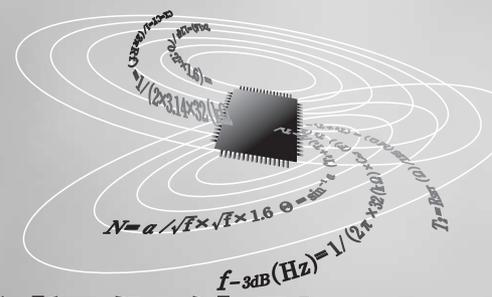


# 「MEMS技術」を身につけて新境地を開く!



## 第2章

# MEMS圧力センサ開発疑似体験

—— 仕様決定から製品化までの開発工程を理解する

相馬 伸一

ここでは、MEMS圧力センサを例にとって、その開発工程を解説する。設計は、検出原理(センシング原理)の検討、センサ仕様決定、原理試作、機能試作、量産試作の順に進められる。3次元の構造体を形成するため、材料の選定や加工プロセス(ダイアフラムの加工方法、ギャップの形成方法、固定電極の構造、電極の形成方法など)の検討が重要になる。(編集部)

本稿では、圧力センサを例にとって、実際のMEMS(micro electro mechanical systems)デバイスの開発の流れを解説していきます。ここで取り上げる圧力センサは、「発信器」と呼ばれる計測機器に搭載されているものです(写真1、写真2)。発信器は、主に化学プラントの配管内の流量やレベル(タンク内の液の深さ)などを計測するための制御機器です。

なお、MEMS技術を応用したデバイスにはさまざまなものがあります。開発方法も多岐にわたります。ここで解説する開発の流れは、その中の一例と理解してください。

### ● 開発工程の流れをつかむ

新製品を開発するために、まず市場調査や他社製品の調査などが行われます。このあと、商品企画を行い、さらに具体的な製品の企画書を作成します。この段階で、製品の各部分および部品のさまざまな仕様が検討されます。

例えば、今回の発信器の場合、圧力センサの仕様はこの製品企画の段階で決定され、そこから開発が始まります。圧力センサの開発工程は図1に示すとおり、検出原理(センシング原理)の検討、センサ仕様決定、原理試作、機能試作、量産試作、製品化の順に進められます。この流れに沿ってMEMS圧力センサの開発を行います。

