



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0005813
(43) 공개일자 2011년01월19일

(51) Int. Cl.

C12Q 1/04 (2006.01) G01N 33/52 (2006.01)

G01N 23/20 (2006.01) C12M 1/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7023199

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월17일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년10월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/037359

(87) 국제공개번호 WO 2009/120532

국제공개일자 2009년10월01일

(30) 우선권주장

61/039,453 2008년03월26일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

블레아 필립 에이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(74) 대리인

양영준, 김영

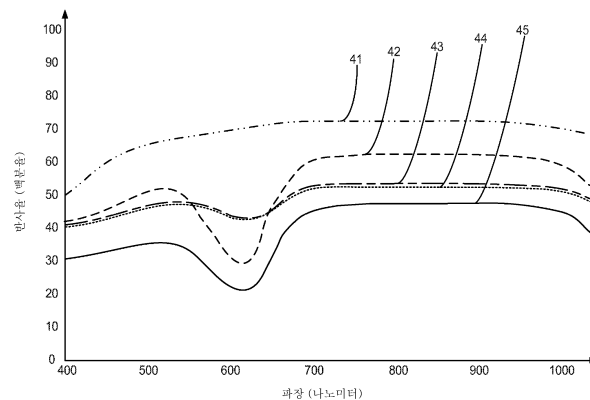
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 생물학적 성장 배지의 분광 분석

(57) 요약

본 발명은 생물학적 성장 배지의 자동화된 분석을 위한 이미징 기술 및 이미지 분석 기술에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 생물학적 성장 배지의 분광 응답은 생물학적 성장 배지의 이미지로부터 생물학적 에이전트를 식별하고 카운트하는 데 사용될 수 있다. 생물학적 성장 배지는 2개 이상의 상이한 파장의 전자기 방사선으로 조명될 수 있고, 생물학적 성장 배지의 이미지가 이들 상이한 조명 하에서 캡처될 수 있다. 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값은 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 기초하여 정규화될 수 있고, 여기서 제1 이미지는 제2 이미지와는 상이한 조명 파장과 관련된다. 정규화는 생물학적 성장 배지 상에서 나타나는 생물학적 에이전트의 보다 양호한 식별을 허용할 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지(biological growth medium)를 조명하는 단계;

가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는 단계; 및

하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트(biological agent)를 카운트(count)하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계는 대략 700 내지 대략 1000 나노미터의 파장을 갖는 광으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계는 대략 800 내지 대략 900 나노미터의 파장을 갖는 광으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

가시 스펙트럼 내에 있는 제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계;

제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하는 단계;

가시 스펙트럼 외부에 있는 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계;

제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 단계; 및

생물학적 성장 배지의 제1 이미지 및 제2 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하는 단계; 및

정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하는 단계; 및

식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

가시 스펙트럼 내에 있는 제1 전자기 방사선은 대략 500 내지 대략 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하고,

가시 스펙트럼 외부에 있는 제2 전자기 방사선은 대략 800 내지 대략 900 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하는 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율에 대한 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율의 비(ratio)를 결

정하는 단계;

비에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하는 단계; 및

식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

생물학적 성장 배지와 관련된 분광 프로파일(profile)을 저장하는 단계; 및

저장된 분광 프로파일에 기초하여 생물학적 성장 배지를 처리하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 9

제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계;

제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하는 단계;

제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계;

제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 단계;

하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하는 단계;

정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하는 단계; 및

식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 제1 전자기 방사선은 가시 스펙트럼 내에 있고, 제2 전자기 방사선은 가시 스펙트럼 외부에 있는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

제1 전자기 방사선은 대략 500 내지 대략 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하고,

제2 전자기 방사선은 대략 800 내지 대략 900 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하는 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

생물학적 성장 배지와 관련된 분광 프로파일을 저장하는 단계; 및

저장된 분광 프로파일에 기초하여 생물학적 성장 배지를 처리하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하는 단계는 상이한 픽셀 위치들에 대해 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 대한 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값의 비를 결정하는 단계를 포함하고,

생물학적 에이전트를 식별하는 단계는 비를 하나 이상의 임계치(threshold)와 비교하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 14

가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는 이미징 유닛(imaging unit); 및

하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 컴퓨터를 포함하는

시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 이미징 유닛은 대략 700 내지 대략 1000 나노미터의 파장을 갖는 광으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 이미징 유닛은 대략 800 내지 대략 900 나노미터의 파장을 갖는 광으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서,

이미징 유닛은 가시 스펙트럼 내에 있는 제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하며, 가시 스펙트럼 외부에 있는 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하며,

컴퓨터는 생물학적 성장 배지의 제1 이미지 및 제2 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 컴퓨터는

하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하고,

정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하며,

식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

가시 스펙트럼 내에 있는 제1 전자기 방사선은 대략 500 내지 대략 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하고,

가시 스펙트럼 외부에 있는 제2 전자기 방사선은 대략 800 내지 900 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하는 시스템.

청구항 20

제17항에 있어서, 컴퓨터는

하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 대한 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값의 비를 결정하고,

비에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하며,

식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 시스템.

청구항 21

제14항에 있어서, 컴퓨터는

생물학적 성장 배지와 관련된 분광 프로파일을 저장하고,

저장된 분광 프로파일에 기초하여 생물학적 성장 배지를 처리하는 시스템.

청구항 22

제14항에 있어서,

생물학적 성장 배지를 접종하는 접종 유닛; 및

생물학적 성장 배지를 배양하는 배양 유닛을 추가로 포함하는 시스템.

청구항 23

제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하며, 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 이미징 유닛; 및

하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하고, 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하며, 식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 컴퓨터를 포함하는 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서, 제1 전자기 방사선은 가시 스펙트럼 내에 있고, 제2 전자기 방사선은 가시 스펙트럼 외부에 있는 시스템.

청구항 25

제24항에 있어서,

제1 전자기 방사선은 대략 500 내지 대략 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하고,

제2 전자기 방사선은 대략 800 내지 대략 900 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함하는 시스템.

청구항 26

제23항에 있어서, 컴퓨터는

생물학적 성장 배지와 관련된 분광 프로파일을 저장하고,

저장된 분광 프로파일에 기초하여 생물학적 성장 배지를 처리하는 시스템.

청구항 27

제23항에 있어서,

생물학적 성장 배지를 접종하는 접종 유닛; 및

생물학적 성장 배지를 배양하는 배양 유닛을 추가로 포함하는 시스템.

청구항 28

제23항에 있어서, 컴퓨터는

상이한 픽셀 위치들에 대해 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 대한 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값의 비를 결정함으로써 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하고,

비를 하나 이상의 임계치와 비교함으로써 생물학적 에이전트를 식별하는 시스템.

청구항 29

가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 수단;

가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는 수단; 및

하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 수단을 포함하는 시스템.

청구항 30

제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 수단;
제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하는 수단;
제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 수단;
제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 수단;
하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하는 수단;
정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하는 수단; 및
식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 수단을 포함하는 시스템.

청구항 31

생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터 내에서의 실행시, 컴퓨터가
생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지 - 하나 이상의 이미지는 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하고,
하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하게 하는
명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 32

생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터 내에서의 실행시, 컴퓨터가
생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지 - 하나 이상의 제1 이미지는 제1 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하고,
생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지 - 하나 이상의 제2 이미지는 제2 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하며,
하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하게 하고,
정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하게 하며,
식별된 생물학적 에이전트를 카운트하게 하는
명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체.

명 세 서

배 경 기 술

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 본 명세서에 참고로 포함된, 2008년 3월 26일자로 출원된 미국 가출원 제61/039,453호의 이익을 주장한다.
- [0003] 생물학적 안전성은 현대 사회에서 주요한 관심사이다. 음식 또는 다른 재료 내에서의 생물학적 오염에 대한 시험이 식품의 개발자 및 유통업자에 대한 중요하고 때때로 필수적인 요건이 되었다. 생물학적 시험은 또한 환자로부터 채취된 혈액 샘플과 같은 실험실 샘플, 실험 목적으로 개발된 실험실 샘플, 및 다른 유형의 생물학적 샘플 내의 박테리아 또는 다른 에이전트(agent)를 식별하기 위해 사용된다. 다양한 기술 및 장치가 생물학적 시험을 개선하고, 생물학적 시험 과정을 능률화 및 표준화하기 위해 이용될 수 있다.
- [0004] 특히, 매우 다양한 생물학적 성장 배지(biological growth medium)가 개발되었다. 일례로서, 성장 플레이트 형태의 생물학적 성장 배지가 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)(이하, "쓰리엠(3M)")에 의해 개발되었다. 생물학적 성장 플레이트는 상표명 페트리필름(PETRIFILM) 플레이트로 쓰리엠에 의해 판매된다. 생물학적 성장 플레이트는, 예를 들어, 호기성 박테리아, 대장균(E. Coli), 대장균군(coliform),

장내세균과(Enterobacteriaceae), 효모균(yeast), 사상균(mold), 황색 포도상구균(Staphylococcus aureus), 리스테리아(Listeria), 캄필로박터(Campylobacter), 및 다른 생물학적 에이전트를 포함한, 음식 오염과 일반적으로 관련된 박테리아 또는 다른 생물학적 에이전트의 신속한 성장 및 검출 또는 계수(enumeration)를 용이하게 하도록 이용될 수 있다. 페트리필름 플레이트 또는 다른 생물학적 성장 배지의 사용은 음식 샘플의 박테리아 시험을 단순화할 수 있다.

[0005] 생물학적 성장 배지는 (음식 시험의 경우에) 정확한 측정이 수행될 수 있거나 (의료 용도의 경우에) 적절한 진단이 이루어질 수 있도록, 박테리아의 존재를 식별하도록 사용될 수 있다. 다른 응용에서, 생물학적 성장 배지는, 예컨대 실험 목적으로 실험실 샘플 내의 박테리아 또는 기타 생물학적 에이전트를 신속하게 성장시키기 위해 사용될 수 있다.

