



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0045509
 (43) 공개일자 2014년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C03B 33/07 (2006.01) C03B 33/02 (2006.01)
 B26D 7/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-7001952
 (22) 출원일자(국제) 2012년08월31일
 심사청구일자 2014년01월23일
 (85) 번역문제출일자 2014년01월23일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/072137
 (87) 국제공개번호 WO 2014/033905
 국제공개일자 2014년03월06일

(71) 출원인
미나미 히로노리
 8112310 일본국 후쿠오카켄 가스야군 가스야마치
 하나가우라 1-2-1 E805
 (72) 발명자
미나미 히로노리
 8112310 일본국 후쿠오카켄 가스야군 가스야마치
 하나가우라 1-2-1 E805
 (74) 대리인
김창선, 조철현

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **강화유리의 가공방법 및 강화유리용 가공장치**

(57) 요약

표면 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 강화층을 가지고 강도가 높아진 강화유리라도, 가공 자유도를 확보하면서 간단하며 또한 정확하게 가공할 수 있는 강화유리의 가공방법을 제공한다.

가공구(8)에 의한 가진을, 그 가공구(8)의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 그 목표 진폭 및 목표 진동수를, 강화유리(1)의 가공에 수반하는 이 강화유리(1)의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 설정한다. 게다가, 상기 피드백 제어에 있어서의 샘플주기로서 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기를 사용한다. 이것에 의해, 가공구(8)의 가진시에, 기본적으로, 가공구(8)의 진폭 및 진동수가 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않게 한다. 게다가, 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기를 사용함으로써, 극히 빠른 타이밍으로 피드백 제어를 행하고, 강화유리(1)의 가공에 수반하여, 이 강화유리(1) 내부의 인장 응력의 개방 등, 가공중의 미세한 상태 변화가 생긴다고 하더라도, 그것에 대응(추종)시킨다.

대표도 - 도6

응답속도 (m sec)	10	5	1	0.5	0.4	0.3	0.2
가공상태	×	×	×	△	△	○	○

×: 강화유리가 쪼개짐
 △: 치핑 100~150 μm (가공은 가능하나, 품질이 나쁨)
 ○: 치핑 30 μm 이하 (가공·품질 모두 양호)

특허청구의 범위

청구항 1

가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 이 가공구로써, 표면 강화층을 가지는 강화유리에 대하여 가공을 행하는 강화유리의 가공방법에 있어서,

상기 강화유리에 대한 상기 가공구에 의한 가진을, 이 가공구의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 이 목표 진폭 및 목표 진동수를, 이 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 각각 설정하고,

게다가, 상기 피드백 제어에 있어서의 샘플주기로서 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기를 사용하는 것을 특징으로 하는 강화유리의 가공방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 목표 진폭을 3 μm ~ 9 μm 범위의 소정 진폭으로 하는 동시에, 상기 목표 진동수를 60 kHz ~ 64 kHz 범위의 소정 진동수로 하는 것을 특징으로 하는 강화유리의 가공방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 가공구의 회전수를, 2000 rpm ~ 30000 rpm 범위 내의 소정 회전수로 하는 것을 특징으로 하는 강화유리의 가공방법.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면 강화층을 가지는 강화유리가, 이 강화유리를 복수 매 적층하여 구성되는 적층 유리군을 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 강화유리의 가공방법.

청구항 5

가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 이 가공구로써, 표면 강화층을 가지는 강화유리에 대하여 가공을 행하는 강화유리용 가공장치에 있어서,

상기 가공구를 상기 강화유리를 향하여 가진시키는 가진기구와,

상기 가진기구를 조정하는 가진조정수단과,

상기 가진조정수단을 제어하여, 상기 강화유리에 대한 상기 가공구에 의한 가진을, 이 가공구의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 이 목표 진폭 및 목표 진동수를, 상기 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 설정하고, 또한, 상기 피드백 제어를, 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기마다 실행시키는 제어수단을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 강화유리용 가공장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 목표 진폭을 3 μm ~ 9 μm 범위의 소정 진폭으로 설정하고 있는 동시에, 상기 목표 진동수를 60 kHz ~ 64 kHz 범위의 소정 진동수로 설정하고 있는 것을 특징으로 하는 강화유리용 가공장치.

청구항 7

제 5항 또는 제 6항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 가공구의 회전수를, 2000 rpm ~ 30000 rpm 범위 내의 소정 회전수가 되도록 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 강화유리용 가공장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 강화유리의 가공방법 및 강화유리용 가공장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 휴대단말, 태블릿, 터치 패널, PDA(Personal Digital Assistant) 등의 표시장치에는, 일반적으로 화학 강화된 강화유리가 사용되고 있다. 이 강화유리는, 유리 모재의 표면 측에 표면 강화층(화학 강화층)이 마련된 구성으로 되어 있고, 이것에 근거하여, 강화유리는, 박판화를 도모하면서, 휨 응력, 충격에 대하여 고강도를 나타내고 있다.

[0003] 그런데, 이와 같은 강화유리의 가공방법으로서, 표면 강화층의 두께가 일정 두께 이상으로서 표면압축응력이 소정치 이상인 것(예를 들어, 표면 강화층 40 μm 이상, 표면압축응력 600 MPa 이상인 것)에 관해서는, 그 가공이 용이하지 않으므로, 특허문헌 1에 나타내는 바와 같이, 가공해야 할 강화유리로서, 표면 강화층을 30 μm 이하로 하는 동시에 표면압축응력을 600 MPa 이하로 한 것을 준비하고, 그에 대하여 기존의 절단방법(레이저 가공 등)을 사용하는 것이나, 특허문헌 2에 나타내는 바와 같이, 강화유리(표면 강화층 40 μm 이상, 표면압축응력 600 MPa 이상)에 있어서, 그 절단예정 개소의 가공 강도를 약하게 할 수 있도록, 표면 강화층의 일부를 미리 제거한 상태로써 이 표면 강화층에 절단 예정홈을 형성하고, 그 절단 예정홈을 레이저 등에 의하여 절단하는 것이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본국 특개 2004-83378호 공보
 (특허문헌 0002) 일본국 특개 2012-31018호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나 특허문헌 1에 있어서는, 강화유리의 가공성만이 증시되고, 그 특허문헌 1에 관한 방법으로서, 최근 요구되고 있는 추가적인 박판화와 추가적인 강도화를 만족시킬 수 없다.

[0006] 또한, 특허문헌 2에 있어서는, 표면 강화층에 절단 예정홈을 형성하지 않으면 안되고, 공정수가 증가할 뿐만 아니라, 그 절단 예정홈은 직선 형상으로밖에 형성하지 못하여, 강화유리에 대한 가공이 제한적인 것으로 되어 있다.

[0007] 이와 같은 상황하에서, 본건 발명자는, 가공방법으로서 지금까지 상기 강화유리를 가공하는 것은 곤란하다고 인

식되어 온 가공구(加工具)를 가진(加振)시키면서 회전시키는 가공방법에 착목하여, 그 가공방법에 있어서, 강화유리 그 자체를 정확하게 가공할 수 있는 조건을 비로소 찾아내어, 본 발명을 완성시켰다.

- [0008] 본 발명은 이와 같은 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 그 제1의 목적은, 표면 강화층에 의하여 강도가 높아진 강화유리라도, 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 가공 자유도를 확보하면서 간단하며 또한 정확하게 가공할 수 있는 강화유리의 가공방법을 제공하는 것에 있다.
- [0009] 제2의 목적은, 상기 강화유리의 가공방법을 사용하는 강화유리용 가공장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 제1의 목적을 달성하기 위하여 본 발명(청구항 1에 관한 발명)에 있어서는, 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 이 가공구로써, 표면 강화층을 가지는 강화유리에 대하여 가공을 행하는 강화유리의 가공방법에 있어서, 상기 강화유리에 대한 상기 가공구에 의한 가진을, 이 가공구의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 이 목표 진폭 및 목표 진동수를, 이 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 각각 설정하고, 게다가, 상기 피드백 제어에 있어서의 샘플주기로서 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기를 사용하는 구성으로 되어 있다. 이 청구항 1의 바람직한 형태로서는, 청구항 2 내지 4의 기재대로 구성된다.
- [0011] 상기 제2의 목적을 달성하기 위하여 본 발명(청구항 5에 관한 발명)에 있어서는, 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 이 가공구로써, 표면 강화층을 가지는 강화유리에 대하여 가공을 행하는 강화유리용 가공장치에 있어서, 상기 가공구를 상기 강화유리를 향하여 가진시키는 가진기구와, 상기 가진기구를 조정하는 가진조정수단과, 상기 가진조정수단을 제어하여, 상기 강화유리에 대한 상기 가공구에 의한 가진을, 이 가공구의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 이 목표 진폭 및 목표 진동수를, 상기 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 설정하고, 또한, 상기 피드백 제어를, 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기마다 실행시키는 제어수단을 구비하고 있는 구성으로 되어 있다. 이 청구항 5의 바람직한 형태로서는, 청구항 6 이하의 기재대로 구성된다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명(청구항 1에 관한 발명)에 의하면, 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태의 초음파 진동 가공을 행하므로, 강도가 높은 표면 강화층을 가지는 강화유리(구체적으로는, 표면 강화층 40 μm 이상, 표면압축응력 600 MPa 이상인 것)라도, 가공 진로 등의 제한을 받는 일 없이 자유롭게 가공을 행할 수 있다.
- [0013] 그러는 한편, 가공구에 의한 가진을, 그 가공구의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 그 목표 진폭 및 목표 진동수를, 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 설정하고 있으므로, 가공구의 가진시에, 기본적으로, 가공구의 진폭 및 진동수가 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않도록 할 수 있다. 게다가, 상기 피드백 제어에 있어서의 샘플주기로서 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기를 사용하므로, 극히 빠른 타이밍으로 재수정을 도모할 수 있고, 가령, 가공구의 진폭 또는 진동수가 품질악화 발생치 범위 내의 값이 되었다고 하더라도, 그 극히 빠른 타이밍으로써 가공구의 진폭 및 진동수를 목표 진폭 및 목표 진동수(품질악화 발생치의 범위 외)로 각각 되돌릴 수 있다. 이 때문에, 강화유리의 가공에 수반하여, 이 강화유리 내부의 인장 응력의 개방 등, 가공중의 미세한 상태 변화가 생긴다고 하더라도, 그것에 대응(추종)할 수가 있어, 가공 중에, 강화유리의 크랙, 소정 이상의 치핑(chipping) 등이 발생하는 것을 정확하게 억제할 수 있다. 이 결과, 강화유리의 가공을 간단하며 또한 확실하게 행할 수 있다.
- [0014] 따라서, 표면 강화층을 가지고 강도가 높아진 강화유리라도, 가공 자유도를 확보하면서 간단하며 또한 확실하게 가공할 수 있다.
- [0015] 여기서, 상기 피드백 제어에 있어서의 샘플주기로서 0.3 msec 이하인 소정 샘플주기를 사용하고 있는 것은, 본 발명자가 얻은 지견에 근거하여, 0.3 msec를 넘으면, 강화유리 내부의 응력변화에 추종하지 못하고, 강화유리의 가공 정밀도가 저하(강화유리의 크랙, 소정 이상의 치핑의 발생) 될 가능성이 높아지기 때문이다.
- [0016] 청구항 2에 관한 발명에 의하면, 목표 진폭을 3 μm ~ 9 μm 범위의 소정 진폭으로 하는 동시에, 목표 진동수를

