

LED の機械実装について

目次

1. 概要
2. 印刷工程について
3. マウント工程について
4. リフロー工程について
5. 実装試験について
6. その他
7. まとめ

1. 概要

LED を用いた照明器具を製作する際、LED の特性はもちろんですが「実装」も非常に重要となります。どんなに良い特性をもった LED であっても実装方法によってはその特性を著しく損なう場合があり、また場合によっては致命欠陥を招く状態になります。

弊社では実装の重要性を考え、基本的な情報ではありますがお客様に確認して頂きたい内容を本書にて紹介しております。参考までに一読下さい。

2. はんだ印刷工程について

本項では「はんだ印刷」「マウント」「リフロー」で構成される実装工程の内、「はんだ印刷工程」について説明を行います。はんだ印刷とは基板のランド(取り付けパターン)にはんだを載せることを言います。はんだ印刷は「取り付けパターン」と「メタルマスク開口パターン」によりリフロー後の LED の状態が左右されるため、まずは最適な「取り付けパターン」「メタルマスク開口パターン」を設定する必要があります。

2.1 「推奨取り付けパターン」及び「推奨メタルマスク開口パターン」

弊社では社内にて実装実験を行い、お客様に推奨形状の案内を行っております。仕様書の「はんだ付け」の項を参照してください。以下の様な推奨図を記載しております(参考:NFSW757D の仕様書より)。

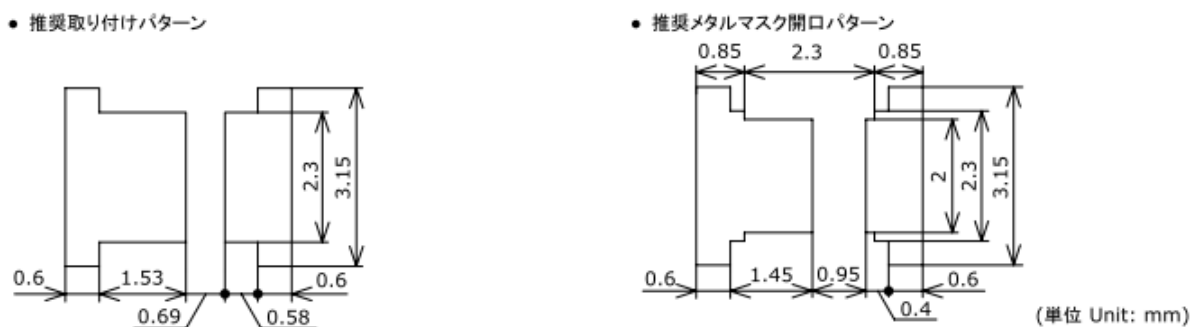


図 1. NFSW757D の推奨取り付けパターン及びメタルマスク開口パターン

2.2 メタルマスクの開口率の調整について

前述にて推奨の「取り付けパターン」「メタルマスク開口パターン」を案内していますが、お客様の実装条件によっては弊社の推奨条件でうまく実装できない場合があります。その場合はメタルマスクの開口パターンを調整・実験して頂き最適な形状を見つけて頂ける様、お願い致します。図 2, 3 に一例を示します。実装条件により部品浮きが発生したためメタルマスク開口パターンにより調整しております。

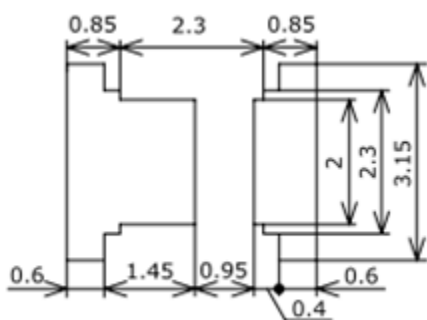


図 2. 推奨メタルマスク開口パターン

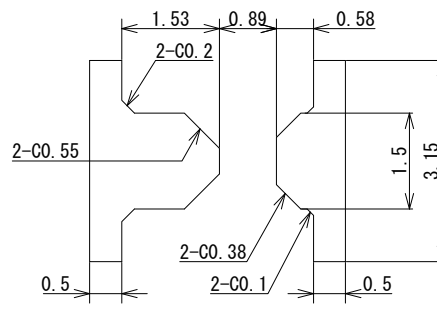


図 3. 部品浮き対策メタルマスク開口パターン例

This document contains tentative information, the contents may change without notice.

