(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0133315
(43) 공개일자 2010년12월21일

(51) Int. Cl.
H01L 21/324 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0055364
(22) 출원일자 2010년06월11일
심사청구일자 2010년06월11일
(30) 우선권주장
1020090051986 2009년06월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김규태
경기도 광명시 철산4동 도덕파크타운 104동 106호
하정숙
서울특별시 노원구 월계동 930 우남아파트 101-2203
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송경근, 박보경

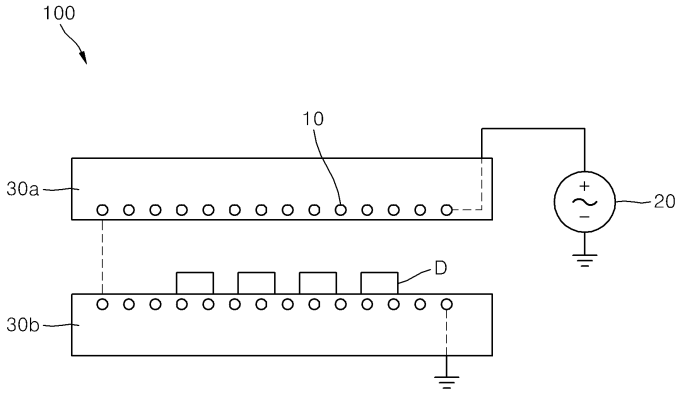
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 유도가열을 이용한 반도체 - 금속 접점의 선택적 열처리 방법과 장치

(57) 요 약

유도가열을 이용한 반도체 - 금속 접점의 선택적 열처리 방법과 장치를 제공한다. 본 발명에 따른 열처리 방법은, 반도체 - 금속 접점을 가지는 반도체 소자에 유도가열 에너지를 가하여 상기 반도체 - 금속 접점을 선택적으로 가열시킴으로써 접촉 저항을 감소시키는 것이다. 본 발명에 따른 열처리 장치는, 유도가열에 의하여 반도체 - 금속 접점을 가지는 반도체 소자를 열처리하는 공정부를 포함하는 열처리 장치로서, 상기 공정부는, 상기 반도체 소자를 지지하는 지지부, 고주파 전원, 및 상기 반도체 소자의 반도체 - 금속 접점을 선택적으로 유도가열시킬 수 있도록 상기 고주파 전원에 연결된 코일을 포함한다. 본 발명에 따르면, 문턱전압 변화 등의 채널 영역의 특성 변화없이 반도체 - 금속 접점의 접촉 특성만 개선할 수 있고, 종래에 사용되던 진공 챔버 가열 방식에 비해 시간과 비용을 줄일 수 있으며 진공 시스템이 필요 없으므로 장치의 유지, 보수가 간단하다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이성민

서울특별시 영등포구 당산동5가 삼성래미안4차아파트 407동 304호

이재우

서울특별시 강동구 명일2동 우성아파트 7동 502호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M1050300018707M030018710

부처명 한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 특정연구개발사업

연구과제명 나노선소자 안정화 핵심기술

기여율

주관기관 한국과학재단

연구기간 2007년 06월 01일 ~ 2008년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

반도체 - 금속 접점을 가지는 반도체 소자에 유도가열 에너지를 가하여 상기 반도체 - 금속 접점을 선택적으로 가열시킴으로써 접촉 저항을 감소시키며, 상기 반도체 소자의 막 평면에 평행한 방향으로 유도 전류가 인가되도록 하는 열처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 유도가열 에너지는 1.5~400kHz의 주파수를 가지는 고주파 전원에 연결된 코일을 사용하여 발생시키는 것을 특징으로 하는 열처리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 주파수 범위 내에서 주파수를 높여 상기 반도체 - 금속 접점을 구성하는 금속의 표면을 열처리하거나 상기 주파수 범위 내에서 주파수를 낮춰 상기 금속의 내부를 열처리하는 것을 특징으로 하는 열처리 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 반도체 - 금속 접점을 구성하는 금속의 표면에 철, 코발트, 니켈 및 티타늄 중 적어도 어느 하나를 코팅한 후 가열시키는 것을 특징으로 하는 열처리 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 가열시 열처리 온도 범위는 200~450℃인 것을 특징으로 하는 열처리 방법.

