

접촉식 정전용량 변위 센서의 성능향상을 위한 다중 전극 배열 방법

A Multi-Electrode Alignment for Improving Performance of Contact-type Capacitive Displacement Sensor

*강대실, #문원규

*D.S. Kang, #W.K. Moon (wkmoon@postech.ac.kr)

포항공과대학교 기계공학과

Key words : capacitive displacement sensor, multi-electrode, electrode alignment

1. 서론

선형 엔코더 방식의 정전용량 센서는 대변위 측정용으로 사용하기에 적합한 구조이며, 따라서 전자식 버니어 캘리퍼스과 같이 간단하면서도 높은 동적영역을 갖는 센서에 이용되고 있다.[1] 최근에는 정전용량 센서의 전극을 저마찰, 고경도의 유전체로 코팅하여 접촉식으로 사용한 센서(CLECDiS, Contact-type Linear Encoder-like Capacitive Displacement Sensor)[2]를 비롯하여 유연 구조를 가져서 휨 공간도 측정할 수 있는 센서[3]가 제안되기도 하는 등, 민감도와 기능적 측면에서 계속 발전하고 있다.

그러나 센서의 민감도 상승에 따라, 환경 변화에 따른 민감도도 상승하였으며, 이는 드리프트를 포함하는 센서의 잡음으로 이어지게 되었다. 이에 본 연구는 고분해능의 선형 엔코더 방식 정전용량 센서에서 공통 잡음 제거를 위한 차동 연산 기법의 효과적인 적용을 위한 전극 배치 효과를 보고자 한다.

2. 이론 및 설계

일반적으로 선형 엔코더 방식의 정전용량 센서는 변위를 얻기 위해 위상이 서로 다른 2 개의 전극셋을 사용하므로[1], 차동 연산을 적용하기 위해서는, 4 개의 전극셋을 사용한다.

Figure 1 은 4 개의 전극셋에 대한 3 가지 배치 방법의 예를 보여준다. (물론 가로로 길게

형성된 전극을 세로로 길게 형성할 수도 있다.) Figure 1 에서 숫자 1, 2, 3, 4 는 각 전극셋을 가리키며, 1 번 전극을 기준으로 순서대로 위상이 90 도씩 지연된다.

센서에서 회전이 발생하면, 차동 전극셋의 위치에 따라 전극셋의 정전용량이 한쪽은 증가하고, 다른 한쪽은 감소한다 (Fig. 1(d)). 이러한 오차가 정적으로 발생하면, 두 전극셋 간의 오프셋의 차이를 유발하고, 동적으로 발생하면, 드리프트와 진폭변화 등을 유발한다. 따라서 이 오차를 줄이기 위해서는 회전축에 대한 차동 전극셋의 위치 차이가 작아야 한다.

여기서는 pitch 의 영향을 줄이기 위해 전극셋을 x 축을 따라 형성하였고, 이 때 roll 에 의한 차이를 보고자 한다. 이를 위해 두 전극셋이 동일한 위치에 교차하여 패턴을 형성한 구조(이하 mixed type)와, 이와 비교하기 위해 전극셋을 순서대로 나열한 구조(이하 parallel type)를 설계하였다. 나머지 조건이 동일하다면, 스테이지의 roll 에 의해 mixed 타입의 특성이 좋을 것으로 예상할 수 있다.

3. 제작 및 실험

본 실험에 사용할 센서는 CLECDiS 라는 접촉식 선형 엔코더 이다. 센서는 마이크로머시닝으로 parallel 타입과 mixed 타입을 동일하게 제작하였다. 기판은 유리, 전극은 150nm 두께의 크롬, 접촉을 위한 유전층은 200nm 의 Diamond Like Carbon(DLC) 을 사용하였다. 신호 주기는 두 타입 모두

100 μ m 이며, 제작된 센서는 Fig. 2 에 표시하였다.

제작된 센서는 자체 제작한 High-Impedance 타입의 read-out 회로와 테스트벤치를 사용해 실험하였으며, 구동은 Newport 사의 CMA25-CCCL 모터와 ESP300 컨트롤러를 사용하였다. 데이터는 LabVIEW (National Instrument)와 NI FPGA (National Instrument)를 이용하여 컴퓨터로 획득하였다. 두 타입의 샘플에 대해 동일한 조건으로 실험하였다.

