



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0067573
(43) 공개일자 2008년07월21일

(51) Int. Cl.
G01B 11/30 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0001991
(22) 출원일자 2008년01월08일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2007-00007028 2007년01월16일 일본(JP)

(71) 출원인
후지필름 가부시킴가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 니시 아자부 2초메 26방 30고
(72) 발명자
나카지마 타케시
일본국 카나가와켄 오다와라시 오기쵸 2초메 12-1, 후지필름가부시킴가이샤 나이
와키타 타케시
일본국 카나가와켄 오다와라시 오기쵸 2초메 12-1, 후지필름가부시킴가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
하영욱

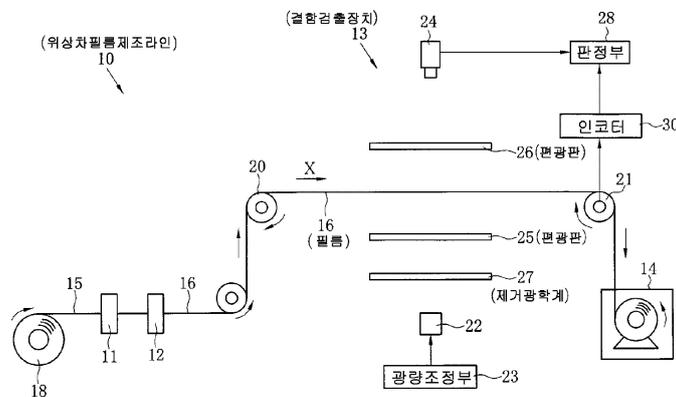
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 광투과성 재료의 결함 검출 장치 및 방법

(57) 요약

주행하는 필름의 상하에 제 1 및 제 2 편광판을 크로스 니콜로 배치한다. 투광기로부터 제 1 편광판을 통하여 필름에 광을 조사하고, 제 2 편광판으로부터 출사된 광을 수광기로 검출함으로써 필름의 결함을 검출한다. 제 1 편광판과 투광기 사이에는 밴드패스 필터가 설치되어 있다. 밴드패스 필터는 투광기로부터의 광 중 파장 영역이 420nm 이하 및 700nm 이상인 광을 제거한다. 불필요한 파장 영역의 광이 수광기에 입사되지 않으므로 결함 검출의 정밀도가 향상된다.

대표도



(72) 발명자

타카하시 유페이

일본국 카나가와켄 오다와라시 오기쵸 2쵸메 12-1,
후지필름가부시키키가이샤 나이

히구치 마나부

일본국 카나가와켄 오다와라시 오기쵸 2쵸메 12-1,
후지필름가부시키키가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

광투과성 재료에 광을 조사하는 투광기와, 상기 광투과성 재료를 투과한 광을 검출하는 수광기와, 상기 투광기와 상기 광투과성 재료 사이에 설치된 제 1 편광판과, 상기 광투과성 재료와 상기 수광기 사이에 설치되고 상기 제 1 편광판에 대해서 크로스 니콜로 배치된 제 2 편광판과, 상기 수광기의 수광 신호에 기초해서 상기 광투과성 재료의 결함의 유무를 판정하는 결함 판정부를 갖는 광투과성 재료의 결함 검출 장치로서;

상기 투광기와 상기 수광기 사이에 설치된 제거 광학계이며, 상기 제거 광학계는 상기 광 중 상기 제 1 및 제 2 편광판의 직교 투과율이 높은 파장 영역을 제거하는 것을 구비하는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제거 광학계는 400nm 이하의 파장 영역을 제거하는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제거 광학계는 700nm 이상의 파장 영역을 제거하는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 편광판은 요오드계 편광판이며, 상기 수광기는 고체 촬상 장치이며, 상기 제거 광학계는 420nm 이하 및 700nm 이상의 파장 영역을 제거하는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제거 광학계는 유전체 다층막 필터 또는 모노크로메이터인 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 제거 광학계는 상기 투광기와 상기 제 1 편광판 사이에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 투광기는 메탈할라이드 램프와 상기 제거 광학계를 내장하는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 광투과성 재료는 위상차 필름인 것을 특징으로 하는 광투과성 재료의 결함 검출 장치.

