

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

(1) 検出素子部の開発

(課題) 工程での歩留まりの向上、歩留まりの向上及事業化のための小型化

(解決策) 製造工程の見直しを行う。

検出素子部の小型化のために、振動子の大きさの縮小化を図ることが最善の解決策である。しかし、陽極接合部分(外周部)電極を取り出すためのSi島の大きさを縮小した場合、真空封止条件の最適化から見直す必要があり、検出素子部の作製に膨大な時間を要してしまう。そこで、今年度は、検出感度が極端に小さくならないように、従来の振動子の大きさを3mm から2mm にすることで検出素子部の小型化を図った。

(具体的方法) 主な製造工程である真空中での陽極接合、deep etching、配線形成等の工程を見直した。

小型化については、目標共振周波数が4kHz、8kHzで、且つX,Y,Zの共振周波数のずれが5%以内となるよう設計(縮退という)し、振動子の大きさを2mm程度、錘の厚み・形状、梁の厚み・長さ・幅をパラメータとしてFEM解析を行い、実現可能なセンサ構造を設計した。また、将来更なる小型化を目指すために、振動子の大きさを1.0~1.5mm程度、錘の厚み・形状、梁の厚み・長さ・幅をパラメータとしてFEM解析を行い、チップサイズが将来どの程度まで小型化が可能であるかを検証した。

(2) 信号処理回路の開発

(課題) 信号処理回路部のIC化のために昨年度行った回路改善、及び新たに製作した回路が、本年度製作されるIC回路に正確に反映されていることを確認するとともに、更に改善する項目があるかを並行して検討する。IC製作後はICが正常に動作していることを確認する。

(解決策) 信号処理回路での環境ノイズへの対応を確実に行う必要があるとともに、信号処理回路IC化検討のため、各回路ブロックの仕様の確定と特性改善を速やかに行う。ICを評価するため評価用基板を製作し、要求仕様を満足していることを確認する。

(具体的方法) 先ずIC設計時に想定していた検出素子部の仕様と本年度製作された検出素子部の素子感度を比較検討するため、本年度製作された検出素子部の素子感度を測定した。その結果、当初の仕様内であることが確認された。次に、ICのES品の評価のための評価用基板を製作し、IC内部の各レジスタに補正值を設定して、正常に補正できることで確認した。但し、1次試作品のためにICとして完全ではなく、補正のための電子部品を追加して性能を確保した。

(3) パッケージタイプセンサの開発

(課題) 検出素子部と信号処理ICを一つの小形のHybrid用パッケージ内に格納して、パッケージタイプセンサを作製する場合、パッケージ内に納めた構成で、加速度3軸成分及び角速度3軸成分の合計6軸成分の特性を如何に正確に補正するかが重要な課題である。

(解決策) パッケージに収められた検出素子部からの容量信号を電圧に変換(C/V変換)し、検出素子部の性能を正確に測定する。

(具体的方法) 検出素子部の容量信号を電圧に変換(C/V変換)するための評価ボードに於いて、組になる電極同士のC/V変換後の電圧を差動増幅前に調整しダイナミックレンジを大きく取れるように改善した。また、信号処理回路部のIC化を行いES品を得た。当初の予定通り、6軸成分の補正を、EEPROMを用いて行えるようになった。

また、量産時に諸特性を容易に測定できるように自動測定装置を設計及び製作した。これによって、6軸運動センサの出力をPC内にデジタル値として取り込めるため、データの検証が容易になった。

(4) ユニットタイプセンサの開発

(課題) 昨年度のユニットタイプセンサの開発において、電子回路の設計が終了し、ソフト開発に於いてデータ処理のモジュール分割、各モジュールのフローチャート及び実行タイミングの検

討を行った。本年度では試作 IC を用いたパッケージタイプセンサに合わせたインターフェース部の改善とソフトウェアの修正を行い、ユニットタイプセンサの完成を目指す。

(解決方法) 信号処理回路部分では、特にノイズを留意した設計を行う。A/D コンバータのビット数については、MPU による演算処理によってビット数を抑えて実質的に高ビット数のデータが得られるかを検討する。また、データ演算処理では、演算途中での桁落ちに留意し、しかも演算時間の小さいプログラムを作成する。