Figure 3 은 차동 연산 결과이다. 두 그래프 모두 x 축은 시간(시간이므로, 절대값이 큰 의미는 없지만, 등속 구동을 했으므로, 변위에 대응한다), y 축은 출력 전압에 대응하는 디지털 값이다. 사용한 회로에서 출력 전압은 센서의 정전용량에 선형으로 비례한다. 이 경우에는 Parallel 타입(Fig. 3(a))의 Diff 1 은 첫 피크에서 마지막 피크까지 y 값에 대해 드리프트는 약 300, 옅셋은 약 1500 이고, Mixed 타입(Fig. 3(b))의 Diff 1 은 같은 구간에 약 100 의 드리프트와 약 200 의 옅셋을 보이고 있다.

4. 결론

선형 엔코더 타입의 정전용량 센서에 차동 연산 기법을 적용하였다. 이 때 전극 배치의 차이만을 갖는 parallel 타입과 mixed 타입, 두 가지 샘플을 제작하고, 이를 실험하였다. 실험결과, mixed 타입이 parallel 타입보다 드리프트와 옅셋 특성이 모두 좋았다. 즉, 전극셋 간의 간격이 작은 쪽이 특성이 좋았다.

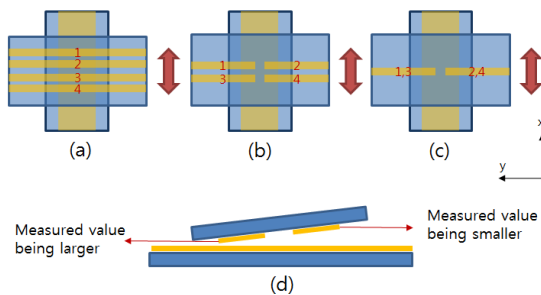


Fig. 1 Location type of the electrode sets. (a) a serial location, (b) a rectangle location, (c) a mixed location and (d) a concept of tilting error.

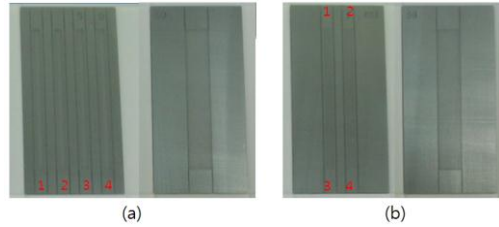


Fig. 2 Two types of fabricated devices with 4 electrode sets. (a) a parallel model, (b) a mixed model.

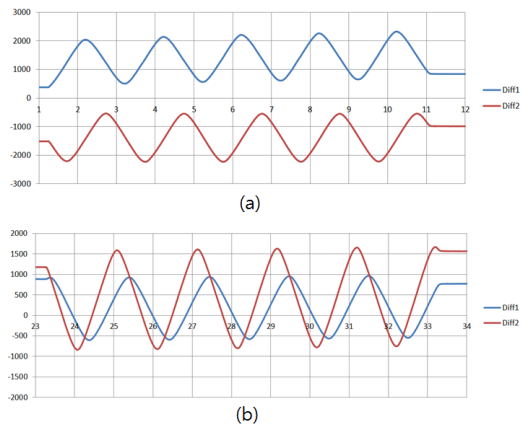


Fig. 3 The output signals of sample devices. (a) the signal of a parallel model, (b) the signal of a mixed model.

후기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2010-0019292)

참고문헌

1. Baxter, L.K., *Capacitive Sensors - Design and Applications*: IEEE Industrial Electronics Society, 1997.
2. Kim, M., et al., "A new capacitive displacement sensor with high accuracy and long-range," *Sensors and Actuators A*, **103-131**: 135-141, 2006.
3. Yamamoto, A. and T. Higuchi, "Capacitive-type flexible linear encoder with untethered slider using electrostatic induction," *Ieee Sensors Journal*, **10(5)**: pp.972-978, 2010.