



**ON Semiconductor®**

# 水分浸入検知システム

# 水分浸入検知システム： 車両組立ラインにおける、 水漏れ検査の課題の解決

## 問題点

水漏れは高くつく：リコール、修理、  
ブランドの評判失墜

「水漏れ」は長年にわたって自動車業界を悩ませてきました。工場出荷時の新車の約3%に、カビの成長や高価な電子部品の損傷の原因になり得る水漏れがあります。車両の工場出荷前に、組み立ての問題やそれによって生じる水漏れを検知することは、出検品質を向上させ、代償の大きいリコールにつながる顧客の保証問題を回避するために非常に重要です。

水は組み立て時の欠陥や材料不足などを見つけるのに驚くほど強力なツールです。しかし、今日の手動検査手順では、従来の方法でどれだけ労力を費やしても、微少な漏れが検知されない可能性があります。そのため、車両が購入された後でこのような少量の漏れが見つかることがよくあります。また、今日の車両はアルミニウムを含む新素材、複合材、接着剤、多数の電子部品の部分組立品などで組み立てられているため、以前とは比較にならないほど水の被害を受けやすくなっています。このことは、水漏れ関連の保証クレームが増え続け、過去3年間で少なくとも50万台の車両がリコールされている[1]ことから分かります。



## 既存の製造工程

大部分の自動車メーカーは、組立ラインの最後に最終品質確認工程の一環として2~5分の車両浸水試験を実施し、車両が「乾燥している」ことを確認しています。浸水試験では、2000 psiの水圧で車両に水を噴射します。複数方向からの噴射によって、水漏れ状態が起こりやすくなります。



Figure 1. Automakers Turn Up the Pressure to Find Leaks with Water Jets in the 2,000 psi Range

浸水試験後、車両はライン作業員が物理的に検査します。従来の手動検査方法では、作業員が目視または触手によって水漏れを検知していました。この方法は不十分な点が多く、微少な水漏れや手の届かない場所に隠れた漏れは見落とすことがあります。水は手が届きにくい場所、例えばプラスチック内装品の後ろやカーペットの下に溜まります。

## 既存の検査方法は水漏れを見落とし、車両への多くの「接触」を必要とするためコスト増を招く

他の手動検査方法は非常に労力がかかる傾向があります。一般的なアプローチには、接点の水によって短絡することで電氣的に水漏れを検知する携帯用プローブ、水に触れると変色する化学物質が含まれた紙のインジケータ・テープ、目視水漏れ検査のための各種内装品の取り外し(その後再組み立てが必要)、などの方法があります。しかし、厚い防音材やカーペット下の大きなケーブル・ハーネスの使用が増えるにつれて、このような方法でも信頼性が低下しています。

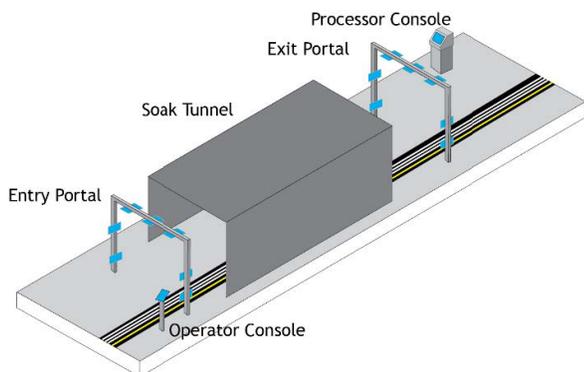
## 解決策

工場で見つかるには、水漏れ検知の新しいアプローチが必要です。水漏れ箇所には達するのは難しいため、カーペットの下やプラスチック・パネルとドア・モールディングとの間の狭いスペースに、水分検知センサを配置する必要があります。

車両の水漏れを正確に確認する、コスト効果が大きく信頼性が高いシステムは、自動車メーカーにとって価値の高いものです。

オン・セミコンダクターとRFMicronは、二重水漏れ検知ソリューション(Figure 2)により、この課題に取り組んできました。最初の部分は、水が溜まる場所に配置された薄型の目立たない水分検知センサを、他の構成部品や内装品に影響を与えたり移動させたりしないで利用します。2番目の部分はこれらのセンサを読み取って、センサ・データを収集し、水漏れ箇所を特定するシステムです。自動車メーカー

は、具体的な水漏れ位置データを利用して水漏れを迅速に修理でき、また高度な品質管理システムを水漏れの根本原因を特定するためのものに変えることができます。その結果、車両の品質が改善され、顧客満足度が向上します。



