

산소면적밀도 조절 기술이 적용된 소스와 드레인 콘택의 금속-유전층-반도체 구조를 갖는 산화물 반도체 트랜지스터 및 그 제조 방법

(기술분류-반도체-고집적·저항기반 메모리)

기술성 분석

기술 개요

- 소스 전극 및 드레인 전극과 산화물 반도체층 사이의 접촉 저항을 감소시킬 수 있는 산소면적밀도 조절 기술이 적용된 소스와 드레인 콘택의 금속-유전층-반도체 구조를 갖는 산화물 반도체 트랜지스터 및 그 제조 방법에 관한 것임

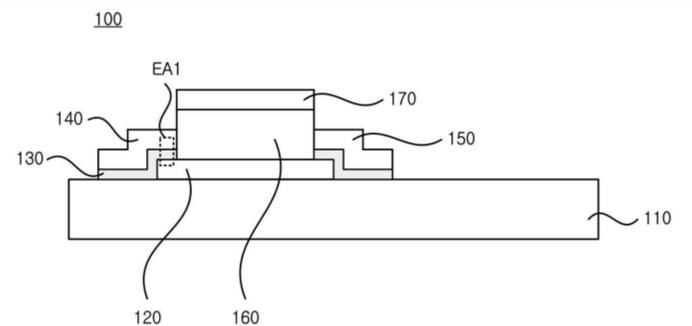
미해결 과제(Unmet needs)

- 기존 접촉 저항 개선 방안의 한계
 - 반도체 소자의 고집적화를 위해 메모리/ 로직의 아키텍처 구조가 기존 2차원 구조에서 3차원 적층 구조로 변화하고 있으며, 최근 차세대 3차원 적층형 DRAM 구현을 위해 커패시터 없이 2개의 비정질 산화물 반도체(amorphous oxide semiconductor, AOS) 트랜지스터를 기반으로 하는 2T-0C DRAM 셀 구조가 활발히 연구되고 있음
 - 2T-0C DRAM 셀 구조는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide) 비정질 채널로, 채널에 H₂, Ar, F, NF₃ 등의 플라즈마 처리를 통해 캐리어 농도를 증가시키는 방법을 사용하여 접촉 저항을 개선하였으나, 이는 채널에 매우 큰 손상을 야기하고 채널 표면의 계면 트랩 농도(interface trap density, D_{it})를 추가적으로 야기하여 소자의 접촉 저항 증가의 원인이 될 수 있음

기술적 해결수단(발명의 구성)

- 1) 본 발명의 산화물 반도체 트랜지스터를 제조하는 단계
 - 본 발명에 따른 산화물 반도체 트랜지스터는 산화물 반도체층 형성 → 기능층 형성 → 기능층 특성 개선 처리 → 소스/드레인 전극 형성 → 게이트 전극 형성 단계로 제조됨
 - 소스 전극(140)과 드레인 전극(150)은 산화물 반도체층(120)의 양단에 연결되며, 기능층(130)은 소스 전극 및 드레인 전극과 산화물 반도체층 사이에 마련되어 산화물 반도체층과의 OAD(oxygen areal density) 값 차이로 인해 산화물 반도체층에 국부적인 도핑 농도를 증가시킴으로써 소스 전극 및 드레인 전극과 산화물 반도체층 사이의 접촉 저항이 감소됨
 - 기능층 특성 개선 단계는 산화물 반도체층과 기능층의 OAD 값의 차이를 증가시키는 방향으로 수행됨

