(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월17일
(11) 등록번호 10-1407450
(24) 등록일자 2014년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 7/48 (2007.01)
(21) 출원번호 10-2013-0020581
(22) 출원일자 2013년02월26일
심사청구일자 2013년02월26일
(56) 선행기술조사문헌
JP2009050037 A
KR1020110080997 A
KR100839074 B1
전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김태웅
경상남도 진주시 금산면 중천로 82 금산아이파크 아파트 101동 1501호
(74) 대리인
이현수, 정홍식, 김태헌

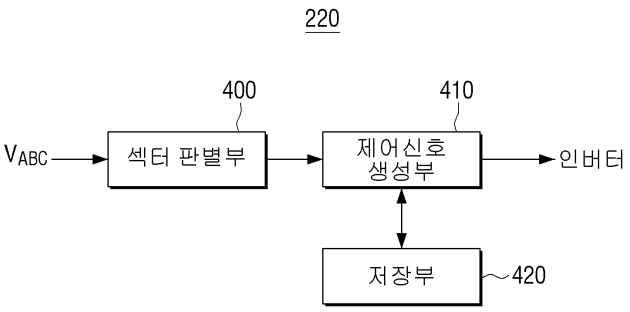
심사관 : 곽인구

(54) 발명의 명칭 **인버터 제어장치**

(57) 요 약

본 발명은 인버터 제어장치에 관한 것으로서, 본 발명의 실시예에 따른 인버터 제어장치는 입력된 전압을 이용하여 섹터를 판별하는 섹터 판별부, 복수의 섹터들에 대하여 그룹을 구분하고, 구분한 각 그룹별로 복수의 스위칭 패턴을 교차하여 인버터를 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 저장하는 저장부, 및 판별한 섹터 정보 및 스위칭시퀀스 정보에 근거하여, 한 주기(T) 동안 복수의 스위칭패턴으로 인버터를 동작시키는 제어신호 생성부를 포함한다.

대 표 도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

인버터를 제어하는 제어장치에 있어서,

입력된 전압을 이용하여 섹터를 판별하는 섹터 판별부;

복수의 섹터들에 대하여 그룹을 구분하고, 상기 구분한 각 그룹별로 복수의 스위칭패턴을 교차하여 상기 인버터를 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 저장하는 저장부; 및

상기 판별한 섹터 정보 및 상기 스위칭시퀀스 정보에 근거하여, 한 주기(T) 동안 상기 복수의 스위칭패턴으로 상기 인버터를 동작시키는 제어신호 생성부;를

포함하는 인버터 제어장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 저장부는,

상기 각각의 그룹마다 제1 스위칭패턴 및 제2 스위칭패턴에 해당되는 상기 스위칭시퀀스 정보를 서로 다른 형태로 저장하고,

상기 복수의 그룹에 대한 상기 제1 스위칭패턴 또는 상기 제2 스위칭패턴의 상기 스위칭시퀀스 정보를 서로 다른 형태로 저장하는 것을 특징으로 하는 인버터 제어장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 스위칭패턴에 해당되는 제1 그룹의 스위칭시퀀스 정보와 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 제2 그룹의 스위칭시퀀스 정보는 서로 동일한 형태이고,

상기 제1 스위칭패턴에 해당되는 제2 그룹의 스위칭시퀀스 정보와 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 제1 그룹의 스위칭시퀀스 정보는 서로 동일한 형태인 것을 특징으로 하는 인버터 제어장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제어신호 생성부는,

상기 스위칭시퀀스 정보에 대응되는 3개의 서로 다른 유효벡터 인가시간(T_o, T_1, T_2)을 계산하는 것을 특징으로 하는 인버터 제어장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 스위칭패턴 또는 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 상기 스위칭시퀀스 정보는, 상기 3개의 유효벡터 인가시간을 이용하여 생성한 3 단계의 정보인 것을 특징으로 하는 인버터 제어장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 저장부는,

상기 복수의 스위칭패턴에 대한 상기 스위칭시퀀스 정보를 룩업 테이블(LUT) 형태로 저장하는 것을 특징으로 하는 인버터 제어장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인버터 제어장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 예컨대 3상 전압형 인버터를 구동하기 위하여 섹터에 따라 스위칭패턴을 변경하여 최소 스위칭절환이 가능한 3단계 스위칭시퀀스를 적용하여 스위칭절환 횟수를 최소화하고, 나아가 스위칭절환에 따른 데드타임의 횟수도 저감하여 데드타임을 보상하는 인버터 제어장치에 관련된다.

