

05.3;06.2

©1995

ПРИМЕНЕНИЕ ТРИЭТИЛСТИБИНА ДЛЯ ЛЕГИРОВАНИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ КРЕМНИЯ

Н.А.Самойлов, С.В.Шутов

При применении традиционных хлоридной и гидридной технологий в настоящее время в промышленности в ограниченном количестве выпускаются кремниевые структуры с заданным профилем концентрации примеси в эпитаксиальном слое, например для фотоэлементов, а также высоковольтных транзисторов [1]. Толщины эпитаксиальных слоев в таких структурах 60–100 мкм, в то время как для изготовления сверхрезких варикапов необходим заданный обратный градиент концентрации доноров в эпитаксиальных структурах типа $n-n^+$ при толщине эпитаксиального слоя 5–10 мкм.

Практический опыт и теоретические исследования [2] указывают на то, что при применении традиционных технологий получение тонких эпитаксиальных слоев с заданным концентрационным профилем является сложной технической задачей. В этой связи нами был предпринят ряд экспериментов по исследованию процессов получения эпитаксиальных структур кремния типа $n-n^+$ в гидридном процессе с использованием в качестве источника легирующей примеси триэтилстибина $((C_2H_5)_3Sb)$. Эпитаксиальное наращивание производилось на установке "Слой-202". Испаритель с триэтилстибином помещался в микрохолодильник с пределами регулирования температуры от -30 до $0^\circ C$. Удельное сопротивление эпитаксиальных слоев определялось вольт-фарадным методом с применением ртутного зонда на установке E7-12. Толщина эпитаксиальных слоев контролировалась спектрофотометром "SPECORD-82M", структурные дефекты выявлялись в травителе Сиртла.

Характерная зависимость удельного сопротивления растущего эпитаксиального слоя от температуры триэтилстибина при постоянной подаче легирующей смеси в реактор и температуре эпитаксии приведена на рис. 1. Изменение температуры триэтилстибина на $2^\circ C$ приводит к изменению удельного сопротивления эпитаксиального слоя на 25%; при увеличении температуры эпитаксии от 1040 до $1050^\circ C$ удельное сопротивление эпитаксиального слоя возрастает от 1.0 до 1.4 Ом·см при неизменной скорости

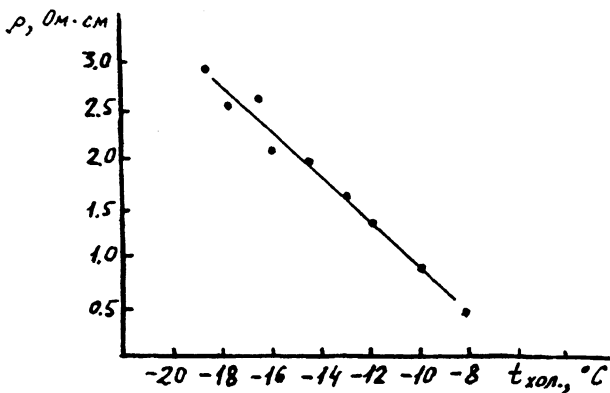


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления эпитаксиального слоя (ρ) от температуры триэтилстибина ($t_{хол.}$); температура эпитаксии 1040°C , расход водорода через испаритель 3.0 л/ч.

подачи триэтилстибина в реактор и постоянной температуре испарителя. Такой резкой зависимости удельного сопротивления слоев от температуры эпитаксии при легировании кремния из фосфина либо арсина не наблюдается [3]. При контроле полученных эпитаксиальных слоев на дефектность установлены следующие параметры: плотность дефектов упаковки $N_{д.у} < 10^2 \text{ см}^{-2}$, плотность дислокаций $N_{д} < 10^2 \text{ см}^{-2}$, дефекты роста не выявлены. Таким образом, полученные эпитаксиальные слои кремния, легированные из триэтилстибина, не уступают по структурному со-

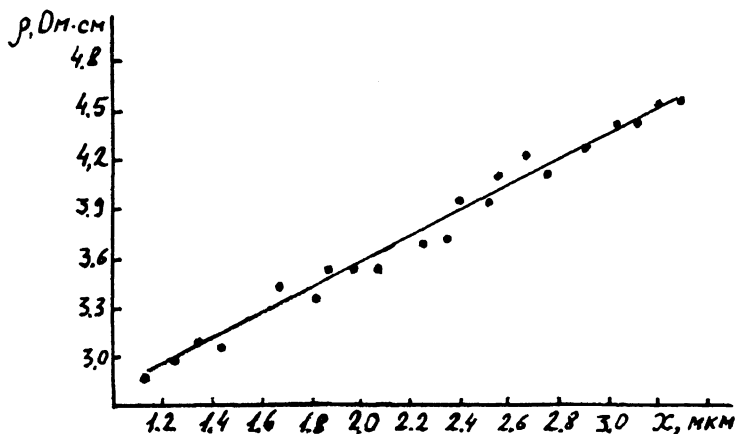


Рис. 2. Профиль концентрации примеси, полученный при изменении температуры триэтилстибина от -18 до -24°C ; температура эпитаксии 1050°C , расход водорода 1.5 л/ч.

вершенству слоям, выращенным с использованием традиционных методов выращивания.

В результате анализа экспериментальных данных определены технологические условия, выполнение которых позволило получить эпитаксиальные слои с заданным профилем концентрации примеси. Распределение удельного сопротивления от поверхности в глубину эпитаксиального слоя приведено на рис. 2. Указанный на рис. 2 профиль удельного сопротивления получен путем уменьшения концентрации триэтилстибина в реакторе при охлаждении испарителя от -18 до -24°C в процессе роста. Наряду с возможностями управления распределением концентрации примеси в эпитаксиальном слое путем изменения температуры испарителя с лигатурой и варьированием температуры эпитаксии необходимо отметить, что легирование из триэтилстибина осуществляется при значительно более низких значениях концентрации легирующего компонента в реакторе, чем при использовании арсина либо фосфина. Это обстоятельство позволяет управлять процессом вхождения примеси в растущий слой изменением расхода водорода через испаритель с триэтилстибином.

Для выяснения механизмов процессов легирования эпитаксиального кремния с применением триэтилстибина и других металлоорганических соединений необходимы дополнительные исследования.

Список литературы

- [1] Харченко В.В. Получение эпитаксиальных структур кремния с контролируемым примесным профилем. Ташкент: ФАН, 1989. 168 с.
- [2] Dushetin P. // Revue Technique Thomson-CSF, 1977. V. 2. N 2. P. 411-461.
- [3] Сладков И.Б., Тучкевич В.В., Шмидт Н.М. // Микроэлектроника. 1973. Т. 2. В. 3. С. 273-275.

Херсонский отдел института
физики полупроводников
Национальной АН Украины

Поступило в Редакцию
19 ноября 1994 г.