

車載シート内蔵ハイブリッドデバイス

自動車電装カンパニー 海津 雅洋¹・中崎 滋¹・亀島 貴¹・井口 雄介²
東北フジクラ 安達 憲康³・菅原 藤貴³
先端技術総合研究所 木崎 剛志⁴・千艘 智充⁴
知的財産センター 鈴木 俊之⁵

The Build-in Hybrid Device for Automotive Seat

M. Kaizu, S. Nakazaki, T. Kameshima, Y. Iguchi, N. Adachi, H. Sugawara,
T. Kizaki, T. Senso, and T. Suzuki.

当社は、車載シート内に搭載して乗員と荷物を判別可能なシートベルトリマインダ（SBR）用センサや、乗員の体格や動的着座姿勢を検知する体格検知センサなどを、電子メムレン技術を用いたデバイスとして開発し供給してきた。

一方、自動車産業の自動運転システム導入、EV化の流れの中で、従来型の車載電装品の概念を超えた搭乗者の安全性と快適性を追求した様々な電子電装デバイスの開発が業界内外で加速しており、軽量省スペースに加え省電力、多機能な検知・監視を可能とするデバイスの実現が求められている。

私たちは、従前の乗員検知センサデバイスに加えて、加温（シートヒーティング）、検知情報の無線通信、運転者の生体情報（呼吸、心拍）検知などの機能を一体的に搭載したハイブリッドデバイスの開発を進めており、本稿ではプラットフォームとしての新配線基板を適用したSBR+シートヒータのハイブリッドデバイスを紹介する。

Fujikura has developed and manufactured some advanced sensing devices for passenger detection which Seat Belt Reminder (SBR) with electronics membrane circuit technology for example.

On the recent trend of automotive industry such as the installation of self-driving system and EV locomotive system, various kinds of development for internal mounting electronic control and sensing device has been proceeding emotionally to pursue the safety and the comfortable driving environment.

Relationally, the multi-function device with less weight, less thickness, saving electric power is going to be highly expected from current and future automotive customer.

In this paper, the developed hybrid device which has SBR and seat heating unit on the new circuiting material as multi usage platform is introduced.

1. ま え が き

近年の自動車は、近未来の中小型車EV化への駆動機関シフトに伴う動力、電力システムの変革や、自動運転を念頭とした搭乗者と自動車との多種多様な情報交換を可能とするハード、ソフトを含む統合システムの構築に向けた新たな車載電装品の開発実用化を必要としている。当社は乗員の着座を検知するシートベルトリマインダ（以下SBR）やSRS（Supplemental Restraint System）エ

アバッグをはじめスマートエアバッグの展開制御に必要な乗員の体格・姿勢検知センサの開発を通じて、搭乗者への負荷が少ない検出デバイスを提供してきた。

今後、乗員情報、車内外環境情報などの情報処理量の拡大に伴い、このような電装デバイス製品は検出手段、情報処理、車内伝送などのそれぞれの切り口で多様化し、かつ大量に搭載されることになることが予想されており、それぞれの小型軽量化、省エネ化、高速化に加え、部品点数とケーブル配線の削減を求める統合（ハイブリッド）化のニーズが大きくなってきている。このようなニーズに対応すべく、メムレン配線基板、フレキシブル配線基板（以下FPC基板）、細線ワイヤリング、センサ、コネクタをはじめとする当社の有する各種のコア技術を融合した統合型デバイスの開発に取り組んでいる。

1 車載モジュール技術部
2 電装品開発部
3 プリント回路技術部
4 材料研究部
5 知的財産技術部

本稿では、ガラスクロスを基材とする新タイプコア配線基板上にSBRセンサとシートヒータを形成搭載し、SBR性能の向上と搭乗員の着座快適性向上の両立を実現したハイブリッドデバイスを紹介する。

2. 乗員検知センサの概要

2.1 SBR乗員検知センサ^{1),2)}

SBR乗員検知センサ（以下SBRセンサ）の検出原理は、シート着座時の座面荷重によって対向する上部下部の接点が接触するON/OFF信号を送出するものである。この信号をECUが検知して運転時助手席の乗員着座の有無を判断し、シートベルト着用を警報と警告灯で促すシステム用のセンサであり、シート座面の上面（A-Surface）に配置するものとシート底面（B-Surface）に配置するものの二種類が製品化されている（図1）。

