



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월11일
(11) 등록번호 10-1328738
(24) 등록일자 2013년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/34 (2006.01) G01R 27/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0099722
(22) 출원일자 2012년09월10일
심사청구일자 2012년09월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110133851 A*
KR1019970018910 A
KR1020020084759 A
KR1020130084775 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
이상빈
서울특별시 강남구 논현동 105 동현아파트 2동 208호
홍중만
경상남도 마산시 완월동 대동 한마음 아파트 810호
(74) 대리인
송경근

전체 청구항 수 : 총 8 항

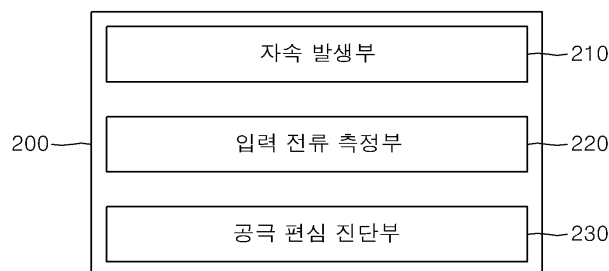
심사관 : 박근용

(54) 발명의 명칭 유도 전동기 공극 편심 진단 장치 및 방법, 그리고 그 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 기록매체

(57) 요약

인버터를 이용한 유도 전동기의 공극 편심 진단 장치 및 방법이 개시된다. 자속 발생부는 유도 전동기가 정지하는 경우 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생한다. 입력 전류 측정부는 복수 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정한다. 공극 편심 진단부는 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 유도 전동기의 인덕턴스 값이 사전에 설정된 비율로 감소하는 지점의 직류 전류 값이 미리 설정된 직류 전류 값보다 작은 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단한다. 본 발명에 따르면, 인버터의 전류 센서와 컨트롤러 등 기존의 하드웨어를 그대로 이용하여 추가적인 하드웨어의 소요가 발생하지 않아 비용을 줄일 수 있다. 또한, 공극 편심을 진단하기 위해서 필요한 전동기의 회전자 슬롯 수 등의 정보가 필요치 않기 때문에 간단한 알고리즘으로 구현 가능하고, 전동기가 운전하지 않을 때에 빠른 시간 내에 진단 시험을 할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부;

상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및

상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 사전에 설정된 비율로 감소하는 지점의 직류 전류 값이 미리 설정된 직류 전류 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유도 전동기 공극 편심 진단 장치.

청구항 2

유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부;

상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및

상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 미리 설정된 직류 전류 값에서 사전에 설정된 인덕턴스 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유도 전동기 공극 편심 진단 장치.

청구항 3

유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부;

상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및

상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 감소하는 기울기 비율이 사전에 설정된 기울기 비율보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유도 전동기 공극 편심 진단 장치.

청구항 4

유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부;

상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및

상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값을 토대로 x축은 입력 전류로 설정하고 y축은 상기 인덕턴스로 설정하여 제1그래프를 도시하고, 사전에 설정된 제2그래프와 상기 제1그래프가 교차하여 발생하는 면적이 일정한 차이가 발생하는 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유도 전동기 공극 편심 진단 장치.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자속 발생부는 인버터를 이용하여 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 것을 특징으로 하는

유도 전동기 공극 편심 진단 장치.

청구항 6

유도 전동기 공극 편심 진단 장치에 의해 수행되는 유도 전동기 공극 편심 진단 방법에 있어서,

- (a) 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생 단계;
- (b) 상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정 단계; 및
- (c) 상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 사전에 설정된 비율로 감소하는 지점의 직류 전류 값이 미리 설정된 직류 전류 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유도 전동기 공극 편심 진단 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 (a) 단계는 인버터를 이용하여 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 것을 특징으로 하는 유도 전동기 공극 편심 진단 방법.

청구항 8

제 6항 또는 제 7항 중 어느 한 항에 기재된 유도 전동기 공극 편심 진단 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전기 기기 진단 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 유도 전동기의 공극 편심을 진단하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 도 1은 유도 전동기의 개략적인 형태를 도시한 도면이다. 도 1에서 확인할 수 있는 바와 같이, 유도 전동기의 고정자와 회전자 사이에는 일정한 공극이 존재한다. 이 공극이 일정하지 않은 상태를 공극 편심이라고 한다. 유도 전동기의 공극 편심을 진단하는 방법으로는 전동기를 운전하지 않은 상태에서 시험하는 사전 시험과 운전 중에 실시하는 활선 시험이 있다.

