

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

직류링크전압의 크기에 대응하여 펄스 신호로 출력하는 인버터 스위칭부와;  
 상기 인버터 스위칭부에서 출력되는 전압 펄스 신호를 평활화하여 정현파 신호로 출력하는 LC 필터부와;  
 상기 LC 필터부의 출력 양단의 부하 전압을 감지하는 전압 센서부와;  
 상기 인버터 스위칭부에서 출력되는 전류를 검출하는 전류 센서부와;  
 상기 전류 센서부에서 검출된 전류값의 절대값과 기 설정된 전류값을 비교하여 그에 대응하는 출력값에 따라 상기 인버터 스위칭부를 제어하는 PWM 스위칭 제어부와;  
 상기 LC 필터부의 출력단 부하전압을 검출하여 기준 정현파 전압으로 제어하여 출력하는 제어부; 및  
 상기 제어부에서 출력된 정현파 전압을 입력받고 기 설정된 스위칭 주파수를 갖는 비교 삼각파를 입력받아 상기 인버터 스위칭부에 펄스 폭 구동 신호를 출력하는 PWM 발생기를 포함하고,  
 상기 PWM 스위칭 제어부는 상기 전류 센서부에서 검출된 전류값을 절대값으로 변환하는 절대값 변환부와;  
 상기 절대값으로 변환된 전류값을 기 설정된 상한 전류값과 비교하여 그에 대응하는 전류 제한 신호(CL)를 출력하는 히스테리시스 비교기와;  
 상기 히스테리시스 비교기에서 출력되는 전류 제한 신호(CL)에 따라 상기 인버터 스위칭부를 제어하는 앤드 게이트부를 포함하며,  
 상기 히스테리시스 비교기에서 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 작으면 전류 제한 신호(CL)는 하이(high)로 출력되고, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 크면 전류 제한 신호(CL)는 로우(low)로 출력되고,  
 상기 앤드 게이트부는 상기 히스테리시스 비교기에서 출력되는 전류 제한 신호(CL)가 하이(high)로 출력되면 인버터 스위칭부를 온(ON)시키고, 전류 제한 신호(CL)가 로우(low)로 출력되면 인버터 스위칭부를 오프(OFF)시키며,  
 상기 전압 센서부는 상기 인버터 스위칭부의 상기 인버터 출력 전압(vinv)을 검출하고 상기 PWM 발생기는 상기 펄스 폭 구동 신호(G1, G2, G3, G4)를 생성하며,  
 상기 전류 센서부는 상기 인버터 스위칭부의 상기 인버터 출력 전류(iinv)를 검출하고 상기 히스테리시스 비교기는 상기 하이(high) 혹은 상기 로우(low)의 전류 제한 신호(CL)를 생성하며,  
 단락 사고 시 상기 인버터 출력 전류(iinv)의 절대값이 상기 히스테리시스 비교기의 상한선보다 커지고, 상기 전류 제한 신호(CL)는 상기 로우(low) 상태가 되며, 상기 앤드 게이트가 단혀 상기 펄스 폭 신호(G1, G2, G3, G4)가 출력되지 못하여 상기 인버터 스위칭부로부터 상기 인버터 출력 전류(iinv)가 하강되고,  
 고장 감내 후 상기 인버터 출력 전류(iinv)가 하강되면, 상기 인버터 출력 전류(iinv)의 절대값이 상기 히스테리시스 비교기의 상한선보다 작아지고, 상기 전류 제한 신호(CL)는 상기 하이(high) 상태가 되며, 상기 앤드 게이트가 열려 상기 펄스 폭 신호(G1, G2, G3, G4)가 출력되는 것을 특징으로 하는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제 1항에 있어서,

상기 전류 센서부는 상기 인버터 스위칭부의 출력단 양단의 전류 값을 검출하는 것을 특징으로 하는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치.

**청구항 6**

제 1항에 있어서,

상기 PWM 스위칭 제어부에서 출력되는 스위칭 주파수는 히스테리시스 폭에 대응하여 결정되는 것을 특징으로 하는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치.

**청구항 7**

제 6항에 있어서,

상기 히스테리시스폭이 좁으면 스위칭 주파수가 증가하고, 상기 히스테리시스폭이 넓으면 스위칭 주파수가 감소하는 것을 특징으로 하는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

인버터 스위칭부의 출력단의 전류 및 LC 필터부 출력단의 전압을 검출하는 단계와;

상기 검출된 전류값을 절대값으로 변환한 후 기 설정된 전류값과 비교하여 그에 대응하는 전류 제한 신호(CL)를 출력하는 단계와;

상기 출력되는 전류 제한 신호(CL)를 입력받아 상기 인버터 스위칭부의 스위치 온/오프 동작을 제어하는 단계와;

상기 스위칭 동작의 온/오프 제어에 따라 상기 인버터 스위칭부의 전류 및 전압을 조절하는 단계와;

상기 LC 필터부의 출력단 부하전압을 검출하여 기준 정현파 전압으로 제어하는 단계와;

상기 기준 정현파 전압의 스위칭 주파수를 갖는 비교 삼각파를 입력받아 인버터 스위칭부에 펄스 폭 구동 신호를 출력하는 단계를 포함하고,

상기 전류 제한 신호(CL)를 출력하는 단계에서 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 작으면 전류 제한 신호(CL)는 하이(high)로 출력되고, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 크면 전류 제한 신호(CL)는 로우(low)로 출력되며,

상기 전류 제한 신호(CL)가 하이(high)로 출력되면 인버터 스위칭부를 온(ON)시키고, 전류 제한 신호(CL)가 로우(low)로 출력되면 인버터 스위칭부를 오프(OFF)시키며,

단락 사고 시 상기 인버터 출력 전류(iinv)의 절대값이 히스테리시스 비교기의 상한선보다 커지고, 상기 전류 제한 신호(CL)는 상기 로우(low) 상태가 되며, 상기 앤드 케이트가 단락 상기 펄스 폭 신호(G1, G2, G3, G4)가 출력되지 못하여 상기 인버터 스위칭부로부터 상기 인버터 출력 전류(iinv)가 하강되고,

