



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월20일
(11) 등록번호 10-1718235
(24) 등록일자 2017년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 5/293 (2006.01) H02M 1/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 5/293 (2013.01)
H02M 2001/123 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0135813
(22) 출원일자 2015년09월24일
심사청구일자 2015년09월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP2006025577 A
JP2007028752 A
JP2011172477 A

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
이흥희
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 101-7, 504동
1401호(구영2차푸르지오)
전태원
부산광역시 금정구 구서중앙로 20, 7동 308호(구
서동, 선경1차아파트)
(74) 대리인
김종선, 이형석

기술이전 희망 : 기술양도

전체 청구항 수 : 총 14 항

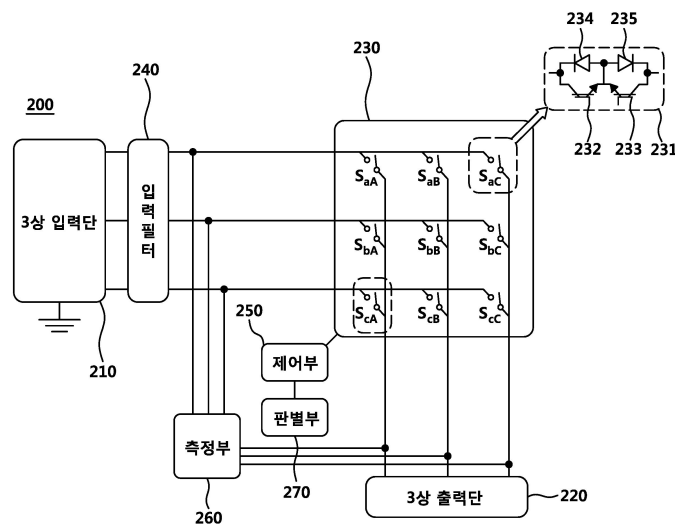
심사관 : 남배인

(54) 발명의 명칭 매트릭스 컨버터 장치 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 교류에서 교류로 변환하는 매트릭스 컨버터 장치에 관한 것으로, 3상 출력단에 연결될 3상 입력단의 정방향 스위치가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제1 동기화 시간만큼 지연하고, 3상 출력단에 연결되어 있는 3상 입력단의 정방향 스위치가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제2 동기화 시간만큼 단축함으로써 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 동기화할 수 있다. 이를 통해 공통모드전압이 발생하는 것을 방지할 수 있다.

대표도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

3상 교류전원을 입력하는 3상 입력단;

상변환이 이루어진 3상 교류전원을 출력하는 3상 출력단;

상기 3상 입력단과 3상 출력단 사이에 연결되고 정방향 및 역방향 스위치를 포함하는 양방향 스위치부; 및

상기 양방향 스위치부를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는,

3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제1 동기화 시간만큼 지연하고,

3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제2 동기화 시간만큼 단축함으로써 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 동기화하는 매트릭스 컨버터 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 3상 입력단의 전압 및 상기 3상 출력단의 전류를 측정하는 측정부; 및

상기 전압 및 전류를 입력받아 제1 스위칭 전류 상태 및 제2 스위칭 전류 상태를 판별하는 판별부를 더 포함하는 매트릭스 컨버터 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 판별부는,

$I_{out} > 0, (V_p - V_n) > 0$, 또는 $I_{out} < 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제2 스위칭 전류 상태로 판별하고,

$I_{out} < 0, (V_p - V_n) > 0$ 또는 $I_{out} > 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제1 스위칭 전류 상태로 판별하는 매트릭스 컨버터 장치.

여기에서,

I_{out} 은 3상 출력단으로 유입되는 전류,

V_p 는 3상 출력단과 연결되어 있는 3상 입력단의 전압,

V_n 은 3상 출력단과 연결될 3상 입력단의 전압.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 양방향 스위치부를

상기 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 입력단의 역방향 스위치를 비활성화하는 제1 스위칭 단계;

상기 3상 출력단과 연결될 상기 입력단의 정방향 스위치를 활성화하는 제2 스위칭 단계;

상기 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 입력단의 정방향 스위치를 비활성화하는 제3 스위칭 단계; 및

상기 3상 출력단과 연결될 상기 입력단의 역방향 스위치를 활성화하는 제4 스위칭 단계로 제어하고,

상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제1 스위칭 단계에서의 비활성화 시점을 제1 동기화 시간만큼 연장하고,

상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제1 스위칭 단계에서의 비활성화 시점 또는 상기 제2 스위칭 단계에서의 활성화 시점을 제2 동기화 시간만큼 단축하는 매트릭스 컨버터 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 스위칭 단계에서의 활성화 시점 또는 상기 제3 스위칭 단계에서의 비활성화 시점을 제1 동기화 시간만큼 단축하고,

상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제3 스위칭 단계에서의 비활성화 시점을 제2 동기화 시간만큼 연장하는 매트릭스 컨버터 장치.

청구항 6

3상 교류전원을 입력하는 3상 입력단과 3상 교류전원을 출력하는 3상 출력단 사이에 연결되고 정방향 및 역방향 스위치를 포함하는 양방향 스위치부를 이용하여 교류에서 교류로 변환하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법에 있어서,

3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태와 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 동기화하는 동기화 단계를 포함하고,

상기 동기화 단계는,

상기 제1 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제1 동기화 시간만큼 지연하는 연장단계; 및

상기 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제2 동기화 시간만큼 앞당기는 단축단계를 포함하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 3상 입력단의 전압 및 상기 3상 출력단의 전류를 측정하는 측정단계; 및

상기 전압 및 전류를 입력받아 제1 스위칭 전류 상태 및 제2 스위칭 전류 상태를 판별하는 판별단계;를 더 포함하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 판별단계는,

$I_{out} > 0, (V_p - V_n) > 0$, 또는 $I_{out} < 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제1 스위칭 전류 상태로 판별하고,

상기 조건을 만족하지 않으면 제2 스위칭 전류 상태로 판별하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

여기에서,

I_{out} 은 3상 출력단으로 유입되는 전류,

V_p 는 3상 출력단과 연결되어 있는 3상 입력단의 전압,

V_n 는 3상 출력단과 연결될 3상 입력단의 전압.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 동기화단계는,

상기 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 역방향 스위치를 비활성화하는 제1 스위칭 단계;

상기 3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 정방향 스위치를 활성화하는 제2 스위칭 단계;

상기 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 정방향 스위치를 비활성화하는 제3 스위칭 단계; 및

상기 3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 역방향 스위치를 활성화하는 제4 스위칭 단계를 포함하고,

상기 연장단계는 상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제1 스위칭 단계에서의 비활성화 시점을 제1 동기화 시간만큼 연장하고,

상기 단축단계는 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제1 스위칭 단계에서의 비활성화 시점 또는 제2 스위칭 단계에서의 활성화 시점을 제2 동기화 시간만큼 단축하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 동기화 단계는,

상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 스위칭 단계에서의 활성화 시점 또는 상기 제3 스위칭 단계에서의 비활성화 시점을 제1 동기화 시간만큼 단축하는 연장후 단축단계; 및

상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제3 스위칭 단계에서의 비활성화 시점을 제2 동기화 시간만큼 연장하는 단축 후 연장단계;를 더 포함하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

청구항 11

상기 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 동기화시간은,

$t_{min} = (t_{d,off} + t_f) \cdot (t_{d,on} + t_r)$ 을 만족하는 매트릭스 컨버터 장치.

