(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년03월22일
(11) 등록번호 10-0948711
(24) 등록일자 2010년03월12일

(51) Int. Cl.
B21D 26/02 (2006.01) *B21D 28/28* (2006.01)
B21D 53/88 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7011646
(22) 출원일자 2006년02월14일
심사청구일자 2007년05월28일
(85) 번역문제출일자 2007년05월22일
(65) 공개번호 10-2007-0084481
(43) 공개일자 2007년08월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/302543
(87) 국제공개번호 WO 2006/088023
국제공개일자 2006년08월24일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00037851 2005년02월15일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP16098069 A*
JP16203133 A*
JP2000280032 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
닛쁜 세이꼬 가부시기가이샤
일본국 도꾜도 시나가와꾸 오오사끼 1죠메 6반 3고
엔에스케이 스티어링 시스템즈 가부시기가이샤
일본 도꾜도 시나가와꾸 오오사끼 1죠메 6반 3고
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
아베 쇼이치
일본 군마켄 마에바시시 소자마치 1-쵸메 8-1 엔에스케이스티어링 시스템즈 가부시키가이샤 나이
와타나베 야스시
일본 군마켄 마에바시시 소자마치 1-쵸메 8-1 엔에스케이스티어링 시스템즈 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김창세

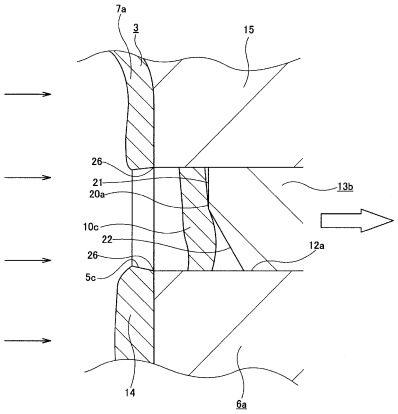
전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 최은석

(54) 관통 구멍을 갖는 금속제 부재 및 그 제조 방법

(57) 요 약

금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜 이루어지는 돌출부(7a)의 측벽(14)의 일부에서, 판 두께가 점차 변화하는 부분에 관통 구멍(5c)을 형성하는 작업을, 안전하면서도 저렴한 비용으로 실행하는 구조 및 방법을 실현한다. 상기 측벽(14)의 내측에 액압을 작용시키면서, 활주 공구(13b)를 펀치 구멍(12a)로 후퇴시킨다. 이러한 활주 공구(13b)의 선단면(20a)은 상기 측벽(14) 중에서 판 두께가 비교적 큰 부분에 대향하는 부분이 오목 형상으로 된다. 이러한 구성에 의해, 이 측벽(14) 중에서 상기 활주 공구(13b)가 후퇴하기 시작하는 순간에 대한, 상기 펀치 구멍(12a)의 면측 둘레에 정합하는 부분의 전단 가공의 진행 정도에 차이를 둔다. 전단 가공으로부터 파단에 이르는 타이밍을 일치시키고, 상기 측벽(14) 중에서 상기 펀치 구멍(12a)에 정합하는 부분을 확실하게 블랭킹 편(10c)으로 하고, 이 측벽으로부터 분리되도록 한다.

대 표 도 - 도5



(73) 특허권자

스미토모 긴조쿠 고교 가부시키가이샤

일본국 오사카후 오사카시 츄오구 기타하마 4-5-33

스미토모 고칸 가부시키가이샤

일본 이바라끼껭 가시마시 오아자 히까리 3반지 5고

(72) 발명자

시모이이 가즈미

일본 군마켄 마에바시시 소자마치 1-쵸메 8-1 엔에스케이스티어링 시스템즈 가부시키가이샤 나이

도미자와 아츠시

일본 오사카후 오사카시 쥬오쿠 기타하마 4-쵸메 5-33 스미토모긴조쿠 고교 가부시키가이샤 나이

우치다 미츠토시

일본 오사카후 오사카시 쥬오쿠 기타하마 4-쵸메 5-33 스미토모긴조쿠 고교 가부시키가이샤 나이

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00040175 2005년02월17일 일본(JP)

JP-P-2006-00025296 2006년02월02일 일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

일부 또는 전부가 판 형상으로 된 금속제 부재의 일부에서, 상기 판 형상으로 된 부분의 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분에 상기 불균일 부분을 관통하는 상태로 관통 구멍을 마련한, 관통 구멍을 갖는 금속제 부재에 있어서,

상기 관통 구멍을, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일면을 금형에 접촉시킨 상태에서 상기 벽 두께 불균일 부분의 다른 면에 액압을 가하면서, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 상기 금형에 마련한 펀치 구멍에 대응하는 부분을 상기 펀치 구멍으로 압입하는 하이드로 피어싱을 실시하는 것에 의해 형성할 때에,

금형의 펀치 구멍에 삽입되는 활주 공구로서, 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 선단면이 벽 두께가 작은 측에서 금형의 내측방향으로 돌출하고, 벽 두께가 큰 측에서 금형의 외측방향으로 함몰된 형상을 갖는 활주 공구를 사용하거나, 또는 금형의 펀치 구멍의 주연부인 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경이, 상기 절단 에지부가 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 벽 두께가 큰 측에서 작고, 벽 두께가 작은 측에서 크게 형성된 금형을 사용하여서, 형성해야 할 상기 관통 구멍의 주연부 전체에서 전단 현상을 동시에 종료시키는 것에 의해,

상기 관통 구멍이 주위 부분에 변형이 없는 상태로 형성되어 있는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 벽 두께 불균일 부분의 두께가 점차 변화되는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 벽 두께 불균일 부분이 소성 가공에 의해 형성된 것인

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 소성 가공은 하이드로 폼 공법, 드로잉 가공, 굽힘 가공을 포함하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 금속제 부재는 중공관의 일부를 하이드로 폼 공법에 의해 직경방향 외측으로 팽창시키고, 상기 팽창시킨 부분의 측벽부에 관통 구멍을 형성한 스티어링 컬럼인

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 중공관의 중심축을 포함하고, 팽출부가 팽출되어 있는 방향과 직각방향으로 넓어지는 가상 평면을 고려했을 경우에, 관통 구멍 전체가, 상기 가상 평면으로부터 상기 팽출되어 있는 방향으로 벗어난 위치에 형성되어 있는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

팽창시킨 부분과 팽창시키지 않은 부분이 경사부 또는 단차부를 거쳐서 연속하고, 관통 구멍 중 일부가 상기 경사부 또는 단차부에 형성되어 있는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재.

청구항 8

금속제이고, 일부 또는 전부가 판 형상으로 된 부재의 일부에서, 상기 판 형상으로 된 부분의 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분에 상기 벽 두께 불균일 부분을 관통하는 상태로 관통 구멍을 마련하기 위해서, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일면을 금형에 접촉시킨 상태에서 상기 벽 두께 불균일 부분의 다른 면에 액압을 가하면서, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 상기 금형에 마련한 펀치 구멍에 대응하는 부분을 상기 펀치 구멍으로 압입하는 하이드로 피어싱을 실시할 때에, 금형의 펀치 구멍에 삽입되는 활주 공구로서, 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 선단면이 벽 두께가 작은 측에서 금형의 내측방향으로 돌출하고, 벽 두께가 큰 측에서 금형의 외측방향으로 함몰된 형상을 갖는 활주 공구를 사용하는 것에 의해, 또는 금형의 펀치 구멍의 주연부인 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경이, 상기 절단 에지부가 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 벽 두께가 큰 측에서 작고, 벽 두께가 작은 측에서 크게 형성된 금형을 사용하는 것에 의해, 형성해야 할 상기 관통 구멍의 주연부 전체에서 전단 현상을 동시에 종료시키는 것을 특징으로 하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

형성해야 할 관통 구멍의 주연부에서, 하이드로 피어싱에 의한 전단 가공 개시의 타이밍을 벽 두께 분포에 따라 조정하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

형성해야 할 관통 구멍의 주연부에서, 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍을 벽 두께 분포에 따라 조정하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 8 항에 있어서,

금형에 마련한, 관통 구멍에 대응하는 형상 및 크기를 갖는 펀치 구멍의 내측에, 벽 두께 불균일 부분 중에서 판 두께가 작은 부분이 판 두께가 두꺼운 부분에 비해서 상기 벽 두께 불균일 부분 측을 향해서 돌출하여 있는 선단면을 갖는 활주 공구를 삽입하는 동시에, 상기 금형의 내면을 상기 벽 두께 불균일 부분의 일면에 접촉시킨 상태에서 상기 벽 두께 불균일 부분의 다른 면에 액압을 가하면서, 상기 활주 공구를 상기 두께 불균일 부분으로부터 후퇴하는 방향으로 변위시켜서, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 상기 펀치 구멍에 대응하는 부분을, 상기 액압에 의해 상기 펀치 구멍으로 압입하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

활주 공구의 선단면 중에서 가장 돌출한 부분을 금형의 내면과 일치하는 부분에 위치시키는 것에 의해 상기 선단면을 벽 두께 불균일 부분의 일면에 대해, 상기 두께 불균일 부분 중에서 판 두께가 작은 측에서 접촉시키고, 판 두께가 큰 측에서 간극을 거쳐서 대향시킨 상태로부터 상기 활주 공구를 펀치 구멍의 내측에서 상기 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴시키는 방향으로 변위시키는 것에 의해 관통 구멍을 형성하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

활주 공구의 선단면 중에서 가장 돌출한 부분을 금형의 내면으로부터 돌출시키고, 가장 돌출되어 있지 않은 부분을 상기 내면과 일치시키거나 또는 상기 내면보다도 함몰된 상태로 하는 동시에, 상기 선단면을 상기 활주 공구의 선단부를 따라 굴곡한 벽 두께 불균일 부분의 일면에 접촉시킨 상태로부터, 상기 활주 공구를 펀치 구멍의 내측에서 상기 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴시키는 방향으로 변위시키는 것에 의해 관통 구멍을 형성하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 16

제 8 항 내지 제 10 항, 제 13 항 내지 제 15 항중 어느 한 항에 있어서,

벽 두께 불균일 부분의 일부에서 판 두께가 점차 변화되고 있는 부분이 하이드로 폼 공법에 의해 소재의 일부를 팽창시켜서 이루어지는 팽출부의 측벽인

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

금속제 부재는 중공관의 일부를 하이드로 폼 공법에 의해 직경방향 외측으로 팽창시키고, 상기 팽창시켜 이루어지는 팽출부의 측벽부에 관통 구멍을 형성한 스티어링 컬럼이며, 상기 팽출부의 가공 작업에 이어서 상기 관통 구멍의 형성 작업을 실행하는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 중공관의 중심축을 포함하고, 팽출부가 팽출되어 있는 방향과 직각방향으로 넓어지는 가상 평면을 고려했을 경우에, 관통 구멍 전체가, 상기 가상 평면으로부터 상기 팽출되어 있는 방향으로 벗어난 위치에 형성되어 있는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

팽창시킨 부분과 팽창시키지 않은 부분이 경사부 또는 단차부를 거쳐서 연속하고, 관통 구멍 중 일부가 상기 경사부 또는 단차부에 형성되어 있는

관통 구멍을 갖는 금속제 부재의 제조 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 예를 들면 중공관 형상의 소재의 축방향 중간부에 하이드로 폼 공법에 의해 팽출부를 형성한 후, 이 팽출부의 측벽부에 관통 구멍을 형성함으로써, 이 팽출부를 컬럼 브래킷(column bracket)으로 하는, 스티어링 컬럼과 그 제조 방법으로서 이용할 수 있다. 또는, 차체를 구성하는 금속판을 하이드로 폼 공법에 의해 가공한 후, 이 금속판의 일부에, 문 손잡이, 방향 지시기 등을 장착하기 위한 부착 구멍을 형성할 경우에도 이용할 수 있다.

[0002] 요컨대, 본 발명의 대상이 되는 금속제 부재는, 금속판제의 부재를 포함하고, 상기 관통 구멍이 형성되어 있는 부분이 판 형상(평판 형상, 곡판 형상을 포함)인 금속제 부재를 말한다. 평판 형상의 금속판을 가공해서 이루어지는 금속판제 부재는 물론, 전봉관, 압출관 등에, 관벽 부분에 관통 구멍을 형성한 금속관도 포함한다.

배 경 기 술

[0003] 자동차용 조타 장치를 구성하는 스티어링 컬럼 중, 틸트식 스티어링 장치라 불리는 스티어링 휠의 높이 위치 조절 장치, 또는 텔레스코픽 스티어링 장치로 불리는 스티어링 휠의 전후 위치 조절 장치에 내장되는 스티어링 컬럼의 축방향 중간부에는, 컬럼 브래킷으로 불리는 브래킷을 고정할 필요가 있다. 종래에 일반적으로는, 이러한 컬럼 브래킷을, 스티어링 컬럼과 별개로 형성한 것을, 뒤에서부터 이 스티어링 컬럼에 용접 고정하도록 하고 있었다. 이에 대하여 특허문헌 1에는, 도 15 내지 도 16에 도시하는 바와 같이, 스티어링 컬럼(1)을 구성하는 금속제의 중공관의 축방향 중간부를 직경방향 외측으로 팽창시키고, 이 팽창시킨 부분을 컬럼 브래킷(2)으로 하는 구조로 기재되어 있다. 이러한 구조를 채용하는 것에 의해, 부품 점수가 적고, 경량이고 저렴한 자동차용 조타 장치를 실현한다.

[0004] 상술한 바와 같은 컬럼 브래킷(2)을 일체로 마련한 스티어링 컬럼(1)을 만들기 위해서는, 하이드로 폼 공법에 의해, 이 스티어링 컬럼(1)을 구성하는(강판제 혹은 알루미늄 합금제의) 금속관(3)의 내주면에 액압(예를 들면, 수압)을 가하고, 이 금속관(3)의 일부를, 도 15 내지 도 16에 도시하는 바와 같이, 직경방향 외측으로 팽출(소성 변형)시킨다. 또한, 상기 하이드로 폼 공법에 의해 상기 금속관(3)의 축방향 중간부를 팽출시키기 위해서는, 예를 들면 후술하는 도 19에 도시하는 바와 같이, 분할 가능하고, 직경을 확장하여 만들어야 할 상기 금속관(3)의 외면 형상에 적합한 내면 형상을 갖는 금형(6) 내에, 소재인 중공 부재(11; 금속관)를 세팅한다. 그리고 이 중공 부재(11)의 양단을, 축 가압 공구(19a, 19b)에 의해 막고, 중공 부재(11) 내에 예를 들어, 196MPa($2000kg/cm^2$) 정도의 고압의 액압을 부가한다. 이 액압 부가에 의해, 상기 중공 부재(11)의 축방향 중간부를 직경방향 외측으로, 금형(6)의 공동의 내면에 밀착할 때까지 직경을 확장하고, 이 중공 부재(11)의 축방향 중간부에 팽출부(7)를 형성한다. 이 때, 이 팽출부(7)의 벽 두께가 얇아지는 것을 방지하기 위해서, 상기 중공 부재(11)를 상기 양쪽 축 가압 공구(19a, 19b)에 의해 축방향으로 압축하여, 상기 팽출부(7)로의 재료 공급을 촉진한다.

[0005] 또한, 상술한 바와 같이 팽출시킨 부분을, 또한 도 18의 (A)→(B)에 도시하는 바와 같이, 더욱 팽출시키는 경우도 있다. 이와 같이 하여, 상기 스티어링 컬럼(1)의 일부에 형성한 상기 컬럼 브래킷(2)에는, 예를 들어 틸트 볼트(4)를 삽입 관통시키기 위한 관통 구멍(5)을 형성할 필요가 있다. 다시, 이들 각 관통 구멍(5)은, 상기 금속관(3)의 일부를 소성 변형시켜서 상기 컬럼 브래킷(2)을 형성한 후에 형성할 필요가 있다. 또한, 텔레스코픽 스티어링 장치를 구성할 경우에는, 상기 각 관통 구멍(5)을, 상기 스티어링 컬럼(1)의 축방향으로 긴 구멍으로 할 필요가 있다.

[0006] 상술한 바와 같은, 중공 부재 내에서 하이드로 폼 공법에 의해 팽창시킨 부분에 관통 구멍을 형성하기 위한 기술로서 종래부터, 특허문헌 2 내지 3, 비 특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같은 하이드로 피어싱 등이 알려져 있다. 이 중 비 특허문헌 1에 기재된 종래 기술의 3가지 예에 대해서, 도 19에 의해 설명한다.

[0007] 우선, 이 도 19의 좌단부에 도시한 제 1 예의 경우에는, 금형(6) 내에 설치한 소재를 하이드로 폼 공법에 의해 팽창시켜 팽출부(7)를 형성하는 공정이 완료한 후, 이 팽출부(7)의 내측에 액압을 부여한 채, 상기 금형(6)의 일부에서 관통 구멍(5)을 형성해야 할 부분에 정합하는 위치에 마련한 실린더 구멍(8)에 설치된, 선단면이 상기 팽출부(7)의 외면에 합치하는 형상으로 된 펀치(9)를, 상기 팽출부(7)를 향해 가압한다. 그리고 이 펀치(9)에 의해 이 팽출부(7)의 일부를 펀칭하여, 상기 관통 구멍(5)으로 한다. 이 펀치(9)에 의해 이 팽출부(7)의 일부를 펀칭함으로써 생긴 블랭킹 편(10)은, 이 팽출부(7)를 구비한 중공 부재(11)의 내부에 잔류한다.

[0008] 다음에, 도 19의 중앙부에 도시한 제 2 예의 경우에는, 금형(6) 내에 설치한 소재를 하이드로 폼 공법에 의해

팽창시켜 팽출부(7)를 형성하는 공정이 완료한 후, 이 팽출부(7)의 내측에 액압을 부여한 채, 상기 금형(6)의 일부에서 관통 구멍(5a)을 형성해야 할 부분에 정합하는 위치에 마련한 실린더 구멍(8a)에 설치된, 선단면이 한 방향으로 경사한 펀치(9a)를, 상기 팽출부(7)를 향해 가압한다. 그리고 이 펀치(9a)에 의해 이 팽출부(7)의 일부를 돌파하여, 상기 관통 구멍(5a)으로 한다. 이 관통 구멍(5a)을 형성하기 위해, 상기 팽출부(7)의 측벽을 찢기 위한 전단 내지 파단은, 이 관통 구멍(5a)의 한쪽으로부터 개시되어서 다른쪽을 향해 점차 진행하므로, 상기 관통 구멍(5a)의 가공에 따라 생기는 블랭킹 편(10a)은, 이 관통 구멍(5a)의 가공 완료 후에도, 상기 팽출부(7)의 측벽에 연결된 채로 남아 있다.

[0009] 또한, 도 19의 우단부에 도시한 제 3 예의 경우에는, 금형(6) 내에 설치한 소재를 하이드로 폼 공법에 의해 팽창시켜 팽출부(7)를 형성하는 공정이 완료한 후, 이 팽출부(7)의 내측에 액압을 부여한 채, 상기 금형(6)의 일부에서 관통 구멍(5b)을 형성해야 할 부분에 정합하는 위치에 마련한 펀치 구멍(12)에 설치된 활주 공구(13)를, 상기 팽출부(7)로부터 멀어지는 방향으로 이동시킨다. 그 결과, 이때까지 접촉하고 있던 이들 활주 공구(13)의 선단면과 팽출부(7)의 외면이 떨어진다. 이 팽출부(7)의 내면에는, 상기 액압이 계속해서 가해지고 있기 때문에, 이 팽출부(7)의 측벽의 일부에서 상기 펀치 구멍(12)에 정합하는 부분은, 백업을 잃는 것에 따라 이 펀치 구멍(12) 내에 강하게 밀려서 전단 내지 파단하고, 상기 관통 구멍(5b)이 형성된다. 그 결과 생긴 블랭킹 편(10b)은, 상기 펀치 구멍(12)내에 포집되므로, 다음 가공전에, 상기 활주 공구(13)를 전진시키는 등에 의해 제거한다.

[0010] 상술한 바와 같은, 비 특허문헌 1에 기재된 3 종류의 종래 기술 중, 도 19의 좌단부에 도시한 제 1 예에 의하면, 관통 구멍(5)을 형성함에 따라서 생긴 블랭킹 편(10)이 중공 부재(11)의 내부에 잔류한다. 이 때문에, 상기 관통 구멍(5)을 형성한 후, 이 블랭킹 편(10)을 이 중공 부재(11)로부터 취출할 필요가 있다. 그런데, 이 블랭킹 편(10)의 크기에 비해서 이 중공 부재(11)의 단부 개구가 좁거나, 또는 이 중공 부재(11)가 복잡한 형상을 갖는 등의 경우에는, 이 중공 부재(11)의 내부로부터 상기 블랭킹 편(10)을 취출하는 것이 불가능 또는 곤란해질 가능성이 있다. 또한, 상기 제 1 예의 경우에는, 상기 관통 구멍(5)을 형성하기 위해, 상기 팽출부(7)의 외주면을 상기 펀치(9)에 의해 강하게 가압함에 따라, 이 팽출부(7) 중에서 상기 관통 구멍(5)의 주위 부분이, 상기 중공 부재(11)의 직경방향 내측으로 변형한다[처짐(droop)]. 이 때문에, 가공 완료 후에 있어서의, 이 주위 부분의 형상 정밀도 및 치수 정밀도를 확보하는 것이 어렵게 된다.

[0011] 다음으로, 도 19의 중앙부에 도시한 제 2 예에 의하면, 가공 후의 관통 구멍(5a)의 형상 및 치수를, 소망대로 정확하게 규제하는 것이 어렵다. 특히, 블랭킹 편(10a)의 기단부가 연결된 상태로 되는, 팽출부(7)의 측벽의 일부에서 상기 관통 구멍(5a)의 일단부(도 19의 좌단부)는 이 측벽의 일부가 왜곡 변형된 상태인 채로 남기 때문에, 왜곡 변형의 부분만이 측벽이 처져 변형한다. 이에 대하여, 상기 관통 구멍(5a)의 중간부 내지 타단부(도 19의 우단부)에서는, 상기 측벽이 상기 펀치(9a)에 의해 직경방향 내측으로 강하게 밀리므로 상기 팽출부(7)의 내측으로 변형한다. 그 결과, 어느 부분에서도, 상기 관통 구멍(5a)의 형상 및 치수에 관한 정밀도를 확보하는 것이 어렵다. 또한, 블랭킹 편(10a)이, 팽출부(7)의 내면으로부터 직경방향 내측으로 돌출한 상태로 남기 때문에, 중공 부재(11)의 용도에 따라서는, 상기 블랭킹 편(10a)이 방해가 될 가능성도 있다.

[0012] 이들을 고려한 경우, 도 19의 우단부에 도시한 제 3 예에 의해, 중공 부재(11)의 팽출부(7)에 관통 구멍(5b)을 형성하는 것이 바람직하다. 이러한 사정을 고려하여, 전술한 도 15에 도시하는 바와 같은, 컬럼 브래킷(2)을 일체로 마련한 스티어링 컬럼(1)을 만들기 위해서 먼저 착안한 방법에 대해서, 도 20 내지 도 23에 의해 설명한다. 앞서 생각한 방법에서는, 우선 도 20에 도시하는 바와 같이, 소재로서 판 두께가 T_1인 금속관(3)을, 금형(6a) 내의 소정 위치에 배치한다. 이 금형(6a)은 도 21에 도시하는 바와 같이, 1쌍의 금형 소자(15)를 서로 맞대서 이루어지는 것으로, 그 내부에는 상기 금속관(3)의 양단부 및 중간부 중 원주방향편 반부를 거의 간극 없이 내장할 수 있는 원형 구멍부(16)와, 이 원형 구멍부(16)의 중간부에서 직경방향 외측으로 돌출한 오목부(17)를 구비한다. 이 오목부(17)의 내면 형상은, 형성해야 할 상기 팽출부(7)의 외면 형상과 일치한다. 또한, 상기 양쪽 금형 소자(15)의 일부에서, 상기 원형 구멍부(16)의 중심축보다도 상기 오목부(17)를 향해 이 원형 구멍부(16)의 직경방향 외측으로 변위된, 서로 정합하는 위치에, 각각 펀치 구멍(12a)을 마련하고 있다. 그리고, 이들 각 펀치 구멍(12a) 내에 활주 공구(13a)를, 각각 상기 오목부(17)에 대한 전후 운동을 가능하게 하여, 긴밀하게 내장한다.

[0013] 상기 컬럼 브래킷(2)을 일체로 마련한 스티어링 컬럼(1)을 만들 경우에는, 우선, 도 20 내지 도 21에 도시하는 바와 같이, 상기 양쪽 금형 소자(15)에 의해 상기 금속관(3)을 협지하도록 하여, 이 금속관(3)을 상기 원형 구멍부(16)에 내장한다. 이 상태에서, 이 금속관(3)의 중간부의 원주방향편 반부가, 상기 오목부(17)에

대향한다. 이어서, 이 금속관(3)의 축방향 양단부를 축 가압 공구(19)에 의해 서로 근접하는 방향으로 가압하면서, 이 금속관(3)의 내측에 액압(일반적으로는 수압)을 도입한다. 이 액압의 도입은, 예컨대 한쪽 또는 양쪽의 축 가압 공구(19)의 중심 구멍(18)을 통해서 실행한다. 또한, 이렇게 해서 실행하는, 상기 액압 도입의 초기 단계에서는, 상기 양쪽 활주 공구(13a)의 선단면(20)과, 상기 오목부(17)의 내면을 일치시켜 둔다.

[0014] 이렇게 해서 상기 금속관(3)의 내부에 액압을 도입하고, 또한 상기 양쪽 축 가압 공구(19)를 서로 근접하는 방향으로 이동시키면, 상기 금속관(3)의 축방향 중간부의 원주방향편 반부가 상기 오목부(17)를 향해서 팽출한다. 즉, 이 금속관(3)의 내주면에 직경방향 외측으로 향하는 강한 힘을 가하면서, 이 금속관(3)을 축방향으로 압축하는 힘을 부여함으로써, 이 금속관(3)이 도 22 내지 도 23에 도시하는 바와 같이, 상기 금형(6a)의 내면 형상에 따른 형상, 즉 중간부의 원주방향편 반부에 직경방향 외측으로 돌출한 팽출부(7a)를 갖는 형상으로 가공된다.

[0015] 이렇게 팽출부(7a)가 형성된 상태로부터, 상기 양쪽 활주 공구(13a)를, 형성된 직후의 상기 팽출부(7a)의 측벽(14)으로부터 후퇴시키면, 이들 양쪽 측벽(14)의 일부에서 상기 양쪽 펀치 구멍(12a)에 정합하는 부분이, 상기 팽출부(7a)의 내측에 존재하는 액압에 밀려서 이들 양쪽 펀치 구멍(12a) 내로 가압되어, 해당 부분에 관통 구멍(5c)이 형성된다.

[0016] 상술한 바와 같이, 상기 금속관(3)의 일부에 하이드로 폼 공법에 의해 팽출부(7a)를 형성하는 기술과, 전술한 도 19의 우단부에 도시한 종래 기술의 제 3 예를 조합하면, 상기 팽출부(7a)의 일부에 관통 구멍(5c)을 효율적으로 형성할 수 있을 가능성이 있는 것으로 생각된다. 그런데, 상기 양쪽 기술을 단지 조합하는 것만으로는 상기 관통 구멍(5c)을 반드시 안정하게 형성할 수 없다는 것이, 본 발명자의 연구에 의해 알려졌다. 이 원인에 대해서, 도 22 내지 도 23에 도 24 내지 도 25를 추가하여 설명한다.

[0017] 상기 금속관(3)의 일부에 하이드로 폼 공법에 의해 팽출부(7a)를 형성했을 경우, 이 팽출부(7a)에 대응하는 부분에서, 상기 금속관(3)을 구성하는 금속판이 면방향으로 길게 늘어지기 때문에, 이 금속관(3)을 축방향으로 압축해서 상기 팽출부(7a)에 재료의 공급을 촉진하고 있기는 해도, 상기 금속판이, 원래의 판 두께(T_1)(도 20 참조)보다도 작아진다. 그리고 이렇게 판 두께가 작아지는 정도는, 상기 팽출부(7a) 내에서도 차이를 발생한다. 구체적으로는, 이 팽출부(7a)의 기부(도 22 내지 도 23의 하부)로부터 재료의 공급량이 감소하기 때문에, 이 기부 근방 부분에서는 판 두께가 작아지는 정도가 낮고, 선단부(도 22 내지 도 23의 상부)를 향할수록 판 두께가 작아지는 정도가 현저해진다. 또한, 이 선단부 중에서도, 곡률이 커진(곡률 반경이 작아진), 도 23의 좌우 양쪽 구석 각부 및 그 근방은 판 두께가 작아지는 정도가 현저해진다.

[0018] 그리고, 상기 양쪽 측벽(14) 중에서 상기 양쪽 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 부분의 판 두께는, 이들 양쪽 관통 구멍(5c)의 폭방향(도 22 내지 도 25의 상하방향)에 대해서 불균일한(점차 변화하는) 상태가 된다. 구체적으로는, 상기 양쪽 측벽(14) 중에서 상기 양쪽 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 부분의 단면 형상이 쐐기 형태가 된다. 그리고 이들 양쪽 관통 구멍(5c)의 폭방향 양단 에지에서의 상기 양쪽 측벽(14)의 판 두께(T_2, T_3)(도 24 참조)가, 상기 팽출부(7a)의 기단을 향해 크고, 선단을 향해 작게($T_2 > T_3$) 된다.

[0019] 상기 팽출부(7a)를 형성할 때는, 상기 금속관(3)의 내부에 도입하는 액압의 승압 패턴과, 상기 축 가압 공구(19)를 전진시키는 패턴(축 가압 패턴)을 적절하게 설정한다. 즉, 축 가압량의 증가에 대하여 액압의 상승이 빠를 경우에는, 팽출부의 두께 감소가 현저해져, 균열이 발생할 가능성이 높아진다. 반대로, 액압의 상승에 대하여 축 가압량의 증가가 선행했을 경우에는, 재료의 좌굴이 발생하기 쉬워진다. 일반적으로는, 좌굴이 발생하지 않는 범위에서 축 가압을 선행하고, 최종적인 축 가압량을 많이 설정한 편이, 상기 양단부에서의 판 두께(T_2, T_3)의 차를 작게 하고, 또한 원래의 판 두께(T_1)와의 차이도 작게 할 수 있다. 도 19의 우단부에 도시한, 인사이드아웃 하이드로 피어싱으로서, 상기 비 특허문헌 1에 기재된, 통상의 가공 방법을 채용할 경우, 상기 각부의 판 두께(T_1, T_2, T_3) 중, 상기 양단부의 판 두께(T_2, T_3)의 차가, 판 두께가 큰 측에서 보아, 5% 이내, 바람직하게는 3% 이내인 것이, 상기 양쪽 관통 구멍(5c)을 형성하는 면에서는 바람직하다. 다만, 제품 형상의 비대칭성이 현저할 경우에는, 축 가압 패턴이나 액압의 승압 패턴을 조정해도, 판 두께의 불균일을 충분히 해소할 수 없으며, 특히 도 20 내지 도 23에 도시하는 바와 같이, 금속관(3)의 한 쪽에만 팽출부(7a)를 형성할 경우에는, 상술한 바와 같이, 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 측벽(14)의 판 두께가 불균일한 상태가 된다. 다시 말해, 상기 양단부의 판 두께(T_2, T_3)의 차가, 판 두께가 큰 측에서 보아, 3%, 또는 5%를 초과하는 경우도 생긴다.

[0020] 이렇게, 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 측벽(14)의 판 두께가 불균일해짐에도 불구하고, 도 21, 도 23 내지 도

25에 도시하는 바와 같이, 선단면(20)이 이들 양쪽 측벽(14)과 평행한 평탄면인 활주 공구(13a)를 사용했을 경우, 상기 관통 구멍(5c)을 안정되게 형성하는 것이 어렵다. 즉, 그 선단면(20)이 상술한 바와 같은 단순한 형상인 활주 공구(13a)를 사용했을 경우, 관통 구멍의 형상이, 타원형이나 장원형 등, 복잡하거나, 단순한 원형 구멍이어도, 개구 면적이 큰 관통 구멍을 가공할 경우에는, 블랭킹 편이 관통 구멍이 되어야 할 부분으로부터 완전히 빠지지 않고, 이 블랭킹 편이 소재와 부분적으로 연결된 상태인 채로 되기 쉽다. 특히, 상기 측벽(14)에 상기 관통 구멍(5c)을 형성할 경우와 같이, 판 두께가 불균일한 부분에 관통 구멍을 형성할 경우에는, 상술한 바와 같은 문제를 발생하기 쉽다.

[0021] 즉, 상기 양단부의 판 두께(T_2, T_3)에 5% 이상의 차이가 존재함에도 불구하고, 상술한 바와 같이 선단면(20)이 평탄한 활주 공구(13a)에 의해 상기 관통 구멍(5c)을 형성하려고 했을 경우, 이 활주 공구(13a)가 후퇴하기 시작하는 것과 거의 동시에, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하는 부분이, 이 펀치 구멍(12a) 내를 향해서 변형(전단)하기 시작한다. 그리고, 상기 활주 공구(13a)가 어느 정도 후퇴한 시점에서, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하는 부분 중에서 판 두께(T_3)가 작은 부분이 판 두께(T_2)가 큰 부분에 앞서 파단한다. 그 결과, 도 25에 도시하는 바와 같이, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하는 부분 중의 판 두께(T_2)가 큰 부분이 상기 측벽(14)과 연결된 상태인 채로, 빼내야 할 부분의 양측에, 동일한 액압이 존재하는 상태가 된다. 즉, 금속관(3)의 내부의 액압이 파단 위치로부터 제거되어 버린다. 그 결과, 그 이상 아무리 상기 활주 공구(13a)를 후퇴시켜도, 상기 판 두께(T_2)가 두꺼운 상기 측벽(14)과 연결된 부분의 전단은 진행하지 않고, 상기 관통 구멍(5c)을 형성할 수 없게 된다. 이렇게, 빼내야 할 부분의 일부가 측벽(14)과 연결된 채의 상태가 되는 현상은, 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 금속 두께 사이의 차이가 클 수록, 또한 이 관통 구멍의 형상이 환형 구멍의 경우보다도 긴 구멍과 같이, 형상이 복잡할수록 현저해진다.

[0022] 또한, 전술한 도 19에 도시한 바와 같은, 종래부터 알려져 있는 하이드로 피어싱의 경우에는, 팽출부(7)가 중공 부재(11)의 중심축에 관해서 대칭(혹은 거의 대칭)인 형상이며, 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 관벽의 두께가 전체 둘레에서 거의 균일하기 때문에, 빼내야 할 부분을 직경방향 외측으로 취출하는, 소위 인사이드아웃(inside-out) 하이드로 피어싱의 경우에도, 관통 구멍을 형성할 수 있다. 다만, 상기 스티어링 컬럼(1)의 컬럼 브래킷(2)의 경우에는, 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 관벽의 두께를 균일하게 하는 것이 어려운 것은 전술한 바와 같다. 또한, 도 19의 좌단부 및 중앙부에 기재한 천공 방법의 경우에는, 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 두께가 불균일하여도, 이 관통 구멍의 형성 자체는 가능하지만, 전술한 바와 같은 문제가 있다.

[0023] 또한, 상기 특허문헌 2, 3에 기재된 방법은, 전체 공정이 복잡해서, 비용이 커지는 것을 피할 수 없다. 따라서, 도 20 내지 도 23에 도시한 바와 같은, 팽출부(7a)의 가공과 관통 구멍(5c)의 형성 작업을 연속하여 능률적으로 실행함으로써, 비용 절감을 도모할 수 있는 공법의 대안으로는 되지 못한다.

[0024] 특허문헌 1: 일본 특허공개 평성 제 1996-276852 호 공보

[0025] 특허문헌 2: 일본 특허공개 평성 제 1994-292929 호 공보

[0026] 특허문헌 3: 일본 특허공개 제 2001-314926 호 공보

[0027] 비 특허문헌 1: 프랭크-울리히 라이틀오프(Frank-UlrichLEITLOFF)/스테펜 가이스바이트(Steffen GEISWEID) 저,「자동차 산업에 있어서의 튜브 하이드로 포밍 기술의 적용」, 제이에스티피 vol 39 no.453의 저널(1998-10).

[0028] 발명의 요약

[0029] 본 발명은, 상술한 바와 같은 사정에 비추어, 금속제이고, 적어도 일부가 판 형상으로 된 부재의 일부에서, 이 판 형상으로 된 부분의 판 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분에 관통 구멍을 형성하는 작업을, 안정하게 할 뿐 아니라 저비용으로 실행할 수 있는 구조 및 방법을 실현하기 위해 발명한 것이다.

[0030] 본 발명에 관한 관통 구멍을 갖는 금속제 부재는, 금속제이고, 적어도 일부가 판 형상으로 된 부재의 일부에서, 이 판 형상으로 된 부분의 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분에 관통 구멍을, 이 부분을 관통하는 상태로 마련하고 있다.

[0031] 이 관통 구멍은, 상기 벽 두께 불균일 부분의 한 면을 금형에 접촉시킨 상태에서 이 두께 불균일 부분의 다른 면에 액압을 가하면서, 이 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 상기 금형에 마련한 펀치 구멍에 대응하는 부분을 이 펀치 구멍으로 압입하는 하이드로 피어싱에 의해 형성된 것이다.

[0032] 이 하이드로 피어싱은, 예를 들어 형성해야 할 상기 관통 구멍의 주연부 전체에서 전단 현상을 동시에 종료시키는 것에 의해 실행한다.

[0033] 이렇게 전단 현상을 동시에 종료시키기 위해서, 예컨대, 형성해야 할 관통 구멍의 주연부에서, 하이드로 피어싱에 의한 전단 가공 개시의 타이밍을, 벽 두께 분포에 따라 조정한다.

[0034] 또는, 형성해야 할 관통 구멍의 주연부에서, 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍을 벽 두께 분포에 따라 조정한다.

[0035] 이를 위해, 예를 들어 금형의 펀치 구멍에 삽입되는 활주 공구로서, 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 선단면이, 벽 두께가 작은 측에서 금형의 내측방향으로 돌출하고, 벽 두께가 큰 측에서 금형의 외측방향으로 우묵하게 들어간 형상을 갖는 활주 공구를 사용한다. 그리고, 상기 금형의 내면을 상기 벽 두께 불균일 부분의 일면에 접촉하게 한 상태에서 이 벽 두께 불균일 부분의 다른 면에 액압을 가하면서, 상기 활주 공구를 이 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴하는 방향으로 변위시켜서, 이 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 상기 펀치 구멍에 대응하는 부분을, 상기 액압에 의해 이 펀치 구멍으로 압입한다.

[0036] 또는, 금형의 펀치 구멍의 주연부인 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경이, 이 절단 에지부가 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 벽 두께가 큰 측에서 작아지고, 벽 두께가 작은 측에서 크게 형성된 금형을 사용한다.

[0037] 어느 경우라도, 상기 벽 두께 불균일 부분 중에서 상기 펀치 구멍의 주연부 전체에 대응하는 부분에 전단 응력을 발생시키고, 이 부분에 전단 현상을 발생시키며, 또한 전단 현상을 동시에 파단에 결부시켜, 상기 펀치 구멍에 정합하는 부분에 상기 관통 구멍을 형성한다.

[0038] 이 점에 대해서, 도 1을 참조하면서 설명한다. 이 도 1의 (A) 내지 (C)는, 하이드로 피어싱에 의한 전단 가공에 의해, 금속제 부재의 일부에서 판 형상의 부분[이하,「금속판(25)」이라고 함]의 일부에 관통 구멍을 형성하는 상태를 단계적으로 도시하는 단면도이다. 전술한, 소위 인사이드아웃 하이드로 피어싱은, 기본적으로는, 금형(6)에 마련된 펀치 구멍(12)의 주연부인 절단 에지부에 의한 전단 가공이며, 이 전단 가공을 보다 상세하게 보면, 다음과 같다. 우선, 도 1의 (A)에 도시하는 바와 같이, 금형(6)의 펀치 구멍(12)으로부터 활주 공구(13)를 외측으로 이동시키기 시작한 단계에서, 활주 공구(13)의 후퇴에 의해 생긴 오목부에 금속판(25)의 일부가 진입하고, 이 부분이 볼록 형상으로 소성 변형된다.

[0039] 이 소성 변형이 발생한 후에도, 상기 활주 공구(13)의 이동(후퇴)을 계속하면, 도 1의 (B)에 도시하는 바와 같이, 상기 펀치 구멍(12)의 주연부에 마련한 절단 에지부(26)에 의해, 상기 금속판(25)의 일부 일면(외면, 도 1의 우측면) 측에서, 전단면(27)이 형성되기 시작한다. 그리고 이 전단면(27)의 가공이 어느 정도 진행한 단계에서, 도 1의 (C)에 도시하는 바와 같이, 이 전단면(27)으로부터 발생한 크랙(28)(균열)이, 상기 금속판(25)의 다른 면(도 1의 좌측면) 측까지 관통하고, 절단되지 않고 남아 있는 이 금속판(25)이 매우 짧은 시간에 파단하여, 전단 가공이 종료한다. 그 결과 생긴 블랭킹 편(10)은, 이 금속판(25)의 일면측으로 배출된다. 이 금속판(25)의 외면, 즉 제품의 표면에는, 도 1의 (C)에 도시하는 바와 같이, 처짐 등의 불량 부분이 발생하지 않는다.

[0040] 인사이드아웃 하이드로 피어싱에 의한 전단 가공은, 상술한 바와 같이, 소성 변형과 전단 가공과 파단이 복합된 것이지만, 본 발명의 경우에는, 이 중 전단 가공 개시의 타이밍을 벽 두께 분포에 따라 정합하는 것에 의해, 이러한 판 두께 분포에도 불구하고, 상기 인사이드아웃 하이드로 피어싱에 의한 관통 구멍의 형성을 가능하게 하고 있다. 또한, 본건의 특허청구범위 및 명세서에서는, 상기 도 1의 (B)에 도시한 전단면(27)의 형성이 시작되는 시점을 「전단 가공 개시의 타이밍」이라 하고, 도 1의 (C)에 도시한 크랙(28)이 금속판(25)의 두께방향으로 관통해서 파단이 종료하여, 재료가 완전히 분리하는 시점을 「파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍」(전단 현상 종료의 타이밍)이라고 한다.

[0041] 상술한 바와 같은 본 발명에 대하여, 상기 금속판(25) 중 벽 두께 불균일 부분에 관통 구멍을 형성할 수 있도록, 이 부분에, 전술한 도 19의 우단부에 도시한 바와 같은 인사이드아웃 하이드로 피어싱을, 특별한 장치 없이 실시하면, 형성해야 할 관통 구멍의 주위 중 가장 벽 두께가 얇은 부분에서 먼저 전단 현상이 종료하고, 이 부분에서 크랙(28)이 상기 금속판(25)의 두께방향으로 관통한다. 이 국부적인 전단 현상 종료에 의해, 전술한 도 25에 의해 설명한 바와 같이, 압력 해제가 일어나고, 이후의 전단 가공이 진행하지 않게 되며, 이 도 25에 도시하는 바와 같은 절단 잔존물이 생긴다. 이 때문에 종래에는, 전술한 바와 같이 벽 두께 불균일 부분에 관통 구멍을 형성하기 위해서, 인사이드아웃 하이드로 피어싱을 적용할 수 없었다. 이에 대하여 본 발명의 경우에는, 벽 두께 불균일 부분이어도, 그 벽 두께 분포에 따라 전단 가공 개시의 타이밍을 바꾸므로, 벽 두께가

작은 부분의 전단 현상이 부분적으로 파단에까지 선행하여, 이 벽 두께가 작은 부분의 전단 현상이 벽 두께가 큰 부분보다도 분명히 먼저 종료하는 사태를 회피할 수 있다. 구체적으로는, 벽 두께가 작은 부분에 비해서 벽 두께가 큰 부분에서, 예를 들면 전단 가공 개시의 타이밍을 빨리 하고, 벽 두께가 작은 부분과 큰 부분에서, 전단 가공이 종료하여 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍을 조정한다(최후의 파단을 관통 구멍의 전체 둘레에서 동시에 발생시킴). 즉, 형성해야 할 관통 구멍의 전체 둘레에서, 전단 현상 종료 타이밍을 조정하고, 절단 잔존물이 없는 완전한 인사이드아웃 하이드로 피어싱을 가능하게 한다.

[0042] 상술한 바와 같은 본 발명을 실시하는데 바람직한 것은, 반드시, 벽 두께 분포에 따라 전단 가공 개시의 타이밍을, 엄밀하게 관리할 필요는 없다는 점이다. 즉, 상기 관통 구멍을 형성할 때에, 상기 관통 구멍의 주연부에 대응하는 부분에서 생기는 전단 현상의 최후는 크랙의 관통에 의한 파단이며, 이 파단은 관통 구멍의 주연부에 어느 정도 전단 현상이 진행하고 있으면, 이 주연부를 따라 전파한다. 따라서, 전단 부분의 잔량이 어느 정도의 정밀도로 일정해지도록(일부에서 크랙이 발생하는 순간에, 잔부에서 전단이 어느 정도 이상 진행하고 있음), 상기 전단 현상의 진행의 타이밍을 조정하면, 전단 현상 종료(크랙 발생)의 타이밍은 실질적으로 일치하게 된다. 즉, 파단이 상기 관통 구멍의 주연부에서, 전체 둘레에 걸쳐 동시에 일어나는 정도로, 상기 전단 가공 개시의 타이밍의 조정을 실행하면 충분하다. 더구나, 이 타이밍의 조정은, 예를 들어 활주 공구의 선단면의 형상을 변경하는 것에 의해, 비교적 간단하게 실행할 수 있기 때문에, 상기 전단 가공 개시의 타이밍의 조정은, 상기 크랙 발생의 타이밍을 조정하는 면에서, 지극히 현실적인 대책이다.

[0043] 또한, 가령 전단 가공 개시의 타이밍이 전체 둘레에서 동시이어도, 형성해야 할 관통 구멍의 주연부에서, 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍을 벽 두께 분포에 따라 조정하여, 벽 두께가 큰 부분에서 두께가 작은 부분보다도 빨리 크랙에 의한 파단을 발생시키면, 전체 둘레에 걸쳐서 동시에 파단을 종료시키는 것이 가능해진다. 즉, 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍을, 금속판의 벽 두께 분포에 따라 정합하는 것에 의해서도, 형성해야 할 관통 구멍의 주연부의 전체 둘레에서, 전단 현상 종료의 타이밍을 조정할 수 있어, 인사이드아웃 하이드로 피어싱이 가능하게 된다. 이 대책은, 예를 들어 금형측의 연구, 구체적으로는, 금형의 펀치 구멍의 주연부인 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경을 바꾸는 것에 의해 가능하다. 즉, 이 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경이, 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 벽 두께가 큰 측에서 작고, 벽 두께가 작은 측에서 크게 형성된 금형을 사용하여, 이 벽 두께가 작은 측에서 크랙에 의한 파단의 발생을 늦춘다. 이렇게 하면, 전단 가공 개시의 타이밍의 조정을 실행하지 않아도, 전단 현상 종료(크랙 발생)의 타이밍을 조정할 수 있다. 또한, 활주 공구의 선단부의 형상의 연구와, 상술한 절단 에지부의 곡률 반경의 연구를 결합하고, 전단 현상 종료의 타이밍을 조정하는 것도 가능하다.

[0044] 또한, 전자의 활주 공구의 선단부 형상의 연구에 의해 상기 파단을 전체 둘레 동시에 발생시키는 기술은, 전단 가공 개시의 타이밍의 조정과, 크랙 발생의 타이밍의 조정 양쪽이 조합되어, 전단 현상 종료의 타이밍을 조정한다. 이에 대하여, 후자의 절단 에지부의 곡률 반경의 연구에 의해 상기 파단을 전체 둘레에서 동시에 발생시키는 기술은, 주로 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍의 조정에 의해, 전단 현상 종료의 타이밍을 조정한다. 따라서, 형성해야 할 관통 구멍의 주연부의 전장에 걸쳐서 전단 현상을 동시에 종료시키는데에도 필요한 타이밍 차이를 얻을 수 있도록, 재료의 벽 두께 분포에 따라 공구 설계를 실행한다. 예를 들면, 벽 두께가 얇은 부분에서 전단 개시의 타이밍을 늦게 하기 위해, 이 부분에 가공의 초기 단계에서, 전단면에 대하여 수직방향의 압축 응력이 부여되도록 하거나, 펀치 구멍의 단부 가장자리부(절단 에지부)의 곡률 반경을 크게 한다. 한편, 벽 두께가 두꺼운 부분에서 전단 개시의 타이밍을 빨리 하기 위해, 전단 개시의 타이밍을 신속하게 하거나, 이 부분에 가공의 초기 단계에서 인장 응력이 부여되도록 한다.

[0045] 본 발명의 대상이 되는, 관통 구멍을 갖는 금속제 부재는, 하이드로 폼 공법(하이드로 포밍)과 조합시키는 것이 적절한 것으로부터, 일반적으로는 폐쇄 단면을 갖는 관상 부재이지만, 판 형상 부재이어도 좋고, 그 형상은 특별히 한정하지 않는다. 관상 부재의 경우에는, 전봉관, 시임리스(seamless)관(사출 성형관을 포함) 중 어느 것이라도 좋다. 또한, 판 형상 부재 중에서 관통 구멍을 형성해야 할 부분은 평탄부에 한하지 않고, 만곡부이어도 좋다. 예를 들면, 차체 등의 평판 내지 만곡판에도, 하이드로 포밍 및 하이드로 피어싱을 적용할 수 있다. 이러한 경우에는, 평판 내지 만곡판을 성형한 후, 그대로 계속해서 관통 구멍을 형성할 수 있으므로, 가공 공정의 간략화를 도모할 수 있다. 대표적인 관통 구멍을 갖는 금속제 부재는, 예를 들어 일체형 컬럼 브래킷을 갖는 스티어링 컬럼용 아웃터 튜브이며, 그 일체형 컬럼 브래킷은, 예를 들면 하이드로 포밍에 의해 형성한다. 또한, 관통 구멍을 갖는 금속제 부재에 있어서의 벽 두께 불균일 부분은, 두께에 차이가 있는 부분을 말하지만, 그 두께가 연속적으로 변화될 경우뿐만 아니라, 단계적으로 변화되거나, 연속적 또한 단계적으로 변화되는(연속적으로 변화되는 부분과 단계적으로 변화되는 부분이 혼재하는) 것도 포함한다.

[0046] 금속제 부재 중에서 관통 구멍을 형성해야 할 부분(벽 두께 불균일 부분)에서의 벽 두께의 변화율(최소 두께와 최대 두께의 차이)은 특별히 묻지 않는다. 변화율의 대소에 관계없이 본 발명은 유효하다. 다만, 벽 두께 변화율이 커질수록, 일반적인 인사이드아웃 하이드로 피어싱에 따라서는 관통 구멍 형성이 곤란해지는 것을 고려하면, 벽 두께 변화율이 클수록, 본 발명의 유효성은 커진다. 즉, 3% 이상의 경우에 본 발명을 실시하는 것이 유효하고, 5% 이상의 경우에는 더욱 유효하다.

[0047] 상기 벽 두께 불균일 부분은 여러 요인으로 형성된다. 전술한 바와 같은 하이드로 포밍에 의한 팽출부의 형성에서 생길 뿐만 아니라, 드로잉 가공, 굽힘 가공 등의 다른 소성 가공에서도 생긴다. 또한, 소성 가공 이외에도 생길 경우가 있어서, 본 발명의 기술적 범위를 획정할 경우에, 상기 벽 두께 불균일 부분이 생기는 요인은 한정하지 않는다. 마찬가지로 벽 두께 불균일 부분의 형상도, 전술한 바와 같이, 특별히 한정하지 않는다. 예를 들어 관을 굽힘 가공했을 경우, 굽힘의 외주측이 얇아지고, 굽힘의 내주측이 두꺼워져서 두께 차이가 발생한다. 이 굽힘 가공을 실시한 소재에 하이드로 포밍 가공을 실시하고, 평탄부를 형성했을 경우에도, 결과적으로 두께 차이가 발생한다. 이러한 원인에서 두께에 차이가 생긴 평탄면 내지 만곡면에 관통 구멍을 형성할 경우에도, 본 발명은 유효하다. 또한, 금속의 종류도 특별히 묻지 않는다. 강 등의 철계 합금, 알루미늄계 합금, 동계 합금 등의 비철 합금은 물론, 다른 각종 금속, 합금이어도 좋다.

[0048] 발명의 효과

[0049] 상술한 바와 같이 구성하는 본 발명의 관통 구멍을 갖는 금속제 부재 및 그 제조 방법에 의하면, 금속제이고, 적어도 일부가 판 형상으로 된 부재의 일부에서, 이 판 형상으로 된 부분의 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분에 관통 구멍을 형성하는 작업을, 안정하면서도 저비용으로 실행할 수 있다.

[0050] 즉, 활주 공구의 선단면의 형상, 또는 금형 중에서 펀치 구멍의 주연부의 형상을 연구하는 것에 의해, 상기 판 형상으로 이루어진 부재의 일부의 판 두께가 불균일할 경우에도, 펀치 구멍의 양측 가장자리끼리의 사이에서, 이 판 두께의 차이를 해소 내지는 저감할 수 있다. 이 때문에, 상기 활주 공구를 상기 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴시킴에 따라, 이 벽 두께 불균일 부분 중에서 상기 펀치 구멍에 대향하는 부분을, 이 펀치 구멍의 전체 둘레에 걸쳐 파단하여, 상기 관통 구멍을 확실하게 형성할 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0093] 전단 가공을 담당하는 재료의 벽 두께 분포에 따라, 선단면이 벽 두께가 작은 측에서 금형의 내측방향으로 돌출하고, 벽 두께가 큰 측에서 금형의 외측방향으로 우묵하게 들어간 형상을 갖는 활주 공구를 사용하는 본 발명을 실시할 경우에, 예컨대, 활주 공구의 선단면 중에서 가장 돌출한 부분을 금형의 내면과 일치하는 부분에 위치시킨다. 그리고, 이 선단면을 벽 두께 불균일 부분의 일면에, 이 벽 두께 불균일 부분 중에서 판 두께가 작은 측에서 접촉시키고, 판 두께가 큰 측에서 간극을 거쳐서 대향시킨다. 이 상태로부터 상기 활주 공구를, 펀치 구멍의 내측에서 상기 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴시키는 방향으로 변위시키는 것에 의해, 관통 구멍을 형성한다.

[0094] 이렇게 구성했을 경우에는, 상기 활주 공구를 후퇴시키기 이전의 상태(활주 공구의 선단면 중에서 가장 돌출한 부분을 금형의 내면과 일치하는 부분에 위치시킨 상태)에서, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 상기 간극에 대향하는 부분, 즉 상기 판 두께가 큰 측의 부분이 이 간극 내로 조금 압입된다. 그 결과, 이 판 두께가 큰 측의 부분 중에서 상기 펀치 구멍의 개구부 일단부에 접촉하는 부분에서, 다른 부분보다도 먼저 전단 가공이 개시된다. 동시에, 이 부분의 판 두께가 조금 감소하고, 이 부분의 판 두께와, 상기 판 두께가 작은 측 부분 중에서 상기 펀치 구멍의 개구부 타단부에 대향하는 부분의 판 두께의 차이가 저감 또는 해소된다. 거기에서, 이 상태로부터 상기 활주 공구를 후퇴시키면, 상기 다른 부분에서도 전단 가공이 개시된다. 그리고, 상기 벽 두께 불균일 부분 중에서 상기 펀치 구멍에 대향하는 부분이, 이 펀치 구멍의 개구부 주연부의 전체 둘레에 걸쳐 파단하여, 이 펀치 구멍내로 압입되어, 상기 관통 구멍이 형성된다.

[0095] 또는, 활주 공구의 선단면 중에서 가장 돌출한 부분을 금형의 내면으로부터 돌출시키고, 가장 돌출되어 있지 않은 부분을 이 내면과 일치 또는 이 내면보다도 함몰된 부분에 위치시킨다. 상기 활주 공구의 선단부를 이러한 위치에 배치한 상태에서, 벽 두께 불균일 부분의 일면에서 상기 활주 공구가 대향하고 있는 면과 반대측의 면에 액압을 작용시켜서, 이 벽 두께 불균일 부분을 이 활주 공구의 선단부를 따라 굴곡시킨다. 이 상태에서 이 활주 공구의 선단면이, 이렇게 굴곡한 상기 벽 두께 불균일 부분의 일면에 접촉한 상태가 되므로, 이 상태로부터, 상기 활주 공구를 펀치 구멍의 내측에서 상기 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴시키는 방향으로 변위시킴으로써 관통 구멍을 형성한다.

[0096] 이렇게 구성했을 경우에는, 상기 벽 두께 불균일 부분의 일면에 액압을 작용시키는 것에 의해, 이 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 양단부에 대응하는 부분 중, 판 두께가 작게 된 측의 부분이, 상기 활주 공구를 후퇴시켜서 상기 관통 구멍을 형성할 때에 변형하는 방향과 역방향으로, 비교적 크게 변형한다. 이에 대하여, 판 두께가 비교적 큰 측 부분은, 상기 관통 구멍을 형성할 때에 변형하는 방향과 역방향으로는 변형하지 않으며, 가령 변형했을 경우라도 그 변형량은 근소하게 된다.

[0097] 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 관통 구멍을 형성해야 할 부분 중 양단부에 대응하는 부분의 판 두께에 따라, 이들 양쪽 부분의 형상이 상술한 모양이 된 상태로부터, 상기 활주 공구를 펀치 구멍 내에서 상기 벽 두께 불균일 부분으로부터 후퇴시키면, 이 벽 두께 불균일 부분 중에서 이 펀치 구멍에 정합하는 부분이 이 펀치 구멍 내로 압입된다. 이때, 상기 판 두께가 비교적 큰 부분은, 즉시 이 펀치 구멍 내로 압입되기 시작하여 전단 가공이 개시되는 것에 대해서, 상기 판 두께가 작아진 부분은, 일단 다른 부분과 평행하게 될 때까지 변형하고나서, 상기 펀치 구멍내로 압입된다. 그리고 상기 판 두께가 작아진 부분이 일단 다른 부분과 평행하게 될 때까지 변형하고, 또한 상기 펀치 구멍 내로 압입되는 과정에서, 이 부분에 압축 응력이 부가되어서, 이 부분이 파단하기 어려운(파단의 타이밍이 늦은) 상태가 된다. 또한, 이 부분의 판 두께가 조금 증대한다.