고장 감내 후 상기 인버터 출력 전류(iinv)가 하강되면, 상기 인버터 출력 전류(iinv)의 절대값이 상기 히스테

리시스 비교기의 상한선보다 작아지고, 상기 전류 제한 신호(CL)는 상기 하이(high) 상태가 되며, 상기 앤드 케이트가 열려 상기 펄스 폭 신호(G1, G2, G3, G4)가 출력되는 것을 특징으로 하는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 제어방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제 9항에 있어서,

상기 스위칭 주파수는 히스테리시스 폭에 대응하여 히스테리시스폭이 좁으면 스위칭 주파수가 증가하고, 히스테리시스폭이 넓으면 스위칭 주파수가 감소하는 것을 특징으로 하는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치에 관한 것으로, 특히 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치에 있어서 인버터의 출력전류를 검출하여 부하 단락 사고시 그에 대한 스위칭을 제어함으로써 안정적으로 부하를 보호할 수 있는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치 및 그 제어방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 통상적인 ESS(Energy Storage System) 장치는, 계통 측에 전력의 수요가 적을 시 충전을 행하며, 전력의 수요가 많을 시 축전 부 전원을 방전시켜 계통에 전력을 공급하며, 아울러 이와 동시에 무효전력을 계통에 순시로 보정하여 전력을 안정 시키는 역할을 가진다.

[0003] 이러한 ESS 장치는, 계통 측 전력을 제공받아 직류 전원으로 변환하고 수신된 직류 전원을 교류 전원으로 변환하여 계통 측과 부하 측으로 전달하는 컨버터와, 상기 컨버터의 직류 전원을 상기 컨버터로 공급하는 충전부를 포함하며, 상기 각 구성 요소들의 동작을 제어하는 PWM 제어부를 포함한다.

[0004] PWM(Pulse Width Modulation) 스위칭은 주어진 스위칭 주기 내에서 스위칭-온 시간의 비율에 따라 출력전압 또는 전류의 크기를 제어한다. 이를 듀티비 제어라고도 한다.

[0005] 도 1은 종래에 따른 PWM 인버터를 갖는 전력변환장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제어부(150)에서 단상 인버터(120)의 출력전압을 정현적으로 제어하고 출력단 필터 커패시터(130) 양단의 전압( $V_{Load}$ )를 피드백 받아서 기준 정현파( $V_{ref}$ )가 되도록 제어한다. 이때, 제어전압( $V_{Con}$ )은 정현파형의 형태가 되며 PWM 발생기(160)에서 기 설정된 스위칭 주파수와 같은 주파수를 갖는 비교삼각파( $V_{Tri}$ )와 비교하여 인버터 스위치(120)의 PWM 구동신호( $G_1, G_2, G_3, G_4$ )를 만들어 낸다. 다시 말해, 제어전압( $V_{Con}$ )이 비교삼각파( $V_{Tri}$ )보다 크면 PWM 구동신호( $G_1, G_4$ )가 하이(High)의 상태가 되어서 해당 스위치( $SW_1, SW_4$ )를 온 시키고, 반대로 제어전압( $V_{Con}$ )이 비교삼각파( $V_{Tri}$ )보다 작으면 PWM 구동신호( $G_2, G_3$ )가 하이(High)의 상태가 되어서 해당 스위치

(SW<sub>2</sub>, SW<sub>3</sub>)를 온 시킨다.

[0006] 도 2는 종래에 따른 PWM 인버터를 갖는 전력변환장치의 PWM 구동 신호와 출력 전압 신호의 예를 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 바이폴라 PWM 구동의 예로써 PWM 구동신호(G<sub>1</sub>, G<sub>4</sub>) 및 (G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>)가 짝을 이루어 스위칭 되며, 인버터출력전압(V<sub>inv</sub>)은 직류링크전압의 크기에 따라 +Vdc 또는 -Vdc의 값을 갖는다. 이러한 PWM 스위칭을 함으로써 인버터의 출력전압은 펄스형태의 전압이 되지만, L-C 필터를 거쳐서 평활화 된 부하출력전압(V<sub>Load</sub>)은 그림과 같이 인버터출력전압 (V<sub>inv</sub>)의 시간평균 값에 해당하는 정현파형이 된다.

[0007] 그런데 도 2와 같이 스위치 패턴이 결정되어 있는 상황에서 부하측에서 단락사고 등의 상황이 발생하는 경우, 인버터 출력전류(i<sub>inv</sub>)가 급격히 상승하여 전력변환부의 스위치에는 허용전류 이상의 과전류가 흘러서 동작이 중지되거나 인버터 시스템의 재가동이 불가능한 고장상태가 되는 문제점이 발생된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치에 있어서 인버터의 출력전류를 검출하여 부하 단락 사고시 그에 대한 스위칭을 제어함으로써 안정적으로 부하를 보호할 수 있는 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치 및 그 제어방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0010] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치는, 직류링크전압의 크기에 대응하여 펄스 신호로 출력하는 인버터 스위칭부와; 상기 인버터 스위칭부에서 출력되는 전압 펄스 신호를 평활화하여 정현파 신호로 출력하는 LC 필터부와; 상기 인버터 스위칭부에서 출력되는 전류를 검출하는 전류 센서부와; 상기 전류 센서부에서 검출된 전류값의 절대값과 기 설정된 전류값을 비교하여 그에 대응하는 출력값에 따라 상기 인버터 스위칭부를 제어하는 PWM 스위칭 제어부와; 상기 LC 필터부의 출력단 부하전압을 검출하여 기준 정현파 전압으로 제어하여 출력하는 제어부; 및 상기 제어부에서 출력된 정현파 전압을 입력받고 기 설정된 스위칭 주파수를 갖는 비교 삼각파를 입력받아 상기 인버터 스위칭부에 펄스 폭 구동 신호를 출력하는 PWM 발생기를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

[0011] 여기서, 특히 상기 PWM 스위칭 제어부는 상기 전류 센서부에서 검출된 전류값을 절대값으로 변환하는 절대값 변환부와; 상기 절대값으로 변환된 전류값을 기 설정된 상한 전류값과 비교하여 그에 대응하는 전류 제한 신호(CL)를 출력하는 히스테리시스 비교기 및 상기 히스테리시스 비교기에서 출력되는 전류 제한 신호(CL)에 따라 상기 인버터 스위칭부를 제어하는 앤드 게이트부를 포함하는 점에 그 특징이 있다.

