(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0015467
(43) 공개일자 2010년02월12일

(51) Int. Cl.
B23B 27/16 (2006.01) *B23B 27/14* (2006.01)
B23C 5/20 (2006.01) *B23C 5/22* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7021121
(22) 출원일자 2008년03월11일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2009년10월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/003157
(87) 국제공개번호 WO 2008/112197
국제공개일자 2008년09월18일
(30) 우선권주장
11/730,690 2007년04월03일 미국(US)
60/906,814 2007년03월14일 미국(US)

(71) 출원인
발레나이트 엘엘씨
미국 48071 미시간주 매디슨 하이츠 이스트 윗컴 1675
(72) 발명자
호플러, 브라이언
미국, 미시간주 48044, 맥콤, 젠트리 드라이브 21378
아조파디, 돈
미국, 미시간주 48390, 월드 레이크, 안조 1146
(74) 대리인
김윤배, 강철중

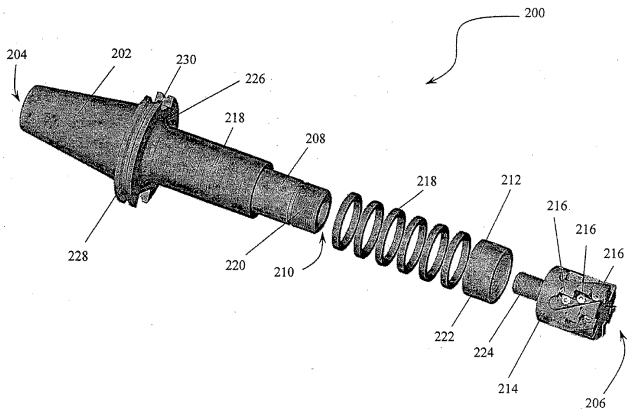
전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 길이를 따라 배열된 스페이서로 강화된 소재제거공구

(57) 요 약

소재제거공구(200, 300)의 바람직한 실시예는 결합단부(204)에 하우징(202), 하우징(202)으로부터 말단부(210)로 길이방향으로 뻗어있는 연장부(208), 연장부(208)를 따라 배열된 복수의 스페이서(218), 및 연장부(208)의 말단부(210)에 너트(212)를 구비하고, 복수의 스페이서(218)가 강철 영스모듈러스의 약 1.5배 큰 영스모듈러스를 갖는다. 연장부(208)를 따라 배열된 스페이서(218)는 굽힘 모멘트에 대한 최대 저항(즉 최고 단면 계수) 위치에 스페이서의 딱딱한 소재를 위치시킨다. 임의로 프리로딩과 "내장된" 경감점은 소재제거공구(200, 300)의 개선된 성능에 기여한다. 소재제거공구를 제고하는 방법과 공작물 가공 방법도 역시 개시된다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

결합단부에 구비되는 하우징과;

하우징으로부터 말단부로 길이방향으로 뻗어있는 연장부;

연장부를 따라 배열된 복수의 스페이서; 및

연장부의 말단부에 너트;를 구비하고,

복수의 스페이서들이 강철 영스모듈러스의 약 1.5배 큰 영스모듈러스를 갖는 소재로 형성된 소재제거공구.

청구항 2

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 복수의 스페이서 중 적어도 일부가 초경합금으로 형성된 소재제거공구.

청구항 3

제 1항에 있어서 너트는 복수의 스페이서 상에 압축 프리로드를 가하는 소재제거공구.

청구항 4

제 3항에 있어서, 너트는 말단부 상에 나사체결되는 소재제거공구.

청구항 5

제 4항에 있어서, 압축 프리로드는 나사체결된 너트의 내력의 약 75%인 소재제거공구.

청구항 6

제 3항에 있어서, 너트는 연장부 상에 인장 프리로드르 가하는 소재제거공구.

청구항 7

제 1, 2, 3 및 6항 중 어느 한 항에 있어서, 연장부의 말단부에 장착되는, 복수의 절삭 인서트를 구비한 캡을 구비하는 소재제거공구.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 캡은 상기 복수의 스페이서에 압축 프리로드를 가하는 소재제거공구.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 절삭 인서트는 탈착식 인서트인 소재제거공구.

청구항 10

제 1, 2, 3, 6 및 7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연장부는 상기 하우징의 일부로 형성된 소재제거공구.

청구항 11

제 1, 2, 3, 7 및 10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 스페이서는 와셔인 소재제거공구.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 와셔는 외경 및 내경을 구비하고 외경이 내경의 약 1.33배에서 2배의 범위인 소재제거공구.

청구항 13

제 1, 3, 6, 7, 10 및 11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 너트는 말단부에 연장부의 둘레 주위에 위치되고 소

재제거공구는 연장부의 말단부의 횡단면에 장칙되는 캡을 구비하고, 상기 캡은 복수의 절삭 인서트를 구비하는 소재제거공구.

청구항 14

제 13항에 있어서 상기 너트는 복수의 스페이서 상에 제1 압축 프리로드를 가하고, 상기 캡은 복수의 스페이서 상에 제2 압축 프리로드를 가하는 소재제거공구.

청구항 15

제 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11 및 13항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 스페이서의 소재는 강철의 영스모듈러스보다 1.5배에서 2.5배인 영스모듈러스를 갖는 소재제거공구.

청구항 16

제 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11 및 13항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 스페이서의 소재는 약 40×10^{6} lbf/in^{2} 에서 약 60×10^{6} lbf/in^{2}의 영스모듈러스 범위를 갖는 소재제거공구.

청구항 17

제 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 13, 15 및 16항 중 어느 한 항에 있어서, 소재제거공구는 2:1에서 12;1의 직경대 돌출길이 비율을 갖는 소재제거공구.

청구항 18

제 17항에 있어서 비율은 약 3:1에서 6:1인 소재제거공구.

청구항 19

제 17항에 있어서, 상기 돌출길이 및 상기 연장부를 따라 배열된 복수의 스페이서의 갯수는 다른 돌출길이를 갖는 소재제거공구 사이에서 바뀌는 소재제거공구.

청구항 20

연장부의 적어도 일부를 따라 복수의 스페이서를 배치하여, 연장부가 소재제고공구의 하우징으로부터 말단부까지 길이방향으로 뻗고;

복수의 스페이서에 압축 프리로드르 가하여, 복수의 스페이서가 강철의 영스모듈러스의 약 1.5배인 영스모듈러스를 갖는; 소재제거공구를 제조하는 방법.

청구항 21

제 20항에 있어서, 상기 복수의 스페이서중 적어도 일부가 초경합금으로 형성된 소재제거공구를 제조하는 방법.

청구항 22

제 20항 또는 제 21항에 있어서, 상기 복수의 스페이서에 압축 프리로드를 가하는 것은 적어도 상기 너트를 체결함으로써 형성된 제1 압축 프리로드를 포함하는 소재제거공구를 제조하는 방법.

