

IH リフロー技術による電子基板製造の社会的課題の解決(SDGs・PFAS 規制対応)

株式会社ワンダーフューチャーコーポレーション

代表取締役社長 福田光樹

1. はじめに

本論文では、電子部品の基板実装における SDGsと PFAS(有機フッ素化合物)規制対応との課題を、弊社の基幹技術である、“IHリフロー”技術を用いて解決する方法について考察する。

2. IHリフローとは

電磁誘導(IH : Induxction Heating))の原理を用いて、電子基板上の金属端子や電子部品を加熱、はんだ付けや熱硬化型樹脂の硬化に適用できる技術。

交流電流をコイルに流すと磁束線が発生。その磁束線が金属に当たると表面に渦電流を起こす。その際の金属電子の摩擦で、IHリフローの熱源となるジュール熱を発生させる。

瞬時に、スポットで、周辺にダメージレスで、非接触でも、必ず同じ熱量を与えることができることが特徴。

特に“加熱が早い”“加熱量が管理できる”という特徴から、フィルムや、紙のような低耐熱基板上でも(熱ダメージが広がらないうちに)、ガラスやバスバーのような金属、セラミックのような高放熱基板でも(熱が拡散しないうちに)、加熱対象を十分に加熱することができる技術である。

また、ノズルを用いることで、コイルで発生した磁束線を集中させて加熱ができることも、本テーマ対応のポイントの1つでもある。

(類似技術に見える電子レンジは電磁気を利用して水分子の摩擦熱を熱元としている。)

写真1に IH リフローのヘッド部並びに代表定期的な実験装置を、図1に IH リフロー加熱原理を示す。

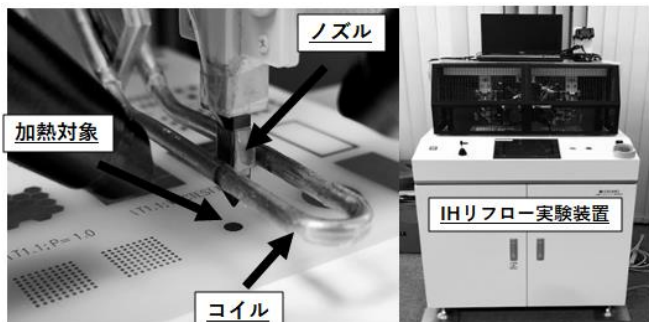


写真1 IHリフローのヘッド部と実験装置

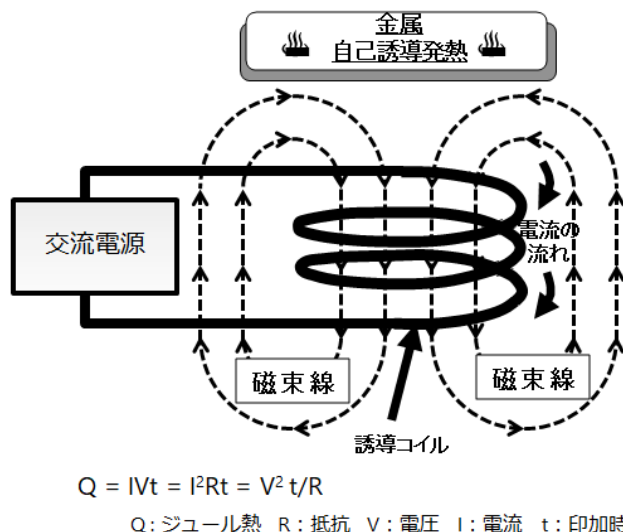


図1 IHリフロー加熱原理

3. 今電子基板分野の解決すべき2つの大きなテーマ それは SDGs と PFAS規制対応

3-1 SDGs と電子基板製造

電子基板製造業界も SDGs の対応が求められている。私たちは以下の3つのSDGsの目標において、基幹技術 IH リフローで貢献する。

- ・目標 9: 『産業と技術革新の基盤を作ろう』
- ・目標 12: 『つくる責任つかう責任』

電子基板製造業界は、技術革新を通じて、より効率的で環境に優しい材料、製造方法を開発し、産業の持続可能性を向上させること、製品のライフサイクル全体にわたる環境影響を考慮に入れ、製品の設計、製造、使用、廃棄の各段階で環境負荷を最小限に抑えることが求められている。

