



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0067245
(43) 공개일자 2014년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 37/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0134247

(22) 출원일자 2012년11월26일

심사청구일자 2012년11월26일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

강진구

서울 서초구 잠원로 150, 2동 505호 (잠원동, 잠원한신아파트)

서준협

전남 영광군 군남면 남양길1길 46,

윤관

경기 안성시 남파로 130, 103동 707호 (당왕동, 쌍용아파트)

(74) 대리인

양성보

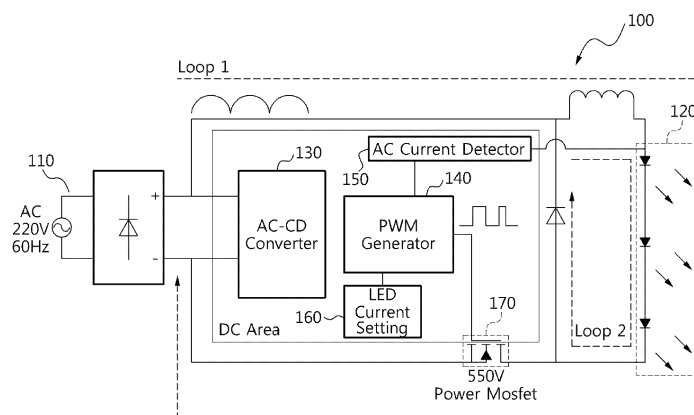
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 BCM을 이용한 고효율 AC 입력 LED 드라이버 장치

(57) 요약

본 발명은 파워 MOS펫(Power MOSFET)을 이용한 고효율 AC 입력 LED 드라이버 장치에 관한 것이다. LED를 구동하기 위한 드라이버 장치 회로에 있어서, 회로에 입력되는 AC 전압을 DC 전압으로 컨버팅하는 컨버터; LED를 펄스 폭 변조 제어 방식으로 제어하기 위해 PWM 신호를 생성하는 PWM 발생부; 생성된 PWM 신호에 따라 BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하여 전류가 흐르는 루프를 결정하는 파워 MOS펫(Power MOSFET); 파워 MOS펫이 OFF로 동작할 때에 AC LED 전류로 인가되는 전류를 평활화된 전압으로 바꾸어 PWM 발생부로 피드백하는 AC 전류 검출부; 및 LED로 흐르는 최대 전류를 결정하는 기준 전압을 생성하는 LED 전류 세팅부를 포함하는 LED 드라이버 장치가 제공될 수 있다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	44921-1
부처명	지식경제부
연구사업명	대학 IT연구센터 육성·지원
연구과제명	고성능 LED 조명용 모듈 핵심기술 개발 연구
기 여 율	1/1
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

LED를 구동하기 위한 드라이버 장치 회로에 있어서,
 상기 회로에 입력되는 AC 전압을 DC 전압으로 컨버팅하는 컨버터;
 상기 LED를 펄스 폭 변조 제어 방식으로 제어하기 위해 PWM 신호를 생성하는 PWM 발생부;
 상기 생성된 PWM 신호에 따라 BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하여 전류가 흐르는 루프를 결정하는 파워 MOS펫(Power MOSFET);
 상기 파워 MOS펫이 OFF로 동작할 때에 인가되는 전류를 평활화된 전압으로 바꾸어 상기 PWM 발생부로 피드백하는 AC 전류 검출부; 및
 상기 LED로 흐르는 최대 전류를 결정하는 기준 전압을 생성하는 LED 전류 세팅부를 포함하는 LED 드라이버 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 PWM 발생부는
 상기 LED 전류 세팅부에서 설정한 기준 전압과 상기 AC 전류 검출부에서 피드백되는 전압의 차이를 비교하여 상기 LED에 흐르는 전류를 제어하는 전압으로 사용하는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 PWM 발생부는 PWM 신호의 기준 파형인 톱니파를 생성하는 톱니파 생성기를 포함하고,
 상기 톱니파 생성기에서 생성되는 톱니파의 기울기가 큰 구간을 정상 동작 구간으로 규정하고, 상기 톱니파의 기울기가 작은 구간은 비동작 구간으로 규정하는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 PWM 발생부에서 발생한 PWM 신호의 출력이 높을 때 상기 파워 MOS펫은 ON으로 동작하여 제1 루프로 흐르고,
 상기 PWM 신호의 출력이 낮을 때 상기 파워 MOS펫은 OFF로 동작하여 제2 루프로 전류가 흐르는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 제2 루프는 전류를 응축하는 인덕터를 포함하고,
 상기 파워 MOS펫이 OFF로 동작할 때 상기 인덕터에 응축되어 있는 전류가 상기 LED로 공급되는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 컨버터의 회로 구성을 위하여 상기 입력되는 AC 전압 중, 양의 전압은 사용하며 음의 전압은 사용하지 않는 것

