



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월22일
 (11) 등록번호 10-1147685
 (24) 등록일자 2012년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 23/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0009176
 (22) 출원일자 2012년01월30일
 심사청구일자 2012년01월30일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100425447 B1
 KR1020010081097 A
 KR1020100073768 A

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
 (72) 발명자
 진재화
 대전광역시 유성구 신성동 한올아파트 110동 1503호
 김준호
 전라남도 목포시 하당동 비파아파트 102동 508호
 양상철
 경기도 파주시 교하읍 동패리 1711번지 책향기마을우남퍼스트빌아파트 1411동 1303호
 (74) 대리인
 변창규, 강경찬

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 최승원

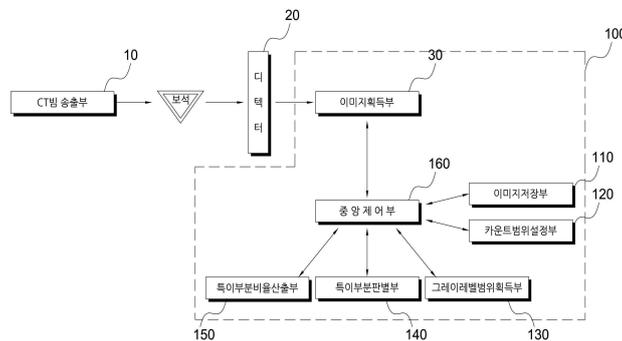
(54) 발명의 명칭 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 단층촬영 기법을 보석 특성 분석에 적용하여 보석을 분석하되, 분석 사례들을 바탕으로 새로운 보석 가치평가 기준을 마련함과 동시에 기준에 부합하여 보석 단층촬영자료를 분석하여 보석의 가치를 보다 정확하게 평가할 수 있는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 분석하고자 하는 보석의 단층촬영 분석을 통하여 해당 보석을 삼차원의 어느 방향으로든지 임의로 절개하여 그 보석의 내부 구조 및 상태를 정밀 관찰할 수 있게 하는 효과를 제공함으로써 종래의 전통적인 방식보다 훨씬 편리하고 정확하게 보석의 가치를 평가할 수 있게 된다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2010-010

부처명 지식경제부

연구사업명 부처임무형

연구과제명 해저코어센터의 코어 비파과 분석, 자료 중합 및 DB구축

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2010.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

보석에 씨티빔을 송출시키는 씨티빔송출부(10)와;

씨티빔송출부를 통해 송출되는 씨티빔을 획득하는 디텍터(20)와;

디텍터(20)에 의해 분석된 보석의 슬라이스 이미지들을 획득하는 이미지획득부(30);를 포함하여 구성되는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치에 있어서,

이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하는 이미지저장부(110)와;

슬라이스 이미지 내에 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하기 위한 카운트범위설정부(120)와;

설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이 레벨범위획득부(130)와;

상기 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분 판별부(140)와;

상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출부(150)와;

상기 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와; 특이부분비율산출부(150) 간의 신호 흐름을 제어하기 위한 중앙제어부(160);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치.

청구항 2

컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치에 있어서,

이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하는 이미지저장부(110)와;

슬라이스 이미지 내에 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하기 위한 카운트범위설정부(120)와;

설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이 레벨범위획득부(130)와;

상기 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분 판별부(140)와;

상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출부(150)와;

상기 특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 획득하여 저장하고 관리하기 위한 전문가의견정보저장부(170)와;

외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 보석 내에서 차지하는 비율 및 감정 정보를 획득하여 출력하는 리포트출력부(180)와;

상기 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와; 특이부분비율산출부(150)와; 전문가의견정보저장부(170)와; 리포트출력부(180) 간의 신호 흐름을 제어하기 위한 중앙제어부(160);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 특이부분비율산출부(150)는,

보석 내 그레이 레벨에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하게 되며, 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 계산하여 전체 픽셀수에서 차지하는 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 픽셀수 비율을 산출하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 특이부분비율산출부(150)는,

모든 슬라이스 이미지 내의 그레이 레벨에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하여 보석의 전체 픽셀값을 구하며, 모든 슬라이스 이미지 내의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하여 보석 내의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 전체 픽셀값을 구하여 전체 보석 대비 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 차지하는 부피 상의 구성 비율을 산출하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치.

청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 카운트범위설정부(120)는,

여백 영역에서 획득되는 그레이 레벨의 최대치를 기준값으로 설정하여 해당 기준값 이하를 여백 영역으로 지정하여 비율 산출에서 제외시키는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치.

청구항 6

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 카운트범위설정부(120)는,

외곽 범위의 위치값을 참조하여 여백 영역의 모든 그레이 레벨값을 제로로 하여 여백 영역을 계산에서 제외시키는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치.

청구항 7

컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법에 있어서,

이미지획득부가 디텍터(20)에 의해 분석된 보석의 슬라이스 이미지들을 획득하는 이미지획득단계(S100)와;

이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 이미지저장부(110)에 저장하는 이미지저장단계(S110)와;

카운트범위설정부(120)가 슬라이스 이미지 내에서 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하는 카운트범위설정단계(S120)와;

그레이레벨범위획득부(130)가 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이레벨범위획득단계(S130)와;

특이부분관별부(140)가 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 관별하는 특이부분관별단계(S140)와;

특이부분비율산출부(150)가 상기 특이부분관별부에 의해 관별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출단계(S150);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 특이부분비율산출단계(S150) 이후에,

특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 획득하여 전문가의견정보저장부(170)에 저장하는 전문가의견정보저장단계(S160)와;

리포트출력부(180)가 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 보석 내에서 차지하는 비율 및 감정 정보를 획득하여 출력하는 리포트출력단계(S170);를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 특이부분비율산출단계(S150)는,

보석 내 그레이 레벨에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하게 되며, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 계산하여 전체 픽셀수에서 차지하는 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 픽셀수 비율을 산출하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 카운트범위설정단계(S120)는,

여백 영역에서 획득되는 그레이 레벨의 최대치를 기준값으로 설정하여 해당 기준값 이하를 여백 영역으로 지정하여 비율 산출에서 제외시키는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 단층촬영 기법을 보석 특성 분석에 적용하여 보석을 분석하되, 분석 사례들을 바탕으로 새로운 보석 가치평가 기준을 마련함과 동시에 기준에 부합하여 보석 단층촬영자료를 분석하여 보석의 가치를 보다 정확하게 평가할 수 있는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

- [0002] 특정 보석의 특성과 품질을 확인하기 위해 흔히 사용되는 파괴식 분석방법들을 보석에 적용하기는 매우 어렵다.
- [0003] 상기 파괴식 분석이란 분석 대상인 보석 그 자체 또는 보석으로부터 일부분을 떼어낸 부시료를 파쇄, 소각, 시약 반응 등 다양한 파괴 공정을 가한 후 후속 분석절차를 통하여 해당 보석의 특성과 품질을 확인하는 것이다.
- [0004] 따라서, 상기 방법이 적용되면 원래의 분석 대상 보석의 일부 또는 전체가 훼손되는 것이 불가피하고 심한 경제적 가치 저하가 야기되므로 보석의 원형을 파괴하지 않은 상태로 특성과 품질을 파악할 수 있는 비파괴 분석 방법이 적용되어야 할 필요가 있었다.
- [0005] 상기 보석에 대한 비파괴 분석 방법으로는 현미경 관찰이나 비중액 검사, 굴절율 검사 등의 고전적인 방법이 있었는데 이러한 방법들은 정확성 및 신뢰성이 부족한 편이며 특히 근래와 같이 보석들에 대한 여러 가지 처리공법들이 발달되고 있는 경우에는 그 실효성이 매우 뒤떨어지는 상황이었다.
- [0006] 최근에는 광물질의 성분을 분석하는 경우에 XRD, FTIR, XRF 등의 기기를 활용하는 사례가 증가하고 있는데 이러한 기기들도 파쇄된 분말시료의 분석에 최적화되어 있어 보석 분석에 적용이 쉽지 않다.
- [0007] 상기 기기들에 특별한 보조장치들을 부착하여 분말되지 않은 원래의 물질을 그대로 분석할 수도 있는데, 분석 대상 물질의 크기와 형태에 따라 그 적용성이 매우 제한적이어서 실제 분석을 실행하면 해당 물질의 표면 또는 가장자리 중심으로 분석이 이루어져 분석치의 신뢰도가 상당히 저하된다.
- [0008] 보석은 종류별로 품위를 평가할 때 사용되는 특성이 서로 다르고 그에 따라 품질 판단 기준도 서로 다른데, 일반적으로 보석의 외피, 공극, 균열, 내포물, 인공주입물 등의 존재 여부는 보석 가치 판단의 주요한 잣대가 된다.
- [0009] 최근에는 이러한 보석 내의 공극 또는 균열을 이물질로 충전하거나 내포물을 아예 이물질로 대체하거나 심지어는 별도의 외피를 입히는 등 다양한 추가적 처리를 함으로써 보석의 정확한 품질 규명을 점점 더 어렵게 하고 있다.
- [0010] 예를 들어, 다이아몬드의 경우에 현재는 다른 보석 감별의 경우와 비슷하게 루뻬(확대기)로 10배 확대한 상태에서 감별이 이루어지는데, 이러한 상태에서 다이아몬드의 주요 특징인 브릴리언스를 저하시킬 만한 균열이나 내포물의 육안 식별 여부가 가치 판단의 주요한 잣대이다.
- [0011] 하지만, 도 1에서 도시한 바와 같이 내포물이 미세한 다이아몬드 즉 Small Inclusion(SI) 다이아몬드의 경우에는 다이아몬드를 10배 확대한 상태에서 내포물의 육안 식별이 쉽지 않고, 보다 상급의 다이아몬드와 브릴리언스의 차이도 확연하지 않아 기존의 방법으로는 품질 구별이 그다지 용이하지 않았다.
- [0012] 나아가 다이아몬드 내부의 이러한 균열이나 간극들을 굴절율이 크게 차이 나지 않는 납유리 등으로 충전하는 경우도 있으며, 루비와 같은 여타 보석들에도 비슷한 처리들이 이루어져 보석의 품위 판단을 점점 더 어렵게 하고 있다.
- [0013] 에메랄드 보석의 경우에는 벽개의 성질이 있어 원래부터 벽개 흠이 많은데 이러한 벽개 틈으로 오일을 주입하여 그 벽개 흠을 가리는 오일처리를 수행하게 된다.
- [0014] 이외에도 여러 가지 보석들에 대해 기타 여러 가지 처리가 시행되는데 예를 들면, 보석 전체를 이물질로 감싸는 코팅처리도 있고 원래 작은 규모의 보석들을 보다 크게 만들기 위해서 접합처리를 하기도 한다.
- [0015] 상기 기술한 바와 같이 보석의 자연적 외피, 공극, 균열, 내포물 등을 식별해 내는 것은 물론이고 원래의 보석에 대한 여러 가지 추가적 처리 여부까지도 잘 식별할 수 있는 방법을 개발하는 것이 보석의 가치를 정확히 평가하기 위해 매우 중요한 것이다.
- [0016] 또한, 보석은 종류별로 그 품위에 관련된 특성이 서로 다를 수 있고 2차 처리 방법도 그에 따라 달라질 수 있어 여러 종류의 보석에 두루 적용할 수 있는 보석 가치 평가 방법을 개발하되 각 보석 특성에 따라 알맞게 세밀화된 보석 가치 평가 척도와 그 척도에 준거한 세부 평가방법을 마련해야 할 필요가 있다.
- [0017] 그래서, 보석 분석 분야에 컴퓨터 단층촬영(Computer Tomography, 이하 CT) 기법을 도입하고 새로운 방법에 걸맞는 보석 가치 판단의 새로운 척도와 방법들을 개발해 내는 것이 시급한 실정이다.
- [0018] CT 기법은 도 2에 도시한 바와 같이, CT빔송출부에 의해 송출된 CT빔이 대상물을 거쳐 디텍터에서 검출된 신

