

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0106489
G01R 31/00 (2006.01) (43) 공개일자 2006년10월12일

(21) 출원번호 10-2005-0029670

(22) 출원일자 2005년04월08일

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 이상빈
서울 강남구 논현2동 229-15 동천테라스 502호
유지운
서울 강남구 대치동 쌍용아파트 9동 703호

(74) 대리인 현종철
권혁성

심사청구 : 있음

(54) 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치

요약

본 발명은 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치에 관한 것이다. 본 발명은 3상 교류 전압을 공급하는 전원 공급부, 상기 전원 공급부에 연결되며 교류 전동기를 구동할 때 활성화되는 제1 접속부, 상기 전원 공급부에 연결되며 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때 활성화되는 제2 접속부, 상기 제1 접속부에 연결되며 상기 제1 접속부로부터 출력되는 3상 교류 전압을 직류 전압으로 정류하는 정류부, 상기 정류부에 연결되며 상기 정류부로부터 출력되는 전압에 포함된 리플전압을 제거하는 평활부, 및 상기 평활부와 상기 제2 접속부에 공통으로 연결되며 상기 평활부로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 상기 교류 전동기를 구동하며 상기 제2 접속부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나를 받아서 상기 교류 전동기로 전달하는 변환부를 구비함으로써, 교류 전동기의 고정자 권선의 절연 열화를 사전에 알 수가 있게 되며, 그에 따라 교류 전동기의 고장을 미연에 방지할 수가 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치의 회로도 및 이에 연결된 교류 전동기의 개략적인 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 교류 전동기의 고정자 권선과 접지단 사이의 절연체의 등가회로도이다.

도 3은 도 1에 도시된 교류 전동기의 고정자 권선과 접지단 사이의 절연체의 분포 인자를 보여준다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치의 회로도 및 이에 연결된 교류 전동기의 개략적인 블록도이다.

도 5는 도 1 및 도 4에 도시된 스위칭 소자들의 다른 예로서 파워 MOS 트랜지스터를 보여준다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

111, 411; 전원 공급부, 131, 431; 정류부

121~123, 421~423; 제1 내지 제3 접속부들

141, 441; 평활부, 151, 451; 변환부

161~163, 461~463; 제1 내지 제3 전류 센서들

171, 471; 변환 제어부, 185, 485; 고정자 권선들

187, 487; 고정자 권선의 절연체

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치에 관한 것으로서, 특히 교류 전동기의 고정자 권선의 절연 상태를 진단하는 회로에 관한 것이다.

최근 들어 PWM(Pulse Width Modulation) 방식의 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 인버터를 이용하여 교류 전동기를 구동하는 기술이 점차 많이 사용되고 있다. 이와 같은 IGBT 인버터를 이용하여 교류 전동기를 구동할 경우에, 교류 전동기의 고정자 권선의 절연 파괴가 빈번히 발생하고 있으며, 이로 인하여 상용 전원으로 구동될 때보다 교류 전동기의 고정자 권선의 수명이 단축되고 있다. 고정자 권선의 수명이 단축되는 이유로 크게 2가지를 들 수 있다.

첫째, 반복되는 고주파 전압 서지(surge)로 인해 발생하는 부분 방전에 의하여 고정자 권선의 절연이 열화된다. 즉, IGBT 인버터와 같은 고속 스위칭 소자가 PWM 방식으로 작동될 경우에는 전압이 높아지거나 상승 시간이 빨라지게 되고, 그에 따라 상(grounwall), 턴간(interturn), 상간(interphase) 절연에서 부분 방전이 발생하여 고정자 권선의 절연 열화를 가속시킨다.

둘째, 고정자 권선의 절연이 과열됨에 따라 열화된다. 즉, IGBT 인버터로 구동시 고조파 전류에 의한 손실과 저속 운전시의 냉각 팬의 냉각 효과 감소로 절연의 온도가 높아져서 열화가 빠르게 진행된다.

부분 방전은 일반적으로 2300볼트 이상의 고압 전동기에서 발생하는 것으로 알려져 있지만, 최근에는 400[V]~1[KV]의 랜덤 권선 고정자를 가진 PWM 방식의 IGBT 인버터에 의해 구동되는 전동기에서도 관측되고 있다. 1980 년대에 발표된 기기 고장 원인 조사에 따르면, 고정자 권선의 절연 파괴에 의한 전동기 고장이 전체의 30~40%이지만, 인버터로 구동되는 전동기의 증가, 대용량화, 스위칭 속도의 증가에 따라 앞으로는 고정자 권선의 절연 파괴에 의한 고장이 증가될 전망이다. 실제로, 인버터 구동 전동기 고장의 60%는 절연 파괴가 원인이라고 해도 과언이 아니다. 기기의 고장으로 수리비와 인건비가 상승하고, 공정이 중단되어 발생하는 손실을 방지하기 위해서는 고정자 권선의 절연 상태를 보다 빈번하게 진단하여 고장을 사전에 방지할 필요가 있다.

현재, 인버터 구동 전동기의 고정자 권선의 절연 상태를 진단하는 방법은 상용 전원으로 구동되는 전동기의 진단 방법과 마찬가지로 오프라인 방식과 부분방전(partial discharge) 감지법이 있다. 오프라인 진단 방식들을 사용하게 되면 3~6년에 한번 정도밖에 진단을 할 수 없어 신뢰성 있는 운전을 보장할 수 없으며, 부분방전 감지법을 사용할 경우에는 고가의 장비가 필요하고, 진단이 전문가의 주관적인 해석에 의존하기 때문에 부적합하다는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 상기 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 저가로 구성이 가능하면서도 전동기가 작동되지 않을 때는 언제든지 고정자 권선의 절연 상태를 진단할 수 있어 진단의 빈도를 높여주어 고정자 권선의 절연 열화를 조기에 진단할 수 있는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명은

교류 전동기를 구동하고 절연을 진단하는 장치에 있어서,

3상 교류 전압을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부에 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때 활성화되는 제1 접속부; 상기 전원 공급부에 연결되며, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때 활성화되는 제2 접속부; 상기 제1 접속부에 연결되며, 상기 제1 접속부로부터 출력되는 3상 교류 전압을 직류 전압으로 정류하는 정류부; 상기 정류부에 연결되며, 상기 정류부로부터 출력되는 전압에 포함된 리플전압을 제거하는 평활부; 및 상기 평활부와 상기 제2 접속부에 공통으로 연결되며, 상기 평활부로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 상기 교류 전동기를 구동하며, 상기 제2 접속부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나를 받아서 상기 교류 전동기로 전달하는 변환부를 구비하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치를 제공한다.

바람직하기는, 상기 교류 전동기를 구동할 때는 상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들은 상기 제1 접속부, 상기 정류부, 상기 평활부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기로 공급되고, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는 상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나는 상기 제2 접속부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기로 전달된다.

상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명은 또한,

교류 전동기를 구동하는 장치에 있어서, 3상 교류 전압을 공급하는 전원 공급부; 상기 전원 공급부에 연결되며, 상기 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들을 직류 전압으로 정류하는 정류부; 상기 정류부에 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때 활성화되고, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는 비활성화되는 접속부; 상기 접속부에 연결되며, 상기 접속부로부터 출력되는 신호를 평활시키는 평활부; 및 상기 접속부와 정류부에 공통으로 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때는 상기 접속부 및 평활부로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 상기 교류 전동기에 공급하여 상기 교류 전동기를 구동하며, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는 상기 정류부로부터 출력되는 전압을 받아서 상기 교류 전동기의 고정자 권선으로 전달하는 변환부를 구비하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치를 제공한다.

바람직하기는, 상기 교류 전동기를 구동할 때는 상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들은 상기 정류부, 상기 접속부, 상기 평활부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기로 공급되고, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는 상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나는 상기 정류부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기의 고정자 권선으로 전달된다.

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치의 회로도 및 이에 연결된 교류 전동기의 개략적인 블록도이다. 도 1을 참조하면, 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치(101)는 전원 공급부(111), 제1 내지 제3 접속부들(121~123), 정류부(131), 평활부(141), 변환부(151), 변환 제어부(171) 및 제1 내지 제3 전류 센서들(161~163)을 구비한다.

전원 공급부(111)는 3상의 상용 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg)을 공급한다.

제1 접속부(121)는 전원 공급부(111)에 연결된다. 제1 접속부(121)는 교류 전동기(181)를 구동할 때는 활성화되어 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg)을 정류부(131)로 전달하고, 교류 전동기(181)의 고정자 권선들(185)의 절연을 진단할 때는 비활성화되어 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg)이 정류부(131)로 전송되는 것을 차단한다.

제2 접속부(122)는 전원 공급부(111)에 연결된다. 제2 접속부(122)는 교류 전동기(181)의 고정자 권선들(185)의 절연을 진단할 때는 활성화되어 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg) 중 하나, 예컨대 교류 전압(Vbg)을 변환부(151)로 전달하고, 교류 전동기(181)를 구동할 때는 비활성화되어 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg)이 변환부(151)로 전송되는 것을 차단한다.

정류부(131)는 제1 접속부(121)에 연결된다. 정류부(131)는 제1 접속부(121)로부터 출력되는 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg)을 직류 전압으로 정류한다. 정류부(131)로부터 출력되는 직류 전압은 리플 즉, 교류 성분을 포함하고 있다. 정류부(131)는 다이오드들(D1~D6)을 구비한다.

평활부(141)는 정류부(131)에 연결된다. 평활부(141)는 정류부(131)로부터 출력되는 직류 전압에 포함된 리플을 제거하여 직류 전압을 평활화시킨다. 즉, 평활부(141)는 정류부(131)의 출력 전압에 포함된 교류 성분을 제거한다. 평활부(141)는 커패시터(Cdc)를 구비한다.

제3 접속부(123)는 평활부(141)와 변환부(151) 사이에 연결된다. 제3 접속부(123)는 교류 전동기(181)를 구동할 때는 활성화되어 평활부(141)로부터 출력되는 직류 전압을 변환부(151)로 전달하고, 교류 전동기(181)의 고정자 권선들(185)의 절연을 진단할 때는 비활성화되어 평활부(141)로부터 출력되는 직류 전압이 변환부(151)로 전달되는 것을 차단한다.

변환부(151)는 제3 접속부(123)와 제2 접속부(122)에 공통으로 연결된다. 변환부(151)는 제3 접속부(123)가 활성화될 경우에는 제3 접속부(123)로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 교류 전동기(181)를 구동한다. 제3 접속부(123)가 비활성화되고 제2 접속부(122)가 활성화될 경우에는 변환부(151)는 제2 접속부(122)로부터 출력되는 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg) 중 하나, 예컨대 교류 전압(Vbg)을 받아서 교류 전동기(181)의 고정자 권선들(185)로 전달한다.

변환부(151)는 다수개의 스위칭 소자들(Q1~Q6)을 구비한다. 스위칭 소자들(Q1~Q6)은 각각 IGBT로 구성되지만, 도 5에 도시된 파워 MOS(MOS;Metal Oxide Semiconductor) 전계효과트랜지스터(FET;Field Effect Transistor)들로 구성될 수도 있다. 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 게이트 전극들, 즉, IGBT들의 게이트 전극들 또는 파워 MOS 전계효과트랜지스터들의 게이트 전극(도 5의 G)들은 변환 제어부(171)에 연결된다.

변환 제어부(171)는 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 온(on)/오프(off)를 제어한다. 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 온/오프 타임에 따라 변환부(151)로부터 출력되는 펄스 파형의 듀티 사이클(Duty Cycle)의 길이가 결정된다. 즉, 스위칭 소자들(Q1~Q3)이 온되면 교류 전동기(181)가 작동하고, 스위칭 소자들(Q4~Q6)이 온되면 교류 전동기(181)가 작동을 중지한다. 이와 같이, 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 온 시간을 적절히 조절함으로써, 교류 전동기(181)에 인가되는 교류 전압의 듀티 사이클(Duty Cycle)의 길이가 조정되어 교류 전동기(181)의 속도를 제어할 수가 있다.

제1 전류 센서(161)는 제2 접속부(122)로부터 출력되는 전류의 양을 감지한다.

제2 전류 센서(162)는 변환부(151)로부터 출력되는 전류의 양을 감지한다.

제3 전류 센서(163)는 교류 전동기(181)의 고정자 권선들(185)로부터 절연체(187)를 통해서 접지단(GND)으로 흐르는 누설 전류(Ileak)의 양을 감지한다.

고정자 권선들(185)의 절연을 진단할 때, 제3 전류 센서(163)를 통해서 누설 전류(Ileak)가 흐를 경우, 제1 전류 센서(161)와 제2 전류 센서(162)에도 유사한 크기의 누설 전류가 흐르게 된다. 따라서, 제1 내지 제3 전류 센서들(161~163) 중 하나만 있어도 고정자 권선들(185)의 절연 진단시 절연체(187)에 흐르는 누설 전류(Ileak)를 측정할 수 있다.

교류 전동기(181)를 구동할 때는 제1 및 제3 접속부들(121,123)이 활성화되고 제2 접속부(122)는 비활성화된다. 따라서, 전원 공급부(111)로부터 출력되는 3상 교류 전압들(Vag,Vbg,Vcg)은 제1 접속부(121), 정류부(131), 평활부(141), 제3 접속부(123), 변환부(151) 및 제2 전류 센서(162)를 통해서 교류 전동기(181)로 공급된다.

고정자 권선들(185)의 절연을 진단할 때는 제1 및 제3 접속부들(121,123)은 비활성화되고, 제2 접속부(122)가 활성화되며, 스위칭 소자들(Q1~Q3) 중 적어도 하나가 턴온(turn-on)된다. 따라서, 전원 공급부(111)로부터 출력되는 교류 전압(Vbg)은 제2 접속부(122), 제1 전류 센서(161), 변환부(151) 및 제2 전류 센서(162)를 통해서 고정자 권선들(185)의 3상으로 전달된다. 이 때, 고정자 권선들(185)에 인가되는 전압은 펄스 과형으로 변환된 전압이 아니고, 전원 공급부(111)로부터 출력되는 교류 전압(Vbg) 그 자체이다.

고정자 권선들(185)의 절연을 진단하기 위해서는 고정자 권선들(185)에 전압을 인가한다. 그러면, 절연체(187)와 접지단(GND) 사이에는 적은 누설 전류(Ileak)가 흐르게 된다. 고정자 권선들(185)에 인가되는 전압과 누설 전류(Ileak)를 측정하여 고정자 권선들(185)의 절연 상태를 진단할 수가 있다. 즉, 오프라인 방식으로 고정자 권선들(185)의 절연을 진단하기 위해서는 절연 인자를 구하여야 한다. 절연 인자로는 절연 커패시턴스(Ceq), 절연 저항(Req) 및 분포 인자(Dissipation Factor)(Tanδ) 등이 있다. 절연체(187)의 절연 커패시턴스(Ceq) 및 절연 저항(Req)은 도 2와 같이 모델링할 수 있으며, 분포 인자(Tanδ)는 도 3과 같이 표현할 수 있다. 고정자 권선들(185)의 절연이 열화되면 열화 메커니즘에 따라 절연 커패시턴스(Ceq)의 값이 증가하거나 또는 감소하며, 절연 저항(Req)의 값은 감소한다.

이와 같이, 고정자 권선들(185)로부터 절연체(187)를 통해서 흐르는 누설 전류(Ileak)를 측정하면 고정자 권선들(185)의 절연 상태를 진단할 수 있다. 절연 인자들 즉, 절연 커패시턴스(Ceq), 절연 저항(Req), 분포 인자(Tanδ)를 계산하는 공식은 아래 수학적 1 내지 수학적 3과 같다.

$$\text{Tan}\delta = \text{Tan}(90^\circ - (\angle I - \angle V))$$

여기서, $\angle I$ 는 고정자 권선들(185)과 접지단(GND) 사이에 흐르는 누설 전류(Ileak)의 위상각을 나타내고, $\angle V$ 는 고정자 권선들(185)에 인가된 전압(Vbg)의 위상각을 나타낸다.

$$C_{eq} = \frac{|I| \times \cos\delta}{\omega \times |V|}$$

여기서, I는 고정자 권선들(185)과 접지단(GND) 사이에 흐르는 누설 전류(Ileak)이고, V는 고정자 권선들(185)에 인가된 전압이며, ω 는 고정자 권선들(185)에 인가되는 전압의 주파수를 나타낸다.

$$R_{eq} = \frac{|V|}{|I| \times \sin\delta}$$

여기서, V는 고정자 권선들(185)에 인가된 전압이며, I는 고정자 권선들(185)과 접지단(GND) 사이에 흐르는 누설 전류(Ileak)이고, ω 는 고정자 권선들(185)에 인가되는 전압의 주파수를 나타낸다.

이와 같이, 교류 전동기(181)가 작동하지 않을 때마다 절연 인자들(Ceq, Req, Tanδ)을 측정하고, 상기 측정된 절연 인자들(Ceq, Req, Tanδ)의 시간에 따른 변화를 관찰함으로써, 고정자 권선들(185)의 절연 상태를 진단할 수가 있다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치의 회로도이다. 도 4를 참조하면, 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치는 전원 공급부(411), 제1 내지 제3 접속부들(421~423), 정류부(431), 평활부(441), 변환부(451), 변환 제어부(471) 및 제1 내지 제3 전류 센서들(461~463)을 구비한다.

전원 공급부(411)는 3상의 상용 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg)을 공급한다.

제1 접속부(421)는 전원 공급부(411)에 연결된다. 제1 접속부(421)는 교류 전동기(481)를 구동하거나 교류 전동기(481)의 고정자 권선들(485)의 절연을 진단할 때는 활성화되어 3상 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg)을 정류부(431)로 전달하고, 그 반대일 때는 비활성화되어 3상 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg)이 정류부(431)로 전송되는 것을 차단한다. 제1 접속부(421)는 교류 전동기(181)의 고정자 권선들(485)의 절연을 진단할 때는 3상 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg) 중 하나를 정류부(431)로 전달할 수도 있다.

정류부(431)는 제1 접속부(421)에 연결된다. 정류부(431)는 제1 접속부(421)로부터 출력되는 3상 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg)을 직류 전압으로 정류한다. 정류부(431)로부터 출력되는 직류 전압은 리플 즉, 교류 성분을 포함하고 있다. 정류부(431)는 다이오드들(D1~D6)을 구비한다.

제2 접속부(422)는 정류부(431)에 연결된다. 제2 접속부(422)는 교류 전동기(481)를 구동할 때는 활성화되어 정류부(431)의 출력 전압을 평활부(441)로 전달하고, 교류 전동기(481)의 고정자 권선들(485)의 절연을 진단할 때는 비활성화되어 정류부(431)의 출력 전압이 평활부(441)로 전송되는 것을 차단한다.

평활부(441)는 제2 접속부(422)에 연결된다. 평활부(441)는 제2 접속부(422)로부터 출력되는 직류 전압에 포함된 리플을 제거하여 직류 전압을 평활화시킨다. 즉, 평활부(441)는 정류부(431)의 출력 전압에 포함된 교류 성분을 제거한다. 평활부(441)는 커패시터(Cdc)를 구비한다.

제3 접속부(423)는 노드(N1)와 변환부(451) 사이에 연결된다. 제3 접속부(423)는 교류 전동기(481)를 구동할 때는 활성화되어 평활부(441)로부터 출력되는 직류 전압을 변환부(451)로 전달하고, 교류 전동기(481)의 고정자 권선들(485)의 절연을 진단할 때는 비활성화되어 평활부(441)로부터 출력되는 직류 전압이 변환부(451)로 전달되는 것을 차단한다.

변환부(451)는 제3 접속부(423)로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 교류 전동기(481)를 구동한다. 변환부(451)는 제3 접속부(423)가 비활성화될 경우에는 제1 전류 센서(461)로부터 출력되는 정류부(431)의 출력 전압을 받아서 고정자 권선들(485)로 전달한다.

변환부(451)는 다수개의 스위칭 소자들(Q1~Q6)을 구비한다. 스위칭 소자들(Q1~Q6)은 각각 IGBT로 구성되지만, 도 5에 도시된 파워 MOS 전계효과트랜지스터들로 구성될 수도 있다. 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 제어 전극들, 즉, IGBT들의 게이트 전극들 또는 파워 MOS 전계효과트랜지스터들의 게이트 전극(도 5의 G)들은 변환 제어부(471)에 연결된다.

변환 제어부(471)는 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 온(on)/오프(off)를 제어한다. 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 온/오프 타임에 따라 변환부(471)로부터 출력되는 펄스 파형의 듀티 사이클(Duty Cycle)의 길이가 결정된다. 즉, 스위칭 소자들(Q1~Q3)이 온되면 교류 전동기(481)가 작동하고, 스위칭 소자들(Q4~Q6)이 온되면 교류 전동기(481)가 동작을 중지한다. 이와 같이, 스위칭 소자들(Q1~Q6)의 온 시간을 적절히 조절함으로써, 교류 전동기(481)에 인가되는 교류 전압의 듀티 사이클(Duty Cycle)의 길이가 조정되어 교류 전동기(481)의 속도를 제어할 수가 있다.

제1 전류 센서(461)는 노드(N1)와 변환부(451) 사이에 흐르는 전류의 양을 감지한다.

제2 전류 센서(462)는 변환부(451)로부터 출력되는 전류의 양을 감지한다.

제3 전류 센서(463)는 고정자 권선들(485)로부터 절연체(487)를 통해서 접지단(GND)으로 흐르는 누설 전류(Ileak)의 양을 감지한다.

고정자 권선들(485)의 절연을 진단할 때, 제3 전류 센서(463)를 통해서 누설 전류(Ileak)가 흐를 경우, 제1 전류 센서(461)와 제2 전류 센서(462)에도 유사한 크기의 누설 전류가 흐르게 된다. 따라서, 제1 내지 제3 전류 센서들(461~463) 중 하나만 있어도 고정자 권선들(485)의 절연 진단시 절연체(487)에 흐르는 누설 전류(Ileak)를 측정할 수 있다.

교류 전동기(481)를 구동할 때는 제1 내지 제3 접속부들(421~423)이 활성화된다. 따라서, 전원 공급부(411)로부터 출력되는 3상 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg)은 제1 접속부(421), 정류부(431), 제2 접속부(422), 평활부(441), 제3 접속부(423) 및 변환부(451)를 통해서 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환되어 고정자 권선들(485)로 공급된다.

고정자 권선들(485)의 절연을 진단할 때는 제2 및 제3 접속부들(422, 423)은 비활성화되고, 제1 접속부(421)만 활성화된다. 따라서, 전원 공급부(411)로부터 출력되는 3상 교류 전압들(Vag, Vbg, Vcg) 중 하나는 제1 접속부(421), 정류부(431), 제1 센서, 변환부(451) 및 제2 전류 센서(462)를 통해서 고정자 권선들(485)로 전달된다. 이 때, 고정자 권선들(485)에 인가되는 전압은 펄스 파형으로 변환된 전압이 아니고, 정류부(431)에 의해 부분적으로 정류되어 교류 성분과 직류 성분을 모두 갖는다. 상기 교류 성분의 주파수는 입력 전압 주파수의 3배이다.

도 4를 참조하면, 고정자 권선들(485)과 접지단(GND) 사이에 제3 전류 센서(463)가 연결된다. 제3 전류 센서(463)는 고정자 권선들(485)의 절연 상태를 진단하고자 할 때, 고정자 권선들(485)로부터 접지단(GND) 사이에 흐르는 누설 전류(Ileak)를 측정한다.

고정자 권선들(485)의 절연을 진단하는 방법은 도 1을 통해서 설명한 방법과 동일함으로 중복 설명은 생략한다.

이와 같이, 교류 전동기(481)가 작동하지 않을 때마다 절연 인자들(C_{eq} , R_{eq} , $\tan\delta$)을 측정하고, 상기 측정된 절연 인자들의 시간에 따른 변화를 관찰함으로써, 고정자 권선들(485)의 절연 상태를 진단할 수가 있다.

도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었으며, 여기서 사용된 용어들은 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이며, 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 따라서, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능할 것이므로, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따른 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치(101,401)는 교류 전동기(181,481)를 구동할 뿐만 아니라, 교류 전동기(181,481)가 작동하지 않을 때는 고정자 권선들(185,485)의 절연 상태를 빈번하게 진단할 수가 있다. 이와 같이, 고정자 권선들(185,485)의 절연 상태를 빈번하게 진단함으로써 고정자 권선들(185,485)의 절연 열화를 조기에 진단할 수가 있다.

따라서, 고정자 권선들(185,485)의 절연 열화가 심해질 경우에는 빨리 조치를 취함으로써 교류 전동기(181,481)의 고장을 미연에 방지할 수가 있으며, 교류 전동기(181,481)를 이용하여 동작하는 시스템의 신뢰도가 크게 향상된다.

또한, 본 발명에 따른 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치(101,401)는 저렴한 비용으로 구성될 수가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

교류 전동기를 구동하고 절연을 진단하는 장치에 있어서,

3상 교류 전압을 공급하는 전원 공급부;

상기 전원 공급부에 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때 활성화되는 제1 접속부;

상기 전원 공급부에 연결되며, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때 활성화되는 제2 접속부;

상기 제1 접속부에 연결되며, 상기 제1 접속부로부터 출력되는 3상 교류 전압을 직류 전압으로 정류하는 정류부;

상기 정류부에 연결되며, 상기 정류부로부터 출력되는 전압에 포함된 리플전압을 제거하는 평활부; 및

상기 평활부와 상기 제2 접속부에 공통으로 연결되며, 상기 평활부로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 상기 교류 전동기를 구동하며, 상기 제2 접속부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나를 받아서 상기 교류 전동기로 전달하는 변환부를 구비하는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 교류 전동기를 구동할 때는

상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들은 상기 제1 접속부, 상기 정류부, 상기 평활부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기로 공급되고,

상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는

상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나는 상기 제2 접속부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기로 전달되는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 교류 전동기의 고정자 권선과 접지단 사이에 연결되며, 상기 고정자 권선으로부터 상기 접지단 사이에 흐르는 누설 전류를 측정하는 전류 센서를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 평활부와 상기 변환부 사이에 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때 활성화되어 상기 평활부로부터 출력되는 직류 전압을 상기 변환부로 전달하는 제3 접속부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 5.

