



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월05일  
 (11) 등록번호 10-2018928  
 (24) 등록일자 2019년08월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H02M 5/10* (2006.01) *H02M 7/217* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-7015561  
 (22) 출원일자(국제) 2012년11월09일  
 심사청구일자 2017년11월07일  
 (85) 번역문제출일자 2014년06월09일  
 (65) 공개번호 10-2014-0090669  
 (43) 공개일자 2014년07월17일  
 (86) 국제출원번호 PCT/NZ2012/000209  
 (87) 국제공개번호 WO 2013/070094  
 국제공개일자 2013년05월16일  
 (30) 우선권주장  
 596350 2011년11월10일 뉴질랜드(NZ)  
 61/637,865 2012년04월25일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20060291117 A1  
 U.K. Madawala et al. "Analysis of Split-Capacitor Push-Pull Parallel Resonant Converter in Normal Mode". IEEE. 2008.

- (73) 특허권자  
**애플 인크.**  
 미국 캘리포니아 (우편번호 95014) 쿠퍼티노 원  
 애플 파크 웨이  
 (72) 발명자  
**로버트슨 다니엘 제임스**  
 뉴질랜드 오클랜드 1011 프리맨즈 베이 칼리지 힐  
 43 레벨 4  
**웬 새이닝**  
 뉴질랜드 오클랜드 1011 프리맨즈 베이 칼리지 힐  
 43 레벨 4  
**레시아스 에우제니오 주니어 시아**  
 뉴질랜드 오클랜드 1011 프리맨즈 베이 칼리지 힐  
 43 레벨 4  
 (74) 대리인  
**장덕순, 백만기**

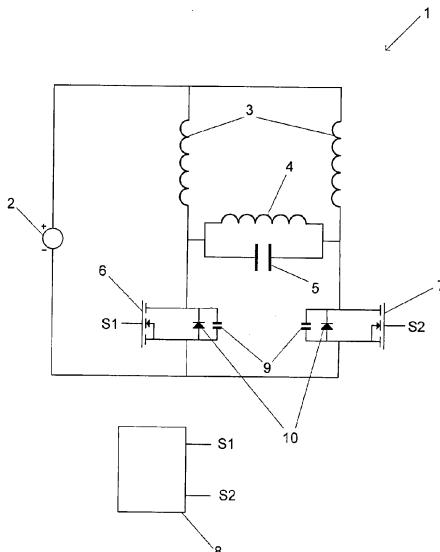
전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 남배인

## (54) 발명의 명칭 컨버터 제어 방법

**(57) 요약**

공진 회로를 포함한 컨버터를 제어하는 방법이 제공되며, 상기 컨버터는 제어되어 제어 스위치들이 상기 컨버터의 종속 변수에 관련된 제1 스위칭 이벤트 발생시 제1 상태로 스위치되며 그리고 상기 컨버터의 종속 변수들에 관련되지 않은 제2 스위칭 이벤트의 발생시 제2 상태로 스위치되도록 한다. 상기 방법은 컨버터 또는 유도성 전력 전달 전송기에 채택될 수 있을 것이다.

**대 표 도 - 도1**

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유도성 전력 전달 전송기를 제어하는 방법으로서,

상기 전송기는 인덕터를 구비한 공진 회로를 포함하고, 상기 인덕터를 통한 전류 방향은 관련된 제1 제어 스위치 및 제2 제어 스위치의 상태에 종속적이며, 상기 방법은 상기 제1 제어 스위치 및 상기 제2 제어 스위치 각각에 대해:

- a. 상기 제1 제어 스위치 또는 상기 제2 제어 스위치를 가로지르는 전압 또는 상기 제1 제어 스위치 또는 상기 제2 제어 스위치를 통한 전류의 제로-크로싱 이벤트에 응답하여 제1 상태로 스위치되는 단계; 및
- b. 미리 정해진 시간 간격의 종료에 응답하여 제2 상태로 스위치되는 단계를 포함하고,

상기 미리 정해진 시간 간격은 상기 제1 제어 스위치 및 상기 제2 제어 스위치 중 동일한 또는 다른 제어 스위치가 오프 (off) 로 스위치된 이후에 시작하는, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 상태는 온 (on) 상태이며 그리고 상기 제2 상태는 오프 (off) 상태인, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 상태는 오프 상태이며 상기 제2 상태는 온 상태인, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 간격은 상기 전송기의 동작의 요망되는 주기의 반과 같은, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 간격은 상기 전송기의 동작의 요망된 주기와 같은, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제로-크로싱 이벤트는 제어 스위치를 가로지르는 전압이 0으로 갈 때인, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제로-크로싱 이벤트는 제어 스위치를 통한 전류가 0으로 갈 때인, 전송기 제어 방법.

#### 청구항 8

제4항에 있어서,

상기 전송기의 동작의 요망된 주기는 상기 전송기의 부하가 결리지 않은 (unloaded) 자연 공진에 유사하도록 선택되는, 전송기 제어 방법.

## 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 간격은 실질적으로 일정한 컨버터 주파수에 관련된 것인, 전송기 제어 방법.

## 청구항 10

인덕터를 갖는 공진 회로를 포함한 유도성 전력 전달 전송기로서,

상기 인덕터를 통한 전류 방향은 관련된 제1 제어 스위치 및 제2 제어 스위치의 상태에 종속적이며, 상기 전송기는 상기 제1 제어 스위치 및 상기 제2 제어 스위치를 제어하도록 적응된 제어 회로를 포함하여:

a. 상기 제어 스위치들이 상기 제1 제어 스위치 또는 상기 제2 제어 스위치를 가로지르는 전압 또는 상기 제1 제어 스위치 또는 상기 제2 제어 스위치를 통한 전류의 제로-크로싱 이벤트에 응답하여 제1 상태로 스위치되도록 하며; 그리고

b. 상기 제어 스위치들이 미리 정해진 시간 간격의 종료에 응답하여 제2 상태로 스위치되도록 하며,

상기 미리 정해진 시간 간격은 상기 제1 제어 스위치 및 상기 제2 제어 스위치 중 동일한 또는 다른 제어 스위치가 오프로 스위치된 이후에 시작하는, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 상태는 온 상태이며 그리고 상기 제2 상태는 오프 상태인, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제1 상태는 오프 상태이며 상기 제2 상태는 온 상태인, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제어 회로는 상기 제로-크로싱 이벤트 그리고 상기 미리 정해진 시간 간격을 탐지하도록 적응된, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 14

제10항에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 간격은 상기 전송기의 동작의 요망되는 주기의 반과 같은, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 15

제10항에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 간격은 상기 전송기의 동작의 요망된 주기와 같은, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 16

제10항에 있어서,

상기 제로-크로싱 이벤트는 제어 스위치를 가로지르는 전압이 0으로 갈 때인, 유도성 전력 전달 전송기.

## 청구항 17

제10항에 있어서,

상기 제로-크로싱 이벤트는 제어 스위치를 통한 전류가 0으로 갈 때인, 유도성 전력 전달 전송기.

**청구항 18**

제10항에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 간격은 실질적으로 일정한 컨버터 주파수에 관련된 것인, 유도성 전력 전달 전송기.

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**발명의 설명****기술 분야**

[0001] 본 발명은 일반적으로 컨버터들을 제어하기 위한 방법에 관련된다. 더욱 상세하게는, 배타적이 아닌, 본 발명은 유도성 전력 전달 시스템에서 사용하기에 적합한 신규한 구성의 컨버터에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 전기적인 컨버터들은 본 발명이 속한 기술 분야에서 잘 알려진 것이며 그리고 다양한 응용 분야들을 위한 많은 구성들에서 이용 가능하다. 일반적으로 말하면, 컨버터는 한 유형의 전기 공급을 다른 유형의 출력으로 변환한다. 그런 변환은 DC-DC, AC-AC 그리고 DC-AC 전기 변환들을 포함할 수 있다. 몇몇의 구성들에서 컨버터는 임의 개수의 DC 및 AC 파트들을 구비할 수 있으며, 예를 들면, DC-DC 컨버터는 AC-AC 변압기 컨버터 섹션을 통합할 수 있을 것이다.

[0003] 더욱 특별하게는, 인버터는 DC-AC 컨버터를 기술하기 위해서 사용될 수 있는 용어이다. 인버터는 더 큰 컨버터와 격리하여 또는 파트로서 존재할 수 있을 것이다. (위에서의 예에서처럼, AC-AC 변압 이전에 DC에서 AC로 바꿔야만 한다). 그러므로, 컨버터는 인버터들 그 자체 그리고 인버터들을 포함하는 컨버터들을 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 명료함을 위해서, 본 명세서의 나머지는 인버터가 특정 맥락들에서는 적합한 대안의 용어일 수 있을 가능성을 배제하지 않으면서 컨버터만을 언급할 것이다.

[0004] DC-AC 변환을 달성하는 컨버터들에는 많은 구성들이 존재한다. 우세하게는, 이것은 전류가 컴포넌트를 통해서 교변하는 방향들로 흐르도록 하는 조절된 스위칭에 의한 스위치들의 적합한 배치를 통한 것이다. 상기 스위치들은 원하는 AC 출력 파형을 달성하기 위해서 제어 회로에 의해 제어된다. 상기 출력 파형의 행태를 이루기 위해서 추가의 회로 컴포넌트들이 포함될 수 있다. 특별한 회로 토플로지에 종속하여, 상기 출력 파형은 스위치들의 주파수들, 듀티-사이클들 그리고 작업 연관성에 의존할 것이다.

- [0005] 컨버터들의 사용의 일 예는 유도성 전력 전달 (inductive power transfer (IPT)) 시스템들의 환경에 있다. 이 시스템들은 설립된 기술 (예를 들면, 전기 칫솔들의 무선 충전) 그리고 발전하는 기술 (예를 들면, 충전 매트 상의 핸드헬드 디바이스들의 무선 충전)의 잘 알려진 영역이다. 보통 1차 측 (primary side)은 전송 코일 또는 전송 코일들로부터 시-변화 자기장을 생성한다. 이 자기장은 배터리를 충전시키거나, 또는 디바이스 또는 다른 부하에 전력을 공급하기 위해서 사용될 수 있는 적합한 수신 코일에서 교류 전류를 유도한다. 몇몇의 예들에서, 공진 회로를 생성하기 위해서 상기 전송기 코일 주위에 커패시터들을 추가하는 것이 가능하다. 유사하게, 공진 회로를 생성하기 위해서 수신기 코일(들) 주변에 커패시터들이 추가될 수 있다. 공진 회로를 사용하는 것은 대응하는 공진 주파수에서 전력 처리량 그리고 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0006] 보통은, 상기 전송 코일들은 컨버터에 의해서 구동된다. (주파수, 위상 및 크기와 같은) 구동 전류의 특성들은 특별한 IPT 시스템에 관련될 것이다. 몇몇의 예들에서, 컨버터의 구동 주파수가 공진 전송 코일 및/또는 공진 수신 코일의 공진 주파수에 매치 (match)하는 것이 바람직할 수 있을 것이다. 상기 크기는 2차 측 (secondary side) 상에서의 부하 요구사항들에 대응하기 위해서 변경될 수 있을 것이다. 몇몇의 시스템들에서, 상기 부하 요구사항들은 적합한 수단에 의해서 상기 1차 측으로 전달될 수 있다.
- [0007] 제어의 이 모든 레이어들은 IPT 시스템들의 설계에 복잡함 그리고 비용을 증가시킨다. 따라서, 컨버터를 제어하는 간략한 방법을 가지는 것이 바람직하다.
- [0008] US 2008/0211478 A1 (Hussman 등)에서 요약된 것과 같은 IPT 시스템들과 연관된 다른 문제점은, 공진 시스템들에 대해서 전송기의 공진 주파수는 고정되지 않고 수신기 상의 부하에 따라서 변한다는 것이다. 부하에서의 변화들은 상호 유도 커플링을 통해서 상기 전송기로 거꾸로 반영되며, 이는 상기 전송기의 공진 주파수에 결국 영향을 미친다. 그래서, 컨버터가 상기 전송기의 공진 주파수와 더 이상 동등하지 않은 주파수에서 상기 전송기 코일에 출력을 공급하고 있다면, 전력 처리량은 감소되며 그리고 상기 시스템은 덜 효율적이 된다.
- [0009] IPT 시스템들과 연관된 추가의 문제점은 전송기 코일이나 수신기 코일 그리고 공진 커패시터들과 같은 공진 컴포넌트들의 값들은 여러 다른 요소들 중에서도 제조 허용 오차들, 사용 횟수, 온도, 전력 전송 거리 변화들 그리고 근방의 금속 또는 자기 물질들의 존재로 인해서 변할 수 있을 것이라는 것이다. 이 변동들은 전송기의 공진 주파수에 영향을 미치며, 이는 수신기와의 공진으로부터 떨어질 수 있어서 전력 처리량이 줄어들도록 하며 그리고 상기 시스템이 덜 효율적이 되도록 한다.
- [0010] 공진 주파수에서의 이 변동이 조절될 수 있는 한 가지 방법은 상기 전송기 코일을 통한 전압이 0으로 갈 때에 스위치 오프 (off) 그리고 스위치 온 (on) 되도록 스위치들 제어를 적응시키는 것에 의한 것이다. 그래서, 상기 스위칭 주파수는 상기 전송기 코일의 공진 주파수에 자동적으로 대응할 것이다. 그런 솔루션의 불리한 점은 상기 전송된 자기장의 주파수가 그러면 상기 전송 코일의 공진 주파수에 종속하는 범위를 넘어서 변할 것이라는 것이다. 이는 두 가지 이유들로 인해서 문제이다. 상기 두 가지 이유는 다음과 같다: 먼저, 수신기는 전송된 주파수에서의 변화들을 적응적으로 재조정해야만 하며 또는 대안으로 전력을 낭비해야 한다. 그리고 두 번째로, 이용 가능한 대역폭이 너무 좁기 때문에 시스템이 주파수들의 범위를 넘어서 동작하도록 하는 것은 바람직하지 않다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) US 2008/0211478 A1 (Hussman 등)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은 컨버터의 출력의 전기적인 특성들을 더욱 간략하게 제어할 수 있도록 하는 컨버터를 제어하기 위한 방법을 제공하여, 그것이 공진 주파수에서의 변화들에 여전히 응답할 수 있도록 하거나, 또는 적어도 대중에게 유용한 선택을 제공할 수 있도록 하는 것이다.

## 과제의 해결 수단

[0013] 예시적인 일 실시예에 따라서, 인덕터를 구비한 공진 회로를 포함한 컨버터를 제어하는 방법이 제공되며, 이 경우에 상기 인덕터를 통한 전류 방향은 연관된 제어 스위치들의 상태에 종속적이며, 각 제어 스위치는: 상기 컨버터의 종속 변수에 관련된 제1 스위칭 이벤트 발생시 제1 상태로 스위치되며; 그리고 상기 컨버터의 종속 변수들에 관련되지 않은 제2 스위칭 이벤트의 발생시 제2 상태로 스위치된다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 따라서, 인덕터를 구비한 공진 회로를 포함한 컨버터가 제공되며, 상기 인덕터를 통한 전류 방향은 연관된 제어 스위치들의 상태에 종속적이며, 상기 컨버터는 상기 제어 스위치들을 제어하도록 적응된 제어 회로를 포함하여: 상기 제어 스위치들이 상기 컨버터의 종속 변수에 관련된 제1 스위칭 이벤트 발생시 제1 상태로 스위치되도록 하며; 그리고 상기 제어 스위치들이 상기 컨버터의 종속 변수들에 관련되지 않은 제2 스위칭 이벤트의 발생시 제2 상태로 스위치되도록 한다.

[0015] "포함한다" 그리고 "포함하는"의 용어들은 변하는 권한 하에서 배타적인 의미 또는 총괄적인 의미 중 어느 하나의 특징을 가질 수 있다는 것이 인정된다. 이 명세서의 목적을 위해서 그리고 다르게 언급되지 않는다면, 이 용어들은 총괄적인 의미를 가지는 것으로 의도되며, 그 용어들은 목록화된 요소들을 포함하며, 그 목록화된 컴포넌트들을 사용하는 것은 직접적으로 참조하는 것이며, 그리고 될 수 있는 한 다른 비-특정된 요소들 또는 엘리먼트들을 역시 포함하는 것을 의미하는 것으로 여겨질 것이다.

[0016] 본 명세서에서 어떤 종래 기술을 참조하는 것은 그런 종래 기술이 공중의 일반적인 기술의 일부를 형성하는 것으로 용인하는 것은 아니다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명의 효과는 본 명세서의 해당되는 부분들에 개별적으로 명시되어 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 본 명세서에 통합되어 일부를 구성하는 첨부된 도면들은 본 발명의 실시예들을 예시하며, 그리고 위에서 주어진 본 발명에 대한 일반적인 설명 그리고 아래에서 주어진 실시예들에 대한 상세한 설명과 더불어서 본 발명의 원칙들을 설명하기 위해서 소용이 된다.

도 1은 본 발명에 따른 컨버터 토플로지를 보여준다.

도 2는 컨버터의 전형적인 제어에 관한 파형들을 보여준다.

도 3은 본 발명에 따른 컨버터의 제어에 관한 파형들을 보여준다.

도 4는 본 발명에 따른 컨버터의 제어에 관한 파형들을 보여준다.

도 5는 본 발명에 따른 컨버터의 제어에 관한 파형들을 보여준다.

도 6은 본 발명에 따른 다른 컨버터 토플로지를 보여준다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 컨버터 (1)의 실시예가 보인다. 상기 컨버터는 DC 서플라이 (2), DC 인덕터들 (3), 출력 인덕터 (4), 공진 커패시터 (5), 제어 스위치들 (이것들은 간명함을 위해서 스위치1 (6) 그리고 스위치2 (7)로 불릴 것이다) 그리고 제어 회로 (8)를 포함한다. 도 1에서 또한 보이는 것은 기생 (parasitic) 커패시터들 (9) 그리고 기생 바디 (body) 다이오드들 (10)이며, 이것들은 제어 스위치들의 특성이다. 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 이것이 기본적인 컨버터 토플로지의 일 실시예라는 것을 이해할 것이며, 그리고 당 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들에게 명백할 여러 변형들이 존재한다는 것을 이해할 것이다. 본 발명은 이 특정 토플로지로 한정되지 않다고만 해도 충분할 것이며, 그리고 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 다른 컨버터 토플로지들에 적용되도록 본 발명이 어떻게 만들어질 수 있는지를 이해할 것이다. 유사하게, 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 몇몇의 컨버터 토플로지들은 본 발명과 함께 동작하기 위해서 적응될 필요가 있다는 것을 이해할 것이다.

[0020] 도 1에서의 컨버터의 전형적인 동작 하에서, 상기 스위치1 (6) 및 스위치2 (7)는 50%의 드티 사이클로 교대로 스위치 온 그리고 스위치 오프된다. 상기 스위치들의 주파수는 출력 인덕터 (4) 그리고 공진 커패시터 (5)의 자연 공진 (natural resonant) 주파수에 매치되는 주파수이다. 이것은 도 2에서 보이는 것과 같은 파형들을 생산할 것이다. 이 파형들 그리고 그 파형들의 형상에 관한 설명은 본 기술 분야에서는 잘 알려진 것이며, 그러므로

여기에서는 그것들을 설명할 필요는 없다. 상기 스위칭 패턴을 달성하기 위해서, 종래의 시스템들은 상기 출력 인덕터 전압의 제로 크로싱에 따라서 교대로 상기 스위치들을 활성화하도록 프로그램된 제어기를 채택할 수 있을 것이다.

[0021] 본 발명에 따르면, 상기 컨버터를 제어하는 방법은 다음과 같다: 각 스위치는 상기 컨버터의 종속 변수에 관련된 제1 스위칭 이벤트 발생시 제1 상태로 스위치되며; 그리고 b. 상기 컨버터의 종속 변수들에 관련되지 않은 제2 스위칭 이벤트의 발생시 제2 상태로 스위치된다.

[0022] 본 발명의 나머지 부분은 본 발명의 바람직한 실시예를 기반으로 할 것이며, 이 경우에 상기 제1 상태는 온 (on) 상태이며, 그리고 상기 제2 상태는 오프 (off) 상태이다. 그러나, 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 몇몇의 예들에서 상기 토플로지는 이것의 반전, 즉, 상기 제1 상태는 오프 상태이고 그리고 상기 제2 상태는 온 상태인 것을 허용할 것이며 그리고 본 발명은 이런 가능성을 포함할 것으로 의도된 것이라는 것을 이해할 것이다.

### 제1 스위칭 이벤트 (First Switching Event)

[0024] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제1 스위칭 이벤트는 스위치1 (7) 또는 스위치2 (7)를 가로지른 전압이 0으로 또는 0 근처로 갈 때이다. 즉, 상기 스위치1은 상기 스위치 양단의 전압이 0으로 또는 0 근처로 갈 때에 스위치 온이며 그리고 스위치2는 상기 스위치 양단의 전압이 0으로 또는 0 근처로 갈 때에 스위치 온이다. 상기 스위치 1 (6) 및 스위치2 (7) 양단의 전압이 상기 출력 인덕터 (4)를 가로지른 전압에 종속하기 때문에, 그것은 상기 컨버터의 종속 변수에 관련된 것으로 말할 수 있다. 이 방식에서, 상기 제1 스위칭 이벤트 발생이 상기 시스템에서의 변화들과 함께 변경할 수 있을 것이기 때문에, 스위칭 온 (on)인 스위치들은 상기 시스템에서의 변화들을 조절할 수 있다

[0025] 상기 전압이 어떻게 탐지될 수 있으며 그리고 특정 값에 도달한 그 전압을 트리거하는 이벤트로서 어떻게 사용하는가는 본 발명이 속한 기술 분야에서는 잘 알려져 있다. 예를 들면, 공진 전송기 코일을 가로지른 전압이 정의된 문턱값 (threshold) 아래로 떨어질 때에 상태에서의 변화를 트리거하기 위해서 비교기 회로를 사용하는 것이 가능하다. 그러나, 본 발명은 어떤 특정 방법으로 제한되지 않는다. 본 발명에서, 이 제어는 상기 제어 회로 (8)에 포함될 수 있다.

[0026] 도 1에서의 컨버터 토플로지를 참조하면, 0에 도달한 또는 거의 0에 도달한 스위치1 (6) 또는 스위치2 (7)를 가로지른 전압을 상기 제1 스위칭 이벤트로 이용하는 한 가지 이점은 그것이 제로-전압 스위칭을 보장한다는 것이다. 즉, 상기 스위치들은 자신 양단의 전압이 0일 때에 스위치 온 되며, 이는 에너지 손실들을 최소화하며, 효율을 향상시키며 그리고 과전류로 인한 상기 스위치들에 대한 손상들을 방지한다.

[0027] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 제1 스위칭 이벤트는 스위치1 또는 스위치2를 통한 전류의 제로 크로싱 (zero crossing)이다. 즉, 스위치1을 통한 전류가 0으로 또는 거의 0으로 갈 때에 스위치1은 스위치 온이며 그리고 스위치2를 통한 전류가 0으로 또는 거의 0으로 갈 때에 스위치2는 스위치 온이다. 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 변경될 수 있는 다른 특성들이 회로에 존재하며, 그리고 그 특성들 중 몇몇은 제1 스위칭 이벤트를 위한 기초로서 적합할 수 있을 것이라는 것을 이해할 것이다.

### 제2 스위칭 이벤트 (Second Switching Event)

[0029] 본 발명의 일 실시예에서, 두 개의 스위치들이 존재하며, 그리고 제2 스위칭 이벤트는 다른 스위치가 스위치 오프된 이후에 고정된 시간 간격 ( $\alpha$ )의 종결이다. 즉, 스위치1 (6)은 스위치2가 스위치 오프되었던 이후에 고정된 시간 간격 ( $\alpha$ )으로 스위치 오프되며 그리고 스위치2 (7)는 스위치1이 스위치 오프되었던 이후에 고정된 시간 간격 ( $\alpha$ )으로 스위치 오프된다. 스위치1 또는 스위치2의 스위칭 오프가 상기 시스템의 종속 변수에 관련되지 않기 때문에 (즉, 그것은 프리셋이며 그리고 변하지 않을 것이다), 그것은 상기 시스템에서의 어떤 변화들에도 관계없이 동일한 채로 있을 것이다. 또한, 상기 스위치들은 고정된 시간 구간 이후에 계속해서 스위칭 오프하기 때문에, 상기 스위치들의 주파수는 또한 상기 시스템의 종속 변수에 관련되지 않는다. 상기 컨버터의 주파

수는 다음의 공식을 이용하여 계산될 수 있다:

$$f_{converter} = \frac{1}{2\alpha}$$

[0030]

[0031]

스위치가 스위치 오프 상태로 스위칭하는 것을 어떻게 탐지하는가, 그리고 고정된 지연 이후에 다른 스위치를 스위치 오프로 어떻게 트리거 하는가는 당 기술 분야에서는 잘 알려져 있다. 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 그런 방법들이 본 발명에 어떻게 적용될 수 있을 것인가를 이해할 것이다. 대안으로, 상기 스위치들의 상태에서의 변화를 실제로 탐지하기 위한 어떤 필요도 존재하지 않을 경우에 이 프로세스를 내부적으로 제어하기 위해서 제어기가 프로그램될 수 있을 것이다. 본 발명의 실시예에서, 이 제어는 상기 제어 회로 (8) 내에 포함될 수 있으며, 그리고 상기 시간 간격,  $\alpha$ ,는 사용자 또는 몇몇의 다른 수단에 의해서 변경될 수 있다.

[0032]

상기 실시예에서, 상기 제2 스위칭 이벤트는 다른 스위치 상태의 변화로부터 시작하는 시간 구간의 종료이다. 그러나, 이것은 제2 스위칭 이벤트로서 사용될 수 있을 단 하나의 가능한 독립적인 이벤트는 아니다. 예를 들면, 상기 제2 스위칭 이벤트는 동일한 스위치의 상태의 변경으로부터 시작하는 시간 구간의 만료일 수 있으며, 또는 다른 스위치의 상태에 관계없이 스위치들을 스위치 오프 (off)로 스위치하기 위해서 클록 신호가 사용될 수 있을 것이다.

[0033]

위의 실시예는 다시 도 1 및 도 3에 관련하여 더 설명될 수 있다. 도 3은 스위치1 및 스위치2의 상태, 각 스위치를 가로지를 전압 그리고 출력 인덕터를 가로지를 전압을 보여준다. 시각  $t_1$ 에서, 스위치1은 스위치 오프이며 스위치2는 스위치 온이다. 스위치2는 스위치를 가로지른 전압이 0으로 가기 때문에 스위치 온이다. 스위치1이 스위치 오프되기 때문에, 인덕터를 가로지른 전압은 증가하고 그 후에 감소한다 (상기 관찰된 과정의 결과가 된다). 스위치1이 스위치 오프된 아래로 시간  $\alpha$  가 경과된 이후에, 시각  $t_2$ 에서, 스위치2는 스위치 오프이다.  $\alpha$  가 상기 출력 인덕터 및 출력 커패시터의 자연 공진 주기 ( $t_R$ )의 반과 같아도록 프리셋되었기 때문에,  $t_2$ 는 스위치1을 가로지른 전압이 0으로 갈 때의 시작에 대응하며, 그래서 스위치1은 스위치 온이다. 이 사이클은 반복하며 그리고 이전에 설명된 고정 주파수를 가진 50% 듀티 사이클과 동일한 효과를 가진 스위칭 패턴의 결과가 된다.