배 경 기 술

[0002] 최근 환경문제의 극복과 화석연료 고갈에 따른 유가상승의 문제를 해결하기 위하여 전기자동차 개발이 경쟁적으로 진행되고 있다. 전기자동차에 있어, 배터리와 인버터, 그리고 모터는 전기자동차의 핵심부품으로 분류되며, 전기자동차용 인버터는 모터를 구동 및 제어하기 위한 장치로써, 3상 전압형 인버터는 직류전압을 전원으로 하여 3상 교류로 내보내는 대표적인 전력변환시스템이다. 또한 전기자동차의 연비 측면에서 가능한 동일 배터리 에너지로 보다 먼 거리를 주행할 필요가 있으므로, 전기자동차용 인버터는 높은 효율 특성 및 높은 신뢰성을 보장해야 한다. 그리고 3상 전압형 인버터시스템의 구동 시, 스위칭횟수는 전체 시스템의 효율향상에 큰 영향을 미친다.

[0003] 도 1은 종래의 3상 전압형 인버터의 공간 벡터를 나타내는 도면이다.

[0004] 3상 전압형 인버터를 제어할 경우, 도 1에서와 같은 전압공간벡터를 이용하여 필요한 6개 섹터 정보를 계산하고, 유효벡터 인가 시간에 맞게 스위칭시퀀스를 정한 후 적절한 스위칭패턴을 이용하여 제어를 하게 된다. 유효벡터는 위상에 따라 6가지의 스위칭패턴을 가지며, 영벡터는 섹터가 바뀜에 따라 스위칭절환이 최소로 이루어지게 하기 위한 2가지 패턴(패턴1. 상단 3개 스위치 on & 하단 3개 스위치 off. 패턴2. 상단 3개 스위치 off & 하단 3개 스위치 on)으로 스위칭테이블을 구성하게 된다. 3상 전압형 인버터를 제어하는 경우, 과전류의 위험이 있는 단락 회로가 되는 것을 방지하여야 한다. 따라서 한 쌍의 상/하단의 두 개 스위치가 동시에 턴오프 되지 않도록 제어를 해야 한다.

[0005] 전압형 인버터의 공간벡터 PWM 제어기법에 대한 공간벡터를 수식으로 표현하면 <수학식 1>과 같이 표현되며, 이에 대한 유효벡터 인가 시간은 <수학식 2>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0006] $$\vec{v} = \frac{2}{3}(v_A + v_B e^{j2\pi/3} + v_C e^{j4\pi/3}) = Ve^{j\theta}$$

수학식 2

[0007] $$\int_0^{Ts} V^* dt = \int_0^{T_1} V_n dt + \int_{T_1}^{T_1+T_2} V_{n+1} dt \int_{T_1+T_2}^{Ts} V_0 dt$$

[0008] <수학식 1> 및 <수학식 2>를 합성하여 프로세서에서 계산되는 최종 벡터 인가시간에 대한 수식을 <수학식 3>에서 보여준다. 여기서 영벡터 인가시간 T_0은 제어주기에서 유효벡터 인가시간 T_1, T_2을 감산함으로써 구하게 된다.

수학식 3

[0009]
$$T_0 = T_s - (T_1 + T_2)$$
$$T_1 = M \cdot \sin[\theta_0 + (k-1)\times 60^\circ]$$
$$T_2 = M \cdot \sin[60^\circ - \theta_0 + (k-1)\times 60^\circ]$$

[0010] 3상 전압형 인버터의 SVPWM 제어기법에 있어서 전체 벡터 인가시간에 대한 스위칭시퀀스를 5개로 분할하기 위해 모노 안정(mono-stable)을 이용한다. 계산된 벡터인가시간에 대한 스위칭시퀀스는 아래와 같으며, 이때 스위칭 절환은 각 시퀀스가 바뀜에 따라 최소의 스위칭절환을 하게 된다.

