



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월17일
(11) 등록번호 10-1604437
(24) 등록일자 2016년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 1/09 (2006.01) H05K 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7011230
(22) 출원일자(국제) 2009년10월19일
심사청구일자 2014년06월10일
(85) 번역문제출일자 2011년05월17일
(65) 공개번호 10-2011-0082575
(43) 공개일자 2011년07월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/061172
(87) 국제공개번호 WO 2010/045639
국제공개일자 2010년04월22일
(30) 우선권주장
61/196,531 2008년10월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007314866 A
JP2008522369 A
JP평성05037126 A
JP2004277627 A

(73) 특허권자
엔씨씨 나노, 엘엘씨
미국 텍사스 달라스 메리트 드라이브 12221 슈트
930 쓰리 포레스트 플라자 (우: 75251)
(72) 발명자
슈로더, 쿠르트, 에이.
미국 78615 텍사스 커플랜드 플루거 버크만 레인
13501
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 16 항

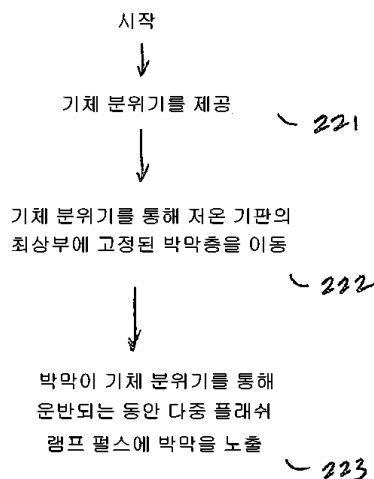
심사관 : 신재경

(54) 발명의 명칭 고속에서 저온 기판상에 박막을 반응시키기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 반응성 분위기에서 저온 기판상에 박막을 반응시키는 방법에 관한 것이다. 박막은 환원가능한 금속 산화물을 포함하고, 반응성 분위기는 환원성 기체 예컨대 수소 또는 메탄을 포함한다. 저온 기판은 중합체, 플라스틱, 또는 종이로 될 수 있다. 매우 강한 스트로브 시스템으로부터의 다중 광 펄스가 사용되어 금속 산화물을 금속으로 환원시키고, 해당되는 경우, 금속을 소결시킨다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법으로서,

수소 또는 탄화수소를 포함하는 기체 분위기를 제공하는 단계;

상기 기체 분위기를 통해 저온 기관상에 고정된 박막층을 이동시키는 단계; 및

상기 박막층이 상기 기체 분위기와 화학적으로 반응하도록, 상기 박막층이 상기 기체 분위기 내에서 펄스 전자기 방사 광원의 조사 영역을 통과할 때 펄스 전자기 방사에 상기 박막층을 노출시키는 단계를 포함하는, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기체 분위기가 메탄 및 프로판으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나의 기체성 종(gaseous species)을 포함하는, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 박막이 포지티브 환원 포텐셜을 갖는 금속을 함유한 금속 화합물인, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 금속 화합물이 구리 산화물인, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 금속 화합물이 백금 산화물인, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 금속 화합물이 팔라듐 산화물인, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 박막이 금속인, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 저온 기관이 플라스틱으로 제조되는, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 저온 기관이 종이로 제조되는, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 저온 기관이 중합체로 제조되는, 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법.

청구항 13

수소 또는 탄화수소를 포함하는 기체 분위기를 제공하는 인클로저(enclosure);

상기 기체 분위기와 화학적으로 반응하도록 저온 기관상에 고정된 박막층에 펄스 전자기 방사를 제공하기 위한 플래쉬 램프를 갖는 스트로브 헤드;

상기 박막층이 상기 기체 분위기 내에서 플래쉬 램프의 조사 영역을 통과하도록 이동시키기 위한 컨베이어 시스템; 및

상기 플래쉬 램프에 의해 생성된 펄스 전자기 방사의 파워, 지속시간, 반복 속도 및 수를 조절하기 위한 스트로브 컨트롤 모듈을 포함하는 경화 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 플래쉬 램프가 제논 플래쉬 램프인 경화 장치.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 저온 기관이 상기 펄스 전자기 방사의 상기 반복 속도와 일치하는 속도에서 이동하는 경화 장치.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 저온 기관이 릴-투-릴(reel-to-reel) 시스템에 의해 운반되는 경화 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

제13항에 있어서, 상기 박막이 포지티브 환원 포텐셜을 갖는 금속을 함유한 금속 화합물인 경화 장치.

