



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0119265  
(43) 공개일자 2024년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23C 5/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
B23C 5/1009 (2013.01)  
B23C 2200/206 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-7019666

(22) 출원일자(국제) 2022년11월17일  
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2024년06월12일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/082185

(87) 국제공개번호 WO 2023/117223

국제공개일자 2023년06월29일

(30) 우선권주장

21217363.7 2021년12월23일  
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

발터 악티엔게젤샤프트

독일연방공화국 테-72072 튀빙겐 데렌딩거스트라  
세 53

(72) 발명자

마크스 마르틴

독일 72072 튀빙겐 데렌딩거 슈트라쎬 53

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 15 항

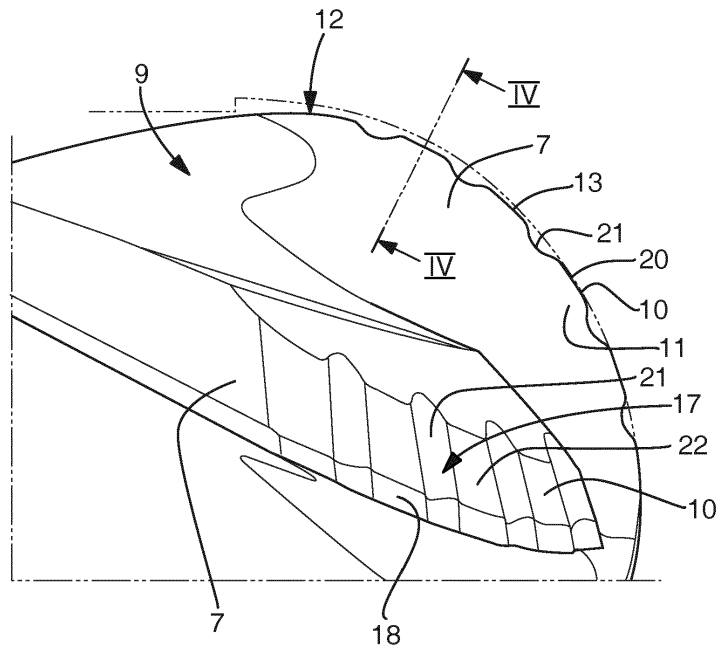
(54) 발명의 명칭 엔드 밀

(57) 요약

본 발명은 본체(1)를 포함하는 금속 절삭용 엔드밀에 관한 것이며, 이 본체(1)는 전방 단부(2)로부터 축방향 후방으로 연장되는 절삭 섹션(6)을 포함하고, 절삭 섹션(6)은 복수의 반경방향 돌출 및 축방향 연장 치형부(7)를 포함한다. 복수의 치형부(7)의 각각의 치형부(7)는 전방 절삭 에지(13)를 포함하고, 전방 절삭 에지(13)는 각각

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



의 절삭 에지(12)의 축방향 최전방 지점(14, 14a)으로부터 축방향 후방으로 그리고 반경방향 외측으로 연장된다. 본체(1)가 회전될 때, 각각의 치형부(7)의 절삭 에지(12)는 중심 종축(4)을 포함하는 중심 평면에서 교차부의 라인을 형성한다. 각각의 전방 절삭 에지(13)가 적어도 2개의 칩 분할 홈들(17)에 의해 차단되어 전방 절삭 에지(13)와 차단하는 칩 분할 홈들(17)의 교차부의 라인은, 볼록한 가상 곡선(24) 상에 각각 위치되는 외측 크레스트들(22); 적어도 2개의 내측 트로프들(23); 및 적어도 2개의 내측 트로프들(23) 중 하나의 각각의 트로프(23)로부터 축방향으로 가장 가까운 각각의 2개의 크레스트들(22) 중 하나의 크레스트로 각각 연장되는 만곡 부분들(25)을 포함한다. 각각의 만곡 부분(25)은, 크레스트(22)로부터 내측으로 연장되고 모든 위치에서 0.1mm보다 큰 곡률 반경(27)을 갖는 볼록하게 만곡된 외측 부분(26)을 포함한다.

(52) CPC특허분류

*B23C 2210/088* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

본체(1)를 포함하는 금속 절삭용 엔드 밀(end mill)로서, 상기 본체(1)는

- 전방 단부(2), 후방 단부(3), 및 상기 전방 단부로부터 상기 후방 단부로 연장되는 중심 종축(4)을 포함하고, 상기 본체(1)는 상기 중심 종축(4)을 중심으로 회전 방향(5)으로 회전할 수 있게 구성되고,
  - 상기 전방 단부(2)로부터 축방향 후방으로 연장되는 절삭 섹션(6)을 포함하고, 상기 절삭 섹션(6)은 복수의 반경방향 돌출 및 축방향 연장 치형부(7)를 포함하고,
  - 상기 복수의 치형부의 각각의 치형부는 레이크면(11), 여유면(10), 및 상기 레이크면(11)과 상기 여유면(10)의 교차부에 있는 절삭 에지(12)를 포함하고,
  - 상기 복수의 치형부의 각각의 절삭 에지는 전방 절삭 에지(13)를 포함하고, 상기 전방 절삭 에지(13)는 각각의 상기 절삭 에지(12)의 축방향 최전방 지점(14, 14a)으로부터 축방향 후방으로 그리고 반경방향 외측으로 연장되고,
  - 상기 본체(1)가 회전될 때, 각각의 치형부(7)의 상기 절삭 에지(12)는 상기 중심 종축(4)을 포함하는 중심 평면에서 교차부의 라인을 형성하고,
- 각각의 전방 절삭 에지(13)가 적어도 2개의 칩 분할 홈들(17)에 의해 차단되어 상기 전방 절삭 에지(13)와 차단하는 상기 칩 분할 홈들(17)의 교차부의 라인은
- 적어도 3개의 외측 크레스트들(crests: 22)로서, 각각이 가상 곡선(24) 상에 위치되고, 상기 가상 곡선(24)이 상기 중심 평면에서 연장되고 불록한, 상기 적어도 3개의 외측 크레스트들(22),
  - 상기 적어도 3개의 외측 크레스트들(22) 중 축방향으로 가장 가까운 각각의 2개의 크레스트들(22) 사이에 각각 위치되는 적어도 2개의 내측 트로프들(troughs: 23), 및
  - 상기 적어도 2개의 내측 트로프들(23) 중 하나의 각각의 트로프(23)로부터 축방향으로 가장 가까운 상기 각각의 2개의 크레스트들(22) 중 하나의 크레스트로 각각 연장되는 만곡 부분들(25)을 포함하고,
- 각각의 만곡 부분(25)은 불록하게 만곡된 외측 부분(26)을 포함하고, 상기 외측 부분은
- 상기 크레스트(22)로부터 내측으로 연장되고,
  - 모든 위치에서 0.1 mm 보다 큰 곡률 반경(27)을 갖는 것을 특징으로 하는 엔드 밀.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 불록하게 만곡된 외측 부분의 곡률 반경은 최소값을 갖고, 최소값에서의 곡률 반경은 0.3 mm 보다 작은, 엔드 밀.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

- 각 치형부의 상기 여유면(10)은 상기 절삭 에지(12)에 가장 가까운 제 1 여유각( $\epsilon$ )을 갖고,
- 각각의 상기 전방 절삭 에지(13)의 축방향 연장부를 따른 임의의 축방향 위치에서, 모든 여유면들(10)은 동일한 제 1 여유각( $\epsilon$ )을 갖는, 엔드 밀.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

- 각각의 치형부(7)의 상기 여유면(10)은 상기 절삭 에지(12)에 가장 가까운 보강 베벨을 포함하고,

- 각각의 상기 전방 절삭 에지(13)의 축방향 연장부를 따른 임의의 축방향 위치에서, 상기 제 1 여유각(10)은 보강 베벨의 여유각이며, 상기 제 1 여유 각은  $0.5^\circ$  이상,  $5^\circ$  이하인, 엔드 밀.

