(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2011 년 10 월 27 일 (27.10.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/132929 A2

(51) 국제특허분류:
C03B 33/02 (2006.01) *C03B 33/10* (2006.01)
C03B 33/03 (2006.01) *C03B 33/037* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2011/002826

(22) 국제출원일: 2011 년 4 월 20 일 (20.04.2011)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2010-0036729 2010 년 4 월 21 일 (21.04.2010) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.)** [KR/KR]; 서울특별시 영등포구 여의도동 20 번지, 150-721 Seoul (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **이호경 (LEE, Ho Kyung)** [KR/KR]; 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 507 동 1501 호, 305-761 Daejeon (KR). **이규황 (LEE, Kyu Hwang)** [KR/KR]; 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 204 동 1101 호, 305-761 Daejeon (KR). **허순기 (HEO, Soon Ki)** [KR/KR]; 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 107 동 1004 호, 305-761 Daejeon (KR).

(74) 대리인: **손창규 (SOHN, Chang Kyu)**; 서울특별시 강남구 역삼 1 동 642-16 번지 성지하이츠 2 차빌딩 1403 호, 135-910 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, RO, RS, RU, 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.

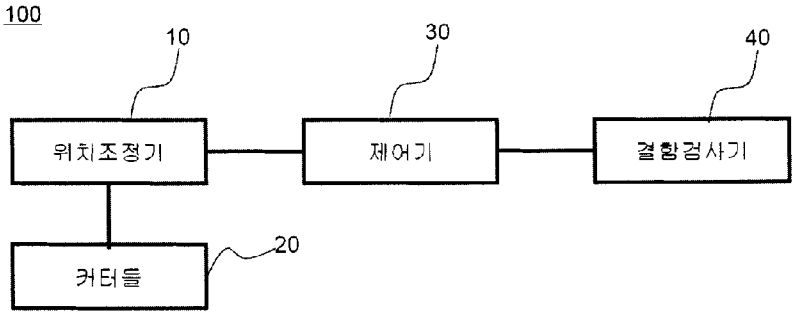
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,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

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: GLASS SHEET CUTTING DEVICE

(54) **발명의 명칭** : 유리시트 커팅 장치

[Fig. 1]



10 ... Position controller
20 ... Cutters
30 ... Controller
40 ... Defect inspection member

(57) **Abstract**: The present invention relates to a device for cutting rectangular glass substrates from glass sheets which are continuously supplied via melting and solidifying processes. The device includes: two or more cutters for cutting glass sheets into the shape of rectangular glass substrates; a defect inspection member for inspecting the defects of the glass sheets by three-dimensionally scanning the glass sheets in the directions of the length, the width and the thickness of the glass sheets; a position controller for moving one or more cutters among the cutters to the positions of the glass sheets where the defects are less distributed; and a controller for directing the positions of the cutters by the position controller on the basis of the scanning result of the defect inspection member.

(57) **요약서**: 본 발명은 용융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 커팅하기 위한 장치로서, 유리시트를

[다음 쪽 계속]

WO 2011/132929 A2

공개:

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

사각형의 유리기판의 형태로 재단하는 둘 이상의 커터들; 상기 유리시트를 스캐닝하여 결함(defect)들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3 차원적으로 확인하는 결함 검사기; 상기 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시키는 위치 조정기; 및 상기 결함 검사기로부터의 스캐닝 결과를 바탕으로 커터의 위치를 위치 조정기로 지시하는 제어기;를 포함하는 것으로 구성되어 있는 유리시트 커팅 장치를 제공한다.

명세서
유리시트 커팅 장치

기술분야

[1] 본 발명은 유리시트 커팅 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 용융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 커팅하기 위한 장치로서, 유리시트를 사각형의 유리기판의 형태로 재단하는 둘 이상의 커터들; 상기 유리시트를 스캐닝하여 결함(defect)들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하는 결함 검사기; 상기 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시키는 위치 조정기; 및 상기 결함 검사기로부터의 스캐닝 결과를 바탕으로 커터의 위치를 위치 조정기로 지시하는 제어기;를 포함하는 것으로 구성되어 있는 유리시트 커팅 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 최근, LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic Light Emitting Diodes) 등 평판 디스플레이에 대한 관심이 많이 고조되고 있다.

[3] 이러한 평판 디스플레이의 제조분야에 사용되는 유리기판은 유리 용해로에서 용해된 용해 유리를 평판으로 성형하는 성형 과정과 일차 규격에 적합하도록 재단하는 재단 과정을 통하여 제조한 후, 가공 라인으로 운반하여 가공하고 있다. 유리기판의 가공 라인에서는 유리기판을 평판 디스플레이의 규격에 맞는 크기로 재차 절단하고, 절단에 의하여 날카로워진 유리기판의 에지를 연마한다. 또한, 가공 라인에서 제조된 유리기판에 대해 결함이 있는 지 여부를 검사기에 의해 품질 검사를 수행한 후, 결함이 있는 유리기판에 대해서는 폐기하고, 결함이 없는 유리기판에 대해서만 완성품으로 출하하게 된다.

[4] 한편, 상기와 같은 유리기판의 성형, 절단, 연마 등 일련의 제조 과정에서 유리기판에는 여러 가지 요인에 의하여 기포, 돌조각 등 이물질의 혼입, 오염, 긁힘, 커팅 칩, 크랙 등 많은 결함이 발생되게 된다. 따라서, 고품질의 평판 디스플레이를 제조하기 위하여, 유리기판에 존재하는 결함에 대한 검사를 실시한 후 양품과 불량품을 선별하며, 제조 과정에서의 불량요인을 찾고 그 원인을 규명하여 시정하고 있다.

[5] 유리기판의 검사는 검사자의 육안 검사와 카메라, 현미경 등을 이용하는 광학 검사를 병행하여 실시하고 있다. 또한, 유리기판 전체에 대하여 전수 검사를 실시한 후, 검사의 정확성과 신뢰성을 확보하기 위하여 전수 검사를 거친 유리기판에 대해 샘플링 검사를 실시하는 것이 일반적이다.

[6] 유리기판의 결함에 대한 검사자의 육안 검사는, 일반적으로, 유리기판의 이송 라인과 별도로 설비되어 있는 검사 스테이션에서 실시하고 있다. 검사자는 이송 라인의 유리기판을 핸들러에 의하여 언로딩하여 검사 스테이션에 로딩한 후,

검사 스테이션에 설치되어 있는 형광램프, 할로겐 램프 등의 조명에 의해 유리기판의 결함을 검사하고 있다. 그러나, 핸들러에 의한 유리기판의 로딩과 언로딩시 물리적 접촉과 충격에 의하여 유리기판의 긁힘, 크랙 등이 발생할 우려가 매우 높은 단점이 있고, 시간이 많이 소요되어 생산성이 저하되는 문제점이 있다. 특히, 유리기판의 대형화와 박형화로 인해 유리기판의 취급에 대한 곤란성이 가중되고 있기 때문에, 검사에 많은 시간과 인력이 소요되는 문제점이 있다.

[7] 따라서, 연속적인 유리기판의 커팅 공정에서 유리시트를 스캐닝하여 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하고 유리시트로부터 여러 종류의 유리기판을 재단함으로써, 불량률을 낮추어 낭비를 제거하고 제조비용을 절감할 수 있는 유리시트 커팅 장치에 관한 기술이 매우 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점과 과거로부터 요청되어온 기술적 과제를 해결하는 것을 목적으로 한다.

[9] 구체적으로, 본 발명의 목적은 유리시트로부터 유리기판을 재단함에 있어서, 결함 검사기에 의해 유리시트를 스캐닝하여 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인한 후, 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시켜 다수의 유리기판들을 제조함으로써, 궁극적으로 유리기판들의 양품률을 최대화하는 유리시트 커팅 장치를 제공하는 것이다.

