

## GMR/SV 소자를 이용한 착용형 맥진기 개발

김선욱<sup>1</sup>, 김기왕<sup>2</sup>, 최영근<sup>1</sup>, 이상석<sup>1</sup>, 황도근<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 상지대학교 이공과대학 컴퓨터전자물리학과, 원주, 220-702  
<sup>2</sup> 상지대학교 한의과대학 한의학과, 원주, 220-702

### Development of the wearable pulse diagnosis using GMR/SV device

SunWook Kim<sup>1</sup>, GiWang Kim<sup>2</sup>, YoungK Choi<sup>1</sup>, SangSuk Lee<sup>1</sup>, DoGwn Hwang<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup> Dept. of Computer & Electronic Physics, College of Science & Engineering, Sangji University  
<sup>2</sup> Medical Department, College of Oriental Medicine, Sangji University, Wonju, 220-702, KOREA

한의진단에서 맥진 소견의 확인은 원칙적으로 거의 모든 진단 과정에서 필요한 필수적인 과정임으로 맥진기 개발의 중요성은 매우 크다고 볼 수 있다. 우선적으로 국내의 연구 개발 현황을 살펴보면, 1970년대 초반 국내 연구진에 의해 압전소자를 센서로 사용한 아날로그 방식의 맥진기가 개발되어 최근까지 임상 현장에서 사용된 바 있다. 이후로 제품화된 맥진기로서 단일 채널 모델 또는 3채널 모델 등이 등장하였으나 이러한 기기는 압전소자를 사용한 맥진기로서 맥압의 변화량만을 측정할 수 있었고, 맥압의 절대 값을 계측할 수 없었다. 학계에서도 다양한 센서를 사용한 여러 가지 형태의 맥진기를 개발하였으나, 이들의 모두 맥파(pulse wave)의 파형(波形)만을 측정하는 기기였다는 한계를 가지고 있었다.

개발된 기존의 기기는 반도체 압력 센서를 사용하여 다음과 같은 네 가지의 문제점을 해결하지 못한 상태이다. 첫째로, 맥의 폭과 길이를 제대로 측정하기 위해서는 맥의 종축, 횡축 방향으로 각각 6개 이상의 (전체 36개 이상의) 센서가 필요하나 이 제품은 단지 5개의 센서만으로 맥의 폭과 길이를 측정케 되는 센서 집적도의 한계이다. 즉, 과도한 보간(interpolation)을 통해 맥의 공간적 정보를 보여줄 수밖에 없다는 것이다. 둘째로, 최적 맥진부위 탐색에 과도한 시간의 소요로서 맥의 공간적 특성을 제대로 계측하기 위해서는 센서가 동맥의 위치를 정확히 찾아야 하는데, 단지 5개의 센서로 동맥 중심의 위치를 찾을 수는 없으므로 매니플레이터의 이동을 통해 최적 맥진 부위를 찾아 가는 방식을 채택하게 되어 맥진 부위 탐색에 상당한 시간이 소요되는 특징이 있다. 셋째로, 매니플레이터가 부가된 형식으로서 휴대용 기기에 적용하는 것이 곤란할 뿐만 아니라, 반도체 압력 센서의 특성상 움직임 잡음에 취약하여 착용한 채 맥상 측정을 하는 것이 불가능하다는 것이다. 넷째로, 강제로 구성된 맥진 센서를 사용함으로써 인가 압력 조절시 통증을 유발하게 된다. 따라서, 향후 개발될 맥진기는 위에서 서술한 문제점을 해결하기 위해 나노자성 박막센서 도입이 필요하다.

