(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월13일
(11) 등록번호 10-1838218
(24) 등록일자 2018년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) *G01N 21/19* (2006.01)
G01N 21/25 (2006.01) *G01N 33/28* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8851 (2013.01)
G01N 21/19 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0180411
(22) 출원일자 2017년12월27일
심사청구일자 2017년12월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020000073446 A
JP2005283527 A
KR1019920009713 B1
JP10019799 A

(73) 특허권자
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박홍규
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 공대55호관 55415호 (사림동)
진교홍
부산광역시 부산진구 백양관문로 115, 101동 202호(당감동,동일스위트아파트)
(74) 대리인
특허법인남촌

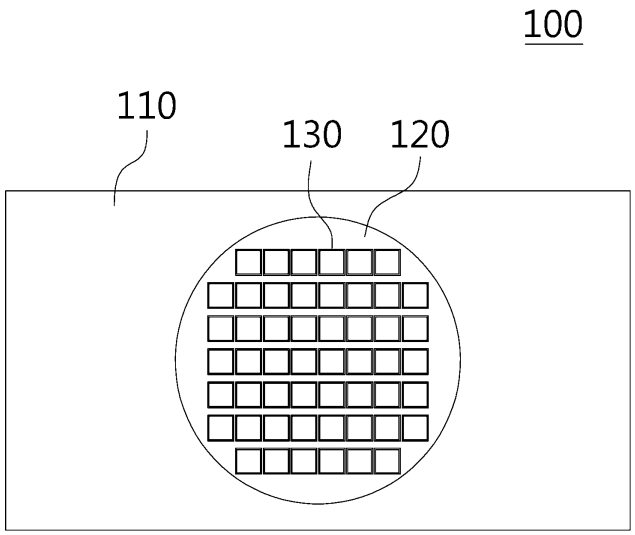
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 최종운

(54) 발명의 명칭 **액정을 이용한 오일 오염도 검사장치**

(57) 요 약

본 발명은 베이스기판, 배향막, 복수의 구획 영역을 제공하는 구획막, 액정 및 편광판을 포함하여 이루어진 시편; 상기 시편의 표면에 오일을 떨어뜨린 상태에서 해당 오일과 액정 간의 동적 상호작용에 의해 발생되는 이미지 색채 변화를 촬영하는 편광 촬영부; 상기 편광 촬영부에 의해 촬영된 이미지를 RGB 신호로 처리하여 분석하는 분석부;를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치가 제공되며, 상기 시편에 제공되는 오일이 액정과 동적 상호작용에 의해 발생하는 이미지 색채 변화를 RGB 신호로 처리하여 오염도를 검출할 수 있도록 한 것이다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G01N 21/25 (2013.01)
G01N 33/28 (2013.01)
G01N 2021/1776 (2013.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711054908
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 정보통신기술인력양성
연구과제명 IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성
기 여 율 1/1
주관기관 부산대학교산학협력단
연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

투광이 가능하도록 제공되는 베이스기판과, 상기 베이스기판의 표면에 증착되어 제공되는 배향막과, 상기 배향막에 배향된 상태로 각 분자의 방향성이 결정되어 정렬되면서 제공되는 액정과, 상기 배향된 액정을 복수의 구획 영역 내에 위치되도록 제공되는 구획막과, 상기 베이스기판의 저면 및 상기 구획막의 상면을 덮도록 제공되는 편광판을 포함하여 이루어진 시편;

상기 시편의 표면에 오일을 떨어뜨린 상태에서 해당 오일과 액정 간의 동적 상호작용에 의해 발생되는 이미지 색채 변화를 촬영하는 편광 촬영부;

상기 편광 촬영부에 의해 촬영된 이미지를 RGB 신호로 처리하여 분석하는 분석부;를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 시편의 배향막은 수직 폴리이미드(Homeotropic Polyimide)를 증착하여 형성되면서 상기 액정의 방향성이 상하를 향하여 세워지면서 배열되도록 함을 특징으로 하는 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 구획막은 구리판을 식각하여 형성됨을 특징으로 하는 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치.

청구항 4

제 1 항 또는, 제 3 항에 있어서,

상기 구획막은 액정 및 그 위에 제공되는 오일이 동시에 수용될 수 있을 정도의 높이를 갖도록 형성됨을 특징으로 하는 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 베이스기판은 유리 혹은, 투광필름 중 어느 하나로 이루어짐을 특징으로 하는 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 검사장치에 관한 것으로써, 더욱 상세하게는 액정을 이용하여 오일의 오염도를 검사하여 해당 오일에 관련한 교체주기를 알려줄 수 있도록 함과 더불어 측정을 위한 시료양을 최소화하면서도 검사 신뢰성의 향상을 이룰 수 있도록 한 새로운 형태에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 기계 산업분야에서는 다양한 오일이 사용되고 있으며, 이들 오일은 그 종류별로 오염 정도를 측정하여 계속 사용 여부가 결정되고 있다.

[0003] 즉, 기계 장치에 사용되는 오일의 경우 윤활과 방청 및 냉각을 위한 용도로 사용되고 있으며, 지속적으로 동작

되는 부위를 경유하여 흐르도록 이루어짐을 고려할 때 이렇게 기계 장치의 동작 부위를 경유하는 도중 해당 동작 부위에서 발생된 각종 마모 찌꺼기나 첨가제 등의 오염 물질이 해당 오일에 포함되며, 이러한 오일의 오염이 심해질 경우에는 윤할이나 방청 및 냉각의 효과가 급격히 떨어지게 될 뿐 아니라 해당 오일의 변질로 인한 금속의 마모를 유발하는 원인이 되기 때문에 오일의 오염도에 따라 지속적인 교체가 필요시되고 있다.

[0004] 이러한 오일의 오염 정도에 대한 검사는 다양하게 이루어질 수 있으며, 통상적으로는 샘플에 포함된 원자의 종류와 수를 분석하는 방법(방출 분광법;emission spectroscopy)과, 침전물을 분석하는 방법이 주로 사용되며, 특히 상기 침전물을 분석하는 방법은 광학 현미경을 이용하여 입자를 세어 크기 범위로 분류하는 방식, 차광 센서 다이오드를 통해 입자가 생성하는 그림자를 감지하여 입자의 크기를 결정하는 방식(예컨대, 등록특허 제10-0356639호에 제시되고 있는 장치) 등이 일반적이다.

