

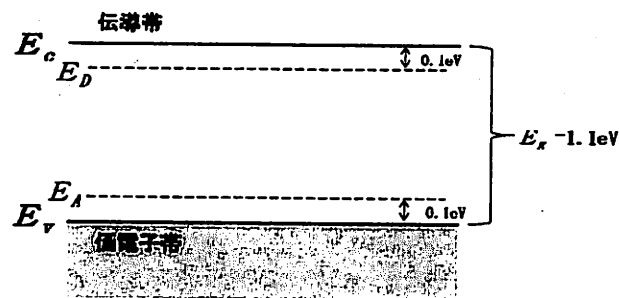
問題 19 I

(1) ドナーとして働く

理由；

4 価の元素 Si に対して、P は 5 価の元素 (V 族) であり、Si 結晶中の原子のいくつかは P 原子で置き換わると、Si の 4 個の結合の手に対して、P の結合の手が 1 個余るから、P 原子 1 個につき、過剰な電子 1 個が発生する。低温では、1 個の電子は  $P^+$  イオンとの電氣的引力のために  $P^+$  イオン付近に存在するので、伝導帯にある自由電子よりも  $P^+$  イオンとの電氣的引力分 (イオン化エネルギー) だけ低いエネルギー状態にあることになり、伝導帯のすぐ下のエネルギー状態を持つドナーになる。

(2)

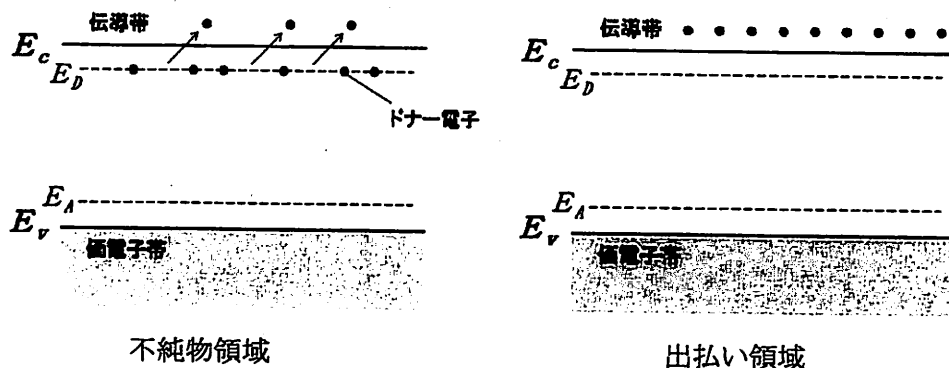


(3) n 型の半導体特性を示す

理由；

$N_D > N_A$  のとき、電子はアクセプター準位を埋め尽くしてもまだ  $N_D - N_A$  ( $m^{-3}$ ) の電子がドナー準位  $E_D$  に残っており、これらの電子は温度が上がると伝導帯に上がるので、n 型伝導を示す。

(4) 不純物領域から、Si 結晶の温度を上げていく。左図のように、温度が上昇すると、ドナー準位  $E_D$  にある電子はエネルギーが上がり、伝導帯に上がるので、伝導電子が増えて  $n_c$  が上昇する。しかしながら、さらに温度が上がると、右図のように、ドナー準位にある電子は無くなり、新たにドナー準位から伝導帯に入り込む電子が無くなるので、 $n_c$  は上がらなくなる。すなわち、出払い領域での温度変化に対する、 $n_c$  の変化は小さくなる。なお、図にはアクセプター準位  $E_A$  にある電子は、描いていない。



解答例

問題 19 - II

(1) 16 S/m

(2)  $1 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$

(3) 試料①、試料②は共に n 形であり、その伝導電子の濃度は同じである。しかし、試料②は試料①よりも多くの不純物を含んでいるため、不純物散乱により試料②中の伝導電子の移動度は低下していると考えられる。試料②は試料①よりも導電率が低下すると予想される。