



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월16일
(11) 등록번호 10-1419262
(24) 등록일자 2014년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01K 7/00 (2006.01) G01K 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7025907
(22) 출원일자(국제) 2008년04월18일
심사청구일자 2013년03월22일
(85) 번역문제출일자 2010년11월18일
(65) 공개번호 10-2011-0004878
(43) 공개일자 2011년01월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/005018
(87) 국제공개번호 WO 2009/128803
국제공개일자 2009년10월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003211926 A
US06208253 B1
US04537517 A
KR1019980022512 A
전체 청구항 수 : 총 20 항

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

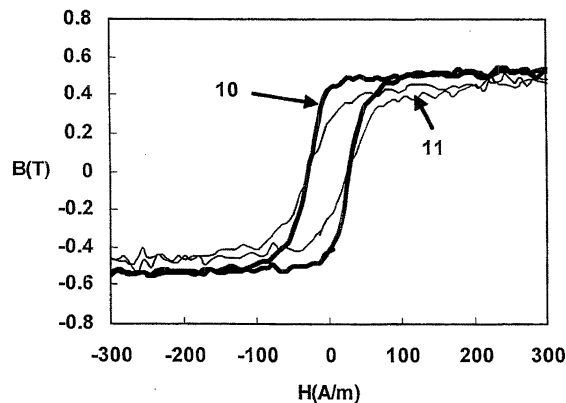
심사관 : 박근용

(54) 발명의 명칭 온도 센서와 그에 따른 원격 온도 센싱 방법

(57) 요약

다수의 자기적으로 연결된 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립을 포함하는 온도 센서로, 상기 스트립들 중 적어도 하나 이상은 미리 정해진 강자성 쿼리 온도를 갖고, 그리고 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는다. 상기 온도 센서는 센서가 자기장에 의해 인터로게이트(interrogate)되고, 온도 센서의 반응 신호가 전자기적으로 검출되는 관련분야의 원격 온도 센싱 방법에 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

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

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 다른 하나의 스트립은 6000 이상의 자기 투자율을 갖는 온도 센서.

청구항 3

제 1항에 있어서,

미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖는 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 상기 하나 이상의 스트립은 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 갖는 온도 센서.

청구항 4

제 1항에 있어서,

다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 상기 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 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 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 온도 센서.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 하나 이상의 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 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 정의된 조성을 가지며; 그리고

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

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 하나 이상의 스트립과 상기 다른 하나의 스트립은 각각 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식

$\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 온도 센서.

청구항 7

제 1항에 있어서,

미리 정해진 강자성 큐리 온도를 가진 스트립들 중 상기 하나 이상의 스트립 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 가지며; 그리고

2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+d+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 같은 화학 조성을 갖는 또 다른 두 개의 스트립들이 상기 스트립의 측면에 있는 온도 센서.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 하나 이상의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 가지며, 그리고

상기 다른 하나의 스트립은 다른 화학 조성들을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들로부터 선택되고;

상기 다른 화학 조성은 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 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 조성과

2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 온도 센서.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 온도 센서가 자기장에 의해 인테로게이팅(interrogating)되고, 상기 온도 센서의 반응 신호가 전자기적으로 검출되는 원격 온도 센싱 장치에 사용 가능한 온도 센서.

청구항 10

인테로게이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 하나 이상의 코일과 온도 센서의 반응 신호를 검출하는 하나 이상의 코일을 갖는 원격 온도 센싱 장치를 위한 온도 센서에 있어서,

자기적으로 연결된 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하고,

상기 하나 이상의 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 온도 센서.

청구항 11

다수의 자기적으로 연결된 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하는 온도 센서를 이용하는 단계를 포함하고,

상기 스트립들 중 하나 이상의 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 그리고 다른 하나의 스트립은 온도를 원격으로 측정하기 위하여 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 원격 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 다른 하나의 스트립은 6000 이상의 자기 투과율을 갖는 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖는 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 상기 하나 이상의 스트립은 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 갖는 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 상기 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투과율을 갖고, 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 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

상기 하나 이상의 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 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 정의된 조성을 가지며; 그리고

상기 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 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 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 온도 센서는, 2000을 초과하는 자기 투과율을 갖고, 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 및 h는 원

자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 두 가지의 다른 조성들을 가진 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하는, 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 17

청구항 11에 있어서,

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

상기 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4 \text{이고, } a+b+c+e+f+g+h=100 \text{을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 같은 화학 조성을 갖는 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 18

청구항 11에 있어서,

상기 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4 \text{이고, } a+b+c+e+f+g+h=100 \text{을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 비정질 자기 합금 스트립을 포함하고; 그리고

상기 하나 이상의 스트립은 다른 화학 조성들을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들로부터 선택된 하나 또는 그 이상의 스트립이고 상기 다른 화학 조성들은:

미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e[a, b, c, d \text{ 및 } e \text{는 원자비로 } 61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18 \text{이고, } a+b+c+d+e=100 \text{을 만족하며, Fe함량의 50\%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성, 및

2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4 \text{이고, } a+b+c+e+f+g+h=100 \text{을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 조성

으로부터 선택된 것인 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 19

청구항 11에 있어서,

자기장에 의해 상기 온도 센서를 인테로게이팅(interrogating)하여 원격 온도 센싱 장치에서 원격 온도를 이용하는 단계; 및

상기 온도 센서의 반응 신호를 전자기적으로 검출하는 단계

를 더 포함하는 온도 센싱의 제공 방법.

청구항 20

온도 센서, 인터로케이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 하나 이상의 코일 및 상기 온도 센서의 반응 신호를 검출하는 하나 이상의 코일을 갖는 원격 온도 센싱 장치를 이용하는 단계를 포함하고,

상기 온도 센서는 자기적으로 연결된 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하고,

상기 스트립들 중 하나 이상의 스트립은 미리 정해진 강자성 쿼리 온도를 갖고, 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 원격으로 온도를 센싱하는 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 온도 센싱(temperature sensing)에 관련된 것으로서, 보다 상세하게는, 비정질 강자성 재료의 쿼리 자기 전이가 사용된 자기 센서와 상기 자기 센서를 사용한 원격 온도 센싱 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고전적인 수은 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, 수은 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 위해서 전기적 신호를 관련된 온도로 변환해주는 전압계에 연결되어야만 한다. 또한, 금속의 저항력의 온도 의존성을 이용한 저항 온도계 역시 전압계에 연결되어야만 한다. 이러한 방법들은 센서와 온도 표시기 사이를 와이어로 연결해주는 것이 필요하다. 따라서, 원격 온도 센싱에는 적합하지 않다. 움직이고 있거나, 물리적으로 접근할 수 없는 대상의 온도를 측정하기 위한 경우에는 원격 온도 센싱이 필요한데, 이런 종류의 센서는 온도에 대하여 반응하여 이후의 다른 신호 처리과정을 위해 온도에 의존하는 신호를 무선으로 검출기로 전송한다. 강자성 물질의 쿼리 자기전이를 이용하면 이런 센서 중의 한 형태를 만들 수 있을 것이다. 철과 같은 강자성 재료는 강자성 쿼리 온도를 갖는데, 상기의 강자성은 높은 자화와 투자율과 같은 현상과 관련된 것들에 따라 사라지게 된다. 자화의 변화와 쿼리 온도에서의 강자성 재료의 투자율은 종래의 자력측정에 의해서도 무선으로 손쉽게 검출된다. US Patent No. 4,434,411(이하, '411 특허라 한다.)에는 이 기술을 이용한, 온도 감응 스위치가 개시되어 있다. '411 특허는 종래의 바이-메탈 스위치를 대체한 온도 감응 스위치가 장착된 기계스위치에 부착된 자기 재료에 작용하는 자력이 쿼리 온도에서 변화하는 것을 이용한다.