[0005] 물론, 종래에는 공개특허 제10-1995-0025236호에 제시되고 있는 바와 같은 저항측정회로를 사용하여 오일의 오염도를 감지하는 방법과, 공개특허 제10-2010-0082398호에 제시되고 있는 바와 같은 오일의 온도 및 오실레이터에서 출력되는 발진 주파수에 따라 오일의 오염도를 측정하는 방법 등 다양한 방법이 추가로 제시되고 있다.

[0006] 하지만, 전술된 종래의 기술들은 오일 오염도 검사를 위한 장치가 매우 비쌀 뿐 아니라 오염 정도에 대한 정밀한 판단이 어렵고, 오염도 검사를 위해 사용되는 샘플링 오일량이 극히 많다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-0356639호

(특허문헌 0002) 공개특허 제10-1995-0025236호

(특허문헌 0003) 공개특허 제10-2010-0082398호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술된 종래 기술에 따른 각종 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로써, 본 발명의 목적은 액정을 이용하여 오일의 오염도를 검사하여 해당 오일에 관련한 교체주기를 알려줄 수 있도록 함과 더불어 측정을 위한 시료양을 최소화하면서도 검사 신뢰성의 향상을 이룰 수 있도록 한 새로운 형태에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치에 따르면 투광이 가능하도록 제공되는 베이스기판과, 상기 베이스기판의 표면에 증착되어 제공되는 배향막과, 상기 배향막에 배향된 상태로 각 분자의 방향성이 결정되어 정렬되면서 제공되는 액정과, 상기 배향된 액정을 복수의 구획 영역 내에 위치되도록 제공되는 구획막과, 상기 베이스기판의 저면 및 상기 구획막의 상면을 덮도록 제공되는 편광판을 포함하여 이루어진 시편; 상기 시편의 표면에 오일을 떨어뜨린 상태에서 해당 오일과 액정 간의 동적 상호작용에 의해 발생되는 이미지 색채 변화를 촬영하는 편광 촬영부; 상기 편광 촬영부에 의해 촬영된 이미지를 RGB 신호로 처리하여 분석하는 분석부;를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0010] 여기서, 상기 시편의 배향막은 수직 폴리이미드(Homeotropic Polyimide)를 증착하여 형성되면서 상기 액정의 방향성이 상하를 향하여 세워지면서 배열되도록 함을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 구획막은 구리판을 식각하여 형성됨을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 구획막은 액정 및 그 위에 제공되는 오일이 동시에 수용될 수 있을 정도의 높이를 갖도록 형성됨을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 베이스기판은 유리 혹은, 투광필름 중 어느 하나로 이루어짐을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 이상에서와 같이, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치는 액정의 특성을 이용하는 시편을 사용하여 광학 편광 촬영 및 이로부터 취득한 이미지 분석을 통해 오일의 오염도를 측정하도록 구성됨에 따라 전체적으로 빠른 검사가 이루어질 수 있을 뿐 아니라 검사 비용을 절감할 수 있다는 효과를 가진다.

[0015] 또한, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치는 액정이 배열되는 부위가 구획막에 의해 복수의 구획된 영역으로 구획되어 제공될 수 있도록 함으로써 액정의 배열이 흐트러지지 않고 정확한 방향성을 유지할 수 있으며, 이로써 검사 신뢰성이 높다는 효과를 가진다.

[0016] 또한, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치는 단순히 마이크로리터 단위의 오일 시료만으로도 해당 오일에 대한 오염도 검사가 이루어질 수 있게 된 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치를 설명하기 위해 개략적으로 나타낸 블럭도

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치 중 시편을 설명하기 위해 나타낸 평면도

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치 중 시편의 검사를 위한 부위의 구조를 설명하기 위해 나타낸 요부 단면도

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치의 시편 중 오일에 이물질이 존재하지 않는 경우의 액정 분자 상태를 설명하기 위해 나타낸 요부 확대도

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치의 시편 중 오일에 이물질이 존재할 경우의 액정 분자 상태를 설명하기 위해 나타낸 요부 확대도

도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치의 시편에 오일을 제공하는 과정을 설명하기 위해 나타낸 상태도

도 9 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치를 이용하여 촬영된 이미지의 일 예를 설명하기 위해 나타낸 상태도

도 13 내지 도 16은 오일에 함유된 이물질의 양에 따른 RGB값의 변화를 설명하기 위해 나타낸 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치에 대한 바람직한 실시예를 첨부된 도 1 내지 도 16을 참조하여 설명하도록 한다.

[0019] 첨부된 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치를 설명하기 위해 개략적으로 나타낸 블럭도이다.

[0020] 이에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치(이하, “검사장치”라 함)는 크게 시편(100)과, 편광 촬영부(200) 및 분석부(300)를 포함하여 이루어지며, 특히 상기 시편(100)에 제공되는 오일(1)이 액정(140)과 동적 상호작용에 의해 발생하는 이미지 색채 변화를 RGB 신호로 처리하여 오염도를 검출할 수 있도록 한 것이다.

[0021] 이를 각 구성별로 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0022] 먼저, 상기 시편(100)은 샘플 오일(10)을 편광 촬영부(200)에서 촬영할 수 있도록 보조하는 구성이다.

[0023] 이와 같은 시편(100)은 베이스기판(110)과, 배향막(120)과, 구획막(130), 액정(140) 및 편광판(150)을 포함하여 이루어진다.

[0024] 여기서, 상기 베이스기판(110)은 시편(100)의 기본 몸체로 제공되는 기판이다.

[0025] 이와 같은 베이스기판(110)은 투광 가능한 재질로 형성되며, 본 발명의 실시예에서는 상기 베이스기판(110)이 유리기판임을 그 예로 한다.