#### 청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서, 각각의 상기 전방 절삭 에지(13)의 축방향 최전방 지점(14, 14a)으로부터 그리고 그의 축방향 연장부를 따라 축방향 후방으로, 상기 제 1 여유각( $\varepsilon$ )은 일정하고, 연속적으로 증가하거나 연속적으로 감소하는, 엔드 밀.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 엔드 밀은 치형부(7) 당 최대 이송을 위해 구성되고, 전방 절삭 에지들(13)의 각각에 대해, 각각의 만곡 부분(25)의 내향 연장부는 적어도 치형부(7) 당 최대 이송인, 엔드 밀.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서, 각각의 만곡 부분(25)의 내향 연장부는 상기 가상 곡선(24)의 주기 아크 길이(28)의 최대 20% 이고, 상기 주기 아크 길이(28)는 축방향으로 가장 가까운 상기 각각의 2개의 크레스트들(22) 중 제 1 크레스트로부터 제 2 크레스트로 연장되는, 엔드 밀.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 전방 절삭 에지들(13) 중 제 1 전방 절삭 에지는 축방향 전방 절삭 전방 부분(16)을 갖고, 전방 절삭 에지들(13) 중 적어도 제 2 전방 절삭 에지는 비절삭 리세스(15)의 축방향 후방에 최전방 지점(14a)을 가지며, 상기 전방 부분(16)은

- 상기 중심 중축(4)에서 축방향 최전방 지점(14)으로부터 그리고 상기 비절삭 리세스(15)의 축방향 길이에 대응하는 적어도 축방향 거리로 축방향 후방으로 연장되고,
- 적어도 2개의 상기 칩 분할 홈들(17) 모두가 없는, 엔드 밀.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가상 곡선(28)은 원호이고 2 - 12.5 mm 의 곡률 반경을 갖는, 엔드 밀.

#### 청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 본체(1)는 볼 노즈 전방 단부를 포함하고, 전방 절삭 에지들(13)의 각각은 상기 볼 노즈 전방 단부 상에 위치되는, 엔드 밀.

#### 청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 전방 절삭 에지(13)는 3~6개의 칩 분할 홈(17)을 갖는, 엔드 밀.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서, 절삭 에지들(12) 중 적어도 하나는 상기 전방 절삭 에지(13)의 축방향 후방 단부로부터 축방향 후방으로 연장되는 후방 절삭 에지(29)를 포함하고, 적어도 하나의 후방 절삭 에지(29)의 교차부의 라인(19)의 적어도 반경방향 외측 부분들(22)은 가상 직선(31) 상에 위치되는, 엔드 밀.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서, 각각의 후방 절삭 에지(29)가 적어도 2개의 칩 분할 홈들(17)에 의해 차단되어 상기 후방 절삭 에지(29)의 교차부의 상기 라인(19)은

- 상기 가상 직선 상에 각각 위치되는 적어도 3개의 반경방향 외측 크레스트들(22),
- 적어도 3개의 상기 외측 크레스트들(22) 중 축방향으로 가장 가까운 각각의 2개의 크레스트들(22) 사이에 각

각 위치되는 적어도 2개의 반경방향 내측 트로프들(23), 및

- 적어도 2개의 상기 트로프들(23) 중 하나의 각각의 트로프(23)로부터 축방향으로 가장 가까운 상기 각각의 2개의 크레스트들(22) 중 하나의 크레스트로 각각 연장되는 만곡 부분들(25)을 포함하고,

각각의 만곡 부분(25)은 불록하게 만곡된 외측 부분(26)을 포함하고, 상기 외측 부분은

- 상기 크레스트(22)로부터 반경방향 내측으로 연장되고,

- 모든 위치에서 0.1 mm 보다 큰 곡률 반경(27)을 갖는, 엔드 밀.

#### 청구항 14

제 7 항 및 제 13 항에 있어서, 가상 직선(31)의 주기 길이(32)는 축방향으로 가장 가까운 각각의 2개의 크레스트들(22) 중 제 1 크레스트로부터 제 2 크레스트로 연장되고, 전방 절삭 에지들(13) 중 하나 및 후방 절삭 에지들(29) 중 하나를 포함하는 각각의 절삭 에지(12)에 대해, 상기 주기 길이(32)는 주기 아크 길이(28)와 동일한, 엔드 밀.

#### 청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서, 전방 절삭 에지들(13) 중 적어도 2개는 상이한 축방향 위치들에 각각의 칩 분할 홈(17)을 갖는, 엔드 밀.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 절삭용 엔드 밀(end mill)에 대한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 광범위한 컴포넌트들이 금속, 복합체 또는 이들의 조합과 같은 많은 상이한 유형의 재료로부터 기계가공된다. 이에 따라, 다양한 상이한 절삭 공구, 특히 엔드 밀과 같은 밀링 공구가 개발되었다. 통상적으로, 엔드 밀은 공구를 따라 축방향으로 연장되는 복수의 절삭 에지를 포함한다. 예를 들어 볼 노즈 엔드 밀(ball nose end mill)과 같은 일부 엔드 밀은, 전방 단부에서 반경방향 내측 위치에서 시작하여 반경방향 외측으로 그리고 그로부터 축방향 후방으로 연장되는 절삭 에지들을 갖는다. 이러한 절삭 에지는 전형적으로 전방 단부에 주로 전방 절삭 부분 및 공구의 축방향 섹션을 따라 주로 반경방향 절삭 부분을 포함한다. 따라서, 절삭 에지는 전방 단부에 그리고/또는 전방 절삭 전방 부분과 반경방향 절삭 부분 사이의 전이부에 만곡 부분을 포함한다.

[0003] 이러한 공지된 엔드 밀의 문제점은, 일부 적용의 경우, 절삭 에지의 만곡 부분에 의해 절삭된 칩이 배출하기 어렵고, 공구와 기계가공되는 공작물 사이에 박힐 수 있으며, 이는 공작물 및/또는 엔드 밀에 공구 진동 및/또는 손상을 야기할 수 있다는 것이다.

#### 발명의 내용

[0004] 본 발명의 목적은 기술한 문제점들을 적어도 부분적으로 제거하는 것이다. 이러한 목적은 본 발명에 따르면 청구항 1에 따른 엔드 밀에 의해 달성된다.

[0005] 본 발명은 본체를 구비한 엔드 밀에 관한 것으로서, 상기 본체는,

[0006] -전방 단부, 후방 단부, 및 상기 전방 단부로부터 상기 후방 단부로 연장되는 중심 종축을 포함하고, 상기 본체는 상기 중심 종축을 중심으로 회전 방향으로 회전할 수 있게 구성되고,

[0007] - 상기 전방 단부로부터 축방향 후방으로 연장되는 절삭 섹션을 포함하고, 상기 절삭 섹션은 복수의 반경방향 돌출 및 축방향 연장 치형부를 포함하고,