여기에서,

t_{min} = 제1 및 제2 동기화시간의 최소값,

td.off= 비활성화 제어신호의 전송지연 시간,
td.on= 활성화 제어신호의 전송지연 시간,
tf= 비활성화 제어신호의 상승시간,
tr= 활성화 제어신호의 하강시간.

청구항 12

상기 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 동기화 시간과 제2 동기화 시간을 더한 시간은 상기 동기화 이전의 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류 시점 차이와 동일한 시간인 매트릭스 컨버터 장치.

청구항 13

상기 제6항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 동기화시간은,

$t_{\min} = (t_{d.off} + t_f) - (t_{d.on} + t_r)$ 을 만족하는 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

여기에서,

tmin= 제1 및 제2 동기화시간의 최소값,

td.off= 비활성화 제어신호의 전송지연 시간,

td.on= 활성화 제어신호의 전송지연 시간,

tf= 비활성화 제어신호의 상승시간,

tr= 활성화 제어신호의 하강시간.

청구항 14

상기 제6항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 동기화 시간과 제2 동기화 시간을 더한 시간은 상기 동기화 이전의 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류 시점 차이와 동일한 시간인 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 교류에서 교류로 변환하는 매트릭스 컨버터 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 특히 전류(commutation)가 일어나는 시점의 불일치로 인해 발생하는 손실을 줄일 수 있는 매트릭스 컨버터 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 매트릭스 컨버터 장치는 일정 교류전원으로부터 가변 교류전원으로 변환하는 AC to AC 컨버터를 말한다. 도 1은 종래 매트릭스 컨버터 장치(100)의 회로를 나타내는 도면으로, 도 1을 참조하여 매트릭스 컨버터 장치(100)에 대해 설명하기로 한다.

[0003] 도 1에 도시된 바와 같이, 매트릭스 컨버터 장치(100)는 3상 교류전원을 입력하는 3상 입력단(110), 상변환이

이루어진 3상 교류전원을 출력하는 3상 출력단(120), 3상 입력단(110)과 3상 출력단(120) 사이에 연결된 양방향 스위치부(130) 및 상기 3상 입력단(110)의 노이즈를 제거하는 입력필터(140)를 포함한다.

[0004] 양방향 스위치부(130)는 복수의 양방향 스위치(131)가 3상 입력단(110)과 3상 출력단(120) 사이를 개별적으로 연결하고, 양방향 스위치(131)는 정방향 스위치(132) 및 역방향(133) 스위치를 포함한다. 이 때, 정방향 및 역방향 스위치(132, 133)를 절연 게이트 양극성 트랜지스터(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)로 구성하는 경우, 병렬로 연결된 다이오드(134, 135)를 포함할 수 있다.

[0005] 매트릭스 컨버터 장치(10)는 양방향 스위치부(130)를 통해 상이 각각 다른 3상 입력단(110)과 3상 출력단(120)의 연결 상태를 변경함으로써 3상 출력단(120)으로 출력되는 3상 교류전원의 상을 변환한다.

[0006] 양방향 스위치부(130)의 연결형태는 9개의 양방향 스위치를 포함하는 경우, 27가지 형태가 있으며, 이를 3상 입력단(110)과 3상 출력단(120)이 연결되는 형태에 따라 구분하면 아래 표1과 같이 3가지 그룹으로 나눌 수 있다.

표 1

[0007]	그룹 1	3상 출력단(120) 중 2개의 상이 3상 입력단(120) 중 동일한 1개의 상에 연결되는 경우
	그룹 2	3상 출력단(120) 중 3개의 상이 3상 입력단(120) 중 동일한 1개의 상에 연결되는 경우
	그룹 3	3상 출력단(120) 중 1개의 상이 3상 입력단(120) 중 동일한 1개의 상에 연결되는 경우

[0008] 양방향 스위치부(130)의 연결형태에 따른 출력전압 및 입력전류의 값은 아래 표2에 나타나는 바와 같다.

표 2

		Switching Configurations				Output Voltage		Input Current	
		No	A	B	C	V_o	α_o	I_i	β_i
Group I	+1	a	b	b	$2v_{ab}/3$	0	$2i_A/\sqrt{3}$	$-\pi/6$	
	-1	b	a	a	$-2v_{ab}/3$	0	$-2i_A/\sqrt{3}$	$-\pi/6$	
	+2	b	c	c	$2v_{bc}/3$	0	$2i_A/\sqrt{3}$	$\pi/2$	
	-2	c	b	b	$-2v_{bc}/3$	0	$-2i_A/\sqrt{3}$	$\pi/2$	
	+3	c	a	a	$2v_{ca}/3$	0	$2i_A/\sqrt{3}$	$7\pi/6$	
	-3	a	c	c	$-2v_{ca}/3$	0	$-2i_A/\sqrt{3}$	$7\pi/6$	
	+4	b	a	b	$2v_{ab}/3$	$2\pi/3$	$2i_B/\sqrt{3}$	$-\pi/6$	
	-4	a	b	a	$-2v_{ab}/3$	$2\pi/3$	$-2i_B/\sqrt{3}$	$-\pi/6$	
	+5	c	b	c	$2v_{bc}/3$	$2\pi/3$	$2i_B/\sqrt{3}$	$\pi/2$	
	-5	b	c	b	$-2v_{bc}/3$	$2\pi/3$	$-2i_B/\sqrt{3}$	$\pi/2$	
	+6	a	c	a	$2v_{ca}/3$	$2\pi/3$	$2i_B/\sqrt{3}$	$7\pi/6$	
	-6	c	a	c	$-2v_{ca}/3$	$2\pi/3$	$-2i_B/\sqrt{3}$	$7\pi/6$	
	+7	b	b	a	$2v_{ab}/3$	$4\pi/3$	$2i_C/\sqrt{3}$	$-\pi/6$	
	-7	a	a	b	$-2v_{ab}/3$	$4\pi/3$	$-2i_C/\sqrt{3}$	$-\pi/6$	
	+8	c	c	b	$2v_{bc}/3$	$4\pi/3$	$2i_C/\sqrt{3}$	$\pi/2$	
	-8	b	b	c	$-2v_{bc}/3$	$4\pi/3$	$-2i_C/\sqrt{3}$	$\pi/2$	
	+9	a	a	c	$2v_{ca}/3$	$4\pi/3$	$2i_C/\sqrt{3}$	$7\pi/6$	
	-9	c	c	a	$-2v_{ca}/3$	$4\pi/3$	$-2i_C/\sqrt{3}$	$7\pi/6$	
Group II	0 _a	a	a	a	0	x	0	x	
	0 _b	b	b	b	0	x	0	x	
	0 _c	c	c	c	0	x	0	x	
Group III	r ₁	a	b	c	V_i	α_i	I_o	β_o	
	r ₂	a	c	b	V_i	$-\alpha_i$	I_o	$-\beta_o$	
	r ₃	c	a	b	V_i	$2\pi/3+\alpha_i$	I_o	$-2\pi/3+\beta_o$	
	r ₄	b	a	c	V_i	$2\pi/3-\alpha_i$	I_o	$2\pi/3-\beta_o$	
	r ₅	b	c	a	V_i	$-2\pi/3+\alpha_i$	I_o	$2\pi/3+\beta_o$	
	r ₆	c	b	a	V_i	$-2\pi/3-\alpha_i$	I_o	$-2\pi/3-\beta_o$	

[0009]

[0010] 도 2를 참조하여 매트릭스 컨버터 장치(100)의 공통모드전압(Common Mode Voltage, CMV)에 의한 누설전류의 경로에 대해 설명하기로 한다.