[0011]
$$\frac{T_1}{2} \rightarrow \frac{T_2}{2} \rightarrow T_0 \rightarrow \frac{T_2}{2} \rightarrow \frac{T_1}{2}$$

[0012] 그런데, 이와 같은 종래의 5 단계 스위칭시퀀스는 여전히 스위칭절환에 따른 스위칭손실을 충분히 감소시키지 못하는 문제점이 있다. 그 결과, 스위칭손실은 스위칭소자의 열화 등에 관계하기 때문에 화재 등의 위험이 항상 내재하게 된다.

발명의 내용

[0013] 본 발명의 실시예는 예컨대 3상 전압형 인버터를 구동하기 위하여 섹터에 따라 스위칭패턴을 변경하여 최소 스위칭절환이 가능한 3단계 스위칭시퀀스를 적용하여 스위칭절환 횟수를 최소화하고, 나아가 스위칭절환에 따른 데드타임의 횟수도 저감하여 데드타임을 보상하는 전압형 인버터를 제어하는 제어 장치를 제공함에 그 목적이 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 전압형 인버터를 제어하는 제어 장치는 입력된 전압을 이용하여 섹터를 판별하는 섹터 판별부, 복수의 섹터들에 대하여 그룹을 구분하고, 상기 구분한 각 그룹별로 복수의 스위칭패턴을 교차하여 상기 인버터를 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 저장하는 저장부, 및 상기 판별한 섹터 정보 및 상기 스위칭시퀀스 정보에 근거하여, 한 주기(T) 동안 상기 복수의 스위칭패턴으로 상기 인버터를 동작시키는 제어신호 생성부를 포함한다.

[0015] 여기서, 상기 저장부는, 상기 각각의 그룹마다 상기 제1 및 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 상기 스위칭시퀀스 정보를 서로 다른 형태로 저장하고, 상기 복수의 그룹에 대한 상기 제1 또는 상기 제2 스위칭패턴의 상기 스위칭시퀀스 정보를 서로 다른 형태로 저장하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 제1 스위칭패턴에 해당되는 제1 그룹의 스위칭시퀀스 정보와 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 제2 그룹의 스위칭시퀀스 정보는 서로 동일한 형태이고, 상기 제1 스위칭패턴에 해당되는 제2 그룹의 스위칭시퀀스 정보와 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 제1 그룹의 스위칭시퀀스 정보는 서로 동일한 형태인 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 제어신호 생성부는, 상기 스위칭시퀀스 정보에 대응되는 3개의 서로 다른 유효벡터 인가시간(T_0, T_1, T_2)을 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 제1 스위칭패턴 또는 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 상기 스위칭시퀀스 정보는, 상기 3개의 유효벡터 인가시간을 이용하여 생성한 3 단계의 정보인 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 저장부는, 상기 복수의 스위칭패턴에 대한 상기 스위칭시퀀스 정보를 룩업 테이블(LUT) 형태로 저장하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한 본 발명의 실시예에 따른 전압형 인버터의 제어 방법은 입력된 전압을 이용하여 섹터를 판별하는 단계, 복수의 섹터들에 대하여 그룹을 구분하고, 상기 구분한 각 그룹별로 복수의 스위칭패턴을 교차하여 상기 인버터를 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 저장하는 단계, 및 상기 판별한 섹터 정보 및 상기 스위칭시퀀스 정보에 근거하여, 한 주기(T) 동안 상기 복수의 스위칭패턴으로 상기 인버터를 동작시키는 단계를 포함한다.

[0021] 상기 저장하는 단계는, 상기 각 그룹의 상기 제1 스위칭패턴 및 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 상기 스위칭시퀀스 정보를 서로 다른 형태로 저장하고, 상기 복수의 그룹에 대한 상기 제1 스위칭패턴 또는 상기 제2 스위칭패턴의 상기 스위칭시퀀스 정보를 서로 다른 형태로 저장하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 제1 스위칭패턴에 해당되는 제1 그룹의 스위칭시퀀스 정보와 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 제2 그룹의 스위칭시퀀스 정보는 서로 동일한 형태이며, 상기 제1 스위칭패턴에 해당되는 제2 그룹의 스위칭시퀀스 정보와 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 제1 그룹의 스위칭시퀀스 정보는 서로 동일한 형태인 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 인버터를 동작시키는 단계는, 상기 스위칭시퀀스 정보에 대응되는 3개의 서로 다른 유효벡터 인가시간(T_0, T_1, T_2)을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 제1 스위칭패턴 또는 상기 제2 스위칭패턴에 해당되는 상기 스위칭시퀀스 정보는, 상기 3개의 유효벡터 인가시간을 이용하여 생성한 3 단계의 정보인 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 저장하는 단계는, 상기 복수의 스위칭패턴에 대한 상기 스위칭시퀀스 정보를 룩업 테이블(LUT) 형태로 저장하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 본 발명의 실시예에 따르면, 예컨대 3상 전압형 인버터에 대한 스위칭 횟수의 저감을 통해 가령 전기자동차 등의 시스템 효율을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 전기자동차의 주행거리가 증가할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래의 3상 전압형 인버터의 공간 벡터를 나타내는 도면,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전력변환 시스템을 나타내는 도면,

도 3은 도 2에 나타낸 인버터부의 회로도를 예시하여 나타낸 도면,

도 4는 도 2에 나타낸 제어부의 세부구조를 나타내는 블록다이어그램,

도 5는 시뮬레이션에 의한 출력 선간 전압 파형을 나타내는 도면,

도 6은 도 4의 FFT 분석 결과를 보여주는 도면,

도 7은 실험에 의한 출력 선간 전압 파형을 나타내는 도면,

도 8은 도 6의 FFET 분석 결과를 보여주는 도면, 그리고

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 전압형 인버터의 제어 과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

[0029] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전력변환 시스템을 나타내는 도면이고, 도 3은 도 2에 나타낸 인버터부의 회로도를 예시하여 나타낸 도면, 도 4는 도 2에 나타낸 제어부의 세부구조를 나타내는 블록 다이어그램이다.

[0030] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 3상 전압형 인버터를 제어하기 위한 제어 시스템(190)은 가령 전기자동차, 철도전동차, 그리고 가전용 및 산업용 인버터 시스템으로서, 정류기부(200), 인버터부(210), 제어부(220) 및 저장부(미도시)의 일부 또는 전부를 포함한다.

[0031] 여기서, 일부 또는 전부를 포함한다는 것은 저장부와 같은 일부 구성 요소가 제어부(220)에 통합되어 구성될 수 있는 것 등을 의미하는 것으로서 발명의 충분한 이해를 돕기 위하여 전부 포함하는 것으로 설명한다.

[0032] 정류기부(200)는 반파 또는 정류회로를 포함하며, 맥동 전압을 평활하기 위한 평활회로를 더 포함할 수 있다. 이러한 정류기부(200)는 외부에서 입력된 110V 또는 220V의 상용전원, 즉 교류 전원을 DC 전압으로 변환하여 출력한다.

[0033] 인버터부(210)는 정류기부(200)로부터 DC 전압을 제공받아 제어부(220)의 제어 하에 3상의 교류 전압으로 변환하여 출력한다. 이러한 기능을 수행하기 위하여 인버터부(210)는 도 3에서와 같이 가령 2개의 스위칭소자가 직렬 연결되어 하나의 폴(pole)을 형성하며, 3개의 폴이 서로 병렬 연결되어 구성될 수 있다. 이때 3상의 교류 전압을 출력하기 위하여, 하나의 폴과 이웃하는 폴의 스위칭소자들은 상보적으로 동작하는 것이 바람직하다.

[0034] 여기서, 상보적이란 하나의 폴에서 상단 스위칭소자와 인접하는 폴의 하단 스위칭소자를 동시에 턴-온 및 턴-오프시키되, 각각의 폴에서의 상단 스위칭소자와 하단 스위칭소자는 교차하여 턴온 및 턴오프시키는 것을 의미한다.

[0035] 제어부(220)는 외부로부터 입력된 3상 전압 신호 또는 내부적으로 생성된 전압 신호, 즉 인버터 3상 출력 전압을 이용하여 센터를 판별하고, 판별 결과에 따라 룩업테이블에 저장된 2가지 스위칭패턴으로 인버터부(210)의 스위칭소자들을 교차하여 스위칭 제어한다. 여기서, 교차하여 스위칭 제어한다는 것은 가령 하나의 섹터에 대하여 한 제어주기 동안 2개의 스위칭시퀀스를 번갈아가며 사용하여 스위칭소자들을 제어하는 것을 의미한다.

[0036] 다시 말해, 본 발명의 실시예에서 스위칭시퀀스는 유효벡터 인가시간이 2분주 되지 않는 3단계로 이루어지며, 제어주기에 대해 스위칭시퀀스 1과 스위칭시퀀스 2로 한 번씩 교차하여 제어를 하게 된다. 만약 한 개 스위칭시퀀스를 사용하면 제어주기마다 스위칭절환이 4번(일반적으로 2번) 일어나는 구간이 생기며, 섹터를 구분하지 않은 경우에는 섹터가 바뀔 때마다 스위칭절환이 4번 일어나는 구간이 생기게 된다. 이를 방지하기 위하여 본 발명의 실시예에서는 섹터의 판별과 교차 스위칭시퀀스 및 2가지 스위칭패턴으로 구성된 2개의 스위칭 룩업테이블을 이용한다. <표 1>은 최소 스위칭절환을 위한 스위칭그룹 분리를 나타내고 있다.

표 1

[0037]

섹터	스위칭시퀀스 1	스위칭시퀀스 2
1, 3, 5	$T_0 \rightarrow T_1 \rightarrow T_2$	$T_0 \rightarrow T_2 \rightarrow T_1$
2, 4, 6	$T_0 \rightarrow T_2 \rightarrow T_1$	$T_0 \rightarrow T_1 \rightarrow T_2$

[0038] 위의 내용에 근거해 볼 때, 본 발명의 실시예에 따른 제어부(220)는 도 4에 도시된 바와 같이 섹터 판별부(400), 제어신호 생성부(410) 및 저장부(420)의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. 여기서, 일부 또는 전부를 포함한다는 것은 가령 제어부(220)가 저장부(420)를 생략 구성함으로써 제어장치를 형성할 수도 있는 것 등을 의미한다고 볼 수 있다.

[0039] 섹터 판별부(400)는 입력된 전압 신호, 예컨대 3상 입력 전압이나 인버터 3상 출력 전압을 제공받아 해당 전압의 섹터를 판별하며, 제어신호 생성부(410)는 각각의 제어주기 동안 유효벡터 인가시간(T_0, T_1, T_2)을 계산하고, 섹터의 판결 결과에 근거해 위의 계산한 결과와 저장부(420)에 저장된 룩업 테이블 정보를 이용하여 인버터부(210)의 스위칭소자들을 복수의 스위칭 패턴으로 구동한다.

[0040] 다시 말해, 저장부(420)는 룩업 테이블 정보로서, 섹터들을 그룹으로 구분하고, 각 그룹의 섹터마다 2개의 스위칭패턴으로 인버터부(210)를 동작시키도록 하는 스위칭시퀀스 정보를 저장하고 있다. 물론 각 그룹은 다른 그룹과 서로 다른 복수의 스위칭패턴으로 인버터부(210)의 스위칭소자들을 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 갖는다. 이와 관련해서는 위의 <표 1>에 나타내었으므로 더 이상의 설명은 생략하도록 한다. 다만, 제어신호 생성부(410)는 서로 다른 형태의 스위칭시퀀스 정보를 근거로 위의 계산한 유효벡터 인가시간 동안 인터버부(210)의 스위칭소자들을 동작시키게 되는 것이다.

[0041] 예컨대, 제어신호 생성부(410)는 가령 삼각파 발생기로부터 발생된 삼각파 신호와 레벨 업-다운되는 DC 전압을 이용하여 적정 구간(duty)의 펄스 폭을 갖는 PWM 제어 신호를 생성할 수 있는데, 이때 삼각파 발생기에서 발생된 삼각파 신호는 양방향으로 대칭되는 형태가 아닌 변형된 형태, 즉 비대칭을 이루는 것이 바람직하다.

