

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H02M 7/48

(11) 공개번호 특1999-0077114  
(43) 공개일자 1999년10월25일

(21) 출원번호	10-1998-0705250		
(22) 출원일자	1998년07월08일		
번역문제출일자	1998년07월08일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1996/00022	(87) 국제공개번호	WO 1997/25766
(86) 국제출원출원일자	1996년01월10일	(87) 국제공개일자	1997년07월17일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 중국 일본 대한민국		
(71) 출원인	가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼      가나이 쓰도무 일본국 도쿄도 지요다구 간다 스루가다이 4-6		
(72) 발명자	이토 사토루 일본국 이바라키 히다찌시 이시나자카쵸 1쵸메 19-3-104 나카타 키요시 일본국 이바라키 니시이바라키군 이와세마치 쿠와다 626-4 스즈키 마사토 일본국 이바라키 나카군 우리주라마치 히라노 1800-149 나카무라 키요시 일본국 이바라키 히다찌나카시 마와타리 2525-524		
(74) 대리인	이화익		

**심사청구 : 있음**

**(54) 다중레벨 전력변환장치**

**요약**

본 발명의 다중레벨 전력변환장치에는, PWM 제어에 의해 직류전압을 다중레벨의 교류전압으로 변환하는 2개의 다중레벨 PWM 제어 전력변환기가 설치된다. 상기 변환기의 정의 직류측끼리 서로 접속되고, 이들 정측이 서로 접속된다. 제 1 전력변환기의 교류측은 일정 주파수의 교류전원에 접속되고, 제 2 전력변환기의 교류측은 가변주파수의 가변전압을 출력하며, 그것의 출력단은 부하에 접속된다. 상기 변환기의 직류측은, 복수개의 직렬접속된 필터콘덴서로 이루어진 제 1 및 제 2 직류 스테이지회로에 각각 접속된다. 상기 제 1 및 제 2 직류 스테이지회로의 중간전압점은 서로 접속되고, 제 1 전력변환기는 중간전압점의 전압을 제어한다.

**대표도**

**도1**

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 PWM 제어에 의해 직류전압을 다중레벨의 교류전압펄스로 변환하는 전력변환기를 적어도 2대 구비하며, 각 전력변환기는 직류측끼리가 접속되어 이루어지는 다중레벨 전력변환장치에 관한 것이다.

**배경기술**

최근, 스위칭소자를 직렬접속하여 교류출력전압의 레벨수를 증가시키는, 고주파이고 저감이 가능한 다중레벨 PWM 제어전력변환기가 보급되기 시작하고 있다. 다중레벨 PWM 제어전력변환기에서는, 직류스테이지의 직렬콘덴서 중간전압을 일정하게 제어하는 것이 지령대로의 전압을 출력하기 위해서 중요하다.

예컨대, 일본국 특개평 5-217185호 공보에는, 3레벨 인버터의 중성점 전압제어의 방식이 기재되어 있다.

또, 일본국 특개평 6-233537호 공보에는, 3레벨 컨버터의 중성점 전압제어방식이 기재되어 있다.

그렇지만, 컨버터·인버터시스템에서의 중성점 전압제어법 및 이것에 대응한 주회로 구성에 관한 것은 없

다.

또한, 상기 두가지 방식을 그대로 사용하여, 컨버터와 인버터를 별개로 중성점 전압제어를 행하는 것은, 제어회로, 예컨대 마이컴에 그 만큼의 부담을 강요하게 되어, 연산시간의 증대, 소프트웨어의 스텝수의 증대를 초래한다고 하는 문제가 있다.

또한, 인버터의 중성점 전압제어에서는 출력주파수가 높은 영역에서는 1주기의 펄스수가 감소하여, 중성점 전압제어의 효과가 감소한다고 하는 문제가 있다.

본 발명의 목적은, 비교적 간단한 구성으로, 컨버터·인버터 시스템에서의 중성점 전압제어를 효과적으로 실현하는 데에 있다.

### 발명의 상세한 설명

상기 목적은, PWM 제어에 의해 직류전압을 다중레벨의 교류전압 펄스로 변환하는 다중레벨 PWM 제어 전력 변환기를 적어도 2대 구비하고, 정 및 부의 직류측끼리 접속되어 이루어지며, 이 제 1 전력변환기의 교류측에는 일정 주파수의 교류전원이 접속되고, 한 쪽의 제 2 전력변환기의 교류측은 가변주파수 가변전압이 출력되며 그 출력단에는 부하가 접속되고, 상기 제 1 및 제 2 전력변환기의 직류측에는, 복수개의 직렬접속된 필터콘덴서로 이루어진 제 1 및 제 2 직류 스테이지회로가 각각 접속되어 구성된 다중레벨 전력변환장치에 있어서, 상기 제 1 직류 스테이지회로와, 제 2 직류 스테이지회로의 중간전압점을 서로 접속함과 동시에, 중간전압점의 전압제어를 상기 제 1 전력변환기에 의해 행하도록 함으로써 달성된다.

본 발명에 의하면, 교류측이 일정주파수인 제 1 전력변환기에 의해 중간전압점의 전압제어를 행하게 함으로써 그 제어가 간단히 행해지고, 또한 제 2 직류스테이지회로의 중간전압점도 맞춰서 행할 수 있기 때문에, 다중레벨전력 변환장치에서의 중간점 전압제어의 제어구성의 간단화를 꾀할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예를 나타내는 전력변환장치의 구성도.

도 2는 도 1의 실시예의 전력변환기의 주회로 구성을 도시한 도면.

도 3은, 도 1의 실시예에 의한 중성점 전압제어의 원리를 나타내는 도면.

도 4는 도 1의 실시예의 극성신호 파형을 고조파 저감을 위해 바꿔 놓는 경우의 대체의 파형을 나타낸 도면.

### 실시예

본 발명의 일 실시예를 교류전기차에 적용하여 나타내는 도 1에 의해 설명한다.

단상교류를 직류로 변환하는 다중레벨 전력변환기(1)(이하, 컨버터라 칭한다)는, 도 2a에 나타낸 바와 같이 스위칭소자(11a~11h) 및 정류소자(12a~12h)로 이루어진 3레벨 컨버터를 나타내고 있다. 또한, 컨버터로부터의 직류를 교류로 변환하는 다중레벨 전력변환기(5)(이하, 인버터라 칭한다)는, 도 2b에 나타낸 바와 같이 스위칭소자(51a~51i) 및 정류소자(52a~52i, 53a~53f)로 이루어진 3레벨 인버터를 나타내고 있다. 또한, 도 2의 컨버터·인버터에서의 주회로 구성의 상세한 설명은, 상기한 특허공개공보에 기재되어 있기 때문에 생략한다. 도 1에 있어서, 컨버터(1)의 교류측에는, 변압기(2)를 통해 단상교류전원(3)이 접속되고, 그 직류측에는 필터콘덴서(41, 42)를 통하여, 다시 인버터측의 필터콘덴서(43, 44)를 통해 인버터(5)가 접속되며, 또한, 그 교류측에는 부하에 해당하는 전기차 구동용의 유도전동기(6)가 접속된다. 여기에서, 필터콘덴서는 배선 임피던스의 영향을 경감하기 위해서 최대한으로 스위칭소자에 가까이 설치할 필요가 있기 때문에, 같은 도면에서와 같이 컨버터 및 인버터에 대하여 각기 별도로 설치한다. 또한, 같은 도면에는 기재되어 있지 않지만 거듭되는 배선 임피던스의 영향을 경감시키기 위해서는, 컨버터 및 인버터의 각 상마다 필터콘덴서를 분할하여 설치할 수가 있다. 컨버터(1)의 스위칭소자(11a~11h)의 온, 오프를 제어하는 제어장치는 다음과 같이 구성된다. 전압검출기(71, 72)에서는 중성점(Z1)에서 정(+)측의 직류전압  $edp$  및 중성점(Z1)에서 부(-)측의 직류전압  $edn$ 을 검출하여, 이것을 가산기(81)로 가산하여 직류전압  $ed$ 를 산출한다. 감산기(82)에 의해 직류전압 지령치  $Ed^*$ 와 직류전압  $ed$ 의 편차를 산출하고, 전압제어기(AVR)(83)에 의해 교류전류 실효값 지령  $Is^*$ 를 산출한다. 가산기(84)에서는, 교류전원의 위상  $\omega t$ 와 위상 지령값  $\theta^*$ 를 가산하고, 사인파발생기( $\sin$ )(85)에서 기준사인파를 발생하여, 승산기(86)로 교류전류 실효값 지령  $Is^*$ 와 승산을 행하여 교류전류 지령값  $is^*$ 를 산출한다.

