



(72) 발명자

문종섭

서울 강동구 고덕동 고덕시영아파트 7-404

박상용

서울 송파구 잠실4동 진주아파트 1동 915호

하승한

충북 청주시 상당구 석교동 48

특허청구의 범위

청구항 1

광원, 튜닝필터(tunable filter), 매크로 렌즈 및 촬상 카메라를 포함하여, 검사 대상물의 표면에 대하여 임의의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 획득하는 표면 영상 획득 장치;

상기 촬상 카메라와 연결되며, 상기 촬상 카메라를 작동시켜 상기 촬상 카메라로부터 획득되는 상기 원시 영상 데이터를 저장하는 프레임 그레버;

상기 튜닝 필터 및 상기 프레임 그레버의 동작을 제어하여 특정 파장값의 원시 영상 데이터를 획득하여 저장하는 제어 컴퓨터;

를 구비하고, 상기 제어 컴퓨터는 상기 튜닝 필터와 상기 프레임 그레버의 동작을 동기화시킴으로써, 검사 대상물의 관심 영역의 표면에 대한 원시 영상 데이터들을 다수의 파장별로 획득하여 저장하고, 상기 원시 영상 데이터들을 이용하여 검사 대상물의 관심 영역의 표면에 대한 분석한 결과를 제공하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어 컴퓨터는 카메라 구동부를 구비하고,

상기 카메라 구동부는,

상기 튜닝 필터를 임의의 파장값으로 초기화시킨 후, 상기 프레임 그레버를 제어하여 촬상 카메라를 작동시킴으로써 상기 파장값에 대한 원시 영상 데이터를 획득하여 저장하며,

상기 튜닝 필터가 통과시키는 빛의 파장값을 기설정된 값만큼 증가시키고, 상기 프레임 그레버를 상기 튜닝 필터와 동기화하여 작동시켜 촬상 카메라를 이용하여 해당 파장값에 대한 원시 영상 데이터를 획득하여 저장하는 과정을 반복하여,

다수 개의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 순차적으로 획득하여 저장하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 3

제1항 내지 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어 컴퓨터는 영상 보정부를 더 구비하고,

상기 영상 보정부는 상기 표면 영상 획득 장치에 의해 획득된 각 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 칼라 분석(Color Analyzer) 프로그램을 이용하여 보정하여 각 파장값에 대한 보정 영상 데이터들을 구하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제어 컴퓨터는 파라미터 검출부를 구비하고,

상기 파라미터 검출부는 각 파장값에 대한 상기 보정 영상 데이터들로부터 다수의 파라미터를 추출하며, 상기 파라미터 검출부에 의해 추출되는 파라미터는 표면 색채의 직각 좌표계의 X, Y, Z 성분, XYZ 성분에 대한 변동계수(Coefficient of Variation; CV), CIELAB 칼라 영역에서의 L*, a*, b* 성분, 홍반 지수(Erythema index : EI)와 멜라닌 지수(Melanin index : MI), RGB 성분, HIS 성분, CMYB 성분 중의 하나 이상인 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제어 컴퓨터는 표면 분석 처리부를 구비하고,

상기 표면 분석 처리부는 각 파장값에 대한 상기 보정 영상 데이터들로부터 추출된 다수의 파라미터들 중 특정 파라미터의 데이터들을 소정의 문턱값(threshold value)을 이용하여 이진화시킴으로써 관심 대상 영역을 정상 부위와 병변 부위로 분할시켜, 검사 대상물의 표면으로부터 정상 부위의 면적 및/또는 병변 부위의 면적을 검출하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 촬상 카메라는 쿨링(Cooling) 기능을 갖는 CCD 카메라(CCD Camera)인 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 튜닝 필터와 상기 제어 컴퓨터는 직렬 통신 인터페이스를 사용하여 통신하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 촬상 카메라와 상기 프레임 그레이버는 병렬 통신 인터페이스를 사용하여 통신하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 제어 컴퓨터의 표면 분석 처리부는 특정 파라미터의 데이터를 소정의 문턱값을 이용하여 그룹화시킴으로써, 병변 부위의 내부에 대한 증증도(grade)를 산출하는 것을 특징으로 하는 표면 색채 분석 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <27> 본 발명은 피부와 같은 표면의 색채를 분석하는 표면 색채 분석 시스템에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 검사 대상물의 표면에 대한 각 파장값에 대한 영상 데이터들을 획득하고, 이를 이용하여 표면 색채를 분석하는 표면 색채 분석 시스템에 관한 것이다.
- <28> 색채는 미술 등 예술 분야 영역에서 벗어나 생활 환경속에서 점점 유용성을 넓혀가고 있는 추세이며, 이런 추세에 발맞춰 피부 과학에서도 피부색에 대한 사람들의 관심이 점차 증가되고 있다. 피부과학에서 피부색의 객관적이고 정량적인 계측은 의료분야에 종사하는 의사를 비롯한 의료인이나 화장품 산업이나 피부 미용 산업과 같은 곳에 있는 연구자들에게 피부 질환이나 피부 상태를 진단하고 이를 바탕으로 약제나 화장품의 과학적인 효능검증 등에 사용할 수 있어 중요한 의미를 갖는다. 피부색은 피부표면 분석에 있어서 가장 중요한 변수들 중에 하나이지만, 현재까지 피부색에 대한 평가는 홍반성, 자색, 우유빛 등과 같이 주관적으로 묘사되어져 왔다. 또한 색소침착, 혈류량, 피부표면의 거칠기, 주위의 조도 등의 영향으로 인지되는 피부색의 차이를 정확하게 구분하기가 어려웠다. 관찰자의 감정에도 피부색 인지의 영향을 받는 등 피부색을 항상 일정하게 인지하기 어려워 피부색채의 평가는 관찰자들에 따라 달라질 수 있고, 관찰되는 시점에 따라 달라질 수 있다. 따라서 피부색채의 분석에 있어서 객관적이고 과학적인 평가를 위하여 객관적이고 정량화된 의공학적인 접근법에 의한 연구가 절실하게 요구되고 있다.
