



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월12일
(11) 등록번호 10-2289669
(24) 등록일자 2021년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/292 (2006.01) G01S 13/10 (2006.01)
G01S 7/288 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/2923 (2013.01)
G01S 13/103 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0038714
(22) 출원일자 2020년03월31일
심사청구일자 2020년03월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070054664 A*
KR1020180070987 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김태욱
서울특별시 서대문구 연희로20길 33(연희동)
이성영
서울특별시 서대문구 연세로7안길 52, 301(창천동)
(74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 노영철

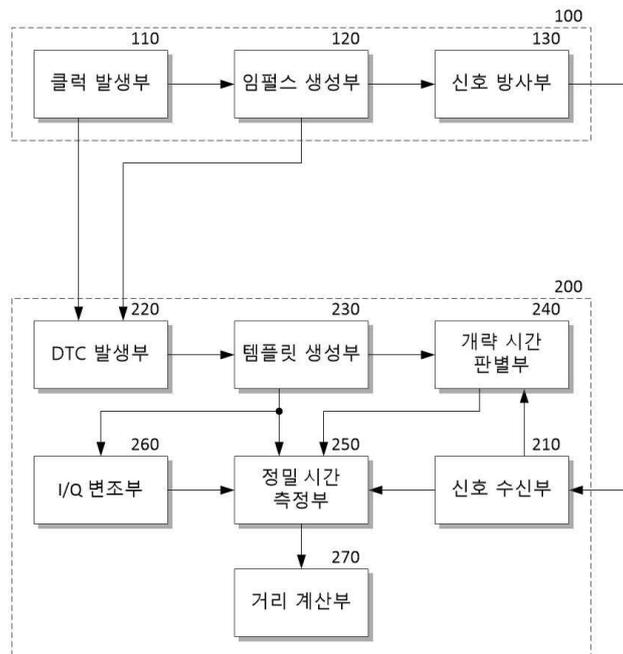
(54) 발명의 명칭 **임펄스의 상관관계 이용한 거리측정 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 임펄스 신호가 방사된 스타트 시점을 기준으로 기설정된 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하도록 지연된 에지를 갖는 디지털 시간 변환(이하 DTC) 신호를 발생하는 DTC 발생부, 상기 DTC 신호에 응답하여 상기 임펄스 신호와 동일한 파형을 갖는 템플릿 신호를 상기 시간 간격 내에서 기지정된 개수로 연속 생성하는 템플릿

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



생성부, 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 지연 입사된 지연 신호가 수신되면, 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와의 상관 관계를 계산하여, 상기 지연 신호가 수신된 시간 구간을 판별하는 개략 시간 판별부, 상기 개략 시간 판별부에서 판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산한 결과로부터 판별된 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 정밀 시간 측정부 및 판별된 시간 구간과 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간으로부터 상기 지연 신호의 전체 지연 시간을 계산하고, 계산된 지연 시간으로부터 측정 대상 물체까지의 거리를 계산하는 거리 계산부를 포함하여, 측정가능한 거리를 크게 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 더욱 고정밀도로 물체의 위치를 측정할 수 있는 거리측정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01S 7/2886 (2021.05)

명세서

청구범위

청구항 1

임펄스 신호가 방사된 스타트 시점을 기준으로 기설정된 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하도록 지연된 에지를 갖는 디지털 시간 변환(이하 DTC) 신호를 발생하는 DTC 발생부;

상기 DTC 신호에 응답하여 상기 임펄스 신호와 동일한 파형을 갖는 템플릿 신호를 상기 시간 간격 내에서 기설정된 개수로 연속 생성하는 템플릿 생성부;

방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 지연 입사된 지연 신호가 수신되면, 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와의 상관 관계를 계산하여, 상기 지연 신호가 수신된 시간 구간을 판별하는 개략 시간 판별부;

상기 개략 시간 판별부에서 판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산한 결과로부터 판별된 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 정밀 시간 측정부; 및

판별된 시간 구간과 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간으로부터 상기 지연 신호의 전체 지연 시간을 계산하고, 계산된 지연 시간으로부터 측정 대상 물체까지의 거리를 계산하는 거리 계산부를 포함하되,

상기 정밀 시간 측정부는

판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각을 I/Q 변조하여, 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호를 획득하고, 획득된 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하고,

상기 정밀 시간 측정부는

다수의 I 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 획득되는 다수의 I 데이터와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 획득되는 다수의 Q 데이터 중 서로 대응하는 I 데이터와 Q 데이터의 조합으로 구성되는 I/Q 벡터를 기반으로 상기 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 판별하고, 판별된 상관 관계로부터 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 거리 측정 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 개략 시간 판별부는

구분된 각 시간 구간에서 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하고, 계산된 상관 값이 기설정된 문턱값 이상인 시간 구간을 판별하는 거리 측정 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 정밀 시간 측정부는

판별된 시간 구간을 다수의 세부 시간 구간으로 구분하고, 구분된 세부 시간 구간 단위로 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하는 거리 측정 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 DTC 발생부는

상기 템플릿 신호의 주기와 연속하여 생성되는 템플릿의 개수에 대응하는 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하는 거리 측정 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 DTC 발생부는

상기 스타트 시점으로부터 상기 시간 간격 단위로 외부에서 인가되는 DTC 코드의 값에 대응하여 시간만큼 지연된 에지를 갖는 DTC 신호를 생성하는 거리 측정 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 거리 측정 장치는

기 지정된 파형의 상기 임펄스 신호를 생성하고, 상기 스타트 시점을 지정하는 에지를 갖는 클럭 신호가 인가되면, 생성된 임펄스 신호를 방사하는 임펄스 송신부를 더 포함하는 거리 측정 장치.

청구항 9

거리 측정 장치의 거리 측정 방법에 있어서,

임펄스 신호가 방사된 스타트 시점을 기준으로 기설정된 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하도록 지연된 에지를 갖는 디지털 시간 변환(이하 DTC) 신호를 발생하는 단계;

상기 DTC 신호에 응답하여 상기 임펄스 신호와 동일한 파형을 갖는 템플릿 신호를 상기 시간 간격 내에서 기 지정된 개수로 연속 생성하는 단계;

방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 지연 입사된 지연 신호가 수신되면, 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와의 상관 관계를 계산하여, 상기 지연 신호가 수신된 시간 구간을 판별하는 단계;

판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산한 결과로부터 판별된 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 단계; 및

판별된 시간 구간과 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간으로부터 상기 지연 신호의 전체 지연 시간을 계산하고, 계산된 지연 시간으로부터 측정 대상 물체까지의 거리를 계산하는 단계를 포함하되,

상기 수신된 시간을 판별하는 단계는

판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각을 I/Q 변조하여, 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호를 획득하는 단계;

상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하기 위해 획득된 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하는 단계를 포함하고,

상기 상관 관계를 계산하는 단계는

다수의 I 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 획득되는 다수의 I 데이터와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 획득되는 다수의 Q 데이터 중 서로 대응하는 I 데이터와 Q 데이터의 조합으로 구성되는 I/Q 벡터를 획득하는 단계;

획득된 I/Q 벡터를 기반으로 상기 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 판별하는 단계; 및

판별된 상관 관계로부터 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 단계를 포함하는 거리 측정 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서, 상기 시간 구간을 판별하는 단계는

구분된 각 시간 구간에서 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하는 단계; 및

계산된 상관 값이 기지정된 문턱값 이상인 시간 구간을 판별하는 단계를 포함하는 거리 측정 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제9 항에 있어서, 상기 I/Q 벡터를 획득하는 단계는

판별된 시간 구간을 다수의 세부 시간 구간으로 구분하고, 구분된 세부 시간 구간 단위로 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하는 거리 측정 방법.

