# リチウムイオン電池保護用MOSFET:EFLIPの開発

福地 一博・平松 真一・山田 祐規子
Tai Siew Chin・藤江 公司・久保形 雅之

**要　旨**

NECエレクトロニクスは従来から携帯機器に使用されるリチウムイオン電池保護用のMOSFET製品をラインナップしてきました。
今回開発したCSPタイプのMOSFET:EFLIPは、パッケージの実装面積がわずか2.6mm$^2$とリチウムイオン電池保護用のMOSFETとしては世界最小クラスであり、リチウムイオン電池パック・携帯機器の小型化に貢献します。

キーワード
●リチウムイオン電池　● MOSFET　● CSP

## 1. まえがき

急速な成長を続けている携帯電話、PDA、携帯オーディオなどには、リチウムイオン電池が使用されています。

リチウムイオン電池は小型・大容量ですが、過充電・過放電を行うと破壊する恐れがあるため、保護用のデバイスとして従来からディスクリート(モールドパッケージ)のMOSFETが使用されてきました。

携帯機器の小型､薄型化に合わせて､リチウムイオン電池パック自体の小型･薄型化も進んでおり、保護回路用MOSFETにも、より小型パッケージへの要求が強くなっています。

今回NECエレクトロニクスは、リチウムイオン電池保護用途に特化した、世界最小クラスのCSP構造MOSFET:EFLIP (Ecologically Flip chip MOSFET for Lithium-Ion battery Protection)を開発しました。

## 2. リチウムイオン電池保護回路と保護用MOSFETに対する市場の要求

リチウムイオン電池パックの基本構成を**図1**に示します。

リチウムイオン電池パックは、リチウムイオン電池セルの他に、保護回路として、過充電・過放電を監視・制御する充放電制御IC、異常時の回路遮断スイッチの役割をするMOSFETなどにより構成されています。

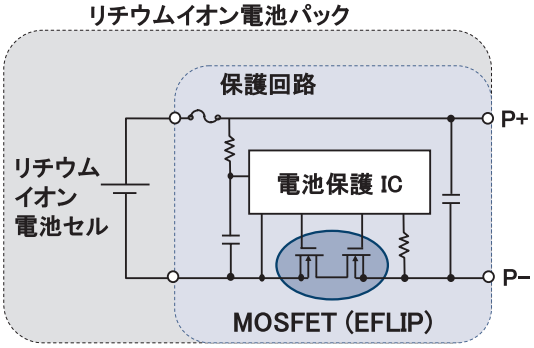



**図1　リチウムイオン電池パックの基本構成**

携帯機器は、常に身近にあるために、アクシデントに見舞われる可能性が高く、たとえばリチウムイオン電池の端子間をショートしてしまう可能性などがあります。そのような場合は、速やかに電池の出力を遮断しないと、電流が流れ続け、発熱によるやけど、あるいは、発火の可能性があります。そのため保護回路には、スイッチの役割を担うMOSFETが必要になります。

**図2**にリチウムイオン電池パックと保護回路基板のイメージを示します。

保護用MOSFETは一般的に薄型のリチウムイオン電池セルの側面にある、およそ5mm以下の幅の基板上に実装されるため小型である必要があります。電池セルが小型になるにつれてMOSFET外形サイズもより小型・薄型であることが要求されています。

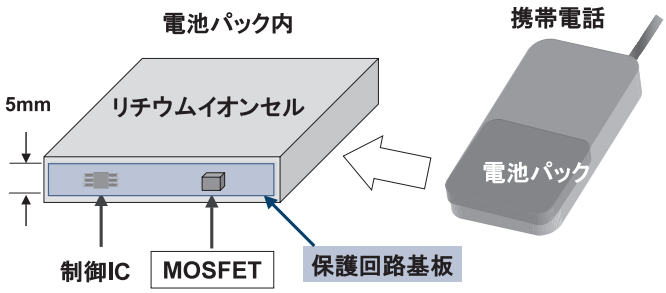



図2　リチウムイオン電池パック内イメージ

## 3. リチウムイオン電池保護用MOSFET:EFLIPの特徴

写真に今回開発したEFLIPの外形を、図3にEFLIPと弊社従来モールドパッケージとの実装面積比較を示します。

市場からの小型・薄型パッケージの要求に対応して、EFLIPは従来の弊社製モールドパッケージ 6pinHWSONに対し、実装面積を約1/4(2.6mm$^2$)、パッケージ高さを0.48mmまで低減することに成功しました。

