



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월08일  
(11) 등록번호 10-1936457  
(24) 등록일자 2019년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04N 17/00 (2006.01) G01N 21/84 (2006.01)  
G01N 21/93 (2006.01) H04N 101/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H04N 17/002 (2013.01)  
G01N 21/93 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7016687  
(22) 출원일자(국제) 2013년11월22일  
심사청구일자 2018년08월10일  
(85) 번역문제출일자 2015년06월23일  
(65) 공개번호 10-2015-0090158  
(43) 공개일자 2015년08월05일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/071490  
(87) 국제공개번호 WO 2014/082010  
국제공개일자 2014년05월30일  
(30) 우선권주장  
61/729,883 2012년11월26일 미국(US)  
13/803,484 2013년03월14일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2004125675 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
프리토-레이 노쓰 아메리카, 인코포레이티드  
미국, 텍사스 75024-4099, 플라노, 레가시 드라이브 7701  
(72) 발명자  
바제마 릭 웬델  
미국 75025 텍사스주 플라노 버넷 3513  
부르그 윌프레드 마르셀리엔  
미국 75424 텍사스주 멜리사 카운티 로드 277 4219  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 25 항

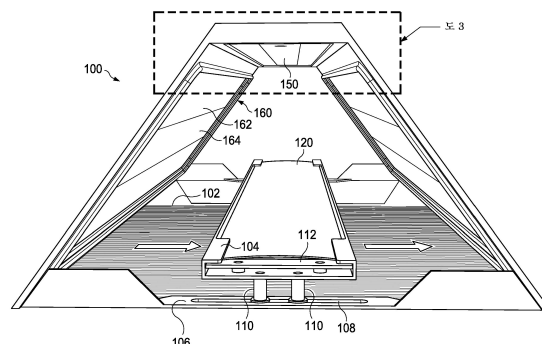
심사관 : 박재학

(54) 발명의 명칭 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템의 교정

(57) 요약

이동 제품 스트림 내의 결함들의 검출을 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템 및 방법. 시스템은 기준 컬러 타일을 수용하기 위한 컨베이어 유닛 위의 상승된 플랫폼을 갖는다. 상승된 플랫폼은 제품들의 통과가 컨베이어 유닛 표면 아래에서 검사되는 것을 가능하게 하며, 따라서 이미지 포착 동안 교정 및 재교정 프로세스들이 제품 스트림의 중단 없이 연속적으로 달성될 수 있다.

대표도



- |  |   |
|--|---|
| <p>(52) CPC특허분류<br/>G01N 2021/845 (2013.01)<br/>H04N 2101/00 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자<br/><b>페이건 스코트</b><br/>미국 75201 텍사스주 달라스 노스 필드 스트리트<br/>2323 아파트먼트 1132</p> <p><b>랑게 손차이</b><br/>미국 75024 텍사스주 플라노 레저시 드라이브 7701</p> <p><b>브래들리 케르윈</b><br/>미국 83702 아이다호주 보이시 웨스트 매디슨 애비<br/>뉴 2410</p> <p><b>워런 데이비드 레이</b><br/>미국 75025 텍사스주 플라노 미네랄 스프링 코트<br/>8025</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>JP2007524499 A<br/>JP2012215546 A<br/>KR1020100077319 A<br/>KR1020120012191 A<br/>US20110050880 A1</p> |
|--|---|
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 제품 품목을 갖는 컨베이어 상의 제조 스트림 내에서 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정(calibrating)하는 방법으로서,

- a) 이미징 유닛의 시야 내에서 상기 컨베이어 위로 상승된 플랫폼 상에 교정 컬러를 갖는 교정 컬러 타일(calibration color tile)을 배치하는 단계;
- b) 상기 이미징 유닛을 이용하여 상기 교정 컬러의 광 흡수 데이터를 획득하는 단계;
- c) 프로세서를 이용하여 상기 교정 컬러의 상기 광 흡수 데이터의 성분 컬러 강도를 계산하는 단계;
- d) 상기 교정 컬러의 상기 성분 컬러 강도를 정규화하는 단계;
- e) 상기 이미징 유닛의 시야 밖으로 상기 플랫폼을 제거하는 단계; 및
- f) 상기 이미징 유닛을 이용하여 상기 품목들의 광 흡수 데이터를 획득하는 단계를 포함하고,

상기 방법은,

컨베이어 상의 제조 스트림의 연속 흐름을 운반하며, 플랫폼을 제조 스트림 위로 상승시키는 것과,

컨베이어 상의 제조 스트림의 연속 흐름을 중단하지 않고 a) 내지 f) 단계를 수행하는 것을 더 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

- g) 상기 프로세서를 이용하여 상기 품목들의 상기 광 흡수 데이터의 성분 컬러 강도를 계산하는 단계;
- h) 상기 품목들의 상기 성분 컬러 강도를 정규화하는 단계; 및
- i) 상기 교정 컬러 및 상기 품목들의 상기 성분 컬러 강도에 기초하여 상기 품목들의 품질 지수 점수를 계산하는 단계

를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

- j) 메모리에 저장된 결함 임계 데이터를 회수하는 단계; 및
- k) 상기 품질 지수 점수와 상기 결함 임계 데이터를 비교하는 단계

를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 플랫폼은 컨베이어의 흐름에 평행한 방향으로 이동함으로써 상기 이미징 유닛의 상기 시야 밖으로 제거되는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 플랫폼은 상기 컨베이어의 흐름에 수직인 방향으로 이동함으로써 상기 이미징 유닛의 상기 시야 밖으로 제거되는 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
조명원의 출력 강도를 조정하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,  
상기 조명원의 상기 출력 강도는 상기 교정 컬러의 광 흡수 데이터에 기초하여 조정되는 방법.

#### 청구항 8

제6항에 있어서,  
상기 조명원의 상기 출력 강도는 상기 품목들의 광 흡수 데이터에 기초하여 조정되는 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,  
반사기를 이용하여 조명원의 방향을 조정하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,  
상기 조명원의 상기 방향은 상기 교정 컬러의 광 흡수 데이터에 기초하여 조정되는 방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,  
단계 d)는 상기 이미징 유닛의 센서의 개별 픽셀들 각각의 이득(gain)을 조정함으로써 상기 교정 컬러의 상기 성분 컬러 강도를 정규화하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 12

제2항에 있어서,  
단계 d)는 상기 이미징 유닛의 센서의 개별 픽셀들 각각의 이득을 조정함으로써 상기 교정 컬러의 상기 성분 컬러 강도를 정규화하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 13

제2항에 있어서,  
단계 d)는 상기 이미징 유닛의 센서의 개별 픽셀들 각각의 이득을 조정함으로써 상기 교정 컬러의 상기 성분 컬러 강도를 정규화하는 것을 포함하고,  
단계 h)는 상기 이미징 유닛의 센서의 개별 픽셀들 각각의 이득을 조정함으로써 상기 품목들의 상기 성분 컬러 강도를 정규화하는 것을 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제조 스트림 내에서 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템으로서,  
컨베이어 유닛의 폭의 적어도 일부를 따라 연장하는 제1 프레임을 갖는 컨베이어 유닛;  
상기 제1 프레임에 이동 가능하게 결합되는 제1 지지대에 의해 상기 컨베이어 유닛 위로 상승되는 플랫폼; 및  
상기 플랫폼 상에 배치된 기준 컬러 타일을 포함하고;  
상기 플랫폼은 상기 컨베이어 유닛과 상기 플랫폼 사이에 간격을 제공하도록 구성되고;

상기 플랫폼은, 상기 플랫폼이 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위해 사용될 경우, 상기 간격이 충분히 커서 컨베이어 유닛 상의 제조 스트림의 연속 흐름을 중단하지 않고 상기 제조 스트림이 상기 플랫폼 아래로 통과할 수 있도록 구성되는 시스템.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 기준 컬러 타일은 복수의 기준 컬러 세그먼트를 포함하는 시스템.

#### 청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제1 프레임으로부터 상기 컨베이어 유닛의 상기 폭을 직접 가로질러 위치되는 제2 프레임을 더 포함하고, 상기 플랫폼은 상기 제2 프레임 내의 트랙에 제거 가능하게 결합되는 제2 지지대에 의해 더 지지되는 시스템.

#### 청구항 17

제14항에 있어서,

상기 플랫폼은 상기 컨베이어 유닛의 상부 표면으로부터 적어도 7 센티미터 상승되는 시스템.

#### 청구항 18

제14항에 있어서,

시야를 갖는 카메라, 카메라 윈도 및 제어/데이터 라인을 포함하는 이미징 유닛을 더 포함하는 시스템.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 카메라는 광 센서들의 선형 어레이인 시스템.

#### 청구항 20

제14항에 있어서,

광원 및 반사기를 포함하는 조명 유닛을 더 포함하는 시스템.

#### 청구항 21

제14항에 있어서,

상기 제1 지지대는 상기 제1 프레임 내의 트랙에 이동하게 결합되는 시스템.

#### 청구항 22

제14항에 있어서,

프로세서, 메모리 및 디스플레이 장치를 포함하는 제어 유닛을 더 포함하고, 또한 이미징 유닛이 제어/데이터 라인을 통해 상기 제어 유닛과 통신하는 시스템.

#### 청구항 23

제14항에 있어서,

상기 기준 컬러 타일은 그의 종축을 중심으로 회전하도록 작동 가능한 롤러 상에 있는 시스템.

#### 청구항 24

제21항에 있어서,

상기 제1 지지대는 상기 트랙 내에서 이동하도록 작동 가능한 빔(beam)인 시스템.

## 청구항 25

제14항에 있어서,

상기 기준 컬러 타일을 수용하기 위한 상기 플랫폼 내의 슬롯을 더 포함하는 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 디지털 이미지 분석에 관한 것으로서, 구체적으로는 연속 이동하는 제조 스트림들의 디지털 이미지들에서 비정상들 또는 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템의 교정에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 비정상들 또는 결함들의 검출에서의 이미지 분석의 사용은 다양한 분야에서 사용되어 왔다. 구체적으로, 식품 처리 산업은 자동화된 식품 분류 시스템들 내의 연속 컨베이어들과 관련하여 디지털 이미지 분석을 통합하였다. 예를 들어, 일부 종래 기술의 방법들은 식품 제품들 및 다른 제품들 또는 아이템들의 검사를 제공하며, 그들의 품질은 시각적으로 확인될 수 있다. 임의의 진보된 이미징 또는 스펙트럼 분석에서와 같이, 검출된 이미지들은 기준과 비교되어야 하는데, 이는 시스템이 일관된 측정들을 보증하도록 교정되어야 한다는 것을 의미한다. 그러나, 이미지 분석의 분야에 공지된 시스템들 및 방법들은 종종 결함 검출을 위한 이미지들의 포착을 방해하는 교정 절차들을 필요로 한다. 이것은 결함 검출 시스템이 연속 제조 라인들(예로서, 결함에 대해 검사될 제품들을 운반하는 연속 컨베이어 시스템들)과 연계하여 사용될 때 문제가 될 수 있다.

[0003] 따라서, 디지털 결함 검출 시스템의 교정 및 재교정을 제공하고, 제조 컨베이어 시스템의 지속화 또는 정지를 필요로 하지 않는 시스템 및 방법이 필요하다. 또한, 향상된 디지털 결함 검출 시스템은 기존의 제품 컨베이어 시스템을 개장(retrofitting)할 수 있어야 한다. 마지막으로, 연속 제조 동안 이미지 획득 및 분석 시스템들의 정확한 실시간 교정을 제공하는 디지털 결함 검출 시스템 및 방법이 필요하다.

### 발명의 내용

[0004] 본 발명의 일 양태에 따르면, 제조 스트림 내에서 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 방법이 제공되며, 이 방법은 이전의 정적 교정 방법들과 관련된 단점들을 실질적으로 제거하거나 줄인다. 이 방법은 일 실시예에서 (a) 카메라의 시야 내에서 컨베이어 위로 상승된 플랫폼 상에 교정 컬러 타일(calibration color tile)을 배치하는 단계; (b) 교정 컬러의 광 흡수 데이터를 획득하는 단계; (c) 교정 컬러의 광 흡수 데이터의 성분 컬러 강도를 계산하는 단계; (d) 교정 컬러의 성분 컬러 강도들을 정규화하는 단계; (e) 플랫폼을 카메라의 시야 밖으로 제거하는 단계; (f) 제품들의 광 흡수 데이터를 획득하는 단계; (g) 제품들의 광 흡수 데이터의 성분 컬러 강도를 계산하는 단계; (h) 제품들의 성분 컬러 강도들을 정규화하는 단계; 및 (i) 교정 컬러 및 제품들의 성분 컬러 강도들에 기초하여 제품들의 품질 지수 점수를 계산하는 단계를 포함한다.

[0005] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 제조 스트림 내에서 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템이 개시된다. 일부 실시예들에서, 이 시스템은 컨베이어 유닛 - 컨베이어 유닛은 컨베이어 유닛의 폭의 적어도 일부를 따라 연장하는 제1 프레임을 가짐 -; 제1 프레임 내의 트랙에 이동 가능하게 결합되는 적어도 하나의 지지대 상에서 컨베이어 유닛 위로 상승된 플랫폼; 및 복수의 기준 컬러 세그먼트를 포함하는 컬러 타일을 수용하기 위한 플랫폼 내의 슬롯을 포함한다. 일부 실시예들은 컨베이어 유닛의 폭을 직접 가로질러 제1 프레임에 결합되는 제2 프레임; 시야를 갖는 카메라, 카메라 윈도 및 제어/데이터 라인을 포함하는 이미징 유닛; 및/또는 프로세서, 메모리 및 디스플레이 장치를 포함하는 제어 유닛도 포함하며, 또한 이미징 유닛은 제어/데이터 라인을 통해 제어 유닛과 통신한다.

[0006] 본 발명의 소정 실시예들은 다수의 기술적 장점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 디지털 이미징 시스템은 피사체들이 컨베이어 시스템을 따라 이동할 때 실질적으로 동시에 교정될 수 있다. 본 발명의 일 실시예와 관련된 또 다른 기술적 장점은 그의 다기능성이다. 본 발명에 의해 제공되는 특징들은 품질 보증을 필요로 하는 재료들의 제조를 위한 임의의 컨베이어 시스템들에 적용될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 실시예들은 식품 제품 컨베이어 시스템의 예를 이용하지만, 본 개시 내용 내의 시스템들 및 방법들은 임의의 연속 제조 상황에 쉽게 적용될 수 있다. 제한 없이, 개시되는 방법 및 시스템의 산업 및 응용의 유형의

일부 예들은 구운 제과 제품, 향긋한 스낵 식품, 캔디(예로서, 젤리빈, 초콜릿, 캔디 코팅 초콜릿, 태피 및 착색 껌 스낵), 목재 제품, 종이 제품, 직물, 기타 등등을 포함한다.

[0007] 본 발명의 소정 실시예들은 이러한 장점들 중 일부 또는 전부를 향유할 수 있다. 아래의 도면들, 설명 및 청구항들로부터 다른 기술적 장점들이 통상의 기술자에게 자명할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0008] 본 발명 및 그의 장점들의 더 완전한 이해를 위해, 아래의 설명 및 첨부 도면들을 참조한다. 도면들에서:

도 1은 특정 실시예에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템의 사시도를 나타낸다.

도 2는 특정 실시예에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템의 사시도를 나타낸다.

도 3은 특정 실시예에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템의 사시도를 나타낸다.

도 4는 특정 실시예에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 방법의 흐름도를 나타낸다.

도 5a 및 5b는 일 실시예에 따른, 컨베이어 벨트 높이 및 상승된 높이에서의 교정 기준 유닛의 예시적인 라인 스캔들을 각각 나타낸다.

도 6a 및 6b는 일 실시예에 따른, 예시적인 라인 스캔 원시 데이터(raw data) 및 정규화된 그래프를 각각 나타낸다.

도 7은 대안 실시예에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템의 사시도를 나타낸다.

도 8은 대안 실시예에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 교정하기 위한 시스템의 평면도를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 도 1은 일부 실시예들에 따른, 제조 스트림 내의 결함들을 검출하기 위한 동적 디지털 이미징 시스템을 나타낸다. 본 명세서에서 사용될 때, "동적 디지털 이미징 시스템"이라는 용어는 연속 이동 피사체들(예로서, 연속 이동 제조 스트림)의 디지털 이미지를 획득하도록 동작 가능한 임의의 시스템을 지칭한다. 시스템(100)은 제어 유닛, 컨베이어 유닛, 교정 기준 유닛, 조명 유닛 및 이미징 유닛을 포함한다. 각각의 유닛은 아래에서 더 상세히 설명된다.

[0010] 적어도 일 실시예에서, 제어 유닛은 프로세서, 메모리, 디스플레이 장치(예로서, 모니터) 및 입력 장치(예로서, 키보드, 마우스 또는 터치패드)를 갖는 컴퓨터이다. 일부 실시예들에서, 제어 유닛은 네트워크 인터페이스도 구비하며, 네트워크에 접속된다. 그러한 실시예는 시스템(100)을 원격 위치에서 제어하는 능력의 장점을 제공한다. 일부 실시예들에서, 제어 유닛은 컨베이어 유닛, 교정 기준 유닛, 조명 유닛(160) 및 이미징 유닛을 제어한다. 다른 실시예들에서, 컨베이어 유닛은 운영자 또는 다른 시스템에 의해 개별적으로 제어된다. 아래에 더 상세히 논의되는 바와 같이, 교정 기준 유닛은 운영자에 의해 수동으로 제어될 수도 있다. 일부 실시예들에서, 조명 유닛(160) 및 이미징 유닛은 서로 통신하는 개별 시스템들에 의해 제어된다. 또 다른 실시예에서, 운영자는 포착된 이미지로부터의 데이터에 기초하여 광원(162) 강도를 수동으로 조정한다. 대안 실시예에서, 조명 유닛(160)은 정적 유닛이며, 제어 유닛은 스케일링 팩터를 적용하여 광 강도 데이터를 조정한다.

[0011] 일부 실시예들에서, 컨베이어 유닛은 컨베이어 벨트(102)이다. 다른 실시예들에서, 컨베이어 유닛은 제품들의 연속 스트림을 지지 및 운반할 수 있는 임의의 시스템이다. 일부 실시예들에서, 이미징, 조명 및 기준 컬러 유닛들은 컨베이어 벨트(102)로부터 제조 스트림을 따라 다른 위치로 이동될 수 있는 (도 1에 도시된 바와 같은) 휴대용 인클로저 내에 수용된다. 이러한 휴대용 인클로저는 기존 컨베이어 시스템을 쉽게 개장하는 장점을 제공한다.

[0012] 도 1에 도시된 바와 같은 일 실시예에서, 교정 기준 유닛은 플랫폼(104), 프레임(106), 트랙(108), 지지 기둥들



(110), 플랫폼(104)을 따르는 슬롯(112) 및 하나 이상의 컬러 타일(120)을 포함한다. 도 1의 실시예는 2개의 지지 기둥(110)을 도시하지만, 일 실시예에서 교정 기준 유닛은 하나의 지지 기둥(110)만을 포함한다는 점에 유의해야 한다. 따라서, 일반적으로, 교정 기준 유닛은 적어도 하나의 지지 기둥(110)을 포함한다. 도 2에 더 상세하게 도시된 일 실시예에서, 플랫폼(104)은 트랙(108)을 갖는 프레임(106)에 의해 지지되며, 트랙 내에서 지지 기둥들(110)은 자유롭게 활주한다. 그러한 실시예에서, 교정 기준 유닛은 컨베이어 벨트(102)의 이동과 수직 또는 평행한 방향으로 이동할 수 있다. 이것은 교정 기준 유닛이 필요에 따라 이미징 유닛의 시야의 안팎으로 이동하는 것을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 시스템(100)이 교정 시퀀스 내에 있지 않을 때, 교정 기준 유닛의 지지 기둥들(110)은 컨베이어 벨트의 이동과 평행한 방향으로 이미징 유닛의 시야 밖으로 트랙(108)을 따라 활주하며, 따라서 이미징 유닛은 컨베이어 벨트(102) 상의 제품 스트림의 이미지들을 포착할 수 있다. 이와 달리, 시스템(100)이 교정 또는 재교정 모드에 있을 때, 교정 기준 유닛은 이미징 유닛의 시야 안으로 활주한다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)의 운영자는 교정 기준 유닛을 시야의 안팎으로 수동으로 이동시키는 반면, 다른 실시예들에서 제어 유닛은 시스템(100)이 교정 모드 또는 검출 모드에 있는지에 따라 교정 기준 유닛을 자동으로 이동시킨다. 도 1은 트랙(108)을 따라 활주하는 간단한 지지 기둥들(110)을 도시하지만, 교정 기준 유닛을 이미징 유닛의 시야의 안팎으로 이동시킬 수 있는 임의의 메커니즘이 대체할 수 있다. 일부 예들은 볼러, 캐스터(caster), 휠, 자기 트랙 또는 더 정교한 로봇 제어를 포함한다.

