



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월14일
 (11) 등록번호 10-1809193
 (24) 등록일자 2017년12월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H05B 33/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-7023282
 (22) 출원일자(국제) 2013년01월21일
 심사청구일자 2014년11월28일
 (85) 번역문제출일자 2014년08월20일
 (65) 공개번호 10-2014-0114889
 (43) 공개일자 2014년09월29일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2013/022382
 (87) 국제공개번호 WO 2013/110027
 국제공개일자 2013년07월25일
 (30) 우선권주장
 61/588,838 2012년01월20일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009539220 A*
 (뒷면에 계속)
 전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자
오스람 실바니아 인코포레이티드
 미국, 매사추세츠 01887, 윌밍턴, 발라드베일 스트리트 200
 (72) 발명자
지쓰에거, 베른하르트
 미국 01923 매사추세츠 덴버스 하디 스트리트 9
코스트린, 마리잔
 미국 01951 매사추세츠 뉴버리 하노버 스트리트 60
 (74) 대리인
특허법인 남앤드남

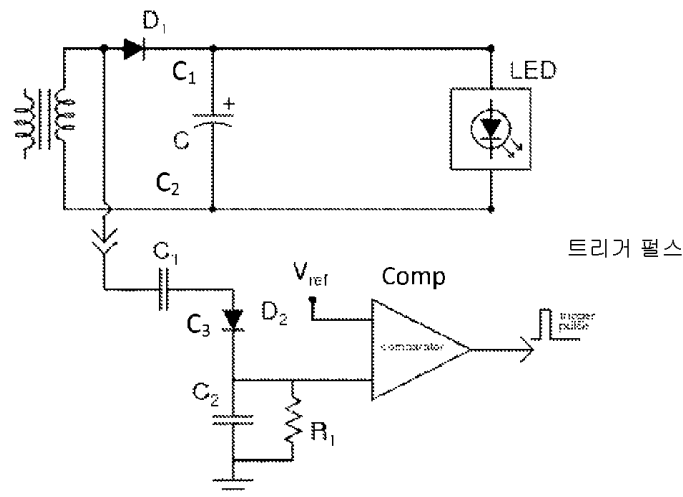
심사관 : 김수형

(54) 발명의 명칭 LED들 및 전원의 컨디션을 평가하기 위한 기법들

(57) 요약

고체 상태 조명 시스템들의 전원들 및 LED들의 컨디션들을 평가하기 위한 기법들이 기술된다. 기법들은, 예를 들어, 스위치-모드 전원(SMPS)의 출력 커패시터(C)의 커패시턴스를 측정하기 위해, 그리고 그러한 전원에 의해 구동되는 LED들의 컨디션을 측정하기 위해 이용될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 이러한 평가는, C 및 LED들의 컨디션들을 동시에 결정하도록 구성될 수 있는, 조명 시스템을 제어하는 조명 제어기에서 실시될 수 있다. 일 예시 경우에서, 기법들은, 예를 들어, 조명 시스템을 동작시키는 마이크로-제어기에서 실시될 수 있다. 기법들을 실시하는 조명 시스템은, 실시간 진단 능력을 제공하기 위해 주기적으로 평가될 수 있다. SMPS LED 조명 시스템들의 많은 예시 실시예들은 본원을 고려하여 명백해질 것이다.

대표도 - 도4



(56) 선행기술조사문헌

KR1020080080012 A*

KR1020110110374 A*

KR1020090105229 A*

WO2011030381 A1*

US20100045210 A1*

US20110057573 A1*

US20100156319 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

조명 시스템으로서,

복수의 발광 다이오드들(LED들);

출력 커패시터를 포함하고, 상기 LED들에 전력을 제공하기 위한 스위치-모드 전원;

상기 스위치-모드 전원의 스위치-오프 시간을 검출하도록, 그리고 스위치-오프 시간을 검출하는 것에 응답하여 트리거 신호를 출력하도록 구성된 스위치-오프 검출 회로 - 상기 스위치-오프 검출 회로는, 상기 스위치-모드 전원의 스위칭 주파수를 표시하는 신호를 수신하고, 상기 신호를 정류하는 것 또는 고역-통과 필터링하는 것 중 적어도 하나를 하고, 그리고 상기 스위치-모드 전원의 오프-상태들을 식별하기 위해 결과적인 신호를 기준 전압과 비교함 -; 및

상기 트리거 신호를 수신하는 것에 응답하여, 원하는 성능에 대해 상기 조명 시스템의 컨디션들을 평가할 수 있는 데이터를 주기적으로 수집하도록 구성된 제어기 - 상기 제어기에 의해 수집된 상기 데이터는, 상기 제어기의 대응하는 제 1 및 제 2 아날로그-투-디지털 컨버터들에 의해 수집된 2개의 전압들(V_1 및 V_2)을 포함하고, 상기 전압(V_1)은 상기 조명 시스템의 발광 다이오드들 양단의 전압에 비례하고, 상기 전압(V_2)은 상기 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 방전 전류에 비례함 -

를 포함하고,

평가될 상기 조명 시스템의 컨디션들은, 상기 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 및 상기 LED들 중 적어도 하나에 대한 것이고,

상기 출력 커패시터의 열화는 시간 함수로서의 상기 출력 커패시터의 방전 전류를 이용하여 결정되는,

조명 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 LED들의 열화는, LED 임계 전압(V_{TH}), LED VI 곡선들, 또는 시간 함수로서의 상기 LED들 양단의 전압 중 적어도 하나를 이용하여 상기 제어기에 의해 결정되는,

조명 시스템.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 제어기는, 전류가 알려져 있는, 상기 스위치-모드 전원의 출력 커패시터와 병렬로 연결된 정전류 드레인으로서 동작하는 전원 회로로부터 자신의 전력을 수신하는,

조명 시스템.

청구항 22

제 19 항에 있어서,
 상기 조명 시스템의 성능이 규격외일 때를 표시하기 위한 리포팅 모듈
 을 더 포함하는,
 조명 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원들
- [0002] 본 출원은 2012년 1월 20일 출원된 미국 가출원 번호 제 61/588,838호를 우선권으로 주장하며, 상기 미국 가출원은 그 전체가 인용에 의해 본 명세서에 포함된다.
- [0003] 본 출원은 조명 시스템들, 그리고 더욱 구체적으로는 LED들 및 그들의 전원의 컨디션들을 평가하기 위한 기법들에 관한 것이다.