청구항 20

제13항에 있어서, 상기 박막이 금속인 경화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119(e)(1)하에 2008년 10월 17일에 출원된 가출원 번호 61/196,531의 우선권을 주장하며, 내용은 여기에 참조로서 포함된다.

[0002] 본 발명은 경화 방법에 관한 것이며, 일반적으로, 특히, 고속에서 저온(low-temperature) 기관상에 박막을 반응시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전자회로를 제조하는 한 방법은 기관상에 금속 잉크로 전기 전도체를 프린트하는 것이며, 전기 전도성 패스(path)를 형성시키기 위해 후에 기관을 가열시켜 금속-함유 잉크의 입자를 소결시킨다. 일반적으로, 전기적 전도에 유용한 대부분의 프린트된 금속은 소결되고 전도성이 되기 위해 매우 고온, 종종 금속의 녹는점의 몇 백도 이내에서 가열될 필요가 있다. 예를 들어, 은은 전도성 트레이스를 제조하는데 있어 우수한 금속인데 이는 공기 중에서 가열될 수 있으며 전도성이 상대적으로 낮은 은의 산화물은 상대적으로 저온에서 분해되기 때문이다. 또한, 은은 전도성 트레이스 제조를 위해 금속을 선택하는 경우 종종 고가임에도 불구하고 가장 전기적 전도성인 금속이다.

[0004] 전도성 트레이스 제조에 통상 사용되는 다른 금속으로는 구리를 들 수 있는데, 이는 이의 낮은 단가 때문이다. 구리가 은의 약 90%의 전도성을 갖고 있지만 질량 기준으로 은보다 일반적으로 50-100배 더 저렴하다. 그러나, 은 잉크가 여전히 프린트된 전자 장치 시장을 지배하고 있으며, 이는 산화를 피하기 위한 구리 잉크의 제조 및 프로세싱의 추가적인 비용이 벌크 물질의 비용에서의 차이보다 일반적으로 크기 때문이다. 기본적으로 구리 입자를 공기 중에서 가열하는 경우, 이들은 소결되기 이전에 산화되며, 이는 비전도체라는 결과를 낳는다.

[0005] 결론적으로, 상대적으로 저가의 물질 예컨대 구리를 사용하여 전도성 트레이스를 제조하기 위한 개선된 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] **발명의 요약**

[0007] 본 발명의 바람직한 구체예에 따르면, 기체 분위기(a gaseous atmosphere)가 처음에 제공된다. 그 후 저온 기관의 최상부에 위치한 박막층은 기체 분위기로 이송된다. 저온 기관의 최상부에 위치한 박막층이 기체 분위기로 통해 이송되면, 기관층은 펄스 전자기 방사에 노출되어 박막층이 기체의 대기와 환원제가 화학적으로 반응하도록 한다.

[0008] 본 발명의 모든 특징 및 장점들은 아래의 상세한 기재에서 명확하여질 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] **발명의 상세한 설명**

[0010] 몇몇 금속 산화물은 포지티브 환원 전위를 갖는 경우에 상승된 온도에서 수소 또는 탄화수소에 의해 환원될 수 있다는 것이 당업계에 잘 알려져 있다. 예들은 구리, 금, 백금, 및 팔라듐의 산화물을 포함한다. 구리는 열 공정을 통해 구리 산화물을 함유한 광석과 숯(charcoal)을 혼합함에 의해 제조될 수 있다. 산화된 구리 입자 또는 심지어 순수한 산화구리라도 환원성 대기하에 가열되는 경우, 입자들은 전도체를 형성하도록 소결될 수 있다.

[0011] 프린팅 구리 입자들에 의해 박막 전도체를 제조하는 경우, 불활성 또는 환원성 대기하에 입자가 이들의 소결 온도로 가열되면 매우 전도성인 트레이스가 형성될 수 있다. 구리의 녹는점이 1,085°C 근처이기 때문에, 소결에 필요한 온도는 단지 고온 기관 예컨대 유리 또는 세라믹만이 사용될 수 있다는 것을 지시해 준다. 이러한 고온 조건은 값싼 기관 예컨대 종이 또는 플라스틱의 사용을 제한한다.

[0012] 택일적으로, 산화구리가 저온 기관에 증착되면, 산화구리는 기관의 분해 온도 근처로 가열될 수 있고, 저온 기관은 환원성 대기하에 위치될 수 있다. 그러나, 저온은, 막의 두께에 의존하여, 분 또는 심지어 시간 동안 필요한 시간의 양을 극적으로 증가시킨다. 여전히, 저온에서, 소결은 매우 제한된다. 기관 온도 및 기체 분위기 조건은 광의 강하고, 짧은 펄스가 기관의 경화에 사용되는 경우에 이는 극복될 수 있다. 불행하게도 이들 방법들은 구리막 내에 잔존하는 산화물을 처리하지 않는다. 환원가능한 금속 산화물은 수소 분위기하에서 두 전기적 접촉 사이에 위치될 수 있으며, 전기적 전류는 산화물을 가열하고 산화물을 감소시키도록 산화물을 통해 반복적으로 펄스될 수 있다. 그러나, 이 기술은 전기적 접촉을 필요로 하며 이의 처리량은 상대적으로 제한된다. 따라서, 높은 처리량으로 저온 기관상에서 금속 산화물이 환원될 필요가 있다.

[0013] 본 발명에 있어서, 경화는 열적 공정으로 정의되며, 이는 기체 분위기에서 박막을 반응시키는 단계를 포함한다. 박막은 100 마이크로미터 미만 두께의 코팅으로서 정의된다. 저온 기관은 종이, 플라스틱 또는 중합체로 제조될 수 있다. 전자기 방사는 감마선, X-선, 자외선, 가시선, 적외선, 밀리미터 웨이브, 마이크로웨이브, 또는 라디오 웨이브를 포함하는 전자기 방사선을 포함할 수 있다. 전자기 방사 광원은 레이저, 인덕션 히터, 마이크로웨이브 생성기, 플래쉬 램프, 광 발광 다이오드 등을 포함한다.

[0014] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 구체예에 따른 경화 장치의 도해를 설명하고 있다. 도시된 바와 같이, 경화 장치(100)는 컨베이어 시스템(110), 스트로브 헤드(120), 릴레이 랙(130) 및 릴-투-릴(reel-to-reel) 피딩 시스템(140)을 포함한다. 경화 장치(100)는, 웹상에 위치한 저온 기관(103)을 상대적 고속으로 스트로브 헤드(120)를 지나가도록 운반하여 이 위에 부착된 박막(102)을 경화시킬 수 있다. 컨베이어 시스템(110)은 바람직하게 0 내지 1000 feet/min의 속도에서 기관(203)을 움직이도록 작동될 수 있다. 경화 장치(100)는 바람직하게

계 6-인치 증가분(increments)에서 임의의 넓이의 웹 넓이를 수용할 수 있다. 박막(102)은, 현존 기술 예컨대 스크린-프린팅, 잉크젯 프린팅, 그라비아, 레이저 프린팅, 제로그래피, 패드 프린팅, 페인팅, 딥-웍, 실린지, 에어브러쉬, 플렉소그래픽, CVD, PECVD, 증발, 스퍼터링, 등의 하나 이상의 조합에 의해 기판(103)상에 부가될 수 있다.