[0098] 이 때문에, 상기 판 두께가 비교적 큰 부분에서의 전단 가공 개시로부터 파단에 도달하는 타이밍과, 상기 판 두께가 작아진 부분에서의 전단 가공 개시로부터 파단에 도달하는 타이밍 사이에, 큰 차이가 없어진다. 그 결과, 상기 벽 두께 불균일 부분 중에서 상기 펀치 구멍에 대향하는 부분이, 이 펀치 구멍의 주연부의 전체 둘레에 걸쳐서 동시에 파단하면서 이 펀치 구멍 내로 압입되어, 상기 관통 구멍이 형성된다.

[0099] 본 발명을 실시할 경우에, 예를 들어, 벽 두께 불균일 부분의 일부에서 판 두께가 점차 변화되고 있는 부분을, 하이드로 폼 공법에 의해 소재의 일부를 팽창시켜 이루어지는 팽출부의 측벽이라 한다.

[0100] 이 경우에, 예를 들어 금속제 부재를, 중공관의 일부를 하이드로 폼 공법에 의해 직경방향 외측으로 팽창시키고, 이 팽창시켜 이루어지는 팽출부의 측벽부에 관통 구멍을 형성한 스티어링 컬럼이라 한다. 그리고 이 팽출부의 가공 작업에 계속해서 이 관통 구멍의 형성 작업을 실행한다.

[0101] 이러한 형태에서 본 발명을 실시하면, 팽출부의 형성과 관통 구멍의 형성을, 소재를 이체하는 일 없이 연속해서 실행할 수 있어, 공정의 간소화에 의한 제조 비용의 절감을 도모할 수 있다.

[0102] 또한, 이 경우에, 예컨대, 중공관의 중심축을 포함하고, 팽출부가 팽출하고 있는 방향과 직각방향으로 넓어지는 가상 평면을 생각했을 경우에, 관통 구멍 전체를, 이 가상 평면으로부터 상기 팽출하고 있는 방향으로 벗어난 위치에 형성한다.

[0103] 팽출부를 구성하는 측벽부 중에서, 이러한 위치에 존재하는 부분의 판 두께는 점차 변화되고 있다. 이 때문에, 이러한 측벽부에 본 발명에 의해 관통 구멍을 형성하는 것은 유효하다.

[0104] 실시예 1

[0105] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 실시예 1을 도시하고 있다. 또한, 본 실시예의 특징은, 전술한 도 20 내지 도 23에 도시한 바와 같은 하이드로 폼 공법에 의해 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜서, 전술한 도 15 내지 도 16에 도시하는 바와 같은 팽출부(7a)를 형성한 후, 이 팽출부(7a)의 측벽(14)에 관통 구멍(5c)을 형성하는 공정을 연구하는 것에 의해, 이 관통 구멍(5c)을 확실하게 형성할 수 있도록 하는 점에 있다. 상기 팽출부(7a)를 형성하는 점에 관해서는, 전술한 바와 같기 때문에, 중복 설명은 생략 또는 간략하게 하며, 이하 본 실시예의 특징 부분을 중심으로 설명한다.

[0106] 본 실시예의 경우에도, 금형(6a)을 구성하는 금형 소자(15)의 일부에서, 상기 측벽(14) 중 상기 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 부분에, 이 관통 구멍(5c)에 적당한(실질적으로 합치하는) 형상(예를 들면, 장원형)을 갖는 펀치 구멍(12a)을 마련하고 있다. 그리고 이 펀치 구멍(12a) 내에, 상기 관통 구멍(5c)을 형성하기 위한 활주 공구(13b)를, 꽉 끼이면서도 상기 측벽(14)에 대한 전후 운동을 가능하게 설치 한다. 본 실시예에 사용하는, 상기 활주 공구(13b)의 선단면(20a)은, 상기 펀치 구멍(12a)[혹은 관통 구멍(5c)]의 폭방향(도 2 내지 도 5의 상하방향)의 일단부(도 2 내지 도 5의 상단부)를, 상기 금형 소자(15)의 내면과 평행한 평탄면(21)으로 하고, 중간부 내지 타단부(도 2 내지 도 5의 하단부)를, 이 평탄면(21)으로부터 멀어짐에 따라서 상기 측벽(14)으로부터 멀어지는 방향으로 경사진 경사면(22)으로 하고 있다. 상기 금속관(3)의 일부에 상기 팽출부(7a)를 형성하기 위한 하이드로 포밍 공정 시에는, 상기 활주 공구(13b)를 상기 펀치 구멍(12a) 내에서 전진시켜, 상기 평탄면(21)을 상기 금형 소자(15)의 내면과 동일 평면상에 위치시켜 둔다. 따라서, 상기 활주 공구(13b)의 선단면

(20a) 중에서 상기 경사면(22)에 대응하는 부분은 상기 금형 소자(15)의 내면보다도 함몰된 상태가 된다.

[0107] 상기 활주 공구(13b)를, 상술한 바와 같이 전진시킨 상태에서, 상기 금속관(3)의 내부에 액압을 도입하는 동시에, 이 금속관(3)을 축방향으로 압축하는 방향의 힘을 가하면서, 상기 팽출부(7a)를 형성한다. 이 경우에, 이 팽출부(7a)의 측벽(14)의 판 두께가, 도 2 내지 도 5의 상방일수록 작아지는 것은, 전술한 바와 같다. 본 실시예의 경우, 상기 팽출부(7a)의 가공에 따라, 이 팽출부(7a)의 측벽(14)의 일부에서, 상기 경사면(22)에 대향하는 부분이, 도 2에 도시하는 바와 같이, 이들 측벽(14)과 경사면(22) 사이에 존재하는 간극(23) 내로 조금 들어간다. 그리고, 이렇게 간극(23) 내로 들어간 부분에, 전단면에 대하여 수직방향의 인장 응력이 가해지는 동시에, 상기 측벽(14)의 일부에서 상기 펀치 구멍(12a)의 주연부에 존재하는 절단 에지부(26)에 맞부딪치는 부분에 전단 응력이 가해진다.

[0108] 즉, 상기 간극(23)에 대향하는 부분의 양쪽 단부 가장자리부 중, 상기 평탄면(21)과 상기 경사면(22)의 연속부에 대향하는 쪽(도 2의 위쪽)에는, 약간의 전단면에 대하여 수직방향의 인장 응력에 더하여 굽힘 응력이 가해져서, 상기 측벽(14)의 일부가 절곡된다.

[0109] 이에 대하여, 상기 펀치 구멍(12a)의 개구 주연부에 존재하는 상기 절단 에지부(26)에 대향하는 쪽(도 2의 아래쪽)에는, 이 절단 에지부(26)와 액압에 의해, 전단 응력이 가해지고, 이 부분에서 전단 가공이 개시된다. 동시에, 상기 해당 부분의 판 두께(T_4)가 상기 간극(23)이 존재하지 않는 상태의 판 두께(T_2)(도 24 참조)에 비해 작게($T_4<T_2$) 된다.

[0110] 한편, 상기 펀치 구멍(12a)의 폭방향 양단부에 대향하는 상기 측벽(14) 중, 상기 평탄면(21)과 상기 금형 소자(15)의 내면의 연속부에 대응하는 부분은, 도 2에 도시한 상태에서는 아직 전단 가공이 개시되어 있지 않고, 이 부분의 판 두께(T_3)에 관해서도, 전술한 도 20 내지 도 23에 도시한 바와 같은 하이드로 폼 공법에 의해, 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜서 팽출부(7a)를 형성한 것만의 상태로부터 변하지 않는다. 즉, 상기 부분의 판 두께(T_3)는, 본 실시예의 활주 공구(13b)를 사용하는 것에 의해, 특별히 감소할 일은 없다.

[0111] 이렇게 본 실시예의 경우에는, 활주 공구(13b)의 선단면(20a)의 형상을 연구하여, 하이드로 포밍 공정을 실시할 때에 이 선단면(20a)의 위치를 적절하게 규제하고 있으므로, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분 중, 판 두께가 큰 측(도 2의 아래쪽)부터 먼저 전단 가공이 개시된다. 또한, 상기 측벽(14) 중에서, 상기 펀치 구멍(12a)의 폭방향 양단부에 위치하는 부분의 판 두께(T_4, T_3)의 차이를 작게 유지할 수 있다. 즉, 하이드로 포밍 공정의 종료시에 비교적 큰 부분의 판 두께를(T_2로부터) 저감시켜서 T_4로 하고, 마찬가지로 비교적 작은 부분의 판 두께를 저감시키지 않고 T_3인 상태로 하기 때문에, 상기 폭방향 양단부의 판 두께(T_4, T_3)를 거의 동일하게($T_4 \fallingdotseq T_3$) 할 수 있는 것 외에도, 전단 가공 종료의 타이밍을 일정하게 하기 쉽게(동시에 종료시키기 쉽게) 할 수 있다.

[0112] 여기에서, 도 3에 도시하는 바와 같이, 상기 활주 공구(13b)를 상기 펀치 구멍(12a) 내에서 후퇴를 개시시킨다. 이 후퇴 개시에 의해, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분 중, 판 두께가 작은 측(도 3의 위쪽)에서도 전단 가공이 개시된다. 이 상태로부터, 상기 활주 공구(13b)를, 도 4에 도시하는 바와 같이 더욱 후퇴시키면, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분의 전체 둘레(판 두께가 큰 측 및 작은 측, 및 그 사이 부분)에서 전단 가공이 진행한다. 그리고 이 전단 가공의 진행에 따라, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분의 전체 둘레에서, 거의 동시에 전술한 도 1의 (C)에 도시하는 바와 같은 크랙이 발생한다.

[0113] 그 결과, 상기 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분이, 도 5에 도시하는 바와 같이, 상기 측벽(14)의 내측 부분에 존재하는 액압에 의해 펀칭되어서 블랭킹 편(10c)이 되고, 상기 펀치 구멍(12a) 내로 압입된다. 이때, 상기 펀치 구멍(12a)에 대향하는 부분의 주연부가 전단 가공으로부터 파단에 도달하지만, 이 파단은, 상술한 바와 같이 판 두께가 큰 부분으로부터 먼저 전단 가공이 시작된다는 사실과, 이 부분의 주연부의 판 두께(T_4, T_3)를 전체 둘레에 걸쳐서 거의 동일하도록($T_4 \fallingdotseq T_3$) 함으로써, 이 부분의 전단 가공 종료의 타이밍을 일정하게 하기 쉽다는 사실에 의해, 상기 주연부의 전체에 걸쳐, 실질적으로 동시에 발생하여, 상기 블랭킹 편(10c)을 제공한다. 전술한 도 25에 도시한 바와 같이, 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하는 부분이 이 측벽(14)과 연결된 상태인 채로 남는 일은 없다. 그 결과, 상기 측벽(14) 중에서 상기 펀치 구멍(12a)에 정합하는 부분에 상기 관통 구멍(5c)을 확실하게 형성할 수 있다.

[0114] 또한, 상기 블랭킹 편(10c)은, 상기 펀치 구멍(12a) 내로 압출되어서, 상기 팽출부(7a)를 포함하는 금속관(3) 내에 잔류할 일은 없다. 따라서, 상기 관통 구멍(5c)을 형성한 후에 상기 블랭킹 편(10c)을 이 금속관(3)의 내부로부터 취출하는 공정 및 장치가 불필요해진다. 이 때문에, 상기 팽출부(7a) 및 관통 구멍(5c)을 구비한 제품을 만들기 위한 장치의 소형화(공간 절약화)를 도모할 수 있는 등, 해당 제품을 만들기 위해서 요구되는 비용의 절감을 도모할 수 있다.

[0115] 또한, 상기 관통 구멍(5c)이 되어야 할 부분을 확실하게 펀칭하기 위해서, 상기 판 두께가 큰 측에서 전단 가공의 개시를, 상기 판 두께가 작은 측에 비하여 빨리 하는 정도, 혹은 상기 폭방향 양쪽 단부 가장자리부의 판 두께(T_4, T_3)를 거의 동일하게 하여, 전단 가공 종료의 타이밍을 일정하게 하기 쉽게 하는 정도는, 상기 금속관(3)의 재질, 원래의 판 두께 등에 의해, 설계적, 실험적으로 정한다. 예를 들면, 연강판, 알루미늄 합금판 등에 의해 제조하는 스티어링 컬럼에 일체로 마련한 컬럼 브래킷에 관통 구멍을 형성할 경우, 상기 활주 공구(13b)의 선단 부분의 형상을 적합하게 연구하는 것에 의해, 상기 전단 가공의 개시의 타이밍을 변화시킬 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이, 상기 폭방향 양쪽 단부 가장자리부의 판 두께(T_4, T_3)의 관계를, 전단 가공 종료의 타이밍을 일정하게 하기 쉬운 관계로 하기 위해서는, 상기 폭방향에 대한 상기 경사면(22)의 폭 치수를, 액압이나 상기 금속관(3)의 재질, 원래의 판 두께와의 관계에서, 실험 데이터에 근거해서 규제한다.

[0116] 또한, 상기 펀치 구멍(12a) 내로 압입된 상기 블랭킹 편(10c)은, 예를 들어, 팽출부(7a)를 형성하고, 또한 이 팽출부(7a)의 측벽(14)에 관통 구멍(5c)을 형성한 금속관(3)을, 상기 금형 소자(15)에 의해 구성한 금형(6a)으로부터 취출한 후에, 상기 활주 공구(13b)를 전진시켜서 상기 펀치 구멍(12a)으로부터 압출하는 것에 의해, 용이하게 상기 금형(6a)으로부터 취출할 수 있다. 혹은, 상기 금속관(3)이 연강판 등의 자성재제일 경우에는, 이 금속관(3)을 금형(6a)으로부터 취출한 후, 자석으로 상기 블랭킹 편(10c)을 흡착하여, 상기 펀치 구멍(12a)으로부터 취출할 수도 있다. 또한, 상기 금형(6a)의 내부에, 이 펀치 구멍(12a)으로부터 외부 공간으로 통하는, 상기 블랭킹 편(10c)을 통과시킬 정도의 크기를 갖는 배출 통로를 마련할 수도 있다. 이 경우에는, 상기 금속관(3) 내에 도입한 액압에 의해 상기 펀치 구멍(12a) 내로 압입된 상기 블랭킹 편(10c)을, 상기 금속관(3)을 상기 금형(6a)으로부터 취출한 후, 별도로 상기 펀치 구멍(12a) 내에 도입한 공기압이나 액압에 의해 이 펀치 구멍(12a)으로부터 배출한다. 어느 경우에도, 상기 관통 구멍(5c)의 가공에 따라 이 펀치 구멍(12a) 내로 압입된 상기 블랭킹 편(10c)은, 다음 가공 작업에 앞서, 이 펀치 구멍(12a)으로부터 배출해 둔다.

[0117] 또한, 본 실시예의 경우, 도 2에 도시한, 관통 구멍 형성 가공의 초기 단계에서, 상기 활주 공구(13b)의 선단면(20a)의 평탄면(21)을, 금형 소자(15)의 내면과 동일한 위치에 존재시키고 있다. 다만, 이 평탄면(21)은, 도 6에 도시하는 바와 같이, 이 내면보다도 조금 함몰된 위치에 존재시켜도 좋다. 이 경우에는, 도 6에 도시한 바와 같이, 상기 평탄면(21)을 금형 소자(15)의 내면보다도 함몰되게 하지 않은 상태에 비하여, 판 두께가 작은 부분도 약간 펀치 구멍(12a) 내로 압입된다. 따라서, 판 두께가 큰 부분과 작은 부분에서, 전단 가공의 개시의 타이밍의 차이가 적어진다. 도 2와 도 6의 어느 것을 채용할지는, 상기 판 두께가 큰 부분과 작은 부분의 차등에 따라, 설계적으로 정한다(실험 등에 의해 조건을 설정함).

[0118] 실시예 2

[0119] 도 7 내지 도 8은 본 발명의 실시예 2를 도시하고 있다. 본 실시예에 사용하는 활주 공구(13c)의 선단면(20b)에 관해서도, 상술한 실시예 1의 경우와 같이, 측벽(14) 중에서 비교적 판 두께가 작아진 부분에 대향하는 평탄면(21a)과, 비교적 판 두께가 큰 부분에 대향하는 경사면(22a)을 구비한다. 다만, 본 실시예에 사용하는 활주 공구(13c)의 경우에는, 이 경사면(22a)의 경사 각도를, 상기 실시예 1에 사용하는 활주 공구(13b)의 경사면(22)(도 2 내지 도 6 참조)보다 완만하게 하고 있다.

[0120] 본 실시예의 경우에는, 이러한 활주 공구(13c)의 선단부를, 금형 소자(15)의 내면보다도 조금 돌출되게 한 상태에서, 금속관(3)의 내측에 액압을 도입하고, 이 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜서 팽출부(7a)를 형성하는 하이드로 포밍을 실행한다. 즉, 상기 활주 공구(13c)의 선단면(20b) 중에서 가장 돌출된 부분인 상기 평탄면(21a)을 상기 금형 소자(15)의 내면으로부터 돌출시킨다. 이에 대하여, 상기 선단면(20b) 중에서 가장 돌출하지 않은 부분인, 상기 경사면(22a) 중 상기 평탄면(21a)으로부터 가장 벗어난 부분을, 상기 금형 소자(15)의 내면과 일치하는 부분에 위치시킨다. 그리고 이 상태에서, 상기 금속관(3)의 내측에 액압을 도입하고, 이 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 팽출시켜서, 상기 팽출부(7a)를 형성한다.

[0121] 상기 금형 소자(15)의 내면의 일부에는, 상기 활주 공구(13c)의 선단부가 돌출하고 있기 때문에, 상기 팽출부(7a)가 형성된 상태에서, 이 팽출부(7a)를 구성하는 측벽(14)의 일부가, 도 7에 도시하는 바와 같이, 상기 활주

공구(13c)의 선단부를 따라 굴곡한다. 즉, 이 측벽(14) 중에서 상기 평탄면(21a)에 접촉한 부분이 상기 금형 소자(15)의 내면으로부터 가장 떨어진 상태가 되고, 상기 경사면(22a)에 접촉한 부분이 이 경사면(22a)을 따라 경사지고, 상기 평탄면(21a)을 향할수록 상기 금형 소자(15)의 내면으로부터의 거리가 커지는 방향으로 경사진다.

[0122] 거기에서, 이 상태로부터, 도 8에 도시하는 바와 같이, 상기 활주 공구(13c)를 펀치 구멍(12a)의 내측에서 상기 측벽(14)으로부터 후퇴시키는 방향으로 변위시키면, 이 측벽(14)의 일부로 이 펀치 구멍(12a)에 정합하는 부분이, 이 펀치 구멍(12a)의 전체 둘레에 걸쳐 파단되어서, 이 펀치 구멍(12a)에 대응하는 관통 구멍(5c)이 형성된다.

[0123] 본 실시예의 경우에는, 다음과 같은 이유로, 상기 측벽(14)의 일부에서 상기 펀치 구멍(12a)에 정합하는 부분이 이 펀치 구멍(12a)의 전체 둘레에 걸쳐서 파단 된다. 우선, 상기 팽출부(7a)를 형성하기 위해, 상기 금속관(3)의 내측에 액압을 작용시켜서 이 팽출부(7a)를 형성하는 공정의 최종 단계에서, 이 팽출부(7a)의 측벽(14)의 일부가 상기 활주 공구(13c)의 선단부에 가압되고, 해당 부분이 이 선단부를 따라 변형한다. 구체적으로는, 상기 측벽(14)의 일부에서 상기 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 부분의 양단부에 대응하는 부분 중, 판 두께가 작아지는 측(도 7의 위쪽)의 부분이, 상기 활주 공구(13c)를 후퇴시켜서 상기 관통 구멍(5c)을 형성할 때에 변형하는 방향과 역방향으로, 비교적 크게 변형한다(절곡된다). 이 상태에서, 이렇게 크게 절곡된 부분의 판 두께는 T_6이 된다. 이에 대하여, 판 두께가 비교적 큰 측(도 7의 아래쪽)의 부분은, 상기 관통 구멍(5c)을 형성할 때에 변형하는 방향과 역방향으로 변형하지만, 그 변형량은 근소하여, 해당 부분의 판 두께는 T_5가 된다.