### 検出原理の検討：用途に応じた検出方式を選択する

まず初めに、センサの検出原理が検討されます。圧力セ



写真1 発信器の外観

発信器は、主に化学プラントの配管内の流量やレベル(タンク内の液の深さ)などを計測するために用いられる。

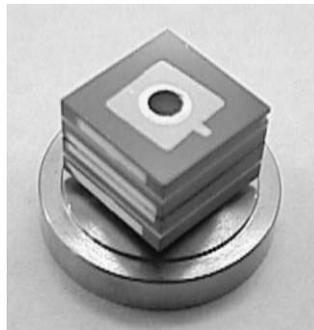


写真2 圧力センサ

完成品の写真。今回はこの構造体を作るための開発の流れを説明する。

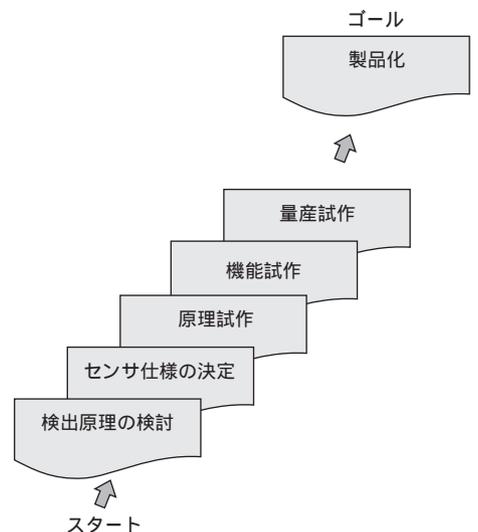


図1 開発フロー

MEMS圧力センサの開発は検出原理(センシング原理)の検討、センサ仕様決定、原理試作、機能試作、量産試作、製品化の順に進められる。

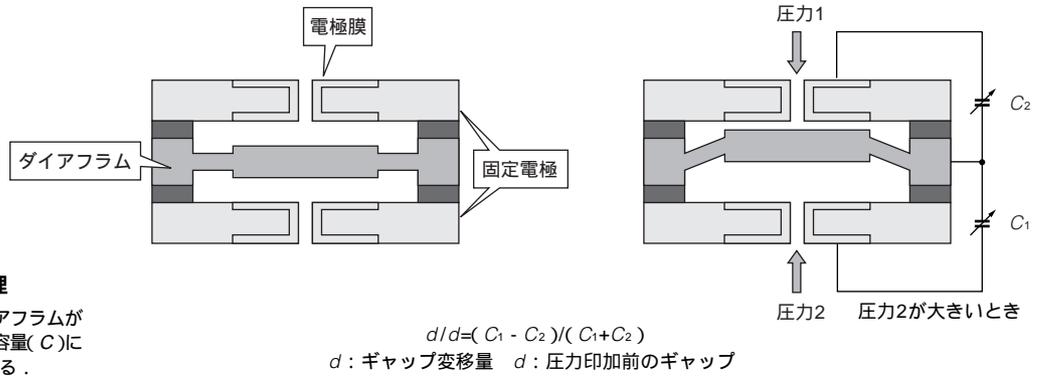


図2 静電容量式圧力センサの検出原理

圧力を印加すると右図のようにダイアフラムが変形する。このときの変移量を静電容量(C)に換算し、変移の差分で圧力を検出する。

図3 半導体式圧力センサの検出原理

圧力を印加すると右図のようにダイアフラムが変形する。このときの黒い部分のブリッジ抵抗(ひずみゲージ)のひずみを電気抵抗の変化から圧力変移に変換する。

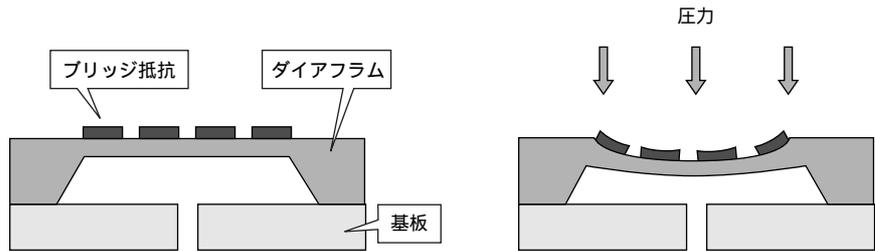


表1 センサ仕様の項目例

項目	内容
ギャップ	ダイアフラム(可動電極)と固定電極の間の距離
変位量	ダイアフラムが変位するときの静電容量の変化量
直線性	圧力と静電容量の変位の直線性
ヒステリシス	ダイアフラムの戻りの再現性
耐圧	ダイアフラムの破壊圧力
絶縁抵抗	ダイアフラムと固定電極の絶縁性
気密量	受圧室の気密性

ンサにはいくつかの検出方式がありますが、代表的なものとして静電容量式圧力センサ(図2)と半導体式圧力センサ(図3)があります。それぞれの検出原理は次のとおりです。

まず、静電容量式では、あるギャップ(すき間)に配置されたダイアフラム(可動電極)が、圧力によって可動する際の静電容量の変位をもとに圧力を検出します。これに対して、半導体式圧力センサでは、ダイアフラム上に形成されたブリッジ抵抗回路が圧力を受けたときのひずみによって圧力を検出します。

発信器などのようにPA(process automation)システムに利用されるセンサには、静電容量式の圧力センサが多く採用されます。これは、発信器の定格電流がDC4mA~20mAであり、低消費電力のセンサが必要とされるためです。

これに対して、半導体式圧力センサはFA(factory automation)システムや自動車などで多く使われます。小型化が要求される分野には、半導体式圧力センサが適しているからです。

このように、同じ圧力を測定するセンサでも、その用途に応じて検出方式は異なります。今回の圧力センサは、当然、静電容量式を採用しました。

● センサ仕様の決定：基本項目を細かく規定する

検出原理が決まると、次にセンサの仕様を決定します。ここでは、静電容量を形成するギャップなど、主に表1のような項目が決められます。

表1のほかにも、まだまだ、たくさんの決定すべき項目はあります。このような仕様をもとに原理試作を行います。

● 原理試作：試行錯誤の末、センサの構造が決まる

原理試作では、まず、センサの材料の選定を行います。そのあと、構造設計、製造プロセス設計、センサ試作、シミュレーション解析を行います。これらの工程は、試行錯誤しながら繰り返行われます。この繰り返しの作業の中で、センサの構造を決定していきます。

1)センサ材料の選定

圧力センサの可動電極として機能するダイアフラムの材