

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0147346
(43) 공개일자 2022년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/34 (2006.01) G01R 19/00 (2021.01)

G01R 23/16 (2006.01) G01R 27/08 (2006.01)

G01R 31/66 (2020.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/343 (2013.01)

G01R 19/0038 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0054365

(22) 출원일자 2021년04월27일

심사청구일자 2021년04월27일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이상빈

서울특별시 강남구 개포로 409, 4동 502호

김한주

서울특별시 구로구 항동로 43, 302동 105호

모 함만

서울특별시 성북구 고려대로17가길 15-7, 제1호

(74) 대리인

김홍석

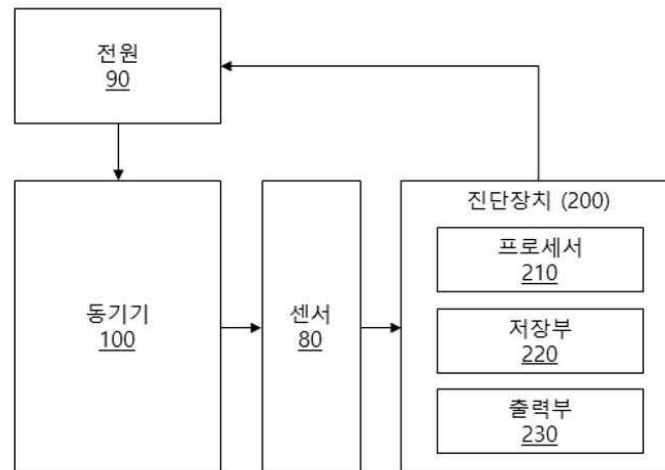
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 동기기 고장 진단 방법 및 장치

(57) 요약

동기기 고장 진단 방법이 개시된다. 상기 동기기 고장 진단 방법은 동기기의 회전자에 인가되는 교류 전압 및 교류 전류가 측정되는 단계, 측정된 상기 교류 전압 및 상기 교류 전류를 이용하여 등가 임피던스가 연산되는 단계, 상기 등가 임피던스가 기준 임피던스와 비교되는 단계, 및 상기 등가 임피던스와 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부가 판단되는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 23/16 (2021.05)

G01R 27/08 (2013.01)

G01R 31/66 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711113474
과제번호	2019R1A2C1084104
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	산업용 권선형 동기전동기의 회전자 고장 종합 진단
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

동기기의 회전자에 인가되는 교류 전압 및 교류 전류가 측정되는 단계;

측정된 상기 교류 전압 및 상기 교류 전류를 이용하여 등가 임피던스가 연산되는 단계;

상기 등가 임피던스가 기준 임피던스와 비교되는 단계; 및

상기 등가 임피던스와 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부가 판단되는 단계;를 포함하는 동기기 고장 진단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 등가 임피던스와 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부가 판단되는 단계는,

상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 큰 경우, 상기 회전자에 마련된 댐퍼 바에 훼손이 발생한 것으로 판단되는 단계; 및

상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 작은 경우, 상기 회전자에 마련된 계자권선에 단락이 발생한 것으로 판단되는 단계; 중 적어도 하나를 포함하는 동기기 고장 진단 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 동기기는 타여자 방식의 동기기 또는 자여자 방식의 동기기를 포함하는 동기기 고장 진단 방법.

청구항 4

여자부 고정자 및 회전자를 포함하되, 상기 회전자는 여자부 회전자, 상기 여자부에 연결되고 적어도 하나의 다이오드를 포함하는 정류부 및 상기 정류부에 연결된 동기부 회전자를 포함하는 동기기의 고장 진단 방법에 있어서,

상기 여자부의 여자부 고정자에 교류 전류가 인가되는 단계; 및

상기 동기부 회전자에 인가되는 전압 또는 전류의 파형을 획득하고, 획득한 전압 또는 전류의 파형을 기준 파형과 비교하여 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하는 단계;를 포함하는 동기기 고장 진단 방법.

청구항 5

여자부 고정자 및 회전자를 포함하되, 상기 회전자는 여자부 회전자, 상기 여자부에 연결되고 적어도 하나의 다이오드를 포함하는 정류부 및 상기 정류부에 연결된 동기부 회전자를 포함하는 동기기의 고장 진단 방법에 있어서,

상기 여자부의 여자부 고정자에 교류 전류가 인가되는 단계; 및

상기 여자부 고정자의 계자 권선의 등가 임피던스를 계측하고, 상기 등가 임피던스를 정상 상태에서의 임피던스와 비교하고, 비교 결과를 기반으로 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하는 단계;를 포함하는 동기기 고장 진단 방법.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

사용자의 조작 또는 미리 정의된 설정에 따라서 상기 회전자를 소정의 각도로 회동 후 정지시키는 단계;를 더 포함하는 동기기 고장 진단 방법.

청구항 7

기준 임피던스를 저장하는 저장부; 및

동기기의 회전자에 인가되는 교류 전압 및 교류 전류에 대한 정보를 획득하고, 상기 교류 전압 및 상기 교류 전류를 이용하여 등가 임피던스를 연산하고, 상기 등가 임피던스를 기준 임피던스와 비교하고, 상기 등가 임피던스 및 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부를 판단하는 프로세서;를 포함하는 동기기 고장 진단 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 큰 경우, 상기 회전자에 마련된 댐퍼 바에 훼손이 발생한 것으로 판단하거나, 또는

상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 작은 경우, 상기 회전자에 마련된 계자권선에 단락이 발생한 것으로 판단하는 동기기 고장 진단 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 동기기는 타여자 방식의 동기기 또는 자여자 방식의 동기기를 포함하는 동기기 고장 진단 장치.

청구항 10

동기기의 고장 여부를 진단하는 프로세서; 및

상기 프로세서의 진단 결과를 출력하는 출력부;를 포함하되,

상기 동기기는, 여자부 고정자 및 회전자를 포함하며, 상기 회전자는 여자부 회전자, 상기 여자부에 연결되고 적어도 하나의 다이오드를 포함하는 정류부 및 상기 정류부에 연결된 동기부 회전자를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 동기부 회전자에 인가되는 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하고, 상기 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생된 경우, 상기 적어도 하나의 다이오드가 개방된 것으로 판단하는 동기기 고장 진단 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 동기부 회전자에 인가되는 전압 또는 전류의 파형을 획득하고, 획득한 전압 또는 전류의 파형을 기준 파형과 비교하여 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하거나, 또는