**Figure 2. RFM5126 Moisture Intrusion Detection System Automatically Inspects Vehicles for Leaks at the End of the Assembly Process**

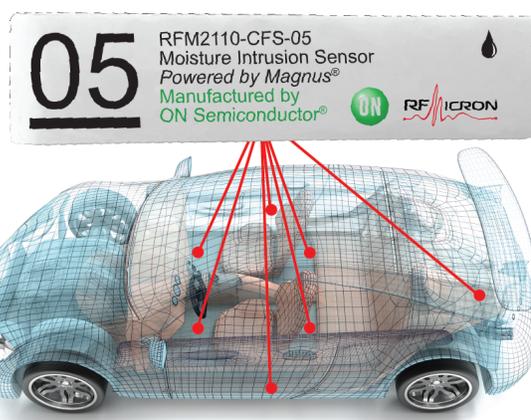
RFM5126ターキー・システムは、バッテリー不要のワイヤレス水分検知センサと、可動組立ラインに直接設置された高機能の処理システムで構成されています。車両は、センサと無線通信を行うためのアンテナを備え付けた門型ゲートを通過します。水分検知センサはトリム・ステージ(内外装部品の取付工程)の前に車両の金属シャーシに直接取り付けられます(Figure 3)。

システムはセンサ・データを処理して、漏れの有無や漏れ箇所を判断します。確実に漏れ箇所を特定することにより、修理コストを低減し時間を節約するので、補修チームが漏れ箇所を探すのに時間を浪費することはありません。処理されたセンサ・データは重要な統計データにもなり、自動車メーカーはそれを品質管理や解析プログラムに利用できます。

重要な統計データは次のとおりです。

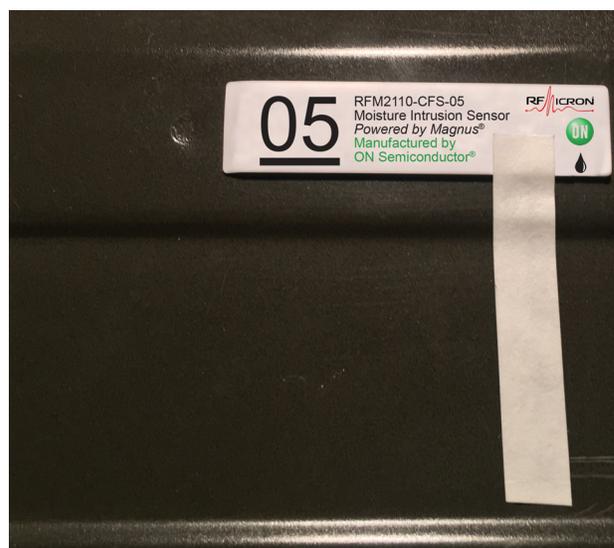
- VIN (車両識別番号) データ
- 車両の湿気／乾燥状態
- 水漏れ箇所
- シャーシおよび内装スタイル統計
- 時間およびライン統計
- 組立計画統計
- 材料／部品に対する重要な直観的判断

ワイヤレス湿度センサは、ローカル電源や電池を必要としないSmart Passive Sensing™ テクノロジーを利用して水分を検知します。電池がないので、センサは非常に薄く、車両内装品の下に容易に隠すことができます。これらのセンサは、RFMicronからはSmart Passive Sensingブランドの下でRFM2110として、またオン・セミコンダクターからはSPSブランドの下でSPS1M001として販売されています。



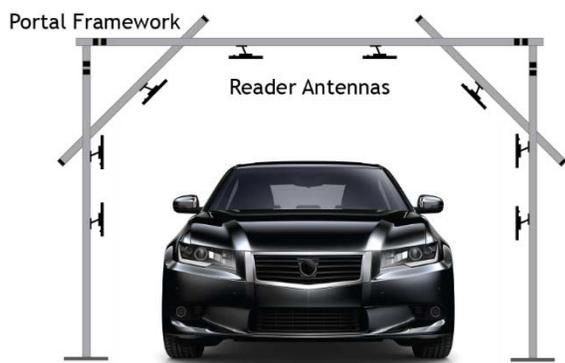
**Figure 3. Sensors are Placed Directly on the Vehicles' Metal Chassis at the Pre-trim Stage**

直給水への取り付け時にセンサにウィッキング・テールを追加できます(Figure 4)。この薄紙のようなストリップは毛細管現象によって水を集めるため、より広範囲にわたって水分侵入を観測できます。



