

## 電源カットデバイス

中村祥宜<sup>\*1</sup>，福山岳樹<sup>\*2</sup>，堀 啓介<sup>\*1</sup>

### Pyrotechnical Circuit Breaker for Electric Vehicle

Yoshiki Nakamura<sup>\*1</sup>，Takaki Fukuyama<sup>\*2</sup>，Keisuke Hori<sup>\*1</sup>

#### 1. はじめに

近年、ハイブリッド車をはじめとする電動車両の普及に伴い、高電圧部品の電気安全性の向上が求められている。特に衝突時の感電保護については米国法規 FMVSS No.305 を筆頭に今後も厳しくなっていくことが予想される。

一般に、衝突時の感電保護対応としては、高電圧回路中に搭載された電磁リレー等で強制的に電気遮断することが多い。しかしながら、電磁リレーは遮断に比較的時間がかかり、特に衝突時にはより高速に遮断したいというニーズがある。

我々は、エアバッグに使用されている火薬を用いて、その爆圧によって高電圧部のバスバーを高速に切断する遮断装置を開発しており、本稿ではその一部を紹介する。

#### 2. 製品コンセプト

開発品のコンセプト形状を図-1に示す。構成は、イニシエータとよばれるエアバッグ点火用火薬、樹脂製の矢じり、受け刃、筐体、バスバーから成る。異常時に車両から着火信号をうけると

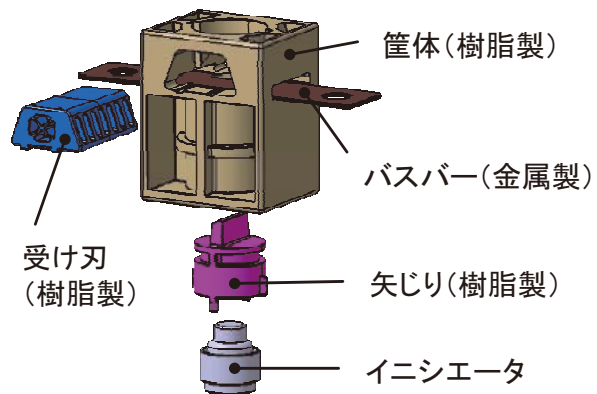


図-1 製品構成

即座にイニシエータが爆発し、その爆圧によって急加速した矢じりは、受け刃との間でバスバーをせん断的に圧縮・切断することで回路をオープンにする。製品設計上の主要な要素技術は下記の2点となる。

- 1) 安定的にバスバーを切断する構造設計
- 2) バスバー切断後のアーク消弧技術

#### 3. 要素技術の概要

##### 3-1. バスバー切断技術

バスバーに使用される金属材料は純銅が多く、引張り伸びが大きいことが特徴である。安定的に純銅を切断しようとする、引張モードよりもせん断モードを主とするような切断方式が適している。例えるなら、バスバーを引張りで引きちぎるよりも、はさみのように切ったほうが切断にかかるエネルギーが小さく、切断後の形状の再現性が高い。開発品では矢じりと受け刃ではさみの構造をつくり、両刃間のクリアランスを検討し、切断構造の最適化を実施した(図-2)。

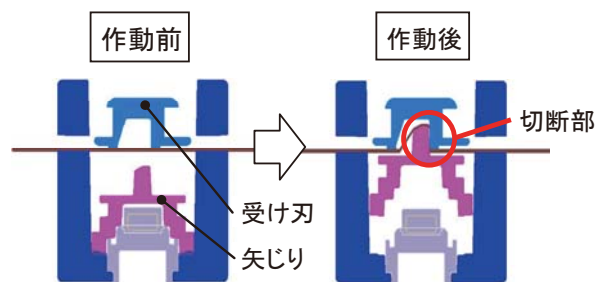


図-2 切断の様式図

##### 3-2. アーク消弧技術

高電圧回路を通電中に回路切断すると切断点間にアーク放電が生じる(図-3)。アークが継続すると周辺の金属・樹脂部品は溶融、気化し、最終的には発火に至るため、消弧技術を確実に盛り込む必要がある。

