



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0053354
(43) 공개일자 2018년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 21/02 (2006.01) *G01K 17/02* (2006.01)
G01K 19/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01D 21/02 (2013.01)
G01K 17/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7010313

(22) 출원일자(국제) 2016년10월13일
심사청구일자 2018년04월12일

(85) 번역문제출일자 2018년04월12일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/080316

(87) 국제공개번호 WO 2017/065197
국제공개일자 2017년04월20일

(30) 우선권주장
JP-P-2015-203211 2015년10월14일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 덴소
일본 아이치肯 448-8661 가리야시 쇼와쵸 1-1

(72) 발명자
사이토우 케이타
일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
키가이샤 덴소 내
야자키 요시타로
일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인신성

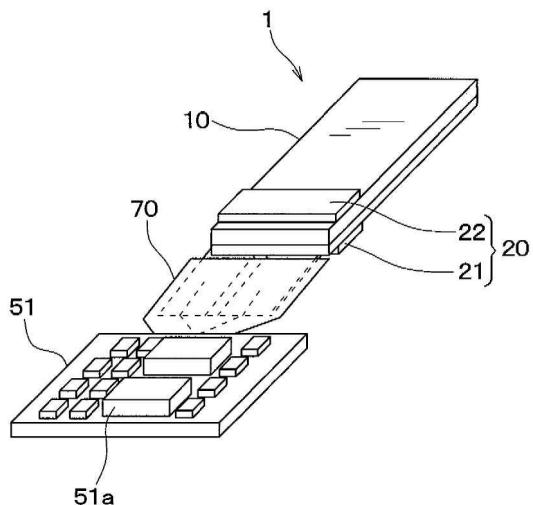
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **복합 센서**

(57) 요 약

복합 센서(1)는, 제 1 물리량을 검출하는 제 1 센서(10)와, 제 1 센서와 다른 종류의 센서로서, 제 1 물리량과 동일 또는 제 1 물리량과 상관되는 제 2 물리량을 검출하는 제 2 센서(21~25)와, 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는 내부 제어부(51)를 구비한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

GO1K 19/00 (2013.01)

(72) 발명자

시미즈 모토키

일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
키가이샤 덴소 내

하라다 도시카즈

일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
키가이샤 덴소 내

사카이다 아츠시

일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
키가이샤 덴소 내

다니구치 도시히사

일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
키가이샤 덴소 내

고우코 노리오

일본 아이치 4488661 가리야시 쇼와쵸 1-1 가부시
키가이샤 덴소 내

마츠이 히로히토

일본 아이치 4450012 니시오시 시모하스미쵸 이와
야 14 가부시키가이샤 소肯 내

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 물리량을 검출하는 제 1 센서(10)와,

상기 제 1 센서와 다른 종류의 센서로서, 상기 제 1 물리량과 동일 또는 상기 제 1 물리량과 상관되는 제 2 물리량을 검출하는 제 2 센서(21~25)를 구비한 복합 센서로서,

상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 상기 제 1 센서와 상기 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는 제어부(51, 52)를 구비한

복합 센서(1).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제 1 센서는 상기 제 1 물리량으로서 열유속을 검출하는 열유속 센서인

복합 센서(1).

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 열유속 센서는 열가소성 수지로 이루어지는 절연 기재(100)에 두께 방향으로 관통하는 복수의 제 1, 제 2 비아홀(101, 102)이 형성되어 있고, 또한 상기 제 1, 제 2 비아홀에 서로 다른 금속으로 형성된 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)가 매립되어 있고, 상기 제 1, 제 2 층간 접속 부재가 번갈아 직렬 접속되어 있고, 상기 열유속이 상기 절연 기재의 두께 방향으로 통과하면, 제 1, 제 2 층간 접속 부재의 한쪽의 접속부와 다른쪽의 접속부에 온도차가 발생하고, 제 1, 제 2 층간 접속 부재의 한쪽의 접속부와 다른쪽의 접속부에 열기전력이 발생하도록 구성되어 있는

복합 센서(1).

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제 2 센서는 상기 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 온도를 검출하는 온도 센서이고,

상기 제어부는 상기 제 1 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 상기 제 2 센서에 의해 검출된 온도 변화를 상호 비교함으로써 상기 제 1 센서와 상기 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는

복합 센서(1).

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제 2 센서는 상기 열유속 센서의 상기 절연 기재를 통과하는 열유속의 상류측의 면에 배치된 제 1 온도 센서(21)와,

상기 열유속 센서의 상기 절연 기재를 통과하는 열유속의 하류측의 면에 배치된 제 2 온도 센서(22)를 가지고, 상기 제어부는 상기 제 1 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 상기 제 1 온도 센서에 의해 검출된 온도와 상기 제 2 온도 센서에 의해 검출된 온도의 온도차를 상호 비교함으로써 상기 열유속 센서와 상기 제 1 온도 센서 및 상기 제 2 온도 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는 복합 센서(1).

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 센서와 상기 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단의 진단 결과가 고장이 아니라고 판정한 경우, 상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 비교하여 상기 제 1 센서의 검출 결과와 상기 제 2 센서의 검출 결과의 적어도 한쪽을 보정하는 보정부(51b, S112, S212, S312)를 구비한

복합 센서(1).

청구항 7

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제 2 센서는 상기 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 온도를 검출하는 온도 센서(23)와, 상기 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 압력을 검출하는 압력 센서(24)를 구비하고,

상기 제어부는 상기 열유속 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 상기 온도 센서의 검출 결과 및 상기 압력 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 상기 제 1 센서와 상기 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는

복합 센서(1).

청구항 8

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제 2 센서는 상기 제 2 물리량으로서 절삭 가공기에서의 절삭 저항을 검출하는 절삭 저항 검출부(25)이고,

상기 제어부는 상기 열유속 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 상기 절삭 저항 검출부에 의해 검출된 상기 절삭 저항의 변화를 상호 비교함으로써 상기 제 1 센서와 상기 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는

복합 센서(1).

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 기억 매체(51a)에 기억시키는 기억 제어부(51c, S104, S204, S304)와, 상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과와, 상기 기억 매체에 과거에 기억시킨 상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 비교하여 상기 제 1 센서 및 상기 제 2 센서의 고장 예측을 실시하는 고장 예측부(51d, S116)를 구비한

복합 센서(1).

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는,

통신하기 위한 통신부(60)와,

상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 취득하고, 상기 통신부를 통하여 상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 송신하는 내부 제어부(51)와,

상기 내부 제어부로부터 송신된 상기 제 1 센서의 검출 결과 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 상기 제 1 센서와 상기 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는 외부 제어부(52)를 구비한

복합 센서(1).

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 통신부는 무선 통신을 실시하고,

상기 내부 제어부(51)는 상기 통신부를 통하여 무선 통신에 의해서 상기 제 1 센서 및 상기 제 2 센서의 검출 결과를 상기 외부 제어부(52)로 송신하는

복합 센서(1).

청구항 12

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

발전하는 발전부(53)를 가지고,

상기 제 1 센서, 상기 제 2 센서 및 상기 제어부는 상기 발전부가 발전한 전력에 의해 작동하는
복합 센서(1).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2015년 10월 14일에 출원된 일본 출원 번호 제2015-203211호에 기초하는 것으로, 여기에 그 기재 내용을 원용한다.

[0002]

본 발명은 복합 센서에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 종래, 복수의 다른 종류의 센서를 내장한 복합 센서가 여러 가지로 제안되어 있다. 이와 같은 복합 센서로서 예를 들면, 특히 문헌 1에 개시되어 있는 바와 같이, 열화상 센서와 거리 화상 센서를 가지고, 열화상 센서의 배선 영역과 거리 화상 센서의 배선 영역이 적층 방향에서 보아 겹치도록 배치한 것이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본국 특허 공개공보 제2014-32045호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005]

상기 특허 문헌 1에 기재된 복합 센서는 복수의 다른 종류의 센서를 내장하고 있기 때문에 고장이 발생하는 빈도도 높아진다. 그리고 상기 특허 문헌 1에 기재된 복합 센서는 각 센서의 고장을 검출하는 구성을 가지고 있지 않고, 내장하고 있는 일부의 센서가 고장나도 센서가 고장나 있는 것을 인식할 수 없다는 문제가 있었다.

[0006]

본 발명은 상기를 감안하여 이루어진 것으로, 일부의 센서가 고장났을 때에 센서의 고장을 검지할 수 있도록 하는 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007]

본 발명의 일 양태에 의한 복합 센서는, 제 1 물리량을 검출하는 제 1 센서와, 제 1 센서와 다른 종류의 센서로서, 제 1 물리량과 동일 또는 제 1 물리량과 상관되는 제 2 물리량을 검출하는 제 2 센서를 구비하고, 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는 제어부를 구비한다.

[0008]

이와 같은 구성에 따르면, 제어부는 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하기 때문에 일부의 센서가 고장났을 때에 센서의 고장을 검지할 수 있도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009]

도 1은 본 발명의 제 1 실시 형태에 관련되는 복합 센서의 전체 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 제 1 실시 형태의 복합 센서가 차량의 엔진 표면에 고정된 모양을 도시한 도면이다.

도 3은 열유속 센서의 평면도이다.

도 4는 도 3 중의 IV-IV선을 따른 단면도이다.

도 5는 제 1 실시 형태의 복합 센서의 블록도이다.

도 6은 제 1 실시 형태의 복합 센서의 내부 제어부에서 실행되는 처리의 흐름도이다.

도 7은 제 1 온도 센서와 제 2 온도 센서의 온도차의 변화에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 제 1 실시 형태의 복합 센서에서의 열유속 센서의 고장 판정에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 제 1 실시 형태의 복합 센서에서의 열유속 센서의 출력값의 보정에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 제 1 실시 형태의 복합 센서에서의 과거 데이터와 열유속 센서의 출력값에 기초하는 고장 예측에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 제 2 실시 형태의 복합 센서가 공기 압축 기구에 설치된 모양을 도시한 도면이다.

도 12는 실린더 내의 공기를 단열 압축했을 때에 실린더 내로부터 실린더 외로 열유속이 발생하는 모양을 도시한 도면이다.

도 13은 제 2 실시 형태의 복합 센서의 내부 제어부에서 실행되는 처리의 흐름도이다.