60 kHz ~ 64 kHz 범위의 소정 진동수로 하기 때문에, 본건 발명자가 알아낸 지견에 근거하여, 가공구의 구체적인 진폭 및 진동수로서 강화유리의 가공 정밀도의 관점에서 바람직한 것을 제공할 수 있다.

[0017] 이 경우, 목표 진폭을 3 μm ~ 9 μm 로 하고 있는 것은, 3 μm 미만에서는, 가공 능력이 충분하지 않기 때문에 (절삭설(切削屑) 등이 남아 절삭저항 등이 증대됨으로써) 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생하는 한편, 9 μm 를 넘은 경우에는, 가공에 수반하는 강화유리 내부의 응력변화에 추종하지 못하기 때문에 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생할 가능성이 높아지기 때문이다. 또한, 목표 진동수를 60 kHz ~ 64 kHz로 하고 있는 것은, 목표 진폭의 경우와 마찬가지로, 60 kHz 미만에서는, 가공 능력이 충분하지 않기 때문에 강화유리에 크랙 등이 발생하는 한편, 64 kHz를 넘은 경우에는, 가공에 수반하는 강화유리 내부의 응력변화에 추종하지 못하고 강화유리에 크랙 등이 발생할 가능성이 높아지기 때문이다.

[0018] 청구항 3에 관한 발명에 의하면, 가공구의 회전수를, 2000 rpm ~ 30000 rpm의 범위 내의 소정 회전수로 하기 때문에, 본건 발명자의 지견에 근거하여, 앞에서 설명한 가진조건 하에서, 가공구의 회전수를, 강도가 높은 표면 강화층을 가지는 강화유리를 가공하는 관점에서, 바람직한 것으로 할 수 있다.

[0019] 이 경우, 가공구의 회전수를 2000 rpm ~ 30000 rpm 범위 내의 소정 회전 수로 하고 있는 것은, 2000 rpm 미만에서는, 강화유리에 대한 가공의 효과가 충분하지 않은 한편, 30000 rpm을 넘으면, 가공면에 대한 미끄럼 현상(가공저항 저하)이 생겨 가공의 효과가 저하되는 동시에, 내구성의 관점에서 문제를 일으키기 때문이다.

[0020] 청구항 4에 관한 발명에 의하면, 표면 강화층을 가지는 강화유리가, 이 강화유리를 복수 매 적층하여 구성된 적층 유리군을 포함하고 있기 때문에, 적층 유리군을 잘라냄으로써, 복수 매의 적층 유리를 한꺼번에 얻을 수 있어 생산 효율을 높일 수 있다.

[0021] 청구항 5에 관한 발명에 의하면, 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태하에서, 이 가공구로써, 표면 강화층을 가지는 강화유리에 대하여 가공을 행하는 강화유리의 가공장치에 있어서, 가공구를 강화유리를 향하여 가진시키는 가진기구와, 가진기구를 조정하는 가진조정수단과, 가진조정수단을 제어하여, 강화유리에 대한 가공구에 의한 가진을, 가공구의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어하는 동시에, 이 목표 진폭 및 목표 진동수를, 이 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것으로 설정하고, 또한, 피드백 제어를, 0.3 msec 이하의 소정 샘플주기마다 실행시키는 제어수단을 구비하고 있기 때문에, 가공구를 가진시키면서 회전시킨 상태의 초음파 진동 가공을 행함으로써, 표면 강화층을 가지는 강화유리(구체적으로는, 표면 강화층 40 μm 이상, 표면압축응력 600 MPa 이상인 것)라도, 가공 진로 등의 제한을 받는 일 없이 자유롭게 가공을 행할 수 있다. 또한, 강화유리의 가공에 수반하여, 강화유리 내부의 인장 응력의 개방 등이 행해져도, 상기 가진 제어에 근거하여, 강화유리에 크랙 등이 발생하는 것을 정확하게 억제할 수 있다. 이 때문에, 앞에서 설명한 청구항 1에 관한 강화유리의 가공방법을 사용하는 강화유리용 가공장치를 제공할 수 있다.

[0022] 청구항 6에 관한 발명에 의하면, 제어수단은, 목표 진폭을 3 μm ~ 9 μm 범위의 소정 진폭으로 설정하고 있는 동시에, 목표 진동수를 60 kHz ~ 64 kHz 범위의 소정 진동수로 설정하고 있기 때문에, 앞에서 설명한 청구항 2에 관한 강화유리의 가공방법을 사용하는 강화유리용 가공장치를 제공할 수 있다.

[0023] 청구항 7에 관한 발명에 의하면, 제어수단은, 가공구의 회전수를, 2000 rpm ~ 30000 rpm 범위 내의 소정 회전수가 되도록 설정되어 있기 때문에, 앞에서 설명한 청구항 3에 관한 강화유리의 가공방법을 사용하는 강화유리용 가공장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 표면 강화층을 가지는 강화유리를 설명하는 설명도.
- 도 2는 실시 형태에 관한 초음파 진동 가공장치를 나타내는 전체 구성도.
- 도 3은 실시 형태에 관한 초음파 진동 가공장치에 있어서의 제어관계를 설명하는 설명도.
- 도 4는 가공구의 목표 진폭 8 μm , 피드백의 샘플주기(응답속도) 0.2 msec로 고정한 조건하에서, 가공구의 목표 진동수를 변화시켰을 때의 실험 결과(가공실험 1의 실험 결과)를 나타내는 도면.
- 도 5는 가공구의 목표 진동수 63 kHz, 피드백의 샘플주기(응답속도) 0.2 msec로 고정한 조건하에서, 가공구의 목표 진폭을 변화시켰을 때의 실험 결과(가공실험 2의 실험 결과)를 나타내는 도면.

- 도 6은 가공구의 목표 진폭 8 μm , 가공구의 목표 진동수 63 kHz로 고정된 조건하에서, 피드백 제어의 샘플주기(응답속도)를 변화시켰을 때의 실험 결과(가공실험 3의 실험 결과)를 나타내는 도면.
- 도 7은 피드백의 샘플주기(응답속도)와 가공성공률과의 관계를 나타내는 도면.
- 도 8은 가공 대상인 강화유리의 적층체를 설명하는 설명도.
- 도 9는 고정대(固定台) 상에 강화유리의 적층체가 세트 된 상태를 설명하는 설명도.
- 도 10은 강화유리의 적층체에 대한 절출(切出) 가공을 설명하는 설명도.
- 도 11은 적층블록에 대한 장공(長孔), 각공(角孔)의 가공을 설명하는 설명도.
- 도 12는 적층블록의 외주면 등에 대한 연삭가공을 설명하는 설명도.
- 도 13은 휴대단말용 보호유리를 나타내는 도면.
- 도 14는 도 13의 A부를 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 15는 도 13의 B부를 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 16은 도 13의 C부를 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 17은 도 13의 D부를 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 18은 도 13의 E부를 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 19는 비교 예에 관한 휴대단말용 보호유리에 있어서의 도 13의 A부에 상당하는 부분을 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 20은 비교 예에 관한 휴대단말용 보호유리에 있어서의 도 13의 B부에 상당하는 부분을 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 21은 비교 예에 관한 휴대단말용 보호유리에 있어서의 도 13의 C부에 상당하는 부분을 나타내는 확대 사진도(배율: 270배)
- 도 22는 비교 예에 관한 휴대단말용 보호유리에 있어서의 도 13의 D부에 상당하는 부분을 나타내는 확대 사진도(배율: 90배)