청구항 9

투광기로부터 제 1 편광판을 통하여 광투과성 재료에 광을 조사하는 스텝;

상기 광투과성 재료를 투과한 광을 상기 제 1 편광판에 대해서 크로스 니콜로 배치한 제 2 편광판에 입사시키는 스텝;

상기 광투과성 재료의 결함을 검출하기 위해서 상기 제 2 편광판을 투과한 광을 수광기로 검출하는 스텝; 및

상기 광 중 상기 제 1 및 제 2 편광판의 직교 투과율이 높은 파장 영역을 제거하기 위해서 상기 투광기와 상기 제 1 편광판 사이에서 상기 광을 제거 광학계에 입사시키는 스텝을 구비하는 것을 특징으로 하는 광투과성 재료

의 결함 검출 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 편광판을 이용해서 광투과성 재료의 결함을 검출하는 결함 검출 장치 및 결함 검출 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 액정 표시 장치의 시야각을 개선하기 위해서 광학 이방성을 갖는 액정층을 투명한 필름 상에 형성한 광학 보상 필름(이하 「위상차 필름」이라고 함)이 이용되고 있다. 위상차 필름은 긴 투명 필름에 배향막을 형성하는 공정과, 이 배향막 상에 액정을 도포해서 건조시켜 액정층을 형성하는 공정에 의해 제조된다(예를 들면, 일본 특허 공개 평9-73081호 공보 참조). 이들 제조 공정은 엄격한 관리하에서 행해지지만 이물의 혼입·부착에 기인하는 분자 배향 편차나 지지체가 되는 투명 필름의 두께 편차, 액정층의 도포 편차 등의 결함을 완전히 없애는 것은 곤란하다.

<3> 일반적으로 띠형상 필름의 제조 과정에서 발생하는 결함을 검출하기 위해서 제조 라인 상에서 필름을 검사하는 소위 온라인 검사가 행해지고 있다. 온라인 검사에서는 우선 검사 대상이 되는 필름에 투광기로부터 광을 조사하고, 필름을 투과한 광을 수광기로 검출한다. 그리고, 검출된 광을 해석함으로써 결함의 위치나 크기 등을 파악한다. 예를 들면, 일본 특허공개 평6-148095호 공보에 기재된 투명 결함의 검출 방법에서는 투광기와 수광기의 전방면에 각각 제 1 및 제 2 편광판을 설치하고, 이들 편광판을 서로의 편광 방향이 직교하도록 배치하고 있다. 이것에 의해 필름의 정상 부분을 통과한 광은 제 2 편광판에 의해 차단되어 수광기에는 거의 도달하는 일이 없는 것에 대해서 편광에 영향을 미치는 결함 부분을 통과한 광은 제 2 편광판을 통하여 수광기에 의해 수광된다. 또한, 일본 특허공개 평6-18445호 공보에 기재된 편광 결함의 검출 방법에서는 검사 대상 필름의 투광기측과 수광기측에 각각 편광판을 설치하고, 이들 편광판의 편광 방향이 서로 평행해지도록 배치되어 있다. 필름에 결함이 없을 때에는 투광기측의 편광판을 나온 광은 필름을 통과할 때에 산란되어 편광 방향에 흐트러짐이 발생되므로 수광기측의 편광판으로부터 출사되는 광의 강도는 약해진다. 한편, 필름 상에 편광 결함이 있을 때에는 투광기측의 편광판으로부터 나온 광은 편광 방향을 유지한 상태로 편광 결함을 통과하므로 수광기측의 편광판으로부터 출사되는 광의 강도는 변화되지 않는다. 이러한 광의 강도 변화를 이용해서 편광 결함의 검출 정밀도를 높이고 있다.