[0124] 거기에서, 상기 측벽(14)의 일부에서 상기 관통 구멍(5c)을 형성해야 할 부분이 상술한 바와 같이 변형한 상태로부터, 상기 활주 공구(13c)를 상기 펀치 구멍(12a) 내로, 전술한 실시예 1을 도시한 도 2에 도시한 정도에까지 조금 후퇴시키면, 상기 비교적 큰 판 두께(T_5)의 부분에서는, 도 2에 도시하는 바와 같이 즉시 전단 가공이 개시되는 것에 대해서, 상기 비교적 작은 판 두께(T_6)의 부분에서는, 아직 전단 가공이 개시되지 않는다. 오히려, 상기 비교적 작은 판 두께(T_6)의 부분은, 전단면에 대하여 수직방향으로 압축되어서, 압축 응력이 가해져서, 크랙이 발생하기 어려운 상태가 된다. 이 상태로부터 추가로 상기 활주 공구(13c)를 상기 펀치 구멍(12a) 내로, 전술한 실시예 1을 도시한 도 3에 도시한 정도까지 조금 후퇴시키면, 상기 비교적 작은 판 두께(T_6)의 부분에서도 전단 가공이 개시된다. 그리고, 상기 활주 공구(13c)를, 전술한 실시예 1을 도시한 도 4의 상태를 거쳐서 추가로 후퇴시키면, 도 8에 도시하는 바와 같이, 상기 측벽(14)의 일부에서 상기 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분의 전체 둘레[상기 비교적 큰 판 두께(T_5)의 부분 및 상기 비교적 작은 판 두께(T_6)의 부분 및 그 사이 부분]에서 전단 가공이 진행한다. 그리고, 이 전단 가공의 진행에 따른, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분의 전체 둘레에서, 거의 동시에 전술한 도 1의 (C)에 도시하는 바와 같은 크랙이 발생한다.

[0125] 그 결과, 상기 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분이, 도 8에 도시하는 바와 같이, 상기 측벽(14)의 내측 부분에 존재하는 액압에 의해 펀칭되어서 블랭킹 편(10c)이 되어, 상기 펀치 구멍(12a) 내로 압입된다. 또한, 상술한 바와 같이, 상기 측벽(14)의 일부에서 펀치 구멍(12a)에 대향하고 있는 부분의 전체 둘레에서 거의 동시에 크랙이 발생하는 것은, 상기 전단 가공의 개시의 타이밍을 변경할 수 있는 것에 부가하여, 각부의 판 두께의 차이가 작아지는 것에도 기여하는 것으로 생각된다. 즉, 상기 도 7에 도시하는 바와 같이, 상기 활주 공구(13c)를 상기 펀치 구멍(12a) 내에서 상기 측벽(14)으로부터 후퇴시키면, 이 측벽(14) 중에서 이 펀치 구멍(12a)에 정합하는 부분이 이 펀치 구멍(12a) 내로 압입된다. 이때, 상기 비교적 큰 판 두께(T_5)를 갖는 부분은 즉시 이 펀치 구멍(12a) 내로 압입되기 시작한다. 이에 대하여, 상기 판 두께(T_6)가 작은 부분은 일단 다른 부분과 평행해질 때까지 변형하고나서, 상기 펀치 구멍(12a)내로 압입된다. 그리고 상기 판 두께(T_6)가 작은 부분이 일단 다른 부분과 평행해질 때까지 변형하고, 추가로 상기 펀치 구멍(12a) 내로 압입되는 과정에서, 이 부분에 압축 응력이 가해짐과 동시에, 이 부분의 판 두께가 조금 증대한다(T_6보다 커짐). 그 결과, 상기 측벽(14) 중에서 상기 펀치 구멍(12a)에 대향하는 부분이, 이 펀치 구멍(12a)의 주연부의 전체 둘레에 걸쳐서 파단하면서 이 펀치 구멍(12a) 내로 압입되어 가서, 상기 관통 구멍(5c)이 형성된다.

[0126] 또한, 본 실시예의 경우, 도 7과 같이 팽출부(7a)를 형성하는 단계에서, 상기 활주 공구(13c)의 선단면(20b)의 경사면(22a) 중에서, 평탄면(21a)으로부터 먼 측의 단부는, 금형 소자(15)의 내면보다도 조금 함몰된 부분에 위치시켜도 좋다. 이 경우에는, 도시한 바와 같이, 해당 부분을 금형 소자(15)의 내면보다도 함몰되게 하지 않은

상태와 비교하여, 팽출부(7a)의 측벽(14) 중에서 해당 부분에 접촉하는 부분이 약간 펀치 구멍(12a) 내로 압입되어, 이 부분에서의 전단 가공의 개시가 보다 빨라지는 동시에, 이 부분의 판 두께가 약간 얇아지는 경향으로 된다.

[0127] 어느 경우에도, 도 7에 도시하는 바와 같이, 금속관(3)의 일부를 팽출시켜서 팽출부(7a)를 형성하고, 이 팽출부(7a)의 측벽(14)의 일부에 상기 활주 공구(13c)의 선단면(20b)을 접촉시킨 상태에서, 이 측벽부(14) 중에서 상기 펀치 구멍(12a)의 폭방향 양단 가장자리에 대응하는 부분의 판 두께(T_5, T_6)의 차이가, 판 두께가 큰 측에서 보아, 바람직하게는 30% 이내, 더욱 바람직하게는 20% 이내이면, 상기 관통 구멍(5c)을 형성하는 것에 있어서, 특별히 문제가 생기지 않는다. 즉, 본 실시예의 제조 방법은, 전술한 실시예 1의 경우보다도, 판 두께의 차이가 클 경우에 적절하다. 또한, 상기 선단면(20b) 중에서 가장 우묵하고, 상기 경사면(22a) 중에서 상기 평탄면(21a)으로부터 먼 측의 단부는, 도시한 바와 같이 금형 소자(15)의 내면과 일치시켜도, 또는 상술한 것보다도 조금 함몰된 부분에 위치시켜도, 또는 이 내면보다도 조금 돌출시켜도 좋다.

[0128] 실시예 3

[0129] 도 9는, 본 발명의 실시예 3으로서, 전술한 실시예 1 및 상술한 실시예 2에 사용한 활주 공구(13b, 13c)와, 이 활주 공구(13b, 13c)에 치환 가능한 활주 공구의 2개의 예의, 합계 3개의 예의 활주 공구를 도시하고 있다. 즉, 상기 양쪽 실시예와 같이 해서 관통 구멍(5c)을 형성할 경우에 사용하는 활주 공구의 선단부의 형상은, 도 9의 (A)에 도시하는 바와 같은, 단면 형상이 직선 형상인 경사면(22, 22a)을 구비한 활주 공구(13b, 13c)에 한하지 않고, 도 9의 (B), 도 9의 (C)에 도시하는 바와 같이, 단면 형상이 원호 형상인 곡면 형상의 경사부(24, 24a)를 구비한 것이어도 좋고, 도시는 하지 않았지만, 경사면의 단면 형상이 직선과 곡선을 조합한 복합면이어도 좋다. 또한, 상기 도 9의 (A)에 파선으로 도시하는 바와 같이, 활주 공구(13b, 13c)의 선단면(20a, 20b)에 형성한 경사면(22, 22a)의 경사 각도(Θ)를, 이 선단면(20a, 20b)의 길이방향(도 9의 표리방향)의 중간부에서 변화시킬 수도 있다. 이러한 배려는, 하이드로 피어싱에 의해 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 두께가, 이 관통 구멍의 폭방향 뿐만 아니라 길이방향으로도 변화되고 있을 경우에 필요하게 된다. 또한, 이 경우에, 상기 경사면(22, 22a)의 경사 각도(Θ) 대신에, 평탄면(21, 21a)의 폭(W_2)을 변화시키거나, 양쪽을 변화시킬 수도 있다. 이렇게, 재료의 벽 두께 분포의 형태에 따라서는, 필요에 따라서, 선단면(20a, 20b)의 형상을 3차원적으로 변화시킨다.

[0130] 또한, 도 9의 (A)는, 상기 실시예 1 및 상술한 실시예 2에 사용한 활주 공구(13b, 13c)를 도시하고 있지만, 이러한 활주 공구(13b, 13c)의 치수는, 예를 들면 다음과 같이 규제한다. 즉, 이 활주 공구(13b, 13c)의 폭을 W_1, 이 활주 공구(13b, 13c)의 선단면(20a, 20b) 중 평탄면(21, 21a)의 폭을 W_2, 경사면(22, 22a)의 경사 각도를 Θ라고 하면,

[0131] $0 \leq W_2 \leq 0.9W_1$

[0132] $0.3^\circ \leq \Theta < 90^\circ$

[0133] 의 범위가 채용 가능하다.

[0134] 바람직하게는,

[0135] $0.01W_1 \leq W_2 \leq 0.9W_1$

[0136] $0.3^\circ \leq \Theta < 90^\circ$

[0137] 더욱 바람직하게는,

[0138] $0.2W_1 \leq W_2 \leq 0.8W_1$

[0139] $1^\circ \leq \Theta \leq 20^\circ$

[0140] 특히 바람직하게는,

[0141] $0.2W_1 \leq W_2 \leq 0.7W_1$

[0142] $3^\circ \leq 0 \leq 20^\circ$

[0143] 의 범위에서 설정한다.

[0144] 요컨대, 상기 활주 공구(13b, 13c)의 폭(W_1)은, 형성해야 할 관통 구멍(5c)의 폭에 따라 결정하지만, 나머지 폭(W_2) 및 경사 각도(Θ)에 관해서는, 금속관(3)의 재질이나 판 두께에 따라, 실험에 의해 알맞은 값을 선정한다. 평탄면(21, 21a)의 폭(W_2)이 너무 크면, 이 평탄면(21, 21a)을 돌출시키는 것에 의한, 전단 가공 개시의 타이밍, 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍의 조정 효과를 충분히 얻기 어려워진다. 반대로 상기 폭(W_2)이 지나치게 작으면, 상기 평탄면(21)의 기계적 강도의 확보가 어렵게 된다. 따라서, 활주 공구의 기계적 강도 확보의 면에서 문제가 없으면, 이 평탄면(21)은 생략해도 좋다. 상기 경사 각도(Θ)에 관하여도, 지나치게 작으면, 상기 활주 공구(13b, 13c)를 후퇴시키는 것에 의한 상기 각 타이밍의 조정 효과를 얻기 어려워진다. 반대로, 상기 경사 각도(Θ)가 너무 클 경우에는, 상기 평탄면(21, 21a)의 기계적 강도의 확보가 어렵게 될 뿐만 아니라, 두꺼운 측이 과도하게 전단되기 쉬어져, 상기 각 타이밍의 조정이 어렵게 된다.

[0145] 또한, 도 9의 (B) 및 (C)는, 단면 형상의 곡률 반경이 R인, 부분 원통면 형상의 오목 곡면[도 9의 (B)의 경우] 또는 볼록 곡면[도 9의 (C)의 경우]의 경사부(24, 24a)를, 상기 경사면(22, 22a) 대신에 형성한 것이지만, 이러한 경사부(24, 24a)를 형성한 활주 공구(13d, 13e)에 관해서도, 각부의 치수를 하기의 범위에서 선정한다.

[0146] 즉, 이들 각 활주 공구(13d, 13e)의 폭을 W_1, 이들 각 활주 공구(13d, 13e)의 선단면(20c, 20d) 중 평탄면(21b, 21c)의 폭을 W_2 라고 하면,

[0147] $0 \leq W_2 \leq 0.9W_1$

[0148] 바람직하게는,

[0149] $0.01W_1 \leq W_2 \leq 0.9W_1$

[0150] 의 범위에서 설정할 수 있다. 상기 경사부(24, 24a)의 단면 형상의 곡률 반경(R)의 값은 임의로 설정할 수 있다. 각각의 값에 대해서, 금속관(3)의 재질이나 판 두께에 따라, 실험에 의해 알맞은 값을 선정하는 것은, 도 9의 (A)에 도시한 활주 공구(13b, 13c)의 경우와 같다.

[0151] 요컨대, 본 발명을 실시함에 있어서, 펀치 구멍의 내측에서 활주 공구를 후퇴시킬 때에, 팽출부의 측벽과 같이, 판 두께에 차이가 있을 경우라도, 상기 펀치 구멍의 양측에서 판 두께의 차이를 작게 하는 등, 이 펀치 구멍에 대향하는 부분을 전체 둘레에 걸쳐서 동시에 파단할 수 있도록 하는 선단 형상을 갖는 활주 공구이면, 본 발명의 실시에 사용할 수 있다.

[0152] 또한, 활주 공구(13b, 13c)의 선단면(20a, 20b)의, 금형 소자(15)의 내면으로부터 돌출량(S)(도 7) 또는 함몰량(-S)(도 6)은, 측벽(14) 중에서, 관통 구멍을 형성해야 할 부분의 두께(T)(도 2의 T_3에 상당)를 기준으로 하여, $|T|>|S|$의 범위내로 규제하는 것이 바람직하다. 이 돌출량(S)이 너무 크면, 활주 공구의 후퇴에 따라 두께가 작은 부분에 부가되는 압축 응력이 과대하게 되어, 전단 가공이 진행되어도 크랙이 발생하지 않게 된다. 그 결과, 두께가 큰 부분만이 전단되는 것과 같은 사태가 생기고, 본 발명의 실시가 어려워진다. 또한, 상기 함몰량(-S)이 과대해지면, 초기 상태로부터 재료가 펀치 구멍 내에 과도하게 진입하고, 활주 공구의 선단면 형상에 의해, 두께가 큰 측과 작은 측에 따라 상기 각 타이밍을 정합하는 효과가 작아진다. 다시 말해, 이들 각 타이밍의 조정이 곤란해진다.

[0153] 또한, 관통 구멍을 형성할 때, 활주 공구를 후퇴시키면서 측벽(14)의 일면[금형 소자(15)와 반대측의 면]에 작용시키는 액압(P)에 대해서는, 금속 재료의 전단 저항을 r, 벽 두께를 T, 관통 구멍의 둘레 길이를 L, 관통 구멍의 면적을 S라고 했을 경우에, $P>(r \cdot T \cdot L)/S$를 만족하도록 규제한다.

[0154] 실시예 4

[0155] 도 10은 본 발명의 실시예 4를 도시하고 있다. 본 실시예의 경우에는, 앞서 설명한 각 실시예의 경우와 달리, 금형(6) 측을 연구하고 있다. 즉, 관통 구멍을 형성해야 할 측벽(14)에 대향하는 금형 소자(15)에 형성한 펀치 구멍(12b)의 개구 주연부 중 폭방향 양단부에 존재하는 절단 에지부(26a, 26b)의 단면 형상의 곡률 반경을 서로 다르게 하고 있다. 구체적으로는, 상기 측벽(14) 중 판 두께가 큰 측을 전단 가공해야 할, 도 10의 아래쪽의 절단 에지부(26a)의 단면 형상의 곡률 반경을 작게 하고 있다(샤프 에지라고 함). 이에 대하여, 상기 측벽(14) 중 판 두께가 작은 측을 전단 가공해야 할, 도 10의 위쪽의 절단 에지부(26b)의 단면 형상의 곡률 반경을 비교

적 크게 하고 있다. 상기 펀치 구멍(12b)에 삽입한 활주 공구(13)의 선단면(20)은 전체면에 걸쳐 평탄하다.

[0156] 본 실시예의 경우에는, 상기 판 두께가 작은 측을 전단 가공해야 할 절단 에지부(26b)의 단면 형상의 곡률 반경을 비교적 크게 하는 것에 의해, 이 판 두께가 작은 측에서 전단을 진행하기 어렵게 해서, 이 측에서 파단에 도달하는 크랙의 발생 타이밍을, 상기 절단 에지부(26b)를 샤프 에지로 한 경우에 비해서 느리게 하고 있다. 요컨대 본 실시예의 경우에는, 원래 판 두께가 작은 것에 의해, 파단에 도달하는 크랙의 발생 타이밍이 빨라지는 경향이 있는 측에서, 이 타이밍을 느리게 하는 경향으로 하고 있다.

[0157] 이 때문에 본 실시예의 경우에는, 판 두께가 작은 측과 큰 측에서, 전단 가공 개시의 타이밍을 동일하게 하여도, 파단에 도달하는 크랙의 발생 타이밍(전단 현상 종료의 타이밍)을 거의 동일하게 조정하여, 판 두께가 유사하지 않음에도 불구하고, 전단 잔류물이 없는 완전한 인사이드아웃 하이드로 피어싱을 실행할 수 있다.

[0158] 또한, 본 실시예와 같이, 상기 각 절단 에지부(26a, 26b)의 단면 형상의 곡률 반경을 바꾸는 것에 부가하여, 전술한 실시예 1 내지 3과 같이, 활주 공구(13)의 선단면(20)의 형상을 연구하는 것도 가능하다. 구체적으로는, 전단에 관한 감수성을 둔화시킬 필요가 있는 판 두께가 작은 측에서, 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경을 크게 하는 동시에, 활주 공구(13)의 선단면(20)을 금형 소자(15)의 내부로 돌출시켜 전단 가공 개시의 타이밍을 늦춘다. 한편, 판 두께가 큰 측에서, 절단 에지부의 단면 형상의 곡률 반경을 작게 하는 동시에, 활주 공구(13)의 선단면(20)을 상기 금형 소자(15)의 외측으로 함몰시켜서 전단 가공을 촉진한다.

[0159] 실시예 5

[0160] 도 11 및 도 12는 본 발명의 실시예 5를 도시하고 있다. 본 실시예의 경우에는, 하이드로 폼 공법에 의해 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜서 형성한 팽출부(7a)의 측벽(14)에, 기형적인 관통 구멍(5d)을 형성할 경우에 대해서 도시하고 있다. 이 관통 구멍(5d)은 도 12의 (A)에 도시하는 바와 같은 비교적 폭 치수가 작은 타원형 부분과, 도 12의 (B)에 도시하는 바와 같은 비교적 폭 치수가 큰 타원형 부분을 서로 중첩시켜(합성하여), 도 12의 (C)에 도시하는 바와 같은 열쇠 구멍 형상으로 하는 것이다. 다만, 이 열쇠 구멍 형상의 관통 구멍(5d)은, 단면 형상을 열쇠 구멍 형상으로 한 활주 공구에 의해, 일거에 가공한다. 활주 공구의 선단면 형상은, 먼저 설명한 어느 하나의 실시예에 맞추어 형성한다. 이러한 열쇠 구멍 형상의 관통 구멍(5d)에 관하여도, 판 두께가 균일할 경우에 가공할 수 있는 것은 물론, 본 발명을 적용하면, 판 두께가 불균일하여도, 또한, 금속제 부재가 환상인지 판 형상인지를 막론하고, 하이드로 피어싱에 의해, 확실하게 가공할 수 있다. 또한, 금속제 부재의 일부에서 이 관통 구멍(5d)을 형성해야 할 부분의 형상에 대해서는, 평탄면, 부분 원호면, 곡면 등, 어떤 것도 좋다(활주 공구의 선단면 형상을 그에 합치시킴).

