



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0053355
(43) 공개일자 2017년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 13/04 (2006.01) G01R 19/15 (2006.01)
H02K 11/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
G01M 13/04 (2013.01)
G01R 19/15 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0155761
(22) 출원일자 2015년11월06일
심사청구일자 2015년11월06일

(71) 출원인
남후일
경상북도 구미시 선기로 77, 109동 804호 (남통동, e편한세상아파트)
(72) 발명자
남후일
경상북도 구미시 선기로 77, 109동 804호 (남통동, e편한세상아파트)
(74) 대리인
특허법인 신태양

전체 청구항 수 : 총 8 항

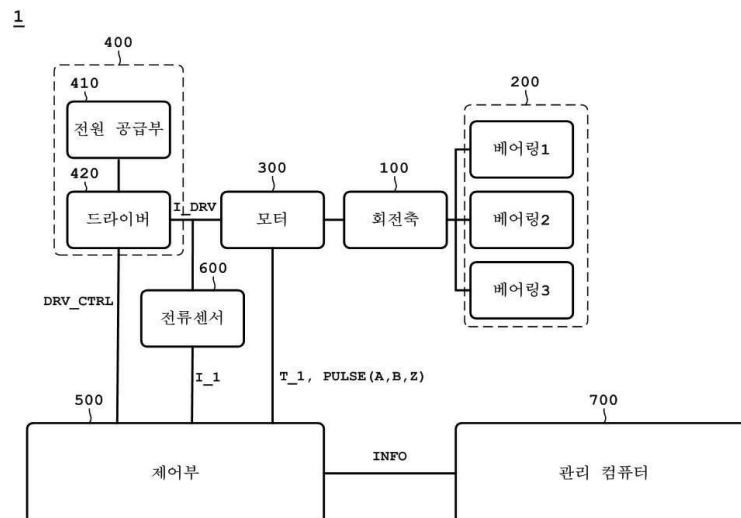
(54) 발명의 명칭 베어링 마모 진단장치

(57) 요약

베어링 마모 진단장치는 회전축의 하중을 지지하면서 회전축이 회전할 때의 마찰력을 감소시키는 베어링과, 회전축에 회전을 제공하는 모터와, 모터에 구동전류를 제공하는 전원부와, 모터에 공급되는 구동전류를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출하는 제어부를 포함한다.

베어링 마모 진단장치는 회전축의 하중을 지지하면서 상기 회전축이 회전할 때의 마찰력을 감소시키는 베어링과, 회전축에 회전을 제공하는 모터와, 모터에 구동전류를 제공하는 전원부와, 모터의 구동토크를 피드백 받아 시간에 따른 구동토크의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02K 11/20 (2016.01)

명세서

청구범위

청구항 1

회전축의 하중을 지지하면서 상기 회전축이 회전할 때의 마찰력을 감소시키는 베어링;

상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터;

상기 모터에 구동전류를 제공하는 전원부; 및

상기 모터에 공급되는 상기 구동전류를 피드백 받아 시간에 따른 상기 구동전류의 변화량을 토대로 상기 베어링의 마모량을 산출하는 제어부;

를 포함하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 모터에 공급되는 상기 구동전류를 조절하여 상기 모터의 회전속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 모터의 엔코더로부터 전달되는 원점신호 - 상기 모터의 1회전시 마다 펄싱하는 신호임 - 를 기준으로 하여 상기 구동전류를 피드백 받는 것을 특징으로 하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 베어링의 마모량의 진행속도를 산출하여 주기적으로 교체시기를 알려주는 것을 특징으로 하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 5

회전축의 하중을 지지하면서 상기 회전축이 회전할 때의 마찰력을 감소시키는 베어링;

상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터;

상기 모터에 구동전류를 제공하는 전원부; 및

상기 모터의 구동토크를 피드백 받아 시간에 따른 상기 구동토크의 변화량을 토대로 상기 베어링의 마모량을 산출하는 제어부;

를 포함하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는 상기 모터에 공급되는 상기 구동전류를 조절하여 상기 모터의 회전속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제어부는 상기 모터의 엔코더로부터 전달되는 원점신호 - 상기 모터의 1회전시 마다 펄싱하는 신호임 - 를 기준으로 하여 상기 구동토크를 피드백 받는 것을 특징으로 하는 베어링 마모 진단장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제어부는 상기 베어링의 마모량의 진행속도를 산출하여 주기적으로 교체시기를 알려주는 것을 특징으로 하는 베어링 마모 진단장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마모 진단장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 전기적인 방법을 이용하여 베어링의 마모를 진단하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 회전축 외부에는 이를 지지하기 위한 베어링이 설치되어 회전축이 한쪽으로 치우치지 않고 중심에서 회전되도록 지지한다. 따라서 베어링이 마찰로 인해 마모되면 회전축의 정확한 밸런스를 유지할 수 없어서 진동과 소음을 발생시키고, 심지어 모터의 소상까지 초래하는 문제점이 발생한다.

[0003] 일반적으로 베어링은 회전 및 직선 이동하는 부품이 존재하는 거의 모든 부위에 사용되는 공통의 기계부품이다. 따라서 필름, 종이, 직물, 섬유 등의 자동화 생산라인과, 반도체, 로봇, 금형 제조공정의 속도제어 라인 등에 베어링이 사용된다.

[0004] 종래에는 베어링의 수명을 사전에 정확히 예측할 수 없어서 작동 중에 베어링이 파손될 경우, 고가의 주변기기 까지 동시에 손상되는 문제가 발생하거나, 파손된 베어링을 교체하는 과정에서 미리 투입된 생산품을 폐기해야 하는 경우가 발생한다.

[0005] 단순히 추정 수명만을 통해 베어링이 파손되기 전에 새로운 베어링으로 교체하는 경우, 교체주기에 따른 비용이 많이 발생한다. 또한, 육안으로 베어링을 직접 점검하더라도 베어링의 깨짐, 이물질, 미세한 크랙 등을 발견하지 못하는 경우가 대부분이다.

[0006] 베어링의 수명을 예측할 수 있는 종래의 기술로서, 베어링의 표면에 필라멘트를 매립하고, 필라멘트를 통해 관측되는 광량을 기초하여 베어링 표면의 마모를 예측할 수 있다. 하지만, 광 섬유 필라멘트는 최소 굴곡반경이 제한되어 있으며, 내열성 측면에서 약하므로, 적용할 수 있는 베어링이 제한적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해 제안된 것으로, 모터의 구동전류를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출하는 베어링 마모 진단장치를 제공한다.

[0008] 또한, 모터의 구동토크를 피드백 받아 시간에 따른 구동토크의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출하는 베어링 마모 진단장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 회전축의 하중을 지지하면서 상기 회전축이 회전할 때의 마찰력을 감소시키는 베어링; 상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터; 상기 모터에 구동전류를 제공하는 전원부; 및 상기 모터에 공급되는 상기 구동전류를 피드백 받아 시간에 따른 상기 구동전류의 변화량을 토대로 상기 베어링의 마모량을 산출하는 제어부;를 포함하는 베어링 마모 진단장치가 제공된다.
- [0010] 또한, 상기 제어부는 상기 모터에 공급되는 상기 구동전류를 조절하여 상기 모터의 회전속도를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 상기 제어부는 상기 모터의 엔코더로부터 전달되는 원점신호 - 상기 모터의 1회전시 마다 펄싱하는 신호 임 - 를 기준으로 하여 상기 구동전류를 피드백 받는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 제어부는 상기 베어링의 마모량의 진행속도를 산출하여 주기적으로 교체시기를 알려주는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 회전축의 하중을 지지하면서 상기 회전축이 회전할 때의 마찰력을 감소시키는 베어링; 상기 회전축에 회전력을 제공하는 모터; 상기 모터에 구동전류를 제공하는 전원부; 및 상기 모터의 구동토크를 피드백 받아 시간에 따른 상기 구동토크의 변화량을 토대로 상기 베어링의 마모량을 산출하는 제어부;를 포함하는 베어링 마모 진단장치가 제공된다.
- [0014] 또한, 상기 제어부는 상기 모터에 공급되는 상기 구동전류를 조절하여 상기 모터의 회전속도를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 제어부는 상기 모터의 엔코더로부터 전달되는 원점신호 - 상기 모터의 1회전시 마다 펄싱하는 신호 임 - 를 기준으로 하여 상기 구동토크를 피드백 받는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 제어부는 상기 베어링의 마모량의 진행속도를 산출하여 주기적으로 교체시기를 알려주는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 베어링 마모 진단장치는 모터의 구동전류를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출할 수 있으므로, 베어링의 마모량의 진행속도를 고려하여 주기적으로 교체시기를 추정할 수 있다.
- [0018] 또한, 베어링 마모 진단장치는 모터의 구동토크를 피드백 받아 시간에 따른 구동토크의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출할 수 있으므로, 베어링의 마모량의 진행속도를 고려하여 주기적으로 교체시기를 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 베어링 마모 진단장치의 구성도.
 도 2는 도 1의 베어링 마모 진단장치의 제1 측정결과를 나타낸 도면.
 도 3은 도 1의 베어링 마모 진단장치의 제2 측정결과를 나타낸 도면.
 도 4는 도 1의 베어링 마모 진단장치의 제3 측정결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 베어링 마모 진단장치(1)의 구성도이다.
- [0022] 본 실시예에 따른 베어링 마모 진단장치(1)는 제안하고자 하는 기술적인 사상을 명확하게 설명하기 위한 간략한 구성만을 포함하고 있다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 베어링 마모 진단장치(1)는 회전축(100), 베어링(200), 모터(300), 전원부(400), 제어부

(500), 전류센서(600), 관리 컴퓨터(700)를 포함하여 구성된다.

- [0024] 상기와 같이 구성되는 베어링 마모 진단장치(1)의 세부구성과 주요동작을 살펴보면 다음과 같다.
- [0025] 베어링(200)은 회전축(100)의 하중을 지지하면서 회전축(100)이 회전할 때의 마찰력을 감소시킨다.
- [0026] 베어링(200)은 회전 및 직선 이동하는 부품이 존재하는 거의 모든 부위에 사용되는 부품이며 필름, 종이, 직물, 섬유 등의 자동화 생산라인과, 반도체, 로봇, 금형 제조공정의 속도제어 라인 등에 사용된다.
- [0027] 본 실시예에서 베어링(200)은 구름 베어링, 자동조심 베어링, 스러스트 베어링, 유니트 베어링으로 구성될 수 있다. 참고적으로 본 실시예에서 베어링(200)이라는 용어는 회전 및 이동하는 부품의 마찰력을 감소시키기 위해 구비되는 부품을 총칭하는 것이므로 어느 한 종류의 베어링에 국한되어 적용되는 것이 아니다.
- [0028] 전원부(400)는 모터(300)에 구동전류(I_DRV)를 제공하고, 모터(300)는 구동전류(I_DRV)를 이용하여 회전하면서 회전축(100)에 회전력을 제공한다.
- [0029] 전원부(400)는 전원 공급부(410)와 드라이버(420)로 구분될 수 있는데, 전원 공급부(410)는 드라이버(420)에 전원을 공급하고, 드라이버(420)는 제어부(500)로부터 전달되는 구동제어신호(DRV_CTRL)의 제어에 따라 모터(300)에 구동전류(I_DRV)를 제공한다. 즉, 드라이버(420)는 트랜지스터 등으로 구성될 수 있으며, 구동제어신호(DRV_CTRL)는 트랜지스터의 게이트단을 제어하는 신호로 사용될 수 있다.
- [0030] 모터(300)는 오픈 루프 제어(Open-Loop Control) 또는 클로즈 루프 제어(Close-Loop Control) 방식을 통해 제어될 수 있다.
- [0031] 또한, 모터(300)의 토크 제어는 모터(300)에 유입되는 전류를 제어함으로 이루어지며 모터의 속도, 위치, 회전방향의 제어도 최종적으로 모터(300)에 유입되는 전력, 즉 전류를 제어하여 이루어진다.
- [0032] 모터(300)는 엔코더를 포함하고 있는데, 엔코더는 모터의 회전수, 모터의 회전방향, 회전횟수, 모터축의 초기 위치를 확인하는 기능을 수행한다. 엔코더는 모터(300)의 회전축에 연결될 수 있다.
- [0033] 참고적으로 모터(300)의 회전자의 현재 위치를 검증하는 방법은 일반적으로 엔코더의 Z상을 기준으로 하여 현재 위치를 카운트하게 된다. 따라서 엔코더에서 Z상의 출력이 나타나는 시점을 회전자의 위치 초기점이라고 하고, 여기에서부터 회전자의 360도 위치를 엔코더 A상과 B상의 분해능(1회전당 펄스수)과 관계하여 계산하게 된다. 그러므로 엔코더의 분해능이 높으면 회전자의 위치를 검출하는데 있어서 더욱 정밀한 데이터를 구할 수 있다.
