



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월15일

(11) 등록번호 10-1512292

(24) 등록일자 2015년04월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 3/28 (2006.01) C23C 26/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7002970
- (22) 출원일자(국제) 2009년04월01일
심사청구일자 2013년11월22일
- (85) 번역문제출일자 2011년02월08일
- (65) 공개번호 10-2011-0034011
- (43) 공개일자 2011년04월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/039174
- (87) 국제공개번호 WO 2010/005609
국제공개일자 2010년01월14일
- (30) 우선권주장
61/079,339 2008년07월09일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP05326402 A*
JP2008522369 A*
JP6005433 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
엔씨씨 나노, 엘엘씨
미국 텍사스 달라스 메리트 드라이브 12221 슈트 930 쓰리 포레스트 플라자 (우: 75251)
- (72) 발명자
슈뢰더, 쿠르트, 에이.
미국 78615 텍사스 쿠프랜드 피플루저 버크맥 엘. 13501
마틴, 칼, 엠.
미국 78731 텍사스 오스틴 시에라 드라이브 3928
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 13 항

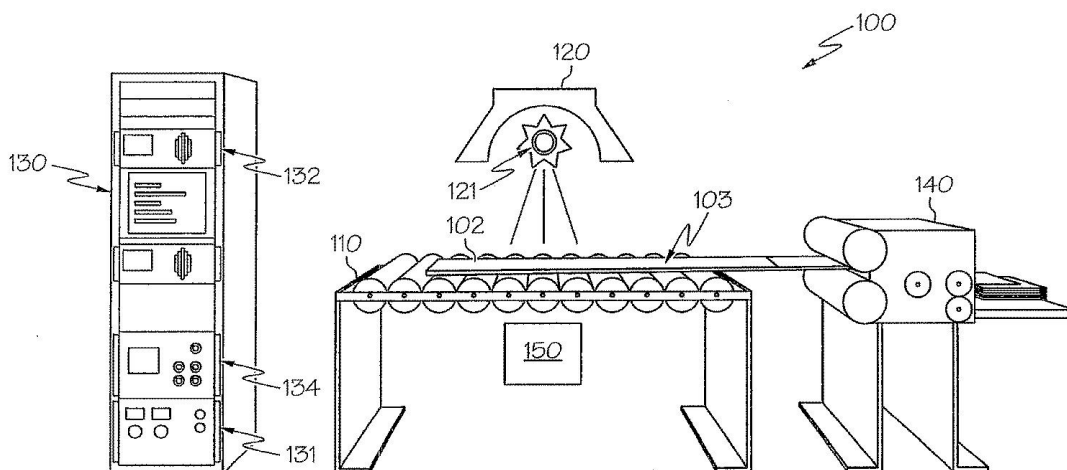
심사관 : 최미숙

(54) 발명의 명칭 저온 기관 상의 얇은 필름을 고속으로 경화하는 방법 및 장치

(57) 요약

고속으로 저온 기관 상의 얇은 필름을 열처리하는 경화 장치가 설명되어 있다. 상기 경화 장치는 스트로브 헤드, 센서, 스트로브 제어 모듈 및 이송 제어 모듈을 포함한다. 스트로브 제어 모듈은 스트로브 헤드 상에 플래쉬 램프에 의해 생성된 펄스 세트에 대한 파워, 지속 기간 및 반복률을 제어한다. 스트로브 제어 모듈과 함께 컨베이어 제어 모듈은 속도 정보에 따라, 펄스 세트에 대한 반복률과 기관이 스트로브 헤드 아래로 이동하는 속도 사이의 실시간 동기화를 제공한다.

대표도



(72) 발명자

잭슨, 도용, 케이.

미국 78665 텍사스 라운드 록 요기 베라 웨이 3400

맥쿨, 스티븐, 씨.

미국 78728 텍사스 오스틴 도리아 드라이브 14971

명세서

청구범위

청구항 1

경화 장치로서,

플래쉬 램프를 갖는 스트로브(strobe) 헤드;

상기 플래쉬 램프에 의해 생성된 복수의 펄스에 대한 파워, 지속기간(duration) 및 반복률(repetition rate)을 제어하는, 스트로브 제어 모듈;

상기 스트로브 제어 모듈과 함께, 기관이 상기 스트로브 헤드 아래에서 이동되는 속도와 상기 복수의 펄스에 대한 상기 반복률을 실시간으로 동기화하는, 컨베이어 제어 모듈; 및

상기 기관을 냉각하는 냉각 수단;을 포함하는,

경화 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 플래쉬 램프는 제논(xenon) 플래쉬 램프인,

경화 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제논 플래쉬 램프는 1 kHz까지의 펄스 반복률로 10 μ s 내지 10 ms의 펄스를 생성할 수 있는,

경화 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제논 플래쉬 램프의 스펙트럼 성분(content)은 200 nm 내지 2,500 nm 범위인,

경화 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 기관을 냉각하는 냉각 수단은 에어 블로워(air blower)인,

경화 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기관을 냉각하는 냉각 수단은 롤러인,
경화 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 플래쉬 램프는 DPA 램프(directed plasma arc lamp)인,
경화 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 경화 장치는 상기 스트로브 헤드 아래에서 상기 기관을 이송하는 컨베이어 시스템을 더 포함하는,
경화 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 경화 장치는 상기 컨베이어 시스템으로 상기 기관을 공급하는 공급기를 더 포함하는,
경화 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 경화 장치는, 기관이 상기 스트로브 헤드 아래에서 이동되는 속도를 감지하는 센서를 더 포함하는,
경화 장치.

청구항 11

저온 기관 상의 얇은 필름을 경화하는 방법으로서,
미리 결정된 파워, 지속기간 및 반복률로 플래쉬 램프를 통해 복수의 펄스를 생성하는 단계;
상기 플래쉬 램프 아래에서 기관의 층을 이송하는 단계로서, 상기 기관의 층 상에 위치한 필름은 상기 플래쉬 램프로부터의 상기 복수의 펄스에 의해 경화되며, 상기 기관의 층은 상기 복수의 펄스의 반복률과 동기화되는 속도로 이동되며, 상기 필름은 상기 복수의 펄스에 다중 노출되는, 상기 플래쉬 램프 아래에서 기관의 하나의 층을 이송하는 단계; 및
상기 기관을 냉각하기 위해 상기 기관 상에 공기를 분사(blow)하는 단계;를 포함하는,
저온 기관 상의 얇은 필름을 경화하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 기관의 층은 릴-투-릴 시스템(reel-to-reel system)에 의해 이송되는,
저온 기관 상의 얇은 필름을 경화하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,
상기 방법은 상기 필름과 상기 기관의 층 사이에 열 배리어 층을 삽입하는 단계를 더 포함하는,
저온 기관 상의 얇은 필름을 경화하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2008년 7월 9일자로 출원된 미국 가출원 번호 61/079,339호를 35 U.S.C. § 119(e)(1) 하에서 우선 권으로 주장하며, 상기 출원은 내용은 본 발명에 참조되었다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 경화 시스템에 관한 것이며, 특히 저온에서 기관 상의 얇은 필름을 경화하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 인쇄 전자 기술(printed electronics)은 반도체 산업 및 프린팅 산업의 집합체이다. 인쇄 판독 재료 대신에 인쇄 전자 회로에 대한 개념은 프린터에 더 흥미를 끄는데, 이는 이들 장비에 대한 커다란 변경 없이 고가치의 인쇄 작업을 하기 위한 잠재성이 있기 때문이다. 유사하게, 전자회로 제작자들은 인쇄 전자 회로에 대한 개념을 동등하게 흥미있는 것으로 전망하는데, 이는 상당히 낮은 비용으로 대규모로 전자 회로를 제작할 수 있게 하기 때문이다.
- [0004] 전자 회로의 제작 중에, 대부분의 얇은 필름 코팅들은 열처리를 필요로 하며, 대부분의 열적 경화 공정의 효율은 온도와 시간의 곱에 관련이 있다. 예를 들어, 얇은 필름을 경화시키기 위한 통상적인 접근 방법은 얇은 필름이 배열되는 기관의 최대 작동 온도로 설정된 오븐 내에 얇은 필름을 위치시키고 그 얇은 필름이 얼마간의 합당한 시간 양 이내에서 경화될 수 있게 하는 것이었다.
- [0005] 인쇄된 전자 회로가 통상적으로 고 체적 및 저 비용과 연관되어 있기 때문에, 인쇄된 전자 회로용 기관은 실리콘, 석영, 글라스, 세라믹, FR4 등과 같은 전통적인 기관 재료 대신에 페이퍼 또는 폴리머와 같은 상당히 저렴한 재료로 제조되어야 할 필요성이 있다. 그러나, 페이퍼 또는 폴리머는 실리콘, 석영, 글라스, 세라믹, FR4 등보다 훨씬 낮은 분해 온도를 가지며 그러한 훨씬 낮은 분해 온도는 얇은 필름을 위한 보다 긴 경화 시간을 필요로 한다. 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)의 최대 작동 온도는 150 ℃이며, 이 온도에서 은 기반 전도성 필름에 대한 통상적인 경화 시간은 수분 정도이다. 그와 같이 긴 경화 시간은 페이퍼 또는 폴리머 상의 인쇄 전자 회로에 대한 제안을 훨씬 덜 경제적인 흥미를 갖게 한다.
- [0006] 따라서, 상당히 빠른 속도로 저온 기관 상의 얇은 필름을 열 처리하는 방법 및 장치를 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

- [0007] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라, 경화 장치는 스트로브 헤드, 센서, 스트로브 제어 모듈 및 이송 제어 모듈을 포함한다. 스트로브 제어 모듈은 스트로브 헤드 상에 플래쉬 램프에 의해 생성된 펄스 세트에 대한 파워, 지속 기간 및 반복률을 제어한다. 센서는 기관이 스트로브 아래에서 이동하는 속도를 감지한다. 스트로브 제어 모듈과 함께 컨베이어 제어 모듈은 센서에 의해 획득한 속도 정보에 따라, 펄스 세트에 대한 반복률과 기관

이 스트로브 헤드 아래에서 이동하는 속도 사이의 실시간 동기화를 제공한다.

[0008] 본 발명의 모든 특징들 및 장점들은 이후의 상세한 설명으로 분명해질 것이다.

[0009] 본 발명 자체뿐만 아니라, 본 발명의 바람직한 사용 형태, 추가의 목적 및 장점들은 첨부도면과 관련하여 예시적인 실시예에 대한 이후의 상세한 설명을 참조함으로써 더 잘 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 경화 장치의 개략도이며,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저온 기관 상의 열 배리어 층의 개략도이며,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 도 1의 경화 장치 내의 나이프에 대한 개략도이며,

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 도 1의 경화 장치 내의 냉각 롤러의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명에 대해 경화는 건조(용매 제거), 입자 소결, 고밀도화, 화학 반응 개시, 상 변태, 입자 성장, 어닐링, 열 처리 등을 포함하는 열 공정(thermal processing)으로서 정의된다. 폴리머 또는 페이퍼와 같은 저온 기관 상의 재료를 경화할 때, 양호한 경화를 얻는데 있어서 하나의 제한적인 요인은 기관의 분해인데, 이는 (100 μ미만 두께의 재료 층으로 정의되는) 얇은 필름이 종종 기관의 분해 온도에 가까운 또는 분해 온도를 초과하는 온도로 처리될 필요가 있기 때문이다. 또한, 얇은 필름이 저온에서 경화될 수 있더라도, 기관의 저온 분해 온도는 기관 상의 재료를 열적으로 경화시키기 위한 시간의 양을 증가시킨다. 전술한 문제점들은 본 발명의 경화 장치에 의해 극복될 수 있다.

[0012] 이후, 도면 특히, 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 경화 장치의 개략도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 경화 장치(100)는 컨베이어 벨트 시스템(110), 스트로브 헤드(120), 계전기 랙(130) 및 릴 투 릴(reel to reel) 공급 시스템(140)을 포함한다. 경화 장치(100)는 상대적으로 고속으로 컨베이어 벨트를 가로질러 이동하는 웹 또는 개개의 시이트 상에 위치된 저온 기관(103) 상에 장착된 얇은 필름을 경화시킬 수 있다. 컨베이어 벨트 시스템(110)은 예를 들어, 2 내지 1000 ft/분으로 속도로 기관(103)을 이동시키도록 작동할 수 있다. 경화 장치(100)는 6인치 증분의 어떤 폭을 갖는 웹도 수용할 수 있다. 얇은 필름(102)은 스크린 인쇄, 잉크젯 인쇄, 그라비아 인쇄, 레이저 인쇄, 제로그래피(xerography), 패드 인쇄(pad printing), 페인팅, 딥-펜(dip-pen), 주사(syringe), 에어브러쉬(airbrush), 플렉소그래피(flexography), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD), 증발, 스퍼터링 등과 같은 현존 기술들 중의 하나 또는 이들의 조합에 의해 기관(103) 상에 추가될 수 있다.

[0013] 바람직하게 수냉되는 스트로브 헤드(120)는 기관(103) 상에 위치되는 얇은 필름(102)을 경화시키기 위한 고휘도 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)를 포함한다. 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)는 상이한 휘도, 펄스 길이 및 펄스 반복 주파수의 광 펄스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)는 1 kHz까지의 펄스 반복률에서 3" × 6" 폭의 비임 패턴을 갖는 10 μs 내지 10 ms 펄스를 제공할 수 있다. 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 스펙트럼 성분(Spectral Contents)은 200 nm 내지 2,500 nm 범위이다. 상기 스펙트럼은 350 nm 미만의 방출의 대부분을 제거하기 위해 셀륨 도핑된 석영 램프로 석영 램프를 교체함으로써 조절될 수 있다. 석영 램프는 또한, 약 140 nm 내지 약 4,500 nm 범위로 방출을 연장시키는 사파이어 램프로 대체될 수도 있다. 스펙트럼의 다른 부분들을 제거하기 위한 필터도 추가될 수 있다. 플래쉬 램프(121)는 또한, 때때로 DPA 램프(directed plasma arc lamp)로 지칭되는 수냉 벽 플래쉬 램프일 수도 있다.

[0014] 계전기 랙(130)은 조절가능한 파워 서플라이(131), 컨베이어 제어 모듈(132), 및 스트로브 제어 모듈(134)을 포함한다. 조절가능한 파워 서플라이(131)는 펄스 당 4 킬로주울까지의 에너지를 갖는 펄스를 생성할 수 있다. 조절가능한 파워 서플라이(131)는 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)에 연결되며 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)로부터 방출 세기는 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)를 통과하는 전류의 양을 제어함으로써 변경될 수 있다.

[0015] 조절가능한 파워 서플라이(131)는 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)의 방출 세기를 제어한다. 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 방출물에 대한 파워, 펄스 지속시간 및 펄스 반복 주파수는 필름(102) 및 기관(103)의 광, 열 및 형상적 특성에 따라 기관(103)의 손상 없이 얇은 필름(102)의 최적 경화를 허용하기 위해 웹 속도에 등

기화되어 전자적으로 조절된다.

[0016] 경화 작동 중에, 기관(103)뿐만 아니라 얇은 필름(102)은 컨베이어 벨트 시스템(110) 상으로 이동된다. 컨베이어 벨트 시스템(110)은 얇은 필름(102)이 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 급속 펄스에 의해 경화되는 스트로브 헤드(120) 아래에서 얇은 필름(102)을 이동시킨다. 펄스형 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 방출물에 대한 파워, 펄스 지속기간 및 펄스 반복률은 스트로브 제어 모듈(134)에 의해 제어가능하며, 기관(103)이 스트로브 헤드(120)를 지나 이동되는 속도는 컨베이어 제어 모듈(132)에 의해 결정된다.

[0017] 기계식, 전기식 또는 광학식 센서일 수 있는 센서(150)는 컨베이어 벨트 시스템(110)의 컨베이어 벨트의 속도를 감지하는데 사용된다. 예를 들어, 컨베이어 벨트 시스템(110)의 컨베이어 벨트 속도는 이동하는 컨베이어 벨트와 접촉하는 휠에 연결된 샤프트 인코더로부터의 신호를 감지함으로써 감지될 수 있다. 차례로, 펄스 반복률은 컨베이어 벨트 시스템(110)의 컨베이어 벨트 속도와 동기화될 수 있다. 스트로브 펄스 반복률(f)의 동기화는 다음과 같이 주어진다.

[0018] $f = 0.2 * S * O / W$

[0019] 여기서, f = 스트로브 펄스 반복률(Hz)

[0020] S = 웨브 속도(ft/분)

[0021] O = 중복 인수(즉, 기관에 의해 수용되는 스트로브 펄스의 평균 수)

[0022] W = 경화 헤드 폭(인치)

[0023] 예를 들어, 웨브 속도가 200 ft/분이고, 중복 인수가 5이며, 경화 헤드의 폭이 2.75 인치일 때, 스트로브 램프의 펄스 반복률은 72.7Hz이다.

[0024] 급속 펄스 트레인을 이동하는 기관(103)과 조합함으로써, 오븐과 같은 연속 경화 시스템에 가까운 다중 펄스에 얇은 필름(102)의 각각의 부분들이 노출되기 때문에 임의의 커다란 면적에 걸쳐 균일한 경화가 얻어질 수 있다.

