RP-60-20
アプリケーションノート

※ 基本的な取扱い方法は「**RP-60-20**取扱説明書」をご参照ください。

1.概要

本製品は、電流の方向が一方向にのみ流れるようにし、逆方向へ流れようとする電流を防止することを目的としたモジュールです。
製品内部に低オン抵抗のNチャネルMOS-FETを使用しています。
動作としては、製品の入出力電圧を監視しており入力電圧が高い時はMOS-FETがオンするよう制御し出力側へ順方向に電流を流します。逆に、出力電圧が高くなった時はMOS-FETがオフするよう制御され入力側へ流れようとする逆方向の電流を遮断します。
一般にダイオードと呼ばれる半導体と同じ動作ですが、MOS-FETを使用することによりダイオードと比べると発生する電力損失が少なくなります。
このような機能を理想ダイオードと呼び、電源の冗長運転や高電流ダイオードアプリケーションにおいて、ダイオードの代替品として使用できます。

2.特徴

① 一般的なダイオードモジュールに比べて小型・高密度実装が可能です。
② 一般のダイオードに比べて、電流を流した時に発生する順方向電圧 Vf に相当する電圧降下が小さいため、電力損失が少なく製品発熱が低いです。
③ 入出力は端子台仕様であり、弊社製品のEVSシリーズ、HWS-L/BATシリーズなどの電源と組み合わせて使う場合、配線方法が同じため実装が容易です。
④ ネジで直接筐体等に固定できる、L板金付のカタログオプションもあります。
⑤ 自然空冷なので、システムの静音化も可能です。
⑥ 本製品を制御する電源を用意する必要がありません。
⑦ 基板部品面に露出しているアルミ板金は、フレームグランドと同電位のため安全性が高いです。
⑧ 安全規格のUL60950-1、CSA60950-1、EN60950-1を取得しています。

3. 逆流防止ダイオードとしての使い方

① 基本的な構成

本製品をバッテリなどの充電時に、逆流防止ダイオードの代替品として使用します。
基本的な接続方法は以下の図1を参考にしてください。

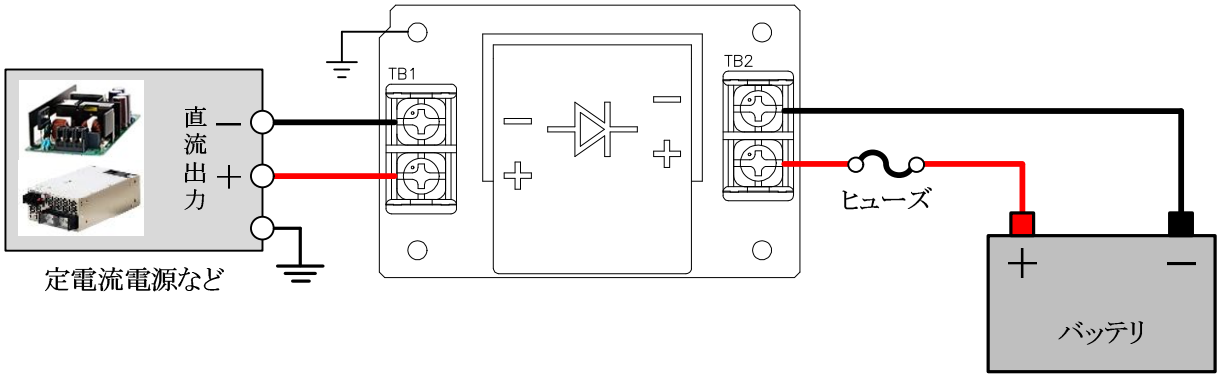


図1　基本的な接続例

本製品は、内部にコントロールICを内蔵しており、入力側（TB1）と出力側（TB2）の電圧を比較して“入力側（定電流電源の出力側）電圧”＜“出力側（バッテリ側）電圧”となった場合に、製品内部のMOS-FETをオフにすることでバッテリ側から定電流電源へ流れようとする電流の逆流を防ぎます。