IHリフローは、より安価で、自然との調和性の取れた、リサイクル可能な低耐熱材料上でののはんだ付けや、熱硬化等を実現する事で本目標に貢献する。

- ・目標 7: 『エネルギーをみんなにそしてクリーンに』

この目標は、全ての人々が安価で信頼性の高い、持続可能で現代的なエネルギーサービスにアクセスできるようにすることを目指す。私たちは直接電気を作り出すこ

とはできないが、IHリフローの適用により、既存工程よりも圧倒的にエネルギー効率の高い(低消費電力)を実現しCo2排出量を削減、廃棄はんだの削減、安全性の確保等も共に実現する事で、この目標に貢献してく。既存の代表的な実装工程とIHリフローの比較を表1に示す。IHリフローが既存方法と比べ、消費電力や対低耐熱材料に対し“実装面”で優位性があることが分かる。

3-2 PFAS 規制と電子基板製造

PFAS は、耐油性、耐水性、耐熱性などの特性により、撥水剤、表面処理剤、乳化剤、消火剤、コーティング剤として、衣類、食品包装、電子機器、消火器、調理用具などに利用されている。

電子基板の製造プロセスにおいても PFAS は、その特性を活かして広く使用されており、例えば、電子基板の表面に塗布することで、表面硬度や誘電率を確保したり、樹脂等の材料に混込むことで、耐熱性能を持つことが安価にできる一方、環境中に放出されると、生分解性が低く、土壌や地下水、大気中に長期間にわたって蓄積するため環境や生態系への影響などへの認識が高まっていて、欧州を中心に使用を制限する規制や措置が導入されてきている。

電子基板実装の現場においては、PFAS 規制(使用を制限)の為に、今までより低耐熱となり、既存の実装方法が使えなくなる問題が発生してきている。

(耐熱性を維持するためにはコストが上がってしまう)

4. IHリフローで具体的に解決できること

4-1SDGsに対しては“圧倒的低消費電力”で

IH リフローはコイルに電流が流れている時だけ電気を使用(消費)する為、既存はんだ付けの方式に比べ表1で示すように圧倒的消費電力を実現できる。

(消費電力については、対象の基板・部品の耐熱等の条件、はんだ等の接合材の融点・硬化温度、実装点数等により大きく変動する可能性はあり)

例えば

はんだリフロー炉の様に、空間全体を継続的に温めておく必要もなく、余熱も不要、結果として OEE(設備総合効率)や CT(サイクルタイム)の向上に寄与する。

また、はんだ噴流方式の様にプリヒートや、はんだ槽を常に熔融温度に保つ必要もなく、はんだのリサイクル時の手間や作業中のやけどのリスク、コストも低減する。

但し、IHリフローが万能でないことも事実。

加熱対象として金属があることが条件。またその加熱最小サイズも 100μm 角と制限が付く。また、サイズの違う金属が近接している場合、サイズの大きい方を加熱しやすくなる。

設計当初から IH リフローを意識しての基板設計をしていただく事、他方式との組み合わせることで、IH リフローのパフォーマンスを最大限活用できるようになると考える。

実装技術	IHリフロー	リフロー炉	ACF	レーザー	はんだ噴流	手はんだ
加熱方式	実装部のみ誘導加熱(1点~多点)	6分程度の中に基材全体を外部加熱	熱圧着	1点のみ照射	溶かしたはんだを噴き上げる	手作業(はんだごて)
予熱・プリヒート	◎ 不要	× 必要	△ 必要	△ 必要	× 必要	△ 必要
スポット実装	◎ (多点実装も可能)	×	×	◎ (多点同時実装不可)	◎ (多点同時実装可)	◎ (多点同時実装不可)
低耐熱性基材上での実装	◎	×	×	○	×	△
熱ダメージ	実装部のみ	基材・デバイス全体	接合部全体	実装部のみ	実装部のみ	実装部のみ
メリット	低耐熱性基材や高放熱基板上で実装可能	広いエリア、微細な実装が可能	超狭ピッチ実装可能	低耐熱性基材上に実装可能	はんだ塗布とはんだ付けを同時に実現	自動化の難しいはんだ付けが可能
デメリット	最小加熱サイズが現状100μm角	・対象全体に耐熱性が必要 ・装置が大きく高価	・熱や圧力がかかる ・ACFのランニングコスト	・光反射問題 ・加熱が急速な為、はんだ飛散問題 ・1点加熱のみ	・はんだを溶かし続ける為消費電力大 ・はんだ廃棄・リサイクル問題 ・実装熱量がはんだの熱源のみ ・清浄時にやけどのリスク等	作業者のスキルに実装品質が依存
消費電力概算比較	1	50~1000	10~30	3~10	50	1