[0025] 얇은 필름(102)이 기관(103)과 직접적으로 접촉할 때, 얇은 필름(102)의 경계면에서 기관(103)의 분해 온도에 의해 가열이 제한된다. 이러한 결과는 얇은 필름(102)과 기관(103) 사이에 기관(103)보다 더 높은 분해 온도를 갖는 열 배리어 재료 층을 위치시킴으로써 완화되고 더욱 양호한 경화가 얻어질 수 있다.

[0026] 이후 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저온 기관 상에 추가되는 열 배리어 층에 대한 개략도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 열 배리어 층(201)은 얇은 필름(102)과 기관(103) 사이에 삽입된다. 열 배리어 층(201)은 보다 높은 파워의 방출 펄스가 열적으로 취약한 기관(103) 상의 얇은 필름(102)을 더욱 깊게 경화시킬 수 있게 한다. 열 배리어 층(201)의 사용으로 보다 높은 파워의 방사와 조금 더 높은 전체 에너지의 사용을 가능하게 하여 보다 짧은 펄스 길이를 갖는 펄스를 초래한다. 다중 급속 펄스가 사용되면, 경화 시간의 척도가 경화 공정 중에 기관(103)으로부터 열을 제거할 수 있는 레벨로 증가된다.

[0027] 열 배리어 층(201)은 바람직하게, 기관(103)보다 높은 온도의 재료이지만 기관(103)보다 낮은 열 전도율을 가진다. 열 배리어 층(201)은 예를 들어, 이산화 실리콘(SiO₂)으로 제조될 수 있다. 다른 재료로는 실리카 입자 또는 세라믹 입자를 포함한다. 실란 유도체는 이들 입자들에 대한 우수한 고온 결합제를 형성한다. 특히 편리한 배리어 층은 스피ن-온 글라스(SOG)인데, 이는 표준 코팅 기술에 의해 대면적에 쉽게 적용될 수 있기 때문에 웨이퍼 평탄화를 위한 반도체 산업에 폭넓게 사용된다. SOG는 열 배리어 층(201)이 높은 처리물로 릴 투 릴 공정에 즉각적으로 적용될 수 있게 한다.

[0028] 이후 도 3을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 도 1의 경화 장치(100) 내의 에어 나이프에 대한 개략도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 에어 나이프(301)는 얇은 필름(102)의 경화 이전, 도중 및/또는 이후에 기관(103)을 냉각하는데 사용된다. 에어 나이프(301)는 기관(103)의 상부 또는 바닥으로부터 적용된다. 상부로부터 적용될 때, 에어 나이프(301)는 경화 공정 중에 얇은 필름(102)으로부터 추가의 용매를 제거하는데 도움을 줄 수 있다. 거기에는 단일 펄스(~ 1 ms) 중에 작은 복사 냉각이 있을 수 있지만, 이러한 기술은 100 ms보다 클 수 있는 급속 펄스 트레인 중의 대체 냉각 수단으로서 제공될 수 있다.

[0029] 이후 도 4를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른, 도 1의 경화 장치(100) 내의 냉각 롤러에 대한 개략도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 냉각 롤러(401)는 기관(103)을 냉각시키는데 사용된다. 기관(103)은

경화 공정 이전, 도중 및/또는 이후에 롤러(401) 위로 견인된다. 롤러(401)는 경화 공정 이후에 기관(103)으로부터 전도를 통해 열을 제거하는 기능을 한다. 롤러(401)를 일정한 온도로 유지하기 위해 적극적인 냉각이 롤러(401)에 적용될 수 있다. 기관(103)의 예비 냉각과는 별도로, 단일 펄스(~ 1 ms) 중에 작은 외부 전도 냉각이 있을 수 있지만, 이러한 기술은 100 ms보다 클 수 있는 급속 펄스 트레인 중의 추가 대체 냉각 수단으로서 제공될 수 있다.

