

---

# 製品技術資料

製作日 2001.05.30

技術資料番号 0030

---

## TECHNICAL REPORT

製品名：ぬれ性テスター

型式名： SP - 2

株式会社マルコム 営業部

東京都渋谷区本町4 - 15 - 10

TEL:03-3320-5611 FAX:03-3320-5615

E-mail:sales@malcom.co.jp

URL:<http://www.malcom.co.jp>

---

malcom

## 1. はじめに

はんだのぬれ性評価法として最も広く使われている方法として表面張力法があります。これは一般に言われているメニスコグラフ法がよく知られています。そしてこれらのぬれ試験器はディップはんだ付けのぬれ性評価するための方法として設計されており、実際のフローはんだ付け装置の動きを模して試験方法は組み立てられています。この考え方は理にかなっており、はんだのぬれ性評価をはんだ付け性や信頼性評価と同じ視点で数値化することを願うのであれば当然な方法と考えられます。なぜなら実際のはんだ付けにあっては最終段階のぬれの程度（ぬれ角・ぬれ応力）の測定だけでなく、ぬれつつある状態（ぬれ速度・ぬれ時間）がより重要だからであります。このような非平衡状態では（ぬれつつある状態）全体の特性が実際のはんだ付けの信頼性を決定しているからです。しかも非平衡状態は、はんだ付けの方法によって異なったものとなります。だからメニスコグラフ法などのディップはんだぬれ性試験器はディップはんだ付けの方法で試験するのは当然といえます。

ところでソルダペーストのはんだ付けはその方法においてディップはんだとは全く異なっています。当然ぬれの表面張力測定する試験法はメニスコグラフ法とは異なった方法が提案されるべきであります。しかもその試験法は可能な限りリフローはんだ付け装置の動きを模して組み立て、ペーストが溶け始めてからぬれ終わるまでの非平衡状態の作用力変化を測定すべきであります。

弊社ではこれらの試験法を『SP張力法』と称してソルダペーストや部品・プリント基板のぬれ性を各々独立に評価する手段を提案しております。

## 2. SP張力法について

SMTにおけるはんだ付けは一般的には次のようになっています。ソルダペーストは所定の厚さと量が基板銅板上に印刷されます。部品はソルダペーストに一定の圧力で押圧し粘着されます。その後基板と部品とペーストはこの状態のまま、先ずプリヒート温度に到達するまでの初期温度上昇から始まり所定のプリヒート温度で所定の時間が熱されペーストからは少なくとも溶剤成分は蒸発して本加熱を待ちます。次に所定の温度上昇速度で本加熱され、まずはんだの融点近くでペースト中のフラックスが溶出して活性度を増し、銅パッドや部品電極を洗浄すると共に溶融はんだの表面を覆い、はんだと銅、あるいは母材との界面張力を減少させてぬれを促進させます。この過程をペーストが部品に与える作用力の内容で観察すると、プリヒート時の熱膨張による変化以後は溶融フラックスのぬれ力、はんだが溶融を始めるときの固相から液相に変化する力、ぬれが始まり終わるまでのぬれ力の変化が次々に作用すると考えられます。