감산기(87)에서는, 교류전류 지령값  $is^*$ 와 전류검출기(74)에 의해 검출한 교류전류  $Is$ 와의 편차를 취하고, 전류제어기(ACR)(88)에 의해 변압기 임피던스의 전압 강하분의 제어신호  $yet$ 를 얻는다. 또한, 감산기(89)에 의해, 전압검출기(73)로 검출한 교류전압  $es$ 를 직류전압  $ed$ 에서 나눗셈하여, 교류전원 전압분의 제어신호  $yes$ 를 얻는다.

감산기(90)에서는, 제어신호  $yes$ 에서  $yet$ 를 감산하여 변조파신호  $ym$ 을 구한다. 또한, 감산기(91)로 정(+)측 직류전압  $edp$ 에서 부(-)측 직류전압  $edn$ 을 감산하여 직류전압 차이분  $\Delta ed$ 를 산출하고, 승산기(92)로 계인을 곱해, 리미터회로(93)에서 상한치 이상, 또는 하한치 이하가 되지 않도록 하여, 변조파 보정신호 진폭  $\Delta Ym$ 을 얻는다. 다시, 교류전류  $is$ 에서, 극성판정기( $sign$ )(94)에 의해,  $is$ 가 정(+)일 경우는 1, 부(-)일 경우는 -1을 취하는 극성신호를 발생하여, 승산기(95)에 의해 변조파 보정신호 진폭  $\Delta Ym$ 과 승산을 행하여 변조파 보정신호  $\Delta ym$ 을 얻는다. 감산기(96)에서는 변조파 신호  $ym$ 에서 변조파 보정신호  $\Delta ym$ 을 감산하여, U상의 변조파  $ym.u$ 를 얻는다. 마찬가지로 변조파신호  $ym$ 의 위상을 승산기(97)로 반전하여, V상의 변조파  $ym.v$ 를 얻는다.

U상의 변조파  $ym.u$ 에 의거하여, PWM 제어회로(98)에 의해 펄스신호를 발생하고, 컨버터(1)의 스위칭소자(11a~11d)를 온·오프제어한다. 마찬가지로 V상의 변조파  $ym.v$ 에 의거하여, PWM 제어회로(99)에 의해 펄

스신호를 발생하고, 컨버터(1)의 스위칭소자(11a~11h)를 온·오프제어한다. 또한, 인버터 제어기(100)에 의해 인버터의 변조파를 발생하고, 인버터의 PWM 제어기(101)에 의해 펄스신호를 발생하여, 인버터(5)의 스위칭소자(51a~51i)를 온·오프제어한다.

다음에, 도 1의 실시예의 동작을 설명한다.

정(+)측 직류전압  $edp$ 와 부(-)측 직류전압  $edn$ 에 차이가 없는 경우에는, 컨버터(1)에서는 직류전압  $ed$ 가 그 지령값  $Ed^*$ 와 같아지도록, 또한 힘의 비율이  $\phi^*$ 에 일치하도록 제어된다. 또한, 인버터(5)도, 유도전동기(6)가 소정의 속도, 토오크로 회전하는 전류  $imm$ 을 출력하도록 제어된다.