[0026] 물론, 상기 베이스기판(110)은 투명한 재질의 투명필름으로 제공될 수도 있으며, 평면으로 이루어지면서도 액정 혹은, 오일이 흡수되지 않는 투명 재질이라면 어떤 것이든 사용될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 배향막(120)은 후술될 액정(140)이 설정된 방향성을 가지면서 정렬되도록 하는 구성이다.

[0028] 이와 같은 배향막(120)은 상기 베이스기판(110)의 표면에 코팅되며, 본 발명의 실시예에서는 상기 배향막(120)이 수직 폴리이미드(Homeotropic Polyimide)를 증착하여 형성된 것임을 제시한다. 즉, 상기 수직 폴리이미드로 이루어진 배향막(120)에 의해 후술될 액정(140)은 그의 분자들이 상하 방향을 향하여 세워지면서 배열될 수 있게 된다.

[0029] 또한, 상기 액정(140)은 오일(1)에 함유된 파티클이나 이물질 등에 의한 동적 상호작용으로 방향성이 변동되면서 광학적 외관이 변화하도록 제공되는 구성으로써, 상기 배향막(120)의 표면에 배향된다. 즉, 첨부된 도 4에 도시된 바와 같이 해당 액정(140) 위에 제공되는 오일(1)에 파티클 등의 이물질(2)이 존재하지 않을 경우 액정(140)의 각 분자(141)는 일정한 방향성을 유지하게 되며, 반면 첨부된 도 5에 도시된 바와 같이 해당 액정(140) 위에 제공되는 오일(1)에 파티클 등의 이물질(2)이 존재할 경우 이 이물질(2)에 의한 각 분자(141)의 방향성이 변동되고, 이로써 광확적 외관이 변화되는 것이다. 이때, 상기 액정(140)은 네마틱 액정이 사용된다.

[0030] 또한, 상기 구획막(130)은 상기 배향된 액정(140)을 오염도 검사를 위한 복수의 구획 영역으로 구획하도록 제공되는 구성이다. 즉, 액정(140)이나 오일(1)과 같이 액상의 물질은 표면 장력에 의해 방울 형태로 모여있게 되지만 비교적 넓은 영역에 존재한다면 흘러버릴 우려가 존재하기 때문에 이렇게 액정이나 오일이 방울진 상태로 유지될 수 있을 정도의 구획 영역을 제공할 수 있도록 한 것이다. 물론, 오염도 검사를 위한 영역이 넓게 이루어질 경우에는 해당 오일에 존재하는 파티클의 수(數)를 정확히 확인하는데 큰 어려움이 존재할 수 있음을 고려할 때 전술된 바와 같이 구획막(130)을 이용하여 복수의 작은 구획 영역을 제공함으로써 각 구획 영역의 파티클 수를 토대로 전체 오일에 대한 오염도를 최대한 근사치로 추정할 수 있도록 한 것이다.

[0031] 이와 같은 구획막(130)은 상기 배향막(120)의 표면에 구비되면서 상하로는 개방되면서도 둘레 방향으로는 구획된 복수의 구획 영역을 제공하도록 이루어지며, 본 발명의 실시예에서는 상기한 구획막(130)이 구리판을 식각하여 형성된 것임을 그 예로 한다. 물론, 상기 구획막(130)은 박판을 둘레 방향으로 절곡시킴으로써 형성할 수도 있다.

[0032] 특히, 상기 구획막(130)은 액정(140) 및 그 위에 제공되는 오일(1)이 동시에 수용될 수 있을 정도의 높이를 갖도록 형성된다.

[0033] 또한, 상기 편광판(150)은 빛의 투과 방향을 액정의 각 분자가 이루는 방향성과 일치시키도록 제공되는 구성으로써, 상기 베이스기판(110)의 저면 및 상기 구획막(130)의 상면을 덮도록 제공된다.

[0034] 전술된 바와 같이 구성되는 시편(100)은 상측의 편광판(150)을 취부하지 않은 상태에서 검사하고자 하는 오일(1)을 방울 단위로 낙하시켜 구획막(130)의 각 구획 영역에 존재하는 액정(140)의 상측에 위치되도록 한 상태에서 상기 상측의 편광판(150)을 취부하여 후술될 편광 촬영부(200)로 제공된다.

[0035] 다음으로, 상기 편광 촬영부(200)는 오일(1)과 액정(140) 간의 동적 상호작용에 의해 발생되는 이미지의 색채 변화를 촬영하도록 제공되는 구성이다.

[0036] 이와 같은 편광 촬영부(200)는 편광 현미경임을 그 예로 하며, 이를 통해 오일(1)에 함유된 미세한 파티클 등의 이물질(2)에 대한 확인이 가능하다.

[0037] 다음으로, 상기 분석부(300)는 상기 편광 촬영부(200)에 의해 촬영된 이미지를 RGB 신호로 처리하여 분석하도록 제공되는 구성이다.

[0038] 이와 같은 분석부(300)는 분석 프로그램을 포함하는 컴퓨터 혹은, 모바일 단말기로 이루어진다.

[0039] 하기에서는, 전술된 본 발명의 실시예에 따른 검사장치로 오일의 오염도를 검사하는 과정에 대하여 더욱 상세히 설명하도록 한다.

[0040] 먼저, 검사하고자 하는 오일(1)의 오염도 검사를 위한 시편(100)을 준비한다.

[0041] 이와 같은 시편(100)은 베이스기판(110)의 표면에 배향막(120)이 증착됨과 더불어 그 위로 액정(140)이 배향된 후 구획막(130)이 부착 고정되어 복수의 구획 영역 내에 상기 액정(140)이 위치되는 상태로 제공되며, 이는 첨부된 도 6에 도시된 바와 같다.

[0042] 그리고, 상기와 같이 준비된 시편(100)에 검사하고자 하는 오일(1)을 제공한다.

[0043] 이때, 상기 오일(1)은 상기 시편(100)의 각 구획 영역 내에 방울 단위로 낙하(dropping)하여 제공하며, 이로써 상기 각 구획 영역 내의 액정(140) 상부로는 상기 오일(1)이 각 구획 영역 단위로 구분되어 공급된 상태를 이룬다. 이는 첨부된 도 8에 도시된 바와 같다.