[0008] - 상기 복수의 치형부의 각각의 치형부는 레이크면, 여유면, 및 상기 레이크면과 상기 여유면의 교차부에 있는 절삭 에지를 포함하고,

- [0009] - 상기 복수의 치형부의 각각의 절삭 에지는 전방 절삭 에지를 포함하고, 상기 전방 절삭 에지는 각각의 상기 절삭 에지의 축방향 최전방 지점으로부터 축방향 후방으로 그리고 반경방향 외측으로 연장되고,
- [0010] - 상기 본체가 회전될 때, 각각의 치형부의 상기 절삭 에지는 상기 중심 종축을 포함하는 중심 평면에서 교차부의 라인을 형성하고,
- [0011] 각각의 전방 절삭 에지가 적어도 2개의 칩 분할 홈들에 의해 차단되어 상기 전방 절삭 에지와 차단하는 상기 칩 분할 홈들의 교차부의 라인은
- [0012] - 적어도 3개의 외측 크레스트들(crests)로서, 각각이 가상 곡선 상에 위치되고, 상기 가상 곡선이 상기 중심 평면에서 연장되고 볼록한, 상기 적어도 3개의 외측 크레스트들,
- [0013] - 상기 적어도 3개의 외측 크레스트들 중 축방향으로 가장 가까운 각각의 2개의 크레스트들 사이에 각각 위치되는 적어도 2개의 내측 트로프들(troughs), 및
- [0014] - 상기 적어도 2개의 내측 트로프들 중 하나의 각각의 트로프로부터 축방향으로 가장 가까운 상기 각각의 2개의 크레스트들 중 하나의 크레스트로 각각 연장되는 만곡 부분들을 포함하고,
- [0015] 각각의 만곡 부분은 볼록하게 만곡된 외측 부분을 포함하고, 상기 외측 부분은
- [0016] - 상기 크레스트로부터 내측으로 연장되고,
- [0017] - 모든 위치에서 0.1 mm 보다 큰 곡률 반경을 갖는다.
- [0018] 따라서, 대상 엔드 밀은 중심 종축을 포함하는 중심 종방향 평면에서 그 이미지에 의해 정의되는 형상을 각각 갖는 전방 절삭 에지들을 포함한다. 각각의 절삭 에지의 이미지는 절삭 에지가 중심 평면에서 교차부의 라인을 형성하도록 중심 종축을 중심으로 엔드 밀을 회전시킴으로써 획득된다. 이 이미지에서, 전방 절삭 에지의 반경방향 외측 피크들은 교차부의 라인의 크레스트로서 보이고, 칩 분할 홈들의 바닥은 교차부의 라인의 트로프로서 보인다. 가상 곡선은 교차부의 라인의 크레스트들을 연결한다. 가상 곡선의 곡률은 전방 절삭 에지의 곡률을 나타낸다. 외측 피크로부터 칩 분할 홈의 바닥까지 연장되는 절삭 에지의 일부는, 이미지에서, 교차부 라인의 크레스트로부터 트로프까지 연장되는 곡선 부분으로서 보인다.
- [0019] 대상 엔드 밀에 따르면, 교차부 라인의 각각의 곡선 부분은, 곡선 부분의 모든 위치에서, 0.1 mm 보다 큰 곡률 반경을 갖는다. 이는 강도에 불리하게 영향을 미칠 수 있는 날카로운 코너들이 결여된 칩 분할 홈들을 갖는 절삭 에지를 나타낸다. 강도는 예를 들어 축방향 연장 절삭 에지를 따르는 것보다 만곡된 전방 절삭 에지에서 더 어려운 절삭 조건으로 인해 엔드 밀의 만곡된 전방 절삭 에지에 특히 중요하다. 이는 예를 들어 반경방향으로 연장되는 만곡된 전방 절삭 에지의 반경방향 내측 및 반경방향 외측 위치에서 속도 및 절삭력이 변화하기 때문이다. 칩 분할 홈들의 본 발명의 특정 설계 덕분에, 만곡된 전방 절삭 에지에 대해 강도가 특히 중요하지만, 가상 곡선으로 나타낸 곡률을 갖는 전방 절삭 에지에 칩 분할 홈들을 제공할 수 있다. 따라서, 더 양호한 칩 배출 성질 및 강한 전방 절삭 에지를 갖는 개선된 엔드 밀이 얻어질 수 있으며, 이는 결국 작동 중에 더 적은 진동을 보장한다.
- [0020] 대상 엔드 밀은 전방 단부, 후방 단부 및 전방 단부로부터 후방 단부까지 연장되는 중심 종축을 포함하는 본체를 갖는다. 바람직하게, 본체는 중심 종축의 종방향으로 길게 형성되어 있다. 본체는 중심 종축 주위에서 회전 방향으로 회전 가능하도록 구성된다. 본체의 중심은 중심 종축에 있다.
- [0021] 엔드 밀의 본체는 전방 단부에 절삭 섹션을 갖는다. 바람직하게는, 절삭 섹션은 본체의 축방향 길이 부분이고, 이 부분은 본체의 최전방 부분이다. 일 실시형태에 따르면, 본체는 장착 인터페이스를 제공하기 위한 후방 단부에 있는 커플링 섹션과 같은 추가의 섹션들을 포함한다. 선택적으로, 장착 인터페이스는 회전가능한 기계 스핀들에 또는 회전가능한 기계 스핀들을 위한 어댑터에 결합되도록 설계된다. 바람직하게는, 커플링 섹션은 로드(rod)이고, 로드 및 절단 섹션 모두는 본체 형태의 일체형 부품(one-piece integral component)으로 구성된다.
- [0022] 절삭 섹션은 방사상으로 돌출된 복수의 치형부를 포함한다. 복수의 치형부의 각각의 치형부는 레이크먼, 여유면, 및 레이크먼과 여유면의 교차부에 있는 절삭 에지를 포함한다. 각각의 치형부는 본체를 따라 반경방향 및 축방향으로 연장되며, 절삭 에지는 각각의 치형부의 연장부를 따른다.
- [0023] 일 실시예에 따르면, 절삭 섹션은 본체의 절삭 섹션의 둘레의, 반경방향 외향 표면에 배열된 축방향 연장 칩 플루트를 포함한다. 복수의 치형부들 각각은 하나의 각각의 칩 플루트와 연관되고, 바람직하게는 각각의 치형부 및 칩 플루트가 서로 나란히 연장된다. 선택적으로, 칩 플루트/치형부는 중심 종축과 평행하게, 회전 중심축에

대해 경사지도록, 또는 곡선, 예를 들어 나선을 따라 배열된다. 축방향 직선 칩 플루트라고도 하는, 중심 종축과 평행한 칩 플루트는 칩들을 더 작은 피스들로 분해하는데 유리하다. 경사 또는 나선형 칩 플루트는 공구를 따라 칩을 후방으로 운반하고 보다 용이한 절삭 공구를 얻는데 유리하다.

- [0024] 여유면은 각각의 절삭 에지로부터 후방으로 회전적으로 연장된다. 칩 플루트를 갖는 실시예에서, 엔드 밀의 본체는 회전 선단(rotationally leading) 절삭 에지와 가장 가까운 회전 후방 후속 칩 플루트 사이에서 연장하는 엔벨로프 표면을 포함하고, 여유면은 엔벨로프 표면의 회전 선단 부분이다. 레이크면은 해당 절삭 에지의 전방에서 회전적으로 가장 가까운 칩 플루트의 반경방향 외측 부분이다.
- [0025] 각각의 치형부의 절삭 에지는 각각의 치형부의 연장부를 따라 연장된다. 각각의 절삭 에지는 최전방 지점으로부터 연장되는 전방 절삭 에지를 포함한다. 선택적으로, 전방 절삭 에지의 최전방 지점은 중심 종축에 있으며, 즉 중심 종축에 또는 그에 근접한다.
- [0026] 일 실시예에 따르면, 전방 절삭 에지들 중 2개는, 중심 종축을 가로질러 연장되고 중심 종축에서 이들 2개의 전방 절삭 에지를 서로 연결하는 중심 절삭 에지, 예를 들어 치즐 에지(chisel edge)를 포함한다. 이러한 실시예 또는 다른 실시예의 다른 전방 절삭 에지들은 선택적으로 중심 종축으로부터 반경방향 외향으로 그들의 최전방 지점을 가지며, 최전방 지점과 중심 종축 사이에 비절삭 리세스가 있다. 이러한 설계는 중앙에서의 느린 절삭 속도에 기인한 높은 절삭력으로 인해 더 취약한 중앙에서의 에지를 전방 절삭 에지들 중 일부만이 갖기 때문에 유리하다.
- [0027] 바람직하게는, 대상 엔드 밀은 금속 공작물을 절삭하기에 적합하다. 바람직하게는 엔드 밀은 1 - 32 mm 의 전방 절삭 에지에서의 최대 절삭 직경으로 설계된다.
- [0028] 각 치형부의 전방 절삭 에지는 적어도 2개의 칩 분할 홈들에 의해 중단된다. 칩 분할 홈들의 수의 범위는 2 내지 8, 더욱 바람직하게는 3 내지 6, 가장 바람직하게는 4 내지 5 가 엔드 밀의 바람직한 직경에 적합한 것으로 밝혀졌다. 일부 적용의 경우, 더 많은 홈들은 각각의 전방 절삭 에지의 강도에 해로울 수 있고 때때로 불균일한 표면을 남길 수 있다. 더 적은 홈들을 갖는 전방 절삭 에지는, 일부 적용에서, 적절한 칩 배출을 위해 충분히 작은 칩으로 절삭할 수 없을 수 있다.
- [0029] 실시예에 따르면, 적어도 하나의 전방 절삭 에지들의 각각은 축방향 전방 절삭 전방 부분을 가지며, 이 전방 부분은 그 길이를 따른 임의의 위치에서 중심 종축에서의 포인트의 형태로 축방향 최전방 지점으로부터 연장되고 중심 종축과 적어도 75° 의 각도를 형성하고, 적어도 2개의 칩 분할 홈 모두가 없다.
- [0030] 축방향 전방 절삭 부분은 칩 분할 홈이 없기 때문에, 전방 절삭 에지의 강도는 중앙에서 느린 회전 속도에 의해 야기되는 높은 절삭력을 받는 곳에서 증가된다.
- [0031] 일 실시예에 따르면, 칩 분할 홈들은 여유면에서 전방 절삭 에지로부터 회전적으로 후방으로 연장된다. 선택적으로, 칩 분할 홈들은 여유면의 일부, 또는 여유면 전체의 회전적으로 후방으로 연장되고 다음의 칩 플루트에서 종료된다.
- [0032] 바람직하게는, 적어도 하나의 전방 절삭 에지는 다른 전방 절삭 에지의 대응하는 칩 분할 홈과 상이한 축방향 위치에 적어도 하나의 칩 분할 홈을 갖는다. 일 실시예에 따르면, 전방 절삭 에지들 중 적어도 2개는 상이한 축방향 위치들에서 각각의 칩 분할 홈들을 갖는다. 바람직하게는, 복수의 절삭 에지들의 전방 절삭 에지들의 칩 분할 홈들은 서로 엇갈리게 배열된다. 바람직하게는, 제 1 전방 절삭 에지의 칩 분할 홈들은, 공구가 회전됨에 따라 엔드 밀이 절삭 섹션의 전체 연장부를 따라 절삭할 수 있도록 다른 전방 절삭 에지들의 반경방향 외측 피크들이 칩 분할 홈들과 동일한 축방향 위치에 놓이도록 배열된다. 바람직하게는, 각각의 전방 절삭 에지의 외측 피크들은 전방 절삭 에지들의 칩 분할 홈들과의 중첩을 제공하도록 곡률 및 축방향 연장부를 가지며, 여기서 설계는 원하는 표면 마감으로부터 최적화될 수 있다.
- [0033] 본원에서, 라인은 선택적으로 직선 및/또는 곡선인 길고 좁은 그래픽 요소이다. 라인의 각각의 포인트에서의 라인의 곡률은 각각의 포인트에서의 곡률 반경으로서 측정될 수 있다. "볼록" 및 "오목"은 본체의 중심으로부터 외향 방향, 예를 들어 반경방향 외측 또는 축방향 전방에서 관찰된다.
- [0034] "외향", "외측", "내향", "내측" 또는 유사한 용어들은 본체의 중심, 예를 들어 본체의 코어 영역에 대해 보여진다. 공구 또는 중심 평면에서 반경방향 외향은 중심 종축에 대해 보여진다. 축방향은 중심 종축의 방향이다.
- [0035] 적어도 각각의 절삭 에지의 전방 절삭 에지는 반경방향 및 축방향 모두에서 연장부를 가져서, 전방 절삭 에지는 가상 곡선에 의해 정의되는 전체 곡률을 갖는다. 바람직하게는, 전방 절삭 에지는 주로 축방향 최전방 지점에서

축방향 전방 방향으로 절삭하고, 주로 축방향으로 더 후방으로 반경방향으로 절삭한다.

- [0036] 선택적으로, 전방 절삭 에지는 예를 들어 일정한 반경방향 거리에서 본체 주위에서 원주방향으로의 곡률과 같은 다른 방향들로의 곡률을 갖도록 설계된다. 예를 들어, 나선형 치형부 및 칩 플루트를 갖는 실시예에서, 연관된 전방 절삭 에지들은, 가상 곡선의 곡률에 의해 표현되는 그들의 전체 곡률에 더하여, 또한 원주방향으로의 나선형 곡률을 갖는다. 그러나 원주방향의 나선형 곡률은 중심 평면 내의 이미지에서 보이지 않는다.
- [0037] 일 실시예에 따르면, 가상 곡선은 원호이다. 바람직하게는 원호는 0.5 내지 16 mm, 더욱 바람직하게는 2 내지 12.5 mm, 가장 바람직하게는 5 내지 12.5 mm의 곡률 반경을 갖는다. 일부 응용들에서, 칩 배출은 가상 곡선의 원호에 의해 정의된 바와 같은 곡률을 갖는 에지들을 절삭하는 것에 특히 도전적이다. 더 작은 곡률 반경은 종종 본질적으로 좁은 칩들을 형성하는 전방 절삭 에지들을 나타내고, 더 큰 곡률은 칩 배출 및 강도가 덜 문제가 되는 전방 절삭 에지들을 나타낸다.
- [0038] 일 실시예에 따르면, 본체는 볼 노즈 전방 단부를 포함하고, 전방 절삭 에지들의 각각은 볼 노즈 전방 단부에 위치된다. 볼 노즈 엔드 밀을 구성하는 엔드 밀에서, 전방 절삭 에지들은 중심 평면에서 원호를 갖는 가상 곡선을 생성하며, 전방 절삭 에지들에서의 칩 배출 및 강도가 특히 문제가 된다. 그 때문에, 본 전방 절삭 에지들은 볼 노즈 엔드 밀에서 특히 유리하다.
- [0039] 바람직하게는, 볼 노즈 엔드 밀의 볼 노즈 단부는, 중심 종축을 포함하는 중심 평면에서, 가상 곡선의 각각의 위치에서 중심 종축과 각도를 형성하는 볼 반경을 갖는다. 일 실시예에 따르면, 전방 절삭 에지의 전방 절삭 전방 부분은 0 내지 15°의 각도로 칩 분할 홈들이 없다. 전방 절삭 에지들 중 적어도 하나가 중심 종축으로부터 소정 거리에 최전방 지점을 갖고 최전방 지점과 중심 종축 사이에 비절삭 리세스가 있는 실시예에서, 바람직하게는 다른 전방 절삭 에지의 전방 절삭 전방 부분은 비절삭 리세스와 동일한 길이로 연장한다.
- [0040] 일 실시예에 따르면, 절삭 에지들 중 적어도 하나는 전방 절삭 에지의 축방향 후방 단부로부터 축방향 후방으로 연장되는 후방 절삭 에지를 포함하고, 적어도 하나의 후방 절삭 에지의 교차부의 라인의 적어도 반경방향 외측 부분들은 가상 직선 상에 위치된다. 볼 노즈 엔드 밀의 형태인 예시적인 실시예에서, 각각의 절삭 에지는 볼 상에 위치된 전방 절삭 에지 및 절삭 섹션의 소프트 부분을 따라 연장되는 후방 절삭 에지를 포함한다. 절삭 섹션의 소프트 부분은 예를 들어 원통형 또는 원추형이어서, 각각의 후방 절삭 에지의 교차부의 라인은 회전 중심축과 평행한 직선, 또는 축방향 후방 방향으로 회전 중심축을 향해 발산하거나 그로부터 수렴하는 직선이 된다. 바람직하게는, 각각의 후방 절삭 에지는 주로 반경방향으로 절삭한다.
- [0041] 선택적으로, 후방 절삭 에지들 중 적어도 하나에는 연관된 전방 절삭 에지와 유사한 칩 분할 홈들이 제공된다.
- [0042] 중심 평면에서, 전방 절삭 에지는 교차부의 라인으로 표현되고, 라인은 크레스트(crests), 트로프(troughs), 만곡 부분 및 선택적으로 직선 부분을 포함한다. 바람직하게는, 크레스트는 반경방향 외측에 위치되고 트로프는 반경방향 내측에 위치된다. 만곡 부분은 곡선 부분들을 포함하며, 이들 곡선 부분 각각은 바람직하게는 크레스트로부터 반경방향 내측으로 연장되는 볼록 만곡 외측 부분을 포함한다. 바람직하게는 각각의 볼록 만곡 외측 부분은 각각의 만곡 외측 부분의 길이를 따라 최소치를 갖는 곡률을 갖고, 최소치에서의 곡률은 0.3 mm보다 작다. 따라서, 바람직하게는, 최소치에서의 곡률은 0.3 mm 보다 작고 0.1 mm 보다 크다. 이에 의해, 유리하게는 동시에 칩 분할 홈의 충분히 강한 반경방향 외측 코너 및 절삭의 충분히 관절형의 칩 파쇄 중단이 달성된다.
- [0043] 일 실시예에 따르면, 곡선 부분들의 볼록 만곡 외측 부분들은, 반경방향 내측 단부에서, 오목 만곡 반경방향 내측 부분에 각각 연결된다. 각각의 오목 만곡 내측 부분은 그로부터 트로프들의 각각의 하나의 트로프까지 반경방향 내측으로 연장된다. 트로프에서, 각각의 오목 만곡 내측 부분은 축방향으로 가장 가까운 볼록 만곡 내측 부분의 다른 오목 만곡 내측 부분과 만난다.
- [0044] 일 실시예에 따르면, 2개의 축방향으로 가장 가까운 볼록 만곡 외측 부분은 적어도 3개의 크레스트들의 축방향 중심 크레스트들에서 만난다. 대안적으로, 교차부의 라인은 어느 한 측면에서 2개의 축방향으로 가장 가까운 볼록 만곡 외측 부분에 연결되는 직선 부분 형태의 크레스트를 포함한다.
- [0045] 각각의 그러한 전방 절삭 에지들의 이미지는, 중심 평면에서, 파동 형상의 교차부 라인을 구성한다.
- [0046] 바람직하게는, 엔드 밀은 치형부 당 최대 이송을 위해 구성되며, 전방 절삭 에지들 각각에 대해, 각각의 곡선 부분의 내향 연장은 적어도 치형부 당 최대 이송이다. 바람직하게는, 최대 내향 연장부는 적어도 0.1 mm 이다. 이에 의해, 칩 분할 홈은 절삭 에지가 분할 칩들을 생성하기에 충분히 깊은 것이 보장된다.
- [0047] 바람직하게는, 칩 분할 홈들의 바닥은 비절삭이어서, 전방 절단 에지들의 각각은 절삭, 반경방향 외측 피크, 및