[0012] 여기서, 특히 상기 히스테리시스 비교기에서 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 작으면 전류 제한 신호(CL)는 하이(high)로 출력되고, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 크면 전류 제한 신호(CL)는 로우(low)로 출력되는 점에 그 특징이 있다.

[0013] 여기서, 특히 상기 앤드 게이트부는 상기 히스테리시스 비교기에서 출력되는 전류 제한 신호(CL)가 하이(high)로 출력되면 인버터 스위칭부를 온(ON)시키고, 전류 제한 신호(CL)가 로우(low)로 출력되면 인버터 스위칭부를 오프(OFF)시키는 점에 그 특징이 있다.

[0014] 여기서, 특히 상기 전류 센서부에서 검출된 상기 인버터 스위칭부의 출력단 양단의 전류 값을 검출하는 점에 그 특징이 있다.

[0015] 여기서, 특히 상기 PWM 스위칭 제어부에서 출력되는 스위칭 주파수는 히스테리시스 폭에 대응하여 결정되는 점에 그 특징이 있다.

- [0016] 여기서, 특히 상기 히스테리시스폭이 좁으면 스위칭 주파수가 증가하고, 상기 히스테리시스폭이 넓으면 스위칭 주파수가 감소하는 점에 그 특징이 있다.
- [0017] 여기서, 특히 상기 LC 필터부의 출력 양단의 부하 전압을 감지하는 전압 센서부를 더 포함하는 점에 그 특징이 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 제어방법은 인버터 스위칭부의 출력단의 전류 및 LC 필터부 출력단의 전압을 검출하는 단계와; 상기 검출된 전류값을 절대값으로 변환한 후 기 설정된 전류값과 비교하여 그에 대응하는 전류 제한 신호(CL)를 출력하는 단계와; 상기 출력되는 전류 제한 신호(CL)를 입력받아 상기 인버터 스위칭부의 스위치 온/오프 동작을 제어하는 단계와; 상기 스위칭 동작의 온/오프 제어에 따라 상기 인버터 스위칭부의 전류 및 전압을 조절하는 단계를 포함하는 점에 그 특징이 있다.
- [0019] 여기서, 특히 상기 전류 제한 신호(CL)를 출력하는 단계에서 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 작으면 전류 제한 신호(CL)는 하이(high)로 출력되고, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 크면 전류 제한 신호(CL)는 로우(low)로 출력되는 점에 그 특징이 있다.
- [0020] 여기서, 특히 상기 전류 제한 신호(CL)가 하이(high)로 출력되면 인버터 스위칭부를 온(ON)시키고, 전류 제한 신호(CL)가 로우(low)로 출력되면 인버터 스위칭부를 오프(OFF)시키는 점에 그 특징이 있다.
- [0021] 여기서, 특히 상기 LC 필터부의 출력단 부하전압을 검출하여 기준 정현파 전압으로 제어하는 단계와; 상기 기준 정현파 전압의 스위칭 주파수를 갖는 비교 삼각파를 입력받아 인버터 스위칭부에 펄스 폭 구동 신호를 출력하는 단계를 더 포함하는 점에 그 특징이 있다.
- [0022] 여기서, 특히 상기 스위칭 주파수는 히스테리시스 폭에 대응하여 히스테리시스폭이 좁으면 스위칭 주파수가 증가하고, 히스테리시스폭이 넓으면 스위칭 주파수가 감소하는 점에 그 특징이 있다.

**발명의 효과**

- [0023] 본 발명에 따르면, PWM 스위칭에 의한 전력변환장치에 있어서 인버터의 출력전류를 검출하여 부하 단락 사고시 그에 대한 스위칭을 제어함으로써 안정적으로 부하를 보호할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0024] 도 1은 종래에 따른 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면.
- 도 2는 종래에 따른 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 PWM 구동 신호와 출력 전압을 도시한 도면.
- 도 3은 본 발명에 따른 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 구성을 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 운전 조건에 따른 출력 파형을 도시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 고장감내 PWM 스위칭에 의한 인버터의 부하단락운전에 따른 실험 파형을 도시한 도면.
- 도 6은 본 발명의 고장감내형 PWM 스위칭에 의한 인버터의 부하단락운전 실험파형을 도시한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0025] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0026] 또한, 도면 전체에 걸쳐 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다.
- [0027] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른

