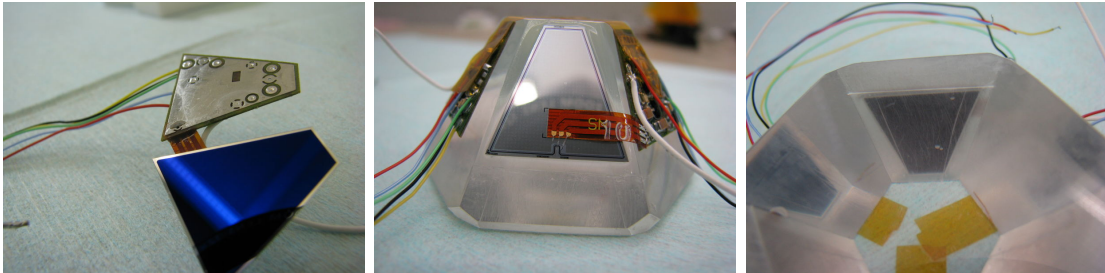


Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure II
Prof. Dr. K. Roßnagel, SS 2021
Blatt 21 – zu bearbeiten bis zum 22.06.2021, 12h

1. Die Bilder zeigen Silizium-PIN Detektoren zur Messung von Scintillationslicht in einem mit Thallium dotierten Cäsium-Jodid Kristall. Das Spektrum des Scintillationslichts hat sein Maximum bei $\lambda = 560 \text{ nm}$. Die Detektoren wurden mit einem elastischen Klebstoff auf den Scintillator aufgeklebt.



Um die Reflexion bei dieser Wellenlänge zu minimieren, wurde eine Anti-Reflex-Schicht aus Ta_2O_5 auf die Siliziumoberfläche aufgetragen. Berechnen Sie die Dicke dieser Schicht.

Der Brechungsindex vom Klebstoff ist $n_K = 1.45$, von Ta_2O_5 $n_{\text{ARC}} = 2.07$ und von Silizium $n_{\text{Si}} = 3.94$. Warum wird Ta_2O_5 verwendet?

Hinweise: Die Reflexion des Lichts wird unterdrückt, weil zwei Reflexionen stattfinden, an der Klebstoff–Tantaloxid Grenzschicht und an der Tantaloxid–Silizium Grenzschicht. Das reflektierte Licht interferiert destruktiv.

2. Ein unpolarisierter Lichtstrahl fällt auf eine Kombination von zwei hintereinander angeordneten Polarisatoren, deren Polarisationsrichtung senkrecht zueinander steht, so dass die Anordnung kein Licht durchlässt. Danach wird zwischen die beiden Polarisatoren ein dritter Polarisator gestellt, dessen Polarisationsrichtung um 30° gegenüber den anderen beiden verdreht ist. Lässt diese veränderte Anordnung nun Licht durch? Wenn ja, mit welcher Amplitude und Intensität, verglichen mit dem ursprünglichen Lichtstrahl?

3. Die Intensität des von der Oberfläche einer Glasscheibe reflektierten Lichts wird durch die *Fresnelschen Formeln* beschrieben. Mit dem Einfallswinkel α , dem Winkel des gebrochenen Lichts β , dem Brechungsindex des Glases $n = 1.5$ ist der Reflexionskoeffizient für Licht, das senkrecht zur Einfallsebene polarisiert ist,

$$R_S = \left(\frac{\cos \alpha - n \cos \beta}{\cos \alpha + n \cos \beta} \right)^2$$

und für Licht, das in der Einfallsebene schwingt

$$R_P = \left(\frac{n \cos \alpha - \cos \beta}{n \cos \alpha + \cos \beta} \right)^2.$$

- a) Warum ist in diesen Formeln der Bruch zum Quadrat genommen?
- b) Eliminieren Sie mit Hilfe des Brechungsgesetzes den Brechungsindex n aus den Formeln, und zeigen Sie, dass

$$R_P = \left(- \frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha + \beta)} \right)^2.$$

- c) Mit welchem Anteil ist das reflektierte Licht polarisiert, wenn unpolarisiertes Licht unter dem Winkel $\alpha = 45^\circ$ auf die Glasplatte einfällt?
- d) Wenn der Einfallswinkel α dem *Brewsterwinkel* entspricht, dann ist das reflektierte Licht zu 100 % polarisiert. Wie groß ist der Brewsterwinkel für die Reflexion an der Glasscheibe?
- e) Welchen Wert hat der Reflexionskoeffizient bei senkrechtem Einfall des Lichts?