- [0034] 정역회전을 판별할 수 있는 것은 엔코더의 A상과 B상은 상호 90도의 위상 차이를 가지고 있으며 정회전시 엔코더 A상이 90° 위상 앞서게 되고 역회전시에는 B상이 90도 위상 앞서게 되는데, 이때 B상의 펄스가 Low에서 High로 변하는 순간 A상의 상태를 읽으면 그때의 값으로 정역회전을 알 수 있다.
- [0035] 엔코더의 Z상 펄스(원점신호)로 하여금 Z상 펄스가 발생할 때마다 카운트를 클리어(Clear)하거나 로드(Load)하여 주면 회전자가 1회전할 때마다 항상 일정한 위치에서 위치 카운터가 클리어(Clear)/ 로드(Load)된다. 따라서 엔코더의 위치로 회전자의 위치를 판별할 때 누적오차가 발생하지 않고 엔코더 정밀도내의 카운트가 발생하게 된다.
- [0036] 제어부(500)는 구동제어신호(DRV_CTRL)를 이용하여 모터(300)에 공급되는 구동전류(I_DRV)를 조절함으로써, 모터(300)의 회전속도 및 회전방향을 제어할 수 있다. 제어부(500)는 베어링(200)의 마모량을 감지하는 동작을 수행할 경우, 모터(300)의 회전속도를 일정하게 유지한다.
- [0037] 또한, 제어부(500)는 모터(300)에 공급되는 구동전류(I_DRV)를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류(I_DRV)의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 실시간으로 산출한다.
- [0038] 한편, 제어부(500)는 모터(300)에 공급되는 구동전류(I_DRV)를 직접 피드백 받아서 구동전류(I_DRV)의 변화량을 감지하도록 구성될 수도 있으나, 본 실시예의 구성에서는 제어부(500)는 전류센서(600)로부터 감지된 센싱전류(I_1)를 피드백 받아서 구동전류(I_DRV)의 변화량을 간접적으로 감지한다.
- [0039] 즉, 전류센서(600)는 변류기(Current Transformer, CT)로 구성될 수 있는데, 구동전류(I_DRV)를 직접 측정할 경우, 너무 높은 전류값으로 인해 측정 시간의 제약이 발생할 수 있으며, 높은 전류값에 의해 기기 손상 또는 상해가 발생할 수 있다. 따라서 고전류를 안전하게 측정하기 위한 변류기를 이용하여 전류값을 감소시켜서 구동전류(I_DRV)의 변화량을 안정적으로 측정한다.
- [0040] 즉, 변류기는 인덕턴스를 이용하여 비접촉 방식으로 구동전류(I_DRV)에 대응하는 센싱전류(I_1)를 출력한다. 참

고적으로 변류기는 스플릿 코어 또는 솔리드 코어로 구성될 수 있다.

