

# 自動車電装用表面実装低背リレー EU2の開発

千田佳文

## 要旨

パワーウィンドやオートドアロック、キーレスエントリーなど、自動車を安全にかつ快適に利用するための機能には、さまざまな電装モジュールが使用されています。これらの電装モジュールは、多様化に伴い小型化/薄型化が求められるほか、コスト競争力の向上を目的として基板への部品高密度表面実装が進展しています。このような背景のなか、自動車電装用リレーにも低背化及び表面実装化の要求が高まりつつあります。そこでNECトーキンでは、この性能の自動車電装用ツインリレーとしては世界最低背の、小型表面実装用リレーを開発しました。

## キーワード

●自動車電装用リレー ●表面実装 ●低背 ●小型 ●鉛フリー ●ECU

## 1. はじめに

パワーウィンドやドアロックのようなモータや有極ソレノイド負荷を使用する自動車電装モジュールにおいては、Hブリッジ回路により、2個の電磁リレーを使ってモータの正逆動作をさせる必要があります。弊社は1988年に1つのケースの中に2組の電磁開閉接点組を有するプリント基板用のツインリレー「EN2」を開発実用化し、その後「EP2」、「ET2」、「EX2」を順に開発実用化し、自動車電装モジュールの分野の用途に提供してきました。

近年、車両に用いられるECU（電子制御ユニット）は基本性能、環境性能、快適性能、安全性能を実現するため次第にその数は増大しており、高級車にいたっては約70～80個の搭載があるといわれています。このため、これらECUの設置場所の確保が厳しくなり個々での配置が難しくなっています。各自動車メーカはECUを小型化し、機能群ごとにECUを1個所に集めて統合化することでこの問題を解決しようとしています。この動きのなか、ある主要自動車メーカはECU搭載部品（主にコネクタ、コンデンサ、リレーなど）に対して目標8mm以下の低背化を要求しています。加えて、ECU内への部品の高密度実装化及びECU組み立て時の製造コスト最小化の観点、更には環境性能から鉛フリーはんだに対応した表面実装タイプを要求しています。

これらの要求に対して、弊社は小型/省スペースの従来機種「EX2」の性能を維持しつつ、この性能クラスでは世界最低

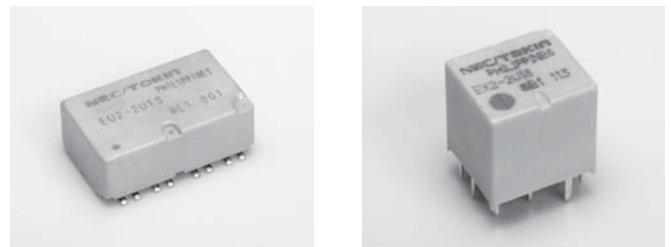


写真1 表面実装用「EU2」（左）と従来機種「EX2」（右）

背の8mm以下、体積1.87cc、表面実装はんだ付け時の250℃の高温熱ストレスにも十分耐える、表面実装用の自動車電装用新ツインリレー「EU2」を開発、実用化しました（写真1左）。本稿では、「EU2」の設計概要及び特長について紹介します。

## 2. リレーの開発目標

「EU2」の開発目標を次に示します。

- (1) 自動車電装用ツインリレー最小サイズの実現
  - ・ リレー高さ：Max 8mm（世界最低背）
  - ・ リレー体積：2.0cc以下（端子含まず）
- (2) 高性能及び高品質の維持
  - ・ 「EX2」と同等性能の維持
  - ・ 異物発生源の最小化
- (3) 表面実装はんだ付け熱ストレス耐性の実現

- ・ 特性変動の最小化 (変化率10%以下)
  - ・ 外形変化の最小化 (天面膨らみ量0.2mm以下)
- (4) はんだ接続信頼性の確保
- ・ 熱衝撃1,000cycにてはんだに亀裂なきこと

### 3. 設計概要

#### 3.1 自動車電装用ツインリレー最小サイズの実現の配慮

図1に「EU2」の構成図、図2に内部結線図を示します。「EU2」は、固定接点端子群をインサート成形したSTブロックに、アーマチュアと可動接点スプリングを具備した電磁石ブロックのヨークから延長された舌片部を挿入固定して構成される2組のプリサブアセンブリ、カバーそしてベースから構

