



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년01월21일  
(11) 등록번호 10-1224476  
(24) 등록일자 2013년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 3/46 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)  
G01N 3/56 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0030993  
(22) 출원일자 2010년04월05일  
심사청구일자 2010년04월05일  
(65) 공개번호 10-2011-0111756  
(43) 공개일자 2011년10월12일  
(56) 선행기술조사문헌  
US7384806 B2  
US20080285840 A1

(73) 특허권자  
한국화학연구원  
대전광역시 유성구 가정로 141 (장동)  
(72) 발명자  
원종일  
서울특별시 강북구 오현로9나길 29-1, 나호 (미아동)  
송시용  
대전광역시 유성구 은구비남로 34, 열매마을A 81 2동 503호 (노은동)  
(74) 대리인  
한라특허법인  
*(뒷면에 계속)*

전체 청구항 수 : 총 7 항

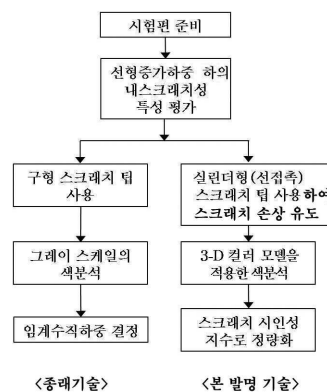
심사관 : 김보철

(54) 발명의 명칭 **고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 긁힘(mar) 및 스크래치(scratch)에 의한 표면 손상의 시인성(visibility)을 삼차원 색좌표를 통해 정량화된 수치로 나타내고, 이를 이용하여 스크래치 시인성 지수(Scratch Visibility Index, SVI)로 산출해냄으로써 소재의 표면 손상의 시인성을 정량화하여 평가하는 방법에 관한 것으로, 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화하기 위하여, 고분자 및 코팅 소재의 시험편을 준비하는 단계; 상기 시험편의 표면에 스크래치를 발생시키는 단계; 상기 스크래치에 의한 표면 손상을 스캔하여 이미지를 획득하는 단계; 색분석 소프트웨어를 이용하여 상기 이미지를 각 픽셀 별로 색분석하여 표면 손상의 변화추이를 색좌표로 프로파일화하는 단계; 상기 색좌표와 시험편의 표면에 작용하는 하중의 변화추이를 도식화하고 스크래치 시인성과 관련된 성분만을 판별 조합하여 스크래치 시인성 지수(SVI)로 나타내는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법을 제공한다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**이종배**

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 206동 1305호 (전민동, 엑스포아파트)

**최길영**

대전광역시 유성구 왕가봉로 23, 열매마을아파트 1103-504 (노은동)

**이성구**

대전광역시 유성구 어은로 57, 110동 1201호 (어은동, 한빛아파트)

**이재홍**

대전광역시 유성구 은구비남로 34, 열매마을아파트 802동 1701호 (노은동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009MB-10033

부처명 지식경제부

연구사업명 부품소재기술개발사업

연구과제명 화학소재정보은행 구축사업(3)

주관기관 한국화학연구원

연구기간 2009년 08월 01일 ~ 2010년 07월 31일

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화하기 위하여,  
 고분자 및 코팅 소재의 시험편의 표면에 선 접촉 가능한 스크래치 팁으로 선형적인 증가하중을 가하여 스크래치 손상을 유도하는 단계;  
 상기 시험편의 표면에 스크래치 손상이 생성되면, 이 표면 손상부위를 스캔하여 디지털화된 이미지를 획득 저장한 후, 색분석 소프트웨어를 이용하여 상기 이미지를 각 픽셀 별로 색분석하여 표면 손상의 변화추이를 색좌표로 프로파일화하는 단계;  
 상기 색좌표와 시험편의 표면에 작용하는 하중의 변화추이를 도식화하고 스크래치 시인성과 관련된 성분만을 판별 조합하여 스크래치 시인성 지수(SVI)로 나타내는 단계;  
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

청구항 1에 있어서,  
 상기 스크래치에 의한 시험편의 표면 손상 부위를 분석함에 있어서 삼차원 컬러 모델을 이용한 색분석 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서,  
 상기 색좌표로 프로파일화하는 단계의 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면 손상을 분석함에 있어서 전체 혹은 임의의 선택영역에 대한 색분석이 가능한 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**청구항 6**

청구항 1 또는 5에 있어서,  
 상기 색분석 소프트웨어는 스크래치 방향에 따라 이미지의 각 열(j)을 대표하는 색좌표는 해당 열(j)의 모든 색좌표 값들의 평균치로 나타내는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**청구항 7**

청구항 1 또는 5에 있어서,  
 상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면에 생긴 전체 스크래치의 폭과 길이에 대한 연속적인 측정이 가능한 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**청구항 8**

