



NWSU333B (U365, U385) NWSU333B-D4 (U365) 熱設計について

目次

1. 概要	.....	2
2. T_J 算出方法	.....	2
3. T_s 測定ポイント	.....	2
4. 放熱構成と T_J 測定結果	.....	3
5. 注意事項	.....	7
6. まとめ	.....	8

本書内に記載する型番 NWSU333B 及び NWSU333B-D4 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。NWSU333B 及び NWSU333B-D4 を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} の 100°C 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、2種類のLED搭載基板を、放熱構成を変えて駆動した場合の 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。

- ・ LED1 個搭載基板を 2 種類の放熱構成で駆動させた際の T_J
- ・ LED9 個搭載基板を 3 種類の放熱構成で駆動させた際の T_J

2. 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 ($^{\circ}\text{C}$)

T_S : はんだ接合部温度 ($^{\circ}\text{C}$)

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

W : 投入電力 (W) = $I_F(\text{A}) \times V_F(\text{V})$

製品仕様を以下に示します。

項目	条件	NWSU333B・NWSU333B-D4		NWSU333B	
		U365		U385	
		標準	最大	標準	最大
$R_{\theta JS}$ ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	-	1.68	2.08	1.68	2.08
V_F (V)	$I_F=3500\text{mA}$	3.85	-	3.70	-

絶対最大定格 ($T_S=25^{\circ}\text{C}$)

I_{FMAX} (mA)	4500
I_{FPMAX} (mA)	6000
T_{opr} ($^{\circ}\text{C}$)	$-10 \sim 85$
T_{JMAX} ($^{\circ}\text{C}$)	100

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 ($^{\circ}\text{C}$)

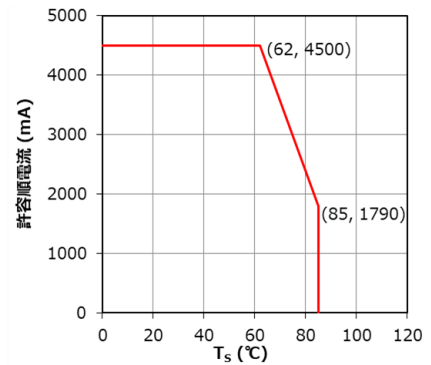


図1 T_S - 許容順電流特性

3. T_S 測定ポイント

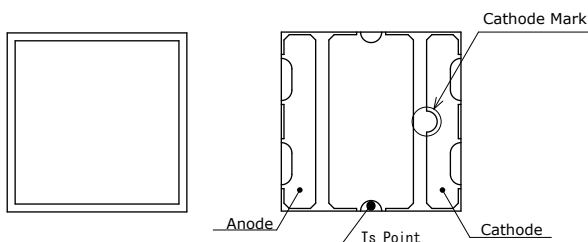


図2 T_S 測定ポイント(NWSU333B)

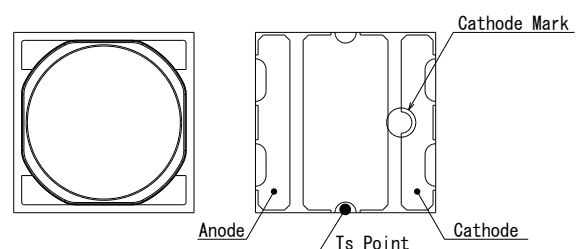


図3 T_S 測定ポイント(NWSU333B-D4)

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

4. 放熱構成と T_J 測定結果

実装基板に LED を 1 個搭載した場合と 9 個搭載した場合で、放熱構成を変えて T_J を確認しました。

4-1. LED1 個搭載基板を 2 種類の放熱構成で駆動させた際の T_J

放熱構成 4-1-1. 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。

厚さ(mm)			外形寸法 (mm)
銅箔	絶縁層	銅ベース	
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 $4.5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

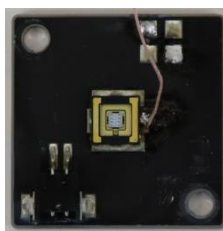


写真1 実装状態
(NWSU333B)

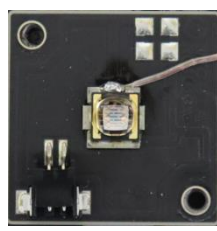


写真2 実装状態
(NWSU333B-D4)

