



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월16일
(11) 등록번호 10-2302801
(24) 등록일자 2021년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/34 (2006.01) G09G 3/36 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0188895
(22) 출원일자 2014년12월24일
심사청구일자 2019년11월25일
(65) 공개번호 10-2016-0078759
(43) 공개일자 2016년07월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110077538 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
장원용
경기도 부천시 고강로154번길 37 7동 405호 (고강동, 고강아파트)
장훈
경기도 고양시 일산서구 산현로 34 105동 301호 (일산동, 동문1차아파트)
(74) 대리인
이승찬

전체 청구항 수 : 총 6 항

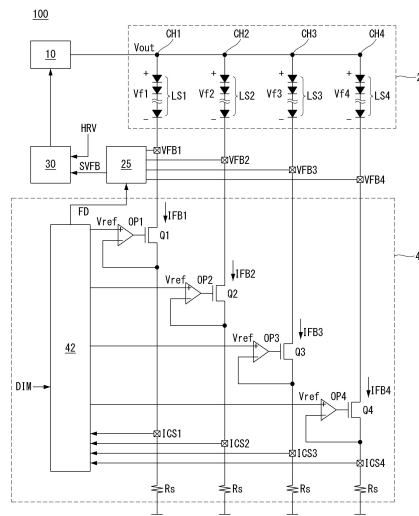
심사관 : 신영교

(54) 발명의 명칭 LED 드라이버와 이를 이용한 액정표시장치

(57) 요약

본 발명에 따른 LED 드라이버는 출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터와, 상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결되어 피드백 전압들을 입력받고, 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 제어 기준전압으로 출력하는 제어 기준전압 선택부와, 상기 제어 기준전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제어부를 구비한다.

대표도 - 도4



(56) 선행기술조사문헌

KR1020130020326 A*

KR1020110087037 A

KR1020120112950 A

KR100956222 B1

KR101028860 B1

JP2006185942 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터;

상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결되어 피드백 전압들을 입력받고, 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 제어 기준전압으로 출력하는 제어 기준전압 선택부; 및

상기 제어 기준전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제어부를 구비하고,

상기 제어 기준전압 선택부는,

상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결된 다수의 다이오드들;

저항을 통해 고전위 전압원에 연결됨과 아울러 상기 피드백 제어부의 입력단자에 연결되는 출력 노드;

상기 출력 노드와 상기 다이오드들의 애노드 단자들에 각각 연결된 다수의 스위치들; 및

상기 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나가 제어 기준전압으로 출력되도록 상기 스위치들의 온/오프 동작을 제어하는 스위칭 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어 기준전압보다 낮은 피드백 전압을 갖는 LED 채널의 디밍 듀티를 그 외의 LED 채널들의 디밍 듀티와 다르게 제어하는 디밍 제어부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어 기준전압 선택부는,

상기 디밍 제어부에서 계산된 상기 LED 채널들의 최종 디밍 듀티들 모두가 100% 미만인 경우에만 상기 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 상기 제어 기준전압으로 출력하고;

상기 디밍 제어부에서 계산된 상기 LED 채널들의 최종 디밍 듀티들 중 적어도 어느 하나가 100% 이상인 경우에는 최하위 피드백 전압을 상기 제어 기준전압으로 출력하는 것을 특징으로 하는 LED 드라이버.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

액정표시패널;

다수의 LED 채널들로부터 발산되는 빛을 상기 액정표시패널에 조사하는 백라이트 유닛; 및

상기 LED 채널들을 구동하는 LED 드라이버를 포함하고,

상기 LED 드라이버는,

출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터;

상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결되어 피드백 전압들을 입력받고, 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 제어 기준전압으로 출력하는 제어 기준전압 선택부; 및

상기 제어 기준전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제어부를 구비하고,

상기 제어 기준전압 선택부는,

상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결된 다수의 다이오드들;

저항을 통해 고전위 전압원에 연결됨과 아울러 상기 피드백 제어부의 입력단자에 연결되는 출력 노드;

상기 출력 노드와 상기 다이오드들의 애노드 단자들에 각각 연결된 다수의 스위치들; 및

상기 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나가 제어 기준전압으로 출력되도록 상기 스위치들의 온/오프 동작을 제어하는 스위칭 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제어 기준전압보다 낮은 피드백 전압을 갖는 LED 채널의 디밍 듀티를 그 외의 LED 채널들의 디밍 듀티와 다르게 제어하는 디밍 제어부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제어 기준전압 선택부는,

상기 디밍 제어부에서 계산된 상기 LED 채널들의 최종 디밍 듀티들 모두가 100% 미만인 경우에만 상기 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 상기 제어 기준전압으로 출력하고;