[0011] 도 2는 매트릭스 컨버터 장치의 공통모드전압에 의한 누설전류 경로를 나타내는 도면이다.

[0012] 도 2에 도시된 바와 같이, 3상 출력단(120)에 연결된 출력부하의 중성점(N)과 3상 입력단(110)의 중성점(0) 사이에 공통모드전압이 발생하면 접지단자를 통해 누설전류가 발생하게 된다.

[0013] 양방향 스위치부(130)의 연결 형태에 따른 공통모드전압은 하기 수학적식1과 같다.

수학적식 1

$$v_{cm} = \begin{cases} V_i / \sqrt{3}, & \text{group I} \\ V_i & , \text{group II} \\ 0 & , \text{group III} \end{cases}$$

[0014]

[0015] 도 3a는 종래 매트릭스 컨버터 장치(100)의 양방향 스위치부(130) 및 1개 상의 3상 출력단(120)을 확대하여 나타내는 도면이고, 도 3b는 1개 상의 3상 출력단(120)에 연결된 양방향 스위치부(130)가 제어되는 단계를 나타내는 도면이다.

[0016] 도 3에 도시된 바와 같이, 3상 출력단(120)의 A상(A phase)에 연결된 3상 입력단(110)이 a상에서 b상으로 전류(commutation)되는 과정은 3상 출력단(120)과 연결되어 있는 상(a상)의 역방향 스위치(132, SaAf)를 비활성화하는 제1 스위칭 단계, 3상 출력단(120)과 연결될 상(b상)의 정방향 스위치(131, SbAf)를 활성화하는 제2 스위칭 단계, 3상 출력단(120)과 연결되어 있는 상(a상)의 정방향 스위치(131, SaAf)를 비활성화하는 제3 스위칭 단계 및 3상 출력단(120)과 연결될 상(b상)의 역방향 스위치(132, SbAf)를 활성화하는 제4 스위칭 단계를 포함한다.

[0017] 이 때, 3상 출력단(120)으로 유입되는 전류의 값이 0보다 크고, 3상 출력단(120)과 연결되어 있는 상(a상)의 전압이 3상 출력단(120)과 연결될 상(b상)의 전압보다 작은 경우, 제2 스위칭 단계에서 전류가 이루어지는 제1 스위칭 전류 상태가 된다. 이와 달리 3상 출력단(120)으로 유입되는 전류의 값이 0보다 크고, 3상 출력단(120)과 연결되어 있는 상(a상)의 전압이 3상 출력단(120)과 연결될 상(b상)의 전압보다 큰 경우, 제3 스위칭 단계에서 전류가 이루어지는 제2 스위칭 전류 상태가 된다.

[0018] 반대로 3상 출력단(120)으로 유입되는 전류의 값이 0보다 작은 경우에는 3상 출력단(120)과 연결되어 있는 상(a상)의 전압이 3상 출력단(120)과 연결될 상(b상)의 전압이 반대의 경우에 제1 및 제2 스위칭 전류 상태가 된다.

[0019] 도 4를 참조하여 종래 기술에 의한 매트릭스 컨버터 장치(100)의 제어 방법에 의한 문제점을 설명하기로 한다.

[0020] 도 4a는 종래 매트릭스 컨버터 장치(100)의 양방향 스위치부(130) 및 2개 상의 3상 출력단(120)을 확대하여 나타내는 도면이고, 도 4b는 2개 상의 3상 출력단(120)에 연결된 양방향 스위치부(130)가 제어되는 단계를 나타내는 도면이다.

[0021] 도 4에 도시된 바와 같이, 3상 입력단(110)의 a상과 3상 출력단(120)의 A상이 연결된 상태이고, 3상 입력단(110)의 b상과 3상 출력단(120)의 B상이 연결된 상태이다. 상기의 연결상태에서 3상 입력단(110)의 b상과 3상 출력단(120)의 A상이 연결되는 상태로 변환되고, 3상 입력단(110)의 a상과 3상 출력단(120)의 B상이 연결되는 상태로 변환된다.

[0022] 이 때, 3상 출력단(120)의 A상과 B상으로 유입되는 전류의 값은 0보다 크고, 3상 입력단(110)의 a상의 전압이 b상의 전압보다 큰 경우, 3상 출력단(120)의 A상에 연결된 3상 입력단(110)이 a상에서 b상으로 변환될 때에는 제3 스위칭 단계에서 전류가 이루어지는 제2 스위칭 전류 상태가 되고, 3상 출력단(120)의 B상에 연결된 3상 입력단(110)이 b상에서 a상으로 변환될 때에는 제2 스위칭 단계에서 전류가 이루어지는 제1 스위칭 전류 상태가 된다.

[0023] 즉, 3상 출력단(120)의 B상은 제2 스위칭 단계에서 전류가 이루어지고, A상은 제3 스위칭 단계에서 전류가 이루어지므로, 제2 스위칭 단계와 제3 스위칭 단계 사이에는 3상 출력단(120)의 A상과 B상이 동시에 3상 입력단(110)의 a상에 연결되는 상태가 된다. 따라서, 상기 수학적식 1에 나타난 바와 같이, 3상 출력단(120)의 A상과 B상이 동시에 3상 입력단(110)의 동일한 상에 연결되는 상태가 되면 공통모드전압(CMV)이 발생하게 되어 누설전류가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0024] 본 발명의 목적은 전류 시점의 차이로 인하여 발생하는 공통모드전압의 발생을 억제할 수 있는 매트릭스 컨버터 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0025] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 의한 매트릭스 컨버터 장치는 3상 교류전원을 입력하는 3상 입력단, 상변환이 이루어진 3상 교류전원을 출력하는 3상 출력단, 상기 3상 입력단과 3상 출력단 사이에 연결되고 고 정방향 및 역방향 스위치를 포함하는 양방향 스위치부 및 상기 양방향 스위치부를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제1 동기화 시간만큼 지연하고,

[0026] 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제2 동기화 시간만큼 단축함으로써 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 동기화할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 3상 입력단의 전압 및 상기 3상 출력단의 전류를 측정하는 측정부 및 상기 전압 및 전류를 입력받아 제1 스위칭 전류 상태 및 제2 스위칭 전류 상태를 판별하는 판별부를 더 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 판별부는, $I_{out} > 0, (V_p - V_n) > 0$, 또는 $I_{out} < 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제2 스위칭 전류 상태로 판별하고, $I_{out} < 0, (V_p - V_n) > 0$ 또는 $I_{out} > 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제1 스위칭 전류 상태로 판별할 수 있고, 여기에서, I_{out} 은 3상 출력단으로 유입되는 전류, V_p 는 3상 출력단과 연결되어 있는 3상 입력단의 전압, V_n 은 3상 출력단과 연결될 3상 입력단의 전압이다.