비절삭, 반경방향 내측 바닥을 포함한다.

- [0048] 교차부 라인은 각각의 2개의 축방향으로 가장 가까운 크레스트들의 제 1 크레스트로부터 제 2 크레스트까지 연장되는 적어도 하나의 아크 길이, 즉 주기 아크 길이를 포함한다. 2개보다 많은 칩 분할 홈들을 갖는 실시예에서, 교차부 라인은 수개의 주기 아크 길이들을 포함한다. 선택적으로 모든 주기 아크 길이는 전방 절삭 에지들 중 하나 또는 전부의 축방향 연장을 따라 동일하거나 상이하다. 교차부 라인이 파형 형상인 실시예에서, 아크 길이는 파형의 주기에 대응한다.
- [0049] 일 실시예에 따르면, 각각의 곡선 부분의 내향 연장부, 예를 들어 반경방향 내향 연장부는 가상 곡선의 주기 아크 길이의 최대 20%이다. 이에 의해, 한편으로, 2개의 축방향으로 가장 가까운 트로프들 사이의 거리 및 다른 한편으로, 원하는 응용들에서 칩 분할을 달성하기 위한 충분한 깊이들 사이의 적절한 관계가 발견되었다. 바람직하게는, 각각의 곡선 부분의 내향 연장부, 예를 들어 반경방향 내향 연장부는 가상 곡선의 주기 아크 길이의 최대 10%이다. 이는 볼 노즈 엔드 밀을 마무리하는 실시예에서 균일한 표면을 생성하기에 적합하다.
- [0050] 각 치형부의 여유면은 절삭 에지에 가장 가까운 제 1 여유각을 갖는다. 회전적으로 그 뒤에서, 여유면은 제 2 또는 추가 여유각을 가질 수 있다. 여유면이 전방 절삭 에지들 중 하나를 따르는 여유면의 지점에서 여유각을 측정하기 위해, 교차부 라인과 가상 곡선을 포함하는 중심 평면이 표시된다. 가상 곡선은 여유면의 지점의 위치에 해당하는 지점에서 교차부 라인을 통과하는 반경을 갖는다. 이 반경에서의 가상 곡선의 탄젠트는 엔드 밀의 여유면의 해당 지점에서 여유각을 측정하기 위한 평면에 수직하다.
- [0051] 바람직하게는, 각각의 전방 절삭 에지의 축방향 연장부를 따른 임의의 축방향 위치에서, 모든 여유면들은 동일한 제 1 여유각을 갖는다. 즉, 제 1 축방향 위치에서 제 1 절삭 에지 뒤의 여유면의 여유각은 각각의 다른 전방 절삭 에지들을 뒤따르는 다른 모든 여유면들에 대해 동일하다. 제 1 축방향 위치에 칩 분할 홈을 갖는 전방 절삭 에지들은 피크를 갖는 전방 절삭 에지와 칩 분할 홈에서의 동일한 여유각을 갖는다. 이에 의해, 원하는 여유각이 칩 분할 홈들 및 생성 부분들에 모두 존재하며, 이는 엔드 밀의 보다 예측 가능한 절삭 성능을 가능하게 한다. 이에 의해 안정성을 높일 수 있다.
- [0052] 바람직하게는, 제 1 여유각은 0.5° 이상, 5° 이하이다. 이에 따라, 양호한 지지와 함께 강한 전방 절삭 에지가 달성되어 진동이 회피된다. 또한, 엔드 밀이 끼이는 것을 회피하기에 충분한 클리어런스가 있다. 일 실시예에 따르면, 각각의 치형부의 여유면은 절삭 에지에 가장 가까운 보강 베벨을 포함하며, 이는 바람직하게는 바람직한 범위 내의 제 1 여유각을 갖는다. 바람직하게는, 작은 제 1 여유각 또는 보강 베벨을 갖는 실시예는 회전적으로 후방에 제 2 여유면을 갖는다. 제 2 여유면의 제 2 여유각은 바람직하게는 6° 이상, 14° 이하이다.
- [0053] 선택적으로, 전방 절삭 에지들 각각의 축방향 최전방 지점으로부터 그리고 그 축방향 연장부를 따라 축방향 후방으로, 제 1 여유각은 일정하고, 연속적으로 증가하거나 연속적으로 감소한다. 따라서, 엔드 밀의 전방 절삭 에지의 절삭 특성은 축방향 연장부를 따라 상이한 절삭 특성을 갖고서 최적화될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0054] 이하에서, 첨부 도면을 참조하여 예시적인 실시형태들을 보다 상세하게 설명한다.
  - 도 1 은 마감을 위한 볼 노즈 엔드 밀 형태의 본 엔드 밀의 제 1 실시예의 측면도이다.
  - 도 2 는 절삭 섹션을 도시하는 도 1 의 확대도이다.
  - 도 3 은 도 2 의 확대도이다.
  - 도 4 는 도 1 의 실시예의 여유면의 여유각을 측정하기 위한 평면도이다.
  - 도 5 는 도 1 의 실시예의 전방 단부를 도시한 사시도이다.
  - 도 6 은 도 1 의 실시예의 전방 단부도이다.
  - 도 7 은 도 1 의 실시예의 전방 절삭 에지의 그래픽 표현이다.
  - 도 8 은 도 7 에 따른 전방 절삭 에지들 중 하나의 전방 절삭 에지의 그래픽 표현을 확대한 도면이다.
  - 도 9 는 조면화를 위한 볼 노즈 엔드 밀 형태의 본 엔드 밀의 제 2 실시예의 측면도이다.
  - 도 10 은 도 9 의 제 2 실시예에 대한 도 7 에 대응하는 그래픽 표현이다.