[10] 또한, 유리시트로부터 적어도 2종류 이상의 유리기판들을 재단함으로써, 수율을 향상시켜 제조비용을 줄일 수 있는 유리시트 커팅 장치를 제공하는 것이다.

기술적 해결방법

[11] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 유리시트 커팅 장치는, 융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 커팅하기 위한 장치로서,

[12] 유리시트를 사각형의 유리기판의 형태로 재단하는 둘 이상의 커터들;

[13] 상기 유리시트를 스캐닝하여 결함(defect)들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하는 결함 검사기;

[14] 상기 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시키는 위치 조정기; 및

[15] 상기 결함 검사기로부터의 스캐닝 결과를 바탕으로 커터의 위치를 위치 조정기로 지시하는 제어기;

[16] 를 포함하는 것으로 구성되어 있다.

[17] 따라서, 본 발명의 유리시트 커팅 장치는, 유리시트를 스캐닝하여 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인한 후, 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시켜 유리시트를 사각형의 유리기판의 형태로 재단하므로, 유리기판의 불량률을 최소화하면서, 연속적인 대량 생산 공정에서 유리기판들을 효율적으로 제조할 수 있다.

[18] 또한, 결함 검사기가 유리시트에서 불량이 위치한 부위를 미리 3차원적으로 확인한 후 커터들의 위치가 결정되므로, 결함들의 위치에 따라 커터들의 적정한 이동 및 연속적인 재단 작업을 가능하게 한다.

[19] 상기 커터는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 절취할 수 있는 구조 내지 특성을 가지고 있다면, 그것의 종류가 특별히 제한되는 것은 아니며, 대표적으로, 다이아몬드 나이프, 레이저 등과 같은 커팅용 광원 등을 들 수 있다.

[20] 하나의 바람직한 예에서, 상기 커터는,

[21] 유리시트를 폭 방향('Y 방향')으로 커팅하여 제 1 유리기판으로 분할하는 제 1 커터;

[22] 상기 제 1 유리기판을 길이방향('X 방향')으로 커팅하여 제 2 유리기판으로 분할하는 제 2 커터;

[23] 상기 제 2 유리기판을 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 3 유리기판으로 분할하는 제 3 커터; 및

[24] 상기 제 3 유리기판을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하는 제 4 커터;

[25] 를 포함하는 구조로 구성될 수 있다.

[26] 상기 제 1 커터는, 예를 들어, 유리시트의 길이방향('X 방향')으로 결함들이 적게 분포된 위치로 이동하여 유리시트를 커팅하여 분할함으로써, 제 1 유리 기판의 수율을 향상시킬 수 있다.

[27] 상기 제 2 커터는, 예를 들어, 제 1 유리기판에 결함이 존재하지 않을 경우에 제 1 유리기판을 커팅하여 결함이 없는 제 2 유리기판으로 분할함으로써, 양품의 제 2 유리 기판을 용이하게 제조할 수 있다. 이러한 제 2 유리기판의 크기는, 예를 들어, 제품의 사양에 따라 결정될 수 있다.

[28] 상기 제 3 커터는, 예를 들어, 제 2 유리기판에 결함이 존재할 경우에, 제 2 유리기판을 커팅하여, 결함이 포함된 제 3 유리기판과, 결함이 포함되지 않은 제 3 유리기판으로 분할할 수 있다.

[29] 상기 제 4 커터는, 예를 들어, 제 3 유리기판에서 결함 부위를 커팅하여 결함을 제거함으로써, 양품의 제 4 유리 기판을 용이하게 제조할 수 있다. 이러한 제 4 유리기판의 크기는, 예를 들어, 제품의 사양에 따라 결정될 수 있다.

[30] 하나의 바람직한 예에서, 상기 제 4 커터는 제 3 유리기판의 길이를 기준으로 일측 또는 양측 단부로부터 30% 이내의 범위에서 결함이 포함되는 부위를 커팅하여 결함을 제거할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 결함이 포함되는 부위는 제 3 유리기판의 길이를 기준으로 일측 또는 양측 단부로부터 0.1% 내지

30% 이내의 범위일 수 있다.

[31] 한편, 상기 제 3 유리기판들 중에서 제 4 커터에 의해 제거할 수 없는 위치에 결함이 포함된 불량 유리기판은 파기될 수 있다.

[32] 상기 구조에서, 불량 유리기판의 크기를 최소화할 수 있도록, 불량 유리기판의 폭은 결함이 존재하지 않는 유리기판의 크기를 기준으로 20% 이하일 수 있으며, 바람직하게는 0.1% 내지 20% 일 수 있다.

[33] 한편, 상기 결함 검사기는 바람직하게는 유리시트의 길이방향으로 커터 보다 앞에 배치되어 있다. 따라서, 커터가 유리기판을 재단하기 전에 검사과정이 먼저 이루어지므로, 종래의 유리기판을 재단한 후 검사과정을 수행하는 유리시트 커팅 장치와 비교하여 유리기판의 수율을 향상시킬 수 있다.

[34] 특히, 유리시트의 결함 검사 과정에서, 길이(X 방향)와 폭(Y 방향)뿐만 아니라 두께(Z 방향)까지 고려하여 3차원적으로 확인하는 결함 검사기의 특성은 종래의 유리시트 커팅 장치에서 볼 수 없는 매우 신규한 개념이다.

[35] 하나의 바람직한 예에서, 상기 결함 검사기는 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 결함의 위치를 확인할 수 있는 둘 이상의 카메라로 이루어질 수 있다. 카메라의 수는, 예를 들어, 유리 시트의 폭에 따라 달라질 수 있으며, 바람직하게는 2대 내지 30대의 카메라로 이루어질 수 있다.

[36] 상기 카메라는 카메라로부터 결함의 거리 및 각도를 측정하여 결함의 위치를 파악하는 구조일 수 있다. 구체적으로, 결함 검사기는 2 대 이상의 카메라로 구성되어 있으므로, 각각의 카메라로부터 하나의 결함에 대해 각도와 직선 거리를 입체적으로 측정할 수 있다. 따라서, 각도와 직선 거리를 이용하여 결함의 위치(X, Y, Z) 좌표를 정확하게 파악할 수 있다.

[37] 상기 결함은 다양한 형태로 발생할 수 있으며, 예를 들어, 유리시트에 많이 존재하는 결함들로는 피쉬 아이(fish eye), 기포, 흑색 점, 백색 점, 또는 유리시트 외면의 돌기 또는 홈 등을 들 수 있다.

[38] 한편, 상기 유리시트의 외면인 상면 또는 하면에 위치한 결함은 커팅 대상에서 제외될 수 있다. 예를 들어, 결함이 유리시트의 상면 또는 하면에 외면에 위치한 경우, 후공정에서 그라인딩 작업에 의해 결함들이 제거될 수 있으므로, 본 발명에 따른 유리시트 커팅 장치는 상기 결함들을 제외함으로써 생산성을 향상시킬 수 있다. 경우에 따라서는, 유리시트의 하면에 위치한 결함들만 후공정의 그라인딩의 작업에 의해 제거하고, 유리시트의 상면에 위치한 결함은 결함으로 분류하여 커팅 대상에 포함시킬 수도 있다.

[39] 하나의 바람직한 예에서, 상기 제어기는 결함 검사기에 의해 입력된 결함들의 위치 정보를 토대로 혼합 정수 선형 계획법(Mixed Integer Linear Programming)을 수행하여 유리기판을 유리시트에 가상 배열하는 배치 서버를 추가로 포함하고 있어서, 유리시트에 대한 유리기판의 최적 배치계획을 수립할 수 있다.

[40] 예를 들어, 상기 혼합 정수 선형 계획법에서 제약조건은 결함의 X, Y, Z 좌표, 유리기판의 종류와 크기, 유리시트의 크기 등으로 이루어지고, 목적함수는

유리기판의 면적효율을 최대화하도록 구성될 수 있다.

[41] 구체적인 예로서, 혼합 정수 선형 계획 모델은 하기와 같이 정의될 수 있다.

