

生成AIを促進させるデータセンター系大型基板と次世代GPUの高度リワーク・リボール技術

メイショウ(株)

1 はじめに

2023年下期以降、部品供給不足回避を要因とした在庫過多により、半導体を含むデバイス関連市場は大きく落ち込んでいるが、電装化が進む自動車関連市場、5GやADAS(先進運転支援システム)、生成AIを支えるAIサーバ市場においては新規開発と設備投資の拡大が続いており、データセンターの需要は増え続け、国内でも新設・増設が後を絶たない。

データセンター向けのサーバやスーパーコンピュータに使用される基板は、高速・大容量・広帯域の情報処理と伝達が求められるため、大型多層基板が使用されている。

また、大型多層基板は、他にも半導体検査装置や、航空宇宙分野などに使用されており、高品質・高信頼性が求められる一方で、板厚が厚く、層数は多く、大小様々な部品が混載して実装されているため、実装部品間での加熱のバラツキや加熱不足、検査手法などに課題が多く、技術的に難易度の高い基板といえる。

したがって、大型多層基板の実装を行う上で、高品質なリワーク技術を保有することは必須である。

また、情報処理デバイスに使われているパッケージには、SOP(Small Outline Package)やQFP(Quad Flat Package)より信号の入出力端子数が格段に多いFC-BGA(Flip Chip-Ball Grid Array)が、現在は主流となって採用されており、今後もその数量の伸びが期待されている。

そこで、当社はこのたび、今後ますます発展をつづける地球上のクラウドシステムの情報処理を実現させる難易度の高い大型多層基板の実装や修復、再利用に欠かせない、リワーク技術・部品搭載技術を中心に記述する。

2 大型多層基板の自動リワーク技術

スキルレス自動リワーク装置でよく知られている『MS9000SE Series』に加え、当社が長年の経験を積みながら開発してきた大型基板対応自動リワーク装置『MS9000XL』(写真1)は、部品の取外し、残留はんだクリーニング、部品の再搭載の各工程の自動化を実現させており、さらに、まもなく検査機と連結することにより、装置への大重量基板のセットにおける作業負担をゼロにし、検査機で取得したデータや画像を取り込んで自動判別運転する、高精度で省力的・革新的な自動リワーク作業を提供できるようになる。ここでは、その仕組みについて記述する。

2-1. 高剛性な新型XYZ駆動系システム

XY軸は、検査機やストッカーと連携して自動運転するシステムに対応するべく、ボールねじを採用し高精度な駆動システムになっている。

また、大重量基板が前提であるため、スライダ部品もマウンタと同等レベルの強度、精度を担保している。



写真1 新型XYZ駆動系システム搭載『MS9000XL』

Z軸は、ビジョン水平軸と一体化した構造になり、従来から比べ約3倍以上の強度を保ち、搭載(光軸)精度も飛躍的に上がり、最新の画像処理半導体GPU(Graphics Processing Unit)などをはじめとする大型部品(〜□120以上)に対しても安定性の高い確実な作業を実現させる。

2-2. 新型トップヒータシステム

駆動系と同様に、大型部品に対応させるため、θ駆動の剛性を強化している。

旧型は、θ調整時にヒータヘッド全体が連動して回転していたが、バキュームパイプ部のみの回転に変更したことにより、回転の径が1/10になり、強固な軸受けも設置され剛性が高くなり回転精度が向上した。ヒータ、ヒータに付随するセンサ、駆動機器類の配線・配管も固定された状態になったため、安定性・耐久性も向上している。また、ヒータやセンサへのアクセス開口部を大きくし、ヒータ交換作業などのメンテナンス性を上げている。

2-3. 大型部品対応IRヒータ(写真2)

当社装置は、加熱方式として「熱風方式」と「IR方式」、2つの機能を備えていることが特徴であるが、対象部品に応じて、適切な方式を作業者が現場でワンタッチ切り替えできる。IRヒータは、大型異形部品や大型BGAに非常に高い効果を発揮することで人気の高い当社のオプション機能であるが、大きな面積を効率よく、温度を均一に加熱することができ、部品の溶解を回避できる。

赤外線を被加熱体へ直接照射し加熱を行うため、乱気流等で「熱が異常に溜まる」現象が発生する要因は極めて少なく、

異型部品へのダメージも最少であると考えられる。

また、サーバやスーパーコンピュータなどで昨今、搭載が増えている大型GPUは生成AIを支える基幹ハードウェアであり、その他次世代AI専用チップなどの部品についても当社は最適な加熱プロセスを研究している。

