린 구조를 가진다. TSNWFET는 전면 게이트(GAA, Gate-All-Around) 구조로, 소스와 드레인 사이에 채널이 되는 2개의 나노와이어를 게이트가 둘러싸는 구조의 반도체 소자이다.

<24> 측정부(20)는 전압원(21), 전류계(22), 제어부(23) 및 디스플레이부(24)를 포함할 수 있다.

<25> 전압원(21)는 반도체 소자(12)의 게이트에 전압을 공급한다.

<26> 전류계(22)는 반도체 소자(12)의 소스와 드레인 사이에 흐르는 전류를 측정한다.

<27> 제어부(23)는 전압원(21)이 반도체 소자(12)에 인가하는 전압을 제어하고, 제어된 전압 및 전류계(22)가 측정한 전류를 이용하여 반도체 소자(12)의 문턱전압을 탐색하고, 문턱전압을 이용해 온도를 검출한다.

<28> 복수의 반도체 소자(12)를 포함하는 온도 센서의 경우, 제어부(23)는 반도체 소자(12) 각각의 온도를 검출하여 그 평균값을 온도로 선택할 수 있다.

<29> 디스플레이부(24)는 제어부(23)에서 검출한 온도를 사용자가 식별할 수 있는 형태로 출력한다.

<30> 도 2는 반도체 소자의 온도에 따른 전압과 전류의 관계를 도시한 그래프이다.

<31> 도 2를 참조하면, x축은 반도체 소자(12)의 게이트와 소스 사이에 인가하는 게이트 전압(V_{GS})이고, y축은 드레인

에서 소스로 채널을 통해 흐르는 드레인 전류(I_D)이다.

- <32> 전류계(22)에 흐르는 드레인 전류가 A 이상이면, 반도체 소자(12)는 켜진 상태이고, 드레인 전류가 A 이하이면, 반도체 소자(12)는 꺼진 상태라 한다. 드레인 전류가 A일 때, 반도체 소자(12)에 인가된 게이트 전압이 해당 온도에서의 문턱전압이 된다. 도 2의 그래프를 보면, 온도가 낮을수록 문턱전압이 증가함을 알 수 있다.
- <33> 예를 들어, 제어부(23)는 전압원(21)을 제어하여, 전압원(21)이 반도체 소자(12)의 게이트에 인가하는 전압을 0에서부터 서서히 증가시킨다. 반도체 소자(12)가 계속 꺼진 상태에 있다가, 인가 전압이 α 이상이 될 때 반도체 소자(12)가 켜진 상태가 된다면, 반도체 소자(12)의 문턱전압은 α 이고, 반도체 수자(120)의 주변 온도는 80K일 것이다.
- <34> 만일 반도체 소자(12)가 계속 꺼진 상태에 있다가, 인가 전압이 β 이상이 될 때 반도체 소자(12)가 켜진 상태가 된다면, 반도체 소자(12)의 문턱전압은 β 이고, 반도체 소자(12) 주변 온도는 6K일 것이다.
- <35> 도 3은 MBCFET의 단면도이다.
- <36> 도 3을 참조하면, MBCFET(30)는 기판(31), 복수의 채널(32), 게이트(33), 소스(38) 및 드레인(39)을 포함한다.
- <37> 기판(31)은 채널(32), 게이트(33), 소스(38) 및 드레인(39)이 형성되는 지지대 역할을 한다.
- <38> 복수의 채널(32)은 소스(38) 및 드레인(39) 사이에 형성된다. 채널(32)을 통해 전자(electron) 또는 정공(hole)이 이동하여, 소스(38) 및 드레인(39) 사이에 전류가 흐르게 된다.
- <39> 게이트(33)는 채널(32) 바로 위에 형성된다. 또한 게이트 지층(34)들은 채널(32) 사이에 있다. 게이트(33)와 채널(32) 사이, 게이트 지층(34)과 채널(32) 사이에는 전기적 차단을 위한 절연막(35)이 형성되어 있다.
- <40> 소스(38)는 전하 운반자(carrier)인 정공 또는 전자를 채널에 공급한다. 드레인(39)은 전하 운반자가 채널을 빠져나가는 곳이다. 전하 운반자가 채널(32)을 이동하는 것이 전류가 된다.
- <41> 도 4는 MBCFET의 온도에 따른 전압과 전류의 관계를 도시한 그래프이다. 도 4의 MBCFET는 채널 길이(length)가 63 나노미터(nm)이고, 채널 폭(width)이 80 나노미터인 것을 사용하였다. 또한 MBCFET의 드레인과 소스 사이에 걸린 전압은 50 밀리볼트(mV)이다.
- <42> 도 4를 참조하면, x축은 MBCFET의 게이트와 소스 사이에 인가된 게이트 전압(V_{GS})이고, y축은 드레인에서 소스로 채널을 통해 흐르는 드레인 전류(I_D)이다. 온도가 낮을수록 일정 드레인 전류가 흐르기 위한 게이트 전압, 즉 문턱전압이 증가함을 알 수 있다.
- <43> 도 5는 TSNWFET의 온도에 따른 전압과 전류의 관계를 도시한 그래프이다. 도 5의 TSNWFET는 게이트 길이(length)가 125 나노미터인 것을 사용하였다. 또한 도 5의 TSNWFET의 드레인과 소스 사이에 걸린 전압은 1 볼트(V)이다.
- <44> 도 5를 참조하면, x축은 TSNWFET의 게이트와 소스 사이에 인가된 게이트 전압(V_{GS})이고, y축은 드레인에서 소스로 채널을 통해 흐르는 드레인 전류(I_D)이다. 온도가 낮을수록 일정 드레인 전류가 흐르기 위한 게이트 전압, 즉 문턱전압이 증가함을 알 수 있다.
- <45> 도 4 및 도 5에서 살펴본 바와 같이, 온도가 낮을수록 반도체 소자의 문턱전압이 증가하는 것을 알 수 있다. 다만, 반도체 소자의 온도와 문턱전압 간의 정확한 관계는 반도체 소자의 종류 또는 공정에 따라 달라진다. 따라서, 온도 센서에 사용하는 반도체 소자(12)는 온도와 문턱전압 간 관계를 이미 알고 있는 소자를 사용한다.
- <46> 온도 센서는 공정기술의 발달로 인해 나노미터 크기의 반도체를 이용할 수 있어, 온도 센서의 크기를 줄일 수 있다. 그리고 공정기술의 발달로 가격이 점점 저렴해지는 반도체 소자를 온도를 측정할 수 있어 경제적이다. 또한 반도체 소자를 이용하는 온도센서는 일반적인 온도 센서로는 측정하기 어려운 극저온의 온도를 측정할 수 있다.
- <47> 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 소자를 이용한 저장 용기의 사시도이다.
- <48> 도 6을 참조하면, 반도체 소자를 이용한 저장 용기는 본체(1000) 및 덮개(2000)를 포함한다.
- <49> 본체(1000)는 물질을 보관하고, 상기 물질을 외부와 단열시켜 상기 물질의 온도 유지시킨다. 덮개(2000)는 본체(1000)와 탈착 가능하고, 본체(1000)와 결합하여 본체(1000)를 밀폐시킨다.