이상적으로는, 컨버터·인버터는 상기한 바와 같은 상태에서 운전을 계속할 수 있지만, 실제로는, 주회로의 스위칭소자의 동작의 격차, 제어회로나 검출회로의 신호의 오차 등에 의해, 출력전압이 정부의 어느 쪽인가에 치우쳐서 출력되어, 정(+)측직류전압  $edp$ 와 부(-)측 직류전압  $edn$ 에 차이가 생기기 시작한다. 이러한 경우에는, 컨버터(1), 인버터(5) 모두 지령한대로의 전압을 출력할 수 없게 되어, 고조파나 과전류 토오크 맥동 발생 등의 문제가 생긴다. 또한, 이것을 방지하면, 정(+)측 직류전압  $edp$  또는 부(-)측 직류전압  $edn$ 이 0까지 감소하여, PWM 전력변환기로서의 동작이 불가능해진다. 실제로는 이러한 상황이 되기 전에 도 1에는 도시되지 않은 보호회로에 의해 전력변환기를 정지한다. 이 때문에, 변환기의 주회로, 또는 제어회로에 상기한 바와 같은 기울기가 조금이라도 존재하면 운전이 불가능하게 된다. 지금까지 이미 컨버터 및 인버터 단독의 중성점 전압제어방식이 검토되고 있다. 그렇지만, 컨버터·인버터 시스템에 있어서, 컨버터와 인버터의 중성점 전압제어를 따로따로 행하는 것은, 제어회로가 복잡하게 되거나, 제어용의 소프트웨어의 스텝수가 증대하여 연산실행시간이 증가하는 등의 문제가 생긴다.

이러한 문제의 해결을 위해, 우선 첫째로, 도 1과 같이 컨버터(1)의 필터콘덴서(41, 42)의 중간전압점(Z1)과, 인버터(5)의 필터콘덴서(43, 44)의 중간전압점(Z2)을 전기적으로 접속하는 배선을 설치한다. 이에 따라, 극히 작은 배선 임피던스의 영향을 제외하면, 매크로적으로 보면 필터콘덴서 41과 43, 42와 44의 단자간 전압은 각각 같아져서, 컨버터나 인버터 중 어느 한쪽에서 중성점 전압제어를 행하면 되게 된다.

둘째로, 컨버터측에 중성점 전압제어를 행하는 수단을 설치하였다. 인버터측의 중성점 전압제어에서는, 속도의 상승과 동시에 펄스수가 감소하여, 중성점 전압제어의 효과가 작아진다고 하는 문제가 있지만, 컨버터는 항상 거의 일정한 펄스수로 운전하고 있고, 전 운전영역에서 거의 일정한 효과를 기대할 수 있다.

도 3은, 도 1의 실시예에서의 중성점 전압제어의 동작을 나타내고 있다. 여기서는 간단하게 하기 위해 U 상의 정(+)측 펄스와, 정(+)측의 콘덴서(41)의 단자간 전압  $edp$ 에 착안하여 설명하고 있다.

직류전압 차이분  $\Delta ed$ 와 교류전류  $is$  극성의 조합에 의하여, 4가지의 동작이 생각되지만 여기서는 그 최상단을 예로 들어 설명한다.

필터콘덴서(41)의 단자간전압  $edp$ 가 필터콘덴서(42)의 단자간전압  $edn$ 보다도 낮을 경우, 감산기(91)에 의해 이들의 차이를 취해 산출하는 직류전압 차이분  $\Delta ed$ 는 정(+)의 값이 된다. 승산기(92)로 이것에 게인 K를 곱해, 리미터회로(93)를 통하여 변조파 보정신호진폭  $\Delta Ym$ 을 출력하지만, 이 경우  $\Delta Ym$ 은 정(+)의 값이다. 또한 여기서는 교류전류  $is$ 는 부(-)이기 때문에, 극성판정기(94)의 출력은 -1이 된다. 따라서, 이들을 승산기(95)로 승산하여 산출하는 변조파 보정신호  $\Delta ym$ 은 부(-)이다. U 상의 변조파  $y_m$ 는, 일반적으로 교류신호인 변조파  $y_m$ 에서 변조파 보정신호  $\Delta y_m$ 을 뺀 것이기 때문에, 정(+)측에 바이어스된다. 따라서, 정(+)측의 펄스의 폭이 넓어져서, 필터콘덴서(41)의 정(+)측의 단자가 부하에 접속되는 시간이 길어진다. 여기서 교류전류  $is$ 는 부(-)이므로, 상기한 경우에 필터콘덴서(41)로부터 전류가 흘러 나오게 되고, 필터콘덴서(41)의 전압  $edp$ 는 감소(방전)한다. 이렇게 하여 직류전압  $edp$ 과  $edn$ 의 편차를 보정할 수 있다.

