光学式変位センサと力センサ

広瀬 茂 男* 米 田 完*

1. ま え が き

光センサと光源の1対を用いて微小変位計測を行なう装置を基本とし、それと弾性体を組み合わせることにより変位、力などの計測を行なうセンサシステムを紹介する。これらは本体が小型で、外部アンプが不要なため、軽量、コンパクト、安価となる特性を有する。

2. 光学式ロボットセンサの原理

2.1 原 理

光学式ロボットセンサの基本は微小変位の測定である。これは図1に示すような光センサ(ホトダイオード等)と光源(LED等)の組み合わせで実現する。これらを以降「光学ユニット」と呼ぶ。(a)は光センサと光源が対向して固定され、その間の遮光板が変位するものである。直径 d を小さくすれば微小変位を感度良く計測できる。

図1 基本光学ユニット

(b)は光センサと光源との相対位置が変化するもの、(c)は鏡の移動による反射光量の変化を測るもの、(d)は2分割光センサと光源が対向して相互に変位するように構成されたものである。(d)の場合には光センサの受光量の割合の変化で変位を計測するため、温度変化等による光量や感度の変化の影響が少ない。さらに、(e)は4分割型光センサを用いて2方向変位を測るもの、(f)はレンズやピンホール等によって拡散型光源を作り、距離変化による光量変化を測るもの、(g)は(e)と(f)の原理を組合せて3方向の変位を測るものである。

2.2 変位センサ

変位センサの代表例¹⁾を図2に示す。これは変位を力に変換する弱い弾性材Bと力によって遮光板を微小変位させる強い弾性材Aを組合せた変位縮小機構になっている。図3に出力特性を示す。特に何の補正も行っていないが2%以下の直線性が得られ、ヒステリシスも1%程度である。

2.3 単軸力センサ

単軸力センサの具体例として、図1(d)を用いたも

図2 光学式変位センサ

図3 光学式変位センサの特性

原稿受付 1991年10月4日
Position and Force Sensor based on Photodetecting Technology

* 東京工業大学

図4 光学式センサの基本形

図5 光学式センサの特性

の²⁾を図4に示す。フレームはアルミ合金の一体加工で作られている。実験の結果図5のように非常に線形性がよくヒステリシスのない良好な結果が得られた。

2.4 6軸力センサ

2方向変位計測を行なう図1(e)の光学ユニットを3つ使用すると6軸力センサが実現できる。図6にその一例³⁾を紹介する。1つのアルミ合金部材から部材Aと部材B、そしてその間の3本の屈曲したスポーク状の弾性部を切削加工および放電加工で削り出している。実際に試作したセンサの内部の様子を図7に示す。

従来の歪ゲージ方式の6軸力センサでは、各軸方向の力によって弾性材の一部分を選別的に変形させ、その1軸方向の変形を個別に歪ゲージで検出しなければならない。これに対し本6軸力センサの弾性フレームは、フレーム全体で6軸変位を生ずればよい。そのため弾性材の構造はより単純化され、また耐荷重性も向上できている。実際、本方式の6軸力センサは同一耐荷重の在来の歪ゲージ方式の6軸力センサより小型になっている。

また、精度、剛性とも市販の歪ゲージ方式のものと同

図6 光学式6軸力センサの構造

図7 光学式6軸力センサの内部

程度である。さらに文献3)では、多軸力センサ系で問題となる力の非線形干渉を校正する手法を導入し、従来以上の精度が得られることも可能となっている。

☆ ☆

ロボットに不可欠な変位と力のセンサを光学系を応用して構成した例を紹介した。この他に角度¹⁾、トルク¹⁾、接触覚⁴⁾、3軸力⁵⁾、非線形力センサ⁵⁾なども実現可能である。

参考文献

- 1) 広瀬, 米田, 日本ロボット学会第7回学術講演会予稿集, pp.783-786 (1989)
- 2) 広瀬, 米田, 計測自動制御学会第26回学術講演会予稿集, pp.593-594 (1987)
- 3) 広瀬, 米田, 日本ロボット学会誌, Vol.8, No.5, pp.523-532, (1990)
- 4) 広瀬, 井上, 米田, 日本ロボット学会誌, Vol.6 No.2, pp.13-20 (1988)
- 5) 広瀬, 米田, 日本ロボット学会誌, Vol.7, No.1, pp.31-38 (1989)

広瀬茂男 (Shigeo HIROSE)

昭和22年生れ。51年東京工業大学制御工学専攻博士課程卒。工学博士。同年同学機械物理工学科助手, 54年同学助教授, 現在に至る。ロボットの機構, センサ, 制御の研究に従事。

(日本ロボット学会正会員)

米田 完 (Kan YONEDA)

1961年10月16日生れ, 1985年東京工業大学理学部物理学科卒, 1987年同大学院修士課程物理学専攻終了, 1989年同大学院博士後期課程機械物理工学専攻中退, 同年同学機械物理工学科助手, 現在に至る。センサシステム, 移動ロボットの研究に従事。

(日本ロボット学会正会員)