[0013] 일반적으로, 플랫폼(104)은 규정할 수 있는 높이를 포함할 수 있으며, 따라서 이는 하나 이상의 지지 기둥(110) 또는 그의 적절한 대체물을 이용하여 컨베이어 벨트(102) 위로 상승된다. 지지 기둥들(110)의 높이는 예를 들어 컨베이어 벨트(102) 상에서 운반되는 제품들의 크기 및 형상에 따라 조정될 수 있다. 일 실시예에서, 지지 기둥들(110)은 컨베이어 벨트(102) 표면과 플랫폼(104)의 바닥 사이에 적어도 약 3 인치(약 7 또는 8 cm)의 간격을 제공할 만큼 충분히 높다. 이것은 시스템(100)의 교정이 제품 스트림의 연속 흐름의 중단 없이 이루어질 수 있다는 점에서 유리할 수 있다.

[0014] 플랫폼(104)은 슬롯(112)을 가지며, 이 슬롯 내에서 하나 이상의 컬러 타일(120)이 활주할 수 있고 지지될 수 있다. 컬러 타일들(120)은 하나의 컬러의 단일 타일, 다수의 컬러를 갖는 단일 타일 또는 다양한 컬러들의 다수의 타일일 수 있다. 컬러 타일들(120)은 종이, (초고분자량 폴리에틸렌, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리옥시메틸렌, 나일론, 폴리테트라플루오로에틸렌 등을 포함하는) 중합체, 금속, 세라믹, 합성물 또는 목재를 포함하는 임의의 적절한 재료로 제조된다. 컬러 타일들(120)의 크기는 또한 이미징 유닛의 요구에 따라 변할 수 있다. 일 실시예에서, 컬러 타일(120)은 컨베이어 벨트(102)의 폭과 동일한 폭을 포함하며, 컨베이어 벨트(102) 상의 제품 스트림의 흐름과 수직으로 배치된다. 도 1에 도시된 특정 실시예에서, 컬러 타일(120)은 약 48 인치(약 122 cm)의 폭 및 약 6 내지 약 8 인치(약 15 내지 약 20 cm)의 길이이다. 일 실시예에서, 컬러 타일이 컨베이어 벨트 이동의 방향에 수직으로 활주할 때, 컬러 타일은 비교적 작을 수 있는데, 그 이유는 개별 픽셀 크기가 0.023 제곱 인치 정도이기 때문이다. 주변 영역들로부터 반사되는 광과의 간섭을 방지하기 위해, 일 실시예에서는 더 작은 컬러 타일이 바람직하다. 더 작은 컬러 타일들을 사용하는 또 하나의 장점은 더 작고 더 가벼운 중량 지지 메커니즘들을 사용하는 유연성이다. 일부 실시예들에서, 컬러 타일의 크기 범위는 약 0.1 제곱 인치 내지 약 0.25 제곱 인치의 범위이다. 더 작은 타일들의 경우, 지지 메커니즘은 그것이 타일의 영역에서의 국지적 조명에 영향을 미칠 기회를 가지므로 사실상 이미징 유닛에 "보이지 않아야" 한다는 점에 유의해야 한다. 다른 실시예에서는, 더 좁은 폭의 컬러 타일(120)이 컨베이어 벨트(102)의 방향과 평행하게 연장한다. 일 실시예에서, 컬러 타일(120)은 컨베이어 벨트의 방향에 수직으로 활주할 수 있다. 다른 실시예에서, 컬러 타일(120)은 또한 컨베이어의 방향과 평행하게 활주할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컬러 타일은 컨베이어 벨트 상의 제품 흐름의 방향에 대해 수직 및 평행 이동 둘 모두가 가능하다. 일부 실시예들에서, 컬러 타일들(120)은 무광택 마무리를 포함할 수 있으며, 따라서 그의 표면이 조명될 때 광원 또는 조명 주위의 눈부심의 존재를 방지할 수 있다. 대안으로서, 일 실시예에서, 조명원은 교정 기준 유닛의 길이를 따라 반사 스트립 또는 반사기(164)를 포함할 수 있다.

[0015] (도 1에 최상으로 도시된) 조명 유닛(160)은 광원(162)을 포함하며, 선택적으로 반사기(164)를 포함한다. 광원(162)은 교정 기준 유닛 및 컨베이어 유닛(102) 상의 제품 스트림을 충분히 조명할 수 있는 임의의 적절한 광원일 수 있다. 적절한 광원의 일부 예들은 백열광(예로서, 통상적인 백열 전구 또는 할로겐 램프), 전계발광(예로서, 발광 다이오드(LED)), 형광(예로서, 소형 형광 램프 또는 플라스마 램프), 고강도 방전 램프, 아크 램프 등을 포함한다. 일 실시예에서, 조명 유닛(160)은 도 1에 도시된 바와 같이 시스템(100) 인클로저의 측벽들 상에 부착된다. 벽들은 일 실시예에서 도면들에 도시된 바와 같이 이미지 포착 동안 이미징 피사체 상에 음영 또는 눈부심을 발하지 않도록 경사진다. 컨베이어(102) 상의 제품 스트림 및 교정 기준 유닛은 광원에 대해 상이한 높이에 있으므로, 고정된 조명 유닛은 하나의 높이에서는 음영 또는 눈부심을 발할 수 있지만, 다른 높이에



서는 발하지 않을 수 있다. 반사기(164)는 광을 방향전환시킴으로써 임의의 음영 또는 눈부심 발생을 완화한다. 반사기(164)는 미리 또는 금속 표면과 같이 광을 반사할 수 있는 임의의 적절한 장치이다. 일부 실시예들에서, 반사기(164) 표면은 폴리싱될 필요가 없는데, 그 이유는 그것이 불투명하고 "백색" 광을 반사하는 것으로 충분하기 때문이다. 예를 들어, 특정 컬러 측정이 행해지는 다른 실시예들에서는, 바람직하지 않은 광 파장들을 선택적으로 흡수하는 반사기(164)가 사용된다. 형광이 측정되는 다른 실시예들에서, 반사기(164)는 하나의 광 파장을 취하여 이를 이어서 검출 가능할 바람직한 파장으로 바꿀 수 있다. 위의 예들에서는, 측정되는 특징을 모방하는 특정 특성들의 컬러 타일들(120)이 필요할 수 있다. 컬러 타일들(120)은 물론, 반사기(164)도 예를 들어 바람직한 특성들을 갖는 화학물질들로 기판을 도핑하기 위해 관련 기술분야에 공지된 반도체 유사 기술들을 이용함으로써 설계 및 제조될 수 있다.

[0016] 일부 실시예들에서, 반사기(164) 및 전체 조명 유닛(160) 둘 모두 또는 어느 하나는 제어 유닛에 의해 작동된다. 컨베이어 벨트(102)와 교정 기준 유닛 사이의 높이 차이는 광 강도 차이의 문제도 유발한다는 점에 유의해야 한다. 일반적으로 광원(162)은 조명되는 피사체 위에 위치하므로, 교정 기준 유닛은 컨베이어 벨트(102) 상의 유닛 아래의 제품 스트림보다 높은 광 강도를 수신한다. 따라서, 일부 실시예들에서, 제어 유닛은 시스템(100)이 교정 모드에 또는 검출 모드에 있는지에 따라 광원(162)의 출력 강도를 조정한다. 다른 실시예들에서, 조명 강도는 강도와 발광원으로부터의 거리 사이의 관계에 기초하여 계산되고 수정된다. 그러한 관계는 이론적으로 또는 경험적으로 결정된 후에 교정 알고리즘 내에 통합될 수 있다.

[0017] 도 3은 이미징 유닛의 일 실시예의 근접도를 나타낸다. 이미징 유닛은 일부 실시예들에서 카메라 원도(150), 라인 스캔 카메라(300) 및 제어/데이터 라인(350)을 포함한다. 다른 실시예들에서, 라인 스캔 카메라(300)는 제품 흐름 및 교정 기준 유닛의 컬러 이미지들을 포착할 수 있는 임의의 장치로 대체된다. 이미징 유닛은 일반적으로 이미징 피사체(예로서, 컨베이어 벨트(102) 및 교정 기준 유닛) 위에 배치된다. 카메라 원도(150)는 카메라 원도(150)에 의한 흡수로 인한 손실 없이 또는 최소한의 손실로 광을 투과시킬 수 있는 임의의 광학적으로 투명한 재료(예로서, 유리 또는 중합체)로 제조된다. 카메라 원도(150)의 목적들 중 하나는 제조 라인의 주변 환경(예로서, 먼지 입자들)으로부터 라인 스캔 카메라(300) 및 제어/데이터 라인(350)을 보호하고, 효율적인 설정을 가능하게 하는 것이다.

[0018] 도 1 내지 3에 도시된 특정 실시예에서, 카메라 원도(150)는 컨베이어 벨트(102)의 폭을 가로질러 연장한다. 그러한 실시예에서, 라인 스캔 카메라(300)는 카메라 원도(350)를 가로질러 이동하며, 따라서 피사체의 라인 이미지(즉, 픽셀들의 선형 어레이)를 포착한다. 라인 스캔 카메라(300)는 대체로 연속적인 방식으로 카메라 원도(350)를 가로질러 진동하여, 2차원 이미지(즉, 픽셀들의 선형 어레이들의 집합)를 생성한다. 다른 실시예들에서, 라인 스캔 카메라(300)는 진동하는 것이 아니라, 오히려 개별 픽셀을 샘플링하는 인접하는 센서 요소들의 선형 어레이이다. 일 실시예에서, 2,048개의 개별 센서 요소가 선형으로 배열되고, 각각 픽셀 0 내지 2047을 동시에 샘플링한다. 이것은 연속 2차원 이미지를 생성하도록 계속 반복될 수 있다. 그러한 2차원 이미지는 일 실시예에서 분석을 위해 각각 1024x1024 픽셀들의 본질적으로 4개의 정사각 프레임으로 분할될 수 있다. 프레임들의 크기는 임의의 특정 치수로 제한되지 않으며, 시스템의 요구에 따라 조정될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 프레임은 2048x1 픽셀들만큼 작거나, 제어 유닛에서 사용되는 메모리의 한도, 예로서 2048x100,000 픽셀들만큼 클 수 있다. 라인 스캔 카메라(300)에 의해 획득되는 이미지 데이터는 데이터/제어 라인(350)을 통해 제어 유닛으로 전송된다. 데이터/제어 라인(350)은 또한 라인 스캔 카메라(300)의 이동을 구동시킨다. 일 실시예에서, 라인 스캔 카메라(300)는 모든 2048개의 픽셀을 초당 약 4000번의 레이트로 샘플링한다. 이러한 샘플링 레이트는 분당 약 600 피트의 기본 컨베이어 속도에서 본질적으로 정사각 프레임을 허용한다. 상이한 이미지 포착 장치가 사용되는 실시예들에서, 카메라의 움직임은 카메라가 컨베이어 벨트(102)의 전체 폭을 가로질러 이미지를 포착할 만큼 충분히 넓은 시야를 갖는 경우에(예로서, 광각 카메라 또는 비디오 카메라) 배제될 수 있다. 일부 실시예들에서, 라인 스캔 카메라(300)는 하나 이상의 광 센서, 예를 들어 전하 결합 소자(CCD), 역 바이어스 발광 다이오드(LED), 포토다이오드, 상보형 금속-산화물-반도체(CMOS), 비디오 카메라 튜브(예로서, 비디콘) 또는 제어 유닛의 프로세서 내에서 이미지 및 입력을 디지털 어레이 포맷으로 디지털화할 수 있는 임의의 다른 적절한 이미지 포착 장치를 구비한다.

[0019] 도 4는 시스템(100)의 동작 방법(400)의 일 실시예를 나타낸다. 방법(400)은 교정 모드 및 검출 모드 시퀀스의 일 실시예를 나타낸다. 본 명세서에서 사용될 때, "교정"이라는 용어는 하나 이상의 미리 선택된 기준 컬러의 광 흡수 데이터를 획득하는 단계, 광 흡수 데이터를 정규화하는 단계, 및 검출 스캔 데이터가 참조되고 비교될 최종 광 흡수 데이터의 세트를 생성하는 단계를 포함하는 프로세스를 의미한다. 일부 실시예들에서는 교정 데이터 세트 및 검출 스캔 데이터 세트 둘 모두가 정규화되므로, 정규화라는 용어는 교정과 상호교환 가능하지 않

다는 점에 유의해야 한다. 아래에서 (도 5a 및 5b와 관련된 설명에서) 더 설명되는 바와 같이, 정규화는 일반적으로 하나의 데이터 세트와 다른 데이터 세트의 비교를 돕기 위해 데이터 세트를 팩터와 곱하여 더 간단한 형태로 줄이는 수학적 프로세스이다. 여러 기준 컬러가 스캐닝되는 실시예들에서, 교정 프로세스는 각각의 기준 컬러에 대한 광 흡수 데이터를 획득하는 단계, 각각의 데이터 세트를 정규화하는 단계, 및 검출 스캔 데이터가 참조되고 비교될 최종 데이터 세트를 축적하는 단계를 포함한다. 하나의 기준 컬러만이 사용되는 실시예에서도, "교정"이라는 용어는 "정규화"와 상호교환 가능하지 않은데, 이는 교정 프로세스가 (아래에 논의되는 바와 같이) 광원(162)의 조정도 포함할 수 있기 때문이다. 상승된 레벨에서의 광 강도의 차이를 처리하기 위해 광원(162)을 교정 스캔으로부터 검출 스캔으로 조정하는 실시예들에서, "교정"이라는 용어는 그에 맞게 스케일링 팩터를 곱하는 단계도 포함할 수 있다. 즉, "정규화"는 일반적으로 광 흡수 데이터의 하나 이상의 세트를 그 데이터 세트로부터 내부적으로 도출된 스케일링 팩터에 기초하여 수학적으로 조작하는 것을 의미하는 반면, "교정"은 일반적으로 최종 기준 컬러 광 흡수 데이터를 획득하는 전체 프로세스를 의미한다. 도 4에 도시된 실시예를 참조하면, 교정 모드는 일반적으로 단계 404 내지 420(및 재교정을 위한 단계 436)을 포함하며, 검출 모드는 단계 422 내지 434를 포함한다(아래에서 더 설명되는 바와 같이 하나 이상의 단계가 선택적일 수 있음). 정규화 프로세스는 조명 필드에 동일한 방식으로 응답하도록 센서의 개별 픽셀들 각각의 이득을 조정하는 것으로서 개념화될 수 있다. 예를 들어, 조명 필드의 에지들에서의 광은 시야의 에지(예로서, 컨베이어 벨트)를 지나서는 조명원이 존재하지 않는다는 사실로 인해 덜 강하다. 이것은 예를 들어 일 실시예에서 라인 스캔의 "좌측"(예로서, 2048x1 픽셀 프레임의 픽셀 0 내지 1023)을 나타내는 도 5a 및 5b에 도시된다. 강도 레벨은 픽셀 0에서 상당히 더 낮은 레벨로부터 시작하여 서서히 증가하지만, 대략 픽셀 512로부터 픽셀 1023까지 안정되고 수평이 된다. "우측" 스캔(예로서, 픽셀 1024 내지 2047)은 유사하게 픽셀 1024로부터 대략 픽셀 1536까지 매우 수평인 강도를 나타내고, 스캔의 우측 에지에 접근함에 따라 강도가 서서히 감소할 것이다. 이것은 "뺑 덩어리" 효과로서 지칭되는데, 그 이유는 라인 스캔이 뺑 덩어리의 상부처럼 보이기 때문이다. 정규화 단계는 신호 레벨을 상승시키고 응답을 평평하게 하기 위해 에지 영역으로부터 생성되는 카메라 신호에 대한 이득을 조정함으로써 이러한 현상을 해결한다. 모든 광원들(162)이 정확하게 동일한 양의 에너지 또는 심지어는 동일한 스펙트럼 내용을 방출하지 않을 때 시야 내에서 유사한 효과가 발생할 수 있다. 게다가, 이러한 상황에서의 정규화는 이미징 장치의 각각의 픽셀이 주어진 자극에 대해 유사한 - 그러나 정확하게 동일하지는 않은 - 컬러 응답을 갖게 하는 단계이다. 정규화 타겟은 그의 폭 및 길이에 걸쳐 약간 상이한 스펙트럼 응답을 가지며, 따라서 정규화는 카메라가 조명을 기록하는 방식에서의 시스템 에러를 해결하려는 시도이지만, 이것은 정규화 타겟의 일관성 정도만큼만 양호하다. 일 실시예에서, 정규화 타겟은 금속 보강판에 접촉되는 균일한 컬러의 포마 이카 시트이다. 반면, 교정은 알려진 컬러들(예로서, 먼셀(Munsell) 컬러 타일들)을 조명 필드로 통과시키고, 컬러 수정 테이블을 조정하여, 관측되는 컬러가 해당 타일의 표준 컬러와 동일한 것을 보증하게 하는 단계를 포함한다. 색역(gamut)으로 알려진 많은 컬러(주어진 기계에 대한 전체 관심 영역을 나타내는 컬러들)의 타일들을 도입함으로써, 조명 필드 내에서 카메라에 제공되는 주어진 컬러에 대해, 이러한 프로세스 내의 각각의 단계의 가변성에 의해 부과되는 한계와 일치하는 정밀도 내에서 이미지가 재생되는 것을 보증하는 것이 가능하다.

[0020] 아래의 단락들은 포테이토 칩 품질 보증 검사와 관련된 시스템(100)의 사용을 설명한다. 그러나, 아래의 설명은 이전 단락들에서 설명된 바와 같은 시스템(100)의 대안 실시예들에 의해 가능해지는 많은 변형의 일례일 뿐이라는 점에 유의해야 한다. 시스템(100)은 디지털 이미지 분석에 의해 제품들의 품질을 검사하는 것이 바람직한, 예를 들어 마무리된 제품의 외관(컬러, 형상 또는 크기)이 하나의 팩터인, 식품 처리, 소비자 상품, 패션 또는 자동차를 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 분야 또는 산업에서 사용될 수 있다.

[0021]도 4에 도시된 방법으로 돌아가면, 방법(400)은 단계 402에서 시작되며, 여기서 조명 유닛(160)을 활성화함으로써 스캔 영역(즉, 이미징 피사체)이 조명된다. 단계 404에서, 시스템(100)은 컬러들의 미리 결정된 또는 미리 선택된 세트 중에서 소정의 교정 컬러의 컬러 타일(120)을 선택한다. 교정 컬러는 전자기 스펙트럼의 가시 범위 내의 임의의 파장/주파수일 수 있다. 일 실시예에서, 시스템(100)은 2개 내지 수천 개만큼 많은 수의 범위에 이르는 복수의 컬러 타일(120)을 구비한다. 더 큰 컬러 범위를 갖는 것이 시스템(100)으로 하여금 전체 스펙트럼을 교정하는 것을 더 가능하게 하지만, 운영자(또는 시스템)는 상황에 매우 유리한 소수의 컬러를 선택 또는 미리 선택할 수 있다. 기준 컬러 타일들(120)은 검사되는 제품들의 특정 요구에 따라 또는 전체 컬러 스펙트럼을 커버하도록 미리 선택될 수 있다.

[0022]단계 406에서, 선택된 컬러 타일(120)이 상승된 플랫폼(104) 상에 배치된다. 컬러 타일(120)은 슬롯(112) 내로 활주하거나 그와 맞물림으로써 상승된 플랫폼(104) 상에 배치된다. 단계 408에서, 상승된 플랫폼(104)은 제어 유닛에 의해 또는 운영자에 의해 수동으로 시야 내로 이동된다. 단계 410에서, 라인 스캔 카메라(300)는 교정 컬러 타일(120)의 스캔을 포착하여, 이를 제어 유닛으로 전송하며, 제어 유닛은 스캔 데이터를 수신하여, 이를

메모리에 저장한다. 단계 412에서, 제어 유닛의 프로세서는 라인 스캔 카메라(300) 내의 센서들에 의해 흡수되는 광의 강도 및 컬러 성분들을 결정한다.

[0023] 도 5a 및 5b에 도시된 바와 같이, 라인 스캔 데이터는 x축 상에 픽셀 수(픽셀들의 선형 어레이를 따르는 위치) 그리고 y축 상에 광 강도 레벨을 갖는 2차원 그래프로서 가시화될 수 있다. 라인 스캔 데이터는 각각의 픽셀에서의 적색, 녹색, 청색(RGB) 성분들과 같은 개별 컬러 성분들의 강도 레벨들로 더 분해될 수 있다. 전술한 바와 같이, 교정 기준 유닛이 컨베이어 벨트(102) 위로 상승할 때 문제가 발생할 수 있는데, 그 이유는 동일한 피사체가 스캐닝되는 경우에도 각각의 레벨에서 흡수 또는 반사되는 광의 강도가 상이할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 도 5a는 컨베이어 벨트(102) 레벨에서의 회색 컬러 타일(120)의 스캔의 컬러 성분 강도 분석을 나타내고, 도 5b는 상승된 플랫폼(104) 레벨에서의 회색 컬러 타일(120)의 스캔의 컬러 성분 강도 분석을 나타낸다. 도 5b의 강도 레벨들은 거의 광 센서들을 포화시키고 안정시키는 포인트까지 도 5a의 강도 레벨보다 훨씬 더 높다는 것이 쉽게 명백하다. 이것은 교정 데이터를 제품 흐름의 스캔들과 비교할 때 에러를 유발할 수 있다.

[0024] 따라서, 도 4에 도시된 일반적인 방법으로 돌아가면, 일 실시예에서, 제어 유닛이 컬러 성분들의 강도들을 결정한 후에, 시스템(100)은 단계 414에서 광원(162)을 조정할지를 결정한다. 하나의 조정은 광원(162) 강도를 증가 또는 감소시키는 것이다. 일 실시예에서, 제어 유닛 프로세서는 측정된 강도가 미리 결정된 임계치보다 높거나 낮을 경우에 광원(162) 강도를 자동으로 조정한다. 다른 실시예에서, 제어 유닛 프로세서는 (예로서, 디스플레이 장치를 통해) 시스템(100)의 운영자에게 경고를 전송하여, 광원(162)을 수동으로 조정하게 한다. 또 다른 실시예들에서, 시스템(100)의 운영자는 제어 유닛으로부터의 광원 강도를 조정하라는 프롬프트 없이도 스캔 관측들에 기초하여 광원(162) 강도를 조정한다. 단계 414는 일부 실시예들에서 광원(162) 방향을 조정하는 단계를 더 포함한다. 도 5a 및 5b에 도시된 바와 같이, 강도 곡선들은 스캔의 시작(픽셀 0 근처)에서 훨씬 더 낮은 값을 가지며, 이어서 스캔이 계속됨에 따라 수평이 된다. 이러한 결과는 피사체 표면 상의 음영 또는 눈부심으로 인해(이 예에서는 회색 컬러 타일(120) 또는 위에 논의된 빵 덩어리 효과로 인해) 발생할 수 있다. 일부 실시예들에서 제어 유닛은 광원(162)의 각도 또는 방향을 조정하는 반면, 다른 실시예들에서 시스템(100)의 운영자는 수동으로 그것을 행한다. 광원(162)을 조정한 후 - 강도, 방향 또는 둘 모두의 조정에 의한 조정 인지에 관계없이 -, 방법(400)은 단계 410으로 복귀하여 새로운 교정 라인 스캔을 획득한다. 단계 414는 선택적이며, 방법은 일부 실시예들에서 단계 412로부터 정규화 단계 416으로 직접 진행할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 사실상, 임의의 특정 강도 곡선의 형상은 정규화 단계 후에는 중요하지 않을 수 있다.

[0025] 도 4의 단계 414에서의 선택적인 광원 조정에 이어서, 단계 416에서, 제어 유닛의 프로세서는 컬러 성분 강도 곡선들을 정규화한다. 도 6a 및 6b에 도시된 바와 같이, 교정 스캔으로부터의 원시 데이터(도 6a)에 스케일링 팩터(예로서, RGB 곡선들의  $y_{max}$ )를 곱하여, 더 효과적인 비교를 위한 정규화된 곡선들의 세트(도 6b)를 생성한다. 정규화된 RGB 곡선들은 실질적으로 선형이며, 이는 R, G 및 B 성분들 사이의 상대 강도들을 비교하는 것을 쉽게 한다. 더구나, 정규화된 그래프는 이미징 피사체의 흡수 그래프(이미징 유닛에 의해 획득된 반사 광 강도 데이터의 역)로서 더 쉽게 간주될 수 있다. 정규화 단계 416에 의해 제공되는 더 선형적인 곡선은 제품 흐름 스캔들에 비해 더 쉬운 결함 검출을 촉진한다.

[0026] 정규화 후에, 단계 418에서, 시스템(100)은 선택적으로 추가 컬러들이 교정되어야 하는지를 결정한다. 더 많은 컬러가 교정되어야 하는 경우, 방법(400)은 단계 404로 복귀한다. 충분한 수의 컬러가 교정된 경우, 방법(400)은 다음 단계로 진행한다. 단계 420에서, 시스템(100)은 상승된 플랫폼(104)을 (제어 유닛을 통해 또는 운영자에 의해) 라인 스캔 카메라(300)의 시야 밖으로 이동시킨다. 각각의 컬러에 대한 교정 시퀀스(예로서, 단계 404 내지 420)는 수분의 1초만큼 짧으므로, 교정 및 재교정은 제조 흐름을 중단할 필요 없이 이루어질 수 있다. 컬러들을 검증하거나 교정하기 위한 처리 시간은 최대 약 1분이 걸릴 수 있지만, 시스템의 동작은 그 시간 동안 영향을 받지 않는다. 교정 모드 동안 많은 양의 제품들을 진행시키기 위해 품질 제어에 영향을 미칠 정도의 빠른 속도로 컨베이어 벨트(102)가 이동되지 않는 한, 연속 제조 흐름이 교정 동안 정지될 필요가 없게 된다.

[0027] 교정 모드를 끝내자마자, 시스템(100)은 결함 검출 모드로 진행한다. 단계 422에서, 이미징 유닛은 컨베이어 벨트(102) 표면 상의 제품의 라인 스캔을 포착한다. 교정 스캔에서와 같이, 획득된 데이터는 제어/데이터 라인(350)을 통해 제어 유닛으로 전송되고, 제어 유닛 메모리에 저장된다. 단계 424에서, 제어 유닛 프로세서는 결함 검출 스캔들의 컬러 성분 강도들을 정규화한다. 이어서, 제어 유닛 프로세서는 단계 426에서 컨베이어 벨트(102) 표면 상의 제품들을 계속 스캐닝할지를 결정한다. 단계 426에서 긍정으로 결정되는 경우, 단계 422 및 424가 반복된다. 부정으로 결정되는 경우, 프로세서는 단계 428에서 메모리에 저장된 결함 검출 스캔들을 축적한다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)은 단계 422 내지 426을 계속 반복하는 동시에, 이전에 획득된 데이터를



제어 메모리 유닛으로 전송한다.

[0028] 단계 430에서, 프로세서는 축적된 스캔 데이터 중에 결함이 존재하는지를 결정한다. 결함 결정 단계 430은 일 실시예에서 결함의 컬러, 형상 또는 크기를 포함하는 다양한 팩터들을 포함하는 알고리즘에 기초하여 자동화된다. 잠재적으로 결함 있는 픽셀들 모두가 동일하게 취급되지는 않는다. 대신에, 잠재적으로 결함 있는 픽셀들의 각각의 클러스터 또는 그룹이 품질 지수 점수를 할당받는다. 일부 실시예들에서, 알고리즘은 각각의 유형의 결함에 대한 품질 지수 점수의 임계 레벨들의 세트를 포함한다. 예를 들어, 주어진 포테이토 칩 상의 300개의 오렌지색 픽셀의 세트가 10개의 흑색 픽셀의 세트만큼 결함 있는 것으로 간주될 수 있다. 따라서, 흑색 결함은 15개의 최대 픽셀의 임계 레벨을 가질 수 있는 반면, 오렌지색 결함은 500개 픽셀의 임계치를 가질 수 있다. 이것은 임의의 단일 결함(또는 결함을 나타내는 픽셀)의 존재가 동일하게 취급되는 일부 종래 기술의 품질 제어 방법들과 다르다. 임계 값들은 특정 응용의 요구에 따라 선택된다. 알고리즘은 제어 유닛 메모리에 저장되며, 단계 432에서 프로세서는 저장된 알고리즘을 호출하여, 결함 크기가 관련 임계치를 초과하는지를 결정한다. 초과하는 경우, 시스템(100)은 신호를 분류기로 전송하여, 추가 검사를 위해 잠재적으로 결함 있는 제품을 분류하게 한다. 초과하지 않는 경우, 방법(400)은 다음 단계들로 진행한다. 단계 434에서, 시스템(100)은 컨베이어 벨트(102) 표면 상의 제품 스트림을 계속 스캐닝할지를 결정한다. 긍정으로 결정되는 경우, 방법(400)은 단계 422로 복귀하고, 검출 모드가 계속된다.

[0029] 이미징 유닛으로부터의 데이터는 설정들 또는 조건들의 미묘한 변화들에 의해 영향을 받을 수 있다는 점에 유의해야 한다. 예를 들어, 라인 스캔 카메라(300)가 교정 컬러 타일(120) 상에 포커싱되더라도, 컨베이어 벨트(102)와 같은 주변 영역이 컬러를 변경하는 경우에는 라인 스캔 결과가 바뀐다. 예를 들어, 컨베이어 벨트(102)는 포테이토 칩들을 운반하는 연장된 사용 후에 오렌지색에서 갈색으로 변할 수 있다. 광원(162)으로부터 방출되는 광의 일부는 컨베이어 벨트(102)에 의해 흡수된다. 따라서, 컬러 타일(120)의 교정 스캔이 (도 6a에 도시된 바와 같이) 사용된 갈색 컨베이어 벨트(102)에 대해 취해지는 것에 비해 (도 5b에 도시된 바와 같이) 깨끗한 컨베이어 벨트(102)의 배경에 대해 취해질 때, 청색 강도 곡선은 도 6a에서 훨씬 더 낮다. 따라서, 컨베이어 벨트(102)가 노화되고 컬러를 변경함에 따라, 시스템(100)은 재교정을 필요로 할 수 있다. 단계 436에서, 프로세서는 재교정이 필요한지를 결정한다. 긍정으로 결정되는 경우, 방법(400)은 단계 404로 복귀한다. 부정으로 결정되는 경우, 방법(400)은 후속 단계들로 진행한다.

[0030] 위에서는 일 실시예에서 방법(400)이 설명되었지만, 시스템(100)을 이용하는 방법에 대한 많은 가능한 실시예 및 변형이 존재한다. 예를 들어, 진술한 바와 같이, 단계 414에서의 광원(162)의 조정은 선택적인 단계일 수 있다. 재교정 단계 436은 단계 422에서의 초기 결함 검출 스캔 후에 또는 임의의 후속 검출 스캔들 사이에 발생할 수 있으며, 재교정 단계 436은 단계 432 후에 올 필요가 없다. 더구나, 검출 스캔 데이터는 단계 424에서 각각의 그리고 모든 스캔 후에 정규화될 필요가 없다. 결함 검출 스캔들의 정규화(424)는 모든 검출 데이터가 단계 428에서 축적된 후에 발생할 수 있다. 통상의 기술자는 본 개시 내용의 범위를 벗어나지 않고서 방법(400) 내의 단계들 중 다수가 재배열되거나, 선택적이거나, 실질적으로 동시에 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0031] 더구나, 시스템(100)도 변경될 수 있다. 구체적으로, 교정 기준 유닛은 컬러 스트립(120)을 포함할 필요가 없다. 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 기준 컬러들은 일 실시예에서 회전 롤러(700) 상에 배열된다. 회전 롤러(700)는 검사 프로세스의 특정 요구에 따라 선택될 수 있는 복수의 컬러 세그먼트(702, 704, 706, 708, 710)를 갖는다. 일 실시예에서, 롤러(700)는 롤러(700)의 양 단부가 지지 기둥들(750)의 세트 상에 놓인다. 일 실시예에서, 제어 유닛은 다음 컬러 세그먼트를 카메라의 시야 내에 배치하기에 충분할 만큼 회전 롤러(700)를 회전시킨다. 회전축은 일 실시예에서 롤러의 실린더의 중심을 통과한다. 그러나, 컬러 세그먼트들은 도 7에 도시된 바와 같이 회전 롤러(700)의 길이를 따르는 수평 스트립일 필요가 없다. 다른 실시예(미도시)에서, 컬러 세그먼트들은 대각선으로 배열되며, 따라서 이미징 유닛이 다양한 컬러의 교정 스캔들을 계속 포착할 때 회전 롤러(700)는 계속 회전할 수 있다.

[0032] 또 다른 실시예에서, 컬러 타일들(120)은 도 8에 도시된 바와 같이 컨베이어 벨트(102)의 진행 방향에 평행하게 부착된다. 평행한 컬러 스트립(800)은 일부 실시예들에서 컨베이어 벨트(102)의 방향과 평행하게 연장하는 복수의 컬러 세그먼트(802, 804, 806, 808, 810)를 포함한다. 라인 스캔 카메라가 점선으로 도시된 경로를 따라 이동할 때, 이 카메라는 컨베이어 벨트(102) 상의 제품 스트림 결함 검출 스캔은 물론, 기준 컬러 스트립(800)의 교정 스캔도 포착한다. 따라서, 각각의 결함 검출 스캔은 기준에 대해 교정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 평행 컬러 스트립(800) 상의 임의의 먼지 또는 폐기물의 축적을 방지하기 위해, 시스템(100) 인클로저 내에서 컨베이어 벨트(102)와 평행 컬러 스트립(800)을 분리하는 장벽이 존재한다. 평행 컬러 스트립

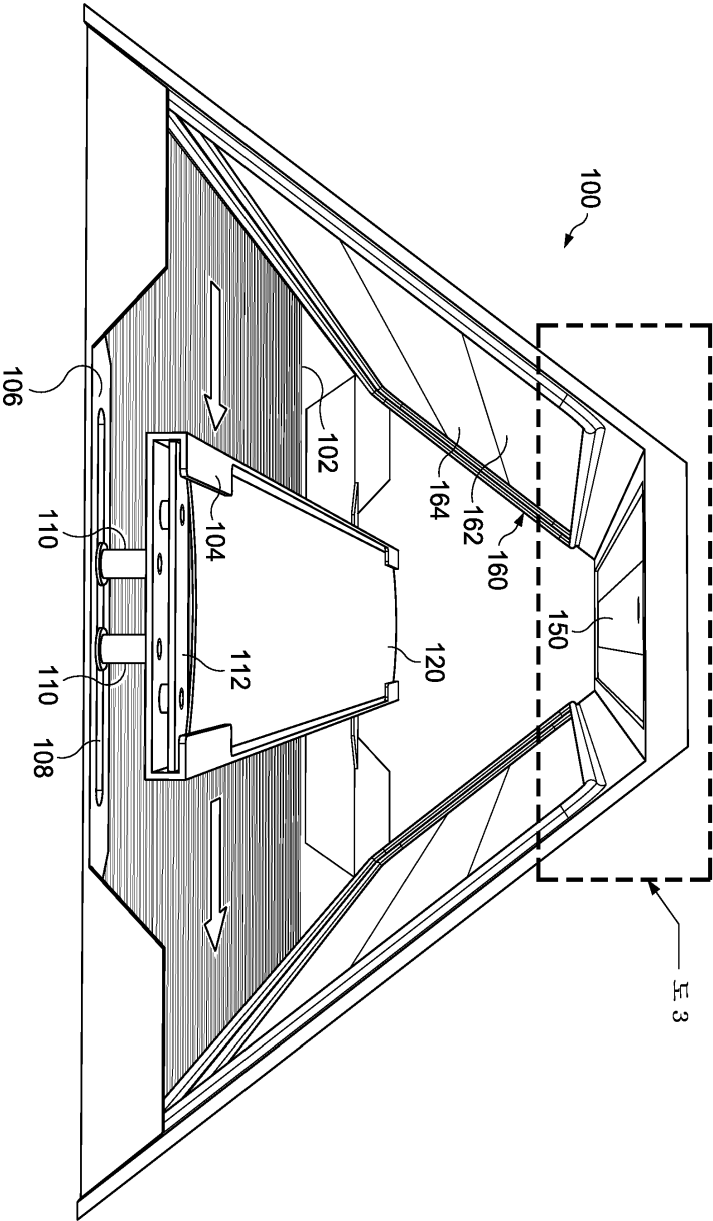
(800)은 컨베이어 벨트(102)의 전체 길이로 연장할 필요는 없고, 일부 실시예들에서 이미징 유닛의 시야를 커버하기에 충분할 만큼 길 수 있다. 통상의 기술자는 평행 컬러 스트립(800)이 사용되는 실시예들에서 방법(400) 내의 단계들 중 다수가 제거되거나 동시에 수행될 수 있다는 것을 알 것이다.

[0033] 본 발명은 여러 실시예와 관련하여 설명되었지만, 다양한 변화들, 변형들, 변경들, 변환들 및 수정들이 통상의 기술자에게 제안될 수 있으며, 본 발명은 첨부된 청구항들의 사상 및 범위 내에 속하는 바와 같은 그러한 변화들, 변형들, 변경들, 변환들 및 수정들을 포함하는 것을 의도한다. 실시예들의 특징들을 결합하거나 통합하거나 생략하는 것으로부터 발생하는 대안 실시예들도 본 개시 내용의 범위 내에 있다.

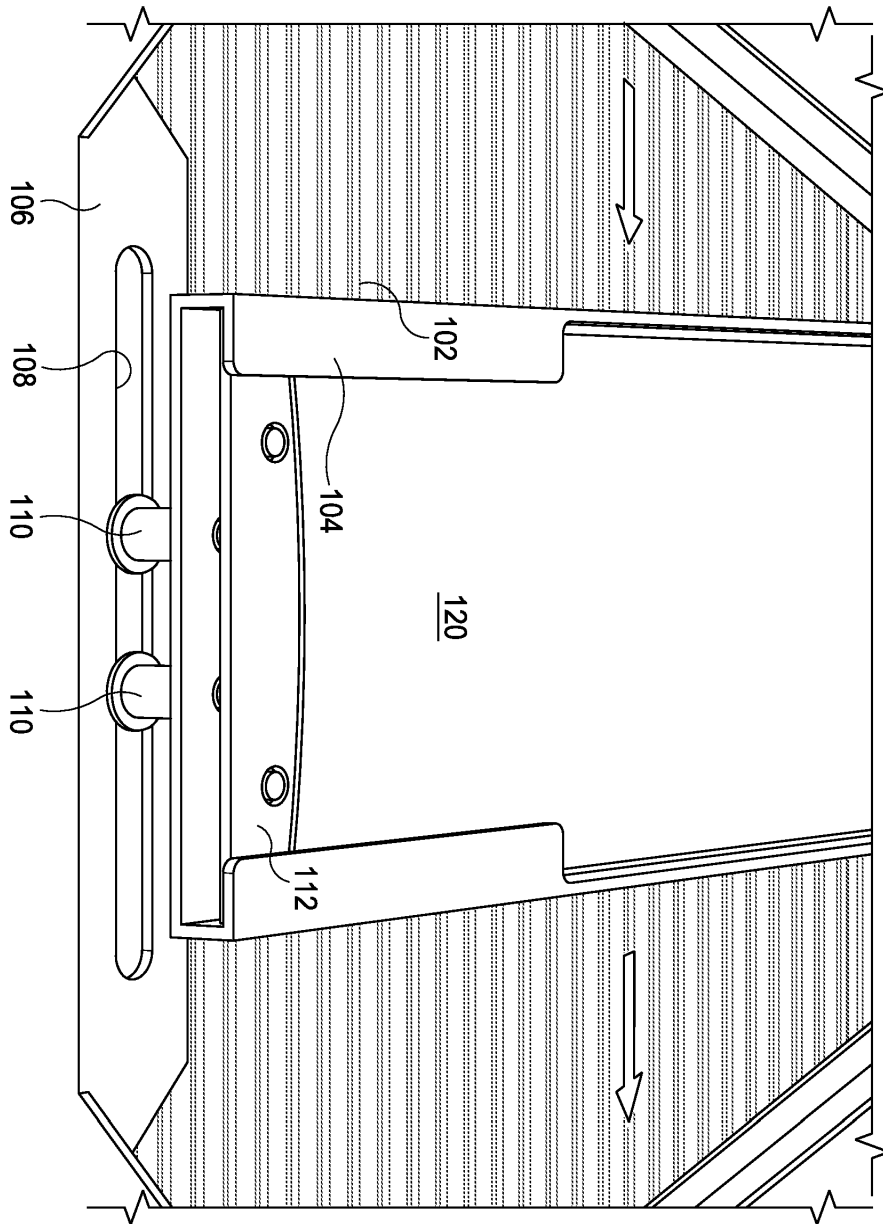
[0034] 미국 특허청(USPTO) 및 본원에 대해 허여되는 임의의 특허의 임의의 독자들이 그에 첨부된 청구항들을 해석하는 것을 돕기 위해, 출원인들은 출원인들이 (a) 35 U.S.C. 섹션 112의 단락 6이 본원의 출원일에 존재함에 따라, "~하기 위한 수단" 또는 "~하기 위한 단계"라는 표현이 특정 청구항들에서 구체적으로 사용되지 않는 한, 임의의 첨부된 청구항에 그러한 조항이 적용되는 것을 의도하지 않으며, (b) 명세서의 어떠한 진술에 의해서도 본 발명이 첨부된 청구항들 내에 다르게 반영되지 않은 임의의 방식으로 제한되는 것을 의도하지 않는다는 것을 말하고 싶다.

도면

도면1

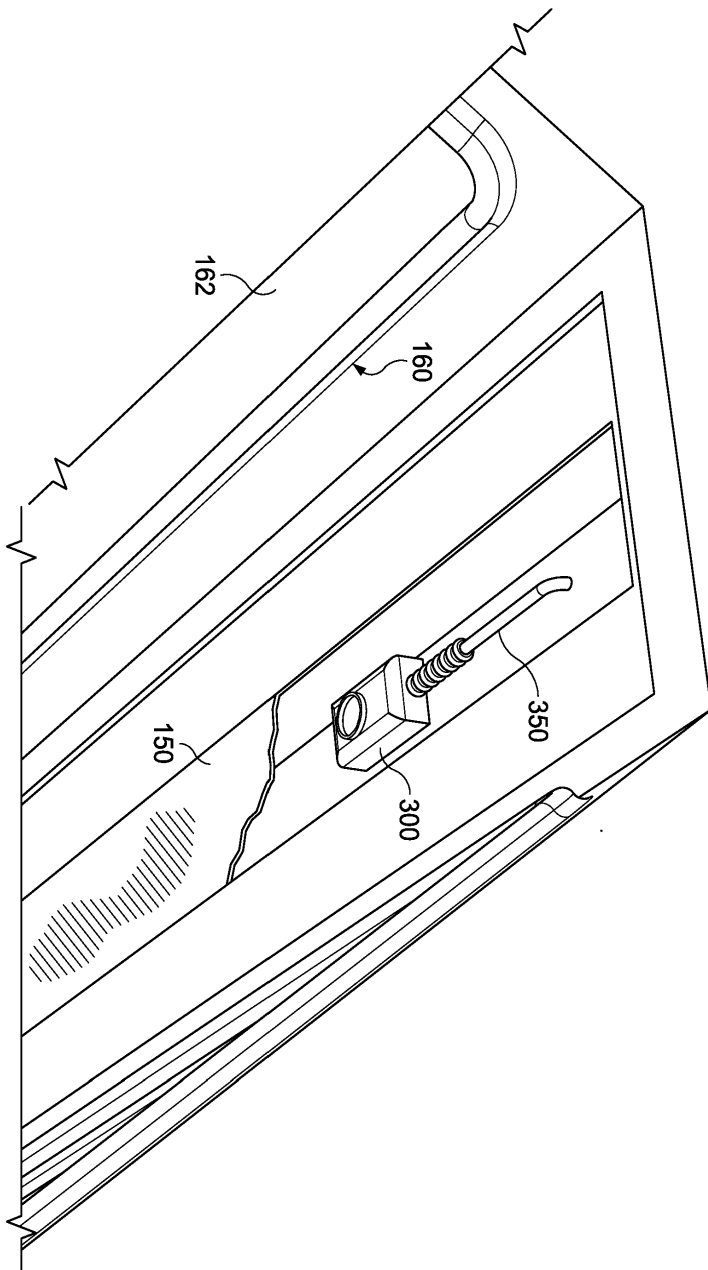


도면2

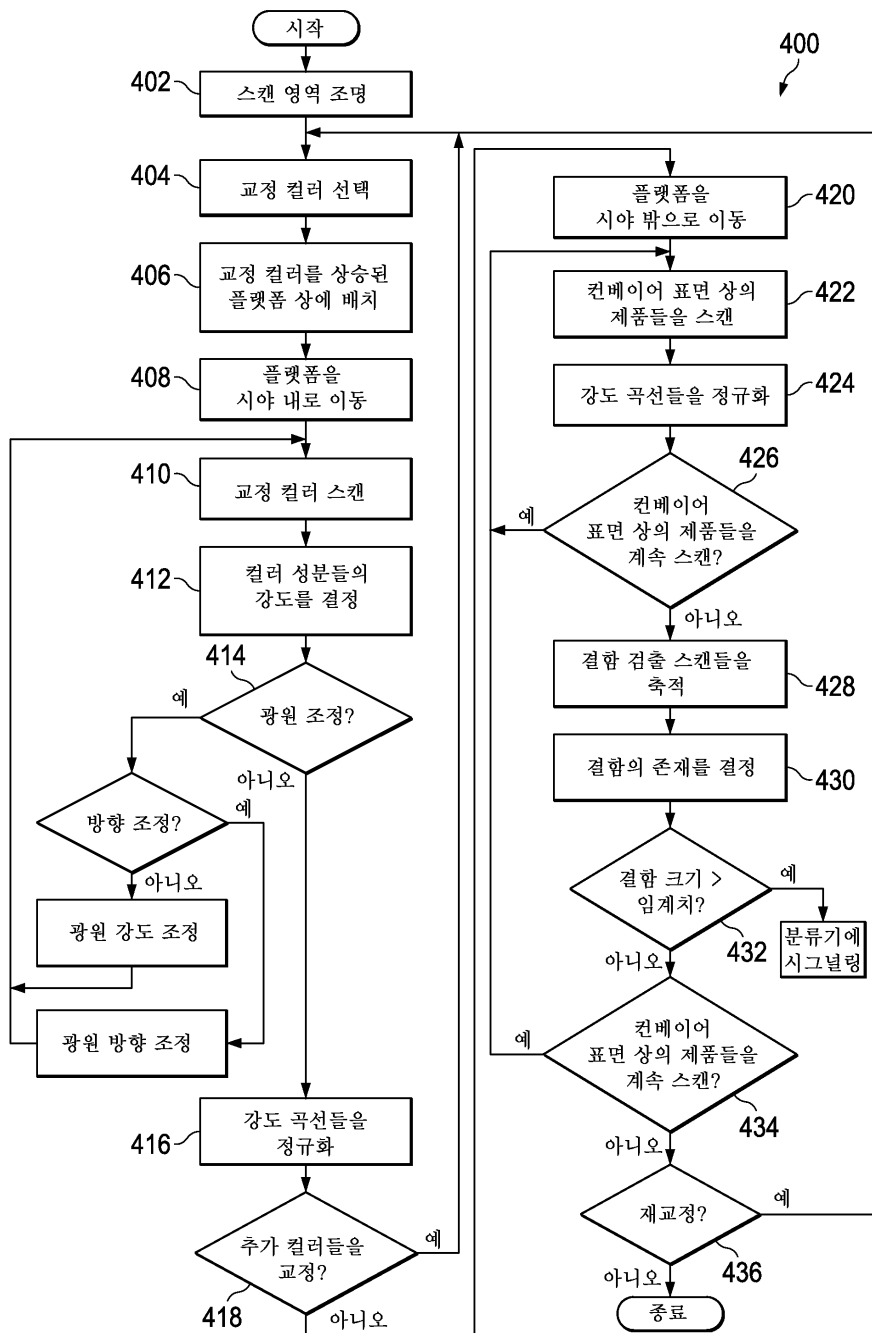




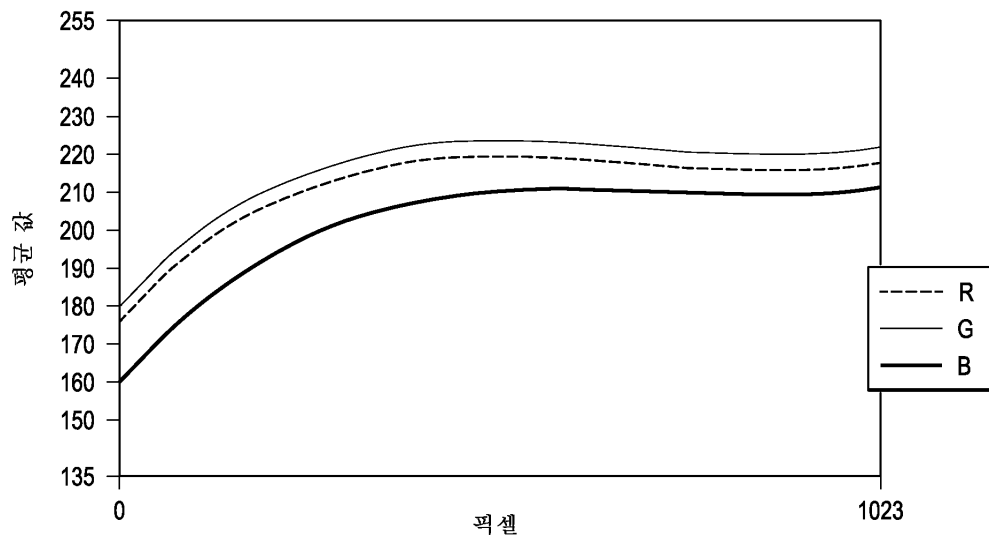
도면3



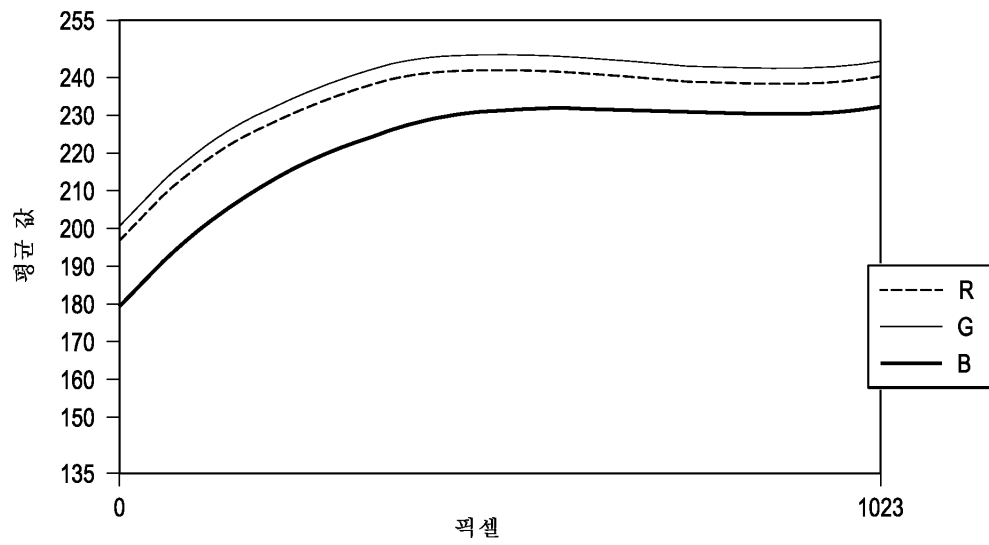
도면4



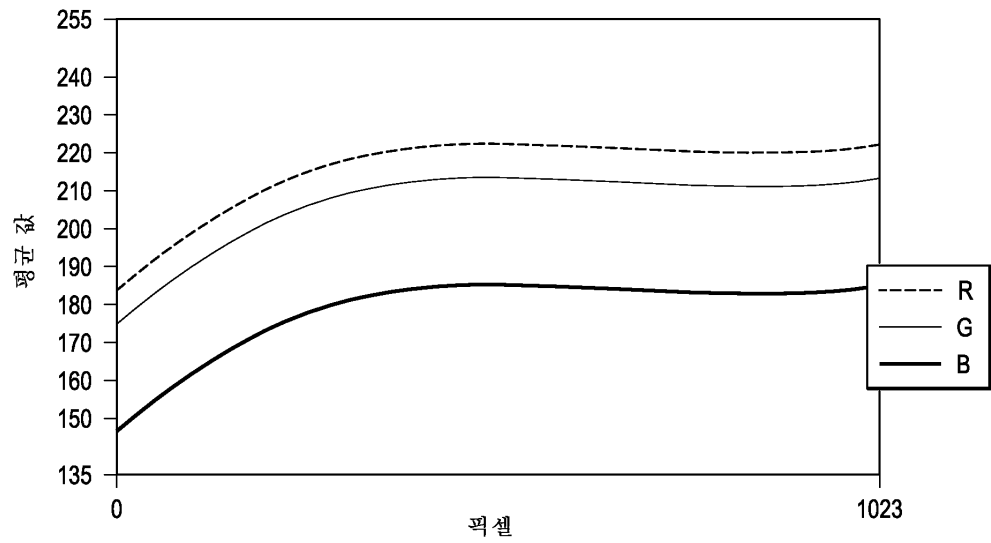
도면5a



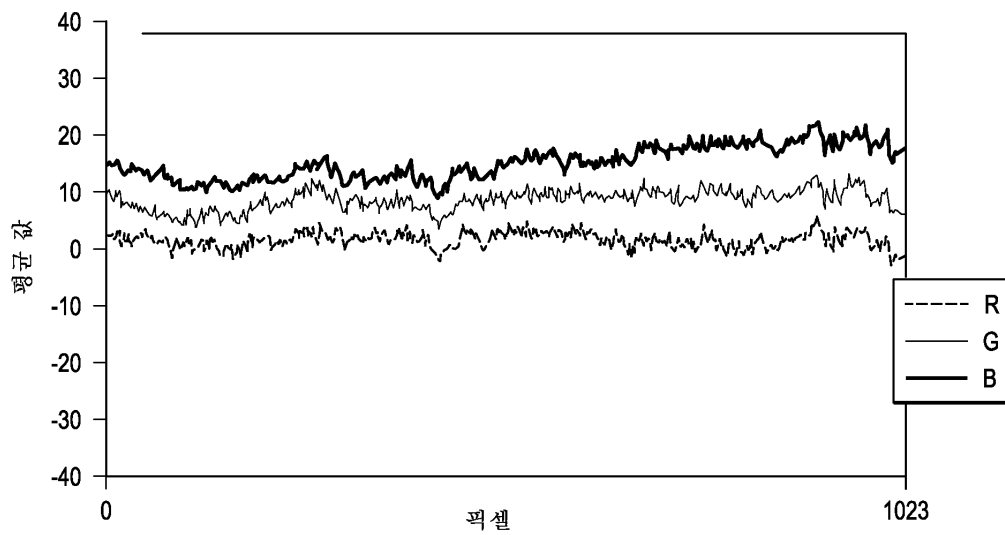
도면5b



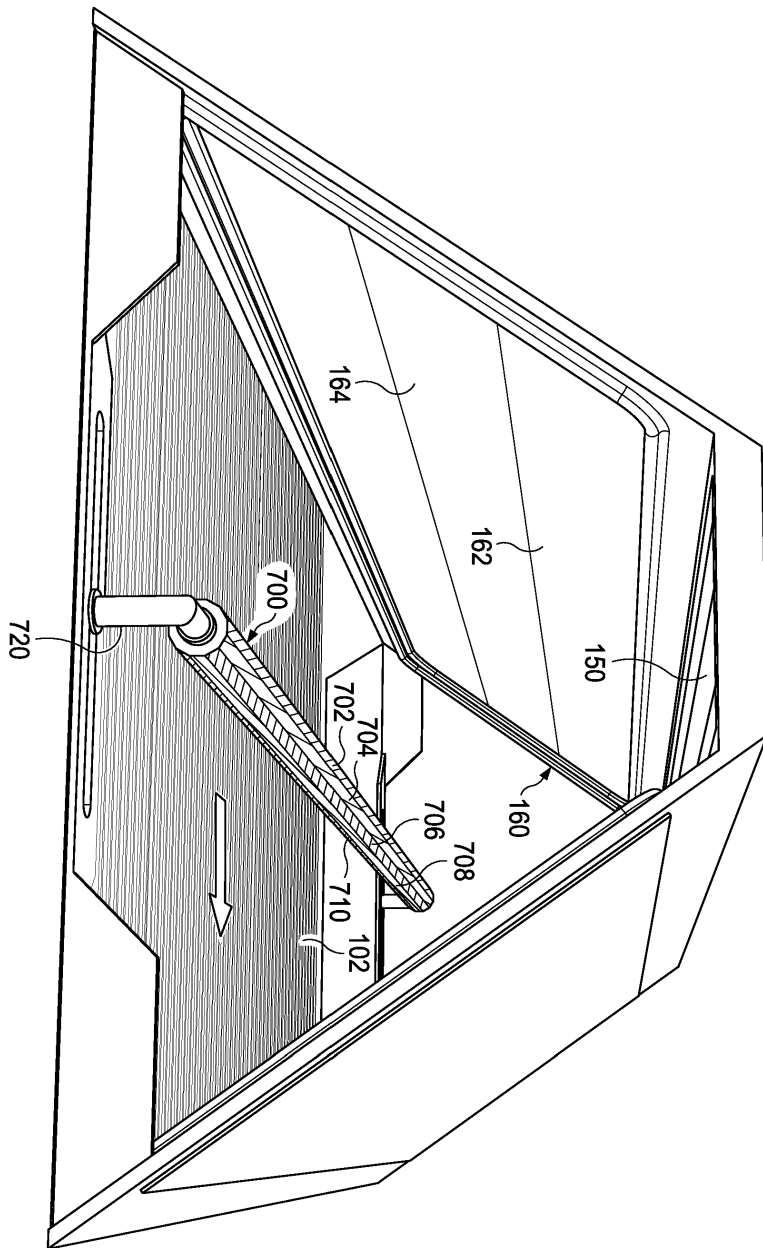
도면6a



도면6b



도면7



도면8