청구항 6

유도가열에 의하여 반도체 - 금속 접점을 가지는 반도체 소자를 열처리하는 공정부를 포함하는 열처리 장치로서,

상기 공정부는,

상기 반도체 소자를 지지하는 지지부;

고주파 전원; 및

상기 반도체 소자의 반도체 - 금속 접점을 선택적으로 유도가열시킬 수 있도록 상기 고주파 전원에 연결된 코일을 포함하며, 상기 반도체 소자의 막 평면에 평행한 방향으로 유도 전류가 인가되도록 하는 열처리 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 지지부는 열전달계수가 낮은 비금속 재질인 것을 특징으로 하는 열처리 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 지지부는 세라믹 재질의 튜브이고 상기 튜브 안에 상기 반도체 소자를 지지하며 상기 튜브 벽체에 상기 코일이 매설된 것을 특징으로 하는 열처리 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 지지부는 양측이 개방된 챔버이고 상기 챔버 안에 상기 반도체 소자를 지지하는 것을 특징으로 하는 열처리 장치.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 반도체 소자가 상기 지지부 안에서 연속적으로 진행되면서 열처리되도록 하는

이송 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열처리 장치.

청구항 11

제6항에 있어서, 상기 고주파 전원의 공급전류 주파수는 1.5~400kHz인 것을 특징으로 하는 열처리 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반도체 소자 제작 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 실리콘 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)을 비롯한 전자 소자와 OLED(Organic Light Emitting Diode)와 같은 유기물 소자의 제작 공정시 채널 영역을 이루는 반도체 물질과 전극을 구성하는 금속 물질 사이의 접촉 저항을 감소할 수 있는 열처리 방법과 그 방법을 실행할 수 있는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 소스 - 드레인 - 게이트를 가지는 대부분의 3 단자 반도체 소자는 게이트 전압을 바꾸어 채널 영역의 저항을 조절함으로써 채널을 통해 흐르는 전류를 조절하는 방식에 의해 신호를 전달하여 동작하게 된다. 이 때 반도체 소자에는 다른 소자나 외부 핀에 연결하기 위한 금속 전극이 반드시 존재하는데, 이러한 반도체(채널) - 금속(전극) 접점 간에는 두 물질의 페르미 준위(Fermi level)의 차이 때문에 발생하는 저항 외에도 실제 공정상 접점 사이의 불충분한 물리적 접촉, 불순물 등에 따른 접촉 저항이 발생한다. 이러한 접촉 저항은 신호 전달에 있어서 전기적 잡음(noise)으로 나타나거나 중요한 소자 특성인 트랜스컨덕턴스(transconductance)를 나쁘게 하는 경향이 있어, 반도체 소자 제작 공정시 이러한 접촉 저항을 줄이는 것이 반드시 필요하다.

[0003] 현재는 고온의 퍼니스(furnace)에 반도체 소자를 장입하여 반도체 - 금속 접점을 장시간 열처리하는 방법으로 접촉 저항을 줄이고 있다. 열처리를 하면 반도체 - 금속 접점 사이의 물리적 접촉 특성이 개선되고 이종접합을 이루는 원자들간의 실제 화학적 결합을 이루어 접촉 저항을 줄일 수 있다. 그런데 이 방법은 오랜 시간동안 비교적 고온에서 열처리하기 때문에 반도체(채널) 영역에까지 열이 가해지게 되면서 채널 영역의 불순물(dopant) 농도가 불균일하게 변해 각 개별 소자별 문턱전압(threshold voltage)의 편차가 나타나거나, 실리콘 기판을 통해 전류가 흐르는 펀치쓰루(punch through) 현상 등으로 인한 누설전류값(leakage current)의 편차가 나타날 수 있다. 이는 공정 수율에 직접적인 영향을 미친다.

