



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월16일
 (11) 등록번호 10-1419263
 (24) 등록일자 2014년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01K 7/38 (2006.01) G01K 7/36 (2006.01)
 G01K 7/00 (2006.01) G01K 1/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7025906
 (22) 출원일자(국제) 2008년04월18일
 심사청구일자 2013년03월22일
 (85) 번역문제출일자 2010년11월18일
 (65) 공개번호 10-2010-0133019
 (43) 공개일자 2010년12월20일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2008/005019
 (87) 국제공개번호 WO 2009/145746
 국제공개일자 2009년12월03일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003211926 A*
 US04537517 A*
 US06208253 B1*
 JP04195384 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
메트글라스, 인코포레이티드
 미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440
 (72) 발명자
아즈마, 다이치
 미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440, 메트글라스, 인코포레이티드내
하세가와, 류스케
 미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440, 메트글라스, 인코포레이티드내
 (74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 20 항

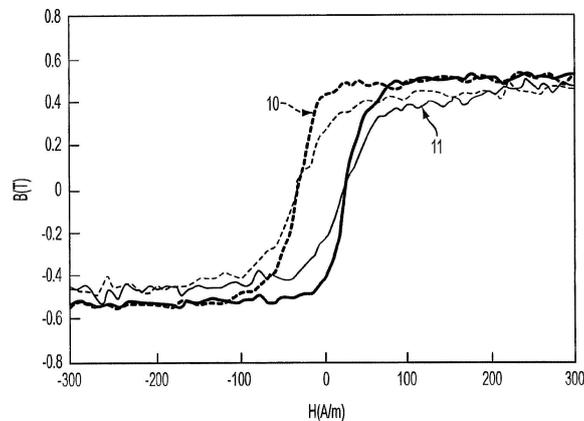
심사관 : 박근용

(54) 발명의 명칭 원격 온도 센싱 장치와 그에 따른 원격 온도 센싱 방법

(57) 요약

자기적으로 연결된 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들로 된 온도 센서를 이용한 회전하는 아이템에 부착가능한 온도 센서를 가지는 장치로, 상기 스트립들 중에 최소한 하나 이상은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 가지고 상기 스트립 외에 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 가지는 원격 온도 센싱 장치와 방법.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

회전하는 아이템 위에 설치할 수 있는 온도 센서를 가진 원격 온도 센싱 장치에 있어서,

상기 온도 센서는 다수의 자기적으로 연결된 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립을 포함하고, 상기 스트립들 중 하나 이상의 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 그리고 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

미리 정해진 강자성 큐리 온도를 가진 상기 비정질 자기 합금 스트립들은 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 상기 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

미리 정해진 강자성 큐리 온도와 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립; 및

2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 상기 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립

을 포함하는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 센싱 장치의 다른 하나의 스트립은,

2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하고,

상기 두 개의 비정질 자기 합금 스트립은 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택

된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 두 가지의 다른 조성들을 갖는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

미리 정해진 강자성 큐리 온도와 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립; 및

조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 같은 화학 조성을 갖는 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하는 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 상기 다른 하나의 스트립

을 포함하는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는 상기 하나 이상의 비정질 자기 합금 스트립; 및

조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의되고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 다른 화학 조성을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들

을 포함하는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 온도 센서가 자기장에 의해 인테로게이팅(interrogating)되고, 상기 온도 센서의 반응 신호가 전자기적으로 검출되는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 센싱 장치는 인테로게이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 하나 이상의 코일과 상기 온도 센서의 자기 반응을 검출하는 하나 이상의 코일을 갖는 원격 온도 센싱 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 회전하는 아이টে은 차량의 타이어인 원격 온도 센싱 장치.

청구항 11

회전하는 아이টে은 위에 설치할 수 있는 온도 센서를 가진 원격 온도 센싱 장치를 이용하는 방법에 있어서,

하나 이상 스트립이 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 그리고 다른 하나의 스트립이 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들을 온도센서를 형성하기 위해 자기적으로 연결하는 단계; 및

온도 센서를 회전하는 아이টে은에 부착하는 단계를 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖도록 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖는 상기 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 단계를 더 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖도록 하나 이상의 비정질 자기 합금 스트립을 준비하는 단계를 더 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

상기 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 단계를 더 포함하고,

미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖고, 그리고,

상기 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 가지며, $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

적어도 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 준비함으로써, 상기 센싱 장치의 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 가지는 상기 하나 이상의 스트립과 상기 다른 하나의 스트립을 준비하는 단계를 더 포함하고,

상기 하나 이상의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 가지고, 상기 하나 이상의 스트립과 상기 다른 하나의 스트립 각각은 조성식 $Fe_aNi_bCo_cMn_dBfSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 두 개의 다른 조성들을 갖는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 단계를 더 포함하고,

하나의 비정질 자기 합금 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도와 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni,로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 가지고, 그리고 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cMn_dBfSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 17

청구항 11에 있어서,

2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cMn_dBfSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는 상기 하나 이상의 비정질 자기 합금 스트립을 준비하는 단계; 및

조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni,로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의되고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cMn_dBfSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 다른 화학적 조성들을 가진 다수의 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 단계

를 더 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 18

청구항 11에 있어서,

자기장에 의해 상기 온도 센서를 인테로게이팅(interrogating)하는 단계; 및

상기 온도 센서의 반응 신호를 전자기적으로 검출하는 단계

를 더 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 온도 센서를 인테로게이팅(interrogating)하는 단계는,

인테로게이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하도록 하나 이상의 코일을 이용하는 단계; 및

상기 온도 센서의 자기 반응을 검출하도록 하나 이상의 코일을 이용하는 단계를 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

청구항 20

청구항 11에 있어서,

상기 온도 센서를 회전하는 아이템에 부착하는 단계는, 차량 타이어에 상기 온도 센서를 부착하는 단계를 포함하는 원격 온도 센싱 장치의 이용 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 비정질 강자성 재료의 퀴리 자기 전이를 이용한, 회전하는 아이템을 위한 원격 온도 센싱 방법 및 원격 온도 센싱 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 본 발명은 움직이는 기계의 회전하는 부품의 원격 온도 센싱 장치 및 방법을 제공하고자 하는 것이다.

배경기술

[0002] 고전적인 수는 온도계, 열전대, 저항 온도계, 바이-메탈과 같이 잘 알려진 온도 표시기 등을 포함하여 온도를 측정할 수 있는 많은 기술과 도구가 있다. 이들 모두는 온도에 따라 변화하는 몇몇의 기본적인 물리 현상을 활용하며, 이런 이유로, 각각의 기술과 도구는 독특한 특성이 있다. 예를 들면, 수는 온도계는 시각적인 센싱(visual sensing)에 효과적이거나, 온도를 전기적 신호로 전환하는데에는 적합하지 않다. 온도를 전기적으로 읽어내기 위한 경우에는 금속의 열전효과를 이용한 열전대가 더욱 적합하나, 열전대의 경우에는 이를 위해서는 전기적 신호를 관련된 온도로 변환해주는 전압계에 감아주어야만 한다. 또한, 금속의 저항력의 온도 의존성을 이용한 저항 온도계 역시 전압계에 감아주어야만 한다. 이러한 방법들은 센서와 온도 표시계 사이를 와이어로 연결해 주는 것이 필요하고, 따라서, 원격 온도 센싱에는 적합하지 않다. 움직이는 타이어의 온도를 측정하는 경우와 같이, 원격 온도 센싱이 필요해지면서, 반도체 저항의 온도 의존성을 이용한 온도 센서가 사용되었다. 그러나, 이런 타입의 센서는 신호를 발신하기 위한 전원이 필요하다. 센서는 회전하는 테두리(rim) 또는 타이어에 설치된다. 따라서, 회전하는 타이어에 자동차 차체가 전력을 전달하는 것은 어렵다. 또한, 온도 모니터 장치가 빠르게 작동하기 위해서는 배터리를 사용하는 것이 필수적이다. 이런 종류의 센서는 이후의 처리 과정을 위하여 온도에 반응하여 온도에 의존하는 신호를 무선으로 검출기에 전달한다. 주로 타이어 사용중에 타이어의 온도 증가에 의한 파열로부터 공기 타이어를 보호하기 위해 자동차 타이어를 위한 이런 타입의 온도 센싱이 더욱더 필요해졌다.

