



UV-LED SMD 製品の 熱設計について

目次

1. 概要.....	2
2. UV-A製品例 NVSU233Cx	
2.1 T_J 算出方法.....	2
2.2 T_S ポイント.....	2
2.3 放熱構成と T_J 測定結果.....	2
3. UV-B,UV-C製品例 NCSU434D(U280)	
3.1 T_J 算出方法.....	2
3.2 T_S ポイント.....	2
3.3 放熱構成と T_J 測定結果.....	2
4. 注意事項.....	7
5. まとめ.....	7

本書内に記載する型番 NVSU233C、NVSU233C-D4、および NCSU434D 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

LEDは発熱の影響で光出力が低下します。また最大ジャンクション温度 T_{JMAX} を超過して駆動すると信頼性を大きく損ないます。高性能で信頼性良くご使用いただくためには、ジャンクション温度 T_J が T_{JMAX} を超えないように放熱設計することが重要です。

本資料ではUV-A製品の例としてNVSU233Cx、UV-BおよびUV-C製品の例としてNCSU434Cを異なるヒートシンクで駆動させたときの T_J について記載しています。熱設計の参考にしてください。

2. UV-A製品例 NVSU233Cx

2.1 T_J 算出方法

T_J 算出には、以下の式を用いております。

$$T_J = T_S + R_{\theta JS} \times W$$

T_J : ジャンクション温度 (°C)

T_S : はんだ接合部温度 (°C)

$R_{\theta JS}$: チップから T_S 測定ポイントまでの熱抵抗 (°C/W)

W : 投入電力(W) = $I_F(A) \times V_F(V)$

製品仕様を以下に示します。

項目	条件	NVSU233C、NVSU233C-D4							
		U365		U385		U395		U405	
		標準	最大	標準	最大	標準	最大	標準	最大
$R_{\theta JS}(^{\circ}C/W)$	—	3.9	5.7	3.9	5.7	3.9	5.7	3.9	5.7
$V_F(V)$	$I_F=1000mA$	3.85	—	3.70	—	3.65	—	3.60	—

以下計算には $R_{\theta JS}$ は最大値を用いることによって、余裕をもった設計が可能になります。

絶対最大定格 ($T_S=25^{\circ}C$)

$I_{FMAX}(mA)$	1400
$I_{FP}(mA)$	2000
$T_{opr}(^{\circ}C)$	-10~85
$T_{JMAX}(^{\circ}C)$	130

I_F : 順電流 (mA)

I_{FP} : パルス順電流 (mA)

I_{FP} 条件は、パルス幅 10ms 以下、デューティー比は 10%以下

T_{opr} : 動作温度 (°C)

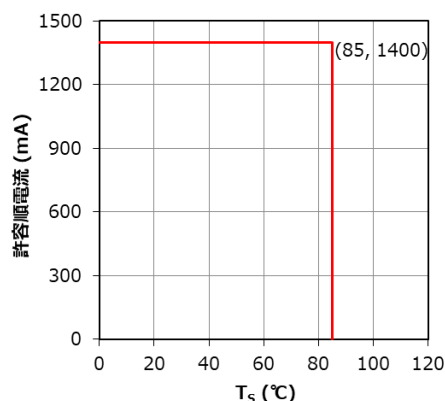


図1 T_S - 許容順電流特性

2.2 T_S ポイント

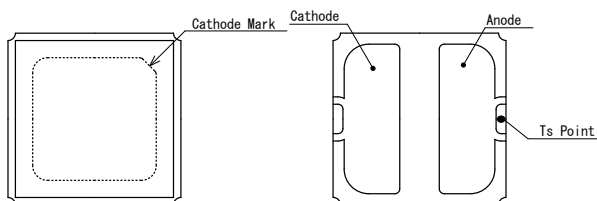


図2 T_S 測定ポイント(NVSU233C)

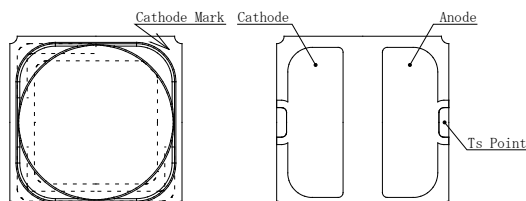


図3 T_S 測定ポイント(NVSU233C-D4)

2.3 放熱構成と T_J 測定結果

実装基板にLEDを1個搭載し、2種類の放熱構成で駆動した場合の T_J を確認します。

2.3-1. 放熱構成 LED1 個搭載基板+ヒートシンク A

実装基板の仕様を以下に示します。

銅箔 (mm)	絶縁層 (mm)	銅ベース (mm)	外形寸法 (mm)
0.105	0.120	1.5	30×30

- 銅箔及び銅ベースの熱伝導率は $390 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、絶縁層の熱伝導率は $4.5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$



