



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0099268  
(43) 공개일자 2014년08월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**H02M 7/487** (2007.01) **H02M 7/5387** (2007.01)  
**H02M 7/483** (2007.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7015261
- (22) 출원일자(국제) 2012년12월07일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년06월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/068328
- (87) 국제공개번호 WO 2013/086247  
국제공개일자 2013년06월13일
- (30) 우선권주장  
13/315,660 2011년12월09일 미국(US)

- (71) 출원인  
제너럴 일렉트릭 캄파니  
미합중국 뉴욕, 쇼넥티디, 원 리버 로우드
- (72) 발명자  
슈로더 스텔판  
미국 뉴욕주 12309 니스카유나 케이1-3에이59 빌  
딩 원 리서치 서클 글로벌 리서치 제너럴 일렉트  
릭 캄파니  
위제쿤 피니완 티완카 반다라  
미국 뉴욕주 12309 니스카유나 케이1-3에이59 빌  
딩 원 리서치 서클 글로벌 리서치 제너럴 일렉트  
릭 캄파니
- (74) 대리인  
제일특허법인

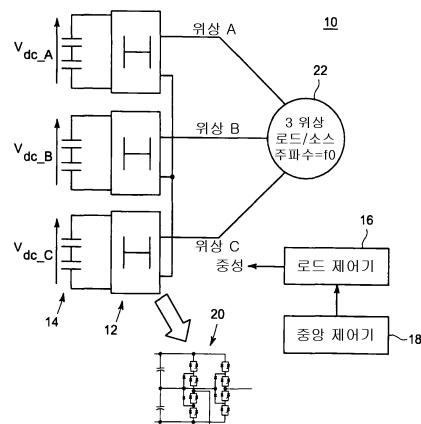
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **다중-위상 컨버터 시스템 및 방법**

### (57) 요 약

다중-위상 컨버터는 복수의 위상 경로를 포함한다. 각각의 위상 경로는, 각각의 출력 위상 전압이 하나 걸러 위상 전압 dc-링크 전압 소스와 상이할 수 있는 대응하는 dc-링크 전압 소스로부터 생성되도록 하는 하나 걸러 위상 경로 dc-링크로부터 독립적인 적어도 하나의 dc-링크를 포함한다. 각각의 출력 위상 전압에 대해 총 dc-링크 전압 레벨이 결정된다. 공통-모드 주입 전압은 모든 dc-링크 전압 레벨 및 모든 위상 기준 전압에 기초하여 계산된다. 이어서, 각각의 위상 경로 기준 전압은 계산된 공통-모드 주입 전압에 기초하여 조절되어, 각각의 생성된 출력 위상 전압 레벨이 그의 대응하는 조절된 기준 전압에 응답하여 조절된다.

**대 표 도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

다중-위상 컨버터(multi-phase converter)를 동작시키는 방법으로서,

복수의 위상 경로를 포함하는 다중-위상 컨버터를 제공하는 단계 – 각각의 위상 경로는 하나 걸러 위상 경로 (every other phase path) dc-링크로부터 독립적인 적어도 하나의 dc-링크를 포함함 – 와,

각각의 위상에 대한 미리 결정된 기준 전압에 응답하여 상기 다중-위상 컨버터를 통해 복수의 출력 위상 전압을 생성하는 단계 – 각각의 출력 위상 전압은 하나 걸러 위상 전압 dc-링크 전압 소스와 상이할 수 있는 적어도 하나의 대응하는 dc-링크 전압 소스에 기초함 – 와,

각각의 출력 위상 전압과 연관된 총 dc-링크 전압 레벨을 결정하는 단계와,

각각의 위상에 대한 포지티브 dc-링크 전압 및 상기 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 제 1 차이 전압을 계산하는 단계와,

각각의 위상에 대한 네거티브 dc-링크 전압 및 상기 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 제 2 차이 전압을 계산하는 단계와,

모든 위상에 대한 상기 제 2 차이 전압의 최대치를 계산하는 단계와,

모든 위상에 대한 상기 제 1 차이 전압의 최소치를 계산하는 단계와,

최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압 사이에 위치되거나, 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압 중 하나와 동일한 공통 모드 주입 전압을 선택하는 단계와,

각각의 생성된 출력 위상 전압 레벨이 그의 대응하는 조절된 기준 전압에 응답하여 조절되도록, 상기 공통 모드 주입 전압을 상기 미리 결정된 기준 전압에 부가하고 이로부터 각각의 위상에 대한 조절된 기준 전압을 생성하는 단계를 포함하는

다중-위상 컨버터 동작 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다중-위상 컨버터를 제공하는 단계는 H-브리지에 기초한 다중-위상 컨버터를 제공하는 단계를 포함하는  
다중-위상 컨버터 동작 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 공통 모드 전압을 선택하는 단계는 상기 최대 제 2 차이 전압 및 상기 최소 제 1 차이 전압의 평균을 계산함으로써 달성되는

다중-위상 컨버터 동작 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 총 dc-링크 전압을 결정하는 단계는 적어도 하나의 dc-링크 전압 레벨을 측정함으로써 달성되는

다중-위상 컨버터 동작 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 총 dc-링크 전압을 결정하는 단계는 컨버터 모델에 기초한 계산에 의해 달성되는  
다중-위상 컨버터 동작 방법.

#### 청구항 6

다중-위상 전력 컨버터로서,

복수의 위상 경로 – 각각의 위상 경로는 하나 걸러 위상 경로 dc-링크로부터 독립적인 적어도 하나의 dc-링크를 포함함 – 와,

각각의 위상 경로에 대한 기준 전압을 조절하도록 구성된 하나 이상의 제어기 – 각각의 위상 경로에 대한 상기 조절된 기준 전압은 대응하는 미리 결정된 기준 전압 레벨, 대응하는 포지티브 dc-링크 전압 및 대응하는 네거티브 dc-링크 전압에 기초함 – 를 포함하는

다중-위상 전력 컨버터.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

적어도 하나의 제어기는 각각의 위상에 대한 포지티브 dc-링크 전압 및 상기 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 제 1 차이 전압을 계산하도록 더 구성되는

다중-위상 전력 컨버터.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 각각의 위상에 대한 네거티브 dc-링크 전압 및 상기 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 제 2 차이 전압을 계산하도록 더 구성되는

다중-위상 전력 컨버터.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 모든 위상에 대한 상기 제 2 차이 전압의 최대치를 계산하도록 더 구성되는  
다중-위상 전력 컨버터.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 모든 위상에 대한 상기 제 1 차이 전압의 최소치를 계산하도록 더 구성되는

다중-위상 전력 컨버터.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는, 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압 사이에 위치되거나 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압 중 하나와 동일한 공통 모드 주입 전압을 선택하도록 더 구성되는

다중-위상 전력 컨버터.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제어기는 상기 선택된 공통 모드 주입 전압을 상기 미리 결정된 기준 전압에 부가하고 이로 부터 각각의 위상에 대한 조절된 기준 전압을 생성하도록 더 구성되어, 각각의 생성된 출력 위상 전압 레벨이 그의 대응하는 조절된 기준 전압에 응답하여 조절되는

다중-위상 전력 컨버터.

### 청구항 13

제 6 항에 있어서,

각각의 위상 경로는 적어도 하나의 H-브리지 인버터를 포함하는

다중-위상 전력 컨버터.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 개시내용의 청구 대상은 전반적으로, 제한 없이, H-브리지에 기초한 다중-위상 전력 컨버터 토플로지 (topology)를 포함하는 다중-위상 전력 컨버터 토플로지에 관한 것이며, 더 상세하게는, 적절한 공통-모드 전압을 모든 전압 기준 신호에 주입함으로써 주어진 dc-링크 전압의 더 양호한 활용을 제공하기 위한 그러한 다중-위상 컨버터에 대한 변조 방식에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

다중-위상 컨버터에 대한 최신 기술의 변조 방식은 적절한 공통-모드 전압을 모든 전압 기준 신호에 주입함으로써 주어진 dc-링크 전압의 더 양호한 활용을 제공한다. 알려진 방식은, 모든 위상 전압이 공통 dc-링크로부터 생성될 때 dc-링크 전압의 최적의 활용을 제공한다. 그러나, 알려진 방식은, 그 방식이 전압을 최소의 전압 레벨까지만 사용할 수 있다는 점에서 불리하고, 이것은 출력 전압을 감소시키거나 부피가 큰 dc-링크 캐패시터를 요구한다.