- <29> 피부색에 대한 정확하고 정량적인 분석을 하고자 시도된 여러 연구기법들이 연구되었으나 그 방법에는 여러 가지 문제점이 있다. 이에 따라 고려대학교 피부영상의학연구소에서는 Skin Color Distribution Analyzer(SCDA) system이라는 피부색의 분포분석 방법을 제시한 바 있다[MH Lee, 'A Study fot Method of Distribution Analysis of Skin Color' 고려대학교 2003 논문]. 하지만 상기 논문에 제시한 시스템은 의료계측분야에서 가장 중요시되는 계측 시에 많은 양의 데이터를 처리하는데 걸리는 시간이 길다는 것과 센서로서 사용되는 Charge Coupled Device(CCD) 카메라(Camera)의 성능에 따른 파장대역별로 반사(Reflectance)되는 데이터가 영향을 받는다는 단점이 있었다.
- <30> 따라서, 본 출원인은 전술한 문제점을 해결하기 위해 소프트웨어적으로 영상을 획득하는 저장시간을 단축시키고, 하드웨어적으로는 CCD 카메라의 성능을 높여 피부색에 대한 정확하고 재현성 높은 계측방법을 제안하고자 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <31> 기술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 표면 영상 획득 장치의 튜닝 필터와 프레임 그레버의 동작을 동기화시켜 자동으로 다수의 파장값에 대한 영상 데이터들을 획득하여 저장함으로써 영상의 화질을 향상시키고 시스템의 전체 성능을 향상시킬 수 있는 표면 색채 분석 시스템을 제공하는 것이다.
- <32> 본 발명의 다른 목적은 검사 대상물의 관심 영역의 표면에 대하여 다수의 파장값에 대한 영상 데이터를 획득하고 이를 이용하여 다수의 색채 파라미터를 추출함으로써 병변부위의 면적 및 중증도(grade)를 정량화하여 제공할 수 있는 표면 색채 분석 시스템을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <33> 기술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징은 표면 색채 분석 시스템에 관한 것으로서, 상기 표면 색채 분석 시스템은
- <34> 광원, 튜닝필터(tunable filter), 매크로 렌즈 및 촬상 카메라를 포함하여, 검사 대상물의 표면에 대하여 임의의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 획득하는 표면 영상 획득 장치와,
- <35> 상기 촬상 카메라와 연결되며, 상기 촬상 카메라를 작동시켜 상기 촬상 카메라로부터 획득되는 상기 원시 영상 데이터를 저장하는 프레임 그레버와,
- <36> 상기 튜닝 필터 및 상기 프레임 그레버의 동작을 제어하여 특정 파장값의 원시 영상 데이터를 획득하여 저장하는 제어 컴퓨터와,
- <37> 를 구비하고, 상기 제어 컴퓨터는 상기 튜닝 필터와 상기 프레임 그레버의 동작을 동기화시킴으로써, 검사 대상물의 관심 영역의 표면에 대한 원시 영상 데이터들을 다수의 파장별로 획득하여 저장하고, 상기 원시 영상 데이터들을 이용하여 검사 대상물의 관심 영역의 표면에 대한 분석한 결과를 제공한다.
- <38> 기술한 특징을 갖는 상기 제어 컴퓨터는
- <39> (1) 상기 튜닝 필터를 임의의 파장값으로 초기화시킨 후, 상기 프레임 그레버를 제어하여 촬상 카메라를 작동시킴으로써 상기 파장값에 대한 원시 영상 데이터를 획득하여 저장하며,
- <40> 상기 튜닝 필터가 통과시키는 빛의 파장값을 기설정된 값만큼 증가시키고, 상기 프레임 그레버를 상기 튜닝 필터와 동기화하여 작동시켜 촬상 카메라를 이용하여 해당 파장값에 대한 원시 영상 데이터를 획득하여 저장하는 과정을 반복하여,
- <41> 다수 개의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 순차적으로 획득하여 저장하는 카메라 구동부와,
- <42> (2) 상기 표면 영상 획득 장치에 의해 획득된 각 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 칼라 분석(Color Analyzer) 프로그램을 이용하여 보정하여 각 파장값에 대한 보정 영상 데이터들을 구하는 영상 보정부와,
- <43> (3) 각 파장값에 대한 상기 보정 영상 데이터들로부터 다수의 파라미터를 추출하며, 파라미터는 표면 색채의 직각 좌표계의 X, Y, Z 성분, XYZ 성분에 대한 변동 계수(Coefficient of Variation; CV), CIELAB 칼라 영역에서의 L*, a*, b* 성분, 홍반 지수(Erythema index : EI)와 멜라닌 지수(Melanin index : MI), RGB 성분, HIS 성분, CMYB 성분 중의 적어도 하나 이상인 파라미터 검출부와,
- <44> (4) 각 파장값에 대한 상기 보정 영상 데이터로부터 추출된 다수의 파라미터들 중 특정 파라미터의 데이터들을 소정의 문턱값(threshold value)을 이용하여 이진화시킴으로써 관심 대상 영역을 정상 부위와 병변 부위로 분할시켜, 검사 대상물의 표면으로부터 정상 부위의 면적 및/또는 병변 부위의 면적 및 병변 부위의 중증도(grade)를 검출하는 표면 분석 처리부로 이루어진다.
- <45> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 표면 색채 분석 시스템의 구성 및 동작을 구체적으로 설명한다. 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 표면 색채 분석 시스템(10)을 전체적으로 도시한 블록도이며, 도 2는 표면 색채 분석 시스템(10)의 표면 영상 획득 장치(100)를 개략적으로 도시한 구성도이다.
- <46> 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템(10)은 표면 영상 획득 장치(100), 프레임 그레버(120) 및 제어 컴퓨터(130)를 구비하며, 상기 표면 영상 획득 장치(100)는 검사 대상물로의 빛을 제공하는 광원(101), 매크로 렌즈(102), 튜닝 필터(103), 촬상 카메라(104)를 구비하며, 상기 제어 컴퓨터(130)는 카메라 구동부(132), 영상 보정부(133), 파라미터 검출부(134) 및 표면 분석 처리부(136)를 구비한다. 이하, 본 발명에

