

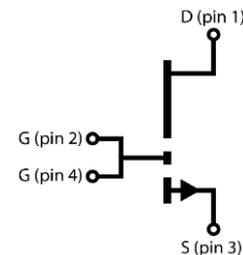
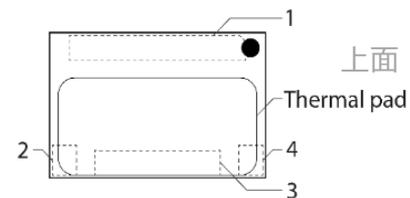
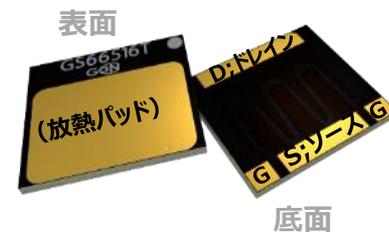
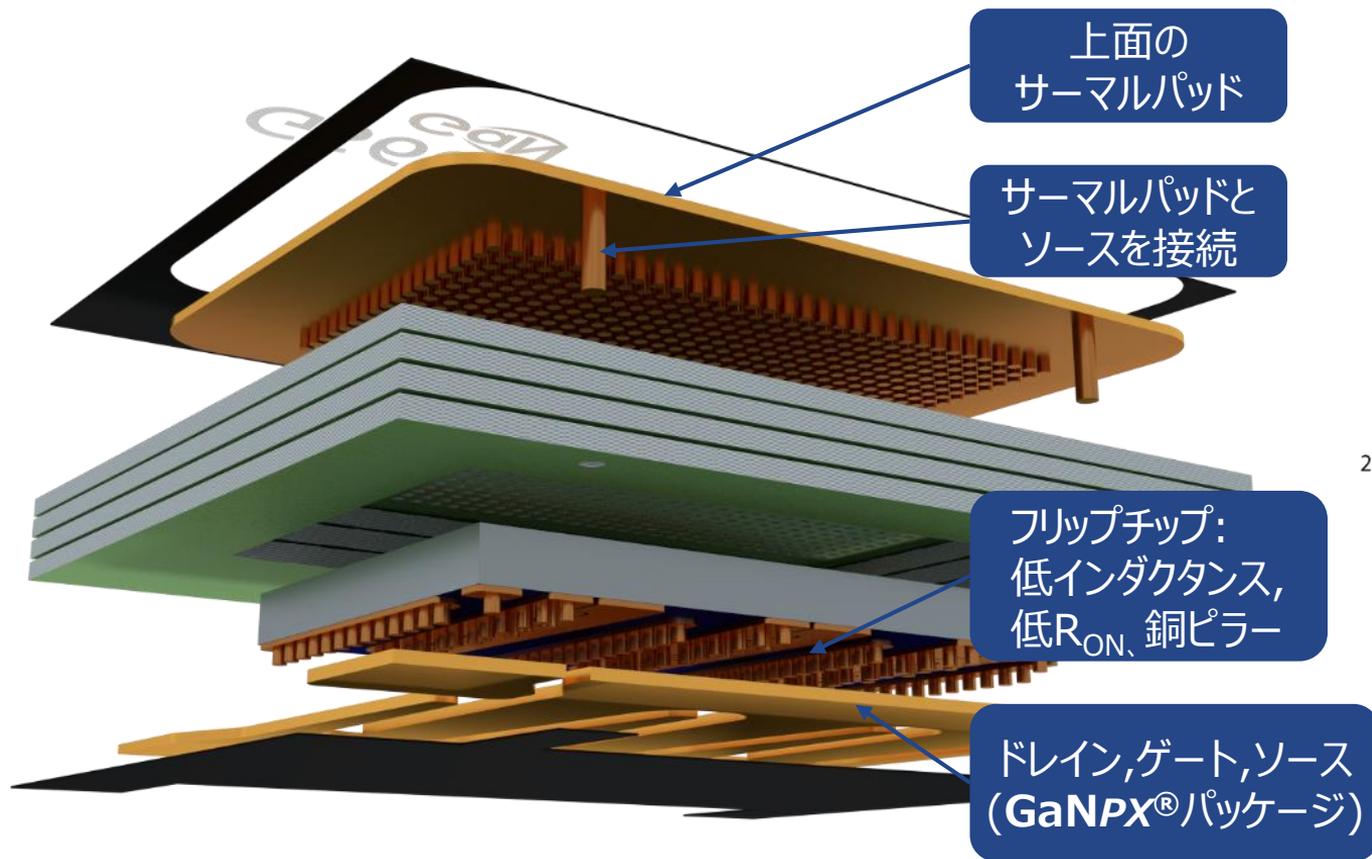