구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0028] 이하 본 발명의 일 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0029] 도 3은 본 발명에 따른 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 구성을 도시한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치는, 직류링크전압의 크기에 대응하여 펄스 신호로 출력하는 인버터 스위칭부(320)와; 상기 인버터 스위칭부(320)에서 출력되는 전압 펄스 신호를 평활화하여 정현파 신호로 출력하는 LC 필터부(340)와; 상기 인버터 스위칭부(320)에서 출력되는 전류를 검출하는 전류 센서부(330)와; 상기 전류 센서부(330)에서 검출된 전류값의 절대값과 기 설정된 전류값을 비교하여 그에 대응하는 출력값에 따라 상기 인버터 스위칭부(320)를 제어하는 PWM 스위칭 제어부(390)와; 상기 LC 필터부(340)의 출력단 부하전압을 검출하여 기준 정현파 전압으로 제어하여 출력하는 제어부(370); 및 상기 제어부(370)에서 출력된 정현파 전압을 입력받고 기 설정된 스위칭 주파수를 갖는 비교 삼각파를 입력받아 상기 인버터 스위칭부(320)에 펄스 폭 구동 신호를 출력하는 PWM 발생기(380) 및 상기 LC 필터부(340)의 출력 양단의 부하 전압을 감지하는 전압 센서부(350)를 포함하여 구성된다.
- [0030] 상기 인버터 스위칭부(320)은 적어도 하나 이상의 스위칭 소자를 가지고 있으며, IGBT 스위칭소자 4개로 이루어진 풀브리지(Full Bridge) 구조이다. 상기 4개의 스위칭 소자 각각에는 스위칭소자 양단에 역병렬로 다이오드가 접속된다.
- [0031] 여기서, 상기 인버터 스위칭부(320)의 구조는 풀브리지 이외에도 하프브리지(Half Bridge) 구조 또는 푸쉬-풀(Push-Pull) 구조도 적용할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 인버터 스위칭부(320)의 IGBT의 게이트 전극의 연결 부분에는 PWM 스위칭 제어부(390)가 연결된다.
- [0033] 상기 제어부(370)는 상기 인버터 스위칭부(320)의 스위칭 동작을 제어하여 부하의 출력 전압의 크기 및 형태를 제어하도록 하는 것으로서, 사용자가 원하는 출력 전압의 크기 및 형태를 선택하고 그에 대응하는 전압을 제공한다.
- [0034] 보다 구체적으로, 상기 전압 센서부(350)에서 상기 LC 필터부(340)의 출력 양단의 부하 전압을 감지하고 기준 전압을 입력받아 그에 대응하는 전압을 제어하여 상기 PWM 발생기에 출력하게 된다.
- [0035] 상기 전류 센서부(330)는 상기 인버터 스위칭부(320)의 부하 전류를 검출하여 상기 PWM 스위칭 제어부로 출력한다.
- [0036] 상기 PWM 스위칭 제어부(320)는 절대값 변환부(391), 히스테리시스 비교기(392) 및 앤드 게이트부(393)를 포함한다.
- [0037] 상기 절대값 변환부(391)는 상기 전류 센서부(330)에서 검출된 전류값을 절대값으로 변환하고, 상기 히스테리시스 비교기(392)에서는 절대값으로 변환된 전류값을 기 설정된 상한 전류값과 비교하여 그에 대응하는 전류 제한 신호(CL)를 출력하게 된다. 그리고, 상기 앤드 게이트부(393)는 상기 히스테리시스 비교기(392)에서 출력되는 전류 제한 신호(CL)에 따라 상기 인버터 스위칭부(320)를 제어하게 된다.
- [0038] 보다 구체적으로, 상기 히스테리시스 비교기(392)는 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 작으면 전류 제한 신호(CL)는 하이(high)로 출력하고, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 크면 전류 제한 신호(CL)는 로우(low)로 출력하게 된다.
- [0039] 상기 앤드 게이트부(393)는 상기 히스테리시스 비교기(392)에서 출력되는 전류 제한 신호(CL)가 하이(high)로 출력되면 상기 인버터 스위칭부(320)를 온(ON) 시키고, 전류 제한 신호(CL)가 로우(low)로 출력되면 인버터 스위칭부를 오프(OFF)시키게 된다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 운전 조건에 따른 출력 파형을 도시한 도면이다. 도 5의 (a)의 정상 모드에서 고장감내형 PWM 회로의 출력신호 CL은 항상 하이(High) 상태이며, 인버터 스위칭부의 PWM 구동신호( $G_1, G_2, G_3, G_4$ )는 상기 앤드(AND) 게이트를 통과하여 정상적으로 전력변환 스위치를 동작시켜서 인버터 출력전압( $V_{inv}$ )을 생성시킨다.
- [0041] 인버터 출력전압( $V_{inv}$ )과 부하전압( $V_{Load}$ )의 차이는 필터 인덕터 양단에 인가되고, 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )는 필터

인덕터 양단에 인가되는 전압의 크기와 극성에 따라 소정의 평균값을 중심으로 상승 및 하강을 반복하게 된다.

[0042] 한편, 부하가 단락되는 사고가 발생하는 경우인 고장감내(FRT) 모드에서 (b)와 같이 부하전압( $v_{Load}$ )이 거의 영이 되므로, 필터 인덕터에 걸리는 전압이 증대하여 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )의 기울기는 급상승하게 되고, 이는 히스테리시스 비교기의 상한선을 지나게 된다. 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )의 절대값이 히스테리시스 비교기의 상한값보다 크게 되면 고장감내형 PWM 회로의 출력신호 CL은 즉시 로우(Low) 상태가 되고 앤드(AND) 게이트가 단혀져서 기존의 인버터 스위치의 PWM 구동신호( $G_1, G_2, G_3, G_4$ )를 모두 억제하므로, 전력변환기의 스위치가 모두 꺼져서 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )는 더 이상 증가하지 못하고 하강하게 된다.

[0043] 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )의 절대값이 점차 감소하여 히스테리시스 비교기의 하한값보다 작게 되면 고장감내형 PWM 회로의 출력신호 CL은 즉시 하이(High) 상태가 되고 앤드(AND) 게이트를 열어 인버터 스위치의 PWM 구동신호( $G_1, G_2, G_3, G_4$ )를 모두 통과시킨다. 이때, 인버터 스위치의 PWM 구동신호( $G_1, G_4$ )가 하이(High) 상태라면, 부하의 단락상태가 계속되고 있기 때문에 필터 인덕터에 흐르는 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )는 다시 급상승하게 되고, 더욱고 히스테리시스 비교기의 상한선을 지나게 된다.

[0044] 그러면 고장감내형 PWM 회로의 출력신호 CL은 또다시 즉시 로우(Low) 상태가 되고 앤드(AND) 게이트에 의하여 인버터 스위치의 PWM 구동신호( $G_1, G_2, G_3, G_4$ )를 모두 억제하므로, 전력변환기의 스위치가 모두 꺼져서 인버터 출력전류( $i_{inv}$ )는 더 이상 증가하지 못하고 다시 하강하게 된다. 이러한 작동원리에 의하여 인버터 출력단 전류( $i_{inv}$ )는 어떠한 상황에서도 히스테리시스 비교기의 상한값을 넘지 않게 되어 전력변환기의 스위치가 단락사고에 의하여 파괴되는 것을 방지할 수 있다.

[0045] 그리고, 부하 측의 단락사고가 제거되면 인버터는 즉시 정상운전 모드로 작동하게 된다.

