

2-5 電気伝導による固体の分類

2-5-2 導体・半導体および絶縁体の区別

電子が存在できる**許容帯(allowed band)**のうち、電子が完全に詰まっている許容帯を**充満帯(filled band)**という。その中で最もエネルギーの高い充満帯を**価電子帯(valence band)**という。充満帯の中の電子は完全に電子が詰まっている状態なので、電子が動き得る空席がないため自由に動くことができない。

また、電子が空または一部詰まっている許容帯を**伝導帯(conduction band)**あるいは**導電帯**という。この伝導帯にある電子あるいは伝導帯に励起した電子は空席が存在するので自由に動き回ることができ、電気伝導に寄与することができる。このような電子を**伝導電子(conduction electron)**あるいは**自由電子(free electron)**と呼ばれる。

・導体(金属)の場合

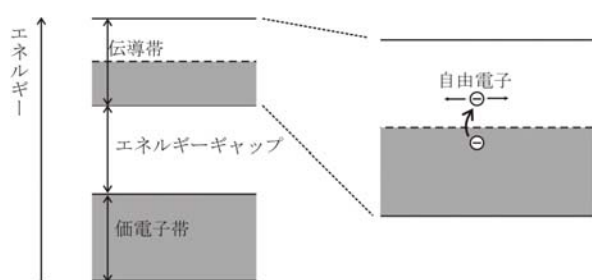


図1 導体のバンド構造

導体(金属)のエネルギーバンド図は空きがある構造となっている。伝導帯の中の電子は少しのエネルギー(例えば熱)を得て周りより高いエネルギー状態となることができる。この電子の周りには移動できる空席が多いので自由に動くことができる。この状態に電界を加えると電子は容易に移動するので電流として寄与することができ、良好な導体となる。

・絶縁体の場合

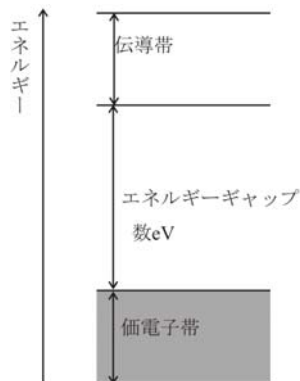


図2 絶縁体のバンド構造

絶縁体のエネルギーバンド構造は空きがない構造となっている。すなわち、電子が完全に詰まった価電子帯の上にエネルギーギャップ(禁制帯)を隔てて完全に電子が空の状態の伝導帯が存在している。価電子中の電子は動き回る空席が存在しないため、電界が加えられても動くことができないため電気伝導に寄与することができない。また、禁制帯には電子が存在できないので、電子が自由に動くことができる伝導帯に励起するにはエネルギーギャップ以上のエネルギーが必要となる。絶縁体のエネルギーギャップは大きく簡単には電子が励起できないため(室温程度では励起できない)、伝導電子が存在しないことになり絶縁体(不導体)となる。

・真性半導体の場合

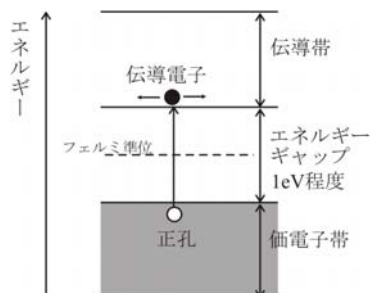


図3 真性半導体のバンド構造

半導体のエネルギーバンド構造は絶縁体と同じ構造である。ただし、絶縁体と比べてエネルギーギャップが1eV程度と小さく、室温程度の熱エネルギーにより容易に伝導帯に電子が励起することができる。この伝導帯に励起した電子(数は少ない)が伝導電子として振る舞うため、電気伝導に寄与することになる。

半導体のバンド構造を示す時は、充満帯の一番上のバンドすなわち価電子帯の上部から伝導帯の下部(底)までを表示することが多い。この講義でも価電子帯上端および伝導帯下端で表示することとする。