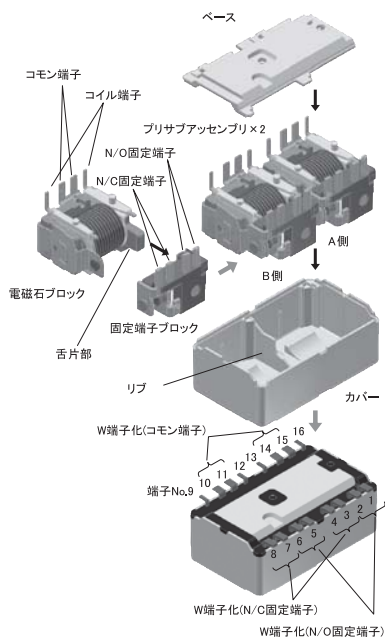


図1 表面実装用「EU2」の構成図

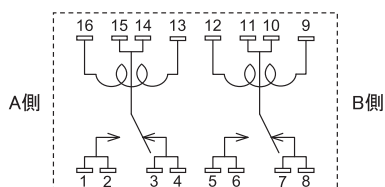


図2 表面実装用「EU2」の内部結線図 (TOP VIEW)

成されます。電磁石ブロックの構成部品であるスプールは、端子をインサート成形しています。この2組のプリサブアセンブリをカバーの所定の位置に組み込み、ベースを搭載してエポキシ樹脂により封着します。端子は鉛フリーはんだでコーティングしてガルウィング形状に曲げ、表面実装可能な形状に加工します。従来は、端子を打ち込み完成させていた部品をすべてインサート成形することで、端子の打ち込みにかかわる係止構造や治工具の挿入スペースを不要化でき、サイズの縮小が可能になりました。また、成形性に優れた材料であるLCP (液晶ポリマ) を採用することで0.2mm程度の薄肉成形が可能になったこと、各部品と部品間のスペースを最適化することでサイズの縮小が可能になり、目標のリレー高さ8mm以下、リレー体積2.0cc以下 (端子含まず) を実現しました。

#### 3.2 高性能及び高品質の維持の配慮

従来機種「EX2」の高性能を維持するため、小型化による吸引力及びばね負荷力の低下を抑え、できるだけ「EX2」と同等にする必要がありました。吸引力維持のためにスプールに成形性の良いLCP材を使い薄肉化すること、及びコイル端子をインサート成形することでコイルの巻きスペースが確保でき、「EX2」と同等のコイル定数、磁気吸引力を得ることができました。図3 (左) に「EU2」のスプールを示します。次にばね負荷力を同等にするため、図3 (右) に示すように有限要素解析によって可動接点スプリング形状の最適化を行いました。その結果、表1に示すとおり「EX2」と同等の性能を得ることができました。

また高品質を実現するため、従来機種で行っていたプラスチック部品へのコイル端子、N/C固定端子及びN/C固定端子の打ち込み計8箇所をやめ、端子をすべてインサート成形するこ

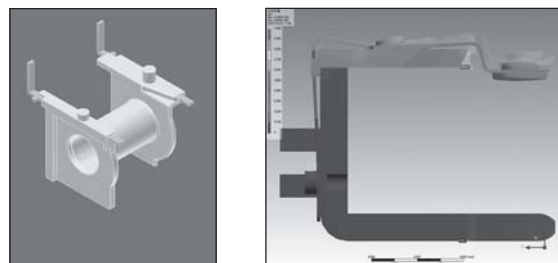


図3 スプール (左) と有限要素解析例 (右)

とで、端子打ち込み時に発生する異物のリスクを減らす配慮をしました。

### 3.3 表面実装はんだ付け熱ストレス耐性実現化への配慮

表面実装における代表的なはんだ付けの方法として IRS (Infrared Rays Reflow Soldering) 方式があります。鉛フリーはんだに対応した本製品を表面実装するときのはんだ付け条件の一例を、**図4**に示します。図中の温度はプリント基板におけるリレー端子付近の温度を表したものです。

表1 EU2の諸元 (EX2との比較)

項目	諸元	
	EU2	EX2(比較)
外形寸法	14(W)X21(L)X8(H)	12.1(W)X13.6(L)X13.7(H)
体積(端子含まず)	1.87cc	2.25cc
重さ	5.3g Typical	6.4g Typical
接点構成	1 Form C X 2	
接触抵抗	4mΩ Typical	
定格消費電力	0.96W	0.9W
定格電圧	12Vdc	
感動電圧	6.5Vdc 以下	
開放電圧	0.6Vdc 以上	0.9Vdc以上
動作時間	10ms以下(バウンス含まず)	
復旧時間 ダイオード有り	10ms以下(バウンス含まず)	
絶縁抵抗	100MΩ 以上(500Vdc)	
耐電圧	500Vac 以上(1分間)	
周囲温度	-40 to 85°C	

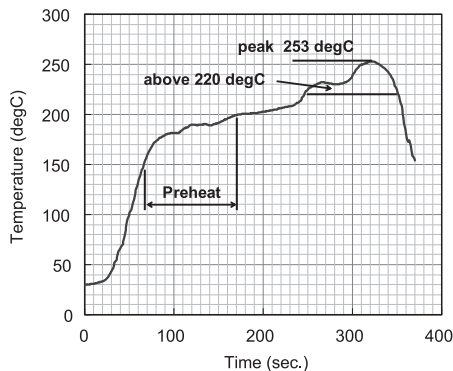


図4 表面実装はんだ付け条件の一例

表面実装の場合、従来の挿入型に比べ高温にさらされます。また、リレーには高通電性能が要求されるので、必然的に端子の熱容量が大きくなり、更にリレーの端子は融点が高い鉛フリーはんだ対応のため、温度条件はより高温で厳しいものになります。

このように厳しい温度が加わった場合の影響として、1) プラスチック部材の変形により接点接触力が変化するこ

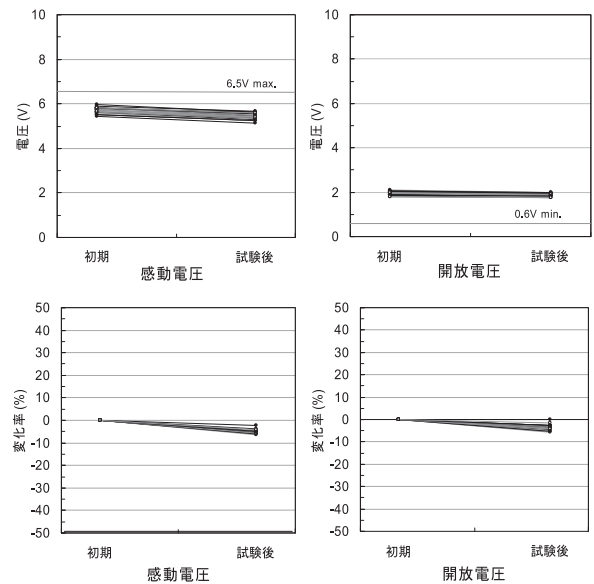


図5 表面実装前後の電圧値特性

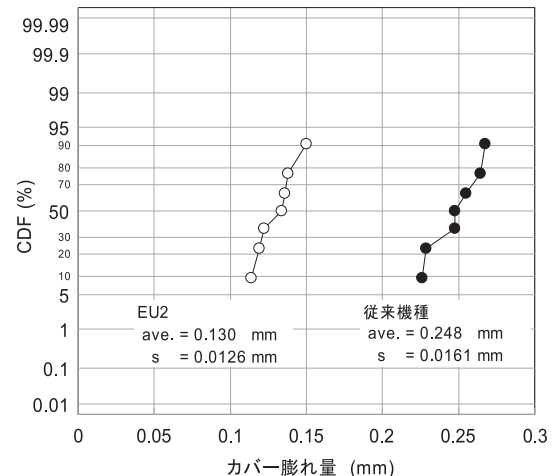


図6 表面実装後の天面カバー膨れ量

動作特性（電圧値、時間値）の変化、2) リレー内部圧力増加によるカバー天面の膨らみ、などが挙げられます。

この問題点を克服するため、まず部材の機能に適したプラスチック材料を選択して対応しました。すべての部材に連続使用温度及び熱変形温度が共に優れているLCP（液晶ポリマ）を採用し、**図5**に示すとおり表面実装はんだ付け前後の特性変化を10%以内に抑制しました。更に表面実装時の高温による膨らみを抑制するため、LCP材のなかでも荷重たわみ温度の大きい材料を採用したのに加え、カバー天面にリブを設けて**図6**に示すとおりカバー変形を0.2mm以内に抑えました。

### 3.4 はんだ接続信頼性を確保するための配慮

自動車電装用リレーの多くは、高通電性能を得るため端子断面積が大きく設計されており、その端子剛性により長期はんだ接続信頼性が得られないなどの懸念がありました。そこで「EU2」リレーは**図1**に示すとおり通電路の端子であるN/C端子、N/O端子及びコモン端子をそれぞれ2分割してW端子化しました。W端子化することで通電に必要な断面積を確保しつつ、1本当たりの端子剛性を半分にしました。また0.1A弱しか電流が流れないコイル端子は、組み立て時に変形しない程度まで端子の剛性を小さくしました。

以上のように設計した「EU2」のはんだ接続信頼性を確認するため基板にリレーを実装し、80°C/30分⇄-30°C/30分/1サイクルの条件で熱衝撃試験を1,000サイクル実施し、クラックなどの発生がないか確認しました。なお、実装には鉛フリーはんだを使用しました。**写真2**に1,000サイクル後の基板に表面実装された端子の断面図の一例を示します。この**写真2**に示すとおり、1,000サイクル後の全端子において、はんだ接合部にクラックなどの発生はありませんでした。

## 4. 「EU2」の諸元

「EU2」の主な諸元を「EX2」と比較して表1に示します。表1に

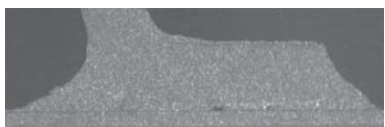


写真2 熱衝撃試験1,000cyc.後のはんだ接合部断面の一例

表2 EU2の信頼性評価結果

項目	試験条件	結果
電氣的寿命 I	20°C, 14Vdc-25A, モータ負荷(ロック), 10万回以上	○
電氣的寿命 II	20°C, 14Vdc-25A/5A, モータ負荷(アンロック), 10万回以上	○
機械的寿命	20°C, 14Vdc, 無負荷, 100万回以上	○
高温放置	85°C, 192時間	○
低温放置	-40°C, 192時間	○
熱衝撃	125°C/30分⇄-40°C/30分, 1000サイクル	○
高温高湿	85°C, 85%RH, 192時間	○
温湿度サイクル	MIL-STD-202F-106E, 10サイクル	○
耐振(誤動作)	10-300Hz, 43.1m/s <sup>2</sup>	○
耐振(耐久)	10-500Hz, 43.1m/s <sup>2</sup> , 192時間	○
耐衝撃(誤動作)	98m/s <sup>2</sup> , 6方向	○
耐衝撃(耐久)	980m/s <sup>2</sup> , 3回, 6方向	○

示すとおり、「EX2」と同等の性能を有する小型/低背化の製品の開発及び実用化ができました。特に高さは8mm以下を実現し、体積（端子を除く）は「EX2」2.25ccに対して「EU2」1.87ccと20%弱小さくすることができました。

## 5. 信頼性の確認

「EU2」に対して、自動車電装用として要求される各種信頼性試験を実施した結果、自動車電装用として十分な信頼性を有する製品であることが確認されました（**表2**）。

## 6. むすび

以上のように、自動車電装用ツインリレーとしては、クラス世界最小/最低背の表面実装用「EU2」を開発実用化しました。今後とも自動車電装市場の要求に応えるべく、タイムリーに新製品開発を進めていく所存です。

## 執筆者プロフィール

千田 佳文  
NECトーキン  
EMデバイス事業部  
技術部  
主任