



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0008943
(43) 공개일자 2025년01월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 20/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 20/106 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7041424
- (22) 출원일자(국제) 2023년08월18일
심사청구일자 2024년12월13일
- (85) 번역문제출일자 2024년12월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/029882
- (87) 국제공개번호 WO 2024/043192
국제공개일자 2024년02월29일
- (30) 우선권주장
JP-P-2022-131519 2022년08월22일 일본(JP)

- (71) 출원인
가부시킴가이사 링커스
일본, 2220033, 가나가와, 요코하마-시, 코호쿠-구, 신요코하마, 2-6-23
- (72) 발명자
사토 유이치로
일본, 2220033, 가나가와, 요코하마-시, 코호쿠-구, 신요코하마, 2-6-23, 가부시킴가이사 링커스 씨/오
- (74) 대리인
특허법인충현

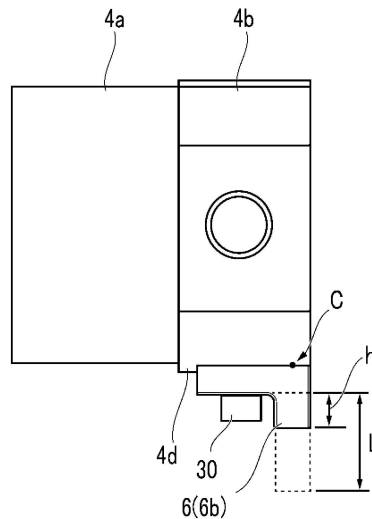
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 혼 칩 및 초음파 접합장치

(57) 요약

초음파 접합장치에 대해서 간이하고 확실하게 설치할 수 있고, 접합 시의 동작이 안정적인 혼 칩을 제공한다. 혼 칩(6)은, 초음파 LT 혼(4)에 설치하기 위한 복수의 관통공(61, 62)이 마련된 저판부(6a)와, 저판부(6a)로부터 수직방향으로 돌출된 접합부(6b)를 구비하고 있다. 접합부(6b)의 두께(w)에 대한 접합부(6b)의 저판부(6a)의 상면 측으로부터의 길이(h)의 비(h/w)는 1.5 이하로 한다.

대표도 - 도11



명세서

청구범위

청구항 1

초음파 접합에 의한 위크의 접합에 이용하는 혼 칩이며,
나사를 통과시키는 복수의 관통공이 마련된 저판부와,
상기 저판부로부터 수직방향으로 돌출된 접합부를 구비하고,
상기 접합부의 두께(w)에 대한 상기 접합부의 상기 저판부의 상면 측으로부터의 길이(h)의 비(h/w)는 1.5 이하인 것을 특징으로 하는 혼 칩.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 접합부는, 상기 저판부의 긴 쪽 방향으로 연장되는 1개의 끝 가장자리로부터 수직방향으로 돌출되어 있는 혼 칩.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 저판부로부터 상기 접합부에 연속되는 기단부를 향해서, 서서히 벽 두께가 증가되는 후벽부를 구비하고 있는 혼 칩.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 저판부의 상기 초음파 혼의 표면과 접촉되는 하면 측에 홈부가 마련되어 있는 혼 칩.

청구항 5

나사를 통과시키는 복수의 관통공이 마련된 저판부와, 상기 저판부로부터 수직방향으로 돌출된 접합부를 구비하고, 상기 접합부의 상기 저판부의 상면 측으로부터의 길이는 공진하는 길이의 반 이하인 혼 칩과,
상기 혼 칩을 설치 가능한 초음파 혼을 구비하고,
상기 초음파 혼의 선단부의 적어도 1개의 측면에, 상기 혼 칩의 상기 관통공에 대응한 나사 구멍이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 초음파 접합장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 선단부가 사각기둥 형상을 이루고 있는 초음파 접합장치.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,
상기 접합부는, 상기 저판부의 긴 쪽 방향으로 연장되는 1개의 끝 가장자리로부터 수직방향으로 돌출되어 있으며,
상기 선단부의 단면과 상기 혼 칩의 상기 접합부의 단면이 동일 평면으로 되어 있는 초음파 접합장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 나사 구멍은, 상기 선단부의 축선 방향의 중앙부보다 응력이 낮은 위치에 마련되어 있는 초음파 접합장치.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 선단부의 상기 혼 칩을 설치하는 면에, 상기 혼 칩이 상기 선단부에 대해서 어긋나는 것을 방지하는 볼록부가 마련되어 있는 초음파 접합장치.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 혼 칩과 간섭하지 않는 위치에 마련된 상기 나사 구멍은, 진동 조정부재를 탈부착 가능한 초음파 접합장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 접합에 이용하는 혼 칩, 및 해당 혼 칩을 설치하여 사용하는 초음파 접합장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 초음파 접합장치에서는, 외형 또는 접합면의 형상이 다른 다양한 종류의 혼 칩이 준비되어 있으며, 접합 대상의 워크 또는 접합의 조건에 의해 최적의 혼 칩을 선택할 수 있도록 되어 있다.

[0003] 예를 들어, 특허문헌 1의 초음파 접합장치는, 폭이 넓은 칩에 있어서 칩 부재가 초음파 혼에 대해서 탈부착 가능하게 되어 있다. 칩 부재를 혼에 설치하는 경우, 칩 부재의 테이퍼부 및 가이드부를 혼의 하방 측으로부터 칩 부재 설치공의 제1 구멍부 및 제2 구멍부에 삽입함과 동시에, 나사부재를 혼의 상방 측으로부터 칩 부재 설치공의 제3 구멍부에 삽입하고, 나사부재를 혼의 상방 측으로부터 조이도록 한다(특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 특개2022-16741호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 특허문헌 1의 장치는, 칩 부재를 확실하게 고정하기 위해서 초음파 혼에 제1 내지 제3 구멍부를 형성할 필요가 있어서, 그 가공에 수고와 비용이 들었었다. 또한, 칩 부재의 형상에 따라서는, 접합 시에 나사가 느슨해져서 설치부에 대해서 미끄러질 수 있기 때문에 확실하게 설치할 수 있는 구조가 요구되었다.

[0006] 또한, 칩 부재의 근원으로부터 선단부까지의 길이는 칩 부재의 고유 진동수와 관계된다. 칩 부재의 고유 진동수에 따라서는, 칩 부재와 초음파 혼이 서로 역방향으로 변위되기 때문에, 접합 시에 칩 부재의 저면이 설치부로부터 들뜨게 되어, 접합 정밀도에 영향을 미치는 문제가 있었다.

[0007] 본 발명은, 이와 같은 사정을 감안하여 이루어진 것이며, 초음파 접합장치에 대해서 간이하고 확실하게 설치할 수 있고, 접합이 안정적인 혼 칩을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해서, 제1 발명은, 초음파 접합에 의한 워크의 접합에 이용하는 혼 칩이며, 나사를 통과시키는 복수의 관통공이 마련된 저판부와, 상기 저판부로부터 수직방향으로 돌출된 접합부를 구비하고,

- [0009] 상기 접합부의 두께(w)에 대한, 상기 접합부의 상기 저판부의 상면 측으로부터의 길이(h)의 비(h/w)는 1.5 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 발명의 혼 칩은, 저판부의 복수의 관통공을 이용하여 초음파 혼에 나사로 설치하므로 확실하게 고정할 수 있다. 워크의 접합에는, 저판부로부터 수직방향으로 돌출된 접합부를 이용한다.
- [0011] 또한, 혼 칩의 접합부의 두께(w)에 대한, 해당 접합부의 저판부의 상면 측으로부터의 길이(h)의 비(h/w)는 1.5 이하로 하면 된다. 해당 접합부의 두께(w) 및 길이(h)를 이 비로 설정하면, 혼 칩의 고유 진동수와 초음파 혼의 고유 진동수를 다르게 할 수 있으므로, 워크의 접합 시에 칩 부재와 초음파 혼의 공진을 회피할 수 있다. 그렇기 때문에, 워크의 접합을 안정적으로 행할 수 있다.
- [0012] 제1 발명의 혼 칩에 있어서, 상기 접합부는 상기 저판부의 긴 쪽 방향으로 연장되는 1개의 끝 가장자리로부터 수직방향으로 돌출되어 있는 것이 바람직하다.
- [0013] 이 구성에 의하면, 접합부가 저판부의 해당 끝 가장자리로부터 수직방향으로 돌출된 혼 칩(대략 L자 기둥형상)은 가공이 비교적 용이하고, 접합부보다 저판부를 크게 할 수 있으므로 관통공의 수, 관통공의 배치의 자유도를 높일 수 있다.
- [0014] 또한, 제1 발명의 혼 칩에 있어서, 상기 저판부로부터 상기 접합부에 연속되는 기단부를 향해서 서서히 벽 두께가 증가되는 후벽부를 구비하고 있는 것이 바람직하다.
- [0015] 혼 칩의 저판부와 접합부가 이루는 부분에 해당 후벽부를 마련함으로써, 워크의 접합 시에 접합부가 흔들리지 않고, 안정적으로 워크를 접합할 수 있다.
- [0016] 또한, 제1 발명의 혼 칩에 있어서, 상기 저판부의 상기 초음파 혼의 표면과 접촉되는 하면 측에 홈부가 마련되어 있는 것이 바람직하다.
- [0017] 혼 칩과 초음파 혼의 접촉 면적이 큰 경우, 나사의 체결에 의한 힘이 분산되어 초음파 진동에 의해 접촉면끼리 스친다. 그렇기 때문에, 초음파 진동에 의한 마찰열이 커지지만, 혼 칩의 하면 측에 홈부를 마련함으로써 마찰열의 발생을 억제할 수 있다.
- [0018] 제2 발명의 초음파 접합장치는, 나사를 통과시키는 복수의 관통공이 마련된 저판부와, 상기 저판부로부터 수직방향으로 돌출된 접합부를 구비하고, 상기 접합부의 상기 저판부의 상면 측으로부터의 길이는 공진하는 길이의 반 이하인 혼 칩과, 상기 혼 칩을 설치 가능한 초음파 혼을 구비하고,
- [0019] 상기 초음파 혼의 선단부의 적어도 1개의 측면에, 상기 혼 칩의 상기 관통공에 대응한 나사 구멍이 마련되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 초음파 접합장치는, 제1 발명과 동일한 혼 칩에 대응한 선단부를 가지고 있다. 해당 선단부에는, 혼 칩의 관통공에 대응한 수의 나사 구멍이 동일한 간격으로 마련되어 있기 때문에 조합해서 사용할 수 있다.
- [0021] 제2 발명의 초음파 접합장치에 있어서, 상기 선단부가 사각기둥 형상을 이루고 있는 것이 바람직하다.
- [0022] 이 구성에 의하면, 사각기둥 형상의 측면에 혼 칩을 나사로 설치함으로써 양자를 확실하게 고정할 수 있다.
- [0023] 또한, 제2 발명의 초음파 접합장치에 있어서, 상기 접합부는, 상기 저판부의 긴 쪽 방향으로 연장되는 1개의 끝 가장자리로부터 수직방향으로 돌출되어 있으며, 상기 선단부의 단면과 상기 혼 칩의 상기 접합부의 단면이 동일 평면으로 되어 있는 것이 바람직하다.
- [0024] 본 발명에서는, 초음파 혼의 선단부의 단면과 대략 L자 기둥형상의 혼 칩의 접합면의 단부가 동일 평면이 되도록 혼 칩을 설치한다. 이에 의해, 접합 시의 혼 칩과 워크의 위치 결정을 용이하게 행할 수 있다.
- [0025] 또한, 제2 발명의 초음파 접합장치에 있어서, 상기 나사 구멍은, 상기 선단부의 축선 방향의 중앙부보다 응력이 낮은 위치에 마련되어 있는 것이 바람직하다.
- [0026] 이 응력은, 초음파 진동에 의해 초음파 혼이 신축됨으로써 발생하는 힘이며, 초음파 혼의 중앙부는 응력이 높고, 신축량이 크다. 즉, 나사 구멍의 변형도 커진다. 이러한 점에서, 해당 중앙부보다 응력이 낮은 위치에 마련된 나사 구멍은 초음파 진동에 의한 신축, 변형이 작다. 그렇기 때문에, 혼 칩을 고정하는 나사가 느슨해지지 않으며, 혼 칩의 확실한 고정을 가능하게 한다.
- [0027] 또한, 제2 발명의 초음파 접합장치에 있어서, 상기 선단부의 상기 혼 칩을 설치하는 면에, 상기 혼 칩이 상기

선단부에 대해서 어긋나는 것을 방지하는 볼록부가 마련되어 있는 것이 바람직하다.

[0028] 이러한 구성에 의하면, 혼 칩은 초음파 혼의 선단부에 마련된 볼록부에 의해 어긋남이 방지되기 때문에, 위크의 접합 시에 혼 칩의 위치가 어긋나서 접합 정밀도가 저하되는 것을 방지할 수 있다.

[0029] 또한, 제2 발명의 초음파 접합장치에 있어서, 상기 혼 칩과 간섭하지 않는 위치에 마련된 상기 나사 구멍은 진동 조정부재를 탈부착 가능한 것이 바람직하다.

[0030] 초음파 혼에 마련된 나사 구멍 중, 혼 칩과 간섭하지 않는 위치의 나사 구멍에 진동 조정부재를 설치할 수 있다. 진동 조정부재를 이용하여 초음파 혼의 양단의 진동 진폭을 조정하여 동일하게 함으로써, 위크의 접합 정밀도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 초음파 접합장치의 전체 구성을 설명하는 도면이다.

도 2는 초음파 LT 혼의 사시도이다.

도 3A는 혼 칩의 사시도(상면 측)이다.

도 3B는 혼 칩의 사시도(하면 측)이다.

도 4는 혼 칩(노치 있음)의 사시도이다.

도 5는 혼 칩(후벽부 있음)의 사시도이다.

도 6A는 혼 칩(T자형)의 사시도이다.

도 6B는 혼 칩(T자형)을 초음파 LT 혼에 설치했을 때의 측면도이다.

도 7A는 혼 칩(3개의 관통공)의 사시도(상면 측)이다.

도 7B는 혼 칩(3개의 관통공)의 사시도(하면 측)이다.

도 8A는 혼 칩(변형 T자형)의 사시도이다.

도 8B는 혼 칩(변형 T자형)을 초음파 LT 혼에 설치했을 때의 측면도이다.

도 9는 혼 칩(리브, 돌기 있음)의 사시도이다.

도 10은 혼 칩을 초음파 LT 혼에 설치했을 때의 측면도이다.

도 11은 혼 칩의 접합부의 길이를 설명하는 도면이다.

도 12는 (a) 길이(L)(공진 길이)의 혼 칩을 도시하는 도면이다. (b) 길이(L/2~L)의 혼 칩을 도시하는 도면이다. (c) 길이(L/2)의 혼 칩을 도시하는 도면이다. (d) 길이(L/3)의 혼 칩을 도시하는 도면이다.

도 13은 초음파 LT 혼 축선 방향에서의 혼 칩의 설치 위치를 설명하는 도면이다.

도 14A는 혼 칩을 초음파 LT 혼(선단부 : 실시형태)에 설치했을 때의 측면도이다.

도 14B는 도 14A의 초음파 LT 혼의 선단부의 상세를 설명하는 도면이다.

도 15A는 혼 칩을 초음파 LT 혼(선단부 : 변경 형태)에 설치했을 때의 측면도이다.

도 15B는 도 15A의 초음파 LT 혼의 선단부의 상세를 설명하는 도면이다.

도 16은 초음파 LT 혼의 선단부에 밸런서를 설치한 초음파 접합장치를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서는, 본 발명의 초음파 접합장치의 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다.

[0033] 우선, 도 1을 참조하여, 본 발명의 실시형태에 따른 초음파 접합장치(1)의 전체 구성을 설명한다. 초음파 접합장치(1)는, 금속판 등의 접합 대상물(위크)을 후술하는 초음파 복합 진동을 이용하여 용접하는 장치이다. 초음파 접합장치(1)는, 주로 리튬 이온 전지 또는 반도체 소자의 전극, 동종 또는 이종의 금속의 접합에 이용된다.

- [0034] 초음파 접합장치(1)는, 초음파 진동자(Langevin Type)(2)와, 초음파 확대 혼(3)과, 초음파 LT 혼(4)과, 혼 칩(6)과, 앤빌(7)로 구성되어 있다. 또한, 발진장치(8), 가압장치(10), 센서(12), 제어장치(13), 및 표시장치(14)도 초음파 접합장치(1)의 일부이다.
- [0035] 전원(도시 생략)으로부터 발진장치(8)에 전원 전압을 인가하면, 초음파 진동자(2)의 +전극 및 -전극에 전압 신호가 전달되고, 초음파 진동자(2)가 진동하여, 초음파 진동(약 20KHz)이 발생한다. 초음파 진동자(2)에서 발생한 초음파 진동은, 초음파 진동자(2)의 일단부에 설치된 원통형상의 초음파 확대 혼(3)에 전달되어, 진동 진폭이 확대된다. 나아가, 초음파 진동은, 초음파 확대 혼(3)의 일단부(초음파 진동자(2)가 아닌 측의 단부)에 설치된 원통형상의 초음파 LT 혼(4)에 전달된다.
- [0036] 초음파 진동자(2)에서 발생한 초음파 진동은, 초음파 확대 혼(3)과 초음파 LT 혼(4)의 장축 방향으로 전달되는데(초음파의 세로 진동), 초음파 LT 혼(4)의 복수의 사선 슬릿(S)에 의해, 세로 진동으로부터 가로 진동으로 변환된 진동 성분이 생긴다. 그리고, 초음파 진동(복합 진동)은, 초음파 LT 혼(4)의 일단부(초음파 확대 혼(3)이 아닌 측의 단부)에 나사로 고정된 혼 칩(6)에 전달된다.
- [0037] 혼 칩(6)은, 복수의 워크(W)(예를 들어, 두께 방향으로 겹쳐진 복수의 평판형상 워크)의 접합 시에 해당 복수의 워크(W) 중 가장 상측에 있는 하나의 워크(W)와 접촉되는 선단부를 가지고 있다. 이때, 제어장치(13)가 초음파 진동의 세로 진동과 비틀림 진동의 위상 및 진폭을 조정함으로써, 초음파 LT 혼(4)의 일단부에서 복합 진동(예를 들어, 타원 진동)이 생겨서, 혼 칩(6)의 선단부가 상부의 워크(W)의 표면에 타원 궤도를 그리면서 진동한다.
- [0038] 이 진동은 워크(W)의 표면의 불순물을 배제하고, 나아가 워크(W)의 표면의 소성 변형을 촉진한다. 또한, 혼 칩(6)은 워크(W)의 종류에 따라서 교환 가능하나, 이번에는 도 1에 도시되는 바와 같은 대략 L자 판형상 또는 대략 L자 기둥형상이고, 또한 워크(W)에 맞는 접합면이 대략 직사각형 형상인 혼 칩을 이용한다.
- [0039] 복합 진동에 대해서 보충하면, 혼 칩(6)의 선단부가 상부의 워크(W)를 눌렀을 때, 누름 방향에 수직인 제1 방향의 진동 성분과, 해당 제1 방향에 직교하는 제2 방향의 진동 성분을 복합시킨 진동이다. 해당 제1 방향의 진동 성분과 해당 제2 방향의 진동 성분의 위상차가 90도이고, 또한 진폭비가 1:1이면 원형 진동이 되며, 위상차가 90도이고, 또한 진폭비가 N:1(N>1. 예를 들어 N=2)이면 타원 진동이 된다.
- [0040] 또한, 초음파 확대 혼(3)의 플랜지부(3a)에 강성이 높은 가압용 블록(도시 생략)이 접촉되어 있다. 그렇기 때문에, 제어장치(13)에 의해 가압장치(10)를 제어하고, 승강 동작하는 가압용 블록을 통해서 초음파 접합장치(1)를 수직방향으로 이동시킬 수 있다.
- [0041] 그리고, 받침대인 앤빌(7) 상에 워크(W)를 얹어놓음으로써, 혼 칩(6)의 접합부(6b)가 상부의 워크(W)에 접촉되고, 접합부(6b)로부터의 정압력(접합 시에는 200~800[N/m²])이 워크(W)에 대해서 가해지도록 되어 있다.
- [0042] 일반적으로, 정압력을 높게 하면 접합 강도가 높아지는데, 정압력을 너무 높게 하면 워크(W)가 손상되어, 파괴, 갈라짐의 원인이 된다. 한편, 접합 시작 시의 정압력이 낮으면 혼 칩(6)이 상부의 워크(W)를 잡지 못하고, 상부의 워크(W)가 미끄러져서 잘 접합할 수 없다.
- [0043] 정압력을 발생시키는 방법으로서, 에어 실린더, 스프링 등에 의해 앤빌(7), 나아가 하부의 워크(W)를 하방으로부터 밀어 올리는 방법과, 서보모터에 의해 혼 칩(6)의 위치 및(또는) 변위 속도를 제어하고, 상부의 워크(W)의 상방으로부터 밀어 내리는 방법이 있는데, 본 실시형태에서는 후자를 채용하고 있다.
- [0044] 나아가, 가압용 블록의 변위를 검출하는 센서(스트로크 센서)(12)가 있으며, 제어장치(13)가 혼 칩(6)의 워크(W)의 압입량(침강량)을 취득하고 있다. 센서(12)는, 접합 시의 혼 칩(6)의 수직방향의 좌표 변화를 제어장치(13)에 송신하고, 제어장치(13)가 해당 좌표 변화에 기초하여 혼 칩(6)에 의한 워크(W)의 압입량을 피드백 제어함으로써 해당 압입량이 일정하게 보유된다. 그렇기 때문에, 가압장치(10)에는, 제어장치(13)로부터 송신되는 피드백 제어신호에 대한 응답 속도가 빠른 액추에이터가 이용되고 있는 것이 바람직하다.
- [0045] 혼 칩(6)에 의한 워크(W)의 압입량의 목표값 또는 시간 변화 양태는, 초음파 접합장치(1)의 작업자에 의해 표시장치(14)로부터 미리 설정되어 있어도 된다. 이와 같이, 워크의 접합 시에는, 압입량 및/또는 정압력을 조정하면서 복합 진동을 부여함으로써 확실하게 접합(고상 접합)이 촉진된다.
- [0046] 고상 접합에 대해 보충하면, 예를 들어, 금속 원자는 그 표면이 유지 및/또는 산화 피막으로 덮여져서, 원자끼리의 접근이 방해 받는 상태로 되어 있다. 초음파 접합에서는, 금속에 초음파 진동을 부여하여, 금속 표면에 강력한 마찰력을 발생시킨다. 이에 의해, 금속 표면의 산화 피막 등이 제거되어, 접합면에 청정하면서 활성화

한 금속 원자가 나타난다.

