



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0011452
(43) 공개일자 2016년02월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02P 3/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0092550
(22) 출원일자 2014년07월22일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘에스산전 주식회사
경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동)

(72) 발명자
이경주
서울특별시 동작구 동작대로29길 118 신동아아파트 501동 607호

(74) 대리인
정종욱, 조현동, 진천웅

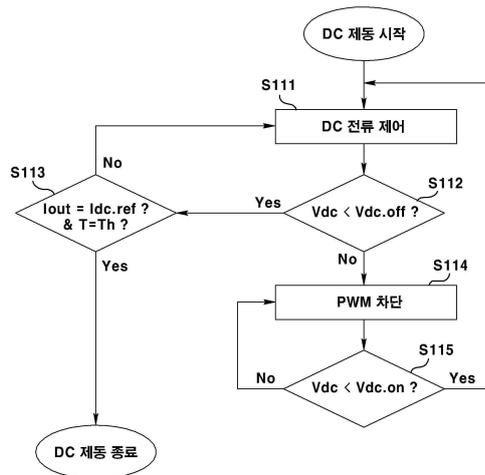
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 PWM 인버터를 이용한 영구 자석 동기 전동기의 DC 제동 방법

(57) 요약

PWM 인버터가 공회전 중인 영구 자석 동기 전동기를 DC 제동하는 방법이 개시된다. PWM 인버터는 평활용 콘덴서의 전압이 기 설정된 기준 값의 사이에 있을 때는 DC 전류 제어를 수행하고, 평활용 콘덴서의 전압이 상단 기준 값 이상이 되면 하단 기준 값이 될 때까지 DC 전류 제어를 중지한다. 이러한 과정이 반복되는 도중 출력 전류가 일정 시간 동안 DC 기준 전류와 같은 상태를 유지하면 전동기가 정지된 것으로 판단하여 DC 제동 과정을 종료한다. 평활용 콘덴서에 과전압이 발생하는 것을 회피하면서 정상적으로 전동기를 정지시킬 수 있다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

PWM 인버터를 이용한 영구 자석 동기 전동기의 DC 제동 방법에 있어서,

기준 전류로 DC 전류 제어를 수행하는 단계;

평활용 콘덴서의 전압이 제1기준전압 미만이면, 출력 전류에 따라 상기 DC 전류 제어를 계속 수행하거나 DC 제동 과정을 종료하는 단계;

상기 평활용 콘덴서의 전압이 상기 제1기준전압 이상이면, 상기 DC 전류 제어를 중지하고, 상기 평활용 콘덴서의 전압이 제2기준전압(제1기준전압 > 제2기준전압) 미만이 될 때까지 대기하는 단계; 및

상기 평활용 콘덴서의 전압이 상기 제2기준전압 미만이 되면, 상기 DC 전류 제어를 다시 수행하는 단계를 포함하는 PWM 인버터를 이용한 영구 자석 동기 전동기의 DC 제동 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 평활용 콘덴서의 전압이 상기 제1기준전압 미만인 경우, 상기 출력 전류가 일정 시간 동안 상기 기준 전류와 같은 상태를 유지하면 DC 제동 과정을 종료하고, 그렇지 않으면 상기 DC 전류 제어를 계속 수행하는 것을 특징으로 하는 PWM 인버터를 이용한 영구 자석 동기 전동기의 DC 제동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 PWM 인버터를 이용한 DC 제동 방법에 관한 것으로서, 특히 공회전(Free-Run) 중인 영구 자석 동기 전동기를 PWM 인버터를 이용하여 DC 제동하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 영구 자석 동기 전동기는 유도 전동기보다 효율이 높기 때문에 에너지 절감 차원에서 큰 각광을 받고 있으며, 유도 전동기에 비해 제어가 어려운 단점도 PWM(Pulse Width Modulation: 펄스 폭 변조) 방식의 인버터를 이용한 다양한 V/F 제어 기법으로 극복된 상황이다.