모든 도면은 개략적이고, 반드시 일정 비율은 아니며, 일반적으로 개별 실시형태를 설명하는 데 필요한 부분만을 보여주는 반면, 다른 부분은 생략되거나 단지 암시될 수 있다. 달리 나타내지 않는 한, 유사한 도면 부호는 다른 도면에서 유사한 부분을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0055] 도 1-8 을 참조하면, 마감을 위한 볼 노즈 엔드 밀 형태의 본 엔드 밀의 제 1 실시예가 도시된다. 엔드 밀은 전방 단부(2), 후방 단부(3) 및 중심 종축(4)을 갖는 본체(1)를 포함한다. 엔드 밀은 회전 방향(5)으로 중심 종축(4)을 중심으로 회전 가능하게 구성된다. 절삭 섹션(6)은 전방 단부(2)로부터 축방향 후방으로 연장된다. 커플링 섹션(8)은 절삭 섹션(6)의 후방 단부로부터 본체(1)의 후방 단부(3)까지 축방향 후방으로 연장된다. 커플링 섹션(8)은 기계 스피드에 장착 가능하도록 구성된다. 절삭 섹션(6)은 7,8 mm의 반경을 갖는 반구형 볼 노즈의 전방 단부를 포함한다.
- [0056] 절삭 섹션(6)은 복수의 4개의 반경방향 돌출 및 축방향 연장 치형부(7)를 포함한다. 절삭 섹션(6)은 절삭 섹션(6)의 주변, 반경방향 외향 표면에서 리세스되는 축방향 연장 칩 플루트들(9)을 포함한다. 각각의 치형부(7)는 하나의 각각의 칩 플루트(9)와 연관되고, 각각의 치형부(7) 및 칩 플루트(9)는 서로 나란히 나선형으로 연장된다. 나선 각도는 30°이다.
- [0057] 각각의 치형부(7)는 여유면(10)과 레이크면(11), 그리고 여유면(10)과 레이크면(11)의 교차부에 있는 절삭 에지(12)를 포함한다. 여유면(10)은 각각의 절삭 에지(12)로부터 회전적으로 후행하는 다음 칩 플루트(9)로 회전적으로 후방으로 연장한다.
- [0058] 각각의 절삭 에지(12)는 전방 절삭 에지(13)를 포함하며, 전방 절삭 에지는 축방향 최전방 지점(14, 14a)으로부터 축방향 후방으로 그리고 반경방향 외측으로 연장된다. 각각의 전방 절삭 에지(13)는 볼 노즈의 반구형 형상을 따라 반경방향 외향 및 축방향 후방의 각각의 나선 라인을 따른다. 2개의 전방 절삭 에지(13)는 중심 에지(16)의 일부의 형태인 전방 부분을 포함한다. 중앙에서, 중심 에지(16)는 중심 종축(4)을 가로질러 연장하고, 대응하는 2개의 전방 절삭 에지(13)는 중앙에서 최전방 지점(14)을 갖고 그로부터 반대 방향으로 연장한다. 4개의 전방 절삭 에지들(13) 중 다른 2개는 중심 종축(4)으로부터 반경방향 외향으로 소정 거리에 그들의 최전방 지점(14a)을 갖는다. 이러한 전방 절삭 에지(13)의 지점(14a)의 전방에서, 엔드 밀은 비절삭 리세스(15)를 갖는다. 전방 절삭 에지(13)의 최대 절삭 직경은 15.6 mm(볼 노즈 단부의 직경)이다.
- [0059] 중심 절삭 에지(16)는, 그 길이를 따른 임의의 위치에서, 적어도 75°의 중심 종축(4)과의 각도( $\alpha$ )를 갖는다. 예시적인 실시예에서, 중심 절삭 에지(16)는 10°의 각도( $\beta$ )의 각도 아크에 걸쳐 연장된다.
- [0060] 각각의 전방 절삭 에지(13)는 적어도 2개의 칩 분할 홈(17), 본 실시예에서는 4개의 칩 분할 홈(17)에 의해 중단된다. 중앙에서 그들의 최전방 지점들(14)을 갖는 2개의 전방 절삭 에지들(13)은 추가의 칩 분할 홈(17)을 갖는다. 중심 절삭 에지(16)는 칩 분할 홈(17)이 없다. 칩 분할 홈들(17)은 여유면에서 각각의 전방 절삭 에지(13)로부터 회전적으로 후방으로 연장된다.
- [0061] 각각의 전방 절삭 에지(13) 및 그로부터 연장되는 여유면(10)은 2개의 축방향으로 가장 가까운 칩 분할 홈들(17) 사이의 반경방향 외측 피크(20)와, 각각의 개별 칩 분할 홈(17) 내의 바닥(21)을 갖는다.
- [0062] 4개의 전방 절삭 에지들(13) 모두는 상이한 축방향 위치에서 각자의 칩 분할 홈(17)을 갖는다.
- [0063] 각각의 절삭 에지(12)를 따른 각각의 위치에서, 여유면(10)은 절삭 에지(12)에 가장 가까운 제 1 부분(18)을 포함한다. 제 1 부분(18)에서의 여유면(10)은 절삭 에지(12)에 가장 가까운 제 1 여유각( $\epsilon$ )을 갖는다, 도 4 참조. 예시적인 실시예에서, 제 1 여유각( $\epsilon$ )은 전방 절삭 에지(13)를 따라 연속적으로 변화하며, 제 1 여유각( $\epsilon$ )은 중심 종축(4)에서 8°이고 반구형 볼 노즈 엔드의 축방향 후방 단부에서 12°이다. 반구형 볼 노즈 엔드의 축방향 후방 단부에서, 볼 노즈 엔드의 반경은 중심 종축과 90°의 각도를 형성한다. 여유면(10)의 제 1 부분(18)의 회전적으로 후방으로, 여유면(10)은 증가하는 여유각( $\epsilon$ )을 갖는다.
- [0064] 엔드 밀의 볼 노즈 엔드의 축방향 연장부를 따른 임의의 축방향 위치에서, 전방 절삭 에지들(13) 각각은 동일한 제 1 여유각( $\epsilon$ )을 갖는다.
- [0065] 예시적인 엔드 밀의 절삭 에지들(12)의 전방 절삭 에지들(13)은 도 7 및 8에 그래픽으로 표시되어 있다. 각각의 절삭 에지(12)의 이미지 또는 그래픽 표현은 각각의 전방 절삭 에지(13)가 중심 평면에서 교차부의 라인(19)을 형성하도록 중심 종축(4) 주위로 엔드 밀을 회전시킴으로써 얻어진다. 이러한 뷰에서, 전방 절삭 에지(1

3)의 반경방향 외측 피크들(20)(도 3 참조)은 교차부의 라인(19)의 크레스트들(22)로서 보이고, 칩 분할 홈들의 바닥들(21)(도 3 참조)은 교차부의 라인(19)의 트로프들(23)로서 보인다. 만곡 부분들(25)은 각각의 하나의 트로프(23)로부터 각각의 하나의 크레스트(22)로 각각 연장된다. 각각의 만곡 부분(25)은, 하나의 각각의 크레스트(22)로부터 내측으로 연장되고, 모든 위치에서, 0.1 mm 보다 큰 곡률 반경(27)을 갖는 볼록 만곡 외측 부분(26)을 포함한다. 예시적인 볼 노즈 엔드 밑에서, 곡률 반경(27)은 0.2 mm 이다.

