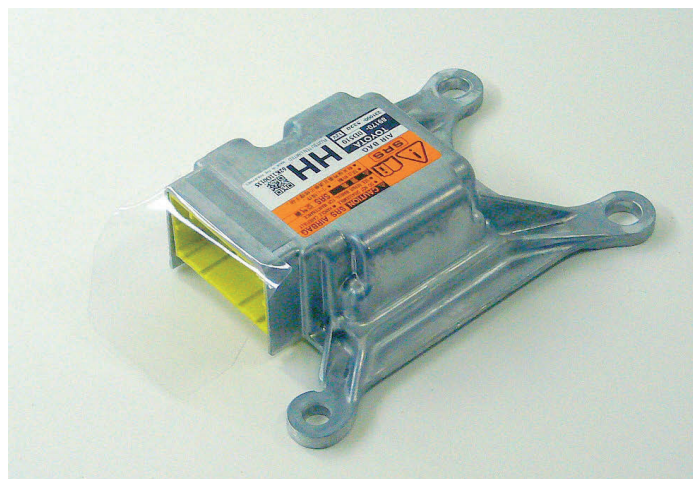


新興国市場向けローコストエアバッグECU開発

Development of Low-Cost Airbag-ECU for Emerging Markets

遠 藤 淳 一 Junichi ENDO
土 師 慶 之 Yoshiyuki HAJI
東 智 代 Tomoyo AZUMA
前 野 義 彦 Yoshihiko MAENO



要 旨

エアバッグシステムの市場トレンドは、BRICsをはじめ新興国で標準装備化が進み、大幅に拡大傾向にある。また、新興国では車両販売価格が従来から大幅に低下しており、それに伴い車載部品へのローコスト化の要求も厳しくなっている。但し、エアバッグシステムは自動車の安全に直接かかわるシステムであることから、信頼性の要求レベルが非常に厳しく、従来と同様の高信頼性を維持しつつ、ローコスト化を実現させることが大きな課題である。

その一方で既に標準化されている先進国では、自動車の安全性に対する意識の高まりからさらなる多様化、高機能化の動きも加速している状況にある。

当社は、この2つの大きな市場トレンドに対応すべく、エアバッグECUの開発を進めているが、本稿では新興国をターゲットとしたローコストECU開発への取り組みについて紹介する。

Abstract

Airbag-system markets are now greatly expanding because more vehicles are being equipped with airbag systems as standard in emerging countries such as BRICs. However, in accordance with large decline in vehicle selling prices in those areas, low-cost devices for vehicles are being highly demanded. Highly-reliable airbag systems are also demanded because they directly influence vehicle safety. Therefore, our major task is to develop a low-cost highly-reliable airbag that is as reliable as the conventional systems.

On the other hand in advanced countries where the airbag systems have already been common, the trends toward more diversification and higher functionality in airbag systems are accelerating in accordance with the increase of vehicle safety awareness.

We, at Fujitsu Ten, are now developing airbag ECUs so as to deal with these two big market trends. This paper will introduce our efforts of development of the low-cost ECUs targeting emerging countries.

1

はじめに

国内、欧州では衝突安全技術の向上、シートベルト着用
の定着化とともに運転席、助手席エアバッグ、シートベル
トプリテンショナーがほぼすべての車両に標準装備されて
いる。その結果、警察庁の調査では、国内の交通事故によ
る死者は平成4年（1992年）をピークに年々減少方向にあ
る。（図1）

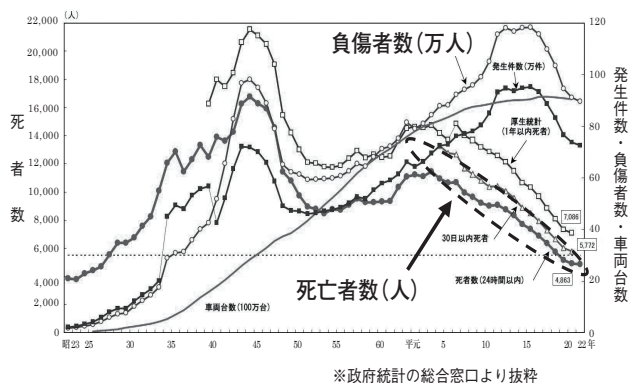


図1 交通事故による死者数、負傷者数の推移

Fig.1 Transition of Number of Traffic Fatalities and Injuries

また、米国では加えて側面衝突、オフセット衝突時の乗
員への加害性に対して他国より厳しい基準での法規が施行
されており、多段階制御エアバッグ、側突エアバッグ（サイ
ドエアバッグ、カーテンシールドエアバッグ）がほぼすべ
ての車両に装備されている。また、2014年以降にはさらに車
両横転時（ロールオーバー）の乗員放出防止に対しての法規
も施行予定であり、今後さらなる高機能化が進んでいく。