[0003] 도 1을 참조하자면, PWM 인버터(10)는 3상 교류전원을 입력 받아 정류하여 평활용 콘덴서에 축적함으로써 DC 전압을 생성하고, 평활용 콘덴서의 DC 전압을 이용하여 영구 자석 동기 전동기(11)를 제어한다.

[0004] PWM 인버터(10)의 전력 흐름은 단 방향만을 가지는 것이 일반적이다. 즉, 교류 전압을 직류 전압으로 변환하기 위한 정류부가 다이오드로 구성이 되기 때문에, 전력 흐름은 전원단에서 전동기 쪽으로만 가능하다.

[0005] 만일 전동기(11)의 운전 중에 인버터 이상이나 순시 정전 등의 상황이 발생하면, PWM 인버터(10)의 출력이 차단되어 임의 속도로 운전 중인 전동기(11)는 공회전(Free-Run)하게 된다.

[0006] 공회전 중인 전동기(11)를 재 운전할 수 있는 방법으로는 전동기(11)의 속도를 측정 또는 추정하고 속도에 맞는 전압과 주파수를 인가하여 목표 속도로 운전하는 방법과, 전동기(11)에 강제로 DC(직류) 전류를 인가하여 전동기(11)를 정지시킨 후 목표 속도로 운전하는 방법이 있는데, 후자를 DC 제동이라 한다.

[0007] PWM 인버터(10)를 이용하여 공회전하고 있는 전동기(11)를 DC 제동하는 경우, DC 전류를 제어하기 위해 PWM 제어하는 순간부터 전동기(11)가 발전기로 동작하여 회전 속도에 비례한 에너지가 평활용 콘덴서에 축적된다.

[0008] 도 2를 참조하자면, PWM 인버터(10)가 DC 제동을 위하여 DC 기준 전류($I_{dc,ref}$)로 전동기(11)를 제어하더라도 발전기로 동작하는 전동기 때문에 출력 전류(I_{out})는 도시된 바와 같은 형태로 나타나고, 이로 인하여 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 상승하게 된다.

[0009] 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 상승하면, 전력용 반도체 소자의 정격 전압을 초과할 수 있기 때문에 과전압에 의한 전력용 반도체 소자의 파괴를 방지하기 위해서는 PWM 출력을 차단해야 한다. 이것은 정상적인 DC 제동을 할 수 없다는 것을 의미하며, 이를 위하여 평활용 콘덴서에 축적되는 에너지를 제동 저항을 이용하여 소비시키는 등 별도의 오버헤드가 필요로 하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, PWM 인버터가 공회전 중인 전동기를 재 운전하기 위하여 DC 제동을 수행할 때, 전동기에서 발생하는 에너지를 적절히 제한하여, DC 제동이 안전하고 정상적으로 이루어질 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 PWM 인버터를 이용한 영구 자석 동기 전동기의 DC 제동 방법은, 기준 전류로 DC 전류 제어를 수행하는 단계; 평활용 콘덴서의 전압이 제1기준전압 미만이면, 출력 전류에 따라 상기 DC 전류 제어를 계속 수행하거나 DC 제동 과정을 종료하는 단계; 상기 평활용 콘덴서의 전압이 상기 제1기준전압 이상이면, 상기 DC 전류 제어를 중지하고, 상기 평활용 콘덴서의 전압이 제2기준전압 미만일 때 까지 대기하는 단계; 및 상기 평활용 콘덴서의 전압이 상기 제2기준전압 미만이 되면, 상기 DC 전류 제어를 다시 수행하는 단계를 포함하여 이루어진다.

[0012] 상기 PWM 인버터는 상기 평활용 콘덴서의 전압이 제1기준전압 미만인 경우, 상기 출력 전류가 일정 시간 동안 상기 기준 전류와 같은 상태를 유지할 때 DC 제동 과정을 종료할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, PWM 인버터를 이용하여 영구 자석 동기 전동기의 공회전 중 DC 제동을 수행할 때, 평활용 콘덴서에 축적되는 에너지를 적절하게 조절하여 과전압 발생을 회피하면서 정상적으로 전동기를 정지시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 PWM 인버터를 이용한 전동기 구동 시스템의 예,
 도 2는 공회전 중인 전동기를 DC 제동할 때의 주요 파형을 보인 예,
 도 3은 PWM 인버터에 관한 구체적인 예,
 도 4는 본 발명에 따라 공회전 중인 영구 자석 동기 전동기의 DC 제동을 수행하는 과정의 일 실시예,
 도 5는 본 발명에 따라 공회전 중인 전동기를 DC 제동할 때의 주요 파형을 보인 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 도 3은 영구 자석 동기 전동기(11: 이하, 전동기라 한다)를 구동하는 PWM 인버터(20)의 구체적인 예를 도시한 것으로서, PWM 인버터(20)는 3상 교류전원을 입력 받아 처리하여 전동기(11)를 구동한다.

[0017] PWM 인버터(20)는 3상 교류전원의 교류 전압을 직류 전압으로 변환하기 위한 정류부(21), 정류부(21)에서 정류

된 직류 전압을 평활하게 하기 위한 평활용 콘덴서(22), 평활용 콘덴서(22)의 직류 전압을 교류로 변환하기 위한 전력회로부(23), PWM 인버터의 출력 전류(전동기의 입력 전류)를 검출하기 위한 전류검출부(24), PWM 인버터의 출력 전압 및 주파수를 제어하기 위한 제어부(25)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0018] 제어부(25)는 전력회로부(23)의 각 전력용 반도체 소자를 PWM(펄스 폭 변조) 제어하여 전동기(11)를 구동하며, 전동기(11)가 공회전하는 상황이 발생하면 DC 제동을 실행하여 공회전 중인 전동기(11)를 정지시킨다.

[0019] 특히, 제어부(25)는 DC 제동 동작과 관련하여 평활용 콘덴서(22)의 전압(Vdc)을 감시하고 있다.

[0020] 도 4는 본 발명에 따른 DC 제동 방법의 일 실시예를 보인 것이고, 도 5는 DC 제동 과정에서 나타나는 전동기 속도(Nrpm), DC 기준 전류(Idc,ref), 실제 출력 전류(Iout), 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)에 관한 파형을 보인 것이다.

[0021] 도 5에서 각 구간 A는 공회전 구간(PWM 인버터의 출력이 차단되는 구간)을 의미하고, 구간 B는 DC 제동이 이루어지는 구간을 의미한다.

[0022] 제어부(25)는 DC 제동이 시작되면 전동기(11)로 DC 기준 전류를 전달하여 DC 전류 제어를 수행한다(S111).

[0023] 단계 S111에서의 DC 전류 제어는 PWM 제어를 통해 수행되며, DC 제동이 실행되는 각 구간(구간 B)에서는 전동기 속도의 감소 기울기가 커진다.

[0024] 제어부(25)는 단계 S111을 통해 DC 전류 제어가 수행되는 도중 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)이 제1기준전압(Vdc,off) 미만인 경우에는(S112), 출력 전류(Iout)에 따라 단계 S111에서의 DC 전류 제어를 계속 수행하거나 또는 DC 제동 과정을 종료한다(S113).

[0025] 제1기준전압(Vdc,off)이란 단계S111에서의 DC 전류 제어를 계속 실행할 것인지를 판단하기 위한 기준 값을 말한다.

[0026] 단계 S113에서는 전류검출부(24)를 통해 검출되는 출력 전류(Iout)와 기준 전류(Idc,ref)가 같은 상태가 지속되는 시간(T)이 기 설정된 일정 시간(Th) 이상이면 전동기(11)가 정지된 것으로 판단하여 DC 제동 과정을 종료한다.

[0027] 그러나, 출력 전류(Iout)와 기준 전류(Idc,ref)가 같은 상태가 지속되는 시간(T)이 기 설정된 일정 시간(Th) 미만이면, 아직 전동기(11)가 정지되지 않은 것으로 판단하여 단계 S111에서의 DC 기준 전류 제어가 이루어진다.

[0028] 즉, 단계 S111에서의 DC 기준 전류 제어는 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)이 제1기준전압(Vdc,off) 미만이고(S112), 출력 전류(Iout)와 기준 전류(Idc,ref)가 같은 상태가 지속되는 시간(T)이 기 설정된 일정 시간(Th) 미만일 때 수행된다.