[0003] 이런 센서의 한 종류를 철과 같은 강자성 재료의 퀴리 자기 전이를 이용함으로써 구현할 수 있는데, 철은 높은 자화와 투자율 같은 모든 관련된 현상에 따라 강자성이 사라지는 강자성의 퀴리 온도를 가지고 있다. 퀴리 온도에서의 강자성 재료의 자화와 투자율의 변화는 종래 자기 측정방법에 의해 원격으로 쉽게 측정될 수 있다. US Patent No. 4,052,696은 페라이트(ferrite) 성분의 퀴리 자기전이를 이용한 타이어 온도 센싱 회로를 개시하였다. 퀴리 전이에서의 자기 변화는 유도 커플링 효과(inductive coupling effect)에 의해 검출된다. 따라서, 이 기술은 검출된 신호수준이 신뢰할만한 수준을 유지하기 위해서 페라이트 기반의 센서와 고정된 검출기 사이의 간격을 매우 가깝게 하는 것이 필요하다. 그 예로, S. Chikazumi(John Wiley & Sons, NY, 1964)의 "Physics of Magnetism"의 498페이지에 기재된것과 같이 페라이트는 상대적으로 낮은 80~2000의 자기 투자율을 가지기 때문에 상기 거리는 매우 가까워야 한다. 그러므로, 배터리가 필요없고 필수적인 검출 범위내에서 원격으로 검출할 수 있는 온도 센서가 필요해졌다. 또한, 가능한 작은 전기 회로 소자를 가진 온도 센싱 장치가 필요해졌다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 자동차 타이어와 같이 회전하는 아이템의 온도 변화 발생을 검출하기 위해 채택된 온도 센서와 그 온도센서를 이용한 원격 온도 센싱 방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 센서에 배터리를 장착하는 필요를 없앴다. 개략적으로, 센서는 자기적으로 연결된 다수의 비정질 자기 금속 스트립들을 포함한다. 또한 이러한 스트립들은 상기 스트립들 중 최소한 하나 이상은 검출되기 위한 미리 정해진 퀴리온도(predetermined ferromagnetic Curie temperature)를 가지며, 다른 스트립 또는 다른 스트립들은 높은 자기 투자율을 갖는 형식으로 배열된다. 본 발명의 온도센서를 위해 적합한 비정질 합금 스트립들의 화학 조성이 제공된다.

[0006] 본 발명의 원격 온도 센싱 장치와 방법은 전기적 회로소자의 사용을 최소화한다.

[0007] 일 실시예로서, 회전하는 아이템 위에 설치할 수 있는 온도 센서를 가진 원격 온도 센싱 장치로서, 상기 온도 센서는 다수의 자기적으로 연결된 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립을 포함하고, 상기 스트립들 중 적어도 하나 이상은 미리 정해진 강자성 퀴리 온도를 갖고, 그리고 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 원격 온도 센싱 장치를 제공한다.

[0008] 일 실시예로서, 미리 정해진 강자성 퀴리 온도를 가진 비정질 자기 합금 스트립은 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni,로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는다.

[0009] 바람직하게는, 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 가지고 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는다.

[0010] 일 실시예로서, 센싱 장치는

[0011] 미리 정해진 강자성 퀴리 온도와 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni,로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립, 그리고 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립을 포함한다.

[0012] 일 실시예로서, 센싱 장치의 다른 하나의 스트립은

[0013] 2000을 초과하는 자기 투자율을 가진 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하고, 상기 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들은 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적

으로 정의된 두 개의 다른 조성들을 갖는다.

[0014] 또 다른 실시예로서, 센싱 장치는

[0015] 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립과; 그리고,

[0016] 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 같은 화학 조성을 가진 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하는 다른 하나의 스트립을 포함한다.

[0017] 또 다른 실시예로서, 센싱 장치는

[0018] 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 정의된 조성을 갖는 적어도 하나 이상의 비정질 자기 합금 스트립과 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임] 및 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 다른 화학적 조성들을 가진 다수의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함한다.

[0019] 바람직하게는, 상기 온도 센서가 자기장에 의해 인터로게이팅(interrogating)될 수 있고, 그리고 상기 온도 센서의 자기 반응을 전자기적으로 검출할 수 있다.

[0020] 일 실시예로서, 센싱 장치는 인터로게이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 적어도 하나 이상의 코일과 온도 센서의 반응 신호를 검출하는 적어도 하나 이상의 코일을 포함한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 회전하는 아이টে은 차량 타이어가 될 수 있다.

[0022]

[0023] 본 발명의 추가적인 측면이나 이점은 하기 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용이나 실시예를 통해 더 다뤄질 것이다.

발명의 효과

[0024] 본 발명은 자동차 타이어와 같이 회전하는 아이টে은 온도 변화 발생을 검출하는데 사용되는 온도 센서와 그 온도센서를 이용한 원격 온도 센싱 방법을 제공할 수 있는 효과가 있다. 또한 본 발명은 센서에 배터리를 장착할 필요가 없고 전기적 회로소자의 사용을 최소화하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명 구현예에 따른 두 개의 자기 비정질 금속 스트립들의 인가한 자기장에 대한 자기 유도 B의 관계를 그린 BH 거동 그래프이다. 하나는 80mm길이의 것으로서 커브 10으로 나타내었고, 다른 하나는 40mm길이의 것으로 곡선 11로 나타내었다.