- [0041] 참고적으로 전류센서(600)는 전원 공급부(410)와 드라이버(420) 사이에 연결되어 전류 변화량을 감지하고 센싱 전류(I₁)를 출력하도록 구성될 수 있다. 전류센서(600)가 전원 공급부(410)와 드라이버(420) 사이에 연결될 경우, 노이즈 유입이 감소되어 센싱전류(I₁)의 파형이 명확하게 출력될 수 있다.
- [0042] 관리 컴퓨터(700)는 제어부(500)와 상호 간에 데이터 교환을 수행할 수 있도록 유선 및 무선 네트워크망을 통해 연결될 수 있다.
- [0043] 관리 컴퓨터(700)는 개인용 컴퓨터, 서버 등으로 구성될 수 있으며, 제어부(500)로부터 산출된 정보를 저장받아 기록하고, 제어부(500)에 설정 데이터를 전달할 수 있다.
- [0044] 도 2는 도 1의 베어링 마모 진단장치(1)의 제1 측정결과를 나타낸 도면이다. 제1 측정결과는 정상적으로 매우 균일하게 마모가 진행된 베어링을 측정한 결과를 도시한 것이다.
- [0045] 도 2를 참조하여, 제어부(500)가 모터(300)에 공급되는 구동전류(I_{DRV})를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류(I_{DRV})의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출하는 과정을 상세히 설명하기로 한다.
- [0046] 본 실시예에서 제어부(500)는 전류센서(600)에서 제공되는 센싱전류(I₁)를 통해 구동전류(I_{DRV})의 변화량을 파악하도록 구성된다.
- [0047] 우선, 마모가 가장 진행되지 않은 베어링(200)의 경우, 센싱전류(I₁)의 값이 가장 낮게 측정된다. 또한 센싱전류(I₁) 파형의 진폭의 변화는 매우 균일하게 측정된다.
- [0048] 다음으로, 상대적으로 마모가 점점 더 많이 진행된 베어링(200)의 경우, 마모량이 증가할수록 센싱전류(I₁)의 값도 균일하게 증가한다.
- [0049] 즉, 베어링(200)의 마모가 매우 균일하게 진행되었다고 가정할 경우, 마모가 진행될수록 센싱전류(I₁)의 파형의 진폭의 변화는 거의 일정한 상태에서 센싱전류(I₁)의 값이 전체적으로 증가한다.
- [0050] 제어부(500)는 베어링(200)의 마모 한계점을 기억 또는 설정하는데, 그 마모 한계점은 기준 마모량(REF1)으로 정의된다. 따라서 제어부(500)는 베어링(200)의 마모량의 진행속도를 산출하여 주기적으로 베어링(200)의 교체 시기를 알려줄 수 있다.
- [0051] 즉, 제어부(500)는 베어링(200)의 총 사용시간과, 마모량의 진행속도를 고려하여 마모 한계점에 도달하는 시점을 산출할 수 있으므로, 총 사용시간이 변경될 때마다 그 사용 평균시간(일간, 주간, 월간)을 기준으로 예상 교체시기를 산출할 수 있다.
- [0052] 참고적으로, 마모 한계점에 도달하는 시점은, 총 사용시간 중 일간 최대 사용시간, 주간 최대 사용시간, 월간 최대 사용시간 중 어느 하나가 선택되어 그 최대 사용시간을 기준으로 교체시기가 산출될 수도 있을 것이다.
- [0053] 참고적으로 제어부(500)는 관리 컴퓨터(700)로부터 설정 데이터를 전달받을 수 있도록 구성되는데, 총 사용시간 중 일간 최대 사용시간, 주간 최대 사용시간, 월간 최대 사용시간 중 어느 하나가 설정 데이터에 포함될 수 있다. 또한, 관리 컴퓨터(700)에 의해 기준 마모량(REF1, REF2)의 값이 조절될 수 있다. 제어부(500)에서 산출된 데이터는 관리 컴퓨터(700)로 전달되어 데이터 베이스에 저장되며, 저장된 데이터는 그래프화되어 표시될 수 있다.
- [0054] 도 3은 도 1의 베어링 마모 진단장치(1)의 제2 측정결과를 나타낸 도면이다.
- [0055] 제2 측정결과는 균열이 발생했거나, 부분적으로 깨짐이 발생한 베어링의 측정한 결과를 도시한 것이다.
- [0056] 도 3을 참조하면, 센싱전류(I₁)의 진폭의 변화가 매우 균일하게 측정된 정상 파형(NORMAL)에 비해, 균열이 발생했거나 부분적으로 깨짐이 발생한 베어링의 경우, 불규칙적인 피크 파형이 발생한다.
- [0057] 따라서 제어부(500)는 이러한 센싱전류(I₁)의 불규칙적인 파형의 크기를 고려하여 베어링의 현재 상태를 산출할 수 있다.
- [0058] 원점신호(Z상 펄스)를 기준으로 센싱전류(I₁)를 측정할 때, 모터(300)의 각 회전당 주기적인 피크 파형이 발생할 경우, 베어링(200)의 볼크랙 및 일그러짐이 발생한 것이다.
- [0059] 또한, 모터(300)의 각 회전당 불규칙적인 피크 파형이 발생할 경우, 베어링(200)의 균열/깨짐이 발생한 것이다.