SBRセンサは助手席への装備普及が大幅に進んだが、

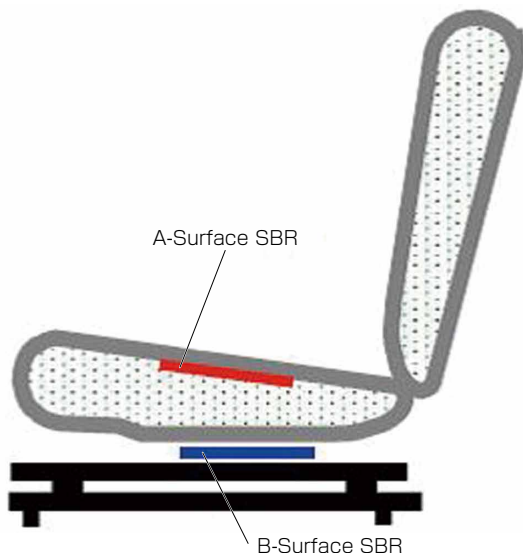


図1 SBRセンサの配置
Fig. 1. Location of SBR Sensor.

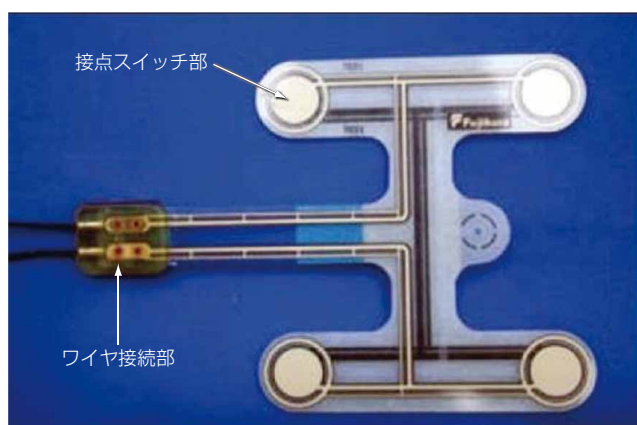


図2 A-Surface SBRセンサ例
Fig. 2. Photo of A-Surface SBR Sensor.

乗用車について後部座席を含めて全座席に装備する国際基準の改正案が採択されたことから、世界規模で更なる導入需要が見込まれている。

図2に代表的なA-Surface型SBR用乗員検知センサの外観を示す。

荷物と人の判別性能向上のため、左右に配置された接点の複数が接点がONした場合にシステムが稼働する「Dual Cell」構造になっており、重量のある荷物による誤検知の発生確率を単接点の場合に対して改善した特徴を有している。個別の製品設計においては、搭乗者のシート上着座位置や着座姿勢が変化しても確実に検知するために搭乗者の臀部圧力分布に即した接点配置と接点機構（ON荷重値）調整をシートのクッション特性とのバランスの中で実施している。

2.2 体格検知着座センサ³⁾

SBRシステムのシートベルト装着警報に加えて、SRS（Supplemental Restraint System）エアバッグの衝突時展開制御を高度化したスマートエアバッグシステム用のセンサとして開発されたのが体格検知着座センサである（図3）。

基本的なセンサとしての電極部構造並びにシート装着箇所は、A-Surface型SBRセンサと類似しているがSBRセンサは接点によるON/OFF信号の送出であるのに対して、体格検知センサは接点部に感圧電極を設け、かつ座面及びシートバック内に感圧電極を多点に配置する構造としている。多点に配置されたセンサ部からの圧力信号の変化からシート座席利用者の体格（成人/子供）や着座姿勢、座席の利用状況（チャイルドシートの有無）などを検出することができる。