호들을 이용하여 대상물을 3차원 복원한 후 이를 사용자에게 출력시키는 방식이다.

- [0019] 즉, 분석하고자 하는 어떤 물질에 X-ray를 주사하여 그 X-ray가 해당물질 내부를 투과하는 동안 물리적 특성 (예, 밀도) 변화를 인지하고, 이러한 방식의 조사를 물질의 360도 방향으로 모두 시행한 후 그 결과들을 조합하면 결국 그 물질의 내부적 물질 변화들을 3차원으로 도시할 수 있게 되는 것이다.
- [0020] 따라서, CT 기법을 보석에 적용하면 분석대상 보석을 물리적으로 파괴하지 않고 분석을 수행할 수 있으며, 보석 가치 판단의 주요한 요소인 외피, 공극, 균열, 내포물, 인공주입물 등을 상세히 삼차원적으로 도시할 수 있고, 원래의 보석에 대한 추가적 처리 여부도 함께 식별할 수 있게 되어 보석의 품위를 보다 정확히 판단할 수 있다.
- [0021] 상기 CT 기법은 의료분야나 다른 산업 분야에는 이미 적용되어 물질 내부의 구조나 흠을 관찰하는데 이용되어 왔고 그 활용도가 점점 더 증가하고 있다.
- [0022] 본 발명인이 출원하여 등록된 대한민국특허등록번호 1048605호에는 지질자원 시료를 CT 촬영하여 시료 내 이질물질의 부피를 정량적으로 측정하는 방법을 개시하였다.
- [0023] 하지만, 상기 등록특허는 단층촬영 슬라이스 이미지 내에서 사각형 등과 같은 형태로 특정 계산영역을 미리 설정한 뒤 인접하는 단면에도 그 영역을 그대로 적용하여 계산하고, 그렇게 도출된 계산 값들은 통계학적 연산을 거쳐 전체 시료의 특성을 대표하는 값으로 간주하게 된다.
- [0024] 하지만, 보석의 경우에 있어서는 일반적으로 보석의 자체 규모가 그다지 크지 않고 또 보석 슬라이스 이미지 내에서 특정 범위만 뽑아 계산할 경우 계산 값의 대표성 논란을 불러일으킬 수 있는데 이를 방지하기 위해서라도 단층촬영에 의해 생산되는 슬라이스 이미지의 단면 전체를 계산범위로 설정해야 할 필요가 있다.
- [0025] 또한, 단층촬영 분석시 슬라이스 이미지에서 보여지는 특이부분의 동정과 함량 산출이 해당 보석의 가치 평가에 주요한 척도인데, 특이부분의 성인이 다양하므로 이들을 체계적으로 분석하는 계통적 방법을 확립할 필요가 있다.
- [0026] 바로 이러한 현실들을 감안하여 본 발명에서는 보석을 단층 촬영하고 그 자료 형태에 적합한 척도를 중심으로 자료를 분석하여 보석의 가치를 보다 정확히 평가하는 방법을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0027] (특허문헌 0001) 대한민국특허등록번호 1048605호(2011.07.12)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0028] 따라서, 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 CT 기법을 보석분석에 도입하여 보석의 가치에 영향을 미치는 특성 및 특성을 변화시키려는 추가적 처리 등을 식별하며, 그 정도를 정량적으로 산출하는데 있다.
- [0029] 즉, 기법을 보석의 가치평가에 도입함에 있어 CT 자료상에 반영되는 각 보석 특성의 평가 척도 즉 보석의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 등의 함량을 정량 산출하고, 이에 대한 전문가 의견을 부기하여 보석의 가치를 보다 정확히 평가하는 방법을 마련하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0030] 본 발명이 해결하고자 하는 과제를 달성하기 위하여,
- [0031] 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치는,
- [0032] 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하는 이미지저장부(110)와;

- [0033] 슬라이스 이미지 내에 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하기 위한 카운트범위설정부(120)와;
- [0034] 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이 레벨범위획득부(130)와;
- [0035] 상기 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분 판별부(140)와;
- [0036] 상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출부(150)와;
- [0037] 상기 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와; 특이부분비율산출부(150) 간의 신호 흐름을 제어하기 위한 중앙제어부(160);를 포함하여 구성되어 본 발명의 과제를 해결하게 된다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명인 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법은 분석하고자 하는 보석의 단층촬영 분석을 통하여 해당 보석을 삼차원의 어느 방향으로든지 임의로 절개하여 그 보석의 내부 구조 및 상태를 정밀 관찰할 수 있게 하는 효과를 제공함으로써 종래의 전통적인 방식보다 훨씬 편리하고 정확하게 보석의 가치를 평가할 수 있게 된다.
- [0039] 즉, 본 발명의 보석 가치 평가의 척도들인 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물, 그리고 이에 대한 전문가 의견 부기 등은 보석의 정확한 가치 평가에 핵심 사항으로써, 본 발명에 의해 단층촬영 자료에 알맞은 척도들에 대한 정량측정치를 산출하고 전문가 의견까지 부기하는 것은 종래의 전통적인 보석 가치 평가 방법보다 더 객관적이고 정확한 것으로 종래 보석가치 평가의 불확실성을 대폭 개선하는 효과를 거두게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1은 다이아몬드를 10배 확대하여 관찰 시에 발견되는 내포물의 존재에 따라 다이아몬드의 가치 평가가 달라지는 예시도이다.
- 도 2는 종래의 컴퓨터 단층촬영 작용 예를 나타낸 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치의 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치의 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치의 양식된 못난이 진주의 단층촬영 슬라이스 이미지와 슬라이스 이미지에서 식별된 진주의 피막을 나타낸 예시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치를 적용한 결과로 함침 루비의 단층촬영 슬라이스 이미지와 슬라이스 이미지 내부에서 식별된 균열성 공극을 나타낸 예시도이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치를 적용한 결과로 확산 처리 사파이어의 단층촬영 슬라이스 이미지와 슬라이스 이미지 내부에서 식별된 균열성 공극 분포 양상을 나타낸 예시도이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치를 적용한 결과로 천연 호박의 단층촬영 슬라이스 이미지와 슬라이스 이미지에서 식별된 내포물인 생물체 화석을 나타낸 예시도이다.
- 도 9는 종래의 컴퓨터 지질자원코어의 단층촬영 분석을 통한 코어 내 이질물질의 함량을 측정하는 것을 나타낸 것으로서, 코어 내부에 카운터 범위를 설정한 후 그 범위 내에서 이질물질을 카운터하여 이질물질의 부피를 측정하는 예를 나타낸 예시도이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치의 함침처리된 루비의