これは、競合他社(A社・B社)のパッケージと比較しても実装面積比が50%以下であり、リチウムイオン電池保護用MOSFETとしては世界最小クラスの製品といえます。

次に EFLIPが従来比実装面積を大幅に小型化できた背景となる技術を紹介します。

EFLIPの断面構造を図4に、底面図と動作(オン電流の流れ)を図5に示します。

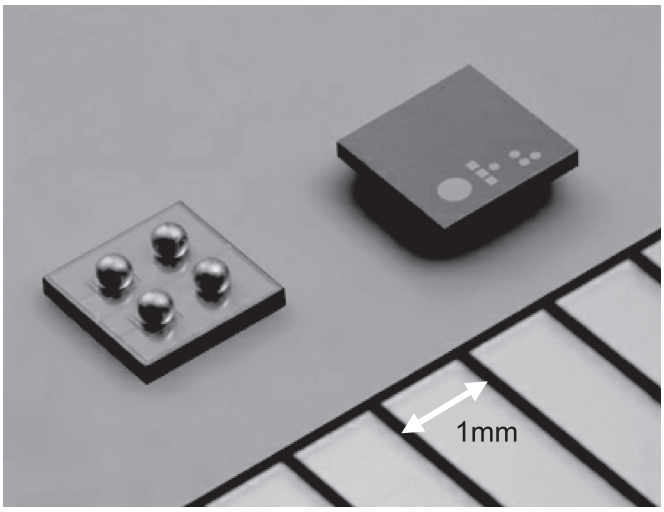



写真　EFLIPの外形

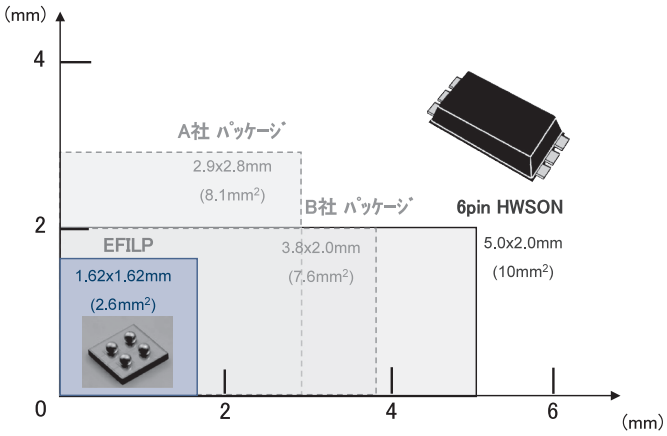



図3　リチウムイオン電池パッケージ実装面積比較

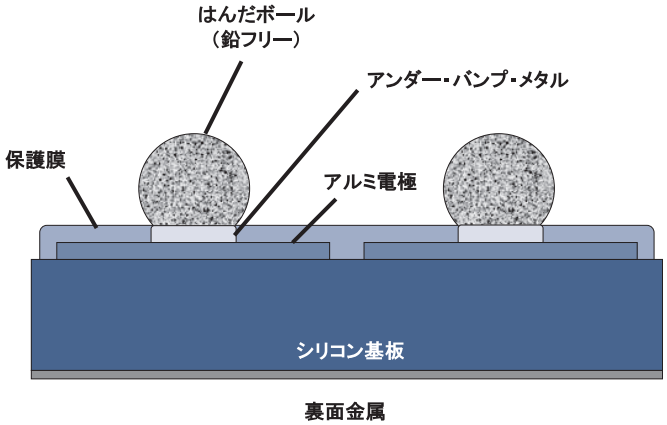
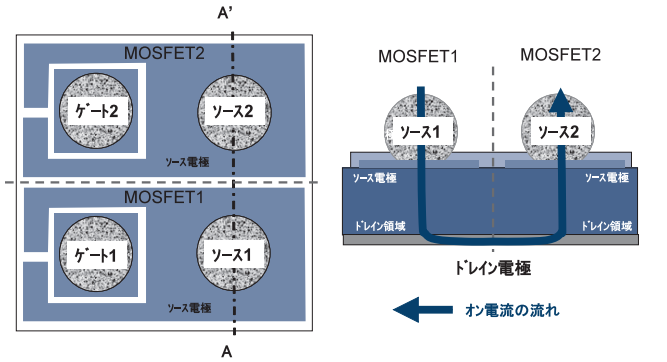



