

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 11월 21일 (21.11.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/172561 A2

- (51) 국제특허분류: *G01D 5/26* (2006.01) *G01D 5/244* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/003469
- (22) 국제출원일: 2013년 4월 23일 (23.04.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0051435 2012년 5월 15일 (15.05.2012) KR
10-2012-0114099 2012년 10월 15일 (15.10.2012) KR
- (71) 출원인: 한국표준과학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) [KR/KR]; 305-340 대전시 유성구 도룡동 1, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김종안 (KIM, Jong-Ahn); 305-721 대전시 유성구 신성동 럭키하나아파트 103-1202, Daejeon (KR). 김재완 (KIM, Jae-Wan); 305-755 대전시 유성구 어은동 99 한빛아파트 102-506, Daejeon (KR). 임태봉 (EOM, Tae-Bong); 307-707 대전시 유성구 신성동 삼성한울아

파트 107-304, Daejeon (KR). 강주식 (KANG, Chu-Shik); 305-761 대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 508-403, Daejeon (KR). 진중환 (JIN, Jong-Han); 305-301 대전시 유성구 봉명동 투유원아파트 805, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 이평우 (LEE, Pyung-Woo); 135-754 서울시 강남구 역삼동 837-11 유니온센타빌딩 1613, Seoul (KR).

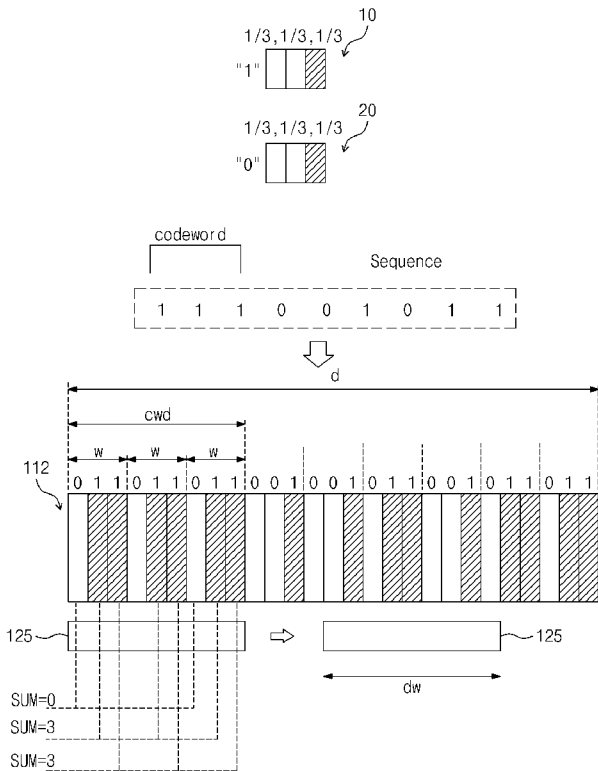
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: ABSOLUTE POSITION MEASUREMENT METHOD, ABSOLUTE POSITION MEASUREMENT DEVICE, AND SCALE

(54) 발명의 명칭: 절대 위치 측정 방법, 절대 위치 측정 장치, 및 스케일



(57) Abstract: The present invention provides an absolute position measurement method, absolute position measurement device, and scale. The scale includes a scale pattern formed by replacing repetitively arranged pseudo-random codes with a sequence of N-stage linear feedback transition resistors by using a first symbol having a first width and representing a first state and a second symbol having the first width and representing a second state. The first symbol is divided into two or more first symbol areas, the second symbol is divided into two or more second symbol areas, and there is at least one overlap area having the same structure due to the overlap of the first symbol and the second symbol.

(57) 요약서: 본 발명은 절대 위치 측정 방법, 절대 위치 측정 장치, 및 스케일을 제공한다. 이 스케일은 제 1 폭을 가지고 제 1 상태를 나타내는 제 1 심볼(symbol), 상기 제 1 폭을 가지고 제 2 상태를 나타내는 제 2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 형성된 스케일 패턴을 포함한다. 제 1 심볼은 2 개 이상의 제 1 심볼 영역들로 분할되고, 제 2 심볼은 2 개 이상으로 제 2 심볼 영역들로 분할되고, 제 1 심볼과 상기 제 2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재한다.

WO 2013/172561 A2



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 절대 위치 측정 방법, 절대 위치 측정 장치, 및 스케일 기술분야

- [1] 본 발명은 절대 위치 측정 방법에 관한 것으로, 더 구체적으로 의사 랜덤 코드를 심볼화한 스케일 패턴을 판독하여 대략 절대 위치를 산출하고, 심볼의 위상을 이용하여 정확한 절대 위치를 산출하는 방법에 관한 것이다.
- [2] 본 발명은 절대 위치 측정 방법에 관한 것으로, 더 구체적으로 절대 위치 이진 코드(APBC)를 이용한 이진 스케일을 광학적으로 판독하여 절대 위치를 산출하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [3] 절대 위치 스케일(scale)을 이용하여 판독헤드가 절대 위치를 결정할 수 있도록 하는 절대 위치 인코더(absolute position encoder)가 알려져있다. 이와 같은 인코더는, 눈금자의 측정 차원(measuring dimension)을 따라 연속적으로 형성된 고유 위치 데이터를 갖는 하나의 트랙을 갖는 눈금자를 포함한다. 하지만, 이러한 절대 위치 인코더는 고유 데이터의 분해능 한계로 인해 정확한 위치를 제공하기 어렵다.
- [4] 또한, 인크리멘탈 위치 인코더(incremental position encoder)은 두 물체의 상대 위치를 측정하는 장치이다. 인크리멘탈 스케일 인코더는 일정 간격으로 배치된 동일한 패턴을 인식하여 정확한 상대 위치를 제공할 수 있다. 하지만, 인크리멘탈 위치 인코더는 절대 위치를 제공할 수 없다.
- [5] 따라서, 절대 위치와 정확한 위치를 제공하는 새로운 구조의 인코더가 요구된다.
- [6] 다양한 정밀 시스템(precision systems) 및 과학 기계(scientific instruments)에서, 정밀한 위치 측정은 구동 시스템(actuating systems)을 모니터링하고 제어하는 기본 요소이다. 레이저 간섭계와 광학 인코더는 전형적인 위치 센서들이다. 레이저 간섭계는 간섭 무늬를 카운팅하고 서브-분할(sub-dividing)하여 서브-나노미터 해상도를 가지고 위치를 측정한다. 상기 간섭 무늬의 주기는 레이저 광원의 파장에 의하여 결정된다.
- [7] 광학 인코더는 스케일을 사용한다. 상기 스케일은 균일하고 주기적인 패턴을 가진다. 상기 패턴은 수 내지 수십 마이크로 미터의 피치를 가진다. 상기 광학 인코더는 간섭 무늬 또는 강도 프로파일(intensity profile)을 처리하여 위치 값(position readouts)을 얻는다.
- [8] 상기 레이저 간섭계는 높은 정밀도를 달성할 수 있다. 그러나, 상기 레이저 간섭계는 잘 제어된 환경 조건(well controlled environmental condition) 및 세심한 정렬(delicate alignment)을 요구한다.
- [9] 증분 위치 측정(incremental position measurement)에서, 위치 값은 초기

- 위치로부터 상대 변위를 누적하여 얻어진다. 상기 증분 위치 측정은 정밀 스테이지 및 위치 모니터링과 같은 많은 응용 분야에 적용되고 있다.
- [10] 그러나, 상기 증분 위치 측정은 오직 상대 변위를 측정하고, 절대 위치를 측정하기 위하여 추가적인 센서를 사용한 초기화를 요구한다.
- [11] 상기 절대 위치 측정은 정밀 시스템의 효율성과 강건성(robustness)을 증가시킨다. 왜냐하면, 절대 위치 측정은 초기화를 요구하지 않고, 다양한 돌발 상황(emergency events)을 처리할 수 있다. 상기 절대 위치 측정은 전력 소모가 엄격하게 제어되어야 하는 응용분야에서도 장점을 가진다.
- [12] 절대 인코더는 특별히 설계된 스케일을 요구한다. 절대 위치 이진 코드(absolute position binary code; APBC)는 상기 스케일에 인코딩된다. 초기에는, 상기 APBC는 멀티-트랙 코드(multi-track code)를 사용하여 인코딩되었고, 증분형 트랙(incremental track)이 높은 분해능을 위하여 추가되었다. 그러나, 인코더 헤드의 복잡한 구성(complex configuration)과 정렬 문제(alignment issue)는 상기 스케일의 멀티-트랙 구성에 기인하여 불가피하다.
- [13] 따라서, 절대 위치와 정확한 위치를 제공하는 새로운 구조의 인코더가 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [14] 본 발명의 해결하고자 하는 기술적 과제는 절대 위치를 알 수 있는 절대 위치 인코더를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [15] 본 발명의 일 실시예에 따른 절대 위치 측정 방법은 제1 폭을 가지고 제1 상태를 나타내는 제1 심볼(symbol) 및 상기 제1 폭을 가지고 제2 상태를 나타내는 제2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 스케일 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 제1 심볼은 서로 다른 구조의 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼은 서로 다른 구조의 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼과 상기 제2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재하고, 상기 중첩 영역, 상기 제1 심볼 영역들, 및 제2 심볼 영역들 중에서 가장 작은 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 추출하고 상기 N 스테이지로 구성된 코드워드의 길이(cwd) 이상의 측정 폭(dw)에 대하여 감지 신호를 추출하는 단계를 포함한다.
- [16] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 폭은 상기 최소 영역의 폭의 3 배 이상이고, 상기 제1 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 추출하는 단계; 상기 합산 신호들을 이용하여 상기 제1 심볼 및 상기 제2 심볼의

중첩 영역을 특정하는 단계; 상기 중첩 영역을 기준을 하여 코드워드를 분석하여 대략 절대 위치 정보(coarse absolute position information)를 추출하는 단계; 및 상기 중첩 영역에 대응하는 상기 감지 신호를 이용하여 위상을 추출하여 상세 절대 위치 정보(fine absolute position information)를 추출하는 단계; 중에서 적어도 하나의 단계를 더 포함할 수 있다.

- [17] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 심볼(symbol)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할되고, 상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할될 수 있다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)는 최대길이 시퀀스(Maximum length sequence)일 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 하나의 상기 중첩 영역에 대하여 2 개 또는 3 개의 감지 신호를 가질 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 서로 이격되어 있을 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 연속적으로 배치될 수 있다.
- [22] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 감지 신호는 상기 스케일에서 반사된 광 신호일 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 감지 신호는 상기 스케일을 투과한 광 신호일 수 있다.
- [24] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 폭은 수 마이크로미터 내지 수 밀리미터일 수 있다.
- [25] 본 발명의 일 실시예에 따른 절대 위치 측정용 스케일은 제1 폭을 가지고 제1 상태를 나타내는 제1 심볼(symbol), 상기 제1 폭을 가지고 제2 상태를 나타내는 제2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 형성된 스케일 패턴을 포함한다. 상기 제1 심볼은 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼은 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼과 상기 제2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재한다.
- [26] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 심볼 및 상기 제2 심볼은 적어도 하나의 바 패턴을 포함할 수 있다.
- [27] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)는 최대길이 시퀀스(Maximum length sequence)일 수 있다.
- [28] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 서로 이격되어 있을 수 있다.
- [29] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 연속적으로 배치될 수 있다.

- [30] 본 발명의 일 실시예에 따른 절대 위치 측정 장치는 제1 폭을 가지고 제1 상태를 나타내는 제1 심볼(symbol) 및 상기 제1 폭을 가지고 제2 상태를 나타내는 제2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 형성된 스케일 패턴을 포함하는 스케일; 상기 제1 심볼은 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼은 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼과 상기 제2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재하고, 상기 중첩 영역, 상기 제1 심볼 영역들, 및 제2 심볼 영역들 중에서 가장 작은 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 추출하고 상기 N 스테이지로 구성된 코드워드의 길이(cwd) 이상의 측정 폭(dw)에 대하여 감지 신호를 측정하는 센서 어레이; 상기 제1 폭은 상기 최소 영역의 폭의 3 배 이상이고, 상기 제1 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 제공하는 처리부를 포함한다.
- [31] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 처리부는 상기 합산 신호들을 이용하여 상기 제1 심볼 및 상기 제2 심볼의 중첩 영역을 특정하고, 상기 중첩 영역을 기준을 하여 코드워드를 분석하여 대략 절대 위치 정보(coarse absolute position information)를 추출하고, 상기 중첩 영역에 대응하는 상기 감지 신호를 이용하여 위상을 추출하여 상세 절대 위치 정보(fine absolute position information)를 추출할 수 있다.
- [32] 본 발명의 일 실시예에 따른 절대 위치 측정 방법에서 절대 위치 이진 코드(APBC)의 1 비트를 나타내는 데이터 셀은 데이터 섹션, 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고, 상기 절대 위치 이진 코드로 구성된 이진 스케일을 제공하는 단계; 광학계 및 광센서 어레이를 통하여 상기 이진 스케일의 이미지를 획득하는 단계; 및 상기 이미지를 처리하여 절대 위치를 산출하는 단계를 포함한다. 상기 광학계의 배율은 하나의 세그먼트에 대응하는 이미지의 폭이 상기 광센서 어레이의 픽셀 폭의 정수 배가 되도록 정한다.
- [33] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 데이터 섹션은 상기 데이터 셀 내부에서 이진 상태를 나타내기 위하여 상기 세그먼트 폭의 정수 배로 이동할 수 있다.
- [34] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 이미지를 처리하여 절대 위치를 산출하는 단계는: 하나의 데이터 셀 폭에 대응하는 픽셀 서브셋에서 상기 클락 섹션과 가장 근접하게 정렬된 클락 픽셀을 찾는 단계; 하나의 데이터 셀 폭에 대응하는 상기 픽셀 서브셋에서 상기 클락 픽셀의 차수를 클락 픽셀 인덱스로 할당하는 단계; 상기 클락 픽셀 인덱스를 감소시키는 방향으로 상기 클락 픽셀 인덱스를 순환적으로 이동(circularly shifting)하여 절대 코드 픽셀 인덱스를 얻는 단계; 각

픽셀 서브셋에서 상기 절대 코드 픽셀 인덱스에 대응하는 절대 코드 픽셀들의 세기를 이용하여 픽셀 서브셋의 이진 상태를 결정하는 단계; 이진 상태가 결정된 픽셀 서브셋들의 이진 코드는 룩업 테이블을 통하여 절대위치 코드로 변환되는 단계; 각 픽셀 서브셋에서 최대의 세기를 가지고 상기 데이터 섹션의 위치에 대응하는 데이터 픽셀을 찾는 단계; 상기 데이터 픽셀 주위의 픽셀값들을 사용하여 상기 데이터 섹션의 상대 위상을 계산하는 단계; 상기 상대 위상이 영 이상인 경우 -2π 만큼 빼는 단계; 상기 절대 위치 코드, 상기 절대 코드 픽셀 인덱스, 및 상기 상대 위상을 이용하여 상기 절대 위치를 계산하는 단계; 들 중에서 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

- [35] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 선형 회귀 기법을 사용하여 길이 의존 에러 항을 제거하는 단계; 및 서브-분할 과정의 비선형 에러를 상기 상대 위상에 따른 사인파형 함수로 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [36] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 데이터 셀은 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타낼 수 있다.
- [37] 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치에서 절대 위치 이진 코드(APBC)의 1 비트를 나타내는 데이터 셀은 데이터 섹션, 중립 섹션, 및 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 일정한 간격의 세그먼트를 포함하고, 상기 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고, 상기 절대 위치 이진 코드로 구성된 이진 스케일; 상기 스케일에 광을 조사하는 광원; 상기 이진 스케일을 투과하거나 상기 이진 스케일에서 반사된 광을 집속하는 광학계; 및 상기 이진 스케일의 이미지를 감지하는 광센서 어레이를 포함한다. 상기 광학계의 배율은 하나의 세그먼트에 대응하는 이미지의 폭이 상기 광센서 어레이의 픽셀 폭의 정수 배가 되도록 정한다.
- [38] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 광학계는: 상기 스케일에 상기 광원의 출력광을 조사하는 대물렌즈부; 및 상기 스케일에서 반사되어 상기 대물 렌즈부를 통과한 광을 상기 광센서 어레이에 집속하는 이미지 렌즈부를 포함할 수 있다.
- [39] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 광원의 광을 평행광으로 변환하는 콜리메이터 렌즈; 및 상기 평행광의 광 경로를 변경하여 상기 대물 렌즈부에 제공하고 상기 대물 렌즈부에서 제공되는 광을 상기 이미지 렌즈부에 제공하는 빔 분리를 더 포함할 수 있다.
- [40] 본 발명의 일 실시 예에 따른 이진 스케일에서 절대 위치 이진 코드(APBC)의 1 비트를 나타내는 데이터 셀은 데이터 섹션, 중립 섹션, 및 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 일정한 간격의 세그먼트를 포함하고, 상기 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고, 상기 절대 위치 이진 코드로 구성된다.
- [41] 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 상기 데이터 섹션은 상기 데이터 셀 내부에서

이진 상태를 나타내기 위하여 이동할 수 있다.

- [42] 본 발명의 일 실시 예에 따른 2차원 이진 스케일에서 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션, 제1 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제1 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향으로 제2 데이터 섹션, 제2 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제2 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 데이터 섹션과 상기 제2 데이터 섹션의 교집합 영역을 채우는 마크 패턴이 형성된 경우, (0,0) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (1,0) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (0,1) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 이동하고 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭 만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (1,1) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀을 2차원으로 배열하여 2차원 절대 위치 스케일을 형성할 수 있다.
- [43] 본 발명의 일 실시 예에 따른 2차원 이진 스케일에서 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션, 제1 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제1 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향으로 제2 데이터 섹션, 제2 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제2 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 데이터 섹션과 상기 제2 데이터 섹션의 교집합 영역을 채우는 제1 마크 패턴이 형성된 경우, (0,0) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 연장되어 상기 제2 마크 패턴이 형성된 경우, (1,0) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭만큼 연장되어 상기 제3 마크 패턴이 형성된 경우, (0,1) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 연장되고 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭 만큼 연장되어 제4 마크 패턴이 형성된 경우, (1,1) 상태를 표시한다. 상기 2차원 데이터 셀을 2차원으로 배열하여 2차원 절대 위치 스케일을 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [44] 본 발명의 일 실시예에 따른 절대 위치 측정 장치는 하나의 스케일 패턴 안에 절대 위치에 대한 정보를 제공한다. 또한, 절대 위치 측정 장치는 더욱 정밀한 위치를 제공하기 위하여 패턴의 위상을 추출하여 더욱 정밀한 절대 위치를 제공할 수 있다.
- [45] 본 발명은 새로운 절대 위치 측정 방법을 제공한다. 상기 절대 위치 측정 방법은 싱글 트랙 이진 코드(single track binary code)를 사용하고, 절대 위치 코드는 하나의 이진 상태 표현(one binary state representation)의 위상을 변화시켜 인코딩된다.
- [46] 상기 싱글 트랙 이진 코드의 구조적 성질(structural property)을 사용하여 효율적으로 디코딩될 수 있다. 상기 싱글 트랙 이진 코드의 서브-분할(sub-division)은 절대 위치 인코딩을 위하여 사용되는 상기 이진 상태 표현의 상태 위치를 감지하여 가능하다. 따라서, 상기 절대 위치 인코딩은 서브-분할 과정과 간섭하지 않는다. 따라서, 어떠한 의사-랜덤 시퀀스(pseudo-random sequence)도 상기 절대 위치 코드로 사용될 수 있다.
- [47] 본 발명에서 제안된 방법은 상기 서브-분할을 위한 추가적인 센싱부를 요구하지 않는다. 상기 제안된 방법은 간단한 구조(configuration) 및 효율적인 데이터 처리로 실현될 수 있다.
- [48] 상기 제안된 방법을 증명하고 평가하기 위하여, 절대 위치 측정 장치가 이진 코드 스케일, 현미경 이미징 시스템, 및 CCD 카메라를 사용하여 설치되었다. 레이저 간섭계과 비교 결과에서, 상기 절대 위치 측정 장치는 50 nm 미만의 해상도를 보이고, 보상 후 ± 60 nm 미만의 비선형 에러를 보였다.

도면의 간단한 설명

- [49] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 측정 장치를 나타내는 도면이다.
- [50] 도 2는 도 1의 위치 측정 장치를 설명하는 단면도이다.
- [51] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 잡음 코드를 설명하는 도면들이다.
- [52] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 심볼 또는 제2 심볼을 설명하는 도면이다.
- [53] 도 5는 도 4의 제1 심볼 또는 제2 심볼을 적용한 스케일 패턴을 설명하는 도면이다.
- [54] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 측정 장치를 설명하는 개념도이다.
- [55] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [56] 도 8a는 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 정렬된 경우를 설명하는 도면이다.
- [57] 도 8b는 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 비정렬된 경우를 설명하는 도면이다.
- [58] 도 9a는 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 정렬된 경우를 설명하는 도면이다.
- [59] 도 9b는 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 비정렬된 경우를 설명하는

- 도면이다.
- [60] 도 10 내지 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예들에 따른 심볼들을 나타내는 도면들이다.
- [61] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이진 코드 인코딩을 나타낸다.
- [62] 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치를 설명하는 도면이다.
- [63] 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광센서 어레이의 이미지에서 APBC의 세기 강도를 나타낸다.
- [64] 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [65] 도 18은 본 발명의 일 실시 예에 따른 10-비트 이진 코드의 세기 프로파일을 나타낸다.
- [66] 도 19는 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치의 결과와 레이저 간섭계의 결과를 비교하는 도면이다.
- [67] 도 20은 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치와 레이저 간섭계의 측정 결과를 비교하는 도면이다.
- [68] 도 21은 에러 보상 전 및 후의 서브-분할 과정에서 비선형 에러를 나타낸다.
- [69] 도 22는 본 발명의 일 실시 예들에 따른 2차원 이진 스케일의 데이터 셀을 나타내는 도면이다.
- [70] 도 23은 본 발명의 일 실시 예들에 따른 2차원 이진 스케일의 데이터 셀을 이용한 2차원 절대 위치 스케일을 나타내는 도면이다.
- [71] 도 24은 본 발명의 일 실시 예들에 따른 2차원 이진 스케일의 데이터 셀을 나타내는 도면이다.
- [72] 도 25는 본 발명의 일 실시 예들에 따른 2차원 이진 스케일의 데이터 셀을 이용한 2차원 절대 위치 스케일을 나타내는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [73] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [74] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 측정 장치를 나타내는 도면이다.
- [75] 도 2는 도 1의 위치 측정 장치를 설명하는 단면도이다.
- [76] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 위치 측정 장치(100)는 스케일 패턴(112)이 형성된 스케일(110)과 상기 스케일 패턴(112)에 저장된 절대 위치 정보를

추출하는 감지부(120)를 포함할 수 있다.

- [77] 상기 감지부(120)는 투과형 또는 반사형으로 제작될 수 있다. 상기 감지부(120)는 광원(122), 상기 스케일 패턴(112)에서 반사된 광을 집속하는 렌즈(124), 상기 집속된 광을 감지하는 센서 어레이(125), 상기 센서 어레이(125)의 데이터를 처리하는 처리부(126)를 포함한다. 상기 광원(122)의 출력광은 투명 창문(123)을 통하여 상기 스케일 패턴(112)에 광을 제공할 수 있다. 상기 스케일 패턴(112)은 이하 상세히 설명된다.
- [78] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 스케일 패턴은 자기적인 방식으로 기록될 수 있다. 따라서, 상기 감지부는 자기 센서 어레이를 포함할 수 있다.
- [79] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 잡음 코드를 설명하는 도면들이다.
- [80] 도 3을 참조하면, 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)는 천이 레지스터(shift register, 212)를 이용하여 발생된다. 최대 길이 시퀀스(maximum length sequence)는 주어진 N 개의 스테이지의 천이 레지스터들을 이용하여 발생시킬 수 있는 시퀀스 중에서 최대 길이의 주기를 가지는 시퀀스이다. 예를 들어, 3 개의 스테이지인 경우, 최대 코드 길이는 7이며, 최대 길이 시퀀스(maximum length sequence)의 주기는 9이다. 4 개의 스테이지인 경우, 최대 코드 길이는 15이며, 최대 길이 시퀀스(maximum length sequence)의 주기는 18이다. 또한, 12 개의 스테이지인 경우, 최대 코드 길이는 4095이고, 최대 길이 시퀀스(maximum length sequence)의 주기는 4106다. 최대 코드 길이에 대응하는 절대 위치가 표시될 수 있다.
- [81] 예를 들어, 3 개의 스테이지인 경우, 최대 길이 시퀀스는 "111001011"일 수 있고, 4 개의 스테이지인 경우, 최대 길이 시퀀스는 "111100010011010111"일 수 있다.

- [82] 표 1

[Table 1]

레지스터 값코드워드	절대 위치
111	1
110	2
100	3
001	4
010	5
101	6
011	7

- [83] N 개의 레지스터의 값들은 코드 워드(codeword)를 구성하고, 상기 코드 워드는 절대 위치를 나타낼 수 있다.
- [84] 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)는 다양하게 변형될 수 있다. 통상적으로,

- 스케일 패턴은 10 개 이상의 스테이지를 가지는 최대길이 시퀀스(maximum length sequence) 또는 골드 시퀀스(Gold sequence)로 형성될 수 있다.
- [85] 설명의 간편함을 위하여, 3 개의 스테이지를 갖는 천이 레지스터들에 의하여 발생된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)에 대하여 설명한다.
- [86] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 심볼 또는 제2 심볼을 설명하는 도면이다.
- [87] 도 5는 도 4의 제1 심볼 또는 제2 심볼을 적용한 스케일 패턴을 설명하는 도면이다.
- [88] 도 4 및 도 5를 참조하면, 의사 잡음 코드는 스케일에 적용되기 위하여, 특정한 패턴 또는 심볼을 가질 필요가 있다. 상기 의사 잡음 코드가 스케일 패턴에 적용되면, 대략 절대 위치(coarse absolute position)를 제공할 수 있다. 상기 스케일 패턴은 상기 의사 잡음 코드의 위상을 이용하여 정확한 위치를 특정하기 위하여 소정의 심볼을 사용한다.
- [89] 구체적으로, 스케일 패턴(112)은 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 형성된다. 상기 시퀀스의 값은 제1 심볼 또는 제2 심볼로 대체된다. 따라서, 절대 위치를 알기 위하여, 적어도 코드 워드의 길이 이상의 스케일 패턴의 판독이 필요하다. 상기 스케일 패턴은 단위 길이(d)를 가지고 반복적으로 배치된다. 상기 코드 워드는 N 스테이지(stage)의 천이 레지스터의 값에 의하여 결정된다.
- [90] 제1 심볼(10)은 제1 폭(w)을 가지고 제1 상태("HIGH")를 나타낸다. 또한, 제2 심볼(20)은 상기 제1 폭(w)을 가지고 제2 상태("LOW")를 나타낸다. 상기 제2 심볼(20)은 상기 제1 심볼(10)과 다른 구조를 가진다. 상기 제1 폭(w)은 수 마이크로 미터 내지 수 밀리미터일 수 있다.
- [91] 상기 제1 심볼(10)은 서로 다른 구조의 2 개 이상의 제1 심볼 영역들(11,12)로 분할된다. 상기 제2 심볼(20)은 서로 다른 구조의 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들(21,22)로 분할된다. 상기 제1 심볼(10)과 상기 제2 심볼(20)이 중첩된 경우, 동일한 구조를 가지는 중첩 영역(13a,23a,13c,23c)이 적어도 하나는 존재하도록 상기 제1 심볼(10) 및 제2 심볼(20)은 설계된다. 상기 제1 심볼(10) 및 상기 제2 심볼(20)은 바코드 형태를 가질 수 있다. 따라서, 상기 제1 심볼(10) 및 상기 제2 심볼(20)은 적어도 하나의 바 패턴(bar pattern)을 포함할 수 있다.
- [92] 상기 제1 심볼 영역들(11,12)은 순서대로 백색 (1/3) w 패턴, 흑색 (2/3) w이다. 또한, 제2 심볼 영역들(21,22)의 폭은 순서대로 백색 (2/3) w, 흑색 (1/3) w이다. 따라서, 중첩 영역(13a,23a,13c,23c)은 서로 이격된 제1 중첩 영역(13a,23a)과 제2 중첩영역(13c,23c)을 포함한다. 상기 제1 중첩 영역(13a,23a)은 처음으로 나타나는 백색 (1/3)w 이고, 제2 중첩 영역(13c,23c)은 마지막으로 나타나는 흑색 (1/3) w이다. 최소 영역의 폭은 (1/3)w이다. 만약, 상기 제1 심볼(10)이 너무 많은 제1 심볼 영역들로 분할되면, 상기 제1 심볼(10)을 인식하기 위하여 많은

- 데이터가 필요하다. 따라서, 상기 제1 심볼(10) 및 상기 제2 심볼(10)은 최소 영역을 간격으로 3 분할되는 것이 바람직하다.
- [93] 따라서, 상기 제1 심볼(10)은 연속적으로 배치된 백색 최소 영역(13a), 흑색 최소 영역(13b), 및 흑색 최소 영역(13c)으로 구성된다. 또한, 상기 제2 심볼(20)은 연속적으로 배치된 백색 최소 영역(23a), 백색 최소 영역(23b), 및 흑색 최소 영역(23c)으로 구성된다.
- [94] 상기 제1 심볼(10)과 상기 제2 심볼(20)을 이용하여 상기 의사 랜덤 코드 또는 시퀀스를 대체하면, 스케일 패턴(112)이 형성된다. 절대 위치를 알기 위하여, 상기 코드 워드 이상의 상기 스케일 패턴(112)의 판독이 필요하다.
- [95] 상기 스케일 패턴(112)은 센서 어레이(125)에 의하여 감지될 수 있다. 상기 센서 어레이(125)는 상기 스케일 패턴(112)의 진행방향으로 배열될 수 있다. 상기 센서 어레이(125)를 구성하는 단위 센서는 일정한 간격으로 상기 스케일 패턴(112)의 진행 방향으로 배열될 수 있다. 상기 단위 센서의 간격은 상기 최소 영역의 폭의 정수배일 수 있다. 따라서, 상기 센서 어레이(125)는 상기 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 획득할 수 있다.
- [96] 상기 센서 어레이(125)는 상기 중첩 영역, 상기 제1 심볼 영역들, 및 제2 심볼 영역들 중에서 가장 작은 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 추출할 수 있다. 또한, 상기 센서 어레이(125)의 측정 폭(dw)은 상기 N 스테이지로 구성된 코드 워드의 길이(cwd) 이상에 대응할 수 있다. 상기 센서 어레이(125)는 감지 신호를 출력할 수 있다.
- [97] 상기 제1 심볼(10)과 상기 제2 심볼(20)은 중첩 영역을 가지고 있다. 따라서, 상기 중첩 영역은 상기 스케일 패턴(112)을 따라 주기적으로 나타난다. 또한, 상기 제1 심볼(10)의 폭과 상기 제2 심볼(20)의 폭은 제1 폭(w)으로 같다. 따라서, 상기 측정 폭(dw) 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 수집된 데이터를 합산하면, 상기 중첩 영역은 확인될 수 있다.
- [98] 구체적으로, 제1 폭(w)은 상기 최소 영역의 폭의 3 배일 수 있고, 제1 심볼(10)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할된다. 상기 제2 심볼(20)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할된다.
- [99] 상기 측정 폭(dw)의 범위 내에서 상기 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터가 수집된 경우, 상기 제1 폭(w)의 간격으로 수집된 감지 신호를 합산하여 합산 신호들이 추출된다. 상기 센서 어레이(112)의 길이가 상기 코드 워드의 길이(cwd)와 동일하고, 상기 센서 어레이(112)의 선두 위치가 상기 스케일 패턴(112)의 초기 위치와 일치한 경우, 상기 합산 신호들은 0,3,3일 수 있다. 상기 센서 어레이(125)가 우측으로 상기 최소 영역의 폭을 단위로 이동함에 따라, 상기 합산 신호들은 다음과 같이 표시될 수 있다.
0,3,3/3,3,0/3,0,2/0,2,3/2,3,0/3,0,1/0,1,3/1,3,0/3,0,1/...
- [100] 따라서, 합산 신호들의 값이 0 또는 3인 위치가 중첩 영역의 위치이다. 따라서, 특히, 0은 소정의 합산 신호들에 대하여 1회 발생하며, 3은 소정의 합산 신호들에

대하여 1회 또는 2회 발생할 수 있다. 합산 신호의 값이 3인 경우, 이를 기준으로 중첩 영역을 확인하기 위하여, 상기 센서 어레이(125)의 길이 또는 측정 폭(dw)은 증가될 수 있다.

- [101] 예를 들어, 상기 센서 어레이(125)의 길이는 하나의 상기 코드 워드의 길이(cwd)에 정수배(n)의 제1 폭(w)을 더한 것 일 수 있다. $dw = cwd + n \times w$. 여기서 n은 영(zero) 이상의 양의 정수이다.
- [102] 이에 따라, 실험적 또는 이론적으로 확인된 소정의 길이를 가진 상기 센서 어레이의 합산 신호들은 상기 중첩 영역을 찾을 수 있다.
- [103] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 측정 장치를 설명하는 개념도이다.
- [104] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [105] 도 6 및 도 7을 참조하면, 하나의 최소 영역에 대하여, 1 개의 센서가 배치된다. 즉, 스케일 패턴의 각각의 최소 영역에 대하여 1 개의 감지 신호가 측정된다(S110). 이 경우, B1은 제1 최소 영역에 대응하는 감지 신호이고, B2는 제2 최소 영역에 대응하는 감지 신호이다.
- [106] 상기 제1 감지 신호, 제 4 감지 신호, 및 제7 감지 신호는 합산기(127)에 제공되고, 제1 합산 신호(A1)를 출력할 수 있다. 상기 감지 신호들(B1~B9) 및 상기 합산 신호들(A1~A3)은 보조 처리부(128)에 제공되어 다양하게 연산 및 처리될 수 있다.
- [107] 중첩 영역을 찾기 위하여 합산 신호를 확인한다(S112). 따라서, 제1 합산 신호(A1)는 감지 신호(B1,B4,B7)의 합이고, 제2 합산 신호(A2)는 감지신호(B2, B5, B8)의 합이고, 제3 합산 신호(A3)는 감지신호(B3,B6,B9)의 합이다. 이 경우, $A1=0, A2=3, A3=3$ 일 수 있다. 따라서, $A1=0$ 인 것을 통하여, 제1 최소 영역이 중첩 영역임을 알 수 있다. 이어서, 감지 신호 (B1~B9)을 이용하여, 코드 워드를 알 수 있다. 상기 코드 워드는 테이블을 통하여 대략 절대 위치를 제공할 수 있다(S115,S116).
- [108] 상기 중첩 영역의 위치가 상기 제1 폭의 범위 내에서 알려진 경우, 감지 신호(B1~B9)는 상기 코드 워드로 해석될 수 있다. 예를 들어, 연속적인 3 개의 심볼은 하나의 코드 워드를 구성하고, 상기 코드 워드는 "111"이다. 따라서, 상기 코드워드는 메모리에 저장된 테이블과 비교하여 대략 절대위치로 환산될 수 있다. 하지만, 상기 대략 절대 위치는 정밀도가 떨어진다. 따라서, 상기 중첩 영역과 측정된 데이터를 이용하여 정밀한 위치 특징이 요구된다.
- [109] 상기 스케일과 상기 센서 어레이가 정렬된 상태에서의 감지신호와 비정렬된 상태에서의 감지신호 사이의 위상 계산을 위하여, 판독된 코드 워드를 기준으로, 정렬된 상태의 예측 감지 신호들이 생성될 수 있다. 즉, 위상 계산 위치가 결정될 수 있다(S117). 이에 따라, 상기 예측 감지 신호들과 상기 측정된 감지 신호들의 사이의 위상이 알고리즘을 통하여 계산될 수 있다(S118). 상기 위상과 상기 대략 절대 위치는 서로 결합하여, 상세 절대 위치를 제공할 수 있다(S119). 상기 위상을 이용한 상세 절대 위치의 정밀도는 상기 최소 영역의 폭의 수 백분의 1

정도일 수 있다.

[110] 도 8a는 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 정렬된 경우를 설명하는 도면이다.

[111] 도 8b는 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 비정렬된 경우를 설명하는 도면이다.

[112] 도 8a를 참조하면, 상기 스케일 패턴은 투명 부분("0")과 불투명 부분("1")을 포함할 수 있다. 측정된 감지신호(B1~B9)는 스케일 패턴을 투과한 광신호이다. 이 경우, 감지 신호(B1~B9)는 감지 신호 패턴(114)으로 피팅될 수 있다. 상기 감지 신호 패턴(114)은 측정된 감지 신호를 이용하여 이미 알려진 코드 워드에 대응되도록 형성될 수 있다.

[113] 도 8b를 참조하면, 측정된 감지 신호를 이용하여 코드 워드는 해석될 수 있다. 측정된 감지 신호가 기준 신호(reference signal)보다 클 경우, 상기 감지 신호는 LOW 상태로 인식될 수 있으며, 상기 측정된 감지 신호가 기준 신호보다 작을 경우, 상기 감지 신호는 HIGH 상태로 인식될 수 있다.

[114] 한편, 제8 감지 신호(B8), 및 제9 감지 신호(B9)는 제1 감지 신호(B1)에 대한 보조 정보를 제공할 수 있다. 제8 감지 신호(B8), 및 제9 감지 신호(B9)는 제2 심볼을 참조하여 관련된 제2 상태를 제공할 수 있다. 또한, 제1 감지 신호(B1)는 제1 심볼의 구조 및 시퀀스를 참조하여 관련된 제1 상태를 제공할 수 있다.

[115] 측정된 감지 신호(B1~B9)는 감지 신호 패턴(114)으로 피팅될 수 있다. 예를 들어, 상기 감지 신호 패턴의 최고점에 대하여, 상기 센서 어레이(125)와 상기 스케일 패턴(112)의 정렬 상태에 따라, 측정된 감지 신호(B1~B9)는 차이를 보인다. 이 차이는 상기 센서 어레이(125)와 상기 스케일 패턴(112)의 정렬 상태에 따른 위상(ϕ)을 나타낸다. 상기 위상(ϕ)은 추가적으로 상기 대략 절대 위치에 추가적인 상대 위치 정보를 제공할 수 있다. 이에 따라, 상기 위상(ϕ)과 상기 대략 절대 위치는 결합하여 절대 위치가 제공될 수 있다. 상기 위상(ϕ)은 종래의 위상 추적 알고리즘을 통하여 계산될 수 있다.

[116] 정렬된 상태에서의 감지신호와 비정렬된 상태에서의 감지신호 사이의 위상을 위하여, 판독된 코드 워드를 기준으로, 정렬된 상태의 예측 감지 신호들이 생성될 수 있다. 즉, 위상 계산 위치가 결정될 수 있다. 이에 따라, 상기 예측 감지 신호들과 상기 측정된 감지 신호들의 사이의 위상이 계산될 수 있다.

[117] 도 9a는 하나의 최소 영역에 대하여 2 개의 센서가 배치된 경우 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 정렬된 경우를 설명하는 도면이다.

[118] 도 9b는 하나의 최소 영역에 대하여 2 개의 센서가 배치된 경우 센서 어레이가 상기 스케일 패턴과 비정렬된 경우를 설명하는 도면이다.

[119] 도 9a를 참조하면, 상기 스케일 패턴은 반사 부분(0)과 투과 부분(1)을 포함할 수 있다. 측정된 감지신호(B1~B18)는 스케일 패턴(112)에서 반사된 광신호이다. 이 경우, 감지 신호(B1~B18)는 감지 신호 패턴(114)으로 피팅될 수 있다. 상기 감지 신호 패턴(114)은 측정된 감지 신호를 이용하여 이미 알려진 코드 워드에 대응되도록 형성될 수 있다.

- [120] 도 9b를 참조하면, 합산신호는 B1, B7, B13을 이용하여 구해질 수 있다. 이를 통하여, 중복 영역이 확인되면, 측정된 감지 신호를 이용하여 코드 워드는 해석될 수 있다. 예를 들어, 측정된 감지 신호(B1와 B2의 평균값)이 기준 신호보다 작을 경우, 상기 감지 신호(B1, B2)는 로우(LOW) 상태로 인식될 수 있으며, 상기 측정된 감지 신호(B3와 B3의 평균값)가 기준 신호보다 클 경우, 상기 감지 신호는 하이(HIGH) 상태로 인식될 수 있다.
- [121] 측정된 감지 신호(B1~B18)는 감지 신호 패턴(114)으로 피팅될 수 있다. 예를 들어, 상기 감지 신호 패턴(114)의 특정 최소점에 대하여, 상기 센서 어레이와 상기 스케일 패턴의 정렬 상태에 따라, 측정된 감지 신호는 차이를 보인다. 이 차이는 상기 센서 어레이(125)와 상기 스케일 패턴(112)의 정렬 상태에 따른 위상(ϕ)을 나타낸다. 상기 위상(ϕ)은 추가적으로 상기 대략 절대 위치에 추가적인 상대 위치 정보를 제공할 수 있다. 이에 따라, 상기 위상(ϕ)과 상기 대략 절대 위치는 결합하여 상세 절대 위치를 제공할 수 있다. 상기 위상(ϕ)은 상기 최소 영역의 범위 내에서 위상을 제공할 수 있다.
- [122] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 심볼을 설명하는 도면이다.
- [123] 도 10을 참조하면, 상기 제1 심볼(10a)은 서로 다른 구조의 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼(20a)은 서로 다른 구조의 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼(10a)과 상기 제2 심볼(20a)이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재하고, 상기 중첩 영역, 상기 제1 심볼 영역들, 및 제2 심볼 영역들 중에서 가장 작은 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 추출하고 상기 N 스테이지로 구성된 코드워드의 길이(cwd) 이상의 측정 폭(dw)에 대하여 감지 신호를 추출한다. 상기 중첩 영역은 1개 존재한다.
- [124] 상기 제1 폭(w)은 상기 최소 영역의 폭의 3 배이고, 상기 제1 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할되고, 상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 추출한다. 상기 제1 심볼은 백색 (1/3)w, 흑색 (1/3) w, 및 백색 (1/3) w로 구성될 수 있다. 또한, 제2 심볼은 백색 (2/3)w, 흑색 (1/3) w로 구성될 수 있다. 다만, 이 경우, 중복 영역을 확인하기 위하여, 센서 어레이의 길이는 코드 워드의 길이보다 같거나 길어야 한다.
- [125] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심볼들을 나타내는 도면이다.
- [126] 도 11을 참조하면, 제1 폭은 최소 영역의 폭의 4 배이고, 상기 제1 심볼(10b)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 4 분할되고, 상기 제2 심볼(20b)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 4 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 추출한다. 상기 제1 심볼은 흑색 (1/4)w, 백색 (1/2) w, 및 흑색 (1/4) w로 구성될 수 있다. 또한, 제2 심볼은 백색 (3/4)w, 흑색 (1/4) w로 구성될 수 있다. 중첩 영역(흑색 (1/4) w, 흑색 (1/4) w)은 서로 연속하여 배치된다.

- [127] 다만, 이 경우, 중복 영역을 확인하기 위하여, 센서 어레이의 길이는 코드 워드의 길이보다 같거나 길어야 한다.
- [128] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심볼들을 나타내는 도면이다.
- [129] 도 12를 참조하면, 상기 제1 폭은 상기 최소 영역의 폭의 5 배이고, 상기 제1 심볼(10c)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 5 분할되고, 상기 제2 심볼(20c)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 5 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 추출한다. 상기 제1 심볼(10)은 백색 $(1/5)w$, 흑색 $(2/5)w$, 및 백색 $(2/5)w$ 로 구성될 수 있다. 또한, 제2 심볼(20)은 흑색 $(2/5)w$, 백색 $(3/5)w$ 로 구성될 수 있다. 다만, 이 경우, 중복 영역을 확인하기 위하여, 센서 어레이의 길이는 코드 워드의 길이보다 같거나 길어야 한다. 중첩 영역은 서로 이격되어 배치된다.
- [130] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 심볼들을 나타내는 도면이다.
- [131] 도 13을 참조하면, 상기 제1 폭은 상기 최소 영역의 폭의 6 배이고, 상기 제1 심볼(10d)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 6 분할되고, 상기 제2 심볼(20d)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 6 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 추출한다. 상기 제1 심볼(10)은 백색 $(2/3)w$, 흑색 $(1/3)w$ 로 구성될 수 있다. 또한, 제2 심볼(20)은 백색 $(1/2)w$, 흑색 $(1/3)w$, 및 백색 $(1/6)w$ 로 구성될 수 있다. 중첩 영역은 서로 이격되어 배치된다. 다만, 이 경우, 중복 영역을 확인하기 위하여, 센서 어레이의 길이는 코드 워드의 길이보다 같거나 길어야 한다.
- [132] 이하, 본 발명의 다른 실시예가 설명된다.
- [133] 단일 트랙 코드를 사용하는 절대 위치 인코더가 종래의 문제점을 극복하기 위하여 개발되었다. 절대 위치 이진 코드(APBC)는 맨체스터 코딩(Manchester coding)을 사용하여 인코딩되었다.
- [134] 상기 절대 위치 인코더는 APBC 표현에는 제한이 없기 때문에, 통상적인 의사-랜덤 이진 시퀀스는 용이하게 적용될 수 있고, 추가적인 센싱부는 무아레 원리(Moire principle)에 기반하여 서브-분할(sub-division)을 위하여 요구된다.
- [135] 다른 절대 위치 인코더가 제안되었다. 상기 절대 위치 인코더는 이진 스케일을 사용한다. 상기 이진 스케일에서, APBC는 증분형 스케일에서 하나의 이진 상태 표현(one binary state representation)을 소거함에 따라 인코딩된다.
- [136] 그러나, 상기 서브-분할 과정을 위하여 상기 증분 정보를 유지하기 위하여, 상기 APBC 표현(expression)은 제한되고, 복잡한 APBC가 새로 개발되어야 한다.
- [137] 또한, 비록 상기 단일 트랙 스케일은 절대 위치 인코딩의 결과로서 비주기적인 패턴(non-periodic patterns)을 가지지만, 두 방법들은 주기적인 증분형 스케일을 위하여 사용된 서브-분할 알고리즘에 의존하기 때문에, 상기 두 방법들은 상기 서브-분할 과정에서 피할 수 없는 오차 요인(error sources)을 가진다.
- [138] 본 발명에 있어서, 우리는 단일 트랙 이진 코드를 사용하는 새로운 절대 위치 측정 방법을 제안한다. 상기 APBC는 하나의 이진 상태 표현(one binary state

- representation)의 위치를 위상 이동(phase shifting)함으로써 인코딩된다.
- [139] 이 절대 위치 인코딩은 제한없이 어떤 의사-랜덤 이진 시퀀스를 표현할 수 있고, 서브-분할 과정과 간섭되지 않는다. 상기 스케일의 강도 프로파일을 분석함으로써, 디코딩 및 상기 APBC의 서브-분할은 추가적인 센싱 방법 및 데이터 획득없이 동시에 수행될 수 있다.
- [140] 이러한 특성은 우리에게 간단한 구성과 효율적인 데이터 처리를 가지고 절대 위치 측정 시스템을 구현하도록 할 수 있다.
- [141] 이하, 본 발명의 다른 실시예에 따른 구체적인 동작 원리가 위에서 설명한 것과 다른 관점에서 설명된다.
- [142] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 이진 코드 인코딩을 나타낸다.
- [143] [단일 트랙 이진 코드]
- [144] APBC의 하나의 데이터 비트(one data bit)을 나타내는 데이터 셀(data cell)은 3개의 섹션으로 구성된다. 하나의 데이터 셀은 데이터 섹션(data section; D), 클락 섹션(clock section; C), 및 중립 섹션(neutral section; N)을 포함한다. 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트(segment)를 포함한다. 따라서, 각 데이터 셀은 3 개 이상의 세그먼트로 구성된다.
- [145] "0" 상태 (제1 이진 상태)를 나타내기 위하여, 상기 데이터 섹션과 상기 클락 섹션은 다른 이진 상태를 가지고, 상기 중립 섹션은 상기 클락 섹션과 동일한 상태를 가질 수 있다.
- [146] 상기 클락 섹션은 주기적인 위치에서 반복되고, 상기 클락 섹션은 우리에게 데이터 처리를 위한 정렬 키 패턴(alignment key pattern)을 제공한다.
- [147] 상기 데이터 섹션의 위치는 상기 APBC에서 각 데이터 셀의 다른 제2 이진 상태를 나타내도록 이동된다. 상기 이동은 상기 클락 섹션을 제외한 다른 부위에서 가능하다. 상기 이동 크기(shift magnitude)는 하나의 세그먼트 폭(one segment width)의 정수 배이다. 상기 중립 섹션은 데이터 섹션 및 클락 섹션에 속하지 않는 세그먼트들이다.
- [148] 구체적으로, 각 데이터 셀은 6 개의 세그먼트로 구성되고, 각 섹션은 2 개의 세크먼트로 구성된다. 상기 데이터 섹션은 "1" 상태(제2 이진 상태)를 나타내기 위하여 하나의 세크먼트 만큼 이동되었다.
- [149] 상기 APBC의 서브-분할이 높은 해상도를 얻기 위하여 요구된다. 서브-분할된 절대 위치(sub-divided absolute position)는 상기 데이터 섹션들의 위치들을 감지하여 계산된다.
- [150] 상기 서브-분할 과정은 추가적인 센싱부 또는 데이터 획득없이 절대 위치 디코딩을 위하여 획득된 데이터를 사용하여 수행된다. 본 발명에 따른 위치 측정 방법은 상기 APBC를 인코딩하기 위하여 상기 서브-분할에 대한 정보를 제거하지않는다.
- [151] 따라서, 우리는 상기 서브-분할 과정에서 정확도(accuracy)를 희생하지 않고 절대 위치를 나타내는 어떤 의사-랜덤 코드(Pseudo-Random Code)도 적용할 수

있다.

[152] [데이터 획득]

[153] 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치를 설명하는 도면이다.

[154] 상기 측정 원리는 단일 트랙 이진 코드는 반사적 크롬 마스크로 제조되고, 상기 절대 위치는 상기 단일 트랙 이진 코드의 반사된 강도 프로파일을 분석하여 계산되는 것을 가정하여 설명된다.

[155] 따라서, 우리는 데이터 처리를 위하여 강도 프로파일을 얻어야 한다. 상기 강도 프로파일을 얻기 위한 절대 위치 측정 장치(300)는 이진 스케일(310), 광학계(320), 광원(360), 및 광센서 어레이(photo-sensor array; 340)를 포함할 수 있다. 상기 광센서 어레이(340)는 CCD 또는 포토다이오드 어레이일 수 있다. 상기 광학계(320)는 대물 렌즈부(322)와 이미징 렌즈부(324)를 포함할 수 있다.

[156] 상기 광원(360)이 제공한 광은 콜리메이션 렌즈(362)를 통하여 평행광으로 변경된다. 상기 평행광은 빔 분리기(364)에 제공되고 상기 대물 렌즈부(322)에 제공된다. 상기 대물 렌즈부(322)를 통과한 광은 상기 이진 스케일(310)에서 반사되어 상기 대물 렌즈부(322) 및 상기 빔 분리기(364)를 통과하여 상기 이미징 렌즈부(324)에 제공된다. 상기 이미징 렌즈부(324)를 통과한 광은 광센서 어레이(340)에 상기 스케일의 이미지를 제공한다. 상기 광센서 어레이(340)가 획득한 이미지는 처리부(350)에 제공되어 데이터 처리된다.

[157] 상기 데이터 처리는 상기 세기 프로파일에서 유지되어야 하는 상기 이진 코드의 구조적 성질에 의존한다. 따라서, 정밀하게 상기 APBC를 디코딩하기 위하여, 하나의 세그먼트의 이미지의 폭(the width of the image of one segment)은 상기 광센서 어레이(340)의 픽셀 폭(pixel width of detector array)의 정수 배와 일치하여야 한다. 따라서, 상기 광학계(320)의 배율(magnification)은 위의 조건을 만족하도록 조절되어야 한다.

[158] 상기 APBC의 서브-분할을 위하여, 상기 세기 프로파일(intensity profile)에서 상기 데이터 섹션들의 상대 위치는 서브-픽셀 해상도를 가지고 계산되어야 한다.

[159] 무게 중심 알고리즘(center of gravity algorithm) 및 제로-크로싱 알고리즘(zero-crossing algorithm)과 같은 여러 알고리즘들은 피크 검출을 위하여 널리 사용되고 있다. 그러나, 상기 알고리즘들은 충분한 정밀도를 얻기 위하여 많은 픽셀들을 가지고 상기 데이터 섹션의 파크 형상을 나타내는 상기 세기 프로파일을 요구하기 때문에, 상기 알고리즘들은 데이터 획득 및 처리를 위하여 많은 자원 및 계산 시간을 요구한다.

[160] 효율적으로 상대 위치를 얻기 위하여, 우리는 위상-이동 간섭계(phase-shifting interferometry)에서 사용되는 위상 계산 알고리즘을 채택하였다. 상기 위상 계산 알고리즘은 작은 수의 등 간격으로 이격된 픽셀 데이터(equally spaced pixel data)를 가지고 정밀하게 사인파형 세기 프로파일(sinusoidal intensity profile)의 위상을 계산할 수 있다.

- [161] 그러나, 상기 이진 코드의 완전히-분해된 이미지(fully-resolved image)는 사인파 형상(sinusoidal shape)이 아니라 직사각형 형상(rectangular shape)이다.
- [162] 상기 이미지의 FFT 스펙트럼은 단일 주파수 사인파형 함수를 나타내는 제1 차수 항(first order term)을 제외한 홀수 차수 고조파 항(odd order high harmonic terms)을 가진다. 따라서, 우리는 상기 홀수 차수 고조파 항들을 감소시키고 상기 사인파 함수에 유사한 상기 데이터 섹션의 세기 강도를 얻기 위하여 낮은 개구수(low numerical aperture; NA)를 가진 대물 렌즈부(322)를 사용할 수 있다.
- [163] [데이터 처리]
- [164] 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 광센서 어레이의 이미지에서 APBC의 세기 강도를 나타낸다.
- [165] 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [166] 도 14, 도 16 및 도 17을 참조하면, 우리는 도 14에서 보여진 이진 코드 구성(binary code configuration)을 사용하였다. 그레이(gray color) 칼라와 백색 칼라(white colors)는 각각 반사 영역과 비반사 영역을 나타낸다. n-비트 선형 시프트 피드백 레지스터(n-bit linear shift feedback register; LFSR)이 상기 APBC 발생을 위하여 사용되었다. 상기 APBC는 모든 n 비트가 제로-상태인 경우를 제외하고 $2^n - 1$ 개수의 조합을 가진다. 광센서 어레이의 하나의 픽셀의 폭이 하나의 세그먼트의 폭에 대응하도록 상기 광학계(320)의 배율은 조절된다. 상기 광센서 어레이는 이진 스케일의 강도 프로파일 또는 이미지를 획득한다(S202).
- [167] 따라서, $6 \times n$ 픽셀의 세기 프로파일이 n-비트 APBC의 데이터 처리를 위하여 요구된다. 스케일의 전산 모사된 세기 프로파일에서, 4-비트 이진 코드는 일반적인 상황을 보여주기 위하여 상기 픽셀 폭의 1/5 정도로 24-픽셀의 광센서 어레이에 대하여 이동하였다. 이 세기 프로파일로부터, 상기 서브-분할된 해상도를 가진 상기 절대 위치는 다음의 과정을 통하여 얻어질 수 있다.
- [168] [클락 픽셀들(C_p)을 찾는 단계(S210)]
- [169] 우리는 상기 클락 섹션과 가장 접근하여 정렬된 클락 픽셀들(C_p)을 찾는다(S212). 상기 클락 픽셀들은 6-픽셀 간격을 가지는 픽셀들의 세기 합(S_m)을 확인하여 감지될 수 있다.
- [170] 수학적 식 1
- $$S_m = \sum_{i=1}^4 I_{6(i-1)+m} \quad (m=1, \dots, 6),$$
- [171] 여기서, I_j 는 j 번째 픽셀의 강도를 나타낸다. 상기 클락 섹션들은 주기적인 비-반사적 영역들(periodic non-reflective areas)이기 때문에, 상기 C_p 의 세기 합은 최소 값을 가진다. 하나의 데이터 셀 폭은 하나의 픽셀 서브셋(pixel subset)에 대응된다. 상기 C_p 의 차수(order of C_p)는 클락 픽셀 인덱스($C_{p_i} = 1, \dots, 6$)로써 할당된다(S214).
- [172] [절대 위치 코드를 찾는 단계(S220)]

- [173] 상기 APBC를 디코딩하기 위하여, 상기 절대 코드 픽셀 인덱스(A_{pi})는 상기 클락 픽셀 인덱스를 2 만큼 감소시키는 방향으로 순환적으로 이동(circularly shifting)하여 얻어진다(S122). 이 예제에서, 상기 절대 코드 픽셀 인덱스(A_{pi})는 3이다.
- [174] 각 픽셀 서브셋에서 상기 절대 코드 픽셀 인덱스(A_{pi})에 대응하는 상기 절대 코드 픽셀들(A_p)의 세기들을 사용하여, 상기 서브셋의 이진 상태들이 결정된다(S224). 만약, 상기 픽셀이 모든 상기 절대 코드 픽셀들(A_{ps})의 평균 세기보다 큰 강도를 가지면, 상기 픽셀을 포함하는 상기 서브셋은 "1" 상태(제2 이진 상태)로 결정된다. 반대의 경우, 상기 서브셋은 "0" 상태(제1 이진 상태)를 나타낸다. 얻어진 이진 코드는 룩업 테이블(lookup table; LUT)을 사용하여 절대 위치 코드 (p_{LUT}) 로 변환된다(S226).
- [175] 상기 APBC의 서브-분할은 두 단계로 처리된다. 우선, 우리는 A_{pi} 를 사용하여 하나의 픽셀의 해상도를 가지는 광센서 어레이와 스케일 사이의 상대 위치를 얻는다. 다음 단계에서, 위상 계산 알고리즘을 사용하여, 상기 데이터 섹션의 상대 위치가 높은 분해능을 가지고 계산된다.
- [176] [상기 데이터 픽셀들을 찾는 단계(S230)]
- [177] 상술한 위의 단계에서 얻어진 상기 절대 코드 픽셀 인덱스(A_{pi})로부터, 우리는 상기 데이터 섹션의 위치이고 각 픽셀 서브셋에서 최대 세기를 가질 것으로 기대되는 상기 데이터 픽셀들(D_p)을 위치시킨다(S230).
- [178] 만약, 상기 서브셋이 "0" 상태를 가지면, A_p 로부터 2 픽셀들이 앞선 픽셀은 D_p 로 할당된다. 상기 서브셋이 "1" 상태를 가지면, A_p 로부터 1 픽셀이 앞선 픽셀은 D_p 로 할당된다.
- [179] [위상 계산 단계(S240)]
- [180] 상기 데이터 섹션의 정밀한 상대 위치는 D_p 주위의 픽셀 값들을 사용하여 계산된다(S242). 상기 D_p 주위의 3 개 픽셀들의 세기 분포는 모든 픽셀 서브셋에 동일할 수 있다. 동일 차수의 픽셀 값들의 평균(averages of the pixel values of the same order)은 정밀 상대 위치를 계산하기 위하여 사용된다. 따라서, 우리는 각 D_p 의 상대 위치의 반복적 계산을 피할 수 있다. 이 예제에서, 3 픽셀 값 셋(three pixel value sets)은 서브셋 1은 불완전한 셋이므로 제외하고 계산에 사용되었다.
- [181] 각 픽셀 위치는 상기 데이터 섹션의 사인파 세기 프로파일에서 $\pi/2$ 위상 차이를 가진다. 따라서, 우리는 위상 계산 알고리즘을 사용하여 상기 데이터 섹션의 상대 위치를 나타내는 위상(ϕ)을 얻을 수 있다. 상기 위상 계산 알고리즘은 다음과 같이 주어진다.
- [182] 수학적 식 2
- $$\phi = \arctan \left[\frac{(I_9 + I_{15} + I_{21}) - (I_8 + I_{14} + I_{20})}{(I_7 + I_{13} + I_{19}) - (I_8 + I_{14} + I_{20})} \right]$$
- [183] 여기서, I_i 는 감지부 어레이의 i -번째 픽셀 강도를 나타낸다. 상기 위상(ϕ)은 $-\pi/2$ 부터 $-\pi$ 범위의 값을 가진다.

[184] 그러나, D_p 와 다른 인접한 픽셀(another adjacent pixel)이 유사한 세기 값들을 가지면, 이들 인접한 픽셀들의 합은 D_p 들의 합보다 클 수 있고, 상기 위상은 $-\pi/2$ 부터 $-\pi$ 범위의 값을 가지지 않는다. 아크탄젠트 함수(arctangent function)의 불연속성 때문에, 상기 위상 값은 $-\pi$ 근처에서 급격한 변화를 보인다. 상기 불연속성을 보상하기 위하여, 우리는 상기 위상이 양의 값을 가지면 계산된 위상에서 2π 를 뺀다(S244).

[185] [절대 위치 값을 계산하는 단계(S250)]

[186] 절대 위치 값(p_{abs})은 다음식으로 주어진다.

[187] 수학적 식 3

$$P_{abs} = \left[p_{LUT} - \frac{A_{pi}}{6} + \frac{2}{3} \times \frac{\phi}{2\pi} \right] \times P$$

[188] 우변의 제1 항은 하나의 셀의 분해능을 가진 디코딩된 절대 위치이다. 둘째 항은 특정한 픽셀을 나타낸다. 6은 하나의 셀 당 픽셀의 개수이다. 셋째 항은 하나의 픽셀 내에서 D_p 의 상대 위상이다. 여기서, 변환 인자(conversion factor)는 $2/3$ 이다. D_p 의 사인파형 프로파일의 피치는 4 픽셀이고, 하나의 셀의 피치는 6 픽셀이다. 길이 방향의 절대 위치 값(p_{abs})을 얻기 위하여, 세 항의 합은 상기 데이터 셀의 피치(pitch of the data cell; p)로 곱해진다.

[189] [실험]

[190] 단일 트랙 이진 코드 스케일은 포토-마스크 제작 공정(photo-mask fabrication process)을 통하여 석영 재질로 제작된다. 크롬 패턴은 스케일 이미지에서 높은 세기 값을 주는 반사 영역을 형성한다. 하나의 세그먼트의 폭은 $5 \mu\text{m}$ 이고, 하나의 셀의 폭은 $30 \mu\text{m}$ 이다. 상기 이진 코드 시퀀스는 LSF를 이용하여 생성되었다.

[191] 현미경 이미징 시스템은 소정의 개구수($NA=0.07$)와 소정의 배율($M=3$)을 가진 대물 렌즈부와 줌(zoom) 렌즈부, 2D CCD 카메라, 및 LED 광원을 포함한다. 상기 2D 카메라의 픽셀 사이즈는 $7.4 \mu\text{m} \times 7.4 \mu\text{m}$ 이다.

[192] 우리는 상기 줌 렌즈부의 배율을 조절한다. 이에 따라, 6-픽셀 폭이 하나의 셀의 이미지로 채워진다.

[193] 1차원 강도 프로파일(line intensity profile)은 수직 방향의 2D 이미지를 평균하여 얻어진다.

[194] 이진 스케일과 레이저 간섭계를 위한 반사 거울은 이동 스테이지의 이동부에 고정되었다. 상기 레이저 간섭계는 성능 평가(performance evaluation)를 위한 기준을 제공한다.

[195] 컴퓨터는 상기 코드 스케일의 2D 이미지를 이미지 그래버(image grabber)를 이용하여 캡처하고, 1 ms 이내 상기 캡처된 이미지를 처리하고 절대위치 판독한다.

[196] 도 18은 본 발명의 일 실시 예에 따른 10-비트 이진 코드의 세기 프로파일을 나타낸다.

- [197] 도 19는 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치의 결과와 레이저 간섭계의 결과를 비교하는 도면이다.
- [198] 상기 세기 프로파일은 부분 이미지(60 픽셀 X 40 픽셀)를 평균하여 얻어진다. LSFR를 사용한 상기 10-비트 이진 코드는 1023 경우를 표현하고, 상기 데이터 셀의 피치가 30 μm 인 경우, 30 mm 범위에 대응된다. 점선은 상대 위상의 계산을 위하여 픽셀들의 평균 세기를 보여준다.
- [199] 상기 이진 스케일이 DC 모터 구동 스테이지(DC motor driven stage)에 의해 25 mm 범위에서 이동된다. 변위는 상기 절대 위치 측정 시스템 및 레이저 간섭계에 의하여 동시에 측정된다.
- [200] 비교 결과는 비정상 편차(abnormal deviations)를 보이지 않으며, $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 내에서 일치한다. 상기 편차는 코사인 에러(cosine error)와 스케일 팩터 에러(scale factor error)의 효과를 제거하기 위하여 선형 회귀에서 유수값(residues in linear regression)으로서 계산된다.
- [201] 상기 선형 회귀를 통하여 길이 의존 에러 항(length dependent error terms)은 제거되기 때문에, 상기 편차는 측정된 길이에 비례하지 않는 에러 항에서 기인한다. 상기 에러 항은 상기 이진 코드 스케일과 상기 서브-분할 과정에서의 비선형성에서 기인한다.
- [202] 도 20은 본 발명의 일 실시 예에 따른 절대 위치 측정 장치와 레이저 간섭계의 측정 결과를 비교하는 도면이다.
- [203] 상기 절대 위치 측정에서 해상도를 평가하기 위하여, 상기 이진 스케일은 PZT 액츄에이터(actuator)를 사용하여 50 nm 스텝을 가지고 이동되었다. 상기 50 nm의 계단식 변위(stepwise displacement)는 측정가능하고, 반복성(repeatability)은 15 nm 미만이다. 상기 서브-분할 과정에서 상기 비선형 에러는 상기 레이저 간섭계 측정값으로부터 편차로서 얻어진다.
- [204] 도 21은 에러 보상 전 및 후의 서브-분할 과정에서 비선형 에러를 나타낸다. 상기 비선형 에러는 상대 위상(ϕ)에 대하여 그려진다. 상기 비선형 에러는 주기적인 특성을 보이며, 상기 데이터 셀의 피치 내에서 6 주기를 가지는 사인파형 신호인 것처럼 보인다. 이러한 종류의 에러는 상기 세기 프로파일이 완벽한 사인파형 함수가 아닌 것에서 기인한다. 이러한 종류의 에러는 고조파 항(high harmonic terms)을 가진다. 상기 고조파 항은 특히 3-차 고조파 항일 수 있다.
- [205] 비록 상기 대물 렌즈부는 상기 세기 프로파일의 고조파 항을 제거하였지만, 고조파 항의 일부는 여전히 잔존하고 상기 서브-분할 과정에서 비선형 에러를 유발한다.
- [206] 이 주기적인 비선형 에러는 위상(ϕ)의 사인파 함수로 표시될 수 있다. 따라서, 상기 에러의 진폭(A_{ne})은 상기 에러값을 상기 사인파 함수로 피팅하여 교정(calibrated)될 수 있다. $A_{ne} \times \sin(4\phi + \pi)$ 로 표현되는 보정항을 사용하여, 우리는 $\pm 0.06 \mu\text{m}$ 미만에서 상기 비선형 에러를 감소시킬 수 있다.

- [207] 도 22는 본 발명의 일 실시 예에 따른 2차원 이진 스케일의 데이터 셀을 나타내는 도면들이다.
- [208] 도 22를 참조하면, 2차원 이진 스케일은 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션(3/8), 제1 중립 섹션(2/8), 및 상대적으로 고정된 위치의 제1 클락 섹션(3/8)을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다.
- [209] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 제2 데이터 섹션, 제2 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제2 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다.
- [210] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 데이터 섹션과 상기 제2 데이터 섹션의 교집합 영역을 채우는 마크 패턴이 형성된 경우, (0,0) 상태를 표시한다.
- [211] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (1,0) 상태를 표시한다.
- [212] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (0,1) 상태를 표시한다.
- [213] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 이동하고 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭 만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (1,1) 상태를 표시한다.
- [214] 도 23을 참조하면, 상기 2차원 데이터 셀을 2차원으로 배열하여 2차원 절대 위치 스케일을 형성할 수 있고 각 방향의 1차원 절대 위치 정보를 기록할 수 있다.
- [215] 상기 제1 방향의 제1 절대 위치를 얻는 방법 및 상기 제2 방향의 제2 절대 위치를 얻는 방법은 1차원 이진 스케일에서 설명한 것과 동일하다.
- [216] 도 24는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 2차원 이진 스케일의 데이터 셀을 나타내는 도면들이다.
- [217] 도 24를 참조하면, 2차원 이진 스케일은 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션(3/8), 제1 중립 섹션(2/8), 및 상대적으로 고정된 위치의 제1 클락 섹션(3/8)을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다.
- [218] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 제2 데이터 섹션, 제2 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제2 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할된다.

- [219] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 데이터 섹션과 상기 제2 데이터 섹션의 교집합 영역을 채우는 제1 마크 패턴이 형성된 경우, (0,0) 상태를 표시한다.
- [220] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭만큼 연장되어 상기 제2 마크 패턴이 형성된 경우, (1,0) 상태를 표시한다.
- [221] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭만큼 연장되어 상기 제3 마크 패턴이 형성된 경우, (0,1) 상태를 표시한다.
- [222] 상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭만큼 연장되고 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭만큼 연장되어 제4 마크 패턴이 형성된 경우, (1,1) 상태를 표시한다.
- [223] 도 25를 참조하면, 상기 2차원 데이터 셀을 2차원으로 배열하여 2차원 절대 위치 스케일을 형성할 수 있고 각 방향의 1차원 절대 위치 정보를 기록할 수 있다.
- [224] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

청구범위

- [청구항 1] 제1 폭을 가지고 제1 상태를 나타내는 제1 심볼(symbol) 및 상기 제1 폭을 가지고 제2 상태를 나타내는 제2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 스케일 패턴을 형성하는 단계; 및
상기 제1 심볼은 서로 다른 구조의 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼은 서로 다른 구조의 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼과 상기 제2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재하고, 상기 중첩 영역, 상기 제1 심볼 영역들, 및 제2 심볼 영역들 중에서 가장 작은 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 추출하고 상기 N 스테이지로 구성된 코드워드의 길이(cwd) 이상의 측정 폭(dw)에 대하여 감지 신호를 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 제1 폭은 상기 최소 영역의 폭의 3 배 이상이고, 상기 제1 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 추출하는 단계;
상기 합산 신호들을 이용하여 상기 제1 심볼 및 상기 제2 심볼의 중첩 영역을 특정하는 단계;
상기 중첩 영역을 기준을 하여 코드워드를 분석하여 대략 절대 위치 정보(coarse absolute position information)를 추출하는 단계; 및
상기 중첩 영역에 대응하는 상기 감지 신호를 이용하여 위상을 추출하여 상세 절대 위치 정보(fine absolute position information)를 추출하는 단계; 중에서 적어도 하나의 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 3] 제2 항에 있어서,
상기 제1 심볼(symbol)은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할되고,
상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 3 분할되는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 4] 제2 항에 있어서,
상기 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)는 최대길이 시퀀스(Maximum length sequence)인 것을 특징으로 하는 절대 위치

- 측정 방법.
- [청구항 5] 제2 항에 있어서,
하나의 상기 중첩 영역에 대하여 2 개 또는 3 개의 감지 신호를 가지는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 6] 제2 항에 있어서,
상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 서로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 7] 제2 항에 있어서,
상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 연속적으로 배치된 것을 특징으로 하는 위치 측정 방법.
- [청구항 8] 제2 항에 있어서,
상기 감지 신호는 상기 스케일에서 반사된 광 신호인 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 9] 제2 항에 있어서,
상기 감지 신호는 상기 스케일을 투과한 광 신호인 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 10] 제2 항에 있어서,
상기 제1 폭은 수 마이크로미터 내지 수 밀리미터인 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 11] 제1 폭을 가지고 제1 상태를 나타내는 제1 심볼(symbol), 상기 제1 폭을 가지고 제2 상태를 나타내는 제2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 형성된 스케일 패턴을 포함하고,
상기 제1 심볼은 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼은 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼과 상기 제2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정용 스케일.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서,
상기 제1 심볼 및 상기 제2 심볼은 적어도 하나의 바 패턴을 포함하는 것을 특징으로 절대 위치 측정용 스케일.
- [청구항 13] 제 11 항에 있어서,
상기 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)는 최대길이 시퀀스(Maximum length sequence)인 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정용 스케일.
- [청구항 14] 제11 항에 있어서,
상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 서로 이격되어

- 있는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정용 스케일.
- [청구항 15] 제11 항에 있어서,
상기 중첩 영역은 2 개이고, 상기 중첩 영역으로 연속적으로 배치된 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정용 스케일.
- [청구항 16] 제1 폭을 가지고 제1 상태를 나타내는 제1 심볼(symbol) 및 상기 제1 폭을 가지고 제2 상태를 나타내는 제2 심볼을 이용하여 N 스테이지(stage)의 선형 피드백 천이 레지스터의 시퀀스를 가지고 반복적으로 배치된 의사 잡음 코드(Pseudo-random-code)를 대체하여 형성된 스케일 패턴을 포함하는 스케일;
상기 제1 심볼은 2 개 이상의 제1 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제2 심볼은 2 개 이상으로 제2 심볼 영역들로 분할되고, 상기 제1 심볼과 상기 제2 심볼이 중첩되어 동일한 구조를 가지는 중첩 영역이 적어도 하나는 존재하고, 상기 중첩 영역, 상기 제1 심볼 영역들, 및 제2 심볼 영역들 중에서 가장 작은 최소 영역에 대하여 적어도 하나의 데이터를 추출하고 상기 N 스테이지로 구성된 코드워드 길이(cwd) 이상의 측정 폭(dw)에 대하여 감지 신호를 측정하는 센서 어레이;
상기 제1 폭은 상기 최소 영역의 폭의 3 배 이상이고, 상기 제1 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 제2 심볼은 상기 최소 영역으로 등간격으로 분할되고, 상기 측정 폭의 범위 내에서 상기 제1 폭의 간격으로 측정된 상기 감지 신호를 합산하여 합산 신호들을 제공하는 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 장치.
- [청구항 17] 제 16 항에 있어서,
상기 처리부는 상기 합산 신호들을 이용하여 상기 제1 심볼 및 상기 제2 심볼의 중첩 영역을 특정하고, 상기 중첩 영역을 기준을 하여 코드워드를 분석하여 대략 절대 위치 정보(coarse absolute position information)를 추출하고, 상기 중첩 영역에 대응하는 상기 감지 신호를 이용하여 위상을 추출하여 상세 절대 위치 정보(fine absolute position information)를 추출하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 장치.
- [청구항 18] 절대 위치 이진 코드(APBC)의 1 비트를 나타내는 데이터 셀은 데이터 섹션, 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고, 상기 절대 위치 이진 코드로 구성된 이진 스케일을 제공하는 단계;
광학계 및 광센서 어레이를 통하여 상기 이진 스케일의 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 이미지를 처리하여 절대 위치를 산출하는 단계를 포함하고, 상기 광학계의 배율은 하나의 세그먼트에 대응하는 이미지의 폭이 상기 광센서 어레이의 픽셀 폭의 정수 배인 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.

[청구항 19]

제 18 항에 있어서, 상기 데이터 섹션은 상기 데이터 셀 내부에서 이진 상태를 나타내기 위하여 상기 세그먼트 폭의 정수 배로 이동하는 것을 특징으로 절대 위치 측정 방법.

[청구항 20]

제 18 항에 있어서, 상기 이미지를 처리하여 절대 위치를 산출하는 단계는: 하나의 데이터 셀 폭에 대응하는 픽셀 서브셋에서 상기 클락 섹션과 가장 근접하게 정렬된 클락 픽셀을 찾는 단계; 하나의 데이터 셀 폭에 대응하는 상기 픽셀 서브셋에서 상기 클락 픽셀의 차수를 클락 픽셀 인덱스로 할당하는 단계; 상기 클락 픽셀 인덱스를 감소시키는 방향으로 상기 클락 픽셀 인덱스를 순환적으로 이동(circularly shifting)하여 절대 코드 픽셀 인덱스를 얻는 단계; 각 픽셀 서브셋에서 상기 절대 코드 픽셀 인덱스에 대응하는 절대 코드 픽셀들의 세기를 이용하여 픽셀 서브셋의 이진 상태를 결정하는 단계; 이진 상태가 결정된 픽셀 서브셋들의 이진 코드는 룩업 테이블을 통하여 절대위치 코드로 변환되는 단계; 각 픽셀 서브셋에서 최대의 세기를 가지고 상기 데이터 섹션의 위치에 대응하는 데이터 픽셀을 찾는 단계; 상기 데이터 픽셀 주위의 픽셀값들을 사용하여 상기 데이터 섹션의 상대 위상을 계산하는 단계; 상기 상대 위상이 영 이상인 경우 -2π 만큼 빼는 단계; 상기 절대 위치 코드, 상기 절대 코드 픽셀 인덱스, 및 상기 상대 위상을 이용하여 상기 절대 위치를 계산하는 단계; 들 중에서 적어도 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.

[청구항 21]

제 18 항에 있어서, 선형 회귀 기법을 사용하여 길이 의존 에러 항을 제거하는 단계; 및 서브-분할 과정의 비선형 에러를 상기 상대 위상에 따른 사인파형 함수로 보정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.

[청구항 22]

제 18 항에 있어서, 상기 데이터 셀은 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와

- 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 방법.
- [청구항 23] 절대 위치 이진 코드(APBC)의 1 비트를 나타내는 데이터 셀은 데이터 섹션, 중립 섹션, 및 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 일정한 간격의 세그먼트를 포함하고, 상기 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고, 상기 절대 위치 이진 코드로 구성된 이진 스케일;
상기 스케일에 광을 조사하는 광원;
상기 이진 스케일을 투과하거나 상기 이진 스케일에서 반사된 광을 집속하는 광학계; 및
상기 이진 스케일의 이미지를 감지하는 광센서 어레이를 포함하고,
상기 광학계의 배율은 하나의 세그먼트에 대응하는 이미지의 폭이 상기 광센서 어레이의 픽셀 폭의 정수 배인 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 장치.
- [청구항 24] 제23 항에 있어서,
상기 광학계는:
상기 스케일에 상기 광원의 출력광을 조사하는 대물렌즈부; 및
상기 스케일에서 반사되어 상기 대물 렌즈부를 통과한 광을 상기 광센서 어레이에 집속하는 이미지 렌즈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 장치.
- [청구항 25] 제24 항에 있어서,
상기 광원의 광을 평행광으로 변환하는 콜리메이터 렌즈; 및
상기 평행광의 광 경로를 변경하여 상기 대물 렌즈부에 제공하고
상기 대물 렌즈부에서 제공되는 광을 상기 이미지 렌즈부에 제공하는 빔 분리기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 절대 위치 측정 장치.
- [청구항 26] 절대 위치 이진 코드(APBC)의 1 비트를 나타내는 데이터 셀은 데이터 섹션, 중립 섹션, 및 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 일정한 간격의 세그먼트를 포함하고, 상기 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고, 상기 절대 위치 이진 코드로 구성된 것을 특징으로 하는 이진 스케일.
- [청구항 27] 제26 항에 있어서,
상기 데이터 섹션은 상기 데이터 셀 내부에서 이진 상태를 나타내기 위하여 이동하는 특징으로 하는 이진 스케일.
- [청구항 28] 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션, 제1 중립 섹션,

및 상대적으로 고정된 위치의 제1 제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션, 제1 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제1 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고,

상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 제2 데이터 섹션, 제2 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제2 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고,

상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 데이터 섹션과 상기 제2 데이터 섹션의 교집합 영역을 채우는 마크 패턴이 형성된 경우 (0,0) 상태를 표시하고,

상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (1,0) 상태를 표시하고,

상기 2차원 데이터 셀은 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (0,1) 상태를 표시하고,

상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향으로 상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 이동하고 상기 제2 방향으로 상기 제2 중립 영역의 폭 만큼 이동하여 상기 마크 패턴이 형성된 경우, (1,1) 상태를 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 이진 스케일.

[청구항 29]

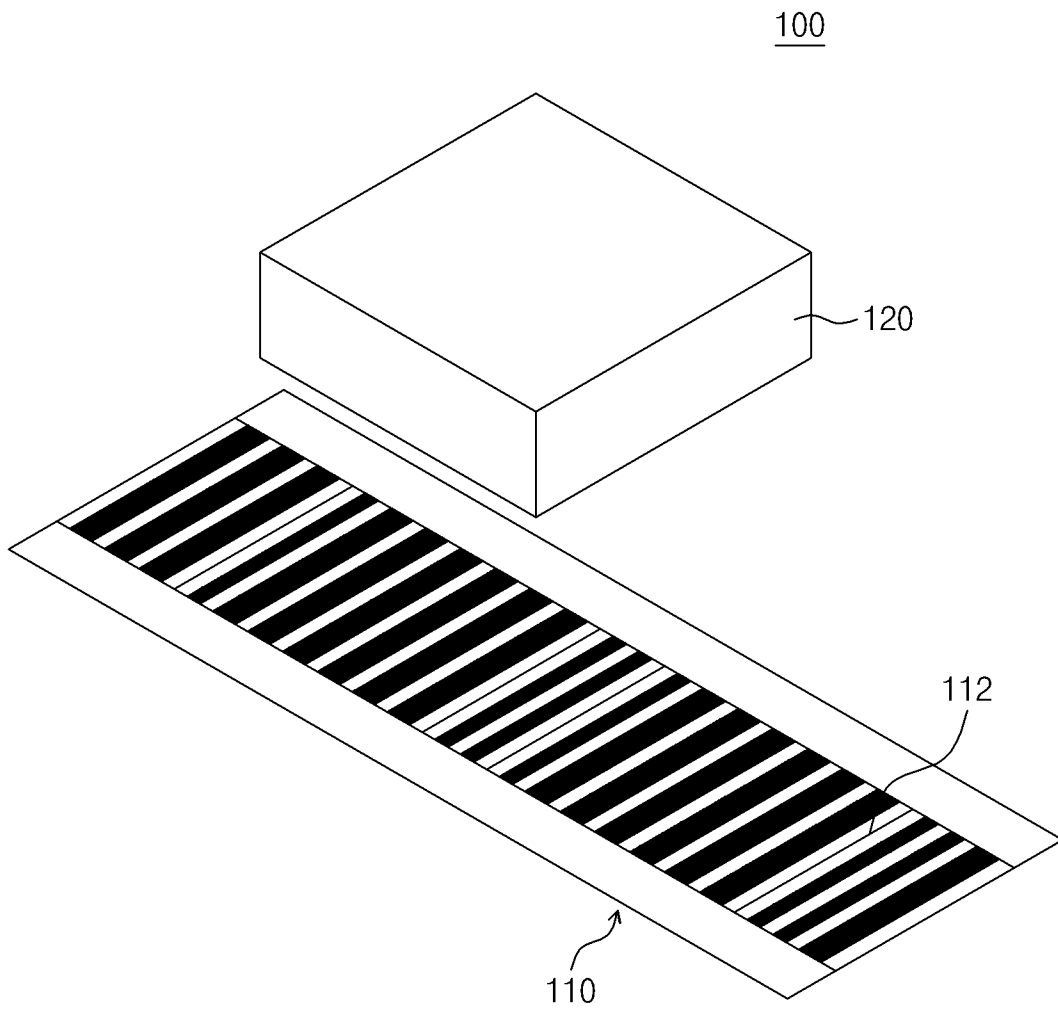
제1 방향의 제1 절대 위치 이진 코드의 1 비트와 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향의 제2 절대 위치 이진 코드의 1 비트를 나타내는 2차원 데이터 셀은 제1 방향으로 제1 데이터 섹션, 제1 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제1 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고,

상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향으로 제2 데이터 섹션, 제2 중립 섹션, 및 상대적으로 고정된 위치의 제2 클락 섹션을 포함하고, 각 섹션은 하나 이상의 세그먼트를 포함하고, 상기 2차원 데이터 셀은 상기 세그먼트들로 등 간격으로 서브-분할되고,

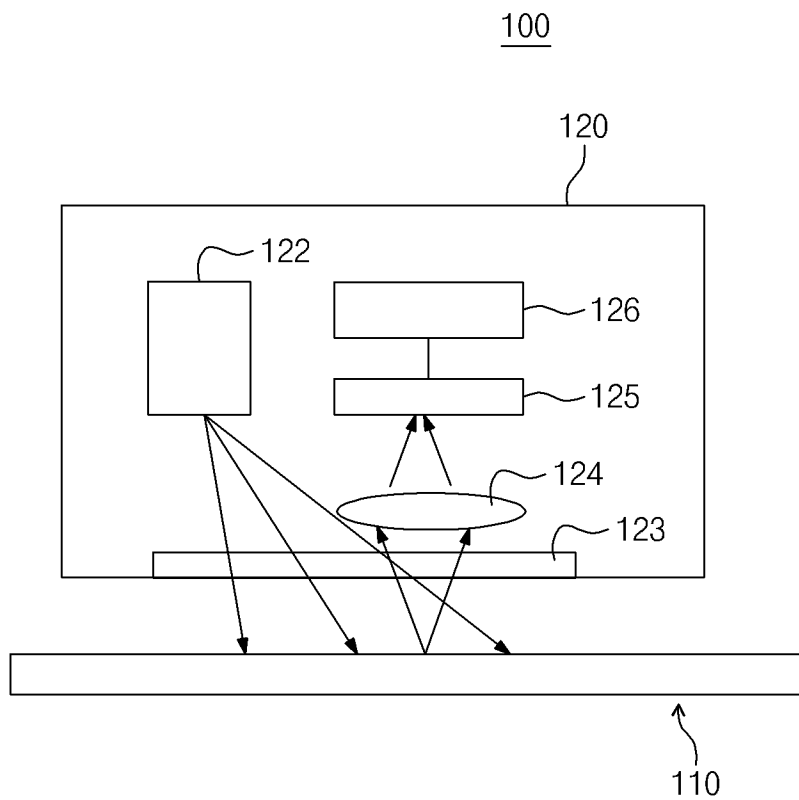
상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 데이터 섹션과 상기 제2 데이터 섹션의 교집합 영역을 채우는 제1 마크 패턴이 형성된 경우, (0,0)

상태를 표시하고,
상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제1 방향으로
상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 연장되어 상기 제2 마크 패턴이
형성된 경우, (1,0) 상태를 표시하고,
상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제2 방향으로
상기 제2 중립 영역의 폭만큼 연장되어 상기 제3 마크 패턴이
형성된 경우, (0,1) 상태를 표시하고,
상기 2차원 데이터 셀은 상기 제1 마크 패턴이 상기 제1 방향으로
상기 제1 중립 영역의 폭 만큼 연장되고 상기 제2 방향으로 상기
제2 중립 영역의 폭 만큼 연장되어 제4 마크 마크 패턴이 형성된
경우, (1,1) 상태를 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 이진
스케일.

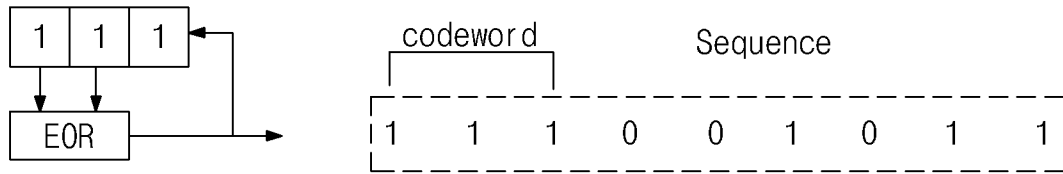
[Fig. 1]



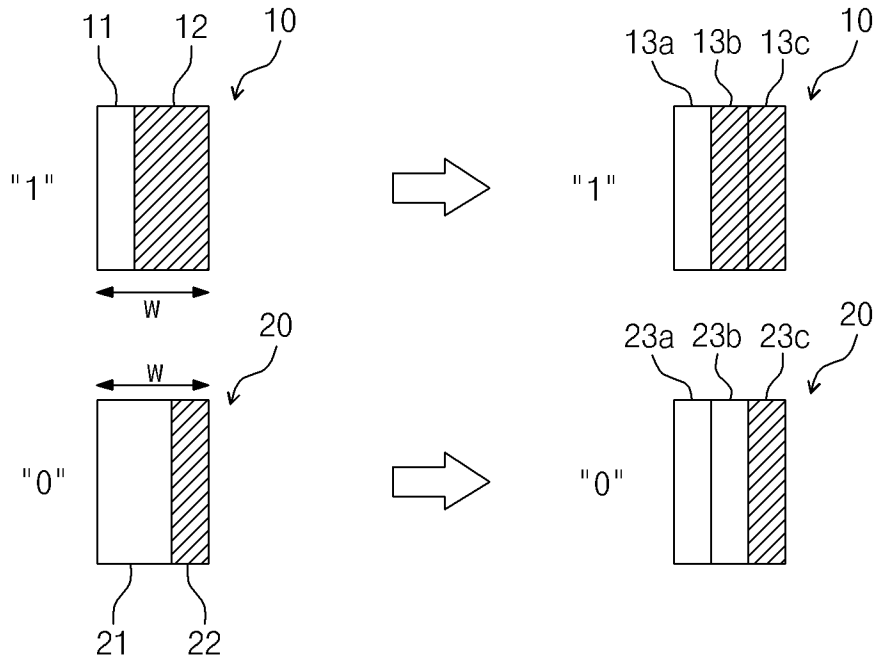
[Fig. 2]



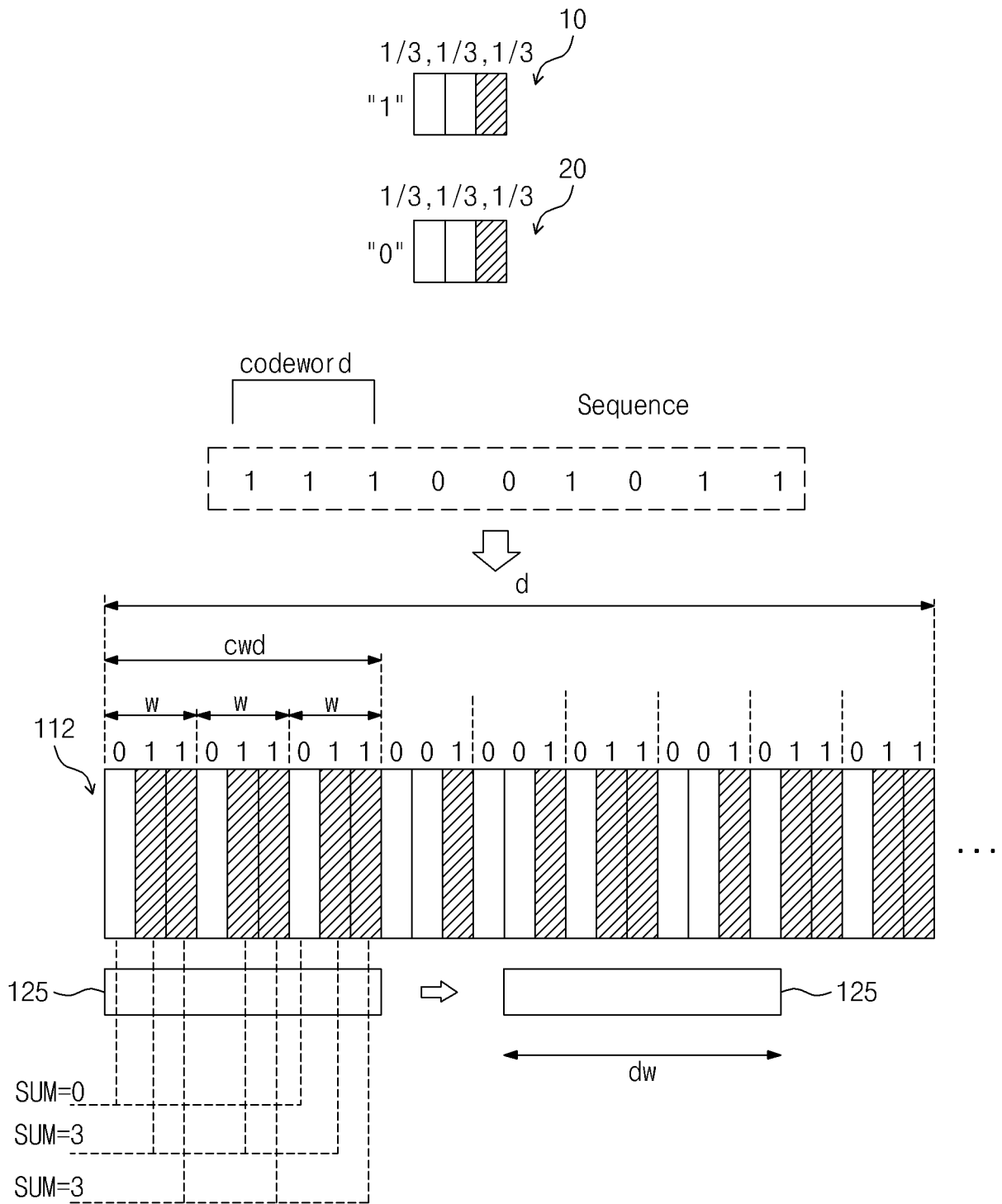
[Fig. 3]



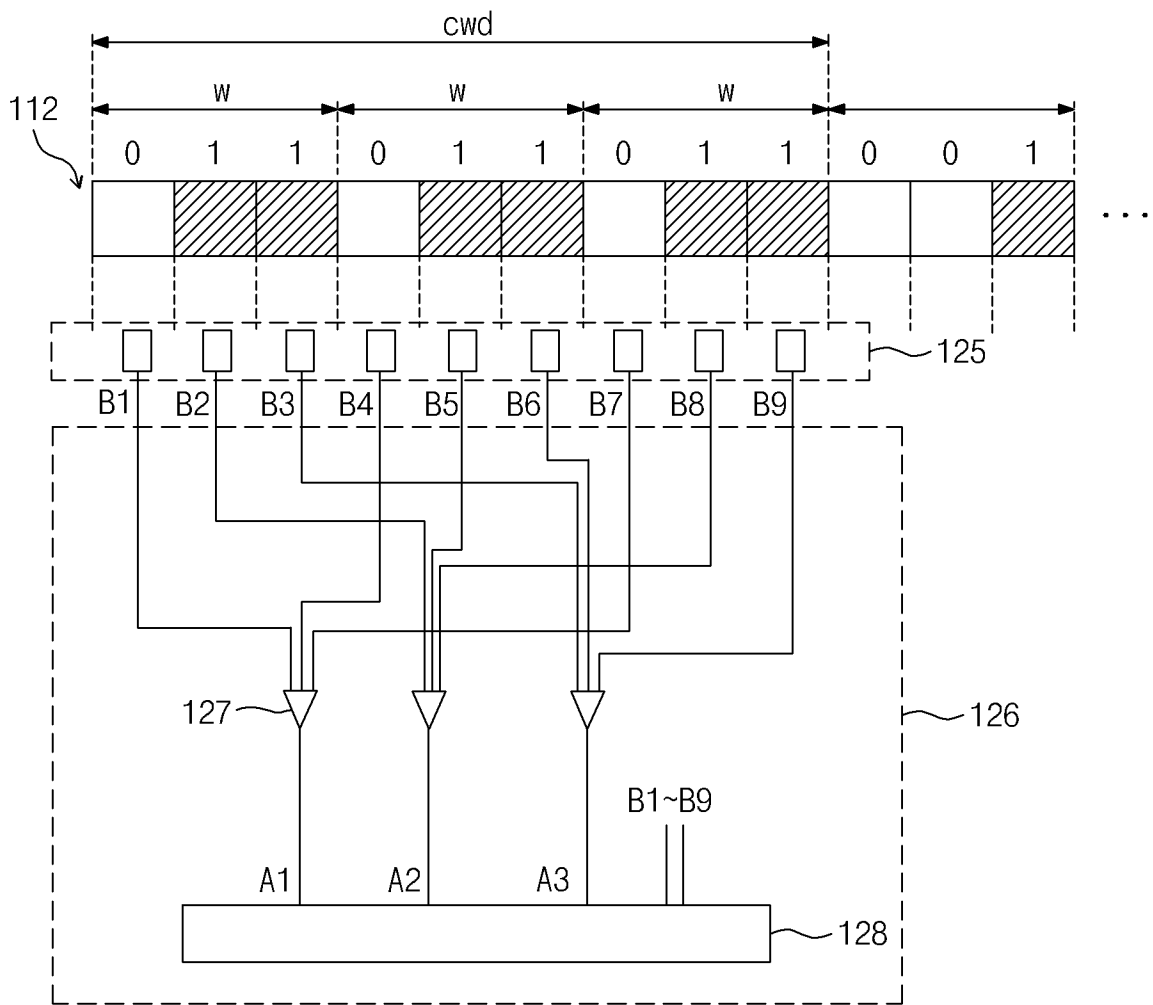
[Fig. 4]



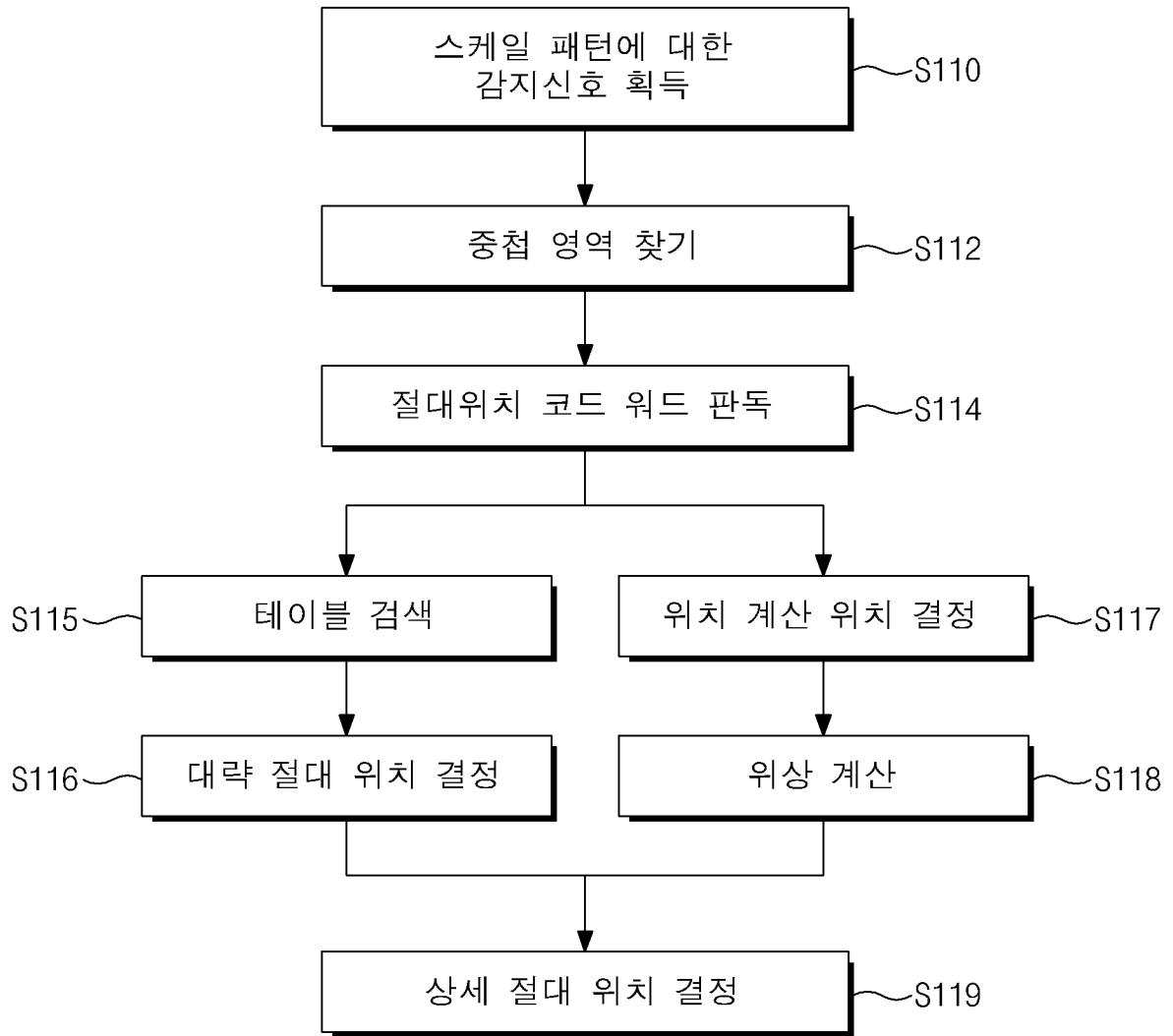
[Fig. 5]



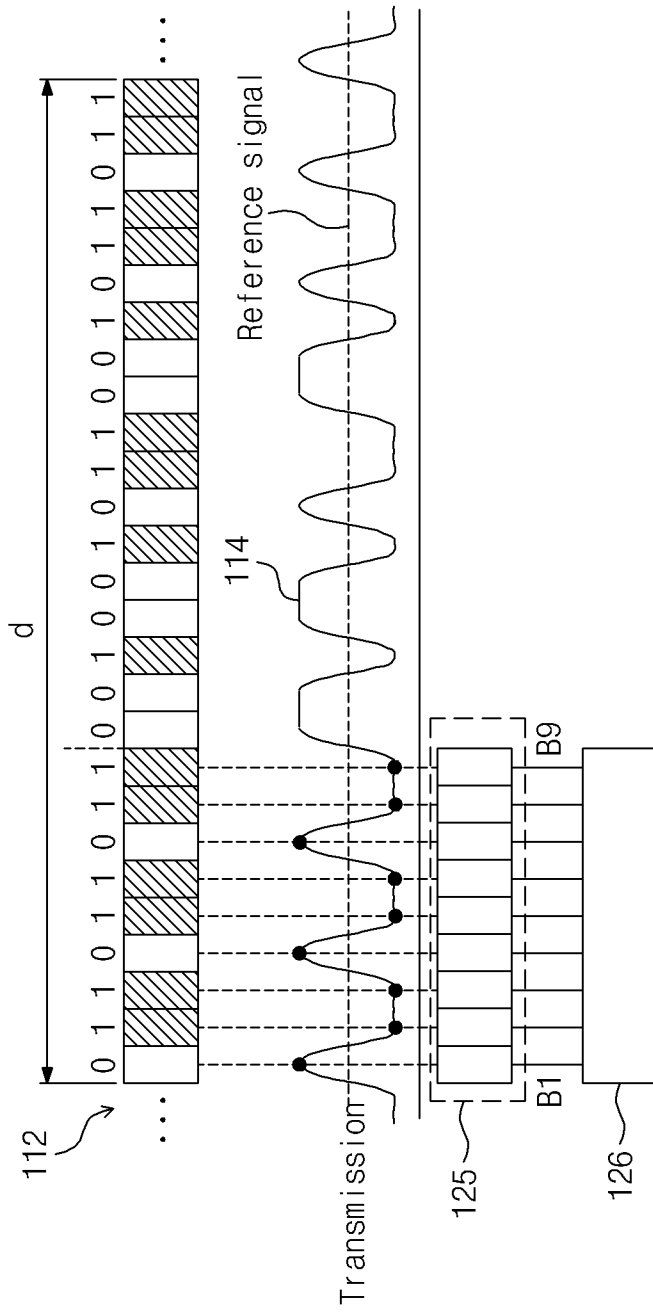
[Fig. 6]



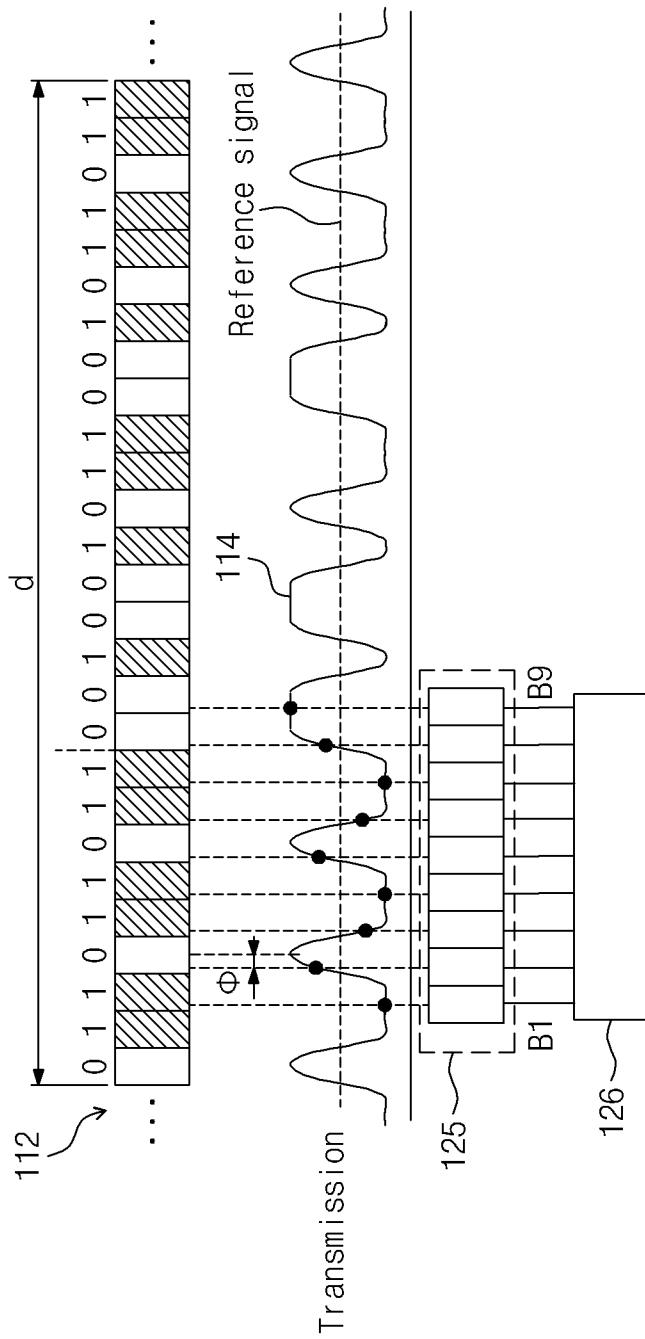
[Fig. 7]



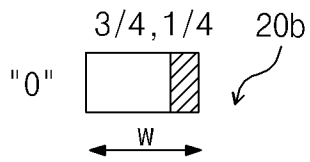
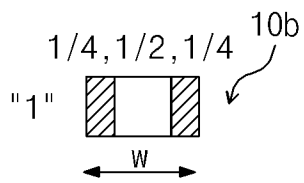
[Fig. 8a]



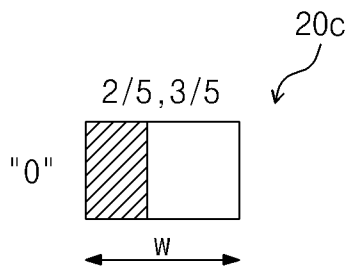
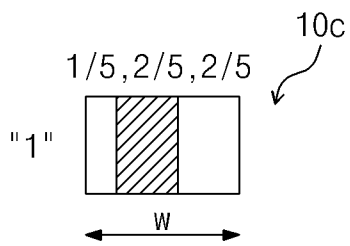
[Fig. 8b]



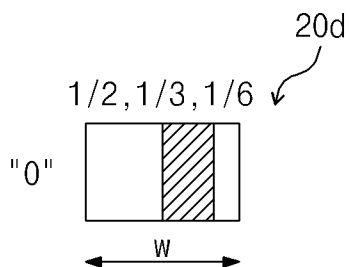
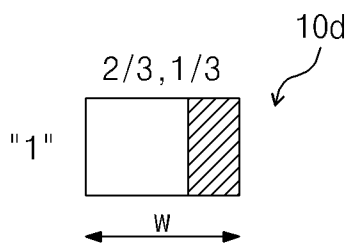
[Fig. 11]



[Fig. 12]

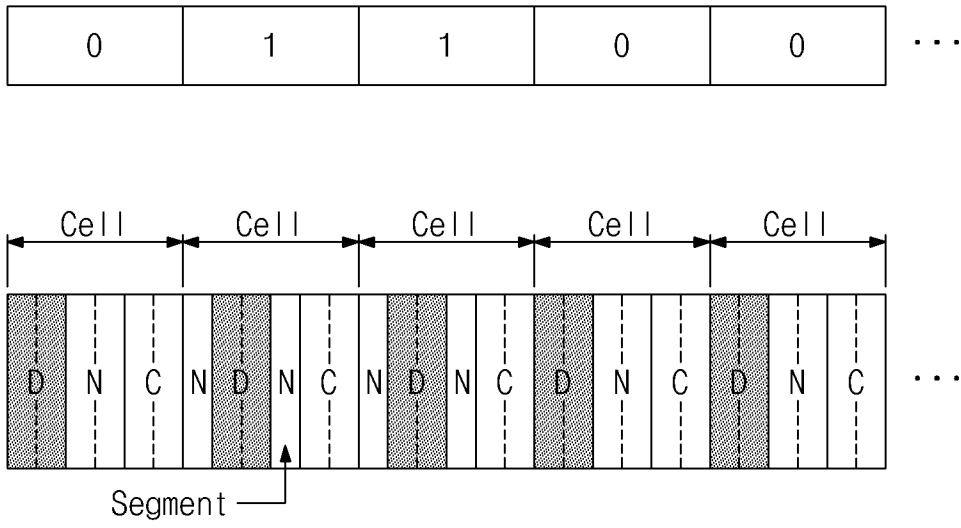


[Fig. 13]

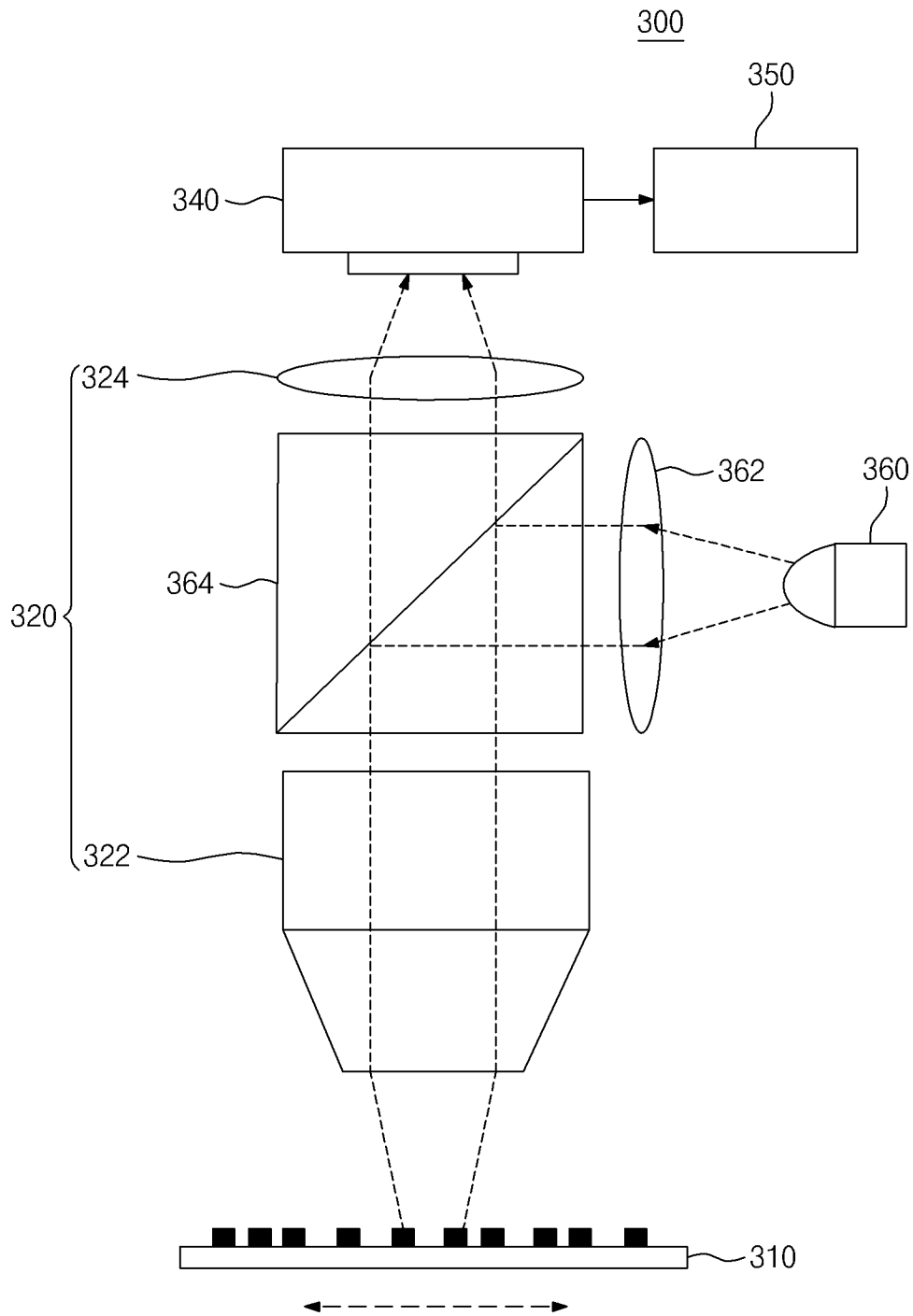


[Fig. 14]

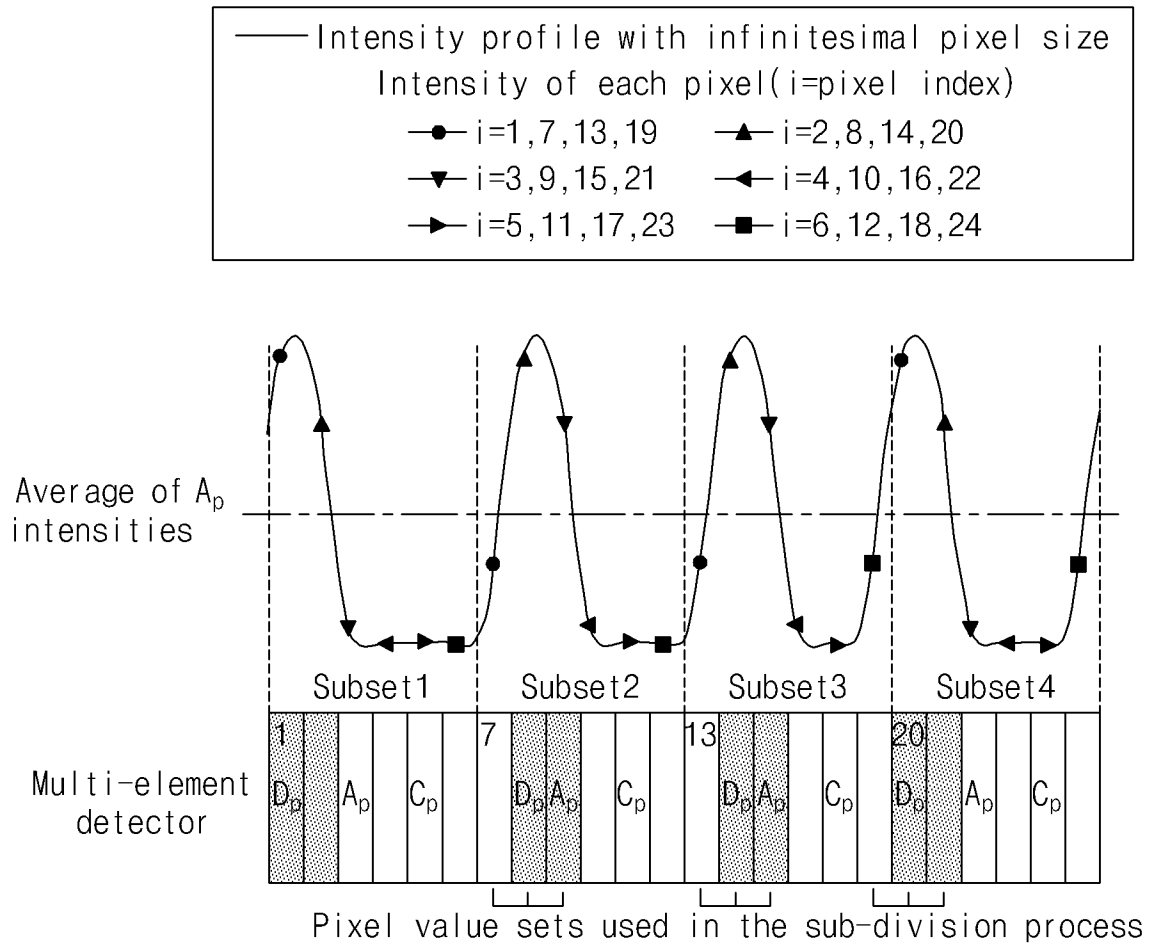
Absolute position binary code(APBC)



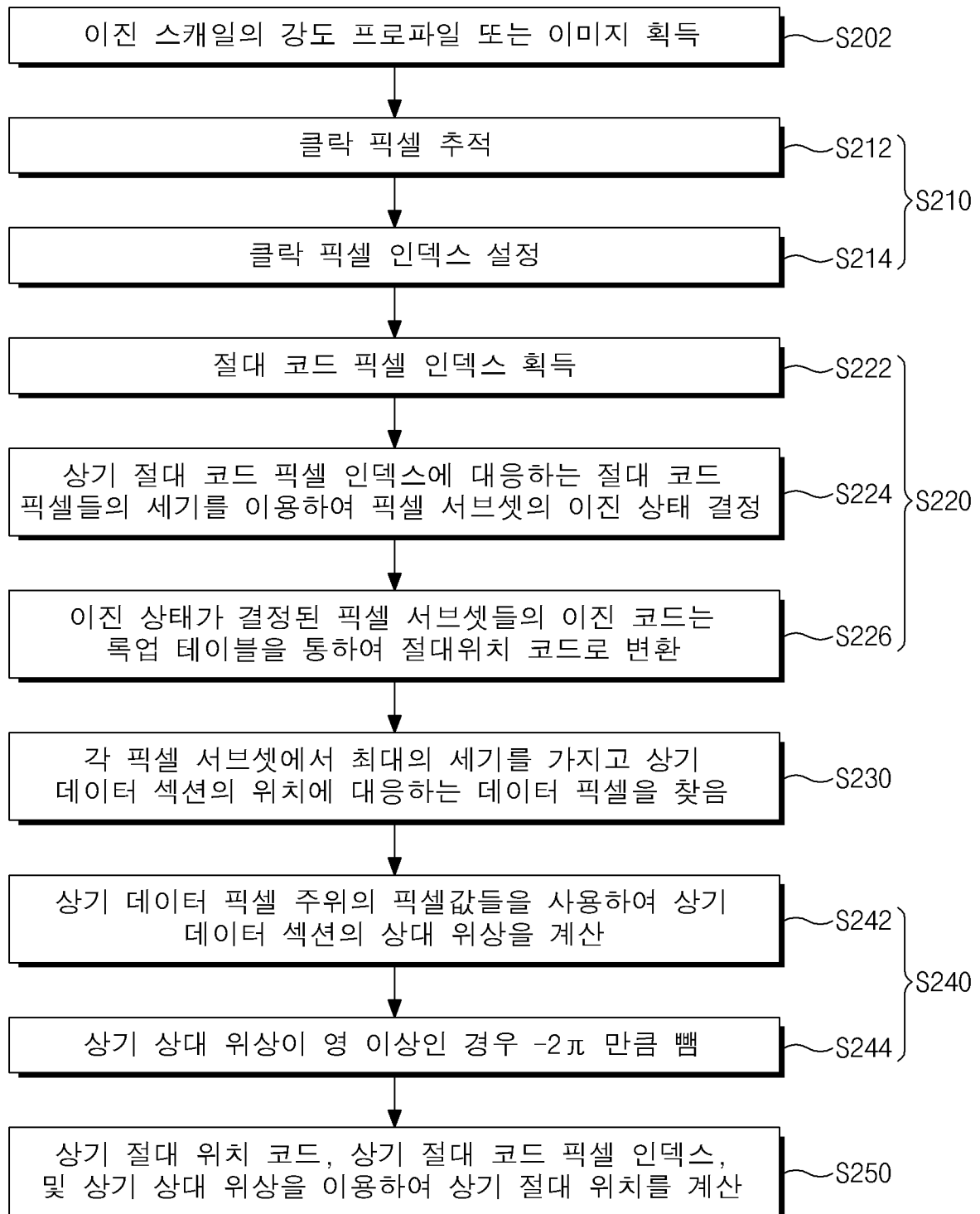
[Fig. 15]



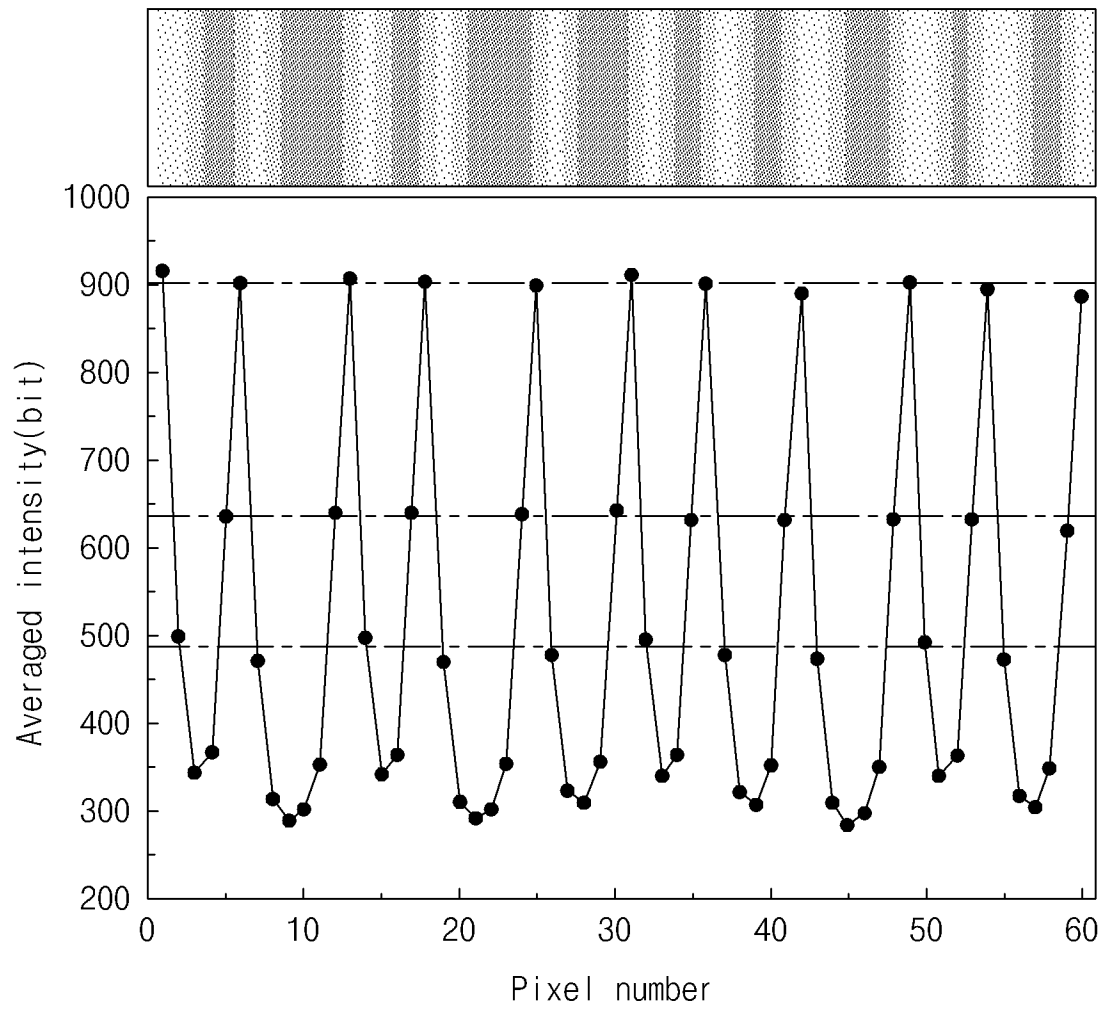
[Fig. 16]



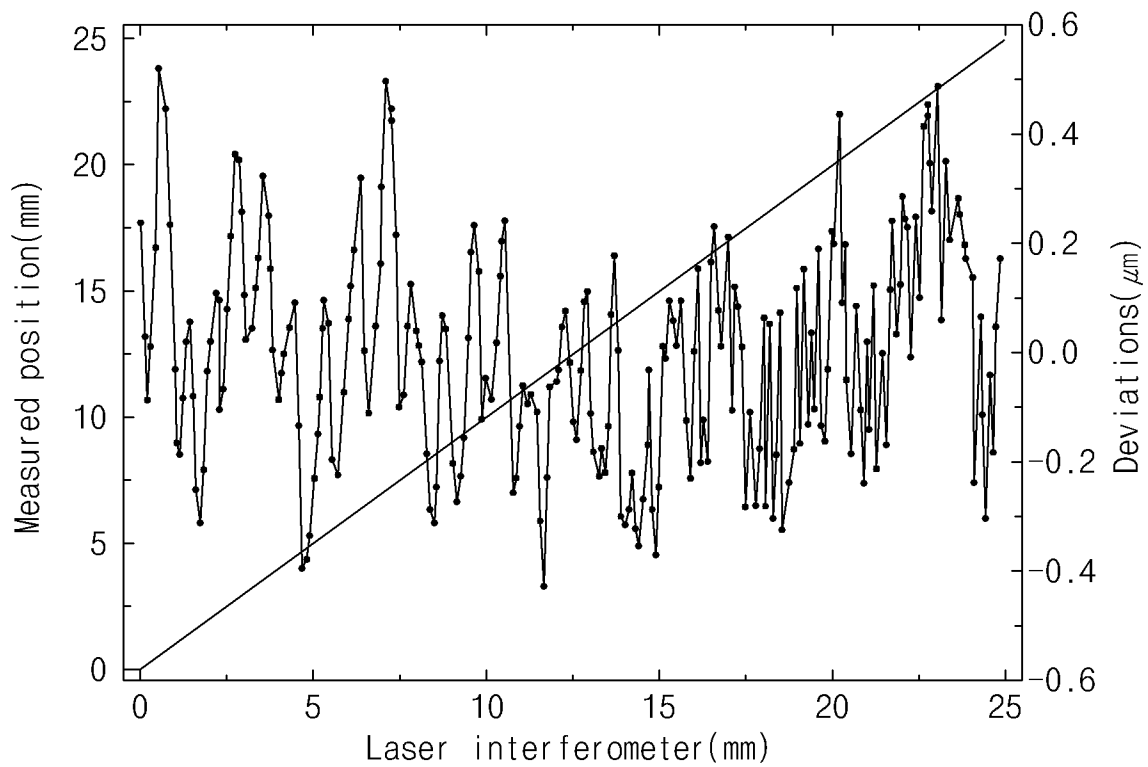
[Fig. 17]



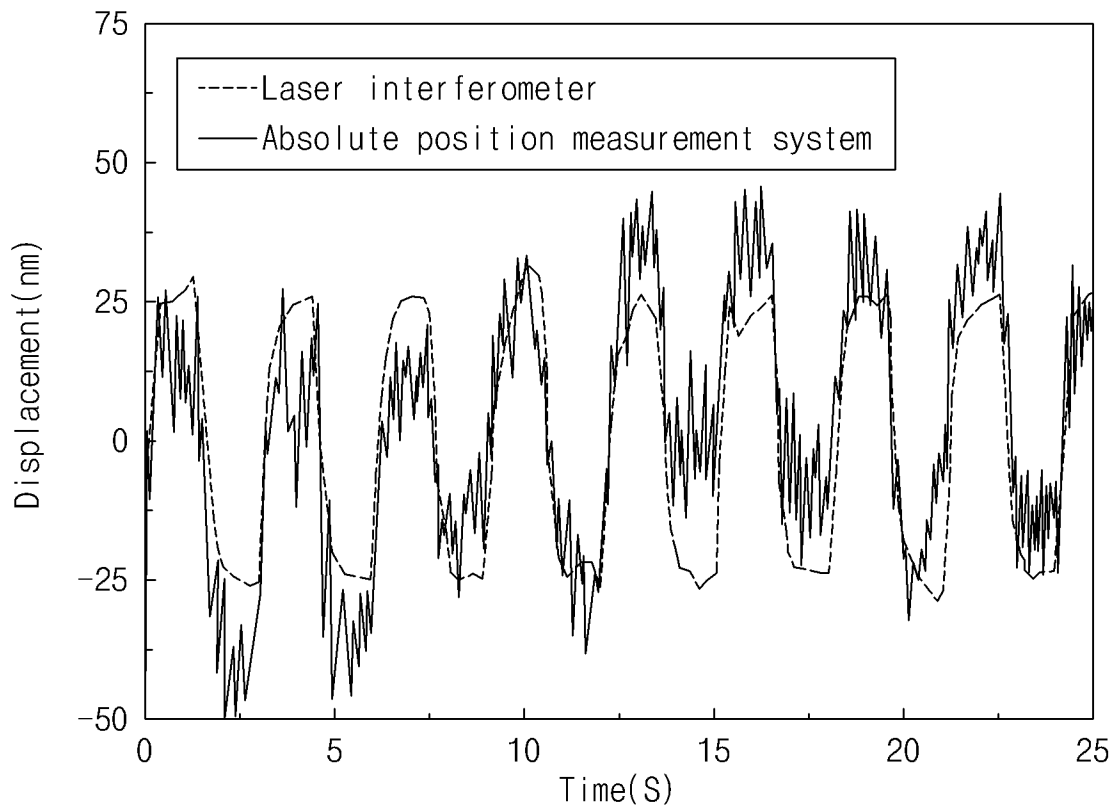
[Fig. 18]



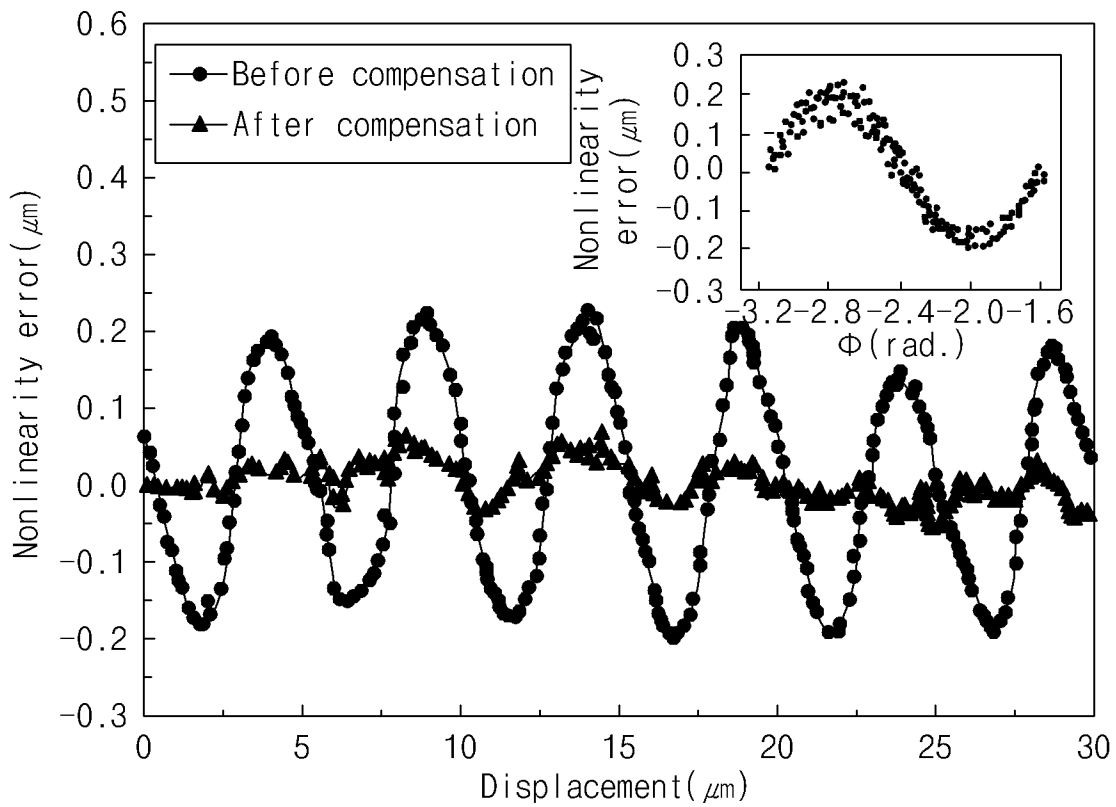
[Fig. 19]



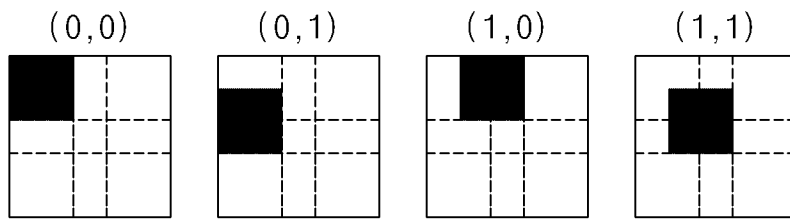
[Fig. 20]



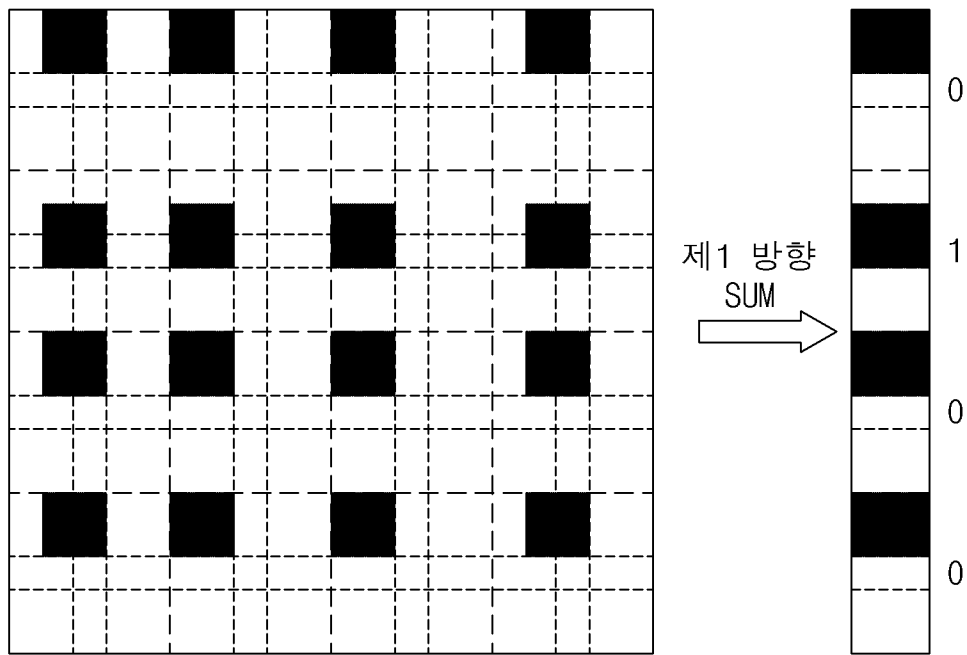
[Fig. 21]



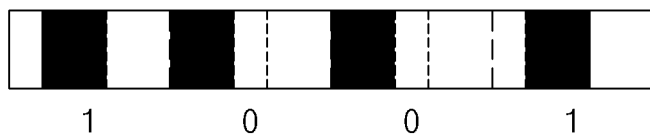
[Fig. 22]



제1 방향
제2 방향
[Fig. 23]

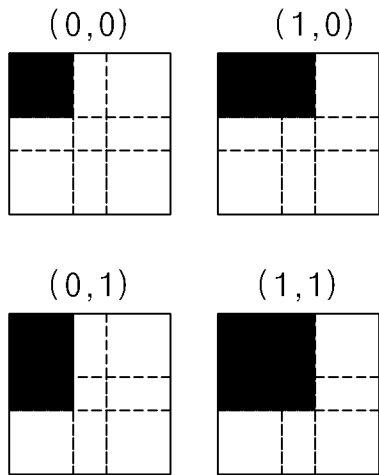


제2 방향
SUM

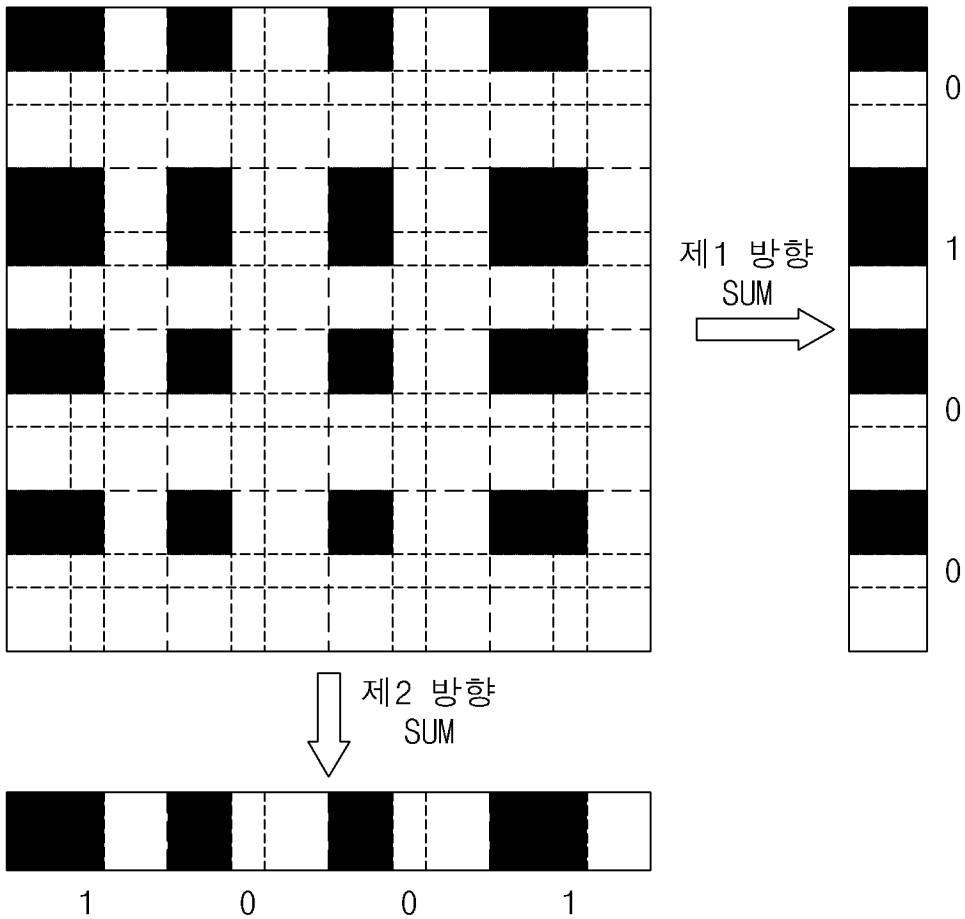


제1 방향
제2 방향

[Fig. 24]



제1 방향
제2 방향
[Fig. 25]



제1 방향
제2 방향