[0044] 이후, 베이스기판(110)의 저면 및 상기 구획막(130)의 상면을 편광판(150)으로 덮음으로써 오일(1) 제공이 완료되며, 이는 첨부된 도 9에 도시된 바와 같다.

[0045] 그리고, 상기한 오일(1)이 제공된 시편(100)은 편광 촬영부(200)로 제공되어 해당 편광 촬영부(200)를 이용한 이미지 촬영이 수행된다.

[0046] 상기 이미지 촬영시에는 상기 시편(100)으로 광원이 제공됨과 더불어 이렇게 제공되는 광원은 편광판(150)에 의해 편광을 이루면서 시편(100)을 통과하게 된다.

[0047] 따라서, 시편(100)의 오일(1)에 존재하는 이물질에 의해 액정 배열의 방향성 변화가 발생(첨부된 도 5 참조)되면 이러한 방향성 변화로 인해 광원이 액정(140)을 통과하면서 생성하는 색채의 변화가 발생되고, 이를 편광 촬영부(200)가 촬영하게 되는 것이다.

[0048] 첨부된 도 9 내지 도 12는 오일의 오염도에 따른 각각의 상태를 나타내고 있으며, 이때 도 9는 오일이 오염되지 않은 깨끗한 상태이고, 도 10 내지 도 12는 오일(1)에 파티클이 존재함에 따라 발생된 색채 변화를 나타낸 상태이다.

[0049] 그리고, 상기 편광 촬영부(200)에서 촬영된 이미지는 분석부(300)로 제공된 후 상기 분석부(300)에서 오염도를 판단하게 된다.

[0050] 이때, 상기 분석부(300)에 의한 이미지의 분석은 구획막(130)에 의해 구획된 각 구획 영역 단위로 수행된다. 즉, 각 구획 영역별 RGB 분석을 통해 각 구획 영역별 오염도를 확인하고, 이를 취합하여 전체 오일의 오염도를 확인하게 되는 것이다.

[0051] 첨부된 도 13 내지 도 16은 이물질의 양에 대한 RGB값을 나타내고 있다. 이때 첨부된 도 13은 이물질이 존재하지 않을 경우의 상태이고, 도 14는 이물질이 오일의 0.5wt% 만큼 존재하는 상태이며, 도 15는 이물질이 오일의 1.0wt% 만큼 존재하는 상태이며, 도 16은 이물질이 오일의 2.0wt% 만큼 존재하는 상태이다. 이를 통해 알 수 있듯이 오일에 이물질 함유량이 많을수록 RGB값이 높다는 것을 알 수 있으며, 이를 통해 해당 오일에 대한 오염도를 판단할 수 있는 것이다.

[0052] 이후, 상기와 같이 확인된 오일(1)의 오염도에 따라 해당 오일(1)의 교체 여부를 안내함으로써 오일(1) 오염도 검사가 완료된다.

[0053] 결국, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치는 액정(140)의 특성을 이용하는 시편(100)을 사용하여 광학 편광 촬영 및 이로부터 취득한 이미지 분석을 통해 오일의 오염도를 측정하도록 구성됨에 따라 전체적으로 빠른 검사가 이루어질 수 있을 뿐 아니라 검사 비용을 절감할 수 있다.

[0054] 또한, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치는 액정(140)이 배열되는 부위가 구획막(130)에 의해 복수의 구획된 영역으로 구획되어 제공될 수 있도록 함으로써 액정(140)의 배열이 흐트러지지 않고 정확한 방향성을 유지할 수 있으며, 이로써 검사 신뢰성이 높다.

[0055] 또한, 본 발명의 액정을 이용한 오일 오염도 검사장치는 단순히 마이크로리터 단위의 오일(1) 시료만으로도 해당 오일(1)에 대한 오염도 검사가 이루어질 수 있게 된다.