상기 여자부 고정자의 계자 권선의 임피던스를 계측하고, 이를 정산 상태에서의 임피던스와 비교하고, 비교 결과를 기반으로 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하는 동기기 고장 진단 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 프로세서는, 사용자의 조작 또는 미리 정의된 설정에 따라서 상기 회전자를 소정의 각도로 회동 후 정지시키는 동기기 고장 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 동기기 고장 진단 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 동기는 정상 운전 상태에서 동기속도로 회전하는 교류 전기기계로, 설계 또는 제어에 따라 발전기로 동작하거나 전동기로 동작할 수 있다. 구체적으로 동기기에는 고정자와, 고정자 내측에서 회동 가능한 회전자에 마련되어 있는데, 터빈을 이용하여 회전을 동기속도로 회전시키면 고정자의 3상 권선에 3상 전압이 발생하여 동기는 발전기로 동작하게 되고, 반대로 고정자의 3상 권선에 3상 전압을 인가하면 고정자 내측에 일정한 동기속도로 회전하는 회전자계가 생성되고 이에 응하여 회전자에 회동함으로써 동기기가 전동기로 동작하게 된다. 계자 권선의 턴에 형성된 절연은 기계적 스트레스(회전자의 고속 회동에 기인함), 전기적 스트레스 또는 열적 스트레스를 받아 열화되기 쉽다. 또한, 댐퍼 바(damper bar)는 과도상태 전류 및 고속회전에 의해 훼손될 수도 있다. 뿐만 아니라, 브러시리스 동기기의 경우, 정류기의 다이오드도 회전자의 고속 회전에 따른 기계적, 전기적 또는 열적 스트레스에 의해 단락 또는 개방될 수 있다. 이와 같은 결함들은 동기기의 성능 저하 및 수명 단축의 원인이 된다. 그러므로, 이러한 결함들을 조기에 진단하여 동기기를 유지 및 관리하여야 한다. 이러한 결함의 진단 방법으로는 동기기에 인가되는 전원을 차단하여 동기기의 동작을 중단시킨 후 수행되는 오프라인 테스트와, 동기기의 동작 중단 없이 수행되는 온라인 테스트가 존재한다. 오프라인 테스트로는 육안 검사, 분담 전압 시험(pole drop test) 및 반복 서지 오실로그래프 방법(RSO: recurrent surge oscillography) 등이 있고, 온라인 테스트는 고정자 표면의 자속 센서를 이용하는 방법 등이 존재한다. 그러나, 이러한 방법들은 동기기를 분해해야 하거나, 동기기의 설계 방식이나 종류에 따라 적용이 불가능하거나, 또는 정확도와 신뢰성이 상대적으로 낮은 문제점이 있다. 또한, 계자 권선 단락 등의 고장 발생 여부는 동기기의 동작 상태에 따라 측정 불가능한 경우도 많아, 상술한 방법만으로는 동기기 고장 발생 여부의 정확한 진단에 대한 어려움이 존재하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 동기기의 계자 권선, 댐퍼 바 또는 정류기 다이오드 결함 여부 등을 동기기의 분해 없이 또는 분해 전에 편리하고 용이하면서도 높은 진단 민감도 및 신뢰도로 진단할 수 있는 동기기 고장 진단 방법 및 장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 상술한 과제를 해결하기 위하여 동기기 고장 진단 방법 및 장치가 제공된다.

[0005] 동기기 고장 진단 방법은, 동기기의 회전자에 인가되는 교류 전압 및 교류 전류가 측정되는 단계, 측정된 상기 교류 전압 및 상기 교류 전류를 이용하여 등가 임피던스가 연산되는 단계, 상기 등가 임피던스가 기준 임피던스와 비교되는 단계 및 상기 등가 임피던스와 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부가 판단되는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 상기 등가 임피던스와 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부가 판단되는 단계는, 상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 큰 경우, 상기 회전자에 마련된 댐퍼 바에 훼손이 발생한 것으로 판단되는 단계 및 상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 작은 경우, 상기 회전자에 마련된 계자권선에 단락이 발생한 것으로 판단되는 단계 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 동기기는 타여자 방식의 동기기 또는 자여자 방식의 동기기를 포함할 수 있다.

[0008] 여자부 고정자 및 회전자를 포함하되, 상기 회전자는 여자부 회전자, 상기 여자부에 연결되고 적어도 하나의 다이오드를 포함하는 정류부 및 상기 정류부에 연결된 동기부 회전자를 포함하는 동기기의 고장 진단 방법은, 상기 여자부의 여자부 고정자에 교류 전류가 인가되는 단계와, 획득한 전압 또는 전류의 파형을 기준 파형과 비교하여 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하는 단계 또는 상기 여자부 고정자의 계자 권선 등가 임피던스를 계측하고, 이를 정상 상태에서의 임피던스와 비교하고, 비교 결과를 기반으로 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 동기기 고장 진단 방법은, 사용자의 조작 또는 미리 정의된 설정에 따라서 상기 회전자를 소정의 각도로 회동

후 정지시키는 단계를 더 포함할 수도 있다.

- [0010] 동기기 고장 진단 장치는, 기준 임피던스를 저장하는 저장부 및 동기기의 회전자에 인가되는 교류 전압 및 교류 전류에 대한 정보를 획득하고, 상기 교류 전압 및 상기 교류 전류를 이용하여 등가 임피던스를 연산하고, 상기 등가 임피던스를 기준 임피던스와 비교하고, 상기 등가 임피던스 및 상기 기준 임피던스 간의 비교 결과에 따라서 상기 동기기의 이상 발생 여부를 판단하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 프로세서는, 상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 큰 경우, 상기 회전자에 마련된 댐퍼 바에 훼손이 발생한 것으로 판단하거나, 또는 상기 등가 임피던스가 상기 기준 임피던스보다 작은 경우, 상기 회전자에 마련된 계자권선에 단락이 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [0012] 상기 동기는 타여자 방식의 동기기 또는 자여자 방식의 동기기를 포함할 수 있다.
- [0013] 동기기 고장 진단 장치는, 동기기의 고장 여부를 진단하는 프로세서 및 상기 프로세서의 진단 결과를 출력하는 출력부를 포함하되, 상기 동기는, 여자부 고정자 및 회전자를 포함하며, 상기 회전자는 여자부 회전자, 상기 여자부에 연결되고 적어도 하나의 다이오드를 포함하는 정류부 및 상기 정류부에 연결된 동기부 회전자를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 여자기 고정자에 인가되는 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하고, 상기 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생된 경우, 상기 적어도 하나의 다이오드가 개방된 것으로 판단할 수 있다.
- [0014] 상기 프로세서는, 상기 동기부 회전자에 인가되는 전압 또는 전류의 파형을 획득하고, 획득한 전압 또는 전류의 파형을 기준 파형과 비교하여 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단하거나, 또는 상기 여자부 고정자의 계자 권선의 등가 임피던스를 계측하고, 이를 정상 상태에서의 임피던스와 비교하고, 비교 결과를 기반으로 전압 또는 전류의 파형에 왜곡이 발생되었는지 판단할 수 있다.
- [0015] 상기 프로세서는, 사용자의 조작 또는 미리 정의된 설정에 따라서 상기 회전자를 소정의 각도로 회동 후 정지시킬 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 상술한 동기기 고장 진단 방법 및 장치에 의하면, 동기기의 계자 권선, 댐퍼 바 또는 정류기 다이오드 결함 여부 등을 동기기의 분해 없이 또는 분해 전에 편리하고 용이하면서도 높은 진단 민감도 및 신뢰도로 진단할 수 있게 되는 효과를 얻을 수 있다.
- [0017] 상술한 동기기 고장 진단 방법 및 장치에 의하면, 많은 비용과 시간을 소모하는 동기기 분해를 수행하지 않고 브러시리스 동기기의 정류기 다이오드의 개방 여부를 오프라인으로 테스트하여 진단할 수 있는 효과도 얻을 수 있다.
- [0018] 상술한 동기기 고장 진단 방법 및 장치에 의하면, 육안 검사 외에는 불가능했던 댐퍼 바의 개방 여부를 용이하면서도 정확하게 진단할 수 있게 되는 효과도 존재한다.
- [0019] 상술한 동기기 고장 진단 방법 및 장치에 의하면, 육안 검사, 분담 전압 시험 또는 반복 서지 오실로그래프 방법보다 높은 진단 민감도 및 신뢰도로 동기기 계자 권선의 단락 또는 댐퍼 바의 개방 여부 등을 용이하게 진단할 수 있게 되는 장점을 얻을 수 있다.
- [0020] 상술한 동기기 고장 진단 방법 및 장치에 의하면, 계자 권선 단락 여부, 댐퍼 바 고장 여부 또는 다이오드의 개방 여부를 간단하면서도 저 비용으로 오프라인으로 진단할 수 있게 되어, 동기기의 사용 및 유지 관리의 편의성 및 경제성을 증진 및 개선할 수 있게 되는 효과도 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 동기기 및 진단 장치의 일 실시예에 대한 개요도이다.
- 도 2는 타여자 방식의 동기기 및 이의 고장 여부를 진단하는 과정의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 슬립 링을 통해 동기기 회전자에 교류 전압을 인가하는 경우에 있어서의 등가 회로의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 4는 자여자 방식의 동기기 및 이의 고장 여부를 진단하는 과정의 일 실시예에 대한 회로도이다.