을 특징으로 하는 LED 드라이버 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 파워 MOS펫(Power MOSFET)을 이용한 고효율 AC 입력 LED 드라이버 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 널리 사용하는 조명등으로 백열등과 형광등, 그리고 삼파장 전구로 소비자들이 선택해왔으며, 최근에는 상기의 백열등, 형광등에 비해서 전력 소모가 적고 수명이 긴 LED를 사용하는 조명등이 개발되고 있다.

[0003] 이와 관련하여, 한국공개특허 제10-2010-0041291호에서는 펄스 폭 변조(PWM) 제어 방식에 의한 LED 구동회로를 제안하고 있다.

[0004] 이와 같은 LED 조명등에 구성되는 LED는 온도와 전류에 민감하게 반응하기 때문에, 고온에 노출되거나 과전류가 유입되어 수명이 단축되지 않도록 하는 것이 중요한 이슈가 된다. 이를 위해서, 방열 효율을 높일 수 있는 수단과 회로에 공급되는 전류의 세기를 적절히 조절할 수 있는 수단이 필요하게 된다.

[0005] 한편, LED 수명이 약 10만 시간인 것에 반해, 보통의 LED 조명등에 구성되는 전해 콘덴서의 수명은 2만 시간이 채 되지 않는다. 따라서, 조명 시스템의 가장 큰 장점인 장시간의 수명이 사라지게 되므로, 전해 콘덴서를 포함하지 않고 LED 구동 드라이버를 구성하여 효율을 높일 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일실시예는 펄스 폭 변조(PWM, Pulse Width Modulation) 신호를 이용해 LED를 구동하는 회로를 제공하고자 하는 것으로, LED의 수명이 긴 것에 반해 전해 콘덴서의 수명이 짧기 때문에, 구동 회로의 수명을 늘리기 위해서 기존 LED 구동 회로에서 전해 콘덴서를 제거하여 구성하고자 한다.

[0007] 한편, BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하는 파워 MOS펫을 이용하여 LED로 전달되는 교류 전류가 모드에 따라 두 가지 루프를 통해 이동하도록 하여 효율적인 LED 발광이 가능하도록 한다.

[0008] 따라서, 기존의 LED 드라이버와 비교할 때 전력 효율과 정전류 설정범위가 우수한 LED 드라이버를 제공하도록 한다.

과제의 해결 수단

[0009] LED를 구동하기 위한 드라이버 장치 회로에 있어서, 회로에 입력되는 AC 전압을 DC 전압으로 컨버팅하는 컨버터; LED를 펄스 폭 변조 제어 방식으로 제어하기 위해 PWM 신호를 생성하는 PWM 발생부; 생성된 PWM 신호에 따라 BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하여 전류가 흐르는 루프를 결정하는 파워 MOS펫(Power MOSFET); 파워 MOS펫이 OFF로 동작할 때에 AC LED 전류로 인가되는 전류를 평활화된 전압으로 바꾸어 PWM 발생부로 피드백하는 AC 전류 검출부; 및 LED로 흐르는 최대 전류를 결정하는 기준 전압을 생성하는 LED 전류 세팅부를 포함하는 LED 드라이버 장치가 제공될 수 있다.