[0003] 1) 사전 시험

[0004] 가. TIR(Total Indicated Reading) 시험

[0005] 전동기를 분해하여 dial test indicator를 통해 회전자의 동적 편심을 직접 측정하는 시험이다. 하지만 전동기에서 회전자를 분리해야 하는 어려움이 있다.

[0006] 나. 인덕턴스 측정 시험

[0007] 수동적으로 회전자를 돌려가며 인덕턴스 측정 장비를 이용하여 고정자의 각 상의 인덕턴스의 변화를 측정하는 방식이다. 고정자 권선에 전압 신호를 인가하고, 회전자를 수동으로 돌려가며 측정된 전류로부터 인덕턴스를 계산하는데, 공극 편심이 존재하면 각 상의 인덕턴스의 값이 서로 다르게 나타난다. 이때 인가되는 전압 신호는 작은 크기의 빠른 주파수를 가진 교류 전압이거나, 빠른 주파수를 가진 직류 썬지(surge) 전압, 정격 주파수를 가진 교류 전압 등이 있다. 이 시험은 잔류 자속과 고정자 자체의 구조로부터 영향을 받을 수 있기 때문에 전동기의 명확한 편심 진단에 어려움이 따른다. 또한 공극 편심이 인덕턴스의 변화에 미치는 영향이 작기 때문에 민감도가 떨어지며, 썬지 테스터와 같은 장비가 필요하여 적지 않은 비용이 요구된다.

- [0008] 2) 활선 시험
- [0009] 가. 주파수 분석
- [0010] 전동기의 운전 중에 발생하는 진동, 소음, 자속 또는 고정자 전류를 측정하여 주파수 스펙트럼으로 변환한 뒤 공극 편심 고장이 있을 시에 발생하는 특정 주파수 성분의 크기 증가를 관찰하여 공극 편심을 진단하는 시험이다. 이 중에서 진동, 소음, 자속보다 상대적으로 측정이 쉽고 저렴한 전류를 측정하여 스펙트럼 분석을 하는 MCSA(Motor Current Signature Analysis) 분석법이 많이 연구되었다.
- [0011] 전동기에 공극 편심이 발생하면 자계의 공간적, 시간적 분포가 왜곡되어 고정자 전류에 영향을 미치게 된다. 이 전류를 주파수 스펙트럼 상에서 분석하면 낮은 주파수 영역에서 측정되는 주파수 성분과 높은 주파수 영역에서 측정되는 주파수 성분이 있는데, 이는 수학식 1과 같이 표현된다.

수학식 1

[0012]
$$f_{ecc,LF} = f_s \pm k f_r = f_s (1 \pm k(1-s)/p)$$

[0013]
$$f_{ecc,HF} = f_s [(kR \pm n_d)(1-s)/p \pm v]$$

[0014] 여기서, f_s 는 전원의 기본 주파수, k 는 임의의 정수, s 는 유도 전동기의 슬립, P 는 유도 전동기의 극의 쌍(pole pairs) 수, R 은 회전자의 슬롯 수, n_d 는 편심 차수, 그리고, v 는 고정자의 시간적 고조파(stator time harmonic)의 차수이다.

[0015] 낮은 주파수 성분의 경우 모든 공극 편심에 대해 증가하는 것은 아니며, 회전축 정렬 불량, 부하 토크의 맥동/불평형 문제들 역시 동일한 주파수 성분을 증가시키며 서로 분리가 불가능한 취약점을 가지고 있다. 높은 주파수 성분의 경우 이러한 문제는 없지만 회전자의 슬롯 수(R)를 사전에 알고 있어야 하며, 회전자 슬롯 수(R)와 전동기 극수(p)의 조합에 따라 관찰이 불가능한 경우가 있다. 또한 일반적으로 낮은 값을 갖기 때문에 상시 존재하는 노이즈에 가려 관찰이 어려울 수 있다.

[0016] 또한 주파수 분석법은 측정 중에 속도가 변하면 정확한 값을 추출하기 어려우며, 인버터로 구동되는 유도 전동기의 경우 전력 소자의 스위칭으로 인해 발생하는 노이즈가 크기 때문에 적용하기 어렵다.

[0017] 이와 관련된 선행기술을 구체적으로 살펴보면, 한국공개공보 제2011-0133851호(발명의 명칭 : 유도 전동기 공극 편심 진단 방법, 장치 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 매체)에는 별도의 진단 장비 없이 용이하고 저렴하게 유도 전동기의 공극 편심을 진단하는 방법을 개시하고 있다.

[0018] 또한, 한국공개공보 제2011-0022037호(발명의 명칭 : 유도 전동기 및 밀폐형 압축기)에는 소감의 감합 강도를 약화시키는 일 없이 기동 토크가 높고 고효율의 유도 전동기를 얻을 수 있고 냉동기유의 유상량을 억제한 신뢰성 높은 밀폐형 압축기를 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 별도의 진단 장비 없이 공정 정지, 전동기의 분해, 수동 회전 등을 수행하지 않고서도, 용이하고 저렴하게 높은 진단 빈도로 정확한 진단을 수행할 수 있는 유도 전동기 공극 편심 진단 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0020] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 별도의 진단 장비 없이 공정 정지, 전동기의 분해, 수동 회전을 수행하지 않고서도, 용이하고 저렴하게 높은 진단 빈도로 정확한 진단을 수행할 수 있는 유도 전동기 공극 편심 진단 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치는, 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부; 상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및 상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 사전에 설정된 비율로 감소하는 지점의 직류 전류 값이 미리 설정된 직류 전류 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 구비한다.
- [0022] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치는, 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부; 상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및 상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 미리 설정된 직류 전류 값에서 사전에 설정된 인덕턴스 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 구비한다.
- [0023] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치는, 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부; 상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및 상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 감소하는 기울기 비율이 사전에 설정된 기울기 비율보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 구비한다.
- [0024] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치는, 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생부; 상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정부; 및 상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값을 토대로 x축은 입력 전류로 설정하고 y축은 상기 인덕턴스로 설정하여 제1그래프를 도시하고, 사전에 설정된 제2그래프와 상기 제1그래프가 교차하여 발생하는 면적이 일정한 차이가 발생하는 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단부;를 구비한다.
- [0025] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 방법은, 유도 전동기 공극 편심 진단 장치에 의해 수행되는 유도 전동기 공극 편심 진단 방법에 있어서, (a) 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생하는 자속 발생 단계; (b) 상기 복수의 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 상기 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정하는 입력 전류 측정 단계; 및 (c) 상기 유도 전동기로 입력되는 전압과 상기 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 상기 유도 전동기의 인덕턴스 값이 사전에 설정된 비율로 감소하는 지점의 직류 전류 값이 미리 설정된 직류 전류 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단하는 공극 편심 진단 단계;를 갖는다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치 및 방법에 의하면, 인버터의 전류 센서와 컨트롤러 등 기존의 하드웨어를 그대로 이용하여 추가적인 하드웨어의 소요가 발생하지 않아 비용을 줄일 수 있다.
- [0027] 또한, 공극 편심을 진단하기 위해서 필요한 전동기의 회전자 슬롯 수 등의 정보가 필요치 않기 때문에 간단한 알고리즘으로 구현 가능하고, 전동기가 운전하지 않을 때에 빠른 시간 내에 진단 시험을 할 수 있어 시간이 오래 걸리는 기존 진단 방법보다 효과적이다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 유도 전동기의 개략적인 형태를 도시한 도면,
 도 2는 본 발명에 따른 유도 전동기의 공극 편심 진단 장치의 구성을 도시한 블록도,
 도 3은 인버터 구동 시스템의 개략적인 블록도,
 도 4는 공극 편심이 있는 유도 전동기에 직류+교류 자계를 인가한 상태를 도시한 도면,
 도 5는 편심량의 증가에 따른 인덕턴스 대 전류 그래프 변화를 도시한 도면, 그리고,
 도 6은 편심량의 증가에 따른 전류값(I_{sat})의 변화를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 유도 전동기의 공극 편심 진단 장치 및 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 2는 본 발명에 따른 유도 전동기의 공극 편심 진단 장치(200)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 2를 참고하면, 본 발명에 따른 유도 전동기의 공극 편심 진단 장치(200)는 자속 발생부(210), 입력 전류 측정부(220) 및 공극 편심 진단부(230)를 포함한다.
- [0031] 자속 발생부(210)는 유도 전동기가 정지하는 경우 상기 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상에서 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생한다. 이때, 자속 발생부(210)는 인버터를 이용하여 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자속을 발생할 수 있다. 이 경우 회전자로의 자계 발생에도 불구하고 회전자의 구동을 방지하여 정밀한 진단을 수행할 수 있게 된다.
- [0032] 입력 전류 측정부(220)는 복수 직류 성분을 구성하는 자속이 발생할 때마다 상기 유도 전동기로 입력되는 전류를 측정함으로써, 자속이 발생하는 복수 직류 성분 각각에 대응하는 복수의 입력 전류를 측정한다. 공극 편심 진단부(230)는 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 유도 전동기의 인덕턴스 값이 사전에 설정된 비율로 감소하는 지점의 직류 전류 값이 미리 설정된 직류 전류 값보다 작은 경우 상기 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단한다.
- [0033] 또한, 공극 편심 진단부(230)는 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 유도 전동기의 인덕턴스 값이 미리 설정된 직류 전류값에서 사전에 설정된 인덕턴스 값보다 작은 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다. 또한, 공극 편심 진단부(230)는 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 유도 전동기의 인덕턴스 값이 감소하는 기울기(gradient) 비율이 사전에 설정된 기울기(gradient) 비율보다 작은 경우 역시 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다. 또한, 공극 편심 진단부(230)는 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득한 유도 전동기의 인덕턴스 값을 토대로 x축은 입력 전류로 설정하고, y축은 인덕턴스로 설정하여 제1그래프를 도시하고, 사전에 설정된 제2그래프가 상술한 제1그래프와 서로 교차하여 발생하는 면적이 일정한 차이가 발생하는 경우 역시 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다.
- [0034] 이와 같이, 유도 전동기가 정지하는 경우 단순히 자속을 발생하고 전류를 측정하는 것만으로도 유도 전동기의 공극 편심을 진단할 수 있으므로, 별도의 진단 장비가 필요 없고, 공정 정지, 전동기의 분해, 수동 회전 등을 수행하지 않아도 되며, 용이하고 저렴한 비용 및 높은 진단 빈도로 정확한 진단을 수행할 수 있게 된다.
- [0035] 여기서, 유도 전동기 공극 편심 진단 장치(200)는 하드웨어적으로 구현될 수도 있지만, 하드웨어와 소프트웨어가 결합된 형태로 구현될 수도 있다.
- [0036] 이하, 실제 구현예를 이용하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

