



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년10월26일  
(11) 등록번호 10-1077115  
(24) 등록일자 2011년10월20일

(51) Int. Cl.  
F41A 21/00 (2006.01) F41A 21/18 (2006.01)  
F41A 21/20 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-7023157  
(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년02월21일  
심사청구일자 2008년09월23일  
(85) 번역문제출일자 2008년09월23일  
(65) 공개번호 10-2008-0113216  
(43) 공개일자 2008년12월29일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/004688  
(87) 국제공개번호 WO 2008/054461  
국제공개일자 2008년05월08일  
(30) 우선권주장  
11/360,197 2006년02월23일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP소화61502069 A  
US04911060 A1\*  
US06594936 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
스팀, 루거 앤드 컴퍼니 인코퍼레이티드  
미국, 코네티컷 06890, 싸우스포트, 원라세이 플  
레이스  
(72) 발명자  
브릭스, 버논, 알.  
미국 뉴햄프셔주 03782, 수나피, 헬스 코너 로드  
25  
(74) 대리인  
특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 40 항

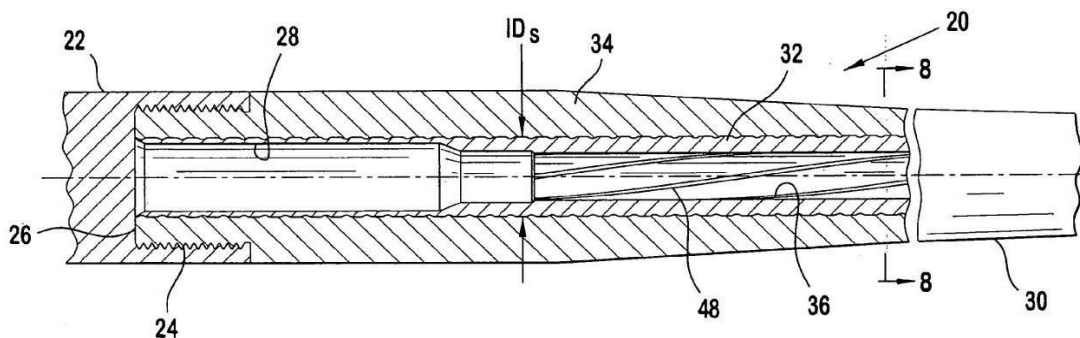
심사관 : 배재현

**(54) 복합 화기 총열 및 복합화기 총열 형성방법**

**(57) 요약**

화기용 복합 총열 및 단조에 의한 형성 방법. 본 발명의 총열은 단조에 의하여 함께 결합하는 적어도 2개의 물질을 포함한다. 바람직한 실시예에서, 적어도 하나의 물질은 다른 물질에 비하여 바람직하게는 중량이 가볍다. 총열은 내부 튜브와 외부 슬리브를 포함할 수 있다. 내부 튜브는 탄환 경로를 제공하는 보어를 정의하며 일 실시예에서 강철 또는 강철 합금으로 제조될 수 있다. 외부 슬리브는 내부 튜브를 에어싸며 일부 실시예에서 알루미늄, 티타늄, 또는 이들 합금으로 제조될 수 있다. 상기 튜브는 바람직하게는 외부 표면을 포함하는데, 이 외부 표면은 그 내부에 단조 공정에 의하여 상기 외부 슬리브로부터 치환된 물질을 수용하기 위하여 요입 영역(recessed area)을 갖는다. 바람직한 총열 형성 방법은 전체적으로 상기 튜브를 슬리브 내부로 삽입하는 단계, 슬리브의 외부 표면을 두드리는 단계 및 튜브와 슬리브를 함께 결합시킬 수 있도록, 튜브의 요입된 외부 표면으로 슬리브의 물질을 강제로 유입시키기 위해서 슬리브를 변형시키는 단계를 포함한다. 본 발명의 총열 형성 방법은 각각 라이플 및 권총용의 길고 짧은 총열을 제조하는데 사용될 수 있으며, 더욱 광범위하게는 화기와 관련이 없는 다른 복합 성분을 제조하는데도 사용될 수 있다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

길이 방향으로 연장하는 구경 및 제 1 밀도를 갖는 내부 튜브로서, 상기 내부 튜브는 제 1 끝단, 제 2 끝단 및 상기 제 1 끝단 및 제 2 끝단에 인접하여 배치되는 다수의 요입 영역을 포함하는 외부 표면을 가지며;

상기 내부 튜브의 상기 제 1 밀도와 다른 제 2 밀도를 가지는 외부 슬리브로서, 상기 외부 슬리브는 통로와 그 내부에 적어도 부분적으로 수용되어 있는 내부 튜브를 가지며, 상기 외부 슬리브는 상기 내부 튜브의 상기 다수의 요입 영역과 체결되는 상보적인 용기를 가지는 내부 표면을 포함하며, 상기 외부 슬리브는 해머에 의해 상기 내부 튜브로 단조 처리되는 외부 슬리브를 포함하며,

상기 외부 슬리브는 상기 내부 튜브의 제 1 끝단 및 제 2 끝단의 상기 다수의 요입 영역을 포함하여 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 상기 내부 튜브로 견고하게 결합되어, 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브가 함께 결합되는 경우에 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브 사이에서 임의의 길이 축방향의 상대적인 움직임을 방지하는 복합 화기 총열을 형성하는 단조 처리된 복합 화기 총열.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 상기 다수의 요입 영역은 나선상 그루브 형상을 가지며, 상기 나선상 그루브는 상기 나선상 그루브의 폭보다 큰 폭의 평평한-상부를 가지는 용기의 연속적인 회선 사이에 형성되는 복합 화기 총열.

**청구항 3**

제 2항에 있어서, 상기 나선상 그루브는 상기 내부 튜브의 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연장되어 있는 복합 화기 총열.

**청구항 4**

해머 단조기를 사용하여 단조 처리된 복합 화기 총열을 형성하는 방법으로서,

제 1 밀도와, 벽 두께와, 상기 벽 두께보다 큰 직경의 구경을 가지는 내부 튜브를 제공하는 단계와;

상기 제 1 밀도보다 작은 제 2 밀도를 가지는 외부 슬리브를 제공하는 단계와;

상기 내부 튜브를 상기 외부 슬리브의 내부로 삽입시켜, 제 1 끝단 및 제 2 끝단을 가지는 튜브-슬리브 조립체를 형성하는 단계로서, 상기 내부 튜브는 상기 제 1 끝단 및 제 2 끝단에 인접하여 배치되는 요입 영역을 포함하는 외부 표면을 가지며,

내측 및 외측 방향으로 방사상 요동하는 다수의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 포함하는 해머 단조기의 내부로 상기 튜브-슬리브 조립체를 적재시키는 단계와;

상기 내부 튜브를 통하여 삽입된 심봉으로 상기 튜브-슬리브 조립체를 지지하는 단계와;

상기 튜브-슬리브 조립체를 회전시킴과 동시에 상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 통과하여 상기 튜브-슬리브 조립체를 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 축-방향으로 전진시키는 단계와;

상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 사용하여 방사상 내부 방향으로 상기 외부 슬리브의 외부 표면에 강제로 반복적으로 충격을 가하는 단계와;

상기 튜브-슬리브 조립체가 상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 관통함에 따라 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속하여 점진적으로 상기 내부 튜브와 체결될 수 있도록 상기 외부 슬리브의 일부가 대체되는 단계를 포함하며,

상기 외부 슬리브는 상기 튜브-슬리브 조립체의 제 1 끝단 및 제 2 끝단의 상기 요입 영역을 포함을 포함하여 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 상기 내부 튜브와 견고하게 결합되어, 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브가 함께 결합되는 경우에 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브 사이에서 임의의 길이 축 방향의 상대적인 움직임을 방지하는 복합 화기 총열을 형성하는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 5**

제 4항에 있어서, 상기 외부 슬리브의 일부가 대체되는 단계는 상기 요입 영역의 적어도 일부와 체결될 수 있도록 상기 외부 슬리브의 적어도 일부가 대체되는 단계를 포함하는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 6**

제 5항에 있어서, 상기 요입 영역은 나선상 그루브 형상을 가지며, 상기 나선상 그루브는 상기 나선상 그루브의 폭보다 큰 폭의 평평한-상부를 가지는 용기의 연속적인 회전 사이에 형성되는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 7**

제 4항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 상기 총격을 가하는 단계 이전의 제 1 형상과, 상기 총격을 가하는 단계 이후의 제 2 형상을 가지며, 상기 제 2 형상은 상기 제 1 형상과 다른 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 8**

제 7항에 있어서, 상기 외부 슬리브의 상기 제 2 형상은, 상기 내부 튜브의 요입 영역에 수용되어 있는 상기 외부 슬리브의 내부 표면에 형성된 돌출 영역을 포함하는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 9**

제 4항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 알루미늄, 알루미늄 합금, 티타늄 및 티타늄 합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조되는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 10**

제 4항에 있어서, 상기 내부 튜브는 강철로 제조되는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 11**

해머 단조기를 사용하여 단조 처리된 복합 화기 총열을 형성하는 방법으로서,

제 1 끝단 및 제 2 끝단을 가지며, 외부 슬리브와 그 내부에 배치된 내부 튜브를 포함하는 튜브-슬리브 조립체를 제공하는 단계로서, 상기 외부 슬리브는 내부 표면과 외부 표면을 가지고, 상기 내부 튜브는 외부 표면, 벽 두께 및 상기 벽 두께보다 큰 직경의 구경을 가지며, 상기 내부 튜브는 상기 제 1 끝단 및 제 2 끝단에 인접한 상기 외부 표면에 배치되는 다수의 요입 영역을 포함하며;

심봉 상부에 돌출된 여유공간 내에 형성된 나선상 강선 그루브 패턴을 가지는 심봉으로 상기 튜브-슬리브 조립체를 지지하는 단계와;

내측 및 외측 방향으로 방사상 요동하는 다수의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 포함하는 해머 단조기의 내부로 상기 튜브-슬리브 조립체를 적재시키는 단계와;

상기 튜브-슬리브 조립체를 회전시킴과 동시에 상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 통과하여 상기 튜브-슬리브 조립체를 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 축-방향으로 전진시키는 단계와;

상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 사용하여 방사상 내부 방향으로 상기 외부 슬리브의 외부 표면에 총격을 가하는 단계와;

상기 내부 튜브의 구경 내에 나선상 강선 그루브를 형성하는 단계와;

상기 외부 슬리브가 상기 내부 튜브와 결합할 수 있도록, 상기 튜브-슬리브 조립체가 상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 관통함에 따라 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속하여 점진적으로 상기 외부 슬리브의 상기 내부 표면 내부로 상기 내부 튜브의 상기 외부 표면의 적어도 일부를 끼워넣는 단계를 포함하며,

상기 외부 슬리브는 상기 튜브-슬리브 조립체의 제 1 끝단 및 제 2 끝단의 상기 요입 영역을 포함하는 포함하여 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 상기 내부 튜브와 견고하게 결합되어, 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브가 함께 결합되는 경우에 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브 사이에서 임의의 길이 축방향의 상대적인 움직임을 방지하는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 12**

제 11항에 있어서, 상기 내부 튜브의 외부 표면의 적어도 일부를 끼워넣는 단계 동안에 상기 외부 슬리브의 상기 내부 표면은 상기 요입 영역의 적어도 일부분으로 끼워 넣어지는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 13**

제 12항에 있어서, 상기 요입 영역은 나선상 그루브 형상을 가지며, 상기 나선상 그루브는 상기 나선상 그루브의 폭보다 큰 폭의 평평한-상부를 가지는 용기의 연속적인 회선 사이에 형성되는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 14**

제 11항에 있어서, 상기 내부 튜브는 제 1 밀도를 가지는 물질로 제조되고, 상기 외부 슬리브는 상기 제 1 밀도보다 작은 제 2 밀도를 가지는 물질로 제조되는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 15**

제 11항에 있어서, 상기 내부 튜브는 강철로 제조되고, 상기 외부 슬리브는 알루미늄, 알루미늄 합금, 티타늄 및 티타늄 합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조되는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 16**

제 11항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 상기 충격을 가하는 단계 이전의 제 1 형상과, 상기 충격을 가하는 단계 이후의 제 2 형상을 가지며, 상기 제 2 형상은 상기 제 1 형상과 다른 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 17**

제 16항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 상기 제 2 형상에서 상기 내부 튜브의 요입 영역에 수용되는 돌출 영역을 가지는 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 18**

제 11항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 상기 충격을 가하는 단계 이전의 제 1 직경과, 상기 충격을 가하는 단계 이후의 제 2 직경을 가지며, 상기 제 2 직경은 상기 제 1 직경보다 작은 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 19**

제 11항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 상기 충격을 가하는 단계 이전의 제 1 길이와, 상기 충격을 가하는 단계 이후의 제 2 길이를 가지며, 상기 제 2 길이는 상기 제 1 길이보다 긴 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 20**

제 11항에 있어서, 상기 총열은 라이프 총열인 복합 화기 총열을 형성하는 방법.