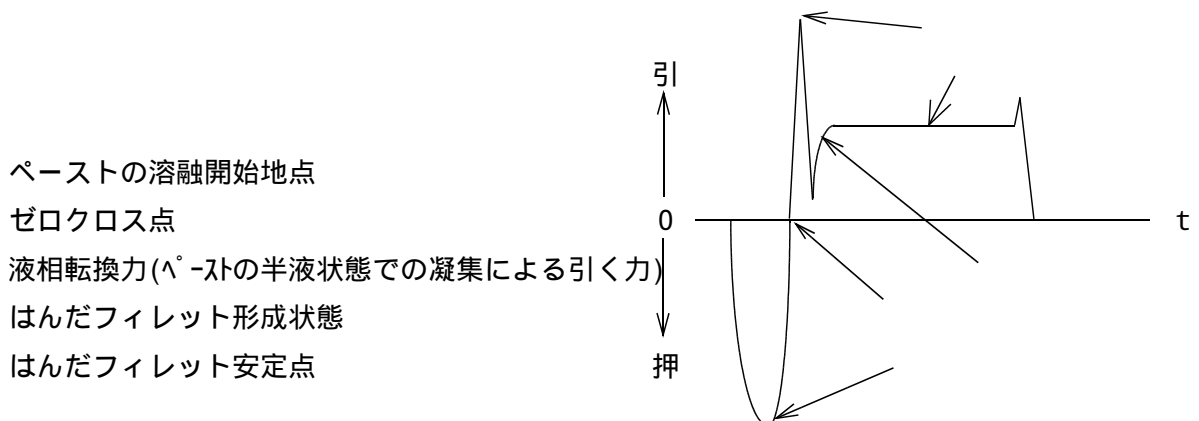


図1 ぬれ測定データ

図1に表したのはS P張力法で測定したときの解析結果図です。はんだの溶融点までは部品や基板等の熱膨張により押し力がかかります。はんだの溶融点に達したところで一部のペーストが液状化し始めます( )。固相から液相に変化してペーストが溶けるとき体積が凝縮されます( ~ )。ペーストが溶け始めるとき、局部的にぬれていればはんだは液状の流動を得られずに印刷形状がだれる状態で体積が小さくなる方向、つまりテストピースを下方に引く力を発生します。この力はペーストが相転換の過程で吸収した熱エネルギーが外部に発生する収縮力であり表面張力とは基本的に異なる力であります。また、ここでは溶けとぬれは明確に区別されて起こるわけではなく同時に進行しているので のピークで溶けが終わってぬれに変わるなどと言う性質のものではありません。

後にはんだが溶融し部品電極にぬれ上がり、はんだフィレットが形成されることにより表面張力が発生し純粋なるぬれ力が検出されます( ~ )。

以上のように**全ての作用力がテストピースとペーストとの間にリフロー炉を通過する過程で発生している点**なるべく実状にあわせて検出する手段がS P張力法であります。

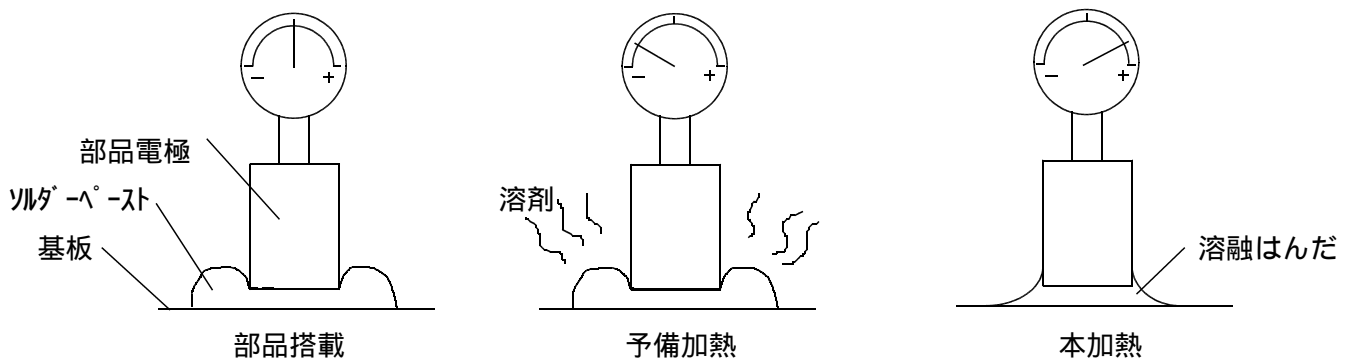


図2 S P張力法での測定方法

### 3 . S P張力法を用いての評価方法

はんだ付けのぬれ性評価試験器は、その工程の現場で発生する諸問題の解明に役立たねばなりません。つまりソルダペーストやチップ部品のぬれ品質の信頼性・安全性を確認するだけでなく、はんだ付け工程の最適条件を解明する道具であることに意味があるわけです。そのためSMTにおけるぬれ性試験法はあらゆる条件の違いに対するデータ上の差違とその理論的根拠を説明し得る内容の方法でなければなりません。