バッテリは内部抵抗が低く、短絡等で容易に大電流が流れます。本製品は内部にヒューズ等を内蔵しておりませんので、回路のショート、誤配線による過電流での破壊、焼損等を防止するため、バッテリとの間にヒューズまたはブレーカ等の保護素子を必ず入れてください。

ヒューズの容量は、大きすぎると適切な保護にならず、小さすぎると正常動作中に切れてしまう可能性があります。

本製品は定格電流の20A以下で使われることを想定して設計されていますので、25A～30A程度のヒューズを推奨します。

② 並列接続(電流容量20A以上40A以下で使用する場合)

本製品単体での並列接続は最大2台まで使用することが可能です。並列にして使用する場合、最大20Aの電流容量を2倍の40Aに増やすことができます。構成例を図2に示します。

ただし、本製品には並列動作時に2台の電流をバランスさせる機能がないため、図2の構成で使用する場合、安全に使用して頂くため1台毎に流れる電流が20A以内であることを確認してから使用してください。また、バッテリを接続する場合、過渡的に定格電流の20Aを超える可能性のある場合は必ずヒューズを各製品ごとに設置してください。

電流をバランスさせるために入力線と出力線は、同一サイズ、同一長さのものを使用し、配線インピーダンスが均等になるようにしてください。また、注意事項として配線インピーダンスが均一になるようにセッティングしたとしても、並列接続された各々の製品の周囲温度に差がある場合、電流バランスが崩れ、一方の製品の電流が増加する恐れがあります。並列接続の際は、なるべく2台の周囲温度が同じになるように、製品配置に気をつけてご使用ください。

