

06:07

Образование сквозного низкоомного слоя металл–Si, полученного под действием CO₂-лазерного излучения

© П.С. Шкумбатюк

Драгобычский педагогический институт

Поступило в Редакцию 25 июня 1997 г.

Описаны некоторые особенности, возникающие в результате воздействия CO₂-лазера на слой металл–кремний, в частности сквозной низкоомный слой. Высказывается предположение, что сквозной низкоомный слой образуется вследствие твердофазного растворения металла в Si или диффузией металла в дефектах, образованных лазерным излучением.

Известно, что изучение действия лазерного излучения с $h\nu \geq E_e$ на Si как одной из технологических возможностей управлять электрофизическими свойствами ионно-легированных слоев представляет научный интерес. В частности, важным является вопрос о дефектообразовании, при этом преобладающим механизмом может быть влияние локальных электронных возбуждений и нагрев, вызванные лазерным излучением. Если учитывать важную роль электронных и электрон-фононных возбуждений, то для исследования механизма дефектообразования не менее важен вопрос о действии лазерного излучения на Si, отвечающий соотношению $h\nu < E_g$. Согласно работам [1–3], одним из направлений по изучению действия лазерного излучения с $h\nu < E_e$ на Si является исследование тепловых эффектов, обусловленных поглощением излучения свободными носителями.

В связи с этим в данной работе сообщается о некоторых особенностях в результате действия непрерывного CO₂-лазерного излучения на металл–Si. Облучение сэндвича металл–Si (*p*-Si, $\rho = 1 \cdot 10^2 \Omega \cdot \text{см}$, $t = 0.6 \text{ мм}$) производили CO₂-лазерным излучением с плотностью мощности до 10^3 Вт/см^2 и временем действия до 20 с при комнатной температуре на воздухе, в качестве металла применяли Au, Cu, Al весом до 2 мг. Температура разогрева металл–Si излучением, измеренная пирометрическим методом, составляла $1\text{--}1.2 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$.

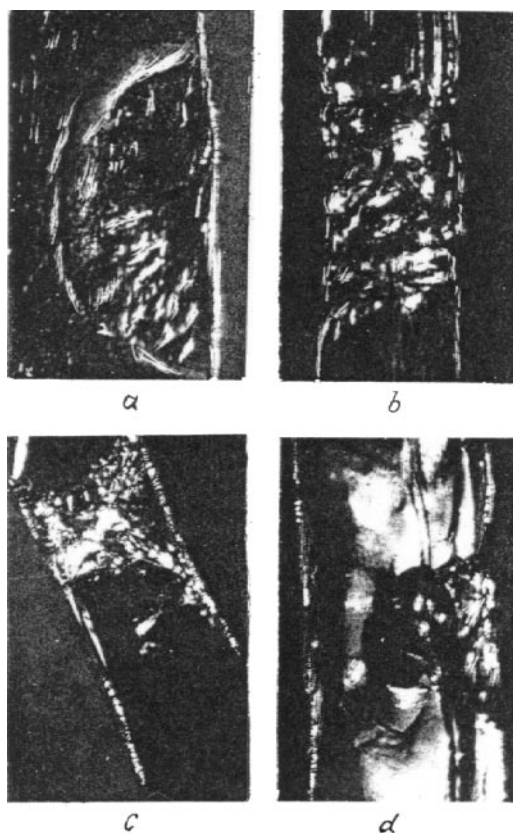


Рис. 1. Структурные изменения сквозного низкоомного слоя Al–Si после действия лазерного излучения: *a* — поверхности облучения; *b, c* — по толщине; *d* — по толщине после лазерного отжига ($\times 50$) (*a, b, c* — $\times 40$).

На рис. 1, *a* показана поверхность половины сколотой области взаимодействия Al–Si после действия лазерного излучения. В зависимости от времени и плотности мощности излучения контактная область имела углубление до 0.1 mm с окисленной поверхностью, состоящей из Al–Si. Структура по толщине (рис. 1, *b*) поликристаллическая разрыхленная, включений металла не обнаружено. При уменьшении плотности мощ-

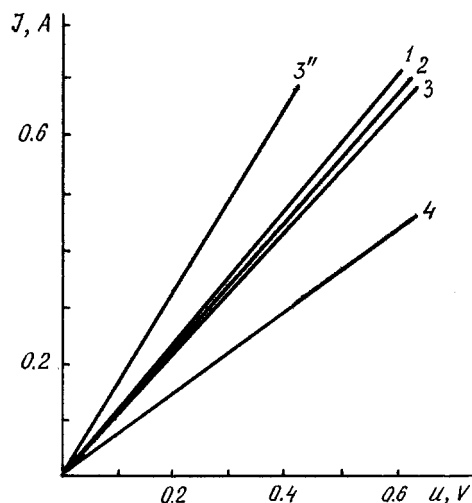


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики сквозного низкоомного слоя металл-Si при 300 К: 1 — Au-Si, 2 — Cu-Si, 3 — Al-Si, 3'' — Al-Si при 77 К, 4 — после отжига.

ности излучения и увеличении времени действия (рис. 1, *b*) разрыхленность и площадь поверхности металл-Si уменьшается. После отжига лазерным излучением (рис. 1, *d*) структура монокристаллическая с увеличенной концентрацией дефектов в области действия излучения. После облучения Cu-Si структура по толщине поликристаллическая с большими размерами блоков по отношению к Al-Si, включений металла не обнаружено. Поверхность взаимодействия состоит из окислов меди и частиц кремния. При формировании контакта Au-Si поликристаллическая структура не образуется, по толщине выявлены углубления в виде микроканалов и включения Au.

Если учитывать, что в результате облучения и отжига плавление структуры металл-Si не происходит, то можно предположить, что образование сквозного низкоомного слоя связано с твердофазным растворением металла в Si или диффузией металла в дефектах, образованных лазерным излучением.

Электрические свойства сквозного слоя исследовали по вольт-амперным характеристикам при 77 и 300 К. Ограничение сопротивления

установки для измерения устанавливали по сопротивлению выводных контактов, при 300 К оно составляло 0.75 Ω . Перед пайкой выводов для Al–Si кратковременным действием лазерного излучения на поверхность контакта вплавляли Au. На рис. 2 показаны линейные ВАХ сформированных низкоомных слоев для положительного направления тока. Для отожженного слоя (рис. 2, кривая 4) увеличение сопротивления связано с уменьшением концентрации металла, что указывает на выход металла в приповерхностную область, возможно, по направлению действия лазерного излучения.

Список литературы

- [1] *Weeks R.A.* // J. Non-Crystall. Solids. 1983. V. 71. N 2. P. 435–442.
- [2] *Зотеев А.В., Киселев В.Ф.* // Вестн. МГУ. Сер. физика и астрон. 1987. Т. 28. № 1. С. 20–34.
- [3] *Boyd I.W.* // J. Appl. Phys. 1983. V. 54. N 10. P. 3561–3567.