(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0033357
(43) 공개일자 2014년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E21B 10/46 (2006.01) *E21B 7/00* (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01) *B21K 5/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7028274
(22) 출원일자(국제) 2012년03월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년10월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/030804
(87) 국제공개번호 WO 2012/135257
국제공개일자 2012년10월04일
(30) 우선권주장
61/468,414 2011년03월28일 미국(US)

(71) 출원인
다이아몬드 이노베이션즈, 인크.
미합중국 오하이오 43085 워싱톤 헌트레이 로드 6325
(72) 발명자
벅스바움 데이비드 웨인
미국 43212 오하이오주 컬럼버스 애쉬랜드 애비뉴 1250
크리쉬난 네일
미국 43085 오하이오주 컬럼버스 그랜드 바하마 드라이브 7450
(74) 대리인
특허법인코리아나

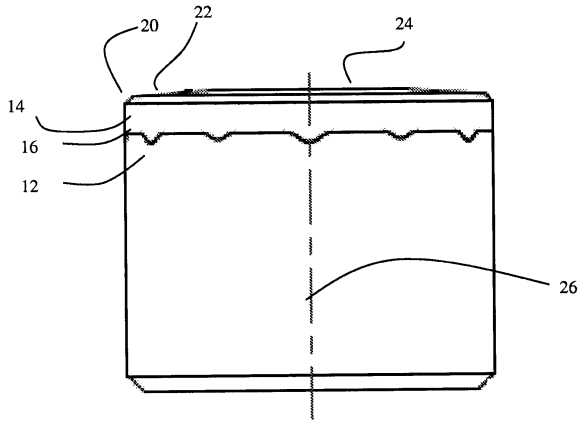
전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 발명의 명칭 **수정된 표면을 가지는 절삭 요소**

(57) 요 약

절삭 요소는 절삭면 및 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함한다. 절삭 요소는 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도로 각진 절삭면의 적어도 제 1 부분을 포함한다. 절삭 요소는 기재, 초연삭재 층, 및 기재와 초연삭재 층 사이의 계면을 추가로 포함할 수 있다. 또한, 절삭면은 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 갖는다.

대 표 도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

절삭면 및 상기 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함하는 절삭 요소로서,

상기 절삭면의 적어도 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이루는, 절삭 요소.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 다이아몬드 테이블을 포함하고,

상기 절삭면은 상기 다이아몬드 테이블의 상부 표면에 위치하는, 절삭 요소.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 기재 (substrate) 를 더 포함하는, 절삭 요소.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

챔퍼를 더 포함하는, 절삭 요소.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 챔퍼는 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 대해 약 20 도 ~ 약 70 도를 이루는, 절삭 요소.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면은 약 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 가지는, 절삭 요소.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 절삭면은 약 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 가지는, 절삭 요소.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 다이아몬드 테이블과 상기 기재 사이에 계면을 더 포함하는, 절삭 요소.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 계면은 비평면인, 절삭 요소.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면은 적어도 제 2 부분을 더 포함하고, 상기 절삭면은, 상기 제 1 부분의 각도와 다른, 상기 절삭 요

소의 상기 종방향 축선에 대한 각도를 가지는, 절삭 요소.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 절삭면은 상기 절삭면의 3 개 이상의 부분들을 더 포함하고, 상기 부분들 각각은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 대해 상이한 각도를 가지는, 절삭 요소.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면은 볼록한, 절삭 요소.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면의 상기 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선 주위에 링을 형성하고, 상기 링의 반경방향 치수는 약 0.5 ㎜ ~ 약 8 ㎜ 인, 절삭 요소.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면의 상기 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선을 둘러싸고, 상기 종방향 축선에 가장 가까운 상기 절삭면의 상기 제 1 부분의 규모 (extent) 는 적어도 2 개의 반경을 가지고, 제 1 반경은 제 2 반경 이상인, 절삭 요소.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면의 상기 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 있는 상기 절삭면 상의 점을 둘러싸고 포함하는, 절삭 요소.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 절삭면의 상기 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 있는 상기 절삭면 상의 점을 포함하는, 절삭 요소.

청구항 17

절삭면을 포함하는 절삭 요소로서,

상기 절삭면의 적어도 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이루고,

상기 절삭면은 약 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 가지는, 절삭 요소.

청구항 18

다이아몬드 테이블, 기재, 및 상기 다이아몬드 테이블과 상기 기재 사이의 비평면의 계면을 포함하는 절삭 요소로서,

상기 다이아몬드 테이블은 절삭면을 포함하고,

상기 절삭면의 적어도 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이루고,

상기 절삭면은 약 5 ~ 약 7 마이크로인치의 표면 거칠기를 가지고,

상기 절삭면의 상기 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선 주위에 링을 형성하고, 상기 링의 반경방

향 치수는 약 0.5 ㎜ ~ 약 8 ㎜ 인, 절삭 요소.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 계면은 별 모양의 계면 (star interface) 인, 절삭 요소.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 기재는 크롬을 함유한 초경 합금 기재를 포함하는, 절삭 요소.

청구항 21

제 18 항에 있어서,

상기 다이아몬드 테이블은 침출되는 (leached), 절삭 요소.

청구항 22

제 18 항에 있어서,

상기 링의 상기 반경방향 치수는 약 2 ㎜ ~ 약 4 ㎜ 인, 절삭 요소.

청구항 23

절삭면 및 상기 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함하는 절삭 요소로서,

상기 절삭면의 적어도 제 1 부분은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이루고,

상기 절삭 요소는 적어도 20 분 동안 16 ㎜ 동적 충격 테스트를 받을 때 치핑 (chip) 되지 않는, 절삭 요소.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 적어도 60 분 동안 16 ㎜ 동적 충격 테스트를 받을 때 치핑되지 않는, 절삭 요소.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 적어도 120 분 동안 16 ㎜ 동적 충격 테스트를 받을 때 치핑되지 않는, 절삭 요소.

청구항 26

제 23 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 직립 터릿 선반 (vertical turret lathe; VTL) 테스트를 받을 때 적어도 60,000 리니어 피트에 대해 약 5e-4 in^3 미만의 마모 체적으로 절삭하는, 절삭 요소.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 상기 VTL 테스트를 받을 때 적어도 80,000 리니어 피트에 대해 약 1e-3 in^3 미만의 마모 체적으로 절삭하는, 절삭 요소.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 절삭 요소는 약 98,000 피트 이상의 평균 거리에서 치핑을 보이는, 절삭 요소.

청구항 29

제 26 항에 있어서,

CVD 다이아몬드를 함유한 코팅을 더 포함하는, 절삭 요소.

청구항 30

제 26 항에 있어서,

나노 결정질 다이아몬드를 함유한 코팅을 더 포함하는, 절삭 요소.

청구항 31

절삭 요소의 제조 방법으로서,

절삭면을 가지는 절삭 요소를 형성하는 단계; 및

상기 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 상기 절삭면의 적어도 제 1 부분을 형성하도록 상기 절삭면을 수정하는 단계를 포함하고, 상기 수정하는 단계는 상기 절삭면의 상기 제 1 부분에 약 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 제공하는, 절삭 요소의 제조 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 수정하는 단계는, 래핑 (lapping), 폴리싱, 연마 연삭, 방전 머시닝 방법, 방전 연삭 방법, 마찰화학적 (tribochemical) 머시닝, 레이저 절삭의 군에서 선택되는, 절삭 요소의 제조 방법.

청구항 33

지하 형성물 (subterranean formations) 드릴링용 절삭 요소로서,

상기 절삭 요소는 절삭면, 상기 절삭면의 주연부에서의 절삭날, 및 상기 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함하고,

상기 절삭면은 상기 절삭 요소의 상기 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이루는 적어도 제 1 부분을 포함하고,

상기 절삭면의 상기 제 1 부분의 적어도 일부가 상기 지하 형성물과 맞물리도록 상기 절삭 요소는 상기 지하 형성물을 플라우 (plow) 및 전단하는, 지하 형성물 드릴링용 절삭 요소.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 절삭 요소가 상기 지하 형성물 안으로 절삭하는 깊이는 적어도 약 250 미크론인, 지하 형성물 드릴링용 절삭 요소.