따른 표면 색채 분석 시스템을 구성하는 전술한 요소들의 구성 및 동작에 대하여 구체적으로 설명한다.

- <47> 먼저, 표면 영상 획득 장치(100)는 상기 제어 컴퓨터의 제어에 의해 검사 대상물의 표면에 대한 원시 영상 데이터를 획득하여 상기 프레임 그레버(120)에 저장시킨다. 이때, 상기 표면 영상 획득 장치(100)는 튜닝 필터를 사용함으로써 가시영역내의 여러 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 획득하게 된다.
- <48> 전술한 상기 표면 영상 획득 장치(100)의 촬상 카메라(104)는 프레임 그레버(120)와 연결되며, 상기 프레임 그레버는 상기 제어 컴퓨터의 제어에 의해 상기 촬상 카메라를 동작시켜 원시 영상 데이터를 획득한다. 상기 촬상 카메라와 상기 프레임 그레버는 병렬 통신 인터페이스인 IEEE 1394 프로토콜을 사용하여 통신하는 것이 바람직하다.
- <49> 상기 프레임 그레버는 상기 제어 컴퓨터로부터 전송되는 동작 명령에 따라 촬상 카메라를 작동시키고, 상기 촬상 카메라에 의해 획득된 영상은 프레임 그레버로 전송되어 저장된다. 본 실시예에 따른 촬상 카메라(104)는 쿨링(Cooling) 기능을 갖는 촬상 카메라(CCD Camera)를 사용함으로써 카메라의 열잡음(Thermal Noise)으로 인한 부정확한 정보를 줄이고 카메라의 민감도(Sensitivity)를 높이는 것이 바람직하다. 또한, 본 실시예에 따른 촬상 카메라는 흑백(Monochrome) CCD 카메라를 사용하여 해상도가 1392×1040 인 영상을 획득하는 것이 바람직하나 영상 획득의 처리 속도를 향상시키기 위하여 해상도가 640×480 인 영상을 획득할 수도 있다.
- <50> 상기 표면 영상 획득 장치(100)의 튜닝 필터(103)는 통과되는 빛의 파장값을 변경시킬 수 있는 필터로서, 본 실시예에서는 튜닝 필터로서 LCTF(Liquid Crystal Tunable Filter)와 같은 Lyot 타입의 복굴절 필터를 사용한다.
- <51> 상기 튜닝 필터(103)는 제어 컴퓨터(130)의 직렬 통신 인터페이스인 RS-232C 포트와 연결되어, 제어 컴퓨터로부터 구동 신호를 전송받아 작동하게 된다.
- <52> 본 실시예에 따른 제어 컴퓨터(130)는 처리 속도가 빠른 프로세서를 갖는 고성능 컴퓨터를 사용하는 것이 좋으며, 상기 프레임 그레버(120) 및 상기 표면 영상 획득 장치의 튜닝 필터는 제어 컴퓨터의 제어에 따라 동기화되어 작동하게 된다.
- <53> 이하, 본 실시예에 따른 제어 컴퓨터를 구성하는 각 요소들의 동작에 대하여 구체적으로 설명한다. 상기 제어 컴퓨터는, 표면 영상 획득 장치와 프레임 그레버의 동작을 제어하여 다수의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 검출하는 카메라 구동부(132), 원시 영상 데이터들을 보정하여 보정 영상 데이터들을 추출하는 영상 보정부(133), 보정 영상 데이터들로부터 다수의 파라미터를 추출하는 파라미터 추출부(134), 및 추출된 파라미터들을 이용하여 검사 대상물의 표면 상태를 분석하는 표면 분석 처리부(136)를 포함한다.
- <54> 상기 제어 컴퓨터(130)의 카메라 구동부(132)는 상기 표면 영상 획득 장치 및 프레임 그레버의 작동을 제어함으로써, 가시영역 대역인 $400\text{nm} \sim 720\text{nm}$ 의 파장 영역에 있어서 10nm 간격으로 33개의 서로 다른 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 획득하여 저장하게 된다. 이하, 도 3을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제어 컴퓨터의 카메라 구동부(132)가 튜닝 필터와 프레임 그레버의 작동을 동기화(synchronization)시켜 다수의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 획득하는 과정을 순차적으로 설명한다.
- <55> 먼저, 제어 컴퓨터는 튜닝 필터를 초기화시키며, 이때 튜닝 필터의 초기 파장값을 400nm 로 설정한다(단계 300). 다음 프레임 그레버를 작동시켜 검사 대상물의 관심 영역의 표면에 대하여 해당 파장에서의 원시 영상 데이터를 획득하여 저장한다(단계 310). 다음, 튜닝 필터의 통과되는 빛의 파장값을 10nm 증가시킨 후(단계 330) 프레임 그레버를 작동시켜 검사 대상물에 대하여 해당 파장에서의 원시 영상 데이터들을 획득하여 저장한다(단계 310). 튜닝 필터의 파장이 720nm 이 될때까지 단계 310과 단계 330을 반복 수행함으로써, 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템은 가시영역인 $400\text{nm} \sim 720\text{nm}$ 범위내에서 10nm 간격으로 33개의 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 획득하여 저장하게 된다.
- <56> 상기 제어 컴퓨터의 영상 보정부(133)는 상기 프레임 그레버에 의해 획득된 각 파장값에 대한 원시 영상 데이터들을 색상분석 프로그램(Color Analyzer Program)을 이용하여 보정함으로써, 각 파장값에 대한 보정 영상 데이터들을 구한다. 상기 색상 분석 프로그램은 원시 영상 데이터들에 대하여 화이트 밸런스를 맞추고 표준화 과정을 수행하게 되는데, 화이트 밸런스 방법이나 표준화 과정은 당업계에서 이미 널리 사용되는 것이므로, 그 구체적인 설명은 생략한다.
- <57> 상기 제어 컴퓨터의 파라미터 검출부(134)는 각 파장값에 대한 상기 보정 영상 데이터들로부터 다양한 파라미터에 대한 데이터를 검출한다. 상기 파라미터 검출부(134)에 의해 추출되는 파라미터는 표면 색채의 직각 좌표계의 X, Y, Z 성분, XYZ 성분에 대한 변동 계수(Coefficient of Variation; CV), CIELAB 칼라 영역에서의 L^* , a^* ,

b* 성분, 홍반 지수(Erythema index : *ET*)와 멜라닌 지수(Melanin index : *MI*), RGB 성분, HIS 성분, CMYB 성분 등이다.

<58> 상기 제어 컴퓨터의 표면 분석 처리부(136)는 전체 영역에 있어서 정상 부위와 병변 부위로 가장 잘 구분할 수 있는 색채 모델의 파라미터를 선택하고, 이를 이용하여 검사 대상물의 표면의 병변 부위(abnormal site)의 면적, 정상 부위(normal site)의 면적 및 병변 부위가 차지하는 비율을 추출하여 제공한다. 상기 표면 분석 처리부(136)는 추출된 파라미터의 값들이 같거나 유사한 값을 갖는 화소들의 그룹(Group)을 지정하고, 각 그룹마다 같은 값을 설정하는 과정을 통해, 정상 부위와 병변 부위를 구분한다. 이때 병변 부위와 정상 부위의 면적은 특정 파라미터의 값을 임의의 문턱값(threshold value)을 이용하여 이진화시킴으로써 산출할 수 있게 된다. 한편, 각 병변 부위를 구성하는 특정 파장 영역에 대하여 잘 반응하는 값을 이용하여 구분할 수도 있다.

<59> 또한 상기 표면 분석 처리부(136)는 추출된 병변 부위에 대한 면적을 이용하여 병변 부위내의 중증도(grade)를 산출할 수도 있다.

<60> 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에서 산출되는 파라미터의 종류, 병변 부위와 정상 부위의 면적을 구하는 방법 등은 표면 색채 분석 시스템의 전체 성능을 향상시키기 위하여 다양하게 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

발명의 효과

<61> 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템은 XYZ color model 및 L*a*b* color model에 따른 파라미터를 이용한 색채 분포 분석 및 Spectrophotometer와의 색채 분포 분석에 있어서, 변동 계수(Coefficient Variation; CV)의 값이 상당히 낮아지게 된다.

<62> 도 4의 (a)와 (b)는 종래의 기술에 따른 시스템에 의해 획득한 영상들이며, 도 4의 (c)와 (d)는 본 발명에 따른 시스템에 의해 획득한 영상들이다. 도 4를 참조하면, 종래의 시스템은 해상도가 768*494 인 8-bit gray level 영상을 얻을 수 있는 CCD 카메라를 사용함으로써, 색채의 분포 분석에 있어서 본 발명에 따른 시스템에 비해 상대적으로 낮은 민감도(sensitivity)를 나타내고 있다. 또한, 종래의 기술에 따른 시스템은 렌즈(Lens)의 특성상 중심 부위를 제외한 부분에서 블러(blur) 현상으로 인한 왜곡 현상이 나타나는데, 이러한 왜곡 현상은 CCD 카메라에 의해 획득될 수 있는 부분에 제한을 받기 때문에 해결될 수 없었다. 한편, 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템은 해상도가 1392*1040인 12-bit gray level 영상을 획득할 수 있는 CCD 카메라를 사용함으로써 종래의 시스템에서보다 상당히 높은 민감도를 나타낸다. 또한 본 발명에 따른 시스템은 카메라의 해상도가 높기 때문에 블러(blur) 현상이 없는 중심 부분만을 640*480, 12-bit gray level의 영상으로 획득함으로써, CCD 카메라의 성능 향상에 따른 고해상도의 영상 정보 획득을 통해 좀 더 미세한 부분에 대한 색채 분포 분석까지도 가능해진다.

<63> 인체와 같이 미세한 계측을 하는 경우에는 일반적으로 사용되는 색채의 정보를 계측하는 경우보다 훨씬 정밀한 계측이 필요하다. 따라서, 표 1은 종래의 기술에 따른 시스템과 본 발명에 따른 시스템에 있어서, RGB 표준판을 이용하여 동일 표준판에서 여러 부위를 20번씩 반복 계측한 후, 계측된 결과값들의 XYZ 값에 대한 변동 계수를 산출하여 비교한 도표이다. 표 1에 있어서, New SCDA는 본 발명에 따른 시스템이며, SCDA 및 Spectrophotometer는 종래의 기술에 따른 시스템이다. 표 1를 통해, 본 발명에 따른 시스템은 변동 계수가 가장 낮은 것을 알 수 있으며, 이로써 본 발명에 따른 시스템에 대한 신뢰성(Reliability) 및 유효성(Validity)이 좋은 것임을 파악할 수 있다.

【표 1】

New SCDA SCDA Spectrophotometer	RED	CV	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>L</i>	<i>a</i> *	<i>b</i> *
			1.17	1.22	0.94	0.51	0.52	0.48
		CV	1.49	1.60	2.04	0.70	0.83	0.53
			1.60	1.89	2.19	0.77	1.59	0.54
New SCDA SCDA Spectrophotometer	GREEN	CV	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>L</i>	<i>a</i> *	<i>b</i> *
			1.39	1.22	1.13	0.48	0.55	0.66
		CV	1.73	1.30	1.82	0.52	0.60	0.67
			2.01	1.37	2.08	0.55	0.77	0.69
New SCDA SCDA Spectrophotometer	BLUE	CV	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>L</i>	<i>a</i> *	<i>b</i> *
			0.95	0.92	0.76	0.42	0.31	0.96
		CV	1.32	1.03	1.29	0.49	0.37	1.70
			1.51	1.25	1.47	0.50	0.40	2.38

<64>

<65>

도 5는 인체 피부의 광노출에 의한 피부 색채의 변화를 파악하기 위하여 본 발명에 따른 시스템에 의해 노출 부위(Exposure) 및 비노출부위(Non-Exposure)에 대하여 획득한 영상들이다. 도 5를 통해 본 발명에 따른 시스템에 의한 영상들은 각 부위별로 색채의 정보 뿐만 아니라 각각의 형태학적인 정보까지도 제공해 줌을 알 수 있다. 또한, 이러한 영상들을 통해 각각의 색채 모델을 이용하여 색채 분포 분석까지 할 수 있다. 따라서 본 발명에 따른 시스템에 의해 종래의 피부 색채 측정기에서는 볼 수 없었던 피부 표면의 부위별 색채 정보와 모공이나 피부 주름 및 피부 주름에 따른 피부 표면의 굴곡까지도 나타내는 형태 정보를 영상으로 얻을 수 있었으며, 그 부위마다의 차이가 있음을 알 수 있게 된다.

<66>

표 2은 본 발명과 종래의 기술에 따른 시스템들에 있어서의 노출 부위와 비노출 부위간의 변동 계수를 비교한 도표이다. 여기서, New SCDA 시스템은 본 발명에 따른 시스템이며, SCDA 및 Spectrophotometer 시스템은 종래의 기술에 따른 시스템들이다. 표 2을 참조하면, 본 발명에 따른 시스템과 종래의 기술에 따른 시스템들간에는 노출 부위와 비노출 부위간의 비교 연구 결과 두 부위간에 통계학적 의의가 있는 차이를 보였으며 변동 계수의 비교를 통해 본 발명에 따른 시스템의 우수성을 확인할 수 있다. 또한, X 및 Y의 경우에는 각 시스템간의 센서의 특성 차이로 인하여 생기는 측정 결과에 차이가 있었으나, 그 패턴은 어느 정도 유사한 것으로 노출 부위와 비노출 부위간의 색채 분포에서 비노출 부위가 전체적으로 모든 가시 영역의 파장대에 잘 반응하는 것으로 나타났으며, 이에 반해 노출 부위에서는 색채의 정보가 덜 반응하는 것으로 나타났다.

【표 2】

		<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
<i>New SCDA</i>	Exposure	Mean±SD	70.71±1.70	81.88±1.33
		CV	1.70	1.62
	Non-exposure	Mean±SD	77.96±0.40	87.73±0.45
		CV	0.51	0.51
		P-value	<i>P</i> < 0.05	<i>P</i> < 0.05

		<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
<i>SCDA</i>	Exposure	Mean±SD	68.19±1.19	82.70±1.60
		CV	1.75	1.93
	Non-exposure	Mean±SD	74.54±0.76	87.93±1.47
		CV	1.01	1.67
		P-value	<i>P</i> < 0.05	<i>N.S</i>

		<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
<i>Spectrophotometer</i>	Exposure	Mean±SD	69.98±1.26	80.43±1.73
		CV	1.80	2.15
	Non-exposure	Mean±SD	75.29±0.99	89.53±1.57
		CV	1.31	1.75
		P-value	<i>P</i> < 0.05	<i>P</i> < 0.05

<67>

<68>

표 3은 본 발명과 종래의 기술에 따른 시스템들에 있어서 노출 부위와 비노출 부위간의 L^* , a^* , b^* 값을 비교한 도표이다. 표 3을 통해, L^* , a^* , b^* 값을 기준으로 세 종류의 색채계측기기를 이용하여 노출부위와 비노출부위 간 비교연구에서 통계적 의의가 있는 차이를 알 수 있으며, 각각의 기기에서 나타내는 CV값이 본 발명에 따른 시스템에서 노출부위와 비노출부위에 대해 낮은 값을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 본 발명에 따른 시스템이 신뢰성과 유효성이 좋은 피부계측장비임을 판단할 수 있다. 결과를 비교해볼 때 L^* 의 값에서 모평균 값이 차이가 나는 것을 볼 수 있는데 이것은 물체에서 반사(Reflectance)되는 빛을 받아들이는 센서(Sensor)의 감도 차이와 각각의 기기 간에 파장을 분리하는 장치의 특성의 차이가 생기기 때문이다. 그러나 수치패턴이 유사한 결과를 보이고 있음을 알 수 있었다. 밝기(intensity)를 나타내는 L^* 값을 보면 비노출부위(Non-exposure)가 비교적 높은 값을 보여 비노출부위(Non-exposure)가 노출부위(Exposure)보다 더 밝음을 알 수 있었다. 이에 대한 의학적 의미는 자외선에 의해 멜라닌이 산화되고 멜라닌 세포내에 있던 멜라노솜이 수지상돌기를 통해 주로 기저세포로 빠르게 이동하기 때문에 생기는 것으로 해석할 수 있다. 또한, a^* 에서는 역으로 노출부위(Exposure)가 비노출부위(Non-exposure)보다 더 높은 값을 갖는 것을 보여주는데, 이 경우 값이 크다는 것은 Red값을 나타내는 것이다. b^* 에서는 역으로 노출부위(Exposure)와 비노출부위(Non-exposure)간 편차가 낮거나, 나타나지 않는 것으로 보아 정상 피부에서 광노출에 따른 피부색변화의 파라미터로는 적합하지 않은 것임을 알 수 있다.

【표 3】

			L^*	a^*	b^*
New SCDA	Exposure	Mean±SD	85.82±0.48	8.05±0.32	-3.16±0.02
		CV	0.56	4.76	0.69
	Non-exposure	Mean±SD	89.09±0.46	4.05±0.19	-4.04±0.01
		CV	0.52	3.99	0.21
		P-value	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$
			L^*	a^*	b^*
SCDA	Exposure	Mean±SD	85.30±0.68	14.57±0.70	-7.53±0.07
		CV	0.80	4.82	0.90
	Non-exposure	Mean±SD	88.53±0.50	10.89±0.44	-7.56±0.10
		CV	0.56	4.02	1.33
		P-value	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$
			L^*	a^*	b^*
Spectrophotometer	Exposure	Mean±SD	91.87±0.78	-13.45±0.71	47.11±0.45
		CV	0.85	5.27	0.95
	Non-exposure	Mean±SD	95.80±0.65	-19.22±0.78	45.79±0.17
		CV	0.68	4.06	1.62
		P-value	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$

표 4는 본 발명과 종래의 시스템들에 있어서 정상 피부의 색채를 계측하여 홍반 지수(Erythema index : EI)와 멜라닌 지수(Melanin index : MI)를 구한 결과들을 도시한 도표이다. 여기서 New SCDA system은 본 발명에 따른 시스템이며, SCDA, spectrophotometer, 그리고 Mexameter는 종래의 기술에 따른 시스템들이다.

【표 4】

			Mexameter [®]	Spectrophotometer [®]	SCDA	New SCDA
EI	Exposure	Mean±SD	278.00±10.00	309.44±4.31	292.84±2.67	251.47±2.14
	Non-exposure	Mean±SD	258.00± 7.00	296.06±5.63	260.71±4.27	266.24±3.99
		P-value	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$
			Mexameter [®]	Spectrophotometer [®]	SCDA	New SCDA
MI	Exposure	Mean±SD	143.00±7.00	32.46±0.75	38.86±0.31	37.91±0.26
	Non-exposure	Mean±SD	164.00±8.00	34.89±1.18	39.71±0.71	38.17±0.45
		P-value	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$

표 5 내지 표 7를 통해 모든 부위에서 약간씩 변화가 있음을 알 수 있는데, 이는 인체의 모든 부위에 따라 피부를 구성하고 있는 층의 생리적 특성이 다르기 때문에 차이가 발생하는 것이다. 하지만 각 시스템들 마다 어느 정도 비슷한 패턴으로 X, Y, Z, 값의 차이를 보이고 있으며, 손등이나 손바닥의 경우 X, Y, Z 값이 비교적 다른 부위 보다 크게 나타남을 알 수 있다.

【표 5】

<i>Site</i>			<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
<i>New SCDA</i>	Medial aspect of forearm	Mean±SD	77.96±0.40	87.73±0.45	76.59±0.33
		CV	0.51	0.51	0.44
	Lateral aspect of forearm	Mean±SD	70.71±1.70	81.88±1.33	64.22±0.28
		CV	1.70	1.62	0.44
	Dorsal hand	Mean±SD	81.21±0.63	95.46±0.54	73.38±0.86
		CV	0.77	0.57	1.17
	Palm	Mean±SD	87.42±0.93	98.79±0.74	82.83±0.75
		CV	1.06	0.75	0.90

<73>

【표 6】

Site		X	Y	Z	
SCDA	Medial aspect of forearm	Mean±SD	74.54±0.76	87.93±1.47	75.40±1.25
		CV	1.01	1.67	1.66
	Lateral aspect of forearm	Mean±SD	68.19±1.19	82.70±1.60	74.53±1.18
		CV	1.75	1.93	1.58
	Dorsal hand	Mean±SD	75.30±0.75	88.01±0.89	75.12±2.23
		CV	1.00	1.02	2.97
	Palm	Mean±SD	80.50±1.13	90.34±1.40	77.06±1.09
		CV	1.41	1.55	1.41

<74>

【표 7】

	<i>Site</i>		<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>
<i>spectrophoto</i> <i>-meter</i> [®]	Medial aspect of forearm	Mean±SD	75.29±0.99	80.43±1.73	36.43±1.95
		CV	1.31	2.15	1.95
	Lateral aspect of forearm	Mean±SD	69.98±1.26	80.43±1.73	36.43±1.95
		CV	1.80	2.15	1.95
	Dorsal hand	Mean±SD	71.81±0.74	82.93±1.06	38.42±1.39
		CV	1.03	1.28	3.63
	Palm	Mean±SD	75.36±2.57	86.15±1.66	39.95±0.62
		CV	3.41	1.93	1.55

<75>

<76> 도 6은 본 발명에 따른 시스템에 있어서, 원하는 각 Color parameter의 값을 통해 피부의 색채 분포를 분석한 영상들이다. 도 6의 (a)는 본 발명에 따른 시스템에 의해 획득한 원시 영상 데이터이며, (b)는 상처의 표면에 대한 색채 분포를 분류한 영상이며, (c)는 밝기 강도(Intensity)를 사용하여 색채 분포를 분석한 영상이며, (d)는 H(hue) 파라미터를 이용하여 색채 분포를 분석한 영상이다. 여기서는 크게 두 가지의 경우를 비교해 보았다. 첫 번째 예는 일반적인 점이 있는 부분을 병변부위로 선택하고 그 주변부위를 정상부위로 하여 피부색 분포 분석에 관한 연구를 실시하였다. 본 발명에 따른 시스템을 이용하여 병변부위와 그 주변의 정상부위의 Color parameter 값을 측정하고 이들 결과를 Image pro plus 5(Media Cybernetics, Inc. MD, USA)를 이용하여 병변부위의 값이 나타내는 이진화(Threshold)의 범위를 찾아서 그 범위 안에 드는 값을 갖는 부분만을 분할(Segmentation)하여 병변부위와 정상부위를 구분하였다. 본 발명에 따른 시스템을 이용하여 병변부 내에서의 HIS color model에서 I(Intensity)와 H(Hue)정보를 이용한 단계별 분할(Segmentation)을 통하여 심층적인 색채 분포분석을 시도하였으며, 도 6은 그 결과를 도시한 영상들이다.

<77> 도 7 내지 도 9은 본 발명에 따른 시스템에 대하여 RGB, HIS, CMYB 체계를 이용한 색채분포분석을 각각 수행한 영상들이다. 이를 통해 획득된 영상 정보에서는 기존의 눈으로 확인하기 힘들었던 정상부위와 병변부위의 경계부위를 구분할 수 있다. 또한, 병변부 내의 단계별 경계부위를 구분하기 위하여 작성된 면적을 구하는 프로그램

을 이용하여 형태학적 정보를 분석할 수 있다.

<78> 도 10은 본 발명에 따른 시스템에 의하여 병변부의 색채분포 정보를 단계별로 나누어 도시한 도표이다. 도 10을 참조하면, 각각의 색채 파라미터(Color parameter)를 통해 병변부 마다의 특정 파라미터에서 잘 인식되는 정보를 가지고 있다는 점을 확인할 수 있다. 동일 병변부위의 획득된 영상을 분석함으로써, 붉은색을 띄는 정보를 정상부위의 색채와 구분할 수 있고, 그 형태학적 구분까지도 가능하며, 파란색과 녹색의 영역에서는 정상부위에 서도 획득되는 정보를 확인할 수 있게 된다.

<79> 도 11 및 도 12를 통해, 본 발명에 따른 시스템은 각각 나누어진 병변부위와 정상부위의 면적을 임의의 이진화 (Threshold)를 기준으로 산출할 수 있음을 알 수 있으며, 각 병변을 구성하는 특정 파장 영역에 대하여 잘 반응 하는 값을 이용하여 구분할 수도 있음을 알 수 있다. 또한 보다 정확한 등급을 나눠 병변의 구분이 가능함을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 표면 색채 분석 시스템을 전체적으로 도시한 구성도이다.

<2> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 표면 색채 분석 시스템의 영상 획득 장치를 전체적으로 도시한 구성도이다.

<3> 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 표면 색채 분석 시스템의 제어 컴퓨터의 카메라 구동부의 동작을 순차적으로 도시한 흐름도이다.

<4> 도 4는 본 발명과 종래의 기술에 따른 시스템들에 의하여 획득한 영상들이다.

<5> 도 5는 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 노출 부위 및 비노출 부위에 대하여 획득한 영상들이다.

<6> 도 6은 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 각 색채 파라미터의 값을 통해 피부의 색채 분포를 분석한 영상들이다.

<7> 도 7은 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 RGB 파라미터를 이용하여 피부의 색채 분포를 분석한 영상들이다.

<8> 도 8은 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 HIS 파라미터를 이용하여 피부의 색채 분포를 분석한 영상들이다.

<9> 도 9는 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 CMYB 파라미터를 이용하여 피부의 색채 분포를 분석한 영상들이다.

<10> 도 10은 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 밝기 중증도(Intensity grade)를 이용하여 추출한 병변 부위의 면적을 나타내는 것이다.

<11> 도 11은 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 각 색채 파라미터를 이용하여 추출한 병변 부위의 면적들을 나타내는 것이다.

