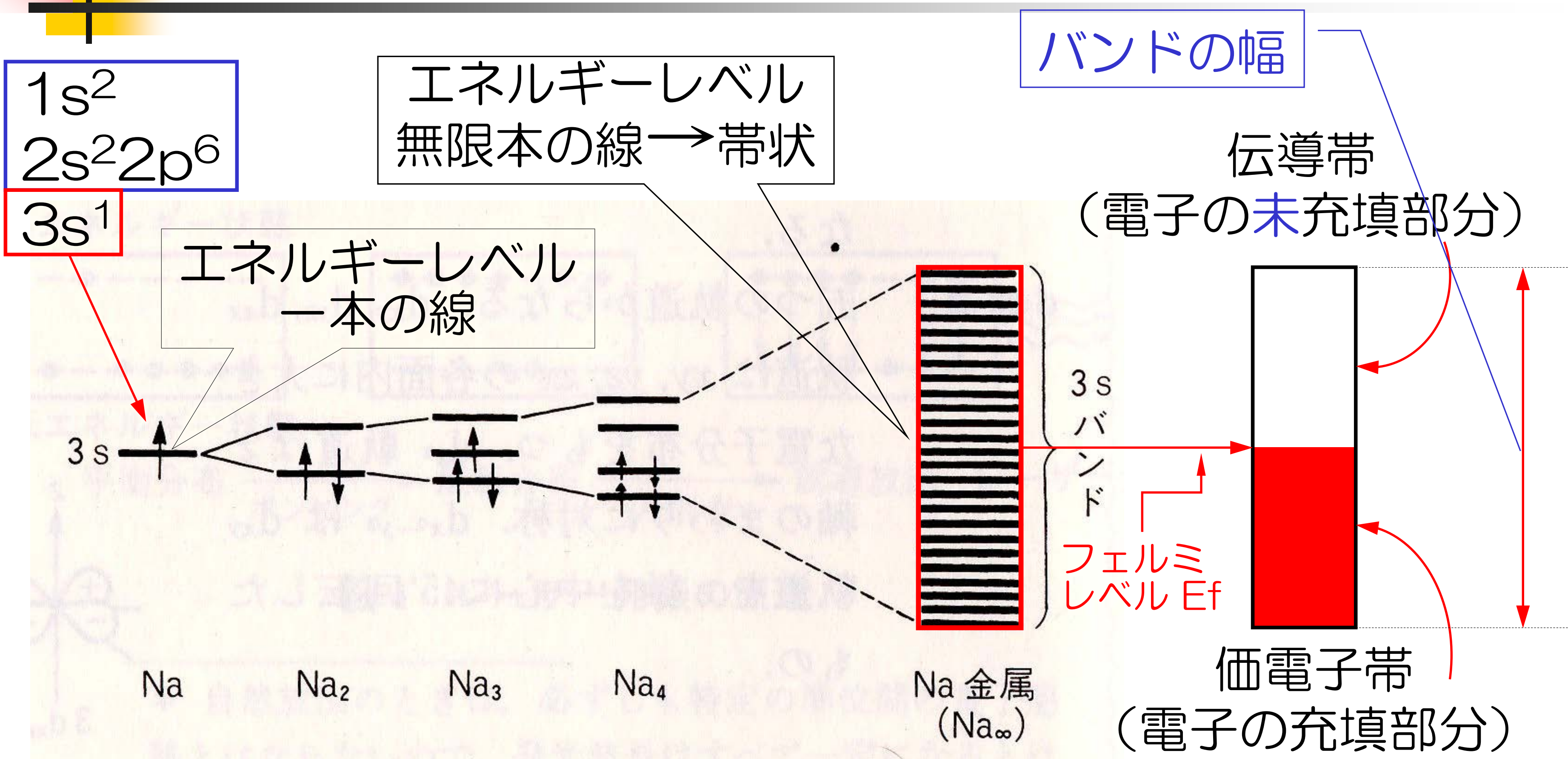
バンド（帯）理論

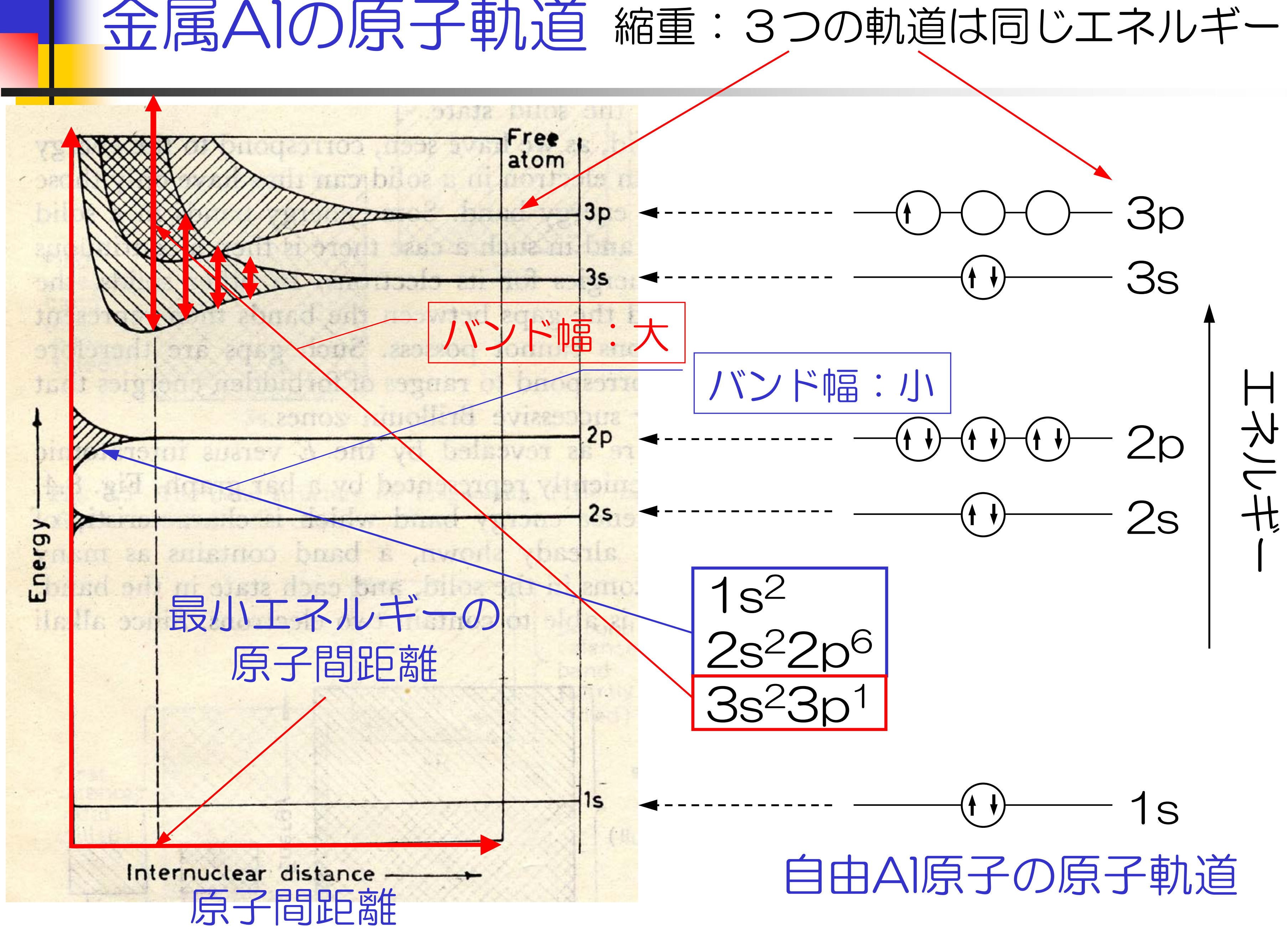


1個のNa原子 → 金属Na（無限個のNa分子）

