

Petr Novotný

Úloha č. 5

Šířka pásu zakázaných energií v polovodičích

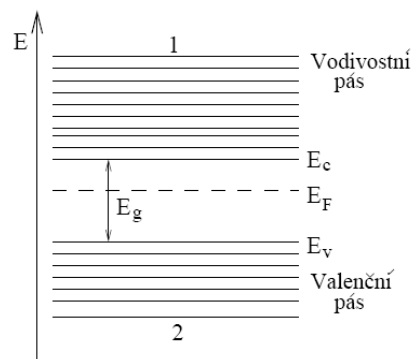
Jednou z charakteristik, podle kterých dělíme pevné látky na dielektrika, polovodiče a kovy je tzv. šířka zakázaných energií elektronu.

Šířka zakázaného pásu E_g je rozdíl mezi energií dna vodivostního pásu E_c a energií stropu valenčního pásu E_v . Určíme ji ze spektrální závislosti fotonapětí připadajícího na jeden foton S na vlnové délce, kde

$$S(\lambda) = \frac{U(\lambda)}{N(\lambda)}$$

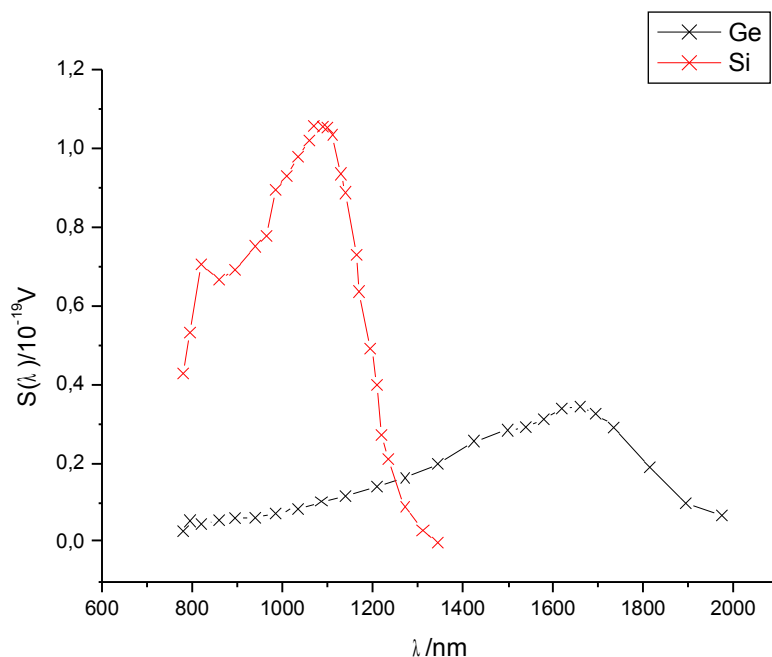
$U(\lambda)$ je měřené fotonapětí, $N(\lambda)$ je počet dopadajících fotonů.

Pro křemíkovou a germaniovou fotodiodu měříme závislost napětí U na vlnové délce λ . Na monochromátoru odečítáme dílky, které převedeme pomocí grafu na hodnoty vlnové délky. Z druhého grafu pro tyto vlnové délky odečteme hodnoty N .