- [0047] 이 상태에서, 나아가 금속 표면에 초음파 진동을 부여함으로써, 마찰열에 의한 온도 상승으로 원자의 운동이 활발해지고, 원자간의 상호 인력이 발생하여, 고상 접합의 상태가 생성된다.
- [0048] 다음에, 도 2를 참조하여, 본 실시형태의 초음파 LT 혼(4)의 상세를 설명한다.
- [0049] 도 2에 도시하는 초음파 LT 혼(4)은, 사선 슬릿(S)을 포함하는 원통부(4a)와, 사각기둥 형상의 선단부(4b)로 이루어진다. 선단부(4b)는, 정면 측으로부터 봤을 때 수평방향으로 긴 직사각형 형상이나, 정사각형 형상 또는 팔각형 형상으로 형성되어 있어도 된다.
- [0050] 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 수평방향으로 긴 면(설치면(M))에는, 혼 칩(6)을 설치하기 위한 수평방향으로 상호 떨어져서 배치된 2개의 나사 구멍(41, 42)이 마련되어 있다. 또한, 초음파 접합장치(1)에 의한 가공 시에는, 설치면(M)은 수직 하향(엔빌(7)의 방향)을 향한다(도 1 참조).
- [0051] 해당 선단부(4b)의 나사 구멍(41, 42)은 암나사 홈이고, 후술하는 혼 칩(6)의 관통공(61, 62)에 대응하여 마련되어 있다. 복수의 나사 구멍(41, 42)을 마련하여 혼 칩(6)을 고정함으로써, 혼 칩(6)을 맞게 한 워크(W)의 접합 시에, 혼 칩(6)이 선단부(4b)에 대해서 회전하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)에는, 정면 측으로부터 봤을 때의 원형 구멍(4c)이 마련되어 있으나, 필수적인 구성은 아니다.
- [0052] 설치면(M)은, 혼 칩(6)이 선단부(4b)에 대해서 미끄러지지 않도록 샌드블라스트 가공되어 있는 것이 바람직하다. 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 설치면(M)에, 수평방향으로 서로 떨어져서 배치된 3개 이상의 나사 구멍이 마련되어 있어도 된다. 나아가, 혼 칩(6)이 선단부(4b)에 대해서 어긋나는 것을 방지하는 볼록부(4d)(도면 10 참조)를 마련하도록 해도 된다.
- [0053] 다음에, 도 3A 및 도 3B를 참조하여 초음파 접합장치(1)에 이용되는 혼 칩(6)에 대해서 설명한다.
- [0054] 도 3A에 도시하는 바와 같이, 대략 L자 관형상 또는 대략 L자 기둥형상의 혼 칩(6)은, 초음파 LT 혼(4)에 설치하기 위한 긴 쪽 방향으로 상호 떨어져서 배치된 2개의 관통공(61, 62)이 마련된 대략 직사각형 형상의 저판부(6a)와, 저판부(6a)의 하나의 장변 가장자리로부터 수직방향으로 돌출된 대략 직사각형 형상의 접합부(6b)로 이루어진다.
- [0055] 즉, 혼 칩(6)은, 긴 쪽 방향에 수직인 단면 형상이 대략 L자 형상인 대략 L자 관형상 또는 대략 L자 기둥형상으로 형성되어 있다. L자 기둥형상의 혼 칩(6)은 가공이 비교적 용이하고, 이것을 구성하는 2개의 평판 중 비교적 면적이 큰 평판을 저판부(6a)로 한다. 즉, 저판부(6a)의 면적을 크게 할 수 있으므로, 혼 칩(6)의 관통공(61, 62)의 수, 그 배치의 자유도를 높일 수 있다.
- [0056] 해당 관통공(61, 62)은 나사 홈이 형성되어 있지 않은 구멍이지만, 초음파 LT 혼(4)(선단부(4b))의 나사 구멍(41, 42)의 간격에 대응하고 있으며, 구멍의 직경은 나사 구멍(41, 42)보다 한층 크다. 접합부(6b)는, 직사각형 형상의 평면이 상부의 워크(W)와의 접촉면이다. 이 접촉면의 형상은 타원형 등이어도 되고, 접촉면에 다수의 돌기 또는 오목부를 마련해도 된다.
- [0057] 도 3B는 혼 칩(6)의 저판부(6a)의 하면 측(초음파 LT 혼(4)과 접촉되는 측)을 도시하고 있다. 저판부(6a)의 하면 측은 연마된 평탄면으로 되어 있고, 그 긴 쪽 방향의 중앙부에는, 초음파 LT 혼(4)의 표면과 접촉되지 않는, 짧은 쪽 방향의 전체 길이에 걸쳐서 연장되는 홈부(63)가 마련되어 있다.
- [0058] 초음파 LT 혼(4)과 저판부(6a)의 접촉 면적이 큰 경우, 나사의 체결에 의한 힘이 분산되어, 초음파 진동에 의해 접촉면끼리 스치기 때문에 초음파 진동에 의한 마찰열이 커진다. 이에, 홈부(63)의 부분만큼 초음파 LT 혼(4)과 저판부(6a)의 접촉 면적을 줄임으로써, 나사의 체결에 의한 힘이 집중적으로 가해지기 때문에 마찰열의 발생을 억제한다. 홈부(63)는 저판부(6a)의 하면 측의 긴 쪽 방향으로 연장되도록 형성되어 있어도 되고, 짧은 쪽 방향과 긴 쪽 방향 각각으로 연장되는 연속적인 또는 독립적인 홈의 조합에 의해 구성되어 있어도 된다.
- [0059] 저판부(6a)의 홈부(63) 이외의 평탄면에는 샌드블라스트 가공이 시행되어, 워크(W)의 접합 시에 저판부(6a)와 워크(W)의 미끄러짐이 억제되어도 된다. 또한, 해당 평탄면에 질화막 처리가 시행되면, 초음파 LT 혼(4)에의 들러붙음 또는 녹의 발생을 방지할 수 있다. 나아가, 해당 평탄면의 엣지에 라운딩 처리 또는 모따기 처리를 행함으로써 초음파 LT 혼(4) 및/또는 혼 칩(6)(저판부(6a))이 깎이는 것을 방지할 수 있다.
- [0060] 도 4에 도시하는 혼 칩(16)과 같이, 접합부(16b)의 양단부가 노치 처리된 작은 직사각형 평면의 접촉면으로 해도 된다. 또한, 도 5에 도시하는 혼 칩(17)과 같이, 저판부(17a)의 짧은 쪽 방향의 중간 부분으로부터 접합부

(17b)에 연속되는 기단부를 향해서, 거듭제곱수가 양인 지수함수적 또는 2차 함수적으로 저판부(17a)를 서서히 두꺼운 벽으로 하는 후벽부(17c)를 마련해도 된다.

- [0061] 도 5에서는, 저판부(17a)에서 긴 쪽 방향으로 상호 떨어져서 배치된 관통공(171, 172)은, 후벽부(17c)를 피하도록 저판부(17a)의 두께 방향을 관통하여 형성되어 있다. 그리고, 혼 칩(17)의 후벽부(17c)는, 접합부(17b)의 짧은 쪽 방향의 중간 부분으로부터 저판부(17a)에 연속되는 기단부를 향해서, 거듭제곱수가 양인 지수함수적 또는 2차 함수적으로 저판부(17a)를 서서히 두꺼운 벽으로 하는 부분이기도 하다.
- [0062] 후벽부(17c)에 의해, 워크(W)의 접합 시에 저판부(17a)에 대한 접합부(17b)의 흔들림이 억제되어, 워크(W)에 대한 접합부(17b)의 해당 양태를 안정적으로 유지하면서 워크(W)를 접합할 수 있다. 또한, 혼 칩(6)과 마찬가지로, 하면 측에는 짧은 쪽 방향으로 연장되는 홈부(173)가 마련되어 있다.
- [0063] 후벽부는 도 5에 도시되는 형상에 한정되는 것은 아니다. 후벽부는 저판부(17a)의 짧은 쪽 방향의 중간 부분으로부터 접합부(17b)에 연속되는 기단부를 향해서, 선형 함수적 또는 거듭제곱수가 음인 지수함수적으로 저판부(17a)의 벽 두께가 서서히 증가되도록 형성되어 있어도 된다.
- [0064] 관통공(171, 172)은, 적어도 부분적으로 저판부(17a)의 후벽부(17c)를 두께 방향으로 관통하도록 형성되어 있어도 된다. 또한, 저판부(17a)의 선단 부분으로부터 접합부(17b)의 선단 부분을 향해서 저판부(17a)를 서서히 두꺼운 벽으로 하도록 후벽부(17c)가 형성되어 있어도 된다.
- [0065] 혼 칩의 형상은 L자형에 한정되지 않는다. 도 6A에 도시하는 바와 같은 대략 T자 관형상 또는 대략 T자 기둥형상의 혼 칩(18)을 초음파 접합장치(1)에 이용해도 된다. 혼 칩(18)에서는, 저판부(18a)의 짧은 쪽 방향의 대략 중앙으로부터 수직방향으로 돌출된 접합부(18b)를 가지고 있으며, 관통공(181~184)이 접합부(18b)의 양측에 마련되어 있다.
- [0066] 도 6B는 혼 칩(18)을 초음파 LT 혼(4)에 설치했을 때의 측면도이다. 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 혼 칩(18)은, 접합부(18b)의 양측에서 나사(30)에 의해 초음파 LT 혼(4)에 대해서 고정되어 있다. 그렇기 때문에, 워크(W)의 접합 시의 초음파 LT 혼(4)에 대한 혼 칩(18)의 흔들림을 방지하고, 혼 칩(18)이 워크(W)에 대해서 맞는 상태를 안정적으로 유지하면서 워크(W)를 접합할 수 있다.
- [0067] 이 외에도, 다양한 형상의 혼 칩이 고려된다. 도 7A에 도시하는 혼 칩(19)은, 수평방향 또는 긴 쪽 방향으로 상호 떨어져서 배치된 3개의 관통공(191, 192, 193)이 마련된 대략 직사각형 형상의 저판부(19a)와, 저판부(19a)의 한쪽의 장변 가장자리부 전체에 따라서 연장되고, 또한 저판부(19a)에 대해서 수직방향으로 돌출된 접합부(19b)로 이루어진다.
- [0068] 혼 칩(19)은, 3개의 나사 구멍이 마련된 선단부를 갖는 초음파 LT 혼에 설치될 수 있다. 이 양태에 의하면, 초음파 LT 혼(4)에 대해서 혼 칩(19)이 강고하게 고정되기 때문에, 혼 칩(19)과 초음파 LT 혼(선단부) 사이에 틈새가 생기기 어렵고, 2개의 관통공의 혼 칩과 비교하여 초음파 LT 혼(4)에의 고정이 안정된다.
- [0069] 도 7A에 도시되어 있는 바와 같이, 혼 칩(19)은, 저판부(19a)의 짧은 쪽 방향의 중간 부분으로부터 접합부(19b)에 연속되는 기단부를 향해서, 지수함수적으로 또는 2차 함수적으로 저판부(19a)를 서서히 두꺼운 벽으로 하는 후벽부(19c)를 구비하고 있다. 그렇기 때문에, 워크(W)의 접합 시의 초음파 LT 혼(4)에 대한 혼 칩(19)의 흔들림을 방지하고, 혼 칩(19)이 워크(W)에 대해서 맞는 상태를 안정적으로 유지하면서 워크(W)를 접합할 수 있다.
- [0070] 도 7B는 저판부(19a)의 하면 측(초음파 LT 혼과 접촉되는 측)을 도시하고 있다. 저판부(19a)의 하면 측은 연마된 평탄면으로 되고 있으나, 짧은 쪽 방향의 중앙부에서 초음파 LT 혼의 표면과 접촉되지 않는, 긴 쪽 방향의 전체 길이에 걸쳐서 연장되는 홈부(194)가 마련되어 있다. 홈부(194)의 부분만큼 접촉 면적을 줄임으로써, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(19)의 마찰열 발생을 억제할 수 있다.
- [0071] 긴 쪽 방향으로 연장되는 평탄면에 나사의 체결에 의한 힘이 집중적으로 가해지기 때문에, 면끼리의 미끄러짐을 방지하는 효과가 높아진다. 저판부(19a)의 하면 측과 초음파 LT 혼(선단부)의 면끼리의 접합을 방지하기 위해서, 해당 평탄면에 질화막 처리를 실시해도 된다. 또한, 해당 평탄면의 일부를 깎아서 홈부(194)와 동일한 높이로 하여, 접촉 면적을 더 줄이도록 해도 된다.
- [0072] 도 8A에 도시하는 혼 칩(20)은, 수평방향으로 상호 떨어져서 배치된 3개의 관통공(201, 202, 203)이 마련된 대략 직사각형 형상의 저판부(20a)와, 저판부(20a)의 짧은 쪽 방향의 중앙부에서 긴 쪽 방향의 전체 길이에 걸쳐서 연장되고, 또한 저판부(20a)에 대해서 수직 상하방향으로 돌출된 접합부(20b)로 이루어진다(변형 T자형).

