ロボットはんだ付け装置の適用事例

初澤　健次　　　上林　弘昭
滝田　英司　　　尾形　繁行

長野沖電気では，プリント回路基板（以下：基板）のEMS事業を行っている。製造している基板は，多種多様で，生産形態もロット1枚から日産5,000枚と，多品種変量生産である。このような状況の中，多様なユーザー要望に応えるため，実装技術，資材調達，製造準備，製造，品質管理など，多岐にわたって工夫している。

その一例としてロボットはんだ付け装置の導入がある。この装置のはんだ付け方法は，部分はんだ付け工法に分類されるが，局所的なはんだ付けが必要な基板（両面リフローはんだ付け後に挿入部品をはんだ付けする基板など）や，耐熱温度の低い部品（CCD*1) など）のはんだ付けに効果的である。

本稿では，主な部分はんだ付け方式と当社に適した方式を説明し，導入したロボットはんだ付け装置について，概略仕様と装置を十分に活用するための手法について記述する。

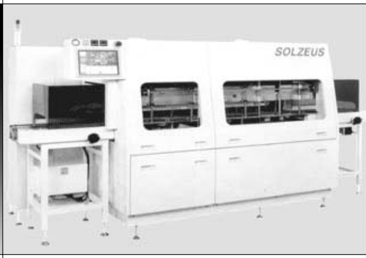
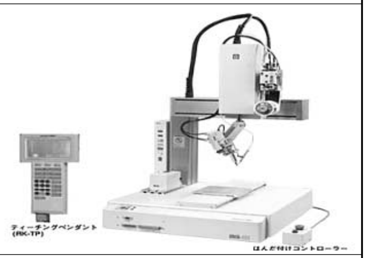
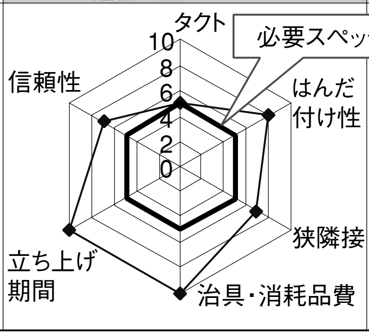
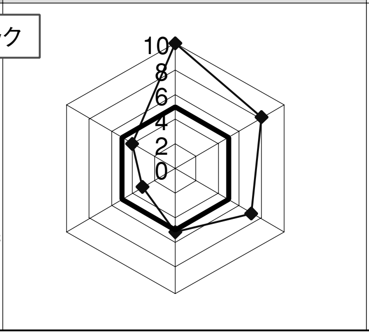
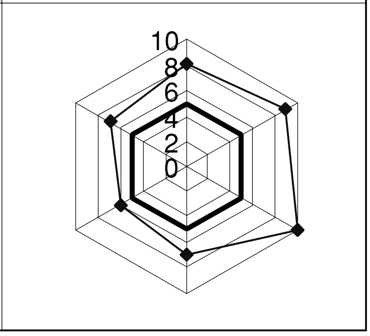
また，現在，急ピッチに進めている鉛フリーはんだへの切り替えにおいて，ロボットはんだ付け装置を適用する場合の対策と，今後の課題について述べる。

部分はんだ付け装方式の選定

表1に，代表的な部分はんだ付け方式を示す。シングルスポット方式は，直径5mm程のノズルから溶融はんだを噴出させ，基板を動かしてはんだ付けする。マルチスポット方式は，はんだ槽に，はんだ付けポイントのみ溶融はんだが噴出するように複数の吹き出し口を立て，一括ではんだ付けする。シングルスポット方式の特徴は，治具等が不要なため，新製品の立ち上げ時間が短く有利であるが，タクトタイムが長くなる欠点がある。また，マルチスポット方式はこの逆の特徴があるため，生産量，納期などを考慮して方式を選定することになる。

一方，ロボットはんだ付け方式は，治工具費用や，生産立上げ期間などにおいて，シングルスポット方式とマルチスポット方式の中間的（平均的）な特徴を持っているため，多品種変量短納期生産に適した方式といえる。また，鏝先のバリエーションと動作のフレキシビリティ性