청구항 35

제 33 항의 절삭 요소를 사용하는 방법으로서,

지하 형성물 안으로 적어도 100 미터의 거리까지 상기 절삭 요소를 절입시키는 단계, 및

상기 절삭 요소의 제 1 부분의 적어도 일부가 상기 지하 형성물에 맞물리도록 상기 지하 형성물을 플라우 및 전단하는 단계를 포함하는, 절삭 요소를 사용하는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 절삭 요소, 예를 들어, 지하 형성물 (subterranean formations) 을 드릴링하는데 사용되는 커터에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 개시는 오일, 가스, 지열 또는 다른 지하 시추공의 드릴링 또는 확장시 발생할 수도 있는 것과 같은, 굴착 또는 착암에 사용되는 드릴 비트 또는 다른 공구에 설치되도록 된 절삭 요소, 이를 갖춘 비트 및 공구에 관한 것이다. 절삭 요소는 종방향 축선에 대해 약 81 도 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 적어도 제 1 부분을 포함한다. 본 개시는 또한 절삭 요소를 제조하는 방법, 및 절삭 요소를 사용하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이하 배경기술의 논의에서, 임의의 구조 및/또는 방법이 참조된다. 그러나, 다음 참조는, 이 구조 및/또는 방법이 종래 기술을 구성하고 있음을 인정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 출원인은, 이러한 구조 및/또는 방법이 종래 기술로서 자격이 없다는 것을 보여줄 권리를 분명히 가지고 있다.

[0003] 지하 형성물을 드릴링하는데 일반적으로 사용되는 드릴 비트의 한 가지 유형은 드래그 비트 또는 고정 커터 비트이다. 이러한 드릴 비트는, 지하 형성물을 절삭, 플라우 (plow), 및 전단하기 위해서 드릴 비트에 경납땜되거나 프레싱되는 많은 커터 또는 절삭 요소를 사용한다.

[0004] 현재 이용가능한 커터는, 절삭 요소의 종방향 축선을 가로지르고 절삭 요소의 상부 표면을 형성하는 평면의 절삭면을 포함한다. 도 20a 는 적어도 하나의 종래의 절삭 요소 (109) 를 포함하는 종래의 드래그 비트 (107) 로 절삭하는 예이다. 절삭 요소 (109) 는 지하 형성물을 드릴링하기 위해 드래그 비트 (107) 에 경납땜되거나 프레싱된다. 절삭 요소 (109) 는 사면 경사각 (β) 으로 불리는 특정 각도로 드래그 비트 (107) 에 장착된다. 사면 경사각 (β) 은 드래그 비트 축선 (110) 과 초연삭재 재료로 된 전방 표면 (112) 사이의 각도이다. 많은 드래그 비트에서 사면 경사각은 약 15° ~ 약 25° 이지만, 30° 또는 심지어 45° 일 수 있다.

[0005] 도 20a 에 도시된 대로, 절삭 요소는 절삭 작업 중 구멍을 형성하기 위해서 지하 형성물 (108) 을 플라우 및 전단할 것이다. 도 20b 에 도시된 대로, 임의의 드릴링 기간 후, 절삭 요소는, 사면 경사각 (β) 에 대략적으로 여각인 마모각 (γ) 을 갖는 마모 패턴 또는 마모 표면 (114) 을 일반적으로 가질 것이다. 마모각 (γ) 은 절삭 요소의 종방향 축선 (116) 과 마모 표면 (114) 사이의 각도이다.

[0006] 도 20b 에 나타낸 각도로 마모할 뿐만 아니라, 커터 로딩은 그렇지 않으면, 커터가 사용된 직후에 그리고 커터가 절삭날에서 자연스럽게 평평한 표면으로 마멸되거나, "평평하게 마모" 되기 전에, 비챔퍼 절삭날에서 다이아몬드층의 치핑 (chipping) 또는 스폴링 (spalling) 을 유발할 수도 있다. 마모 중 절삭면의 치핑은 절삭날의 열화를 이끌고, 그리하여 드릴링 작동 중 지하 형성물의 비효율적인 플라우 및 전단을 이끈다.

[0007] 드릴링의 초기 스테이지 동안 단위 응력을 낮추는 작은 하중 지탱 면적을 제공함으로써 베벨 또는 챔퍼는 하중 유도 응력 집중으로부터 절삭날을 보호하는 것으로 확인되었다. 그러나, 도 21 에 나타낸 커터와 같은, 챔퍼를 가지는 커터조차도 마모 중 여전히 전형적으로 절삭면의 치핑을 겪는다.

[0008] 다른 커터는 연속 만곡 표면의 형태인 비평면의 절삭면을 포함하였다. 또다른 커터는 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 다른 각도를 가지는 하나를 초과하는 챔퍼를 포함하는 절삭면을 포함하였다. 이 커터는 커터 내구성의 일부 증대를 달성할 수도 있었지만, 개선의 여지가 많이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 개시의 절삭 요소는 사용 중 절삭 요소의 절삭면의 치핑 양을 감소시킴으로써 더 긴 마모 수명을 갖는다. 개시된 절삭 요소는 각진 표면을 가지는 종래의 것과 달리 절삭면의 일부를 통합함으로써 마모 수명을 개선하고 적어도 치핑을 감소시킨다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 제 1 양태는, 절삭면 및 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함한 절삭 요소를 포함한다. 절삭면은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 적어도 제 1 부분을 포함한다.

[0011] 본 발명의 제 2 양태는 절삭면을 포함한 절삭 요소를 포함한다. 절삭면은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 적어도 제 1 부분을 포함한다. 또한, 절삭면은 약 40 마이크로인치 이하

의 표면 거칠기를 갖는다.

[0012] 본 발명의 제 3 양태는, 다이아몬드 테이블, 기재 (substrate), 및 다이아몬드 테이블과 기재 사이의 비평면의 계면을 포함하는 절삭 요소를 포함한다. 다이아몬드 테이블은 절삭면을 포함한다. 절삭면은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 적어도 제 1 부분을 포함한다. 절삭면의 상기 제 1 부분은 약 5 ~ 약 7 마이크로인치의 표면 거칠기를 갖는다. 또한, 절삭면의 상기 제 1 부분은 종방향으로 약 125 미크론 ~ 약 800 미크론의 규모 (extent) (도 29 에 나타낸 (A)) 를 갖는다.

[0013] 본 발명의 제 4 양태는, 절삭면 및 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함하는 절삭 요소를 포함한다. 절삭면의 적어도 제 1 부분은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이룬다. 또한, 절삭 요소는 적어도 약 20 분 동안 16 ㎜ 동적 충격 테스트를 받을 때 치핑되지 않는다.

[0014] 본 발명의 제 5 양태는, 절삭면을 가지는 절삭 요소를 형성하는 단계, 및 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 절삭면의 적어도 제 1 부분을 형성하도록 절삭면을 수정하는 단계를 포함하는, 절삭 요소의 제조 방법을 포함한다. 수정 프로세스는, 절삭면의 제 1 부분에서 약 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 제공한다.

[0015] 본 발명의 제 6 양태는, 절삭면, 절삭면의 주연부에서의 절삭날, 및 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함하는, 지하 형성물을 드릴링하기 위한 절삭 요소를 포함한다. 절삭면은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도로 적어도 제 1 부분을 포함한다. 절삭면의 제 1 부분의 적어도 일부가 지하 형성물과 맞물리도록 절삭 요소는 지하 형성물을 플라우 및 전단한다.

[0016] 본 발명의 제 7 양태는, 절삭면 및 절삭면을 통과하는 종방향 축선을 포함하는 절삭 요소를 포함한다. 절삭면의 적어도 제 1 부분은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 ~ 약 89 도의 각도를 이룬다. 또한, 절삭 요소는 20,000 미터에 대해 직립 터릿 선반 (VTL) 에서 마모 테스트를 받을 때 현저히 감소된 치핑을 갖는다.

[0017] 전술한 일반적 설명 및 하기 상세한 설명은 모두 예시적이고 설명하기 위한 것이고 청구된 바와 같은 본 발명의 추가 설명을 제공하기 위한 것임을 이해해야 한다.

[0018] 다음 상세한 설명은 첨부 도면과 관련하여 읽고 이해될 수 있으며 도면에서 유사한 도면부호는 유사한 요소를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 절삭 요소의 분해 사시도를 나타낸다.

도 2 는 도 1 의 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 3 은 도 1 의 절삭 요소의 부분 단면도를 나타낸다.

도 4 는 종방향 축선에 직교하는 도 1 의 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 5 는 선 V-V 를 따라서 절개한 도 1 의 절삭 요소의 분해 단면도를 나타낸다.

도 6 은 선 VI-VI 을 따라서 절개한 도 1 의 절삭 요소의 분해 단면도를 나타낸다.

도 7 은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 종방향 축선에 직교하는 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 8 은 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 종방향 축선에 직교하는 절삭 요소의 부분도를 나타낸다.

도 9 는 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 10 은 선 X-X 에 평행한 도 9 의 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 11 은 선 XI-XI 에 평행한 도 10 의 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 12 는 본 발명의 제 5 실시형태에 따른 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 13 은 선 XIII-XIII 에 평행한 도 12 의 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 14a 는 절삭면을 포함하는 상부층을 적용하기 전 본 발명의 제 6 실시형태에 따른 절삭 요소의 기재의 평면도를 나타낸다.

도 14b 는 도 14a 의 기재의 단면도를 나타낸다.

도 15a 는 절삭면을 포함하는 상부층을 적용하기 전 본 발명의 제 7 실시형태에 따른 절삭 요소의 기재의 평면도를 나타낸다.

도 15b 는 도 15a 의 기재의 단면도를 나타낸다.

도 16a 는 절삭면을 포함하는 상부층을 적용하기 전 본 발명의 제 8 실시형태에 따른 절삭 요소의 기재의 평면도를 나타낸다.

도 16b 는 도 16a 의 기재의 단면도를 나타낸다.

도 17 은 절삭 작업 중 본 발명의 제 9 실시형태에 따른 절삭 요소를 나타낸다.

도 18 은 동적 충격 테스트에서 상이한 절삭 요소들이 어떻게 수행하는지 보여주는 그래프이다.

도 19 는 직립 터릿 선반 테스트에서 상이한 절삭 요소들이 어떻게 수행하는지 보여주는 그래프이다.

도 20a 는 절삭 작업 중 종래의 절삭 요소를 구비한 드래그 비트를 나타낸다.

도 20b 는 임의의 마모량이 발생한 후 종래의 절삭 요소를 구비한 드래그 비트를 나타낸다.

도 21 은 직립 터릿 선반 테스트를 받은 후 공지된 절삭 요소의 사진이다.

도 22 는 직립 터릿 선반 테스트를 받은 후 본 발명의 제 10 실시형태에 따른 절삭 요소의 사진이다.

도 23 은 동적 충격 테스트를 받은 후 공지된 절삭 요소의 사진이다.

도 24 는 동적 충격 테스트를 받은 후 본 발명의 제 11 실시형태에 따른 절삭 요소의 사진이다.

도 25a 는 본 발명의 제 12 실시형태에 따른 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 25b 는 종방향 축선에 직교하는 도 25a 의 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 26a 는 본 발명의 제 13 실시형태에 따른 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 26b 는 종방향 축선에 직교하는 도 26a 의 절삭 요소의 도면을 나타낸다.

도 27 은 본 발명의 제 14 실시형태에 따른 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 28 은 본 발명의 제 15 실시형태에 따른 절삭 요소의 평면도를 나타낸다.

도 29 는 본 발명의 다양한 기하학적 특징들을 보여주는 표와 도면을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 개선된 절삭 요소가 개시된다. 이러한 절삭 요소는, 예를 들어, 그러나 비제한적으로, 드래그 비트에서 사용되는 초연삭재 커터로서 사용될 수 있다. 개선된 절삭 요소는, 다른 개선점 중에서, 치핑 감소, 개선된 마모, 및 더 긴 공구 수명을 포함한다. 개선은, 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 81 도 ~ 약 89 도의 각도를 가지는 절삭 요소의 절삭면의 제 1 부분을 부가한 것에 적어도 부분적으로 기인한다.

[0021] 개선된 절삭면을 포함하는 커터의 제 1 실시형태는 도 1 내지 도 6 에 도시된다. 절삭 요소 (10) 는 기재 (12), 초연삭재 층 (14), 및 기재 (12) 와 초연삭재 층 (14) 사이의 계면 (16) 을 포함한다. 초연삭재 층 (14) 은 절삭 요소 (10) 의 상부 표면을 형성하는 절삭면 (18) 을 포함한다. 일 실시형태에서, 절삭면은 챔퍼 (20), 제 1 부분 (22), 및 제 2 부분 (24) 을 포함할 수도 있다. 도 3 에 예시된 것처럼, 제 1 실시형태는 절삭 요소의 종방향 축선 (26) 에 대해 약 86 도의 각도를 갖는 절삭면의 제 1 부분을 가지고 있다. 이 특정한 실시형태에서, 초연삭재 층의 두께는 약 2.1 ㎜ 이고 절삭면의 제 1 부분의 축방향 치수는 약 0.009 ㎜ 이다.

[0022] 실시형태들에서, 계면은 별 모양의 계면 (star interface) 을 가질 수도 있다. 도 1 에서 볼 수 있듯이, 기재의 상부 표면은 다른 길이와 깊이의 교번하는 홈이 종방향 축선으로부터 방사하는 별모양의 패턴을 포함한다. 대응하는 표면은 상호 연결 계면을 형성하도록 초연삭재 층의 바닥 표면에 존재한다. 별모양의 패턴을 형성하는 2 개의 다른 홈 패턴에서 계면에서의 상호 작용은 도 5 및 도 6 의 분해 단면도에서 볼 수 있다.

[0023] 챔퍼 뿐만 아니라 절삭면의 단지 제 1 부분과 제 2 부분만 가지는 도 1 내지 도 6 의 실시형태 이외에, 다중 부

분을 가지는 절삭면이 형성될 수 있는데, 다중 부분 각각은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 다른 각도를 갖는다. 또한, 절삭 요소는 챔퍼를 가지고 형성될 수 있고 또는 챔퍼 없이 형성될 수 있다.

[0024] 도 7 은 제 2 실시형태를 도시한다. 절삭 요소 (30) 는 기재 (32), 초연삭재 층 (34), 및 계면 (36) 을 포함한다. 초연삭재 층 (34) 은, 제 1 부분 (40), 제 2 부분 (42), 및 제 3 부분 (44) 을 가지는 절삭면 (38) 을 포함한다. 적어도 제 1 부분은 약 81 도 ~ 약 89 도의 종방향 축선 (46) 에 대한 각도를 갖는다.

[0025] 도 8 은 제 3 실시형태를 도시한다. 절삭 요소 (50) 는 기재 (51), 초연삭재 층 (52), 및 계면 (53) 을 포함한다. 초연삭재 층 (52) 은, 제 1 부분 (55), 만곡 부분 (56), 및 제 2 부분 (57) 을 가지는 절삭면 (54) 을 포함한다.

[0026] 도 9 내지 도 11 은 제 4 실시형태를 도시한다. 제 4 실시형태는, 절삭면의 제 1 부분이 종방향 축선 주위에 균일한 링을 형성하지 않는 절삭 요소의 실시예이다. 절삭 요소 (60) 는 기재 (61), 초연삭재 층 (62), 및 계면 (63) 을 포함한다. 초연삭재 층 (62) 은, 제 1 부분 (65), 챔퍼 (66), 및 제 2 부분 (67) 을 가지는 절삭면 (64) 을 포함한다. 도 9 에 도시된 대로, 제 2 부분 (67) 의 반경은 방향에 따라 상이하다.

[0027] 이것은, 수정되지 않은 직사각형 형상의 초연삭재 층이 절삭면의 중심에 남아있도록 초연삭재 층을 수정함으로써 유발된다. 도 10 및 도 11 에 도시된 대로, 제 2 부분의 반경 차이는 제 1 부분 (65) 이 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 다른 각도를 가지고 절삭 요소의 방향에 따라 다른 길이를 가지도록 한다. 이 선택적인 각도와 길이는 절삭 요소 (60) 가 인덱서블하도록 허용하여서, 드릴 비트 내 4 개의 다른 위치에서 절삭 요소가 사용될 수 있다. 또한, 직사각형 형상의 제 2 부분은, 사용자가 4 개 위치 각각에 대해 절삭 요소를 정렬하는 것을 용이하게 한다.

[0028] 수정 방법의 예로는, 비제한적으로, 래핑 (lapping), 폴리싱, 연마 연삭, 방전 머시닝 방법, 방전 연삭 방법, 마찰화학적 (tribochemical) 머시닝, 레이저 절삭, 또는 예를 들어 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 표면 다듬질에 제공하도록 공지된 그 밖의 다른 프로세스를 포함한다.

[0029] 도 12 및 도 13 은 제 5 실시형태를 도시한다. 절삭 요소 (70) 는 기재 (71), 초연삭재 층 (72), 및 계면 (73) 을 포함한다. 초연삭재 층 (72) 은 절삭면 (74) 을 포함한다. 제 5 실시형태는, 약 81 도 ~ 약 89 도의 종방향 축선에 대한 각도를 가지는 제 1 부분이 절삭 요소의 종방향 축선까지 이어지는 본 발명에 따른 절삭 요소의 실시예이다. 특히, 절삭면 (74) 은 제 1 부분 (75) 및 제 2 부분 (76) 을 포함한다. 도 13 에 도시된 대로, 절삭면의 제 1 부분 (75) 은 절삭 요소의 종방향 축선 (77) 에서 그것의 최고점에 도달한다.

[0030] 적어도 전술한 실시형태에서 알 수 있듯이, 절삭 요소의 제 1 부분은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 절삭면을 따라 다른 로케이션에 위치할 수 있다. 예를 들어, 제 1 부분이 종방향 축선과 접촉하지 않는 경우에, 절삭면의 제 1 부분은 절삭 요소의 종방향 축선 주위에 링을 형성하고 도 29 에 나타난 것처럼 링의 반경방향 치수 (D) 는 예로 16 ㎜ 커터에 대해 약 0.5 ㎜ ~ 약 8 ㎜ 이다. 보다 특정한 실시형태들에서, 절삭면의 제 1 부분은 절삭 요소의 종방향 축선 주위에 링을 형성하고 링의 반경방향 치수는 약 2 ㎜ ~ 약 4 ㎜ 이다.