**Figure 4. Thin Wireless Moisture Sensor Installed on Bare Chassis Metal with Optional Wicking Tail that Extends the Monitoring Zone**

このバッテリー不要のセンサは、処理システムのリーダ装置に接続された複数のアンテナから放射される無線周波数(RF)エネルギーを利用します。アンテナは可動組立ラインの上にあるドライブスルー構造である「ポータル(門型ゲート)」に取り付けられています(Figure 5)。リーダ装置は順番にセンサを読み取って、各車両のデータを収集します。



**Figure 5. Drive through Portal Configuration with Portals on Both Ends of the Water Bath**

浸水試験ブース前の洗浄前位置には1基のポータルとオペレータ・ステーションがあり、浸水試験ブース後の洗浄後位置には第2のポータルとより大型のプロセッサ・コンソールが設置されています。車両は高圧噴霧試験の前後にポータルを通過する際にスキャンされます。

リーダ装置で収集されたデータは、データ管理が容易になるように正確なシャーシVINに関連付けら

**Table 1. EXAMPLE DATA OUTPUT**

(includes: VIN XXX123, Inspection Line #1, DDMMYY: HH:MM, etc.)

Sensor	Location	Pre-wash Code	Post-wash Code	Delta	Wet/Dry
1	Driver Front Pan	19.7	19.2	-0.5	Dry
2	Driver Rear Pan	30.9	30.9	0.0	Dry
3	Passenger Front Pan	19.5	18.7	-0.8	Dry
4	Passenger Rear Pan	19.0	15.2	-3.8	Wet
5	Trunk	20.1	19.9	-0.2	Dry

RFM5126システムには携帯型センサ・リーダが用意されており、車両が高速ポータルから遠ざかったときにセンサとの交信に便利な方法を提供します。携帯型リーダは、エンジニアリング研究所における設定や補修作業時に漏れ状態を確認するときに特に役立ちます。

携帯型リーダのソフトウェアは、大型のオペレータ・ステーションと同様な能力とネットワーク接続性を備えています。携帯型リーダを格納台に置くと、すべてのデータが大規模システム・データベースにアップロードされます。

### システム・ハードウェアと特徴

#### ハードウェア構成部品

RFM5126水分浸入検知システムには、すべてのシステム・ハードウェア、構造部品、完全自動漏れ検知システムの実装に必要なコンピュータ機器が含ま

れます。自動車メーカーは、バーコード・リーダなどいくつかのシャーシ識別技術を採用しています。この技術をシステムに取り入れることによって、RFM5126システムは大部分の自動車メーカーのニーズに対応できる柔軟性を実現しています。

すべての車両センサ・データはコンソール・ステーションで処理されます。洗浄前データと洗浄後データの差異を使用して、それぞれのセンサー位置で湿った状態と乾燥状態を判断します。水漏れが検知されるとコンソール・ステーションはオペレータに直接フィードバックします。

#### システムは車両全体が高速組立ラインを移動する間に、迅速かつ効率的に湿潤状態または乾燥状態を検知する

各センサは識別コードまたはシャーシ上のどこに設置されたかを示す位置コードを記憶しています。位置コードは、水漏れが検知された場合に組立ラインの作業者と補修チームにどの箇所を点検すべきかを通知するのに使用されます。水漏れ位置を特定することによって、問題の発見や修理に必要な内装部品の取り外し作業量を最小限に抑えることができます。

れます。このシステムは産業用機器で構成され、防水筐体で保護されています。車両に対する高圧噴霧試験は難易度が高い試験ですが、保護されていない電子機器に対する試験も同様に困難なものです。

システム・ハードウェアの構成は、以下のとおりです。

- 洗浄前オペレータ・ステーション
- 洗浄後タッチスクリーン操作卓
- フォルトトレラント・サーバおよびプロセッサ
- 冗長データ・ストレージ&Ethernetネットワーク
- 産業グレード電子機器およびNEMA準拠筐体
- ポータル構造
- UHF受信機およびアンテナ
- 携帯型センサ・スキャナ
- バーコード・スキャナ

