

## はんだ理論 (その5)

(株)日本電子音響 **NIDEON**

金属の組み合わせや温度により、ぬれ性は変わります。  
銅と他の金属のぬれ性について下にまとめた表を示します。

表1. 銅と他の金属とのぬれ性

母材	溶融金属	温度	ぬれ生
Cu	Pb(鉛)	350°C	悪い
	Sn(スズ)	400°C	良い
	Bi(ビスマス)	350°C	悪い
	Cd(カドミウム)	350°C	良い
	Sb(アンチモン)	600°C	良い

共晶はんだ材料である Pb が Cu とはぬれ性が悪く、もう一つの材料である Sn が Cu と良くぬれることがわかります。

後で述べますが、Cu とはんだの接続は Pb ではなく、Sn が主役となるので、Cu に対して Sn のぬれ性が良いのは好都合です。

線材をはんだ付けする場合や、2つの金属をはんだ付けする場合は、接続する金属の隙間にはんだが侵入する必要があります。ぬれ性とも関係しますが、毛管現象（毛細管現象）が大きく影響します。

下に平行な2枚の板への毛管現象による液体上昇のイメージ図を示します。

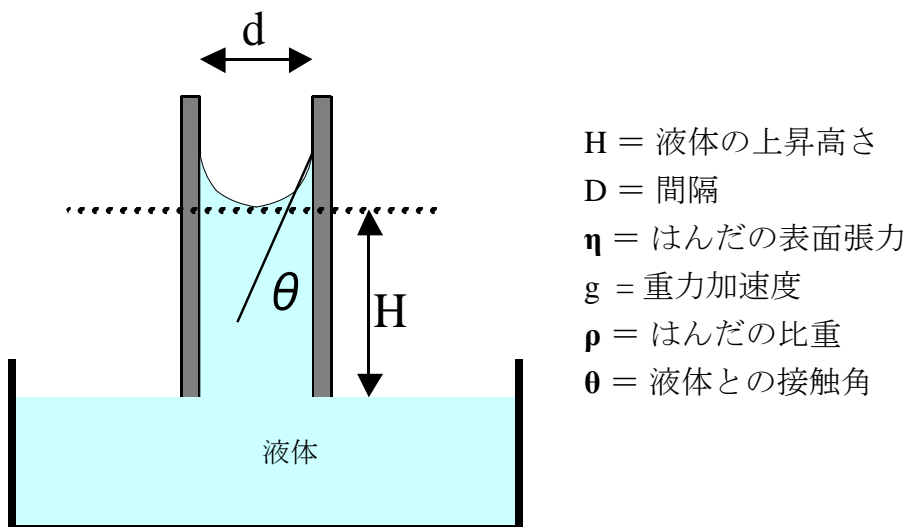


図9 毛管現象のイメージ図

2枚の平行板の間に液体が上昇する高さHは以下の式で求められます。

$$H = \frac{2\eta\cos\theta}{\rho g d} \quad (3)$$

(3) 式より毛管現象ではんだを金属間に浸透させるためには隙間 (d) を小さくすることが重要だということがわかります。撚り線のケーブルにおいても隙間を少なく撚ること、その線とプラグの隙間を小さくすることで、はんだが浸透しやすくなり良いはんだ付けができる作業になることがわかります。また、線材以外でもはんだが浸透する隙間を残して、隙間を狭くするほうが、はんだの浸透性が良くなり良いはんだ付けになります。

### 拡散

はんだの接合は、固体の金属中にはんだが拡散して固体金属と金属間化合物を形成します。一般的に、原子が熱振動により他の格子点に移動することを拡散と言います。

拡散には大きく分けると次の3つに分類されます。

1. 表面拡散 (青色 →)  
金属結晶の表面に拡散する
2. 粒界拡散 (赤色 →)  
結晶の隙間に拡散する
3. 結晶内拡散 (黒色 →)  
結晶内に拡散する

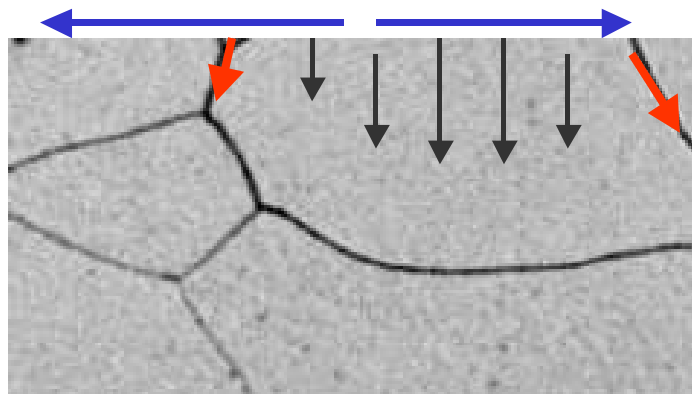


図 10. 固体金属結晶内への拡散

はんだ付け理路 (その3) の図4で示したように表面と粒界は結合に関与していない原子があるので、拡散した金属と結合が容易で拡散もしやすい部分です。

よって、はんだは、まず固体金属表面に広がり、そのうち粒界 (結晶と結晶の間) に沿って拡散します。結晶となって結合が完結している結晶内への拡散が一番難しい拡散ということになります。

拡散は半導体への不純物のドーピングなどを理解するうえで重要となる項目です。残念ながら、はんだでは拡散について半導体ほど詳しく研究されていません。そのために、今回は半導体の例を基にした、「拡散を理解する為の基本となる“Fick”の法則について説明していきます。