[42] 목적함수:

$$\text{Maximize} \quad \sum_{k} L_k \times H_k \times Z_k \qquad \text{식 (1)}$$

[43]

[44] 제약조건:

[45] $$X_{k2} = X_{k1} + L_k \qquad \text{식(2)}$$

[46] $$Y_{k2} = Y_{k1} \qquad \text{식 (3)}$$

[47] $$X_{k3} = X_{k1} \qquad \text{식 (4)}$$

[48] $$Y_{k3} = Y_{k1} - H_k \qquad \text{식 (5)}$$

[49] $$X_{k4} = X_{k2} \qquad \text{식 (6)}$$

[50] $$Y_{k4} = Y_{k3} \qquad \text{식 (7)}$$

[51] $$-M \times (2 - Z_k - Z_{k'}) + X_{k2} \le X_{k'1} + M \times (1 - ZZ_{kk'1}) \qquad \text{식 (8)}$$

[52] $$-M \times (2 - Z_k - Z_{k'}) + X_{k'2} \le X_{k1} + M \times (1 - ZZ_{kk'2}) \qquad \text{식 (9)}$$

[53] $$M \times (2 - Z_k - Z_{k'}) + Y_{k1} \ge Y_{k'3} - M \times (1 - ZZ_{kk'3}) \qquad \text{식 (10)}$$

[54] $$M \times (2 - Z_k - Z_{k'}) + Y_{k'1} \ge Y_{k3} - M \times (1 - ZZ_{kk'4}) \qquad \text{식 (11)}$$

[55]

[56] 변수 정의:

[57] Z_k: 사각형 k가 유효할 경우 1, 아니면 0

[58] $ZZ_{kk'm}$: 2개의 사각형 k, k'의 위치 관계(m=1, 2, 3, 4)

[59] X_{kn}: 사각형 k, 결함 n의 X 좌표 (n=1, 2, 3, 4)

[60] Y_{kn}: 사각형 k, 결함 n의 Y 좌표 (n=1, 2, 3, 4)

[61] k: 결함을 포함하는 모든 사각형의 집합

[62] L_k: 사각형 k의 가로 길이

[63] H_k: 사각형 k의 세로 길이

[64] M: 0-1변수의 유효성을 표현하기 위한 매우 큰 수

[65]

[66] 상기 모델에서 식(2) 내지 식(7)은 하나의 사각형 k에서 4 모서리 점의 위치 관계를 표시하는 제약 조건이고, 식(8) 내지 식(11)은 두 개의 사각형인 k와 k'의

위치 관계를 표시하는 제약 조건이다.

[67] 또한, m = 1인 경우 사각형 k가 사각형 k'의 좌측에 위치하고, m = 2인 경우 사각형 k가 사각형 k'의 우측에 위치한 것을 의미한다. m = 3인 경우 사각형 k가 사각형 k'의 상부에 위치하고 m = 4인 경우 사각형 k가 사각형 k'의 하부에 위치한 것을 의미한다. M은 혼합정수 선형계획법에서 실행 불가능해(infeasible solution)를 제외하기 위한 변수이다.

[68] 그러나, 상기 혼합 정수 선형 계획 모델은 하나의 예시에 지나지 않고, 당업자라면 본 발명의 교시 내용을 통해 다양한 혼합 정수 선형 계획 모델을 설정할 수 있으므로, 본 발명의 범주가 상기 예시로 한정되지 않음은 물론이다.

[69] 경우에 따라서는, 상기 장치는 유리시트 외면의 굴곡을 확인하는 두께 검사기를 추가로 포함하고 있는 구조일 수 있다. 구체적인 예로서, 두께 검사기는 센서를 포함하고 있어서, 유리시트에 광선을 투과하여 유리시트의 굴절률을 측정하고, 이러한 굴절률에 의해 유리시트 외면을 굴곡을 확인할 수 있다.

[70] 하나의 바람직한 예에서, 유리시트 외면의 굴곡이 유리시트의 두께를 기준으로 1% 이상일 때 결함으로 간주하여 제거될 수 있다.

[71] 즉, 유리시트 외면의 굴곡이 유리시트의 두께를 기준으로 1% 이상이면 그라인딩 작업으로 양품화할 수 없으므로 결함으로 간주하여 제거하는 것이 양품률을 향상시킬 수 있으므로 바람직하다.

[72] 또 다른 바람직한 예에서, 상기 두께 검사기는 결함 검사기와 커터 사이에 위치하는 구조로 이루어져 있어서, 결함 검사기에 의해 결함의 좌표를 측정하고, 두께 검사기에 의해 유리시트의 굴곡에 따른 결함까지 파악함으로서 유리 기판의 양품률을 극대화할 수 있다.

[73] 상기 유리기판은 평판 디스플레이의 제조에 사용되는 기판이면 특별한 제한은 없으나, 바람직하게는, LCD용 유리 판넬 또는 OLED용 유리 판넬 또는 PDP용 유리 판넬일 수 있다.

[74] 한편, 상기 유리시트 커팅 장치는 결함이 제거된 상대적으로 큰 크기의 유리기판을 생산하는 제 1 제조라인, 및 결함이 제거되고 상대적으로 작은 유리기판을 생산하는 제 2 제조라인으로 이루어질 수 있다.

[75] 상기 제 2 제조라인은 제 1 제조라인으로부터 분지되어 있어서, 양품과 불량품을 용이하게 구분할 수 있다.

[76] 본 발명은 또한 유리기판의 제조방법을 제공한다. 하나의 구체적인 예로서, 유리기판의 제조방법은 용융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 제조하는 방법으로서,

[77] 결함 검사기에 의해 유리시트를 스캐닝하여, 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭, 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하는 검사 과정;

[78] 제 1 커터에 의해 유리시트를 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 1 유리기판으로 분할하는 1차 분할 과정;

[79] 제 2 커터에 의해 상기 제 1 유리기판을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하여 제 2 유리기판으로 분할하는 2차 분할 과정;

[80] 제 3 커터에 의해 상기 제 2 유리기판을 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 3 유리기판으로 분할하는 3차 분할 과정;

[81] 제 4 커터에 의해 상기 제 3 유리기판을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하는 4차 커팅 과정; 및

[82] 상기 검사 과정에서 치유가 가능한 결함으로 분류된 결함들을 제거하기 위해, 상기 4차 커팅 과정에서 얻어진 유리기판의 표면을 그라인딩하는 후처리 과정;

[83] 을 포함하는 것으로 구성될 수 있다.

[84] 예를 들어, 2차 분할 과정에서 얻어진 양품의 제 2 유리기판이 대면적 LCD용 유리기판이고, 3차 분할 과정에서 얻어진 양품의 제 3 유리기판이 중면적 LCD용 유리기판이며, 4차 커팅 과정에서 얻어진 양품의 제 4 유리기판이 소면적 LCD용 유리기판일 수 있다. 경우에 따라서는, 제 3 유리기판은 최종제품으로서 제 4 유리기판의 제조를 위한 중간품일 수 있다. 마찬가지로, 이는 제 2 유리기판의 경우도 최종제품으로서 제 3 유리기판 및/또는 제 4 유리기판의 제조를 위한 중간품일 수 있다.

[85] 상기 제 1 커터는, 예를 들어, 유리시트의 길이방향('X 방향')으로 결함들이 적게 분포된 위치로 이동하여 유리시트를 커팅하여 분할할 수 있다.

[86] 상기 제 2 커터는, 예를 들어, 제 1 유리기판에 결함이 존재하지 않을 경우에 제 1 유리기판을 커팅하여 결함이 없는 제 2 유리기판으로 분할할 수 있다.

[87] 상기 제 3 커터는, 예를 들어, 제 2 유리기판에 결함이 존재할 경우에, 제 2 유리기판을 커팅하여, 결함이 포함된 제 3 유리기판과, 결함이 포함되지 않은 제 3 유리기판으로 분할할 수 있다.

