



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년06월12일
(11) 등록번호 10-0837359
(24) 등록일자 2008년06월04일

(51) Int. Cl.

G01P 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0017484

(22) 출원일자 2007년02월21일

심사청구일자 2007년02월21일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001056224 A

JP2004301512 A

KR1019990088563 A

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

노명규

대전 유성구 지족동 반석마을2단지 205-1302

박병철

대전 유성구 전민동 삼성푸른아파트 106-402

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인중앙

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 안병진

(54) 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치 및 방법

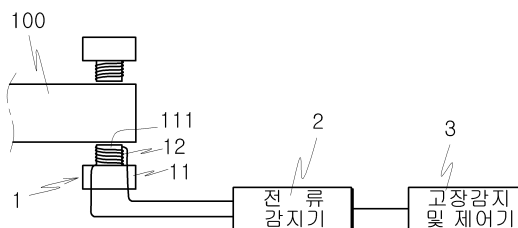
(57) 요약

본 발명은 회전축의 반경 방향 진동을 측정하는 인덕티브센서의 일부 고장 여부를 감지하고 감지된 부분을 제외한 나머지의 센서로 정상적인 진동 측정이 가능한 인덕티브 센서 장치 및 방법에 관한 것이다.

이러한 본 발명에 따른 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치는 다수의 돌극이 방사상으로 구비된 센서브로브와, 상기 돌극에 감겨진 코일로 구성된 인덕티브센서와 ; 상기 인덕티브센서의 코일에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기와 ; 상기 전류 감지기에서 감지된 전류와 기 설정된 전류를 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 이상이 감지된 코일의 신호를 측정에서 제외하고, 나머지의 코일로 회전축의 위치를 정상적으로 측정하는 신호처리를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

또한 본 발명에 따른 인덕티브센서의 제어 방법은 다수의 돌극이 방사상으로 구비한 센서브로브와, 상기 돌극에 감겨진 코일로 구성된 인덕티브센서와 ; 상기 인덕티브센서의 코일에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기 ; 상기 전류 감지기에서 감지된 전류와 기 설정된 전류를 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 이상이 감지된 코일의 신호를 측정에서 제외하고, 나머지의 코일로 회전축의 위치를 정상적으로 측정하는 고장 감지 및 제어 방법에 있어서, 상기 전류 감지기에서 감지된 코일에 공급되는 전류의 양을 감지하고, 감지된 전류와 기 설정된 전류값을 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 상기 코일 전류의 이상이 발생되었을 때 해당 코일의 이상을 알리고 해당 고장 코일의 신호를 제외한 나머지 코일의 신호를 이용하여 회전축의 위치를 정상적으로 측정할 수 있게 함을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김지미

대전 유성구 신성동 146-1 대원빌라 403

백승국

충남 연기군 조치원읍 신흥리 272-1

특허청구의 범위

청구항 1

회전축의 진동을 측정하기 위해 회전축의 주위에 원통형상으로 설치된 다수의 돌극(111)이 방사상으로 구비된 센서프로브(11)와, 상기 돌극(111)에 감겨진 코일(12)로 구성된 인덕티브센서(1)와 ;

상기 인덕티브센서(1)의 코일(12)에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기(2)와 ;

상기 전류 감지기(2)에서 감지된 전류와 기 설정된 전류를 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 이상이 감지된 코일의 신호를 측정에서 제외하고, 나머지 코일의 신호에 의해서 회전축의 진동을 정상적으로 측정할 수 있도록 센서의 신호처리를 제어하는 고장 감지 및 제어기(3)를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 인덕티브센서(1)는 서로 인접하는 돌극(111)에 감겨진 코일(12)이 하나 이상 직렬로 연결되어 하나의 코일군(12a)을 이룸을 특징으로 하는 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 고장 감지 및 제어기(3)는 컴퓨터이고, 상기 컴퓨터에는 코일의 기 저장된 기준값과 감지된 전류값을 비교하여 코일의 고장 유무를 판단하고, 고장 코일을 제외한 나머지의 코일 신호를 이용하여 정상적인 측정이 가능하도록 센서 이득행렬 프로그램을 구비함을 특징으로 하는 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치.

청구항 4

회전축의 진동을 측정하기 위해 다수의 돌극(111)이 방사상으로 구비한 센서프로브(11)와, 상기 돌극(111)에 감겨진 코일(12)로 구성된 인덕티브센서(1)와 ; 상기 인덕티브센서(1)의 코일(12)에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기(2)와 ; 상기 전류 감지기(2)에서 감지된 전류로부터 코일의 고장 여부를 감지하고 제어하는 고장 감지 및 제어기(3)를 포함하여 구성된 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치를 이용한 고장 감지 및 제어 방법에 있어서,

상기 전류 감지기(2)에서 감지된 코일에 공급되는 전류의 양을 감지하고, 감지된 전류와 기 설정된 전류값을 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고,

상기 코일 전류의 이상이 발생되었을 때 해당 코일의 이상을 알린 후 해당 고장 코일의 신호를 측정에서 제외한 후 나머지 코일의 신호를 이용하여 회전축의 진동을 정상적으로 측정할 수 있도록 신호처리를 제어하여 정확한 회전축 진동 측정을 유지하는 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 이상 코일을 제외한 나머지의 코일을 이용하여 정상적으로 회전축의 진동을 측정하기 위한 신호처리는 이득행렬 프로그램에 의해 산출되고, 상기 이득행렬 프로그램은 고장 코일을 배제한 상태에서의 작동 가능한 코일 전류만으로 회전축의 진동을 정상적으로 측정할 수 있도록 센서 이득을 산출하도록 구동됨을 특징으로 하는 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은 회전축의 위치를 측정하는 인덕티브센서의 제어장치 및 방법에 관한 것으로 상세하게는 다수의 방사형 돌극을 가진 인덕티브센서가 회전축 주위로 설치되고, 각 돌극에 감긴 코일의 인덕턴스가 돌극과 회전축간의

간극에 따라 변하는 특성을 이용하여 회전축의 위치 및 진동을 측정할 때 각 코일의 전류와 기 설정된 전류와의 비교로부터 코일의 고장 여부를 판단하고, 고장시 해당 코일의 신호를 측정에서 제외하고 나머지의 코일을 이용하여 회전축의 진동을 정상적으로 측정할 수 있도록 하는 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

- <10> 통상적으로 고속펌프나 고속 압축기의 회전축 또는 자기베어링에 의해 지지되는 회전축은 회전축의 위치 및 진동을 측정하기 위해 센서를 구비하고 있다.
- <11> 이러한 위치 센서로 와전류형 센서, 정전 용량형 센서, 인덕티브센서(유도형 센서) 등이 사용되고 있다.
- <12> 인덕티브센서는 센서에 장착된 코일의 인덕턴스가 회전축과의 간극에 따라 변하는 특성을 이용하여 회전축의 위치를 간편하고 정밀하게 측정할 수 있어 자기부상형 터보분자 진공 펌프나 고속 압축기 등에 많이 사용되고 있다.
- <13> 그러나 이러한 인덕티브센서에 설치된 다수의 코일 중 어느 하나가 전원불량, 절연피복의 손상으로 인한 합선등의 이유로 고장을 일으키면 측정 결과에 이상이 생기며 정상적인 진동 감지가 불가능하게 되어 코일의 고장 여부를 감지하여 수리하여야 하고 이렇게 코일의 고장 유무를 판단하기 위한 수단들이 구비되어 있다.
- <14> 그러나 이러한 센서의 고장 유무를 판단하는 장치는 고장 유무를 판단 할 뿐센서 코일의 일부가 고장이 난 상태에서 정상적인 측정을 할 수 없는 문제가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <15> 본 발명은 위와 같은 문제점을 해결하기 발명된 것으로, 어느 하나 또는 그 이상의 코일이 고장난 상태에서도 나머지의 코일을 이용하여 정상적으로 회전축의 진동을 측정하기 위한 인덕티브센서의 제어 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <16> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 인덕티브센서의 제어 장치는 회전축의 주위에 다수의 돌극이 방사상으로 구비한 센서브로브와, 상기 돌극에 감겨진 코일로 구성된 인덕티브센서와 ; 상기 인덕티브센서의 코일에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기와 ; 상기 전류 감지기에서 감지된 전류와 기 설정된 전류를 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 이상이 감지된 코일의 신호는 측정에서 제외하고 나머지 코일의 신호를 이용하여 정상적으로 회전축의 진동을 측정하는 고장 감지 및 제어기를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.
- <17> 또한 본 발명에 따른 인덕티브센서의 제어 방법은 회전축의 주위에 원통형상으로 설치되어 다수의 돌극이 방사상으로 구비한 센서브로브와, 상기 돌극에 감겨진 코일로 구성된 인덕티브센서와 ; 상기 인덕티브센서의 코일에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기와 ; 상기 전류 감지기에서 감지된 전류와 기 설정된 전류를 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 이상이 감지된 코일은 측정에서 제외하고 나머지의 코일 신호를 이용하여 회전축의 진동을 측정하는 고장 감지 및 제어기를 포함하여 구성된 인덕티브센서의 제어 장치를 이용한 고장 감지 및 제어 방법에 있어서, 상기 전류 감지기에서 감지된 코일에 공급되는 전류의 양을 감지하고, 감지된 전류와 기 설정된 전류값을 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 상기 코일 전류의 이상이 발생되었을 때 해당 코일의 이상을 알리고 해당 고장 코일의 신호를 측정에서 제외한 후 이를 제외한 나머지 코일의 신호를 이용하여 회전축의 진동을 정상적으로 측정할 수 있게 함을 특징으로 한다.
- <18> 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 기술되는 바람직한 실시예를 통하여 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 기술하기로 한다.
- <19> 도 1은 본 발명에 따른 회전축의 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치의 일예를 도시한 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 기 베어링의 제어 장치를 구성하는 인덕티브센서의 구성을 도시한 사시도이고, 도 3은 본 발명에 따른 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치를 구성하는 인덕티브센서의 구성을 도시한 측면도이다.
- <20> 도시한 바와 같이 본 발명에 따른 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치는 센서브로브(11)에 방사상으로 형성된 돌극(111)에 코일(12)을 감아 구성된 인덕티브센서(1)와 ; 상기 인덕티브센서(1)의 코일(12)에 흐르는 전류를 감지하는 전류 감지기(2)와 ; 상기 전류 감지기(2)에서 감지된 전류와 기 설정된 전류를 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 이상이 감지된 코일의 신호를 측정에서 제외하고 나머지 코일의 신호를 이용하여 정상적인 측정이 가능하도록 센서의 작동을 제어하는 고장 감지 및 제어기(3)를 포함하여 구성됨을 특징으로

한다.