[0015] 바람직하게 물로 냉각되는 스트로브 헤드(120)는 기판(103)상에 위치한 박막(102)을 경화시키기 위해 높은 강도의 펄스 제논 플래쉬 램프(121)를 포함한다. 펄스 제논 플래쉬 램프(121)는 다른 세기의 펄스, 펄스 길이, 및 펄스 반복 주파수를 제공할 수 있다. 예를 들어, 펄스 제논 램프(121)는 1 kHz에 달하는 펄스 반복 속도에서 3"에 6" 넓이의 풋프린트로 10 밀리초 내지 50 밀리초 펄스를 제공할 수 있다. 펄스 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 방사의 스펙트럼 콘텐츠는 200 nm 내지 2,500 nm의 범위이다. 스펙트럼은, 350 nm 미만의 대부분의 방사를 제거하도록 퀴즈 램프를 세롭 도프된 퀴즈 램프로 교체함에 의해 조절될 수 있다. 퀴즈 램프는 또한 약 140 nm 내지 약 4,500 nm로 방사를 확장하도록 사피로 램프로 교체될 수도 있다. 또한 스펙트럼의 다른 부분을 제거하도록 필터가 첨가될 수 있다. 플래쉬 램프(121)는 또한 종종 유도(directed) 플라즈마 아크(DPA) 램프라고 칭해지는 워터 월 플래쉬 램프(water wall flash lamp)가 될 수 있다.

[0016] 릴레이 랙(130)은 조절 가능한 파워 서플라이(131), 컨베이어 컨트롤 모듈(132), 및 스트로브 컨트롤 모듈(134)을 포함한다. 조절 가능한 파워 서플라이(131)는 펄스당 4 킬로줄에 달하는 에너지를 갖는 펄스를 생성할 수 있다. 조절 가능한 파워 서플라이(131)는 펄스 제논 플래쉬 램프(121)에 연결되고, 펄스 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 방사의 세기는 펄스 제논 플래쉬 램프(121)를 통과하는 전류의 양을 조절함에 의해 변화될 수 있다.

[0017] 조절 가능한 파워 서플라이(131)는 펄스 제논 플래쉬 램프(121)의 방사 세기를 조절한다. 펄스 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 방사의 파워, 펄스 지속시간 및 펄스 반복 주파수는, 박막(102) 및 기판(103)의 광학적, 열적 및 기하학적 특성에 의존하여, 전기적으로 조절되며 기판(103)에 손상을 주지않고 박막(102)의 경화가 최적으로 되도록 웹 속도에 일치된다.

[0018] 경화 공정 동안, 기판(103)뿐 아니라 박막(102)이 컨베이어 벨트 시스템(110)에 의해 이동된다. 컨베이어 벨트 시스템(110)은 스트로브 헤드(120) 하로 박막(102)을 이동시켜 박막(102)이 펄스 제논 플래쉬 램프(121)로부터 빠른 펄스에 의해 경화되게 한다. 펄스 제논 플래쉬 램프(121)로부터의 방사의 파워, 펄스 지속시간 및 반복 속도는 스트로브 컨트롤 모듈(134)에 의해 조절되며, 기판(103)이 스트로브 헤드(120)를 지나가도록 이동되는 속도는 컨베이어 컨트롤 모듈(132)에 의해 결정된다.

[0019] 기계적, 전기적, 또는 광학적 센서(150)가 컨베이어 벨트 시스템(110)의 속도에 감응하도록 이용된다. 예를 들어, 컨베이어 벨트 시스템(110)의 컨베이어 벨트 속도는 이동하는 컨베이어 벨트와 접촉하게 하는 휠에 연결된 샤프트 엔코더로부터의 신호를 검출함에 의해 감응될 수 있다. 차례로, 펄스 반복 속도는 컨베이어 벨트 시스템(110)의 컨베이어 벨트 속도에 일치될 수 있다. 스트로브 펄스 속도 f 는 아래 식에 의해 주어진다:

[0020]
$$f = 0.2 * s * o/w$$

[0021] 여기서 f = 스트로브 펄스 속도 [Hz]

[0022] S = 웹 속도 [ft/min]

[0023] O = 오버랩 인자

[0024] W = 경화 헤드 넓이 [in]

[0025] 오버랩 인자 O 는 임의의 위치에서 기판에 의해 받은 스트로브 펄스의 평균값이다. 예를 들어, 200 ft/min의 웹 속도, 5의 오버랩 인자, 및 2.75 인치의 경화 헤드 넓이에서 스트로브의 펄스 속도는 72.7 Hz이다.