## GN002 Application Note

# GaN Systemsの上面冷却 GaNPX<sup>®</sup>-Tパッケージデバイスの熱設計

October 30, 2018

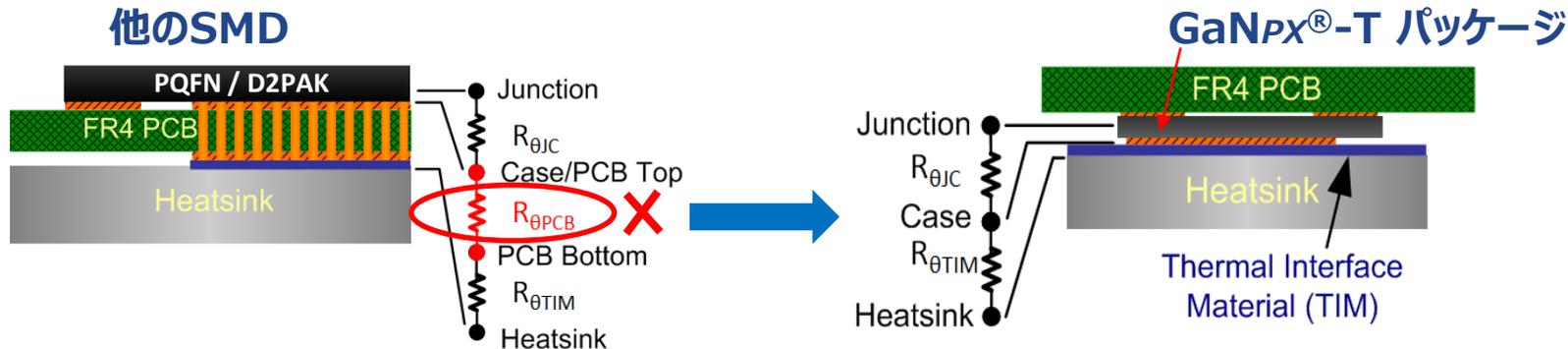
- 基本-上面放熱GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージ
- GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージによる高出力の熱設計
- ヒートシンクの取り付け設計に関する考慮事項
- 曲げ圧力と変形限界



GaNPX<sup>®</sup>-T パッケージ、トップサイドヒートシンクを備えた高電力アプリケーション向けに最適化

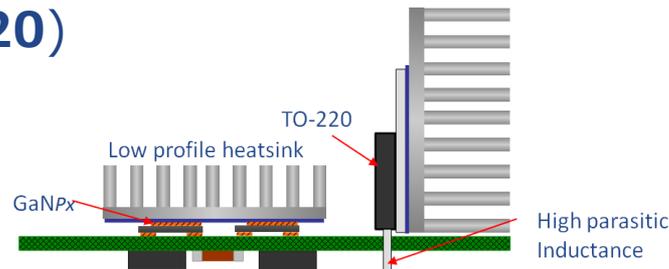
## PCBのサーマルパスを除去 (対 他のSMD)

- シンプルなPCBレイアウト
- PCBスペースをつくり寄生容量を低減
- 優れた熱性能



## より小形化を実現する, 低背設計 (対TO-220)

- 高電力密度、低背設計
- パワーループインダクタンスの改善
- EMIの低減
- 超高密度設計のための最小の実装面積

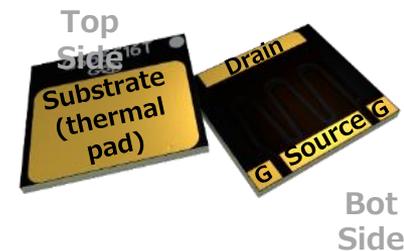


- 基本-上面放熱GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージ
- GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージによる高出力の熱設計
- ヒートシンクの取り付け設計に関する考慮事項
- 曲げ圧力と変形限界

熱移動は異なる3種類の現象です

- **熱伝導** – 直接接触を介す
- **対流** – 流体の動きによる（空気は流体）
- **熱放射** – 電磁波による

当社の上面放熱のGaNPX®-Tパッケージは、主に熱伝導に依存して、熱を内部のダイ表面（ジャンクション）からGaNPX®-Tパッケージの外部上面および下面に伝達します。システムレベルでは、対流冷却が支配的です。



