

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2021-0015208
(43) 공개일자 2021년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61C 19/04 (2006.01)
A61C 19/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/0071 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0093709
(22) 출원일자 2019년08월01일
심사청구일자 2019년08월01일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김백일
서울특별시 서초구 나루터로4길 28, 309동 502호
이주영
서울특별시 서대문구 독립문공원길 13, 독립문극
동아파트 113동 505호
(74) 대리인
이재영

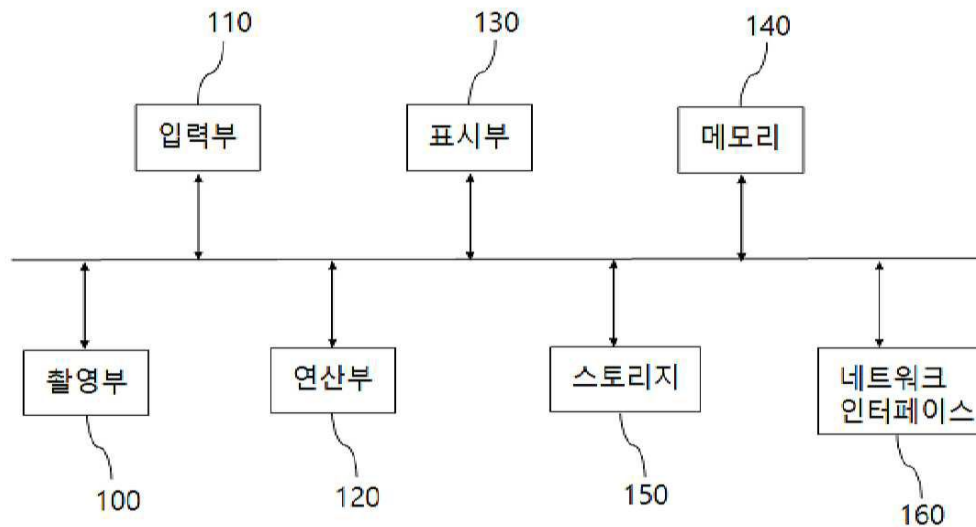
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 치아 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공방법

(57) 요약

본 발명은 치아의 미백 효과를 정량적으로 예측하기 위한 정보제공방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 정량적 광-유도 형광(quantitative light-induced fluorescence, QLF)을 이용하여 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나를 촬영하는 단계를 포함하는, 치아의 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0088 (2013.01)

A61C 19/04 (2013.01)

A61C 19/066 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

정량적 광-유도 형광(quantitative light-induced fluorescence, QLF)을 이용하여 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나를 촬영하는 단계를 포함하는, 치아의 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 치아는 중절치(앞니), 측절치(앞니), 견치(송곳니), 소구치(작은 어금니), 또는 대구치(큰 어금니)인, 정보제공방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 촬영하는 단계는 백색 사진 및 형광 사진 모두를 촬영하는 것인, 정보제공방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 백색 사진 또는 상기 형광 사진으로부터 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값 중 적어도 하나를 측정하는 단계를 더 포함하는, 정보제공방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값 중 적어도 하나는 상기 백색 사진 또는 상기 형광 사진에서 하나의 스팟(spot)에서 측정된 값 또는 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값인, 정보제공방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 스팟은 직경이 0.1 내지 10 cm인 원형의 형상인, 정보제공방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 백색 사진 및 상기 형광 사진 각각으로부터 얻어진 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값을 하기 식 1에 대입하여 총 색차인 ΔE^* 값을 측정하는 단계를 더 포함하는, 정보제공방법:

[식 1]

$$\Delta E^* = (A \times WL^* + B \times Wa^* + C \times Wb^*) - (D \times FL^* + E \times Fa^* + F \times Fb^*) + G$$

상기 식 1에서,

상기 A는 -0.38 내지 -0.18의 유리수이고, 상기 B는 0.52 내지 0.72의 유리수이며, 상기 C는 0.82 내지 1.2의 유리수이고, 상기 D는 0.22 내지 0.42의 유리수이며, 상기 E는 0.85 내지 0.95의 유리수이고, 상기 F는 0.10 내지 0.30의 유리수이며, 상기 G는 15 내지 20의 유리수이고, 상기 WL^* , Wa^* 및 Wb^* 각각은 상기 백색 사진으로부터 얻어진 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값이고, 상기 FL^* , Fa^* 및 Fb^* 각각은 상기 형광 사진으로부터 얻어진 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값이다.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 식 1로부터 얻어진 총 색차인 ΔE^* 값이 클수록 치아 미백 효율이 높을 것으로 예측하는, 정보제공방법.

청구항 9

제4항에 있어서,

상기 백색 사진으로부터 측정된 L^* 값이 52 내지 53 이하이고, 상기 백색 사진으로부터 측정된 b^* 값이 8 내지 9 이하인 경우, 치아 미백 효율이 높을 것으로 예측하는, 정보제공방법.

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 백색 사진으로부터 측정된 L^* 값이 52 내지 53 초과이고, 상기 형광 사진으로부터 측정된 b^* 값이 10 내지 11 초과인 경우, 치아 미백 효율이 낮을 것으로 예측하는, 정보제공방법.

청구항 11

정량적 광-유도 형광(quantitative light-induced fluorescence, QLF)을 이용하여 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나를 촬영하기 위한 촬영부;

상기 촬영부에서 얻어진 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나로부터 측정된 색조 값이 입력되는 입력부; 및

상기 입력부에서 획득된 색조 값으로부터 치아의 미백 효과를 예측하는 연산부를 포함하는, 치아 미백의 효과를 예측하기 위한 정보제공장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 촬영부는 백색 사진 및 형광 사진을 모두 촬영하는, 정보제공장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 입력부는 상기 백색 사진 또는 상기 형광 사진으로부터 측정된 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값 중 적어도 하나가 입력되는, 정보제공장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 상기 백색 사진 및 상기 형광 사진 각각으로부터 얻어진 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값을 하기 식 1에 대입하여 총 색차인 ΔE^* 값을 측정하는 것인, 정보제공장치:

[식 1]

$$\Delta E^* = (A \times WL^* + B \times Wa^* + C \times Wb^*) - (D \times FL^* + E \times Fa^* + F \times Fb^*) + G$$