[0029] 또한, 상기 제어부는, 상기 3상 출력단과 연결되어 있는 3상 입력단의 역방향 스위치를 비활성화하는 제1 스위칭 단계, 상기 3상 출력단과 연결될 3상 입력단의 정방향 스위치를 활성화하는 제2 스위칭 단계, 상기 3상 출력단과 연결되어 있는 3상 입력단의 정방향 스위치를 비활성화하는 제3 스위칭 단계 및 상기 3상 출력단과 연결될 3상 입력단의 역방향 스위치를 활성화하는 제4 스위칭 단계로 제어하고, 상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제1 스위칭 단계를 제1 동기화 시간만큼 연장하고, 상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 스위칭 단계를 제2 동기화 시간만큼 단축할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 제어부는, 상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 또는 제3 스위칭 단계를 제1 동기화 시간만큼 단축하고, 상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제3 스위칭 단계를 제2 동기화 시간만큼 연장할 수 있다.

[0031] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 의한 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법은, 3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태와 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 정방향 스위치가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태를 동기화하는 동기화 단계를 포함하고, 상기 동기화 단계는, 상기 제1 스위칭 전류 상태를 제1 동기화 시간만큼 지연하는 연장단계 및 상기 제2 스위칭 전류 상태를 제2 동기화 시간만큼 앞당기는 단축단계를 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 3상 입력단의 전압 및 상기 3상 출력단의 전류를 측정하는 측정단계 및 상기 전압 및 전류를 입력받아 제1 스위칭 전류 상태 및 제2 스위칭 전류 상태를 판별하는 판별단계를 더 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 판별단계는, $I_{out} > 0, (V_p - V_n) > 0$, 또는 $I_{out} < 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제1 스위칭 전류 상태로 판별하고, 상기 조건을 만족하지 않으면 제2 스위칭 전류 상태로 판별할 수 있고, 여기에서, I_{out} 은 3상 출력단으로 유입되는 전류, V_p 는 3상 출력단과 연결되어 있는 3상 입력단의 전압, V_n 은 3상 출력단과 연결될 3상 입력단의 전압이다.

[0034] 또한, 상기 동기화단계는, 상기 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 역방향 스위치를 비활성화하는 제1 스위칭 단계, 상기 3상 출력단과 연결될 상기 3상 입력단의 정방향 스위치를 활성화하는 제2 스위칭 단계, 상기 3상 출력단과 연결되어 있는 상기 3상 입력단의 정방향 스위치를 비활성화하는 단계 및 상기 3상 출력단과

연결될 상기 3상 입력단의 역방향 스위치를 활성화하는 제4 스위칭 단계를 포함하고, 상기 연장단계는 상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제1 스위칭 단계를 제1 동기화 시간만큼 연장하고, 상기 단축단계는 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 스위칭 단계를 제2 동기화 시간만큼 단축할 수 있다.

[0035] 또한, 상기 동기화 단계는, 상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 또는 제3 스위칭 단계를 제1 동기화 시간만큼 단축하는 연장후 단축단계 및 상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제3 스위칭 단계를 제2 동기화 시간만큼 연장하는 단축후 연장단계를 더 포함할 수 있다.

[0036] 또한, 상기 제1 및 제2 동기화시간은, 상기 제1 및 제2 동기화시간은, $t_{\min} = (t_{d.off} + t_f) - (t_{d.on} + t_r)$ 을 만족하고, 여기서, $t_{\min}$ = 제1 및 제2 동기화시간의 최소값, $t_{d.off}$ = 비활성화 제어신호의 전송지연 시간, $t_{d.on}$ = 활성화 제어신호의 전송지연 시간, t_f = 비활성화 제어신호의 상승시간, t_r = 활성화 제어신호의 하강시간이다.

[0037] 또한, 상기 제1 동기화 시간과 제2 동기화 시간을 더한 시간은 상기 동기화 이전의 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류 시점 차이와 동일한 시간일 수 있다.

발명의 효과

[0038] 본 발명의 실시예에 따른 매트릭스 컨버터 장치 및 그 제어 방법은 전류 시점이 다른 스위칭 전류 상태를 동기화함으로써 공통모드전압이 발생하는 상태를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 종래 매트릭스 컨버터 장치의 회로를 나타내는 도면이다.

도 2는 매트릭스 컨버터 장치의 공통모드전압에 의한 누설전류 경로를 나타내는 도면이다.

도 3a는 종래 매트릭스 컨버터 장치의 양방향 스위치부 및 1개 상의 3상 출력단을 확대하여 나타내는 도면이고, 도 3b는 1개 상의 3상 출력단에 연결된 양방향 스위치부가 제어되는 단계를 나타내는 도면이다.

도 4a는 종래 매트릭스 컨버터 장치의 양방향 스위치부 및 2개 상의 3상 출력단을 확대하여 나타내는 도면이고, 도 4b는 2개 상의 3상 출력단에 연결된 양방향 스위치부가 제어되는 단계를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 매트릭스 컨버터 장치를 나타내는 도면이다.

도 6a 내지 6d는 본 발명의 실시예에 의한 제어부가 양방향 스위치부를 제어하는 단계를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 의한 매트릭스 컨버터 장치의 제어 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0041] 도 5 및 6을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 제어부(250)의 동작을 구체적으로 설명하기로 한다.

[0042] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 매트릭스 컨버터 장치(200)를 나타내는 도면이다.

[0043] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 매트릭스 컨버터 장치(200)는 3상 교류전원을 입력하는 3상 입력단(210), 상변환이 이루어진 3상 교류전원을 출력하는 3상 출력단(220), 3상 입력단(210)과 3상 출력단(220) 사이에 연결되는 양방향 스위치부(230), 3상 입력단(210)으로부터 입력되는 전원의 노이즈를 제거하기 위한 입력필터(240) 및 양방향 스위치부(230)를 제어하는 제어부(250)를 포함할 수 있다. 이 때, 본 발명의 실시예에 따른 매트릭스 컨버터 장치(200)는 3상 입력단(210)의 전압과 3상 출력단(220)의 전류를 측정하는 측정부(260) 및 상기 측정된 전압 및 전류를 입력받아 제1 스위칭 전류 상태 및 제2 스위칭 전류 상태를 판별하는 판별부(270)를 더 포함할 수 있다.

[0044] 3상 입력단(210)의 일측 전극은 접지단과 연결되고, 타측 3상 전극은 입력필터(240)를 통해 양방향 스위치부(230)와 연결된다. 양방향 스위치부(230)는 일측 9개의 단자들이 3상 입력단(210)과 연결되고, 타측 9개의 단자

들이 3상 출력단(220)과 연결된다.