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여, 도면에 근거하여 설명한다.
- [0026] 1. 먼저, 강화유리의 가공방법을 설명하기 전에 앞서, 그 가공방법의 가공 대상이 되는 강화유리, 그 가공방법을 사용하는 강화유리용 가공장치로서의 초음파 진동 가공장치에 대하여 설명한다.
- [0027] (1) 강화유리
- [0028] 강화유리(1)는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 유리 모재(예를 들어 알루미늄노규산염 유리(Aluminosilicate glass))(2)의 표면층(이면층)에 표면 강화층(화학 강화층)(3)이 마련된 구성으로 되어 있다. 이 표면 강화층(3)에 의하여, 강화유리(1)는, 박관화를 도모하면서, 휨 응력, 충격에 대하여 고강도가 확보되게 되어 있다. 구체적으로는, 강화유리(1)로서는, 모재(2)의 두께 $\delta 1$ 이 0.7 mm 전후, 표면 강화층(3)의 두께 $\delta 2$ 가 40 μm 이상(현재의 시점에서 70 μm 의 것이 개발되어 있으나, 물론, 가공의 대상), 표면압축응력이 600 MPa ~ 700 MPa로 된 것이 대상으로 되어 있다. 물론, 강화유리(1)뿐만 아니라 통상의 유리도, 초음파 진동 가공장치의 가공 대상이 된다.
- [0029] (2) 초음파 진동 가공장치
- [0030] (i) 초음파 진동 가공장치(4)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 가공장치 본체(5)를 구비하고 있다.
- [0031] 가공장치 본체(5)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 비교적 장척인 유저(有底) 통형상의 하우징(6)과, 이 하우징(6)내에 유지되는 가진 장치(가진기구)(7)와, 이 가진장치(7)에 부착되는 가공구(8)와, 이 가진장치(7)를 회전 구동하는 회전 구동원으로서의 모터(9)를 가지고 있다.
- [0032] (a) 상기 하우징(6)은, 그 축심의 신장방향을 상하 방향으로 향하면서 그 개구를 하측을 향한 상태로, 승강장치

(도 2에 있어서, 일부(하우징(6)에 대한 부착부)만 도시)(10)에 부착되어 있다. 승강장치(10)는, 하우징(6)을 상하 방향으로 승강 이동시키는 동시에, 그때의 승강 속도를 조절할 수 있는 기능을 가지고 있고(화살표 참조), 이 승강장치(10)의 기능에 의하여, 하우징(6)은, 가공시에 소정의 설정 속도(이송 속도)로 하강된다.

[0033] (b) 상기 가진장치(7)는, 원주형상의 몸체부(body portion, 11)와, 이 몸체부(11)에 유지되어 초음파 진동을 발생시키는 원주형상의 초음파 진동발생 유닛(12)을 가지고 있다. 몸체부(11)는, 그 축심을 상하 방향을 향한 상태로 상기 하우징(6)의 내주면에 베어링(13)을 개재시켜 유지되어 있고, 그 베어링(13)에 의하여, 몸체부(11)는, 그 축심을 중심으로 하여 상대회전 가능하게 또한 축심의 신장방향(상하 방향)으로 변위이동 불가능하게 되어 있다. 이 몸체부(11)의 상단부에는, 모터(9)의 구동축(9a)을 부착하기 위한 원통형상의 부착통부(14)가 형성되고, 그 몸체부(11)의 하단면에는 유지구멍(도시 생략)이 형성되어 있다. 초음파 진동발생 유닛(12)은, 몸체부(11) 하단면의 유지구멍에 유지되어 있다. 이 초음파 진동발생 유닛(12)은, 기존과 같이, 초음파 진동자, 진동 전달부, 증폭부가 직렬적으로 연결된 상태로 구성되어 있고, 이들은, 몸체부(11)의 유지구멍의 내부로부터 개구측을 향하여, 초음파 진동자, 진동 전달부, 증폭부의 순으로 배치되어 있다. 이 중, 초음파 진동자는, 압전체와, 이것을 볼트 체결하는 금속 블록을 가지고, 압전체 사이, 및, 압전체와 금속 블록과의 사이에 전극(미도시)이 배치되어 있고, 이 전극 사이에 직류전압의 펄스 전압을 인가함으로써, 압전체에 종진동(縱振動)이 여진(勵振) 되게 되어 있다. 이 초음파 진동자는, 인가하는 직류전압인 펄스 전압의 주파수를 초음파 진동자의 공진 주파수로 설정하면, 공진현상에 의하여, 강력한 초음파 진동이 발생하게 되어 있다. 진동 전달부는, 초음파 진동자의 진동을 증폭부에 전달하는 기능을 가지고 있고, 증폭부는, 진동 전달부로부터 전달된 진동을 증폭하는 기능을 가지고 있다.

[0034] (c) 상기 가공구(8)는, 상기 초음파 진동발생 유닛(12)의 진동에 의해 진동 되게 하기 위하여, 도 2에 나타내는 바와 같이, 초음파 진동발생 유닛(12)의 축심상에 있어서 그 증폭부에 연결되어 있다. 가공구(8)는, 강화유리에 대하여 직접적으로 접촉하여 그 강화유리의 가공을 행하는 것이고, 본 실시 형태에 있어서는, 축 형상의 다이아몬드 연마석이 사용되고, 그 축 형상의 가공구(8)는 초음파 진동발생 유닛(12)으로부터 아래쪽을 향하여 신장되어 있다. 이 가공구(8)는, 가공 대상인 강화유리의 가공을 행하는 것뿐만 아니라, 그 강화유리의 압력 변동을 검출하는 센서로서도 기능한다.

[0035] (d) 상기 모터(9)는, 상기 하우징(6)의 저부(底部, 6a) 외면(상단면)에 부착되어 있다. 하우징(6)의 저부(6a)에는, 하우징(6) 내의를 관통시키는 관통구멍(15)이 형성되어 있고, 모터(9)의 구동축(9a)은, 그 관통구멍(15)을 관통하여 상기 몸체부(11)에 있어서의 부착통부(14)에 감합 유지(고정)되어 있다. 이것에 의해, 모터(9)의 구동력은, 몸체부(11), 초음파 진동발생 유닛(12)을 개재시켜 가공구(8)에 전달되고, 가공구(8)는, 그 축심을 중심으로 하여 회전할 수 있게 되어 있다.

[0036] (ii) 초음파 진동 가공장치(4)는, 도 2, 도 3에 나타내는 바와 같이, 상기 초음파 진동발생 유닛(12)의 진폭, 진동수를 조정하는 초음파 발진기(가진 조정수단)(16)을 구비하고 있다.

[0037] 초음파 발진기(16)는, 입력 전기신호(구체적으로는, 전압 또는 전류)를 조정하여 그 조정 전기신호를 초음파 진동발생 유닛(12)(초음파 진동자)에 부여하게 되어 있다. 본 실시 형태에 있어서는, 전류 일정(예를 들어 1 ~ 2 A의 소정치)하에서 전원으로부터의 입력 전압의 진폭, 진동수(주파수)가 조정되고, 그 조정된 전압신호(예를 들어 300 ~ 400 V)가 초음파 진동발생 유닛(12)(초음파 진동자)에 부여되게 된다. 물론 이 경우, 전압신호 대신, 전압 일정 하에서, 전류 신호를 초음파 진동자에 부여하여도 좋다.

[0038] (iii) 초음파 진동 가공장치(4)는, 도 2, 도 3에 나타내는 바와 같이, 상기 초음파 발진기(16)(초음파 진동발생 유닛(12)) 및 상기 모터(9)를 피드백 제어하는 제어수단으로서의 제어유닛(U)을 구비하고 있다.

[0039] (a) 제어유닛(U)에는, 초음파 발진기(16)로부터의 전압신호(전압의 진폭, 주파수 신호), 모터(9)의 회전수 신호(전압신호)가 입력되는 한편, 제어유닛(U)으로부터는, 초음파 발진기(16), 모터(9)에 대하여 제어신호가 각각 출력되게 되어 있다.

[0040] (b) 제어유닛(U)은, 피드백 제어를 위한 목표치를 설정하기 위한 설정부(설정수단)와, 설정부의 목표치와 제어 변수와의 편차에 근거하여 조작 변수를 판단하는 판단부(판단수단)와, 판단부로부터의 조작 변수를 실행하기 위하여 제어신호를 출력하는 실행 제어부(실행 제어수단)를 구비하고 있다.

[0041] 설정부는, 본 실시 형태에 있어서는, 피드백 제어를 위한 목표치로서 초음파 진동발생 유닛(12)(초음파 진동자)에 대한 입력 전압에 관하여, 목표 진폭, 목표 주파수가 설정되어 있고, 그것들에는, 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리의 두께 방향 각 부분에 있어서 변화하는 값으로서 이 강화유리의 품질을 악화시키는 품질악

화 발생치(크랙, 소정 이상의 치핑 등을 발생시키는 값)의 범위에 속하지 않는 것이 설정되어 있다. 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리 내부의 인장 응력의 개방 등, 가공에 수반하는 강화유리 내부의 응력변화를 고려하기 위해서이다. 또한, 모터(9)에 대한 입력 전류에 관해서는, 가공에 있어 효과적인 회전으로 하는 관점에서, 목표 전류가 설정되어 있다.

[0042] 상기 초음파 진동발생 유닛(12)에 대한 입력 전압의 목표 진폭으로서는, 최종적으로 가공구(8)의 진폭이 3 μm ~ 9 μm 의 범위(품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것)의 소정 진폭(바람직하게는 8 μm)이 되도록 설정되고, 가공구(8)의 진폭이 3 μm 미만 및 9 μm 를 넘는 것에 대해서는, 품질악화 발생치의 범위로 되어 있다. 이 경우, 목표 진폭을, 가공구(8)의 최종적인 진폭에 있어서 3 μm ~ 9 μm 의 범위로 하고 있는 것은, 본건 발명자가 얻은 지견에 근거하여, 3 μm 미만에서는, 가공 능력이 충분하지 않기 때문에(절삭설(切削屑) 등이 남아 절삭 저항 등이 증대됨으로써) 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생하는 한편, 9 μm 를 넘은 경우에는, 가공에 수반하는 강화유리 내부의 응력변화에 추종하지 못하기 때문에 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생할 가능성이 높아지기 때문이다.

[0043] 상기 초음파 진동발생 유닛(12)(초음파 진동자)에 대한 입력 전압의 목표 주파수로서는, 최종적으로 가공구(8)의 진동수가 60 kHz ~ 64 kHz 범위(품질악화 발생치의 범위에 속하지 않는 것)의 소정 진동수(바람직하게는 63 kHz)가 되도록 설정되고, 가공구(8)의 진동수가 60 kHz 미만 및 64 kHz를 넘는 것에 대해서는, 품질악화 발생치의 범위로 되어 있다. 이 경우, 목표 주파수를, 가공구(8)의 최종적인 진동수에 있어서 60 kHz ~ 64 kHz로 하고 있는 것은, 본건 발명자의 지견에 근거하여, 60 kHz 미만에서는, 가공 능력이 충분하지 않기 때문에 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생하는 한편, 64 kHz를 넘은 경우에는, 가공에 수반하는 강화유리 내부의 응력변화에 추종하지 못하기 때문에 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생할 가능성이 높아지기 때문이다.

[0044] 상기 모터(9)에 대한 목표 전류로서는, 최종적으로 가공구(8)의 회전수가 2000 rpm ~ 30000 rpm 범위의 소정 회전수(바람직하게는 5000 rpm)가 되도록 설정되어 있다. 이 경우, 가공구(8)의 회전수를 2000 rpm ~ 30000 rpm의 범위로 하고 있는 것은, 2000 rpm 미만에서는, 강화유리에 대한 가공의 효과가 충분하지 않은 한편, 30000 rpm을 넘으면, 가공면에 대한 미끄럼 현상(가공저항 저하)이 생겨 가공의 효과가 저하되는 동시에, 내구성의 관점에서 문제를 일으키기 때문이다.

[0045] 그리고 도 3중, 부호 18은, 설정부에 설정치를 입력하기 위한 설정치 입력부이다.

[0046] 판단부는, 가공구(8)의 진폭에 관해서는, 초음파 발전기(16)로부터의 전압(반환 전압)의 진폭과 설정부의 목표 진폭과의 편차로부터 조작 변수를 판단하고, 가공구(8)의 진동수에 관해서는, 초음파 발전기(16)로부터의 전압(반환 전압)의 주파수와 설정부의 목표 주파수와의 편차로부터 조작 변수를 판단한다. 또한, 가공구(8)의 회전수에 관해서는, 모터(9)로부터의 전류 신호와 설정부의 목표 전류와의 편차로부터 조작 변수를 판단한다.

[0047] 실행 제어부는, 상기 판단부로부터의 각 조작 변수를 제어신호로 하여 초음파 발전기(16) 및 모터(9)로 출력하게 되어 있다. 이것에 의해, 초음파 발전기(16)로부터의 출력전압(진폭, 주파수)이 조정되어서, 가공구(8)는, 소정의 상하 진폭으로 또한 소정 진동수가 되도록 피드백 제어되고, 모터(9)에 대해서도 그 회전수가 피드백 제어되어서, 가공구(8)는 소정 회전수로 유지되게 된다.

[0048] (iii) 제어유닛(U)은, 피드백 제어를, 샘플주기(응답속도)를 0.3 msec 이하인 0.3 msec~0.2 msec 범위 내의 소정 샘플주기(바람직하게는 0.2 msec)로써 행하게 하도록 설정되어 있다. 0.3 msec~0.2 msec 범위 내의 소정 샘플주기로 하는 것은, 본건 발명자가 얻은 지견에 근거하여, 0.3 msec를 넘으면, 강화유리 가공중의 미세한 응력변화에 추종하지 못하고, 강화유리에 크랙, 소정 이상의 치핑 등이 발생할 가능성이 높아지기 때문이다. 또한, 하한으로서 0.2 msec를 설정하고 있는 것은, 현재의 시점에서 얻을 수 있는 최하한이며, 그 값 미만의 샘플주기로 현실적으로는 피드백 제어를 행할 수 없기 때문이다. 향후, 0.2 msec 미만의 값의 것이 개발되면 보다 바람직하다.

[0049] 이 때문에, 제어유닛(U)에 있어서는, 피드백 제어의 샘플주기의 고속화를 도모하기 위하여, 종전의 것에 비하여, 아날로그/디지털 변환 기능 및 CPU의 연산처리능력의 고속화를 도모할 수 있다. 이것에 의해, 구체적으로는, 가공구(8)의 진동수(주파수)가 80 kHz로 된 조건하에서 샘플주기를 0.2 msec로 한 경우에는, 부하변동에 대응하여 최적환경에서 발전하기까지 강화유리에 부여되는 진동 충격을 16회로 억제할 수 있다. 또한, 30 mm/min의 가공구(8)의 이송 속도 하에서, 0.2 msec의 샘플주기로 발전환경을 최적화한 경우, 가공의 진행이 0.1 μm 마다 피드백 제어가 행해지게 되어 가공중의 미세한 상태 변화(응력변화)에 대응(추종)할 수 있게 된다.

[0050] 이것에 대하여, 가공구(8)의 진동수(주파수)가 80 kHz인 조건하에서는, 0.0000125초(0.0125 ms)에 1회, 강화유

리에 대하여 진동 충격이 주어지게 되는데, 그 조건하에서 샘플주기(발진응답속도)를 10 msec로 한 경우(중전의 제어유닛의 경우)에는, 부하변동에 대응하여 최적환경에서 발진하기까지 800회의 진동 충격이 강화유리에 부여된다. 또한, 30 mm/min의 가공구(8)의 이송 속도 하에서, 10 msec의 샘플주기로 발진 환경을 최적화한 경우에는, 가공의 진행이 5 μm 로 되어 버린다. 이와 같은 5 μm 는, 수십 μm 의 표면 강화층에 대하여 상대적으로 과대한 값이고, 그 5 μm 마다의 응답으로는, 강화유리의 상태 변화에 추종할 수 없다. 이 결과, 강화유리에 스트레스를 주면서 가공을 행하지 않으면 안 되게 되어, 강화유리에 크랙 등이 발생되어 버린다.

[0051] (iv) 제어의 목표치 등

[0052] 상기 제어의 목표치 등은, 본건 발명자가 행한 하기 가공실험 1 내지 3에서 뒷받침되어 있다. 이 경우, 가공실험 1 내지 3은, 하기 공통실험 조건하에서 강화유리에 대하여 행하고, 그 평가는 하기 공통의 평가기준에 근거하여 행하였다.

[0053] (a) 공통실험 조건

[0054] 가공 대상으로 한 강화유리

[0055] 모재 재질: 알루미늄노규산염 유리

[0056] 모재 두께 $\delta 1$: 0.70 mm

[0057] 표면 강화층의 두께 $\delta 2$: 40 μm (0.04 mm)

[0058] 표면 강화층의 압축잔류응력: 600 MPa ~ 700 MPa

[0059] 가공구(8)

[0060] 가공이송속도: 60 mm/분

[0061] 회전수: 5000 rpm

[0062] 축 형상의 가공구 지름: 1.5 mm

[0063] 가공구(8)의 입도(粒度): #600 번

[0064] (b) 공통의 평가기준

[0065] ×: 강화유리가 쪼개짐

[0066] △: 치평 100~150 μm (가공할 수 있으나 품질이 나쁜 상태)

[0067] ○: 치평 30 μm 이하 (가공, 품질 모두 좋은 상태)

[0068] (c) 가공실험 1

[0069] (c-1) 1 매의 강화유리에 대한 가공구(8)의 양호한 진동수를 얻기 위하여 전압을 조정함으로써, 가공구(8)의 목표 진폭: 8 μm , 피드백의 샘플주기(응답속도): 0.2 msec로 고정된 조건하에서, 가공구(8)의 목표 진폭수(목표 주파수)를 변화시키는 실험을 행하였다.

[0070] (c-2) 가공실험 1의 결과, 도 4에 나타내는 내용이 얻어졌다. 그 도 4에 나타내는 내용에 의하면, 가공구(8)의 목표 진폭수는, 60 kHz ~ 64 kHz(특히 63 kHz)가 바람직하다는 것(60 kHz 미만, 64 kHz를 넘는 것이 품질악화 발생치의 범위인 것)이 판명되었다.

[0071] (d) 가공실험 2

[0072] (d-1) 1 매의 강화유리에 대한 가공구(8)의 양호한 목표 진폭을 얻기 위하여 전압을 조정함으로써, 가공구(8)의 목표 주파수: 63 kHz, 피드백의 샘플주기(응답속도): 0.2 msec로 고정된 조건하에서, 가공구(8)의 목표 진폭을 변화시키는 실험을 행하였다.

[0073] (d-2) 가공실험 2의 결과, 도 5에 나타내는 내용이 얻어졌다. 그 도 5에 나타내는 내용에 의하면, 가공구(8)의 진폭은, 3 μm ~ 9 μm (특히 8 μm)가 바람직한 것(3 μm 미만, 9 μm 를 넘는 것이 품질악화 발생치의 범위인 것)이 판명되었다.

