

TO220 高電力抵抗器の放熱器の選定

ニッコー株式会社営業部 2009/07/31

1. 直流・交流負荷の場合の放熱計算

直流・交流負荷の場合、抵抗器に加える負荷電力は図 1 に示す負荷軽減曲線によって制限されます。

例えば、定格電力 50W の TO-220 抵抗器、RNP-50U を、直流・交流負荷 10W で使用する場合、図 1 の負荷軽減曲線の赤色線で示すように、抵抗器の金属フランジの温度を 130°C 以下で使用する必要があります。フランジ温度 130°C は、最も厳しい値です。抵抗器を放熱器に取り付け、周囲温度 50°C で動作させる場合を考えます。周囲温度 50°C という値は電子機器のケース内の空気温度であり、この値は、お客様の機器設計基準によって、決められています。この場合抵抗器で発生する熱は、抵抗器のフランジから放熱器を介して周囲の空気に伝導されますから、放熱器の冷却能力、すなわち、放熱器の熱抵抗 (R_{th}) は、次式で計算できます。

$$R_{th} = \frac{130 - 50}{10} = 8.0 \text{ (K/W)}$$

アルミブロックの放熱器メーカーの仕様書から、8 K/W に近い放熱器を探せば、例えば、図 2 に示す形状寸法のオンボード型放熱器を見つけることができます。この放熱器の冷却能力は、54x50x15mm という包絡体積で決まり、その熱抵抗は、6.58K/W です。図 2 の放熱器を使用することとして、フランジ温度を再計算すれば、RNP-50U を図 2 の放熱器に取り付け、周囲温度 50°C の機器内で、10W の定常的な電力を与えたとき、抵抗器のフランジ温度 (T_f) は、

$$T_f = (6.58 \times 10) + 50$$

$$T_f = 115.8 \text{ deg C}$$

であり、抵抗器フランジと、取付け面部分の放熱器温度は、100°C を超えた温度で、正常に動作することとなります。ただし、放熱器の中心部以外の表面は、周囲温度に近い温度で動作します。

2. アルミ板放熱器

回路基板に垂直に取り付けたアルミ板 (厚み 1mm) を放熱に使用する場合は、図 3 に示すグラフから、必要な熱抵抗 7.0K/W を赤色線に沿って放熱板面積 10,000 平方 mm を求めます。そのアルミ板と抵抗器を図 6 のように回路基板に取り付け、上に述べた 10W 負荷で抵抗器を動作させることができます。図 3 の横軸は、放熱板の片側面積であり、両面を空気の対流で冷却する場合は、1/2 の面積で冷却することができます。

3. 回路基板へ直接抵抗器を取り付ける場合

図 4 に示すように、TO220 抵抗器を回路基板に直接取り付ける場合、回路基板の冷却能力は、図 5 のように、冷却能力は劣化します。参考までに、100mmx100mm の紙フェノール基板では、熱抵抗は、16.5K/W であり、10W の発熱を放熱する用途には使用できません。

4. 抵抗器の自立実装

抵抗器を、図 7 に示すように回路基板に自立実装する場合は、抵抗器表面からの熱放散が行なわれ、フランジから周囲の空気への熱抵抗は、約 58K/W となりますから、抵抗器の負荷は、1W ないし 2W が限界となります。

