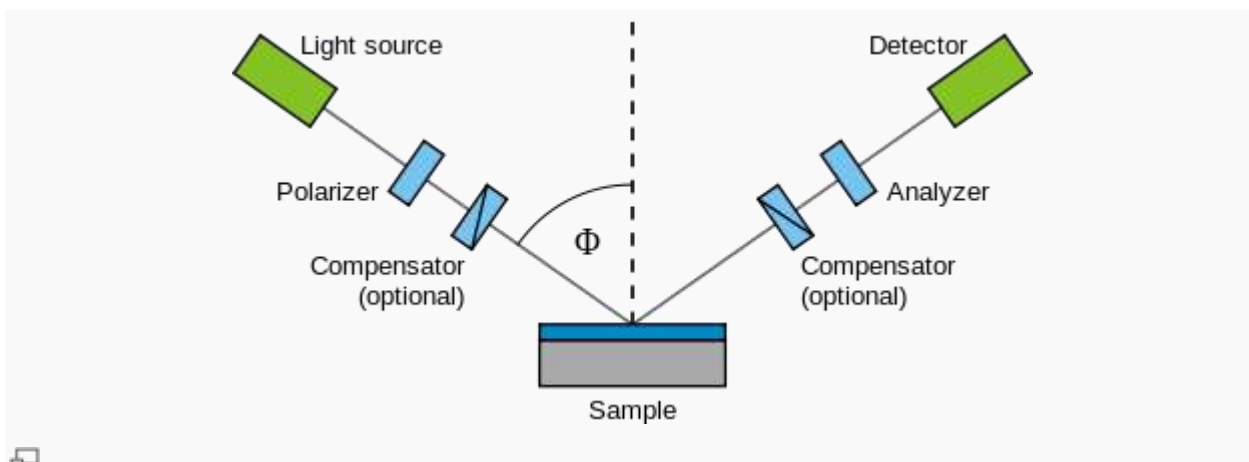


# Эллипсометрия

Материал из Википедии — свободной энциклопедии:

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F>



**Эллипсометрия** — высокочувствительный и точный **поляризационно-оптический** метод исследования поверхностей и границ раздела различных сред (твёрдых, жидких, газообразных), основанный на изучении изменения состояния поляризации света после взаимодействия его с поверхностью границ раздела этих сред.

Термин «эллипсометрия» предложил в 1944 г Ротен, поскольку речь идет об изучении эллиптической поляризации, возникающей в общем случае при наложении взаимно перпендикулярных колебаний, на которые всегда можно разложить поле световой волны относительно плоскости её падения. Хотя указанные изменения можно наблюдать как в отраженном, так и в проходящем свете, в настоящее время в подавляющем числе работ изучается поляризация отраженного света. Поэтому обычно в эллипсометрии подразумевают изучение изменений поляризации света при отражении.

**Эллипсометрия** — совокупность методов изучения поверхностей жидких и твёрдых тел по состоянию поляризации светового пучка, отраженного этой поверхностью и преломленного на ней. Падающий на поверхность монохроматический плоскополяризованный свет приобретает при отражении и преломлении эллиптическую поляризацию вследствие наличия тонкого переходного слоя на границе раздела сред. Зависимость между оптическими постоянными слоя и параметрами эллиптически поляризованного света устанавливается на основании формул Френеля. На принципах эллипсометрии построены методы чувствительных бесконтактных исследований поверхности жидкости или твёрдых веществ, процессов абсорбции, коррозии и др.

**Приборы**, основанные на методе эллипсометрии, - *спектральные эллипсометры* (или спектроэллипсометры). В качестве источника света в них используются лампы, а также лазеры. Кроме того, в России создан прибор на светодиодах - светодиодный спектральный эллипсометр, который также, как лазерный, дает возможность исследовать не только микро-, но и наноразмерные неоднородности на поверхности изучаемого объекта. Светодиодные источники света имеют ряд преимуществ перед традиционными ламповыми. Их отличают:

- высокое отношение сигнал/шум;
- высокая надежность и экономичность;
- отсутствие необходимости использования светофильтров;

- малые габариты и низкая себестоимость;
- отсутствие резкого спада интенсивности в коротковолновой части рабочего диапазона.

## Получение данных

---

Состояние поляризации света можно разложить на две составляющие  $s$  (осциллирующая перпендикулярно плоскости падения) и  $p$  (осциллирует световой волны параллельно плоскости падения).

Амплитуды  $s$  и  $p$  компонент, после отражения и нормализации к изначальным значениям, обозначаются как  $r_s$  и  $r_p$ . Эллипсометрия измеряет комплексный коэффициент отражения системы —  $\rho$ , который является отношением  $r_p$  к  $r_s$ :

$$\rho = \frac{r_p}{r_s}$$

Комплексный коэффициент отражения также можно параметризовать через амплитуду  $\Psi$  и фазовый сдвиг  $\Delta$  (различие):

$$\rho = \tan(\Psi)e^{i\Delta}$$

Так как эллипсометрия измеряет отношение (или разницу) двух величин, а не абсолютные значения каждого, — это очень точный и воспроизводимый метод. Например, он относительно устойчив к рассеянию света и флуктуациям, а также не требует стандартного (контрольного) образца или опорного светового луча.

## Анализ данных

---

Эллипсометрия является косвенным методом, то есть в общем случае измеренные  $\Psi$  и  $\Delta$  не могут быть прямо конвертированы в оптические параметры образца, а требуют применения некой модели. Прямое преобразование возможно лишь когда образец изотропный, гомогенный и представляет из себя бесконечно тонкую пленку. Во всех других случаях требуется установить модель оптического слоя, который содержит коэффициент отражения, функцию диэлектрического тензора, и далее используя уравнения Френеля подбирать параметры наилучшим образом описывающие наблюдаемые  $\Psi$  и  $\Delta$ .

## Литература

---

- Физический энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохоров. М: Большая Российская энциклопедия, 2003.
- Горшков М. М., Эллипсометрия, М, 1974.
- Основы эллипсометрии, Новосибирск, 1979.