또한, 도 3 중의 다른 세가지 케이스도, 마찬가지로 직류전압  $edp$ 와  $edn$ 의 편차를 저감하도록 동작하여, 도 1의 실시예에서의 중성점 전압제어가 적당히 행해지는 것을 알 수 있다.

상기에서는, 극성판정기(95)의 출력인 극성신호를 도 4a에 나타내는 바와 같은, 1, -1의 두 값을 취하는 구형파로서 설명을 해왔다. 그렇지만 이 경우, 교류전류  $is$ 의 극성이 변할 때마다 극성신호가 1에서 -1, 또는 그 반대로 변화되기 때문에, U 상의 변조파  $y_m$ 가 불연속으로 되어, 고조파 전류의 발생이 문제로 될 가능성이 있다. 도 4b 및 도 4c는 이 문제를 해소하기 위한 극성신호 파형이다.

도 4b는, 극성신호가 순간이 아니고 어떤 기울기를 가지고 변화되도록 하고 있다. 이에 의해, 변조파의 불연속적인 순간의 변화가 없어져서, 고차원의 고조파를 대폭 저감할 수 있다고 생각된다. 이 기울기를 작게하면 할수록 고조파는 감소하지만, 그만큼 중성점 전압제어의 효과는 약해진다고 생각되며, 양자가 병립하는 설정을 행하게 된다. 또한, 상기 기울기는 일정하지 않아도 되고, 예를 들면 곡선형이나 사인파형으로 변화되더라도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

도 4c는, 극성신호가 사인파인 경우이다. 기본적으로는, 이 극성신호는 전원전압의 주파수와 일치하기 때문에 고조파를 포함하지 않는다. 이 때문에, 중성점 전압제어를 행함으로 인한 새로운 고조파의 발생을 억제할 수가 있다.

상기에서는 3레벨 컨버터·3레벨 인버터시스템을 예로 설명하였지만, 다른 다중레벨 컨버터·인버터 시스템에 있어서도 같은 기술을 적용할 수 있고, 그 효과도 같이 얻을 수 있다.

### 산업상이용가능성

이상과 같이 본 발명에 관계되는 발명은, 다중레벨 컨버터·인버터 시스템에 있어서, 중성점의 전압은 콘덴서를 분할하여 생성하지만 제품관리상 상기 콘덴서분할을 완전하게 균등화하는 것은 곤란하여 그것을 보충하는 점에서도 본 발명의 이용가능성은 충분하다.

**(57) 청구의 범위****청구항 1**

PWM 제어에 의해 직류전압을 다중레벨의 교류전압 펄스로 변환하는 다중레벨 PWM 제어 전력변환기를 적어도 2대 구비하고, 정 및 부의 직류측끼리 접속되어 이루어지며, 이 제 1 전력변환기의 교류측에는 일정 주파수의 교류전원이 접속되고, 한 쪽의 제 2 전력변환기의 교류측은 가변주파수 가변전압이 출력되며 그 출력단에는 부하가 접속되고, 상기 제 1 및 제 2 전력변환기의 직류측에는, 복수개의 직렬접속된 필터콘덴서로 이루어진 제 1 및 제 2 직류 스테이지회로가 각각 접속되어 구성된 다중레벨 전력변환장치에 있어서, 상기 제 1 직류 스테이지회로와, 제 2 직류 스테이지회로의 중간전압점을 서로 접속함과 동시에, 중간전압점의 전압제어를 상기 제 1 전력변환기에 의해 행하게 하도록 한 것을 특징으로 하는 다중레벨 전력변환장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 직류 스테이지회로 및 제 2 직류 스테이지회로는, 상기 제 1 전력변환 및 제 2 전력변환기의 각 상마다 분할하여 설치하도록 한 것을 특징으로 하는 다중레벨 전력변환장치.