상기 식 1에서,

상기 A는 -0.38 내지 -0.18의 유리수이고, 상기 B는 0.52 내지 0.72의 유리수이며, 상기 C는 0.82 내지 1.2의 유리수이고, 상기 D는 0.22 내지 0.42의 유리수이며, 상기 E는 0.85 내지 0.95의 유리수이고, 상기 F는 0.10 내지 0.30의 유리수이며, 상기 G는 15 내지 20의 유리수이고, 상기 WL^* , Wa^* 및 Wb^* 각각은 상기 백색 사진으로부터 얻어진 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값이고, 상기 FL^* , Fa^* 및 Fb^* 각각은 상기 형광 사진으로부터 얻어진 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값이다.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 연산부에서는 식 1로부터 얻어진 총 색차인 ΔE^* 값이 2 이상인 경우 치아 미백 효율이 높을 것으로 예측하는, 정보제공장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 연산부에서는, 상기 입력부에서 입력된 상기 백색 사진으로부터 측정된 L^* 값이 52 내지 53 이하이고, 상기 백색 사진으로부터 측정된 b^* 값이 8 내지 9 이하인 경우, 치아 미백 효율이 높을 것으로 예측하는, 정보제공장치.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 연산부에서는, 상기 입력부에서 입력된 상기 백색 사진으로부터 측정된 L^* 값이 52 내지 53 초과이고, 상기 형광 사진으로부터 측정된 b^* 값이 10 내지 11 초과인 경우, 치아 미백 효율이 낮을 것으로 예측하는, 정보제공장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 장치는, 상기 연산부에서 평가한 결과를 표시하기 위한 표시부;

상기 입력부 또는 연산부의 동작을 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 데이터들을 임시 저장할 수도 있도록 하는 메모리;

휘발성 또는 비휘발성 저장매체를 포함하는 스토리지; 및

네트워크를 통해 다른 단말기와 유무선 통신을 수행할 수 있게 하는 네트워크 인터페이스; 중 적어도 하나를 더 포함하는, 정보제공장치.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 치아의 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 치아는 법랑질과 상아질의 두 개의 층으로 구성되어 있는데, 이 법랑질에 형성되어 있는 미세 구멍에 오랜 기간에 걸쳐 음식물의 색소가 들어가 치아가 누렇게 변색된다. 음식물에 의한 변색은 대개 양치질과 스케일링으로 대부분 개선되지만, 이런 방법으로 해결되지 않는 치아의 변색을 하얗게 만드는 것을 치아 미백이라 말하며, 보통은 미백제가 치아 내부로 스며들어가 색소를 분해하는 원리를 이용하고 있다.

[0003] 일반적으로 미백제로 과산화수소가 사용되고 있다. 과산화수소는 산소자유기 또는 퍼하이드록실(perhydroxyl) 자유기를 방출하고, 이어서, 방출된 자유기(라디칼)는 매우 불안정하여 전자친화성을 가지며 다른 유기질 분자와 결합하여 안정성을 얻으면서 계속적으로 자유기를 생성함으로써 치아 미백이 진행된다. 반응을 좀 더 살펴보면, 과산화수소는 치질의 삼투성을 증가시켜 이온이 치질내 쉽게 이동하도록 하여 치아 경조직의 유기성분 및 색소를 나타내는 분자에 산화-환원 반응(redox reaction)하여 물과 이산화탄소로 분해되는 과정을 거치게 된다.

[0004] 전통적으로, 임상가들은 환자의 치아 미백 효과를 예측하기 위하여 치아 색조를 셰이드 가이드(shade guide)에 적용하여 왔다. 그러나 색조가 같아보여도 환자 특성이나 치아 구조, 성분 등에 따라 미백 반응은 다르게 나타날 수 있다. 그럼에도 현재까지 치아 미백의 예측 모형은 치아 색조만을 이용하여 개발되고 있을 뿐이다. 따라서 보다 정확하게 치아 미백 효과를 예측할 수 있는 방법에 대한 연구 및 개발이 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 일 목적은 정량적 광-유도 형광-디지털법(quantitative light-induced fluorescence digital, QLF-D)을 이용하여 치아의 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공방법을 제공하고자 한다.
- [0006] 본 발명의 다른 목적은 정량적 광-유도 형광-디지털 장치(QLF-D)를 이용하여 치아의 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공장치를 제공하고자 한다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 보다 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 구현 예에 따르면, 정량적 광-유도 형광(quantitative light-induced fluorescence, QLF)을 이용하여 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나를 촬영하는 단계를 포함하는, 치아의 미백 효과를 예측하기 위한 정보제공방법에 관한 것이다.
- [0009] 본 발명에서 상기 "정량적 광-유도 형광(quantitative light-induced fluorescence, QLF)"은 405 nm의 광원을 조사하여 치아 내 발형광단(fluorophore)에 의하여 발현되는 자가 형광을 디지털 카메라(digital camera)를 통해 시각화하는 광학적 기술로, 본 발명에서는 백색광 및/또는 형광의 광원(예, LED), 바람직하게는 백색광과 형광의 광원을 모두 포함하는 QLF 장비로 치아를 촬영할 수 있다.
- [0010] 본 발명은 중절치(앞니), 측절치(앞니), 견치(송곳니), 소구치(작은 어금니), 또는 대구치(큰 어금니)의 다양한 치아에 있어서 미백 효과를 예측할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0011] 본 발명에서는 치아의 일 부위 또는 전 부위를 QLF로 촬영할 수 있으며, 촬영 부위를 특별히 제한하지 않는다.
- [0012] 본 발명에서는 치아에 미백 처리 전, 미백 처리 중 또는 미백 처리 후 QLF로 촬영할 수 있으나, 바람직하게는 치아의 미백 처리 전에 QLF를 촬영할 수 있다.
- [0013] 본 발명에서는 상기와 같이 QLF로 치아를 촬영하여 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나, 바람직하게는 형광 사진, 보다 바람직하게는 백색 사진 및 형광 사진을 얻을 수 있다.
- [0014] 본 발명에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 얻어진 백색 사진으로부터 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값 중 적어도 하나를 측정할 수 있으며, 이하 상기 백색 사진으로부터 얻어진 L^* 값은 ' WL^* ', 상기 백색 사진으로부터 얻어진 a^* 값은 ' Wa^* ', 상기 백색 사진으로부터 얻어진 b^* 값은 ' Wb^* '로 표시한다.
- [0015] 또한, 본 발명에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 얻어진 형광 사진으로부터 L^* 값, a^* 값 및 b^* 값 중 적어도 하나를 측정할 수 있으며, 이하 상기 형광 사진으로부터 얻어진 L^* 값은 ' FL^* ', 상기 형광 사진으로부터 얻어진 a^* 값은 ' Fa^* ', 상기 형광 사진으로부터 얻어진 b^* 값은 ' Fb^* '로 표시한다.
- [0016] 본 발명에서 상기 L^* , a^* 및 b^* 값은 국제조명협회(Commission International d'Eclairage, CIE)에서 제안한 CIE L^* , a^* , b^* 모델을 기준으로 한 것으로, 상기 L^* 은 광도(밝기) 요소이며, a^* 및 b^* 는 각각 초록(- a^*)에서 빨강(+ a^*), 파랑(- b^*)에서 노랑(+ b^*)까지의 범위를 나타내는 색조 요소를 나타낸다.
- [0017] 또한, 본 발명에서 상기 WL^* , Wa^* 및 Wb^* 값 각각은 상기 백색 사진 중 어느 한 임의의 스팟(spot)에서 측정된 값일 수 있고, 혹은 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 여기서 상기 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값인 경우, 복수의 스팟은 일부 면적이 겹치거나 겹치지 않을 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에서 상기 FL^* , Fa^* 및 Fb^* 값 각각은 상기 형광 사진 중 어느 한 임의의 스팟에서 측정된 값일 수 있고, 혹은 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 여기서 상기 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값인 경우, 복수의 스팟은 일부 면적이 겹치거나 겹치지 않을 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명에서 상기 WL^* , Wa^* 및 Wb^* 값 각각은 복수의 치아의 백색 사진 중 복수의 치아의 임의의 스팟에서 측정된 값의 평균 값일 수 있고, 혹은 복수의 치아의 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0020] 또한, 본 발명에서 상기 FL^* , Fa^* 및 Fb^* 값 각각은 복수의 치아의 백색 사진 중 복수의 치아의 임의의 스팟에서 측정된 값의 평균 값일 수 있고, 혹은 복수의 치아의 복수의 스팟에서 측정된 값의 평균 값일 수 있으나, 이