[88] 상기 제 4 커터는, 예를 들어, 제 3 유리기판에서 결함 부위를 커팅하여 결함을 제거할 수 있다.

[89] 상기 검사과정을 수행한 후에, 바람직하게는, 혼합 정수 선형 계획법을 수행하여 유리기판을 유리시트에 가상 배열하는 배치과정을 추가로 수행할 수 있다.

[90] 이 경우, 상기 혼합 정수 선형 계획법에서 제약식은 결함의 X, Y, Z 좌표, 유리기판의 종류와 크기, 및 유리시트의 크기로 이루어지고, 목적식은 유리기판의 면적효율을 최대화하도록 구성될 수 있다

도면의 간단한 설명

[91] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 유리시트 커팅 장치의 구성도이다;

[92] 도 2는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유리시트 커팅 장치의 배치도이다;

[93] 도 3은 도 2의 결함 검사기의 수직 단면 모식도이다;

[94] 도 4는 도 2의 A-A'에 대한 수직 단면 모식도이다;

[95] 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 유리기판 제조방법의 순서도이다;

[96] 도 6 및 도 7은 본 발명의 예시적인 실시예들과 비교예를 비교한 그래프 및 평면 모식도들이다.

발명의 실시를 위한 형태

[97] 이하, 본 발명에 따른 일부 실시예들을 보여주는 도면들을 참조하여 발명의 내용을 상술하지만, 본 발명의 범주가 그것에 의해 한정되는 것은 아니다.

[98] 도 1에는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 유리시트 커팅 장치의 구성도가 모식적으로 도시되어 있다.

[99] 도 1을 참조하면, 유리시트 커팅 장치(100)는 커터들(20), 결함 검사기(40), 위치 조정기(10), 및 제어기(30)를 포함하고 있다.

[100] 커터들(20)은 유리시트를 사각형의 유리기판의 형태로 재단하고, 위치 조정기(10)는 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시킨다.

[101] 결함 검사기(40)는 유리시트를 스캐닝하여 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인한다.

[102] 또한, 결함 검사기(40)는 결함의 위치를 X 좌표, Y 좌표 및 Z 좌표로 표시한 정보를 스캐닝 결과로서 제어기(30)로 송부한다.

[103] 결함 검사기(40)는 결함의 형상을 카메라로 촬영하여 결함이 유리시트의 내부 또는 외부에 위치하는 지를 확인한다.

[104] 제어기(30)는 결함 검사기(40)로부터의 스캐닝 결과를 바탕으로 커터(20)의 위치를 위치 조정기(10)로 지시하고, 검사기(40)로부터 송부된 결함들을 수리가 필요한 결함, 상태가 양호한 결함, 상태가 불량인 결함, 및 상태를 판정하기 어려운 결함으로 구분한다.

[105] 또한, 제어기(30)는 결함 검사기(40)에 의해 입력된 결함들의 위치 정보를 토대로 혼합 정수 선형 계획법을 수행하여 유리기판을 유리시트에 가상 배열하는 배치 서버(도시하지 않음)를 포함하고 있다.

[106] 도 2에는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유리시트 커팅 장치의 배치도가 모식적으로 도시되어 있고, 도 3에는 도 2의 결함 검사기의 수직 단면 모식도가 도시되어 있다. 또한, 도 4에는 도 2의 A-A'에 대한 수직 단면 모식도가 도시되어 있다.

[107] 이들 도면을 참조하면, 유리시트 커팅 장치(102)는 용융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트(10)로부터 사각형의 유리기판들(14, 18)을 커팅하기 위한 장치로서, 위치 조정기를 포함하고 있는 4개의 커터들(22, 24, 26, 28), 1대의 결함 검사기(42), 1대의 두께 검사기(44), 및 제어기(도시하지 않음)로 구성되어 있다.

[108] 커터들(22, 24, 26, 28)은, 유리시트(10)를 폭 방향('Y 방향')으로 커팅하여 제 1 유리기판(12)으로 분할하는 제 1 커터(22), 제 1 유리기판(12)을 길이방향('X 방향')으로 커팅하여 제 2 유리기판(14)으로 분할하는 제 2 커터(24), 제 2

유리기판(14)을 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 3 유리기판들(15, 16)로 분할하는 제 3 커터(26), 및 제 3 유리기판들(15, 16)을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하는 제 4 커터(28)를 포함하고 있다.

[109] 또한, 제 1 커터(22)는 결함의 위치에 관계없이 동일한 간격으로 유리시트(10)를 커팅하여 분할하고, 제 2 커터(24)는 제 1 유리기판(14)에 결함이 존재하지 않을 경우에 제 1 유리기판(12)을 커팅하여 결함이 없는 제 2 유리기판(14)으로 분할하고 있다.

[110] 제 3 커터(26)는 제 2 유리기판(14)에 결함이 존재할 경우에, 제 2 유리기판(14)을 커팅하여, 결함이 포함된 제 3 유리기판(15)과, 결함이 포함되지 않은 제 3 유리기판(17)으로 분할하고 있고, 제 4 커터(28)는 제 3 유리기판(15)에서 결함 부위를 커팅하여 결함을 제거하고 있다.

[111] 또한, 제 4 커터(28)는 제 3 유리기판(15)의 길이(L)를 기준으로 일측 단부로부터 20% 이내의 범위에서 결함이 포함되는 부위를 커팅하여 결함을 제거하고 있다.

[112] 제 3 유리기판들(15, 16, 17) 중에서 제 4 커터(28)에 의해 제거할 수 없는 위치에 결함이 포함된 불량 유리기판(16)은 파기되는 바, 파기되는 불량 유리기판(16)의 크기를 최소화할 수 있도록, 불량 유리기판의 폭은 결함이 존재하지 않는 유리기판(16)의 크기를 기준으로 10% 이하로 이루어져 있다.

[113] 결함 검사기(42)는 유리시트(10)의 길이방향(X)으로 제 1 커터(22) 보다 앞에 배치되어 있고, 유리시트(10)의 길이, 폭 및 두께 방향에서 결함의 위치를 확인할 수 있도록 4대 이상의 카메라(46)로 이루어져 있다.

[114] 각각의 카메라(46)는 카메라로부터 결함들(52, 54, 56)의 거리(b, b') 및 각도(a, a')를 측정하여 결함들의 위치를 파악한다.

[115] 결함들(52, 54, 56)은 유리시트(10)의 상면과 하면에 위치한 결함들(52, 54), 유리시트(10)의 내부에 위치한 결함(56)으로 분리되며 유리시트(10)의 상면과 하면에 위치한 결함들(52, 54)은 후공정인 그라인딩 공정에서 제거되므로 커팅 대상에서 제외된다.

[116] 두께 검사기(44)는 유리시트(10) 외면의 굴곡을 확인하기 위해 결함 검사기(44)와 제 1 커터(22) 사이에 위치하고 있고, 유리시트(10) 외면의 굴곡들(57, 58)이 유리시트(10)의 두께를 기준으로 예를 들어 1% 이상일 때, 즉, 후공정의 그라인딩 공정에서 제거될 수 없는 결함일 때, 결함을 제거한다.

[117] 한편, 유리시트 커팅 장치(102)는 결함이 제거된 상대적으로 큰 크기의 제 2 유리기판(14)을 생산하는 제 1 제조라인(32), 및 결함이 제거되고 상대적으로 작은 제 4 유리기판(18)을 생산하는 제 2 제조라인(34)으로 이루어져 있다.

[118] 또한, 제 2 제조라인(34)은 제 1 제조라인(32)으로부터 분지되어 있다.

[119] 도 5에는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 유리기판 제조방법의 순서도가 모식적으로 도시되어 있다.

