



プリント基板の異常分析と解決策

melt（溶融異常）

根本原因

溶融異常の主な原因は、リフロー工程における温度管理の不適切さです。特に、はんだの未溶融や過加熱により発生することが多く、温度プロファイルの設定ミスが最大の要因となります。大型部品や熱容量の大きいアルミ電解コンデンサ周辺では、温度が均一に上がりにくく、部分的な溶融不良が生じやすくなります。また、プリヒート工程の温度設定が不適切な場合や、フラックスの選定が不適切な場合にも溶融異常が発生します。^{[1] [2] [3] [4]}

解決策

温度プロファイルの最適化が最も重要な対策です。リフロー炉の温度設定を部品の熱容量に応じて調整し、特に大型部品がある箇所では正確な温度測定を実施します。プリヒート工程の温度と時間を適切に設定し、はんだペーストの活性化を確実に行います。また、高いTg値を持つ基板材料の使用により、熱による変形を抑制し、安定した溶融を実現します。フラックスの選定も重要で、使用するはんだペーストの特性に適したものを選択します。定期的な設備メンテナンスにより、炉内の温度分布を均一に保つことも効果的です。^{[3] [5] [6] [7] [8] [4] [1]}

scratch（スクラッチ・傷）

根本原因

スクラッチの発生原因は主に製造工程での物理的な摩擦や接触です。プリント基板の表面にある導体パターンや絶縁板に擦れたような線状の浅い傷ができる現象で、研磨工程や搬送工程での砥粒の脱落や機械的接触が主因です。また、基板の取り扱い時における不適切な保管方法や作業者の手による汚れの付着も原因となります。清掃やメンテナンス時の不注意な操作、搬送治具の摩耗や異物の混入も傷の発生につながります。^{[9] [2] [10] [11] [12]}

解決策

製造工程での取り扱い方法の改善が重要です。搬送治具や作業台の清掃を定期的に行い、異物の除去を徹底します。作業員への教育訓練により、基板の適切な取り扱い方法を習得させ、素手で接触を避けるため手袋の着用を義務化します。研磨工程では、砥石の目詰まりを防ぐためクーラントの定期交換を行い、水溶性砥石液の使用により不純物の浮上効果を活用します。保管環境の改善も重要で、防塵カバーの使用や湿度管理により基板表面への汚れ付着を防止します。検査工程では、目視検査に加えて光学検査装置の導入により、微細な傷も確実に検出します。^{[2] [11] [9]}

missing (部品欠損・欠落)

根本原因

部品欠損の主な原因は、実装工程での部品の取り付け不良や脱落です。はんだ付け接合部の強度不足により、振動や衝撃で部品が剥離することが最も多い原因です。また、リード形成の不良や部品自体の重量による浮きが発生し、十分な接合が得られないケースもあります。静電気放電 (ESD) による部品の損傷や、過電流・過電圧による部品の破損も欠損の原因となります。さらに、部品の初期不良や保管環境の問題により、実装前から不良状態の部品が使用されることもあります。^{[13] [14] [15] [3]}

解決策

はんだ付け品質の向上が最重要です。はんだペーストの印刷精度を高め、適切な量と位置への塗布を確実にを行います。リフロー工程では温度プロファイルを最適化し、十分な接合強度を確保します。部品の実装時には、押し付け力を適切に調整し、部品の浮きや傾きを防止します。静電気対策として、ESD保護環境の整備と作業員への教育を実施します。部品の受入検査を強化し、初期不良品の排除を徹底します。また、振動試験や熱衝撃試験による品質確認を実施し、実装後の信頼性を確保します。治具や搬送システムの改善により、製造工程での物理的ダメージを最小限に抑えます。^{[6] [14] [15] [4] [16] [17] [3] [13]}

bent (曲がり・変形)

根本原因

基板の曲がりや変形は、主に熱膨張・収縮による応力が原因です。リフロー工程での温度変化により、基板材料と銅箔の熱膨張係数の差から応力が発生し、永久変形に至ります。特に、銅箔の配置が不均一な場合や、多層基板でのビア接続により伸縮が制限される場合に変形が起こりやすくなります。基板の厚みが薄い場合や、大型基板では自重による変形も発生します。また、Vカットの深さが不適切な場合、基板構造が弱くなり変形の原因となります。^{[5] [7]}

解決策

設計段階での対策が最も効果的です。銅箔パターンの配置を均一化し、熱バランスを考慮したアートワーク設計を実施します。基板厚みを適切に設定し、軽量化要求がない場合は1.6mm以上の厚みを確保します。高Tg材料の使用により、ガラス転移温度を高くし、熱による軟化を抑制します。リフロー工程では温度プロファイルを最適化し、加熱・冷却速度を緩やかに設定します。基板サイズの最適化により、自重による変形を防止し、必要に応じてリフロー治具を使用します。事前ベーキングによる湿気除去も重要で、リフロー時の急激な水分蒸発による変形を防ぎます。^{[18] [5] [6]}



1. https://www.qualtec.co.jp/case_study/5417/
2. <https://fa-products.jp/column/pcb-failure-causes/>
3. <https://www.x-inspection.com/mounting-board/solder.html>
4. <https://jpcpcb.com/jp/blog/pcb-smt-assembly-technical1>
5. <https://www.ipcb.com/jp/technical/6316.html>
6. <https://yelecs.co.jp/blog/pcb-sori-taisaku/>

7. <https://www.ipcb.com/jp/news/2900.html>
8. <https://woele.jp/プリント基板（pcb）でよくある不良とその対策-3446.html>
9. <https://www.polishing-qcd.net/knowledge/polishing-scratch.html>
10. <https://semi-net.com/word/研磨傷>
11. <https://jpcb.jp/glossary/?m=detail&gid=160>
12. <https://blog.otec-kk.co.jp/what-is-the-chrome-plating/scratch>
13. <https://tohan-denshi.co.jp/technical-information/9168/>
14. <https://www.pcbgogo.jp/Article/64cd64c06bab833b21680ae80bedcfb.html>
15. <https://arrow-sg.co.jp/kiban-no-hatena/プリント基板の故障原因とその対策方法/>
16. <https://www.tkd-topro.com/column/solving-soldering-problems-board-mounting/>
17. <https://newji.ai/procurement-purchasing/reduction-of-market-defects-by-process-based-countermeasures-and-implementation-failure-analysis/>
18. <https://www.fastlinepcb.com/ja/news/to-reach-these-6-points-the-pcb-will-not-be-bent-and-warped-after-the-reflow-furnace/>
19. normal_000.jpg
20. <https://はんだ付け加工.com/page2/page22>
21. https://nature3d.net/explanation/melt_fracture.html
22. https://engineer-education.com/production-engineering-34_reflow-soldering_defect/
23. <https://www.fs-pcba.com/ja/プリント基板アセンブリの不具合解析/>
24. <https://www.sowa-denki.co.jp/initiative/>
25. <https://www.fusionpcb.jp/blog/?p=1844>
26. https://www.allowtex.co.jp/blog/detail/BRQlbV_e
27. <https://www.wonderfulpcb.com/ja/blog/pcb-warping-causes-prevention-methods-and-avoidance-tips/>
28. <https://www.ipcb.jp/rf-pcb/1103.html>
29. https://www.adogawa.co.jp/pick_up/8007.html
30. <https://products.sint.co.jp/aisia-ad/blog/printed-circuit-board>
31. <https://www.kogadenshi.co.jp/半田付けテクニック/半田付け不良とは/>