切断されたバスバー間のアークを消弧するには、過渡的に電源電圧よりアーク電圧を高くする

\*1 商品開発部 ユニット開発室

\*2 IE・SS 開発部 SS 開発室

ことが効果的である。一般には切断点間の距離を大きくとることが有効だが、車載向け製品では小型化が必須であるため、アークの通り道に細狭部を併設する方式を採用した。また、アブレーション効果といわれる、アーク放電によって樹脂が分解した際に発生するガスによる冷却効果も見込んでいる。これにより小型化とアーク電圧の向上を両立することができた。

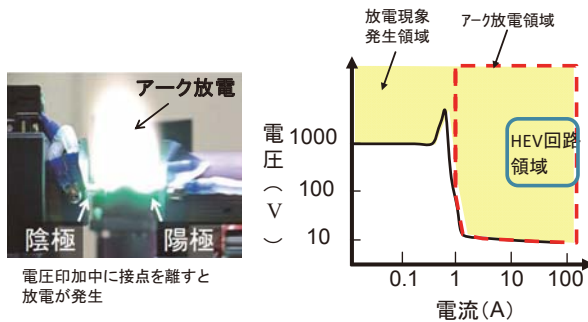


図-3 アーク放電の発生領域<sup>1)</sup>

#### 4. 性能評価結果

ハイブリッド車の電池領域を想定した回路にて(200V, 134A), 試作品の遮断試験を実施した。遮断グラフを図-4に示す。火薬の着荷信号を受けてから約0.3msecで火薬が発破し、0.7msec後にバスバーが切断され、1.7msec後にアーク消弧が完了している。この遮断時間は一般的な電磁リレーの1/2~1/10程度であり、高速遮断性能を確認することができた。

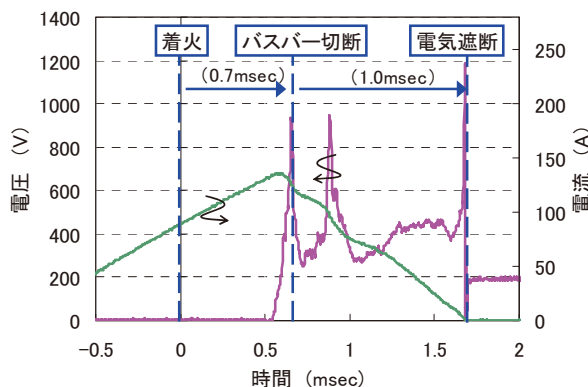


図-4 電気遮断波形

開発品の性能諸元を表-1に示す。遮断最大電圧は310Vでほとんどのハイブリッド車の電源電圧をカバーできる。

その他の特徴として、開発品はHV車回路のバ

スパーにぶら下げる形で搭載するため、回路抵抗を増加させることがなく、寄生インダクタンスの増加もほとんどない。そのため、燃費を悪化させずに安全性を向上させることができる。

表-1 開発品の主要性能

項目	特性	
遮断性能	最大遮断性能	310V×450A (0.24mH時)、600V×10A (0mH時)
	遮断時間	1.7msec (検討時の実測値)
環境特性	使用温度	120℃、-30℃環境下で電気遮断可 <sup>※)</sup>
	高温劣化	120℃×400H後に電気遮断可 <sup>※)</sup>
	高温高湿劣化	80℃×95%RH×400H後に電気遮断可 <sup>※)</sup>
	熱衝撃	105℃⇔-40℃×350cyc.後に電気遮断可 <sup>※)</sup>

※) 200V×134A×2mH条件にて遮断試験実施

#### 5. おわりに

車載向け回路遮断装置には電磁リレー以外にもヒューズや半導体スイッチなどが使用されており、車両の遮断要求に応じて用途が決められている。開発品は特に上記では達成しにくい衝突時や異常故障時の高速遮断に特化した性能を有しており、今後も、さらなる高電圧化への対応技術など、市場やお客様のニーズを捉えて開発を進めていく所存である。

最後に、本開発においてご支援、ご指導をいただいた静岡大学の関川准教授をはじめ、関係者の方々に厚く謝意を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 高木相, 電気接点のアーク放電現象, コロナ社 (1995) p72

#### 著者



中村祥宜

福山岳樹

堀 啓介