[0074] (e) 가공실험 3

- [0075] (e-1) 가공중에 미세한 상태 변화를 일으키는 강화유리에 있어서, 그 가공의 피드백 제어의 샘플주기가 중요한 것에 착목하여, 가공구(8)의 목표 진폭: 8 μm , 가공구(8)의 목표 주파수: 63 kHz로 고정된 조건하에서, 피드백 제어의 샘플주기(응답속도)를 변화시키는 실험을 행하였다.
- [0076] (e-2) 가공실험 3의 결과, 도 6에 나타내는 내용이 얻어졌다. 그 도 6에 나타내는 내용에 의하면, 피드백 제어의 샘플주기는, 0.3 msec 이하(특히 0.2 msec)가 바람직한 것이 판명되었다. 그리고 하한치(0.2 msec)는, 현재 개발되어 있는 한계치이다.
- [0077] (e-3) 도 7은, 피드백 제어의 샘플주기(응답속도)와 가공성공률과의 관계를 나타내는 것이다. 이 도 7에 의하면, 응답속도가 작아질수록 가공성공률이 높아지는 것을 나타내고, 특히 0.5 ms이하에 대해서는, 급격한 상승세로 가공성공률이 높아졌다. 그리고 가공성공의 평가는, 앞에서 설명한 평가(○)와 같고, 도 6에 있어서는, 가공 성공률 87% 이상인 것에 대하여 「○」로 평가하였다.
- [0078] 2. 다음으로, 실시 형태에 관한 강화유리의 가공방법의 일례를, 상기 제어유닛(U)의 제어 내용과 함께 설명한다.
- [0079] (1) 먼저, 도 8에 나타내는 바와 같이, 표면 강화층(3)을 가지는 강화유리(구체적으로는, 모재 두께 0.7 mm, 표면 강화층의 두께 40 μm 이상, 표면압축응력 600 MPa 이상인 것)(1)가 대형 기관으로 된 것을 준비한다. 휴대단말, 태블릿 등의 보호용 유리를 작성할 수 있도록, 대형 기관으로부터 소정 형상의 것을 절출하기 위해서이다. 본 실시 형태에 있어서는, 생산 효율을 높이기 위하여, 복수 매(예를 들어 12 매)의 대형 기관(강화유리(1))을 접착제(20)(접착층 80 μm ~ 100 μm)에 의하여 적층상태로 접착한 적층체(적층 유리군)(1A)가 준비된다. 이 경우, 접착제(20)로서는, UV경화 접착제 등, 자외선에 의하여 경화되고, 그것이 온수에 의하여 용해되는 것이 바람직하다. 신속하게 접착제를 경화시키고, 이후, 최종적으로, 절출된 각 강화유리를 벗길 필요가 있기 때문이다. 이 경우, 적층체(1A)의 최 외표면(표면, 이면)을 구성하는 유리(1n)에 대해서는, 강화유리가 아닌 코스트가 저렴한 통상의 유리를 사용하여도 좋다. 적층체(1A)의 최 외표면은, 치핑이 특히 생기기 쉬운 경향이 있기 때문이다. 또한, 모재 두께 0.5 mm의 대형 기관(강화유리(1))에 대해서는, 그것을 16 매 접착한 적층체(1A)를 준비하여도 좋다.
- [0080] (2) 다음으로, 도 9에 나타내는 바와 같이, 상기 적층체(1A)를 두꺼운 판형상의 고정대(固定台, 21)에 세트한다. 이 고정대(21)에는, 상면에 복수개의 홈(도시 생략)이 형성되어 있는 한편, 그 각 홈에 연속되어 있는 연통구멍(22)이 고정대(21)의 내부를 거쳐 그 측면으로부터 개구되어 있다. 이 각 연통구멍(22)에는, 도시를 생략한 흡인장치(도시 생략)가 접속되게 되어 있고, 고정대(21) 위쪽 측의 공기가 고정대(21) 상면의 홈, 연통구멍(22)을 개재시켜 흡인되게 되어 있다. 이것에 의해, 고정대(21) 상에 세트된 적층체(1A)는, 이 흡인작용에 근거하여 고정대(21)에 고정된다.
- [0081] (3) 다음으로, 도 10에 나타내는 바와 같이, 앞에서 설명한 초음파 진동 가공장치(4)를 사용함으로써, 상기 적층체(1A)로부터 휴대단말용 보호유리 크기의 것(적층블록(1a))을 복수개 절출하는 동시에, 도 11에 나타내는 바와 같이, 그 각 적층블록(1a)에 대하여 장공(23), 각공(24)을 형성하기 위하여, 연삭가공을 행한다. 그리고 적층체(1A)로부터의 적층블록(1a)의 절출 등을 끝내면, 적층체(1A) 중, 적층블록(1a) 이외의 것이 제거되고, 도 12에 나타내는 바와 같이, 각 적층블록(1a)의 외주, 장공(23), 각공(24)에 대하여 마무리 연삭가공을 행한다. 이때, 각 적층블록(1a)은, 흡인작용에 근거하여 고정대(21)에 고정된 상태가 유지된다. 그리고 도 12에 있어서는, 편의상, 고정대(21)가 축소된 상태로 나타나고, 적층블록(1a)에 형성되어 있는 장공(23), 각공(24)은 생략되어 있다.
- [0082] 이 초음파 진동 가공장치(4)를 사용한 상기 적층블록의 절출가공, 연삭가공 등에 있어서는, 가공구(8)의 진폭 및 진동수가 목표 진폭 및 목표 진동수에 각각 가까워지도록 피드백 제어되고, 그때의 목표 진폭 및 목표 진동수로서는, 가공중의 미세한 강화유리의 응력변화가 있었다고 하더라도, 강화유리의 크랙, 치핑 등의 발생을 기본적으로 방지하기 위하여, 강화유리의 가공에 수반하는 이 강화유리 두께방향의 각 부분에 있어서 변화하는 품질악화 발생치(강화유리의 크랙, 소정 이상의 치핑의 발생 기준)의 범위 외의 것이 사용된다.
- [0083] 구체적으로는, 가공구(8)의 목표 진폭이, 3 μm ~ 9 μm 범위 내의 바람직한 것, 예를 들어 8 μm 로 되는 동시에, 가공구(8)의 목표 진동수가 60 kHz ~ 64 kHz 범위 내의 바람직한 것, 예를 들어 63 kHz로 설정된다. 가공구(8)의 목표 진폭을 3 μm ~ 9 μm 의 범위 내의 것으로 하는 이유, 가공구(8)의 목표 진동수를 60 kHz ~ 64 kHz의 범위 내의 것으로 하는 이유는, 위에서 설명한 대로이다. 게다가, 이 경우의 피드백 제어에 있어서의 샘플주기로서는, 0.3 msec 이하의 0.2 msec가 사용된다. 강화유리의 내부에서 발생하는 응력변화를 재빠르게 파악하여

강화유리에 대한 스트레스를 줄여, 강화유리의 크랙의 발생 등을 정확하게 방지하기 때문이다.

[0084] 또 이 경우, 가공구(8)는, 그 회전수가 2000 rpm ~ 30000 rpm 범위 내의 소정 회전수 5000 rpm하에서 회전된다. 초음파 진동 가공의 효과를 충분히 발휘시키면서, 가공구(8)의 회전에 의한 바람직한 효과를 얻기 때문이다. 기타 다른 가공조건에 대해서는, 일반적인 조건이 적용된다.

[0085] 이 후, 폴리시가공을 거쳐, 가공을 끝낸 적층블록(1a)은, 불산 등의 유리단면 강화의 화학 처리를 거쳐 온수에 침지되고, 각 강화유리(1)는 벗겨진다. 이것에 의해, 제품(휴대단말용 보호유리 등)으로서 가공된 강화유리가 얻어진다.

[0086] **[실시 예]**

[0087] 3. 본건 방법(상기 가공장치)을 사용하여 작성한 시험용 유리의 품질과, 종전의 방법을 사용하여 작성한 비교 예에 관한 시험용 유리의 품질을 비교 평가하였다.

[0088] (1) 본건 방법을 사용하여 작성한 시험용 유리의 경우

[0089] (i) 시험용 유리의 작성

[0090] 시험용 유리로서, 도 13에 나타내는 휴대단말용 보호유리(1P)를 작성하는 것을 시도하였다.

[0091] (ii) 본건 방법에 의한 시험용 유리의 구체적 작성방법 및 작성조건

[0092] 시험용 유리의 작성방법은, 앞에서 설명한 강화유리의 가공방법과 같다. 즉, 표면 강화층을 가지는 강화유리(구체적으로는, 모재 재질: 알루미늄규산염 유리, 모재 두께 0.7 mm, 표면 강화층 40 μm, 표면압축응력 600 Mpa인 것)가 대형 기관으로 된 것 12 매를, UV경화 접착제 등을 사용함으로써 적층 고정상태로 한 것을 준비하고, 그것으로부터 휴대단말용 보호유리의 크기의 것(적층블록(1a))을 절출하고, 그 절출한 것에 대하여, 장공(23), 각공(24)의 연삭가공을 행하여(1차 가공), 1차 가공품(적층체)을 작성한다. 다음으로, 1차 가공품에 있어서의 외주, 장공(23), 각공(24)의 모따기 마무리 가공(2차 가공)을 행하여, 2차 가공품(적층체)을 작성한다. 다음으로, 2차 가공품에 대하여 폴리시 가공을 행하고, 그 후, 가공을 끝낸 적층블록(1a)의 각 유리판을 온수에 담그고 벗겨서, 시험용(평가용) 유리를 얻는다.

[0093] 이 경우, 1차 가공, 2차 가공에 있어서, 앞에서 설명한 초음파 진동 가공장치(4)가 사용되고, 그 1차 가공, 2차 가공에 있어서의 가공조건은, 하기와 같이 하였다.