각 단층촬영 슬라이스 이미지에서 루비 외부의 여백 공간을 제거한 후, 루비 내부의 균열을 따라 채워진 인공 주입물을 인식하고 그 구성비를 산출하는 과정을 나타낸 예시도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명인 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치 및 그 방법의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하도록 한다.
- [0042] 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치는,
- [0043] 보석에 씨티빔을 송출시키는 씨티빔송출부(10)와;
- [0044] 씨티빔송출부를 통해 송출되는 씨티빔을 획득하는 디텍터(20)와;
- [0045] 디텍터(20)에 의해 분석된 보석의 슬라이스 이미지들을 획득하는 이미지획득부(30);를 포함하여 구성되는 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치에 있어서,
- [0046] 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하는 이미지저장부(110)와;
- [0047] 슬라이스 이미지 내에 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하기 위한 카운트범위설정부(120)와;
- [0048] 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특히 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이 레벨범위획득부(130)와;
- [0049] 상기 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특히 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분 판별부(140)와;
- [0050] 상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출부(150)와;
- [0051] 상기 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와; 특이부분비율산출부(150) 간의 신호 흐름을 제어하기 위한 중앙제어부(160);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 또한, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치는,
- [0053] 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치에 있어서,
- [0054] 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하는 이미지저장부(110)와;
- [0055] 슬라이스 이미지 내에 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하기 위한 카운트범위설정부(120)와;
- [0056] 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특히 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이 레벨범위획득부(130)와;
- [0057] 상기 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특히 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분 판별부(140)와;
- [0058] 상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출부(150)와;
- [0059] 상기 특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 획득하여 저장하고 관리하기 위한 전문가의견정보저장부(170)와;
- [0060] 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 보석 내에서 차지하는 비율 및 감정 정보를 획득하여 출력하는 리포트출력부(180)와;
- [0061] 상기 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와;

특이부분비율산출부(150)와; 전문가의견정보저장부(170)와; 리포트출력부(180) 간의 신호 흐름을 제어하기 위한 중앙제어부(160);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

- [0062] 이때, 상기 특이부분비율산출부(150)는,
- [0063] 보석 내 그레이 레벨에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하게 되며, 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 계산하여 전체 픽셀수에서 차지하는 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 픽셀수 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0064] 이때, 상기 특이부분비율산출부(150)는,
- [0065] 모든 슬라이스 이미지 내의 그레이 레벨에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하여 보석의 전체 픽셀값을 구하며, 모든 슬라이스 이미지 내의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하여 보석 내의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 전체 픽셀값을 구하여 전체 보석 대비 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 차지하는 부피 상의 구성 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0066] 이때, 상기 카운트범위설정부(120)는,
- [0067] 여백 영역에서 획득되는 그레이 레벨의 최대치를 기준값으로 설정하여 해당 기준값 이하를 여백 영역으로 지정하여 비율 산출에서 제외시키는 것을 특징으로 한다.
- [0068] 이때, 상기 카운트범위설정부(120)는,
- [0069] 외곽 범위의 위치값을 참조하여 여백 영역의 모든 그레이 레벨값을 제로로 하여 여백 영역을 계산에서 제외시키는 것을 특징으로 한다.
- [0070] 한편, 본 발명인 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법은,
- [0071] 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법에 있어서,
- [0072] 이미지획득부가 디텍터(20)에 의해 분석된 보석의 슬라이스 이미지들을 획득하는 이미지획득단계(S100)와;
- [0073] 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 이미지저장부(110)에 저장하는 이미지저장단계(S110)와;
- [0074] 카운트범위설정부(120)가 슬라이스 이미지 내에서 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하는 카운트범위설정단계(S120)와;
- [0075] 그레이레벨범위획득부(130)가 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이레벨범위획득단계(S130)와;
- [0076] 특이부분판별부(140)가 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분판별단계(S140)와;
- [0077] 특이부분비율산출부(150)가 상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출단계(S150);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0078] 이때, 상기 특이부분비율산출단계(S150) 이후에,
- [0079] 특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 획득하여 전문가의견정보저장부(170)에 저장하는 전문가의견정보저장단계(S160)와;
- [0080] 리포트출력부(180)가 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 보석 내에서 차지하는 비율 및 감정 정보를 획득하여 출력하는 리포트출력단계(S170);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0081] 이때, 상기 특이부분비율산출단계(S150)는,
- [0082] 보석 내 그레이 레벨에 해당하는 전체 픽셀수를 계산하게 되며, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 계산하여 전체 픽셀수에서 차지하는 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 픽셀수 비율을 산출하는 것을 특징으로 한다.

- [0083] 이때, 상기 카운트범위설정단계(S120)는,
- [0084] 여백 영역에서 획득되는 그레이 레벨의 최대치를 기준값으로 설정하여 해당 기준값 이하를 여백 영역으로 지정하여 비율 산출에서 제외시키는 것을 특징으로 한다.
- [0085] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치치를 이용한 보석 가치 평가장치의 블록도이다.
- [0086] 도 3에 도시한 바와 같이, 컴퓨터 단층촬영장치치를 이용한 보석 가치 평가장치는,
- [0087] 보석에 씨티빔을 송출시키는 씨티빔송출부(10)와;
- [0088] 씨티빔송출부를 통해 송출되는 씨티빔을 획득하는 디텍터(20)와;
- [0089] 디텍터(20)에 의해 분석된 보석의 슬라이스 이미지들을 획득하는 이미지획득부(30)와;
- [0090] 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하는 이미지저장부(110)와;
- [0091] 슬라이스 이미지 내에 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하기 위한 카운트범위설정부(120)와;
- [0092] 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이 레벨범위획득부(130)와;
- [0093] 상기 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분 판별부(140)와;
- [0094] 상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출부(150)와;
- [0095] 상기 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와; 특이부분비율산출부(150) 간의 신호 흐름을 제어하기 위한 중앙제어부(160);를 포함하여 구성된다.
- [0096] 즉, 본 발명의 장치는 CT빔송출부(10), 디텍터(20), 이미지획득부(30) 이외에 이미지저장부(110), 카운트범위 설정부(120), 그레이레벨범위획득부(130), 특이부분판별부(140), 특이부분비율산출부(150), 중앙제어부(160)를 포함하여 구성하게 된다.
- [0097] 상기 CT빔송출부(10)에 의해 송출된 CT빔이 대상물인 보석을 거쳐 디텍터(20)에서 검출하여 이를 사용자에게 출력시키게 된다.
- [0098] 상기 CT빔송출부(10), 디텍터(20), 이미지획득부(30)에 관한 기술은 본 발명인이 출원하여 등록된 대한민국특허등록번호 1048605호에 상세히 설명되어 있으므로 구체적인 설명은 생략하겠다.
- [0099] 상기 이미지저장부(110)는 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 저장하게 된다.
- [0100] 이때, 상기 카운트범위설정부(120)는 슬라이스 이미지 내의 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하는데, 도 5에 도시한 빨간색 부분의 최외곽 부분이 외곽 범위 경계에 해당하게 된다.
- [0101] 또한, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하게 되는 것이다.
- [0102] 즉, 이미지저장부에 저장된 슬라이스 이미지를 사용자의 화면에 출력시켜 사용자가 카운트 범위를 지정할 수 있도록 하게 되는데, 상기 카운트 범위를 지정할 수 있도록 측정 프로그램을 탑재하여 화면에 출력하게 된다.
- [0103] 대한민국특허등록번호 1048605호의 경우에는 이미 설명된 바와 같이, 카운트 범위를 지정할 수 있도록 화면에 해당 슬라이스를 출력하게 되면 예를 들어, 왼쪽 상단점과 오른쪽 하단점을 사용자가 지정하게 되며 이를 중앙제어부에서 획득하게 되어 해당 범위 내에서만 분석 작업을 수행하게 된다.
- [0104] 상기 그레이레벨범위획득부(130)는 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하게 된다.
- [0105] 즉, 카운트 범위를 사용자가 지정한 후에 슬라이스 내에 보석의 그레이 레벨 범위를 지정하게 되는데, 사용자가 그레이 레벨 픽셀을 관찰해서 그레이 레벨 영역을 지정하게 된다.
- [0106] 예를 들어, 보석의 그레이 레벨을 0 내지 1100 범위로 지정하게 되면 1100을 초과하는 그레이 레벨은 보석 이

의의 특이 부분으로 중앙제어부에서 판단하게 되는 것이다.