접합부(20b)의 저판부(20a)에 대해서 상방에는, 저판부(20a)의 짧은 쪽 방향의 중간 부분으로부터 접합부(20b)에 연속되는 기단부를 향해서, 지수함수적 또는 2차 함수적으로 저판부(20a)의 벽 두께가 증가되는 후벽부(20c)가 마련되어 있다.

- [0073] 또한, 접합부(20b)의 저판부(20a)에 대해서 하방에는, 3개의 관통공(204, 205, 206)이 마련되어 있다. 도 8B에 도시하는 바와 같이, 혼 칩(20)은, 초음파 LT 혼(4)(선단부)의 단부에 얹어놓아지고, 관통공(201~206)을 이용하여 나사(30)로 초음파 LT 혼(4)에 대해서 고정된다. 2방향으로부터 혼 칩(20)을 고정함으로써, 저판부(20a)의 하면 측과 초음파 LT 혼(4)이 맞닿는 면끼리의 미끄러짐을 확실하게 방지할 수 있다.
- [0074] 도 9에 도시하는 혼 칩(21)은, 수평방향으로 상호 떨어져서 배치된 2개의 관통공(211, 212)이 마련된 저판부(21a)와, 저판부(21a)의 짧은 쪽 방향의 중앙부에서 긴 쪽 방향의 전체 길이에 걸쳐서 연장되고, 또한 저판부(21a)의 단부에 얹어놓아진 접합부(21b)로 이루어진다. 저판부(21a)는, 짧은 쪽 방향의 양단부에 접합부(21b)의 방향을 향해서 올라가는 리브(21c)를 가지고 있다.
- [0075] 리브(21c)는, 저판부(21a)의 긴 쪽 방향의 끝 가장자리로부터 접합부(21b)에 연속되는 기단부를 향해서, 선형 함수적으로 서서히 벽 두께가 증가되는 후벽부이다. 리브(21c)를 마련함으로써, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(9)의 진동의 공진 상태에서 저판부(21a)의 해당 양단부가 역위상으로 진동하는 것, 해당 양단부의 모서리 부분이 크게 진동하여, 워크(W)의 접합 정밀도가 저하되는 것을 방지할 수 있다.
- [0076] 또한, 접합부(21b)에는, 다수의 돌기(P)가 마련되어 있다. 돌기(P)는 접합부(21b) 상에 등간격으로 배치되어 있으며, 워크(W)를 상방으로부터 눌러서 확실하게 워크(W)를 접합하기 위한 구조이다. 돌기(P)는 상술한 혼 칩(6, 16~20)에 마련해도 된다.
- [0077] 도 10은 상술한 혼 칩(6)을 초음파 LT 혼(4)에 설치했을 때의 측면도이다.
- [0078] 혼 칩(6)은, 접합부(6b)의 선단면과 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 선단면이 동일 평면이 되도록 설치하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 워크(W)의 접합 시의 혼 칩(6)과 워크(W)의 위치 조정을 용이하게 행할 수 있다. 또한, 혼 칩(6)의 설치 위치는, 초음파 LT 혼(4)의 축선 방향의 후단 측이어도 되지만, 상세는 후술한다.
- [0079] 일반적으로 초음파 접합장치(1)에 의해 워크(W)의 접합을 행할 때, 초음파 진동의 진동 진폭의 효율을 높일 필요가 있다. 그렇기 때문에, 혼 칩(6)의 고유 진동수(공진 주파수)가 초음파 LT 혼(4)의 고유 진동수와 거의 동일한 값이 되도록 조정한다.
- [0080] 그러나, L자 형상의 혼 칩(6)에 있어서, 혼 칩(6)의 고유 진동수를 초음파 LT 혼(4)의 고유 진동수에 맞춘 경우, 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)가 진동에 의해 오른쪽 방향으로 변위되었을 때 혼 칩(6)(접합부(6b))이 그 역방향으로 변위되는 현상(역위상 현상)이 알려져 있다. 이에 의해, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(6) 사이에 틈새가 생기고, 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 진동이 불안정해져서, 워크(W)의 접합 정밀도가 저하된다.
- [0081] 이 현상에 대한 대책으로서, 접합부(6b)의 저판부(6a)의 상면 측으로부터의 길이를 조정하는 것이 바람직하다. 따라서, 혼 칩(6)을 초음파 LT 혼(4)에 설치했을 때에 양자가 공진 상태가 되는 혼 칩(6)의 해당 길이를 측정할 필요가 있다.
- [0082] 도 11은 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(6)의 접합부(6b)를 도시하고 있다. 초음파 LT 혼(4)의 고유 진동수(f_1)와 혼 칩(6)의 고유 진동수(f_2)가 거의 동일한 상태일 때의 접합부(6b)의 저판부(6a)의 상면 측으로부터의 길이(h)를 측정하고, 그 길이(공진 길이)를 L로 한다. 이때, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(6)은 1개의 진동체로서 진동한다.
- [0083] 공진 길이(L)일 때, 도 12(a)의 과형에 도시되는 바와 같이, 초음파 LT 혼(4)이 일방향으로 변위되었을 때, 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 선단부는 해당 일방향과는 역방향으로 변위된다. 구체적으로, 초음파 LT 혼(4)의 도면 중의 점(C)과 해당 선단부와의 역위상의 진동이 된다. 따라서, 점(C)에 작용하는 힘이 커지고, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(6) 사이에 틈새가 생길 우려가 있다. 또한, 실제 수치는, 접합부(6b)의 두께(w)=7(mm)에 대해서 길이(h)(L)=19(mm)이기 때문에 비(h/w)=2.71이 된다.
- [0084] 다음에, 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 길이(h)를 짧게 함으로써, 고유 진동수(f_1 , f_2)를 다르게 한다. 해당 접합부(6b)를 짧게 하면, 혼 칩(6)의 고유 진동수(f_2)는 높아진다. 도 12(b)는 접합부(6b)의 길이(h)를 $L/2 \sim L$ 로 설정한 경우를 도시하고 있다. 역위상의 진동이지만, 해당 접합부(6b)의 선단부는 공진 길이(L)일 때보다 작은 진동이 된다. 이때, 접합부(6b)의 두께(w)=7(mm)에 대해서, 예를 들어 길이(h)=14(mm)이기 때문에 비(h/w)=2.00이다.

- [0085] 도 12(c)는 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 길이(h)를 더 짧게 하여, 길이(h)를 L/2로 설정한 경우를 도시하고 있다. 이때, 점(C)이 진동의 노드(진폭이 제로인 절)가 되고, 초음파 LT 혼(4)의 점(C)과 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 선단부와의 역위상은 해소된다. 그렇기 때문에, 이 조건으로 초음파 접합장치(1)에 의해 워크(W)를 접합하는 것은 가능하다. 그러나, 점(C)과 접합부(6b)의 해당 선단부에서는, 진폭의 크기가 다른 진동이 생기고 있다. 이때, 접합부(6b)의 두께(w)=7(mm)에 대해서 길이(h)(L/2)=9.5(mm)이기 때문에 비(h/w)=1.36이다.
- [0086] 도 12(d)는 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 길이(h)를 더 짧게 하여, 길이(h)를 L/3으로 설정한 경우를 도시하고 있다. 이 조건에서는, 점(C)과 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 선단부와는 진폭의 크기가 거의 동일하고, 동일한 방향으로 동작한다. 이때, 접합부(6b)의 두께(w)=7(mm)에 대해서 길이(h)(L/3)=6.3(mm)이기 때문에 비(h/w)=0.90이다.
- [0087] 초음파 LT 혼(4)의 형상, 후벽부의 유무 등에도 의존하지만, 접합부(6b)의 두께(w)가 일정할 때, 혼 칩(6)의 접합부(6b)의 길이(h)는, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(6)이 공진하는 공진 길이(L)의 반(1/2) 이하가 바람직하고, 1/3~1/2로 하면 보다 바람직하다. 접합부(6b)의 두께(w)와 길이(h)의 비(h/w)는 1.5 이하($0 < h/w \leq 1.5$)가 바람직하고, 이 조건일 때, 초음파 LT 혼(4)과 혼 칩(6) 사이에 생기는 해당 틈새의 발생을 억제할 수 있다.
- [0088] 해당 접합부(6b)를 공진 길이(L)로부터 서서히 짧게 해나가면, 진동 해석에 의해 동위상이 되는 해당 접합부(6b)의 길이(h)가 확인될 수 있으므로 실제로 시행하면 된다. 또한, 해당 접합부(6b)의 두께(w)를 두껍게 한 경우, 공진 길이(L)는 길어진다.
- [0089] 다음에, 도 13을 참조하여, 초음파 LT 혼(4)의 축선 방향에서의 혼 칩(6)의 설치 위치를 설명한다.
- [0090] 도 13에 도시되는 바와 같이, 혼 칩(6)은, 접합부(6b)의 단면과 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 단면이 동일 평면이 되는 위치에 설치되어 있다. 여기서, 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 축선 방향의 중심부 부근은 진동의 절(노드)이 되기 때문에 진동 시의 변위량은 작지만, 진동에 의한 응력(신축 응력)은 크다. 응력이 큰 위치에 혼 칩(6)을 설치하면, 초음파 LT 혼(4)이 신장 방향으로 변위되었을 때 선단부(4b)의 나사 구멍(41, 42)이 약간 벌어진다.
- [0091] 한편, 초음파 LT 혼(4)의 원통부(4a)와 선단부(4b)의 접합면 및 접합부(6b)의 단면은, 진동 시의 변위량이 큰 진동의 과복의 위치가 되어 응력은 작다. 따라서, 혼 칩(6)을 고정하는 나사(30)는, 초음파 LT 혼(4)의 응력이 비교적 작은 위치로 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 나사(30)의 부분의 응력이 최대값의 30% 이하가 되는 위치로 하면 보다 바람직하다.
- [0092] 나사(30)를 응력이 비교적 작은 위치(진동의 과복의 위치)에 설치함으로써, 초음파 LT 혼(4)의 나사 구멍(41, 42)의 벌어짐이 방지되므로, 나사가 느슨해지는 현상이 일어나지 않게 된다. 이상의 이유로 인해, 혼 칩(6)을, 선단부(4b) 중 응력이 비교적 작은 소정의 위치로 하는 것도 가능하다.
- [0093] 본 발명은 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니며, 그 요지를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 양태로 실시하는 것이 가능하다.
- [0094] 본 실시형태의 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)에는 원형 구멍(4c)이 마련되어 있었지만(도 14A 참조), 나사 구멍이 짧아지기 때문에 혼 칩(6)의 초음파 LT 혼(4)에 대한 고정이 불충분해진다. 또한, 해당 선단부(4b)의 나사 구멍을 갖는 면의 벽 두께가 얇아지기 때문에 해당 선단부(4b)의 균열 발생의 원인이 된다. 예를 들어, 3개의 관통공을 갖는 혼 칩(6)을 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)에 설치하는 경우, 나사(30b)의 위치에 대응하는 나사 구멍을 짧게 할 필요가 있기 때문에 나사(30b)의 체결력이 불충분해질 수 있다(도 14B 참조).
- [0095] 이에, 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)는, 원형 구멍(4c)과 비교하여 직경이 작은 2개의 원형 구멍(4c1, 4c2)을 뚫은 형태(초음파 LT 혼(4'))로 해도 된다(도 15A 참조).
- [0096] 도 15B에 도시되는 바와 같이, 2개의 원형 구멍(4c1, 4c2) 사이에 나사(30b)에 대응하는 나사 구멍을 형성하기 때문에, 다른 나사 구멍과 동일한 나사의 체결력이 얻어진다. 또한, 혼 칩(6)은 3개의 나사(30a~30c)로 고정되기 때문에, 혼 칩(6)을 초음파 LT 혼(4')의 선단부(4b)에 대해서 확실하게 설치할 수 있다.
- [0097] 초음파 LT 혼(4')의 선단부(4b)의 형태는, 세로방향 및 비틀림 방향의 진동 진폭에도 영향을 준다. 일반적으로, 초음파 LT 혼(4')의 선단부(4b)의 면적 및 단면 2차 극 모멘트를 작게 하면, 진동 진폭이 커지는 것으로 알려져 있다.
- [0098] 세로방향의 진폭은, 초음파 LT 혼(4')의 후단(도 15A의 좌단부)으로부터 중앙부까지의 부분의 단면적(A)과, 해

당 중앙부로부터 후단(도 15A의 우단부)까지의 부분의 단면적(B)의 비(A/B)가 클수록 커진다. 즉, 초음파 LT 혼(4')의 선단부(4b)의 단면적을 작게 하면 비(A/B)의 값이 커지고, 세로방향의 진동이 증가된다. 이것은 비틀림 방향의 진폭 확대에 이어진다.

- [0099] 또한, 초음파 LT 혼(4')의 선단부(4b)의 단면 2차 극 모멘트는, (선단부(4b)의 직사각형 부분의 단면 2차 극 모멘트)-(선단부(4b)의 2개의 원형 구멍의 단면 2차 극 모멘트)로 부여된다. 나아가, 원형 구멍(4c1, 4c2)의 단면 2차 극 모멘트는, 해당 선단부(4b)의 중심축으로부터 떨어트리는 쪽이 (팔이 긴 만큼) 커진다.
- [0100] 비틀림 방향의 진폭은, 초음파 LT 혼(4')의 후단(도 15A의 좌단부)으로부터 중앙부까지의 부분의 단면 2차 극 모멘트(C)와 해당 중앙부로부터 후단(도 15A의 우단부)까지의 부분의 단면 2차 극 모멘트(D)의 비(C/D)가 클수록 커진다. 이상에 의해, 해당 선단부(4b)의 원형 구멍(4c1, 4c2)의 간격을 일정 거리 떨어트려서 배치함으로써 비틀림 방향의 진폭을 확대할 수 있다.
- [0101] 또한, 도 16에 도시되는 바와 같이, 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 수평방향으로 긴 면(N)(혼 칩(6)의 설치면(M)의 반대측)에 나사 구멍(43, 44)을 마련해 두고, 나사형 밸런서(35)(본 발명의 "진동 조정부재")를 탈부착 가능한 구성으로 해도 된다.
- [0102] 종래에는 정압력이 걸린 상태에서 초음파 LT 혼(4)과 같은 정면에 대해서 폭방향이 넓은 혼을 진동시켰을 경우, 혼 칩(6)의 좌우 단부에서 진폭이 다른 일이 있었다. 이것은, 다른 진동 모드를 서로 겹침으로써 생기는 단부에서의 뒤틀림 변형이 원인인 것으로 생각된다. 그리고, 이 상태에서 접합하면, 혼 칩(6)의 각 단부에서 워크(W)의 접합 강도가 달라지는 일이 있었다.
- [0103] 이에 대한 대책으로서, 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b)의 면(N)에 밸런서(35)를 설치함으로써, 혼 칩(6)의 좌우 단부의 진동 진폭이 동일해지도록 조정할 수 있다. 구체적으로, 진동 진폭이 큰 측에 추의 역할을 하는 밸런서(35)를 설치한다. 밸런서(35)는 나사와 위서의 구성이어도 된다. 또한, 이 경우, 위서의 외경은 나사 머리의 직경보다 큰 것이 바람직하다.
- [0104] 혼 칩(6)의 좌단(도면 중의 "L")의 진동 진폭이 우단(도면 중의 "R")의 진동 진폭과 비교해서 클 때, 좌측의 나사 구멍(43)에 밸런서(35)를 설치함으로써 좌우 단부의 진동 진폭을 동일하게 할 수 있다. 또한, 혼 칩(6)의 우단의 진동 진폭이 좌단의 진동 진폭과 비교해서 클 때에는, 우측의 나사 구멍(44)에 밸런서(35)를 설치하면 된다.
- [0105] 밸런서(35)는 면(N)에 한정되지 않고, 혼 칩(6)과 간섭하지 않는 초음파 LT 혼(4)의 선단부(4b) 측면의 나사 구멍(45, 46)에 설치해도 된다. 또한, 복수의 밸런서(35)를 나사 구멍(43~46)에 설치하여 조정해도 된다.

부호의 설명

- [0106] 1 : 초음파 접합장치 2 : 초음파 진동자
- 3 : 초음파 확대 혼 3a : 플랜지부
- 4, 4' : 초음파 LT 혼 4a : 원통부
- 4b : 선단부 4c : 원형 구멍
- 4d : 볼록부 6, 16, 17, 18, 19, 20, 21 : 혼 칩
- 6a, 16a, 17a, 18a, 19a, 20a, 21a : 저관부
- 6b, 16b, 17b, 18b, 19b, 20b, 21b : 접합부
- 7 : 앤빌 8 : 발진장치
- 10 : 가압장치 12 : 센서
- 13 : 제어장치 17c, 19c, 20c : 후벽부
- 21c : 리브 30 : 나사
- 35 : 밸런서 41~46 : 나사 구멍
- 61, 62, 161, 162, 171, 172, 181~184, 191~193, 201~212 : 관통공