[0004] 최근에는 급속 열처리인 RTA(Rapid Thermal Annealing) 방법으로 텅스텐-할로겐 또는 Xe 아크 램프와 같은 광학 가열원을 이용해 반도체 소자를 단시간에 고온으로 가열하여(수 분 이내, 900℃ 가량) 채널 영역에 끼치는 영향을 최소화하고 있으나, 이 역시 매우 고온이므로 반도체 소자 표면에 붙은 기체나 화학 물질들이 소자 표면과 반응하여 화학적으로 결합할 수 있는 위험이 있다. 또한, RTA 공정 전에 챔버 내부를 진공으로 유지해야 하므로 비용과 시간이 많이 든다. 뿐만 아니라, 고온 장치이므로 유지 보수(maintenance)와 운용에 어려움이 있으며 소자의 열팽창계수를 고려하여야 하므로 단시간에 고온으로 가열하고 냉각시킬 수 없어 열처리 방법에 개선의 여지가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기의 문제점들을 해결하고자 안출된 것으로, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 반도체 소자의 채널 영역에 써멀 버짓(thermal budget)을 유발하지 않으면서 반도체 - 금속 접점을 열처리할 수 있는 방법과 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 열처리 방법은, 반도체 - 금속 접점을 가지는 반도체 소자에 유도가열 에너지를 가하여 상기 반도체 - 금속 접점을 선택적으로 가열시킴으로써 접촉 저항을 감소시키며, 상기 반도체 소자의 막 평면에 평행한 방향으로 유도 전류가 인가되도록 하는 것이다.

[0007] 상기 유도가열 에너지는 1.5~400kHz의 주파수를 가지는 고주파 전원에 연결된 코일을 사용하여 발생시킬 수 있다. 이 때, 상기 주파수 범위 내에서 주파수를 높여 상기 반도체 - 금속 접점을 구성하는 금속의 표면을 열처리

하거나 상기 주파수 범위 내에서 주파수를 낮춰 상기 금속의 내부를 열처리할 수 있다.

[0008] 상기 반도체 - 금속 접점을 구성하는 금속의 표면에 철, 코발트, 니켈 및 티타늄 중 적어도 어느 하나를 코팅한 후 가열시키는 것이 바람직하며, 가열시 열처리 온도 범위는 200~450℃일 수 있다.

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 열처리 장치는, 유도가열에 의하여 반도체 - 금속 접점을 가지는 반도체 소자를 열처리하는 공정부를 포함하는 열처리 장치로서, 상기 공정부는, 상기 반도체 소자를 지지하는 지지부, 고주파 전원, 및 상기 반도체 소자의 반도체 - 금속 접점을 선택적으로 유도가열시킬 수 있도록 상기 고주파 전원에 연결된 코일을 포함하며, 상기 반도체 소자의 막 평면에 평행한 방향으로 유도 전류가 인가되도록 하는 것이다.

[0010] 상기 지지부는 열전달계수가 낮은 비금속 재질인 것이 바람직하며, 특히 상기 지지부는 세라믹 재질의 튜브이고 상기 튜브 안에 상기 반도체 소자를 지지하며 상기 튜브 벽체에 상기 코일이 매설된 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 상기 지지부는 양측이 개방된 챔버이고 상기 챔버 안에 상기 반도체 소자를 지지하는 것일 수도 있다.

[0012] 어느 경우에든 상기 반도체 소자가 상기 지지부 안에서 연속적으로 진행되면서 열처리되도록 하는 이송 장치를 더 포함할 수 있으며, 이 때 상기 이송 장치는 롤러 방식 또는 에어 베어링 방식일 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 유도가열을 이용한 장치를 사용함으로써, 문턱전압의 변화 등 채널 영역의 특성 변화없이 반도체 - 금속 접점의 접촉 특성만 개선할 수 있다. 종래에 사용되던 진공 챔버 가열 방식에 비해 시간과 비용을 줄일 수 있으며 진공 시스템이 필요 없으므로 장치의 유지, 보수가 간단하다. 또한, 닫힌 형태의 챔버가 필요 없으므로 벨트 컨베이어와 같은 이송 장치를 부가하는 경우 연속적인 처리가 가능하여 작업처리량(throughput)이 높아지므로 대량 생산에 적합하다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 열처리 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 다른 열처리 장치의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 관한 바람직한 실시예를 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어진 것이며, 도면 상에서 동일한 부호로 표시된 요소는 동일한 요소를 의미한다.