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 시인성 지수는 시험편의 표면 손상의 발생이 인식되는 시점에서의 밝기값(Ic), 채도값(Sc), 그리고 임계 스크래치 저항( $\vec{R}_c$ )의 조합인  $[I_c, S_c, \vec{R}_c]$ 으로 나타내는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 틱은 시험편의 표면에 수평방향으로 접촉하여 일정거리 및 일정속도로 스크래치 손상을 유도하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 긁힘(mar) 및 스크래치(scratch)에 의한 표면 손상의 시인성(visibility)을 삼차원 색 좌표를 통해 정량화된 수치로 나타내고, 이를 이용하여 스크래치 시인성 지수(Scratch Visibility Index, SVI)로 산출해냄으로써 소재의 표면 손상의 시인성을 정량화하여 평가하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 들어 감성품질이 중요시됨에 따라 고분자 및 코팅 소재의 표면 특성, 즉 표면조도(roughness), 경도(hardness), 마찰(friction)·마모(wear), 긁힘(mar) 및 스크래치(scratch) 특성 등에 관한 연구의 중요성이 대두되고 있고, 이와 더불어 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 특성을 명확하게 정량화할 수 있는 평가기법에 대한 관심이 고조되고 있다.

[0003] 최근 ASTM (D7027-05) 및 ISO standard (19252:2008) 등에서 스크래치에 의한 표면 손상에 대한 정량적인 평가 방법을 설명하고 있지만, 이들 표준시험법은 시험 방법론과 표면 손상의 형상에 관한 관찰에 초점을 두어 기술하고 있다.

[0004] 예를 들어, ISO 19252는 스크래치에 의한 표면 손상을 스크래치 틱이 지나간 부위의 외관적인 형상에 따라 표면 이랑(ploughing)이나 췌기형성(wedging formation) 또는 찢김(cutting)현상 등으로 구분하여 평가하고 있다.

[0005] 그러나, 상기와 같은 평가방법은 관측자에 따라 그 경계의 구분이 지극히 주관적이고, 따라서 개인적 판단에 의존하여 평가될 수 있기 때문에 실험 재현성에 문제가 있으며, 객관화가 어렵고 변별력이 저하되는 문제점이 있다.

[0006] 또한, 상기 ASTM (D7027-05)에서는 비교적 낮은 일정하중에서 소재 표면에 긁힘 현상이 발생하고, 추가적인 일정하중이 가해졌을 때 보다 심화된 백화(whitening)현상 나타나게 된다. 그리고, 이 시점에서의 수직하중 즉, 임계수직하중(critical normal load)을 판단기준으로 소재의 표면 손상을 정량적으로 평가하고 있다.

[0007] 그러나, 임계수직하중은 단위길이 혹은 면적 등으로 나누어 표준화(normalization)시킨 소재 물성(material property)이 아니므로 실험자의 개인적 판단에 의존하여 평가될 수 있기 때문에 측정·평가 인자로 일반화하기 어려운 문제점이 있다.

[0008] 따라서 스크래치에 의한 소재의 표면 손상의 시인성을 평가함에 있어서 상기와 같은 비효율적인 종래의 평가방법들을 대체할 수 있는 효율적이고 보다 정량화된 평가방법이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 창출한 것으로, 선형증가하중(linearly increasing load) 하에서 고분자 및 코팅 소재 표면에 생성된 긁힘과 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 평가하는데 있어서, 소재 표면과 소정의 선 접촉(line contact)이 가능한 스크래치 팁(tip)을 이용하여 소재 표면에 스크래치를 인위적으로 발생시킨 후, 표면 손상의 시인성을 컬러 모델의 삼차원(3-D) 색좌표로 수치화함으로써 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화된 수치, 즉 스크래치 시인성 지수(SVI)로 산출하여 신뢰성 및 재현성 등이 보다 우수한 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화하기 위하여,
- [0011] 고분자 및 코팅 소재의 시험편을 준비하는 단계; 상기 시험편의 표면에 스크래치를 발생시키는 단계; 상기 스크래치에 의한 표면 손상을 스캔하여 이미지를 획득하는 단계; 색분석 소프트웨어를 이용하여 상기 이미지를 각 픽셀 별로 색분석하여 표면 손상의 변화추이를 색좌표로 프로파일화하는 단계; 상기 색좌표와 시험편의 표면에 작용하는 하중의 변화추이를 도식화하고 스크래치 시인성과 관련된 성분만을 판별 조합하여 스크래치 시인성 지수(SVI)로 나타내는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성 정량화 방법을 제공한다.
- [0012] 바람직하게, 상기 스크래치를 발생시키는 단계의 스크래치는 시험편의 표면에 선 접촉 가능한 스크래치 팁을 사용하여 발생시키는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한 바람직하게, 상기 스크래치를 발생시키는 단계의 스크래치는 시험편의 표면에 선형적인 증가하중을 가하여 발생시키는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 그리고 바람직하게, 상기 스크래치에 의한 시험편의 표면 손상 부위를 분석함에 있어서 삼차원 컬러 모델을 이용한 색분석 기법을 적용하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 더욱 바람직하게, 상기 색좌표로 프로파일화하는 단계의 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면 손상을 분석함에 있어서 전체 혹은 임의의 선택영역에 대한 색분석이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한 바람직하게, 상기 색분석 소프트웨어는 스크래치 방향에 따라 이미지의 각 열(j)을 대표하는 색좌표는 해당 열(j)의 모든 색좌표 값들의 평균치로 나타내는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 더욱 바람직하게, 상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면에 생긴 전체 스크래치의 폭과 길이에 대한 연속적인 측정이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0018] 그리고, 상기 스크래치 시인성 지수는 시험편의 표면 손상의 발생이 인식되는 시점에서의 밝기값( $I_c$ ), 채도값( $S_c$ ), 그리고 임계 스크래치 저항( $\vec{R}_c$ )의 조합인 [ $I_c, S_c, \vec{R}_c$ ]으로 나타내는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 보다 바람직하게, 상기 스크래치 팁은 시험편의 표면에 수평방향으로 접촉하여 일정거리 및 일정속도로 스크래치 손상을 유도하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 긁힘(mar)과 스크래치(scratch)에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화된 수치로 산출함으로써 스크래치 시인성의 객관적인 평가가 가능하며, 이에 따라 측정자 및 측정 환경에 의한 오차를 줄일 수 있고 내스크래치성 평가에 대한 신뢰성을 확보할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따른 방법은 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화된 스크래치 시인성 지수(Scratch Visibility Index, SVI)로 나타냄으로써 모든 고분자 및 코팅 소재의 스크래치에 의한 표면손상의 시인성을 객관적으로 평가할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 시인성을 정량화하는 방법과 기존의 평가방법을 비교하여 나타낸 시험 순서도이다.

