УДК 535.51

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ В ПДП СТРУКТУРЕ

Н. И. СТАСЬКОВ, С. О. ПАРАШКОВ
Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. А. Кулешова»
Могилев, Беларусь

Кремний и его соединения представляют практический интерес для производства наноразмерных структур полупроводник-диэлектрик-полупроводник (ПДП), которые используются в микро и оптоэлектронном приборостроении. В связи с этим особый интерес представляет разработка неразрушающего метода контроля толщины слоя pSi (d_1), нанесенного на слой оксида кремния $SiO_2(d_2)$. Оба слоя находятся на подложке cSi (рис. 1).

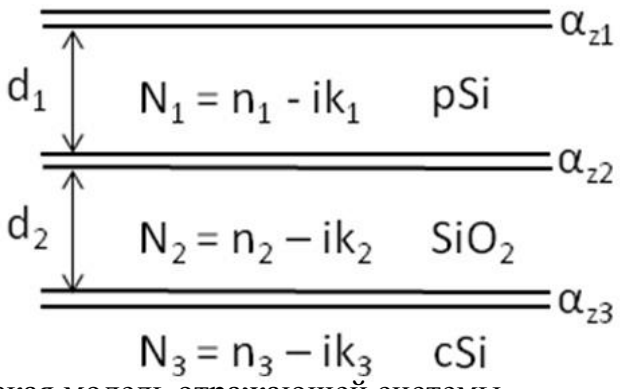

Рис.1. Оптическая модель отражающей системы.

Исследование данной структуры методами эллипсометрии основывается на двухслойной модели, либо на определении сложной многопараметрической функции $N(y) = n(y) - ik(y)$ (ось y направлена внутрь структуры), которая учитывает неоднородный поверхностный слой (α_{z1}) и два переходных (α_{z2} и α_{z3}) слоя. Определение толщин в таких случаях проводится численно и сопряжено с известными трудностями. В настоящее время, одним из наиболее перспективных оптических методов определения толщины считается отражательная интерференционная спектрофотометрия [1, 2]. При толщине хотя бы одного слоя d_1 или d_2 соизмеримой с длиной волны (λ) падающего на структуру света в спектре отражательной способности наблюдаются максимумы и минимумы. Положение этих экстремумов позволяет аналитически определить толщину слоя pSi. Например, при использовании двух максимумов, положение которых в спектре характеризуется длинами волн λ_1 (нулевой) и λ_2 (m-й). Выражение для определения толщины верхнего слоя имеет вид:

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

$$d_1 = \frac{\left[2m\pi + \varphi_{123}(\lambda_1) - \varphi_{123}(\lambda_2) - \varphi_{01}(\lambda_1) + \varphi_{01}(\lambda_2)\right]\lambda_1\lambda_2}{4\pi\left[\lambda_2 n_1(\lambda_1) - \lambda_1 n_1(\lambda_2)\right]}.$$

Фазы коэффициентов Френеля на границах воздух – слой pSi ($\varphi_{01}(\lambda)$) и слой pSi подложка SiO_2–cSi ($\varphi_{123}(\lambda)$) легко рассчитываются аналитически при известных d_2 и дисперсионных функциях слоев и подложки $N_1(\lambda)$, $N_2(\lambda)$ и $N_3(\lambda)$. На рис. 2 представлены спектр отражения обсуждаемой структуры, измеренный на спектрофотометре MPV–SP при нормальном падении света, и огибающие максимумов и минимумов.

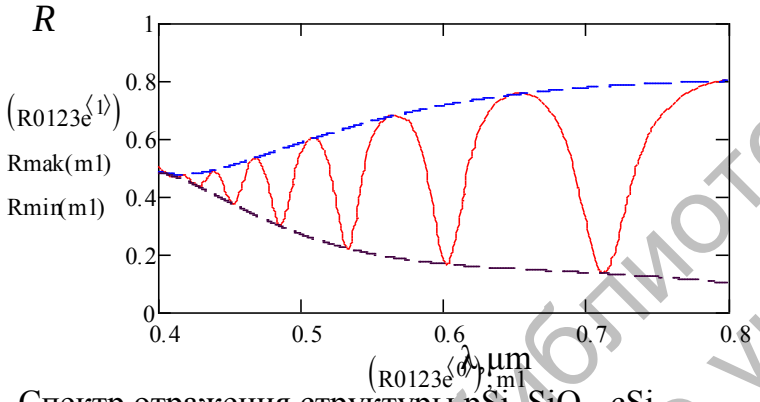

Рис. 2. Спектр отражения структуры pSi–SiO_2–cSi

Для определения толщины слоя pSi $d_1 = (0{,}42 \pm 0{,}02)\mu m$ комбинировали максимумы, отстоящие друг от друга на разное число m. Расчет толщины этого слоя можно проводить подобным образом по положению в спектре минимумов или минимумов и максимумов. При этом необходимо учесть, что усиление интерферирующих лучей происходит при разности фаз кратной 2π, а гашение – при разности хода кратной π. Для оценки возможностей предложенного метода толщину слоя поликремния определяли более точно методом многоугловой эллипсометрии на лазерном ($\lambda = 0{,}6328\mu m$) эллипсометре ЛЭФ3М ($d_1 = 0{,}438\mu m$) по специальной программе, которая позволяла находить восемь параметров двухслойной структуры на подложке.

Таким образом, предложенный метод позволяет достаточно точно определить толщину слоя поликремния в структуре ПДП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Филиппов, В. В.** Аналитический метод определения оптических постоянных и толщины поглощающих пленок по спектрам отражения / В. В. Филиппов // Оптика и спектроскопия. – 1995. – Т. 78. – № 5. – С. 798–801.

2. **Комраков, В. М.** Измерение параметров оптических покрытий / В. М. Комраков, Б. А. Шапочкин // Машиностроение. – 1986. – 136с.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета