

## 産業機器の小型化、設計容易化に貢献する絶縁素子ソリューション

垣花 泰史, 技師, ルネサス エレクトロニクス株式会社, アナログ&コネクティビティプロダクトグループ

浅井 道成, 課長, ルネサス エレクトロニクス株式会社, アナログ&コネクティビティプロダクトグループ

### 概要

近年、ビル管理や空調システム、電源、産業機器の小型化を実現するために、部品点数削減や部品自体の小型化を可能にするデバイスが求められています。また、機器内の絶縁部分に使用されるフォトカブラの入力電流や寿命の設計容易化も望まれています。

本稿ではこのようなマーケットニーズにマッチしたトランジスタ出力カブラを取り上げます。本製品は超低入力電流で高光伝達率（高 CTR(Current transfer ratio)）特性をもつフォトカブラです。



### はじめに



ロボットコントローラや AC サーボ、汎用インバータといった産業オートメーション機器やビル管理/空調システムでは、工場やビルフロア効率向上、運搬、設置の迅速化、輸送コストの削減、作業員や人手作業との親和性等のために機器の小型化（ダウンサイジング）が求められます。また、アナログ設計技術者の不足が問題となっている一方で、機器の高機能化、高精度化、および、長寿命化に伴い設計が益々複雑になっています。

## 絶縁素子の選択時の課題

### 小型化

産業オートメーション機器やビル管理/空調システムでは、以下の理由により生産性向上と省エネルギー化を同時に達成するために、小型化が求められています。

- 省スペース化**：設置スペースの削減、工場建屋投資の削減、工程作業時間の短縮や工場内運搬時間の短縮化によるリードタイム短縮などの面積生産性〔フロア面積あたりの生産性〕の向上、設備間距離の短縮化による作業員一人あたりの持ち台数増加、設置面積あたりの機器の高機能化（ロボットの軸数増加など）。
- フレキシブルな生産ラインの構築**：需要変動や改善活動に対応し容易に工場レイアウト変更（設置・運搬・配置のしやすさ）。
- 省エネルギー**：資材（筐体、基板、配線等など）の削減、工場全体の空調や照明などの電力消費の削減、機器あたりの輸送エネルギーの削減（トラック、船舶、航空機など）。

実際こうした要求を受け、ロボットコントローラ、AC サーボ、インバータといった機器単体の小型化のみならず、従来、接続していた機器との一体型、例えばサーボドライブとモータの一体型も見られています。

また、家庭用太陽光パワーコンディショナについては、「ゼロ・エネルギー・ハウス」(zero-energy house: ZEH) 化の動向の中、今後増々住宅への設置が必要になる一方、住宅内や住宅外の北側外壁等の限られたスペースに設置できることが必須になります。この小型化は同時に、運搬、施工作業の負担軽減にもつながり、トータルでのコスト低減につながります。

## 設計容易化

各種産業機器は小型化に加え高精度化が進んでいますが、それらの機器は比較的容易に性能向上が期待できるデジタル集積回路だけで構成されているわけではなく、電源周りや一部の通信、A/D 変換などでアナログ量も扱うため、設計の難易度が益々高くなってきています。一方で、アナログ回路設計は長年の経験から得たスキルやセンスが必要とされるため、近年アナログ設計技術者が不足しています。従って、アナログ回路設計は容易化が求められています。

## ルネサス超低入力電流駆動トランジスタ出力カプラ - RV1S2x51A、RV1S2x55A

ルネサス RV1S2x51A、RV1S2x55A は、それぞれ DC 入力、AC 入力タイプで、前述の諸問題を抱えたお客様のニーズを満たす超低入力電流駆動トランジスタ出力カプラです。

図 1 に電流増幅率 CTR と入力電流  $I_F$  の関係を示します。従来のトランジスタ出力カプラは CTR の  $I_F$  依存性が大きいですが、新製品の超低入力電流駆動トランジスタ出力カプラは低  $I_F$  側で CTR の  $I_F$  依存が非常に小さくなっています。

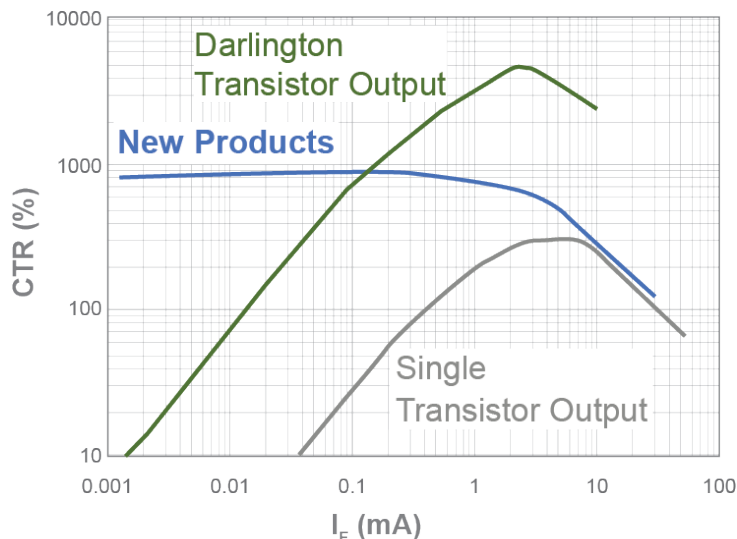


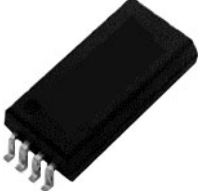
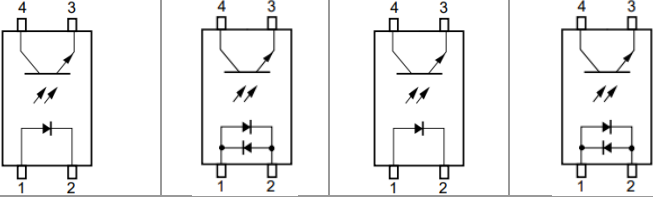
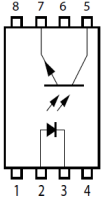


図 1. CTR と  $I_F$  の関係

表 1 に新製品のパッケージ種類と主な電気的特性を示します。CTR を  $I_F=0.05\text{mA}$  と  $1\text{mA}$  で規定しています。

表 1. RV1S2x51A、RV1S2x55A のパッケージ・電気的特性概要

	RV1S2951A	RV1S2955A	RV1S2251A	RV1S2255A	RV1S2451A
Package	FLAT LEAD 		LSSOP 		LSDIP8 
Pin pitch	1.27 mm		1.3 mm		1.27 mm
Creepage distance	4 mm		8.2 mm		15 mm
Isolation Voltage	2500 Vr.m.s.		5000 Vr.m.s.		7500 Vr.m.s.
Input Type	DC		AC		DC
Pin connection	 DC Input: 1. Anode, 2. Cathode, 3. Emitter, 4. Collector AC Input: 1. Anode, Cathode, 2. Cathode, Anode, 3. Emitter, 4. Collector				 1. NC 2. Anode 3. Cathode 4. NC 5. Collector 6. NC 7. Emitter 8. NC
Operating Ambient Temperature ( $T_A$ )	-40 ~ +115 °C				
Forward Voltage	1.22 ~ 1.52V ( $I_F=0.1\text{ mA}$ , $T_A=25^\circ\text{C}$ )				
Collector to Emitter Dark Current	50 nA ( $I_F=0\text{ mA}$ , $V_{CE}=40\text{V}$ , $T_A=25^\circ\text{C}$ )				
CTR	300 ~ 800 % ( $I_F=0.05, 1\text{ mA}$ , $V_{CE}=5\text{ V}$ , $T_A=25^\circ\text{C}$ )		300 ~ 1000 % ( $I_F=0.05, 1\text{ mA}$ , $V_{CE}=5\text{ V}$ , $T_A=25^\circ\text{C}$ )		
Rise Time / Fall Time	5 $\mu\text{s}$ / 6 $\mu\text{s}$ ( $V_{CC}=5\text{ V}$ , $I_C=2\text{ mA}$ , $R_L=100\ \Omega$ , $T_A=25^\circ\text{C}$ )				

### 小型化対応

図 2 にフォトカプラ周辺の回路図を示します。フォトカプラの入力部には MCU や IPM のシンク電流を増幅させるバッファや入力電流を調整する制限抵抗  $R_s$  がありますが、その大きさのためフォトカプラと共にお客様の機器の小型化を難しくしています。

新製品の RV1S2x51A、RV1S2x55A はフォトカプラ自体のパッケージの小型化、および、低  $I_F$  駆動化によるバッファの削減、電流制限抵抗の小型化を可能にして、機器の小型化を実現する超低入力電流駆動トランジスタ出力カプラです。

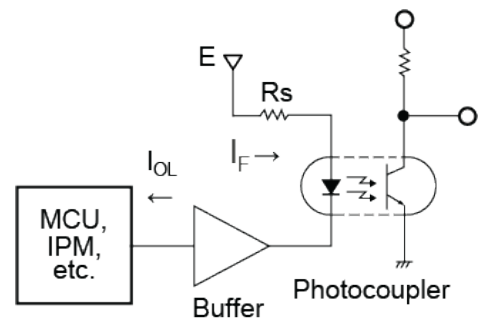


図 2. フォトカプラ周辺回路図

まず、フォトカプラ自体の小型化対応としては表 1 に示す通り、4mm クラス、8mm クラス、そして、15mm クラスの沿面距離パッケージに対して、それぞれ、FLAT LEAD、LSSOP、LSDIP8 のパッケージを揃えています。同等の沿面距離パッケージとしてはそれぞれ世界最小のパッケージです。

参考に 4mm 沿面距離クラス、8mm 沿面距離クラスのそれぞれの弊社従来パッケージ(競合品と同等)である SSOP、LSOP に対する FLAT LEAD、LSSOP の寸法比較を図 3 に示します。実装面積でそれぞれ 30%、35%の削減効果があります。

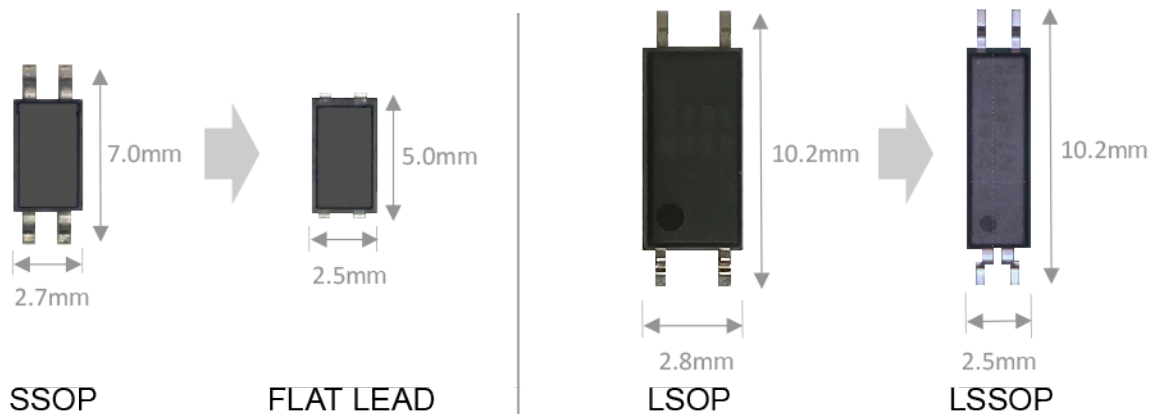


図 3. パッケージ寸法比較

また、フォトカプラを駆動する電流  $I_F$  が大きい場合、MCU や IPM 等の I/O の最大許容電流が小さいとバッファで増幅する必要がありますが、フォトカプラを駆動する電流  $I_F$  が小さい場合はそのバッファが不要になります。

更に、低  $I_F$  でフォトカプラを駆動すると制限抵抗  $R_s$  での電力  $P (= I_F^2 \times R_s)$  が小さくなり、制限抵抗  $R_s$  の定格電力を下げられるためチップ抵抗サイズの小型化が可能になります。

フォトカプラの小型化、バッファの削減、チップ抵抗サイズの小型化は機器の小型化だけでなく、基板レイアウト設計の自由度向上にも貢献します。

## 設計容易化対応

従来のシングルトランジスタ出力カプラやダーリントントランジスタ出力カプラでは下記のような機器の設計上の課題がありました。

- 図 1 に示す通り CTR の  $I_F$  依存性が大きいため、入力電流制限抵抗、フォトカプラの順電圧のバラツキや周囲温度等による  $I_F$  変動の機器への影響の確認が必要
- フォトカプラの通電による CTR 減少のセットへの影響の確認が必要

新製品の RV1S2x51A、RV1S2x55A は図 1 に示す通り、CTR の  $I_F$  依存性が小さくなり、機器に対する  $I_F$  変動の影響が小さくなっています。また、新製品は従来品より長寿命の LED に変更し、更に低入力電流で駆動できるため通電による CTR 減少は格段に小さくなります。図 4 はシングルトランジスタ出力カプラの当社従来品 ( $I_F = 2.5\text{mA}$  で駆動) と新製品 ( $I_F = 0.5\text{mA}$  で駆動) を周囲温度  $100^\circ\text{C}$ 、DUTY100%で通電した場合の CTR の推定寿命を示しています。CTR が 50%低下する時間は従来品が約 10 年に対して、新製品は約 200 年で新製品は従来品と比較して約 20 倍の寿命になっています。

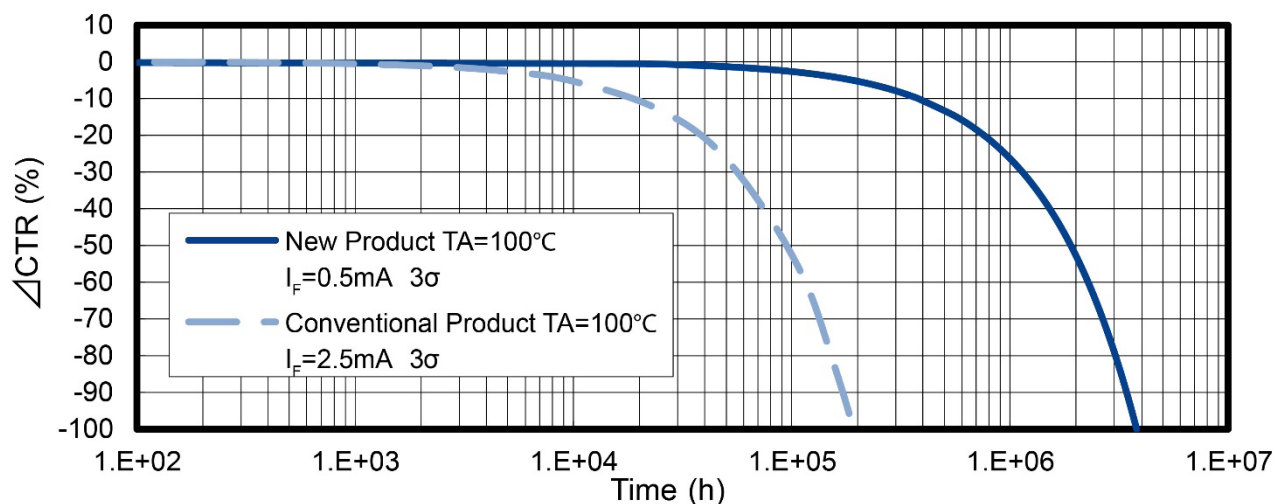


図 4. 推定寿命

従って、上記の確認が容易になります。

## 結論

ロボットコントローラや AC サーボ、汎用インバータ等の産業オートメーション機器やビル管理/空調システム等の機器に対して、ルネサスエレクトロニクスの超低入力電流駆動トランジスタ出力カプラ RV1S2x51A、RV1S2x55A は機器の小型化、および、機器の設計の容易化を実現するソリューションを提供します。

## 追加のリソース

ルネサスエレクトロニクスフォトカプラ Web サイト :

<https://www.renesas.com/jp/ja/products/interface-connectivity/optoelectronics>

ルネサスエレクトロニクスフォトカプラカタログ :

<https://www.renesas.com/jp/ja/document/bro/photocouplers-brochure>

ルネサスエレクトロニクス超低入力電流駆動トランジスタ出力カプラ RV1S2x51A、RV1S2x55A サイト :

<https://www.renesas.com/jp/ja/products/interface/photocouplers-optocouplers/photocouplers-optocouplers-transistor-output/low-input-current/product-selector?field-if-at-ctr-ma=0.05%2C0.05>

ルネサスエレクトロニクスまたはその関連会社（Renesas）無断複写・転載を禁じます。全著作権所有。すべての商標および商品名は、それぞれの所有者のものであります。ルネサスは、本書に記載されている情報は提供された時点では正確であると考えていますが、その品質や使用に関してリスクを負いません。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、または非侵害を含むがこれらに限定されないことを含め、明示、黙示、法定、または取引、使用、または取引慣行の過程から生じることがあるかを問わず、いかなる種類の保証もなく現状のまま提供されます。ルネサスは、直接的、間接的、特別、結果的、偶発的、またはその他のいかなる損害についても、そのような損害の可能性について通知された場合でも、本書の情報の使用または信頼から生じる責任を負いません。ルネサスは、予告なしに製品の製造を中止するか、製品の設計や仕様、または本書の他の情報を変更する権利を留保します。すべてのコンテンツは、米国および国際著作権法によって保護されています。ここで特に許可されている場合を除き、本資料のいかなる部分も、ルネサスからの事前の書面による許可なしに、いかなる形式または手段によっても複製することはできません。訪問者またはユーザは、公共または商業目的で、この資料の派生物を修正、配布、公開、送信、または作成することを許可されていません。(Rev.1.0 Mar 2020)

### 本社所在地

〒 135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24  
(豊洲フォレシア)

<https://www.renesas.com>

### 商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

### お問い合わせ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄りの営業お問い合わせ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

<http://www.renesas.com/contact/>

© 2024 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved

Doc Number: R15WP0002JJ0100