

はんだ理論 (その12)

(株)日本電子音響 **NIDEON**

図18に、共晶はんだの大気圧での相図を示します。

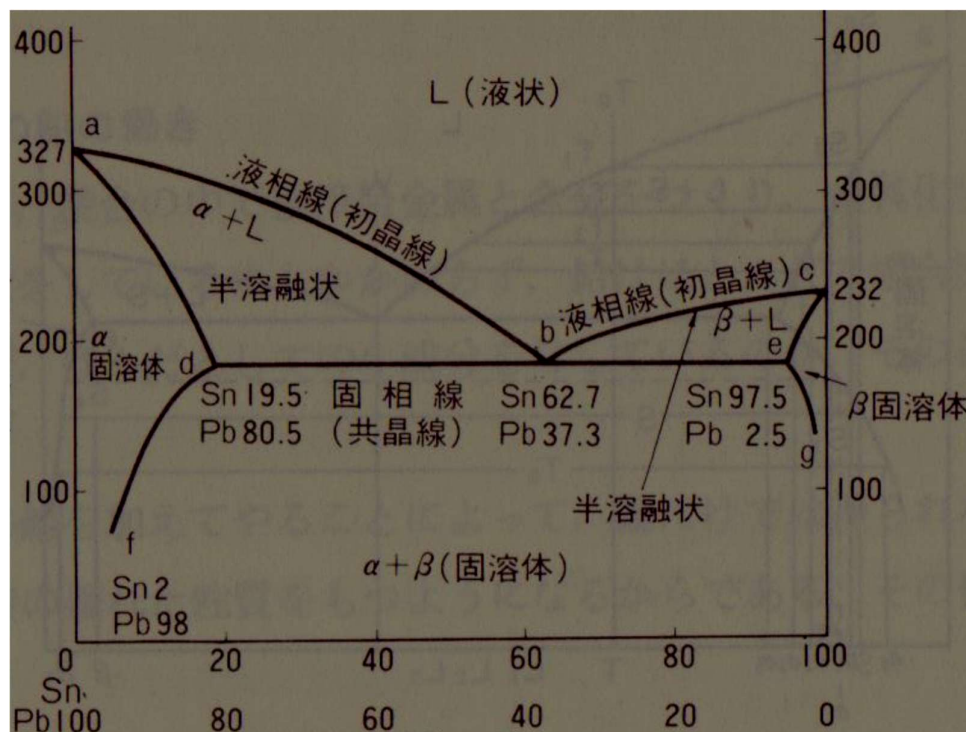


図18. 共晶はんだの相図

共晶はんだの共晶点は本や文献により多少異なりますが、この図では Sn62.7%、Pb37.3%となっています。図中の a-b、b-c は液相線（初相線）といい、液相線より上は Sn も Pb もすべて液状 (L) になっている状態です。a-d、d-e、e-c は固相線といい固相線以下では Sn も Pb も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、Pb に Sn が固溶している状態です。ceg で囲まれた部分は β 固溶体といい、Sn に Pb が固溶かしている状態です。※1

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。

株式会社 日本電子音響 **NIDEON**

Email ac@nideon.info

すなわち、共晶はんだは温度と成分比で「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。もう少し詳しく説明します。

図18において Sn が62.7 (Pb が37.3) のところでは Sn と Pb の合金では融点が一番低い組み合わせです。液相線と固相線とが1点になることから α 相と β 層が同じ割合で析出する共晶と呼ばれる配合比です。

Sn が62.7以下で19.5以上の場合、液相から温度を下げると、ab 線において α 相の初晶が現れます。そこから固まり始め、引き続き温度を下げていくと α 相が増加して行き、そのうち Sn が析出してきます。adb で囲まれた部分は固体と液体が共存する半熔融状態です。

db 線にまで下がると α 相の析出が終わり液層は固体になり α 相と β 相が同時に析出してすべて凝固します。ここでの固体は α 相と共晶になります。

Sn が19.5%以下では液相から温度を下げていくと ab 線で α 相の初晶が析出し、ad 線では液相はすべて固体になります。上と違うのは β 相が現れないことです。

Sn が62.7以上の場合液相から温度を下げていくと bc 線で β 相の初晶が析出して固まり始めます。さらに温度を下げると β 層が増加して行き be 線で β 層の析出は終わります。その後 α 相が析出して終了します。ここでの固体は β 相と共晶になります。ここでも cbe で囲まれた部分は固体と液体が共存する半熔融状態です。

実際にはんだを使うことを考えると、共晶はんだ (Sn 62.7、Pb 37.3) でないはんだは、温度が下がるに従い、析出する成分が変化するというところに一つの問題が発生します。

(Sn が62.7以下の場合、ab 線以下において温度を下げていくと α 相が増加して行き、Sn が62.7以上の場合、bc 線以下で温度を下げると β 層が増加して行きます。すなわち温度で析出する金属の割合が異なるということです。)

合金において成分比が異なるという事は抵抗値や機械的特性が異なるので、共晶以外のはんだでは付けした場所により (はんだが冷える温度により) 成分が異なるという事になります。すなわち場所により機械的強度が異なり、抵抗値も異なるという安定しない はんだとすることができます。

それに対し、共晶はんだは他の成分比のはんだより液相になる温度が一番低いので、はんだ付け温度が低く設定できるので他の部品へ余分な温度をかけることがなく、他の部品のダメージを最小にすることができます。また、析出する Sn と Pb が一定と言う事は、はんだ付けした部分の機械的強度や抵抗値が一定の安定した はんだ付けができるという事になります。

この共晶はんだの持つ特性が、共晶はんだが数千年にわたり使用され続けてきた原因だと言えます。

次回からは、はんだ付けに不可欠なフラックスについて学んでいきます。すこしですが化学の領域に入ります。

※1 温度の高い液相線より上の状態では Sn と Pb は全ての比率で液相になりますが、 α 相は Pb の中に Sn を少量溶解した固溶体で、 β 相は Sn の中に Pb を少量溶解した固溶体です。この固溶体の成分比は温度により多少異なり、田中は、その量は Pb 中の Sn は共晶温度で19.5%、室温で2%。Sn 中の Pb は共晶温度で2.5%、室温で1%と β 相はほぼ Sn であると文献で紹介しています。