



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년02월06일
(11) 등록번호 10-0881466
(24) 등록일자 2009년01월23일

(51) Int. Cl.
H01L 21/301 (2006.01) B23K 26/00 (2006.01)
C03B 33/09 (2006.01) B23K 26/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7015225
(22) 출원일자 2007년07월03일
심사청구일자 2007년07월03일
번역문제출일자 2007년07월03일
(65) 공개번호 10-2007-0094756
(43) 공개일자 2007년09월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/023940
국제출원일자 2005년12월27일
(87) 국제공개번호 WO 2006/070825
국제공개일자 2006년07월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2004-00381259 2004년12월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2002153984 A
JP평성04037492 A

(73) 특허권자
미쓰보시 다이아몬드 고교 가부시키키가이사
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네다 2초메 1
2반 12고
(72) 발명자
우에노 쓰토무
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네텐 2초메 1
2반 12고미쓰보시 다이아몬드 고교가부시키키가이사
내
오토다 겐지
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네텐 2초메 1
2반 12고미쓰보시 다이아몬드 고교가부시키키가이사
내
야마모토 고지
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네텐 2초메 1
2반 12고미쓰보시 다이아몬드 고교가부시키키가이사
내
(74) 대리인
박중화

전체 청구항 수 : 총 8 항

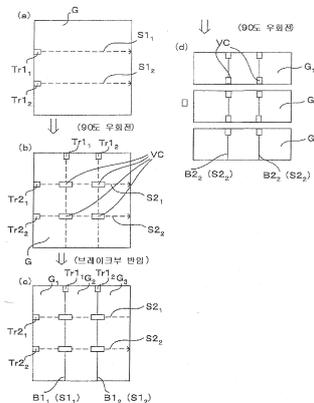
심사관 : 이창용

(54) 취성재료 기관의 절단방법 및 기관절단 시스템

(57) 요약

취성재료 기관에 흠 등의 손상을 발생시키지 않고 양호한 기관 절단면이 얻어지는 절단방법을 제공한다. (a)제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때에 제1방향 스크라이브 라인 근방에 있어서 국소적으로 부피수축을 발생시킴으로써 상기 부위에 인장응력이 발생하도록 레이저 빔의 상대이동속도 및/또는 출력을 조정하여 스크라이브를 하는 제1방향 스크라이브 공정, (b)제2방향 스크라이브 라인을 형성할 때에 제1방향 스크라이브 라인 근방에 발생한 인장응력을 이용하여 제2방향 스크라이브 시에 기점이 되는 브레이크용 트리거 크랙을 제1방향 스크라이브 라인과 제2방향 스크라이브 라인의 교점 근방에 국소적으로 형성하는 제2방향 스크라이브 공정, (c)기관을 제1방향을 따라 브레이크 하는 제1방향 브레이크 공정, (d)제1방향 브레이크 공정 후에 기관을 제2방향으로 브레이크 하는 제2방향 브레이크 공정을 하고, 브레이크용 트리거 크랙을 기점으로 브레이크 한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

취성재료 기판 상의 서로 교차하는 제1방향 및 제2방향에 대하여, 이 순서로 각각의 방향으로 레이저 빔(laser beam)을 상대이동 시키면서 조사(照射)하여 취성재료 기판을 그 용융온도(熔融溫度) 미만으로 가열하여, 상기 기판에 발생하는 열응력(熱應力)에 의하여 수직크랙(垂直crack)으로 이루어지는 제1방향 및 제2방향의 스크라이브 라인을 순차적으로 형성한 후에, 이들의 스크라이브 라인을 따라 상기 기판을 브레이크 하는 취성재료 기판의 절단방법으로서,

(a)레이저 빔의 상대이동 속도 또는 출력(出力) 중 적어도 하나를 조정하여 제1방향 스크라이브 라인 근방의 취성재료 기판에 있어서 국소적(局所的)인 부피 수축을 생기게 함으로써 인장응력(引張應力)을 발생시켜서 제1방향 스크라이브 라인을 형성하는 제1방향 스크라이브 공정,

(b)제1방향 스크라이브 공정 후에, 제1방향 스크라이브 라인 근방의 취성재료 기판에 발생시킨 인장응력을 이용하여 제2방향 스크라이브 라인 상에 있어서 제1방향 스크라이브 라인과의 교점 근방의 취성재료 기판에, 제2방향의 브레이크 시에 기점(起點)이 되는 브레이크용 트리거 크랙(break用 trigger crack)을 국소적으로 형성시키면서 제2방향 스크라이브 라인을 형성하는 제2방향 스크라이브 공정,

(c)제2방향 스크라이브 공정 후에, 상기 기판을 제1방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 하는 제1방향 브레이크 공정 및

(d)제1방향 브레이크 공정 후에, 상기 기판을 제2방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 하는 제2방향 브레이크 공정을 구비하는

것을 특징으로 하는 취성재료 기판의 절단방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 상대이동 속도 또는 출력 중 적어도 하나를, 에너지 밀도[=레이저 출력(W)÷빔 면적(mm²)÷스크라이브 속도(mm/s)]가 소정의 임계치(臨界值) 이상이 되도록 조정하는 것을 특징으로 하는 취성재료 기판의 절단방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

제1방향 스크라이브 라인을 구성하는 수직크랙, 제2방향 스크라이브 라인에 있어서 브레이크용 트리거 크랙 부분 이외의 부분을 구성하는 수직크랙이 블라인드 크랙(blind crack)이며, 브레이크용 트리거 크랙이 가시 크랙(可視crack)인 것을 특징으로 하는 취성재료 기판의 절단방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

제2방향 브레이크 공정 시에 상기 기판에 부여하는 부하가, 제1방향 브레이크 공정 시에 부여하는 부하와 동등하거나 또는 그것보다 작은 것을 특징으로 하는 취성재료 기판의 절단방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

취성재료 기판이 글라스 기판이며, 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 에너지 밀도[=레이저 출력(W)÷빔 면적(mm²)÷스크라이브 속도(mm/s)]를 0.016~0.022J/mm³으로 하는 것을 특징으로 하는 취성재료 기판의 절단방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

제1방향 스크라이브 라인 깊이보다 제2방향 스크라이브 라인 깊이를 깊게 하는 것을 특징으로 하는 취성재료 기관의 절단방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

제2방향 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 에너지 밀도를, 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때와 비교하여 증가시키는 것을 특징으로 하는 취성재료 기관의 절단방법.

청구항 8

(A)레이저 빔을 조사(照射)하는 레이저 빔 조사부, 레이저 빔 조사부를 취성재료 기관에 대하여 상대이동시키는 레이저 빔 주사부(走査部), 상기 기관에 대한 레이저 빔의 주사방향을 변경하는 레이저 빔 주사방향 변경부를 구비하고, 상기 기관에 대하여 레이저 빔을 주사하면서 조사하여 스크라이브 라인을 형성하는 스크라이브 라인 형성부와,

(B)상기 기관에 형성된 스크라이브 라인을 따라 상기 기관을 브레이크 하는 브레이크부와,

(C)스크라이브 라인 형성부와 브레이크부를 제어하는 제어부

로 이루어지고,

제어부는, 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때에는 기관에 국소적으로 부피 수축을 생기게 함으로써 인장응력이 발생하도록 레이저 빔의 상대이동 속도 또는 출력 중 적어도 하나를 조정하여 제1방향 스크라이브 라인을 형성한 후에 레이저 빔 주사방향 변경부에 의하여 레이저 빔의 주사방향을 변경하여 제1방향과 교차하는 제2방향으로 스크라이브 라인을 형성하도록 스크라이브 라인 형성부를 제어하고, 계속하여 제1방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 한 후에 제2방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 하도록 브레이크부를 제어하는

것을 특징으로 하는 기관절단 시스템.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은, 글라스, 소결재료(燒結材料)의 세라믹스, 단결정 실리콘(單結晶 silicon), 사파이어, 반도체 웨이퍼, 세라믹 기관 등 주로 취성재료(脆性材料) 기관을 레이저 빔을 사용해서 용융온도(溶融溫度) 미만으로 가열함으로써, 수직크랙으로 이루어지는 스크라이브 라인을 형성한 다음에 절단하는 취성재료 기관의 절단방법 및 기관절단 시스템에 관한 것으로서, 더 상세하게는, 서로 교차하는 2방향의 수직크랙을 취성재료 기관 상에 형성한 다음에 이들 2방향을 따라 절단하는 취성재료 기관의 절단방법 및 기관절단 시스템에 관한 것이다.

배경기술

<2> 종래에 취성재료 기관에 커터 휠 등을 압접(壓接)시키면서 진동(轉動)시켜서 스크라이브 라인을 형성하고 형성된 스크라이브 라인을 따라 수직방향으로 가압하여 브레이크 함으로써 이 기관을 절단하는 것이 이루어지고 있다.

<3> 예를 들면 액정 디스플레이 등의 패널 제조분야에서는, 2장의 글라스 기관을 접합시킨 머더기관에 대하여, 서로 직교하는 제1의 방향 및 제2의 방향으로 각각 단수(單數) 또는 복수(複數)의 스크라이브 라인을 순차적으로 형성하고(이하, 크로스 스크라이브라고 한다), 형성된 각 스크라이브 라인을 따라 머더기관을 브레이크 함으로써 작은 치수의 단위기관이 만들어지고 있다.

<4> 글라스 기관 등의 취성재료 기관에 대하여, 서로 직교하는 제1 및 제2의 스크라이브 라인을 이 순서로 커터 휠을 사용하여 각각 형성할 때에, 교점 건너뛰기(제1스크라이브 라인에 교차하는 제2스크라이브 라인을 형성할 때에, 교점 부근에 스크라이브 라인이 형성되지 않는 「건너뛰기」가 발생하는 현

상)의 발생을 방지하기 위해서, 제2의 스크라이브 라인은 스크라이브 압력을 크게 하여 형성하는 것이 개시되어 있다(특허문헌1 참조).