図4　EFLIPの断面構造




EFLIP 底面図　　EFLIP 断面図(A-A' 断面)

図5　EFLIP製品 底面図と断面図

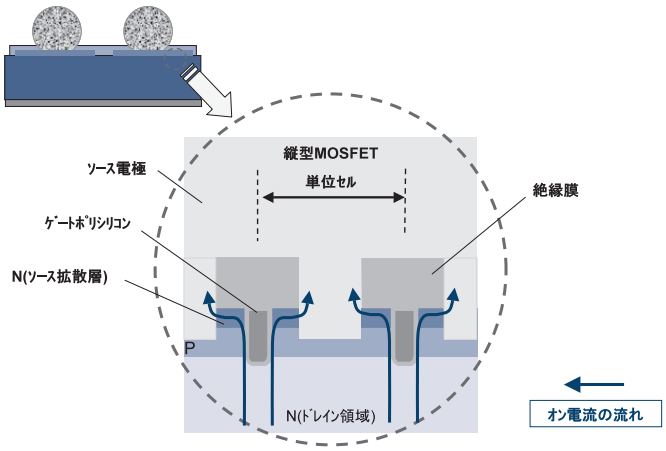



図6　縦型MOSFETの単位セル断面図

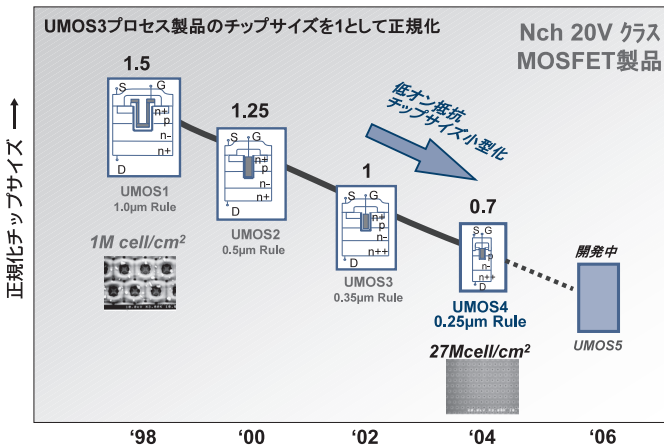



図7　縦型MOSFETプロセスの性能改善ロードマップ

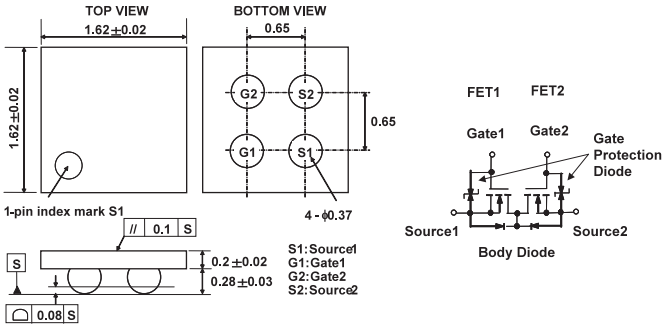



図8　EFLIP 製品外形寸法と内部等価回路

EFLIPは2つの縦型MOSFETを形成したシリコン基板上にMOSFETのゲート・ソース電極となるはんだボールが形成されています。

リチウムイオン電池の保護に使用されるMOSFETは第2章(図1)でも述べたとおり「2個直列」で「ドレインを共通」として使用されるため、2つのMOSFETのドレイン層をシリコン基板で共通化し、保護基板上で実装される2つのMOSFETの電極(はんだボール)はゲート端子・ソース端子のみとして小型化を実現していることが特徴です。