- 도 2는 본 발명 구현예에 따르는, 센서 스트립에 대한 두 가지 기본적인 배열(2A와 2B)을 나타내는 모식도이다.
- 도 3은 METGLAS®2714A를 기반으로 한 센서 스트립 성분 20을 포함하는 도 2의 본 발명 구현예의 3-스트립(three strips) 센서 2A의 온도 의존성을 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 METGLAS®2705M을 기반으로 한 센서 스트립 성분 20을 포함하는 도 2의 본 발명 구현예의 3-스트립 센서 2A의 온도 의존성을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 도 2의 본 발명 구현예의 2-스트립(two-strip)의 온도 의존성을 나타낸 그래프이며, 센서 스트립 성분 22는 METGLAS®2714A를 기반으로 한 것이고, 온도 센싱 스트립 성분 23을 AM2로부터 잘라낸 경우에는 곡선 50으로, AM3로부터 잘라낸 경우에는 곡선 51로 나타내었다.
- 도 6은 도 2의 본 발명 구현예의 3-스트립 센서 2A의 압력 의존성을 나타낸 그래프로서, 센서 스트립 성분 20은 METGLAS®2714A를 기반으로 한 것이며, 온도 센싱 스트립 성분 23을 AM1로 부터 잘라낸 경우에는 곡선 60으로, AM2로부터 잘라낸 경우에는 곡선 61로 나타내었다.
- 도 7은 도 2의 본 발명 구현예의 3-스트립 센서 2의 온도 의존성을 나타낸 그래프로서, 센서 스트립 성분 20은 METGLAS®2714A를 기반으로 한 것이며, 30psi에서 고조파 신호를 곡선 70으로 40psi에서의 고조파 신호를 곡선 71로 50psi에서의 고조파 신호를 곡선 72로 나타내었다.
- 도 8은 회전하는 휠(wheel) 80, 온도 센싱 스트립 센서 81, 활성화 코일과 검출 코일 82를 가지는 본 발명 구현예의 원격 검출 장치를 나타낸 개략도이다.
- 도 9는 도 8에 나타난 원격 센싱 장치에 측정된 검출 신호를 나타낸 것이다. 도 2의 본 발명 구현예의 METGLAS®2714A를 기반으로 한 센서 스트립 성분 20과 AM1로 부터 잘라낸 온도 감응 스트립 성분 23으로 구성된 3-스트립 센서 2A가 사용되었다.
- 도 10은 온도 센서 81과 활성화 코일 및 검출 코일 82 쌍을 포함하는 자동차 타이어 80을 위한 본 발명 구현예에 따르는 원격 온도 센싱 장치를 나타낸 것이다. 타이어 80은 타이어 림(tire rim) B에 부착되어 있다.
- 도 11은 종래의 온도 센싱 모니터를 나타낸 개략도이다.
- 도 12는 본 발명에 따른 회전하는 아이템을 위한 원격 온도 센싱 방법의 구현예의 작동을 묘사한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0027] 본 발명의 구현예에 따르는 온도 센서를 위한 비정질 자기 합금 스트립을 실시예 1에 개설된 과정에 따라 준비하였다.(하기 참조) 본 발명 실시예의 첫번째 과정은 실시예 2에 따른 방법에 의한 비정질 합금 스트립의 기본 자기력(basic magnetics)를 검사하는 것이다. 도 1은 비정질 자기 스트립들에 대해 인가된 자기장 H(A/m)에 대한 자기 유도 B(T)의 함수를 나타낸 것으로, 80mm길이에 대해서는, 곡선 10으로, 40mm길이에 대해서는 곡선 11로 나타낸 그래프이다. 도 1에 스트립들의 자기유도를 그래프로 나타낸 본 발명의 구현예에 따르는 비정질 자기 스트립들은 20 μ m의 두께와 2mm의 넓이를 가진다. 그리고 상업적으로 사용가능한 약 0.6T로 포화 자기 유도 및 0에 가까운 자기변형(near-zero magnetostriction)을 갖는 METGLAS®2714A 리본으로부터 잘라서 만든 것이다. 이 리본은 스트립의 길이가 75mm이상인 경우에 정사각형 또는 직사각형 형태의 BH loop를 보인다. 길이 대 너비에 의존하는 자기소거효과(demagnetizing effect)로 인하여, 서로 다른 길이를 가지는 두 개의 스트립에 대해 도 1에 나타난 BH 거동은 서로 다르며, 더 짧은 스트립은 더 긴 것보다 더 전단(shear)된 BH loop 나 거동을 나타낸다. 본 발명 구현예에 따르는 비정질 금속 스트립들의 BH 거동의 차이로 인하여 더 높은 고조파 발생(higher harmonics generation)에서 이와 대응되는 차이가 나타나게 된다. 본 발명의 구현예에 따르는 비정질 자기 합금 스트립들의 고조파 반응은 실시예 3에 기재된 방법에 의해 특성화된다.

[0028] 일반적으로, 정사각형 또는 직사각형 형상의 BH 거동을 가진 얇은 자기 스트립은 스트립이 자기적으로 여기(excite)되는 기본 주파수(fundamental frequency)의 더 높은 고조파를 발생시킨다. 자기 스트립으로부터 자기장을 에머네이팅(emanating)하는 진폭과 더 높은 고조파 스펙트럼은 BH 거동의 비 선형성의 정도에 의존한다.

주어진 자기 스트립의 비선형성의 정도는 스트립의 길이 대 너비 비율에 의존한다. 표 1에 이런 관계의 예로서, 다른 강자성 큐리 온도 θ_f 를 갖는 다른 비정질 자기 합금들이 기재되어 있다. 표 1의 AM1에서 AM4까지의 합금은 비정질 자기 Fe-M-B-Si-C에 기초한다. 여기서 Fe 함량은 원자비로 61~81%를 포함하며, Fe의 50%까지는 Ni로 대체될 수 있고, Cr, Mo, Nb, Ti, W로 부터 선택되는 M은 원자비로 0~15%를 포함하며, B는 원자비로 2~25%를 포함하고, Si는 원자비로 0~10%를 포함하고, C는 원자비로 0~18%를 포함한다.

[0029] 비슷한 작용을 하는 비정질 합금들에 대한 더 많은 예들이 표 3에 주어져 있다.

[0030] 하기 표 1은 자기 비정질 금속 스트립의 고조파 발생[2.4 kHz 기본 여기 주파수(fundamental excitation frequency)로 실시예 3에 설명된 방법의 의해 얻은 데이터]을 나타낸다.

표 1

[0031]

합금	θ_f , Curie 온도 (°C)	25 th 고조파 신호(mV)		
		$\ell = 40\text{mm}$	$\ell = 75\text{mm}$	$\ell = 110\text{mm}$
AM1 (Fe ₆₂ Cr ₁₄ B ₁₈ Si ₅)	93	17	140	355
AM2 (Fe _{66.5} Cr ₁₃ B ₁₈ Si _{2.5})	99	23	258	359
AM3 (Fe ₆₁ Mo ₇ B ₂₀ Si ₆)	222	11	49	173
AM4 (Fe ₇₁ Mo ₆ B ₂₀ Si ₃)	213	17	143	343
METGLAS®2705M	350	35	323	1230
METGLAS®2714A	230	28	520	1590

[0032]

표 1에 따르면, 고조파 신호는 스트립 길이, ℓ 에 대하여 선형적으로 비례하지 않는 것을 확인할 수 있다. 고조파 신호 발생에 기여하는 요소를 순차로 언급하면, 위에서 언급한 자기소거효과의 영향이 가장 크며 자기적 볼륨 차이(magnetic volume difference)의 영향이 두번째로 크다. 이러한 점을 보이기 위하여, 표 1에 주어진 것과 같이 각각의 25th 고조파 신호를 약 22mV 정도를 발생시키는 두개의 METGLAS®2714A 40mm길이의 비정질 금속 자기 스트립을 75mm 길이의 스트립에 가깝거나 다소 큰 자기 볼륨을 유지하도록 평행하게 위치시키고 고조파 신호를 측정하였다. 두개의 40mm길이의 스트립들로부터의 25th 고조파 신호는 하나의 40mm 길이의 스트립들로부터 얻어지는 28mV와 같은 수준 정도의 31mV였으며, 이는 하나의 75mm 길이의 스트립으로부터 얻어진 520mV보다 매우 적은 값이다. 이로부터, 두개의 짧은 스트립들을 하나의 긴 스트립과 같은 자기 볼륨을 갖도록 평행하게 위치시키는 것은 하나의 긴 스트립과 같은 수준의 고조파 신호를 발생시키지는 못한다는 것을 알 수 있다. 이러한 현저한 차이점은 아래에 설명한 것과 같이 본발명 구현예에서 이용되었다.

[0033]

표 1의 METGLAS®2705M 또는 METGLAS®2714A 리본으로부터 준비된 본 발명의 구현예로서의 40mm길이의 두 개의 비정질 금속 자기 스트립 20을 도 2에 나타난 바와 같이 다른 하나의 비정질 금속 자기 스트립 21에 연결한다. 여기서, 비정질 금속 자기 스트립 21은 표 1에 기재된 AM1~AM4와 같이 40mm 길이의 스트립들보다 더 낮은 큐리 온도를 갖는다. 이런 온도 센서 배열과 본 발명의 구현예로부터 발생된 더 높은 고조파 신호가 실시예의 방법을 사용하여 측정되었다. 표 2는 각각의 3- 스트립(three-strip) 온도 센서들로부터 발생된 25th 고조파 신호들을 요약한 것이다.

[0034]

하기 표 2는 표 1에 나열된 다른 합금들로부터 도 2와 같이 가운데에 40mm 길이의 연결 스트립 재료 21을 사용한 본 발명 구현예의 3-스트립 온도 센서로부터의 상온에서의 고조파 신호들을 나타낸 것이다.

표 2

[0035]

합금	25 th 고조파 신호(mV)	
	METGLAS®2714A	METGLAS®2705M
AM1	830	210
AM2	740	200
AM3	480	170
AM4	540	385

[0036]

고조파 신호의 온도 의존도는 실시예 3에 기재된 방법에 의해 측정되었다. 그리고 그 결과로서 $\theta_i=230^\circ\text{C}$ 의 METGLAS®2714A를 기반으로 한 두 개의 주 고조파 발생 스트립들 20에 대하여 도 3에 나타내었으며, $\theta_i=350^\circ\text{C}$ 의 METGLAS®2705M을 기반으로 한 고조파 발생 스트립들 20에 대하여 도 4에 나타내었다. 도 3 및 4의 가로축은 퍼센트 변화를 나타내기 때문에 본 발명 구현예의 다른 온도 센서들간의 직접적인 비교가 가능하다. 도 3 및 4에 나타난 것과 같이 본 발명 구현예의 온도 센서는 선택된 온도 감응 비정질 금속 스트립들의 큐리온도에서 고조파 신호발생에서 큰 변화를 보였다. 그러므로, 본 발명 구현예의 온도 센서가 배치될 수 있는 환경의 온도는 도 2의 센서 배열상태에서의 온도 감응 스트립 성분 21의 큐리온도와 같거나 가까운 온도로서 정해진다.

[0037]

또 다른 유사한 예를 도 2에 나타내었는데 이것은 표 1에 나열한 METGLAS®2714A 또는 METGLAS®2705M 리본 중의 하나로 선택한 비정질 자기 금속 스트립 22를 스트립 22의 큐리온도보다 낮은 큐리 온도를 가지는 표 1의 AM1~AM4 중의 어느 하나로부터 잘라낸 또 하나의 비정질 자기 금속 스트립 23에 연결한 것이다. 실시예 3의 방법을 사용하여 상기의 온도 센서 배열과 본 발명의 구현예로부터 더 높은 고조파 신호들이 측정되었다.

[0038]

각각 40mm길이의 온도 감응 스트립 23을 하나씩 가지고 있으며, 서로 다른 큐리온도를 가지는, 다른 고조파 발생 40mm길이의 스트립 22를 가지는 두 개의 센서에 대한 고조파 신호의 온도 의존성에 대한 예를 도 5에 나타내었다. 각각의 스트립의 너비는 2mm이다. 도 5에 두 가지 경우를 나타내었는데, 첫번째 경우는 METGLAS®2714A 리본으로부터 고조파 신호 발생 스트립 22를 잘라서 만들고 표 1의 AM1 합금 리본으로부터 온도 센싱 스트립 23을 만든 경우로 곡선 50으로 나타냈으며, 두번째 경우는, METGLAS®2714A 리본으로부터 고조파 신호 발생 스트립 22를 잘라서 만들고 표 1의 AM3 합금 리본으로부터 온도 센싱 스트립 23을 만든 경우로 곡선 51로 나타내었다. 도 5에서 분명히 확인할 수 있는 것처럼 두 경우 모두 도 2의 성분 23에 대응되는 온도 감응 스트립 성분인, AM1과 AM3에 대해, AM1을 사용한 경우는 큐리온도 $\theta_i=93^\circ\text{C}$, AM3를 사용한 경우는 큐리온도 $\theta_i=222^\circ\text{C}$ 에서 고조파 신호가 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 그러므로, 본 발명 구현예의 온도 센서가 놓여지는 환경의 온도는 도 2의 센서 배열 2B에 있는 스트립 성분 23으로서 선택된 특정한 온도 감응 스트립의 큐리 온도와 같거나 가깝게 결정된다.

[0039]

도 1~5와 표 1과 표 2에 나타난 온도 센서들에서 채용한 온도 감응 비정질 자기 합금 스트립들의 큐리 온도가 일반성을 잃지 않는 수준으로 실시예들을 제공하기 위한 목적으로 90°C 에서 220°C 까지의 범위로 선택되었다.

[0040]

비정질 자기 합금의 큐리온도가 합금의 화학적 성질이 변화함에 따라 연속적으로 변화하기 때문에, 이러한, 검출되는 큐리 온도, 즉 미리 정해진 온도를 선택함으로써 본 발명 구현예의 온도 센서에 이를 이용할 수 있다. 필요한 유일한 조건은 온도 감응 스트립 성분의 큐리 온도가 주된 고조파 신호 발생 스트립 성분의 큐리 온도보다 낮아야 한다는 것이다. 본 발명 구현예의 온도 감응 스트립 성분을 위한 비정질 자기 합금들의 예가 표 3에 각 합금의 큐리온도와 함께 기재되어 있다. 그러므로, 본 발명 구현예에 따르는 온도 감응 스트립 성분으로 바람직한 비정질 합금 스트립들은 조성식 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ [a, b, c, d 및 e는 원자비로 $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는다. 표 1에 기재된 합금 AM1, AM2, AM3 및 AM4는 각각 표 3의 합금 21, 20, 12 및 13에 대응된다.

[0041] 하기 표 3은 본 발명 구현예의 온도 감응 스트립 성분을 위한 비정질 자기 합금들을 나타낸 것이다.