[0031] 도 14a 내지 도 16b 는 기재와 초연삭재 층 사이에 다른 계면을 가지는 절삭 요소의 특정한 실시형태를 도시한다. 전술한 임의의 계면 또는 도 14a 내지 도 16b 에 도시된 임의의 계면뿐만 아니라 그 밖의 다른 공지된 계면이 임의의 전술한 실시형태에서 사용될 수 있다.

[0032] 도 14a 및 도 14b 는, 기재 (80) 의 중심 부분 (83) 으로부터 주연부 (84) 까지 연장되는 아치형 단면의 랜드 (82) 를 갖는, 볼록한 상부 표면 (81) 을 가지는 절삭 요소 기재 (80) 를 도시한다. 초연삭재 층 자체는, 절삭 요소 기재 (80) 의 볼록한 상부 표면 (81) 의 윤곽을 따르는 아치형 또는 볼록한 구성이다.

[0033] 도 15a 및 도 15b 는, 절삭 요소 기재 (85) 의 중심 부분 (88) 으로부터 주연부 (89) 까지 높이가 감소하는 삼각형 단면의 랜드 (87) 를 갖는, 상부 표면 (86) 을 가지는 절삭 요소 기재 (85) 를 도시한다.

[0034] 도 16a 및 도 16b 는, 일정한 레벨의 상부 표면 및 절삭 요소 기재 (90) 의 중심 (93) 에 접근함에 따라 점점 증가하는 높이를 가지고, 절삭 요소 기재 (90) 의 주연부 (94) 로부터 중심 (93) 까지 연장되는 랜드 (92) 를 갖는, 오목한 상부 표면 (91) 을 가지는 절삭 요소 기재 (90) 를 도시한다.

[0035] 도 17 은 지하 형성물 (96) 을 드릴링하는데 시용되는 본 발명의 실시형태에 따른 절삭 요소 (95) 를 도시한다. 절삭 요소 (95) 는, 기재 (97), 초연삭재 층 (98), 및 기재와 초연삭재 층 사이의 계면 (99) 을 포함한다. 초연삭재 층 (98) 은 절삭면 (100) 을 포함하고, 이 절삭면은 챔퍼 (101), 제 1 부분 (102), 및 제 2 부분

(103) 을 포함한다. 제 1 부분은 절삭 요소 (95) 의 종방향 축선 (104) 과 약 81 도 ~ 약 89 도의 각도를 이룬다. 드릴링 프로세스 중, 제 1 부분 (102) 이 지하 형성물 (96) 과 접촉하도록 절삭 요소 (95) 는 지하 형성물 (96) 안으로 깊이 절입된다. 예를 들어, 절삭 요소가 지하 형성물 안으로 절입되는 거리는 적어도 약 100 미터이다.

[0036] 도 25a 및 도 25b 는, 절삭면의 제 1 부분이 절삭 표면의 원주 부분을 포함하는 실시된 절삭 요소를 나타낸다. 하나 이상의 이러한 제 1 부분은 커터에 존재할 수도 있다.

[0037] 도 26a 및 도 26b 는, 절삭면의 제 1 부분이 절삭 표면의 원주 부분을 포함하고 절삭 형성물 파편을 바람직한 방향으로 밀어주기 위해서 종방향 축선과 다중 각도로 배향되는 실시된 절삭 요소를 도시한다.

[0038] 도 27 은, 이전의 실시된 평면 부분 대신에, 나타낸 홈처럼, 반경방향으로 배향된 비평면 표면을 가지는 제 1 부분을 나타낸다. 이 실시형태에서, 비평면 표면은 오목하거나, 볼록하거나, 기타 비평면의 기하학적 구조일 수도 있다.

[0039] 도 28 은 종방향 축선에 대해 다중 각도로 배향된 비평면 표면을 가지는 제 1 부분을 나타낸다.

[0040] 도 29 는 실시형태들의 다양한 기하학적 특징들을 보여주는 표와 도면을 나타낸다.

[0041] 상기 실시형태들 각각의 특징들은 부가적 실시형태를 형성하기 위해서 다른 조합으로 포함될 수도 있다. 추가 실시형태에서, 절삭 요소의 절삭면은 임의의 개수의 부분들을 포함할 수도 있고, 각각은 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 다른 각도를 갖는다. 또 추가의 실시형태에서, 절삭 요소의 절삭면은 다른 각도를 가지는 다중 부분 이외에 하나를 초과하는 챔퍼를 포함할 수도 있다. 또다른 실시형태에서, 제 1 부분 아래의 계면은 제 1 부분에서 초연삭재 층 두께를 조절하도록 수정될 수도 있다.

[0042] 나타난 것과 같이, 위에서 검토한 각각의 실시형태는 "볼록한" 표면을 가지는 절삭면을 포함하고, 여기에서 "볼록한" 은 볼록한 만곡 표면 또는 부분들이 만나는 점이 둥글다면 볼록한 형상이 형성되는 각진 평면 부분을 포함한 표면 중 어느 하나의 표면을 지칭한다. 다른 실시형태에서, 절삭면은 "오목한" 표면 또는 "새들 (saddle)" 표면을 가질 수도 있다. "오목한" 표면은, 면이 오목한 만곡 형상을 가지는 절삭면 뿐만 아니라, 평면 부분의 연결점이 둥글다면 각진 평면 부분 중 적어도 일부가 오목한 표면을 형성하는 표면을 지칭한다. 유사하게, "새들" 표면은, 만곡 표면 또는 각진 평면 부분을 갖는 표면이 2 개의 경사면 사이에서 완만하게 만곡되어 새들의 형상과 비슷한 절삭면을 지칭한다.

[0043] 특정 실시형태에서, 기재는 카바이드로 형성된다. 더욱 특정 실시형태에서, 카바이드는 초경 합금이다. 더욱더 특정 실시형태에서, 초경 합금은 텅스텐 카바이드이다. 훨씬 더욱더 특정 실시형태에서, 초경 합금은 크롬을 포함한다.

[0044] 특정한 실시형태에서, 초연삭재 층은 다이아몬드로 형성된다. 보다 특정한 실시형태에서, 다이아몬드는 다결정 다이아몬드이다. 더욱더 특정한 실시형태에서, 다결정 다이아몬드는 침출된다.

[0045] 특정 실시형태에서, 초연삭재 층은 절삭 표면에 코팅을 추가로 포함할 수도 있다. 코팅은 CVD 다이아몬드, 다이아몬드 유사 탄소 (DLC), 나노결정 다이아몬드 또는 공지된 것으로서 다른 초경질 재료를 포함할 수도 있다. 코팅은 절삭 표면의 마찰 특성을 수정하는 재료를 포함할 수도 있고 그리고/또는 코팅은 절삭 표면의 화학적 특성을 수정하고 부식성 지하 형성물의 수명을 개선하는 재료를 포함할 수도 있다. 코팅은 절삭 표면의 단지 일부에만 도포될 수도 있다.

[0046] 특정 실시형태에서, 전술한 챔퍼는 절삭 요소의 종방향 축선에 대해 약 20 ~ 약 70 도의 각도를 가질 수도 있다. 더욱 특정 실시형태에서, 챔퍼는 약 30 도 ~ 약 60 도의 각도를 가질 수도 있다. 더욱더 특정 실시형태에서, 챔퍼는 약 40 도 ~ 약 50 도의 각도를 가질 수도 있다.

[0047] 위의 실시형태에 따른 절삭 요소는, 기재 및 초연삭재 층을 형성한 후, 단일 절삭 요소를 형성하도록 기재와 초연삭재 층을 함께 소결시킴으로써 만들어질 수도 있다. 초연삭재 층의 절삭면의 적어도 제 1 부분은 초연삭재 층의 일부를 제거하여 절삭 표면을 수정함으로써 형성된다. 특정한 실시형태에서, 절삭 요소를 형성한 후, 초연삭재 층의 상부 표면은 수정되어서 절삭면의 각진 부분을 형성한다.

[0048] 특정한 각도를 형성하는 것 이외에, 제어된 표면 거칠기로 표면 다듬질되는 절삭면을 형성하는 것이 바람직하다. 대안적으로, 초연삭재는, 비제한적으로, 래핑, 폴리싱, 연마 연삭, 방전 머시닝 방법, 방전 연삭 방법, 마찰화학적 머시닝, 레이저 절삭, 또는 예를 들어 40 마이크로인치 이하의 표면 거칠기를 표면 다듬질

에 제공하도록 공지된 그 밖의 다른 연삭 프로세스를 포함하는 다른 공지된 방법들에 의해 제거될 수도 있다.