$$R_{\theta JC}$$

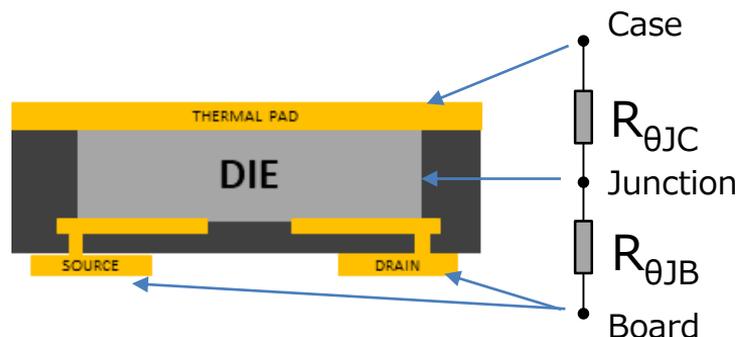
ジャンクション-to-ケース 熱抵抗

デバイス上部のダイ（ジャンクション）から基板パッド（ケース）までの熱抵抗

$$R_{\theta JB}$$

ジャンクション-to-基板 熱抵抗

ダイ（ジャンクション）からデバイス（ボード）の底面のドレインおよびソースまでの熱抵抗



$$R_{\theta JC} = \frac{T_J - T_{Case}}{P}$$

$$R_{\theta JB} = \frac{T_J - T_{Board}}{P}$$

## 650 V Devices

GaNPx <sup>®</sup> package	$R_{\theta JC}$ (°C/W)	$R_{\theta JB}$ (°C/W)
GS66506T	0.7	7.0
GS66508T	0.5	5.0
GS66516T	0.3	3.0

GS66506T



GS66508T



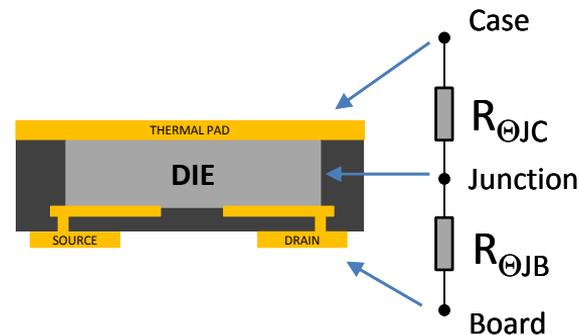
GS66516T



## 100 V Devices

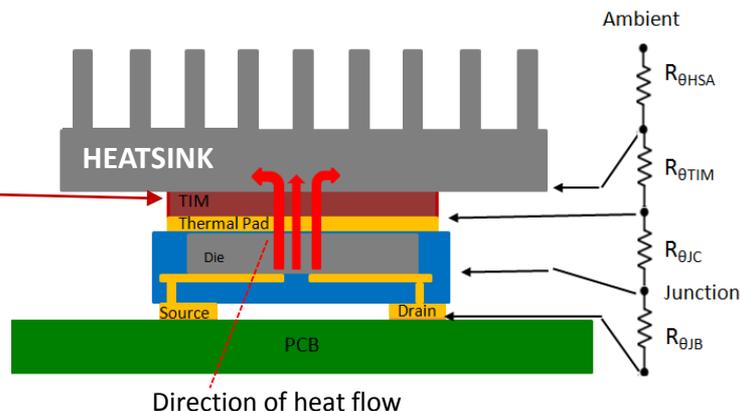
GaNPx <sup>®</sup> package	$R_{\theta JC}$ (°C/W)	$R_{\theta JB}$ (°C/W)
GS61008T	0.55	5.5

GS61008T



上面の放熱パッドは、ヒートシンクを取り付けるための低い熱抵抗の経路を提供します。

熱伝導を改善するには、デバイスのサーマルパッドと外部ヒートシンクの間にはサーマルインターフェース材料（TIM）を配置する必要があります。TIMはデバイスとヒートシンク間のエアギャップとボイドを埋めて、熱伝達を改善します。TIMにはさまざまな熱抵抗があります。



