

# Übung 10

## zur Vorlesung im SS 2009

### Detektoren in der Elementarteilchenphysik

#### 10.1 Halbleiter-Streifendetektor

Bei Halbleiter-Streifendetektoren sind voneinander getrennte p-dotierte Streifen auf dem n-dotierten Substrat aufgebracht (siehe Abb. 4.17 im Skript). Liest man die Signale in den Streifen individuell aus, wird dadurch eine Ortsauflösung für im Kristall erzeugte Elektron-Loch-Paare erreicht. Das durch ein Elektron-Loch-Paar induzierte Signal lässt sich mit Hilfe des Ramo-Theorems bestimmen: Danach gilt für den Strompuls auf einem Streifen:

$$i(t) = q \vec{E}_W \vec{v}$$

wobei  $\vec{v} = \mu \vec{E}$  die Driftgeschwindigkeit des Elektrons oder Lochs ist.  $\vec{E}_W$  ist das sogenannte Wichtungsfeld. Es kann berechnet werden, wenn man (wie in Abb. 1 gezeigt) einen der Streifen auf das Potential  $\Phi = 1$  und alle anderen Grenzflächen auf  $\Phi = 0$  setzt.

a) Zeigen sie, dass das Potential

$$\Phi(x, y) = \frac{1}{\pi} \arctan \left[ \frac{\sin(\pi y) \sinh(\pi a/2)}{\cosh(\pi x) - \cos(\pi y) \cosh(\pi a/2)} \right]$$

diese Randbedingungen erfüllt (mit  $d = 1$ ). Die arctan-Funktion in der Potentialgleichung benutzt hierbei nicht das Standard-Intervall  $(-\pi/2, \pi/2)$  für den Wertebereich der Abbildung. Stattdessen wird  $(0, \pi)$  benutzt. Dadurch ergibt sich eine Unstetigkeit bei  $x = 0$ .

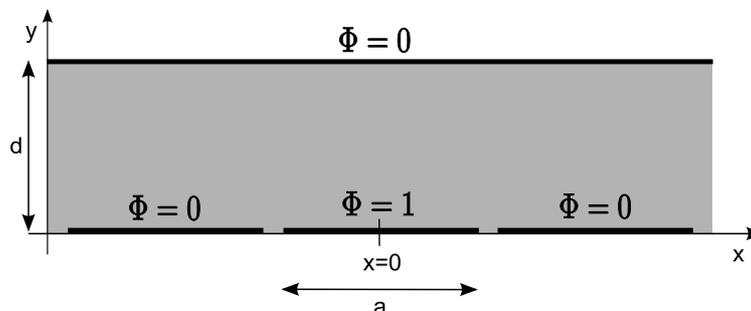


Abbildung 1: Randbedingungen zur Berechnung des Wichtungsfeldes.

- b) Plotten Sie den Potentialverlauf  $\Phi(x=0, y)$  mit  $d=1$  für  $a=\infty$ ,  $a=d$ ,  $a=0.1 \cdot d$  und  $a=0.01 \cdot d$ . Was bedeutet dieser Potentialverlauf für das elektrische Feld? Wo entsteht die Hauptkomponente des Strompulses für  $a \ll 1$ ?
- c) Ein Elektron-Loch-Paar werde in der Mitte eines Silizium-Detektors bei  $(x=0, y=d/2)$  erzeugt. Der Detektor habe die Maße  $d=300 \mu\text{m}$  und  $a=100 \mu\text{m}$  und die angelegte Spannung betrage  $U=100 \text{ V}$ . Stellen Sie die Verläufe  $i(t)$  und  $q(t)$  der Strom- und Ladungspulse im zentralen sowie einem der beiden benachbarten Auslese-Streifen graphisch dar (verwenden Sie hierbei  $\vec{E}_W = -\nabla\Phi$  und  $\vec{v} = \mu\vec{E}$ ). Das elektrische Driftfeld  $\vec{E}$  ist hierbei parallel zur y-Richtung und setzt sich aus dem äußeren Feld und dem Raumladungsfeld zusammen. Woraus resultiert die Unstetigkeit im Stromverlauf? Warum wird das Stromsignal in den Nachbarstreifen negativ?

Besprechung am Donnerstag 02.07.2009, in der Übung