ぬれ性テスターではソルダペーストやチップ部品をはじめとし、プリント基板や糸はんだなどの材料の違いによる特性の他、リフロープロファイル(プリヒート・ピーク温度)条件または酸素濃度の変化による特性など様々な評価が可能です。この評価蓄積により在庫品の品質管理及びランニングコストの削減、新規材料変更における比較検討などがスムーズに行えます。

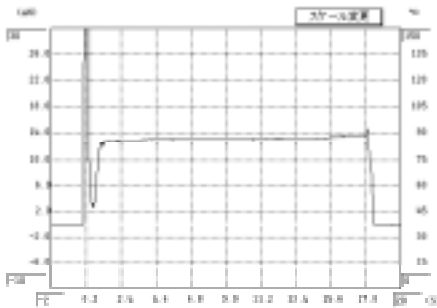
## 4. 測定データ

### 4-1. ソルダペーストの違いによるぬれ性

まず評価の1つとしてソルダペーストのぬれ性がありますが、例えば鉛フリーはんだを検討するとき金属組成の違いのほか、フラックスや溶剤等の含有量や種類の違いなどのサンプルを用いて比較することができます。

ここでは金属組成の違い（フラックス成分も異なりますが・・・）によるデータを紹介します。

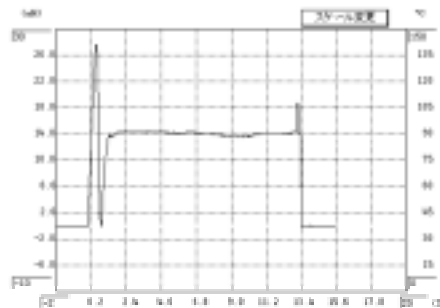
評価の開始時間は荷重のゼロクロス点（図1- ）より行い、ぬれ力F（図1- ）とぬれ時間  $t_2$ （図1- ）で評価を行いました。このときのぬれ時間はぬれ力の86%に達するまでの時間、または角状の荷重波形が安定した時間とします。これらの結果を表2に示します。結果より、ぬれ力Fには特筆すべき差は見られないが、ぬれ時間  $t_2$  は差が生じていることが分かります。