写真1

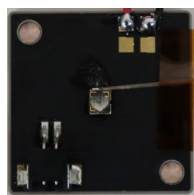


写真2

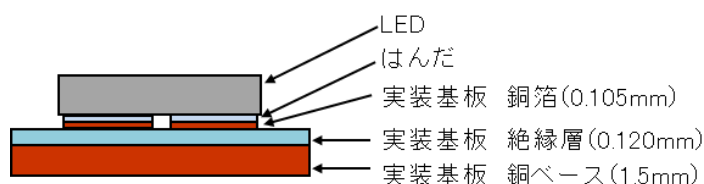


図4 実装構造

実装状態(NVSU233C) 実装状態(NVSU233C-D4)

ヒートシンクAの仕様を以下に示します。

ヒートシンク	材料	サイズ(mm)	ベース厚 (mm)	フィン			熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
				枚数	サイズ(mm)	配列	
A	アルミ	$50 \times 38 \times t25$	5	8	1×38	8×1	5.7

- 放熱グリスの熱伝導率は $5.3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

放熱構成 2.3-1 での測定結果を以下に示します。

$T_A(^{\circ}\text{C})$	製品	波長ランク	$I_F(\text{A})$	$V_F(\text{V})$	$W(\text{W})$	$T_{S(^{\circ}\text{C})}$	$T_{J(^{\circ}\text{C})}$
25	NVSU233C-D4	U365	1.0	3.7	3.7	55	76
			1.4	3.8	5.3	67	97
		U385	1.0	3.5	3.5	49	69
			1.4	3.6	5.0	60	89
		U395	1.0	3.5	3.5	50	70
			1.4	3.6	5.0	61	90
	NVSU233C NVSU233C-D4	U405	1.0	3.6	3.6	45	66
			1.4	3.8	5.3	55	85

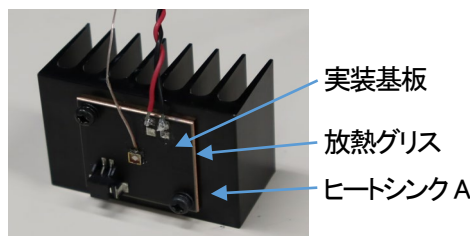


写真3 評価した光源の構成と設置方向 (NVSU233C)

この放熱構成では、U365 ランク品で 1.4A を印加した場合においても、 $T_{J\text{MAX}}$ に対して十分に余裕のある結果になります。波長が短くなるほど放熱は厳しくなるため、他の波長製品ではさらに余裕のある結果になります。次項にヒートシンクのサイズを変更して、温度変化を確認します。

2.3-2. 放熱構成 LED1 個搭載基板+ヒートシンク B

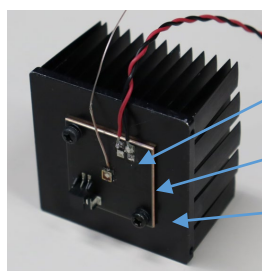
ヒートシンク B の仕様を以下に示します。

ヒートシンク	材料	サイズ(mm)	ベース厚 (mm)	フィン			熱抵抗 (°C/W)
				枚数	サイズ(mm)	配列	
B	アルミ	53 × 53 × t35	4	65	0.8 × 9	13 × 5	4.25

- ・ 放熱グリスの熱伝導率は 5.3 W/m・K

放熱構成 2.3-2 での測定結果を以下に示します。

T _A (°C)	製品	波長ランク	I _F (A)	V _F (V)	W(W)	T _S (°C)	T _J (°C)
25	NVSU233C-D4	U365	1.0	3.7	3.7	49	70
			1.4	3.8	5.3	59	89
		U385	1.0	3.5	3.5	44	65
			1.4	3.6	5.0	53	83
		U395	1.0	3.5	3.5	47	67
			1.4	3.6	5.0	57	86
	NVSU233C NVSU233C-D4	U405	1.0	3.6	3.6	42	63
			1.4	3.8	5.3	50	80



実装基板
放熱グリス
ヒートシンク B

写真 4 評価した光源の構成と設置方向

ヒートシンクを A から B へとサイズを大きくすることで放熱性能が良くなり、さらに T_J は下がる結果になります。

3. UV-B および UV-C 製品例 NCSU434D(U280)

3.1 T_J 算出方法

T_J 算出には、以下の式を用いております。

$$T_J = T_S + R_{\theta_{JS}} \times W$$

T_J : ジャンクション温度 (°C)