- [0037] 유도 전동기는 고정자의 권선에 전압과 전류를 인가하여 발생하는 자속 Φ_o 가 회전자 바에 전류를 발생시켜 이로 인해 발생하는 자속 Φ_o 로 인해 발생하는 토크 τ_o 로 회전한다. 이 유도 전동기를 회전하게 만드는 토크 τ_o 는 자속 Φ_o 와 자속 Φ_o 의 벡터 외적에 비례한다.

- [0038] 유도 전동기의 회전 속도 제어를 위해서는 고정자 권선의 입력 전압과 주파수를 조정하는 방법이 있는데, 이 회전 속도는 주파수와 비례한다. 따라서 유도 전동기를 원하는 회전 속도로 운전하기 위해서는 입력 주파수를 조정할 수 있는 인버터와 함께 시스템을 구성한다.
- [0039] 도 3은 인버터 구동 시스템의 개략적인 블록도이다. 인버터는 입력된 일정한 주파수의 교류 전원을 정류기를 통해 직류 전원으로 바꾸어 커패시터에 저장을 하고, 이를 사용자가 원하는 여러 주파수와 전압에 대해 컨트롤러에서 신호를 받아 반도체 소자로 이루어진 스위치를 통해 스위칭 함으로써 다른 주파수의 교류 전원으로 바꾸어 준다. 또한, 인버터의 출력단에는 전류 센서가 있어 인버터의 출력 전압을 컨트롤러에 입력한다.
- [0040] 도 4는 공극 편심이 있는 유도 전동기에 직류+교류 자계를 인가한 상태를 도시한 도면이다. 도 4를 참조하면, 공극 편심이 있는 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면상에 복수의 직류 성분과 교류 성분이 합쳐진 자계가 인가됨을 알 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치는 인버터에서 발생시키는 신호가 교류 전류(AC)와 직류 전류(DC)가 합쳐진 신호인 반면, 기존 특허(공개특허공보 제2011-0133851호)에서는 인버터에서 발생시키는 신호가 교류 전류(AC) 신호에 불과한 점이 큰 차이가 있다.
- [0041] 도 5는 편심량의 증가에 따른 인덕턴스 대 전류 그래프 변화를 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 정상 유도 전동기의 경우 유도 전동기의 회전자 회전축과 수직인 평면 상으로 발생된 직류 성분이 증가(변화)함에 따라 인덕턴스(L') 값은 일정한 값을 유지하며 선형성을 유지하다가, $P_{con}(I_{sat,con})$ 지점에서 인덕턴스(L') 값이 급격히 감소함을 알 수 있다. 반면, 공극 편심이 있는 유도 전동기의 경우 상술한 정상 유도 전동기의 경우(P_{con})와 마찬가지로 직류 성분이 증가(변화)함에 따라 인덕턴스(L') 값은 일정한 값을 유지하며 선형성을 유지하다가, $P_{ecc}(I_{ecc,con})$ 지점에서 인덕턴스(L') 값이 급격히 감소함을 알 수 있다.
- [0042] 즉, 인덕턴스(L') 값이 급격히 감소하는 지점의 직류 성분은 정상 유도 전동기(P_{con})보다 공극 편심이 있는 유도 전동기(P_{ecc})에서 더 작다는 것을 알 수 있다. 따라서 유도 전동기의 공극 편심을 진단하기 위해서는, 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득된 유도 전동기의 인덕턴스 값이 급격히 감소하는 지점의 직류 전류 값($I_{ecc,con}$)이 미리 설정된 직류 전류 값($I_{sat,con}$)보다 작은 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다. 따라서 도 6을 참고하면, 편심량이 증가함에 따라 인덕턴스(L') 값이 급격히 감소하는 지점의 직류 전류 성분(I_{sat})이 역시 감소한다는 것을 알 수 있다.