청구항 23

제 22항에 있어서, 상기 연장부의 말단부에 캡을 장착하고, 상기 캡이 복수의 절삭 인서트를 구비해서, 복수의 스페이서에 가해지는 압축 프리로드가 캡을 장착함으로써 복수의 스페이서 상에 형성된 제2 압축 프리로드를 포함하는 소재제거공구를 제조하는 방법.

청구항 24

제 20, 21 및 22항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 소재제거공구는 약 2:1에서 12:1의 직경에 대한 돌출길이의 비율을 갖고, 돌출길이와 다수의 스페이서들이 다른 돌출길이를 갖는 소재제거공구 사이에서 가변하는 연장부를 따라 배열되는 소재제거공구를 제조하는 방법.

청구항 25

제 20, 21, 22 및 24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 스페이서의 소재는 강철의 영스모듈러스보다 약 1.5배에서 2.5배인 영스모듈러스를 갖는 방법.

청구항 26

제 20, 21, 22 및 24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 스페이서의 소재는 약 40×10^{6} lbf/in^{2}에서 약 60×10^{6} lbf/in^{2} 범위의 영스모듈러스를 갖는 소재제거공구를 제조하는 방법.

청구항 27

공작물에서 소재제거공구로 소재를 제거하는 방법을 포함하여,

상기 소재제거공구는 결합단부에 하우징,과 하우징으로부터 말단부로 길이방향으로 뻗어있는 연장부, 연장부를 따라 배열된 복수의 스페이서, 및 연장부의 말단부에 너트를 구비하고,

복수의 스페이서는 강철 영스모듈러스보다 약 1.5배 큰 영스모듈러스를 갖는 소재로부터 형성된 공작물 가공 방법.

청구항 28

제 27항에 있어서, 상기 복수의 스페이서 중 적어도 일부는 초경합금으로 형성된 공작물 가공 방법.

청구항 29

제 27 또는 28항에 있어서, 상기 너트는 복수의 스페이서 상에 압축 프리로드 가해진 공작물 가공 방법.

청구항 30

제 27, 28 및 29항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공작물은 티타늄 합금으로 형성된 공작물 가공 방법.

청구항 31

제 27, 28, 29 및 30항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 소재제거공구로 공작물로부터 소재를 제거하는 것은 우주비행체의 구조적 구성을 형성하는 공작물 가공 방법.

청구항 32

제 27, 28, 29, 30 및 31항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 스페이서의 소재는 강철의 영스모듈러스보다 약 1.5배에서 2.5배인 영스모듈러스를 갖는 공작물 가공 방법.

청구항 33

제 27, 28, 29, 30 및 31항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 스페이서의 소재는 약 40×10^{6} lbf/in^{2}에서 약 60×10^{6} lbf/in^{2} 범위의 영스모듈러스를 갖는 공작물 가공 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 소재제거공구 및 가공 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 공구의 길이 방향으로 배열된 와셔(washer), 디스크(disc) 또는 다른 유형의 스페이서(spacer)와 같은 1개 이상의 스페이서와 결합된 소재제거공구에 관한 것이다. 스페이서는 예컨대 초경합금(cemented carbide(WC)), 중금속(강철-탄화텅스텐(WC) 합금) 또는 무바인더 카바이드로부터 형성될 수 있고, 공작물 가공을 개선하도록 기여할 수 있다.

배 경 기 술

[0002] 아래의 배경기술에 대한 설명에서, 특정 구조물 및/또는 방법에 참조된다. 그러나, 아래의 참조는 이 구조물 및

방법이 종래기술의 구성을 허용하듯이 기술되지 않는다. 출원인은 이러한 구조물 및/또는 방법이 종래기술로 한정되지 않게 명백하게 그 권리를 보유한다.

[0003] 고강성 소재로 된 공작물과, 특히, 고강성 소재로 형성된 대형 단조 구조물은 일반적으로 완성된 사양으로 가공을 완료하는데 많은 시간이 요구된다. 완성체의 큰 크기 때문에, 가공을 실행하기 위해 가공 공구에 장착된 롱리치(long-reach)식 소재제거공구가 사용된다.

[0004] 그러나, 예컨대 티타늄과 같은 고강성 소재로 된 공작물은 가공하기 어려운데, 이것은 특히 많은 고강성 소재의 가공 특성인 공구 상의 "후퇴(push back)"력 때문이다. "후퇴"력과 롱리치(유연한) 공구의 조합은 소재가 충분히 제거되었다는 것을 보장하기 위해 여분의 가공 보정이 필요하다. 실제로 이 공작물 가공에 소요되는 전체 시간의 30%까지 스프링백(spring-back) 경로에 사용되는데, 즉, 공구 편차로 인해 남겨진 소재를 해치우고 완성된 사양에 도달하기 위해 공작물의 동일한 범위 상의 다수의 경로가 가공된다.

[0005] 초경합금 소재의 영스모듈러스(Young's modulus)는 강철의 약 2배라는 것이 잘 알려져 있다. 예컨대 도 1은 하나의 초경합금몸체(12)를 구비한 소재제거공구(10)를 도시한다. 초경합금몸체(12)는 소재제거공구(10)의 결합단부(14)로부터 소재제거공구(10)의 절삭단부(16)로 뻗어있다. 초경합금몸체(12)는 도 1에 도시된 강철로드(18)와 같이 내부에 배열된 강철조각을 구비할 수 있다. 결합단부(14)는 작업중인 가공 공구(미도시)의 베이스와 결합하는 알맞은 결합면(20)이다. 절삭단부(16)는 제1단부(24)에서 초경합금몸체(12)에 연결되고 제2단부(26)에서 커넥터(28)를 구비하는 커플링(22)이다. 전형적으로, 절삭인서트(미도시)가 장착된 캡은 커넥터(28)에 부착된다.

[0006] 전형적인 종래기술의 소재제거공구는 초경합금 몸체의 치명적인 파손을 드러낸다. 파괴 이론이 하나도 없을 때에는, 예컨대, 하나의 몸체를 구비한 공구의 말단부의 굽힘, 변형은 몸체의 일측에 압축 하중을 가하고 몸체의 타측에 인장 하중을 가한다고 믿겨졌다. 그러나, 초경합금은 일반적으로 결이 곱고(대략 1㎡에서 2㎡) 균열 평균자유거리(mean free path)가 낮은데, 이 특성은 일반적으로 균열의 확대와 파괴를 촉진한다. 따라서 인장력을 받을 때 하나의 초경합금 몸체는 쉽게 파괴된다.

