

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 9월 20일 (20.09.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/124909 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 21/268 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/001452
- (22) 국제출원일: 2012년 2월 27일 (27.02.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0021690 2011년 3월 11일 (11.03.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국
기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY
& MATERIALS) [KR/KR]; 대전 유성구 장동 171 번
지, 305-343 Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이승현 (LEE, Seung-
Hyun) [KR/KR]; 대전 유성구 장동 171 번지, 305-343
Daejeon (KR). 윤덕균 (YOON, Deok Kyun) [KR/KR];
대전 유성구 장동 171 번지, 305-343 Daejeon (KR). 김
동수 (KIM, Dong-Soo) [KR/KR]; 대전 유성구 장동 171
번지, 305-343 Daejeon (KR). 고승환 (KO, Seung Hwan)
[KR/KR]; 대전 유성구 장동 171 번지, 305-343 Daejeon
(KR). 성형진 (SUNG, Hyung Jin) [KR/KR]; 대전 유성
구 장동 171 번지, 305-343 Daejeon (KR). 강현욱
(KANG, Hyun Wook) [KR/KR]; 대전 유성구 장동 171

번지, 305-343 Daejeon (KR). 여준엽 (YEO, Jun Yeob)
[KR/KR]; 대전 유성구 장동 171 번지, 305-343 Daejeon
(KR). 홍석준 (HONG, Suk Joon) [KR/KR]; 대전 유성구
장동 171 번지, 305-343 Daejeon (KR).

(74) 대리인: 팬코리아특허법인 (PANKOREA PATENT
AND LAW FIRM); 서울 강남구 역삼동 823-16 13 층,
135-080 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE,
PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

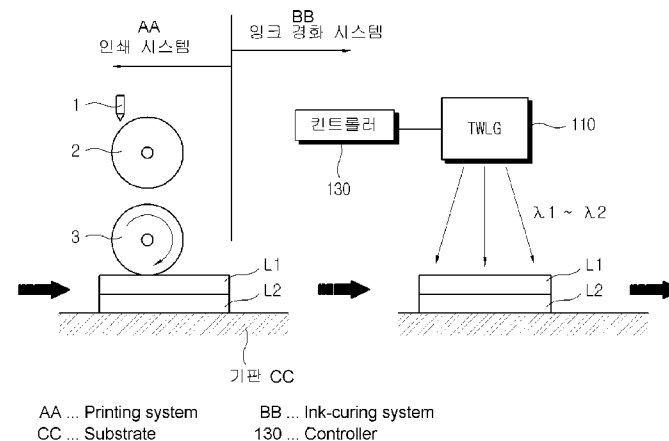
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: CURING SYSTEM AND METHOD FOR MANUFACTURING METHOD THEREOFSAME

(54) 발명의 명칭: 경화 시스템 및 그 방법

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to an ink-curing system and to a method for manufacturing method thereof.same. The ink-curing system includes: at least one laser generator for generating lasers having different wavelength bands and having selectivity in the depth direction with respect to a plurality of layers so as to cure the plurality of layers which are printed in order to form multi-ple layers on a substrate along a the thickness direction of the substrate; and a controller for controlling an operation of the laser generator. Thus, although the printed layers are formed as the multi-multiple layers, curing time, a curing degree, and strength may be efficiently adjusted to significantly reduce defects in printing quality as compared to an ink-curing system of the related art. In addition, the curing time may be reduced to reduce a tacttact time, thereby improving productivity.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 잉크 경화 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명의 잉크 경화 시스템은, 기관 상에 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 경화시키기 위해 다수의 레이어를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 적어도 하나의 레이저발생기; 및 레이저발생기의 동작을 컨트롤하는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의해, 인쇄층(layer)이 다층으로 형성되더라도 레이어별 경화 시간 및 경화 정도, 강도를 효율적으로 조절하면서 적용할 수 있기 때문에 인쇄 품질 불량이 초래되는 현상을 종래보다 현격하게 감소시킬 수 있으며, 무엇보다도 경화 시간을 단축시킬 수 있어 택트 타임(tact time) 감소에 따른 생산성 향상을 도모할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 경화 시스템 및 그 방법

기술분야

- [1] 본 발명은, 경화 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 인쇄층(layer)이 다층으로 형성되더라도 레이어별 경화 시간 및 경화 정도, 강도를 효율적으로 조절하면서 적용할 수 있기 때문에 인쇄 품질 불량이 초래되는 현상을 종래보다 현격하게 감소시킬 수 있으며, 무엇보다도 경화 시간을 단축시킬 수 있어 택트 타임(tact time) 감소에 따른 생산성 향상을 도모할 수 있는 경화 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 화학 기상 증착(CVD), 스퍼터(sputter), 진공 증착, 도금, 스프레이, 인쇄 등 여러 종류의 반도체 제조장치들은 박막형성재료들을 증기화하여 기판에 성막한 후, 노광 및 현상 공정을 통해 패터닝(patterning)하거나 금속 마스크를 이용하여 성막과 동시에 패터닝한다.
- [3] 이러한 장치들은 작은 기판에 박막을 형성하기 위해 많은 재료들을 손실하거나 노광 및 현상 등의 공정을 반복적으로 수행함으로써 제조 원가 측면에서 불리한 단점을 갖는다.
- [4] 이러한 단점들을 개선하기 위해 인쇄기법을 통한 패터닝 기술, 소위, 인쇄 전자 기술이 근래에 시도되고 있다.
- [5] 인쇄 전자 기술은 용액공정이 가능한 다양한 기능성 잉크소재(functional ink materials)를 직접 인쇄 공정(graphic art printing)을 이용하여 다양한 전자 소자를 인쇄하는 기술의 총칭이다.
- [6] 잉크 전자 기술은, 크게 재료로서의 잉크와, 잉크를 인쇄하기 위한 인쇄 기법과, 인쇄된 잉크를 경화시키는 경화 방법으로 나눌 수 있다.
- [7] 잉크는, 전기적 특성에 따라 반도체성 잉크, 도체성 잉크, 절연성 잉크로, 건조 방식에 따라 산화 중합형 잉크, 중발 건조형 잉크, 침투 건조형 잉크, 침전 건조형 잉크, 자외선 경화형 잉크, 적외선 건조형 잉크, 열경화성 잉크로, 인쇄타입에 따라 평판형 잉크, 볼록판 잉크, 그라비아 잉크, 스크린 잉크, 특수 잉크로, 피인쇄물에 따라 종이용 잉크, 플라스틱용 잉크, 금속용 잉크, 목재용 잉크, 도자기용 잉크 등으로 세분화될 수 있다.
- [8] 인쇄 기법은, 실질적인 인쇄 작업의 종류를 말하는데, 이에 는 오프셋 인쇄법, 그라비아 인쇄법, 그라비아 오프셋 인쇄법, 플렉소 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯 인쇄법 등으로 세분화될 수 있다.
- [9] 마지막으로 경화 방법은, 자외선 건조, 적외선 건조, 열 건조, 전자선 건조, 레이저 건조 등으로 세분화될 수 있다.
- [10] 이러한 인쇄 전자 기술 중에서 특히 경화 방법은, 다양한 전자 소자(이하,

기관이라 함)에 인쇄된 잉크를 경화시키는 공정이며, 인쇄 공정 후에 연이어 진행되는 것이 보편적이다,

[11] 그런데, 현재까지 알려진 경화 방법의 경우에는 자외선, 적외선, 열, 전자선, 레이저 등의 어느 한 소스(source) 혹은 두 개 이상의 소스를 잉크가 패터닝된 기관의 표면에 직접 조사하는 방식이 전부였다.