[0029] 만일, 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)이 제1기준전압(Vdc,off) 이상이면(S112), 단계 S111에서의 DC 전류 제어를 중지하고(S114), 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)이 제2기준전압(Vdc,on) 미만일 때 까지 대기한다(S115).

[0030] 여기서 제2기준전압(Vdc,on)이란 DC 전류 제어를 재개할 것인지의 여부를 판단하기 위한 기준 값을 의미하며, '제1기준전압(Vdc,off) > 제2기준전압(Vdc,on)'의 관계에 있다.

[0031] 단계 S115에서의 대기 도중 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)이 제2기준전압(Vdc,on) 미만이면, 단계 S111로 진행하여 DC 전류 제어를 다시 수행한다.

[0032] 도 5를 참조하여 상기 과정을 다시 살펴보면, PWM 제어가 이루어질 때 전동기(11)의 속도는 공회전할 때보다 더욱 빨리 감소하지만, 평활용 콘덴서의 전압(Vdc)은 상승한다.

[0033] 즉, DC 기준 전류(Idc,ref)가 전달되어 DC 제동이 실행되는 각 구간(구간 B)에서의 전동기 속도 감소 기울기는

공회전 구간(구간 A)에서의 전동기 속도 감소 기울기보다 커진다.

- [0034] 또한, 각 구간 B에서 DC 제동을 실행하더라도 출력 전류(I_{out})는 전동기 회전에 따른 주파수 성분을 가지게 되고, 이로 인하여 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 상승한다.
- [0035] 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 제1기준전압($V_{dc,off}$) 미만이면 과전압에 의한 전력용 반도체 소자의 파괴 위험이 없으므로, DC 전류 제어를 계속 수행한다.
- [0036] 이때 전동기(11)가 정지하였는지를 판단하기 위하여 실제 출력 전류(I_{out})가 DC 기준 전류($I_{dc,ref}$)와 동일한지를 판단한다.
- [0037] 전동기(11)가 계속 회전 중이라면, DC 전류 제어를 하더라도 실제 출력 전류(I_{out})는 전동기 회전에 따른 주파수 성분을 가지므로, 출력 전류(I_{out})가 DC 기준 전류($I_{dc,ref}$)와 동일한 크기로 일정 시간(T_h) 동안 지속 되었다면, 전동기(11)가 정지되었다고 판단할 수 있고, DC 제동 과정을 종료한다.
- [0038] 만일 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 제1기준전압($V_{dc,off}$) 이상이면, 전력용 반도체 소자의 보호를 위해 PWM 제어를 차단하여 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 상승하는 것을 억제한다.
- [0039] PWM 제어가 차단되어 있는 도중 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})이 제2기준전압($V_{dc,on}$) 미만이 되면, DC 전류 제어를 다시 재개한다.
- [0040] 이와 같이 DC 제동 과정이 종료되기 전까지는 구간 A와 구간 B를 번갈아 가면서 수행하게 된다.
- [0041] DC 제동 시에 평활용 콘덴서(22)에 축적되는 에너지는 전동기(11)의 속도에 비례한다. 즉, 전동기(11)의 속도가 높을수록 평활용 콘덴서의 전압(V_{dc})에 대한 상승 기울기가 크다.

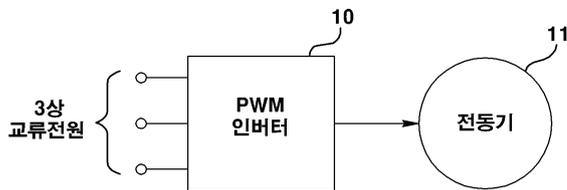
[0042] 상술한 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것이며, 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당업자에 의해 다양하게 변형하여 실시할 수 있는 것은 물론이다.