それ以上の並列数で使用する場合は、次項図3の構成にするか弊社担当者にご相談ください。

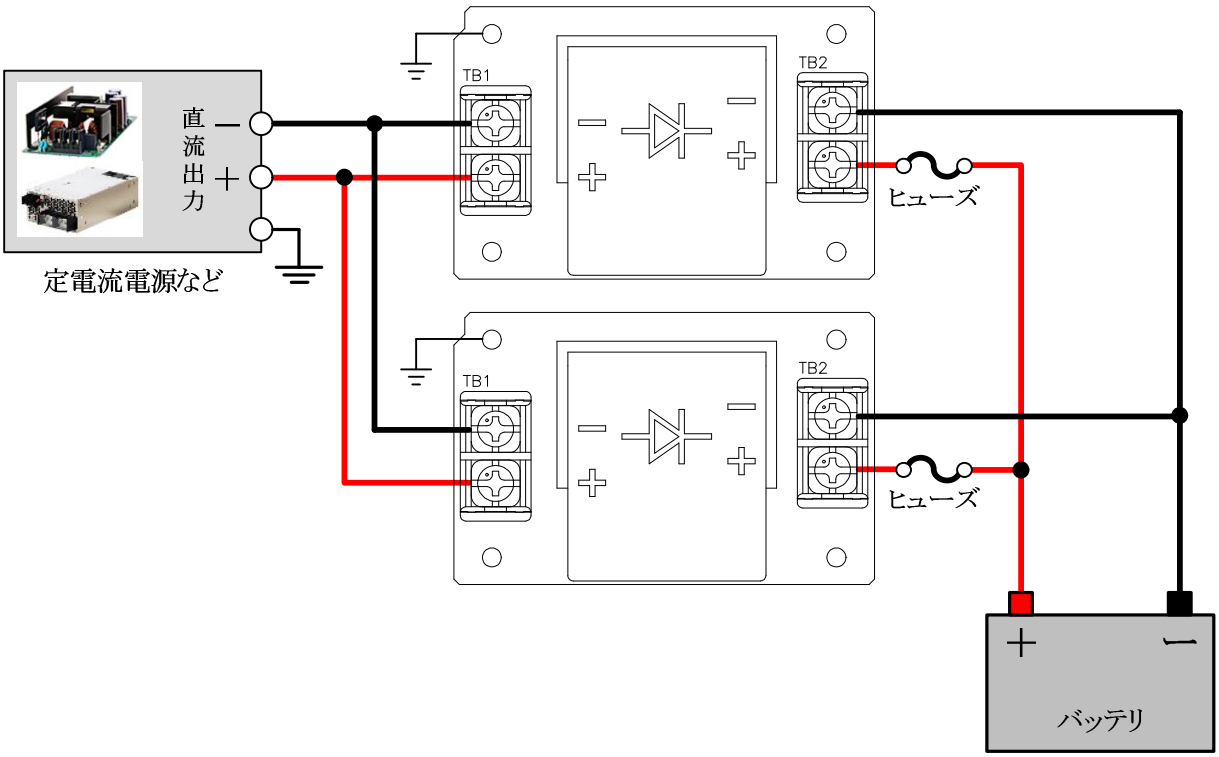


図2 並列接続(電流容量20A以上40A以下で使用する場合)

③　並列接続（電流容量40A以上必要な場合）

前項②の並列接続以上に電流容量を増加させる場合は、図3のように接続してください。電源1台と本製品(並列台数は2台まで)を1セットとし、それらを増設してください。また、バッテリを接続する場合、過渡的に定格電流の20Aを超える可能性のある場合は必ずヒューズを各製品ごとに設置してください。