表1　主な部分はんだ付け方式と特徴

方式	シングルスポット	マルチスポット	ロボットはんだ付け
装置外観			
主な特徴			

＊1) CCD (Charge Coupled Devices)：電荷結合素子。デジカメ等の画像取込み素子。

などにより，狭隣接箇所のはんだ付けが最も得意である方式である。このような点から，当社では，多種多様なユーザー要望に対応する部分はんだ付け方式として，ロボットはんだ付け方式を採用した。

ロボットはんだ付け装置

(1) 導入装置の主な仕様

- 鏝先動作：XYZθ軸（**写真1**）
- 鏝先：150W，門型タイプ
- はんだ供給：糸はんだ自動送り､予備加熱
- 窒素ブロー：あり（**写真2**）
- 架台：安全カバー（**写真3**）

(2) はんだ付け方法

はんだ付け方法は，1箇所ずつ鏝先を当てる≪ポイントはんだ付け≫方法（**写真4**）と，はんだ付けポイントが一列に並んでいる箇所については，鏝先を基板上に走らせる≪引きはんだ≫方法（**写真5**）を用いた。

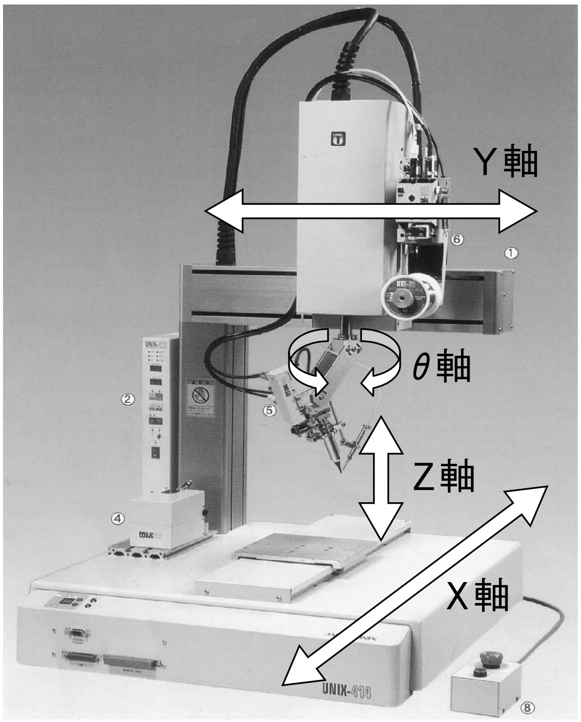


写真1　XYZθロボット

写真2　糸はんだ自動送り･予備加熱･窒素ブロー

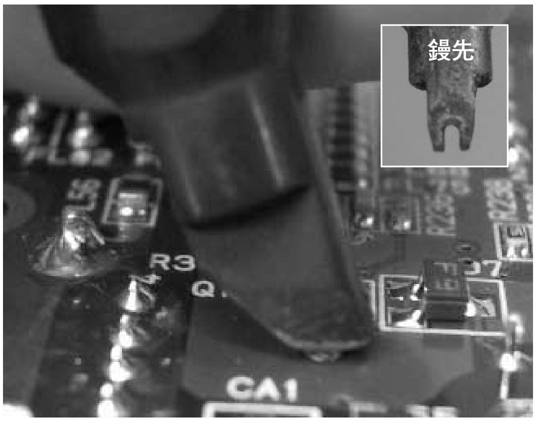


写真4　ポイントはんだ付け

写真3　安全カバーと架台システム

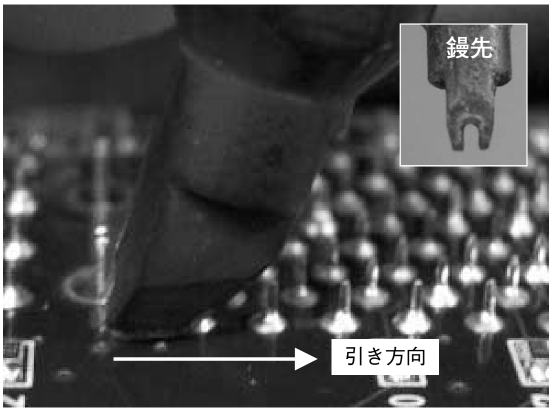


写真5　引きはんだ付け

糸はんだ，フラックス評価

ロボットはんだ付け装置は，手はんだ付けと比べて，はんだ付け条件が安定しており，また，作業性の障害（臭いなど）も比較的少ない。このような特徴を活かして，ロボットはんだ付け装置専用の糸はんだとフラックス*2) を選定した。