표 3

합금	조성	퀴리 온도, θ_f ($^{\circ}\text{C}$)
1	$\text{Fe}_{77}\text{Cr}_2\text{B}_{17}\text{Si}_4$	344
2	$\text{Fe}_{80}\text{Cr}_1\text{B}_{17}\text{Si}_2$	341
3	$\text{Fe}_{76}\text{Mo}_3\text{B}_{17}\text{Si}_4$	318
4	$\text{Fe}_{76}\text{Cr}_3\text{B}_{17}\text{Si}_4$	313
5	$\text{Fe}_{79}\text{Cr}_2\text{B}_{17}\text{Si}_2$	309
6	$\text{Fe}_{79}\text{Mo}_2\text{B}_{17}\text{Si}_2$	300
7	$\text{Fe}_{78}\text{Cr}_3\text{B}_{17}\text{Si}_2$	283
8	$\text{Fe}_{75}\text{Ti}_5\text{B}_{20}$	273
9	$\text{Fe}_{78}\text{Mo}_3\text{B}_{17}\text{Si}_2$	256
10	$\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{34}\text{Mo}_6\text{B}_{20}$	241
11	$\text{Fe}_{75}\text{W}_5\text{B}_{20}$	224
12	$\text{Fe}_{67}\text{Mo}_7\text{B}_{20}\text{Si}_6$	222
13	$\text{Fe}_{71}\text{Mo}_6\text{B}_{20}\text{Si}_3$	213
14	$\text{Fe}_{74}\text{Mo}_6\text{C}_{18}\text{B}_2$	212
15	$\text{Fe}_{75}\text{Nb}_5\text{B}_{20}$	209
16	$\text{Fe}_{74}\text{Mo}_6\text{B}_{20}$	183
17	$\text{Fe}_{72}\text{Mo}_8\text{C}_{18}\text{B}_2$	143
18	$\text{Fe}_{70}\text{Mo}_{10}\text{C}_{18}\text{B}_2$	123
19	$\text{Fe}_{72}\text{Mo}_8\text{B}_{20}$	122
20	$\text{Fe}_{66.5}\text{Cr}_{13}\text{B}_{18}\text{Si}_{2.5}$	99
21	$\text{Fe}_{62}\text{Cr}_{14}\text{B}_{18}\text{Si}_6$	93
22	$\text{Fe}_{68}\text{Mo}_{12}\text{C}_{18}\text{B}_2$	62

[0043] 표 1에 예시된 것과 같이, 본 발명의 구현을 위한 고조파 신호 발생 스트립으로는 METGLAS®2705M과 METGLAS®2714A와 같은 상업적으로 사용가능한 비정질의 0에 가까운 자기변형을 갖는 합금 리본이 적당하다. 정사각형 또는 직사각형 형태의 BH 자기 이력 현상 거동을 보이는 낮은 보자력을 가진 것이라면, 어떤 비정질 자기 합금 리본도 본 발명의 구현을 위한 온도 센서의 고조파 신호 발생 성분으로 선택이 가능하다. 이러한 필요조건을 만족하는 비정질 합금들은 효과적인 더 높은 고조파 발생을 위해 필요한 수준의 자기투자율인 2000을 훨씬 초과하는 자기 투자율을 갖는다. 예를 들면, 표 4에 열거된 모든 합금들 중에서 $\text{Fe}_{80}\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$ 합금은 일반적인 방법에 의해 측정하였을 때 가장 낮은 투자율을 보임에도 1kHz에서 0.01T 여기(excitation)를 위한 경우에 7000정도를 갖는다. 그러므로, 본 발명 구현예의 고조파 발생 스트립 성분을 위해 적합한 비정질 자기 합금들은 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_e\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는다. 본 발명 구현예의 고조파 신호 발생 스트립 성분의 또 다른 필요조건은 선택된 온도 감응 스트립 성분의 퀴리 온도 보다 고조파 신호 발생 스트립의 퀴리 온도가 더 높아야 한다는 것이다.

[0044] 하기 표 4는 본 발명의 고조파 발생 센서 스트립의 예를 나타낸 것이다.

표 4

합금	퀴리 온도, θ_f (°C)
$Fe_{80}B_{10}Si_{10}$	395
$Fe_{78}Ni_{12}Mo_2B_{16}Si_2$	379
$Fe_{75}Ni_4Mo_3B_{16}Si_2$	295
$Co_{70.5}Fe_{4.5}B_{15}Si_{10}$	422
$Co_{68.2}Fe_{3.8}Mn_1B_{12}Si_{15}$	266
$Co_{67.8}Fe_{4.2}Mo_1B_{12}Si_{15}$	227
$Co_{36}Ni_{35}Fe_8Mo_1B_{18}Si_2$	329
$Co_{36}Ni_{35}Fe_8Mo_1B_{10}Si_{10}$	305
$Ni_{35}Co_{35}Fe_{10}B_{18}Si_2$	285
$Ni_{40}Co_{30}Fe_9Mo_1B_{18}Si_2$	280
$Ni_{40}Co_{30}Fe_{10}B_{14.5}Si_2C_{3.5}$	269
$Ni_{40}Co_{30}Fe_9Mo_1B_{14}Si_6$	240
$Ni_{38}Co_{30}Fe_{10}Mo_2B_{14}Si_6$	215
$Ni_{38}Co_{30}Fe_{10}Mo_2B_{15}Si_2C_3$	205
$Ni_{40}Co_{30}Fe_9Mo_1B_6Si_{14}$	200
$Ni_{38}Co_{30}Fe_{10}Mo_2B_{10}Si_{10}$	195
$Ni_{40}Co_{30}Fe_8Mo_2B_{18}Si_2$	168
$Ni_{38}Co_{30}Fe_{10}Mo_2B_6Si_{14}$	155

[0046] 표 4에 나열된 비정질 합금들의 퀴리온도는 155~422°C로 다양하여, 본 발명의 구현예의 고조파 발생 스트립 성분으로서 사용가능한 더 높은 θ_f 를 가지는 합금과 온도 감응 스트립 성분으로 사용 가능한 더 낮은 θ_f 를 가지는 합금의 사용이 가능하다.

[0047] 도 2의 센서 배열 2A의 3-스트립 온도 센서에 대해 상온에서 고조파 신호의 압력 의존성을 실시예 4의 방법으로 측정하여 그 결과를 도 6에 나타내었다. 도 6의 두 가지 경우 중에, 첫번째 경우는 고조파 신호 발생 스트립 20을 METGLAS®2714A 리본으로부터 잘라내고, 온도 센싱 스트립 21을 표 1의 AM1 합금 리본으로부터 잘라낸 것으로, 곡선 60으로 나타내었다. 두번째 경우는 고조파 신호 발생 스트립 20을 METGLAS®2714A 리본으로부터 잘라내고, 온도 센싱 스트립 21을 표 1의 AM2 합금 리본으로부터 잘라낸 것으로, 곡선 61로 나타내었다. 상기 측정 결과로 고조파 신호가 환경의 압력에 독립적이어서, 본 발명 구현예의 타이어 온도 센서가 설치될 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0048] 공기 타이어의 압력과 대응하는 미리 설정된 압력에서의 고조파 신호의 온도 의존성을 실시예 5에 기재된 방법에 의해 측정하고 그 결과를 도 7에 나타내었다. 도 7의 세가지 경우에 대하여, 도 2의 센서 배열 2A의 3-스트립(three-strip) 온도 센서로 고조파를 측정하였는데, 고조파 신호 발생 스트립 20은 METGLAS®2714A로부터 잘라낸 것이며, 온도 센싱 스트립 21은 표 1의 AM1합금 리본으로부터 잘라낸 것이다. 도 7에 30psi에서의 고조파

신호는 곡선 70으로 나타내었으며, 40psi에서의 고조파 신호는 곡선 71로, 50psi에서의 고조파 신호는 72로 나타내었다. 도 2의 성분 21에 대응되는 온도 감응 스트립 성분 21의 쿼리 온도, 즉 AM1의 경우에는 $\theta_r=93^{\circ}\text{C}$ 에서 고조파 신호가 크게 줄어든다는 것에 주목할 만하다.

[0049] 그러므로, 공기 타이어의 압력에는 독립적이지만, 공기 타이어의 온도는 도 2의 센서 배열 2A에서 이 성분을 위해 선택된 특정한 온도 감응 스트립의 쿼리 온도에 같거나 가까운 온도로 측정된다.