- [0107] 또한, 상기 중앙제어부는 상기 카운트 범위 내의 슬라이스 이미지를 사용자의 화면에 출력시켜 사용자가 그레이 레벨을 지정할 수 있도록 측정 프로그램을 통해 화면에 출력하게 된다.
- [0108] 상기 화면에서 사용자가 그레이 레벨을 지정하게 되면 그레이레벨범위획득부에서 슬라이스 내에 보석의 그레이 레벨 범위를 획득하게 된다.
- [0109] 이때, 상기 중앙제어부에서는 획득된 카운트 범위와 획득된 그레이 레벨 범위를 수신받아 해당 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀 수를 카운트하게 된다.
- [0110] 상기와 같이 구성하게 되면 도 5 내지 8에서 도시한 바와 같이, 단층 촬영으로 획득된 보석의 단면 슬라이스 이미지에서는 보석의 표피, 보석 내부의 균열성 공극, 균열부분에 다른 물질을 주입한 경우, 그리고 보석에 원래 내포되어 있던 이질 물질 등을 선명하게 관찰할 수 있으며 당연히 이러한 실제 보석 부분 이외의 요소들에 대해 그 양을 정량적으로 파악할 필요가 있게 된다.
- [0111] 도 9는 대한민국특허등록번호 1048605호에서 시료를 단층 촬영한 후 시료 내 특이물질의 양을 파악할 목적으로 슬라이스 이미지 내에서 먼저 카운트 범위를 설정하고 그 카운트 범위 내에서 특이물질에 해당하는 부분(붉은 색으로 표기된 부분)을 카운트하는 것을 나타내었다.
- [0112] 상기 방법은 지층 전체를 조사할 수 없는 일반적 상황에서 지층에서 추출한 시료는 지층 전체에 대한 대표성을 띤다는 가정 하에 실시하는 것이며, 취득한 시료에서 일부분만을 카운트해도 당연히 시료 전체에 대한 대표성을 띤다는 가정이 설정되어 있는 것이다.
- [0113] 즉, 단층촬영의 슬라이스 이미지에서 임의 지정한 카운트 범위를 기타 다른 슬라이스 이미지에도 계속 적용하는 것이고, 만약 다른 슬라이스 이미지에서도 이러한 계산범위가 원래 시료의 공간을 벗어나 여백 공간을 침범하게 되는 경우가 아니면 그 계산 값은 유효한 것이다.
- [0114] 대한민국특허등록번호 1048605호의 착안점이 된 코어 시료와 같은 것은 원기둥 형태이기 때문에 어느 한 슬라이스 이미지에서 설정된 카운트 범위는 여타의 슬라이스 이미지에서도 여백 부분을 침범하지 않고 유효한 계산 범위로 존재할 가능성이 매우 높다.
- [0115] 하지만, 보석의 경우에는 보통 크기가 작아 전체에 대한 컴퓨터 단층촬영이 용이하고, 특이부분(특이물질)인 외피, 공극, 균열, 내포물, 인공주입물 등에 대한 식별과 정확한 함량 산출이 보석 가치 평가에 절대적이기 때문에 대한민국특허등록번호 1048605호와 같이 특정 슬라이스 이미지를 사용해 임의로 카운트 범위를 특정하여서는 아니 될 것이다.
- [0116] 만약, 단층 촬영된 슬라이스 이미지에서 임의의 일부분만을 카운트 범위로 선정하여 보석 가치 평가 작업을 실행한다고 하면, 그 유효성에 대해 끊임없는 논쟁이 유발될 것이므로 슬라이스 이미지에 나타나는 보석 부분에 대해서는 일부분이 아닌 그 전체를 계산의 범위에 반드시 포함시켜야 할 것이다.
- [0117] 반대로, 슬라이스 이미지에서 보석 부분을 제외한 여백부분은 반드시 계산에서 제외되어야 하는데, 이는 여백도 계산 범주에 놓게 되면 고유의 그레이레벨을 갖고 계산 범위에 포함되어 정량 평가를 왜곡할 수 있기 때문이다.
- [0118] 그런데, 문제는 보석이 임의의 3차원 입방체이므로 바로 인접하는 두 슬라이스 이미지들에서조차도 서로 다른 크기의 보석 부분과 여백 공간을 가지며, 더구나 피사체인 보석의 가장자리 쪽으로 가면 보석 부분의 크기가 줄어들다가 결국 없어지고 여백부분만 남게 되는 것이다.
- [0119] 따라서, 슬라이스 이미지에서 보석 부분은 그 전체를 모두 계산 범위에 포함시키기 위해 빠짐없이 확보되어야 하고, 반면 여백부분은 확실히 계산 범위에서 제외되어야 하는데, 이러한 연산은 대한민국특허등록번호 1048605호와는 확연히 다른 계산 과정을 거쳐야 한다.
- [0120] 상기 여백 공간을 제외하는 개념은 다음과 같다.
- [0121] 일반적으로 여백 부분은 가장 낮은 그레이 레벨 값을 갖는데, 만약 촬영되는 어떤 피사체 내부가 거의 빈공간으로 구성되어서 매우 낮은 그레이 레벨을 보인다 하더라도 이는 완전한 공백인 여백 부분보다는 조금이라도 더 높은 그레이 레벨을 갖게 되며, 이러한 특성으로 슬라이스 이미지에서는 흔히 식별가능한 경계면을 가지며, 서로 구별된다.
- [0122] 따라서, 사용자가 사용하는 단말기의 화면에서 어느 한 슬라이스 이미지를 띄운 후, 마우스 포인터로 여백과

여타 보석부분을 지시해 가면서 나타나는 그레이레벨 값들을 서로 비교하면, 여백과 기타 보석부분의 그레이레벨 범주를 파악할 수 있고, 이때 여백에서 임혀지는 그레이 레벨의 최대치가 여백 부분을 제외하기 위한 기준값이 되는 것이다.

- [0123] 결국, 카운트범위설정부(120)는 여백 영역에서 획득되는 그레이 레벨의 최대치를 기준값으로 설정하여 해당 기준값 이하를 여백 영역으로 지정하여 비율 산출에서 제외시키는 것이다.
- [0124] 즉, 여백 부분에서 나타나는 최대치보다 더 큰 값만을 계산에 사용하도록 하면 여백 부분은 자동적으로 제외되는 효과가 있는 것이다.
- [0125] 간혹, 여백 부분에서 비정상적인 에러 값들이 존재할 수도 있고, 이러한 값들이 보석 내 각 구성부분을 정량 계산할 때 불필요한 간섭 효과를 일으킬 수도 있는데, 이러한 문제점을 방지하기 위하여 각각의 슬라이스 이미지에서 여백과 보석부분의 경계부 윤곽이 파악되면, 이 경계부 위치값을 활용하여 여백부분의 모든 수치 값을 의도적으로 제로화하는 방법을 사용하여 여백부분을 계산에서 일괄 제외할 수도 있다.
- [0126] 결국, 카운트범위설정부(120)는 외곽 범위의 위치값을 참조하여 여백 영역의 모든 그레이 레벨값을 제로로 하여 여백 영역을 계산에서 제외시키는 기능을 수행하게 되는 것이다.
- [0127] 이렇게, 각각의 슬라이스 이미지에서 여백이 제외되고 보석 부분만 남은 나머지 부분의 전체 크기(부피)는 보석 부분의 외피, 공극, 균열, 내포물 또는 인공주입물 등과 같은 여타 구성요소(특이부분)의 함량을 정량 평가할 때에 주요한 모수가 된다.
- [0128] 즉, 각각의 슬라이스 이미지에서 여백 이외의 보석부분 전체 픽셀 수를 일단 카운트하여, 모든 슬라이스 이미지에서 이와 같이 획득된 픽셀 수를 합치게 되면 보석의 전체 부피 값이 되는 것이고, 다시 각각의 슬라이스 이미지에서 나머지 어떤 특이부분의 픽셀 수를 모두 세어 합치면 그 값은 특이부분의 부피 값이 되므로 결국 연산을 통하여 전체 보석 대비 특이 부분이 차지하는 부피 상의 비율 즉, 구성비를 알게 되는 것이다.
- [0129] 구체적으로 상기 특이부분판별부(140)는 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위 즉, 특이 부분의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피(표피), 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하게 되는 것이다.
- [0130] 이후, 상기 특이부분비율산출부(150)는 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하게 되는 것이다.
- [0131] 보석 내부에 성분이 서로 다른 다양한 특이부분들이 병존하는 경우에는 해당 특이 부분들의 구성비를 일일이 정량 산출해야 할 필요가 있는데, 상기한 바와 같이 특이부분비율산출부에 의해 연산과정을 수행하게 된다.
- [0132] 즉, 어느 한 슬라이스 이미지에서 마우스 포인터를 사용하여 그레이 레벨들을 반복적으로 관독하다 보면 실제 보석부분과 여타 각각의 특이 부분들의 그레이레벨 차이를 파악할 수 있다.
- [0133] 그러면, 특정한 특이부분이 갖는 그레이 레벨 범위값을 모수로 하여 모든 슬라이스 이미지에서 그레이 레벨 범위 내에 있는 픽셀수를 모두 세어 합산할 수 있고 이는 특정한 특이부분이 보석 내에서 갖는 부피를 대변하는 값이 된다.
- [0134] 즉, 보석 부분 전체 픽셀 수와 해당 특이부분 전체 픽셀 수의 비를 구하면 바로 전체 보석 대비 그 특이부분의 구성비를 구할 수 있는 것이고, 이러한 과정을 되풀이하면 모든 특이부분에 대해 개별적으로 그 구성비를 구할 수 있는 것이다.
- [0135] 이러한 방식의 연산을 실제 적용할 때에는 만약 그레이 레벨 분포 양상이 매우 복잡한 경우라면 연산 과정에 약간의 변형을 가할 수도 있다.
- [0136] 보석 슬라이스 이미지에서 각 특이부분의 그레이 레벨은 실제 보석부분의 그레이 레벨보다 높을 수도 있고 낮을 수도 있는데, 특이부분이 공극이나 균열에 해당하는 경우에는 그 내부가 아예 진공이거나 아니면 공기나 물과 같이 밀도가 작은 물질로 채워져 있으므로 실제 보석부분보다 낮은 그레이레벨 값을 보이게 된다.
- [0137] 이와 반대로, 보석 내 특이부분이 만약 내포물이나 인공주입물로 구성된 경우, 원래의 밀도에 따라 실제 보석 부분보다 그레이 레벨이 낮을 수도 있고 높을 수도 있는 것이다.
- [0138] 따라서, 보석 내에 다양한 특이부분이 존재하는 경우, 실제 보석 부분보다 작거나 큰 그레이 레벨을 갖는 다

양한 부위들이 관찰될 것이다.