[0003] 더 많은 전자 장치들이 장비 및 기계를 컨트롤하는 데 이용됨에 따라서, 무선 온도 센싱 성능에 대한 요구가 사무실, 가정, 산업 등에서 점점 늘어나고 있다. 이러한 예 중 하나로 페라이트(ferrite)의 쿼리 자기 전이를 이용한 타이어 온도 모니터가 US Patent No. 4,052,696(이하, '696 특허라 한다.)에 개시되어 있다. 하지만 이 기술은 검출된 신호수준이 신뢰할 만한 수준을 유지하기 위해서는 페라이트 기초의 센서와 고정된 검출기 사이의 간격을 매우 가깝게 하는 것이 필요하다. 페라이트는 상대적으로 낮은 80~2000의 자기 투자율을 가지기 때문에 상기 거리는 매우 가까워야 한다. (예로서, S.Chikazumi(John Wiley & Sons, NY, 1964)의 "Physics of Magnetism"의 498페이지 표 22-2 참조) 게다가, 페라이트 제품에 의한 이런 종류의 온도 센싱에 적합한 각 쿼리 온도의 유용성은 Chidazumi의 책, 표 22-2에 기재된 대로 80℃~130℃의 범위내의 몇몇 별개의 온도로 제한된다. 또한, 미리 정해진 자기 쿼리 전이 온도를 가진 선택된 페라이트는 센서의 유도성 회로의 한 부분인데, 이 유도성 회로는 '696 특허의 도 1 및 2에 나타나 있는 것과 같이 몇 개의 분리된 구리 감개(copper windings)를 필요로 한다. 이런 전기 회로망은 길고 복잡하기 때문에 회피하게 된다. 따라서, 더 간단하고 더 효율적인 무선 온도 센싱 방법이 분명히 필요하게 되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 쉽게 제작되어 사무실, 집, 산업환경에서 사용할 수 있는, 원격 온도 검출 성능을 가진 온도 센서를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0005] 개략적으로, 센서는 다수의 자기적으로 연결된 비정질 자기 금속 스트립들로 이루어져 있다. 또한 이러한 스트립들은 상기 스트립들 중 적어도 하나 이상은 검출되는데 사용되는 미리 정해진 퀴리온도(predetermined ferromagnetic Curie temperature)를 가지며, 다른 스트립 또는 스트립들은 높은 자기 투과율을 갖는 형식으로 정렬된다. 본 발명의 구현예로, 온도 센서의 배치 형태가 다양한 적용제품을 위해서 제공되며, 또한, 상기 온도 센서를 이용한 원격 온도 센싱 방법이 제공된다. 본 발명의 한 구현예로서의 온도센서에 적합한 비정질 합금 스트립들의 화학적 조성들(Chemical compositions)이 제공된다.
- [0006] 본 발명의 일 실시예로서, 다수의 자기적으로 연결된 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립을 포함하고, 스트립들 중 적어도 하나 이상은 미리 정해진 강자성 퀴리(Curie) 온도를 가지며, 그리고 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖는 온도 센서를 제공한다. 바람직하게는, 상기 다른 하나의 스트립은 6000 이상의 자기 투자율을 갖는다.
- [0007] 일 실시예로서, 미리 정해진 강자성 퀴리 온도를 갖는 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 적어도 하나 이상은 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e[a, b, c, d \text{ 및 } e \text{는 원자비로 } 61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18 \text{이고, } a+b+c+d+e=100 \text{을 만족하며, Fe함량의 50\%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 온도 센서를 제공한다.
- [0008] 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 상기 다른 하나의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_dB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4 \text{이고, } a+b+c+e+f+g+h=100 \text{을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 가질 수 있다.
- [0009] 일 실시예로서, 상기 온도 센서는
- [0010] 미리 정해진 강자성 퀴리 온도를 갖고, 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e[a, b, c, d \text{ 및 } e \text{는 원자비로 } 61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18 \text{이고, } a+b+c+d+e=100 \text{을 만족하며, Fe함량의 50\%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임}]$ 에 의해 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립 및 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_dB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4 \text{이고, } a+b+c+e+f+g+h=100 \text{을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립을 포함한다.
- [0011] 일 실시예로서, 상기 온도 센서는
- [0012] 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_dB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4 \text{이고, } a+b+c+e+f+g+h=100 \text{을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 두 개의 다른 조성들을 가진 두 개의 비정질 자기 합금 스트립을 가질 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 온도 센서는
- [0014] 미리 정해진 강자성 퀴리 온도를 갖고 조성식 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e[a, b, c, d \text{ 및 } e \text{는 원자비로 } 61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18 \text{이고, } a+b+c+d+e=100 \text{을 만족하며, Fe함량의 50\%까지 Ni로 대체될 수 있고, M은 Cr, Mo, Nb, Ti, W 중 선택된 하나임}]$ 에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 하나의 비정질 자기 합금 스트립 및 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $Fe_aNi_bCo_cM_dB_fSi_gC_h[a, b, c, e, f, g \text{ 및 } h \text{는 원자비로 } 3 < a < 80, 0 < b < 41,$

$0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 같은 화학 조성을 가진 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 가질 수 있다.

[0015] 일 실시예로서, 상기 온도 센서는 적어도 하나 이상의 비정질 자기 합금 스트립 및 다른 화학조성을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들을 갖고,

[0016] 상기 적어도 하나 이상의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 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 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 가지며,

[0017] 상기 다른 화학 조성을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 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 조성 및 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 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 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 조성으로부터 선택된 조성을 갖는다.