교류 전동기를 구동하는 장치에 있어서,

3상 교류 전압을 공급하는 전원 공급부;

상기 전원 공급부에 연결되며, 상기 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들을 직류 전압으로 정류하는 정류부;

상기 정류부에 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때 활성화되고, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는 비활성화되는 접속부;

상기 접속부에 연결되며, 상기 접속부로부터 출력되는 신호를 평활시키는 평활부; 및

상기 접속부와 정류부에 공통으로 연결되며, 상기 교류 전동기를 구동할 때는 상기 접속부 및 평활부로부터 출력되는 직류 전압을 펄스 파형을 갖는 교류 전압으로 변환하여 상기 교류 전동기에 공급하여 상기 교류 전동기를 구동하며, 상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는 상기 정류부로부터 출력되는 전압을 받아서 상기 교류 전동기의 고정자 권선으로 전달하는 변환부를 구비하는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 교류 전동기를 구동할 때는

상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들은 상기 정류부, 상기 접속부, 상기 평활부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기로 공급되고,

상기 교류 전동기의 고정자 권선의 절연을 진단할 때는

상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들 중 하나는 상기 정류부 및 상기 변환부를 통해서 상기 교류 전동기의 고정자 권선으로 전달되는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 7.

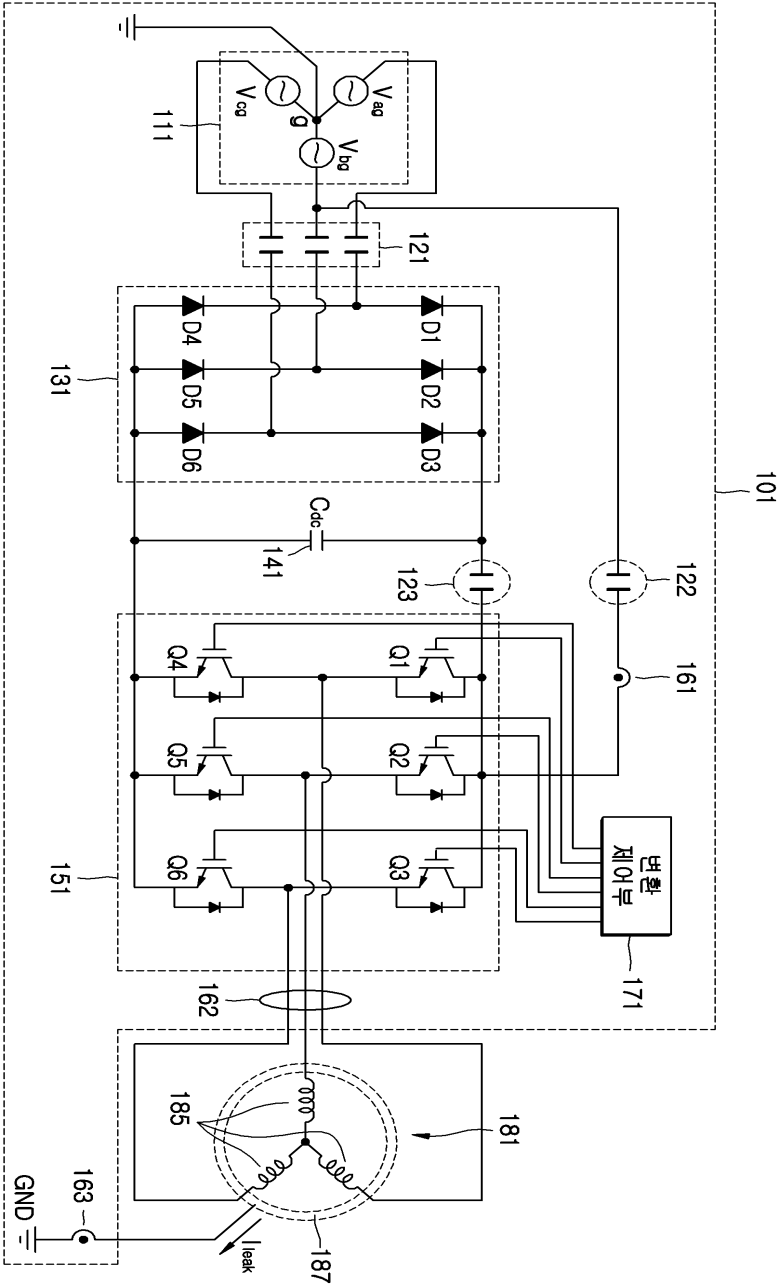
제5항에 있어서, 상기 교류 전동기의 고정자 권선과 접지단 사이에 연결되며, 상기 교류 전동기의 고정자 권선으로부터 상기 접지단 사이에 흐르는 누설 전류를 측정하는 전류 센서를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

청구항 8.