[0026] 인클로저(160)는 기판(103)을 둘러싸고 환원성 분위기(161)를 포함한다. 플래쉬 램프(121)로부터의 광은 투명한 윈도우(162)를 통과한다. 플래쉬 램프(121)가 펄스될 때, 막(102)은 순간적으로 가열되고 분위기(161)와 화학적으로 반응한다. 빠른 펄스 트레인이 이동하는 기판(103)과 조합되면, 박막(102)의 각 섹션이 다중 펄스에 노출될 수 있어, 일정한 경화가 임의의 광범위한 영역에 걸쳐 달성될 수 있고, 이는 연속적 경화 시스템 예컨대 오븐과 거의 유사하다.

[0027] 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 구체예에 따른 저온 기판상에서 박막을 반응시키는 방법의 높은 수준의 로직 흐름도가 도시된다. 블록(221)에 보여지는 바와 같이, 처음에, 환원성 기체, 예컨대 도 1로부터의 환원성

분위기(161)를 함유하는 기체 분위기가 제공된다. 바람직하게, 기체 분위기는 수소 또는 탄화수소 예컨대 메탄, 프로판 등을 함유한다.

[0028] 다음에, 블록(222)에 보여지는 바와 같이, 저온 기판의 최상부에 위치되는 박막층이 기체 분위기를 통해 이동한다. 박막은 바람직하게 환원가능한 금속 예컨대, 구리 산화물(CuO), 금 산화물(Ag₂O), 백금 산화물(PtO) 및 팔라듐 산화물(PdO), 등을 함유한다. 경제적인 이유로, 구리가 프린트된 전자 장치용 전도체로서 바람직하다. 프린트된 구리 막은 종종 구리 산화물을 함유하는데, 이는 전자 전도성 장벽이다. 저온 기판은 중합체 또는 종이로 제조될 수 있다.

[0029] 이후, 블록(223)에 보여지는 바와 같이, 박막층이 기체 분위기를 통해 운반되는 동안, 박막층의 각 세그먼트(즉, 경화 헤드 넓이)를 플래쉬 램프, 예컨대 도 1로부터의 플래쉬 램프(121)로부터의 하나 이상의 펄스에 노출시켜 박막층이 기체 분위기와 화학적으로 반응하도록 한다. 기본적으로, 스트로브 시스템으로부터의 펄스가, 저온 기판에 손상을 주지 않고 1초 미만에서, 저온 기판상에서 박막의 금속 산화물, 예컨대 구리 산화물을 환원시켜 전도성 금속막, 예컨대 구리막을 형성한다.

[0030] 수소 환경에서 금속 산화물을 금속으로 환원시키는 경우, 반응 진행시 확산 속도는 제한된다. 확산 속도는 경화 시스템의 온도와 관련된다. 오븐이 사용되는 경우, 온도는 저온 기판의 분해 온도에 의해 제한된다. 펄스 광은 저온 기판을 분해시키지 않고 매우 높은 온도로 금속 산화물을 가열한다. 이는 금속 산화물을 환원시키는 시간을 극적으로 감소시킨다.

[0031] 기재된 바와 같이, 본 발명은 저온 기판상에서 박막을 반응시키는 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명의 한 장점은 순수한 금속 산화물이 초기에 증착된다 하더라도 금속 박막이 얻어질 수 있다는 점이다. 금속 산화물 입자를 증착하기 위한 동기 중의 하나는, 특히 나노입자 형태일 때, 이들의 금속 카운터파트보다 유용하다는 점이다. 순도를 유지하면서 매우 미세한(수십 nm) 금속 입자를 제조하는 것은 특히 어렵다. 매우 미세한 금속 입자는 일반적으로 산화물 및/또는 캡핑기(capping group)로 코팅된다. 또한, 금속 산화물 입자는 보다 용이하게 분산될 수 있으며, 다양한 기판상에 용이하게 프린트될 수 있다.