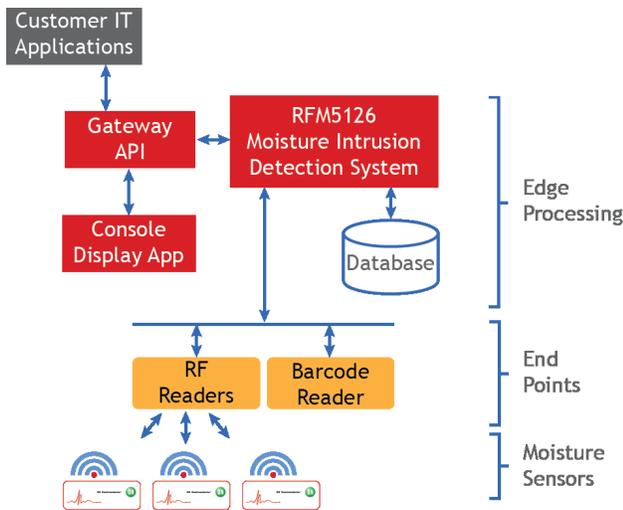
## ソフトウェア機能とサポート

総合的なシステム・ソフトウェアにより、データ収集、データ検証、保存、処理のすべてを管理します。システムの特徴は次のとおりです。

- 洗浄前および洗浄後のポータルのサポート
- シングル・ドライブイン、バックアウト・ポータルのサポート
- バーコード・スキャナ付き携帯型センサ・リーダー
- システム管理VINおよびセンサ・データのリンク
- リアルタイム湿気/乾燥解析
- 水漏れ箇所のコンソール表示
- 手動/オペレータ補修指示
- コンソール・ステーションでのデータ保持
- OEM品質ネットワークへのデータ接続

モニタしている車両データは、自動車メーカーの品質管理データベースに直接送信することも可能です。漏れデータへのアクセスは、より進んだ車両検査および関連傾向の解析に不可欠です。

このシステムは漏れに関して、組立ライン、型式、ワークシフト、および他のカテゴリ別に分類するためのビジネス・データを提供して、車両の組み立てに影響を与え漏れを引き起こす根本原因を特定するのに役立ちます。漏れおよびそれらの具体的な原因をより深く理解することにより、自動車メーカーは将来の車両設計を改善するために、このデータを構成部品の設計作業にフィードバックすることができます。



**Figure 6. Turnkey System Software Architecture Provides a Comprehensive Platform on which to Add New Features over Time, Including Cognitive Processing and Analysis**

## 総合的な信頼性と再現性

このターンキー・システムは、実証済み産業ソリューションとして厳密に試験されており、既知の湿った車両と乾燥車両の両方の位置でデータを収集しながら、95%を超えるGauge R&R (信頼性および再現

性)精度定格を達成しています。この数値は業界最高の検知レートであり、90%にも達しない従来の手動検査手法を凌駕します。

## 利益とROI

RFM5126システムは、車両の組立工程において、検査工程をすり抜けたり、最終的に対処が迫られる水漏れを引き起こす問題を解決する目的で設計されたものです。完全自動システムは自動車メーカーに次のような多くの利益をもたらします。

主な利点：

- 手作業による検査が不要
- リアルタイムでの検査結果とデータ解析
- ラインで「車両」への接触が不要
- 関連補修作業の低減
- 検査精度の向上
- 誤検知の排除
- 個別「監査スタイル」試験の排除
- 工場での水漏れ車両の見落としを最小化
- 車両のサイズおよび複雑性への適応
- 保証費用の削減
- 顧客満足度の向上

自動車メーカーのROI (投資利益率)は、人件費の削減、水漏れ車両の見落とし低減、顧客満足度の向上という3つの主要要素を中心に決定されます。

## 人件費の削減

人件費の削減は主に検査工程の自動化により実現されます。また、水漏れ箇所を具体的に特定することによって補修作業費も削減され、従来式の検査方法で実施していた漏れ発生源探索時の不必要な車両の解体もなくなります。

手動検査時間は組立ラインで通常10分かかり、漏れが見つかった場合にはさらに30分の補修作業が必要でした。自動化システムは全体として作業時間を1車両当たり最大12分削減します。センサ、ポータル・ハードウェア、処理のコストを考慮すると、全体的な1車両当たりのコスト削減はオペレータの時間給を30ドルとして5ドル以上になります。

## 隠れた水漏れ修理コスト

利益が漏れるのを見たくはありません。保証費用となると特にそれが言えます。車両の工場出荷後には、水漏れ箇所を修理するためのコストは大きく膨らみます。熟練した技術員がすでに待機し正しく部品を交換する工場内での作業に比べて、現場で作業するほうが修理コストは大幅に上昇します。

車両出荷後に水漏れ修理をした場合のコストは平均5,700ドルです。このようにコストが高い理由は、車両内部に水が溜まりはじめると、高価な電子機器を損傷する傾向があることです。工場から出荷される車両の約3%に、カビの発生や機器の損傷を引き起こすだけの水漏れがあると推定されています。これにより1車両当たり平均100ドルの水漏れ修理コスト