도 2는 본 발명에서 사용하는 스크래치 팁의 구체적인 형상과 선형증가하중 하에서 유도된 소재 표면 손상의 형상을 개략적으로 도식화한 것이다.

도 3은 HSI 컬러 모델의 색좌표를 설명하는 개략도이다.

도 4은 본 발명에서 사용한 색분석 소프트웨어를 이용하여 이미지의 각 열을 대표하는 색좌표 값을 취하는 방법을 설명하는 개략도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에서 평판형 스캐너로부터 얻은 선형증가하중 하의 긁힘 및 스크래치에 의한 표면 손상 이미지이다.

도 6은 본 발명에 따른 실시예의 색분석 결과인 세 개의 색좌표 및 해당 스크래치 저항의 변화추이를 스크래치 궤적에 따라 도식화하여 나타낸 그래프이다.

도 7은 도 5에 표시된 영역 I, II, III의 광학현미경 사진으로서, (a)는 첫 번째 컬러 전이점, (b)는 두 번째 컬러 전이점, (c)는 세 번째 컬러 전이점 부근의 표면 손상 형태를 보여준다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 설명에 있어서 주지된 기술과 동일한 부분에 대하여 중복되는 설명은 생략되는 것도 있다.

[0024] 본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 긁힘(mar)과 스크래치(scratch)에 의한 표면 손상의 시인성(visibility)을 정량적인 수치로 평가할 수 있는 방법에 관한 것으로, 선형으로 증가하는 하중 즉, 선형증가하중(linearly increasing load) 조건에서 소재 표면과 선 접촉(line contact)하는 스크래치 팁을 이용하여 스크래치에 의한 표면 손상을 유도하고, 상기 표면 손상 부위를 스캔하여 디지털화된 이미지를 얻어서 저장한 다음, 색분석 소프트웨어를 이용하여 스크래치에 의한 표면 손상의 변화추이를 삼차원(3-D) 컬러 모델의 색좌표로 프로파일화한 후, 마지막으로 스크래치 궤적(path)에 따른 색좌표와 작용응력의 변화추이를 도식화하고 스크래치 시인성과 관련된 성분만을 판별 조합하여 최종적으로 정량화된 수치인 스크래치 시인성 지수(Scratch Visibility Index, SVI)로 산출하는 방법을 제공한다.

[0025] 이하, 첨부된 도면 및 실시예를 참조로 하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0026] 본 발명에서 고분자 및 코팅 소재는 고분자 소재와 더불어 각종 소재 표면에 형성된 코팅 소재를 말하며, 본 명세서에서는 '고분자 및 코팅'을 생략하고 간단하게 '소재'라고 칭하겠다.

[0027] 도 1에 도시된 바와 같이, 선형증가하중 조건하에서의 스크래치 시험을 통한 내스크래치성을 평가하기 위하여, 먼저 선택한 소재의 시험편을 준비하고, 이 시험편에 인위적으로 스크래치 손상을 유도하여 표면을 손상시킨다.