**청구항 21**

해머 단조기를 사용하여 단조 처리된 복합 물품을 형성하는 방법으로서,

제 1 끝단 및 제 2 끝단을 가지며, 외부 슬리브와 그 내부에 배치된 내부 튜브를 포함하는 튜브-슬리브 조립체를 제공하는 단계로서, 상기 외부 슬리브는 내부 표면과 외부 표면을 가지고, 상기 내부 튜브는 외부 표면, 벽 두께 및 상기 벽 두께보다 큰 직경의 구경을 가지며, 상기 내부 튜브는 상기 제 1 끝단 및 제 2 끝단에 인접한 상기 외부 표면에 배치되는 요입 영역을 포함하며;

심봉으로 상기 튜브-슬리브 조립체를 지지하는 단계와;

내측 및 외측 방향으로 방사상 요동하는 다수의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 포함하는 해머 단조기의 내부로 상기 튜브-슬리브 조립체를 적재시키는 단계와;

상기 튜브-슬리브 조립체를 회전시킴과 동시에 상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 통과하여 상기 튜브-슬리브 조립체를 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 축-방향으로 전진시키는 단계와;

상기 튜브-슬리브 조립체가 상기 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 관통함에 따라 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속하여 점진적으로 상기 외부 슬리브가 상기 내부 튜브와 결합할 수 있도록 상기 튜브-슬리브 조립체에 반복적으로 충격을 가하는 단계를 포함하며,

상기 외부 슬리브는 상기 튜브-슬리브 조립체의 제 1 끝단 및 제 2 끝단의 상기 요입 영역을 포함을 포함하여 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 상기 내부 튜브와 견고하게 결합되어, 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브가 함께 결합되는 경우에 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브 사이에서 임의의 길이 축방향의 상대적인 움직임을 방지하는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 22**

제 21항에 있어서, 상기 충격을 가하는 단계는 전체적으로 방사상 내부 방향으로 상기 외부 슬리브의 외부 표면을 단련시키는 단계를 포함하는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 23**

제 21항에 있어서, 상기 충격을 가하는 단계는 상기 요입 영역의 적어도 일부분으로 상기 외부 슬리브를 끼워넣는 단계를 포함하는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 24**

제 21항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 제 1 밀도를 가지는 물질로 제조되고, 상기 내부 튜브는 제 2 밀도를 가지는 물질로 제조되며, 상기 제 1 밀도는 상기 제 2 밀도와 다른 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 25**

제 24항에 있어서, 상기 제 2 밀도는 상기 제 1 밀도보다 작은 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 26**

제 21항에 있어서, 상기 내부 튜브는 강철 또는 강철-합금으로 제조되고, 상기 외부 슬리브는 알루미늄, 알루미늄 합금, 티타늄 및 티타늄 합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조되는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 27**

제 21항에 있어서, 상기 복합 물품은 화기 충열인 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 28**

제 21항에 있어서, 상기 충격을 가하는 단계는 상기 외부 슬리브의 일부분을 상기 내부 튜브의 나선상 그루브의 내부로 끼워넣는 단계를 포함하며, 상기 나선상 그루브는 상기 나선상 그루브의 폭보다 큰 폭의 평평한-상부를 가지는 용기의 연속적인 회선 사이에 형성되는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 29**

제 21항에 있어서, 상기 내부 튜브는 상기 외부 슬리브의 일단에서 반대편 끝단까지 상기 외부 슬리브 전체에 걸쳐 연장되어 있는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 30**

제 21항에 있어서, 상기 충격을 가하는 단계 이후에, 상기 튜브-슬리브 조립체의 상기 내부 튜브 내에 탄약통을 수용하도록 구성되는 챔버를 형성하는 단계를 더욱 포함하는 복합 물품을 형성하는 방법.

**청구항 31**

해머 단조기를 사용하여 복합 화기 충열을 단조 처리하는 방법으로서,

제 1 끝단 및 제 2 끝단을 가지는 튜브-슬리브 충열 조립체로서, 외부 슬리브와, 그 내부에 배치되며 총구가 위치한 끝단에서 챔버가 위치한 반대쪽 끝단까지 상기 외부 슬리브 전체에 걸쳐 길이방향으로 연장되는 내부 튜브를 포함하는 튜브-슬리브 충열 조립체를 제공하는 단계로서, 상기 외부 슬리브는 내부 표면과 외부 표면을 가지

고, 상기 내부 튜브는 외부 표면, 벽 두께 및 상기 벽 두께보다 큰 직경의 구경을 가지며,

내측 및 외측 방향으로 방사상 요동하는 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 포함하는 해머 단조기의 내부로 상기 튜브-슬리브 총열 조립체를 적재시키는 단계와;

심봉 상부에 돌출된 여유공간 내에 형성된 나선상 강선 그루브 패턴을 가지는 심봉으로 상기 튜브-슬리브 총열 조립체를 지지하는 단계와;

상기 튜브-슬리브 총열 조립체를 회전시킴과 동시에 상기 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 통과하여 상기 튜브-슬리브 총열 조립체를 전진시키는 단계와;

상기 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 사용하여 상기 외부 슬리브를 변형시킬 수 있는 힘으로 방사상 내부를 향하여 상기 외부 슬리브의 외부 표면에 반복적으로 충격을 가하는 단계와;

상기 충격을 가하는 단계와 동시에, 상기 튜브-슬리브 총열 조립체가 상기 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 관통함에 따라 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속하여 점진적으로 상기 내부 튜브의 상기 구경 내부로 나선상 강선 그루브를 형성하는 단계와;

상기 충격을 가하는 단계와 동시에, 상기 외부 슬리브의 내부 표면의 적어도 일부분을 상기 내부 튜브의 외부 표면에 형성된 나선상 그루브의 내부로 끼워넣는 단계로서, 상기 나선상 그루브는 상기 나선상 그루브의 폭보다 큰 폭의 평평한-상부를 가지는 용기의 연속적인 회전 사이에 형성되며, 상기 나선상 그루브는 상기 튜브-슬리브 총열 조립체의 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속적으로 연장되어 있으며, 상기 끼워넣는 단계는 상기 튜브-슬리브 총열 조립체가 상기 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 관통함에 따라 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속하여 점진적으로 일어나며,

상기 외부 슬리브는 상기 튜브-슬리브 총열 조립체의 제 1 끝단 및 제 2 끝단의 상기 나선상 그루브를 포함하여 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 상기 내부 튜브와 견고하게 결합되어, 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브가 함께 결합되는 경우에 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브 사이에서 임의의 길이 축방향의 상대적인 움직임을 방지하는 복합 화기 총열을 단조 처리하는 방법.

**청구항 32**

제 31항에 있어서, 상기 내부 튜브는 상기 외부 슬리브의 밀도보다 큰 밀도를 가지는 복합 화기 총열을 단조 처리하는 방법.

**청구항 33**

제 32항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 알루미늄, 알루미늄 합금, 티타늄 및 티타늄 합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조되는 복합 화기 총열을 단조 처리하는 방법.

**청구항 34**

제 31항에 있어서, 상기 끼워넣는 단계 이후에, 상기 튜브-슬리브 총열 조립체의 상기 내부 튜브 내에 탄약통을 수용하도록 구성되는 챔버를 형성하는 단계를 더욱 포함하는 복합 화기 총열을 단조 처리하는 방법.

**청구항 35**

해머 단조기를 사용하여 복합 물품을 단조 처리하는 방법으로서,

제 1 끝단 및 제 2 끝단을 가지며, 외부 슬리브와 그 내부에 배치된 내부 튜브를 포함하는 튜브-슬리브 조립체를 제공하는 단계로서, 상기 외부 슬리브는 내부 표면과 외부 표면을 가지고, 상기 내부 튜브는 외부 표면, 벽 두께 및 상기 벽 두께보다 큰 직경의 구경을 가지며, 상기 내부 튜브는 상기 제 1 끝단 및 제 2 끝단에 인접한 외부 표면에 배치된 다수의 요입 영역을 포함하며;

심봉으로 상기 튜브-슬리브 조립체를 지지하는 단계와;

내측 및 외측 방향으로 방사상 요동하는 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 포함하는 해머 단조기의 내부로 상기 튜브-슬리브 조립체를 적재시키는 단계와;

상기 튜브-슬리브 조립체를 회전시킴과 동시에 상기 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 통과하여 상기 튜브

-슬리브 조립체를 상기 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 전진시키는 단계와;

상기 2쌍의 정-반대로 왕복 운동하는 해머를 사용하여 방사상 내부 방향으로 상기 튜브-슬리브 조립체의 외부 표면을 반복적으로 단련시키는 단계와;

상기 외부 슬리브를 상기 내부 튜브와 결합시킬 수 있도록 상기 튜브-슬리브 조립체가 상기 2쌍의 왕복 운동하는 해머를 통과함에 따라 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 연속하여 점진적으로 상기 외부 슬리브의 적어도 일부분을 상기 내부 튜브에 형성된 요입 영역 내부로 끼워넣는 단계를 포함하며,

상기 외부 슬리브는 상기 튜브-슬리브 조립체의 제 1 끝단 및 제 2 끝단의 상기 요입 영역을 포함을 포함하여 제 1 끝단에서 제 2 끝단까지 상기 내부 튜브와 견고하게 결합되어, 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브가 함께 결합되는 경우에 상기 외부 슬리브와 상기 내부 튜브 사이에서 임의의 길이 축방향의 상대적인 움직임을 방지하는 복합 물품을 단조 처리하는 방법.

**청구항 36**

제 35항에 있어서, 상기 요입 영역은 나선상 그루브 형상을 가지며, 상기 나선상 그루브는 상기 나선상 그루브의 폭보다 큰 폭의 평평한-상부를 가지는 용기의 연속적인 회선 사이에 형성되어 상기 단련 단계에 의한 압착을 방지하는 복합 물품을 단조 처리하는 방법.

**청구항 37**

제 36항에 있어서, 상기 심봉은 그 상부의 돌출된 여유공간 내에 형성된 나선상 강선 패턴을 포함하며, 상기 단련 단계는 상기 강선 패턴을 상기 내부 튜브의 구경에 인접한 내부 튜브의 내부 표면으로 전달하는 단계를 포함하는 복합 물품을 단조 처리하는 방법.

**청구항 38**

제 35항에 있어서, 상기 외부 슬리브는 알루미늄, 알루미늄 합금, 티타늄 및 티타늄 합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조되는 복합 물품을 단조 처리하는 방법.

**청구항 39**

제 35항에 있어서, 상기 내부 튜브는 상기 외부 슬리브의 밀도보다 큰 밀도를 가지는 복합 물품을 단조 처리하는 방법.

**청구항 40**

제 35항에 있어서, 상기 끼워넣는 단계 이후에, 상기 튜브-슬리브 조립체의 상기 내부 튜브 내에 탄약통을 수용하도록 구성되는 챔버를 형성하는 단계를 더욱 포함하는 복합 물품을 단조 처리하는 방법.

**명세서**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전체적으로 화기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 개선된 복합 화기 총열에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 화기의 총열은, 화기가 발사되었을 경우에, 탄약통(cartridge)의 화약 장전을 점화시킴으로써 발생하는 연소 열과 연소 압력에 노출되는, 본질적으로는 압력 용기이다. 따라서, 그 기계적 성질로 인하여 화기를 발사하는 수많은 사이클을 반복적으로 견뎌야 하기 때문에, 화기의 총열에 대해서는 강철이 선택가능한 물질로 사용되었다. 하지만, 전적으로 강철로만 제조된 총열은 무겁기 때문에, 장시간 운반하거나 또는 사격 연습에서 움직이지 않고 화기를 들기 위해서, 강철-총열을 갖는 화기는 성가신 일이 될 수 있다. 강철보다 경량의 총열을 제조하기 위해서 시도될 수 있는 하나의 해결책으로는 탄도(bullet path)와 관련해서 두껍게 코팅되거나 도금된 구경(bore) 표면이 제공되는 알루미늄을 사용하는 것이었다. 이러한 총열을 제조하는데 있어서 비싸고, 얇게 코팅된

구경 표면은 반복 사용하면 마모될 수 있다. 본 명세서에서 2가지 이상의 다른 성분으로 제조되는 총열로 정의되는, 복합 화기 총열이 또한 알려져 있다. 이들 총열의 일부는 알루미늄 또는 합성 플라스틱 수지와 같은 경량의 물질로 제조되는 외부 슬리브(outer sleeve), 즉 셸(shell)이 구비된 강철의 내부 튜브를 포함하고 있다. 그러나, 반복되는 화기 발사를 견딜 수 있는 견고한 결합을 형성하기 위해서 다수의 성분을 함께 결합하는 것은 문제가 되고 있었다. 외부 슬리브는 종종 접착제, 프레스-끼워맞춤, 볼트 또는 나사 연결, 주물(sweating) 또는 납땜 및 주조(casting)에 의해서 내부 강철 튜브로 부착되었다. 내부 튜브와 외부 슬리브, 즉 셸 사이에서 부적합한 결합 또는 연결로 인하여 화기의 발사 사이클이 반복됨에 따라 분리될 수 있는 복합 총열이 생성될 수 있다. 일부 공지된 설계는 또한 다수의 제조 공정과 제조하기 위해서 많은 노동력을 요구하기 때문에, 종종 이러한 종류의 복합 총열을 제조하는 공정을 복잡하게 하며 제조 공정의 비용이 증가하게 된다.

[0003] 따라서, 제조 공정이 간단하고 경제적이면서도, 내부 성분과 외부 성분 사이에서 강하고 영속적인 결합을 제공하는, 경량의 복합 총열을 위한 요구가 있다.

**발명의 상세한 설명**

[0004] 위에서 기술한 종래 공지된 복합 총열의 단점을 극복한, 개선된 복합 총열 및 이 복합 총열을 형성하기 위한 새로운 방법이 제공된다. 바람직한 실시예에서, 본 발명의 원리에 따른 복합 총열은 단조에 의해서 제조되는데, 이 복합 총열은 위에서 공지된 제조 기술과 반대로 다른 총열 성분 사이에서 우수하고 강한 결합을 제공한다. 본 명세서에서 기술된 단조 방법의 새로운 사용은 총열을 제조하기 위한 화기 공장에서 일반적으로 채택되는 현재의 제조 공정과 잘 통합된다. 따라서, 추가적이고/추가적이거나 더욱 복잡한 제조 단계 및 장비가 회피되므로, 공지된 방법과 달리 바람직하게는 효율적이고 경제적인 제조 공정을 유도한다. 본 명세서에서 복합 총열 및 이를 제조하는 방법은 긴 총열을 갖는 라이플(rifles) 및 짧은 총열을 갖는 피스톨(pistols) 모두에 대해서 이용될 수 있고, 이 경우 각각의 응용에서 동일한 이점을 갖는다.

[0005] 하나의 예시적인 실시예에서, 본 발명의 원리에 따른 복합 총열은 길이방향을 따라 연장하는 구경(bore) 및 제 1 밀도를 갖는 내부 튜브와; 상기 내부 튜브의 상기 제 1 밀도보다 작은 제 2 밀도를 갖는 외부 슬리브(sleeve)를 포함하고, 상기 슬리브는 상기 내부 튜브로 단조 처리된다. 내부 튜브는 단조에 의해서 상기 내부 튜브와 외부 슬리브를 함께 결합시킬 수 있도록 상기 외부 슬리브로부터 대체된 물질을 수용하기 위하여 외부 표면에 다수의 요입 영역(recessed areas)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 요입 영역은 그루브(grooves)를 정의하는 융기(ridges) 형태로 존재할 수 있고, 융기와 그루브는 모두 내부 튜브의 외부 표면 및 길이방향을 적어도 일부분의 주변을 나선상으로 연장되어 있다. 일부 실시예에서, 내부 튜브는 바람직하게는 강철 또는 강철-합금으로 제조되며, 외부 슬리브는 바람직하게는 알루미늄, 알루미늄-합금, 티타늄, 및 티타늄-합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조된다.

[0006] 다른 실시예에서, 복합 총열은 중앙 구경을 정의하며 다수의 요입 영역을 갖는 외부 표면을 포함하는 내부 튜브와; 통로(passageway)를 정의하며 내부 표면을 포함하는 외부 슬리브를 포함할 수 있다. 상기 내부 튜브는 바람직하게는 상기 외부 슬리브 내에 적어도 부분적으로 수용되어 있다. 상기 외부 슬리브는 단조 이전의 제 1 형상(configuration)을 가지고, 단조 후의 제 2 형상을 가지는데, 상기 제 1 형상은 제 2 형상과 다르다. 일 실시예에서, 상기 슬리브의 내부 표면은 상기 제 1 형상에서 실질적으로 평활한(smooth) 표면을 가지고, 상기 제 2 형상에서는 다수의 돌출 영역(raised area)을 갖는다. 다른 실시예에서, 상기 돌출 영역의 적어도 일부는 상기 내부 튜브의 요입 영역으로 수용되어 내부 튜브와 외부 슬리브를 함께 결합시킨다. 내부 튜브의 요입 영역은 바람직하게는 상기 내부 튜브의 외부 표면에 배치되는데, 일 실시예에서 상기 외부 표면의 적어도 일부분의 주위에서 원주 방향을 따라 연장될 수 있다. 하나의 예시적인 실시예에서, 내부 튜브의 요입 영역은 내부 튜브의 길이 방향을 따라 적어도 부분적으로 연장하는 나선상 그루브의 형태를 갖는다. 다른 실시예에서, 요입 영역은 내부 튜브의 외부 표면의 적어도 일부분에 형성되는 우툴두툴한(knurled) 표면 형태로 존재할 수 있다.

[0007] 다른 실시예에서, 복합 총열은 중앙 구경을 정의하고 다수의 요입 영역을 갖는 외부 표면을 포함하고 제 1 밀도를 갖는 내부 튜브와; 통로와 그 내부에 적어도 부분적으로 수용되는 상기 내부 튜브를 정의하며 상기 내부 튜브의 상기 제 1 밀도보다 적은 제 2 밀도를 갖는 외부 슬리브를 포함할 수 있다. 상기 슬리브는 단조 이전의 제 1 직경을 가지고, 단조 후의 제 2 직경을 가지는데, 상기 제 1 직경은 상기 제 2 직경보다 크다. 또한 상기 슬리브는 단조 이전의 제 1 길이와 단조 이후의 제 2 길이를 가지는데, 상기 제 2 길이는 상기 제 1 길이보다 길다.



- [0008] 복합 화기 총열을 형성하는 방법은 제 1 밀도를 갖는 내부 튜브를 제공하는 단계와; 상기 제 1 밀도보다 작은 제 2 밀도를 갖는 외부 슬리브를 제공하는 단계와; 상기 내부 튜브의 적어도 일부분을 상기 외부 튜브 내부로 삽입하는 단계와; 내측 반경 방향을 향하여 상기 외부 슬리브에 강제로 충격을 가하는 단계와; 내부 튜브를 체결하기 위해서 상기 외부 슬리브의 일부분을 대체하는 단계를 포함하고, 상기 슬리브는 복합 화기 총열을 형성할 수 있도록 상기 내부 튜브로 결합된다. 일 실시예에서, 총열은 해머 단조를 이용한 단조 처리에 의하여 형성된다.
- [0009] 다른 실시예에서, 복합 화기 총열을 형성하는 방법은 내부 및 외부 표면을 갖는 외부 슬리브와, 외부 슬리브에 적어도 부분적으로 배치되어 있으며 외부 표면을 갖는 내부 튜브를 포함하는 튜브-슬리브 조립체를 제공하는 단계와; 상기 외부 슬리브의 외부 표면을 반경 방향으로 두드리는 단계와; 상기 외부 슬리브를 상기 내부 튜브로 결합시킬 수 있도록 상기 내부 튜브의 외부 표면의 적어도 일부를 상기 외부 슬리브의 내부 표면으로 끼워넣는(embedding) 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 복합 물품(article)을 형성하는 방법은 내부 표면과 외부 표면을 갖는 외부 슬리브와, 적어도 부분적으로 외부 슬리브에 배치되며 외부 표면을 갖는 내부 튜브를 포함하는 튜브-슬리브 조립체를 제공하는 단계와; 상기 외부 슬리브를 상기 내부 튜브로 결합시킬 수 있도록 상기 튜브-슬리브 조립체를 단조 처리하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 단조 단계는 상기 슬리브의 외부 표면을 전체적으로 내측 반구 방향을 향하여 해머로 두드리는(hammering) 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 상기 내부 튜브는 강철 또는 강철-합금으로 제조되고, 상기 외부 슬리브는 알루미늄, 알루미늄-합금, 티타늄 및 티타늄-합금으로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질로 제조된다. 일 실시예에서, 상기 내부 튜브는 제 1 밀도를 갖는 금속으로 제조되고, 상기 슬리브는 제 2 밀도를 갖는 금속으로 제조되는데, 상기 제 1 밀도는 상기 제 2 밀도와 다르다. 바람직하게는, 바람직한 실시예에서 상기 제 2 밀도는 상기 제 1 밀도보다 작다. 본 발명의 형성 방법은 단조 단계 과정에서 상기 튜브-슬리브 조립체를 회전시키는 단계를 더욱 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 튜브-슬리브 조립체는 화기 총열이다.
- [0011] 본 명세서에서 사용되는 경우, 방향성이나 방향에 관한 임의의 언급은 바람직한 실시예를 설명하는데 있어서 주로 편의를 위한 것으로, 본 발명의 범위를 그것으로 제한하기 위한 의도는 결코 아니다.