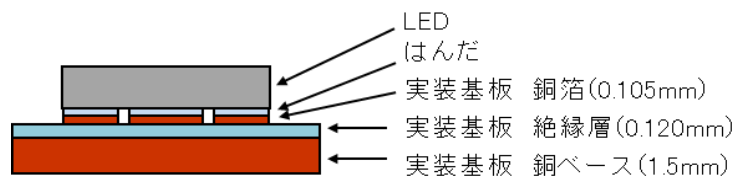


図4 実装構造

ヒートシンク A の仕様を以下に示します。

ヒートシンク A			フィン			熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
材質	サイズ(mm)	ベース厚(mm)	枚数	サイズ(mm)	配列	
アルミ	$50 \times 38 \times t25$	5	8	1×38	8×1	5.70

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

放熱構成 4-1-1 での測定結果を、以下の表に示します。

T_A ($^{\circ}\text{C}$)	製品	波長ランク	I_F (A)	V_F (V)	W (W)	T_S ($^{\circ}\text{C}$)	T_J ($^{\circ}\text{C}$)
25	NWSU333B NWSU333B-D4	U365	3.5	3.6	12.6	83	109
			4.5	3.7	16.7	101	136
	NWSU333B	U385	3.5	3.5	12.3	75	100
			4.5	3.6	16.2	90	124

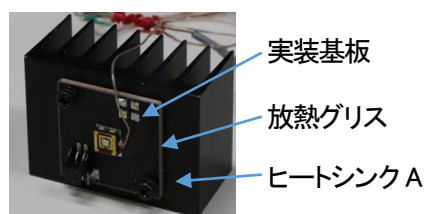


写真3 評価した光源の構成 (NWSU333B)

この放熱構成では、U385 ランク品に 3.5A を印加した場合においても T_J は 100°C 以上となり、 $T_{J\text{MAX}}$ を超えました。この放熱構成では冷却できないため、ヒートシンクのサイズを大きくした場合を考えてみます。

放熱構成 4-1-2. 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 B			フィン			熱抵抗 (°C/W)
材質	サイズ(mm)	ベース厚(mm)	枚数	サイズ(mm)	配列	
アルミ	53×53×t35	4	64	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 4-1-2 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	NWSU333B NWSU333B-D4	U365	3.5	3.7	13.0	73	100
			4.5	3.7	16.7	87	122
	NWSU333B	U385	3.5	3.6	12.6	65	91
			4.5	3.6	16.2	76	110



写真 4 評価した光源の構成 (NWSU333B)

この放熱構成では、U385 ランク品に 3.5A を印加した場合において、T_J は 91°C となり T_{JMAX} を超えることはありませんでした。U365 ランク品においては、T_J は 100°C となり T_{JMAX} を超えますが、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 T_J は下がりました。

LED がこのように 1 個である場合や、十分な幅のピッチで実装している場合においては、ヒートシンクのサイズを大きくするだけで T_{JMAX} を超えないように設計できる可能性があります。

4-2. LED9 個搭載基板を、3 種類の放熱構成で駆動させた際の T_J

放熱構成 4-2-1. LED9 個搭載基板+ヒートシンク C

実装基板の仕様を以下に示します。

厚さ(mm)			外形寸法 (mm)	内部回路	実装ピッチ (mm)
銅箔	絶縁層	銅ベース			
0.035	0.120	1.5	60×60	3直列×3並列	8.2