[0050] 도 8은 도 2의 센서 배열 2A의 온도 센서 81을 휠(WHEEL) 80에 설치한 것이다. 활성화 코일 82에 의해 자기장이 제공되고 온도 센서 81로부터 발생된 고조파 신호가 검출 코일에 의해 모니터링된다. 자세한 사항은 실시예 6에 기재하였다. 휠이 회전하는 동안, 도 8에 그려진 검출 코일 82에 의해 신호가 검출되었다. 도 9는 60rpm의 회전 속도일때 검출된 신호를 보여준다. 이 결과는 온도 센서가 활성화 그리고 검출 코일들을 지나갈 때 고조파 신호들이 효과적으로 검출되는 것을 보여준다. 센싱 성분 온도가 올라갈 때, 코일 82에 검출된 고조파 신호가 도 5와 7에 그려진 커브를 따라서 환경 온도 고조파 신호가 코일 82에 검출된다.

[0051]

[0052] 도 2의 온도 감응 성분 21 또는 23이 성분의 온도가 쿼리 온도 이상으로 증가한 결과 비 강자성 되면, 활성화/검출 코일 82에서 고조파 신호들이 더 이상 검출되지 않는다. 검출 신호의 이러한 변화는 이 시점 이후의 기계 작동을 위한 경고 신호 또는 자극 신호로서 차량과 같은 회전하는 기계의 오퍼레이터(operator)에 보내진다. 도 10에 이런 예 중 하나로, 본 발명 구현예의 온도 센서 81을 자동차 타이어 80안에 부착한 것을 예시해 놓았다. 활성화 코일과 검출 코일의 쌍 82를 온도 센서 81에 마주보도록 타이어 80의 바깥쪽에 부착했다. 도 10에서 아이템 B는 타이어 80을 갖고 있는 타이어 림(rim)이다. 본 발명 구현예의 온도 센서를 사용한 이 타이어 온도 센싱 배열의 장점은 U.S. Patent No 4,052,696에 기재된 도 11의 선행 기술에서의 온도 센싱 배열과 비교된다. 도 11에서 구리가 감아진 온도 센싱 성분 26이 타이어 림 20에 부착되어 있다. 그리고 타이어 림(rim)은 26a, 26b와 24로 표시된 와이어들에 의해 인덕터(inductors) 18 세트(set)에 연결되어 있고, 이 인덕터는 유도 성분 18 근처에 있는 신호 모니터링 회로와 연결되어 있다. 온도 센싱 성분 26은 쿼리 자기 천이 온도를 가지는 페라이트 코어를 가지고 있다. 페라이트 코어의 온도가 코어의 쿼리 온도에 다다르면, 신호 모니터링 회로에 전송되는 온도 센싱 회로의 인덕턴스(inductance)는 변화한다. S.Chikazumi(John Wiley & Sons, NY, 1964)의 "Physics of Magnetism" 페이지 498에 기재된 표 22.2에 주어진 것과 같이, 상업적으로 이용가능한 페라이트의 경우 약 80~2000정도의 자기 투자율을 가져 자기 투자율이 낮기 때문에 페라이트의 쿼리 온도에서의 인덕턴스의 변화는 크지 않다. 게다가, 상업적으로 사용가능한 페라이트의 쿼리 온도는 몇몇의 온도로 한정된다. 예를 들면, Chikazumi의 책 표 22.2에 주어진 것에 의하면, 상대적으로 Mn-Zn, Cu-Zn, Ni-Zn, Mg-Zn, Mg-Mn 페라이트의 경우 $\theta_r(^{\circ}\text{C})=110, 90, 130, 120, 130$ 의 값을 갖는다. 다른 한편으로는, 본 발명의 구현예에 사용된 비정질 합금들은 2000을 훨씬 넘는 자기 투자율을 갖는다. 그리고 합금들의 쿼리 온도는 합금들의 화학적 성질이 변화함에 따라 계속해서 변한다. 그러므로, 본 발명을 구현한 온도 센싱 장치에서의 미리 정해진 온도 (predetermined temperature)가 우리가 필요한 바람직한 모든 온도에 대해 선택될 수 있다. 상기의 마지막에 기재한 장점은 도 8의 검출코일 82에 대해 도 9에 검출해서 나타낸 신호에 반영되어 있다.

[0053] 실시예 1

[0054] 샘플 준비

[0055] 본 발명의 구현예에 사용되는 비정질 자기 합금을 U.S Patent No. 4,142,571에 기재되어 있는 금속 주조 방법을 사용하여 준비했다. 주조 재료는 리본 형태로 되고 두께는 약 20 μm 이고, 넓이는 25mm에서 213mm의 값을 갖는다.

[0056] 그리고 나서, 주조 리본을 0.5mm에서 10mm의 범위의 넓이를 갖는 보다 좁은 리본 형태로 자른다. 필요한 경우, 잘라진 리본을 리본의 자기 특성을 변경하기 위해 열처리한다. 이와 같이, 준비된 리본을 다양한 길이를 가진 조각들로 절단한다.

[0057] 실시예 2

- [0058] 상업적으로 사용되는 dc BH loop 측정 장치가 인가된 자기장 H의 함수로서 의한 자기 유도 B를 측정하기 위하여 사용되었다. 도 1은 이 장치를 사용하여 얻은 것이다.
- [0059] 실시예 3
- [0060] 실시예 1을 따르는 온도 센서 스트립 성분이 미리 정해진 기본 주파수에서 여기하는 교류 장(exciting AC field)에 위치되고, 스트립 성분을 포함하는 코일에 의해 더 높은 고조파 신호가 검출되었다.
- [0061] 활성화 코일(exciting coil)과 신호 검출 코일을 약 50mm직경의 보빈 (bobbin)에 감았다. 활성화 코일과 신호 검출 코일의 감긴 수는 각각 약 180회 및 약 250회였다. 50mm직경의 보빈 안에는 비자성 튜브가 삽입되었으며, 샘플 히팅 성분(the sample heating element)이 위치되고 이것에 의해 스트립 샘플 온도가 변화되었다. 스트립 성분의 온도는 스트립 성분의 한쪽 끝에 직접 접합한 열전대에 의해 측정된다. 기본 여기 교류 장(the fundamental exciting AC field)은 2.4kHz로 선택하였다. 그리고 활성화 코일에서의 전압은 약 80mV로 한다. 신호 검출 코일로부터의 25th 고조파 전압은 상업적으로 사용가능한 디지털 전압계로서 측정됐다.
- [0062] 실시예 4
- [0063] 실시예 1의 온도 센서 스트립 성분을 미리 정해진 기본 주파수에서 여기하는 교류장(exciting AC field)에 놓은 후 스트립 성분을 포함하는 코일에 의한 더 높은 고조파 반응을 검출하였다. 활성화 코일(exciting coil)과 신호 검출 코일을 약 50mm직경의 보빈 (bobbin)에 감았다. 활성화 코일과 신호 검출 코일의 감긴 수는 각각 약 180회 및 약 250회였다. 튜브의 내압은 변화하며 압력 게이지(pressure gage)에 의해 측정된다. 기본 여기 교류 장(the fundamental exciting AC field)은 2.4kHz로 하였고, 활성화 코일에서의 전압은 80mV정도로 하였다. 신호 검출 코일로부터의 25th 고조파 전압을 상업적으로 사용되는 디지털 전압계로 측정한다.
- [0064] 실시예 5
- [0065] 미리 정해진 기본 주파수에서 여기하는 교류 장에 놓은 후 스트립 성분을 포함하는 코일에 의한 더 높은 고조파 반응을 검출하였다. 활성화 코일(exciting coil)과 신호 검출 코일을 약 50mm직경의 보빈 (bobbin)에 감았다. 활성화 코일과 신호 검출 코일의 감긴 수는 각각 약 180회 및 약 250회였다. 50mm직경의 보빈 안에는 비자성 튜브가 삽입되었으며, 샘플 히팅 성분(the sample heating element)이 위치되고 이것에 의해 스트립 샘플 온도가 변화되었다. 튜브의 내압은 변화하며 압력 게이지(pressure gage)에 의해 측정된다. 기본 여기 교류 장(the fundamental exciting AC field)은 2.4kHz로 하였고, 활성화 코일에서의 전압은 80mV정도로 하였다. 신호 검출 코일로부터의 25th 고조파 전압을 상업적으로 사용되는 디지털 전압계로 측정한다.
- [0066] 실시예 6
- [0067] 실시예 1에 일치하는 온도 센서 스트립 성분을 휠(WHEEL)에 설치하였다 그리고 8자 모양의 활성화 그리고 검출 코일들을 온도 센서 스트립으로부터 20mm 떨어진 곳에 설치하였다. 활성화 코일과 신호 검출 코일의 감는 횟수는 각각 40에서 320으로 하였다. 활성화 코일은 15cm×15cm이고, 검출 코일은 직경이 10cm이다. 기본 여기 교류 장(the fundamental exciting AC field)은 2.4kHz로 하였고, 활성화 코일에서의 전압은 500mV정도로 하였다. 신호 검출 코일로부터 13th 고조파 압력을 상업적으로 이용가능한 오실로스코프로 측정하였다. 휠은 일반적인 변속모터에 의해 회전한다.
- [0068] 도 12는 본 발명을 구현한 경우에 맞는 방법 1200의 동작을 나타낸 것이다. 본 발명의 일 구현예로서, 회전하는 아이টে에 장착된 온도 센서를 갖는 원격 온도 센싱 장치를 이용한 방법 1200이 제공된다. 이 방법은 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들을 자기적으로 연결하는 구성 1202; 그리고 회전하는 아이টে 1204에