このような結線を行う場合、増設数に上限はありません。

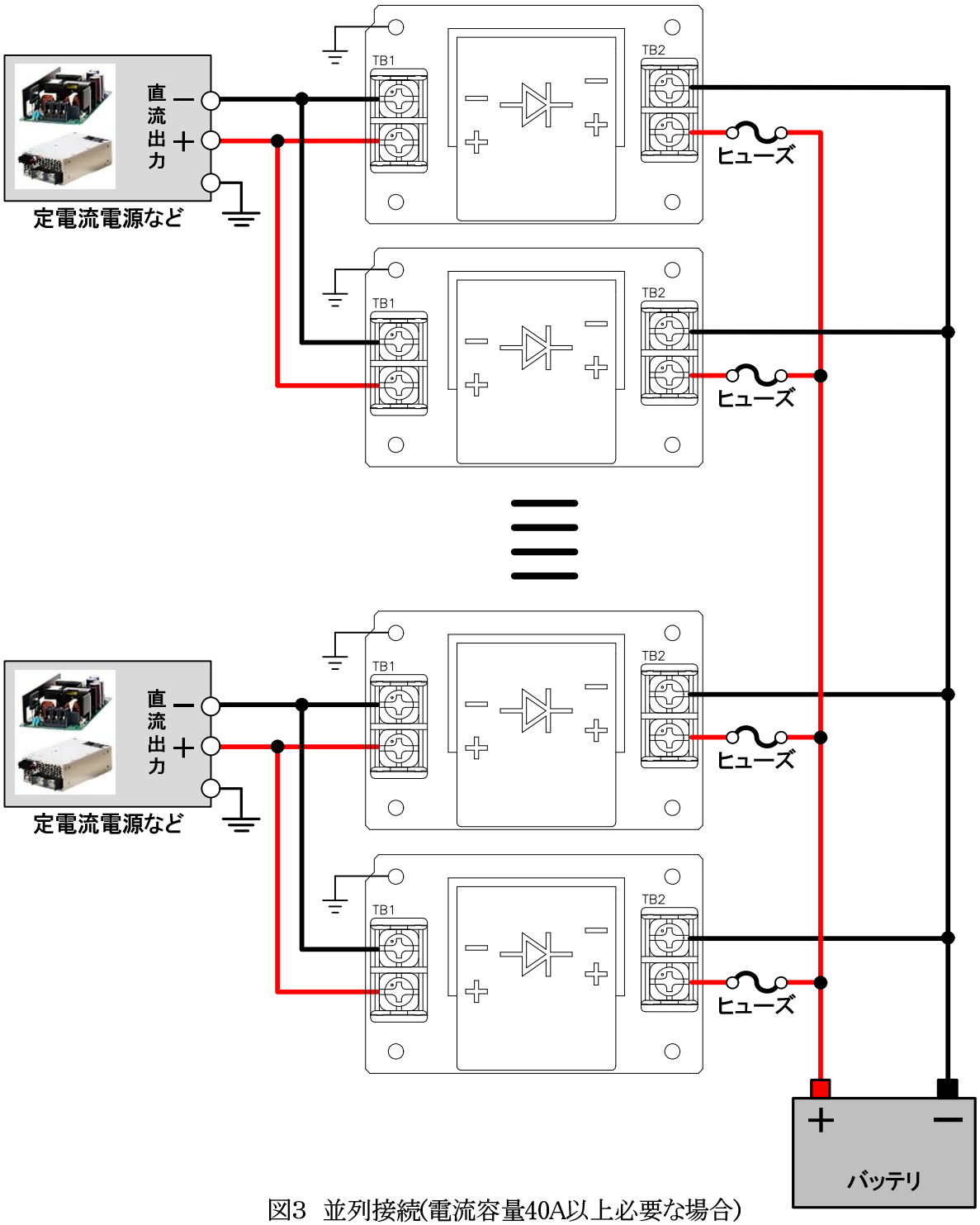


図3　並列接続(電流容量40A以上必要な場合)