- <5> 또한 최근, 레이저 빔을 사용해서 기관의 용융온도 미만으로 기관을 가열하여 기관에 수직크랙을 형성한 다음에 기관을 절단하는 방법이 실용화되어 있다. 레이저 빔을 사용해서 취성재료 기관을 절단하는 방법에서는, 취성재료 기관의 가공 시점(始點)에 형성한 홈 부분(트리거(trigger)라고 한다)을 레이저 빔 조사(照射)에 의하여 발생하는 열응력(熱應力)에 의하여 성장시키면서 레이저 빔을 스크라이브 예정라인을 따라 이동시킴으로써, 수직크랙을 가공 종점(終點)까지 유도한다.
- <6> 보통 취성재료 기관에 있어서 커터 휠을 사용하여 스크라이브를 한 경우에는, 커터 휠에 의하여 취성재료 기관에 부여되는 기계적인 응력에 의하여 기관의 결함이 발생하기 쉬워, 브레이크를 하였을 때에 상기 결함으로 인한 깨어짐 등이 발생한다.
- <7> 이에 대하여 레이저 빔을 사용해서 취성재료 기관에 있어서 스크라이브를 하는 경우에는, 열응력을 이용하기 때문에 공구를 직접 기관에 짝 누르는 일이 없으므로, 절단면은 흠집 등이 적은 평활한 면이 되고 기관의 강도가 유지된다. 즉 레이저 빔을 사용한 취성재료 기관의 스크라이브에서는, 비접촉 가공이기 때문에 상기한 잠재적 결함의 발생을 억제할 수 있어, 브레이크를 하였을 때에 취성재료 기관에 발생하는 깨어짐 등의 손상을 억제할 수 있다.
- <8> 레이저 빔에 의하여 크로스 스크라이브 라인을 형성하는 경우에는, 제1의 방향으로 제1의 스크라이브 라인을 형성한 후에, 제2의 방향으로 제1의 스크라이브 라인보다 얇은 수직크랙으로 이루어지는 제2의 스크라이브 라인을 형성함으로써, 제1방향 스크라이브 라인과 제2방향 스크라이브 라인의 교점에 있어서 이상한 크랙이 발생하는 것을 방지하는 것이 개시되어 있다(특허문헌2 참조).
- <9> 특허문헌1 : 일본국 특허공보 특공평5-35689호 공보
- <10> 특허문헌2 : 일본국 특허 제3370310호 공보

발명의 상세한 설명

- <11> [발명이 이루고자 하는 기술적 과제]
- <12> 도10은, 레이저 빔 조사에 의하여 머더기관에 스크라이브 라인을 형성한 후에, 형성된 스크라이브 라인을 따라 머더기관을 절단하는 공정에 있어서 종래의 예를 설명하는 도면이다. 도10(a)에 있어서, 제1의 방향으로 속도V로 레이저 빔을 주사(走査)하여 머더기관G에 제1의 스크라이브 라인S₁₁, S₁₂를 형성한다. 계속하여 도10(b)에 나타나 있는 바와 같이, 제1의 스크라이브 라인S₁₁, S₁₂와 직교하는 제2의 방향으로 속도V로 레이저 빔을 주사하여 제2의 스크라이브 라인S₂₁, S₂₂를 형성한다. 또, 이들의 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 출력은 일정하고, 기관 끝에는 트리거를 형성하고 있다.
- <13> 계속하여 도10(c)에 나타나 있는 바와 같이, 제2의 스크라이브 라인S₂₁, S₂₂를 따라 머더기관G에 부하F를 부여해서 제1의 브레이크B₁₁, B₁₂를 한다. 이 때에 머더기관G는 제2의 스크라이브 라인S₂₁, S₂₂를 따라 비교적 용이하게 절단(분리)된다. 즉, 머더기관G에 형성된 스크라이브 라인S₂₁, S₂₂의 한 쪽 단부(端部)에 트리거가 되는 홈이 형성되어 있으므로, 작은 부하F로 절단할 수 있다.
- <14> 계속하여 도10(d)에 나타나 있는 바와 같이, 제1의 스크라이브 라인S₁₁, S₁₂를 따라 제2의 브레이크B₂₁, B₂₂를 한다. 이 때에 기관G1, G2, G3 중에 기관G1에는, 스크라이브 라인 형성 전에 기관 끝에 형성된 트리거를 구비하고, 또 기관G3에는, 스크라이브 라인 형성시에 기관 끝에 자연히 형성된 트리거를 구비한다.
- <15> 따라서, 도10(c)에 나타난 제1의 브레이크B₁₁, B₁₂의 경우와 동일한 방법으로 부하F로 브레이크를 하여도, 3개로 절단된 분할 머더기관G1, G2, G3 중에서 적어도 분할 머더기관G2에는 트리거가 존재하지 않기 때문에, 제1의 스크라이브 라인S₁₁, S₁₂를 따라 용이하게 절단할 수 없다. 머더기관G2를 제1의 스크라이브 라인S₁₁, S₁₂를 따라 역지로 브레이크 하려고 하면, 하중F 이상의 큰 하중을 부여하여

제2의 브레이크B₂₁, B₂₂를 하지 않으면 안 된다. 특히 기관의 판의 두께가 클 경우(기관의 재질에도 의하지만, 예를 들면 판의 두께 2mm 이상의 경우)에는, 브레이크 할 때의 부하가 크다.

<16> 보통 브레이크 할 때의 부하는, 확실하게 절단이 가능한 하중 범위에서 또한 가능한 한 작게 설정함으로써 기관에 주는 충격을 억제하도록 하여, 브레이크 할 때에 흠집 등의 손상이 발생하는 것을 방지하도록 하고 있다. 분할 머더기관G1~G3에 대하여 하중F보다 큰 하중을 가해서 브레이크를 한 경우에는, 충격이 크게 증가하여 머더기관G의 절단면(제2방향 절단면)에는 흠집 등의 손상이 발생하기 쉬워진다.

<17> 한편 제1스크라이브 라인S₁₁, S₁₂를 깊은 크랙으로 형성하려고 하면, 레이저 빔 이동속도를 낮게 하거나 또는 레이저 출력을 크게 하는 것이 필요하게 되어, 실용상 충분한 레이저 빔 이동속도를 확보할 수 없거나 브레이크 후의 절단면의 품질이 대폭적으로 저하하거나 하는 문제가 있었다.

<18> 그래서 본 발명은, 취성재료 기관을 절단할 때에 절단면에 발생하는 흠집 등의 손상을 대폭적으로 저감하여 양호한 기관 절단면이 얻어지는 취성재료 기관의 절단방법 및 기관절단 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<19> [발명의 구성]

<20> 상기 과제를 해결하기 위해서 이루어진 본 발명의 취성재료 기관의 절단방법은, 취성재료 기관 상의 서로 교차하는 제1방향 및 제2방향에 대하여, 이 순서로 각각의 방향으로 레이저 빔을 상대이동 시키면서 조사하여 용융온도 미만으로 가열하여, 상기 기관에 발생하는 열응력에 의하여 수직크랙으로 이루어지는 제1방향 및 제2방향의 스크라이브 라인을 순차적으로 형성한 후에, 이들의 스크라이브 라인을 따라 상기 기관을 브레이크 하는 취성재료 기관의 절단방법에 있어서, 이하의 공정을 구비한다.

<21> (a)제1방향 스크라이브 공정 : 레이저 빔의 상대이동 속도 및/또는 출력을 조정하여 제1방향 스크라이브 라인 근방에 있어서 국소적인 부피 수축을 발생시킴으로써 인장응력(引張應力)을 발생시켜서 제1방향 스크라이브 라인을 형성한다. 보통, 제1방향 스크라이브 라인을 구성하는 수직크랙은 블라인드 크랙(blind crack)이다.

<22> (b)제2방향 스크라이브 공정 : 제1방향 스크라이브 공정 후에 제1방향 스크라이브 라인 근방에 발생시킨 인장응력을 이용하여, 제2방향 스크라이브 라인 상에 있어서 제1방향 스크라이브 라인과 교점 근방에, 제2방향 브레이크 할 때에 기점(起點)이 되는 브레이크용 트리거 크랙을 국소적으로 형성시키면서 제2방향 스크라이브 라인을 형성한다. 보통, 제2방향 스크라이브 라인의 브레이크용 트리거 크랙 부분 이외의 부분을 구성하는 수직크랙은 블라인드 크랙이며, 브레이크용 트리거 크랙은 가시 크랙(可視 crack)이다. 예를 들면 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 상대이동 속도 및/또는 출력을, 에너지 밀도=[레이저 출력(W)÷빔 면적(mm²)÷(스크라이브 속도(mm/s))]가 소정의 임계치(臨界値) 이상이 되도록 조정함으로써, 국소적으로 브레이크용 트리거 크랙을 형성시키면서 제2방향 스크라이브 라인을 형성할 수 있다. 구체적으로는, 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때에, 스크라이브 라인을 형성할 수 있는 에너지 밀도의 범위 내에서 소정의 임계치보다 높은 범위의 에너지 밀도로 제1방향 스크라이브 라인을 형성함으로써, 제2방향 스크라이브 라인을 형성할 때에 브레이크용 트리거 크랙을 형성할 수 있다. 특히 한정되는 것은 아니지만, 취성재료 기관이 소다 글라스 기관 등의 글라스 기관일 경우에, 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 에너지 밀도=[레이저 출력(W)÷빔 면적(mm²)÷스크라이브 속도(mm/s)]를 예를 들면 0.016~0.022J/mm³으로 하여도 좋다. 제2방향 스크라이브 라인 깊이는, 제1방향 스크라이브 라인 깊이보다 얇아도 좋지만 깊어도 좋다. 따라서, 제2방향 스크라이브 라인을 형성할 때의 레이저 빔의 에너지 밀도를 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때보다 감소시켜도 좋지만 증가시켜도 좋다.

<23> (c)제1방향 브레이크 공정 : 제2방향 스크라이브 공정 후에 상기 기관을 제1방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 한다.

