

1. はじめに

自動車技術におけるエレクトロニクス化は、当初、排ガス対策を中心とするエンジン関連での最適制御が中心であったが、その後、シャシー制御システム、安全・快適制御システム、最近ではナビゲーションシステム等の通信システムへ発展し、カーエレクトロニクスの全体の市場規模は2002年には7000億円となっている。この中で電子制御燃料噴射装置の装着率は100%に近く、また、普通車を中心にABS等の安全・快適制御システムは95%、電子制御AT等のシャシー制御システムは75%に達しており、これらシステムに重要な各種センサーにおいても高性能化、低コスト化の要求が求められている。

2. 各種電装センサ

車載用に用いられるセンサとしてはエンジン制御関連では吸気ガス濃度をコントロールするスロットルポジションセンサ（TPS）や排気ガスの再循環量を制御するEGRセンサ、ステアリングの操舵角を検出するセンサ、そしてブレーキやアクセルペダルの踏み込み量を検出するセンサなど位置を検出する各種センサが使用されている。この中でエンジンの制御関係に用いられる図1に示すEGR、TPSは特に高温化での長寿命化が要求されている。これらのセンサには磁気やホール素子を用いるいわゆる非接触タイプと抵抗体を金属ブラシで摺動させる接触タイプがある。前者においては長寿命という長所があるが検出信号を増幅させるアンプが必要となり、コストが高くまた電磁波などのノイズによる誤動作の懸念があるなどの欠点がある。一方、後者は抵抗体上を金属ブラシを動かし変位量を検出するという簡単な構成であるため安価に製造できるが摺動部による寿命の問題があった。

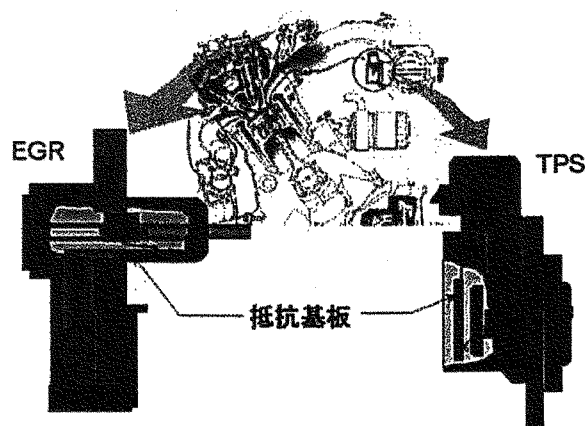


図1 エンジン制御システム用センサ（EGR、TPS）

3. 開発目標と指針

我々は接触式タイプの寿命を非接触式と同等以上にするにより製品の差別化が図れるというコンセプトのもと開発に着手した。図2にEGRセンサの構造を示したがこのセンサの寿命は抵抗体塗膜の耐摩耗強度をいかに高めるかが重要である。

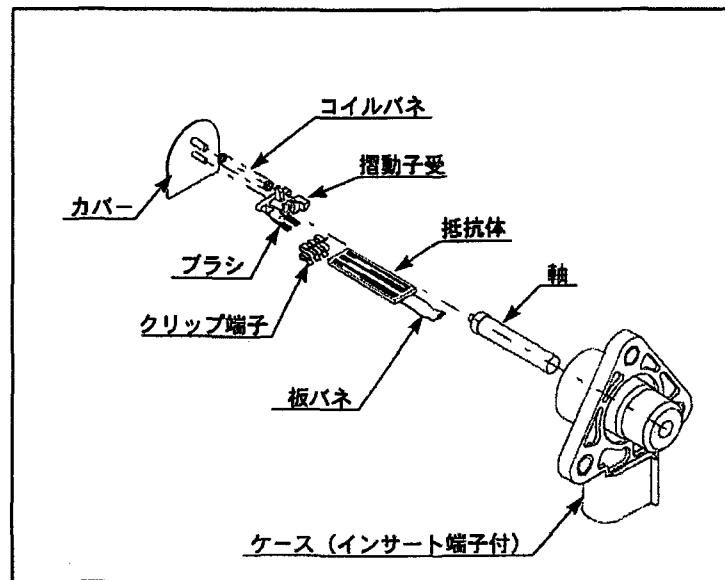


図2 EGRセンサの構造図

抵抗体は基板の上に電極、抵抗インクを印刷によって形成し製造されるが、この抵抗皮膜の耐摩耗性は構成材料のカーボン、バインダー樹脂に委ねられる。そこで我々は特に摺動性に影響を及ぼすと思われるバインダー樹脂の開発に着手した。高分子材料の摩耗に関しては Ratner らが (1) 式で提案している¹⁾。

$$V \propto \mu W / (H \sigma \epsilon) \dots (1)$$

V : 摩耗体積 μ : 摩擦係数 W : 荷重 H : 高分子の硬さ
 σ : 衝撃強度 ε : 破壊伸び

この関係式より高分子材料の物性としては硬度、引っ張り強度が大きく、摩擦係数が小さい材料が望まれる。また、エンジンの過酷な使用環境より170℃の耐熱性と高温多湿での耐久性が要求される。これらの要求特性を実現するために樹脂に求められる諸物性を表1に示す。また、これらの物性より樹脂の分子構造の指針をまとめると耐熱性を高くするため芳香族系分子を主鎖としてさらに末端には反応基を導入した。吸湿性を小さくするために hidrocarbon を主体とした分子構造を目指した (図3)。