[12] 그렇게 때문에, 기관 상의 인쇄층(Layer)이 단층이 아닌 다층인 경우, 깊이 방향에 따른 레이어별 경화 시간 및 경화 정도, 강도 등의 차이로 인해 인쇄 품질 불량, 예컨대 과도한 열 침투 등에 의한 손상에 따른 품질 불량이 초래될 수 있고, 또한 불필요하게 경화 시간이 증가할 소지가 높아 택트 타임(tact time) 증가로 인해 생산성이 저하될 수 있으므로 이에 대한 새로운 방안이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[13] 본 발명의 목적은, 인쇄층(layer)이 다층으로 형성되더라도 레이어별 경화 시간 및 경화 정도, 강도를 효율적으로 조절하면서 적용할 수 있기 때문에 인쇄 품질 불량이 초래되는 현상을 종래보다 현격하게 감소시킬 수 있으며, 무엇보다도 경화 시간을 단축시킬 수 있어 택트 타임(tact time) 감소에 따른 생산성 향상을 도모할 수 있는 경화 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[14] 상기 목적은, 기관 상에 상기 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 경화시키기 위해 상기 다수의 레이어를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 적어도 하나의 레이저발생기; 및 상기 레이저발생기의 동작을 컨트롤하는 컨트롤러를 포함하는 경화 시스템에 의해 달성된다.

[15] 여기서, 상기 레이저발생기는, 발진 파장이 미리 결정된 대역에서 변화될 수 있는 레이저를 발생시키는 가변파장 레이저발생기(TWLG, Tunable Wavelength Laser Generator)일 수 있다.

[16] 상기 레이저발생기는 다수 개이며, 상기 컨트롤러는 상기 다수의 레이저발생기와 병렬적으로 연결되어 상기 다수의 레이저발생기를 개별 컨트롤할 수 있다.

[17] 상기 레이저발생기와 연결되며, 상기 레이저발생기로부터 제공되는 레이저의 파장을 변환시키는 파장변환기를 더 포함할 수 있다.

[18] 한편, 상기 목적은, 기관 상에 상기 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 경화시키기 위해 상기 다수의 레이어를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 적어도 하나의 레이저발생기; 및 상기 레이저발생기와 연결되며, 상기 레이저발생기로부터 제공되는 레이저를 펄스형으로 발생시키는 레이저 펄스 발생기(LPG, Laser Pulse Generator); 및 상기 레이저발생기와 상기 레이저 펄스

발생기의 동작을 컨트롤하는 컨트롤러를 포함하는 경화 시스템에 의해서도 달성된다.

- [19] 여기서, 상기 레이저발생기는, 발진 파장이 미리 결정된 대역에서 변화될 수 있는 레이저를 발생시키는 가변파장 레이저발생기(TWLG, Tunable Wavelength Laser Generator)일 수 있다.
- [20] 상기 다수의 레이어로 향하는 레이저 펄스의 주파수는 서로 다를 수 있다.
- [21] 상기 가변파장 레이저발생기와 상기 레이저 펄스 발생기는 짝을 이루면서 다수 개로 마련되며, 상기 컨트롤러는 짝을 이루는 상기 가변파장 레이저발생기와 상기 레이저 펄스 발생기를 개별 컨트롤할 수 있다.
- [22] 한편, 상기 목적은, 기관 상에 상기 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 단계; 및 상기 서로 다른 파장 대역의 레이저에 의해서 상기 다수의 레이어를 선택적으로 경화시키는 단계;를 포함하는 잉크 경화 방법.
- [23] 상기 발생된 레이저를 레이저 펄스로 발생시키는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [24] 상기 경화시키는 단계는, 상기 레이저 펄스에 의해 상기 다수의 레이어를 선택적으로 경화시키는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명에 따르면, 인쇄층(layer)이 다층으로 형성되더라도 레이어별 경화 시간 및 경화 정도, 강도를 효율적으로 조절하면서 적용할 수 있기 때문에 인쇄 품질 불량이나 초래되는 현상을 종래보다 현격하게 감소시킬 수 있으며, 무엇보다도 경화 시간을 단축시킬 수 있어 택트 타임(tact time) 감소에 따른 생산성 향상을 도모할 수 있는 효과가 있다.
- [26] 또한 본 발명에 따르면, 레이저 펄스를 사용함으로써 기관의 손상이나 열변형을 초래함이 없이 건조 및 경화 공정을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도,
- [28] 도 2는 도 1의 제어블록도,
- [29] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도,
- [30] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도,
- [31] 도 5는 본 발명의 제4 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도,
- [32] 도 6은 도 5의 제1 및 제2 레이어에 조사되는 레이저 펄스의 개략도,
- [33] 도 7은 본 발명의 제5 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도,
- [34] 도 8과 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 펄스를 이용하여 건조/경화시킨 결과를 나타내는 사진,
- [35] 도 10a는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저를 이용하여 다계층 기관을 건조/경화시킨 결과를 나타내는 사진,

- [36] 도 10b는 도 10a의 단면을 AFM 스캐닝한 것을 나타낸 도이고,
 [37] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저를 이용하여 건조/경화시킨 결과를 나타내는 사진이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [38] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [39] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [40] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 식각 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [41] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [42] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특징적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특징적인

