

# 静電容量の変化を使用した 6 軸力覚センサ

## 1. はじめに

静電容量型力覚センサは、従来のセンサと異なり構造が簡単で組立が容易であることから、低価格・高精度・高信頼性を実現できる利点がある。本論文の静電容量型 6 軸力覚センサは、1 個のセンサで 3 軸の並進力と 3 軸のモーメントを検出するものである。

本論文では、静電容量型 6 軸力覚センサの原理と構造、測定結果について報告する。

## 2. 原理と構造

静電容量型 6 軸力覚センサの基本となる静電容量型 3 軸力覚センサの原理と構造について説明する。

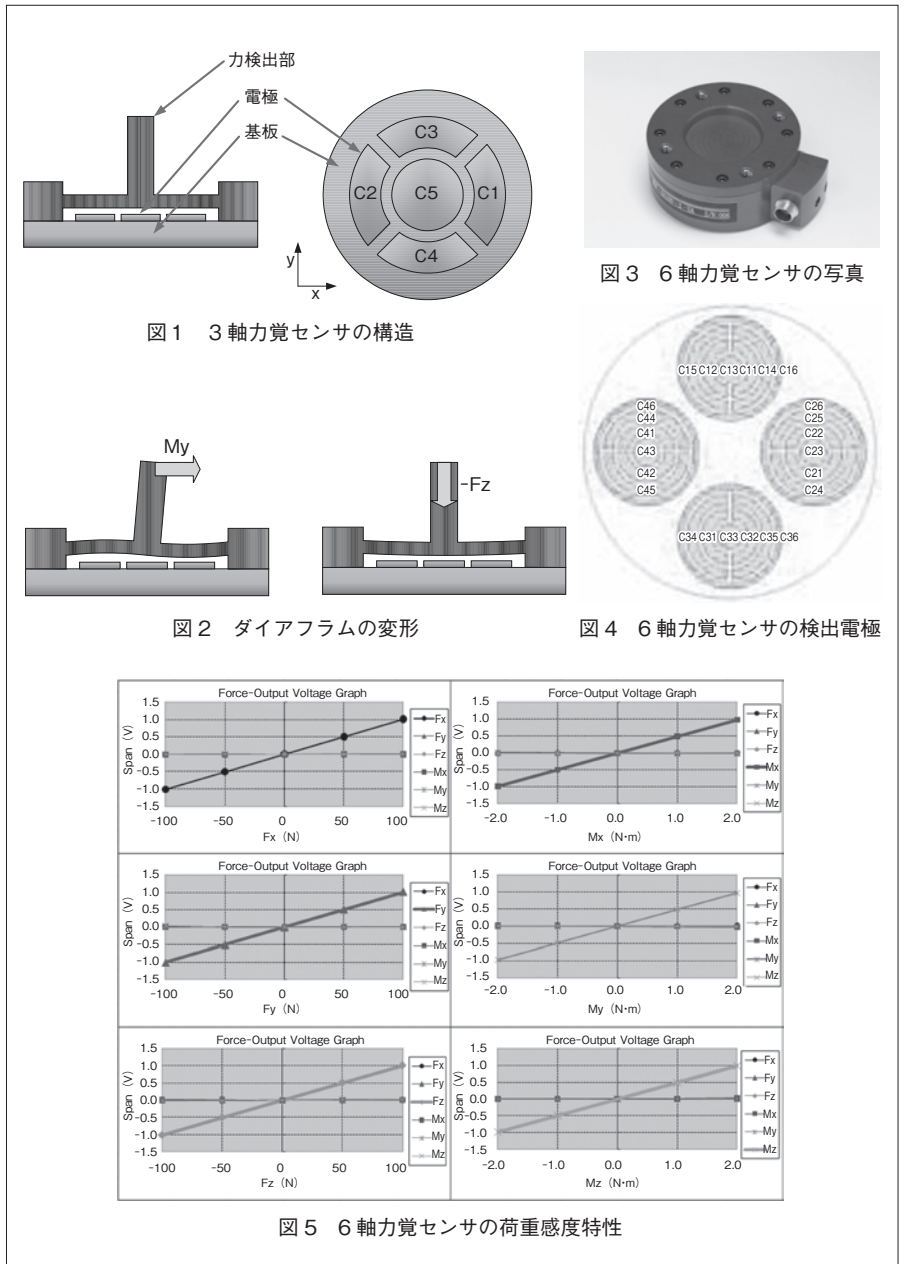
図 1 に静電容量型 3 軸力覚センサの構造を示す。5 個の検出電極が配置されており、Y 軸まわりのモーメント  $M_y$  が作用すると図 2 に示すように力検出部がたわみ、その変形に伴い力検出部と電極で構成される静電容量が変化する。X 軸まわりのモーメント  $M_x$  は Y 軸上に配置された 2 枚の電極 (C1, C2) の静電容量の差で検出され、 $M_y$  は X 軸上に配置された 2 枚の電極 (C3, C4) の静電容量の差で検出され、また、Z 軸方向の力  $F_z$  は中心電極 (C5) の容量変化で検出される。この原理により、三つの力成分 ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $F_z$ ) を検出することができる。

われわれが開発した静電容量型 6 軸力覚センサの全体写真を図 3 に示す。図 1 に示した 3 軸力覚センサを同心円状等間隔に四つ配置し、四つの 3 軸力覚センサの出力で力の 6 成分を検出する。図 4 に静電容量型 6 軸力覚センサの電極構造を示す。この構造により 3 軸の力成分 ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) と 3 軸のモーメント成分 ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) の 6 軸力成分を検出することができる。

静電容量の差分を、独自に開発した 3ch CV 変換 IC を 2 個用いて電気信号に変換し、この電気信号を回路基板上に実装された 32bit マイコンによって演算処理することにより、6 軸成分を Digital/Analog 信号として出力する。

## 3. 補正処理と出力形態

開発した静電容量型 6 軸力覚センサには 32bit マイコンが内蔵されており、これによりセンサ特性を補正することが可能になっている。また、出力形態は、アナログ出力とデジタル出力の両方に対応している。デジタル出力については、USB を標準として RS-422 や Ethernet にも対応している。



## 4. 6 軸力覚センサの特性

静電容量型 6 軸力覚センサはシンプルな構造なため、定格荷重や形状などを容易に変更することができる。試作したセンサは力の定格を  $\pm 100\text{N}$ 、モーメントの定格を  $\pm 2\text{N}\cdot\text{m}$  とした。試作したセンサの荷重感度特性は、図 5 に示すように他軸干渉もほとんどなく良好な特性だった。

## 5. まとめ

静電容量型 6 軸力覚センサは、構造が簡単で組立が容易であり、さらにセンサにマイコンを内蔵しているため従来のひずみゲージ式のように外付け機器を必要としない。そのため大幅な低

価格を実現できる利点がある。

今回試作した静電容量型 6 軸力覚センサの各特性評価を行い、従来の力覚センサと比べ遜色ない性能であることを確認した。また、さらに高荷重な定格荷重品を千葉工業大学未来ロボット技術研究センター fuRo と共同開発を行い試作品も完成させた。静電容量型 6 軸力覚センサは、その高性能・低価格な利点から、幅広い用途に応えることができると考えられる。

(原稿受付 2010 年 9 月 24 日)

[鈴木信人 (株) ワコーテック]