

차량용 휨형 유속센서의 제작 및 특성 연구

박 철 민¹⁾ · 최 대 근^{*2)} · 이 상 훈^{1),2)}

서울과학기술대학교 자동차공학과¹⁾ · 서울과학기술대학교 NID 융합대학원^{*1),2)}

Study on the Fabrication and Evaluation of the Curved Beam Air Flowmeter for the vehicle applications

Cheol Min Park¹⁾ · Dae Keun Choi^{*2)} · Sang Hoon Lee^{1),2)}

¹⁾Department of Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology, 172 Gongreung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 135-743, Korea

^{*2)}Graduate School of NID Fusion Technology, 172 Gongreung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 135-743, Korea

Abstract : In this paper, we fabricated and evaluated the novel air flowmeter of drag force type with curved beam type using MEMS technologies for the automotive applications. The device is basically a kind of drag-force type air flowmeter, which structure is made up of two layers, the silicon oxide and the silicon nitride layers with different residual stresses. The paddle structure is applied for the maximum air drag force, and the dual-beam is adapted to prevent distortion. The deformation by air flow is measured with platinum layer using the piezoresistive effect. The The fabricated flowmeter is examined in the wind tunnel, and the stable outputs are obtained. Based on those results, the device is applied to the internal combustion engine, and the comparable resolution and response time are obtained under the various engine speeds.

Key words : Drag-force type air flowmeter(바람 저항형 공기 유속센서), Automotive sensor(자동차용 센서), MEMS (멤스), Piezoresistive detection(압저항 측정), Residual stress(잔류 응력), Curved Beam(휨형 보)

1. 서 론

차량에는 다양한 형태의 센서가 사용되고 있으며, 이에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다.¹⁾ 이러한 센서 중에, 엔진 등에서 공기량을 측정하는 유량센서는 열박막 형태의 센서를 주로 사용하며, 응답성이 빠르고 감도가 좋은 장점을 가지고 있다. 그러나, 에너지 소모가 상대적으로 크고, 환경에 대한 열 영향 등의 단점 또한 가지고 있다.²⁾ 이러한 단점을 보완하기 위해 2000년대 이후, 열을 이용하지 않고 유체가 흘러갈 때의 유동 저항을 이용하여 유속을 측정하는 바람저항형 유속센서의 개발이 이루어

지고 있다.^{2),3)} 본 연구에서는 이러한 바람 저항형 유속센서를 제작하되, 잔류응력이 다른 두 개의 박막을 이용하여 제작하고자 한다. 이렇게 제작한 소자를 차량에 적용하여 그 특성을 검증하여 봄으로써, 그 사용가능성을 탐지해보고자 하였다.

2. 본 론

1) 센서의 설계 및 제작

바람저항형 유속센서는 바람의 저항을 받기 위해 외팔보 형상을 만들거나 폴리머와 같은 부수적 구조를 형성한다.^{2),3)} 본 연구에서는 그림 1과 같이, 유속에서의 뒤틀림 효과를 최소화할 수 있도록 두 개의 외팔보를 이용하였으며, 잔류응력이 서로 다른

* 발표자 최대근, E-mail: hiop4631@seoultech.ac.kr

질화막과 산화막을 이용하여 휨 구조를 형성하였다. 이 경우, 박막을 이용하여 소자의 두께가 얇아지기 때문에 유속에 의한 변화량도 크게 할 수 있다. 이렇게 형성된 공기 유속에 의한 변화량은 백금을 이용한 압저항 효과로 측정하였다. 전체적인 소자는 기본적인 MEMS 공정을 이용하여 제작되었다.²⁾

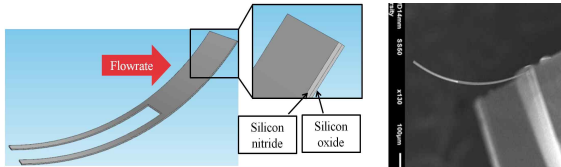


그림 1. 소자의 개념도(좌) 및 제작된 소자 사진(우)

2) 소자의 특성 실험

기본적인 특성을 측정하기 위해 풍동을 이용하여 유속 측정 실험을 진행하였다. 유속을 0~4m/s까지 실험하였으며 그림에서 보듯이 안정적인 결과를 나타낼 수 있었다.

