

7. 小型ローコスト加速度計の開発(JA-27GA)

Development of Miniature and Low-Cost Accelerometer (JA-27GA)

富岡 達也 Tatsuya Tomioka 航機事業部 第二設計部 主任
本木 裕之 Hiroyuki Motoki 航機事業部 第二設計部

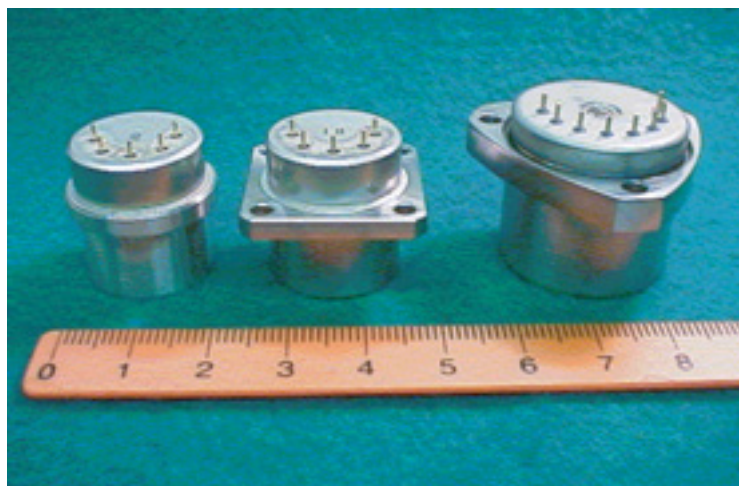
キーワード: 加速度計、振動計測
Keywords: Accelerometer, vibration measurement

要 旨

当社はこれまで主に国内産業機器市場に対して、各種振動計測等に使われる、高性能・高信頼性の加速度計としてJA-5Vシリーズ加速度計(φ25.4mm×40.0mm)を提供してきましたが、市場からの要求であるコストダウンと小型化に応えたJA-27GA加速度計(φ19.0mm×21.5mm)を開発し、製品化しました。

SUMMARY

We have, until now, supplied the domestic industrial equipment market with the JA-5V series accelerometer (φ25.4mm x 40.0mm), as a high-performance, highly reliable accelerometer to be used for various types of vibration measurement. However, with the market demand for a lower cost, more compact product, we have developed and brought to the commercial stage the JA-27GA accelerometer (φ19.0mm x 21.5mm).



JA-27GA 加速度計
(丸型フランジ型)

JA-27GA 加速度計
(角型フランジ型)

既存 JA-5 シリーズ
加速度計

写真1 加速度計の外観

1 まえがき

当社では、これまで培ってきた高精度なサーボ加速度計の技術をベースに、部品のローコスト設計技術と組立の一部自動化を取り入れ、従来の性能を極力維持しつつ、製造コストをより低減した新しい加速度計の開発を行いました。従来、高精度な加速度計は JA-5 加速度計に代表されるように外径は $\phi 25.4\text{mm}$ (1 インチ) でしたが、小型化、軽量化の要求に応えるため、当社が開発した高環境小型加速度計 JA-25GA と同じ外径である $\phi 19.0\text{mm}$ で、本加速度計を製品化しました。その結果、JA-5 加速度計に対して体積比で 32%、質量比で 37% を実現しました。写真 1 に今回開発した JA-27GA 加速度計と既存の JA-5 加速度計の外観を示します。

2 開発のポイント

この JA-27GA 加速度計の開発に対する要求は、極力従来の高精度な JA-5 加速度計と同等の性能を維持しつつ、構造設計と部品材料選定を適確に行い、製造コストに優れた小型の加速度計を設計することでした。技術的なポイントは下記に示す 3 項目です。

(1) 量産性に優れた金型成形材料および部品の採用

この JA-27GA 加速度計では、焼結合金部品、プレス成形部品、および樹脂モールド成形部品を構造部品に採用することで、部品材料費のコスト低減を達成しました。

(2) 小型コネクタの開発

当社のコネクタ事業部の開発による、従来の専用コネクタより体積比で 70% の小型化を実現した専用コネクタを開発したことで、加速度計の小型化要求に対応出来ました。

(3) 組立性を考慮した構造設計

製造コストを削減するためには、まず組み立て易いことが重要なポイントとなります。この点を改善し、自動組立装置の適用を可能としました。従来、手作業で実施していた組立作業を、専用の自動組立装置を開発し、生産ラインに導入することで、製造コストの削減と品質の安定した製品を組み立てることが出来ました。