2.3 はんだ印刷状態について

はんだ印刷は「正しい位置」「正しい量」と「正しい形状」で安定して印刷することが重要です。このポイントを満足させるため「はんだの前準備」、「印刷条件の調整」を行う必要があります。

■「はんだの前準備」について

通常、冷蔵庫に保管されているはんだペーストはすぐには使用できません。使用前に攪拌作業を行なう必要があります。攪拌の目的としては冷蔵庫での保管で不均一となったはんだ粒子とフラックスの分布を均一に戻すために行います。不均一のままだと、良好なローリング性が得られません。

注意点としては攪拌時間が長すぎるとはんだ温度が上昇し、フラックスを劣化させます。

また、はんだの結露・吸湿を避けるため常温に戻してからはんだの開封を行ってください。

■スキージの材質及び印刷条件の調整

スキージの材質として「メタル」「プラスチック」「ウレタン」などがあります。メタルスキージは材質が硬く、はんだ量を均一に調整し易いですがマスクが傷付き易くマスクの寿命が短いといった懸念点があります。

対してウレタンスキージは材質が柔らかいためマスクの寿命は長くなりますが、開口サイズが大きいところでスキージがたわみ、部分的にはんだ量が少なくなる(均一でなくなる)といった懸念点があります。プラスチックスキージはメタルとウレタンの中間の特性を持ちます。用途に合わせてスキージを選択して下さい。

また標準的な印刷条件、調整手順を下記に示します(装置差、スキージの長さ・剛性などで条件は変わります)。

表 1. 印刷条件表(参考)

Panasonic製: SP60								
印刷条件		単位	条件1	条件2	条件3	調整範囲		
充填条件	印刷速度	mm/s	40			25~100		
	スキージ材質	--	ウレタン	プラスチック	メタル	ウレタン	プラスチック	メタル
	印圧	g/mm	20	30	-	15~25	-	20~40
	スキージ角度	°	60			固定		
	クリアランス	mm	0~-0.2mm			0~-0.5		
版離条件	下降速度種類	--	高速マルチ			固定		
	下降速度	mm/s	5			1.5~5.0		
	下降ストローク	mm	3			固定		
	印刷後優先順位	--	-			固定		
クリーニング条件	1往復クリーニング間隔	枚	15			5~10		
	1行:モード-バキューム-速度	--	乾式-ON-60mm/s			固定		
	1戻:モード-バキューム-速度	--	乾式-ON-80mm/s			固定		
	2往復クリーニング間隔	枚	-			15~30		
	1行:モード-バキューム-速度	--	-			固定		
	1戻:モード-バキューム-速度	--	-			固定		
	2行:モード-バキューム-速度	--	-			固定		
2戻:モード-バキューム-速度	--	-			固定			
その他	基板クランプ圧	MPa	0.3			0.2~0.3		
	温調機	°C	23			固定		

調整手順を以下に示します。

- ①クリアランスを調整: マスクと基板が密着するようにクリアランスを調整する。
- ②充填性: スキージ速度を調整。
- ③版離性: 下降速度を調整。
- ④クリーニング性: ブリッジが発生しないようにクリーニング間隔を調整。



2.4 はんだ印刷後の検査について

はんだ印刷は「正しい位置」「正しい量」と「正しい形状」で安定して印刷することが重要ですので、弊社でははんだ印刷後に検査を行うことを推奨しております。一例ですが、下図に示す様に半田の位置、量、形状の確認を行います。