[0028] 시험편의 표면에 스크래치된 표면 손상 즉, 스크래치 손상을 가하기 위하여 선형증가하중 하에서 스크래치 시험을 실시하며, 이때 시험편의 표면을 손상시키기 위한 스크래치 발생기로는 일반적인 스크래치 발생장치를 사용할 수 있고, 본 발명의 실시예에서는 Center for Tribology, Inc사의 UMT-2 모델을 사용하여 스크래치 테스트를 수행하였다.

[0029] 본 발명에서 스크래치 발생기는 시험편의 표면에 긁힘 및 스크래치를 인위적으로 발생시키기 위한 장치로서 소재 표면과 선 접촉(line contact)이 가능한 스크래치 팁을 포함하며, 상기 스크래치 팁의 재질은 소재 표면을 손상시키기 위하여 고분자 및 코팅 소재보다 높은 경도의 금속이나 광물 또는 무기물인 것이 바람직하다.

[0030] 본 발명에서 스크래치 팁은 선형으로 증가하는 하중 조건에서 소재 표면에 접촉하여 스크래치 생성을 위한 응력

을 작용시키게 된다.

- [0031] 이를 위하여 스크래치 발생기는 스크래치 팁이 시험편의 표면에 선형적인 증가하중을 가하도록 제어한다.
- [0032] 상기 스크래치 팁은 스크래치 시험에서 선형증가하는 하중(예를 들어, 1~30N) 하에서 시험편의 표면과 수평방향으로 접촉하여 일정거리(길이) 및 일정속도로 스크래치 손상을 유도한다.
- [0033] 다시 말해, 스크래치 팁은 시험편의 표면에 스크래치 손상을 유도하기 위하여 시험편의 표면과 수평방향으로 접촉하여 일정거리 및 일정속도로 선형증가하중을 가하게 된다.
- [0034] 도 2는 본 발명에서 사용하는 스크래치 팁의 구체적인 형상과 선형증가하중 하에서 유도된 소재 표면 손상의 형상을 개략적으로 도식화한 것으로, 선형증가하는 하중에 의한 시험편의 표면 손상을 스크래치 궤적에 따라 보여 준다. 도시된 바와 같이, 시험편의 표면에 생성된 손상은 스크래치 방향에 따라 선형으로 증가하는 하중이 가해짐에 의해 첫 번째 컬러 전이점(1st), 두 번째 컬러 전이점(2nd), 세 번째 컬러 전이점(3rd)이 순차적으로 나타나게 된다.
- [0035] 상기 시험편의 표면에 긁힘 및 스크래치와 같은 표면 손상이 생성되면 스캐너 등과 같은 장비를 이용하여 표면 손상 부위를 스캔하여 디지털화된 이미지를 획득 저장한다.
- [0036] 여기서, 상기 디지털화된 이미지는 최소 해상도 600 × 600dpi 이상, 24-비트 컬러 모드로 스크래치된 소재 표면을 디지털 이미지화하는 것이 바람직하며, 본 발명의 실시예에서는 일례로 Epson사의 Perfection V700 photo 모델을 사용하여 디지털 이미지를 획득하였다.
- [0037] 상기와 같이 시험편 표면의 스크래치 손상 부위를 디지털 이미지화 한 후, 색분석 소프트웨어를 이용하여 스크래치 팁이 지나가며 생성한 표면 손상의 흔적 즉, 입력된 이미지의 스크래치 궤적(path)을 따라 표면 손상의 변화를 3-D 컬러 모델의 세가지 컬러성분(색좌표)으로 수치화한다.
- [0038] 여기서, 색분석 소프트웨어는 상기 이미지의 스크래치 궤적을 따라 표면 손상의 변화추이를 삼차원 컬러 모델의 색좌표 값으로 측정하여 나타낼 수 있는 프로그램으로, 본 발명에서는 이를 이용하여 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 측정하고 소재의 내스크래치성을 평가할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 실시예에서는 상업용 색분석 프로그램인 QWin을 사용하였으며, 색분석 결과를 3-D 컬러 모델인 HSI의 색좌표로 나타내었다.
- [0040] 상기 색좌표는 디지털화된 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 고유한 컬러값을 나타내는 서로 다른 세 개의 성분으로 표현되며, 예를 들어 RGB 컬러 모델의 경우 레드(Red)값(R), 그린(Green)값(G) 및 블루(Blue)값(B)으로 표현되고, HSI 컬러 모델의 경우 도 3과 같이 색조(Hue)값(H), 채도(Saturation)값(S), 밝기(Intensity)값(I)으로 표현된다.
- [0041] 색조 혹은 색조값은 색상 자체를 표현하는 성분이고, 채도 혹은 채도값은 흰색을 얼마나 포함하고 있는지를 나타내는 성분이며, 마지막으로 밝기 혹은 밝기값은 색의 밝기(휘도)를 나타내는 성분이다. 각각의 성분은 0에서 255까지의 수치로 표현되며, 스캔 작업을 통해 얻은 이미지의 각 픽셀(pixel)은 상기의 세 가지 컬러 성분의 조합 즉, 색좌표로서 해당 픽셀의 고유한 컬러를 나타낼 수 있다.
- [0042] 상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면에 생긴 전체 스크래치의 폭과 길이에 대한 연속적인 측정이 가능할 뿐만 아니라, 시험편 표면의 손상 영역을 임의로 선택하여 표면 손상의 시인성을 측정할 수 있는 것이 바람직하다.
- [0043] 아울러, 상기 색분석 소프트웨어는 임의의 선택영역(임의로 선택한 소재 표면의 손상 영역)에 대한 평가 시, 도 4와 같이 스크래치 방향에 따라 각 열(j)을 대표하는 색좌표는 해당 열(j)의 모든 색좌표 값들의 평균치 예를 들어  $[R_j, G_j, B_j]$ 로 나타내는 것이 바람직하며, 이를 수식으로 나타내면 아래 수학적 식 1과 같다.