[0018] 바람직하게는, 온도 센서는 상기 온도 센서가 자기장에 의해 인테로게이팅(interrogating)되고, 상기 온도 센서의 반응 신호가 전자기적으로 검출되는 원격 온도 센싱 장치에 이용될 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예로서, 상기 방법은 인테로게이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 적어도 하나 이상의 코일과 온도 센서의 반응 신호를 검출하는 적어도 하나 이상의 코일을 이용하는 것을 포함하는 원격으로 온도를 센싱하는 방법으로, 온도 센서는 다수의 자기적으로 연결된 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립을 포함하고, 상기 스트립들 중 적어도 하나 이상은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 그리고 다른 하나의 스트립은 2000을 훨씬 초과하는 자기 투자율을 갖는다.

[0020] 본 발명의 추가적인 측면이나 이점은 하기 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용이나 실시예를 통해 더 다뤄질 것이다.

발명의 효과

[0021] 본 발명은 쉽게 제작이 가능하고 사무실, 집, 산업환경에서 사용할 수 있는, 원격 온도 검출 성능을 가진 온도 센서를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 이하, 본 발명을 첨부된 도면을 통해 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명 구현예에 따른 두 개의 자기 비정질 금속 스트립들의 BH 거동을 비교한 인가한 자기장(H)에 대한 자기 유도(B)의 관계를 나타내는 BH 거동 그래프로서, 하나는 80mm길이의 것으로서 커브 10으로 나타내었고, 다른 하나는 40mm길이의 것으로 곡선 11로 나타내었다.

도 2는 본 발명의 구현예의 센서 스트립을 위한 두 가지 기본적인 배열(2A, 2B)를 나타내는 모식도이다.

도 3은 도 2의 본 발명 구현예의 3-스트립 센서(2A)의 온도의존성을 나타내는 그래프이며, 도 2의 센서 스트립 성분(elements) 20은 METGLAS®2714A를 기초로 한 것이다.

도 4는 도 2의 센서 스트립 성분 20을 포함한 본 발명 실시예의 METGLAS®2705M을 기초로 한 3-스트립(three strips) 센서 2A의 온도 의존성을 나타낸 그래프이다.

도 5는 도 2의 본 발명 구현예의 두개의 2-스트립(two-strip) 센서 2B의 온도 의존성을 나타낸 그래프이다.

METGLAS®2714A 리본으로부터 잘라낸 센서 스트립 성분 22과 AM2로부터 잘라낸 온도 감응 센싱 스트립 성분 23의 경우를 곡선 50으로, AM3로부터 잘라낸 온도 감응 센싱 스트립 성분 23의 경우는 곡선 51로 나타내었다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따르는 온도 센서를 이용한 원격 온도 센싱을 제공하는 방법의 실행을 묘사한 플로우차트다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

본 발명의 구현예에 따르는 온도 센서를 위한 비정질 자기 합금 스트립을 실시예 1에 개설했던 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. 본 발명의 실시예에 따르는 비정질 자기 스트립은 대략 20 μm 의 두께와 대략 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 75mm 이상인 경우에 정사각형 또는 직사각형 형태의 BH loop를 보인다. 길이 대 너비 비에 의존하는 자기소거효과(demagnetizing effect)로 인하여, 서로 다른 길이를 가지는 두 개의 스트립에 대해 도 1에 나타낸 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.

일반적으로, 정사각형 또는 직사각형 형상의 BH 거동을 가진 얇은 자기 스트립은 스트립이 자기적으로 여기(excite)된 경우 기본 주파수(fundamental frequency)로 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 AM1 에서 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.

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

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)를 나타낸다.

표 1

합금	θ_f , 큐리 온도 (°C)	25 th 고조파 신호(mV)		
		$\ell = 40mm$	$\ell = 75mm$	$\ell = 110mm$
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
---------------	-----	----	-----	------

[0029] 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 수준정도의 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.

[0030] 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.

[0031] 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

[0032]

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

[0033] 고조파 신호의 온도 의존도는 실시예 3에 기재된 방법에 의해 측정되었다. 그리고 그 결과로서 $\theta_f=230^{\circ}\text{C}$ 의 METGLAS®2714A를 기초로 한 두 개의 주 고조파 발생 스트립들 20에 대하여 도 3에 나타내었으며, $\theta_f=350^{\circ}\text{C}$ 의 METGLAS®2705M을 기초로 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 나타낸 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.