**청구항 3**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 또는 제 2 직류 스테이지회로의 직류단의 전압을 소정값으로 제어하는 전압제어수단과, 이 전압제어수단으로부터 출력된 신호를 상기 직류 스테이지회로의 중간전압점의 편차 검출신호로 보정하는 보정수단과, 이 보정수단으로부터의 신호에 근거하여 상기 제 1 전력변환기를 PWM 제어하는 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 다중레벨 전력변환장치.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,

상기 전압제어수단으로부터 출력되는 신호를 상기 직류 스테이지회로의 중간전압점의 편차검출 신호로 보정할 때의 보정신호는, 상기 제 1 전력변환기의 교류전류의 극성을 판정하는 극성판정회로의 출력신호와 상기 편차검출 신호에 근거하여 생성되는 것을 특징으로 하는 다중레벨 전력변환장치.

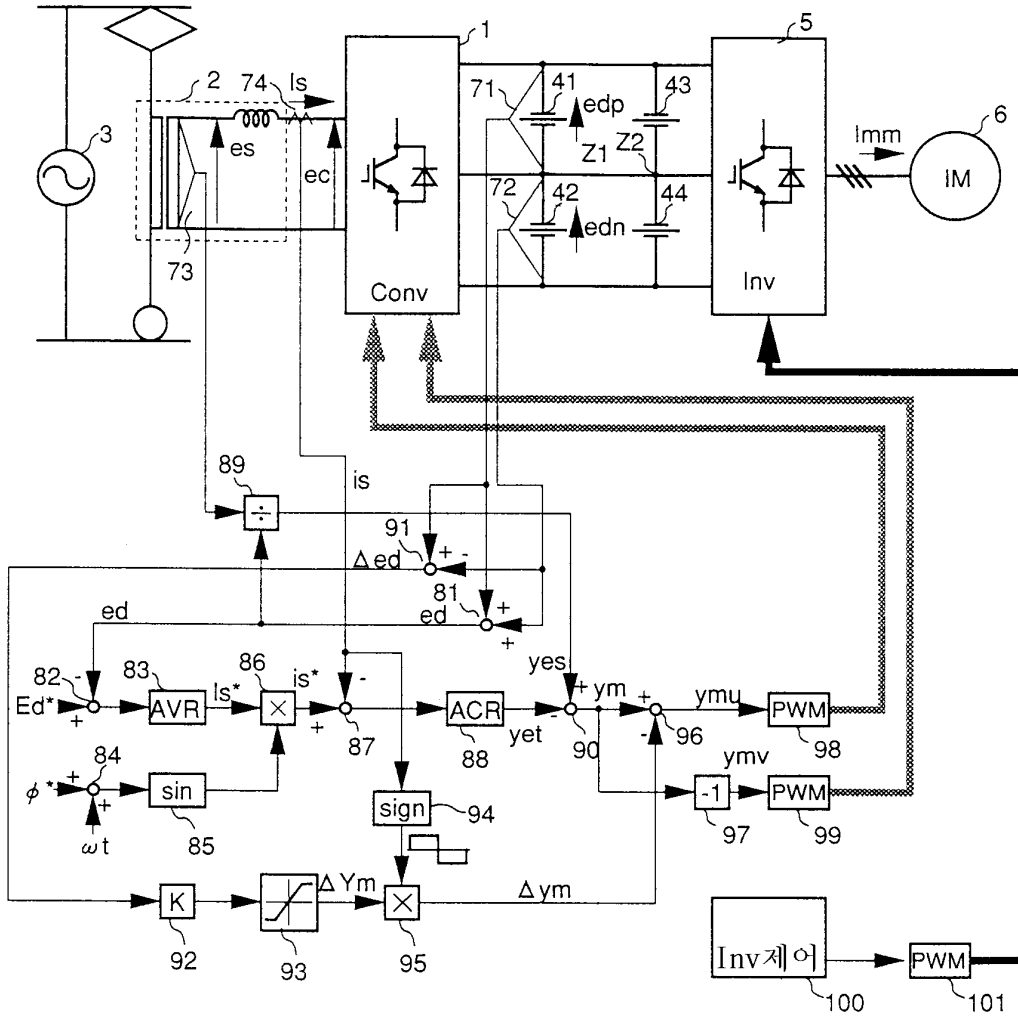
**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