[0094] 1차 가공조건

[0095] 가공구(8)

[0096] 종류: 축 형상의 다이아몬드 연마석(입도: #320 번)

[0097] 직경: 1.5 mm

[0098] 이송 속도: 60 mm/min

[0099] 진폭: 8 μm

[0100] 진동수: 63 kHz

[0101] 피드백 제어의 샘플주기(응답속도): 0.2 msec

[0102] 회전수: 5000 rpm

[0103] 2차 가공조건

[0104] 가공구(8)

[0105] 종류: 축 형상의 다이아몬드 연마석(입도: #600 번)

[0106] 직경: 1.5 mm

[0107] 이송 속도: 60 mm/min

[0108] 진폭: 5 μm

[0109] 진동수: 63 kHz

- [0110] 피드백 제어의 샘플주기(응답속도): 0.2 msec
- [0111] 회전수: 5000 rpm
- [0112] (iii) 본건 방법에 의한 시험용 유리의 평가방법 및 평가결과
- [0113] 도 13에 나타내는 시험용 유리의 각 부분 A-E에 있어서의 1차 가공 후, 2차 가공 후, 폴리시 가공 후의 가공 상태를 확인하였다.
- [0114] 그것에 의하면, 도 14 내지 도 18에 나타내는 확대 사진도(270배)로부터도 분명한 바와 같이, 시험용 유리의 각 부분 A-E는, 모든 가공단계(1차 가공 후, 2차 가공 후, 폴리시 가공 후) 상태에 있어서도, 양호한 가공 상태를 나타냈다.
- [0115] (2) 종전의 방법을 사용하여 작성한 시험용 유리의 경우
- [0116] (i) 시험용 유리의 작성
- [0117] 본건 방법에 의한 시험용 유리의 경우와 같이, 시험용 유리로서 도 13에 나타내는 휴대단말용 보호유리를 작성을 시도하였다.
- [0118] (ii) 종전의 방법에 의한 시험용 유리의 구체적 작성방법 및 작성조건
- [0119] 앞에서 설명한 본건 방법과 마찬가지로, 12 매의 대형 기판(표면 강화층을 가지는 강화유리)을 적층상태로써 접착한 것을 준비하고, 그것에 대하여, 하기 1차 가공조건하에서, 1차 가공(적층블록(1a)의 절출, 장공(23), 각공(24)의 가공)을 행하려고 하였다. 그러나 적층블록(1a)을 절출한 후, 1차 가공에 있어서의 장공(23)의 가공 초기에, 일찍이 복수개의 크랙이 생겼다. 이 때문에, 비교 예에 관한 시험용 유리의 구멍 가공에 관한 부분(D부, E부(도 13 참조))에 관해서는, 1차 가공에 있어서의 각공(24)의 가공을 포함하여, 이후의 가공을 행하는 것을 단념하였다. 또한, 비교 예에 관한 시험용 유리의 외주면에 관한 부분(A부~C부(도 13 참조)) 중, B부, C부에 관해서는, 2차 가공, 폴리시 가공을 행하였으나, A부에 관해서는, 크랙이 생겼기 때문에, 이후의 가공을 단념하였다.
- [0120] 1차 가공조건
- [0121] 가공구(8)
- [0122] 종류: 축 형상의 다이아몬드 연마석(입도: #320 번)
- [0123] 직경: 1.5 mm
- [0124] 이송 속도: 60 mm/min
- [0125] 진폭: 8 μm
- [0126] 진동수: 50 kHz
- [0127] 피드백 제어의 샘플주기(응답속도): 10 msec
- [0128] 회전수: 5000 rpm
- [0129] (iii) 비교 예에 관한 시험용 유리의 평가방법 및 평가결과
- [0130] 비교 예에 관한 시험용 유리의 각 부분 A-D(도 13 참조)에 있어서, 1차 가공 후의 가공 상태를 확인한바, 도 19~도 21(270배), 도 22에 나타내는 확대 사진도(90배)에 나타내는 결과가 되었다. 즉, 비교 예에 관한 시험용 유리의 각 부분 A-C에서는, 크랙 또는 소정 이상의 치핑이 생기고, D부에서는 복수개의 큰 크랙이 발생하여 제품으로서 성립될 수 없는 품질의 것이 되었다. 도 22중, 중앙의 큰 구멍은, 장공(23)에 이르기 전의 가공 초기의 구멍이다.

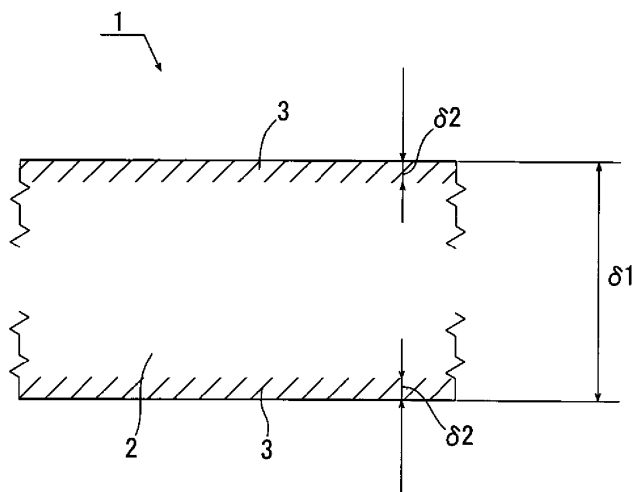
부호의 설명

- [0131] 1: 강화유리
- 1A: 적층체 (적층유리군)
- 1a: 적층블록 (적층유리군)

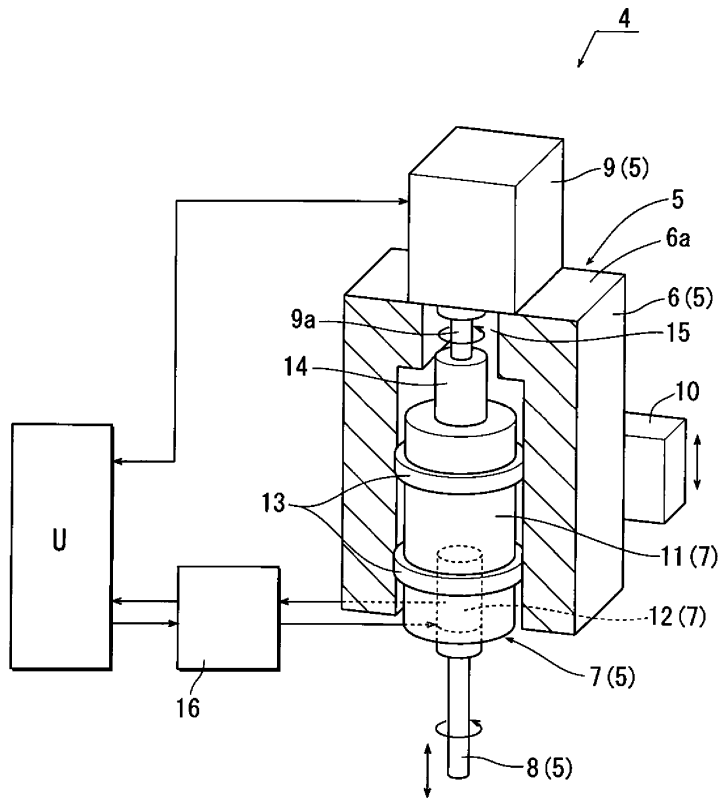
- 3: 표면 강화층
- 4: 초음파 진동가공장치
- 7: 가진 장치 (가진 기구)
- 8: 가공구
- 9: 모터 (회전 구동원)
- 16: 초음파 발진기 (가진 조정수단)
- U: 제어유닛 (제어수단)

도면

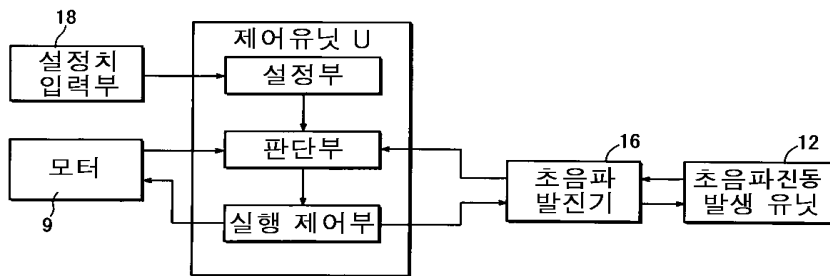
도면1



도면2



도면3



도면4

가공구의 진동수 (KHz)	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	59	60
가공상태	X	X	X	X	X	△	△	△	△	△	△	○

가공구의 진동수 (KHz)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	72	74
가공상태	○	○	○	○	△	△	△	△	X	X	X	X

X: 강화유리가 쪼개짐
 △: 치핑 100~150 μm (가공은 가능하나, 품질이 나쁨)
 ○: 치핑 30 μm 이하 (가공·품질 모두 양호)

도면5

가공구의 진폭 (μm)	1	2	3	6	7	8	9	10	11	12
가공상태	×	×	○	○	○	○	○	△	×	×

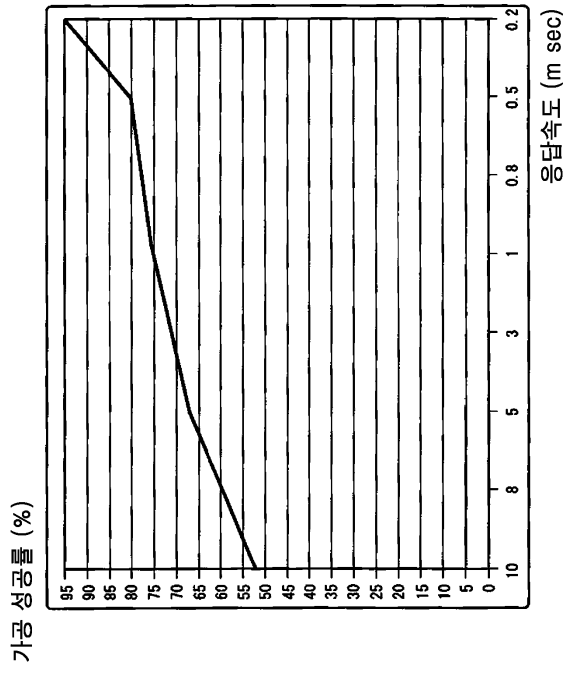
×: 강화유리가 쪼개짐
 △: 치핑 100~150 μm (가공은 가능하나, 품질이 나쁨)
 ○: 치핑 30 μm 이하 (가공·품질 모두 양호)

