



Nichia 170/131/121 Series はんだクラックの低減方法について

目次

1. 概要.....		2
2. 適用品種.....		2
3. はんだクラックについて.....		3
4. 低弾性絶縁層を有する基板との比較.....		4
5. SMD と NSMD 構造の基板の比較.....		5
6. はんだペーストの種類による比較.....		7
7. まとめ.....		8

本書内に記載する型番 NC5W121A、NCSx170x、NC2x170x、NJSx170x、NCSx131x、NC2x131x、NC2W121x、NC3W121x、NC4W121x、および NC5W121x は弊社製品の型番であり、商標権を有する可能性のある他社製品といかなる関連性・類似性を有するものではありません。

1. 概要

Nichia 170/131/121 シリーズの使用時、熱ストレスが加わることで生じる線膨張は、LED と実装基板で異なります。そのため、実装後のはんだ接合部にクラックが発生する可能性があります(図 1 参照)。はんだクラックが進行すると、はんだ接合不良が発生し、最悪の場合 LED が不灯になる恐れがありますので、実装する際には十分に事前検証を行う必要があります。

本書は、Nichia 170/131/121 シリーズの中で外形サイズが最も大きく、はんだクラックの影響がより大きい NC5W121A を代表品種として、はんだクラックの低減に向けた主な方法およびそれらについての評価結果を記したものです。

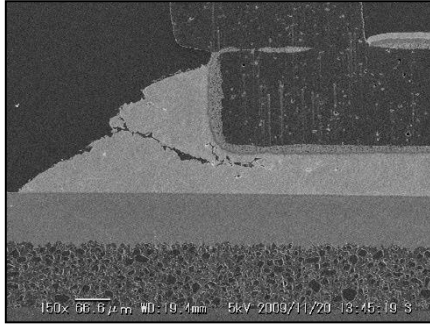


図 1. はんだクラックの発生例

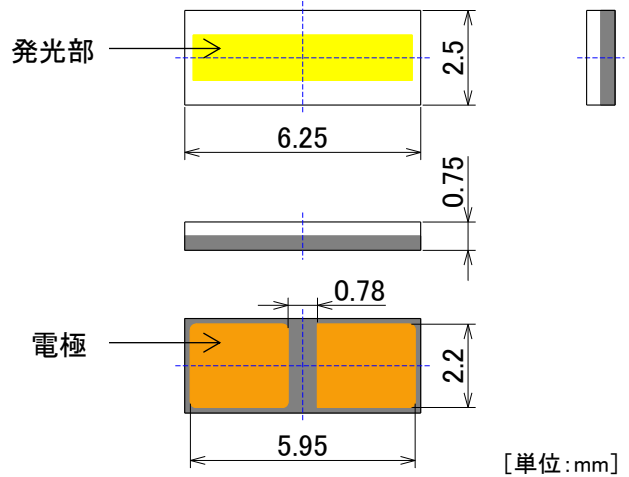


図 2. NC5W121A

2. 適用品種

本書は、表 1 に示す LED を対象とした参考資料となります。

表 1. 適用品種

品種	Nichia 170/131 Series ※			Nichia 121 Series			
型番	NJSx170x	NCSx170x NCSx131x	NC2x170x NC2x131x	NC2W121x	NC3W121x	NC4W121x	NC5W121x
外観例							
サイズ [mm]	1.6×1.2×0.75	1.8×1.45×0.75	3.0×1.6×0.75	3.1×2.6×0.75	3.1×3.75×0.75	3.1×4.9×0.75	3.1×6.05×0.75

※Nichia 170 Series と Nichia 131 Series は裏面電極パターンが異なります。

x は同タイプの LED を代表する記号として用いております。

(例: NCSx170x … NCSW170C、NCSW170D、NCSW170D-PCA、NCSA170D、NCSW170F、NCSA170F 等)