- [0060] 도 4는 도 1의 베어링 마모 진단장치(1)의 제3 측정결과를 나타낸 도면이다.
- [0061] 제3 측정결과는 베어링의 윤활유가 탄화되었거나, 이물질이 발생한 베어링의 측정된 결과를 도시한 것이다.
- [0062] 도 4를 참조하면, 센싱전류(I₁)의 진폭의 변화가 매우 균일하게 측정된 정상 파형(NORMAL)과 비교할 때, 센싱전류(I₁)의 진폭의 변화가 매우 균일하게 측정되는 점은 유사하지만, 센싱전류(I₁)의 절대적인 크기가 증가하게 된다.
- [0063] 이는 제어부(500)에서 기준 마모량(REF2)을 설정해 둔 다음, 베어링(200)의 마모량의 진행속도를 고려할 때, 비정상적으로 빠르게 기준 마모량(REF2)을 초과할 경우, 베어링의 윤활유가 탄화되었거나, 이물질이 발생한 상황임을 판단할 수 있다. 참고적으로 윤활유가 탄화되었거나, 이물질이 발생한 상황일 경우, 정상 상태의 베어링에 비해 2 ~ 6% 정도 센싱전류(I₁) 값이 상승한다.
- [0064] 즉, 제어부(500)는 마모량의 진행속도를 산출한 후, 그 진행속도에 따라 기준 마모량(REF2)을 점진적으로 커지도록 제어한다. 즉, 제어부(500)는 그래프 상에서 기준 마모량(REF2)과 정상 파형(NORMAL) 사이에 일정한 차이가 발생하도록 간격을 유지시키면서 베어링의 상태를 감지한다.
- [0065] 한편, 제어부(500)는 모터(300)의 엔코더로부터 전달되는 원점신호(Z상 펄스)를 기준으로 하여 구동전류(I_{DRV}) 또는 센싱전류(I₁)를 피드백 받도록 구성될 수 있다. 참고적으로 엔코더로부터 전달되는 원점신호(Z상 펄스)는 모터(300)의 1회전시 마다 펄스하는 신호이다.
- [0066] 한편, 상술한 실시예에서는 제어부(500)가, 센싱전류(I₁)를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류(I_{DRV})의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출하는 구성을 설명하였다.
- [0067] 다른 실시예의 구성으로 제어부(500)가, 모터(300)의 구동토크(T₁)를 피드백 받아 시간에 따른 구동토크(T₁)의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 즉, 모터(300)의 구동토크(T₁)는, 모터(300)에 공급되는 구동전류(I_{DRV})와 비례관계에 있으므로, 모터(300) 구동토크의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있다.
- [0069] 즉, 구동전류(I_{DRV})와 구동토크(T₁)는 정비례관계에 있으므로, 도 2 내지 4의 측정 결과에 도시된 바와 같이, 상술한 방법과 동일한 과정을 통해 모터(300)의 구동토크(T₁)의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있다. 이때, 기준 마모량(REF1, REF2)의 수치는 상대적으로 변경되는 것이 바람직하다.
- [0070] 도 1에 도시된 바와 같이, 제어부(500)는 모터(300)로부터 직접 구동토크(T₁)를 전달받도록 구성될 수도 있으며, 제어부(500)가 모터(300)의 엔코더로부터 전달되는 펄스신호, 회전속도, 소모전력량 등을 토대로 구동토크(T₁)를 직접 연산하는 구성으로 실시될 수도 있을 것이다.
- [0071] 상술한 바와 같이 제어부(500)는, 센싱전류(I₁)의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있고, 구동전류(I_{DRV})의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있으며, 모터(300) 구동토크(T₁)의 변화량을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있다.
- [0072] 이때, 제어부(500)는 구동전류(I_{DRV})의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량을 동시에 고려하여 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(500)는 센싱전류(I₁)의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량을 동시에 고려하여 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있다.
- [0073] 즉, 기본적으로 센싱전류(I₁)의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량은 정비례 관계에 있으므로 거의 동일한 변화량을 보이나,
- [0074] 전류센서(600)의 측정 정밀도, 구동토크(T₁)의 측정 정밀도 사이에 오차가 존재할 수 있으므로, 제어부(500)는 센싱전류(I₁)의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량의 평균값을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있다.
- [0075] 또한, 센싱전류(I₁)의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량의 반영비율은 관리 컴퓨터(700)에 의해서 조절될 수 있다. 즉, 센싱전류(I₁)의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량의 반영비율은 각각 0 ~ 100% 사이에서 조절될 수 있을 것이다.
- [0076] 참고적으로 전류센서(600)가 구비되지 않은 구성일 경우, 구동전류(I_{DRV})의 변화량 및 구동토크(T₁)의 변화량의 평균값을 토대로 베어링(200)의 마모량을 산출할 수 있으며, 그 반영비율은 각각 조절될 수 있을 것이다.