また、シリコン基板上には**図6**に示されるような縦型MOSFETが形成されていますが、EFLIPには縦型MOSFETの最新の拡散プロセスであるUMOS4を採用することで、同一のオン抵抗性能を達成するために必要なチップサイズを従来のUMOS3に対して約30%低減できたことも小型化できた大きな要因です(**図7**に縦型MOSFETプロセスの性能改善トレンドを示します)。

今回開発したEFLIPは、リチウムイオン電池パック内の保護回路基板上での使用を想定したNEC社内での強度試験(基板実装状態での曲げ、落下他)、信頼性試験(温度サイクル他)を実施し、従来のモールドパッケージ製品とほぼ同等の強度・信頼性であることを確認しています。

## 4. 製品の特性とラインナップ

**図8**にEFLIPのパッケージ外形寸法と内部等価回路を、**表**に製品ラインナップと主要特性を示します。

ソース－ソース間の定格電圧が 20V、30Vの2製品を取りそろえることで幅広いユーザに使用していただけます。

## 5. むすび

今回開発した、リチウムイオン電池保護用のMOSFET:EFLIPは世界最小クラスの外形寸法であり、リチウムイオン電池パックの小型化・薄型化に貢献します。

NECエレクトロニクスは今後も、パッケージの小型化や最先端ウェハプロセスの開発により、さらに小型で高性能なリチウムイオン電池保護用MOSFETを開発していきます。

**表　EFLIP 製品ラインナップと主要特性**

絶対最大定格　(Ta=25℃)

| 品名 | | | μPA2350 | μPA2351 | 単位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 項　目 | 略　号 | 条　件 | 定　格 | 定　格 | |
| ソースーソース間電圧 | $V_{SSS}$ | VGS=0V | 20 | 30 | V |
| ゲートーソース間電圧 | $V_{GSS}$ | VSS=0V | ±12 | ±12 | V |
| ソース電流 | $I_{S(DC)}$ | - | 6 | 6 | A |
| チャネル温度 | Tch | - | 150 | 150 | ℃ |

電気的特性　(Ta=25℃)　FET1,FET2共通

| 品名 | | | μPA2350 | | | μPA2351 | | | 単位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 項　目 | 略　号 | 条　件 | MIN | TYP | MAX | MIN | TYP | MAX | |
| ソース遮断電流 | $I_{SSS}$ | VSS=VSSS | | | 1 | | | 1 | μA |
| ゲート・カットオフ電流 | $I_{GSS}$ | VGS=±12V | | | ±10 | | | ±10 | μA |
| ソースーソース間オン抵抗 | $R_{SS(on)1}$ | VGS=4.5V,IS=3A | 22 | 28 | 35 | 24 | 32 | 40 | mΩ |
| | $R_{SS(on)2}$ | VGS=4.0V,IS=3A | 23 | 29 | 37 | 25 | 33 | 42 | |
| | $R_{SS(on)3}$ | VGS=3.1V,IS=3A | 24 | 33 | 44 | 28 | 37 | 50 | |
| | $R_{SS(on)4}$ | VGS=2.5V,IS=3A | 30 | 41 | 55 | 31 | 45 | 64 | |

## 執筆者プロフィール


**福地 一博**
NECエレクトロニクス
第5システム事業本部
パワーマネジメントデバイス事業部
シニアデザインエンジニア

**平松 真一**
NECエレクトロニクス
第5システム事業本部
パワーマネジメントデバイス事業部
チームマネージャ

**山田 祐規子**
NECエレクトロニクス
第5システム事業本部
パワーマネジメントデバイス事業部

**Tai Siew Chin**
NEC Semiconductors Malaysia
Manufacturing Engineering Department
Associate Specialist

**藤江 公司**
NECエレクトロニクス
第5システム事業本部
パワーマネジメントデバイス事業部
主任

**久保形 雅之**
NECエレクトロニクス
第5システム事業本部
パワーマネジメントデバイス事業部
主任


●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

**関連URL: http://www.necel.com/news/ja/archive/0603/2701.html**