도 14는 상호 비교에 의한 고장 판정에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 상호 비교에 의한 고장 판정에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 제 2 실시 형태의 복합 센서에서의 과거 데이터와 열유속 센서의 출력값에 기초하는 고장 예측에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 제 2 실시 형태의 복합 센서에서의 열유속 센서의 출력값의 보정에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 18은 제 3 실시 형태의 복합 센서가 절삭 가공기에 설치된 모양을 도시한 도면이다.

도 19는 제 3 실시 형태의 복합 센서의 내부 제어부에서 실행되는 처리의 흐름도이다.

도 20은 상호 비교에 의한 고장 판정에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 21은 변형예에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 본 발명의 실시 형태를, 첨부 도면을 참조하면서 보다 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명은 많은 다른 형태로 실시되어도 좋고, 본 명세서에서 설명되는 실시 형태에 한정된다고 해석되어야 하는 것은 아니다. 오히려, 이들의 실시 형태는, 본 발명의 개시를 철저하게 또한 완전하게 하고, 본 발명의 범위를 당업자에게 완전히 전달하기 위해 제공된다. 또한, 이하의 각 실시 형태 상호에 있어서, 서로 동일 또는 균등한 부분에는 도면 중, 동일 부호를 붙이고 있다.
- [0011] (제 1 실시 형태)
- [0012] 본 발명의 제 1 실시 형태에 관련되는 복합 센서(1)의 전체 구성은 도 1에 도시한다. 본 복합 센서(1)는 도 1에 도시한 바와 같이, 열유속 센서(10), 제 1 온도 센서(21), 제 2 온도 센서(22), 내부 제어부(51) 및 배선 부재(70)를 구비하고 있다.
- [0013] 또한, 본 실시 형태의 복합 센서(1)는 열유속 센서(10), 제 1 온도 센서(21) 및 제 2 온도 센서(22)로 이루어지는 센싱부를 가지고, 이 센싱부가 도 2에 도시한 차량의 엔진(2) 표면과 접촉하도록 배치되어 있다.
- [0014] 열유속 센서(10)는 제 1 물리량으로서 유속의 하나인 열유속을 검출한다. 열유속은 단위 시간에 단위 면적을 가로지르는 열량이고, 단위에는 W/m^2 가 이용된다. 본 실시 형태의 열유속 센서(10)는 차량의 엔진(2) 내부에서 발생하여, 엔진(2) 내부로부터 외부로 흐르는 열유속을 검출하고, 열유속을 특정하기 위한 신호를 검출 결과로서 내부 제어부(51)로 출력한다.
- [0015] 제 1 온도 센서(21) 및 제 2 온도 센서(22)는 각각 열유속 센서(10)와 다른 종류의 센서로서, 열유속 센서(10)에 의하여 검출되는 열유속과 상관되는 제 2 물리량으로서 온도를 검출하고, 온도를 특정하기 위한 신호를 검출 결과로서 출력한다.
- [0016] 제 1 온도 센서(21) 및 제 2 온도 센서(22)는 예를 들면, 열전쌍, 서미스터 등을 이용하여 구성할 수 있다.
- [0017] 배선 부재(70)는 도전 패턴이 형성된 절연 기판에 의해 구성되어 있다. 도전 패턴은 열유속 센서(10), 제 1 온도 센서(21) 및 제 2 온도 센서(22)와, 내부 제어부(51)의 사이를 접속하도록 절연 기판 상에 형성되어 있다.
- [0018] 내부 제어부(51)는 CPU(central processing unit), 입출력 인터페이스(I / O) 등(도시하지 않음)을 구비한 컴퓨터로서 구성되어 있고, 내부 제어부(51)는 각종 데이터를 기억하는 기억 매체인 메모리(51a)를 가지고 있다. 내부 제어부(51)의 CPU는 메모리(51a)에 기억된 프로그램에 따라서 각종 처리를 실시한다.
- [0019] 다음으로, 열유속 센서(10)의 구성에 대하여 설명한다. 도 3, 도 4에 도시한 바와 같이, 열유속 센서(10)는 절연 기재(100), 표면 보호 부재(110), 이면 보호 부재(120)가 일체화되고, 이 일체화된 것의 내부에서 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)가 번갈아 직렬로 접속된 구조를 가진다.
- [0020] 절연 기재(100), 표면 보호 부재(110), 이면 보호 부재(120)는 필름 형상으로서, 열가소성 수지 등의 가요성을 가지는 수지 재료로 구성되어 있다. 절연 기재(100)는, 그 두께 방향으로 관통하는 복수의 제 1, 제 2 비아홀(101, 102)이 형성되어 있다.
- [0021] 제 1, 제 2 비아홀에 서로 다른 금속이나 반도체 등의 열전 재료로 구성된 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)가 매립되어 있다. 절연 기재(100)의 표면(100a)에 배치된 표면 도체 패턴(111)에 의하여 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)의 한쪽의 접속부가 구성되어 있다. 절연 기재(100)의 이면(100b)에 배치된 이면 도체 패턴(121)에 의하여 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)의 다른쪽의 접속부가 구성되어 있다.
- [0022] 열유속이 열유속 센서(10)를, 그 두께 방향으로 통과하면, 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)의 한쪽의 접속부와 다른쪽의 접속부에 온도차가 발생한다. 이에 따라, 제벡(seebeck) 효과에 의하여 제 1, 제 2 층간 접속 부재(130, 140)에 열기전력이 발생한다. 열유속 센서(10)는, 이 열기전력(예를 들면, 전압)을 센서 신호로서 출력한다.
- [0023] 도 2에 도시한 바와 같이, 제 1 온도 센서(21)는 차량의 엔진(2)으로부터 열유속 센서(10)의 절연 기재(100)를 통과하는 열유속의 상류측의 면에 배치되고, 제 2 온도 센서(22)는 차량의 엔진(2)으로부터 열유속 센서(10)의 절연 기재(100)를 통과하는 열유속의 하류측의 면에 배치되어 있다.

- [0024] 즉, 제 1 온도 센서(21)에 의하여 검출되는 온도와 제 2 온도 센서(22)에 의하여 검출되는 온도의 온도차(ΔT)에 따른 열기전력이 열유속 센서(10)의 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140) 사이에 발생하게 된다.
- [0025] 또한, 제 1 온도 센서(21)에 의하여 검출되는 온도와 제 2 온도 센서(22)에 의하여 검출되는 온도의 온도차를 ΔT , 비례 정수를 k 로 하면, 열유속 센서(10)에 의하여 검출되는 열유속(DSC)은 $DSC = k \times \Delta T$ 로서 나타낼 수 있다.
- [0026] 도 5는 본 실시 형태의 복합 센서(1)의 블록도이다. 본 실시 형태의 복합 센서(1)는 열유속 센서(10), 제 1 온도 센서(21), 제 2 온도 센서(22), 내부 제어부(51), 통신부(60)를 구비하고 있다.
- [0027] 통신부(60)는 내부 제어부(51)와 외부 제어부(52)의 사이의 무선 통신을 실시하는 것이다. 본 실시 형태의 통신부(60)는 내부 제어부(51)로부터 입력된 데이터를 미리 정해진 통신 포맷에 따라서 외부 제어부(52)로 무선 송신한다.
- [0028] 외부 제어부(52)는 통신부(60)를 통하여 내부 제어부(51)로부터 수신한 데이터를 기억 매체(메모리(52a)로서 도시)에 축적 기억시키고, 또한 기억 매체에 축적 기억시킨 데이터에 기초하는 정보를 표시부(도시하지 않음)에 표시시키는 처리를 실시한다.
- [0029] 도 6에, 내부 제어부(51)에서 실행되는 처리의 흐름도를 도시한다. 본 내부 제어부(51)는 정기적으로 도 6에 도시한 처리를 실시한다. 또한, 각 도면의 흐름도에서의 각 제어 단계는 내부 제어부(51)가 가지는 각종 기능 실현 수단을 구성하고 있다.
- [0030] 차량의 탑승자에 의한 조작부(도시하지 않음)의 조작에 의해 처리의 개시가 지시되면, 내부 제어부(51)는 도 6에 도시한 처리를 실시한다. 우선, 내부 제어부(51)는 단계 S100에서 차량의 엔진 시동을 지시한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 차량의 이그니션 스위치를 온 상태로 하도록 이그니션 스위치를 제어한다.
- [0031] 다음으로, 단계 S102에서 내부 제어부(51)는 제 1 온도 센서(21)의 검출 결과, 제 2 온도 센서(22)의 검출 결과 및 열유속 센서(10)의 검출 결과를 취득한다. 구체적으로는, 제 1 온도 센서(21)로부터 출력된 신호에 기초하여 온도를 특정하고, 제 2 온도 센서(22)로부터 출력된 신호에 기초하여 온도를 특정하고, 또한, 열유속 센서(10)로부터 출력된 신호에 기초하여 열유속을 특정한다.
- [0032] 다음으로, 단계 S104에서 내부 제어부(51)는 단계 S102에서 취득한 제 1 온도 센서(21)의 검출 결과, 제 2 온도 센서(22)의 검출 결과 및 열유속 센서(10)의 검출 결과를 내부 제어부(51)의 기억 매체인 메모리(51a)에 기억시킨다.
- [0033] 구체적으로는, 제 1 온도 센서(21)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 온도, 제 2 온도 센서(22)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 온도 및 열유속 센서(10)로부터 출력된 열유속을 메모리(51a)에 기억시킨다. 또한, 메모리(51a)에는 최신의 값뿐만 아니라, 일정 데이터량만큼의 통계 데이터가 메모리(51a)에 기억된다. 여기에서, 메모리(51a)에 기억시키는 데이터는 후술하는 예방 보전 한계값(Mth)을 설정할 때에 사용된다.
- [0034] 다음으로, 단계 S106에서 내부 제어부(51)는 센서에 이상이 있는지의 여부를 판정한다. 구체적으로는, 제 1 온도 센서(21)에 의해 검출된 온도와 제 2 온도 센서(22)에 의해 검출된 온도의 차분(D1)을 산출하고, 이 차분(D1)과, 열유속 센서(10)의 출력값을 상호 비교하여 센서에 이상이 있는지의 여부를 판정한다.
- [0035] 차량의 이그니션 스위치가 온 상태로 되고, 차량의 엔진(2)이 시동하면, 엔진 내로부터 엔진 외를 향하여 열유속이 발생한다. 이때, 도 7에 도시한 바와 같이, 제 1 온도 센서(21)와 제 2 온도 센서(22)의 온도차(ΔT)가 시간의 경과에 동반하여 변화하고 있는 것으로 한다.
- [0036] 이때, 정상적인 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속은 도 8 중의 “정상”으로 도시한 바와 같이, 하한 한계값을 $Hth1$, 상한 한계값을 $Hth2$ 로 하는 규격 범위에 들어간다. 또한, 본 실시 형태에서는 정상적인 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속이 하한 한계값($Hth1$) 이상, 또한 상한 한계값($Hth2$) 이하인 경우를, 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속이 규격 범위에 들어가는 것으로 한다.
- [0037] 그러나 도 8 중의 “이상(고장)”으로 도시한 바와 같이, 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속이 하한 한계값을 $Hth1$, 상한 한계값을 $Hth2$ 로 하는 규격 범위에 들어가지 않는 경우, 고장이라고 판정한다.
- [0038] 여기에서, 열유속 센서(10)의 출력값이 하한 한계값을 $Hth1$, 상한 한계값을 $Hth2$ 로 하는 규격 범위에 들어가 있지 않은 경우, 내부 제어부(51)는 단계 S108에서 제 1 온도 센서(21)에 의해 검출된 온도, 제 2 온도 센서(22)에 의해 검출된 온도, 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 각 값과 함께, 고장인 것을 외부 제어부(52)로

무선 송신하고, 본 처리를 종료한다.

