



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0130002
(43) 공개일자 2017년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G09G 3/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G09G 3/3406 (2013.01)

G09G 2330/021 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0060262

(22) 출원일자 2016년05월17일

심사청구일자 2017년07월27일

(71) 출원인

매그나칩 반도체 유한회사

충북 청주시 흥덕구 향정동 1

(72) 발명자

안현모

충북 청주시 흥덕구 증안로 77 202동 1306호(복대동, 현대2차아파트)

최지원

충청북도 청주시 흥덕구 대신로 215(향정동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤지홍, 남민지

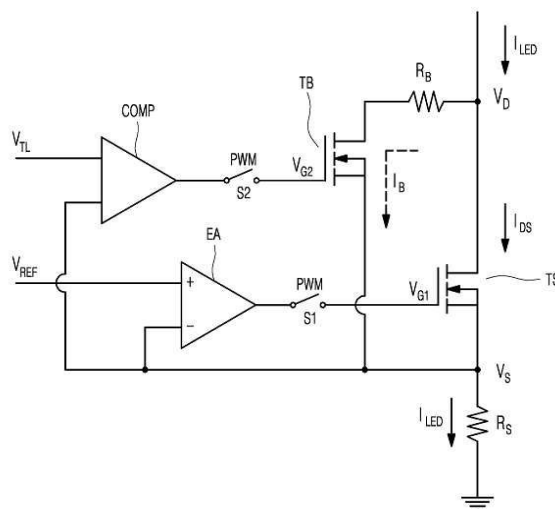
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 과열 방지 기능을 구비한 다채널 LED 구동 장치

(57) 요약

다채널 LED 어레이를 구동하기 위한 다채널 LED 구동기가 개시된다. 개시된 다채널 LED 구동기는 다채널 LED 어레이의 LED 스트링들의 바이어스 전압들에 있어서 편차가 있는 경우에도 스위칭 트랜지스터들에 의해 소비되는 전력을 조절하도록 구성될 수 있다. 개시된 다채널 LED 구동기는 스위칭 트랜지스터들의 각각에 접속된 과열 방지 회로를 포함할 수 있다. 과열 방지 회로는 해당 스위칭 트랜지스터로 흐르는 전류의 크기를 목표 전류 값 이하로 조절하도록 동작 가능하다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G09G 2330/045 (2013.01)

(72) 발명자

이승환

서울특별시 관악구 봉천로 346 웰빙오피스텔 505호

황인호

인천광역시 남구 소성로 350번길 50-14 B01호(문학
동, 대산주택)

정상훈

서울특별시 양천구 신목로 16길 13 103동 705호(목
동, 삼익아파트)

임규호

충청북도 청주시 흥덕구 백봉로 148 가동 604호(봉
명동, LG사원아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

다채널 LED(Light Emitting Diode) 어레이를 구동하기 위한 장치로서,
 상기 다채널 LED 어레이의 복수의 LED 스트링에 각각 접속된 스위칭 트랜지스터들,
 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각에 접속되어 상기 해당 LED 스트링으로 흐르는 전류가 목표 전류 값(I_T)을 갖도록 상기 해당 스위칭 트랜지스터를 제어하도록 구성된 오차 증폭기, 및
 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각에 접속되어 상기 해당 스위칭 트랜지스터로 흐르는 전류의 크기를 상기 목표 전류 값(I_T) 이하로 조절하도록 동작 가능한 과열 방지 회로를 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 센싱 저항(R_s)을 경유해 접지되어 있고,
 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자 및 상기 해당 센싱 저항(R_s)에 접속된 제2 단자를 가지며,
 상기 과열 방지 회로들의 각각은 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에서 전류 분기 경로를 제공하도록 동작 가능한, 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 전류 분기 경로에는 저항성 소자(R_b) 및 스위치가 제공되는, 장치

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 저항성 소자(R_b)는 저항, 병렬 연결된 복수의 저항, MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 및 BJT(Bipolar Junction Transistor) 중 어느 하나를 포함하는, 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,
 상기 스위치는 MOSFET 및 BJT 중 어느 하나의 트랜지스터를 포함하는, 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 어느 하나의 트랜지스터는 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값이 선정된 전압 레벨 이상일 때 온 스위칭되도록 제어되는, 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,
 상기 어느 하나의 트랜지스터는 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값 및 PWM 신호 발생기로부터의 PWM 신호에 따라 스위칭 가능한, 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값은 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제2 단자에서의 전압 레벨이고,

상기 과열 방지 회로들의 각각은 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제2 단자에서의 전압 레벨을 상기 선정된 전압 레벨과 비교하도록 구성된 비교기를 포함하고, 상기 비교기의 출력은 PWM 신호 발생기로부터의 PWM 신호에 따라 상기 어느 하나의 트랜지스터의 제어 입력 단자로 입력되는, 장치.

청구항 9

LED 구동기 - 상기 LED 구동기는 복수의 LED 스트링에 각각 접속된 복수의 스위칭 트랜지스터를 포함함 - 에서의 과열 방지를 위한 장치로서,

상기 복수의 스위칭 트랜지스터의 각각과 병렬 접속된 셉트 전류 브랜치(shunt current branch)를 포함하고,

상기 셉트 전류 브랜치들의 각각은 저항성 소자(R_b) 및 스위치의 직렬 접속을 포함하며,

상기 스위치는 선정된 조건이 만족되는 경우 온 상태로 스위칭 가능한, 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 복수의 스위칭 트랜지스터의 각각은 센싱 저항(R_s)을 경유해 접지되어 있고,

상기 선정된 조건은 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값이 선정된 전압 레벨 이상인 조건을 포함하는, 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 저항성 소자(R_b)는 저항, 병렬 연결된 복수의 저항, MOSFET 및 BJT 중 어느 하나를 포함하는, 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 스위치는 MOSFET 및 BJT 중 어느 하나의 트랜지스터를 포함하는, 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값은 상기 해당 센싱 저항(R_s) 양단에 걸리는 전압의 크기인, 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 저항성 소자(R_b)의 저항 값은 상기 스위칭 트랜지스터의 과열을 일으킬 수 있는 상기 스위칭 트랜지스터의 드레인과 소스 간의 전압(V_{DS})의 크기 및 상기 셉트 전류 브랜치로 흐르게 하고자 하는 전류(I_B)의 크기에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 장치.

청구항 15

복수의 LED 스트링을 구동하기 위한 장치로서,

상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류를 제어하도록 구성된 정전류 제어 회로 - 상기 정전류 제어 회

로들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 스위칭 트랜지스터를 포함함 -, 및

상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류가 선정된 전류 값 이상의 값을 가지는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 전류에 대한 전류 분기 경로를 제공하도록 구성된 과열 방지 회로 - 상기 전류 분기 경로의 제공에 의해 상기 전류는 상기 해당 스위칭 트랜지스터와 상기 전류 분기 경로로 분기됨 - 를 포함하는 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자와 제2 단자를 가지며,

상기 선정된 전류 값은 상기 스위칭 트랜지스터(TS)의 온도를 최대 허용 온도 이상의 온도로 상승하게 만드는 스위칭 트랜지스터(TS)의 전력 소비량(P_{TS}) 및 상기 복수의 LED 스트링의 순방향 바이어스 전압들 간의 통계적으로 결정된 편차로부터 예측되는, 상기 스위칭 트랜지스터(TS)의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 걸릴 수 있는 최대 전압 크기에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 센싱 저항(R_s)을 경유해 접지되어 있고,

상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자 및 상기 해당 센싱 저항(R_s)에 접속된 제2 단자를 가지며,

상기 전류 분기 경로는 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 형성되며, 상기 전류 분기 경로에는 저항성 소자(R_B) 및 스위치가 제공되는, 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 스위치는 상기 해당 센싱 저항(R_s) 양단에 걸리는 전압의 크기가 선정된 전압 레벨 이상일 때 온 스위칭되도록 제어되는, 장치.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 저항성 소자(R_B)는 저항, 병렬 연결된 복수의 저항, MOSFET 및 BJT 중 어느 하나를 포함하는, 장치.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 스위치는 MOSFET 및 BJT 중 어느 하나의 트랜지스터를 포함하는, 장치.