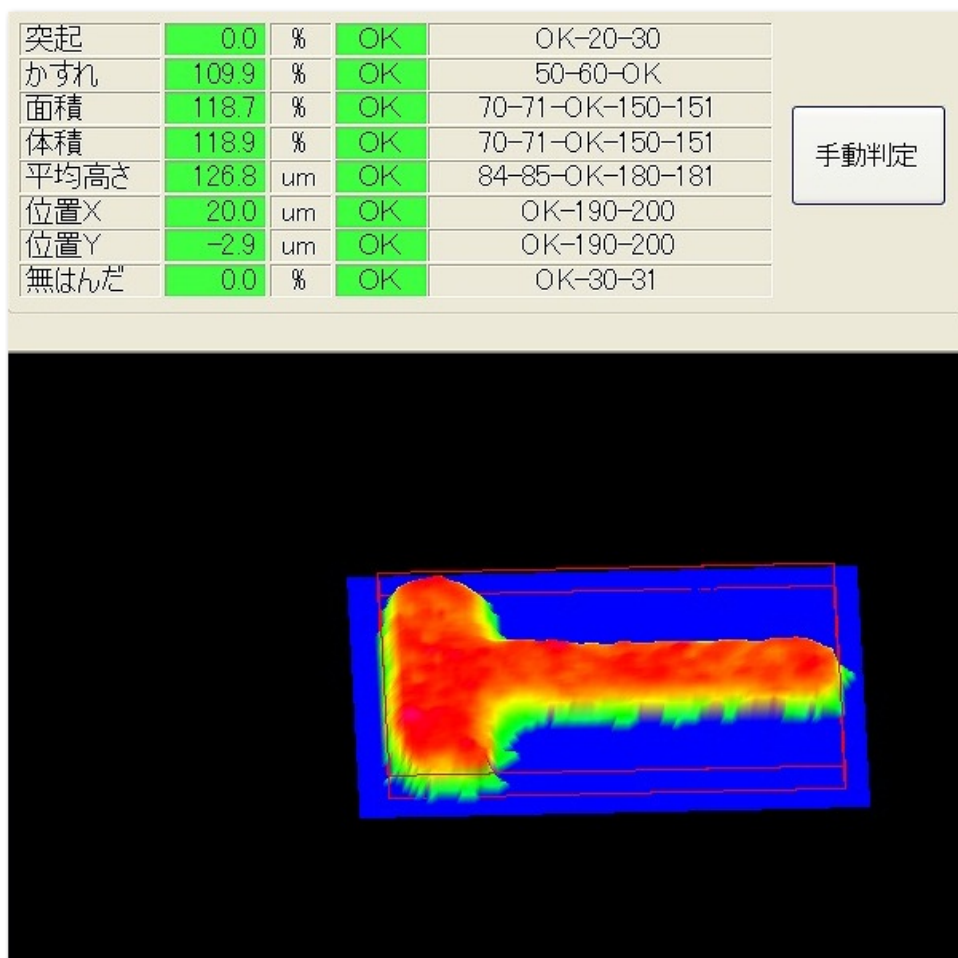


図4. はんだ印刷後の検査

3. マウント工程について

本項では「はんだ印刷」「マウント」「リフロー」で構成される実装工程の内、「マウント工程」について説明を行います。マウントとは印刷された取り付けパターン上に部品を搭載することをいいます。マウントは「ノズルの形状」や「吸着条件の設定」などにより状態を最適化することができます。

3.1 推奨ノズル形状

弊社では社内で実装実験を行い、お客様に推奨形状の案内を行っております。仕様書の「はんだ付け」の項を参照してください。以下の様にノズル形状を記載しております(参考:NVSW119Bの仕様書より)。また推奨ノズル形状を仕様書に記載していない製品に関しては別途弊社までお問合せをお願い致します。

推奨実装条件:

専用ノズルを推奨します。(下図ノズル図面参照)

* レンズ樹脂部を直接ノズルで吸着しないで下さい。

レンズ樹脂部を吸着した場合、断線が起これり不灯の原因になることがあります。

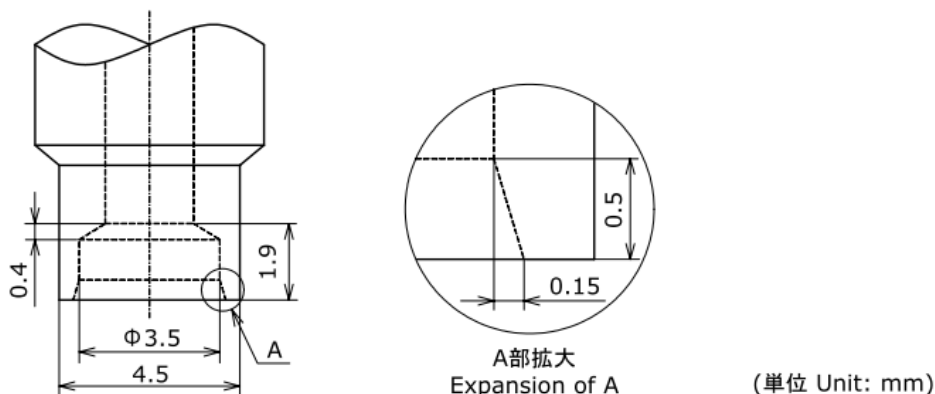


図5. NVSW119Bの推奨ノズル形状

3.2 吸着方法

弊社ではLED個々の形状に合わせて最適と思われる吸着方法及びエンボス形状を準備しております。吸着には大きく分けて2つの方法があります。ひとつはエンボス内に吸着ノズルを挿入して吸着する方法です。もうひとつはエンボス上面で吸着ノズルを止めて、LEDを吸上げる方法があります。

①エンボス内に吸着ノズルを挿入して吸着する方法

ノズルをLEDに近づけて吸着することにより、より安定した吸着が可能となります。ノズルの過挿入についてはLEDの破壊に繋がりますためご注意ください。

またノズル形状に関しては、ノズル内面にC面やR面を取ることでよりスムーズな実装が可能となり、斜め吸着などの不具合発生を防ぐことができます。

②エンボス上面よりLEDを吸上げる方法

レンズ付きLEDはノズルをエンボス内部に入れ込んでLEDを吸着すると、LEDの形状/寸法公差、ノズルの寸法公差を加味するとLEDレンズとノズルが接触しレンズに強い負荷がかかる可能性があります。

またレンズへの接触を完全に避けるためのノズルとのクリアランスをとるとノズル形状が大きくなりエンボス内に入れられなくなります。

そこで弊社ではレンズ付き LED の吸着方法として「吸上げ吸着」を推奨しています。「吸上げ吸着」とはノズルをエンボス内部まで入れずエンボストップ面で止め、そこからエア吸引により吸上げる方法です。通常の吸着はノズルをエンボス内に入れるため、LED レンズとの接触が起こった場合、ノズルの押し込み圧がレンズに加わります。しかし吸上げ吸着の場合 LED レンズにかかる可能性がある負荷は吸上げ時の吸着圧のみのため、LED レンズにかかる可能性のある負荷が小さい実装方法と言えます。またノズルを LED 内に入れないためノズルの肉厚も十分に確保でき、ノズル耐久性も十分保てます。