[0046] 보다 구체적으로, 고장감내 운전모드에서 전력변환 스위치의 스위칭 주기는 히스테리시스 비교기의 상한값과 하한값의 차이(히스테리시스폭)에 의하여 결정된다. 다시 말해, 히스테리시스 폭을 좁게 하면 고장감내 운전모드에서 전력변환 스위치의 스위칭 주기는 짧아져서 스위칭 주파수가 증가하며, 반대로 히스테리시스 폭을 넓게 하면 스위칭 주기가 길어져서 스위칭 주파수는 낮아진다.

[0047] 또한, 도 5는 본 발명의 고장감내 PWM 스위칭에 의한 인버터의 부하단락운전에 따른 실험 파형을 도시한 도면이다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 고장감내형 PWM 스위칭에 의한 인버터의 부하단락운전 시물레이션에서 30ms에서 60ms 사이에서 부하 측에 단락사고가 발생하였을 때, 고장감내형 PWM 스위칭에 의하여 인버터출력전류( $i_{inv}$ )가 제한범위 내로 안전하게 억제되는 것을 볼 수 있다.

[0048] 한편, 도 5b에 도시된 바와 같이, 종래의 PWM 스위칭에 의한 인버터의 부하단락운전 시물레이션에서는 30ms에서 60ms 사이에서 부하측에 단락사고가 발생하였을 때 인버터출력전류( $i_{inv}$ )가 급격히 상승하여 안전한 운전범위를 벗어나는 것을 볼 수 있다.

[0049] 도 6은 본 발명의 고장감내형 PWM 스위칭에 의한 인버터의 부하단락운전 실험파형을 도시한 도면이다. 도 6에 도시된 바와 같이, (a)의 실험 파형은 약 110ms의 부하단락사고가 발생하였을 경우 인버터의 부하출력측 전압( $v_{Load}$ )과 부하전류( $i_{Load}$ )를 보인다. 고장감내형 PWM 스위칭에 의하여 고장전류가 한계 값 이내로 억제되는 것을 볼 수 있다. 여기서, (b)의 실험파형은 (a)의 실험파형 중 부하단락사고시의 파형 일부를 확대한 것으로 사고부하전류가 인버터의 스위칭 주기 내에서 히스테리시스비교기의 상한값과 하한값 사이를 오가는 것을 볼 수 있다.

[0050] 또한, 본 발명에 따른 고장 감내형 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치의 제어 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0051] 먼저, 인버터 스위칭부의 출력단의 전류 및 LC 필터부 출력단의 전압을 검출하여 검출된 전류값을 절대값으로 변환한 후 기 설정된 전류값과 비교하여 그에 대응하는 전류 제한 신호(CL)를 출력하게 된다. 이때, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 작으면 전류 제한 신호(CL)는 하이(high)로 출력하게 되고, 절대값으로 변환된 전류값이 기 설정된 상한 전류값보다 크면 전류 제한 신호(CL)는 로우(low)로 출력하게 된다.

[0052] 그리고, 상기 전류 제한 신호(CL)가 하이(high)로 출력되면 인버터 스위칭부를 온(ON)시키고, 전류 제한 신호

(CL)가 로우(low)로 출력되면 인버터 스위칭부를 오프(OFF)시키게 된다. 이때, 상기 출력되는 전류 제한 신호 (CL)를 입력받아 상기 인버터 스위칭부의 스위치 온/오프 동작을 제어하게 된다.

[0053] 그리고, 상기 스위칭 동작의 온/오프 제어에 따라 상기 인버터 스위칭부의 전류 및 전압을 조절하게 된다.

[0054] 한편, 상기 LC 필터부의 출력단 부하전압을 검출하여 기준 정현파 전압으로 제어하고, 상기 기준 정현파 전압의 스위칭 주파수를 갖는 비교 삼각파를 입력받아 인버터 스위칭부에 펄스 폭 구동 신호를 출력하게 된다.

[0055] 따라서, 이와 같이 PWM 스위칭에 의한 전력변환장치는 부하측의 단락사고에 대하여 매우 취약하다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 고장감내형 PWM 스위칭기술을 제안한다. [그림 3]에 제안하는 고장감내형 PWM 스위칭기술의 적용례를 보인다. 이 방법은 PWM 인버터에만 적용되는 것은 아니고, DC-DC 컨버터, 초퍼, 벽컨버터, 부스트 컨버터 등, 일정한 스위칭 주기를 갖는 PWM 스위칭 방식을 갖는 모든 전력변환기에 적용 가능하다.

[0056] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라, 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