5. その他の実装法

その他の実装法として、図 8、図 9 を参照してください。

6. 注記事項

上記計算の負荷上限電力、許容温度は、事例として使用した数値を記載してあります。実際の設計においては、安全率への考慮と適切な負荷軽減をされるよう推奨します。

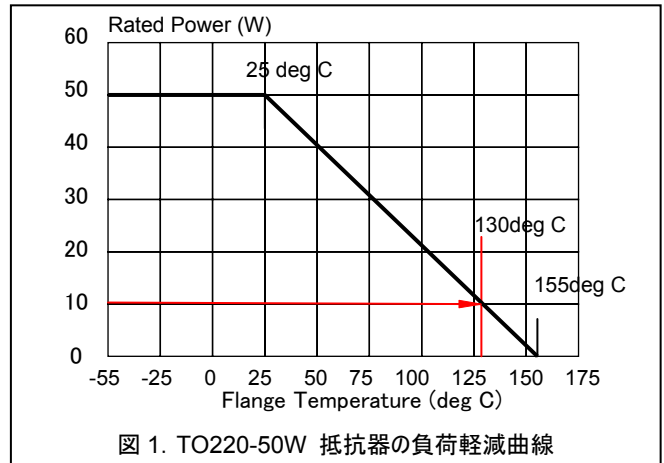


図 1. TO220-50W 抵抗器の負荷軽減曲線

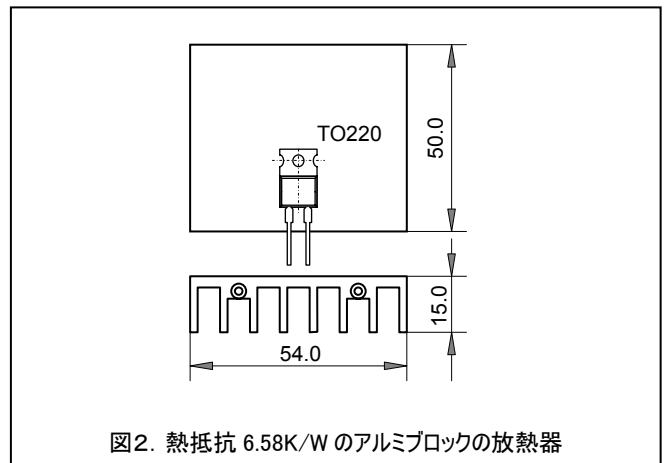


図 2. 熱抵抗 6.58K/W のアルミブロックの放熱器

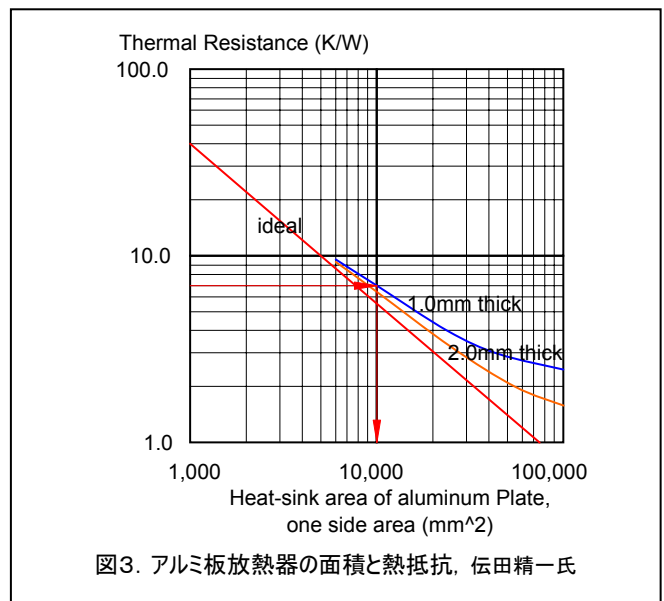


図 3. アルミ板放熱器の面積と熱抵抗, 伝田精一氏

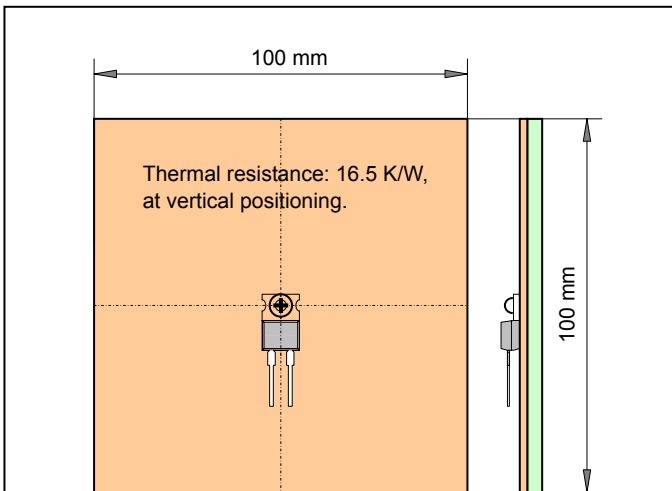


図4. 垂直に設置した、片面銅箔紙フェノール回路基板による熱放散、熱抵抗は、16.5K/Wである

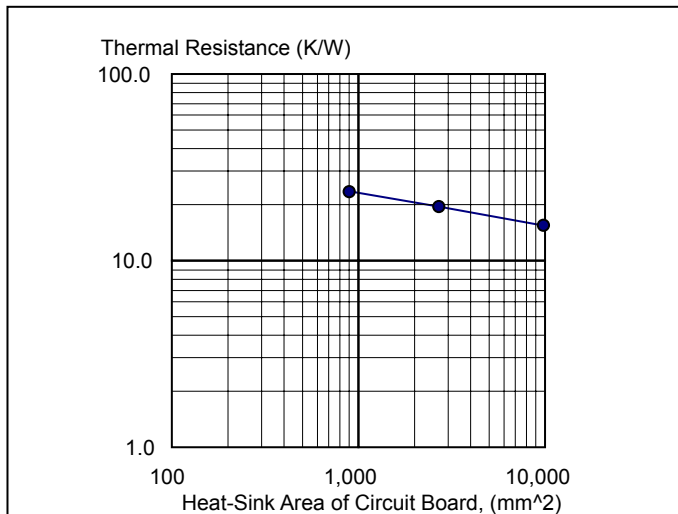


図5. 垂直に設置した回路基板の面積と熱抵抗
23.5K/W(30mmx30mm), 20K/W(50mmx50mm), 16.5K/W(100mmx100mm)