F (ぬれ力): 12.836mN

t (ぬれ時間): 1.00s

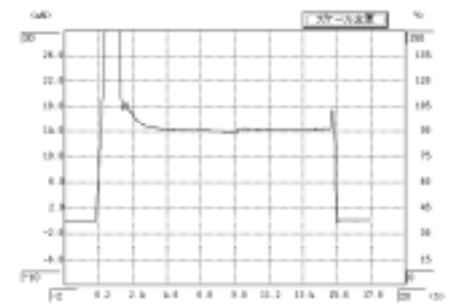
表 1-1.Sn-Pb



F : 14.278mN

t : 1.21s

表 1-2.Sn-Ag-Cu



F : 14.102mN

t : 2.57s

表 1-3.Sn-Ag-Cu-Bi

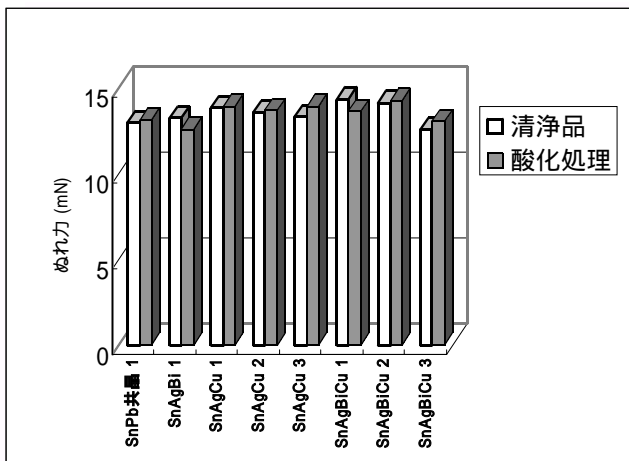


表 2-1.ぬれ力比較データ

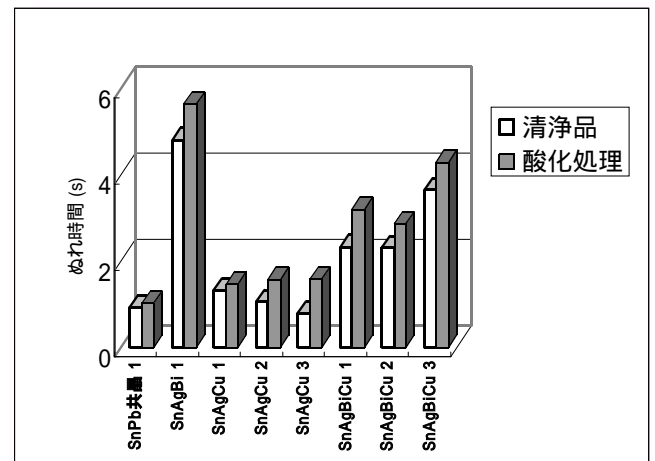


表 2-2.ぬれ時間比較データ

## 4 - 2 . メッキ違いによるぬれ性

はんだのぬれ性を評価する場合、試験片の材質または表面メッキ処理が重要な条件となります。はんだがぬれることだけでなく試験片にはんだがぬれていくのであることから試験片とはんだの相性を見ることになります。

これまでは Sn-Pb 共晶がソルダペーストの中心であったため部材へのぬれ性の評価も Sn-Pb 共晶に合わせた材質選びとなっていました。しかし鉛フリーはんだを対象とした場合、これまでの材質で問題ないかどうかの検討が必要となります。ここでは試験片（メッキ）の違いによるデータを示します。

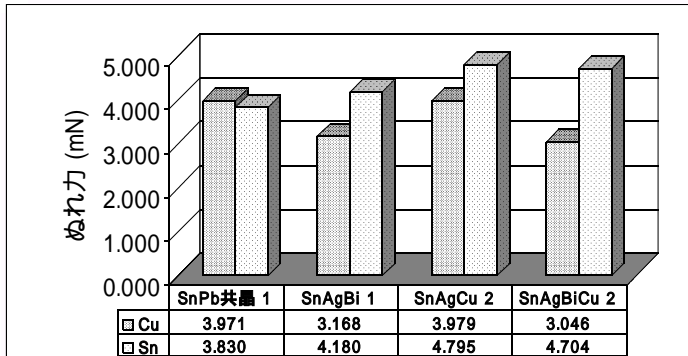


表 3-1.ぬれ力比較データ

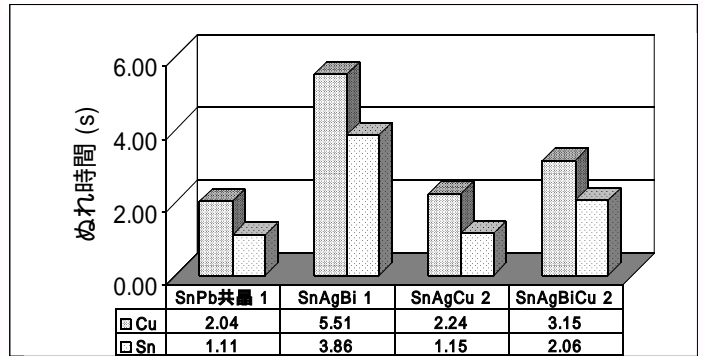


表 3-2.ぬれ時間比較データ

## 4 - 3 . リフロープロファイルの違いによるぬれ性

鉛フリーはんだを採用したときに現場ではリフロープロファイルが重要視されます。ソルダペーストによっては溶融温度が異なるため必ずリフロープロファイルも最適条件を模索する必要があります。中でも融点が上昇することによる部品表面やソルダペーストにぬれ性の影響を及ぼすものと考えられます。そこで、温度プロファイルのプリヒート温度及びピークまでの温度上昇速度比較データを表 4 に示します。