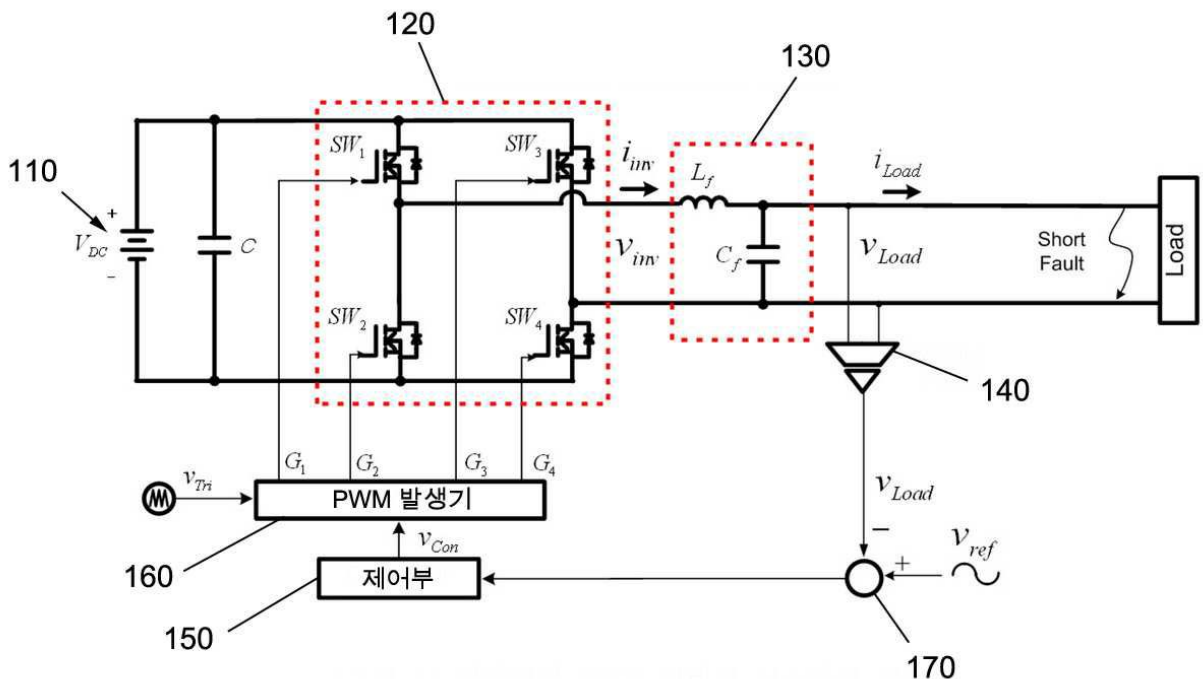
**부호의 설명**

[0057] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

- 320 --- 인버터 스위칭부
- 330 --- 전류 센서부
- 340 --- LC 필터부
- 350 --- 전압 센서부
- 370 --- 제어부
- 380 --- PWM 발생기
- 390 --- PWM 스위칭 제어부
- 391 --- 절대값 변환부
- 392 --- 히스테리시스 비교기
- 393 --- 앤드 게이트부