**실시예**

- [0022] 본 발명이 이해될 수 있도록, 단지 예시로서만 주어지는 바람직한 실시예가 도면을 참조하여 지금부터 설명될 것이다. 바람직한 실시예는 참조번호와 함께 설명의 편의를 위해서 기술되는데, 라이프로서 사용하기 위한 화기 총열로 한정되지 않는다. 하지만, 본 명세서에서 개시되어 있는 원리는 피스톨 또는 권총에 대해서도 동일한 이점을 가지면서 이용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 이러한 관점으로만 제한되지는 않는다. 또한, 본 명세서에서 설명되는 복합 물질 부품을 제조하기 위한 공정은, 예를 들어 항공 산업과 같이 경량 및 제조 공정의 절감이 바람직한, 화기 총열이 아닌 경량 성분을 제조하기 위해서도 마찬가지로 채택될 수 있다. 따라서, 복합 물품을 제조하기 위해서 본 명세서에서 기술되는 바람직한 공정은 단지 화기 총열 제조로만 제한되지 않는다.
- [0023] 화기의 일부분에 대한 단면을 도시하고 있는 도 1을 참조하면, 바람직한 실시예에서 본 발명의 원리에 따라 형성된 화기(firearm)는 전체적으로, 도시된 것과 같이, 나사 연결(24)을 통하여 리시버(receiver, 22)로 연결될 수 있는 총열(barrel, 20)을 포함하고 있다. 총열(20)은 발사된 탄약통(cartridge)에서부터 그 구경을 통하여 추진된 탄환이 이동할 수 있는 경로를 제공하는 내부 구경(internal bore, 36), 총열의 제 1 끝단에서 탄약통을 수용하고 고정하는 챔버(chamber, 28), 그로부터 탄환이 최종적으로 화기를 벗어나는, 반대쪽 제 2 끝단에 형성된 총구(muzzle, 30)를 정의하고 있다. 구경(36)은 챔버(28)와 소통되어 있으며, 도시된 것과 같이 총열(20)의 길이방향 중앙선을 통하여 챔버(28)에서부터 총구(30)를 관통하여 연장되어 있다. 구경(36)은 총열(20)의 길이 방향 축을 정의하고 있다. 도 1에 도시된 것과 같이, 챔버(28)는 바람직하게는 탄약통의 형태를 보충할 수 있도록 형성되고 변형되어 있다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적으로 실행되는 것과 같이, 정확성을 개선하여 발사되는 탄환이 회전할 수 있도록, 구경(36)의 표면으로 강선(rifling, 48)이 제공되어 있다. 강선(48)은 구경(36)의 벽 안에서 절단되거나 형성될 수 있는 얇은 나선 그루브(spiral groove)로 설명될 수 있다.
- [0024] 총열(20)은 바람직하게는, 총열의 전체 중량 감소를 실현할 수 있도록 다른 물질로부터 형성되는 복합 구조이다. 도시된 바람직한 실시예에서, 총열(20)은 내부 튜브(32)와 내부 튜브에 부착되는 외부 슬리브(34)를 포함하고 있다. 바람직하게는, 내부 튜브(32)는 강철 또는 강철 합금과 같이 탄약통이 발사되는 경우에 생성되

는 연소열 및 연소 압력에 견딜 수 있는 충분한 강도와 연성(ductility)을 가지는 금속 또는 금속 합금으로 제조된다. 일부 실시예에서, 내부 튜브(32)는 스테인레스 강철 또는 크롬-몰리브덴(chrome-moly) 강철로 제조될 수 있다. 내부 튜브는 둥근 대목(roundstock)을 드릴링하거나, 주조, 압출 또는 당업계에서 일반적으로 사용되는 임의의 다른 공정에 의하여 제조될 수 있다. 내부 튜브(32)는 외부 슬리브(34)를 위한 매개쇠(라이너, liner)로 작용한다.

[0025] 외부 슬리브(34)는 바람직하게는 총열(20)의 전체 결합 중량을 감소시킬 수 있도록 내부 튜브(32)의 중량 및 밀도보다 작은 중량 및 밀도를 가지는 단련가능한(malleable) 금속 또는 금속 합금으로 제조된다. 도 4를 또한 참조하면, 슬리브(34)는 또한 바람직하게는, 내부 튜브(32)와 유사한 튜브 형태로서 외경(outside diameter, OD)을 갖는다. 바람직한 실시예에서, 외부 슬리브(34)는 알루미늄 또는 티타늄, 또는 알루미늄 또는 티타늄 중 어느 하나의 합금으로 제조된다. 일부 바람직한 예시적인 알루미늄으로는 T651 및 T6511 형태이다. 바람직한 예시적인 티타늄 합금은 Ti-6Al-4V이다. 슬리브를 이루는 물질이 내부 라이너 튜브(32)의 그것보다 작은 중량 및 밀도를 가지며, 단조 과정에서 충분히 단련될 수 있으며 내부 튜브에 결합될 수 있다면, 다른 경량 금속(예컨대, 마그네슘 또는 마그네슘 합금 등)이 고려될 수 있고 사용될 수 있다는 점에 주목하여야 한다.

[0026] 내부 튜브(32)에 대한 일부 실시예에서 사용될 수 있는 강철 또는 강철 합금에 대해서 통상의 대표적인 밀도의 범위는, 그에 한정되는 것은 아니지만, 사용되는 강철의 형태 및 임의의 합금 성분 함량에 따라 약 7.5 ~ 8.1 g/cm<sup>3</sup>이다. 알루미늄 또는 알루미늄 합금에 대한 통상적인 범위는, 그에 한정되는 것은 아니지만, 약 2.7 ~ 2.8 g/cm<sup>3</sup>이다. 티타늄 또는 티타늄 합금에 대한 통상적인 범위는 그에 한정되는 것은 아니지만 약 4.4 ~ 4.6 g/cm<sup>3</sup>일 것이다. 따라서, 총열의 적어도 일부분을 제조하기 위해서 강철을 대신하여 낮은 밀도 및 그에 수반되는 경량의 알루미늄 또는 티타늄으로 대체하게 되면 중량에서 감소가 일어날 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다.

[0027] 바람직한 실시예의 복합 총열 성분에 대해서 지금부터 더욱 상세하게 설명되며, 이어서 복합 총열을 형성하는 바람직한 방법 또는 공정이 설명될 것이다.

[0028] 도 2를 참조하면, 내부 튜브(32)는 외부 표면(exterior surface, 40)을 가지는데, 이 외부 표면(40)은 단조 공정으로부터 야기되는, 외부 슬리브(34)로부터 강제적으로 대체되거나 돌출되는 물질을 수용할 수 있도록 구성되어 있다. 바람직하게는, 이러한 목적을 위해서, 함몰(depression) 또는 총강(銃腔, cavity)과 같은 요입 영역(recessed area)을 포함하는 외부 표면(40) 구조가 자체에 제공되어 있다. 따라서, 바람직한 실시예에서 외부 표면(40)은 돌출 표면 영역(raised surface area)과 요입 표면 영역이 조합되어 있어서, 외부 슬리브(34)를 내부 튜브(32)로 얽히도록 끼워서 고정되도록 작용함으로써, 슬리브와 튜브가 함께 연결되거나 결합되는 경우에 슬리브와 튜브 사이에서의 길이 축방향으로의 상대적인 움직임(relative longitudinal axial movement)을 방지할 수 있다.

[0029] 도시된 것과 같은 일 실시예에서, 내부 튜브(32)의 외부 표면 구조는 내부 튜브(32)의 외부 표면(40)에 형성되는 나선상 나사부(helical threadings, 42) 형태일 수 있다. 나사부(42)는 돌출된 나선상 용기(helical ridges, 46)와, 상기 용기의 연속적인 회선(回旋, convolution) 사이에 구성되는, 함몰된 나선상 그루브(44)를 포함할 수 있다. 용기(46)의 상단이 나사부(42)에 대한 장경(major diameter)을 정의하며, 그루브(44)의 하단이 나사부의 골지름(root diameter)을 정의한다. 용기(46)는 바람직하게는, 튜브의 외부 표면(40)의 골지름으로부터 그리고 이 골지름 위에서 외부로 향하여 반경 방향으로 돌출되어 있다. 용기(46)는 내부 튜브(32)의 외부 표면(40)으로 그루브(44)를 절단하는 것과 같은 종래의 방법에 의해서 바람직하게는 제조될 수 있다. 다른 실시예에서, 만약 내부 튜브가 주조에 의해서 만들어진다면, 용기와 그루브는 내부 튜브(32)로 주조될 수 있다. 바람직하게는, 상기 용기(46)는 일 실시예에서 실질적으로 평평하게 형성되는 상부 표면을 가질 수 있지만, 예를 들어 아치형(arcuate), 뾰족 형태(pointed)와 같은 다른 상부 표면 형태가 사용될 수 있다. 그루브(44)의 벽을 또한 형성하는, 용기(46)의 축 방향 측벽 표면은 직선형, 아치형, 굴곡형(angled), 또는 다른 형태일 수 있다. 바람직하게는, 용기(46)는 그루브(44)의 축 방향 길이 폭과 동일하거나 그보다 큰 축 방향 길이 폭을 가질 수 있다. 또한, 그루브(44)는 바람직하게는 실질적으로 평평하거나, 아치형이거나 또는 날카로운 굴곡을 이루는 하부 표면을 가질 수 있다. 단지 예시적인 방법으로서 제시된 하나의 가능한 실시예에서, 용기(46)는 약 0.09 인치의 통상적인 폭을 가질 수 있고, 그루브(44)는 약 0.03 인치의 통상적인 폭을 가질 수 있다. 하지만, 용기(46) 및 그루브(44)에 대한 다른 폭이 제공될 수 있다. 나사(42)는 바람직하게는 일부 실시예에서 약 8 스레드(thread)/인치 내지 20 스레드/인치의 통상적인 피치(pitch), 더욱 바람직하게는 약 10 스레드/인치 내지 16 스레드/인치의 피치를 가질 수 있다. 도 2에 도시된 것과 같이, 요입 영역(44)은 내부 튜브(32)의 제 1 끝단 및 제 2 끝단

에 인접하게 배치될 수 있다.

[0030] 매우 밀집되어 있으며, 날카롭게 굴곡져 있는 피크와 그루브라는 특징을 가지고 있는 종래의 미세한 스크루(screw) 또는 기계-타입의 나사부와 달리, 위에서 기술하고 있는 상대적으로 폭이 넓고 평평한-상부를 갖는 용기(46, 및 멀리 이격되어 있는 그루브(44))를 갖는 나사부의 형태로 인하여, 바람직하게는 그 나사부가 단조 공정에서 완전히 평평해지거나 압착되는 것을 방지할 수 있도록 보조하기 때문에, 외부 슬리브(34)로부터 대체된 물질은 그루브(44) 내부로 실질적으로 균일하게, 그리고 깊숙하게 강제되어서 슬리브와 내부 튜브(32) 사이에서 견고한 결합을 제공한다. 또한, 유익하게는, 밀집하게 이격된 피크 및 그루브를 갖는 종래의 나사가 사용되는 것과 비교해서, 멀리 이격되어 있는 그루브(44)를 갖는 바람직한 나사부를 제조하게 되면 나사를 절단하는데 소요되는 제조 시간과 비용을 감소시킨다.

[0031] 비록 내부 튜브(32)의 바람직하게는 나사 형태의 외부 표면(40) 구조가 상기에서 기술되었으나, 다른 적절한 형상이 고려될 수 있으며 사용될 수 있다. 예를 들면, 슬리브와 내부 튜브(32) 사이에서 견고하게 고정되는 관계를 제공하기에 충분한 단조 처리에 의해, 외부 슬리브(34)로부터 대체된 물질을 수용할 수 있는 그루브의 깊이를 갖는다면, 날카롭게 굴곡진 나사 용기 또는 피크와 그 사이에 형성되는 V-형상의 골(valley)을 갖는 종래의 나사(미도시)가 사용될 수 있다. 애크미(acme), 웜(worm), 볼(ball), 사다리꼴(trapezoidal) 및 다른 형태와 같이, 당업계에서 잘 알려져 있는 다양한 나사 형상이 사용될 수 있다.