[0007] 후퇴가 측정되는 롱리치식 소재제거공구로 가공하는 한가지 제한되지 않은 실례는, 고강성 소재, 주로 티타늄과 같은 고강성 소재로 형성된, 크고, 단일 조각인 단조 구조물을 가공하는 것이다. 이 구조물은 민간 항공기와 같은 항공우주산업에 사용되고, 매우 고가이다. 예컨대, 이 구조물은 가공되기 전에 200,000달러 이상일 수 있고, 일반적으로 완성된 사양으로 가공을 완료하는 데에 많은 시간이 소요된다. 공구 변형을 최소화함으로써 포텐셜(가공 시간 및 공구 비용)을 크게 절약할 수 있고 "스프링백" 경로가 필요하다.

발명의 상세한 설명

[0008] 소재제거공구의 바람직한 실시예는 공구의 뻗어있는 길이를 따라 연속으로 쌓아올려진 스페이서를 사용한다. 스페이서는 강철의 영스모듈러스 즉, 인치당 30×10^{6} 파운드(lbf/in^{2})보다 큰 영스모듈러스를 갖는 소재로 형성된다. 동일한 스페이서는 더 많거나 적은 수의 스페이서를 사용하는 길이가 가변하는 다양한 크기의 공구, 예컨대 길이 및/또는 직경의 공구에 사용될 수 있다. 대량의 제조와 연계하여 스페이서를 표준화하는 것은 훌륭한 절약을 가능하게 한다. 기술적인 점으로부터, 스페이서는 굽힘 모멘트에 대한 최대 저항(즉 최고 단면 계수) 위치에 스페이서의 딱딱한 소재를 위치시킨다. 임의로 프리로드 너트를 우선 프리로드하고, 임의로&추가적으로 캡을 프리로드함으로써, 스페이서 소재의 압축강성을 더욱 이용할 수 있다. 또한, 스페이서가 분리되거나, 미끄러지거나 아니면 서로에 대해 움직일 때, 굽힘 모멘트를 받는 공구의 당겨지는 반쪽 상에 "내장된(built-in)" 경감점(relief points)이 있다. 바람직한 실시예에서, 공구가 사용될 때 인장 결합력이 일어나지 않도록 충분히 시스템을 프리로드 하는 것이 가능하다. 마지막으로, 스페이서와 프리로드 너트와 같은 공통부품은 부품을 최소화한다(제조 비용 감소).

[0009] 소재제거공구의 바람직한 실시예는 결합단부에 놓여진 하우징과, 하우징으로부터 말단부까지 길이방향으로 연장된 연장부, 연장부를 따라 배열된 복수의 스페이서, 및 연장부의 말단부에 놓여진 너트를 구비하는데, 복수의 스페이서는 강철 영스모듈러스의 약 1.5배보다 큰 영스모듈러스를 갖는 소재로 형성된다.

[0010] 소재제거공구를 제조하는 방법의 바람직한 실시예는 적어도 연장부의 일부를 따라 복수의 스페이서를 배열하는 방법을 구비하는데, 연장부는 소재제거공구의 하우징으로부터 말단부까지 길이방향으로 뻗어있고, 연장부의 말단부에 너트를 체결하는 방법, 및 복수의 스페이서를 압축되도록 프리로딩하는 방법을 구비하는데, 복수의 스페이서는 강철 영스모듈러스의 약 1.5배보다 큰 영스모듈러스를 갖는 소재로 형성된다.

[0011] 공작물을 가공하는 방법의 바람직한 실시예는 소재제거공구로 공작물로부터 소재를 제거하는 방법을 구비하는데, 소재제거공구는 하우징으로부터 말단부까지 길이방향으로 연장된 연장부, 연장부를 따라 배열된 복수의 스페이서, 및 연장부의 말단부에 놓여진 너트를 구비하는데, 복수의 스페이서는 강철 영스모듈러스의 약 1.5배보다 큰 영스모듈러스를 갖는 소재로 형성된다.

[0012] 상기의 일반적인 설명과 아래의 상세한 설명은 모두 바람직하고 설명적이며 청구된 발명에 추가적인 설명을 제공하도록 의도되었다.

실 시 예

[0021] 도 2는 부분적으로 분리된, 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예의 대략도를 도시한다. 소재제거공구(200)는 결합단부(204)에 하우징(202)을 구비하고 소재제거단부(206)를 구비한다. 연장부(208)는 하우징(202)으로부터 말단부(210)까지 길이방향으로 연장된다. 너트(212)는 연장부(208)의 말단부(210)에 있고 캡(214)은 연장부(208)의 말단부(210)에 장착된다. 캡(214)은 복수의 절삭인서트(216)를 구비한다.

[0022] 복수의 스페이서(218)는 연장부(208)의 적어도 일부를 따라 배열된다. 스페이서(218)는 강철의 영스모듈러스의 약 1.5배, 선택가능하기로 약 2배, 즉, 약 40×10^{6} lbf/in^{2}, 약 50×10^{6} lbf/in^{2}, 약 60×10^{6} lbf/in^{2}, 또는 그 이상의 영스모듈러스를 갖는 소재로 형성된다. 바람직한 실시예에서, 스페이서(218)는 초경합금으로 형성된다. 스페이서(218)는 소재제거공구 상에 위치될 때 굽힘 모멘트에 대한 소재제거공구의 회대 저항(즉, 최고 단면 계수) 위치에 스페이서의 딱딱한 소재를 위치시키는 임의의 물리적 형태를 취할 수 있다. 물리적 형태의 바람직한 실시예는 와셔의 형상이다. 추가적인 바람직한 실시예에서, 스페이서는 외경면과 내경면을 구비하고 외경면의 반경이 내경면의 반경대비 약 1.33배에서 약 2배까지의 범위를 갖는다.

[0023] 연장부를 따라 배열된 스페이서의 갯수는 소재제거공구의 길이를 기반으로 변한다. 도 3의 조립도에 도시되었듯이, 소재제거공구(300)는 게이지라인(302)으로부터 절삭단부(304)까지인 돌출길이 L을 갖고, 직경 D를 갖는다. 게이지라인은 작업시 가공공구와 접촉하는 결합단부의 최대 직경이다. 바람직한 실시예에서, 직경에 대한 돌출길이의 비율은 약 2:1에서 18:1이다. 표준길이는 약 2:1, 약 3:1, 약 4:1, 약 5:1, 약 6:1, 약 7:1, 약 8:1 및 약 12:1 이다. 그러나 그 작업에 사용될 수 있는 임의의 돌출길이와 직경은 개시된 스페이서를 사용하여 개선된다. 연장부의 길이가 소재제거공구 사이에서 변함에 따라, 연장부를 따라 배열된 스페이서의 갯수는 변한다.

[0024] 연장부는 강철이나 다른 고강성 소재로 만들어진 내부 부품이다. 연장부는 임의의 적당한 수단에 의해 하우징에 부착될 수 있다. 예컨대 도 1에 도시된 바와 같이, 연장부는 하우징 안으로 볼트 체결될 수 있다. 이와 달리, 예컨대 도 2에 도시된 바와 같이, 연장부는 주조, 단조 또는 가공으로 하우징 내부에 형성될 수 있다.