내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

- [43] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도이고, 도 2는 도 1의 제어블록도이다.
- [44] 이들 도면을 참조하면, 본 실시예의 잉크 경화 시스템은, 도 1에 도시된 바와 같이, 인쇄 시스템과 연계되어 사용될 수도 있다.
- [45] 이러한 경우, 인쇄 시스템과 잉크 경화 시스템이 하나의 인쇄장치를 이룰 수 있다. 물론, 도 1의 사항은 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 권리범위가 도 1의 도면 구조에 제한될 필요는 없다.
- [46] 도 1에 도시된 인쇄 시스템에 대해 간략하게 부연한다. 인쇄 시스템은 잉크 전자 기술이 적용되어 기판 상에 단층 혹은 다층의 인쇄층, 즉 레이어(Layer)를 형성한다. 전술한 바와 같이, 오프셋 인쇄법, 그라비아 인쇄법, 그라비아 오프셋 인쇄법, 플렉소 인쇄법, 스크린 인쇄법, 잉크젯 인쇄법 등 중에서 어떠한 인쇄법이 적용되어도 무방하다.
- [47] 여기서 말하는 기판이란, LCD(Liquid Crystal Display) 기판, PDP(Plasma Display Panel) 기판 및 OLED(Organic Light Emitting Diodes) 기판 등의 평면디스플레이(Flat Panel Display, FPD)를 비롯하여, 반도체용 웨이퍼(wafer), 태양전지용 웨이퍼 혹은 기판이 될 수 있는데, 이하에서는 이들을 구분하지 않고, 기판이라 한다.
- [48] 도 1의 경우, 그라비아 인쇄법을 그 예로 하고 있다. 즉 디스펜서(1)에 의해 잉크가 외면에 도포되는 그라비아(2, Gravure)와, 그라비아(2)에 대해 접근 또는 이격되고, 또한 기판 상에서 회전되면서 실질적인 인쇄 작업을 진행하는 블랭킷 롤(3, Blanket roll)의 구성을 가지고, 기판 상에 기판의 두께 방향을 따라 제1 및 제2 레이어(L1,L2)를 패터닝하는 그라비아 인쇄법을 그 예로 하고 있다. 도 1에는 그라비아(2)가 롤(roll)의 형태로 되어 있으나 플레이트(plate) 형태일 수 있다.
- [49] 이에, 잉크가 디스펜서(1)를 통해 그라비아(2)의 외면으로 전이되면, 블랭킷 롤(3)이 상승되어 그라비아(2)와 외접됨으로써 그라비아(2)로부터 잉크를 전이받을 수 있으며, 이후에 다시 하강되어 기판 상에서 회전되면서 잉크를 재전이시킴으로써 기판 상에 단층 혹은 도면처럼 다층의 제1 및 제2 레이어(L1,L2)를 패터닝할 수 있다.
- [50] 한편, 도 1처럼 기판 상에 제1 및 제2 레이어(L1,L2)가 패터닝된 직후에는 아직 잉크가 완벽하게 경화되지 않은 상태이기 때문에, 잉크를 경화시키기 위해 본 실시예의 잉크 경화 시스템이 사용될 수 있다.
- [51] 본 실시예에 따른 잉크 경화 시스템은, 레이저발생기(110)와, 레이저발생기(110)의 동작을 컨트롤하는 컨트롤러(130)를 포함할 수 있다.
- [52] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저발생기(110)는 서로 다른 파장 대역의

레이저를 생성할 수 있다. 본 실시예에서, 레이저발생기(110)는 2개의 서로 다른 파장 대역의 레이저를 생성하는 것으로 설명하였으나 이는 예시적인 것으로서 3개 이상의 서로 다른 파장 대역의 레이저를 생성할 수 있음은 물론이다.

- [53] 레이저발생기(110)에 의해 생성된 서로 다른 파장 대역의 레이저들에 의해서, 기관 상에 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄된 제1 및 제2 레이어(L1, L2)는 선택적으로 건조 및 경화될 수 있다.
- [54] 이러한 레이저발생기(110)로서 본 실시예에서는 가변파장 레이저발생기(TWLG, Tunable Wavelength Laser Generator, 110)를 적용하고 있다.
- [55] 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)는 발진 파장이 미리 결정된 대역에서 변화될 수 있는 레이저를 발생시키는 역할을 한다. 경우에 따라 동조 가능 레이저발생기라 불릴 수도 있다. 동조 범위는 레이저 매질의 대역에 따라서 결정될 수 있다. 넓은 동조 범위를 가진 레이저에는 고체 레이저, 색소 레이저, 반도체 레이저 등이 있다.
- [56] 이러한 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)는, 상대적으로 그 깊이가 얇은 제1 레이어(L1)로는 레이저(λ_1)를, 그리고 상대적으로 그 깊이가 깊은 제2 레이어(L2)로는 레이저(λ_2)를 조사하기 위해서, 깊이 방향의 선택도를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시킬 수 있다. 여기서, 레이저(λ_1)의 파장은 레이저(λ_2)와 서로 다를 수 있다. 또한, 레이저(λ_2)의 파장은 레이저(λ_1)의 파장보다 짧은 것일 수 있다. 다르게는, 레이저(λ_1)의 에너지 밀도와 레이저(λ_2)의 에너지 밀도가 다를 수 있다.
- [57] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 파장 및/또는 에너지 밀도를 조절하여 레이저들의 침투 깊이를 조절할 수 있다.
- [58] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 파장 선택적으로 경화될 수 있도록, 제1 레이어 또는 제2 레이더에 패터닝된 입자들의 크기가 고른 것이 바람직하다.
- [59] 한편, 컨트롤러(130)는, 본 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 동작을 컨트롤한다.
- [60] 이러한 컨트롤러(130)는 도 2에 도시된 바와 같이, 중앙처리장치(131, CPU), 메모리(132, MEMORY), 서포트 회로(133, SUPPORT CIRCUIT)를 포함할 수 있다. CPU(131)는 본 실시예의 잉크 경화 시스템을 제어하기 위해서 산업적으로 적용될 수 있는 다양한 컴퓨터 프로세서들 중 하나일 수 있다. 메모리(132, MEMORY)는 CPU(131)와 동작으로 연결된다. 메모리(132)는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체로서 로컬 또는 원격지에 설치될 수 있으며, 예를 들면 랜덤 액세스 메모리(RAM), ROM, 플로피 디스크, 하드 디스크 또는 임의의 디지털 저장 형태와 같이 쉽게 이용가능한 적어도 하나 이상의 메모리이다. 서포트 회로(133, SUPPORT CIRCUIT)는 CPU(131)와 작용적으로 결합되어 프로세서의 전형적인 동작을 지원한다. 이러한 서포트 회로(133)는 캐시, 파워 서플라이, 클록 회로, 입/출력 회로, 서브시스템 등을 포함할 수 있다.
- [61] 예를 들면, 본 실시예에 따른 잉크 경화 시스템에서 가변파장

레이저발생기(TWLG, 110)로부터 서로 다른 파장 대역을 갖는 레이저가 제1 및 제2 레이어(L1,L2)로 조사될 수 있도록 하는 일련의 프로세스 등이 메모리(132)에 저장될 수 있다. 전형적으로는 소프트웨어 루틴이 메모리(132)에 저장될 수 있다. 소프트웨어 루틴은 또한 다른 CPU(미도시)에 의해서 저장되거나 실행될 수 있으며, 그러한 다른 CPU(미도시)는 잉크 경화 시스템과는 거리적으로 이격된 곳에 위치된 것일 수 있다.

[62] 본 발명에 따른 프로세스는 소프트웨어 루틴에 의해 실행되는 것으로 설명하였지만, 본 발명의 프로세스들 중 적어도 일부는 하드웨어에 의해 수행되는 것도 가능하다. 이처럼, 본 발명의 프로세스들은 컴퓨터 시스템 상에서 수행되는 소프트웨어로 구현되거나 또는 집적 회로와 같은 하드웨어로 구현되거나 또는 소프트웨어와 하드웨어의 조합에 의해서 구현될 수 있다.

[63] 이러한 구성에 의해, 인쇄 시스템을 통해 기관 상에 제1 및 제2 레이어(L1,L2)가 패터닝되고 나면, 패터닝된 제1 및 제2 레이어(L1,L2)는 본 실시예의 잉크 경화 시스템을 거치면서 경화될 수 있다.

[64] 본 발명의 일 실시예에 따른 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)는 제1 레이어 건조 및 경화를 위한 제1 파장 대역의 레이저와, 제2 레이어 건조 및 경화를 위한 제2 파장 대역의 레이저를 생성할 수 있다.

[65] 앞서도 기술한 바와 같이, 본 실시예의 잉크 경화 시스템은 인쇄 시스템과 연계되어 동작될 수 있고 그러한 것이 생산성 향상을 위해 바람직할 수 있지만 반드시 그러한 필요는 없다.

[66] 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 인쇄층(layer)이 다층으로 형성되더라도 레이어별 경화 시간 및 경화 정도, 강도를 효율적으로 조절하면서 적용할 수 있기 때문에 인쇄 품질 불량이 초래되는 현상을 종래보다 현격하게 감소시킬 수 있으며, 무엇보다도 경화 시간을 단축시킬 수 있어 택트 타임(tact time) 감소에 따른 생산성 향상을 도모할 수 있게 된다.

[67] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도이다.

[68] 도 3을 참조하면, 본 실시예의 잉크 경화 시스템은 기관 상의 제1 및 제2 레이어(L1,L2), 제3 및 제4 레이어(L3,L4)가 패터닝된 경우에 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)를 경화시키기 위해 마련될 수 있다.

[69] 이 경우, 두 개의 제1 및 제2 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110a,110b)가 사용되어 그에 대응되는 제1 및 제2 레이어(L1,L2)와 제3 및 제4 레이어(L3,L4)를 향해 깊이 방향의 선택도를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시킬 수 있으며, 컨트롤러(130)는 제1 및 제2 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110a,110b)와 병렬적으로 연결되어 이들을 개별 컨트롤할 수 있다.

[70] 도 3의 경우, 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110a,110b)는 상대적으로 그 깊이가 얇은 제1 레이어(L1) 및 제3 레이어(L3)로는 침투력이 상대적으로 약한 레이저(λ_1, λ_3)가, 그리고 상대적으로 그 깊이가 깊은 제2 및 제4 레이어(L2,L4)로는 침투력이 상대적으로 강한 레이저(λ_2, λ_4)가 조사되도록 깊이

방향의 선택도를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시킬 수 있으며, 이로 인해 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)가 경화될 수 있다. 여기서, 침투력이 강한 레이저는, 예를 들면 파장이 짧거나 에너지 밀도가 높은 레이저일 수 있다.

- [71] 도 3을 참조하면, 먼저 제1 레이어(L1)와 제2 레이어(L3)가 경화되고, 이후에 제3 레이어(L3)와 제4 레이어(L4)가 경화될 수 있다.
- [72] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [73] 도 4를 참조하면, 본 실시예의 잉크 경화 시스템 역시, 제1 및 제2 레이어(L1,L2), 제3 및 제4 레이어(L3,L4)가 패터닝된 경우에 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)를 경화시키기 위해 마련될 수 있다.
- [74] 이 경우, 잉크 경화 시스템은, 통상의 레이저를 발생시키는 레이저발생기(140)를 사용하되, 레이저발생기(140)에 레이저발생기(140)로부터 제공되는 레이저의 파장을 변환시키는 파장변환기(150a,150b)를 연결한 구조를 갖는다. 레이저발생기(140)에는 제1 실시예에서 설명한 컨트롤러(130)가 연결된다.
- [75] 파장변환기(150a,150b)의 종류는 다양할 수 있는데, 예컨대 비선형 특성을 이용하여 파장을 변환하는 방법이 적용된 파장변환기(150a,150b)가 사용될 수 있다. 비선형 특성을 이용하는 방법 중 하나로서 DPSS(diode-pumped solid-state) 레이저 장치가 선택될 수 있다. DPSS 레이저 장치에서는 Nd:YAG 등의 결정에 808nm 대역의 펌프 레이저 다이오드의 광을 입사시켜 1060nm 근처의 파장을 얻은 후에, 비선형 크리스털을 이용하여 주파수를 2배로 높여 530nm 근처의 녹색광을 얻을 수 있는 것으로 알려지고 있다.
- [76] 도 4처럼 레이저발생기(140)로부터의 레이저 경로에 미러(mirror, 145)를 적당한 위치에 배치하여 레이저발생기(140)로부터의 레이저가 파장변환기(150a,150b)로 입사되도록 한 후, 파장변환기(150a,150b)에서 제1 및 제2 레이어(L1,L2), 그리고 제3 및 제4 레이어(L3,L4)를 경화시키기 위한 파장 대역으로 변환되어 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)로 조사되도록 함으로써 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)를 경화시킬 수 있다.
- [77] 도 4와 같은 경우에도 파장변환기(150a,150b)는 상대적으로 그 깊이가 얇은 제1 레이어(L1) 및 제3 레이어(L3)로는 침투력이 상대적으로 약한 레이저(λ_1, λ_3)가, 그리고 상대적으로 그 깊이가 깊은 제2 및 제4 레이어(L2,L4)로는 침투력이 상대적으로 강한 레이저(λ_2, λ_4)가 조사되도록 깊이 방향의 선택도를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시킬 수 있으며, 이러한 방식을 통해 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)를 경화시킬 수 있다.
- [78] 도 5는 본 발명의 제4 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [79] 도 5를 참조하면, 본 실시예의 잉크 경화 시스템은 기판 상에 제1 및 제2 레이어(L1,L2)가 패터닝된 경우에 제1 및 제2 레이어(L1,L2)를 경화시키기 위해 마련될 수 있다.
- [80] 이러한 잉크 경화 시스템은, 전술한 제1 실시예에서 설명한 가변파장

레이저발생기(TWLG, Tunable Wavelength Laser Generator, 110)와, 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)와 연결되는 레이저 펄스 발생기(LPG, Laser Pulse Generator, 160)와, 이들을 컨트롤하는 컨트롤러(130)를 포함할 수 있다.