청구항 21

복수의 LED 스트링을 구동하기 위한 장치로서,

상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류를 제어하도록 구성된 정전류 제어 회로 - 상기 정전류 제어 회로들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 스위칭 트랜지스터를 포함하며, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자와 제2 단자를 가짐 -, 및

상기 스위칭 트랜지스터들의 각각의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 걸리는 전압의 크기가 선정된 전압 레벨 이상인 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 전류에 대한 전류 분기 경로를 제공하도록 구성된 과열 방지 회로 - 상기 전류 분기 경로의 제공에 의해 상기 전류는 상기 해당 스위칭 트랜지스터와 상기 전류 분기 경로로 분기됨 - 를 포함하는 장치.

청구항 22

복수의 LED 스트링을 구동하기 위한 장치로서,

상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류를 제어하도록 구성된 정전류 제어 회로 - 상기 정전류 제어 회로들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 스위칭 트랜지스터를 포함하며, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자를 가짐 -, 및

상기 스위칭 트랜지스터들의 각각의 상기 제1 단자에서의 전압 레벨이 선정된 전압 레벨 이상인 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 전류에 대한 전류 분기 경로를 제공하도록 구성된 과열 방지 회로 - 상기 전류 분기 경로의 제공에 의해 상기 전류는 상기 해당 스위칭 트랜지스터와 상기 전류 분기 경로로 분기됨 - 를 포함하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 LED 구동 장치에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 다채널 LED 구동 장치에서의 과열 방지를 위한 전류 제어 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근래 들어 친환경 및 저전력 제품에 대한 수요 급증에 힘입어 LED(Light Emitting Diode)가 가전 및 산업용의 다양한 제품에 광원의 용도로 적용되고 있다. LED는 그 양 단자에 전압을 인가하는 것에 응답하여 자체 발광하는 소자로서, 부피가 작고 전력 소모가 적고 발광 구동이 빠르고 수명이 길다는 장점 때문에 조명 시장에서 형광등 및 백열등과 같은 전통적인 조명 광원을 대체하고 있다. 뿐만 아니라, LED는 LCD(Liquid Crystal Display)와 같은 평판 디스플레이 장치에서의 백라이트 소스(backlight source)로도 각광 받고 있다. LCD는 여타의 디스플레이 장치에 비해 얇고 가벼울 뿐만 아니라 낮은 구동 전압에서 동작 가능하고 전력 소모가 적다는 장점이 있으나 자체 발광이 되지 않는다는 특성으로 인해 필연적으로 백라이트 소스를 탑재하게 되는데, LED는 기존의 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)을 제치고 LCD의 백라이트 소스로서 확고히 자리 매김하고 있다.

[0003] LED가 디스플레이 장치의 백라이트 소스로서 사용되는 경우, 복수 개의 LED가 직렬로 연결된 LED 스트링(LED string)을 복수 개 만큼 병렬로 배열하여 다채널(Multi-Channel) LED 어레이를 형성하고 - 다채널 LED 어레이에서 복수의 LED 스트링은 각각 복수의 채널을 구성함 - 이 LED 어레이의 각 LED 스트링을 공통의 전압원에 의해 구동한다. 전압원은 입력 전압의 변동이나 온도 변화 등 최악의 상황에서도 각 LED 스트링이 안정적으로 동작할 수 있는 충분한 구동 전류를 제공해 줄 수 있어야 하는데, 이를 위해 헤드룸 제어(headroom control)에 기반하여 LED 스트링들에 동적으로 조절된 전압을 공급할 수 있다. 각 LED 스트링은 전압원으로부터 안정된 전압을 공급 받아 실질적으로 균등하게 조절된 전류로 구동되어 대체로 서로 일관된 광 출력을 제공할 수 있게 된다.

[0004] 한편, 다채널 LED 어레이에서 LED 스트링들을 구동하기 위해 필요한 실제 바이어스 전압들에 있어서는 상당한 편차가 있을 수 있다. 각 LED 스트링이 다른 스트링들과 동일하게 설계된다 할지라도 해당 LED 스트링을 구성하는 LED들 자체가 그 제조 공정 상의 편차로 인해 서로 다른 순방향 바이어스 전압들(Forward Voltages: VF's)을 가질 수 있고 이들 LED의 VF들의 합도 다른 스트링들의 그것들과 서로 다를 수 있기 때문이다. 다채널 LED 어레이를 구성하는 LED 스트링들 간에 그 바이어스 전압들이 $\pm 10\%$ 이상 차이를 보이는 경우도 있다. 그런데 여기서 문제로 되는 것은 LED 스트링들을 구동하기 위해 필요한 실제 바이어스 전압들에 있어서는 편차가 전력 소모의 관점에서 불리함을 초래할 수 있다는 것이다. LED 스트링들을 구동하기 위해 필요한 바이어스 전압들에 편차가 있으면 LED 스트링들에 각각 접속된 FET들(Field Effect Transistors)의 드레인 측 전압들도 서로 달라질 수 있는데, 구동에 필요한 바이어스 전압이 상대적으로 작은 LED 스트링은 동 전압이 상대적으로 큰 LED 스트링에 비해 해당 스트링에 접속된 FET의 드레인 측 전압이 크게 된다. FET의 드레인 측 전압이 크면 해당 FET에서 그에 상응하는 전력을 소비하게 되는데, 소비되는 전력은 열 에너지로 변환되어 해당 FET의 온도를 급격히 상승시킨다. 이 때문에 LED 스트링들을 구동하기 위해 필요한 바이어스 전압들에 편차가 심하면 다채널 LED 어레이를 구동하기 위한 용도로 다채널 LED 구동기를 사용하기 어렵게 된다. 그렇다고 하여 각각의 채널 전용의 LED 구동기를 복수 개 사용할 수도 없는 노릇이다. 제조 비용 측면에서 바람직하지 못하기 때문이다. 물론 VF가 같은 LED들을 사용하면 LED 스트링들을 구동하기 위해 필요한 바이어스 전압들을 일정하게 맞출 수는 있겠지만, 이는 선별 작업을 수반하고 LED의 단가를 상승시키는 요인이 되므로 현실적인 해결책이 되지 못한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 과제는 다채널 LED 어레이의 LED 스트링들의 바이어스 전압들에 있어서 편차가 있는 경우에도 과전력 소비로 인한 발열을 방지할 수 있는 다채널 LED 구동기를 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 일 측면에서, 다채널 LED(Light Emitting Diode) 어레이를 구동하기 위한 장치가 제공된다. 본 장치는, 상기 다채널 LED 어레이의 복수의 LED 스트링에 각각 접속된 스위칭 트랜지스터들, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각에 접속되어 상기 해당 LED 스트링으로 흐르는 전류가 목표 전류 값(I_T)을 갖도록 상기 해당 스위칭 트랜지스터를 제어하도록 구성된 오차 증폭기, 및 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각에 접속되어 상기 해당 스위칭 트랜지스터로 흐르는 전류의 크기를 상기 목표 전류 값(I_T) 이하로 조절하도록 동작 가능한 과열 방지 회로를 포함할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에서, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 센싱 저항(R_s)을 경유해 접지되어 있고, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자 및 상기 해당 센싱 저항(R_s)에 접속된 제2 단자를 가지며, 상기 과열 방지 회로들의 각각은 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 서 전류 분기 경로를 제공하도록 동작 가능하다.
- [0009] 일 실시예에서, 상기 전류 분기 경로에는 저항성 소자(R_b) 및 스위치가 제공될 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 상기 저항성 소자(R_b)는 저항, 병렬 연결된 복수의 저항, MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 및 BJT(Bipolar Junction Transistor) 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 스위치는 MOSFET 및 BJT 중 어느 하나의 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 어느 하나의 트랜지스터는 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값이 선정된 전압 레벨 이상일 때 온 스위칭되도록 제어될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 어느 하나의 트랜지스터는 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값 및 PWM 신호 발생기로부터의 PWM 신호에 따라 스위칭 가능하다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값은 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제2 단자에서의 전압 레벨이고, 상기 과열 방지 회로들의 각각은 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제2 단자에서의 전압 레벨을 상기 선정된 전압 레벨과 비교하도록 구성된 비교기를 포함하고, 상기 비교기의 출력은 PWM 신호 발생기로부터의 PWM 신호에 따라 상기 어느 하나의 트랜지스터의 제어 입력 단자로 입력될 수 있다.
- [0015] 일 측면에서, LED 구동기에서의 과열 방지를 위한 장치가 제공된다. 여기서, LED 구동기는 복수의 LED 스트링에 각각 접속된 복수의 스위칭 트랜지스터를 포함할 수 있다. 본 장치는, 상기 복수의 스위칭 트랜지스터의 각각과 병렬 접속된 션트 전류 브랜치(shunt current branch)를 포함하고, 상기 션트 전류 브랜치들의 각각은 저항성 소자(R_b) 및 스위치의 직렬 접속을 포함하며, 상기 스위치는 선정된 조건이 만족되는 경우 온 상태로 스위칭 가능하다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 복수의 스위칭 트랜지스터의 각각은 센싱 저항(R_s)을 경유해 접지되어 있고, 상기 선정된 조건은 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값이 선정된 전압 레벨 이상인 조건을 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에서, 상기 해당 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값은 상기 해당 센싱 저항(R_s) 양단에 걸리는 전압의 크기일 수 있다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 저항성 소자(R_b)의 저항 값은 상기 스위칭 트랜지스터의 과열을 일으킬 수 있는 상기 스위칭 트랜지스터의 드레인과 소스 간의 전압(V_{DS})의 크기 및 상기 션트 전류 브랜치로 흐르게 하고자 하는 전류