[0025] 소재제거공구(200)의 너트(212)는 예컨대 나사연결(threaded connection, 220)에 의해 연장부(108)에 부착된다. 만약 나사연결부가 사용된다면, 임의의 유형의 나사연결부가 사용될 수 있다. 그러나, 나사연결부는 연마된 나사인 것이 바람직하다. 주조나 절삭 나사도 사용될 수 있지만, 이 유형의 나사는 마찰에 의해 프리로드를 잃을 수 있다. 함몰부나 구멍과 같은 어댑터(222)는 스패너 렌치와 같은 조임공구의 부착을 위해 너트 상에 구비될 수 있다. 너트를 연장부에 부착하고 시스템 상에 프리로드를 성립시키는 다른 방법은 수축 끼움 기술로 너트를 부착하는 것이다. 여기서, 가열되고 팽창된 연장부에 너트를 부착하는 것은 연장부가 냉각될 때 본래의 길이로 되돌아옴에 따라 프리로드를 성립시킬 것이다.

[0026] 여장부(208)에 부착되었을 때, 너트(212)는 복수의 스페이서(218) 상에 임의의 압축 프리로드를 가한다. 적절한 압축 프리로드의 실례는 나사연결 내하중(proof load)의 약 75%이다. 강철 나사에 적절한 압축 프리로드의 다른 실례는 너트를 약 200에서 205 ft-lbf, 선택적으로 225 ft-lbs의 토크로 M39-4 나사를 사용하여 연장부(208)에 부착함으로써 달성된다. 압축 프리로드는 소재제거공구를 작동하는 동안 발생하는 임의의 인장력을 완화하는데 기여한다. 스페이서(218)가 압축 프리로드를 받기 때문에, 연장부(208)는 인장 프리로드를 받는다.

[0027] 연장부(208)의 말단부(210)에 장착된 캡(214)은 복수의 절삭인서트(216)를 구비한다. 각각의 절삭 인서트(216)는 캡(214) 내에 형성된 주머니의 안착면에 장착된다. 적절한 절삭인서트는 예컨대 밀링, 터닝, 보링과 같은 임의의 유형일 수 있다. 적절한 절삭 인서트의 바람직한 실시예는 2006년 4월 24일 출원된 제목 "탈착식 인서트와 이를 구비한 소재제거공구"인 미국 출원 번호 제 11/409,089에 개시된 탈착식 인서트인데, 이에 대한 전체 내용이 여기에 참조로 병합되어 있다.

[0028] 너트(212)와 캡(214)이 모두 소재제거공구(200)에 구비될 때, 너트(212)는 말단부(210)에서 연장부(208)의 둘레 주위에 위치되고 캡(214)은 연장부(208)의 말단부(210)의 횡단면에 장착된다. 예컨대 도2에 도시된 바와 같이,

캡(214)의 나사부(224)는 연장부(208)의 말단부(210)의 횡단면에 만들어진 나사산 안으로 나사체결될 수 있다.

[0029] 연장부(208)에 부착되었을 때, 캡(214)은 임의로 복수의 스페이서(218) 상에 압축 프리로드를 가질 수 있다. 연장부 안으로 나사체결되는 캡으로 인해 야기된 적절한 압축 프리로드의 실례는 약 150에서 약 250 ft-lbs, 선택적으로 약 200 ft-lbs의 토크로 M20-2.5, 7H 크기의 나사를 사용하여 캡(214)을 연장부(208)에 부착함으로써 달성된다. 캡(214)이 복수의 스페이서(218) 상에 압축 프리로드를 가할 때, 캡(214)은 또한 연장부(208)로 인장 프리로드를 가한다. 너트(212)와 캡(214)이 함께 사용될 때, 너트(212)는 제1 압축 프리로드를 가하고 캡(214)은 제2 압축 프리로드(및 각각의 인장 프리로드와 유사하게)를 가한다. 이와 다르게, 제1 압축 프리로드는 제2 압축 프리로드보다 클 때, 주요한 프리로드로 간주될 수 있고, 그 반대 경우도 같다. 이와 다르게, 캡은 너트 상에 영향을 주지 않고 또는 최소한의 영향을 주고 캡을 우선적으로 제거할 수 있도록 낮은 압축 프리로드에서 조립된다. 프리로드 캡은 또한 사용중에 너트와 같은 다른 프리로드 기구가 너무 빨리 느슨해진 경우 스페이서 상에 충분하고 지속적인 프리로드를 보장해줄 수 있다.

[0030] 소재제거공구(200)의 결합단부(204)에서 하우징(202)은 HAAS VF6 밀링 머신과 같이 작업중 가공공구에 부착된다. 하우징은 바람직한 가공공구에 부착될 수 있는 임의의 적절한 형태를 가질 수 있다. 바람직한 실시예에서, 하우징은 예컨대 결합단부(204)의 후방이나 전방으로 테이퍼된(tapered), 테이퍼면을 구비한다. 전환부(226)는 임의로 하우징(202)의 한쪽 단부에 구비될 수 있다. 전환부(226)의 실례는 작업중인 머신 또는 수용 시스템에 결합하는 적어도 하나의 특징을 구비한다. 예컨대, 전환부(226)는 원형 그루브(228)를 구비할 수 있다. 원형 그루브(228) 또는 유사한 구조는 소재제거공구(200)를 다양한 소재제거공구를 수용하기 위해 가공 작업에 사용되는 회전식 수용 시스템에 결합시키는 부착점을 구비할 수 있다. 다른 실례에서, 전환부(226)는 키 슬롯(230)을 구비할 수 있다. 키 슬롯(230) 또는 유사한 구조는 소재제거공구가 사용을 위해 장착되었을 때 가공공구 상에 방향이나 대응하는 특징을 갖는 결합면을 구비할 수 있다.

[0031] 소재제거공구에서 개별적인 부품을 사용하는 것은 몇가지 유리함이 있다. 예컨대, 현재 개시된 캡은 소재제거공구 전체 조립체를 버리지 않고 캡의 부품 교환을 가능하게 한다. 개별적으로 교체가능한 너트, 스페이서, 및 적용할 수 있다면, 연장부 및 하우징을 구비함으로써 유사한 유리함이 달성된다.

[0032] 도 3은 조립된, 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예의 대략도를 도시한다. 사용중 소재제거공구(300)는 절삭단부(304)를 P방향으로 구부리는 후퇴력을 받는다. 이것은 소재제거공구의 일측에 압축력(C)을 가하고 소재제거공구의 타측에 인장력(T)을 가한다. 그러나 압축력을 받은 프리로드는 소재제거공구의 그 측면 상에 실현된 인장력을 완화시키도록 작용한다. 덧붙여서, 인접한 스페이서들이 움직임에 제한을 받지 않기 때문에, 스페이서는 틈이 벌어지거나, 미끄러지거나 또는 인장력을 받을때 이격될 수 있다. 이것은 인장력을 받을 때 소정의 경감점(relief point)을 형성하는 것과 유사하고 소재제거공구의 파괴를 줄이도록 기여한다.