- [0139] 이러한 경우에는 오차 발생의 여지를 줄이기 위해 실제 보석부분에 대한 연산을 먼저 수행할 수 있는데 이는 보석부분의 그레이 레벨이 매우 일정하거나 다소 변화하더라도 매우 소폭의 범위 내에 있어 해당 그레이 레벨을 식별하기 쉽기 때문이다.
- [0140] 즉, 보석 부분의 그레이레벨은 비교적 쉽게 그 범주를 파악할 수 있고 따라서, 보석부분의 픽셀 수를 손쉽게 먼저 세어 이미 도출되어 있는 전체 보석부분 픽셀수에서 그 값을 빼면 그 차가 나머지 특이부분들의 픽셀 수가 되는 것이다.
- [0141] 본 발명에서는 이러한 방식 즉, 단층촬영된 슬라이스 이미지에서 어느 특이부분에 대해 마우스 포인터로 그레이 레벨을 파악한 후 그 특이부분을 반영하는 그레이 레벨 범위 값으로 해당 특이부분을 분리해내고, 그 특이부분이 전체에 대해 차지하게 되는 구성비를 산출하는 방식을 계속 되풀이하여 보석의 가치평가를 수행하게 된다.
- [0142] 그런데, 이 과정에서 보석 내 어떤 특이부분이 어떤 상태로 존재하는지 즉 외피로서 존재하는지, 그냥 내부에 분포하는 것인지, 내부에서도 공극인지, 균열인지, 천연 내포물 인지 또는 인공 주입물 인지를 식별하는 것이 보석의 정확한 가치 평가를 위해 매우 중요하다.
- [0143] 예를 들어, 양식 진주의 경우, 인공핵 주변에 광물 '진주'가 피막 즉, 표피를 형성하고 있는 것인데, 도 5에서와 같이 진주 보석을 단층 촬영하여 각 슬라이스 이미지에서 여백공간은 모두 제외한 후, '진주' 표피를 내부의 인공핵과 식별하고 그 구성비를 산출하면, 보석 '진주'에서 광물 '진주' 표피가 얼마나 많이 구성되어 있느냐 하는 관점에서 그 가치를 평가할 수 있게 되는 것이다.
- [0144] 비단 진주뿐만이 아니라, 표피 부분을 염색 가공 처리한 산호, 오일 피막 처리한 에메랄드 등의 경우에 있어서도 상기와 같이 표피를 식별하고 표피 구성비를 정량 산출하게 되면 해당 보석의 가치 평가를 더욱 확실히 할 수 있다.
- [0145] 한편, 표피와는 별도로 보석 내부의 여타 구성요소 즉 공극, 균열, 자연 내포물, 인공 주입물 등에 대해서도 그 종류를 정확히 식별하고 그 구성비를 산출하는 것이 보석의 가치를 정확히 평가하는데 역시 매우 중요한 것이다.
- [0146] 도 6은 루비 내의 균열이 발생하여 공극이 형성된 것을 보여주는 사례로서, 루비는 전통적인 분석법으로는 양호한 clarity를 보이며, 미세한 잔류흔이 감지되는 루비인데 단층촬영 결과 내부에 균열성 공극이 발달되어 있음을 알 수 있는 것이다.
- [0147] 이러한 공극의 존재는 기존의 여타 분석법으로는 식별하기 어려운 것이고, 그 공극이 루비의 색이나 투명도에 영향을 미칠 것은 분명하므로 컴퓨터 단층촬영으로 루비의 내부 구조를 조사하고, 공극의 양을 산출해야 할 필요가 있는 것이다.
- [0148] 도 7은 '확산처리 사파이어'의 사례를 보여주는 것으로 내부에 균열성 공극이 상당히 분포하고 있음을 보여주는 것인데, 이러한 공극 분포가 해당 보석의 clarity, 내구성 등에 큰 영향을 미치므로 정량화가 필요한 것이다.
- [0149] 상기한 사례들에서 보여주듯이 일단 보석을 단층 촬영하여 슬라이스 이미지들이 확보되면 그 이미지들로부터 실지 보석부분 이외의 기타 구성요소 즉 표피, 공극, 균열, 내포물 혹은 인공주입물 등을 먼저 분명하게 식별하여야 한다.
- [0150] 그 이유는 바로 이 구성요소들이 보석의 가치에 절대적 영향을 미치며, 구성요소들의 구성비를 보석의 가치를 정확히 평가하는데 척도로 활용해야 하기 때문이다.
- [0151] 본 발명에서는 바로 이와 같이 보석가치를 평가하는 척도를 먼저 정하고, 그 후에 앞서 설명한 과정들의 연산을 수행하게 되는데, 일단 보석 가치 평가의 척도는 먼저 보석 내 특이물질들을 표피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 등 크게 세 가지로 분류한 상태에서 연산을 수행하여 각 항목별로 보석 전체부피 대비 구성비를 구하는 것으로 한다.
- [0152] 보석 내에서 실지 보석부분을 제외한 여타 특이부분은 표피, 공극, 균열, 내포물, 인공주입물 등 다양한데 이들을 크게 세 가지로만 분류한 까닭은 하기와 같다.
- [0153] 먼저, 표피의 경우에 있어서, 표피는 피사체인 보석의 겉부분 전부 또는 거의 전부분이 내부와는 물성이 다른

부분으로 구성되어 있는 것을 말하며 진주, 착색된 산호, 표면 오일처리된 에메랄드 등에서 식별이 가능하다.

- [0154] 이와 같이, 보석에서의 표피 식별 여부는 해당 보석의 가치평가에 매우 중요한 것이며, 본 발명에서는 이 표피 구성비를 보석의 가치를 평가하는데 있어서 주요한 척도의 하나로 취급하며 보석 전체 대비 표피의 구성비를 정량 산출한다.
- [0155] 한편, 공극 혹은 균열에 있어서, 먼저 공극이란 보석 내에 비어 있거나 또는 물과 같은 저밀도 물질로 채워져 있는 것을 말하는데, 흔히 보석 생성 당시에 기포나 액체방울 등이 보석에 함유되는 등과 같은 기작으로 발생하게 된다.
- [0156] 반면 균열이란 보석 생성 후에 인장력 등과 같은 어떤 물리적인 힘에 의해서 보석 내부가 갈라지거나 찢어지는 것을 말하여 그렇게 생긴 빈 공간은 보통 공극과 같이 저밀도 물질로 채워져 있다.
- [0157] 따라서, 공극과 균열은 단층촬영 슬라이스 이미지에서 거의 같은 범주의 그레이레벨 값을 보이게 되어 그레이레벨 범주로 이 두 가지를 식별하기는 힘들고, 나머지 식별수단은 형태적인 측면뿐인데 이 또한 애매한 경우가 많아 결국 본 발명에서는 공극과 균열을 모두 같은 구성요소로 취급하게 되었다.
- [0158] 보석 내 내포물 혹은 인공주입물의 경우에는 성인과 성분이 너무나 다양하여 오히려 분류하기가 힘든 경우이다.
- [0159] 이 내포물들은 대부분의 경우 보석 생성 당시에 주변의 성분이 다른 암편 또는 광물편이 유입된 것이고 예외적으로 호박과 같은 경우(도 8 참조)에는 생물체 등이 유입된 것일 수도 있는데, 그 성인이 다양한 만큼 물성도 다양하고 단층촬영 슬라이스 이미지에서 읽혀지는 그레이레벨 값도 편차가 크다.
- [0160] 한편, 인공주입물은 보석의 질을 향상시키려고 여러 가지 처리를 하는 과정에서 보석에 주입되는 것인데, 이 역시도 원료가 다양한 만큼 인공주입물의 물성도 다양할 수밖에 없고, 단층촬영 슬라이스 이미지에서 읽혀지는 그레이레벨 값도 그 만큼 편차가 심하다.
- [0161] 예를 들면, 에메랄드 처리에는 보통 오일이 사용되지만 다이아몬드나 루비의 함침처리는 납유리 등이 사용되는 것이며, 어떤 한 처리물질도 제작과정에 따라 물성이 달라질 수 있는 것이다.
- [0162] 따라서, 보석에 들어있는 자연 내포물이나 인공 주입물은 단층촬영 슬라이스 이미지에서 보석 외의 여백부분이나 보석 내의 공극 및 균열보다는 더 큰 값의 그레이레벨을 갖는 경향을 보이지만 그 자체 값의 편차가 워낙 커서 일일이 세부적으로 분류하기가 곤란하다.
- [0163] 한편, 표피의 경우는 보통 그레이레벨과 상관없이 형태상으로 손쉽게 분류될 수 있는 것이다.
- [0164] 바로 이러한 점을 감안하여 본 발명에서는 보석 내의 여러 구성요소들을 1) 표피, 2) 공극 혹은 균열, 3) 내포물 혹은 인공주입물 등 크게 세 가지로 묶어 분류하고 각각의 구성비를 산출하는 것이다.
- [0165] 도 10은 본 발명의 연산들이 실행된 사례를 보여주는 것으로, '함침처리 루비' 내의 균열 공간의 대부분이 함침 처리로 인하여 인공주입물로 채워진 것을 관찰할 수 있고, 그에 따라 우선 보석 외부의 여백공간을 제거하고, 그 후 함침 처리 구조를 인식한 후 최종적으로 함침 처리 양을 측정해 넘으로써 해당 보석의 가치를 보다 정확히 평가하게 되는 사례를 보여주는 것이다.
- [0166] 즉, 슬라이스 이미지 번호 1의 보석부피는 597,628 이며, 공극 혹은 균열은 4,960이므로 함량은 $4,960/597,628 \times 100(\%)$ 이므로 0.83%가 되는 것이며, 내포물 혹은 인공주입물은 43,328이므로 함량은 $43,328/597,628 \times 100(\%)$ 이므로 7.25%가 되는 것이다.
- [0167] 상기와 같이, 각각의 슬라이스 이미지마다 구성비율을 구하게 되면 최종적인 보석의 부피는 22,950,740 이며, 공극 혹은 균열은 174,426이 되어 함량은 0.76%가 되며, 내포물 혹은 인공주입물은 1,728,191이 되어 함량은 7.53%가 되는 것이다.
- [0168] 총 슬라이스 이미지의 갯수는 24개인데, 이는 일실시예로서, 해상도에 따라 이미지 개수의 조정이 가능하다.
- [0169] 한편, 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가장치는,
- [0170] 상기 특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 획득하여 저장하고 관리하기 위한 전문가의견정보저장부(170)와;
- [0171] 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 보석 내에서 차지하는 비율 및 감정 정보를 획득하여 출력

하는 리포트출력부(180);를 더 포함하여 구성할 수 있다.

