

はんだ理論（その11）

(株)日本電子音響 **NIDEON**

2つの金属による相図の説明図を下に示します。

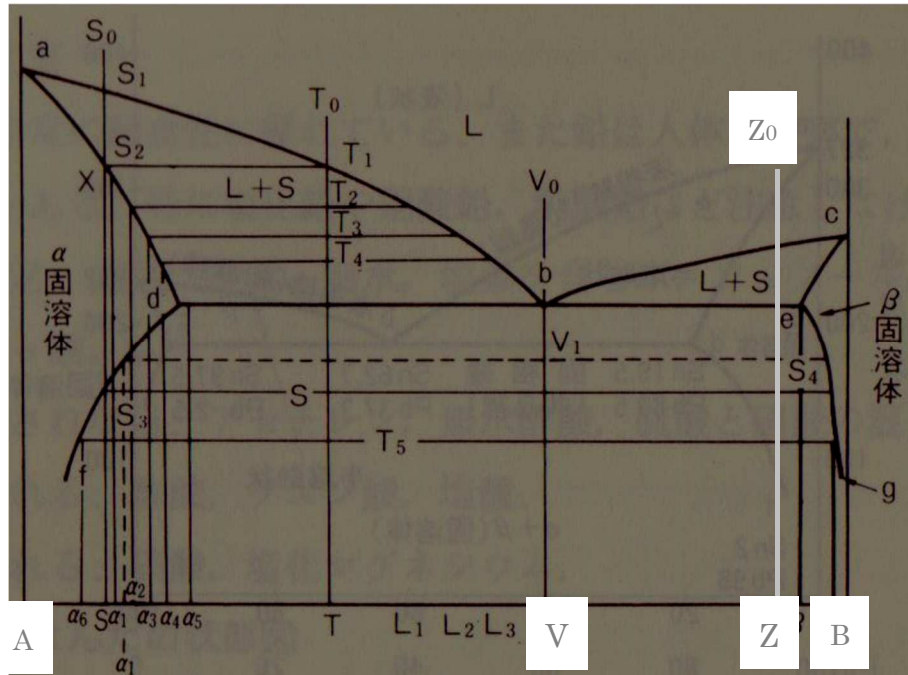


図16. 相図の説明図

図16の横軸のA点はA金属が100%でB金属が0%。Bの点はB金属が100%でAの金属が0%です。横軸の真ん中はA金属、B金属共に50%の割合で混ざった状態です。

図中のa-b、b-cは液相線（初相線）と言い、液相線より上はA金属、B金属もすべて液状（L）になっている状態です。a-d、d-e、e-cは固相線と言い固相線以下ではA金属、B金属全てが固体になっている状態です。

adfで囲まれた部分はα固溶体といい、A金属にB金属が固溶かしている状態です。cegで囲まれた部分はβ固溶体といい、B金属にA金属が固溶している状態です。

adbで囲まれた部分はα固溶体と液体が共存する状態、cbeで囲まれた部分はβ固溶体と液体が共存する状態です。

すなわち、2種類の金属は、温度と成分比で「固体」と「液体」と「半熔融状態の3つの状態を取ることがわかります。（気圧は大気圧に固定して考えています。）

ここで T の点を考えます。ここは A 金属の成分が $T\%$ で B 金属の成分が $(100-T)\%$ の比率になっています。この比率の金属は T_0 では溶けた液体状態です。ここから温度を下げると T_1 の液相線温度で α 固溶体を析出します。この時、析出した成分は α_1 になります。 T_1 から T_2 T_3 T_4 と温度が低下していくと、それぞれの温度で析出する α 固溶体の成分は α_2 α_3 α_4 と変化していきます。それに伴い、液体中の α 固溶体成分と β 固溶体成分の比率も変わっていくために、 α_2 α_3 α_4 に対応して L_1 L_2 L_3 と変化していきます。これは析出する金属成分が図中の X 点から d 点に変化していることを表して、液体状態の合金成分は T_1 点から b 点に変化していることを表しています。すなわち温度により析出する合金の成分が異なるということです。

これが、 V の点で考えると、 A 金属の成分が $V\%$ で B 金属の成分が $(100-V)\%$ の比率になります。 V_0 の温度で液体状態から温度が下がり b 点になると α 相と β 相を同時に析出することになります。しかも、この温度で凝固が完結します。

これ以上温度を下げて A 金属と B 金属の成分比は変わらないので、この混合比だと一定の比率の合金が析出するということになります。この b 点を共晶点と言い、 Sn と Pb 種類の金属が共晶点を持つような配合比で混ぜ合わせた物が「共晶はんだ」になります。次に Z の点で考えると、この点では A 金属の成分が $Z\%$ で B 金属の成分が $(100-Z)\%$ の比率になっています。この比率の金属は Z_0 では溶けた液体状態です。ここから温度を下げると液相線温度で β 固溶体を析出します。引き続き温度が低下していくと、それぞれの温度で析出する β 固溶体の成分は T の場合と同じように変化して行き、それに伴い液体状態の合金成分も変化していきます。この点でも温度により析出する合金の成分が異なるということです。

図16.のグラフを見てみると、 A と B の合金で一番融点が高いのは b 点の共晶点であることがわかります。溶ける温度が高いというのは、高温にする作業が楽になり、扱いやすい金属ということです。（はんだ付けにおいては低い温度のはんだコテが使えます。）また、凝固する温度が1つである事は はんだにおいては、コテをはんだから離れた瞬間に固まるので、取り付ける金属がすぐに固着して位置ずれが少ないという利点もあります。

加えて、温度により析出金属の割合が変わらないという事は接続部分の温度低下があっても金属組織が不均一にならないという利点があります。はんだでは共晶はんだでない場合、温度により金属の析出の割合が異なるので、はんだを注入した部分と内部の温度差で、下のような偏析が起こることがあります。

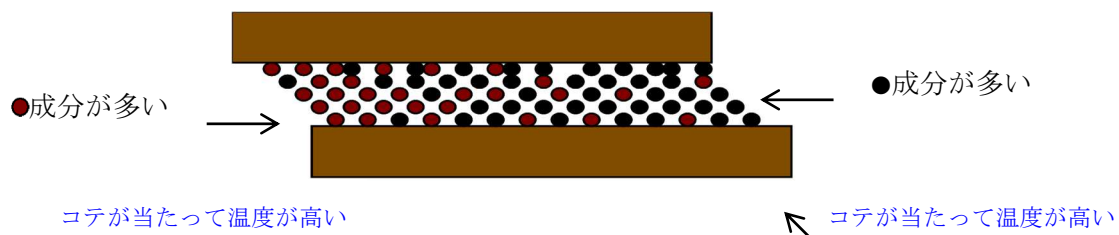


図17. 母材温度の差による偏析

これらのことが、長く共晶はんだが使われてきた理由でもあります。