

ホール IC トルクセンサ用樹脂センサハウジング

Plastic Sensor Housings for Hall IC Torque Sensor

笹口伸幸 N. SASAGUCHI 大石武志 T. OISHI 飯田俊雄 T. IIDA
幸村貴広 T. YUKIMURA 竹内彰啓 A. TAKEUCHI

Amid the growing demands for a lighter EPS system, we have developed a pinion type EPS (P-EPS[®]) and a dual pinion type EPS (DP-EPS[®]) plastic sensor housing for Hall IC torque sensors. We have achieved housings that have the capability to endure being installed in engine rooms. Moreover, when compared to the conventional aluminum sensor housing, we have lightened the weight of the housings; 148g (which is 52% reduction) for P-EPS[®], and 81g (which is 31% reduction) for DP-EPS[®].

Key Words: electric power steering, torque sensor, Hall IC, sensor housings, plastic, polyamide

1. はじめに

自動車の環境対応性向上の一環として、電動パワーステアリング (EPS) システムの引き合いは増加の一途をたどっている。当社では EPS システムのトルクセンサとして、2006 年よりコラムタイプ EPS (C-EPS[®]) 用にホール IC トルクセンサの量産を開始¹⁾した。続いて 2007 年よりピニオンタイプ EPS (P-EPS[®]) 用に防水仕様のホール IC トルクセンサの量産も開始し、お客様のニーズに応えた EPS システムを提供している。

また、昨今はさらに EPS システムの軽量化要求も高まりつつある。そこで、特に需要が高まりつつある P-EPS[®] および DP-EPS[®] 用に、ホール IC トルクセンサ用樹脂センサハウジングを開発したので、以下に紹介する。

2. ホール IC トルクセンサの機構説明

2.1 構造説明

ホール IC トルクセンサはセンサハウジングに組み付けた基板アセンブリおよびリングアセンブリ、ピニオンシャフトに組み付けた磁気ヨークアセンブリ、およびインプットシャフトに組み付けたマグネットで構成している (図 1)。

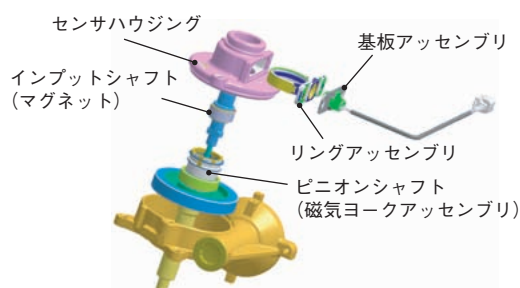


図 1 ホール IC トルクセンサ構造図
Structure of Hall IC torque sensor

2.2 検出原理

ステアリングが操舵されていないときは、磁気ヨークアセンブリのヨークコア (歯部) がマグネットの磁束を短絡しており、磁束はリングアセンブリ (リングコア) からホール IC へは伝わらない。

操舵トルクが入力されると、トーションバーで連結されたマグネットと磁気ヨークアセンブリに相対角度差が生じ、マグネットの磁束が磁気ヨークアセンブリ (ヨークコア) からリングアセンブリ (リングコア) に伝わる。リングコアの突起部にはさまれたホール IC にトーションバーの捩れ角に比例した磁束が伝わることで操舵トルクを検出する^{1) 2)}。検出原理を図 2 に示す。

