



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월21일
(11) 등록번호 10-1224477
(24) 등록일자 2013년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
GOIN 3/46 (2006.01) *GOIN 21/88* (2006.01)
GOIN 3/56 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0030986
 (22) 출원일자 2010년04월05일
 심사청구일자 2010년04월05일
 (65) 공개번호 10-2011-0111751
 (43) 공개일자 2011년10월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 US07384806 B2
 US20080285840 A1
 US7384806 B2

(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)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김보철

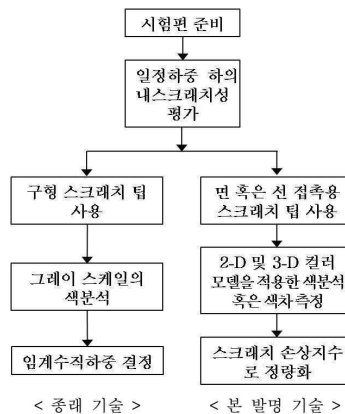
(54) 발명의 명칭 **고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면 손상 정량화 방법**

(57) 요약

본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 긁힘(mar)과 스크래치(scratch)에 의한 표면 손상 정도를 정량적인 수치로 평가할 수 있는 방법에 관한 것으로, 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 스크래치에 의한 표면 손상을 정량화하기 위하여,

고분자 및 코팅 소재의 시험편을 준비하는 단계; 상기 시험편의 표면에 스크래치 손상을 유도하는 단계; 상기 시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계; 상기 시험편 표면에 작용한 하중과 스크래치 손상에 해당하는 색좌표를 조합하여 정량화된 수치인 스크래치 손상 지수를 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 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 손상을 정량화하기 위하여,

고분자 및 코팅 소재의 시험편의 표면에 면 접촉 또는 선 접촉이 가능한 스크래치 팁으로 하중을 가하여 스크래치 손상을 유도하는 단계;

상기 시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계;

상기 시험편 표면에 작용한 하중과 스크래치 손상에 해당하는 색좌표를 조합하여 정량화된 수치인 스크래치 손상 지수를 산출하는 단계;를 포함하며,

상기 스크래치 손상 지수는 스크래치 팁이 시험편의 표면과 면 접촉하는 경우 스크래치 손상도(ΔD)와 스크래치 강도(\vec{S}_s)로 산출되고, 스크래치 팁이 시험편의 표면과 선 접촉하는 경우 스크래치 손상도(ΔD)와 스크래치 저항(\vec{R}_s)으로 산출되는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 손상도(ΔD)는 하기 수학식 1에 의하여 산출되고,

$$\Delta D(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

수학식 1 :

상기 스크래치 강도(\vec{S}_s) 및 스크래치 저항(\vec{R}_s)은 각각 하기 수학식 2 및 하기 수학식 3에 의하여 산출되는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

수학식 2 : $\vec{S}_s = \vec{F}_s / A$

수학식 3 : $\vec{R}_s = \vec{F}_s / l$

(여기서, x_i 는 스크래치 생성 부위의 색좌표이고, y_i 는 스크래치 미생성 부위의 색좌표이고, A는 스크래치 팁이 시험편의 표면과 접촉하는 면적이고, l은 스크래치 팁이 시험편의 표면과 접촉하는 길이이고, \vec{F}_s 는 스크래치 구동력임.)

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 손상을 유도하는 단계의 스크래치는 시험편의 표면에 일정하중을 가하여 발생시키는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계는,

시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상 부위를 스캔하여 이미지를 얻는 단계와, 색분석 소프트웨어를 사용하여 상기 이미지의 컬러값을 삼차원 컬러 모델의 색좌표로 나타내는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계는,

색분석 프로파일러를 이용하여 시험편의 표면 손상을 색차 또는 색좌표로 표시하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상을 분석함에 있어서 삼차원의 컬러 모델을 이용한 색분석 기법을 적용하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 스크래치 손상을 유도하는 단계의 스크래치 손상의 형태는 시험편의 표면에 일방향으로 가해지는 단일적인 손상과, 상기 단일적인 손상이 가해진 시험편의 표면에 다시 타방향의 스크래치를 가함으로 발생하는 복합적인 손상인 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 8

청구항 4에 있어서,

상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면 손상 영역을 전체 혹은 임의로 선택하여 색분석할 수 있는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 9

청구항 4 또는 8에 있어서,

상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면에 생긴 전체 스크래치의 폭과 길이에 대한 연속적인 측정이 가능한 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법.

청구항 10

청구항 4 또는 8에 있어서,

상기 색분석 소프트웨어는 스크래치 팁이 시험편의 표면에 선 접촉하는 경우 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 표면손상 정량화 방법.

청구항 11

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 긁힘(mar)과 스크래치(scratch)에 의한 표면 손상 정도를 정량적인 수치로 평가할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 들어 감성품질의 중요성이 대두되면서 소재의 표면 물성이 중요시되고 있는데, 특히 긁힘 및 스크래치는 보통 소재 표면에 발생된 표면 손상으로서 시각적인 인지가 가능하나 이에 의한 표면 손상을 정확히 평가하고 정량화하는데 상당한 어려움이 있다.

[0003] 최근 ASTM (D7027-05) 및 ISO standard (19252:2008) 등에서 스크래치로 인한 소재의 표면 손상에 대한 정량적인 평가방법을 소개하고 있지만, 이들 표준시험법은 실험적인 스크래치 생성에 관한 방법론적 측면만을 강조하고 있다.