[0032] 단조 공정에 의해 제조되는 외부 슬리브(34)로부터 변형된 물질을 수용할 수 있도록 충분한 깊이를 갖는 요입부 또는 함몰부가 내부 강철 튜브(32)의 외부 표면(40)에 제공되는 한, 외부 표면(40)은 나사부 형태가 아닌 다른 많은 형태 또는 형상을 가질 수 있다는 점이 인식될 수 있을 것이다. 하나의 대안적인 실시예에서, 튜브(32)의 외부 표면(40)은 도 2에 도시된 것과 유사한 형상을 갖는 다수의 이격된 원주 방향의 그루브(44)를 가질 수 있지만, 이 그루브는 나선형이 아니며 튜브(32)의 길이방향 축에 대해서 실질적으로 직교하는 방향을 가질 수 있다(미도시). 도 5에 도시되어 있는 다른 가능한 실시예에서, 우툴두툴한 널링(knurling) 형태의 요입 영역이 나사부 형태 대신에 외부 표면(40)에 제공될 수 있다. 더욱이, 본 명세서에서 도시된 것과 같이, 외부 표면(40) 구조는 반드시 디자인 및 패턴에 있어서 균일할 필요는 없으며, 요입 영역은 비-균일하거나 또는 불규칙한 형상을 갖는 무작위 패턴, 기하학적 형태 또는 다른 형상으로 이루어질 수 있다. 이러한 형상으로는 단조 처리에 의하여 외부 슬리브(34)를 튜브의 길이방향으로 따라 결합시킬 수 있는 충분한 깊이의 총강(cavity)을 제공하는, 내부 튜브(32)의 충분히 거칠거나 또는 움푹 들어간 외부 표면(40)을 단순히 포함할 수 있다. 비록 바람직한 실시예는 아니지만 다른 가능한 실시예에서, 튜브(32)의 외부 표면(40)과 슬리브(34)의 내부 표면(52)은 함께 단조 처리되기 전에는 상대적으로 매끄럽게 구성될 수 있다. 다른 가능한 실시예에서 튜브(32)의 외부 표면(40) 중 일부분에 대해서만 요입 영역을 포함할 수 있다는 점에 또한 유의하여야 한다. 따라서, 요입 영역은 내부 튜브(32)의 전체 길이를 따라 반드시 제공될 필요는 없거나 또는 튜브의 길이방향을 따라 이격된 패턴 또는 군집(grouping) 형태로 제공될 수 있다. 이에 따라, 본 발명은 본 명세서에서 개시하고 있는 몇 개의 가능한 요입 표면 형상으로만 제한되지 않는다는 점은 자명하다 할 것이다.

[0033] 외부 튜브 나사부(42)가 바람직할 수 있지만, 총열(20) 내부로 절단되거나 형성되는 구경(36)의 내부에서 외부 튜브 나사부는 강선(48)과 반대 방향을 향하여 진행될 수 있다(도 1 참조). 예를 들면, 바람직한 실시예에서, 나사부(42)는 우선-방향(right-handed)인 반면에 강선(48)은 좌선-방향(left-handed)일 수 있다. 다른 실시예에서, 나사(42)는 좌선-방향인 반면에 강선(48)은 우선-방향일 수 있다. 하기에 상세하게 기술하는 것과 같이, 복합 총열(20)을 제조하는 공정을 진행하는 동안, 외부 나사부(42)와 강선(48)에 대한 서로 반대 방향의 나사 형태를 사용하면, 강선이 총열로 첨가될 때, 내부 튜브(32)로의 외부 슬리브(34)의 부착이 느슨해지지 않는다는 추가된 보증이 생기게 된다. 사실, 반대 방향으로 회전하는 나사 구조를 채택하면, 외부 슬리브(34)와 내부 튜브(32) 사이의 결합을 유익하게는 견고하게 하는 경향이 있다. 선택적으로, 외부 슬리브(34)와 내부 튜브(32) 사이의 결합은 나사부 결합 단독에 의해서라기보다는 단조 처리 및 물질 변성에 의하여 주로 형성되기 때문에, 만약 원하는 경우라면, 일부 실시예에서 외부 튜브 나사부(42)와 강선(48)은 동일한 회전 또는 동일한 방향의 나사 형상을 가질 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다.

[0034] 바람직한 실시예에 따라 형성된 완성된 복합 총열을 관통하는 단면도를 도시하고 있는 도 3을 참조하면, 내부 튜브(32)는 바람직하게는 벽 두께(Tt)를 가지는데, 한편으로 이 벽 두께는 그 내부에 절단 강선(48)을 수용할 수 있으며 탄약통 발사와 관련하여 생성되는 압력을 흡수하기에 적절한 힘을 유지시키기에 충분하지만, 또 다른 한편으로는 총열(20)로 과도한 중량을 부가하지 않을 수 있도록 충분히 작다. 도 3에 도시된 것과 같이, 내부 튜브(32)의 구경(36)은 내부 튜브(32)의 벽 두께(Tt)보다 큰 직경을 갖는다. 외부 슬리브(34)는 바람직하게는, 총열(20)의 원하는 외경을 구성하고, 복합 총열로 요구될 수 있는 임의의 부가적인 힘을 제공하기에 충분한 벽

두께(Ts)를 갖는다. 내부 튜브(32) 및 외부 슬리브(34)의 두께는 제조되는 화기 및 사용되는 탄약의 크기 및 형태 및 내부 튜브 및 외부 슬리브에 대해서 선택되는 물질에 따라 다양하게 변형될 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다. 원하는 응용 제품 및 물질에 대한 적절한 두께는 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자의 능력 범위 안에서 용이하게 결정된다.

[0035]

[0036]

본 발명의 원리에 따라 복합 총열을 제조하는 바람직한 방법 또는 공정은 도 1-3을 참조하여 지금부터 설명될 것이다. 복합 총열(20)은 Gesellschaft Fur Fertigungstechnik und Maschinenbau (GFM, Steyr 소재, 오스트리아)에 의해 만들어지는 것과 같은, 상업적으로 입수가 가능한 해머 단조기(hammer forging machine)를 사용하여, 바람직하게는 단조 처리에 의해, 더욱 바람직하게는 해머 단조 처리에 의해 형성된다. 일반적으로, 화기 산업 분야에서 해머 단조 처리는 단일-부품의 강철 총열을 제조하는데 통상 사용되어 왔다. 종래의 공정은 원하는 최종 완성된 총열보다 통상적으로 짧은 구경 총열 블랭크(bored barrel blank)와 함께 시작된다. 그 상부에 돌출된 여유공간(relief) 내에 형성된 강선을 포함하는 심봉(mandrel, 미도시)이 구경 내부의 블랭크를 통하여 아래로 삽입된다. 이 심봉이 단조 처리 후에 총열의 최소 최종 내경(bore diameter)을 설정하기 때문에, 심봉의 직경은 부분적으로는 원하는 최종 내경에 기초하여 선택된다. 이어서 블랭크가 해머 단조기를 관통하여 점진적으로 이송되고 회전 단조(rotary forging)라고 알려진 공정에서 해머를 맞대게 하여 심봉 주위가 두드러 단련된다. 이 공정은 총열을 가늘게 하고 길게 연장시켜서, 그 공정을 개시하기 위하여 사용되었던 블랭크에 비하여 길거나 짧은 최종 길이 및 외경을 갖는 총열이 만들어진다. 동시에 강선이 총열 구경 내부에 동시에 생성된다. 선택적으로, 별도의 작동을 통해서 총열의 구경 내부로 절단될 수 있다. 이러한 동일한 단조기가 본 명세서에서 기술된 방법을 사용하여 복합 총열을 제조하기 위하여 사용될 수 있는데, 현재까지 이러한 목적을 위해서 사용되지는 않았다. 따라서, 본 발명의 원리에 다른 복합 총열을 제조하기 위해서 화기 공장에서 새롭고 추가적인 기계 부품이 요구되지 않기 때문에 추가적인 자본 지출 및 제조/작동 비용이 제거된다.

[0037]

복합 총열을 제조하는 바람직한 방법은 둥근 대목(round stock) 형태일 수 있는 강철 총열 블랭크를 제공함으로써 시작된다. 이어서, 초기에는 평평한 외부 표면(40)을 가지는 내부 강철 튜브(32)의 중공 구조(hollow structure)를 생성할 수 있도록 드릴 작업(drilling)에 의하여 총열 블랭크 내에 내부 구경(36)이 형성될 수 있다. 이어서, 외부 나사부(42)가 튜브(32)의 외부 표면(40)으로 절단되어 그루브(44) 형태의 표면 요입부가 제공되는데, 이 그루브는 단조 공정으로부터 대체되는, 외부 슬리브(34)의 변형된 물질을 수용하도록 형성된다. 하지만, 선택적으로는, 평평한 외부 표면(40) 또는 외부 나사부(42)를 포함하도록 구비되어 있는 사전-조립된 내부 강철 튜브(32)를 마련하고 제공함으로써, 본 공정이 개시될 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다. 만약 평평한 외부 표면(40)이 제공된다면, 외부 나사부(42)는 그 표면으로 절단되어야 한다.

[0038]

외부 셸, 즉 슬리브(34)가 또한 제공되는데, 바람직하게는 이 슬리브는 내부 표면(inner surface, 52)을 정의하는 외부 표면(outer surface, 50)과 통로(54)를 갖는 튜브 형태이다(도 4). 슬리브를 이루는 물질은 변형되어 단조 처리에 의하여 내부 튜브(32)로 강제로 인입되도록 의도되었기 때문에, 내부 표면(52)은 바람직하게는 매끄럽거나 또는 다소 거친 형태일 수 있다. 따라서, 슬리브를 이루는 물질이 단조 공정에 의하여 튜브의 외부 표면(40)의 요입 영역으로 강제로 인입될 수 있다면, 슬리브의 내부 표면의 마무리 다듬질은 중요하지 않다. 하지만, 바람직하게는, 내부 표면(52)은 단조 처리에 의하여 슬리브(34)를 이루는 물질이 내부 튜브(32)의 그루브(44) 안으로 상대적으로 균일하게 강제로 인입되는 것을 방해할 수 있는 요입 또는 함몰(sunken) 영역으로 형성되는 표면을 갖지 않는다. 외부 슬리브(34)는 바람직하게는 실질적으로 균일한 벽 두께(Ts)를 갖는다. 외부 슬리브(34)는 내부 튜브(32)에 대하여 상기에서 기술한 것과 같은 전체적으로 동일한 방법으로 제조되거나, 또는 압출이나 금속 성분 제조와 관련해서 당-업계에서 통상적으로 사용되는 다른 기법에 의해서 제조될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 외부 슬리브(34)는 바람직하게는 알루미늄, 티타늄, 또는 알루미늄이나 티타늄의 합금으로 제조될 수 있지만, 내부 튜브(32) 내의 그루브(44)를 채울 수 있도록 단조 공정에서 변형될 수 있는 충분한 전성(malleability)을 갖는 물질이라면 다른 적절한 경량 금속 또는 금속 합금이 사용될 수 있다(도 2).

[0039]

총열 제조 공정은 내부 튜브(32)를 외부 슬리브(34)로 삽입하는 방법에 의하여 계속된다. 이러한 공정으로 인하여 외부 슬리브(34)의 내부 표면(52)이 내부 튜브(32)의 외부 표면(40)에 인접하게 되지만, 외부 슬리브 및 내부 튜브의 길이 및 원주를 따라 모든 장소에서 내부 표면(52)이 반드시 내부 튜브와 접촉할 필요는 없다. 내부 강철 라이너 튜브(32)의 외경(ODt, 도 2)은 바람직하게는 외부 슬리브(34)의 내경(IDs, 도 1)에 비하여 약간 작아서 내부 튜브는 외부 슬리브의 내부로 미끄러질 수 있다. 해머 단조 공정 과정에서 견고한 결합을 생성할 수 있도록 외부 슬리브(34)가 강철 튜브(32)에 인접하여 튜브의 그루브(44) 내부로 완전히 강제 인입될 수 있다면, 단조 공정 이전에 내부 튜브(32)와 외부 슬리브(34) 사이에서의 상대적으로 근접한 끼워맞춤과 다소간의 밀집한

치수 공차(dimensional tolerance)가 바람직하지만, 반드시 본질적은 것은 아니다.

