

필터타입으로 구성한 자기임피던스센서의 특성

사공건, 김영학*, 신광호**

동아대학교, 부경대학교*, 경성대학교**

Properties of Filter type Magnetoimpedance Sensor

Geon Sa-Gong, Younghak Kim*, and Kwang-Ho Shin**

Dong-A Univ., Pukyung Univ.*, Kyungsoong Univ.**

Abstract

To develop the highly sensitive Magneto-Impedance sensor, the amorphous ribbon was micro-processed to meander type sensor pattern and the filter circuit was constructed with this pattern. Its external magnetic field dependence of impedance and the output properties of the filter circuit were investigated. The impedance of the pattern had a peak value at the magnetic field of 10 Oe and its changing ratio was about 280%. The impedance change per unit magnetic field was about 36%, in which the output with high sensitivity and linearity could be obtained. The output sensitivity was about 7%/Oe at bias field of 6 Oe.

Key Words : Magnetoimpedance sensor, LC filter, Amorphous ribbon

1. 서 론

최근 이동형 통신장치에 있어서, 정보를 편리하고 유용하게 사용할 수 있도록 하는 새롭고 다양한 기능들에 대한 요구가 날로 커지고 있다. 이러한 상황에서 위치기반서비스(LBS: Location Base Service)[1]는 이동통신장치를 이용하여 사용자가 위치하고 있는 지역적인 정보를 이용할 수 있도록 함으로써 다양한 서비스의 실현을 가능하도록 하므로 주목을 받고 있다. 그러나 이동속도가 충분히 빠르지 않은 휴대전화와 같은 경우, 전자나침반(Electronic compass)을 이용하여 사용자나 시스템이 방향을 인지할 수 있도록 해 주어야만 LBS의 고품위화가 가능하게 된다. 따라서, 현재 전자나침반에 사용할 수 있는 소형의 고감도와 분해능, 저가격, 저소비전력의 자기센서(Magnetic field sensors)의 개발이 중요하게 되고 있다. 이러한 관점에서 자기임피던스형 센서는 플럭스게이트센서와 함께 전자나침반을 구성하기

에 가장 적합한 특성을 가지고 있다고 볼 수 있으며 [2], 재료공학적 혹은 전자기학적인 관점에서 센서 자체의 특성을 향상시키는 것과 동시에, 센서가 보유하고 있는 감도와 분해능을 잘 나타나게 할 수 있는, 간단하면서도 저가격으로 구현할 수 있는 구동방법의 개발도 반드시 동반되어야 한다.

본 연구에서는 자기임피던스형 센서를 구동함에 있어서, 센서소자를 수동 필터회로의 일부가 되게 함으로써 구조가 간단하면서도 고감도로 자계를 측정할 수 있는 필터형 자기임피던스센서를 개발하고 있다. 본 발표에서는 필터형 자기임피던스센서를 구현하기 위하여 아몰퍼스리본패턴과 수동소자를 이용하여 실시한 실험결과를 보고 한다.

2. 실험 방법

2.1 실험장치

Co계 아몰퍼스리본(MatGIs2714)를 포토리소그

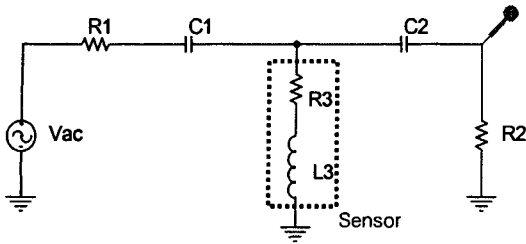


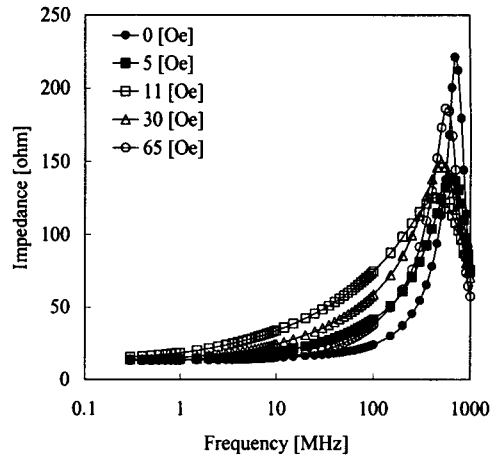
Fig. 1. Electronic schemes for the simulated circuit.

래피와 습식에칭공정을 통하여 폭 500 μm , 길이 1 cm, 4 turns의 미안더 패턴으로 가공하고, 진공 중 열처리를 통하여 센서소자를 제작하였다. 제작한 센서소자의 주파수와 외부자계에 따르는 전기적 특성을 평가하기 위해서 네트워크 어널라이저[3]를 이용하여 반사계수를 측정하고, 이를 이용하여 저항 R, 인덕턴스 L, 임피던스 Z의 주파수와 외부자계 의존성을 도출하였다. 센서와 구동회로의 특성을 시뮬레이션하기 위해서 P-SPICE를 이용하였고, 센서의 소자값(R, L)은 네트워크어널라이저로 측정된 값을 이용하였다. 그림 1은 시뮬레이션에 사용한 센서구동회로를 나타낸 것이다. 회로도에서 제작된 센서를 전기적으로 R3, L3의 두 수동소자로 나타내었고, 두개의 캐패시터(C1, C2)와 병렬구성함으로써 고역통과 필터(High pass filter)를 구성하였다. 수동소자의 선정은 자계가 인가되지 않은 경우에 필터의 차단 주파수가 100 MHz가 되도록 설정하기 위해서 계산/선택되었다[4]. 이 때, 외부자계에 대하여 변화하는 출력특성을 시뮬레이션하기 위해서 해당 외부자계에 의한 소자의 R과 L을 각각 입력하였다.