- [0077] 또한, 제어부(500)는 구동토크(T₁)의 변화량을 실시간으로 모니터링하여 과부하가 발생할 경우, 해당 상황을 관리 컴퓨터(700)로 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0078] 제어부(500)에 전달되는 센싱전류(I₁), 구동토크(T₁)는 아날로그 또는 디지털 형태로 구성될 수 있으나, A/D 컨버터를 이용하여 디지털 형태의 신호로 전환된 후 제어부(500)에 전달되는 것이 바람직하다.
- [0079] 또한, 모터(300)의 온도가 상승함에 따라 구동전류(I_{DRV})가 더 소요될 수 있으므로, 모터(300)에 온도를 측정하는 온도센서를 더 구비한 후, 제어부(500)가 그 온도센서의 온도값에 따라 기준 마모량(REF1, REF2)의 수치를 자동으로 보정하도록 자동 제어될 수도 있을 것이다.
- [0080] 본 발명의 실시예에 따른 베어링 마모 진단장치는 모터의 구동전류를 피드백 받아 시간에 따른 구동전류의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출할 수 있으므로, 베어링의 마모량의 진행속도를 고려하여 주기적으로 교체시기를 추정할 수 있다.
- [0081] 또한, 베어링 마모 진단장치는 모터의 구동토크를 피드백 받아 시간에 따른 구동토크의 변화량을 토대로 베어링의 마모량을 산출할 수 있으므로, 베어링의 마모량의 진행속도를 고려하여 주기적으로 교체시기를 추정할 수 있다.
- [0082] 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

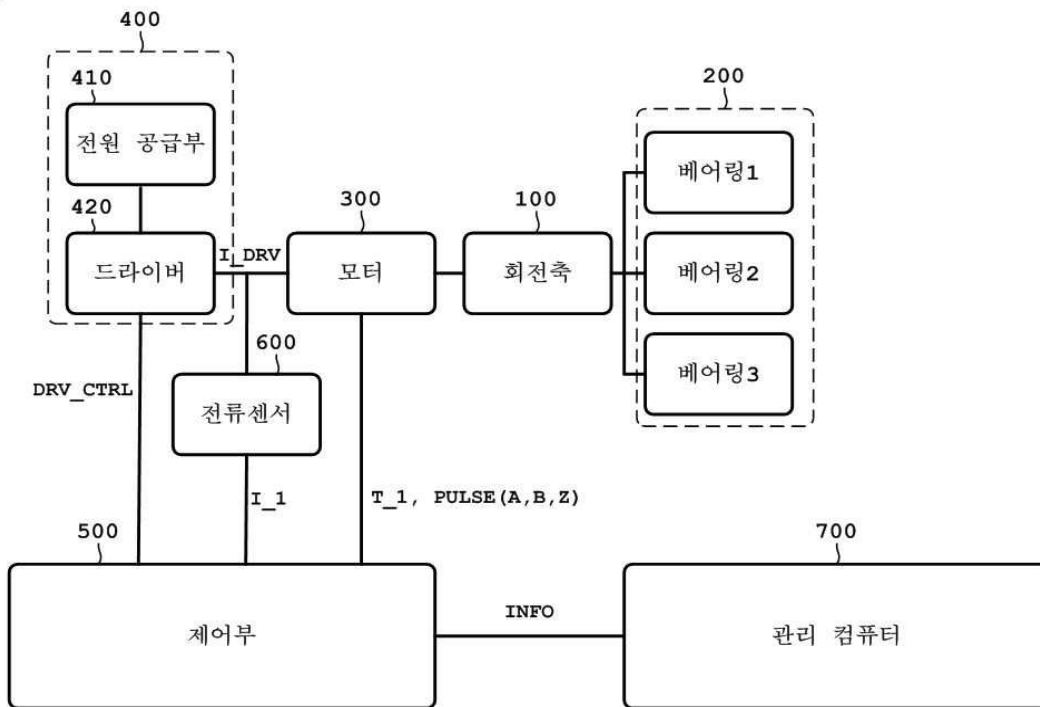
부호의 설명

- [0083] 1 : 베어링 마모 진단장치
- 100 : 회전축
- 200 : 베어링
- 300 : 모터
- 400 : 전원부
- 410 : 전원 공급부
- 420 : 드라이버
- 500 : 제어부
- 600 : 전류센서
- 700 : 관리 컴퓨터