도 5는 동기기 진단 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

도 6은 동기기 진단 방법의 다른 실시예에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하 명세서 전체에서 동일 참조 부호는 특별한 사정이 없는 한 동일 구성요소를 지칭한다. 이하에서 사용되는 '부'가 부가된 용어는, 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라 하나의 '부'가 하나의 물리적 또는 논리적 부품으로 구현되거나, 복수의 '부'가 하나의 물리적 또는 논리적 부품으로 구현되거나, 하나의 '부'가 복수의 물리적 또는 논리적 부품들로 구현되는 것도 가능하다.
- [0023] 명세서 전체에서 어떤 부분이 다른 부분과 '연결되어 있다'고 할 때, 이는 어떤 부분과 다른 부분에 따라서 물리적 연결을 의미할 수도 있고, 또는 전기적으로 연결된 것을 의미할 수도 있다. 또한, 어떤 부분이 다른 부분을 '포함한다'고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 부분 이외의 또 다른 부분을 제외하는 것이 아니며, 설계자의 선택에 따라서 또 다른 부분을 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0024] '제1'이나 '제2' 등의 용어는 하나의 부분을 다른 부분으로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 특별한 기재가 없는 이상 이들이 순차적인 표현을 의미하는 것은 아니다. 또한 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0025] 이하, 도 1 내지 도 4를 참조하여 동기기 및 동기기 고장 진단 장치의 여러 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0026] 도 1은 동기기 및 진단 장치의 일 실시예에 대한 개요도이다.
- [0027] 동기기(100)는 발전기 또는 전동기로 동작 가능한 장치로, 예를 들어 회전자(도 2의 120, 도 4의 150 등)를 외부 동력(예를 들어 터빈 등)을 통해 회전시켜 전력을 생성하도록 하거나 및/또는 고정자(도 2의 110, 도 4의 140 등)의 권선(일례로 3상 권선(도 2의 111A, 111B))에 3상 전압을 인가하여 회전자계를 생성하여 회전자(120, 150)가 회동하도록 할 수 있는 장치이다. 동기기(100)는 실시예에 따라 브러시 동기기(타여자 동기기)를 포함할 수도 있고, 또는 브러시리스(brushless) 동기기(자여자 동기기)를 포함할 수도 있다. 또한, 필요에 따라 동기기(100)는 전원(90)과 전기적으로 연결되어 자속의 생성에 필요한 전기 에너지를 공급받도록 마련될 수도 있다. 이 경우, 전기 에너지는 예를 들어, 고정자(110, 140) 또는 회전자(120, 150)의 권선(111A, 111B 또는 도 2의 122)에 공급될 수 있다.
- [0028] 동기기(100)에는 센서(80)가 더 설치되어 있을 수 있다. 센서(80)는 동기기(100)에 관한 정보를 감지 및 수집하고, 진단 장치(200)와 유선 또는 무선으로 통신 가능하게 연결되어 수집한 정보를 진단 장치(200)로 전달할 수 있다. 동기기(100)는 실시예에 따라 하나 또는 둘 이상의 센서(80)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 의하면, 각각의 센서(80)는 측정하고자 하는 값(예를 들어, 인가 전압이나 전류 등과 같이 동기기(100)에 입력되는 전기적 신호의 특성)를 적절하게 계측할 수 있도록 동기기(100)의 내부 또는 외부에 설치되어 있을 수 있다. 센서(80)가 획득한 정보는 전기적 신호의 형태로 진단 장치(200)로 전달될 수 있다.
- [0029] 진단 장치(200)는 센서(80)로부터 전달된 정보를 하나 이상 수신하고, 이를 기반으로 동기기(100)의 이상 발생 여부(즉, 고장이나 훼손 발생 여부 등)를 판단할 수 있다. 예를 들어, 진단 장치(200)는 수신한 정보를 기반으로 계자권선(122)의 단락 여부를 판단하거나, 댐퍼 바(도 2의 124)의 개방 여부를 진단하거나 및/또는 정류기(도 4의 152)에 포함된 하나 또는 둘 이상의 다이오드(도 4의 152A 내지 152F)의 개방 여부 등을 파악할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에 의하면, 진단 장치(200)는 도 1에 도시된 바와 같이 프로세서(210)와, 저장부(220)와, 출력부(230)를 포함할 수 있다. 또한, 필요에 따라서 진단 장치(200)는 사용자의 조작이나 미리 정의된 설정 등에 따라 명령이나 데이터 등을 수신할 수 있는 입력부(미도시)나, 외부의 다른 단말 장치(미도시, 일례로 컴퓨터 장치나 스마트폰 등)와 통신을 수행하여 단말 장치로 명령이나 데이터 등을 전송하거나 단말 장치로부터 명령이나 데이터 등을 수신하기 위한 통신부(미도시)를 더 포함하는 것도 가능하다.
- [0031] 프로세서(210)는 센서(80)로부터 수신한 동기기(100)에 대한 정보를 기반으로 동기기(100)의 이상 발생 여부를 판단할 수 있다. 또한, 프로세서(210)는 이상 발생 여부의 판단을 위해 저장부(220)에 저장된 데이터(예를 들어, 기준 임피던스(Z_r)나 기준 파형 등)를 이용하는 것도 가능하다. 보다 상세하게는, 프로세서(210)는 센서(80)로부터 수신한 인가 전압 및 전류를 이용하여 동기기(100)에 대한 등가 임피던스(Z_{eq})를 연산하고 등가 임피던스(Z_{eq})를 기준 임피던스(Z_r)와 비교하고, 비교 결과에 따라 등가 임피던스(Z_{eq})와 기준 임피던스(Z_r)가 동

일하거나 근사하면 이상이 발생하지 않은 것으로 판단하고, 등가 임피던스(Zeq)가 기준 임피던스(Zr)보다 크면 동기기(100)의 댐퍼 바(124)에 훼손이 발생한 것으로 판단하고, 반대로 등가 임피던스(Zeq)가 기준 임피던스(Zr)보다 작으면 계자권선(122)에 단락이 발생한 것으로 판단하도록 구현된 것일 수 있다. 또한, 프로세서(210)는 동기기(100)에 입력되는 입력 전압(또는 입력 전류)의 파형을 저장부(220)에 기 저장된 기준 파형과 비교하고 입력 전압의 파형 및 기준 전압의 파형의 상이함에 따라서 다이오드(152A 내지 152F)에 단락이 발생하였음을 판단하도록 설계된 것일 수도 있다. 프로세서(210)는 필요에 따라서 전원(80)이나 동기기(100)를 제어할 수도 있다. 예를 들어, 프로세서(210)는 전원(80)에 직접 또는 전원(80)과 동기기(100) 사이의 스위치 소자(또는 스위치 장치)로 제어 신호를 전달하여 임의의 또는 특정 파형의 전력이 동기기(100)에 인가되도록 할 수도 있고, 또는 동기기(100)의 회전자(120, 150)가 회동을 개시하거나 중단하도록 제어할 수도 있다.

[0032] 일 실시예에 의하면, 프로세서(210)는, 예를 들어, 중앙 처리 장치(CPU, Central Processing Unit), 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU, Micro Controller Unit), 마이컴(Micom, Micro Processor), 애플리케이션 프로세서(AP, Application Processor), 전자 제어 유닛(ECU, Electronic Controlling Unit) 및/또는 각종 연산 처리 및 제어 신호의 생성이 가능한 다른 전자 장치 등을 포함할 수 있다. 이들 장치는, 예를 들어, 하나 또는 둘 이상의 반도체 칩 등을 이용하여 구현된 것일 수 있으며, 저장부(220)에 저장된 프로그램(앱, 애플리케이션 또는 소프트웨어로 지칭 가능함)을 구동시켜 상술한 동작을 수행하도록 마련된 것일 수도 있다.

[0033] 저장부(220)는 프로세서(210)의 동작에 필요한 데이터(일례로 기준 임피던스(Zr)나 기준 파형 등)나, 적어도 하나의 프로그램 등을 일시적 또는 비일시적으로 저장할 수 있다. 여기서, 저장부(220)에 저장된 애플리케이션은, 설계자에 의해 직접 작성 또는 수정되어 저장부(220)에 저장된 것일 수도 있고, 메모리 장치 등을 통해 외부로부터 제공, 설치 및 갱신된 것일 수도 있으며, 및/또는 유선 또는 무선 통신 네트워크를 통해 접속 가능한 전자 소프트웨어 유통망을 통하여 획득 또는 갱신된 것일 수도 있다. 저장부(220)는, 예를 들어, 주기억장치 및 보조 기억장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 이들은 반도체나 자기 디스크 등을 이용하여 구현될 수 있다.

[0034] 출력부(230)는 프로세서(210)의 처리 결과를 외부로 시각적 또는 청각적으로 출력할 수 있다. 예를 들어, 출력부(230)는 프로세서(210)의 처리에 따른 진단 결과를 사용자의 조작에 따라 수동으로 또는 미리 정의된 설정에 따라 자동으로 출력할 수 있다. 진단 결과는, 예를 들어, 계자권선(122), 댐퍼 바(124) 및/또는 다이오드(152A 내지 152F) 등의 의 훼손 여부를 포함할 수 있다. 실시예에 따라서, 출력부(230)는, 진단 장치(200)와 일체형으로 마련된 것일 수도 있고, 또는 물리적으로 분리 가능하게 마련된 것일 수도 있다. 출력부(230)는, 예를 들어, 디스플레이, 프린터 장치, 스피커 장치, 영상 출력 단자, 데이터 입출력 단자 및/또는 통신 모듈 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0035] 상술한 진단 장치(100)는, 하나 또는 둘 이상의 연산 처리가 가능한 장치를 단독으로 또는 조합하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 진단 장치(100)는 데스크톱 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 스마트 폰, 태블릿 피씨, 스마트 시계, 내비게이션 장치, 휴대용 게임기, 두부 장착형 디스플레이(HMD: Head Mounted Display) 장치, 디지털 텔레비전, 셋톱 박스, 인공 지능 음향 재생 장치(인공 지능 스피커), 유인 또는 무인 이동체(승용차, 버스나 이륜차 등의 차량, 로봇 청소기 등), 유인 또는 무인 비행체(드론 등), 가정용 또는 산업용 로봇 또는 산업용 기계 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 이들 외에도 설계자나 사용자가 상황이나 조건에 따라서 고려 가능한 다양한 정보 처리 장치를 포함할 수 있다.

[0036] 이하 도 2 및 도 3을 참조하여 타여자 방식의 동기기(101) 및 이를 진단하는 과정의 일 실시예를 설명하도록 한다.

[0037] 도 2는 타여자 방식의 동기기 및 이의 고장 여부를 진단하는 과정의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 슬립 링을 통해 동기기 회전자에 교류 전압을 인가하는 경우에 있어서의 등가 회로의 일례를 도시한 도면이다.

[0038] 도 2에 도시된 바를 참조하면, 일 실시예에 따른 동기기(101)는 타여자 방식의 동기기를 포함할 수 있다. 타여자 방식의 동기기(101)는 예를 들어, 돌극형(salient pole) 회전자(120)를 포함할 수 있다. 이하 설명의 편의를 위해 돌극형 회전자(120)를 갖는 동기기(101)를 기반으로 동기기(101)의 고장 진단 과정을 설명하도록 하나, 동기기(101)의 회전자(120)의 종류는 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예를 들어, 회전자(120)는 원통형(cylindrical) 회전자를 포함할 수도 있으며, 후술하는 동기기(101)의 진단 방법은 동일하게 또는 일부 변형을 거쳐 원통형 회전자를 갖는 동기기에도 적용될 수 있다. 보다 구체적으로, 동기기(101)는 내측에 공간이 형성된 고정자(110)와, 고정자(110)에 소정의 각도 또는 거리로 상호 격리되어 대략 평행하게 배치된 고정자 권선(111A, 111B, 서로 대응하는 권선은 서로 상이한 방향으로 전류가 흐름)과, 고정자(110) 내측의 공간에 회전축

(129)를 중심으로 회동 가능하게 마련된 회전자(120)와, 회전자(120)에 설치되고 직류 자속을 발생시키는 계자 권선(122)과, 회전자(120)의 회전축(129) 주변에 고정되어 설치되되 회전자(120)의 계자권선(122)과 전기적으로 연결되어 전원(90)으로부터 동기기(101)에 인가되는 전류를 계자권선(122)에 공급하거나 계자권선(122)을 경유한 전류를 수신하고 대체적으로 나선형으로 형성된 슬립링(127)과, 슬립링(127)의 회전에 따라 슬립링(127)과 전기적으로 연결 또는 단절되어 전원(90)으로부터 케이블(91A) 등을 통해 인가되는 전류를 슬립링(127)에 제공하거나 계자권선(122)에서 슬립링(127)으로 전달된 전류를 다른 케이블(91B) 등을 통해 전원(90)으로 전달하도록 마련되되 필요에 따라 고정자(110)에 고정된 브러시(128A, 128B)를 포함할 수 있다. 회전자(120)에는, 도 2에 도시된 바와 같이, 하나 또는 둘 이상(일례로 네 개)의 폴(121, pole, 돌극)이 마련될 수 있고, 각각의 폴(121) 전부 또는 일부에는 각각 계자권선(122)이 통상 수십 내지 수백 턴 정도로 감겨져 있을 수 있다. 또한, 폴(121)의 고정자(110) 방향 말단에는 폴 헤드(pole head, 123)가 형성될 수 있으며, 폴 헤드(123)의 내측 또는 외측에는 댐퍼 바(124, damper bar, 댐퍼 와인딩 바(damper winding bar))가 매립 또는 노출되어 일렬 이상 배치되어 있을 수 있다. 댐퍼 바(124)는 회전자(120)의 외측에 설치되고 동기기(101)가 전동기로 동작할 수 있게 하거나 동기기(101)의 동작 안정화를 수행할 수 있다. 댐퍼 바(124)에는 전압이 인가되지 않으며 대신 유기되는 전압으로 전류가 흐르게 된다. 댐퍼 바(124)는, 실시예에 따라, 생략 가능하다. 동기기(101)는 고정자 권선(111A, 111B)에 흐르는 전류에 의해 발생된 자속에 의해 회전자(120)를 회동시켜 전동기로 동작하거나, 또는 터빈 등에 의한 회전자(120)의 회동에 의해 고정자 권선(111A, 111B)에 전류가 흐르게 됨으로써 발전기로 동작할 수 있다.

[0039] 도 3에 도시된 바를 참조하면, 상술한 동기기(101)에 대한 등가 회로(130)는 전압이 인가되고 전류가 공급되는 양극(131)과, 양극(131)에 연결된 계자권선(122)의 저항을 나타내는 제1 저항(132)과, 제1 저항(132)과 직렬 연결되고 계자권선(122)의 누설 인덕턴스를 나타내는 제1 인덕터(133)와, 제1 인덕터(133)와 직렬 연결되고 주 자속 경로의 자화 인덕턴스를 나타내는 제2 인덕터(134)와, 제2 인덕터(134)와 병렬 연결되고 댐퍼 바의 저항을 나타내는 제2 저항(135)과, 제2 저항(135)에 직렬 연결되고 제2 인덕터(134)와 병렬 연결되며 댐퍼 바의 누설 인덕턴스를 나타내는 제3 인덕터(136)를 포함할 수 있다. 여기서, 양극(131)에 인가되는 전압은 동기기(101)의 용량에 비해 클 수도 있고 작을 수도 있다. 예를 들어, 양극(131)에 인가되는 전압은 전압과 전류의 해상도를 적당히 획득할 수 있는 수 내지 수십 볼트(V)의 전압을 포함할 수 있다. 또한, 동기기(101)의 등가 회로(130)는 단락 상태(139)로 설정될 수 있는 제3 저항(137) 및 제4 인덕터(138)를 포함할 수 있으며, 제3 저항(137)은 제2 인덕터(134), 제2 저항(135) 및 제3 인덕터(136)와 병렬 연결되고 계자권선(122)에서 단락된 루프의 저항을 나타내고, 제4 인덕터(138)는 제3 저항(137)과 직렬 연결되고 제2 인덕터(134), 제2 저항(135) 및 제3 인덕터(136)와 병렬 연결되며 계자권선(122)에서 단락된 루프의 인덕턴스를 의미한다. 제2 인덕터(134), 제3 인덕터(136) 및 제4 인덕터(138)는 음극(140)에 연결된다. 이 경우, 양극(131)에 인가되는 전압 및 전류를 측정하면, 동기기(101)에 대한 등가 회로(130)의 등가 임피던스(Zeq)의 연산이 가능하다.

[0040] 만약 계자권선(122)에 턴간 단락이 발생한 경우, 턴의 수가 감소하기 때문에 제1 저항(132)의 저항 값, 제1 인덕터(133)의 인덕턴스, 제2 저항(134)의 인덕턴스는 감소한다. 한편, 턴간 결함이 존재하는 경우는 제3 저항(137) 및 제4 인덕터(138)에 의한 상대적으로 작은 크기의 임피던스가 병렬로 연결되어 등가 회로(130)에 대한 등가 임피던스(Zeq)는 상대적으로 감소하게 된다. 다시 말해서, 계자권선(122)에 단락이 존재할 때의 등가 임피던스(Zeq)는 계자권선(122)에 단락이 부재할 때의 등가 임피던스(Zeq)(즉, 정상 상태에서의 등가 임피던스(Zeq), 이하 기준 임피던스(Zr))보다 작게 된다. 그러므로, 동기기(101)에 인가되는 인가 전압과 전류를 측정하고, 이를 기반으로 동기기(101)에 해당하는 등가 임피던스(Zeq)를 연산하고, 이를 설계자 또는 사용자에게 의해 실험적으로 또는 이론적으로 계산된 기준 임피던스(Zr)와 비교하여 만약 연산된 등가 임피던스(Zeq)가 기준 임피던스(Zr)보다 상대적으로 작다면, 계자권선(122)에 턴간 단락이 발생한 것으로 판단할 수 있다.

[0041] 반대로, 댐퍼 바(124)의 전부 또는 일부가 개방되면, 제2 저항(135)의 저항 값 및 제3 인덕터(136)의 인덕턴스는 상대적으로 증가하게 되나, 다른 저항(132, 134, 137) 및 인덕터(133, 134, 138)의 값은 거의 변화하지 않고 대체적으로 원래의 값을 유지한다. 따라서, 동기기(101)에 대한 등가 회로(130)의 등가 임피던스(Zeq)는 상대적으로 증가하게 된다. 그러므로, 상술한 바와 동일하게 동기기(101)에 인가되는 인가 전압과 전류를 측정하고, 이를 기반으로 동기기(101)에 해당하는 등가 임피던스(Zeq)를 연산하고, 이를 동기기(101)가 정상 상태일 때 획득된 기준 임피던스(Zr)와 비교하고, 비교 결과 만약 연산된 등가 임피던스(Zeq)가 기준 임피던스(Zr)보다 상대적으로 크다면, 댐퍼 바(124)에 개방이 발생한 것으로 결정할 수 있다.

[0042] 상술한 바와 같이, 동기기(101)에 대한 등가 임피던스(Zeq) 및 기준 임피던스(Zr)를 이용하여 회전자(120)의 각 부품, 일례로 계자권선(122) 및/또는 댐퍼 바(124)의 고장 여부를 판단할 수 있게 된다. 상술한 인가 전압 또는

인가 전류의 측정은 센서(80)에 의해 수행될 수 있고, 동기기(101)의 등가 임피던스(Z_{eq})의 연산과, 연산된 등가 임피던스(Z_{eq})와 기준 임피던스(Z_r) 간의 비교와, 비교에 따른 정상 여부의 판단 또는 훼손된 부품, 일례로 계자권선(122) 및/또는 댐퍼 바(124)에 대한 판단은 프로세서(200)에 의해 수행될 수 있다. 기준 임피던스(Z_r)는 저장부(210)에 판단 전에 또는 판단 과정에 저장된 것일 수 있다.

[0043] 상술한 방법은 단락된 계자 루프에 상대적으로 높은 전압이 유기되므로, 종래의 방법과 비교하였을 때 높은 민감도로 정상 여부를 측정할 수 있게 된다. 상술한 등가 임피던스(Z_{eq}) 외에도 전류나 임피던스의 크기 및 위상, 유효 전력, 무효 전력 또는 동기기 고정자(110)의 유기 전압 등 다양한 정보를 채용하여 상술한 방법과 동일하게 또는 일부 변형된 과정을 거쳐 동기기(101)의 고장 여부의 진단이 가능해진다.

[0044] 이하 도 4를 참조하여, 자여자 방식의 동기기(102) 및 이의 고장 여부를 진단하는 과정의 일 실시예를 설명하도록 한다.

[0045] 도 4는 자여자 방식의 동기기의 일 실시예에 대한 회로도이다.

[0046] 도 4에 도시된 바를 참조하면, 일 실시예에 의한 동기기(102)는 자여자 동기기를 포함할 수 있다. 자여자 동기기(102)는, 브러시(128A, 128B) 없이 자여자 동기기(102)의 축에 연결된 여자기(140)를 통해 직류 전압을 공급하도록 마련된 동기기이다. 구체적으로, 자여자 동기기(102)는 여자부(140, excitor)와, 정류부(150)와, 동기부(160)를 포함할 수 있다. 여자부(140)는 동기부(160)에 직류 전압을 공급할 수 있도록 마련되며, 3상 전류(일례로 3상 저전류)가 인가되고 인가된 전류에 따라 자계를 생성하는 여자부 고정자(141, exciter stator (field))와, 여자부 고정자(141)에 의해 생성된 자계에 의해 3상 교류 전압이 유기되고 소정의 축을 중심으로 회동하도록 마련된 여자부 회전자(142, exciter rotor (armature))를 포함할 수 있다. 정류부(150)는 여자부 회전자(142)에 유기된 교류 전압을 수신하고 수신한 교류 전압을 직류 전원으로 변환하여 동기부(160)로 전달할 수 있다. 정류부(150)는 여자부 회전자(142)와 함께 동일 축을 중심으로 회동할 수 있다. 정류부(150)는 다수의 다이오드, 일례로 6개의 다이오드(150A 내지 150F)를 갖는 3상 전파 정류 회로를 포함할 수 있다. 동기부(160)는 정류부(150)로부터 직류 전압을 공급받고, 여자부 회전자(142) 및 정류부(150)와 함께 동일 축을 중심으로 회동하는 동기부 회전자(161, machine rotor (field))와, 동기부 회전자(161)의 외측에 배치되고 동기부 회전자(161)의 회동에 따라 3상 전류가 생성되는 동기부 고정자(162, machine stator (armature))를 포함할 수 있다. 여자부 회전자(142), 정류부(150) 및 동기부 회전자(161)는 하나의 회전자(170)에 포함될 수 있으며, 이 경우 이들은 물리적으로 상호 연결되어 있을 수도 있다. 여자부 고정자(141) 및 동기부 고정자(162)는 회동 없이 고정되도록 마련된 것일 수 있다.

[0047] 한편, 동기부 회전자(161)의 계자권선(161A)에 왜곡된 파형의 전압 또는 전류(C9)가 인가되면, 여자부 고정자(141)의 입력 전압 또는 전류도 왜곡시킨다. 그러므로, 여자부 고정자(141)의 계자권선(141A)에 인가되는 전압 또는 전류를 측정함으로써, 다이오드(150A 내지 150F)의 결함을 진단할 수도 있다. 상세하게는, 적어도 하나의 다이오드(150A 내지 150F)에 문제가 발생하여 개방이 되면, 동기부(160)의 계자권선(161A)의 계자전압의 60Hz 성분이 감소하고, 계자권선(161A)의 전류의 60Hz 성분도 이에 대응하여 감소하므로 여자부 고정자(141)의 계자권선(141A)을 기준으로 한 60Hz 등가 임피던스는 증가하게 된다. 따라서, 여자부 고정자(141)의 계자권선(141A)의 등가 임피던스를 측정하고 이를 정상 상태에서의 임피던스와 비교하는 과정을 통해서 여자부 고정자(141)로의 입력 전압 또는 전류의 왜곡 여부를 파악할 수 있게 되고, 이를 기반으로 다이오드(150A 내지 150F)의 문제 발생 여부를 판단할 수 있게 된다. 한편, 어느 다이오드(150A 내지 150F)에 개방이 발생하였는지에 따라서 파형의 왜곡 여부나 왜곡 정도가 상이하다. 그러므로, 회전자(170)의 위치, 즉 여자부 회전자(142), 정류부(150) 및 동기부 회전자(161)의 위치를 변경하면서 입력 전압 또는 전류의 왜곡 여부를 반복 판단하면, 개방된 다이오드(150A 내지 150F)가 존재하는지 여부 및 복수의 다이오드(150A 내지 150F) 중에서 어느 다이오드(150A 내지 150F)가 개방되었는지 여부를 확인할 수 있게 된다.

[0048] 계자권선(141A)의 등가 임피던스의 연산 등은 상술한 프로세서(210)에 의해 수행될 수 있다. 계자권선(141A)의 등가 임피던스의 연산에 필요한 정보나 전압이나 전류 파형(C1, C2, C9)에 대한 정보는, 적어도 하나의 센서(80)에 의해 측정되고 프로세서(210)로 전달되는 것일 수도 있다. 회전자(170)의 회전 제어도 프로세서(210)에 의해 수행될 수도 있다. 이 경우, 프로세서(210)는 진단이 개시되면, 초기 위치의 회전자(170)에 대한 계자권선(141A)의 등가 임피던스 및/또는 전압이나 전류 파형(C1, C2, C9)의 직접 비교를 수행하여 다이오드(150A 내지 150F) 중 적어도 하나의 개방 여부를 판단하고, 순차적으로 회전자(170)를 제어하여 일정한 각도로 회동시킨 후 계자권선(141A)의 등가 임피던스 및/또는 전압이나 전류 파형(C1, C2, C9)의 비교를 수행하여 다이오드(150A 내지 150F) 중 적어도 하나의 개방 여부를 판단하는 과정을 반복 수행하여 모든 다이오드(150A 내지 150F)의 손상

여부를 판단할 수도 있다. 물론 실시예에 따라서, 회전자(170)의 회전은 진단 장치(200) 이외의 다른 장치에 의해 수행되는 것도 가능하다.

- [0049] 이하, 도5 및 도 6을 참조하여 동기기 고장 진단 방법의 여러 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0050] 도 5는 동기기 진단 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- [0051] 도 5에 도시된 바에 의하면, 먼저 동기기, 일례로 타여자 방식의 동기기 또는 자여자 방식의 동기기의 회전자에 슬립링을 통해 교류 전압이 인가된다(400). 입력된 전압 및 전류를 측정하고, 이를 기반으로 동기기에 대한 등가 임피던스(Z_{eq})가 연산된다(402).
- [0052] 순차적으로 연산된 등가 임피던스(Z_{eq})를 기준에 정상 상태에서 측정 또는 연산된 기준 임피던스(Z_r)와 비교한다(404).
- [0053] 만약 등가 임피던스(Z_{eq})가 기준 임피던스(Z_r)보다 크다면(408의 예), 댐퍼 바에 웨손이 발생한 것으로 판단한다(410). 상술한 바와 같이 댐퍼 바가 일부 개방되면, 등가 회로의 제2 저항 및 제3 인덕터의 값이 증가하되, 다른 소자의 값은 유지되므로, 등가 임피던스(Z_{eq})가 증가하게 된다. 따라서, 등가 임피던스(Z_{eq})가 기준 임피던스(Z_r)보다 크다면, 댐퍼 바에 웨손이 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [0054] 반대로 등가 임피던스(Z_{eq})가 기준 임피던스(Z_r)보다 작다면(408의 아니오, 412의 예), 계자권선에 단락이 발생한 것으로 판단할 수 있다(414). 구체적으로 계자권선에 단락이 발생할 때는 상술한 등가 회로의 제3 저항 및 제4 인덕터가 병렬로 연결되어 등가 임피던스(Z_{eq})가 감소하게 되고, 이에 따라 기준 임피던스(Z_r)보다 작게 된다. 그러므로, 등가 임피던스(Z_{eq})가 기준 임피던스(Z_r)보다 작다면, 계자권선에 웨손이 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [0055] 만약 등가 임피던스(Z_{eq})가 기준 임피던스(Z_r)보다 동일 또는 근사하다면(412의 아니오), 댐퍼 바나 계자권선은 정상인 것으로 판단될 수 있다(416).
- [0056] 도 6은 동기기 진단 방법의 다른 실시예에 대한 흐름도이다.
- [0057] 도 6에 도시된 바에 의하면, 동기기, 일례로 자여자 방식의 동기기의 회전자가 초기 위치에서 정지될 수 있다(420). 회전자는 여자부 회전자, 정류부 및 동기부 회전자를 포함할 수 있다.
- [0058] 이어서, 여자부 회전자 외측에 위치한 여자부 고정자에 교류 전압이 인가될 수 있다(422). 여자부 고정자에 교류 전압이 인가되면, 여자부 고정자에 마련된 계자권선에 의해 자계가 생성되고, 이에 따라 여자부 회전자의 권선에 3상 전압/전류가 유기된다. 유기된 3상 전압/전류는, 적어도 하나의 다이오드를 포함하는 정류부에 전달되고, 정류부는 유기된 3상 전압/전류를 정류하여 동기부 회전자의 계자권선에 인가한다.
- [0059] 실시예에 따라, 동기부 회전자의 계자권선에 입력되는 입력 전압/입력 전류의 왜곡에 대응하여 발생하는 여자부 고정자의 계자권선의 입력 전압/입력 전류의 왜곡을 기반으로 파형의 왜곡 여부가 판단될 수도 있다. 이는 여자부 고정자의 계자권선을 기준으로 한 60Hz 등가 임피던스를 소정의 기준 임피던스(즉, 다이오드의 웨손이 없는 상태에서의 임피던스)와 비교함으로써 수행될 수도 있다. 구체적으로는 비교 결과, 등가 임피던스가 기준 임피던스보다 크면 파형의 왜곡이 발생하였다고 판단할 수 있다.
- [0060] 만약 파형의 왜곡이 발생된 것으로 판단되면(424의 예), 회전자의 초기 위치에 대응하는 정류부의 다이오드가 개방된 것으로 판단될 수 있다(426). 예를 들어, 여자부 고정자의 계자권선을 기준으로 한 60Hz 등가 임피던스가 기준 임피던스보다 크면, 정류부의 다이오드가 개방되었다고 판단될 수 있다. 반대로 파형의 왜곡이 발생되지 않은 것으로 판단되면(424의 아니오), 회전자의 초기 위치에 대응하는 정류부의 다이오드는 이상 상태가 아닌 것으로 판단될 수 있다.
- [0061] 일 실시예에 의하면, 다이오드의 웨손 여부가 판단되면, 진단 절차를 종료될 수도 있다(428의 예). 다른 실시예에 의하면, 회전자는 적어도 일 방향으로 일정한 각도로 회동 후 정지하고(428의 아니오 및 430), 이어서 상술한 교류 전압의 인가(422, 실시예에 따라 생략 가능하다), 파형 왜곡의 판단(424) 및 다이오드의 웨손 판단(426)이 상술한 바와 동일하게 순차적으로 수행된다. 회전자는 사용자의 수동 조작 또는 미리 정의된 설정에 따라서 계속해서 반복적으로 회전 및 정지할 수 있다(428 및 430). 이 경우, 회전자의 회전 및 정지는 정류부의 모든 다이오드에 대한 개방 여부의 진단이 종료될 때까지 반복될 수도 있다.
- [0062] 상술한 실시예에 따른 동기기 고장 진단 방법은, 컴퓨터 장치에 의해 구동될 수 있는 프로그램의 형태로 구현될 수 있다. 여기서 프로그램은, 프로그램 명령, 데이터 파일 및 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할

수 있다. 프로그램은 기계어 코드나 고급 언어 코드를 이용하여 설계 및 제작된 것일 수 있다. 프로그램은 상술한 방법을 구현하기 위하여 특별히 설계된 것일 수도 있고, 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 각종 함수나 정의를 이용하여 구현된 것일 수도 있다. 또한, 여기서, 컴퓨터 장치는, 프로그램의 기능을 실현 가능하게 하는 프로세서나 메모리 등을 포함하여 구현된 것일 수 있으며, 필요에 따라 통신 장치를 더 포함할 수도 있다. 또한, 상술한 동기기 고장 진단 방법을 구현하기 위한 프로그램은, 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기록 매체는, 예를 들어, 솔리드 스테이트 드라이브(SSD), 롬, 램 또는 플래시 메모리 등과 같은 반도체 저장 장치, 하드 디스크나 플로피 디스크 등과 같은 자기 디스크 저장 매체, 콤팩트 디스크나 디브이디 등과 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크 등과 같은 자기-광 기록 매체 및 자기 테이프 등 컴퓨터 등의 호출에 따라 실행되는 특정 프로그램을 저장 가능한 적어도 한 종류의 물리적 장치를 포함할 수 있다.

[0063]

이상 동기기 고장 진단 장치 및 방법의 여러 실시예에 대해 설명하였으나, 동기기 고장 진단 장치 및 방법은 오직 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 상술한 실시예를 기초로 수정 및 변형하여 구현 가능한 다양한 장치나 방법 역시 상술한 동기기 고장 진단 장치 및 방법의 일례가 될 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 또는 치환되더라도 상술한 장치 및 방법의 일 실시예가 될 수 있다.

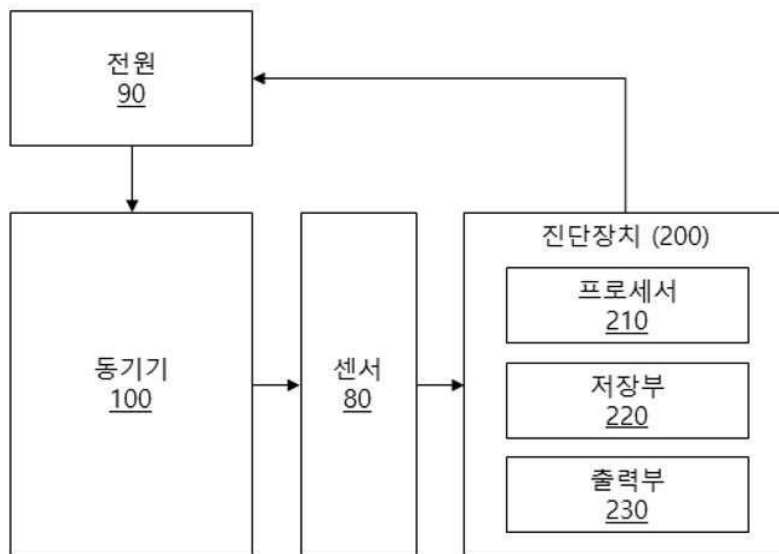
부호의 설명

[0064]

