

Обмен опытом

УДК 620.1.53.08

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ТОНКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

Статья поступила 2 февраля 2016 г.

Контроль толщины металлических пленок — важная составляющая, например, в технологии разработки и производства современных СВЧ-транзисторов на основе GaN, поскольку контакты истока и стока таких транзисторов имеют многослойные металлические покрытия [1, 2].

Толщины металлических пленок обычно определяют эллипсометрическим методом на «спутниках», в качестве которых используют полированные пластины из кварца или сапфира с обратной шлифованной стороной. Погрешность составляет 10 – 20 % [3]. Предлагаемый нами подход позволяет определять толщину металлических пленок порядка 200 – 600 Å с точностью, лучшей, чем 10 Å.

Измеряли напыленные термическим методом пленки золота, использующиеся при формировании многослойных контактов истока и стока СВЧ-транзисторов на основе GaN.

На первом этапе при помощи лазерного эллипсометра определяли эллипсометрические параметры ψ и Δ для образца с «толстой» (толщина 1 – 2 мкм) пленкой, нанесенной на полированную пластину сапфира с обратной шлифованной поверхностью («толстая» пленка не прозрачна для луча лазера с длиной волны 0,6328 мкм). Затем при помощи разработанной оригинальной компьютерной программы [4] (рис. 1) рассчи-

тавали оптические константы: показатель преломления n и коэффициент экстинкции k (получили следующие значения: $n = 0,19$ и $k = 3,17$).

На втором этапе аналогично определяли эллипсометрические параметры «тонких» (прозрачных для луча лазера с указанной длиной волны) пленок, нанесенных на такую же, как и в предыдущем случае, подложку. При измерении двух образцов с различными толщинами пленок получили следующие значения:

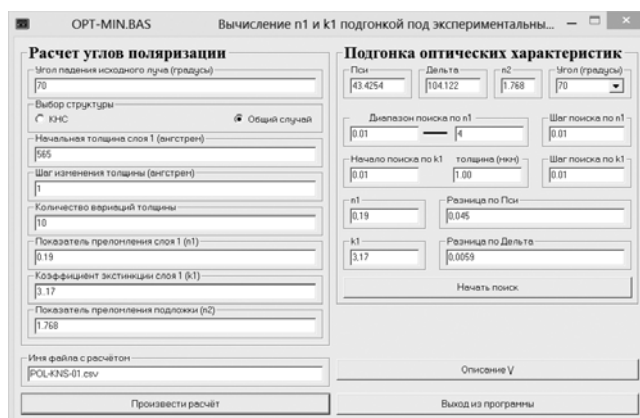


Рис. 1. «Окно» программы для расчета оптических констант «толстой» и толщин «тонких» пленок золота

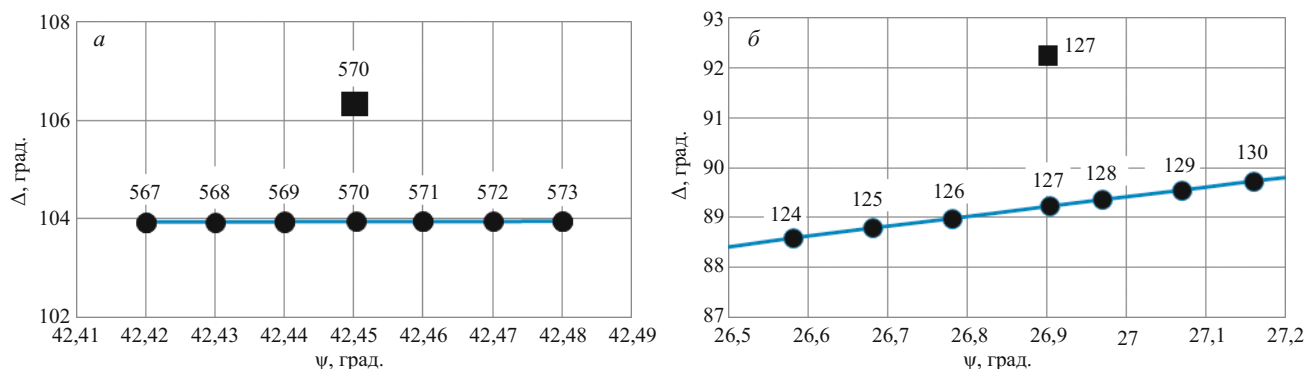


Рис. 2. Δ – ψ -кривые для разных толщин «тонких» пленок и экспериментальные значения, применяемые для образцов 1 (а) и 2 (б)

$\psi_1 = 42,45^\circ$, $\Delta_1 = 106,39$ (образец 1), $\psi_2 = 26,90^\circ$, $\Delta_2 = 92,34^\circ$ (образец 2).