- <50> 도 7은 도 6의 A-A' 선에서 바라본 종단면도이다.
- <51> 도 7을 참조하면, 저장 용기의 본체(1000)는 외부 용기(100), 내부 용기(200), 단열재(300) 및 복수의 반도체 소자(400)를 포함한다. 또한 본체(1000)는 측정부(500)를 포함할 수 있다.
- <52> 외부 용기(100)는 본체(1000)의 외형을 형성한다.
- <53> 내부 용기(200)는 외부 용기(100) 내부에 삽입된다. 내부 용기(200) 내부에는 공간이 형성되어, 액체 질소 또는 액체 헬륨과 같은 절대온도 100K 이하인 극저온 액체를 저장할 수 있다.
- <54> 단열재(300)는 외부 용기(100)와 내부 용기(200) 사이에 배치되어, 외부와의 열교환을 억제한다.
- <55> 측정부(500)는 반도체 소자(400)와 연결되고, 외부 용기(100) 외면에 설치될 수 있다.
- <56> 복수의 반도체 소자(400)는 전계 효과 트랜지스터 중 MBCFET(Multi-Bridge-Channel MOSFET) 또는 TSNWFET(Twin Silicon Nanowire MOSFET)를 사용할 수 있다. 복수의 반도체 소자(400)는 외부 용기(100)와 내부 용기(200) 사이에, 내부 용기(200)에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있는 방향으로 배열된다. 예를 들어, 복수의 반도체 소자(400)는 계면에 수직방향으로 일정 간격 배열될 수 있다. 일정 간격으로 배열된 복수의 반도체 소자(400) 각각은 눈금 역할을 하여, 내부 용기(200)에 담긴 물질의 계면의 위치를 측정할 수 있게 한다.
- <57> 복수의 반도체 소자(400) 각각에 동일한 전압이 인가되었을 때, 반도체 소자(400)에 일정 전류 이상이 흐르는지 여부로 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 측정할 수 있다.
- <58> 예를 들어, 내부 용기(200)에 절대온도 77K의 액체 질소가 보관된 경우, 액체 질소의 계면(I, interface)을 경계로 계면(I) 아래는 액체 질소로 인해 절대온도 약 77K일 것이고, 계면(I) 위의 온도는 절대온도 77K보다 높을 것이다.
- <59> 복수의 반도체 소자(400) 각각의 게이트에 N값을 갖는 전압(도 2 참조)을 인가한다. 이 경우, 절대온도 77K보다 높은 온도의 반도체 소자는 켜진 상태(ON)가 되고, 절대온도 77K보다 낮은 온도의 반도체 소자는 꺼진 상태(OFF)가 될 것이다.
- <60> 만일, 아래로부터 4개의 반도체 소자(400-1, ... , 400-4)는 꺼진 상태이고, 그 위의 반도체 소자(400-5, 400-6, ... , 400-10)은 켜진 상태라면, 액체 질소의 계면은 제4레벨 반도체 소자(400-4)와 제5레벨 반도체 소자(400-5) 사이에 위치할 것이다.
- <61> 만일, 내부 용기(200)에 절대온도 4.2K의 액체 헬륨 보관된 경우, 복수의 반도체 소자(400) 각각의 게이트에 H 값을 갖는 전압(도 2 참조)을 인가하여, 액체 헬륨의 계면의 위치를 추정할 수 있다.
- <62> 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 소자를 이용한 저장 용기의 구성 블록도이다.
- <63> 도 8을 참조하면, 측정부(500)는 반도체 소자(400)와 연결되고, 전압원(510), 전류계(520), 제어부(530) 및 디스플레이부(540)를 포함할 수 있다.
- <64> 전압원(510)는 반도체 소자(400)의 게이트에 전압을 공급한다.
- <65> 전류계(520)는 반도체 소자(400)의 소스와 드레인 사이에 흐르는 전류를 측정한다.
- <66> 제어부(530)는 전압원(510)이 반도체 소자(400) 각각에 동일한 전압이 인가되도록 제어하고, 전류계(520)를 이용하여 반도체 소자(400)에 일정 전류 이상이 흐르는지 여부로 상기 내부 용기에 저장된 물질의 계면을 검출한다.
- <67> 디스플레이부(540)는 제어부(23)에서 검출한 내부 용기(200)에 저장된 물질의 계면에 대한 정보를 출력한다.
- <68> 도 9는 반도체 소자의 배열을 설명하기 위한 도면이다.
- <69> 도 9를 참조하면, 복수의 반도체 소자는 내부 용기(200) 외면에 도시한 나선(S, spiral)을 따라서 일정 간격으로 배열될 수 있다. 일정 간격으로 배열된 반도체 소자(400) 각각은 눈금 역할을 하여, 내부 용기(200)에 담긴 물질의 계면의 위치를 측정할 수 있게 한다.
- <70> 저장 용기는 상기 반도체 소자를 이용하여 상기 내부 용기에 저장된 물질의 온도를 측정할 수 있다. 그리고 계면을 측정할 수 있는 방향으로 배열된 복수의 반도체 소자 각각은 눈금 역할을 하여, 상기 내부 용기에 담긴 물질의 계면을 측정할 수 있다. 측정된 계면으로 상기 내부 용기에 담긴 물질의 부피를 계산할 수도 있다. 또한 저장 용기에 담긴 액체의 종류가 달라지더라도, 상기 반도체 소자에 인가하는 전압을 변경함으로써 상기 반도체