[0006] 생물학적 성장 배지 처리 시스템은 생물학적 성장 배지를 처리하는 데 사용되는 시스템을 말한다. 생물학적 성장 배지 처리 시스템은 박테리아 집락(colony), 또는 생물학적 성장 배지 상의 특정 생물학적 에이전트의 양을 계수하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 음식 샘플 또는 실험실 샘플이 생물학적 성장 배지 상에 배치될 수 있고, 그 다음 배지는 배양 챔버 내로 삽입될 수 있다. 배양 후에, 생물학적 성장 배지는 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는, 생물학적 관독기 내로 도입될 수 있다. 그리고 나서, 이미지는 박테리아 성장의 자동화된 계수를 위해, 예컨대 컴퓨터에 의해 분석될 수 있다. 이러한 방식으로, 생물학적 성장 배지 처리 시스템은 생물학적 성장 배지 상의 박테리아 또는 다른 생물학적 에이전트의 검출 및 계수를 자동화하고, 이에 의해 사람의 오류를 감소시킴으로써 생물학적 시험 공정을 개선한다.

발명의 내용

[0007] 일반적으로, 본 발명은 생물학적 성장 배지의 자동화된 분석을 위한 이미징(imaging) 기술 및 이미지 분석 기술에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 생물학적 성장 배지의 분광 응답은 생물학적 성장 배지의 이미지로부터 생물학적 에이전트를 식별하고 카운트(count)하는 데 사용될 수 있다. 생물학적 성장 배지는 2개 이상의 상이한 파장의 전자기 방사선으로 조명될 수 있고, 생물학적 성장 배지의 이미지가 이들 상이한 조명 하에서 캡처(capture)될 수 있다. (예컨대, 픽셀(pixel) 위치와 관련된) 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값은 (예컨대, 동일 픽셀 위치와 관련된) 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 기초하여 정규화될 수 있다. 이러한 경우에, 제1 이미지는 제2 이미지와는 상이한 파장의 조명과 관련된다. 정규화는 생물학적 성장 배지 상에서 나타나는 생물학적 에이전트의 보다 양호한 식별을 허용할 수 있다. 이러한 방식으로, 분광 분석 및 정규화는 생물학적 에이전트의 자동화된 검출을 개선할 수 있다.

[0008] 제1 이미지는 제1 파장 범위 내의 광의 조명 하에서 생성될 수 있고, 제2 이미지는 제2 파장 범위 내의 광의 조명 하에서 생성될 수 있다. 생물학적 에이전트의 분광 응답과 배경의 분광 응답은 상이한 파장 범위 내에서 상이할 수 있다. 제2 이미지는 제1 이미지를 정규화하는 데 사용될 수 있고, 이는 배지 상에서 나타나는 생물학적 에이전트로부터 생물학적 배지의 배경을 구별하는 능력을 개선할 수 있다. 제1 이미지에 대해 사용되는 조명은 가시 스펙트럼 내에 있을 수 있고, 제2 이미지에 대해 사용되는 조명은 가시 스펙트럼 외부에 있을 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 본 발명은 가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계, 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는 단계, 및 하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

[0010] 다른 실시예에서, 본 발명은 제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계, 제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하는 단계, 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 단계, 제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 단계, 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하는 단계, 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하는 단계, 및 식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

[0011] 다른 실시예에서, 본 발명은 가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는 이미징 유닛, 및 하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 컴퓨터를 포함하는 시스템을 제공한다.

- [0012] 다른 실시예에서, 본 발명은 제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하며, 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하고, 제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 이미징 유닛을 포함하는 시스템을 제공한다. 시스템은 또한 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하고, 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하며, 식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 컴퓨터를 포함한다.
- [0013] 다른 실시예에서, 본 발명은 가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 수단, 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하는 수단, 및 하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하는 수단을 포함하는 시스템을 제공한다.
- [0014] 다른 실시예에서, 본 발명은 제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 수단, 제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지를 생성하는 수단, 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지를 조명하는 수단, 제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성하는 수단, 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하는 수단, 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하는 수단, 및 식별된 생물학적 에이전트를 카운트하는 수단을 포함하는 시스템을 제공한다.
- [0015] 다른 실시예에서, 본 발명은 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터 내에서의 실행시, 컴퓨터가 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지 - 하나 이상의 이미지는 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하고, 하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 제공한다.
- [0016] 다른 실시예에서, 본 발명은 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터 내에서의 실행시, 컴퓨터가 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지 - 하나 이상의 제1 이미지는 제1 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하고, 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지 - 하나 이상의 제2 이미지는 제2 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하며, 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하게 하고, 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하게 하며, 식별된 생물학적 에이전트를 카운트하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 제공한다.
- [0017] 이들 및 다른 실시예의 추가 상세 사항이 첨부 도면 및 이하의 상세한 설명에 설명된다. 다른 특징, 목적 및 이점들은 상세한 설명 및 도면과 특허청구범위로부터 명확하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 생물학적 성장 배지의 처리 동안에 본 명세서에 설명되는 기술들 중 하나 이상을 구현할 수 있는 예시적인 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 사시도.
- 도 2는 본 발명에 따른 생물학적 성장 플레이트 형태의 예시적인 생물학적 성장 배지의 평면도.
- 도 3은 본 발명과 일치하는 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 블록선도.
- 도 4는 생물학적 성장 배지 상의 상이한 위치들과 관련된 분광 응답을 예시하는 그래프.
- 도 5는 조명 장치 내에서의 생물학적 성장 배지의 조명을 예시하는 블록선도.
- 도 6은 생물학적 성장 배지 상에 형성된 생물학적 에이전트와 관련된 분광 응답 및 생물학적 성장 배지 상의 배경 영역과 관련된 분광 응답을 예시하는 그래프.
- 도 7은 생물학적 성장 배지 상에 형성된 생물학적 에이전트와 관련된 분광 응답 및 생물학적 성장 배지 상의 배경 영역과 관련된 분광 응답을 예시하는 다른 그래프.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 기술을 예시하는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 생물학적 성장 배지의 자동화된 분석을 위한 이미징 기술 및 이미지 분석 기술에 관한 것이다. 생물

학적 성장 배지는 미생물의 성장을 지원하기 위한 적어도 하나의 영양분을 포함하고, 선택적으로, 특정 미생물 또는 미생물 군의 검출을 용이하게 하기 위한 적어도 하나의 표지자(indicator)를 포함할 수 있다. 본 발명에 따르면, 생물학적 성장 배지의 측정된 분광 반사율 값은 생물학적 성장 배지의 이미지로부터 생물학적 에이전트를 식별하고 카운트하는 데 사용될 수 있다. 특히, 2개의 이상의 상이한 파장 범위 내의 생물학적 성장 배지의 분광 반사율 값이 생물학적 에이전트를 식별하고 카운트하는 데 사용될 수 있다.

[0020] 생물학적 성장 배지는 2개 이상의 상이한 파장의 전자기 방사선으로 조명될 수 있고, 생물학적 성장 배지의 이미지가 이들 상이한 조명 하에서 캡처될 수 있다. 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값은 생물학적 성장 배지 상에서 나타나는 생물학적 에이전트를 보다 양호하게 식별하기 위해 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 기초하여 정규화될 수 있다. 예를 들어, 특정 픽셀 위치에서의 제1 이미지의 분광 반사율 값은 그러한 동일한 픽셀 위치에서의 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 기초하여 정규화될 수 있다. 정규화는 비(ratio)를 사용할 수 있는데, 이 경우에 제1 이미지 내의 픽셀 위치에서의 분광 반사율 값 대 제2 이미지 내의 동일한 픽셀 위치에서의 분광 반사율 값의 비가 생물학적 에이전트를 식별하고 생물학적 성장 배지의 배경 영역을 식별하는 데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 분광 분석은 생물학적 에이전트의 자동화된 검출을 개선할 수 있다.

[0021] 제1 이미지는 제1 파장 범위 내의 광의 조명 하에서 생성될 수 있고, 제2 이미지는 제2 파장 범위 내의 광의 조명 하에서 생성될 수 있다. 배경 영역에 대한 생물학적 에이전트의 분광 응답은 상이한 조명들에서 상이할 수 있다. 본 발명에 따르면, 제1 이미지는 제2 이미지에 기초하여 정규화되고, 이에 의해 배지 상에서 나타나는 생물학적 에이전트로부터 생물학적 배지의 배경을 구별하는 능력을 개선할 수 있다. 생물학적 에이전트 및 배경 영역과 관련된 분광 반사율 값들은 상이한 파장 범위들 내에서 상이할 수 있다. 정규화 기술은 생물학적 에이전트의 계수를 개선하기 위해 이러한 관찰되는 현상을 활용할 수 있다.

[0022] 제1 이미지에 대해 사용되는 조명은 가시 스펙트럼 내에 있을 수 있고, 제2 이미지에 대해 사용되는 조명은 가시 스펙트럼 외부에 있을 수 있다. 이러한 방식으로, 넓은 파장 범위(가시 스펙트럼 내부 및 가시 스펙트럼 외부 둘 모두)에 걸친 생물학적 성장 배지의 분광 응답은 생물학적 성장 배지의 자동화된 판독을 개선하는 데 활용될 수 있다.

[0023] 도 1은 생물학적 성장 배지(24)의 처리 동안에 본 발명의 기술들 중 하나 이상을 구현할 수 있는 예시적인 생물학적 성장 배지 처리 시스템(20)의 사시도이다. 시스템(20)은 컴퓨터(22)에 결합된 이미징 유닛(21)을 포함한다. 이미징 유닛(21)은 2개 이상의 상이한 조명 설정 하에서 (예컨대, 상이한 조명 파장 하에서) 생물학적 성장 배지(24)의 이미지를 캡처하고, 컴퓨터(22)는 생물학적 성장 배지(24) 상의 생물학적 에이전트를 식별하고 카운트하기 위해 이미지를 처리한다. 대안적으로, 백색 광 및 컬러 필터, 또는 다른 기술이 상이한 파장에서의 조명을 용이하게 하는 데 사용될 수 있다.