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 열처리 장치의 개략도이다.

[0017] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 열처리 장치(100)는 유도가열에 의하여 반도체 소자를 소정의 열처리 온도에서 열처리하는 공정부를 포함한다. 공정부는 전자기파를 공급하기 위한 코일(10)과 고주파 전원(20), 그리고 지지부(30a, 30b)로 구성된다.

[0018] 코일(10)은 반도체 소자(D)에서의 반도체 - 금속 접점의 선택적 열처리가 가능하도록 그 부분만 유도가열할 수 있게 구성한다. 코일(10)의 일측은 고주파 전원(20)이 연결되며, 코일(10)의 타측은 접지된다.

[0019] 지지부(30a, 30b)는 반도체 소자(D)를 지지하는 것으로, 비교적 고온에 견딜 수 있고 유도전류를 발생시키지 않는 재질이 바람직하며, 특히 열전달계수가 낮은 비금속 재질인 것이 바람직한데, 가장 바람직하기로는 Al_2O_3와 같은 세라믹 재질이다. 또한, 지지부(30a, 30b)는 별개로 구성된 상부 지지부(30a)와 하부 지지부(30b)로 이루어질 수도 있고, 실제로는 일체형이지만 단면상 두 개의 지지부(30a, 30b)로 구분되어 보이는, 내부에 공간을 가져 반도체 소자(D)를 내벽에 지지하는 튜브로 구성하여도 된다. 뿐만 아니라, 도 1의 지지부(30a, 30b)는 양측이 개방된 챔버의 상, 하면을 보여주는 것일 수도 있다.

[0020] 바람직한 지지부(30a, 30b)의 형상은 소정 두께의 벽체가 내부 공간을 정의하는 튜브이며, 그 벽체 안에 코일(10)이 매설되어 구성된다. 하부 지지부(30b) 상에 반도체 소자(D)가 배치된 후 고주파 전원(20)을 작동시키면

코일(10)로부터 유도가열이 가능하여 반도체 소자(D)를 열처리할 수 있다.

[0021] 유도가열은 코일(10)로부터 변환되는 전기적 에너지에 의해 금속적인 부분의 온도를 올리는 방법이다. 이 코일(10)은 전류가 금속의 표면 주위 흐름을 일으키는 방법과 같이 자기장 흐름 영역이 금속 부분의 에너지를 일으킨다. 이 흐름을 위한 열의 저항 또는 유도 전류 이동의 방해는 순간 가열을 일으키는 원인이 된다.

[0022] 코일(10)은 반도체 소자(D)의 막 평면에 평행한 방향으로 유도 전류가 인가되도록 위치됨이 바람직하다. 공급전류의 주파수를 높일수록 반도체 소자(D) 표면에 유도된 맴돌이 전류는 금속과 같은 도체의 표면에만 흐르고 내부로 침입하지 않게 되므로 금속 표면 (및 그 내부)만 선택적으로 열처리할 수 있다. 이 때 금속이 아닌 반도체(채널) 영역은 반응하지 않게 되므로 채널 영역의 특성은 변하지 않고 오직 반도체 - 금속 접점만 선택적으로 열처리시켜 접촉 저항을 감소할 수 있다.

[0023] 따라서, 공급전류의 주파수를 적절히 조절하면 채널 영역에 영향을 미치는 일이 없이 반도체 - 금속 접점만 실질적으로 열처리할 수 있으므로 RTA와 같은 진공 챔버가 필요 없게 되어 진공 챔버 가열 방식에 비해 시간과 비용을 줄일 수 있다.

