

特集 エアコン制御システムのセンサ新技術*

Recent Sensor Technologies for Air Conditioning Systems

河合 孝昌 熊田 辰己
 Takayoshi KAWAI Tatsumi KUMADA

Various types of sensors have been used in vehicle air conditioning systems for a long time. Several new sensors were introduced in the past DENSO TECHNICAL REVIEW (Vol. 9 No. 2 2004), and some of them have already been commercialized in the market. Once again, in this paper, we introduce newly developed air conditioner sensors (windshield mounted humidity sensors, matrix IR (infrared) sensors, and evaporator fin temperature sensors) to meet recent market requirements related to comfort, safety, and fuel efficiency.

Key words : Sensor, Air Conditioner, Humidity Sensor, Matrix IR Sensor, Evaporator fin Temperature Sensor

1. はじめに

近年、ユーザの車両への要求として、省燃費、安全、快適性を両立したシステムが求められるようになってきており、それに応えるべく、エアコン制御システム（以降 オートエアコンシステムと呼ぶ）においても省燃費制御、快適制御の性能を高めてきている。その制御を支えるセンサ技術には、温度、湿度、ガスといった対象物を精度良く検出する技術、耐久性にすぐれた機構等が必要となる。

今回の紙面では、先回のテクニカルレビュー（Vol. 9 No. 2 2004）¹⁾ 以降に新たに流動したセンサについて紹介する。

Fig. 1に、オートエアコンシステムで使われる室内に配置された主なセンサとその搭載位置を示す。使用されるセンサは、車室内温度を検出する内気温センサ、車両にあたる日射量を検出する日射センサ、今回の紙面で紹介するセンサである窓ガラス近傍の温度・湿度・窓ガラス表面温度を検出するガラス湿度センサ、乗員・車室内の表面温度を非接触で検出するマトリックスIR（赤外線）センサ、エバポレータのフィン温度を直接検知するエバポレータフィン温度センサである。また、Fig. 2に、車室外に配置されたセンサを示す。外気温度を検出する外気温センサ等である。エアコンECUでは、これらのセンサ信号からエアコンユニットを制御するための目標値を算出し省動力で室内が快適になるように制御する。また、エアコンユニット内では、従来のエバポレータ出口温センサから、より精度よくエバポレータ温度を検出するエバポレータフィン温度センサへ変更し、エバポレータの凍結、エバ

ポレータ能力（温度）を検出しエンジンルーム内にあるコンプレッサを制御している。車室内の空気質向上に対しては、車室外の排ガスをセンサで検出しエアコンユニットの内外気ドアを制御することで、排気ガスがある場合には、内気循環にして排気ガスの侵入を防ぎ、排気ガスがない場合には、外気吸い込みとすることで、乗員のフレッシュ感を維持するシステムとなっている。

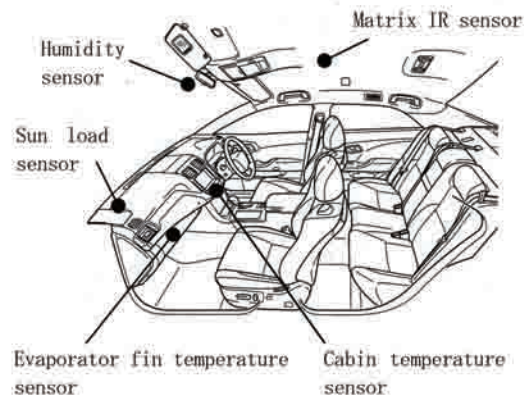


Fig. 1 Installation Position of the Sensors (vehicle compartment)

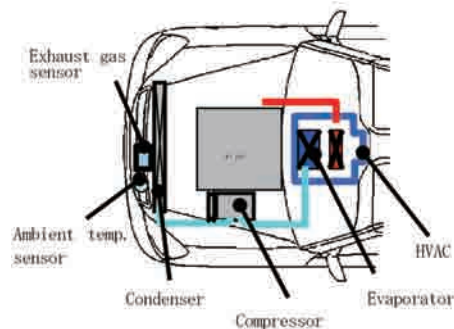


Fig. 2 Installation Position of the Sensors (engine compartment)