[0034] 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 표 1에 나열한 스트립 22의 큐리온도보다 낮은 큐리 온도를 가지는 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.

[0035] 각각 40mm길이의 온도 감응 스트립 23을 하나씩 가지고 있으며, 서로 다른 큐리온도를 가지는, 다른 고조파 발

생 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 퀴리온도 $\theta_f=93^\circ\text{C}$, AM3를 사용한 경우는 퀴리온도 $\theta_f=222^\circ\text{C}$ 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 퀴리 온도와 같거나 가깝게 결정된다.

[0036] 도 1~5와 표 1과 표 2에 나타낸 온도 센서들에서 채용한 온도 감응 비정질 자기 합금 스트립들의 퀴리 온도가 일반성을 잃지 않는 수준으로 실시예들을 제공하기 위한 목적으로 90°C 에서 220°C 까지의 범위로 선택되었다.

[0037] 비정질 자기 합금의 퀴리온도가 합금의 화학적 성질이 변화함에 따라 연속적으로 변화하기 때문에, 이러한, 검출되는 퀴리 온도, 즉 미리 정해진 온도를 선택함으로써 본 발명 구현예의 온도 센서에 이를 이용할 수 있다. 필요한 유일한 조건은 온도 감응 스트립 성분의 퀴리 온도가 주된 고조파 신호 발생 스트립 성분의 퀴리 온도보다 낮아야 한다는 것이다. 본 발명 구현예의 온도 감응 스트립 성분을 위한 비정질 자기 합금들의 예가 표 3에 각 합금의 퀴리온도와 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.

[0038] 하기 표 3은 본 발명 구현예의 온도 감응 스트립 성분을 위한 비정질 자기 합금들을 나타낸 것이다.

표 3

[0039]

합금	조성	퀴리온도, $\theta_f(^{\circ}\text{C})$
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

[0040] 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. 높은 고조파 신호 발생을 위해 적합한 비정질 합금의 예가 표 4에 예시되어 있다. 그러므로, 본 발명의 구현을 위한 고조파 발생 스트립 성분으로서 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 및 h는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는다. 본 발명의 구현을 위한 고조파 신호 발생 스트립으로서의 또 하나의 필요조건은 상기한 성분의 퀴리 온도가 표 3으로부터 선택된 온도 감응 스트립 성분의 퀴리온도보다 높아야 한다는 것이다. 낮은 보자력과 높은 직각도(squareness) 비율의 특징을 가진 비정질 합금은 2000을 훨씬 초과하는 높은 자기 투자율을 보인다. 예를 들면, 표 4에 나열된 비정질 $\text{Fe}_{80}\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$ 합금은 나열된 모든 합금들 중에서 가장 낮은 값을 갖는데, 전통적 방법으로 약 7000정도가 측정된다.

[0041] 하기 표 4는 본 발명의 고조파 발생 센서 스트립의 예를 나타낸 것이다.

표 4

[0042]

합금	Curie 온도, $\Theta_f(^{\circ}\text{C})$
$\text{Fe}_{80}\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$	395
$\text{Fe}_{78}\text{Ni}_{12}\text{Mo}_2\text{B}_{16}\text{Si}_2$	379
$\text{Fe}_{75}\text{Ni}_4\text{Mo}_3\text{B}_{16}\text{Si}_2$	295
$\text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$	422
$\text{Co}_{68.2}\text{Fe}_{3.8}\text{Mn}_1\text{B}_{12}\text{Si}_{15}$	266
$\text{Co}_{67.8}\text{Fe}_{4.2}\text{Mo}_1\text{B}_{12}\text{Si}_{15}$	227
$\text{Co}_{36}\text{Ni}_{35}\text{Fe}_8\text{Mo}_1\text{B}_{18}\text{Si}_2$	329
$\text{Co}_{36}\text{Ni}_{35}\text{Fe}_8\text{Mo}_1\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$	305
$\text{Ni}_{35}\text{Co}_{35}\text{Fe}_{10}\text{B}_{18}\text{Si}_2$	285
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_9\text{Mo}_1\text{B}_{18}\text{Si}_2$	280
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{B}_{14.5}\text{Si}_2\text{C}_{3.5}$	269
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_9\text{Mo}_1\text{B}_{14}\text{Si}_6$	240
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_{14}\text{Si}_6$	215
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_{15}\text{Si}_2\text{C}_3$	205