- [0043] 즉, 본 발명에 따른 유도 전동기 공극 편심 진단 장치는 공극 편심 진단하는 방법이 직류 전류(DC) 성분 증가에 따른 인덕턴스 변화를 측정하는 것인 반면, 기존 특허(공개특허공보 제2011-0133851호)에서는 모터 내 자계의 공간적인 분포(각도)를 변화시켜 가며 인덕턴스를 측정한 점에도 기술적 구성상 큰 차이가 있다.
- [0044] 또한, 유도 전동기의 공극 편심을 진단하기 위해서는, 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득된 유도 전동기의 인덕턴스 값이 미리 설정된 직류 전류 값에서 사전에 설정된 인덕턴스 값보다 작은 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다. 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 미리 설정된 직류 전류 값을 $I_{sat,con}$ 이라고 가정하면 $I_{sat,con}$ 직류 전류 값에서 정상 전동기의 인덕턴스 값(L'_{con})보다 편심 전동기의 인덕턴스 값(L'_{ecc})이 더 작다는 것을 알 수 있다.
- [0045] 또한, 유도 전동기의 공극 편심을 진단하기 위해서는, 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득된 유도 전동기의 인덕턴스 값이 감소하는 기울기(gradient) 비율이 사전에 설정된 기울기(gradient) 비율보다 작은 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다. 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 인덕턴스(L')값이 급격히 감소하는 지점들의 기울어진 정도(기울기)를 살펴보면 정상 전동기의 기울기(g_{con})가 편심 전동기의 기울기(g_{ecc})보다 더 가파른 것을 알 수 있다.
- [0046] 또한, 유도 전동기의 공극 편심을 진단하기 위해서는, 유도 전동기로 입력되는 전압과 복수의 입력 전류를 이용하여 획득된 유도 전동기의 인덕턴스 값을 토대로 x축은 입력 전류로 설정하고, y축은 인덕턴스로 설정하여 제1그래프(편심 전동기)를 도시하고, 사전에 설정된 제2그래프(정상 전동기)와 상술한 제1그래프가 서로 교차하여 발생하는 면적(A)이 일정한 차이가 발생하는 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있다. 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 정상 전동기와 편심 전동기 그래프가 각각 교차하는 부분에 일정 수준의 면적(A)이 존재하며, 이러한 면적(A)이 일정한 차이가 발생하는 경우 유도 전동기가 공극 편심이라고 진단할 수 있는 것이다.

[0047] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 유무선 통신망으로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

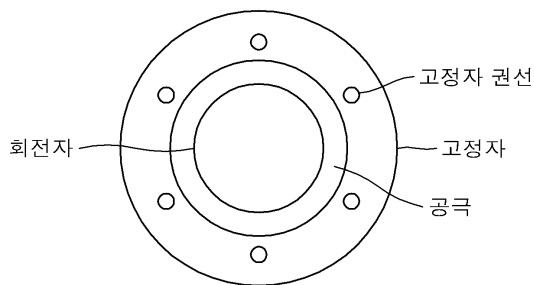
[0048] 이 상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