<24> (d)제2방향 브레이크 공정 : 제1방향 브레이크 공정 후에 상기 기관을 제2방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 한다. 예를 들면 제2방향 브레이크 공정 시에 상기 기관에 부여하는 부하는, 제1방향 브레이크

크 공정 시에 부여하는 부하와 동등하거나 또는 그것보다 작게 하더라도 좋다.

- <25> 또, 이하의 기관절단 시스템도 본 발명에 포함된다.
- <26> (A)레이저 빔을 조사하는 레이저 빔 조사부, 레이저 빔 조사부를 취성재료 기관에 대하여 상대이동 시키는 레이저 빔 주사부(走査部), 상기 기관에 대한 레이저 빔의 주사방향을 변경하는 레이저 빔 주사방향 변경부를 구비하고, 상기 기관에 대하여 레이저 빔을 주사하면서 조사하여 스크라이브 라인을 형성하는 스크라이브 라인 형성부와,
- <27> (B)상기 기관에 형성된 스크라이브 라인을 따라 상기 기관을 브레이크 하는 브레이크부와,
- <28> (C)스크라이브 라인 형성부와 브레이크부를 제어하는 제어부로 이루어지고,
- <29> 제어부는, 제1방향 스크라이브 라인을 형성할 때에는 기관에 국소적으로 부피 수축을 발생시킴으로써, 인장응력이 발생하도록 레이저 빔의 상대이동 속도 및/또는 출력을 조정하여 제1방향 스크라이브 라인을 형성한 후에, 레이저 빔 주사방향 변경부에 의하여 레이저 빔의 주사방향을 변경하여 제1방향과 교차하는 제2방향으로 스크라이브 라인을 형성하도록, 스크라이브 라인 형성부를 제어하고, 계속하여 제1방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 한 후에 제2방향 스크라이브 라인을 따라 브레이크 하도록, 브레이크부를 제어하는 것을 특징으로 하는 기관절단 시스템.
- <30> 여기에서 취성재료 기관으로서는, 글라스 기관이 전형적이지만 그 이외에 소결재료의 세라믹스, 단결정 실리콘, 사파이어, 반도체 웨이퍼, 세라믹 기관 등도 포함된다.
- <31> 이러한 취성재료 기관으로서는, 단판 혹은 접합기관이 포함되고 회로 패턴이나 전극을 형성하는 금속막이나 수지막이 부착된 기관도 포함된다. 본 발명은, 예를 들면 종래의 절단방법으로는 스크라이브 후의 브레이크 시에 큰 가압력이 필요한 기관의 절단에 있어서 효과적이다.
- <32> 일반적으로 소다 글라스 기관은 레이저를 사용한 스크라이브 후의 브레이크가 비교적 용이하지만, 예를 들면 플라즈마 디스플레이 패널(PDP)에 사용되는 2mm 이상(예를 들면 2~5mm)의 두께를 구비하는 소다 글라스 기관은, 종래의 절단방법으로는 브레이크 시에 큰 가압력을 필요로 한다.
- <33> 본 발명의 취성재료 기관의 절단방법 및 절단 시스템이 적용되는 취성재료 기관의 구체적인 용도로서는, 액정표시패널, 플라즈마 디스플레이 패널(PDP), 유기EL 디스플레이 패널, 프로젝터용 기관 등의 플랫 패널 디스플레이용의 패널을 들 수 있다. 본 발명에 있어서 「기관의 국소적인 부피 수축」이라는 것은, 글라스와 같은 비정질재료(非晶質材料)가 원래 구비하는 준안정(準安定) 상태로부터 열처리 등을 받음으로써 그 부피가 수축되는 현상을 의미한다. 국소적인 부피 수축을 일으킨 기관이 표면으로부터 냉각됨으로써, 기관 내부에 인장응력이 발생한다.
- <34> 본 발명에 있어서 「서로 교차하는 제1방향과 제2방향」으로는, 서로 직교하는 2방향의 경우가 가장 바람직하지만, 이것에 한정되지 않고 요컨대 교점이 형성되는 2방향이면 좋다.
- <35> 레이저 빔의 상대이동은, 레이저 빔 축을 이동시켜도 좋고 기관 축을 이동시켜도 좋고, XY 이차원 직교 좌표계에 있어서 X방향(Y방향)은 레이저 빔 축으로 이동시키고 Y방향(X방향)은 기관 축으로 이동시켜도 좋다.
- <36> 열응력에 의한 수직크랙의 발생은, 레이저 빔 조사에 의한 가열 후에 자연방치에 의한 자연공냉(自然空冷)을 함으로써 발생시킬 수 있지만, 냉매를 분사해서 강제 냉각함으로써 열응력을 적극적으로 발생시켜서 더 확실하게 발생시키도록 하는 것이 바람직하다.
- <37> 예를 들면 스크라이브 라인을 따라 가압하여 스크라이브 라인을 축으로 하여 휨 모멘트를 가함으로써, 브레이크 할 수 있다. 가압은, 기관에 대하여 직선적으로 접촉하는 압자(壓子)를 구비하는 브레이크 바(break bar)를 사용하여 스크라이브 라인에 전단력(剪斷力)을 주는 것이 바람직하지만, 이것에 한정되지 않는다. 예를 들면 브레이크 바에 의한 가압과 함께 기관의 가압축이 오목부가 되도록 기관을 휘어지게 하여 실질적으로 가압하게 하여도 좋다.
- <38> 본 발명에 의하면, 우선 상기 제1방향 스크라이브 공정(a)에서, 레이저 빔 주사 시의 상대이동 속도와 레이저 빔 출력의 적어도 어느 하나의 파라미터를 조정하여 레이저 빔을 조사함으로써, 제1스크라이브 라인을 형성한다. 레이저 빔 주사 시의 상대이동 속도(스크라이브 속도)는, 예를 들면 50~150mm/s 이더라도 좋다. 또한 레이저 출력은, 예를 들면 100~200W 이더라도 좋다. 또한 레이저 빔의 에너지

밀도=[레이저 출력(W)÷빔 면적(mm²)÷스크라이브 속도(mm/s)]는, 예를 들면 0.016~0.022J/mm³ 이더라도 좋다. 이 때에 제1방향 스크라이브 라인 근방에 있어서 국소적인 부피 수축이 발생함으로써, 상기 부위에 인장응력이 발생한다. 이 인장응력에 의하여 제1스크라이브 라인이 형성된다. 이 크랙은 보통은 블라인드 크랙으로서 형성된다.

- <39> 이 제1스크라이브 라인을 형성하기 위한 레이저 빔 조사 가열 시에, 상기한 레이저 빔 상대이동 속도나 레이저 빔 출력의 조정에 의하여 기관 표면온도가 용융온도를 넘지 않도록 제어하는 것이 필요하지만, 또한 그 온도 범위 조건하에서 가열영역을 가능한 한 고온으로 하는 것, 즉 레이저 빔 조사의 에너지 밀도를 스크라이브가 가능한 범위에서 가능한 한 높게 하는 것(소정의 임계치 이상으로 조정하는 것)이, 상기한 인장응력을 크게 발생시키는 조건으로서 바람직하다.
- <40> 계속하여 제2방향 스크라이브 공정(b)에서, 제2방향으로 스크라이브를 하고, 제1방향 스크라이브 라인 근방에 발생한 인장응력을 이용하여, 후술하는 제2방향의 브레이크를 할 때에 브레이크의 기점이 되는 브레이크용 트리거 크랙을, 제2방향 스크라이브 라인 상에 있어서 제1방향 스크라이브 라인과의 교점 근방에 국소적으로 형성한다.
- <41> 즉 제2방향으로의 스크라이브에 의하여 제2방향 스크라이브 라인이 형성되지만, 이 때에 제2방향 스크라이브 라인에 있어서 제1방향 스크라이브 라인과의 교점 근방 영역(즉 인장응력이 존재하는 위치)을 구성하는 크랙과, 제2방향 스크라이브 라인에 있어서 상기 교점으로부터 떨어진 영역(인장응력이 존재하지 않는 위치)을 구성하는 크랙은, 크랙의 성상(性狀)이 다르게 된다.
- <42> 제2방향 스크라이브 라인 상에 있어서 제1스크라이브 라인 근방영역에서는, 제2방향 스크라이브에 의해 발생하는 크랙에 의하여 제1스크라이브 라인 근방영역에 존재하는 인장응력이 개방되기 때문에, 이 영역의 크랙이 끝나지 않고 벌어진 상태로 남아, 보통은 눈으로 인식 가능한 가시 크랙이 된다.
- <43> 이 가시 크랙은, 브레이크 할 때의 트리거로서 기능하게 된다.
- <44> 한편 후자의 크랙은, 제1스크라이브 라인과 같은 스크라이브 라인을 형성하는 크랙(보통은 블라인드 크랙)이다. 따라서 교점 근방의 제2방향 스크라이브 라인에 발생하는 국소적인 크랙 부분만이 브레이크용 트리거 크랙이 된다.
- <45> 계속하여 제1방향 브레이크 공정(c)에서, 먼저 제1방향 스크라이브 라인을 따라 상기 기관을 브레이크 한다. 즉 브레이크용 트리거 크랙이 형성되어 있는 제2스크라이브 라인 방향과는 다른 제1방향을 먼저 브레이크 함으로써, 절단 후의 각 기관부분의 단부에 각각 브레이크용 트리거 크랙이 남도록 한다.
- <46> 마지막으로 제2방향 브레이크 공정(d)에서, 브레이크용 트리거 크랙을 기점으로 하여 제2방향 스크라이브 라인을 따라 상기 기관을 브레이크 한다.
- <47> [발명의 효과]
- <48> 본 발명의 절단방법에 의하면, 제2방향의 스크라이브 라인을 따라 종래보다 작은 부하로 취성재료 기관을 브레이크 할 수 있다. 따라서 기관에 흠집 등이 발생하기 어려워 양호한 취성재료 기관의 절단면이 얻어진다.
- <49> 또한 본 발명의 절단방법에 의하면, 제2스크라이브 라인을 형성하는 공정 중에 제2방향 브레이크 공정 시에 있어서의 브레이크용 트리거 크랙을 동시에 형성할 수 있으므로, 별도로 브레이크용 트리거 크랙을 형성하는 공정을 끼워 넣을 필요가 없어서, 브레이크용 트리거 크랙을 형성하는 공정을 포함한 다른 절단 프로세스와 비교하여 공정을 간략화 할 수 있다.
- <50> (그 밖의 발명의 구성 및 효과)
- <51> 상기 절단방법에 있어서, 제1방향의 스크라이브 라인 및 제2방향의 스크라이브 라인(브레이크용 트리거 크랙 이외의 부분)을 구성하는 수직크랙은 블라인드 크랙이고, 브레이크용 트리거 크랙은 가시 크랙이게 하여도 좋다. 이에 따라 제2방향의 브레이크는 작은 부하로 용이하게 할 수 있고, 또한 트리거 형성의 유무(가시 크랙의 유무)를 눈으로 확인할 수 있기 때문에 트리거 형성의 유무의 체크가 용이하게 된다.
- <52> 또한 상기 절단방법에 있어서, 제2방향 브레이크 공정 시에 상기 기관에 가하는 실질적인 부하가, 제

1방향의 브레이크 공정 시에 가하는 부하와 같거나 또는 이것보다 작게 하여도 좋다.

- <53> 이에 따라 브레이크 시에 절단면의 흠집 등의 불량 발생을 방지할 수 있다.
- <54> 또한 다른 관점으로부터 상기 과제를 해결하기 위해서 이루어진 본 발명의 기관절단 시스템은, 상기한 절단방법을 실시하는데도 적절한 시스템으로서, 이하의 구성을 구비하고 있다. 즉 (A)설정된 출력으로 레이저 빔을 조사하는 레이저 빔 조사부, 설정한 이동 속도로 레이저 빔 조사부를 기관에 대하여 상대이동 하는 레이저 빔 주사부, 상기 기관에 대한 레이저 빔의 주사방향을 변경하는 레이저 빔 주사방향 변경부를 구비하고, 상기 기관에 대하여 레이저 빔을 주사하면서 조사하여 스크라이브 라인을 형성하는 스크라이브 라인 형성부와, (B)상기 기관에 형성된 스크라이브 라인을 축으로 하여 휨 모멘트를 가하여, 상기 기관의 스크라이브 라인을 따라 브레이크 하는 브레이크부와, (C)스크라이브 라인 형성부와 브레이크부를 제어하는 제어부로 이루어지고, 제어부는, 기관에 대하여 국소적으로 부피 수축을 생기게 함으로써 그것에 의하여 상기 부위에 인장응력을 발생시키도록 조정된 레이저 빔 상대이동 속도 및/또는 레이저 빔 출력으로 제1의 방향으로 스크라이브 라인을 형성한 후에, 레이저 빔 주사방향 변경부에 의하여 레이저 빔의 주사방향을 변경하여 제1방향과 교차하는 제2방향으로 스크라이브 라인을 형성하도록, 스크라이브 라인 형성부를 제어하고, 계속하여 먼저 제1방향의 스크라이브 라인을 따라 브레이크 한 후에 제2방향의 스크라이브 라인을 따라 브레이크 하도록, 브레이크부를 제어하도록 하고 있다.

실시예

- <92> 이하, 본 발명의 취성재료 기관의 절단방법 및 그 절단방법을 실시하는 기관절단 시스템에 대하여 도면을 이용하여 설명한다.
- <93> [장치구성]
- <94> 도1은, 본 발명의 한 실시예인 절단방법을 실시할 때에 이용되는 기관절단 시스템100의 개략적인 구성을 나타내는 블록도이다. 이 기관절단 시스템100은, 스크라이브 라인 형성부200과, 브레이크부300과, 이들 전체를 제어하는 제어부400으로 구성된다. 스크라이브 라인 형성부200과 브레이크부300은 일체로 된 구조로 할 수도 있지만, 본 실시예에서는 분리된 구조로 하고 있다. 그 때문에, 주지(周知)의 로봇 핸드(robot hand)로 이루어지는 기관반송부500을 양자 사이에 삽입시키도록 하여 제어부400으로 제어함으로써, 스크라이브 라인 형성부200으로부터 브레이크부300으로 기관을 반송(搬送)하여 반전(反轉)시키도록 하고 있다.
- <95> 스크라이브 라인 형성부200은, 제어부400에 의한 제어 하에서 일련의 동작을 실행한다. 이들의 동작을 실행하는 스크라이브 라인 형성부200의 장치구성을 기능 블록마다 나누어서 설명하면, 레이저 빔 조사부201과, 레이저 빔 주사부202와, 레이저 빔 주사방향 변경부203으로 구성된다.
- <96> 이 중에서 레이저 빔 조사부201은, 도면에 나타나 있지 않은 입력기기(예를 들면 키보드)에 의하여 미리 설정한 출력값의 레이저 빔을 조사한다.
- <97> 레이저 빔 주사부202는, 도면에 나타나 있지 않은 입력기기에 의해 미리 설정한 이동속도로 레이저 빔 조사부201을 머더기관G에 대하여 상대이동 시킴으로써 머더기관G를 국소적으로 가열한다. 레이저 빔 주사방향 변경부203은, 머더기관G에 대한 레이저 빔 주사부202의 주사방향을 변경한다.
- <98> 다음에 상기한 스크라이브 라인 형성부200의 각 기능블록을 구체적인 장치구성에 의하여 설명한다. 도 2는, 본 발명의 한 실시예인 스크라이브 라인 형성부200(스크라이브 장치)의 구체적 구조를 나타낸다.
- <99> 이 스크라이브 장치200은, 수평한 XY평면을 구비하는 설치대11 위에 Y방향을 따라 왕복 이동하는 슬라이드 테이블12를 구비하고 있다. 이 슬라이드 테이블12는, 설치대11의 상면에 Y방향을 따라 평행하게 배치된 한 쌍의 가이드 레일14, 15에 의해 슬라이드 가능하게 지지되어 있다. 양쪽 가이드 레일 14, 15의 중간부에는, 볼나사13이 도면에 나타나 있지 않은 모터에 의해 각 가이드 레일14, 15와 평행하게 회전하도록 되어 있다. 볼나사13은 정회전(正回轉), 역회전(逆回轉) 가능하게 되어 있고, 이 볼나사13에 볼 너트16이 나사결합 하여 부착되어 있다.
- <100> 볼 너트16은, 회전하지 않는 상태로 슬라이드 테이블12에 일체로 부착되어 있고, 볼나사13의 정회전 및 역회전에 의하여 볼나사13을 따라 정역의 양쪽방향으로 슬라이드 한다. 이에 따라 볼 너트16과

일체적으로 부착된 슬라이드 테이블12가, 가이드 레일14, 15를 따라 Y방향으로 슬라이드 한다. 따라서 이들 각 부에 의해 Y축 구동기구가 구성된다.

- <101> 슬라이드 테이블12 위에는 대좌(臺座)19가 수평한 상태로 배치되어 있다. 대좌19는, 슬라이드 테이블12 상에 평행하게 배치된 한 쌍의 가이드 레일21(도시된 가이드 레일21 이외에 지면 속 측에 동일한 형상의 가이드 레일21이 있다)에, 슬라이드 가능하게 지지되어 있다. 각 가이드 레일21은, 슬라이드 테이블12가 슬라이드 하는 방향인 Y방향과 직교하는 X방향을 따라 배치되어 있다. 또한 각 가이드 레일21의 중간부에는 각 가이드 레일21과 평행하게 볼나사22가 배치 되어 있고, 볼나사22가 모터23에 의해 정회전, 역회전 되도록 되어 있다.
- <102> 볼나사22에는 볼 너트24가 나사결합 하여 부착되어 있다. 볼 너트24는, 회전하지 않는 상태로 대좌19에 일체적으로 부착되어 있고, 볼나사22의 정회전, 역회전에 의하여 볼나사22를 따라 정역의 양쪽방향으로 이동한다. 이에 따라 대좌19가 각 가이드 레일21를 따라 X방향으로 슬라이드 한다. 따라서 이들 각 부에 의하여 X축 구동기구가 구성된다.
- <103> 대좌19 위에는, 머더기관G가 재치(載置)되는 테이블26이 수평한 상태로 설치되어 있다. 테이블26 상에는, 머더기관G가 예를 들면 흡인 척(吸引 chuck)에 의하여 고정된다. 테이블26에는, X축 방향에 있어서 도면에 나타나 있지 않은 기준 재치위치가 정해져 있어, 기준 재치위치에 정확하게 재치된 머더기관G는, 상기한 슬라이드 기구(X축 구동기구)에 의하여 X축 방향을 따라 정확하게 이동시킬 수 있게 되어 있다. 또한 모터23의 회전속도를 조정할 수 있게 되어 있어, 회전속도를 변경함으로써 테이블26의 X축 방향의 이동속도를 조정할 수 있게 되어 있다.
- <104> 또한 대좌19 위에는, 도면에 나타나 있지 않은 모터에 의하여 구동되는 회전기구25가 설치되어 있고, 이 회전기구25에 의하여 테이블26 상에 재치된 머더기관G의 방향을 변경할 수 있도록 되어 있다. 본 실시예에서는 기준 재치위치에 재치된 머더기관G를 90도씩 회전할 수 있도록 하고 있다.
- <105> 테이블26의 상방에는 테이블26의 표면으로부터 적당한 간격을 두고 스크라이브 헤드31이 배치되어 있다. 스크라이브 헤드31은, 수직상태로 배치된 광학홀더33의 하단부에 수평한 상태로, 도면에 나타나 있지 않은 승강기구에 의하여 승강시킬 수 있도록 지지되어 있다. 광학홀더33의 상단부는, 설치대11 위에 지지된 부착대32의 하면에 부착되어 있다. 부착대32 상에는, 레이저 빔을 발진(發振)하는 레이저 발진기34(예를 들면 CO₂ 레이저)가 설치되어 있고, 레이저 발진기34로부터 발진되는 레이저 빔이, 광학홀더33 내에 지지된 렌즈 광학기구35를 통하여 머더기관G에 조사된다.
- <106> 스크라이브 헤드31의 일단(一端)에는 냉각부40이 부착되어 있다. 냉각부40은, 냉매원(冷媒源)41(헬륨 가스, N₂ 가스, CO₂ 가스 등)과, 냉매원41로부터 공급되는 냉매 가스를 분사(噴射)하는 노즐(nozzle)42로 이루어지고, 레이저 빔 조사에 의하여 가열된 머더기관G를 국소적으로 급냉(急冷)시킴으로써 열응력을 발생시켜, 크랙의 발생을 촉진하고 있다.
- <107> 스크라이브 헤드31에 있어서 냉각부40이 부착된 측과는 반대측의 일단에는, 머더기관G의 단부에 크랙의 기점(起點)이 되는 트리거(trigger)를 기계적으로 형성하는 트리거 형성부45(예를 들면 커터 휠)가 부착되어 있다. 이 트리거 형성부45는, 머더기관G의 단부가 바로 아래에 있을 때에, 일시적으로 스크라이브 헤드31을 하강(下降)시켜서 압접(壓接) 함으로써 머더기관G의 단부에 트리거(홈)를 형성한다.
- <108> 스크라이브 라인 형성부200은 이러한 구체적 구성을 구비하고 있어, 앞에 설명한 기능 블록 구성과는 이하의 관계가 된다.
- <109> 즉 광학홀더33, 레이저 발진기34, 렌즈 광학기구35는, 레이저 빔 조사부201에 대응한다. 또한 대좌19, 볼나사22, 모터23, 볼 너트24로 이루어지는 X방향 구동기구는, 스크라이브 헤드31로부터 기관G에 조사되는 레이저 빔을 주사하는 레이저 빔 주사부202에 대응한다. 또한 회전기구25는, 머더기관G를 회전시킴으로써 머더기관G에 대한 레이저 빔 주사방향을 변경할 수 있기 때문에, 레이저 빔 주사방향 변경부203에 대응한다.
- <110> 또한 슬라이드 테이블12, 볼나사13, 볼나사13을 회전시키며 도면에 나타나 있지 않은 모터, 볼 너트16으로 이루어지는 Y방향 구동기구는, 머더기관G를 Y방향으로 슬라이드 시켜서, X방향을 따라 평행하게 여러 번의 스크라이브를 할 때에 구동된다. 즉 하나의 방향을 따라 한번만 주사하는 것이 아니고, 동일 방향으로 2번 이상 주사하여 머더기관G를 3분할 혹은 그 이상으로 스크라이브 할