부호의 설명

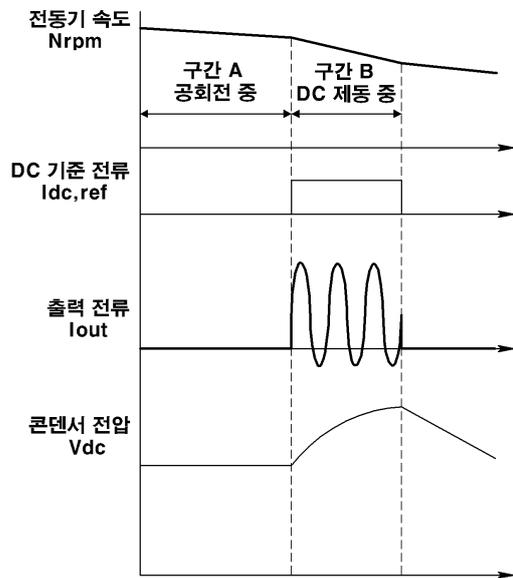
- [0043] 10, 20: PWM 인버터 11: 전동기
- 21: 정류부 22: 평활용 콘덴서
- 23: 전력회로부 24: 전류검출부
- 25: 제어부

도면

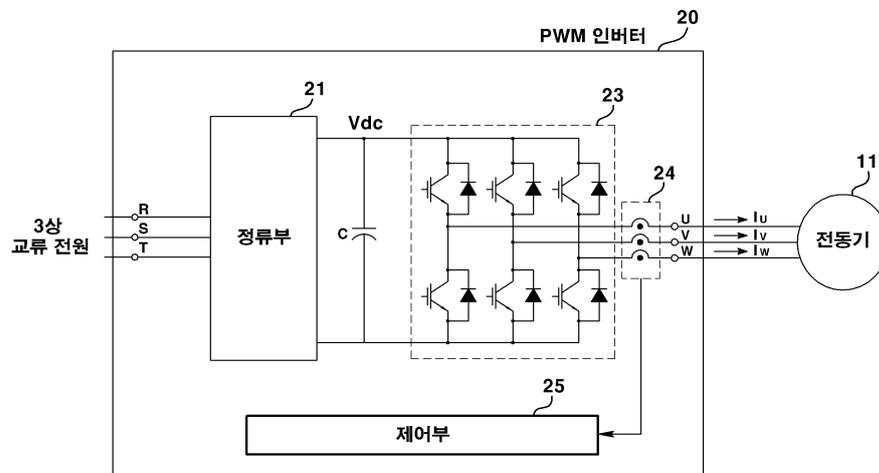
도면1



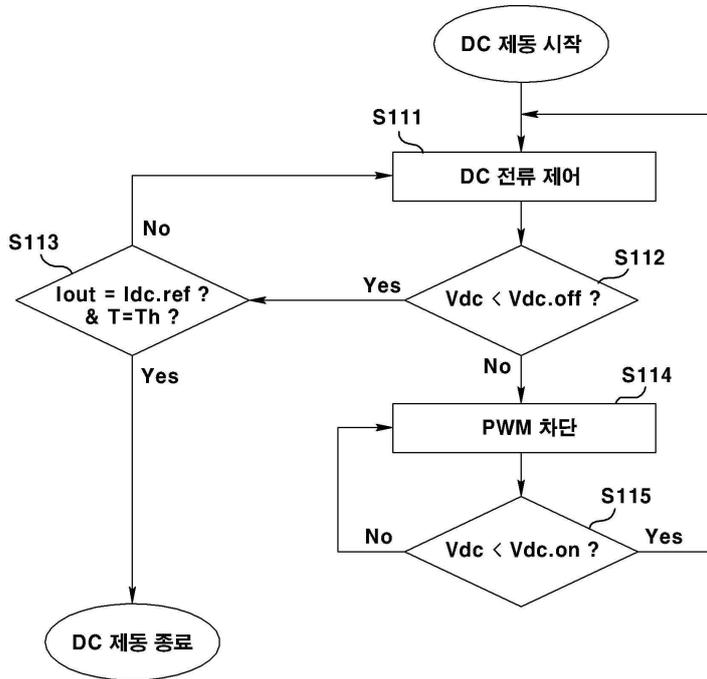
도면2



도면3



도면4



도면5