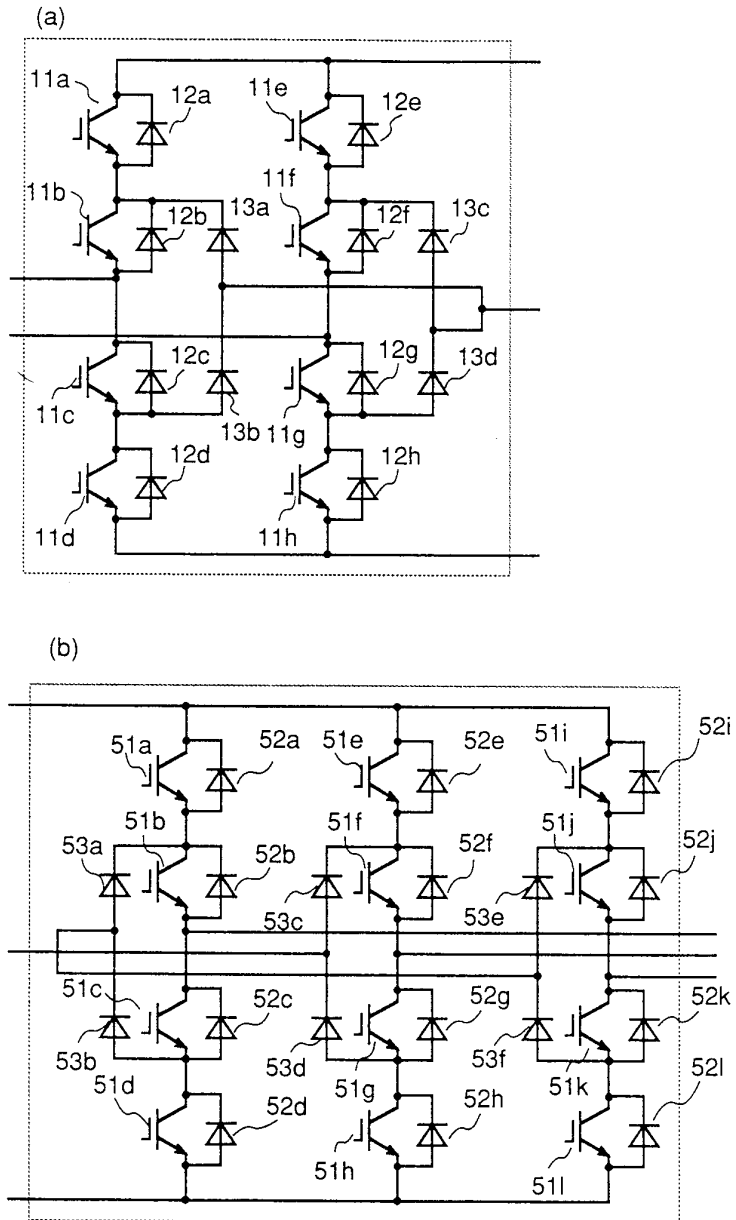
상기 극성판정회로의 출력신호는, 그것의 출력파형이 구형파, 사다리꼴파, 사인파 중의 어느 하나로 한 것을 특징으로 하는 다중레벨 전력변환장치.

**도면**

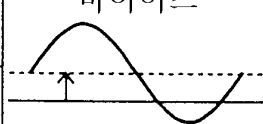
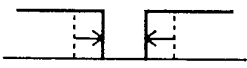
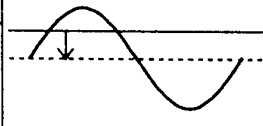
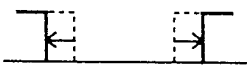
도면1



## 도면2



도면3

직류전압 차이분 $\Delta e d$ 극성	교류전류 $i_s$ 극성	U상변조기 $y \mu u$	U상정측펄스	정측콘덴서
+	-	정(+)측으로 바이어스 		방전
-	+	부(-)측으로 바이어스 		충전
+				방전
-	-			충전

도면4