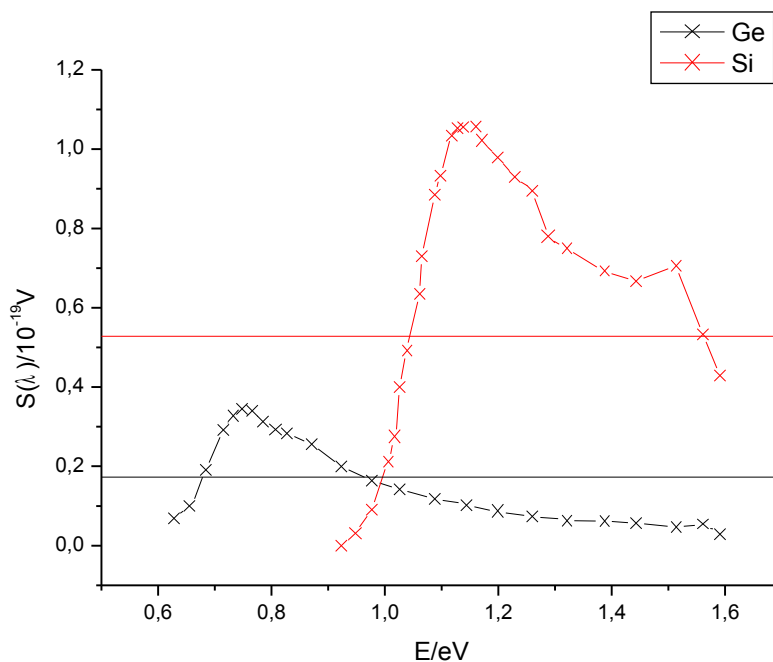


$d[\text{mm}]$	$\lambda[\text{nm}]$	$N[10^{16}]$	$U[\text{mV}]$	$S[10^{-19}\text{V}]$	$E=hc/\lambda [\text{eV}]$
Germanium (Ge)					
10,00	1975	1,75	0,12	0,069	0,628
10,10	1895	2,00	0,20	0,100	0,655
10,20	1815	2,20	0,42	0,191	0,684
10,30	1735	2,40	0,70	0,292	0,715
10,35	1695	2,45	0,80	0,327	0,732
10,40	1660	2,55	0,88	0,345	0,748
10,45	1620	2,65	0,90	0,340	0,766
10,50	1580	2,75	0,86	0,313	0,785
10,55	1540	2,80	0,82	0,293	0,806
10,60	1500	2,90	0,82	0,283	0,827
10,70	1425	3,05	0,78	0,256	0,871
10,80	1345	3,20	0,64	0,200	0,923
10,90	1270	3,30	0,54	0,164	0,977
11,00	1210	3,25	0,46	0,142	1,026
11,10	1140	3,05	0,36	0,118	1,088
11,20	1085	2,75	0,28	0,102	1,144
11,30	1035	2,35	0,20	0,085	1,199
11,40	985	1,90	0,14	0,074	1,260
11,50	940	1,60	0,10	0,063	1,320

$d[\text{mm}]$	$\lambda[\text{nm}]$	$N[10^{16}]$	$U[\text{mV}]$	$S[10^{-19}\text{V}]$	$E=hc/\lambda [\text{eV}]$
11,60	895	1,30	0,08	0,062	1,386
11,70	860	1,05	0,06	0,057	1,443
11,80	820	0,85	0,04	0,047	1,513
11,90	795	0,75	0,04	0,053	1,561
12,00	780	0,70	0,02	0,029	1,591
Křemík (Si)					
10,80	1345	3,20	0,0	0,000	0,923
10,85	1310	3,25	0,1	0,031	0,947
10,90	1270	3,30	0,3	0,091	0,977
10,95	1235	3,30	0,7	0,212	1,005
10,97	1220	3,30	0,9	0,273	1,017
11,00	1210	3,25	1,3	0,400	1,026
11,02	1195	3,25	1,6	0,492	1,038
11,05	1170	3,15	2,0	0,635	1,061
11,07	1165	3,15	2,3	0,730	1,065
11,10	1140	3,05	2,7	0,885	1,088
11,12	1130	3,00	2,8	0,933	1,098
11,15	1110	2,90	3,0	1,034	1,118
11,17	1100	2,85	3,0	1,053	1,128
11,19	1090	2,75	2,9	1,055	1,138
11,22	1070	2,65	2,8	1,057	1,160
11,25	1060	2,55	2,6	1,020	1,171
11,30	1035	2,35	2,3	0,979	1,199
11,35	1010	2,15	2,0	0,930	1,229
11,40	985	1,90	1,7	0,895	1,260
11,45	965	1,80	1,4	0,778	1,286
11,50	940	1,60	1,2	0,750	1,320
11,60	895	1,30	0,9	0,692	1,386
11,70	860	1,05	0,7	0,667	1,443
11,80	820	0,85	0,6	0,706	1,513
11,90	795	0,75	0,4	0,533	1,561
12,00	780	0,70	0,3	0,429	1,591



Do grafu vyneseme závislost $S(\lambda)$ na vlnové délce λ a závislost $S(\lambda)$ na energii fotonů. Z druhého grafu odečteme maximální hodnotu $S_{\max}(\lambda)$ a odečteme hodnotu energie pro poloviční hodnotu $S_{\max}(\lambda)/2$



Maximální hodnota $S_{\max}(\lambda)$

Si: $S_{\max}(\lambda)=1,05700014 \cdot 10^{-19} \text{V}$

Ge: $S_{\max}(\lambda)=0,344999787 \cdot 10^{-19} \text{V}$

Poloviční hodnota:

Si: $S_{\max}(\lambda)/2=0,52850007 \cdot 10^{-19} \text{V}$

Ge: $S_{\max}(\lambda)/2=0,172499893 \cdot 10^{-19} \text{V}$

Odtud získáme šířku zakázaného pásu pro křemík a germanium

Si: $E_g=1,0439 \text{eV}$

Ge: $E_g=0,6781 \text{eV}$