$$R_{\theta JA} = R_{\theta JC} + R_{\theta TIM} + R_{\theta HSA}$$

## R<sub>θTIM</sub>

### TIM の熱抵抗

#### TIMの考慮事項：

- 熱伝導率
- 接触抵抗
- 厚み/位相
- 電氣的絶縁

## R<sub>θHSA</sub>

### ヒートシンク-to-雰囲気 熱抵抗

#### ヒートシンクに関する考慮事項

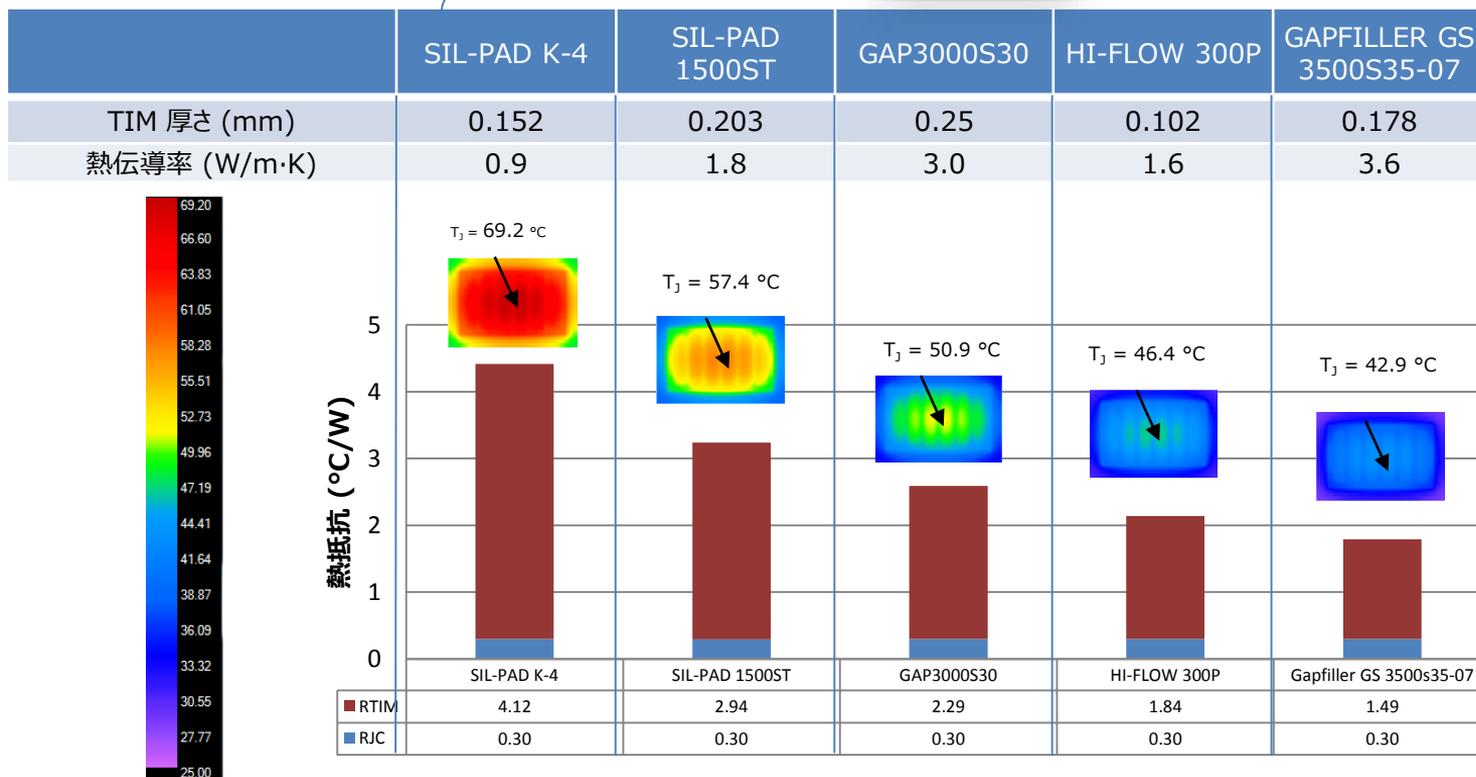
- 熱伝導率
- ヒートシンクサイズ/重量
- 熱対流経路：  
フィン形状/空冷無しで最大効率を得る空気の流れ

## 動作条件

- 電力  $P = 10\text{ W}$
- ヒートシンク温度  $T_{HS} = 25\text{ °C}$



[http://www.bergquistcompany.com/thermal\\_materials/](http://www.bergquistcompany.com/thermal_materials/)



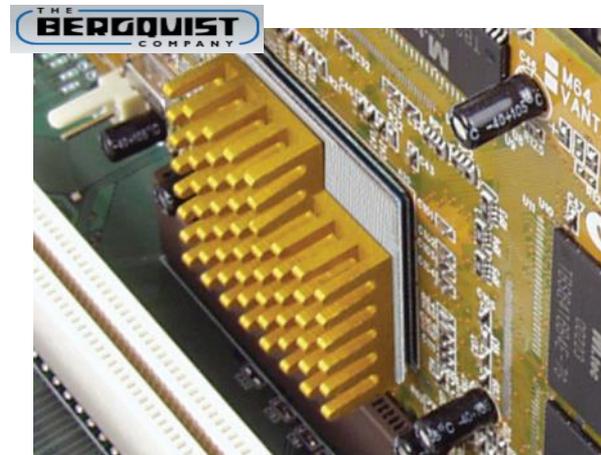
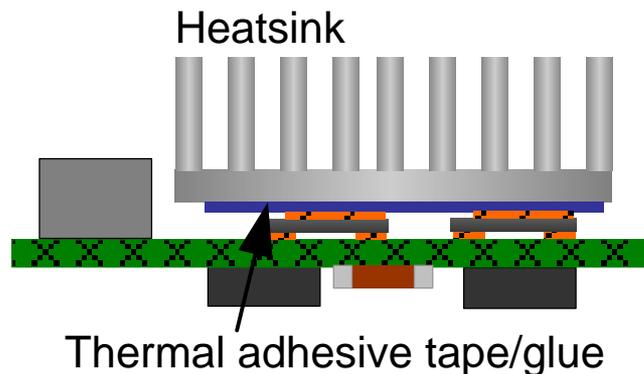
GS66516TおよびPCB (回路図およびレイアウト) を使用した高出力電気設計については、**GN004**を参照してください