A-Surface型SBRセンサ及び体格検知着座センサともに、センサスイッチ部分はポリエステルフィルム上に印刷形成された銀・カーボンを導電体と配線基板を間隔を

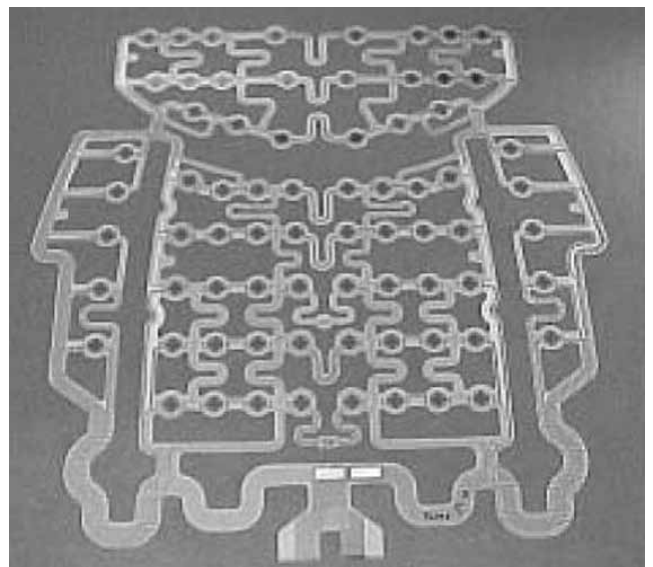


図3 体格検知着座センサ例
Fig. 3. Photo of Force Sensing Seat Sensor.

設けて対向配置させて積層した構造をしており、厚さ 0.3 mm 前後と薄くて軽量、かつ低コストであることを特徴としている。

座面あるいはシートバックの表皮下に配置される A-Surface 型 SBR センサは、乗員着座時の圧力荷重が比較的大きくセンサ検出が安定かつ容易である反面、表皮とクッションフォームとの間に挿入配置する際の正確な位置決めをはじめとした装着工数の問題と着座時の感触違和感（不自然な剛性や異音抑制）などの課題が指摘されている。

3. シートヒータの概要

自動車メーカーの内蔵シートヒータは、シート内に内蔵埋設された乗員暖房用の発熱装置である（図 4）。

シート表面から直接的に乗員を加温するため、エアコンによる空調暖房に比べて加温効果が高く、乗員の温熱快適性（頭寒足熱、腰痛低減など）、感染予防（車室内乾燥防止）、EV 車における省消費電力化などの命題に対して優れた機能を発揮する。

特に大腿部（座面）の加温による温熱快適性が指摘されている⁴⁾。

普及しているシートヒータの多くは、その加熱部において径 1.0 mm 前後の電熱線を厚 2.0 mm 前後の柔軟な不織布面状に展開配置したもので、通電により電熱線すべてが発熱する仕組みである。前出の乗員検知センサとの併用で、乗員が着座しているときだけ加温するように制御されている。

電熱線によるシートヒータ面上の凸部異物感を緩和するために、シートヒータと表皮の間にスポンジクッションなどを装備するため乗員への熱伝搬効率に無駄が生じることや、電熱線すべてが発熱するため加熱エリアを隔離・分散配置することが難しいなどの課題が指摘されている。

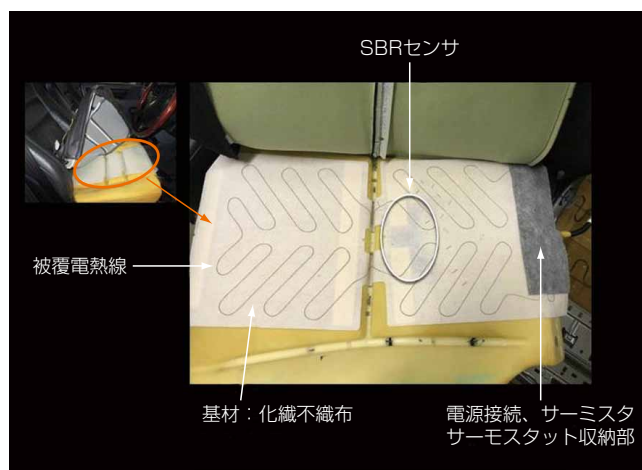


図4 運転席シートヒータ例
Fig. 4. Photo of Seat Heater in Drivers Seat.