도면6

응답속도 (m sec)	10	5	1	0.5	0.4	0.3	0.2
가공상태	×	×	×	△	△	○	○

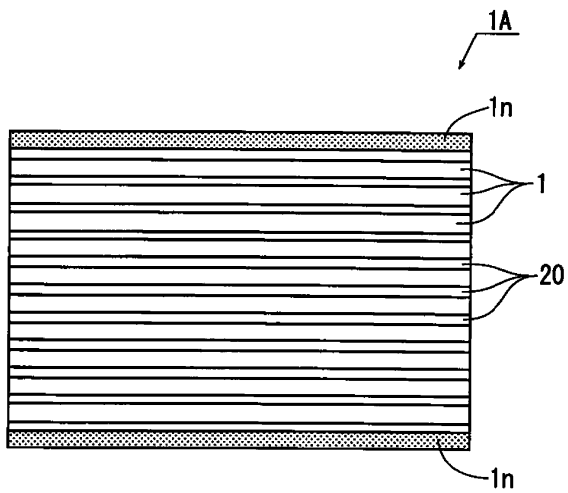
×: 강화유리가 쪼개짐
 △: 치핑 100~150 μm (가공은 가능하나, 품질이 나쁨)
 ○: 치핑 30 μm 이하 (가공·품질 모두 양호)

도면7

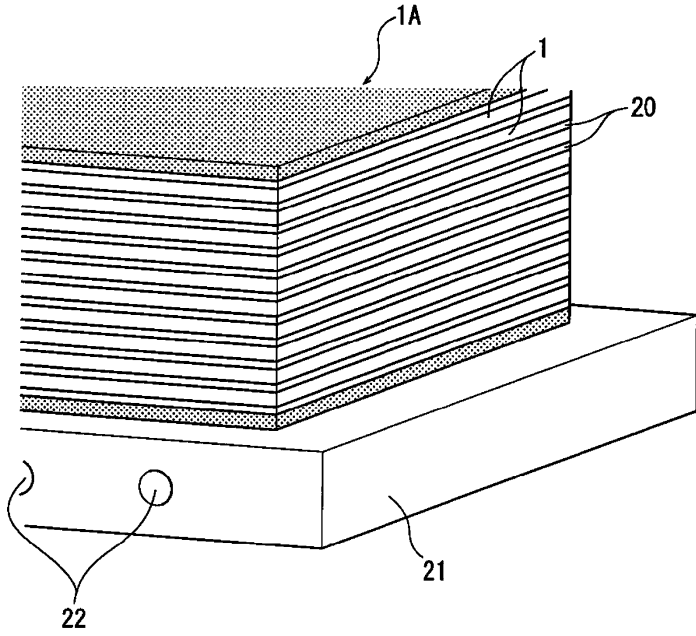


응답속도ms	가공정확률 (%)
10	52
8	59
5	67
3	71
1	75
0.8	77
0.5	80
0.2	95

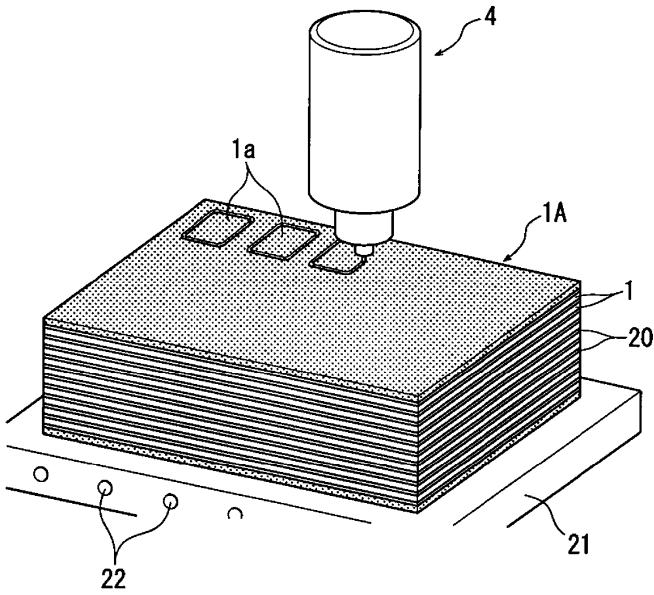
도면8



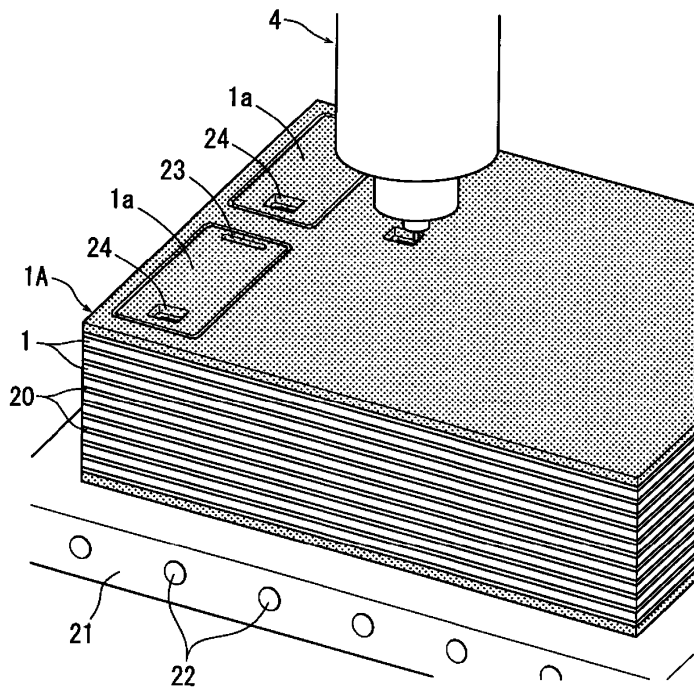
도면9



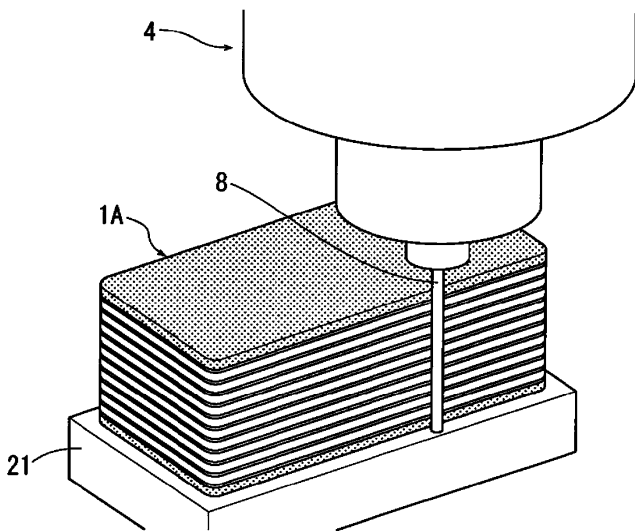
도면10



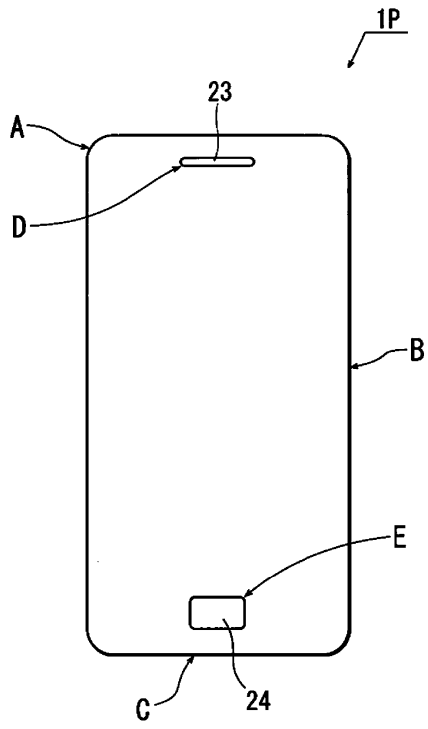
도면11



도면12

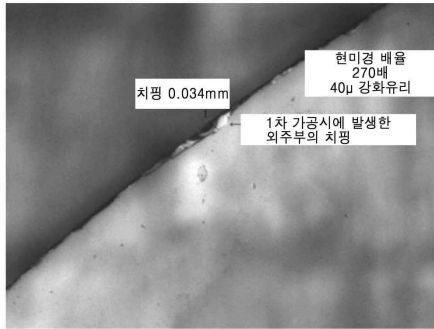


도면13

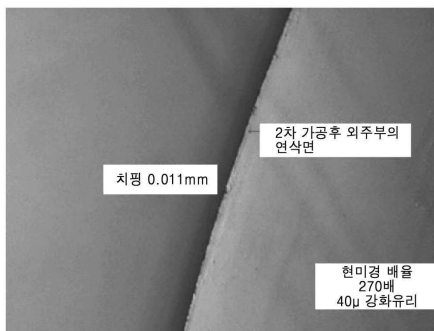


도면14

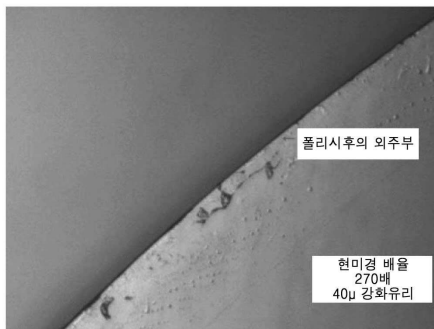
A부 상세사진(270배)