- 基本-上面冷却GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージ
- GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージによる高出力の熱設計
- ヒートシンクの取り付け設計に関する考慮事項
- 曲げ圧力と変形限界

## 熱接着テープ/接着剤:

小形軽量のヒートシンクを備えた低電力設計向け

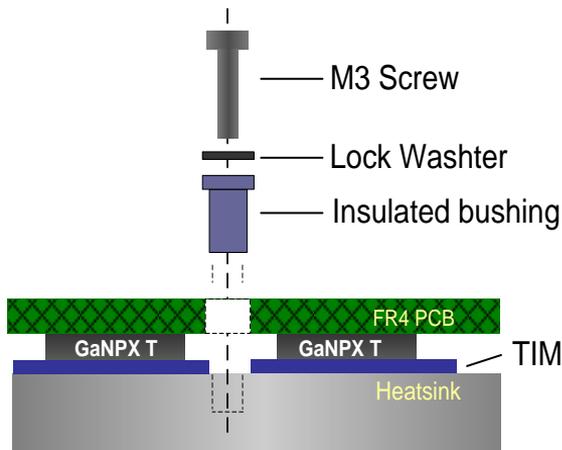
- 低コスト
- シンプルな機械設計
- 必要な取り付け穴なし
- 組み立て中に事前に圧力を加える
- フローティングまたはEMIのためのクリップを介して接地したヒートシンク



例: Bergquist® BondPly series 100

## 中央に1つの取り付け穴

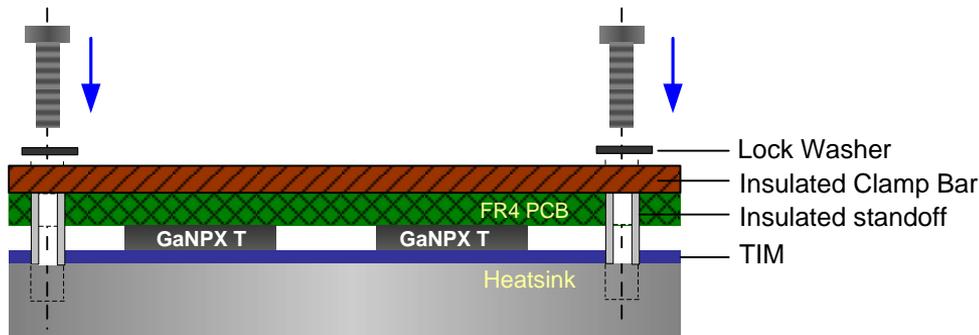
- 2つのデバイス間でバランスのとれた圧力
- 通常推奨最大圧力～50psi
- 故障なく100psiまでテスト済み
- 小さなヒートシンクの取り付けに適する



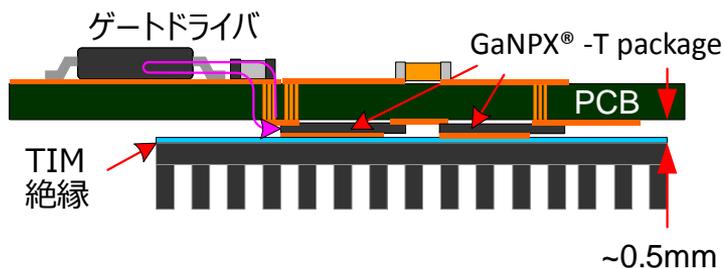
## 2つ以上の大型ヒートシンク取り付け穴

PCBの曲げ応力の影響を受けやすい：

- PCBの過度の曲げは、GaNPX<sup>®</sup>-Tパッケージやその他のSMD部品にストレスが発生し、回避が必要
- 取り付け穴をGaNPX<sup>®</sup>-Tパッケージの近くに配置追加の機械的サポートのために、PCBの上部にサポートクランプバー(Clamp Bar)の使用を推奨する