がかかります。この隠れたコストは、最終的に新車購入時に顧客の負担となってしまいます。

業界全体で毎年7000万台以上の車両が製造されますが、この台数は金額にすると150億ドルに相当します。自動車メーカーのROIは、保証修理コストを計算に入れると非常に魅力的な数字になります。

### 品質およびブランド価値の向上

おそらく自動水漏れ検知の最も重要なメリットは、出荷される車両の品質向上とそれに伴うブランド価値の向上でしょう。製品の品質向上は、消費者意識の醸成を図る重要なファクタとなります。

### 結論

オン・セミコンダクターとRFMicronは、業界で実証済みのターンキー水漏れ検知ソリューションを提供しています。RFM5126水分浸入検知システムは、車両内への水浸入を無線で検知し、産業グレードの自動化ハードウェアおよびソフトウェアを利用して水漏れデータの解析を提供します。バッテリー不要の薄型ワイヤレス水分検知センサは、水漏れをピンポイントで検知するために、水が溜まりやすい場所にある内装品の下および後ろに配置されます。独立したオペレータ・ステーションとソフトウェアを備えた完全自動化されたポータルが、車両組立ラインと直線に配置され、検査結果をリアルタイムで提供します。バックエンド接続により、自動車メーカーはシャーシ・モデル、モデル年、組立工場に関する水漏れデータを追跡して、品質向上に役立てたり、将来モデルのためにデータを設計プロセスにフィードバックすることができます。

このターンキー・システムは手動検査方法を置き換え、誤検知に関する再作業を減らすことによって1車両当りの人件費を削減します。さらに大きなメリットは、保証修理コスト増大につながる工場での水漏れ車両の見落としを減らして、目に見えないコストを削減することです。自動車メーカーのブランド価値の向上は、あくなき品質向上の追及により達成されるものです。

### 参考文献およびその他の資料

- [1] Consumer Reports
- [2] IHS “Automotive System Market Tracker H2 2016”

Smart Passive Sensors and Smart Passive Sensing are legally held trademarks under RFMicron.

For more information on SPS technology and sensor operation, please see the below documents:

- [PB027F01](#): RFM5126 Moisture Intrusion Portal System Product Brochure
- [WP004F12](#): Automotive Water Intrusion Detection White Paper
- [SPS1M001/D](#): SPSx Family Datasheet
- [AND9209JP/D](#): Chameleon™ Technology Enables Low-Cost Smart Passive Sensors
- [AND9211JP/D](#): Smart Passive Sensor Measurements

Chameleon, Smart Passive Sensors and Smart Passive Sensing are trademarks of RFMicron, Inc. All other brand names and product names appearing in this document are registered trademarks or trademarks of their respective holders.

ON Semiconductor及びRFMicronのロゴはON Semiconductorという商号を使うSemiconductor Components Industries, LLC 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における商標です。ON Semiconductorは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的財産権に対する権利を保有します。ON Semiconductorの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。[www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marketing.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marketing.pdf)。ON Semiconductorは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。ON Semiconductorは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害など一切の損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。お客様は、ON Semiconductorによって提供されたサポートやアプリケーション情報の如何にかかわらず、すべての法令、規制、安全性の要求あるいは標準の遵守を含む、ON Semiconductor製品を使用したお客様の製品とアプリケーションについて一切の責任を負うものとします。ON Semiconductorデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。ON Semiconductorは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許しません。ON Semiconductor製品は、生命維持装置や、いかなるFDA (米国食品医薬品局)クラス3の医療機器、FDAが管轄しない地域において同一もしくは類似のものと分類される医療機器、あるいは、人体への移植を対象とした機器における重要部品などへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にON Semiconductor製品を購入または使用した場合、たとえ、ON Semiconductorがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、ON Semiconductorとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。ON Semiconductorは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

### PUBLICATION ORDERING INFORMATION

**LITERATURE FULFILLMENT:**  
Literature Distribution Center for ON Semiconductor  
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA  
**Phone:** 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada  
**Fax:** 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada  
**Email:** [orderlit@onsemi.com](mailto:orderlit@onsemi.com)

**N. American Technical Support:** 800-282-9855 Toll Free  
USA/Canada  
**Europe, Middle East and Africa Technical Support:**  
Phone: 421 33 790 2910  
**Japan Customer Focus Center**  
Phone: 81-3-5817-1050

**ON Semiconductor Website:** [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)  
**Order Literature:** <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative