(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0036195
(43) 공개일자 2023년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 5/48 (2006.01) *G01H 11/02* (2006.01)
G01K 11/22 (2006.01) *G01S 3/80* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01D 5/485 (2013.01)
G01H 11/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0118762
(22) 출원일자 2021년09월07일
심사청구일자 2021년09월07일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
박영우
대전광역시 유성구 가정로 43 한울아파트 107동 503호
유은주
세종특별자치시 보람로 96, 2007동 403호 (도담동, 한양수자인에듀파크아파트)
(74) 대리인
특허법인서한

전체 청구항 수 : 총 9 항

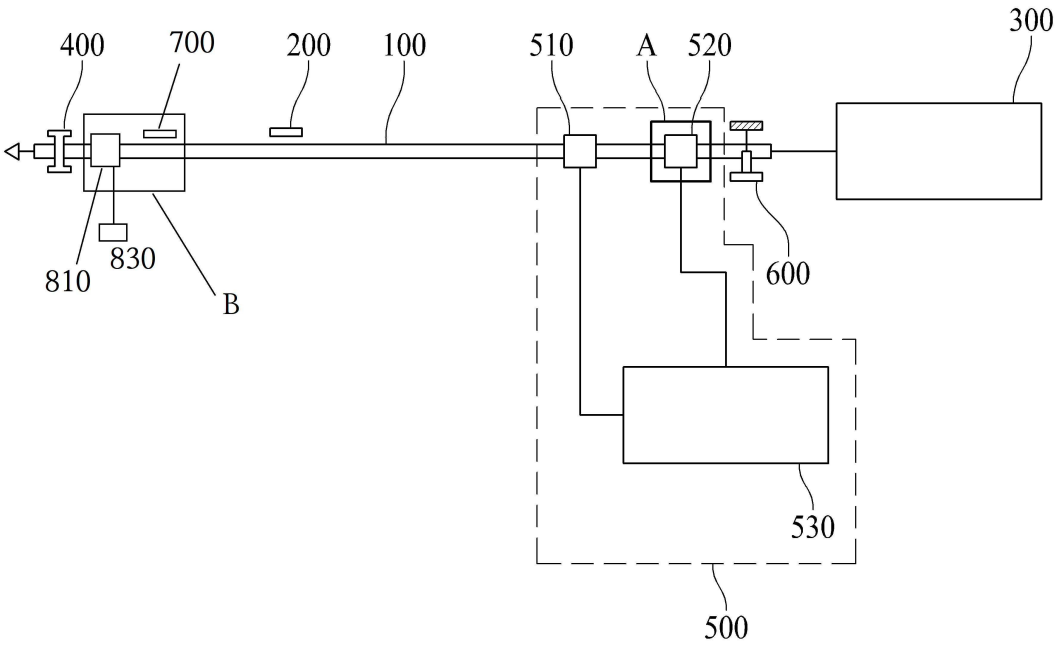
(54) 발명의 명칭 **자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치 그리고, 그의 방법**

(57) 요 약

초음파 도파로로 사용되는 자기변형 와이어; 상기 와이어로부터 일정 거리를 유지한 채 이동 가능하며, 상기 와이어에 대한 축 방향의 제1자기장을 제공하는 이동형마그네틱부; 상기 와이어의 일단에 배치되며, 상기 와이어에 펄스 전류를 인가하여 상기 와이어에 대한 원주 방향의 제2자기장을 제공하는 송신부; 상기 와이어의 타단에 배

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



치되어, 상기 와이어를 고정시키는 와이어고정부; 상기 와이어를 따라 상기 제2자기장이 이동하여 상기 제1자기장과 만나는 지점에서 나선형 제3자기장이 형성되면, 상기 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제1센싱코일부를 통해 상기 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 위치측정용수신유닛; 상기 와이어고정부 부근에 제1측정불감대영역이 형성되고, 상기 제1측정불감대영역에 배치되는 상기 와이어의 어느 일 위치에 고정되어, 상기 와이어에 대한 축 방향의 제4자기장을 제공하는 고정형마그네틱부; 및 상기 와이어를 따라 상기 제2자기장이 이동하여 상기 제4자기장과 만나는 지점에서 나선형 제5자기장이 형성되면, 상기 제5자기장에 의한 변화를 검출하는 온도센싱코일부를 통해 피측정대상의 온도를 측정하는 온도측정용수신유닛;을 포함하는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치를 제공한다.

(52) CPC특허분류

G01K 11/22 (2013.01)

G01S 3/80 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415164036
과제번호	20161520101300
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	원자력핵심기술개발(R&D)
연구과제명	사용후 핵연료 소내 건식 보관용기의 온도측정 기반 상태 감시 시스템 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)엔에스이
연구기간	2016.12.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711073339
과제번호	2016H1D5A1910991
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지역신산업선도인력양성(R&D)
연구과제명	자기변형 기반 위치센서
기 여 율	1/2
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2016.06.01 ~ 2018.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

초음파 도파로로 사용되는 자기변형 와이어;

상기 와이어로부터 일정 거리를 유지한 채 이동 가능하며, 상기 와이어에 대한 축 방향의 제1자기장을 제공하는 이동형마그네틱부;

상기 와이어의 일단에 배치되며, 상기 와이어에 펄스 전류를 인가하여 상기 와이어에 대한 원주 방향의 제2자기장을 제공하는 송신부;

상기 와이어의 타단에 배치되어, 상기 와이어를 고정시키는 와이어고정부;

상기 와이어를 따라 상기 제2자기장이 이동하여 상기 제1자기장과 만나는 지점에서 나선형 제3자기장이 형성되면, 상기 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제1센싱코일부를 통해 상기 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 위치측정용수신유닛;

상기 와이어고정부 부근에 제1측정불감대영역이 형성되고, 상기 제1측정불감대영역에 배치되는 상기 와이어의 어느 일 위치에 고정되어, 상기 와이어에 대한 축 방향의 제4자기장을 제공하는 고정형마그네틱부; 및

상기 와이어를 따라 상기 제2자기장이 이동하여 상기 제4자기장과 만나는 지점에서 나선형 제5자기장이 형성되면, 상기 제5자기장에 의한 변화를 검출하는 온도센싱코일부를 통해 피측정대상의 온도를 측정하는 온도측정용수신유닛;을 포함하는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 위치측정용수신유닛은

상기 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제2센싱코일부를 통해 상기 와이어의 비틀림 변위를 측정하는 것을 특징으로 하는 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2센싱코일부는 상기 송신부 부근에 형성되는 제2측정불감대영역에 배치되는 것을 특징으로 하는 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 이동형마그네틱부는 상기 제1측정불감대영역과 상기 제2측정불감대영역 사이에서 이동 가능한 것을 특징으로 하는 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1센싱코일부는 1축 헬름홀츠 구조이고, 상기 온도센싱코일부는 솔레노이드 구조인 것을 특징으로 하는

초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 위치측정용수신유닛은 상기 제1센싱코일부 및 상기 제2센싱코일부에 의한 각 출력신호를 분석하는 제1신호처리부;를 포함하며,

상기 제1신호처리부는

상기 이동형마그네틱부가 제외되는 조건에서, 상기 와이어에 펄스 전류가 인가되어 상기 제1센싱코일부를 통해 측정되는 기본신호(Reference signal)와, 상기 이동형마그네틱부의 위치에 따라 상기 제3자기장에 의한 변화가 상기 제1센싱코일부를 통해 측정되는 위치신호(Position signal)를 통해

상기 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 위치측정알고리즘을 내장하는 것을 특징으로 하는 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 이동형마그네틱부의 위치는 상기 온도측정용수신유닛을 통해 측정되는 온도에 의해 보상되는 것을 특징으로 하는 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치.

청구항 8

제6항에 따른 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치 중 위치측정알고리즘에 의한 위치측정 방법으로서,

상기 위치신호에서 상기 기준신호를 차동하여 대상신호(Target signal)를 추출하는 제1단계;

상기 대상신호에서 1) 극값이 0인 엣지점이 존재하는 경우, 상기 엣지점을 유효신호지점으로 선정하고, 2) 극값이 0인 엣지점이 존재하지 않는 경우, 상기 대상신호 중 최소값인 지점을 유효신호지점으로 선정하는 제2단계;

상기 유효신호지점의 위상 지연을 측정하여, 상기 이동형마그네틱부의 위치를 도출하는 제3단계;를 포함하는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

제3단계에서, 위상 지연을 측정한 다음에,

상기 온도측정용수신유닛을 통해 측정되는 온도가 미리 설정되는 임계값을 초과하는지 여부를 판단하는 제3-1단계; 및

1) 상기 임계값을 초과하는 경우, 온도에 따른 위상 지연을 보상하고, 2) 상기 임계값 미만인 경우, 위상 지연에 대한 보상없이 상기 이동형마그네틱부의 위치를 도출하는 제3-2단계;를 포함하는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자기변형원리를 이용한 위치 및 온도 측정 장치에 관한 것으로서, 특히 자기변형 와이어에 대한 비틀

림 파를 검출하여 피측정대상에 대한 위치 및 온도를 측정할 수 있는 장치와 그의 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 초음파 방식의 위치 측정 기술과 온도 측정 기술에 대한 연구는 다양한 측면에서 많이 이루어지고 있다. 특히, 초음파 도파로를 이용한 초음파 방식의 위치 측정 기술의 경우, 동일한 기본 원리를 가지는 초음파 도파로를 이용한 초음파 방식의 온도 측정 기술보다 더 넓은 산업 전반에 적용되고 있기 때문에 그에 대한 연구가 더욱 활발하다.

[0003] 초음파 도파로를 이용한 위치 측정 기술에 대한 연구는 크게 구조 변환을 통한 출력 향상 연구, 출력 향상을 통한 측정 거리 증가에 관한 연구, 측정 불가능 구간 감소에 관한 연구 측면으로 나눌 수 있다. 또한, 초음파 도파로를 이용한 온도 측정 기술에 대한 연구는 초음파 도파로의 구조에 따른 단일 또는 다중 지점에 대한 온도 측정 가능성 검증 연구가 주를 이루고 있다. 특정 분야에 대한 적용을 위하여 초음파 방식의 온도 측정 시스템의 적용 환경에 관한 분석 연구가 이루어지는 등 상용화를 위한 여러 과정이 아직 남아있는 단계이다.

[0004] 단일 장치로 위치 측정과 온도 측정을 동시에 수행하는 기술에 대한 연구는 초음파 도파로를 이용한 초음파 방식의 위치 측정 장치 내 댐퍼의 경도 변화에 따른 신호 변화를 이용하여 온도를 측정하는 연구 외에도 피에조(Piezo, PZT) 방식의 측정 높이 50㎜에 대한 수위 측정 장치로 유체의 온도를 측정하는 연구가 이루어졌다.

[0005] 초음파의 전파 속도는 초음파 도파로의 온도에 영향을 받기 때문에 초음파 도파로를 이용한 초음파 방식의 위치 측정 기술의 측면에서 고정된 환경이 아니라면 주변 환경이나 조건에 따른 온도 변화에 대한 위치 측정 값의 변화를 위치 측정 결과에 반영하는 것이 반드시 필요하다고 할 수 있다.

[0006] 그러나, 두 측정 기술이 결합된 형태의 연구는 아직 시작 단계로 두 측정 기술을 하나의 시스템으로 구현하여 두 물리량의 동시 측정을 통한 보상과 같은 실제적인 측면에서는 그 한계가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제 10-2006-0117542 (공개일자 : 2006년 11월 17일) 절대위치 검출장치 및 이를 이용한 제어장치

(특허문헌 0002) 한국등록특허공보 제 10-0866904 (등록일자 : 2008년 10월 29일) 자기장의 각도변화를 이용한 위치센서

(특허문헌 0003) 한국등록특허공보 제10-1954567 초음파 도파로를 이용한 표면 온도 측정 장치

(특허문헌 0004) 한국등록특허공보 제10-0635397 실시간 온도보정을 수행하는 초음파에 의한 두께 측정 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 실시예는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 단일 장치 내에서 고체인 와이어를 초음파 도파로로 사용하여 피측정대상의 위치 및 온도를 측정하고, 동시에 비틀림 파에 의한 자기장 변화 및 와이어의 비틀림 변위를 측정할 수 있는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치를 제공하고자 한다.

[0009] 단일 장치 내에서 위치 및 온도를 동시에 측정하고, 측정된 온도에 따라 피측정대상의 위치에 대한 온도 보상을 반영하고자 한다.

[0010] 또한, 위치 및 온도 측정이 이루어지는 공간에 대한 구조적 제한(곡선, 곡면 등)과 주변 환경에 따른 측정 한계를 해결할 수 있는 위치 및 온도 측정 장치 그리고, 그의 방법을 제공하고자 한다. 또한, 기존 초음파 방식의 위치 측정 장치에 존재하는 측정 불감대 영역을 보다 감소시키고자 한다.

[0011] 또한, 위치 및 온도 측정 장치에 적용 가능한 위치 및 온도 측정 알고리즘을 제공하고자 한다. 이를 통해, 위치 및 온도 측정 장치 그리고, 그의 방법에 대한 신뢰성을 보다 확보하고자 한다. 또한, 본 장치의 각 구성요소 사

이의 결합 관계를 용이하게 하여 유지, 관리가 편리하도록 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 실시예는 상기와 같은 과제를 해결하고자, 초음파 도파로로 사용되는 자기변형 와이어; 상기 와이어로부터 일정 거리를 유지한 채 이동 가능하며, 상기 와이어에 대한 축 방향의 제1자기장을 제공하는 이동형마그네틱부; 상기 와이어의 일단에 배치되며, 상기 와이어에 펄스 전류를 인가하여 상기 와이어에 대한 원주 방향의 제2자기장을 제공하는 송신부; 상기 와이어의 타단에 배치되어, 상기 와이어를 고정시키는 와이어고정부; 상기 와이어를 따라 상기 제2자기장이 이동하여 상기 제1자기장과 만나는 지점에서 나선형 제3자기장이 형성되면, 상기 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제1센싱코일부를 통해 상기 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 위치측정용수신유닛; 상기 와이어고정부 부근에 제1측정불감대영역이 형성되고, 상기 제1측정불감대영역에 배치되는 상기 와이어의 어느 일 위치에 고정되어, 상기 와이어에 대한 축 방향의 제4자기장을 제공하는 고정형마그네틱부; 및 상기 와이어를 따라 상기 제2자기장이 이동하여 상기 제4자기장과 만나는 지점에서 나선형 제5자기장이 형성되면, 상기 제5자기장에 의한 변화를 검출하는 온도센싱코일부를 통해 피측정대상의 온도를 측정하는 온도측정용수신유닛;을 포함하는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치를 제공한다.

[0013] 상기 위치측정용수신유닛은 상기 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제2센싱코일부를 통해 상기 와이어의 비틀림 변위를 측정하는 것이 바람직하다.

[0014] 상기 제2센싱코일부는 상기 송신부 부근에 형성되는 제2측정불감대영역에 배치되는 것이 바람직하다.

[0015] 상기 이동형마그네틱부는 상기 제1측정불감대영역과 상기 제2측정불감대영역 사이에서 이동 가능한 것이 바람직하다.

[0016] 상기 제1센싱코일부는 1축 헬름홀츠 구조이고, 상기 온도센싱코일부는 솔레노이드 구조인 것이 바람직하다.

[0017] 상기 위치측정용수신유닛은 상기 제1센싱코일부 및 상기 제2센싱코일부에 의한 각 출력신호를 분석하는 제1신호처리부;를 포함하며,

[0018] 상기 제1신호처리부는 상기 이동형마그네틱부가 제외되는 조건에서, 상기 와이어에 펄스 전류가 인가되어 상기 제1센싱코일부를 통해 측정되는 기본신호(Reference signal)와, 상기 이동형마그네틱부의 위치에 따라 상기 제3자기장에 의한 변화가 상기 제1센싱코일부를 통해 측정되는 위치신호(Position signal)를 통해 상기 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 위치측정알고리즘을 내장하는 것이 바람직하다.

[0019] 상기 이동형마그네틱부의 위치는 상기 온도측정용수신유닛을 통해 측정되는 온도에 의해 보상되는 것이 바람직하다.

[0020] 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치 중 위치측정알고리즘에 의한 위치 측정 방법으로서, 상기 위치신호에서 상기 기준신호를 차동하여 대상신호(Target signal)를 추출하는 제1단계; 상기 대상신호에서 1) 극값이 0인 엣지점이 존재하는 경우, 상기 엣지점을 유효신호지점으로 선정하고, 2) 극값이 0인 엣지점이 존재하지 않는 경우, 상기 대상신호 중 최소값인 지점을 유효신호지점으로 선정하는 제2단계; 상기 유효신호지점의 위상 지연을 측정하여, 상기 이동형마그네틱부의 위치를 도출하는 제3단계;를 포함하는 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 방법을 제공한다.

[0021] 제3단계에서, 위상 지연을 측정한 다음에, 상기 온도측정용수신유닛을 통해 측정되는 온도가 미리 설정되는 임계값을 초과하는지 여부를 판단하는 제3-1단계; 및 1) 상기 임계값을 초과하는 경우, 온도에 따른 위상 지연을 보상하고, 2) 상기 임계값 미만인 경우, 위상 지연에 대한 보상없이 상기 이동형마그네틱부의 위치를 도출하는 제3-2단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0022] 이상에서 살펴본 바와 같은 본 발명의 과제해결 수단에 의하면 다음과 같은 사항을 포함하는 다양한 효과를 기대할 수 있다. 다만, 본 발명이 하기와 같은 효과를 모두 발휘해야 성립되는 것은 아니다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치는 단일 장치 내에서 고체인 와이어를 초음파 도파로로 사용하여 피측정대상의 위치 및 온도를 측정하고, 동시에 비틀림 파에 의한 자기장 변화 및 와이어의 비틀림 변위를 측정할 수 있다.

[0024] 또한, 단일 장치 내에서 위치 및 온도를 동시에 측정하고, 측정된 온도에 따라 피측정대상의 위치에 대한 온도

보상을 반영할 수 있다.

[0025] 또한, 위치 및 온도 측정이 이루어지는 공간에 대한 구조적 제한(곡선, 곡면 등)과 주변 환경에 따른 측정 한계를 해결할 수 있다. 또한, 기존 초음파 방식의 위치 측정 장치에 존재하는 측정 불감대 영역을 보다 감소시킬 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 방법은 위치 및 온도 측정 장치에 적용 가능한 위치 및 온도 측정 알고리즘을 제공할 수 있다. 이를 통해, 위치 및 온도 측정 장치 그리고, 그의 방법에 대한 신뢰성을 보다 확보할 수 있다. 또한, 본 장치의 각 구성요소 사이의 결합 관계를 용이하게 하여 유지, 관리가 편리하도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치의 개략적인 구성도.

도 2는 도 1의 위치 측정 원리를 보여주는 도면.

도 3은 제1코일 내지 제4코일에 대한 개략도.

도 4는 도 1의 측정 장치에 있어, 위치측정알고리즘에 대한 개략적인 흐름도.

도 5는 도 4에서 일 실시예에 따른 기준신호 위치신호에 대한 그래프.

도 6은 도 5에서 제1센싱코일부를 통해 실제 측정된 기준신호, 위치신호 및 대상신호에 대한 그래프.

도 7은 도 5에서 이동형마그네틱부의 0.1m 간격의 위치 변화에 따른 대상신호의 변화를 나타낸 그래프.

도 8은 도 1의 측정 장치에 있어, 온도측정알고리즘에 대한 개략적인 흐름도.

도 9는 도 8에서 제2센싱코일부를 통해 실제 측정된 기준신호, 위치신호 및 대상신호에 대한 그래프.

도 10은 도 8에서 온도 변화에 따른 대상신호의 변화를 나타낸 그래프.

도 11은 도 1의 측정 장치에 있어, 온도 보상이 반영된 위치측정알고리즘에 대한 개략적인 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0029] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세히 설명한다.

[0031] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 방식의 위치 및 온도 동시 측정 장치의 개략적인 구성도이고, 도 2는 도 1의 위치 측정 원리를 보여주는 도면이며, 도 3은 제1코일 내지 제4코일에 대한 개략도이다.

[0032] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치는 와이어(100), 이동형마그네틱부(200), 송신부(300), 와이어고정부(400), 위치측정용수신유닛(500), 장력조절부(600), 고정형마그네틱부(700), 온도측정용수신유닛(800) 등을 포함할 수 있다.

[0033] 자기변형이란 자기장 속에서 강자성체 재료 내부의 자구(magnetic domain)가 자기장의 방향으로 정렬하면서 외형이 변하는 것 또는 이 반대의 현상을 모두 통칭한다. 자기변형은 1차원 자기장과 2차원 자기장 효과로 나뉘는데, 1차원 자기장 효과 중 줄 효과는 강자성체 재료 주변에 한 축 방향의 자기장을 인가하면 재료 내부의 자구가 인가된 자기장 방향으로 정렬되면서 길이 방향으로 변화하는 현상을 의미한다. 이를 대표적으로 자기변형효과라고 지칭한다.

[0034] 2차원 자기장 효과에는 위드만 효과 등이 있다. 2차원 자기장 효과는 1차원 자기장 효과를 기반으로 한다. 강자

성체 재료 주변에 예를 들어, 영구자석을 위치시키면 축 방향의 자기장이 형성되고, 재료에 직접 전류를 인가하면 원주 방향 자기장이 형성된다. 그리고, 축 방향과 원주 방향 자기장이 동시에 인가되면 어느 일 지점에서 만나 합 벡터 방향의 비틀어진 나선형 자기장이 유도된다. 그리고, 이를 통해 재료는 비틀어지는데, 이를 위드만 효과라고 한다.

[0035] 와이어(100)는 초음파 도파로로 사용되며, 강자성체인 자기변형 재료에 의해 형성된다. 이 때, 와이어(100)의 직경은 1㎜ 이하인 것이 바람직하다. 초음파 도파로로 와이어(100)를 사용하면 10m 이상 긴 거리 측정이 가능하고, 외부 환경(먼지나 기름 등)에 대한 강건성이 우수하다는 장점을 갖는다. 또한, 와이어(100)는 휨이 가능한 형태인 바, 직선(평면) 뿐만 아니라 곡선(곡면) 등 다양한 형체에 고정, 설치 가능하다. 또한, 일 실시예에 따른 와이어(100)는 직경이 1㎜ 이하인 바, 미세 공간 등 기존 구조적 한계에 따른 설치 어려움 등의 문제점을 해결할 수 있다. 일 실시예에 따른 와이어(100)는 니켈-철 합금인 $Ni_{50}Fe_{50}$을 사용하며, 직경은 1㎜이고, 길이는 1.5m이다.

[0036] 이동형마그네틱부(200)는 와이어(100)로부터 일정 거리를 유지한 채 이동 가능하며, 와이어(100) 주변에 와이어(100)에 대한 축 방향의 제1자기장(H_A)을 제공한다. 일 실시예에 따른 이동형마그네틱부(200)는 후술할 제1측정불감대영역(B)과 제2측정불감대영역(A) 사이에서 이동 가능한 것이 바람직하다. 즉, 이동형마그네틱부(200)는 두 측정불감대영역 사이의 어느 일 위치에 위치하게 된다.

[0037] 이런, 이동형마그네틱부(200)는 와이어(100)의 축(길이) 방향을 따라 움직이도록 설치된다. 이동형마그네틱부(200)는 이동 가능한 모든 구간에서 와이어(100)와 일정 간격을 유지하는 바, 동일 세기의 축 방향 제1자기장을 와이어(100) 주변에 지속적으로 인가할 수 있다.

[0038] 한편, 이동형마그네틱부(200)는 측정 대상이 되는 피측정대상에 부착되어 함께 움직이는 바, 커서(Cursor)라고 통용된다. 일 실시예에 따른 이동형마그네틱부(200)는 링 형상(또는, 빈 원통 형상)으로 와이어(100)가 이동형마그네틱부(200)의 내부 중앙을 관통하여 이동형마그네틱부(200)의 길이 방향으로 연장되도록 형성될 수 있다. 일 실시예에 따른 이동형마그네틱부(200)는 단축(X축, Y축 및 Z축 중 어느 한 축) 스테이지에 설치되어 와이어의 축 방향을 따라 일정 간격을 유지하면서 이동될 수 있다.

[0039] 송신부(300)는 와이어(100)의 일단에 배치되며, 와이어(100)에 펄스 전류를 인가하여 와어어 주변에 와이어(100)에 대한 원주 방향의 제2자기장(H_C)을 제공한다. 제2자기장은 와이어(100)를 따라 이동한다. 한편, 펄스 전류는 예를 들어 컴퓨터, 데이터 수집 장치 및 전류 앰프를 순차적으로 거쳐 형성된다. 컴퓨터에 의해 인가될 펄스 파형이 설계되면, 데이터 수집 장치를 통해 펄스 파형이 출력되고, 이는 전류 앰프의 입력으로 입력되어 전압 대 전류 증폭비를 갖는 펄스 전류로 변환되어 와이어(100)에 인가된다. 한편, 인가되는 펄스 전류의 크기에 따라 제2자기장의 크기 역시 달라진다.

[0040] 와이어고정부(400)는 와이어(100)의 타단에 배치되어, 와이어(100)를 고정시킨다.

[0041] 위치측정용수신유닛(500)은 와이어(100)를 따라 제2자기장이 이동하여 제1자기장과 만나는 지점에서 나선형 제3자기장(H_T)이 형성되면, 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제1센싱코일부(510)를 통해 이동형마그네틱부(200)의 위치를 측정한다. 또한, 위치측정용수신유닛(500)은 와이어(100)를 따라 제2자기장이 이동하여 제1자기장과 만나는 지점에서 나선형 제3자기장이 형성되면, 제3자기장에 의한 변화를 검출하는 제2센싱코일부(520)를 통해 와이어(100)의 비틀림 변위를 측정한다. 이런 위치측정용수신유닛(500)은 와이어(100)의 일측에 배치될 수 있다.

[0042] 제2자기장이 와이어(100)를 따라 이동할 때, 미소 관점에서 와이어(100)의 길이 방향으로 국부적 변형이 발생한다. 그 결과, 위치측정용수신유닛(500)은 송신부(300)에서 발생되는 제2자기장이 위치측정용수신유닛(500)을 통과하면 이를 유도 전압의 형태로 감지할 수 있다. 이 때, 감지되는 초기 신호에 대한 검출 시간을 T_0라고 한다. 한편, 유도 전압에 대한 감지는 특히, 제1센싱코일부(510)를 통해 이루어질 수 있다.

[0043] 제2자기장이 위치측정용수신유닛(500)을 통과하여 와이어(100)를 따라 계속 이동하면 이동형마그네틱부(200)에 의한 축 방향 자기장인 제1자기장과 만나게 된다. 그리고, 그 지점에서는 동시에 두 종류의 자기장이 만나면서 합 벡터 방향으로 나선형 자기장인 제3자기장(H_T)이 형성된다. 이 때, 와이어(100)는 제3자기장에 의한 변화에 의해 순간적으로 비틀어졌다가 다시 원래 상태로 복귀하게 된다. 그리고, 순간적인 비틀림 변형에 의해 와이어(100)에는 비틀림 파(Torsional wave)인 초음파가 유도되며, 이는 와이어(100)의 양 방향으로 전파된다.

[0044] 비틀림 파의 발생 위치에서 바로 위치측정용수신유닛(500)을 향해 전파되는 비틀림 파가 제1센싱코일부(510)를 통과하면 이 때, 반사 신호가 검출된다. 펄스 전류는 광속에 가까운 전파 속도로 와이어(100)를 따라 이동하는 반면 비틀림 파는 초음속으로 전파되어 둘 사이의 속도 차는 매우 크다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1센싱코일부(510)는 1축 헬름홀츠 구조의 제2코일(512)일 수 있다. 일 실시예에 따른 제1코일(811)은 길이가 L1이며, 구리 재질의 셀프-본딩 와이어가 1000턴(turn) 감겨지는 방법으로 형성된다. 그리고, 제1코일(811) 내부 중앙에는 일정 직경의 홀(hole 또는, 공극)이 형성된다.

[0046] 한편, 제2코일(512)인 헬름홀츠 구조는 제1코일(811)인 솔레노이드 구조에 비해 와이어(100)의 변화를 감지하는데 있어 미세한 자기장 변화를 보다 더 잘 감지할 수 있다. 이 때, 제2코일(512)의 형상 조건은 두 개의 원형 코일이 동일 축 선상에 평행으로 배치되고, 두 원형 코일 사이의 거리(L2)는 원형 코일의 반경(R)과 동일해야 한다.

[0047] 한편, 본 발명의 일 실시예에 의한 실험을 통해, 제1코일(811)에 의한 출력신호인 제1유도전압과 제2코일(512)에 의한 출력신호인 제2유도전압 사이에는 제1코일(811)과 제2코일(512) 사이의 구조적 형상에 따른 연관성이 입증되었다. 실험에 의하면, 제1코일(811)의 길이(L1)와 제2코일(512)의 반경(R) 사이에는 반비례 관계가 형성될 수 있다. 이를 수식으로 나타내면, $R = \alpha * L1$ (여기서, α는 제1코일(811)과 제2코일(512) 사이의 구조비율 계수라고 정의한다.) 제2코일(512)의 성능은 α에 따라 변화될 수 있다. 한편, 제2유도전압은 α를 변경하여 소정의 전압값으로 용이하게 변환될 수 있다.

[0048] 또한, 제1센싱코일부(510)의 배치 위치에 따라, 송신부 부근에는 제2측정불감대영역(A)이 서로 다른 위치에 형성된다. 이 때, 제2센싱코일부(520)는 제2측정불감대영역(A) 내에 배치될 수 있다. 제2측정불감대영역(A)은 초음파를 이용하는 위치 측정 장치에서 존재하기 마련이다. 이는, 커서인 이동형마그네틱부(200)가 위치측정용수신유닛(500) 내의 제1센싱코일부(510)에 가까워지면 송신부(300)에서 인가되는 펄스 신호와 이동형마그네틱부(200)에 의한 반사 신호(초음파)가 서로 중첩되어 검출신호가 구별되지 않는 현상에 의해 발생할 수 있다. 그 결과, 제2측정불감대영역(A)이 발생할 수 있다.

[0049] 또한, 이동형마그네틱부(200)가 와이어(100)의 타단으로 이동하게 되면, 제3자기장에 의해 형성되는 비틀림 파로 인해 1) 이동형마그네틱부(200)에서 제1센싱코일부(510)로 직접 반사되는 것과 2) 이동형마그네틱부(200)에서 와이어고정부(400) 방향으로 이동한 후, 와이어고정부(400)에서 반사되어 제1센싱코일부(510)로 이동하는 것이 중첩되면서 유효신호지점을 판별할 수 없게 된다. 그 결과, 제1측정불감대영역(B)이 발생할 수 있다.

[0050] 위치측정용수신유닛(500)은 제2측정불감대영역(A)을 줄이기 위해 제2센싱코일부(520)를 더 포함한다. 제2센싱코일부(520)는 2축 헬름홀츠 구조의 제3코일(521) 및 3축 헬름홀츠 구조의 제4코일(522) 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 2축 구조는 1축 구조에서 수직 방향으로 헬름홀츠 구조가 더 추가되는 것을 의미한다. 1축 구조가 X축 방향인 경우, 2축 구조는 XY축 방향 및 XZ축 방향 중 어느 하나가 된다. 이 때, 3축 구조는 XYZ축 방향이 된다.

[0051] 이 때, 제3코일(521) 및 제4코일(522)은 제3자기장에 의해 형성되는 비틀림 파가 와이어고정부(400)를 통해 반사되어 제2센싱코일부(520)로 이동하는 반사 신호를 검출한다. 비틀림 파는 2방향(와이어(100)의 축 방향과 와이어(100)의 원주 방향)의 자기장을 발생시킨다. 그리고, 이는 와이어(100)의 비틀림 변위를 형성한다.

[0052] 일 실시예에 따른 제2센싱코일부(520)는 와이어(100)의 비틀림 변위를 측정할 수 있다. 종래 와이어(100)에 대한 비틀림 변위를 측정하기 위해, 와이어 등에 스트레인 게이지를 설치 부착하였으나, 일 실시예에 따른 와이어(100)의 직경은 1㎜ 이하인 바, 스트레인 게이지를 설치하는 것이 불가능하다. 제2센싱코일부(520)는 이런 문제점을 해결할 수 있다.

[0053] 또한, 제2센싱코일부(520)는 비틀림 파에 의한 자기장을 측정할 수 있다. 이 때, 제3코일(521)은 2축 헬름홀츠 구조를 갖는 바, 축 별(2개)로 전압값을 각각 측정할 수 있다. 제2센싱코일부(520)는 각 전압값의 비율, 벡터합을 이용하여 자기장을 측정하게 된다. 한편, 제4코일(522)은 3축 헬름홀츠 구조를 갖는 바, 각 축 별(3개)로 전압값을 각각 측정할 수 있다.

[0054] 일 실시예에 따른 위치측정용수신유닛(500)은 단일 부품으로 형성되며, 제1센싱코일부(510)를 통해 이동형마그네틱부(200)의 위치 측정 뿐만 아니라, 제2센싱코일부(520)를 통해 와이어(100)의 변위 및 제3자기장 측정이 가능한 바, 복수 개의 물리량을 동시에 측정할 수 있다.

[0055] 이 때, 와이어(100)는 제3코일(521) 및 제4코일(522) 중 어느 하나를 관통하거나 또는 나란하게 배치되는 것이 바람직하다. 와이어(100)는 제3코일(521) 및 제4코일(522) 중 어느 하나의 내부 중앙을 관통할 수 있다. 또한,

와이어(100)는 제3코일(521) 및 제4코일(522) 중 어느 하나와 평행하게 배치될 수 있다.

[0056] 또한, 위치측정용수신유닛(500)은 제1센싱코일부(510) 및 제2센싱코일부(520)에 의한 각 출력신호를 분석하는 제1신호처리부(530)를 더 포함할 수 있다. 그리고, 제1신호처리부(530)는 이동형마그네틱부(200)가 제외되는 조건에서, 와이어(100)에 펄스 전류가 인가되어 제1센싱코일부(510)를 통해 측정되는 기본신호(Reference signal)와, 이동형마그네틱부(200)의 위치에 따라 제3자기장에 의한 변화가 제1센싱코일부(510)를 통해 측정되는 위치신호(Position signal)를 통해 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 위치측정알고리즘을 내장할 수 있다.

[0057] 제1신호처리부(530)는 이동형마그네틱부(200)의 위치에 따라 변화하는 반사 신호 즉, 각 출력신호에서 유효신호지점을 선정할 수 있다. 전술한 것처럼, 송신부(300)는 일정 주기를 갖는 펄스 전류를 인가한다. 여기서, 이동형마그네틱부(200)의 어느 일 위치에서 추출되는 대상신호(Target signal)를 분석하여, 1) 극값이 0인 엣지점이 존재하는 경우, 엣지점을 유효신호지점으로 선정하고, 2) 극값이 0인 엣지점이 존재하지 않는 경우, 대상신호 중 최소값인 지점을 유효신호지점으로 선정한다. 그리고, 유효신호지점의 위상 지연을 측정하면, 이동형마그네틱부의 위치가 도출된다.

[0058] 장력조절부(600)는 와이어(100)의 장력을 변경시킨다. 장력조절부(600)는 와이어(100)의 일측에 배치되어 주변 환경의 온도, 습도 등의 조건에 따라 와이어(100)에 일정 크기의 장력을 인가할 수 있다.

[0059] 고정형마그네틱부(700)는 와이어고정부(400) 부근에 제1측정불감대영역(B)이 형성된다. 고정형마그네틱부(700)는 제1측정불감대영역(B)에 배치되는 와이어(100)의 어느 일 위치에 고정되어, 와이어(100)에 대한 축 방향의 제4자기장을 제공한다. 여기서, 제1측정불감대영역(B)은 제2측정불감대영역(A)이 위치한 지점의 반대 편인 와이어(100)를 고정시키는 와이어고정부(400) 부분에서 발생한다.

[0060] 고정형마그네틱부(700)는 동일 세기를 갖는 축 방향의 제4자기장을 와이어(100) 주변에 지속적으로 인가할 수 있다. 여기서, 제1측정불감대영역(B)에 배치되는 와이어(100)의 외주면에는 적어도 하나 이상의 홈(미도시)이 형성될 수 있다. 이 때, 원주 방향의 제2자기장이 와이어(100)를 따라 이동하여 홈과 만나는 지점에서 종파가 형성될 수 있다. 그리고, 이런 종파에 의한 변화는 온도센싱코일부(810)를 통해 검출되어 피측정대상의 온도를 측정할 수 있도록 한다.

[0061] 온도측정용수신유닛(800)은 와이어(100)를 따라 제2자기장이 이동하여 제4자기장과 만나는 지점에서 나선형 제5자기장이 형성되면, 제5자기장에 의한 변화를 검출하는 온도센싱코일부(810)를 통해 피측정대상의 온도를 측정한다. 제5자기장은 제2자기장과 제4자기장의 각 비율에 따른 나선형 자기장의 형태일 수 있다. 한편, 나선형 자기장이 순간적으로 유도되면 와이어(100)가 순간적으로 비틀어지면서 비틀림 파가 형성된다.

[0062] 온도센싱코일부(810)는 솔레노이드 구조의 제1코일(811)일 수 있다. 일 실시예에 따른 제1코일(811)은 구리 재질의 셀프-본딩 와이어가 1000턴(turn) 감겨지는 방법으로 형성될 수 있다. 그리고, 제1코일(511) 내부 중앙에는 일정 직경의 홀(hole 또는, 공극)이 형성될 수 있다.

[0063] 일 실시예에 따른 온도측정용수신유닛(800)은 단일 부품으로 형성되며, 온도센싱코일부(810)를 통해 피측정대상의 온도를 측정할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 이동형마그네틱부(200)의 위치는 온도측정용수신유닛(800)을 통해 측정되는 온도에 의해 보상될 수 있다.

[0064] 온도측정용수신유닛(800)은 온도센싱코일부(810)에 의한 출력신호를 분석하는 제2신호처리부(830)를 더 포함할 수 있다. 그리고, 제2신호처리부(830)는 고정형마그네틱부(700)가 제외되는 조건에서, 와이어(100)에 펄스 전류가 인가되어 온도센싱코일부(810)를 통해 측정되는 기본신호(Reference signal)와, 피측정대상의 온도 변화에 따라 제3자기장에 의한 변화가 온도센싱코일부(810)를 통해 측정되는 위치신호(Position signal)를 통해 피측정대상의 온도를 측정하는 온도측정알고리즘을 내장할 수 있다.

[0065] 제2신호처리부(830)는 피측정대상의 온도에 따라 변화하는 반사 신호 즉, 온도센싱코일부(810)에 의한 출력신호에서 유효신호지점을 선정한다. 전술한 것처럼, 송신부(300)는 일정 주기를 갖는 펄스 전류를 인가한다. 여기서, 피측정대상의 어느 일 온도에서 추출되는 대상신호(Target signal)를 분석하여, 극값이 0인 엣지점이 존재하는 경우, 엣지점을 유효신호지점으로 선정한다. 그리고, 유효신호지점의 위상 지연을 측정하여, 피측정대상의 온도가 도출된다.

[0066] 도 4는 도 1의 측정 장치에 있어, 위치측정알고리즘에 대한 개략적인 흐름도이고, 도 5는 도 4에서 일 실시예에 따른 기준신호 위치신호에 대한 그래프이며, 도 6은 도 5에서 제1센싱코일부를 통해 실제 측정된 기준신호, 위치신호 및 대상신호에 대한 그래프이고, 도 7은 도 5에서 이동형마그네틱부의 0.1m 간격의 위치 변화에 따른 대

상신호의 변화를 나타낸 그래프이다.

[0067] 도 4 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치 중 위치측정알고리즘에 의한 위치 측정 방법은 제1단계 내지 제3단계를 포함할 수 있다.

[0068] 제1단계는 위치신호에서 기준신호를 차동하여 대상신호(Target signal)를 추출하는 단계이다. 대상신호는 위치신호에서 기준신호를 뺀 차이를 나타내는 신호이다. 위치신호는 커서인 이동형마그네틱부의 위치에 따라 발생하는 신호를 의미한다. 기준신호는 이동형마그네틱부가 제외된 조건에서 인가되는 펄스 전류에 의해 발생하는 신호를 의미한다.

[0069] 제2단계는 대상신호에서 1) 극값이 0인 엣지점이 존재하는 경우, 엣지점을 유효신호지점으로 선정하고, 2) 극값이 0인 엣지점이 존재하지 않는 경우, 대상신호 중 최소값인 지점을 유효신호지점으로 선정하는 단계이다. 극값이 0인 엣지점이 존재하는 않는 경우는 대개 이동형마그네틱부가 0.1m 이하인 지점에서 발생할 수 있다. 여기서, 기준이 되는 어느 일 이동형마그네틱부의 위치에서, 기준위치대상신호를 추출한다. 그리고, 기준위치대상신호에서 기준이 되는 유효신호지점을 선정할 수 있다. 이를, 기준위치유효신호지점이라고 한다.

[0070] 제3단계는 유효신호지점의 위상 지연을 측정하여, 이동형마그네틱부의 위치를 도출하는 단계이다. 즉, 측정되는 유효신호지점과 기준위치유효신호지점을 서로 대비하여 유효신호지점의 위상 지연을 측정하면, 이동형마그네틱부의 위치를 산출할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 이동형마그네틱부의 위치 변화에 대한 대상신호 내의 유효신호지점의 변화는 1차 선형함수의 형태로 표시될 수 있다.

[0071] 도 8은 도 1의 측정 장치에 있어, 온도측정알고리즘에 대한 개략적인 흐름도이고, 도 9는 도 8에서 제2센싱코일부를 통해 실제 측정된 기준신호, 위치신호 및 대상신호에 대한 그래프이며, 도 10은 도 8에서 온도 변화에 따른 대상신호의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 8 내지 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치 중 위치측정알고리즘에 의한 온도 측정 방법은 제1단계 내지 제3단계를 포함할 수 있다.

[0072] 제1단계는 온도신호에서 기준신호를 차동하여 대상신호(Target signal)를 추출하는 단계이다. 대상신호는 온도신호에서 기준신호를 뺀 차이를 나타내는 신호이다. 온도신호는 온도 변화에 발생하는 신호를 의미한다. 기준신호는 고정형마그네틱부가 제외된 조건에서 인가되는 펄스 전류에 의해 발생하는 신호를 의미한다.

[0073] 제2단계는 대상신호에서 1) 극값이 0인 엣지점이 존재하는 경우, 엣지점을 유효신호지점으로 선정하는 단계이다. 여기서, 기준이 되는 어느 일 온도에서, 기준온도대상신호를 추출한다. 그리고, 기준온도대상신호에서 기준이 되는 유효신호지점을 선정할 수 있다. 이를, 기준온도유효신호지점이라고 한다.

[0074] 제3단계는 유효신호지점의 위상 지연을 측정하여, 피측정대상의 온도를 도출하는 단계이다. 즉, 측정되는 유효신호지점과 기준온도유효신호지점을 서로 대비하여 유효신호지점의 위상 지연을 측정하면, 피측정대상의 온도를 산출할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 피측정대상의 온도 변화에 대한 대상신호 내의 유효신호지점의 변화는 1차 선형함수의 형태로 표시될 수 있다.

[0075] 도 11은 도 1의 측정 장치에 있어, 온도 보상이 반영된 위치측정알고리즘에 대한 개략적인 흐름도이다. 도 11을 참조하면, 전술한 자기변형원리를 이용한 초음파 방식의 위치 및 온도 측정 장치 중 위치측정알고리즘에 의한 위치 측정 방법은 피측정대상의 온도 변화에 따른 보상이 가능하다. 초음파 도파로인 자기변형 와이어를 따라 전파하는 초음파의 속도는 온도에 의존적이기 때문에 이동형마그네틱부의 위치를 측정하는 과정에서 동일 위치에 이동형마그네틱부가 위치하고 있더라도 와이어의 온도에 따라 위치 오차가 발생할 수 있다.

[0076] 이를 위해, 전술한 제3단계에서, 위상 지연을 측정한 다음에, 제3-1단계 및 제3-2단계를 더 포함할 수 있다. 즉, 제1단계 내지 제3단계는 주 알고리즘에 해당되고, 제3-1단계 및 제3-2단계는 부 알고리즘에 해당될 수 있다.

[0077] 제3-1단계는 온도측정용수신유닛을 통해 측정되는 온도가 미리 설정되는 임계값을 초과하는지 여부를 판단하는 단계이다. 여기서, 임계값은 예를 들어, 175℃일 수 있다. 임계값은 대상신호에서 유효신호지점의 위치 변화에 대한 변곡점을 제공하는 수치일 수 있다.

[0078] 제3-2단계는 1) 임계값을 초과하는 경우, 온도에 따른 위상 지연을 보상하고, 2) 임계값 미만인 경우, 위상 지연에 대한 보상없이 이동형마그네틱부의 위치를 도출하는 단계이다.

[0079] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명

이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0080] 100: 와이어 200: 이동형마그네틱부

