



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월14일
(11) 등록번호 10-1978609
(24) 등록일자 2019년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/486 (2006.01) G01S 17/10 (2006.01)
G01S 7/497 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/4861 (2013.01)
G01S 17/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0139851
(22) 출원일자 2018년11월14일
심사청구일자 2018년11월14일
(56) 선행기술조사문헌
JP05119152 A*
JP2010071881 A*
KR1019930016789 A
JP2011237275 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이성주
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308동 1110호
김태오
경기도 안산시 단원구 지곡로1안길 29, 301호 (선부동)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 정소연

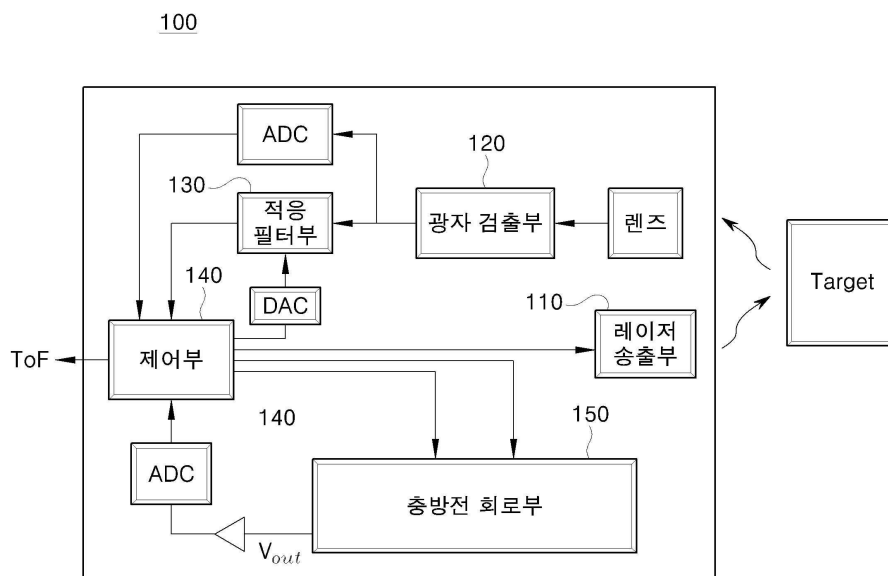
(54) 발명의 명칭 적응 필터 및 수동 소자 보정 회로를 적용한 라이다 시스템

(57) 요약

본 발명은 적응 필터 및 수동 소자 보정 회로를 적용한 라이다 시스템에 대한 것이다.

본 발명에 따르면, 레이저 펄스를 송출하는 레이저 송출부, 렌즈를 통해 수신된 광신호를 유입하는 광자 검출부, 상기 광자 검출부에서 수신된 전압과 임계값을 비교하는 적응필터부, 상기 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



가 타겟으로부터 반사된 신호인지 노이즈인지 여부를 판단하는 제어부, 그리고 상기 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인 경우, 레이저 펄스를 수신하여 캐패시터의 전압값이 유지되는 시점에서의 전압값과 상기 광자 검출부를 포함한다.

본 발명의 실시예에 따른 라이다 시스템은 시시각각 변하는 기후 및 환경으로 인해 발생하는 noise문제를 적응필터(adaptive filter)를 통해 방지 하고 거리측정을 위해 사용되는 수동(passive) 소자에 대한 불확실성을 보정하여 좀 더 정확한 거리정보를 얻을 수 있는 효과를 지닌다.

(52) CPC특허분류

G01S 7/497 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711075702
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신기술인력양성
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

레이저 펄스를 송출하는 레이저 송출부,

렌즈를 통해 수신된 광신호를 유입하는 광자 검출부,

상기 광자 검출부에서 수신된 전압과 임계값을 비교하는 적응필터부,

상기 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인지 노이즈인지 여부를 판단하는 제어부, 그리고

상기 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인 경우, 레이저 펄스를 수신하여 캐패시터의 전압값이 유지되는 시점에서의 전압값과 상기 광자 검출부를 통해 수신된 전압을 통해 타겟과의 거리를 측정할 수 있는 충방전 회로부를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 레이저 펄스를 송출하지 않은 상태에서, 상기 광자 검출부로부터 기 설정된 횟수만큼 샘플 데이터를 수신하고, 상기 샘플 데이터를 노이즈로 판단하여, 누적된 상기 노이즈의 표준 편차값을 이용하여 상기 임계값을 산출하는 라이다 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 임계값($V_{Threshold}$)은,

다음과 수학적식을 이용하여 산출되는 라이다 시스템:

$$V_{Threshold} = V_N \times (1 + \alpha)$$

여기서, V_N 은 상기 렌즈를 통해 유입된 노이즈의 표준 편차값이고, α 값은 설정 가능한 변수로 0.0 ~ 1.0 사이의 값을 가진다.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광신호는,

상기 렌즈를 통해 수신된 타겟으로부터 반사된 레이저 신호, 노이즈 및 이전 동작에서 방출했던 레이저의 산란으로 발생된 신호를 포함하는 라이다 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 광자 검출부로부터 수신된 전압값이 임계값보다 크거나 같으면 타겟으로부터 반사된 신호로 판단하고,