4. オアリングダイオードとしての使い方

本製品はダイオードに比べ電力損失が小さい為、発熱が少なく、電源をホットスワップ（活線挿抜）で、並列運転する場合のオアリングダイオードとしての使用にも最適です。

構成例を図4に示します。

通常のオアリングダイオードと同様に、電源の出力側に接続して使います。本製品の定格電流20Aを超えないように、電源を選定してください。

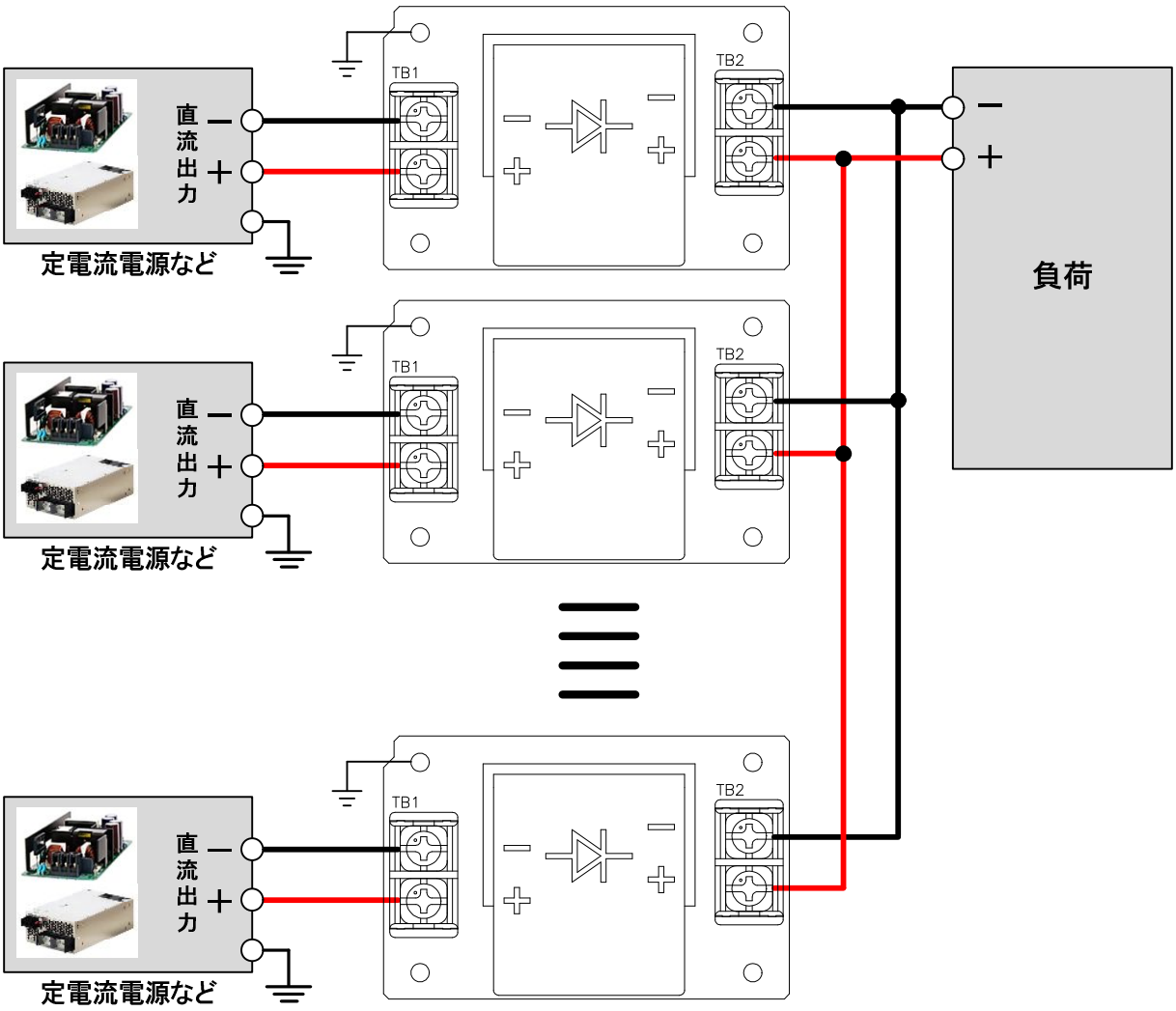


図4 オアリングダイオードとしての例

5. 逆電流

逆電流とは内部のMOS-FETがオフとなった場合、出力側から本製品内部に流入するMOS-FETのドレイン-ソース間の漏れ電流と、ゲートドライブ回路の消費電流の総和であり、最大逆電流は50μAです。

この逆電流は周囲温度や製品温度上昇に伴い増加する特性をもっています。

6. 製品内部MOS-FETのボディダイオード

本製品にはMOS-FETを使用しており、その構造上内部に寄生ダイオードを持っています。これはボディダイオードと呼ばれ、MOS-FETのソース-ドレイン間に並列に接続されています。

図5は、本製品のブロック図を示したもので、ボディダイオードの方向はMOS-FETソースからドレインに順方向に存在します。

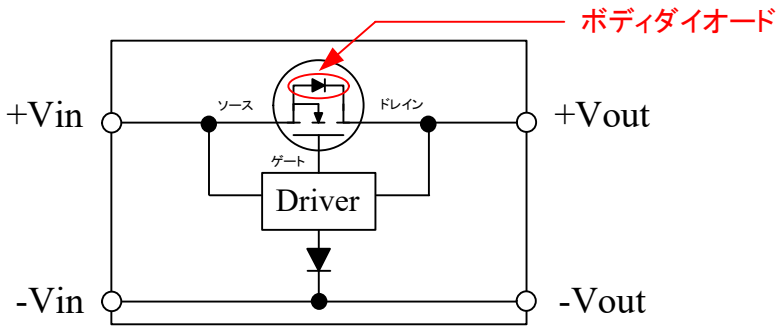


図5　RP-60-20 のブロック図

このボディダイオードは製品仕様範囲内の使い方では、特に気にする必要はありませんが、製品仕様範囲以下の低入力電圧時やDriver回路がなんらかの理由により動作しない場合など、MOS- FETがオフになる状態ではソース-ドレイン間に流れている電流が全てボディダイオードの順方向に流れます。この場合、通常のダイオードと同じく順方向電圧Vfが発生しますので、発熱量が増加します。この状態で使い続けると、内部MOS-FETの発熱ににより製品が破損する可能性がありますので、発熱量の増加には十分に注意してください。

7. 異常時の検出方法

入出力間に発生する電位差を確認することにより、故障状態・異常状態を検出することが可能です。通常、製品に20Aの電流が流れた場合、入出力間に発生する電圧差は200mV以下ですが、製品仕様範囲外の低入力の電圧が印加された場合や内蔵コントロールICが故障した場合において、MOS-FETがオフとなり、製品に流れる電流は全て内部のボディダイオードを順方向に流れます。この時、入出力間の電位差は、通常の電位差の3倍以上となります。従って、この入出力間の電位差の違いを確認することにより、内蔵コントロールICの故障状態と入力電圧の異常状態を検出することが可能です。