(I_B)의 크기에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수 있다.

- [0019] 일 측면에서, 복수의 LED 스트링을 구동하기 위한 장치가 제공된다. 본 장치는, 상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류를 제어하도록 구성된 정전류 제어 회로 - 상기 정전류 제어 회로들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 스위칭 트랜지스터를 포함함 -, 및 상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류가 선정된 전류 값 이상의 값을 가지는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 전류에 대한 전류 분기 경로를 제공하도록 구성된 과열 방지 회로 - 상기 전류 분기 경로의 제공에 의해 상기 전류는 상기 해당 스위칭 트랜지스터와 상기 전류 분기 경로로 분기됨 - 를 포함할 수 있다.
- [0020] 일 측면에서, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자와 제2 단자를 가지며, 상기 선정된 전류 값은 상기 스위칭 트랜지스터(TS)의 온도를 최대 허용 온도 이상의 온도로 상승하게 만드는 스위칭 트랜지스터(TS)의 전력 소비량(P_{TS}) 및 상기 복수의 LED 스트링의 순방향 바이어스 전압들 간의 통계적으로 결정된 편차로부터 예측되는, 상기 스위칭 트랜지스터(TS)의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 걸릴 수 있는 최대 전압 크기에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수 있다.
- [0021] 일 측면에서, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 센싱 저항(R_s)을 경유해 접지되어 있고, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자 및 상기 해당 센싱 저항(R_s)에 접속된 제2 단자를 가지며, 상기 전류 분기 경로는 상기 해당 스위칭 트랜지스터의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 형성되며, 상기 전류 분기 경로에는 저항성 소자(R_B) 및 스위치가 제공될 수 있다.
- [0022] 일 실시예에서, 상기 스위치는 상기 해당 센싱 저항(R_s) 양단에 걸리는 전압의 크기가 선정된 전압 레벨 이상일 때 온 스위칭되도록 제어될 수 있다.
- [0023] 일 측면에서, 복수의 LED 스트링을 구동하기 위한 장치가 제공된다. 본 장치는, 상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류를 제어하도록 구성된 정전류 제어 회로 - 상기 정전류 제어 회로들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 스위칭 트랜지스터를 포함하며, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자와 제2 단자를 가짐 -, 및 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각의 상기 제1 단자와 상기 제2 단자 간에 걸리는 전압의 크기가 선정된 전압 레벨 이상인 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 전류에 대한 전류 분기 경로를 제공하도록 구성된 과열 방지 회로 - 상기 전류 분기 경로의 제공에 의해 상기 전류는 상기 해당 스위칭 트랜지스터와 상기 전류 분기 경로로 분기됨 - 를 포함할 수 있다.
- [0024] 일 측면에서, 복수의 LED 스트링을 구동하기 위한 장치가 제공된다. 본 장치는, 상기 복수의 LED 스트링의 각각으로 흐르는 전류를 제어하도록 구성된 정전류 제어 회로 - 상기 정전류 제어 회로들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 스위칭 트랜지스터를 포함하며, 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각은 상기 해당 LED 스트링에 접속된 제1 단자를 가짐 -, 및 상기 스위칭 트랜지스터들의 각각의 상기 제1 단자에서의 전압 레벨이 선정된 전압 레벨 이상인 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 전류에 대한 전류 분기 경로를 제공하도록 구성된 과열 방지 회로 - 상기 전류 분기 경로의 제공에 의해 상기 전류는 상기 해당 스위칭 트랜지스터와 상기 전류 분기 경로로 분기됨 - 를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 개시된 실시예들에 따르면, 다채널 LED 어레이의 LED 스트링들의 바이어스 전압들에 있어서 편차가 있는 경우에도 다채널 LED 어레이를 구동하는 다채널 LED 구동기 내의 스위칭 트랜지스터(들)에 의해 소비되는 전력을 조절함으로써 다채널 LED 구동기의 온도 상승을 효과적으로 억제할 수 있고 나아가 그 안정적인 동작을 보장할 수 있게 된다는 탁월한 기술적 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명에 따른 LED 시스템의 블록도의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 LED 구동기의 블록도의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 정전류 제어 및 과열 방지 회로의 회로 구성도의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 4는 LED 스트링들의 바이어스 전압들의 서로 다른 크기들에 따라 그들에 각각 접속된 스위칭 트랜지스터들의 드레인-소스 간에 걸리는 전압 강하들의 크기들이 결정되는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 도 3에서 비교기(COMP)의 트리거 레벨 전압(V_{TL})을 2V로 설정하고 오차 증폭기(EA)의 비반전 입력 단자로 입력되는 기준 전압(V_{REF})을 1V로부터 3V로 상승시킬 때에 LED 스트링으로 흐르는 전류(I_{LED}), 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르는 전류(I_{DS}) 및 셉트 전류 브랜치로 흐르는 전류(I_B)에 대한 모의 실험 결과를 나타낸 도표의 일 실시예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명의 이점들과 특징들 그리고 이들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해 질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 본 실시예들은 단지 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려 주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0028] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용되는 것으로 본 발명을 한정하려는 의도에서 사용된 것이 아니다. 예를 들어, 단수로 표현된 구성 요소는 문맥상 명백하게 단수만을 의미하지 않는다면 복수의 구성 요소를 포함하는 개념으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명의 명세서에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것일 뿐이고, 이러한 용어의 사용에 의해 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성이 배제되는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 기재된 실시예에 있어서 '모듈' 혹은 '부'는 적어도 하나의 기능이나 동작을 수행하는 기능적 부분을 의미할 수 있다.
- [0029] 덧붙여, 다르게 정의되지 않는 한 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명의 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세히 설명한다. 다만, 이하의 설명에서는 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 우려가 있는 경우, 널리 알려진 기능이나 구성에 관한 구체적 설명은 생략하기로 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명에 따른 LED 시스템의 블록도의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, LED 시스템(100)은 LED 구동기(110) 및 다채널 LED 어레이(130)를 포함할 수 있다. LED 시스템(100)은 LCD와 같은 평판 디스플레이 장치에서의 백라이트 유닛(Backlight Unit: BLU)일 수 있다. 다채널 LED 어레이(130)는 LED 구동 전압(V_p)에 응답하여 발광하는 복수의 LED로 구성될 수 있다. 다채널 LED 어레이(130)는 복수의 LED 스트링(131-138)을 포함할 수 있는데, 여기서 각각의 LED 스트링(131-138)은, 도시된 바와 같이 하나의 LED의 캐소드(cathode) 단자가 다음 LED의 애노드(anode) 단자에 연결되는 방식으로 서로 직렬 연결된 복수의 LED들을 포함할 수 있고, LED 구동기(110)로부터의 구동 전압(V_p)을 공급 받는 제1 단자와 그 타측의 제2 단자를 가질 수 있다. 각각의 LED 스트링(131-138)에 포함된 LED들은 그 제조 공정 상의 편차로 인해 서로 다른 순방향 바이어스 전압들(V_F s)을 가질 수 있고, 각각의 스트링(131-138)에 포함된 LED들의 V_F 들의 합도 다른 스트링들의 그것들과 서로 다를 수 있다. 도시된 실시예에서는 다채널 LED 어레이(130)가 8개의 LED 스트링을 포함하는 8-CH LED 어레이인 것으로 예시되어 있으나, 다채널 LED 어레이(130)의 채널 수가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0033] LED 구동기(110)는 LED 스트링들(131-138)에 포함된 LED들이 모두 턴온될 수 있도록 조절되고 또한 그 밖의 다양한 조건에 따라 조절된 적절한 LED 구동 전압(V_p)을 출력하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, LED 구동기(110)는 헤드룸 제어를 수행하여 다채널 LED 어레이(130)에 공급되는 LED 구동 전압(V_p)을 동적으로 조절할 수 있도록 구성될 수 있다. LED 구동기(110)는 LED 스트링들(131-138)의 각각에 흐르는 전류를 원하는 전류 값으로 조절함으로써 LED 스트링들(131-138)에 충분한 전류가 공급될 수 있도록 보장해 주는 기능을 수행하도록 더 구성될 수 있다. LED 구동기(110)는 디밍 레벨에 따라 가변되는 듀티비(duty ratio)를 갖는, PWM 신호 발생기(도시되지 않음)로부터의 PWM 신호에 응답하여 LED 스트링들(131-138)로의 전류 공급을 제어하도록 더 구성될 수 있다. LED 구동기(110)는, 후술하는 바와 같이 LED 스트링들을 구동하기 위해 필요한 실제 바이어스 전압들에 있어서의 편차가 있는 경우에도 LED 스트링들(131-138)에 각각 접속된 스위칭 트랜지스터들의 적어도 하나에서