これらのデータ以外にもピーク温度や保持時間の違いによる評価もできます。

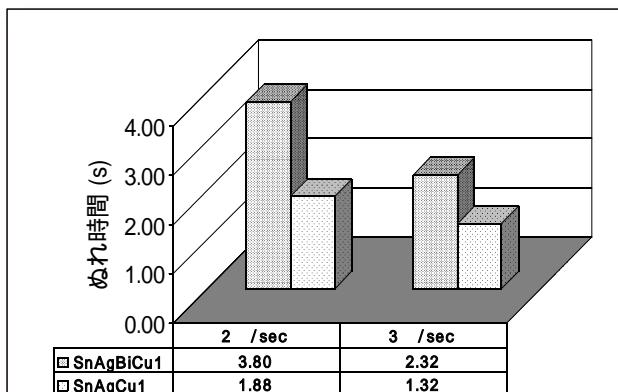


表 4-1.温度勾配比較データ

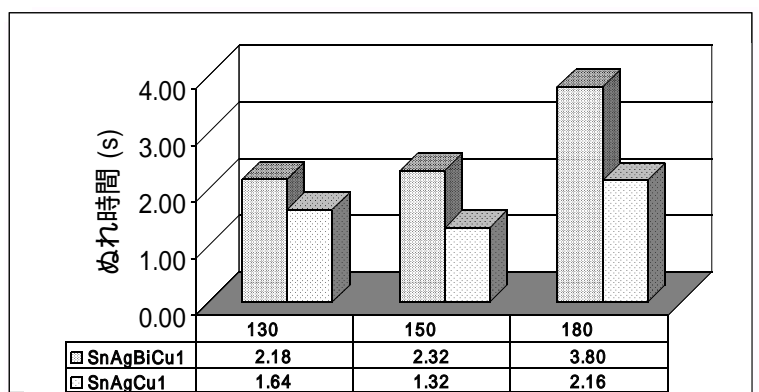


表 4-2.プリヒート温度比較データ

#### 4 - 5 . ウエッティングバランス (メニスコグラフ) 法でのぬれ性

ぬれ性テスターではオプションとしてウエッティングバランス測定が可能となっています。前項でも申したとおりフローはんだにおけるぬれ性評価はこの方式が一般的ともいえます。

ウエッティングバランス法は試験片を荷重センサにぶら下げ、下に溶融はんだ槽を置いて溶融はんだ槽の中へ試験片を浸せきさせます。荷重センサは試験片がはんだによって生じる浮力と表面張力の合成した力を検出します。このとき、荷重センサの力を時間軸に対しグラフ化したデータによりぬれ性を評価する。評価方法としては波形の形状より判断することもあります、通常は数値評価により行います。

	SnPb共晶	SnAg	SnAgCu	SnAgBiCu
最大ぬれ力	3.4924	3.4884	3.5414	3.7024
最終ぬれ力	3.4924	3.4884	3.5414	3.7024
ゼロクロス時間	0.406	0.890	0.648	0.774
ぬれ上がり時間 1	0.654	1.206	0.814	0.972
ぬれ安定性	100	100	100	100

表5 . フローはんだのぬれ性測定結果 (平均)