[0039] 또한, 외부 제어부(52)는 내부 제어부(51)로부터 데이터를 수신하면, 이 수신한 데이터를 메모리(52a)에 축적 기억시키는 처리를 실시한다. 또한, 외부 제어부(52)는 사용자 조작에 따라서 기억 매체에 축적 기억시킨 데이터를 메모리(52a)로부터 읽어내어서 표시부에 그래프화하여 표시하고, 또한 고장인 것을 나타내는 메시지를 표시한다.

[0040] 또한, 도 7에 도시한 바와 같이, 제 1 온도 센서(21)와 제 2 온도 센서(22)의 온도차(ΔT)가 시간의 경과에 동반하여 변화하고 있고, 이때, 도 8 중의 “정상”으로 도시한 바와 같이, 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속이 하한 한계값을 $Hth1$, 상한 한계값을 $Hth2$ 로 하는 규격 범위에 들어가 있는 것으로 한다.

[0041] 이 경우, 단계 S106의 판정은 N0로 되고, 다음으로, 단계 S110에서 내부 제어부(51)는 정밀도 어긋남이 큰지의 여부를 판정한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값($Hth1t$)의 차분이 기준값 미만, 또는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 상한 한계값($Hth2$)의 차분이 기준값 미만인지의 여부를 판정한다.

[0042] 여기에서, 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값($Hth1t$)의 차분이 기준값 미만, 또는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 상한 한계값($Hth2$)의 차분이 기준값 미만으로 되어 있는 경우, 내부 제어부(51)는 단계 S112에서 자기 보정을 실시한다.

[0043] 도 9는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값($Hth1t$)의 차분이 기준값 미만으로 되어 있는 상태를 도시하고 있다. 이와 같은 상태에서는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속의 값에 사전에 결정된 계수를 곱하고, 이 곱한 값을 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속의 값으로 한다. 이와 같이 하여 자기 보정을 실시한다.

[0044] 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S114에서 제 1 온도 센서(21)에 의해 검출된 온도, 제 2 온도 센서(22)에 의해 검출된 온도, 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값으로서, 자기 보정한 값과 함께, 열유속 센서(10)의 검출 결과를 보정한 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 처리의 흐름은 단계 S102로 되돌아간다.

[0045] 또한, 정밀도 어긋남이 작고, 단계 S110에서 N0로 판정된 경우, 단계 S116에서 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)의 고장의 가능성에 높은지의 여부를 판정한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 도 10에 도시한 바와 같이, 단계 S104에서 과거에 메모리(51a)에 기억시킨 열유속의 통계 데이터에 기초하여 예방 보전 한계값(Mth)을 설정하고, 이번에 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값이 예방 보전 한계값(Mth) 이상인지의 여부를 판정한다.

[0046] 또한, 예방 보전 한계값(Mth)은 예를 들면, 메모리(51a)에 기억시킨 과거의 열유속의 평균값에 일정한 정수(예를 들면, 10%)를 곱한 값으로 설정할 수 있다. 내부 제어부(51)는 단계 S116을 실행하기 위한 기능 블록으로서, 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과와, 메모리(51a)에 과거에 기억시킨 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과를 비교하여 열유속 센서(10)와 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 고장 예측을 실시하는 고장 예측부(51d)를 구비하고 있다.

[0047] 또한, 단계 S116에서 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높다고 판정된 경우, 내부 제어부(51)는 단계 S118에서 제 1 온도 센서(21)에 의해 검출된 온도, 제 2 온도 센서(22)에 의해 검출된 온도, 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 각 값과 함께, 열유속 센서(10)가 고장날 가능성이 높아져 있는 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 처리의 흐름은 단계 S102로 되돌아간다.

[0048] 상기한 구성에 따르면, 내부 제어부(51)는 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하기 때문에 일부의 센서가 고장났을 때에 센서의 고장을 검지할 수 있도록 할 수 있다.

[0049] 제 1 센서는 제 1 물리량으로서 열유속을 검출하는 열유속 센서(10)로 할 수 있다.

[0050] 열유속 센서(10)는 열가소성 수지로 이루어지는 절연 기재(100)에 두께 방향으로 관통하는 복수의 제 1, 제 2 비아홀(101, 102)이 형성되어 있고, 또한, 제 1, 제 2 비아홀에 서로 다른 금속으로 형성된 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)가 매립되어 있고, 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)가 번갈아 직렬 접속되어 있다.

[0051] 그리고 열유속이 절연 기재(100)의 두께 방향으로 통과하면, 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)의 한쪽의 접속부와 다른쪽의 접속부에 온도차가 발생하고, 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)의 한쪽의 접속부와 다른쪽

의 접속부에 열기전력이 발생하도록 구성할 수 있다.

[0052] 또한, 복합 센서(1)는 제 1 물리량과 동일 또는 제 1 물리량과 상관되는 제 2 물리량을 검출하는 제 2 센서로서, 온도를 검출하는 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)를 가지고 있다. 그리고 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 변화와, 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)에 의해 검출된 온도 변화를 상호 비교함으로써 열유속 센서(10)와 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0053] 또한, 복합 센서(1)는 제 2 센서로서, 열유속 센서(10)의 절연 기재(100)를 통과하는 열유속의 상류측의 면에 배치된 제 1 온도 센서(21)와, 열유속 센서(10)의 절연 기재(100)를 통과하는 열유속의 하류측의 면에 배치된 제 2 온도 센서(22)를 가지고 있다. 그리고 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 변화와, 제 1 온도 센서(21)에 의해 검출된 온도와 제 2 온도 센서(22)에 의해 검출된 온도의 온도차를 상호 비교함으로써 열유속 센서(10)와 제 1 온도 센서(21) 및 제 2 온도 센서(22)의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0054] 또한, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)와 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 적어도 한쪽의 고장 진단의 진단 결과가 고장이 아니라고 판정한 경우, 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과를 비교하여 열유속 센서(10)의 검출 결과와 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과의 적어도 한쪽을 보정하는 보정부(51b)(단계 S112)를 구비하고 있다.

[0055] 이에 따라, 열유속 센서(10) 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)가 고장으로 판정되기 전에, 사전에 열유속 센서(10)의 검출 결과가 자기 보정되기 때문에 복합 센서(1)의 예방 보전이 가능하다.

[0056] 또한, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과를 메모리(51a)에 기억시키는 기억 제어부(51c)를 가지고 있다. 또한, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과와, 메모리(51a)에 과거에 기억시킨 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 검출 결과를 비교하여 열유속 센서(10) 및 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)의 고장 예측을 실시하는 고장 예측부(51d)(단계 S116)를 구비하고 있다. 이에 따라, 복합 센서(1)가 고장나기 전에, 사전에 복합 센서를 교환하는 등, 예방 보전하는 것이 가능하다.

[0057] 내부 제어부(51)의 CPU는 메모리(51a)에 기억된 여러 가지 프로그램을 실행함으로써 보정부(51b), 기억 제어부(51c) 및 고장 예측부(51d)에 관한 여러 가지 기능을 실행한다.

[0058] (제 2 실시 형태)

[0059] 본 발명의 제 2 실시 형태에 관련되는 복합 센서가 공기 압축 기구(3) 내에 설치된 모양을 도 11에 도시한다. 공기 압축 기구(3)는 바닥을 구비한 원통 형상의 실린더(90) 및 피스톤(91)을 가지고 있다.

[0060] 피스톤(91)은 전동 모터의 회전에 동반하여 실린더(90) 내를 왕복 운동한다. 이 피스톤(91)의 왕복 운동에 의해 실린더(90) 내의 공기의 압력이 변동하도록 구성되어 있다.

[0061] 본 실시 형태의 복합 센서는 압력 센서(24), 열유속 센서(10) 및 온도 센서(23)로 이루어지는 센싱부를 가지고, 이 센싱부가 도 11에 도시한 실린더(90)의 저면과 접촉하도록 배치되어 있다.

[0062] 구체적으로는, 실린더(90)의 저면과 접촉하도록 열유속 센서(10) 및 온도 센서(23)가 나열하여 배치되고, 실린더(90)의 저면과, 열유속 센서(10) 및 온도 센서(23)를 사이에 두도록 압력 센서(24)가 배치되어 있다. 따라서, 압력 센서(24)는 실린더(90) 내의 공기와 접하도록 배치되어 있다.

[0063] 도 12에 도시한 바와 같이, 피스톤(91)이 실린더(90) 내를 왕복 운동함으로써 실린더(90) 내의 공기의 온도가 상승한다. 그리고 실린더(90) 내의 공기의 온도 상승에 의해 실린더(90) 내로부터 실린더(90)의 표면으로 흐르는 열유속이 발생한다.

[0064] 본 실시 형태에서 열유속 센서(10)는 제 1 물리량으로서 유속의 하나인 열유속을 검출한다. 또한, 압력 센서(24)는 열유속 센서(10)에 의하여 검출되는 열유속과 상관되는 제 2 물리량으로서 실린더(90) 내의 공기의 압력을 검출하고, 압력을 특정하기 위한 신호를 검출 결과로서 출력한다. 또한, 온도 센서(23)는 열유속 센서(10)에 의하여 검출되는 열유속과 상관되는 제 2 물리량으로서 실린더(90) 내의 공기의 온도를 검출하고, 실린더(90) 내의 공기의 온도를 특정하기 위한 신호를 검출 결과로서 출력한다.