3. はんだクラックについて

3.1 はんだクラック発生メカニズム

LED をアルミ基板にはんだ実装した状態を
図 3 に示します。

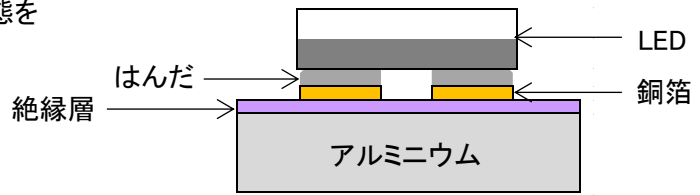


図 3. はんだクラック発生メカニズム①

これを温度変化の大きい環境下で使用すると、LED と実装基板の線膨張係数が異なるため、それぞれの伸び縮みが異なり、はんだ接合部に応力が印加されます。(図 4 参照)

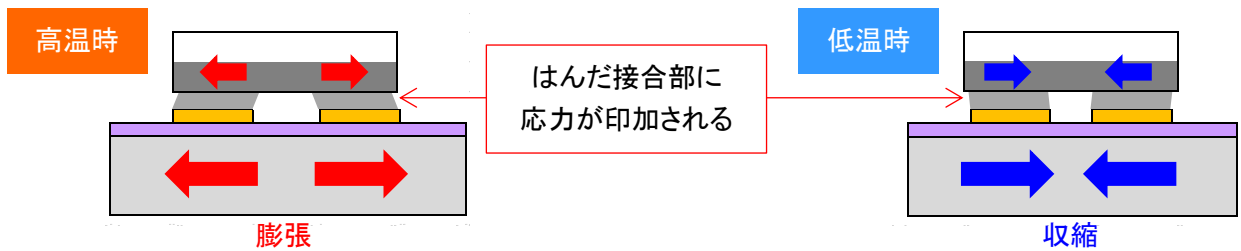


図 4. はんだクラック発生メカニズム②

はんだ接合部に応力が印加され続けた結果、はんだ接合部の一部に亀裂(はんだクラック)が発生します。はんだクラックが進行し接合部全域に及ぶと、LED に通電できなくなり不灯となります。(図 5 参照)

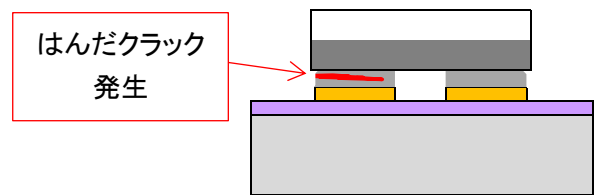


図 5. はんだクラック発生メカニズム③

3.2 LED と実装基板の線膨張係数

はんだクラックは、LED と実装基板の線膨張係数の差が大きい場合に生じやすくなります。線膨張係数とは、温度上昇によって物体の長さが変化する割合を 1°C 当たりで示したものです。表 2 に LED と一般的な実装基板の線膨張係数を示します。(線膨張係数は、一般的な代表値を記載しています。)

表 2. LED と実装基板の線膨張係数

Nichia 170/131/121 シリーズ		実装基板	
パッケージ基板	線膨張係数 [1/°C]	材質	線膨張係数 [1/°C]
窒化アルミニウム	約 5×10^{-6}	セラミック	8×10^{-6}
		鉄	12×10^{-6}
		ガラスエポキシ (FR-4)	14×10^{-6}
		銅	17×10^{-6}
		アルミニウム	21×10^{-6}

たとえば Nichia 170/131/121 シリーズとアルミ基板の組み合わせでは、線膨張係数の差が約 $16 \times 10^{-6}/°C$ であるのに対し、銅基板との組み合わせでは約 $12 \times 10^{-6}/°C$ になるため、銅基板を用いる方がはんだクラックは生じにくい条件になることが分かります。

