

# 技術紹介

## 4

### 振子の熱雑音計測による圧力センサの開発

The development of pressure measurement by the mechanical-thermal noise of pendulum

高木 將登	Masato Takagi	商品開発センター
松尾 幸祐	Kosuke Matsuo	商品開発センター 主任
今 紘史	Hiroshi Kon	商品開発センター
高橋 尋之	Hiroyuki Takahashi	商品開発センター 主任
吉良 敦史	Atsushi Kira	商品開発センター 技術シニアマネージャ 博士(工学)

キーワード: スクイズフィルム効果, 真空計, 振子, 熱雑音, サーボ型加速度計

Keywords: Pendulum, Thermal noise, Vacuum gauge

#### 要 旨

スクイズフィルム効果は可動部と固定部が近接することによって、流体(気体もしくは液体)が各表面に抵抗力をもたらす現象を指します。この効果はセンサにおいて詳細に議論されており、特に、振動素子を多用し微小なスケールの構造をとるMEMS デバイスでは性能を律速するだけでなく、その効果自体を利用したセンサも提案されています。例えば、スクイズフィルム効果は見かけの圧力が増幅されると言い換えることができるため、振動素子の共振周波数やQ値が圧力に応じて変化することを利用した圧力センサが提案されています。我々はスクイズフィルム効果に由来する粘性成分に着目し、振子の熱雑音を計測することで圧力を推定する真空計の開発に取り組んでおります。本稿では、当社のサーボ型加速度計に関する技術を応用して真空計を試作し、振子の熱雑音を精密計測することで圧力推定できることを原理検証した結果について報告いたします。

#### SUMMARY

The thermal noise in pendulum generated by the squeeze film effect which functions as damping with response to pressure was investigated for principal development of a pressure sensor (vacuum gauge). The squeeze film effect is a resistance force to surfaces derived from the medium including the air by closing proximity of two mechanical parts. While this effect has attracted attention because it affects the performance in some devices in particular MEMS devices, several sensors have been developing using this effect. In pressure sensors which consisted with vibrating element, the change in the mechanical properties in resonance frequency and quality factor dominated by the squeeze film effect were measured and estimated pressure, as spring and damping were changed depended on pressure through that effect. In this paper, a pressure estimated by the thermal noise in pendulum generated by the squeeze film effect is described, through fabricated and measured precisely applying the technology of servo accelerometers manufactured by our company.