

# AND9428/D

## 1 Cell Li-ion Battery Protection 用 Quick Charge 対応超低オン抵抗 MOSFET の動作評価

### 1. 初めに

現在、LiB (Lithium-ion Battery) が電流密度と起電力の高さに優れているためスマートフォンなどのモバイルのバッテリーの主流となっています。しかしLiBは過充電、過放電に弱いためそれらを制御する回路をLiBに組み合わせて使用することが必要です。LiBの電流制御には、MOSFETが使われています。

今回はその電流制御に使用される、小型で超低ON抵抗のCSP製品の動作と発熱について考えていきます。

### 2. CSP(Chip Scale Package) について

小型、薄型機器に搭載するために樹脂封止せず配線のワイヤボンドも廃してWF Dieに電極を付けた素子です。ON Semiconductorの代表的なCSP品をPhoto.1に示します。この素子はLiBの保護回路専用MOSFETを2つ組合せた製品で、VSSS=12V、RSS(on)=2.5mΩです。内部等価回路はFig.1のようにドレインが結合された形でG1,G2,S1,S2が電極として露出しています。

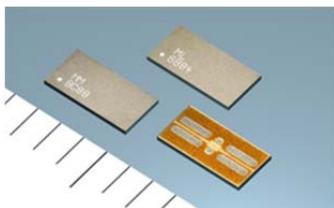


Photo.1  
CSPの外観

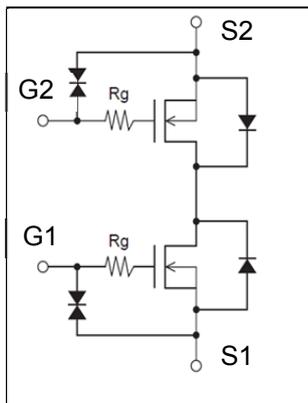


Fig.1  
内部回路



ON Semiconductor®  
www.onsemi.jp

### APPLICATION NOTE

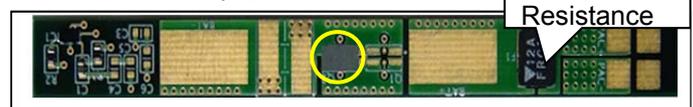
### 3. LiBでの使用を想定した基板動作温度

#### 3-1) 動作試験条件

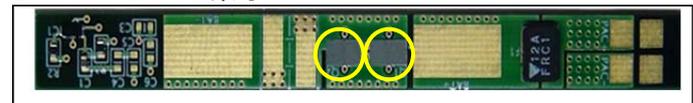
1Cellの電圧Vcell=3.8Vを想定し、動作電流ISS=6Aの条件。動作はセンス抵抗を使わないICを使用。但し実際の使用を考慮し、ヒューズ抵抗(3mΩ)を実装。

その時MOSFETは1素子(中身はNch2回路)と2素子の並列接続の場合で動作温度を中心に観測しました。回路図⇒Fig.2参照

#### A:MOSFET 1素子



#### B:MOSFET 2素子



#### 3-2) MOSFETの温度測定結果

電流が分散することから、結果は予想通り2素子の方がMOSFETの温度が下がりました。

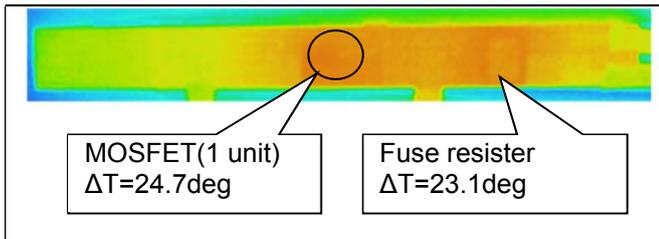
Table.1 MOSFET上昇温度 30分後(Ta=26°C)

	1 unit	2 units
ΔT[deg]	24.7	21.1

3-3) サーモカメラで発熱状況確認

基板 A,及び B の動作時の発熱状態を見ると発熱源として、MOSFET と回路に必要なヒューズ抵抗(約 3mΩ)があることが確認できます。回路図は Fig.2 を参照ください。

A:MOSFET 1 素子のサーモ画像



基板の面積には制限があり、ヒューズ抵抗の発熱の影響も受けるため、MOSFET を単独で動作させた場合より MOSFET の動作温度は高くなります。(基板温度も上昇)