때에, 레이저 빔 주사부202의 위치를 Y방향으로 시프트(shift)하기 위해서 이용된다.

- <111> 또한 광학홀더33의 가로에는, CCD 카메라38, 39로 이루어지는 위치독해기구가 설치되어, 머더기판G에 각인된 얼라인먼트 마크(alignment mark)를 촬영하여, 소위 화상인식 방법에 의하여 얼라인먼트 마크의 위치를 인식할 수 있게 되어 있다. 이 위치독해기구에 의하여 테이블26 상에 재치된 머더기판G의 위치를 구할 수 있다. 즉, 위치독해기구에 의한 기관위치 데이터를 사용하여 상기한 X방향 구동기구, Y방향 구동기구, 회전기구에 의하여 위치조정을 하면, 머더기판G를 자동으로 위치결정 할 수 있다. 또, CCD 카메라38, 39에 의하여 촬영된 화상은 모니터48, 49에 의하여 확인할 수 있게 하고 있어, 수동조작에 의해서도 머더기판G의 위치를 결정할 수도 있다.
- <112> 다음에 브레이크부300에 대해서 설명한다.
- <113> 도1에 나타나 있는 바와 같이 브레이크부(브레이크 장치)300은, 스크라이브 형성부200과 마찬가지로, 제어부400에 의한 제어 하에서 일련의 동작을 실행한다. 이들의 동작을 실행하는 브레이크부300의 장치구성을 기능 블록마다 나누어서 설명하면, 브레이크 바 위치조정부301 및 브레이크 바 구동부302로 구성된다.
- <114> 이 중에서 브레이크 바 위치조정부301은, 브레이크 바71의 압자(壓子)72(후술하는 도3 참조)가, 머더기판G의 스크라이브 라인이 형성된 면과는 반대측의 면에 있어서 상기 스크라이브 라인에 대응하는 직선 상 또는 직선 근방을 따르도록, 브레이크 바71의 상대 위치를 조정한다(복수의 스크라이브 라인이 있을 때에는 순차적으로 따르도록 이동한다).
- <115> 브레이크 바 구동부302는, 브레이크 바71을 구동함으로써 브레이크 바71의 압자72를 머더기판G에 접촉시켜서 머더기판G에 대하여 부하를 부여한다.
- <116> 다음에 상기한 브레이크부300의 각 기능 블록을 구체적인 장치구성에 의하여 설명한다. 도3은, 본 발명의 한 실시예인 브레이크부300(브레이크 장치)의 구체적 구조를 나타낸다.
- <117> 설치대51 상의 테이블52 위에는 대좌59가 수평한 상태로 배치되어 있다. 대좌59는, 테이블52 상에 평행하게 배치된 한 쌍의 가이드 레일61(도시된 가이드 레일61 이외에 지면 속 측에 동일한 형상의 가이드 레일61이 있다)에, 슬라이드 가능하게 지지되어 있다. 각 가이드 레일61은, X방향(좌우방향)을 따라 배치되어 있다. 또한 각 가이드 레일61의 중간부에는, 각 가이드 레일61과 평행하게 볼나사62가 배치되어 있고, 볼나사62가 모터63에 의하여 정회전, 역회전 되도록 되어 있다.
- <118> 볼나사62에는 볼 너트64가 나사결합 하여 부착되어 있다. 볼 너트64는, 회전하지 않는 상태로 대좌59에 일체적으로 부착되어 있고, 볼나사62의 정회전, 역회전에 의하여 볼나사62를 따라 정역의 양쪽방향으로 이동한다. 이에 따라 대좌59가 각 가이드 레일61을 따라 X방향으로 슬라이드 한다. 따라서 이들 각 부에 의하여 X축 구동기구가 구성된다.
- <119> 대좌59 상에는 머더기판G가 재치되는 테이블66이 수평한 상태로 설치되어 있다. 테이블66 상에는, 머더기판G가 예를 들면 흡인 척에 의하여 고정된다. 테이블66에는 X축 방향에 있어서 도면에 나타나 있지 않은 기준 재치위치가 정해져 있어, 기준 재치위치에 정확하게 재치된 머더기판G는, 상기한 슬라이드 기구(X축 구동기구)에 의하여 X축 방향을 따라 정확하게 이동시킬 수 있게 되어 있다.
- <120> 또한 대좌59 상에는, 도면에 나타나 있지 않은 모터에 의하여 구동되는 회전기구65가 설치되어 있고, 이 회전기구65에 의하여 테이블66 상에 재치된 머더기판G의 방향을 변경할 수 있도록 하고 있다. 본 실시예에서는 머더기판G를 90도씩 회전할 수 있도록 하고 있다.
- <121> 테이블66의 상방에는, 테이블66의 표면으로부터 적당한 간격을 두고 브레이크 바71이 배치되어 있다. 브레이크 바71은 길이방향으로 긴 로드 부재(rod部材)로 구성된다. 이 브레이크 바71은, 프레임73에 지지된 승강기구74의 피스톤 로드 선단에 부착되고, 승강기구74가 구동됨으로써 상하 방향으로 이동한다. 브레이크 바71의 하단부분은, 끝이 뾰족하게 된 칼날모양의 압자72를 형성하고 있다. 그리고 승강기구74가 작동하여 압자72가 하강하면 테이블66 상에 재치된 머더기판G를 가압하도록 하고 있다.
- <122> 브레이크 바71의 가로에는 CCD 카메라78, 79로 이루어지는 위치독해기구80이 설치되어, 머더기판G에 각인된 얼라인먼트 마크 및 스크라이브 라인 형성 시에 단부에 형성된 트리거를 촬영하여, 소위 화상인식 방법에 의하여 얼라인먼트 마크나 트리거의 위치를 인식할 수 있게 되어 있다. 이 위치독해기구80에 의하여 테이블66 상에 재치된 머더기판G의 위치를 구할 수 있다. 또한 위치독해기구80에 의하

여 촬영된 화상에 의거하여 X축 구동기구를 구동시킴으로써, 압자72가 머더기판G의 스크라이브 라인을 따르도록 할 수 있다.