<4> 그러나 종래의 편광판을 이용한 결함 검출 방법에서는 미소한 결함을 검출하는 것이 곤란했다. 그래서 본 발명자는 종래의 결함 검출 방법을 재차 검토함으로써 이하의 지견을 얻었다. 우선, 요오드계의 편광 필터는 400nm의 파장 영역에 작은 투과율의 피크가 있고, 이 파장 영역의 광이 결함 검출의 정밀도에 영향을 미치고 있었다. 또한, 요오드계의 편광 필터에서는 700nm를 초과하는 파장 영역의 광은 대부분 편광되어 있지 않았다. 한편, 수광기로서 이용되는 CCD 등의 고체 촬상 소자는 400nm 이하나 700nm 이상의 파장 영역에도 감도를 갖는다. 이 때문에 400nm 이하나 700nm 이상의 파장 영역의 광이 결함 판정을 위한 수광 신호에 노이즈 성분으로 되는 나머지, 결함 검출의 정밀도를 저하시키고 있었다.

<5> 결함이 미소하면 검출되는 광도 미약하다. 따라서, 미소 결함의 검출 정밀도를 향상시키기 위해서는 수광기에 들어가는 노이즈 성분을 낮게 억제해서 필름에 결함이 있는 경우와 없는 경우에서 수광기에 이르는 광량의 차를 크게 할 필요가 있다.

발명의 내용

<6> 본 발명의 목적은 광투과성 재료의 결함을 편광판을 이용해서 정밀도 좋게 검출할 수 있는 결함 검출 장치 및 결함 검출 방법을 제공하는 것에 있다.

<7> 상기 목적, 그 밖의 목적을 달성하기 위해서 본 발명의 광투과성 재료의 결함 검출 장치는 투광기와, 수광기와, 제 1 편광판과, 제 2 편광판과, 결함 판정부와, 제 1 광학계를 포함한다. 상기 투광기는 광투과성 재료에 광을 조사한다. 상기 수광기는 상기 광투과성 재료로부터 출사된 광을 검출한다. 상기 제 1 편광판은 상기 투광기와 상기 광투과성 재료 사이에 설치되어 있다. 상기 제 2 편광판은 상기 광투과성 재료와 상기 수광기 사이에 설치

되고, 상기 제 1 편광판에 대해서 크로스 니콜(crossed nicols)로 배치되어 있다. 상기 결합 관정부는 상기 수광기의 수광 신호에 기초해서 상기 광투과성 재료의 결함을 판정한다. 상기 제거 광학계는 상기 투광기와 상기 수광기 사이에 설치되고, 상기 광 중 상기 제 1 및 제 2 편광판의 직교 투과율이 높은 파장 영역을 제거한다.