## GaN<sub>NPX</sub><sup>®</sup>-T パッケージの裏面にその他の部品を配置



ヒートシンク/シャーシ-GaN<sub>NPX</sub><sup>®</sup>-Tパッケージに機械的に取り付け

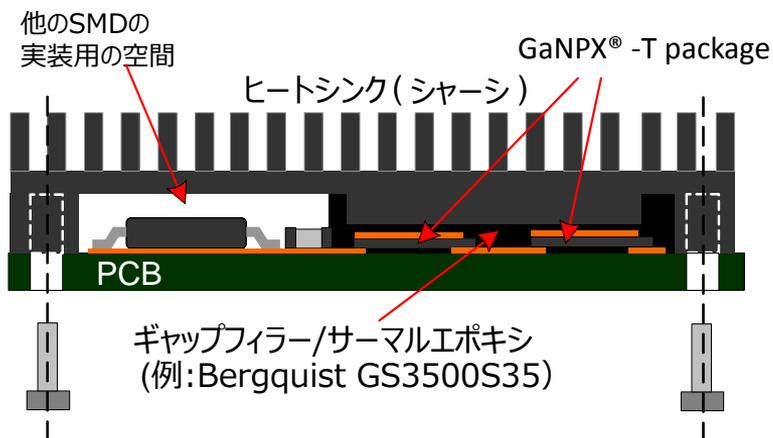
### 長所

- 優れた熱性能
- シンプルなヒートシンク設計

### 短所

- デバイスの機械的ストレス
- 沿面距離の確保
- ゲートドライブループが大きい

## GaN<sub>NPX</sub><sup>®</sup>-T パッケージと同一面にその他の部品を配置



ヒートシンク-PCBに機械的に取り付け

ヒートシンクの底-他の部品を実装できるように空間を成形  
その空間はギャップフィラーまたはサーマルエポキシで埋める。

### 長所

- GaN<sub>NPX</sub><sup>®</sup>-Tパッケージへの直接的な機械的ストレスなし
- 片面配置
- ゲートドライブループが小さい

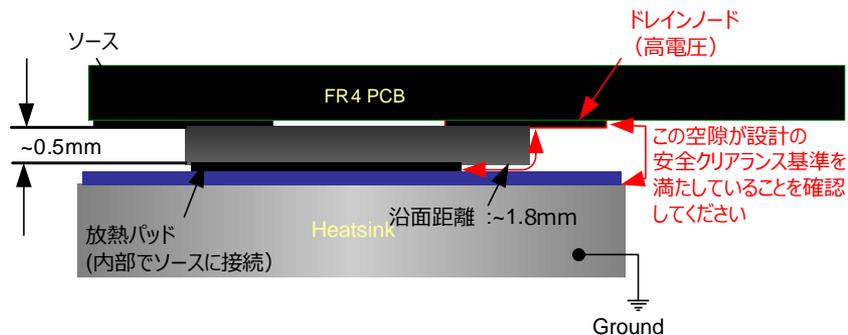
### 短所

- 熱抵抗が大きい
- ヒートシンク設計が複雑

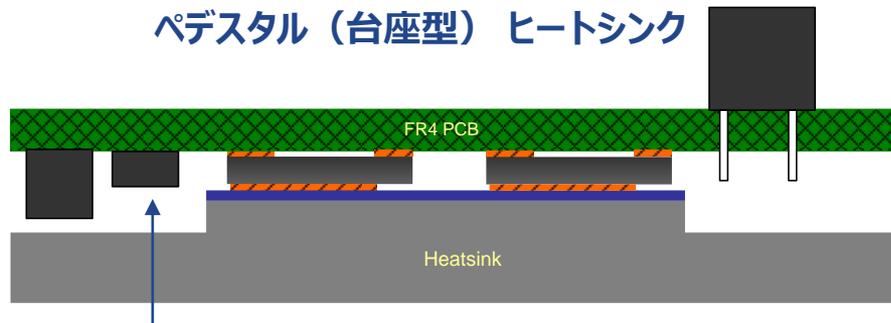
## ヒートシンクを使用する場合、 沿面距離と空間距離の規格を 満足するように設計します

- TIMを使用して、クリアランスが基準を満足するようにヒートシンクエッジをカバーします
- スルーホール部品をGaNPX®-Tパッケージの近くに配置しないでください
- ペDESTルヒートシンク設計を使用して、隙間を増やし、ヒートシンクの下にSMT部品を配置できるようにします。

### 標準ヒートシンク



### ペDESTル（台座型）ヒートシンク

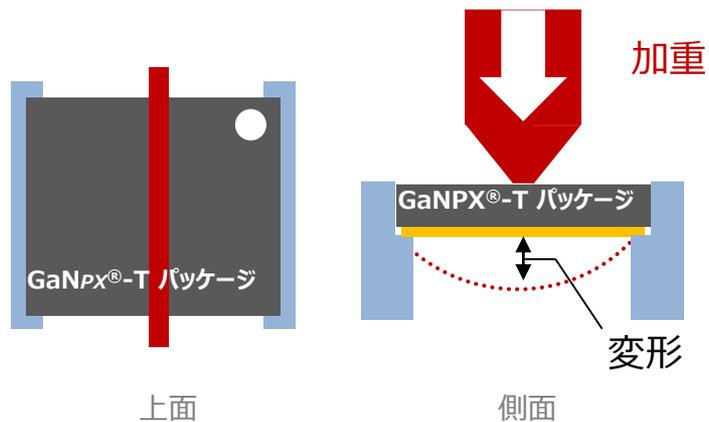


ペDESTルヒートシンクは、ヒートシンクの下にSMTデバイスを配置するためのクリアランスをとれます

- 基本-上面放熱GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージ
- GaN<sup>®</sup>PX-Tパッケージによる高出力の熱設計
- ヒートシンクの取り付け設計に関する考慮事項
- 曲げ圧力と変形限界