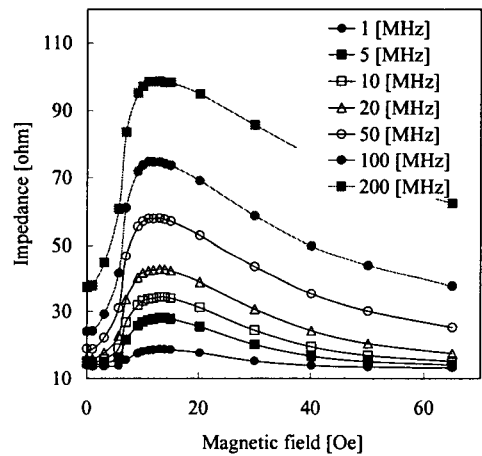
구동회로에 센서를 실장한 센서모듈을 제작하기 위해서, 시뮬레이션에서 사용한 Schematic 도면을 이용하여 PCB를 제작하였고, 고주파특성이 우수한 SMD형 수동소자와 센서를 실장하였다. 제작한 센서의 특성은 주파수가 변이 가능한 발진기와 오실로스코프를 이용하여 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2(a)는 제작한 센서모듈의 임피던스의 주파수특성으로서, 외부자계의 변화에 대한 특성을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이, 임피던스는 주파수가 증가함에 따라 지수함수적으로 증가하고



(a)



(b)

Fig. 2. Impedance of fabricated meander type sensor; (a) Frequency dependence and (b) External magnetic field dependence.

있다. 이는 센서의 표피효과(Skin effect)에 의해 구동주파수가 높아질수록 저항성분이 증가하는 현상과 유도성 리액턴스(Inductive reactance)가 주파수의 함수로서 주파수의 증가에 따라 커지기 때문이다. 외부자계의 크기에 따라 임피던스의 피크치가 나타나는 주파수가 변화하게 되는 것은 외부자계의 인가에 의해서 센서의 투자율이 변화하고 투자율의 변화에 의해서 센서를 통과하는 전자파의 실효파장이 변화하기 때문이다. 즉, 임피던스

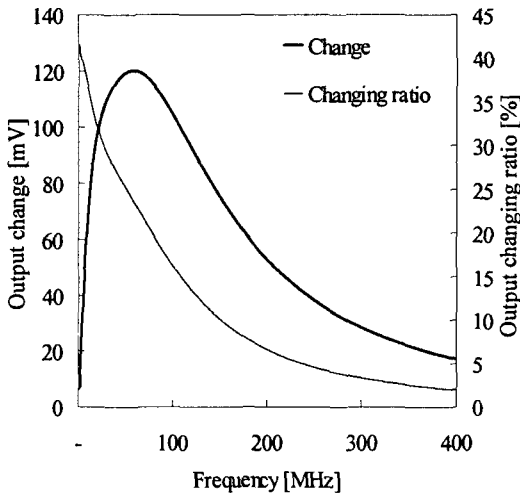


Fig. 3. Simulated frequency dependencies of output change and output changing ratio of the sensor module. The output change is obtained by external magnetic field.

의 피크치는 센서를 통과하는 전자파의 파장공진에 의해서 발생하는 것이며 외부자계(혹은 투자율)의 변화에 의해서 파장공진이 일어나는 주파수가 변화하는 것이다. 또 외부자계의 인가에 의해서 임피던스의 피크치의 크기가 변화하는 것은 앞에서 말한 투자율의 변화에 의해서 센서의 손실이 커지는 것에 따라 신호의 감쇄가 커지기 때문이다. 그림 2(b)는 제작한 센서 임피던스의 외부자계의존성을 나타낸 것으로, 구동주파수에 따라 도시한 것이다. 외부자계에 따라 임피던스는, 예를 들어 100 MHz로 구동하는 경우, 20 Ω에서 75 Ω까지 매우 크게 변화하고 있다. 이것을 변화율로 나타내면 약 280 %이며, 이는 현재 하드디스크의 헤드용 센서로 사용되는 GMR센서의 10배 이상의 감도에 해당한다[5]. 또 센서의 구동회로 제작상 크게 무리가 없는 20 MHz정도의 구동주파수에 있어서 단위자계당 감도(Z/Z_0e)를 계산해보면 약 36 %/Oe의 값을 나타내고 있고, 본 연구에서 제작한 자기임피던스센서는 현존하는 여타의 상온구동형 자계센서에 비하여 확실한 감도 우위성을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