8. 順方向電圧降下と発熱量

本製品をダイオードの代替として使用する場合のメリットは、同じ電流を流しても電力損失が少ないことであり、それによって発熱も低減します。
本製品では、ダイオードの特性である順方向電圧Vfは発生しません。
そのかわりにMOS-FETのオン抵抗に起因する電圧降下が発生しますがオン抵抗は数mΩ～数十mΩと低く最大電流定格の20Aを流しても入出力間の電圧降下は200mV以下となります。よって、発生する内部損失が4W以下と低くなるため発熱が低減します。

本製品と代表的なショットキーバリアダイオードに電流を20A流した時の電圧降下（図6）、内部損失（図7）、サーモビューアによる各製品発熱の様子（図8）を比較した例を示します。

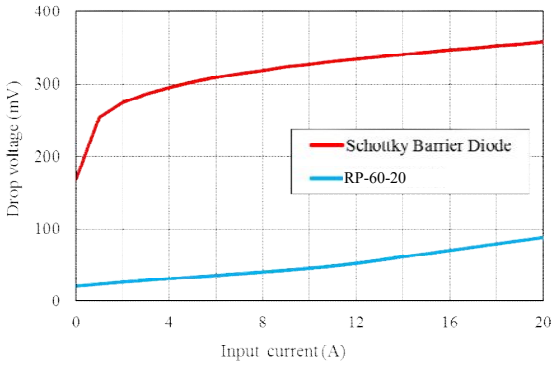


図6　電圧降下の比較

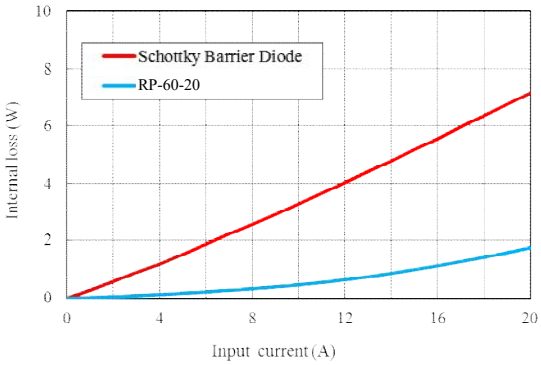
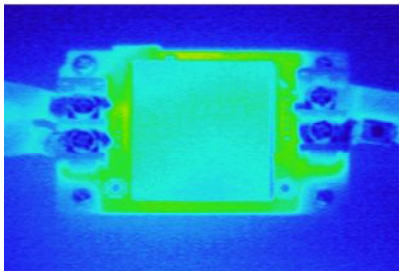


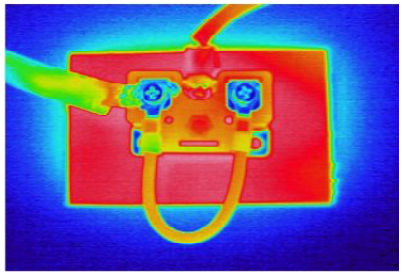
図7　内部損失の比較

RP-60-20



製品サイズ：50x26x77.5mm

Schotky Barrier Diode



ダイオードサイズ：27x21x43mm
(ネジの高さを含まず)
放熱フィンサイズ：51x18x88mm

図8　サーモビューアによる各製品発熱の様子(入力電流=20A)

9. 本製品を用いた充電特性

弊社製の簡易定電流電源であるEVS57-5R3と本製品RP-60-20を使って図9の構成でバッテリを充電した場合の特性を図10に示します。

図11の本製品とダイオードモジュールのバッテリ充電時の特性を参考とし比較すると、ダイオードモジュールよりも本製品の方が入出力間の電位差ΔV（入出力間の電圧差）が小さく、約10分の1であることがわかります。充電電流は同じ条件で実験している為、内部損失も約10分の1　となっています。（電位差および内部損失は参考値です）