- <8> 상기 제거 광학계는 400nm 이하의 파장 영역을 제거하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 제거 광학계는 700nm 이상의 파장 영역을 제거하는 것이 바람직하다.
- <9> 본 발명의 바람직한 실시예에서는 상기 제 1 및 제 2 편광판은 요오드계의 편광판이며, 상기 수광기는 고체 촬상 장치이다. 그리고, 상기 제거 광학계는 420nm 이하의 파 및 700nm 이상의 파장 영역을 제거한다. 상기 제거 광학계는 유전체 다층막 필터 또는 모노크로메이터(monochromator)인 것이 바람직하다. 그리고, 상기 제거 광학계는 상기 투광기와 상기 제 1 편광판 사이에 설치되어 있는 것이 바람직하다.
- <10> 상기 투광기는 메탈할라이드 램프와 상기 제거 광학계를 내장하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 광투과성 재료는 위상차 필름인 것이 바람직하다.
- <11> 본 발명의 광투과성 재료의 결함 검출 방법은 투광기로부터 제 1 편광판을 통하여 광투과성 재료에 광을 조사하는 스텝과, 상기 광투과성 재료를 투과한 광을 상기 제 1 편광판에 대해서 크로스 니콜로 배치한 제 2 편광판에 입사시키는 스텝과, 상기 광투과성 재료의 결함을 검출하기 위해서 상기 제 2 편광판을 투과한 광을 수광기로 검출하는 스텝과, 상기 광 중 상기 제 1 및 제 2 편광판의 직교 투과율이 높은 파장 영역을 제거하기 위해서 상기 투광기와 상기 제 1 편광판 사이에서 상기 광을 제거 광학계에 입사시키는 스텝을 포함한다.
- <12> 본 발명에 의하면 제 1 및 제 2 편광판의 직교 투과율이 높은 파장 영역의 광이 제거 광학계에 의해 제거된다. 따라서, 결함 검출용 광에 노이즈가 혼입되는 일이 없어 광투과성 재료의 결함이 정밀도 좋게 검출된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <13> 도 1에 있어서 위상차 필름 제조 라인(10)은 배향막 형성 장치(11)와, 액정층 형성 장치(12)와, 결함 검출 장치(13)와, 권취 장치(14)를 구비하고 있다. 권취 장치(14)의 권취에 의해 투명 수지 필름(15) 및 위상차 필름(16)은 도면 중 X방향으로 주행하고 있다.
- <14> 배향막 형성 장치(11)는 필름 롤(18)로부터 송출된 긴 투명 수지 필름(15)의 표면에 배향막 형성용 수지를 함유한 도포액을 도포해서 가열 건조시킨다. 이것에 의해 투명 수지 필름(15)의 표면에는 배향막 형성용 수지층이 형성된다. 그리고 배향막 형성 장치(11)는 투명 수지 필름(15)의 배향막 형성용 수지층에 대해서 러빙(rubbing) 처리를 실시해서 배향막을 형성한다.
- <15> 액정층 형성 장치(12)는 투명 수지 필름(15)의 배향막 상에 액정 화합물을 함유한 도포액을 도포하고, 용제를 증발시킨 후에 가열해서 액정층을 형성한다. 그리고 이 액정층에 자외선을 조사해서 가교함으로써 투명한 위상차 필름(16)(이하 「필름」이라고 함)을 얻는다.
- <16> 결함 검출 장치(13)는 필름(16) 상에 발생된 결함을 검출한다. 결함이란, 예를 들면 손상, 두께 편차, 도포 편차, 분자 배향 편차 등이다. 또한, 검사 대상은 위상차 필름에 한정되지 않고, 예를 들면 반사 방지 필름 등, 투명 또는 반투명의 광을 투과하는 부재이면 좋다.
- <17> 결함 검출 장치(13)는 가이드 롤러(20, 21)와, 투광기(22)와, 광량 조정부(23)와, 수광기(24)와, 제 1 및 제 2 편광판(25, 26)과, 제거 광학계(27)와, 관정부(28)를 구비하고 있다. 가이드 롤러(20, 21)는 필름(16)의 반송로에 소정의 간격으로 배치되어 있고, 필름(16)의 반송에 종동(從動)해서 회전한다. 필름(16)은 가이드 롤러(20, 21)에 걸쳐져 평면형상으로 유지된다. 또한, 가이드 롤러(21)에는 인코더(30)가 접속되어 있다. 인코더(30)는 필름(16)이 일정 길이 반송될 때마다 인코더 펄스 신호를 발생시킨다. 이 인코더 펄스 신호는 관정부(28)에 송신되고, X방향에 있어서의 결함 위치를 특정하는데에 이용된다.
- <18> 투광기(22)는 예를 들면, 메탈할라이드 램프이며, 필름(16)의 반송로의 하방에 배치되어 있다. 또한, 투광기(22)에는 광량 조정부(23)가 접속되어 있다. 광량 조정부(23)는 투광기(22)의 근방에 설치된 센서(도시하지 않음)의 광량 검출 신호에 기초해서 광량이 일정해지도록 투광기(22)를 제어한다. 이것에 의해 필름(16)에 조사되는 광이 균일한 광량으로 되고, 항상 동일한 감도로 결함을 검출하는 것이 가능해진다. 또한, 투광기(22)는 휘도가 높은 것이면 좋고, 고주파 형광등이나 할로겐 램프, 수은 램프, 레이저 등을 사용할 수도 있다.
- <19> 수광기(24)는 예를 들면 CCD 카메라이며, 필름(16)의 반송로의 상방에 배치되어 있다. 수광기(24)는 필름(16)의 폭 방향으로 라인형상으로 배열된 다수의 수광 소자를 갖고 있다. 이 구성에 의해 필름(16)의 전체 폭에 걸쳐

결함을 검출할 수 있음과 아울러, 결함에 대한 분해 능력을 높게 할 수 있다. 또한, 수광기(24)의 구동 주파수는 필름(16)이 최고 속도로 주행한 경우라도 분해 능력을 충분히 확보 할 수 있도록 설정되어 있다. 수광기(24)는 필름(16)이 일정 길이 반송될 때마다 1라인의 촬상을 행하고, 촬상 신호를 판정부(28)에 송신한다. 또한, 수광기(24)는 2대 이상 있어도 좋다.