[0010] 일측에 있어서, LED 전류 세팅부에서 설정한 기준 전압과 AC 전류 검출부에서 피드백되는 전압의 차이를 비교하여 LED에 흐르는 전류를 제어하는 전압으로 사용할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 있어서, PWM 발생부는 PWM 신호를 생성하는 기준 파형인 톱니파를 생성하는 톱니파 생성기를 포함하고, 톱니파 생성기에서 생성되는 톱니파의 기울기가 큰 구간을 정상 동작 구간으로 규정하고, 톱니파의 기울기가 작은 구간은 비동작 구간으로 규정할 수 있다.

[0012] 또 다른 측면에 있어서, PWM 발생부에서 발생한 PWM 신호의 출력이 높을 때 파워 MOS펫은 ON으로 동작하여 제1

루프로 흐르고, PWM 신호의 출력이 낮을 때 파워 MOS펫은 OFF로 동작하여 제2 루프로 전류가 흐를 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 있어서, 제2 루프는 전류를 응축하는 인덕터를 포함하고, 파워 MOS펫이 OFF로 동작할 때 인덕터에 응축되어 있는 전류가 상기 LED로 공급될 수 있다.

[0014] 또 다른 측면에 있어서, 컨버터의 회로 구성을 단순화하기 위하여 입력되는 AC 전압 중, 양의 전압은 사용하며 음의 전압은 사용하지 않을 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예를 통해서, 일반 가정에서 사용하는 AC 220V 전압을 입력으로 받아 구동하는 고휘도 LED 드라이버 장치를 제공할 수 있다.

[0016] 또한, 펄스 폭 변조(PWM, Pulse Width Modulation) 신호를 이용해 LED를 구동하는 회로를 제공하고자 하는 것으로, 기존 LED 구동 회로에서 전해 콘덴서를 제거하여 구성함으로써 실질적으로 구동 회로의 수명을 늘릴 수 있다.

[0017] 한편, BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하는 파워 MOS펫을 이용하여 LED로 전달되는 교류 전류가 모드에 따라 두 가지 루프를 통해 이동하도록 하여 효율적인 LED 발광이 가능해진다.

[0018] 따라서, 기존의 LED 드라이버와 비교할 때 전력 효율과 정전류 설정범위가 우수한 LED 드라이버를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, LED 드라이버 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, LED 드라이버의 실제 구성 회로도를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, PWM 신호의 출력을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, PWM 신호가 어떻게 생성되는지 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, LED 드라이버의 전력 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, LED 구동 드라이버 장치와 그 내부 구성에 대해서 첨부된 도면을 참조하여 자세히 설명하도록 한다.

[0021] 본 발명의 실시예는 LED를 구동하기 위한 드라이버 장치의 수명을 단축시키는 원인이 되는 수명이 짧은 전해 콘덴서를 제거하여 LED 드라이버를 구성한다. 이에, 파워 MOS펫을 이용하여 일반 가정에서 사용하는 전원인 교류 전원 220V를 입력으로 받아 LED를 구동할 수 있는데, 이때 효율적인 구동을 위해서 파워 MOS펫을 BCM(Boundary Conduction Mode)으로, 실시예에 있어서 ON-OFF 동작 모드로 작동되는 파워 MOS펫을 활용한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, LED 드라이버의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명에서 제안하는 회로(100)의 가장 큰 특징으로는 전해 콘덴서가 존재하지 않는다는 점이다.

[0023] 도시된 바와 같이, 220V, 60Hz의 AC 전압을 입력 전원(110)으로 하여 LED(120)를 구동하기 위한 회로(100)에 입력하며, 입력 AC 전압을 DC 전압으로 생성하기 위한 컨버터(130)가 구비될 수 있다.