[0066] 가상 곡선(24)은 교차부의 라인(19)의 크레스트들(22)을 연결한다. 가상 곡선(24)은 반경방향 외측으로 볼록하다. 가상 곡선(24)의 곡률 반경은 예시적인 실시예에서 볼 노즈 엔드의 반경, 즉 7.8 mm 에 대응한다.

[0067] 크레스트(22), 트로프(23) 및 곡선 부분(25)은 교차부의 파형 라인(19)을 생성한다. 2개의 축방향으로 가장 가까운 크레스트들(22) 사이의 아크 길이는 주기 아크 길이(28)를 구성한다. 각각의 전방 절삭 에지(13)의 모든 주기 아크 길이(28)는 동일한 길이를 갖는다. 각각의 만곡 부분(25)의 내향 연장, 즉 각각의 크레스트(22)로부터 각각의 홈(23)까지의 반경방향 거리는 주기 아크 길이(28)의 최대 10%이고, 예시적인 실시예에서는 0.2 mm 이다.

[0068] 모든 4개의 전방 절삭 에지(13)는 상이한 축방향 위치들에서 각각의 칩 분할 홈들(17)을 가지며, 이는 도 7 의 도면에서 4개의 교차부 라인으로서 볼 수 있다. 알 수 있는 바와 같이, 교차부의 각각의 라인들(19)의 크레스트들(22) 및 트로프들은 상이한 축방향 위치들에 있다. 이는 절삭될 공작물의 원하는 표면 마감을 얻을 수 있도록 바닥(21)과 중첩되는 피크(22)를 갖는 전방 절삭 에지(13)를 나타낸다. 따라서, 동일한 축방향 위치에서 모든 4 개의 전방 절삭 에지들(13)을 볼 때, 모든 4개의 전방 절삭 에지들(13)은 그 축방향 위치에서 하나의 각각의 만곡 부분(25)의 상이한 지점들을 갖는다. 또한, 전술한 바와 같이, 이들 모두는 동일한 축방향 위치에서 동일한 제 1 여유각( $\epsilon$ )을 갖는다.

[0069] 도 3 에서 알 수 있는 바와 같이, 전방 절삭 에지(13)를 따른 선택된 위치에서의 제 1 여유각( $\epsilon$ )은 도 4 의 평면에서 측정된다. 전방 절삭 에지(13)의 선택된 위치는 교차부의 라인(19) 및 가상 곡선(24)을 포함하는 중앙 평면에서 보여진다. 선택된 위치에서의 가상 곡선(24)의 접선은 도 4 의 평면에 수직이다. 중심(4)에서 여유각( $\epsilon$ )을 측정할 때, 해당 평면은 종방향 평면이고, 볼 노즈의 축방향 후방 단부에서 여유각( $\epsilon$ )을 측정할 때, 해당 평면은 축방향 평면이다.

[0070] 도 9 에서, 조면화를 위한 볼 노즈 엔드 밑 형태의 본 엔드 밑의 제 2 실시예가 도시되어 있으며, 이는 절삭 섹션(6)이 샤프트 부분(30)을 포함하고 절삭 에지들(12)의 형상이라는 점에서 제 1 실시예와 상이하다.

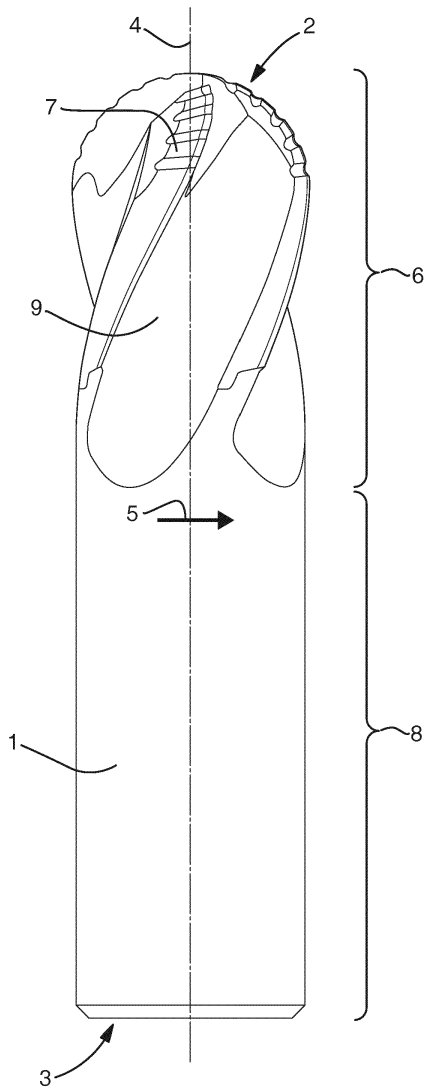
[0071] 절삭 에지들(12) 각각은 후방 절삭 에지(29)를 포함한다. 후방 절삭 에지들(29) 각각은 하나의 각각의 전방 절삭 에지(13)로부터 축방향 후방으로 그리고 샤프트 부분(30)을 따라 나선형으로 연장된다. 각각의 후방 절삭 에지(29)는 전방 절삭 에지들(13)과 유사한 칩 분할 홈들(17)에 의해 중단된다. 여기서, 각각의 후방 절삭 에지(29)는 적어도 2개의 칩 분할 홈들(17)을 포함하여서, 후방 절삭 에지(29)의 교차부의 라인(19)은 가상 직선(31) 상에 각각 위치되는 적어도 3개의 반경방향 외측 크레스트들(22); 적어도 3개의 크레스트들(22)의 각각의 2개의 축방향으로 가장 가까운 크레스트들(22) 사이에 각각 위치되는 적어도 2개의 반경방향 내측 트로프들(23); 및 적어도 2개의 트로프들(23)의 하나의 각각의 트로프(23)로부터 각각의 2개의 축방향으로 가장 가까운 크레스트들(22)의 하나의 크레스트로 각각 연장되는 만곡 부분들(25)을 포함한다. 각각의 만곡 부분은, 크레스트로부터 반경방향 내측으로 연장되고 모든 위치들에서 0.1 mm 보다 큰 곡률 반경(27)을 갖는 볼록 만곡 외측 부분(26)을 포함한다.

[0072] 가상 직선의 주기 길이(32)는 축방향으로 가장 가까운 각각의 2개의 크레스트들 중 제 1 크레스트로부터 제 2 크레스트로 연장되고, 전방 절삭 에지들(13) 중 하나 및 후방 절삭 에지들(29) 중 하나를 포함하는 각각의 절삭 에지(12)에 대해, 주기 길이(32)는 주기 아크 길이(28)와 동일하다.