3 加速度計の仕様

JA-27GA 加速度計の仕様を表 1 に示します。

表 1 JA-27GA 加速度計の仕様および品質確認試験結果

項 目	単 位	仕 様	品質確認試験結果
計測範囲 (読取抵抗 : 432 Ω)	G	± 6	± 11
感度 (@25°C)	mA / G	$1.4 \pm 5\%$	1.39 ~ 1.46
感度温度係数	ppm / °C	± 360 以内	+314 ~ +319
バイアス (@25°C)	mG	± 50 以内	-14.9 ~ +28.5
バイアス温度係数	$\mu\text{G} / ^\circ\text{C}$	± 100 以内	-17 ~ +66
ミスアライメント (@25°C)	mrad	± 8 以内	-4.1 ~ +4.5
ミスアライメント温度係数	$\mu\text{rad} / ^\circ\text{C}$	± 10 以内	-3 ~ +1
分解能	μG	10 以下	1
非直線性	% F. S.	0.05 以下	0.001
周波数特性 ($\pm 3\text{dB}$)	Hz	500 以上	2700 ~ 2900
作動温度 / 保管温度	°C	-40 ~ +85	良好
外観寸法	mm	$\phi 19.0 \pm 0.1 \times 21.5 \pm 0.1$	良好
質量	g	30 以下 (丸型) 35 以下 (角型)	良好
正弦波振動	-----	20 ~ 28 Hz, 0.633 cm _{0-p} 28 ~ 2000 Hz, 20 G _{0-p}	良好
ランダム振動	-----	20 ~ 2000 Hz, 10 G _{rms}	良好
衝撃	-----	100 G, 11 ms, 半正弦波	良好

(注記) 本文書では、加速度計の単位を従来単位系である“G”を用いて表現しています。これは、加速度を表現する手段として重力加速度を用いた方が一般的に理解しやすいためです。ここで、 $1\text{G} = 9.80665\text{m/s}^2$ とします。

4 評価結果

加速度計の製造工程中で評価している製造工程試験と品質確認試験で評価した結果について示します。

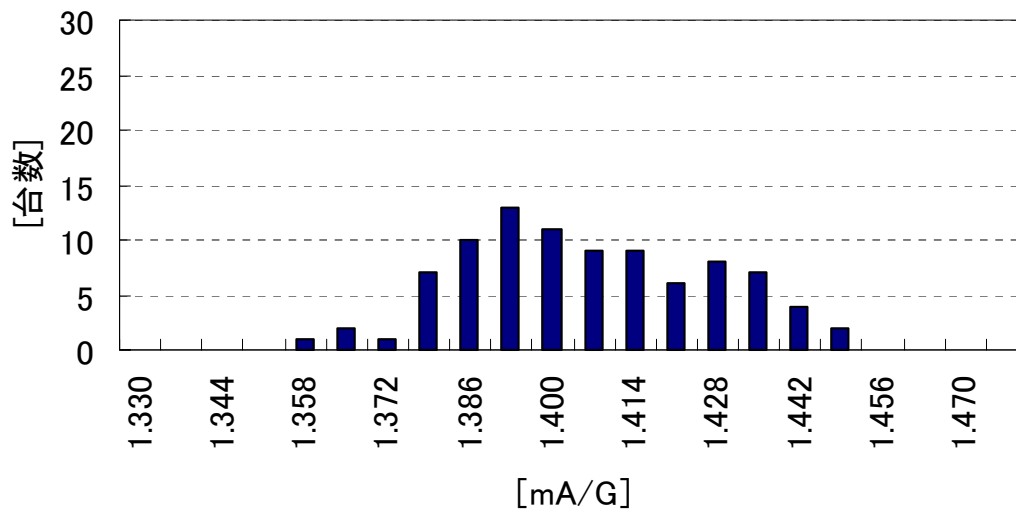
4.1 製造工程試験

JA-27GA 加速度計では、出荷される製品全数について表 2 に示す製造工程試験を実施しています。ここでは、温度特性試験で取得している感度、バイアスおよびミスアライメントの 25℃におけるノミナル値の分布状況と、各パラメータの温度係数の分布状況をグラフ 1a～グラフ 3b に示します。いずれのデータも要求仕様を十分に満足しており、安定した製造品質が確立されています。