배경 기술

- [0004] 발광 다이오드들(LED들)은, 백열 또는 형광 램프들과 같은 고전적인 광원들 대신에, 주거 및 상업 환경들에서의 조명을 위해 증가적으로 이용된다. 이전의 광원들과 달리, LED들은 통상적으로, 때때로 고체-상태 조명(SSL; solid-state lighting) 시스템으로 지칭되는 더 큰 시스템의 부분으로서 나타난다. SSL 시스템에 포함되는 2개의 메인 서브-시스템들은 LED들 및 그들의 전원이다. 전원의 빈번하게 이용되는 토폴로지는 이른바 스위치-모드 전원(SMPS; switch-mode power supply)이다. 이러한 조명 시스템들과 연관된 다수의 중대한 문제들이 존재한다.

도면의 간단한 설명

- [0005] 도 1a 및 도 1b는 예시 고체-상태 조명 시스템들 및 그들 각각의 메인 전기 서브시스템들을 개략적으로 예시한다.
 도 2는 동일한 토폴로지의 2개의 LED들의 전압-전류(VI) 특징, LED들의 유형 및 수를 예시하고, LED들 중 하나에 대한 보통 이하의(sub-par) 성능을 추가로 도시하는 그래프이다.
 도 3은 주어진 SSL 시스템이 스위치 오프된 직후의 LED들 및 출력 커패시터를 나타내는 간략화된 전기 회로를 개략적으로 예시한다.
 도 4는 이러한 일 실시예에 따른, 스위치-모드 전원의 스위치-오프 시간을 검출하기 위해 이용될 수 있는 예시 회로를 예시한다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른, SSL을 평가하기 위해 이용될 수 있는 데이터를 수집하기 위한 예시 회로를 개략적으로 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] 고체 상태 조명 시스템들의 LED들 및 전원들의 컨디션들을 평가하기 위한 기법들이 개시된다. 기법들은 예를 들어, 스위치-모드 전원(SMPS)의 출력 커패시터(C)의 커패시턴스를 측정하기 위해, 그리고 그러한 전원들에 의해 구동되는 LED들의 컨디션들을 측정하기 위해 이용될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 이러한 평가는, C 및 LED들의 컨디션들을 동시에 결정하도록 구성될 수 있는, 조명 시스템을 제어하는 조명 제어기에서 실시될 수 있다. 일 예시 경우에서, 기법들은, 예를 들어, 조명 시스템을 동작시키는 마이크로-제어기에서 실시될 수 있다. 기법들을 실시하는 조명 시스템은, 실시간 진단 능력을 제공하기 위해 주기적으로 평가될 수 있다. SMPS LED 조명 시스템들의 많은 예시 실시예들은 본원을 고려하여 명백해질 것이다.
- [0007] 일반적인 개요
- [0008] 이전에 열거된 바와 같이, 스위치-모드 전원(SMPS) 기반 조명 시스템들과 연관된 다수의 중대한 문제들이 존재한다. 예를 들어, 적절하게 설계된 SMPS에서, SMPS의 기능에 상당한 영향을 미치는 전자 컴포넌트들 중 하나는

출력부에 있는 전해질 커패시터(electrolytic capacitor)이다. 이러한 커패시터는, LED들에 공급되고 있는 전압 및 전류의 변동들을 감소시키기 위해 필터로서 이용된다. 도 1a 및 도 1b는, LED에 전력을 공급하기 위해 SMPS를 이용하고, 출력 필터로서 커패시터(C)를 이용하여 구성되는 예시 고체-상태 조명(SSL) 시스템들을 도시한다. 도 1a는, AC/DC 및 DC/DC 변환을 위해 구성될 수 있고, 입력부와 임의의 출력부들 사이에 갈바닉 절연(galvanic isolation)을 제공하기 위해 변압기(T)를 이용하는 이른바 플라이백 SMPS 토폴로지(flyback SMPS topology)를 예시한다. 도 1b는, DC/DC 변환을 위해 구성될 수 있고, 출력 전압을 제공하기 위해 인덕터(L) 및 스위치(ST)를 이용하는 이른바 벡-부스트 SMPS 토폴로지(buck-boost SMPS topology)를 예시한다. 토폴로지들 양측 모두에서, 다이오드(D)는, 전류가 역으로(back) 소스로 흐르는 것을 방지하기 위해 이용될 수 있다. 개개의 LED들은 일반적으로 매우 신뢰적이고 수명이 길 것으로 알려져 있지만, 단일 LED는 많은 전력을 전달할 수 없다. 따라서, SSL 시스템들은 통상적으로 다수의 LED들을 이용하고, LED들은, 하나 또는 둘 이상의 이른바 LED 스트링들을 형성하기 위해 직렬로 연결된 LED이다.