※消費電力については、対象の基板・部品の耐熱等の条件、使用接合材(はんだなど)の融点・硬化温度、実装点数等により大きく変動する可能性があります。

表1 既存電子基板実装方法との比較(はんだ付け)

4-2 PFAS規制に対しては“早い加熱速度”で

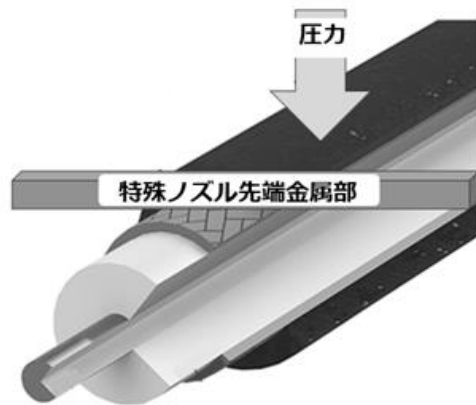
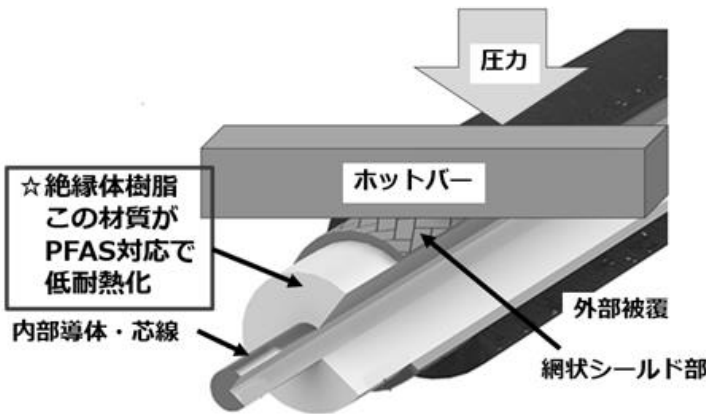
現在、セットメーカー様やコネクタメーカー様から同じ課題を頂いている。

それは、同軸ケーブルのシールド部(網状金属)と電子基板のはんだ接合が、PFAS 規制対応(有機フッ素化合物を使用しない事)による、同軸ケーブル内部の絶縁樹脂の低耐熱化によって既存はんだ付け方法が使用できなくなるという問題。

今までは、ホットバー方式*で十数秒かけてはんだ付けを実現しているが、PFAS 規制対応により、図2内☆部の絶縁樹脂を今までより耐熱の低い材料を選択しなければならなくなった結果、絶縁樹脂がホットバーからの熱、圧で溶融し、シールド部と芯線が接続(導通)されてしまう問題が発生してしまう。

私たちの IH リフローでは、先端部に金属を持った特殊なノズル(特許出願準備中)を開発。加熱対象を抑えながら、先端部金属をIHで加熱し急速加熱とその後の急速冷却、はんだが固まった後にノズルを引き上げることで、タクトの改善も提案できる。

*はんだの融点+ α の温度に加熱された金属棒を、加熱対象部分に押し付け、はんだ溶融後温度を下げてある程度はんだが固まるのを待って金属棒を離す方式。金属棒部分が大きいほど冷却と次工程用の加熱に時間がかかってしまう。



	ホットバー方式加熱イメージ	IHリフロー方式加熱イメージ
加圧	要	押さえるのみ(小)
金属部	大	小
タクト	入数秒	数秒
消費電力	大	小
課題	絶縁体に耐熱が無いとつぶれて芯線と接触し導通	

図2 同軸ケーブルはんだ付け ホットバー方式とIHリフロー

5. まとめ

SDGsもPFAS規制も持続化できる社会を実現するのが目的であり、

- ・必要な熱を
- ・必要なだけ
- ・必要なところに

与えることのできる“IH リフロー技術”は電子部品実装技術業界における同課題を解決する数少ない有力な手段である。図3のイメージ。

今後の技術開発と規制環境の変化によりその可能性は更に広がることが期待される。

私たちは今後も“IH リフロー技術”を実装のスタンダードの1つとすべく、活動していく。

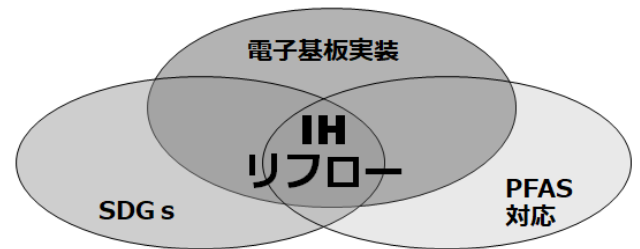


図3 社会課題を解決するIHリフロー