表 2 製造工程試験フロー

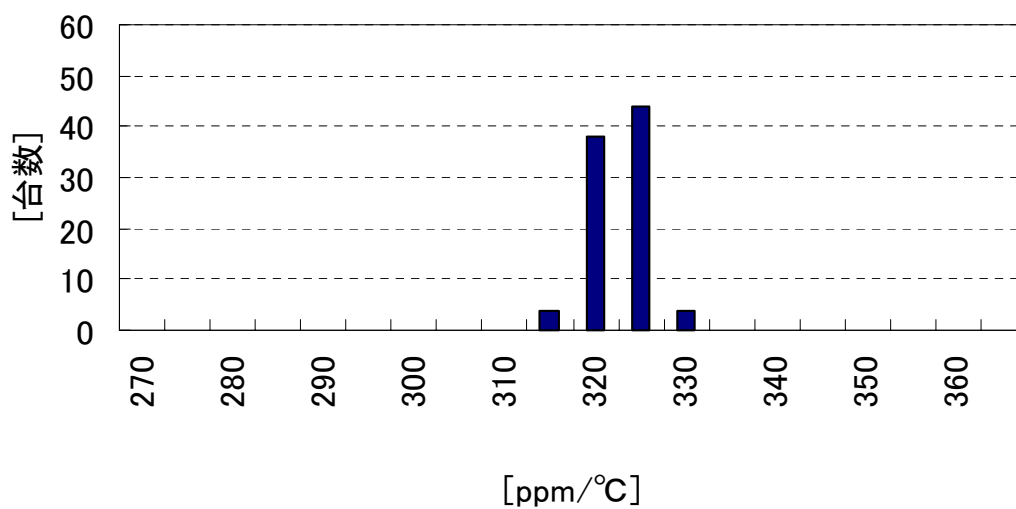
No.	試験項目	試験条件
1	ヒートサイクル	-40～+125℃、8時間／サイクル、4サイクル
2	温度特性試験	-40～+85℃
3	絶縁抵抗試験	50V (dc)、50MΩ以上
4	セルフテスト試験	1.33～1.47mA (0G姿勢、@25℃)
5	温度特性試験	-40～+85℃