상기 광자 검출부로부터 수신된 전압이 임계값보다 작으면 노이즈로 판단하는 라이다 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 충전회 회로부는,
 상기 제어부와 연결되는 제1 스위치,
 상기 제1스위치의 제1단과 접지 전원 사이에 연결되는 저항,
 상기 제어부와 연결되는 제2 스위치,
 제1단이 상기 제1 스위치의 제2단 및 상기 제2 스위치의 제1단과 연결되고, 제2단이 접지 전원에 연결되는 캐패시터, 그리고
 상기 제2 스위치의 제2단과 접지 전원 사이에 연결되는 전원부를 포함하는 라이다 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 제1 스위치가 턴오프되고 상기 제2 스위치가 턴온되면, 상기 캐패시터는 상기 전원부와 도통되어 충전되며,
 상기 캐패시터가 완충되어 상기 제1 스위치가 턴온되고, 상기 제2 스위치가 턴오프되면, 상기 레이저 펄스가 송출됨과 동시에 상기 캐패시터의 충전 전압은 감소되고,
 상기 타겟으로부터 반사된 신호가 수신되면 상기 제1 스위치와 상기 제2 스위치가 모두 턴오프되고, 상기 캐패시터의 충전 전압(V(t))은 다음의 수학적식과 같이 유지되는 라이다 시스템:

$$V(t) = V_{dd} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

여기서, V_{dd} 는 상기 전원부의 공급 전압이고, τ 는 시상수이고, t는 레이저 펄스의 송출시점과 타겟으로부터 반사된 신호가 수신된 시점 사이의 시간을 의미한다.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 시상수는,
 다음의 수학적식에 의해 산출된 복수 샘플 데이터의 시상수 값의 평균을 구하여 시상수값을 결정하는 라이다 시스템:

$$\tau_N = \frac{-k \times Nns}{\ln\left(\frac{V_N(t)}{V_{dd}}\right)}$$

여기서, τ_N 은 N번째 샘플 데이터에 해당하는 시상수, K는 샘플 데이터 수신 시간 간격, $V_N(t)$ 은 N번째 샘플 데이터에 해당하는 캐패시터의 충전 전압을 의미한다.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 캐패시터의 유지되는 충전 전압이 인접하는 2개의 샘플 데이터인 $V_n(t)$ 와 $V_{n+1}(t)$ 사이에 해당하는 경우, 타겟으로부터 반사된 신호가 수신된 시점(t_a)은 선형보간법에 의하여 다음의 수학적식으로 연산되는 라이다 시스템:

$$t_a = A_{ns} + (B_{ns} - A_{ns}) \frac{(V(t_a) - V_n(t))}{(V_{n+1}(t) - V_n(t))}$$

여기서, A_{ns} 는 $V_n(t)$ 에 대응하는 샘플 데이터의 시점이고, B_{ns} 는 $V_{n+1}(t)$ 에 대응하는 샘플데이터의 시점이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적응 필터 및 수동 소자 보정 회로를 적용한 라이다 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 노이즈로 인해 발생하는 오류와 수동소자의 불확실성을 보정할 수 있는 적응 필터 및 수동 소자 보정 회로를 적용한 라이다 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 라이다(Lidar)는 레이저 펄스를 발사하고, 그 빛이 주위의 대상 물체에서 반사되어 돌아오는 것을 받아 물체까지의 거리, 방향, 물질, 특성 등을 측정함으로써 주변의 모습을 정밀하게 그려내는 장치이다.

[0003] Lidar는 Light detection and ranging의 약어로 사용되고 있지만 원래는 Light와 Rada의 줄임말이었다. 처음으로 1930년도에 Lidar 센서를 위한 첫 시도가 있었지만 1960년대 레이저의 발명과 함께 본격적인 연구가 시작됐다.

[0004] Lidar system은 크게 laser를 쏘는 송신모듈, 반사되어 들어오는 laser를 수신하는 검출모듈, 신호 수집 및 처리모듈, 데이터를 송수신하기 위한 모듈로 구성된다. 또한, Lidar는 laser신호의 변조 방법에 따라 Time of Flight(ToF)방식과 Phase Shift 방식으로 구분할 수 있다.

[0005] ToF 방식은 laser pulse 신호를 센서 측정범위 내에 있는 목표물에게 비추고 반사되어 들어오는 신호의 시간을 측정하여 거리를 얻는 방법이며, Phase Shift 방식은 특정 주파수를 이용해 변조된 laser 신호를 목표물에 비추고 반사되어 들어오는 신호의 위상 변화량을 계산하여 시간, 거리를 계산하는 방식이다.

[0006] 이때, 광속으로 들어오는 신호에 대해서 단위 데이터 수집을 위한 최소한의 시간이 range resolution을 결정하는 요인이 된다.

[0007] 따라서, 성능이 좋은 range resolution를 얻기 위해서는 적어도 수 ns 이내의 데이터 수집 및 처리 시간이 요구되기 때문에 매우 고속의 system clock이 요구되며 이는 가격과 직결된다. 또한 Lidar는 다양한 환경에서 사용되고 광잡음으로 인해 해당 환경에 맞는 filter를 사용하여 noise의 제거가 필요하며 정밀한 측정을 요구하는 Lidar system의 경우 passive 소자의 불확실성으로 인해 문제가 될 수 있기 때문에 보정이 필요하다.

[0008] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1814135 호(2018.01.02. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 노이즈로 인해 발생하는 오류와 수동소자의 불확실성을 보정할 수 있는 적응 필터 및 수동 소자 보정 회로를 적용한 라이다 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 레이저 펄스를 송출하는 레이저 송출부, 렌즈를 통해 수신된 광신호를 유입하는 광자 검출부, 상기 광자 검출부에서 수신된 전압과 임계값을 비교하는 적응필터부, 상기 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인지 노이즈인지 여부를 판단하는 제어부, 그리고 상기 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인 경우, 레이저 펄스를 수신하여 캐패시터의 전압값이 유지되는 시점에서의 전압값과 상기 광자 검출부를 통해 수신된 전압을 통해 타겟과의 거리를 측정한다.

[0011] 상기 제어부는, 상기 레이저 펄스를 송출하지 않은 상태에서, 상기 광자 검출부로부터 기 설정된 횟수만큼 샘플

데이터를 수신하고, 상기 샘플 데이터를 노이즈로 판단하여, 누적된 상기 노이즈의 표준 편차값을 이용하여 상기 임계값을 산출할 수 있다.

[0012] 상기 임계값($V_{Threshold}$)은, 다음이 수학적식을 이용하여 산출될 수 있다.

[0013]
$$V_{Threshold} = V_N \times (1 + \alpha)$$

[0014] 여기서, V_N 은 상기 렌즈를 통해 유입된 노이즈의 표준 편차값이고, α 값은 설정 가능한 변수로 0.0 ~ 1.0 사이의 값을 가진다.