맥진시스템의 계측센서로 거대자기저항(Giant Magnetoresistance; GMR)의 나노자기 센서와 리본형 자성 패드를 이용하면 소형화와 센서 집적을 통해 맥의 공간적 특성을 파악이 가능하다(그림-1 참조). 자기측정방법은 압전소자의 방법과 달리 센서의 비접촉으로 절대적인 위치 값과 위치의 변화율을 동시에 측정 가능하므로, 측정하려는 맥의 특성에 영향을 주지 않는다. 맥 파형 속에서 잡음파형을 제거하기 위해 자기력의 미소세기의 변화만 측정 가능한 GMR센서를 이용하면 맥의 깊이와 2차원 맥진분포의 정량적인 조사가 가능하다는 것이다.

리본형 자성패드 대신에 나노 크기인 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>나 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 입자를 사용할 경우는 자성 나노-비드(bead)를 GMR센서의 중심부에 위치하여 맥의 진동에 따라 나노자성입자의 위치변화로 맥파

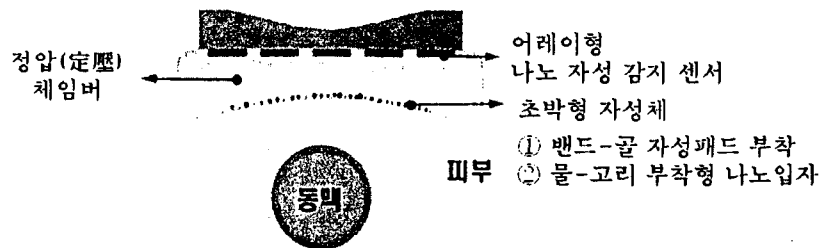


그림-1. 착용형 맥진 센서부의 기본적 구성

측정이 가능하다(그림-1 참조). Sub-micron 크기의 나노입자를 감지할 수 있는 GMR 스핀밸브 센서를 이용하여 맥파의 3차원 공간상의 파형 분석을 정량적으로 관찰가능하다. 3차원 맥파 측정에서 GMR 센서의 중요성으로 GMR 감지센서를 이용한 맥동변환기는 맥진기 시스템 내에 외부차단장치가 필요 없으며, 소형화 에레이형 제작이 가능한 장점이 있다. 맥진기 구조가 검출부와 감지부만 구분되어 반도체 압력 센서에 비해 온도 영향이 적은 특징이 있다. 즉 GMR 센서는 50 °C 이내에서는 특성변화가 없다. 명확하고 안정된 신호검출과 재현성은 현재 자기기록매체에서 입증되었으며, 전기신호와의 간섭 문제도 해결이 가능하다.

착용형 의료기기는 각종 질병의 조기 발견을 위한 수단의 하나로서 정기 건강 검진이 권장되고 있으나 매 6개월당 1회의 건강검진(실제 건강 검진 빈도는 성인의 경우 14.5개월에 1회 - 2001 건강보험통계)을 추가로 실시하더라도 검진 빈도는 크게 증가하지 않는다. 그러나 착용형 맥진 진단기를 상시 착용할 경우 1일 2회의 측정만을 한다고 하여도 진단 빈도는 비약적으로 증가한다. 이러한 진단 빈도의 비약적 증가는 질병의 조기 발견 가능성을 획기적으로 높여준다. 또한 착용형 진단기에 의한 진단 빈도의 증가는 기존 의료 기관에서 진단하지 못했던 다양한 건강상의 문제를 새로운 진단 정보로서 제공할 수 있다. 맥진기를 착용형으로 구현했을 때의 효과로 맥진기를 착용형으로 구현할 경우 일중(日中) 스트레스 변동, 식사의 영향, 음주, 흡연의 영향의 감시와 감염 질환의 조기 경보, 수면의 평가 등 의료기관을 방문을 통해서 이루어질 수 없는 많은 기능을 실현할 수 있다. 또한 위의 그림에서 맥진기를 통해 관찰 가능한 정보의 일부는 현대의학적 방법으로 진단 가능하지만 맥진을 이용하면 비침습적이고도 간단하게 계측할 수 있다.