[0003]

그러한 알려진 방식이 일반적인 토플로지에서 공통적이지만, 이러한 방식은, 각각의 위상 전압이 H-브리지에 기초한 다중-위상 전력 컨버터 토플로지에 의해 구현되는 것과 같은 독립적인 dc-링크 전압 소스로부터 생성될 때 dc-링크 전압의 최적의 활용을 제공할 수 없다.

[0004]

앞서 말한 것을 고려하면, H-브리지 토플로지를 채용하고, 다중-위상 컨버터에 대한 최신 기술의 변조 방식을 사용하여 달성될 수 있는 것보다 dc-링크 전압의 더 최적의 사용을 제공하는 다중-위상 컨버터에 대한 변조 방식을 제공할 필요성이 있다.

## 발명의 내용

- [0005] 일 실시예에 따라 전력 컨버터를 동작시키는 방법은,
- [0006] 복수의 위상 경로를 포함하는 다중-위상 컨버터를 제공하는 단계 – 각각의 위상 경로는 하나 걸러 위상 경로 (every other phase path) dc-링크로부터 독립적이고 분리된 적어도 하나의 dc-링크를 포함함 – 와,
- [0007] 각각의 위상에 대한 미리 결정된 기준 전압에 응답하여 상기 다중-위상 컨버터를 통해 복수의 출력 위상 전압을 생성하는 단계 – 각각의 출력 위상 전압은 하나 걸러 위상 전압 dc-링크 전압 소스와 상이할 수 있는 대응하는 dc-링크 전압 소스에 기초함 – 와,
- [0008] 각각의 출력 위상 전압과 연관된 총 dc-링크 전압 레벨을 측정하는 단계와,
- [0009] 각각의 위상에 대한 포지티브 총 dc-링크 전압 및 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 제 1 차이 전압을 계산하는 단계와,
- [0010] 각각의 위상에 대한 네거티브 총 dc-링크 전압 및 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 제 2 차이 전압을 계산하는 단계와,
- [0011] 모든 위상에 대한 최대 제 2 차이 전압을 계산하는 단계와,
- [0012] 모든 위상에 대한 최소 제 1 차이 전압을 계산하는 단계와,
- [0013] 모든 위상에 대한 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압 사이에서 모든 위상에 대한 공통 모드 주입 전압을 선택하는 단계와,
- [0014] 각각의 생성된 출력 위상 전압 레벨이 그의 대응하는 조절된 기준 전압에 응답하여 조절되도록, 공통 모드 주입 전압을 각 위상에 대한 미리 결정된 기준 전압에 부가하는 단계를 포함한다.
- [0015] 또 다른 실시예에 따라, 공통 모드 주입 전압은 모든 위상에 대한 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압의 평균으로서 계산된다.
- [0016] 또 다른 실시예에 따라, 컨버터는 포지티브 및 네거티브 하프(half) dc-링크를 갖는 dc-링크 및 3-레벨 위상-레그에 기초한 H-브리지를 포함한다. 각각의 위상에 대한 총 dc-링크 전압을 계산하는 것은 포지티브 하프 dc-링크 전압 및 네거티브 하프 dc-링크 전압의 차이를 계산함으로써 달성된다.
- [0017] 또 다른 실시예에 따라, 컨버터는 위상마다 다수의 H-브리지 및 위상마다 다수의 대응하는 dc-링크를 포함한다. 각각의 위상에 대한 총 dc-링크 전압을 계산하는 것은 위상마다 모든 dc-링크 전압의 합산을 계산함으로써 달성된다.