2個のNa分子

3s
バンド

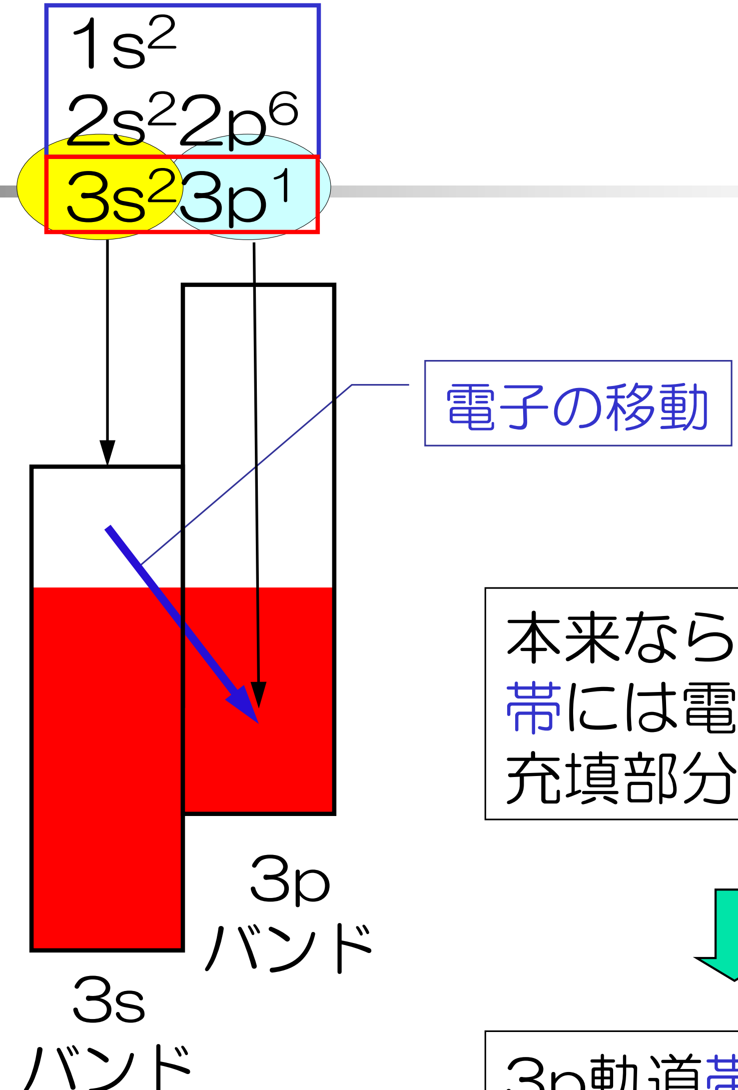
金属Alの原子軌道



縮重：３つの軌道は同じエネルギー
Free atom
3p
3s
2p
2s
1s
Energy
Internuclear distance
原子間距離
バンド幅：大
バンド幅：小
最小エネルギーの
原子間距離
1s2
2s22p6
3s23p1
エネルギー
自由Al原子の原子軌道