Part Number	変形限界(μm)	圧力限界(Psi)
GS66508T	50	100
GS66516T	120	100

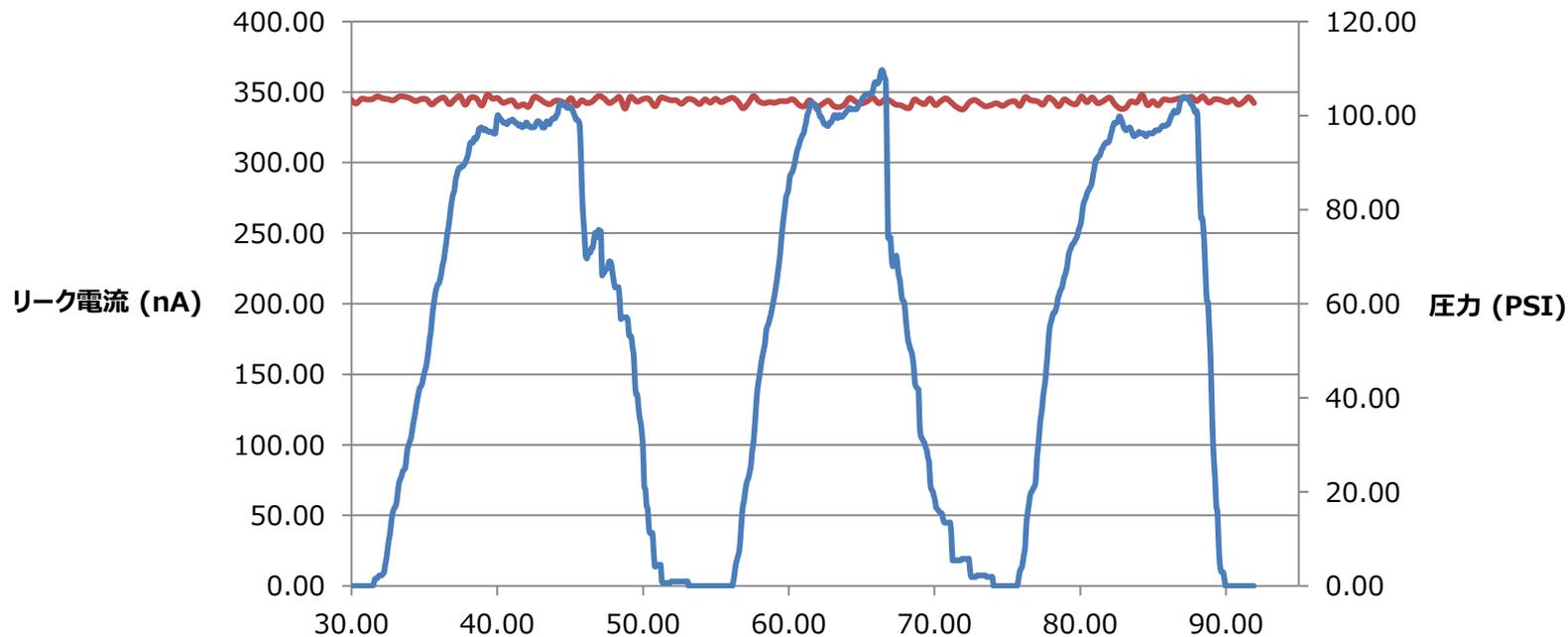
## 変形試験



## 圧力試験



## 例: GS66508T



DUT(試料) 100PSIを3回加圧, リーク電流に変動無し

400V  $V_{DS}$  を印加 (@ 25°C)

リーク電流 =  $I_{DSS} + I_{GS} + I_{BULK}^*$  (\*Substrate)

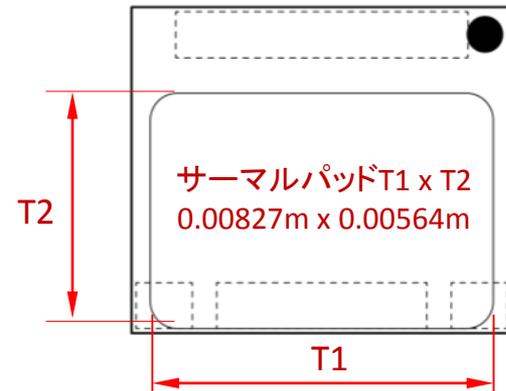
サーマルパッドの接触面積を計算する必要があります。  
この例では、両方のデバイスの合計接触面積値は  
 $0.0000933 \text{ m}^2$ .

