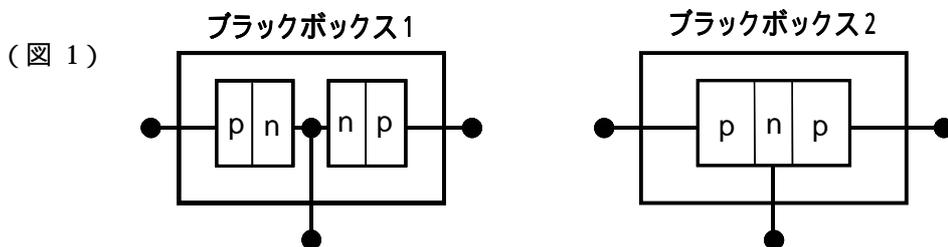


平成14年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[電子デバイス工学]

1. pn接合ダイオード、バイポーラトランジスタに関する以下の問いに答えよ。  
【35点】

- (1) 一様にドーパされ、界面で急峻な濃度変化をする理想的なpn接合(階段接合)を考える。外部印加電圧が無くても、pn接合には内部に電位差が現れ、空乏層が形成されることが知られている。その物理機構を簡潔に説明せよ。
- (2) 上記、pn接合において、p型領域のアクセプタ濃度を $N_A$ 、n型領域のドナー濃度を $N_D$ とする。熱平衡状態におけるpn接合ダイオードの電位分布 $\phi(z)$ を求め、図示せよ。また、同時に空乏層厚さ $W$ を求めよ。ただし、半導体の誘電率は $\epsilon$ とし、座標 $z$ の原点はpn接合界面にとることとする。また、簡単のために、温度は絶対零度、ドナーやアクセプタのイオン化エネルギーは0、半導体のバンドギャップは $E_g$ とする。
- (3) 図1のように、2つのブラックボックスのうち、1つにはpn接合ダイオード2つが直列につながれて入っており、他方にはnpnトランジスタが入っているものとする。ブラックボックスの外には3つの端子(〜)が出ており、内部は見えないものとする。今、我々には、最大で2つの電池と2つの電流計しか与えられていないとして、2つのブラックボックスのうち、どちらがダイオードで、どちらがトランジスタかを見分ける方法を、測定回路図を用いながら簡潔に説明せよ。

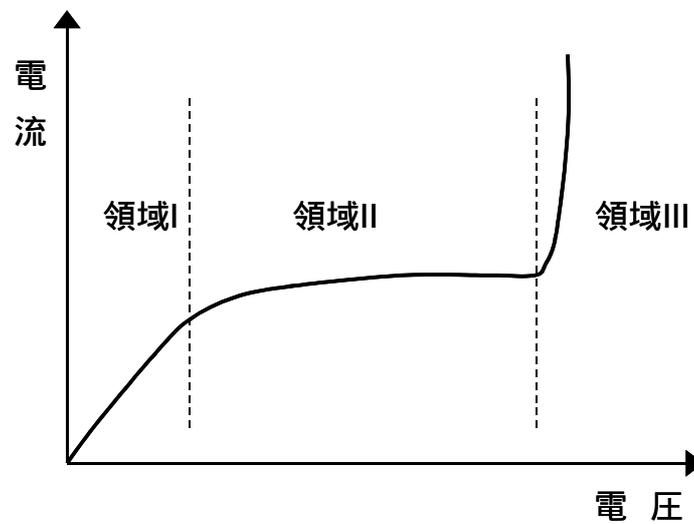


使用できる装置

電流計:最大2個 

電池:最大2個 

- 2 . n 型バルクシリコン片の両端にオーム性電極を形成し、試料の温度が上昇しないように気を付けて、電圧 - 電流特性を測定したところ、図 2 のような特性が得られた。この特性より、各領域 (I ~ III) において何故このような特性が得られたのか、シリコン内部で起こっている物理現象に着目して、各領域に分けてそれぞれ説明せよ。 【15 点】



(図 2) n 型バルクシリコン試料で観測された電圧 - 電流特性

## 論点 [ 電子デバイス工学 ]

- 1 . pn 接合とバイポーラトランジスタに関する基礎的な理解を問う。
  - ( 1 ) 拡散電位の形成機構を問う問題であり、少数キャリアの拡散とそれを引き戻す電界の釣り合うところで平衡状態となる。
  - ( 2 ) ポアソンの方程式、電気的中性条件、電位に関する境界条件などの理解を問う。
  - ( 3 ) 端子 から への電流伝達率がトランジスタではほぼ 1 であるのに対して、直列ダイオードではほぼ 0 であることの理解を見る。
  
- 2 . 半導体の線形伝導、ホットキャリア効果、ブレイクダウン現象の理解を問う。