[0049] 특정 실시형태에서, 절삭 요소의 적어도 제 1 부분의 표면 거칠기는 약 40 마이크로인치 이하, 바람직하게 약 30 마이크로인치 이하, 더욱 바람직하게 약 20 마이크로인치 이하, 또는 더욱더 바람직하게 약 10 마이크로인치 이하이다. 더욱 특정 실시형태에서, 절삭 요소의 적어도 제 1 부분의 표면 거칠기는 약 2 마이크로인치 이상이거나 바람직하게 약 5 마이크로인치 이상이다. 특정한 실시형태에서, 절삭면의 표면 거칠기는 약 5 ~ 약 7 마이크로인치이다.

[0050] 표면 거칠기 (Ra) 는 Veeco Instruments (Plainview, 뉴욕) 에 의해 제조된 WYKO NT1100 백색광 간섭계와 같은 간섭계로 측정된다. 4 개의 특정 로케이션, 즉 래핑된 표면, 수정된 표면, 챔퍼 및 다이아몬드 테이블의 OD 에서 측정이 수행된다. 작은 챔퍼 폭 때문에 20X 의 배율이 사용되는 챔퍼 구역을 제외하고는, 5X 의 조합된 총 배율로 모든 측정이 수행된다. 5X 스캔에 대한 스캔 면적은 1.2 ㎜ x 0.9 ㎜ 이고, 챔퍼에서 20X 스캔의 스캔 면적은 0.30 ㎜ x 0.23 ㎜ 이고 모든 표면 스캔은 틸트 (tilt) 와 원통도 (cylindricity) 를 제거하기 위해서 보정되었다.

[0051] 스타일러스 프로필로메트리 (stylus profilometry) 는, 스타일러스가 절삭 요소의 표면상의 것과 같은 다이아몬드 표면을 측정할 때 마모되는 다이아몬드 팁이므로, 개시된 특정 절삭 요소를 위한 표면 거칠기의 양호한 측정법이 아니다. 이와 같이, 결과는 표면 판독이 실제의 것보다 더 평활하게 보이게 하면서 왜곡될 수도 있다.

[0052] 동적 충격 테스트와 직립 터릿 선반 테스트를 둘 다 사용해, 챔퍼를 가지지만 절삭면의 "제 1 부분" 이 없는 보다 종래의 커터와 위의 실시형태들에 따른 절삭 요소를 비교함으로써, 감소된 치핑과 개선된 커터 수명의 개선을 알 수 있다.

[0053] 동적 충격 테스트는, 머신 테이블에 클램핑된 고속 공구 강봉을 유지하는 우레탄 리바운드 댐퍼를 구비한 40 파운드의 스프링이 달린 고정구에 대해 0.007" 의 연삭된 챔퍼를 갖는 절삭 요소가 반복된 스트라이크를 받는 동안 수평 스핀들 밀링 머신을 사용해 수행되었다. 절삭 요소는, 4.25" 의 스윙 반경을 가지고 160 RPM 으로 작동되는 스핀들에 장착된 플라이 커터의 단부로 클램핑되는데, 커터 면은 블랭크와 커터의 접촉을 초기에 촉발시킨 후 0.022" 의 이송으로 강봉에 스퀘어를 스트라이킹하고, 파괴될 때까지 또는 2 시간까지 작동된다.

[0054] 특정한 실시예에서, 동적 충격 테스트는 MARS 커터 (Diamond Innovations, Inc. 에 의해 제조) 및 MERCURY 커터 (또한 Diamond Innovations, Inc. 에 의해 제조) 에서 수행되었다. MARS 커터와 MERCURY 커터는 둘 다 초경 합금 기재에 다결정 다이아몬드층으로 형성된 다이아몬드 콤팩트 커터이고, 여기에서 주연부 가장자리 둘레의 45 도 챔퍼를 제외하고는 절삭 표면은 평면이다. 동일한 동적 충격 테스트가 수정된 MARS 커터 및 MERCURY 커터에서 또한 수행되었다. 수정은 종래의 MARS 커터 및 MERCURY 커터의 절삭면에 각진 부분을 부가하는 것이고, 각진 부분은 약 81 도 ~ 약 89 도의 커터의 종방향 축선에 대한 각도를 갖는다. MERCURY 와 MARS 는 Diamond Innovations, Inc. 의 상표이다.

[0055] 동적 충격 테스트의 결과는 도 18 의 선 그래프에 도시되는데, 이것은 10 분 미만 후 종래의 MARS 커터 및 MERCURY 커터에서 치핑이 발생하는 것을 보여준다. 반면에, 수정된 MARS 커터 및 MERCURY 커터는 적어도 120 분 동안 어떠한 치핑도 보여주지 않는다. 또한, 도 23 은 동적 충격 테스트의 6 분 후 종래의 MARS 커터의 사진이다. 반면, 도 24 는 동적 충격 테스트의 120 분 후 수정된 MARS 의 사진이다.

[0056] 직립 터릿 선반 (VTL) 테스트는 천연 화강암 암석을 정면 선삭하여 절삭 요소를 마모시킴으로써 수행되었다. VTL 테스트를 수행하기 위해서, 절삭 요소는 1.3 미터의 직경을 가지는 Barre Gray Granite 휠의 평평한 표면에 인접해 15 ~ 20 도의 사면 경사각으로 배향된다. 이러한 형성물은 약 200 MPa 의 압축 강도를 포함할 수도 있다. 테스트 중 절삭 요소가 화강암 형성물에의 0.014 인치의 절삭 깊이 내지 0.200 인치의 절삭 깊이로 일정하게 유지되면서, 절삭 요소는 분당 400 표면 피트의 선속도로 화강암 암석의 표면에서 이동한다. 이송은 반경 방향을 따라 회전당 0.140 ~ 0.200 인치의 절삭 깊이이다.

[0057] 특정한 실시예에서, 종래의 MERCURY 16 ㎜ 커터와 수정된 MERCURY 16 ㎜ 커터가 VTL 테스트를 받았다. VTL 테스트의 결과는 도 19 의 선 그래프에 도시되는데, 도 19 는 수정된 MERCURY 16 ㎜ 커터의 감소된 치핑이 절삭의 리니어 피트당 더 적은 마모 체적을 유발하는 것을 보여준다. 특히, 도면부호 105 로 나타낸 그래프의 3 개의 선들은 종래의 MERCURY 16 ㎜ 커터에 대응한다. 도면부호 106 으로 나타낸 그래프의 3 개의 선들은 86 도의 커터의 종방향 축선에 대한 각도를 가지는 절삭면의 각진 부분을 갖는 수정된 MERCURY 16 ㎜ 커터에 대응한다.

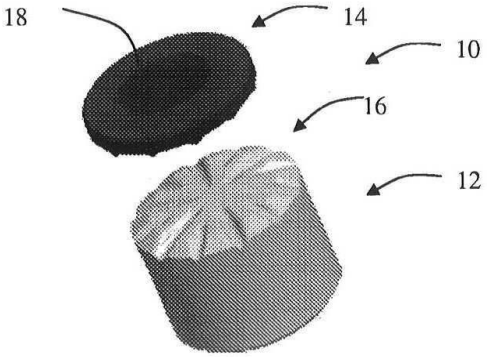
[0058] 도 21 은 VTL 테스트를 받은 후 종래의 MERCURY 13 ㎜ 커터의 사진이다. 반면에, 도 22 는 동일한 VTL 테스

트를 받은 후 수정된 MERCURY 13mm 커터의 사진이다.

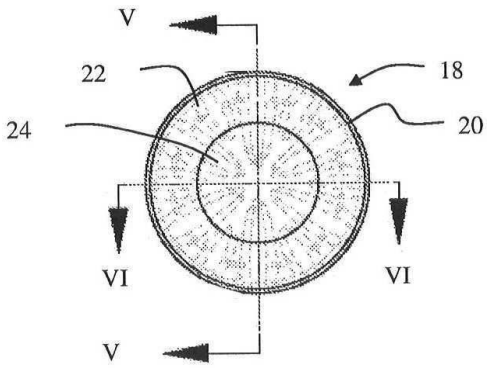
[0059] 본 발명의 바람직한 실시형태들에 관련하여 설명하였지만, 첨부된 청구항에서 정의된 바와 같은 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않으면서 구체적으로 설명되지 않은 부가, 삭제, 변경 및 치환이 이루어질 수도 있음을 본 기술분야의 당업자들은 이해할 것이다.