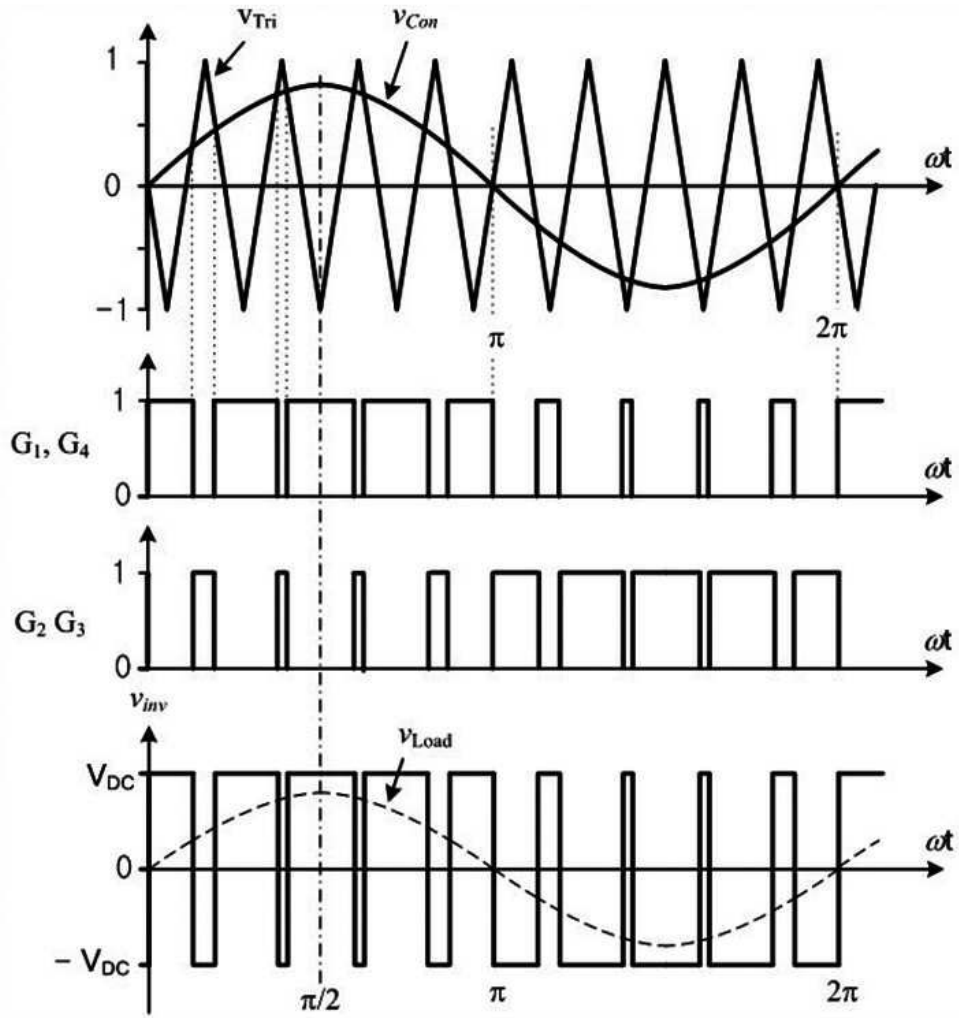
**도면**

**도면1**

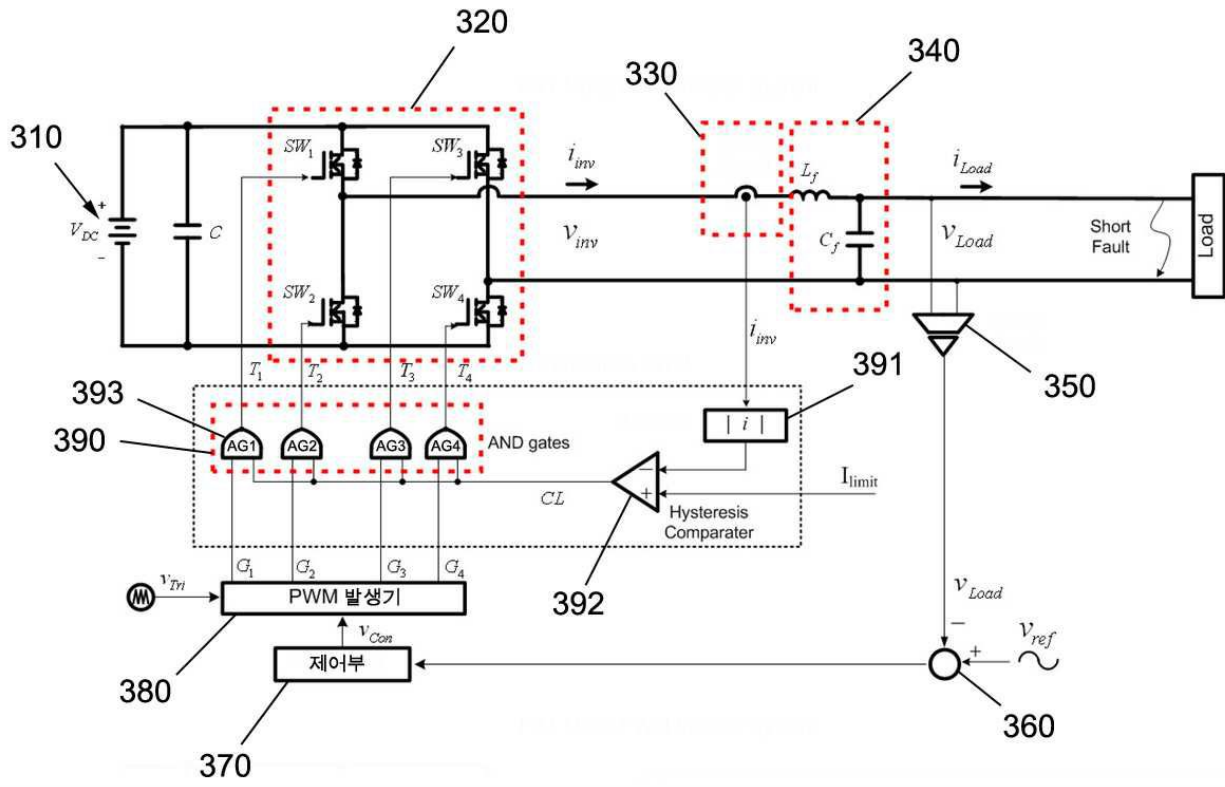




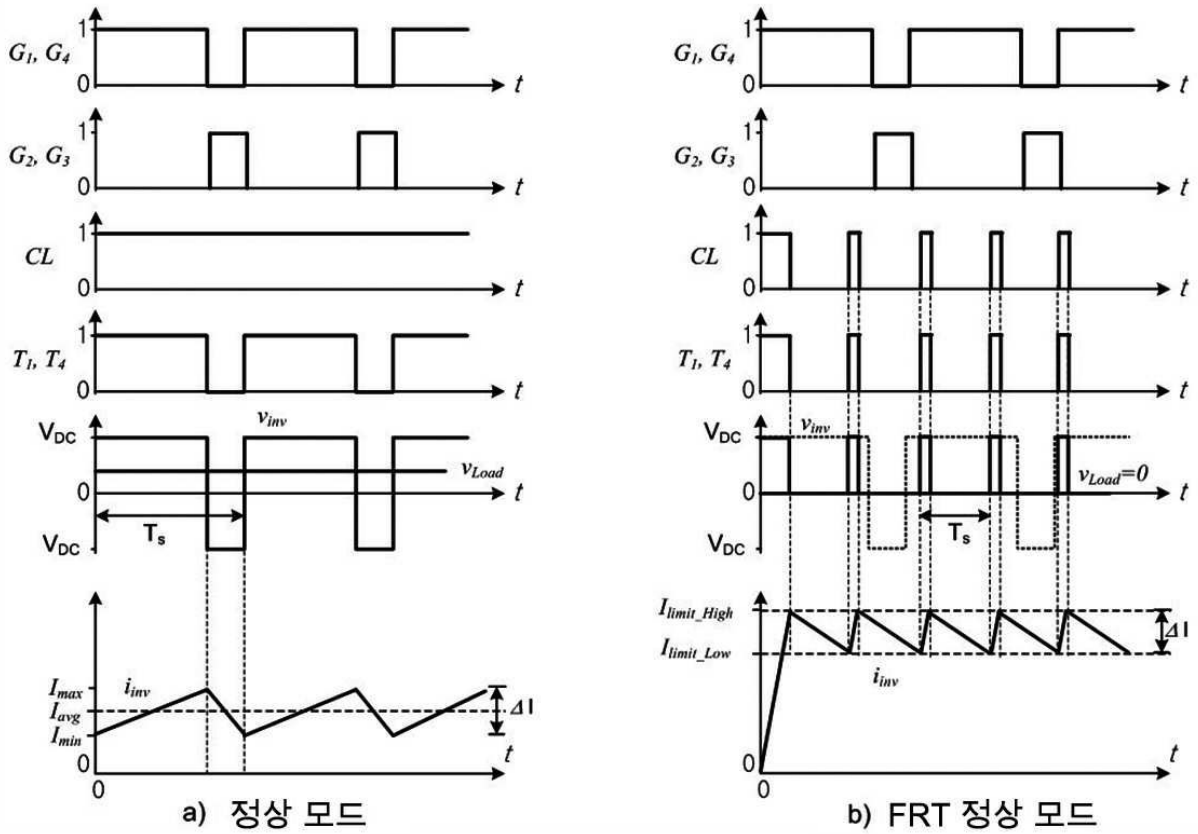
도면2



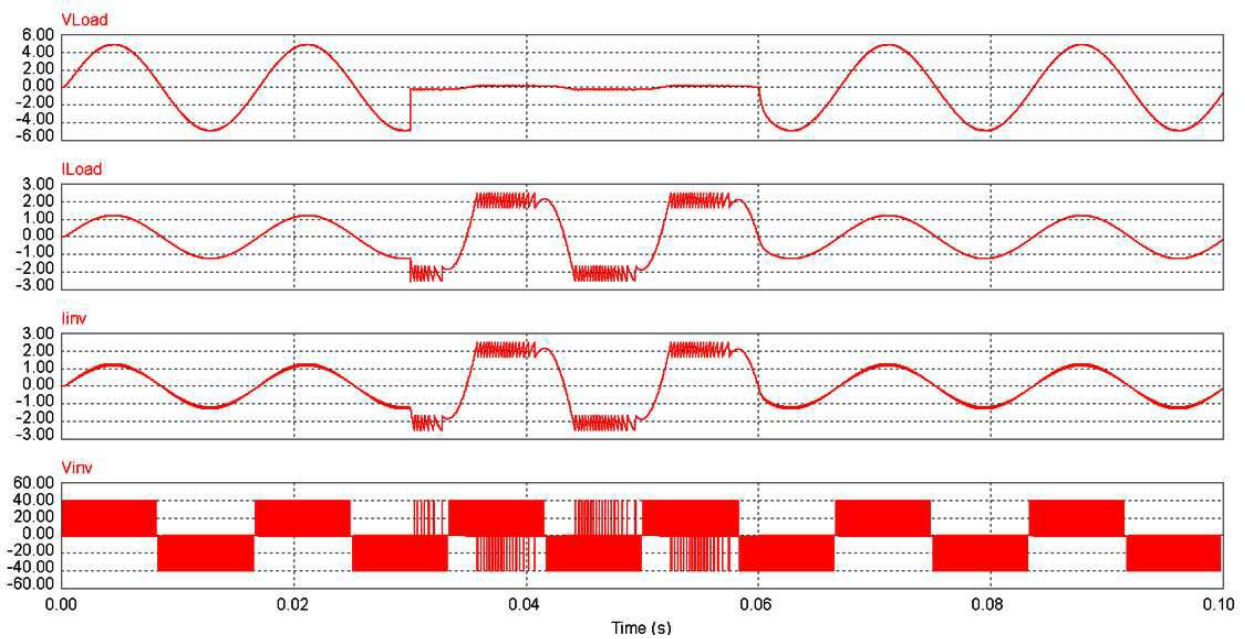
도면3



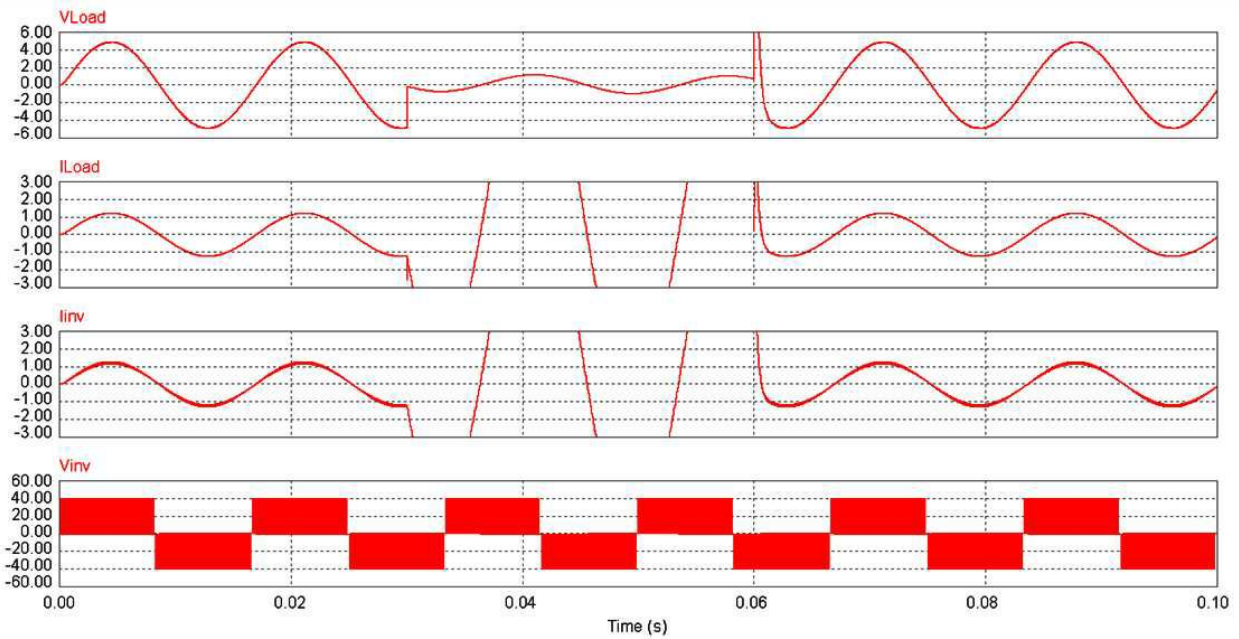