2-4. 自動クリーニング

部品を取り外したあとの残留はんだのクリーニングは、リワーク工程において最も手間のかかる作業の一つである。そこで各リワーク装置メーカーが全力で自動化に挑戦しているが、未だにどのメーカーも完成形に至っていないのが現状である。当社の『MS9000XL』の自動クリーニング機能は、搭載されているヒータで隣接部品に影響がないよう、また基板反りが発生することのないよう慎重に、基板上的クリーニング対象範囲を加熱し、十分に溶けたはんだを吸引ノズルにて除去する方法である。実装後の基板が平坦ではない上に、はんだの残留状態(粘度・量・高さ)もまばらであるため、吸引ノズルの高さを残留状態にあわせて瞬時にクリアランス調整し、適切に加熱し、はんだのみを溶かし、きれいに吸引しながら自動走行させる必要があるが、考慮すべき要素が複雑に絡み合い、さらに吸引したはんだの詰まりにもケアするため、自動リワークの最難関工程といえる。しかし、当社は、クリーニング範囲を指定し自動クリーニング機能をオンにすれば、基板にダメージを与えずに、勝手にクリーニングしたい部分だけにノズルが非接触走行し、手直し不要で、そのまま再実装できるほどの完璧なクリーニング状態に仕上げる機能をようやく完成させた。

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>部品サイズ</th> <th>IRヒーター方式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>特徴</td> <td>温度ムラの抑制が可能。コネクタの取外し・取付けの際、熱による部品の溶解や変色がほとんどない</td> </tr> <tr> <td>効果的な部品</td> <td>大型BGA、コネクタ</td> </tr> <tr> <td>加熱範囲の調整</td> <td>遮蔽シャッターで照射面積を可変</td> </tr> <tr> <td>優位性</td> <td>部品はんだ面への均一加熱</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部品サイズ</th> <th>ホットエア方式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>特徴</td> <td>微小チップからアンダーフィル、特殊ソケットなどにも対応可能な万能タイプ</td> </tr> <tr> <td>効果的な部品</td> <td>微小部品、CSP</td> </tr> <tr> <td>加熱範囲の調整</td> <td>ノズルによって照射面積を可変</td> </tr> <tr> <td>優位性</td> <td>安定した加熱力</td> </tr> </tbody> </table>	部品サイズ	IRヒーター方式	特徴	温度ムラの抑制が可能。コネクタの取外し・取付けの際、熱による部品の溶解や変色がほとんどない	効果的な部品	大型BGA、コネクタ	加熱範囲の調整	遮蔽シャッターで照射面積を可変	優位性	部品はんだ面への均一加熱	部品サイズ	ホットエア方式	特徴	微小チップからアンダーフィル、特殊ソケットなどにも対応可能な万能タイプ	効果的な部品	微小部品、CSP	加熱範囲の調整	ノズルによって照射面積を可変	優位性	安定した加熱力
部品サイズ	IRヒーター方式																				
特徴	温度ムラの抑制が可能。コネクタの取外し・取付けの際、熱による部品の溶解や変色がほとんどない																				
効果的な部品	大型BGA、コネクタ																				
加熱範囲の調整	遮蔽シャッターで照射面積を可変																				
優位性	部品はんだ面への均一加熱																				
部品サイズ	ホットエア方式																				
特徴	微小チップからアンダーフィル、特殊ソケットなどにも対応可能な万能タイプ																				
効果的な部品	微小部品、CSP																				
加熱範囲の調整	ノズルによって照射面積を可変																				
優位性	安定した加熱力																				

写真2 大型部品対応IRヒータと加熱方式の特徴

Point 1: 非接触のため、ランドパターンの剥離なし(写真3)

吸引ノズルと基板(残留はんだ)のクリアランスを自動的に維持する機能を搭載。

基板に触れることなくはんだ吸引除去を行うため、ランドパターンの剥離が起こらない。

Point 2: クリーニングノズル先進運転支援システム (CL-ADAS)の搭載

クリーニング対象のエリアと経路を指定することで、加熱動作開始ポイントからクリーニング対象エリアの終了ポイントまで自動運転して作業を行う(図1、2)。

負圧を計測することにより残留はんだがなくなるまでとどまり、または走行速度を調整し、加熱しながら吸引をつづける仕組みである。

また、吸引したはんだを格納するタンクは形状・材質を徹底的に追求し、詰まることなく、一定の作業時間に耐えられる機構開発に成功した。

大型基板では、手が届きづらい部位に対し手作業でクリーニングを行うことは困難であり、また高信頼性を要求される高価な基板で、隣接部品に影響を与えずに作業を完了させることは作業者の負担が大きく、失敗すれば大変な損害を被ることにもなり得るため、当社としても自動クリーニング機能の実