[0034]

이 방법의 유일함은 (회로 파트들의 저하에 의해; IPT 시스템들에서 1차 코일 및 2차 코일들 사이의 커플링에 영향을 주는 부하 변화로 인해서; 또는 몇몇의 다른 이유들에 의해서의 여하간에) 상기 출력 인덕터 및 출력 커패시터의 공진 주파수가 변할 때에 더욱 두드러진다. 도 4를 참조하면, 공진 시간 주기 ( $t_R'$ )의 반이  $\alpha$  보다 더 작은 경우의 상태에 상기 시스템이 있을 때의 본 발명의 실시예의 과정들이 보인다. (마찬가지로,  $\alpha$  는  $t_R'$  보다 더 큰 값으로 고정되는 경우임) 시각  $t_1$ 에서, 스위치1은 스위치 오프이며, 상기 인덕터를 가로지른 전압이 증가하며 그 후에 감소하여 상기 관찰된 과정의 결과가 되도록 한다.  $t_R'$ 이  $\alpha$  보다 더 작기 때문에, 스위치1을 가로지른 전압은  $\alpha$  가 경과하기 이전에 0에 도달한다. 그래서,  $t_2$ 에서 스위치1은 스위치 온이다. 이는 스위치2 가 스위치 오프한 이전에 발생하며, 그래서 스위치들 둘 모두가 동시에 온 (on) 이도록 한다. 그러면  $t_3$ 에서, 스위치1이 스위치 오프된 아래로 시간  $\alpha$  가 경과한 이후에, 스위치2는 스위치 오프이다. 이 사이클은 반복하며 그리고 50% 보다 더 큰 듀티 사이클을 가진 스위칭 패턴의 결과가 되지만, 도 3에서 보이는 예와 동일한 주파수를 가진다 (즉,  $1/(2\alpha)$ ).

[0035]

유사하게, 도 5는  $t_R''$  이  $\alpha$  보다 더 큰 (또는 동등하게,  $\alpha$  가  $t_R''$  보다 저 작게 세팅된 경우인) 본 발명의 실시예에 대한 과정들을 보여준다. 이 실시예에서, (도 4에서 주어진 예에서처럼) 스위치들 둘 모두가 각 사이클의 일부 동안에 동시에 온 (on) 이기보다는, 두 스위치를 모두는 동시에 오프이다. 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 도 1에서 개설된 회로 토플로지는 이 조건들 하에서는 동작하지 않을 것이라는 것을 이해할 것이며, 이는 상기 기생 커패시턴스들 (9)이 인덕터들 (3)에 저장된 에너지로 인해서 개방 스위치1 (6) 또는 스위치2 (7)를 가로질러 전개하는 것으로부터의 고전압 스파이크를 회피하기에 충분하게 크지 않을 것이기 때문이다. 이 현상은 US 4980813에서 설명되며, 이는 큰 완충 망 (network)을 제공하여 이 문제점을 경감시킬 것을 제안한다. 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 스위치1 (6) 및 스위치2 (7)를 가로질러 추가의 개별 커패시터들을, 상기 출력 인덕터 (4)와 함께 공진 망의 일부를 형성하는 것은 물론

이며, 완충기들로서 포함시키는 것은 불가능할 것이라는 것을 이해할 것이다.

[0036] 도 6은 그런 대안의 컨버터 토플로지 (11)를 보여주며, 이는 그런 추가의 커패시터들 (12)을 포함한다. 상기 컨버터는 DC 서플라이 (13), DC 인더터들 (14), 출력 인더터 (15), 기생 커패시터들 (18) 및 기생 바디 다이오드들 (19)을 구비한 제어 스위치들 (16), 그리고 제어 회로 (17)를 포함한다. 이것은 본 발명이 모든 토플로지들에 보편적으로 적용될 수 없으며 그리고 특별한 컨버터 토플로지에 특정되지 않는다는 것을 보여주지만, 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들은 본 발명이 컨버터 토플로지들을 위해서 동작하도록 어떻게 만들어질 수 있는가를 이해할 것이라는 것을 보여준다.

[0037] 본 발명의 대안의 실시예에서, (예를 들면, 도 1에서 보인 것과 동일하거나 또는 유사한 토플로지가 채택되었기 때문에) 도 5에서 보이는 것과 같은 과형이 발생하는 것을 방지하는 것이 바람직할 수 있을 것이다. 이것은 상기 스위칭 방법으로 하여금 특정 환경들 하에서 컨버터를 제어하는 적합한 종래 기술 방법으로 디폴트가 되도록 함으로써 달성될 수 있다.

[0038] 예를 들면, 다음의 마지막이 발생할 때에 상기 스위치들이 스위치 오프되도록 상기 제어 방법을 조절하는 것이 가능하다:

- 상기 다른 스위치가 스위치 오프된 이후에 고정된 시간 간격 ( $\alpha$ )의 종료 (즉, 위에서 설명된 것과 같은 제2 스위칭 이벤트);

- 다른 스위치가 스위칭 온.

[0041] 그래서, 다른 스위치들이 스위치 온 될 때에만 상기 스위치들이 오프되어, 두 스위치들 모두가 동시에 오프인 것을 방지하기 때문에 도 5에서 보이는 과형들은 발생하지 않을 것이다. 이 실시예는 그러면 상기 공진 주기가  $2\alpha$  보다 더 작거나 또는 동일할 때에는 언제나 고정된 주파수 (즉,  $1/(2\alpha)$ )에서 동작할 것이지만, 상기 공진 주기가  $2\alpha$  보다 더 클 때에는 언제나 가변 주파수를 가질 것이다.