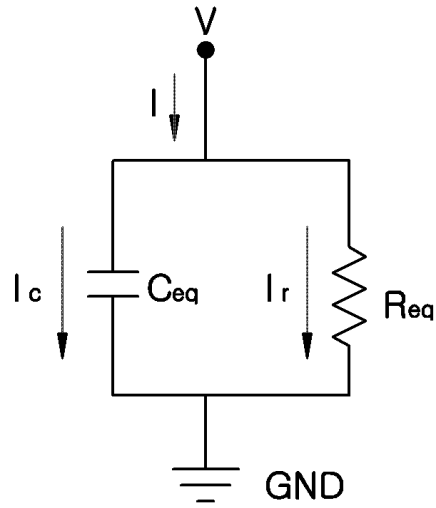
제5항에 있어서, 상기 전원 공급부와 상기 정류부 사이에 연결되며, 상기 전원 공급부로부터 출력되는 3상 교류 전압들을 상기 정류부로 전달하는 다른 접속부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 교류 전동기의 구동 및 절연 진단 장치.

도면

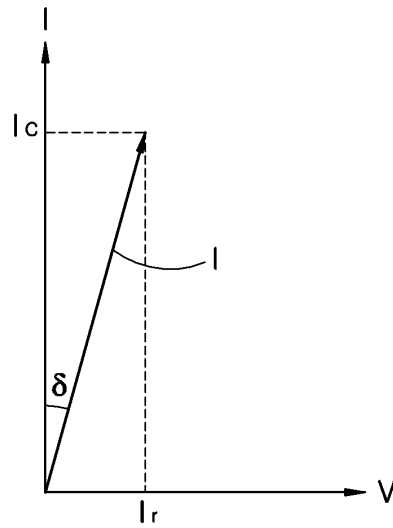
도면1



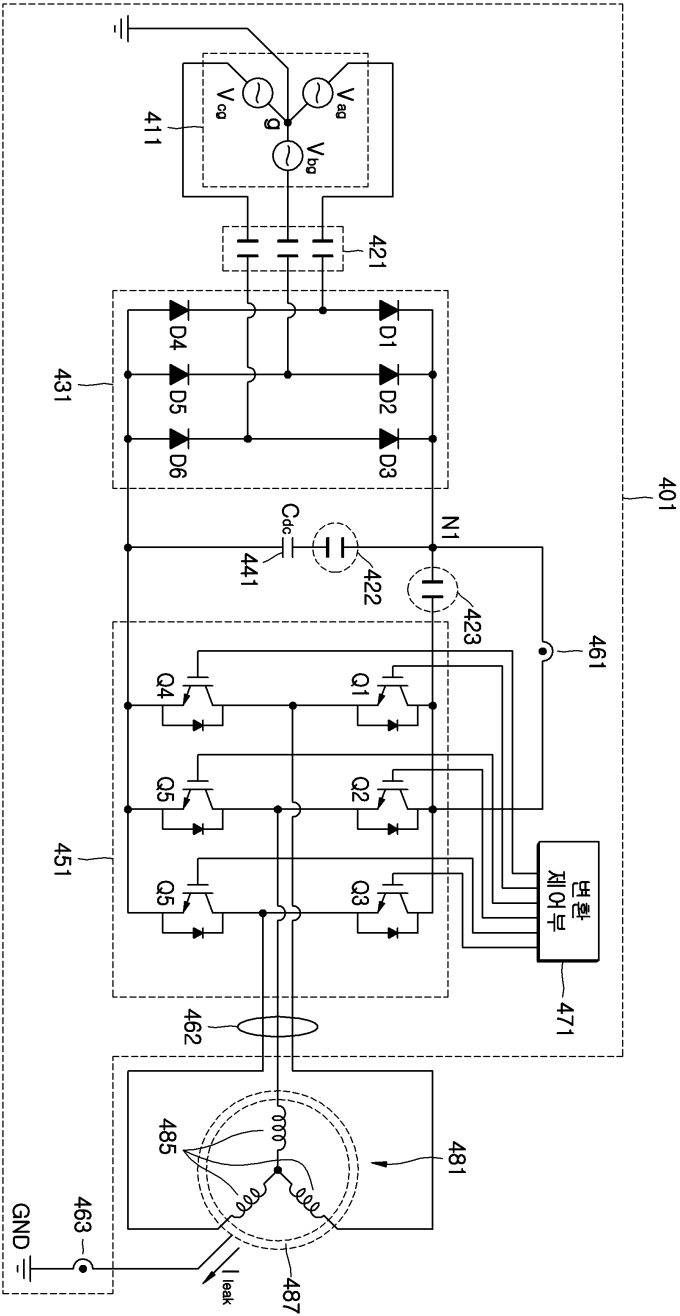
도면2



도면3



도면4



도면5