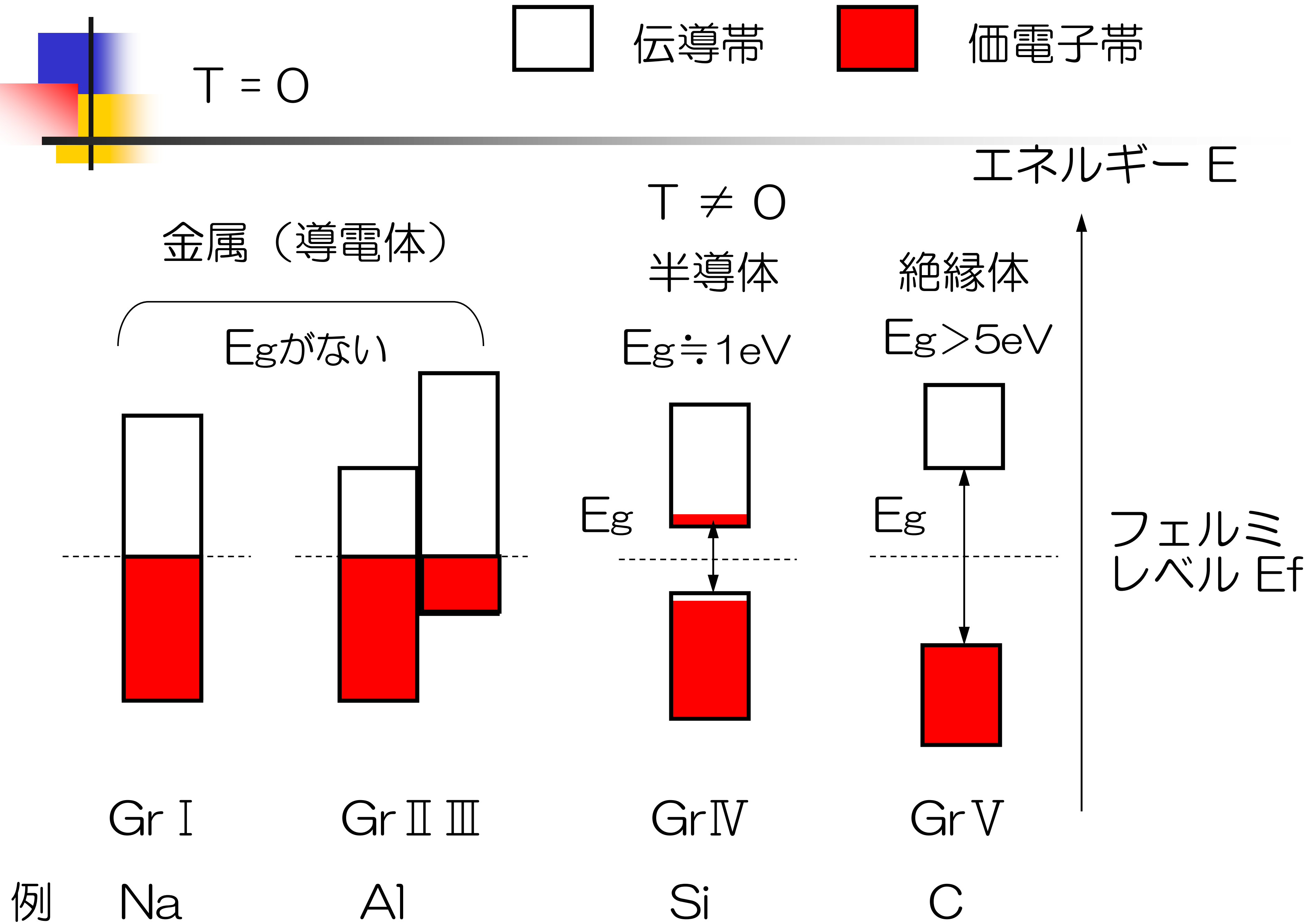
本来なら3s軌道帯は完全に電子が充填されている。

3s軌道帯に未充填部分が生じる

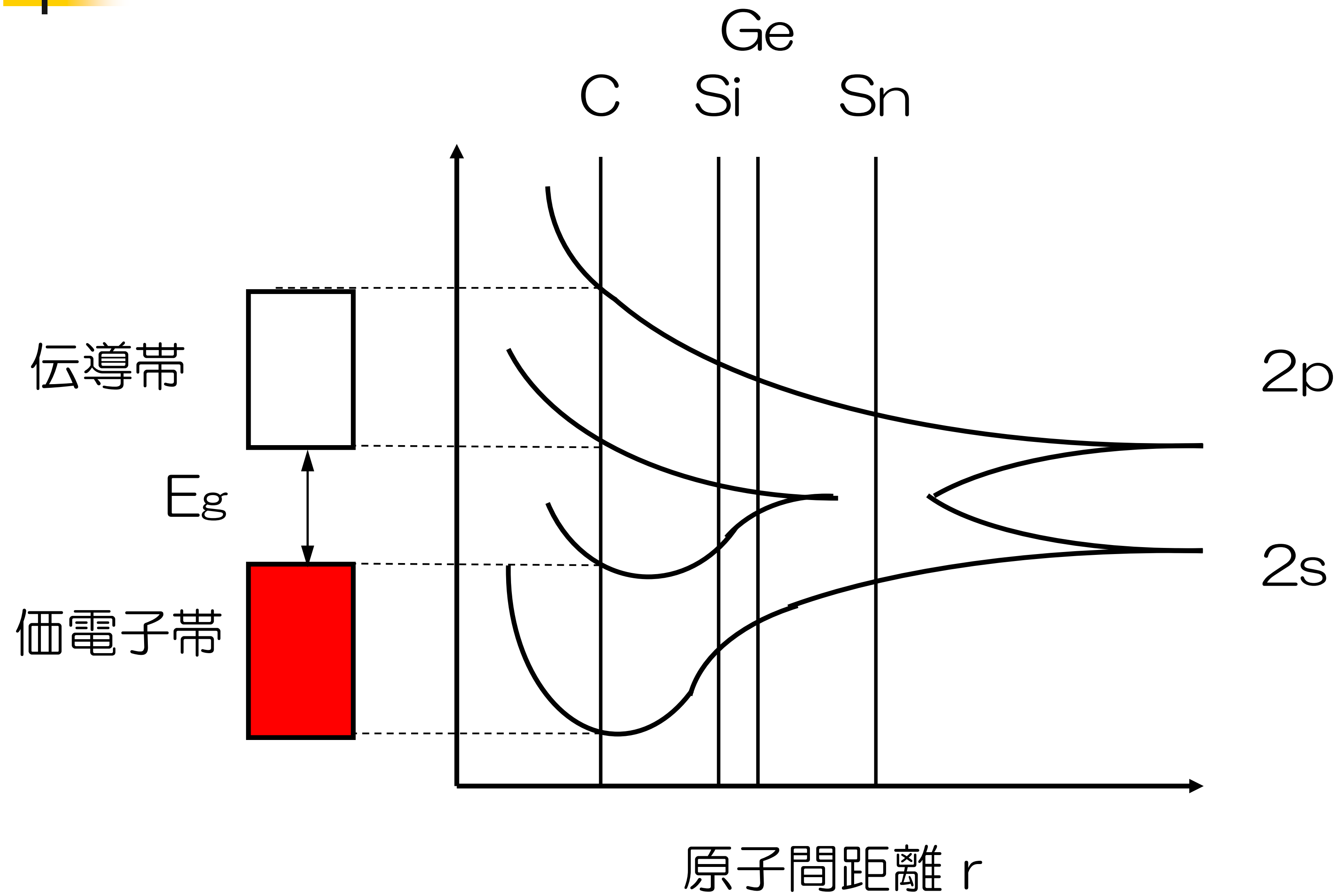


本来なら3p軌道帯には電子の未充填部分がある。

3p軌道帯は完全に充填される。

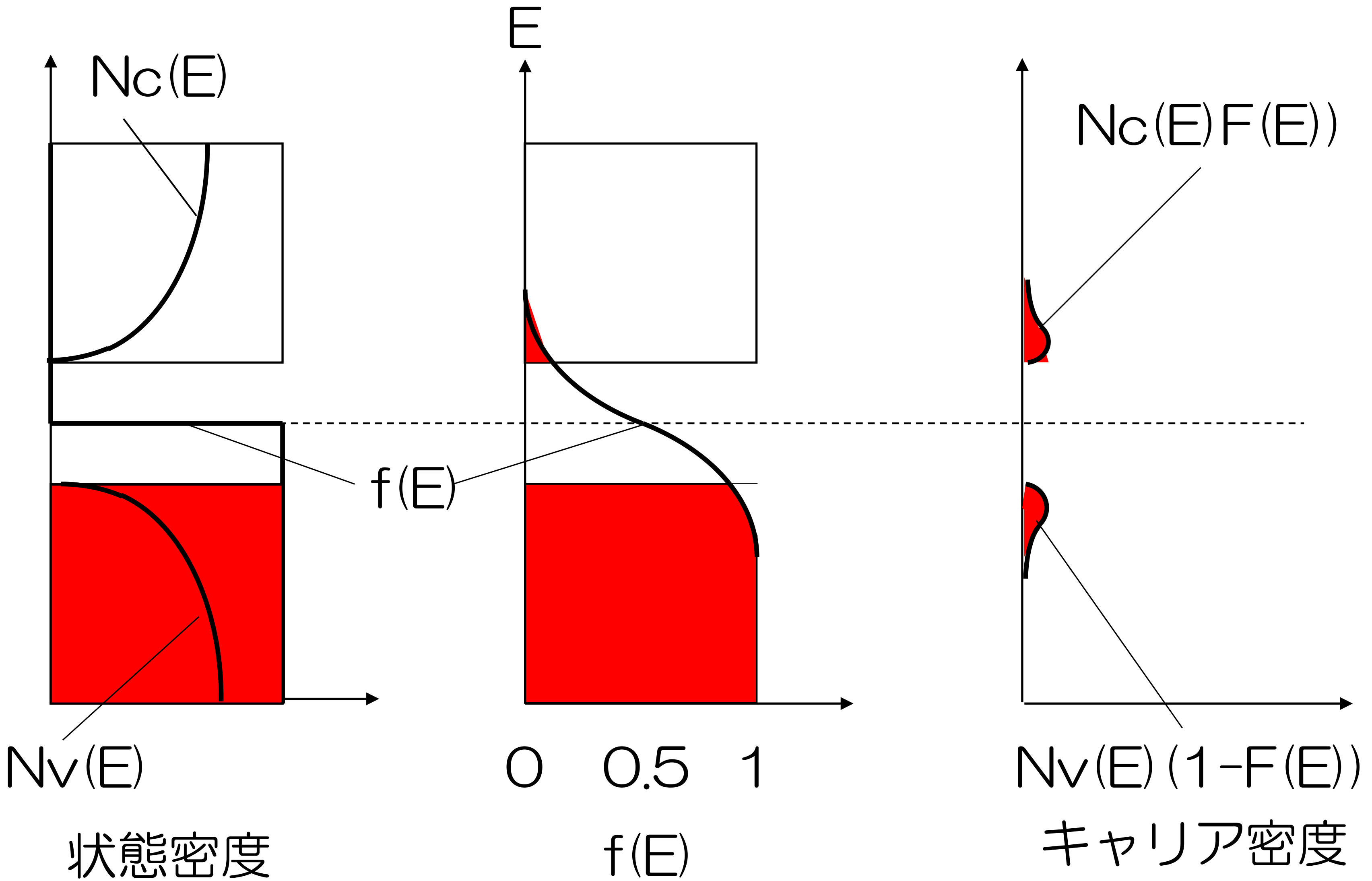

T = O
伝導帯
価電子帯
エネルギー E
T ≠ O
金属（導電体）
半導体
絶縁体
Egがない
Eg≒1eV
Eg＞5eV
Eg
Eg
フェルミ
レベル Ef
Gr Ⅰ
Gr Ⅱ Ⅲ
Gr Ⅳ
Gr Ⅴ
例
Na
Al
Si
C

原子間距離 r とエネルギーギャップ Eg



元素	結晶	距離	Eg	導電性
		a_0	eV	
C	Diamond	0.356	5.4	絶縁体
Si	Silicon	0.543	1.1	半導体
Ge	Germanium	0.566	1.0	半導体
Sn	Tin	0.646	-	導電体

T = 0　　　T ≠ 0



Fermi-Dirac Details

At absolute zero, fermions will fill up all available energy states below a level E_F called the Fermi energy with one (and only one) particle. They are constrained by the Pauli exclusion principle. At higher temperatures, some are elevated to levels above the Fermi level.