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

[0005] 그러나, 상기와 같은 표면 손상 평가방법은 관측자에 따라 그 경계의 구분이 지극히 주관적이라는 문제를 가지며, 그에 따른 객관성 부재로 인한 논란의 여지가 존재한다.

[0006] 또한 상기 ASTM (D7027-05)에서는 비교적 낮은 일정하중(constant load)에서 소재 표면에 긁힘 현상이 발생하고, 추가적인 일정 하중이 가해졌을 때 보다 심화된 백화(whitening) 현상이 나타나게 된다. 그리고, 이 시점에서의 수직하중 즉, 임계수직하중(critical normal load)을 판단기준으로 하여 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 실험 재현성에 문제가 있으며, 객관화가 어렵고 신뢰성 및 변별력이 저하되는 문제점이 있다.

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

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 고분자 및 코팅 소재 표면에 생성된 스크래치에 의한 표면 손상을 평가하는 종래 방법에 대한 문제점을 감안하여 창출한 것으로, 스크래치에 의한 소재의 표면손상정도를 측정 또는 분석하기 위하여 일정하중 조건의 스크래치 시험을 통해 소재 표면과 면 접촉 또는 선 접촉이 가능한 스크래치 팁을 이용하여 인위적으로 스크래치를 발생시킨 다음, 상기 소재의 표면 손상 정도를 해당되는 색좌표 혹은 색차로 나타냄으로써 스크래치에 의한 표면 손상을 평가함에 있어서 정량화된 수치로 산출하여 객관성과 신뢰성 및 재현성 등이 보다 우수한 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 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 손상을 정량화하기 위하여,
- [0011] 고분자 및 코팅 소재의 시험편을 준비하는 단계; 상기 시험편의 표면에 스크래치 손상을 유도하는 단계; 상기 시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계; 상기 시험편 표면에 작용한 하중과 스크래치 손상에 해당하는 색좌표를 조합하여 정량화된 수치인 스크래치 손상 지수를 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법을 제공한다.
- [0012] 바람직하게, 상기 스크래치 손상을 유도하는 단계의 스크래치는 시험편의 표면에 면 접촉 또는 선 접촉이 가능한 스크래치 팁을 사용하여 발생시키는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한 바람직하게, 상기 스크래치 손상을 유도하는 단계의 스크래치는 시험편의 표면에 일정하중을 가하여 발생시키는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 그리고 바람직하게, 상기 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계는, 시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상 부위를 스캔하여 이미지를 얻는 단계와, 색분석 소프트웨어를 사용하여 상기 이미지의 컬러값을 이차원 혹은 삼차원 컬러 모델의 색좌표로 나타내는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 보다 바람직하게, 상기 스크래치 손상을 해당하는 색좌표로 나타내는 단계는, 색분석 프로파일러를 이용하여 시험편의 표면 손상을 색차 또는 색좌표로 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한 바람직하게, 상기 시험편의 표면에 생성된 스크래치 손상을 분석함에 있어서 이차원 혹은 삼차원의 컬러 모델을 이용한 색분석 기법을 적용하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 더욱 바람직하게, 상기 스크래치 손상을 유도하는 단계의 스크래치 손상의 형태는 시험편의 표면에 일방향으로 가해지는 단일적인 손상과, 상기 단일적인 손상이 가해진 시험편의 표면에 다시 타방향의 스크래치를 가함으로 발생하는 복합적인 손상인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 더욱 바람직하게, 상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면 손상 영역을 전체 혹은 임의로 선택하여 색분석할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 더욱 바람직하게, 상기 색분석 소프트웨어는 시험편의 표면에 생긴 전체 스크래치의 폭과 길이에 대한 연속적인 측정이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한 바람직하게, 상기 색분석 소프트웨어는 스크래치 팁이 시험편의 표면에 선 접촉하는 경우 스크래치 방향에 따라 이미지의 각 열(j)을 대표하는 색좌표는 해당 열(j)의 모든 색좌표 값들의 평균치로 나타내는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 그리고, 상기 스크래치 손상 지수는 스크래치 팁이 시험편의 표면과 면 접촉하는 경우 스크래치 손상도(ΔD)와 스크래치 강도($\overline{S_s}$)로 산출되고, 스크래치 팁이 시험편의 표면과 선 접촉하는 경우 스크래치 손상도(ΔD)와 스크래치 저항($\overline{R_s}$)으로 산출되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따른 고분자 및 코팅 소재의 스크래치 표면손상 정량화 방법은 소재의 표면에 발생된 스크래치에 의한 표면손상정도를 정량적인 수치로 평가할 수 있고, 이에 따른 객관성을 통해 측정자 및 측정 환경에 의한 오차를 줄일 수 있으며, 따라서 내스크래치성 평가에 대한 신뢰성을 확보할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명에 따른 방법은 스크래치에 의한 소재 표면의 손상정도를 정량화된 스크래치 손상 지수(Scratch Damage Index, SDI)로 나타냄으로써 모든 고분자 및 코팅 소재의 스크래치에 의한 표면손상을 객관적으로 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 스크래치 표면 손상정도를 정량화하는 방법과 기존의 평가방법을 비교하여 나타낸 시험 순서도이다.
- 도 2는 일정하중 하에서 소재 표면에 인위적으로 유도된 스크래치의 형상을 도식화한 것이다.
- 도 3은 본 발명에 적용된 스크래치 팁의 세부적인 형상도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에서 일정하중의 스크래치 실험을 통해 얻은 미가공 데이터의 그래프이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 실시예에서 평판형 스캐너를 이용하여 얻은 단일 손상의 디지털화된 이미지이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에서 사용한 삼차원 컬러 모델과 색좌표 값의 범위를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에서 색분석을 통해 얻은 결과를 그래프화한 도면이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 실시예에서 평판형 스캐너를 이용하여 얻은 복합 손상의 디지털화된 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 설명에 있어서 주지된 기술과 동일한 부분에 대한 설명은 생략되는 것도 있다.
- [0026] 본 발명은 고분자 및 코팅 소재의 표면에 생성된 금힘(mar) 혹은 스크래치(scratch)에 의한 손상을 정량적인 수치로 평가할 수 있는 방법에 관한 것으로, 일정하중(constant load) 조건에서 스크래치 시험을 통해 상기 소재 표면과 소정의 면 접촉(area contact) 또는 선 접촉(line contact)이 가능한 스크래치 팁(tip)을 이용하여 인위적으로 스크래치를 발생시킨 후, 소재 표면의 손상정도를 색차 혹은 색좌표로 나타내고, 이러한 색차 혹은 색좌표 및 작용 하중을 조합하여 스크래치에 의한 표면 손상을 정량화된 수치, 즉 스크래치 손상 지수(Scratch Damage Index, SDI)로 나타내는 정량화 방법을 제공한다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0028] 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.
- [0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 일정하중 하의 스크래치 시험에서 소재 표면에 작용하는 응력에 대한 내스크래치성을 평가하기 위하여, 먼저 선택한 소재의 시험편을 준비하고, 이 시험편에 인위적으로 스크래치 손상을 유도하여 표면을 손상시킨다.
- [0030] 시험편의 표면에 스크래치 손상을 가하기 위하여 일정하중이 작용하는 조건에서 스크래치 시험을 실시하며, 이때 사용하는 스크래치 발생기로는 일반적인 스크래치 발생기를 사용할 수 있고, 본 발명의 실시예에서는 스크래치 발생기의 일례로 Center for Tribology, Inc사의 UMT-2 모델을 사용하였다.
- [0031] 본 발명에서 스크래치 발생기는 시험편의 표면에 금힘 및 스크래치를 인위적으로 발생시키기 위한 장치로서 소재 표면과 면 접촉(area contact) 또는 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.
- [0032] 본 발명에서 스크래치 팁은 일정하중 조건에서 소재 표면에 접촉하여 스크래치 생성을 위한 응력을 작용시키게 된다.
- [0033] 스크래치 팁에 의한 소재의 표면 손상은 크게 두 가지 형태로 구분할 수 있는데, 먼저 스크래치 팁이 소재 표면의 일방향으로 스크래치 손상을 가하여 단일적인 손상을 유도한 경우와, 상기와 같은 단일적인 손상이 가해진 소재 표면에 다시 타방향의 스크래치 손상을 가함으로써 복합적인 손상을 발생시킨 경우이며, 본 발명에 따른 방법은 상기 두 가지 형태의 스크래치 손상에 대한 평가를 모두 포함한다.
- [0034] 여기서, 복합적인 스크래치 손상은 도 2와 같이 가로방향으로 스크래치 손상이 가해진 소재 표면에 다시 세로방향으로 스크래치 손상을 가함으로써 발생할 수 있다.
- [0035] 도 2는 본 발명에 따른 스크래치 팁에 의한 소재 표면 손상의 형상을 개략적으로 도식화한 것이다.
- [0036] 상기 스크래치 팁은 소재 표면에 면 접촉 또는 선 접촉하여 일정하중을 가함으로써 금힘 및 스크래치를 인위적으로 발생시키기 위한 수단으로서, 소재 표면과 면 접촉 또는 선 접촉이 가능한 형상으로 형성되고, 면 접촉이