개발하고자 하는 착용형 맥진기 시스템 계측부의 구성방법으로 나노 GMR 센서와 초박형 자성체(예: 자성리본)를 이용하여 센서부를 구성(그림-2 참조)하며 GMR 소자를 ARRAY 형태로 배치하여 상부에 고정시킨다. GMR 소자 ARRAY와 피부 자성리본 사이에 정압(定壓) 체임버를 두어 맥 박동 부위를 일정한 압력으로 누를 수 있게 한다. 정압 체임버내에 반도체식 압력센서 부착 가능토록하여 정압 체임버의 압력변환 gas 주입 방법 구상한다. 밴드형 자성리본의 형태는 5mm 거리에서도 대략 200-300 Oe 정도의 자기장 세기를 갖는 plastic 자석이용하고 피부 접촉시 부드러움 유지한다. 다음의 3 가지 기본적 기능을 획득하도록 소형화한다. ① 맥파, 즉 시간에 따른 압력 변동 파형 획득이 가능 ② 맥의 폭[大小], 맥의 길이[長短] 계측이 가능 (GMR 센서 ARRAY 로 가능) ③ 맥의 축지 심도[浮沈] 계측이 가능하게 하여 정압 체임버의 압력 조절의 통해 인가 압력 변화에 따른 맥의 변동을 계측할 수 있도록 꾸민다.

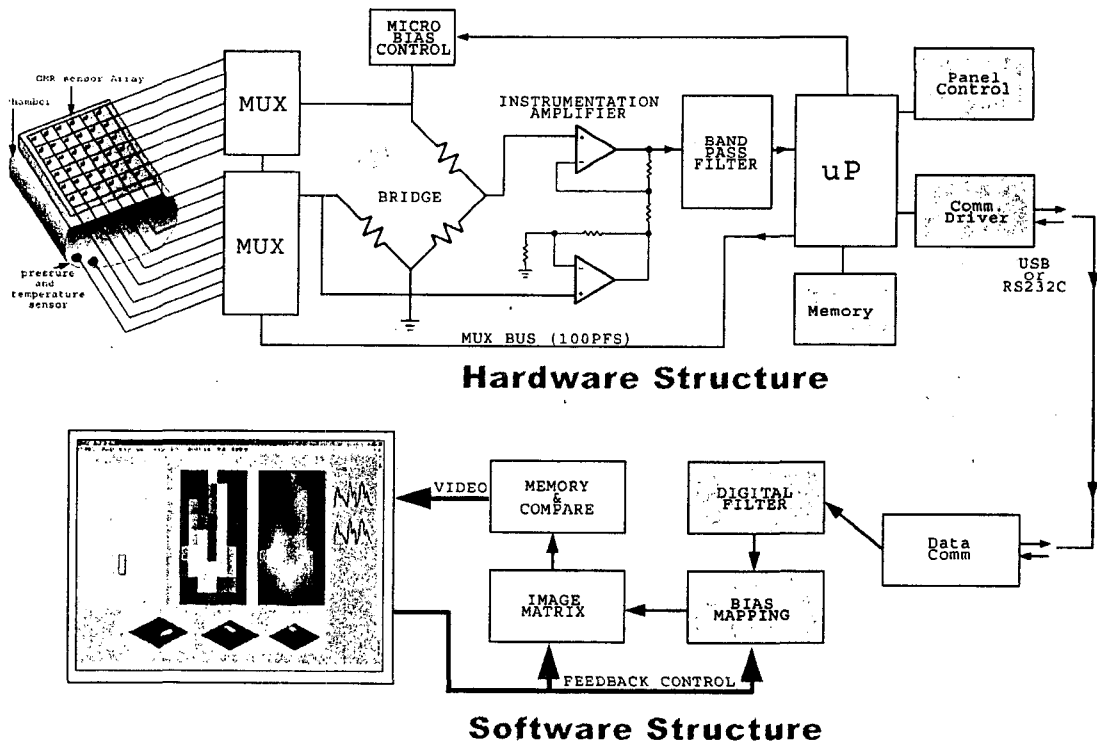


그림-2. GMR 3차원 맥진기의 System structure 회로도