- [0172] 즉, 감정 정보의 작성은 상기 산출된 정보들을 별도의 저장부(미도시)에 저장하고 있다가 외부 감정기관단말기(미도시)로 송출하여 감정을 의뢰하여 해당 감정 정보를 중앙제어부에서 획득하여 전문가의견정보저장부(170)에 저장할 수 있으며, 별도의 감정 정보를 입력하는 창을 측정 프로그램에서 사용자에게 제공한 후, 입력된 감정 정보를 중앙제어부에서 획득하여 저장할 수도 있을 것이다.
- [0173] 상기 전문가 의견을 부기하기 위한 전자 양식은 전문가가 비교적 자유로운 형식으로 연산 결과에 대한 추가적 해석이나 진단을 첨부하는 것이다.
- [0174] 예를 들면, 연산된 보석 구성요소들에 대해서 의견을 부기할 수도 있는데, 이때는 본 발명에서의 세 가지 항목의 구성요소 분류보다 더 자세히 분류한 내용을 제시할 수도 있는 것이다.
- [0175] 또한, 의견 부기 전자양식에는 분석 시에 인지된 보석 품질 향상용 처리 여부 및 처리방법 등에 대한 의견을 포함할 수도 있고, 그러한 처리가 전혀 인지되지 않는다면 이를 사실대로 적시할 수도 있는 것이다.
- [0176] 이렇게 되면, 장치에 의한 정확한 산출값을 제공하여 의견 첨부시 근거 자료가 되는 것이다.
- [0177] 상기한 장치의 각 구성요소 들간의 동작 관계는 하기의 방법에서 구체적으로 설명하도록 하겠다.
- [0178] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법의 흐름도이다.
- [0179] 도 11에 도시한 바와 같이, 본 발명인 컴퓨터 단층촬영장치를 이용한 보석 가치 평가 방법은,
- [0180] 이미지획득부가 디텍터(20)에 의해 분석된 보석의 슬라이스 이미지들을 획득하는 이미지획득단계(S100)와;
- [0181] 이미지획득부에 의해 획득된 보석의 슬라이스 이미지들을 이미지저장부(110)에 저장하는 이미지저장단계(S110)와;
- [0182] 카운트범위설정부(120)가 슬라이스 이미지 내에서 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하는 카운트범위설정단계(S120)와;
- [0183] 그레이레벨범위획득부(130)가 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하는 그레이레벨범위획득단계(S130)와;
- [0184] 특이부분판별부(140)가 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하는 특이부분판별단계(S140)와;
- [0185] 특이부분비율산출부(150)가 상기 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하는 특이부분비율산출단계(S150);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0186] 또한, 다른 일실시예에 따라 상기 특이부분비율산출단계(S150) 이후에,
- [0187] 특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 획득하여 전문가의견정보저장부(170)에 저장하는 전문가의견정보저장단계(S160)와;
- [0188] 리포트출력부(180)가 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물이 보석 내에서 차지하는 비율 및 감정 정보를 획득하여 출력하는 리포트출력단계(S170);를 포함하여 이루어질 수도 있다.
- [0189] 구체적으로 동작 과정을 설명하자면, 이미지획득단계(S100)는 이미지획득부에 의해 디텍터에서 분석된 슬라이스 이미지들을 획득하게 되며, 상기 이미지저장단계(S110)에서는 상기 이미지획득부에 의해 획득된 슬라이스 이미지들을 중앙제어부의 처리에 의하여 이미지저장부(110)에 저장하게 된다.
- [0190] 상기 카운트범위설정단계(S120)에서는 카운트범위설정부(120)가 슬라이스 이미지 내에서 보석에 해당하는 영역과 여백 영역을 식별하여 외곽 범위를 지정하며, 외곽 범위 이내 부분을 카운트하기 위한 카운트 범위를 설정하게 된다.
- [0191] 이후, 그레이레벨범위획득단계(S130)에서는 그레이레벨범위획득부(130)가 설정된 카운트 범위 내의 그레이 레벨 범위를 획득하거나, 특이 범위의 그레이 레벨 범위를 획득하게 된다.
- [0192] 이후, 특이부분판별단계(S140)에서는 특이부분판별부(140)가 그레이레벨범위획득부에서 획득된 보석 내 그레이

이 레벨과 특이 범위의 그레이 레벨의 분포를 참조하여 보석의 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물 중 적어도 어느 하나 이상을 판별하게 되며, 특이부분비율산출단계(S150)에서는 특이부분비율산출부(150)가 특이부분판별부에 의해 판별된 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물의 그레이 레벨 범위에 해당하는 픽셀수를 카운트하여 보석에서 차지하는 비율을 산출하게 되는 것이다.

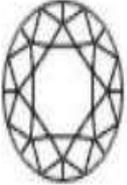
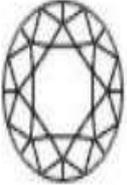
- [0193] 한편, 사용자단말기에 측정 프로그램을 탑재하게 되며, 디텍터에 의해 분석된 슬라이스 이미지들을 저장할 저장위치를 입력하게 된다.
- [0194] 이후, 단층 촬영된 슬라이스 이미지들이 저장된 폴더를 사용자가 선택하게 되면 해당 폴더 내에 존재하는 슬라이스 이미지들이 나열되어 지며, 사용자가 특정 이미지를 선택하게 되면, 해당 이미지를 화면에 출력하게 되는 것이다.
- [0195] 이후, 카운트범위설정을 거치게 되며, 해당 카운트 범위 내에서 특이부분판별부(140)가 특이부분을 판별하게 되며, 특이부분비율산출부에 의해 최종적으로 특이부분의 함량을 측정하게 되는 것이다.
- [0196] 모든 슬라이스 이미지들에는 번호가 부여되므로 측정 프로그램에서는 해당 폴더 내에 존재하는 모든 번호의 슬라이스 이미지들을 순차적으로 계산하도록 설정할 수 있으며, 이러한 계산 과정은 일반적으로 널리 알려진 기술이므로 상세한 설명은 생략하겠다.
- [0197] 본 발명에서 설명하고 있는 중앙제어부는 이미지저장부(110)와; 카운트범위설정부(120)와; 그레이레벨범위획득부(130)와; 특이부분판별부(140)와; 특이부분비율산출부(150)와; 전문가의견정보저장부(170)와; 리포트출력부(180) 간의 신호 흐름을 제어하는 기능을 수행하게 된다.
- [0198] 한편, 상기 단계를 거친 후에 특이부분비율산출부에 의해 산출된 비율을 참조하여 작성된 감정 정보를 중앙제어부에서 획득하여 전문가의견정보저장부(170)에 저장(S160)하게 되며, 산출값 및 감정 정보를 중앙제어부에서 획득하여 리포트출력부에 의해 출력(S170)하게 한다.
- [0199] 상기와 같은 구성 및 동작을 통해 보석 가치 평가의 척도들인 외피, 공극 혹은 균열, 내포물 혹은 인공주입물, 그리고 이에 대한 전문가 의견 부기 등을 획득할 수 있어 종래의 전통적인 보석 가치 평가 방법보다 더 객관적이고 정확한 보석 가치 평가 정보를 제공할 수 있어 종래 보석가치 평가의 불확실성을 대폭 개선하는 효과를 거두게 된다.
- [0200] 이상에서와 같은 내용의 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시된 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다.
- [0201] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구 범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

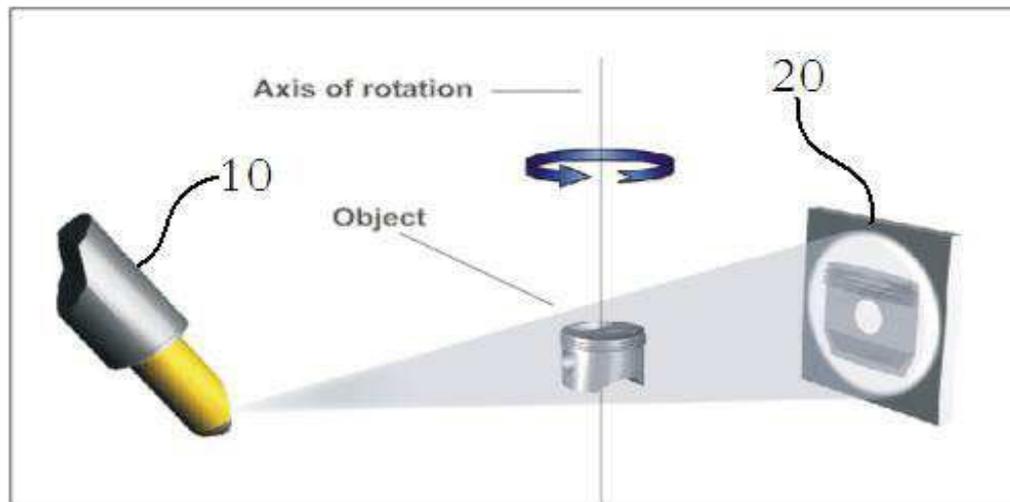
- [0202] 100 : 보석 가치 평가장치
- 110 : 이미지저장부
- 120 : 카운트범위설정부
- 130 : 그레이레벨범위획득부
- 140 : 특이부분판별부
- 150 : 특이부분비율산출부
- 160 : 중앙제어부
- 170 : 전문가의견정보저장부
- 180 : 리포트출력부

