

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 3월 31일 (31.03.2022) **WIPO | PCT**

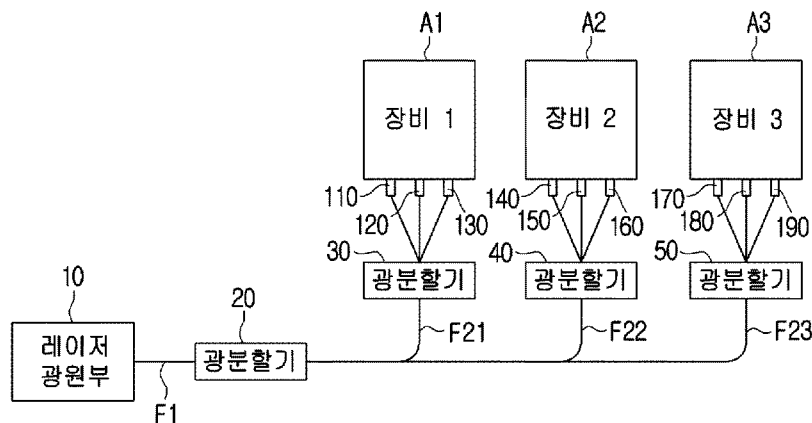


(10) 국제공개번호
WO 2022/065758 A1

- (51) 국제특허분류:
G01B 11/02 (2006.01) *G01S 7/481* (2006.01)
G01B 9/02 (2006.01) *G01S 17/08* (2006.01)
G01J 1/04 (2006.01) *G01S 7/4865* (2020.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2021/012248
- (22) 국제출원일: 2021년 9월 8일 (08.09.2021)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2020-0125038 2020년 9월 25일 (25.09.2020) KR
- (71) 출원인: 한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) [KR/KR]; 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김승만 (KIM, Seung Man); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 한성흠 (HAN, Seong Heum); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 오정석 (OH, Jeong Seok); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). 노승국 (RO, Seung Kook); 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 팬코리아특허법인 (PANKOREA PATENT AND LAW FIRM); 06234 서울시 강남구 논현로85길 70 13F, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

(54) Title: DISTANCE MEASURING SYSTEM FOR MULTIPLE OBJECTS AND DISTANCE MEASURING METHOD FOR MULTIPLE OBJECTS, USING SAME

(54) 발명의 명칭: 다중대상 거리측정 시스템 및 이를 이용한 다중대상 거리측정 방법



10 ... Laser light source unit
20-50 ... Light splitter
A1-A3 ... Equipment

(57) Abstract: The present invention relates to a distance measuring system for multiple objects, and disclosed in one embodiment is a distance measuring system for multiple objects, the system comprising: a plurality of light splitters; a plurality of measuring heads which are each optically connected to the respective end portions of a plurality of optical paths splitting from the plurality of light splitters; and a distance measuring device for measuring the distance from each measuring head to an object being measured, wherein a laser pulse is emitted toward the object being measured through each of the plurality of measuring heads, and the distance measuring device, upon receiving a reference pulse and measured pulse from each measuring head, calculates the distance between each measuring head and the object being measured on the basis of a time lag in reception between the reference pulse and measured pulse of each measuring head.

PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 다중대상 거리측정 시스템에 관한 발명으로, 일 실시예에서, 복수개의 광분할기; 상기 복수개의 광분할기에서 분할된 복수개의 광경로의 각각의 단부에 하나씩 광학적으로 연결된 복수개의 측정헤드; 및 각 측정헤드에서 측정대상까지의 거리를 측정하는 거리측정기;를 포함하고, 상기 복수개의 측정헤드의 각각을 통해 레이저 펄스를 측정대상을 향해 조사하고, 상기 거리측정기가 각 측정헤드로부터 기준 펄스와 측정 펄스를 수신하면, 각 측정헤드의 기준 펄스와 측정 펄스의 수신 시간차에 기초하여 각 측정헤드와 측정대상 사이의 거리를 산출하도록 구성된 다중대상 거리측정 시스템을 개시한다.

명세서

발명의 명칭: 다중대상 거리측정 시스템 및 이를 이용한 다중대상 거리측정 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 거리측정 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 다수의 측정대상에 대한 거리측정을 동시에 또는 순차적으로 수행할 수 있는 다중대상 거리측정 시스템 및 이를 이용한 다중대상 거리측정 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 산업현장이 스마트 공장화 되어가는 추세에 따라 공장 내 다수의 장비 상태를 실시간으로 모니터링하고 관리 및 유지하기 위한 기술 수요가 증가하고 있다. 장비의 상태 파악하기 위해 다양한 센서들이 적용되고 있으며, 특히 외부 환경과 공정 중 발생하는 열, 진동 등에 기인한 장비 구조 변형, 장비의 특정 부위 이송/회전 구동 특성 등을 모니터링 하기 위해서는 외란에 의한 측정 끊김이 없이 장기간 동작이 가능한 다수의 정밀 거리측정 센서가 필요하다.
- [3] 종래에는 이러한 측정을 위해 다수의 정전용량센서나 레이저 센서를 사용하고 있다. 정전용량센서의 경우 사용이 간편하고 정밀도가 높지만 측정범위가 1mm 이하로 한정적이고 설치 위치도 제한되는 단점이 있고 가격도 고가여서 다중 위치 모니터링을 위한 센서로 적용하기에는 한계가 있다. 레이저 센서의 경우 변위 간섭계 기반의 센서는 측정 정밀도가 높고 설치 자유도도 높지만 레이저 빔이 외부간섭으로 인해 단절될 경우 기존 측정 정보를 잃게 되고 단일 간섭계로 다수의 레이저 헤드 적용이 어려워 다중 모니터링에 한계가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명의 일측면은, 다수의 장비의 원하는 측정 부위에 다수의 측정헤드를 정렬하여 장착하고 하나의 단일 거리측정기를 적용하여 높은 측정 정밀도로 실시간 거리 변화를 모니터링 할 수 있는 다중대상 거리측정 시스템 및 이를 이용한 측정 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [5] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 다중대상 거리측정 시스템으로서, 복수개의 광분할기; 상기 복수개의 광분할기에서 분할된 복수개의 광경로의 각각의 단부에 하나씩 광학적으로 연결된 복수개의 측정헤드; 및 각 측정헤드에서 측정대상까지의 거리를 측정하는 거리측정기;를 포함하고, 상기 복수개의 측정헤드의 각각을 통해 레이저 펄스를 측정대상을 향해 조사하고, 상기 거리측정기가 각 측정헤드로부터 기준 펄스와 측정 펄스를 수신하면, 각 측정헤드의 기준 펄스와 측정 펄스의 수신 시간차에 기초하여 각 측정헤드와 측정대상 사이의 거리를 산출하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템

개시한다.

발명의 효과

- [6] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 다수의 측정헤드를 다수의 장비의 측정 위치에 장착하고 하나의 단일 거리측정기를 사용하여 높은 정밀도로 실시간 거리 측정을 수행할 수 있는 이점이 있다.
- [7] 또한 본 발명의 일 실시예에 의하면, 각 측정헤드의 위치센서의 검출결과에 기초하여 측정대상의 기울기를 산출하거나 측정대상까지의 거리를 보정할 수 있으므로 더욱 높은 정밀도로 거리측정이 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [8] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템을 설명하는 도면이다.
- [9] 도2는 일 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템의 측정원리를 설명하는 도면이다.
- [10] 도3 및 도4는 일 실시예에 따른 측정헤드의 위치센서의 출력결과를 설명하는 도면이다.
- [11] 도5는 일 실시예에 따른 측정헤드를 설명하는 도면이다.
- [12] 도6은 제1 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템 구성을 설명하는 도면이다.
- [13] 도7은 제1 실시예에 따른 다중대상 거리측정시 펄스신호를 설명하는 도면이다.
- [14] 도8은 제1 실시예에 따른 다중대상 거리측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [15] 도9는 제2 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템 구성을 설명하는 도면이다.
- [16] 도10은 제2 실시예에 따른 다중대상 거리측정시 펄스신호를 설명하는 도면이다.
- [17] 도11은 제2 실시예에 따른 다중대상 거리측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [18] 도12는 제3 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템 구성을 설명하는 도면이다.
- [19] 도13은 제3 실시예에 따른 다중대상 거리측정시 펄스신호를 설명하는 도면이다.
- [20] 도14는 제4 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템의 구성을 설명하는 도면이다.
- [21] 도15는 일 실시예에 따른 다중 광섬유 다발을 설명하는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [22] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수

있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[23] 본 명세서에서, 어떤 구성요소(A)가 다른 구성요소(B)에 결합(또는 연결, 부착, 체결 등)된다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소(B)에 직접 결합되거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 개재되어 결합되는 것을 의미한다. 또한 본 명세서의 도면들에 있어서 구성요소들의 길이, 넓이, 폭, 부피, 크기, 또는 두께 등은 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[24] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[25] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '~를 포함한다', '~로 구성된다', 및 '~으로 이루어진다'라는 표현은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[26] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[27] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템을 개략적으로 도시한 블록도이다. 도면을 참조하면, 일 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템은 레이저 광원부(10), 하나 이상의 광분할기(20,30,40,50), 및 복수개의 거리측정 헤드(이하 "측정헤드"라고도 함)(110~190)을 포함한다.

[28] 레이저 광원부(10)는 예를 들어 펄스 레이저를 생성하는 레이저 생성부 및 측정대상으로부터 수신한 레이저 펄스에 기초하여 측정대상까지의 거리를 산출하는 거리측정기를 포함할 수 있다.

[29] 광분할기(20,30,40,50)의 각각은 레이저 광원부(10)로부터 전송되는 레이저 펄스를 복수개의 광경로로 분할한다. 광분할기(20,30,40,50)의 각각은 예를 들어 광스위치 또는 광커플러 등으로 구현될 수 있다.

[30] 도시한 실시예에서 레이저 광원부(10)와 제1 광분할기(20)는 제1 광경로(F1)에 의해 광학적으로 연결된다. 제1 광분할기(20)와 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)의 각각은 하나 이상의 제2 광경로(F21,F22,F23)에 의해 각각 광학적으로 연결되며 따라서 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)는 서로 병렬적으로 배치된다. 그러나 구체적 실시 형태에 따라 제1 내지 제4

- 광분할기(20,30,40,50)의 직렬/병렬 배치의 조합이 변경될 수 있음은 물론이다.
- [31] 일 실시예에서 각각의 광경로(F1,F21,F22,F23)는 광섬유로 구현될 수 있다. 광경로는 광섬유에 제한되지 않으며 광을 전송할 수 있는 임의의 광전송 매질로 구현될 수 있다.
- [32] 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)의 각각에는 하나 이상의 광경로가 연결되고 각 광경로의 단부마다 측정헤드(110 내지 190)가 하나씩 광학적으로 연결될 수 있다. 측정헤드(110 내지 190)의 각각은 거리측정 대상을 포함하는 임의의 장비(A1,A2,A3)에 인접하여 설치되고 측정헤드와 각 장비(A1,A2,A3)의 특정 위치까지의 절대거리를 측정할 수 있도록 구성된다. 도시한 실시예에서는 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)에서 각각 3씩 광경로가 분할됨으로써 전체 9개의 측정헤드(110 내지 190)가 설치된 것으로 도시하였다. 그러나 장비의 개수나 측정헤드의 개수는 구체적인 실시 형태에 따라 달라질 수 있다.
- [33] 이러한 구성에 따르면 레이저 광원부(10)에서 생성된 레이저 펄스가 제1 내지 제4 광분할기(20,30,40,50) 및 이들을 광학적으로 연결하는 광경로(F1,F21,F22,F23)를 거쳐 복수개의 측정헤드(110 내지 190)를 통해 각 장비들(A1,A2,A3)의 측정대상으로 조사되고, 측정대상에서 각각 반사된 측정 펄스가 다시 상기 광분할기와 광경로들을 통해 레이저 광원부(10)로 복귀한다. 레이저 광원부(10)는 이렇게 수신한 각각의 측정 펄스에 기초하여 각 측정대상까지의 거리를 산출할 수 있다.
- [34] 도2는 도1에 도시한 다중대상 거리측정 시스템의 일부 구성요소를 구체적으로 도시하였다. 도2에서는 설명의 편의를 위해 도1의 구성요소들 중 레이저 광원부(10), 제1 내지 제3 광분할기(20,30,40), 및 제1 내지 제6 측정헤드(110 내지 160)만 도시하였고 나머지 구성요소들은 생략하였다.
- [35] 도1과 도2를 참조하면, 레이저 광원부(10)는 레이저 펄스를 생성하는 레이저 생성부(11)와 측정대상까지의 거리를 측정하는 거리측정기(12)를 포함할 수 있다.
- [36] 레이저 생성부(11)는 거리측정에 사용되는 레이저 펄스를 생성하여 거리측정기(12)와 광분할기(20)로 각각 전송할 수 있다. 일 실시예에서 레이저 펄스로서 펨토초 레이저 펄스를 사용하며 이 경우 수 미터의 측정거리에서 마이크로미터 이하의 분해능으로 거리를 측정할 수 있다.
- [37] 펨토초 레이저 펄스는 10^{-12} 초 내지 10^{-15} 초에 해당하는 펄스 폭과 수 MHz 내지 수백 MHz에 해당하는 펄스 간격(주기)을 갖는 펄스열로 이루어진다. 레이저 생성에 사용되는 이득매질에 따라 가시광 대역에서 적외선 대역의 스펙트럼을 생성하며 주파수 대역에서 스펙트럼 폭은 수 nm 내지 수십 nm가 된다. 본 발명의 일 실시예에서는 광섬유 및 부품 수급의 수월성을 위해 예컨대 1000nm 내지 1100nm, 1500nm 내지 1600nm, 또는 1900nm 내지 2100nm 사이의 스펙트럼 영역의 파장을 사용할 수 있다.
- [38] 거리측정기(12)는 각각의 측정헤드(110 내지 190)로부터 기준 펄스와 측정

펄스를 수신하고 기준 펄스와 측정 펄스의 수신 시간차에 기초하여 측정헤드로부터 각 측정대상까지의 거리를 산출할 수 있다. 여기서 '기준 펄스'는 레이저 생성부(11)에서 생성되어 측정헤드로 전송된 레이저 펄스가 각 측정헤드의 임의의 반사면에서 반사되어 거리측정기(12)로 되돌아가는 펄스이며 '측정 펄스'는 측정헤드에서 측정 대상으로 조사된 레이저 펄스가 측정 대상에서 반사되어 거리측정기로 되돌아가는 펄스이다.

[39] 거리측정기(12)는 ToF(Time of Flight) 기반의 레이저 펄스 전송시간을 측정하여 거리를 산출할 수 있다. 일 실시예에서 거리측정기(12)는 듀얼 펄스 레이저 광원 및 비선형 상호상관법에 기초하여 거리를 산출하며, 이 경우 레이저 생성부(11)로부터 수신하는 레이저 펄스 및 측정헤드부터 수신하는 기준 펄스와 측정 펄스를 사용하여 상호상관 신호를 생성하고 이에 기초하여 측정헤드의 반사면과 측정대상 사이의 거리를 산출한다.

[40] 광분할기(20,30,40,50)는 수신한 레이저 펄스를 하나 이상의 광경로로 전송하는 장치이며 예를 들어 커플러 또는 스위치로 구현될 수 있다. 커플러는 레이저 생성부(11)로부터 수신한 레이저 펄스를 후단의 광분할기 또는 복수개의 측정헤드로 동시에 분배하여 전송하고, 후단의 광분할기 또는 복수개의 측정헤드로부터 반사되어 돌아온 레이저 펄스(즉, 기준 펄스 및 측정 펄스)를 거리측정기(12)측으로 전송한다. 스위치는 레이저 생성부(11)에서 생성된 펄스를 후단의 광분할기 또는 복수개의 측정헤드로 순차적으로 전송하고, 후단의 광분할기 또는 복수개의 측정헤드로부터 반사되어 돌아오는 레이저 펄스(기준 펄스 또는 측정 펄스)를 거리측정기(12)측으로 순차적으로 전송한다. 일 실시예에서 스위치의 스위칭 속도는 예컨대 나노초 내지 마이크로초 일 수 있다.

[41] 제1 광분할기(20)와 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)의 각각을 광학적으로 연결하는 복수개의 제2 광경로(F21,F22,F23)는 광섬유로 구성되고, 제2 광분할기(30)와 제1 내지 제3 측정헤드(110,120,130)의 각각을 광학적으로 연결하는 복수개의 제3 광경로(F31,F32,F33)도 광섬유로 구성될 수 있다. 레이저 생성부(11)에서 발신된 레이저 펄스가 측정헤드(110 내지 190)까지 전송되는 동안 광섬유 내에서 펄스 편광이 일정하게 유지되는 것이 바람직하므로 일 실시예에서 광섬유는 편광유지 광섬유로 구성될 수 있다. 또한 레이저 펄스가 광섬유를 통과할 때 분산으로 인해 펄스 폭이 넓어지는 현상을 방지하기 위해 바람직하게는 분산보상 광섬유로 구성될 수도 있고, 더욱 바람직하게는 편광유지 기능 및 분산보상 기능을 모두 갖는 광섬유로 구현할 수 있다.

[42] 각각의 측정헤드(110 내지 190)는 하나 이상의 장비에 인접하게 설치된다. 도1과 도2에 도시한 실시예에서 제1 측정헤드 그룹(HG1)이 제1 장비(A1)의 움직임이나 구조 변형 등을 측정할 수 있고 제1 측정헤드 그룹(HG1)은 제1 내지 제3 측정헤드(110,120,130)로 구성될 수 있다. 이 때 제2 광분할기(30)에서 분배된 복수개의 제3 광경로(F31,F32,F33)의 각각의 단부에 제1 내지 제3

측정헤드(110,120,130)가 각각 설치되는데, 일 실시예에서, 제2 광분할기(30)에서부터 제1 내지 제3 측정헤드(110,120,130)까지의 각 광경로(F31,F32,F33)의 길이를 각기 서로 상이하도록 설계한다. 예를 들어 도2에 표시한 것처럼 제2 측정헤드(120)의 경로(F32)가 제1 측정헤드(110)의 경로(F31)보다 $\Delta L1$ 의 길이만큼 더 길고, 제3 측정헤드(130)의 경로(F33)는 제2 측정헤드(120)의 경로(F32)보다 $\Delta L2$ 의 길이만큼 더 길다.

- [43] 이때 각 광경로(F31,F32,F33)의 광섬유의 길이가 짧아 측정위치까지 측정헤드가 닿지 않을 경우 각 광경로(F31,F32,F33)의 광섬유 길이를 연장할 수 있으며, 바람직하게는, 연장되는 광섬유의 길이는 레이저 생성부(11)의 레이저 공진기의 길이(Lc)의 2배수(즉, 짝수배)가 되도록 한다. 광섬유를 공진기 길이의 짝수배 길이씩 연장할 경우, 거리측정기(12)에서 수신하는 펄스(기준 펄스 및 측정 펄스)의 시간축에서의 수신 위치가 펄스의 한 주기 내에서 항상 일정한 위치일 수 있다.
- [44] 각각의 장비(A1,A2,A3)는 복수개의 측정대상을 포함한다. 도시한 실시예에서 제1 장비(A1)가 3개의 측정대상(TG1,TG2,TG3)을 구비하므로 제1 측정헤드 그룹(HG1)도 3개의 측정헤드(110,120,130)를 구비함을 이해할 것이다. 이 때 각 측정대상(TG1~TG3)은 제1 장비의 특정 표면이 될 수 있고, 각각의 측정헤드(110,120,130)에서부터 각 측정대상(TG1~TG3)까지의 거리를 측정함으로써 제1 장비(A1)의 구조 변형이나 특정 구성요소의 이동이나 회전 등 움직임을 측정할 수 있다.
- [45] 이 때 각 측정헤드(110,120,130)와 각 측정대상(TG1,TG2,TG3) 사이의 거리를 측정하기 위해 각 측정헤드(110,120,130)에서 레이저 펄스(LP1,LP2,LP3)가 측정대상(TG1,TG2,TG3)를 향해 조사되고, 각 레이저 펄스가 측정대상에서 반사되어 측정헤드로 다시 되돌아가야 하며, 이를 위해 측정대상의 표면은 광반사가 잘 되는 소재인 것이 바람직하다. 만약 측정대상의 표면이 광반사가 잘 일어나지 않는 소재인 경우 반사 테이프나 페인트 등을 표면에 코팅하여 반사면을 생성할 수 있고, 대안적으로, 미러나 반사경을 설치할 수도 있다.
- [46] 제1 내지 제9 측정헤드(110~190)의 각각은 레이저 생성부(11)로부터 레이저 펄스를 수신한 후 레이저 펄스를 각 측정대상으로 조사하고, 각 측정대상에서 반사된 레이저 펄스(이하 "측정 펄스"라고도 함)를 수신하여 거리측정기(12)측으로 전달한다. 도2에서는 일 실시예에 따른 제1 측정헤드(110)의 구체적 구성을 블록도로 도시하였고, 제2 내지 제9 측정헤드(120~190)의 각각은 제1 측정헤드(110)와 동일 또는 유사하므로 구체적 구성을 생략하였음을 이해할 것이다.
- [47] 도면을 참조하면, 일 실시예에 따른 제1 측정헤드(110)는 커넥터(111), 시준기(112), 광분배기(113), 및 위치센서(114)를 포함할 수 있다. 커넥터(111)는 제3 광경로(F31)의 단부에 연결되어 레이저 펄스를 시준기(112)를 향해 출력한다. 시준기(collimator)(112)는 레이저 펄스를 단면에 걸쳐 동일한 광강도를

갖는 평행광으로 변형한다. 시준기(112)를 통과한 레이저 펄스(LP1)는 측정대상(TG1)을 향해 조사된다.

- [48] 이 때 도시한 실시예에서 레이저 펄스의 일부가 제1 측정헤드(110)에서 출력되기 전에 레이저 펄스의 일부가 반사면(RS1)에 반사되어 거리측정기(12)측으로 되돌아가며, 이하에서 이 반사된 레이저 펄스를 기준 펄스(RP1)라고 칭한다. 반사면(RS1)은 제1 측정헤드(110)에서 레이저 펄스의 전송 경로상에 위치하며 레이저 펄스의 적어도 일부를 반사할 수 있는 임의의 광학소자가 될 수 있다. 예를 들어 도시한 실시예에서 반사면(RS1)은 광분배기(113)의 한쪽 표면(레이저 펄스의 입사면)이 될 수 있다. 그러나 대안적 실시예에서 예컨대 광분배기(113)의 다른쪽 표면(즉, 레이저 펄스가 출력되는 면) 또는 커넥터(111)의 출력면 등이 반사면(RS1)으로서 역할을 할 수도 있다.
- [49] 광분배기(113)에서 반사되지 않고 통과한 레이저 펄스(LP1)는 측정대상(TG1)을 향해 조사되고, 측정대상(TG1)에서 반사되어 측정 펄스(MP1)로서 제1 측정헤드(110)로 다시 되돌아간다. 광분배기(beam splitter)(113)는 측정대상(TG1)으로부터 수신한 측정 펄스(MP1)를 분배한다. 광분배기(113)에서 분배된 측정 펄스(MP1)의 일부는 제3 광경로(F31)를 통해 거리측정기(12)로 전달된다. 이에 따라 거리측정기(12)는 반사면(RS1)에서 반사된 기준 펄스(RP1) 및 측정대상(TG1)에서 반사된 측정 펄스(MP1)를 각각 순차적으로 수신하고 두 펄스(RP1, MP1)의 수신 시간차에 기초하여 제1 측정헤드(110)와 측정대상(TG1) 사이의 거리를 산출한다.
- [50] 광분배기(113)에서 분배된 측정 펄스(MP1)의 또 다른 일부는 위치센서(PSD)(114)로 전달된다. 위치센서(114)는 측정 펄스(MP1)를 감지하고 이에 따른 출력신호를 생성하고, 이 출력신호를 수신한 제어부(도시 생략)는 출력신호에 기초하여 제1 측정헤드(110)와 측정대상(TG1)이 정렬되었는지(즉, 레이저 펄스(LP1)의 광축과 측정 펄스(MP1)의 광축이 일치하는지) 여부를 판단할 수 있다.
- [51] 이와 관련하여 도3과 도4는 위치센서(114)의 예시적인 출력신호를 설명하는 도면이다. 도3(a)를 참조하면, 측정 펄스(MP1)가 렌즈 등의 광학소자(115)를 거쳐 위치센서(114)에 도달할 수 있다. 일 실시예에서 위치센서(114)는 4분할 포토다이오드(QPD)로 구현될 수 있다. 도3(b)에 도시한 것처럼 QPD는 4개의 분할소자로 나누어져 있어서 수평방향과 수직방향 각각에 대해 중심에서 벗어난 정도를 전압신호로 출력할 수 있다.
- [52] 레이저 펄스가 QPD의 중앙에 조사되면 출력신호가 0 볼트이고 중앙에서 벗어날수록 예컨대 최대 ± 10 볼트에 해당하는 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어 도3(b)와 같이 측정 펄스(MP1)가 위치센서(114)의 중심에 입사되면 위치센서의 출력신호 중 수평방향과 수직방향에 대해 (0, 0)라는 전압신호(즉, 수직 및 수평방향 모두 0 볼트)가 출력된다.
- [53] 그러나 예를 들어 도4(a)나 도4(c)에 도시한 것처럼 측정헤드(110)와

측정대상(TG1)이 정렬되어 있지 않으면 위치센서(114)의 출력신호가 달라진다. 예컨대 도4(a)와 같이 측정대상(TG1)의 표면이 상방향으로 기울어져 있으면 측정 펄스(MP1)가 QPD의 중앙에서 위쪽에 입사되어서 예컨대 (0, 2)의 전압신호를 출력하고(도4(b) 참조), 도4(c)와 같이 측정대상(TG1)의 표면이 우측으로 기울어져 있으면 측정 펄스(MP1)가 QPD의 중앙에서 우측에 입사되어서 예컨대 (-2, 0)의 전압신호를 출력한다(도4(d) 참조).

- [54] 이와 같이 제1 측정헤드(110)와 측정대상(TG1)이 정렬되어 있지 않을 경우, 일 실시예에서 위치센서(114)의 출력신호에 기초하여 제1 측정헤드(110)를 회전하거나 움직여서 측정대상(TG1)과 정렬시킬 수 있다. 예를 들어 도5는 일 실시예에 따라 제1 측정헤드(110)를 지지하고 움직이는 기구부를 도시하였다. 도5를 참조하면, 일 실시예에 따른 제1 측정헤드(110)는 마운트(210)와 홀더(220)에 의해 지지되어 움직일 수 있다. 마운트(210)는 제1 측정헤드(110)를 수평방향으로 회전가능하게 지지하며 홀더(220)는 제1 측정헤드(110)를 상하방향으로 회전가능하게 지지할 수 있다. 도면에 도시하지 않았지만 마운트(210)와 홀더(220)는 각각 모터 등의 구동부에 의해 동작할 수 있고, 제어부(도시 생략)가 위치센서(114)의 출력신호에 기초하여 구동부를 제어하여 제1 측정헤드(110)와 측정대상(TG1)을 정렬시킬 수 있다.
- [55] 한편 위치센서(114)는 4분할 포토다이오드(QPD) 외에 다른 임의의 센서를 사용할 수도 있다. 예를 들어 대안적 실시예에서 위치센서(114)로 수평구조 포토다이오드(Lateral effect photodiode), CCD(Charged Couple Device) 센서, 및 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 센서 중 어느 하나를 사용할 수도 있다.
- [56] 다시 도2를 참조하면, 상술한 바와 같은 제1 측정헤드(110)의 구성 및 기능은 나머지 측정헤드들(120~190)도 동일하다. 예를 들어 제2 측정헤드(120)에서 출력되는 레이저 펄스(LP2)는 측정대상(TG2)에서 반사된 후 측정 펄스(MP2)로서 제2 측정헤드(120)로 되돌아가고, 되돌아간 측정 펄스(MP2) 중 일부는 거리측정기(12)로 전달되고 또 다른 일부는 위치센서로 전달되어 제2 측정헤드(120)와 측정대상(TG2)의 정렬 여부를 판단하는데 사용된다.
- [57] 또한 레이저 펄스 중 일부는 제2 측정헤드(120)의 반사면(RS2)에서 반사되어 기준 펄스(RP2)으로서 거리측정기(12)로 되돌아가고, 거리측정기(12)는 기준 펄스(RP2) 및 측정 펄스(MP2)에 기초하여 제2 측정헤드(120)와 측정대상(TG2) 사이의 거리를 산출한다.
- [58] 또한 일 실시예에서, 제1 광분할기(20)에서부터 제1 내지 제9 측정헤드(110~190)까지의 각각의 광경로의 길이를 서로 상이하게 설정한다. 예를 들어, 제1 측정헤드(110) 보다 제2 측정헤드(120)의 광경로가 $\Delta L1$ 만큼 더 길고 제2 측정헤드(120) 보다 제3 측정헤드(130)의 광경로가 $\Delta L2$ 만큼 더 길다. 또한 도2에 도시하지 않았지만, 제3 측정헤드(130) 보다 제4 측정헤드(140)의 광경로가 소정 길이만큼 더 길고 제4 측정헤드(140) 보다 제5 측정헤드(150)가

소정 길이만큼 더 길며 이런 식으로 제9 측정헤드(190)에 이르기까지 광경로가 길어지도록 설계하여 각 측정헤드(110~190)까지의 광경로가 각기 상이하도록 구성할 수 있다.

- [59] 이하에서 제1 내지 제4 광분할기(20,30,40,50)를 커플러와 스위치로 구현할 때의 각 실시예에 따른 다중 대상 측정방법을 설명하기로 한다.
- [60] 도6은 제1 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템 구성을 개략적으로 나타낸다. 도1과 비교할 때 도6의 실시예는 제1 내지 제4 광분할기(20,30,40,50)를 각각 제1 내지 제4 커플러(21,31,41,51)로 구현하였다. 설명의 편의를 위해 제2 내지 제4 커플러(31,41,51)에는 도1과 마찬가지로 마찬가지로 측정헤드가 3개씩 연결되어 있다.
- [61] 이와 같이 제1 내지 제4 광분할기(20,30,40,50)를 모두 커플러로 구현한 경우 거리측정기(12)가 복수의 측정헤드(110~190)로부터 동시에 복수의 기준 펄스(RP1~RP9)와 복수의 측정 펄스(MP1~MP9)를 수신하게 된다. 따라서 특정 측정헤드의 기준 펄스 및 측정 펄스를 다른 측정헤드의 기준 펄스 및 측정 펄스와 구별하기 위해, 위에서 상술한 것처럼 각 측정헤드간 광경로의 길이를 서로 상이하게 설계하고 이에 따라 거리측정기(12)가 수신하는 다수의 기준 펄스 및 측정 펄스가 서로 겹치지 않도록 조정한다.
- [62] 예를 들어 도7은 이러한 구성에 의한 다중대상 거리측정시 거리측정기(12)가 수신하는 펄스 신호를 도식적으로 나타내었다. 도7에서 T_R 은 레이저 생성부(11)에서 생성되는 레이저 펄스 주기이고 L_c/C 와 동일하다(L_c 는 공진기 길이, C 는 빛의 속도이다). 레이저 펄스가 레이저 생성부(11)에서 주기(T_R)마다 반복 생성되어 각 측정헤드(110~190)로 전송되므로, 도7에 도시한 것처럼 모든 기준 펄스(RP1~RP9)와 모든 측정 펄스(MP1~MP9)도 레이저 펄스 주기(T_R)로 반복하여 거리측정기(12)에서 수신된다.
- [63] 각 측정헤드(110~190)의 광경로 길이를 서로 상이하도록 구성하였으므로 거리측정기(12)는 복수의 기준 펄스와 측정 펄스가 서로 겹치지 않고 순차적으로 수신할 수 있다. 예를 들어 도7에 도시한 것처럼 제1 기준 펄스(RP1)와 제1 측정 펄스(MP1)를 시간차($\Delta Td1$)를 두고 수신한 후 제2 기준 펄스(RP2)와 제2 측정 펄스(MP2)를 시간차($\Delta Td2$)를 두고 순차 수신하고, 이러한 방식으로 제9 기준 펄스(RP9)와 제9 측정 펄스(MP9)까지 순차적으로 수신한다. 이 때 각 측정헤드(110~190)에서의 기준 펄스와 측정 펄스간 시간차($\Delta Td1, \Delta Td2, \dots, \Delta Td9$)는 각 측정헤드(110~190)에서부터 각 측정대상(TG1~TG9)까지의 거리 차이에 해당하는 시간이다. 즉, 각각의 시간차($\Delta Td1, \Delta Td2, \dots, \Delta Td9$)에 기초하여 각 측정헤드(110~190)와 각 측정대상(TG1~TG9) 사이의 거리가 각각 산출된다.
- [64] 한편 각 기준 펄스간의 수신 시간차($\Delta T1, \Delta T2, \dots$)는 도2에 도시한 것처럼 레이저 광원부(10)로부터 각 측정헤드(110~190)까지의 광경로 길이의 차이($\Delta L1, \Delta L2, \dots$)의 각각에 해당하는 시간차이이다. 예를 들어 각 측정헤드(110~190)의 광경로를 제1 측정헤드(110)에서부터 제9

측정헤드(190)까지 일정 길이(ΔL_f)씩 차이가 나도록 구성한 경우(즉, $\Delta L_1 = \Delta L_2 = \dots = \Delta L_9 = \Delta L_f$), 거리측정기(12)는 이 길이(ΔL_f)에 대응하는 시간 간격으로 각 기준 펄스(RP1~RP9)를 순차 수신한다.

- [65] 도7에서 알 수 있듯이 예컨대 제1 측정헤드(110)의 제1 측정 펄스(MP1)는 제1 기준 펄스(RP1)와 제2 기준 펄스(RP2) 사이에 위치해야 한다. 즉 제1 기준 펄스(RP1)와 제1 측정 펄스(MP1)간 시간차(ΔT_{d1})의 최소 간격은 제1 기준 펄스(RP1)와 제1 측정 펄스(MP1)가 겹치지 않고 서로 구분되어 각 펄스의 수신 시각을 구별할 수 있는 시간 간격(즉, 거리측정기(12)의 최대 시간 분해능)에 연관되며 따라서 제1 측정헤드(110)가 측정대상(TG1)까지의 거리를 측정할 수 있는 최소 측정 가능 거리는 이 시간차(ΔT_{d1})의 최소 간격에 대응된다.
- [66] 제1 기준 펄스(RP1)와 제1 측정 펄스(MP1)간 시간차(ΔT_{d1})의 최대 간격은 제1 측정 펄스(MP1)와 제2 기준 펄스(RP2)가 겹치지 않고 서로 구분되어 각 펄스를 구별할 수 거리측정기의 분해능에 관련되며, 거리측정기(12)가 제1 측정 펄스(MP1)와 제2 기준 펄스(RP2)를 구분할 수 있는 한도 내에서 제1 측정헤드(110)의 최대 측정 가능 거리가 결정된다. 마찬가지로 제2 측정헤드(120) 내지 제9 측정헤드(190)에 대해서도 최소 측정 가능 거리와 최대 측정 가능 거리가 위와 동일한 원리로 결정된다.
- [67] 그러므로, 본 발명의 일 실시예에서 측정헤드(110~190) 중 임의의 특정 측정헤드의 측정가능 거리는, 거리측정기(12)가 해당 측정헤드의 기준 펄스를 수신하는 수신 시각과 이 기준 펄스 다음으로 수신하는 기준 펄스의 수신 시각 사이의 시간차($\Delta T_1, \Delta T_2, \dots$)에 기초하여 정해지고 이 측정범위의 하한(최소 측정 가능 거리)과 상한(최대 측정 가능 거리)은 두 펄스의 구분하여 수신할 수 있는 거리측정기(12)의 분해능에 따라 결정됨을 이해할 것이다.
- [68] 상술한 실시예에 따르면, 레이저 펄스 주기(T_R)가 일정하다고 가정하면, 측정헤드(110~190)의 개수가 작을수록 기준 펄스간 수신 시간차($\Delta T_1, \Delta T_2, \dots$)를 늘릴 수 있어 각 측정헤드의 거리 측정범위가 늘어나고 측정헤드(110~190)의 개수가 많을수록 측정범위가 줄어든다. 따라서 구체적 실시 형태에서 측정대상까지의 거리를 고려하여 측정헤드의 개수를 조절하는 것이 바람직하다.
- [69] 도8은 제1 실시예에 따른 다중대상 거리측정 방법을 설명하는 흐름도이다. 제1 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템이 도6에 도시한 것처럼 다수의 커풀러(21,31,41,51)와 다수의 측정헤드(110~190)로 구성되었다고 전제한다.
- [70] 도8을 참조하면, 우선 단계(S110)에서 다중대상 거리측정 시스템을 하나 이상의 측정대상 장비에 설치하고 각 측정헤드(110~190)를 세팅한다. 예를 들어 각 측정헤드(110~190)의 위치센서(114)의 검출 결과에 기초하여 각 측정헤드(110~190)의 위치를 조정한다. 즉 도3 내지 도5를 참조하여 설명한 것처럼 위치센서(114)의 출력신호에 기초하여 각 측정헤드(110~190)를 움직여 각 측정헤드와 각 측정대상을 각각 정렬할 수 있다. 이와 같이 다중대상

거리측정 시스템을 측정하고자 하는 장비에 설치한 후, 단계(S120)에서, 레이저 광원부(10)에서 레이저 펄스를 생성하여 각 측정헤드(110~190)로 전송한다. 이때 제1 실시예에서는 모든 광분할기(20,30,40,50)를 커플러(21,31,41,51)로 구현하였으므로 레이저 펄스가 모든 측정헤드(110~190)를 향해 동시에 전송된다.

- [71] 각 측정헤드(110~190)로 전송된 레이저 펄스 중 일부는 반사면에 반사되고 기준 펄스가 되어 레이저 광원부(10)로 되돌아가고 레이저 펄스의 나머지 일부는 측정대상(10)에 도달한 후 반사되어 측정 펄스로서 레이저 광원부(10)로 되돌아간다(단계 S130). 레이저 광원부(10)의 거리측정기(12)는 각 측정헤드로부터 수신한 기준 펄스와 측정 펄스의 수신 시간차($\Delta Td1, \Delta Td2, \dots, \Delta Td9$)에 기초하여 각 측정헤드와 측정대상 사이의 거리를 산출한다(단계 S140).
- [72] 그 후 선택적으로, 측정헤드의 위치센서(114) 검출결과에 기초하여 측정대상의 기울기를 측정하거나 측정대상까지의 거리를 보정하는 단계(S150)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어 도4(a)에 도시한 것처럼 측정대상(TG1)이 기울어져 있을 경우 위치센서(114)의 중앙에서 벗어난 지점에 측정 펄스(MP1)가 입사하게 되므로 위치센서의 검출 결과에 따라 측정대상(TG1)이 어느 정도 최초 상태에서 어느 정도 기울어졌는지를 측정할 수 있다.
- [73] 또한 이와 같이 측정대상(TG1)이 기울어져 있는 경우 광분배기(113)를 통과하여 광경로(F31)로 진행하는 측정 펄스(MP1)의 경로(길이)가 약간 길어지게 되고 이에 따라 측정대상까지의 거리 산출에 오차가 발생하게 된다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서 위치센서(114)의 검출결과에 기초하여 측정 펄스(MP1)의 경로가 어느 정도 증가했는지 산출하고 이 증가분에 기초하여 측정대상까지의 거리를 보정할 수 있다.
- [74] 도9는 제2 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템 구성을 개략적으로 나타내었다. 도1과 비교할 때 도9의 제2 실시예는 제1 광분할기(20)를 스위치(22)로 구현하고 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)를 각각 제2 내지 제4 커플러(31,41,51)로 구현하였다. 즉 도6의 제1 실시예와 비교할 때 커플러(21) 대신 스위치(22)를 사용하였고 그 외에는 제1 실시예와 동일하다.
- [75] 이와 같이 제1 광분할기(20)를 스위치(22)로 구성하고 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)를 커플러로 구현한 경우 스위치(22)는 레이저 펄스를 순차적으로 각 커플러(31,41,51)로 전송하고 각 커플러(31,41,51)는 레이저 펄스를 동시에 분배하여 각 측정헤드로 전송하므로, 거리측정기(12)는 각 커플러(31,41,51) 단위로 기준 펄스와 측정 펄스를 순차적으로 수신하게 된다.
- [76] 예를 들어 도10은 이러한 구성에 의한 다중대상 거리측정시 거리측정기(12)가 수신하는 펄스 신호를 도식적으로 나타내었다. 도7에서와 마찬가지로, T_R 은 레이저 생성부(11)에서 생성되는 레이저 펄스 주기이고, 각 측정헤드(110~190)에서의 기준 펄스와 측정 펄스간 시간차($\Delta Td1, \Delta Td2, \dots, \Delta Td9$)는 각 측정헤드(110~190)에서부터 각 측정대상(TG1~TG9)까지의 거리

차이에 해당하는 시간이고, 기준 펄스간의 수신 시간차($\Delta T_1, \Delta T_2, \dots$)는 도2에 도시한 것처럼 각 측정헤드(110~190)까지의 광경로 길이의 차이($\Delta L_1, \Delta L_2, \dots$)의 각각에 해당하는 시간차이이다.

- [77] 제2 실시예에서와 같이 제1 광분할기(20)를 스위치(22)로 구성하고 제2 내지 제4 광분할기(30,40,50)를 커플러(31,41,51)로 구현한 경우 거리측정기(12)는 한 주기(T_R) 내에 하나의 커플러(31,41,51)로부터의 기준 펄스와 측정 펄스만 수신하면 된다.
- [78] 즉 도10에 도시한 것처럼 첫번째 수신하는 펄스 주기(T_R) 동안에는 제2 커플러(31)로부터 들어오는 제1 내지 제3 측정헤드(110~130)의 기준 펄스(RP1~RP3)와 측정 펄스(MP1~MP3)를 수신하고, 스위치(22)의 스위칭 동작에 의해 그 다음 펄스 주기(T_R) 동안 제3 커플러(41)로부터 들어오는 제4 내지 제6 측정헤드(140~160)의 기준 펄스(RP4~RP6)와 측정 펄스(MP4~MP6)를 수신하고, 그 후 스위치(22)의 스위칭 동작에 의해 그 다음 펄스 주기(T_R) 동안에는 제4 커플러(51)로부터 들어오는 제7 내지 제9 측정헤드(170~190)의 기준 펄스(RP7~RP9)와 측정 펄스(MP7~MP9)를 수신하면 된다.
- [79] 도7과의 비교에서 알 수 있듯이, 제2 실시예에 따르면 레이저 펄스의 한 주기(T_R) 내에 수신할 기준 펄스와 측정 펄스의 개수가 제1 실시예에 비해 작으므로 기준 펄스간 수신 시간차($\Delta T_1, \Delta T_2, \dots$)를 늘릴 수 있어 각 측정헤드의 거리측정 범위를 증가시킬 수 있는 이점이 있다.
- [80] 도11은 제2 실시예에 따른 다중대상 거리측정 방법을 설명하는 흐름도이다. 제1 실시예에 따른 흐름도인 도8과 비교할 때, 다중대상 거리측정 시스템을 초기 세팅하는 단계(S110)는 동일 또는 유사하다. 시스템 세팅 후 단계(S220)에서, 레이저 광원부(10)에서 레이저 펄스를 생성하여 각 측정헤드(110~190)로 전송한다. 이 때 제2 실시예에서는 제1 광분할기(20)를 스위치(22)로 구성하였으므로 스위치(22)를 통과하는 레이저 펄스가 순차적으로 각 커플러(31,41,51)로 전송되고 각 커플러(31,41,51)에서는 이들에 연결된 측정헤드에 레이저 펄스를 동시에 전송할 것이다.
- [81] 따라서 단계(S230)에서 거리측정기(12)는 도10에 도시한 것처럼 한 펄스 주기마다 하나의 커플러(31,41,51)에서 기준 펄스와 측정 펄스를 수신하고, 이렇게 수신한 각 측정헤드의 기준 펄스와 측정 펄스의 시간차($\Delta T_{d1}, \Delta T_{d2}, \dots, \Delta T_{d9}$)에 기초하여 각 측정헤드와 측정대상 사이의 거리를 산출한다(단계 S240).
- [82] 그 후 일 실시예에서 위치센서(114)의 검출결과에 따라 측정대상의 기울기를 산출하거나 측정대상까지의 거리를 보정하는 동작을 실행할 수 있고(단계 S250), 이 단계는 도8의 단계(S150)과 동일 또는 유사하므로 설명을 생략한다.
- [83] 도12는 제3 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템 구성을 개략적으로 나타내었다. 도1과 비교할 때 도12의 제3 실시예는 제1 내지 제4 광분할기(20,30,40,50)를 모두 스위치(22,32,42,52)로 구현하였다. 이와 같이 모든 광분할기(20,30,40,50)를 스위치(22,32,42,52)로 구성하는 경우 각

스위치(22,32,42,52)는 레이저 펄스를 한 펄스 주기(T_R)마다 레이저 펄스를 하나씩 순차적으로 그 다음 스위치 또는 측정헤드로 전송할 수 있으며 따라서 거리측정기(12)도 한 펄스 주기마다 기준 펄스와 측정 펄스를 순차 수신하게 된다.

- [84] 예를 들어 도13은 이러한 구성에 의한 다중대상 거리측정시 거리측정기(12)가 수신하는 펄스 신호를 도식적으로 나타내었다. 제3 실시예에서와 같이 모든 광분할기(20,30,40,50)를 스위치(22,32,42,52)로 구현한 경우 거리측정기(12)는 한 주기(T_R) 내에 하나의 측정헤드(110~190)의 기준 펄스와 측정 펄스만 수신할 수 있다. 즉 도13에 도시한 바와 같이 첫번째 펄스 주기(T_R) 동안 제1 측정헤드(110)의 기준 펄스(RP1)와 측정 펄스(MP1)를 수신하고 그 다음 펄스 주기(T_R) 동안 제2 측정헤드(120)의 기준 펄스(RP2)와 측정 펄스(MP2)를 수신하고, 이러한 동작을 제9 측정헤드(190)의 기준 펄스(RP9)와 측정 펄스(MP9)를 수신할 때까지 반복할 수 있다.
- [85] 도7 및 도10과의 비교에서 알 수 있듯이 제3 실시예에 따르면 레이저 펄스의 한 주기(T_R) 내에 기준 펄스와 측정 펄스를 하나씩만 수신하면 되므로 기준 펄스간 수신 시간차($\Delta T_1, \Delta T_2, \dots$)를 늘릴 수 있어 다른 실시예에 비해 더 먼 거리의 측정대상도 측정할 수 있는 이점이 있다.
- [86] 도14는 제4 실시예에 따른 다중대상 거리측정 시스템의 구성을 개략적으로 나타내었고 도15는 도14의 실시예에서의 다중 광섬유 다발(60)의 선단부를 개략적으로 도시하였다. 도1의 실시예와 비교할 때 어느 하나의 광분할기(도14의 실시예에서는 제2 광분할기(30))에서 분할되는 복수개의 광경로들 중 적어도 일부가 다중 광섬유 다발(60)에 광학적으로 연결되어 있다.
- [87] 다중 광섬유 다발(60)은 여러 개의 광섬유들이 묶여서 다발 형태를 이루는 것으로 본 발명에서 측정대상까지의 거리와 측정대상의 자세(기울기)를 측정하는데 사용되므로 측정헤드(110~190)의 역할을 한다. 도14와 도15에 도시한 실시예에서 다중 광섬유 다발(60)은 제2 광분할기(30)에 광학적으로 연결되고 커버(61)에 의해 다발로 묶여진 4개의 광섬유(F41,F42,F43,F44)를 구비한다. 각 광섬유(F41,F42,F43,F44)의 일단은 제2 광분할기(30)에 광학적으로 연결되고 타단은 동일 측정대상(TG)을 향해 레이저 펄스를 조사할 수 있도록 서로 나란히 정렬되어 있다. 도시한 실시예에서는 다중 광섬유 다발(60)이 4개의 광섬유로 이루어진 것으로 도시하였지만 구체적 실시 형태에 따라 광섬유의 개수가 달라질 수 있음은 물론이다.
- [88] 도15에 도시한 것처럼 다중 광섬유 다발(60)의 복수개의 광섬유(F41,F42,F43,F44)의 각각에는 시준기(112a,112b,112c,112d)가 부착되어 있고 따라서 측정대상(TG)을 향해 평행광의 레이저 펄스를 조사할 수 있다.
- [89] 각 광섬유(F41,F42,F43,F44)를 통해 레이저 펄스를 측정대상(TG)을 향해 조사하고 각 시준기(112a,112b,112c,112d)에서 반사된 기준 펄스 및 각 측정헤드가 수신한 측정 펄스를 레이저 광원부(10)로 전달하여 각 측정헤드와

측정대상(TG) 사이의 거리 또는 다중 광섬유 다발(60)의 선단부에서부터 측정대상(TG) 사이의 거리를 산출한다.

- [90] 이 때 예컨대 도15의 실시예에서 중앙의 광섬유(F41)에서 출력되는 레이저 펄스를 이용하여 측정대상(TG)까지의 거리를 측정하고 이 광섬유(F41) 주위의 광섬유(F42,F43,F44)에서 출력되는 레이저 펄스를 이용하여 측정대상(TG)의 기울어짐을 측정할 수 있다. 예를 들어, 최초에 주위 광섬유(F42,F43,F44)를 이용하여 측정대상(TG)까지의 측정거리를 모니터링하여 측정대상(TG)을 정면으로 바라보도록 설치한다. 그 후 시간이 지남에 따라 측정대상(TG)이 기울어지게 되면 각 광섬유(F42,F43,F44)의 선단부에서부터 측정대상(TG)까지의 거리가 달라지게 되며 각 광섬유의 선단에서 측정대상까지의 측정 거리에 기초하여 측정대상(TG)이 어느 방향으로 얼마만큼 기울어졌는지 산출할 수 있다. 이 경우 3차원 공간상에서 측정대상(TG)의 기울기를 측정해야 하므로 바람직하게는 다중 광섬유 다발(60)의 3개 또는 4개의 광섬유의 출력을 이용하면 기울기를 측정할 수 있으며 나머지 광섬유는 해당 측정대상(TG) 또는 다른 측정대상까지의 거리 측정에 사용할 수 있다.
- [91] 이 실시예에서 광분할기(30)를 커플러(31)로 구현하는 경우 광분할기(30)에서 다중 광섬유 다발(60) 선단까지의 거리를 각기 다르게 하여 예컨대 도2에서 설명한 것처럼 각 광섬유 간에 $\Delta L1, \Delta L2$ 등의 길이 차이가 나도록 구성할 수 있다. 그러나 광분할기(30)를 스위치(32)로 구현하는 경우 각 광섬유 간에 길이 차이가 없어도 무방하다.
- [92] 대안적 실시예에서 다중 광섬유 다발(60) 대신 다중코어 광섬유를 사용할 수 있다. 다중코어 광섬유는 하나의 광섬유 클래드 내에 다수의 코어를 구비한 광섬유이며, 각각의 코어의 일단부가 예컨대 커플러 등의 광학수단을 통해 광분할기(30)에 광학적으로 연결될 수 있다. 다중코어 광섬유의 코어의 타단부에는 시준기가 설치될 수 있고 이에 의해 평행광의 레이저 펄스를 측정대상으로 조사할 수 있다.
- [93] 이 실시예에서, 다수의 코어 중 하나의 코어에서 조사되는 레이저 펄스를 이용하여 측정대상까지의 거리를 측정하고 나머지 코어에서 조사되는 레이저 펄스를 이용하여 측정대상의 자세(기울기) 변형 여부를 측정할 수 있다.
- [94] 이상과 같이 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 명세서의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능함을 이해할 수 있다. 예를 들어 도9의 실시예에서는 제2 내지 제4 광분할기를 모두 커플러(31,41,51)로 구성하고 도12의 실시예에서는 제2 내지 제4 광분할기를 모두 스위치(32,42,52)로 구성하였지만, 대안적 실시예에서 제2 내지 제4 광분할기 중 일부는 커플러로 구성하고 나머지 일부는 스위치로 구성할 수도 있고 이에 따라 각 측정헤드의 측정가능 범위를 다양하게 조절할 수 있을 것이다.
- [95] 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해

정해져야 한다.

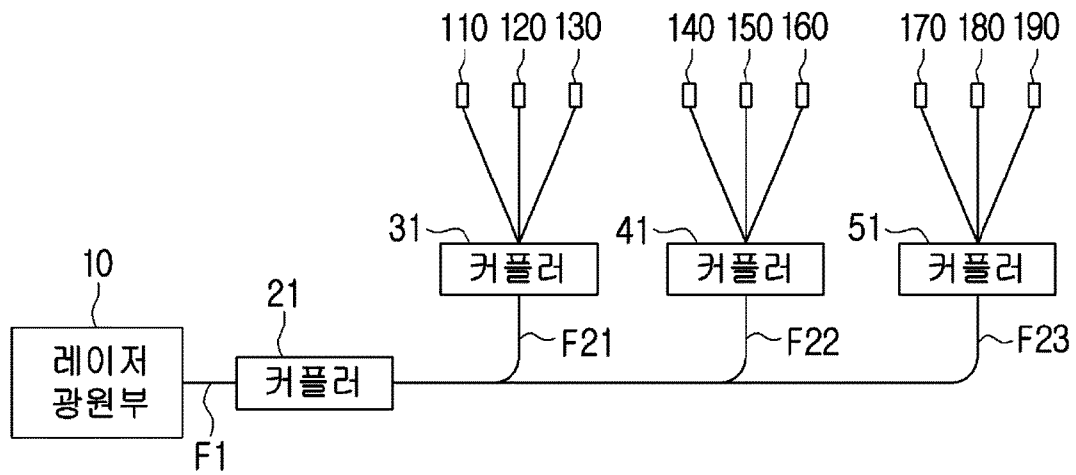
- [96] (부호의 설명)
- [97] 10: 레이저 광원부 11: 레이저 생성부
- [98] 12: 거리측정기 20, 30, 40, 50: 광분할기
- [99] 21, 31, 41, 51: 커플러 22, 32, 42, 52: 스위치
- [100] 60: 다중 광섬유 다발 110~190: 측정헤드
- [101] 111: 커넥터 112: 시준기
- [102] 113: 광분배기 114: 위치센서

청구범위

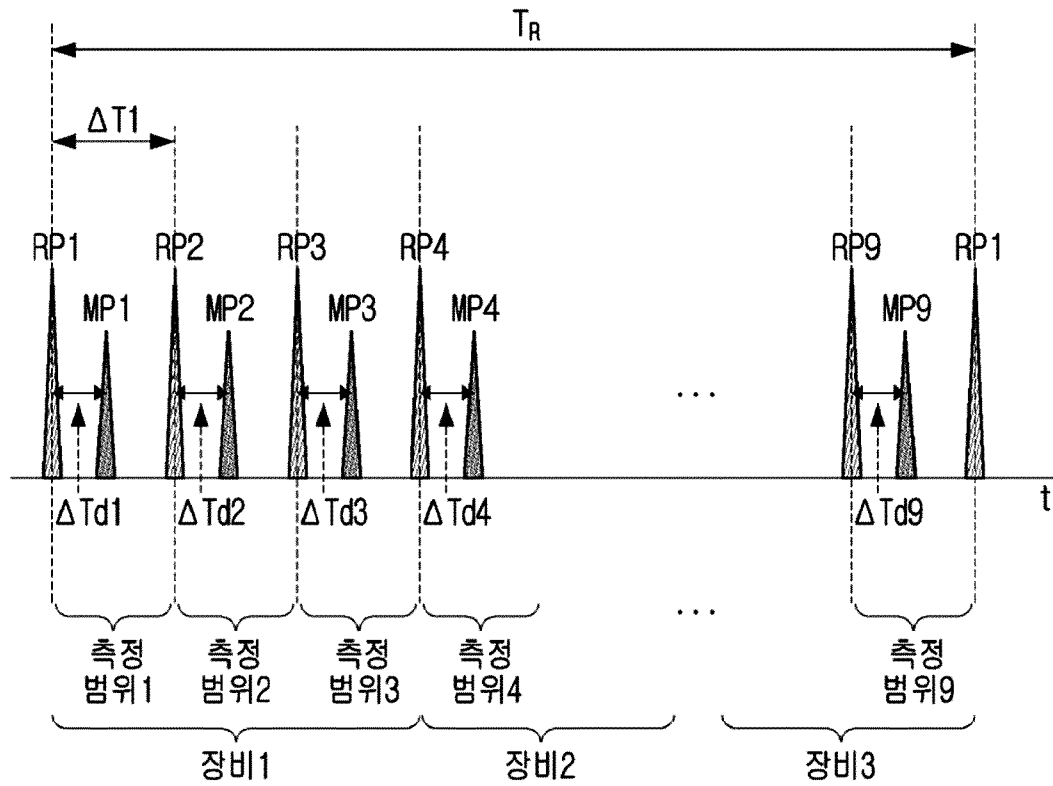
- [청구항 1] 다중대상 거리측정 시스템으로서,
복수개의 광분할기;
상기 복수개의 광분할기에서 분할된 복수개의 광경로의 각각의 단부에 하나씩 광학적으로 연결된 복수개의 측정헤드; 및
각 측정헤드에서 측정대상까지의 거리를 측정하는 거리측정기;를 포함하고,
상기 복수개의 측정헤드의 각각을 통해 레이저 펄스를 측정대상을 향해 조사하고, 상기 거리측정기가 각 측정헤드로부터 기준 펄스와 측정 펄스를 수신하면, 각 측정헤드의 기준 펄스와 측정 펄스의 수신 시간차에 기초하여 각 측정헤드와 측정대상 사이의 거리를 산출하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 복수개의 광분할기가,
레이저 펄스를 복수개의 광경로로 분할하는 제1 커플러; 및
제1 커플러에서 분할된 각각의 광경로에 광학적으로 연결된 복수개의 제2 커플러;를 포함하는, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 거리측정기가 상기 복수개의 측정헤드의 모든 기준 펄스와 모든 측정 펄스를 상기 레이저 펄스의 주기(TR) 내에 수신하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
각각의 측정헤드의 측정가능 거리는, 상기 거리측정기가 상기 측정헤드의 기준 펄스를 수신하는 수신 시각과 이 기준 펄스 다음으로 수신하는 다른 측정헤드의 기준 펄스의 수신 시각 사이의 시간 간격에 기초하여 결정되는, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 복수개의 광분할기가,
레이저 펄스를 복수개의 광경로로 분할하는 스위치; 및
상기 스위치에서 분할된 각각의 광경로에 광학적으로 연결된 복수개의 커플러;를 포함하는, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,
상기 거리측정기가 상기 레이저 펄스의 주기(TR)마다 상기 복수개의 커플러 중 상기 스위치에 의해 선택된 하나의 커플러로부터 기준 펄스와 측정 펄스를 수신하되, 상기 선택된 커플러에 광학적으로 연결된 복수개의 측정헤드의 모든 기준 펄스와 모든 측정 펄스를 상기 주기 내에 수신하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템.

- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
각각의 측정헤드의 측정가능 거리가, 상기 거리측정기가 상기
측정헤드의 기준 펄스를 수신하는 수신 시각과 이 기준 펄스 다음으로
수신하는 다른 측정헤드의 기준 펄스의 수신 시각 사이의 시간 간격에
기초하여 결정되는, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
다중 광섬유 다발 또는 다중코어 광섬유; 및
상기 다중 광섬유 다발 또는 다중코어 광섬유에서 조사되는 레이저
펄스를 평행광으로 만드는 시준기;를 더 포함하고,
상기 다중 광섬유 다발 또는 다중코어 광섬유의 각각의 코어의 일단부는
상기 복수개의 광분할기 중 하나의 광분할기에 광학적으로 연결되고
상기 각각의 코어의 타단부에서 동일 측정대상을 향해 평행광의 레이저
펄스를 조사하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 거리측정기가,
상기 다중 광섬유 다발의 하나의 광섬유 또는 상기 다중코어 광섬유의
하나의 코어에서 조사되는 레이저 펄스를 이용하여 상기 측정대상까지의
거리를 측정하고,
상기 다중 광섬유 다발의 나머지 광섬유 또는 상기 다중코어 광섬유의
나머지 코어에서 조사되는 레이저 펄스를 이용하여 상기 측정대상의
기울기를 산출하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 측정헤드의 각각이 상기 측정 펄스의 적어도 일부를 수신하는
위치센서를 더 포함하고,
상기 측정헤드의 각각이 상기 위치센서의 검출결과에 기초하여 상기
측정대상을 향해 조사되는 레이저 펄스와 상기 측정 펄스의 광축이
일치하도록 측정헤드를 정렬하도록 구성된, 다중대상 거리측정 시스템.

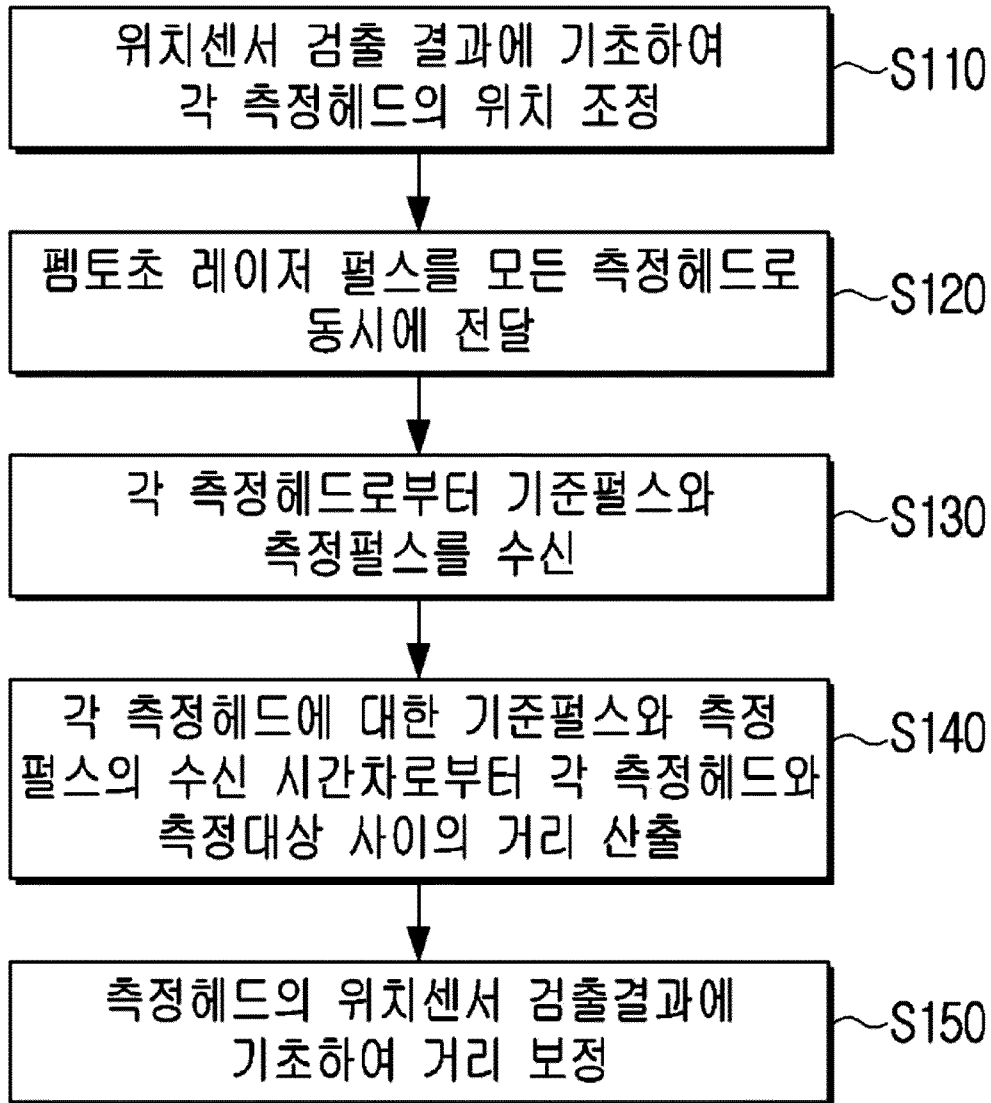
[도6]



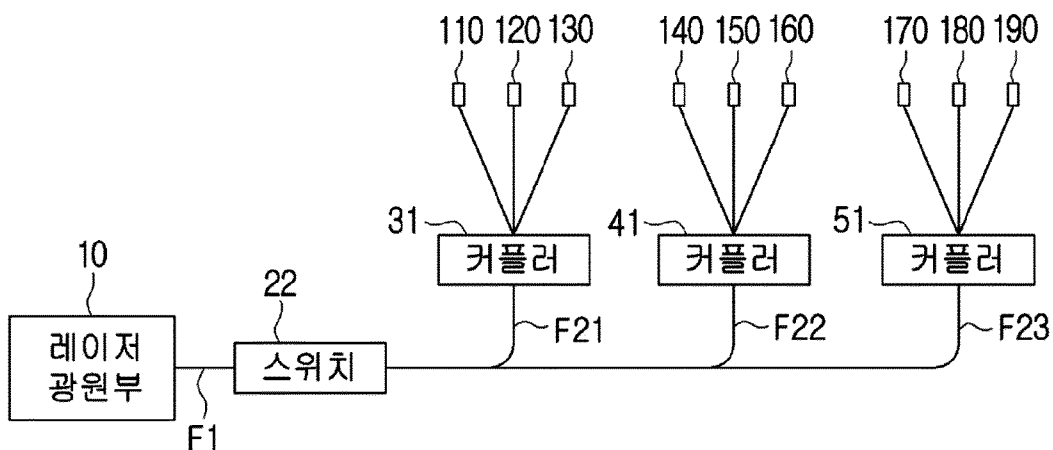
[도7]



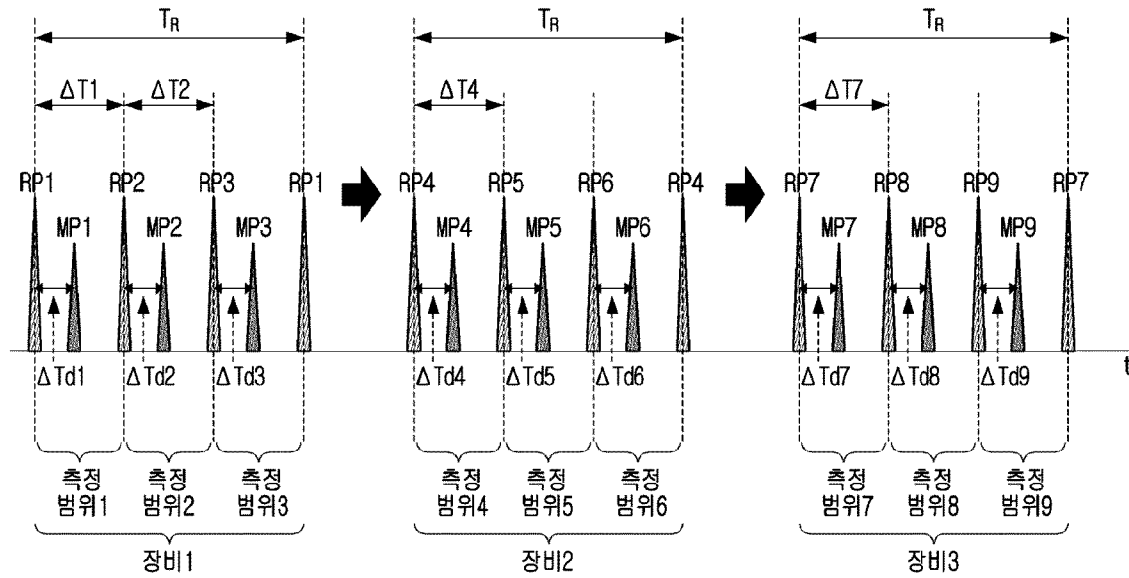
[도8]



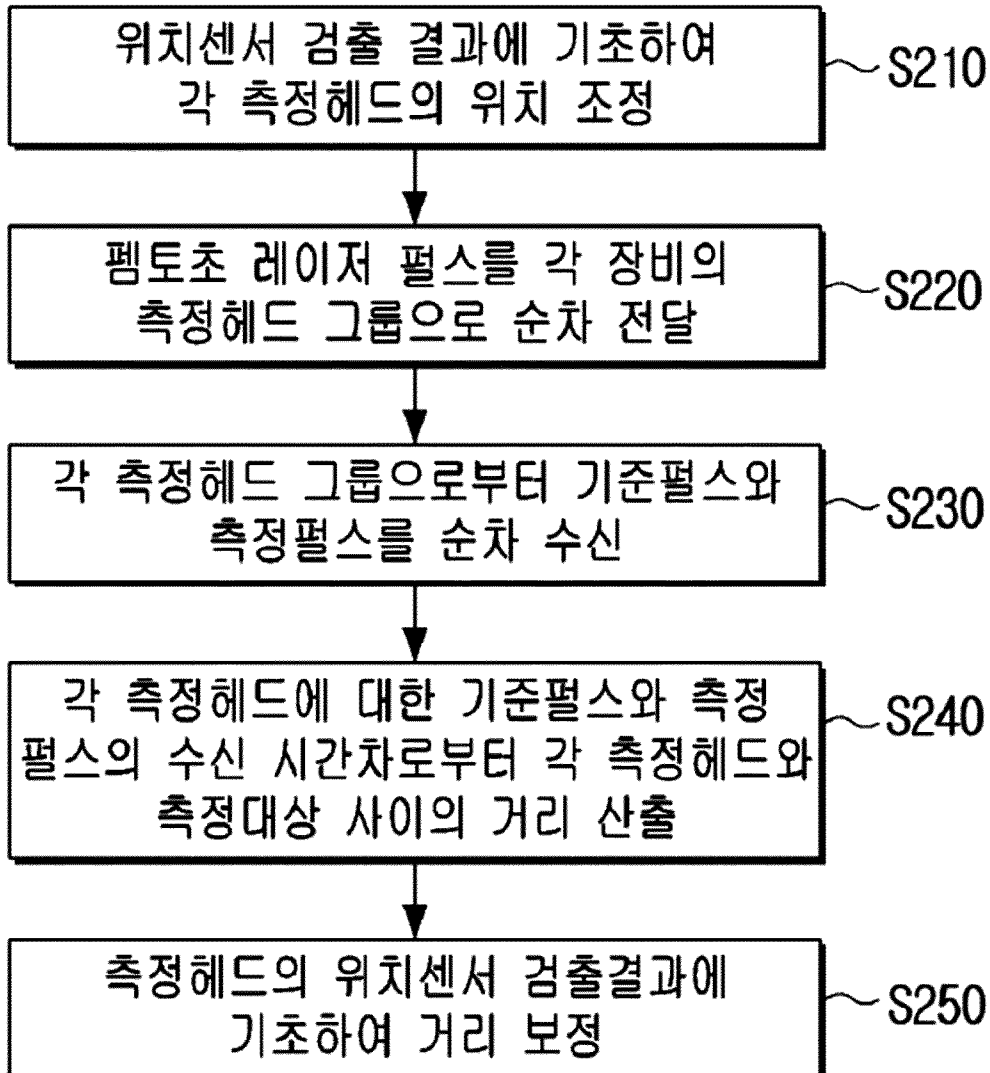
[도9]



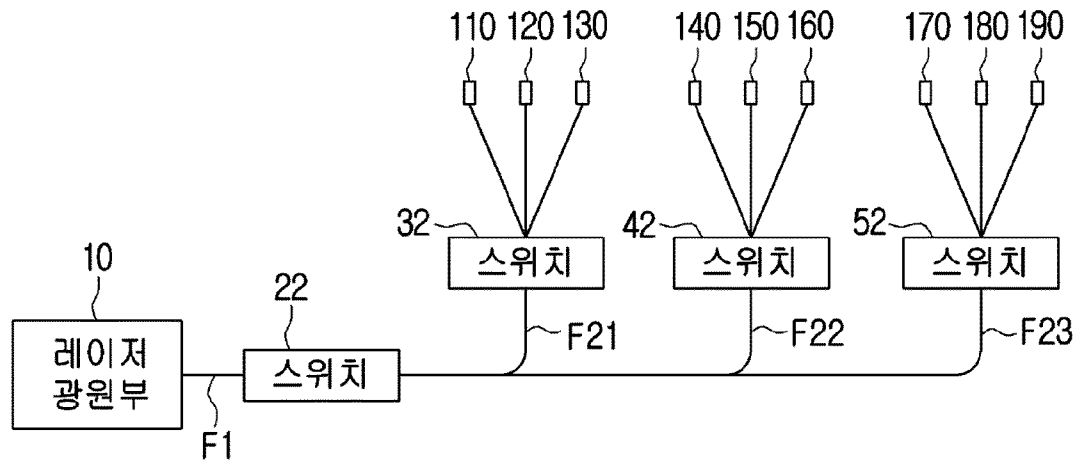
[도10]



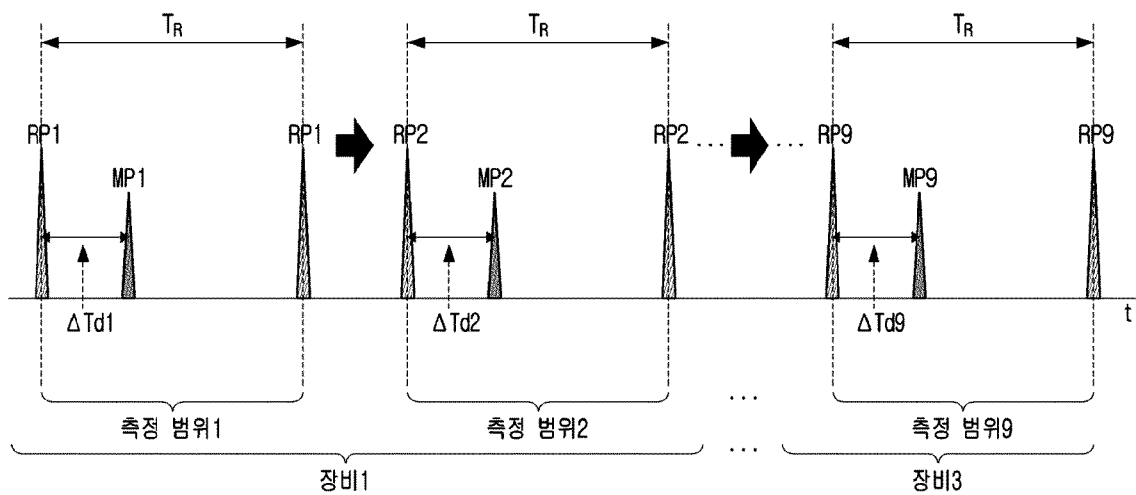
[도11]



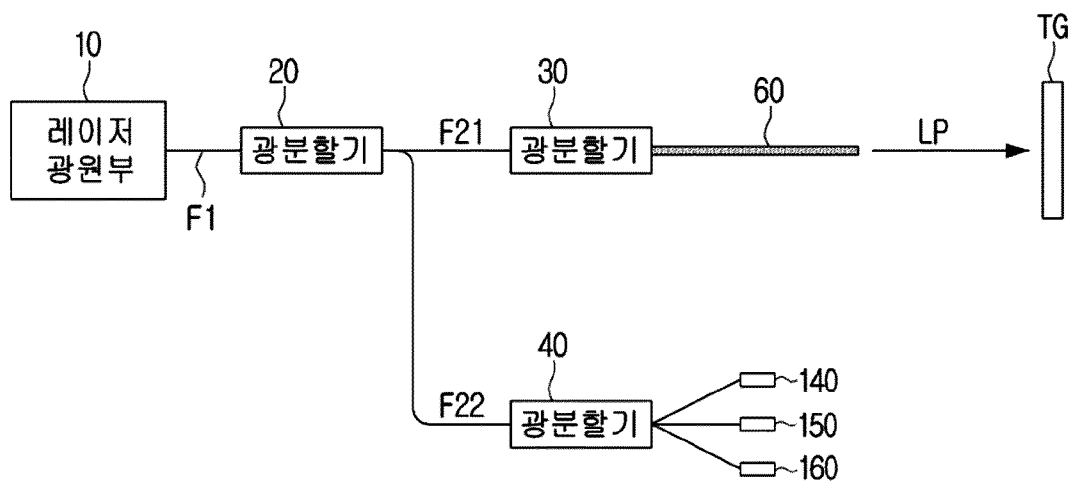
[도12]



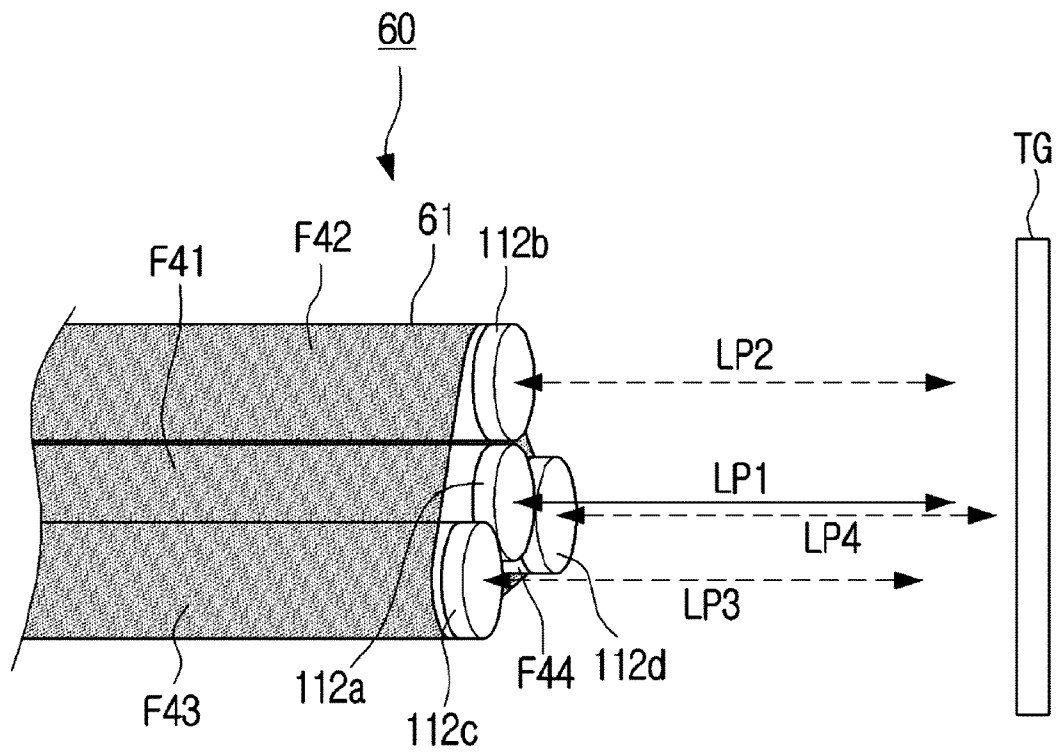
[도13]



[도14]



[도 15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/012248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/02(2006.01)i; **G01B 9/02**(2006.01)i; **G01J 1/04**(2006.01)i; **G01S 7/481**(2006.01)i; **G01S 17/08**(2006.01)i;
G01S 7/4865(2020.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B 11/02(2006.01); G01B 11/06(2006.01); G01B 11/14(2006.01); G01B 9/02(2006.01); G01J 1/02(2006.01);
G01J 3/18(2006.01); G02B 6/26(2006.01); H01S 5/00(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 거리(distance), 측정(measure), 광 분할기(light separator), 측정 헤드(measure head), 레이저 펄스(laser pulse), 기준 펄스(standard pulse), 측정 펄스(measured pulse), 시간(time), 차이(difference)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2018-0028230 A (HUMEN CO., LTD.) 16 March 2018 (2018-03-16) See paragraphs [0028]-[0055]; claim 1; and figure 1.	1-10
Y	KR 10-2018-0032396 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 30 March 2018 (2018-03-30) See paragraphs [0036]-[0068], [0102] and [0143]; claims 1-3; and figures 1-4 and 19.	1-10
A	KR 10-2013-0114323 A (FIBERPRO, INC.) 17 October 2013 (2013-10-17) See paragraphs [0009]-[0021].	1-10
A	KR 10-2017-0143069 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 29 December 2017 (2017-12-29) See claims 1-9.	1-10
A	JP 2000-283846 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 13 October 2000 (2000-10-13) See paragraphs [0007]-[0012].	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“D” document cited by the applicant in the international application
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 December 2021

Date of mailing of the international search report

24 December 2021

Name and mailing address of the ISA/KR

**Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208**

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/012248

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2018-0028230	A	16 March 2018	KR	10-1941581	B1	24 January 2019
KR	10-2018-0032396	A	30 March 2018	KR	10-2010123	B1	12 August 2019
KR	10-2013-0114323	A	17 October 2013	KR	10-1452931	B1	21 October 2014
KR	10-2017-0143069	A	29 December 2017	US	10088297	B2	02 October 2018
				US	2017-0363418	A1	21 December 2017
JP	2000-283846	A	13 October 2000	JP	3663966	B2	22 June 2005

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01B 11/02(2006.01)i; G01B 9/02(2006.01)i; G01J 1/04(2006.01)i; G01S 7/481(2006.01)i; G01S 17/08(2006.01)i; G01S 7/4865(2020.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01B 11/02(2006.01); G01B 11/06(2006.01); G01B 11/14(2006.01); G01B 9/02(2006.01); G01J 1/02(2006.01); G01J 3/18(2006.01); G02B 6/26(2006.01); H01S 5/00(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 거리(distance), 측정(measure), 광 분할기(light separator), 측정 헤드(measure head), 레이저 펄스(laser pulse), 기준 펄스(standard pulse), 측정 펄스(measured pulse), 시간(time), 차이(difference)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2018-0028230 A (휴먼 주식회사) 2018.03.16 단락 [0028]-[0055]; 청구항 1; 및 도면 1	1-10
Y	KR 10-2018-0032396 A (한국과학기술원) 2018.03.30 단락 [0036]-[0068], [0102], [0143]; 청구항 1-3; 및 도면 1-4, 19	1-10
A	KR 10-2013-0114323 A ((주)파이버프로) 2013.10.17 단락 [0009]-[0021]	1-10
A	KR 10-2017-0143069 A (삼성전자주식회사) 2017.12.29 청구항 1-9	1-10
A	JP 2000-283846 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 2000.10.13 단락 [0007]-[0012]	1-10
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년12월24일(24.12.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년12월24일(24.12.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 방승훈 전화번호 +82-42-481-5560

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2021/012248

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0028230 A	2018/03/16	KR 10-1941581 B1	2019/01/24
KR 10-2018-0032396 A	2018/03/30	KR 10-2010123 B1	2019/08/12
KR 10-2013-0114323 A	2013/10/17	KR 10-1452931 B1	2014/10/21
KR 10-2017-0143069 A	2017/12/29	US 10088297 B2	2018/10/02
		US 2017-0363418 A1	2017/12/21
JP 2000-283846 A	2000/10/13	JP 3663966 B2	2005/06/22