(具体的方法) 本年度のパッケージタイプセンサが IC を使用したものとなり、そのインターフェース部を含む CPU 回路を設計し、ソフトウェアにより加速度および角速度の他軸感度と直線性および温度特性の補正を行った。

(5) パッケージタイプセンサの評価

(課題) パッケージタイプセンサ(アナログ出力)の性能評価を行ない、IC 化した信号処理回路部などの特性改善ができていないかを確認する。

(解決方法) 6 軸運動センサの加速度出力及び角速度出力を測定するため自動測定器を製作した。自動測定器は、回転テーブルによる定速回転で角速度を、ステッピングモータによるテーブルの傾斜により加速度を、それぞれセンサに加えその出力を AD 変換し、PC 上で動作するプログラムに取り込み、データ収集を行えることを確認した。

(具体的方法) 自動測定器を用いて加速度、角速度を測定した。

(6) ユニットタイプセンサの評価

(課題) ユニットタイプセンサ(デジタル出力)の性能評価を行ない、EEPROM およびマイクロプロセッサ演算での各種補正ができていないかを確認する。また、出力信号伝送における問題が無いかも評価する。

(解決方法) 加速度基本特性、角速度基本特性及び温度特性の測定を行う。

(具体的方法) 加速度基本特性については、EEPROM に記録した補正データに基づいて、重力加速度を印加して主軸および他軸の出力を得た後、直線性を求めた。

角速度基本特性については、主軸および他軸感度補正データをユニットタイプセンサの EEPROM に記録し、富山県工業技術センターの回転テーブルを用いて角速度をセンサに加えた。3 軸それぞれに印加しながら、主軸および他軸の出力を測定し、それぞれの感度および直線性を求めた。

(7) 実機組込評価

(課題) a) 試作センサをロボットにて実装試験を行い、ロボットの制御に支障のない性能であることを確認する。(川田工業株式会社)

b) ロボットに搭載したセンサデータの取得及び、ロボットの動作に対するセンサの動特性の検証を行うことで、開発されたセンサのロボットへの適応性の評価をする。(株式会社テムザック)

(解決方法) a) 周波数応答試験装置による各種特性計測、及び計測制御プログラム改造および歩行試験(川田工業株式会社)

b) 移動方法の異なるロボットに搭載し、さまざまな移動動作時のセンサデータを取得する。また、温度ドリフト等によるセンサデータへの影響を軽減するため、センサの搭載位置を考慮する。(株式会社テムザック)

(具体的方法) a) 周波数応答試験装置による各種特性計測、及び計測制御プログラム改造および歩行試験をそれぞれ実施して、評価の結果をフィードバックした。

b) センサを実際に 2 足歩行ロボット、4 足歩行ロボット、車輪移動ロボットに搭載し、移動時のデータを取得した。

4 . 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

全ての項目において、最終年度目標を達成した。

5 . 事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

先ず、角速度センサとモーションセンサの2製品を事業化する。

(1) 製造体制

・角速度センサ

北陸電気工業株式会社の製造設備、製造体制で行う。

・モーションセンサ

日本抵抗器グループが所有している製造設備、販売網、品質管理部門を最大限に利用する。

(2) 販売体制

・北陸電気工業株式会社が大口の顧客を扱い、株式会社ワコーの販売部門を担当するワコー販売が小口の顧客を扱う。

・マイクロジェニックスにて各種センサやユニット商品、さらには癒しロボットを開発し、グループ企業である日本抵抗器グループで製造・販売する。

(3) 営業体制

・北陸電気工業株式会社が大口の顧客を扱い、株式会社ワコー販売が小口の顧客を扱う。

・マイクロジェニックスにて商品開発を行い、グループ企業である日本抵抗器グループで製造・販売する。癒しロボットの事業、自動車関係部品の納入実績を活かして、効率の良い拡販を目指す。

(4) メインテナンス体制

・パッケージタイプセンサ：北陸電気工業株式会社の品質保証体制を用いる。

・ユニットタイプセンサ：マイクロジェニックスの設計管理のもとで生産及び品質保証を行う。

(5) 18年度以降における事業管理法人の係わり

管理法人である財団法人富山県新世紀産業機構は、事業化のための支援策（販路発掘・事業化総合支援事業）を有しており、支援体制も整い必要に応じた事業化支援も可能である。