*2012年8月20日 原稿受理

2. エアコン制御システム

本誌面では、2004年以降に流動された以下のセンサ技術について紹介する。

- ① 窓ガラス近傍の温度・湿度・窓ガラス表面温度を検出し窓ガラスの曇りを判断するためのガラス湿度センサ
- ② 複数の乗員の表面温度を非接触で検出するマトリックスIRセンサ
- ③ 従来のエバポレータの出口空気温度を検出するためのエバポレータ出口温度センサに代わり、エバポレータのフィン温度を直接検知するエバポレータフィン温度センサ

3. ガラス湿度センサ²⁾

近年の省燃費ニーズの高まりから、車両の空調制御において、暖房負荷を低減させるために湿度センサを用いて内気循環率を増やした換気損失低減システムが開発されている。

このシステムに必要となる、窓ガラスの曇り度合いを検出するガラス搭載型の湿度センサについて紹介する。

3.1 湿度センサの種類

高分子感湿膜を使った湿度センサはその検出原理において、素子のインピーダンスが変化する抵抗変化型と、素子の誘電率が変化する容量変化型がある。抵抗変化型の湿度センサは、コスト的に優位である反面、低温（例えば0℃以下）・低湿（例えば10%RH以下）では高抵抗となるため実質的に検出ができないという特性を持つ。一方、容量変化型の湿度センサは、低温・低湿などの制約がなく湿度検出が可能であるという特徴がある。Fig. 3に抵抗変化型と容量変化型の湿度センサの湿度検出範囲を示す。

上記、換気損失低減システムでは低温での湿度検出が必要となることから容量変化型を採用している。

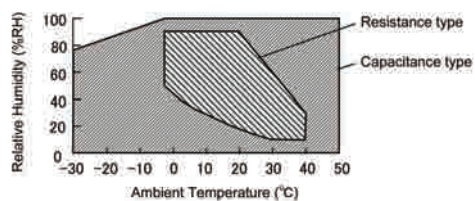


Fig. 3 Humidity Detection Range

3.2 ガラス湿度センサの機能

換気損失低減システムに使用する湿度センサは、前述の通り窓ガラスの曇り度合いを検出するため、センサは窓ガラス近傍の空気相対湿度、窓ガラス近傍の空気温度および窓ガラス表面温度を正確に検出する機能を有している。

Fig. 4にガラス湿度センサの外観を示す。また、Fig. 5にセンサの車両搭載状態を示す。センサの搭載は、ガラス近傍の湿度・温度およびガラス温度の検出を行うため、ガラス面へ接触させるように搭載される。



Fig. 4 Humidity Sensor



Fig. 5 Appearance of Sensor Installed on the Front Windshield

Fig. 6に、基板に実装された容量変化型湿度検出素子および空気温度検出サーミスタを示す。また、Fig. 7にガラス温度検出構造を示す。ガラス温度を高精度に検出するため、基板裏面に実装されたサーミスタへ積層構造の熱伝導部材を介してガラス表面温度を伝導させる構造とした。

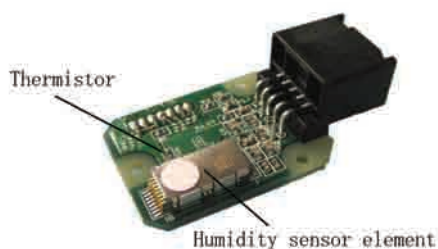


Fig. 6 Sensor Circuit

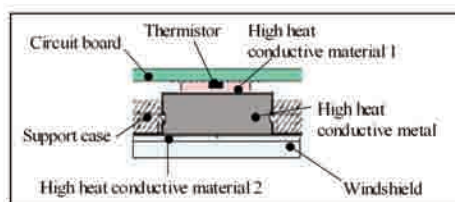


Fig. 7 Structure of Glass Temperature Sensing Portion

4. マトリックスIRセンサ³⁾

これまでのオートエアコンは、内気温度センサ、外気温度センサ、日射センサにより車室内温度を目標温度（設定温度）に制御するシステムが一般的である。これらの制御は車両熱負荷と乗員温熱感の推定を基にした制御である。