청구항 14

제9 항에 있어서, 상기 DTC 신호를 발생하는 단계는

상기 템플릿 신호의 주기와 연속하여 생성되는 템플릿의 개수에 대응하는 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하는 거리 측정 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서, 상기 DTC 신호를 발생하는 단계는

상기 스타트 시점으로부터 상기 시간 간격 단위로 외부에서 인가되는 DTC 코드의 값에 대응하여 시간만큼 지연된 에지를 갖는 DTC 신호를 생성하는 거리 측정 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서, 상기 거리 측정 방법은

상기 DTC 신호를 발생하는 단계 이전, 임펄스 신호를 방사하는 단계를 더 포함하고,

임펄스 신호를 방사하는 단계는

기지정된 파형의 상기 임펄스 신호를 생성하는 단계; 및

상기 스타트 시점을 지정하는 에지를 갖는 클럭 신호가 인가되면, 생성된 임펄스 신호를 방사하는 단계를 포함하는 거리 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 거리측정 장치 및 방법에 관한 것으로, 임펄스의 상관관계 이용한 거리측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 임펄스 신호를 이용한 거리측정 레이다는 임펄스의 포락선 검출을 이용한 방법을 사용한다. 그러나 포락선 검출 방법은 측정하고자 하는 임펄스와 내부 및 외부 잡음과의 구분이 어려워 신호대비 잡음비에서 불리하다. 뿐만 아니라 고해상도의 분해능이나 보다 먼 거리의 물체의 위치를 파악하기 위해서는 디지털-시간 변환(Digital to Time Converter: 이하 DTC)의 비트수가 비례해서 커져야 한다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2019-0089292호 (2019.07.31 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 기존 기법에 비해 먼 거리의 물체 위치를 높은 해상도로 정확하게 측정할 수 있는 거리측정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 DTC 비트 수를 감소시킬 수 있는 거리측정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 거리측정 장치는 임펄스 신호가 방사된 스타트 시점을 기준으로 기설정된 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하도록 지연된 에지를 갖는 디지털 시간 변환(이하 DTC) 신호를 발생하는 DTC 발생부; 상기 DTC 신호에 응답하여 상기 임펄스 신호와 동일한 파형을 갖는 템플릿 신호를 상기 시간 간격 내에서 기설정된 개수로 연속 생성하는 템플릿 생성부; 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 지연 입사된 지연 신호가 수신되면, 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와의 상관 관계를 계산하여, 상기 지연 신호가 수신된 시간 구간을 판별하는 개략 시간 판별부; 상기 개략 시간 판별부에서 판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산한 결과로부터 판별된 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 정밀 시간 측정부; 및 판별된 시간 구간과 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간으로부터 상기 지연 신호의 전체 지연 시간을 계산하고, 계산된 지연 시간으로부터 측정 대상 물체까지의 거리를 계산하는 거리 계산부를 포함한다.

[0007] 상기 개략 시간 판별부는 구분된 각 시간 구간에서 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하고, 계산된 상관 값이 기설정된 문턱값 이상인 시간 구간을 판별할 수 있다.

[0008] 상기 정밀 시간 측정부는 판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각을 I/Q 변조하여, 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호를 획득하고, 획득된 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별할 수 있다.

[0009] 상기 정밀 시간 측정부는 다수의 I 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 획득되는 다수의 I 데이터와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산하여 획득되는 다수의 Q 데이터 중 서로 대응하는 I 데이터와 Q 데이터의 조합으로 구성되는 I/Q 벡터를 기반으로 상기 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 판별하고, 판별된 상관 관계로부터 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별할 수 있다.

[0010] 상기 정밀 시간 측정부는 판별된 시간 구간을 다수의 세부 시간 구간으로 구분하고, 구분된 세부 시간 구간 단위로 다수의 I 템플릿 신호와 다수의 Q 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산할 수 있다.

[0011] 상기 DTC 발생부는 상기 템플릿 신호의 주기와 연속하여 생성되는 템플릿의 개수에 대응하는 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분할 수 있다.

[0012] 상기 DTC 발생부는 상기 스타트 시점으로부터 상기 시간 간격 단위로 외부에서 인가되는 DTC 코드의 값에 대응하여 시간만큼 지연된 에지를 갖는 DTC 신호를 생성할 수 있다.

[0013] 상기 거리 측정 장치는 기설정된 파형의 상기 임펄스 신호를 생성하고, 상기 스타트 시점을 지정하는 에지를 갖는 클럭 신호가 인가되면, 생성된 임펄스 신호를 방사하는 임펄스 송신부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 거리측정 방법은 임펄스 신호가 방사된 스타트 시점을 기준으로 기설정된 시간 간격 단위로 시간 구간을 구분하도록 지연된 에지를 갖는 디지털 시간 변환(이하 DTC) 신호를 발생하는 단계; 상기 DTC 신호에 응답하여 상기 임펄스 신호와 동일한 파형을 갖는 템플릿 신호

를 상기 시간 간격 내에서 기지정된 개수로 연속 생성하는 단계; 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 지연 입사된 지연 신호가 수신되면, 연속 생성된 다수의 템플릿 신호와의 상관 관계를 계산하여, 상기 지연 신호가 수신된 시간 구간을 판별하는 단계; 판별된 시간 구간 내의 다수의 템플릿 신호 각각과 상기 지연 신호 사이의 상관 관계를 계산한 결과로부터 판별된 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간을 판별하는 단계; 및 판별된 시간 구간과 시간 구간 내에서 상기 지연 신호가 수신된 시간으로부터 상기 지연 신호의 전체 지연 시간을 계산하고, 계산된 지연 시간으로부터 측정 대상 물체까지의 거리를 계산하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 거리측정 장치 및 방법은 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 수신된 수신 신호를 임펄스 신호를 기지정된 개수로 연속하여 반복 복제한 템플릿 신호가 포함되는 시간구간 단위로 구분하고, 검출된 시간 구간 내에서 템플릿 신호와 수신 신호 사이의 상관 관계를 기반으로 템플릿 신호와 수신 신호 사이의 시간차를 검출함으로써 DTC의 증가 없이 측정가능한 거리를 크게 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 더욱 고정밀도로 물체의 위치를 측정할 수 있다. 또한 DTC의 비트 수를 저감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1 및 도 2는 임펄스 신호를 이용하여 물체와의 거리를 측정하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
 도 4는 도 3의 개략 시간 판별부와 정밀 시간 측정부가 각각 템플릿 신호를 이용하여 위치를 검출하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.
 도 5 및 도 6은 템플릿 생성부의 구현 예를 나타낸다.
 도 7 및 도 8은 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관관계를 나타낸다.
 도 9는 정밀 시간 측정부가 I/Q 데이터를 이용하여 지연 신호의 수신 시간을 검출하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
 도 10은 정밀 시간 측정부가 연속하여 생성된 다수의 템플릿 신호를 이용하여 지연 신호의 수신 시간을 검출하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0019] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0020] 도 1 및 도 2는 임펄스 신호를 이용하여 물체와의 거리를 측정하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.

[0021] 도 1에 도시된 바와 같이, 임펄스 신호를 이용하여 물체와의 거리를 측정하는 방법은 미리 지정된 임펄스 패턴의 신호를 물체를 향해 방사하고, 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되고 지연되어 수신 신호로 수신될 때까지의 시간 차를 측정하고, 측정된 시간차를 시간으로 환산함으로써 물체의 거리를 측정하는 방식이다. 이때 임펄스 신호는 왕복하여 수신되므로 물체까지의 거리는 $C \cdot T / 2$ (여기서 C는 광속이고, T는 임펄스 신호가 방사되어 수신 신호가 수신될 때까지의 시간차이다)로 계산될 수 있다. 따라서 거리 측정은 수신 신호가 수신될 때까지의 시간차(Time)를 정밀하게 측정해야만 하고, 시간차(Time)를 측정하기 위해서는 수신 신호를 정확하게 검출

할 수 있어야 한다.