4. 低弾性絶縁層を有する基板との比較

金属基板は、ベース金属と銅箔の間に絶縁層を挟んで構成しています(図 6 参照)。

ここでは、絶縁層の異なるアルミ基板で熱衝撃試験を行い、NC5W121A の不灯発生率の調査を行いました(表 3 参照)。その結果、弾性率の低い絶縁層を有する基板を用いることで、不灯発生率を低減できる効果を確認しています(図 7 参照)。

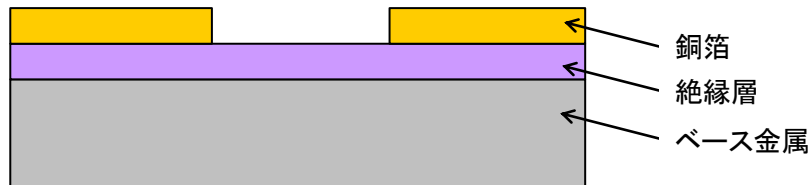
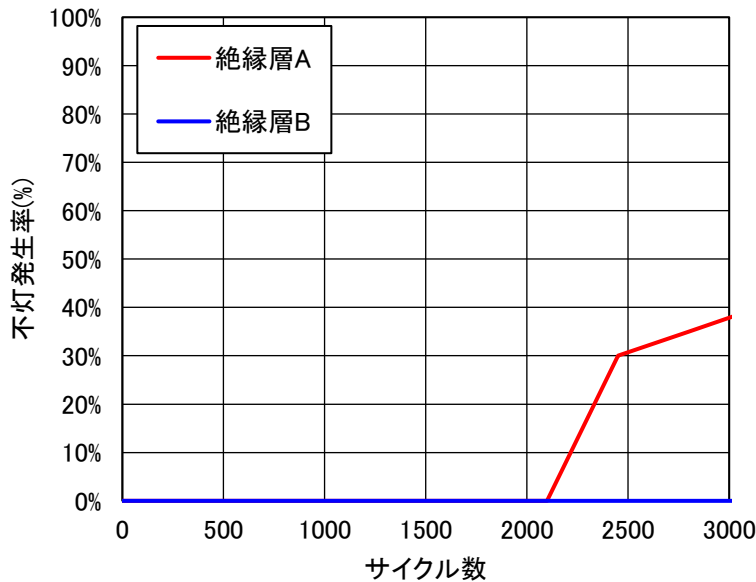


図 6. 金属基板の構成

表 3. 絶縁層の物性値

特性	絶縁層種類	
	A	B
弾性率 [MPa]	22000	490
線膨張係数 [$1/^\circ\text{C}$]	21×10^{-6}	121×10^{-6}



NC5W121A

<データ詳細>

- ・LED: NC5W121A
- ・ランドパターン構造: SMD (5 章参照)
- ・はんだ組成: Sn-3.0Ag-0.5Cu
- ・試験条件: -40°C (1min.) \leftrightarrow 150°C (1min.)

図 7. アルミ基板の絶縁層の種類による熱衝撃試験結果

5. SMD と NSMD 構造の基板の比較

実装基板のランドパターン(取り付けパターン)形成方法には SMD (Solder Mask Defined)と NSMD (Non-Solder Mask Defined)という2つの構造があります。

SMD は実装基板のランドパターンをソルダーレジストの開口で形成する構造であるのに対し、NSMD はランドパターンを銅箔の形状で形成する(銅箔にソルダーレジストがかからない)構造のことを指します(表 4 参照)。

表 4. 実装基板のランドパターン構造(SMD と NSMD)

	SMD	NSMD
基板構造		
LED 実装後		
ランドパターン外観写真		

ここでは、SMD と NSMD のアルミ基板で熱衝撃試験を行い、NC5W121A の不灯発生率を調査しました。その結果、NSMD を適用することで、不灯発生率を低減できる効果を確認しています(図 8 参照)。

