

THIẾT KẾ, MÔ PHỎNG CẢM BIẾN HÌNH TRỤ KIỂU TỤ ĐIỆN ĐO GÓC NGHIÊNG HAI CHIỀU

DESIGN, SIMULATION OF CAPACITOR TYPE CYLINDRICAL SENSOR TO MEASURE TWO-DIMENSIONAL TILT ANGLE

Trần Thị Thúy Hà¹, Khuất Đức Dương², Nguyễn Đắc Hải^{2,*}

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày thiết kế, mô phỏng cấu trúc cảm biến đo góc nghiêng hai trục dựa trên nguyên lý kiểu tụ điện. Cấu trúc cảm biến bao gồm một ống nhựa hình trụ có năm điện cực được gắn ở các vị trí cố định xung quanh ống trong đó có một điện cực đóng vai trò điện cực kích thích và hai cặp điện cực còn lại được đặt một cách đối xứng đóng vai trò điện cực thu. Ống nhựa được bơm một phần chất lỏng điện môi sử dụng là xăng có hằng số điện môi là 2. Cảm biến được đề xuất có thể phát hiện góc nghiêng theo 2 trục x và y. Khi ống nhựa bị quay một góc bất kỳ, dung dịch điện môi bao phủ một phần các điện cực cảm ứng sẽ di chuyển, từ đó làm thay đổi giá trị điện dung vi sai của tụ điện tương ứng với góc nghiêng và ta hoàn toàn có thể xác định được góc bị nghiêng. Hoạt động của cảm biến được khảo sát bởi phương thức phần tử hữu hạn (FEM) sử dụng phần mềm mô phỏng Comsol Multiphysics. Kết quả mô phỏng thể hiện sự thay đổi điện dung vi sai ứng với sự thay đổi của từng góc nghiêng. Dựa trên kết quả mô phỏng này, kích thước của các điện cực đã được tìm ra để có cấu hình cảm biến với độ nhạy 2 trục x, y và dải làm việc thích hợp. Kích thước tối ưu của cảm biến với các tham số $W_1 = 10,47$ mm, $L_2 = 3$ mm và $L_3 = 5$ mm, $D_2 = 17,45$ mm. Cảm biến làm việc tối ưu trong dải từ -90° đến $+90^\circ$ với độ nhạy $0,426$ fF/ $^\circ$ theo trục x và từ -30° đến $+30^\circ$ với độ nhạy $1,54$ fF/ $^\circ$ theo trục y.

Từ khóa: Cảm biến điện dung; Cảm biến điện dung năm điện cực; Cảm biến góc nghiêng hai chiều.

ABSTRACT

This paper presents the design and simulation of a two-axis tilt sensor based on the principle of capacitor type. These two pairs of symmetric electrodes are placed symmetrically. cylindrical plastic tube filled part of the dielectric fluid used is petrol having a dielectric constant of 2. The proposed sensor can detect tilt angles in x and y axes. When the cylindrical plastic tube is rotated at any angle, the dielectric fluid covers a portion of the induction electrodes that will move, thereby changing the differential capacitance value of the capacitor corresponding to the angle tilte and so can defined angle tilte. Sensor activity was investigated by finite element method (FEM) using Comsol Multiphysics simulation software. Simulation results show the variation in capacitance with respect to the variation of each angle. Based on this simulation result, the size of the electrodes was found to have a sensor configuration with x, y two axis sensitivity and a suitable working range. Optimal size of the sensor with parameters $W_1 = 10.47$ mm, $L_2 = 3$ mm và $L_3 = 5$ mm, $D_2 = 17.45$ mm. The sensor work optimally in $[-90^\circ, +90^\circ]$ range with sensitivity of 0.426 fF / $^\circ$ on the x-axis and in $[-30^\circ, +30^\circ]$ range with a sensitivity of 1.54 fF / $^\circ$ on the y-axis.

Keywords: Capacitive sensor, 5-electrodes capacitive sensor, x-axis and y-axis tilt angle sensors.

¹Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

²Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*E-mail: haingd@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/7/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 10/10/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2018