상기 디밍 제어부에서 계산된 상기 LED 채널들의 최종 디밍 듀티들 중 적어도 어느 하나가 100% 이상인 경우에는 최하위 피드백 전압을 상기 제어 기준전압으로 출력하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 LED(Light Emitting Diode) 드라이버와 이를 이용한 액정표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 조명 광원이나 액정표시장치의 백라이트 광원으로서 LED가 사용되고 있다. 이러한 LED는 도 1과 같이 LED 드라이버로 구동된다.
- [0003] 도 1 내지 도 3을 참조하면, LED 드라이버는 다수의 LED 열들(string)(LS1~LS4)을 포함한 발광부(2), 직류-직류 변환기(DC-DC Converter, 이하 "DC-DC 컨버터"라 함)(1), LED 열들(LS1~LS4)의 정전류를 제어하는 정전류 제어부(4), 직류-직류 변환기(1)의 출력을 제어하기 위한 피드백 제어부(3) 등을 포함한다.
- [0004] LED 열들(LS1~LS4) 각각은 직렬로 연결된 하나 이상의 LED들을 포함한다. LED 열들(LS1~LS4)은 DC-DC 컨버터(1)의 출력 전압(V_{out})이 공급될 때 점등한다. DC-DC 컨버터(1)는 직류 입력 전압을 소정 레벨까지 승압하여 LED 열들(LS1~LS4)의 구동에 필요한 전압(V_{out})을 출력한다. DC-DC 컨버터(1)는 피드백 제어부(3)로부터 입력되는 PWM(Pulse Width Modulation) 제어신호에 응답하여 출력 전압(V_{out})을 조절할 수 있다.
- [0005] 정전류 제어부(4)는 트랜지스터들(Q1~Q4), 비교기들(OP1~OP4) 등을 포함한다.
- [0006] 트랜지스터들(Q1~Q4)은 LED 열들(LS1~LS4) 각각에 연결된다. 비교기들(OP1~OP4)은 연산 증폭기(operational amplifier)를 이용한 비교기로 구현된다. 비교기들(OP1~OP4)은 트랜지스터들(Q1~Q4)의 게이트 전압을 제어하여 LED 열들(LS1~LS4)과 트랜지스터들(Q1~Q4)을 통해 흐르는 정전류의 변동을 억제한다. 이러한 비교기들(OP1~OP4)은 트랜지스터들(Q1~Q4)의 에미터(emitter) 전압(또는 소스(source) 전압)과 자신의 비반전 입력단자(+)에 인가되는 기준 전압(V_{ref})을 비교하여 그 차 전압을 트랜지스터들(Q1~Q4)의 베이스(base)(또는 게이트(gate))에 인가하여 LED 열들(LS1~LS4)과 트랜지스터들(Q1~Q4)을 통해 흐르는 순방향 전류(IFB)를 정전류로 제어한다.
- [0007] LED 열들(LS1~LS4)은 LED 채널들(CH1~CH4)을 구성한다. LED들 간의 편차로 인하여 LED 채널들 간에 LED 구동 전압 즉, 순방향 전압(Forward voltage, V_f)의 차이가 있을 수 있다. DC-DC 컨버터(1)의 출력은 순방향 전압들(V_{f1} ~ V_{f4}) 중 가장 높은 순방향 전압을 기준으로 조절된다. LED 채널의 순방향 전압이 높다는 것은 그 LED 채널의 마지막 캐소드 단에 걸리는 피드백 전압(VFB)이 낮다는 것을 의미한다. 피드백 제어부(3)는 헤드룸(Headroom) 전압을 미리 설정하고, 각 LED 채널(CH1~CH4)의 마지막 캐소드단에 걸리는 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중 가장 낮은 전압(즉, 최하위 피드백 전압)을 제어 기준전압으로 선택하고, 이 제어 기준전압이 헤드룸 전압과 같아지도록 DC-DC 컨버터(1)의 출력 전압(V_{out})을 결정한다.
- [0008] 이러한 종래 LED 드라이버는 순방향 전압이 가장 높은 LED 채널 즉, 최하위 피드백 전압을 갖는 LED 채널을 기준으로 DC-DC 컨버터(1)의 출력을 결정하므로, LED 채널들 간 순방향 전압(V_f)의 편차가 클 경우 불필요한 소모 전력 및 발열이 심해지는 문제가 있다.
- [0009] 예를 들어, 도 2 및 도 3과 같이 제1 내지 제4 LED 채널(CH1~CH4)에서 순방향 전압(V_f)이 각각 26.2V, 26.1V, 26.6V, 26.3V 라면, 종래 LED 드라이버는 순방향 전압이 가장 높은 제3 LED 채널(CH3)에서의 피드백 전압(VFB)이 미리 설정된 헤드룸 전압(0.4V)과 같아지도록 DC-DC 컨버터(1)의 동작을 제어하여 27V의 출력 전압(V_{out})을 생성한다. 따라서, 제1,2,4 LED 채널(CH1,CH2,CH4)에서는 각각 0.8V, 0.9V, 0.7V의 전압 로스가 생긴다. 이러한 전압 로스는 소모 전력 및 발열을 증가시키는 주요 원인이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서, 본 발명의 목적은 LED 채널들 간 순방향 전압의 편차에 의한 소비전력 증가와 발열을 최소화할 수 있도록 한 LED 드라이버와 이를 이용한 액정표시장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 LED 드라이버는 출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터와, 상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결되어 피드백 전압들을 입력받고, 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 제어 기준전압으로 출력하는 제어 기준전압 선택부와, 상기 제어 기준전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제

어부를 구비한다.

- [0012] 이 LED 드라이버는 상기 제어 기준전압보다 낮은 피드백 전압을 갖는 LED 채널의 디밍 듀티를 그 외의 LED 채널들의 디밍 듀티와 다르게 제어하는 디밍 제어부를 더 구비한다.
- [0013] 상기 제어 기준전압 선택부는, 상기 디밍 제어부에서 계산된 상기 LED 채널들의 최종 디밍 듀티들 모두가 100% 미만인 경우에만 상기 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 상기 제어 기준전압으로 출력하고, 상기 디밍 제어부에서 계산된 상기 LED 채널들의 최종 디밍 듀티들 중 적어도 어느 하나가 100% 이상인 경우에는 최하위 피드백 전압을 상기 제어 기준전압으로 출력한다.
- [0014] 상기 제어 기준전압 선택부는, 상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결된 다수의 다이오드들과, 저항을 통해 고전위 전압원에 연결됨과 아울러 상기 피드백 제어부의 입력단자에 연결되는 출력 노드와, 상기 출력 노드와 상기 다이오드들의 애노드 단자들에 각각 연결된 다수의 스위치들과, 상기 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나가 제어 기준전압으로 출력되도록 상기 스위치들의 온/오프 동작을 제어하는 스위칭 제어부를 포함한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 LED 드라이버는 출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터; 및 상기 LED 채널들로부터 입력되는 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 기초로 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제어부를 구비한다.
- [0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 액정표시장치는 액정표시패널과, 다수의 LED 채널들로부터 발산되는 빛을 상기 액정표시패널에 조사하는 백라이트 유닛과, 상기 LED 채널들을 구동하는 LED 드라이버를 포함하고, 상기 LED 드라이버는, 출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터와, 상기 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결되어 피드백 전압들을 입력받고, 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 제어 기준전압으로 출력하는 제어 기준전압 선택부와, 상기 제어 기준전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제어부를 구비한다.
- [0017] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 액정표시장치는 액정표시패널과, 다수의 LED 채널들로부터 발산되는 빛을 상기 액정표시패널에 조사하는 백라이트 유닛과, 상기 LED 채널들을 구동하는 LED 드라이버를 포함하고, 상기 LED 드라이버는, 출력 전압을 생성하여 다수의 LED 채널들을 구동하는 DC-DC 컨버터와, 상기 LED 채널들로부터 입력되는 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 기초로 상기 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 피드백 제어부를 구비한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명은 차하위 이상의 피드백전압들 중 어느 하나를 DC-DC 컨버터의 출력을 제어하는 제어 기준전압으로 사용할 수 있기 때문에 LED 채널들 간 순방향 전압의 편차에 의한 소비전력 증가와 발열을 최소화할 수 있다.
- [0019] 본 발명은 차하위 이상의 피드백 전압을 제어 기준전압으로 선택한 경우 그보다 낮은 피드백 전압을 갖는 LED 채널에 대한 디밍 듀티를 적응적으로 조정함으로써 정휘도 또는 정전류 구현을 용이하게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 종래 LED 드라이버의 구성을 보여주는 도면.
- 도 2 및 도 3은 종래 LED 드라이버에서 정전류 제어 방식을 보여주는 도면들.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 LED 드라이버의 구성을 보여주는 도면.
- 도 5는 도 4의 선택부의 내부 구성을 개략적으로 보여주는 도면.
- 도 6은 도 5의 제1 선택부의 구성 및 동작을 보여주는 도면.
- 도 7은 도 5의 제2 선택부의 구성 및 동작을 보여주는 도면.
- 도 8은 제어 기준전압을 선택하기 위한 제어 수순을 순차적으로 보여주는 도면.
- 도 9는 차하위 피드백 전압을 제어 기준전압으로 선택한 경우 전체적인 전압 로스량이 줄어드는 것을 보여주는

도면.