도면

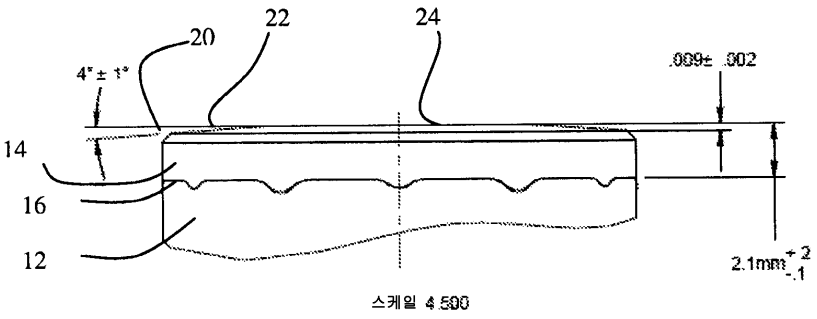
도면1



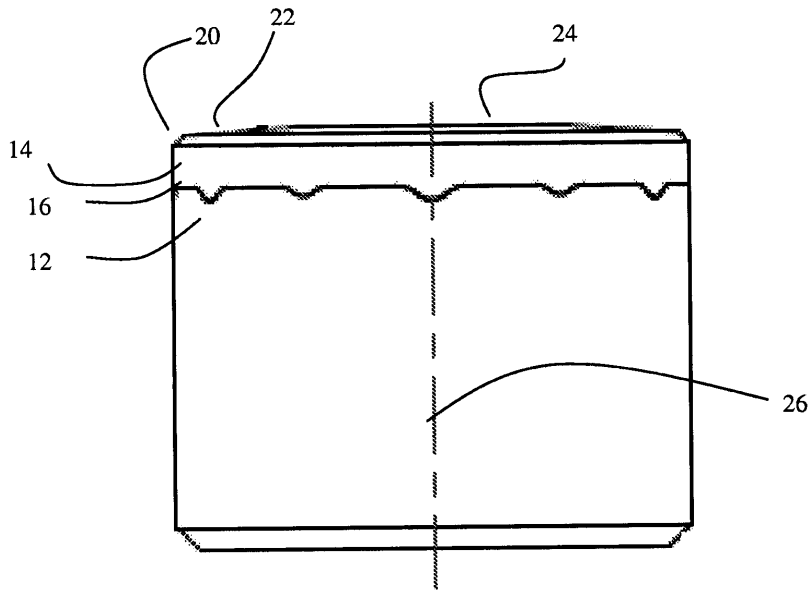
도면2



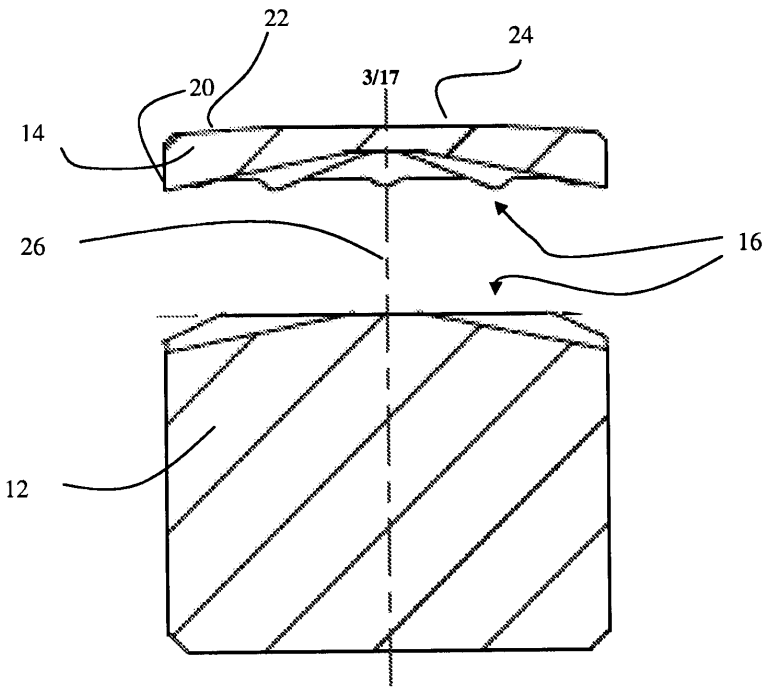
도면3



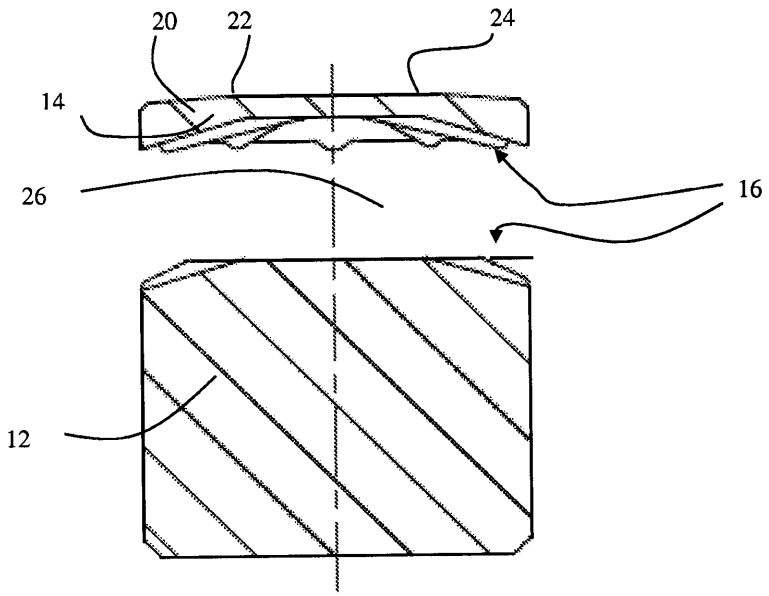
도면4



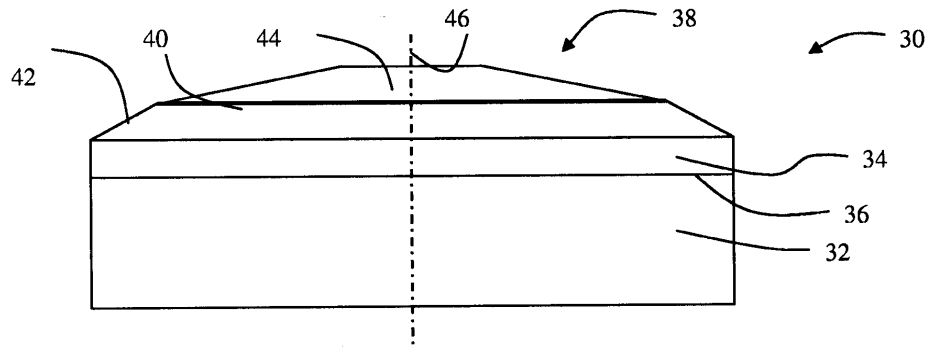
도면5



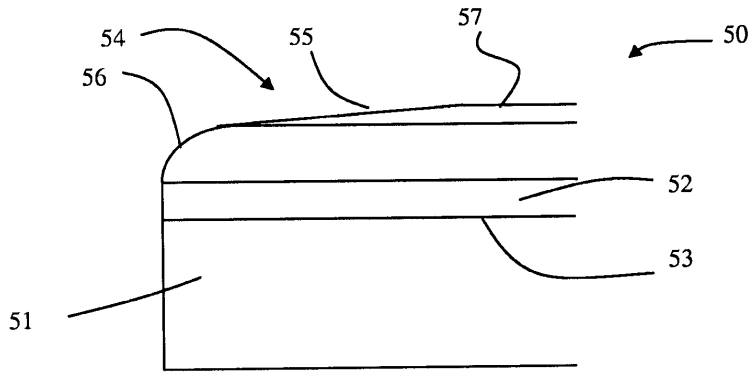
도면6



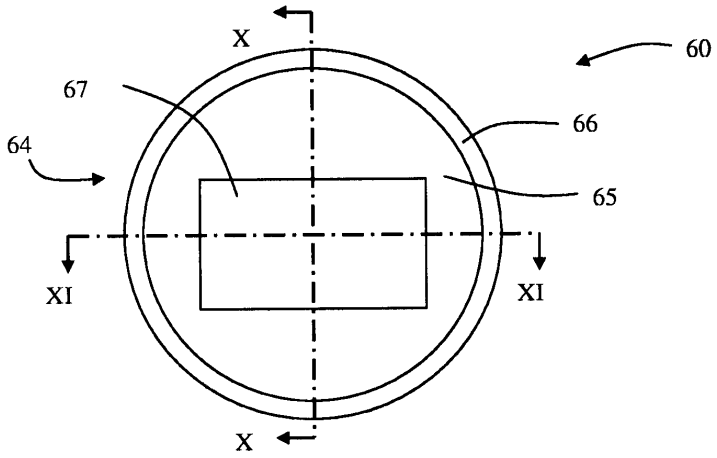
도면7



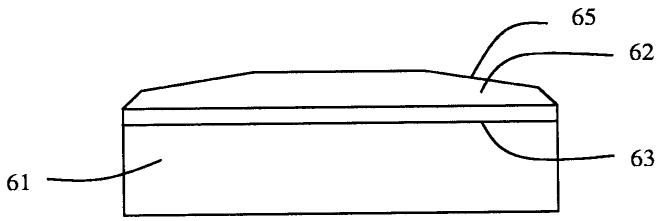
도면8



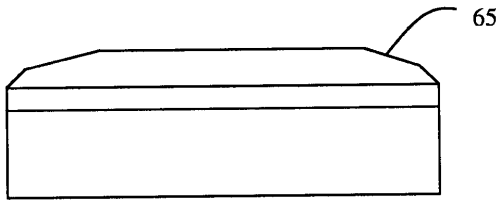
도면9



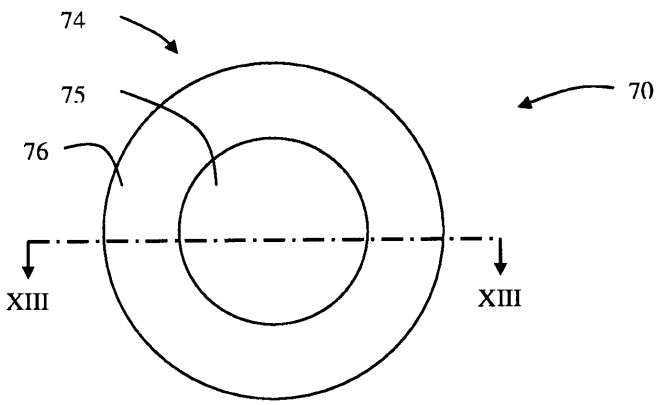
도면10



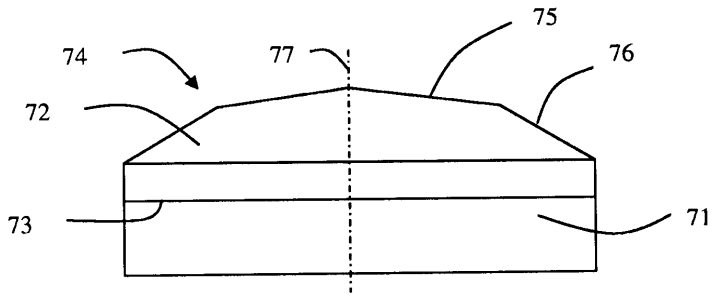
도면11



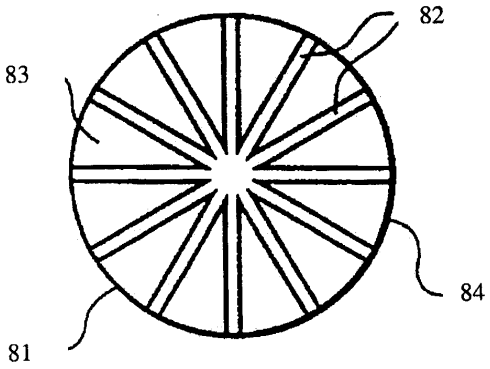
도면12



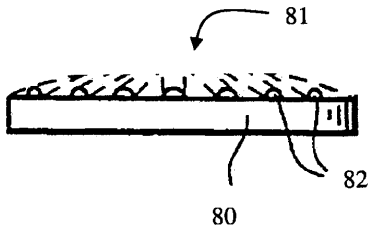
도면13



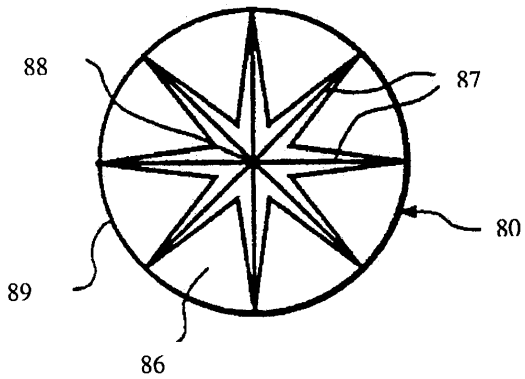
도면14a



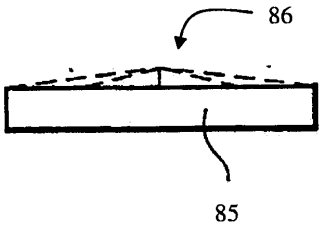
도면14b



