



등록특허 10-2697708



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월21일

(11) 등록번호 10-2697708

(24) 등록일자 2024년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 5/347 (2006.01) G01D 18/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01D 5/34715 (2013.01)
G01D 18/00 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2018-7009887

(22) 출원일자(국제) 2016년09월08일

심사청구일자 2021년07월22일

(85) 번역문제출일자 2018년04월06일

(65) 공개번호 10-2018-0052676

(43) 공개일자 2018년05월18일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2016/052781

(87) 국제공개번호 WO 2017/042570

국제공개일자 2017년03월16일

(30) 우선권주장

15184459.4 2015년09월09일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2012519297 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 29 항

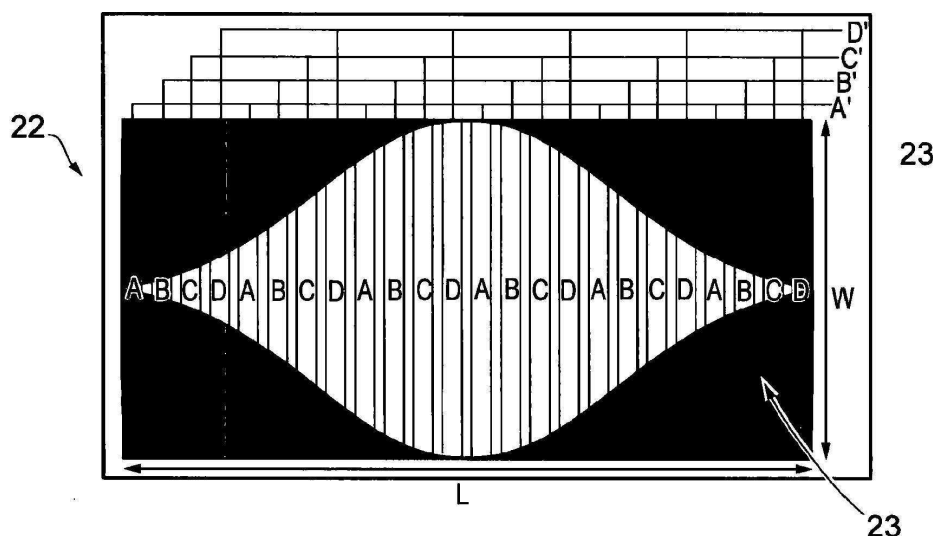
심사관 : 신동혁

(54) 발명의 명칭 인코더 장치

(57) 요약

인코더 장치는 스케일 및 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 헤드를 포함하고, 상기 판독 헤드는, 스케일과 판독 헤드의 결정된 상대적 위치에 대한 센서 엘리먼트의 영향이, 스케일 신호에서의 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키고 그에 의해 인코더 장치의 재분할 에러를 감소시키도록 구성되는 미리 결정된 비 직사각형 윈도우 함수에 따라 어레이에 걸쳐 변화도록, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력이 가중되도록 구성된다.

대표도 - 도12



(56) 선행기술조사문헌

JP2012220460 A

JP2012168177 A

JP2005526951 A

JP2014163886 A

JP2012519296 A

명세서

청구범위

청구항 1

증분적 스케일(incremental scale) 및 판독 헤드를 포함하는 인코더 장치(encoder apparatus)로서,

상기 증분적 스케일은 광을 회절시키도록 구성되는 대체로 주기적으로 배열된 일련의 특징부를 포함하는 적어도 하나의 트랙을 포함하고,

상기 판독 헤드는 상기 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서에 해당되는(falling on) 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 상기 센서를 포함하고,

상기 스케일 신호는 간섭 프린지(interference fringe)를 포함하고,

상기 인코더 장치는, 상기 스케일 신호에서의 원치않는 주파수의 악영향을 감소시킴으로써 상기 인코더 장치의 재분할 에러(sub-divisional error)를 감소시키도록 구성되는 윈도우 함수(window function)에 따라, 상기 센서의 길이에 따른 상기 센서의 출력이 가중화(weighting)되도록 구성되고,

상기 가중화는, 상기 결정된 상대적 위치에 대한 상기 센서 출력의 영향이 상기 센서의 단부를 향해 주로(predominantly) 감소하도록 구성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 윈도우 함수에 따른 상기 가중화는 상기 센서의 공간 주파수 응답의 사이드 로브를 억제하도록 구성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 센서의 공간 주파수 응답의 적어도 일차(primary) 사이드 로브의 크기가 상기 센서의 공간 주파수 응답의 메인 로브의 크기의 10 % 이하인 것인, 인코더 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중화는, 상기 결정된 상대적 위치에 대한 상기 센서로부터의 상기 출력의 상기 영향이 상기 센서의 단부를 향해 점진적으로 감소하도록 구성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정된 상대적 위치에 대한 상기 센서 출력의 영향은 상기 센서의 바깥쪽의 3 분의 1에서보다 상기 센서의 중간 3 분의 1에서 더 큰 것인, 인코더 장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 센서의 단부를 향한 상기 센서 출력의 영향이 상기 센서의 중앙을 향한 상기 센서 출력의 영향의 최대 25 %이도록 구성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중화는 상기 센서에 도달하는 신호를 제한하는 것에 의해 달성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 센서의 폭은 상기 센서의 단부를 향해 주로 감소하는 것인, 인코더 장치.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중화는, 상기 센서에 의해 검출 가능한 상기 스케일 신호가 상기 센서의 단부를 향해 감소하도록 상기 센서 엘리먼트에 도달하는 상기 스케일 신호를 제한하도록 구성되는 적어도 하나의 신호 제한 부재에 의해 달성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중화는 상기 센서에 도달하는 상기 스케일 신호를 부분적으로 차단하는 것에 의해 달성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 11

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중화는 비 직사각형(non-rectangular) 형상을 갖는 마스크에 의해 달성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 마스크로부터 이격되는 광원을 포함하고, 상기 스케일에 접근하거나 상기 스케일을 떠나는 광은 상기 마스크를 통과하여 상기 센서에 의해 검출 가능한 상기 신호의 풋프린트의 형상을 정하도록 구성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 마스크는 센서 상에 직접적으로 형성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 14

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 출력은 종(bell) 형상의 윈도우 함수에 따라 가중화되도록 구성되는 것인, 인코더 장치.

청구항 15

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판독 헤드는 상기 스케일을 조명하도록 구성되는 광원을 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 16

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판독 헤드는 상기 스케일을 조명하기 위한 가간섭성(coherent) 광원을 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 광원의 스펙트럼 대역폭은 1 nm 이하인 것인, 인코더 장치.

청구항 18

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판독 헤드는 상기 간섭 프린지를 생성하기 위한 하나 이상의 회절 격자를 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 19

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 센서는 두 개 이상의 세트의 인터디지트형(interdigitated) 센서 엘리먼트 - 각각의 세트는 상기 프린지 필드의 상이한 위상을 검출하도록 구성됨 - 를 포함하는 전기 격자(electrograting)를 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 전기 격자는 상기 두 개 이상의 세트의 인터디지트형 센서 엘리먼트(interdigitated sensor elements)의 반복 배열을 포함하고, 상기 원치않는 주파수는 상기 반복의 주파수의 비 정수배(non-integer multiples)인 것인, 인코더 장치.

청구항 21

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판독 헤드는 상기 스케일 상의 적어도 하나의 기준 마크를 검출하기 위한 적어도 하나의 분리된 기준 마크 센서를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 기준 마크 센서는 상기 센서 엘리먼트의 어레이 내에 배치되지 않는 것인, 인코더 장치.

청구항 22

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 센서 엘리먼트의 어레이는 연속하는 센서 엘리먼트의 어레이인 것인, 인코더 장치.

청구항 23

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 윈도우 함수의 형상은 삼각형 또는 종 형상인 것인, 인코더 장치.

청구항 24

증분적 스케일(incremental scale) 및 판독 헤드를 포함하는 인코더 장치(encoder apparatus)로서,

상기 증분적 스케일은 광을 회절시키도록 구성되는 대체로 주기적으로 배열된 일련의 특징부를 포함하는 적어도 하나의 트랙을 포함하고,

상기 판독 헤드는 센서에 해당되는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 상기 센서와, 상기 스케일 상의 적어도 하나의 기준 마크를 검출하기 위한 적어도 하나의 분리된 기준 마크 센서를 포함하고,

상기 스케일 신호는 간섭 프린지(interference fringe)를 포함하고,

상기 적어도 하나의 기준 마크 센서는 상기 센서 엘리먼트의 어레이 내에 배치되지 않으며,

상기 센서의 폭은 상기 센서의 단부를 향해 감소하거나, 또는 상기 판독 헤드는, 상기 센서 엘리먼트에 도달하는 상기 스케일 신호를 상기 센서의 단부를 향해 점진적으로 제한하도록 구성되는 적어도 하나의 신호 제한 부재를 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 25

증분적 스케일(incremental scale) 및 판독 헤드를 포함하는 인코더 장치(encoder apparatus)로서,

상기 증분적 스케일은 광을 회절시키도록 구성되는 대체로 주기적으로 배열된 일련의 특징부를 포함하는 적어도 하나의 트랙을 포함하고,

상기 판독 헤드는 센서에 해당되는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 상기 센서를 포함하고,

상기 스케일 신호는 간섭 프린지(interference fringe)를 포함하고,

상기 판독 헤드는, 상기 센서의 주파수 응답의 적어도 일차 사이드 로브의 크기가 메인 로브의 크기의 10 % 이하이도록, 스케일과 상기 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 상기 센서의 길이를 따른 상기 센서의 출력이 가중화되도록 구성되는 것인, 판독 헤드.

청구항 26

증분적 스케일(incremental scale) 및 판독 헤드를 포함하는 인코더 장치(encoder apparatus)로서,

상기 증분적 스케일은 광을 회절시키도록 구성되는 대체로 주기적으로 배열된 일련의 특징부를 포함하는 적어도 하나의 트랙을 포함하고,

상기 판독 헤드는 상기 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서에 해당되는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 상기 센서를 포함하고,

상기 스케일 신호는 간섭 프린지(interference fringe)를 포함하고,

상기 판독 헤드는, 상기 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향이, 상기 센서의 바깥쪽의 3 분의 1에서보다 상기 센서의 중간의 3 분의 1에서 더 크도록, 상기 센서의 길이에 따른 상기 센서의 상기 출력이 가중화되도록 구성되는 것인, 판독 헤드.

청구항 27

제15항에 있어서,

상기 판독 헤드는 상기 스케일을 비 시준 광(non-collimated light)으로 조명하도록 구성되는 광원을 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 28

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원치않는 주파수는 상기 센서에 해당되는 상기 신호의 적어도 성분 주파수의, 상기 센서의 범위에 걸쳐 비 정수(non-integer) 개수의 사이클의 존재를 초래하는 주파수를 포함하는 것인, 인코더 장치.

청구항 29

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원치않는 주파수는 상기 간섭 프린지의 비 고조파 주파수 성분(non-harmonic frequency components)으로 인해 발생하는 것인, 인코더 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인코더 장치, 특히 서로에 대해 움직일 수 있는 스케일 및 판독 헤드를 포함하는 위치 측정 인코더 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 잘 알려진 바와 같이, 위치 측정 인코더 장치는, 상대적 위치(및 속도 및/또는 가속도와 같은 그 유도 값)를 결

정 및 측정하기 위해 판독 헤드가 판독할 수 있는 일련의 피처를 갖는 스케일을 통상적으로 포함한다. 인코더는 통상적으로 증분적인 것 또는 절대적인 것으로 분류된다. 증분적 인코더(incremental encoder)(예컨대, Renishaw plc로부터 입수 가능하며 아래에서 자세히 설명되는 TONiC™)에 대한 스케일은, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치 및 움직임을 결정하기 위해 판독 헤드가 검출하는 일련의 대체로 주기적인 피처를 포함한다. 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치가 카운트될 수 있는 기준 위치를 제공하기 위해, 스케일 상에 하나 이상의 기준 마크가 제공될 수 있다. 절대적 인코더(예컨대, Renishaw plc로부터 입수 가능하고 아래에서 자세히 설명되는 RESOLUTE™ 인코더)에 대한 스케일은 스케일 길이를 따라 고유한 위치, 예를 들면, 일련의 고유한 절대적 위치를 정의하는 피처를 포함하며, 판독 헤드가, 어떠한 상대적 모션을 요구하지 않고도, 기동시 자신의 절대적 위치를 결정하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0003] 본 발명가는 향상된 인코더, 특히 향상된 정확도를 갖는 인코더를 제공하기를 원하였다.

[0004] 위치 측정 인코더 분야에서 잘 알려진 바와 같이, 스케일 피처의 판독의 보간에서의 불완전성 때문에, 재분할 에러(sub-divisional error; SDE)가 발생한다. 이러한 불완전성은, 판독이 프로세싱되는 방식에 기인할 수 있고, 그리고/또는 판독 헤드에 의해 검출되는 신호가 불완전한 것에 기인할 수 있다. 판독 헤드에 의해 검출되는 신호는, 예를 들면, 자선의 광학 컴포넌트, 광학 컴포넌트의 자선의 배열, 스케일 상의 먼지, 및/또는 기준 마크, 예를 들면, 임베딩된 기준 마크에 기인하는 다수의 이유 때문에 불완전할 수 있다. SDE는 결정된 위치의 정확성에 부정적인 영향을 끼친다. SDE는 또한 일반적으로 "보간 오차"로 알려져 있다. 본 문서에서, 용어 SDE 및 보간 오차는 상호 교환적으로 사용될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 인코더 장치의 SDE는 스케일의 범위를 따라(예를 들면, 선형 인코더의 경우 그 길이를 따라 또는 로터리 인코더의 경우 축을 중심으로) 변할 수 있다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은, 예를 들면, 판독 헤드의 센서 상에 떨어지는 신호에서의 불완전성에 의해 야기되는 SDE와 같은, 예를 들면, 인코더 장치의 SDE를 감소시키는 것에 의해 인코더 장치의 출력을 향상시키기 위한 구성을 제공한다. 이것은, 센서 상에 떨어지는 신호에서의 이러한 불완전성에 대해 인코더 장치를 덜 민감하게 만들도록(예를 들면, 몇몇 실시형태에서 이러한 불완전성에 대해 필터링 효과를 가지도록) 구성되는 미리 결정된 윈도우 함수에 따라 센서(예를 들면, 센서의 출력)가 자신의 길이를 따라 가중되도록(예를 들면, 센서의 센서 엘리먼트의 출력이 가중되도록) 인코더 장치를 구성하는 것에 의해 달성된다.

[0006] 예를 들면, 판독 헤드 및 스케일을 포함하는 인코더 장치가 본원에서 설명되는데, 판독 헤드는 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하고, 판독 헤드는, 스케일 및 판독 헤드의 결정된 상대적 위치에 대한 센서 엘리먼트의 영향이, 스케일 신호에서의 원치않는 주파수의 악영향(예를 들면, 필터의 악영향)을 감소시키고 그에 의해 인코더 장치의 재분할 에러를 감소시키도록 구성되는 미리 결정된 비 직사각형(non-rectangular) 윈도우 함수에 따라 어레이에 걸쳐 변화도록, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 (예를 들면, 스케일 주기 이내로) 결정하기 위해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력이 가중되도록 구성된다.

[0007] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 스케일 및 판독 헤드를 포함하는 증분적 인코더 장치가 존재하는데, 판독 헤드는 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 (예를 들면, 스케일 주기 이내로) 결정하기 위해 사용되는 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하고, 장치는 스케일 신호에서의 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키도록(예를 들면, 그에 의해, 인코더 장치의 재분할 에러를 감소시키도록) 구성되는 (미리 결정된) 윈도우 함수에 따라 센서의 출력이 자신의 길이를 따라 가중되도록 구성되고, 상기 가중화는, 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 주로 감소하도록 구성된다.

[0008] 센서 엘리먼트의 가중되지 않은/직사각형 어레이를 사용하는 대신, 원치않는 주파수의 존재가 인코더 장치의 측정 성능에 대해 갖는 악영향을 상당히 감소시키도록 센서 엘리먼트의 출력을 가중시키기 위해, 비 직사각형 윈도우 함수가 사용될 수 있다. 이러한 가중화는 상기 원치않는 주파수를 실질적으로 필터링하도록 구성될 수 있다. 특히, 이러한 가중화의 사용은 이러한 원치않는 주파수에 대한 인코더 장치의 감도를 감소시키는 효과를 갖는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 이러한 가중화는 인코더 장치의 SDE를 감소시키기 위해 사용될 수 있으며, 이것은, 결과적으로, 인코더 장치의 정확도를 향상시킬 수 있다. Lissajous(리사주)를 생성하기 위해 사용될 수 있는 직교 신호를 포함하는 증분적 인코더의 경우, SDE를 감소시키는 것은 리사주의 원형도(circularity)를 향상시킨다.

[0009] 이해되는 바와 같이, "원치않는 주파수"인 것으로 간주되는 주파수는 인코더 장치마다 변할 것이다. 그럼에도

불구하고, 이해되는 바와 같이, "원치않는 주파수"가 의미하는 것은 인코더 장치의 SDE에 기여하는 주파수이다. 예를 들면, 원치않는 주파수는, 스케일 신호의 적어도 성분 주파수의 센서의 범위에 걸친 비 정수(non-integer) 개수의 사이클의 존재로 나타나는 주파수를 포함할 수 있다. 예를 들면, 센서 상에 떨어지는 신호의 적어도 한 성분 주파수의 이러한 비 정수 개수의 사이클은, 예를 들면, 탑승 높이(ride-height)에 따라 변할 수 있는 (예를 들면, 회절 기반 시스템에서의) 센서 주기 불일치 및 프린지 또는 (예를 들면, 이미지 기반 시스템에서의) 이미지 배율에 기인할 수 있고, 그리고/또는 신호에서의 비 고조파 성분(non-harmonic component)의 존재에 기인할 수 있다. 센서가 두 개 이상의 세트의 인터디지트형(interdigitated)/인터리브형(interleaved) 센서 엘리먼트의 반복 배열을 포함하는 실시형태(예를 들면, 다수의 채널을 갖는 증분적 검출기(incremental detector))에서, 원치않는 주파수는 반복 주파수의 비 정수배인 주파수를 포함할 수 있다. 이들은 본 발명의 특정한 예시적인 실시형태와 연계하여 하기에서 더욱 상세하게 설명된다. 따라서, 본 발명에 따른 가중화는, 스케일 신호의 적어도 성분 주파수의 센서의 범위에 걸친 비 정수 개수의 사이클의 존재에 대한 인코더 장치의 감도를 감소시킬 수 있다.

[0010] 이해되는 바와 같이, (예를 들면, 미리 결정된 비 직사각형) 윈도우 함수에 따른 센서의 이러한 가중화(예를 들면, 센서 엘리먼트의 출력의 이러한 가중화)는 센서의 (예를 들면, 공간적) 주파수 응답의 사이드 로브를 억제하도록 구성될 수 있다. 바람직하게는, 윈도우 함수는, 센서의 (예를 들면, 공간적) 주파수 응답의 적어도 일차(primary) 사이드 로브의 크기가 메인 로브의 크기의 10 %보다 크지 않도록, 보다 바람직하게는 5 %보다 크지 않도록, 예를 들면, 2.5 %보다 크지 않도록, 예를 들면, 1 %보다 크지 않도록 구성된다(예를 들면, 형상이 정해진다). 이해되는 바와 같이, 센서의 주파수 응답은 센서 응답도/응답성의 공간 푸리에 변환(spatial Fourier Transform)에 의해 결정/정의될 수 있다.

[0011] 이해되는 바와 같이, 본 발명은 다양한 적절한 가중화 스킴을 통해 달성될 수 있다. 옵션적으로(optionally), 결정된 위치에 대한 센서로부터의 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 감소하도록 센서 출력은 가중된다(예를 들면, 센서 엘리먼트의 출력은 가중된다). 옵션적으로, 상기 감소는 매끄럽다, 즉 연속적이다.

[0012] 옵션적으로, 가중화는, 센서의 중간이 결정된 위치에 대해 가장 큰 영향을 끼치도록(예를 들면, 센서의 중심을 향하는(예를 들면, 센서의 중심에 있는) 센서 엘리먼트가 결정된 위치에 대해 가장 큰 영향을 끼치도록) 구성된다. 다시 말하면, 옵션적으로 상기 영향은 센서의 중심을 향해(예를 들면, 센서의 중심에서) 피크를 이룬다. 이해되는 바와 같이, 가중화는, 센서의 중간에 있는 그리고 그 부근의 복수의 센서 엘리먼트가 동일한 영향을 가지도록(예를 들면, 윈도우 함수가 자신의 중심에서 편평한 영역을 가지도록) 구성될 수 있다. 옵션적으로, 가중화는 상기 윈도우가 센서의 중심 라인에 대해 실질적으로 대칭이도록 구성된다. 옵션적으로, 출력은, 센서 엘리먼트의 출력(예를 들면, 어레이의 중간에/중간 부근에 있는 위치로부터 어레이의 단부를 향하는) 결정된 위치에 대해 갖는 영향에서 하향/감소 추세에 있도록 가중된다.

[0013] 옵션적으로, 센서의 출력은, 센서의 단부를 향하는(예를 들면, 단부에서의) 센서의 영향이 센서의 중간을 향하는(예를 들면, 중간에서의) 센서의 영향의 최대 25 %이도록, 결정된 위치에 대한 센서로부터의 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 감소하도록 가중된다. 다시 말하면, 옵션적으로, 센서 엘리먼트의 출력은, 센서의 단부를 향하는(예를 들면, 단부에서의) 센서 엘리먼트의 영향이 센서의 중간을 향하는(예를 들면, 중간에서의) 센서 엘리먼트의 영향의 최대 25 %이도록, 결정된 위치에 대한 센서 엘리먼트의 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 감소하도록, 가중된다.

[0014] 센서는 개념적으로 세그먼트 또는 부분으로 분할될 수 있고, 결정된 상대적 위치에 대한 센서의 영향은 센서의 길이에 따른 상이한 세그먼트 또는 부분에 대해 상이할 수 있다. 옵션적으로, 센서는 개념적으로 자신의 길이를 따라 세 개의 실질적으로 동일한 세그먼트/부분으로 분할될 수 있다; 즉 3 분의 1씩 분할될 수 있다. 옵션적으로, 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향은, 센서의 바깥쪽의 3 분의 1에서보다 센서의 중간의 3 분의 1에서 더 크다. 예를 들면, 바깥쪽의 3 분의 1 각각의 영향은 중간의 3 분의 1의 영향의 최대 50 %일 수 있다. 옵션적으로, 센서는 개념적으로 자신의 길이를 따라 다섯 개의 실질적으로 동일한 세그먼트/부분으로 분할될 수 있다; 다시 말하면 자신의 길이를 따라 5 분의 1씩 분할될 수 있다. 옵션적으로, 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향은, 센서의 바깥쪽의 5 분의 1보다 센서의 중간의 5 분의 1에서 더 크다. 예를 들면, 바깥쪽의 5 분의 1 각각의 영향은, 중간의 5 분의 1의 영향의 최대 30 %일 수 있다. 이 경우 옵션적으로, 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향은, 중간의 5 분의 1의 양 측의 센서의 인접한 5 분의 1보다, 센서의 중간의 5 분의 1에서 더 크다.

- [0015] 상기 가중화는 센서 엘리먼트의 출력을 조작하는 것에 의해 달성될 수 있다. 예를 들면, 상기 가중화는 센서 엘리먼트의 출력을 억제 및/또는 증폭하기 위해 하나 이상의 감쇠기(예를 들면, 저항기) 및/또는 하나 이상의 증폭기(예를 들면, 연산 증폭기)를 사용하는 것에 의해 달성될 수 있다. 옵션적으로, 가중화는 센서 엘리먼트를 누락시키는 것에 의해 달성될 수 있다. 예를 들면, 센서 엘리먼트의 주기적 배열을 갖는 센서 엘리먼트의 어레이에서, 가중화는 센서 엘리먼트의 하나 이상을 누락시키는 것에 의해 달성될 수 있다.
- [0016] 옵션적으로, 상기 가중화는 센서(예를 들면, 센서 엘리먼트)가 검출할 수 있는 신호를 제한하는 것에 의해 달성될 수 있다. 예를 들면, 판독 헤드는, 센서(예를 들면, 센서 엘리먼트)가 검출할 수 있는 신호를 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 제한하도록 구성될 수 있다. 이것은 센서 상에 떨어지는 스케일 신호의 풋프린트를 구성하는 것에 의해 달성될 수 있다.
- [0017] 옵션적으로, 어레이에 걸친 양을 변경하는 것에 의해 센서 엘리먼트에 도달하는 스케일 신호(예를 스케일 신호의 양/전력/강도/크기)를 제한하도록, 예를 들면, 상기 제한의 정도가 센서의 단부를 향해 점진적으로 증가하도록 구성되는 신호 조작/제한 부재가 제공된다. 다시 말하면, 신호 조작/제한 부재는, 센서 상에 떨어지는 스케일 신호의 양이 센서의 단부를 향해, 예를 들면, 센서 엘리먼트의 어레이의 단부를 향해 점진적으로 감소하도록 구성될 수 있다. 옵션적으로, 이것은, 어레이에 걸친 양을 변경하는 것에 의해 센서(예를 들면, 센서 엘리먼트)에 도달하는 스케일 신호를 차단하도록, 예를 들면, 상기 차단 정도가 센서의 단부를 향해 점진적으로 증가하도록; 다시 말하면, 센서 상에 떨어지는 스케일 신호의 양이 센서의 단부를 향해, 예를 들면, 센서 엘리먼트의 단부를 향해 점진적으로 감소하도록 구성되는 신호 차단 부재를 제공하는 것에 의해 달성될 수 있다. 옵션적으로, 인코더 장치는 비 직사각형 형상을 갖는 마스크(다시 말하면, 물리적 윈도우)를 포함한다. 다시 말하면, 마스크는, 스케일 신호가 센서에 도달하기 위해 통과할 수 있는 비 직사각형 형상의 개구를 가질 수 있다. 인코더 장치가 광학 인코더 장치인 실시형태에서, 마스크는, 광원으로부터 이격되며 스케일에 도달하는 또는 스케일을 떠나는 광이, 센서에 의해 검출 가능한 신호의 풋프린트의 형상을 정하기 위해 통과할 수 있는 비 직사각형 개구를 포함할 수 있다. 옵션적으로, 마스크는 센서 상에(예를 들면, 센서 엘리먼트 상에) 직접적으로 형성된다(다시 말하면, 제공된다). 예를 들면, 마스크는 센서의 상부 상에(예를 들면, 센서 엘리먼트의 상부 상에) 퇴적되는 층(예를 들면, 금속 피복(metallisation), 중합체 층)을 포함할 수 있다. 옵션적으로, 인코더 장치는 광원을 포함하는 조명 시스템을 포함한다. 옵션적으로, 광원으로부터 이격되는 적어도 하나의 광 조작/제한 부재가 제공되고, 센서에 의해 검출 가능한 유효 풋프린트가 센서의 단부를 향해 사이즈가 주로 감소하도록 구성된다.
- [0018] 옵션적으로, 센서의 형상 및/또는 사이즈는, 센서가 검출하는 신호의 양을 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 제한하도록 구성될 수 있다(예를 들면, 센서의 폭은 센서의 단부를 향해 감소할 수 있다). 다시 말하면, 옵션적으로, 센서 엘리먼트의 형상 및/또는 사이즈는, 센서 엘리먼트가 검출하는 신호의 양을 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 제한하도록 구성될 수 있다(예를 들면, 그들은 센서의 단부를 향해 점점 더 작아진다, 예를 들면, 길이에서 더 짧아진다).
- [0019] 옵션적으로, 센서의 길이에 따른 센서 출력의 가중화는, 결정된 위치에 대한 출력의 영향이 어레이의 단부를 향해 비선형적으로 감소하도록 구성된다. 다시 말하면, 옵션적으로, 센서 엘리먼트 출력의 가중화는, 결정된 위치에 대한 그들의 영향이 어레이의 단부를 향해 비선형적으로 감소하도록 구성된다. 따라서, 윈도우 함수의 형상은 직선의 변을 갖는 삼각형(straight-sided triangle)이 아닌 것이 바람직하다. 다시 말하면, 그것은, 결정된 위치에 대한 센서 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 감소하는 일반적인 속도가 일정하지 않은(다시 말하면, 감소의 속도의 국소적인 추세가 일정하지 않은) 경우일 수 있다. 가중화는 결정된 위치에 대한 센서 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 점점 줄어들도록(다시 말하면, 점진적으로 감소하도록) 구성되는 것이 바람직할 수 있다.
- [0020] 옵션적으로, 센서의 길이에 따른 센서 출력의 가중화(예를 들면, 센서 엘리먼트의 출력의 가중화)는, 결정된 위치에 대한 센서의 영향에서의 감소율이 센서의 단부를 향해 감소하도록 구성된다. 다시 말하면, 옵션적으로, 감소율의 국소적인 추세는 어레이의 단부를 향해 감소한다. 바람직하게는, 센서의 길이에 따른 센서 출력의 가중화는 센서의 중심으로부터 센서의 단부를 향하는 결정된 위치에 대한 센서 출력의 영향에서의 감소율이 초기에 증가하고 그 다음 센서의 단부를 향해 감소하도록 구성된다. 다시 말하면, 영향에서의 감소율의 국소적인 추세는 초기에 증가하고 그 다음 감소한다. 이것을 행하는 다른 방식은, 가중화의 기울기/그라디언트가, 센서의 단부를 향해 감소하기 이전에, 센서의 중앙에서 멀어지면서 초기에는 증가하는 것이다. 예를 들면, 윈도우/가중화의 그라디언트(예를 들면, 포토다이오드가 점점 더 차단되는 비율)는 센서의 중간에서 그리고 그 부근에서 상대적으로 낮고, 그 다음, 센서의 단부 근처에서 다시 높아지게 되기 이전에, 센서의 중간에서 멀어짐에 따라 가파

르게 된다. 따라서, 센서 출력의 가중화는 윈도우 함수의 일반적인 형상이 대략 종(bell) 형상으로 되는 것일 수 있다. 예를 들면, 옵션적으로 센서 엘리먼트의 출력은 다음 함수 중 하나에 따라 가중된다: 카이저(Kaiser), 한(Hann), 해밍(Hamming), 웰치(Welch), 체비셰프(Chebyshev), 코사인(Cosine), 슬레피언(Slepian), 가우시안(Gaussian), 란초스(Lanczos), 파젠(Parzen), 블랙맨(Blackman), 너트톨(Nuttall), 튜키(Tukey) 또는 이들의 임의의 하이브리드.

[0021] 인코더 장치는, 일반적으로 광학 인코더로 칭해지는 것일 수 있다. 판독 헤드는 스케일을 조명하도록 구성되는 광원을 포함할 수 있다. 스케일 신호는 명시야(light field)를 포함할 수 있다. 옵션적으로, 인코더 장치는 비시준 광으로 스케일을 조명하도록 구성된다. 판독 헤드는 스케일을 조명하기 위한 가간섭성 광원(coherent light source)을 포함할 수 있다. 옵션적으로, 광원의 스펙트럼 대역폭은 1 nm 이하, 예를 들면, 0.5 nm 이하, 예를 들면, 0.2 nm 이하, 예를 들면, 대략 0.1 nm이다.

[0022] 인코더 장치는 증분적 인코더 장치를 포함할 수 있다. 따라서, 스케일은 증분적 스케일을 포함할 수 있다. 스케일은 일련의(대체로) 주기적으로 배열된 피처를 포함하는 적어도 하나의 트랙을 포함할 수 있다. 이해되는 바와 같이, 상기 적어도 하나의 트랙 옆의 또는 상기 적어도 하나의 트랙 내에 임베딩되는 하나 이상의 기준 피처가 제공될 수 있다.

[0023] 옵션적으로, 스케일 신호(예를 들면, 명시야)는 프린지(예를 들면, 프린지 필드)를 포함한다. 프린지는 간섭 프린지를 포함할 수 있다. 판독 헤드는 상기 간섭 프린지를 생성하기 위한 하나 이상의 회절 격자를 포함할 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 회절 격자는 상기 간섭 프린지를 생성하기 위해 스케일을 향하는/로부터의 광과 상호 작용할 수 있다. 옵션적으로, 판독 헤드는 상기 간섭 프린지를 생성하기 위해 스케일을 떠나는 광과 상호 작용하도록 구성되는 회절 격자를 포함한다. 옵션적으로, 스케일은 광을 회절 시키도록 구성되는 일련의 피처를 포함한다. 옵션적으로, 상기 간섭 프린지는 스케일 및 회절 격자로부터의 광의 회절 차수의 재조합에 의해(그리고 옵션적으로 그 차수에서) 생성된다. 따라서, 옵션적으로, 스케일 이전의 광학 경로에 회절 격자가 없다. 이해되는 바와 같이, 판독 헤드는 반드시 회절 격자를 포함할 필요는 없다. 예를 들면, 판독 헤드는 하에서 더 자세히 설명되는 바와 같이 스케일의 이미지를 검출할 수 있다.

[0024] 옵션적으로, 센서는 두 개 이상의 세트의 인터디지트형/인터리브형 센서 엘리먼트를 포함하는 전기 격자를 포함하는데, 각각의 세트는 간섭 프린지의 상이한 위상을 검출하도록 구성된다. 각각의 세트는 채널로 칭해질 수 있다. 바람직하게는, 센서(예를 들면, 전기 격자)는 앨리어싱되지 않는다(non-aliased). 다시 말하면, 바람직하게는 각각의 세트(예를 들면, 채널) 내의 센서 엘리먼트 사이의 거리는 명목상 하나의 프린지(fringe) 주기이다.

[0025] 옵션적으로, 스케일 신호는 스케일의 이미지를 포함한다. 따라서, 판독 헤드는 스케일을 센서 상으로 이미지화하도록 구성될 수 있다. 옵션적으로, 판독 헤드는 센서 상에 스케일의 이미지를 형성하도록 구성되는 하나 이상의 렌즈를 포함한다. 옵션적으로, 센서는 상기 이미지를 캡처하도록 구성된다.

[0026] 옵션적으로, 스케일 신호는 센서 엘리먼트와 오정렬되는 피처를 포함하는데, 예를 들면, 센서 엘리먼트와 평행하지 않게 연장한다. 옵션적으로, 스케일 신호는 비 병렬 피처를 포함한다. 옵션적으로, 스케일 신호는 부채꼴 형상의(fanned) 피처를 포함한다. 옵션적으로, 스케일은 디스크 스케일을 포함한다. 옵션적으로, 상기 디스크 스케일은 디스크의 면 상에 배열되는 스케일 피처를 포함한다. 옵션적으로, 상기 스케일 피처는, 스케일 및 판독 헤드가 판독 위치에 있을 때, 센서 엘리먼트에 대해 오정렬된다(예를 들면, 평행하지 않다). 옵션적으로, 상기 스케일 피처는 부채꼴 형상이다. 상기 스케일 피처는 증분적 스케일 피처(incremental scale feature) 및/또는 절대적 스케일 피처(absolute scale feature)일 수 있다.

[0027] 인코더 장치는 절대적 인코더 장치일 수 있다. 따라서, 스케일은 절대적 스케일을 포함할 수 있다. 다시 말하면, 스케일은 절대적 위치 정보를 정의하는 피처를 포함할 수 있다. 스케일은 일련의 고유한 절대적 위치를 정의하는 피처를 포함할 수 있다. 절대적 위치 정보를 정의하는 피처는 적어도 하나의 트랙에 포함될 수 있다. 절대적 위치 정보를 정의하는 피처 외에도, 스케일은 증분적 위치를 정의하는 피처를 포함할 수 있다. 예를 들면, 스케일은 일련의 대체로 주기적으로 배열된 피처를 포함하는 트랙을 포함할 수 있다.

[0028] 인코더 장치는 적어도 두 개의 기술에 따라/두 단계에서 스케일 신호를 프로세싱하도록 구성될 수 있다. 이 경우, 인코더 장치는, 상기 기술 중 하나에 의해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력이 본 발명에 따라 가중되지만, 그러나 상기 기술 중 다른 기술에 대해서는 가중되지 않도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 인코더 장치는, 스케일의 이미지로부터, (제1 기술을 사용하여) 대략적인 위치 정보(coarse position information)를 그리고 (제2 기술을 사용하여) 정교한 위치 정보(fine position information)를 결정하도록 구성될 수 있다. 대략적인 위치

정보는, 하나 이상의 스케일 주기의 분해능에 대한 스케일 및 판독 헤드의 상대적인 위치의 척도일 수 있다. 정교한 위치 정보는, 대략적인 위치보다 더 정교한 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치의 척도일 수 있다. 예를 들면, 그것은 하나의 스케일 주기보다 더 정교한 분해능에 대한 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치의 척도일 수 있다. 이것은, 예를 들면, 위상 추출을 통해 이루어질 수 있다. 위치를 결정하기 위한 이러한 방법의 예가 W02010/139964에서 더 상세히 설명되는데, 이 문헌의 전체 내용은 이 참조에 의해 통합된다. 그러한 경우, 동일한 센서 엘리먼트 출력은 대략적인 위치 결정 및 정교한 위치 결정 둘 모두에 대해 사용될 수 있다. 그러나, 인코더 장치는, 정교한 위치를 결정하기 위한 프로세스로 전달되는 센서 엘리먼트 출력이 본 발명에 따라 가중되도록, 반면, 대략적 위치를 결정하기 위한 프로세스로 전달되는 센서 엘리먼트 출력은 가중되지 않도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 이것은 센서 엘리먼트의 출력을 제1 및 제2 신호로 분할하는 것에 의해 달성될 수 있는데, 여기서, 제1 신호의 경우 원시(raw) 출력이 하나의 프로세스로 전달되고, 제2 신호의 경우, 감쇠기(들) 및/또는 증폭기(들)는, 출력이 다른 프로세스로 전달되기 이전에, 그들을 상응하게 억제 및/또는 증폭하기 위해 사용된다.

[0029] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 상기에 따라 구성되는 판독 헤드가 제공된다. 예를 들면, 본 발명의 다른 양태에 따라, 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 판독 헤드가 제공되는데, 판독 헤드는, 스케일 및 판독 헤드의 결정된 상대적 위치에 대한 센서 엘리먼트의 영향이, 스케일 신호에서의 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키고 그에 의해 인코더 장치의 재분할 에러를 감소시키도록 구성되는 미리 결정된 비 직사각형 윈도우 함수에 따라 어레이에 걸쳐 변화도록, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력이 가중되도록 구성된다. 특정한 예에 따르면, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 판독 헤드가 제공되는데, 여기서, 판독 헤드는, 센서의 길이에 따른 센서의 출력이, 스케일 신호에서의 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키고 그에 의해 인코더 장치의 재분할 에러를 감소시키도록 구성되는 윈도우 함수에 따라 가중되도록 구성되고, 상기 가중화는 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 주로 감소하도록 구성된다. 다른 특정 예시적인 실시형태에 따르면, 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 판독 헤드가 제공되는데, 여기서, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력은, 결정된 상대적 위치에 대한 센서 엘리먼트로부터의 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 감소하도록 하는 그러한 것이다. 옵션적으로, 상기 가중화는 센서(예를 들면, 센서 엘리먼트)가 검출할 수 있는 신호의 양을 제한하는 것에 의해 달성된다. 예를 들면, 센서/센서 엘리먼트의 형상 및/또는 사이즈는, 센서/센서 엘리먼트가 검출하는 신호의 양을 센서의 단부를 향해 대체로 점진적으로 제한하도록 구성될 수 있다(예를 들면, 그들은 센서의 단부를 향해 점점 더 작아진다, 예를 들면, 길이에서 더 짧아진다).

[0030] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서, 및 스케일 상의 적어도 하나의 기준 마크를 검출하기 위한 적어도 하나의 분리된 기준 마크 센서를 포함하는 판독 헤드가 제공되는데, 여기서, 적어도 하나의 기준 마크 센서는 센서 엘리먼트의 어레이 내에 배치되지 않으며, 센서의 폭은 센서의 단부를 향해 감소하고, 그리고/또는 판독 헤드는, 센서에 의해 검출되는 스케일 신호의 양이 센서의 단부를 향해 감소하도록 센서 엘리먼트에 도달하는 스케일 신호의 양을 제한하도록 구성되는 적어도 하나의 신호 제한 부재를 포함한다.

[0031] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 일련의 고유한 위치를 정의하는 마킹을 갖는 스케일, 및 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 판독 헤드를 포함하는 절대적 인코더 장치가 제공되는데, 여기서, 센서의 폭은 센서의 단부를 향해 사이즈가 감소하고, 그리고/또는 판독 헤드는, 센서에 의해 검출되는 스케일 신호의 양이 어레이의 단부를 향해 감소하도록 스케일 신호가 센서 엘리먼트에 도달하는 것을 제한하도록 구성되는 적어도 하나의 신호 제한 부재를 포함한다.

[0032] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 판독 헤드가 제공되는데, 여기서, 판독 헤드는, 센서의 주파수 응답의 적어도 일차 사이드 로브의 크기가 메인 로브의 크기의 10 % 이하이도록 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력이 가중되도록 구성된다.

[0033] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 상에 떨어지는 스케일 신호를 검출하기 위한 센서 엘리먼트의 어레이를 포함하는 센서를 포함하는 판독 헤드가 제공되는데, 여기서, 판독 헤드는, 결정된 상대적 위치에 대한 센서 출력의 영향이, 센서의 바깥쪽의 3 분의 1에서보다 센서

의 중간의 3 분의 1에서 실질적으로 더 크도록 센서의 길이에 따른 센서의 출력이 가중되도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 실시형태는 다음의 도면을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다:

도 1은, 본 발명에 따른, 인코더 장치를 도시하는 개략도이다;

도 2는, 도 1의 인코더 장치의 광학적 구성을 개략적으로 예시한다;

도 3 및 도 4는, 스케일에 대한 판독 헤드 위치의 증분적 판독을 용이하게 하기 위해 회절 광의 사용을 통해 증분적 광검출기에서 간섭 프린지를 생성하는 것을 예시하는 개략적인 광선 도면이다;

도 5는, 예시적인 간섭 프린지의 강도 변화가 중첩된, 도 1 및 도 2의 인코더 장치와 함께 사용하기에 적합한 전기 격자의 일부의 개략도이다;

도 6a는, 도 1 내지 도 5의 인코더 장치의 두 개의 격자 배열 및 비 가간섭성(incoherent) 광원을 사용하여 획득될 수 있는 간섭 프린지의 강도 변화를 예시하는 그래프이다;

도 6b는 도 6a의 간섭 프린지의 푸리에 변환을 예시한다;

도 7a 및 도 7b는, 비 가간섭성 광원을 가간섭성 광원으로 대체하는 것에 의해 획득되는 간섭 프린지의 강도 변화, 및 그 푸리에 변환을 각각 예시한다;

도 8은, 부분적인 고조파를 포함하는 간섭 프린지의 성분 부분의 강도 변화가 중첩된, 도 1 및 도 2의 인코더 장치와 함께 사용하기에 적합한 전기 격자의 일부의 개략도이다;

도 9는 본 발명에 따른 예시적인 전기 격자를 개략적으로 예시한다;

도 10은, 도 9의 전기 격자의 변조 전달 함수(Modulation Transfer Function; MTF)와 함께, 도 9의 전기 격자의 전기 격자 구조체를 각각 예시하는 두 개의 그래프를 포함한다;

도 11은, 이러한 전기 격자의 변조 전달 함수(MTF)와 함께, 표준 비 가중 전기 격자(standard unweighted electrograting)의 전기 격자 구조체를 각각 예시하는 두 개의 그래프를 포함한다;

도 12는, 본 발명의 다른 실시형태에 따른 예시적인 전기 격자를 개략적으로 예시한다;

도 13은, 도 12의 전기 격자의 변조 전달 함수(MTF)와 함께, 도 12의 전기 격자의 전기 격자 구조체를 각각 예시하는 두 개의 그래프를 포함한다;

도 14는, 본 발명의 다른 실시형태에 따른 예시적인 전기 격자를 개략적으로 예시한다;

도 15는, (예를 들면, 프린지 및 센서 주기 불일치로 인해) 신장된 간섭 프린지의 강도 변화가 중첩된, 도 1 및 도 2의 인코더 장치와 함께 사용하기에 적합한 전기 격자의 일부분의 개략도이다;

도 16의 (a) 및 (b) 내지 도 19의 (a) 및 (b)는, 다양한 윈도우 형상 및 그들 각각의 주파수 응답 그래프를 예시한다;

도 20의 (a) 및 도 20의 (b)는, 부채꼴 형상의 절대적 패턴이 떨어지는 절대적 인코더에 대한 마스킹되지 않은 센서 및 마스킹된 센서를 각각 예시한다; 그리고

도 21은 증분적 검출기 및 기준 마크 검출기의 예시적인 배열을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 제1 예의 인코더 장치(2)가 도시되어 있다. 인코더 장치는 판독 헤드(4) 및 스케일(6)을 포함한다. 비록 도시되지는 않지만, 사용시, 판독 헤드(4)는 머신의 하나의 부분에 그리고 스케일(6)은 머신의 다른 부분에 고정될 수 있는데, 이들은 서로에 대해 이동 가능하다. 판독 헤드(4)는 그 자체와 스케일(6)의 상대적 위치를 측정하기 위해 사용되며, 따라서 머신의 두 개의 가동 부분의 상대적 위치의 척도를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 판독 헤드(4)는 (도시되는 바와 같은) 유선 및/또는 무선 통신 채널을 통해 컨트롤러(8)와 같은 프로세서와 통신한다. 이해되는 바와 같이, 프로세서는 특정한 애플리케이션을 위해 구성되는 주문형 프로세서(예를 들면, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(field programmable gate array; "FPGA"))뿐만 아니라, 그것이 사용되는 애플리케이션의 필요에 따라 (예를 들면, 소프트웨어를 통해) 프로그래

밍될 수 있는 더 일반적인 프로세서를 포함할 수 있다. 판독 헤드(4)는 자신의 검출기(하기에서 더 상세히 설명됨)로부터의 신호를 컨트롤러(8)에 보고할 수 있는데, 그 다음, 컨트롤러는 그들을 프로세싱하여 위치 정보를 결정하고 및/또는 판독 헤드(4) 그 자체는 자신의 검출기로부터의 신호를 프로세싱할 수 있고 위치 정보를 컨트롤러(8)로 전송할 수 있다. 다른 실시형태에서, 중간 유닛, 예를 들면, 인터페이스 유닛은 판독 헤드(4)와 컨트롤러(8) 사이에 위치될 수 있다. 인터페이스 유닛은 판독 헤드(4)와 컨트롤러(8) 사이의 통신을 용이하게 할 수 있다. 예를 들면, 인터페이스 유닛은 판독 헤드 신호를 프로세싱하도록 그리고 컨트롤러(8)에 위치 정보를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0036] 스케일(6)은 증분적 트랙(10)을 정의하는 복수의 스케일 마크를 포함한다. 설명되는 실시형태에서, 스케일(6)은 기준 트랙(12)을 또한 포함한다.

[0037] 본 실시형태에서, 인코더 장치는 광학 회절 기반 인코더이다. 따라서, 증분적 트랙(10)은 회절 격자를 형성하는 일련의 주기적인 스케일 마크(14)를 포함한다. 증분적 트랙(10)은 일반적으로 진폭 스케일 또는 위상 스케일로 지칭될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 그것이 진폭 스케일이면, 그러면, 피쳐는 (예를 들면, 광을 선택적으로 흡수, 산란 및/또는 반사시키는 것에 의해) 판독 헤드의 증분적 검출기를 향해 송신되는 광의 진폭을 제어하도록 구성되는 반면, 그것이 위상 스케일이면, 그러면, 피쳐는 (예를 들면, 광의 위상을 지연시키는 것에 의해) 판독 헤드의 증분적 검출기를 향해 송신되는 광의 위상을 제어하도록 구성된다. 본 실시형태에서, 증분적 트랙(10)은 진폭 스케일이지만, 어느 경우에서든, 하기에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 광은 주기적 스케일 마크(14)와 상호 작용하여 회절 차수를 생성한다.

[0038] 기준 트랙(12)은 반사 기준 마크(16)에 의해 정의되는 기준 위치를 포함한다. 트랙의 나머지는 광을 흡수하는 피쳐(17)를 포함한다. 따라서, 기준 위치는, 기준 위치가 포함되는 트랙의 나머지 부분보다 상대적으로 더 많은 광이 기준 마크 광검출기(24)(하기에서 설명됨)에 도달하는 것을 허용하는 마크에 의해 정의되며, 이 경우에는 기준 위치가 포함되는 트랙의 나머지 부분보다 상대적으로 더 많이 반사한다. 기준 위치는, 판독 헤드(4)가 스케일(6)을 기준으로 자신이 있는 곳을 정확하게 결정할 수 있는 것을 가능하게 하는 데 유용할 수 있다. 따라서, 증분적 위치는 기준 위치로부터 카운트될 수 있다. 또한, 이러한 기준 위치는, 그들이 판독 헤드(4)가 주행하도록 허용되는 스케일(6)의 단부 또는 한계를 정의하기 위해 사용될 수 있다는 점에서, "한계 위치"로 또한 칭해지는 것일 수 있다.

[0039] 이 실시형태에서, 인코더 장치는, 그것이 전자기 방사선(electromagnetic radiation; EMR) 소스(18), 예를 들면, 적외선 광원(18), 및 적어도 하나의 검출기(하기에서 더 상세히 설명됨)를 스케일(6)의 동일한 면 상에 포함한다는 점에서, 반사성 광학 인코더이다. 일반적으로, 광원(18)으로부터의 적외선 광은 스케일(6)에 의해 판독 헤드를 향해 되반사되도록 구성된다. 예시되는 바와 같이, 광원(18)은 발산형이고 광원의 조명 풋프린트는 증분적 트랙(10) 및 기준 트랙(12) 둘 다 상에 떨어진다. 설명되는 실시형태에서, 광원(18)은 적외선 범위에서 EMR을 방출하지만, 그러나, 이해될 수 있는 바와 같이, 이것은 반드시 그럴 필요는 없으며, 예를 들면, 적외선 내지 자외선 내의 임의의 곳인 다른 범위에서 EMR을 방출할 수 있다. 이해되는 바와 같이, 광원(18)을 위한 적절한 파장의 선택은, 전자기 방사선(EMR) 파장에서 작동하는 적합한 격자 및 검출기의 이용 가능성을 비롯한, 많은 요인에 좌우될 수 있다. 또한 예시되는 바와 같이, 판독 헤드(4)는 회절 격자(20)(이하, "인덱스 격자(index grating)"라 함)(20), 증분적 광검출기(22) 및 기준 광검출기(24)를 또한 포함한다.

[0040] 도 2에서 도시되는 바와 같이, 광원(18)은, 판독 헤드의 판독 방향을 가로 지르는 방향에서, 증분적 광검출기(22)와 기준 광검출기(24) 사이에 위치된다. 이것은, 증분적 트랙(10) 및 기준 마크 트랙(12) 둘 모두의 균일한 조명을 용이하게 한다.

[0041] 광원(18)으로부터의 광은 판독 헤드(4)로부터 스케일(6)을 향해 방출되는데, 여기서, 광원(18)의 풋프린트의 일부는 기준 트랙(12)과 상호 작용하고 광원의 풋프린트의 일부는 증분적 트랙(10)과 상호 작용한다. 현재 설명되는 실시형태에서, 기준 위치는, 기준 마크가 포함되는 트랙의 나머지 부분과 비교하여, 기준 광검출기(24)를 향해 되반사되는 광원(18)으로부터의 광의 양을 수정하는 기준 마크 트랙(12) 내의 피쳐(16)에 의해 정의된다. 이것은, 예를 들면, 기준 마크(16)보다 더 많은 광을 흡수, 투과 및/또는 산란시키는 기준 마크 트랙(12)의 나머지 내의 피쳐(17)에 의해 달성될 수 있다. 도 2에서 예시되는 위치에서, 판독 헤드(4)는 기준 위치와 정렬되며, 따라서, 광은 기준 광검출기(24)를 향해 되반사되는 것으로 도시된다.

[0042] 증분적 트랙(10)과 관련하여, 소스(18)로부터의 광은 회절 격자를 형성하는 주기적인 스케일 마크(14) 상에 떨어진다. 따라서, 광은 다수의 차수로 회절하는데, 그 다음, 다수의 차수는 판독 헤드(4)의 인덱스 격자(20) 상으로 떨어진다. 본 실시형태에서, 인덱스 격자(20)는 위상 격자이다. 그 다음, 광은 인덱스 격자(20)에 의해 차

수로 추가로 회절되는데, 그 차수는, 그 다음, 증분적 광검출기(22)에서 간섭하여, 이 예에서 간섭 프린지(26) 인 결과적으로 나타나는 필드(resultant field)를 형성한다.

[0043] 간섭 프린지의 생성은 도 3 및 도 4를 참조하여 더 상세하게 설명된다. 이해되는 바와 같이, 도 3은 인코더 장치에서 조우하게 되는 실제 광학적 상황의 매우 단순화된 예시이다. 특히, 도 3에서는, 소스로부터의 단지 하나의 광선만이 예시되는 반면, 실제로는 증분적 트랙(10)의 영역은 소스에 의해 조명된다. 따라서, 실제로 도 3에서 도시되는 광학적 상황은 스케일의 길이를 따라(다시 말하면, 소스에 의해 조명되는 영역에 걸쳐) 여러 번 반복되고, 그러므로, 검출기에서 긴 간섭 패턴을 생성하는데, 이것은 도 4에서 개략적으로 예시된다. 또한, 예시적 목적을 위해 단지 +/- 1 차수만이 도시되어 있다(예를 들면, 이해되는 바와 같이, 광은 다수의 차수, 예를 들면, +/- 3차, +/- 5 차, 등등의 회절 차수로 회절될 것이다). 광은 스케일(6)의 증분적 트랙(10) 내의 일련의 주기적 피쳐(14)에 의해 회절되고, 회절 차수는, 증분적 검출기(22)에서 결과적으로 나타나는 필드(26)(이 경우 예에서는 간섭 프린지, 그러나 예를 들면, 변조된 스팟(들)일 수 있음)를 형성하기 이전에, 광이 회절되는 인덱스 격자(20)를 향해 전파한다. 도 4에서 도시되는 바와 같이, 결과적으로 나타나는 필드(26)는 인덱스 격자(20) 및 스케일(6)로부터의 광의 회절 차수의 재조합에 의해 생성된다.

[0044] 예시의 단순화를 위해, 도 3 및 도 4의 광선 다이어그램은 투과 광선 다이어그램(즉, 광선이 스케일 및 인덱스 격자의 각각을 통해 투과되는 것으로 도시됨)으로 도시되어 있는 반면, 실제로는, 이들 중 적어도 하나는 반사성일 수 있다. 예를 들면, 광선은 도 1 및 도 2와 연계하여 상기에서 설명되는 바와 같이 스케일(6)에 의해 반사될 수 있다.

[0045] 증분적 검출기(22)는 간섭 프린지(26)를 검출하여 판독 헤드(4)에 의해 컨트롤러(8)와 같은 외부 디바이스로 출력되는 신호를 생성한다. 특히, 판독 헤드(4) 및 스케일(6)의 상대적인 이동은 증분적 검출기(22)에 대한 간섭 프린지(26)의 이동을 야기하며, 그 출력은 변위의 증분적 측정을 가능하게 하는 증분적 상승/하강 카운트를 제공하도록 프로세싱될 수 있다. 이해되는 바와 같이, 통상적으로 인코더는 두 개의 신호를 직교하게(서로 90도 위상차가 있음) 제공하도록 구성되며, (비록 이들이 실제로 사인 또는 코사인 신호가 아닐 수도 있을지라도) SIN 및 COS 신호로 일반적으로 라벨링된다. 직교 신호는 반복 스케일 패턴의 하나의 주기 미만까지의 판독 헤드의 위치의 정확한 측정을 제공하도록 보간될 수 있다. 인코더 장치에 의한 이러한 직교 신호의 제공은, 판독 헤드 및 스케일의 상대적인 움직임뿐만 아니라 방향의 표시를 제공하기 위해 잘 알려져 있다.

[0046] 설명되는 실시형태에서, 증분적 검출기(22)는 전기 격자의 형태인데, 다시 말하면 두 개 이상의 세트의 인터디지트형의/얹힌 구조의(interlaced)/인터리브형의 광 감지 센서 엘리먼트(본원에서 "광검출기" 또는 "핑거"로 또한 칭해짐)를 포함하는 광 센서 어레이이다. 각각의 세트는, 예를 들면, 검출기(22)에서 간섭 프린지(26)의 상이한 위상을 검출할 수 있다. 전기 격자의 한 예가 도 5에서 예시되는데, 여기서는, 증분적 검출기(22)의 일부가 도시되고, 포토다이오드(A, B, C 및 D)의 네 개의 세트의 핑거/포토다이오드는 인터디지트형으로/인터리브형으로 되어 센서의 길이 "L"을 따라 연장하는 센서 엘리먼트의 어레이를 형성한다. 포토다이오드의 세트는 주기 "p"(따라서 주파수 "f"는 1/"p"임)를 갖는 반복적인 배열로 배열된다.

[0047] 도시되는 바와 같이, 설명되는 실시형태에서, 개개의 핑거/포토다이오드/센서 엘리먼트는 증분적 검출기(22)의 길이(L)에 실질적으로 수직으로 연장한다. 또한, 개개의 핑거/포토다이오드/센서 엘리먼트는 형상이 실질적으로 직사각형이다. 이해되는 바와 같이, 본 발명은 다른 형상의 센서 엘리먼트 및 다른 배열의 센서 엘리먼트에도 또한 적용 가능하다.

[0048] 한 세트 내의 각각의 핑거/포토다이오드의 출력은 결합되어 단일 출력을 제공하고, 그에 의해 네 개의 채널 출력: A', B', C' 및 D'로 나타나게 된다. 그 다음, 이들 출력은 직교 신호(SIN 및 COS)를 획득하기 위해 사용된다. 특히, A'-C'는 제1 신호(SIN)를 제공하기 위해 사용되며, B'-D'는 제1 신호와는 90도 위상이 다른 제2 신호(COS)를 제공하기 위해 사용된다. 비록 특정한 실시형태에서, 전기 격자가, 네 개의 채널(A', B', C' 및 D')을 제공하는 네 개의 세트의 포토다이오드를 포함하지만, 이것은 반드시 그럴 필요는 없다. 예를 들면, 전기 격자는 단지 두 개의 채널(A' 및 B')을 제공하는 두 개의 세트의 포토다이오드를 포함할 수 있다. 또한, 이 실시형태에서, 증분적 검출기(22)는 앨리어싱되지 않는다. 그러나, 이해되는 바와 같이, 본 발명은 앨리어싱된 센서(예를 들면, 각각의 세트 내의 센서 엘리먼트 사이의 거리가 하나의 프린지 주기보다 더 큰 센서)에도 동일하게 적용 가능하다.

[0049] 도 5에서, 간섭 프린지(26)는 증분적 검출기(22)에 걸친 이상적인 간섭 프린지의 변화하는 강도를 개략적으로 예시하는 라인에 의해 표현된다. 예시되는 바와 같이, 인코더 장치는 (프린지 주기(p'))와 센서 주기(p)가 동일하다면) 시간적으로 임의의 한 순간에 임의의 하나의 세트 내의 모든 포토다이오드가 간섭 프린지의 동일한 위

상을 검출하도록 구성된다.

- [0050] 도 5는, 간섭 프린지가 순수하게 정현파적으로 변하는 강도를 가지며, 프린지 주기(p')가 전기 격자 주기(" p ") (예를 들면, 두 개의 유사한 포토다이오드, 예컨대 두 개의 "A" 포토 다이오드의 중심의 주기)와 매치하고 그에 의해 채널당 간섭 프린지의 주기적 패턴의 정수 개수의 반복을 제공하게 되는 이상적인 시나리오를 도시한다. 다시 말하면, 간섭 프린지의 공간 주파수(예를 들면, $1/p'$)는 포토다이오드의 세트의 반복의 공간 주파수(예를 들면, $1/p$)의 정수배이다(그리고 특히, 이 경우 간섭 프린지의 공간 주파수는 포토다이오드의 세트의 반복의 공간 주파수와 동일하다).
- [0051] 도 6a는 이상적인 간섭 프린지의 강도 프로파일을 개략적으로 예시하고, 도 6b는 이러한 간섭 프린지의 푸리에 변환을 도시한다. 알 수 있는 바와 같이, 간섭 프린지는 주로 기본 주파수(때로는 제1 고조파로 칭해짐)만을 포함한다. 통상적으로, 본 발명가는, 그들의 인코더 장치로부터 우수한 성능을 달성하기 위해, 특히 불순한 간섭 프린지에 의해 야기될 수 있는 SDE를 방지하기 위해, 이러한 이상적인 간섭 프린지를 얻으려고 노력해 왔다.
- [0052] 그러나, 본 발명가는, 결정된 위치에 대한 포토다이오드/핑거로부터의 출력의 영향이 센서의 단부를 향해 점진적으로 감소하도록 포토다이오드/핑거로부터의 출력이 가중되도록 인코더 장치를 적절히 구성하는 것에 의해, 센서 상에 떨어지는 간섭 프린지 내의 불순물에 의해 달리 야기될 SDE가 실질적으로 감소될 수 있다는 것을 알아내었다. 이것은 매우 효과적이어서, 그것은, 이러한 가중화의 사용이 없으면 허용 불가능한 위치 측정 신호를 제공할 간섭 프린지를 초래할 광학적 스킴의 사용을 가능하게 한다는 것을 알아내었다.
- [0053] 예를 들면, 본 발명가는, 과거에는, 간섭 프린지의 순도를 최적화하기 위해 저 가간섭성 광원, 예를 들면, 발광 다이오드(light emitting diode; LED)를 사용하였지만, 향상된 시스템 효율성 때문에, 표면 방출 레이저(Surface Emitting Laser; SEL)와 같은 다른 타입의 광원, 예를 들면, 수직 공동 표면 방출 레이저(Vertical Cavity Surface Emitting Laser; VCSEL)가 유리할 수 있다는 것을 알아내었다. 그러나, 이들 타입의 광원은, 사용되는 전통적인 광원보다 더욱 가간섭성이며, 더욱 가간섭성의 광원의 사용은, 생성되는 간섭 프린지에 극적인 악영향을 끼칠 수 있다는 것이 밝혀졌다. 예를 들면, 도 7a는 가간섭성(특히 VCSEL) 광원을 포함하는 본 발명의 판독 헤드의 센서 상에 떨어지는 간섭 프린지의 강도 프로파일을 개략적으로 예시한다. 도 7b는 이러한 간섭 프린지의 푸리에 변환을 도시하는데, 이로부터, 상당한 양의 기본 주파수를 갖는 것 외에, 간섭 프린지는 또한 상당한 크기를 갖는 다른 주파수로 구성된다는 것을 알 수 있다. 특히, 간섭 프린지는 상당한 고조파 성분을 포함한다. 예를 들면, 도 7b에서 도시되는 바와 같이, 기본 주파수에 대하여, 기본 주파수의 1.2 배에서(뿐만 아니라 기본 주파수의 다른 비 정수 배에서)에 상당한 크기가 존재한다. 이해되는 바와 같이, 본 발명은 LED와 같은 더욱 전통적인 저 가간섭성 광원을 사용하는 시스템을 비롯하여, 다른 타입의 시스템에도 또한 적용 가능하다. 이것은, 본 발명이 다른 요인에 의해 야기되는 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키는 것을 도울 수 있고, 그리고 예를 들면, 인코더 시스템의 먼지 내성 및/또는 탐승 높이 공차를 향상시키는 것을 도울 수 있기 때문이다.
- [0054] 도 8은 1.2 배 주파수 성분($26''$)과 함께, 도 7a의 간섭 프린지의 기본 주파수 성분($26'$)을 개략적으로 예시한다. 예시되는 바와 같이, 기본의 1.2 배인 성분($26''$)은, 이 특별한 예에서 전기 격자의 범위에 걸쳐 간섭 프린지의 이 성분 주파수의 비 정수 개의 사이클을 또한 초래하는, 전기 격자(22)의 포토다이오드(A, B, C, D)의 반복 세트의 공간 주파수(예를 들면, $1/p''$)와 매칭하는 공간 주파수를 더 이상 갖지 않는다.
- [0055] 이러한 비 고조파 주파수 성분은, 인코더 장치의 측정 성능에 악영향을 끼치는 실질적인 SDE를 야기한다. SDE는, 기본 주파수가 인터디지트형 포토다이오드의 반복 세트의 주파수의 비 정수배인 경우에 또한 야기된다. 예를 들면, 프린지가 실질적으로 정현파적으로 순수한 경우에도(따라서 기본 주파수의 비 정수배의 성분을 실질적으로 포함하지 않더라도), 그러나 사인파 신호(및 그 기본 주기)의 주파수가 인터디지트형 포토다이오드의 반복 세트의 주파수의 비 정수배이면, SDE가 결과적으로 나타날 수 있다. 이 경우, 본 발명의 가중화는 신호의 기본 주기와 인터디지트형 포토다이오드의 증분적 검출기의 세트의 반복 사이의 이러한 불일치의 악영향을 감소시킬 수 있다. (이것은 도 15와 연계하여 하기에서 더 상세히 설명된다). 따라서, 본 발명은, 스케일 신호의 적어도 성분 주파수가, 그리고 예를 들면, 스케일 신호의 기본 주파수가, 인터디지트형 포토다이오드의 반복 세트의 주파수의 비 정수배인 경우, 이익을 갖는다.
- [0056] 본 발명가는, 전기 격자의 포토다이오드의 출력을 가중하는 것은, 스케일 신호에서의 불완전성에 기인하는(예를 들면, 상기에서 설명되는 바와 같이, 스케일 신호의 적어도 성분 공간 주파수가, 그리고 예를 들면, 스케일 신호의 기본 공간 주파수가, 인터디지트형 포토다이오드의 반복 세트의 공간 주파수(" $1/p$ ")의 비 정수배인 경우, 또는 스케일 신호의 적어도 성분 주파수의 센서의 범위에 걸친 비 정수 개수의 사이클의 존재에 기인하는) 재분

할 에러를 실질적으로 감소시킬 수 있다는 것을 알아내었다. 이것이 행해질 수 있는 수 많은 방식이 존재한다. 예를 들면, (센서의 유효 폭("W")이 증분적 검출기(22)의 단부를 향해 주로 감소하도록) 차단이 전기 격자의 단부를 향해 증가하는 방식으로, 포토다이오드/핑거를 부분적으로 차단하도록 불투명한(예를 들면, 금속 피복) 층(23)이 전기 격자 위에 도포될 수 있다. 이러한 층은, 예를 들면, 광이 센서 엘리먼트에 도달하는 것을 방지하도록, 예를 들면, 광을 흡수, 산란 및/또는 반사시킬 수 있다. 도 9는 하나의 그러한 구성을 예시하고, 도 10은 도 9에 도시된 구성에 관한 것이다. 특히, 도 10의 상단 그래프(A)는, 전기 격자의 중간에서 시작하여, 각 채널의 포토다이오드의 유효 감지 영역이 전기 격자의 단부를 향해 어떻게 점진적으로 감소하는지를 예시한다. 도시되는 바와 같이, 증분적 검출기(22)의 유효 감지 영역은 전기 격자의 중간을 향해 피크가 있고, 전기 격자의 단부를 향해 점진적으로 감소한다. 다시 말하면, 센서의 유효 폭("W")은 증분적 검출기(22)의 단부를 향해 감소한다. 특히, 센서가 개념적으로 3 분의 1씩 분할되는 경우와 같이, 불투명 층(23)은, 증분적 검출기(22)의 중간 3 분의 1이 센서의 바깥쪽의 3 분의 1보다 실질적으로 적게 커버되도록 구성된다. 따라서, 증분적 검출기(22)의 중간 3 분의 1은 증분적 검출기(22)의 바깥쪽의 3 분의 1보다 결정된 상대적 위치에 대해 실질적으로 더 큰 영향을 끼친다.

[0057] 이러한 특정한 구성에서, 가중화는 실질적으로 형상이 삼각형이다. 이러한 불투명한 층(23)은 증분적 검출기(22), 특히 포토다이오드를, 포토다이오드 어레이의 단부를 향해 점진적으로 작아지게 만들고, 그 결과, 전기 격자의 포토다이오드는, 스케일과 판독 헤드의 상대적 위치를 결정하기 위해 사용되는 신호에 대해 점진적으로 감소하는 기여 및 영향을 갖게 된다. 특히, 상기 마스킹의 결과로서, 이들 핑거/포토다이오드로부터 어레이의 단부를 향하는 신호의 크기는, 이들 핑거/포토다이오드로부터 어레이의 중간을 향하는 신호의 크기보다 작을 것이다. 따라서, 어레이의 단부를 향하는 이들 핑거/포토다이오드로부터의 출력은, 결과적으로 나타나는 직교 신호(SIN 및 COS)에 대해 더 적은 영향을 가질 것이다. 도 10의 하단 그래프(B)는, 이러한 전기 격자(22)의 A-C 채널(B-D 채널과 동일함)의 변조 전달 함수(MTF)를 예시한다. 도시되는 바와 같이, 전기 격자는 기본 주파수에 대해 고도로 그리고 가장 민감하지만, 그러나 (특히 규칙적인 직사각형의 비 가중된 전기 격자의 MTF와 비교할 때; 도 11 참조) 알 수 있는 바와 같이, 전기 격자는 비 고조파 주파수 성분에 대해 실질적으로 감소된 감도를 갖는다. 따라서, 이러한 가중화로 인해, 전기 격자는, 도 11에 의해 예시되는 것과 같은 표준 전기 격자와 비교하여, 전기 격자 상에 떨어지는 간섭 프린지에서 이러한 비 고조파 주파수 성분의 존재에 대해 상당히 덜 민감하다. 도 10 및 11의 하단 그래프 상의 인서트(C)는, 기본 주파수 주변의 전기 격자의 MTF의 확대도를 도시한다; 알 수 있는 바와 같이, 기본 주파수 주위의 사이드 로브는 전기 격자의 포토다이오드 출력을 가중시키는 것에 의해 실질적으로 감소된다.

[0058] 이러한 비 고조파 주파수에 대한 전기 격자의 감도를 감소시키는 것에 의해, 전기 격자(22)는 더 순수한 신호를 후속하는 위치 결정 전자장치로 전달하고, 결과적으로 인코더 장치의 SDE가 실질적으로 감소된다. 특히, 이러한 가중화는 인코더 장치에 의해 제공되는 직교 신호의 순도를 향상시킬 수 있으며, 예를 들면, 그 결과, 직교 신호는 더 순수한 사인 및 코사인 신호를 포함하게 된다.

[0059] 도 12 및 도 13은, 센서의 유효 폭("W")이 증분적 검출기(22)의 단부를 향해 감소하도록, 전기 격자(22)의 단부를 향하는 포토다이오드를 점점 더 차단하도록 전기 격자(22)가 다시 마스킹되는 다른 구성을 예시한다. 도 9 및 도 10의 실시형태와 대조하여, 이번에는 차단이 범위에서의 증가가 비선형적이다. 도 12 및 도 13에서 도시되는 바와 같이, 포토다이오드가 차단되는 비율은 변한다. 특히 윈도우/가중화의 그래디언트(이 경우에는 포토다이오드가 점점 더 차단되는 비율)는 전기 격자의 중간에서 그리고 그 부근에서 상대적으로 얇고(실제로는, 중간/중간 부근의 하나의 지점에서 제로 그래디언트가 존재할 수 있다), 그 다음, 전기 격자의 단부 근처에서 다시 알아지기 시작하기 이전에, 전기 격자의 중간에서 멀어짐에 따라 증가한다. 이러한 형상은 종 형상인 것으로 설명될 수 있다. 이 특정한 예에서, 도 12 및 도 13에서 도시되는 바와 같은 포토다이오드의 마스킹은, 도시되는 바와 같이, (예를 들면, 도 9 및 도 10의 선형/삼각형 가중화와 비교하여) 비 고조파 주파수 성분에 대한 전기 격자의 감도를 감소시키는 것에 대해 더욱 더 큰 영향을 갖는 카이저 함수에 따라 전기 격자의 포토다이오드의 출력이 가중되도록 구성되고, 그에 의해, 센서 상에 떨어지는 간섭 프린지의 적어도 성분 주파수의 센서의 범위에 걸친 비 정수 개수의 사이클에 의해 달리 야기될 인코더의 SDE를 실질적으로 제거한다. 도 12에서, 전기 격자의 상이한 채널은 라벨(A, B, C, D)을 통해가 아니라 상이한 음영에 의해 표현된다. 이해되는 바와 같이, 예를 들면, 한(Hann), 해밍(Hamming), 웰치(Welch), 체비셰프(Chebyshev), 코사인(Cosine), 슬레피언(Slepian), 가우시안(Gaussian), 란초스(Lanczos), 파젠(Parzen), 블랙맨(Blackman), 너톨(Nuttall), 튜키(Tukey), 카이저(Kaiser), 및 이들의 임의의 하이브리드를 비롯한, 다수의 공지된 윈도우 함수가 사용될 수 있다.

[0060] 상기의 것은, 본 발명에 따른 구성이, 예를 들면, 가간섭성/단색 광원의 사용에 의해 야기되는 간섭 프린지에서 의 비 고조파 주파수 성분의 존재에 의해 야기되는 인코더 장치의 SDE를 실질적으로 감소시키는 것을 도울 수 있는 방법을 설명한다. 그러나, 본 발명가는 본 발명의 구성이 다른 요인에 의해 야기되는 SDE를 유익하게도 또한 감소시킬 수 있다는 것을 알아내었다. 예를 들면, 비 가간섭성 광원이 사용되고 순수한 정현파적으로 변하는 강도를 갖는 간섭 프린지가 센서 상에 떨어지는 경우에도, 간섭 프린지는 프린지 및 센서/주기 불일치(예를 들면, 탑승 높이에서의 변화에 기인하는 프린지의 주기의 신장/수축)에 노출될 수 있다. 예를 들면, 도 15에서 예시되는 바와 같이, 프린지 및 센서 주기 불일치로 인해, 전기 격자 상에 떨어지는 간섭 프린지는, 정현파적으로 변하는 강도의 정수 개의 반복이 이제 더 이상 존재하지 않도록, (도 5에서 예시되는 간섭 프린지와 비교하여) 신장된다. 특히, 도 15에 의해 예시되는 바와 같이, 간섭 프린지의 이러한 신장은, 간섭 프린지가 전기 격자의 채널에 대해 점점 더 위상이 어긋나게 되는 것으로 이어진다. 특히, 정현파 신호의 공간 주파수($1/p'$)는, 이제, 인터디지트형 포토다이오드의 반복 세트의 공간 주파수($1/p$)의 비 정수배이다. 이것은 판독 헤드에 의해 생성되는 직교 신호의 순도를 파괴하고, 그에 의해 상당한 SDE로 이어지게 된다. 그러나, 결정된 위치에 대한 센서 엘리먼트로부터의 출력의 영향이 센서(22)의 단부를 향해 점진적으로 감소하도록 스케일 및 판독 헤드의 위치를 결정하기 위해 사용되는 센서 엘리먼트의 출력이 가중되도록 인코더 장치를 구성하는 것은, 프린지에 덜 민감한 전기 격자를, 전기 격자에 대해 전기 격자의 단부를 향해 점점 더 위상이 벗어나게 되게 만들고, 그에 의해, 직교하는 SIN 및 COS 신호의 위상 관계를 실질적으로 향상시키게 되는데, 이것은, 결과적으로 인코더 장치의 SDE를 실질적으로 감소시킨다.

[0061] 또한, 본 발명의 구성은 다른 타입의 위치 측정 인코더에서 유익한 것으로 밝혀졌다. 예를 들면, 본 발명의 구성은 절대적 인코더 장치에서 유익한 것으로 밝혀졌다. 예를 들면, W02010/139964는 일련의 고유한 절대적 위치를 정의하는 피처를 포함하는 스케일의 이미지로부터 정교한 위치(예를 들면, 스케일의 피처의 주기보다 더 정교한 분해능까지의 위치)가 어떻게 결정될 수 있는지를 설명한다. 요약하면, 이것은, 판독 헤드의 센서에 의해 출력되는 신호의 기준 SINE 및 COSINE 파와의 내적을 찾는 것에 의해, 이미지화된 스케일 마킹의 위상 오프셋을 찾는 것을 수반한다. W02010/139964의 프로세스는 Renishaw plc에 의한 RESOLUTE™로 브랜드화된 절대적 인코더에서 사용된다. 그 제품에서, 한(Hann) 원도우 함수에 따라 가중되는 기준 SINE 및 COSINE 파의 계수는 록업 테이블에 미리 저장된다. 센서 엘리먼트의 가중화되지 않은 출력과 상기 기준 SINE 및 COSINE 파의 내적이 계산되어 위상 오프셋을 결정한다. 대조적으로, 본 발명은 내적 계산에서 사용되는 센서 엘리먼트의 출력을 가중화하는 것을 수반한다. 따라서, 상기 설명된 실시형태 실시형태에서와 같이, 본 발명은, 픽셀로부터의 출력이 본 발명에 따라 가중되도록 (예를 들면, 센서 엘리먼트를 형상을 정하는 것/사이즈를 정하는 것에 의해 또는 이미지 센서의 유효 감지 폭이 이미지 센서의 단부를 향해 감소하도록 이미지 센서의 영역을 마스킹하는 것에 의해) 센서가 검출할 수 있는 신호의 강도/크기/전력을 센서의 단부를 향해 점진적으로 제한하는 것에 의해 절대적 인코더 안으로 통합될 수 있다. W02010/139964에서 설명되는 바와 같이, 스케일로부터 획득되는 이미지는, 대략적인 절대적 위치 및 정교한 위치 둘 다를 결정하기 위해, 두 개의 단계에서/두 개의 기술을 사용하여 프로세싱될 수 있다. 센서가 검출할 수 있는 신호의 강도/크기/전력을 (예를 들면, 센서 엘리먼트의 형상을 정하는 것/사이즈를 정하는 것에 의해 또는 이미지 센서의 영역을 마스킹하는 것에 의해) 센서의 단부를 향해 점진적으로 제한하는 것은, 대략적인 및/또는 정교한 위치 결정에 대해 유익할 수도 있을 것이다.

[0062] 예를 들어, 도 20a를 참조하면, 동등한 형상 및 사이즈의 센서 엘리먼트(124)의 어레이, 및 고유의 위치가 결정되는 것을 가능하게 하는 절대적 코드 워드를 정의하도록 패턴으로 배열되는 일련의 스케일 피처(114)를 포함하는 디스크 스케일(106)을 포함하는 절대적 인코더에 대한 마스킹되지 않은 센서(122)가 개략적으로 도시된다. 도시되는 바와 같이, 스케일 피처(114)가 디스크(106)의 면 상에 배열되기 때문에, 그들은 부채꼴 형상이다. 이것은, 센서(122)의 단부를 향해, 피처(114)가 다수의 센서 엘리먼트(124)를 가로지른다는 것을 의미한다. 대략적 위치 결정과 관련하여, 이것은 피처(114)에 의해 정의되는 코드워드를 디코딩하는 것을 어렵게 만들 수 있다. 정교한 위치 결정과 관련하여, 결정된 정교한 위치의 정확도에 영향을 끼치는 원치않는 주파수가 이러한 부채꼴 펼쳐짐(fanning)에 의해 (그리고 또한 배율 오차와 같은 다른 요인에 기인하여) 도입될 수 있다. 도 20b는, 동일한 배열을 도시하지만, 그러나, 센서가 검출할 수 있는 신호의 강도/크기/전력이 (이 경우에는 층(123)을 만드는 것에 의해) 센서의 단부를 향해 점진적으로 제한되도록 구성된다. 알 수 있는 바와 같이, 이러한 배열은, 적은 부분의 스케일 피처(114)만을 보도록 그러므로 더 적은 센서 엘리먼트와 교차하도록 센서의 단부(부채꼴 펼쳐짐이 최악인 곳)를 향한 센서 엘리먼트의 범위/유효 길이가 제한되기 때문에, 대략적인 위치 결정에 대한 부정적인 부채꼴 펼쳐짐의 영향을 감소시킨다. 이해되는 바와 같이, 이러한 부채꼴 펼쳐짐은 또한 증분적 시스템에서 문제가 될 수 있다. 본 발명에 따른 가중화는 또한, 이러한 부채꼴 펼쳐짐의 악영향을 억제하는 것을 도울 수 있다. 또한 이해되는 바와 같이, 인코더 시스템(절대적 또는 증분적)이 보간과 관련되지 않으면

(따라서 SDE가 문제가 아니면), 그러면, 이해되는 바와 같이, SDE에 기여하는 원치않는 주파수에 대해 센서를 덜 민감하게 만들도록 가중화가 구성될 필요가 없다. 따라서, 예를 들면, 가중화는 센서의 공간 주파수 응답의 사이드 로브를 반드시 억제할 필요는 없다. 따라서, 날카로운 에지를 포함하는 것을 포함하여, 더 폭넓게 다양한 윈도우 형상이 사용될 수 있다.

[0063] 도 20의 (b)와 관련하여, 이러한 가중화는 또한, 결정된 정교한 위치의 정확성에 영향을 끼치는 신호 내의 원치않는 주파수의 악영향을 감소시킨다. 이러한 가중화는, 센서(122)의 유효 폭("W")이 센서의 단부를 향해 주로 감소하도록 센서의 단부를 향해 센서 엘리먼트(124)의 사이즈를 감소시키는 것과 같은 다른 방식에서 달성될 수 있다.

[0064] 대안적으로, 몇몇 인코더에서, 센서가 검출할 수 있는 신호의 강도를 센서의 단부를 향해 점진적으로 제한하지 않는 것(예를 들면, 센서 엘리먼트의 형상을 정하지 않는 것/사이즈를 정하지 않는 것 또는 센서를 마스킹하지 않는 것)이 바람직할 수도 있을 것이다. 몇몇 상황에서는, 대략적인 위치 결정을 위해 신호를 가중화하는 것이 바람직하지 않은 것으로 간주될 수도 있지만, (결정된 정교한 위치의 정확도에 영향을 끼치는 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키는 것이 도움이 될 수 있기 때문에) 정교한 위치 결정을 위해 신호를 가중화하는 것은 여전히 바람직한 것으로 간주될 수도 있다. 따라서, 센서 엘리먼트의 출력을 제1 및 제2 출력으로 분할하는 것이 바람직할 수 있는데, 제1 출력은 대략적인 위치를 결정하기 위해 원시 상태에서 사용되고, 제2 출력은 정교한 위치를 결정하기 위해 사용되기 전에 가중된다. 증분적 타입의 인코더에서 센서가 검출할 수 있는 신호의 강도를 센서의 단부를 향해 점진적으로 제한하지 않는 것이 또한 바람직할 수 있으며, 그러한 만큼, (예를 들면, 하나 이상의 감쇠기 및/또는 증폭기를 통해) 센서 엘리먼트의 출력을 대신 조작하는 것에 의해 신호를 대신 가중화하는 것이 바람직할 수도 있다.

[0065] 도 16의 (a)는 공지된 판독 헤드에서 통상적으로 활용되는 표준 직사각형 윈도우 형상을 예시한다(이해되는 바와 같이, (예를 들면, 광원에 기인하여) 약간의 자연적 비네팅이 현존하는 인코더에서 발생하지만, 그러나, 예를 들면, 비네팅의 정도 및 형상에 기인하는 원치않는 주파수의 악영향을 감소시키는 것에 대해서는 실질적으로 아무런 영향이 없다). 도시되는 바와 같이, 도 16의 (b)에서, (이러한 센서의 응답성의 공간 푸리에 변환에 의해 획득되는) 이러한 센서의 주파수 응답은 메인 로브 및 복수의 사이드 로브를 포함한다. 도 17의 (a) 및 (b)는, Renishaw plc로부터 입수 가능한 TONiC™으로 칭해지는 다른 공지된 인코더의 센서 윈도우 형상 및 주파수 응답을 마찬가지로 예시한다. 윈도우 형상의 중간에 있는 오목부(dip)는, 증분적 검출기의 센서 엘리먼트 어레이 내에 분리된 기준 마크 센서가 배치되는 것에 기인하여, 어레이에서의 복수의 센서 엘리먼트의 누락에 의해 야기된다. 이 디자인에서 나타내어지는 바와 같이, 사이드 로브는 표준 직사각형 윈도우 형상보다 훨씬 더 크다.

[0066] 대조적으로, 도 18의 (a)와 (b) 및 도 19의 (a)와 (b)는, 주파수 응답이 사이드 로브를 실질적으로 억제하는 신규의 인코더 센서 윈도우 형상(각각 다이아몬드 윈도우 및 카이저 윈도우)을 예시한다. 이러한 형상은, SDE에 기여하는 원치않는 주파수에 센서가 실질적으로 둔감한 것을 보장한다.

[0067] 도 21은, 기준 마크(16)를 검출하기 위한 분리된 기준 마크 검출기(25)(이 경우, 적어도 두 개, 그리고 예를 들면, 네 개의 포토다이오드 중 세 개를 포함하는 분할 검출기)가 증분적 검출기(22) 내에 배치되지 않도록 증분적 검출기(22)에 인접하게 제공되는 예시적인 배열을 예시한다. 따라서, 기준 마크 검출기는 증분적 검출기의 센서 엘리먼트의 어레이 내에 배치되지 않고, 오히려 증분적 검출기의 측면에 있다. 이해되는 바와 같이, 다른 배열도 가능한데, 예를 들면, 기준 마크 검출기가 증분적 검출기의 단부에 개별적으로 제공된다.

[0068] 상기에서 설명되고 도시되는 바와 같이, 도 9 및 도 12에서, 전기 격자의 넓은 영역은 단일의 연속하는 마스크에 의해 커버된다. 그러나, 이것은 반드시 그럴 필요는 없으며 복수의 개개의 마스킹 피처를 포함하는 각각의 포토다이오드에 의해 동일한 효과가 달성될 수 있다. 이러한 실시형태는 도 14에 개략적으로 도시되어 있는데, 여기서는, 마스킹의 레벨은, 카이저(Kaiser) 윈도우 함수에 따라 출력이 가중되도록 어레이의 단부를 향해 증가한다. 따라서, 도 14에 대한 전기 격자 구조체의 그래프는, 도 13의 (a)에서 도시되는 것과 동일할 것이다.

[0069] 이해되는 바와 같이, 센서 상에 마스크를 직접적으로 적용하는 것보다, 포토다이오드가 어레이의 단부를 향해 점진적으로 음영의 더 큰 부분 하에 있도록 적절하게 형상이 정해진/구성된 마스크가, 센서 상으로 음영을 투사하도록, 센서로부터 일정 거리 떨어져 제공될 수 있다. 예를 들면, 설명되는 실시형태에서, 이러한 마스크는 인덱스 격자(20)에 적용될 수 있다.

[0070] 이러한 가중화를 달성하는 다른 대안적인 방식은, 본 발명에 따라 출력을 가중시키기 위해 포토다이오드에 도달

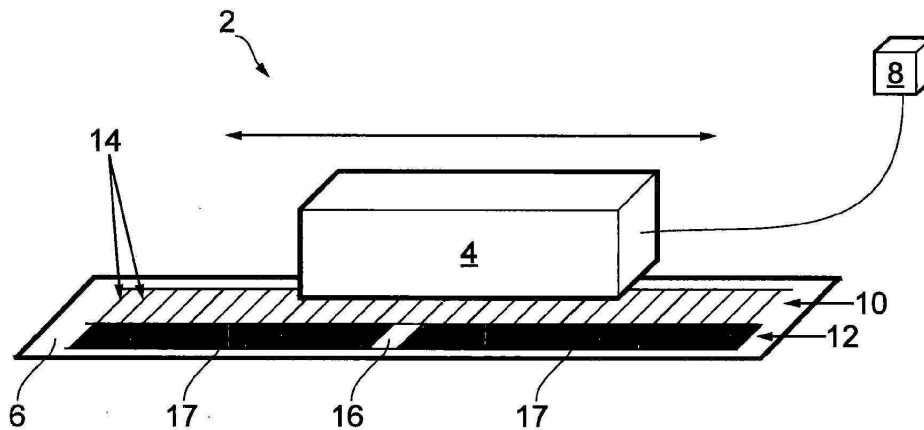
하는 광을 제한하는 방식으로 센서 상에 떨어지는 광의 풋프린트가 형상이 정해지고 사이즈가 정해지도록(예를 들면, 포토다이오드가 센서의 단부를 향해 더 적은 광을 대체로 점진적으로 수광하도록) 구성되는 조명 시스템/배열을 사용하는 것을 포함한다.

[0071] 본 발명을 구현하는 또 다른 대안적인 방식은, 본 발명에 따라 출력을 가중시키기 위해 포토다이오드의 출력을 조작하도록 구성되는 하나 이상의 신호 조작기(manipulator)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 포토다이오드의 출력을 억제 및/또는 증폭하기 위해, 하나 이상의 감쇠기 및/또는 하나 이상의 증폭기가 사용될 수 있다. 필요한 경우, 하나 이상의 감쇠기 및/또는 하나 이상의 증폭기가 개개의 포토다이오드에 제공될 수 있다. 이러한 신호 조작기는, 출력을 프로세싱 및/또는 결합하도록 구성되는 후속하는 전자장치 앞에 배치될 수 있다. 예를 들면, 전기 격자를 포함하는 인코더 장치에서, 이러한 신호 조작기는, 출력이 결합되어 채널 신호, 예를 들면, A', B', C' 또는 D'를 형성하기 전에 작동하도록 구성될 수 있다.

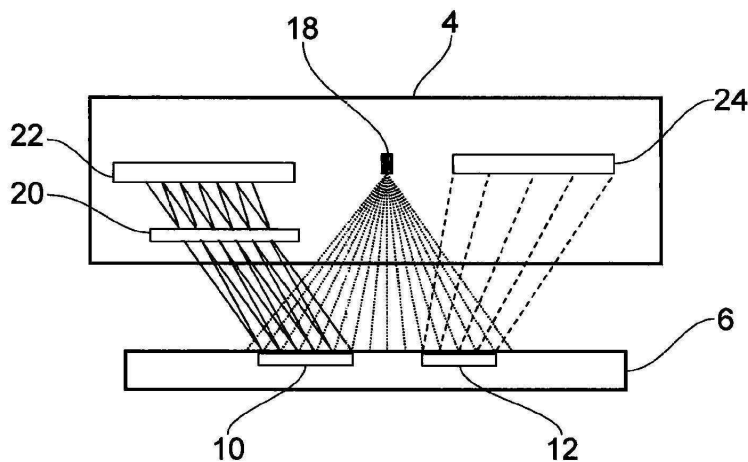
[0072] 상기 실시형태는 센서 엘리먼트의 일차원 어레이를 포함하는 센서(22, 122)를 설명한다. 이해되는 바와 같이, 센서(22, 122)는 감지 엘리먼트의 이차원 어레이를 포함할 수 있다. 그렇다면, 그 다음, 가중화는 센서의 단부를 향해 더 적은 픽셀을 사용하는 것에 의해 달성될 수 있다.

도면

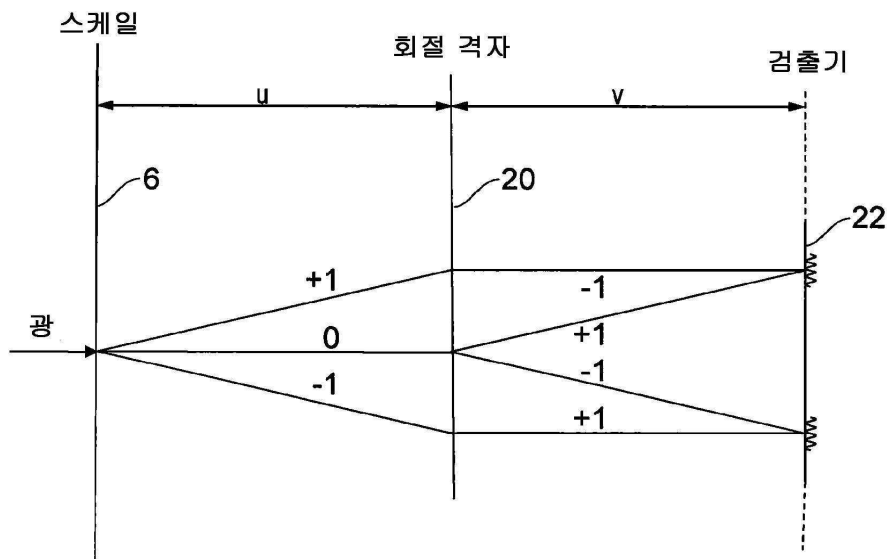
도면1



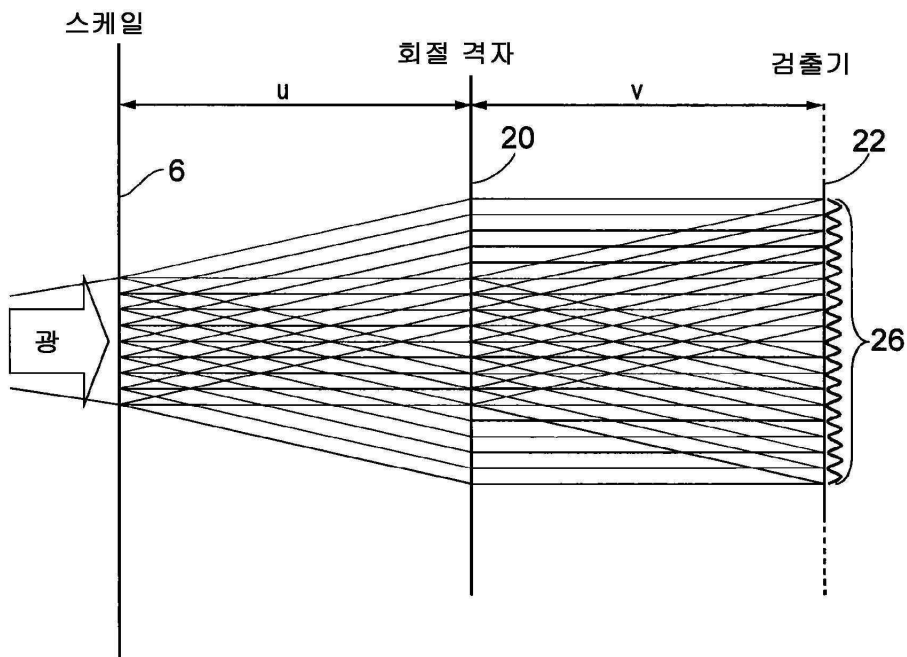
도면2



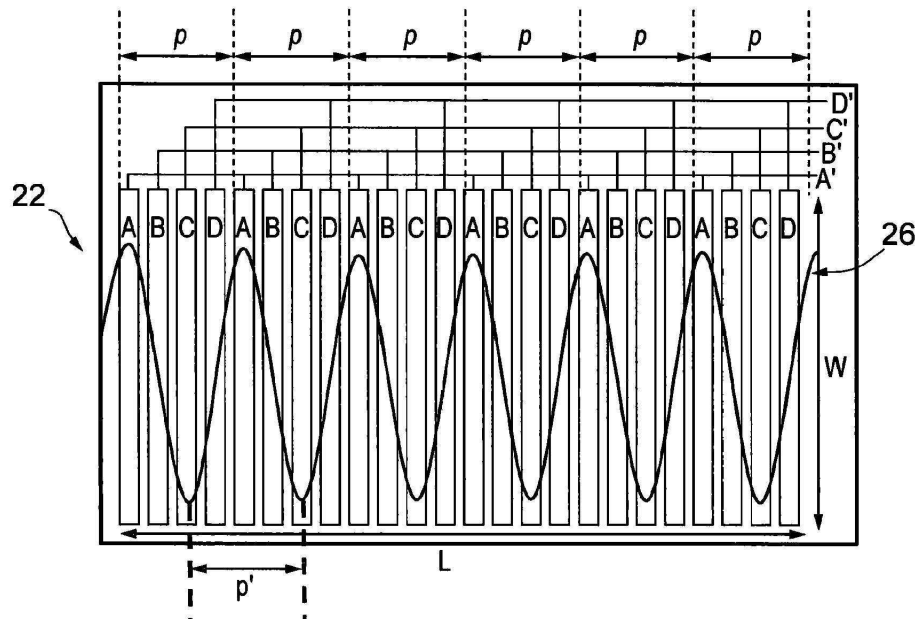
도면3



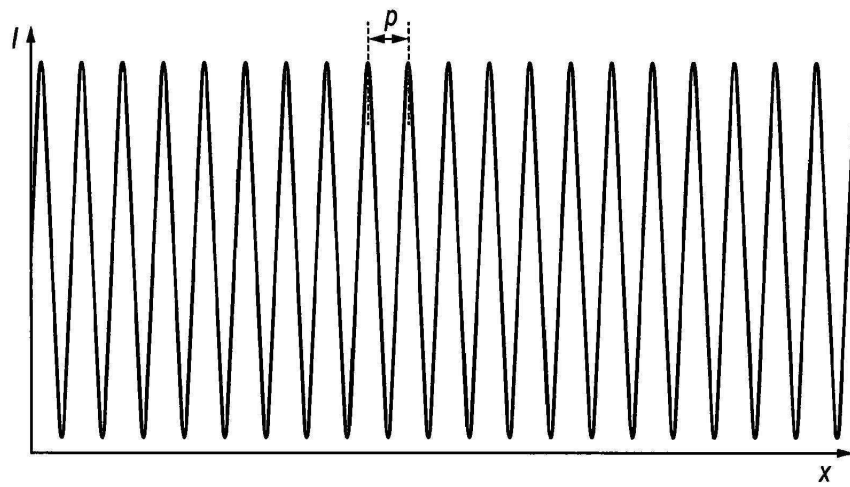
도면4



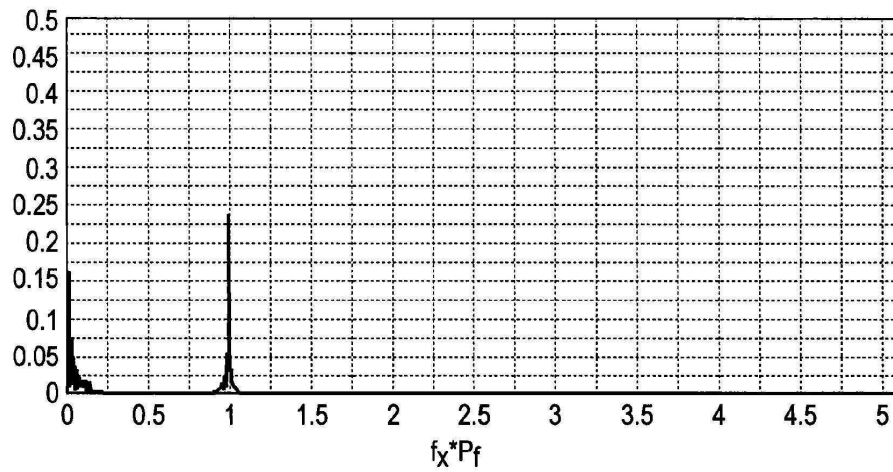
도면5



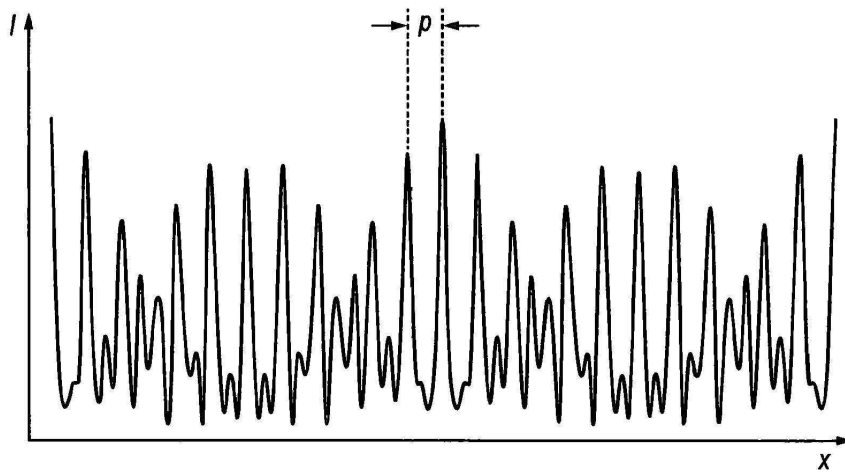
도면6a



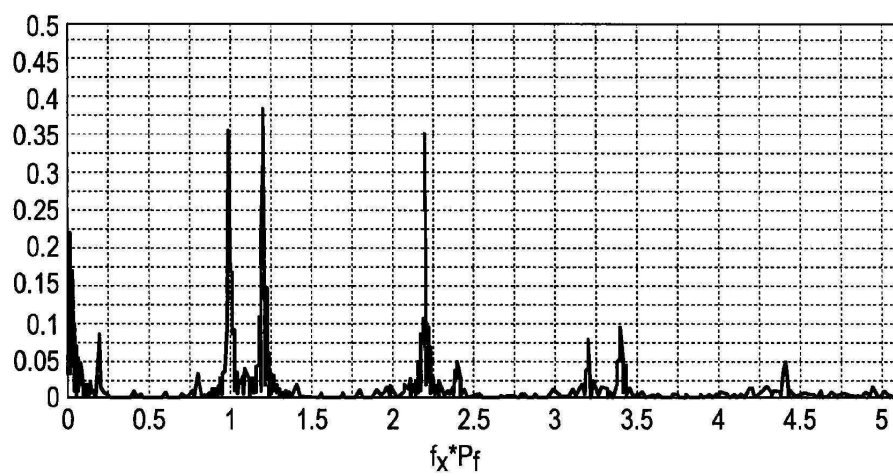
도면6b



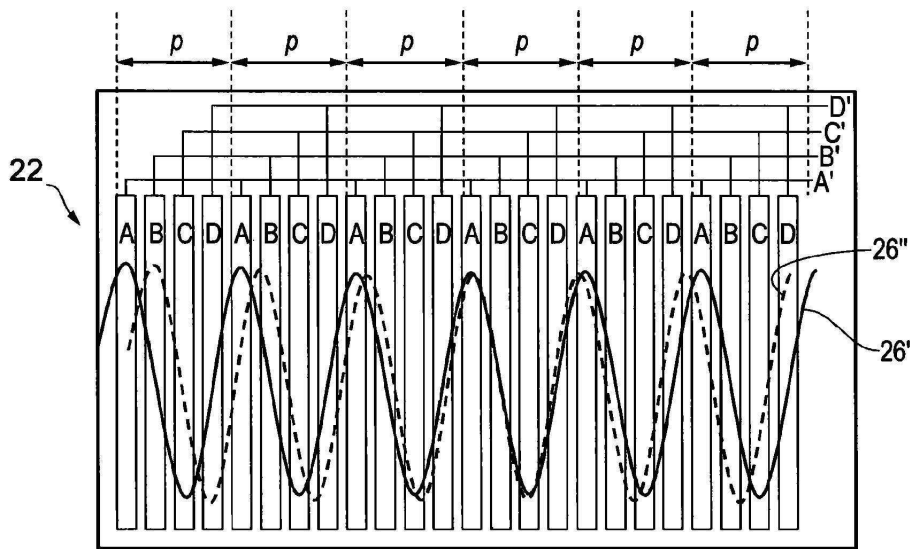
도면7a



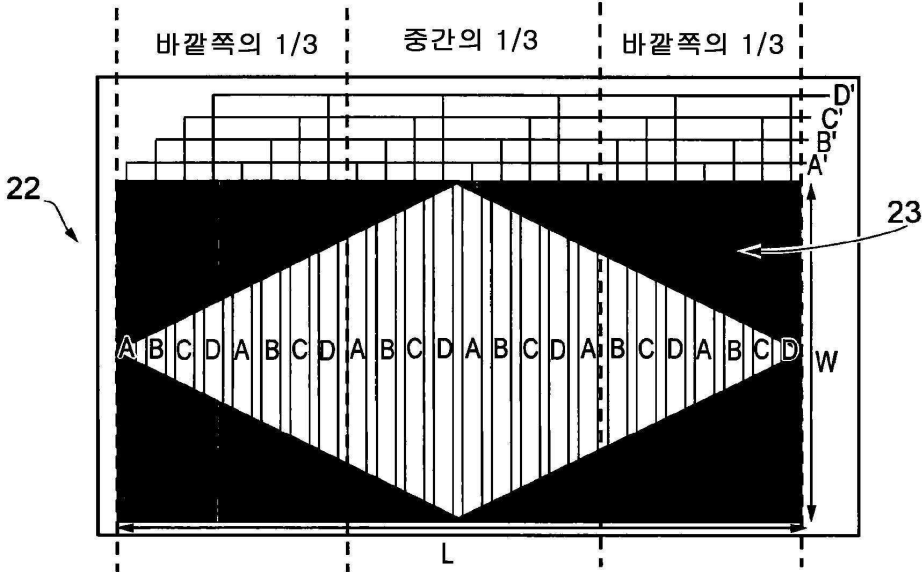
도면7b



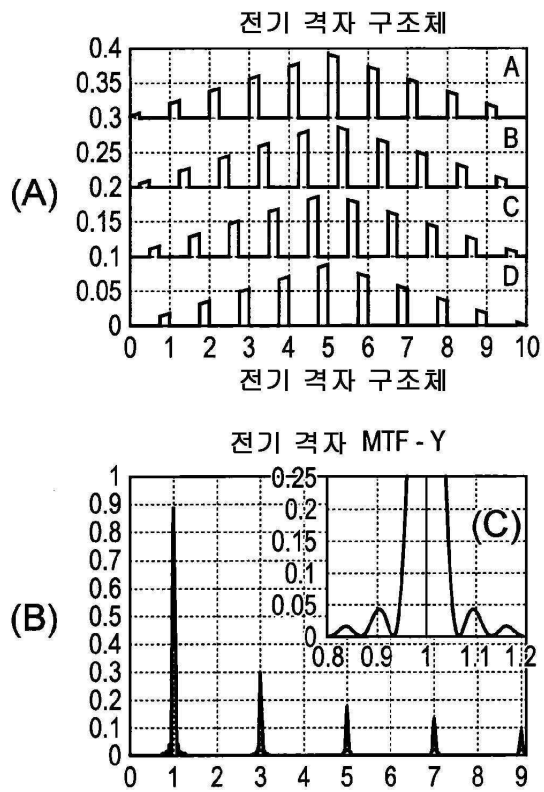
도면8



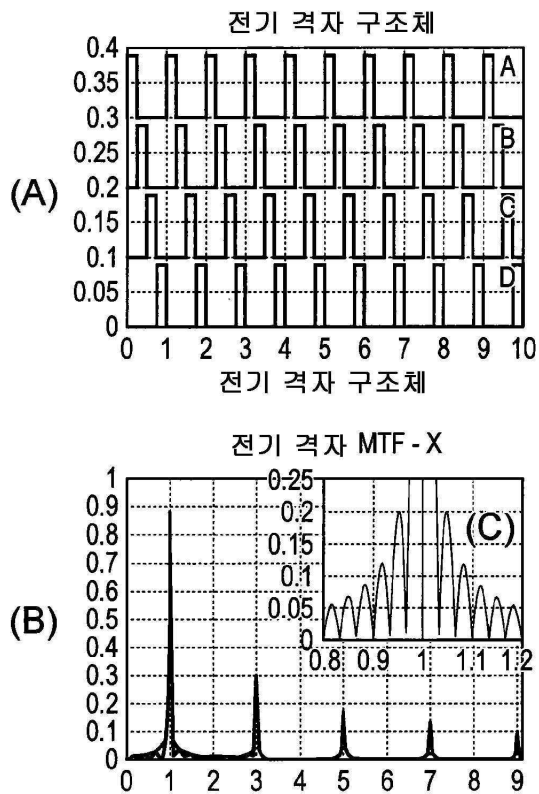
도면9



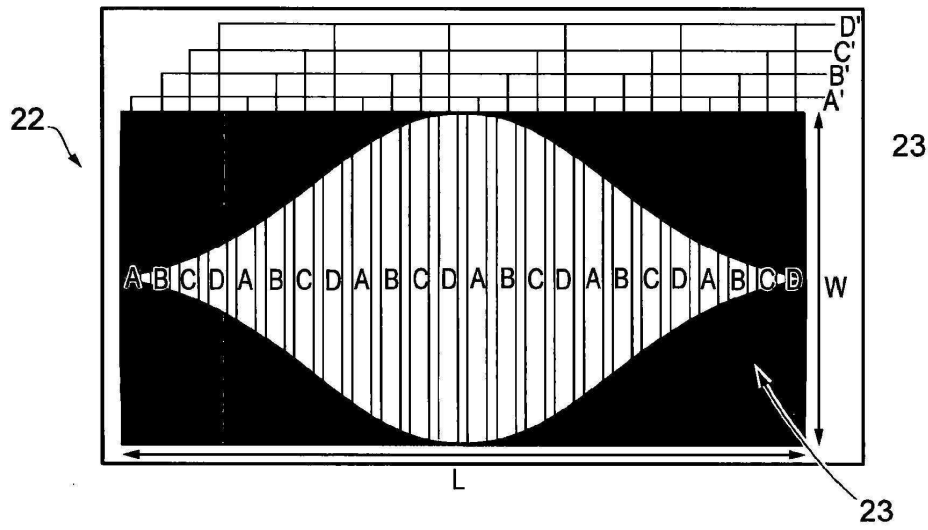
도면10



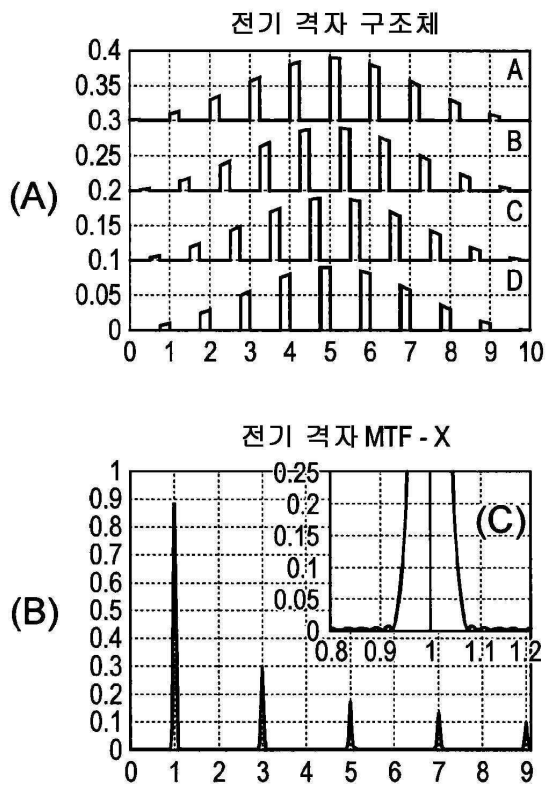
도면11



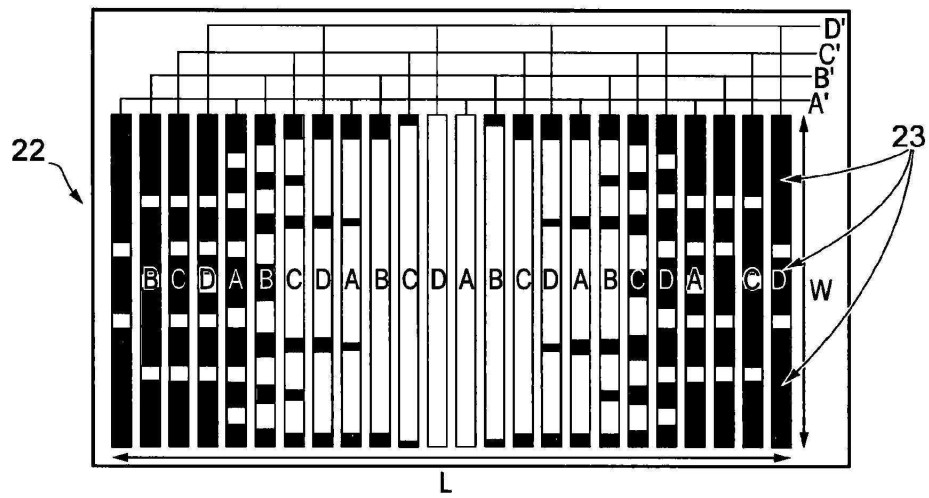
도면12



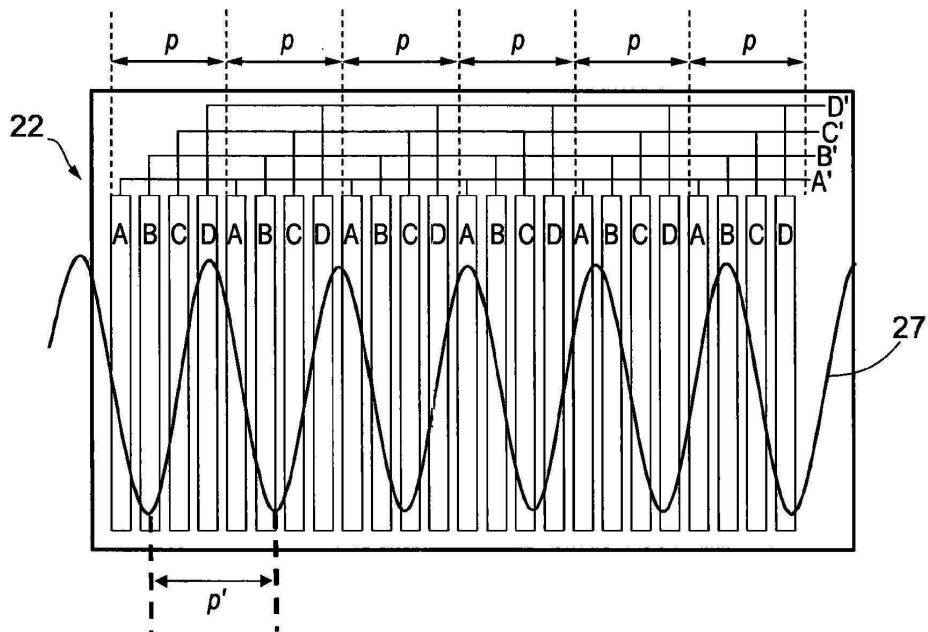
도면13



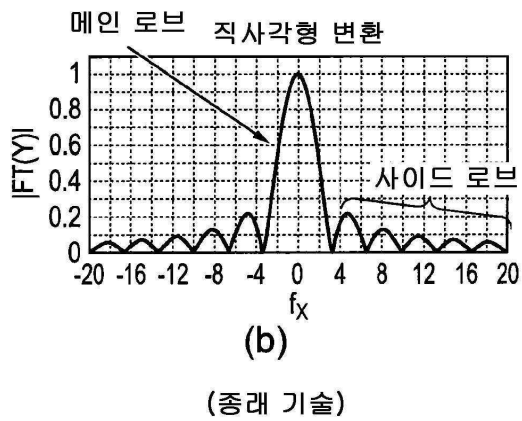
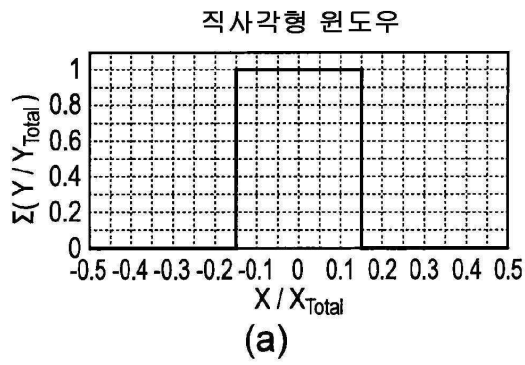
도면14



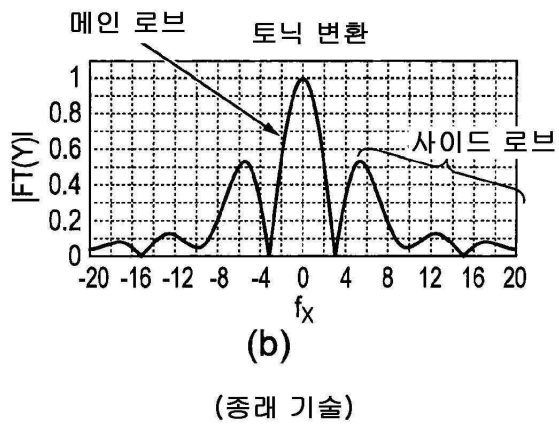
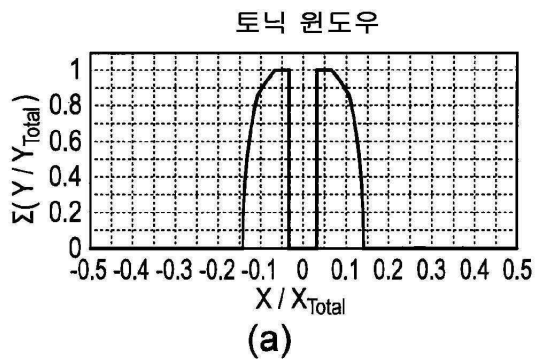
도면15



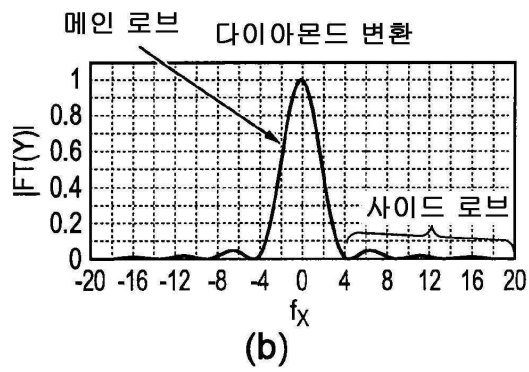
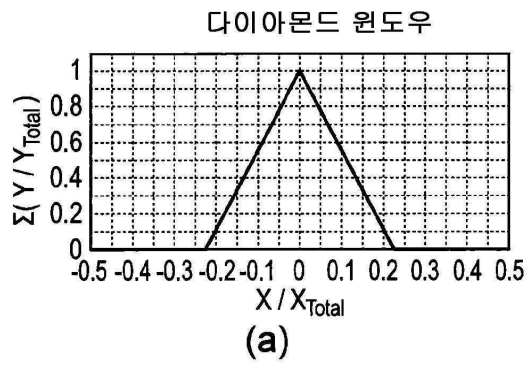
도면16



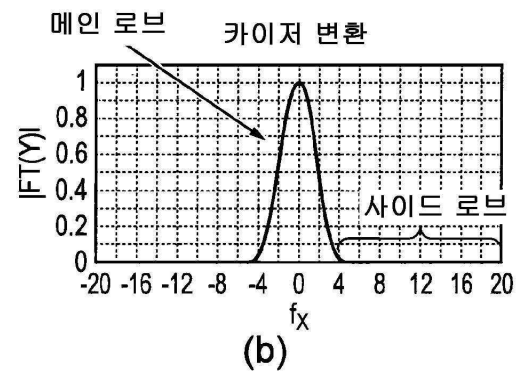
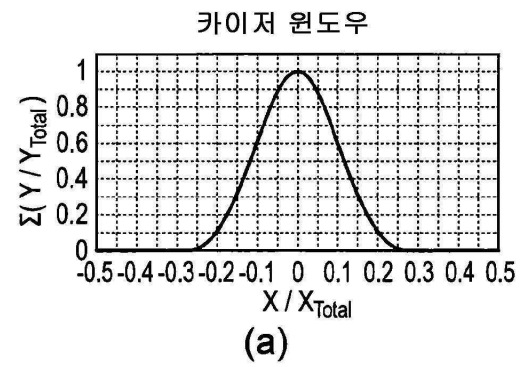
도면17



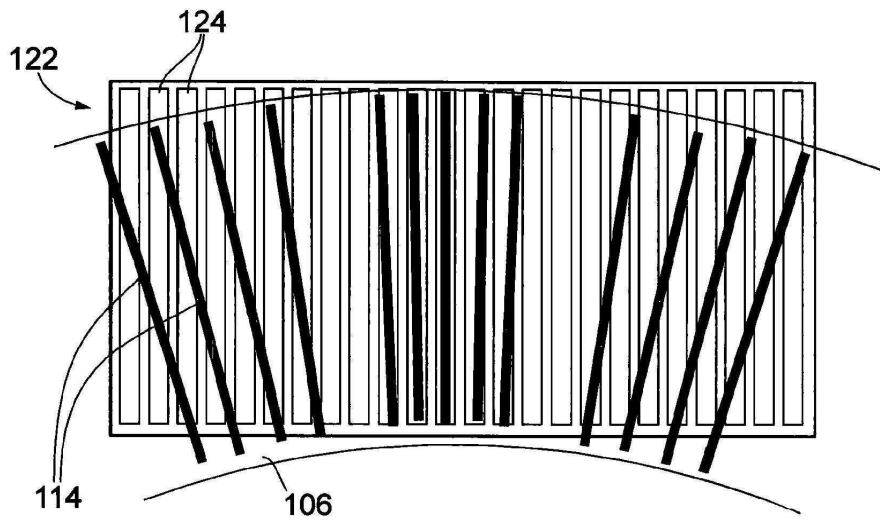
도면18



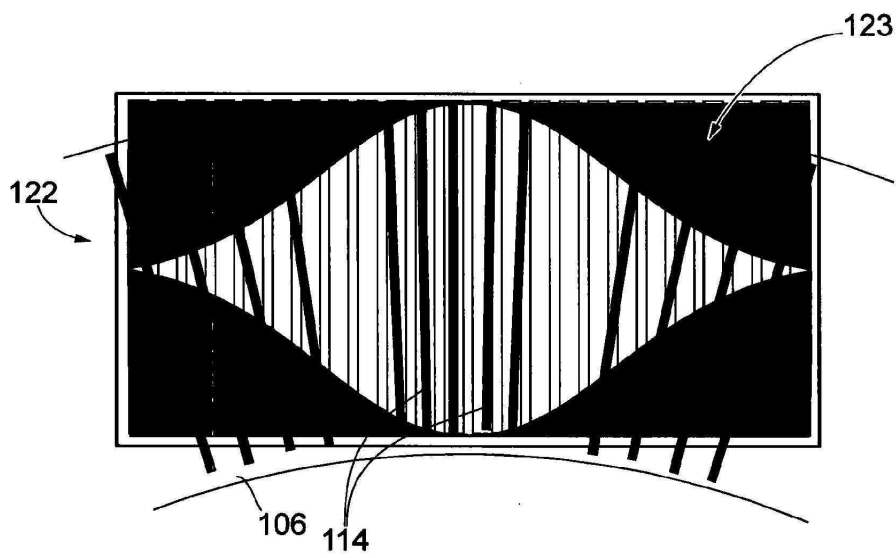
도면19



도면20a



도면20b



도면21