<12> 도 12는 본 발명에 따른 표면 색채 분석 시스템에 의하여 추출된 병변 부위에 대한 각 픽셀 영역을 도식화한 것이다.

<13> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<14> 10 : 표면 색채 분석 시스템

<15> 100 : 영상 획득 장치

<16> 101 : 검사 대상물

<17> 102 : 광원

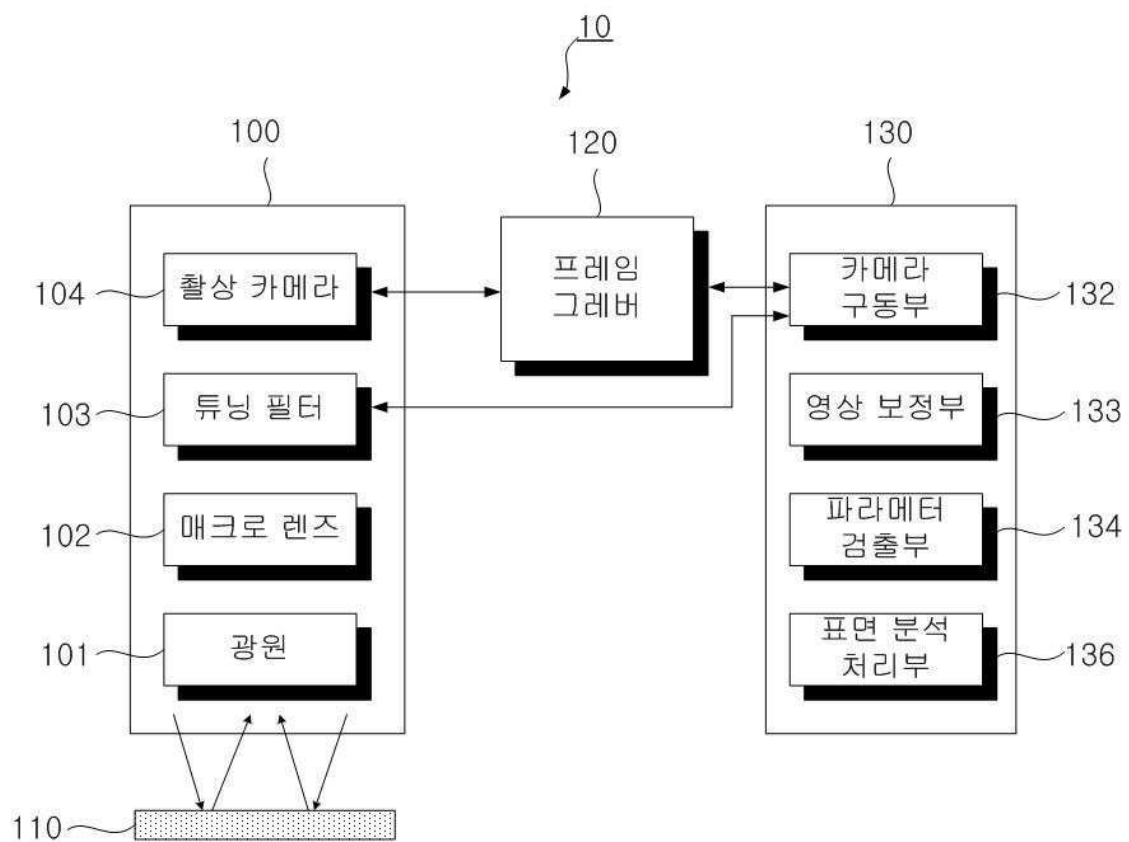
<18> 103 : 매크로렌즈

<19> 104 : 튜닝 필터

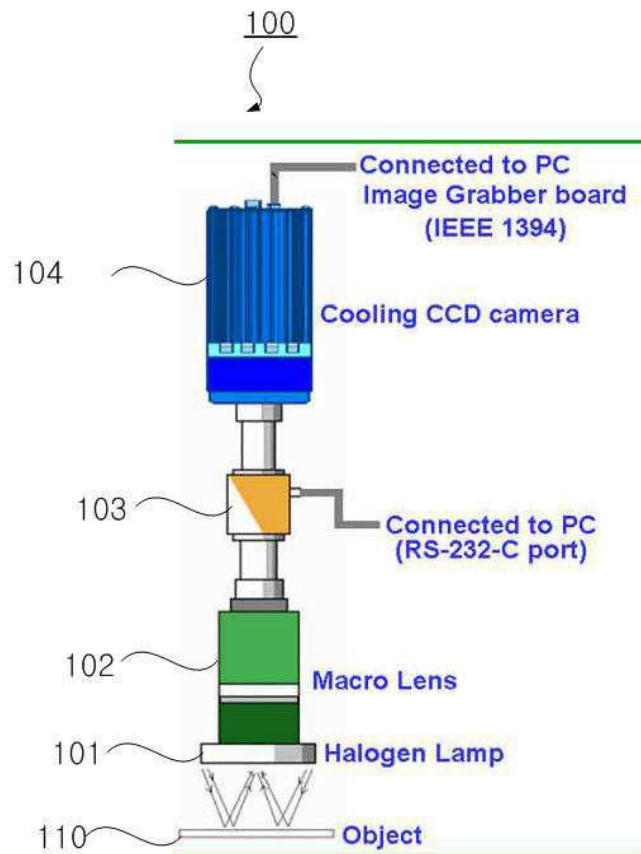
- <20> 106 : 촬상 카메라
- <21> 120 : 프레임 그레버
- <22> 130 : 제어 컴퓨터
- <23> 132 : 카메라 구동부
- <24> 133 : 영상 보정부
- <25> 134 : 파라미터 검출부
- <26> 136 : 표면 분석 처리부