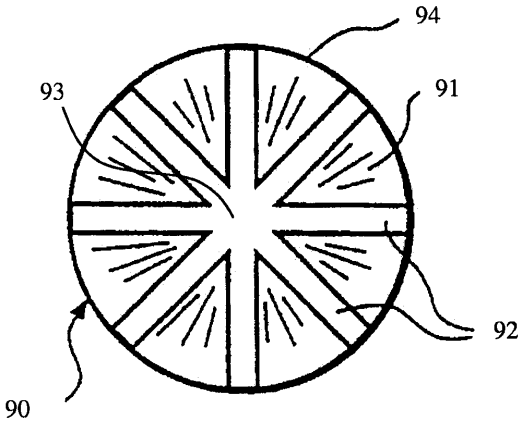
도면15a



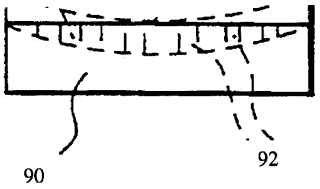
도면15b



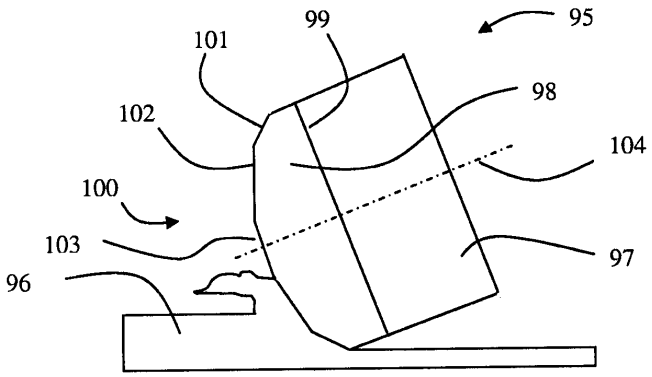
도면16a



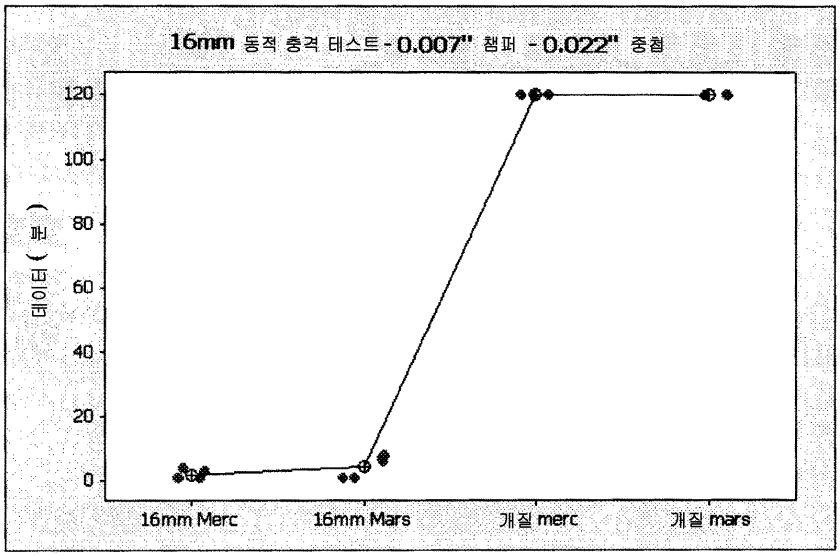
도면16b



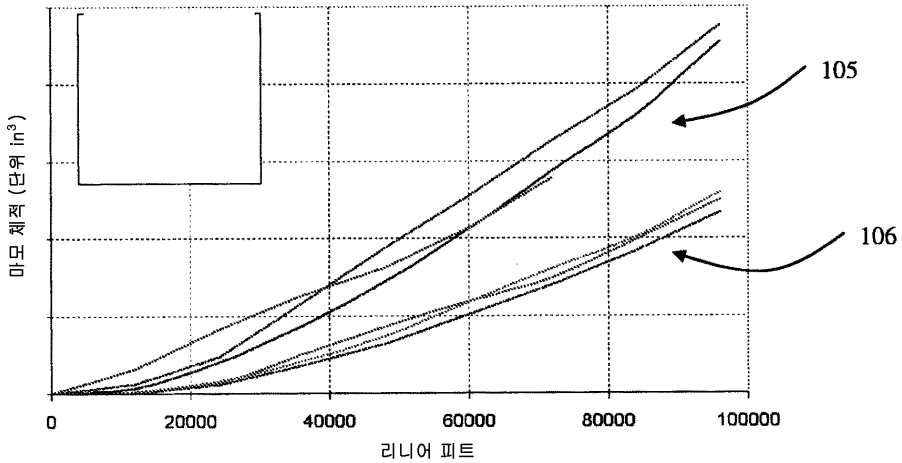
도면17



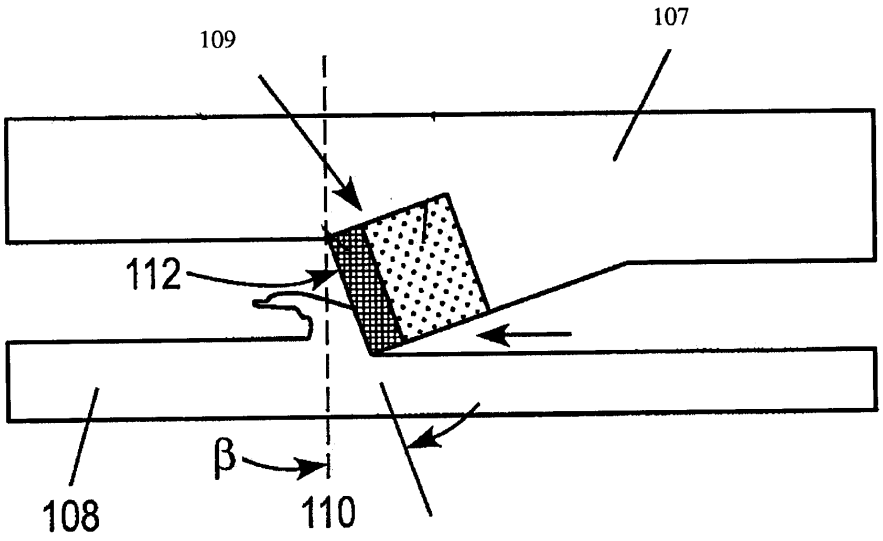
도면18



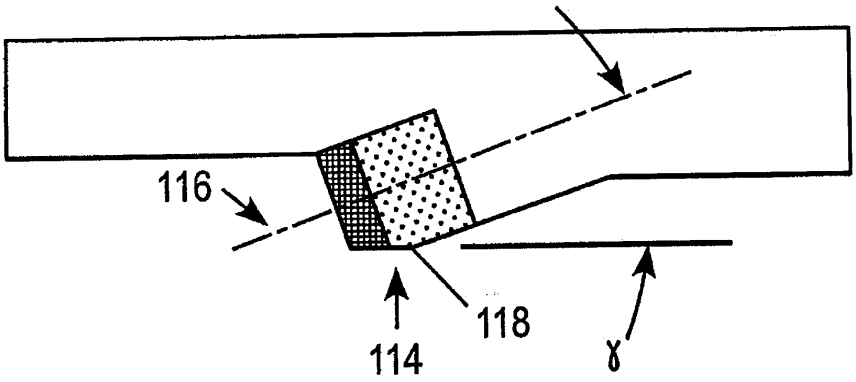
도면19



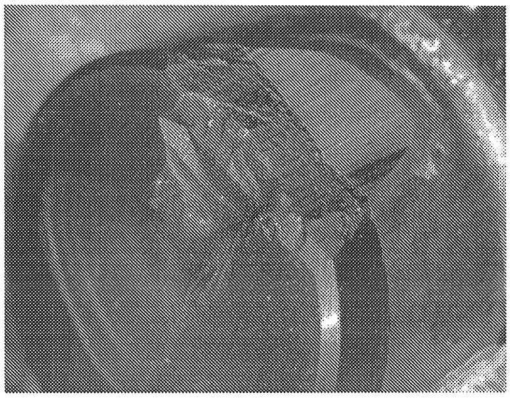
도면20a



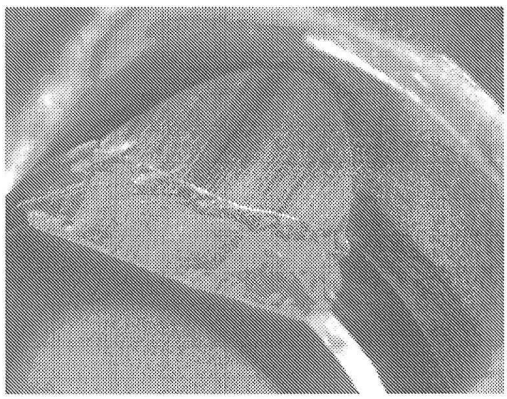
도면20b



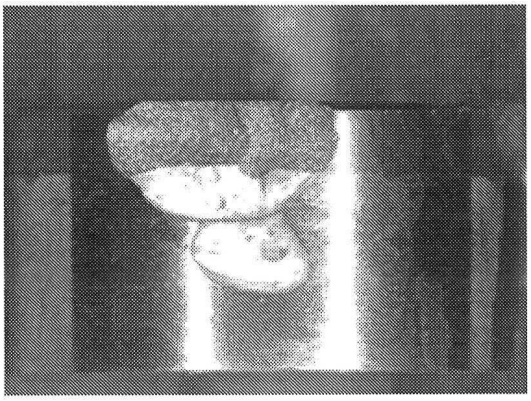
도면21



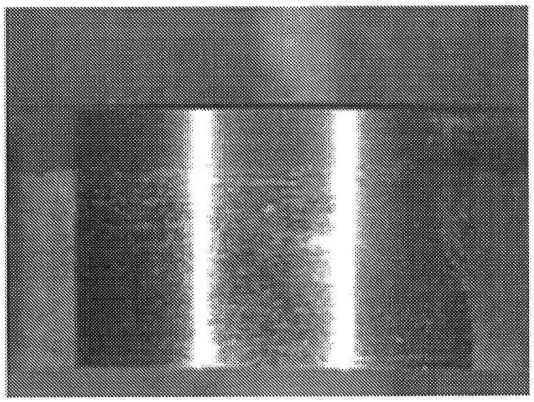
도면22



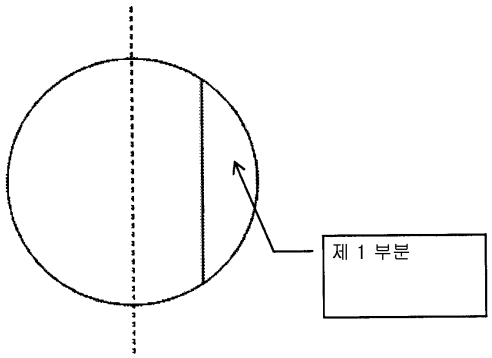
도면23



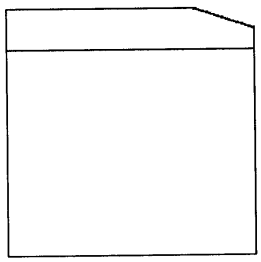
도면24



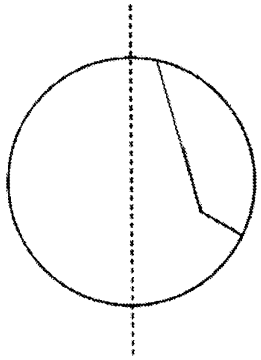
도면25a



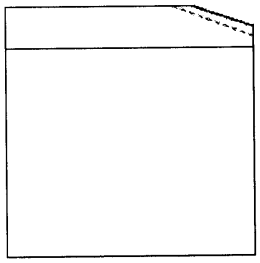
도면25b



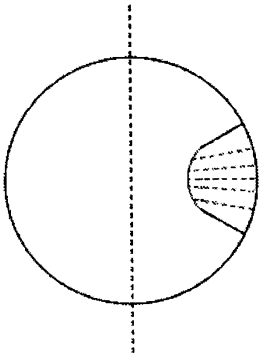