4. ハイブリッド化のコンセプト

乗員に密接するシートには、安全性と快適性を目的とした様々なデバイスの配備が検討・実用化されている。ハイブリッド化のコンセプトは、これら複数のデバイスを集約・高機能化し、装着工数を含めたデバイスのトータルコスト低減、配置・検知精度の向上と薄型・軽量化・省電力化を実現することにある（図 5）。

本稿にて紹介する SBR センサ+シートヒータの例では、センサ配置箇所の適正温度環境の実現維持を可能としており、環境温度（特に低温下）によって変化するセンサ類（例えば低弾性素材の感圧センサ）のような場合において、検出精度の向上・安定化が期待できる。従来では図 4 のように SBR センサとシートヒータは、異なる機能によって設計された別々のデバイスとしてシートの座面表皮下に個別に固定設置されているが、これをハイブリッド化することにより、座面配置用途に乗員の着座検出位置と発熱位置を同一面状に最適配置することを可能とし、以下のような特徴的機能の複合を実現している。

- ① 織布のような柔軟性、フィット性、縫付装着性
- ② 発熱箇所の配置・形状・制御の個別設定機能
- ③ センサ電極仕様変更の自由度・機能拡大

5. ハイブリッドデバイスの構造と特徴

5. 1 ハイブリッドデバイスの基本構造

開発したハイブリッドデバイスの外観を図 6 に、構造概念図を図 7 に示す。

シートヒータのクッションフォームとの変形親和性に優れる柔軟さと SBR センサの印刷導体配線形成を両立し、同時に二種類のデバイスを同一面上に形成搭載可能であることから、当社の有する以下に紹介する幾つかのコア技術を複合している。



図5 コンセプトイメージ
Fig. 5. Concept Design Image of Hybrid Device.

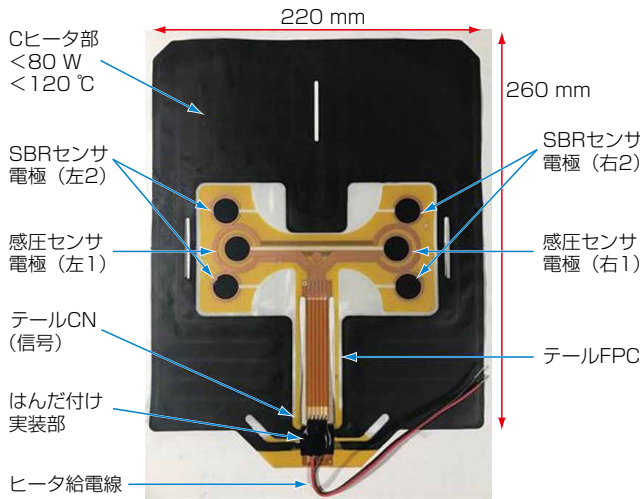


図6 プロト試作外観
Fig. 6. Photo of Hybrid Device Proto Model.

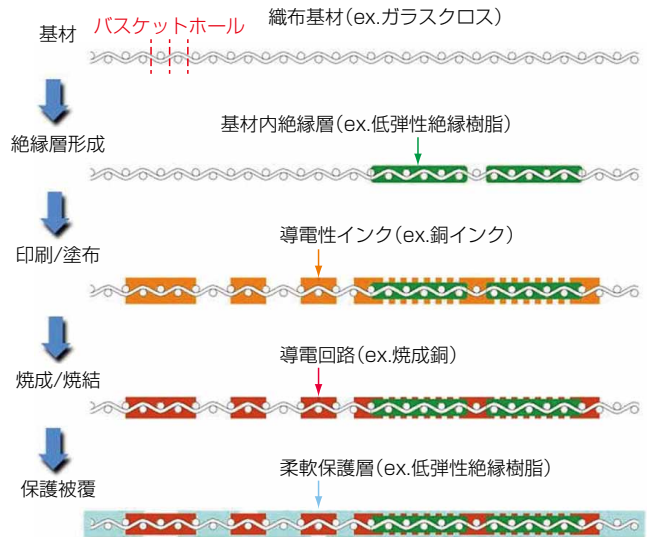


図8 プラットフォーム配線基板工程
Fig. 8. Process of Platform Printed Circuit Woven.