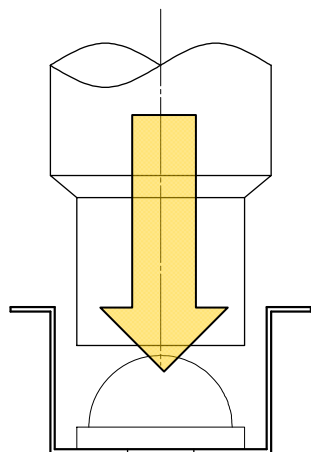


図 6. ノズルを挿入して吸着

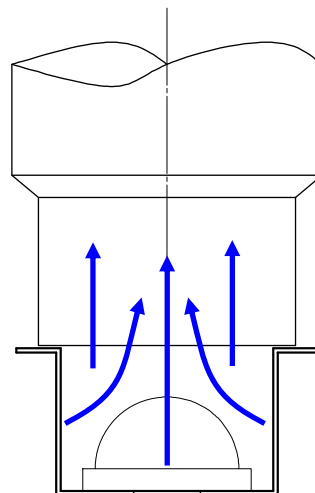


図 7. 吸上げ吸着

3.3 吸着力の最適化

ノズルの吸着力設定を最適化して下さい。最適化されていないと LED の形状や材料によっては吸着できなかったり、持ち帰り(搭載時に LED がノズル側にくっつく現象)が発生します。一般的には「-40 ~ -80Kpa」程度の値を目安にして製品に合わせて吸着力を設定します。

3.4 フィーダーの種類

弊社では電動フィーダーの使用を推奨しています。例えば電動フィーダーに比べ、エア式フィーダーは送りの振動が大きいため、エンボス内で部品の暴れが発生し思わぬ実装不良を招く場合があります。



図 8. 電動フィーダー

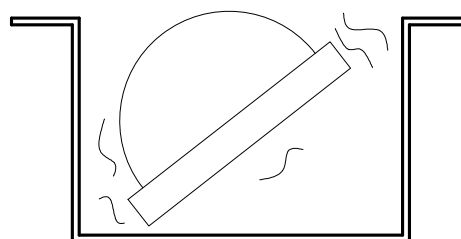


図 9. LED の暴れ

3.5 カバーテープの剥がし位置

前項 3.4 に関連しますが LED の形状や使用する実装機の種類によって、エンボス内で LED が暴れる場合があります。そういった際、吸着前にトップカバーテープが早い段階で剥がれると、LED の上面にスペースが生まれまします。スペースがあることにより振動などの影響を受けた LED が上下方向に動きやすくなり、LED の転がりに繋がります。対策としてトップカバーテープを吸着の直前で剥がす様に調整を行います。これにより LED の上下方向の動きに規制がかけられ、LED の暴れを軽減します。