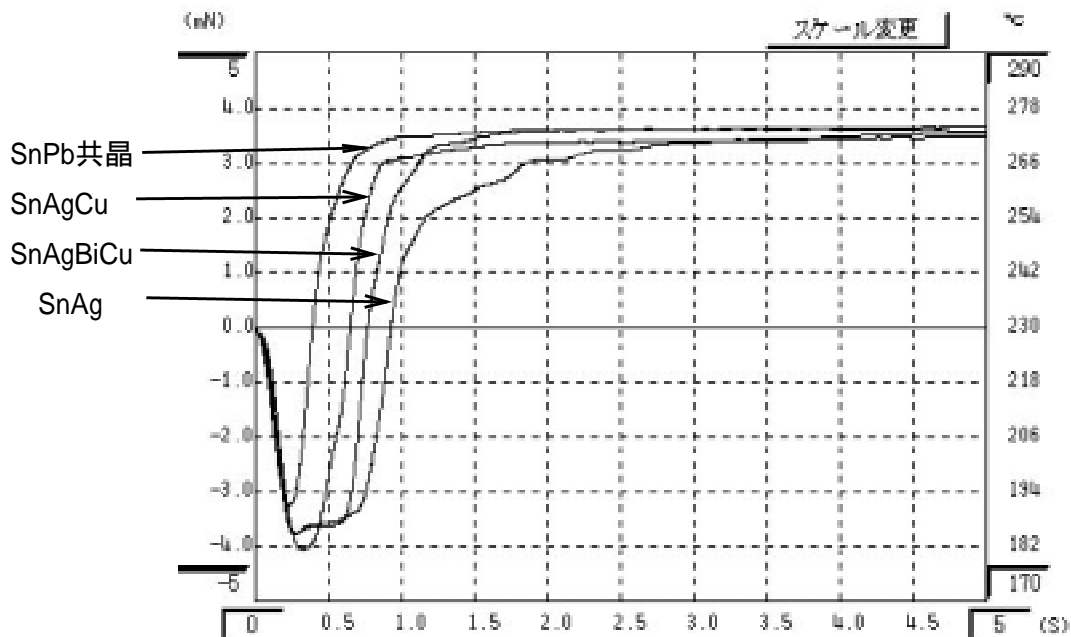


図3 . フローはんだのぬれ特性

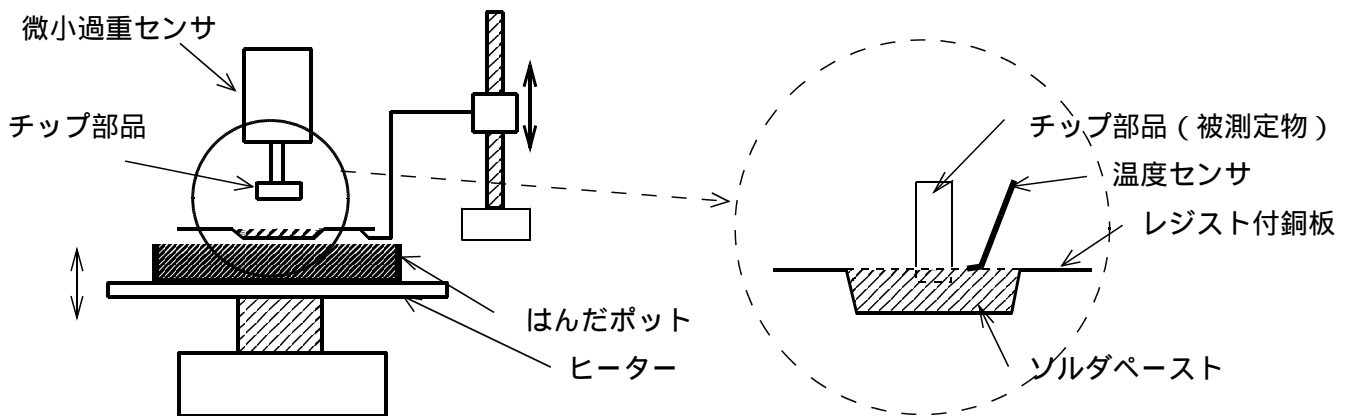
## 5. 急加熱昇温測定機能について

測定原理 (EIAJ ET-7404 準拠)