그림 3은 제안된 센서모듈에 있어서, 외부자계가

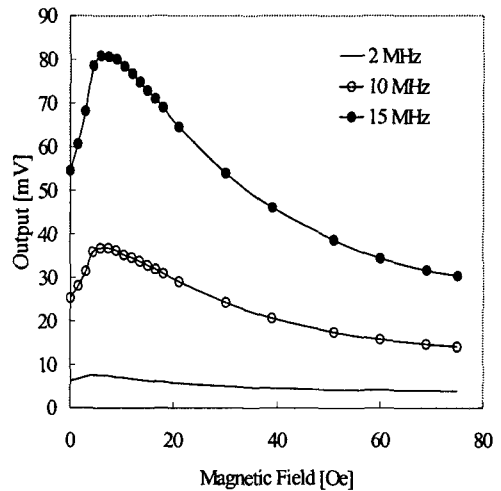


Fig. 4. Measured external magnetic field dependencies of output of the sensor module. The output change is obtained by various operation frequency.

0 ~ 4.5 Oe로 변화할 때의 출력변화와 변화율의 주파수 특성을 나타낸 것이다. 변화율의 경우에는 주파수가 증가할수록 감소하고 있으나, 출력의 변화는 50 MHz부근에서 최대를 나타내고 있고, 약 25 %정도의 출력 변화율이 얻어졌다. 이 결과는 센서를 브릿지로 구동하는 경우의 감도(임피던스변화율의 1/4)에 비하여 약 4배의 높은 값이라는 것을 알 수 있다[6]. 또한 본 논문에서의 필터형 센서는 센서를 제외하고 오로지 2개의 캐패시터만을 사용하면 구성이 가능하기 때문에 센서시스템을 소형화하고 저가격화하기에도 매우 적합하다는 것을 알 수 있다.

그림 4는 제작된 센서모듈 출력특성으로, 외부자계의존성을 나타낸 것이다. 이 때의 출력특성은 구동주파수가 각각 2, 10 그리고 15 MHz일 때, 측정되었다. 그림 5에서 알 수 있듯이, 센서로부터의 출력은 외부자계에 의해서 민감하게 변화하고 있고, 약 7 Oe의 외부자계에 의해서 최대값을 나타낸다. 이것은 센서의 임피던스특성(그림 2)을 반영하는 것으로, 필터형으로 구성된 센서모듈이 정확하게 동작하고 있다는 것을 나타내는 것이기도 하다. 출력변화를 평가해 보면, 예를 들어 구동주파수 15 MHz에서, 약 7 Oe의 외부자계의 변화에 대하여 55 mV에서 82 mV까지 변화하고 있다. 이것을 단위자계당 출력변화율

로 평가해 보면 7 %/Oe의 높은 감도를 제작한 센서 모듈이 가지고 있다는 것을 명확히 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 자기임피던스형 센서에 있어서, 센서소자를 수동 필터회로의 일부가 되게 함으로써 구조가 간단하면서도 고감도로 자계를 측정할 수 있는 구동방법을 제안하고 제작한 센서모듈의 특성을 평가한 결과를 보고하였다. 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

아몰퍼스리본을 포토리소그래피와 에칭공정을 통하여 미안타입의 센서패턴으로 제작하고, 네트워크어널라이저를 이용하여 임피던스특성을 분석하였다. 그 결과, 제작한 센서는 36 %/Oe의 매우 높은 단위자계당 감도를 나타내었다.

제작한 센서의 임피던스측정데이터를 이용하여 필터형 센서모듈에 대한 설계 및 시뮬레이션을 수행하였다. P-SPICE를 이용한 시뮬레이션을 통하여 제안한 필터형 센서가 간단한 구조임에도 불구하고 고감도특성을 나타낼 수 있음을 명확히 하였다.

제작된 센서패턴이 설계된 필터회로에 일부가

되게 함으로써 필터형 센서모듈을 제작하고 그 특성을 분석하였다. 그 결과 제작한 센서모듈은 7 %/Oe의 단위자계당 출력감도를 나타내었다. 이것은 기존의 브릿지나 전압분배기를 기본으로 하는 센서구동회로에 비하여 4배정도의 높은 감도를 나타내는 것으로 본 연구에서 제안하는 필터형 자기임피던스센서모듈이 우수한 특성을 나타낼 수 있다는 것은 명확히 하는 것이다.

참고 문헌

- [1] 한국LBS학회; <http://www.korealbs.or.kr/>
- [2] 김영학, 신광호, “자기임피던스효과를 이용한 자기센서”, 전기전자재료학회지, 제14권 제 5호, p. 25, (2001).
- [4] R. Schaumann and M. E. van Valkenburg, Design of Analog Filters, Oxford, 2001.
- [5] S. X. Wang and A. M. Taratorin, Magnetic Information Storage Technology, Academic Press, p. 163, (1999).
- [6] R. Pallas-Areny and J. G. Webster, Sensors and Signal Conditioning, Wiley Interscience, p. 133, (2001).