[0033] 도 4A 및 도 4B는 스페이서를 구비한 소재제거공구를 사용할 때 관측된 변형에 관한 것이다. 도 4A는 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구의 대략적인 묘사를 도시한다. 이 소재제거공구는 도 2 및 도 3에 대해 도시되고 기술된 바와 같이 기본적이다. 도 4A는 또한 극단적으로 단순하게 후퇴력을 묘사하는 가압력(F)을 받은 소재제거공구(400)를 도시한다. 가압력(F)은 공구의 절삭단부에 가해지고 옆으로 변형을 일으킨다. 각변형과 굽힘 모멘트(402)는 모두 도 4A에 도시된다. 시험을 거친 소재제거공구(400)는 5:1의 비율을 갖는다. 장착부(404)는 경성이라고 가정하였고 옆방향 변형은 Kistler 9255A 검력계를 사용하여 측정되었다. 도 4B는 도 4A에 도시된 소재제거공구의 양방향에 변형 함수에 따른 가압력의 그래프이다. 소재제거공구는 2방향에서 측정되었다. 첫번째 방향은 키 슬롯에 평행하고(도 2 및 도 3 참조) 두번째 방향은 키 슬롯에 90도이다. 도 4B에 도시된 바와 같이 소재제거공구의 결과적인 성능은 기본적으로 동일한데, 즉 기구 오차를 감안하면, 평행한 방향과 90도 방향 모두 동일하다.

[0034] 도 5A 및 도 5B는 경성 강철로 된 소재제거공구를 사용할 때 관측된 변형에 관한 것이다. 도 5A는 경성 강철 몸체를 구비한 소재제거공구(500)의 대략적인 묘사를 도시한다. 도 5B는 도 5A에 도시된 소재제거공구의 양방향에 변형 함수에 따른 가압력의 그래프이다. 소재제거공구(500)는 도 4A의 소재제거공구(400)의 그것과 동일한 조건하에 시험되었고 동일한 시험방식이 사용되었다. 도 5B에 도시된 바와 같이, 소재제거공구의 결과적인 성능은 기본적으로 동일한데, 즉 기구 오차를 감안하면, 평행한 방향과 90도 방향 모두 동일하다.

[0035] 도 4B의 결과와 도 5B의 결과를 비교하면, 스페이서를 구비한 소재제거공구(도 4A)는 동일한 양의 변형을 달성하는데 더 많은 응력이 필요한데, 스페이서를 구비한 소재제거공구에서 0.003인치 변형에 500 lbs의 응력이 가해진 반면 경성 강철 몸체를 구비한 소재제거공구(도 5A)에서 동일한 변형에 300 lbs의 응력이 가해졌다. 다시 말하자면, 스페이서를 구비한 소재제거공구는 경성 강철을 구비한 소재제거공구보다 1.5배에서 2배 정도

강하다. 스페이서를 구비한 소재제거공구는 대략 스페이서의 소재와 강철 사이의 영스모듈러스 차이만큼 경성 강철을 구비한 소재제거공구보다 더 강하다고 결론지을 수 있다. 동일한 소재제거공구 상의 스페이서들 간에 다른 소재가 사용된다면, 강철 소재제거공구와 비교해서 소재제거공구의 강성 예측/비교는 오일러-베르누이(Euler-Bernoulli) 방정식을 사용함으로써, 그리고 개별적인 스페이서들의 영스모듈러스와 게이지라인으로부터의 거리관계의 값으로부터 발생하는 영스모듈러스에서의 길이변수를 고려함으로써 만들어질 수 있다.

[0036] 도 6은 경성 강철 몸체(제명 "경성 강철" 곡선(600))를 구비한 소재제거공구의 양방향에서 각변형 함수에 따른 가압 굽힘 모멘트의 그래프이고 초경합금 스페이서(제명 "카바이드 와셔" 곡선(602))를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예이다. 측정은 도 4B 및 도 5B와 같이 키 슬롯에 평행 및 90도로 실시되었다. 여기서, 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구는 높은 가압 굽힘 모멘트에서 적은 변형을 나타내서, 더 강한 공구임을 나타낸다. 동일한 변형을 위하여, 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구는 가압 굽힘 토크의 대략 1.5배가 필요하고, 경성 강철 몸체와 초경합금 와셔로 강화된 공구 사이의 소재 물성 차이를 갖는다.

[0037] 도 6을 참조하면, 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예에서 정적 강도(static rigidity)는 경성 강철 몸체를 구비한 소재제거공구의 그것과 비교되었다. 정적 강도는 1분의 어댑터 각 변형을 만들기 위해 필요한 양의 굽힘 모멘트(in*lbs로 측정된)로 정의되었다. 이 결과는 테이블 1에 요약되어 있다.

[0038]

경성 강철을 구비한 소재제거공구	초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구	인자
3213 in*lbs/분	528 in*lbs/min	1.7

[0039] 테이블 1: 정적 강도

[0040] 도 7은 공작물(702)로부터 소재를 제거하기 위해 작업중인, 스페이서(700)를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예를 도시한다. 스페이서(700)를 구비한 소재제거공구의 각각의 경로 사이에 소재가 절삭 깊이(DOC)와 절삭 너비(WOC)로 제거된다. 절삭 깊이는 "딱딱거림(chatter)"이 관찰되지 않고 소재제거공구의 단일 경로에 의해 제거될 수 있는 너비로 소재의 최대 깊이가 되도록 형성되는데, 딱딱거리는 진동은 공구의 변형을 야기하고 전형적으로 절삭 인서트가 공작물을 뛰어 넘고 다시 접촉하여 가공을 계속하는 것과 관련된 주파수를 만든다. 비교 밀링 절삭이 수직 밀링 머신 HAAS VF6(30HP)를 사용하여 실행되었다. 밀링 매개변수는

[0041] 절삭 너비: 1.0 inches

[0042] 절삭 속도: 400 sfm

[0043] 이송 속도: 치형당 0.10 inch (ipt)

[0044] 이 시험의 결과는 테이블 2에 도시되었다.

[0045]

매개변수	경성 강철을 구비한 소재제거공구	초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구
최대 절삭 깊이	0.040 inches	0.080 inches

[0046] 테이블 2: 밀링 절삭 비교 시험

[0047] 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구는 무진동 환경 또는 실질적인 무진동 환경에서 2배 긴 절삭 깊이를 나타냈다. 밀링 절삭 비교 시험은 프리로드된 스페이서를 구비한 소재제거공구는 4:1에서 8:1의 비율(직경대 길이)을 갖는 소재제거공구의 높은 성능을 제공하고 높은 비율을 갖는 소재제거공구가 예컨대 실질적으로 개선된 성능과 같은, 일관된 결과를 나타낸다는 것을 제안한다.

