

はんだ理論 (その 3)

(株)日本電子音響 *NIDEON*

金属結晶の表面状態

金属が結晶になると各々の原子は安定的な位置関係で収まり、その収まった形が結晶系であることが分かりました。また、金属結晶同士が結合する場合は、結晶内部の原子ではなく、前項の図 2 に示したように結晶表面の原子が結合の役目を担います。結晶表面の原子が結合に関係するのは位置の関係だけでなく、原子の結合のエネルギー状態が関係してきます。

実際の金属結晶は 3 次元に広がっていますが、説明を簡単にするために、結合に関与する手を 4 本持つ金属原子があるとして 2 次元で考えます。図 4 にこの金属の固体内部にある原子 (A) と表面の原子 (B) の結合状態のイメージ図を示します。

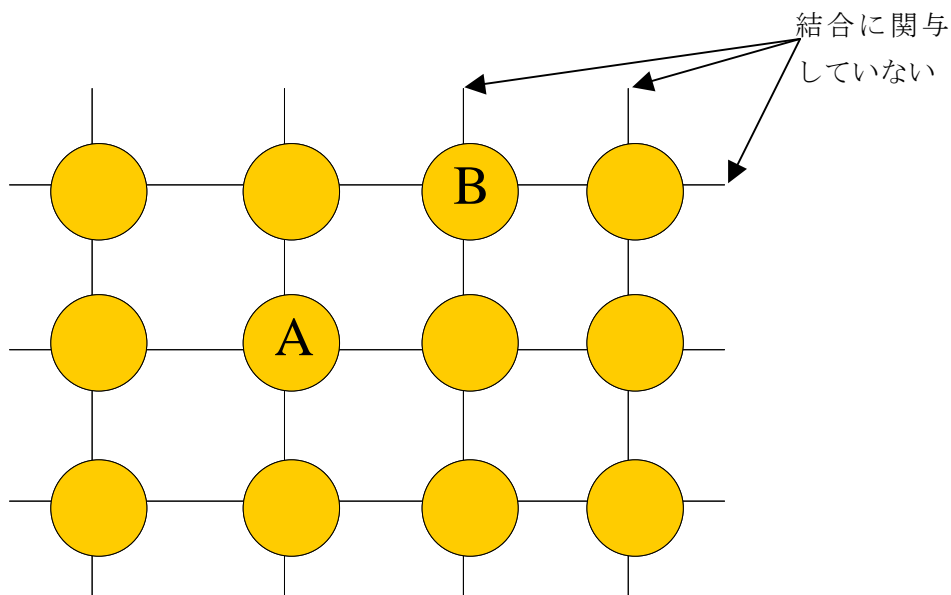


図 4 固体内部と表面の原子のモデル

固体内部にある原子 (A) を見ると、4 方を原子に囲まれていて、結合に関与する 4 つの手は、まわりの 4 つの原子と全て結合しているので安定な状態です。それに対し、固体表面にある原子 (B) は左右と下の原子の 3 つと結合していますが、上のほうは結合できる原子がなく、結合に関与する手は 1 本余ったままで (B) 原子はどこかの原子と結合して安定なエネルギー状態になりたがっている活性化した状態です。結晶表面はこの結合に関与していない手を持っている金属原子で構成されていることとなります。

そのために、別の金属原子が近づいた場合、図 5 に示すように結合の手が 1 本余った結晶表面の原子同士が結合することになり、結晶表面原子のエネルギー状態は安定になります。

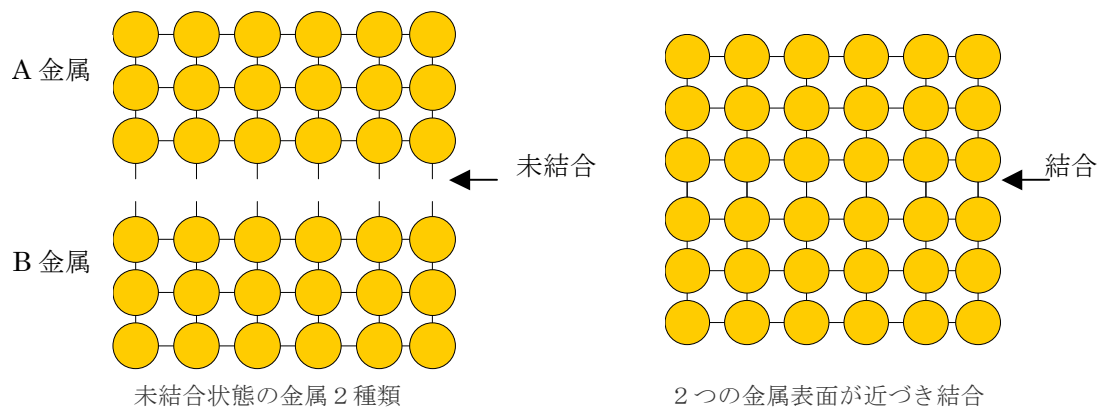


図 5 金属表面の結合イメージ図

ただし、固体の金属表面の原子は「はんだ付け理論 (その 2)」の図 3 のように平面ではないためにすべての原子ヲ結合させることは難しいです。そのために固体の金属原子同士を結合距離まで近づけるために、溶融させたり圧力を加えて原子を移動しやすくして、離れている原子を結合できる距離まで近づける工程がとられます。

また、結合に関与していない金属表面の原子は何かの原子と結合して安定なエネルギー状態になろうとするので、空気中の酸素と結合して酸化して安定化している場合が多いです^{*1}。そのために、はんだ付けする時は、「はんだの科学 (その 2)」で説明したようにフラックスで金属表面の酸素を還元して金属表面の酸素を取り除いて、金属表面の原子を活性化してから別の金属と結合させる必要があります。(図 6 参照)

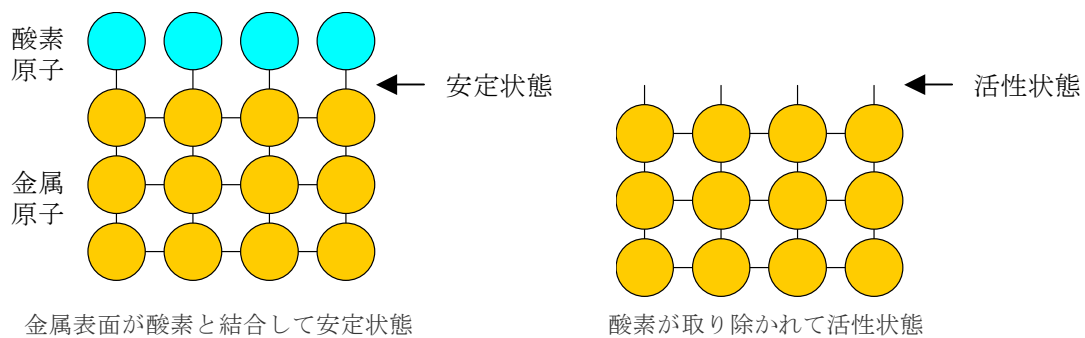


図 6 フラックスによる金属表面の酸素除去のイメージ

※ 1 固体表面は活性化しているために近くにある原子と結合しやすい状態です。そのために空気中の活性度が高い酸素と結合して酸化しやすい状態です。もし、金属が非常に微細になると金属の表面積が大きくなるので、体積あたりの酸化できる面積が大きくなります。酸化は発熱反応を伴いますので微細な金属粉塵が舞うと表面積分の酸化反応が短時間で起こり、一瞬に大きな発熱が発生します。これが粉塵爆発の原因です。(炭素や有機物などの金属以外の元素でも粉塵爆発は発生します。)