[0042] 상기의 구성 결과, 기존의 제어기법과 비교하여 스위칭시퀀스가 2단계 줄어들기 때문에 각 제어주기마다 스위칭절환이 4번 줄어들게 되고, 이는 시스템의 스위칭손실 및 데드타임의 보상에 대한 강점을 갖게 된다. 또한 시스템은 스위칭주파수가 높아질수록 더욱더 큰 장점을 보이게 된다. 여기서, 스위칭손실은 스위칭소자의 열화 등을 의미할 수 있다.

[0043] 계속해서, 이하에서는 본 발명의 실시예에서 제안한 제안 방법의 시뮬레이션 및 실험 관련 부분을 살펴보도록 한다.

[0044] 도 5는 시뮬레이션에 의한 출력 선간 전압 파형을 나타내는 도면이고, 도 6은 도 4의 FFT 분석 결과를 보여주는 도면이다. 또한 도 7은 실험에 의한 출력 선간 전압 파형을 나타내는 도면이고, 도 8은 도 6의 FFET 분석 결과를 보여주는 도면이다.

[0045] <시뮬레이션 해석>

[0046] 시뮬레이션에 의한 검증용 3상 전압형 인버터의 전체 회로 구성은 도 3에 나타낸 바 있으며, 조건은 10V 직류전원, 역방향 다이오드가 달린 6개 스위칭소자 및 3상 R-L 부하(5Ω, 5mH)를 사용하였으며, 스위칭주파수는 10㎑로 설정하였다.

[0047] 3상 전압형 인버터를 제안된 제어기법으로 시뮬레이션 수행한 결과, 기존 제어기법의 출력과 동일한 출력이 얻어짐을 도 5에 보여준다. 제안된 제어기법에서는 스위칭테이블이 양방향으로 대칭되는 삼각파 형태가 아닌 변형된 삼각파 형태로 구성되기 때문에 도 6에서의 선간전압의 FFT분석을 살펴보면 5㎑ 주파수에 약간의 고조파가 발생되는 것을 확인할 수 있으나, 시스템의 동특성이 좋아짐이 기대된다

[0048] <실험 해석>

[0049] 3상 전압형 인버터의 프로토타입(prototype)을 제작하였고, 입력전원 10V, 스위칭 주파수를 2.5㎑로 실험 한 결과 시뮬레이션과 동일한 출력선간전압이 얻어짐을 도 7에 보여준다. 또한 출력 선간전압의 FFT분석 결과는 도 8에 보여주며, 1.25㎑ 스위칭주파수 영역에서 고조파가 발생하지만 2.5㎑ 스위칭주파수 영역에서의 고조파 성분이 약간 저감되는 것을 확인할 수 있다.

[0050] 결론적으로 본 발명의 실시예에서는 일반적으로 사용되고 있는 인버터의 공간벡터 제어기법의 스위칭시퀀스를 간략화하여 스위칭절환의 횟수를 저감시킬 수 있는 제어기법을 제안하였다. 섹터에 따라 스위칭시퀀스와 스위칭상태를 변경하여 스위칭절환 횟수를 최소로 하는 제어기법을 모색하였다. 이는 50㎐ 출력전압의 한 주기에 대해 스위칭시퀀스가 130 단계 줄어들어 스위칭절환이 260회(33%) 줄어듦을 수치적으로 계산하였다. 그리고 시뮬레이션 및 실험을 통하여 제안된 제어기법의 유효성을 검증하였다.

[0051] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 전압형 인버터의 제어 과정을 나타내는 흐름도이다.

[0052] 설명의 편의상, 도 9를 도 2 및 도 4와 함께 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 제어장치는 입력된 신호로부터 공간벡터상의 섹터를 판별한다(S900). 공간벡터와 관련해서는 도 1을 참조하여 살펴보았으므로 더 이상의 설명은 생략한다.

[0053] 또한 제어장치는 도 2의 인버터부(210)를 구성하는 스위칭소자들을 복수의 스위칭패턴으로 교차하여 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 저장한다(S910). 다시 말해, 공간벡터상의 섹터들을 그룹으로 구분하고, 각 그룹의 섹터를 가령 제1 및 제2 스위칭패턴으로 교차하여 스위칭소자들을 동작시키기 위한 스위칭시퀀스 정보를 저장하는 것이다. 이때 하나의 스위칭패턴에 해당되는 스위칭시퀀스 정보는 입력된 신호로부터 계산된 유효벡터 인가시간(T_0, T_1, T_2)을 어떠한 순서로 동작시키는지에 대한 3 단계의 정보에 해당된다. 따라서, 하나의 그룹과 다른 하나의 그룹에 대한 스위칭패턴은 서로 다르다.