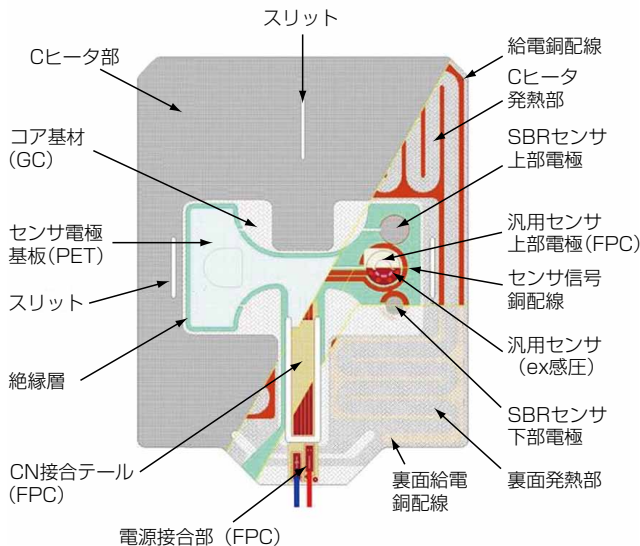


図7 プロト試作デバイス構造図
Fig. 7. Structure of Hybrid Device Proto Model.

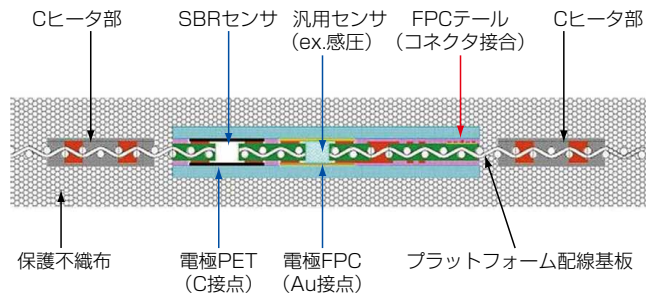


図9 プロト試作断面概念図
Fig. 9. Cross Section Image of Hybrid Device.

5.2 プラットフォーム配線基板

SBRセンサ機能部とシートヒータ機能部を同一面状に形成するためのプラットフォーム配線基板として、柔軟なガラスクロス基材+印刷銅配線による新織布配線基板⁵⁾を開発し採用している。

配線板を構成するコア基材に 300 °C 程度の实用耐熱性を有する厚さ 0.1 mm 水準のガラスクロス (以下GC) を適用し、その両面に銅印刷配線を形成している (図 8)。

銅配線パターン部分は若干の剛性を有しているが、パターンの存在しない部分は織布本来の柔軟性を有しており、以下のような特徴を活用して異種デバイスを同時搭載するプラットフォーム化が図られている。

- 表裏で対向する箇所の銅配線は、GCのバスケットホールを介して表裏相互に接合導通しており、事実上の一体配線として 0.1-0.2 mm 水準の厚膜印刷

配線形成が容易。

- GCの所望のエリアにレジスト樹脂層を形成した後に銅印刷配線を形成することで、精密印刷配線パターンや両面配線や部分的な変形抑制配線部の混在形成が可能。
- GCの所望のエリアに銅箔回路のFPCを配置し、FPC配線と銅印刷配線を接合することで、高精度高密度な配線やはんだ付け部品搭載などの機能を混在させることが可能。
- 配線基板形成後の基材内部と表層に対して各種絶縁性樹脂によって被覆充填する含浸や成形処理することにより、配線基板の最終的な物理的特性、機械的特性、外観、耐環境性能を調整することが可能である。

5.3 SBRセンサ部

上下対向電極接点構造は従来と共通であるが、対向電極間のクリアランス部材を従来のPET基材両面粘着フィルムからプラットフォーム配線基板に代替し、小片化したフィルム電極部と接触導通する構造とすることでデバイス全体の剛性増大に与える影響を低減している (図 9)。

加えて、センサ電極部と信号配線は個別に形成する機構のためセンサ電極部の接触面の導電材料を各種選択できるようになった。これにより、金めっき電極のFPCを小片電極部に適用することで、低接触抵抗を要求する圧力、温度、湿度、衝撃などの連続的変化出力センサの同時装備が可能となり、様々なセンサ情報を混在収集することを可能としている。

5. 4 シートヒータ部

図 10 にシートヒータ部の発熱状況を示す。

発熱部はプラットフォーム配線基板に形成された給電銅配線と低弾性高抵抗カーボン膜で構成され、厚さ 0.15 mm 未満の面状発熱デバイスを構成している。配線間の高抵抗カーボン膜はプラットフォーム配線基板の両面から塗布形成され配線基板の基材である GC に含浸することから、GC 層を中央線とする表裏対称構造を構成し、柔軟性と耐久性を両立させている。