- [0040] 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 단조 처리 이전에는 제 1의 초기, 즉 사전-제조 형상(configuration) 및 크기를 갖는다는 점에 유의하여야 할 것이다. (도 9는 단조 처리 이전에 외부 슬리브(34) 내부로 삽입되어 있는 내부 튜브(32)의 일부분을 통한 부분 단면을 도시하고 있는데) 슬리브(34)를 도시하고 있는 도 4 및 도 9를 참조하면, 슬리브 통로(54)의 외부 슬리브의 내부 표면(52)은 단조 처리에 의하여 내부 튜브와 외부 슬리브 사이에 양호한 결합을 형성하는 것을 방해할 수 있는, 내부 표면으로부터 방사상 돌출되거나 그 내부에 요입되는 어떠한 실질적인 표면 구조 없이 상대적으로 균일하고 매끄럽다. 바람직한 실시예에서 내부 튜브(32)는 도 2에 도시된 것과 같이, 외부 나사부(42) 및 상대적으로 매끄러운 구경(36, 미도시)을 구비할 수 있다.
- [0041] 도 6을 참조하면, 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 이어서 해머 단조기 내부로 적재된다. 해머 단조 심봉(미도시)이 튜브(32)의 구경(36)을 통하여 삽입되고, 그 내부에 심봉이 삽입되어 있는 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 축 방향(F)으로 단조기 내부로 전진한다. 심봉 및 튜브-슬리브 조립체(32, 34) 모두 단조기에서 축-방향으로 전진하여 이동하는 동안에 동시에 단조기에 의해 회전한다. 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 단조기의 단조부(forging section)를 향해 계속해서 전진하여, 실질적인 힘으로 슬리브(34)의 외부 표면을 두드려서 접촉하는(즉, 두드려 단련하는) 해머(70)와 같은, 정-반대로(diametrically-opposed) 요동하는 충격 부재 또는 단련 부재(impact or striking member)를 통과한다. 이 공정은 또한 회전 단조(rotary forging) 공정으로 알려져 있다. 해머(70)는 방향(0)을 향하여 매우 높은 속도로 전후 요동하는데, 이 방향은 바람직하게는 슬리브(34)의 외부 표면(50)과 같은 피가공재(workpiece) 표면에 대해서 전체적으로 수직이다.
- [0042] 일 실시예에서, 단조기는 각각 180도의 각도로 정-반대인 2쌍의 해머가 구비되어 있는 4개의 해머(70, 도 6에서는 축 방향의 입면도로 개략적으로 도시되어 있다.)를 포함할 수 있다. 도 6에서, 수직-쌍의 반대방향 해머(70)가 도시되어 있으나, 수평-쌍의 해머는 튜브-슬리브 조립체(32, 34)의 설명의 편의성을 위해서 생략되어 있다. 해머에 대한 지지 구조, 해머 단조기의 다른 구성 요소의 세부 사항 및 이들의 작동은 단조기 제조업자의 작동 및 유지 매뉴얼을 참조함으로써 본 기술분야에서 통상의 기술자에게는 용이하게 결정될 수 있다. 따라서, 간결함을 위해서, 단조기의 이러한 측면과 참조는 본 명세서에서는 반복하지 않는다. 하지만, 튜브-슬리브 조립체(32, 34)의 축 방향 공급/이송 속도 및 회전 속도(RPM)는, 튜브와 슬리브 사이에서 양호한 결합을 달성할 수 있도록 그 조립체의 직경 및 해머 구성 요소의 벽 두께에 근거하여 단조기 사용자에게 의해 요구되는 것으로, 조절되고 최적화될 수 있다. 이는 단조기 제조업자의 매뉴얼을 참조하여 총열 물질을 사용하는 반복적인 시도를 통하여 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 쉽게 결정될 수 있다.
- [0043] 도 7은 도 6에 도시된 통상적인 해머의 정면 입면도를 도시하고 있다(단조기의 급송/공급 방향(F)에서 튜브-슬리브 조립체(32, 34)를 따라 축-방향으로 도시한 것이다). 각각의 해머(70)는 일 실시예에서 전체적으로 삼각형 형상일 수 있는데, 튜브-슬리브 조립체(32, 34)와 같은 피가공재를 두드려서 변형시키는 충격 표면(striking surface, 71)을 가질 수 있다. 일부 실시예에서 충격 표면(71)은, 도시된 것과 같이, 피가공재의 전체적으로 둥근 단면에 상보적일 수 있도록, 충격 표면 각도(A1)를 형성하게 약간 방사형태이고(radiused)/방사형태이거나 각이 져 있다. 일부 실시예에서 각도(A1)는 통상적으로 약 135도 내지 약 155도 정도 일 수 있지만, 튜브-슬리브 조립체(32, 34)의 직경에 따라 그 범위보다 작거나 클 수 있다. 다양한 형태의 미적 표면 완제품을 제조할 수 있도록, 슬리브(34)의 외부 표면(50)에 형성된 해머 표시가 쉽게 인식될 수 없는 매우 매끈한 형태에서부터 해머 표시가 의도적으로 인식되는 더욱 거친 완제품에 이르기까지 다양한 각도(A1)가 사용될 수 있다. 따라서, 각도(A1)는 상술한 범위로 제한되지 않는다.
- [0044] 본 발명은 위에서 사용되는 상업적 단조기의 형태, 사용되는 단조 해머의 위치 및 개수 또는 해머 그 자체의 각각의 구성 또는 세부적인 사항에 의해서 한정되지 않는다는 점에 유의하여야 한다. 본 명세서에서 기술된 것과 동일하거나 균등한 방법으로 외부 슬리브가 변형되어 내부 튜브로 결합된다면, 임의 형태의 해머 단조기 또는 다른 적절한 형태의 단조 장치 및 작동 방식이 사용될 수 있다.
- [0045] 다시 도 6을 참조하면, 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 계속해서 축 방향으로 급송되어 해머 단조기를 통하여 전진한다. 충격 해머(70)가 상당한 힘으로 슬리브(34)의 외부 표면(50)을 두드려서 단조 처리된 심봉 주변으로 튜브-슬리브 조립체를 점진적으로 단련시킨다. 해머(70)는 바람직하게는 외부 표면(50)에 대략 수직하게 내부 반경 방향, 즉 방사상 내부 방향을 향하여 슬리브(34)를 두드린다. 이러한 단련은 슬리브(34)를 내부 방향으로의 압착을 가하고 변형시켜서, 슬리브(34)는 그 내부의 심봉과 내부 튜브(32) 및 그 바깥쪽에서 슬리브를 원주방향을 따라 압박하는(constrain) 해머(70) 사이에서 실질적으로 압착된다(squeezed). 이와 같은 단련(hammering)으로 인하여 슬리브의 내부 표면(52)으로부터 물질이 대체되어, 슬리브 물질은 그루브(44)와 같은, 내부 튜브의

외부 표면(4)의 총강 또는 요입 영역으로 강제로 유입된다. 외부 슬리브(34)로부터 대체된 물질은 그루브(44) 내에 삽입되어, 슬리브는 내부 튜브(32)의 그루브로 끼워져서 슬리브와 튜브를 함께 결합시킨다. 바람직하게는, 슬리브(34)로부터 얻어진 물질이 그루브(44) 구령(depth)의 적어도 일부분을 채운다. 더욱 바람직하게는, 그루브(44)의 실질적인 전체 구령이 외부 슬리브(34)로부터 삽입된 물질로 채워진다. 또한 이러한 단조 작업으로 인하여 슬리브(34)로부터 얻어진 물질이 길이방향으로 흐르게 되는데, 슬리브는 단조 공정 이전에 비하여 단조 공정 이후에 그 길이가 길어진다. 심봉이 요동하는 해머를 관통하여 진전함에 따라, 총열(20)은 심봉을 본질적으로 압착한다. 선택적으로, 단조 작업은 용기(44)가 외부 슬리브(34)의 내부 표면(52)으로 함몰되는 것과 같이 내부 튜브의 관점에서부터 그 반대로 설명될 수 있는데, 이에 의하여 튜브의 용기(44)에 대응하는 함몰부가 슬리브 내에 형성되는 것으로 설명될 수 있다는 점에 유의하여야 한다.

[0046] 도 6에 도시된 것과 같이, 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 단조 공정 동안에 크기 관점에서의 물리적 변형을 겪는데, 이에 의하여 그 조립체의 처음 최초의 사전-제조 크기와 다른 제 2의 최종 크기를 가지게 된다. 조립체가 해머(70)를 관통하여 이동하고 물질이 대체됨에 따라 튜브-슬리브 조립체(32, 34)는 전체적으로 직경이 감소하고 길이에 있어서는 길이방향으로 연장되거나 증가한다. 결합된 튜브-슬리브 조립체는 약 15% 또는 그 이상 길이가 연장될 수 있다. 따라서, 단조 처리 후에, 외부 슬리브(34)의 최종 외경(ODs)은 처음의 외경(ODs)보다 작다. 또한 슬리브의 벽 두께(Ts)는 최초의 두께보다 작아진다. 그리고, 슬리브의 길이(Ls, 도 4 참조)는 단조 공정 후에 보다 길어진다. 내부 튜브(32)의 길이(Lt)는 단조 처리 후에 그 최초의 사전-조립 길이보다 길어진다. 튜브의 외경(ODt) 및 벽 두께(Tt)는 크기가 감소하고 작아진다.

[0047] 일례로서, 해머 단조기를 사용하여 22 구경 탄약통 라이플(rimfire rifle)에 대한 복합 총열의 시험적인 제조에서, 강철 내부 튜브(32)와 티타늄 외부 슬리브(34)를 갖는 총열에서 다음과 같은 크기 변화가 야기되었다. 단조 처리 전에, 내부 튜브(32)는 초기 외경(ODt) 0.375 인치 및 초기 내경(IDt) 0.254 인치를 가지고 있었다. 단조 처리 후에, 튜브(32)는 최종 외경(ODt) 0.325 인치와 최종 내경(IDt) 0.2175 인치(최종 내경은 원하는 구경과 원하는 구경을 원하는 구경을 제조하기 위해서 필요한 적절한 심봉 직경의 선택에 기초하여 얻어졌다)를 가지고 있었다. 따라서, 튜브(32)의 외경(ODt)에 근거해 볼 때, 단조 처리에 의하여 대략 그 직경에서 대략 13%의 감소가 일어났다. 동시에, 단조 처리에 의하여 압착되고 대체된 튜브 물질이 그 물질의 길이방향의 대체 및 튜브의 연장을 야기함에 따라, 튜브(32)의 길이(Lt)에서 약 13%의 증가가 일어났다. 심봉과 강철의 기계적 특성으로 인하여 튜브 물질의 방사상 안쪽 방향, 즉 내부 반경 방향으로의 대체 및 직경에서의 감소를 부분적으로 제한하여, 그 대신에 그 물질이 길이방향을 따라 대체되도록 강제한다. 튜브(32)의 벽 두께(Tr)에서의 감소는 동시에 단조 공정에서 발생할 수 있다(상술한 실시예에서 약 0.02 인치)는 점은 자명하다 할 것이다.

[0048] 단조 처리 전에, 위에서와 동일한 22 구경 라이플의 시험 제조에서 외부 슬리브(34)는 최초 외경(ODs) 1.120 인치와 최초 내경(IDs) 0.378 인치이었다. 단조 처리 후에, 슬리브(34)는 최종 외경(ODs) 0.947 인치, 최종 내경(IDs) 약 0.325 인치이었다. 따라서, 슬리브(34)의 외경(ODs)을 기준으로, 단조 처리에 의하여 약 15%의 직경 감소가 야기되었다. 동시에, 단조 처리에 의하여 압착되고 대체된 슬리브 물질이 물질의 길이방향의 대체 및 슬리브의 연장을 야기함에 따라 슬리브(34)의 길이(Ls)는 약 15% 성장하게 되었다. 내부 튜브(32)와 티타늄의 기계적 특성으로 인하여, 최대한의 슬리브 물질의 방사상 안쪽 방향으로의 대체 및 직경의 감소를 부분적으로, 본질적으로 제한하는데, 대신 슬리브의 물질이 길이 방향으로 대체되도록 강제한다. 단조 공정에서 슬리브(34)의 벽 두께(Ts)의 감소가 그에 수반하여 일어날 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다(상술한 예에서 약 0.12 인치).