과도한 전력이 소비되어 LED 구동기(110)가 규정된 온도 이상으로 발열되는 것을 방지하도록 설계될 수 있다.

[0034] 도 2는 도 1에 도시된 LED 구동기의 블록도의 일 실시예를 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 구성부들은 LED 구동기의 모든 기능을 반영한 것이 아니고 필수적인 것도 아니어서, LED 구동기는 도시된 구성부들 보다 많은 구성부들을 포함하거나 그 보다 적은 구성부들을 포함할 수 있음을 인식하여야 한다.

[0035] 도 2를 참조하면, LED 구동기(110)는 전원 공급부(210) 및 헤드룸 제어부(220)를 포함할 수 있다. 전원 공급부(210)는, 예컨대 DC 입력 전압을 수신하여 이를 부스트함으로써 안정적이고 높은 DC 전압을 출력하는 부스트 컨버터(boost converter)와 같은 DC-DC 컨버터를 포함할 수 있다. 전원 공급부(210)는 DC 입력 전압 레벨의 변동이나 온도 변화 등 최악의 상황에서도 안정적으로 구동 전압(V_p)을 공급할 수 있도록 설계될 수 있다. 일 실시예에서, 전원 공급부(210)는 인덕터, 커패시터, 하나 이상의 저항, MOSFET, 다이오드 등을 이용해서 구현 가능하다. 일 실시예에서, 전원 공급부(210)는 PWM(Pulse Width Modulation) 또는 PFM(Pulse Frequency Modulation)과 같은 공지의 변조 기법에 기반하여 설계될 수 있다. 전원 공급부(210)는 헤드룸 제어부(220)로부터의 헤드룸 제어 신호에 따라 동적으로 조절된 구동 전압(V_p)을 출력하도록 구성될 수 있다.

[0036] 헤드룸 제어부(220)는 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들과 접속되어 제2 단자들에서의 전압 레벨들(V_{s1} - V_{s8})을 기초로 헤드룸 제어 신호를 출력함으로써 전원 공급부(210)로부터 LED 스트링들(131-138)의 제1 단자들에 제공되는 구동 전압(V_p)의 레벨이 조절되도록 하는 역할을 하도록 구성될 수 있다. 헤드룸 제어부(220)는 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들에서의 전압 레벨들(V_{s1} - V_{s8}) 중 가장 작은 전압 레벨에 기초하여 헤드룸 제어 신호 생성하도록 구성될 수 있다. 제2 단자에서 가장 작은 전압 레벨을 갖는 LED 스트링이 그 구동에 필요한 바이어스 전압, 즉 그에 포함된 LED들의 VF들의 합이 제일 큰 LED 스트링이므로, 이를 기준으로 구동 전압(V_p)이 조절되어야 모든 LED 스트링(131-138)이 안정적으로 동작할 수 있기 때문이다.

[0037] LED 구동기(110)는 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들에 접속된 전류 제어부(230)를 더 포함할 수 있다. 전류 제어부(230)는 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들에 각각 접속된 정전류 제어 및 과열 방지 회로들(231-238)을 포함할 수 있다. LED 스트링들(131-138)의 각각과 해당 정전류 제어 및 과열 방지 회로(231-238)는 하나의 채널을 구성한다. 정전류 제어 및 과열 방지 회로(231-238)는 해당 LED 스트링으로 흐르는 전류가 목표 전류(target current) 값(I_T)을 갖도록 제어하도록 구성될 수 있다. 전술한 바와 같이 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들에서의 전압 레벨들(V_{s1} - V_{s8}) 간에 큰 폭의 차이가 있을 수 있고 이에 따라 필연적으로 제2 단자에서의 전압 레벨이 과도하게 큰 채널이 있을 수 있는데, 정전류 제어 및 과열 방지 회로(231-238)는, 제2 단자에서의 전압 레벨이 과도하게 큰 채널에서의 과전력 소비로 인해 LED 구동기(110)가 과열되는 것을 방지하도록 설계될 수 있다.

[0038] 도 3은 도 2에 도시된 정전류 제어 및 과열 방지 회로의 회로 구성도의 일 실시예를 도시한 도면이다.

[0039] 도 3에 도시된 바와 같이, 정전류 제어 및 과열 방지 회로(231-238)는 스위칭 트랜지스터(TS), 센싱 저항(R_s) 및 오차 증폭기(Error Amplifier: EA)로 구성되는 정전류 제어 회로를 포함할 수 있다. 센싱 저항(R_s)은 스위칭 트랜지스터(TS)와 접속되는 제1 단자 및 그 타 단의 제2 단자를 가질 수 있다. 센싱 저항(R_s)의 제2 단자는, 예컨대 도시된 바와 같이 접지될 수 있다. 스위칭 트랜지스터(TS)는 LED 스트링(131-138)의 제2 단자와 접속되는 제1 단자, 센싱 저항(R_s)의 제1 단자와 접속되는 제2 단자 및 제어 입력 단자를 가질 수 있다. 스위칭 트랜지스터(TS)로는 LDMOS FET(Lateral Diffused Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor), JFET(Junction Gate Field-Effect Transistor), MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor), IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 및 BJT(Bipolar Junction Transistor) 중 어느 하나를 채택하여 사용할 수 있으나, 스위칭 트랜지스터(TS)로 사용될 수 있는 트랜지스터의 종류가 이에 한정되는 것이 아님을 인식하여야 한다. 도시된 바와 같이 스위칭 트랜지스터(TS)가 N형 MOSFET인 경우, 스위칭 트랜지스터(TS)의 제1 단자는 드레인 단자일 수 있고, 그 제2 단자는 소스 단자일 수 있고 그리고 그 제어 입력 단자는 게이트 전압(V_{G1})이 입력되는 게이트 단자일 수 있다. 이하의 설명에서는, 설명의 편의상 스위칭 트랜지스터(TS)가 N형 MOSFET인 것으로 가정한다.