[0015] 상기 광신호는, 상기 렌즈를 통해 수신된 타겟으로부터 반사된 레이저 신호, 노이즈 및 이전 동작에서 방출했던 레이저의 산란으로 발생된 신호를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제어부는, 상기 광자 검출부로부터 수신된 전압값이 임계값보다 크거나 같으면 타겟으로부터 반사된 신호로 판단하고, 상기 광자 검출부로부터 수신된 전압이 임계값보다 작으면 노이즈로 판단할 수 있다.

[0017] 상기 충방전 회로부는, 상기 제어부와 연결되는 제1 스위치, 상기 제1 스위치의 제1단과 접지 전원 사이에 연결되는 저항, 상기 제어부와 연결되는 제2 스위치, 제1단이 상기 제1 스위치의 제2단 및 상기 제2 스위치의 제1단과 연결되고, 제2단이 접지 전원에 연결되는 캐패시터, 그리고 상기 제2 스위치의 제2단과 접지 전원 사이에 연결될 수 있다.

[0018] 상기 제1 스위치가 턴오프되고 상기 제2 스위치가 턴온되면, 상기 캐패시터는 상기 전원부와 도통되어 충전되며, 상기 캐패시터가 완충되어 상기 제1 스위치가 턴온되고, 상기 제2 스위치가 턴오프되면, 상기 레이저 펄스가 송출됨과 동시에 상기 캐패시터의 충전 전압은 감소되고, 상기 타겟으로부터 반사된 신호가 수신되면 상기 제1 스위치와 상기 제2 스위치가 모두 턴오프되고, 상기 캐패시터의 충전 전압($V(t)$)은 다음의 수학적식과 같이 유지될 수 있다.

[0019]
$$V(t) = V_{dd} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

[0020] 여기서, V_{dd} 는 상기 전원부의 공급 전압이고, τ 는 시상수이고, t 는 레이저 펄스의 송출시점과 타겟으로부터 반사된 신호가 수신된 시점 사이의 시간을 의미한다.

[0021] 상기 시상수는, 다음의 수학적식에 의해 산출된 복수 샘플 데이터의 시상수 값의 평균을 구하여 시상수값을 결정할 수 있다.

[0022]
$$\tau_N = \frac{-k \times Nns}{\ln\left(\frac{V_N(t)}{V_{dd}}\right)}$$

[0023] 여기서, τ_N 은 N번째 샘플 데이터에 해당하는 시상수, K 는 샘플 데이터 수신 시간 간격, $V_N(t)$ 은 N번째 샘플 데이터에 해당하는 캐패시터의 충전 전압을 의미한다.

[0024] 상기 캐패시터의 유지되는 충전 전압이 인접하는 2개의 샘플 데이터인 $V_n(t)$ 와 $V_{n+1}(t)$ 사이에 해당하는 경우, 타겟으로부터 반사된 신호가 수신된 시점(t_a)은 선형보간법에 의하여 다음의 수학적식으로 연산될 수 있다.

[0025]
$$t_a = A ns + (B ns - A ns) \frac{(V(t_a) - V_n(t))}{(V_{n+1}(t) - V_n(t))}$$

[0026] 여기서, $A ns$ 는 $V_n(t)$ 에 대응하는 샘플 데이터의 시점이고, $B ns$ 는 $V_{n+1}(t)$ 에 대응하는 샘플데이터의 시점이다.

발명의 효과

[0027] 이와 같이 본 발명에 따르면, 시시각각 변하는 기후 및 환경으로 인해 발생하는 noise문제를 적응필터(adaptive

filter)를 통해 방지 하고 거리측정을 위해 사용되는 수동(passive) 소자에 대한 불확실성을 보정하여 좀 더 정확한 거리정보를 얻을 수 있는 효과를 지닌다.

[0028] 또한, 본 발명에 따르면, 시간차를 측정하기 위해 고속의 클락으로 작동하는 counting 방식이 아닌 charge and discharge circuit을 이용하여 저속 클락으로도 거리 측정이 가능함으로써, 저속의 클락으로도 고속 클락과 같은 분해능을 얻을 수 있는 효과를 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 라이다 시스템을 나타내는 개략도이다 .

도 2는 도 1의 충방전 회로부를 나타내는 회로도이다.

도 3은 도 1에 적응필터부를 이용하여 노이즈에 대한 오류를 방지할 수 있는 방법을 개략적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4a 및 도 4b는 도1의 충방전 회로부의 동작원리를 설명하기 위한 회로도이다.

도 5는 충방전 회로부에서 레이저 펄스가 반사되어 수신될 경우 캐패시터의 전압 상태를 보여주는 도면이다.

도 6은 충방전 회로부에서 전압이 방전되는 것을 표현하는 그래프이다. 방전되는 것을 표현하는 그래프이다.

도 7은 충방전 회로부에서 선형보간법에 의해 레이저 펄스가 수신된 시점을 산출하는 방법을 표현하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0031] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0032] 이하에서는 도 1 및 도 2를 통하여 본 발명의 실시예에 따른 라이다 시스템에 대하여 설명한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 라이다 시스템을 나타내는 개략도이다.

[0034] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 라이다 시스템(100)은 레이저 송출부(110), 광자 검출부(120), 적응필터부(130), 제어부(140) 및 충방전 회로부(150)를 포함한다.

[0035] 먼저, 레이저 송출부(110)는 레이저 펄스를 타겟을 향해 송출한다.

[0036] 광자 검출부(120)는 렌즈를 통해 수신되는 광신호를 유입한다. 이때, 광신호는 송출된 레이저 펄스가 타겟에 반사되어 수신되는 레이저 신호나, 노이즈 또는 이전 동작에서 방출했던 레이저의 산란으로 발생된 신호를 포함한다.

[0037] 적응필터부(130)는 광자 검출부(120)에서 발생하는 전압과 제어부(140)에서 산출된 임계값을 비교한다.