가능한 형상의 경우 도 3에 도시된 바와 같이 스크래치 팁의 접촉면이 삼각형이나 사각형과 같은 다각형 또는 원형인 것이 바람직하다.

- [0037] 본 발명은 시험편의 표면에 긁힘 및 스크래치와 같은 표면 손상이 발생되면 스캐너 등과 같은 장비를 이용하여 소재의 표면 손상 부위를 스캔하여 디지털화된 이미지를 얻어서 저장한다.
- [0038] 여기서, 상기 이미지는 최소 해상도 600 * 600dpi 이상, 24비트 컬러 모드로 스캔하여 손상된 소재 표면을 보다 선명하고 뚜렷하게 이미지화하는 것이 바람직하며, 본 발명의 실시예에서는 Epson사의 Perfection V700 photo 모델을 사용하여 이미지를 획득하였다.
- [0039] 상기와 같이 스크래치된 시험편 표면의 손상부위를 디지털 이미지화한 다음, 손상부위의 이미지를 색분석 소프트웨어를 이용하여 분석 평가한다.
- [0040] 여기서, 색분석 소프트웨어는 이차원 혹은 삼차원의 다양한 컬러 모델 및 색좌표의 수치를 얻을 수 있는 프로그램으로, 본 발명에서는 이를 이용하여 스크래치에 의한 소재 표면의 손상정도를 측정하고 소재의 내스크래치성을 평가할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 실시예에서는 상업용 색분석 프로그램인 QWin을 사용하였으며, 분석 결과를 삼차원 컬러 모델 및 RGB와 HSI의 색좌표로 나타내었다.
- [0042] 상기 색좌표는 디지털화된 이미지의 각 픽셀(pixel)에 대해 고유의 컬러값을 나타내는 서로 다른 세 개의 성분으로 표현되는데, 일례로 RGB 컬러 모델의 경우 레드(Red)값(R), 그린(Green)값(G) 및 블루(Blue)값(B)으로 표현되고, HSI 컬러 모델의 경우에는 색조(Hue)값(H), 채도(Saturation)값(S), 밝기(Intensity)값(I)으로 표현된다.
- [0043] 상기 색분석 소프트웨어는 소재 표면에 생긴 전체 스크래치의 폭과 길이에 대한 연속적인 측정이 가능할 뿐만 아니라 소재 표면의 손상 영역을 임의로 선택하여 측정할 수 있는 것이 바람직하다.
- [0044] 아울러, 스크래치 팁이 시험편의 표면에 선 접촉하는 경우, 상기 색분석 소프트웨어는 전체 또는 임의의 선택영역(임의로 선택한 소재 표면의 손상 영역)에 대한 평가모드 시 스크래치 방향에 따라 각 열(j)을 대표하는 색좌표는 해당 열(j)의 모든 색좌표 값들의 평균치로 나타내는 것이 바람직하다.
- [0045] 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.
- [0046] 또한, 본 발명은 스크래치 팁에 의한 소재 표면의 손상 부위를 스캔하여 이미지화하는 과정 없이, 분광측색계나 색차계 또는 컬러리더 등과 같은 색분석 프로파일러를 직접적으로 이용하여 표면 손상 부위를 색차 또는 색좌표로 나타내는 것도 가능하다.
- [0047] 상기 색차는 긁힘이나 스크래치가 발생된 영역과 그렇지 않은 영역 간의 색좌표의 차이로 나타낸다.
- [0048] 본 발명의 실시예에서는 KONICA MINOLTA사의 CM-3700d 분광측색계를 사용하였다.
- [0049] 상기 분광측색계를 이용한 색분석은 객관적이고 합리적인 측정을 위해 표준조건인 D65 표준광원, d/8 확산조명, 경면반사광제거(Specular Component Excluded, SCE) 모드에서 측정하는 것이 바람직하다.
- [0050] 상기와 같이 스크래치 팁에 의한 시험편의 손상 정도를 색차 또는 색좌표로 나타내고 그 값들을 바탕으로 스크래치에 의한 표면 손상을 정량화한 수치, 즉 스크래치 손상 지수(Scratch Damage Index, SDI)로 산출한다.
- [0051] 스크래치 손상 지수는 스크래치 손상도(Degree of scratch damage, ΔD)와 스크래치 강도(Scratch strength, $\overline{S_s}$) 또는 스크래치 저항(Scratch resistance, $\overline{R_s}$)으로 표기되며, 이는 스크래치 팁의 형상에 따라 그 표기방법을 달리하게 된다.
- [0052] 예를 들어, 스크래치 팁이 소재 표면과 일정한 면적을 가지고 접촉할 경우, 즉 면 접촉하는 경우, 본 발명에서는 상기 스크래치 손상 지수를 [$\Delta D, \overline{S_s}$]로 나타내며, 스크래치 팁이 소재 표면과 선의 형태로 접촉할 경우, 즉 선 접촉하는 경우에는 [$\Delta D, \overline{R_s}$]와 같이 표현한다.
- [0053] 여기서, 스크래치 손상도(ΔD)는 스크래치 생성 부위(x)와 미생성 부위(y)의 색좌표를 유클리디언 거리

(Euclidean distance)로 산출함으로써 스크래치에 의한 표면 손상을 정량적으로 나타내는 수치로서, 상기 두 영역(스크래치 생성 부위(x)와 미생성 부위(y))의 색 공간 상의 거리는 아래 수학적 식 1과 같이 계산하여 도출한다.

더불어 스크래치 강도(\vec{S}) 및 스크래치 저항(\vec{R})은 각각 아래 수학적 식 2 와 3을 통해 산출한다.

수학적 식 1

$$\Delta D(x, y) = \| x - y \| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

[0054]

수학적 식 2

$$\vec{S}_s = \vec{F}_s / A$$

[0055]

수학적 식 3

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

[0056]

여기서, A는 스크래치 팁이 소재 표면과 접촉하는 면적이고, l은 스크래치 팁이 소재 표면과 접촉하는 길이이다.

[0057]

그리고, 스크래치 팁을 면 또는 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 시험 시 작용하는 하중에 따라 결정되며, 아래 수학적 식 4와 같이 구한다.

[0058]

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.

[0059]

수학적 식 4

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

[0060]

도 4는 본 발명의 실시예에서 시험편에 일정 하중의 스크래치 손상을 가하는 실험을 통해 얻은 미가공 데이터의 그래프이다.

[0061]

본 발명은 스크래치에 의한 표면손상을 정량화하는데 있어서 소재의 두께에 대한 특별한 제한은 없으나 두께가 10 mm 이하인 시험편을 사용하는 것이 바람직하며, 최소 길이가 70 mm이상이고 굴곡이 없는 평판형 시험편을 사용하는 것이 바람직하다.

