

平成15年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[電子デバイス工学]

1. 十分冷却された環境で、不純物がドーブされた半導体に適当な周波数の光を照射すると、図1(a)に示すように、不純物に捉えられていた電子が伝導帯に励起され、伝導し始める。そこで、図1(b)のように半導体試料に適当な電圧 V を印加し、光照射下での電流 I_p を測ることにより、光検出を行うことができる。このような光伝導型検出器に関する以下の問いに答えよ。ただし、電荷素量を e 、プランク定数を h 、光の周波数を ν 、光励起電子の移動度を μ 、試料の長さ と幅をそれぞれ L と W とする。また、光は試料の受光面に、一様に照射されるものとする。

【38点】

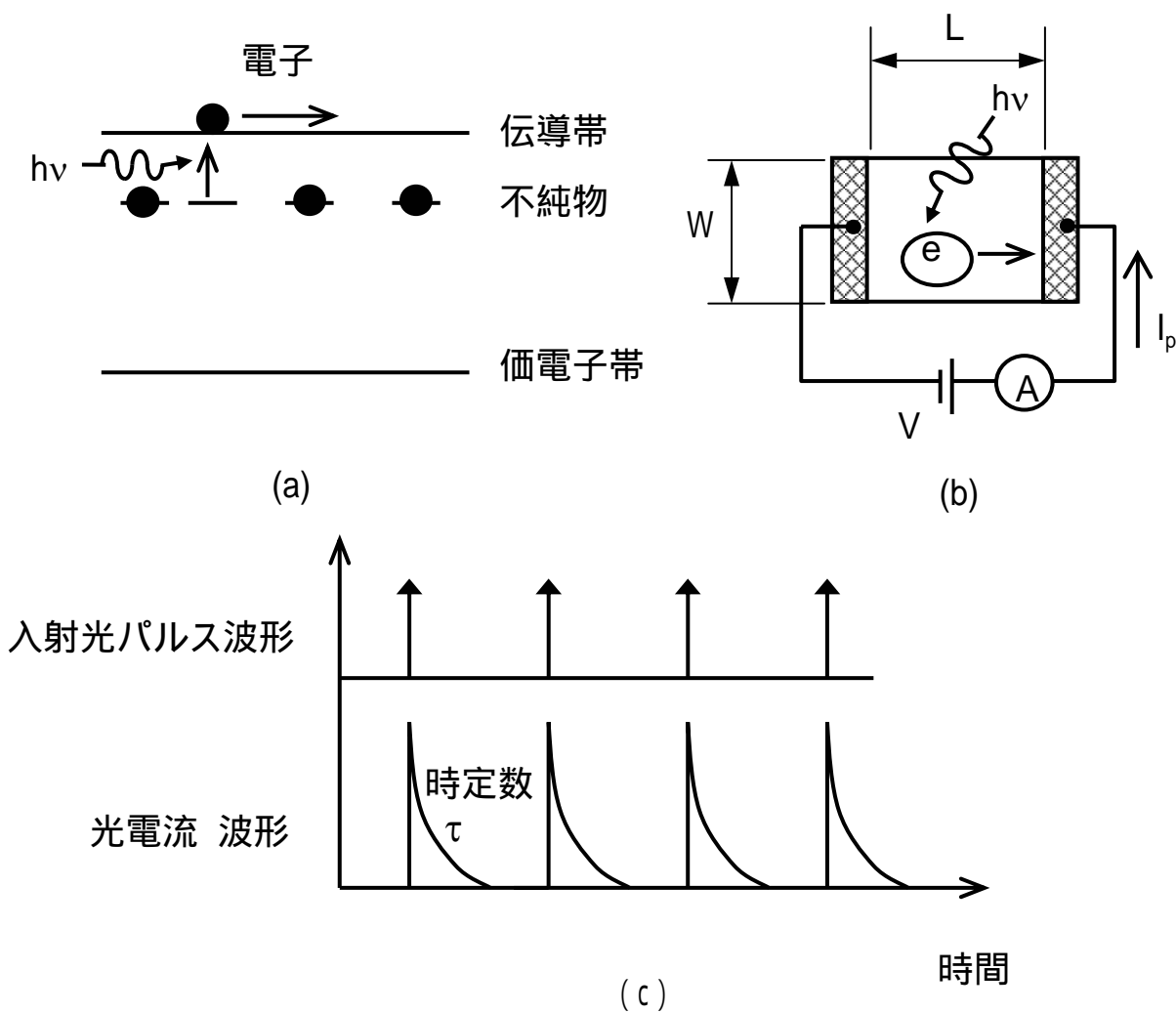
- (1) 光検出において、量子効率という概念があるが、その定義を述べよ。さらに、量子効率に影響を与える要因を列挙し、簡潔に説明せよ。
- (2) 図1(b)のような光電流測定回路を組み、図1(c)に示すように試料にパルス状の光を照射したところ、素子を流れる電流が時定数で減少するような特性が観測された。この観測結果より、試料中で何が起きているのか、簡潔に述べよ。
- (3) 単位面積当たりの強度 p の光を定常的に試料に入射したときに、試料の単位表面積あたり入射する光子数を求めよ。
- (4) (3)と同じ条件の光を入射したときに、試料の単位面積当たりに発生する光励起電子密度 n_p を求めよ。ただし、量子効率を η とする。
- (5) (3)と同じ光の照射条件で、試料に電圧 V を印加したときに流れる電流 I_p としたとき、試料の受光面に入射する全光電力 $P=LWp$ と I_p の比 I_p/P を感度 R と定義する。この素子の感度 R を求めよ。

図 1 .

(a) 不純物に捉えられた電子の光励起過程を表したバンド図

(b) 光励起電流の測定のための回路

(c) 試料にパルス光を入射したときの光電流波形



2 . 半導体デバイスには、その基本動作原理が、整流性接合を利用したもの (J) と、しないもの (K) がある。また、デバイス機能の発現が少数キャリアによるもの (Mn) と、多数キャリアによるもの (Mj) がある。次に示すデバイスについて、それぞれについて、例えば、 $h=J - Mj$ などのように記号の組を与えよ。

【 1 2 点】

- a . 電界効果トランジスタ
- b . 発光ダイオード
- c . ショットキーダイオード
- d . バイポーラトランジスタ
- e . ホール効果磁界センサ
- f . 半導体レーザ

論点[電子デバイス工学]

- 1 . 光を伝導電子に変換し、光を電流として検出する素子の動作原理に関する基礎的な理解を問う。
 - (1) 量子効率の概念を問う問題であり、またそれを決定する要因の理解を問う。
 - (2) 光励起キャリアが不純物に再トラップされることによるキャリアの寿命の概念を問う。
 - (3) 入射する光の電力と光子数の関係という基礎的な理解を問う。
 - (4) 入射する光の光子数、量子効率、キャリア寿命から、レート方程式の定常解として、生成される電子数を求める。
 - (5)(4) で求められた電子数に電荷素量と電子の速度をかけ、さらに素子形状を考慮して、光電流を計算する。電子の速度が、移動度より、 $v = \mu V/L$ として求められることを用いる。

- 2 . 代表的な電子・光デバイスの構造や動作原理の基礎を問う。