その一方で、中国を含むインド、ブラジルなどの新興国
では、交通事故に対する死亡率が20%を超えている状況が
続いており、エアバッグシステムの普及が急がれている状
況である。（図2）また、普及に向けては、エアバッグシ
ステムのローコスト化が必須な要件になってくる。

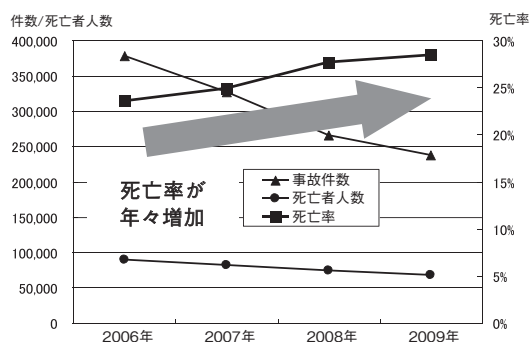


図2 中国交通事故による死亡率推移

Fig.2 Traffic Fatality Rate in China

今後、エアバッグシステムは先進国でのさらなる高機
能化ニーズと中国を含む新興国でのローコスト化ニーズが
二つに明確に分かれてくると予測する。

2

エアバッグシステムの概要

エアバッグECUは、運転席および助手席の前突多段エ
アバッグ、シートベルトプリテンショナー、サイドエアバ
ッグ、カーテンシールドエアバッグなどの制御を行うもの
である。図3の構成例に示すように車室内前方中央部に配
置されたエアバッグECUおよび車両前方に配置されたフロ
ントサテライトセンサ、車両側面に配置されたサイドサテ
ライトセンサにより、前方および側方からの衝撃を検出す
る。これをエアバッグECU内のマイクロコンピュータ（以
下マイコン）で演算し、各車両毎に設定された衝突判定値
を超えた場合は、点火回路をオンする。これによりエアバ
ッグの着火装置（以下スクイプ）に電流を流し、ガス発生
剤に着火することで高圧ガスを発生させ、エアバッグを瞬
時に膨らませる。

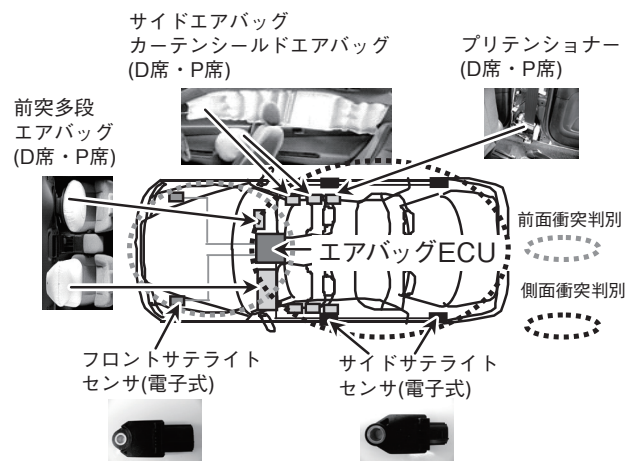


図3 エアバッグシステムの構成例

Fig.3 Example Configuration of Airbag System

3

当社のエアバッグECUの開発経緯

当社は、エアバッグシステムがオプション設定で需要が
少なく高価であった1993年から、トヨタ自動車殿へエア
バッグECU（運転席エアバッグのみの1ch仕様）の納入を
開始し、現在では国内、欧州、中国、フィリピンの各工場
合わせて年間200万台以上を生産している。

また、各国の衝突安全基準（法規）に対応し、図4で
示す通りにスクイプch数は年々増加傾向になっていたが、
今回新興国市場をターゲットに絞り、仕様を最適化した
ローコストECUを開発した。