도면

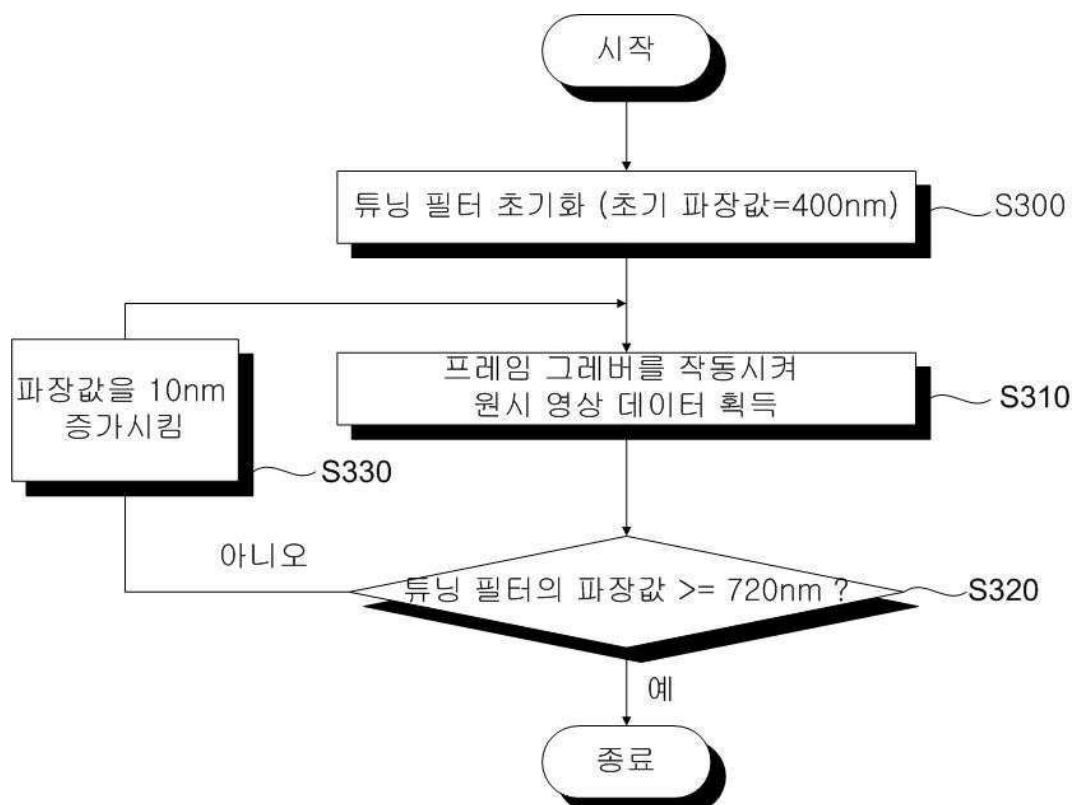
도면1



도면2



도면3



도면4



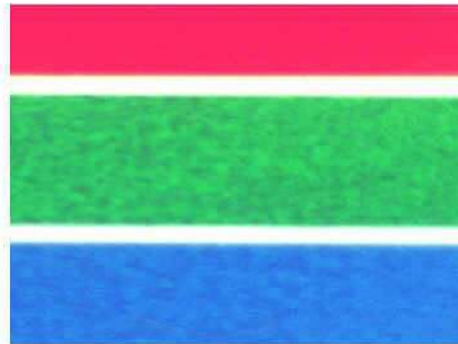
(a) SCDA image before standardization using white reference.



(c) New SCDA image before standardization using white reference.

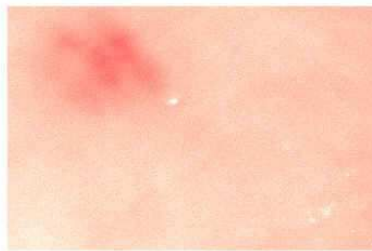
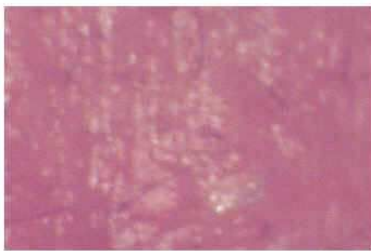
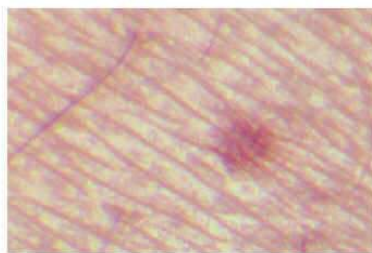


(b) SCDA image after standardization using white reference.

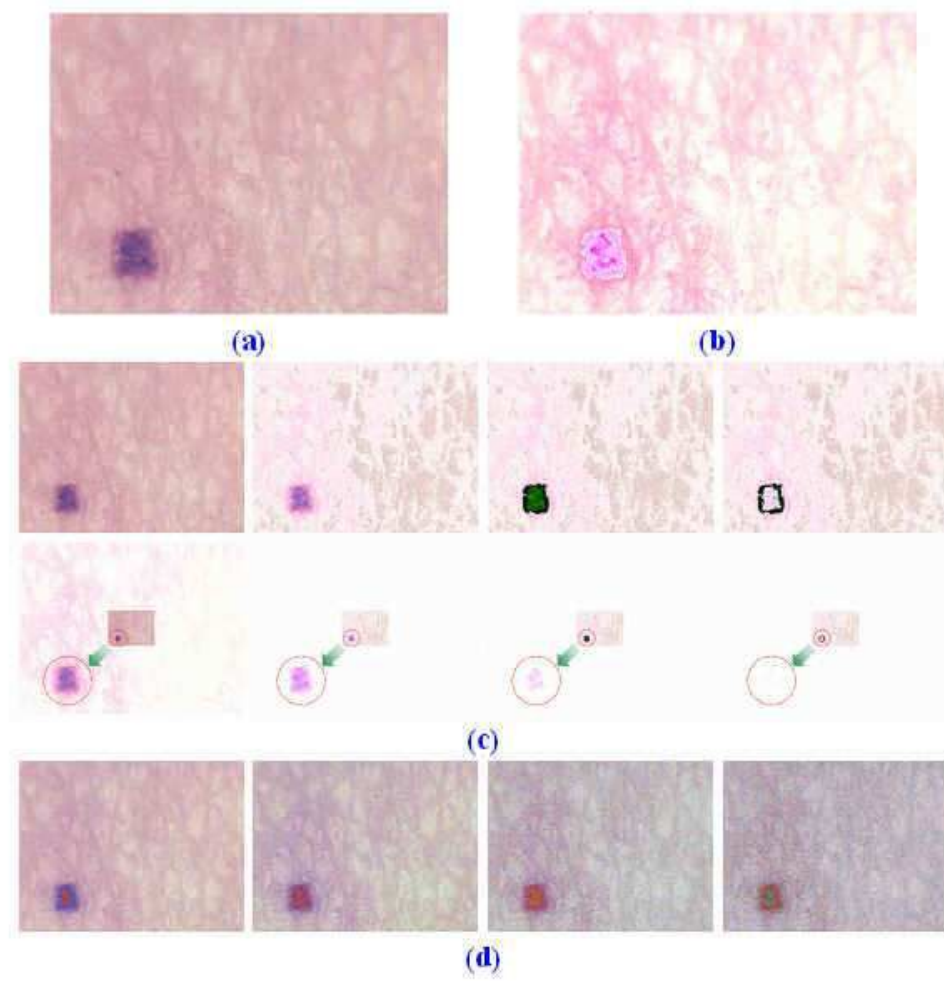


(d) New SCDA image after standardization using white reference.