[0009] 이러한 SSL 시스템들로 인한 문제점은, 주어진 시스템의 컨디션 및 노화(aging)를 어떻게 평가하는가이다. 이를 위해, 도 1a 및 도 1b에 도시된 것들과 같은 서브-시스템들은 일반적으로, 정상 동작 컨디션들 하에서, 동작 시간 또는 에이지(age)에 따라 변화된다. 더욱 상세하게, 전해질 커패시터의 전기 특성들은 그의 커패시턴스(C), 및 그의 등가 직렬 저항(ESR; equivalent series resistance)이다. 제조 결함들이 없는 커패시터에 있어서, 커패시턴스(C) 및 ESR 양측 모두가 동작 컨디션들의 함수로서, ESR이 증가하는 동안 커패시턴스(C)는 감소된다. 여기서 특히 관련되는 동작 컨디션들은, 코어 온도 및 리플 전류를 포함한다. 성능에서의 이러한 변화들이 발생하는 하나의 이유는, 커패시터(C)의 전해질(electrolyte)이, 동작 컨디션들에 의해 영향받는 레이트로 증발(evaporate)되는 것이다. 노화 결함이 없는 커패시터(aging defect-free capacitor)들과 비교하여, 제조 결함들이 없는 LED들의 노화는, 그들의 활성층 및 주변 구조들에서 대부분 발생하는 더욱 복잡한 물리적 프로세스들을 수반한다. LED들 효율성은, 결함들의 수가 증가함에 따라, 그리고 이들 결함들이 이리저리 움직임(move around)에 따라 강하(drop)된다. 이들 결함들은, 예를 들어, 주입된 전자들 및 정공들에 대한 비-방사 재결합(non-radiative recombination)들의 가능성(likeliness)을 증가시킴으로써, LED들의 효율성을 감소시킨다. 프로세스들 양측 모두는, 활성층을 통과하는 전류에 의해, 그리고 활성층의 동작 온도에 의해 생성되어 강하게 영향받고, 회피불가하다. 도 2는 동일한 토폴로지, 유형 및 수의 LED들 중 2개의 LED들의 전압-전류(VI) 특징을 예시하는 그래프이고, 하나의 LED는 정상적인 상태(healthy)이고, 다른 LED는 다소 열화(degrade)되었다. 정상적인 상태의 LED를 특징짓는 하나의 방식은 임계 전압(V_{th})이고, 상기 임계 전압 미만에서, 순방향 전류가 어떠한 미리 규정된 임계 전류(I_{th}) 미만으로 강해진다. 확인될 수 있는 바와 같이, 약 2 mA의 임계 전류(I_{th})에 대해 약 29 V의 임계 전압(V_{th})을 갖는 칩 2는 기준을 잘 쫓고(track) 정상적인 상태이다. 반면, 동일한 I_{th} 에 대해 약 18 V의 그의 V_{th}^* 로 나타난 바와 같이, 칩 1은 열화되었으며, 여기서 V_{th}^* 는 V_{th} 미만이다. 따라서, 열화된 칩 1은 심지어 V_{th} 미만에서도 전기를 잘 전도한다.

[0010] 따라서, 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, SSL 시스템의 노화 및 컨디션들을 결정하는데 있어서 유용한 정보는, 커패시턴스(C)의 값, 및 LED들의 열화에 대한 추정치를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, LED들의 열화는 방법들: LED 칩의 임계 전압(V_{th}); LED들의 VI 곡선; 시간 함수로서의 커패시터 방전 전류; 또는 시간 함수로서의 LED 칩 양단의 전압 중 하나를 통해 결정될 수 있다. 이러한 정보는, 본 발명의 실시예에 따라, 주기적으로 수집되어 시스템의 정상적인 상태(health)를 평가하기 위해 이용될 수 있다. 따라서, 실시간 진단(real-time diagnostic)들이 제공될 수 있고, 보통 이하의 성능을 나타내는 조명 시스템들이, 예방 유지보수(preventative maintenance)를 위해 플래깅(flag)될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이러한 보통 이하의 성능의 통지들은 자동으로 발생되어 유지보수 요원에게 전송될 수 있다.

[0011] 조명 시스템 진단들

[0012] 도 3은 주어진 SSL 시스템이 스위치 오프된(이를 테면, 외부 전력이 턴오프되거나 연결해제되었을 때의 경우) 직후의 LED들 및 출력 커패시터를 나타내는 간략화된 전기 회로를 개략적으로 예시한다. 초기에, 커패시터는, LED들의 임계 전압(V_{th})보다 더 큰 어떠한 전압(V_c)으로 충전된다. 커패시터는, 전류(I_{LED})를 갖는 LED들을 통해, 그리고 가능하게는 다른 경로들을 통해 방전된다(전류(I_1)를 갖는 하나의 가능한 예시 경로가 도 3에 도시됨). 이러한 경우, V_c 는 다음과 같이 계산될 수 있고:

$$V_C = \frac{Q}{C}$$

[0013] (방정식 1)

[0014] 그러므로 커패시터에 대한 방전 방정식은 다음과 같고,

$$\dot{V}_C = \frac{\dot{Q}}{C} = -\frac{I_C}{C}$$

[0015] (방정식 2)

[0016] 여기서, 관타티(quantity)(이 경우, V_C 및 Q) 가가이의 점(dot)은, 그의 시간 미분(time differentiation) 을 암시한다. 방정식 1을 풀기 위해, 관타티들 $I_C = I_1 + I_{LED}$ (+ 임의의 다른 알려진 전류들)이 이용되는데, 그 이유는 이들이 커패시터(C)의 방전의 레이트를 결정하기 때문이다.

[0017] 스위치-오프 시간 검출

[0018] SSL 시스템의 컨디션들을 평가하는 것은, 본 발명의 실시예에 따라, 시스템이 스위치 오프되었을 때의 시간에 관한 지식을 이용하여 수행될 수 있다. 이를 위해, 도 4는 이러한 일 실시예에 따른, 스위치-모드 전원의 스위치-오프 시간을 검출하기 위해 이용될 수 있는 예시 회로를 예시한다. 이러한 예시 경우에서, 스위치-모드 전원은 플라이백 컨버터이다. 확인될 수 있는 바와 같이, 회로는, 커패시터(C_1)의 방전 다음에 시동(start)될 시간이라는 것을 표시하는 제어 신호로서 이용될 수 있는 트리거 펄스를 생성한다. 제어 신호는, 예를 들어, 조명 시스템을 제어하고, 차례로, 그러한 제어 신호에 응답하여 C_1 의 방전 다음에 시동되도록 프로그래밍되거나 또는 다른 방식으로 구성될 수 있는 마이크로-제어기(임의의 적합한 프로세서)에 의해 수신될 수 있다.

[0019] 동작에서, 이러한 예시 실시예의 오프-시간 검출 회로는, 정류기 다이오드(rectifier diode)(D_1)의 양극(anode)으로부터 자신의 입력 신호를 수신한다. 입력 전압은 스위칭 주파수에서 고주파 스파이크(high-frequency spike)들을 포함하고, 이는 통상적으로 대략 수백 kHz이지만, 실시예마다 변화될 수 있다. 이러한 신호는, 비교기(Comp)에 의해 기준 전압(V_{ref})과 비교되기 전에, 커패시터(C_2), 다이오드(D_2), 및 R_1 - 상기 다이오드(D_2)에 의해 정류(rectify)되고, 상기 R_1 에서 필터링됨 - 으로 구성된 고역-통과 필터(C_3)를 통과한다. 그렇게 프로세싱된 신호가 V_{ref} 보다 더 큰 경우, SMPS는 (스위치 온된) 활성 상태에 있을 것으로 고려된다. 그러나, 이러한 신호가 V_{ref} 미만으로 강하된 경우, SMPS는 (스위치 오프된) 비활성일 것으로 고려된다. 응답하여, 비교기는, SSL을 제어하는 상기 회로의 후속 부분을 활성화하기 위해 이용될 수 있는 트리거 펄스를 생성(issue)한다.

[0020] 이전에 설명된 바와 같이, 회로의 이러한 제어 부분은 예를 들어, SSL을 제어하기 위해 이용되는 마이크로-제어기 또는 임의의 다른 적합한 프로세서 또는 프로세싱 회로소자로서 실시될 수 있다. 이러한 예시 경우들에서, 제어 회로소자는, LED 전압 및 커패시터(C_1) 전류와 같은 데이터 수집을 담당할 수 있고, 그 다음으로, 이로부터 SSL 시스템의 컨디션들이 평가될 수 있다. 제어 회로소자는 또한, SSL의 이러한 평가를 하도록 프로그래밍되거나 또는 다른 방식으로 구성될 수 있다. 제어 회로에 의해 수행되는 평가는 일반적으로, 제어기를 위한 전원이 어디로부터 취해지는가와 같은 팩터(factor)들에 의존할 것이다.

[0021] 데이터 수집

[0022] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른, SSL을 평가하는데 이용될 수 있는 데이터를 수집하기 위한 예시 회로를 개략적으로 예시한다. 본원을 고려하여 이해될 바와 같이, 데이터는, 실시예마다 변화될 수 있지만, 일 예시 실시예에서는 LED들 양단의 전압 및 커패시터(C_1)의 방전 전류를 포함한다. 도 5의 이러한 예시 실시예에서 확인될 수 있는 바와 같이, 제어기를 위한 전원은 전류(I_1)를 갖는 정전류 드레인으로서 동작한다. 제어기는 예를 들어, 본 명세서에 기술된 바와 같이 SSL을 평가하기 위해 특별히 제공된 전용의 프로세서 또는 SSL의 마이크로-제어기일 수 있다.

[0023] 동작에서, 제어기가 스위치-오프 검출 회로로부터 트리거 신호를 수신할 때, 상기 제어기는 전압 및 전류 데이

터를 수집하기 시작한다. 도 5의 예시 실시예와 관련하여 추가로 확인될 수 있는 바와 같이, 제어기는, 선형 레귤레이터, 다이오드(D₂), 및 다른 커패시터(C₂)를 포함하는 회로로부터 자신의 전력을 수신한다. 이러한 논의를 위해, 이러한 제어기 전원 회로가, 전류가 I₁이고, 알려진 쿼터티인, 커패시터(C₁)와 병렬로 연결된 정전류 드레인으로서 동작한다고 가정한다. 추가로 확인될 수 있는 바와 같이, 데이터는, 제어기에서 실시되는 2개의 아날로그-투-디지털 컨버터들(ADC1 및 ADC2)을 통해 수집된다. 구체적으로, ADC1 및 ADC2는 전압들(V₁ 및 V₂)을 각각 관측한다. 전압(V₁)은 다음의 관계식을 통한 LED들 양단의 전압에 대응하는 한편,

$$V_{LED} = [(R_{p1} + R_{p2}) / R_{p2}] V_1 \quad \text{(방정식 3)}$$

전압(V₂)은 다음의 관계식을 통한 커패시터 방전 전류에 대응하며,

$$I_C = \frac{V_2}{R_S} \quad \text{(방정식 4)}$$

여기서부터, LED들을 통하는 전류는 다음과 같이 결정될 수 있다.

$$I_{LED} = I_C - I_1 \quad \text{(방정식 5)}$$

도 5의 예시 실시예와 관련하여 추가로 확인될 수 있는 바와 같이, 제어기는, SSL 시스템 평가에서 이용될 데이터를 저장하기 위한 스토리지 영역(D)을 포함하는 메모리 및 프로세서로 구성된다. 메모리는 또한, 프로세서에 의해 액세스 및 실행될 수 있는, 상기 메모리에 저장된 다수의 모듈들을 포함한다. 모듈들은 분석 모듈(A) 및 리포팅 모듈(R)을 포함한다. 이들 모듈들은 예를 들어, 임의의 적합한 프로그래밍 언어(예를 들어, C, C++, 오브젝티브 C(objective C), 고객 또는 사유 명령 세트(custom or proprietary instruction set)들 등)로 실시되고, 기계 판독가능 매체 상에 인코딩될 수 있고, 이는 프로세서에 의해 실행될 때, 본 명세서에 기술된 바와 같은 리포팅 및/또는 분석 기능성을 수행한다. 제어기의 다른 실시예들은 예를 들어, 게이트-레벨 로직 또는 ASIC(application-specific integrated circuit) 또는 특정 목적을 위해 빌드된 반도체(purpose built semiconductor), 또는 디바이스 기능성 및 입력/출력 능력(예를 들어, 측정된 SSL 시스템 파라미터들을 수신하기 위한 입력들, 및 SSL 시스템의 정상적인 상태를 또는 보통 이하로(sub-par) 수행되는 조명 회로소자를 대체하는 리던던트 회로소자로의 스위칭을 리포팅하기 위한 출력들)을 수행하기 위한 다수의 임베딩된 루틴들을 갖는 마이크로-제어기로 실시될 수 있다. 요컨대, 제어기는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 결합으로 실시될 수 있다.

본원을 고려하여 이해될 바와 같이, 마이크로-제어기(또는 다른 제어 회로) 구성은, 마이크로-제어기를 위한 전원이 어디로부터 취해지는가에 의존할 수 있다. 일 예시 경우에서, 도 5에 도시된 바와 같이, 마이크로-제어기를 위한 전력은, 정상적인 상태에 대해 모니터링되고 있는 것과 동일한 커패시터로부터 취해져서, 이러한 경우, 전류(I₁), 즉, 마이크로-제어기를 위한 전원으로서 동작하는 선형 레귤레이터의 드레인 전류를 아는 것이 필요하다. 이러한 애플리케이션 모드는, 예를 들어, 대체 LED 램프들 등을 위해 유용할 수 있다. 다른 예시 경우를 위해, 도 5가 또한 적용되지만, 마이크로-제어기를 위한 전력은, SMPS에 전력을 공급하는 DC 메인즈(DC mains)로부터 취해진다. 그러한 경우에서, SMPS는 항상 전력을 공급받지만, 광 출력은 외부 제어기(예를 들어, 지그비(Zigbee) 또는 DALI 또는 다른 적합한 제어 프로토콜들)에 의존한다. 여기서, 선형 레귤레이터 서브시스템이 없고, 전류(I₁)가 제로이고, 무엇이 흐르는지는 간과되거나 또는 그렇지 않으면 무시될 수 있다.

따라서, 그리고 본 발명의 실시예에 따라, 프로세싱 능력을 갖는 마이크로-제어기 또는 다른 적합한 제어기 회로는 원하는 평가들을 하기 위해 필요한 데이터를 수집 또는 다르게는 수신하여, 그러한 데이터를 메모리(예를 들어, RAM 및/또는 플래시 메모리, 또는 임의의 적합한 휘발성 및/또는 비-휘발성 메모리)에 저장하고, SSL을 평가하기 위해 그러한 데이터를 분석할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 평가의 완료시, 임의의 검출된 보통 이하의 성능의 통지들이 자동으로 발생되어, 제어기의 리포팅 모듈을 통해, 이를 테면, 이메일 또는 텍스트 메시징을 통해 유지보수 요원에게 전송될 수 있다.

LED들 및 커패시터의 컨디션들을 평가

[0033] 이전에 설명된 바와 같이, LED들의 열화는 방법들: LED 칩의 임계 전압(V_{TH}); LED들의 VI 곡선; 시간 함수로서의 커패시터 방전 전류; 또는 시간 함수로서의 LED 칩 양단의 전압 중 하나를 통해 결정될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따라, 이러한 정보는 주기적으로 수집되어, 제어기 메모리에 저장되어, SSL 시스템의 정상적인 상태를 평가하기 위해 이용될 수 있다. 따라서, 실시간 진단들이 제공될 수 있고, 보통 이하의 성능을 나타내는 SSL 시스템들은 예방 유지보수를 위해 플래깅될 수 있고, 이는 플래깅된 SSL 회로를 대체하기 위해 리던던트 SSL 회로로 자동으로 스위칭되는 것을 포함할 수 있다. LED들을 평가하기 위한 다수의 예시 방법들이 이제 차례로 논의될 것이다.

[0034] 테스트 A: LED들의 임계 전압. 본 발명의 일 실시예에 따라 V_{TH} 를 평가하는 것과 관련하여, LED들이 재해적으로 (catastrophically) 손상되지 않았다고 가정된다. 이러한 일 예시 경우에서, 제어기(예를 들어, 마이크로-제어기 또는 다른 적합한 회로소자)는, 정규 간격들로 전류(I_C)를 측정하도록 프로그래밍되거나 또는 다른 방식으로 구성될 수 있고, 그리고 전류(I_C)가 다음의 방정식에 의해 일반적으로 표시되는 바와 같이 명시된 한계치(I_C^*) 내의 알맞게 선택된 전류($I_C^* \geq I_1$)에 접근할 때,

[0035]
$$I_C(t^*) = I_C^* + \epsilon^* \quad \text{(방정식 6)}$$

[0036] 제어기는 그 후에 곧(예를 들어, 1 밀리초, 또는 다른 적합한 지연 내에) 전압(V_I)을 측정하고, 그 다음으로, 한번 더 측정한다. 이들 값들은 각각 $V_I(t^* + \Delta t)$ 및 $V_I(t^* + 2 \cdot \Delta t)$ 로 나타내질 수 있다. 그 다음으로, 전압 $V_I(t^* + \Delta t)$ 은 방정식 3에 의해 표시된 관계식을 통한 LED들 임계 전압(V_{TH})에 대한 프록시(proxy)인 한편, 커패시터는 다음의 방정식으로부터 추정될 수 있다.

[0037]
$$C \simeq (I_C^* \Delta t) / [V_I(t^* + \Delta t) - V_I(t^* + 2 \cdot \Delta t)] \quad \text{(방정식 7)}$$

[0038] 이들 2개의 값들은 제어기 메모리(예를 들어, 플래시 또는 다른 비-휘발성 메모리)에 저장될 수 있다. 몇몇 실시예들에 따라, 제어기는 또한, SSL 시스템이 처음으로 스위치 오픈된 후에 상기 제어기가 측정한 2개의 값들을 저장할 수 있고, 이력 참조(historical reference)를 위해 시스템의 수명 동안 이들을 보유할 수 있다. 본원을 고려하여 이해될 바와 같이, 스위치-오프 시간에 관한 정확한(accurate) 지식은 필요하지 않다는 것을 유의한다(예를 들어, 수 밀리초 이내로 충분함).

[0039] 테스트 B: LED들 VI 곡선(전체 및 부분). LED들의 조건을 평가하는 목적을 위해, 전체 VI 곡선을 수집하는 것은 비현실적일 수 있지만, 설명의 완전함을 위해, 전체 VI 곡선 실시예와 관련하여 다음의 논의가 제공된 다음에 부분 VI 곡선 실시예가 뒤따른다.

[0040] 테스트 B: LED들에 대한 전체 VI 곡선. 제어기는 일 예시 실시예에 따라, 고정 시간 간격들($t_i = i \cdot \Delta t$)로 데이터를 수집하도록 구성될 수 있다. 데이터 수집은 다음과 같이 구성될 수 있다. 짝수 인덱스들($i = 0, 2, 4, \dots$)에 대해, 제어기는 전압들(V_1)(V_{LED} 에 대한 프록시)을 판독하는 한편, 홀수 인덱스들($i = 1, 3, \dots$)에 대해, 제어기는 전압들(V_2)(I_C 에 대한 프록시)을 판독한다. 그 다음으로, VI 곡선이 다음과 같이 구성될 수 있다. 값들($V_1(2i - 1)$ 및 $V_2(2i)$)이 주어지면, 이로부터 완전한 VI 곡선이, 표 1에 표시된 다음의 조작(manipulation)들을 통해 구성된다.

표 1

V_1	V_2	$V_{LED} = V_1$	$I_{LED} = V_2/R_s - I_1$
$V_1(0)$	-	-	-
-	$V_2(1)$	$\frac{1}{2}(V_1(0) + V_1(2))$	$V_2(1)$
$V_1(2)$	-	$V_1(2)$	$\frac{1}{2}(V_2(1) + V_2(3))$
-	$V_2(3)$	$\frac{1}{2}(V_1(2) + V_1(4))$	$V_2(3)$
$V_1(4)$	-	$V_1(4)$	$\frac{1}{2}(V_2(3) + V_2(5))$
...

[0041]

[0042] 커패시턴스(C)는 표 1의 첫 번째 3개의 엔트리들로부터 결정될 수 있고,

$$C = -\frac{I_C}{\dot{V}_C} = \left(\frac{\Delta t}{R_s}\right) \frac{V_2(1)}{V_1(0) - V_1(2)} \quad (\text{방정식 8})$$

[0043]

[0044] 여기서, 대괄호(bracket)들 내의 프리팩터(prefactor)는 알려져 있고, 일 예시 실시예에 따라, 프로세싱에서 생략될 수 있다.

[0045]

테스트 B: LED들에 대한 부분 VI 곡선: 다수의 I_{LED} 값들, 즉, $k = 1, \dots, K$ 에 대한 $I_{LED}(k)$ 가 선택되고, 그들의 대표값들 $V_2(k)$ 이 R_s 및 I_1 에 기초하여 계산될 수 있다. 그러나, 전류의 마지막 값은, $V_2(k)$ 가 LED 전류 $I_C^* - I_1$ 에 대응하도록 선택된다. 일 예시 실시예에서, 제어기는 전압(V_2)을 모니터링하도록 구성될 수 있고, 그리고 상기 전압(V_2)이 값들 $V_2(k)$ 중 임의의 값과 교차할 때, 제어기는 전압 $V_1(k^*)$ 를 측정하도록 추가로 구성되고, 여기서 k^* 는, 값이, 시간에 있어서 다소 나중에(예를 들어, 1 내지 2 밀리초, 또는 다른 적합한 지연 이내) 기록된다는 것을 나타낸다. 부분 VI 곡선은 값들의 쌍들 $\{V_1(k^*), V_2(k)\}_{k=1,K}$ 로 구성된다. 측정된 전류들의 어레이의 마지막 전류는 $I_{LED} = I_C^* - I_1$ 에 대한 근사치이다. 이로부터, 프로세싱은, 임계 전압(V_{TH}) 및 C를 결정하기 위해 상기 테스트 A에서 논의된 바와 같이 진행될 수 있다. VI 곡선, 임계 전압(V_{TH}), 및 커패시턴스(C)는 제어기의 메모리에 저장될 수 있다. 제어기는 또한, SSL이 처음으로 스위칭 오프된 후에 상기 제어기가 측정한 값들을 저장할 수 있고, 시스템의 수명 동안 이들을 보유한다. 다시, 이러한 예시 접근방식에서, 스위치-오프 시간에 관한 정확한 지식은 필요하지 않다는 것을 유의한다.

[0046]

테스트 C: 시간 함수로서의 커패시터 방전 전류(I_C). 이러한 테스트는 예를 들어, $I_C \approx I_C^*$ 까지 정규 시간 간격들(Δt)로 V_2 를 기록하도록 구성함으로써, 수행될 수 있다. 그때, 프로세스 테스트는, 임계 전압 및 커패시턴스를 측정하기 위해 테스트 A로 복귀(revert)할 수 있다. 곡선은 V_{TH} 및 C와 함께, 값들의 쌍들 $\{k \Delta t, V_2(k)\}_{k=1,K}$ 로 구성된다. 여기서, 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라, 시간 정보는 생략될 수 있는데, 그 이유는 일단 제어기가 이들 동작들을 수행하도록 프로그래밍되면, 이러한 데이터는 알려지기 때문이라는 것을 유의한다. 여기서, 이러한 방법론은 스위치-오프 시간에 관한 정확한 지식(예를 들어, 0.5 밀리초 미만, 또는 다른 허용가능한 허용한계)을 이용하여 수행될 수 있는데, 그 이유는 이는, 마지막 데이터 세트를 이

전에 저장된 데이터 세트와 비교할 때 중요할 수 있기 때문이라는 것을 유의한다.

[0047]

테스트 D: 시간 함수로서의 V_{LED} : 이러한 테스트 방법은, 예를 들어, 다시 $I_C \approx I_C^*$ 까지, 정규 시간 간격들 (Δt)로 V_1 을 기록하도록 제어기를 구성함으로써 수행될 수 있다. 그때, 테스트는 임계 전압 및 커패시턴스를 측정하기 위해 테스트 A로 복귀한다. 곡선은 V_{TH} 및 C와 함께, 값들의 쌍들 $\{k \Delta t, V_1(k)\}_{k=1,K}$ 로 구성된다. 다시, 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라, 시간 정보는 생략될 수 있는데, 그 이유는 일단 제어기가 이들 동작들을 수행하도록 프로그래밍되면, 이러한 데이터는 알려지기 때문이라는 것을 유의한다. 여기서, 이러한 방법론은 스위치-오프 시간에 관한 정확한 지식(예를 들어, 0.5 밀리초 미만, 또는 다른 허용가능한 허용한계)을 요구하는데, 그 이유는 이는, 마지막 데이터 세트를 이전에 저장된 데이터 세트와 비교할 때 중요할 수 있기 때문이라는 것을 유의한다.

[0048]

관심있는 쿼터티들의 레벨들을 선택하고, 시스템이 이들 레벨들에 도달하는데 걸리는 스위치-오프로부터의 시간들을 측정하도록, 테스트 C 및 테스트 D가 실시될 수 있다는 것을 유의한다. 그러나, 어느 쪽이든, 곡선들은, 커패시터 방전 전류가 I_C^* 로 강해질 때까지 기록될 수 있다.

[0049]

SSL 시스템이 더 큰 시스템의 부분인 경우, 제어기는, 이용가능한 통신 채널들(예를 들어, 유선 제어, 전력선 통신들을 이용하여, 또는 이용가능한 Wi-Fi, 블루투스, 또는 다른 이러한 네트워크들을 통해 무선으로)을 통해 상급 회로(superior circuit)에 의해 질의된 후에, 가장 최근에 수집된 데이터를 리포트할 수 있다. SSL 시스템이 격리된 경우, 제어기는, 자신이 측정한 마지막 값들을 첫 번째 값들과 비교하고, 이론적인 분석 및/또는 이력 트렌드들(경험적 데이터(empirical data) 등)에 기초하여, 얼마나 많은 유효 수명(useful life)이 디바이스에 남았는지를 최종-사용자에게 알리도록 구성될 수 있다.

[0050]

본 발명의 일 예시 실시예에 따라, 문제를 최종-사용자에게 알리는 하나의 방식은, 디바이스의 하우징에서 소형 색 조정가능 LED(small color tunable LED)를 이용하는 것이고, 색은 제어기에 의해 제어된다. 이러한 일 예시 경우에서, 제어기는, 값들이 명시된 한계치들 내에 있는 경우 녹색이 되게, 한계치들이 교차되지만 여전히 허용가능한 경우 황색이 되게, 대체를 필요로 하는 포인트까지 디바이스가 그렇게 열화된 경우 적색이 되게, 그리고 디바이스가 고장난 경우 적색을 깜빡이게, 조정가능 LED를 설정하도록 구성될 수 있다. 제어기는 또한, 이용가능한 통신 네트워크를 통해 유지보수 요원에게 메시지들(예를 들어, 이메일 메시지, 텍스트 메시지 등)을 전송하도록 구성될 수 있다.

[0051]

많은 변형들 및 구성들이 본원을 고려하여 명백해질 것이다. 예를 들어, 본 발명의 일 예시 실시예는 조명 시스템을 제공한다. 시스템은, 조명 시스템의 스위치-모드 전원의 스위치-오프 시간을 검출하도록, 그리고 스위치-오프 시간을 검출하는 것에 응답하여 트리거 신호를 출력하도록 구성된 스위치-오프 검출 회로를 포함한다. 시스템은, 트리거 신호를 수신하는 것에 응답하여, 원하는 성능에 대해 조명 시스템의 컨디션들을 평가할 수 있는 데이터를 수집하도록 구성된 제어기를 더 포함한다. 몇몇 경우들에서, 평가될 조명 시스템의 컨디션들은, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 및 그러한 전원에 의해 전력을 공급받는 발광 다이오드들 중 적어도 하나에 대한 것이다. 몇몇 경우들에서, 평가될 조명 시스템의 컨디션들 중 하나 또는 둘 이상은 발광 다이오드들(LED들)에 대한 것이고, LED들의 열화는, LED 임계 전압(V_{TH}), LED VI 곡선들, 및/또는 시간 함수로서의 LED들 양단의 전압 중 적어도 하나를 이용하여 제어기에 의해 결정된다. 몇몇 경우들에서, 평가될 조명 시스템의 컨디션들 중 하나 또는 둘 이상은 스위치-모드 전원의 출력 커패시터에 대한 것이고, 출력 커패시터의 열화는 시간 함수로서의 출력 커패시터의 방전 전류를 이용하여 결정된다. 몇몇 경우들에서, 제어기는, 스위치-모드 전원에 의해 전력을 공급받는 발광 다이오드들과 연관된 전압을 주기적으로 측정하도록 구성된다. 몇몇 경우들에서, 제어기는, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터와 병렬로 연결된 정전류 드레인으로서 동작하는 전원 회로로부터 자신의 전력을 수신하고, 전류는 알려져 있다. 몇몇 경우들에서, 제어기에 의해 수집된 데이터는, 제어기의 대응하는 제 1 및 제 2 아날로그-투-디지털 컨버터들에 의해 수집된 2개의 전압들(V_1 및 V_2)을 포함하고, 전압(V_1)은 조명 시스템의 발광 다이오드들 양단의 전압에 대응하고, 전압(V_2)은 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 방전 전류에 대응한다. 몇몇 경우들에서, 제어기에 의해 수집된 데이터는, 제어기가 조명 시스템의 발광 다이오드들을 통하는 전류를 계산하도록 허용한다. 몇몇 경우들에서, 조명 시스템의 성능이 규격외(out of specification)일 때를 표시하기 위한 리포팅 모듈을 더 포함한다. 몇몇 경우들에서, 스위치-모드 전원은 플라

이백 또는 백-부스트 토폴로지(flyback or buck-boost topology)를 포함한다. 몇몇 경우들에서, 스위치-오프 검출 회로에 의해 발생된 트리거 신호는, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터의 방전 다음에 제어기가 시동되도록 초래한다. 몇몇 경우들에서, 스위치-오프 검출 회로는, 스위치-모드 전원의 스위칭 주파수를 표시하는 신호를 수신하고, 그러한 신호를 정류(rectify)하는 것 및/또는 고역-통과 필터링하는 것 중 적어도 하나를 하도록, 그리고 스위치-모드 전원의 오프-상태들을 식별하기 위해 결과적인 신호를 기준 전압과 비교하도록 구성된다.

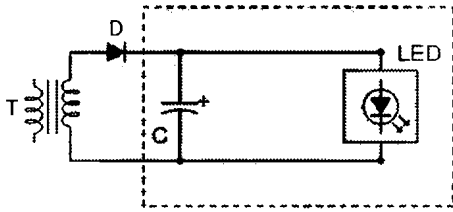
[0052] 본 발명의 다른 실시예는, 복수의 발광 다이오드들(LED들), 및 출력 커패시터를 포함하고 LED들에 전력을 제공하기 위한 스위치-모드 전원을 포함하는 조명 시스템을 제공한다. 시스템은 스위치-모드 전원의 스위치-오프 시간을 검출하도록, 그리고 스위치-오프 시간을 검출하는 것에 응답하여 트리거 신호를 출력하도록 구성된 스위치-오프 검출 회로를 더 포함한다. 시스템은 트리거 신호를 수신하는 것에 응답하여, 원하는 성능에 대해 조명 시스템의 컨디션들을 평가할 수 있는 데이터를 수집하도록 구성된 제어기를 더 포함한다. 평가될 조명 시스템의 컨디션들은, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 및 LED들 중 적어도 하나에 대한 것이다. 몇몇 경우들에서, 제어기는, LED 임계 전압(V_{TH}), LED VI 곡선들, 및/또는 시간 함수로서의 LED들 양단의 전압 중 적어도 하나를 이용하여, LED들의 열화를 평가하도록 구성된다. 몇몇 경우들에서, 제어기는, 시간 함수로서의 출력 커패시터의 방전 전류를 이용하여 출력 커패시터의 열화를 평가하도록 구성된다. 몇몇 경우들에서, 제어기는, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터와 병렬로 연결된 정전류 드레인으로서 동작하는 전원 회로로부터 자신의 전력을 수신하고, 전류는 알려져 있다. 몇몇 경우들에서, 제어기에 의해 수집된 데이터는, 제어기의 대응하는 제 1 및 제 2 아날로그-투-디지털 컨버터들에 의해 수집된 2개의 전압들(V_1 및 V_2)을 포함하고, 전압(V_1)은 LED들 양단의 전압에 대응하고, 전압(V_2)은 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 방전 전류에 대응한다. 몇몇 경우들에서, 조명 시스템의 성능이 규격외일 때를 표시하기 위한 리포팅 모듈을 더 포함한다.

[0053] 본 발명의 다른 실시예는, 복수의 발광 다이오드들(LED들), 및 출력 커패시터를 포함하고 LED들에 전력을 제공하기 위한 스위치-모드 전원을 포함하는 조명 시스템을 제공한다. 시스템은 스위치-모드 전원의 스위치-오프 시간을 검출하도록, 그리고 스위치-오프 시간을 검출하는 것에 응답하여 트리거 신호를 출력하도록 구성된 스위치-오프 검출 회로를 더 포함하고, 스위치-오프 검출 회로는, 스위치-모드 전원의 스위칭 주파수를 표시하는 신호를 수신하고, 그러한 신호를 정류하는 것 및/또는 고역-통과 필터링하는 것 중 적어도 하나를 하고, 그리고 스위치-모드 전원의 오프-상태들을 식별하기 위해 결과적인 신호를 기준 전압과 비교한다. 시스템은 트리거 신호를 수신하는 것에 응답하여, 원하는 성능에 대해 조명 시스템의 컨디션들을 평가할 수 있는 데이터를 주기적으로 수집하도록 구성된 제어기를 더 포함하고, 제어기에 의해 수집된 데이터는, 제어기의 대응하는 제 1 및 제 2 아날로그-투-디지털 컨버터들에 의해 수집된 2개의 전압들(V_1 및 V_2)을 포함하고, 전압(V_1)은 조명 시스템의 발광 다이오드들 양단의 전압에 대응하고, 전압(V_2)은 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 방전 전류에 대응한다. 평가될 조명 시스템의 컨디션들은, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터 및 LED들 중 적어도 하나에 대한 것이다. 몇몇 경우들에서, LED들의 열화는, LED 임계 전압(V_{TH}), LED VI 곡선들, 및/또는 시간 함수로서의 LED들 양단의 전압 중 적어도 하나를 이용하여 제어기에 의해 결정되고, 출력 커패시터의 열화는 시간 함수로서의 출력 커패시터의 방전 전류를 이용하여 결정된다. 몇몇 경우들에서, 제어기는, 스위치-모드 전원의 출력 커패시터와 병렬로 연결된 정전류 드레인으로서 동작하는 전원 회로로부터 자신의 전력을 수신하고, 전류는 알려져 있다. 몇몇 경우들에서, 시스템은 조명 시스템의 성능이 규격외일 때를 표시하기 위한 리포팅 모듈을 더 포함한다.

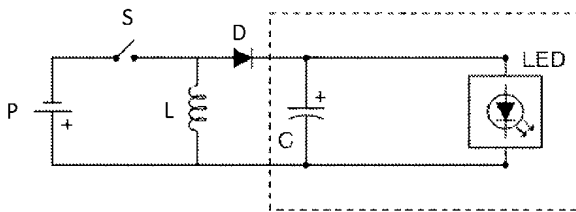
[0054] 본 발명의 실시예들의 기술한 설명은 예시 및 설명의 목적들로 제공되었다. 본 발명을 개시된 정확한 형태로 한정하거나 또는 총망라하는 것이도록 의도되지 않는다. 본원을 고려하여 많은 수정들 및 변형들이 가능하다. 본 발명의 범주는 이러한 상세한 설명에 의해서 보다는, 본 명세서에 첨부된 청구항들에 의해 한정되도록 의도된다.

도면

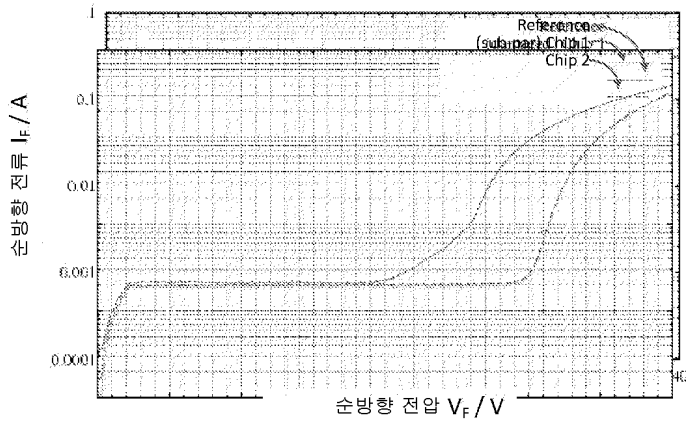
도면1a



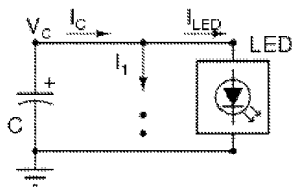
도면1b



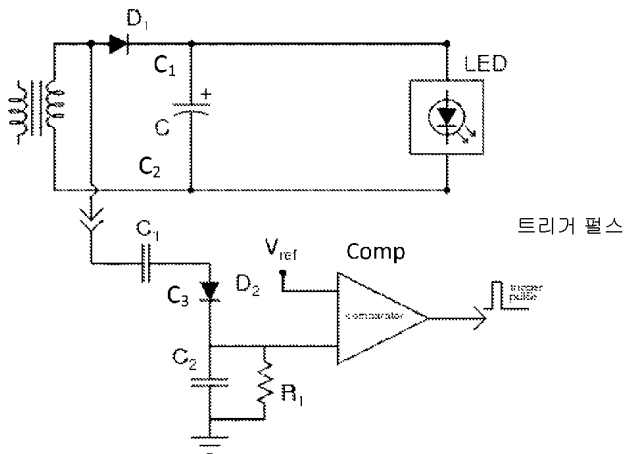
도면2



도면3



도면4



도면5