300: 송신부 400: 와이어고정부

500: 위치측정용수신유닛 600: 장력조절부

700: 고정형마그네틱부 800: 온도측정용수신유닛

510: 제1센싱코일부 520: 제2센싱코일부

512: 제2코일

521: 제3코일 522: 제4코일

530: 제1신호처리부

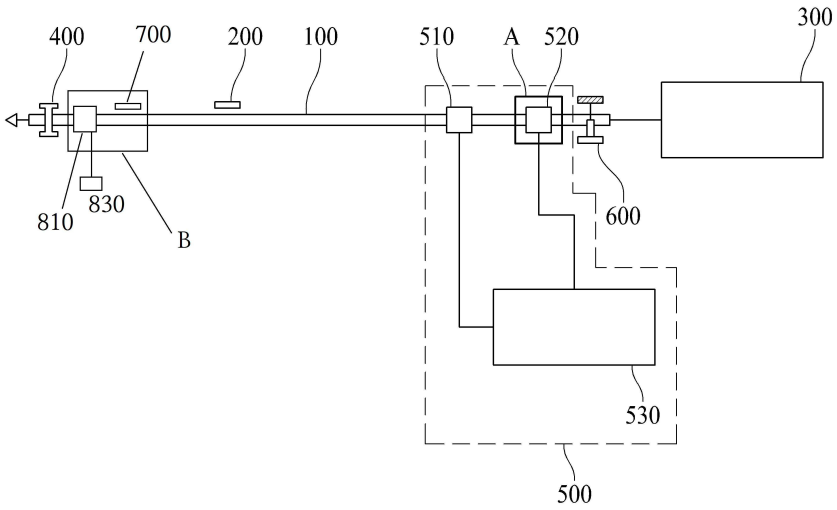
810: 온도센싱코일부

811: 제1코일 830: 제2신호처리부

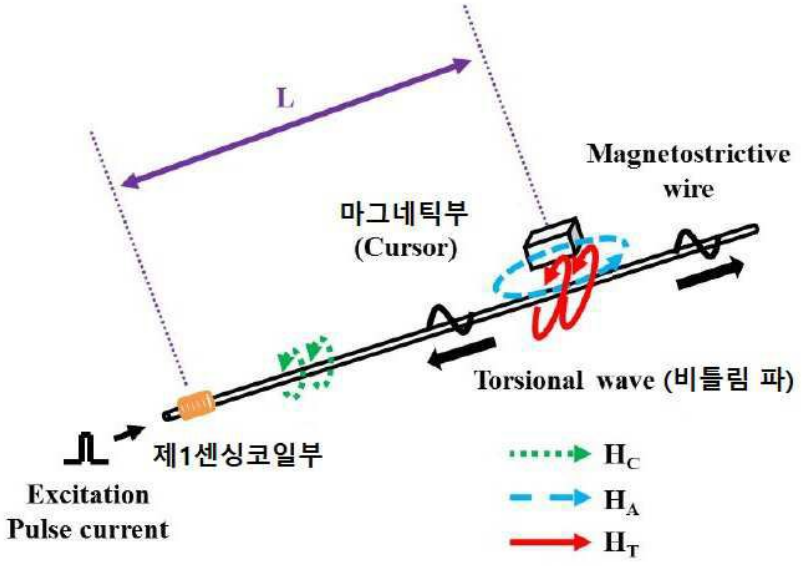
A: 제2측정불감대영역 B: 제1측정불감대영역

도면

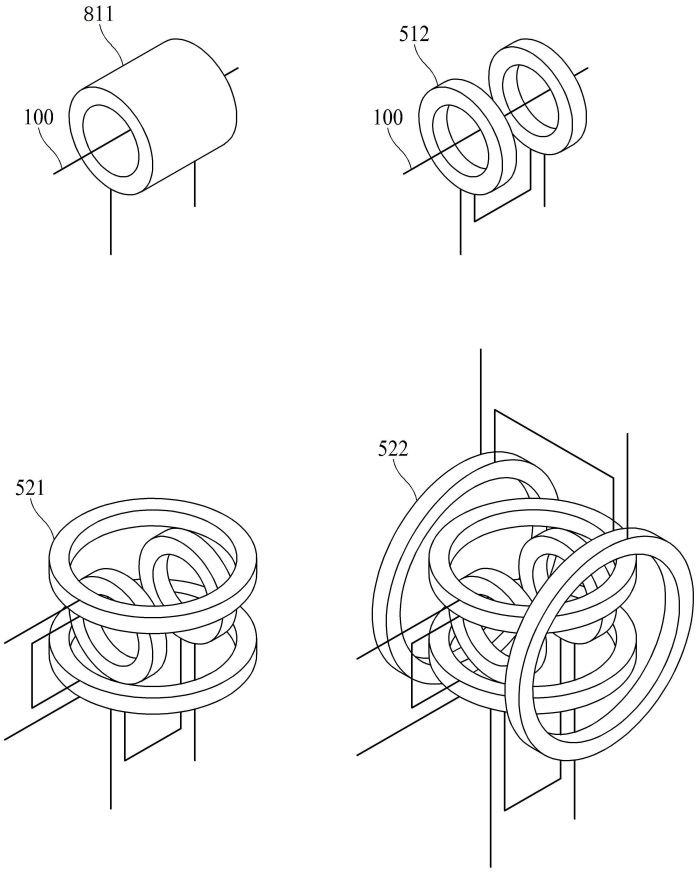
도면1



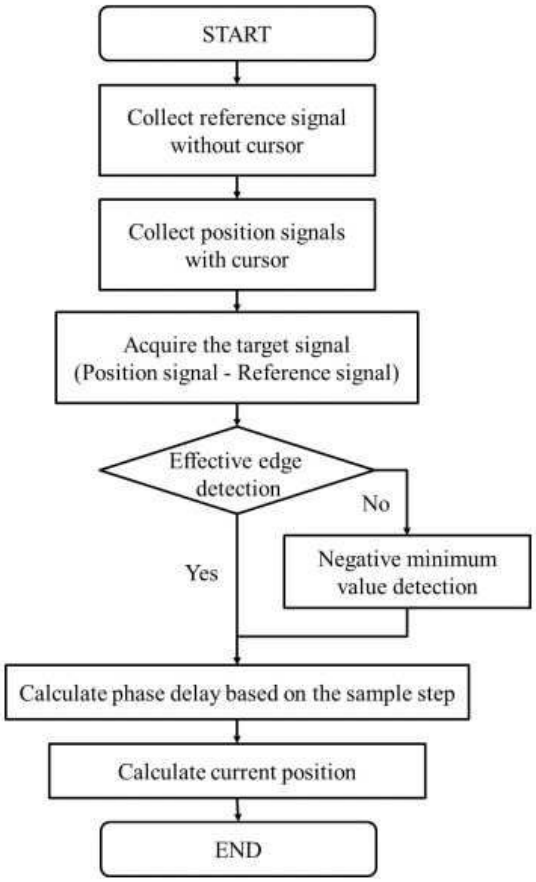
도면2


L
Magnetostrictive wire
마그네틱부 (Cursor)
Torsional wave (비틀림 파)
제1센싱코일부
Excitation Pulse current
H_C
H_A
H_T

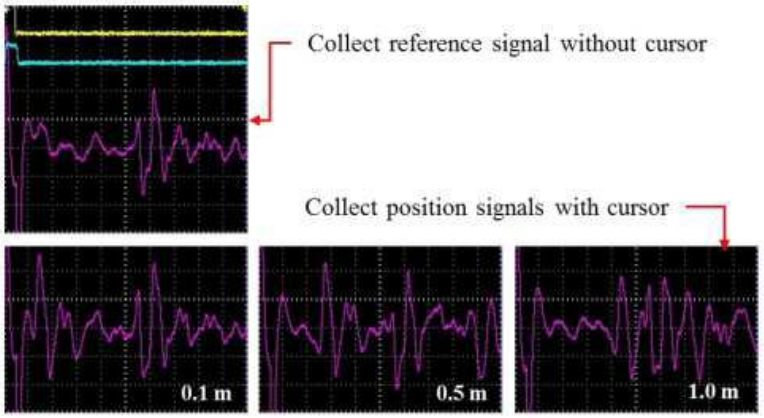
도면3


811
100
512
100
521
522

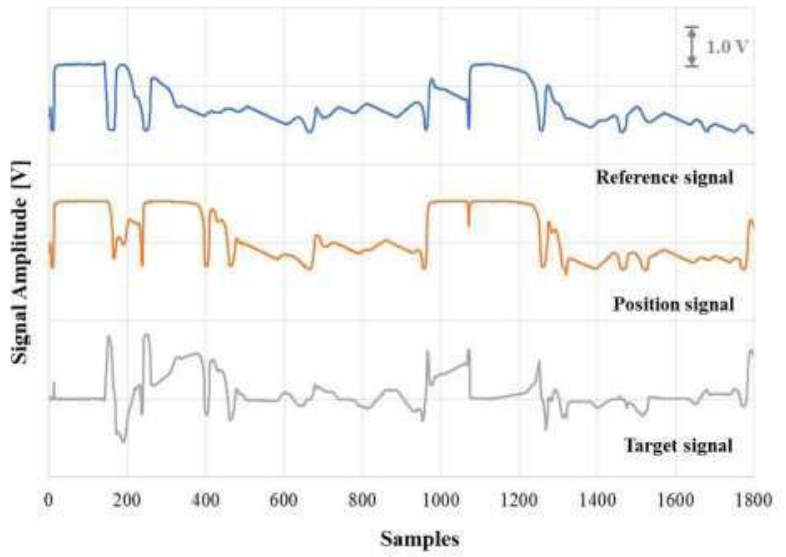
도면4


START
Collect reference signal without cursor
Collect position signals with cursor
Acquire the target signal (Position signal - Reference signal)
Effective edge detection
No
Yes
Negative minimum value detection
Calculate phase delay based on the sample step
Calculate current position
END

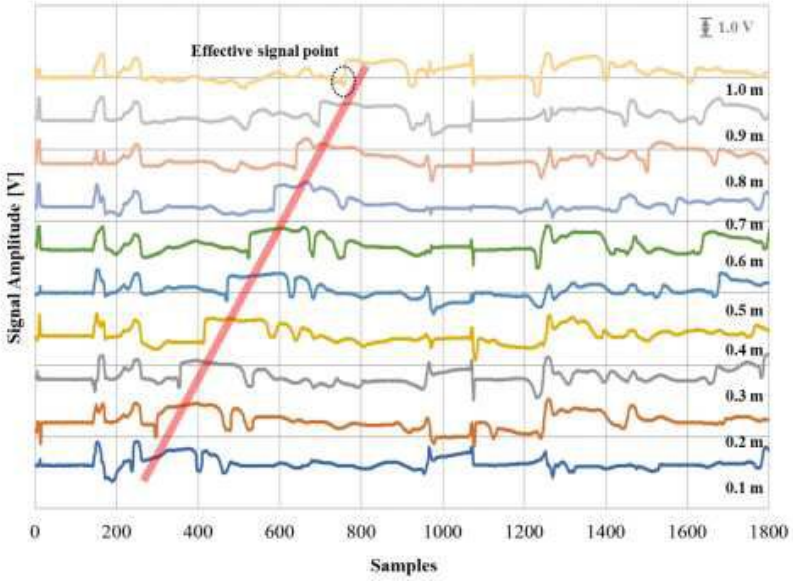
도면5


Collect reference signal without cursor
Collect position signals with cursor
0.1 m
0.5 m
1.0 m