- <20> 제 1 및 제 2 편광판(25, 26)은 예를 들면 요오드계 편광판이다. 제 1 편광판(25)은 투광기(22)와 필름(16) 사이에, 제 2 편광판(26)은 필름(16)과 수광기(24) 사이에 각각 배치되어 있다. 또한, 제 1 및 제 2 편광판(25, 26)은 서로의 편광 방향이 직교하도록 크로스 니콜로 설치되어 있다. 따라서, 필름(16)에 결함이 없는 경우에는 제 1 편광판(25)에 의해 특정의 편광면에 편광된 광이 그 편광면을 유지한 상태로 필름(16)을 통과하므로 제 2 편광판(26)에 의해 차단되어 수광기(24)에는 광이 거의 들어가지 않는다. 즉 수광기(24)는 암시야 상태로 된다. 한편, 필름(16)에 결함이 있는 경우에는 제 1 편광판(25)에 의해 특정의 편광면에 편광된 광은 필름(16)의 결함 부분에서 산란·확산되어 그 편광면이 변화된다. 편광면이 변화된 광은 제 2 편광판(26)을 통과하므로 수광기(24)는 수광 상태로 된다. 또한, 성능과 가격의 면에서 요오드계 편광판을 사용하고 있지만 염료계 편광판이나 금속막 편광자, 방해석 등으로 이루어지는 편광판을 사용해도 좋다.
- <21> 제거 광학계(27)는 유전체 다층막으로 이루어지는 밴드패스 필터이며, 투광기(22)와 제 1 편광판(25) 사이에 배치되어 있다. 제거 광학계(27)는 투광기(22)로부터의 광 중 파장 영역이 420nm 이하 및 700nm 이상인 광을 제거한다. 제 1 및 제 2 편광판(25, 26)에는 파장 영역이 420nm보다 크고 700nm 미만인 광만이 입사되므로 검사에 불필요한 파장대역의 노이즈 광이 수광기(24)에 들어가는 일은 없다. 따라서 정밀도 좋게 결함을 검출할 수 있다.
- <22> 요오드계 편광판을 크로스 니콜로 배치한 경우라도 파장 영역에 따라서는 광이 편광판을 투과하는 경우가 있다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 크로스 니콜로 한 제 1 및 제 2 편광판(25, 26)을 겹쳤을 때의 투과율(직교 투과율)은 400nm 부근 및 700nm를 초과한 부근에서 높아지고 있다. 한편, 수광기(24)로서 이용되는 CCD 카메라는 400nm 이하 및 700nm 이상의 파장 영역의 광에도 감도를 갖고 있기 때문에 이 파장 영역의 광이 그대로 검출되면 노이즈로 되어 버린다. 그래서 본 발명에서는 밴드패스 필터를 이용한 제거 광학계(27)에 의해 420nm 이하 및 700nm 이상의 파장 영역(해칭 영역)(A1, A2)의 광을 컷팅하여 420nm보다 크고 700nm 미만의 파장 영역의 광만을 필름(16)에 입사시킨다. 이것에 의해 수광 신호에 노이즈가 함유되는 일이 없어지므로 결함의 검출 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- <23> 제거 광학계(27)는 유전체 다층막을 사용한 밴드패스 필터 외에 모노크로메이터나 파장 컷팅 필터, 색유리 필터나 회절 격자 등이어도 좋다. 또한, 제거 광학계(27)에 의한 제거 파장 영역은 420nm 이하 및 700nm 이상에 한정되지 않고, 사용하는 편광판의 종류에 따라 적당하게 결정해도 좋다. 즉 사용하는 편광판을 크로스 니콜로 배치해서 투광기로부터 광을 조사하여 직교 투과율이 높은 파장 영역을 제거하도록 한다. 따라서 예를 들면, 직교 투과율이 400nm 이하 및 700nm 이상의 파장 영역에서 높은 경우에는 이들 파장 영역의 광을 제거 광학계(27)로 제거한다.
- <24> 또한, 제거 광학계(27)의 설치 위치로서는 투광기(22)와 제 1 편광판(25) 사이 외에 이하의 6개의 위치가 고려된다. 제 1 위치는 수광기(24)의 바로 앞, 제 2 위치는 수광기(24)와 제 2 편광판(26) 사이, 제 3 위치는 제 2 편광판(26)과 필름(16) 사이, 제 4 위치는 필름(16)과 제 1 편광판(25) 사이, 제 5 위치는 투광기(22)의 내부, 제 6 위치는 투광기(22)와의 일체형이다.
- <25> 일반적으로 편광판은 광이나 열에 대해서 약하기 때문에 제 1~제 4 위치는 바람직하지 않다. 또한, 수광기(24)는 필름(16)에 포커스를 맞추므로 제거 광학계(27)는 필름(16)으로부터 떨어져 있는 편이 좋다. 따라서 제 3 및 제 4 위치는 바람직하지 않다. 또한, 제 6 위치에서는 투광기(22)를 교환할 때마다 결함의 검출 정밀도가 바뀌어 버리므로 바람직하지 않다. 한편, 투광기(22)의 내부에 배치하면 제거 광학계(27)는 작기 때문에 저렴하다. 따라서 제 5 위치가 바람직하다.
- <26> 판정부(28)는 수광기(24)로부터의 촬상 신호에 대해서 미분 처리 등의 강조 처리를 실시한다. 그리고 판정부(28)는 강조 처리가 실시된 촬상 신호에 기초해서 결함의 유무를 판정한다. 또한, 판정부(28)는 1라인 만큼의 촬상 신호 중 결함 개소에 대응하는 신호와, 인코더(30)로부터의 인코더 펄스 신호에 기초해서 필름(16)의 결함 위치를 XY 평면 좌표 상에서 특정한다.
- <27> 다음에 결함 검출 장치(13)의 작용에 대해서 설명한다. 배향막 형성 장치(11) 및 액정층 형성 장치(12)에 의해 제조된 필름(16)은 결함 검출 장치(13)로 이송된다. 결함 검사 장치(13)에서는 일정 속도로 주행하는 필름(16)