[120] 도 5를 도 2 및 도 3과 함께 참조하면, 유리기판의 제조방법은 용융 및 고화

과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트(10)로부터 사각형의 유리기판들(14, 18)을 제조하는 방법으로서,

[121] 결함 검사기(42)에 의해 유리시트(10)를 스캐닝하여, 결함들(52, 54, 56)의 위치를 유리시트(10)의 길이, 폭, 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하는 검사 과정(S10);

[122] 제 1 커터(22)에 의해 유리시트(10)를 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 1 유리기판(12)으로 분할하는 1차 분할 과정(S20);

[123] 제 2 커터(24)에 의해 제 1 유리기판(12)을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하여 제 2 유리기판(14)으로 분할하는 2차 분할 과정(S30);

[124] 제 3 커터(26)에 의해 제 2 유리기판(14)을 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 3 유리기판(15)으로 분할하는 3차 분할 과정(S40);

[125] 제 4 커터(28)에 의해 제 3 유리기판(15)을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하는 4차 커팅 과정(S50); 및

[126] 검사 과정(S10)에서 치유가 가능한 결함으로 분류된 결함들을 제거하기 위해, 4차 커팅 과정(S50)에서 얻어진 유리기판의 표면을 그라인딩하는 후처리 과정(S60);

[127] 을 포함하고 있다.

[128] 또한, 제 1 커터(22)는 결함의 위치에 관계없이 동일한 간격으로 유리시트(10)를 커팅하여 분할하고 있고, 제 2 커터(24)는 제 1 유리기판(12)에 결함이 존재하지 않을 경우에 제 1 유리기판(12)을 커팅하여 결함이 없는 제 2 유리기판(14)으로 분할하고 있다.

[129] 제 3 커터(26)는 제 2 유리기판(14)에 결함이 존재할 경우에, 제 2 유리기판(14)을 커팅하여, 결함이 포함된 제 3 유리기판(15)과, 결함이 포함되지 않은 제 3 유리기판(17)으로 분할하고 있고, 제 4 커터(28)는 제 3 유리기판(17)에서 결함 부위를 커팅하여 결함을 제거하고 있다.

[130] 이하, 실험 내용을 통해 본 발명을 더욱 상술하지만, 하기 실험 내용은 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명의 범주가 이들만으로 한정되는 것은 아니다.

[131]

[132] <실시예 1>

[133] A-타입 LCD용 유리기판의 크기를 고려한 혼합 정수 선형 계획법을 수행하여 유리시트에서 결함들이 없는 위치에 A-타입 LCD용 유리기판을 배열하였다. 여기에서, 혼합 정수 선형 계획법의 목적식은 A-타입 LCD용 유리기판의 면적효율을 최대화하고, 제약식으로는 A-타입 LCD용 유리기판의 크기 및 결함들의 좌표(X, Y, Z)를 사용하여 컴퓨터 모의실험(Computer Simulation)을 수행하였다.

[134]

[135] <실시예 2>

[136] 실시예 1에서 수행한 결과를 가지고 A-타입 유리기판을 유리시트에 배치한 상태에서, 다음 단계로 혼합 정수 선형 계획법의 제약식에서 A-타입의 1/2 크기인 B-타입 LCD용 유리기판의 크기를 고려하고, 목적식에서 B-타입 유리기판의 면적효율을 최대화하도록 한 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법을 사용하였다.

[137]

[138] <비교예 1>

[139] 혼합 정수 계획법을 사용하지 않고 A-타입 LCD용 유리기판을 유리시트의 길이방향으로 좌측 단부에서 우측 단부로 A-타입 유리기판의 크기에 따라 순차적으로 배치하였다.

[140]

[141] <실험예 1>

[142] 상기 실시예들 및 비교예에서 각각 수행된 유리기판들의 배치에 대한 결과를 바탕으로 커팅한 결과가 도 6 및 도 7에 도시하였다.

[143] 먼저 도 6을 참조하면, 실시예들 및 비교예 1 모두 결함 밀도가 증가함에 따라 유리기판들의 수율은 감소하고 있으나, 실시예 1 및 2의 경우 수율이 비교예 1 보다 완만하게 감소함을 알 수 있다.

[144] 다음으로 도 7을 도 6과 함께 참조하면, 결함 밀도가 0.17일 때 비교예 1의 양품 수율은 약 25%이고, 실시예 1의 양품 수율은 약 43%이며, 실시예 2의 양품 수율은 약 69%로서, 본 발명에 따른 유리시트 커팅 장치를 사용하는 경우 양품 수율이 급격히 향상되어 제조원가를 크게 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

[145] 구체적으로, 비교예 1의 경우 A-타입 유리기판 양품이 6개 생산되고, 실시예 1의 경우 A-타입 LCD용 유리기판 양품이 7개 생산됨을 알 수 있다. 또한, 실시예 2의 경우 A-타입 유리기판 양품이 7개 생산됨과 동시에 B-타입 LCD용 유리기판 양품이 16개 생산됨을 확인하였다.

[146] 본 발명이 속한 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주내에서 다양한 응용 및 변형을 행하는 것이 가능할 것이다.

[147]

산업상 이용가능성

[148] 이상 설명과 같이, 본 발명에 따르면, 유리시트로부터 사각형의 유리기판을 재단함에 있어서, 결함 검사기에 의해 유리시트를 스캐닝하여 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인한 후, 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시켜 다수 개의 유리기판들을 제조함으로써, 궁극적으로 유리기판들의 양품률을 최대화할 수 있다.

[149] 또한, 유리시트로부터 적어도 2종류 이상의 유리기판들을 재단함으로써 수율을 향상시켜 제조비용을 크게 줄일 수 있다.

청구범위

[1] 용융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 커팅하기 위한 장치로서,
유리시트를 사각형의 유리기판의 형태로 재단하는 둘 이상의 커터들;
상기 유리시트를 스캐닝하여 결함(defect)들의 위치를 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하는 결함 검사기;
상기 커터들 중 하나 이상의 커터를 유리시트 중 결함들이 적게 분포된 위치로 이동시키는 위치 조정기; 및
상기 결함 검사기로부터의 스캐닝 결과를 바탕으로 커터의 위치를 위치 조정기로 지시하는 제어기;
를 포함하는 것으로 구성되어 있는 유리시트 커팅 장치.

[2] 제 1 항에 있어서, 상기 커터는 다이아몬드 나이프 또는 커팅용 광원인 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[3] 제 2 항에 있어서, 상기 커팅용 광원은 레이저인 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[4] 제 1 항에 있어서, 상기 커터는,
유리시트를 폭 방향('Y 방향')으로 커팅하여 제 1 유리기판으로 분할하는 제 1 커터;
상기 제 1 유리기판을 길이방향('X 방향')으로 커팅하여 제 2 유리기판으로 분할하는 제 2 커터;
상기 제 2 유리기판을 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 3 유리기판으로 분할하는 제 3 커터; 및
상기 제 3 유리기판을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하는 제 4 커터;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[5] 제 4 항에 있어서, 상기 제 1 커터는 유리시트의 길이방향('X 방향')으로 결함들이 적게 분포된 위치로 이동하여 유리시트를 커팅하여 분할하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[6] 제 4 항에 있어서, 상기 제 2 커터는 제 1 유리기판에 결함이 존재하지 않을 경우에 제 1 유리기판을 커팅하여 결함이 없는 제 2 유리기판으로 분할하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[7] 제 4 항에 있어서, 상기 제 3 커터는 제 2 유리기판에 결함이 존재할 경우에, 제 2 유리기판을 커팅하여, 결함이 포함된 제 3 유리기판과, 결함이 포함되지 않은 제 3 유리기판으로 분할하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[8] 제 4 항에 있어서, 상기 제 4 커터는 제 3 유리기판에서 결함 부위를 커팅하여 결함을 제거하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[9] 제 8 항에 있어서, 상기 제 4 커터는 제 3 유리기판의 길이를 기준으로 일측