[0065] 도 13에, 내부 제어부(51)에서 실행되는 처리의 흐름도를 도시한다. 본 내부 제어부(51)는 정기적으로 도 13에 도시한 처리를 실시한다. 또한, 각 도면의 흐름도에서의 각 제어 단계는 내부 제어부(51)가 가지는 각종 기능

실현 수단을 구성하고 있다.

[0066] 작업자에 의한 조작부(도시하지 않음)의 조작에 의해 처리의 개시가 지시되면, 내부 제어부(51)는 도 13에 도시한 처리를 실시한다. 우선, 단계 S200에서 내부 제어부(51)는 공기 압축 기구(3)의 시동을 지시한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 공기 압축 기구(3)의 전동 모터(도시하지 않음)를 작동시키도록 전동 모터로의 급전을 개시한다.

[0067] 다음으로, 단계 S202에서 내부 제어부(51)는 온도 센서(23)의 검출 결과, 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 압력 센서(24)의 검출 결과를 취득한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 온도 센서(23)로부터 출력된 신호에 기초하여 실린더(90) 내의 공기의 온도를 특정하고, 열유속 센서(10)로부터 출력된 신호에 기초하여 실린더(90) 내로부터 실린더(90)의 표면으로 흐르는 열유속을 특정하고, 또한, 압력 센서(24)로부터 출력된 신호에 기초하여 실린더(90) 내의 공기의 압력을 특정한다.

[0068] 다음으로, 단계 S204에서 내부 제어부(51)는 단계 S202에서 취득한 온도 센서(23)의 검출 결과, 열유속 센서(10)의 검출 결과 및 압력 센서(24)의 검출 결과를 메모리(51a)에 기억시킨다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 온도 센서(23)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 실린더(90) 내의 공기의 온도, 열유속 센서(10)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 실린더(90) 내로부터 실린더(90)의 표면으로 흐르는 열유속 및 압력 센서(24)로부터 출력된 신호에 기초하여 실린더(90) 내의 공기의 압력을 메모리(51a)에 기억시킨다.

[0069] 또한, 메모리(51a)에는 최신의 값뿐만 아니라, 일정 데이터량만큼의 통계 데이터가 메모리(51a)에 기억된다. 여기에서, 메모리(51a)에 기억시키는 데이터는 후술하는 예방 보전 한계값(Mth)을 설정할 때에 사용된다.

[0070] 다음으로, 단계 S206에서 내부 제어부(51)는 센서에 이상이 있는지의 여부를 판정한다. 여기에서, 온도 센서(23), 열유속 센서(10) 및 압력 센서(24) 중, 온도 센서(23) 및 압력 센서(24)가 정상인 것으로 한다.

[0071] 이 경우, 도 14에 도시한 바와 같이, 온도 센서(23)의 검출 결과와 압력 센서(24)의 검출 결과에 기초하여 열유속 센서(10)의 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위를 결정한다. 그리고 이 하한 한계값(Hth1), 상한 한계값(Hth2)으로 하는 규격 범위에 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값이 들어가는지의 여부에 기초하여 열유속 센서(10)가 고장나 있는지의 여부를 판정한다.

[0072] 도 14에 도시한 바와 같이, 정상적인 열유속 센서(10)의 경우, 열유속 센서(10)의 출력값은 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어가고, 이상 시의 열유속 센서(10)의 경우, 열유속 센서(10)의 출력값은 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어가지 않는다.

[0073] 상기한 바와 같이, 온도 센서(23), 열유속 센서(10) 및 압력 센서(24) 중, 2개의 센서가 정상인 것으로 하여, 또 하나의 센서의 고장을 판정할 수 있다.

[0074] 또한, 온도 센서(23), 열유속 센서(10) 및 압력 센서(24) 중, 어느 센서가 고장인지 판정할 수 없는 경우, 이하와 같이 센서의 이상을 판정할 수도 있다.

[0075] 예를 들면, 온도 센서(23)의 검출 결과로부터 열유속 센서(10) 및 압력 센서(24)의 적정 범위를 결정한다. 여기에서는 도 15에 도시한 바와 같이, 열유속 센서(10)의 적정 범위의 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하고, 압력 센서(24)의 적정 범위의 하한 한계값을 Pth1, 상한 한계값을 Pth2로 한다.

[0076] 그리고 열유속 센서(10)의 출력값이 적정 범위 내이면, 열유속 센서(10)는 정상이라고 판정하고, 열유속 센서(10)의 출력값이 적정 범위 외이면, 열유속 센서(10)는 정상이라고 판정한다.

[0077] 또한, 압력 센서(24)의 출력값이 적정 범위 내이면, 압력 센서(24)는 정상이라고 판정하고, 압력 센서(24)의 출력값이 적정 범위 외이면, 압력 센서(24)는 이상이라고 판정한다.

[0078] 이와 같이, 1개의 센서를 정상으로 하여, 나머지 2개의 센서의 적정 범위를 설정하고, 나머지 2개의 센서의 고장 판정을 실시할 수도 있다.

[0079] 열유속 센서(10)가 고장나 있는 경우, 다음으로, 단계 S208에서 내부 제어부(51)는 온도 센서(23)에 의해 검출된 실린더(90) 내의 공기의 온도, 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값 및 압력 센서(24)에 의해 검출된 실린더(90) 내의 공기의 압력과 함께, 고장인 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 본 처리를 종료한다.

[0080] 또한, 온도 센서(23), 열유속 센서(10) 및 압력 센서(24)가 고장나 있지 않은 경우, 다음으로, 단계 S210에서 내부 제어부(51)는 정밀도 어긋남이 큰지의 여부를 판정한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(1

0)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값(Hth1t)의 차분이 기준값 미만, 또는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 상한 한계값(Hth2)의 차분이 기준값 미만인지의 여부를 판정한다.

[0081] 여기에서, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값(Hth1t)의 차분이 기준값 미만, 또는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 상한 한계값(Hth2)의 차분이 기준값 미만으로 되어 있는 경우, 단계 S212에서 자기 보정을 실시한다.

[0082] 도 16은 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값(Hth1t)의 차분이 기준값 미만으로 되어 있는 상태를 도시하고 있다. 이와 같은 상태에서는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속의 값에 사전에 결정된 계수를 곱하고, 이 곱한 값을 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속의 값으로 한다. 이와 같이 하여 자기 보정을 실시한다.

[0083] 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S214에서 온도 센서(23)에 의해 검출된 실린더(90) 내의 공기의 온도, 열유속 센서(10)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 실린더(90) 내로부터 실린더(90)의 표면으로 흐르는 열유속의 값으로서, 자기 보정한 값과 함께, 압력 센서(24)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 실린더(90) 내의 공기의 압력과 함께, 열유속 센서(10)의 검출 결과를 보정한 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 처리의 흐름은 단계 S202로 되돌아간다.

[0084] 또한, 정밀도 어긋남이 작고, 단계 S210에서 N0로 판정된 경우, 단계 S116에서 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높은지의 여부를 판정한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 도 17에 도시한 바와 같이, 단계 S204에서 과거에 메모리(51a)에 기억시킨 열유속의 통계 데이터에 기초하여 예방 보전 한계값(Mth)을 설정하고, 이번에 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값이 예방 보전 한계값(Mth) 이상인지의 여부를 판정한다.

[0085] 또한, 예방 보전 한계값(Mth)은 예를 들면, 메모리(51a)에 기억시킨 과거의 열유속의 평균값에 일정한 정수(예를 들면, 10%)를 곱한 값으로 설정할 수 있다.

[0086] 여기에서, 단계 S116에서 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높다고 판정된 경우, 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S118에서 온도 센서(23)에 의해 검출된 온도, 압력 센서(24)에 의해 검출된 압력, 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 각 값과 함께, 열유속 센서(10)가 고장날 가능성이 높아져 있는 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 단계 S202로 되돌아간다. 또한, 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높지 않다고 판정된 경우에는, 처리의 흐름은 단계 S202로 되돌아간다.

[0087] 본 실시 형태에서는 상기 제 1 실시 형태와 공통된 구성으로 이루어지는 동일한 효과를 상기 제 1 실시 형태와 동일하게 얻을 수 있다.

[0088] 또한, 제 2 센서는 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 온도를 검출하는 온도 센서(23)와, 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 압력을 검출하는 압력 센서(24)를 구비하고 있다. 그리고 내부 제어부(51)는 열유속 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 온도 센서의 검출 결과 및 압력 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0089] (제 3 실시 형태)

[0090] 본 발명의 제 3 실시 형태에 관련되는 복합 센서가 절삭 가공기(4)에 설치된 모양을 도 18에 도시한다. 절삭 가공기(4)는 피가공물인 워크(94)에 구멍을 뚫기 위한 가공 장치이다. 절삭 가공기(4)는 피가공물인 워크(94)를 고정하기 위한 척(95) 및 도시하지 않는 모터에 의하여 회전하는 드릴(93)을 구비한다. 드릴(93)은 절삭 가공에 이용되는 절삭 공구이다.

[0091] 워크(94)는 척(95)의 위에 고정된다. 또한, 드릴(93)의 아래에 워크(94)가 설치된다. 워크(94)로서는, 금속 블록 등을 들 수 있다. 드릴(31)이 회전한 상태에서 사용자가 핸들(도시하지 않음)을 아래 방향으로 조작한다. 이에 따라, 회전한 상태의 드릴(93)이 워크(94)를 가공하면서 아래 방향으로 이동한다. 이와 같이 하여, 워크(94)에 대해서 구멍 뚫음 가공이 실시된다.

[0092] 구멍 뚫음 가공 시에는 드릴(93)과 워크(94)의 사이의 마찰에 의하여 열에너지가 증가하고, 드릴(93)과 워크(94)의 접촉부로부터 워크(94)의 표면으로 흐르는 열유속이 발생한다. 이와 같은 열유속은 절삭 가공 시의 절삭 저항과의 상관성을 가지고 있다.

[0093] 본 실시 형태의 복합 센서는 열유속을 검출하는 열유속 센서(10) 및 절삭 가공 시의 절삭 저항을 검출하는 절삭

저항 검출부인 절삭 동력계(25)를 가지고 있다.