소자를 이용한 계면 측정이 가능하다.

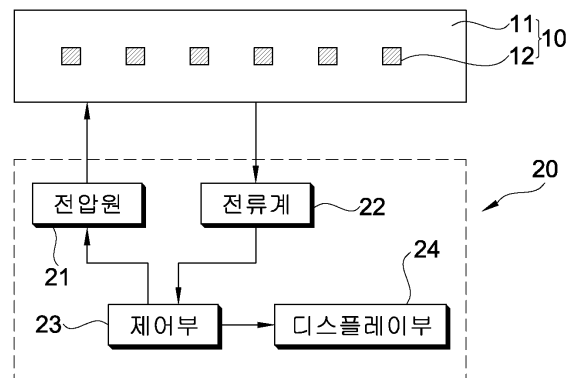
<71> 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

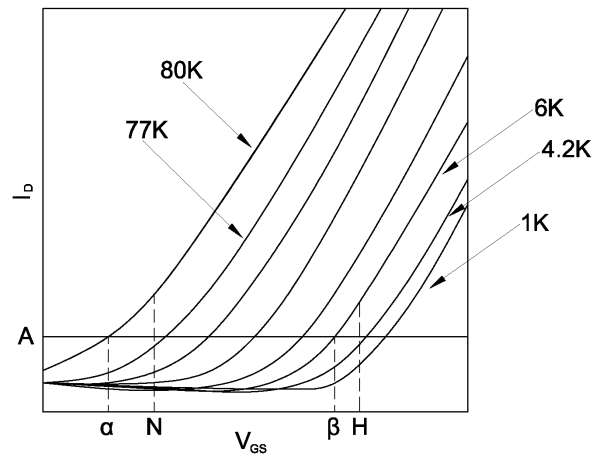
- <72> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 센서의 구성 블록도이다.
- <73> 도 2는 반도체 소자의 온도에 따른 전압과 전류의 관계를 도시한 그래프이다.
- <74> 도 3은 MBCFET의 단면도이다.
- <75> 도 4는 MBCFET의 온도에 따른 전압과 전류의 관계를 도시한 그래프이다.
- <76> 도 5는 TSNWFET의 온도에 따른 전압과 전류의 관계를 도시한 그래프이다.
- <77> 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 소자를 이용한 저장 용기의 사시도이다.
- <78> 도 7은 도 6의 A-A' 선에서 바라본 종단면도이다.
- <79> 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 소자를 이용한 저장 용기의 구성 블록도이다.
- <80> 도 9는 반도체 소자의 배열을 설명하기 위한 도면이다.
- <81> ** 도면의 주요부분의 부호에 대한 설명 **
- <82> 11 : 프레임
- <83> 12 : 반도체 소자