[0024] 본 발명의 실시예에 있어서, LED(120)를 구동시키는데 PWM 신호를 이용하여 제어한다. 이에, 회로(100)는 PWM 신호를 생성하는 PWM 발생부(140)를 포함하여 구성하고, LED(120)에 AC 전류로 인가되는 전류를 저항과 콘덴서를 사용하여 평활화된 전압으로 바꾸는 AC 전류 검출부(150)가 구비되며 또한 LED(120)에 흐르는 최대 전류 크기를 결정하는 LED 전류 세팅부(160)가 된다.

[0025] 회로(100)에는 PWM 발생부(140)에서 생성된 PWM 신호의 높낮이에 따라 회로 내에서 AC 전류가 이동하는 루프를 결정할 수 있는 파워 MOS펫(Power MOSFET)(170)이 또한 구비되는데, 파워 MOS펫(170)은 ON-OFF의 BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하여 전류의 이동 루프를 결정할 수 있다.

[0026] AC 전압 입력(110)은 0V~311V까지 변하는 60Hz의 전압이며, 전류도 입력 전압에 선형적으로 비례한다. 직렬로 연결된 LED로 전송되는 전압은 많아야 50V 이기 때문에 제1루프로 도시된 회로만 사용할 경우, AC 입력으로 인가되는 전류와 LED(120)에 흐르는 전류는 같아진다. 결과적으로, LED(120)에서 소모되는 전력은 실질적인 전체

소비 전력의 약 1/6에 불과하다. 이에, 본 발명에서는 도 1에 도시된 바와 같이 2가지 루프를 생성하여 파워 MOS펫(170)의 동작에 따라 두 가지 동작 모드로 구분할 수 있다.