2006年に量産化したエアバッグECU（06モデル、前突
ECU）の8chシステムから最大4chのシステム構成とし、
徹底的にスリム化、ローコスト化を狙った開発となっている。

本稿では、この新興国市場をターゲットに開発したロー
コストエアバッグECUで取り組んだアイテムの技術につ
いて紹介する。

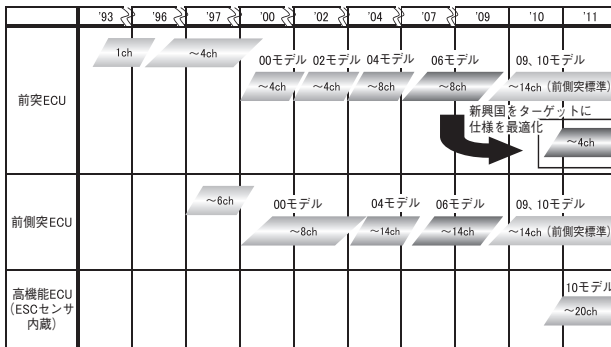


図4 当社エアバッグECUの開発経緯

Fig.4 Transition of Airbag ECU Development at FUJITSU TEN

4 開発のねらい

4.1 開発ECUの仕様

仕様	開発ECU (ローコスト)	従来ECU (06モデル)
スクイブch数	~4ch	~8ch
フロントサテライトセンサ	~2ch	~2ch
サイドサテライトセンサ	—	—
拡張入力	~1ch	~3ch
拡張出力	~1ch	~1ch
P席インジケータ	OFF	ON/OFF
LAウォーニングランプ	CAN、直線	CAN

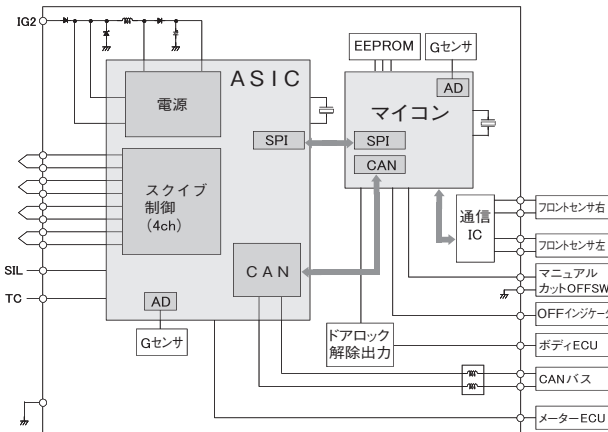


図5 開発ECUの回路構成案

Fig.5 Circuit Diagram of ECU under Development

4.2 開発目標

開発ECUの目標は、従来ECU比較で部材費▲25%、部品点数▲30%、筐体重量▲25%に設定し開発を開始した。また、目標実現のための重要アイテムは以下の3項目となる。(図6)