[0040] 오차 증폭기(EA)는 기준 전압(V_{REF})이 입력되는 비반전 입력 단자와 스위칭 트랜지스터(TS)의 소스 단자 또는 센싱 저항(R_s)의 제1 단자와 접속되는 반전 입력 단자를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 오차 증폭기(EA)는 OP 앰프(Operational Amplifier)와 같이 두 차동 입력을 가지는 차동 증폭기(differential amplifier)를 이용하여 구현될 수 있다. 오차 증폭기(EA)의 출력은 PWM 신호 발생기(도시되지 않음)로부터의 PWM 신호에 따라 스위칭

트랜지스터(TS)의 게이트 단자로 입력될 수 있다. 공지된 바와 같이 PWM 신호는 원하는 디밍 레벨에 따라 듀티비(duty ratio)가 조절된 구형파일 수 있는데, 오차 증폭기(EA)의 출력은 이 구형파의 하이 레벨 구간에서 스위칭 트랜지스터(TS)의 게이트 단자로 입력될 수 있다. 도시된 실시예에서는, 디밍 제어를 위해 PWM 신호가 스위치(S1)의 온/오프를 제어하는 것으로 예시되어 있으나, 오차 증폭기(EA)의 인에이블(enable) 단자로 PWM 신호를 입력하여 PWM 신호에 따라 오차 증폭기(EA)가 인에이블/디스에이블(disable)되도록 하는 것도 가능하다. 오차 증폭기(EA)는 스위칭 트랜지스터(TS)에 연결된 LED 스트링을 통해 흐르는 전류(I_{LED})가 목표 전류 값(I_T)을 갖도록 스위칭 트랜지스터(TS)를 제어하도록 동작할 수 있다. 일 실시예에서, 정전류 제어를 위해 오차 증폭기(EA)의 비반전 입력 단자에 입력되는 기준 전압(V_{REF})을 목표 전류 값(I_T)과 센싱 저항(R_s)의 저항 값을 곱한 값에 해당하는 값으로 설정할 수 있다.

[0041] 오차 증폭기(EA)의 비반전 입력 단자에 기준 전압(V_{REF})이 입력되면 스위칭 트랜지스터(TS)의 게이트 단자로 게이트 전압(V_{G1})이 인가되어 그 드레인과 소스 간에 전류(I_{DS})가 흐르게 되는데, 센싱 저항(R_s)에 흐르는 전류(I_{LED})가 목표 전류 값(I_T) 보다 작은 값을 갖는 경우 오차 증폭기(EA)의 반전 입력 단자에 입력되는 전압은 기준 전압(V_{REF}) 보다 작게 되고 이에 따라 오차 증폭기(EA)는 그 출력을 높이게 된다. 높아진 출력은 스위칭 트랜지스터(TS)의 게이트 단자로 입력되어 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인과 소스 간에 더 큰 전류(I_{DS})가 흐르게 된다. 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인과 소스 간에 흐르는 전류(I_{DS})가 이런 식으로 점진적으로 증가하여 센싱 저항(R_s)에 흐르는 전류(I_{LED})가 목표 전류 값(I_T)에 이르면, 오차 증폭기(EA)의 반전 입력 단자에 입력되는 전압은 기준 전압(V_{REF})과 같게 되고 이에 따라 오차 증폭기(EA)가 그 출력을 줄임으로써 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인과 소스 간에 흐르는 전류(I_{DS})는 목표 전류 값(I_T)으로 일정하게 유지된다. 이와 같이 오차 증폭기(EA)는 센싱 저항(R_s)에 걸리는 전압에 따라 그 출력을 조절함으로써 센싱 저항(R_s)에 흐르는 전류, 즉 해당 LED 스트링에 흐르는 전류(I_{LED})를 목표 전류 값(I_T)과 실질적으로 동일하게 조절할 수 있게 된다.

[0042] 정전류 제어 및 과열 방지 회로(231-238)는 저항성 소자(R_B), 스위치(TB) 및 비교기(Comparator: COMP)로 구성되는 과열 방지 회로를 더 포함할 수 있다. 과열 방지 회로는 정전류 제어 회로와 연동되어 스위칭 트랜지스터(TS)가 과열되는 것을 방지하도록 구성될 수 있다. 본 개시에 따른 과열 방지 회로는 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인 단자에서의 전압 레벨(V_D)이 높은 경우에도 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인과 소스 간에 흐르는 전류(I_{DS})를 일정 레벨 이하로 제한함으로써 스위칭 트랜지스터(TS)에서의 과전력 소비로 인해 LED 구동기(110)가 과열되는 것을 방지할 수 있다. 과열 방지 회로의 구체적인 구성을 설명하기에 앞서, 이하에서는 본 개시에 따른 과열 방지 회로가 없는 기존의 다채널 LED 구동기에서 스위칭 트랜지스터가 과전력을 소비하고 이에 따라 과열이 야기되는 메커니즘에 대해 간단히 살펴 보기로 한다.

[0043] 전술한 바와 같이 LED 스트링들(131-138)은 제조 상의 편차로 인하여 서로 다른 순방향 바이어스 전압들을 가질 수 있고 이에 따라 그 제2 단자들에서의 전압 레벨들($V_{S1}-V_{S8}$)이 서로 다를 수 있다. 또한 구동 전압(V_P)은 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들에서의 전압 레벨들($V_{S1}-V_{S8}$) 중 가장 작은 전압 레벨에 기초하여 조절된다. 그 결과, 드레인 단자에서의 전압 레벨(V_D)이 과도하게 큰 하나 또는 그 이상의 스위칭 트랜지스터(TS)가 있을 수 있다(여기서, V_D 는 LED 스트링들(131-138)의 제2 단자들에서의 전압 레벨들($V_{S1}-V_{S8}$) 중 어느 하나임). 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인 단자에서의 전압 레벨(V_D)이 높아지면 그 드레인-소스 간에 걸리는 전압 강하(V_{DS})도 따라서 높아지게 된다. 도 4를 참조하면, 구동 전압(V_P)이 12V이고 스위칭 트랜지스터들(TS)의 드레인-소스 간에 흐르는 전류들(I_{DS})이 모두 500mA이고 센싱 저항(R_s)의 저항 값이 2 ohm이고 LED 스트링들(133, 134)의 바이어스 전압들이 각각 8V 및 10V인 경우, LED 스트링(133)에 접속된 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인-소스 간에 걸리는 전압 강하(V_{DS})는 3V로서 다른 스위칭 트랜지스터(TS)에 걸리는 전압 강하(1V) 보다 비교적 높게 된다. V_{DS} 가 높아지면 해당 스위칭 트랜지스터(TS)의 전력 소비가 커지고 소비되는 전력은 열 에너지로 변환되어 해당 스위칭 트랜지스터(TS)가 과도하게 발열되고 나아가 심한 경우에는 파괴될 수도 있다. 위의 예에서 V_{DS} 가 3V이고 I_{DS} 가 500mA이므로 스위칭 트랜지스터(TS)가 소비하는 전력은 1.5W가 되는데, 실험 결과에 따르면 스위칭 트랜지스터(TS)에서 약 1W 이상의 전력이 소비될 경우 스위칭 트랜지스터(TS)의 온도가 85° C를 넘어가게 된다. 이같이 스위칭 트랜지스터(TS)가 과열되면 파괴될 수 있고 그렇지 않다 하더라도 LED 구동기(110)의 온도가 허용 범

위를 넘어서게 되어 급기야 LED 구동기(110)가 오동작(malfunction) 상태에 이를 수 있다.