- [0045] 양방향 스위치부(230)는 3상 입력단(210)과 3상 출력단(220)이 개별적으로 연결되거나 차단될 수 있도록 9개의 양방향 스위치(231)를 포함할 수 있다. 양방향 스위치(231)는 3상 입력단(210)에서 3상 출력단(220)으로 전류가 흐를 수 있는 정방향 스위치(232)와 3상 출력단(220)에서 3상 입력단(210)으로 전류가 흐를 수 있는 역방향 스위치(233)를 포함할 수 있다.
- [0046] 이 때, 정방향 및 역방향 스위치(232, 233)를 절연 게이트 양극성 트랜지스터(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)로 구성하는 경우, 병렬로 연결된 다이오드(234, 235)를 포함할 수 있다.
- [0047] 제어부(250)는 양방향 스위치부(230)의 양방향 스위치(231)들과 전기적으로 연결되어 제어 신호를 전달하고, 개별적으로 연결되어 있기 때문에 각 양방향 스위치(231)의 정방향 스위치(232) 및 역방향 스위치(233)를 개별적으로 활성화하거나 비활성화할 수 있다.
- [0048] 본 발명의 실시예에 따른 제어부(250)는 전류(commutation) 시점의 차이로 인해 공통모드전압이 발생하는 것을 억제하기 위하여, 3상 출력단(220)과 연결될 3상 입력단(210)의 정방향 스위치(232)가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제1 동기화 시간만큼 지연하고, 3상 출력단(220)과 연결되어 있는 3상 입력단(210)의 정방향 스위치(232)가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 제2 동기화 시간만큼 단축함으로써 제1 및 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점을 동기화할 수 있다.
- [0049] 즉, 제1 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점과 제2 스위칭 전류 상태의 전류(commutation) 시점이 동기화되기 때문에 3상 출력단(220) 중 2개 이상의 상이 동시에 3상 입력단(210)의 동일한 상에 연결되는 상태가 억제될 수 있다.
- [0050] 도 5 및 6을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 제어부(250)의 동작을 구체적으로 설명하기로 한다. 도 6a 내지 6d는 본 발명의 실시예에 의한 제어부(250)가 양방향 스위치부(230)를 제어하는 단계를 나타내는 도면이다.
- [0051] 측정부(260)는 3상 입력단(210)의 각 상에 연결되어 각 상의 전압을 측정하고, 3상 출력단(220)의 각 상에 연결되어 각 상에 흐르는 전류를 측정할 수 있다.
- [0052] 판별부(270)는 측정부(260)로부터 각 상의 전압 및 전류를 입력받아, $I_{out} > 0, (V_p - V_n) > 0$, 또는 $I_{out} < 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제2 스위칭 전류 상태로 판별하고, $I_{out} < 0, (V_p - V_n) > 0$ 또는 $I_{out} > 0, (V_p - V_n) < 0$ 의 조건을 만족하면, 제1 스위칭 전류 상태로 판별할 수 있다.
- [0053] 여기에서, I_{out} 은 3상 출력단(220)으로 유입되는 전류, V_p 는 3상 출력단(220)과 연결되어 있는 3상 입력단(210)의 전압, V_n 은 3상 출력단(220)과 연결될 3상 입력단(210)의 전압이다.
- [0054] 제어부(250)는 양방향 스위치부(230)를 3상 출력단(220)과 연결되어 있는 3상 입력단(210)의 역방향 스위치(233)를 비활성화하는 제1 스위칭 단계, 3상 출력단(220)과 연결될 3상 입력단(210)의 정방향 스위치(232)를 활성화하는 제2 스위칭 단계, 3상 출력단(220)과 연결되어 있는 3상 입력단(210)의 정방향 스위치(232)를 비활성화하는 제3 스위칭 단계 및 3상 출력단(220)과 연결될 3상 입력단(210)의 역방향 스위치(233)를 활성화하는 제4 스위칭 단계를 포함하여 제어할 수 있다.
- [0055] 이 때, 제어부(250)는 판별부(270)가 판별한 스위칭 전류 상태에 따라 전류 시점을 동기화하기 위해 제1 동기화 시간만큼 연장하거나 제2 동기화 시간만큼 단축하여 양방향 스위치부(230)를 제어할 수 있다. 도 6a 및 6d에 도시된 바와 같이 $I_{out} > 0, (V_p - V_n) > 0$, 또는 $I_{out} < 0, (V_p - V_n) < 0$ 이면 제2 스위칭 전류 상태가 되므로, 제어부(250)는 제1 스위칭 단계 또는 제2 스위칭 단계를 제2 동기화 시간만큼 단축하고, $I_{out} < 0, (V_p - V_n) > 0$ 또는 $I_{out} > 0, (V_p - V_n) < 0$ 이면 제1 스위칭 전류 상태가 되므로 제어부(250)는 제1 스위칭 단계를 제1 동기화 시간만큼 연장한다. 제1 스위칭 전류 상태의 전류 시점은 제1 스위칭 단계가 제1 동기화 시간만큼 연장되므로 뒤로 늦춰지고, 제2 스위칭 전류 상태의 전류 시점은 제1 스위칭 단계 또는 제2 스위칭 단계가 제2 동기화 시간만큼 단축되므로 앞당겨진다.
- [0056] 이 때, 상기 제1 동기화 시간과 제2 동기화 시간을 더한 시간은 동기화가 이루어지기 전의 상기 제1 스위칭 전

류 상태의 전류 시점과 제2 스위칭 전류 상태의 전류 시점의 차이와 동일한 시간으로 설정되는 것이 바람직하다.

[0057] 또한, 제1 및 제2 동기화 시간은 이전 스위칭 단계의 스위치(232, 233)가 다음 단계의 스위치(232, 233)이 활성화 화되기 전에 확실히 비활성화될 수 있도록 하기 수학적 식 2에 나타낸 바와 같이 최소값을 가는 것이 바람직하다.

수학적 식 2

[0058]
$$t_{\min} = (t_{d.off} + t_f) - (t_{d.on} + t_r)$$

[0059] 여기서,

[0060] $t_{\min}$ = 제1 및 제2 동기화시간의 최소값,

[0061] $t_{d.off}$ = 비활성화 제어신호의 전송지연 시간,

[0062] $t_{d.on}$ = 활성화 제어신호의 전송지연 시간,

[0063] t_f = 비활성화 제어신호의 상승시간,

[0064] t_r = 활성화 제어신호의 하강시간.

[0065] 제어부(250)는 제1 및 제2 동기화 시간만큼 연장 또는 단축된 스위칭 전류 상태의 종료시점을 일치시키기 위해, 상기 제1 스위칭 전류 상태에서 상기 제2 또는 제3 스위칭 단계를 제1 동기화 시간만큼 단축하고, 상기 제2 스위칭 전류 상태에서 상기 제3 스위칭 단계를 제2 동기화 시간만큼 연장할 수 있다.

[0066] 도 7은 본 발명의 실시예에 의한 매트릭스 컨버터 장치(200)의 제어 방법을 나타내는 순서도이다.

[0067] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 매트릭스 컨버터 장치(S200)의 제어 방법은, 3상 입력단(S210)의 전압 및 3상 출력단(S220)의 전류를 측정하는 측정단계(S210), 상기 전압 및 전류를 입력받아 제1 스위칭 전류 상태 및 제2 스위칭 전류 상태를 판별하는 판별단계(S220), 3상 출력단(220)과 연결된 3상 입력단(210)의 정방향 스위치(232)가 활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제1 스위칭 전류 상태와 3상 출력단(220)과 연결되어 있는 3상 입력단(210)의 정방향 스위치(232)가 비활성화되어 전류(commutation)가 발생하는 제2 스위칭 전류 상태를 동기화하는 동기화 단계(S230)를 포함하고, 상기 동기화 단계(S230)는, 상기 제1 스위칭 전류 상태를 제1 동기화 시간만큼 지연하는 연장단계(S231), 상기 제2 스위칭 전류 상태를 제2 동기화 시간만큼 앞당기는 단축단계(S232), 상기 제1 스위칭 전류 상태의 전류 시점 이 후를 제1 동기화 시간만큼 단축하는 연장후 단축단계(S233) 및 상기 제2 스위칭 전류 상태의 전류 시점 이 후를 제2 동기화 시간만큼 연장하는 단축 후 연장단계(S234)를 포함할 수 있다.