従来のシートヒータの場合では、配置した電熱線の全域が発熱するため発熱部と非発熱部の隔離配置が困難であったのに対して、給電配線部と発熱体部が独立している構造を活かし、センサ部周辺はプラットフォーム配線基板の GC 基材のみでヒータ部と接続しているため、ヒータ部を 80℃ 程度に加熱しても 36℃ 程度しか温度上昇しておらず、センサ部への熱を有効に遮熱できていることが確認された。

ヒータ部単体が薄く柔軟で装着面形状への追従性に優れていること、給電配線パターンデザインによって加熱部と非加熱部の分離・隔離配置が可能であることや、表層保護の不織布やニードルパンチ布を選択積層することでシート外皮裏面への直接縫い付けが装着の選択肢となり得ることから、腰椎部を支持するランバーサポート部など偏在箇所への装着性能が大きく改善されている。

表層保護の素材はユーザーのシート皮革特性（裏面処理や透水性）に対応する素材を任意に選択可能であることから、皮革素材に限らず廉価車種や業務用車種のファブリック張りシートへの適用拡大も可能と考えている。

6. む す び

本報では、自動車用電装品の開発について当社の既存コア技術を複合・応用した例として、車載シートに内蔵される SBR センサとシートヒータのハイブリッド化を概説した。

特にシートヒータ機能は、省電力を要求する EV 車両や追加オプションの提供といった状況から一歩進め、一般車両の中小型車、業務用車両、高速・リムジンバスなどのシートを対象に、シートベルト着用確認と車内温度快適性を求める広範な車両用途に普及することを期待して

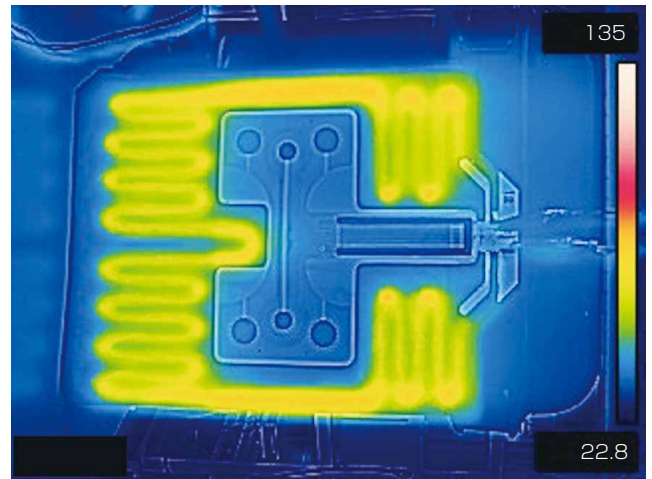


図 10 シートヒータ部発熱状況
Fig. 10. Thermal View of Active Seat Heater Unit.

いる。

本文の記述に漏れたが、当社のコア技術である車載用 FPC 防水コネクタ、各種センサ素子、各種通信及び電装デバイスとのリンクにより図 5 に示したようなワイヤレス制御機能を含めたコンセプトデバイス群の実現をはじめ、更なる新しい複合、機能、価値、サービスを形にする開発を進めていく。

5. 2 に記載したプラットフォーム配線基板はウェアラブル用途を視野に開発された新素材であるが、更なる特性改善を進め自動車市場製品に限らず医療健康、育児介護、建築環境、教育文化といった多様な市場に存在する“快適性”・“利便性”という感性の追求を通して、次世代の電子電装ソリューション製品の提案を行っていきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 戸倉：「自動車用次世代電装品」フジクラ技報. 第123号. p.83. 2012
- 2) 川平ほか：「荷重検知型B-Surface SBRセンサ」フジクラ技報. 第129号. p.58. 2016
- 3) 伊藤ほか：「体格検知着座センサ」フジクラ技報. 第101号. p.47. 2001
- 4) 田畑ほか：「15℃における車室内シート座面の加温が温熱快適性に及ぼす影響」
- 5) 特願2016-256642, 他
- 6) 大井ほか：「シートヒーターの使用による暖房エネルギー削減効果の検討」日産技報. p.57. 2015
- 7) 津江本ほか：「心地よさを追求したシートヒータ“快適温熱シート”」自動車技術. p.64. 2008