

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
Ústav elektrotechnologie

LABORATORNÍ CVIČENÍ Z PŘEDMĚTU
ELEKTROTECHNICKÉ MATERIÁLY A VÝROBNÍ PROCESY

Číslo úlohy: 5

Název úlohy: Měření driftové pohyblivosti minoritních nosičů
prouduimpulsní metodou

Jméno a příjmení, ID: Tomáš Vavrinec, 240893	Atmosférický tlak: 124.4 hPa	Teplota okolí: 24.3°C	Relativní vlhkost: 41.1%
Měřeno dne: 7.10.2022	Odevzdáno dne:	Ročník, stud. skupina: 2	Kontrola:
Spolupracovali: Daniel Poisl			

Zadání

Určete driftovou pohyblivost minoritních nosičů a sledujte její změnu s měnící se intenzitou elektrického pole. Graficky znázorněte závislost pohyblivosti minoritních nosičů proudu na intenzitě elektrického pole.

Na emitor přiložte impulsy

Stejnoseměrný proud vzorkem nastavujte v rozmezí

Změřte vzdálenost hrotů (d)

$$t = (5 - 20)[\mu s]$$

$$I = (5 - 35)[mA] \text{ min. 10 hodnot}$$

Parametry vzorku a použitých materiálů

Rezistivita vzorku křemíku je

Průřez vzorku je

Vzdálenost hrotů je nutné změřit

$$\rho = 0.464[\mu m]$$

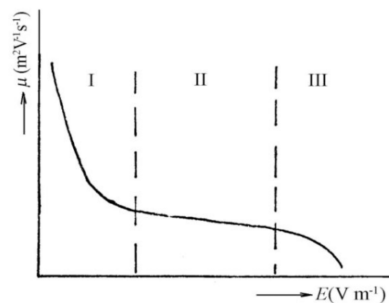
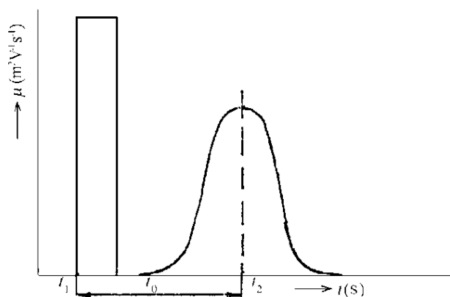
$$S = (1.5 \times 5)[mm^2]$$

Teoretický úvod

Normálně se v krystalu pohybují nosiče náboje nahodile všemi směry, dohromady se tedy proud který tvoří vykompenzuje. Po vložení krystalu do elektrického pole E se k náhodnému pohybu přičte pohyb v opačném směru než ve kterém působí el.pole. Rychlost tohoto pohybu značíme V_{drift} a definujeme vztahem $V_{drift} = E \cdot \mu_{drift}$ kde μ_{drift} je driftová pohyblivost. Vzhledem k tomu, že předpokládáme dva druhy nosičů, elektrony a díry, uvažujeme i jejich různé pohyblivosti.

Pokud do krystalu, kterým protéká proud (je tedy trvale el.poli) vyšleme pomocí dvou elektrod ojedinelý impuls, můžeme na druhé straně pozorovat tento impuls "rozdvojený". Hlavní část impulsu je přenesena majoritními nosiči a sekundární pulz, který následuje těsně za hlavním je tvořen nosiči minoritními. Ze vzdálenosti těchto dvou pulzů můžeme určit pohyblivost minoritních nosičů podle vztahu $\mu = \frac{d}{E \cdot t_0}$ kde d je vzdálenost mezi elektrodami, E je intenzita el.pole a t_0 je doba mezi impulzy.

Intenzitu el.pole můžeme spočítat podle vztahu $E = \frac{U}{d} = \frac{\rho I}{S}$



vzdálenost hrotů $d = 1.8[mm]$ měrná vodivost vzorku $\rho = 0.464[\Omega m]$ plochá průřezu vzorku $S = 7.5 \cdot 10^{-6}[m^2]$

Table 1: Naměřené a vypočtené hodnoty

$t_0[\mu s]$	$I[mA]$	$E[V/m]$	$\mu[m^2 V^{-1} s^{-1}]$
14.62	5	309.3	0.398
14.68	8	494.9	0.248
15.00	10	618.7	0.194
15.08	12	742.4	0.161
15.24	14	866.1	0.136
15.44	16	989.9	0.118
15.64	18	1113.6	0.103
15.82	20	1237.3	0.092
15.92	22	1361.1	0.083
16.12	24	1484.8	0.075
16.32	26	1608.5	0.069
16.44	28	1732.3	0.063
16.50	30	1856.0	0.059
16.52	32	1979.7	0.055
16.85	34	2103.4	0.051

Příklad výpočtu el.pole E a pohyblivosti μ :

$$E = \frac{\rho I}{S} = \frac{0.464 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{7.5 \cdot 10^{-6}} = 309.3[V/m]$$

$$\mu = \frac{d}{E \cdot t_0} = \frac{1.8 \cdot 10^{-3}}{309.3 \cdot 14.62 \cdot 10^{-6}} = 0.398[m^2 V^{-1} s^{-1}]$$

0.1 Závěr

Z měření plyne, že se stoupající intenzitou el.pole klesá pohyblivost minoritních nosičů. To odpovídá teorii, podle které se v tomto měření pohybujeme v oblasti 1 a 2, tedy v oblasti s nízkým a středním el.polem.