- <123> 또 CCD 카메라78, 79에 의하여 촬영된 화상은, 모니터98, 99에 의하여 눈으로 위치를 확인할 수 있게 되어 있다.
- <124> 브레이크부300은 이러한 구체적 구성을 구비하고 있어, 앞에 설명한 기능 블록 구성과는 이하의 관계가 된다. 즉 대좌59, 볼나사62, 모터63, 볼 너트64로 이루어지는 X방향 구동기구와, 회전기구65와, CCD 카메라78, 79로 이루어지는 위치독해기구80이, 압자72를 스크라이브 라인을 따르도록 위치조정 하는 브레이크 바 위치조정부301에 대응한다.
- <125> 또한 승강기구74는, 머더기판G에 대하여 브레이크 바71을 가압시키는 브레이크 바 구동부302에 대응한다.
- <126> 다음에 제어부400에 대해서 설명한다. 제어부400은, CPU, 메모리 등으로 이루어지는 컴퓨터 시스템으로 구성되어, 메모리에 기억된 애플리케이션 소프트웨어(application software)를 실행함으로써 상기한 스크라이브 형성부200 및 브레이크부300의 각 부를 제어하여, 본 발명의 절단방법의 동작(도4의 플로우 차트를 사용해서 후술한다)을 실행한다.
- <127> 또한 본 실시예에서는 스크라이브 형성부200으로부터 브레이크부300으로 기판을 반전해서 반송하기 위한 기관반송부500을 사용하고 있어, 제어부400이 이 기관반송부500을 제어함으로써, 머더기판G를 스크라이브 라인 형성부200의 기준 재치위치로부터 브레이크부300의 기준 재치위치로 반전하여 반송하고 있다.
- <128> [동작예]
- <129> 다음에 상기 구성의 기관절단 시스템에 의한 기관절단 동작에 대해서, 도4의 플로우 차트 및 도5의 공정 설명도를 사용하여 설명한다.
- <130> 미리 레이저 빔 조사부201의 레이저 출력과, 레이저 빔 주사부202의 이동 속도의 파라미터를 설정해 둔다. 이 설정은, 레이저 빔이 조사되는 영역의 머더기판G의 최고 도달온도가, 가능한 한 고온이 되는 조건(즉, 레이저 빔 조사의 에너지 밀도가 가능한 한 높아지는 조건), 또한 머더기판G의 용융온도 미만(스크라이브 가능한 범위)이 되도록 하는 조건을 실험적으로 구하여 설정한다. 여기에서 레이저 빔의 상대이동 속도 및/또는 레이저 빔 출력은, 후술하는 제1방향 스크라이브 라인S₁, S₂를 형성할 때에, 제1방향 스크라이브 라인S₁, S₂ 근방에 있어서 국소적인 부피 수축을 발생시킴으로써 상기 부위에 인장응력을 발생시키도록 설정된다.
- <131> 레이저 빔의 파라미터 설정이 종료한 상태에서, 절단하려고 하는 머더기판G를 스크라이브 라인 형성부 200의 기준 재치위치에 두고, 레이저 빔 조사부201에 의하여 레이저 빔을 조사하면서, 레이저 빔 주사부 202에 의하여 도5(a)에 나타나 있는 바와 같이, 글라스 기판G 상에서 제1의 방향으로 주사하여 제1 방향 스크라이브 라인S₁, S₂를 형성한다(s101). 이 때에 스크라이브 라인S₁, S₂를 따라 블라인드 크랙이 형성되고, 또한 도6에 나타나 있는 바와 같이, 그 근방에 인장응력이 남은 영역H가 형성된다. 또, 레이저 빔의 주사 시에 주사 시작 측의 머더기판G의 단부에는 도2의 트리거 형성부45에 의하여 트리거Tr₁, Tr₂도 형성되고 있다.
- <132> 그 후에 회전기구25의 구동에 의하여 머더기판G를 테이블26과 함께 90도 우회전(右回轉)하여, 제1방향과 직교하는 제2방향으로의 스크라이브 공정을 준비한다.
- <133> 계속하여 제1방향으로 스크라이브 했을 때와 완전히 동일한 순서로 레이저 빔을 제2방향으로 주사함으로써, 도5(b)에 나타나 있는 바와 같이 제2방향 스크라이브 라인S₂, S₂를 형성한다(s102). 이에 따라 스크라이브 라인S₂, S₂를 따라 블라인드 크랙이 형성되고, 또 머더기판G의 단부에는 트리거Tr₁, Tr₂가 형성된다. 또한 도5와 함께 도6에도 나타나 있는 바와 같이, 스크라이브 라인S₁, S₁, 스크라이브 라인S₂, S₂가 서로 직교하는 교점 근방에 있어서 인장응력이 남은 영역H 내에는, 트리거로서 기능하는 가시 크랙VC이 형성된다.

- <134> 그 후에, 스크라이브 라인S₁, S₂, S₂가 형성된 머더기판G를 기관반송부500에 의하여 브레이크부 300에 있어서 기준 재치위치에 반송하여 브레이크 공정을 준비한다.
- <135> 계속하여 브레이크 바71의 압자72(도3 참조)의 바로 아래 위치에 머더기판G의 제1방향 스크라이브 라인 S₁이 위치하도록, 브레이크 바 위치조정부301에 의하여 압자72의 위치를 조정한 후에, 브레이크 바 구동부302를 작동시켜서 머더기판G를 가압하여 브레이크 한다(s103). 머더기판G는 부하가 주어짐으로써 제1방향의 브레이크 라인B₁을 따라 절단된다. 스크라이브 라인S₁ 형성 시에 머더기판G의 단부에는, 필 요한 Tr₁을 형성하고 있으므로, 이것이 기점이 되어서 브레이크가 진행하게 되어 작은 부하에 의 하여 용이하고 또한 간단하게 절단할 수 있다. 계속하여 브레이크 바 위치조정부301에 의하여 머더기 판G를 X축 방향으로 시프트하고, 제1방향 스크라이브 라인S₂에 대하여도 마찬가지로 브레이크 함으로써 머더기판G를 브레이크 라인B₂를 따라 절단한다. 그 결과, 머더기판G는 부분적으로 절단된 직사각형 모양의 분할 머더기판G1, G2, G3이 된다.
- <136> 그 후에 브레이크 바 위치조정부301에 의하여 분할 머더기판G1, G2, G3을 90도 우회전하여, 제1방향과 직교하는 제2방향으로의 브레이크 공정을 준비한다.
- <137> 계속하여 또 브레이크 바의 압자72의 바로 아래 위치에 분할 머더기판G1, G2, G3의 제2방향 스크라이브 라인S₂이 오도록, 브레이크 바 위치조정부301에 의하여 위치조정을 한 후에, 브레이크 바 구동부302를 작동시켜서 분할 머더기판G1, G2, G3을 가압하여 브레이크를 한다(s104). 분할 머더기판G1, G2, G3은 부 하가 주어짐으로써 제2방향의 브레이크 라인B₂을 따라 절단된다. 이 때에, 분할 머더기판G1, G2, G3의 단부에는 브레이크용의 트리거가 되는 가시 크랙VC가 형성되어 있으므로, 3개의 분할 머더기판G1, G2, G3은 모두 기관 끝에 트리거가 되는 크랙이 존재한다. 따라서 작은 부하에 의하여 용이하고 또한 간단하게 절단할 수 있다.
- <138> 계속하여 브레이크 바 위치조정부301에 의하여 분할 머더기판G1, G2, G3을 X축 방향으로 시프트하고 제2 방향 스크라이브 라인S₂에 대하여도 마찬가지로 브레이크 함으로써, 분할 머더기판G1, G2, G3을 브레이 크 라인B₂를 따라 절단한다. 분할 머더기판G1, G2, G3의 단부에는 브레이크용의 트리거가 되는 가시 크랙VC이 형성되어 있으므로, 역시 작은 부하에 의하여 용이하고 또한 간단하게 절단할 수 있다.
- <139> 이상의 공정에 의하여 기관의 절단면에 큰 하중이 걸리게 하지 않고 절단할 수 있기 때문에, 제 작된 9개의 단위기관은 단면에 흠집 등의 손상이 거의 발생하지 않는다.
- <140> [실시예]
- <141> 상기한 바와 같이, 본 발명의 절단방법을 실시하는 경우에는 스크라이브 공정 시에 머더기판에 브레 이크용 트리거 크랙이 형성되는 것이 필요하다. 이 브레이크용 트리거 크랙의 발생의 유무에 대해서 실험 데이터에 의거하여 설명한다.
- <142> 도7은, 제1방향으로의 스크라이브 공정(제1스크라이브) 시의 레이저 빔 이동 속도(도7의 행(行) 방향 데이 터), 제2방향으로의 스크라이브 공정(제2스크라이브) 시의 레이저 빔 이동 속도(도7의 열(列) 방향 데이 터)를, 각각 변화시켰을 경우의 가시 크랙 발생 범위를 나타내는 데이터이다. 레이저 빔 이동 속 도는 제1스크라이브, 제2스크라이브 모두 90~160mm/s의 범위에서 변화시키고 있다.
- <143> 이 때에 사용한 기관의 재질은 소다 글라스이고 두께가 2.8mm이다. 레이저 출력은 170W로 고정하고 있다. 또 어느 쪽의 설정 조건의 경우에도, 결코 최고 도달온도가 기관 용융온도에는 미치지 않는 범위로 되어 있다.
- <144> 도면에 있어서, 「0」는 가시 크랙이 발생하였을 경우, 「X」는 블라인드 크랙이 발생하였을 경우이다. 도면에 분명하게 나타나 있는 바와 같이, 제1스크라이브 시의 레이저 빔 속도가 90mm/s, 100mm/s의 경우에, 즉 레이저 조사 영역의 온도가 기관 용융온도 미만이고 최고 도달온도가 높은 경우 에는, 제2스크라이브 시의 레이저 빔 이동 속도에 영향을 받지 않고 항상 가시 크랙이 발생하고 있다. 이것으로부터, 기본적으로 기관이 고온으로 가열되어 잔류응력이 큰 경우에는, 제2스크라이브 시에 크랙이 발생하고 이 크랙에 의하여 잔류응력이 개방되기 때문에 크랙이 끝나지 않고 벌어진

그대로의 상태로 남는 것으로 생각된다.