ソルダペーストが被測定物に接触するまで銅板が上昇し、接触したのち設定量侵入。

ヒーターユニット (はんだ層) が上昇し、ソルダペーストがのった銅板に接触。

はんだ層の熱を利用してソルダペーストが溶解、非接触物にぬれるまでの作用力を微小か重センサにて検出し、波形を記憶する。



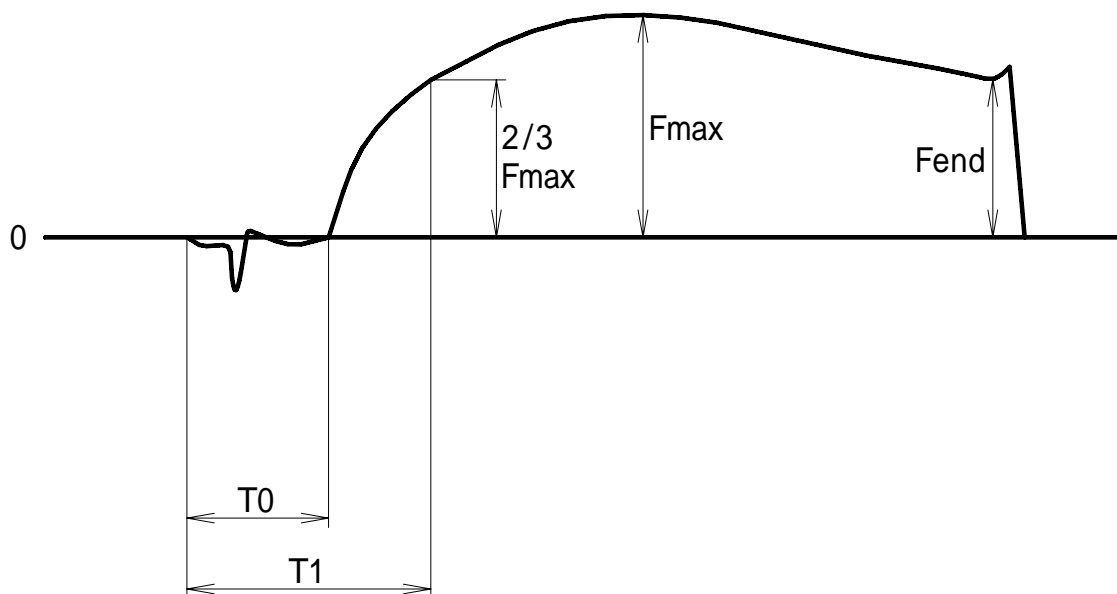
図：急加熱昇温測定機能構成図

仕様

項目	仕様
はんだ温度設定	20 ~ 280
試料浸せき深さ	0 ~ 400 $\mu\text{m}$
ポット接触速度	1.0 ~ 20.0 $\text{mm} / \text{s}$
ポット引下速度	1.0 ~ 20.0 $\text{mm} / \text{s}$ (ポット接触速度設定と同速度)
ポット接触時間	1 ~ 20 s
ポット接触距離	0 ~ 2000 $\mu\text{m}$

計測時間は30秒以内となります。

## 評価パラメータ



Fmax: 最大ぬれ力。ぬれ力の最大値を表示します。

Fend: 最終ぬれ力。測定終了時のぬれ力を表示します。

T0 : ぬれが始まる時間(ゼロクロス時間)。測定開始(供試品がはんだに接続した時)から作用力が負から正へ反転する(ゼロラインをよぎる時)迄の時間を表示します。

T1 : ぬれ力時間。測定開始(供試品がはんだに接触した時)から最大ぬれ力の2/3に達する迄の時間を表示します。

Sb : ぬれ安定性。最終ぬれ力と最大ぬれ力の比をパーセントで表示します。

$$F_{end}/F_{max} \times 100(\%)$$

## 測定結果データ例