- [0027] 도 1에 도시된 바, 회로의 바깥쪽으로 형성되는 페루프인 제1 루프와 제1 루프에 포함되는 제2 루프, 이렇게 두 가지 루프를 생성하였으며, 이하에서 파워 MOS펫(170)의 동작에 따라 전류 이동 루프가 어떻게 변하는지 설명한다.
- [0028] 먼저, 동작모드 1에 대해 설명하면, PWM 발생부(140)에서 출력되는 PWM 신호가 ON 상태의 신호일 때 파워 MOS펫(170)은 ON으로 동작하고 이때 제1 루프로 AC 전류가 이동할 수 있다. 동작모드 2는 반대로, PWM 발생부(140)의 출력 PWM 신호가 OFF 상태일 때 파워 MOS펫(170)은 OFF로 동작하고 제2 루프로 전류가 이동하게 되는 동작모드이다.
- [0029] 제2 루프에는 전원이 존재하지 않고, 이와 같은 경우엔 회로가 오픈되어 입력 전원(110)의 전압이 LED(120)로 전달되지 못하는 상태가 되지만, 제2 루프에 인덕터를 포함하여 LED에 전류를 공급할 수 있는데 인덕터는 전류를 응축하는 성질을 가지고 있어서 동작모드 2가 되면 인덕터가 전원의 역할을 하여 응축한 전류를 LED(120)로 효과적으로 공급할 수 있는 것이다.
- [0030] 이와 같이, 인덕터를 사용하여 파워 MOS펫(170)이 OFF로 동작하는 동안에 LED(120)에 전류를 공급하는 제2 루프를 생성할 수 있다. 일종의 BUCK 타입 드라이버로 교류 전원(110)을 LED(120) 발광시키는데 효율적으로 사용할 수 있는 실시예가 된다.
- [0031] 도 2의 실시예는 도 1의 LED 드라이버 장치의 실제적인 회로(200) 구성을 도시한 것으로, 각 구성은 도 1의 구성에 대응한다. 실시예에 있어서, 전원(210)은 전원(110)에 해당하여 전압이 0V~약 311V까지 변화하는 60Hz의 일반적으로 사용되는 교류 전원이 회로(200)로 제공될 수 있다. LED(220)는 LED(120)에 해당하는 것으로, 직렬로 연결된 LED 열로 구비된다. 더불어, 컨버터(130)는 도 2와 같이 컨버터(230)로 구성되는데, DC 전원을 회로에 전달하는데 음의 전압을 이용하지 않고 양의 전압만 이용하는 것은, 컨버터(230)의 구성을 도 2와 같이 단순화하기 위함이다.
- [0032] 마찬가지로, PWM 발생부(140)는 PWM 발생부(240)의 구성에 준하고, AC 전류 검출부(150)는 AC 전류 검출부(250)의 구성과 같이 구성될 수 있으며, 또한, LED 전류 세팅부(160)는 도 2의 LED 전류 세팅부(260)의 회로와 같이 구비될 수 있다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, PWM 발생부(140)에서 PWM 신호가 어떻게 발생하는지 설명하기 위한 도면이다. 실시예에 있어서, PWM 발생부(140)는 PWM 신호를 생성하는 기준 신호인 톱니파를 발생시키는 톱니파 생성기(310)를 포함하여 구성할 수 있으며, AC 전류 검출부(320)는 도 1의 AC 전류 검출부(150)에 해당하고, LED 전류 세팅부(330)는 LED 전류 세팅부(160)에 해당할 수 있다.
- [0034] 이에 도 3에 도시된 바와 같이, PWM 신호는 톱니파 생성기(310)에서 발생한 톱니파를 비롯하여 AC 전류 검출부(320)의 출력과 LED 전류 세팅부(330)의 출력 이렇게 세 부분을 입력으로 받아 PWM 신호를 생성해낼 수 있다.
- [0035] 도시된 바와 같이, AC 전류 검출기(320)에서는 AC 전류의 LED에 인가되는 전류를 저항과 콘덴서를 사용하여 평활화된 전압으로 바꾸어 PWM 발생부(140)에 피드백 전압으로 사용할 수 있으며, LED 전류 세팅부(330)는 설정되어 있는 기준 전압과 AC 전류 검출부(330)에서 피드백되는 전압의 차이를 비교하여 PWM 발생부(140)에서는 이를 LED 전류 제어 전압으로 사용할 수 있다.
- [0036] 실시예에 있어서, LED 전류 세팅부(330)의 구성은 도 2의 LED 전류 세팅부(260)와 같이 이루어지는데, 도시된 R_1 과 R_2 의 값을 이용하여 기준전압을 생성할 수 있고, 이 기준전압을 통해 LED(220)에 최대로 공급될 수 있는 전류값을 결정할 수 있다.
- [0037] 이렇게 생성되는 PWM 신호는 도 4를 통해 자세히 설명할 수 있다.
- [0038] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, PWM 신호의 생성을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명의 실시예는 톱니파를 사용하여 PWM 기준 파형을 생성할 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이, AC 전류 검출부(320)에서 피드백된 전압과 LED 전류 세팅부(330)에서 설정한 기준전압의 차이를 비교하여 LED로 공급되는 전류를 제어하는 피드백 전압으로 사용할 수 있는데 그림 (a)에 상기 두 파형을 도시하고 있다.
- [0039] 회로에 입력되는 전압은 가정용으로 사용되는 전압과 같은 것으로, 그대로 입력되면 AC 입력 전원으로 공급되는 최대 전류가 LED를 파괴할 가능성이 있고, 피드백되는 LED 전류 제어 전압에 의해서 LED 전류가 급격하게 바뀌

는 것을 방지하지 위해 그림 (a)와 같이, 톱니파를 실시예에 적합하도록 변형하였다.