도면

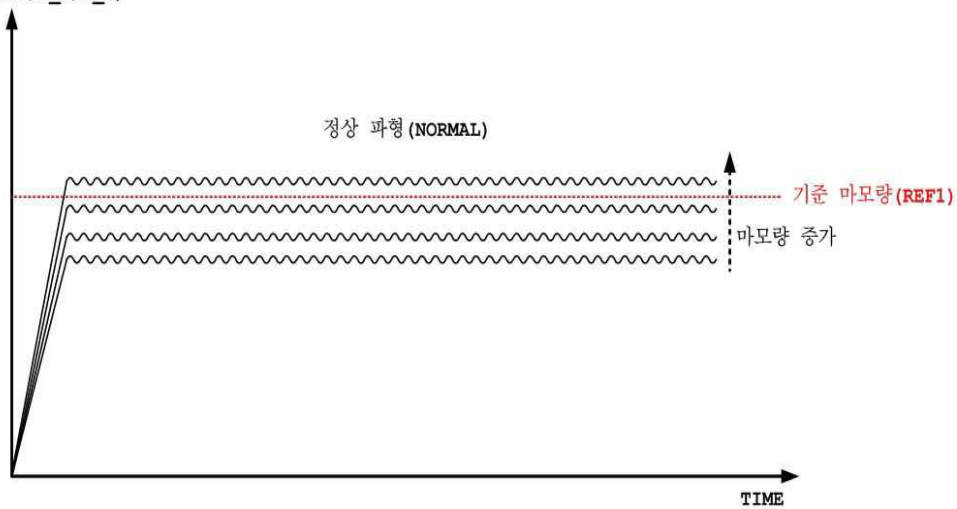
도면1

1



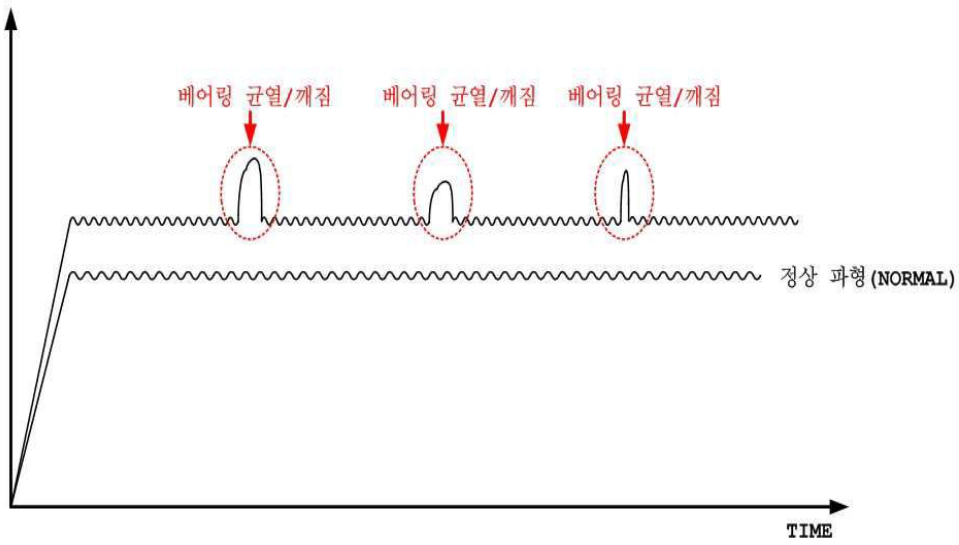
도면2

구동전류 or 센싱전류 or 구동토크
(I_DRV/I_1/T_1)



도면3

구동전류 or 센싱전류 or 구동토크
(I_DRV/I_1/T_1)



도면4

구동전류 or 센싱전류 or 구동토크
(I_DRV/I_1/T_1)