$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_9\text{Mo}_1\text{B}_6\text{Si}_{14}$	200
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$	195
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_8\text{Mo}_2\text{B}_{18}\text{Si}_2$	168
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_6\text{Si}_{14}$	155

[0043] 표 4에 나열된 비정질 합금들의 퀴리온도는 155~422℃로 다양하여, 본 발명의 구현에 필요한 온도 감응 스트립 성분으로 이용되는 더 낮은 θ_f 를 가진 합금과, 고조파 발생 스트립 성분으로 이용되는 더 높은 θ_f 를 가진 합금의 사용이 가능하다.

[0044] 실시예 1

[0045] 샘플 준비

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 실시예 2

[0049] 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.

[0050]

[0051] 실시예 3

[0052] 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.

[0053] 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 여기하는 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.

[0054] 도 6은 본 발명 구현예에 맞는 온도 센서를 사용한 원격 온도 센싱을 제공하는 방법의 실시를 묘사한 것이다. 본 발명의 하나의 구현예로서, 방법 600은 602에서 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 훨씬 초과하는 자기 투자율을 갖는 온도 센서를 준비하는 것 및 604에서 이 온도 센서를 이용하여 원격으로 온도를 측정하는 것을 포함하는 원격 온도 센싱을 제공한다.

- [0055] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 방법은 다른 하나의 스트립의 자기 투자율이 6000 이상인 것을 더 포함한다.
- [0056] 본 발명의 또 다른 실시예로서, 상기 방법은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖는 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 적어도 하나 이상은 조성식 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ [a, b, c, d 및 e 는 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 것을 더 포함한다.
- [0057] 본 발명의 실시예로서, 상기 방법은 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들 중 다른 하나의 스트립이 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h 는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의하여 필수적으로 정의된 조성을 갖는 것을 더 포함한다.
- [0058] 본 발명의 또 다른 실시예로서, 상기 방법은 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 미리 설정된 강자성 큐리 온도와 조성식 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ [a, b, c, d 및 e 는 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,
- [0059] 다른 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 2000을 쉽게 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h 는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 것을 더 포함한다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예로서, 상기 방법은 온도 센서가 2000을 초과하는 자기 투자율과 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h 는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의되는 조성을 갖는 두 개의 다른 조성들을 가진 두 개의 비정질 자기 합금 스트립들을 가지는 것을 더 포함한다.
- [0061] 본 발명의 또 다른 실시예로서, 상기 방법은 온도 센서가 하나의 비정질 자기 합금 스트립과 두 개의 비정질 자기 합금 스트립을 갖는 것을 더 포함하고,
- [0062] 상기 하나의 비정질 자기 합금 스트립은 미리 정해진 강자성 큐리 온도를 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ [a, b, c, d 및 e 는 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,
- [0063] 두 개의 비정질 자기 합금 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h 는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예로서, 상기 방법은 온도 센서가 적어도 하나 이상의 비정질 합금 스트립과 미리 정해진 강자성 큐리 온도와 다른 화학 조성들을 갖는 다수의 비정질 자기 합금 스트립들을 갖는 것을 더 포함하며,
- [0065] 상기 적어도 하나 이상의 스트립은 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h 는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖고, 그리고
- [0066] 상기 다수의 비정질 자기 스트립들은 조성식 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ [a, b, c, d 및 e 는 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 조성, 그리고

[0067] 2000을 초과하는 자기 투자율을 갖고, 조성식 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_d\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ [a, b, c, e, f, g 및 h 는 원자비로 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 이고, $a+b+c+e+f+g+h=100$ 을 만족하며, M은 Cr, Mo, Mn 중에서 선택된 하나임]에 의해 필수적으로 정의된 조성을 갖는 조성으로부터 선택된 조성을 갖는다.