[0042] 전체적으로, 본 발명이, ( $\alpha$ 로 정해진 것처럼) 인더턴스 및 커패시턴스 값들에서의 변이들 그리고 (상기 스위치가 변하는 데터 사이클에 의한) 부하 또는 커플링에서의 변화들과 같은 파라미터 변이들에는 여전히 응답하면서도, 주파수가 고정된 채로 남아있도록 허용하는 컨버터를 제어하기 위한 방법의 결과가 된다는 것은 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자에게는 명백할 것이다.

[0043] US 2008/0211478 A1 (Hussman 등)에서 설명된 IPT을 이용하여 약술된 상기 문제점들을 참조하여, 인버터를 제어하는 본 발명 방법이 전송기들의 환경에서 상기 문제점들을 어떻게 해결하는가를 알 수 있다. 상기 IPT 시스템은, 수신기의 출력 상의 부하에서의 증가가 전송 인더터 (즉, 코일 또는 코일들) 및 커패시터의 공진 주파수로 하여금 증가하게 하도록 설계된다. 그러나, 본 발명은 상기 전송기의 동작 주파수가 ( $\alpha$ 로 정해진 것처럼) 일정한 채로 있는 것을 보장한다. 이것은 도 3 및 도 4를 비교함으로써 보여질 수 있다.

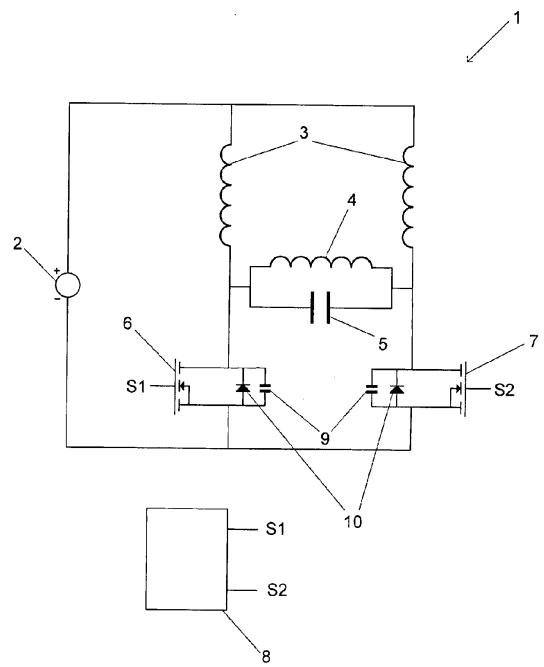
[0044] 예를 들어,  $\alpha$  가 첫 번째 부하 하에서  $t_R$ 로 세팅된다면, 도 3에서의 과형의 결과가 된다. 그러나, 수신기의 출력 상에서의 부하에서의 증가가 있다면, 전송 코일 및 커패시터의 공진 주파수는 증가할 것이며, 이는 감소하는 공진 주기 (즉,  $t_R'$ , 이 경우  $t_R' < t_R$ )의 반과 동등하다.  $t_R'$  이  $\alpha$  보다 더 작기 때문에, 도 4에서의 과형들의 결과가 된다. 명백한 것처럼, 상기 전송기의 주파수는 전송기 코일 및 커패시터의 공진 주파수에 영향을 미치는 부하의 변경들에도 불구하고 일정하게 유지된다. 본 발명은 복잡한 제어 회로를 필요로 하지 않으면서도 부하에서의 변화들에 본질적으로 즉각 적응할 수 있다.

[0045] IPT 시스템들의 환경에서의 추가의 이점은 전송기 주파수가 일정하기 때문에 수신기들은 리턴할 필요가 없다는 것이다. 수신기들은 설정 (set) 주파수로 조절될 수 있으며, 이는 더욱 효율적인 무선 에너지 전달의 결과가 된다.

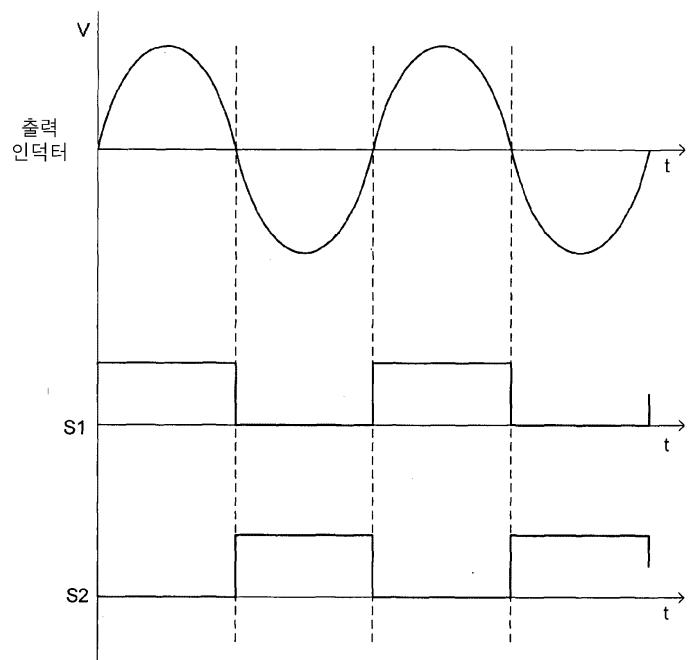
[0046] 본 발명이 본 발명의 실시예들의 설명에 의해서 예시되었지만, 그리고 상기 실시예들은 상세하게 설명되었지만, 첨부된 청구항들의 범위를 그런 상세한 내용으로 한정하거나 어떤 방식이건 제한하는 것은 본 출원인의 의도가 아니다. 추가의 유리함들 및 수정들은 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들에게 쉽게 나타날 것이다. 그러므로, 더 넓은 모습들에서의 본 발명은 특정 상세 내용들, 대표적인 장치 및 방법, 그리고 보여지고 설명된 예시적인 예들로 한정되지 않는다. 따라서, 본 출원인들의 일반적인 특허적인 개념의 사상 또는 범위에서 벗어나지 않으면서 그런 상세한 내용들로부터 벗어난 것이 만들어질 수 있을 것이다.