부호의 설명

[0056] 1. 오일

100. 시편

110. 베이스기판

120. 배향막

130. 구획막

140. 액정

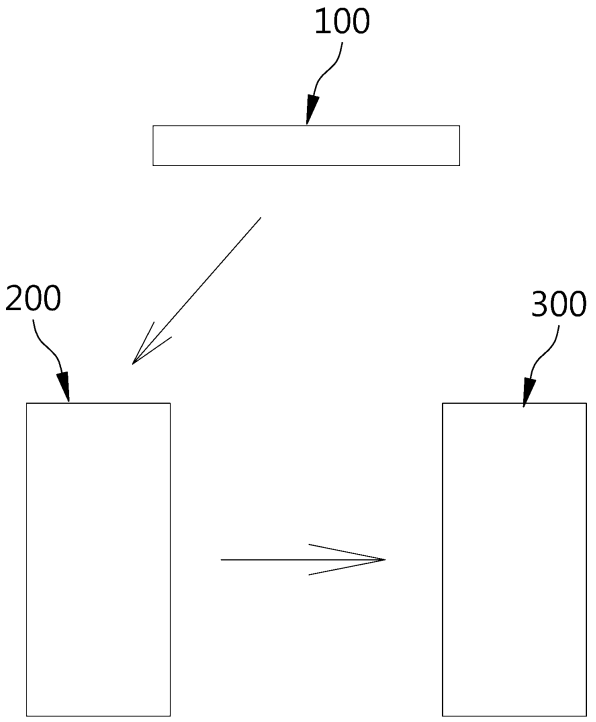
150. 편광판

200. 편광 촬영부

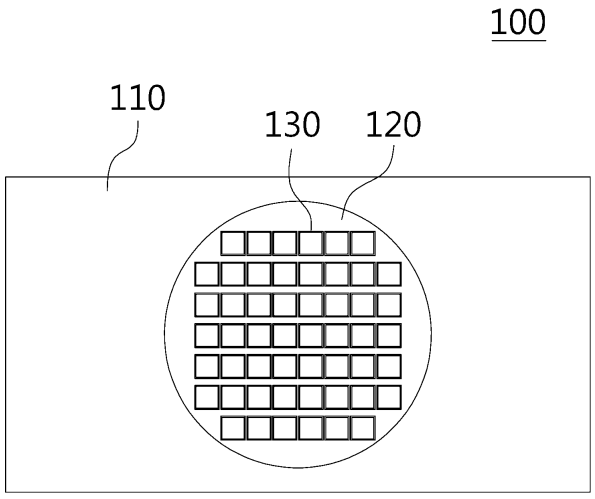
300. 분석부

도면

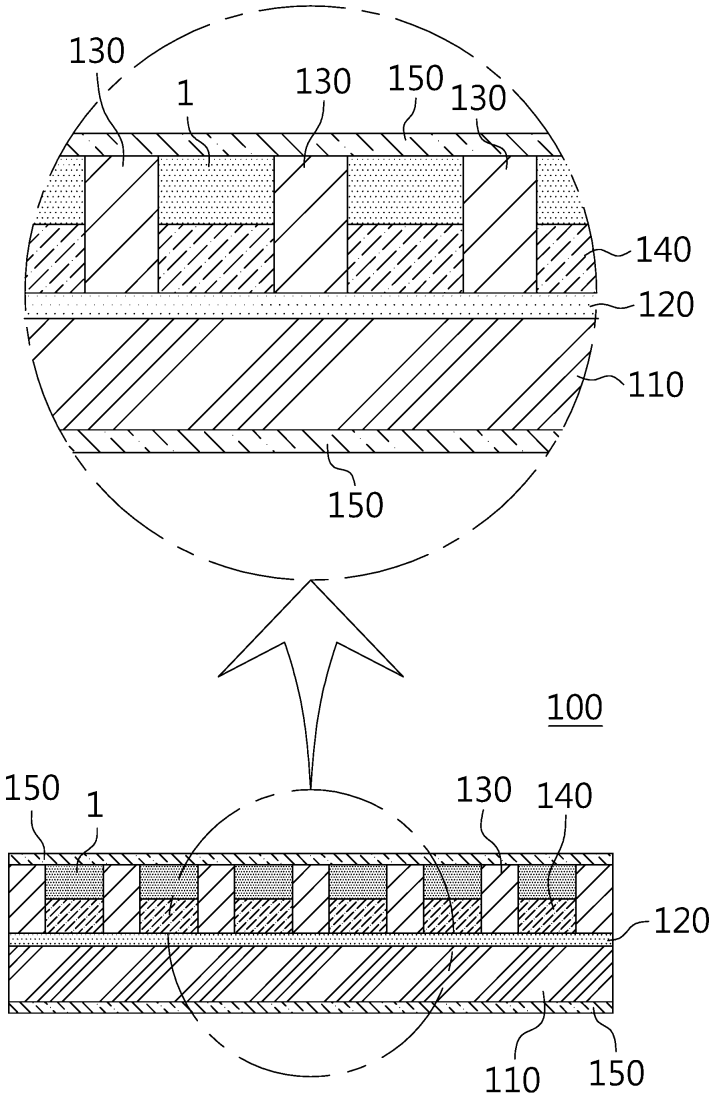