[0024] 본 발명에 따른 열처리 장치(100) 및 열처리 방법에서, 코일(10)에 공급하는 공급전류의 주파수는 1.5~400kHz 정도의 주파수대를 이용할 수 있다. 주파수를 400kHz 가까이로 높여 주면 보다 금속 표면에서만 열처리하는 식이 된다. 따라서 열처리 범위를 금속 표면에만 할 것이냐 아니면 금속 내부의 벌크한 영역 모두를 할 것이냐에 따라 주파수를 바꾸어 가면서 진행할 수 있다.

[0025] 그리고 열처리하려는 반도체 - 금속 접점에 투자율이 높은 철, 코발트, 니켈, 티타늄 등을 국소적으로 코팅한 후에 유도가열을 하면 국소적으로 투자율이 높은 곳이 더 가열이 잘 될 수 있다. 바람직하게는 1.5~400kHz 정도의 주파수대를 이용하며 니켈 또는 티타늄 막을 20~100nm 정도로 국소 코팅하여 처리한다. 바람직하게는 반도체 - 금속 접점 제조의 단계에서부터 금속을 니켈 또는 티타늄 재질로 한다.

[0026] 유도가열에 의한 열처리 온도 범위는 200~450℃로 한다. 온도가 너무 낮으면 열처리 효과가 없고 온도가 너무 높으면 이온 확산 등의 문제와 플렉시블한 유기물 기판을 사용할 수 없는 문제가 있으므로 온도 범위를 제한하는 것이 바람직하다.

[0027] 본 발명에 따르면 또한, 진공 펌프와 같은 진공 시스템이 필요 없으므로 장치의 유지, 보수가 간단하고 운용이 간단하다. 뿐만 아니라 종래에 비하여 저온 공정으로 반도체 - 금속 접점의 접촉 저항을 감소시키는 것이 가능하다.

[0028] 이처럼 본 발명에 따르면 반도체 - 금속 접점에만 유도가열 에너지를 가하여 열처리하는 것이므로 채널 영역과 소자의 다른 부분에 영향을 주지 않는다. 이러한 선택적 유도가열 방식은 소자의 매우 좁은 영역에만 에너지를 가하기 때문에 기존의 열처리 방식보다 효율이 높고 공정 시간을 줄일 수 있다.

[0029] 뿐만 아니라, 닫힌 형태의 챔버가 필요 없으므로 도 2에 도시한 열처리 장치(100')에서 보는 바와 같이, 벨트 컨베이어와 비슷한 형태의 이송 장치(40)를 내부에 포함하여, 반도체 소자(D)를 장치 내에서 공정진행방향이라고 표시한 방향을 따라 연속적으로 진행시켜 가면서 열처리할 수 있으므로 선택적 열처리된 소자를 연속적으로 생산해낼 수 있다. 이송 장치(40)는 예컨대 롤러(roller) 방식 또는 비접촉 방식인 에어 베어링 방식의 구동부를 가진 것을 이용할 수 있다.

[0030] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 많은 변형이 가능함은 명백하다.

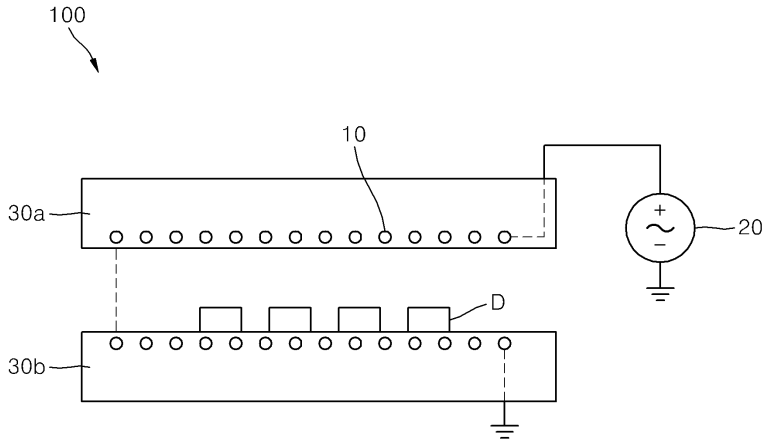
부호의 설명

[0031] 10...코일 20...고주파 전원 30a, 30b...지지부

40...이송 장치 100, 100'...열처리 장치

도면

도면1



도면2