63, 173, 194 : 홈부

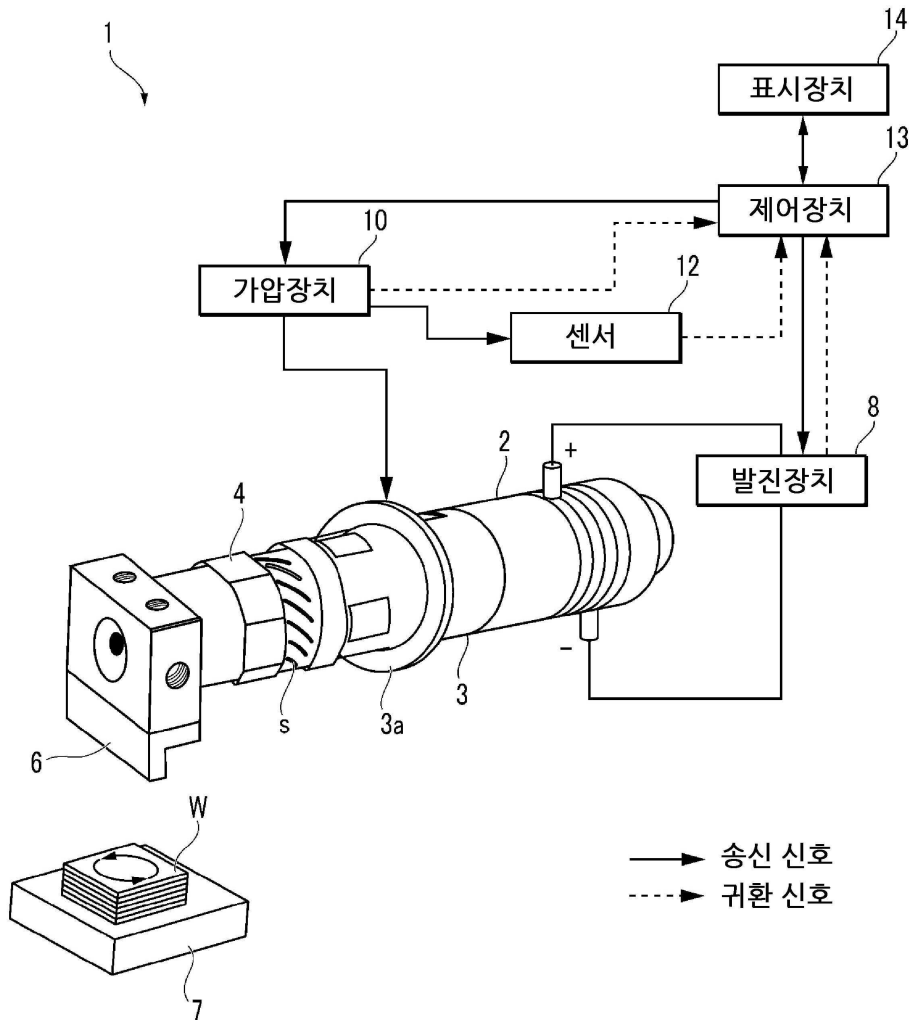
P : 돌기

S : 사선 슬릿

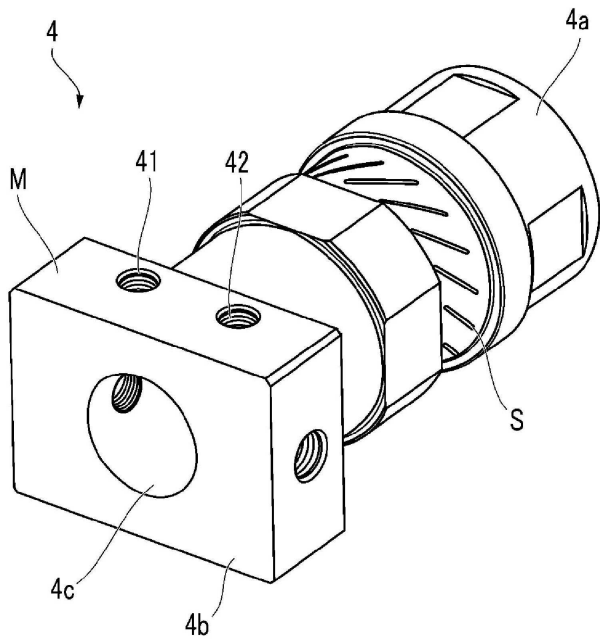
W : 워크

도면

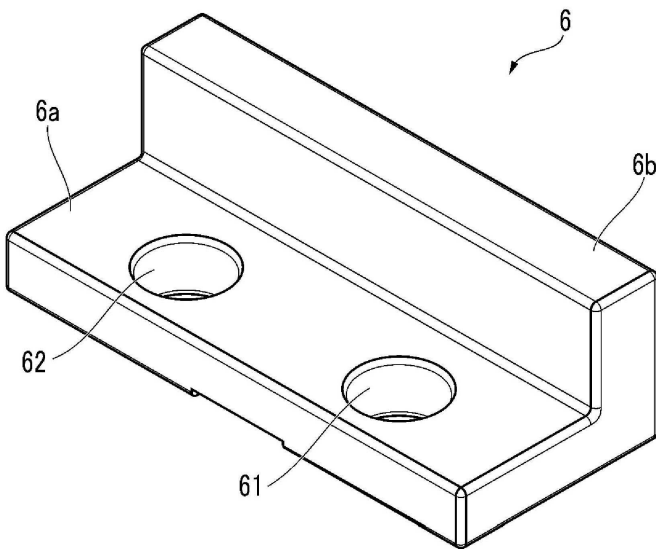
도면1



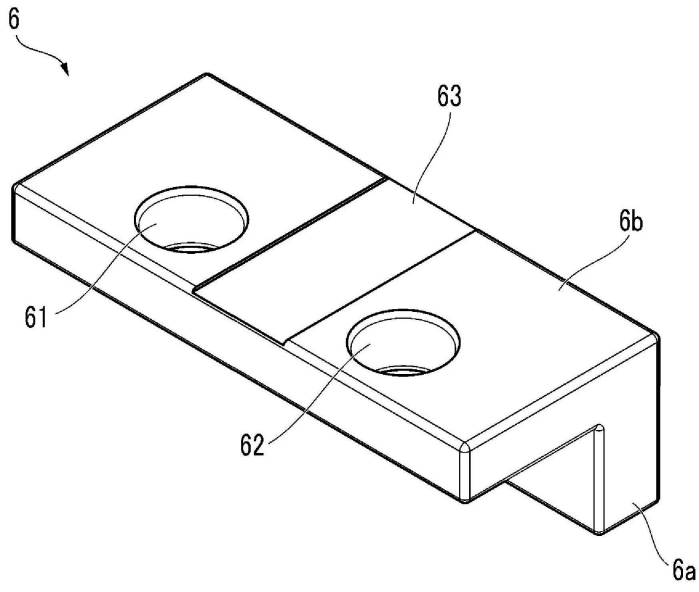
도면2



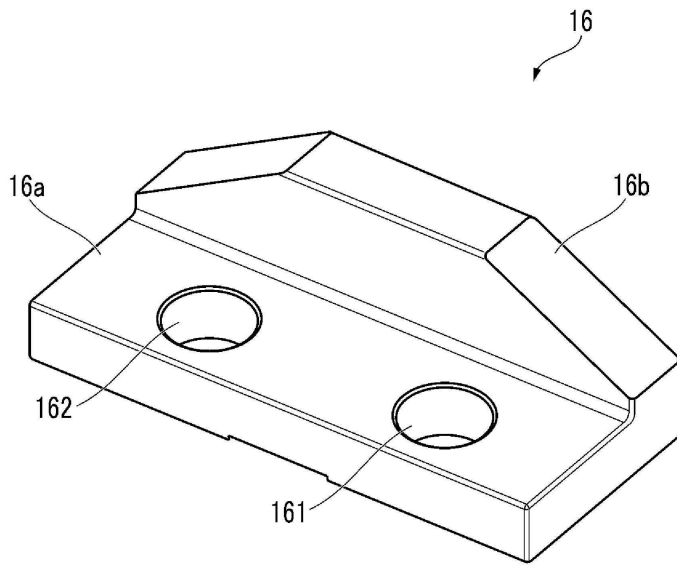
도면3a



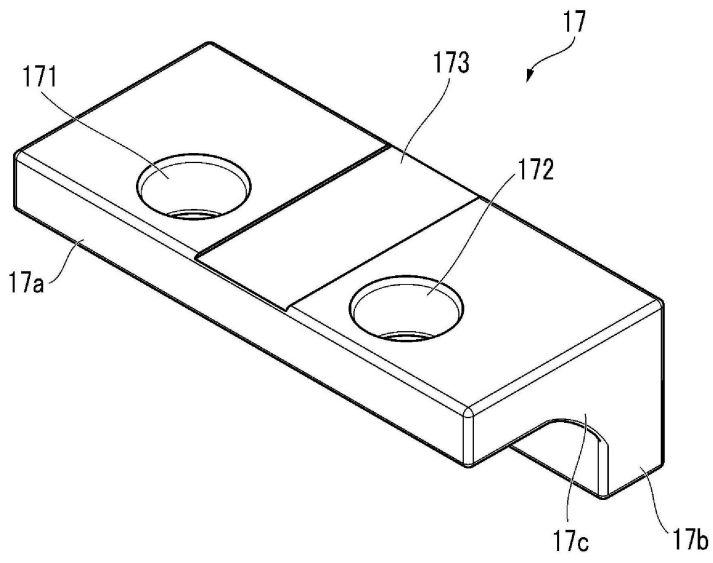
도면3b



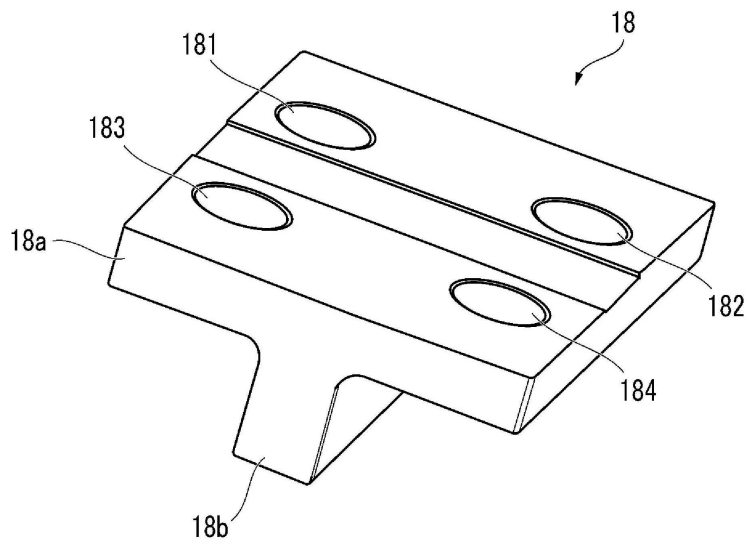
도면4