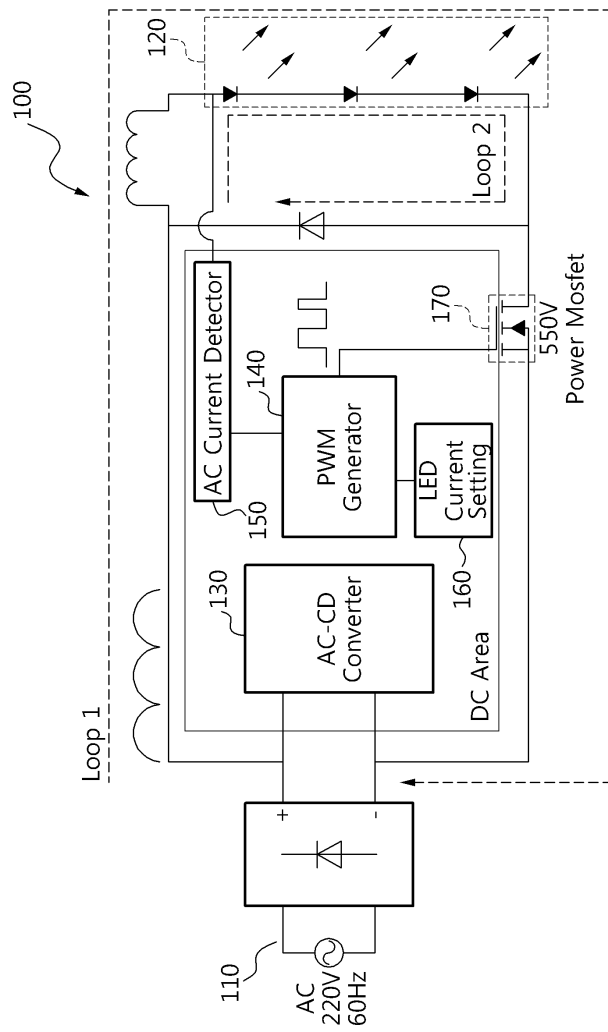
- [0040] 여기서, 톱니파의 기울기가 급격하게 증가하는 구간 A와 완만하게 증가하는 구간 B에 따라 동작을 달리하는데, 구간 A에서는 LED 전류 제어 전압이 바뀌더라도 PWM의 ON 신호의 폭이 변하는 너비가 적지만 구간 B에서 LED 전류 제어 전압이 바뀌게 되면 변화폭이 커지게 된다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 구간 A에서 동작을 정상 동작으로 규정하고, 구간 B에서는 동작이 되지 않도록 제어하여 그림 (b)와 같은 PWM 신호를 생성하도록 한다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 실시예에 있어서, 시뮬레이션을 통해 LED 드라이버 장치(100)의 전력 효율에 대해 설명하기 위한 그래프이다.
- [0042] LED 드라이버는 기본적으로 가정에 일반적으로 공급되는 220V/60Hz의 스펙의 입력 전원에서 동작하는 것으로, 역률 즉, 입력 실효전력에 대한 입력 유효전력의 비율이 높고, 무엇보다 전력 효율이 높게 나타난다. 여기서, 전력 효율이란 입력 실효전력에 대한 LED의 부하전력 비율을 의미하는 것으로, 회로에서 전력이 LED로 얼마나 집중되고, 이로 인해 회로의 다른 소자에서 소모되는 낭비전력이 적게 나타나는지를 확인할 수 있다.
- [0043] 도 5에 나타난 바와 같이, 전체 실효전력은 6 정도이며, LED 소비전력은 5.6 정도로 나타난다. 그래프로 도시된 실효전력은 전체 입력 전압의 RMS(Root Mean Square)와 전류의 RMS의 곱으로 구해지며, LED 소비전력은 실시간 LED 부하에 걸리는 순방향 전압과 LED에 흐르는 전류의 곱의 평균으로 나타낼 수 있다.
- [0044] 도시된 그래프를 이용해 LED 전력 효율을 계산하면 (LED 소비전력)/(전체 소비전력)으로 $5.6/6.0 = 9.3$ 으로 결과가 나타나며, 결과 수치는 기존의 LED 드라이버와 비교해볼 때 그 효율이 높다.
- [0045] 또한, 본 발명의 실시예에서 제안하는 LED 드라이버 장치는 기존의 LED 드라이버에 비해 LED 정전류의 설정이 용이하다. LED에 흐르는 정전류는 외부 저항을 사용하여 임의로 지정할 수 있으며, 지정된 전류는 피드백을 통해 주위 환경이 변하더라도 유지할 수 있다. 실시예에 있어서, 정전류의 설정 범위가 80mA ~ 250mA로 기존의 LED 드라이버에 비해 우수하다.
- [0046] 이와 같이, 본 발명의 실시예를 통해 전해 콘덴서를 사용하지 않고 LED를 구동하기 위한 드라이버 장치를 제공하여 실질적으로 드라이버 장치의 수명을 늘릴 수 있게 된다.
- [0047] 한편, BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작하는 파워 MOS펫을 이용하여 LED로 전달되는 교류 전류가 동작 모드에 따라 두 가지 루프를 통해 LED로 제공되도록 하여 효율적인 LED 발광이 가능해진다.
- [0048] 따라서, 기존의 LED 드라이버와 비교할 때 전력 효율과 정전류 설정범위가 우수한 LED 드라이버를 제공할 수 있다.
- [0049] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0050] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