도면

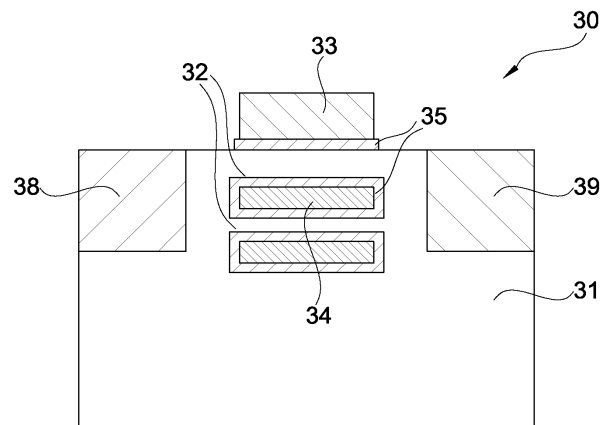
도면1



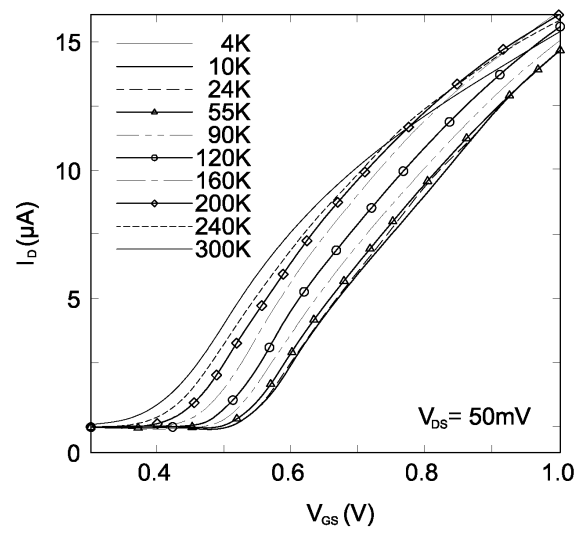
도면2



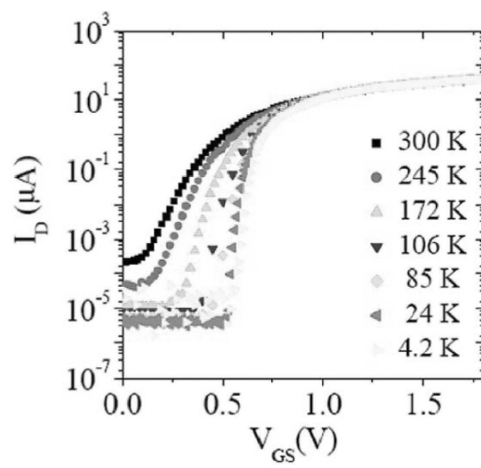
도면3