[0161] 실시예 6

[0162] 도 13은 본 발명의 실시예 6을 도시하고 있다. 본 실시예의 경우에는, 하이드로 폼 공법에 의해 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜서 형성한 팽출부(7a)의 측벽(14)에, 종횡비가 큰(슬릿 형상) 관통 구멍(5e)을, 이 팽출부(7a)의 경사부(29)에 걸친 상태에서 형성할 경우에 대해서 도시하고 있다. 본 실시예의 경우, 활주 공구의 선단면 형상은, 먼저 설명한 어느 하나의 실시예에 합치시키는 동시에, 상기 관통 구멍(5e)을 형성해야 할 상기 측벽(14)의 외면 형상에 맞추어 형성한다. 이러한, 경사부(29)에 걸친 상태로 존재하는 슬릿 형상의 관통 구멍(5e)에 관하여도, 상술한 실시예 5와 같이 본 발명을 적용하는 것에 의해, 하이드로 피어싱에 의해 확실하게 가공할 수 있다.

[0163] 실시예 7

[0164] 도 14는 본 발명의 실시예 7을 도시하고 있다. 본 실시예의 경우에는, 하이드로 폼 공법에 의해 금속관(3)의 일부를 직경방향 외측으로 소성 변형시켜서 형성한 팽출부(7a)의 측벽(14)에, 열쇠 구멍 형상의 관통 구멍(5f)을, 이 팽출부(7a)의 경사부(29)에 걸친 상태에서 형성할 경우에 대해서 도시하고 있다. 본 실시예의 경우도, 활주 공구의 선단면 형상은, 먼저 설명한 어느 하나의 실시예에 합치시키는 동시에, 상기 관통 구멍(5f)을 형성해야 할 상기 측벽(14)의 외면 형상에 맞추어 형성한다. 이러한, 경사부(29)에 걸친 상태로 존재하는 열쇠 구멍 형상의 관통 구멍(5f)에 관하여도, 상술한 실시예 5 및 6과 같이 본 발명을 적용하는 것에 의해, 하이드로 피어싱에 의해 확실하게 가공할 수 있다.

[0165] 실시예 8

[0166] 본 발명의 유효성을 확인하기 위해서 실행한 실험에 대해서 설명한다. 전술한 도 7 내지 도 8에 도시한 실시예 2의 방법에 의해, 실제로 하이드로 포밍 및 하이드로 피어싱을 실행했다. 즉, 일체형 컬럼 브래킷을 형성한 스

티어링 컬럼용 외측 튜브의 제작을 상정하고, 하이드로 포밍에 의해 금속관의 축방향 중간부에 팽출부를 형성하고, 계속해서 동일 금형내에서 하이드로 피어싱에 의해, 그 팽출부의 양측의 측벽부에 타원형의 관통 구멍을 형성한다(도 15 내지 도 17 참조). 금형에 조합되는 활주 공구로서는, 선단면을 평탄면과 경사면으로 형성한, 도 9의 (A)에 도시한 형상의 것을 사용했다.

[0167] 실험에 사용한 금속관은, 기계 구조용 탄소강관(STKM11A)이며, 외경이 60.5㎜, 두께가 2.0㎜, 전장이 500㎜이다. 이 재료의 기계 시험값은, 항복점이 300MPa, 인장 강도가 400MPa, 신율이 40%이다. 관통 구멍을 형성하기 위한 장원형의 펀치 구멍의 치수는, 장경방향의 길이를 60㎜, 단경방향의 길이를 10㎜로 했다.

[0168] 하이드로 포밍에 의해 형성된 팽출부에서의 확관율은 약 30%이며, 판 두께는, 작은 측에서 1.8㎜, 큰 측에서 2.0㎜ 였다. 하이드로 피어싱에 의해 팽출부의 양측의 측벽부에 장원형의 관통 구멍을 형성하기 위해, 활주 공구의 선단면의 폭(W_1)과 평탄면의 폭(W_2)의 관계(랜드 폭 비 W_2/W_1), 경사면의 평탄면에 관한 경사 각도(Θ), 및 초기 위치에서의 평탄면의 돌출량(S)을 여러 가지로 변경했다. 이들의 값을, 실험 결과와 함께, 다음 표 1에 나타낸다. 이 표 1 중의 비교예는, 활주 공구로서, 그 선단면이 전면에 걸쳐 평탄면인 것을 사용했을 경우이다.

[0169] [표 1]

[0170]

	경사 각도(Θ)	랜드 폭 비 (W_2/W_1)	돌출량(S)	관통 구멍 형성 결과
본 발명예	3	0.5	0	양호
본 발명예	15	0.5	0	양호
본 발명예	3	0.5	0.5	양호
본 발명예	15	0.5	0.5	양호
본 발명예	3	0	0	양호
본 발명예*	30	0	0	양호
비교예	0	-	0	두꺼운 부분이 남음
비교예	0	-	0.5	두꺼운 부분이 남음

[0171] * 1 만회 시험 후 확인한 바, 활주 공구 선단에 결함이 발견됨

[0172] 이 표 1로부터 명확한 바와 같이, 활주 공구의 선단면의 형상을 적절하게 선정하고, 전단 가공 개시의 타이밍 및 파단에 도달하는 크랙 발생의 타이밍을 정합하는 것에 의해, 형성해야 할 관통 구멍의 주연부 전체에서 전단 현상을 동시에 종료시켜서 전체 둘레에 걸쳐 파단시킬 수 있다. 이 때문에, 판 두께에 차이가 있는 팽출부의 양쪽 측벽부에 대하여도, 절단 잔류물이 없는 완전한 하이드로 피어싱이 가능하게 된다. 또한, 본 발명의 방법에 의해 팽출부의 양쪽 측벽부에 관통 구멍을 형성한 금속관 가공품은, 스티어링 컬럼용 외측 튜브로서 사용 가능했다. 더 말하면, 얻어진 외측 튜브는, 용접부가 없는 일체형 컬럼 브래킷을 가질 뿐만 아니라, 팽출부의 양쪽 측벽부에 존재하는 천공 가공 품질도 높고, 매우 고품질의 것이었다. 더구나, 동일 금형 내에서의 일련의 조작에 의해 팽출부의 형성으로부터 천공 가공까지를 효율적으로 실행할 수 있기 때문에, 경제성도 매우 높은 것이 되었다.

산업상 이용 가능성

[0173] 본 발명을 실시할 경우에, 금속 부재에 형성하는 관통 구멍의 수는 묻지 않는다. 즉, 관통 구멍의 수가 1개 내지는 2개의 경우는 물론, 3개 이상이어도, 금형에 필요 개수의 펀치 구멍과 활주 공구를 마련하는 것에 의해, 본 발명을 실시하는 것은 가능하다.

[0174] 또한, 형성해야 할 관통 구멍의 형상에 관하여도, 단순한 원형은 물론, 타원형, 장원형, 대략 4각형, 혹은 이들을 조합한 것과 같은 형상이나 보다 복잡한 형상 등, 각종 형상의 관통 구멍의 형성에 적용할 수 있다. 예를 들어, 전술한 실시예 1 내지 7의 구조를 적당히 조합하여 실시할 수 있다. 이 경우에, 예컨대, 서로 다른 형상을 갖는 복수의 관통 구멍을, 복수의 펀치 구멍 및 활주 공구를 구비한 금형을 사용하여, 하이드로 피어싱에 의해 동시에 형성하는 것이 착안된다.

[0175] 또한, 본 발명을, 금속관을 직경방향 외측으로 소성 변형해서 형성한 팽출부에 관통 구멍을 형성하는데 적용할 경우에, 금속관을 한 방향으로 팽출시켰을 경우에 한하지 않고, 전체 둘레에 걸쳐서 팽출시켰을 경우에도, 본 발명을 적용할 수 있다. 즉, 금속관을 전체 둘레에 걸쳐서 팽출시켰을 경우에도, 부분적으로 팽출의 정도가 변

화되는 등에 의해, 판 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분이 존재하고, 해당 부분에 관통 구멍을 형성할 필요가 있으면, 본 발명을 적용할 수 있다.

[0176] 요컨대 본 발명은, 중공 부재의 팽출부에 관통 구멍을 형성할 경우에 한하지 않고, 각종 금속제 부재 중에서, 판 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분에 관통 구멍을 형성할 경우에 이용 가능하다.

[0177] 특히, 본 발명을, 예를 들면 컬럼 브래킷 일체형 스티어링 컬럼의 제조에 적용했을 경우에는, 전술한 본 발명의 기본적인 작용·효과에 비하여, 보다 뛰어난 작용·효과를 얻을 수 있다. 즉, 이러한 스티어링 컬럼을 만드는 경우에, 전술한 도 20 내지 도 23에서 설명한 바와 같이, 컬럼 브래킷으로 되는 팽출부를 형성하기 위한 하이드로 포밍 공정과, 관통 구멍을 형성하기 위한 구멍 가공 공정을 연속해서(실질적으로 동시에) 실시할 수 있다. 이 때문에, 상술한 바와 같은 스티어링 컬럼의 제조에 소모하는 시간 및 노력을 절감하고, 제조 비용의 저렴화가 가능하게 된다. 또한, 1개의 부재에 복수의 관통 구멍을 형성할 경우에도, 이들 각 관통 구멍의 위치 결정을 도모하기 위해서, 이 부재와 이들 각 관통 구멍의 위치 결정을 실행하기 위한 고려도 불필요해져, 비용 상승을 억지하면서, 복수의 관통 구멍을 정확하게 위치 결정한 제품을 얻을 수 있다.

[0178] 또한, 본 발명을 컬럼 브래킷의 팽출부에 관통 구멍을 형성하는데도 적용하는 경우는 물론, 어느 부분에 적용할 경우에도, 형성한 관통 구멍의 주연부를 포함하고, 이 관통 구멍의 주위 부분에는, 처짐 등, 재료의 변형이 거의 없는 양호한 면이 남는다. 이 때문에, 이 관통 구멍을 형성한 후, 상기 주위 부분의 정밀도를 향상시키기 위한 후가공이 불필요하거나 또는 용이해져, 후가공을 위한 장치나 기구가 불필요하거나 또는 간단해져서, 설비 비용의 삭감 등에 의한 비용 절감을 도모할 수 있다.

[0179] 또한, 도시한 각 실시예는, 두께에 차이가 있는 벽 두께 불균일 부분을 천공 가공(하이드로 피어싱)할 경우에 대해서 도시했다. 다만, 벽 두께(판 두께)가 같아도 가공 경화의 정도에 차이가 있는, 가공 경화 불균일 부분에 천공 가공(하이드로 피어싱)을 실시할 경우에도, 상기 벽 두께 불균일 부분과 같은 문제가 생길 가능성이 있다. 이 때문에, 이러한 가공 경화 불균일 부분에서, 전단 현상을 동시에 종료시키기 위해, 이 부분에서의 전단 개시의 타이밍 등을 가공 경화의 정도에 따라 조절할(설계적으로 조건의 설정을 함) 수도 있다. 이 경우에, 예컨대, 가공 경화의 정도가 현저한 부분을, 전술한 각 실시예의 설명 중에서의 벽 두께가 큰(두꺼운) 부분에 대응시키고, 가공 경화의 정도가 낮은(또는 가공 경화하지 않은) 부분을, 벽 두께가 작은(얇은) 부분에 대응시킨다. 가공 경화의 정도에 의해 전단 개시의 타이밍을 변경하는 정도는, 벽 두께가 불균일한 경우와 같이 실험에 의해 구한다. 또한, 벽 두께가 불균일하고, 더군다나 가공 경화의 정도가 다른 부분에 관해서 본 발명을 실시할 수 있는 것은 물론이다. 이 경우도, 타이밍을 변경하는 정도는, 실험에 의해, 두께 및 가공 경화에 따라 규제한다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명의 원리를 설명하기 위한, 하이드로 피어싱의 진행 상태를 도시하는 부분 단면도,

[0052] 도 2는 본 발명의 실시예 1을, 관통 구멍을 형성하기 이전의 상태에서 도시하는, 도 23의 A 부분에 해당하는 확대 단면도,

[0053] 도 3은 관통 구멍 형성의 도중 상태를 도시하는, 도 2와 유사한 도면,

[0054] 도 4는 연속적인 상태를 도시하는, 도 2와 유사한 도면,

[0055] 도 5는 관통 구멍을 형성한 상태에서 도시하는, 도 2와 유사한 도면,

[0056] 도 6은 본 발명의 실시예 1의 변형예를 도시하는, 도 2와 유사한 도면,

[0057] 도 7은 본 발명의 실시예 2를, 관통 구멍을 형성하기 이전의 상태에서 도시하는, 도 23의 A 부분에 해당하는 확대 단면도,

[0058] 도 8은 관통 구멍을 형성한 상태에서 도시하는, 도 7과 유사한 도면,

[0059] 도 9는 본 발명의 실시예 3으로서, 관통 구멍을 형성하기 위한 활주 공구의 3예를 도시하는 단면도,

[0060] 도 10은 본 발명의 실시예 4를 도시하는, 도 23의 A 부분에 해당하는 확대 단면도,

[0061] 도 11은 본 발명의 실시예 5를 도시하는 것으로, (A)는 측면도, (B), (C)는 각각 관통 구멍을 형성한 부분을, 서로 다른 방향에서 절단한 상태에서 도시하는 단면도,