- <145> 또, 제1스크라이브의 레이저 빔 이동 속도가 110mm/s의 경우에는, 제2방향 이동 속도가 140mm/s, 150mm/s, 160mm/s의 3경우에만 가시 크랙이 발생하고 있는데, 이것은 제2방향의 이동 속도를 160mm/s 부터 측정하고 계속하여 150mm/s, 140mm/s의 내려가는 순으로 측정하였을 경우에 이렇게 된 것이다. 제2방향의 이동 속도를 90mm/s부터 측정하고 계속하여 100mm/s, 110mm/s의 상승하는 순으로 측정하였을 경우에는(데이터는 도시하지 않는다), 90mm/s, 100mm/s, 110mm/s의 3경우에 가시 크랙이 발생하게 되었다.
- <146> 이것은 측정 시에, 제1스크라이브가 110mm/s의 경우의 데이터는, 총 1개인 긴 제1스크라이브 라인에 순차적으로 제2스크라이브(제1스크라이브 라인을 횡단하는 스크라이브)를 함으로써 데이터를 얻고 있는 것에 기인한다. 즉 1개의 스크라이브 라인에 대한 제2스크라이브의 회수가 늘어남으로써 1개의 제1스크라이브 라인에 남는 인장응력이 점차로 완화되어 작아져 가게 되어, 본 실시예에서는 4회째 이후의 제2스크라이브 후에는, 상기한 인장응력이 작아져서 가시 크랙을 형성할 수 없게 된 것으로 생각된다.
- <147> 도8은, 글라스 기관 상에 발생한 가시 크랙을 나타내는 사진이다. 그리고 이러한 가시 크랙이 발생한 조건에서 스크라이브 된 기관은, 브레이크 시에 작은 부하를 부여하는 것 만으로 간단하게 절단할 수 있는 것이 확인되었다. 즉 제1방향의 브레이크 공정 시에 부여하는 부하와 동등하거나, 경우에 따라서는 이것보다 작은 부하에 의하여 제2방향의 브레이크를 할 수 있는 것이 확인되었다.
- <148> 비교를 위하여, 제1스크라이브 시의 이동 속도가 150mm/s일 때의 기관에 대하여 제1방향의 브레이크와 제2방향의 브레이크를 같은 부하로 하여 절단을 했지만, 트리거가 되는 가시 크랙이 형성되어 있지 않기 때문에, 제1방향의 절단이 가능한 표준적인 부하를 부여하는 것만으로는 제2방향의 절단은 할 수 없었다.
- <149> 또한 도7에 있어서 제1스크라이브가 110W인 경우에는, 가시 크랙이 발생할 것인가 아닌가의 경계영역인데, 이 경우에는 가시 크랙이 관찰되지 않는 경우에도 절단에 필요한 부하는 작아져 있다. 이것으로부터, 가시 크랙을 눈으로 확인할 수 없을 뿐 실질적으로는 브레이크용 트리거 크랙이 발생하고 있다고 생각된다.
- <150> 즉 브레이크용 트리거 크랙은, 가시 크랙이 있으면 확실하게 형성되어 있다고 말할 수 있지만, 가시 크랙을 눈으로 확인할 수 없는 경우더라도 제1방향 브레이크와 제2방향 브레이크의 부하가 동일한정도 일 때에 제2방향의 절단을 할 수 있는 경우에는, 본 발명에 의한 브레이크용 트리거 크랙은 형성되어 있다고 판단할 수 있다.
- <151> 도9는, 두께 2.8mm의 소다 글라스를 크로스 스크라이브 했을 때의 제1스크라이브에 대해서, 스크라이브가 가능한 레이저 빔의 조사 에너지의 밀도[스크라이브 가능 에너지 밀도(J/mm³)=레이저 출력(W)÷(스크라이브 속도(mm/s)×빔 스폿의 면적(mm²))]와, 제1스크라이브에 있어서 제2스크라이브 시에 브레이크용 트리거 크랙(가시 크랙)이 형성되기 위해서 필요한 레이저 빔의 조사 에너지의 밀도(크로스 스크라이브 가능한 에너지 밀도)와의 관계를 나타낸다. 도9로부터 알 수 있는 바와 같이, 적어도 레이저 출력이 150~210W의 범위에서는, 스크라이브 하기 위해서는 레이저 빔의 조사 에너지 밀도가 0.012~0.022J/mm³인 것이 필요했다. 한편 제2스크라이브 시에 브레이크용 트리거 크랙(가시 크랙)을 발생시키기 위해서는, 제1스크라이브 시에 있어서 레이저 빔의 조사 에너지 밀도가 0.016~0.022J/mm³인 것이 필요했다.

산업상 이용 가능성

- <152> 본 발명은, 취성재료 기관에 흠집 등의 손상을 발생시키지 않고 양호한 기관 절단면이 얻어지도록 절단을 할 때에 이용할 수 있다.

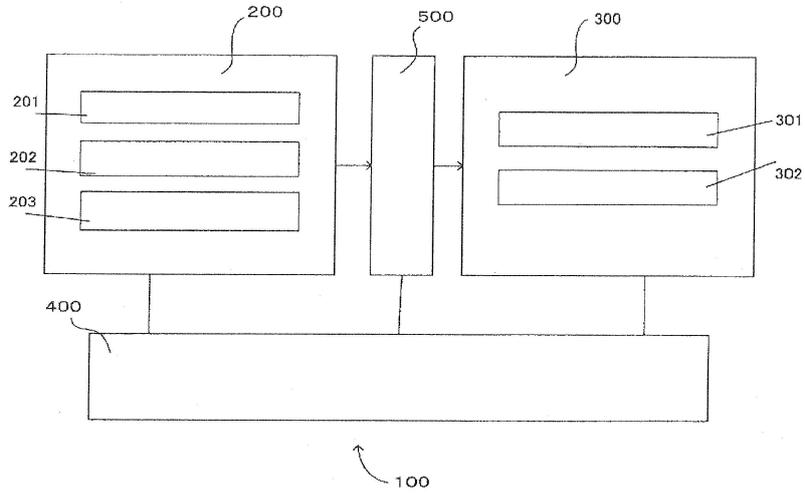
도면의 간단한 설명

- <55> 도1은, 본 발명의 한 실시예인 기관절단 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.

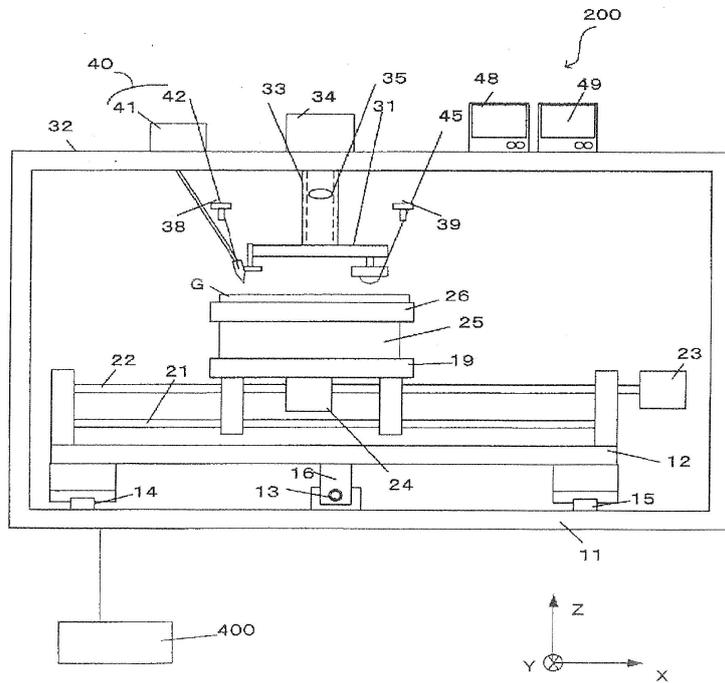
- <90> 302 브레이크 바 구동부(驅動部) 400 제어부(制御部)
- <91> 500 기관반송부(基板搬送部)