- [81] 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)와 컨트롤러(130)의 역할에 대해서는 전술한 실시예의 설명으로 대체하고, 여기서는 레이저 펄스 발생기(LPG, 160)에 대해 설명한다.
- [82] 레이저 펄스 발생기(LPG, 160)는 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)와 연결되며, 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)로부터 제공되는 레이저를 펄스형으로 발생시키는 역할을 한다.
- [83] 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110)에서 발생되는 레이저는 통상적으로 펄스 모양이기는 하지만, 연속파 레이저에 대비하여 말할 때 일컫는 용어가 레이저 펄스이다. 즉 레이저 펄스 발생기(LPG, 160)를 거치게 되면 레이저가 도 6에 예시된 것처럼 레이저 펄스로 바뀌어 제1 및 제2 레이어(L1,L2)로 조사될 수 있다.
- [84] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 건조 및 경화시킬 계층에 맞는 파장 대역의 레이저 펄스를 이용하여 건조 및 경화 시키되, 제1 및 제2 레이어(L1,L2)와 같이 다 계층 기관으로 이루어진 경우에는 레이저 펄스의 에너지 밀도를 조절하여 다계층 기관의 침투 정도를 조절할 수 있다. 본 발명에 따르면, 레이저의 파장, 레이저 펄스의 주기, 및 레이저의 에너지 밀도 등을 적어도 어느 하나 이상 조절하여, 다계층 기관으로 침투되는 깊이를 조절할 수 있다.
- [85] 예를 들면, 파장이 같은 레이저 펄스 2개가 있다고 가정하면, 이들 중에서 펄스의 주기가 긴 레이저는 펄스의 주기가 짧은 레이저보다 깊이 침투할 수 있다(예를 들면 도 6의 (a)와 (b)). 다른 예를 들면, 펄스의 주기가 같은 레이저 펄스 2개가 있다고 가정하면, 이들 중에서 파장이 짧은 레이저 펄스가 파장이 긴 레이저 펄스보다 더 깊이 침투할 수 있다. 또 다른 예를 들면, 파장과 펄스의 주기가 같은 레이저 펄스 2 개가 있다고 가정하면, 이들 중에서 에너지 밀도가 높은 레이저 펄스가 에너지 밀도가 낮은 레이저 펄스보다 더 깊이 침투할 수 있다.
- [86] 이처럼 본원 발명에서는 레이저 펄스를 사용함으로써, 기관(10)의 표면 근처에만 영향을 미치므로, 기관(10)을 손상시키거나 열 변형시키지 않을 수 있다.
- [87] 도 6에 도시된 레이저 펄스들은 예시적인 것으로서 이와 다른 형태의 레이저 펄스도 본원 발명에 사용될 수 있음은 물론이다.
- [88] 상술한 실시예들에서, 레이저 펄스(λ_1), 레이저 펄스(λ_2), 레이저 펄스(λ_3), 및 레이저 펄스(λ_4)와 같이 특정 파장이 사용되는 것으로 설명하였으나, 소정의 파장 대역에서 사용되는 것도 가능하다. 예를 들면, λ_1 대신에 $(\lambda_1 + \Delta\lambda) \sim (\lambda_1 - \Delta\lambda)$ 와 같이 소정의 파장 대역이 사용될 수 있다. 다른 파장들도 유사한 방식으로 소정의 파장 대역이 사용될 수 있다.

- [89] 도 7은 본 발명의 제5 실시예에 따른 잉크 경화 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [90] 도 7을 참조하면, 본 실시예의 잉크 경화 시스템은 기판 상에 제1 및 제2 레이어(L1,L2), 제3 및 제4 레이어(L3,L4)가 패터닝된 경우에 제1 내지 제4 레이어(L1~L4)를 경화시키기 위해 마련될 수 있다.
- [91] 이 경우, 제1 및 제2 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110a,110b)와, 그에 대응되게 연결되는 제1 및 제2 레이저 펄스 발생기(LPG, 160a,160b)가 사용될 수 있으며, 컨트롤러(130)는 제1 및 제2 가변파장 레이저발생기(TWLG, 110a,110b)와 병렬적으로 연결되어 이들을 개별 컨트롤할 수 있다.
- [92] 도 8과 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 펄스를 이용하여 건조/경화시킨 결과를 나타내는 사진이다.
- [93] 도 8은 ITO 나노입자로 패터닝된 기판을 355nm 파장을 가진 레이저 펄스(전력 50mW)를 이용하여 건조 및 경화시킨 결과를 나타낸 사진이다. 도 8을 참조하면, 좌측 사진처럼 패터닝된 파티클 입자들에 대하여 본원 발명의 일 실시예에 따른 레이저 펄스를 인가하면, 도 8의 우측 사진에 나타난 것처럼 경화가 될 수 있음을 보여준다.
- [94] 도 9는 아연산화물(ZnO)과 산화티탄(TiO₂) 나노입자들로 패터닝된 기판을 55nm 파장을 가진 레이저 펄스(전력 50mW)를 이용하여 건조 및 경화시킨 결과를 나타낸 사진이다. 도 9를 참조하면, 좌측 사진처럼 패터닝된 파티클 입자들에 대하여 본원 발명의 일 실시예에 따른 레이저 펄스를 인가하면, 도 9의 우측 사진에 나타난 것처럼 경화가 될 수 있음을 보여준다.
- [95] 도 10a 와 10b는 본 발명의 일 실시예에 따른 특정 파장 대역의 레이저를 이용하여 다계층 기판을 건조/경화시킨 결과를 나타내는 사진이다.
- [96] 도 10a는 폴리머 기판의 위쪽에서 찍은 사진(즉, +z 축에서 -z 축 방향을 바라 보면서 찍은 사진)이고, 도 10b는 도 10a의 단면 방향(즉, +x 방향에서 -x 방향을 바라 보면서 찍은 사진)에서 찍은 AFM(Atomic Force MicroScope) 스캐닝 사진이다.
- [97] 본 실시예는 폴리머 기판상에 패터닝된 메탈 나노 입자를 YAG 레이저(파장 532nm)을 이용하여, 선택적으로 건조 및 경화시킨 것을 나타낸다. 도 10a와 도 10b를 참조하면 알 수 있듯이, 본 발명에 따르면 고분자 기판인 폴리머 기판의 손상 없이 메탈 나노 입자만을 선택적으로 건조 및 경화시킬 수 있다.
- [98] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 특정 파장 대역의 레이저를 이용하여 건조 및 경화시킨 결과를 나타낸 사진이다.
- [99] 도 11은 메탈 나노 입자가 패터닝된 기판을 248nm 파장을 가진 Excimer laser를 이용하여 건조 및 경화시킨 것을 나타낸 것으로, 본 발명에 따르면 표면만을 건조 및 경화시킬 수 있다.
- [100] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 잉크 경화 방법이 제공된다. 예를 들면, 먼저 기판 상에 상기 기판의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장

대역의 레이저를 발생시키는 단계를 수행하고, 다음에 상기 서로 다른 파장 대역의 레이저에 의해서 상기 다수의 레이어를 선택적으로 경화시키는 단계를 수행할 수 있다.