도면

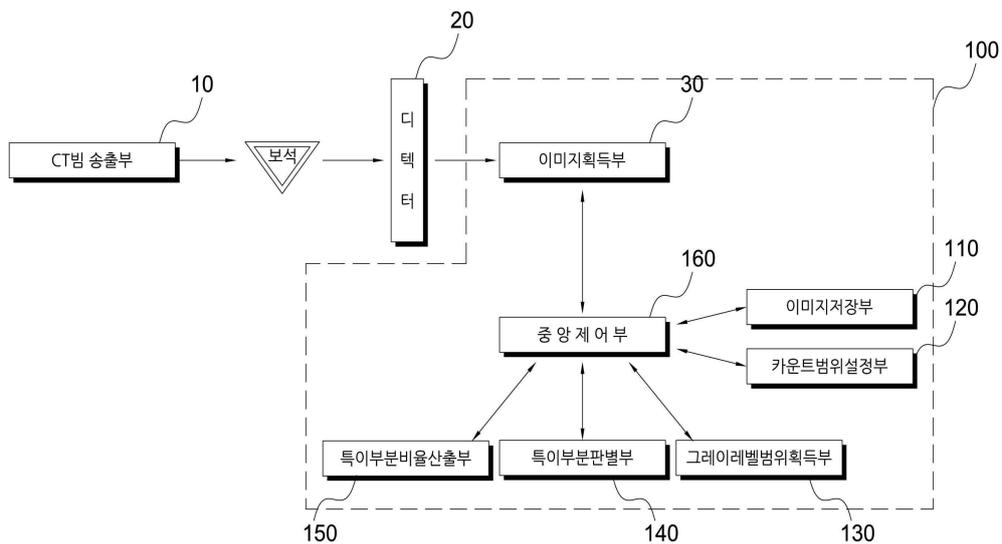
도면1

FL - IF	VVS-1	VVS-2	VS-1	VS-2	SI-1	SI-2	I-1	I-2	I-3
Internally Flawless	Very Very Slight Inclusions	Very Slight Inclusions	Very Slight Inclusions	Very Slight Inclusions	Slight Inclusions	Slight Inclusions	Imperfect	Imperfect	Imperfect
									