[0062] 도 12는 관통 구멍의 형상을 설명하기 위한 부분 측면도,

[0063] 도 13은 본 발명의 실시예 6을 도시하는, 도 11과 유사한 도면,

[0064] 도 14는 본 발명의 실시예 7을 도시하는, 도 11과 유사한 도면,

[0065] 도 15는 컬럼 브래킷를 일체로 마련한 스티어링 컬럼의 종래예를 도시하는 단면도,

[0066] 도 16은 도 15의 부분 사시도,

[0067] 도 17은 도 16의 B 화살표 방향에서 본 도면,

[0068] 도 18은 (A)는 컬럼 브래킷의 측벽부를, (B)는 측벽부를 더욱 팽출시킨 상태를 각각 도시하는, 도 17의 C-C 단면도,

[0069] 도 19는 금속관을 소성 변형하여 이루어지는 팽출부에 관통 구멍을 형성하는 방법의 3예를 도시하는 단면도,

[0070] 도 20은 앞서 고려된, 금속관에 팽출부를 형성하고, 또한 이 팽출부에 관통 구멍을 형성하는 방법의 준비 공정을 도시하는 단면도,

[0071] 도 21은 도 20의 D-D 단면도,

[0072] 도 22는 금속관에 팽출부를 형성한 상태를 도시하는 단면도,

[0073] 도 23은 도 22의 E-E 단면도,

[0074] 도 24는 도 23의 A 부분 확대 단면도,

[0075] 도 25는 앞서 고려된 방법에서 관통 구멍이 형성되지 않는 이유를 설명하기 위한, 도 24와 유사한 단면도,

[0076] 부호의 설명

[0077] 1: 스티어링 컬럼 2: 컬럼 브래킷

[0078] 3: 금속관 4: 틸트 볼트

[0079] 5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f: 관통 구멍

[0080] 6, 6a: 금형 7, 7a: 팽출부

[0081] 8, 8a: 실린더 구멍 9, 9a: 펀치

[0082] 10, 10a, 10b, 10c: 블랭킹 편 11: 중공 부재

[0083] 12, 12a, 12b: 펀치 구멍

[0084] 13, 13a, 13b, 13c, 13d, 13e: 활주 공구

[0085] 14: 측벽 15: 금형 소자

[0086] 16: 원형 구멍부 17: 오목부

[0087] 18: 중심 구멍 19, 19a, 19b: 축 가압 공구

[0088] 20, 20a, 20b, 20c, 20d: 선단면 21, 21a, 21b, 21c: 평탄면

[0089] 22, 22a: 경사면 23: 간극

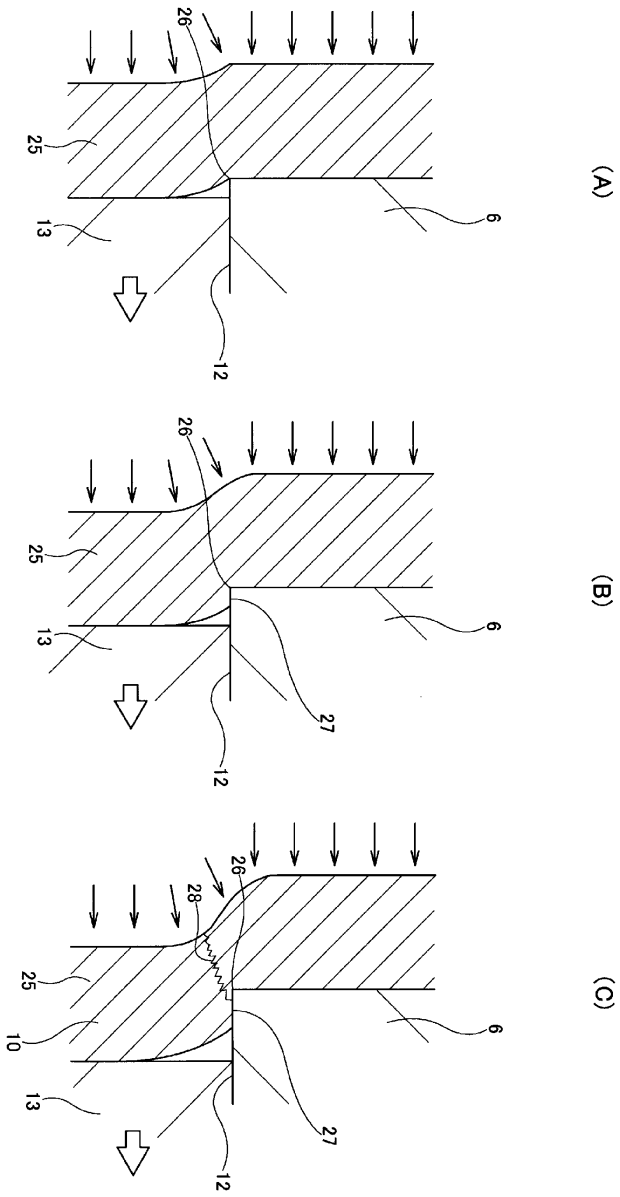
[0090] 24, 24a: 경사부 25: 금속판

[0091] 26, 26a, 26b: 절단 에지부 27: 전단면

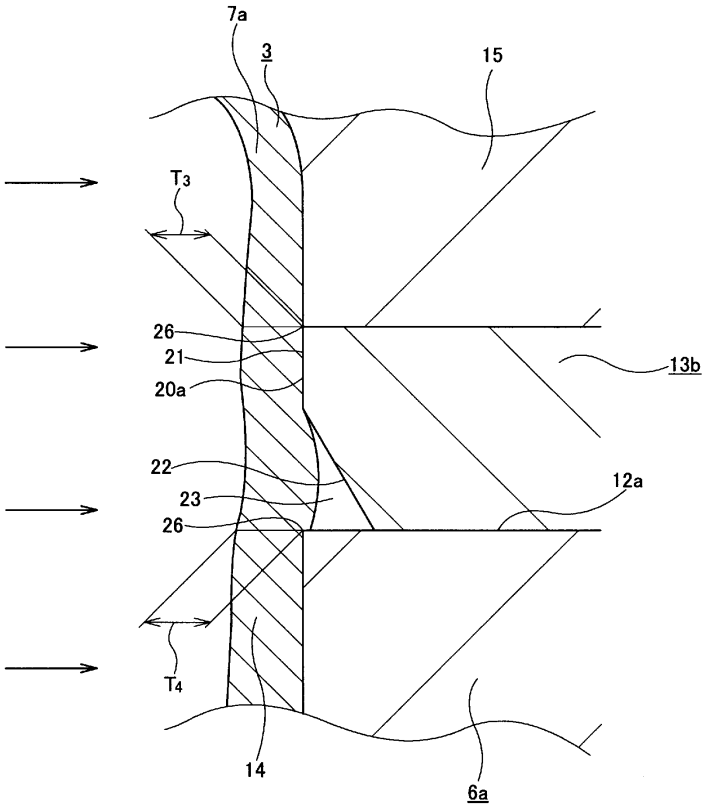
[0092] 28: 크랙 29: 경사부

도면

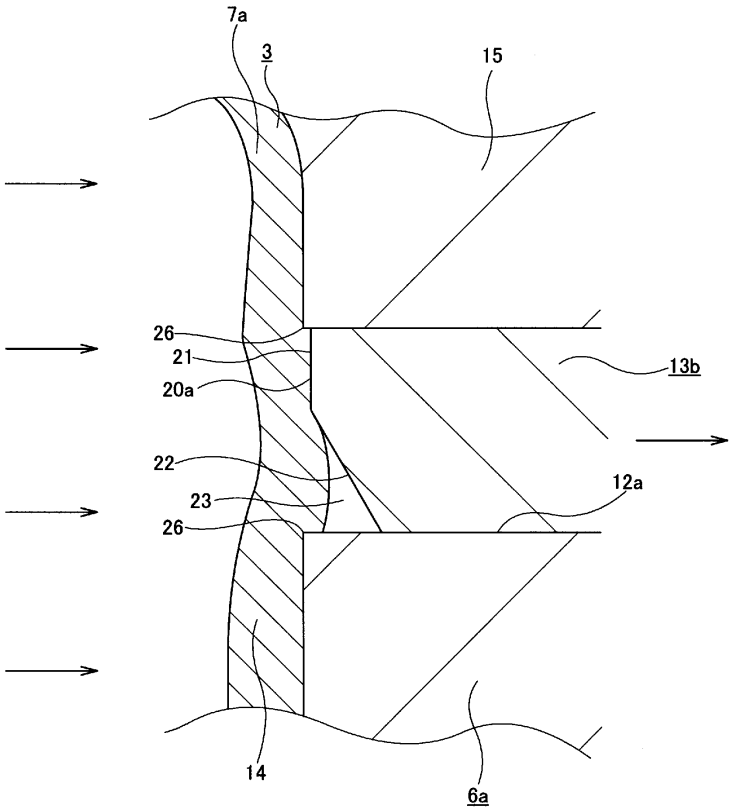
도면1



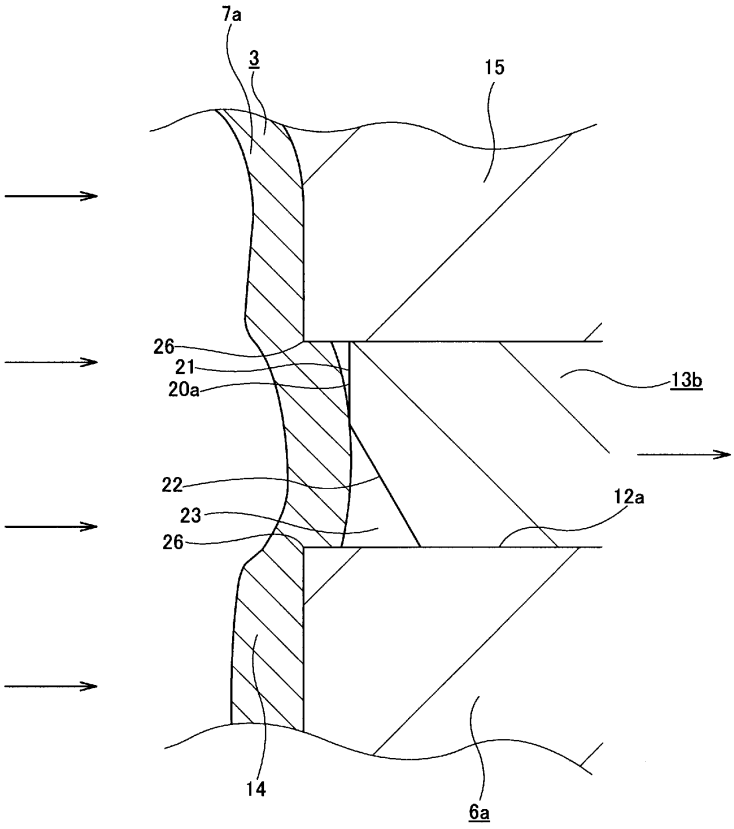
도면2



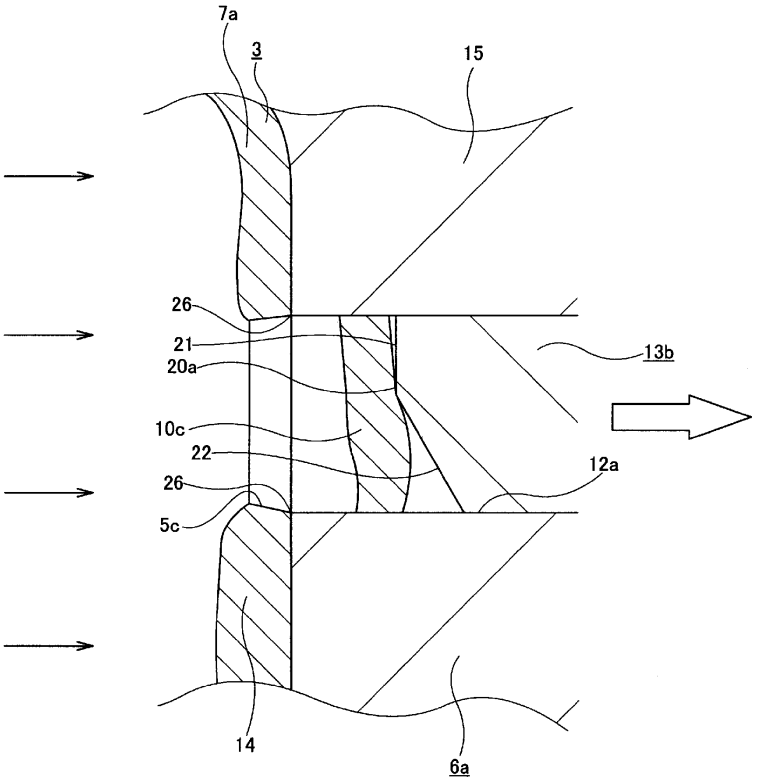
도면3



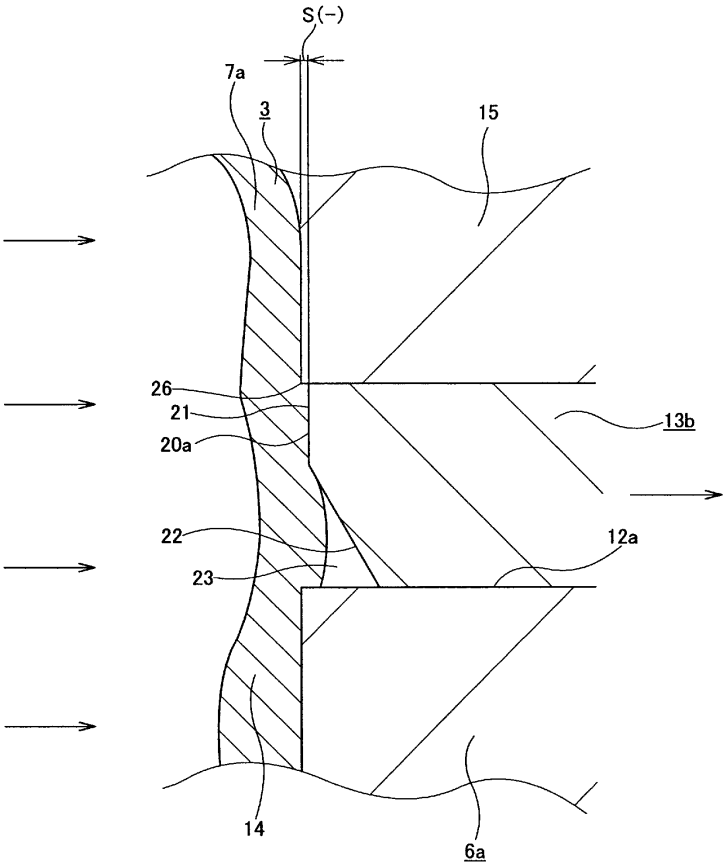
도면4


7a
3
15
26
21
20a
13b
22
23
26
12a
14
6a

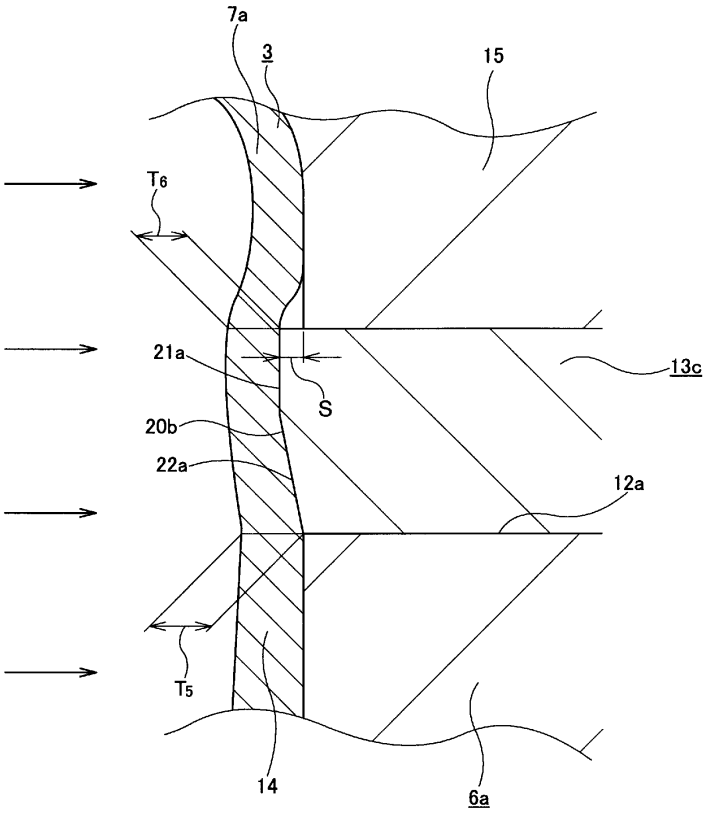
도면5


7a
3
15
26
21
20a
13b
10c
22
26
12a
5c
14
6a

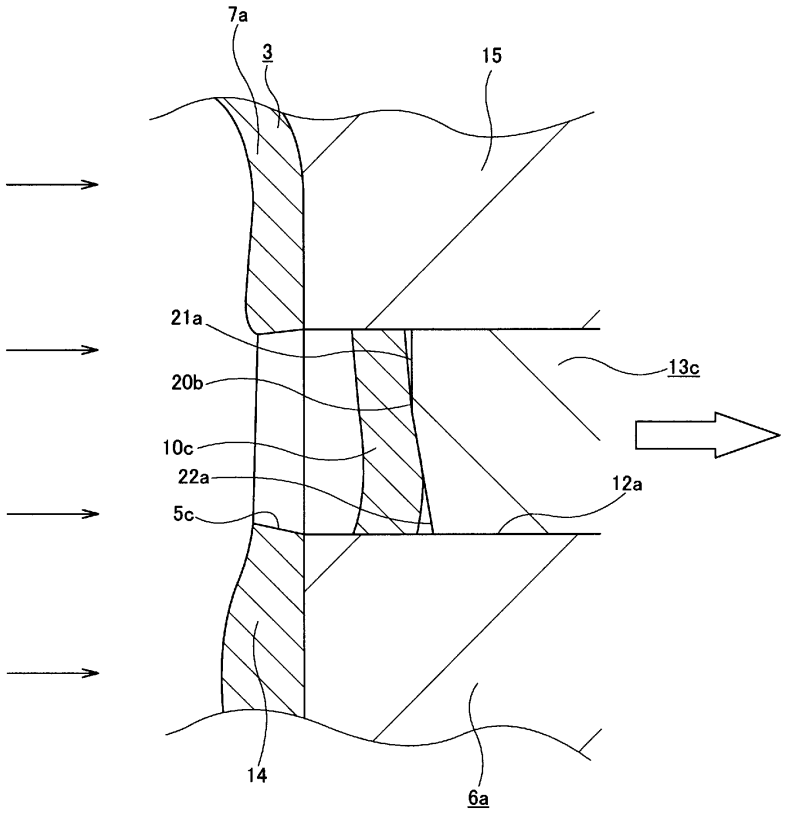
도면6



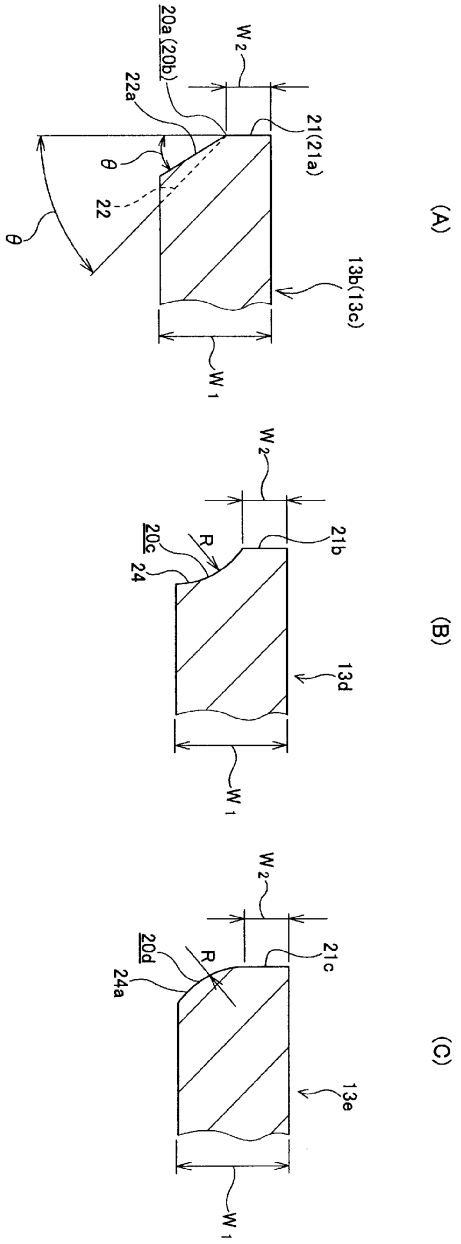
도면7



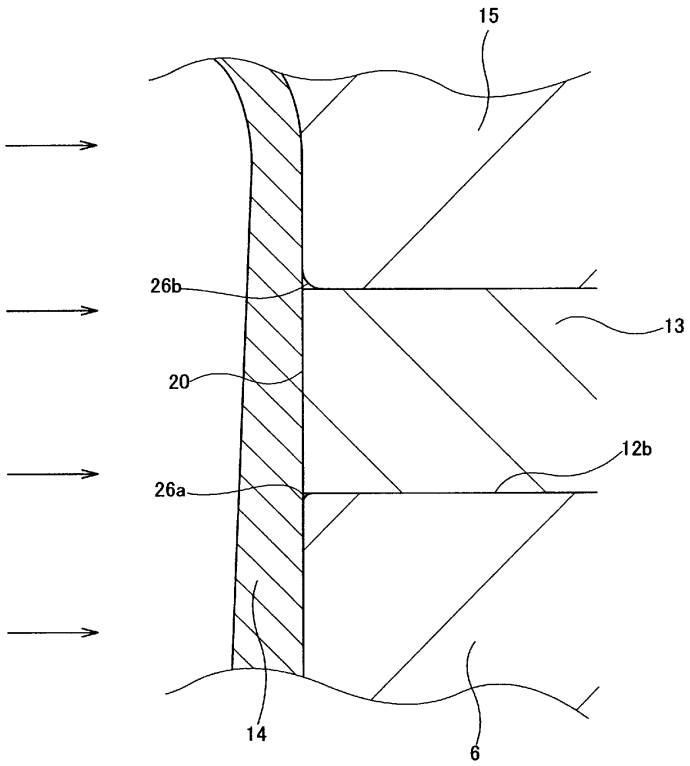
도면8



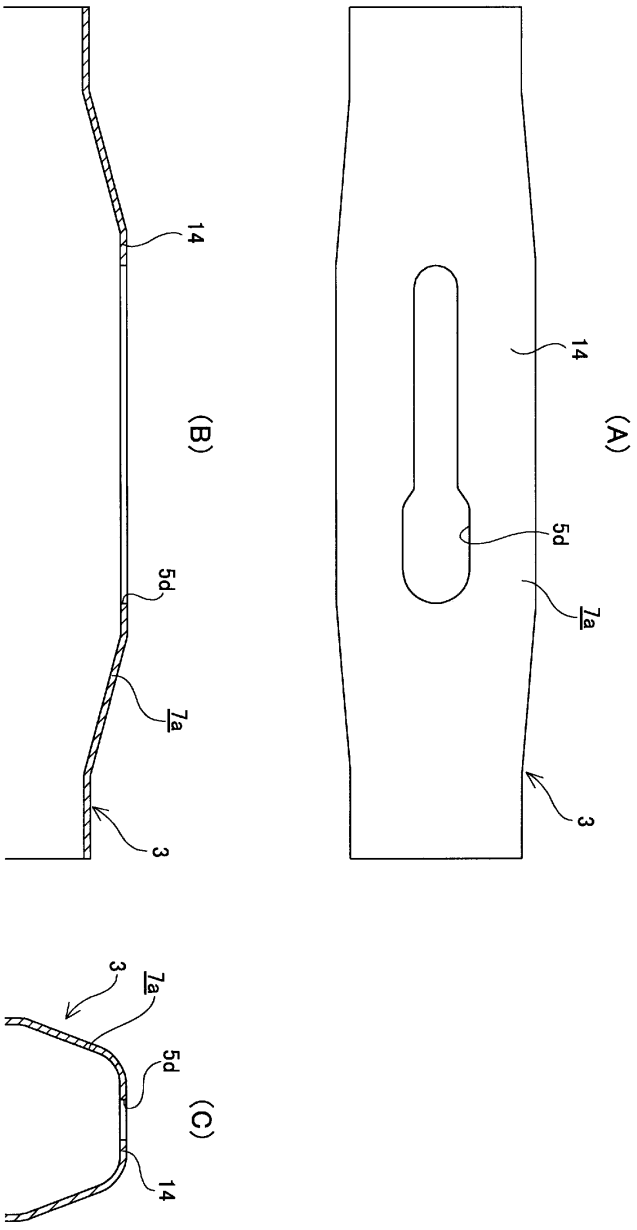
도면9


(A)
20a (20b)
W 2
22a
21(21a)
θ
22
θ
13b(13c)
W 1
(B)
W 2
21b
R
20c
24
13d
W 1
(C)
W 2
21c
20d
R
24a
13e
W 1