(1) 電源回路のスリム化

新興国市場をターゲットに電源能力を最適化、簡素化し、部品点数の削減を実現する。

(2) カスタムIC (ASIC) のシュリンク

新プロセス採用、仕様最適化による回路（アナログ、デ

ジタル）スリム化して、チップサイズを縮小し、コストダウンを図る。

(3) 筐体の小型化

ECU内の加速度センサ（Gセンサ）の伝達特性、車両衝突時の衝撃耐性を維持しつつ小型化、軽量化を実現する。

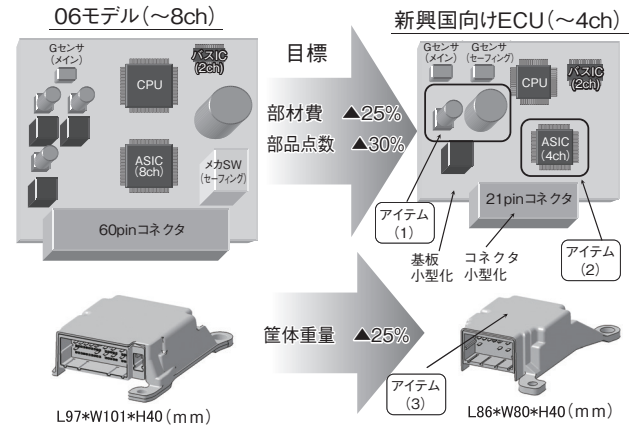


図6 新興国向けローコストECUの開発目標

Fig.6 Development Target of Low-Cost ECU for Emerging Countries

5 技術開発内容

5.1 電源スリム化

エアバッグECUにおいて、電源回路は部品点数、実装面積で大きなウェイトを占めている回路ブロックとなるため、ECU全体のスリム化を進める上で構成を簡素化することが重要な部分になる。2006年に量産化したエアバッグECU（06モデル）の電源回路は、スクイブが8chまで対応可能な電源能力となるよう設計されていた。しかし、スクイブ4chまでとするローコストECUの場合、06モデルと同じ電源回路構成では電源能力がオーバースペックとなってしまう。そこで仕様に合わせた最適な電源能力に絞り込み、電源回路構成を簡素化、部品の小型化を検討することとした。(図7)

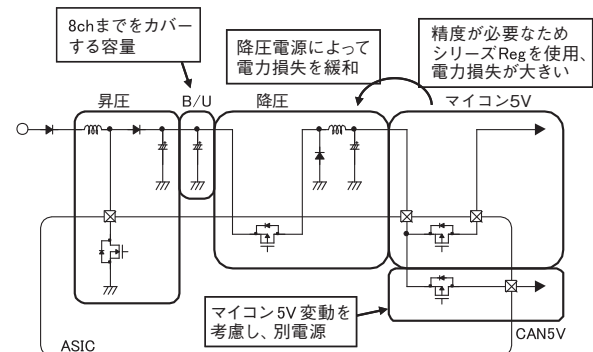


図7 従来ECU（06モデル）の電源回路構成

Fig.7 Power Circuit of Conventional ECU (06-model)

回路簡素化の取り組みポイントとしては、①降圧電源削除、②バックアップコンデンサの小型化、③5V電源（マイコン用、CAN用）の共用化の3点とした。（図8）

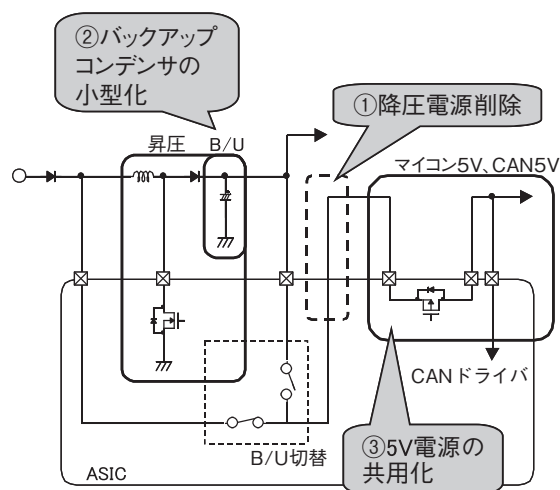


図8 新興国向けECUの電源回路構成
Fig.8 Power Circuit of ECU for Emerging Countries

まず①の降圧電源削除については、降圧電源によって緩和されていた5V電源の電力損失が増加し、ASICに内蔵しているTrの温度上昇が大きくなることが懸念される。そのため、シミュレーションによる熱解析、および実機確認によってASICジャンクション温度150℃以下とする構成を検討した。

検討の結果、車両ワイヤーハーネスの噛み込みなどによりスクイブが+Bとショートするようなフェール故障時に150℃を超えてしまうことがわかった。

そのため、発生する電力をASIC内蔵Trと外付けTrの2つで熱分散する構成とした。それにより、ASICの発熱をジャンクション温度150℃以下にすることができた。（図9）

