

基板ジョイントボックス

電子電装開発センター 廣 永 亮 平¹・竹 村 安 男²・瀬 尾 右 文³
自動車電装事業部 井 出 剛 久⁴
珠海藤倉電装有限公司 長谷川 健⁵

RPC Joint Box

R. Hironaga , Y. Takemura , S. Seo , T. Ide , and T. Hasegawa

自動車に搭載する電子装備の増加により、ワイヤハーネスの回路数は増加の一途を辿っている。その結果、各装置への電源分配・回路保護の機能を有するジョイントボックスは、大型化や重量増となる傾向にある。われわれは、ジョイントボックスの小型軽量化を目的として、より多くの回路を内蔵でき回路密度の向上がはかれるリジッドプリント配線板を使用したジョイントボックスの開発を行った。

In the present context, with the growth of in-vehicle electric equipments, circuits of wiring harness are increasing. As a result, joint box (JB) that has function of power circuit distribution and protection is getting larger in size and heavier in weight. The current study reports the technical features of the new JB that achieved improvement both of increasing circuit density and reduction in size and weight with rigid printed circuit (RPC).

1. ま え が き

近年、自動車は搭乗者の安全、快適および利便性に配慮した新しい機能が求められ、新たな電子装備は増加する一方である。それにともなって各装備への電源分配・回路保護を行うジョイントボックス（以下 JB）に取り込まれる回路数が増加して JB の大型化や重量増大を招いている。一方で燃費向上のため車体全体の軽量化や車内スペースの拡大要求に対応するため、JB を含む車載部品には小型軽量化の要請が高い。われわれは JB にリジッドプリント配線板（以下 RPC）技術を適用することで、より多くの回路を内蔵し、かつ小型軽量化を達成したジョイントボックスの開発を行った。

2. 現行技術と問題点

現在の JB の回路構成は、銅合金などの板材をプレス加工により打ち抜いて形成したバスバと呼ばれる回路と、インシュレーションプレート（以下 IP）と呼ばれる樹脂製の絶縁板を複数層積層させて構成した方式¹⁾

が主流である。現行品の構成および外観を図 1-a に示す。この方式は、プレス加工で製造するため回路形成と同時にコネクタ、ヒューズおよびリレーを接続する端子を一括形成することができ大量生産に適している。しかし、プレス加工であるがゆえに、最小回路幅や回路ギャップは板材の厚さ程度までに制限され、小型化には限界がある。またこのバスバ回路は、端子部分の機械的強度を確保するため導電率の低い材料を使う必要があり、回路抵抗を低減するためには、回路幅を大きくする必要があるので重量増を招く欠点がある。さらに、製造に金型を使用するため、専用のプレス機などの設備が必要であり、加えて、車種や装備水準の多様化に対応する時にはプレス金型を作りかえる必要があるため、即応性、コスト面で不利となっている。

3. RPC JB の開発コンセプト

RPC の利点として、プレス加工の制限がないため最小回路幅や回路ギャップを縮小でき、回路密度の向上による JB の小型化が可能となる点がある。この回路密度の向上により、現行品の最小タブ幅（1 mm/040 端子）より狭ピッチである 0.64 mm/025 端子の搭載が可能となり、コネクタ占有面積の削減による JB の小型化が実現できる。また、回路材料として導電率が高い純銅を使用するため、バスバと比較して回路の断面積を削減することができる。さらに、車種や装備水準に応じて関連する回路

1 自動車電装開発部

2 自動車電装開発部主席研究員

3 自動車電装開発部グループ長

4 宇都宮技術センター主席技術員

5 取締役社長

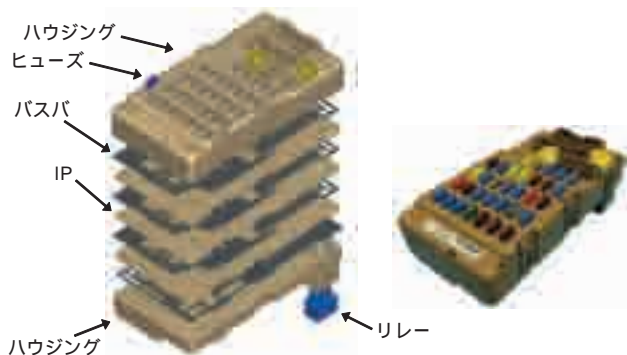


図 1-a 現行品の構成および外観

Fig. 1-a. Composition and appearance of conventional JB.