[0049] 단조 작업을 하는 동안에, 상술한 크기 변화가 일어나는 것 외에도, 외부 슬리브(34)는 그에 수반하여 형상(configuration) 또는 형태에서의 변형을 겪는다. 단조 처리 후에, 슬리브(34)의 내부 표면(52)은 새로 변형된 형태를 가져서, 이제 내부 튜브(32)의 용기(46) 및 그루브(44)에 대해서 실질적으로 반대 이미지인 일련의 나선상 돌출 용기와 요입 그루브에 의하여 특징 지워진다. 이러한 변형은 슬리브와 튜브를 함께 영구적으로 결합시키기 위해서 내부 튜브(32)의 용기(46)와 그루브(44)의 내부로 슬리브의 물질을 강제로 유입시키는 단조 처리에 의한 외부 슬리브(34)의 변형 때문에 일어난다. 따라서, 현재까지 사용된, 공지된 복합 총열 제조 기법과 반대로, 본 발명의 원리에 따라 최종적으로 재-형성된 복합 총열은 이러한 재-형성된 변형으로부터 강하고 견고한 결합을 바람직하게는 이끌어낸다. 또한, 주조(cast-on) 슬리브를 가지는 총열 라이너와 대조적으로, 본 발명의 단조 처리된 복합 총열은 우수한 힘을 갖는다.

[0050] 튜브-슬리브 조립체(32, 34)가 단조 처리되는 것과 동시에, 상술한 것과 같이 돌출된 여유공간에 형성된 강선을 갖는 심봉이 제공된다면, 강선(48)은 내부 튜브(32)의 구경(36) 내에 선택적으로 단련될 수 있다. 선택적으로, 총열 구경을 통하여 수압 램(hydraulic ram)의 긴 로드(rod)에 장착된 돌출부(raised lands)를 구비한 회전 버튼을 잡아당김으로써, 절단 또는 냉간 형성(cold forming)에 의하여 강선이 총열의 구경(36)으로 첨가될 수 있

다. 외부 슬리브(34)가 내부 튜브(32)로 결합된 후, 연삭(grinding), 연마(polishing), 총열 내의 챔버 가공 등과 같은 임의의 최종적인 가공(machining) 또는 마무리 단계가 필요에 따라 튜브-슬리브 조립체(32, 34)로 수행될 수 있다.

[0051] 단조 공정과 그에 의하여 야기되는 물질의 변형으로 인해, 튜브와 슬리브라는 2개 성분의 물질은 단일의 2-금속(bi-metal) 성분으로 사실상 함께 융합하여, 내부 튜브와 외부 슬리브 물질 사이의 인터페이스가 거의 인식될 수 없을 정도로, 내부 튜브(32)와 외부 슬리브(34) 사이의 강하고 견고한 결합이 일어나게 된다. 이에 따라, 제-형성된 복합 총열은 그렇지 않은 경우, 화기의 반복된 일련의 발사 후에 흔들려서 아마도 분리될 수 있는, 결합된 총열 성분 사이에서 있을 수 있는 느슨해짐을 회피할 수 있다. 총열 성분 사이에서 강한 결합을 제공할 수 있도록 슬리브의 물질이 충분한 정도로 그루브의 원주방향 및 길이방향으로 채워지기만 하면, 외부 슬리브(34)로부터의 물질이 단조 처리에 의하여 내부 튜브의 나선상 그루브(44)의 모든 부분으로 완벽하게 강제 유입될 필요는 없다는 점에 유의하여야 한다. 따라서, 결합이 완벽하지 않은 총열(20)의 일부분이 본 발명에 따라 받아들여질 수 있다.

[0052] 바람직하게는, 본 발명의 단조 공정으로 상술한 것과 같이 서로 다른 총열 성분을 결합하는 종래 방법에 비하여 힘과 내구력이 양호한, 2개의 구성 요소 사이의 결합을 갖는 경량의 강한 복합 총열이 제조된다. 이러한 종래의 방법은 해당 구성 요소의 물질을 구조적으로 제-형성하거나 다른 형태로 바꾸지 못하고, 그 구조 또는 형태를 변경하지 않고서 총열 구성 요소를 함께 기계적으로 연결하려고만 할 뿐이다. 또한, 실질적으로 단지 함께 나사 결합되는 2개의 나사구조를 갖는 구성 요소를 사용하는 종래의 복합 총열 구조와 대조적으로, 상술한 단조 공정에 의하여 제조되는 복합 총열은 물질을 함께 융합하기 때문에, 수작업 또는 화기의 발사를 통하여 야기되는 요동에 의하여 나사가 풀어진다거나 느슨해질 수 없다. 이에 따라, 본 발명의 복합 총열은 시간이 경과함에 따라 느슨해진다거나 덜컹거리지 않는다. 뿐만 아니라, 해머 단조 공정은 유익하게는, 전체-강철 총열과 같이 다른 화기 구성 요소의 작업 및 제조 공정을 위해서 이미 사용되는 현존하는 화기 공장의 장비를 사용하는 단일 작업 안에서 복합 총열을 이루는 구성 요소의 결합을 만들어낸다. 따라서, 제조 공정의 경제성 및 효율성이 실현될 수 있다.

[0053] 일례로서, 동일한 크기를 갖는 전체-강철 총열에 비하여, 본 발명의 원리에 따라 형성된 복합 라이플 총열의 경우, 알루미늄 외부 슬리브를 사용하면 약 7-8 파운드, 티타늄 외부 슬리브를 사용하면 약 4-5 파운드 정도의 통상적인 중량 감소가 달성될 수 있다.

[0054] 심봉의 해머 단조 및 RPM을 통한 튜브-슬리브 조립체(32, 34)의 급송/공급 속도와 함께, 튜브와 슬리브에 대해 사용된 물질의 종류 및 벽 두께가 단조 압력 및 그에 따른 튜브와 슬리브 사이의 결합력을 결정한다는 점에 주목하여야 한다. 종래의 단일-부품 강철 총열을 제조하는데 있어서 해머 단조기를 사용하는 경험에 근거해 보면, 튜브와 슬리브 사이에 만족스러운 결합을 얻기 위한 단조 처리 공정의 파라미터를 최적화하는 것은 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자의 능력 범위 안에 있다. 또한, 적절한 크기를 갖는 최종 단조 처리된 복합 총열을 제조하기 위하여 필요한, 튜브 및 슬리브의 최초의 단조-이전의 외경(OD) 및 벽 두께는 제조하고자 의도된 화기 총열의 구경에 기초하여 다양하게 변형될 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다.

[0055] 상술한 단조 공정은 각각 라이플 도는 피스톨에 대한 길거나 짧은 복합 총열을 제조하는데 사용될 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명의 단조 공정 및 원리를 이용하여, 복합 총열 또는 화기와 관련이 없는 다른 제품을 제조하기 위해서 2가지 이상의 물질이 함께 결합될 수 있다는 점이 고려되어야 한다. 예를 들면, 본 명세서에서 이미 기술한 것과 같이, 강하고 견고한 내부 튜브와 그보다 경량의 슬리브를 가지지만, 더욱 양호한 충격 저항을 위해서 슬리브의 상면으로 강하고 견고한 최외각 셸(shell)을 구비한 제품을 구성하는 것이 바람직할 수 있다. 이와 같은 가능한 실시예에서, 이러한 구성으로는 강철 내부 튜브, 얇은 강철 최외각 셸을 포함하고, 튜브와 셸 사이에 배치된 알루미늄 또는 티타늄 슬리브를 구비할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 이미 기술된 본 발명의 원리에 따라 다수의 물질로 구성된 많은 변형된 복합 제품이 고려되고 또한 제조될 수 있다.

[0056] 본 발명의 다른 관점에 따르면, 외부에서 제공되는 부하(loads)에 대하여 충격 저항과 같은 다양한 이유로 인하여 복합 튜브 구조(composite tubular structure)의 외부로 더욱 강하고 더욱 밀도가 있는 물질을 가지는 것이 바람직한, 화기와 무관한 수많은 응용제품에 대한 복합 부품을 생성하는데 본 발명의 단조 공정이 이용될 수 있다. 본질적으로, 이러한 구성은 상술한 예시적인 화기의 총열 구조와 반대이다. 따라서, 하나의 가능한 실시예에서, 이와 같은 복합 구조는 알루미늄, 티타늄 또는 이들 합금으로 제조되는 저-밀도의 내부 튜브와, 강철로 제조되는 고-밀도의 외부 슬리브를 포함할 수 있다. 이러한 구성 요소들은 상술한 것과 같은 내부 튜브(32) 및 외부 슬리브(34)와 동일한 방법으로 형성될 수 있으나, 내부 튜브와 외부 슬리브에 대한 위치에서 경량의 물질

과 중량의 물질이 반대일 뿐이다. 이어서, 이러한 복합 부품의 구성 요소들은 튜브-슬리브 조립체(32, 34)에 대해서 상기에서 설명한 것과 유사한 방식으로 해머 단조를 통하여 함께 결합될 수 있다. 이와 같은 구조는 강력하지만 경량의 튜브형 구조가 유익한 항공 및 항공 우주 산업에서 유익하게 이용될 수 있다.

[0057] 비록 해머 단조 공정이 본 명세서에서 설명되고 바람직하지만, 다른 단조 기법과 단조기가 고려될 수 있으며, 본 명세서에서 설명된 본 발명의 원리에 따른 복합 총열을 제조하기 위해서 사용될 수 있다는 점은 자명하다 할 것이다.

[0058] 상기에서는 설명 및 도면은 본 발명의 바람직한 실시예를 나타내고 있지만, 첨부하는 청구의 범위에서 정의되는 것과 같이 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서도 다양한 추가, 변형 및 치환이 일어날 수 있다는 점이 이해되어야 할 것이다. 특히, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 원리를 벗어나지 않으면서도, 특정한 필요 및 작업 요구에 따라 특히 변형되는, 본 발명의 실행에서 사용되는 구조, 배열, 비율, 크기, 물질 및 성분에서의 많은 변형을 수반하여 본 발명이 사용될 수 있다는 점은 인식할 것이다. 따라서, 본 명세서에서 개시된 실시예들은 모든 관점에서 예시적인 것으로 한정적인 것이 아니며, 본 발명의 범위는 첨부하는 청구의 범위에 의하여 정의되고, 상술한 설명이나 실시예로 한정되는 것은 아니라는 점이 고려되어야 한다.

**산업상 이용 가능성**

[0059] 본 발명에서는 단조 공정을 통해서, 예컨대 내부 튜브와 외부 슬리브로 이루어진 복합 총열을 제조하였다.

[0060] 따라서, 단조 공정을 통해서 외부 슬리브를 이루는 물질이 내부 튜브로 융합되어 그 사이에 강한 결합이 생성되어, 결합력 및 내구력이 크게 향상된다.

[0061] 특히, 이미 현존하는 장비를 사용하는 단일 작업을 통해서 복합 총열을 이루는 성분을 결합하여, 제조 공정의 효율성 및 경제성을 도모할 수 있을 뿐만 아니라, 복합 총열은 물론이고, 화기와 무관한 제품에도 응용될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0012] 바람직한 실시예에 대한 특징은 첨부하는 도면을 참조하여 기술되는데, 유사한 구성 요소는 유사한 번호로 지칭된다.

[0013] 도 1은 본 명세서에서 설명되는 바람직한 제조 방법에 따라 제조된 복합 화기 총열의 바람직한 실시예에 대한 길이방향의 단면도로서, 외부 슬리브와 내부 튜브를 도시하고 있다.

[0014] 도 2는 도 1의 총열에서 내부 튜브의 측면도로서, 튜브의 외부 표면 구조의 가능한 일 실시예를 도시하고 있다.

[0015] 도 3은 도 1 단면도에 도시된 총열의 일부분에 대한 상세도면이다.

[0016] 도 4는 도 1의 총열을 이루는 외부 슬리브의 일부분에 대한 길이방향 단면도이다.

[0017] 도 5는 도 1의 총열을 이루는 내부 튜브의 측면도로서, 튜브의 외부 표면 구조의 또 다른 가능한 실시예를 도시하고 있다.