[0094] 열유속 센서(10)는 워크(94)의 표면에 고정된다. 열유속 센서(10)는 제 1 물리량으로서, 드릴(93)과 워크(94)의 접촉부로부터 워크(94)의 표면으로 흐르는 열유속을 검출하고, 이 열유속을 특정하기 위한 신호를 내부 제어부(51)로 출력한다.

[0095] 절삭 동력계(25)는 워크(94)를 고정하고 있는 척(95)의 하측에 배치된다. 절삭 동력계(25)는 제 1 물리량과 상관되는 제 2 물리량으로서 절삭 가공 시의 절삭 저항을 검출하고, 검출한 절삭 저항을 나타내는 신호를 내부 제어부(51)로 출력한다.

[0096] 도 19에, 내부 제어부(51)에서 실행되는 처리의 흐름도를 도시한다. 본 내부 제어부(51)는 정기적으로 도 19에 도시한 처리를 실시한다. 작업자에 의한 조작부(도시하지 않음)의 조작에 의해 처리의 개시가 지시되면, 내부 제어부(51)는 도 19에 도시한 처리를 실시한다. 우선, 내부 제어부(51)는 단계 S300에서 절삭 가공기(4)의 시동을 지시한다.

[0097] 구체적으로는, 드릴(93)을 회전시키는 모터(도시하지 않음)를 작동시키도록 모터로의 급전을 개시한다.

[0098] 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S302에서 절삭 동력계(25)의 검출 결과 및 열유속 센서(10)의 검출 결과를 취득한다. 구체적으로, 내부 제어부(51)는 절삭 동력계(25)로부터 출력된 신호에 기초하여 절삭 저항값을 특정하고, 열유속 센서(10)로부터 출력된 신호에 기초하여 열유속을 특정한다.

[0099] 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S304에 있어서, 단계 S302에서 취득한 절삭 동력계(25)의 검출 결과 및 열유속 센서(10)의 검출 결과를 메모리(51a)에 기억시킨다. 구체적으로는, 절삭 동력계(25)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 온도 및 열유속 센서(10)로부터 출력된 열유속을 메모리(51a)에 기억시킨다.

[0100] 또한, 메모리(51a)에는 최신의 값뿐만 아니라, 일정 데이터량만큼의 통계 데이터가 메모리(51a)에 기억된다. 여기에서, 메모리(51a)에 기억시키는 데이터는 후술하는 예방 보전 한계값(Mth)을 설정할 때에 사용된다.

[0101] 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S306에서 센서에 이상이 있는지의 여부를 판정한다. 구체적으로는, 절삭 동력계(25)에 의해 검출된 절삭 저항과, 열유속 센서(10)의 출력값을 상호 비교하여 센서에 이상이 있는지의 여부를 판정한다.

[0102] 구체적으로는 도 20에 도시한 바와 같이, 절삭 동력계(25)에 의해 검출된 절삭 저항에 기초하여 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위를 설정한다. 그리고 열유속 센서(10)의 출력값이 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어가 있는지의 여부를 판정한다.

[0103] 이때, 정상적인 열유속 센서(10)의 출력값은 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어간다. 그러나 이상 시의 열유속 센서(10)의 출력값은 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어가지 않는 경우, 고장이라고 판정한다.

[0104] 여기에서, 열유속 센서(10)의 출력값이 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어가지 않는 경우, 내부 제어부(51)는 단계 S308에서 절삭 동력계(25)에 의해 검출된 절삭 저항과 함께 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값과 함께, 고장인 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 본 처리를 종료한다.

[0105] 또한, 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속이 하한 한계값을 Hth1, 상한 한계값을 Hth2로 하는 규격 범위에 들어가 있는 경우, 단계 S306의 판정은 NO로 되고, 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S310에서 정밀도 어긋남이 큰지의 여부를 판정한다.

[0106] 구체적으로, 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값(Hth1t)의 차분이 기준값 미만, 또는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 상한 한계값(Hth2t)의 차분이 기준값 미만인지의 여부를 판정한다.

[0107] 여기에서, 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값(Hth1t)의 차분이 기준값 미만, 또는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 상한 한계값(Hth2t)의 차분이 기준값 미만으로 되어 있는 경우, 내부 제어부(51)는 단계 S312에서 자기 보정을 실시한다.

[0108] 도 9는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속과 하한 한계값(Hth1t)의 차분이 기준값 미만으로 되어 있는 상태를 도시하고 있다. 이와 같은 상태에서는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속의 값에 사전에 결정된 계수를 곱하고, 이 곱한 값을 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속의 값으로 한다. 이와 같이 하여 자기 보

정을 실시한다.

[0109] 다음으로, 내부 제어부(51)는 단계 S314에서 절삭 동력계(25)에 의해 검출된 절삭 저항과, 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 값으로서, 자기 보정한 값과 함께, 열유속 센서(10)의 검출 결과를 보정한 것을 외부 제어부(52)로 무선 송신하고, 처리의 흐름은 단계 S302로 되돌아간다.

[0110] 또한, 정밀도 어긋남이 작고, 단계 S310에서 N0로 판정된 경우, 단계 S116에서 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높은지의 여부를 판정하고, 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높은 경우에는, 단계 S118에서 고장 예측의 통지를 실시하고, 열유속 센서(10)의 고장의 가능성이 높지 않은 경우에는, 처리의 흐름은 단계 S302로 되돌아간다.

[0111] 본 실시 형태에서는 상기 제 1 실시 형태와 공통된 구성으로 이루어지는 동일한 효과를 상기 제 1 실시 형태와 동일하게 얻을 수 있다.

[0112] 또한, 제 2 센서는 제 2 물리량으로서 절삭 가공기에서의 절삭 저항을 검출하는 절삭 저항 검출부인 절삭 동력계(25)이다. 그리고 내부 제어부(51)는 열유속 센서(10)에 의해 검출된 열유속의 변화와, 절삭 동력계(25)에 의해 검출된 절삭 저항의 변화를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0113] (제 4 실시 형태)

[0114] 본 발명의 제 4 실시 형태에 관련되는 복합 센서의 전체 구성은 도 21에 도시한다. 본 실시 형태의 복합 센서는 펠티에 소자를 가지는 발전부(53)를 구비하고 있다.

[0115] 펠티에 소자는 2종류의 금속을 접합시킨 구조를 가지고 있고, 2종류의 금속 사이에 직류 전류를 흘리면, 한쪽의 금속으로부터 다른쪽의 금속으로 열이 이동한다는 성질을 가지고 있다. 또한, 펠티에 소자는 2종류의 금속의 사이에 온도차를 부여하면 열전력을 발생할 수도 있다. 이 작용을 제벡 효과라고 한다. 발전부(53)는 펠티에 소자의 제벡 효과에 의해 발전하는 열전 변환 모듈이다.

[0116] 본 실시 형태의 복합 센서는 상기 제 1 실시 형태의 복합 센서에 대하여, 열전 변환 모듈로서 펠티에 소자를 더 내장하고 있는 점이 다르다.

[0117] 본 실시 형태의 복합 센서는 펠티에 소자의 제벡 효과에 의해 발전하는 발전부(53)를 구비하고, 열유속 센서(10), 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22) 및 내부 제어부(51)는 발전부(53)가 발전한 전력에 의해 작동하도록 구성되어 있다.

[0118] 본 실시 형태에서는 상기 제 1 실시 형태와 공통된 구성으로 이루어지는 동일한 효과를 이루고, 또한, 복합 센서를 구동하는 전력을 공급하기 위한 전원 또는 배터리 등을 구비할 필요가 없기 때문에 설치 장소가 제한되지 않는다.

[0119] 본 실시 형태에서는 상기 제 1 실시 형태와 공통된 구성으로 이루어지는 동일한 효과를 상기 제 1 실시 형태와 동일하게 얻을 수 있다.

[0120] (다른 실시 형태)

[0121] (1) 상기 제 1 내지 제 4의 각 실시 형태에서는 열유속 센서(10)에 의해 검출되는 열유속을 제 1 물리량으로서 검출하는 구성을 나타냈지만, 제 1 물리량으로서, 열유속 이외의 물리량을 검출하도록 구성해도 좋다.

[0122] (2) 상기 제 1 내지 제 4의 각 실시 형태에서는 내부 제어부(51)가 열유속 센서(10)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 열유속과, 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)로부터 출력되는 신호에 기초하여 특정한 각 온도를 외부 제어부(52)로 송신하도록 구성했지만, 외부 제어부(52)가 열유속 센서(10)로부터 출력되는 신호에 기초하여 열유속을 특정하고, 또한, 제 1, 제 2 온도 센서(21, 22)로부터 출력되는 신호에 기초하여 온도를 특정하도록 구성해도 좋다.

[0123] (3) 상기 제 1 내지 제 4의 각 실시 형태에서는 내부 제어부(51)와 외부 제어부(52)의 사이의 무선 통신을 실시하기 위한 통신부(60)를 구비하고, 내부 제어부(51)로부터 통신부(60)를 통하여 외부 제어부(52)로 데이터를 무선 송신하도록 했지만, 데이터를 유선 송신하도록 구성해도 좋다.

[0124] (4) 상기 제 4 실시 형태에서는 발전부로서 펠티에 소자를 이용한 발전부를 가지고, 제 1 센서, 제 2 센서 및 내부 제어부(51)가, 발전부가 발전한 전력에 의해 작동하도록 구성했지만, 압전 소자를 이용한 압전 발전, 진동

발전 소자를 이용한 진동 발전, 태양광 발전 소자를 이용한 태양광 발전, 풍력 발전을 실시하기 위한 발전부를 가지고, 제 1 센서, 제 2 센서 및 내부 제어부(51)가, 이들의 발전부가 발전한 전력에 의해 작동하도록 구성해도 좋다.

[0125] 또한, 본 발명은 상기한 실시 형태에 한정되는 것은 아니고, 특히 청구 범위에 기재한 범위 내에서 적절히 변경이 가능하다. 또한, 상기 각 실시 형태는 서로 관계 없는 것은 아니고, 조합이 명백히 불가한 경우를 제외하고, 적절히 조합이 가능하다. 또한, 상기 각 실시 형태에 있어서, 실시 형태를 구성하는 요소는 특별히 필수라고 명시한 경우 및 원리적으로 명백히 필수라고 생각되는 경우를 제외하고, 반드시 필수의 것이 아닌 것은 말할 것도 없다.