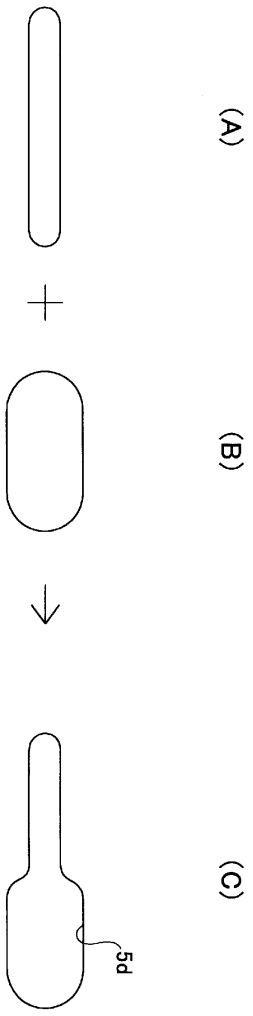
도면10



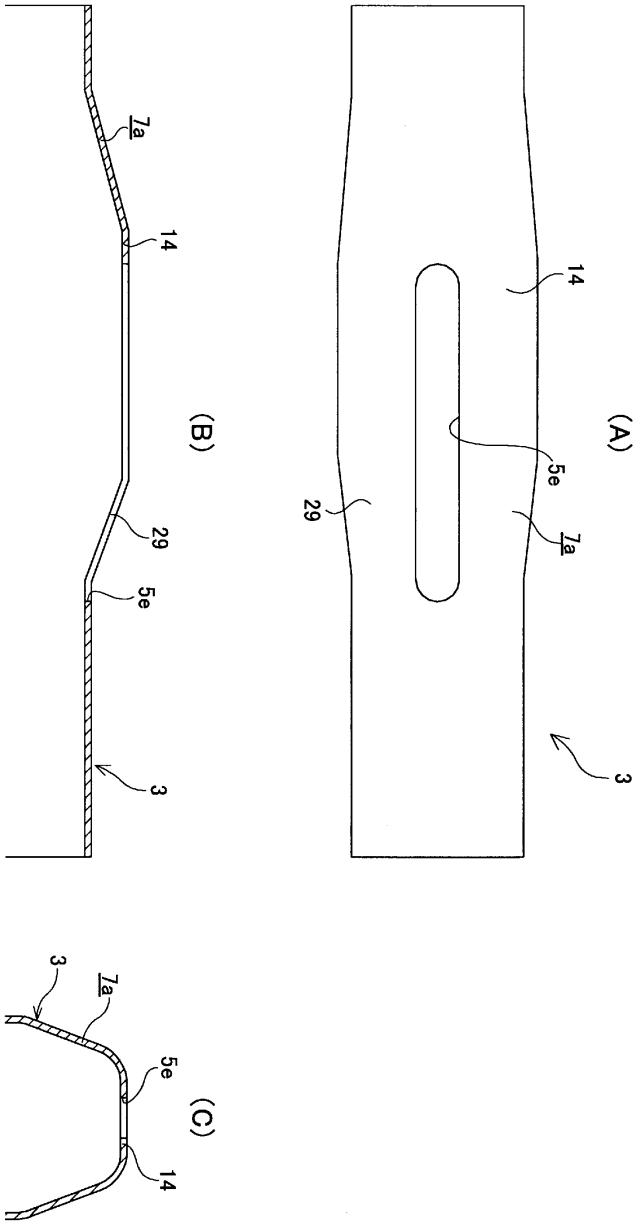
도면11



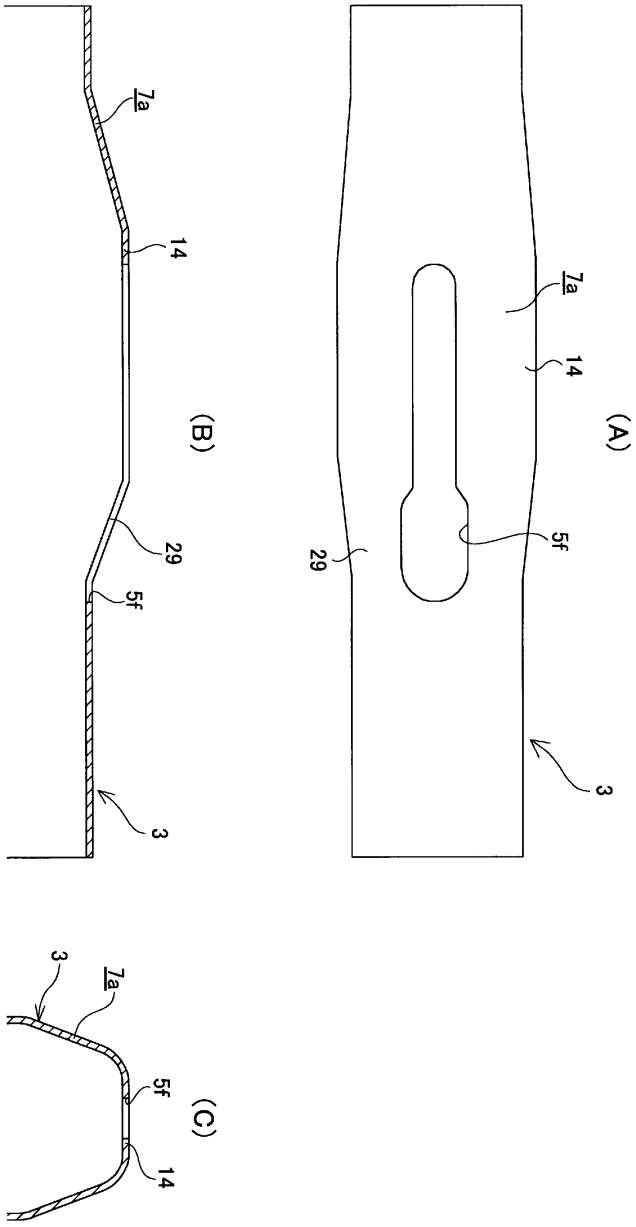
도면12



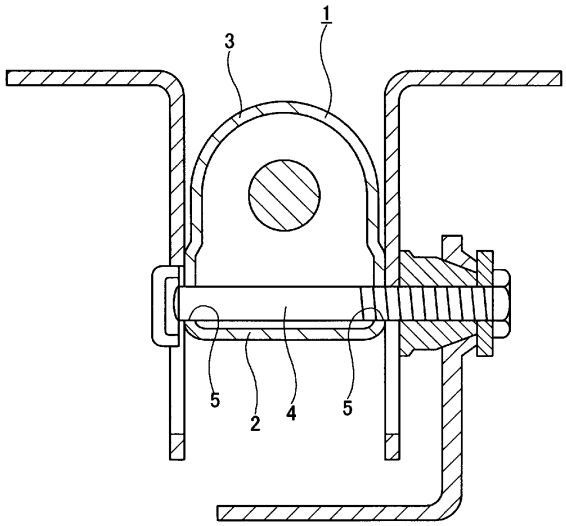
도면13



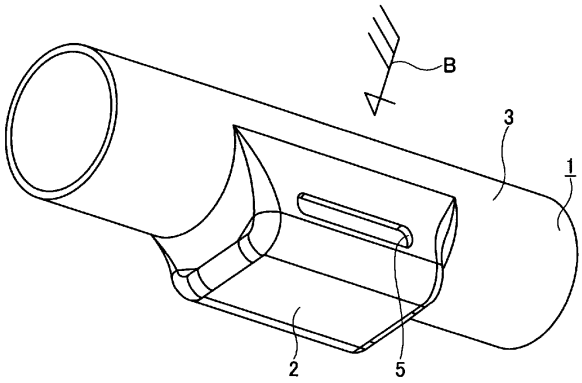
도면14



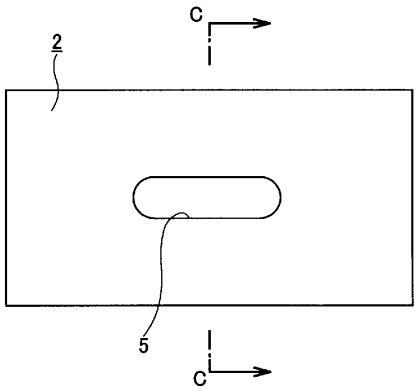
도면15



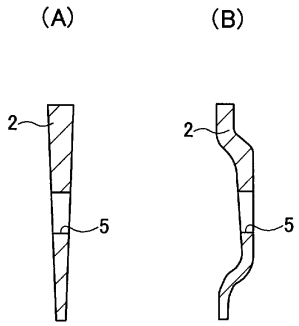
도면16



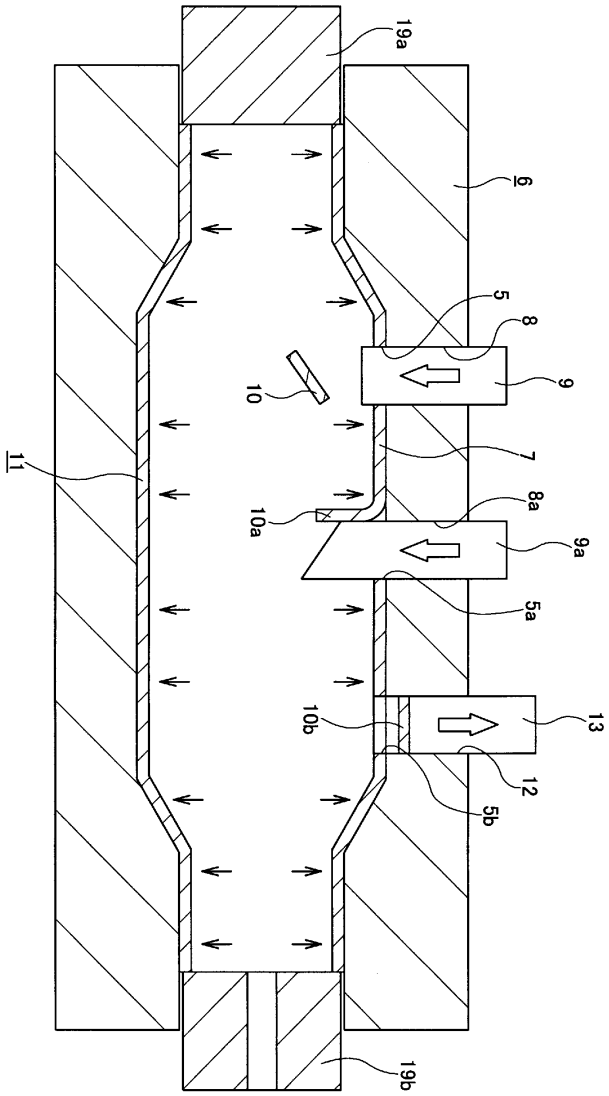
도면17



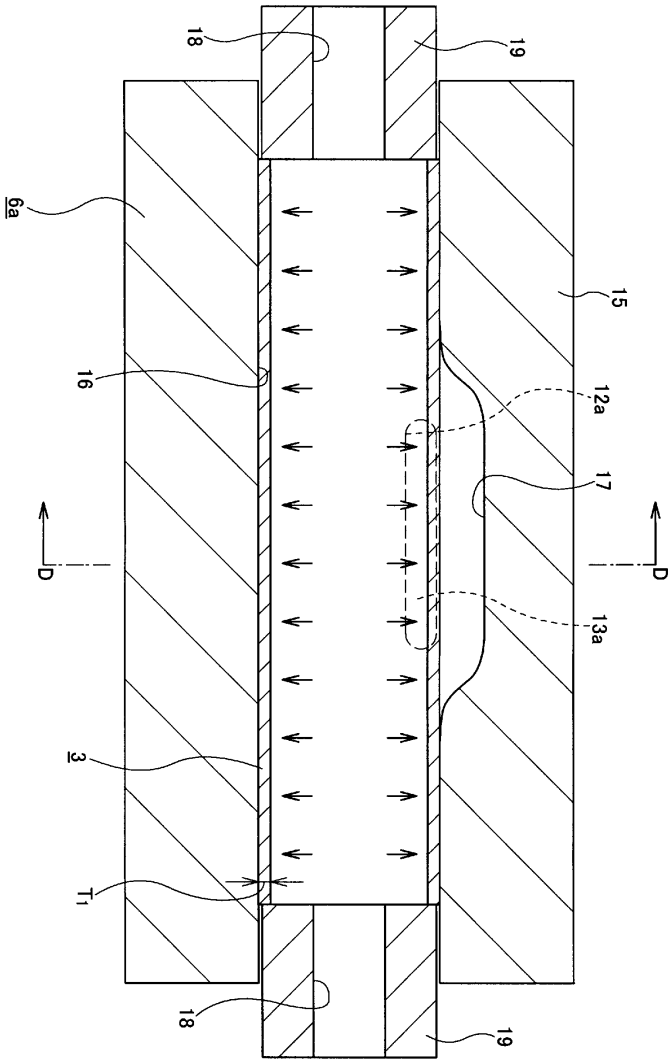
도면18



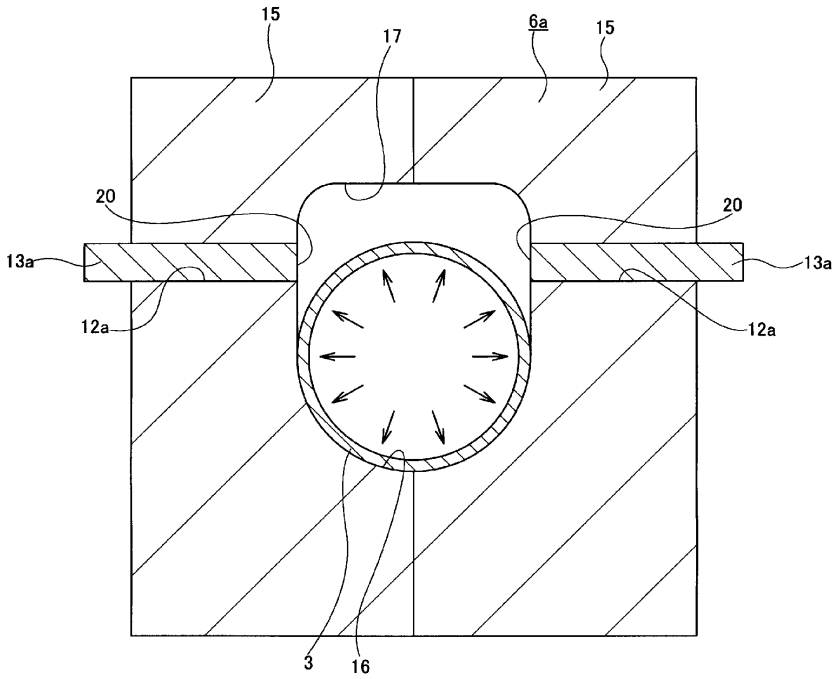
도면19



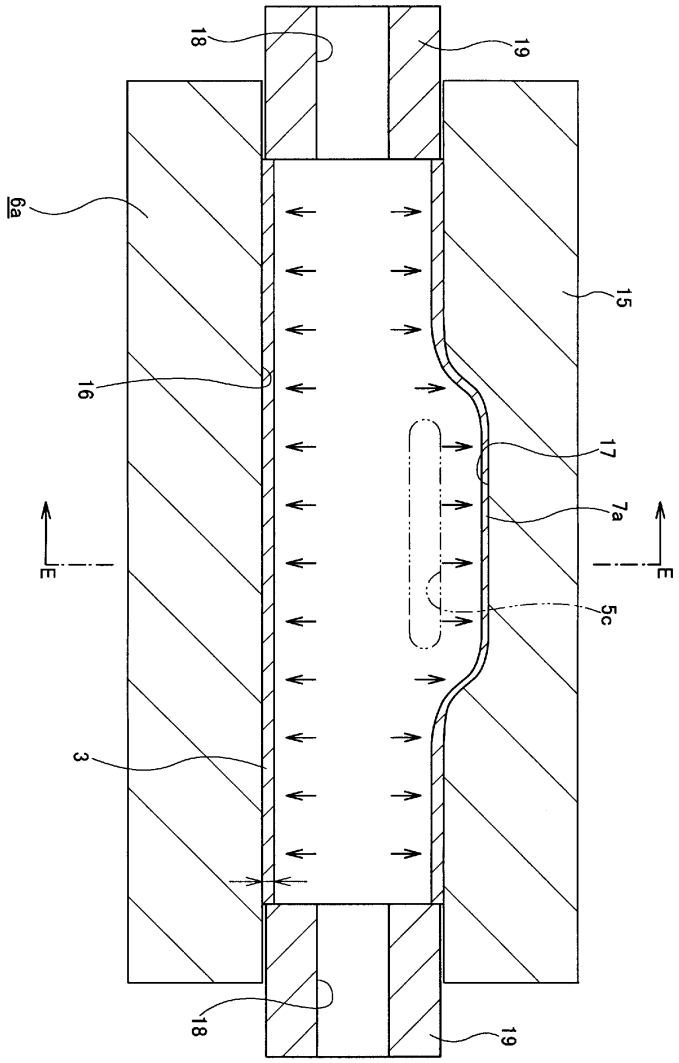
도면20



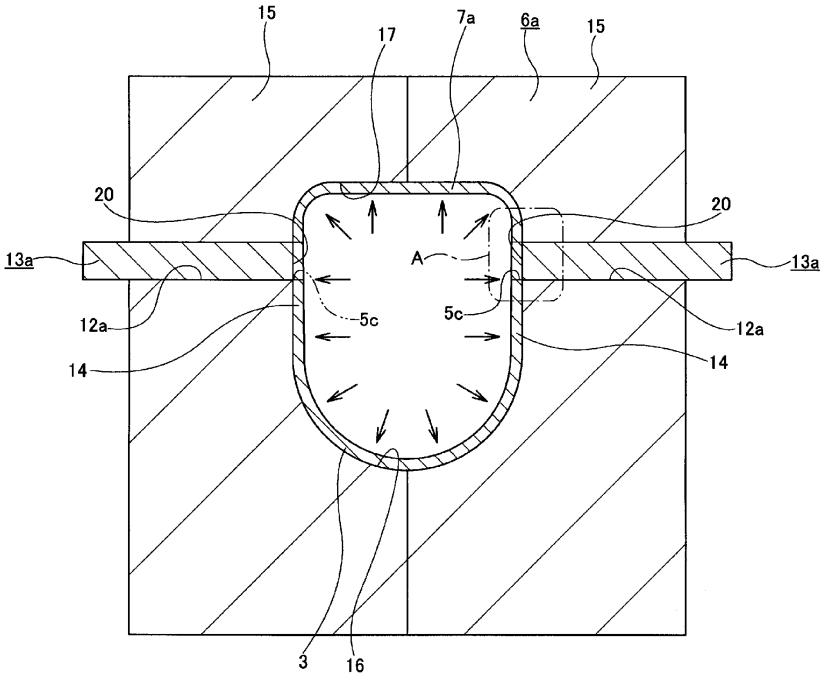
도면21



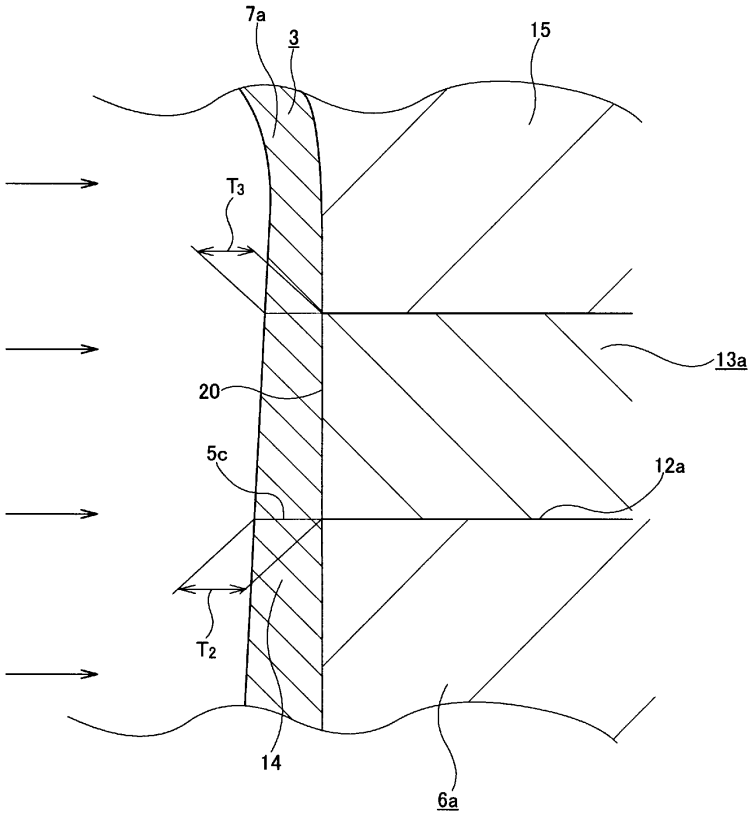
도면22



도면23


15
17
7a
6a
15
20
20
13a
A
13a
12a
5c
5c
12a
14
14
3
16

도면24


7a
3
15
T3
13a
20
5c
12a
T2
14
6a

도면25