- 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

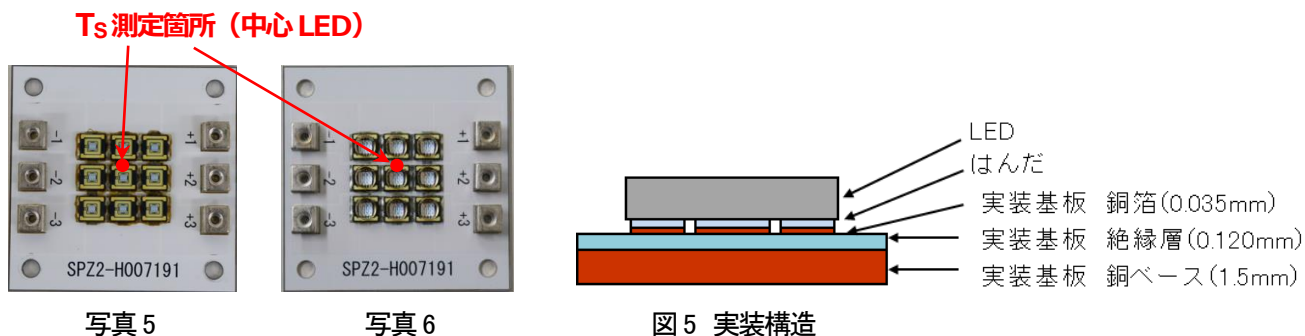


写真5 写真6
実装状態(NWSU333B) 実装状態(NWSU333B-D4)

ヒートシンク C の仕様を以下に示します。

ヒートシンクC			フィン			熱抵抗 (°C/W)
材質	サイズ(mm)	ベース厚(mm)	本数	サイズ(mm)	配列	
アルミ	100×100×t40	7	625	2×2	25×25	0.52

- 放熱グリスの熱伝導率は 5.3 W/m・K

放熱構成 4-2-1 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	NWSU333B	U385	3.5	3.4	11.9	146	171

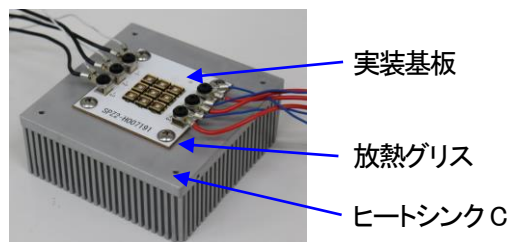


写真7 評価した光源の構成 (NWSU333B)

この放熱構成では、U385 ランク品に 3.5A を印加した場合においても、大幅に T_{JMAX} を超えました。電流値を上げるほど、また波長が短くなるほど放熱は厳しくなります。

このような高密度実装の場合、ヒートシンクだけでは冷却できないため、ファンを付けた強制空冷仕様を考えてみます。

放熱構成 4-2-2. LED9 個搭載基板+ファン付きヒートシンク(ヒートシンク C にファンを付けたもの)

ファンの仕様を以下に示します。

サイズ(mm)	風量(m ³ /min)	静圧(Pa)
92 × 92 × t38	5.05	385

放熱構成 4-2-2 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	NWSU333B NWSU333B-D4	U365	3.5	3.7	13.0	55	82
			4.5	3.7	16.7	66	101
	NWSU333B	U385	3.5	3.6	12.6	50	76
			4.5	3.6	16.2	56	90

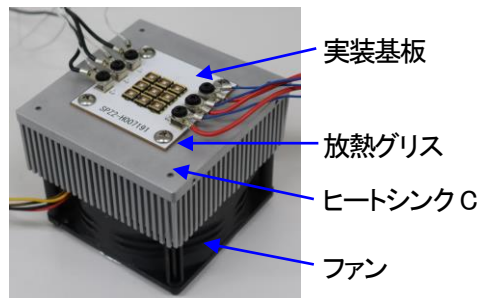


写真 8 評価した光源の構成 (NWSU333B)

この放熱構成では、U365 ランク品に 4.5A を印加した場合においてのみ T_{JMAX} を超えました。ファンを付けることで大幅に放熱性がよくなりました。U365 ランク品に 4.5A を印加する場合は、ヒートシンクサイズを大きくするか、もう少しピッチ幅を広げるなどして、十分に冷却する必要があります。

放熱構成 4-2-3. LED9 個搭載基板+水冷ヒートシンク

水冷ヒートシンクの仕様を以下に示します。

ヒートシンク		水温 (°C)	流量 (L/min.)	熱抵抗 (°C/W)
材質	サイズ(mm)			
銅	120 × 120 × t25	25	5.6	0.01

- ・ 放熱グリスの熱伝導率は 5.3 W/m・K

放熱構成 4-2-3 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	NWSU333B NWSU333B-D4	U365	3.5	3.7	13.0	39	66
			4.5	3.8	17.1	44	80
	NWSU333B	U385	3.5	3.6	12.6	35	61
			4.5	3.7	16.7	39	74