**수학적 식 1**

[0044] 
$$R_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} / m$$



$$G_j = \sum_{i=1}^m G_{ij}/m$$

[0045]

$$B_j = \sum_{i=1}^m B_{ij}/m$$

[0046]

[0047]

도 4는 색분석 소프트웨어를 이용하여 스크래치 방향에 따라 각 열의 색좌표 값을 취하는 방법을 나타낸 개략도로서, 이를 참조로 하여 보다 구체적으로 설명하면, 상기 색분석 소프트웨어는 시험편 표면의 손상부위로부터 얻은 이미지 분석영역 중 전체 혹은 임의로 선택한 영역에 대해 스크래치 방향을 따라 이미지의 각 픽셀을 열(j) 별로 분류하고, 분류한 각 열(j)을 대표하는 색좌표는 해당 열(j)의 모든 색좌표 값들의 평균치로 나타낸다.

[0048]

본 발명에서 RGB 컬러 모델의 경우 스크래치 방향에 따라 각 열(j)을 대표하는 색좌표를 상기 수학적 식 1과 같이 표현할 수 있음을 참조로 하여, HSI 컬러 모델의 경우 아래 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있음을 유추할 수 있다.

### 수학적 식 2

$$H_j = \sum_{i=1}^m H_{ij}/m$$

[0049]

$$S_j = \sum_{i=1}^m S_{ij}/m$$

[0050]

$$I_j = \sum_{i=1}^m I_{ij}/m$$

[0051]

[0052]

따라서, 표면 손상의 이미지 분석영역 중 임의의 선택영역에서 스크래치 방향에 따른 각 열(j)을 대표하는 색좌표는  $[R_j, G_j, B_j]$  혹은  $[H_j, S_j, I_j]$  등으로 표현할 수 있다.

[0053]

상기의 색분석 결과를 바탕으로, 스크래치 궤적에 따른 색좌표의 변화와 작용응력의 증가를 하나의 도표에 도식화하여 최종 정량화된 스크래치 시인성 지수(SVI)를 산출한다.

[0054]

스크래치 시인성 지수는 스크래치 시인성이 감지되는 시점, 즉 표면 손상의 발생이 인식되는 시점에서의 색좌표(color coordinates)와 임계 스크래치 저항(Scratch resistance,  $\vec{R}_c$ )의 조합으로 표현될 수 있고, 본 발명에서는 상기 스크래치 시인성 지수를 아래 수학적 식 3과 같이 정의한다.

### 수학적 식 3

$$SVI = [I_c, S_c, \vec{R}_c]$$

[0055]

[0056]

여기서,  $I_c$ 와  $S_c$ 는 각각 시험편의 표면 손상이 인식되는 시점의 밝기값과 채도값으로, 다시 말하면 후술되는 시인성 개시점에서의 밝기값과 채도값이다.

[0057]

더불어 스크래치 저항( $\vec{R}_c$ )은 아래 수학적 식 4와 같이 계산한다.



**수학식 4**

$$\vec{R}_s = \vec{F}_s/l$$

[0058]

[0059] 여기서,  $l$ 은 스크래치 팁이 소재 표면과 접촉하는 길이이고, 임계 스크래치 저항( $\vec{R}_c$ )은 시험편의 표면 손상이 인식되는 시점에서의 스크래치 저항( $\vec{R}_s$ )을 의미한다.

[0060] 그리고 스크래치 팁을 시험편의 표면에 선 접촉한 상태로 이동시켜 시험편에 스크래치 손상을 가할 수 있도록 하는 스크래치 구동력(Scratch force,  $\vec{F}_s$ )은 두 법선 벡터인 수직하중( $\vec{F}_n$ )과 접선하중( $\vec{F}_t$ )의 합으로서, 스크래치 시험시 제공되는 선형증가하는 하중에 따라 결정되며, 아래 수학식 5와 같이 구한다.