에 제한되는 것은 아니다.

- [0021] 본 발명에서 상기 WL^* , Wa^* , Wb^* , FL^* , Fa^* 및 Fb^* 값을 측정하기 위한 임의의 스팟의 형상이나 크기는 특별히 제한하지 않으나, 예를 들면 직경이 0.1 내지 10 cm, 바람직하게는 직경이 0.5 내지 5 cm, 보다 바람직하게는 직경이 1 cm인 원형일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 예시에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 측정된 WL^* , Wa^* , Wb^* , FL^* , Fa^* 및 Fb^* 값을 하기 식 1에 대입하여 총 색차인 ΔE^* 값을 측정할 수 있다:
- [0023] [식 1]
- [0024]
$$\Delta E^* = (A \times WL^* + B \times Wa^* + C \times Wb^*) - (D \times FL^* + E \times Fa^* + F \times Fb^*) + G$$
- [0025] 상기 식 1에서,
- [0026] 상기 A는 -0.38 내지 -0.18의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 -0.30 내지 -0.24의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 -0.28 내지 -0.26의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 -0.274일 수 있다.
- [0027] 상기 B는 0.52 내지 0.72의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.59 내지 0.65의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.61 내지 0.62의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.615일 수 있다.
- [0028] 상기 C는 0.82 내지 1.2의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.89 내지 0.94의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.91 내지 0.92의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.916일 수 있다.
- [0029] 상기 D는 0.22 내지 0.42의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.29 내지 0.35의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.31 내지 0.32의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.316일 수 있다.
- [0030] 상기 E는 0.85 내지 0.95의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.83 내지 0.88의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.85 내지 0.86의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.852일 수 있다.
- [0031] 상기 F는 0.10 내지 0.30의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.17 내지 0.23의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.19 내지 0.20의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.195일 수 있다.
- [0032] 상기 G는 15 내지 20의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 17.44 내지 19.44의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 18.4 내지 18.5의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 18.44일 수 있다.
- [0033] 본 발명에서 상기 식 1로부터 얻어진 총 색차인 ΔE^* 값이 클수록 치아 미백이 유효하게 이루어질 것, 즉 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 높을 것으로 예측할 수 있고, 바람직하게는 ΔE^* 값이 2 이상, 2.0 내지 3.7 이상인 경우 치아 미백 효율이 뛰어날 것으로 예측할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 다른 예시에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 측정된 WL^* 의 값이 52 내지 53 이하, 바람직하게는 52.8 이하이고, 상기 Wb^* 가 8 내지 9 이하, 바람직하게는 8.8 이하인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 높을 것으로 예측할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 예시에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 측정된 WL^* 의 값이 52 내지 53 이하, 바람직하게는 52.8 이하이고, 상기 Wb^* 가 8 내지 9 초과, 바람직하게는 8.8 초과인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 중간 정도일 것으로 예측할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 예시에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 측정된 WL^* 의 값이 52 내지 53 초과, 바람직하게는 52.8 초과이고, 상기 Fb^* 가 10 내지 11 초과, 바람직하게는 10.5 초과인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 낮을 것으로 예측할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 또 다른 예시에서는 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 상기 측정된 WL^* 의 값이 52 내지 53 초과, 바람직하게는 52.8 초과이고, 상기 Fb^* 가 10 내지 11 이하, 바람직하게는 10.5 이하인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 중간 정도일 것으로 예측할 수 있다.
- [0038] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 치아 미백 효과의 예측 기준을 나타낸 도면이다. 구체적으로 QLF로 촬영한 치아의 목적하는 부위를 촬영한 백색 사진의 임의의 스팟에서 측정된 (1) WL^* 의 값이 52.8 이하이고, 상기 백색 사진의 임의의 스팟에서 측정된 Wb^* 가 8.8 이하인 경우, 치아 미백 효율이 높을 것으로 예측할 수 있으며, (2) WL^* 의 값이 52.8 초과이고, QLF로 촬영한 치아의 목적하는 부위를 촬영한 형광 사진의 임의의 스팟에서 Fb^* 가 10.5 초과인 경우, 치아 미백 효율이 낮을 것으로 예측할 수 있다.