また、外付けTrの電力分散割合を最小限にすることで、部品サイズ、コストを最小限にしている。（図10）

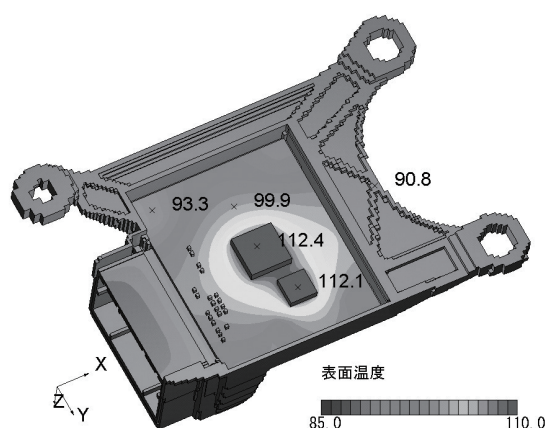


図9 熱解析シミュレーション結果
Fig.9 Thermal Analysis Simulation Result

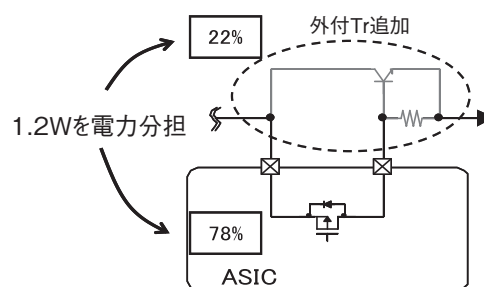


図10 5V電源の電力分担
Fig.10 5V Power Distribution

次に②バックアップコンデンサの小型化について、スクイブch数の削減、消費電流の低減を踏まえてバックアップ性能を満足させる必要容量を見直すことにより、バックアップコンデンサを従来ECUのφ18×H25からφ18×H16.5に小型化・低背化している。またバックアップコンデンサを昇圧電源平滑用としても使用することで回路構成を簡素化している。

最後に③5V電源（マイコン用、CAN用）の共用化については、CANバスラインのフェール時でもエアバッグ機能が影響を受けないことを前提に検討した。

CANバスフェール時の電流引き込みによる5V電源の電圧変動に対し、電流制限回路を設定し電圧変動を抑制する対策を実施したが、実際には回路の応答遅れにより電流制限が機能せず、電圧変動が発生してしまうことが発覚した。（図11）

5V電源の電圧変動はエアバッグECUの衝突判別性能へ直接影響を与えてしまうことから、今回のローコストECUでは5V電源の共用化は断念した。

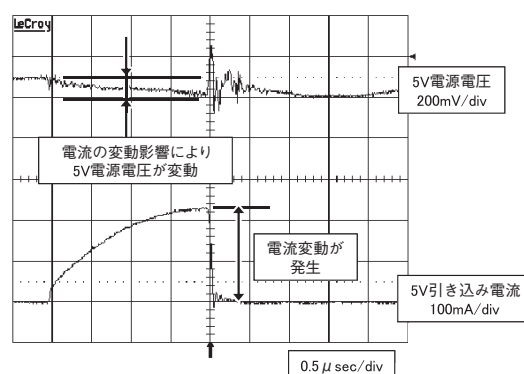


図11 5V電源 電圧変動実機確認結果
Fig.11 Verification Result of Voltage Variation of 5V Power Line on ECU

5.2 カスタムIC（ASIC）のチップシュリンク

従来ECU（06モデル）に搭載されているASICから約45%微細化したプロセスルールを採用した開発品に変更している。プロセス技術により、寄生動作抑制や素子間隔の縮小を実現させ、素子サイズの大幅なシュリンクを実現している。

また、合わせてエアバッグECUの仕様最適化にともない、IC機能を削減し、チップサイズ低減を観点に徹底的に素子やロジックゲートを絞り込む検討を実施した。

その結果、ロジックゲートが12,000ゲート（従来比▲43%）、アナログ素子数が3,200素子（従来比▲18%）まで削減し、チップサイズが従来比（面積）▲22%を実現した。

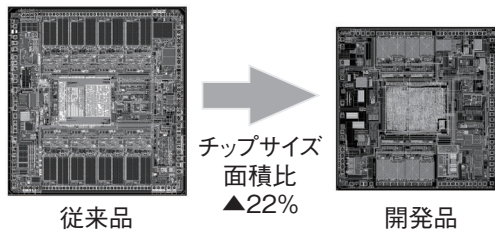


図12 カスタムIC (ASIC) チップサイズ比較
Fig.12 Chip Size Comparison of Custom ICs (ASIC)

5.3 筐体の小型化

新興国向けECUはスライプ4chまでとすることで、コネクタ及び基板を小型化している。しかし、ECUの車両搭載は、標準化が進んでおり、車両取り付け位置、コネクタの位置を従来ECU（06モデル）と同じにする必要がある。

