

自動車用圧力センサ

特集
1

上柳 勝道(うえやなぎ かつみち)

斎藤 和典(さいとう かずのり)

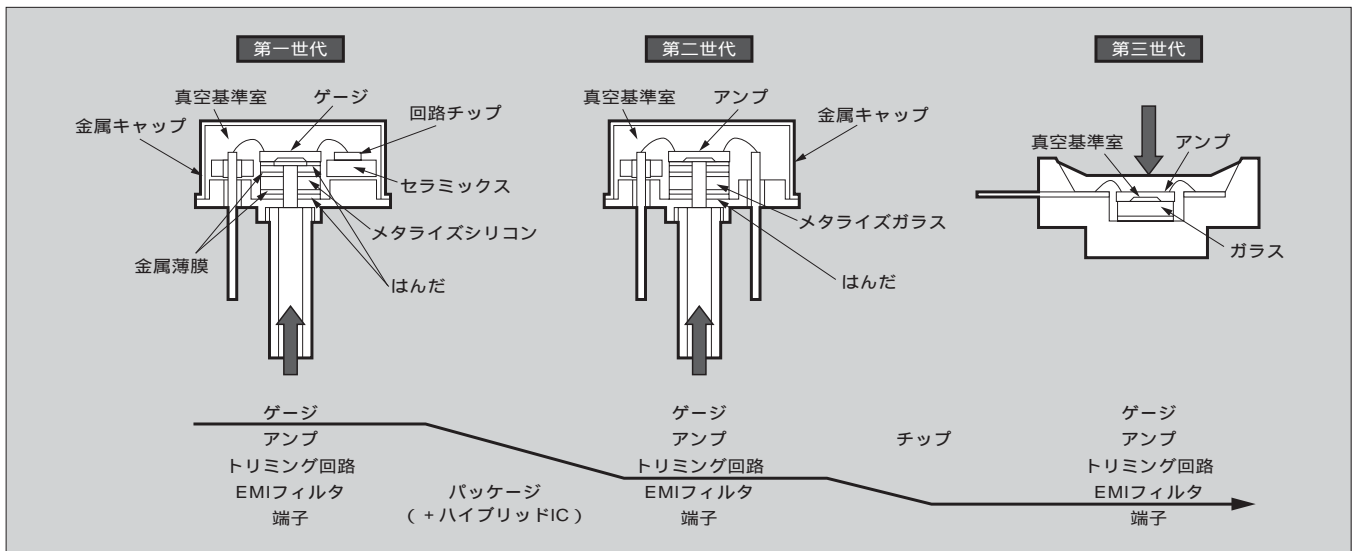
芦野 仁泰(あしの きみひろ)

① まえがき

自動車産業の「環境」への取組みは、欧州、米国、アジアなど全世界での環境規制をクリアするため、システムの効率化、高精度制御化に取り組んでいる。ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンの制御に関しても、効率を高めるため空気量やEGR(Exhaust Gas Recirculation)システムの再利用排出ガス量などの状態を精度よく監視(計測)するための圧力センサに要求される精度も高くなってきている。また、自動車が高地を走行する際の高度補正用の大気圧センサなどの用途も増加することにより、高精度・低価格の圧力センサが要求されてきた。

富士電機ではこれらの要求に対応するため、CMOS(Complementary MOS)プロセスを用いたデジタルトリミング型自動車用圧力センサを開発した。製品開発のコンセプトは、“All in one chip solution”で、究極の製品故障率を低コストで実現することを目指し、製品化を進めてきた。本稿では、これらの製品系列と今後の展開について紹介する。

図1 製品構成の推移



上柳 勝道
半導体圧力センサの開発・設計に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー(株)半導体事業本部開発統括部自動車電装品開発部マネージャー。



斎藤 和典
半導体圧力センサの開発・設計に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー(株)半導体事業本部開発統括部自動車電装品開発部。



芦野 仁泰
半導体圧力センサの開発・設計に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー(株)半導体事業本部開発統括部自動車電装品開発部。