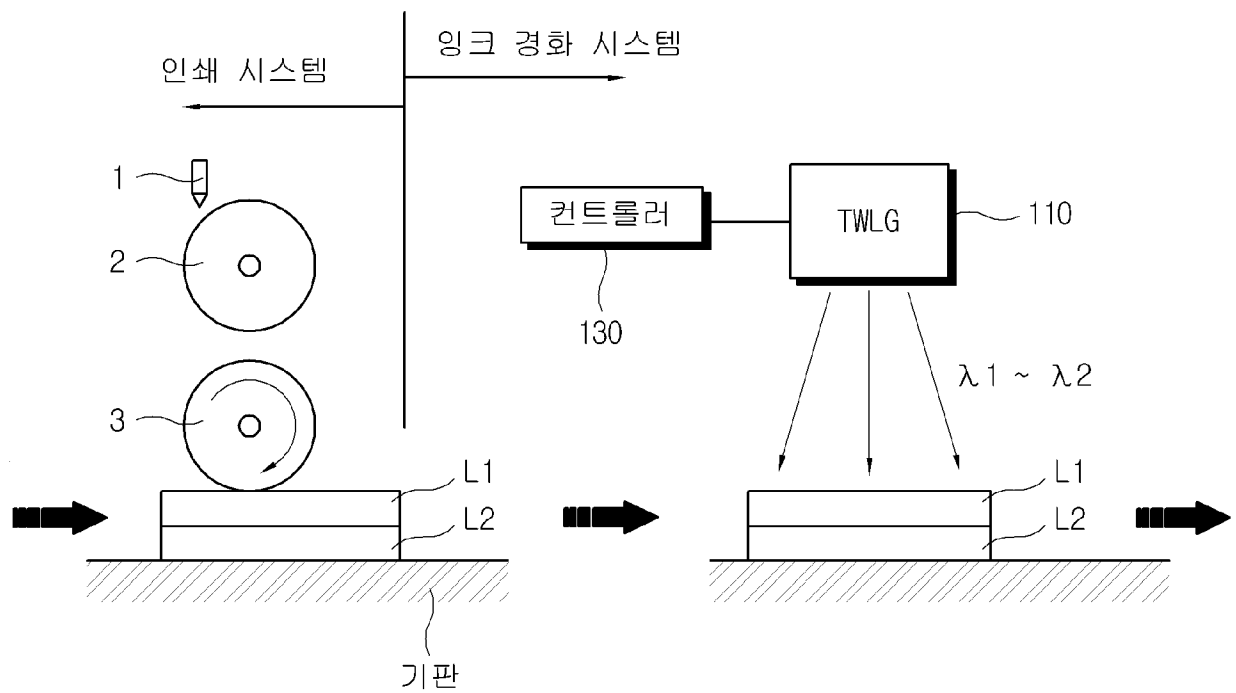
- [101] 또한, 레이저를 발생시키는 단계와 상기 경화시키는 단계 사이에, 상기 발생된 레이저를 레이저 펄스로 발생시키는 단계를 수행할 수 있으며, 상기 경화시키는 단계는, 상기 레이저 펄스에 의해 상기 다수의 레이어를 선택적으로 경화시키는 것일 수 있다.
- [102] 이상 도면을 참조하여 본 발명에 대해 설명하였지만 본 발명의 권리범위가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [103] 전술한 실시예들의 경우, 기판 상에 상하 방향을 따라 두개 층의 레이어가 마련되는 것에 관해 설명하였지만, 레이어의 개수는 3개 이상일 수 있으며, 이러한 경우에도 본 발명의 잉크 경화 시스템이 충분히 적용될 수 있다.
- [104] 이와 같이 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

청구범위

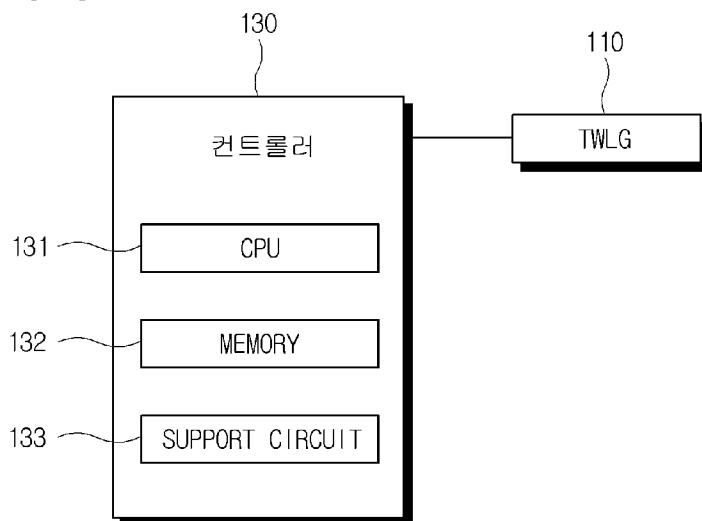
- [청구항 1] 기관 상에 상기 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 경화시키기 위해 상기 다수의 레이어를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 적어도 하나의 레이저발생기; 및 상기 레이저발생기의 동작을 컨트롤하는 컨트롤러를 포함하는 경화 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 레이저발생기는, 발진 파장이 미리 결정된 대역에서 변화될 수 있는 레이저를 발생시키는 가변파장 레이저발생기(TWLG, Tunable Wavelength Laser Generator)인 것을 특징으로 하는 경화 시스템.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 레이저발생기는 다수 개이며, 상기 컨트롤러는 상기 다수의 레이저발생기와 병렬적으로 연결되어 상기 다수의 레이저발생기를 개별 컨트롤하는 것을 특징으로 하는 경화 시스템.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 레이저발생기와 연결되며, 상기 레이저발생기로부터 제공되는 레이저의 파장을 변환시키는 파장변환기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 경화 시스템.
- [청구항 5] 기관 상에 상기 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 경화시키기 위해 상기 다수의 레이어를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 적어도 하나의 레이저발생기; 및 상기 레이저발생기와 연결되며, 상기 레이저발생기로부터 제공되는 레이저를 펄스형으로 발생시키는 레이저 펄스 발생기(LPG, Laser Pulse Generator); 및 상기 레이저발생기와 상기 레이저 펄스 발생기의 동작을 컨트롤하는 컨트롤러를 포함하는 경화 시스템.
- [청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 레이저발생기는, 발진 파장이 미리 결정된 대역에서 변화될 수 있는 레이저를 발생시키는 가변파장 레이저발생기(TWLG, Tunable Wavelength Laser Generator)인 것을 특징으로 하는 경화 시스템.
- [청구항 7] 제5항에 있어서, 상기 다수의 레이어로 향하는 레이저 펄스의 주파수는 서로 다른

- 것을 특징으로 하는 경화 시스템.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
상기 가변파장 레이저발생기와 상기 레이저 펄스 발생기는 짝을 이루면서 다수 개로 마련되며, 상기 컨트롤러는 짝을 이루는 상기 가변파장 레이저발생기와 상기 레이저 펄스 발생기를 개별 컨트롤하는 것을 특징으로 하는 경화 시스템.
- [청구항 9] 기관 상에 상기 기관의 두께 방향을 따라 다층으로 인쇄되는 다수의 레이어(Layer)를 향해 깊이 방향의 선택도(selectivity)를 갖는 서로 다른 파장 대역의 레이저를 발생시키는 단계; 및 상기 서로 다른 파장 대역의 레이저에 의해서 상기 다수의 레이어를 선택적으로 경화시키는 단계;를 포함하는 잉크 경화 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 발생된 레이저를 레이저 펄스로 발생시키는 단계;를 더 포함하며,
상기 경화시키는 단계는, 상기 레이저 펄스에 의해 상기 다수의 레이어를 선택적으로 경화시키는 것을 특징으로 하는 잉크 경화 방법.