[0061] 여기서, 수직하중( $\vec{F}_n$ )은 스크래치 팁을 통해 소재 표면에 수직방향으로 작용하는 하중이고, 접선하중( $\vec{F}_t$ )은 스크래치 팁을 통해 소재 표면에 수평방향으로 작용하는 하중이다.

**수학식 5**

$$\vec{F}_s = \vec{F}_n + \vec{F}_t$$

[0062]

[0063] 본 발명은 소재 표면에 가해진 스크래치 손상의 시인성을 정량화하는데 있어서 소재의 두께에 대한 특별한 제한은 없으나 두께가 10 mm 이하인 시험편이 바람직하며, 최소 길이가 70 mm이상이고 굴곡이 없는 평판형 시험편을 사용하는 것이 바람직하다.

[0064] 본 발명은 하기 실시예를 통해 보다 잘 이해될 수 있으며, 하기의 실시예는 본 발명의 예시 목적을 위한 것으로 첨부된 특허청구범위를 한정하는 것은 아니다.

**[0065] 실시예**

[0066] 본 발명에서는 3 mm 두께의 평판형 폴리프로필렌 복합소재를 스크래치 시인성 평가용 시험편으로 사용하였다.

[0067] 스크래치 발생기를 사용하여 상기 시험편에 총 50 mm의 스크래치를 가하였다. 이때 스크래치 속도(스크래치 손상을 생성하는 속도)는 1 mm/s로 고정하고 실험하중 조건은 1 ~ 30N 의 선형증가하는 하중을 부여하였다.

[0068] 본 실시예에서 스크래치 팁은 도 2의 형상을 가지고 시험편의 표면에 접촉하는 길이가 1mm인 것을 사용하였다.

[0069] 상기와 같은 절차를 통해 굽힘 및 스크래치 등의 표면 손상이 유도된 소재 표면을 평판형 스캐너 장비를 이용하여 디지털 이미지화하였다.

[0070] 도 5는 상기 평판형 스캐너로부터 얻은 굽힘 및 스크래치에 의한 표면 손상 이미지를 보여준다.

[0071] 본 실시예에서는 전체 스크래치 폭의 약 90% 정도만을 임의로 선택하였고(도 2 참고) HSI 컬러 모델을 사용하여 색분석을 수행하였다.

[0072] 도 6은 본 실시예의 색분석 결과인 세 개의 색좌표(H,S,I) 및 해당 스크래치 저항( $\vec{R}_s$ )의 변화추이 등을 스크래치 궤적에 따라 도식화하여 나타낸 그래프이다.

[0073] 도 6과 같이 스크래치 궤적이 증가(스크래치 길이가 증가)함에 따라, ① 스크래치 저항( $\vec{R}_s$ )은 선형적으로 증가하고, ② 색조값(H)은 거의 일정한 값을 유지하는 반면, ③ 밝기값(I)의 증가 및 ④ 채도값(S)의 감소 경향을 보였다.

[0074] 즉, 스크래치 구동력( $\vec{F}_s$ )이 스크래치 궤적을 따라 증가하게 되면 스크래치된 홈(groove) 부근에서 표면 손상으

로 인한 빛의 산란이 증가하는 백화(whitening)현상이 발생하게 됨을 알 수 있다.