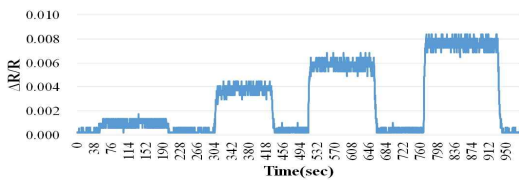


그림 2. 풍동을 이용한 소자의 특성 실험 결과

이러한 결과를 바탕으로 소자를 실제 차량에 적용하여 활용성을 확인하고자 하였다. 그림은 센서를 엔진 흡기 덕트에 위치시킨 그림이다. 초기 엔진 시동시 오버슈트가 발생하였으며, 이를 해소하기 위해 안정화 구간을 가졌다. 이후, 2600 rpm, 3200 rpm, 4100 rpm, 5200 rpm으로 엔진 회전수를 증가 시키면서 실험을 진행하였으며, 그 결과 소자의 저항 변화값이 같이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

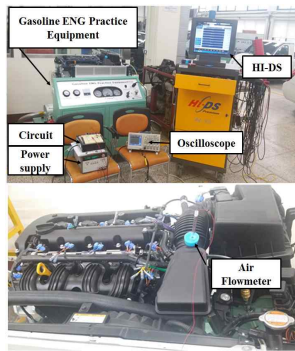


그림 3. 차량 장착 세팅 사진

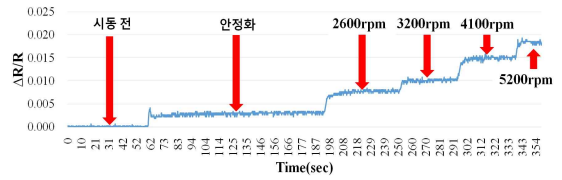


그림 4. 차량 rpm에 따른 소자의 측정 결과

3. 결 론

본 연구에서는 기존에 사용되는 열형 유속센서를 대체할 수 있는 바람저항형 유속센서를 설계, 제작하고 특성을 파악하였다. 결론을 요약하면 아래와 같다.

- 1) MEMS 공정을 바탕으로, 잔류응력이 서로 다른 질화막과 산화막을 이용하여 휘어진 형상을 가진 바람 저항형 유속센서를 제작하였다. 박막 형태로 유속에 대한 변화가 크도록 하였고, 뒤틀림을 방지하기 위해 두 개의 외팔보를 사용하였다.
- 2) 풍동에 적용하여 기본 특성을 측정하였으며, 0~4 m/s까지 안정적인 결과를 나타낼 수 확인하였다.
- 3) 실제 차량에 적용하여 시동 전부터 5200rpm까지 특성을 측정하였으며, 회전속도에 따라 소자의 저항 특성값이 증가함을 확인하였다.
- 4) 차량 실험 결과를 바탕으로, 본 연구에서 제작된 센서가 실제로 활용가능함을 확인하였다.

References

- 1) M. J. Kim, Y.-J. Lee, H.-J. Ahn, S. H. Lee, "Fabrication and Evaluation of the SnO₂ Based Gas Sensor for CO and NO_x Detection", Trans. Korean Soc. Auto. Eng., Vol. 23, No. 5, pp515-523, 2015
- 2) D. K. Choi, and S. H. Lee, "Air Flow Sensor with corrugation Structure for Low Air Velocity Detection", J. Sens. Science Technol., Vol. 20, No. 6, pp. 393-399, 2011
- 3) M. Dijkstra, J. J. van Baar, R. J. Wiegink, T. S. J. Lammerink, J. H. de Boer and G. J. M. Krijnen, "Artificial sensory hairs based on the flow sensitive receptor hairs of crickets", J. Micromech. Microeng., Vol. 15, No. 7, pp. 132-138, 2005

Acknowledgment

본 연구는 미래창조과학부의 기본연구 지원사업(신진연구: NRF-2012R1A1A1039344)의 지원을 받아 수행되었습니다.