[0038] 제어부(140)는 적응필터부(130)로부터 전압과 임계값을 비교하여 측정된 데이터를 수신하고, 수신된 데이터를 통해 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인지 노이즈인지 판단한다.

[0039] 충방전 회로부(150)는 광자 검출부를 통하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인 경우, 캐패시터 전압값이 유지되는 시점에서의 전압값과 상기 광자 검출부를 통해 수신된 전압을 통해 타겟과의 거리를 측정한다.

[0040] 도 2는 도 1의 충방전 회로부(150)를 나타내는 회로도이다.

[0041] 도 2에 도시된 바와 같이, 충방전 회로부(150)는 제어부(140)와 연결되며, 제어부(140)로부터 신호를 수신받아 동작하는 제1 스위치(151) 및 제2 스위치(152)와, 제1 스위치(151)의 제1단과 접지 전원 사이에 연결되는 저항(153)과, 제1단이 제1 스위치(151)의 제2단 및 제2 스위치(152)의 제1단과 연결되고 제2단이 접지 전원에 연결되는 캐패시터(154) 및 제2 스위치(152)의 제2단과 접지 전원 사이에 연결되는 전원부(155)를 포함한다.

[0042] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 따른 라이다 시스템(100)은 예측하기 어려운 기후 및 환경 변화로 인해 생기는

노이즈(noise)에 따른 오류를 방지하기 위해 임계값을 설정하는 방법과, 송방전 회로부(150)를 이용하여 수동(passive) 소자에 대한 불확실성을 보정하는 방법을 설명한다.

- [0043] 먼저, 이하에서는 도 3을 이용하여 라이다 시스템(100)에 포함된 광자 검출부(120), 적응필터부(130) 및 제어부(140)를 통해 임계값을 산출하고, 산출된 임계값을 이용하여 노이즈에 따른 오류를 방지하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0044] 도 3은 도 1에 적응필터부를 이용하여 노이즈에 대한 오류를 방지할 수 있는 방법을 개략적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0045] 도 3에 나타난 바와 같이, 먼저, 해당 시점에서 라이다 시스템(100)의 주변에 노이즈가 존재하는지를 측정하기 위하여 레이저 송출부(110)는 레이저 펄스를 방출하지 않는다.
- [0046] 상기와 같이 레이저 펄스가 방출되지 않은 상태에서, 광자 검출부(120)는 렌즈를 통해 수신된 광신호를 전기적 신호로 변환한다. 이때, 수신된 광신호는 광 잡음 또는 이전 동작에서 방출했던 레이저의 산란 등 다양한 요인으로 인해 발생된 것이다.
- [0047] 광자 검출부(120)는 발생된 전기적 신호를 수치화하여 데이터값(V_{PD})을 획득한다. 이때, 획득한 데이터값(V_{PD})은 레이저 송출부(110)에서 송출된 신호가 다시 돌아온 것이 아닌 노이즈를 수신하고 발생된 신호에 대한 데이터값이다.
- [0048] 따라서, 광자 검출부(120)는 노이즈에 대한 데이터값(V_{PD})을 아날로그디지털변환기(ADC)를 통해 제어부(140)에 전달한다.
- [0049] 제어부(140)는 노이즈에 대한 데이터값(V_{PD})을 수신하고 누적한다. 이때, 제어부(140)는 노이즈에 대한 데이터값(V_{PD})을 무한대로 누적하는 것이 아닌, 미리 정해진 샘플 윈도우 수인 N만큼만 누적한다.
- [0050] 그 다음, 제어부(140)는 누적된 데이터값(V_{PD})을 이용하여 표준 편차값(V_N)을 산출하고, 하기의 수학적 식 1을 이용하여 임계값($V_{Threshold}$)을 산출한다.

수학적 식 1

[0051]
$$V_{Threshold} = V_N \times (1 + \alpha)$$

- [0052] 여기서, V_N 은 상기 렌즈를 통해 유입된 노이즈의 표준 편차값이고, α 값은 설정 가능한 변수로 0.0 ~ 1.0 사이의 값을 가진다.
- [0053] 상기와 같은 동작 순서를 이용하여, 제어부(140)가 임계값($V_{Threshold}$)을 산출한 다음에는 레이저 송출부(110)는 레이저 펄스를 방출해 거리를 측정한다.
- [0054] 한편, 제어부(140)는 산출된 임계값($V_{Threshold}$)을 적응필터부(130)에 전달하고, 적응필터부(130)는 전달받은 임계값($V_{Threshold}$)과 광자 검출부(120)로부터 수신된 데이터값(V_{PD})을 비교한다.
- [0055] 적응필터부(130)는 비교한 측정 데이터값($V_{decision}$)을 제어부(140)에 전달하고, 제어부(140)는 측정 데이터값($V_{decision}$)을 이용하여 수신된 광신호가 타겟으로부터 반사된 신호인지 노이즈인지를 판단한다.
- [0056] 이때, 제어부(140)는 광자 검출부(120)에서 발생된 데이터값(V_{PD})이 제어부(140)에서 산출된 임계값($V_{Threshold}$)보다 크거나 같으면 측정 데이터값($V_{decision}$)을 1로 설정하고, 광자 검출부(120)에서 발생된 데이터값

(V_{PD})이 제어부(140)에서 산출된 임계값($V_{Threshold}$)보다 작으면 측정 데이터값($V_{decision}$)을 0으로 설정한다.

- [0057] 따라서, 거리 측정을 시작한 시점 이후로 수신된 측정 데이터값($V_{decision}$)이 1이면, 제어부(140)는 수신된 광신호가 해당 시점에서 레이저 송출부(110)가 송출하고 타겟으로부터 반사된 레이저펄스로 판단한다.
- [0058] 그리고, 거리 측정을 시작한 시점 이후로 수신된 측정 데이터값($V_{decision}$)이 0이면, 제어부(140)는 수신된 광신호를 노이즈로 판단한다.
- [0059] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 라이더 시스템(100)은 레이저 펄스를 방출하기 전에 임계값을 설정함으로써, 다양한 환경으로 인해 발생하는 노이즈를 방지할 수 있다.
- [0060] 예를 들면, 라이더 센서는 기후에 영향을 많이 받으므로, 흐린 날씨일 경우 측정 데이터값($V_{decision}$)이 계속해서 0으로 나오는 오류가 발생하면, 제어부(140)는 표준 편차값(V_N)을 조정하여 잡음으로부터 발생하는 오류를 보정한다.
- [0061] 이하에서는 도 4a 내지 도 5를 이용하여 충방전 회로부(150)에 포함된 수동(passive) 소자를 이용하여 거리를 계산하는 방법을 설명한다.
- [0062] 도 4a 및 도 4b는 도1의 충방전 회로부의 동작원리를 설명하기 위한 회로도이고, 도 5는 충방전 회로부에서 레이저 펄스가 반사되어 수신될 경우 캐패시터의 전압 상태를 나타내는 도면이다.
- [0063] 도 4a 및 도 4b에 나타난 바와 같이, 충방전 회로부(150)는 제어부(140)로부터 신호를 받아 동작한다.
- [0064] 먼저, 레이저 송출부(110)에서 레이저 펄스를 방출하기 전에, 제어부(140)는 제1 스위치(151)는 턴오프하고 제2 스위치는 턴온하는 신호를 송신하여 캐패시터(154)를 충전시킨다.
- [0065] 캐패시터(154)에서 충전이 완료되면, 제어부(140)는 제1 스위치(151)를 턴온하고 제2 스위치는 턴오프하는 신호를 송신하여 레이저 송출부(110)로 하여금 레이저 펄스를 송출시킨다. 레이저 펄스가 송출하게 되면, 캐패시터(154)의 전압은 감소된다.
- [0066] 이때, 캐패시터(154)의 전압은 아래의 수학적 식 2를 통해 산출된다.

수학적 식 2

[0067]
$$V(t) = V_{dc} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- [0068] 여기서, V_{dc} 는 상기 전원부의 공급 전압이고, τ 는 시상수이고, t 는 레이저 펄스의 송출시점과 타겟으로부터 반사된 신호가 수신된 시점 사이의 시간을 의미한다.
- [0069] 상기와 같이, 레이저 송출부(110)가 레이저 펄스를 송출하여 캐패시터(154)의 전압이 지속적으로 감소하던 중에 송출됐던 레이저 펄스가 타겟에 반사되어 들어오면, 제어부(140)는 턴온되어 있던 제1 스위치가 턴오프하는 신호를 송신하여 감소하던 캐패시터(154)의 전압을 일정한 값으로 유지하게 한다.
- [0070] 따라서, 유지되는 시점의 전압값을 알면, 제어부(140)는 캐패시터(154)의 전압식을 통해 레이저 펄스의 송신 시점부터 수신 시점까지의 시간을 계산할 수 있고, 계산된 시간을 통해 거리를 측정할 수 있다.
- [0071] 이를 다시 설명하면, 도 5에 도시된 바와 같이, 제2 스위치(152)는 레이저 펄스에 상관없이 클럭으로 동작하며, 제2 스위치(152)가 턴온하면 캐패시터(154)가 충전된다. 그 다음, 충전이 완료되면 제2 스위치(152)는 다시 턴오프하게 된다.
- [0072] 반대로, 제1 스위치(151)는 레이저 펄스가 송출할 때 턴온하였다가 송출된 레이저 펄스가 타겟에 반사되어 수신될 때 턴오프된다. 이때, 캐패시터(154)는 중간 중간에 방전이 되다가 레이저 펄스로 인해 값을 유지하는 구간이 생긴다. 전압이 유지된다는 뜻은 방출했던 레이저 신호가 타겟에 맞고 반사되어 들어왔다는 의미이다. 따라서, 제어부(140)는 전압이 유지되는 구간에 캐패시터(154) 전압의 수식을 이용하면 거리를 계산할 수 있다.
- [0073] 상기에 기재된 수학적식2를 이용하면 저속의 클럭으로 동작하더라도 높은 분해능을 얻을 수 있지만, 수학적 식 2에

이용되는 수동소자인 저항(153)과 캐패시터(154)의 불확실성으로 인해 실제로 기대하던 값이 나오지 않고 다른 값이 측정될 수 있다.

- [0074] 이하에서는 도 6 및 도 7을 이용하여 수동 소자의 보정 방법에 대하여 설명한다.
- [0075] 도 6은 충전 회로부에서 전압이 방전되는 것을 표현하는 그래프이고, 도 7은 충전 회로부에서 선형보간법에 의해 레이저 펄스가 수신된 시점을 산출하는 방법을 표현하는 그래프이다.
- [0076] 캐패시터(154)는 레이저 펄스가 송출된 시점에서부터 전압이 감소되며, 레이저 펄스가 다시 수신되면 전압은 더 이상 감소되지 않고 유지된다.
- [0077] 그러나, 충전 회로부(150)에서 측정되는 전압은 도 6에 나타난 바와 같이, 수동소자인 저항(153)과 캐패시터(154)의 불확실성으로 인해 기대하던 전압값과 실제로 측정되는 전압값이 상이하다.
- [0078] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 제어부(140)는 시상수값을 이용하여 수동(passive) 소자에 대한 불확실성을 보정한다.
- [0079] 먼저, 제어부(140)는 복수 샘플 데이터의 시상수 값의 평균을 구하여 시상수 값을 결정한다. 이때, 시상수 값은 하기의 수학적 식 3에 의해 산출된다.

수학적 식 3

$$\tau_N = \frac{-k \times Nns}{\ln\left(\frac{V_N(t)}{V_{dd}}\right)}$$

- [0080]
- [0081] 여기서, τ_N 은 N번째 샘플 데이터에 해당하는 시상수, K는 샘플 데이터 수신 시간 간격, $V_N(t)$ 는 N번째 샘플 데이터에 해당하는 캐패시터의 충전 전압을 의미한다.
- [0082] 예를 들어 설명하면, 먼저, 제어부(140)는 제1 스위치(151) 및 제2 스위치를 구동하는 신호를 발생한다. 발생된 구동신호에 따라, 제1 스위치(151)는 턴온되고, 제2 스위치(152)는 턴오프된다. 그러면, 레이저 송출부(110)는 레이저 펄스를 송출하고, 캐패시터(154)는 충전되어 있던 전압을 감소시킨다.
- [0083] 이때, 제어부(140)는 감소하던 전압에서 대략 10ns마다 데이터 샘플을 취한다. 데이터 샘플을 통해 획득한 시상수 값은 하기의 표1을 통해 나타낸다.

표 1

1 sample	$V_1(t) = V_{dd}e^{-\frac{10ns}{\tau_1}} \rightarrow \tau_1 = \frac{-10ns}{\ln\left(\frac{V_1(t)}{V_{dd}}\right)}$
2 sample	$V_2(t) = V_{dd}e^{-\frac{20ns}{\tau_2}} \rightarrow \tau_2 = \frac{-20ns}{\ln\left(\frac{V_2(t)}{V_{dd}}\right)}$
3 sample	$V_3(t) = V_{dd}e^{-\frac{30ns}{\tau_3}} \rightarrow \tau_3 = \frac{-30ns}{\ln\left(\frac{V_3(t)}{V_{dd}}\right)}$
⋮	⋮
N sample	$V_N(t) = V_{dd}e^{-\frac{10 \times Nns}{\tau_N}} \rightarrow \tau_N = \frac{-10 \times Nns}{\ln\left(\frac{V_N(t)}{V_{dd}}\right)}$

- [0085] 상기와 같이, 시상수값은 10ns마다 획득한 데이터 샘플의 전압값을 이용해 역으로 추정하여 산출된다. 그 다음 모든 샘플의 시상수값의 평균을 구하여 가장 적절한 시상수 (τ)값을 찾는다. 즉, 수동소자의 불확실성을 보정하

는 첫번째 방법은 N 개의 sample을 이용하여, 획득한 시상수값($\tau_1 \dots \tau_N$)의 평균을 구하여 적절한 시상수(τ)를 찾는 방법이다.

[0086] 한편, 제어부(140)가 수동소자의 불확실성을 보정하는 두번째 방법은 시상수(τ)를 추정하지 않고 산출된 전압값에 선형보간법을 적용한다.

[0087] 즉, 도 7에 나타난 바와 같이, 측정된 전압값($V(t_a)$)이 첫번째 샘플의 전압값($V_1(t)$)과 두번째 샘플의 전압값($V_2(t)$)의 사이에 있을 경우, 제어부(140)는 전압값($V(t_a)$)이 측정된 시점에서의 시간(t_s)을 하기의 수학적 식 4에 따른 선형보간법 수식을 이용하여 산출한다.

수학적 식 4

[0088]
$$t_a = A_{ns} + (B_{ns} - A_{ns}) \frac{(V(t_a) - V_n(t))}{(V_{n+1}(t) - V_n(t))}$$

[0089] 여기서, A_{ns} 는 $V_n(t)$ 에 대응하는 샘플 데이터의 시점이고, B_{ns} 는 $V_{n+1}(t)$ 에 대응하는 샘플데이터의 시점이다.

[0090] 따라서, 제어부(140)는 수신된 전압값에 수학적 식 3을 이용해 추정된 시상수값 또는 선형보간법 수식인 수학적 식 4를 이용하여 산출된 시간을 적용하여 라이다 시스템(100)과 타겟과의 정확한 거리를 측정할 수 있다.

[0091] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른, 시시각각 변하는 기후 및 환경으로 인해 발생하는 noise문제를 적응필터(adaptive filter)를 통해 방지 하고 거리측정을 위해 사용되는 수동(passive) 소자에 대한 불확실성을 보정하여 좀 더 정확한 거리정보를 얻을 수 있는 효과를 지닌다.

[0092] 또한, 본 발명에 따르면, 시간차를 측정하기 위해 고속의 클락으로 작동하는 counting 방식이 아닌 charge and discharge circuit을 이용하여 저속 클락으로도 거리 측정이 가능함으로써, 저속의 클락으로도 고속 클락과 같은 분해능을 얻을 수 있는 효과를 도모할 수 있다.

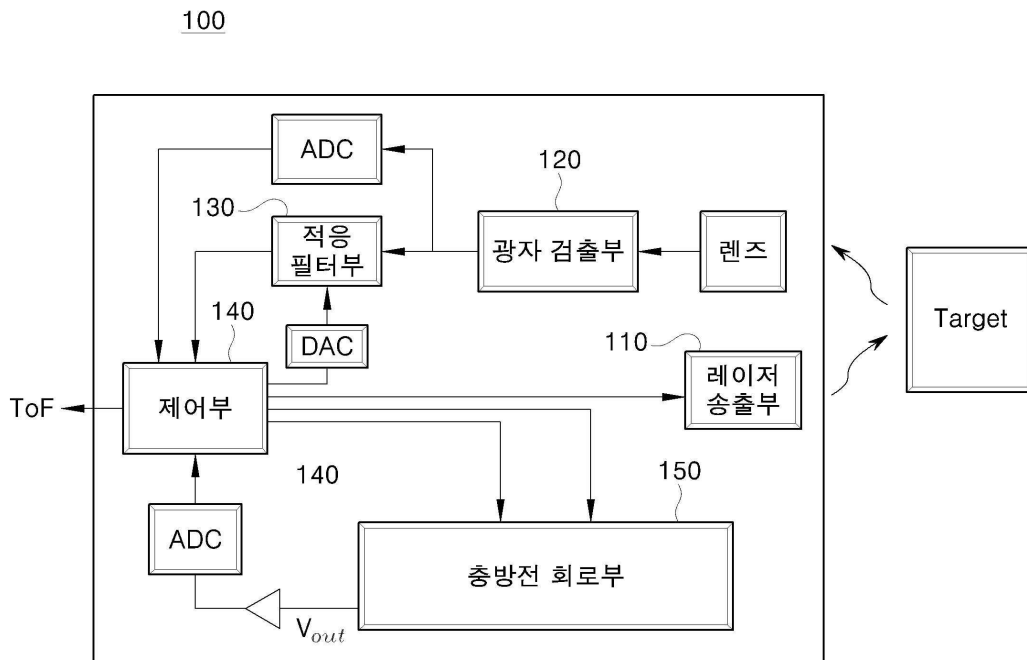
[0094] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

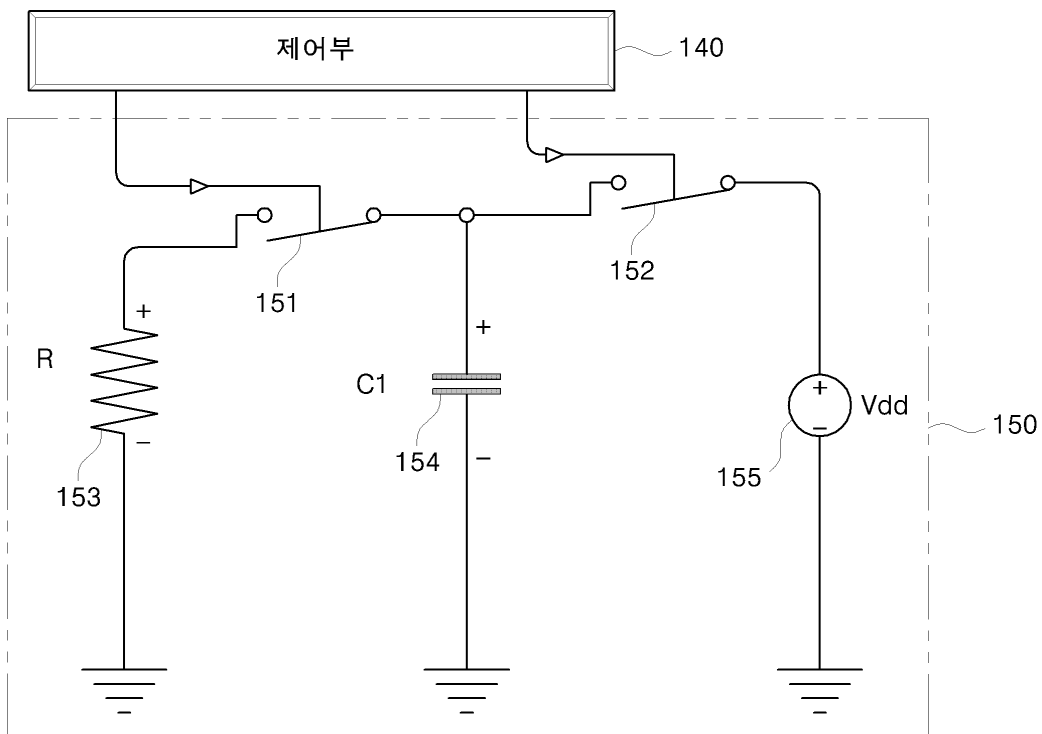
- [0095] 100 : 라이다 시스템
- 110 : 레이저 송출부
- 120 : 광자 검출부
- 130 : 적응필터부
- 140 : 제어부
- 150 : 충방전 회로부
- 151 : 제1 스위치
- 152 : 제2 스위치
- 153 : 저항
- 154 : 캐패시터
- 155 : 전원부

도면

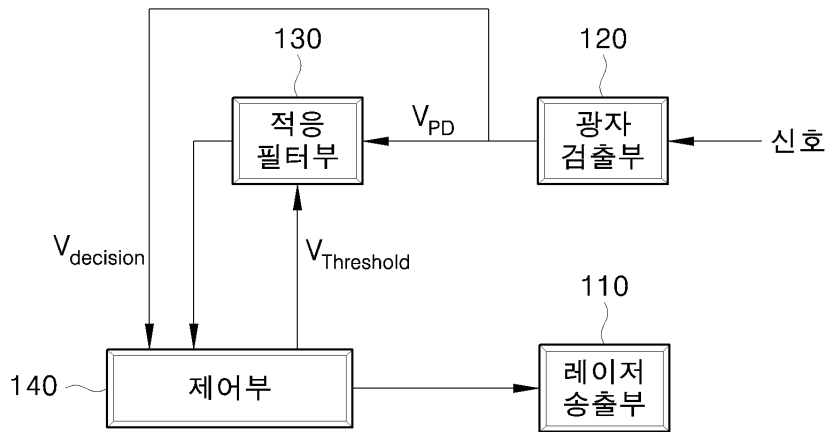
도면1



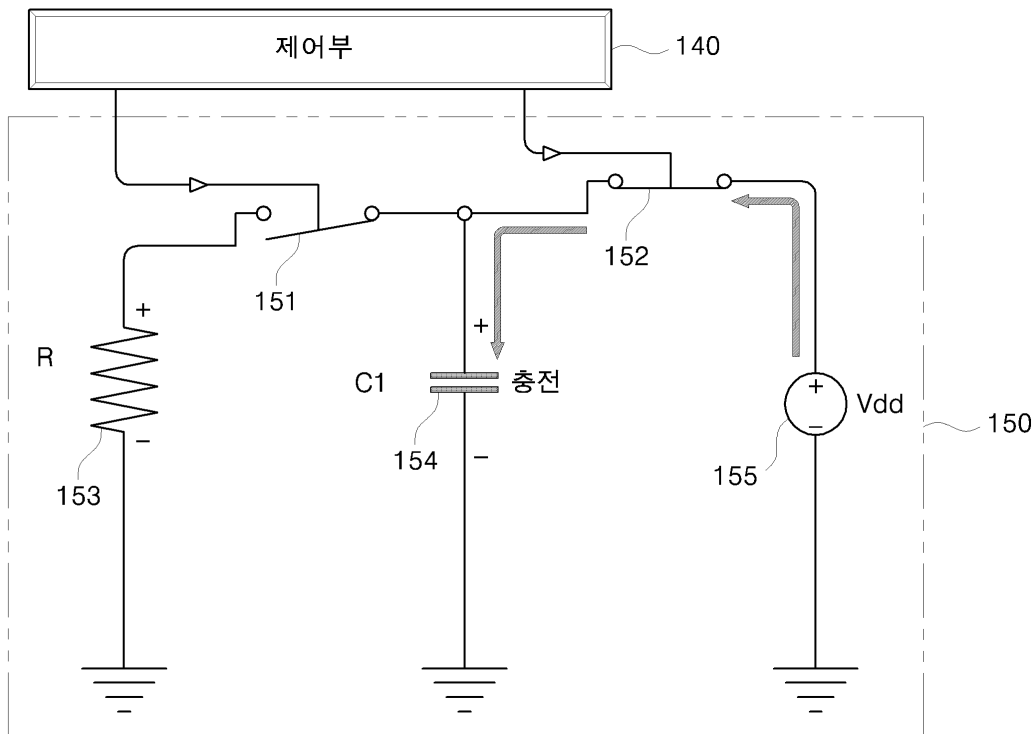
도면2



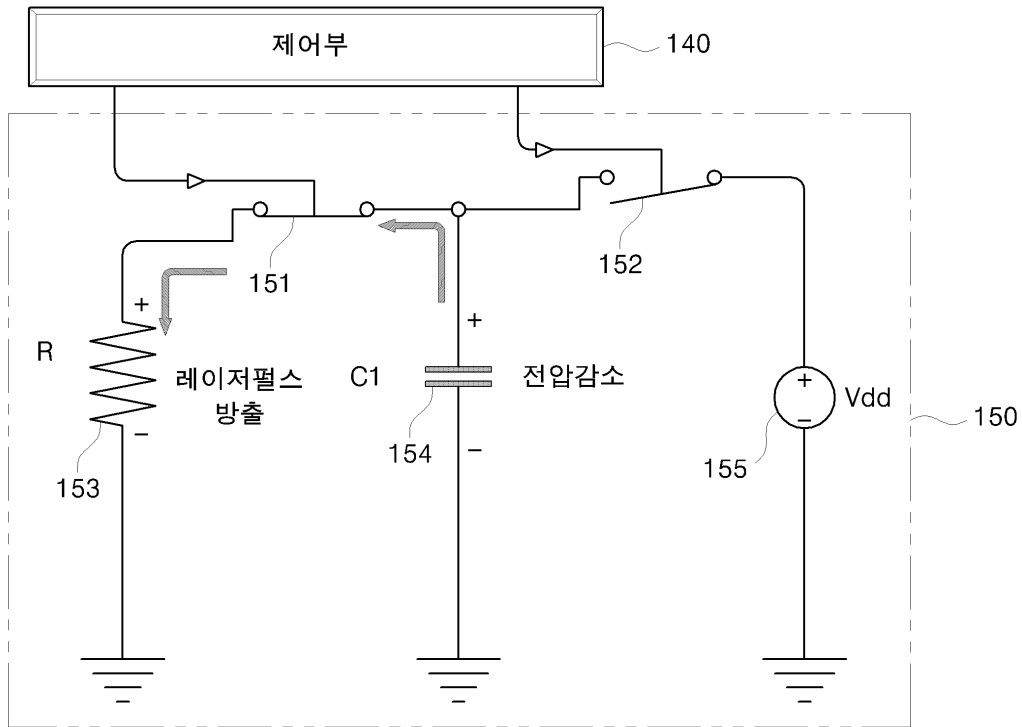
도면3



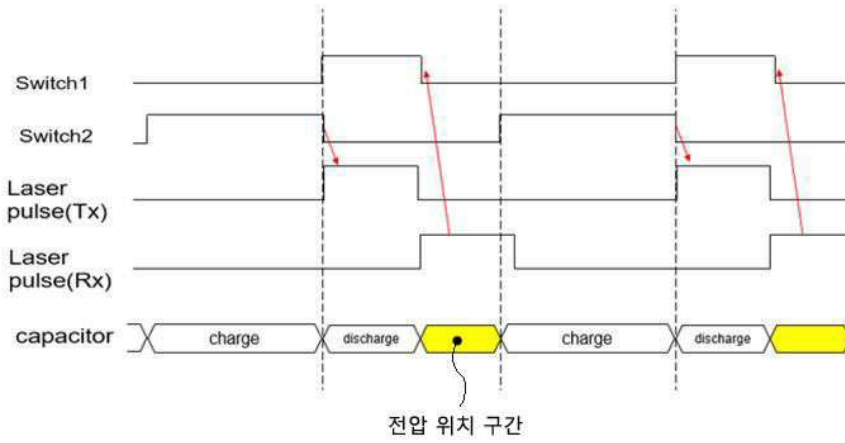
도면4a



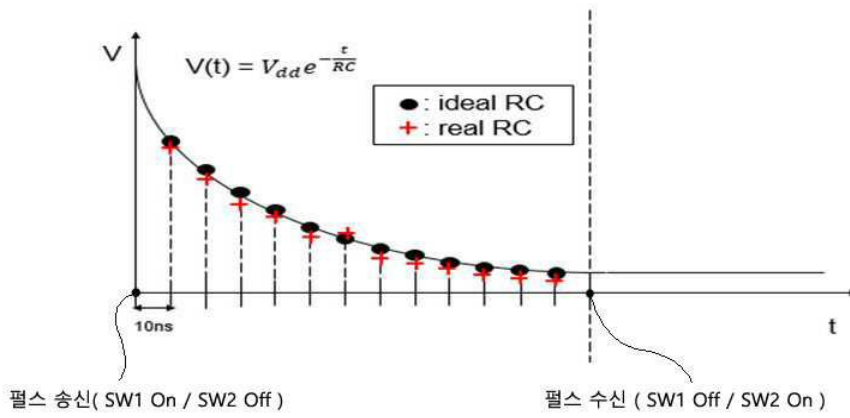
도면4b



도면5



도면6



도면7

