

MODERN METHODS OF MANUFACTURING MOP TRANSISTORS

Javlon Metinqulov Tulqin o'g'li

Navro'zbek Shermatov Nizomiddin o'g'li

Annotation: This article analyzes modern technologies for the production of Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistors (MOSFETs). The article covers advanced methods such as photolithography, Atomic Layer Deposition (ALD), Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD), FinFET technology, and high-k dielectric materials. New approaches focused on miniaturization, efficiency, and energy conservation in the transistor manufacturing process are presented. The FinFET technology and 3D integration possibilities play a crucial role in improving the performance of MOSFETs. The main goal of the research is to analyze the technical and economic aspects of MOSFET production and highlight the future prospects in this field.

Keywords: MOSFET, photolithography, ALD, PECVD, FinFET, high-k dielectric, 3D integration, microelectronics, transistor manufacturing.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА МОП-ТРАНЗИСТОРОВ

Жавлон Метинкулов Тулқин ўғли

Наврўзбек Шерматов Низомиддин ўғли

Аннотация: В данной статье рассматриваются современные технологии производства полевых транзисторов с металлическим оксидом (MOSFET). Рассмотрены передовые методы, такие как фотолитография, атомно-слоистое осаждение (ALD), плазменно-усиленное химическое осаждение из паровой фазы (PECVD), технология FinFET и высокок-диэлектрические материалы. Представлены новые подходы, направленные на миниатюризацию, повышение эффективности и экономию энергии в процессе производства транзисторов. Технология FinFET и возможности 3D интеграции играют ключевую роль в улучшении характеристик MOSFET. Основной целью

исследования является анализ технических и экономических аспектов производства MOSFET и выделение перспектив развития в данной области.

Ключевые слова: MOSFET, фотолитография, ALD, PECVD, FinFET, высокок-диэлектрический, 3D интеграция, микроэлектроника, производство транзисторов.

MOP TRANZISTORINI ISHLAB CHIQRISHNING ZAMONAVIY USULLARI

Javlon Metinqulov Tulqin o'g'li

Navro'zbek Shermatov Nizomiddin o'g'li

Annotatsiya: Ushbu maqola MOP (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) tranzistorlarini ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarini tahlil qiladi. Maqolada fotolitografiya, Atomic Layer Deposition (ALD), Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD), FinFET texnologiyasi va yuqori-k dielektrik materiallar kabi ilg'or usullar ko'rib chiqiladi. Tranzistor ishlab chiqarish jarayonida miniaturizatsiya, samaradorlik va energiya tejamkorligini oshirishga qaratilgan yangi yondashuvlar taqdim etiladi. FinFET texnologiyasi va 3D integratsiya imkoniyatlari MOP tranzistorlarining samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Tadqiqotning asosiy maqsadi, MOP tranzistorlarini ishlab chiqarishning texnik va iqtisodiy jihatlarini tahlil qilish va kelajakda bu sohadagi rivojlanish istiqbollari ko'rsatishdir.

Kalit so'zlar: MOP tranzistor, fotolitografiya, ALD, PECVD, FinFET, yuqori-k dielektrik, 3D integratsiya, mikroelektronika, tranzistor ishlab chiqarish.

MOP tranzistorlarini (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) ishlab chiqarishning zamonaviy usullari, asosan, yuqori samaradorlikni ta'minlash va miniaturizatsiyani amalga oshirishga qaratilgan. Quyida MOP tranzistorlarini ishlab chiqarish jarayonida qo'llaniladigan asosiy zamonaviy texnologiyalarni keltiraman:

Fotolitografiya: bu yarimo'tkazgich materiallar yuzasiga turli naqshlarni kiritish uchun ishlatiladigan asosiy texnologiyalardan biridir. Bu jarayon orqali, tranzistorning har bir qismi (masalan, manba, drenaj va eshik) aniqlik bilan joylashtiriladi. Zamonaviy fotolitografiya usullari, ayniqsa, ekstremal ultrabinafsha (EUV) fotolitografiya, mikrometr darajasida naqshlarni ishlab chiqarishni ta'minlaydi.

Atomic Layer Deposition (ALD): ALD — bu materiallarni o'zgartirishning yuqori aniqlikdagi usuli bo'lib, ayniqsa, oksid qatlami (masalan, SiO₂) yoki boshqa materiallarni bir necha atom qatlamida yotqizishga imkon beradi. Bu usul MOP tranzistorlarining gate oksidi sifatida ishlatiladigan materiallarning sifatini oshirishda muhim rol o'ynaydi.

Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD): PECVD yordamida MOP tranzistorining strukturasi kerakli qoplama qatlamlarini, masalan, silikon oksidi yoki azotli oksidni o'rnatish mumkin. Bu usul, ayniqsa, substrat ustidagi materiallarni yumshoq va samarali joylashtirish uchun ishlatiladi.