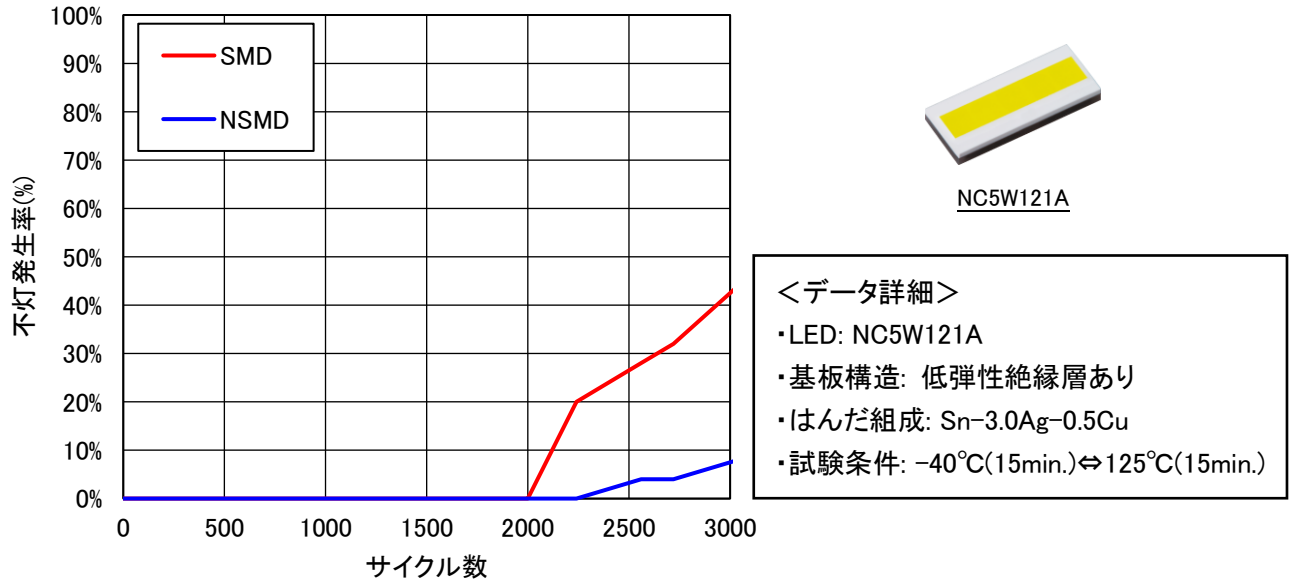


図 8. アルミ基板のランドパターン構造による熱衝撃試験結果

6. はんだペーストの種類による比較

ここでは、種類の異なるはんだペーストで熱衝撃試験を行い、NC5W121A の耐クラック性の比較を行いました(表 5 参照)。耐クラック性は、はんだ部の断面観察よりクラックの発生率で評価しました(図 9 参照)。

表 5. はんだペーストの種類

はんだペースト	組成
A(Ref.)	Sn-3.0Ag-0.5Cu
B	Sn-3.9Ag-0.6Cu
C	Sn-3.4Ag-0.7Cu-3.2Bi-3.0Sb-Ni-X

一般的なはんだペースト A(Ref.)に比べて B、C は耐クラック性が優れている結果となりました(図 9 参照)。はんだペーストの種類を変更することにより、耐クラック性を向上させることが可能です。