[0068] 상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0069] 또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0070] 100, 200: 매트릭스 컨버터 장치

110, 210: 3상 입력단

120, 220: 3상 출력단

130, 230: 양방향 스위치부

140, 240: 입력필터

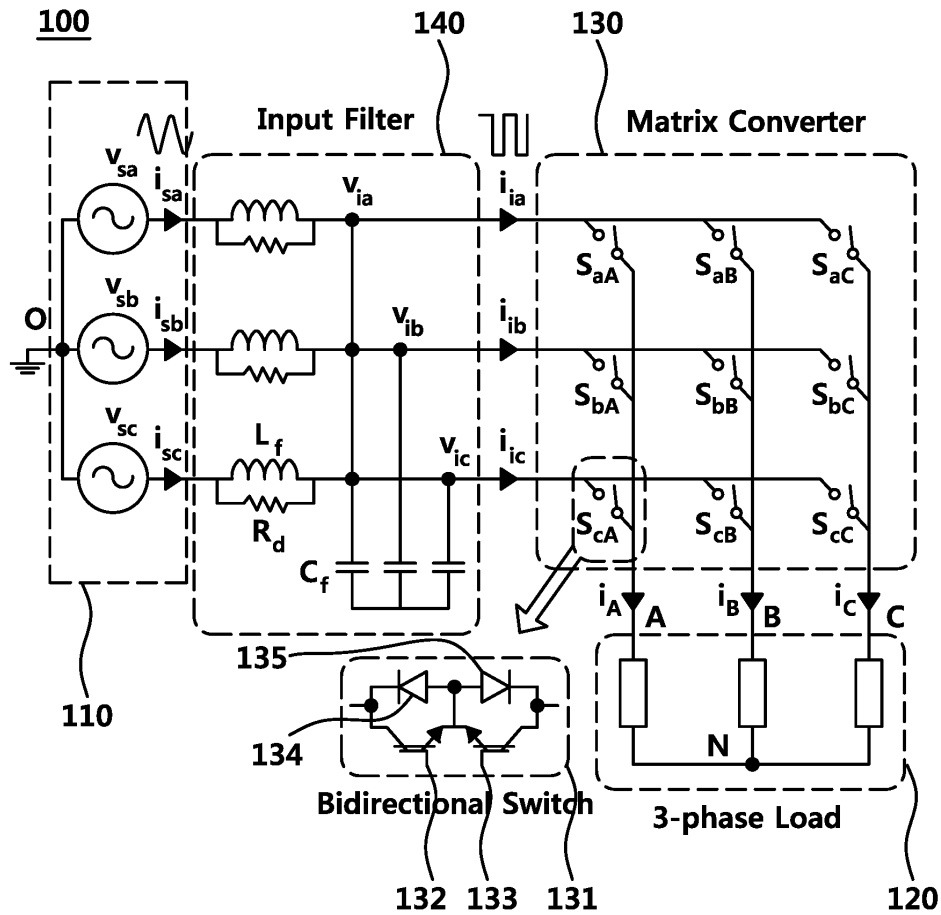
150, 250: 제어부

160, 260: 측정부