도면1



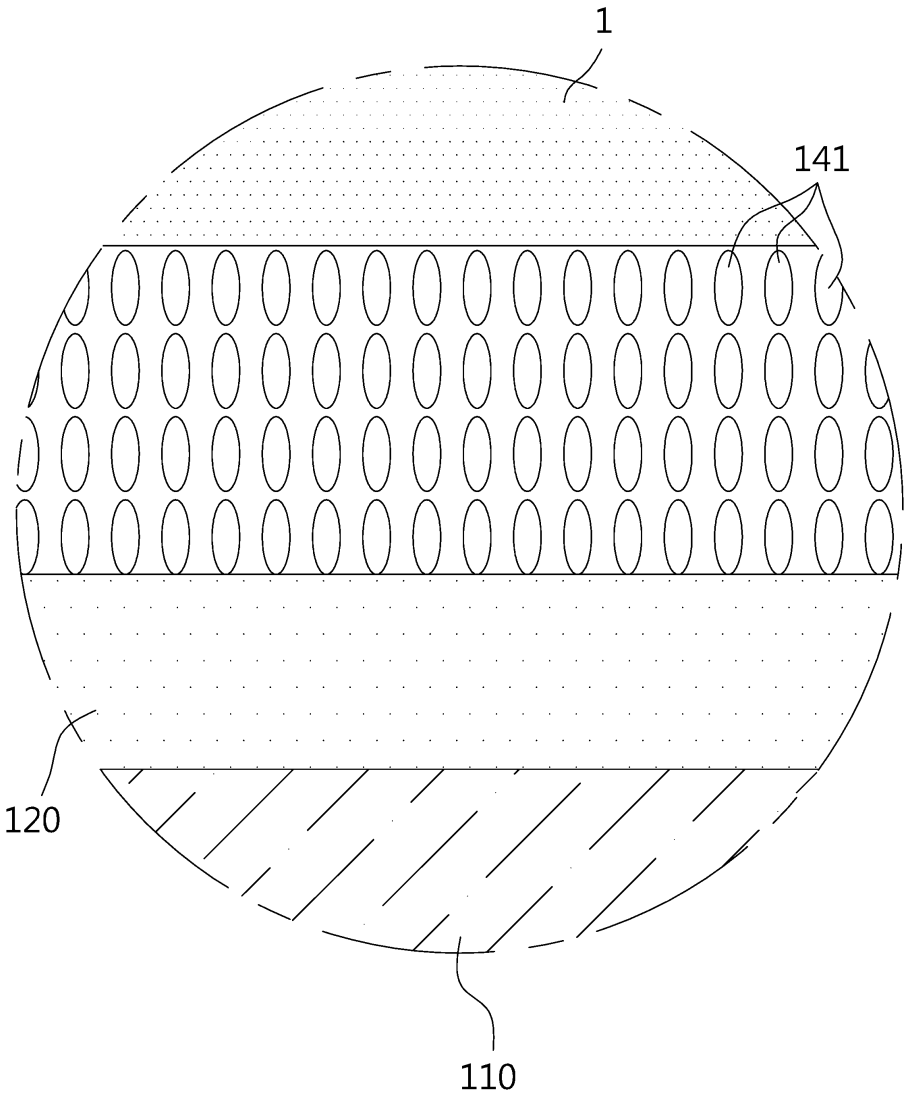
도면2



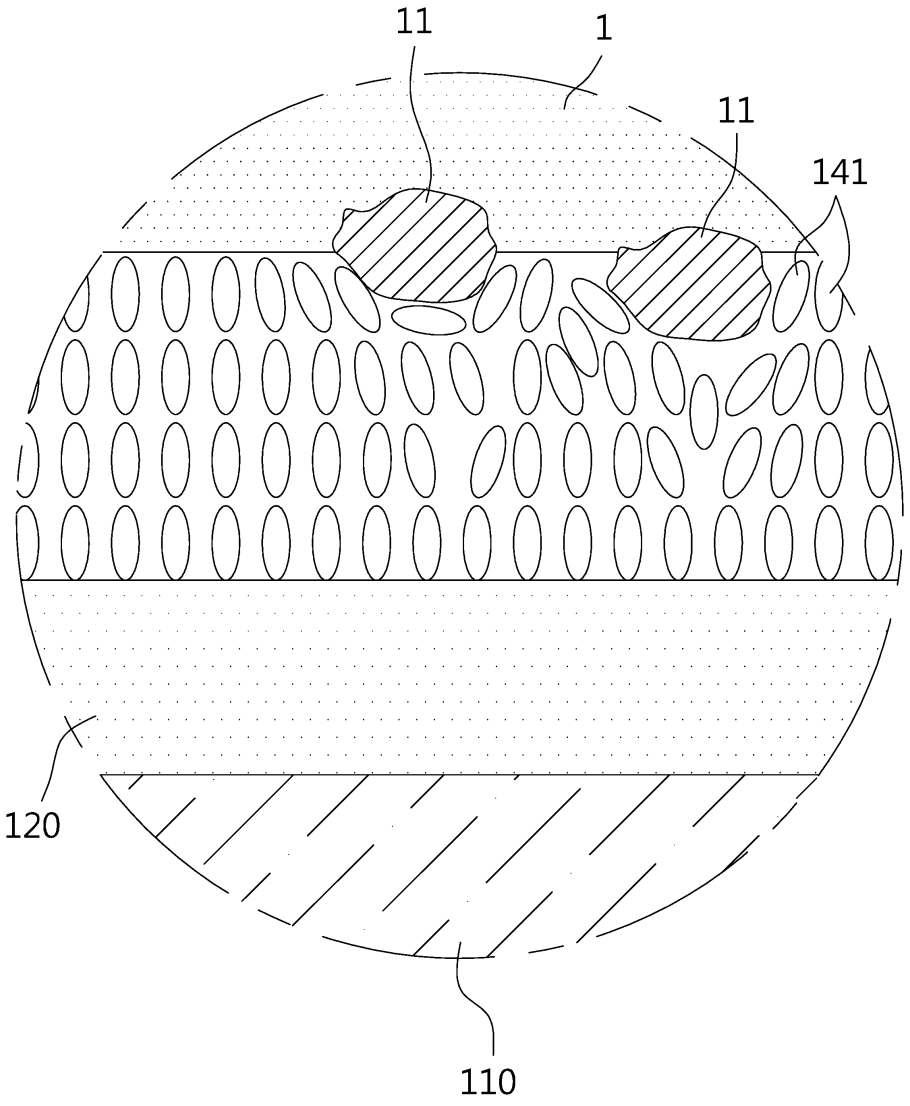
도면3



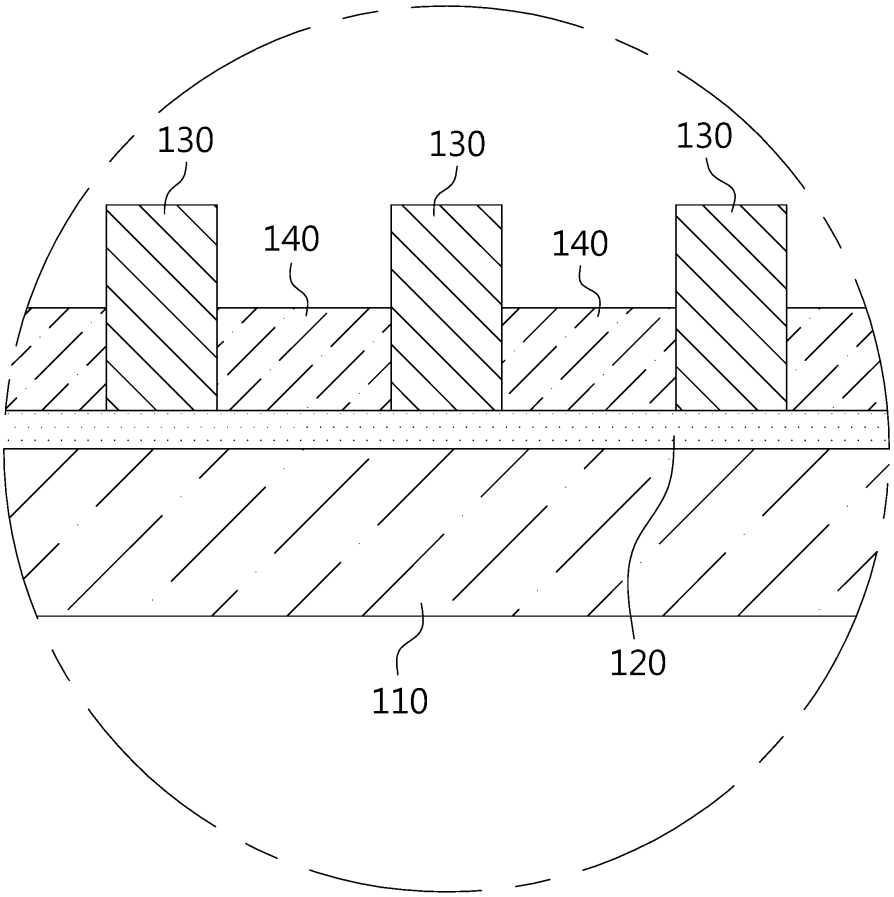
도면4



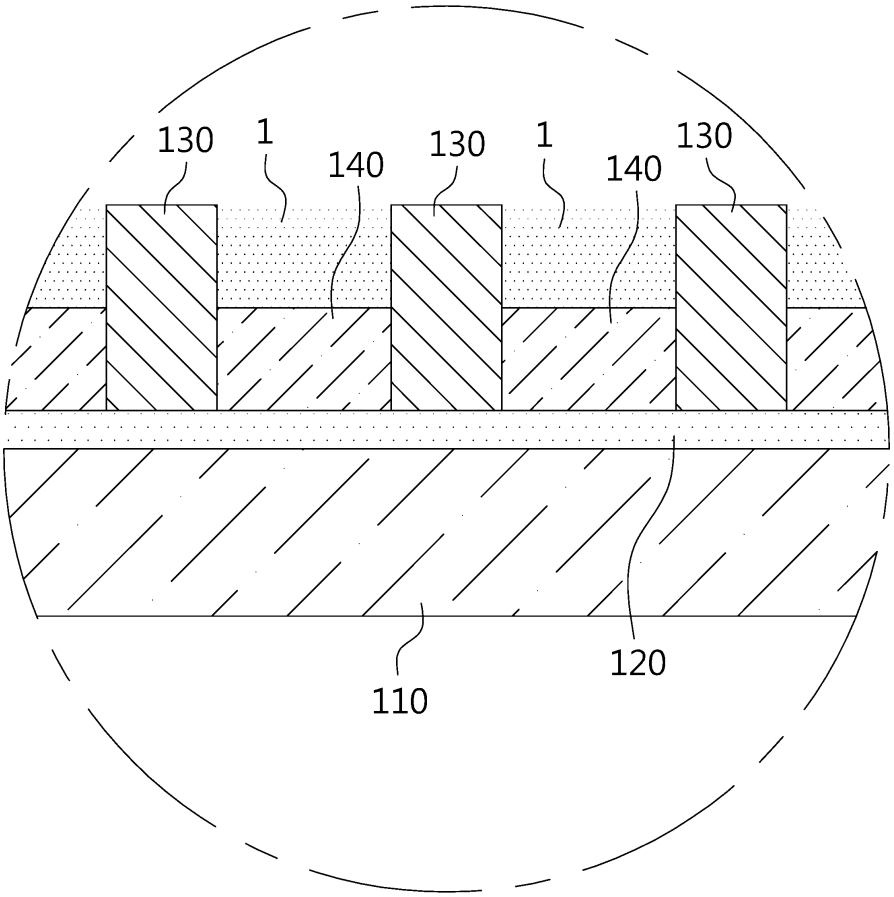
도면5



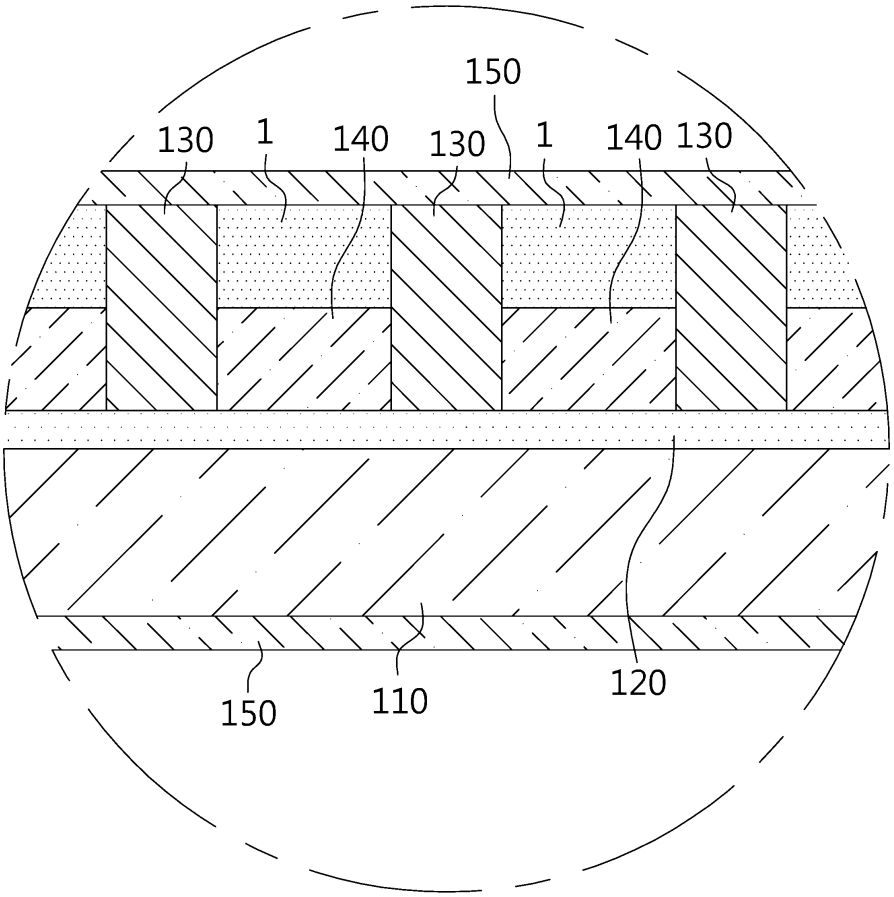