[0048] 비록 바람직한 실시예와 연계하여 기술되었지만, 구체적으로 기술되지 않은 추가, 삭제, 변형 및 대체가 첨부된 청구항에 기재된 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않고 가능하다는 것은 당업자들에게 인정받을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 아래 상세한 설명은 구성요소에 숫자가 지정된 첨부 도면과 연계하여 볼 수 있다.

[0014] 도 1은 하나의 초경합금 몸체를 구비한 종래 기술의 공구를 도시한다.

[0015] 도 2는 부분적으로 분리된, 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예의 대략도를 도시한다.

[0016] 도 3은 조립된, 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예의 대략도를 도시한다.

[0017] 도 4A 및 도 4B는 스페이서를 구비한 소재제거공구를 사용할 때 측정된 변형에 관한 것이다. 도 4A는 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구의 도식적인 묘사를 도시한다. 도 4B는 도 4A에 도시된 소재제거공구의 양방향에 변형 함수에 따른 가압력의 그래프이다.

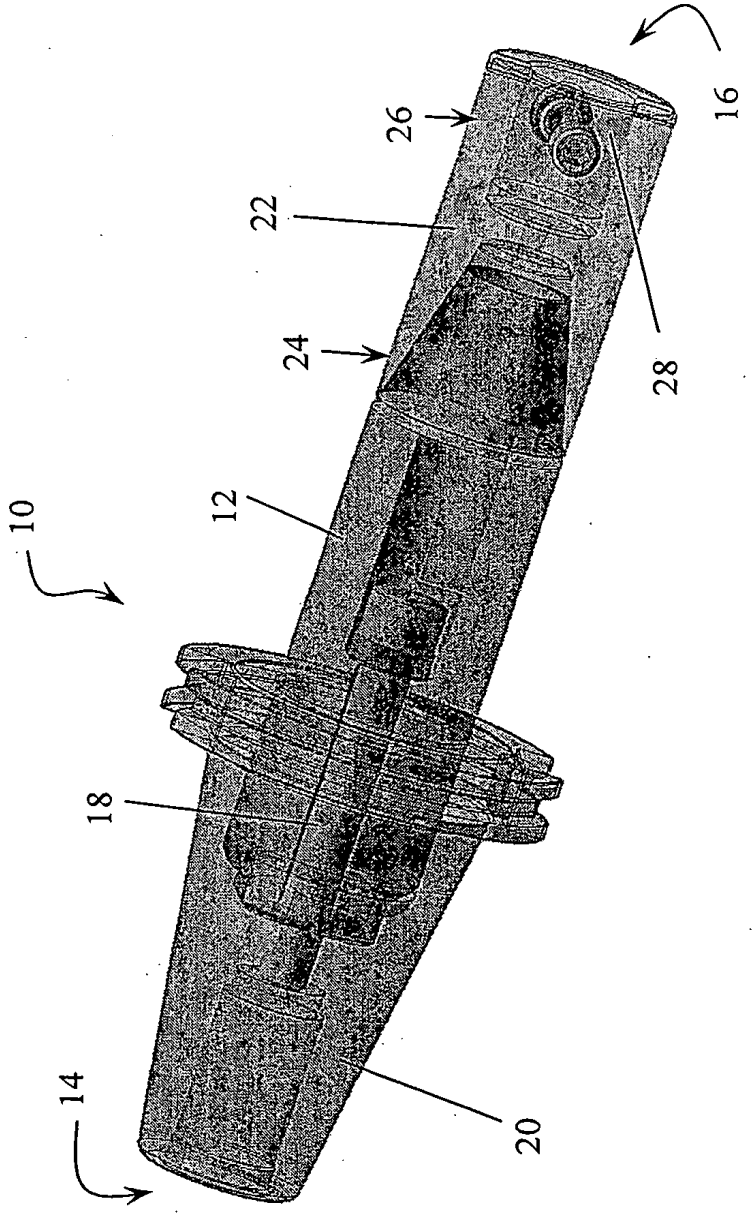
[0018] 도 5A 및 도 5B는 경성 강철로 형성된 소재제거공구를 사용할 때 측정된 변형에 관한 것이다. 도 5A는 돌출 길이를 위한 경성 강철을 구비한 소재제거공구의 도식적인 묘사를 도시한다. 도 5B는 도 5A에 도시된 소재제거공구의 양방향에 변형 함수에 따른 가압력의 그래프이다.

[0019] 도 6은 경성 강철 연장부를 구비한 소재제거공구 및 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예의 양방향에 각변형 함수에 따른 가압 굽힘 토크의 그래프이다.

[0020] 도 7은 공작물로부터 소재를 제거하도록 작용하는 초경합금 스페이서를 구비한 소재제거공구의 바람직한 실시예를 도시한다.