- [0075] 또한, 스크래치에 의한 소재의 백화현상은 색좌표의 변화를 유발시키게 되는데, 구체적으로 말하면 HSI 컬러 모델의 밝기값(I)과 채도값(S)은 백화현상을 직접적으로 반영하여 수치의 변화를 보이는 반면, 색조값(H)은 백화현상과 무관하게 일정한 수치를 유지하였다.
- [0076] 도 6에서 스크래치 궤적에 따른 밝기값(I) 및 채도값(S)의 프로파일(profile)을 자세히 살펴보면, 스크래치에 의한 표면 손상의 정도가 증가함에 따라 이들 값의 기울기(slope)가 계속해서 변화하는 것을 관찰할 수 있다.
- [0077] 예를 들어 도 6에서 밝기값(I)의 경우, 스크래치 미생성 영역(도 6의 No damage zone)에서의 수치는 일정한 값을 유지하다가 첫 번째 컬러 변이점(the first color transition point)을 지나 스크래치 생성 영역(도 6의 Mar zone)으로 진입하면서 증가하고 다시 일정(even)하게 유지되다가 두 번째 컬러 변이점(the second color transition point)을 지나면서 다시 증가하다가 일정하게 유지되며, 그 이후 이러한 현상이 반복적으로 재현됨을 확인할 수 있다.
- [0078] 반면, 도 6에서 채도값(S)의 경우, 초기 수치는 일정한 값을 유지하다가 첫 번째 컬러 변이점을 지나 스크래치 생성 영역(도 6의 Mar zone)으로 진입하면서 감소하고 다시 일정(even)하게 유지되다가 두 번째 컬러 변이점을 지나면서 다시 감소하다가 일정하게 유지되며, 그 이후 이러한 현상이 반복적으로 재현되었다.
- [0079] 이와 같이 도 6에서의 밝기값(I)과 채도값(S)의 기울기 변화는 색좌표값 특히, 밝기값과 채도값이 표면 손상 정도의 변화를 나타내는 식별 지표로 사용될 수 있음을 의미하고 있다.
- [0080] 전술한 바에 따라, 소재 표면에 생성된 스크래치의 시인성은 밝기값(I)과 채도값(S) 및 스크래치 저항( $\vec{R}_s$ )과 연관이 있음을 알 수 있고, 스크래치 시인성 지수는 이들을 조합하여 도출할 수 있음을 짐작할 수 있다.
- [0081] 한편, 광학현미경을 이용한 관찰은 도 6의 컬러 변이점과 표면 손상의 형태를 연관시키기 위해 수행하였다.
- [0082] 도 7의 (a), (b), (c)는 도 5에 표시된 영역 I, II, III을 각각 확대 도시한광학현미경 사진으로서, 각각 첫 번째, 두 번째, 세 번째 컬러 변이점 부근의 표면 손상의 형태를 보여준다.
- [0083] 도 7에서 보이는 바와 같이 영역 I은 비교적 가벼운 표면 손상인 긁힘(mar) 현상을 나타내고, 영역 II는 물결무늬 형상의 표면 손상이 중첩되어 있는 모습을 보여준다. 이러한 표면 손상은 육안으로도 백화현상이 확인되며, 본 발명의 실시예에서는 보다 확실하게 식별 가능한 도 6의 두 번째 컬러 변이점을 “시인성 개시점”(onset of scratch visibility)으로 결정하였다.
- [0084] 그리고, 본 발명은 시인성 개시점에서의 밝기값( $I_c$ ), 채도값( $S_c$ ), 그리고 스크래치 저항( $\vec{R}_c$ )의 조합인 [ $I_c, S_c, \vec{R}_c$ ]을 “스크래치 시인성 지수”로 결정한다.
- [0085] 표 1에 상기 실시예의 시험 결과를 스크래치 시인성 지수(SVI)로 나타내었다.

**표 1**

Test condition	스크래치 시인성 지수 (SVI) [ $I_c, S_c, \vec{R}_c$ ]
1 to 30 N	[51.3, 50.4, 16.2]

- [0086]
- [0087] 본 실시예에서 본 발명에 따른 긁힘 및 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 평가하는 방법은 표면 손상의 시인성이 디지털화된 수치로 표현되어 보다 쉽게 정량화됨을 알 수 있었다.
- [0088] 한편, 영역 III은 세 번째 컬러 변이점 부근으로 스크래치 손상이 좀 더 진행됨에 따라 물결무늬의 폭이 보다 커진 것을 확인할 수 있었다.
- [0089] 이와 같이 본 발명은 고분자 및 코팅 소재에 생성된 긁힘과 스크래치에 의한 표면 손상의 시인성을 정량화할 수 있음은 물론, 최종 정량화된 결과로 스크래치 시인성 지수를 도출해냄으로써 종래에 정량화가 어려웠던 스크래

치 시인성을 손쉽게 정량화, 물성화할 수 있는 효과가 있다.

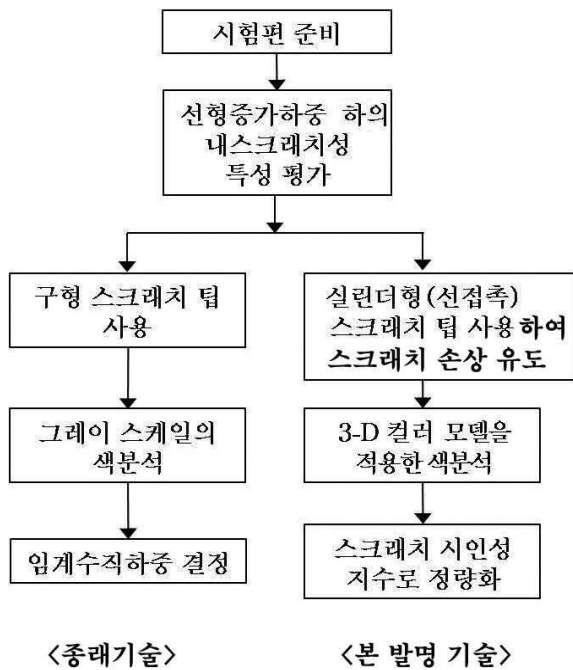
[0090] 또한, 상기 실시예를 통해 확인한 바와 같이 표면 손상의 시인성을 나타내는 정량화된 수치들은 측정자와 측정 환경에 의한 오차가 작고 신뢰성 및 재현성이 높은 결과임을 알 수 있다.