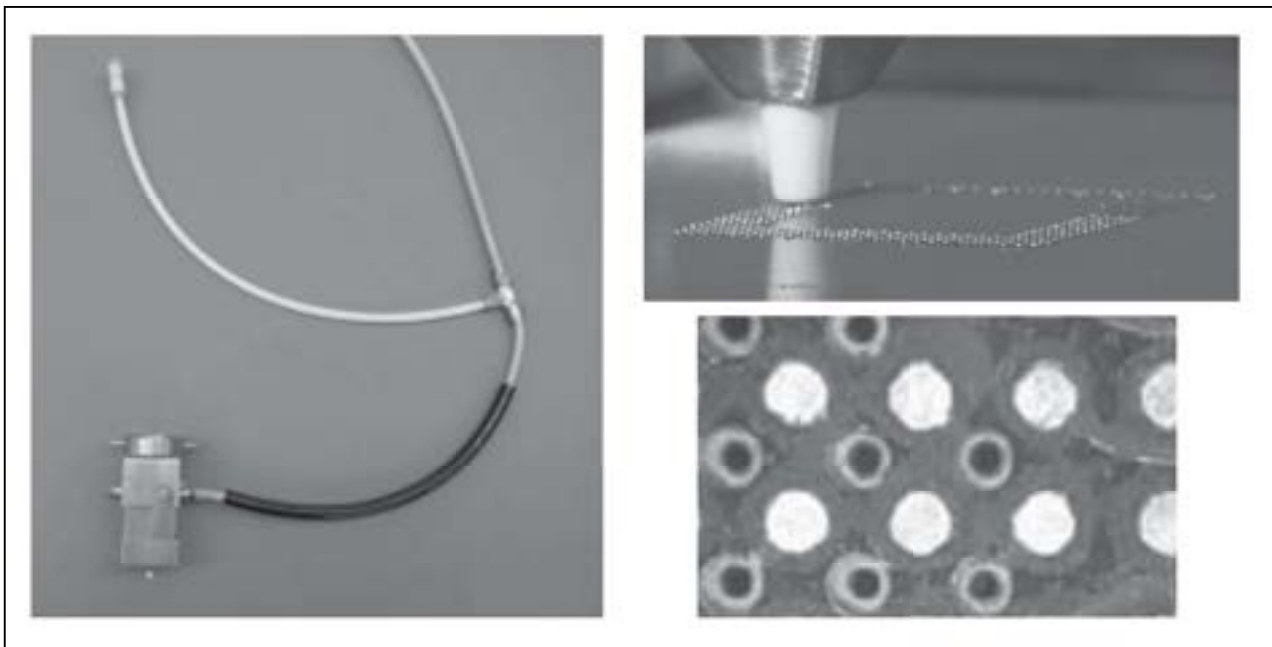


写真3 自動クリーニングノズルとクリーニング後画像

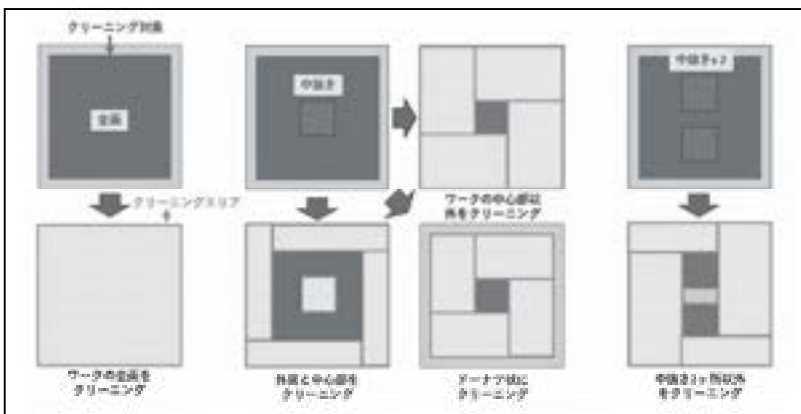


図1 クリーニングエリア設定イメージ

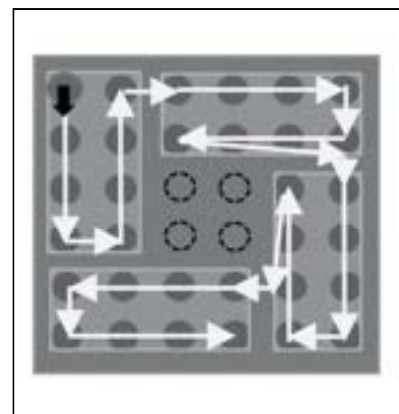


図2 吸引ノズルの移動イメージ

現をミッションと考え研究・開発を重ねてきた。

2-5. 検査工程との連結

リワーク工程は、一般的に生産実装ラインから分断されており、検査工程でNG判定された実装基板は実装ラインとは異なる作業場に集められ、一枚一枚、専門的に作業が進められているため、分断された工程で、検査装置で検出したNG判定部品の情報がリワーク作業に活かされていない。