또는 양측 단부로부터 30% 이내의 범위에서 결함이 포함되는 부위를 커팅하여 결함을 제거하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[10] 제 7 항에 있어서, 상기 제 3 유리기판들 중에서 제 4 커터에 의해 제거할 수 없는 위치에 결함이 포함된 불량 유리기판은 파기되는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[11] 제 10 항에 있어서, 상기 불량 유리기판의 크기를 최소화할 수 있도록 불량 유리기판의 폭은 결함이 존재하지 않는 유리기판의 크기를 기준으로 20% 이하인 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[12] 제 1 항에 있어서, 상기 결함 검사기는 유리시트의 길이방향으로 커터보다 앞에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[13] 제 1 항에 있어서, 상기 결함 검사기는 유리시트의 길이, 폭 및 두께 방향에서 결함의 위치를 확인할 수 있는 둘 이상의 카메라로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[14] 제 13 항에 있어서, 상기 카메라는 카메라로부터 결함의 거리 및 각도를 측정하여 결함의 위치를 파악하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[15] 제 1 항에 있어서, 상기 결함은 피쉬 아이(fish eye), 기포, 흑색 점, 백색 점, 또는 유리시트 외면의 돌기 또는 홈인 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[16] 제 1 항에 있어서, 상기 유리시트의 외면인 상면 또는 하면에 위치한 결함은 커팅 대상에서 제외되는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[17] 제 1 항에 있어서, 상기 제어기는 결함 검사기에 의해 입력된 결함들의 위치 정보를 토대로 혼합 정수 선형 계획법(Mixed Integer Linear Programming)을 수행하여 유리기판을 유리시트에 가상 배열하는 배치 서버를 추가로 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[18] 제 1 항에 있어서, 상기 장치는 유리시트 외면의 굴곡을 확인하는 두께 검사기를 추가로 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[19] 제 18 항에 있어서, 상기 유리시트 외면의 굴곡이 유리시트의 두께를 기준으로 1% 이상일 때 결함으로 간주하여 제거되는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[20] 제 18 항에 있어서, 상기 두께 검사기는 결함 검사기와 커터 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[21] 제 1 항에 있어서, 상기 유리기판은 LCD용 유리 판넬 또는 OLED용 유리 판넬 또는 PDP용 유리 판넬인 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

[22] 제 1 항에 있어서, 상기 유리시트 커팅 장치는 결함이 제거된 상대적으로 큰 크기의 유리기판을 생산하는 제 1 제조라인, 및 결함이 제거되고 상대적으로 작은 유리기판을 생산하는 제 2 제조라인으로 이루어진 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

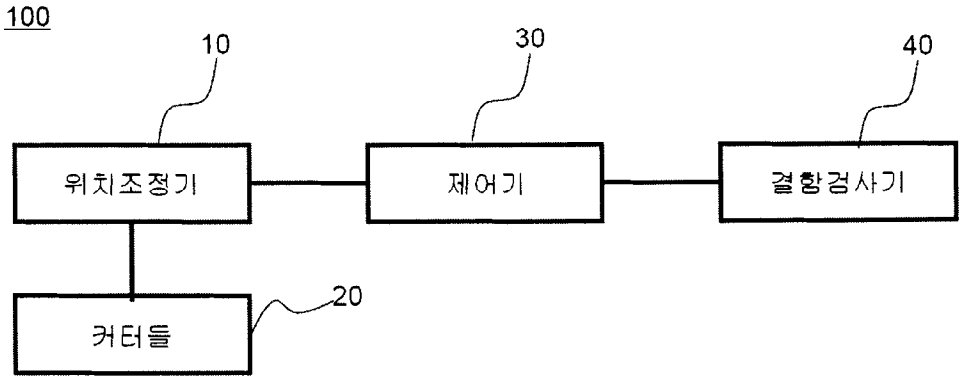
[23] 제 22 항에 있어서, 상기 제 2 제조라인은 제 1 제조라인으로부터 분지되어

있는 것을 특징으로 하는 유리시트 커팅 장치.

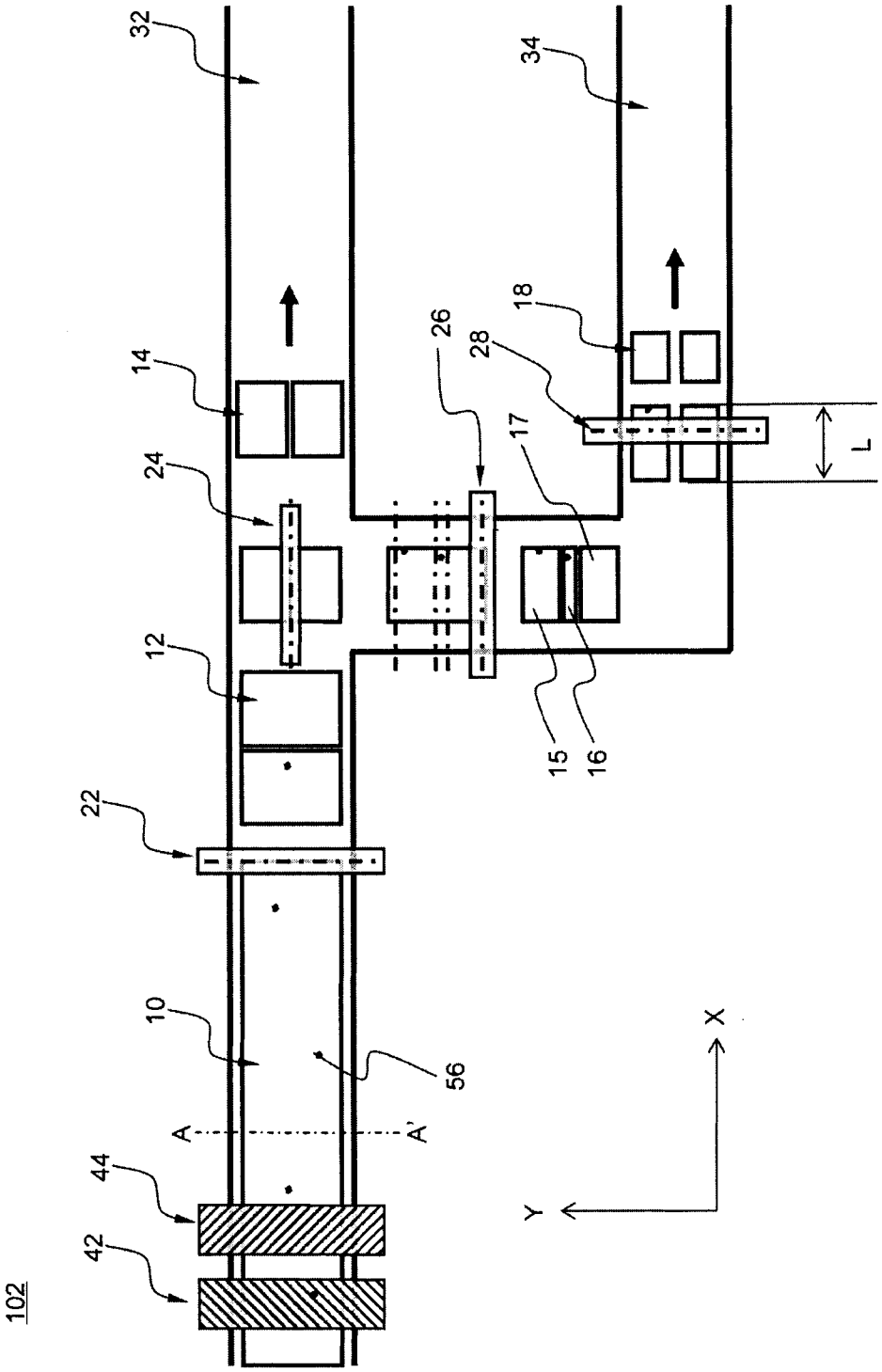
[24] 용융 및 고화 과정을 거쳐 연속적으로 공급되는 유리시트로부터 사각형의 유리기판들을 제조하는 방법으로서,
결함 검사기에 의해 유리시트를 스캐닝하여, 결함들의 위치를 유리시트의 길이, 폭, 및 두께 방향에서 3차원적으로 확인하는 검사 과정;
제 1 커터에 의해 유리시트를 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 1 유리기판으로 분할하는 1차 분할 과정;
제 2 커터에 의해 상기 제 1 유리기판을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하여 제 2 유리기판으로 분할하는 2차 분할 과정;
제 3 커터에 의해 상기 제 2 유리기판을 폭 방향('X 방향')으로 커팅하여 제 3 유리기판으로 분할하는 3차 분할 과정;
제 4 커터에 의해 상기 제 3 유리기판을 길이방향('Y 방향')으로 커팅하는 4차 커팅 과정; 및
상기 검사 과정에서 치유가 가능한 결함으로 분류된 결함들을 제거하기 위해, 상기 4차 커팅 과정에서 얻어진 유리기판의 표면을 그라인딩하는 후처리 과정;을 포함하는 것으로 구성되어 있는 유리기판의 제조방법.