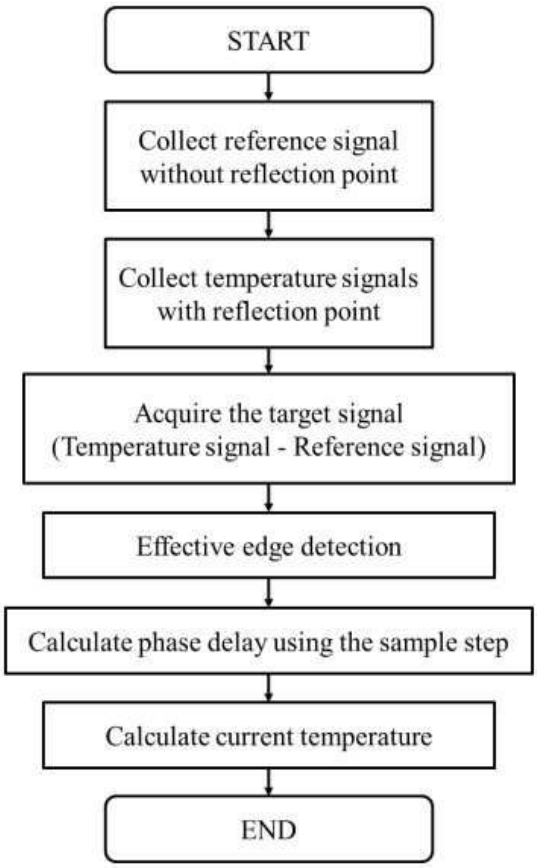
도면6


1.0 V
Reference signal
Position signal
Target signal
Signal Amplitude [V]
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
Samples

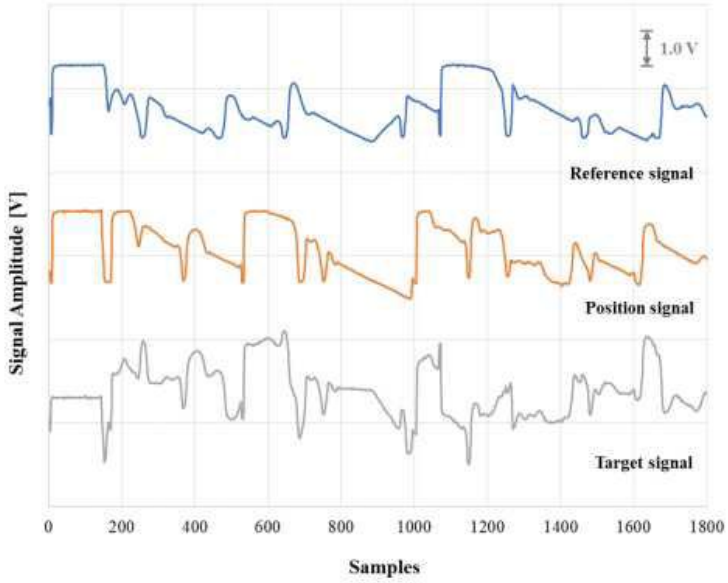
도면7


1.0 V
Effective signal point
1.0 m
0.9 m
0.8 m
0.7 m
0.6 m
0.5 m
0.4 m
0.3 m
0.2 m
0.1 m
Signal Amplitude [V]
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
Samples

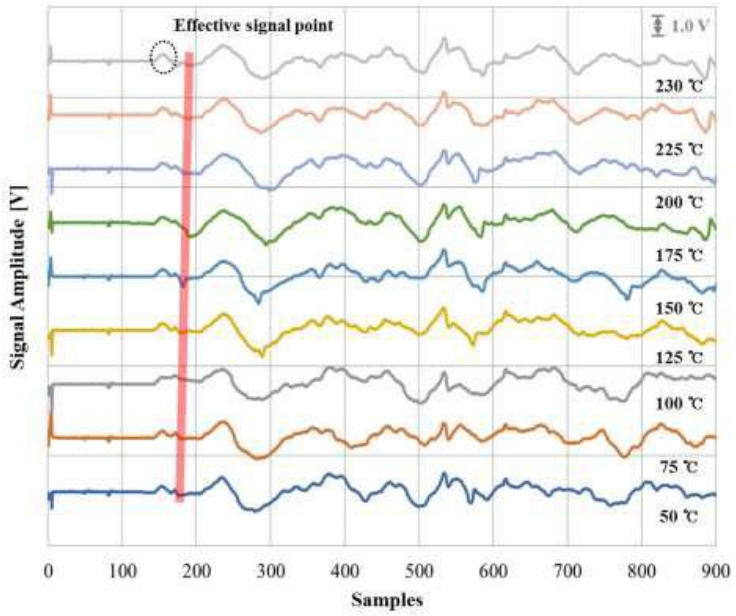
도면8


START
Collect reference signal without reflection point
Collect temperature signals with reflection point
Acquire the target signal (Temperature signal - Reference signal)
Effective edge detection
Calculate phase delay using the sample step
Calculate current temperature
END

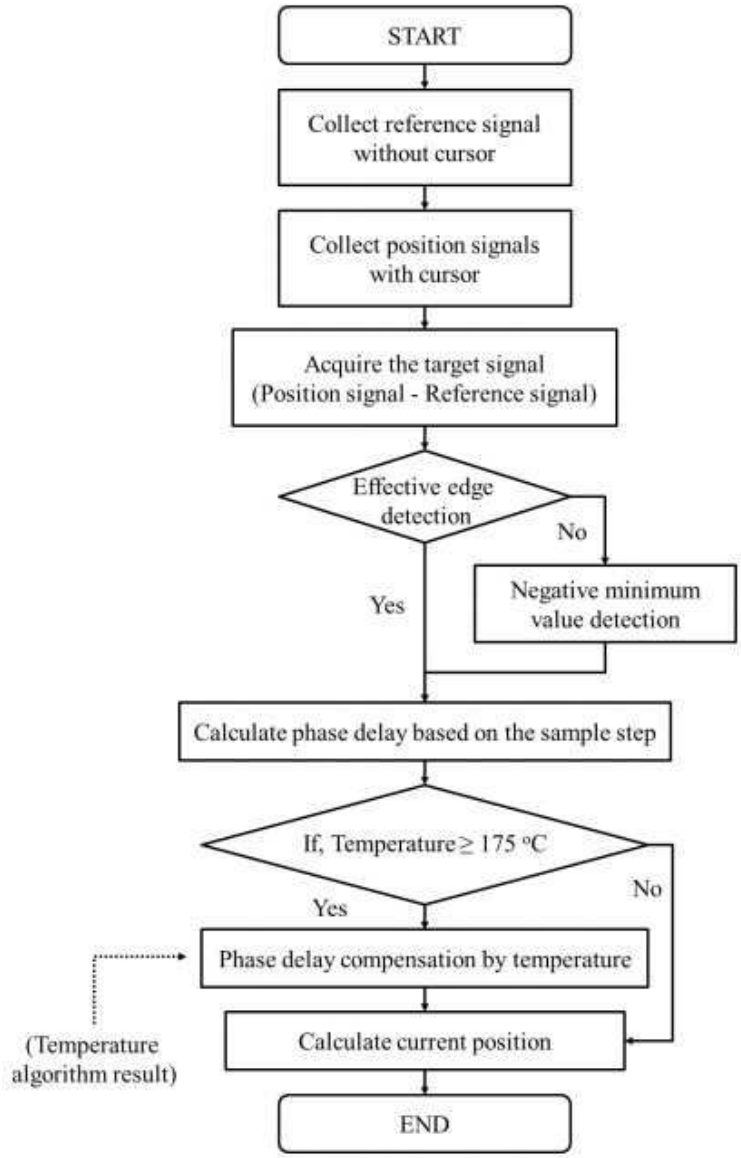
도면9


1.0 V
Reference signal
Position signal
Target signal
Signal Amplitude [V]
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
Samples

도면10


Effective signal point
1.0 V
230 ℃
225 ℃
200 ℃
175 ℃
150 ℃
125 ℃
100 ℃
75 ℃
50 ℃
Signal Amplitude [V]
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
Samples

도면11


START
Collect reference signal without cursor
Collect position signals with cursor
Acquire the target signal (Position signal - Reference signal)
Effective edge detection
No
Yes
Negative minimum value detection
Calculate phase delay based on the sample step
If, Temperature ≥ 175 °C
No
Yes
Phase delay compensation by temperature
(Temperature algorithm result)
Calculate current position
END