[0024] 컴퓨터(22) 및 이미징 유닛(21)이 개별 유닛들로서 예시되어 있지만, 본 발명의 기술은 또한 이미징 유닛(21) 및 컴퓨터(22)가 공통 장치로 통합된 완전 일체형 시스템 또는 장치, 즉 완전 일체형 생물학적 판독기에 의해 구현될 수 있다. 또한, 본 발명의 기술은 또한 하나 이상의 이미징 유닛, 하나 이상의 배양 유닛, 하나 이상의 접종 유닛, 하나 이상의 식별 요소 (ID) 판독기, ID 라벨러(labeler), 및/또는 생물학적 성장 배지(24)와 관련된 모듈형 처리 파이프라인 내에서 작동하는 다른 장치를 포함하는 모듈형 시스템 내에서 사용될 수 있다.

[0025] 필요하다면, 이미징 유닛(21)은 생물학적 성장 배지(24)로부터 (도 1에 도시되지 않은) ID 요소를 판독하기 위한 ID 판독기를 포함할 수 있다. 이러한 경우에, ID 요소는 생물학적 성장 배지(24)의 플레이트 유형을 식별할 수 있으며, 컴퓨터(22)가 플레이트 유형에 기초하여 이미지 분석을 선택 또는 조절하게 할 수 있다. 또한, 다른 유형의 정보가 또한 ID 요소에 코딩(coding) 또는 맵핑(mapping)될 수 있다. 도 2는 바코드 형태의 ID 요소를 포함하는 하나의 예시적인 생물학적 성장 플레이트를 도시한다. 도 2는 아래에서 보다 상세히 논의된다.

[0026] 도 1의 예에서, 컴퓨터(22)는 생물학적 성장 배지(24)의 이미지 분석을 위한 소프트웨어를 실행하는 마이크로프로세서를 포함할 수 있다. 따라서, 컴퓨터(22)는 또한 본 발명의 교시와 일치하는 기술을 실행하는 이미지 분석 알고리즘과 같은, 다양한 유형의 정보를 저장하기 위한 메모리를 포함할 수 있다. 예로서, 컴퓨터(22)는 개인용 컴퓨터(PC), 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 핸드헬드(handheld) 컴퓨터, 워크스테이션(workstation) 등을 포함할 수 있다. 이미징 유닛(21)에 의해 생성된 생물학적 성장 배지(24)의 이미지의 이미지 분석을 용이하게 하도록 소프트웨어 프로그램이 컴퓨터(22) 상에 탑재될 수 있다.

[0027] 도 1의 예에서, 이미징 유닛(21)은 인터페이스(25)를 거쳐 컴퓨터(22)에 결합된다. 인터페이스(25)는, 예를 들

어, 범용 직렬 버스(USB) 인터페이스, 범용 직렬 버스 2(USB2) 인터페이스, IEEE 1394 파이어와이어(FireWire) 인터페이스, 소형 컴퓨터 시스템 인터페이스(SCSI) 인터페이스, 어드밴스 테크놀로지 어태치먼트(ATA) 인터페이스, 직렬 ATA 인터페이스, 페리페럴 컴포넌트 인터커넥트(PCI) 인터페이스, 직렬 또는 병렬 인터페이스 등을 포함할 수 있다.

[0028] 이미징 유닛(21)은 생물학적 성장 배지(24)를 수용하도록 설계된다. 특히, 이미징 유닛(21)은 생물학적 성장 배지(24)를 수용하기 위한 투입 슬롯(28)을 한정하는 하우징을 포함한다. 이미징 유닛(21) 내로의 생물학적 성장 배지(24)의 삽입을 보조하기 위해 안내 기구(23)가 하우징 상에 형성될 수 있다. 이미징 유닛(21)은 또한 (도시되지 않은) 배출 슬롯을 포함하고, 배출 슬롯을 통해 생물학적 성장 배지(24)가 생물학적 성장 배지(24)의 이미징 후에 배출된다. 이미징 유닛(21)은 또한 생물학적 성장 플레이트의 분석 과정 또는 결과를 사용자에게 표시하기 위한 (도시되지 않은) 디스플레이 스크린과 같은 다른 특징부를 포함할 수 있다. 그러나, 본 발명의 기술은 매우 다양한 다른 유형의 이미징 장치와 함께 사용될 수 있다.

[0029] 이미징 유닛(21)은 조명원 및 하나 이상의 카메라와 같은, 이미징 구성요소를 내장한다. 일례에서, 이미징 유닛(21)은 삽입된 생물학적 성장 배지(24)의 하나 이상의 단색 이미지를 생성하기 위한 2차원 단색 카메라를 수용한다. 이미징 유닛(21) 내의 조명원은 2개 이상의 상이한 파장의 전자기 방사선으로의 조명을 제공할 수 있다. 이미징 유닛(21) 내의 조명원은 이미징 동안에 생물학적 성장 배지(24)의 전면 및/또는 배면을 조명할 수 있다. 조명기는 2개 이상의 상이한 파장의 광으로 생물학적 성장 배지(24)를 조명할 수 있고, 생물학적 성장 배지(24)의 상이한 이미지들이 상이한 파장의 조명 하에서 생성될 수 있다. 투명 플레이트(platen)이 카메라에 대한 생물학적 성장 배지(24)의 이미징 위치를 한정하기 위해 이미징 유닛(21) 내에 내장될 수 있다. 이미징 유닛(21)은 이미지 분석을 수행하기 위한 프로세서를 포함할 수 있는 컴퓨터(22)로 이미지를 전달할 수 있다.

[0030] 생물학적 성장 배지(24)는 박테리아 또는 다른 에이전트가 생물학적 성장 배지(24) 상에서 나타나는 성장 영역(27)을 포함할 수 있다. 성장 영역(27)은 평탄 표면, 오목한 웰(well), 또는 생물학적 성장을 위해 유용한 임의의 표면을 포함할 수 있다. 생물학적 성장 배지(24)는 특정 생물학적 에이전트의 신속한 성장을 용이하게 하기 위해 성장 영역(27) 내에 영양분을 포함하도록 제조될 수 있다. 필요하다면, (음식 샘플 또는 실험실 샘플과 같은) 샘플이 하나 이상의 희석제와 함께 성장 영역에 첨가될 수 있다. 성장 영역(27)에 샘플 (및 가능하게는 희석제)을 첨가하는 이러한 과정은 점종으로 불리며, 사용자에게 의해 수동으로 또는 (도 1에 도시되지 않은) 점종 유닛에 의해 자동으로 수행될 수 있다. 점종에 이어서, 생물학적 성장 배지(24)는 그 다음 (도 1에 도시되지 않은) 배양 챔버 또는 유닛 내에서 배양될 수 있다.

[0031] 점종 및 배양에 이어서, 생물학적 성장 배지(24)는 본 명세서에 설명되는 방식으로 이미지를 생성하기 위해 이미징 유닛(21)에 의해 처리된다. 특히, 이미징 유닛(21)은 2개의 상이한 파장의 조명 광 하에서 적어도 2개의 상이한 이미지를 생성한다. 이미지는 이미징 유닛(21)으로부터 이미지 분석을 수행하는 컴퓨터(22)에 보내진다.

[0032] 예를 들어, 이미징 유닛(21)은 제1 파장 범위 내의 광의 조명 하에서 제1 이미지를 생성할 수 있다. 게다가, 이미징 유닛(21)은 제2 파장 범위 내의 광의 조명 하에서 제2 이미지를 생성할 수 있다. 이러한 방식으로, 생물학적 성장 배지(24)는 2개 이상의 상이한 파장의 전자기 방사선으로 조명되고, 생물학적 성장 배지의 이미지가 이러한 상이한 조명 하에서 이미징 유닛(21)에 의해 캡처된다.

[0033] 컴퓨터(22) 내에서, 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값은 생물학적 성장 배지 상에서 나타나는 생물학적 에이전트를 보다 양호하게 식별하기 위해 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 기초하여 정규화될 수 있다. 다시 말하면, 컴퓨터(22)는 생물학적 성장 배지(24)의 배경에 대해 생물학적 에이전트를 식별하기 위해 제1 이미지 내의 분광 반사율 값 대 제2 이미지 내의 분광 반사율 값의 비를 사용한다. 이러한 방식으로, 컴퓨터(22)는 생물학적 에이전트의 자동화된 검출시에 분광 분석을 사용한다. 분광 반사율 값은 특정 파장에서의 광의 반사율의 백분율로서 주어질 수 있고, 2개의 상이한 이미지 내의 특정 픽셀 위치 (또는 특정 영역)와 관련될 수 있다.

[0034] 생물학적 에이전트 및 배경의 분광 응답들은 상이한 파장 범위 내에서 상이할 수 있다. 컴퓨터(22)는 제2 이미지 내의 픽셀 위치에서의 반사율 값에 기초하여 제1 이미지의 픽셀 위치에서의 반사율 값을 정규화하고, 이에 의해 생물학적 성장 배지(24) 상에서 나타나는 생물학적 에이전트로부터 생물학적 성장 배지(24)의 배경을 구별하는 컴퓨터(22)의 능력을 개선할 수 있다. 반사율 값은 상이한 이미지와 관련된 조명 하에서 주어진 위치에서의 생물학적 성장 배지(24)의 분광 반사율을 나타낼 수 있다.

- [0035] 제1 이미지에 대해 이미징 유닛(21)에 의해 사용되는 조명은 가시 스펙트럼 내에 있을 수 있고, 제2 이미지에 대해 이미징 유닛(21)에 의해 사용되는 조명은 가시 스펙트럼 외부에 있을 수 있다. 이러한 방식으로, 넓은 파장 범위(가시 스펙트럼 내부 및 가시 스펙트럼 외부 둘 모두)에 걸친 생물학적 성장 배지(24)의 분광 응답은 자동화된 판독을 개선하는 데 활용될 수 있다. 이미지는 상이한 이미지들의 픽셀들이 정규화의 목적으로 정확하게 정렬하도록 보장하기 위해 생물학적 성장 배지(24)가 고정된 위치에 있을 때 생성될 수 있다.
- [0036] 생물학적 성장 배지(24) 내에서 시험되는 주어진 샘플이 박테리아 집락 계수 또는 다른 생물학적 에이전트의 측면에서 허용가능한지 여부의 결정은 단위 면적당 박테리아 집락의 수에 의존할 수 있다. 따라서, 이미징 유닛(21)에 의해 생성된 이미지는 컴퓨터(22)에 의해 분석되어, 생물학적 성장 배지(24) 상의 단위 면적당 박테리아 집락의 양을 정량화하는 데 사용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명되는 분광 분석 및 정규화 기술은 생물학적 성장 배지(24)의 배경으로부터 박테리아 집락 또는 다른 생물학적 에이전트를 구별하는 컴퓨터(22)의 능력을 개선할 수 있다. 필요하다면, 개별 집락의 크기가 또한 분석의 한 요인으로 포함될 수 있다.
- [0037] 도 2는 생물학적 성장 플레이트(50) 형태의 예시적인 생물학적 성장 배지의 평면도이다. 예로서, 생물학적 성장 플레이트(50)는 상표명 페트리필름 플레이트로 3M에 의해 판매되는 생물학적 성장 플레이트를 포함할 수 있다. 몇몇 경우에, 생물학적 성장 플레이트(50)는 생물학적 성장 플레이트(50)의 자동화된 처리를 용이하게 하기 위한 식별 요소(54)를 포함할 수 있다.
- [0038] 식별 요소(54)는 광학적으로 판독 가능한 패턴, 예컨대, 바코드로서 예시되어 있다. 그러나, 다른 경우에, 식별 요소(54)는 문자, 바코드, 2차원 바코드, 광학 격자(grating), 홀로그램, 인 잉크(phosphorous ink) 등과 같은 매우 다양한 광학 패턴을 취할 수 있다. 또한, 몇몇 실시예에서, 식별 요소(54)는 자기 또는 무선 주파수 기술에 의해 판독 가능할 수 있는, 자기 또는 비자기 회로 또는 자기 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 식별 요소(54)는 재고 추적 목적으로 많은 산업에서 일반적으로 사용되는 매우 다양한 무선 주파수 식별(radio frequency identification, RFID) 태그(tag) 중 임의의 것을 포함할 수 있다.
- [0039] 생물학적 성장 플레이트(50)는, 예를 들어, 호기성 박테리아, 대장균, 대장균균, 장내세균, 효모균, 사상균, 황색 포도상구균, 리스테리아, 및 캄필로박터 등을 포함한 박테리아 또는 다른 생물학적 에이전트의 신속한 성장 그리고 검출 및 계수를 용이하게 할 수 있다. 페트리필름 플레이트 또는 다른 성장 배지의 사용은 음식 샘플의 박테리아 시험을 단순화할 수 있다.
- [0040] 도 2에 도시된 바와 같이, 생물학적 성장 플레이트(50)는 성장 영역(52)을 한정한다. 플레이트(50) 내에서 시험되는 주어진 샘플이 박테리아 집락 계수의 측면에서 허용 가능한지 여부의 결정은 단위 면적당 박테리아 집락의 수에 의존할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 자동화된 시스템이 플레이트(50) 상의 단위 면적당 박테리아 집락의 양을 정량하기 위해 생물학적 성장 플레이트(50)를 처리할 수 있고, 양 또는 "카운트"를 임계치(threshold)와 비교할 수 있다. 임계치는, 예를 들어, 원래의 샘플 내의 미생물의 허용 가능한 (또는 허용 불가능한) 수에 관련된 집락 카운트를 나타낼 수 있다. 생물학적 성장 플레이트(50)의 표면은 하나 이상의 유형의 박테리아 또는 다른 생물학적 에이전트의 신속한 성장을 용이하게 하도록 설계된 하나 이상의 성장 촉진제를 함유할 수 있다.
- [0041] 생물학적 성장 플레이트(50)는 샘플로 접종될 수 있다. 접종은 가능하게는 희석제와 함께, 시험되는 재료의 샘플을 성장 영역(52) 내의 생물학적 성장 플레이트(50)의 표면에 부가하는 과정을 말한다. 접종은 수동으로 또는 자동화된 방식으로 수행될 수 있다. 접종 후에, 생물학적 성장 플레이트(50)는 (도시되지 않은) 배양 챔버 내로 삽입될 수 있다. 배양 챔버 내에서, 박테리아, 효모균, 또는 사상균과 같은 미생물이 생물학적 성장 플레이트(50) 내의 영양분 상에서 성장하고, 일정 기간 후에, 집락으로서 나타난다. 도 2의 생물학적 성장 플레이트(50) 상에서 다양한 점에 의해 나타내어진 집락(예컨대, 사상균 또는 다른 미생물)은 성장 영역(52)의 배경 색상에 대해 상이한 색상으로 보일 수 있어서, 이미지 분석 기술을 통해 박테리아 집락의 자동화된 검출 및 계수를 용이하게 한다. 특히, 생물학적 에이전트와 관련된 영역(58)은, 특히 가시 스펙트럼 내에서, 생물학적 성장 플레이트(50)의 배경과 관련된 영역(56)과 상이하게 보일 수 있다.
- [0042] 본 발명에서 설명되는 바와 같이, 생물학적 성장 플레이트(50)의 2개 이상의 상이한 이미지가 생성된다. 하나 이상의 제1 이미지는 제1 파장 내의 전자기 방사선, 예컨대, 가시 스펙트럼 내의 광에 의한 조명 하에서 생성될 수 있다. 하나 이상의 제2 이미지는 제2 파장 내의 전자기 방사선, 예컨대, 가시 스펙트럼 외부의 광에 의한 조명 하에서 생성될 수 있다. 제1 이미지의 대응 픽셀 위치에 대한 제2 이미지 내의 개별 픽셀 위치에서의 분광 반사율의 비는 배경과 관련된 영역(56)에 대해 생물학적 에이전트와 관련된 영역(58)을 검출하는 것을 보조할 수 있다. 영역(56)에 대한 영역(58)의 면적에 기초한 비교, 또는 가능하게는 모든 픽셀 위치에 대한 픽셀에

기초한 비가 영역(58) (또는 영역(58) 내의 픽셀)이 생물학적 성장 플레이트(50) 상에서 성장한 박테리아 집락에 실제로 대응하는지 여부를 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0043] 다시 말하면, 컴퓨터는 영역(58) 내에서의 제2 이미지에 대한 제1 이미지에서의 반사율 값의 비, 및 영역(56) 내에서의 제2 이미지에 대한 제1 이미지의 반사율 값의 비를 계산할 수 있다. 이들 비는 하나의 세트의 이미지 만으로부터 한정될 수 있는 것보다 영역(58, 56)들 사이에서 더 확실한 구별을 제공할 수 있다. 이들 비를 한정하는 과정은 제2 이미지에 기초한 제1 이미지의 정규화로서 불린다. 그러한 정규화는 영역(56)과 관련된 배경에 대해 영역(58)과 관련된 생물학적 에이전트를 식별하는 능력을 개선할 수 있다. 예를 들어, 모든 픽셀 위치에서 (또는 가능하게는 상이한 영역들 내의 픽셀의 세트에 대해) 제1 이미지를 정규화하기 위해 생성된 비는 그러한 위치가 생물학적 에이전트에 대응하는지 또는 배경에 대응하는지 여부를 결정하기 위해 임계치와 비교될 수 있다. 다른 더 복잡한 계수 규칙 또는 기술이 또한 모든 픽셀 위치에서 (또는 픽셀 위치들의 세트에 의해 형성된 상이한 영역들에서) 계산된 비에 적용될 수 있다. 반사율 값은 임의의 유형의 단위로 측정될 수 있고, 몇몇 경우에, 무단위 백분율 값을 포함할 수 있다.

[0044] 도 3은 도 1의 시스템(20) 또는 다른 시스템, 예를 들어 완전 통합형 생물학적 판독기 또는 모듈형 시스템에 대응할 수 있는, 생물학적 성장 배지 처리 시스템(30)의 블록선도이다. 시스템(30)은 메모리(36)에 결합된 프로세서(33)를 포함할 수 있는 컴퓨터(32)를 포함한다. 필요하다면, 컴퓨터(32)는 디스플레이 스크린과 같은 출력 장치(38)에 결합될 수 있다. 컴퓨터(32)는 또한 집종 유닛, 배양 유닛, ID 판독기, 라벨링 장치 등과 같은 다른 처리 유닛(도시되지 않음)에 결합될 수 있다.

[0045] 이미징 유닛(31)은 컴퓨터(32)에 결합된다. 이미징 유닛(31)은 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지를 생성하고, 이미지를 컴퓨터(32)에 제공한다. 프로세서(33)는 메모리(36) 내에 저장된 이미지 분석 알고리즘에 기초하여 이미지를 처리한다. 예를 들어, 메모리(36)는 이미징 유닛(31)에 의해 생성된 이미지의 이미지 분석을 용이하게 하는 다양한 프로세서-실행 가능 소프트웨어 명령들을 저장할 수 있다. 프로세서(33)는 본 발명의 기술을 수행하기 위해 그러한 명령을 실행시킨다. 출력 장치(38)는 프로세서(33)에 의해 결정된 결과를 수신하고, 결과를 사용자에게 제공한다.

[0046] 메모리(36)는 또한 데이터베이스(40)뿐만 아니라 데이터베이스(40)의 관리를 위한 데이터베이스 관리 소프트웨어를 저장할 수 있다. 메모리(36)의 데이터베이스(40)는 상이한 유형의 정보를 상이한 생물학적 성장 배지와 관련시키는 데 사용될 수 있다. 또한, 데이터베이스(40)는 상이한 유형의 생물학적 성장 플레이트와 관련된 분광 프로파일(profile)을 저장하는 데 사용될 수 있다. 그러한 분광 프로파일은, 예를 들어, 생물학적 성장 플레이트의 처리에 사용될 수 있고, 가능하게는 배경과 관련된 영역(56)에 대해 생물학적 에이전트와 관련된 영역(58)(도 2)을 구별하는 것을 보조할 수 있다. 그러한 분광 프로파일을 생성하기 위해, 예시적인 생물학적 성장 배지의 반사 응답이 분광계를 통해 기록될 수 있다. 데이터베이스(40)는 매우 다양한 상이한 유형의 생물학적 성장 배지에 대한 분광 프로파일을 저장할 수 있고, 데이터베이스(40)는 새로운 유형의 생물학적 성장 배지와 관련된 분광 프로파일로 때때로 갱신될 수 있다.