[25] 제 24 항에 있어서, 상기 검사과정을 수행한 후에 혼합 정수 선형 계획법을 수행하여 유리기판을 유리시트에 가상 배열하는 배치과정을 추가로 수행하는 것을 특징으로 하는 유리기판의 제조방법.

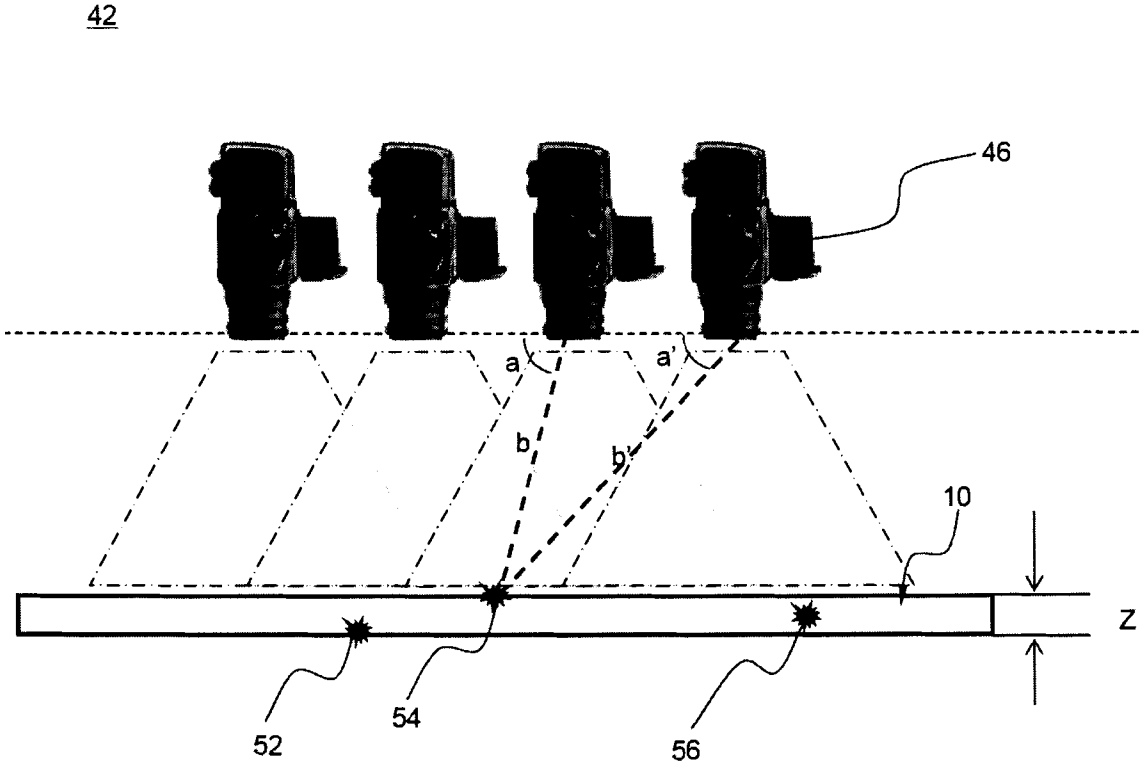
[Fig. 1]



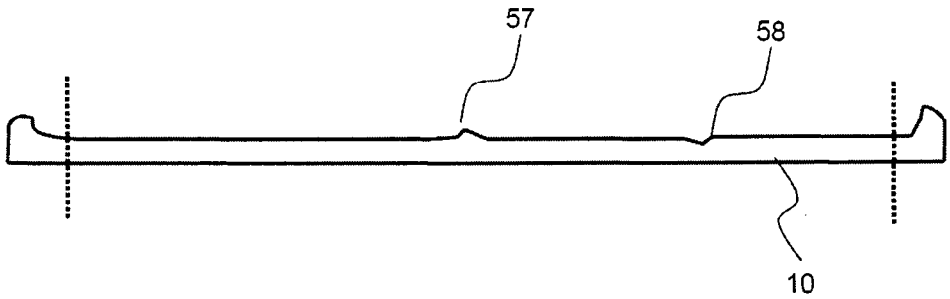
[Fig. 2]



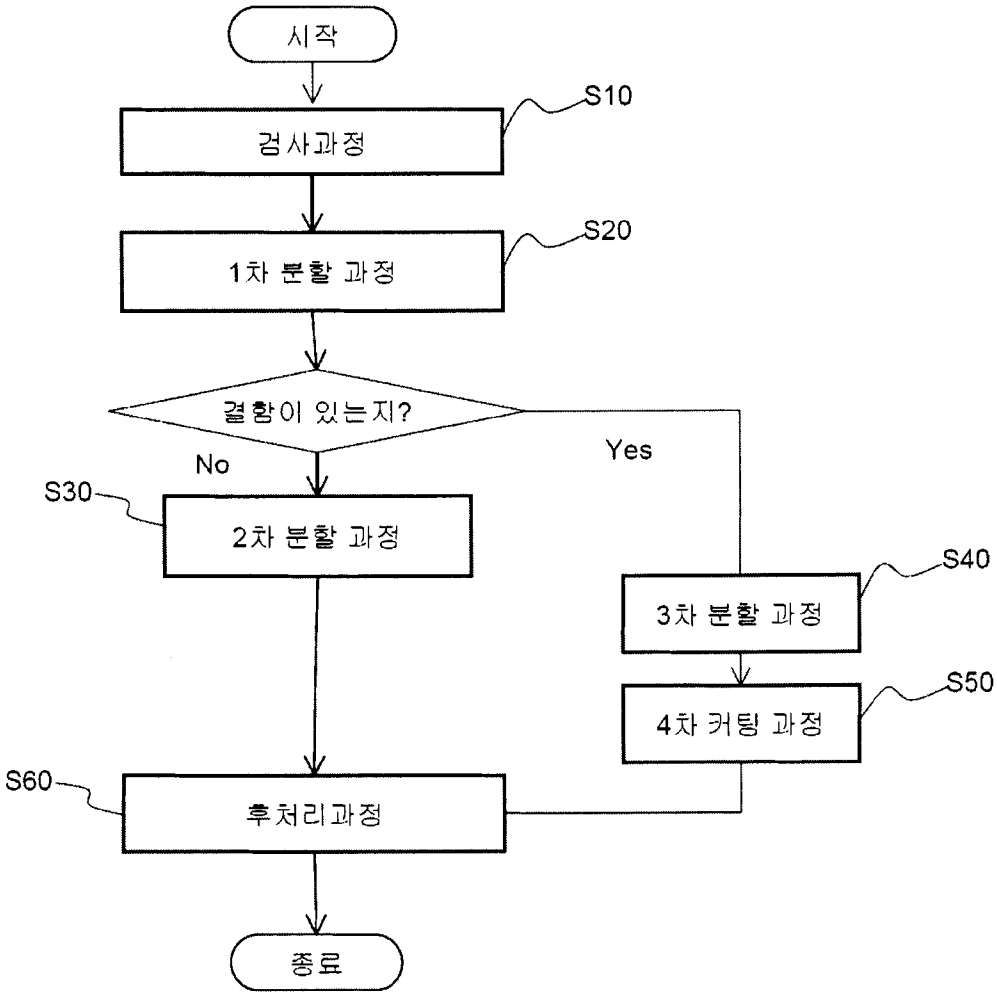
[Fig. 3]