[0018] 도 6은 도 1의 총열에 대한 측면도로서, 해머 단조기를 사용하는 바람직한 제조 공정을 통하여 총열이 공급됨에 따라 총열이 최초의 단조-이전 상태에서 최후의 단조-이후 형태로 진행되는 것을 도시하고 있다.

[0019] 도 7은 도 6에 도시된 단조 해머 중 하나를 도시한 정면도이다.

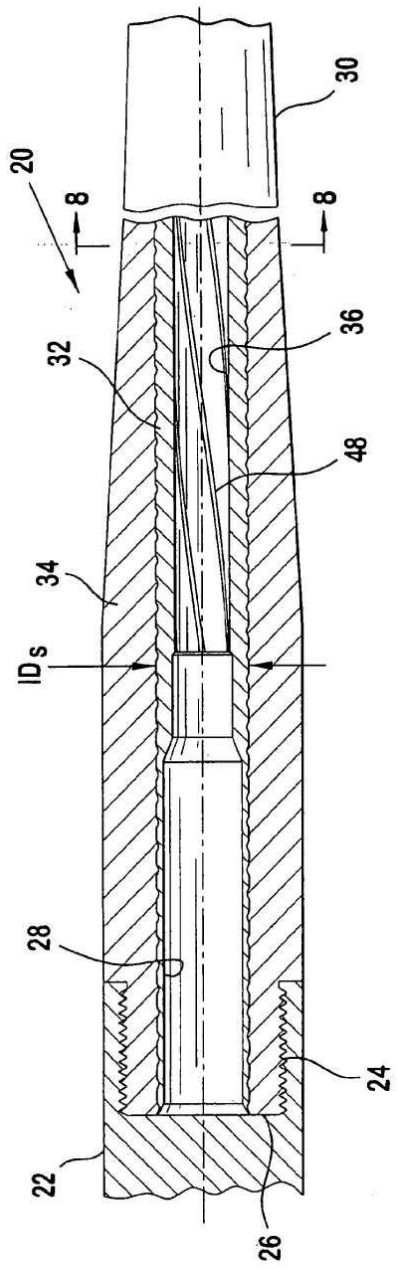
[0020] 도 8은 도 1의 완성된 총열을 도시한 단면도이다.

[0021] 도 9는 단조 처리 이전의 도 1의 총열에 대한 일부분의 길이방향의 단면도로서, 외부 슬리브에 삽입된 내부 튜브를 도시하고 있다.

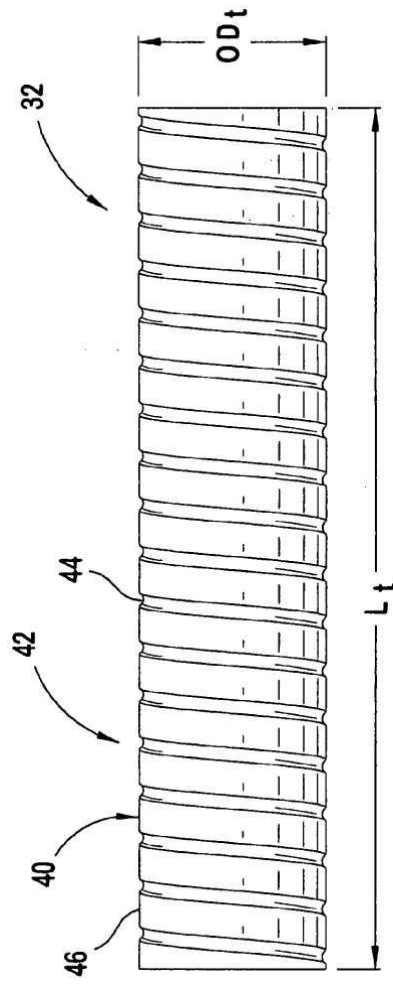


도면

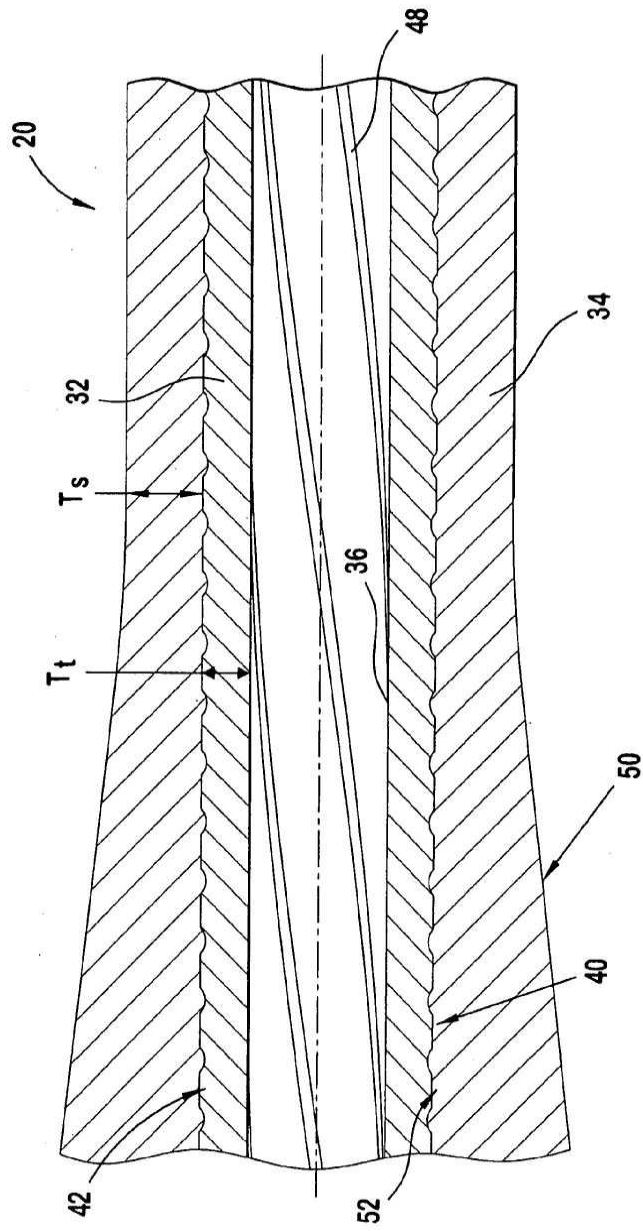
도면1



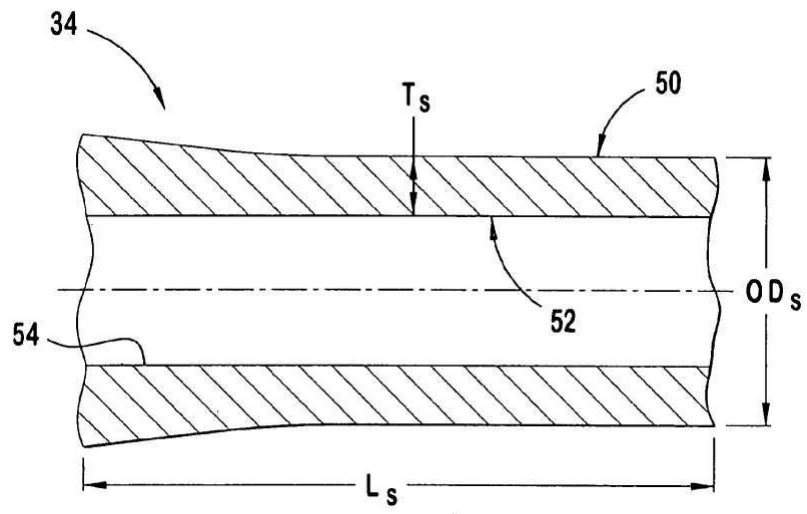
도면2



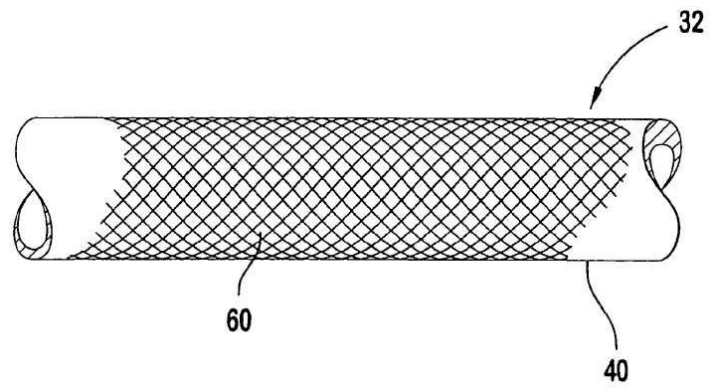
도면3



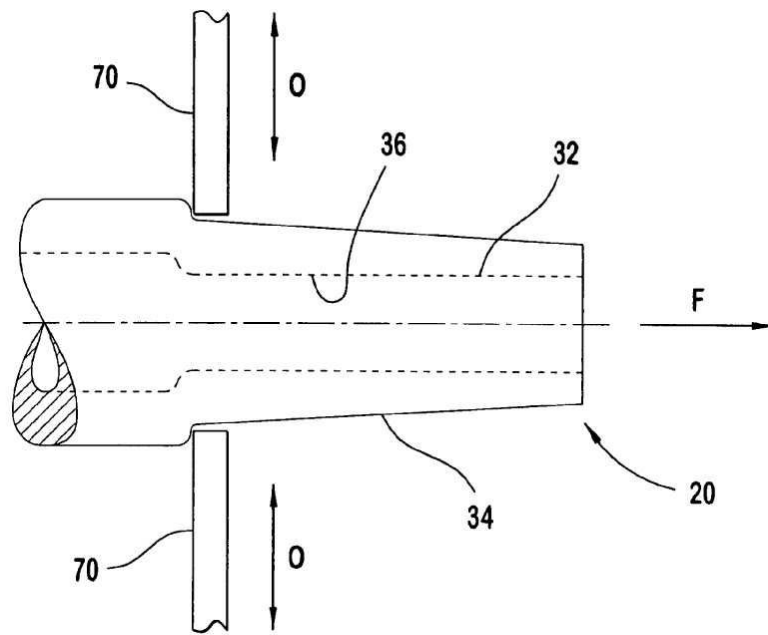
도면4



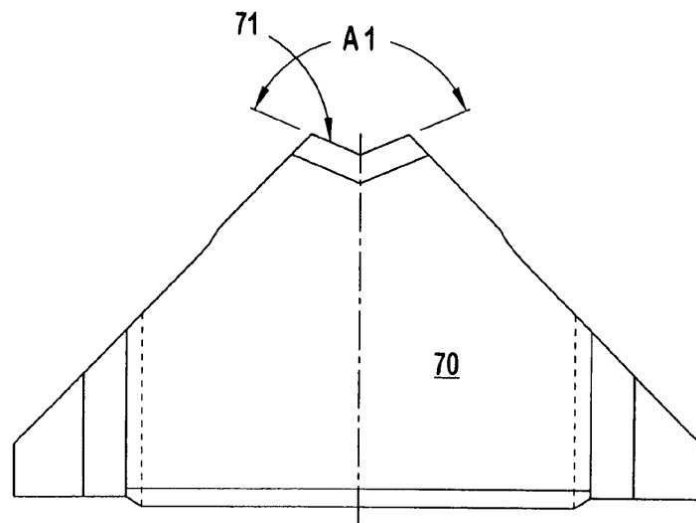
도면5



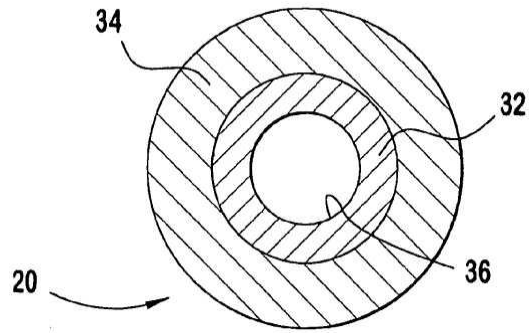
도면6



도면7



도면8



도면9

