

ドライバーモニタリングシステムでの覚醒度低下検知技術



Drowsiness Detection Technology for Driver Monitoring System

自動車を運転中の事故は後を絶たず、欧州では衝突事故の10～25%が疲れによる覚醒度低下と推測されている。このような背景から、欧州を中心に覚醒度低下を検知して警告を与えるシステムの搭載が義務化されようとしている。覚醒度低下を検知する方法の一つとして、ドライバーの顔画像から状態推定を行う覚醒度低下検知技術が注目されている。当社はドライバーモニタリングシステム(DMS)に適用可能な高精度な覚醒度低下検知技術を開発している。

1. 覚醒度低下検知技術

覚醒度低下検知の処理の流れを図1に示す。カメラで撮影したドライバーの顔画像を入力して覚醒度合いを出力する過程で、センシング、特徴量抽出、推論、状態遷移の四つの処理を実施する。

(1) センシング

顔画像から開眼度、開口度、顔向き、頭位置などの顔特徴を取得する。

(2) 特徴量抽出

(1)の顔特徴から、覚醒度推定に関する複数の特徴量を算出する(例：時系列の開眼度情報から瞬目速度を算出する)。また、算出した特徴量に対して個人差を吸収する(例：まばたきの速度は個人差があるので、運転開始直後の比較的覚醒度が高いと考えられる状況での瞬目速度からの変化量を特徴量として算出する)。

(3) 推論

機械学習モデルに特徴量を入力し、覚醒度合いを表す推論スコアを出力する。

(4) 状態遷移

運転中の覚醒度の状態を“覚醒、弱い眠

気、強い眠気”の3状態と定義し、推論スコアの結果を基に現在の状態を推定する。

2. データ収集と性能評価

(1) ドライビングシミュレータによるデータ収集

図2に示すドライビングシミュレータを用いて高速道路での運転を模擬した。100名の被験者でそれぞれ75分間の運転を行って、5分ごとに眠気レベルを回答することでデータを収集した。眠気レベルは、眠気を9段階で表現するカロリンスカ眠気尺度を利用した。

(2) 評価結果

ドライビングシミュレータで取得したデータに対して眠気レベル8以上の推定精度を評価したところ、90%以上の精度を得た。今後は実車走行で評価し、過検知の抑止とロバスト性能向上を行って、量産化を目指す予定である。



| | |
|---|---------------------------------|
| 1 | 非常にはっきり目が覚めている |
| 2 | とても目が覚めている |
| 3 | 目が覚めている |
| 4 | どちらかと言えば目が覚めている |
| 5 | 目が覚めているとも眠いとも言えない |
| 6 | かすかに眠い |
| 7 | 眠いが起き続けるのに努力は要らない |
| 8 | 眠い(起き続けるのに少し努力が必要) |
| 9 | とても眠い(起き続けるのにかなり努力が必要、眠気と戦っている) |

図2. データ収集環境

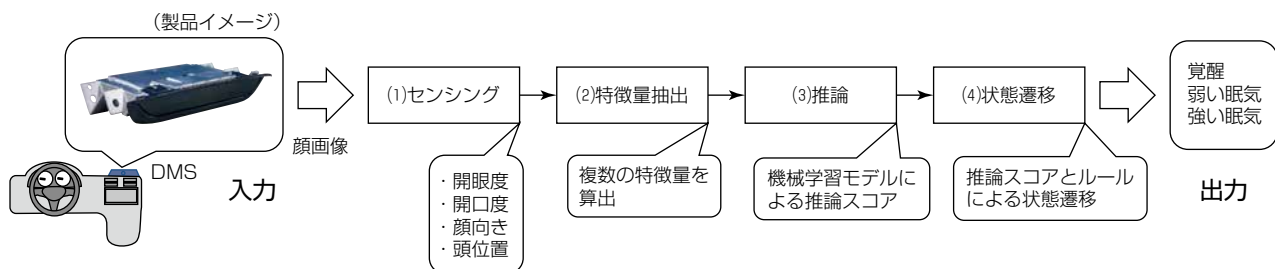


図1. 覚醒度低下検知の処理の流れ



燃料電池電気自動車向け水素圧力センサ

Hydrogen Pressure Sensor for Fuel Cell Electric Vehicles

1. 背景

持続可能型社会を目指した開発は社会的要請であり、当社もその目標に向かって活動を推進している。中でも気候変動問題等への対策の一つとして、脱炭素社会への転換は喫緊の課題であり、日本及び各国がカーボンニュートラル政策を掲げて、移動体に関してはゼロエミッション化を進めている。特に自動車では化石燃料だけをパワートレインの動力源にする新車の販売を禁止する施策が次々に打ち出されている。このような社会情勢の中、究極のゼロエミッション車とされる燃料電池電気自動車(Fuel Cell Electric Vehicle : FCEV)の燃料電池スタック制御に不可欠な水素圧力センサを、市販のFCEV用としては世界で初めて^(*)半導体直接受圧方式で開発・量産化し(図1)、トヨタ自動車㈱の新型MIRAI用に納入した。