T_S : はんだ接合部温度 (°C)

R_{θ_{JS}} : チップから T_S 測定ポイントまでの熱抵抗 (°C/W)

W : 投入電力(W) = I_F(A) × V_F(V)

製品仕様を以下に示します。

項目	条件	NCSU434D	
		U280	
		標準	最大
R _{θ_{JS}} (°C/W)	—	10.2	11.0
V _F (V)	I _F = 350mA	5.2	—

以下計算には R_{θ_{JS}} は最大値を用いることによって、余裕をもった設計が可能になります。

絶対最大定格 (T_S = 25°C)

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

I_{FMAX} (mA)	700
I_{FP} (mA)	500
I_{FP} (mA)	700
T_{opr} (°C)	-40~100
T_{JMAX} (°C)	110

I_F : 順電流 (mA)

I_{FP} : パルス順電流 (mA)

I_{FP} 条件は、パルス幅 10ms 以下、デューティー比は 10%以下

T_{opr} : 動作温度 (°C)

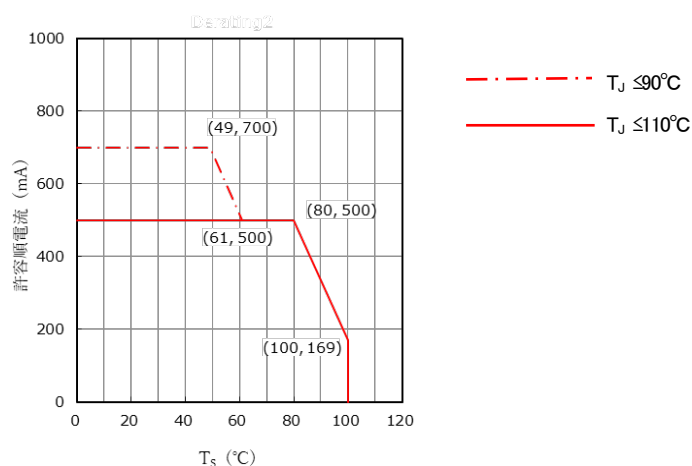


図 5. T_s - 許容順電流特性

3.2 T_s ポイント

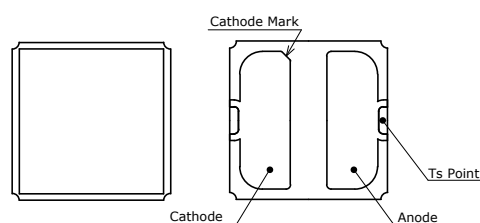


図 6 T_s 測定ポイント

3.3 放熱構成と T_J 測定結果

実装基板に LED を 1 個搭載し、2 種類の放熱構成で駆動した場合の T_J を確認します。

3.3-1 放熱構成 LED 1 個搭載基板+ヒートシンク A

実装基板の仕様を、以下に示します。

銅箔 (mm)	絶縁層 (mm)	銅ベース (mm)	外形寸法 (mm)
0.105	0.120	1.5	30 × 30

- 銅箔及び銅ベースの熱伝導率は 390 W/m・K、絶縁層の熱伝導率は 4.5 W/m・K

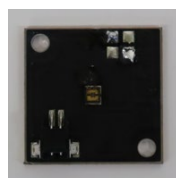


写真 5 実装状態

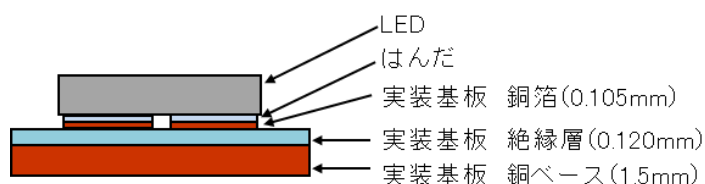


図 7 実装構造

ヒートシンク A の仕様を以下に示します。

ヒートシンク	材料	サイズ(mm)	ベース厚 (mm)	フィン			熱抵抗 (°C/W)
				枚数	サイズ(mm)	配列	
A	アルミ	50 × 38 × t25	5	8	1 × 38	8 × 1	5.7

- ・ 放熱グリスの熱伝導率は 5.3 W/m・K

3.3-1 放熱構成での測定結果を以下の表に示します。

T _A (°C)	製品	波長ランク	I _F (A)	V _F (V)	W(W)	T _S (°C)	T _J (°C)
25	NCSU434D	U280	0.35	5.2	1.8	41	61
			0.50	5.4	2.7	48	78
			0.70	5.7	4	57	101