Зная оптические константы для «толстой» пленки, строили эллипсометрические Δ – ψ -кривые для «тонких» (толщины 60 – 600 Å). На рис. 2 представлены отрезки Δ – ψ -кривых (шаг — 1 Å, квадратами показаны экспериментальные значения для образцов 1 и 2). Видно, что параметр Δ измеренных пленок (образцы 1 и 2) отличается от соответствующего значения на Δ – ψ -кривой вследствие того, что оптические константы «тонких» и «толстых» пленок все-таки могут немного отличаться [2].

Таким образом, проведенные измерения и расчеты с использованием специальных программ показывают, что толщину «тонких» металлических пленок, полученных термическим методом, можно определять с точностью, лучшей, чем 10 Å.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. Г., Колковский Ю. В., Концевой Ю. А. СВЧ приборы и устройства на широкозонных полупроводниках. — М.: Техносфера, 2011. — 416 с.
2. Груздов В. В., Колковский Ю. В., Концевой Ю. А. Контроль новых технологий в твердотельной СВЧ электронике. — М.: Техносфера, 2016. — 328 с.
3. Пат. № 2558645 РФ, МПК G01B 11/06. Способ определения толщины металлических пленок / Завадский Ю. И., Колковский Ю. В.,

Концевой Ю. А., Курмачев В. А.; заявитель и патентообладатель ОАО «НПП «Пульсар». — № 201401391; заявл. 17.01.2014; опубл. 10.08.2015. Бюл. № 22.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011617200 RU № 4(77) от 20.12.2011. Программа поиска значений оптических констант поглощающего слоя структуры по измеренным характеристикам поляризации отраженного излучения (OPT-MIN. BAS) / Гуськов Б. Л., Завадский Ю. И., Концевой Ю. А.; заявитель и патентообладатель ОАО «НПП «Пульсар».

REFERENCES

1. Vasil'ev A. G., Kolkovskii Yu. V., Kontsevoi Yu. A. SVCh pribory i ustroystva na shirokazonnykh poluprovodnikakh [Microwave devices and equipment for widegap semiconductors]. — Moscow: Tekhnosfera, 2011. — 416 p. [in Russian].
2. Grudov V. V., Kolkovskii Yu. V., Kontsevoi Yu. A. Kontrol' novykh tekhnologii v tverdotel'noi SVCh élektronike [The new technology control in solid state microwaves electronics]. — Moscow: Tekhnosfera, 2016. — 328 p. [in Russian].
3. RF Pat. N 2558645, MPK G01B 11/06. Sposob opredeleniya tolshchiny metallicheskih plenok [Method determination the thickness metallic films] / Zavadskii Yu. I., Kolkovskii Yu. V., Kontsevoi Yu. A., Kurmachev V. A.; applicant and owner JSC "NPP "Pul'sar." — N 201401391; appl. 17.01.2014; publ. 10.08.2015. Byull. Otkryt. Izobret. 2015. N 22 [in Russian].
4. RF Certificate of state registration of computer program N 2011617200 RU N 4(77) from 20.12.2011. Programma poiska znachenii opticheskikh konstant pogloshchayushchego sloya struktury po izmerennym kharakteristikam polyarizatsii otrazhennogo izlucheniya (opt-min.bas) [Search routine of the optical constant values for absorbing layer of structure from the measuring characteristics of the reflected radiation polarization (opt-min.bas)] / Gus'kov B. L., Zavadskii Yu. I., Kontsevoi Yu. A.; applicant and owner JSC "NPP "Pul'sar."

© Ю. А. Концевой, М. Н. Кондаков, И. Г. Петрова
НПП «Пульсар», Москва, Россия;
e-mail: kontsevoy@pulsarnpp.ru