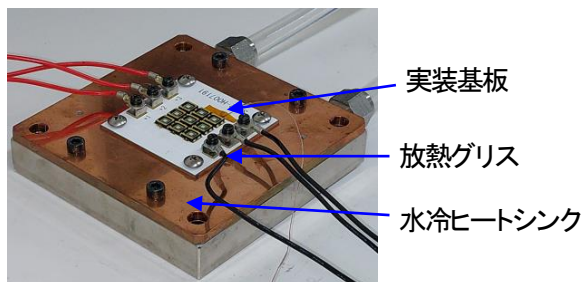


写真9 評価した光源の構成 (NWSU333B)

この放熱構成では、U365 ランク品に 4.5A を印加した場合においても、 T_{JMAX} に対して余裕のある状態でした。U365 ランク品においては、ファンを付けた強制空冷仕様では十分に冷却できない可能性があるため、水冷仕様を推奨します。

5. 注意事項

5-1. ヒートシンクの設置方向による放熱性能差

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 が上昇してしまうため、空気の動きを妨げないことが重要です。弊社では、フィンを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 6 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。

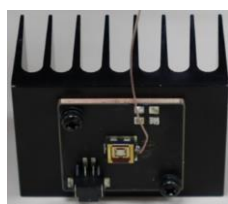

 写真10 フィン垂直
(弊社設置の向き)

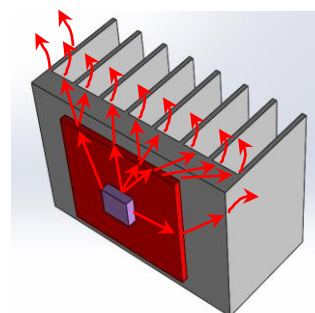
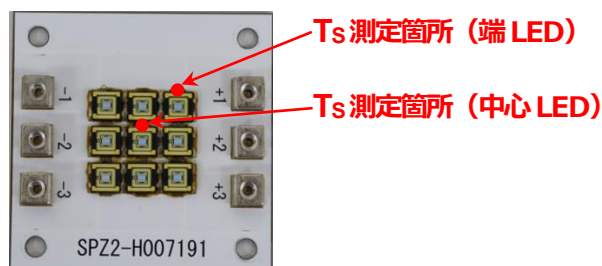
 写真11 フィン下向き
(空気の流れを妨げた向き)


図6 フィンを垂直に設置したときの熱経路イメージ図

5-2. LED を複数個実装した場合の実装位置による放熱性能差

LED を複数個実装した場合、実装ピッチや位置によって T_s が異なります。例として、放熱構成 4-2-2 において、LED を 9 個搭載したときの位置が中心のものと端のものとで、 T_s 及び T_J の比較をしました。結果を以下に示します。


 写真12 LED を 9 個搭載した LOB の T_s 測定位置

放熱構成 4-2-2. LED9 個搭載基板+ファン付きヒートシンク(ヒートシンク C にファンを付けたもの)

T_A (°C)	製品	波長ランク	I_F (A)	T_S 測定箇所	V_F (V)	W (W)	T_S (°C)	T_J (°C)
25	NWSU333B NWSU333B-D4	U365	3.5	中心	3.7	13.0	55	82
				端	3.7	13.0	47	74
			4.5	中心	3.7	16.7	66	101
				端	3.7	16.7	55	90

これによると、中心のLEDに比べて端のLEDの方が、 T_J は10°C程度低くなっています。このため、 T_J が最も高くなる中心位置のLEDで T_S 測定し、熱設計してください。

6. まとめ

実装LED数が1個の場合においては、ヒートシンクのサイズを大きくすることで、 T_{JMAX} を超えない領域で駆動できる可能性があります。

複数個のLEDが高密度実装されている場合においては、ヒートシンクのみでは T_{JMAX} 以内に抑えることは厳しいですが、ヒートシンクにファンを付けたり、水冷仕様にすれば、 T_{JMAX} 以内に抑えることができます。高密度実装では、隣り合うLED同士間で熱の干渉が発生し放熱性が悪くなるため、ピッチ幅を十分に確保するか、強制空冷や水冷仕様にして、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。

備考

NWSU333B 及び NWSU333B-D4 では、絶対最大定格を、 I_F は4.5A、 T_J は100°Cと定めています。左記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、以下の注意点を御読みいただき、ご了承いただいた上でご利用ください。

- ・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