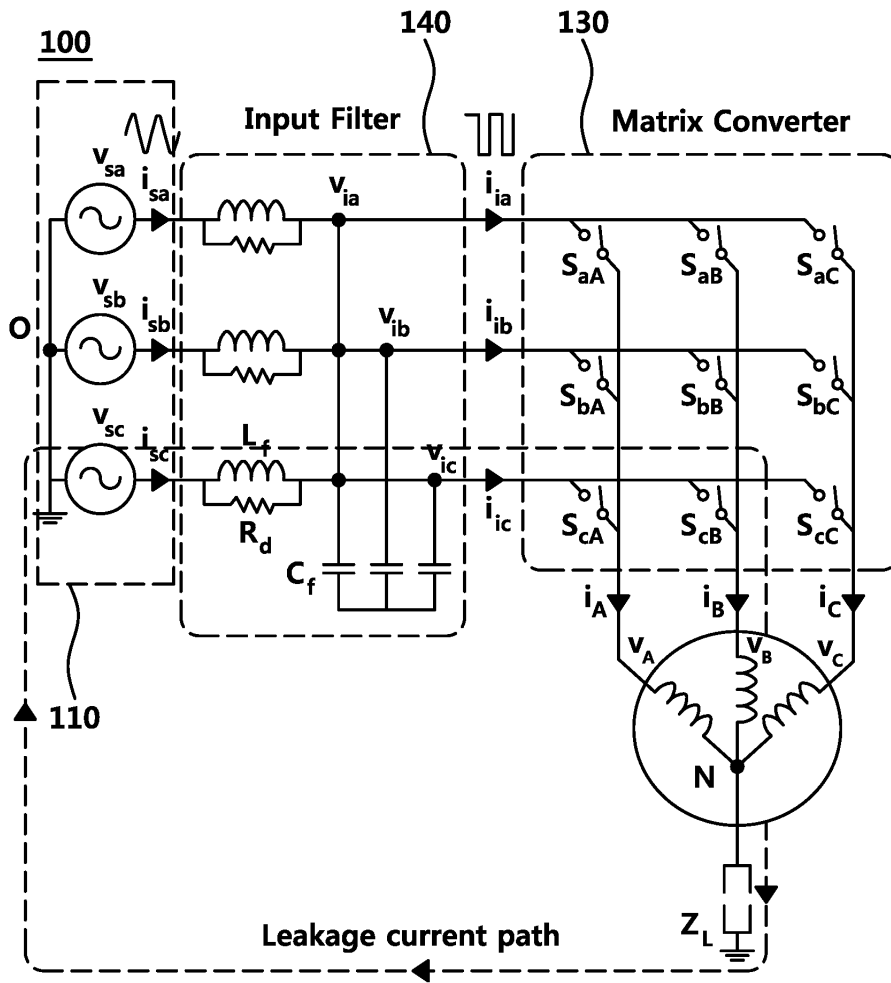
170, 270: 판별부

도면

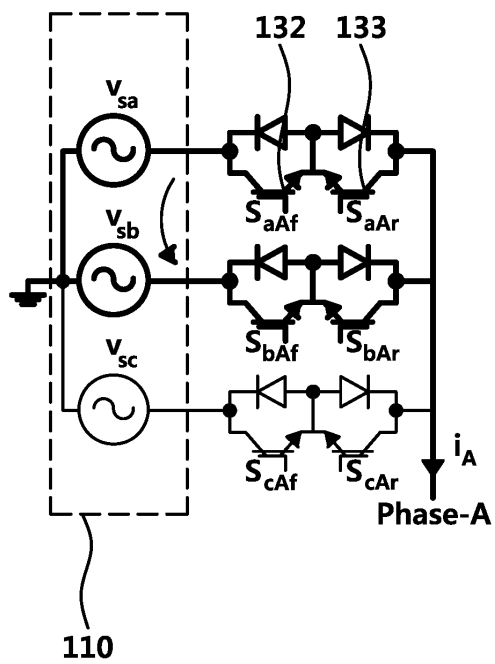
도면1



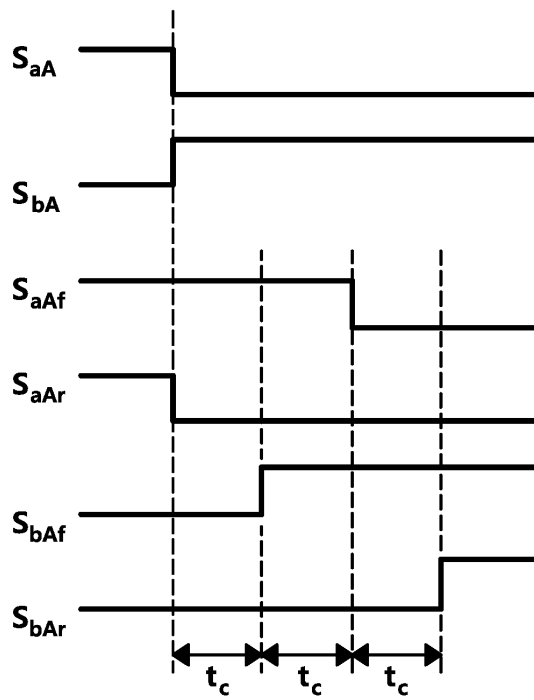
도면2



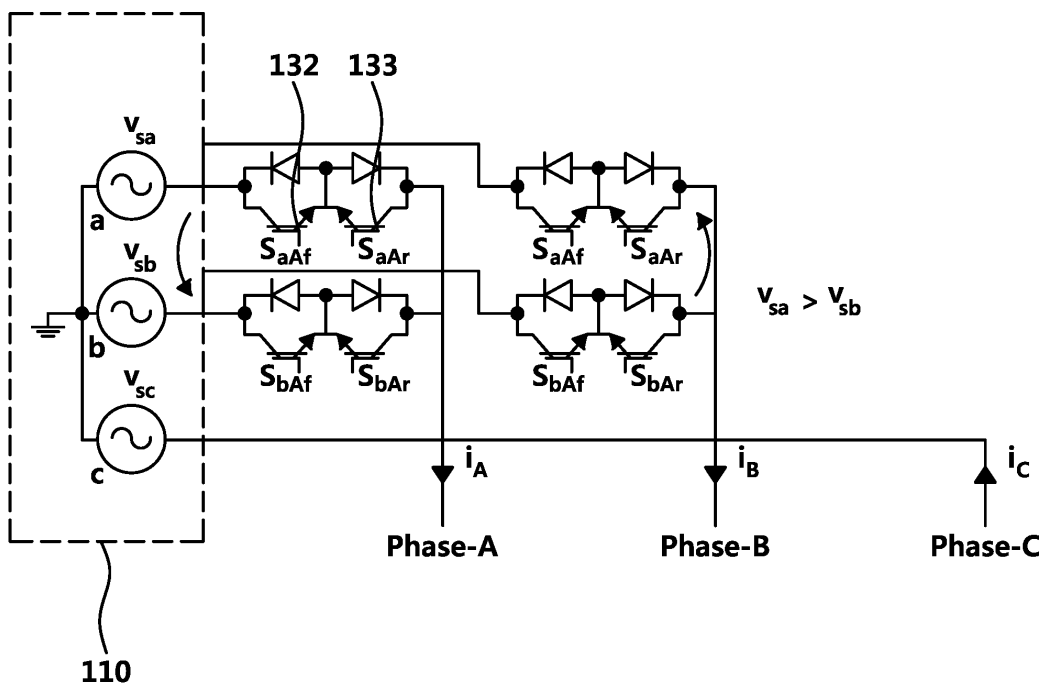
도면3a



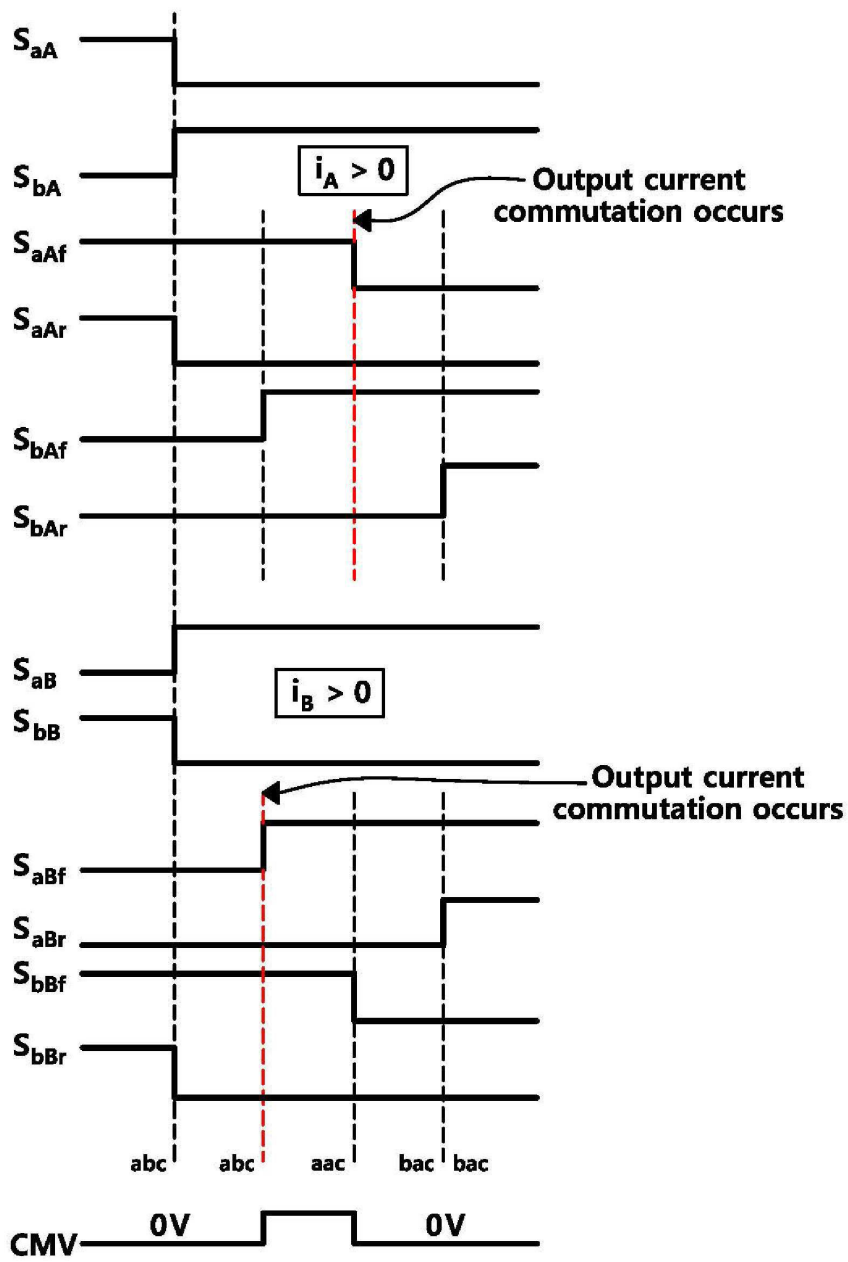
도면3b



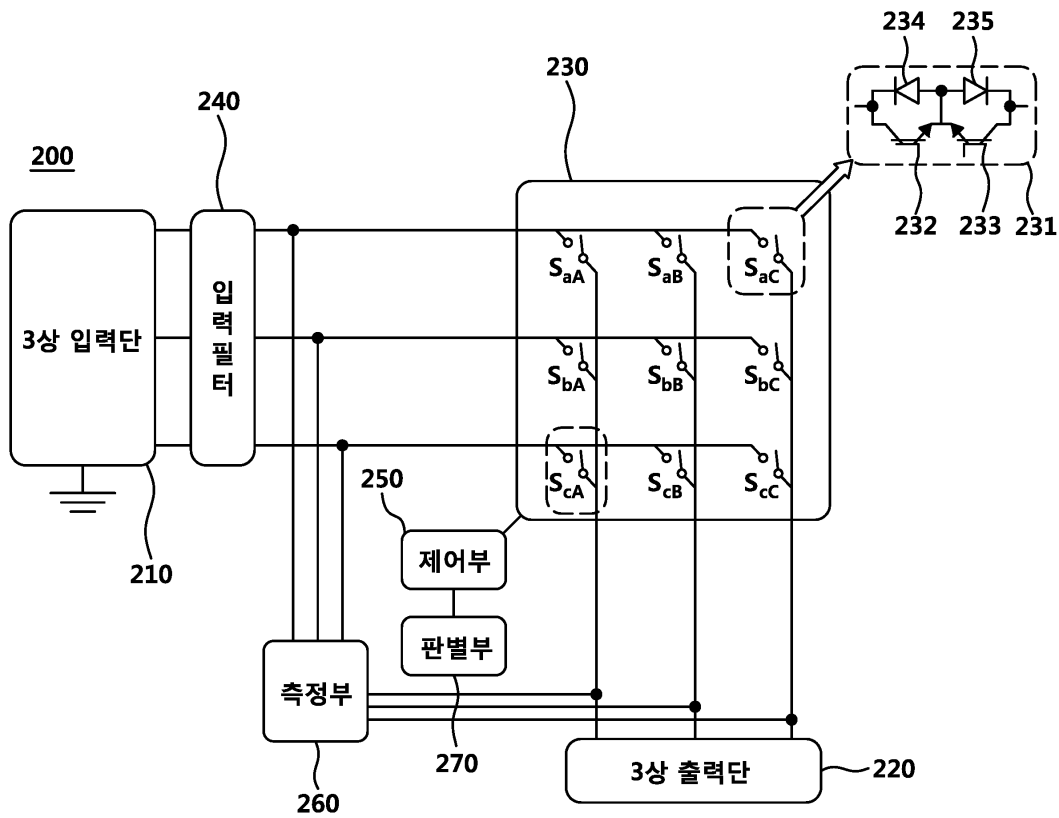
도면4a



도면4b

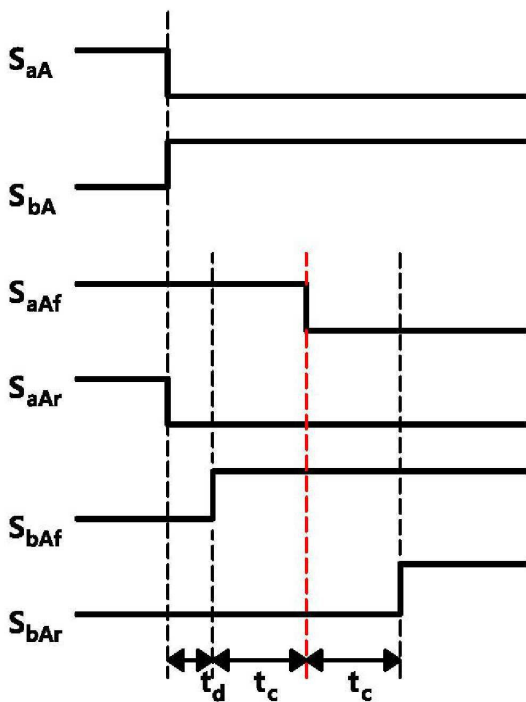