当社は、それらの非効率な分断作業を改善したくパートナーである検査機メーカーらと共同開発を進め、検査機に搭載されている高精度な光学システムで検出したNG部品の位置データや画像を当社リワーク装置へ転送し、それらを読み込んで自動リワーク作業をスタートできるようにする(図3)。作業者の目視による判断や設定を大幅に減らすことができ、リワーク精度は著しく向上し、工数は激減する。

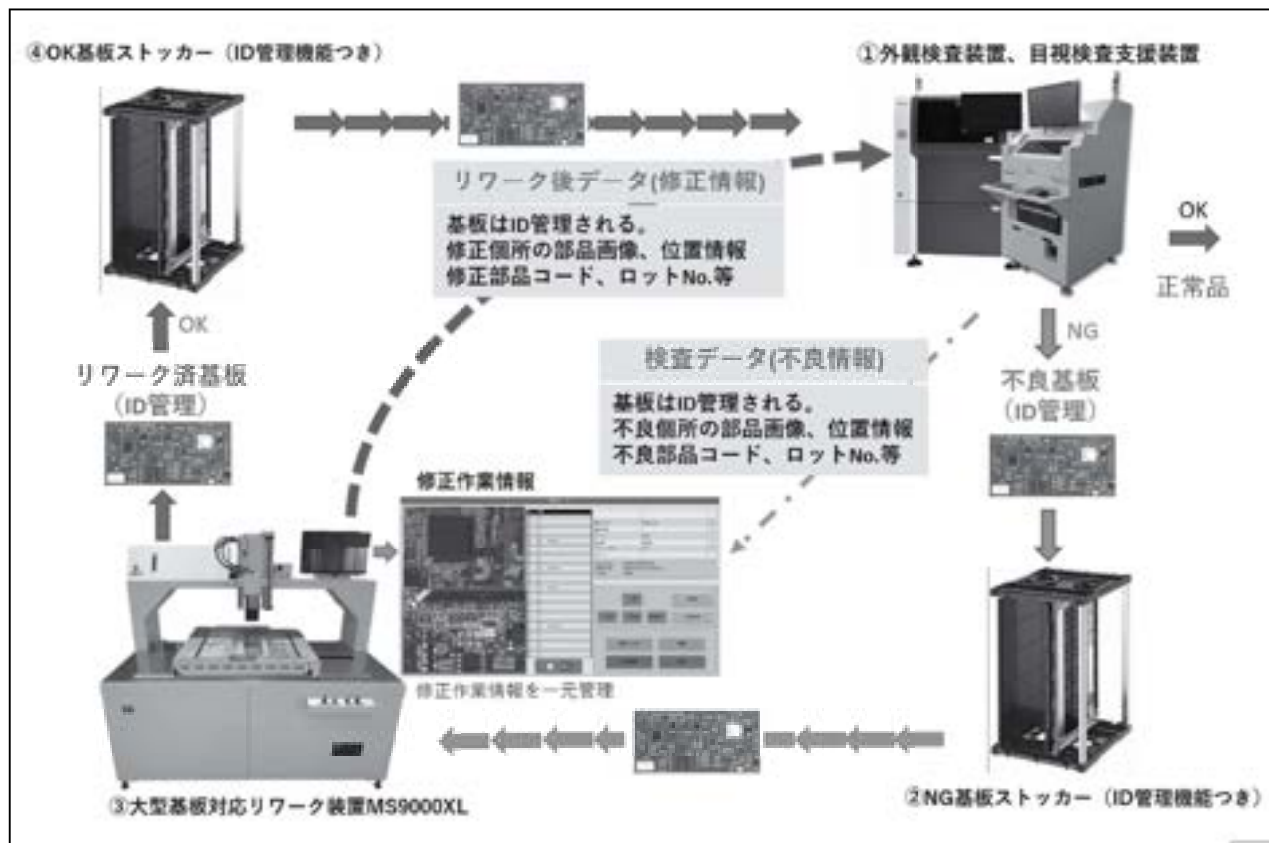
また、リワーク後の基板はリワークデータを検査機へフィードバックしリワーク後の基板を再検査するため、初回検査から修正作業、最終検査までの情報を一元管理し製品出荷後の品質が担保される仕組みとなる。(株)日立技研製 目視検査