FinFET texnologiyasi: FinFET (Fin Field-Effect Transistor) tranzistorlari, ya'ni "fin" shaklidagi tranzistorlar, MOP tranzistorlarining yangi avlodidir. Bu texnologiya ko'proq miniaturizatsiyani ta'minlash uchun ishlatiladi va yuqori ishlash tezligini, past energiya sarfini va yuqori tranzistor zichligini ta'minlaydi. FinFET texnologiyasi tranzistorning samarasini oshirish uchun ko'proq ko'p qirrali yondashuvlarni taklif etadi.

High-k dielektrik materiallar: MOP tranzistorlarining gate oksidi sifatida ishlatiladigan yuqori dielektrik (high-k) materiallari, masalan, hafniy oksidi, silikon oksidiga nisbatan yuqori permittivlikka ega bo'lib, bu tranzistorlarning past energiya sarfi va yuqori o'lchamlarini ta'minlaydi.

Shartli metall yuqori qatlamlar (Metal Gate): An'anaviy silikon oksidining o'rniga zamonaviy MOP tranzistorlarida metall gate (masalan, tungstendan

foydalanish) ishlatiladi, bu esa tranzistorlarning ishlash samaradorligini va yuqori tezlikda ishlashni ta'minlaydi.

3D integratsiya va 3D-FinFET: 3D integratsiya texnologiyasi MOP tranzistorlarini vertikal ravishda joylashtirish imkonini beradi. Bu, o'z navbatida, tranzistorlar sonini oshirish va chip hajmini kamaytirish imkonini beradi.[1-10]

Zamonaviy MOP tranzistorlarini ishlab chiqarish texnologiyalari mikroelektronika sanoatida yuqori samaradorlikni, energiya tejamkorligini va miniaturizatsiya darajasini oshirishga qaratilgan. Bu texnologiyalar yordamida ishlab chiqarilayotgan tranzistorlar ko'plab ilg'or qurilmalar, masalan, kompyuterlar, mobil telefonlar va boshqa elektron qurilmalarda qo'llaniladi.

MOP tranzistorlarini ishlab chiqarish uchun zamonaviy usullar, masalan, fotolitografiya, ALD, PECVD, FinFET texnologiyalari va yuqori-k dielektrik materiallar, samaradorlikni oshirish va tranzistorlarni miniaturizatsiya qilishda katta yutuqlarni taqdim etadi. Biroq, har bir texnologiya o'zining ba'zi kamchiliklariga ega. Fotolitografiya va ALD kabi usullar yuqori xarajatlar va murakkab jarayonlarni talab qilsa, PECVD va FinFET texnologiyalari materiallarning buzilishi va dizaynning murakkabligi kabi muammolarga duch keladi. Yuqori-k dielektrik materiallar va 3D integratsiya jarayonlari esa issiqlikni chiqarish va ishlab chiqarishning yanada murakkabligini keltirib chiqarishi mumkin. Shunday bo'lsa-da, bu texnologiyalarning rivojlanishi va yangi yondashuvlarning qo'llanilishi MOP tranzistorlarini ishlab chiqarish jarayonini yanada takomillashtirishga imkon beradi.[11-16]

Xulosa qilib aytganda, MOP tranzistorlarini ishlab chiqarish zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali samaradorlik, miniaturizatsiya va energiya tejashga qaratilgan. Fotolitografiya, ALD, PECVD va FinFET texnologiyalari kabi ilg'or usullar ishlab chiqarish jarayonini isloh qilib, yuqori samaradorlik va past energiya sarfini ta'minlaydi. Yuqori-k dielektrik materiallar va 3D texnologiyalarining integratsiyasi tranzistorlar ishlab chiqarishning keyingi bosqichlarini rivojlantiradi. Mikroelektronikaning rivojlanishi davom etar ekan,

МОП транзисторларини ishlab chiqarish kelajakda ushbu innovatsiyalar orqali yanada kuchli va energiya samarali elektron qurilmalarni yaratishga imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ковалев, В. А., & Сергеев, А. Н. (2022). Современные методы производства МОП-транзисторов. Журнал микроэлектроники, 56(4), 88-96.
2. Тимофеев, И. П., & Романова, Т. С. (2021). Новые технологии производства МОП-транзисторов на основе наноматериалов. Электронная техника, 29(3), 42-49.
3. Дмитриев, В. М., & Смирнов, А. Ю. (2020). Инновационные подходы к производству МОП-транзисторов: от материалов до технологии. Вестник полупроводниковой электроники, 17(2), 115-121.
4. Metinkulov, J. T. (2024). GETTING TO KNOW THE ARDUINO UNO BOARD AND LEARNING HOW TO PROGRAM IT. Экономика и социум, (2 (117)-1), 429-432.
5. Метинкулов, Ж. Т. (2024). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ АДРЕСАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ. Экономика и социум, (2-1 (117)), 1163-1168.