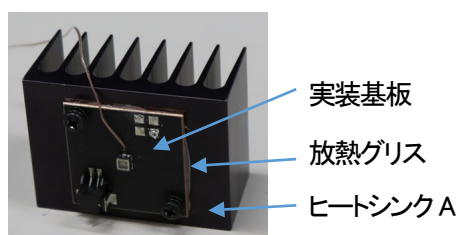


写真6 評価した光源の構成と設置方向

この放熱構成では、0.35、0.5A を印加した場合においては、T_{JMAX} に対して十分に余裕のある結果になります。
0.7A を印加した場合 T_S は 57°C、T_{JMAX} の 90°C を超えているため、ヒートシンクのサイズを変更して、温度変化を確認します

3.3-2 放熱構成 LED 1 個搭載基板+ヒートシンク C

ヒートシンク C の仕様を以下に示します。

ヒートシンク	材料	サイズ(mm)	ベース厚 (mm)	フィン			熱抵抗 (°C/W)
				枚数	サイズ(mm)	配列	
C	アルミ	80 × 80 × t25	7	400	2 × 2	20 × 20	1.06

- ・ 放熱グリスの熱伝導率は 5.3 W/m・K

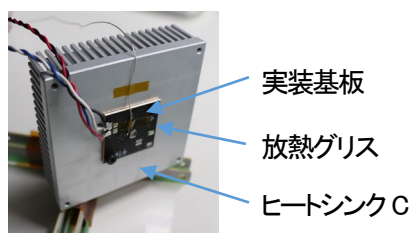


写真7 評価した光源の構成と設置方向

3.3-2 放熱構成での測定結果を、以下の表に示します。

T _A (°C)	製品	波長ランク	I _F (A)	V _F (V)	W(W)	T _S (°C)	T _J (°C)
25	NCSU434D	U280	0.35	5.2	1.8	35	55
			0.50	5.4	2.7	39	69
			0.70	5.7	4	45	89

ヒートシンクのサイズを A から C へ大きくすることで放熱性能が良くなり、T_J は 0.7A を印加した場合 T_S は 45°C、T_J は 89°C まで下がり、T_{JMAX} の 90°C を超えない設計が可能になります。

4. 注意事項

自然空冷ヒートシンクは、設置方向によって放熱性能が異なります。温まった空気が溜まると、 T_s が上昇するため、空気の動きを妨げないことが重要です。弊社では、フィン垂直にしてヒートシンクを設置しており、温まった空気が上部から排出されるようにしています(図 8 参照)。実機設計の際は、フィンの向きにも注意して、ヒートシンクを設置してください。

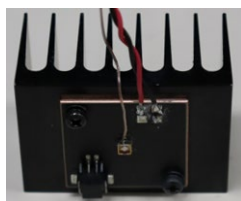


写真 8 フィン垂直
(弊社設置の向き)



写真 9 フィン下向き
(空気の流れを妨げた向き)

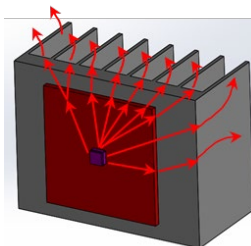


図 8 フィンを垂直に設置したときの
熱経路イメージ図

5. まとめ

実装 LED 数が 1 個の場合には、ヒートシンクのための空冷仕様において、 T_{JMAX} に対して余裕があるかどうかを確認します。また、ヒートシンクサイズの大きい方が、より T_J を抑えることができます。

複数個の LED が高密度実装されている場合では、隣り合う LED 同士間で熱の干渉が発生し、放熱性が悪くなります。そのため、ピッチ幅を十分に確保するか、あるいはヒートシンクサイズの拡大、またはファンを付けるなどして、十分に冷却できていることを確認いただいた上でご使用ください。

本アプリケーションノートでは、NVSU233C、NVSU233C-D4 及び NCSU434D の放熱設計について、実験結果を交えて解説しました。本書での評価結果は一例であり、LED の品種及びお客様の使用条件、仕様環境によって値が異なる可能性がありますので、ご使用になられる LED の最新の仕様書を元にお客様にて十分な検証を行って下さい。

備考

NVSU233C 及び NVSU233C-D4 では、絶対最大定格を、 I_F は 1.4A、 T_J は 130°Cと定めています。また NCSU434D では絶対最大定格を、 $I_F=0.5A$ の場合 T_J は 110°C、 $I_F=0.7A$ の場合 T_J は 90°Cと定めています。いずれかを超える条件でのご使用は保証不可となりますのでご注意ください。

＜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、製品の代表的動作及び応用例を示したものであり、その使用に関して、弊社及び第三者の知的財産権その他の権利の保証又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、正確性及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及びその他の権利は、弊社又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、本書の一部又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