[0062]

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

[0063]

실시예

[0064]

- [0065] 본 실시예에서는 3 mm 두께의 평판형 폴리프로필렌 복합소재를 스크래치 손상 평가용 시험편으로 사용하였다.
- [0066] 단일 손상의 굽힘 및 스크래치의 경우;
- [0067] 스크래치 발생기를 이용하여 상기 시험편에 일방향으로 총 50 mm의 스크래치를 가하였다. 이때 스크래치 속도 (스크래치 손상을 생성하는 속도)는 1 mm/s로 고정하고 스크래치를 가하는 실험하중은 10N, 20N, 30N으로 변화를 주었다.
- [0068] 시험편에 스크래치를 가하기 위한 스크래치 팁은 세부적인 형상이 도 3의 (A-a)와 (B)인 것을 사용하였는데, 면 접촉하는 경우 도 3의 (A-a) 형상을 가지고 시험편과 면 접촉하는 부분의 지름이 1mm, 즉 접촉면적이 0.785 mm^2 인 스크래치 팁을 사용하였으며, 선 접촉하는 경우 도 3의 (B) 형상을 가지고 시험편과 선 접촉하는 길이가 1mm 인 것을 사용하였다.
- [0069] 상기와 같은 과정을 통해 굽힘 및 스크래치 등의 표면 손상이 발생된 시험편의 표면을 평판형 스캐너 장비를 이용하여 디지털 이미지를 얻었다.
- [0070] 도 5는 상기 평판형 스캐너 장비로부터 얻은 굽힘 및 스크래치에 의한 단일 손상 이미지를 보여준다.
- [0071] 본 실시예에서는 전체 스크래치 폭의 약 90% 정도만을 임의로 선택하였고, RGB 및 HSI 등 두 가지 삼차원 컬러 모델을 사용하여 색분석을 실시하였다.
- [0072] 도 6은 RGB 및 HSI 컬러 모델의 색좌표 값을 나타낸 개략도이고, 도 7은 본 실시예에서 RGB 및 HSI 컬러 모델을 사용한 색분석 결과를 이차원으로 도식화하여 나타낸 그래프이며, 아래 표 1에 도 7의 색분석 결과치를 평균값과 표준편차로 나타내었다.
- [0073] 도 5의 색분석 결과, 표 1에 나타낸 바와 같이 시험편에 가한 일정하중이 증가함에 따라 RGB 컬러 모델의 색좌표 수치 역시 증가하는 것으로 나타난 반면, HSI 컬러 모델의 밝기(I_m)와 채도(S_m) 수치는 일정하중이 증가함에 따라 서로 상반된 경향을 보였다.
- [0074] 다시 말해, 시험편에 가한 일정하중이 증가함에 따라 HSI 컬러 모델의 밝기(I_m) 수치는 증가하였고 채도(S_m) 수치는 감소하였다.
- [0075] 표 1에 수치화하여 나타낸 색분석 결과치에서 색좌표와 작용응력을 조합하여 아래 표 2에 최종적으로 정량화된 수치인 '스크래치 손상 지수(SDI)'로 산출하여 나타내었다.
- [0076] 아래 표 1 및 표 2를 통해 확인할 수 있듯이 본 발명에서 스크래치에 의한 소재의 표면 손상을 평가하는 방법은 표면손상정도가 디지털화된 수치로 표현되어 보다 쉽게 정량화됨을 알 수 있었다.
- [0077] 참고로, 표 1 및 표 3의 시험조건(test condition) 중 control은 스크래치 손상을 가하지 않은 경우이다.

표 1

| Test condition | Area-contact (면 접촉) | | | | Line-contact (선 접촉) | | | |
|----------------|---------------------|--------|---------|--------|---------------------|---------|---------|--------|
| | RGB | | HSI | | RGB | | HSI | |
| | G_m | R_m | I_m | S_m | G_m | R_m | I_m | S_m |
| Control | 40±1.8 | 30±1.8 | 40±1.8 | 63±3.1 | 40±1.8 | 30±1.8 | 40±1.8 | 63±3.1 |
| 10 N | 40±1.3 | 32±1.4 | 40±1.2 | 63±2.5 | 56±2.2 | 46±2.2 | 56±2.2 | 47±2.4 |
| 20 N | 44±2.3 | 34±2.3 | 43±1.9 | 59±1.8 | 89±6.3 | 79±6.2 | 88±4.5 | 31±2.0 |
| 30 N | 105±6.3 | 95±6.2 | 105±6.3 | 25±1.8 | 136±6.9 | 126±7.1 | 138±5.9 | 19±1.8 |

[0078]

표 2

| Test condition | 스크래치 손상 지수(SDI) | | | |
|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Area-contact (면 접촉) | | Line-contact (선 접촉) | |
| | RGB [$\Delta D, \overline{S}_s$] | HSI [$\Delta D, \overline{S}_s$] | RGB [$\Delta D, \overline{R}_s$] | HSI [$\Delta D, \overline{R}_s$] |
| 10 N | [2.0, 12.8] | [0, 12.8] | [22.6, 10.3] | [22.6, 10.3] |
| 20 N | [5.7, 25.3] | [5.0, 25.3] | [69.3, 21.5] | [57.7, 21.5] |
| 30 N | [91.9, 40.0] | [75.3, 40.0] | [135.8, 34.1] | [107.4, 34.1] |

[0079]

[0080] 복합 손상의 급힘 및 스크래치의 경우;

[0081] 먼저, 준비한 시험편에 소재 표면과 선 접촉이 가능한 스크래치 팁을 이용하여 가로방향으로 3 mm 간격으로 20 개의 단일 손상을 생성한 다음, 다시 세로방향으로 3 mm 간격으로 20 개의 스크래치 손상을 가하여 복합 손상을 유도하였다.