ファスナー自体の特性も必要です。この場合、M3 x 0.5  
スチールスクリュー

- ねじ径 =  $0.003 \text{ m}$
- 75% プルーフローディングの =  $847.5 \text{ N}$

他のファスナーの値は、次のISO規格を参照して見つけることができます

- **ISO 898-1:2013**
- **ISO 898-7:1992**



これらの値を使用して、次の式を使用して、この例のネジ止めのトルクとデバイスにかかる圧力の関係をプロットできます。

$$P_{i(i=0,1;0.1)} = \frac{F_{i(i=0,1;0.1)}}{A}$$

$$F_{i(i=0,1;0.1)} = \frac{Q_{i(i=0,1;0.1)}}{\beta \times \gamma \times d}$$

Q = 締付トルク (N-m)

P = デバイスへの圧力 (kPa)

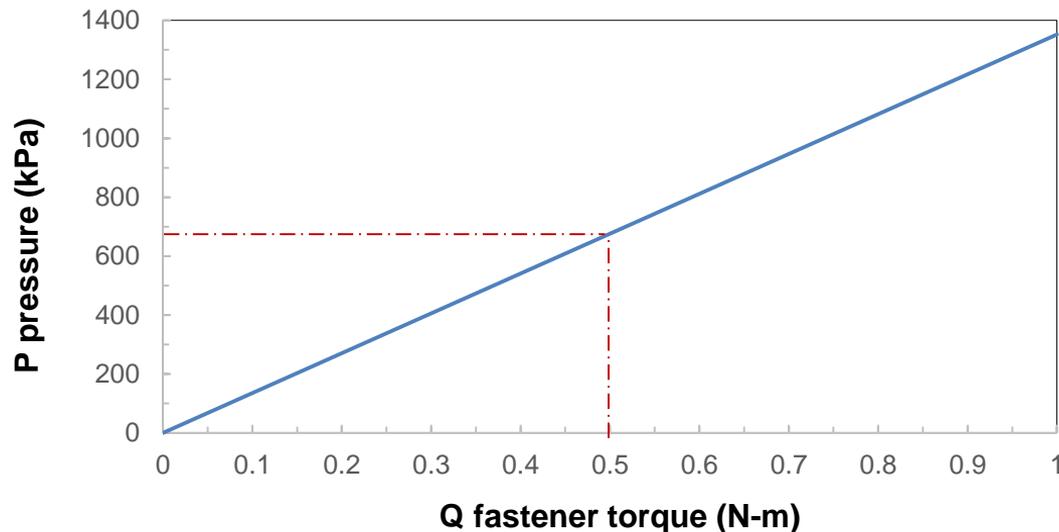
A = サーマルパッドの接触面積(s) (m<sup>2</sup>)

d = ネジ径 (m)

F = 75% ISO保証荷重 (N)

$\beta$  = 0.2 (締付係数)

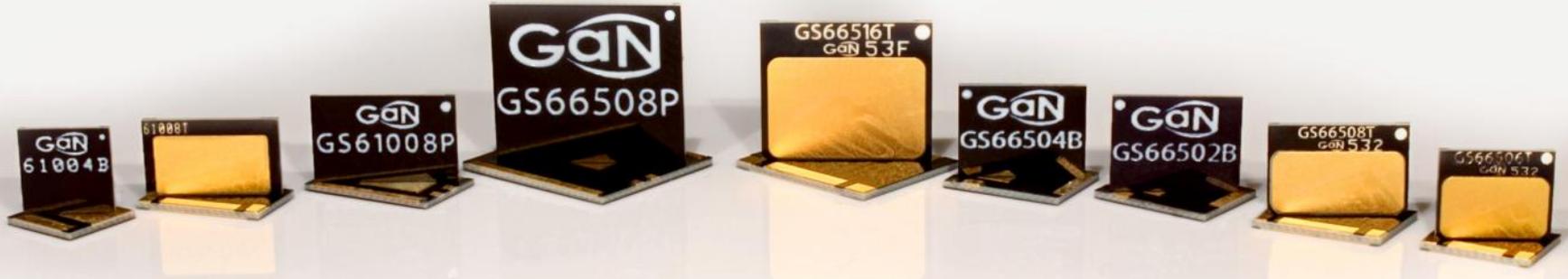
$\gamma$  = 0.115 (PCB 組み立て係数)



**0.5 N-m**のトルクにより、GS66516Tデバイスのサーマルパッドに約680 kPa (98.6 PSI) の圧力が発生します。これは、公表されている最大値です。

Tomorrow's power today™

**GaN** Systems



**GaN** Systems

[www.gansystems.com](http://www.gansystems.com) • North America • Europe • Asia