※LED のタイプにより一部傾向が異なるものが御座います。御使用前に確認をお願い致します。

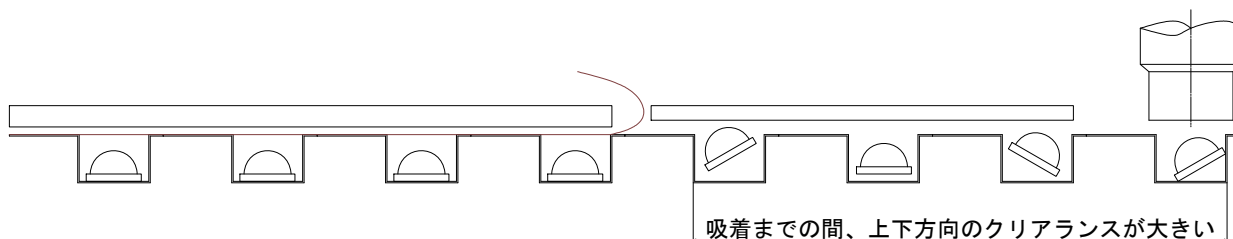


図 10. トップカバーテープを通常位置で剥がす

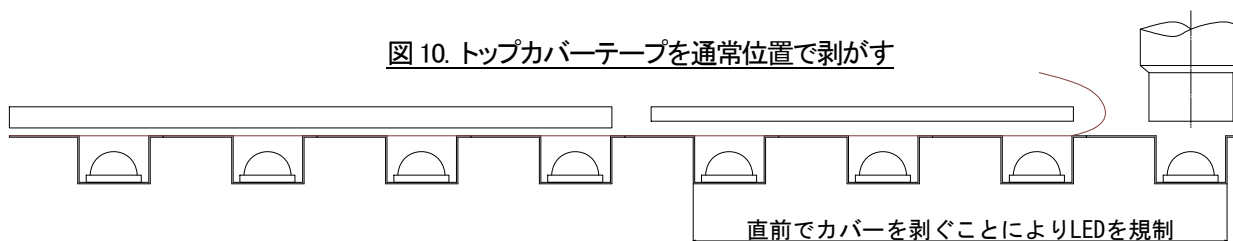


図 11. トップカバーテープを吸着直前で剥がす

3.6 吸着速度

吸着速度(フィーダー送り速度)は実装する LED の形状により、最適な速度を選択する必要があります。例えば単純な四角の形状の LED であれば速い速度での吸着/搭載が可能です。レンズ付き LED であれば前者と同じ速度で吸着/搭載するのが難しくなります。レンズ付き LED は形状的に重心が不安定であり且、レンズにタック性があるため速い速度で吸着/搭載を行うと連動してフィーダーが速い速度で移動するため、エンボス内で LED が暴れたり、カバーテープに LED がくっついたまま引っ張られ飛び出したりと、実装不良を発生させます。

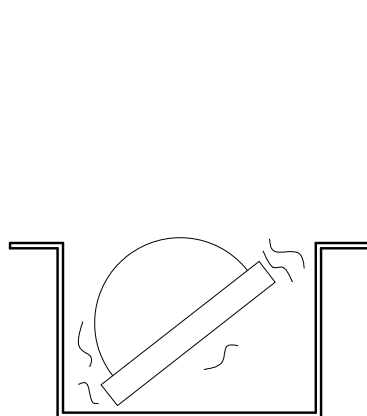


図 12. LED の暴れ

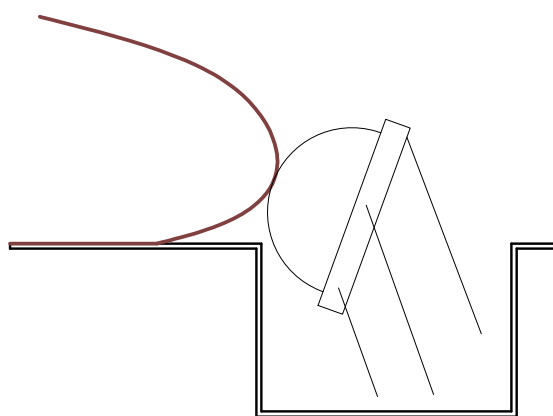


図 13. LED の飛び出し

3.7 ノズル押し込み量

LEDを基板に搭載する際、搭載面に対しての「ノズルの押し込み量」にご注意下さい。ノズルの押し込み量が足りないと部品の浮きや位置ズレが発生する可能性があります。押し込み量が強すぎると、はんだボールの発生に繋がります。また「押し込み量」と「実装速度」の関係によりLEDにかかる負荷の大きさが決まります。負荷が大きいとパッケージ破壊にも繋がります。製品にもよりますがLEDパッケージを吸着/搭載する場合、ノズル押し込みによる負荷を大凡3N以内に設定して頂ければLED破壊の可能性は少ないと考えています。

※ノズルによるLEDレンズへの接触は避けて下さい。レンズに3Nの負荷がかかると破壊の危険があります。

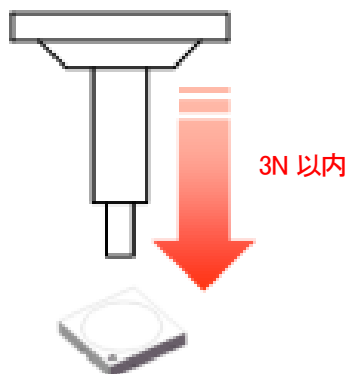


図14. ノズルの押し込み量

4. リフロー工程について

本項では「はんだ印刷」「マウント」「リフロー」で構成される実装工程の内「リフロー工程」について説明を行います。リフロー工程とは、はんだペーストの上に搭載された部品を高温のリフロー炉に入れて、はんだを溶かして接合する工程のことをいいます。リフロー炉はいくつかのエリアに別れており、エリア毎の温度の設定の仕方により、接合状態の良し悪しが決まってきます。

4.1 リフロー設定

日垂では社内で実装実験を行い、お客様に推奨条件の案内を行っております。仕様書の「はんだ付け」の項を参照して下さい。以下の様にリフロー推奨条件を記載しております(参考:NFSW757Dの仕様書より)。