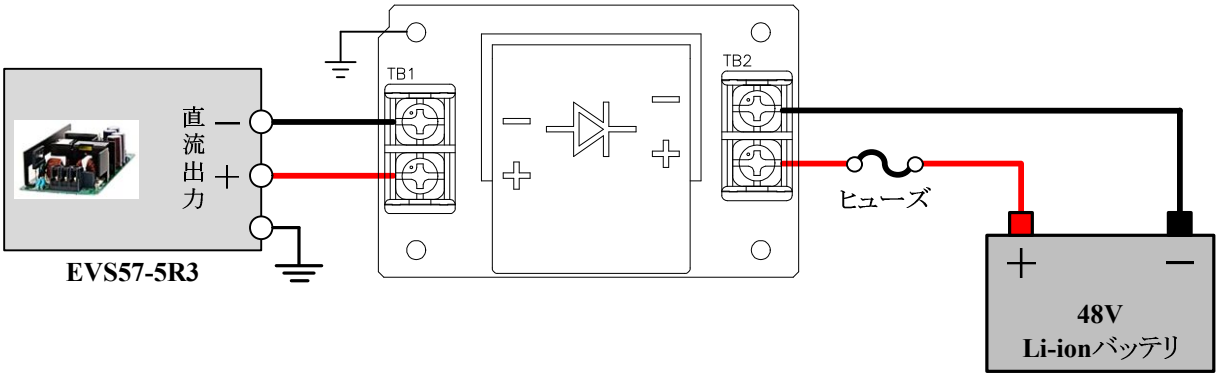


図9　充電特性測定の構成

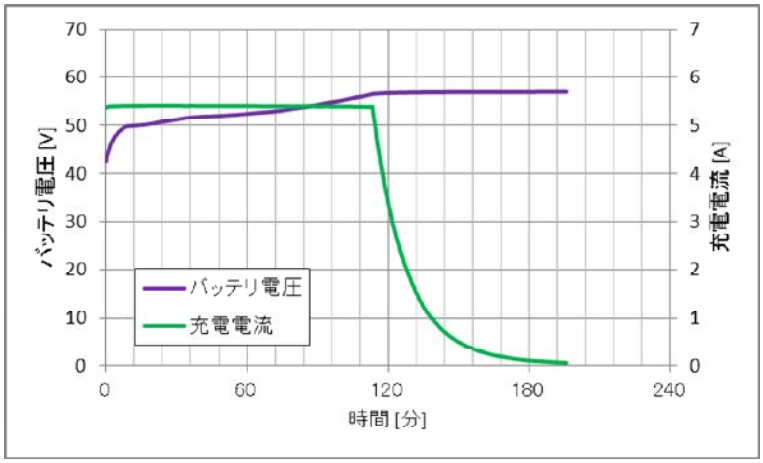


図10　充電特性

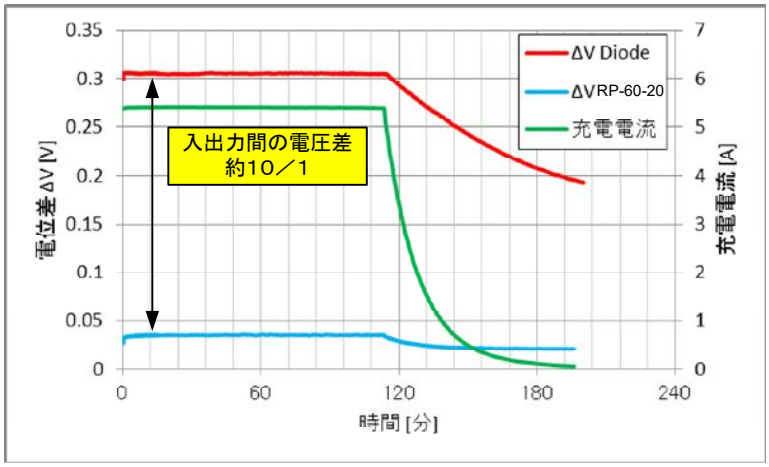


図11　充電時の電位差比較