## 도면의 간단한 설명

- [0018] 본 발명의 상기 및 다른 특징, 양태, 및 이점은 첨부 도면을 참조하여 다음의 상세한 설명으로부터 명백하고, 첨부 도면에서 유사한 도면 부호는 도면 전체에 걸쳐 유사한 부분을 나타낸다.

도 1은 일 실시예에 따른 다중-위상 전력 컨버터를 예시한다.

도 2는 일 실시예에 따른 다중-위상 전력 컨버터를 동작시키는 방법을 예시한 흐름도이다.

도 3은, 일 실시예에 따른, 각각의 위상에 대해 독립적인 dc-링크 전압 소스를 갖고 dc-링크 리플 전압에 기초하여 각각의 위상에 대해 공통-모드 주입 전압을 사용하는 다중-위상 전력 컨버터에 대한 출력 전압 이득을 예시한 그래프이다.

앞서 식별된 도면이 대안적인 실시예를 제시하지만, 본 논의에서 언급된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예가 또한 고려된다. 모든 경우에서, 본 개시내용은 비제한적인 표현으로 본 발명의 예시된 실시예를 제공한다. 본 발명의 원리의 범주 및 사상 내에 속하는 많은 다른 수정 및 실시예가 당업자에 의해 고안될 수 있다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 도 1은 일 실시예에 따른 다중-위상 전력 컨버터(10)를 예시한다. 컨버터(10)는 복수의 능동 H-브리지 인버터(12)를 채용하는 것으로 보여질 수 있다. 각각의 H-브리지 인버터(12)는 대응하는 dc-링크(14)에 연결된다. 각각의 위상 출력 전압은, 하나 걸러 dc-링크 전압으로부터 독립적이고 별개인 그 자신의 dc-링크 전압에 기초한다. 일 실시예에 따라, 컨버터(10) H-브리지 인버터(12) 각각은 또한 기본적인 동작 주파수  $f_0$ 를 갖는 3-위상 로드/소스(22)의 대응하는 위상 접속에 연결된다.
- [0020] 일 실시예에 따라, 컨버터(10)는 또한 하나 이상의 로컬 제어기(24)를 채용하고, 추가로 중앙 또는 메인 제어기(26)를 채용할 수 있다. 로컬 제어기(들)(24) 및/또는 중앙 제어기(26)는, 각각의 위상에서 실체로 이용 가능한 전압에 기초하여 각각의 위상에 대해 최적의 공통-모드 주입 전압을 유도하도록 프로그래밍된 알고리즘 소프트웨어 및/또는 펌웨어로 구성된다.
- [0021] 3-위상 컨버터와 같은 다중-위상 컨버터에 대한 최신 기술의 변조 방식은, 본 명세서에 언급된 바와 같이, 적절한 공통-모드 전압을 모든 전압 기준 신호에 주입함으로써 주어진 dc-링크 전압의 더 양호한 활용을 제공한다. 일반적인 컨버터 토플로지에 적용된 알려진 방식은, 모든 위상 전압이 도 1에 도시된 컨버터 토플로지와 달리 공통 dc-링크로부터 생성될 때 dc-링크 전압의 그러한 최적의 활용을 제공한다. 그러한 변조 방식은 도 1에 도시된 것과 같은 컨버터(10)에 적용될 때 차선적인데, 왜냐하면 컨버터(10)의 각각의 위상 출력 전압이 하나 걸러 dc-링크로부터 독립적이고 별개인 그 자신의 dc-링크로부터 생성되기 때문이다.