はんだ付け

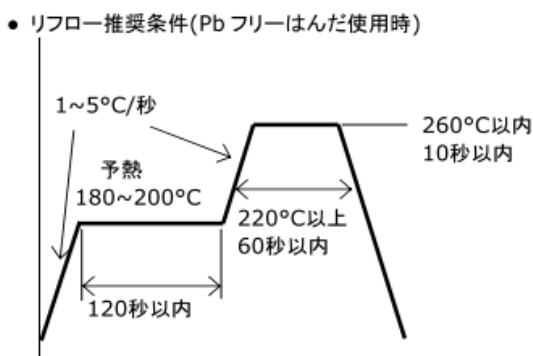


図15. リフロー推奨図用件

4.2 リフロープロファイルの見方

リフロープロファイルは「プリヒート部」「リフロー部」「冷却部」の3つのゾーンより構成されています。下記にてそれぞれの役割を示します。

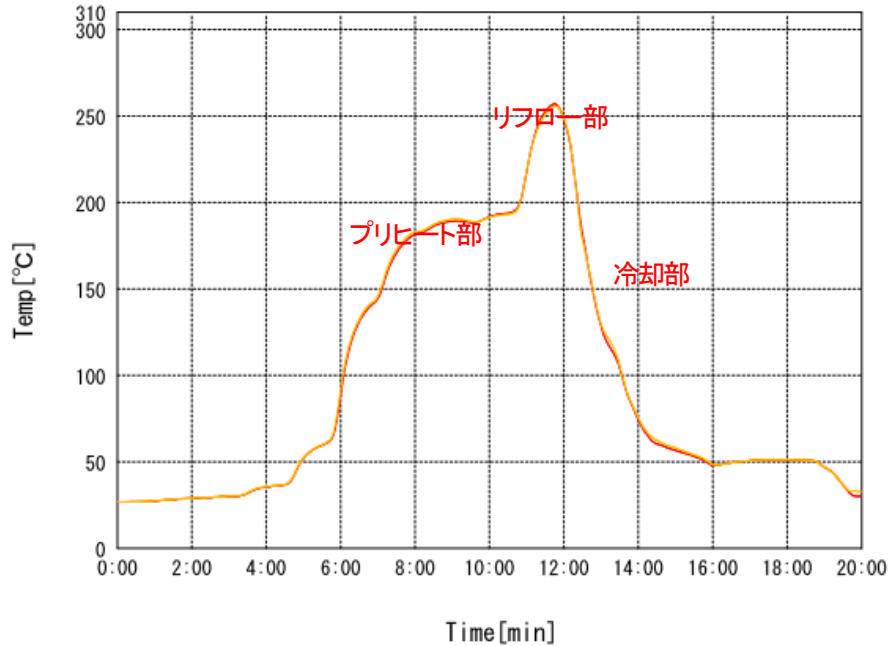
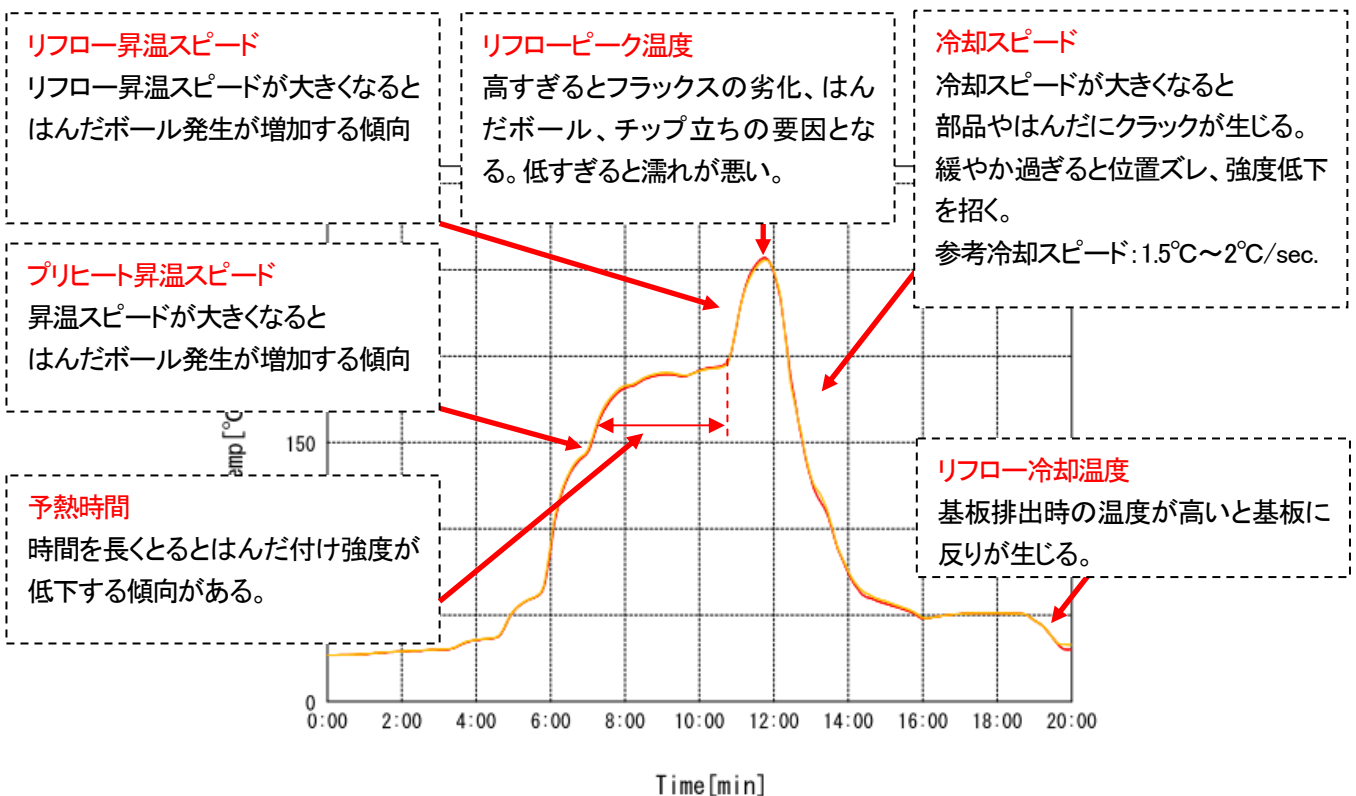