- <21> 상기 인덕티브센서(1)는 도 2에 도시한 바와 같이 원통형의 센서프로브(11)의 내주면에 돌출된 다수의 돌극(111)에 코일(12)을 감아 형성된 것으로 각각의 돌극(111)은 회전축(100)의 중심으로부터 방사상으로 형성되어 있으며, 각각의 돌극(111)에 감긴 코일(12)은 도 3에 도시한 바와 같이 두 개가 한쌍을 이루거나 또는 그 이상이 한 쌍을 이룰 수 있다.
- <22> 상기 각각의 코일(12)들은 전원 공급 수단(미도시)에 연결되어 있어 공급되는 전원에 의해 자화될 수 있으며, 이렇게 각각의 코일(12)에 공급되는 전류는 전류 감지기(2)에 의해 감지된다.
- <23> 상기 전류 감지기(2)는 상기한 바와 같이 각 코일(12)에 공급되는 전류를 감지하기 위한 수단으로 코일들(12)에 정상적으로 전류가 공급되어 회전축(100)의 진동을 정상적으로 측정하는 상태에서의 전류값이 감지되고 이 감지된 전류값은 상기 고장 감지 및 제어기(3)에 저장되어 있다.
- <24> 이와 같이 정상적인 상태로 회전축(100)의 진동을 측정하는 상태에서의 각 코일에 공급되는 전류의 값은 이후 코일의 정상 여부를 판단하는 기준이 된다.
- <25> 상기 인덕티브센서(1)를 구성하는 돌극(111)에 감겨진 코일(12)은 하나 이상 직렬로 연결되어 하나의 코일군을 이룰 수 있으며, 상기 코일군은 상기 회전축(100)을 중심으로 서로 대향되게 배열하여 구성함이 바람직하다.
- <26> 상기 고장 감지 및 제어기(3)는 통상의 컴퓨터로서 저장 수단을 구비하고 있으며, 저장 수단에는 코일이 정상적으로 구동될 때의 전류값이 기 저장되어 있다.
- <27> 또한 상기 고장 감지 및 제어기(3)는 기 설정된 기준값과 감지된 전류값을 비교하여 코일의 고장 유무를 판단하고, 나머지 코일의 신호를 이용하여 정상적인 측정이 가능하도록 하는 이득행렬 계산 프로그램을 구비하고 있다.
- <28> 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치를 이용한 인덕티브센서의 제어 방법은 상기 전류 감지기(2)에서 감지된 코일(12)에 공급되는 전류의 양을 감지하고, 감지된 전류와 기 설정된 전류값을 비교하여 코일의 이상 유무를 판단하고, 상기 코일 전류의 이상이 발생되었을 때 해당 코일의 이상을 알리고 해당 고장 코일의 신호를 측정에서 제외한 후 이를 제외한 나머지 코일의 신호를 이용하여 회전축의 진동을 정상적으로 측정하게 함을 특징으로 한다.
- <29> 상기 이상 코일을 제외한 나머지 코일의 신호를 이용하여 정상적인 측정이 가능하도록 하는 제어는 이득행렬 프로그램에 의해 산출되고, 상기 분포행렬 프로그램은 고장 코일을 배제한 상태에서의 정상 작동하는 코일 전류만으로 회전축의 진동을 정상적으로 측정할 수 있도록 신호처리가 작동한다.
- <30> 상기한 바와 같이 상기 이득행렬 프로그램은 코일의 고장 상태에 따라 센서 신호 처리가 바뀌는 수단으로서 그 작용에 대해 설명하면 다음과 같다.
- <31> 상기 이득행렬 프로그램의 제어 구조는 이상 코일을 감지한 후 이상 코일을 제외한 나머지의 코일 신호를 이용하여 회전축의 진동이 정상적인 측정이 되도록 각 코일 신호의 이득을 계산한다.
- <32> 예를 들면 도 3에 도시한 바와 같이 인접한 두 개의 코일을 연결하여 하나의 코일군을 형성하였고, 4개의 채널(s1, s2, s3, s4)을 서로 대향되게 구성하였으며, 이하에서는 상부의 4개의 채널(s1, s2, s3, s4)에 대하여 설명한다. 각 채널 사이의 각은 θ 이다.
- <33> 고장 이전의 정상 상태에서의 각 채널의 신호는 수식(1)에서와 같은 이득행렬에 의해서 회전축의 위치와 상관관계가 가진다.
- <34>
$$\begin{bmatrix} s1 \\ s2 \\ s3 \\ s4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta 1 & \sin \theta 1 \\ \cos \theta 2 & \sin \theta 2 \\ \cos \theta 3 & \sin \theta 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$
 수식(1)
- <35> 보통의 정상적인 상태에서는 수식(1)이 사용되어 4개의 신호를 이용하여 회전축의 진동을 측정하게 된다.
- <36> 위의 수식(1)은 아래의 수식(2)과 같이 단순하게 표현할 수 있다.
- <37>
$$s = Ax$$
 수식(2)

<38> 수식(2)의 역은 단일하지 않다.