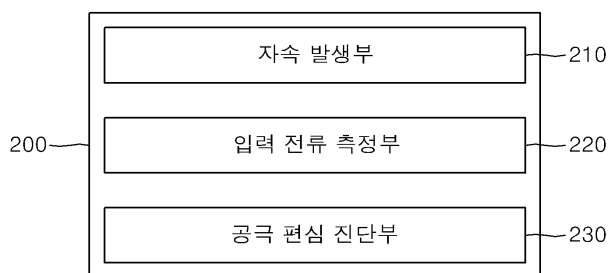
[0049] 200 : 유도 전동기 공극 편심 진단 장치 210 : 자속 발생부
 220 : 입력 전류 측정부 230 : 공극 편심 진단부

도면

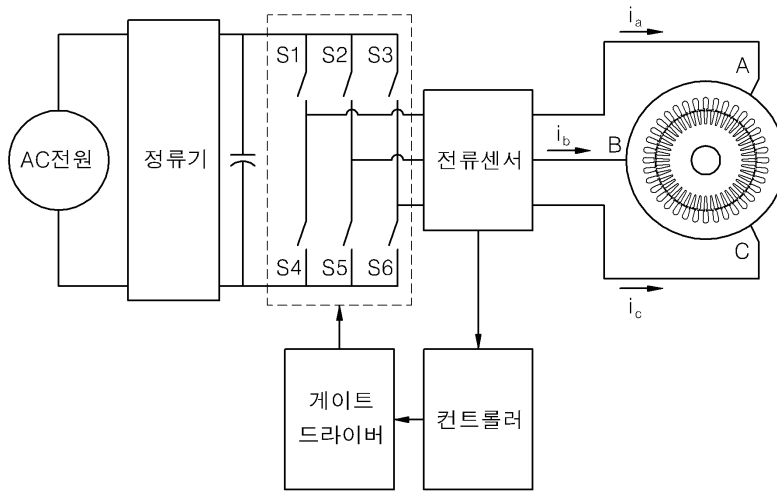
도면1



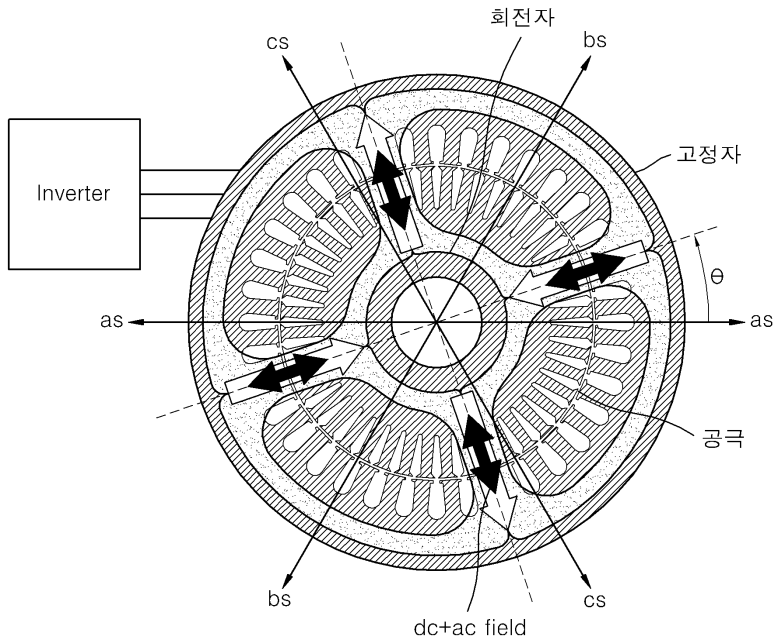
도면2



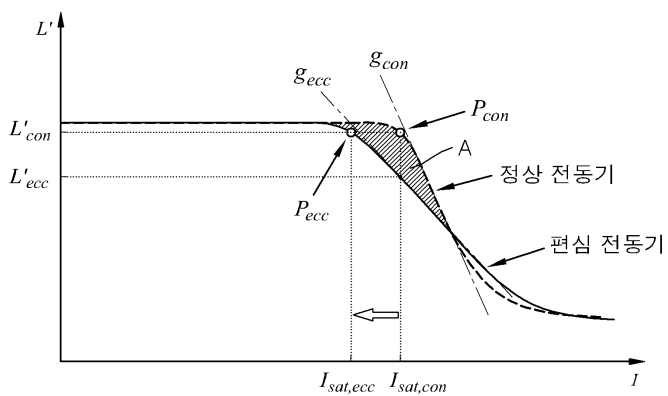
도면3



도면4



도면5



도면6