도 10은 차하위 피드백 전압을 제어 기준전압으로 선택한 경우 최하위 피드백 전압을 갖는 LED 채널에 대한 디밍 듀티를 조정하는 일 예를 보여주는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 실질적으로 동일한 구성요소들을 의미한다. 이하의 설명에서, 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0022] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 LED 드라이버(100)를 보여 주는 회로도이다. 그리고, 도 5는 도 4의 선택부의 내부 구성을 개략적으로 보여준다.
- [0023] 도 4를 참조하면, LED 드라이버(100)는 다수의 LED 열들(LS1~LS4)로 구성된 발광부(20), DC-DC 컨버터(10), 정전류 제어부(40), 제어 기준전압 선택부(25), 및 피드백 제어부(30) 등을 포함한다.
- [0024] 도 4에서 LED 드라이버(100)는 4개의 LED 열들(LS1~LS4)을 구동하는 예로 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예컨대, LED 드라이버(100)는 N(N은 2 이상의 양의 정수) 개의 LED 열들(LS1~LSN)을 구동할 수 있다.
- [0025] LED 열들(LS1~LS4) 각각은 직렬 연결된 하나 이상의 LED들을 포함한다. LED 열들(LS1~LS4) 각각은 LED 채널들(CH1~CH4)을 구성한다. LED 채널들(CH1~CH4)은 DC-DC 컨버터(10)의 출력 전압(Vout)이 공급될 때 점등된다. LED 채널들(CH1~CH4) 각각에서 첫번째 LED의 애노드는 DC-DC 컨버터(10)의 출력 단자에 연결된다. LED 채널들(CH1~CH4) 각각에서 마지막 LED의 캐소드는 트랜지스터(Q1~Q4)의 컬렉터(Collector 또는 드레인(drain))에 연결되고 또한, 제어 기준전압 선택부(25)에 연결된다. LED 채널들(CH1~CH4) 각각에서 마지막 LED의 캐소드전압은 피드백 전압(VFB1~VFB4)이 된다. 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중 어느 하나는 제어 기준전압 선택부(25)에서 제어 기준전압(SVFB)으로 선택된 후 피드백 제어부(30)에 인가된다. 피드백 제어부(30)는 제어 기준전압(SVFB)이 미리 설정된 헤드룸 전압(HRV)과 같아지도록 PWM 제어신호를 조정한다.
- [0026] DC-DC 컨버터(10)는 LED 채널들(CH1~CH4)의 구동에 필요한 전압을 발생하는 구동 전원이다. DC-DC 컨버터(10)는 직류 입력 전압을 소정 전압까지 승압하여 LED 채널들(CH1~CH4)의 구동에 필요한 전압을 출력한다. DC-DC 컨버터(10)는 피드백 제어부(30)로부터 입력되는 PWM 제어신호에 응답하여 출력 전압(Vout)을 조절할 수 있다. DC-DC 컨버터(10)는 제어 기준전압(SVFB)으로 선택되는 전압이 최하위 피드백 전압에서 최상위 피드백 전압으로 가까이 갈수록 출력 전압(Vout)을 더 낮춤으로써 소비전력 및 발열을 감소시킨다.
- [0027] 정전류 제어부(40)는 트랜지스터들(Q1~Q4), 비교기들(OP1~OP4), 디밍 제어부(42) 등을 포함한다.
- [0028] 트랜지스터들(Q1~Q4)은 LED 채널들(CH1~CH4) 각각에 연결된다. 비교기들(OP1~OP4)은 연산 증폭기(operational amplifier)를 이용한 비교기로 구현된다. 비교기들(OP1~OP4)은 트랜지스터들(Q1~Q4)의 게이트 전압을 제어하여 LED 채널들(CH1~CH4)과 트랜지스터들(Q1~Q4)을 통해 흐르는 정전류의 변동을 억제한다. 이러한 비교기들(OP1~OP4)은 트랜지스터들(Q1~Q4)의 에미터(emitter) 전압(또는 소스(source) 전압)과 자신의 비반전 입력단자(+)에 인가되는 기준 전압(Vref)을 비교하여 그 차 전압을 트랜지스터들(Q1~Q4)의 베이스(base)(또는 게이트(gate))에 인가하여 LED 채널들(CH1~CH4)과 트랜지스터들(Q1~Q4)을 통해 흐르는 순방향 전류(IFB)를 정전류로 제어한다.
- [0029] 디밍 제어부(42)는 트랜지스터들(Q1~Q4)의 에미터(또는 소스)에 연결되어, LED 채널들(CH1~CH4)과 트랜지스터들(Q1~Q4)을 통해 흐르는 순방향 전류들(IFB1~IFB4)을 각각 센싱 전류들(ICS1~ICS4)로서 입력받는다. 디밍 제어부(42)는 센싱 전류들(ICS1~ICS4)을 기초로 비교기들(OP1~OP4)의 비반전 입력단자(+)에 인가되는 기준 전압(Vref)을 개별적으로 제어함으로써, 트랜지스터들(Q1~Q4)을 통해 흐르는 순방향 전류들(IFB1~IFB4)의 PWM 듀티비를 조절할 수 있다. 디밍 제어부(42)는 특정 센싱 전류가 다른 것들보다 작은 경우 그 센싱 전류에 해당되는 순방향 전류의 PWM 듀티비를 다른 것들보다 증가시킬 수 있다.
- [0030] 디밍 제어부(42)는 입력 PWM 디밍 신호(DIM), 센싱 전류들(ICS1~ICS4), 및 미리 설정된 기준 전류를 이용하여 각 LED 채널들(CH1~CH4)에 대한 최종 디밍 듀티(FD)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1 LED 채널(CH1)의 최종 디밍 듀티(FD)는 입력 PWM 디밍 신호(DIM)*기준 전류/제1 센싱 전류(ICS1)이고, 제2 LED 채널(CH2)의 최종 디밍 듀티(FD)는 입력 PWM 디밍 신호(DIM)*기준 전류/제2 센싱 전류(ICS2)와 같이 된다. 디밍 제어부(42)는 각 LED

채널(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티(FD)를 제어 기준전압 선택부(25)에 공급한다.

- [0031] 제어 기준전압 선택부(25)는 도 5와 같이 LED 채널들(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티들(FD)에 따라 선택적으로 활성화되는 제1 선택부(252)와 제2 선택부(254)를 포함한다.
- [0032] 제1 선택부(252)는 LED 채널들(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티들(FD) 중 적어도 어느 하나가 100% 이상인 경우에 활성화된다. 이때, 제1 선택부(252)는 LED 채널들(CH1~CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중에서 최하위 피드백 전압(VFB)을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택하여 피드백 제어부(30)에 출력한다.
- [0033] 제2 선택부(254)는 LED 채널들(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티들(FD) 모두가 100% 미만인 경우에 활성화된다. 이때, 제2 선택부(254)는 LED 채널들(CH1~CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중에서 차하위 이상의 피드백 전압들(VFB) 중 어느 하나를 제어 기준전압(SVFB)으로 선택하여 피드백 제어부(30)에 출력한다.
- [0034] 피드백 제어부(30)는, 제어 기준전압 선택부(25)로부터 입력되는 제어 기준전압(SVFB)이 미리 설정된 헤드룸 전압(HRV)과 같아지도록 DC-DC 컨버터(10)의 동작을 제어하여 출력 전압(Vout)을 조정한다.
- [0035] 예를 들어, 제어 기준전압 선택부(25)로부터 최하위 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로 입력되는 경우, 피드백 제어부(30)는 최하위 피드백 전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 제1 PWM 제어신호를 DC-DC 컨버터(10)에 인가한다. 그러면, DC-DC 컨버터(10)는 제1 PWM 제어신호에 따라 제1 레벨의 출력 전압(Vout)을 생성하여 LED 채널들(CH1~CH4)에 공급할 수 있다.
- [0036] 제어 기준전압 선택부(25)로부터 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나가 제어 기준전압(SVFB)으로 입력되는 경우, 피드백 제어부(30)는 상기 어느 하나의 피드백 전압이 미리 설정된 헤드룸 전압과 같아지도록 제2 PWM 제어신호를 DC-DC 컨버터(10)에 인가한다. 그러면, DC-DC 컨버터(10)는 제2 PWM 제어신호에 따라 상기 제1 레벨보다 낮은 제2 레벨의 출력 전압(Vout)을 생성하여 LED 채널들(CH1~CH4)에 공급할 수 있다.
- [0037] 도 6 및 도 7은 각각 도 5의 제1 선택부와 제2 선택부의 구성 및 동작을 설명하기 위한 도면들이다.
- [0038] 도 6을 참조하면, 제1 선택부(252)는 LED 채널들(CH1~CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중에서 최하위 피드백 전압을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택하여 피드백 제어부(30)에 출력한다.
- [0039] 제1 선택부(252)는 다수의 다이오드들(D1~D4)을 포함한다. 다이오드들(D1~D4)은 LED 채널들(CH1~CH4)과 1:1로 연결된다. 따라서, 다이오드들(D1~D4)은 도 3에서 4 개로 예시되었으나 이에 한정되지 않는다. 다이오드들(D1~D4)의 개수는 LED 채널들(CH1~CH4)의 개수가 많아지면 그 만큼 더 추가된다.
- [0040] 다이오드들(D1~D4) 각각의 캐소드는 LED 채널들(CH1~CH4)의 마지막 LED와 트랜지스터들(Q1~Q4) 사이의 노드들에 연결된다. 다이오드들(D1~D4) 각각의 애노드는 제1 출력노드(No1)를 통해 제1 저항(R1)에 연결됨과 아울러 피드백 제어부(30)의 입력 단자에 연결된다. 제1 출력노드(No1)는 제1 저항(R1)을 통해 고전위 전압원(Vc)에 연결된다.
- [0041] 예를 들어, 제1 다이오드(D1)의 캐소드는 제1 LED 채널(CH1)에 포함된 마지막 LED의 캐소드에 연결되고, 제1 다이오드(D1)의 애노드는 제1 저항(R1)과 피드백 제어부(30)의 입력 단자에 연결된다. 제2 다이오드(D2)의 캐소드는 제2 LED 채널(CH2)에 포함된 마지막 LED의 캐소드에 연결되고, 제2 다이오드(D2)의 애노드는 제1 저항(R1)과 피드백 제어부(30)의 입력 단자에 연결된다. 마찬가지로, 제4 다이오드(D4)의 캐소드는 제4 LED 채널(CH3)에 포함된 마지막 LED의 캐소드에 연결되고, 제4 다이오드(D4)의 애노드는 제1 저항(R1)과 피드백 제어부(30)의 입력 단자에 연결된다. 이러한 다이오드들(D1~D4) 각각은 피드백 전압들(VFB1~VFB4)이 인가되는 캐소드 전압이 애노드 전압보다 자신의 문턱 전압만큼 낮을 때 턴-온(turn-on)된다. 턴 온 된 다이오드들(D1~D4) 중에서 피드백 전압이 가장 낮은 LED 채널에 연결된 다이오드를 통해 전류가 흐른다. 예를 들어, LED 채널들(CH1, CH2, CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1, VFB2, VFB4)이 각각 0.8V, 0.4V, 0.7V인 경우, 제2 다이오드(D2)를 경유하여 피드백 제어부(30)의 입력 단자와 제2 LED 채널(CH2) 사이에 전류 패스가 형성되고, 그 결과 제2 피드백 전압(0.4V)이 제어 기준전압(SVFB)으로서 출력되게 된다.
- [0042] 도 7을 참조하면, 제2 선택부(254)는 LED 채널들(CH1~CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중에서 차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나를 제어 기준전압(SVFB)으로 선택하여 피드백 제어부(30)에 출력한다.
- [0043] 제2 선택부(254)는 LED 채널들 각각의 마지막 LED의 캐소드 단자에 연결된 다수의 다이오드들(D1~D4)과, 제2 저항(R2)을 통해 고전위 전압원(Vc)에 연결됨과 아울러 피드백 제어부(30)의 입력단자에 연결되는 제2 출력 노드(No2), 제2 출력 노드(No2)와 다이오드들(D1~D4)의 애노드 단자들에 각각 연결된 다수의 스위치들(SW1~SW4), 및

차하위 이상의 피드백 전압들 중 어느 하나가 제어 기준전압(SVFB)으로 출력되도록 스위치들(SW1~SW4)의 동작을 제어하는 스위칭 제어부(SWC)를 포함한다.

- [0044] 다이오드들(D1~D4)은 스위치들(SW1~SW4)과 1:1로 연결됨과 아울러 LED 채널들(CH1~CH4)과도 1:1로 연결된다.
- [0045] 다이오드들(D1~D4) 각각의 캐소드는 LED 채널들(CH1~CH4)의 마지막 LED와 트랜지스터들(Q1~Q4) 사이의 노드들에 연결된다. 다이오드들(D1~D4) 각각의 애노드는 스위치들(SW1~SW4)의 일측에 연결된다. 스위치들(SW1~SW4)의 타측은 제2 저항(R2)을 경유하여 고전위 전압원(Vc)에 연결됨과 아울러, 피드백 제어부(30)의 입력 단자에 연결된다.
- [0046] 다이오드들(D1~D4) 각각은 피드백 전압들(VFB1~VFB4)이 인가되는 캐소드 전압이 애노드 전압보다 자신의 문턱 전압만큼 낮을 때 턴-온(turn-on)된다. 턴 온 된 다이오드들(D1~D4) 중에서 피드백 전압이 가장 낮은 LED 채널에 연결된 다이오드를 통해 전류가 흐른다.
- [0047] 이때, 스위칭 제어부(SWC)는 스위치들(SW1~SW4)을 모두 온 시킨 상태(최하위 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로 출력되는 상태)에서 스위치들을 하나씩 선택적으로 오프시키면서 그때마다 제어 기준전압(SVFB)의 변동을 감지한다. 제1 특정 스위치가 오프 되었을 때 제어 기준전압(SVFB)의 변동이 있는 경우, 스위칭 제어부(SWC)는 그 제1 특정 스위치만을 오프 상태로 유지시킴으로써 차하위 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로서 출력되게 할 수 있다. 또한, 스위칭 제어부(SWC)는 제1 특정 스위치만이 오프 시킨 상태(차하위 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로 출력되는 상태)에서 제1 특정 스위치를 제외한 나머지 스위치들을 하나씩 선택적으로 오프시키면서 그때마다 제어 기준전압(SVFB)의 변동을 감지한다. 제2 특정 스위치가 오프 되었을 때 제어 기준전압(SVFB)의 변동이 있는 경우, 스위칭 제어부(SWC)는 제1 및 제2 특정 스위치만을 오프 상태로 유지시킴으로써 세번째 낮은 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로서 출력되게 할 수도 있다.
- [0048] 예를 들어, LED 채널들(CH1,CH2,CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1,VFB2,VFB4)이 각각 0.5V,0.1V,0.4V인 경우, 스위칭 제어부(SWC)는 모든 스위치들(SW1,SW2,SW4)을 온 시킨 상태에서 스위치들(SW1,SW2,SW4)을 선택적으로 오프시키면서 최하위 피드백 전압의 변동을 감지한다. 제2 스위치(SW2)의 오프 전후에 있어 최하위 피드백 전압이 0.1V에서 0.4V로 바뀐다. 따라서, 스위칭 제어부(SWC)는 그 제2 스위치(SW2)만을 오프 상태로 유지시킴으로써 차하위 피드백 전압인 0.4V를 제어 기준전압(SVFB)으로 출력할 수 있다.
- [0049] 도 8은 제어 기준전압을 선택하기 위한 제어 수순을 순차적으로 보여준다.
- [0050] 도 8을 참조하면, 제어 기준전압 선택부(25)는 동작 전원이 공급되면 최하위 피드백 전압에 대한 선택 동작을 시작한다(S1,S2).
- [0051] 이때, 디밍 제어부(42)는 각 LED 채널들(CH1~CH4)에 대한 최종 디밍 듀티(FD)를 계산하여 제어 기준전압 선택부(25)에 공급한다. LED 채널들(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티들(FD) 중 적어도 어느 하나가 100% 이상인 경우, 제어 기준전압 선택부(25)는 제1 선택부(252)의 동작을 활성화시켜 LED 채널들(CH1~CH4)로부터 입력되는 피드백 전압들(VFB1~VFB4) 중에서 최하위 피드백 전압을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택함으로써 정전류 유지를 위한 동작의 안전성을 확보한다(S3,S4).
- [0052] LED 채널들(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티들(FD) 모두가 100% 미만인 경우, 제어 기준전압 선택부(25)는 제2 선택부(254)의 동작을 활성화시켜 차하위 피드백 전압에 대한 선택 동작을 시작한다(S5).
- [0053] 제어 기준전압 선택부(25)는 스위치들(SW1~SW4)을 모두 온 시킨 상태(최하위 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로 출력되는 상태)에서 스위치들을 하나씩 선택적으로 오프시키면서 그때마다 제어 기준전압(SVFB)의 변동을 감지한다(S6~S11). 제1 특정 스위치가 오프 되었을 때 제어 기준전압(SVFB)의 변동이 있는 경우, 제어 기준전압 선택부(25)는 그 제1 특정 스위치만을 오프 상태로 유지시킴으로써 차하위 피드백 전압이 제어 기준전압(SVFB)으로서 출력되게 할 수 있다(S12).
- [0054] 차하위 피드백 전압을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택하는 경우에는, 최하위 피드백 전압을 갖는 LED 채널의 경우 정전류 제어(정 휘도 구현)가 어렵기 때문에, 디밍 제어부(42)는 최하위 피드백 전압을 갖는 LED 채널에 대한 PWM 듀티비를 다른 채널의 그것보다 증가시키는 적응적 디밍 과정을 통해 정 휘도 구현을 가능케 할 수 있다(S13).
- [0055] 한편, 차하위 피드백 전압을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택하는 경우에도 디밍 제어부(42)는 각 LED 채널들(CH1~CH4)에 대한 최종 디밍 듀티(FD)를 계산하여 제어 기준전압 선택부(25)에 공급하며, 제어 기준전압 선택부(25)는 LED 채널들(CH1~CH4)의 최종 디밍 듀티들(FD) 중 적어도 어느 하나가 100% 이상인 경우에는 전술한 바와

제1 선택부(252)의 동작을 활성화시켜 제어 기준전압(SVFB)을 최하위 피드백 전압으로 변경함으로써 정전류 유지를 위한 동작의 안전성을 확보한다(S14).

[0056] 이러한 수순으로 제어 기준전압 선택부(25)는 제어 기준전압(SVFB)을 최하위 피드백 전압, 두번째 하위 피드백 전압, 세번째 하위 피드백 전압 등으로 자유롭게 선택할 수 있다.

[0057] 도 9는 차하위 피드백 전압을 제어 기준전압으로 선택한 경우 전체적인 전압 로스량이 줄어드는 것을 보여준다. 그리고, 도 10은 차하위 피드백 전압을 제어 기준전압으로 선택한 경우 최하위 피드백 전압을 갖는 LED 채널에 대한 디밍 듀티 를 조정하는 일 예를 보여준다.

[0058] 도 9를 참조하면, 제1 내지 제4 LED 채널(CH1-CH4)에서 순방향 전압(V_f)이 각각 26.2V, 26.1V, 26.6V, 26.3V 라면, 본 발명의 LED 드라이버는 순방향 전압이 두번째로 높은 제4 LED 채널(CH4)에서의 피드백 전압(즉, 차하위 피드백 전압)이 미리 설정된 헤드룸 전압(0.4V)과 같아지도록 DC-DC 컨버터(1)의 동작을 제어함으로써, 출력 전압(V_{out})을 26.7V로 낮출 수 있다. 이는 최하위 피드백 전압을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택한 도 2의 27V 와 비교하여 0.3V 낮아진 값이다. 따라서, 제1,2,3 LED 채널(CH1,CH2,CH3)에서의 전압 로스는 각각 0.5V, 0.6V, 0.1V로서 도 2에 비해 크게 줄어들며, 그 결과 본 발명의 LED 드라이버는 소모 전력 및 발열이 효과적으로 줄일 수 있다.

[0059] 도 10을 참조하면, 차하위 피드백 전압(0.4V)을 제어 기준전압(SVFB)으로 선택한 경우 최하위 피드백 전압(0.1V)을 갖는 LED 채널(CH3)에 대한 센싱 전류(예컨대, 18mA)가 다른 것들(20mA)보다 작을 수 있다. 이 경우, 디밍 제어부(42)는 그 센싱 전류에 해당되는 순방향 전류의 PWM 듀티비(55.6%)를 다른 것들(50%)보다 증가시킴으로써, 정전류(혹은 정휘도)를 구현한다.

[0060] 이상의 실시예에서 설명된 LED 드라이버(100)는 도 11과 같은 액정표시장치의 광원 구동회로로 적용될 수 있다.

[0061] 도 11을 참조하면, 본 발명의 액정표시장치는 액정표시패널(200), 액정표시패널(200)의 데이터라인들(201)을 구동하기 위한 소스 구동부(210), 액정표시패널(200)의 게이트라인들(202)을 구동하기 위한 게이트 구동부(220), 소스 구동부(210)와 게이트 구동부(220)의 동작 타이밍을 제어하는 타이밍 콘트롤러(230), 액정표시패널(200)에 빛을 조사하는 백라이트 유닛(300), 백라이트 유닛(300)의 광원들을 구동하기 위한 LED 드라이버(100) 등을 포함한다.

[0062] 액정표시패널(200)은 두 장의 유리기판 사이에 형성된 액정층을 포함한다. 액정표시패널(200)에는 데이터라인들(201)과 게이트라인들(202)의 교차 구조에 의해 픽셀들이 매트릭스 형태로 배치된다. 액정표시패널(200)의 박막트랜지스터(Thin Film Transistor, 이하 "TFT"라 함) 어레이 기판에는 데이터라인들(201), 게이트라인들(202), TFT들, TFT들에 접속된 액정셀의 화소전극, 및 스토리지 커패시터 등이 형성된다. 액정표시패널(200)의 컬러필터 기판에는 블랙매트릭스, 컬러필터 등이 형성된다. 화소전극과 대향하며, 공통전압(V_{com})이 공급되는 공통전극은 TFT 어레이 기판이나 컬러필터 기판에 형성될 수 있다. 액정표시패널(200)의 액정 모드는 TN(Twisted Nematic) 모드와 VA(Vertical Alignment) 모드와 같은 수직전계 구동방식이나 IPS(In Plane Switching) 모드와 FFS(Fringe Field Switching) 모드와 같은 수평전계 구동방식, 또는 공지의 어떠한 액정 모드로도 구현될 수 있다.

[0063] 타이밍 콘트롤러(230)는 외부의 호스트 시스템으로부터 타이밍신호들(V_{sync} , H_{sync} , DE, DCLK)을 입력받아 디지털 비디오 데이터(RGB)를 소스 구동부(210)에 공급한다. 타이밍신호들(V_{sync} , H_{sync} , DE, DCLK)은 수직 동기신호(V_{sync}), 수평 동기신호(H_{sync}), 데이터 인에이블신호(DE), 도트 클럭신호(DCLK) 등을 포함한다. 타이밍 콘트롤러(230)는 호스트 시스템으로부터의 타이밍신호들(V_{sync} , H_{sync} , DE, DCLK)에 기초하여 소스 구동부(210)와 게이트 구동부(220)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 타이밍 제어신호들(DDC, GDC)을 발생한다. 타이밍 콘트롤러(230)는 호스트 시스템으로부터 수신한 디지털 비디오 데이터(RGB)를 로컬 디밍에 따른 화질 보상 알고리즘으로 변조하고 변조된 디지털 비디오 데이터들(R'G'B')를 소스 구동부(210)에 공급한다.

[0064] 호스트 시스템은 네비게이션 시스템, 셋톱박스, DVD 플레이어, 블루레이 플레이어, 개인용 컴퓨터(PC), 홈 시어터 시스템, 방송 수신 시스템, 폰 시스템(Phone system) 중 어느 하나로 구현된다. 호스트 시스템은 스케일러(scaler)가 내장된 SoC(System on chip)를 포함하여 입력 영상 데이터와 함께 타이밍 신호들을 타이밍 콘트롤러(230)로 전송한다.

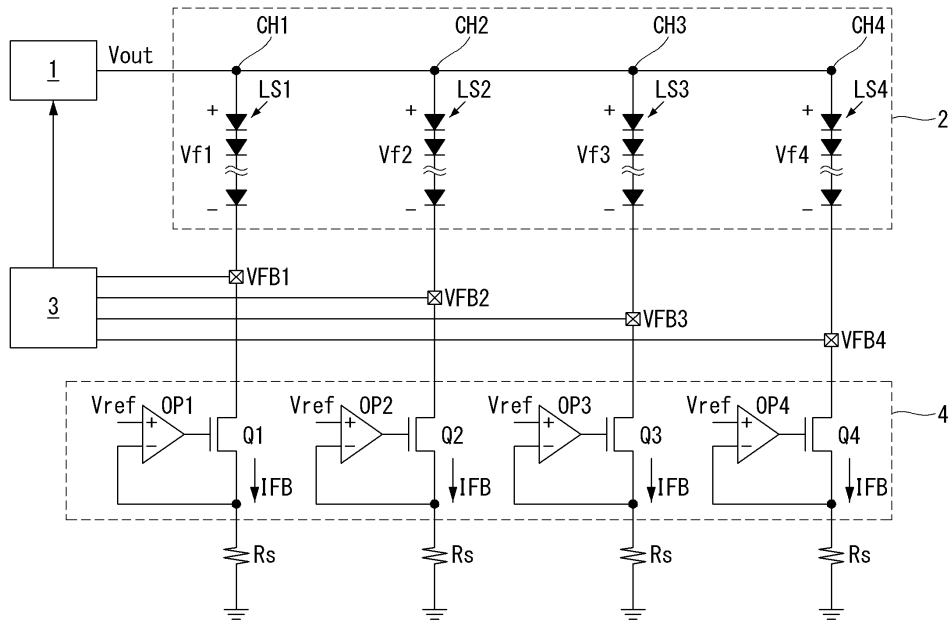
- [0065] 소스 구동부(210)는 타이밍 콘트롤러(230)의 제어 하에 디지털 비디오 데이터(R'G'B')를 래치한다. 소스 구동부(210)는 정극성/부극성 감마보상전압을 이용하여 디지털 비디오 데이터(R'G'B')를 정극성/부극성 아날로그 데이터전압으로 변환하여 데이터라인들(201)에 공급한다. 게이트 구동부(220)는 데이터라인들(201) 상의 데이터 전압과 동기되는 게이트펄스(또는 스캔펄스)를 게이트라인들순차적으로 공급한다.
- [0066] 백라이트 유닛(300)은 액정표시패널(200)의 아래에 배치된다. 백라이트 유닛(300)은 LED 드라이버(100)에 의해 구동되는 광원들 즉, 복수의 LED 열들(LS1~LS3)로부터 발산되는 빛을 액정표시패널(200)에 균일하게 조사한다. 백라이트 유닛(300)은 직하형(direct type) 백라이트 유닛 또는, 에지형(edge type) 백라이트 유닛으로 구현될 수 있다.
- [0067] LED 드라이버(100)는 전술한 바와 같이 최하위 피드백전압, 또는 차하위 이상의 피드백전압들 중 어느 하나를 선택적으로 제어 기준전압(SVFB)로 출력할 수 있는 제어 기준전압 선택부(25)를 내장한다. 그리고, 차하위 이상의 피드백 전압을 제어 기준전압으로 선택한 경우 그보다 낮은 피드백 전압을 갖는 LED 채널에 대한 디밍 듀티를 조정하는 디밍 제어부(42)를 내장한다. LED 드라이버(100)는 입력 영상을 분석하여 백라이트 디밍값을 블록 단위로 선택하는 로컬 디밍부 또는, 로컬 디밍부가 내장된 타이밍 콘트롤러(230)로부터 디밍(Dimming) 값을 입력받아, 그 디밍값(DIM)에 따라 DC-DC 컨버터(10)를 PWM으로 제어하여 백라이트의 디밍을 입력 영상에 종속적으로 조절할 수 있다.
- [0068] 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

부호의 설명

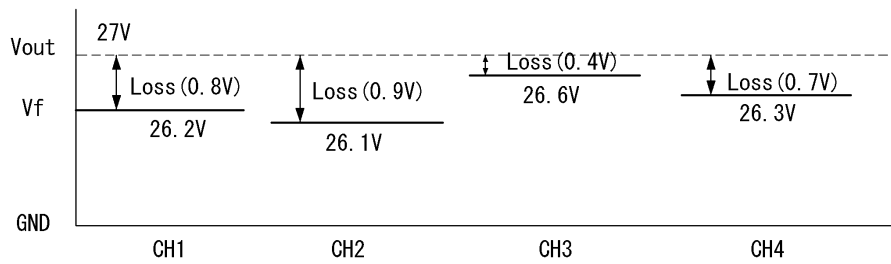
- [0069]
- | | |
|------------------|----------------|
| CH1~CH4 : LED 채널 | 10 : DC-DC 컨버터 |
| 25 : 제어 기준전압 선택부 | 30 : 피드백 제어부 |
| 40 : 정전류 제어부 | 42 : 디밍 제어부 |
| 100 : LED 드라이버 | 200 : 액정표시패널 |
| 252 : 제1 선택부 | 254 : 제2 선택부 |
| 300 : 백라이트 유닛 | |

도면

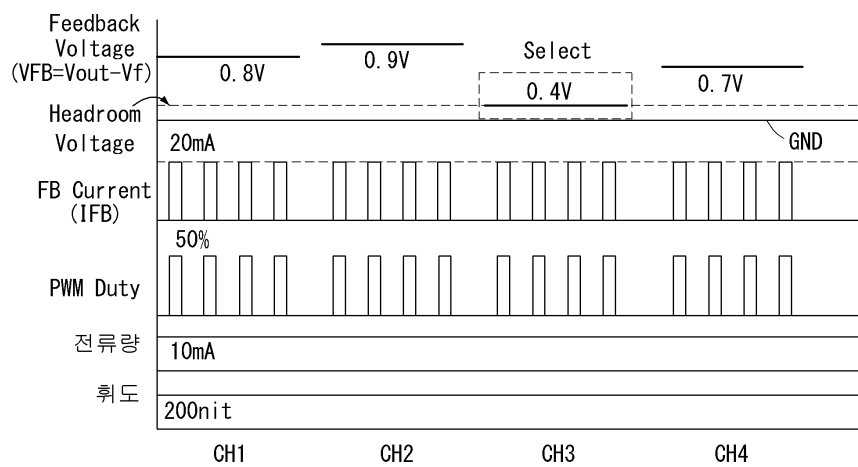
도면1



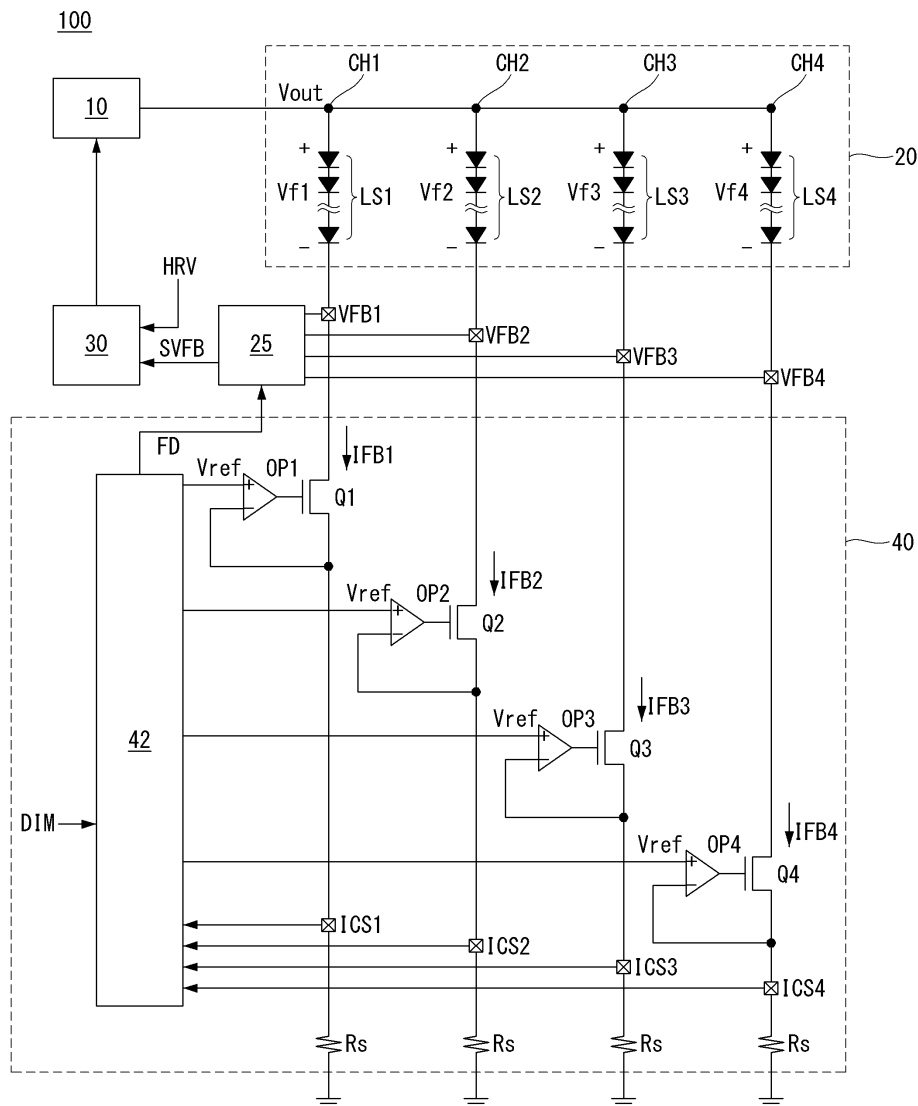
도면2



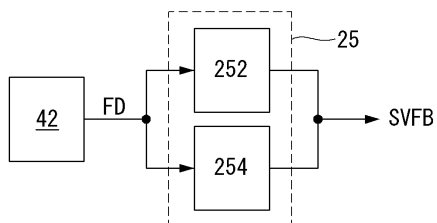
도면3



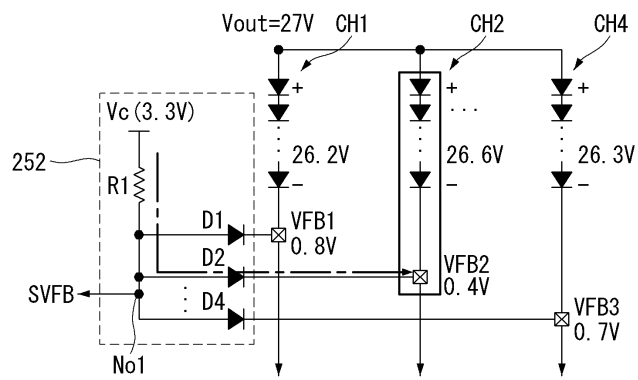
도면4



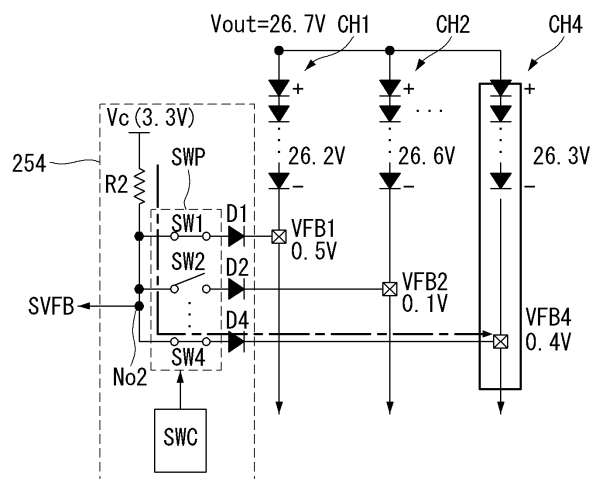
도면5



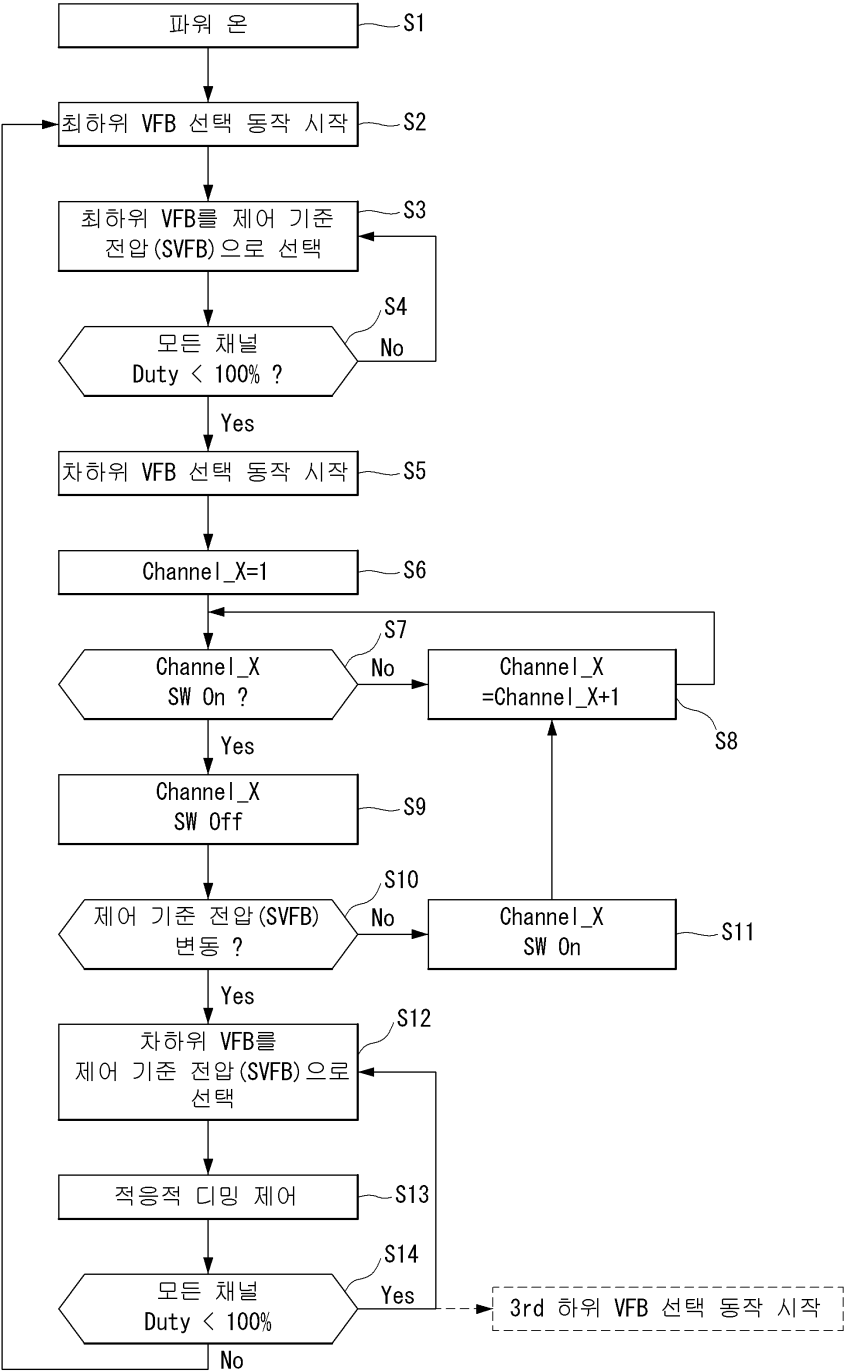
도면6



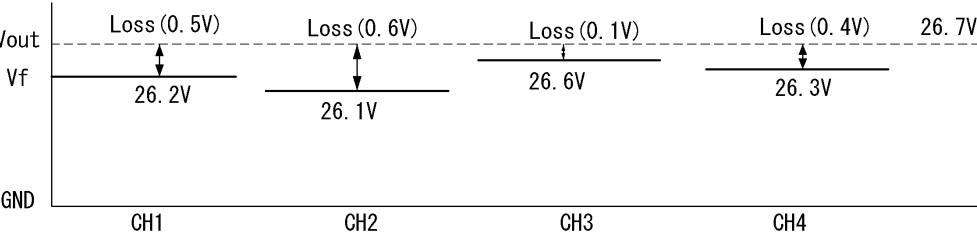
도면7



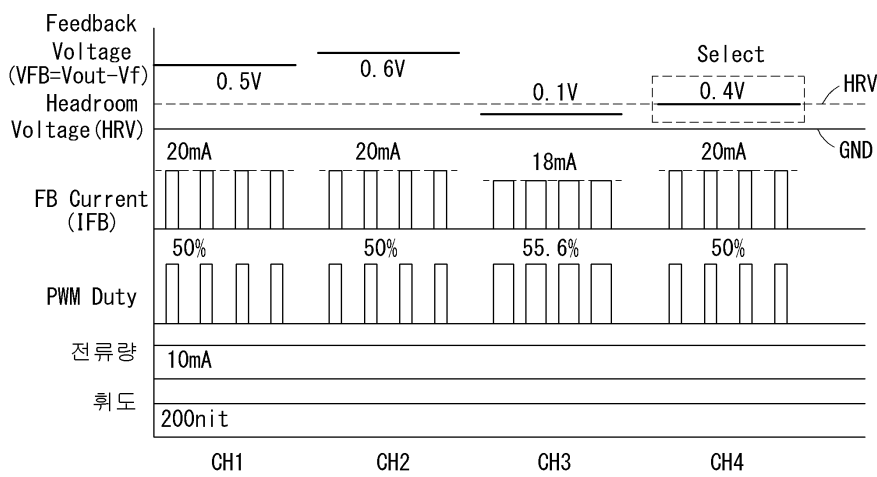
도면8



도면9



도면10



도면11