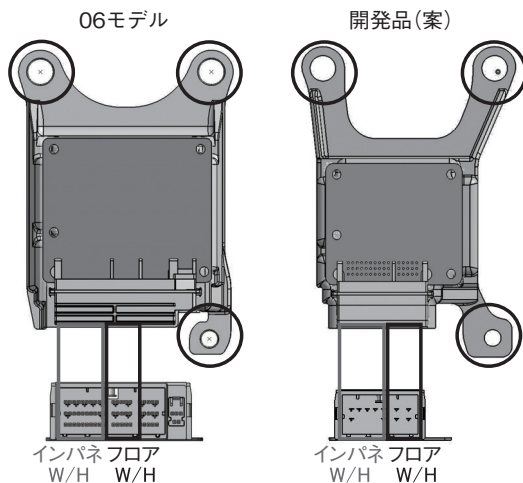


図13 エアバッグECU標準搭載図
Fig.13 Standard Installation Style of Airbag ECU

図13で示すように標準搭載を満足するためには、BKT部を長くする必要があり、エアバッグECUにおける筐体の基本機能である『車両衝突Gを基板上Gセンサに確実に伝達する機能』と『基板を保護する機能』をBKTの剛性低下により損なう可能性がある。また、機能を満足するために補強を施すと重量が重くなり、コスト削減が困難になる。

従って、ローコストECUでの筐体小型化設計ポイントは必要最小限の補強（重量増加）で①機能を満足して、②軽量化を実現することになる。

①機能を満足する設計

補強のない状態から、設計パラメータを抽出し、品質工

学を使用して、G伝達性能及び強度に寄与する設計パラメータを明確にした。

前BKT補強リブ高さ、本数、幅、長さ

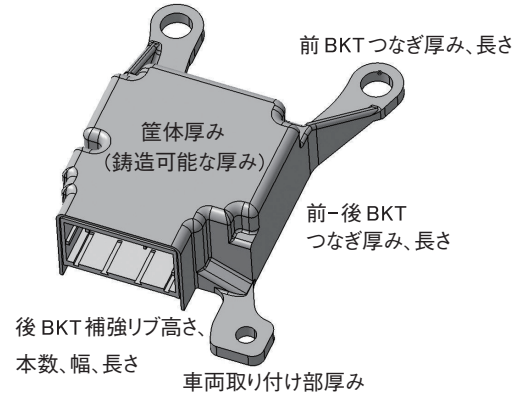


図14 筐体設計パラメータ
Fig.14 Housing Design Parameters

機能への寄与率が高いパラメータは、前BKT・後BKT補強リブの長さ、高さ、本数と前BKT・前-後BKTつなぎ部の厚み、長さであり、軽量化も考慮した最適設計の因子で筐体設計を実施した。