- [0040] 본 발명의 다른 구현 예에 따르면, 정량적 광-유도 형광(quantitative light-induced fluorescence, QLF)을 이용하여 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나를 촬영하기 위한 촬영부;
- [0041] 상기 촬영부에서 얻어진 치아의 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나로부터 측정된 색조 값이 입력되는 입력부; 및
- [0042] 상기 입력부에서 획득된 색조 값으로부터 치아의 미백 효과를 예측하는 연산부를 포함하는, 치아 미백의 효과를 예측하기 위한 정보제공장치에 관한 것이다.
- [0043] 본 발명에서 상기 촬영부는 정량적 광-유도 형광을 이용하여 치아의 자가 형광을 촬영이 가능한 디지털 카메라(digital camera)를 포함할 수 있고, 백색광 및/또는 형광의 광원, 바람직하게는 백색광과 형광의 광원을 모두 포함할 수 있다.
- [0044] 본 발명에서 상기 촬영부에 의해 상기와 같이 QLF로 치아를 촬영하여 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나, 바람직하게는 형광 사진, 보다 바람직하게는 백색 사진 및 형광 사진을 얻을 수 있다.
- [0045] 본 발명에서 상기 입력부에서는 상기 촬영부에서 얻어진 백색 사진 및 형광 사진 중 적어도 하나로부터 색조 값이 측정 및 입력될 수 있고, 바람직하게는 상기 백색 사진으로부터 얻어진 WL^* 값, Wa^* 값 및 Wb^* 값 중 적어도 하나를 측정하여 입력될 수 있고, 혹은 상기 형광 사진으로부터 얻어진 FL^* 값, Fa^* 값 및 Fb^* 값 중 적어도 하나를 측정하여 입력될 수 있다.
- [0046] 본 발명에서 상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 WL^* , Wa^* , Wb^* , FL^* , Fa^* 및 Fb^* 값 중 적어도 하나를 이용하여 치아 미백의 효과를 예측할 수 있다.
- [0047] 본 발명의 일 예시에서, 상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 WL^* , Wa^* , Wb^* , FL^* , Fa^* 및 Fb^* 값을 하기 식 1에 대입하여 총 색차인 ΔE^* 값을 측정할 수 있다:
- [0048] [식 1]
- [0049]
$$\Delta E^* = (A \times WL^* + B \times Wa^* + C \times Wb^*) - (D \times FL^* + E \times Fa^* + F \times Fb^*) + G$$
- [0050] 상기 식 1에서,
- [0051] 상기 A는 -0.38 내지 -0.18의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 -0.30 내지 -0.24의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 -0.28 내지 -0.26의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 -0.274일 수 있다.
- [0052] 상기 B는 0.52 내지 0.72의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.59 내지 0.65의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.61 내지 0.62의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.615일 수 있다.
- [0053] 상기 C는 0.82 내지 1.2의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.89 내지 0.94의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.91 내지 0.92의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.916일 수 있다.
- [0054] 상기 D는 0.22 내지 0.42의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.29 내지 0.35의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.31 내지 0.32의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.316일 수 있다.
- [0055] 상기 E는 0.85 내지 0.95의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.83 내지 0.88의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.85 내지 0.86의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.852일 수 있다.
- [0056] 상기 F는 0.10 내지 0.30의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 0.17 내지 0.23의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.19 내지 0.20의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 0.195일 수 있다.
- [0057] 상기 G는 15 내지 20의 유리수일 수 있고, 바람직하게는 17.44 내지 19.44의 유리수일 수 있으며, 보다 바람직하게는 18.4 내지 18.5의 유리수일 수 있고, 가장 바람직하게는 18.44일 수 있다.
- [0058] 본 발명의 연산부에서 상기 식 1로부터 얻어진 총 색차인 ΔE^* 값이 클수록 치아 미백이 유효하게 이루어질 것, 즉 치아 미백 효율이 높을 것으로 예측할 수 있고, 바람직하게는 ΔE^* 값이 2 이상, 2.0 내지 3.7 이상인 경우 치아 미백 효율이 떨어날 것으로 예측할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 다른 예시에서, 상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 WL^* 의 값이 52 내지 53 이하, 바람직하게는 52.8 이하이고, 상기 Wb^* 가 8 내지 9 이하, 바람직하게는 8.8 이하인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백

효율이 높을 것으로 예측할 수 있다.