図2にFCEVの水素供給系であるFCアノードサブシステムの構成概念図を示す。水素タンクに貯蔵されている水素は、レギュレータを介して段階的に減圧しながらFC(Fuel Cell)スタックへと供給される。今回量産化した水素圧力センサはFCスタック直前の水素供給配管に装着され、FCスタックに供給される水素圧力を測定する。絶対圧として最大420kPaまでを測定する低压センサである。

* 1 2021年7月1日現在、当社調べ

2. 従来水素圧力センサの課題

水素は多くの物質を透過し、かつ金属を脆化(ぜいか)させるという、取り扱う上で非常に厄介な特性を持っている。このため、圧力の高精度測定と信頼性確保との両立が大きな課題であった。従来水素圧力センサでは、ステンレス鋼に代表される金属を受圧ダイヤフラムに用いていたが、水素脆化に対しては、ベーキングやコーティング等の処理を施すことが一応の信頼性対策とされてきた。また、ダイヤフラムと筐体(きょうたい)部との接合部の水素気密信頼性をいかに確保するか等も課題であった。これらの課題や対策のため、従来水素圧力センサは、サイズ、質量、測定精度、応答性、コスト等の点で、顧客の要望に対応できていなかった。

3. 半導体圧力センサ開発による課題解決

今回当社が量産化した水素圧力センサ(図3)では、これらの課題を克服するため、水素の圧力を直接受けるダイヤフラムとしてステンレス鋼に代えて水素脆化の懸念がない単結晶シリコンダイヤフラムを用いた半導体圧力センサ素子を搭載



図1. 水素圧力センサ

した。これによって、小型・軽量化、高精度化、高速応答化、低コスト化等を実現できた。また、ゲージ圧ではなく絶対圧を測定できるという特長をもつため、燃料電池システムの制御を更に高精度化でき、燃費向上、航続距離拡大に貢献している。

(1) 半導体圧力センサ素子

新開発の半導体圧力センサ素子は、受圧ダイヤフラムと真空室が単結晶シリコンだけを母材として構成されている。ダイヤフラム上にはピエゾ抵抗によるブリッジ回路が形成されており、水素圧印加による歪(ひず)みを抵抗値変化に変換し、水素圧を測定する。類似の半導体圧力センサ素子自体は以前から広く使用されていたが、一般に真空室を封止する構成部材としてガラスが用いられ、空気圧測定には十分ではあったが、水素はガラスを容易に透過し、真空室内にまで浸入するため、真空度を維持できず、結果として出力が変動してしまい、水素圧力センサとしては成立しなかった。当社では、単結晶シリコンだけを母材として真空室封止を行う構造を採用したので、水素透過による出力変動を大幅に抑制し、安定した高精度測定を可能にした。また、金属に見られる水素脆化という課題も解消した。

(2) 筐体

従来水素圧力センサではステンレス鋼製の受圧ダイヤフラム、導圧筐体を採用しているが、当社製品では樹脂筐体にした(図3)。これによって、従来比約1/4の軽量化を達成するとともに、水素脆化の課題も解消した。また、様々なFCシステムに対応できるようレイアウト自由度も向上させた。

4. 今後の取組み

燃料電池システムは、今や乗用車用途にとどまらず、大型商用車、鉄道、船舶、航空機、固定電源等への展開が図られてきている。それぞれシステム構成、動作条件、搭載環境等が大きく異なるため、用途に応じた仕様の適正化と、更なる信頼性向上を目指した開発を進めており、引き続き持続可能社会の実現に貢献していく。

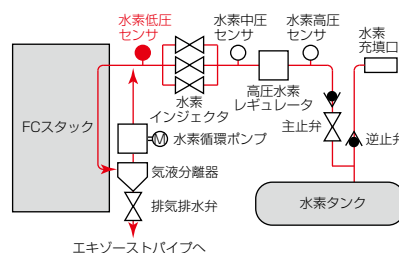


図2. FCアノードサブシステム

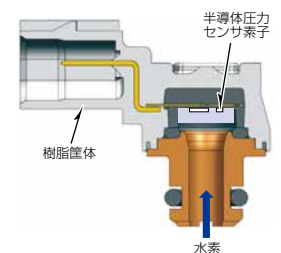


図3. 水素圧力センサの断面構造