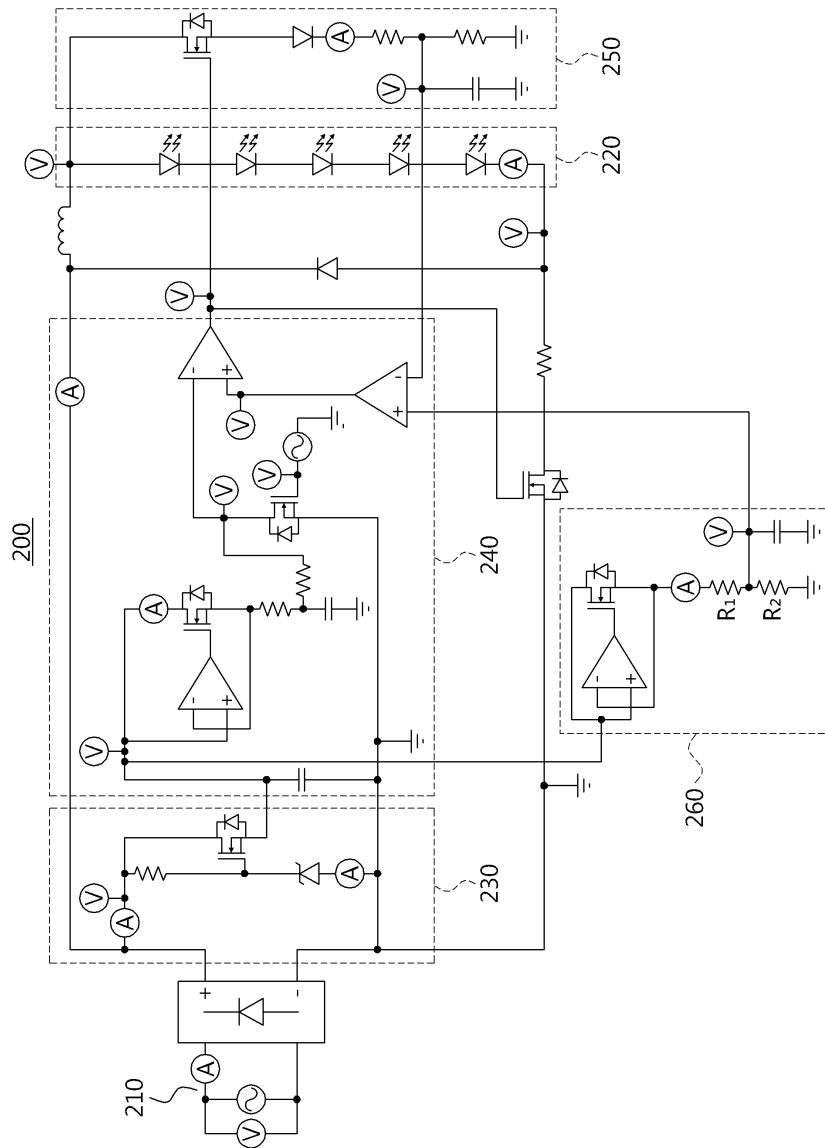
- [0051] 100, 200: LED 드라이버 장치
110, 210: 교류 전원
120, 220: LED
130, 230: 컨버터
140, 240: PWM 발생부
150, 250: AC 전류 검출부
160, 260: LED 전류 세팅부
170: 파워 MOS펫(Power MOSFET)