- [0060] 본 발명의 또 다른 예시에서, 상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 WL*의 값이 52 내지 53 이하, 바람직하게는 52.8 이하이고, 상기 Wb*가 8 내지 9 초과, 바람직하게는 8.8 초과인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 중간 정도일 것으로 예측할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 또 다른 예시에서, 상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 WL*의 값이 52 내지 53 초과, 바람직하게는 52.8 초과이고, 상기 Fb*가 10 내지 11 초과, 바람직하게는 10.5 초과인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 낮을 것으로 예측할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 또 다른 예시에서, 상기 연산부에서는 상기 입력부에서 입력된 WL*의 값이 52 내지 53 초과, 바람직하게는 52.8 초과이고, 상기 Fb*가 10 내지 11 이하, 바람직하게는 10.5 이하인 경우, 해당 치아에 미백 처리 시 미백 효율이 중간 정도 일 것으로 예측할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 장치에서는 상기 연산부에서 예측한 결과를 표시하기 위한 표시부를 더 포함할 수 있다. 본 발명에서 상기 표시부는 디스플레이 및 스피커 등의 출력수단으로 구성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0064] 본 발명의 장치에서는 상기 입력부 또는 연산부의 동작을 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 데이터들을 임시 저장할 수도 있도록 하는 메모리를 더 포함할 수 있다. 본 발명에서 상기 메모리는 ROM(Read Only Memory) 및 RAM(Random Access Memory) 등을 포함할 수 있다.
- [0065] 또한, 본 발명의 장치에서는 상기 메모리와 같이 다양한 종류의 휘발성 또는 비휘발성 저장매체를 포함하는 스토리지를 더 포함할 수 있다. 상기 스토리지는 인터넷(Internet) 상에서 메모리의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(Web storage)로 구현될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0066] 또한, 본 발명의 장치는 네트워크를 통해 다른 단말기와 유무선 통신을 수행할 수 있게 하는 네트워크 인터페이스를 추가로 더 포함할 수 있다. 본 발명에서 상기 네트워크 인터페이스는 무선 인터넷, 이동 통신, 및 근거리 통신 등의 통신기술 중 어느 하나 이상을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0067] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 치아 미백의 효과를 예측하기 위한 정보제공장치를 나타낸 도면으로, 촬영부(100), 입력부(110), 연산부(120), 표시부(130), 메모리(140), 스토리지(150) 및 네트워크 인터페이스(160)를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0068] 본 발명에서는 정량적 광-유도 형광-디지털법을 이용하여 비교적 정확하고 신속하게 치아에 미백 처리 시 그 효율 정도를 정량적으로 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0069] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 치아 미백의 효과를 예측하기 위한 정보제공 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편의 치아 협면 및 치아 단면에 대하여 백색 사진 및 형광 사진을 촬영한 결과를 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편의 백색 사진 및 형광 사진에서 CIELAB 수치를 얻기 위해 부위를 설정하는 일 예시를 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예 1에서 치아 미백을 수행한 치아 시편에 대하여 라만 분광법으로 치아의 성분을 분석하기 위해 부위를 설정하는 일 예시를 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편에 대하여 치아의 무기물 피크와 유기물 피크의 위치와 강도를 나타낸 라만 그래프를 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편에 대하여 라만 분광 분석 후 분자의 진동 위치에 따른 강도를 수치화하여 값을 비교하여 그래프로 나타낸 것이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편에 대해 치아 미백을 시행한 후 치아의 색조, 형광 및 성분 변화를 분석한 사진을 나타낸 것이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편에 대해 치아 미백의 시행 전, 후의 라만 그래프를 비교한 결과를 나

타낸 것이다.

도 9는 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편에 대한 백색 사진에서 색조 변화 값인 ΔE^* 와 치아 미백 전 각 색조 변수(Lab) 와의 상관 관계를 선형 회귀식으로 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명의 실시예 1에서 치아 시편에 대한 형광 사진에서 색조 변화 값인 ΔE^* 와 치아 미백 전 각 색조 변수(Lab) 와의 상관 관계를 선형 회귀식으로 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 치아 미백 효과의 예측 기준을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로서, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

실시예

[실시예 1]

1. 시편의 준비

발치된 사람의 치아를 절단하여 총 61개의 시편을 획득하고, 35% 과산화수소에 1시간 동안 침적하여 치아 미백을 수행하였다.

2. QLF-D 촬영 및 CIELAB 분석

치아 시편에 대하여 미백 전과 후에 있어서, 백색광과 형광의 LED가 부착된 QLF-D를 이용하여 다음의 조건으로 상기 1.에서 준비한 시편에 대한 백색 사진과 형광 사진을 촬영하였다: 백색 사진; SS 1/60s, AV 13.0, ISO 1600, 형광 사진; SS 1/45s, AV 9.0, ISO 1600. 도 2는 상기의 조건으로 치아 미백 전 어느 일 시편의 치아 협면 및 치아 단면에 대하여 백색 사진 및 형광 사진을 촬영한 결과를 나타낸 것이다. 이후 이미지 J 프로그램(image J program)을 이용하여 각 사진을 불러온 후 도 3에서 보는 바와 같이 원하는 부위를 1mm의 원형으로 설정하고 CIELAB 수치를 얻었다.

3. 치아의 성분 분석

라만 분광법(Raman spectrometry)을 이용하여 상기 1.에서 준비한 치아 미백 전 시편에 대하여 도 4에 나타난 부위에 치아의 성분을 분석하였다. 도 5에 나타난 바와 같이 얻어진 라만 그래프를 통하여 치아의 무기물 피크와 유기물 피크의 위치와 강도(intensity)를 확인할 수 있었다. 또한, 분자의 진동 위치에 따른 강도를 수치화하여 값을 비교할 수 있으며, 특히 가장 높은 강도를 나타내는 진동 1 부분에서는 결정도를 나타내는 FWHM 및 라만 형광 데이터인 FI 수치 등을 얻을 수 있었다. 그 결과는 도 6과 같고, 이때 RRI(Raman relative intensity)는 무기물 정보를 나타내고, FI(fluorescence intensity)는 법랑질 측정 시 라만에서 나타나는 뚜렷한 형광 특징으로, 무기-유기 인터페이스(organic-inorganic interface)를 의미하며, 이는 무기물과 유기물이 화학적으로 연결되어 있는 부분을 의미한다. 또한, 도 6의 그래프에서 FWHM(full width of half maximum)이 증가하는 것, 즉 폭이 좁아지는 것은 결정도가 높아지는 것을 의미한다.

4. CIELAB 값과 라만 성분 분석의 상관 관계 분석

상기 2.에서 치아 미백 전 시편에 대하여 백색 사진 및 형광 사진으로부터 얻어진 CIELAB 수치 값과 상기 3.에서 얻어진 라만 성분 분석 결과를 비교하여 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

법랑질 표면에서 라만 강도와 CIELAB 값의 상관 관계

	$v_1 \text{ PO}_4^{3-}$	$v_2 \text{ PO}_4^{3-}$	$v_4 \text{ PO}_4^{3-}$	CO_3	FWHM	FI
백색 사진						

L*	-0.094	-0.168	-0.113	-0.023	0.131	-0.084
a*	-0.030	0.055	0.105	-0.115	-0.051	0.246
b*	0.002	0.248	0.268*	0.052	-0.166	0.350**
형광 사진						
L*	0.101	0.150	-0.053	-0.031	-0.271*	0.042
a*	-0.042	0.057	0.198	-0.073	-0.057	0.275*
b*	0.087	0.293*	0.228	-0.134	-0.433***	0.450***
피어슨 상관계수, P<0.05*, P<0.001**, P<0.001***						

[0084] 상기 표 1에서 보는 바와 같이, 법랑질에서 백색광의 색조보다는 형광에서 치아의 성분과 통계적으로 유의한 관련성이 나타난 변수가 많이 확인되었다. 특히 형광 사진에서 치아의 황색도(yellowness)(b*)는 법랑질의 결정도를 나타내는 FWHM($r=-0.433$, $p<0.001$) 및 무기물-유기물 인터페이스 수치를 나타내는 FI($r=0.450$, $p<0.001$)와 중등도의 관련성이 나타났다. 따라서, 실제 임상에서는 치아의 QLF-D 형광 사진을 통해 법랑질의 성분, 결정도 및 무기물-유기물 인터페이스를 유추할 수 있고, 이를 이용하여 치아 미백 효과를 예측할 수 있다.