도면

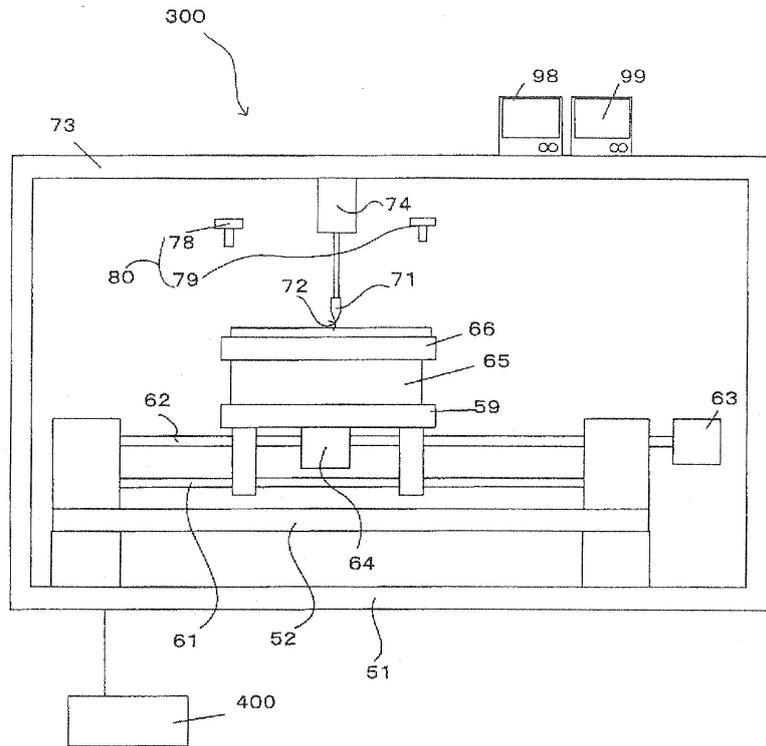
도면1



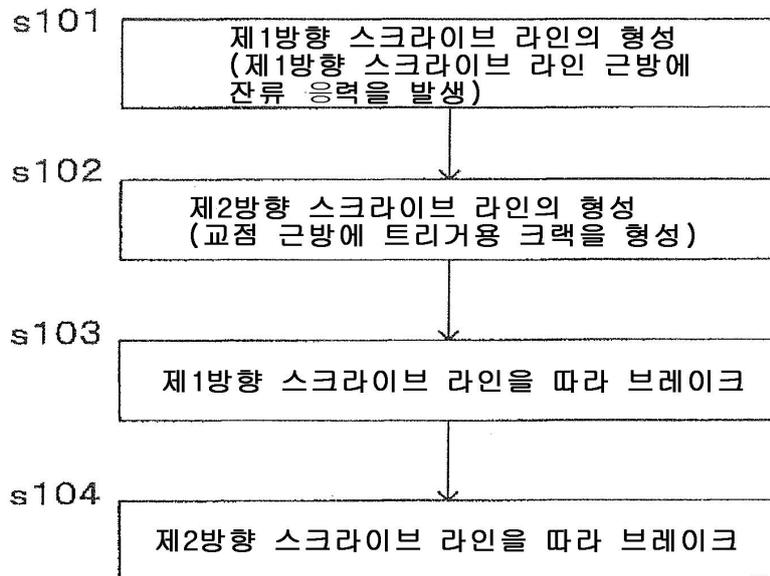
도면2



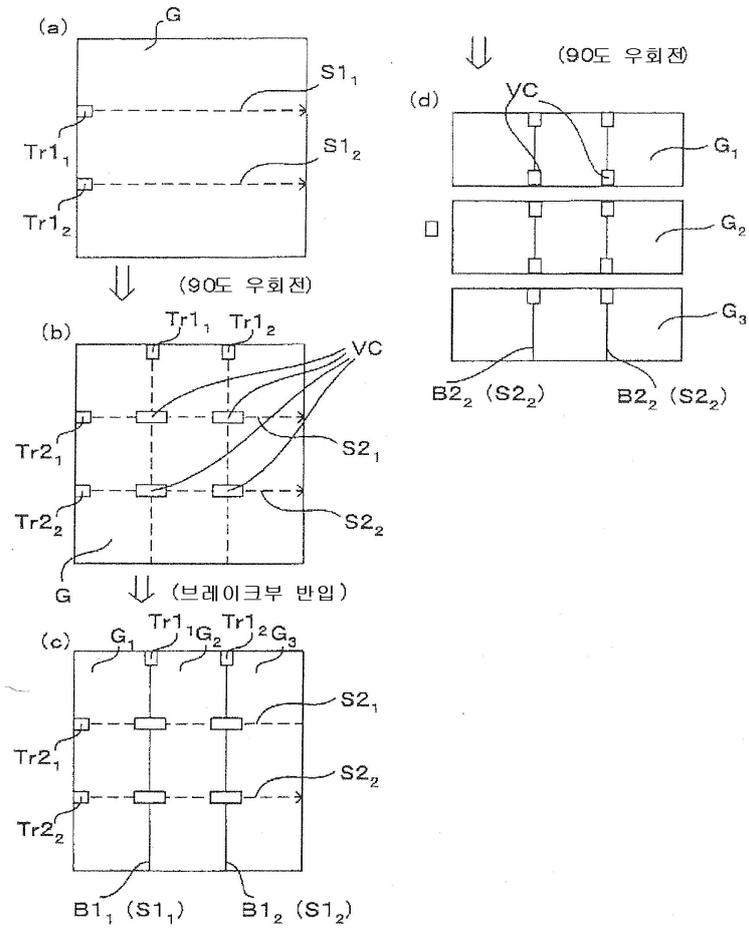
도면3



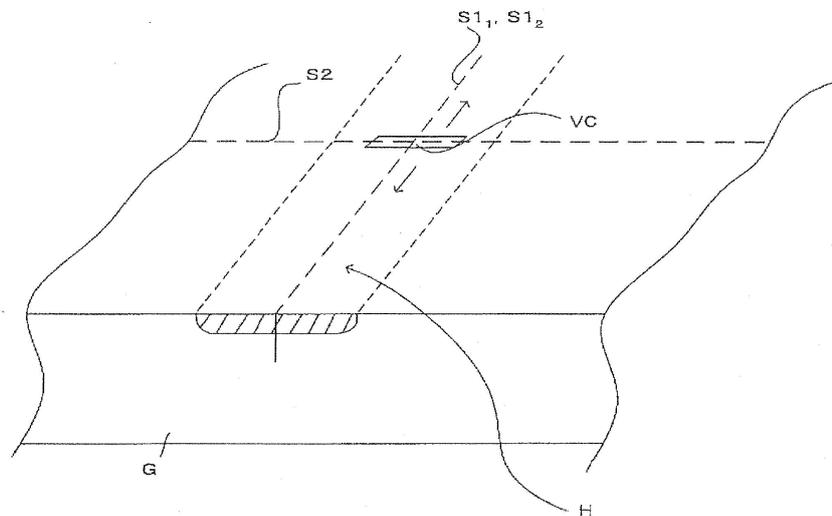
도면4



도면5



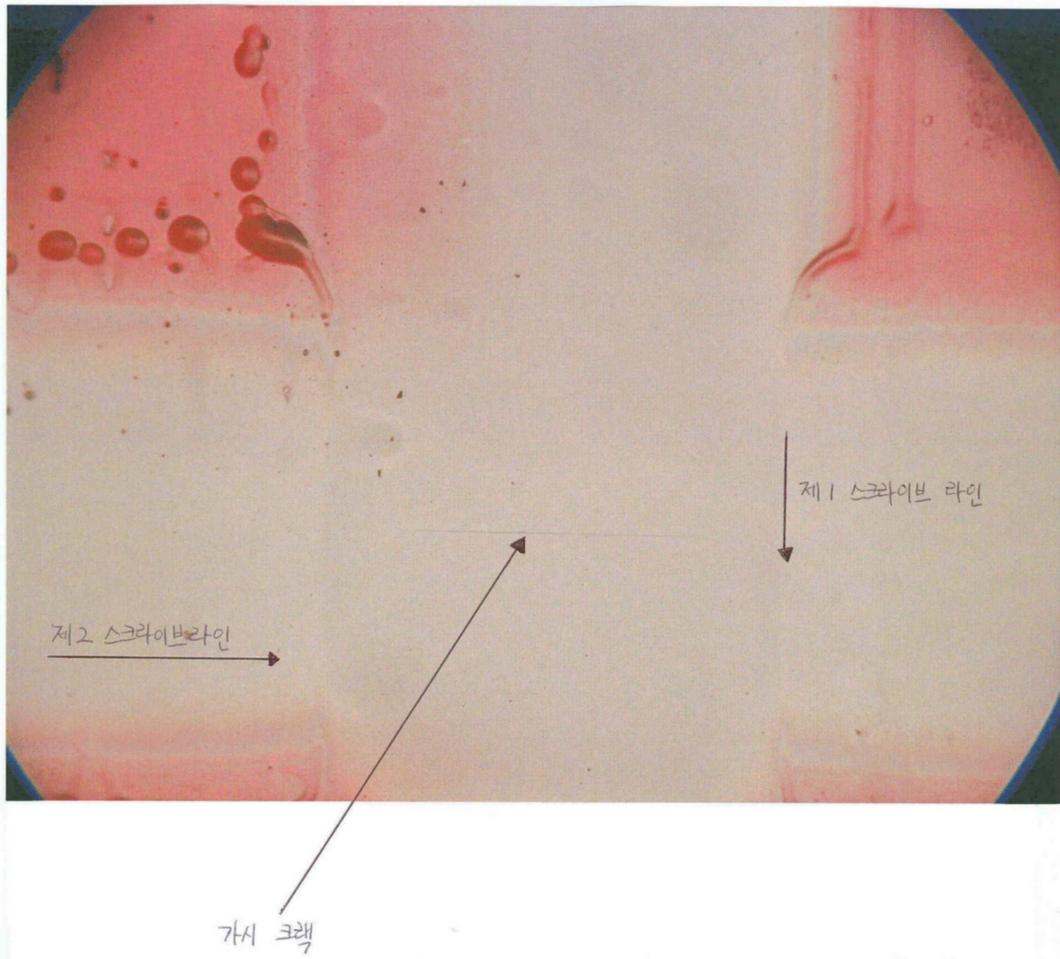
도면6



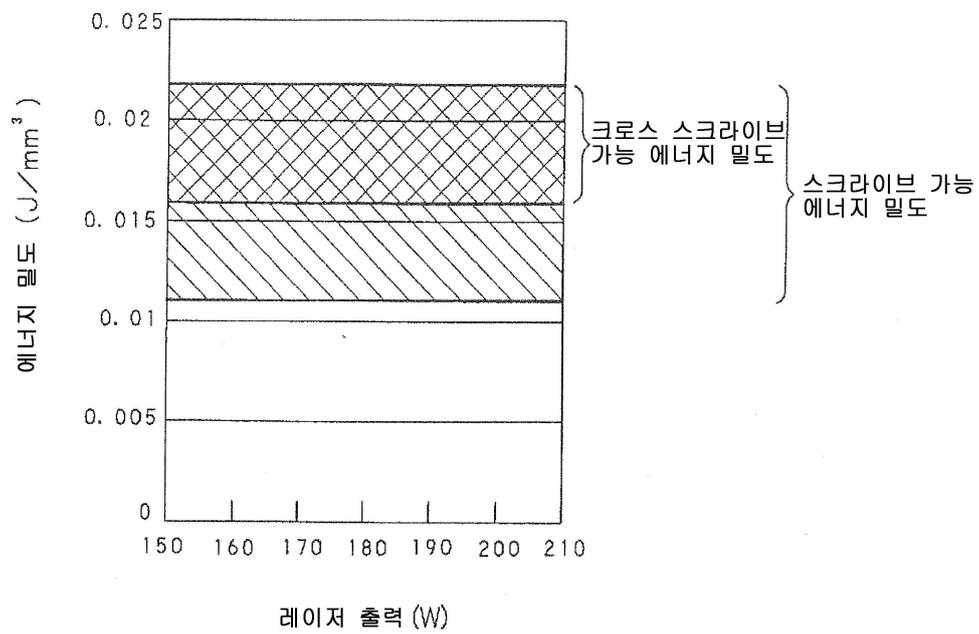
도면7

		제2 스크라이브 속도 mm/s												
		90	100	110	120	130	140	150	160	170	180			
제1 스크라이브 속도 mm/s	200													
	190													
	180													
	170													
	160	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	150	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	140	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	130	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	120	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	110	x	x	x	x	x	○	○	○					
	100	○	○	○	○	○	○	○	○					
	90	○	○	○	○	○	○	○	○					
	80													
	70													
60														

도면8



도면9



도면10