<39> 의사 역행렬(pseudoinverse)

<40> $x = (A^T A)^{-1} A^T s = G_s s$ 수식(3)

<41> 를 이용하여 최적 해를 얻을 수 있다.

<42> 예를 들면 4개의 채널이 모두 작동될 때의 최적 해는

<43> $G_s = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & 1 & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}$ 수식(4)

<44> 이다.

<45> 하나의 채널인 i번째 채널이 고장을 일으켰을 경우

<46> 고장난 위치를 찾기 위해서

<47> $x_i = G_{si} s$ 수식(5)

<48> 를 이용하여 x1에서 x4를 계산할 수 있다.

<49> 회전축의 위치가 x1일 경우 즉 첫 번째 코일일 경우

<50> $x_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & 1 & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix}$ 수식(6)

<51> 이로부터 계산된 에러 오차는

<52> $e_i = \|s - Ax_i\|_2$

<53> 에 의해 정의되고,

<54> 고장 코일이 없을 경우 에러 오차는 0이거나 0에 근사한다.

<55> 이렇게 계산된 각 위치에서의 에러 오차 중 하나가 다른 세곳의 에러오차보다 클 경우 해당하는 채널이 고장난 것임을 알 수 있다.

<56> 이렇게 고장난 코일의 위치를 확인한 후, 상기 고장 감지 및 제어기는 해당 코일의 신호를 제외하고, 나머지 코일의 신호에 의해서 회전축의 진동을 측정하도록 제어한다.

발명의 효과

<57> 이상에서 상세히 기술한 바와 같이, 본 발명은 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 고장 여부를 감지하고 감지된 코일을 배제한 상태에서 나머지 코일의 신호를 이용하여 회전축의 진동을 정상적으로 측정함으로써 센서 일부의 고장하에서도 정확한 측정이 유지될 수 있도록 하는 효과가 있다.

<58> 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시 예를 중심으로 기술되었지만 당업자라면 이러한 기재로부터 본 발명의 범주를 벗어남이 없이 많은 다양한 자명한 변형이 가능하다는 것은 명백하다. 따라서 본 발명은 첨부된 특허청구범위의 문언에 의해서만 제한 해석될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 회전체 진동 측정용 인덕티브센서의 제어 장치의 일예를 도시한 구성도이고,

<2> 도 2는 본 발명에 따른 제어 장치를 구성하는 인덕티브센서의 구성을 도시한 사시도이다.

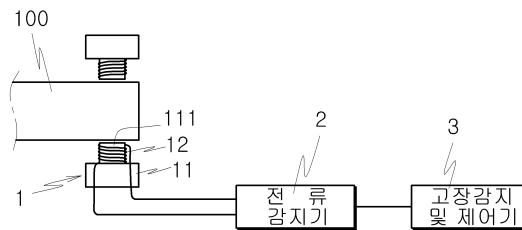
<3> <도면의 주요 부분에 대한 부호설명>

<4> 1 : 인덕티브센서

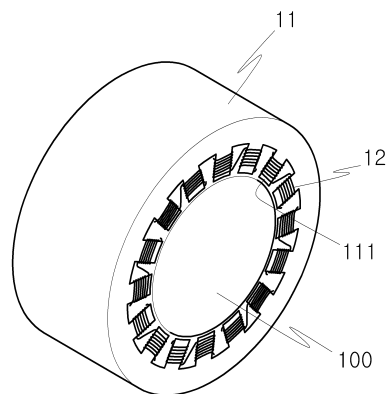
- <5> 11 : 센서프로브 111 : 돌극
- <6> 12 : 코일
- <7> 2 : 전류 감지기
- <8> 3 : 고장 감지 및 제어기

도면

도면1



도면2



도면3