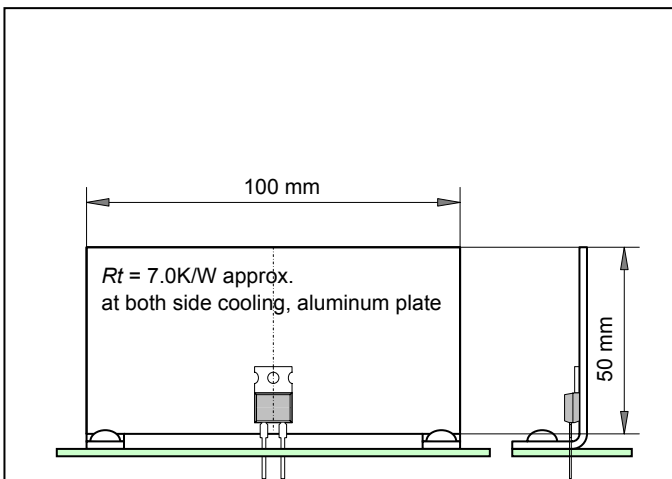


図6. 回路基板に対して垂直に設置したアルミ板放熱器、熱抵抗は、7K/W

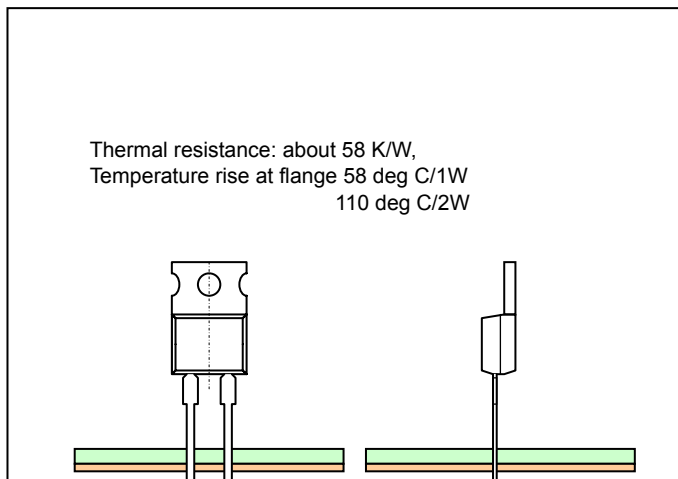


図7. TO220 抵抗器の自立実装、リードから回路基板への熱伝導を無視したとき、熱抵抗は、約 58K/W

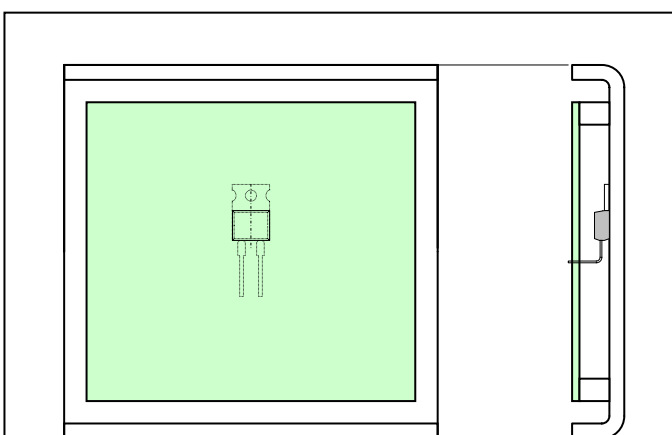


図8. TO220 抵抗器の実装事例、抵抗器をシャーシに取り付け回路基板の裏側に実装、ただし、抵抗器取付部分は、シャーシ温度が高温になることを留意する

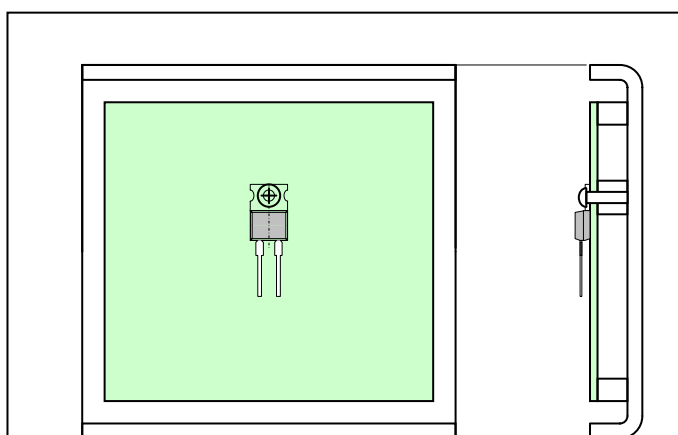


図9. TO220 抵抗器の実装事例、抵抗器を回路基板上に実装し、金属ねじ、あるいは金属スリーブによってシャーシに熱を放熱する方法