[0047] 더 구체적으로, 생물학적 성장 플레이트와 관련된 분광 프로파일은 오류 또는 결함이 생물학적 배지 내에 존재하는지 여부를 결정하는 것을 보조할 수 있다. 분광 프로파일은 생물학적 성장 배지를 부정확하게 하는 제조자 결함 또는 사용 결함을 식별하기 위해 생물학적 성장 배지에 대해 측정된 데이터와 비교될 수 있다. 이러한 경우에, 생물학적 성장 배지와 관련된 측정된 반사율 값이 예상 분광 응답으로부터 너무 멀리 이탈하면, 그러한 배지는 가능한 오류를 포함하는 것으로 플래그(flag)가 붙여질 수 있다. 그러한 오류는, 예를 들어, 에이징(aging), 제조 결함, 또는 실험실 연구원 또는 다른 사용자에 의한 부적절한 사용으로 인한 것일 수 있다. 예를 들어, 생물학적 성장 배지 상의 부적절하거나 과도한 접종은 생물학적 성장 배지가 접종물로 과잉 충전되게 하여서, 가능하게는 생물학적 배지와 관련된 예상 분광 프로파일에 대한 측정된 반사율 값의 비교에 의해 검출될 수 있는 오류를 일으킬 수 있다.

[0048] 각각의 유형의 생물학적 성장 플레이트는 고유한 분광 특징을 한정할 수 있다. 하나 이상의 영역 내의 측정된 반사율 값들이 고유한 분광 특징에 의해 한정되는 바와 같은 예상 값과 일치하지 않으면, 배지는 가능한 오류를 포함하는 것으로 플래그가 붙여질 수 있다. 이러한 방식으로, 생물학적 성장 배지는 생물학적 성장 배지의 자동화된 분석의 완전성을 개선하기 위해 분광 프로파일에 기초하여 처리될 수 있다. 분광 프로파일은 에이징, 제조 결함 또는 부적절한 접종으로 인한 명백한 오류를 확인하는 것 이외에, 다른 목적으로 사용될 수도 있다.

[0049] 도 4는 생물학적 성장 배지 상의 상이한 위치들과 관련된 분광 응답을 예시하는 그래프이다. 도 4의 그래프는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 구입 가능한, 이하에서 "페트리필름 YM 플레이트"로 불

리는, 페트리필름 효모균 및 사상균 카운트 플레이트에 대해 수행된 실험에서 수집된 데이터의 개략적인 예시를 제공한다. 페트리필름 YM 플레이트는 페트리필름 YM 플레이트의 사양에 따라 사상균(M6 균주)으로 접종되고 배양되었다. 오션 옵틱스(Ocean Optics) 모델 번호 USB4000 분광계를 사용하여 할로겐 광원 하에서 페트리필름 YM 플레이트의 반사율을 측정하였다.

[0050] 페트리필름 YM 플레이트 상의 5개의 상이한 위치들이 상이한 파장에서의 분광 응답들의 비교를 위해 식별되었다. 선(41)은 페트리필름 YM 플레이트 상의 배경 에지 위치(즉, 제1 배경 위치)와 관련된 분광 응답에 대응한다. 선(42)은 페트리필름 YM 플레이트 상에 형성된 생물학적 에이전트(즉, 제1 에이전트)와 관련된 분광 응답에 대응한다. 선(43)은 페트리필름 YM 플레이트 상의 에지가 아닌 배경 위치(즉, 제2 배경 위치)와 관련된 분광 응답에 대응한다. 선(44)은 페트리필름 YM 플레이트 상의 에지가 아닌 다른 배경 위치(즉, 제3 배경 위치)와 관련된 분광 응답에 대응한다. 선(45)은 페트리필름 YM 플레이트 상에 형성된 다른 생물학적 에이전트(즉, 제2 에이전트)와 관련된 분광 응답에 대응한다.

[0051] 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 400 나노미터 내지 700 나노미터, 특히 500 내지 700 나노미터의 가시 스펙트럼 내의 분광 정보는 (상이한 배경 위치들에 대응하는) 선(41, 43, 44)으로부터 (생물학적 에이전트에 대응하는) 선(42, 45)을 구별하는 실질적으로 모든 정보를 담고 있다. 또한, 선(42)은 가시 스펙트럼의 상당한 부분 내에서 선(43, 44)보다 더 작은 반사율을 보이지만, 700 나노미터 초과 파장에서 선(43, 44)보다 더 큰 반사율을 보인다. 800 내지 900 나노미터의 파장 내에서, 모든 선들은 대체로 평행하다.

[0052] 이러한 관찰은 정규화 기술이 사용되게 할 수 있다. 예를 들어, 700 내지 1000 나노미터, 또는 더 구체적으로 800 내지 900 나노미터의 파장에서 측정된 분광 반사율은 400 내지 700 나노미터의 가시 스펙트럼 내의 측정된 분광 반사율을 정규화하는 데 사용될 수 있다. 상이한 범위 내에서의 생물학적 성장 배지의 예상 또는 측정 분광 특징은 가시 스펙트럼 내의 (예컨대, 대략 500 내지 대략 700 나노미터의) 파장에서의 조명 하에서의 생물학적 성장 배지의 제1 이미지를 캡처하고, 가시 스펙트럼 외부의 (예컨대, 대략 800 내지 대략 900 나노미터의) 파장에서의 조명 하에서의 생물학적 성장 배지의 제2 이미지를 캡처함으로써 활용될 수 있다.

[0053] 도 5는 도 1의 이미징 유닛(21)과 같은 조명 장치 내에서의 생물학적 성장 배지(115)의 조명을 예시하는 블록선도이다. 조명 장치는 조명원(110A, 110B, 110C)(총괄적으로, 조명원(110))을 포함한다. 조명 장치는 또한 2차원 단색 카메라 또는 다른 유형의 카메라를 포함할 수 있는 카메라(112)를 포함한다. 생물학적 성장 배지(115)가 카메라(112)에 대한 이미징 위치에 유지될 수 있다. 생물학적 성장 배지(115)는 투명 플레이트(114) 상에 놓일 수 있거나, 플레이트(114)에 대한 필요성을 가지거나 가지지 않고 안내 기구, 집게, 또는 다른 요소에 의해 제위치에서 유지될 수 있다.

[0054] 조명원(110)은 2개 이상의 상이한 파장의 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지(115)를 조명하고, 카메라(112)는 각각의 이러한 상이한 조명 하에서 생물학적 성장 배지(115)의 하나 이상의 이미지를 캡처한다. 특히, 카메라(112)는 제1 파장 내의 전자기 방사선, 예컨대, 가시 스펙트럼 내의 광을 갖는 조명원(110)에 의한 조명 하에서 생물학적 성장 배지(115)의 제1 이미지를 캡처할 수 있다. 카메라(112)는 제2 파장 내의 전자기 방사선, 예컨대, 가시 스펙트럼 외부의 광을 갖는 조명원(110)에 의한 조명 하에서 생물학적 성장 배지(115)의 제2 이미지를 캡처할 수 있다. 제1 이미지 및 제2 이미지는 제1 이미지의 픽셀이 제2 이미지의 픽셀에 대응하도록 하기 위해 생물학적 성장 배지(115)가 카메라(112)에 대해 고정된 위치에 유지될 때 캡처될 수 있다. 그리고 나서, 이러한 이미지는 분석을 위해 카메라(112)로부터 컴퓨터로 전달될 수 있다.

[0055] 컴퓨터(도 4에 도시되지 않음)는 이미지를 분석하고, 제1 이미지의 반사율 값을 정규화하기 위해 모든 픽셀 위치에 대한 비를 생성할 수 있다. 특히, 제1 이미지에 대한 제2 이미지 내의 분광 반사율 값의 비는 배경과 관련된 생물학적 성장 배지(115)의 영역에 대하여 생물학적 에이전트와 관련된 생물학적 성장 배지(115)의 영역을 검출하는 것을 보조할 수 있다.

[0056] 조명원(110)은 매우 다양한 장치 또는 구성들 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 조명원(110)은 적절한 조명 파장을 형성하기 위한 필터를 갖는 형광 광원을 포함할 수 있다. 대안적으로, 조명원(110)은 발광 다이오드와 같은 반도체 광원을 포함할 수 있다. 발광 다이오드는, 예를 들어, 조명 파장을 생성하도록 형성될 수 있거나, 필터가 이러한 목적으로 사용될 수 있다. 많은 다른 유형의 조명원이 또한 사용될 수 있다. 도 5는 생물학적 성장 배지(115)의 전방측 및 후방측에 위치한 조명원(110)을 도시하지만, 생물학적 성장 배지(115)의 일측만으로부터의 조명이 몇몇 경우에 사용될 수 있다. 실제로, 매우 다양한 구성이 본 발명과 일치하는 2개의 상이한 조명 파장 범위를 달성하는 데 사용될 수 있다.

- [0057] 일례에서, 조명원(110A)은 제1 파장의 조명을 생성하고, 조명원(110B)은 제2 파장의 조명을 생성한다. 조명원(110C)은 2개의 상이한 파장 내의 백라이트(backlighting)를 제공할 수 있다. 다른 경우에, 조명원(110) 각각은 제1 파장 및 제2 파장에서 조명할 수 있는 요소를 포함할 수 있다. 임의의 개수의 상이한 파장 범위가 사용되어 여러 상이한 조명 파장 하에서 이미지를 형성할 수 있다. 이미지의 캡처시, 카메라(112)는 이미지를 본 발명과 일치하는 이미지 분석을 위해 컴퓨터에 보낸다. 다시, 제1 이미지 및 제2 이미지는 제1 이미지의 픽셀이 제2 이미지의 픽셀에 대응하도록 하기 위해 생물학적 성장 배치(115)가 카메라(112)에 대해 고정된 위치에 유지될 때 캡처될 수 있다.
- [0058] 다른 실시예에서, 백색 광 조명이 고정식 광학 필터 또는 필터 휠 내의 광학 필터와 함께 사용될 수 있다. 또한, 다른 실시예에서, 백색 광 조명이, 예컨대 베이어(Bayer) 마스크와 유사한 마스크 어레이의 형태의 이미지 센서 상의 삽입된 광학 필터들과 함께 사용될 수 있다. 어떤 경우에도, 제1 분광 이미지 내의 픽셀 위치의 반사율 값은 하나 이상의 제2 분광 이미지 내의 동일한 공간적 픽셀 위치에 대한 반사율 값에 기초하여 정규화될 수 있다. 제1 이미지는 하나 이상의 제2 이미지와는 상이한 조명 파장과 관련될 수 있다. 상이한 조명 파장에서 추가의 이미지가 또한 사용될 수 있다.
- [0059] 도 6은 생물학적 성장 배치 상에 형성된 요소와 관련된 분광 응답 및 생물학적 성장 배치 상의 배경 영역과 관련된 분광 응답을 예시하는 그래프이다. 도 6에서, 선(64)은 도 4의 선(44)에 대응하고, 선(65)은 도 4의 선(45)에 대응한다. 윈도우(66A, 66B)는 제1 이미지 및 제2 이미지를 각각 캡처하기 위해 사용되는 조명 파장 범위를 한정할 수 있다. 각각의 이미지에 대해, 각각의 픽셀 위치의 강도가 결정될 수 있고, (제1 분광 이미지와 관련된) 윈도우(66A) 및 (제2 분광 이미지와 관련된) 윈도우(66B) 내의 강도의 비가 결정될 수 있다. 이러한 과정은 윈도우(66B)와 관련된 제2 이미지에 기초하여 윈도우(66A)와 관련된 제1 이미지의 반사율 값을 정규화하는 것으로서 보여질 수 있다. 비의 사용에 의한 그러한 정규화는 각각의 주어진 픽셀이 배경과 관련되는지 또는 생물학적 에이전트와 관련되는지 여부를 검출하는 능력을 개선할 수 있다. 또한, 필요하다면, 배경 및 에이전트와 관련된 예상 분광 프로파일은 컴퓨터 내로 프로그래밍될 수 있고, 배경 내의 픽셀 및 생물학적 에이전트와 관련된 픽셀에 대한 예상 값 또는 예상 비를 제공함으로써 분석을 증강시키는 데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 예상 분광 프로파일은 생물학적 에이전트를 식별하는 것을 보조할 수 있다. 기재된 바와 같이, 예상 분광 프로파일은 또한 품질 제어를 위해, 그리고 에이징, 제조 결함 또는 부적절한 접종으로 인한 가능한 오류의 검출을 위해 사용될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 기술은 생물학적 에이전트로부터 배경을 구분하는 능력을 상당히 개선할 수 있다. 제1 조명 하에서 생성된 이미지 내에서의 배경과 생물학적 에이전트의 반사율 사이의 절대적인 차이가 상당히 않을지라도, 정규화된 차이는 상당할 수 있다. 따라서, 본 발명의 정규화 기술은 생물학적 성장 배치 상에 형성된 생물학적 에이전트로부터 배경 영역을 구분 또는 구별하는 능력의 개선을 이룰 수 있다. 모든 픽셀 위치에서 (또는 가능하게는 상이한 영역들 내의 픽셀의 세트에 대해) 제1 이미지를 정규화하기 위해 생성된 비는 그러한 위치가 생물학적 에이전트에 대응하는지 또는 배경에 대응하는지 여부를 결정하기 위해 임계치와 비교될 수 있다. 다른 더 복잡한 계수 규칙 또는 기술이 또한 모든 픽셀 위치에서 (또는 픽셀 위치들의 세트에 의해 형성된 상이한 영역들에서) 계산된 비에 적용될 수 있다.
- [0061] 도 7은 생물학적 성장 배치 상에 형성된 요소와 관련된 분광 응답 및 생물학적 성장 배치 상의 배경 영역과 관련된 분광 응답을 예시하는 다른 그래프이다. 도 7에서, 선(74)은 도 4의 선(44)에 대응하고, 선(72)은 도 4의 선(42)에 대응한다. 윈도우(76A, 76B)는 제1 이미지 및 제2 이미지를 각각 캡처하기 위해 사용되는 조명을 한정할 수 있다. 각각의 이미지에 대해, 각각의 픽셀 위치의 강도가 결정될 수 있고, 윈도우(76A, 76B) 내의 강도의 비가 결정될 수 있다. 이러한 과정은 윈도우(76B)와 관련된 제2 이미지의 분광 반사율 값에 기초하여 윈도우(76A)와 관련된 제1 이미지의 분광 반사율 값을 정규화하는 것으로서 보여질 수 있다. 그리고 나서, 비는 픽셀 위치가 생물학적 에이전트에 대응하는지 또는 배경에 대응하는지 여부를 결정하기 위해 하나 이상의 임계치와 비교될 수 있다.
- [0062] 도 6의 예에서처럼, 비의 사용에 의한 이러한 정규화는 각각의 주어진 픽셀이 배경과 관련되는지 또는 생물학적 에이전트와 관련되는지 여부를 검출하는 능력을 개선할 수 있다. 다시, 필요하다면, 배경 및 에이전트와 관련된 예상 분광 프로파일은 컴퓨터 내로 프로그래밍될 수 있고, 배경 내의 픽셀 및 생물학적 에이전트와 관련된 픽셀에 대한 예상 값 또는 예상 비를 제공함으로써 분석을 증강시키는 데 사용될 수 있다.
- [0063] 도 7의 예에서, (선(72)과 관련된) 생물학적 에이전트로부터 (선(74)과 관련된) 배경을 구별하는 능력은 (예컨대, 제1 윈도우(76A)에 의해 한정된) 하나의 주파수 범위 내의 값들의 절대적인 비교에 비하여 상당히 개선될

수 있다. 이러한 경우에, 제1 조명 하에서 생성된 이미지에 대한 윈도우(76A) 내에서의 배경과 생물학적 에이전트의 반사율 사이의 절대적인 차이가 단지 약 15%일지라도, 정규화된 차이는 30% 초과일 수 있다. 따라서, 도 7의 예, 즉 본 명세서에서 개괄되는 바와 같은 정규화 기술 또는 비의 사용은 배경 내의 픽셀에 대한 생물학적 에이전트와 관련된 픽셀의 정량화된 차이에서 100% 초과 개선율을 이룰 수 있다.

[0064] 도 8은 본 발명과 일치하는 기술을 예시하는 흐름도이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 이미징 유닛(21)은 (단계(81)에 나타난 바와 같이) 제1 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지(24)를 조명하고, (단계(82)에 나타난 바와 같이) 제1 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지(24)의 하나 이상의 제1 이미지를 생성한다. 이미징 유닛(21)은 또한 (단계(83)에 나타난 바와 같이) 제2 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지(24)를 조명하고, (단계(84)에 나타난 바와 같이) 제2 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지를 생성한다. 생성된 이미지들은 이미지 분석을 위해 컴퓨터(22)에 보내질 수 있다.

[0065] 컴퓨터(22)는 제1 이미지 및 제2 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지(24) 상의 생물학적 에이전트를 카운트한다. 특히, 컴퓨터(22)는 (단계(85)에 나타난 바와 같이) 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하고, (단계(86)에 나타난 바와 같이) 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하고, (단계(87)에 나타난 바와 같이) 식별된 생물학적 에이전트를 카운트한다. 바꿔 말하면, 컴퓨터(22)는 하나 이상의 제2 이미지 내의 분광 반사율 값에 대한 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값의 비를 결정하고, 비에 기초하여 생물학적 에이전트를 식별하고, 식별된 생물학적 에이전트를 카운트한다.

[0066] 제1 전자기 방사선은 가시 스펙트럼 내에 있을 수 있고, 제2 전자기 방사선은 가시 스펙트럼 외부에 있을 수 있다. 예를 들어, 제1 전자기 방사선은 대략 500 내지 700 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함할 수 있고, 제2 전자기 방사선은 대략 800 내지 900 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함할 수 있다. 필요하다면, 컴퓨터(22)는 생물학적 성장 배지와 관련된 분광 프로파일을 저장할 수 있고, 이러한 경우에 생물학적 성장 배지(24) 상의 생물학적 에이전트의 식별은 제1 이미지와 제2 이미지 및 저장된 분광 프로파일에 기초할 수 있다. 대안적으로, 저장된 분광 프로파일은 생물학적 성장 배지를 처리하는 데 사용되어, 가능하게는 생물학적 성장 배지에 대한 품질 확인을 제공할 수 있다. 컴퓨터(22)는 새로운 유형의 생물학적 성장 플레이트가 개발됨에 따라, 새로운 분광 프로파일로 갱신될 수 있다.

[0067] 도 9는 본 발명과 일치하는 기술을 예시하는 다른 흐름도이다. 도 9에 도시된 바와 같이, 이미징 유닛(21)은 (단계(91)에 나타난 바와 같이) 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 생물학적 성장 배지(24)를 조명하고, (단계(92)에 나타난 바와 같이) 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선으로 조명된 생물학적 성장 배지(24)의 하나 이상의 이미지를 생성한다. 생성된 이미지는 이미지 분석을 위해 컴퓨터(22)에 보내질 수 있고, 컴퓨터(22)는 (단계(93)에 나타난 바와 같이) 하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지(24) 상의 생물학적 에이전트를 카운트할 수 있다.

[0068] 다시, 가시 스펙트럼 외부에 있는 전자기 방사선은 대략 700 내지 대략 1000 나노미터, 더 구체적으로 대략 800 내지 대략 900 나노미터의 파장을 갖는 광을 포함할 수 있다. 가시 스펙트럼 내의 이미지가 또한 생성될 수 있으며, 이러한 경우에 컴퓨터(22)는 가시 스펙트럼 내의 조명과 관련된 하나 이상의 제1 이미지 및 가시 스펙트럼 외부의 조명과 관련된 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지(24) 상의 생물학적 에이전트를 카운트할 수 있다.

[0069] 본 명세서에서 설명된 기술은 매우 다양한 수정 및 구현-특정 상세 사항을 받기 쉬울 수 있다. 예를 들어, 가시 스펙트럼 외부의 광 하에서 생성된 이미지의 사용은 가시 스펙트럼 외부의 파장 내의 분광 정보를 나타내도록 설계된 생물학적 성장 배지에 의한 것과 같이, 다른 응용을 찾을 수 있다. 게다가, 구체적인 예시적 시스템이 설명되었지만, 본 발명의 기술은 모듈형 생물학적 성장 배지 처리 시스템, 또는 이미징 및 이미지 처리 능력을 포함하는 완전 통합형 생물학적 판독기와 같은, 다른 유형의 시스템 또는 장치 내에서 사용될 수 있다.

[0070] 본 명세서에서 설명된 기술은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되면, 기술은 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터에 의해 실행될 때, 컴퓨터가 본 발명의 기술들 중 하나 이상을 수행하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체에 의해 적어도 부분적으로 실현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 데이터 저장 매체는 패키징 재료를 포함할 수 있는, 컴퓨터 프로그램 제품의 일부를 형성할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 동기식 동적 랜덤 액세스 메모리(synchronous dynamic random access memory, SDRAM), 읽기 전용 메모리(read-only memory, ROM), 비휘발성 랜덤 액세스 메모리(non-volatile random access memory, NVRAM), 전기적 소거 가능 및 프로그래밍 가능 읽기 전용 메모리

(electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM), 플래시(FLASH) 메모리, 자기 또는 광학 데이터 저장 매체 등과 같은 RAM(random access memory)을 포함할 수 있다.

[0071] 컴퓨터 판독 가능 명령은 하나 이상의 프로세서, 범용 마이크로 프로세서, ASIC, FPGA, 또는 다른 동등한 통합형 또는 이산형 로직 회로에 의해 시스템의 컴퓨터 내에서 실행될 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 사용되는 바와 같은 "프로세서"라는 용어는 본 명세서에서 설명된 기술의 구현에 적합한 임의의 구조물을 말할 수 있다.

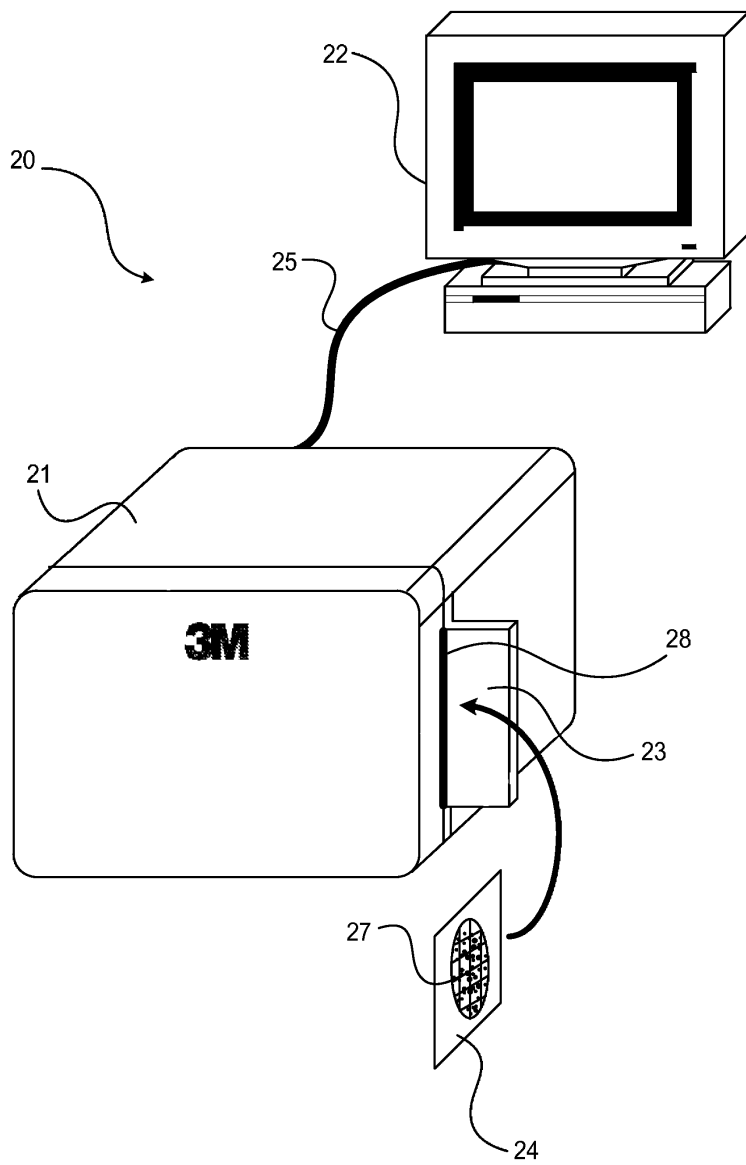
[0072] 소프트웨어 실시예의 경우, 본 발명은 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터 내에서의 실행시, 컴퓨터가 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 이미지 - 하나 이상의 이미지는 가시 스펙트럼 외부의 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하고, 하나 이상의 이미지에 기초하여 생물학적 성장 배지 상의 생물학적 에이전트를 카운트하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 제공할 수 있다.

[0073] 게다가, 본 발명은 생물학적 성장 배지 처리 시스템의 컴퓨터 내에서의 실행시, 컴퓨터가 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제1 이미지 - 하나 이상의 제1 이미지는 제1 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하고, 생물학적 성장 배지의 하나 이상의 제2 이미지 - 하나 이상의 제2 이미지는 제2 전자기 방사선에 의한 생물학적 성장 배지의 조명 동안에 생성됨 - 를 수신하게 하며, 하나 이상의 제2 이미지에 기초하여 하나 이상의 제1 이미지 내의 분광 반사율 값을 정규화하게 하고, 정규화된 분광 반사율 값에 기초하여 생물학적 에이전트를 카운트하게 하는 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 제공할 수 있다.

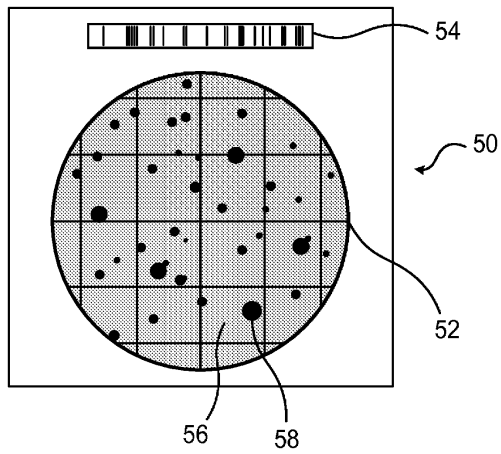
[0074] 하드웨어로 구현되는 경우, 본 발명은 집적 회로, ASIC, FPGA, 로직, 또는 본 명세서에 설명된 기술들 중 하나 이상을 수행하도록 구성된 이들의 다양한 조합과 같은 회로에 관한 것일 수 있다. 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 변경이 이루어질 수 있다. 이들 및 다른 실시예들은 이하의 특허청구범위의 범주 내에 속한다.

도면

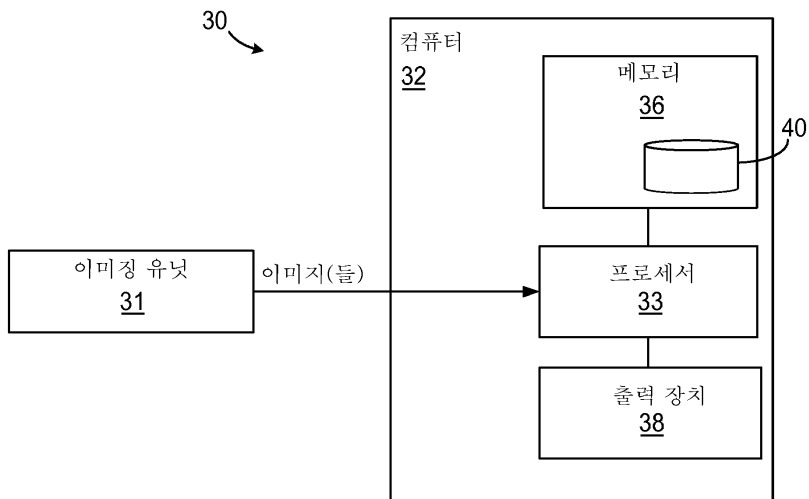
도면1



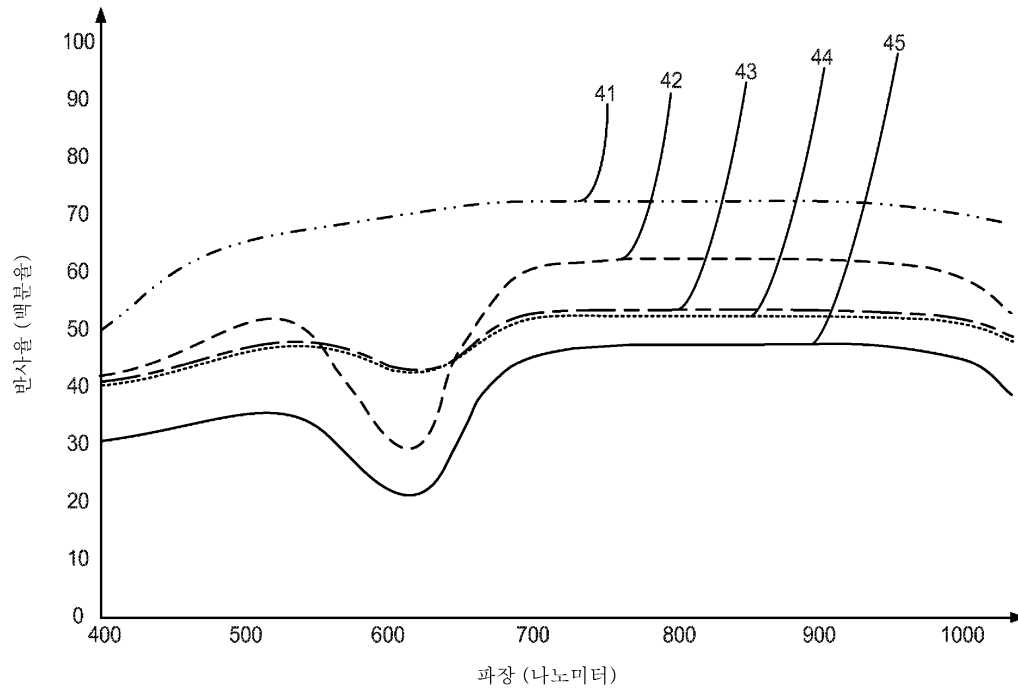
도면2



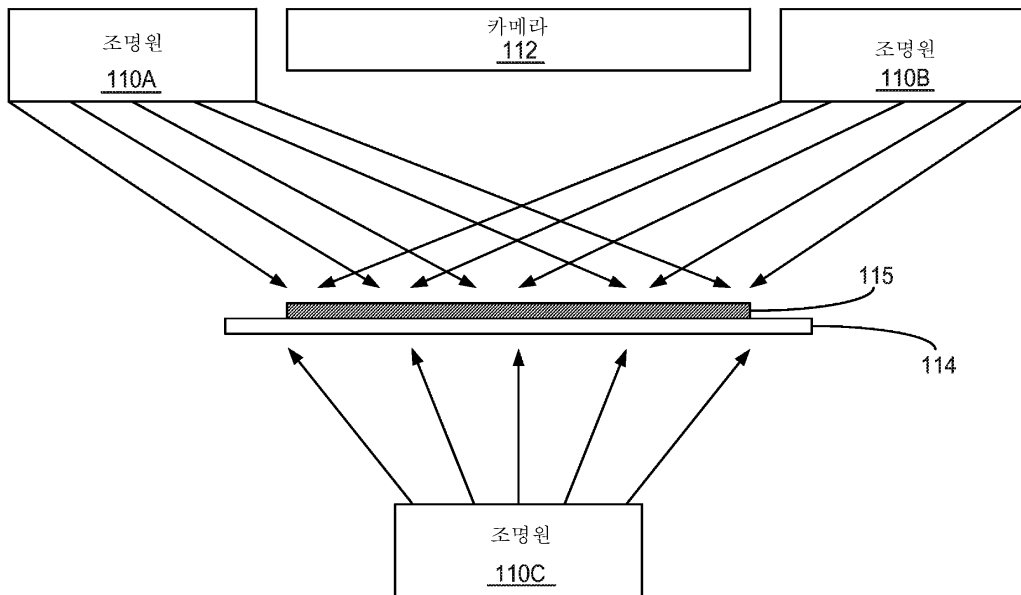
도면3



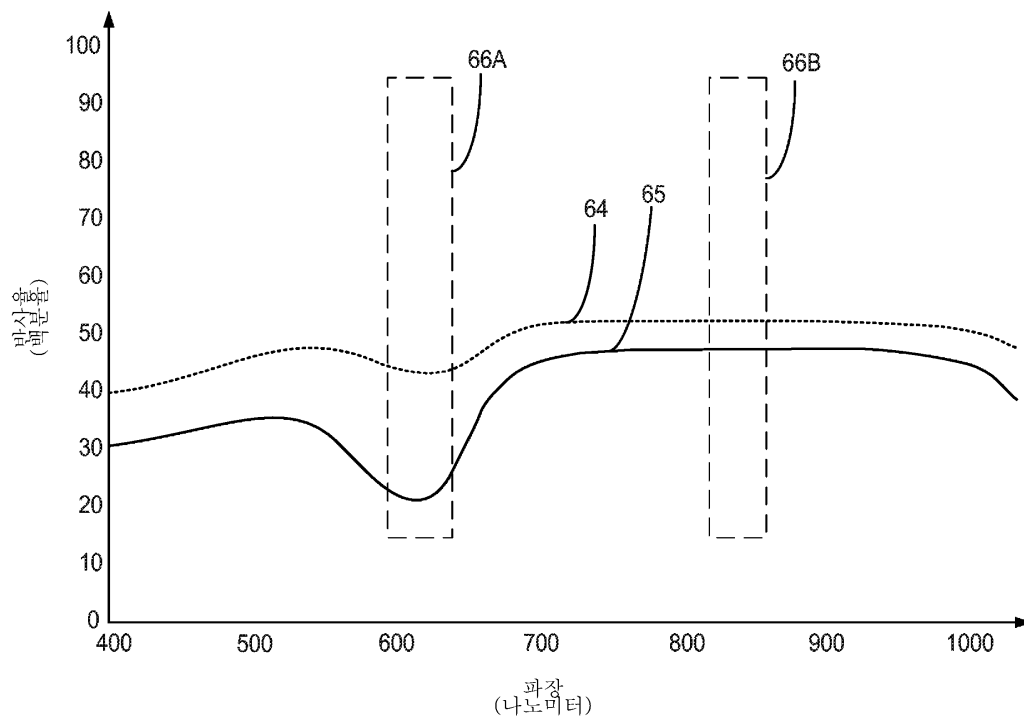
도면4



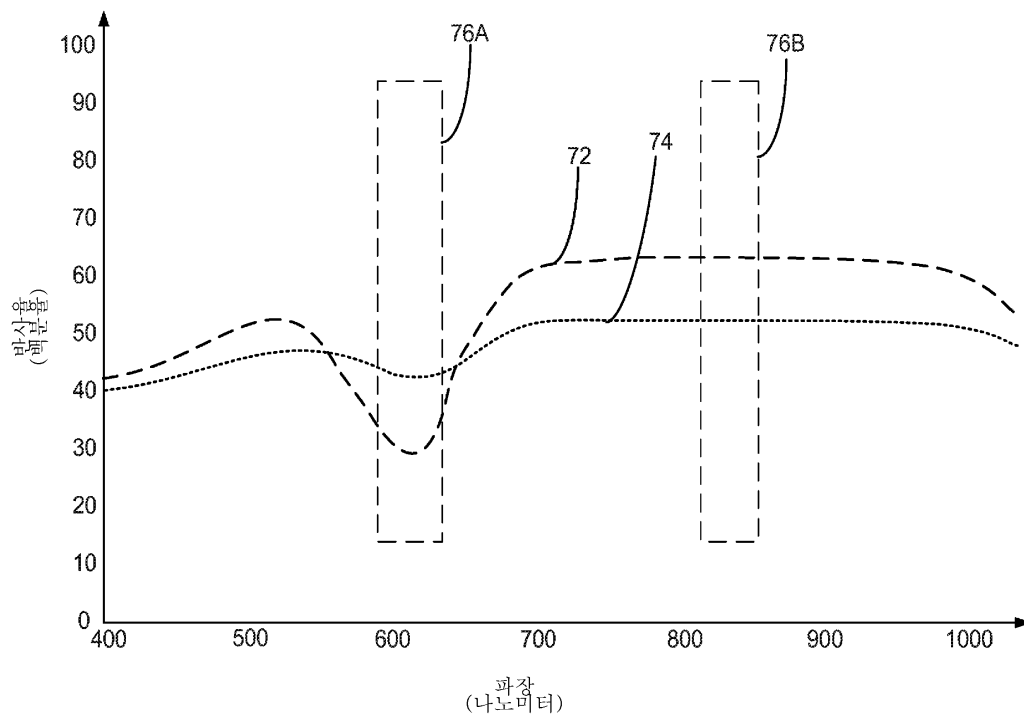
도면5



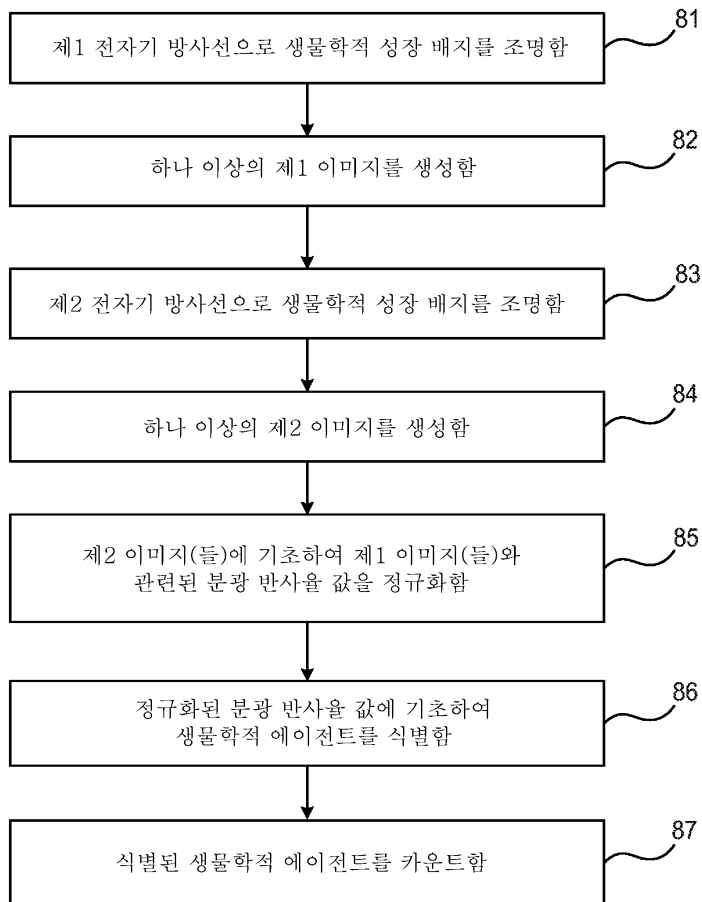
도면6



도면7



도면8



도면9