[0044] 다시 도 3을 참조하면, 과열 방지 회로의 저항성 소자(R_B) 및 스위치(TB)는 서로 직렬 연결되어 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인 단자와 소스 단자 간에 병렬 접속될 수 있다. 즉, 저항성 소자(R_B)의 제1 단자 및 제2 단자는 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인 단자 및 스위치(TB)의 제1 단자에 각각 접속될 수 있고, 스위치(TB)의 제1 단자 및 제2 단자는 저항성 소자(R_B)의 제2 단자 및 스위칭 트랜지스터(TS)의 소스 단자에 각각 접속될 수 있다. 스위치(TB)는 제1 및 제2 단자 이외에도 제1 단자에서 제2 단자로의 전류의 흐름을 제어하기 위해 제어 전압이 입력되는 제어 입력 단자를 더 가질 수 있다. 저항성 소자(R_B) 및 스위치(TB)는 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인 단자와 소스 단자 간에서 셉트 전류 브랜치(shunt current branch)를 구성할 수 있다. 저항성 소자(R_B) 및 스위치(TB)로 구성되는 셉트 전류 브랜치는 LED 스트링에 흐르는 전류(I_{LED})에 대한 전류 분기 경로를 제공할 수 있다. 이 전류 분기 경로로 인해 LED 스트링에 흐르는 전류(I_{LED})가 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르는 전류(I_{DS})와 전류 분기 경로로 흐르는 전류(I_B)로 나누어 흐를 수 있게 된다. 일 실시예에서, 저항성 소자(R_B)는 저항 또는 병렬 연결된 복수의 저항을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 저항성 소자(R_B)는 LDMOS FET, JFET, MOSFET, IGBT 및 BJT 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 스위치(TB)는 LDMOS FET, JFET, MOSFET, IGBT 및 BJT 중 어느 하나의 트랜지스터를 이용하여 구현될 수 있다. 일 실시예에서, 스위치(TB)는 스위칭 트랜지스터(TS)와 동일한 특성을 갖는 트랜지스터를 이용하여 구현될 수 있다. 도시된 바와 같이 스위치(TB)가 N형 MOSFET인 경우, 스위치(TB)의 제1 단자는 드레인 단자일 수 있고, 그 제2 단자는 소스 단자일 수 있고 그리고 그 제어 입력 단자는 게이트 전압(V_{G2})이 입력되는 게이트 단자일 수 있다. 이하의 설명에서는, 설명의 편의상 스위치(TB)가 N형 MOSFET인 것으로 가정한다.

[0045] 비교기(COMP)는 두 개의 입력 단자, 즉 트리거 레벨 전압(V_{TL})이 입력되는 한 입력 단자와 스위칭 트랜지스터(TS)의 소스 단자 또는 센싱 저항(R_S)의 제1 단자와 접속되는 타 입력 단자를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 비교기(COMP)는 스위칭 트랜지스터(TS)와 마찬가지로 차동 증폭기를 이용하여 구현될 수 있다. 비교기(COMP)의 출력은, 전술한 디밍 제어를 위한 PWM 신호에 따라 스위치(TB)의 게이트 단자로 입력될 수 있다. 즉, 비교기(COMP)의 출력은 PWM 신호의 하이 레벨 구간에서 스위치(TB)의 게이트 단자로 입력될 수 있다. 도시된 실시예에서는, PWM 신호가 스위치(S2)의 온/오프를 제어하는 것으로 예시되어 있으나, 비교기(COMP)의 인에이블 단자로 PWM 신호를 입력하여 PWM 신호에 따라 비교기(COMP)가 인에이블/디스에이블되도록 하는 것도 가능하다.

[0046] 비교기(COMP)는 센싱 저항(R_S)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값이 트리거 레벨 전압(V_{TL}) 이상일 때 로직 '하이' 신호를 출력함으로써 PWM 신호에 따라 스위치(TB)의 게이트 단자로 턴온 전압(V_{G2})이 인가되어 스위치(TB)가 온 스위칭되도록 동작할 수 있다. 일 실시예에서 도시된 바와 같이 센싱 저항(R_S)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값은 스위칭 트랜지스터(TS)의 소스 단자에서의 전압 레벨, 즉 센싱 저항(R_S) 양단의 전압 강하($I_{LED} \times R_S$)일 수 있는데, 이 경우 트리거 레벨 전압(V_{TL})을, 후술하는 바와 같은 선정된 전류 값과 센싱 저항(R_S)의 저항 값을 곱한 값으로 결정할 수 있다. 비교기(COMP)가 로직 '하이' 신호를 출력하여 스위치(TB)가 온 스위칭되면 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르던 전류(I_{DS})가 저항성 소자(R_B)를 포함하는 셉트 전류 브랜치와 스위칭 트랜지스터(TS)로 분기되어, 정전류 제어 회로의 동작에 의해 센싱 저항(R_S)을 통해 흐르는 전류(I_{LED})가 목표 전류 값(I_T)에 이르더라도 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르는 전류가 목표 전류 값(I_T) 이하가 되도록 조절될 수 있다.

[0047] 일 실시예에서, 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르게 하고자 하는 전류(I_{DS})와 셉트 전류 브랜치로 흐르게 하고자 하는 전류(I_B)의 비를 1:1, 2:1, 3:1 등으로 설정할 수 있다. 예컨대 목표 전류 값(I_T)이 300mA이고 스위칭 트랜지스터(TS)의 과열을 일으킬 수 있는 그 드레인-소스 간의 전압(V_{DS})의 크기가 3V라면, 전술한 전류의 비를 2:1로 설정하고자 하는 경우 셉트 전류 브랜치로 흘러야 하는 전류(I_B)의 크기가 100mA이므로 저항성 소자(R_B)의 저항 값을 약 30 ohm ($= V_{DS}/I_B$)으로 결정할 수 있다. 전술한 전류 비에 따른 저항성 소자(R_B)의 저항 값의 결정은 단지 예시일 뿐이고 다양한 설계 변수에 따라 저항성 소자(R_B)의 저항 값을 달리 변경하여 결정할 수 있음을 인식하여야 한다. 개시된 실시예들에 따르면, 목표 전류 값(I_T)이 800mA까지 조정되어 LED 스트링들(131-138)로 흐르는 전류(I_{LED})가 약 800mA까지 상승하는 경우에도 본 개시에 따른 셉트 전류 브랜치와 스위칭 트랜지스터

(TS)로 전류(I_{LED})를 분산시켜 스위칭 트랜지스터(TS)의 발열을 억제할 수 있다.

[0048] 스위치(TB)가 온 스위칭되는 타이밍은, 스위칭 트랜지스터(TS)와 관련된 적어도 하나의 전기적 변량의 값에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 스위치(TB)가 온 스위칭되는 타이밍은, 스위칭 트랜지스터(TS)가 과열되어 그 온도가 최대 허용 온도 이상의 온도로 상승하게 만드는 스위칭 트랜지스터(TS)의 전력 소비량(P_{TS}) 및 LED 스트링들(131-138)의 순방향 바이어스 전압들 간의 편차로 인해 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인-소스 간에 걸릴 수 있는 최대 전압 크기(V_{DS_MAX})에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시예에서, LED 스트링들(131-138)의 순방향 바이어스 전압들 간의 편차를 통계적으로 결정하고 이렇게 결정된 편차를 이용하여 최대 전압 크기(V_{DS_MAX})를 예측하는 것이 가능하다. 예컨대, 통계적으로 또는 선험적으로 결정된 P_{TS} 및 V_{DS_MAX} 의 값들이 각각 1W 및 3V라고 가정한다면, 이러한 가정을 충족시키는 전류 I_{TL} 은 약 $333mA (= P_{TS}/V_{DS_MAX})$ 가 된다. 따라서, 정전류 제어 회로의 제어에 의해 LED 스트링으로 흐르는 전류(I_{LED})가 목표 전류 값(I_T)을 향해 증가하는 과정에서 그 전류가 $333mA(I_{TL})$ 에 이르거나 그 이전에 스위치(TB)를 온 스위칭하여 $333mA$ 의 전류를 섀트 전류 브랜치와 스위칭 트랜지스터(TS)로 분산시킬 필요가 있다. 그렇다면, LED 스트링으로 흐르는 전류가 I_{TL} 또는 그 이하의 선정된 전류 값이 될 때 비교기(COMP)가 로직 '하이' 신호를 출력하여 스위치(TB)가 온 스위칭되도록 할 필요가 있다. 이를 위해 비교기(COMP)의 트리거 레벨 전압(V_{TL})을 I_{TL} 을 기준으로 하여 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 비교기(COMP)의 트리거 레벨 전압(V_{TL})을 I_{TL} 과 센싱 저항(R_s)의 저항 값을 곱한 값으로 결정할 수 있다. 다른 실시예에서, 비교기(COMP)의 트리거 레벨 전압(V_{TL})을 I_{TL} 이하의 선정된 전류 값과 센싱 저항(R_s)의 저항 값을 곱한 값으로 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 트리거 레벨 전압(V_{TL})은 오차 증폭기(EA)의 비반전 입력 단자로 입력되는 기준 전압(V_{REF}) 보다 낮은 전압 값으로 설정될 수 있다.

[0049] 도 5는 도 3에서 비교기(COMP)의 트리거 레벨 전압(V_{TL})을 2V로 설정하고 오차 증폭기(EA)의 비반전 입력 단자로 입력되는 기준 전압(V_{REF})을 1V로부터 3V로 상승시킬 때 LED 스트링으로 흐르는 전류(I_{LED}), 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르는 전류(I_{DS}) 및 섀트 전류 브랜치로 흐르는 전류(I_B)에 대한 모의 실험 결과를 나타낸 도표의 일 실시예를 도시한 도면이다.

[0050] 도 5를 참조하면, 오차 증폭기(EA)의 비반전 입력 단자로 입력되는 기준 전압(V_{REF})이 1V에서 2V로 상승될 때까지는 스위칭 트랜지스터(TS)로 흐르는 전류(I_{DS})가 약 300mA까지 선형적으로 증가한다. 이 때까지는 섀트 전류 브랜치로 전류가 흐르지 않는다. 그러다 기준 전압(V_{REF})이 2V가 되어 센싱 저항(R_s)에 걸리는 전압이 2V가 되면 스위치(TB)가 온 스위칭되어 섀트 전류 브랜치를 통해 약 200mA의 전류(I_B)가 흐르고 이에 상응해 I_{DS} 는 100mA로 하강하게 된다. V_{REF} 를 2V 이상으로 계속 상승시키면 섀트 전류 브랜치로 흐르는 전류(I_B)는 200mA로 그대로 유지되는 반면 I_{DS} 는 또 다시 선형적으로 증가한다. 어떠한 경우든 $I_{LED} = I_{DS} + I_B$ 의 관계가 성립된다.

[0051] 이상으로 설명한 실시예들에 있어서는, 과열 방지 회로가 센싱 저항(R_s)을 통해 흐르는 전류의 크기를 나타내는 값을 기초로 스위치(TB)를 온 스위칭하는 것으로 예시하였으나, 본 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자라면 본 개시에 예시된 실시예들을 참조로 하여 이러한 실시예들에 약간의 변형을 가함으로써 쉽게 다양한 변형 실시예들을 만들어 낼 수 있을 것이다. 예컨대, 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인-소스 간에 걸리는 전압(V_{DS})이 선정된 전압 레벨 이상인 것을 검출하고 이에 응답하여 LED 스트링(131-138)을 통해 흐르는 전류에 대한 섀트 전류 브랜치를 제공하도록 과열 방지 회로를 구성하는 것이 가능할 것이다. 다른 예로서, 스위칭 트랜지스터(TS)의 드레인 단자에서의 전압 레벨이 선정된 전압 레벨 이상인 것을 검출하고 이에 응답하여 LED 스트링(131-138)을 통해 흐르는 전류에 대한 섀트 전류 브랜치를 제공하도록 과열 방지 회로를 구성하는 것도 가능할 것이다. 이러한 변형 실시예들에 있어서는, 드레인-소스 간에 걸리는 전압(V_{DS})이 선정된 전압 레벨 이상이거나 드레인 단자에서의 전압 레벨이 선정된 전압 레벨 이상인 스위칭 트랜지스터(TS)를 가진 하나 또는 그 이상의 채널에 대해서만 선택적으로 전류 분기 경로가 제공될 수 있다. 이러한 변형 실시예들은 모두 본 발명의 권리범위에 속하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0052] 이상의 설명에서는 LED 구동기(110)의 구성부들/회로들의 각각을 분리된 별도의 구성 요소로서 설명하였으나, LED 구동기(110)의 모든 구성부들/회로들을 ASIC(Application Specific Integrated Circuit),

PLD(Programmable Logic Device) 또는 FPGA(Field-Programmable Gate Array) 설계 방식에 기반하여 단일의 IC 칩으로 구현할 수 있다. 설계 방식에 따라 LED 구동기(110)에서 스위칭 트랜지스터들을 제외한 구성부들/회로들을 단일의 IC 칩으로 구현하는 것도 가능하다. 또한, 설계 방식에 따라 LED 구동기(110)에서 저항성 소자들(R_B) 및 스위치들(TB) 중 어느 하나 그룹 또는 그 모두를 제외한 구성부들/회로들을 단일의 IC 칩으로 구현하는 것도 가능하다. 다양한 실시예에서, LED 구동기(110)를 임베디드 시스템(embedded system) 용의 SoC(system on chip) 칩으로 구현하는 것도 가능하다.

[0053] 이상의 설명에 있어서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 접속되거나 결합된다는 기재의 의미는 당해 구성 요소가 그 다른 구성 요소에 직접적으로 접속되거나 결합된다는 의미뿐만 아니라 이들이 그 사이에 개재된 하나 또는 그 이상의 타 구성 요소를 통해 접속되거나 결합될 수 있다는 의미를 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 이외에도 구성 요소들 간의 관계를 기술하기 위한 용어들(예컨대, '간에', '사이에' 등)도 유사한 의미로 해석되어야 한다.

[0054] 본원에 개시된 실시예들에 있어서, 도시된 구성 요소들의 배치는 발명이 구현되는 환경 또는 요구 사항에 따라 달라질 수 있다. 예컨대, 일부 구성 요소가 생략되거나 몇몇 구성 요소들이 통합되어 하나로 실시될 수 있다. 또한 일부 구성 요소들의 배치 순서 및 연결이 변경될 수 있다.

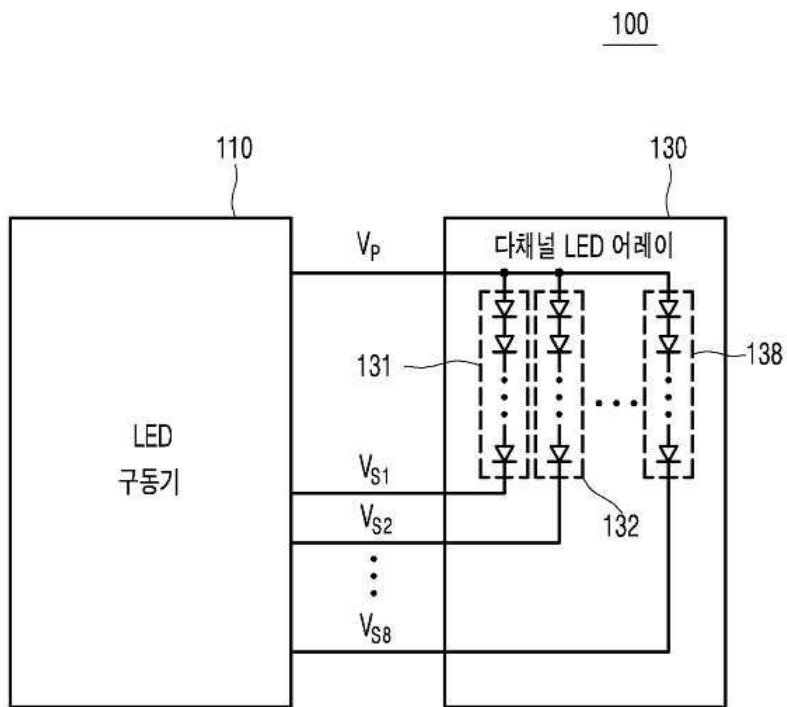
[0055] 이상에서는 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예들에 한정되지 아니하며, 상술한 실시예들은 첨부하는 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양하게 변형 실시될 수 있음은 물론이고, 이러한 변형 실시예들이 본 발명의 기술적 사상이나 범위와 별개로 이해되어져서는 아니 될 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 오직 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

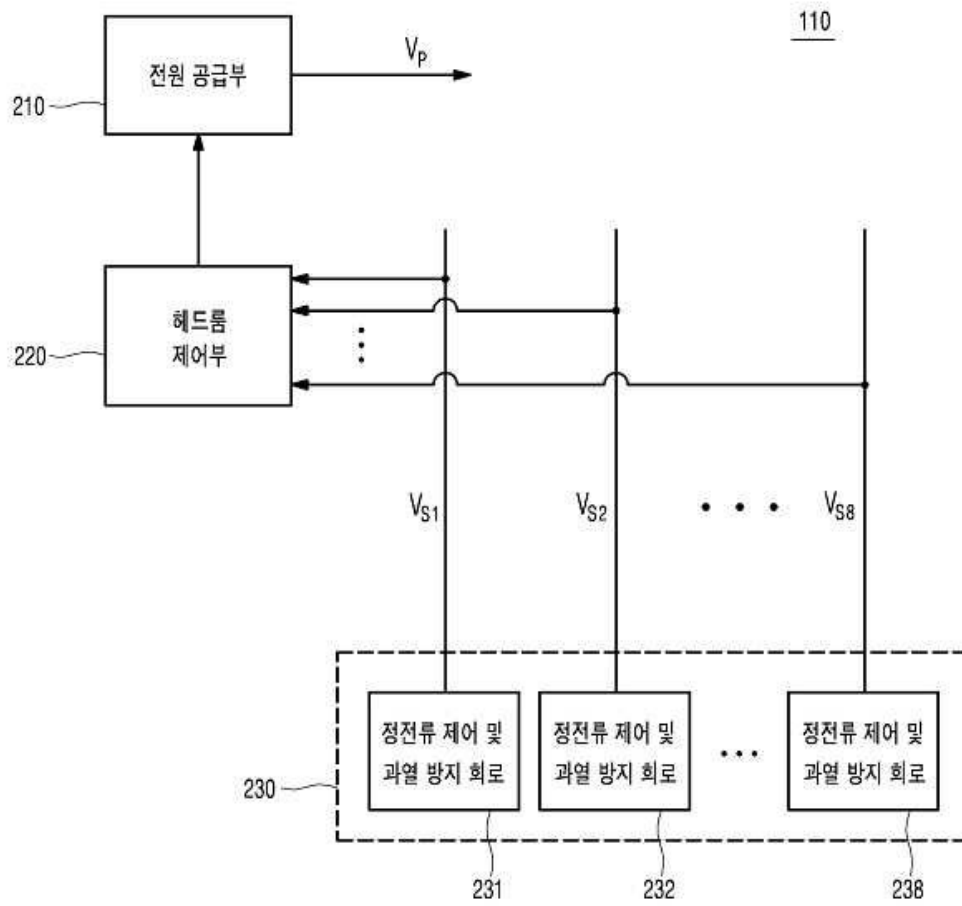
[0056] 100: LED 시스템
110: LED 구동기
130: 다채널 LED 어레이
131 ~ 138: LED 스트링
210: 전원 공급부
220: 헤드룸 제어부
230: 전류 제어부
231 ~ 238: 정전류 제어 및 과열 방지 회로
TS: 스위칭 트랜지스터
TB: 스위치
COMP: 비교기
EA: 오차 증폭기
S1, S2: 스위치
Rs: 센싱 저항
 R_B : 저항성 소자

도면

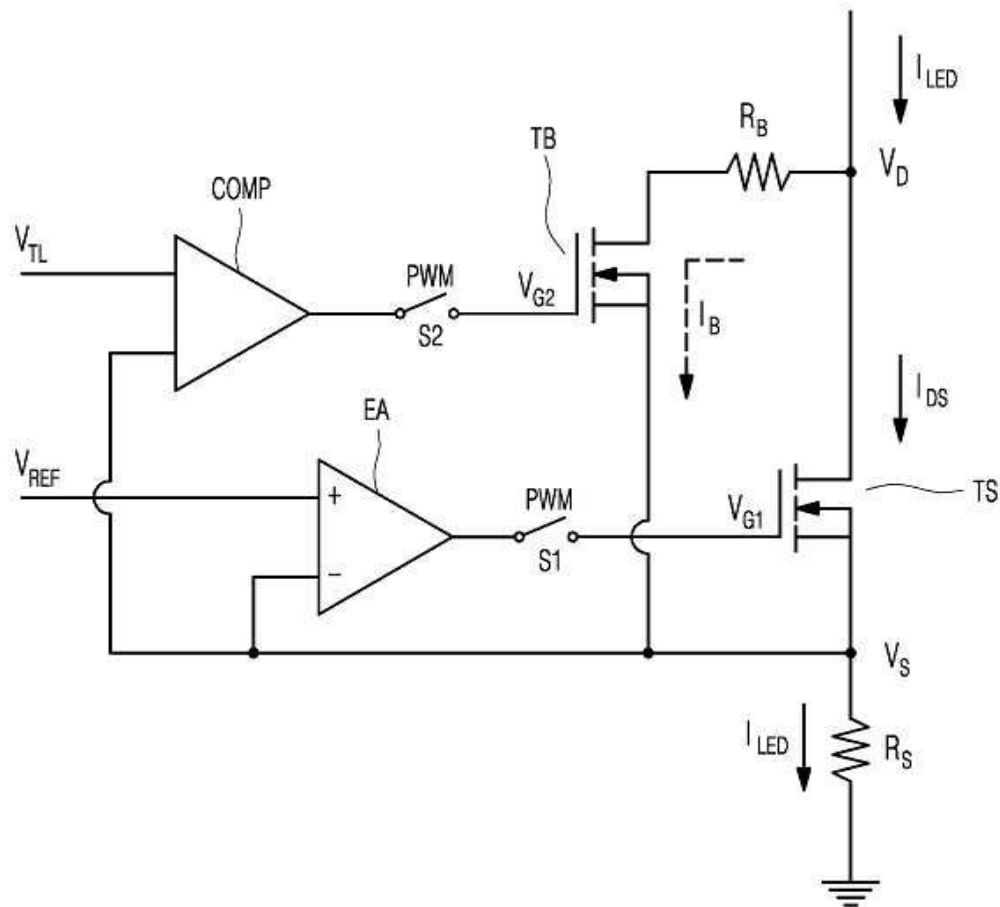
도면1



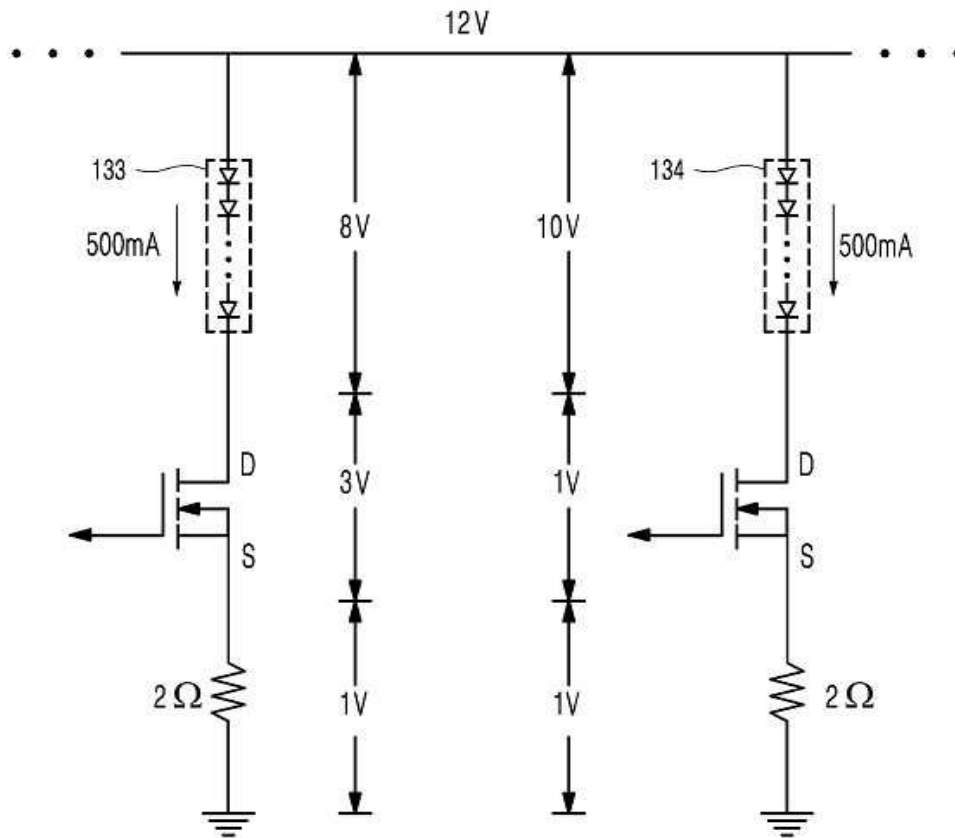
도면2



도면3



도면4



도면5