[0126] (정리)

[0127] (C1) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 1 관점에 따르면, 제어부는 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하기 때문에 일부의 센서가 고장났을 때에 센서의 고장을 검지할 수 있도록 할 수 있다.

[0128] (C2) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 2 관점에 따르면, 제 1 센서는 제 1 물리량으로서 열유속을 검출하는 열유속 센서(10)로 할 수 있다.

[0129] (C3) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 3 관점에 따르면, 열유속 센서(10)는 열가소성 수지로 이루어지는 절연 기재(100)에 두께 방향으로 관통하는 복수의 제 1, 제 2 비아홀(101, 102)이 형성되어 있고, 또한 제 1, 제 2 비아홀에 서로 다른 금속으로 형성된 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)가 매립되어 있고, 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)가 번갈아 직렬 접속되어 있다. 그리고 열유속이 절연 기재(100)의 두께 방향으로 통과하면, 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)의 한쪽의 접속부와 다른쪽의 접속부에 온도차가 발생하고, 제 1, 제 2 충간 접속 부재(130, 140)의 한쪽의 접속부와 다른쪽의 접속부에 열기전력이 발생하도록 구성할 수 있다.

[0130] (C4) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 4 관점에 따르면, 제 2 센서는 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 온도를 검출하는 온도 센서이다. 또한, 제어부는 제 1 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 제 2 센서에 의해 검출된 온도 변화를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0131] (C5) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 5 관점에 따르면, 제 2 센서는 열유속 센서의 절연 기재를 통과하는 열유속의 상류측의 면에 배치된 제 1 온도 센서(21)와, 열유속 센서의 절연 기재를 통과하는 열유속의 하류측의 면에 배치된 제 2 온도 센서(22)를 가지고 있다. 또한, 제어부는 제 1 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 제 1 온도 센서에 의해 검출된 온도와 제 2 온도 센서에 의해 검출된 온도의 온도차를 상호 비교함으로써 열유속 센서와 제 1 온도 센서 및 제 2 온도 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0132] (C6) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 6 관점에 따르면, 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단 결과가 고장이 아니라고 판정한 경우, 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 비교하여 제 1 센서의 검출 결과와 제 2 센서의 검출 결과의 적어도 한쪽을 보정하는 보정부(51b, 단계 S112, S212, S312)를 구비하고 있다. 이에 따라, 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽이 고장으로 판정되기 전에, 사전에 제 1 센서의 검출 결과와 제 2 센서의 검출 결과의 적어도 한쪽을 보정할 수 있다.

[0133] (C7) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 7 관점에 따르면, 제 2 센서는 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 온도를 검출하는 온도 센서와, 제 1 물리량과 상관되는 물리량으로서 압력을 검출하는 압력 센서를 구비하고 있다. 또한, 제어부는 열유속 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 온도 센서의 검출 결과 및 압력 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0134] (C8) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 8 관점에 따르면, 제 2 센서는 제 2 물리량으로서 절삭 가공기에서의 절삭 저항을 검출하는 절삭 저항 검출부로 할 수 있다. 또한, 제어부는 열유속 센서에 의해 검출된 열유속의 변화와, 절삭 저항 검출부에 의해 검출된 절삭 저항의 변화를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0135] (C9) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 9 관점에 따르면, 제어부는 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 기억 매체(51a)에 기억시키는 기억 제어부(51c, S104, S204, S304)를 구비하고 있다. 또한, 제어부는 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과와, 기억 매체에 과거에 기억시킨 제 1 센서의

검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 비교하여 제 1 센서 및 제 2 센서의 고장 예측을 실시하는 고장 예측부 (51d, 단계 S116)를 구비하고 있다. 이에 따라, 제 1 센서 및 제 2 센서의 고장 예측을 실시할 수 있다.

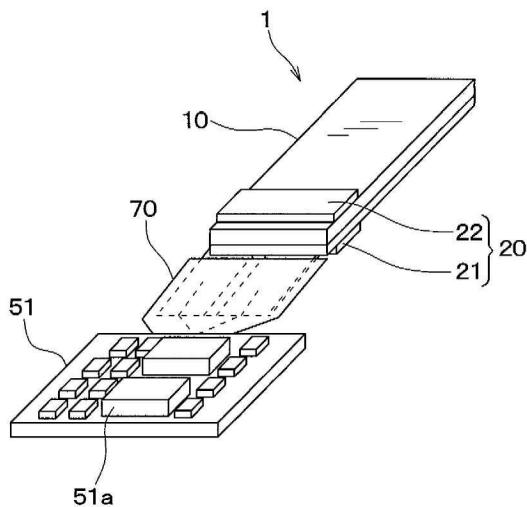
[0136] (C10) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 10 관점에 따르면, 제어부는 통신하기 위한 통신부를 구비하고 있다. 또한, 제어부는 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 취득하고, 통신부를 통하여 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 송신하는 내부 제어부를 구비하고 있다. 또한, 제어부는 내부 제어부로부터 송신된 제 1 센서의 검출 결과 및 제 2 센서의 검출 결과를 상호 비교함으로써 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시하는 외부 제어부를 구비하고 있다. 이에 따라, 제 1 센서와 제 2 센서의 적어도 한쪽의 고장 진단을 실시할 수 있다.

[0137] (C11) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 11 관점에 따르면, 통신부는 무선 통신을 실시하고, 내부 제어부는 통신부를 통하여 무선 통신에 의해서 제 1 센서 및 제 2 센서의 검출 결과를 외부 제어부로 송신하기 때문에 복합 센서의 설치 장소가 제한되지 않는다.

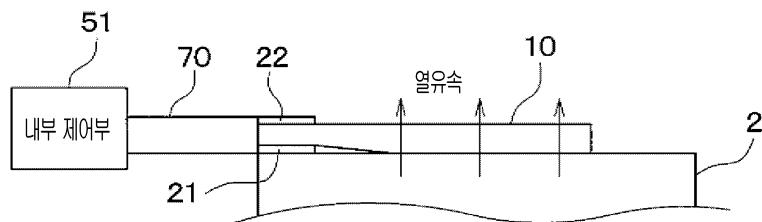
[0138] (C12) 상기 실시 형태의 일부 또는 전부로 나타난 제 12 관점에 따르면, 발전하는 발전부를 가지고, 제 1 센서, 제 2 센서 및 제어부는 발전부가 발전한 전력에 의해 작동하기 때문에 설치 장소가 제한되지 않는다.