도면

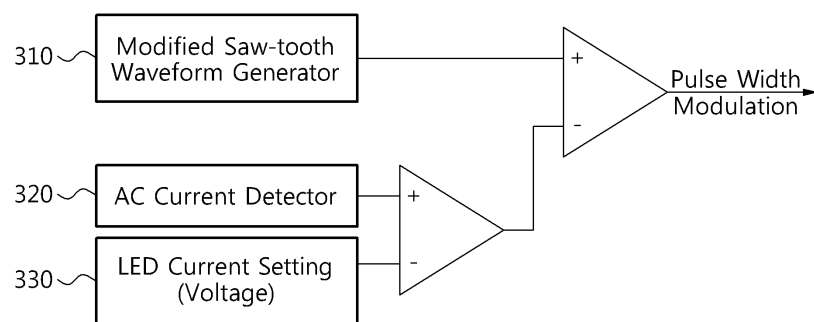
도면1



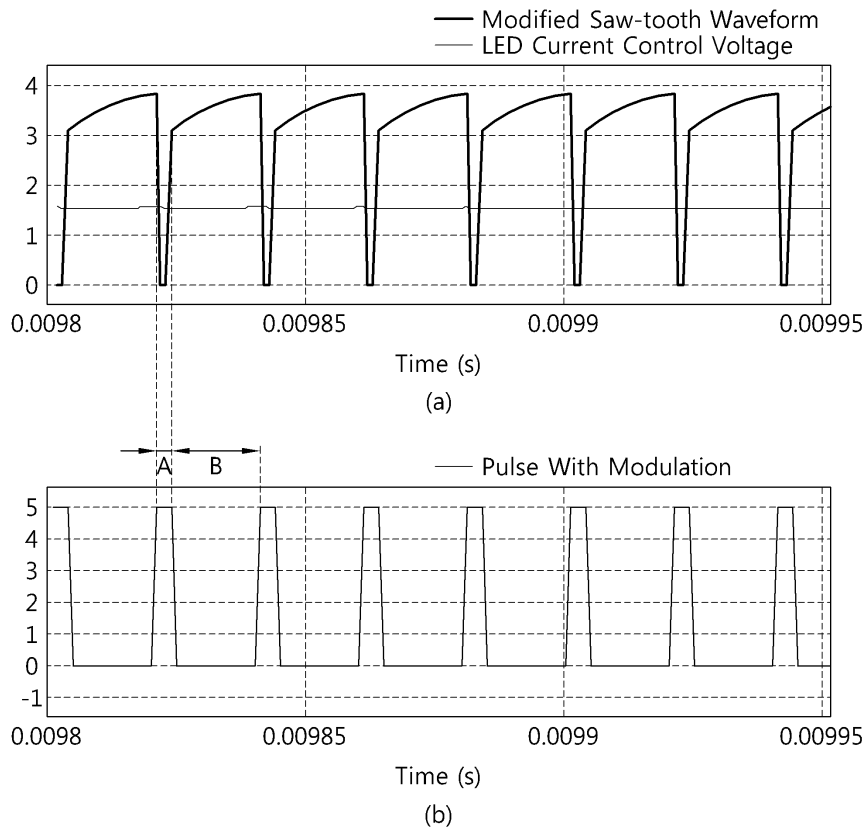
도면2



도면3



도면4



도면5