表2は，糸はんだ7種類を評価した結果である。はんだ上がりにおいて，製品a，cのみ基準を十分クリアし，最終選定は，価格で製品cに決定した。

表3は，フラックス7種類を評価した結果である。外観，およびはんだ上りにおいて，製品c，e，gが基準を満足する結果となったが，より安定している製品eをロボットはんだ付け装置の標準フラックスとした。

はんだ付け条件評価

挿入部品のリード径，および基板のランド径において，はんだ付け条件として類似するグループを作成し，各グループに適した標準はんだ付け条件を評価した。

表4は，各グループの代表的な部品に対するはんだ付け条件である。はんだ量（はんだ送り量）は，必要量の計算値とほぼ一致していることが確認できた。

鏝先の磨耗と管理

鏝先の磨耗は，使用回数と共に増加するが，増加量は，鏝先温度に依存することが分かっている。**図1**，**図2**は，鏝先温度365℃と310℃の場合の磨耗量である。これらのデータを，プログラム作成や鏝先交換管理に利用している。

表3　フラックス評価

メーカー	製品	区分	外観	上がり	ショート
A社	a	RMA	×	△	○
A社	b	RMA	△	△	○
B社	c	RMA	○	○	○
C社	d	RMA	△	△	○
D社	e	RMA	◎	◎	○
E社	f	RMA	△	△	○
F社	g	RMA	○	○	○

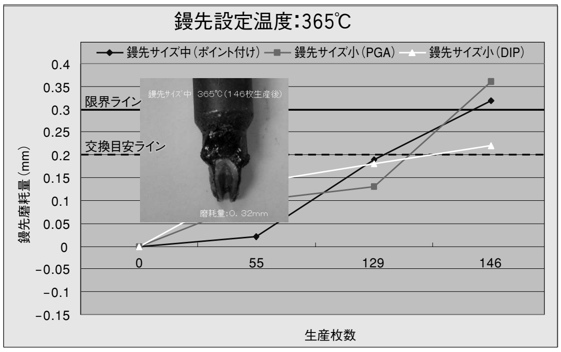


図1　鏝先温度365℃時の鏝先磨耗量

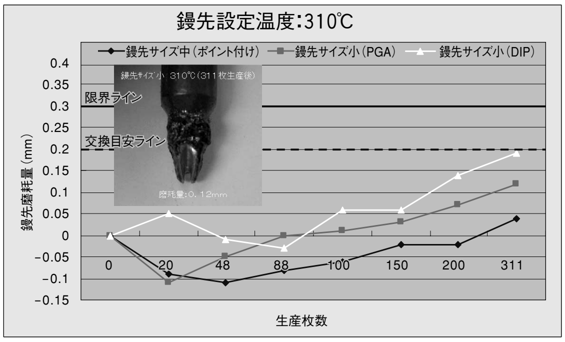


図2　鏝先温度310℃時の鏝先磨耗量

表2　糸はんだ評価

メーカー	製品	組成	フラックス	フラックス含有量	外観	上がり	ショート
A社	a	Sn3.0Ag0.5Cu	RA	3.5wt%	○	○	○
B社	b	Sn3.0Ag0.5Cu	RMA	2.8wt%	○	△	○
C社	c	Sn3.0Ag0.5Cu	RMA	3wt%	○	○	○
	d	Sn3.0Ag0.5Cu	RA	3wt%	○	△	○
D社	e	Sn3.5Ag0.5Bi3.0In	RMA	6wt%	○	×	○
	f	Sn3.5Ag0.5Bi8.0In	RMA	6wt%	○	×	○
E社	g	SnAg3.0Cu0.5	RMA	3wt%	○	×	○