[0085] 5. 치아 미백 전, 후의 변화

[0086] 상기 1.에서 치아를 과산화수소에 침적시키는 것으로 치아 미백을 시행한 후에 치아의 색조, 형광 및 성분 변화를 확인하고 비교 및 분석하였다. 그 결과 도 7에서 나타난 바와 같이 치아 미백 후 색조가 밝아지는 변화와 함께 자연 형광이 어두워지는 것을 관찰할 수 있었고, 치아의 성분 역시 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 법랑질 표면에서 치아 미백 전, 후의 라만 그래프를 비교하였고, 그 결과는 도 8에 나타내었다. 비율 계산(RRI/FI)을 통해 치아 미백 전에 비하여 치아 미백 후 무기물 변화 보다는 FI, 즉 무기물-유기물 인터페이스가 특히 감소하였던 것을 확인하였다. 또한, QLF 형광 및 라만 분석을 통해 치아 미백 후 발형광단(fluorophore)이 산화되었음을 확인할 수 있었다. 또한, 백색 사진 및 형광 사진 각각에서 치아 미백 후 $\Delta RRI/FI$ 와, ΔL^* , Δa^* , Δb^* 값과의 상관 관계를 분석하여 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0087] 치아 미백 후 $\Delta RRI/FI$ 와, ΔL^* , Δa^* , Δb^* 값과의 상관 관계

	백색 사진		형광 사진	
	r	p-value	r	p-value
ΔL^*	-0.113	0.362	0.207	0.093
Δa^*	-0.249	0.042	-0.279	0.022
Δb^*	0.098	0.429	-0.330	0.006
r: 피어슨 상관 계수				

[0088] 상기 표 2에서 보는 바와 같이, 치아 미백 전후 변화량에 대한 상관성 분석 결과에서도 형광 사진에서의 변화가 백색 사진에서의 변화 보다 치아 미백과 관련성이 높았으며, 치아 미백 처치 후 성분 변화에 따라 형광의 변화가 나타나는 것을 통해 형광 변수는 치아 미백과도 관련성이 있는 변수였으므로 미백 효과의 예측 모형에 적용 가능함을 확인할 수 있었다.

[0089] 6. 백색 사진 및 형광 사진에서 ΔE^* 도출을 위한 수식 설정

[0090] 치아 미백 효과의 예측 모형을 개발하기 위하여, 상기 2.에서 얻어진 시편의 협면에서의 백색 사진 및 형광 사진에 있어서 ΔE^* 값을 도출하기 위한 새로운 수식을 개발하였고, 이는 하기 식 2와 같다:

[0091] [식 2]

[0092]
$$\Delta E^* = -0.274 \times WL^* + 0.615 \times Wa^* + 0.916 \times Wb^* - 0.316 \times FL^* - 0.852 \times Fa^* - 0.195 \times Fb^* + 18.440$$

[0093] 7. 백색 사진에서 ΔE^* 도출을 위한 수식 설정

[0094] 백색 사진 및 형광 사진 모두를 이용한 상기 식 2의 치아 미백 효과 예측 정확도를 비교하기 위하여, 비교예로서 백색 사진만을 이용하여 ΔE^* 값을 도출하기 위한 식 3은 다음과 같다:

[0095] [식 3]

[0096] $\Delta E^* = -0.278 \times WL^* + 0.253 \times Wa^* + 0.569 \times Wb^* + 21.700$

[0097] 8. 치아 미백 효과의 예측의 정확도

[0098] 상기 6. 및 7.에서 얻어진 ΔE^* 값과 실제 치아 미백 효과의 상관 관계를 분석하여 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

[0099]

	R	R^2	F	p-value
식 2의 ΔE^*	0.607	0.368	6.020	<0.001
식 3의 ΔE^*	0.508	0.258	7.550	<0.001

R: 피어슨 상관 계수; R^2 : 결정 계수

[0100] 상기 표 3에서 보는 바와 같이, 백색 사진 및 형광 사진에서 얻어진 CIELAB 값을 토대로 식 2로부터 얻어진 ΔE^* 값이, 백색 사진만을 이용하여 얻어진 CIELAB 값을 토대로 식 3으로부터 얻어진 ΔE^* 값에 비하여 피어슨 상관 계수(R) 및 결정 계수(R^2)가 11% 증가하였으며, 즉 실제 미백 효과와 현저히 높은 상관 관계를 나타내는 것을 볼 수 있었다.

[0101] 9. 백색 사진 또는 형광 사진 만을 이용한 치아 미백 효과의 예측

[0102] 백색 사진 또는 형광 사진 각각에서 색조 변화 값인 ΔE^* 와 치아 미백 전 각 색조 변수(Lab) 와의 상관 관계로도 9 및 10에 선형 회귀식으로 나타낸 것이다. 도 9의 백색 사진에서 ΔE^* 와 치아 미백 전 각 색조 변수와의 선형 회귀식으로는 다음과 같으며 각 도면의 상단부에 표시된 바와도 같다: WL^* 값 ($\Delta E^* = -0.277 \times L^* + 26.091$), Wa^* 값 ($\Delta E^* = 0.093 \times a^* + 12.025$), Wb^* 값 ($\Delta E^* = 0.610 \times b^* + 7.444$). 또한, 도 10의 형광 사진에서 ΔE^* 와 치아 미백 전 각 색조 변수와의 선형회귀식은 다음과 같으며 역시 각 도면의 상단부에 표시된 바와 같다: FL^* ($\Delta E^* = -0.060 \times L^* + 14.205$), Fa^* ($\Delta E^* = -0.049 \times a^* + 14.205$), Fb^* ($\Delta E^* = -0.098 \times b^* + 13.021$).