[0082] 도 8은 본 발명에 따라 평판형 스캐너 장비로부터 얻은 급힘 및 스크래치에 의한 복합 손상 이미지를 보여주는 사진으로, (a)는 시험편의 표면에 스크래치 손상을 가하지 않은 경우의 이미지이고, (b)는 10N의 하중을 가하여 스크래치 손상을 가한 경우의 이미지이며, (c)는 20N의 하중을 가하여 스크래치 손상을 생성한 경우에 획득한 이미지이다.

[0083] 도 8과 같이 상기 시험편에 복합손상을 생성한 다음, 분광측색계를 이용하여 D65 표준광원, d/8 확산조명, 경면 반사광제거 모드에서 색분석을 실시하였고, 이때 지름이 25.4 mm인 측정경을 사용하였다. 다음, L*a*b* 컬러 모델을 이용하여 색좌표로 나타낸 후 스크래치 미생성 부위의 색좌표를 기준으로 하고 이에 스크래치가 생성된 부위의 색좌표를 비교하여 복합 손상으로 인한 시험편 표면의 손상정도를 색차(ΔL)로 나타내었다.

[0084] 물론 복합 손상에 의한 급힘 및 스크래치 정도는, 상기 단일 손상에서와 같이, 복합 손상부위를 스캔하여 이미지를 얻은 후 색분석 소프트웨어를 이용하여 정량화하는 것도 가능하다.

[0085] 표 3에 복합 손상으로 인한 시험편 표면의 손상정도를 색차(ΔL)의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

표 3

| Test condition | Area-contact (면 접촉) |
|----------------|---------------------|
| | ΔL (휘도 변화) |
| Control | - |
| 10 N | 2.7±0.4 |
| 20 N | 4.5±0.4 |

[0086]

[0087] 상기 실시예를 통해 분석한 스크래치에 의한 표면손상은 객관화 및 정량화된 수치들로서 측정자와 측정환경에 의한 오차가 적고 신뢰성 및 재현성이 높은 평가결과임을 알 수 있다.

[0088] 전술한 바와 같이, 본 발명은 소재 표면과 면 접촉 또는 선 접촉하는 스크래치 팁을 이용하여 급힘 및 스크래치를 인위적으로 발생시킨 다음, 상기 소재의 표면 손상 부위를 스캔하여 디지털 이미지화한 후 다양한 컬러 모델 및 색좌표의 값으로 나타낼 수 있는 색분석 소프트웨어를 이용하거나, 혹은 스캔하여 디지털 이미지화하는 과정 없이 분광측색계, 색차계 또는 컬러리더 등과 같은 색분석 프로파일러를 이용하여 표면 손상 부위에 해당되는 색차 또는 색좌표를 직접적으로 표시함으로써 측정자 및 측정 환경에 의한 오차를 줄임과 동시에 스크래치 표면 손상을 평가함에 있어 객관적이고 수치화된 평가방법을 제시하며, 아울러 최종적으로는 스크래치에 의한 표면 손상 정도를 스크래치 손상 지수(Scratch Damage Index, SDI)로 산출함으로써 모든 고분자 및 코팅 소재에 적용

할 수 있는 스크래치 표면 손상의 정량화 방법을 제공한다.

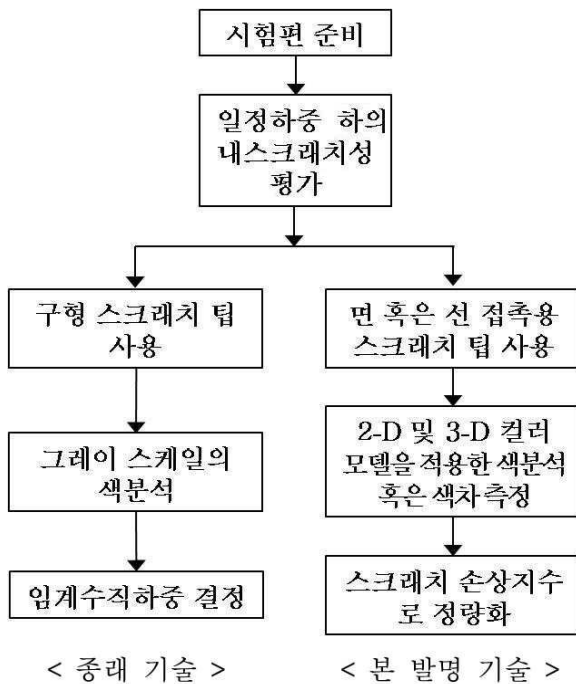
[0089] 따라서, 본 발명은 스크래치 손상이 유도된 고분자 및 코팅 소재의 표면에 대한 색분석을 수행하여 스크래치에 의한 표면 손상을 정량화할 수 있으며, 최종 정량화된 결과를 스크래치 손상 지수로 표현함으로써 종래의 스크래치 특성을 정량화 및 물성화할 수 있는 효과가 있다.