온도 센서를 부착하는 구성을 포함한다. 상기 스트립들 중 적어도 하나 이상은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 다른 하나의 스트립은 온도 센서를 만들기 위해 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는다.

[0069] 본 발명의 일 실시예로서, 상기 방법은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖는 비정질 자기 합금 스트립들을 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖도록 준비하는 구성을 더 포함한다.

[0070] 본 발명의 또 다른 실시예로서, 상기 방법은 적어도 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖도록 준비하는 것을 더 포함한다.

[0071] 본 발명의 일 실시예로서, 상기 방법은 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 것을 더 포함하는데, 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 가진 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖고 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는다.

[0072] 본 발명의 또 다른 실시예로서, 상기 방법은 센싱 장치의 다른 하나의 스트립을 위하여 적어도 두 개 이상의 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 것을 더 포함한다. 여기서 적어도 하나 이상의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들은 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 두 개의 다른 조성들을 갖는다.

[0073] 본 발명의 일 실시예로서, 상기 방법은 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 것을 더 포함한다. 여기서 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도와 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 가지며, 그리고, 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 가지며, 그리고 비정질 자기 합금 스트립들은 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 같은 화학 조성을 가진다.

[0074] 본 발명의 다른 하나의 실시예로서, 상기 방법은 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 적어도 하나 이상의 비정질 자기 합금 스트립을 준비하는 것과 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ [a, b, c, d, 및 e는 원자비로, $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 이고, $a+b+c+d+e=100$ 을 만족하며, Fe함량의 50%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임] 및 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ [a, b, c, e, f, g, h는 원자비로, $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택

된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 다른 화학적 조성들을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들을 준비하는 것을 더 포함한다.

[0075] 본 발명의 실시예로서, 상기 방법은 자기장에 의해 온도 센서를 인터로케이팅(interrogating)하고 상기 온도 센서의 반응 신호를 전자기적으로 검출하는 것을 더 포함한다.

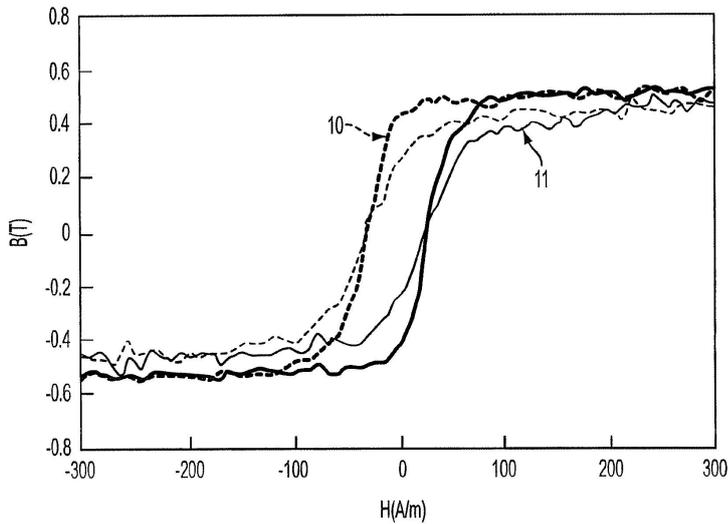
[0076] 온도 센서의 인터로케이팅(interrogating)은 인터로케이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 적어도 하나의 코일을 사용하는 것과, 상기 온도 센서의 자기 신호를 검출하기 위한 원격 센싱 장치의 적어도 하나의 코일을 사용하는 것을 포함할 수 있다.

[0077] 일 실시예로서, 차량 타이어에 온도 센서를 부착하는 것을 포함하여 회전하는 아이템에 온도 센서를 부착할 수 있다.

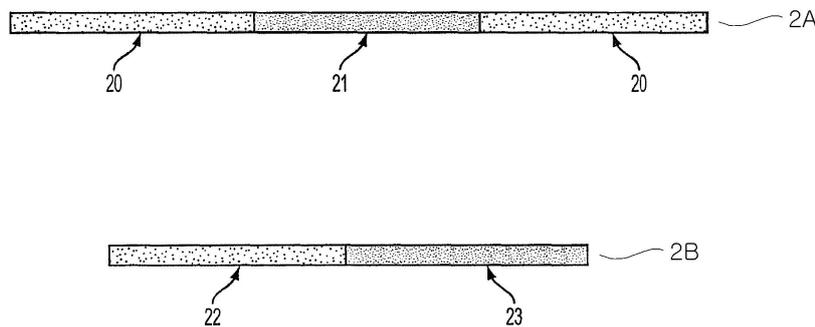
[0078] 본 발명의 구현예 및 실시예로서 몇 가지를 기재하였지만, 이 외에도 본 발명의 청구항이나 균등물에 의한 본 발명의 원리와 정신에서 크게 벗어나지 않는 범위에서 상기 구현예 및 실시예는 변화될 수 있을 것이다.