[0054] 나아가 제어장치는 판별한 섹터 정보, 스위칭시퀀스 정보를 이용하여 한 주기 동안 인버터를 복수의 스위칭패턴으로 교차 제어한다(S920). 예를 들어, <표 1>에서 볼 때, 섹터 1로 판단되면, 룩업 테이블 형태로 저장된 <표 1>의 스위칭시퀀스 정보에 근거하여 계산한 유효벡터 인가시간(T_0, T_1, T_2)만큼 동작시키게 된다. 가령 <표 1>에서 스위칭시퀀스 1과 스위칭시퀀스 2가 한 제어주기에 해당되는 것이라면, 반주기(T/2)가 지나면 스위칭시퀀스를 절환하는 것이다. 즉 다른 형태의 시퀀스로 스위칭소자들을 제어하는 것이다.

[0055] 상기의 방법 결과, 기존의 제어기법, 5 단계 기법과 비교하여 스위칭시퀀스가 2단계 줄어들기 때문에 각 제어주기마다 스위칭절환이 4번 줄어들게 되며, 이는 시스템의 스위칭손실 및 데드타임에 대한 보상에 강점을 갖게 된다. 이는 시스템의 스위칭주파수가 높아질수록 더욱 큰 장점을 보이게 된다.

[0056] 한편 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(computer readable media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로서는 자기 기록매체, 광 기록매체, 캐리어 웨이브 매체 등이 포함될 수 있다.