図 16. リフロープロファイル

- プリヒート部： はんだに含まれているフラックスを活性化させ、基板表面の酸化膜などを除きます。
- リフロー部： 加熱によりはんだを溶解させ合金を生成させます。
- 冷却部： 冷却により合金を完成させる。

4.3 リフロープロファイルの調整方法

以下にリフロープロファイルの参考調整事例を記載致します。



This document contains tentative information, the contents may change without notice.

4. 4 大気リフローと窒素リフローの違いについて

弊社では窒素リフローを推奨しており、仕様書には以下の様な一文を記載しております。

* 大気リフローの場合、リフロー時の熱や雰囲気の影響により、光学的劣化を起こすことがあります。
リフローに際しては、窒素リフローを推奨します。

○窒素リフローの優位性について

リフローによる光学的劣化は主にパッケージ樹脂の変色により発生します。パッケージ樹脂の変色はリフローの熱による樹脂の変質及び酸化により起こります。窒素リフローを用いることにより酸化による変色分が抑えられ、その分の光束低下が改善されます。

また、窒素リフローはペーストはんだの酸化防止にも優位性があり、はんだの濡れ性の向上にも繋がります。

○窒素リフローの濃度設定

1000ppm 程度になるまで窒素濃度を高める必要があります。

○大気リフローと窒素リフローの光束低下についての比較

参考までに NS3W183 について大気リフローと窒素リフローの光束低下の比較データを記載します。

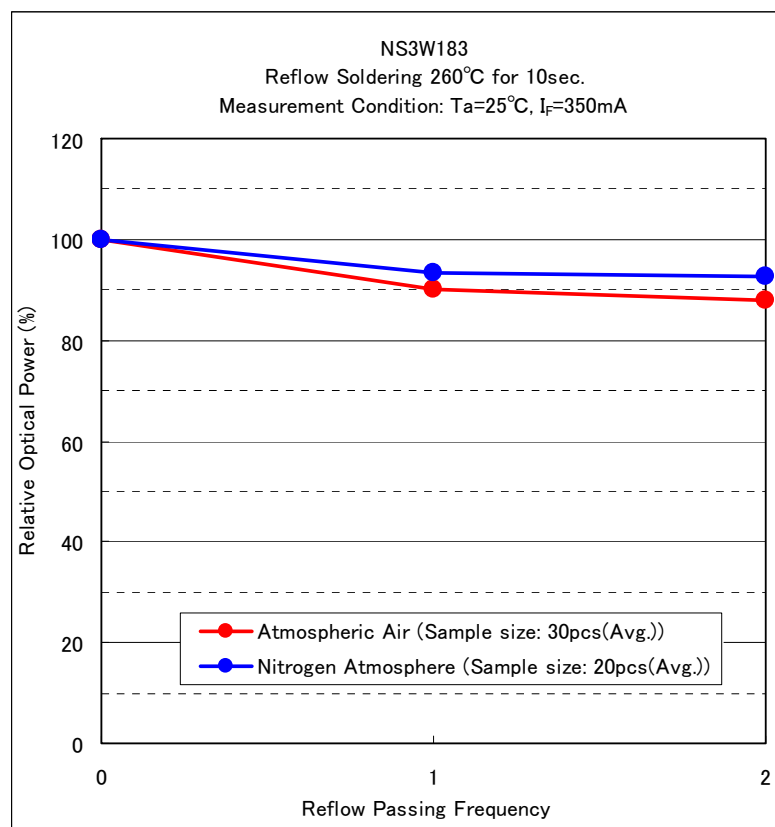


図 17. リフロー比較図

○窒素リフロー採用に対する懸念

大気リフローでも光束があまり低下しない機種に関しては当然、窒素リフローでの改善効果は低いです。

例えばセラミックパッケージの LED に関しては大気リフローでも光束は 1%程度しか低下しません。また樹脂パッケージ品でも材質によってリフローの影響をあまり受けないものもあります。