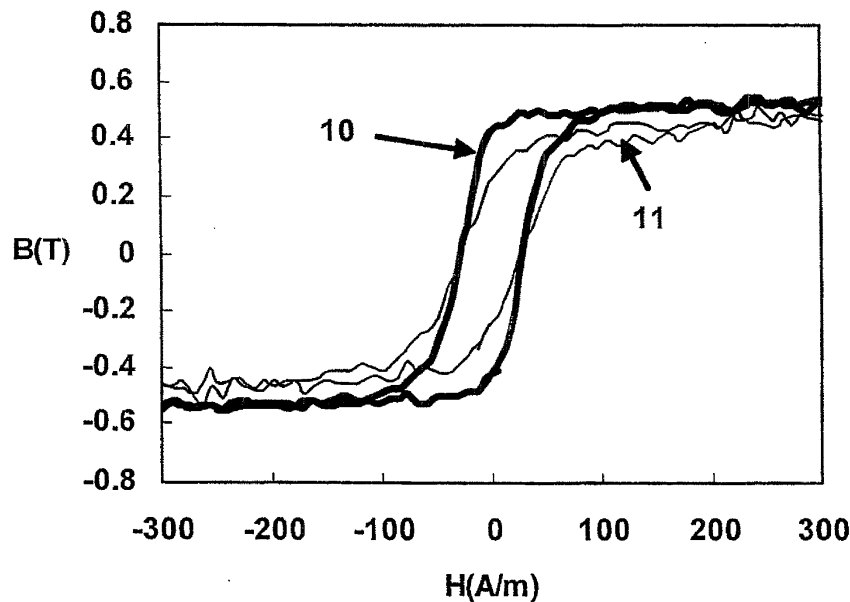
[0068] 본 발명의 또 다른 실시예로서, 상기 방법은 상기 온도 센서를 원격온도센싱 장치에 이용하여 자기장에 의해 온도 센서를 인테로게이팅(interrogating)하고 상기 온도 센서의 반응 신호를 전자기적으로 검출하는 것을 더 포함한다.

[0069] 본 발명의 실시예로서, 온도를 원격으로 센싱하기 위한 방법은 인테로게이팅 자기장(interrogating magnetic field)을 에머네이팅(emanating)하는 적어도 하나의 코일 및 온도 센서의 반응 신호를 검출하는 적어도 하나의 코일을 이용하는 것을 포함하고, 상기 온도 센서는 자기적으로 연결된 다수의 직사각형 형상의 비정질 자기 합금 스트립들을 포함하고, 상기 스트립들 중 적어도 하나 이상은 미리 정해진 강자성 쿼리 온도를 가지고, 다른 스트립은 2000을 훨씬 초과하는 자기 투자율을 갖는다.

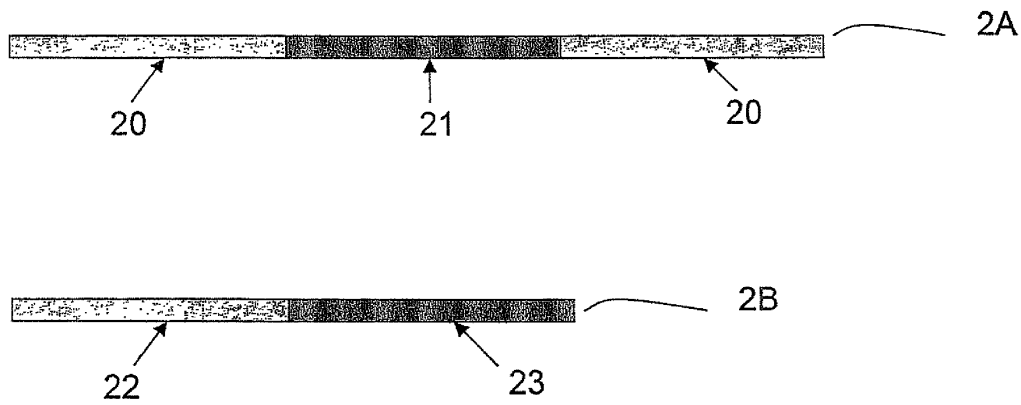
[0070] 본 발명의 구현예 및 실시예로서 몇 가지를 기재하였지만, 이 외에도 본 발명의 청구항이나 균등물에 의한 본 발명의 원리와 정신에서 크게 벗어나지 않는 범위에서 상기 구현예 및 실시예는 변화될 수 있을 것이다.