본 발명에 따른 산화물 반도체 트랜지스터

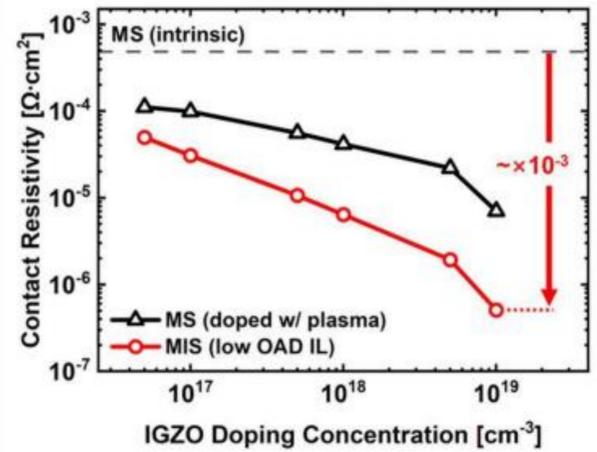


본 기술의 우수성 및 파급 효과

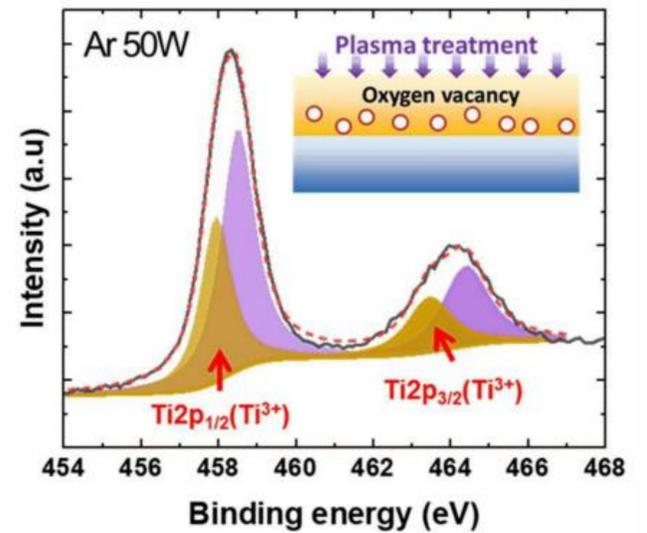
본 기술의 우수성(효과)

- 기능층에 의한 접촉 저항 감소
 - 기능층은 OSL(oxygen scavenger layer) 또는 OPL(oxygen provider layer) 역할을 하여, 산소 이온의 이동에 의해 기능층과 산화물 반도체층 사이의 계면에 쌍극자가 형성되면 소스 전극 및 드레인 전극과 산화물 반도체층 사이의 SBH(Schottky barrier height)가 감소되고, 접촉 저항이 감소됨
 - 산소의 이동에 의해 산화물 반도체층 및 기능층 내의 도핑 농도가 증가될 수 있으며, 도핑 농도가 증가할수록 소스 전극 및 드레인 전극과 산화물 반도체층 사이의 접촉 저항이 낮아짐
- 기능층 특성 개선 처리에 따른 도핑 효과
 - 기능층을 플라즈마를 이용하여 표면 처리하면, 산소와 티탄 사이의 결합에너지가 표면 처리를 수행하지 않은 경우보다 낮아져 기능층 내의 산소와 티탄이 분리되고, 분리된 산소는 플라즈마에 의해 제거됨
 - 따라서, 기능층의 OAD 값이 낮아지며, OSL로 작용할 수 있기에 산화물 반도체층 내의 산소 이온이 기능층으로 이동할 수 있으며, 산화물 반도체층 내에 산소 공극이 생성됨
 - 이러한 산소 공극은 도너(donor)로 작용하여, 산화물반도체층의 소스 전극 및 드레인 전극과 접촉하는 표면에 n-타입의 도핑 효과를 유발함

도핑 농도 증가에 따른 접촉 저항 감소



기능층의 특성 개선 처리 후 티탄과 산소 사이의 결합 에너지



적용 제품 및 파급 효과

- 전기 전자회로
- 산화물 반도체층의 국부적인 도핑 농도를 증가시키는 기능층을 포함함으로써 접촉 저항이 감소된 산화물 반도체 트랜지스터를 제공할 수 있음

지식재산권 현황

발명의 명칭	출원/등록번호	출원/등록일자
산소면적밀도 조절 기술이 적용된 소스와 드레인 컨택의 금속-유전층-반도체 구조를 갖는 산화물 반도체 트랜지스터 및 그 제조 방법	10-2023-0009350	2023.01.25.
패밀리 특허 현황	패밀리 국가	