窒素リフローを検討される場合、まずは大気リフローでの光束低下率をご確認下さい。

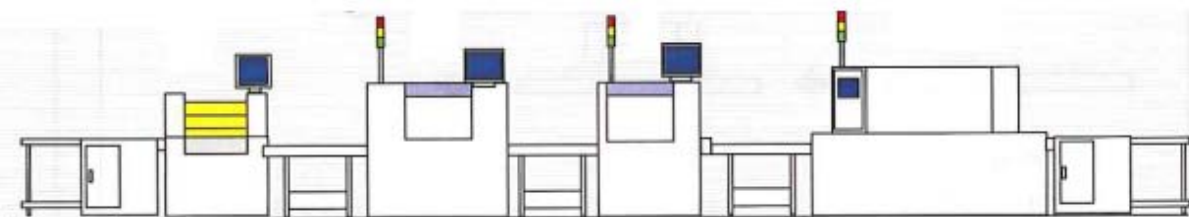
5. 実装試験について

実装工程の調整が完了しましたら、実装試験を行い製品の確認を行います。

5.1 実装試験確認項目一例

	確認項目	NGの場合の推定原因
1	外観上、クラック/破壊はないか？	ノズルの押し込み量が多い。
2	点灯するか？	はんだ量不足によるオープン。はんだ量過多によるショート。
3	はんだボールは発生していないか？	はんだ量過多によるボール発生。
4	はんだフィレットはできているか？	はんだ量不足。又は基板ランド形状の不適。
5	はんだブリッジは発生していないか？	はんだ量過多によるブリッジ発生。
6	ポイド、ヒケは発生していないか	はんだの攪拌不足。
7	部品は傾いていないか(x,y)	ノズルの押し込み量の不適。又は基板ランド形状の不適。
8	部品は浮いていないか(z)	ノズルの押し込み量の不適。又は基板ランド形状の不適。
9	シェア強度は十分にあるか	はんだの攪拌不足。はんだ量不足。又は基板ランド形状の不適。
10	チップ立ちはないか	はんだ量不足。又は基板ランド形状の不適。
.		
.		
.		

各項目について問題ないことを確認した上で実装を開始します。実装機はちょっとした設定の違い、はんだ・基板・搭載部品のロット差などにより実装状態が変わります。弊社の推奨条件を適用しても実装がうまくいかない場合も考えられます。お客様それぞれで傾向を把握し、データを蓄積して頂き、日々のご対応をお願い致します。



6. その他

実装機に関する設定・注意点などに関して記載を行ってまいりましたが、本項では実装に関連する治具や作業について注意点などの詳細を記載致します。

6.1 搬送基板について

機械実装で搬送基板を使う場合、基板は搬送基板(搬送治具)に載せられて実装工程を移動しますが搬送基板に反りがあると実装不良の発生に繋がります。また生産初期は搬送基板に反りがなくてもリフローを数十回通過させることにより反りが発生する場合があります。事前に採用する搬送基板を数十回リフローに通して、反りが発生しないか確認することをお薦めします。搬送基板の材質として「ベーク系」、「ガラエポ系」などがあります。

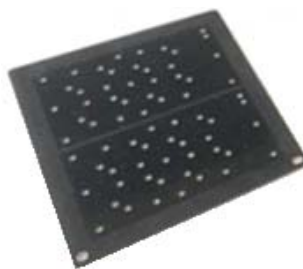


図 18. 搬送基板外観

6.2 実装基板の取り扱いについて

LED の故障事例として多いのが LED への応力印加によるワイヤー断線やパッケージクラックです。特に注意が必要なのは LED を基板に実装した後の取り扱い時です。

不具合事例を示します。

- 実装後の基板分割工程において基板のたわみやねじりストレスにより LED に応力がかかる。
 - 実装後の基板積み重ねにより応力がかかる。
- 上記についてご注意ください。

6.3 実装基板の点灯検査について

実装基板の取り扱いに並んで LED の故障事例として多いのが実装後の過電流印加となります。過電流印加は、LED 実装後や製品組立て後の点灯検査時に多く発生しております。

不具合事例を示します。

- 点灯検査で電源を投入した際、一時的に大きな電流が流れる。
 - 点灯検査で電源が ON の状態において、プローブ等により回路に電源を投入した際、大きな電流が流れる。
 - 点灯検査時の逆接続により ZD がショートし、不灯に至るケースも増えております。
- 上記についてもご注意ください。

7. まとめ

基本的な機械実装の調整方法について一例を述べさせて頂きました。ただ、本資料での対応が最善と言うわけでは無く、製品やご使用される実装機器により調整方法は異なってくると考えられます。

今後とも実装技術についてデータを蓄積し、有益な部分をフィードバックしたいと考えておりますので、本書以外にも実装関係でお気づきになれる点が御座いましたら弊社までご連絡頂けます様お願い申し上げます。