[0090] 더불어, 본 발명은 소재 표면의 컬러 유무, 표면무늬 유무 및 무늬 형상에 무관하게 적용이 가능하며, 소재의 표면 손상을 분석 평가시 측정자가 원하는 컬러 모델을 직접 선택함에 있어 제약 없이 광범위하게 사용될 수 있다.

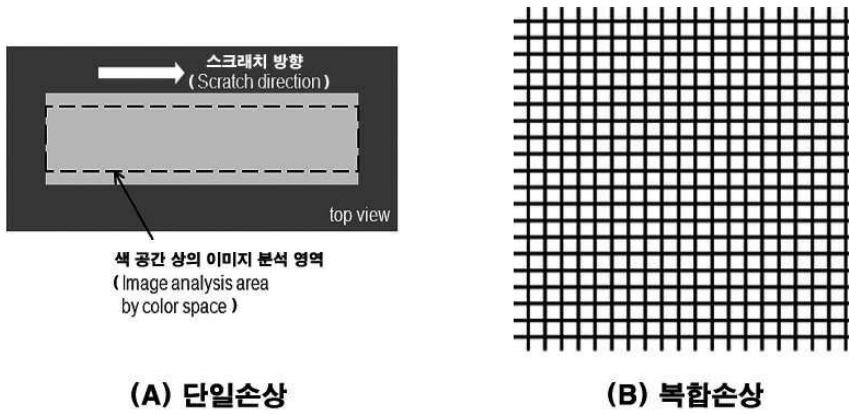
[0091] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 영역에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

도면

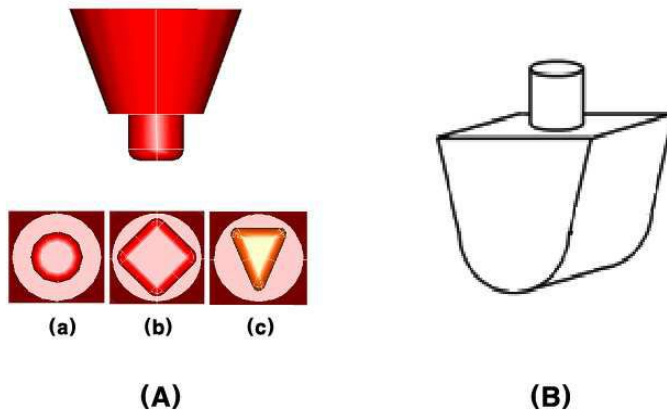
도면1



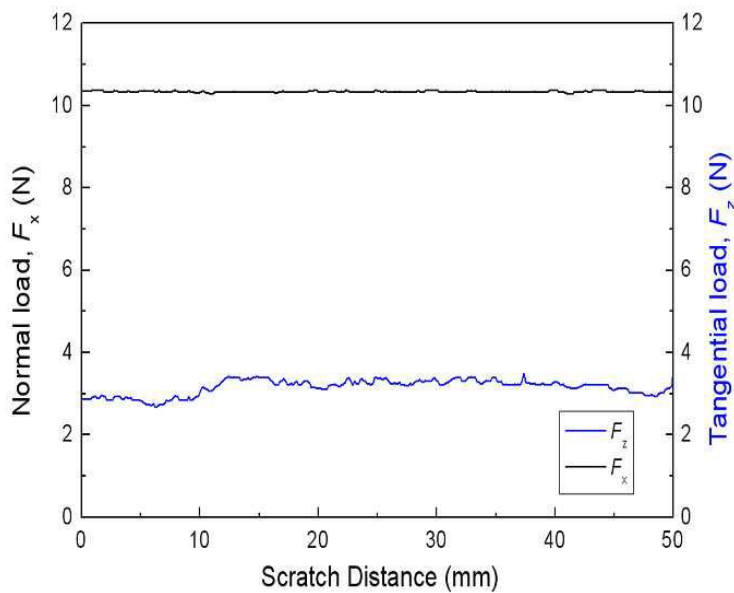
도면2



도면3

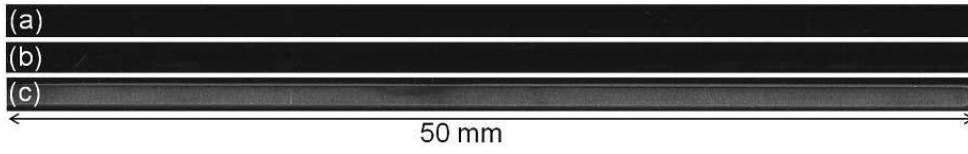


도면4

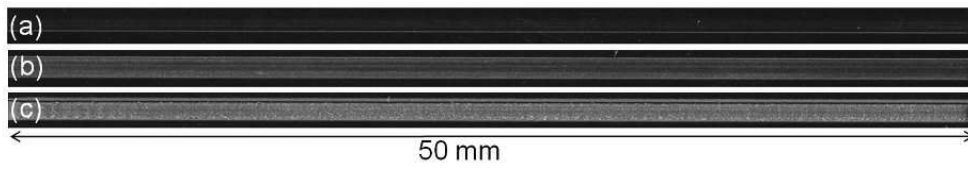


도면5

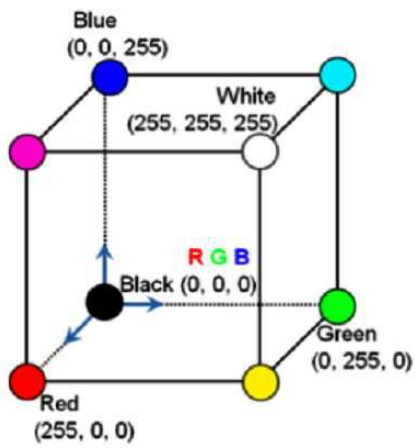
(A) Area-contact (면접촉); (a) 10N, (b) 20N, (c) 30N