② 特徴

図1に富士電機の自動車用圧力センサセルの推移を示す。1984年、富士電機の量産品である第一世代では、ゲージ機能のみの圧力センサチップを用いており、増幅回路、トリミング抵抗、フィルタなどの機能はハイブリッドICによる実装である。その後、第二世代からチップ内にトリミング用の薄膜トリミング抵抗を内蔵し、今回開発した圧力センサは、真空基準室をガラスとシリコンの静電接合により形成し、端子引出しおよびセンサチップ格納機能だけの樹脂パッケージの構成とした。樹脂パッケージでは、端子との密着性、熱的安定性などを考慮して材料選定をした。

2.1 圧力センサチップ

富士電機が開発した圧力センサチップの概要を図2に示す。このチップには次の機能が備えてあり、独自のMEMS(Micro Electronics and Mechanical System)技術により実現している。

圧力をひずみに変換する機能

- 真空基準室を確保する機能
- 抵抗変化を電気信号に変換する機能
- 電気信号を増幅する機能
- 電気信号を所定の特性に調整し保持する機能
- 外部からのノイズを電気信号から遮断する機能

特に自動車用として要求される EMC 耐性（過電圧，ESD，EMI，サージなど）は CMOS プロセスを用いて，従来のパイポーラ以上の実力を保有している。

図 2 に富士電機が開発した圧力センサチップを示す。シリコンチップ中央にダイアフラムが形成され，上記の機能を実現している。また，ガラス台座との静電接合技術によって，の機能を確保し，高気密状態を長期にわたり保持し高い信頼性を確保している。また，ダイアフラム周

図 2 圧力センサチップの概要

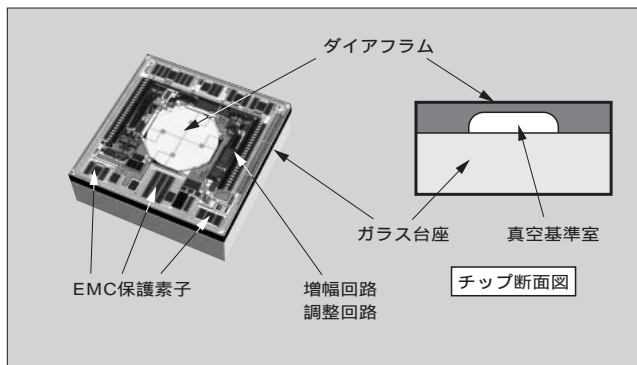


表 1 絶対最大定格

項目	記号	単位	標準仕様
過電圧印加	V_{max}	V	< 16.5 V
保存温度	T_{sto}		- 40 ~ + 135
過大圧力	P_{max}	%F.S.	200
破壊圧力	P_{burst}	%F.S.	300
EMC検証済み規格	JASO D00-87, CISPR25, ISO11452-2, ISO7637		

表 2 基本仕様

項目	記号	単位	標準仕様
使用電圧	V_{cc}	V	5 ± 0.25
消費電流	I_{cc}	mA	< 10
使用温度	T_{op}		- 40 ~ + 135
出力範囲	V_{out}	V	0.5 ~ 4.5
測定圧力レンジ ^{*1}	P_{op1}	kPa	10 ~ 120
	P_{op2}	kPa	20 ~ 250
	P_{op3}	kPa	50 ~ 300
	P_{op4}	MPa	~ 20 ^{*2}
シンク電流	I_{sink}	mA	1
ソース電流	I_{source}	mA	0.1
圧力誤差	V_{per}	%F.S.	< 1.0
温度誤差	V_{ter}	%F.S.	< 1.5

* 1 : 圧力レンジはダイアフラム厚により任意に設定可能

* 2 : 20 MPaの高圧品は現在開発中

辺には，増幅回路・調整回路を備えている。本チップを用いた圧力センサの絶対最大定格を表 1，基本仕様を表 2 に示す。

2.2 製品系列の考え方

富士電機の製品系列は，図 3 に示すような製品系列コンセプトに基づいており，「圧力センサセル」+「端子形態」+「パッケージオプション」で構成されている。表 3 にはアプリケーションの例を示す。

1) 圧力センサセル

「圧力センサセル」とは，圧力センサチップを格納する機能，センサ信号を圧力センサチップから外部へ引き出す機能を備えた圧力センサの製品系列の最も基本になる単位である。パッケージ材料設計では，自動車用のアプリケーションとして，インテークマニホールドの吸気圧計測や EGR のガス圧計測などに利用される場合を想定し，ガソリン，ディーゼルガソリン，潤滑油などの化学物質への耐久性を考慮して選定している。この圧力センサセルが富士電機の圧力センサの標準パッケージとして最終製品系列のベースになっており，端子形状，最終パッケージ形状，圧力レンジが違っても，圧力センサセルは同一の生産ラインで製造することで，徹底したコストダウンを図っている。