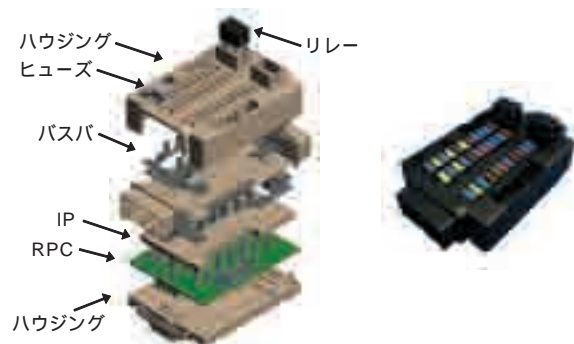


図 1-b バスバ+RPC JB の構成および外観

Fig. 1-b. Composition and appearance of bus-bar & RPC JB.



図 1-c 折り曲げ RPC JB の構成および外観

Fig. 1-c. Composition and appearance of bending RPC JB.

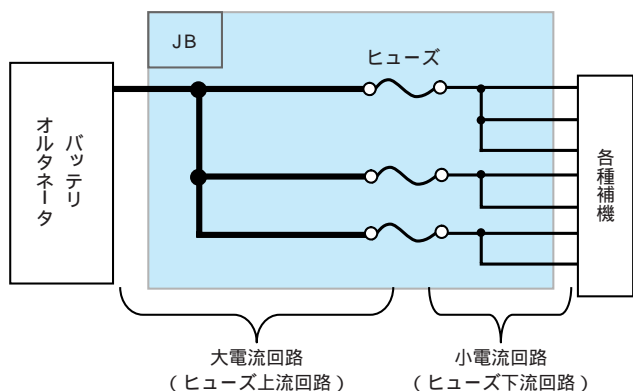


図 2 JB の内部回路構成

Fig. 2. Internal circuit composition of JB.

のマスクのみを変更することで容易に対応できるため、開発そのもののリードタイムの大幅な短縮ができる。

一般的に JB の内部回路は、図 2 に示すようにバッテリーやオルタネータ側であるヒューズより上流は回路数が

少なく大電流が流れ、各種補機に接続するヒューズより下流は分岐回路などにより回路数が多くそれぞれの電流も小さい。またヒューズ上流回路は車種あるいは装備水準による差が小さく、違いの多くはヒューズ下流回路に存在する。このためわれわれは、ヒューズ上流回路をバスバで構成して大電流対策と量産効果によるコスト抑制をはかる一方、ヒューズ下流回路に RPC を適用して多くの回路を内蔵しつつ車種や装備水準による作り分けや設計変更に対応すると同時に、開発のリードタイムを大幅に短縮するというコンセプトでバスバ+RPC JB の開発を行った。

さらに、RPC を全回路に適用し、さらなる小型軽量化を狙った JB の検討も行った。通常の RPC を使用した場合、端子を両面に実装しようとする、表裏同じ位置に配置することができず、パターン設計にも影響を受ける。このため基板の大型化や両面実装に伴う工程数の増加といった問題が起こる。そこでわれわれは、全回路の RPC 化を図りながら小型化と工程数の削減の両立を目指して、通常の RPC ではなく独自製法の折り曲げ構造を有した RPC を開発し JB へ適用した。回路構成としては、温度上昇抑制のため大電流が流れるヒューズ上流を厚銅箔、下流を薄銅箔とし、銅箔厚を使い分ける構成とした。全回路に RPC を適用することでバスバ+RPC JB に比べ、小型化と開発のリードタイムの大幅短縮が実現できると考えた。

4.RPC JB の開発結果

今回、開発した 2 種類の JB について以下で詳細に説明する。なお、設計にあたり小型軽量化を比較するため現行品と回路数およびヒューズ、リレー等の部品数は同一とした。JB に搭載する RPC の回路幅の設定にあたっては、通電温度上昇試験を行って一定の温度上昇における通電電流と回路幅と回路厚の関係性を求め、それを設計指標として適用した。

4.1 バスバ+RPC JB

開発したバスバ+RPC JB の構成および外観を図 1-b に示す。ヒューズ上流の大電流回路を 0.8 mm 厚のバスバ、回路分岐が多く回路数の多いヒューズ下流回路を銅箔厚 70 μm の RPC で作製した。この結果、現行品に対し、27.1 % の小型化、17.7 % の軽量化が実現できた。今回の回路設計にあたっては、通電温度上昇試験により求めたデータから回路幅を決定したが、JB は発熱をとまなうヒューズやリレーを使用していることから、それらの近傍の回路については、発熱部品の影響を考慮する必要があるため有限要素法 (以下 FEM) を使用したシミュレーション解析を行い、温度分布を検証した (図 3)。この FEM 解析の結果をもとに熱対策として回路の微修正や回路面積の追加などの対策を施し、再度解析を行って最適な回路を検討した後 JB の試作を行った。

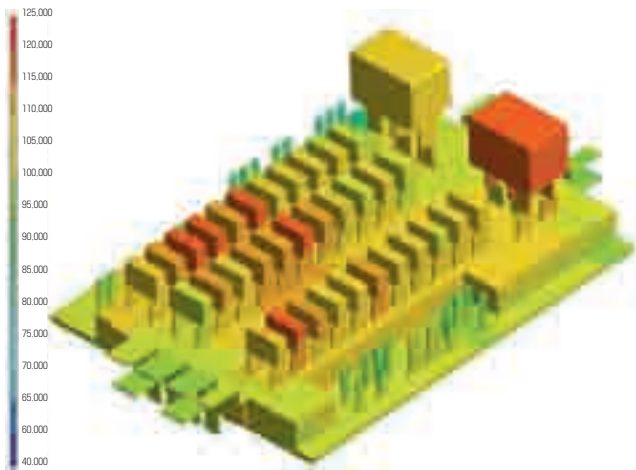


図 3 シミュレーションによる温度分布 (40 雰囲気中)
Fig. 3. Calculation result of temperature rise test with FEM. (ambient temperature: 40)

4.2 折り曲げ RPC JB

開発した折曲げ RPC JB の構成および外観を図 1-c に示す。折曲げ RPC とは、銅箔 1 層分で基板の折曲げ部を作製し、それ以外を多層構成とした基板で、折曲げ構造により基板投影面積の小型化をはかり、片面に部品実装を行った後折曲げをすることで両面実装と同等の構造が得られる基板である。従来、折曲げ部にフレキシブルプリント配線板 (以下 FPC) を適用し FPC と RPC を貼りあわせて構成する方法²⁾³⁾ や折曲げ以外に基板を 2 枚使用し上下基板を基板間接続コネクタやピンを用いて接続を行うものが見られるが、前者では FPC と RPC の貼りあわせには高度な技術が必要であり、また、後者では基板間の接続を行う部品や半田付けの追加工程が必要となりコストアップの要因となる。そこでわれわれは、FPC や基板間接続部品を必要とせず安価で作製できる折曲げ RPC を使用した JB を開発した。

回路構成は表層 2 層、内層 2 層の 4 層構造であり、ヒューズ上流回路 (表層 2 層) を銅箔厚 300 μm、ヒューズ下流回路 (内層 2 層) を銅箔厚 70 μm で構成した。全回路を RPC で作製した結果、現行品に対し 36.9% の小型化、29.4% の軽量化を実現できた。

5. 開発品比較

今回開発した 2 種類の JB と現行品について、その仕様をまとめて表 1 に示す。回路数およびヒューズ、リレー等の部品数を同一として開発した結果、現行品に対しバスバ +RPC JB で 27.1% の小型化と 17.7% の軽量化、折曲げ RPC JB で 36.9% の小型化と 28.4% の軽量化を達成した。この結果により、それぞれの JB において RPC を利用した効果を確認することができた。

なお、それぞれにおいて通電温度上昇試験や複合環境試験をはじめとした一連の車載評価試験を完了している。実施した車載評価試験を表 2 に示す。主要な試験で

表 1 現行品と開発品仕様比較
Table 1. Comparison of specification between conventional type and developed type.

項目		現行品	バスバ+RPC JB	折り曲げRPC JB
回路構成	バスバ	4 層	2 層	
	基板		2 層	4 層
回路厚	バスバ (mm)	0.64	0.8	
	基板 (μm)		70	300 (表層) 70 (内層)
投影面積比 ¹ (小型化効果)		100	72.9 (-27.1%)	63.1 (-36.9%)
重量比 ¹ (軽量化効果)		100	82.3 (-17.7%)	71.6 (-28.4%)

¹: 現行品に対する比率で表記

表 2 各種評価試験結果
Table 2. Evaluation tests results.

	バスバ + RPC JB	折り曲げRPC JB
通電温度上昇試験	合格	合格
複合環境試験	合格	合格
過電流試験	合格	合格
冷熱衝撃試験	合格	合格
温度 / 湿度サイクル	合格	合格
結露試験	合格	合格
耐湿性試験	合格	合格
高温放置試験	合格	合格
挿抜耐久	合格	合格
落下試験	合格	合格

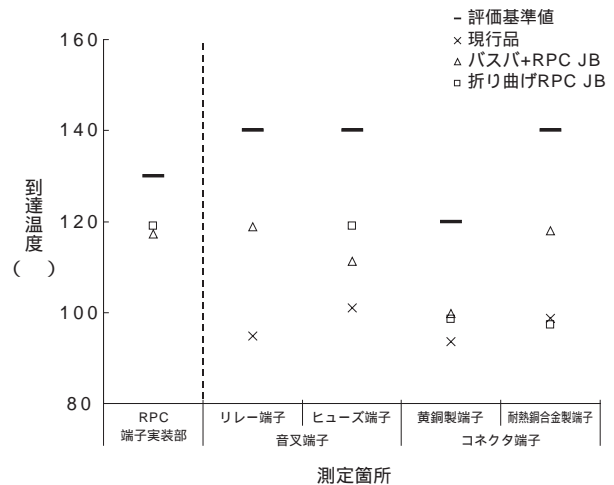


図 4 通電温度上昇試験結果 (40 雰囲気中)
(折曲げ RPC JB のリレー端子と現行品の端子実装部は存在しないためデータなし)

Fig. 4. Result of temperature rise test. (ambient temperature: 40 .)

ある通電温度上昇試験の結果を図 4、複合環境試験の結果を図 5 に示す。

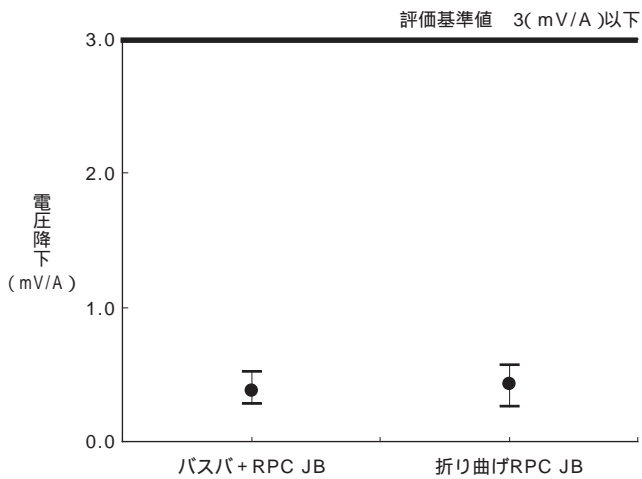


図5 複合環境試験後における1接続点あたりの電圧降下
Fig. 5. Voltage drop after combined environmental reliability test.

6.むすび

今回、われわれは内部回路にRPCを使用した2種類のJBを開発した。各々において、RPCを使用した効果が得られ、現行品に対し小型軽量化を達成することができた。

小型軽量化の点では折り曲げRPC JBがバスバ+RPC JBに比べ効果が高く、バスバを使用しないことで金型やプレス機などの大型設備が不要になるだけでなく、RPCの特長を活かして開発リードタイムの短縮をはか

れることから、今後予想される車種や装備水準の多様化に対応していくためには、折り曲げRPC JBが最も適していると考えられる。

一方、バスバ+RPC JBはバスバ部分を共通化し量産効果によるコスト抑制をはかる一方、ヒューズ下流にRPCを適用して多くの回路を内蔵しつつ車種や装備水準による作り分けを可能としている。JBへのバスバ適用は複数車種をカバーする場合のベース部分など、大量生産による量産効果が見込める場合にコスト面で有利であるため今後も使用されるが、小型軽量化の観点から使用範囲は限定されたものになってしまうと予想される。

今後はJBへの基板技術適用を進めさらなる小型軽量化をはかると同時に、基板技術との親和性が高く統合によるコスト低減をはかれるJBへの電子ユニット搭載などの課題に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 自動車用メインヒューズボックス & ジョイントボックス, フジクラ技報, 第107号, p.92, 2004
- 2) Markus Wille : Basic Designs of Flex-rigid Printed Boards, RUWEL Products & Technology, pp.14-19, 2007
- 3) 高見ほか : はんだ接合による基板間接続, フジクラ技報, 第111号, pp.26-30, 2006