最新の制御では、乗員の温熱感を考慮し乗員の表面温度を基にしたオートエアコン制御が行われている。

この乗員表面温度を検出するためのマトリックスIRセンサについて紹介する。

4.1 IR（赤外線）センサ

IRセンサは、物体から放射される赤外線を受光することにより非接触で物体の表面温度を検出する温度センサであり、センサの温度検出範囲内の略平均温度が検出されるものである。その温度検出原理は、サーモパイル方式と呼ばれる検出方法で、構造をFig. 8に示す。これは、物体から放射される赤外線エネルギーを熱に変換しその熱から熱電対原理を使って電圧信号を取り出すものである。

赤外線フィルタにより特定の波長（概ね6~14 μ m）の赤外光のみをサーモパイル（熱電対）上に導き、熱電対の温接点上に施された赤外線吸収膜により効率よく赤外線エネルギーを熱に変換する構造としている。

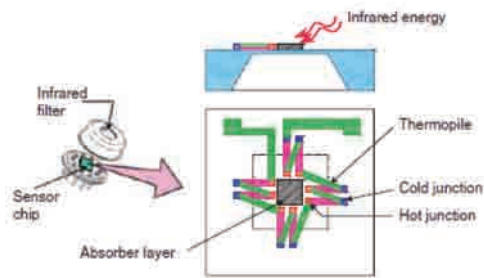


Fig. 8 Structure of IR Sensor

4.2 マトリックスIRセンサ

マトリックスIRセンサは、1つのセンサで6箇所の温度を独立に検知できるIRセンサである。Fig. 9にセンサの外観写真を示し、Fig. 10に6箇所の温度検知領域を図示する。この図は、センサのサーモパイルに水平な面の検知領域を示しており、最大の視野角は118°である。



Fig. 9 Matrix IR Sensor

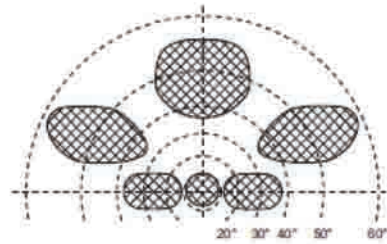


Fig. 10 Sensing Area of the Matrix IR Sensor

Fig. 11に実車ででのセンサ取付け位置と6箇所の温度検知領域を図示する。このセンサにより、後席左右乗員の上半身と下半身およびシート中央部の上下2点の温度を検知する。センサにより検知された6箇所の温度データは、LIN通信によりエアコンECUへ送信される。

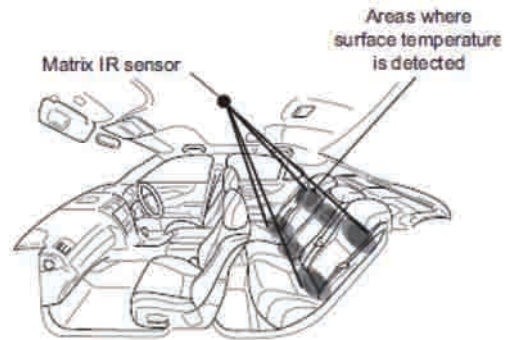


Fig. 11 Installation Position and measuring Areas of the Matrix IR Sensor

5. エバポレータフィン温度センサ

従来のエアコン制御では、エアコンユニット内にあるエバポレータのフロスト防止、エバポレータの能力（温度）制御のためにエバポレータ出口の空気温度を検出し制御していた。しかし、省動力・軽量化要求でエバポレータ自体の能力が向上したことにより、より高精度にエバポレータ温度を検出するセンサが必要と

