

Wilhelmy法による評価

はんだ付け性試験法の基礎

ソルダーチェッカ (SAT5200) Application Report

「ゼロクロス」や「最大ぬれ力」等の指標で評価されるはんだ付け性だが、そもそも「ゼロクロス」や「ぬれ力」とは？を解説いたします。

概要

はんだ付け性(ぬれ性)は、各種規格(Rhesca Technical Report No:001s01hto01参照)に規定されている平衡法を用いて「ゼロクロス」や「最大ぬれ力」を評価する手法が一般的に用いられます。そもそも「ゼロクロス」や「最大ぬれ力」は、はんだ付け性においてどのような意味をもつのか？をぬれ性試験機の測定原理であるWilhelmy法の説明と共に解説いたします。

試験方法

はんだ付け性(ぬれ性)試験方法(平衡法)では、溶融はんだに電子部品の電極部を浸せきさせます。この時のはんだ液面状態を図1に示します。図1内の[F]がぬれ力としてぬれ性試験機が電子天秤で計測する力となります。このぬれ力は、下記Wilhelmyの計算式によって成り立ちます。

$$F = \gamma \cos \theta \cdot L - v \rho g$$

F	: ぬれ応力	[mN]
θ	: 接触角	[度]
L	: 接触長さ(周囲長)	[m]
γ	: はんだの表面張力	[mN/m]
v	: 浸せき部分の体積	[m ³]
ρ	: 密度	[kg/m ³]
g	: 重力加速度	[m/s ²]

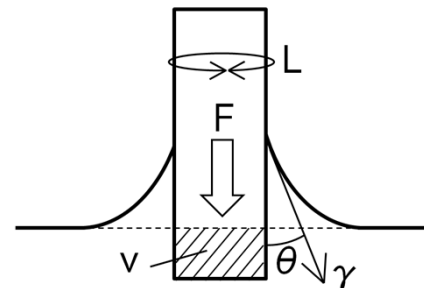


図1.溶融はんだの液面状態

浸せきさせた電子部品に対して、溶融はんだの表面張力[γ]が形成された接触角[θ]方向に浸漬させた電子部品に生じます。ぬれ性試験機は電子部品に生じる上下方向のみの力を計測するため、電子部品に生じたはんだの表面張力の上下方向の分力[$\gamma \cos \theta$]を計測します。これが電子部品とはんだの接触している全周[L]で発生していることから $\gamma \cos \theta L$ となります。尚、液体(溶融はんだ)中に個体(電子部品)を浸せきさせていることから、浸漬させた個体体積分の浮力が電子部品を上を持ち上げる力となるため、浮力[$v \rho g$]をマイナスします。

これにより、はんだ付け性(ぬれ性)試験法(平衡法)で求められるぬれ力[F]とは、はんだが電子部品にぬれ上がる事で接触角[θ]が鋭角(90度以下)を形成し、はんだの表面張力によって電子部品が下方方向に引張られる力を指します。

尚、電子部品がはんだにはじかれた場合、はんだ液面は凹凹状態となり接触角[θ]は鈍角(90度以上)を形成していることとなるため、 $\cos \theta$ がマイナスの値となるため、ぬれ力[F]はマイナスとなり電子部品が上を持ち上げられる力となっている事を指します。

又、Wilhelmyの計算式において、溶融はんだ内に電子部品を浸せきし終わった後は、接触角[θ]以外の項は変化することがありません。このため、ぬれ性試験機がぬれ力[F]を時間軸に対して計測しているのは、時間軸に対する接触角[θ]の変化となります。

はんだ付け性試験法の基礎

評価方法

前項で解説した「ぬれ力」の時間軸変化を計測するぬれ性試験機で得られた測定グラフと、溶融はんだ液面と電子部品が形成する接触角の関係を図2に示します。

ぬれ性試験機では、電子天秤に電子部品及びチャックが吊り下げられた状態(A)をぬれ力0とします。その後電子部品と溶融はんだの接触(B)を試験機が感知し、設定された深さまで電子部品を溶融はんだ内に浸せきさせます(C)。この時点では、はんだは電子部品をはじく(液面が凹)状態であるため、ぬれ力はマイナスの値を示しますが、その後、溶融はんだが電子部品にぬれ上がってきます。