[0022] 이에 거리 측정 장치는 도 2에 도시된 바와 같이, 클럭 신호(CLK)의 상승 에지(또는 하강 에지)에 맞춰 미리 지정된 파형으로 생성된 임펄스 신호를 안테나를 통해 방사한다. 여기서 클럭 신호(CLK)는 일반적인 클럭 신호가 아닌 기지정된 시점에 임펄스 신호가 방사되도록 상승 에지(또는 하강 에지)가 발생하는 신호이며, 상승 에지(또는 하강 에지)가 발생하는 시점을 스타트 시점(Time Start)이라 한다. 또한 방사되는 임펄스 신호는 디지털 신호로 생성되고 아날로그 신호로 변환되어 도 2와 같이, 아날로그 형태의 임펄스 신호로 방사될 수 있다. 임펄스 신호는 송신 신호(Tx)로서 방사된 물체에 도달하여 반사되고, 도착 시간(Time of Arrive: 이하 ToA)만큼 지연된 지연 신호(Delay Signal: DS)가 수신 신호(Rx)로서 안테나로 수신된다.

[0023] 거리 측정 장치는 임펄스 신호가 방사된 스타트 시점(Time Start)에 대비하여 지연되어 수신된 지연 신호(DS)의 ToA를 측정하여 물체까지의 거리를 측정한다. 이를 위해 거리 측정 장치는 외부에서 인가되는 디지털 코드값에 응답하여 스타트 시점(Time Start)으로부터 인가된 디지털 코드값인 디지털-시간 변환(Digital to Time Convertor: 이하 DTC) 코드에 대응하는 시간만큼 지연되어 상승 에지(또는 하강 에지)가 발생하는 DTC 신호를 생성한다. 이때, DTC 신호는 도 2에 도시된 바와 같이, DTC 코드의 값(#1, #2, ..., #N+2)에 따라 기지정된 시간 간격($\Delta \tau$) 단위로 지연되어 생성될 수 있다. 그리고 생성된 DTC 신호의 상승 에지를 기준으로 송신 신호(Tx)로서 방사된 임펄스 신호와 동일한 파형을 갖는 템플릿(Template) 신호를 생성한다. 즉 템플릿 신호는 디지털 코드값에 따라 시간 간격($\Delta \tau$) 단위로 가변 지연되어 생성될 수 있다.

[0024] 도 2에서 클럭 신호(CLK)의 상승 에지에 대비하여 템플릿 신호가 생성되는 상대적 위치는 수학식 1로 표현될 수 있다.

수학식 1

$$Template\ 의\ 상대적\ 위치 = CLK\ Rising\ Edge + (\Delta \tau * \#N)$$

[0025] $\#N = DTC\ 코드에\ 의해\ 선택된\ 타이밍$

[0026] 템플릿 신호가 DTC 코드에 응답하여 생성되므로, 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 상대적 시간 정보, 즉 시간 차를 확인할 수 있으면, 템플릿 신호의 생성 시간과 상대적 시간 정보를 기반으로 물체의 거리를 산출할 수 있다. 그리고 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 상대적 시간 정보는 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 상관 관계로부터 획득할 수 있다.

[0027] 기존의 거리 측정 장치의 경우, DTC 코드에 따라 하나의 템플릿 신호가 생성되도록 시간 간격($\Delta \tau$)이 설정된다. 따라서 템플릿 신호가 위치할 수 있는 구간의 범위가 거리 측정 장치의 측정 가능 거리를 의미한다. 이는 템플릿 신호가 거리를 측정하는데 필요한 기준점 역할을 하기 때문이다. 그리고 템플릿 신호의 위치는 DTC 코드에 의해 정해지기 때문에 DTC 코드의 Bit가 높아지게 되면 그만큼 넓은 범위까지 템플릿 신호의 위치를 조절할 수 있다. 또한 DTC 코드의 분해능이 높아지게 되면 템플릿 신호를 보다 세밀하게 위치시킬 수 있지만, 동일한 비트수 대비 측정 가능 거리는 짧아지게 된다. 즉 DTC 코드의 비트수를 높이면 넓은 거리를 측정할 수 있지만 그만큼 DTC 코드 생성 회로와 템플릿 신호 생성 회로의 크기가 증가하고 회로의 효율이 낮아지게 된다. 또한 DTC 코드의 분해능을 높이면 세밀한 위치 이동이 가능하지만 같은 비트수 대비 짧은 측정 가능 거리를 갖게 된다는 단점이 있다.

[0028] 이에 본 실시예에서는 DTC 코드의 비트수를 증가시키지 않거나 오히려 줄이면서도 더 먼거리까지 더욱 세밀하게 물체의 위치를 측정할 수 있도록 2단계(Two Steps) 거리 측정을 실시하도록 한다. 본 실시예에 따른 거리 측정 장치는 1단계에서 DTC 코드의 값 각각에 대해 기지정된 다수개의 템플릿 신호가 생성되도록 시간 간격($\Delta \tau$)이 설정되어, 지연 신호(DS)가 수신된 개략적인 시간 구간을 판별할 수 있도록 한다. 그리고 판별된 물체의 개략적인 위치에서 다수개의 템플릿 신호와 지연 신호(DS)의 상관 관계를 이용하여 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 상대적 시간 정보를 획득함으로써, 수신된 지연 신호(DS)의 정확한 지연 시간을 판별하고, 판별된 지연 시간을 기반으로 물체의 거리를 계산한다.

[0029] 즉 DTC 코드의 비트수를 증가시키지 않거나 오히려 감소시키면서도 더 먼거리까지 더욱 세밀하게 물체의 위치를 측정할 수 있다.

[0030] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 4는 도 3의 개략 시간 판별

부와 정밀 시간 측정부가 각각 템플릿 신호를 이용하여 위치를 검출하는 개념을 설명하기 위한 도면이며, 도 5 및 도 6은 템플릿 생성부의 구현 예를 나타낸다. 그리고 도 7 및 도 8은 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관 관계를 나타내고, 도 9는 정밀 시간 측정부가 I/Q 데이터를 이용하여 지연 신호의 수신 시간을 검출하는 원리를 설명하기 위한 도면이며, 도 10은 정밀 시간 측정부가 연속하여 생성된 다수의 템플릿 신호를 이용하여 지연 신호의 수신 시간을 검출하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

- [0031] 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치는 임펄스 신호를 생성하여 방사하는 임펄스 송신부(100) 및 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 지연 수신된 지연 신호(DS)의 지연 시간을 개략적 측정 및 정밀 측정하는 2단계로 측정하여 물체의 거리를 판별하는 지연 신호 검출부(200)를 포함한다.
- [0032] 임펄스 송신부(100)는 클럭 발생부(110), 임펄스 생성부(120) 및 신호 방사부(130)를 포함할 수 있다. 클럭 발생부(110)는 도 2에 도시된 클럭 신호(CLK)를 생성하여 출력한다. 여기서 클럭 신호(CLK)는 임펄스 신호가 방사될 시간인 스타트 시점(Time Start)을 지정하기 위한 신호이며, 경우에 따라서는 외부에서 인가될 수도 있다. 그리고 클럭 신호(CLK)가 외부로부터 인가되도록 구성된 경우, 클럭 발생부(110)는 생략될 수도 있다.
- [0033] 임펄스 생성부(120)는 클럭 신호(CLK)에 응답하여 임펄스 신호를 생성한다. 임펄스 생성부(120)는 일 예로 임펄스 신호를 우선 디지털 신호로 생성하고, 생성된 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하여 획득할 수 있다. 그리고 임펄스 생성부(120)는 도 2에 도시된 바와 같이, 클럭 신호(CLK)의 상승 에지 응답하여 생성된 임펄스 신호를 신호 방사부(130)로 전달한다.
- [0034] 신호 방사부(130)는 임펄스 생성부(120)에서 생성된 임펄스 신호를 방사하는 구성으로, 안테나 등으로 구현될 수 있다. 신호 방사부(130)를 구성하는 안테나의 종류는 제한되지 않으며, 지향성 또는 무지향성 안테나로 구현될 수 있다.
- [0035] 지연 신호 검출부(200)는 신호 수신부(210), DTC 발생부(220), 템플릿 생성부(230), 개략 시간 판별부(240), 정밀 시간 측정부(250), I/Q 변조부(260) 및 거리 계산부(270)를 포함할 수 있다.
- [0036] 신호 수신부(210)는 임펄스 송신부(100)에서 방사된 임펄스 신호가 물체에 반사되어 수신되는 지연 신호(DS)를 수신한다. 신호 수신부(210)는 신호 방사부(130)와 마찬가지로 안테나로 구현될 수 있다. 여기서는 설명의 편의를 위하여, 신호 방사부(130)와 신호 수신부(210)를 별도로 도시하였으나, 신호 방사부(130)와 신호 수신부(210)는 신호를 송수신하는 통합 안테나로 구현될 수도 있다. 즉 신호 방사부(130)와 신호 수신부(210)는 안테나부로 통합될 수 있다.
- [0037] DTC 발생부(220)는 클럭 신호 발생부(110)로부터 클럭 신호(CLK)를 인가받고, 외부에서 인가되는 DTC 코드에 응답하여 DTC 신호를 생성한다. DTC 발생부(220)는 도 2에 도시된 바와 같이, 클럭 신호(CLK)의 상승 에지(또는 하강 에지)로 표현되는 스타트 시점(Time Start)으로부터 DTC 코드에 대응하는 시간만큼 지연된 상승 에지(또는 하강 에지)를 갖는 DTC 신호를 생성한다. 이때, DTC 발생부(220)는 DTC 코드의 값에 따라 기지정된 시간 간격($\Delta \tau$) 단위로 클럭 신호(CLK)를 지연하여 DTC 신호를 생성할 수 있다. 그리고 본 실시예에서 시간 간격($\Delta \tau$)은 기지정된 개수의 템플릿 신호가 연속하여 배치될 수 있는 간격으로 설정될 수 있다. 따라서 시간 간격($\Delta \tau$)은 1개의 템플릿 신호의 주기(τ)와 시간 간격($\Delta \tau$)내에 배치될 템플릿 신호의 개수(c)에 따라 $\tau * c$ 로 설정될 수 있다.
- [0038] 여기서는 도 4에 도시된 바와 같이, 일 예로 시간 간격($\Delta \tau$)이 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)가 연속하여 배치될 수 있는 간격으로 설정되는 것으로 가정한다.
- [0039] 상기에서는 DTC 신호가 외부에서 인가되는 DTC 코드에 응답하여 생성되는 것으로 설명하였으나, DTC 신호는 클럭 신호(CLK)의 상승 에지가 발생한 스타트 시점(Time Start)으로부터 기지정된 시간 간격($\Delta \tau$) 단위로 반복적으로 생성될 수도 있다.
- [0040] 템플릿 생성부(230)는 DTC 발생부(220)에서 생성된 DTC 신호에 응답하여 기지정된 개수의 템플릿 신호를 연속하여 생성한다. 상기한 바와 같이 여기서는 시간 간격($\Delta \tau$)이 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)가 연속하여 배치될 수 있는 간격으로 설정되는 것으로 가정하였으므로, 템플릿 생성부(230)는 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)를 연속하여 생성한다.
- [0041] 도 5는 기존에 템플릿 신호를 생성하는 구성으로, 클럭 타이밍 에지 조합기(Clock Timing Edge combiner)와 푸쉬 풀 펄스 발생기(Push-Pull Pulse Generator)를 포함한다.
- [0042] 도 5를 참조하면, 클럭 타이밍 에지 조합기는 직렬로 연결된 다수의 인버터와 다수의 인버터 각각의 출력 중 인

접한 출력을 추출하여 반전 및 논리곱하고, 다수의 논리곱 결과를 기지정된 패턴으로 추출하여 논리합하여 출력한다. 여기서 논리합은 도 5에 도시된 바와 같이, 다수의 논리곱의 결과 중 양측단의 값을 논리합하고, 점차 내측의 값들을 논리합하여 출력하도록 구성될 수 있다. 그리고 논리합된 결과에 대해 교대로 반전하여 출력한다.

[0043] 푸쉬 풀 펄스 발생기는 전원 라인(V_{DD})과 접지 라인(GND) 각각과 출력 라인(TX_{OUT}) 사이에 배치되는 다수의 트랜지스터를 포함한다. 다수의 트랜지스터 중 전원 라인(V_{DD})과 출력 라인(TX_{OUT}) 사이에 배치되는 PMOS 트랜지스터(M_{P1} , M_{P2})는 클럭 타이밍 에지 조합기에서 논리합된 결과를 게이트로 인가받아 출력 라인(TX_{OUT})을 전원 전압 레벨로 풀업시킨다. 그리고 접지 라인(GND) 과 출력 라인(TX_{OUT}) 사이에 배치되는 NMOS 트랜지스터(M_{N1} , M_{N2})는 클럭 타이밍 에지 조합기에서 논리합되고 반전된 결과를 게이트로 인가받아 출력 라인(TX_{OUT})을 접지 전압 레벨로 풀다운 시킨다. 또한 푸쉬 풀 펄스 발생기는 전원 라인(V_{DD})과 접지 라인(GND) 각각과 출력 라인(TX_{OUT}) 사이에 배치되고 각각 게이트가 출력 라인(TX_{OUT})에 연결되는 PMOS 트랜지스터와 NMOS 트랜지스터를 포함하는 버퍼(Buffer)를 구비하여 출력 라인(TX_{OUT})의 전압 레벨을 안정화시키고, 캐패시터(C_{ext})는 버퍼(Buffer)에서 출력되는 신호에 따라 충방전하여 아날로그 과형의 임펄스 신호를 출력한다.

[0044] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 신호를 생성하기 위한 구성으로, 설명의 편의를 위하여, 도 5의 구성에서 클럭 타이밍 에지 조합기 구성의 일부에 대응하는 구성만을 별도로 도시하였다. 도 6의 구성을 도 5와 비교하면, 본 실시예에서는 클럭 타이밍 에지 조합기가 도 5에 비해 2배의 개수로 직렬로 연결된 다수의 인버터를 포함한다. 그리고 다수의 인버터 각각의 출력 중 인접한 출력을 추출하여 반전 및 논리곱한다. 이는 상기한 바와 같이, 본 실시예에서는 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)를 연속하여 생성하는 것으로 가정하였기 때문이다. 만일 연속하여 생성하는 템플릿 신호의 개수가 증가되면, 증가되는 템플릿 신호의 개수에 비례하여 인버터가 더 구비될 수 있다.

[0045] 이후, 구성은 도 5에서와 마찬가지로 다수의 논리곱 결과를 기지정된 패턴으로 추출하여 논리합하여 출력한다. 다만 논리합은 도 5에 도시된 바와 같이, 2배로 증가된 다수의 논리곱의 결과 중 도 6에서 점선으로 구분된 바와 같이, 대응하는 개수의 논리합 결과에서 양측단의 값을 논리합하고, 점차 내측의 값들을 논리합하여 출력하도록 구성될 수 있다. 그리고 논리합된 결과에 대해 교대로 반전하여 출력한다. 즉 나머지 구성은 도 6의 점선을 기준으로 도 5의 구성이 2번 반복되어 구성될 수 있다.

[0046] 그리고 도 5에 비해 2배의 개수로 직렬로 연결된 인버터에 의해 2개의 템플릿 신호는 연속하여 생성되어 출력될 수 있다.

[0047] 그러나 템플릿 생성부(230)는 템플릿 신호는 임펄스 생성부(120)에서 생성된 임펄스 신호를 인가받고, 인가된 임펄스 신호를 복제 또는 분할하여 DTC 신호에 응답하여 서로 다른 시간만큼 지연함으로써, 다수의 템플릿 신호를 생성할 수도 있다.

[0048] 다시 도 3을 참조하면, 개략 시간 판별부(240)는 신호 수신부(210)로부터 지연 신호(DS)를 인가받고, 템플릿 생성부(230)에서 연속하여 생성된 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)를 인가받아, 지연 신호(DS)와 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)를 상관하여 지연 신호(DS)가 수신된 시간 구간을 판별한다. 즉 개략 시간 판별부(240)는 도 4에서 Coarse로 표시된 그래프에 나타난 바와 같이, 기지정된 시간 간격($\Delta \tau$) 단위로 구분되는 다수의 시간 구간 중 지연 신호(DS)와 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)의 상관 결과가 문턱값 이상인 구간을 검출하여 지연 신호(DS)가 수신되는 시간 구간을 판별한다. 기본적으로 지연 신호(DS)가 수신되지 않는 구간에서는 템플릿 신호(Tem1, Tem2)의 상관 결과가 0으로 계산되어야 하지만, 잡음 등으로 인해 실제로는 상관 결과가 0 이상으로 계산될 수 있다. 이에 잡음으로 인해 시간 구간을 오검출하는 것을 방지하기 위해, 문턱값을 설정하고, 상관 결과가 문턱값 이상인 시간 구간을 검출하도록 설정하는 것이 바람직하다.

[0049] 도 4에서는 N번째 시간 구간(Period #N)이 지연 신호(DS)가 수신되어 검출된 구간으로 볼 수 있다.

[0050] 즉 개략 시간 판별부(240)는 지연 신호(DS)가 수신되는 시간 구간만을 검출하므로, 물체의 위치를 개략적으로 판별할 수 있도록 한다.

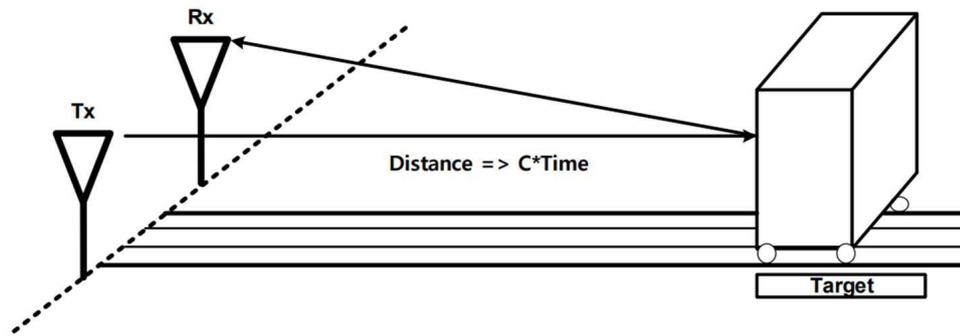
[0051] 한편, 정밀 시간 측정부(250)는 템플릿 생성부(230)에서 생성된 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2) 각각과 지연 신호(DS) 사이의 상관 관계를 계산하여, 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2) 각각에 대해 지연 신호(DS)가 중첩된 정도를 분석하여 개략 시간 판별부(240)에서 검출된 시간 구간 내에서 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)에 대한 지

연 신호(DS)의 상대적 시간 정보를 획득함으로써, 물체의 정확한 위치 정보를 획득한다.

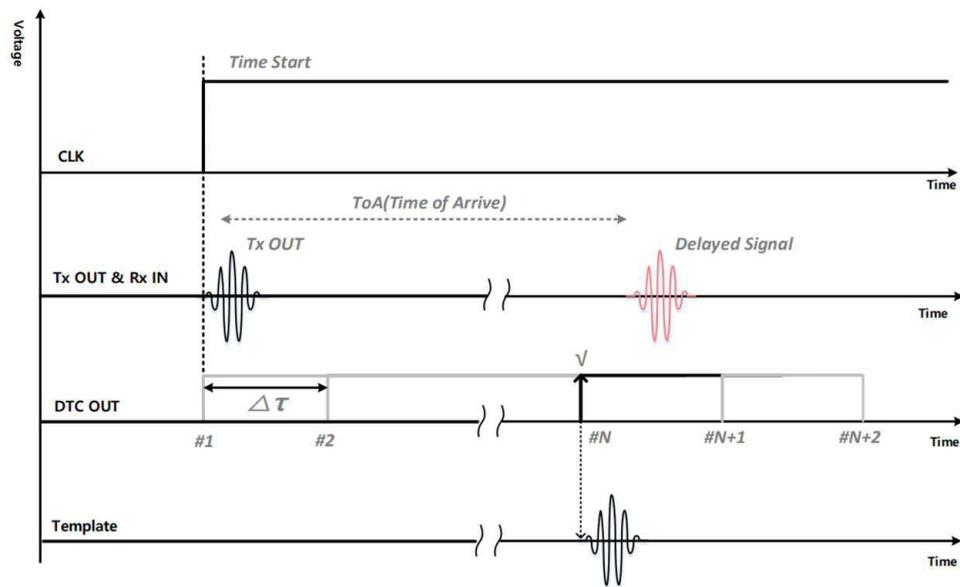
- [0052] 도 4에서 Fine1과 Fine2는 각각 개략 시간 판별부(240)에서 검출된 시간 구간(Period #N)에서 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)가 발생하는 구간을 구분하여 나타낸 것이며, 도 7은 지연 신호(DS)가 수신되는 시간에 따른 템플릿 신호와의 상관 결과를 나타낸다. 도 7에 도시된 바와 같이, 지연 신호(DS)가 A, B 및 C의 서로 다른 시점에 수신된 경우, 템플릿 신호와의 상관 결과는 서로 다른 값으로 계산되며, 지연 신호(DS)와 템플릿 신호의 중첩 영역이 클수록, 즉 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 시간차가 적을수록 상관 결과값이 더 크게 나타나게 된다. 따라서 상관 결과값을 기반으로 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 시간 차를 계산할 수 있다.
- [0053] 다만 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 시간 차를 정확하게 계산하기 위해서는 지연 신호(DS)와 템플릿 신호의 상대적 위치 차에 따른 상관 결과가 모두 상이해야 한다. 그러나 지연 신호(DS)와 템플릿 신호의 신호 파형에 의해 상대적 위치 차에 따른 상관 결과가 동일한 경우가 발생할 수 있다.
- [0054] 도 8에서 (a)는 고정된 시간에 생성된 템플릿 신호에 대해 지연 신호(DS)의 수신 타이밍 변화에 따른 중첩 영역의 변화를 나타내고, (b)는 지연 신호(DS)의 수신 타이밍 변화에 따른 상관 결과를 나타낸다.
- [0055] 도 8의 (b)를 살펴보면, 템플릿 신호에 대해 지연 신호(DS)의 수신 타이밍 변화에 따른 상관 결과는 여러 위치에서 동일하게 계산될 수 있다. 따라서 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 상관 관계를 계산하더라도, 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 시간 차를 판별할 수 없는 경우가 빈번하게 발생하게 된다.
- [0056] 이에 본 실시예에 따른 거리 측정 장치는 I/Q 변조부(260)를 더 포함하고, I/Q 변조부(260)는 템플릿 생성부(230)에서 생성된 템플릿 신호에 대해 I/Q 변조하여 I 템플릿 신호와 Q 템플릿 신호로 분배하여 정밀 시간 측정부(250)로 전달한다. 공지된 바와 같이, I/Q 변조된 I 템플릿 신호와 Q 템플릿 신호는 90도의 위상차를 갖는 동일 파형의 신호로 획득된다. 따라서 I 템플릿 신호와 Q 템플릿 신호 각각과 지연 신호(DS) 사이의 상관 관계를 계산하면, 상관 결과는 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 2개로 도출된다. 따라서 특정 시점(여기서는 step)에서의 상관 결과는 I 템플릿 신호와 지연 신호(DS)와의 상관 결과인 I 데이터(I Data)와 Q 템플릿 신호와 지연 신호와의 상관 결과인 Q 데이터(Q Data)로 획득된다.
- [0057] 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이, 각 시점별 I 데이터(I Data)와 Q 데이터(Q Data)를 벡터 형태로 표현해보면, 각 시점에서의 IQ 벡터는 서로 다른 좌표를 가지며, 이는 I 데이터(I Data)와 Q 데이터(Q Data)가 모두 동일하게 나타나는 시점은 존재하지 않음을 의미한다. 즉 지연 신호(DS)와 템플릿 신호의 상대적 위치 차에 따른 상관 결과가 모두 상이하게 도출되므로, 지연 신호(DS)와 템플릿 신호 사이의 시간 차를 정확하게 판별할 수 있다.
- [0058] 특히 본 실시예에서 I/Q 변조부(260)는 템플릿 생성부(230)에서 생성된 다수(여기서는 일 예로 2개)의 템플릿 신호(Tem1, Tem2) 각각에 대해 I 템플릿 신호와 Q 템플릿 신호를 획득하고, 정밀 시간 측정부(250)는 개략 시간 판별부(240)에서 검출된 시간 구간(Period #N) 내의 다수(여기서는 일 예로 2개)의 템플릿 신호(Tem1, Tem2) 각각에 대한 I 템플릿 신호와 Q 템플릿 신호와 지연 신호(DS) 사이의 상관 관계를 계산함으로써, 검출된 시간 구간(Period #N) 내에서도 지연 신호(DS)가 수신된 정확한 시간을 검출할 수 있도록 한다.
- [0059] 도 10에서 (a)는 개략 시간 판별부(240)에서 검출된 시간 구간(Period #N)내의 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)를 나타내고, (b) 및 (c)는 각각 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)의 IQ 벡터 그래프를 나타낸다. 도 10에서 ★, ▲, ● 기호는 수신된 시점에 따른 지연 신호(DS)의 중심 위치를 나타낸다. 도 10에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치에서 정밀 시간 측정부(250)는 하나의 지연 신호(DS)에 대해 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2) 각각의 I 템플릿 신호와 Q 템플릿 신호와의 상관 관계에 따라 4개의 상관 관계 값을 획득할 수 있으며, 이는 (b) 및 (c)의 2개의 IQ 벡터 그래프 상의 값으로 도출될 수 있다. 따라서 검출된 시간 구간(Period #N) 내에서 지연 신호(DS)가 수신된 시간을 정확하게 검출할 수 있다. 특히 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치의 정밀 시간 측정부(250)는 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2) 각각에서의 시간을 다수(여기서는 일 예로 16개)의 세부 시간 구간으로 더욱 세밀하게 구분하여 지연 신호(DS)가 수신된 시간을 검출할 수 있다. 이는 검출된 시간 구간(Period #N)을 다시 32개의 세부 시간 구간으로 구분하여 지연 신호(DS)를 검출하는 것으로, 기존의 거리 측정 장치에 비해, 32배의 해상도로 지연 신호(DS)가 수신된 시간을 검출할 수 있음을 의미한다.
- [0060] 또한 개략 시간 판별부(240)가 2개의 템플릿 신호(Tem1, Tem2)가 포함되도록 시간 구간을 설정하였으므로, 기존의 거리 측정 장치에 비해 2배 거리의 물체를 측정할 수 있다. 따라서 DTC 코드의 비트 수 증가 없이도 더 먼 거리의 물체를 더욱 정확한 해상도로 측정할 수 있다.

도면

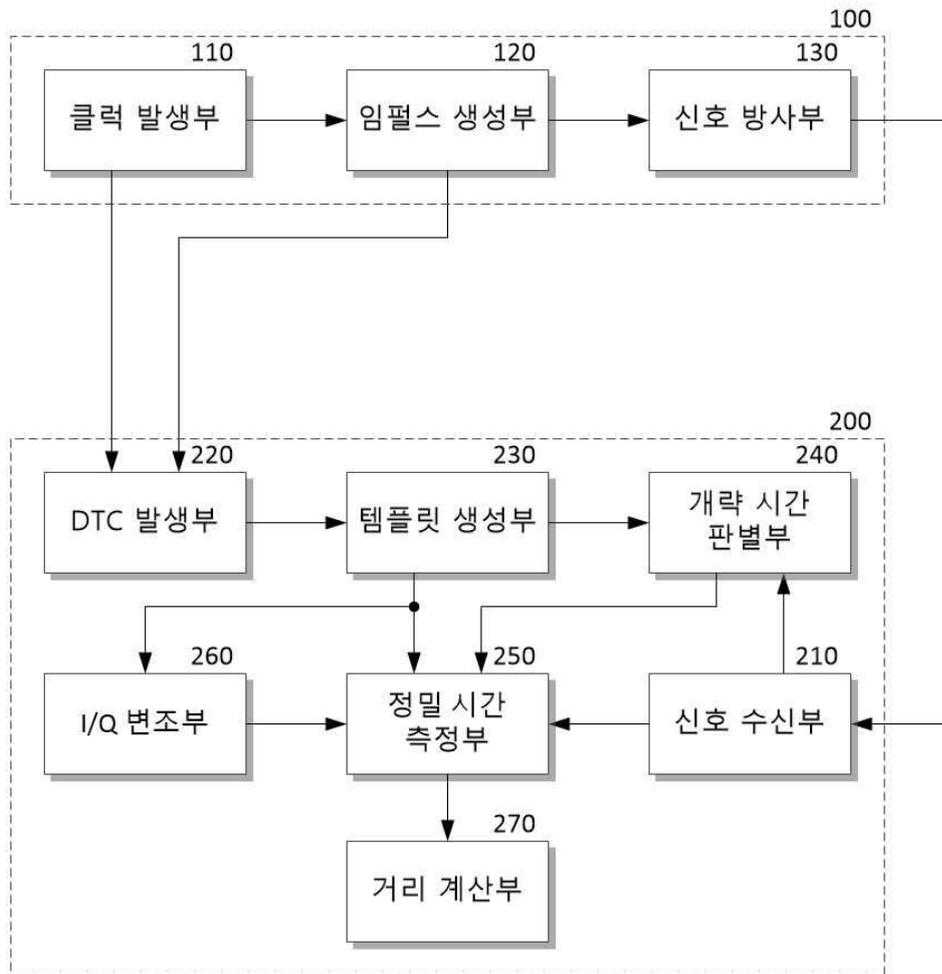
도면1



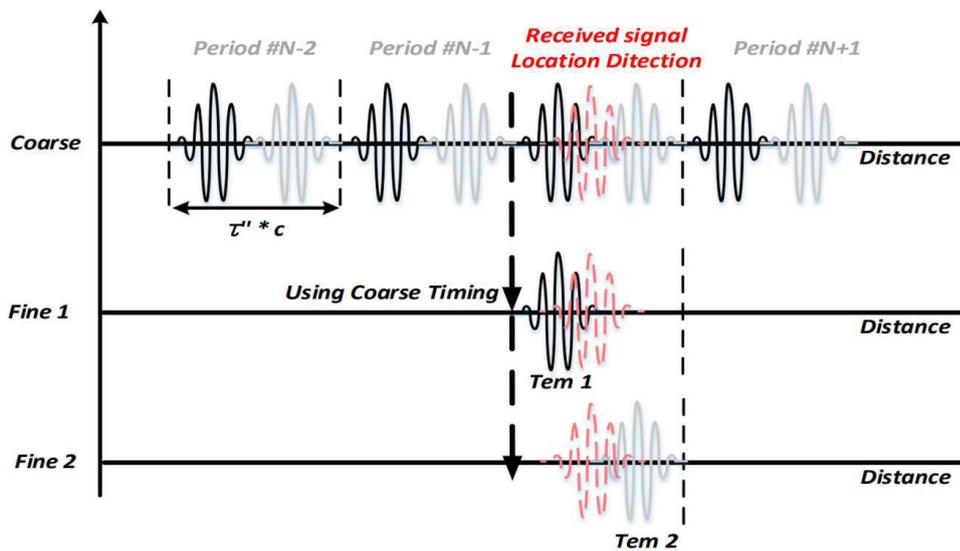
도면2



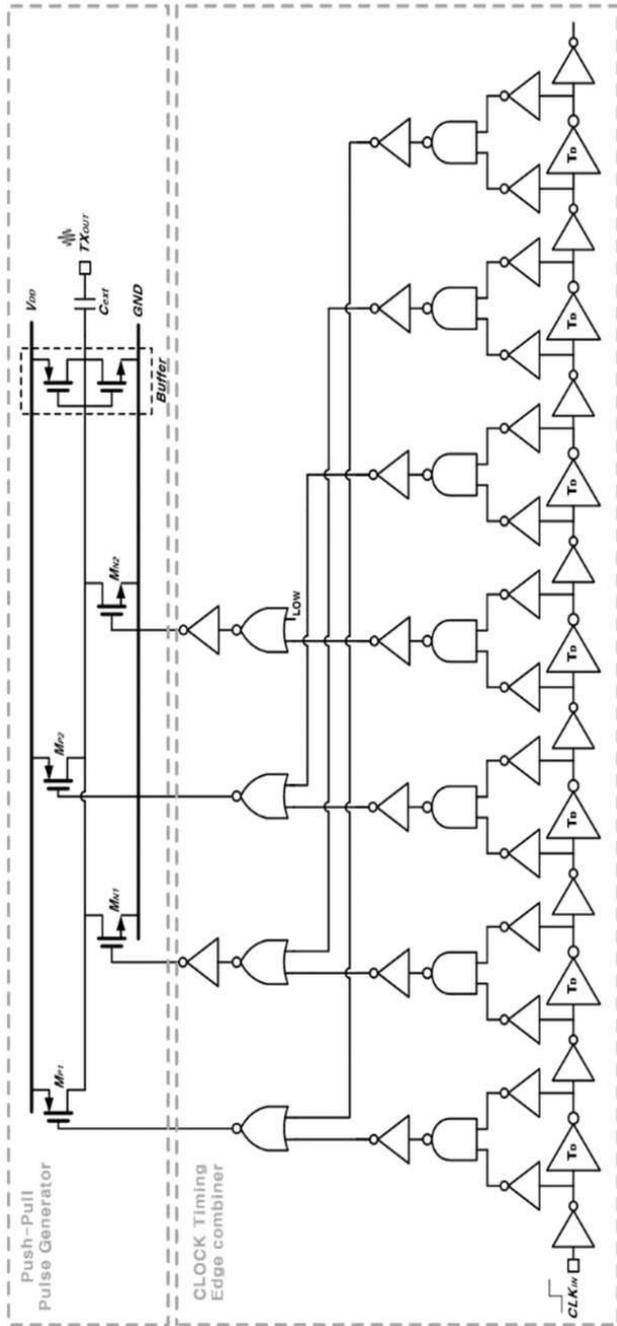
도면3



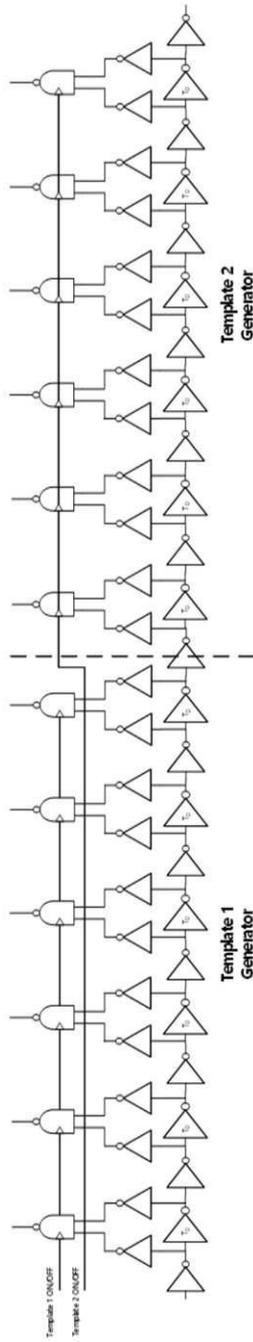
도면4



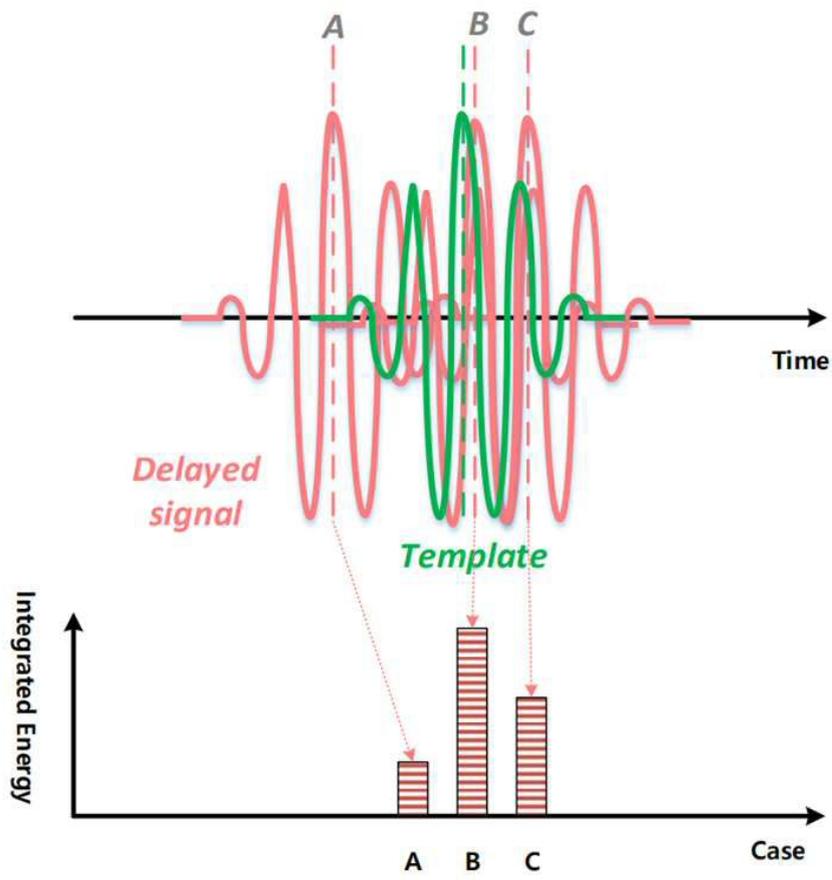
도면5



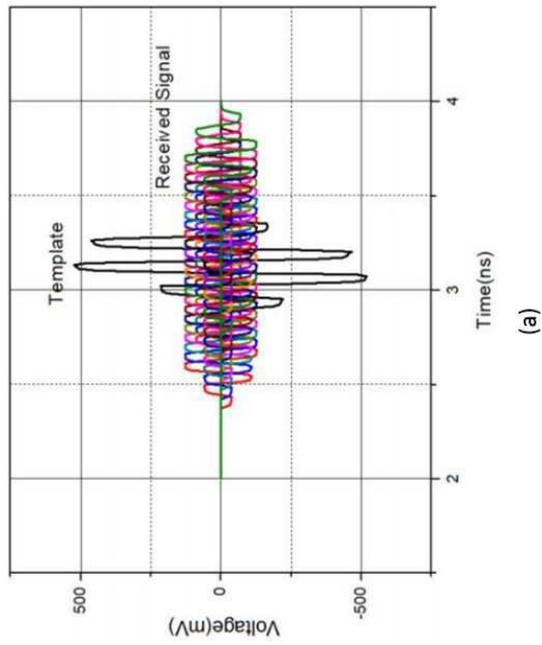
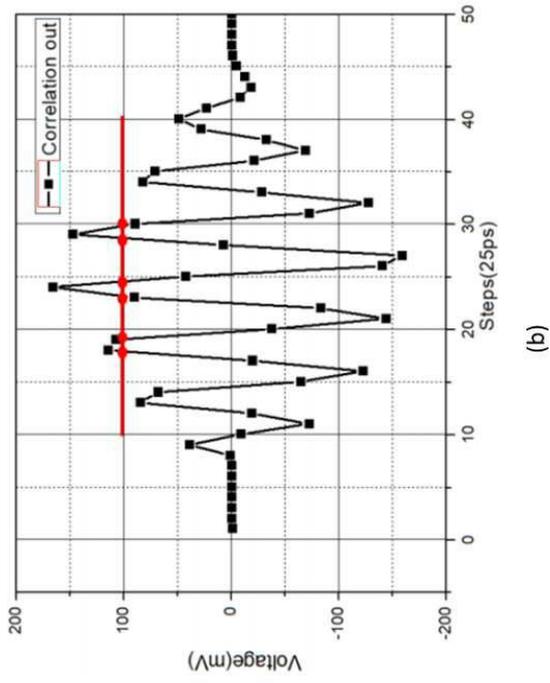
도면6



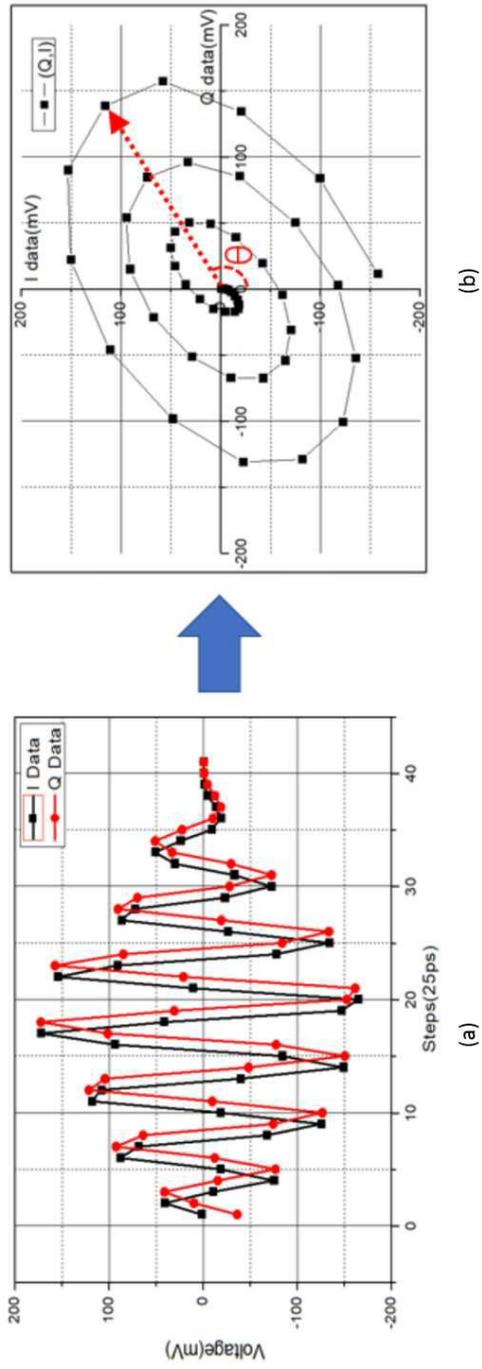
도면7



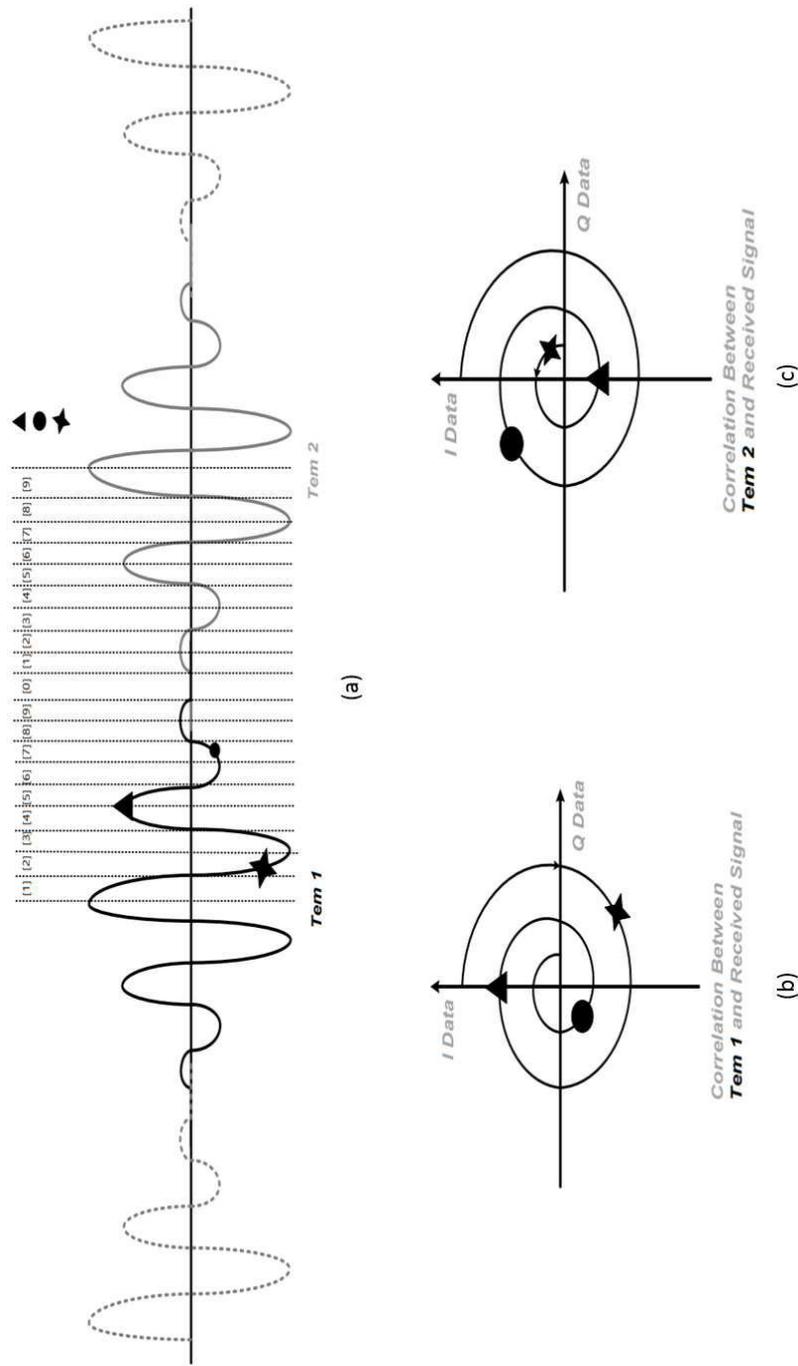
도면8



도면9



도면10



도면11