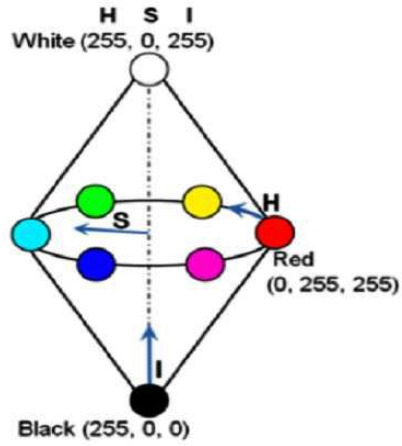
(B) Line-contact (선접촉); (a) 10N, (b) 20N, (c) 30N



도면6

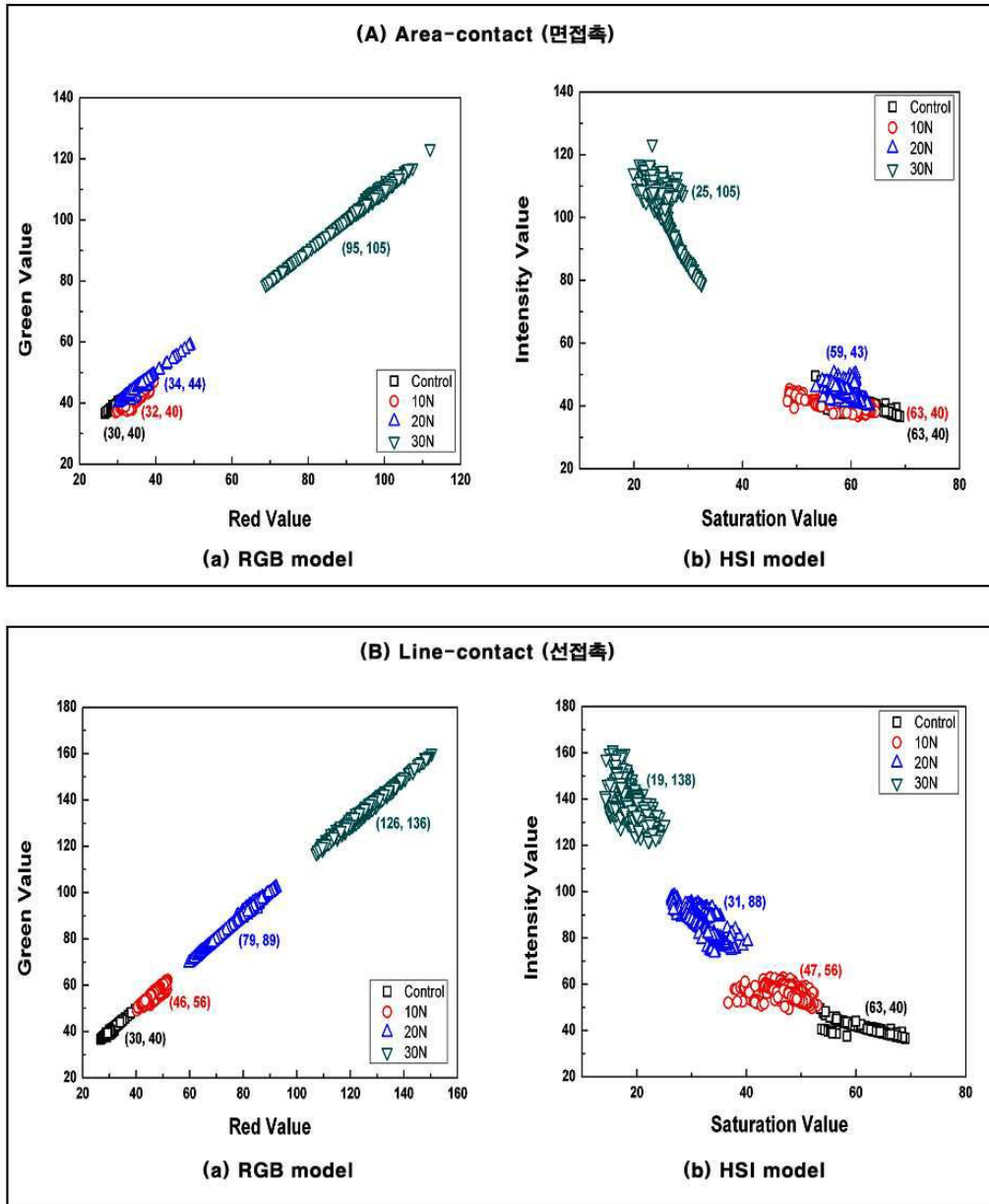


(A) RGB model



(B) HSI model

도면7



도면8