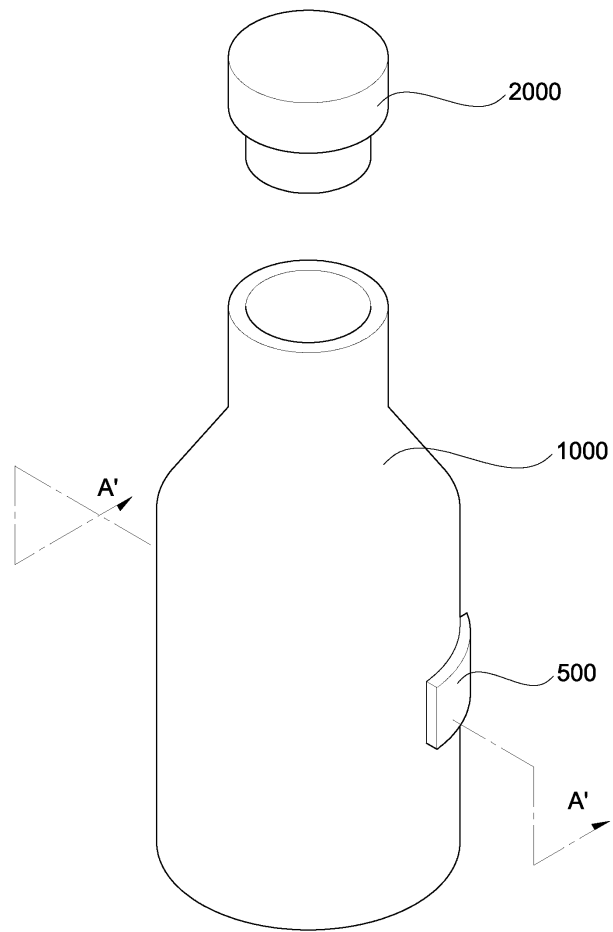
도면4



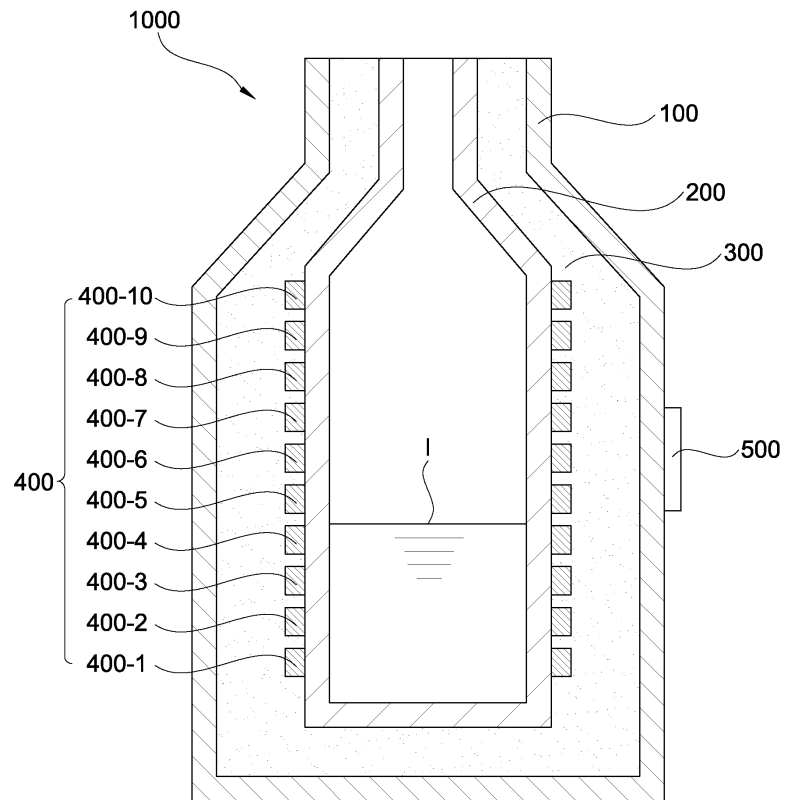
도면5



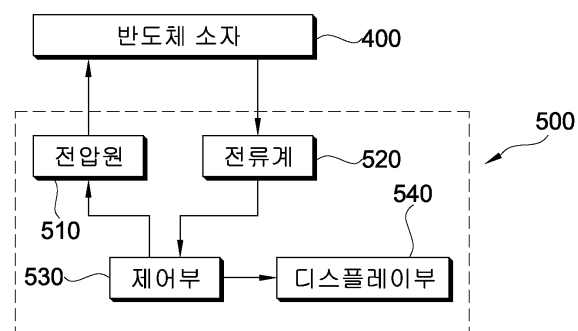
도면6



도면7



도면8



도면9