도면6



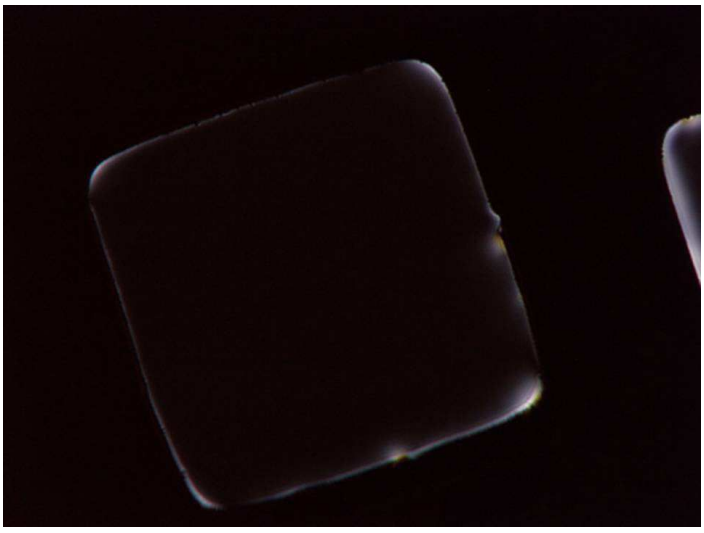
도면7



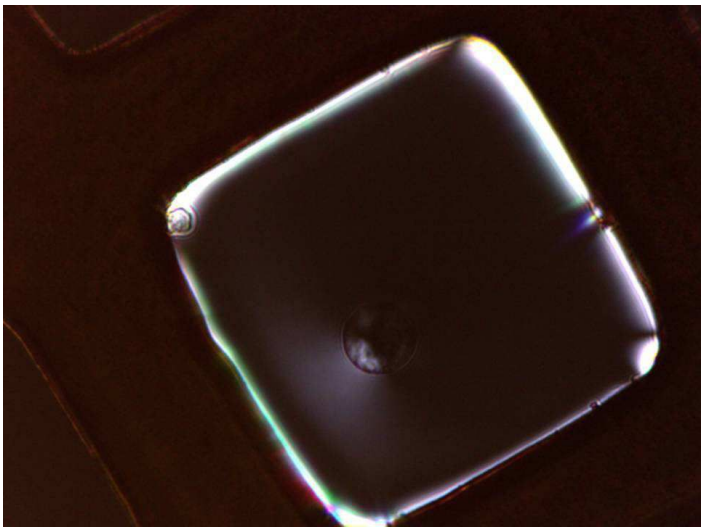
도면8



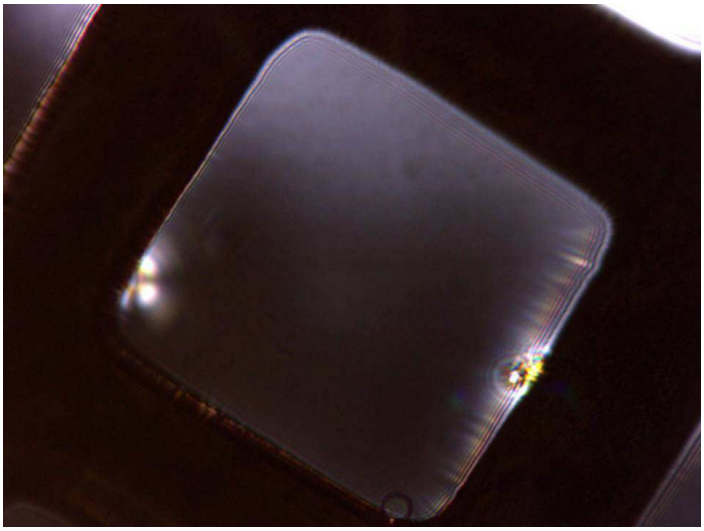
도면9



도면10



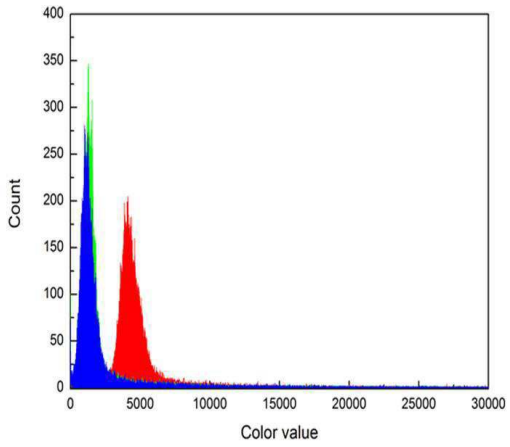
도면11