## 도면

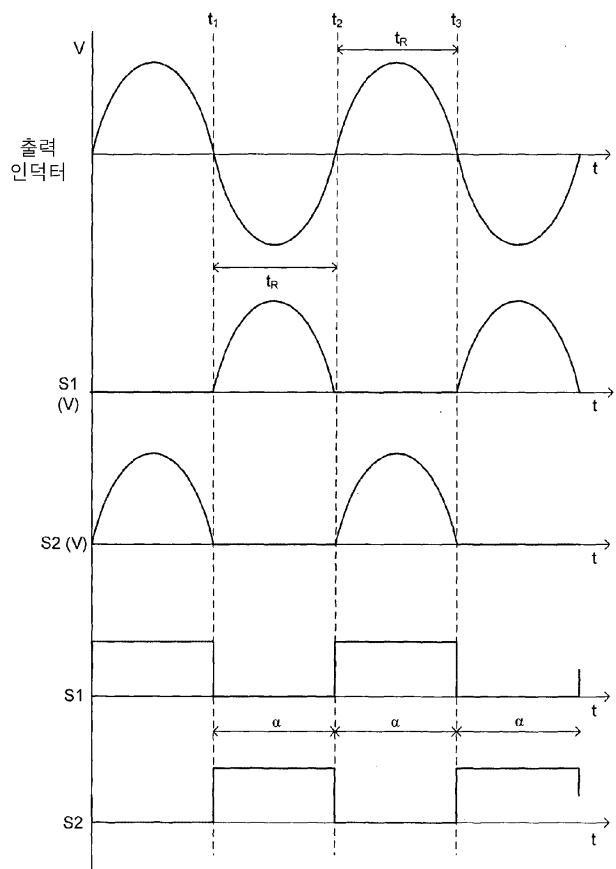
## 도면1



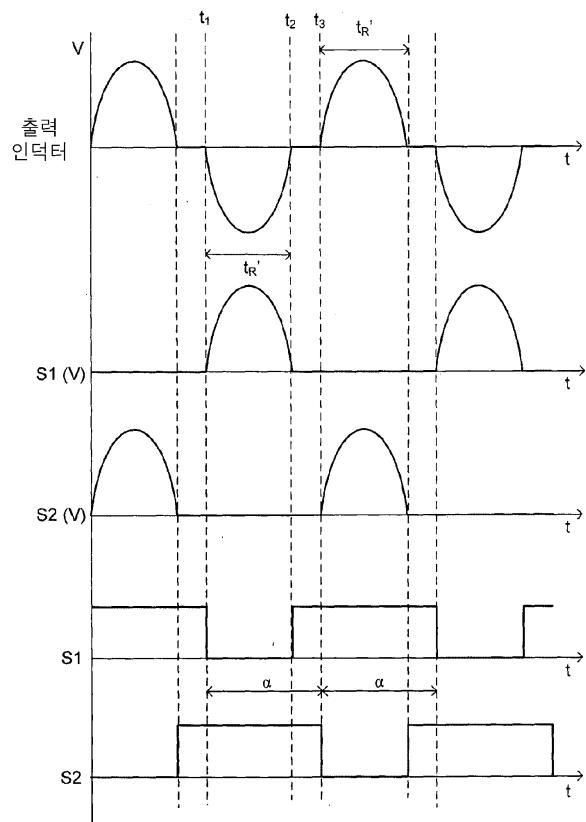
## 도면2



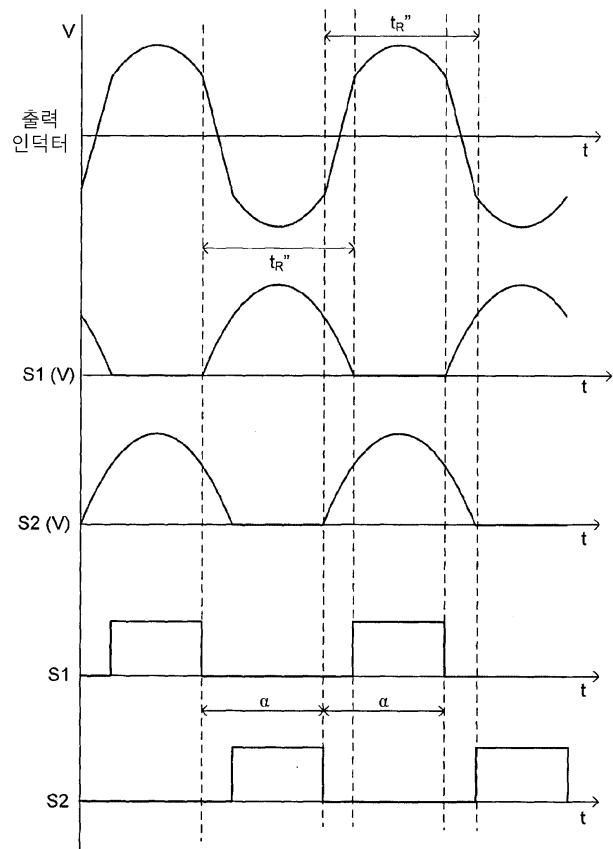
## 도면3



## 도면4



## 도면5



## 도면6