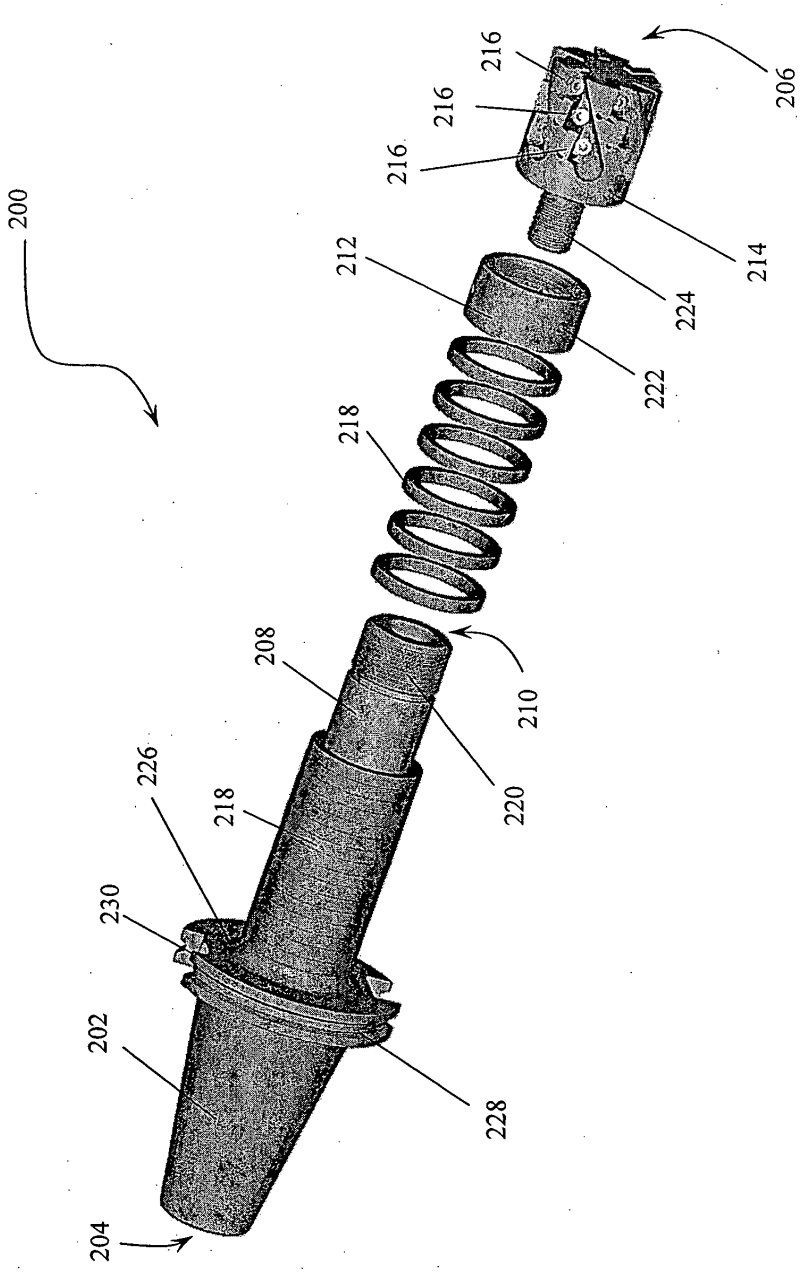
도면

도면1

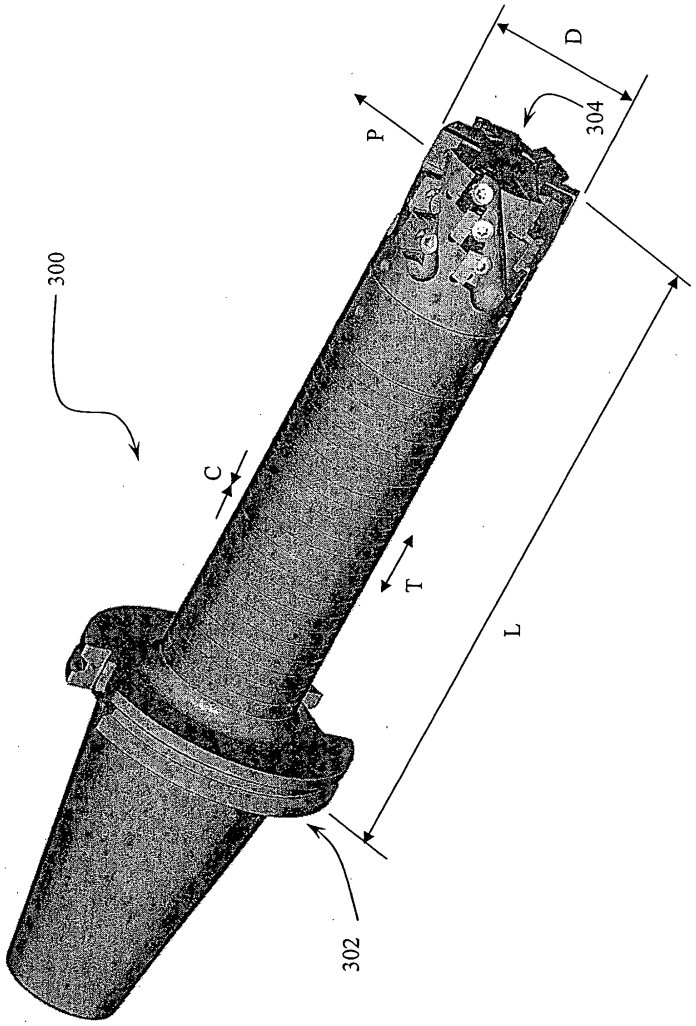


종래기술

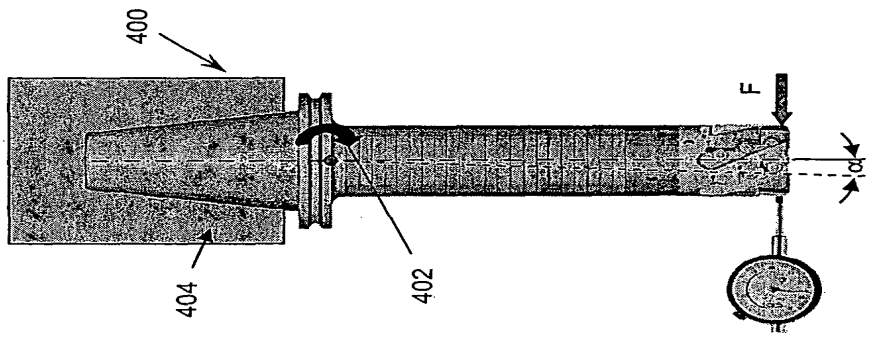
도면2


200
206
216
216
216
214
212
224
222
218
208
210
220
226
218
230
202
228
204

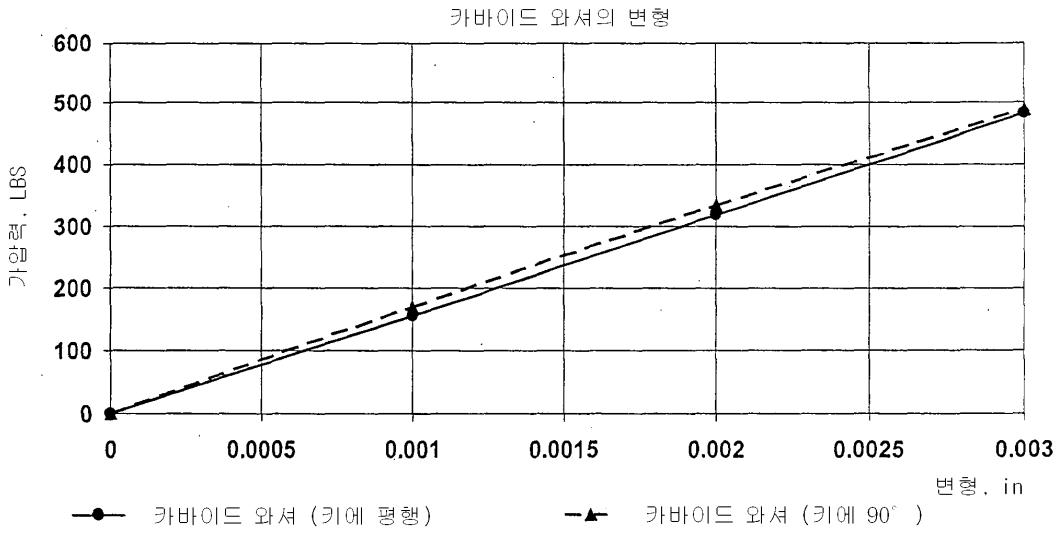
도면3



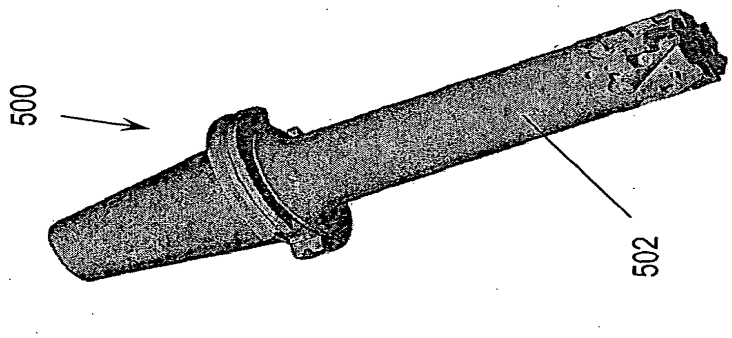
도면4A