도면4



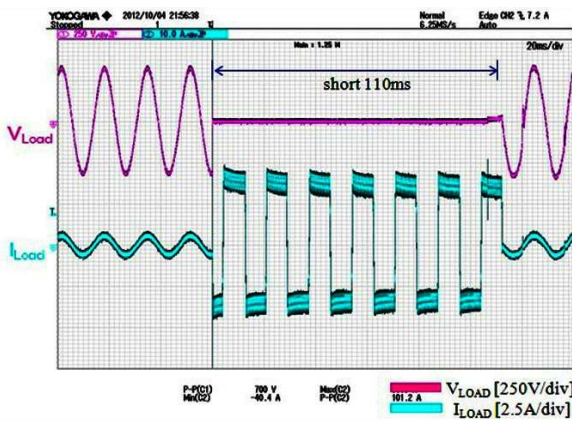
도면5a



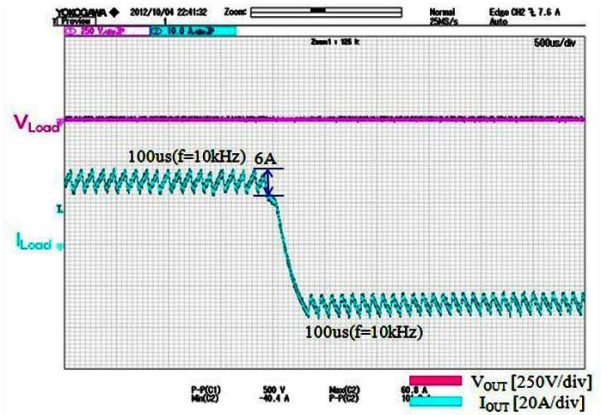
도면5b



도면6



a)



b)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9의 줄 20~21

【변경전】

상기 히스테리시스 비교기

【변경후】

히스테리시스 비교기