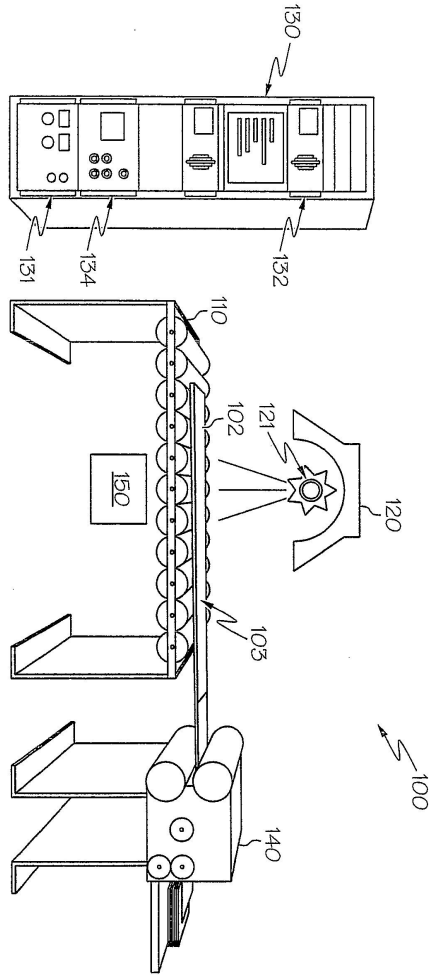
[0030] 전술한 바와 같이, 본 발명은 상당한 고속으로 저온 기관 상의 얇은 필름을 열적으로 처리하기 위한 경화 장치 및 방법을 제공한다.

[0031] 이후의 설명은 시이트 공급 컨베이어를 갖는 본 발명의 경화 장치를 사용하는 경화의 일 예이다. Novacentrix Corporation으로부터 상업적으로 이용가능한 은 나노입자, 수성 기반 잉크가 잉크젯 카트리지에 로딩되며 약 300 nm 두께로 포토페이퍼(photopaper) 상에 인쇄된다. 인쇄 이후에, 잉크 층은 약 20,000 옴/스퀘어(ohm/sq)의 시이트 저항을 가진다. 포토페이퍼(즉, 기관)는 27 °C로 유지된 1/4" 두께의 알루미늄 판 상에 고정되어 분당 100 피트로 이동하는 컨베이어 벨트 상에 놓인다. 경화 램프의 경화 영역은 웹 이송 방향으로 2.75" 폭이었으며 웹 이송 방향에 수직인 방향으로 6" 폭이었으며, 그 결과 106 cm²의 비임 면적을 초래했다. 스트로브 램프는 450 마이크로초의 펄스 폭을 갖는 14.6 Hz의 주파수에서 다중 펄스를 제공하도록 작동되어서, 펄스당 1.0 J/cm²의 에너지와 2.2 kW/cm²의 평균 복사 파워를 제공한다. 기관의 각각의 부분은 전체 에너지의 총 2.0 J/cm²에 대해 2 개의 중복 펄스를 수용했다. 경화 총 시간은 약 0.15초였다. 경화 후에, 잉크 층의 시이트 저항은 0.25 ohm/sq로 감소되었다. 이는 8 μ-Ω-cm의 저항 또는 벌크 은 저항의 5배에 대응한다. 잉크 층의 면적은 경화 헤드보다 크지만, 그 중복 펄스는 급속 펄싱과 이동 기관과의 조합으로부터 유발되어 임의의 긴 패턴에 대한 균일한 경화를 허용한다. 대조적으로, 종래의 오븐 경화에 있어서는 동일한 필름/기관이 (기관의 가장 높은 작동 온도인) 100 °C에서 오븐에 놓일 수 있다. 30 분의 경화 후에, 최종 시이트 저항은 단지 1.8 ohm/sq에 도달했다.

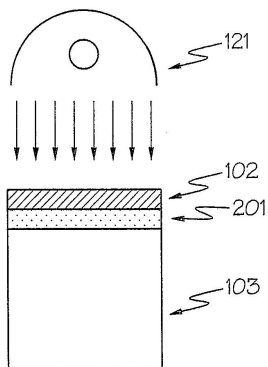
[0032] 바람직한 실시예를 참조하여 본 발명을 도시하고 설명하였지만, 본 기술분야의 당업자들은 본 발명의 사상과 범주로부터 이탈함이 없이 형태와 세부 사항에 있어서의 다양한 변경이 있을 수 있다고 이해할 것이다.

도면

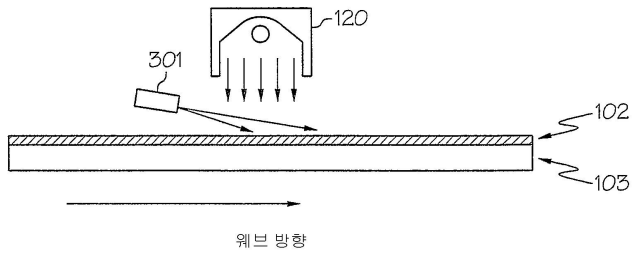
도면1



도면2



도면3



도면4