表 1

製品ニーズ	樹脂物性の目標
長作動寿命 (150°C)	引っぱり強度: 600kg/mm ² 以上 硬度: 50以上(ロックウェル値)
耐熱性 (150°C、1000H、抵抗値変化)	耐熱性: 300~350°C (T _g) 熱膨張係数: 4×10 ⁻⁵ ~6×10 ⁻⁵ /°C
耐湿性 (60°C、95%RH1000H、抵抗値変化)	吸湿性: 0.1%以下 緻密性

分子設計

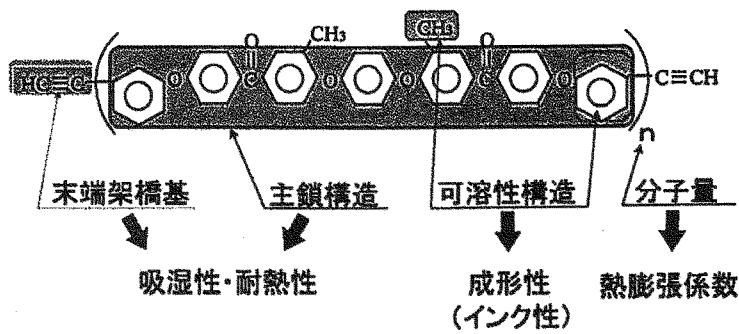


図3 分子設計指針

4. 開発品の評価結果

前項で述べた開発指針のもと我々は新規な架橋型ポリアリールエーテル系の樹脂^{2,3)}が良い特性を示すことが分かった。製品の最も重要な特性である耐久性能の評価方法と開発品を用いた製品の評価結果をそれぞれ図4と図5に示す。評価方法としては図4に示すような装置を用いて任意の作動回数に対する部分的な評価ではなく、連続して接触抵抗と電圧波形を評価した⁴⁾。開発品の作動耐久特性は結果に示すように3億回を超えても接触抵抗と電圧波形に乱れはなく、安定していることが分かり従来にない特性を示した。

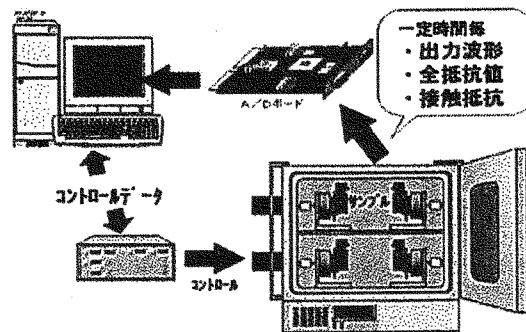


図4 作動耐久観測システム (HIKOM2)

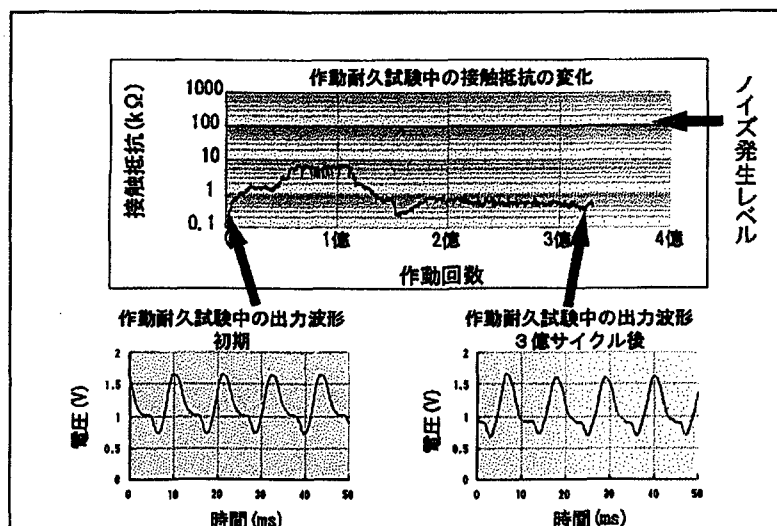


図5 作動耐久特性 (150°C)

5. おわりに

新規な架橋型ポリアリールエーテル系の樹脂を用いた接触式電装センサで従来にはない長寿命化が実現できた。さらにこの開発樹脂と抵抗体の表面を平滑化する製造プロセスを組み合わせることにより10億回以上の作動耐久性を実現でき、接触式センサへの概念を変えた。

6. 参考資料

- 1) S.B.Ratner, I.I.Farberova, O.V.Rodyukevich, Abration of rubber, p145 (1967).
- 2) Y.Taguchi, H.Uyama, S.Kobayashi, and K.Osada, Molecular Engineering: Contemporary Themes, Plenum Press New York, p319(1995).
- 3) Y.Taguchi, H.Uyama, and S.Kobayashi, Macromol. Rapid. Commun.16, 183(1995).
- 4) 小松寿、作動接点の電気的諸特性を連続して周期的に収録するシステム、Instrumentation, Newsletter, Vol.12 (1997).