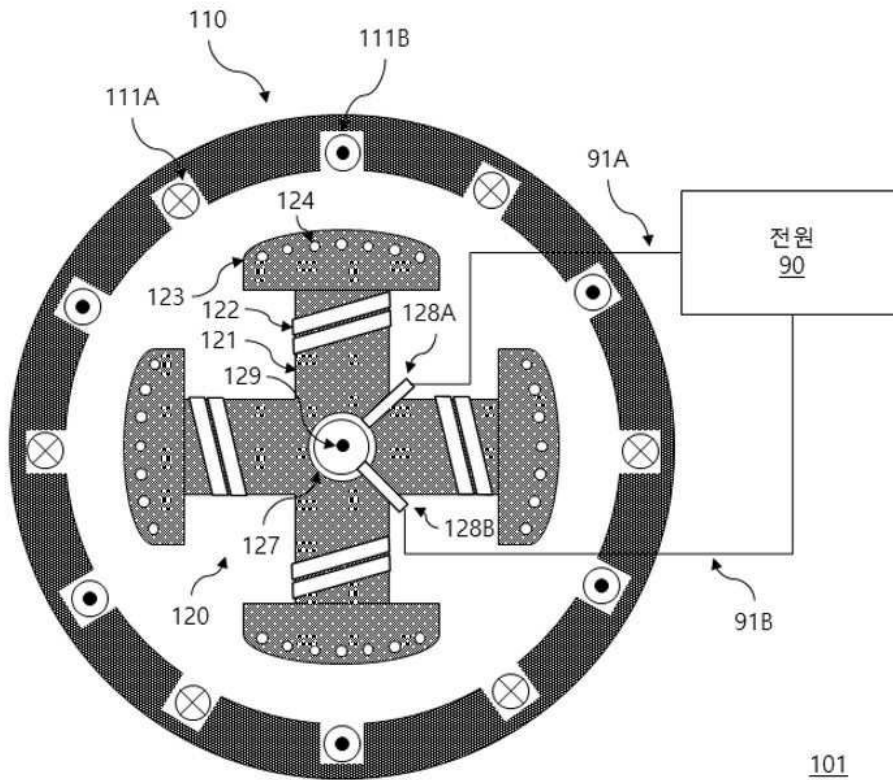
80: 센서 90: 전원
100: 동기기 101: 타여자 방식의 동기기
102: 자여자 방식의 동기기 110: 고정자
120: 회전자 121: 폴
122: 계자권선 123: 폴 헤드
124: 댐퍼 바 127: 슬립링
128A, 128B: 브러시 140: 여자부
141: 여자부 고정자 142: 여자부 회전자
150: 정류부 160: 동기부
161: 동기부 회전자 162: 동기부 고정자
200: 진단장치 210: 프로세서
220: 저장부 230: 출력부

도면

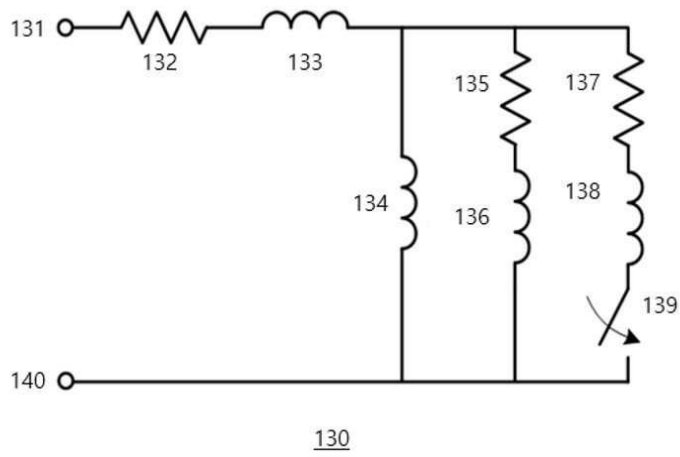
도면1



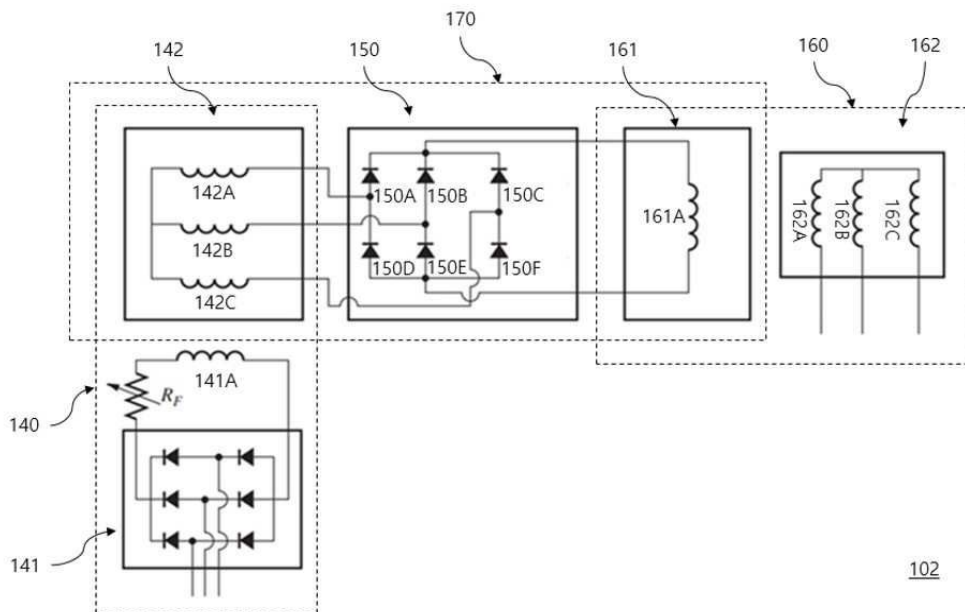
도면2



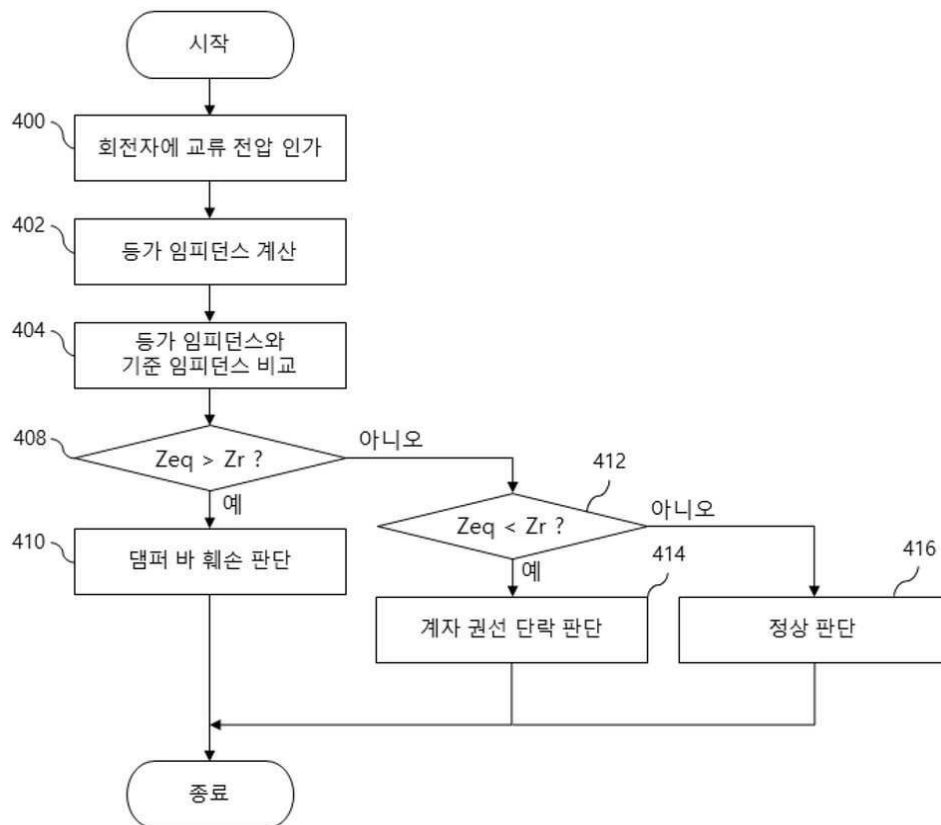
도면3



도면4



도면5



도면6