도면

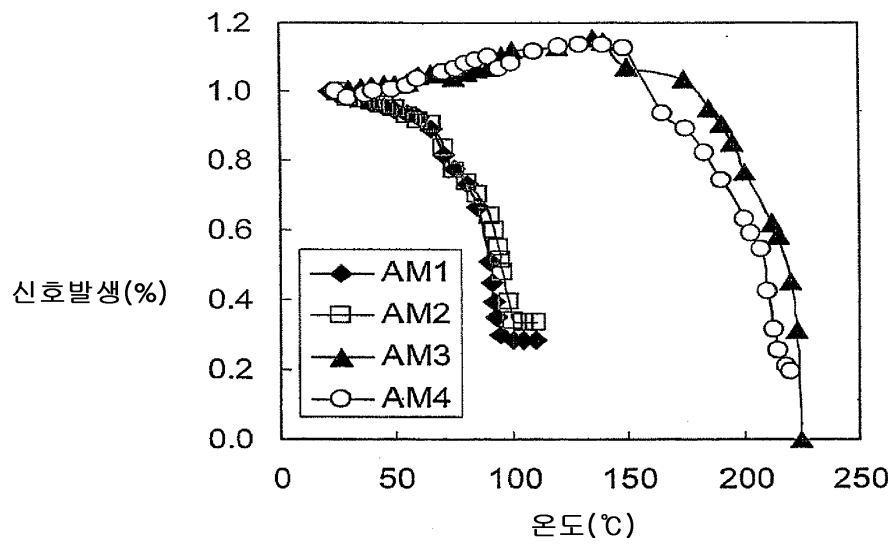
도면1



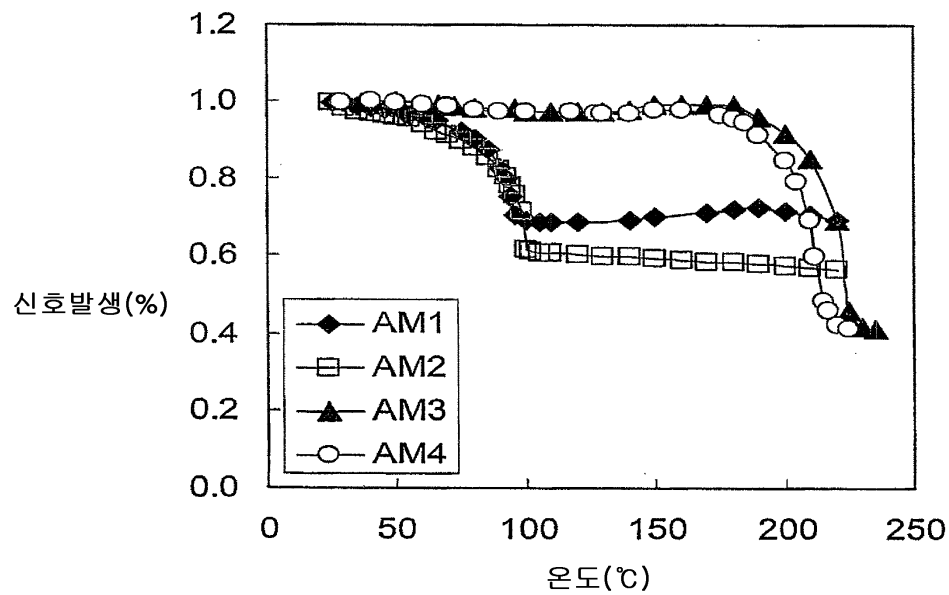
도면2



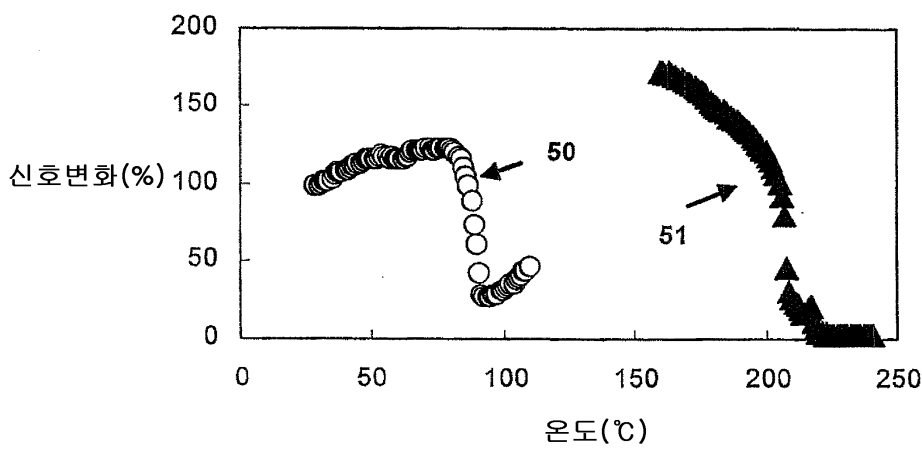
도면3



도면4



도면5



도면6