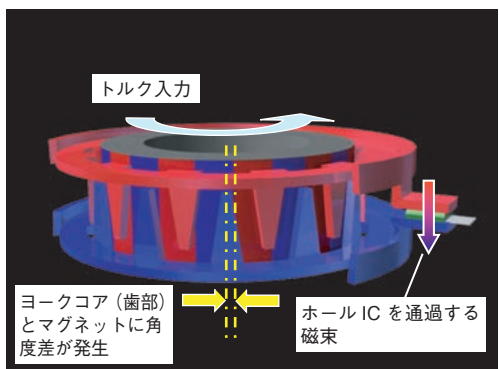
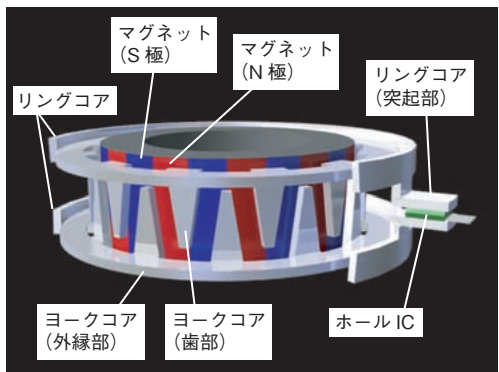


図2 ホール IC トルクセンサ検出原理
Hall IC torque sensor detection principle

3. 樹脂センサハウジング

3.1 構造の変更

従来のアルミ合金製のセンサハウジングと、それに締結されるリングアセンブリを一体化して樹脂成形で製作した。なお、基板アセンブリは現行品のまま使用した。図3に従来品との構造の違いを示す。

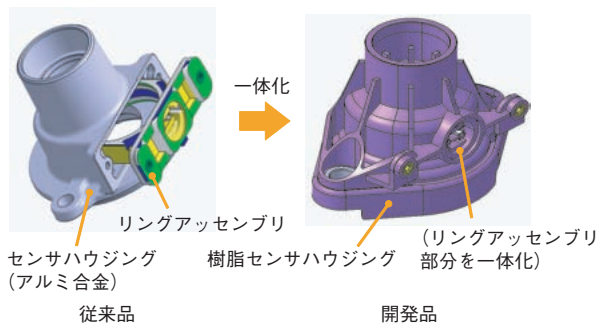


図3 センサハウジングの構造
Structure of sensor housing

3.2 耐環境性能の要求

車室外の厳しい熱環境のエンジンルームに搭載されることから、耐熱性と防水性への配慮が必要である。樹脂センサハウジングに要求される耐環境性能を表1に示す。

表1 耐環境性能の要求
Demand for environment resistance

項目	要求
温湿度	エンジンルーム環境に耐えられること
耐油・耐薬	各種オイル、グリース、バッテリー液等に耐性を持つこと
気密性	P-EPSS [®] もしくは DP-EPSS [®] に要求される気密性能を確保すること

3.3 材料選定

使用材料としては、使用環境を考慮し高温時の剛性および強度、耐熱性、耐薬品性に優れるなどの特長を有する半芳香族ポリアミドを選定した。3.4項に後述する1次成形部品および2次成形部品とも同じ樹脂を採用した。材料特性を表2に示す。

表2 材料特性
Material property

素材		現行	採用	参考	
		アルミ合金	半芳香族ポリアミド [*]	PBT	PA612
引張り強度	[MPa]	228	190	114	168
線ぼう張係数	$[\times 10^{-6}]$	21	20 (流れ方向) 50 (垂直方向)	20 (流れ方向) 90 (垂直方向)	17 (流れ方向) 113 (垂直方向)
融点	[°C]	—	325	225	215
密度	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	2.68×10^{-3}	1.44×10^{-3}	1.47×10^{-3}	1.32×10^{-3}

※数値はいずれも代表値

3.4 内部構造

リングアセンブリの構成部品である磁気シールド、およびリングコアを1次成形部品に組付け、それを2次成形でインサート成形する構造を採用した(表3)。

この2次成形構造を採用したことにより、トルクセンサ性能に影響するリングコアの位置精度の確保を、比較的簡素な金型構造で実現することができた。

表3 樹脂センサハウジング内部構造
Composition of Plastic Sensor Housing

工程	1次成形	磁気シールド、 リングコア組付け	2次成形
製品形状		磁気シールド  リングコア  ↓ 	

4. 開発課題

4.1 防水対応

1次成形部品と2次成形部品を同じ樹脂で成形しているため、境界面が外部に露出するとその界面から毛細管現象で浸水する恐れがある。他方、ホールICトルクセンサでは1次成形部品に組み込まれたリングコアの突起部分に、基板アセンブリのホールIC部分を挿入し、磁気回路を接続する必要がある。