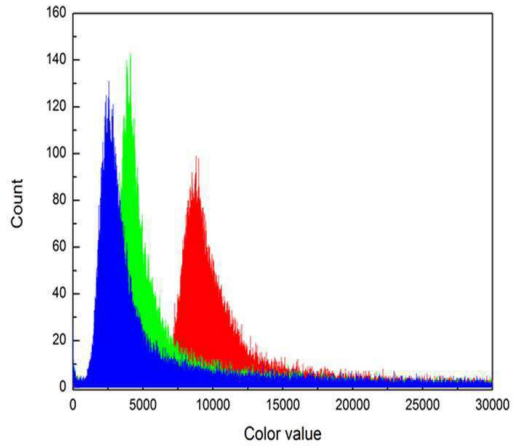
도면12



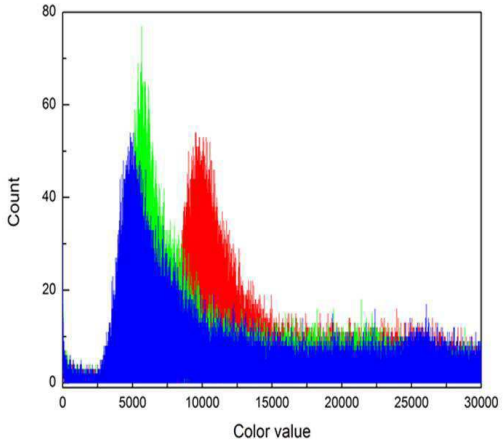
도면13



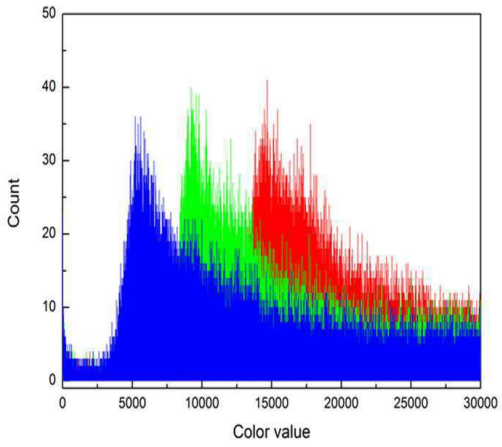
도면14



도면15



도면16


Count
Color value
0
10
20
30
40
50
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000