[0057] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

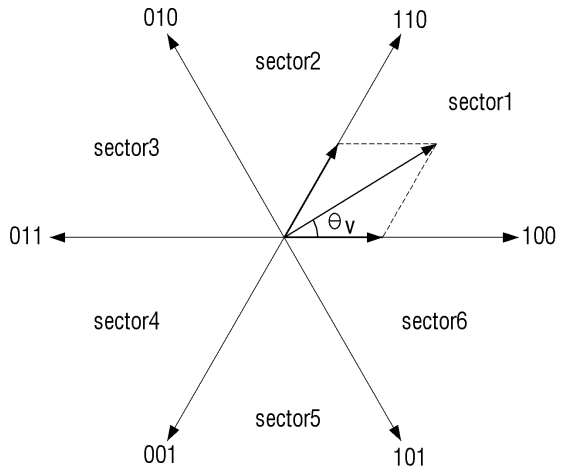
[0058] 200: 정류기부 210: 인버터부

220: 제어부 400: 섹터 판별부

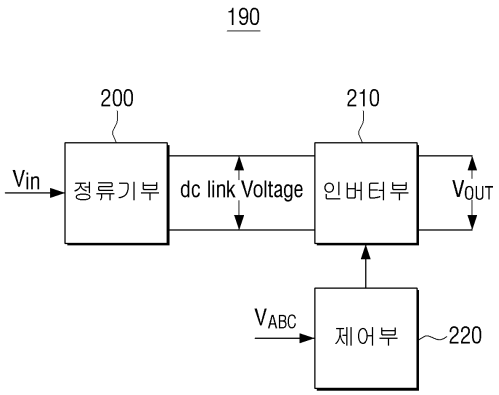
410: 제어신호 생성부 420: 저장부

도면

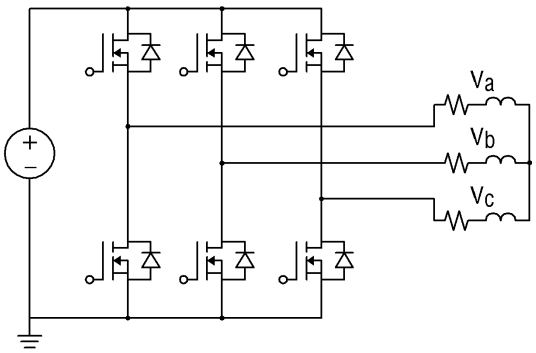
도면1



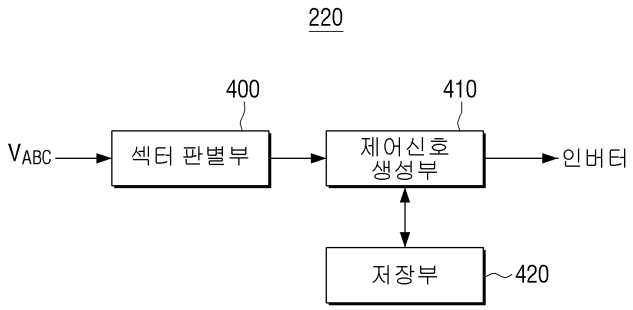
도면2



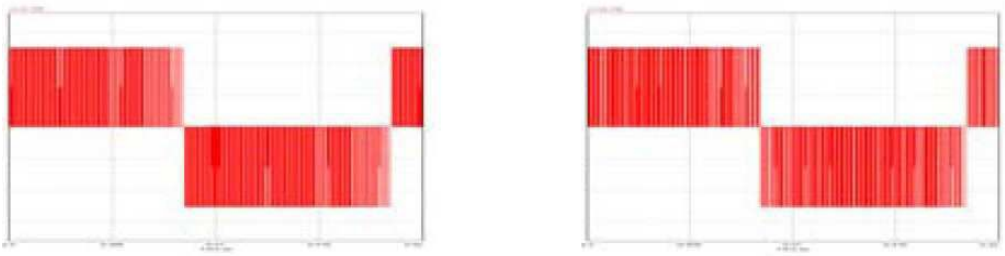
도면3



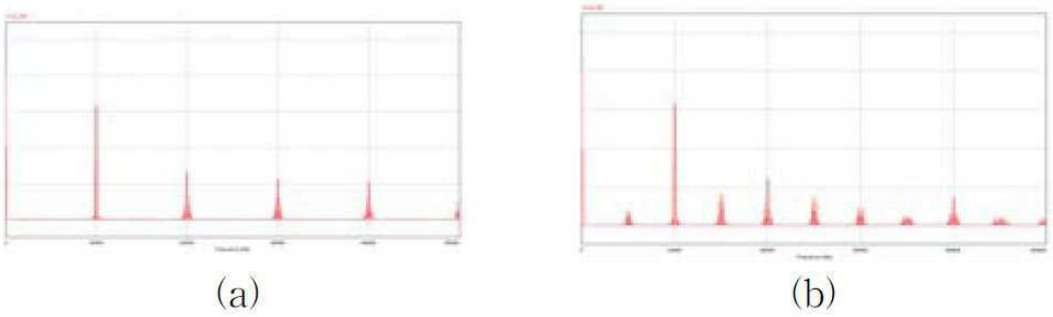
도면4



도면5



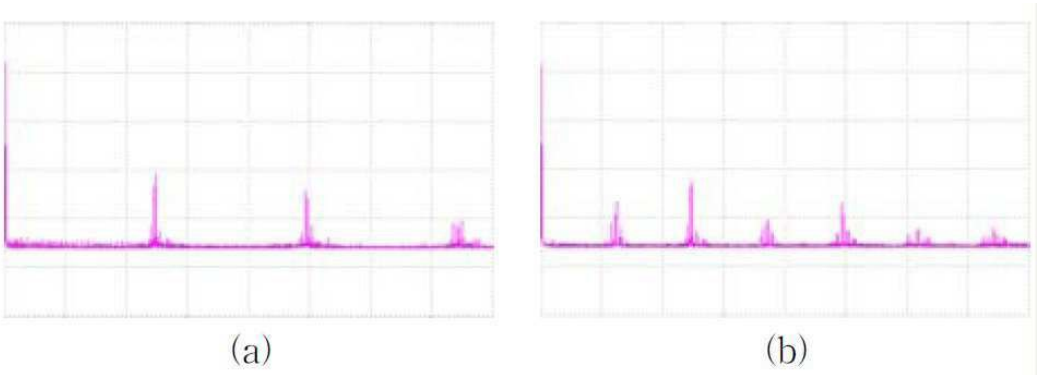
도면6



도면7



도면8



도면9