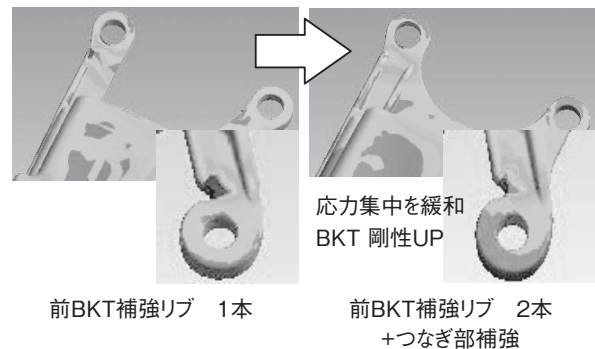


図15 強度解析の例
Fig.15 Example Strength Analysis

上記検討した形状により、金型品を作製し、振動特性（伝達特性）及び強度が仕様を満足することが確認でき、形状を図16のように決定した。

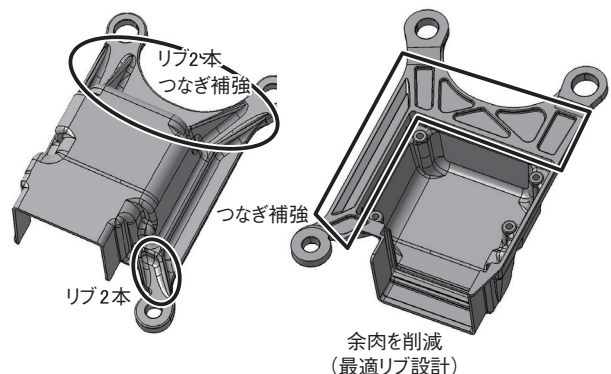


図16 新興国向けECU筐体の最終形状
Fig.16 Determined ECU Housing Shape for Emerging Countries

②軽量化の実現

①にて補強のための重量UPを必要最低限に抑えたことで、従来ECU（06モデル）から重量を25%削減し、コストダウンを実現させた。また、他社のエアバッグECU筐体と比較しても重量は同等以下になっており、競争力の高い筐体設計が実現できたと考える。

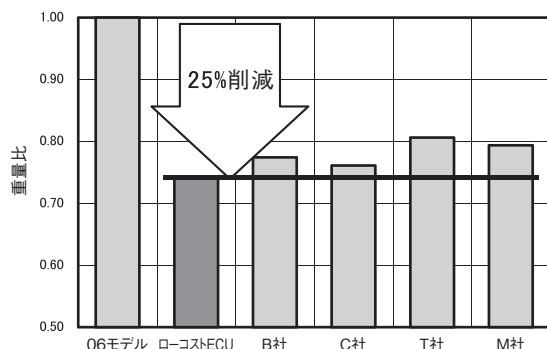


図17 筐体重量の他社比較

Fig.17 Housing Weight Comparison with Competitors

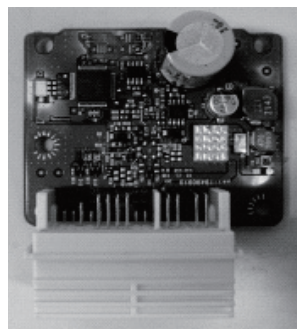
6

開発の成果

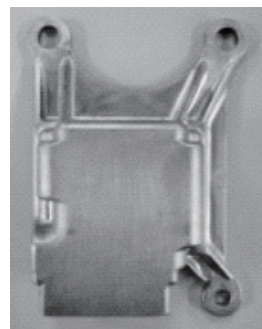
下表に開発完了時での実績を示す。

仕様	開発目標	実績	判定
部材費	▲25%	▲30%	○
部品点数	▲30%	▲31%	○
筐体サイズ(重量)	▲25%	▲26%	○

徹底的にローコスト化にこだわり、開発を進めてきたことで、開発当初の目標である部材費▲25%、部品点数▲30%、筐体サイズ▲25%を全てクリアすることができた。



ECU基板写真



筐体写真

図18 ローコストエアバッグECU写真

Fig.18 Low-Cost Airbag ECU

7

今後の技術開発について

今後の新興国市場では、特に中国を中心に自動車の安全性に対する意識の高まりにより、今回の前突特化の最大4chシステムから側突まで対応した最大6~8chシステムの需要が増加してくると予想される。

そのニーズに対応するため、今回開発した小型筐体サイズに収まるローコストな前側突対応ECUを開発していく予定である。

8

おわりに

今回開発したECUは、2010年12月より新興国向け車両用として当社フィリピン工場にて量産開始され、エアバッグシステムの低価格化に大きく貢献することができた。

最後にこの開発に協力いただいた社内外の関係者の皆様に心より感謝の意を表します。

参考文献：

警察庁交通局「平成22年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について」（2011年1月27日）

筆者紹介

遠藤 淳一
(えんどう じゅんいち)

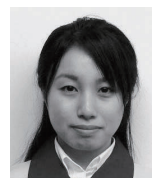
1991年入社。以来、自動車用電子機器の製造担当を経て、2002年よりエアバッグECUハード開発に従事。現在、AE技術本部車両技術統括部技術一部に在籍。

前野 義彦
(まえの よしひこ)

1984年入社。以来、自動車用電子機器の開発に従事。現在、AE技術本部車両技術統括部技術一部部長。

土師 慶之
(はじ よしゆき)

2002年入社。以来、AE製品(主にエアバッグECU)の構造設計に従事。現在、ITS技術本部共通技術統括部開発二部に在籍。

東 智代
(あずま ともよ)

2006年入社。以来、エアバッグECUの筐体設計、要素開発に従事。現在、富士通テンテクノロジ株式会社第一エンジニアリング部に在籍。