感 度



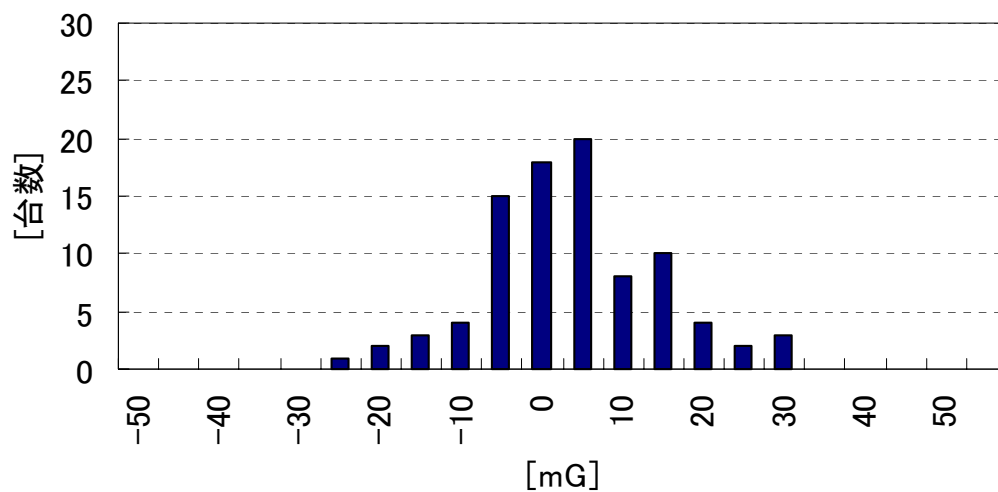
グラフ 1a 感度(ノミナル)分布図

感度 温度係数



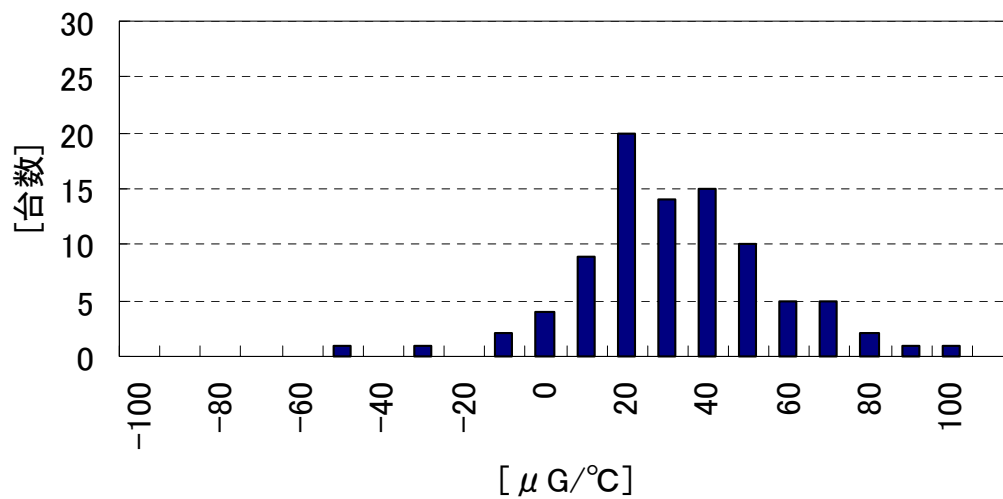
グラフ 1b 感度温度係数分布図

バイアス



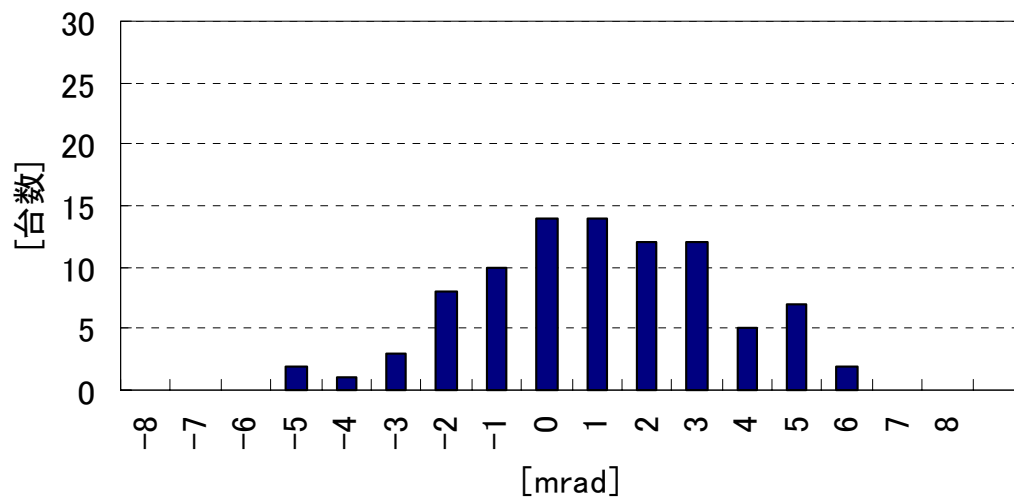
グラフ 2a バイアス(ノミナル)分布図

バイアス 温度係数



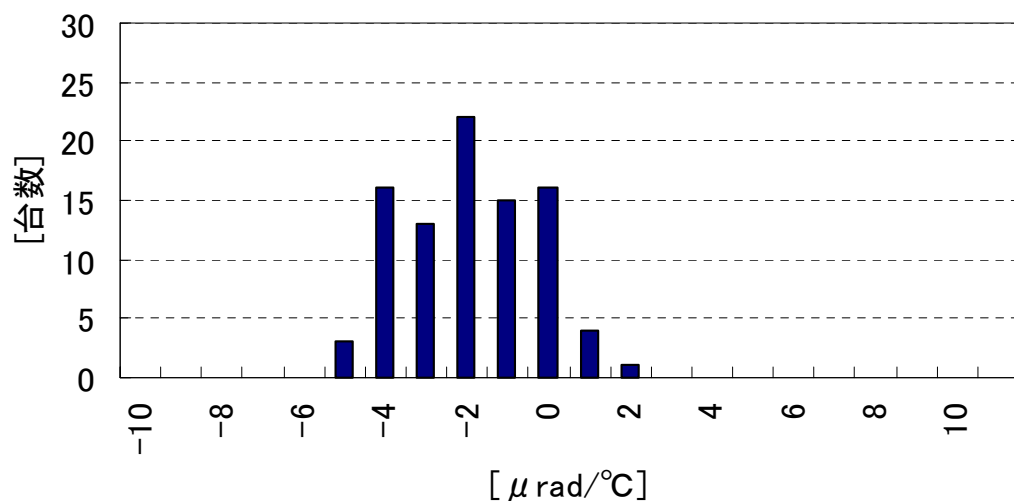
グラフ 2b バイアス温度係数分布図

ミスアライメント