[0091] 더불어, 본 발명에 따른 정량화 방법은 고분자 및 코팅 소재 표면의 컬러 유·무, 표면무늬 유·무 및 무늬 형상에 무관하게 적용이 가능하여 광범위하게 사용될 수 있다.

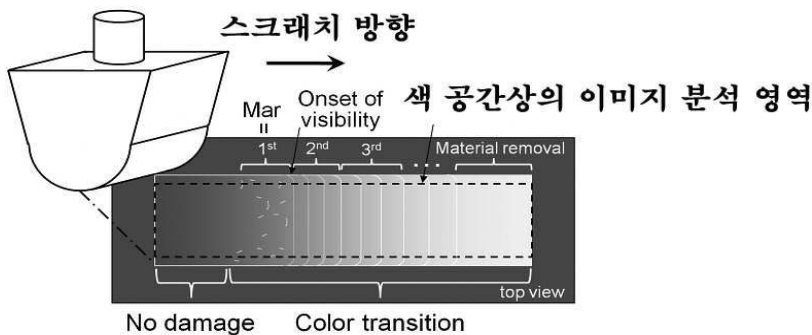
[0092] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

도면

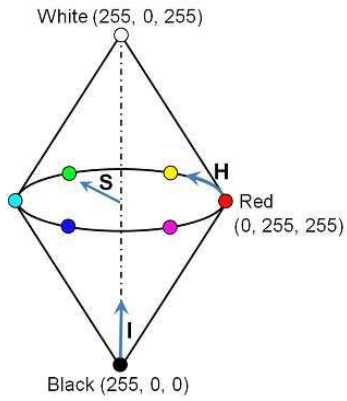
도면1



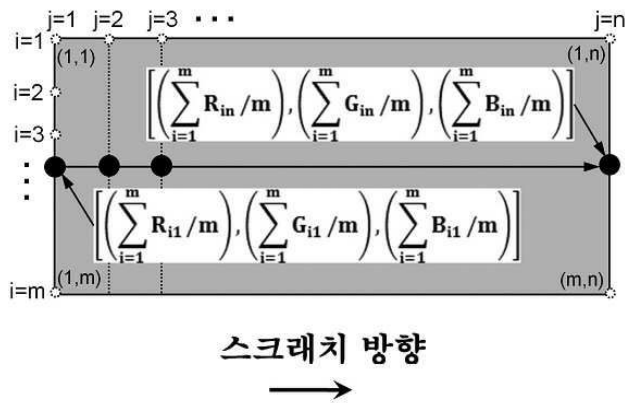
도면2



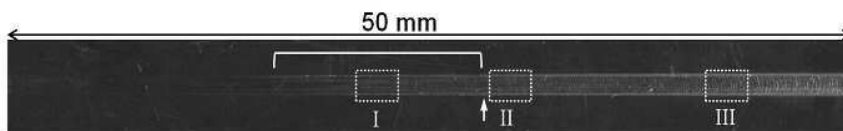
도면3



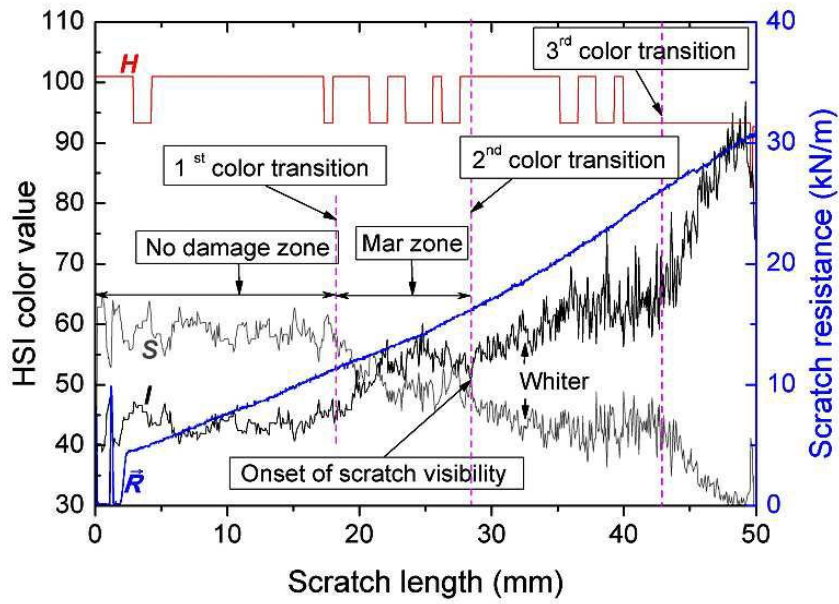
도면4



도면5



도면6



도면7