少しでも基板全体の温度を下げたい時は、MOSFET を 2 素子使用することで効果が期待できます。

B:MOSFET 2 素子のサーモ画像

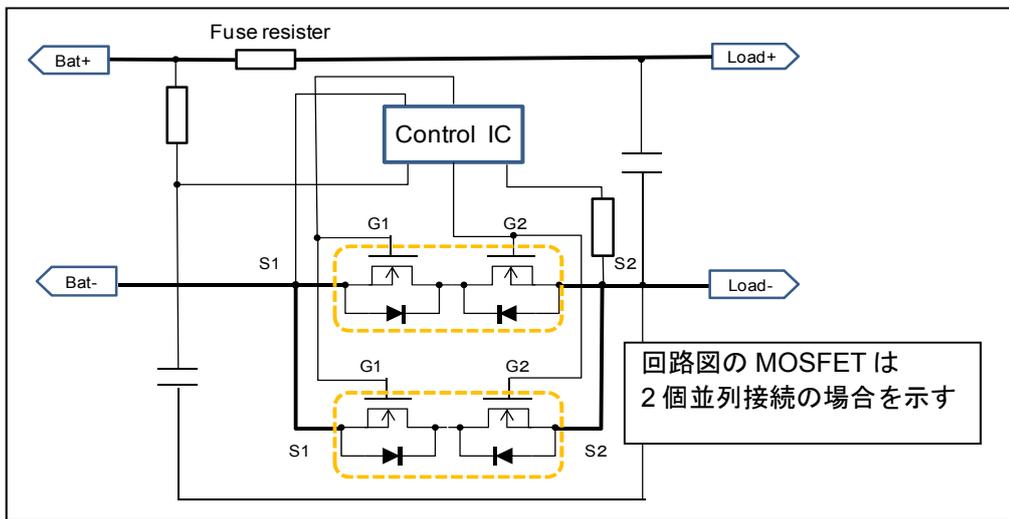
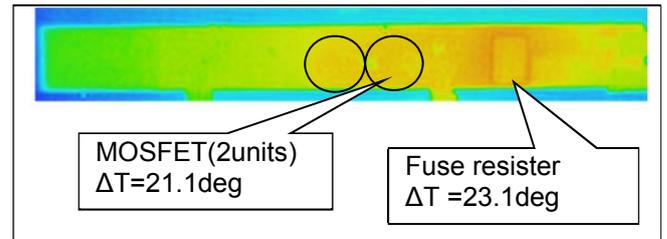


Fig.2 保護回路図 (一部略図)

4. 保護回路基板に関する考察

LiB は、温度が高い程寿命が短くなる方向になるため、なるべく熱を避ける必要があります。よって、基板からの熱は LiB 本体側にはなるべく伝えないようにする必要があります。すると、放熱は基板から周辺空気へ如何に効率良く放熱するかということになります。

放熱（熱の伝搬）のメカニズムは次の 3 つによります。

- a 熱伝導(分子間の振動自由電子による熱移動)
- b 対流(個体面から流体に熱伝導で伝わり、熱を受けた流体が移動することで熱も移動)
- c 放射(電磁波による熱エネルギー放出)

発熱源(MOSFET,ヒューズ抵抗)から基板への放熱はまず a がメインとなります。一方基板から先の放熱が問題となりますが、このメカニズムは b が支配的です。b の放熱では基板(固体)から大気(気体)への放熱になります。この放熱は放熱物質の材質には全く関係せず、単位面積と温度差に比例した一定値となることが知られています。よって基板面積を制約の中で如何に大きくとるかということになります。

また、電流増加・急速充電のニーズに対応するため充放電時の発生源（損失）を如何に抑えるかも重要項目になり、MOSFET に対しては RSS(on)低減が益々要望されることとなります。尚、今回は電流をコントロールする IC はセンス抵抗不要のタイプのため、センス抵抗による損失も低減することで基板温度低減にも寄与しています。

5. まとめ

LiBは容量の増大、急速充電のニーズに対応するため電流は増加します。基板上の素子による損失で基板温度は上昇するためトータルでロスの低減が求められます。当然、電流制御用のMOSFETにも低RSS(on)が求められます。今回紹介した1Cell向けのRSS(on)=2.5mΩ品は1素子でもモバイル用LiBの制御には十分な性能を示しますが、基板温度上昇を抑えようと考えた時や、大きな電流のアプリケーションでは、2素子をパラレルに接続して使用することによりロス低減と熱分散をさせることで、基板温度上昇を抑えることができます。

Table.2 ロス比較 (MOSFET 1 or 2 units)

IS=6A時 ヒューズ抵抗3mΩ

	1unit	2units
MOSFETロス	0.09W	0.045W
トータルロス	0.198W	0.153W

ON Semiconductor and the ON logo are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) or its subsidiaries in the United States and/or other countries. SCILLC owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's product/patent coverage may be accessed at [www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

(参考訳)

ON Semiconductor及びONのロゴは、Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。[www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf)。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。