도면

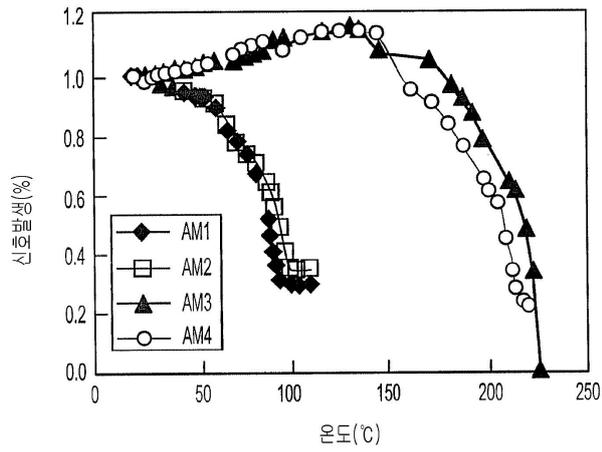
도면1



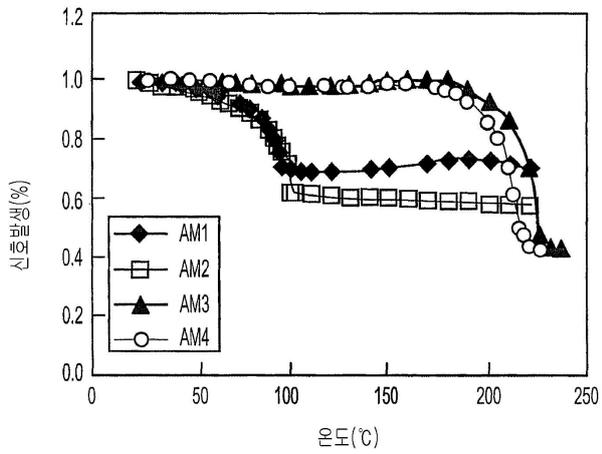
도면2



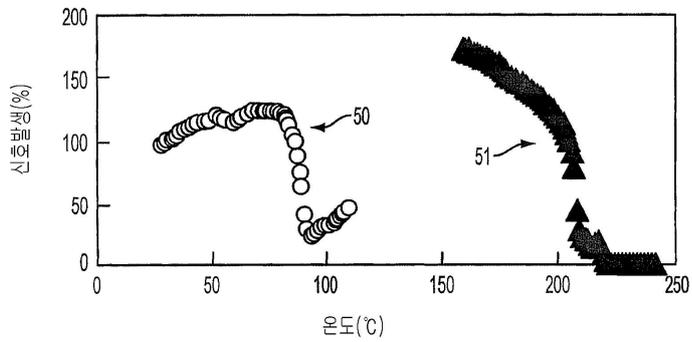
도면3



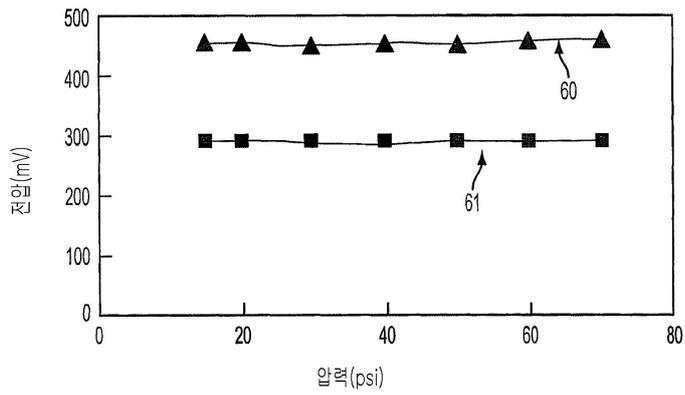
도면4



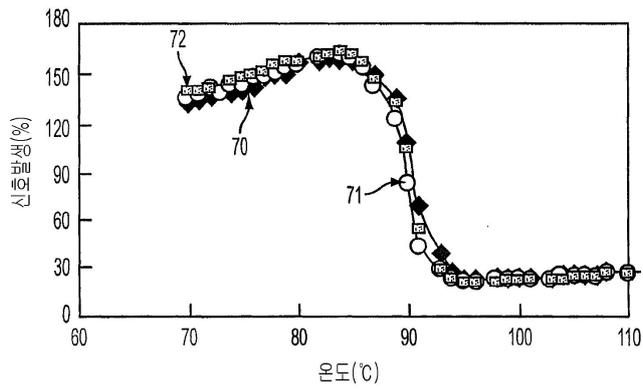
도면5



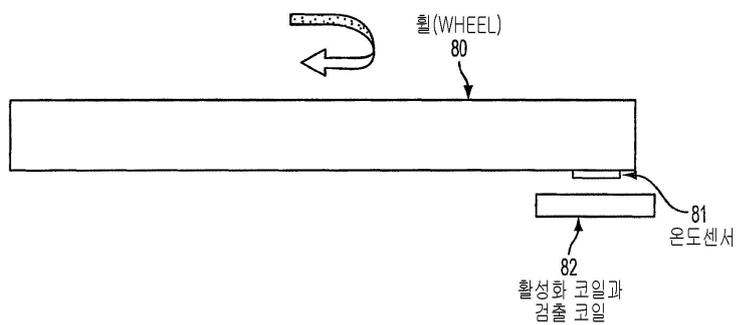
도면6



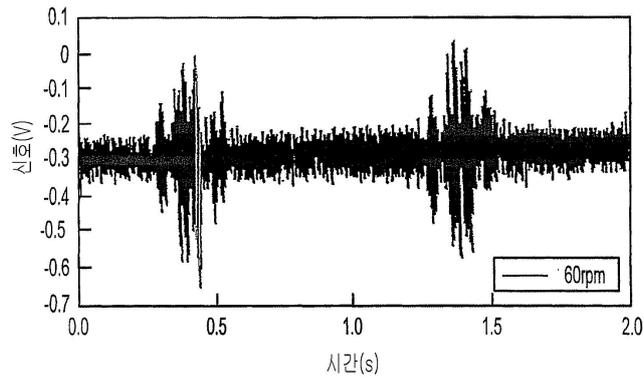
도면7



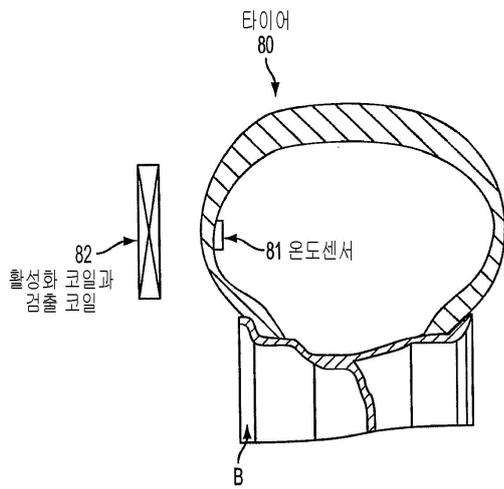
도면8



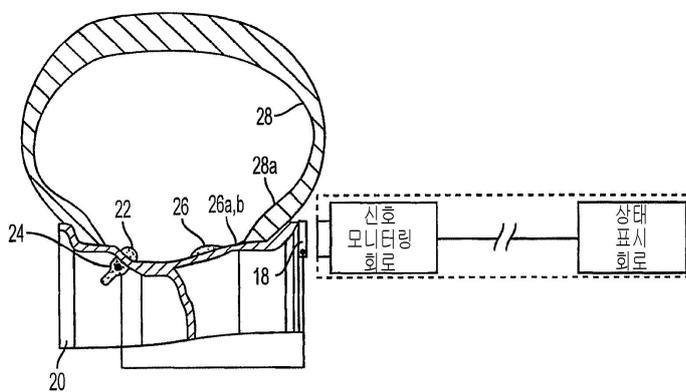
도면9



도면10



도면11



도면12