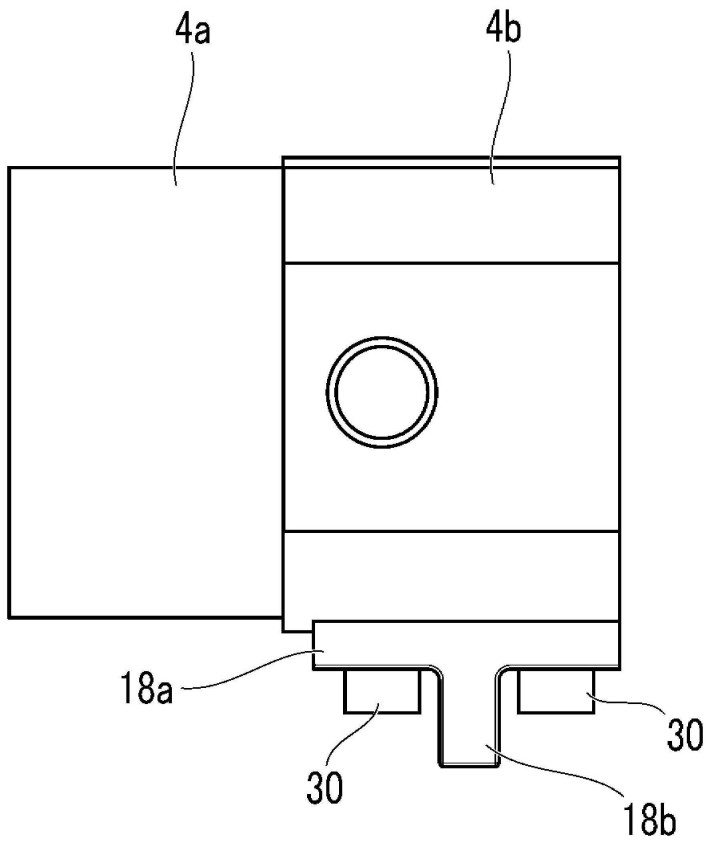
도면5



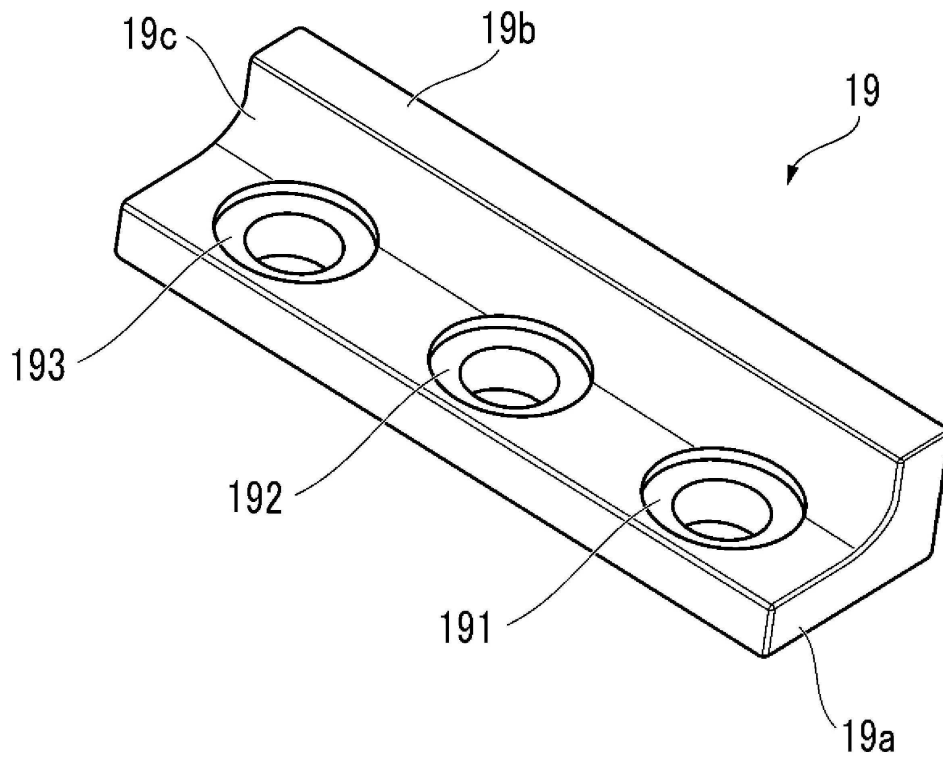
도면6a



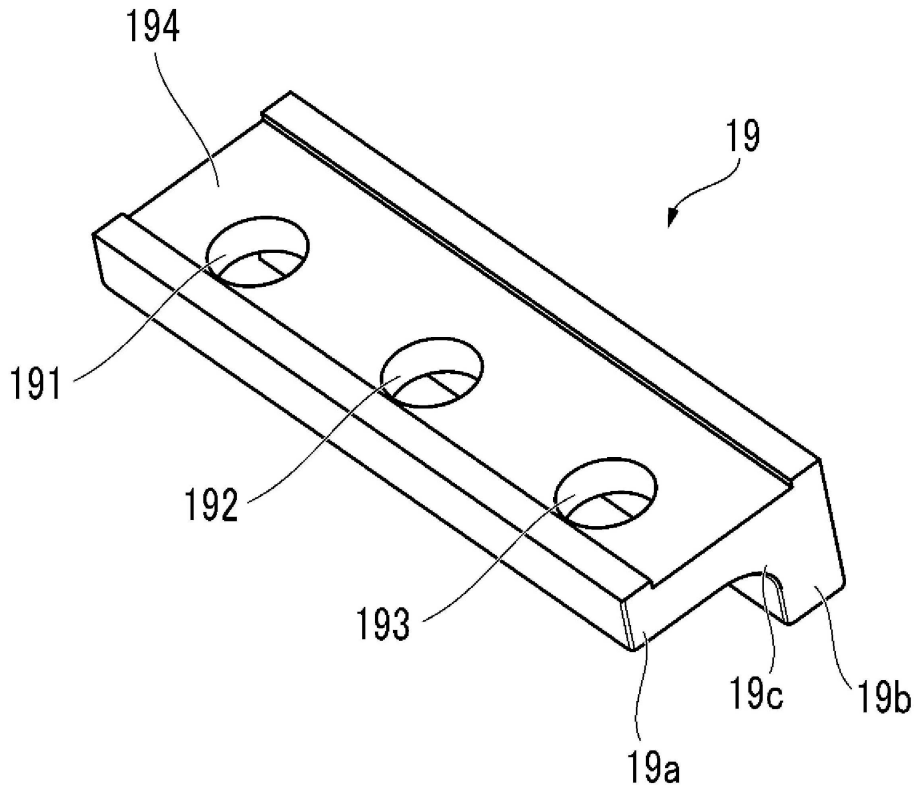
도면6b



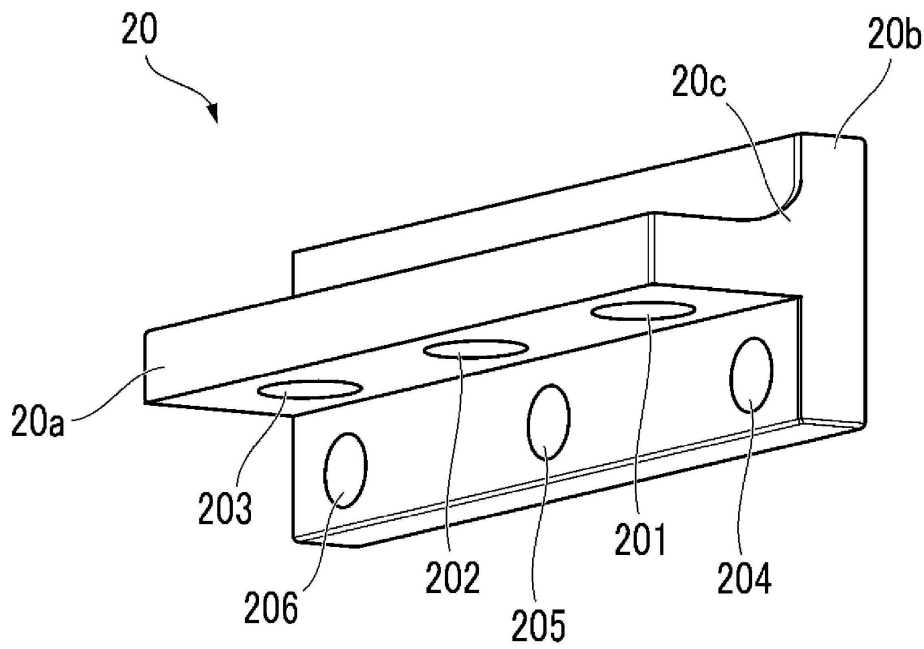
도면7a



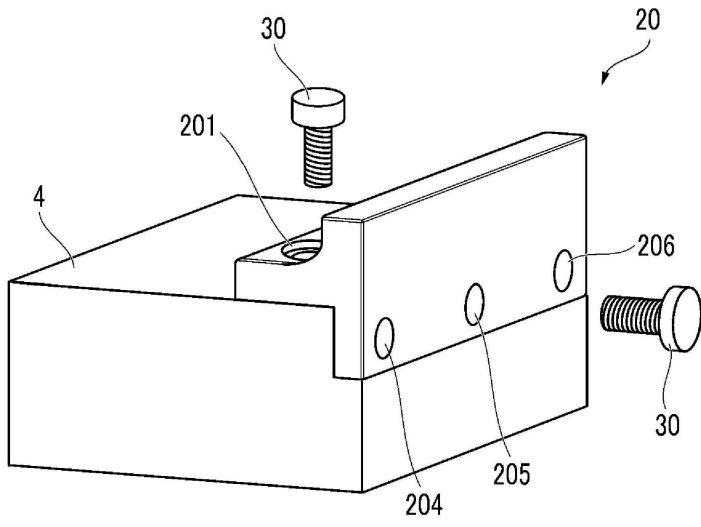
도면7b



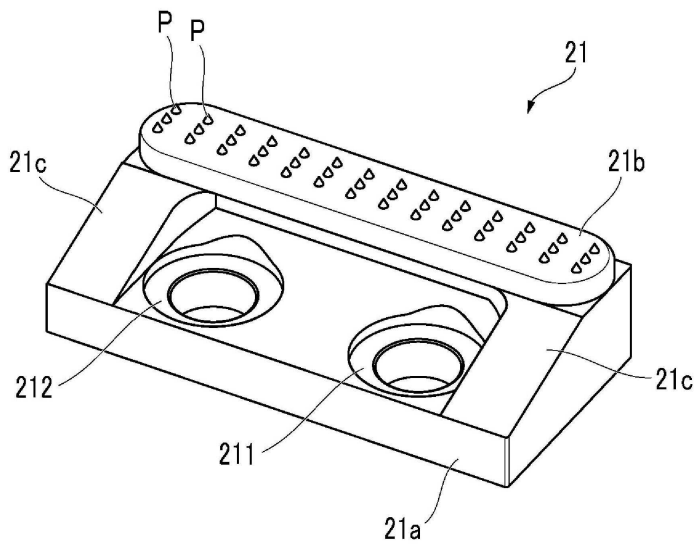
도면8a



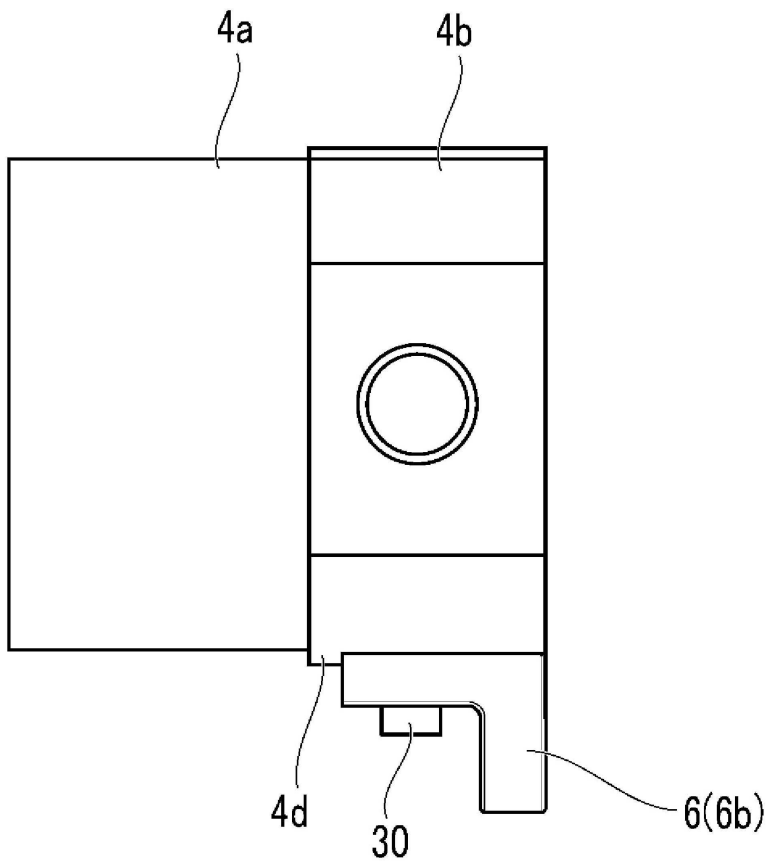
도면8b



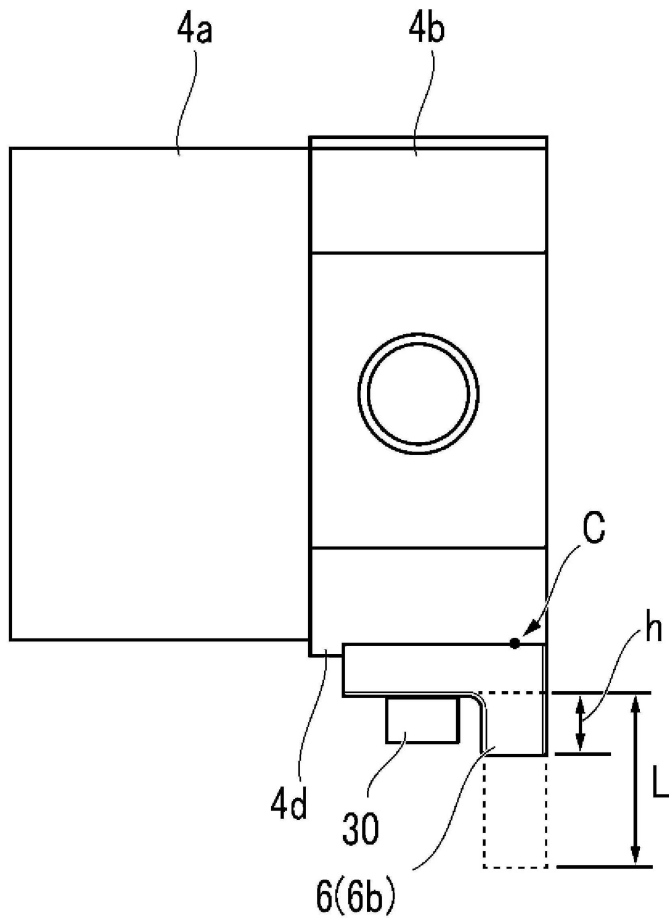
도면9