なった。このため、2004年からエバポレータのフィン温度を直接検知するエバポレータフィン温度センサを流動したので、以下紹介する。

5.1 エバポレータフィン温度センサ

Fig. 12にフィン温度センサの外観を示す。ケース本体には、エバポレータに本体を保持するためのエバ保持部があり、センシング部には温度素子であるサーミスタ、アルミキャップ、およびサーミスタとアルミキャップ間で熱の伝導を行う樹脂からなっており、センサとしてはさらに外部へ信号を伝えるためのリード部、コネクタ部とからなっている (Fig. 13)。

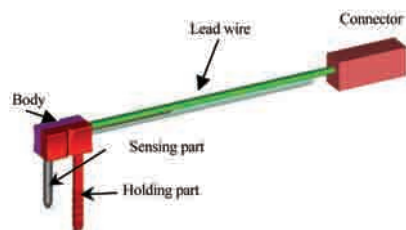


Fig. 12 Evaporator Fin Temperature Sensor

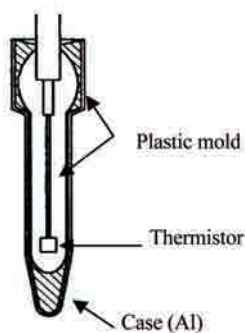
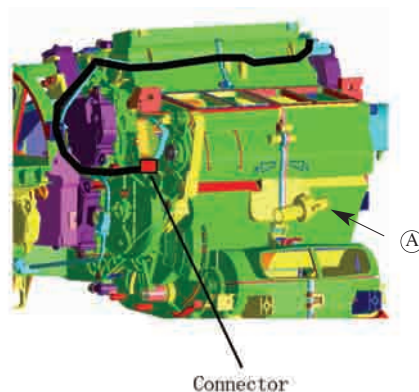
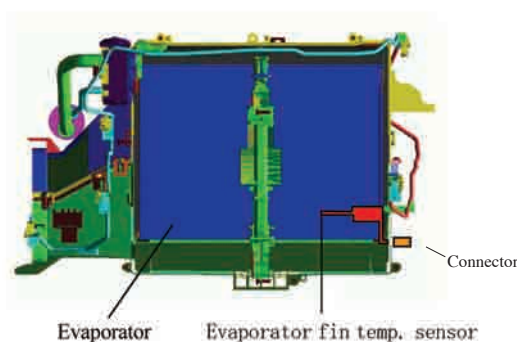


Fig. 13 Detailed Structure of Temperature Sensing Portion

エバポレータフィン温度センサの搭載位置は、Fig. 14に示すエアコンユニット内のエバポレータに搭載され、エバポレータの最も低い温度を示す位置へ設置しエアコンECUで凍結防止、省燃費のための温度制御に利用されている。



Appearance of HVAC



Inside of the HVAC (Arrow view from ㉠)

Fig. 14 Installation Position of the Evaporator Fin Temp. Sensor

6. おわりに

今後ますますユーザの省燃費、安全・快適性の要求が高まり省燃費車両であるハイブリッド車、EV車が拡大されるため、それに応えるエアコン制御技術を発展させる必要がある。その基礎技術の1つであるセンサ技術を更に高め、より社会に貢献出来るセンサ開発を進めて社会に貢献していきたいと考えている。

<参考文献>

- 1) デンソーテクニカルレビュー Vol. 9 No.2 「エアコン制御システムのセンサ新技術」
- 2) 「自動車技術会論文集」No.154,10
- 3) デンソーテクニカルレビュー Vol. 15 「マトリックスIRセンサシステムの開発」

<著 者>



河合 孝昌
(かわい たかよし)
熱エレクトロニクス開発部
車室内空調用センサ開発に従事



熊田 辰己
(くまだ たつみ)
熱エレクトロニクス開発部
車室内空調用センサ開発に従事