- [0022] 일 실시예에 따라, 도 1에 도시된 것과 같은 다중-위상 컨버터(10)의 변조는, 각각의 위상에서 실체로 이용 가능한 dc-링크 전압을 개별적으로 고려하고, 이어서 하나 걸러 위상 dc-링크 전압과 상이할 수 있는 그 자신의 dc-링크 전압에 기초하여 각각의 위상에 대해 최적의 공통-모드 전압을 유도함으로써 달성된다. 다중-위상 컨버터를 동작시키기 위한 하나의 적절한 방법이 도 2를 참조하여 본 명세서에 더 상세히 기술된다. 본 발명자는, 본 명세서에 기술된 원리를 사용하여 컨버터 출력 전력이 적어도 5% 만큼 증가될 수 있다는 것을 발견하였다. 또한, 더 높은 전압 리플이 용인될 수 있는 일부 애플리케이션에서 dc-링크 캐페시턴스의 감소가 발생할 수 있다.
- [0023] 도 1을 계속 참조하면, 하나 이상의 로컬 제어기(16)는 일반적으로 각각의 인버터(12)에 대한 변조 지수를 제어하는 미리 결정된 기준 전압으로 프로그래밍된다. 대안적으로, 미리 결정된 기준 전압은, 각각의 인버터(12)에 대한 변조 지수를 제어하기 위해 로컬 제어기(16)와 통신하는 중앙 제어기(18)를 통해 생성될 수 있다.
- [0024] 컨버터(10)가 복수의 위상 경로(A, B 및 C)를 포함하는 것으로 보여질 수 있고, 여기서 각각의 위상 경로는 본 명세서에서 언급된 바와 같이 하나 걸러 위상 경로 dc-링크로부터 독립적이고 분리된 dc-링크(14)를 포함한다. 정상 동작 동안에, 각각의 위상 경로 dc-링크 전압은 통상적으로, 하나 걸러 위상 경로로부터  $120^\circ$  위상 시프팅되고  $2f_0$ 의 주파수로 생성되는 리플 전압을 보여준다.
- [0025] 일 실시예에 따라, 각각의 인버터(12)는 3L-NPC(3-level neutral-point clamped) H-브리지(20)로 구현된다. 이어서, 각각의 출력 위상 전압은, 각각의 제어기(16)가 그의 대응하는 3L-NPC H-브리지 인버터(20)를 변조하는 방법을 결정하는 미리 결정된 기준 전압에 응답하여 대응하는 H-브리지 인버터(20)에 의해 생성된다.
- [0026] 이제 도 2를 검토하면, 흐름도(30)는 일 실시예에 따라 본 명세서에 기술된 원리를 사용하여 dc-링크가 분리된 다중-위상 전력 컨버터를 동작시키는 방법을 예시한다. 각각의 위상(A, B, C)에 대한 원하는 변조 지수는, 블록(32)에 표현된 바와 같이 각각의 출력 위상 전압과 연관된 총 dc-링크 전압 레벨을 먼저 측정함으로써 일 실시예에 따라 결정된다.
- [0027] 이어서, 블록(34)에 표현된 바와 같이, 제 1 차이 전압이 각각의 위상에 대한 포지티브 dc-링크 전압 및 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 계산되고, 제 2 차이 전압이 또한 각각의 위상에 대한 네거티브 dc-링크 전압 및 미리 결정된 기준 전압 레벨에 기초하여 계산된다.
- [0028] 블록(36)에 표현된 바와 같이, 최대 제 2 차이 전압이 각각의 위상에 대한 계산된 제 2 차이 전압으로부터 결정되고, 최소 제 1 차이 전압이 각각의 위상에 대한 계산된 제 1 차이 전압으로부터 결정된다.
- [0029] 블록(38)에 표현된 바와 같이 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압의 결정에 후속하여, 블록(38)에 표현된 바와 같이, 각각의 위상에 대한 최대 제 2 차이 전압 및 최소 제 1 차이 전압의 평균으로서 공통-모드 주입 전압이 계산된다.
- [0030] 이어서, 조절된 기준 전압을 생성하기 위해, 블록(38)에서 계산된 공통-모드 주입 전압이 각각의 위상에 대한

