



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0083659
(43) 공개일자 2008년09월18일

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006.01) H05B 33/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7016876

(22) 출원일자 2008년07월11일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년07월11일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2006/054581

국제출원일자 2006년12월04일

(87) 국제공개번호 WO 2007/069124

국제공개일자 2007년06월21일

(30) 우선권주장

05112107.7 2005년12월14일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

코닌클리즈케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.

네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인트호펜 그로네보
드세베그 1

(72) 발명자

헨데, 디르크

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인트호벤 프로프. 홀
스트란 6 내

사우에랜더, 게오르그

네덜란드 엔엘-5656 아아 아인트호벤 프로프. 홀
스트란 6 내

(74) 대리인

양영준, 백만기

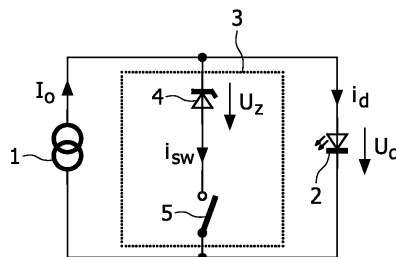
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) LED를 고주파 변조시키기 위한 회로 - 장치, 시스템 및 방법

(57) 요약

LED를 변조시킬 때 고변조 주파수를 달성하기 위해, 적어도 하나의 LED의 변조를 위한 회로-장치는 LED에 병렬인 변조-회로(3)를 포함하며, 이 변조-회로(3)는 스위칭 소자와 임계값 소자의 직렬 연결을 포함한다. LED를 동작시키기 위한 방법에서, LED는 스위칭 소자를 폐쇄 상태와 개방 상태 사이에서 교대시킴으로써 변조된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 LED와 변조-회로(3)의 병렬 연결(parallel connection)을 포함하는, LED를 변조시키기 위한 회로-장치(circuit-arrangement)로서,

상기 변조-회로(3)는 스위칭 소자(switching device)와 임계값 소자(threshold device)의 직렬 연결을 포함하는 LED 변조 회로-장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 LED는 유기 LED(organic light-emitting device, OLED)(2)인 LED 변조 회로-장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 임계값 소자는 제너 다이오드(z-diode)(4)인 LED 변조 회로-장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제너 다이오드(4)는 상기 LED의 순방향 바이어스 방위에 반대 방향의 순방향 바이어스 방위로 배치되는 LED 변조 회로-장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 임계값 소자는 임계 전압 U_z 보다 큰 전압이 인가되는 경우 도통되고, 상기 임계 전압 U_z 는 상기 LED의 순방향 바이어스 전압에 따라 $0.1 \cdot U_f \leq U_z \leq 1.5 \cdot U_f$ 범위에서 선택되는 LED 변조 회로-장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 임계 전압 U_z 는 $0.9 \cdot U_f \leq U_z \leq 1.2 \cdot U_f$ 이며, 여기서 U_f 는 상기 LED의 상기 순방향 바이어스 전압인 LED 변조 회로-장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 임계 전압은 $U_z \leq U_f$ 이며, 여기서 U_f 는 상기 LED의 상기 순방향 바이어스 전압인 LED 변조 회로-장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 스위칭 소자는 구동 스위칭 컴포넌트인 LED 변조 회로-장치.

청구항 9

복수의 LED를 변조시키기 위한 시스템으로서, 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 복수의 회로-장치가 전류원(1)에 직렬로 연결되어 있는 LED 변조 시스템.

청구항 10

변조에 의해 LED를 디밍하기(dimming) 위해 조명 디바이스에서 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 회로-장치를 사용하는 방법.

청구항 11

LED를 동작시키기 위한 방법으로서,

전류(I_0)가 상기 LED와 변조-회로(3)의 병렬 연결에 인가되고, 상기 변조-회로(3)는 스위칭 소자와 임계값 소자의 직렬 연결을 포함하고, 상기 LED는 상기 스위칭 소자를 폐쇄 상태와 개방 상태 사이에서 교대시킴

(alternate)으로써 변조되는 LED 동작 방법.

명세서

기술분야

- <1> 본 발명은 LED를 변조시키기 위한 회로-장치(circuit-arrangement), 복수의 LED를 변조시키기 위한 시스템 및 LED를 동작시키기 위한 방법에 관한 것이다.
- <2> LED는 전력 소비가 작고 수명이 길기 때문에 오늘날 많은 응용 분야에서 사용된다. 따라서, 이러한 LED를 동작시키는 여러 유형의 구동기-회로가 사용가능하다.

배경기술

- <3> 일부 응용 분야에서는, LED의 변조를 가능하게 하는 것이 필요하다. 이러한 문제점에 대한 해결책이 종래 기술에 나타나 있다. US 5,959,413의 도 8에는, 단일의 전류원(192)에 의해 구동되는 세 개의 LED의 직렬 배치(arrangement)가 개시되어 있다. 교류 경로를 가능하게 하는 스위치(186, 188, 190)가 각각의 LED에 병렬로 배치되어, 각각의 LED는 단락되어 스위치 온 및 스위치 오프될 수 있다.
- <4> 도시된 접근 방법이 각 LED에 흐르는 정전류(constant current)를 보장하긴 하지만, 이 회로의 단점은 LED의 높은 주파수 변조로 인해 전류 스파이크의 문제가 발생할 수 있다는 점이다. 게다가, 각각의 LED 양단의 스위치가 폐쇄되면, LED의 고유 용량(intrinsic capacitance)이 단락된다. 스위치가 개방되면, 고유 용량이 다시 충전된 후에 LED가 조명된다. 따라서, 높은 변조 주파수를 달성하는 것이 어려울 수 있다.

발명의 상세한 설명

- <5> 본 발명의 목적은 양호한 변조 특성을 가능하게 하는 회로-장치를 제공하는 것이다.
- <6> 본 목적은 청구항 제1항에 따른 회로-장치, 청구항 제9항에 따른 복수의 LED를 변조시키기 위한 시스템 및 청구항 제11항에 따른 LED를 동작시키기 위한 방법에 의한 발명에 따라 해결된다. 종속항들은 본 발명의 바람직한 실시예에 관한 것이다.
- <7> 본 발명에 따른 회로-장치는 적어도 하나의 LED에 병렬인 변조-회로를 포함한다. 이 변조-회로 내에, 스위칭 소자(switching device)와 임계값 소자(threshold device)가 직렬로 배치된다. 변조-회로는, LED와 변조-회로의 병렬 연결(parallel connection)에서 LED의 순방향으로 인가되는 전류에 대한 교류 경로로서의 기능을 한다. 스위칭 소자는 변조-회로의 적어도 폐쇄 상태와 개방 상태를 가능하게 하여, 스위치가 폐쇄된 경우 LED는 사실상 조명되지 않는다. 그러므로 스위칭 소자는 LED의 조명 상태를 토글하는(toggle) 수단으로서의 기능을 한다. 그럼에도 불구하고, 스위칭 소자가 '완전한' 폐쇄 상태에 대응하는 거의 0Ω의 저항을 가질 필요는 없다. 게다가, 폐쇄 상태에서조차, 공급된 전류가 변조-회로를 통해 완전히 피딩될 필요가 없다. 스위칭 소자가 폐쇄 상태에 있는 경우, LED의 순방향 바이어스 전압(forward bias voltage)은 LED가 사실상 조명되지 않는 레벨로 감소되며, 여기서 '사실상 조명되지 않는(not essentially illuminated)'이라는 용어는, 본 명세서에서, 주어진 환경 조건 하에서 사람의 눈에는 보이지 않는 밝기 레벨을 포함하도록 이해된다. 스위칭 소자는 적어도 개방 상태와 폐쇄 상태를 제공하지만 하면, 예를 들면, 단순한 스위치, 중계기(relay) 또는 바람직하게는 반도체 스위칭 컴포넌트와 같은, 임의의 유형의 전기 소자일 수 있다.
- <8> 임계값 소자는, 변조-회로에서, 스위칭 소자가 폐쇄 상태에 있을 때, LED 양단에 인가되는 다이오드 전압 U_d 를 소정의 임계 전압 레벨 U_2 로 제한하는 기능을 한다. 이로 인해, LED의 고유 용량이 이 상태에서는 완전히 방전되지 않는다. 스위칭 소자가 다시 개방 상태로 세팅되면, 고유 용량은 여전히 적어도 부분적으로 충전되어 있기 때문에, LED의 충전 및 응답 시간이 이롭게 단축된다. 임계값 소자는, 그 임계값 소자에 인가되는 전압이 소정의 동작 포인트와 동등하거나 또는 이를 초과하는 경우에는 도통되고, 전압이 동작 포인트 미만인 경우에는 사실상 비도통되는, 임의의 유형의 전기 컴포넌트 또는 전자 컴포넌트일 수 있다. 예를 들면, 임계값 소자는 바이폴라 트랜지스터, 전계 효과 트랜지스터 또는 제너 다이오드(z-다이오드)일 수 있다.
- <9> 본 발명에 따른 장치는 고주파 변조만을 가능하게 하는 것을 아니다. 추가의 이점으로서, LED의 고유 용량이 방전될 때 발생하는 짧지만 큰 전류 펄스가 제거되어, 그 결과 스위칭 실패(loss)가 줄어들고 전자기 적합성(compatibility) 레벨이 향상된다. 따라서 본 발명의 회로-장치는 우주 과학 및 자동차와 같은 EMI 센서티브한

응용 분야(electromagnetic interference sensitive application)에 아주 적합하다. 높은 변조 레이트가 가능하기 때문에, 통신 분야 예를 들면 송수신기에서의 적용도 가능하다. 변조에 의해 LED를 디밍하는(dim) 조명 분야에서도, 본 발명에 따른 회로-장치를 사용하는 것이 또한 가능하다. 여기서, 순조로운 천이 효과(transition effect)를 실현하기 위해서는, 몇십㎍ 범위의 높은 변조 레이트가 필요하다.

- <10> 소정의 임계 전압 U_z 는, 일반적으로, 스위칭 소자의 폐쇄 상태에서 LED의 고유 용량이 완전히 방전되지 않음과 동시에 LED가 사실상 조명되지 않도록, 이용되는 소자의 특징에 따라 선택되어야만 한다.
- <11> LED는 응용에 따라 원하는 바대로 임의의 유형일 수 있다. 일반적으로, LED와 변조-회로의 소자들은, 변조 회로의 소자들의 결합된(combined) 내부 용량이 LED의 고유 용량보다 작도록 선택되어야 한다. 추가의 LED들이 LED에 병렬 또는 직렬로 연결될 수 있다. 이런 경우, 순방향 바이어스는 LED들의 결합된 순방향 바이어스 전부이며, 고유 용량은 LED들의 결합된 고유 용량 전부이다.
- <12> 바람직한 실시예에서, LED는 유기 LED(organic lighting emitting device; OLED)이다. OLED는 최근에 디스플레이 및 일반 조명 분야에서 사용된다. OLED의 계층화된 구조(layered structure)와 판-캐패시터 같은 셋업(plate-capacitor-like setup)으로 인해, OLED는 통상적으로 전극들 간의 대략 500nm의 통상적인 층 두께에 대하여 100-500pF/mm²의 큰 용량을 나타낸다. 이러한 높은 용량으로 인해, 본 발명에서는 특히 이롭다.
- <13> 추가의 바람직한 실시예에서, 임계값 소자는 제너 다이오드이다. 제너 다이오드는 LED 양단의 전압을 안정시키기 위해 적용될 수 있는, 상업적으로 사용가능한 전자 컴포넌트이다. 제너 다이오드가 LED의 순방향 바이어스 방위에 반대 방향의 순방향 바이어스 방위로 배치되는 것이 특히 바람직하다. 이 구성에서, 제너 전압 U_z 보다 큰 전압이 인가되는 경우, 제너 다이오드가 도통된다. 전압이 U_z 미만으로(below) 떨어지면, 제너 다이오드는 비도통된다.
- <14> 본 실시예에서, 제너 다이오드는 스위칭 소자의 폐쇄 상태에서 사용된다. 이 경우, 전류가 LED의 순방향으로 회로-장치에 인가될 때, 제너 다이오드는 다이오드 전압 U_d 를 U_z 로 안정시킨다. 이렇게 함으로써, 제너 다이오드는 LED의 고유 용량의 완전한 방전을 막는다.
- <15> 임계값 소자의 임계 전압 U_z 는 $0.1xU_f$ 와 $1.5xU_f$ 사이에서 선택되는 것이 바람직하다(여기서, U_f 는 LED의 순방향 바이어스 전압임). 둘 이상의 LED들이 회로-장치에서 직렬로 사용되는 경우, U_f 는 LED들의 결합된 순방향 전압이다. 실험의 결과로, 이 범위가 상당히 더 높은 변조 레이트를 발생시킨다는 것이 드러났다. 그러나, 동작 파라미터에서의 U_f 의 의존으로 인해, 극단적인 동작 조건 또는 에이지된(aged) LED가 사용되는 경우에는 그렇지 않을 수 있다. 이런 경우, U_z 는 사용되는 특정 LED에 대한 이들 효과를 고려하여 선택될 수 있다. U_z 는 $0.9xU_f$ 와 $1.2xU_f$ 사이인 것이 더 바람직하고, 여기서, U_z 는 U_f 보다 작은 것이 특히 바람직하다.
- <16> 본 발명의 전개에 따르면, 스위칭 소자는 구동된 스위칭 컴포넌트이고, 반도체 스위칭 컴포넌트인 것이 바람직하다. 이러한 반도체 스위칭 컴포넌트의 통상적인 예로는, 트랜지스터, 특히, BJT, FET, 사이리스터(thyristor) 등이 있다. 스위칭 소자는, 복수의 LED가 회로-장치에서 병렬 연결로 사용되는 경우일 수 있는 높은 전류 하에서조차도, 높은 스위칭 사이클(cycle)과 적합한 수명이 가능해야 한다. 높은 변조 레이트를 얻기 위해, 스위칭 소자는 일반적으로 낮은 내부 용량을 나타내야 한다.
- <17> 복수의 LED를 독립적으로 변조시키기 위한 시스템에서, 본 발명에 따른 복수의 회로-장치들은 단일의 전류원에 직렬로 연결된다. 다수의 LED가 단일의 소자에서 사용될 때, 전류를 낮게 유지하는 것이 바람직하다. 따라서, 기생 저항을 통해 전력 손실을 감소시키는 직렬 접근 방법이 바람직하다.
- <18> 이러한 셋업은, 예를 들면, 각각 적, 녹 및 청색용인 세 개의 LED로 컬러 혼합이 필요한 응용 분야에서와 같이, 여러 LED들 각각의 밝기가 서로 동일한 것을 원하는 경우, 특히 이로울 수 있다. 게다가, LED를 포함하는 복수의 회로-장치들의 직렬 연결은 각 LED의 독립적인 변조 제어를 가능하게 한다. 앞서 언급한 바와 같이, 회로-장치의 각각의 LED는 또한, 예를 들면, 각 독립 그룹의 밝기를 향상시키기 위해, 추가의 LED들을 수반하여(accompany) 그룹을 형성할 수 있다. US 6,249,088 또는 US 6,201,353에 따라 3차원의 격자 구조의 LED 어레이에 복수의 회로-장치들을 배치하는 것 또한 가능하다.
- <19> 본 발명의 이들 양태 및 다른 양태들은 이하에 기술되는 실시예들로부터 명백해질 것이며 실시예들을 참조하여 설명될 것이다.

실시예

- <30> 도 1은 본 발명에 따른 회로-장치의 실시예의 회로도들 도시한다. 여기서, 전류원(1)은 전류 $I_0=5A$ 를 OLED(2)와, 제너 다이오드(4) 및 스위치(5)를 포함하는 변조-회로(3)의 병렬 연결에 공급한다. 스위치(5)는 스위칭 소자로서 기능을 할 수 있고, 적어도 개방 상태(open state)와 폐쇄 상태(closed state)로 인에이블된다. 폐쇄 상태에서, 변조-회로(3)는 OLED(2)를 단락시켜, OLED(2)는 조명되지 않는다. 디밍에 의한 OLED(2)의 변조를 위해, 스위치(5)는 주기적으로 교대로 개방 상태와 폐쇄 상태가 된다. 제너 다이오드(4)는 OLED(2)의 순방향에 대하여 역 바이어스 방향으로 배치되며, 제너 전류 I_A 에 대응하여 제너 전압 $U_z=5V$ 를 나타낸다.
- <31> 도시된 바와 같이 전류 I_0 가 회로-장치에 인가되고 스위치(5)가 개방 상태에 있는 경우, 전류는 OLED(2)의 고유 용량(intrinsic capacitance) C 를 충전시킨다. 고유 용량 C 가 완전히 충전되어 OLED(2)에 인가되는 전압이 순방향 바이어스 전압 U_f 에 도달하면, OLED(2)가 조명된다.
- <32> 예시적인 OLED(2)의 등가 회로망(equivalent network)이 도 2에 도시되어 있다. 여기서, 고유 용량 C 는 전류 $I=I(U_d)$ 를 제공하는 등가 전류원(6)에 병렬로 연결되어 있다. 저항 R_s 가 용량 C 와 전류원(6)에 직렬로 제공되며, 이는 OLED(2)의 내부 저항을 나타낸다. OLED(2)에 흐르는 전류는 이하의 수학적식에 의해 결정된다.
- <33>
$$I(U_d)=\text{이득}*(U-U_f)^2$$
- <34> 여기서, 이득은 m^2 당 이득 계수(gain factor)를 나타내며, U_f 는 OLED의 순방향 바이어스 전압이다. 여기서 사용되는 OLED(2)는 이득= $0.3mA/mm^2/V^2$ 인 이득 값과 $U_f=5V$ 인 순방향 바이어스 전압을 나타낸다. 이 예시적인 OLED(2)의 전압/전류도가 도 3에 도시되어 있다. 크기가 $0.5m^2$ 인 OLED의 경우, 최종적인 구동 전류는 $I=5A$ 이다. 통상적인 $200pF/mm^2$ 의 특정 소자의 용량을 사용하면, 용량 C 는 최종적으로 $C=100\mu F$ 가 된다.
- <35> 상술한 바와 같이, 스위치(5)는 주기적으로 스위치 온 및 스위치 오프되어 OLED(2)를 디밍한다(dim). 깜빡거리는(flicker) 것을 줄이기 위해, 주파수는 $10kHz$ 로 맞춰진다. 도 4a 내지 도 4d는 스위치(5)의 몇몇 스위치 사이클 동안의 스위치(5)의 상태, 다이오드 전압 U_d , 다이오드 전류 I_d 및 스위치 전류 I_{sw} 각각의 상태를 도시한다. 소정의 시각 t_0 에서 스위치(5)가 폐쇄 상태로 되면, 다이오드 전압 U_d 은 U_z 보다 높고, 따라서, 제너 다이오드(4)는 역 바이어스 방향으로 도통된다. 따라서, 스위치 전류 I_{sw} 의 흐름으로 인해, 이상적인 스위치(5)가 사용되는 경우, 다이오드 전압 U_d 는 감소되며 제너 다이오드(4)는 전압을 소정의 동작 포인트, 즉 $U_z(=5V)$ 로 제한하고, 그렇지 않은 경우, 다이오드 전압 U_d 는 U_z+U_{sw} 로 제한된다(여기서 U_{sw} 는 스위치(5) 양단의 전위차임).
- <36> U_d 는, OLED(2)가 조명되지 않더라도($U_D \leq U_f$), OLED(2)의 고유 용량 C 가 부분적으로 계속 충전되어 있도록 안정화된다. 게다가, 스위치 전류 I_{sw} 가 소정의 레벨로 제한되고, OLED(2)의 고유 용량의 완전 방전에 의해 일어날 수 있는 큰 전류-스파이크(large current-spike)를 피할 수 있다(이 큰 전류-스파이크는 도 4d의 점선 곡선 $I_{sw,p}$ 에서 볼 수 있는 바와 같이 종래 기술의 회로-장치에서는 약 $10A$ 를 초과할 수 있음). 이와 비교하여, 곡선 I_{sw} 는 $1A$ 보다 낮은, 작은 방전 전류-스파이크만을 나타내고 있다.
- <37> 도 5는 도 1에 도시된 실시예에 따르는 3개의 회로-장치의 직렬 연결(serial connection)을 이용하여, 복수의 OLED(21,22,23)를 변조시키기 위한 시스템의 일례를 도시한다. 이 시스템은 전류 I_0 에 의해 구동되며, 이 전류 I_0 은 각각의 OLED(21,22,23)에서 거의 일정하여, 각각의 OLED(21,22,23)의 밝기가 일정하게 된다. 여기서, OLED(21,22,23)는 RGB 컬러-혼합을 가능하게 하는 적, 청, 녹색의 빛을 각각 방출한다. 컬러-혼합으로 인해, OLED(21,22,23) 각각의 일정한 밝기가 유리하다. 각각의 OLED(21,22,23)에 병렬로, 스위치(51,52,53)가 각각의 OLED(21,22,23)를 디밍하기 위해 배치되어 있고 각각의 OLED(21,22,23)로의 교류 경로를 형성한다. 제너 다이오드(41,42,43)가 각각의 스위치(51,52,53)에 직렬로 교류 경로에 배치되어 있어, 각 OLED 양단의 전압 U_d 를 제한한다. 이것에 의하여 OLED들의 고유 용량은 소정의 충전 레벨에서 유지된다.
- <38> 도 6은 복수의 OLED(21,22)를 변조시키기 위한 시스템의 또 다른 일례를 도시한다. 여기서, 두 개의 회로-장치는 직렬로 연결되어 있고, 각각의 회로-장치는 각각의 개별적으로 디밍가능한 그룹에서의 밝기를 향상시키기 위

한 두 개의 병렬 OLED(21,22)의 그룹을 포함한다. 각 그룹의 OLED(21,22)의 병렬 연결로 인해, 결합된 (combined) 용량이 더 높게 되어, 본 발명을 본 예에서 특히 효율적이 되게 한다.

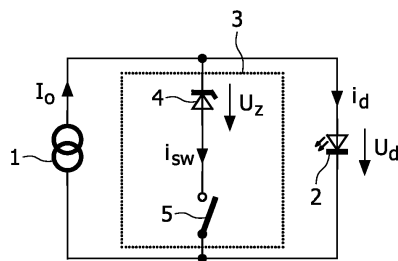
- <39> 아무런 제한 없이, 세 개 이상의 OLED를 각 그룹에 배치하는 것도 가능하다. 이 경우, 소자의 파라미터는 그 특정 셋업에 적응되어야만 한다. 도 5의 예에서, 세 개보다 많거나 또는 세 개보다 작은 회로-장치들을 직렬로 배치하는 것이 쉽게 가능하다. 도 5 및 도 6의 예를 조합하여 병렬 OLED들의 그룹들을 서로 직렬로 배치하는 것 또한 가능하다.
- <40> 도 7은 본 발명에 따른 회로-장치의 또 다른 실시예의 회로도이다. 도 7에 도시된 실시예는 도 1에 도시된 것과 유사하지만, 반도체 스위칭 소자, 즉 MOSFET(7)이 스위칭 소자로서 사용된다. MOSFET(7)의 게이트 단자로서의 제어 연결(미도시)을 이용하여, 변조 신호에 의해 OLED(2)의 디밍 상태를 쉽게 제어할 수 있다.
- <41> 본 명세서에 기술된 실시예는 제한하는 의미가 아니라 예시적인 의미로서 의도된다. 청구항에서의 임의의 참조 번호의 사용은 각 청구항의 범위를 제한하지 않을 것이다.

도면의 간단한 설명

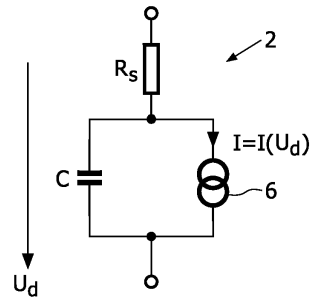
- <20> 도 1은 본 발명에 따른 회로-장치의 실시예의 회로도.
- <21> 도 2는 도 1의 실시예에서 사용된 예시적인 OLED의 등가 회로망.
- <22> 도 3은 도 1의 실시예에서 사용된 예시적인 OLED의 전압/전류도.
- <23> 도 4a는 도 1의 실시예에서의, 시간에 따른 스위치의 상태 그래프.
- <24> 도 4b는 도 1의 실시예에서의, 시간에 따른 다이오드 전압 V_d 의 그래프.
- <25> 도 4c는 도 1의 실시예에서의, 시간에 따른 다이오드 전류 I_d 의 그래프.
- <26> 도 4d는 도 1의 실시예에서의, 시간에 따른 스위치 전류 I_{sw} 의 그래프.
- <27> 도 5는 복수의 OLED를 변조시키기 위한 시스템의 일례의 회로도.
- <28> 도 6은 복수의 OLED를 변조시키기 위한 시스템의 추가의 일례의 회로도.
- <29> 도 7은 본 발명에 따른 회로-장치의 또 다른 실시예의 회로도.

도면

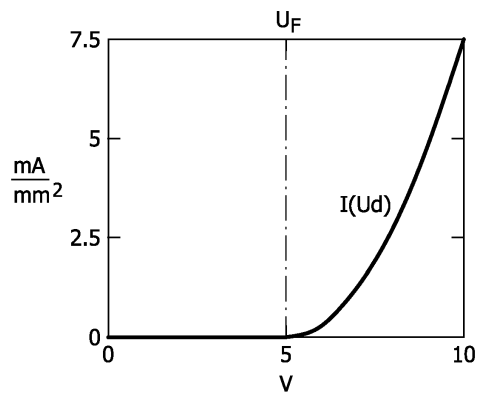
도면1



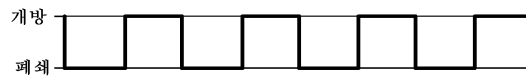
도면2



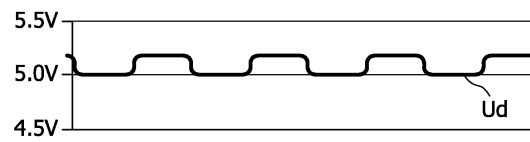
도면3



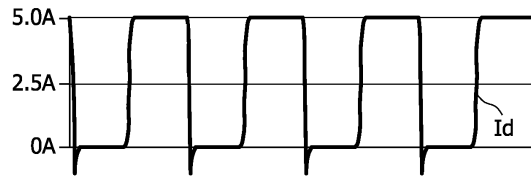
도면4a



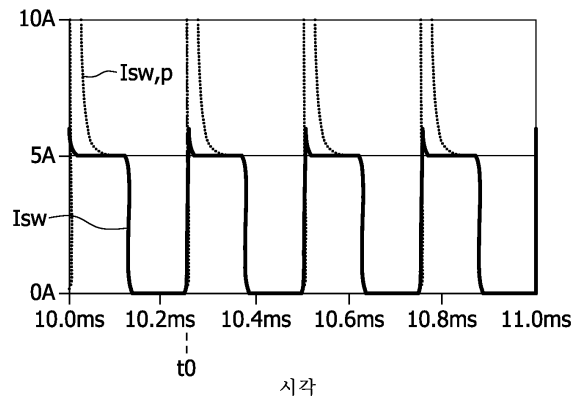
도면4b



도면4c

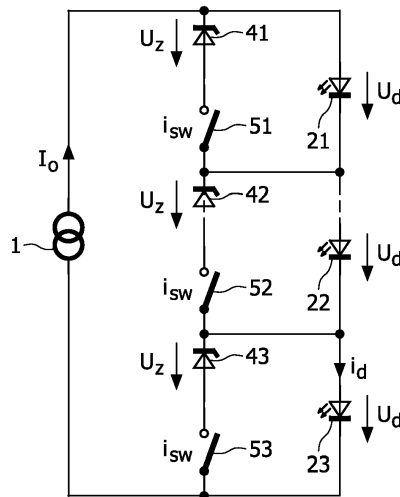


도면4d

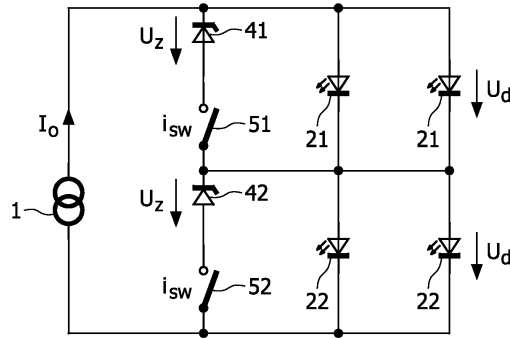


시각

도면5



도면6



도면7