도면5



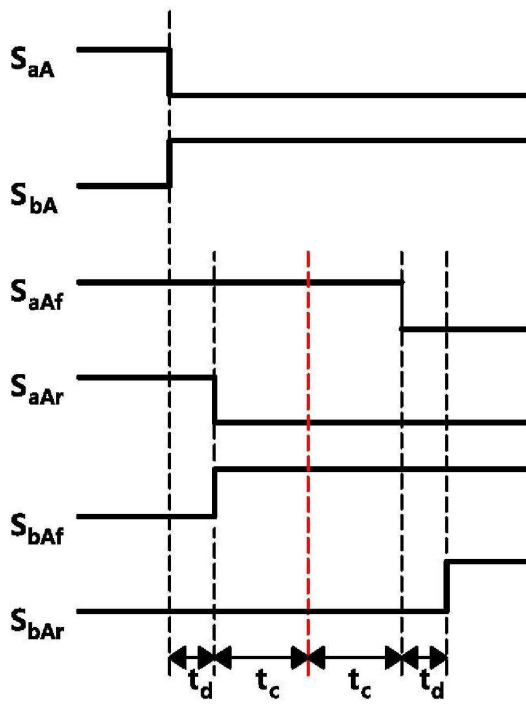
도면6a

Case 1 : $i_A > 0, v_{ab} > 0$



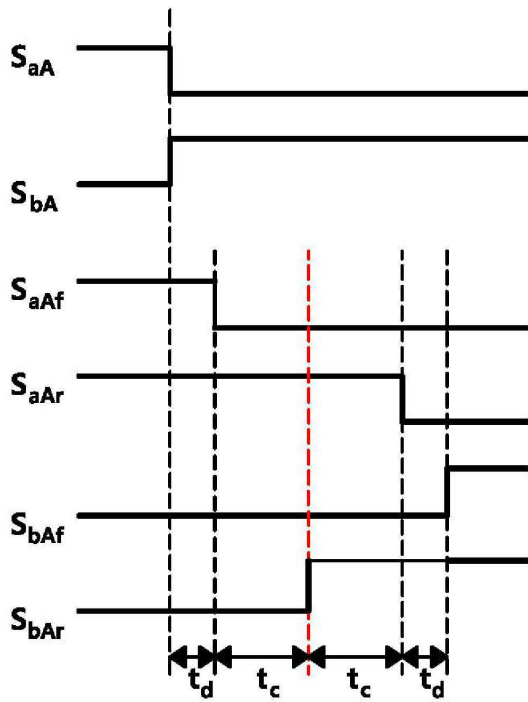
도면6b

Case 2 : $i_A > 0, v_{ab} < 0$



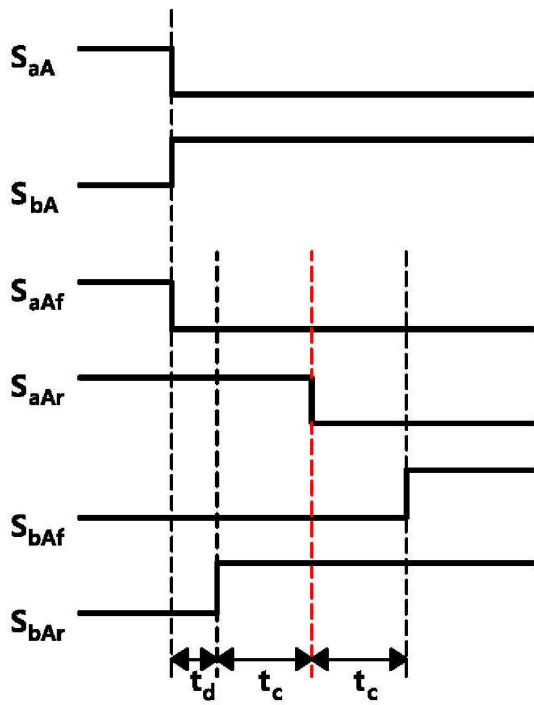
도면6c

Case 3 : $i_A < 0, v_{ab} > 0$



도면6d

Case 4 : $i_A < 0, v_{ab} < 0$



도면7