[0032] 본 발명의 다른 장점은 인쇄 정합(registration)이 필요없다는 점이다. 박막이 프린트된 패턴이면, 일반적으로 광 펄스보다 덜 흡수하는 저온 기판의 프린트된(imprinted) 부분이 차갑게 남아있는 동안, 패턴 부분만이 반응한다.

[0033] 금속 산화물의 환원은 환원성 분위기에서 금속 막을 형성하는 것으로 나타나지만, 다른 막/반응성 기체 조합 또한 가능하다. 이러한 다른 예들은 다음을 포함한다:

[0034] (1) H₂로 환원(또는 H₂ 저장 물질용 하이드라이드의 생성).

[0035] (2) O₂로 산화(유전체를 위한).

[0036] (3) 카바이드 형성을 위한 탄소 가스로 탄소 처리. 옥시카바이드의 형성을 위한 탄소 가스 흐름 내 O₂의 부분 압력.

[0037] (4) 나이트라이드의 형성을 위한 암모니아 또는 아민으로의 질화 반응. 옥시나이트라이드의 형성을 위한 암모니아 또는 아민 가스 흐름 내 O₂의 부분압력.

[0038] (5) 다양한 전구체 가스로부터의 켈코게나이드(chalcogenides)의 형성. 켈코게나이드는 셀파이드(S²⁻), 셀레나이드(Se²⁻), 및 텔루라이드(Te²⁻)이다. 이는 광범위한 군의 반도체(II-VI 반도체), 예를 들어, ZnS, ZnSe, CdS, CdSe, CdTe, 등을 커버한다.

[0039] (6) 다양한 전구체 가스로부터의 닉타이드(pnictides)의 형성. 닉타이드는 포스파이드(P³⁻), 비화물(As³⁻), 및 안티모나이드(Sb³⁻)이다. 이 또한 광범위한 군의 반도체(III-V 계열 반도체)의 합성, 예를 들어, GaP, GaAs, InP, InAs, InSb, 등을 커버한다.

[0040] 비록 본 발명이 바람직한 구체예를 참조로 하여 구체적으로 도시되고 설명되었으나, 당업자는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않은 채, 다양한 형태 및 세부사항의 변형이 가능함을 이해할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0041]

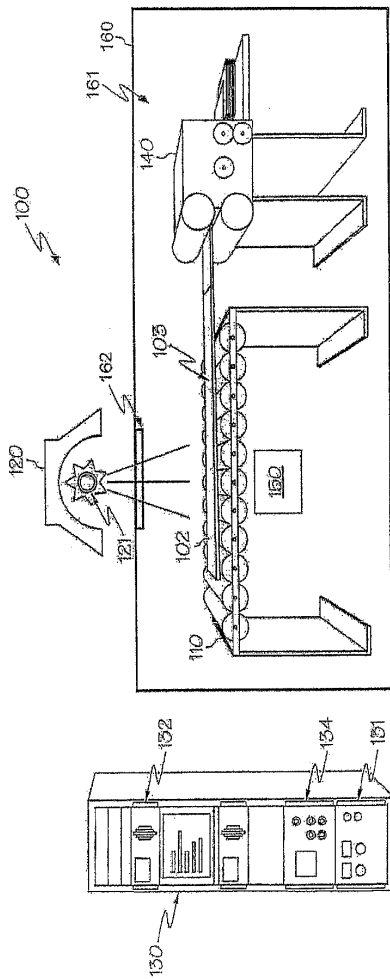
본 발명 자체뿐 아니라, 이의 바람직한 사용 모드, 추가 개체, 및 장점은 여기 수반되는 도면과 관련하여 읽을 때 아래의 예시적인 구체예의 상세한 기재로부터 참조하여 이해되는 것이 가장 최선일 것이다.

도 1은 본 발명의 바람직한 구체예에 따른 경화 장치의 도해이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 구체예에 따른 저온 기관상에서 박막을 반응시키는 방법의 높은 수준의 로직 흐름도이다.

도면

도면1



도면2