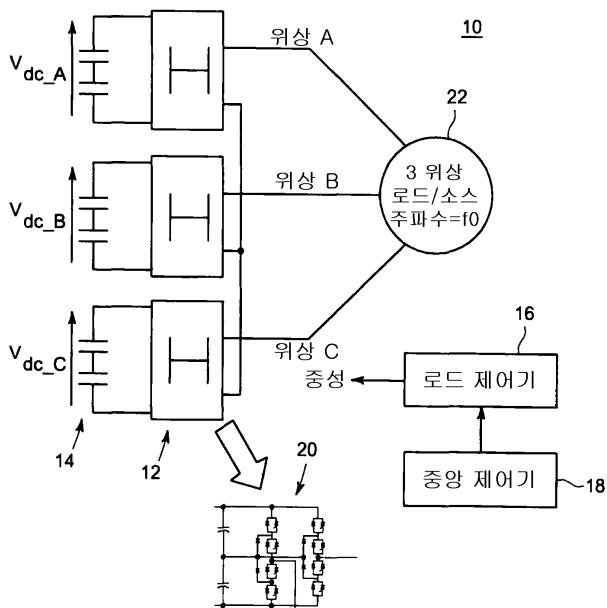
미리 결정된 기준 전압에 부가되어, 블록(40)에 표현된 바와 같이, 각각의 생성된 출력 위상 전압 레벨이 그의 대응하는 조절된 기준 전압에 응답하여 조절된다.

[0031] 도 3은, 일 실시예에 따른, 각각의 위상에 대해 독립적인 dc-링크 전압 소스를 갖고 dc-링크 리플 전압에 기초하여 각각의 위상에 대해 공통-모드 주입 전압을 사용하는 다중-위상 전력 컨버터에 대한 출력 전압 이득을 예시한 그래프(50)이다. 각각의 dc-링크는 하나 걸러 dc-링크 리플 전압으로부터  $120^\circ$  위상 시프팅된 리플 전압을 갖는다. 도 3에 도시된 그래프는 15 % 페크-대-페크 dc-링크 리플 전압을 갖는 dc-링크를 나타낸다. 상위 점선(52)은 각각의 dc-링크에 대한 평균 포지티브 DC 전압을 나타내고, 반면에 하위 점선(54)은 각각의 dc-링크에 대한 평균 네거티브 DC 전압을 나타낸다. 통상적인 공통-모드 주입 방식 및 또한 본 명세서에 기술된 원리를 사용하는 공통-모드 주입 방식을 각각 사용하여 변조되는 다중-위상 전력 컨버터에 대한 정규화된 위상 출력 전압(56, 58)이 도시된다. 정규화된 출력 전압(56 및 58) 사이의 비교는 본 명세서에 기술된 원리를 사용하는 공통-모드 주입 방식에 대해 유리하게 약 7.8 %의 이득을 보여준다.

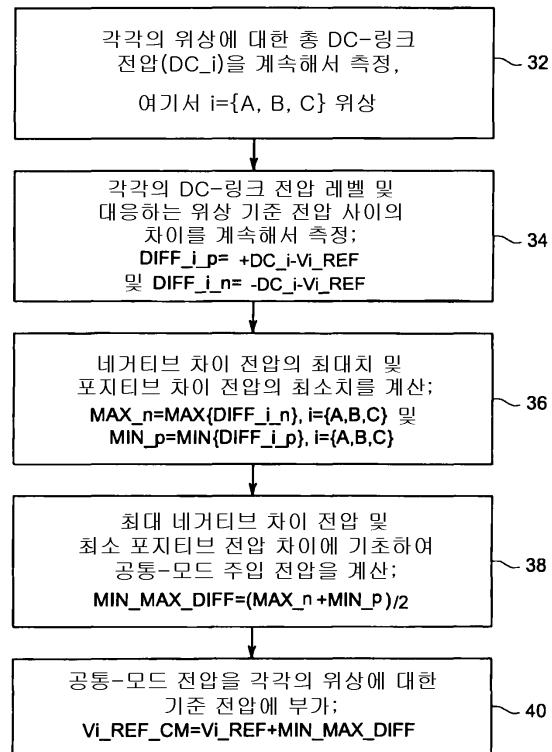
[0032] 본 명세서에서는 본 발명의 특정한 특징만이 예시 및 기술되었지만, 당업자라면 많은 수정 및 변경이 가능함을 알 것이다. 따라서, 첨부된 특허청구범위는 본 발명의 진정한 사상에 속하는 그러한 모든 수정 및 변경을 커버하도록 의도됨을 이해할 것이다.

## 도면

### 도면1



## 도면2

30

## 도면3