The probability that a particle will have energy E

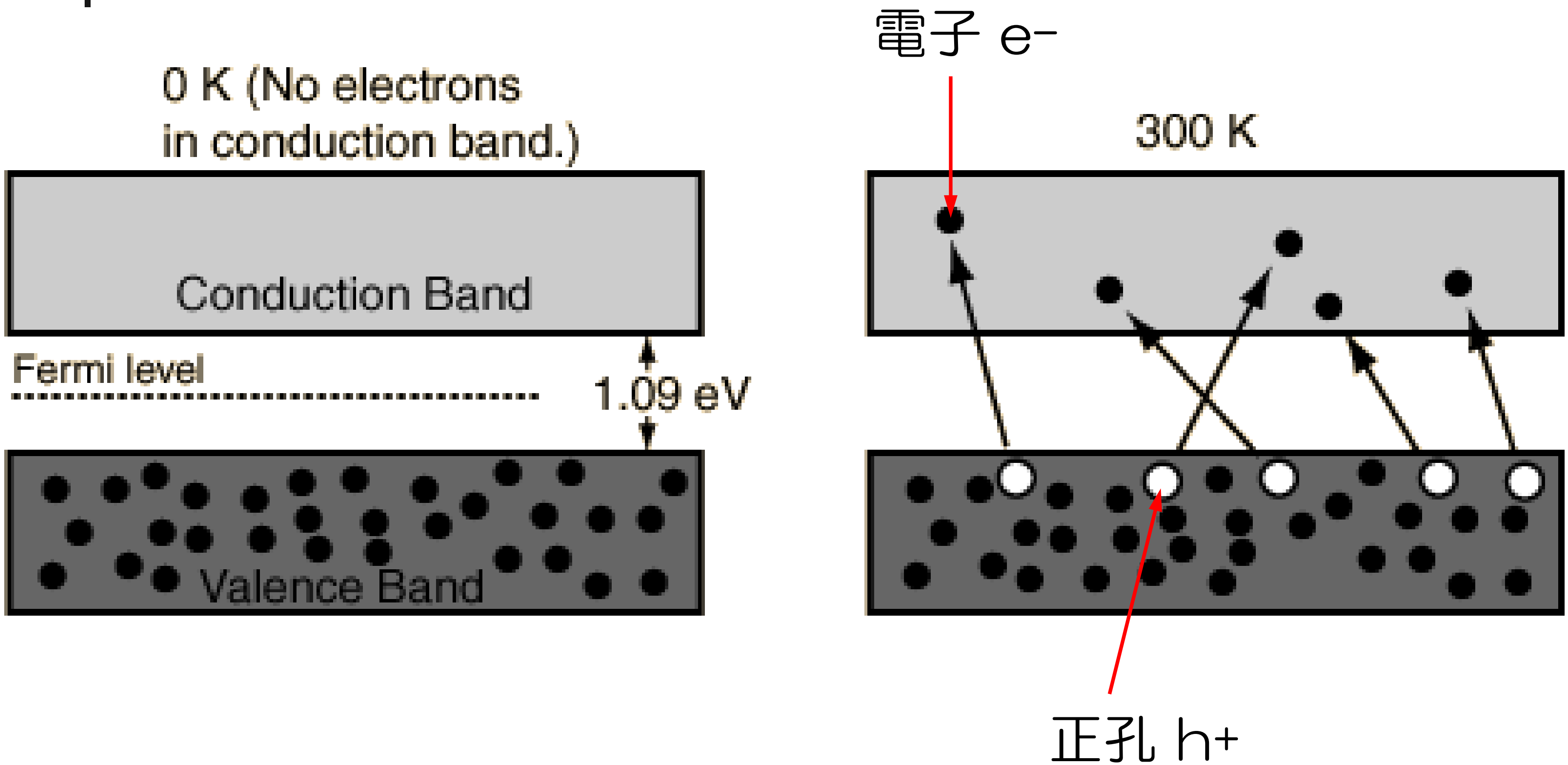
$$f(E)_{\text{Fermi-Dirac}} = \frac{1}{e^{(E - E_F)/kT} + 1}$$

See the Maxwell-Boltzmann distribution for a general discussion of the exponential term.

For low temperatures, those energy states below the Fermi energy E_F have a probability of essentially 1, and those above the Fermi energy essentially zero.

The quantum difference which arises from the fact that the particles are indistinguishable.

Semiconductor



Semiconductor Current