今回、基板アセンブリとの接合シール面を2次成形側に設けることにより、防水性能に支障をきたす1次成形部分の外部への露出なしにホールICとリングコアの接続を実現した(図4)。

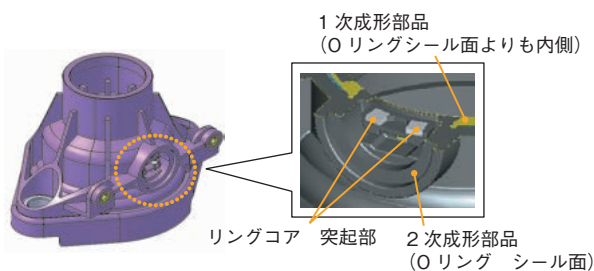


図4 ホールIC挿入部分の形状
Structure of Hall IC insertion part

4.2 寸法精度・クラック

樹脂センサハウジングの製作では

- ・成形収縮による、寸法精度の低下
- ・熱衝撃試験後のクラック(ウェルド部と磁気シールドエッジ部)

などの問題の発生が予想される。このため事前にFEM解析などを基に対策を検討し、製作時点では次の対応を行った。

- ・ゲート位置・リブ位置の最適化(図5)
- ・磁気シールドエッジ部の内曲げ形状(図6)

以上の対策結果により、必要な寸法精度、強度および耐久性能を満足することができた(表4)。



図5 リブ追加例
Case example of rib addition

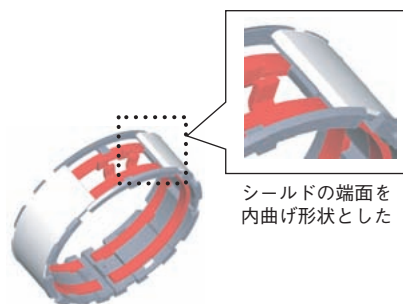


図6 磁気シールド形状
Structural of magnetic shield

表4 信頼性試験結果
Results of reliability test

No	試験項目	結果
1	高温放置試験	○
2	低温放置試験	○
3	熱衝撃試験	○
4	高温高湿試験	○
5	塩水腐食試験	○
6	アイスウォータ試験	○
7	高圧洗浄試験	○
8	耐油・耐薬試験	○

5. 質量低減

センサハウジングとリングアッセンブリを一体成形することにより、強度および耐久性能を有し、さらに、従来構造品（3.1 項）に対し軽量化を実現した（表5）。

表5 P-EPS[®] および DP-EPS[®] での開発品の低減質量

Weight reduction of Development product for P-EPS[®] and DP-EPS[®]

	P-EPS 用	DP-EPS 用
低減質量	148g (52% 減)	81g (31% 減)

6. おわりに

今回、EPS 向けの樹脂センサハウジングを開発し、車両の軽量化に貢献することができた。今後、需要増大が見込まれるこれらの製品に対し、順次展開を進める予定である。

参考文献

- 1) 永橋 豊, 川久保暁威, 辻本泰介, 景井勝典, 長谷川純, 角谷智司: JTEKT ENGINEERING JOURNAL, no. 1003(2007)
- 2) 堀田健作, 石原繁晴: JTEKT ENGINEERING JOURNAL, no. 1007(2009)

筆 者



笹口伸幸*
N. SASAGUCHI



大石武志**
T. OISHI



飯田俊雄***
T. IIDA



幸村貴広****
T. YUKIMURA



竹内彰啓*****
A. TAKEUCHI

* 自動車部品事業本部 第1 電子技術部
 ** 自動車部品事業本部 第1 実験解析部
 *** 自動車部品事業本部 第1 ステアリングシステム技術部
 **** 自動車部品事業本部 ステアリング生産技術部
 ***** 生産技術本部 鋳鍛造生技部