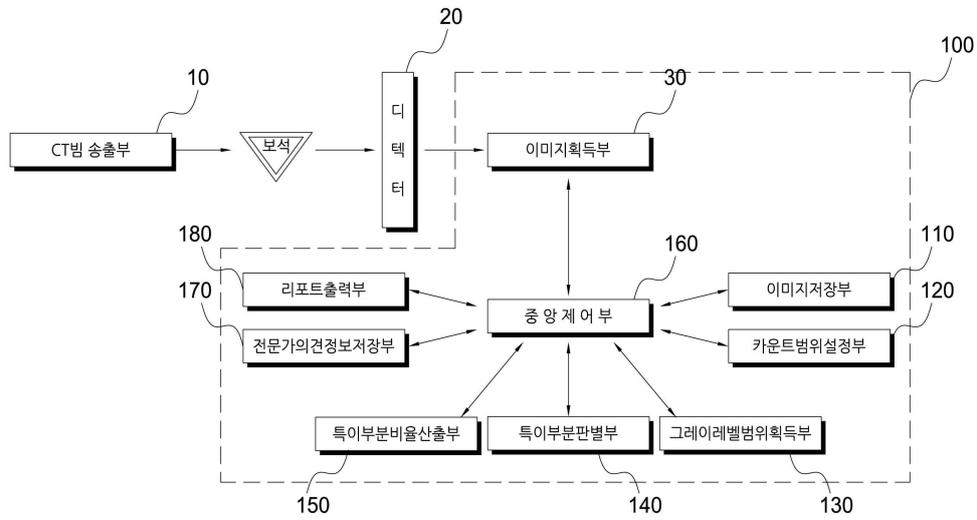
도면2



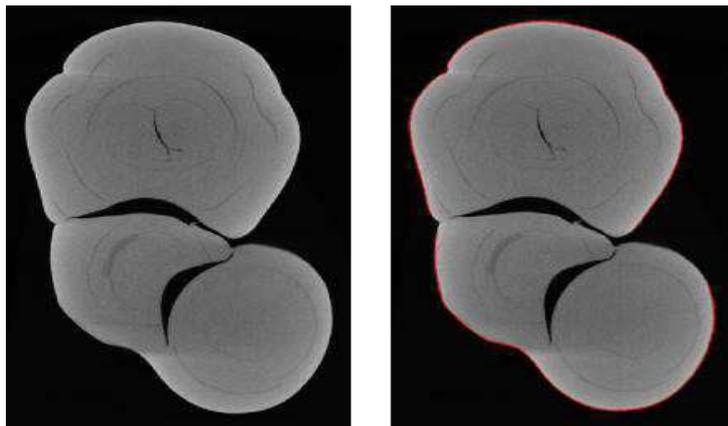
도면3



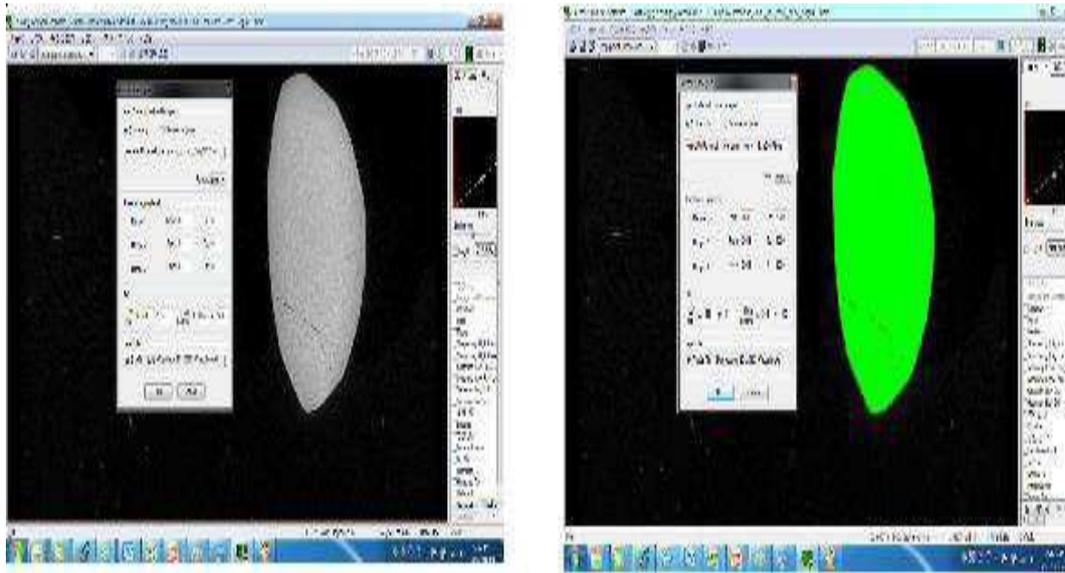
도면4



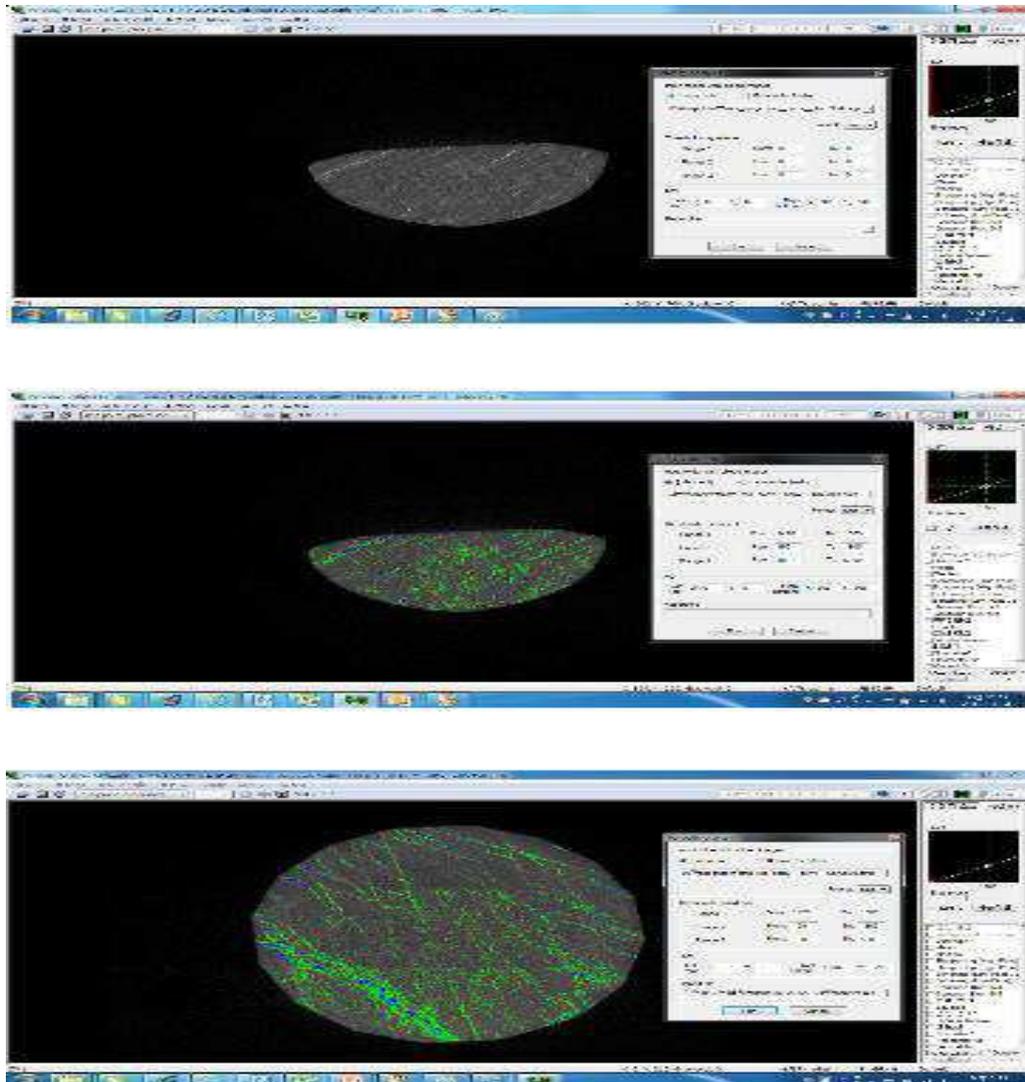
도면5



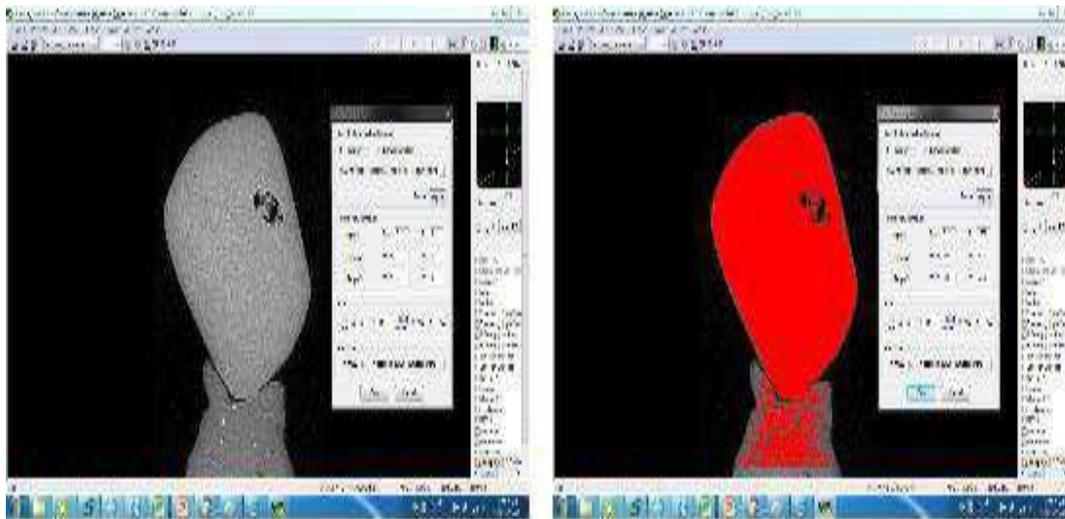
도면6



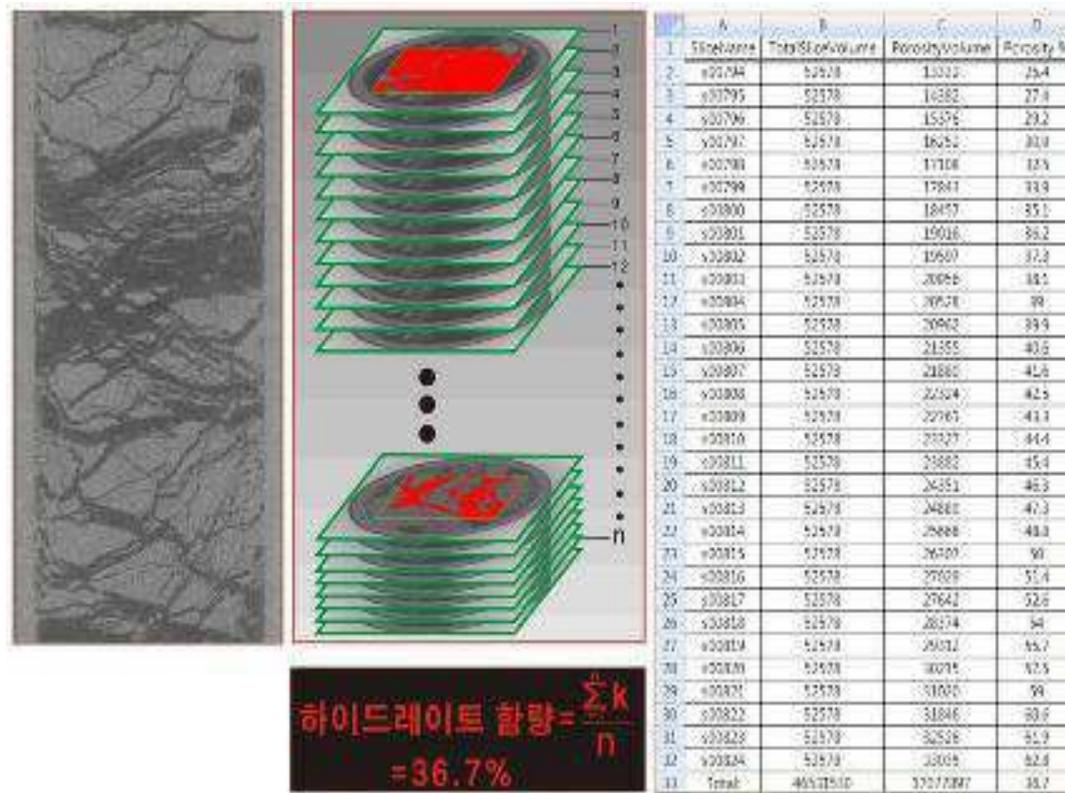
도면7



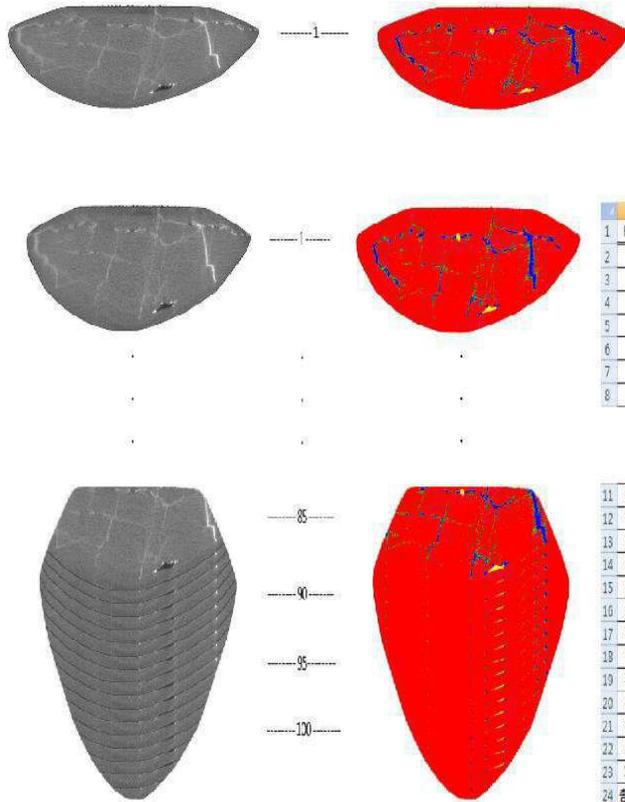
도면8



도면9



도면10



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	No.	분석부피	표피	함량(%)	공극 및 균열	함량(%)	내포물 및 인공주입물	함량(%)
2	1	597628	0	0	4960	0.83	43328	7.25
3	2	587514	0	0	4230	0.72	43652	7.43
4	3	566876	0	0	4365	0.77	43253	7.63
5	4	556014	0	0	4115	0.74	36936	7.12
6	5	525084	0	0	3728	0.71	37964	7.23
7	6	484324	0	0	3674	0.73	35808	7.26
8	7	433712	0	0	3079	0.71	32138	7.41

11	90	305905	0	0	2111	0.69	22790	7.45
12	91	280193	0	0	2017	0.72	21435	7.65
13	90	254482	0	0	1858	0.73	18857	7.41
14	91	228770	0	0	1647	0.72	17066	7.46
15	92	203059	0	0	1503	0.74	15108	7.44
16	93	177347	0	0	1330	0.75	13246	7.47
17	94	151636	0	0	1152	0.76	11206	7.39
18	95	125925	0	0	970	0.77	9790	6.98
19	96	100213	0	0	782	0.78	7135	7.12
20	97	74502	0	0	586	0.79	5699	7.65
21	98	48790	0	0	327	0.67	3362	6.89
22	98	23079	0	0	141	0.61	1646	7.13
23	100	0	0	0	0	0	0	0
24	총합	22950740	0	0	174426	0.76	1728191	7.53

도면11