1차 가공



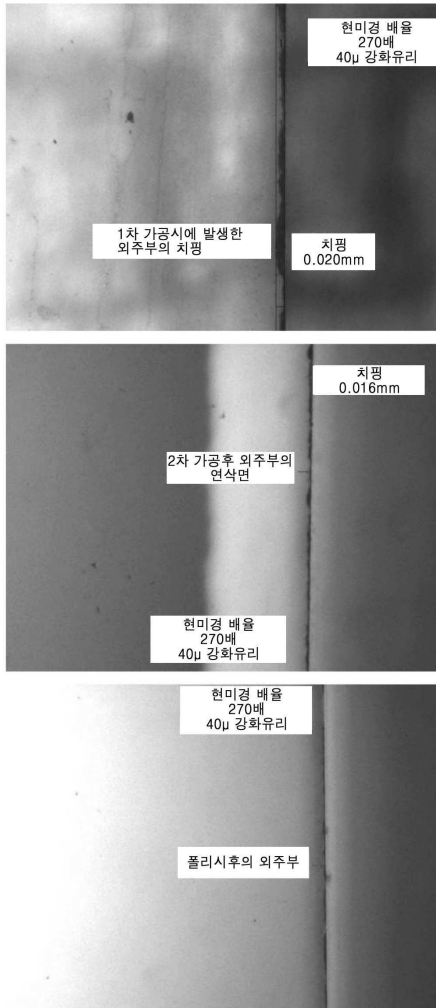
2차 가공



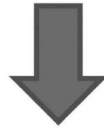
폴리시가공

도면15

B부 상세사진(270배)



1차 가공



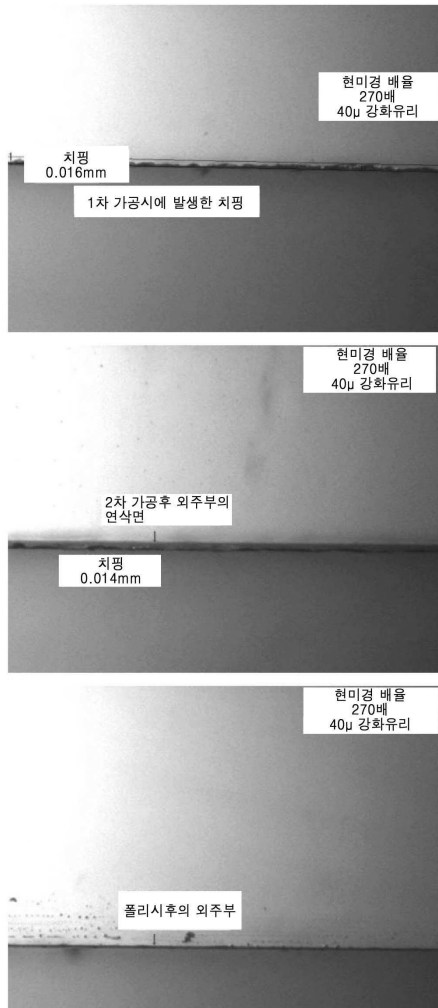
2차 가공



폴리시가공

도면16

C부 상세사진(270배)



1차 가공



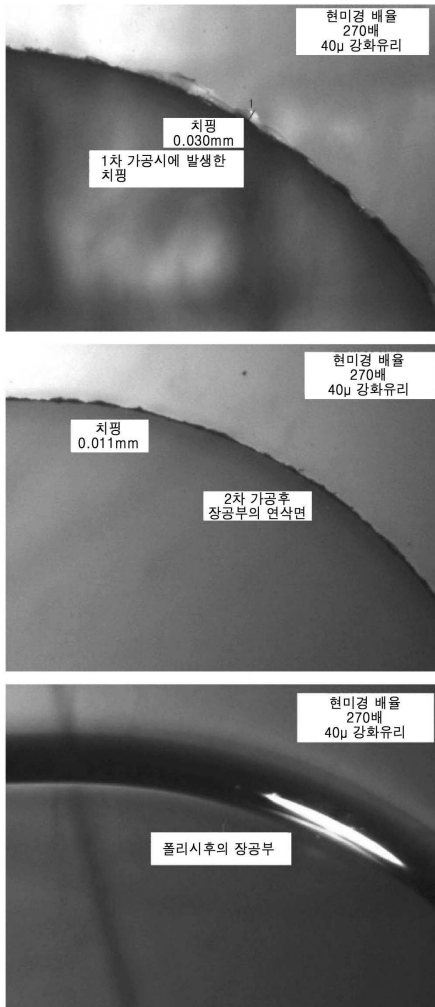
2차 가공



폴리시가공

도면17

D부 상세사진(270배)



1차 가공



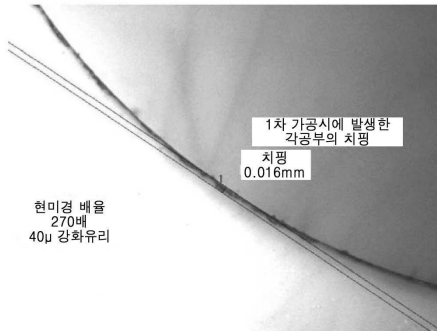
2차 가공



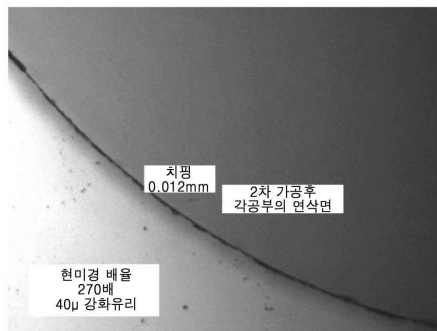
폴리시가공

도면18

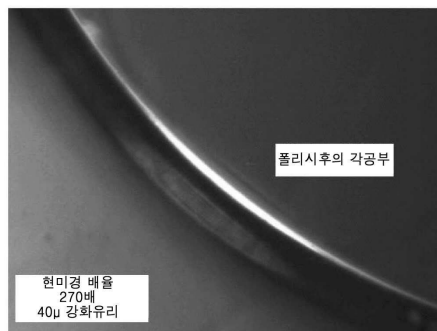
E부 상세사진(270배)



1차 가공



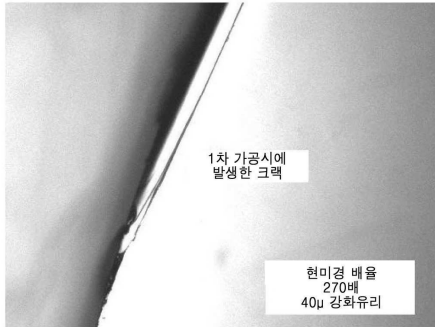
2차 가공



폴리시가공

도면19

A부 상세사진(270배)



1차 가공



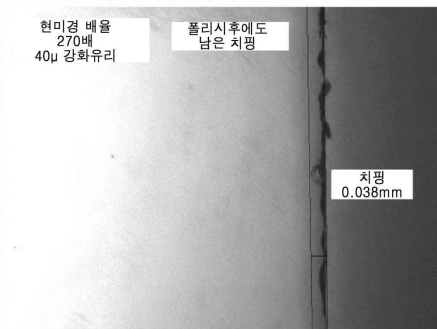
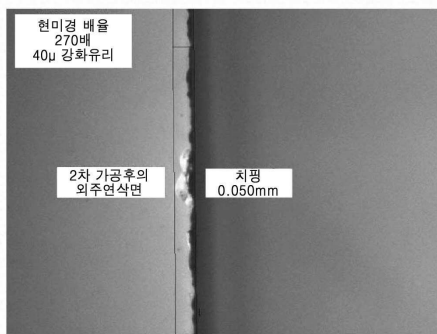
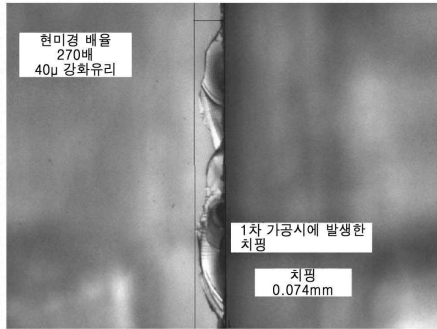
2차 가공
크랙발생 때문에 미가공



폴리시가공
크랙발생 때문에 미가공

도면20

B부 상세사진(270배)



1차 가공



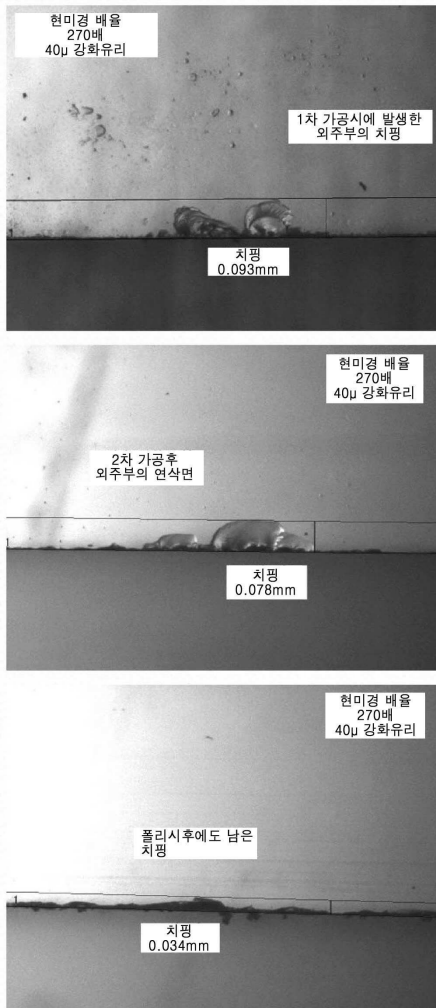
2차 가공



폴리시가공

도면21

C부 상세사진(270배)



1차 가공



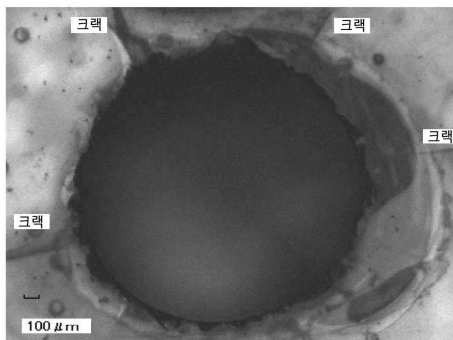
2차 가공



폴리시가공

도면22

D부 상세사진 (90배)



1차 가공