도면26a



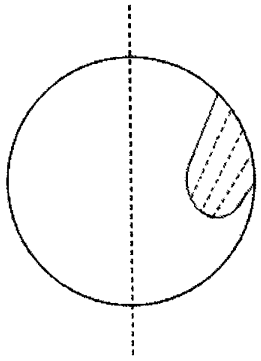
도면26b



도면27



도면28



도면29

A 예비 챔퍼 직경	B 각도		C	D 챔퍼 단부까지의 가공면		E
O.D. 까지의 가공면	최소값	최대값	O.D.	최소값	최대값	챔퍼 X 각도
.030"	6°	9°	.625"	.1894"	.2854"	.005" - .025" x 30°- 60°
.020"	4°	9°	.625"	.1263"	.2860"	.005" - .025" x 30°- 60°
.015"	3°	9°	.625"	.0947"	.2862"	.005" - .025" x 30°- 60°
.010"	2°	9°	.625"	.0631"	.2864"	.005" - .025" x 30°- 60°
.005"	1°	9°	.625"	.0316"	.2865"	.005" - .025" x 30°- 60°
.030"	7°	9°	.529"	.1894"	.2443"	.005" - .025" x 30°- 60°
.020"	5°	9°	.529"	.1263"	.2286"	.005" - .025" x 30°- 60°
.015"	4°	9°	.529"	.0947"	.2145"	.005" - .025" x 30°- 60°
.010"	3°	9°	.529"	.0631"	.1908"	.005" - .025" x 30°- 60°
.005"	2°	9°	.529"	.0316"	.1432"	.005" - .025" x 30°- 60°