[0103] 그 결과, 도 9의 백색 사진의 색조 변수(WL , Wa , Wb) 중에서 WL , Wb 는 각각 $r = -0.373$ ($p = 0.001$), $r = 0.353$ ($p = 0.001$)로 유의한 선형 관계를 보이긴 하였지만, 도 10의 형광 사진의 색조 변수 (FL , Fa , Fb)는 유의한 상관 관계를 보이지 않았다. 그럼에도 불구하고 상기 표 3에서 보는 바와 같이, 백색 사진과 형광 사진을 조합한 다중 회귀 모델은 백색 사진만으로 예측한 모델보다 형광 사진을 함께 이용한 모델에서 치아 미백 효과의 설명력이 11% 향상되었다.

[0104] 10. 치아 미백 효과의 예측 분류계(classification)의 설정

[0105] 상기 2.에서 얻어진 CIELAB 수치를 이용하여 실제 임상에서 치아 미백 효과를 예측하기 위하여, 의사결정 나무 분석에 기초해 도 11의 치아 미백 효과의 예측 분류계를 설정하였다.

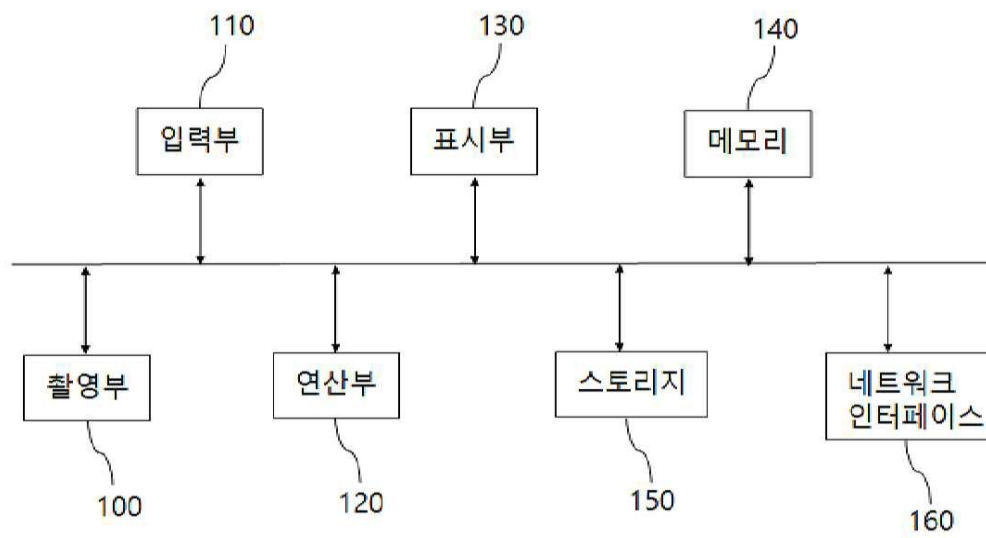
[0106] 11. 결론

[0107] 상기 실험을 통하여 치아의 구성 성분에 따라 자가 형광이 다르게 발현될 수 있는 것이고, 치아 미백 후에도 성분 변화에 따라 형광 강도가 변화함이 나타나 미백과 관련성이 확인되었다. 특히 형광 사진에서의 치아의 황색도의 변수(b^* value)는 치아 미백에도 영향을 미치는 무기질과 관련이 있는 변수였으며, 자연 색에서 보조적으로 사용하여 미백 효과 예측에도 도움이 되었다. 따라서 치아의 색조를 나타내는 백색 사진과와 형광 사진의 조합을 이용하여 미백 효과가 잘 될 것 같은 치아와 잘 되지 않을 것 같은 치아를 구분하는 의사결정에 도움이 될 수 있는 가능성 또한 확인할 수 있었다.

[0108] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

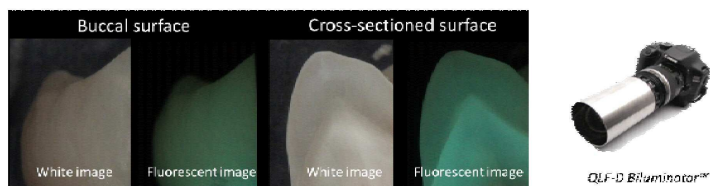
도면

도면1



도면2

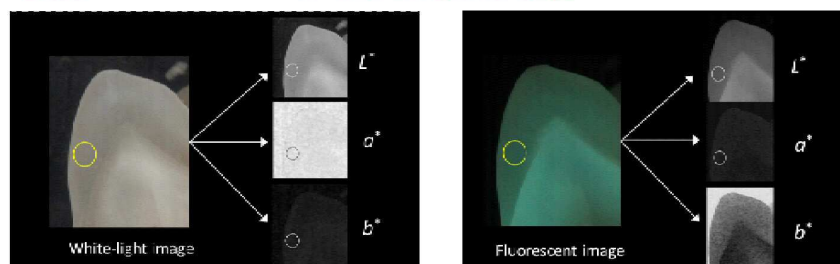
- Digital image acquisition using QLF technology before and after tooth bleaching



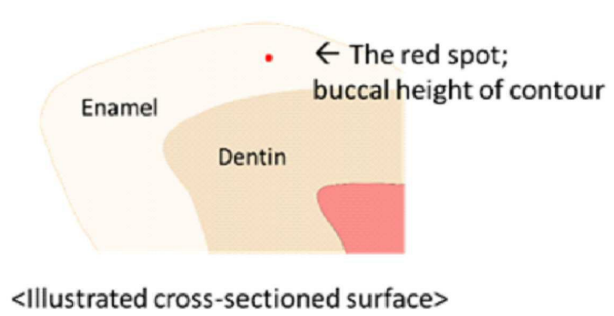
도면3

- Color measurement from QLF images

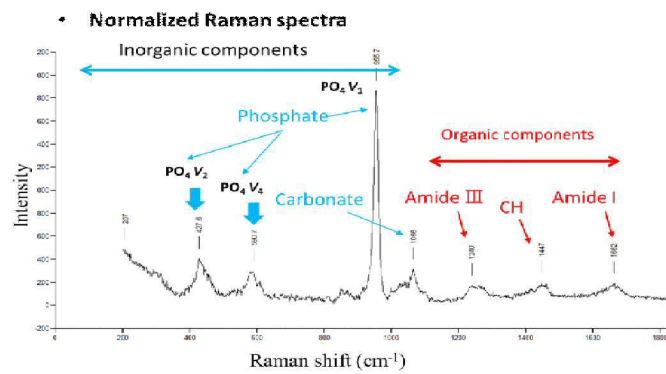
- CIELAB were computed in both white and fluorescence images using Image J program (Size of ROI: 1mm)