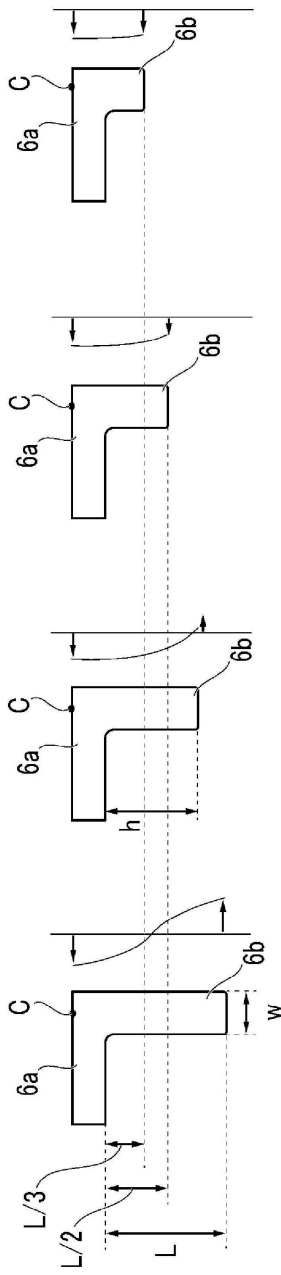
도면10



도면11



도면12



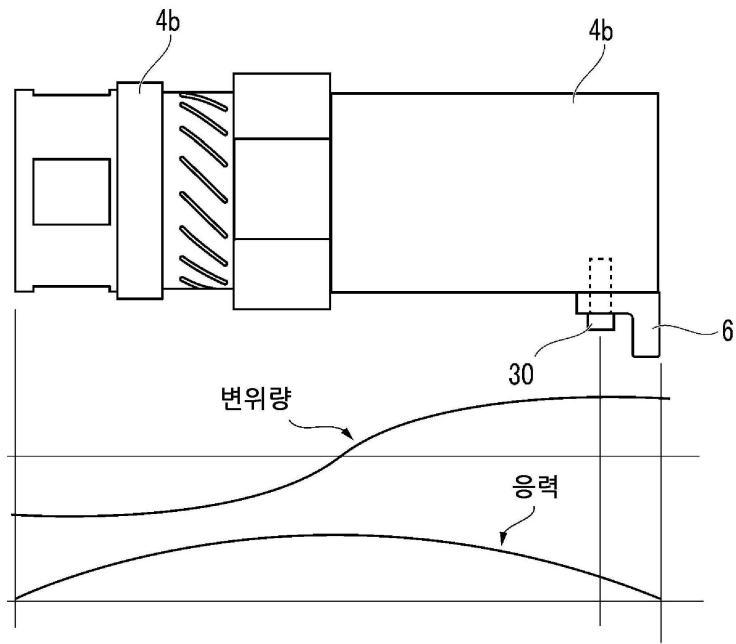
(a) $h=L$ (공진 길이)

(b) $h=L/2 \sim L$

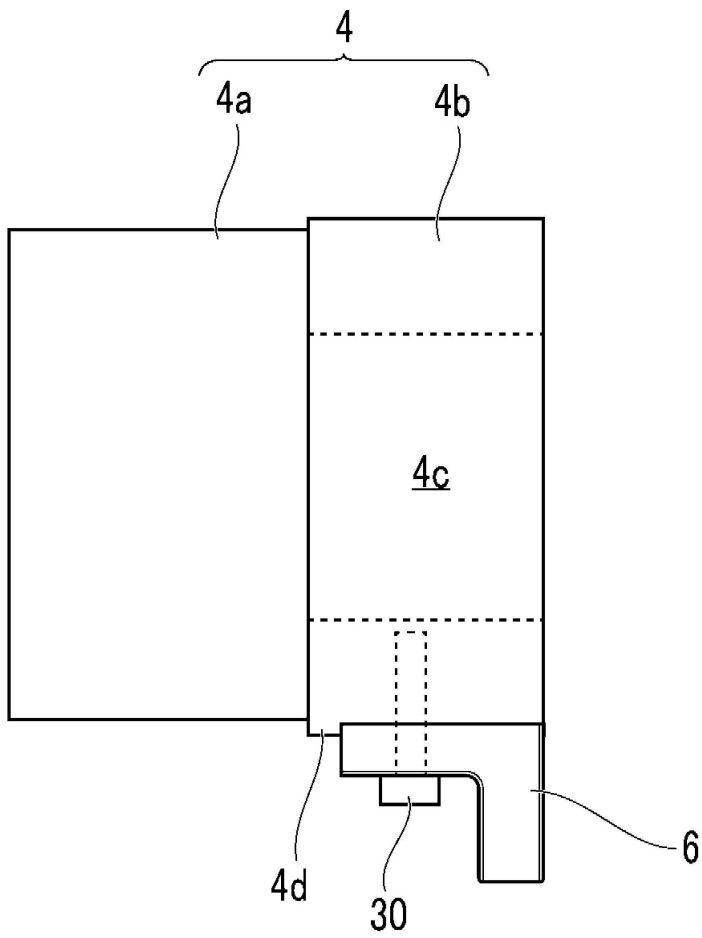
(c) $h=L/2$

(d) $h=L/3$

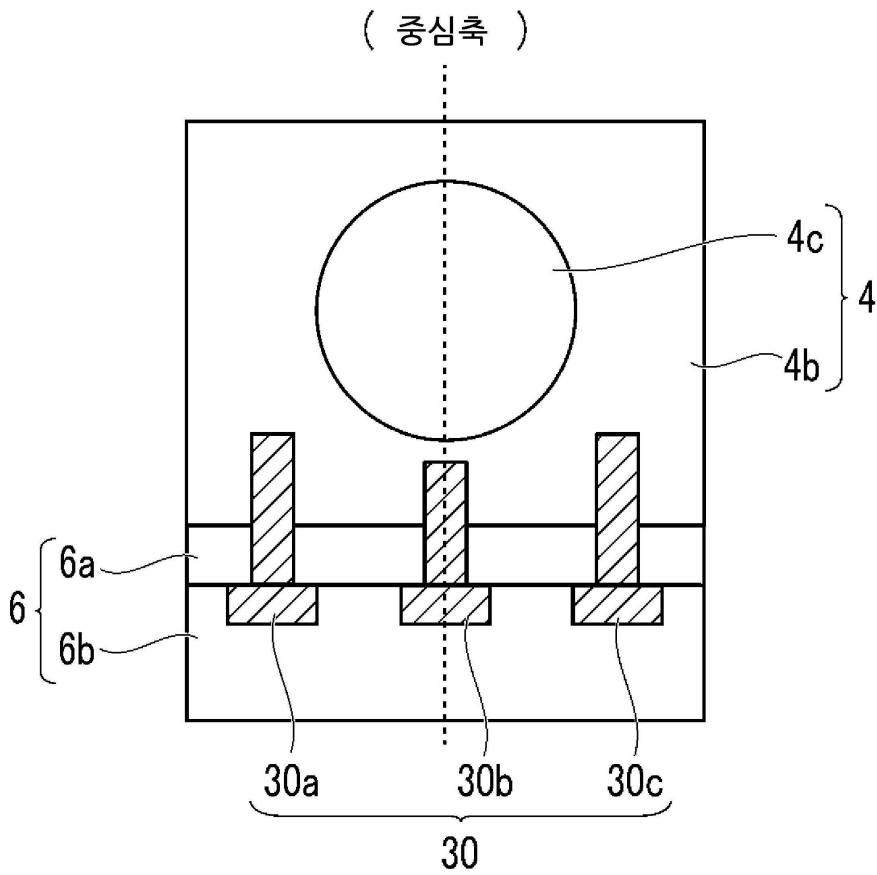
도면13



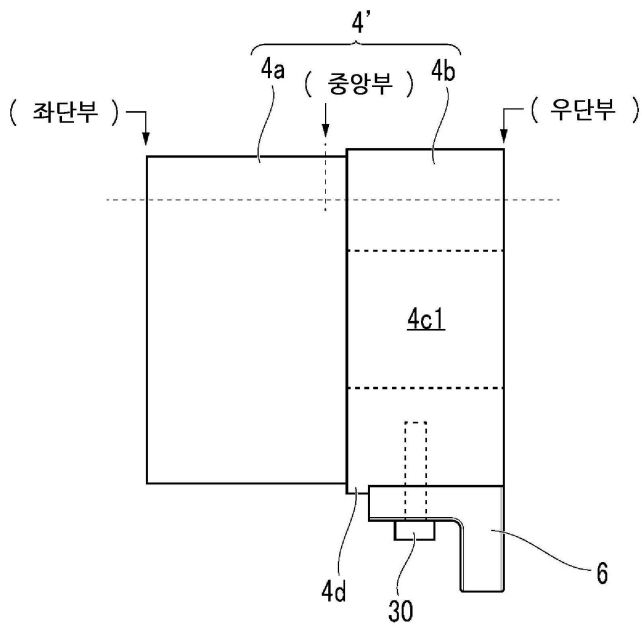
도면14a



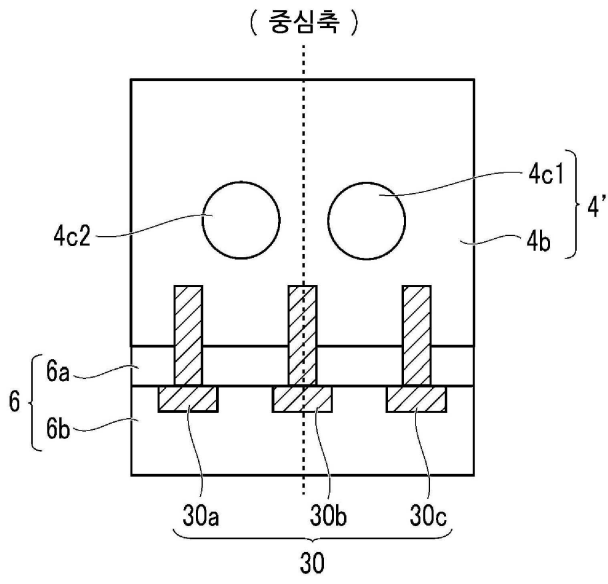
도면14b



도면15a



도면15b



도면16