도면

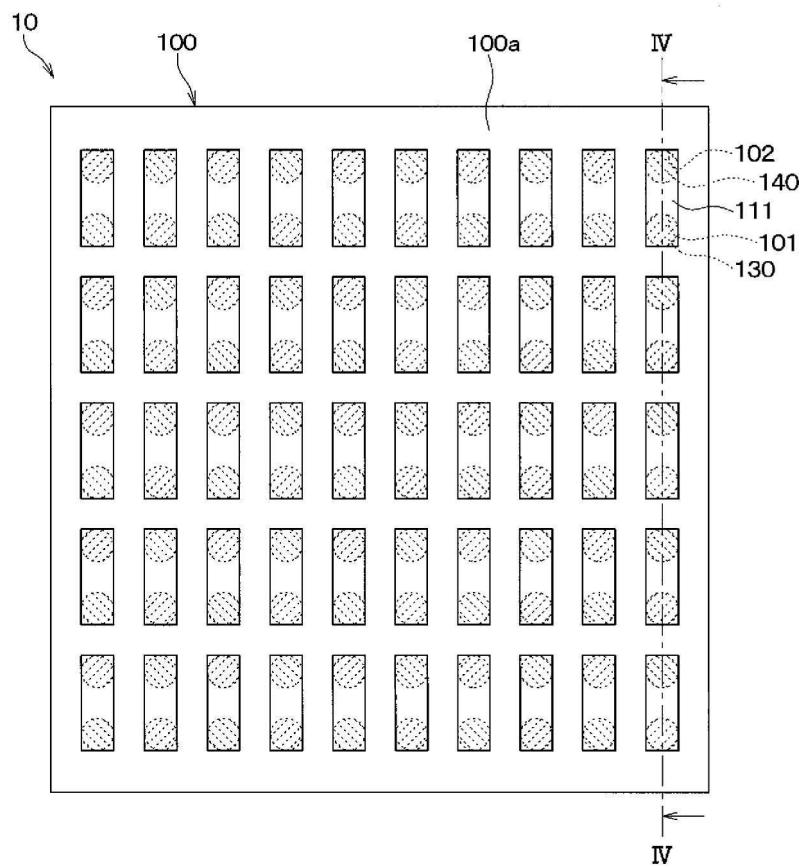
도면1



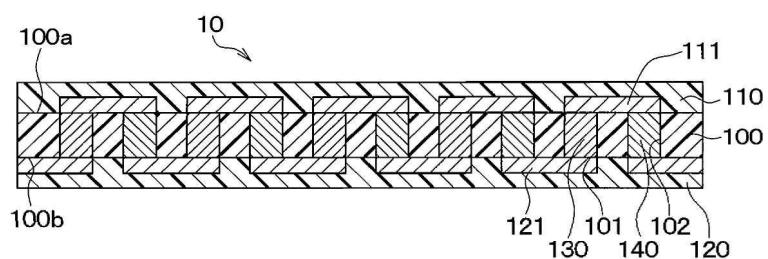
도면2



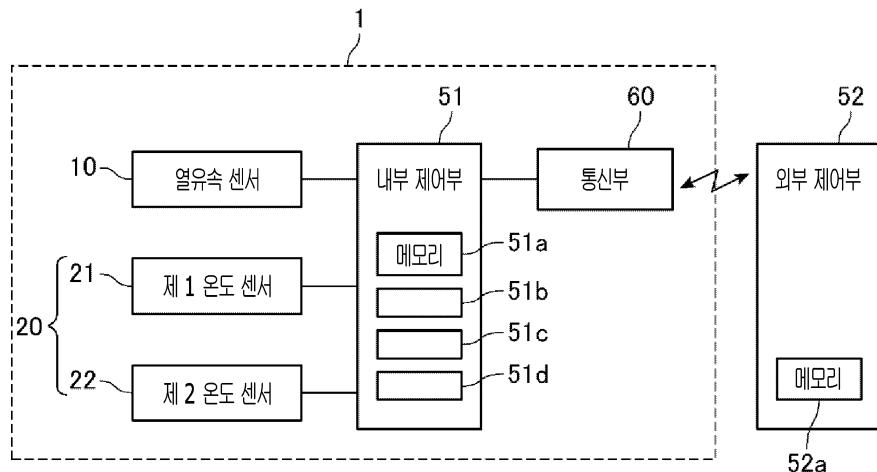
도면3



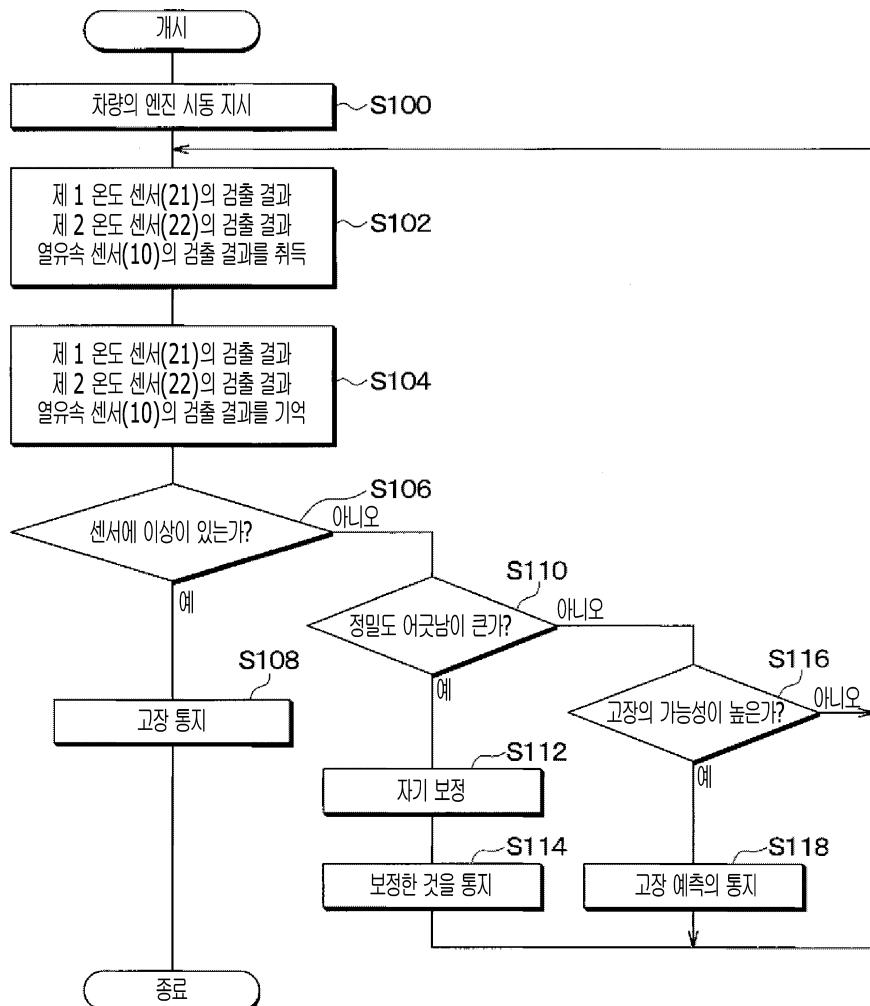
도면4



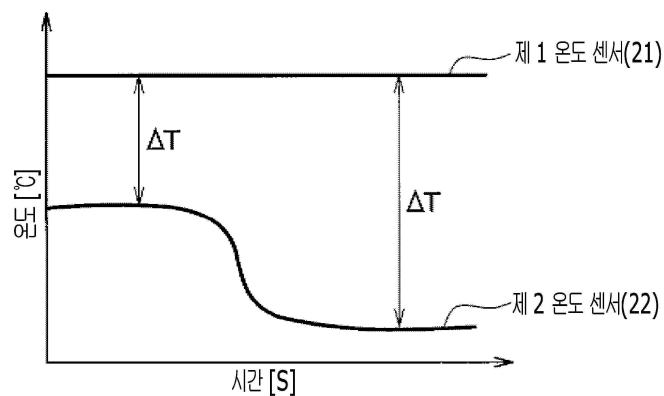
도면5



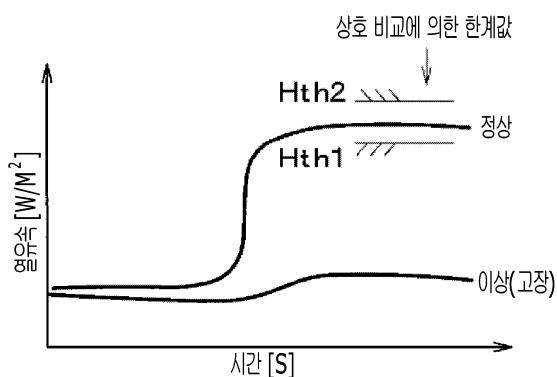
도면6



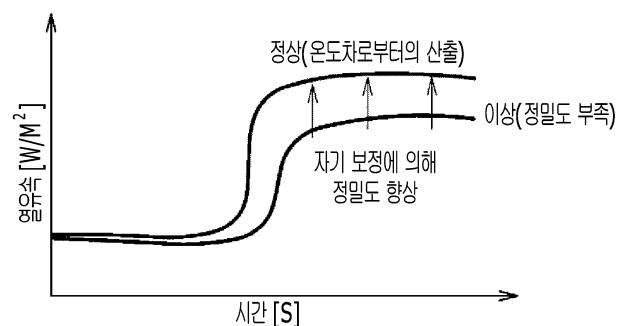
도면7



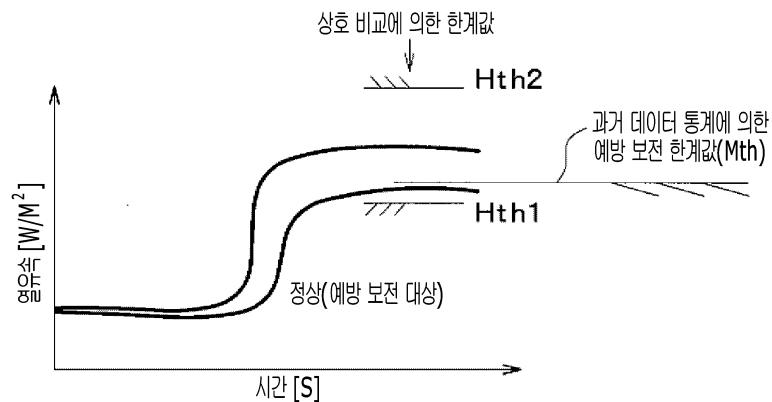
도면8



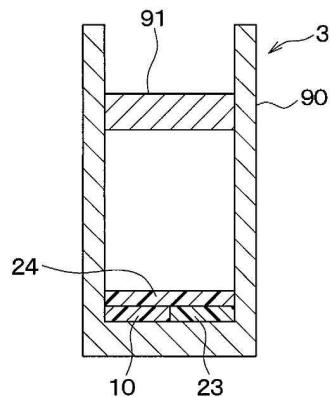
도면9