에 대해서 투광기(22)로부터 광이 조명된다. 그 때 420nm 이하 및 700nm 이상의 파장 영역의 광은 제1 광학계(27)에 의해 제거된다. 한편, 420nm보다 크고 700nm 미만의 파장 영역의 광은 제1 편광판(25)에 의해 특정의 편광면에 편광된 후, 필름(16)에 입사된다. 여기에서, 필름(16)에 결함이 없는 경우에는 광은 필름(16)을 그대로 투과하고, 제2 편광판(26)에 의해 차단된다. 한편, 필름(16)에 결함이 있는 경우에는 광의 편광면이 결함에 의해 변화되기 때문에 광의 일부가 제2 편광판(26)을 빠져나간다. 수광기(24)는 이 제2 편광판(26)으로부터 출사된 광을 검출한다.

<28> 수광기(24)는 필름(16)이 일정 길이 이송될 때마다 1라인 만큼의 촬상을 행하고, 촬상 신호를 판정부(28)에 송신한다. 판정부(28)는 결함의 유무를 검출함과 아울러, 결함의 위치를 특정한다. 그리고, 결함에 대한 정보가 디스플레이(도시 없음)에 표시된다.

<29> 본 발명은 발명의 정신을 이탈하지 않는 범위에서 여러가지의 변형, 변경이 가능하며, 이와 같은 경우도 본 발명의 보호 범위에 포함되는 것으로 해석해야 한다.

도면의 간단한 설명

<30> 상기 목적 및 이점은 첨부된 도면을 참조해서 본 발명의 바람직한 실시예의 기계를 읽음으로써 당업자에게 있어서 명백해질 것이다:

<31> 도 1은 본 발명의 광투과성 재료의 결함 검출 장치를 도입한 위상차 필름 제조 라인을 나타내는 개략도이다; 및

<32> 도 2는 편광판의 직교 투과율을 나타내는 그래프이다.