2) 端子形態

圧力センサセルの端子は，アプリケーションの実装に対応した端子形態が可能である。図 4 に富士電機における標

図 3 圧力センサの製品系列

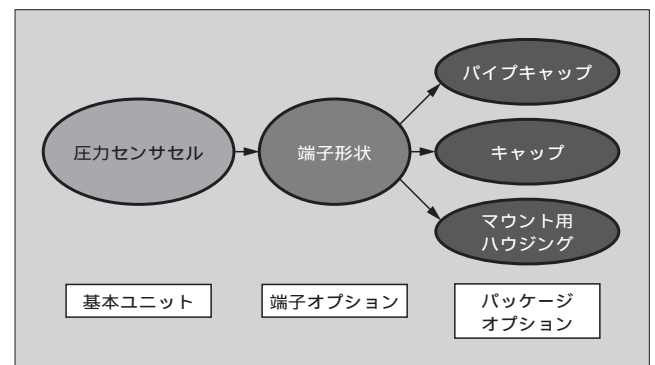
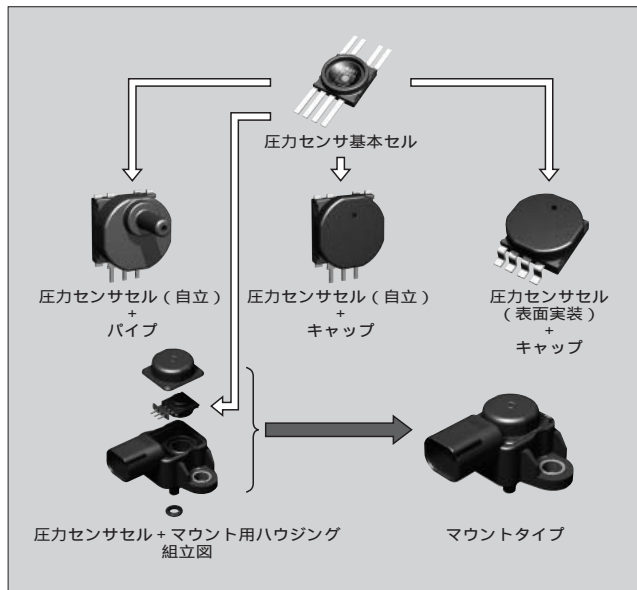


表 3 アプリケーション例

アプリケーション		圧力レンジ	備考
エンジン	マニホールド圧力	120 kPa	量産中
	過給圧	250 kPa	
	ディーゼル	300 kPa	
	EGR	250 kPa	
	大気圧	120 kPa	
エアコンディショナ	R134a	5 MPa	開発中
	CO ₂	20 MPa	
オイルアクチュエータ	ブレーキシステム	5 MPa	開発中
	パワーステアリング	5 MPa	
CVT		10 MPa	開発中

図4 製品系列パッケージ



アプリケーションごとのメカニカルインタフェース部品（パイプ，キャップ，マウントタイプ）を組み合わせることで対応することが可能である。富士電機における標準の製品系列を図4に示す。パイプ，キャップタイプはプリント基板へ実装されるアプリケーション例で，マウントタイプはエンジン搭載用の例である。現在，新たな高圧タイプのパッケージを開発中である。

③ あとがき

本稿では，富士電機の自動車用圧力センサの製品コンセプトおよび開発した製品系列について説明した。

今後の世界各国の環境規制，安全規制に伴い，自動車用の圧力センサに要求される精度，品質，および価格はますます厳しくなることが予想され，富士電機として常に世界のトップレベルの技術開発，製品開発を目指していく所存である。

準仕様の例を示す。自立タイプ，表面実装タイプなどへの対応が可能である。

③ パッケージオプション

顧客の種々の要求に対し，圧力センサセルパッケージに，

参考文献

① 上柳勝道ほか．デジタルトリミング型自動車用圧力センサ．富士時報．vol.74, no.10, 2001, p.581-583.