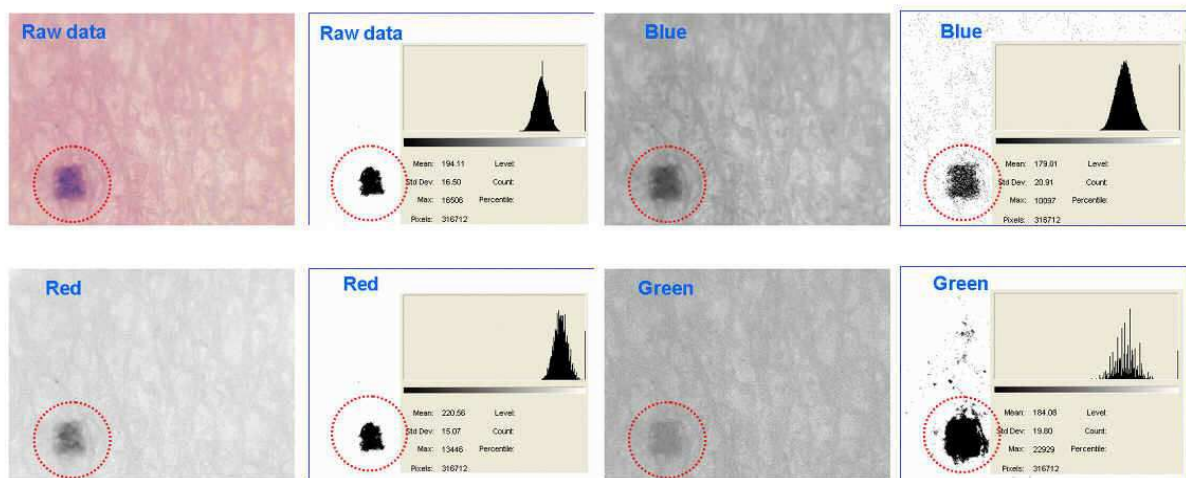
도면5



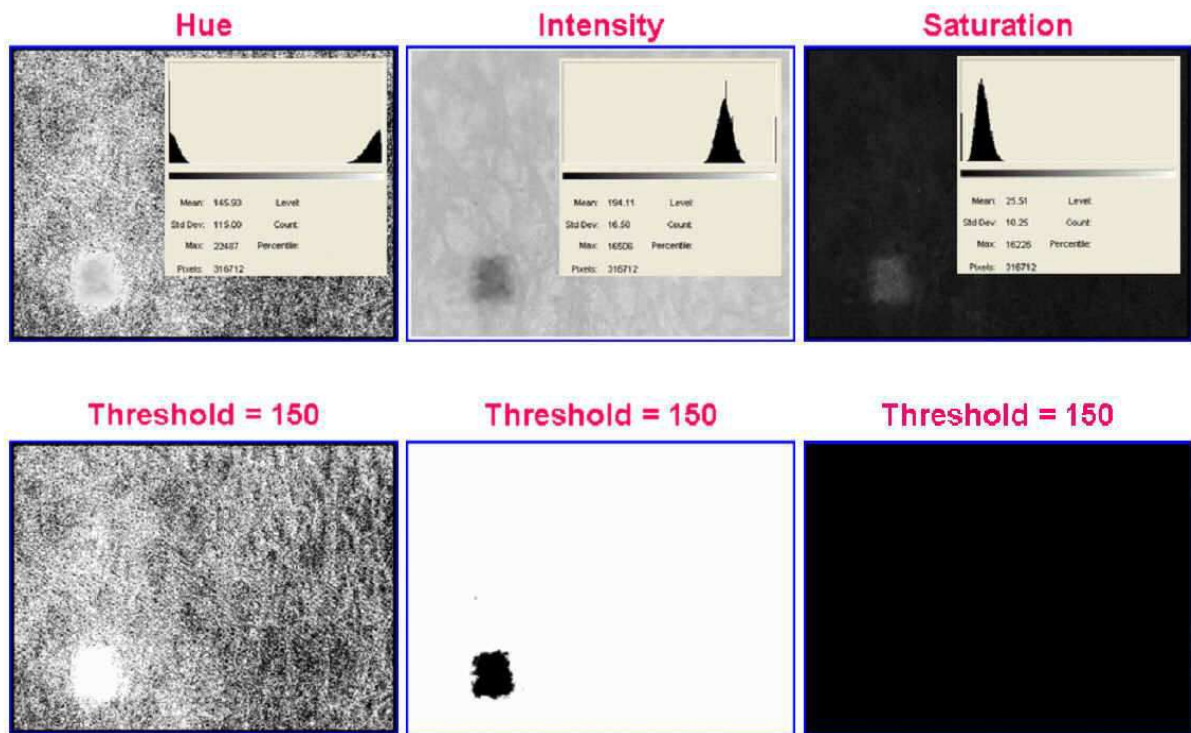
도면6



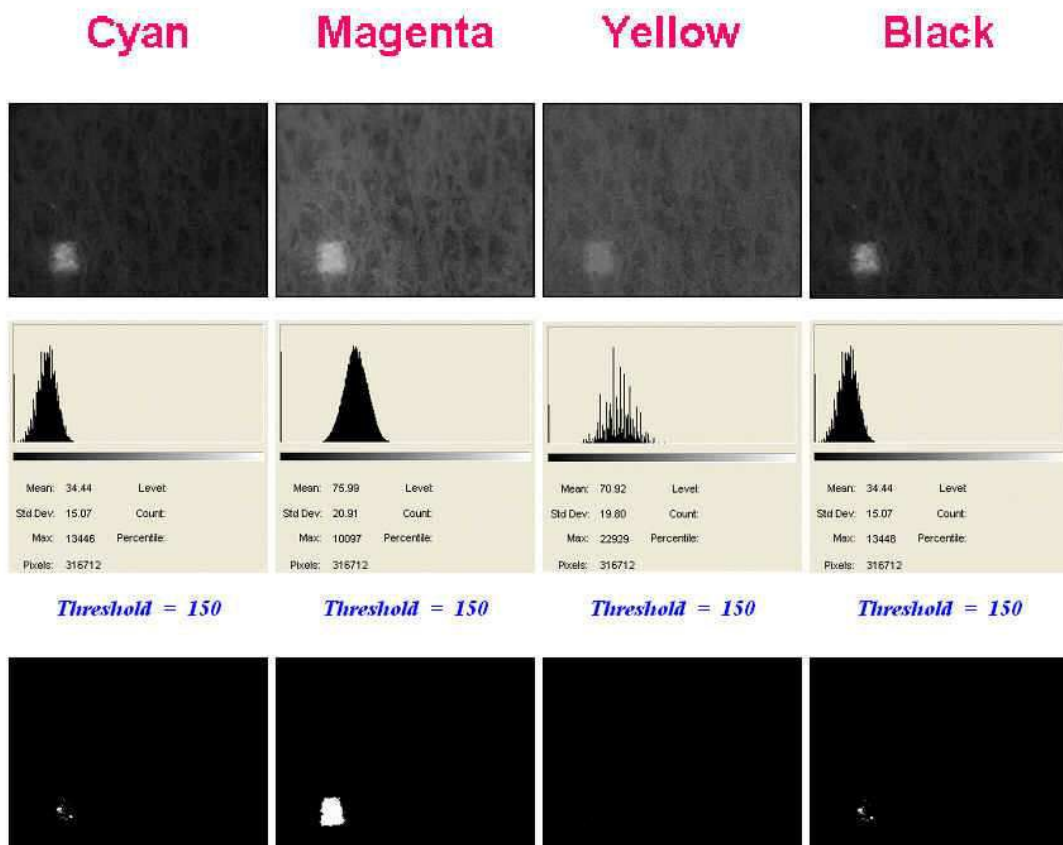
도면7



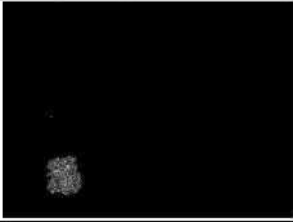
도면8



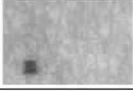
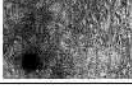
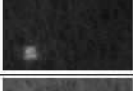
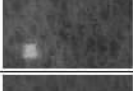
도면9



도면10

	Color parameter	Pixel(amount)	Area(%)
Grade 1		24,3085 (640×480)	79.129234 (%)
Grade 2		295137 (640×480)	96.073242 (%)
Grade 3		296722 (640×480)	96.589195 (%)
Grade 4		297997 (640×480)	97.004234 (%)
Grade 5		304923 (640×480)	99.258789 (%)

도면11

Color parameter	Pixel (640×480)	Area(%)	Color parameter	Pixel (640×480)	Area(%)
RED		3,403 1.107747 (%)	RED 150		2,673 0.870117 (%)
GREEN		6,301 2.051107 (%)	GREEN 150		9,104 2.963542 (%)
BLUE		2,096 0.682292 (%)	BLUE 150		2,672 0.869792 (%)
Hue		12,975 4.223633 (%)	Hue 150		188,523 61.368164 (%)
Intensity		5,334 1.736328 (%)	Intensity 150		4,518 1.470703 (%)
Saturation		4,172 1.358073 (%)	Saturation 150		4 0.001302 (%)
Cyan		3399 1.106445 (%)	Cyan 150		2673 0.870117 (%)
Magenta		6295 2.049154 (%)	Magenta 150		9104 2.963542 (%)
Yellow		2100 0.683594 (%)	Yellow 150		6135 1.997070 (%)
Black		3398 1.106120 (%)	Black 150		2672 0.869792 (%)

도면12