表4　主な部品とはんだ付け条件

はんだ付け条件	1.27ピッチコネクタ	2.54ピッチコネクタ	PGA	ラジアル部品
鏝先設定温度	300～330℃	300～330℃	300～330℃	300～330℃
はんだ引き速度	4～8mm/sec	6～10mm/sec	6～10mm/sec	－
はんだ送り量	2～4mm	6～10mm	3～5mm	10～20mm
はんだ送り速度	8～12mm/sec	18～22mm/sec	18～22mm/sec	10～20mm/sec
鏝先接触時間	1秒以下	1秒以下	1秒以下	3秒以下
鏝先動作	引きはんだ付け	引きはんだ付け	引きはんだ付け	ポイントはんだ付け

*2) フラックス：酸化膜除去材。はんだの濡れ性を確保する。

導　入　効　果

従来の両面リフロー＆フローはんだ付け工法に対して，両面リフロー＆ロボットはんだ付け工法を導入したことにより，以下の効果が得られた。

① 工数削減

マスキングテープ貼り付け／剥がし工数，およびはんだ付け修正工数を削減した（全体の約50％）。

② 省人化

フローはんだ付けと比較して，約25％となった。

③ 品質向上

フローはんだ付け時の不良を，約8割削減することができた。

鉛フリーはんだ適用時の対策と課題

ロボットはんだ付け装置に鉛フリーはんだを適用する場合，鏝先の寿命が極端に短くなる課題がある。鏝先温度と鏝先磨耗の関係は先に述べた通りで，鏝先温度が上がると，鏝先の磨耗スピードが上がり，鏝先形状の変形と，メッキが消失することによりはんだが鏝先に濡れなくなることから，鏝先の交換が必要になるサイクルが極端に短くなる。また，現在使用している鏝先は，銅の基材に鉄メッキを施したものを使用しているため，ロボットはんだ付け特有の現象として，糸はんだが一箇所に集中して当たることにより，鉄メッキが消失し，銅がはんだに溶け出す問題が分かっている（**写真6**）。このような状態になると，鏝先の熱容量が落ちるため，はんだ付け不良を引き起こすことになる。

この問題を解消するためには，鏝先温度を極力下げる，

写真6　鏝先のエロージョン

糸はんだが鏝先に当たる衝撃を減らす，糸はんだ予備加熱温度を上げる，そして，鏝先のメッキを工夫するなどの施策が必要である。

その他の適用事例

ロボットはんだ付け装置を適用した別の事例として，CCDのはんだ付けがある（**写真7**）。CCDは，耐熱が80～100℃であるため，リフローはんだ付けが困難な部品である。鏝先の動作方法，鏝先形状，はんだ付け条件を工夫することで，1部品を10～15秒ではんだ付けすることが可能となった。

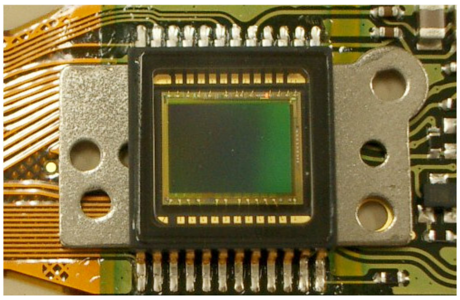


写真7　CCDロボットはんだ付け事例

今後の計画

部分はんだ付け工法の今後の開発計画を以下に示す。

① ロボットはんだ付け装置の鉛フリーはんだ対応

鏝先のエロージョン対策を実施する。

② 別方式の部分はんだ付け装置の検討

メンテナンス性，狭隣接に有利な≪レーザーはんだ付け方式≫，および部分リフローが可能なことからタクトが有利な≪光ビームはんだ付け方式≫等を評価し，部分はんだ付け工程の生産性向上と品質の安定化を図る。◆◆

●筆者紹介

初澤健次：Kenji Hatsuzawa. 長野沖電気株式会社 実装開発センター 実装技術開発チーム
上林弘昭：Hiroaki Kamibayashi. 長野沖電気株式会社 実装開発センター 実装技術開発チーム
滝田英司：Eiji Takida. 長野沖電気株式会社 実装開発センター 実装技術開発チーム チームリーダ
尾形繁行：Shigeyuki Ogata. 長野沖電気株式会社 実装開発センター センター長