グラフ 3a ミスアライメント(ノミナル)分布図

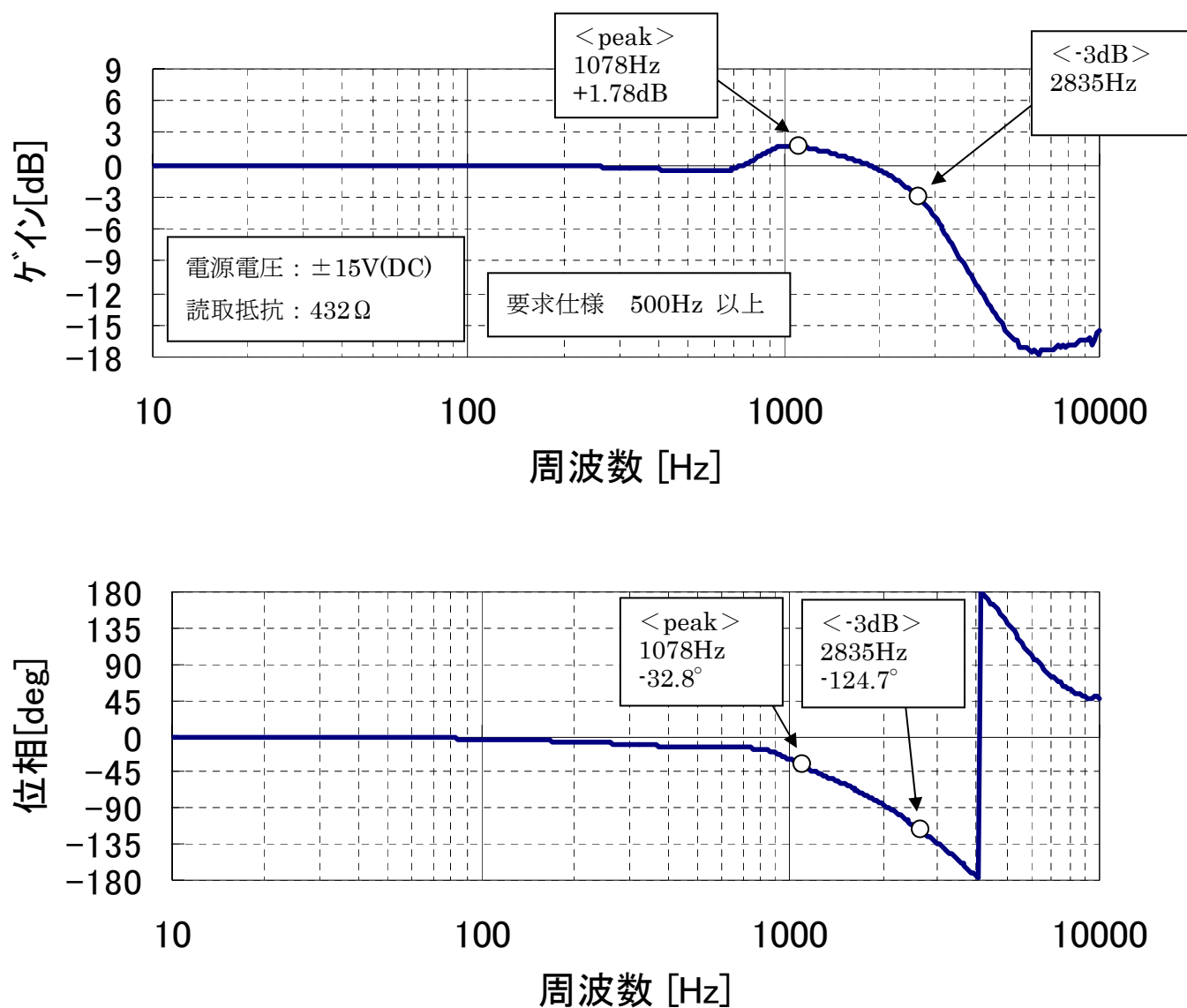
ミスアライメント 温度係数



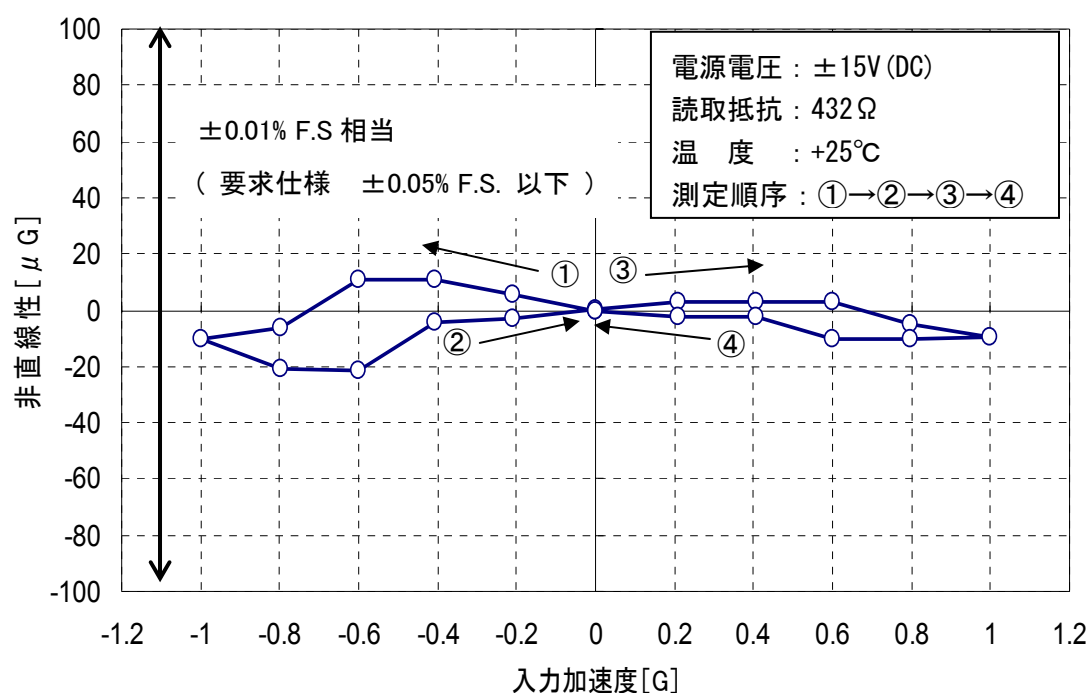
グラフ 3b ミスアライメント温度係数分布図

4.2 品質確認試験

製造工程試験を合格した4台を任意抽出し、品質確認試験を実施しました。品質確認試験で取得した結果のサマリ表を表1に示します。品質確認試験で評価した項目の中から代表的なデータとして、周波数特性結果と非直線性結果をそれぞれグラフ4とグラフ5に示します。いずれの評価結果も要求仕様を満足し、良好な結果を得ました。



グラフ 4 周波数特性



グラフ 5 非直線性試験結果

4.3 評価まとめ

製造工程中における性能分布評価結果と品質確認試験結果から、JA-27GA 加速度計の製造品質が非常に安定したものであり、一般民生市場向け製品として高い信頼性を有し、かつ、性能的にも従来の高精度な加速度計に匹敵する性能を有していることを確認出来ました。

5 今後の展開

今回、開発した JA-27GA 加速度計は、既に製品を市場投入しています。今後は、さらに組立の自動化を推進して生産効率の向上と量産体制を整えて、製品のバリエーションを進めて行くことで、さまざまな市場におけるお客様のニーズに応えてきたいと考えております。