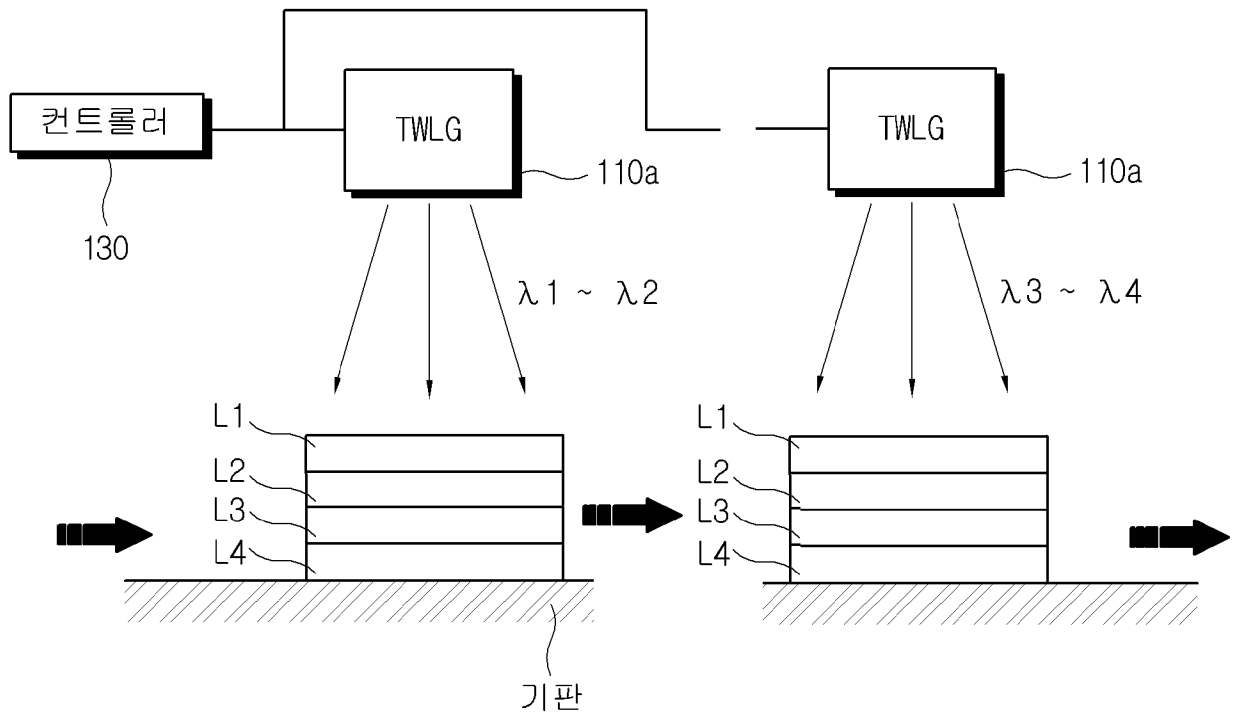
[Fig. 1]



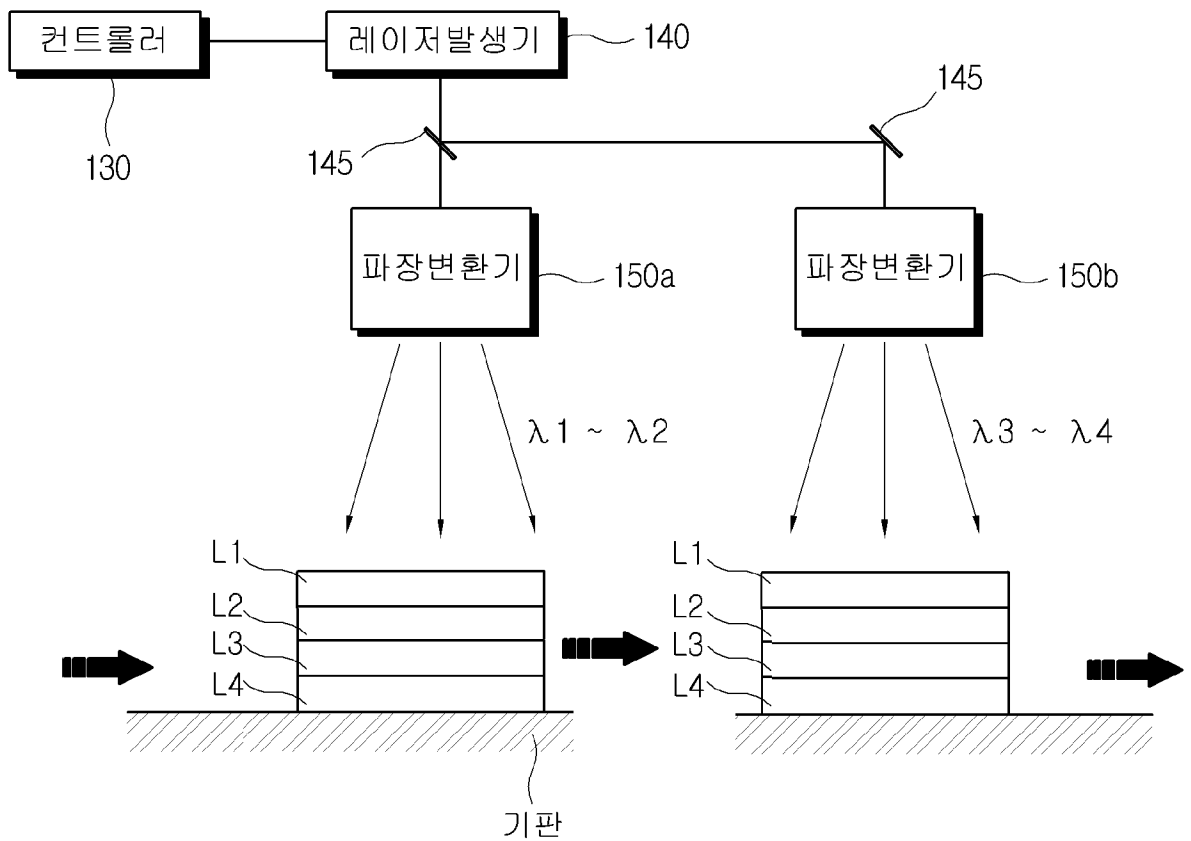
[Fig. 2]



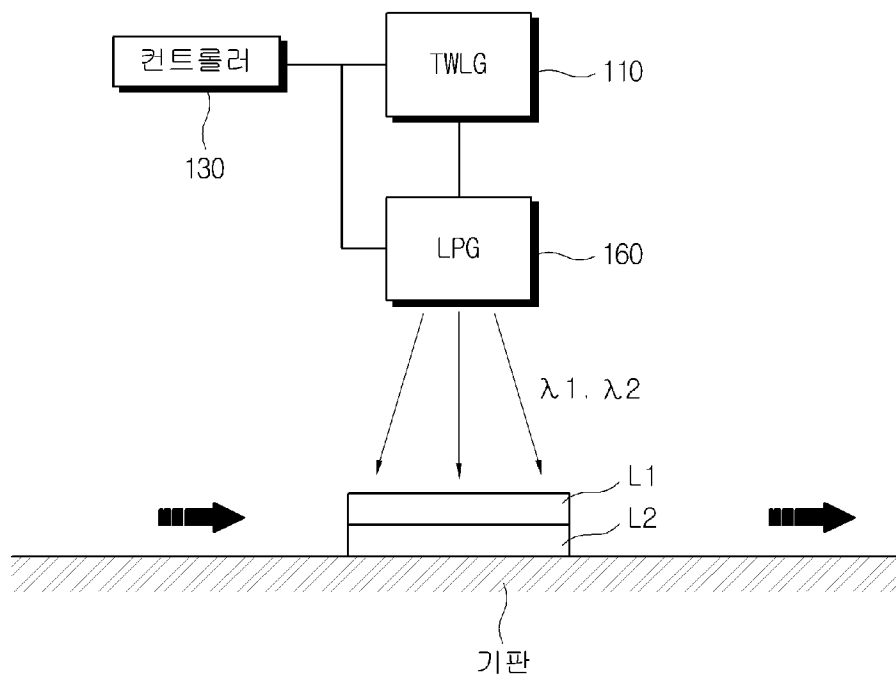
[Fig. 3]