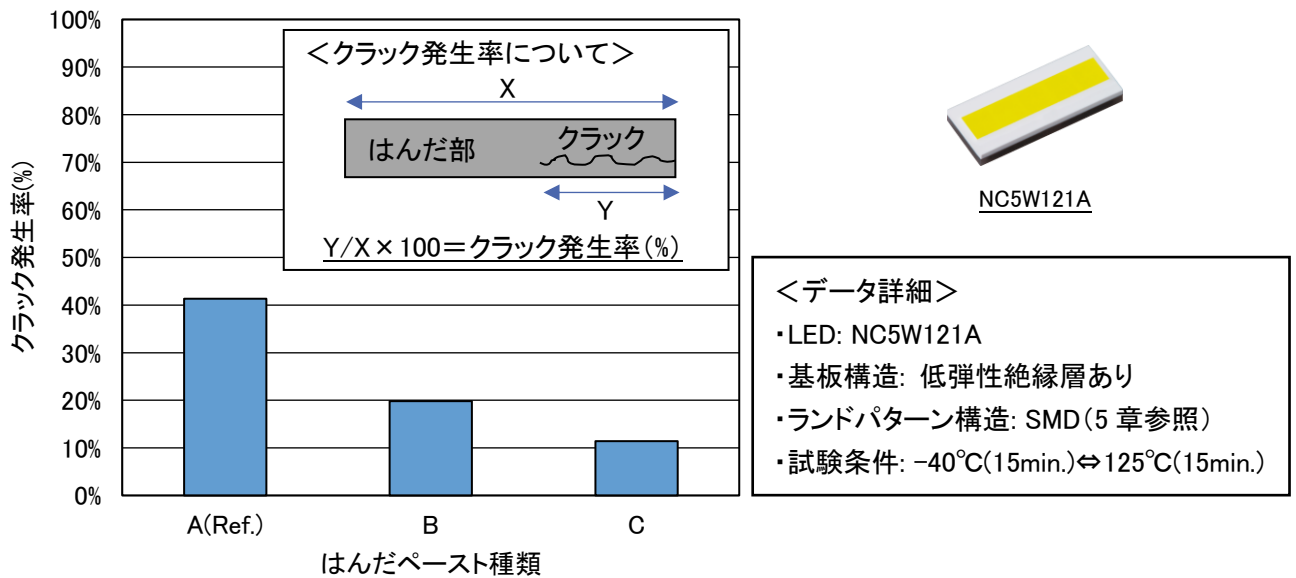


図 9. はんだペーストの種類による熱衝撃試験結果(クラック発生率)

7. まとめ

- ・低弾性絶縁層を有する SMD 構造の基板を用いると、耐クラック性は向上する結果となりました。
- ・NSMD 構造の基板を用いると、耐クラック性は向上する結果となりました。
- ・はんだペーストの種類によって耐クラック性が異なり、はんだペーストの選択によるクラック対策が有効であることを示す結果となりました。
(検証したはんだペーストの中では、はんだペースト C が最も耐クラック性に優れている結果となりました。)

はんだクラックを低減させる方法について評価をしましたが、基板、はんだペーストメーカーによっては異なる傾向を示す場合がありますので、部材選定の際には十分な検証を行ってからご使用ください。

<免責事項>

本書は、弊社が管理し提供している参考技術文書です。
本書を利用される場合は、以下の注意点をお読みいただき、ご了承いただいたうえでご利用ください。

- ・本書は弊社が参考のために作成したものであり、弊社は、本書により何らの保証をも提供するものではありません。
- ・本書に記載されている情報は、製品の代表的動作および応用例を示したものであり、その使用に関して、弊社および第三者の知的財産権その他の権利の保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- ・本書に記載されている情報については正確を期すべく注意を払っておりますが、弊社は当該情報の完全性、正確性および有用性を一切保証するものではありません。また、当該情報を利用、使用、ダウンロードする等の行為に関連して生じたいかなる損害についても、弊社は一切の責任を負いません。
- ・弊社は、本書の内容を事前あるいは事後の通知なく変更する場合がありますのでご了承ください。
- ・本書に記載されている情報等に関する著作権およびその他の権利は、弊社または弊社に利用を許諾した権利者に帰属します。弊社から事前の書面による承諾を得ることなく、本書の一部または全部をそのままあるいは改変して転載、複製等することはできません。

日亜化学工業株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

774-8601 徳島県阿南市上中町岡491番地

Phone: 0884-22-2311 Fax: 0884-21-0148