支援装置「Neoview」とのデータ連結は基礎開発がすでに完了している。外観検査装置との連結は2025年1月に発表予定。)

3 高品質・高信頼性のリボール技術

今後、生成AIの競争が激化していくなか、生成AIを支える基幹ハードウェアである最新GPUなどの部品は供給不足に陥りやすく、特にデータセンター向けのサーバやスーパーコンピュータ向けの基板を実装している現場においては、高品質なリワーク技術に加え、高品質・高信頼性を担保しながら部品を再利用できる高度リボール技術の保有を推奨する。

当社が提供する高度リボール技術は、クリーンな環境にて、高品質でフレッシュなはんだボールを使用し、フラックスレスかつ酸化させない自動リボール技術である。当社では、新設のクリーンルームで、60年に及んでパートナーシップを築いている千住金属工業(株)にて2cc特殊ボトルに高度技術によってパッキングされた当社専用リボール向けはんだボール



を開封後使い切りで使用し、特許取得済みの自社ボール搭載技術にギ酸還元方式真空はんだリフロー炉(ユニテンプジャパン(株)製)を組み合わせることでフラックスレスなリボールを実現する。フラックス残渣によるはんだの腐食、絶縁抵抗の劣化の懸念がまったくないためパッケージは高い信頼性を担保できる。また、工程には、高性能なバンブ外観検査装置(マランツエレクトロニクス(株)製)がラインアップされており、リフロー前・後とリボール後の3回の検査を経て完成となる。このリボールラインは保管庫とあわせて今年の秋から一般に公開し、品質を確かめていただいた上でご依頼いただく高品質リボール請負業を開始する。

将来的には全自動リボールラインを完成させ、絶対的な信頼性が必須であるADAS向け次世代パッケージのリボールの実現を目指す。従来の常識の壁を越え、車載部品の再利用を可能にすることで車載業界に貢献したい。

4 最後に

当社では、あらゆる基板や次世代部品の実装において、お客様現場のお困りごとを解決したく、自社の青梅事業所内で

お客様が基板を持ち込んで実験できるラボエリアも整備し提供する予定である。各種検査装置も揃えているため駆け込み寺のご活用いただき、当社もさまざまな現象・事例、新しい部品・基板に対し、共に解決させていただくことでノウハウを積み上げ、装置やシステム、サービスの向上につなげていく。

また、当社は課題の多いスルーホールに対するフロー実装や3D-MID実装への研究なども積極的に取り組んでおり、立体配線構造体の製造方法においても特許化された発明を保有する。

さらに、当社は世の中の生産現場の課題を解決するために、ものづくり企業協創プロジェクト『MUSUBI』にも創成期から加盟し、年に4回、実装・組立プロセス技術展を開催しながら加盟企業らと絆を深め、人手が不足している後工程の省人化・自動化の実現を目指し、共通システムの構築にも挑む(写真4)。

今後も限界を突破するために積極的に難題に挑戦していく(2024年度は、9月18日(水)~9月19日(木)「ビックパレット福島」にて、11月28日(木)~11月29日(金)「グランメッセ熊本」にて開催予定)。





MUSUBI
JAPAN QUALITY

 株式会社 アイビット	 アポロ精工株式会社	 アルファデザイン株式会社
 アントム株式会社	 イトウプリント	 化研テック株式会社
 株式会社 KnK	 株式会社 弘輝テック	 株式会社 サヤカ
 株式会社東京通研研究所	 日本プラズマトリート株式会社	 日置電機株式会社
 株式会社日立技研	 マランツエレクトロニクス株式会社	 マルコム
 株式会社	 JANOME	 株式会社レックス
	 TM人事労務コンサルティング	

写真4 第13回 実装・組立プロセス技術展 高崎開催の様子(2024年4月開催)と出展企業