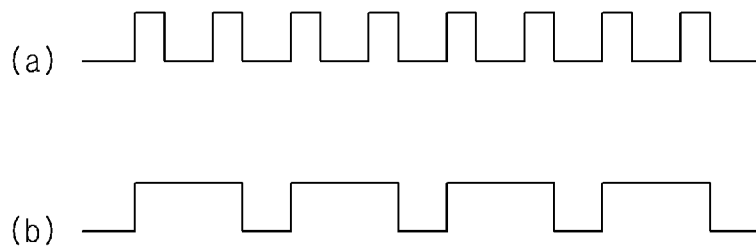
[Fig. 4]



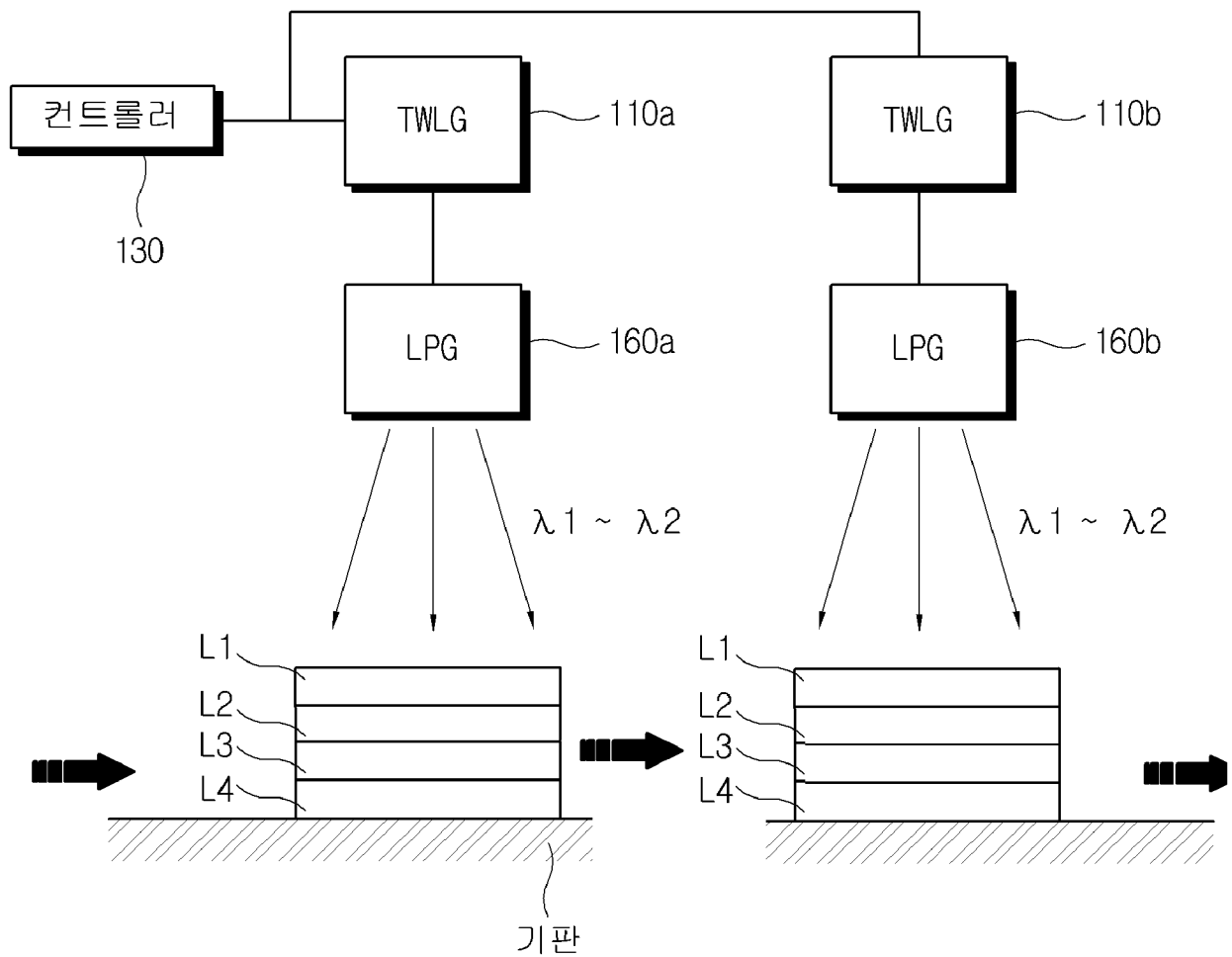
[Fig. 5]



[Fig. 6]

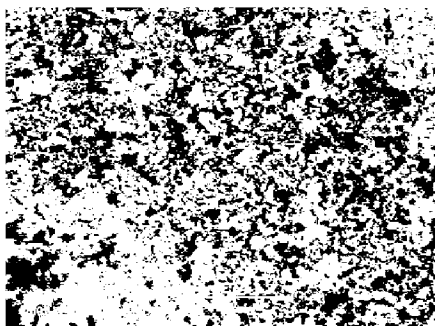


[Fig. 7]



[Fig. 8]

ITO NPs

50mW, pico-second laser
355nm wavelength

[Fig. 9]

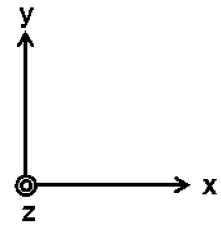
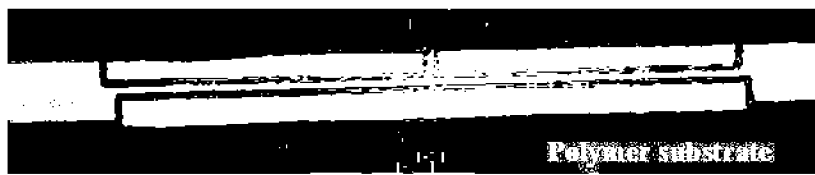
ZnO NPs TiO₂ NPs

(ii)

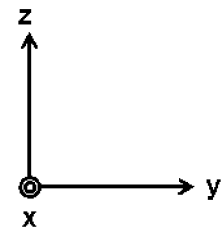
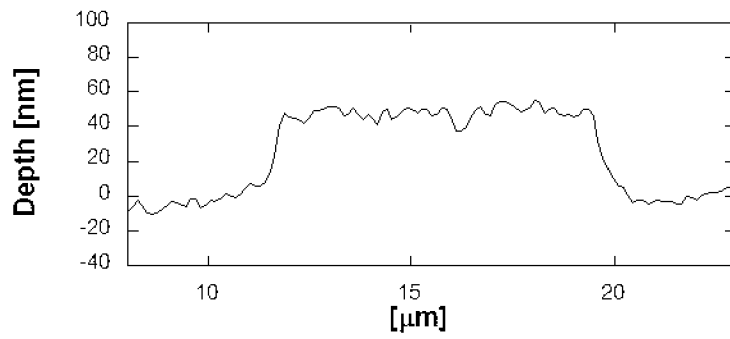
(ii)

[Fig. 10]

(a)



(b)



[Fig. 11]