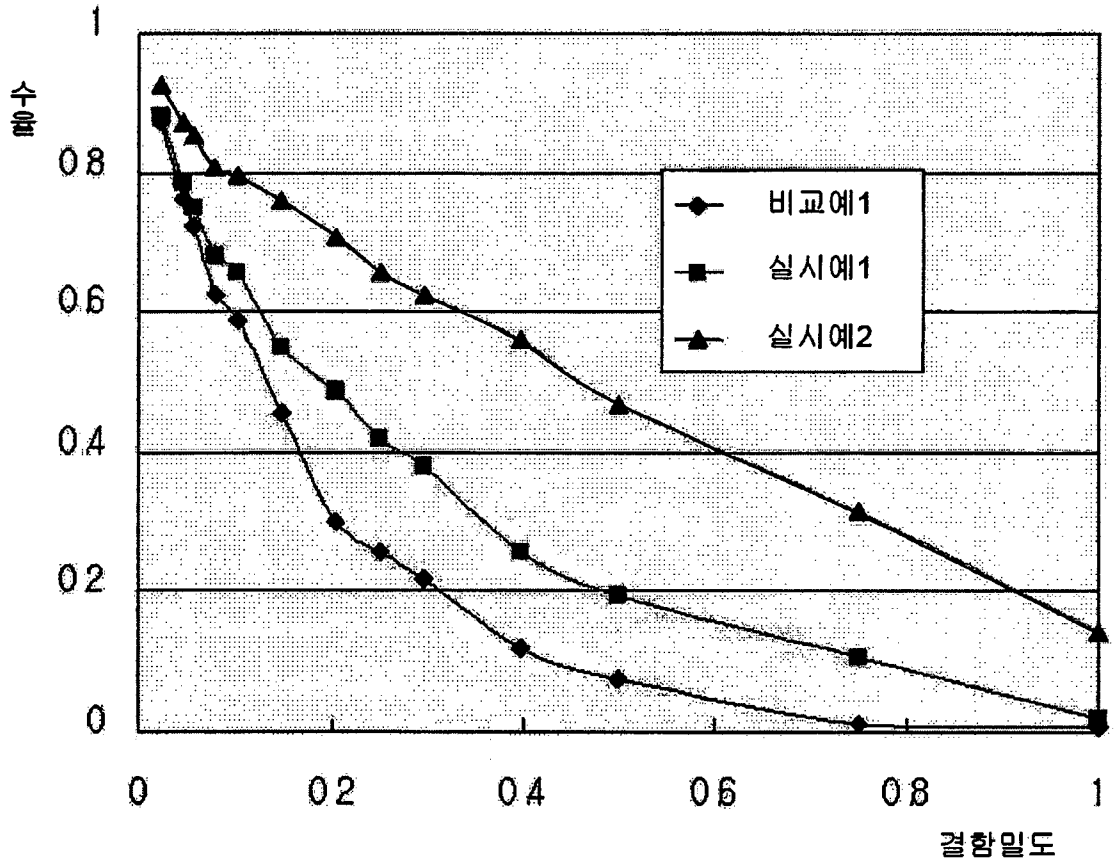
[Fig. 4]



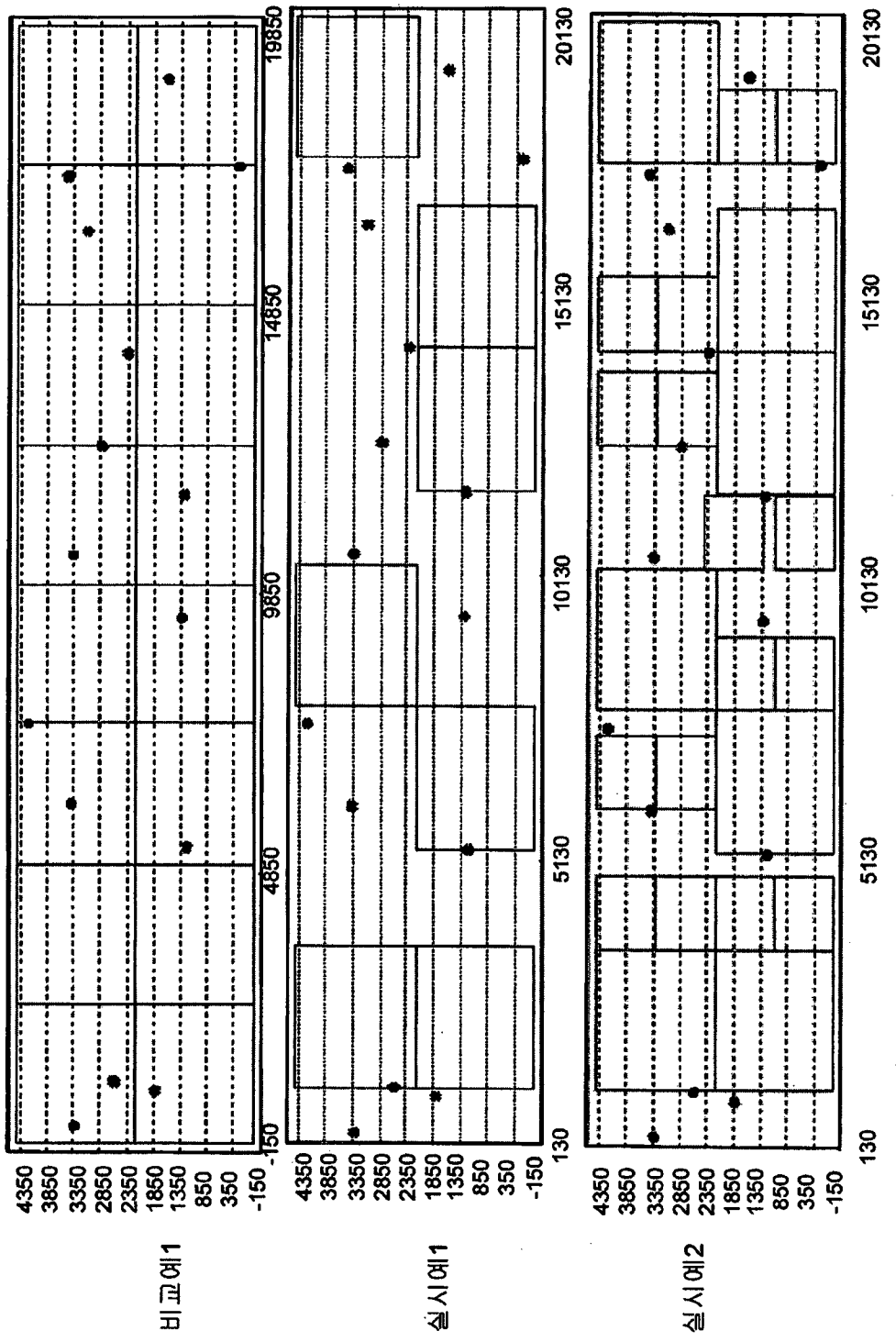
[Fig. 5]


시작
S10
검사과정
S20
1차 분할 과정
결함이 있는지?
No
Yes
S30
2차 분할 과정
S40
3차 분할 과정
S50
4차 커팅 과정
S60
후처리과정
종료

[Fig. 6]



[Fig. 7]


4350
3850
3350
2850
2350
1850
1350
850
350
-150
4850
9850
14850
19850
비교예1
130
5130
10130
15130
20130
실시예1
실시예2