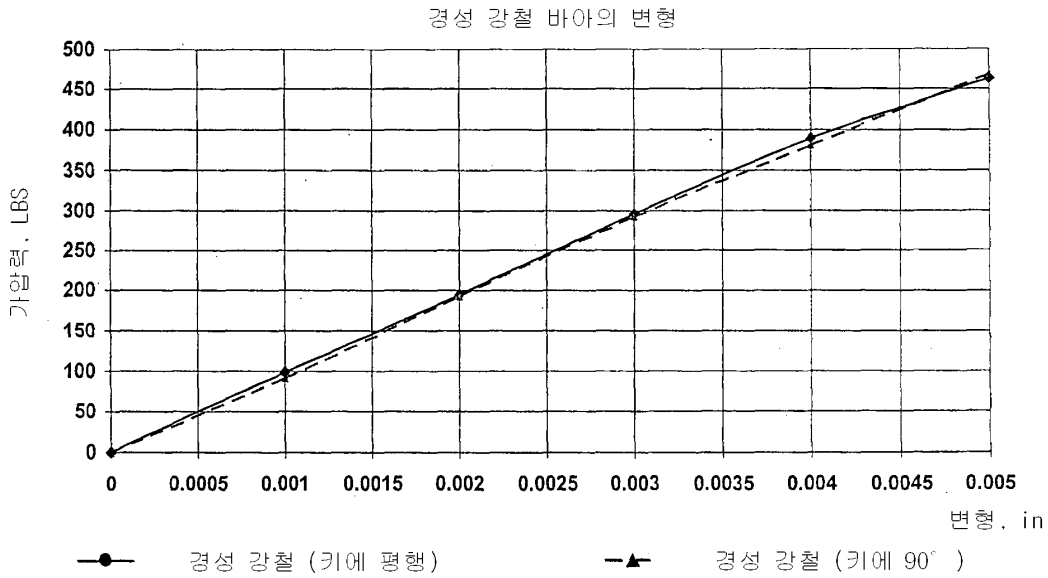
도면4B



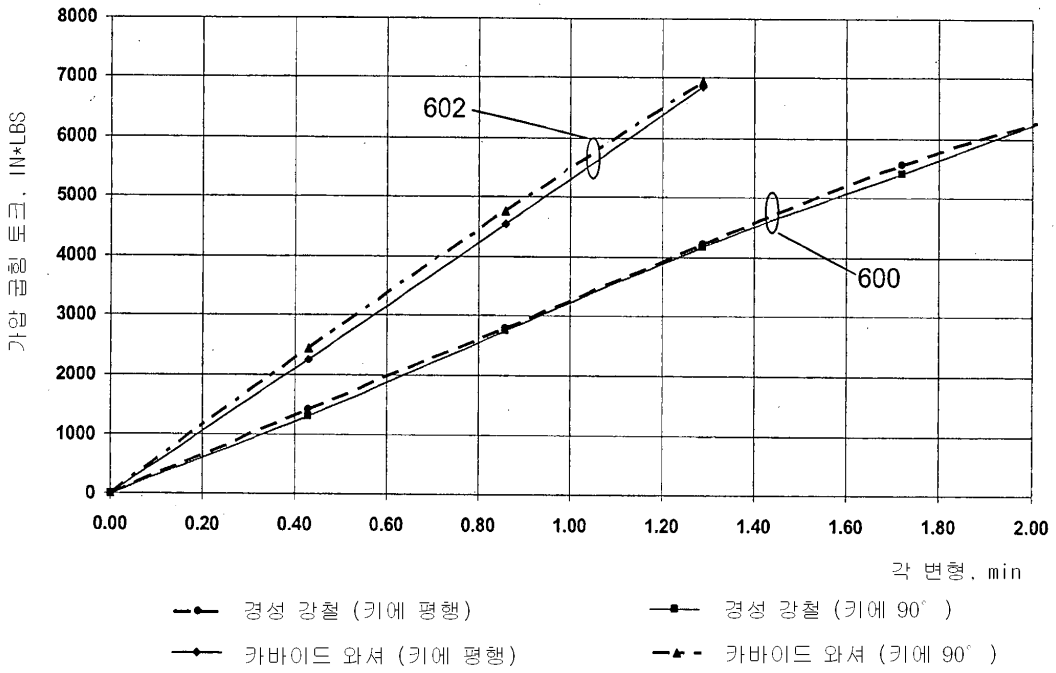
도면5A



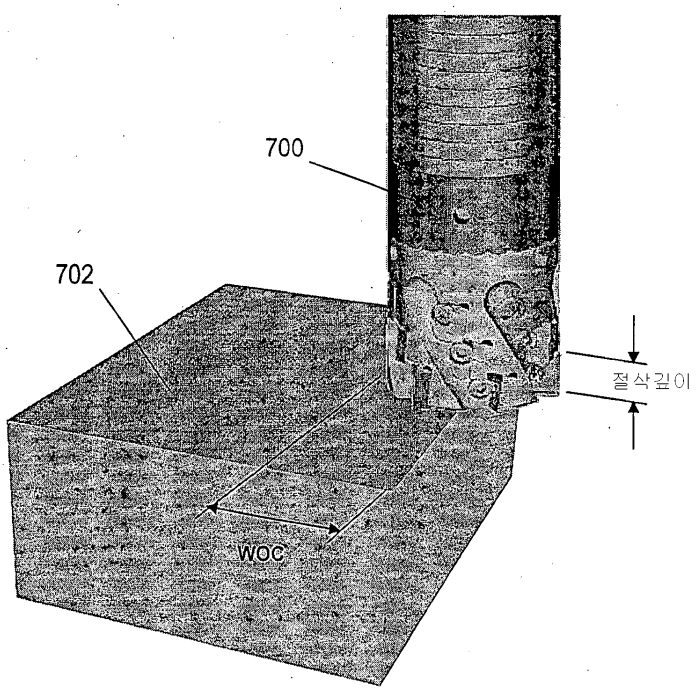
도면5B



도면6


8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
1.00
1.20
1.40
1.60
1.80
2.00
602
600
가압 굽힘 토크, IN*LBS
각 변형, min
경성 강철 (키에 평행)
경성 강철 (키에 90°)
카바이드 와셔 (키에 평행)
카바이드 와셔 (키에 90°)

도면7


700
702
절삭깊이
WOC