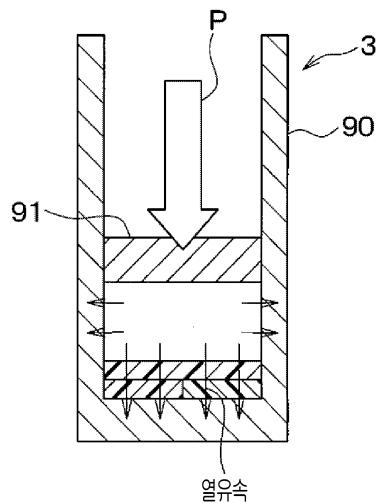
도면10



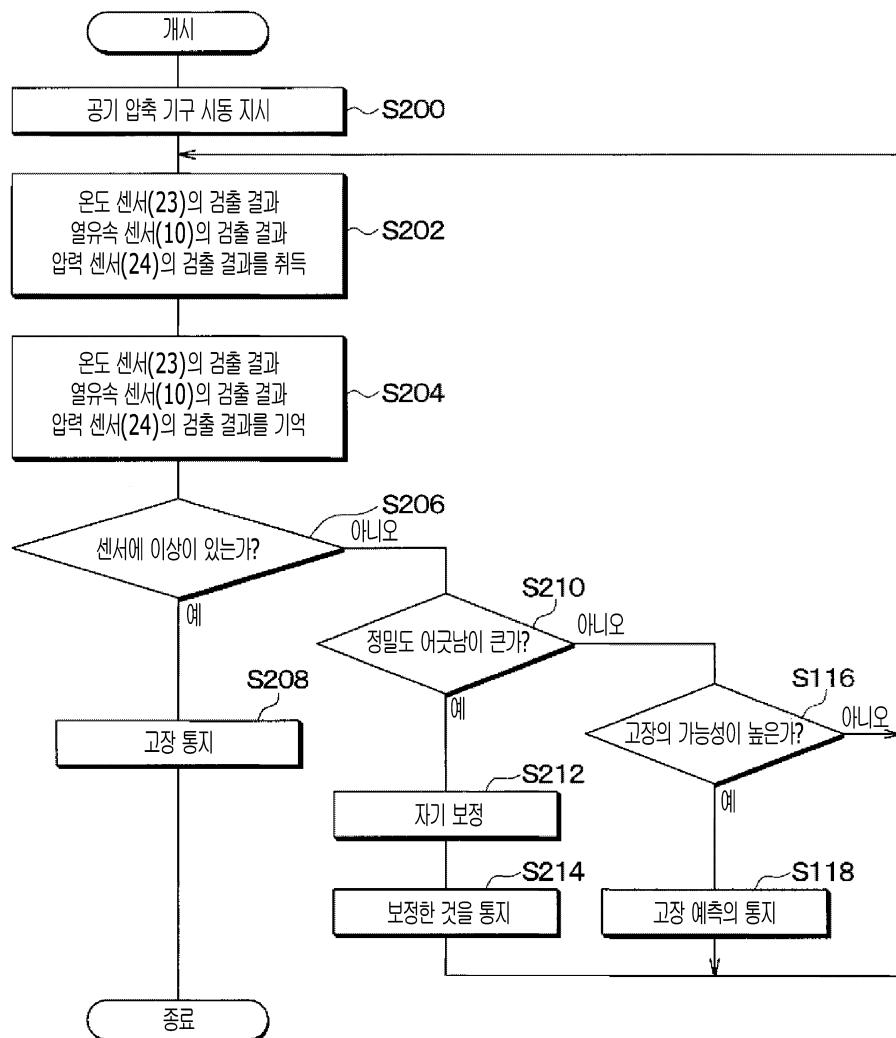
도면11



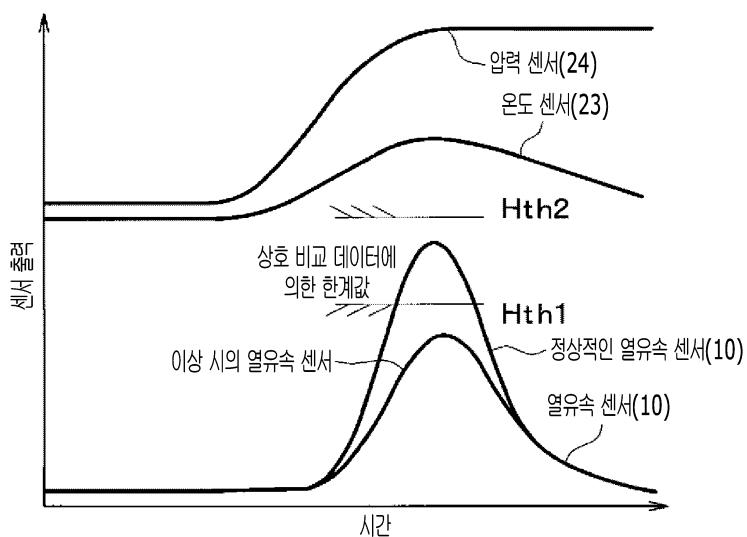
도면12



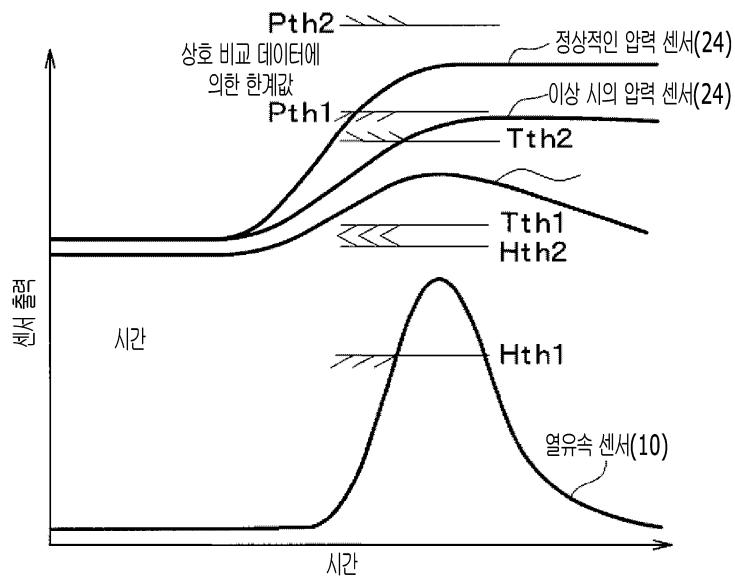
도면13



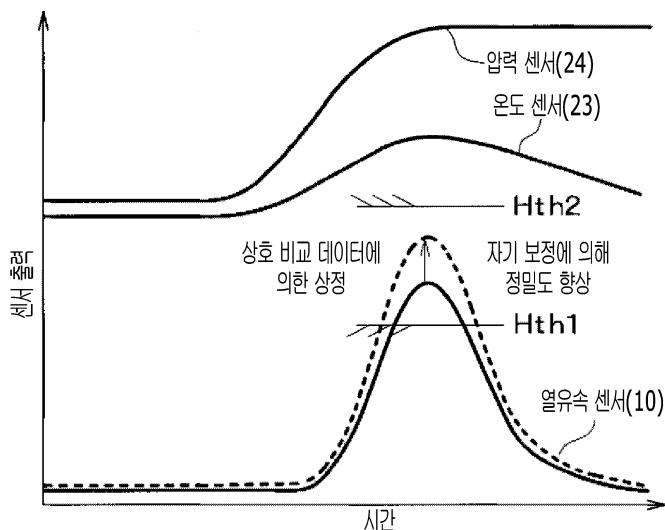
도면14



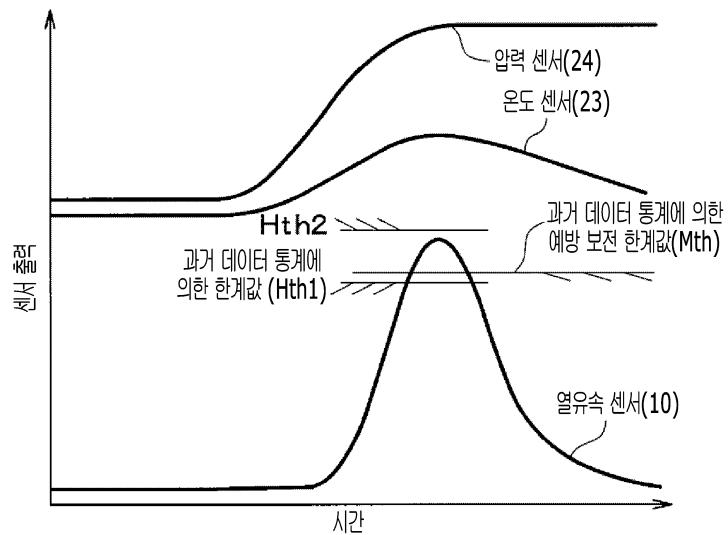
도면15



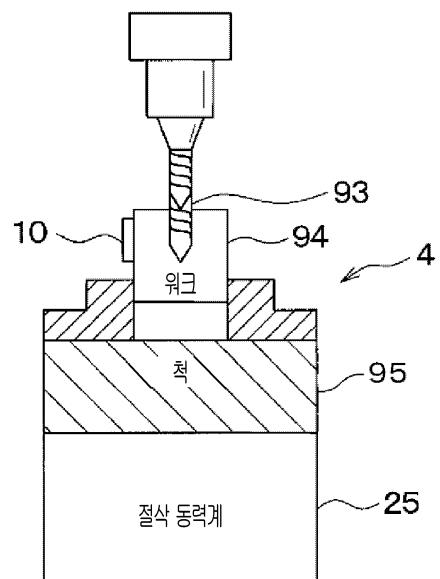
도면16



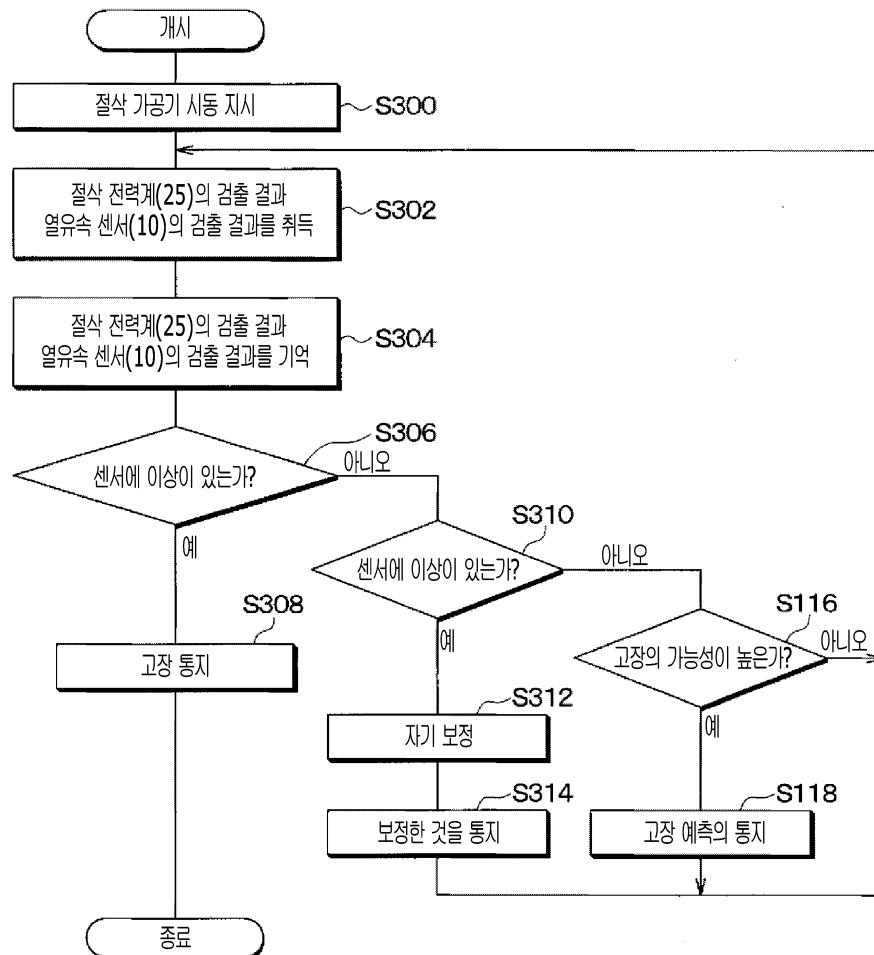
도면17



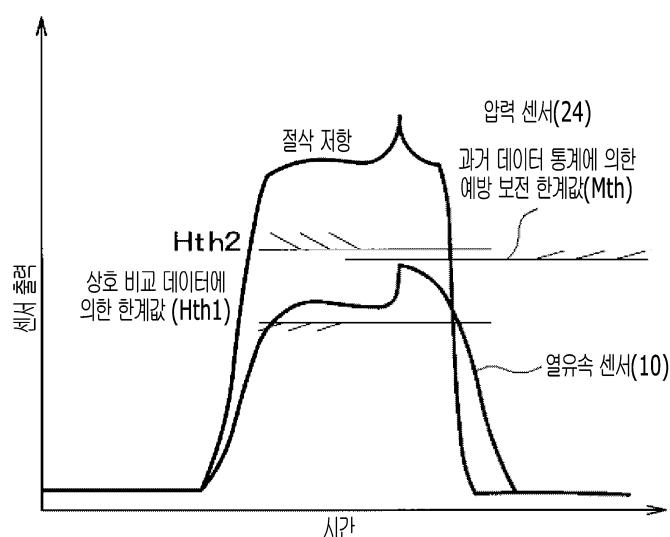
도면18



도면19



도면20



도면21