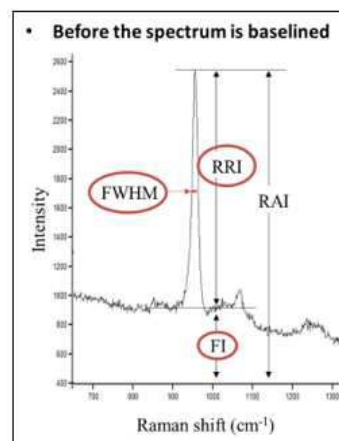
도면4



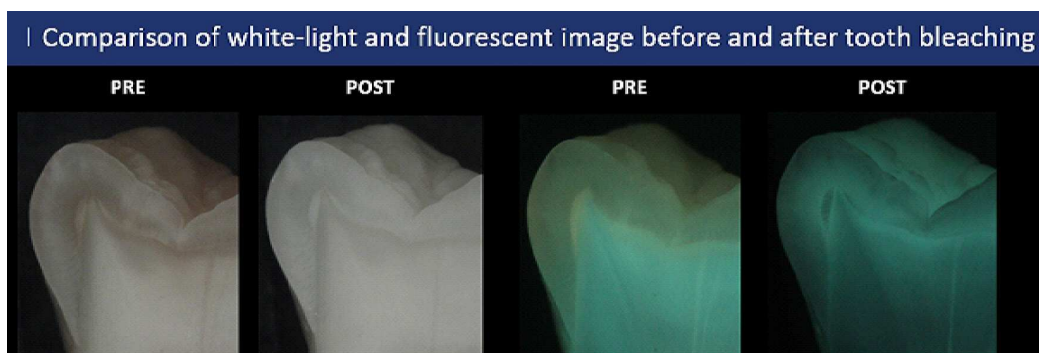
도면5



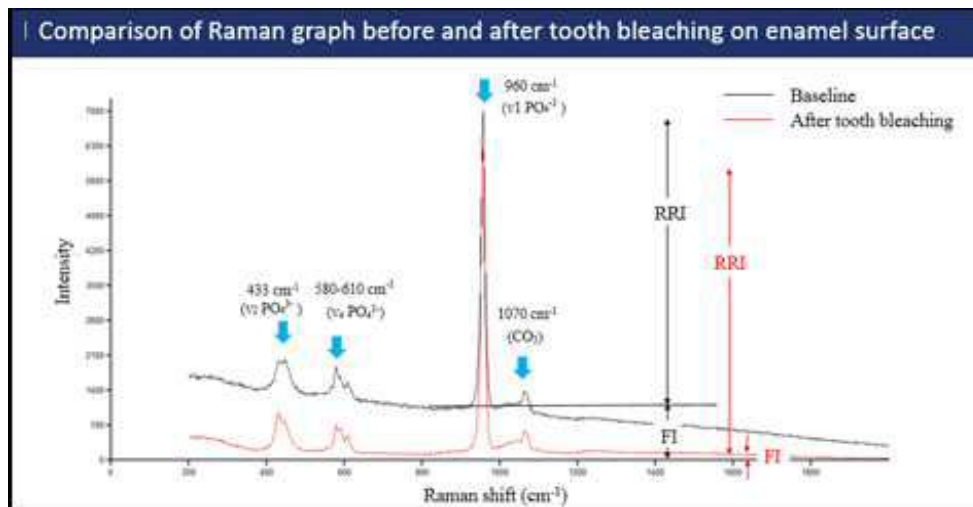
도면6



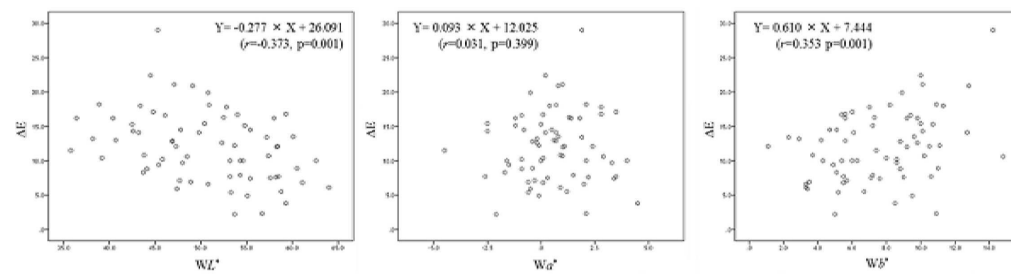
도면7



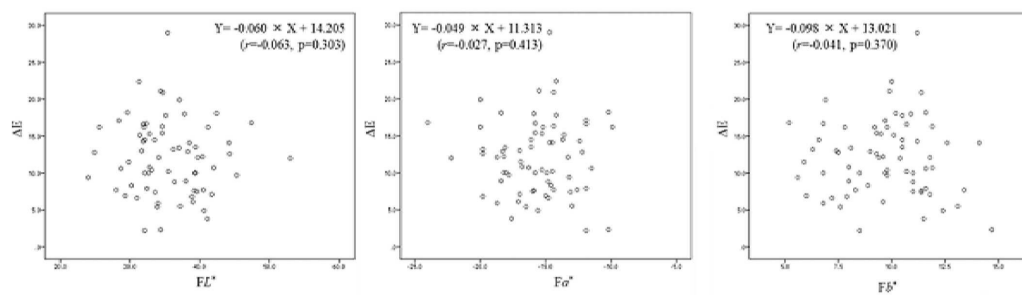
도면8



도면9



도면10



도면11