この際、溶融はんだ液面が電子部品に対して垂直(液面が平面で接触角90度)になる(D)を経てはんだは凸状態までぬれ上がります(F)。

各種規格で規定されている評価要求事項は、こうして得られた測定グラフから解析して求められます。

- ・「ゼロクロス」「ぬれの初期段階」「ぬれが始まる時間」：BからDまでの時間

溶融はんだ液面が凹状態(接触角が鈍角)から平面状態(接触角が90度)になるまでの時間を指します。

一般的にぬれは接触角が鈍角の状態を[はじく]と称し、接触角が鋭角の状態を[ぬれる]と表現することから、溶融はんだに対してはじく→ぬれるに変化するまでの時間と考えられます。尚、ぬれ性試験機がはんだの表面張力の上下方向の分力を計測していることから $\cos 90^\circ = 0$ となり測定グラフは0を示す(正確にはマイナス浮力)ことからマイナスから0を経由してプラスになるポイントとしてゼロクロスと表現されています。

- ・「最大ぬれ力」：Fのぬれ力

測定グラフのMax(F)値を指します。この値が大きいほど接触角が鋭角といえ、ぬれ上がりが良好と評価できます。但し、計算式上の周囲長(L)が乗算されているため、電子部品形状が大きいとこの値も大きくなることから、本数値の比較は同一形状試験片でのみ行います。

- ・「ぬれ時間」「ぬれの進行段階」：BからEまでの時間

昨今の電子部品の極小化に伴い「ゼロクロス」が発生しない電子部品が現れております。そういった電子部品を評価する指標として用いられる評価要求事項である「ぬれ時間」は、最大ぬれ力の2/3に達するまでの時間を指します。これは測定グラフのCからEまでの上昇カーブが緩やかである＝ぬれに時間がかかるといった評価を行う指標となります。

代表的なぬれ性試験機で得られる測定グラフを図3に示します。

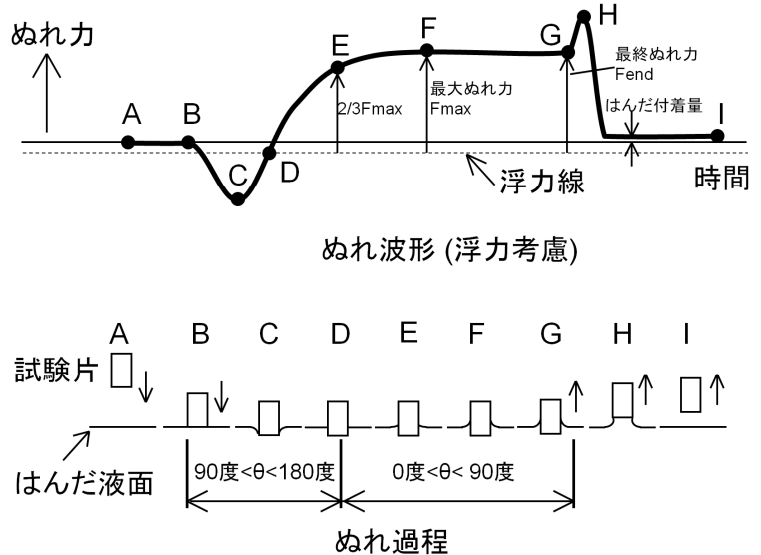


図2.測定グラフとはんだ液面の相関図

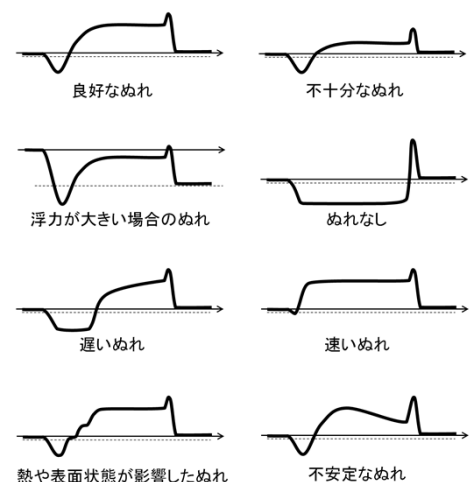


図3.代表的な測定グラフ