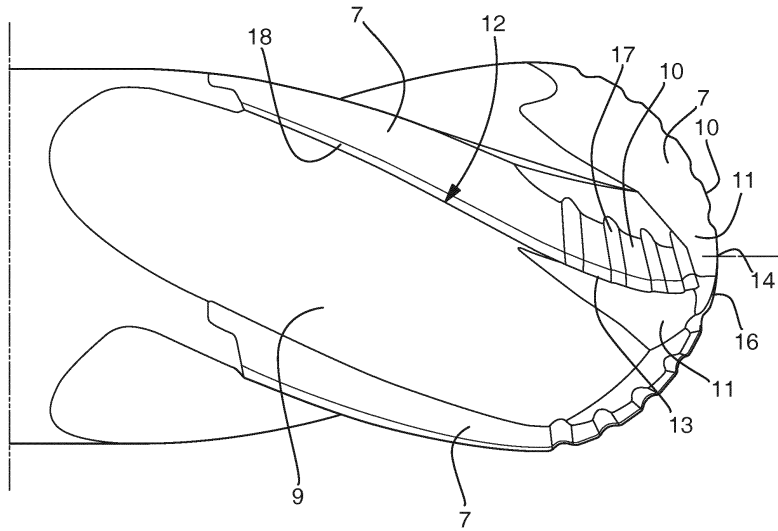
[0073] 절삭 에지(12)의 피크들(22) 각각은 제 1 실시예의 절삭 에지(12)의 피크들보다 더 큰 곡률을 갖는다. 도 10 에서 볼 수 있는 바와 같이, 이에 의해 교차부의 더 많은 파형 라인(19)이 얻어지며, 이는 덜 양호한 표면 마무리를 갖는 조면화 공구를 나타낸다.

도면

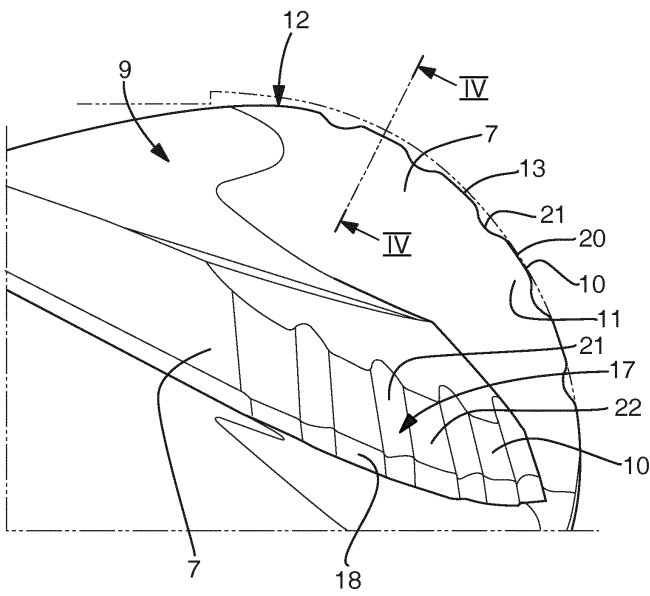
도면1



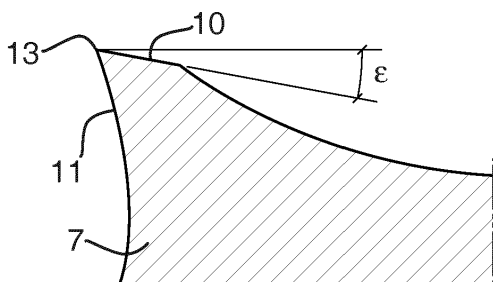
도면2



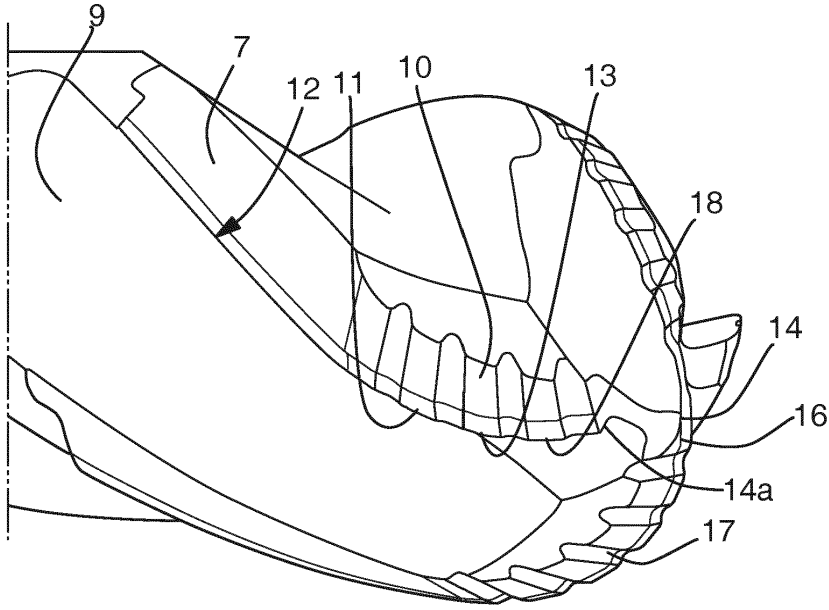
도면3



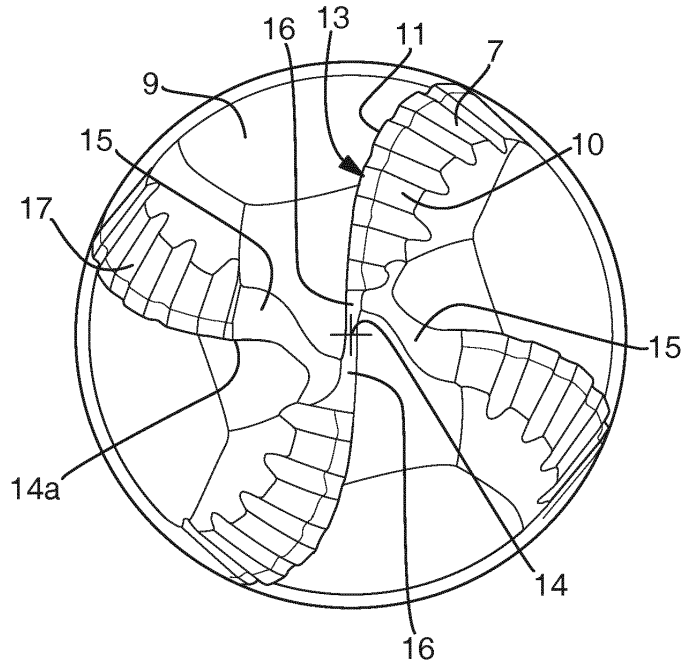
도면4



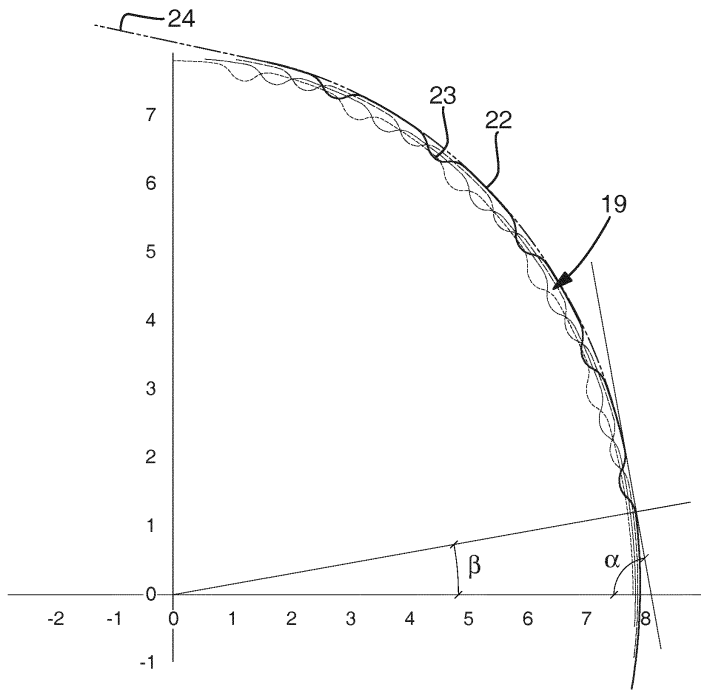
도면5



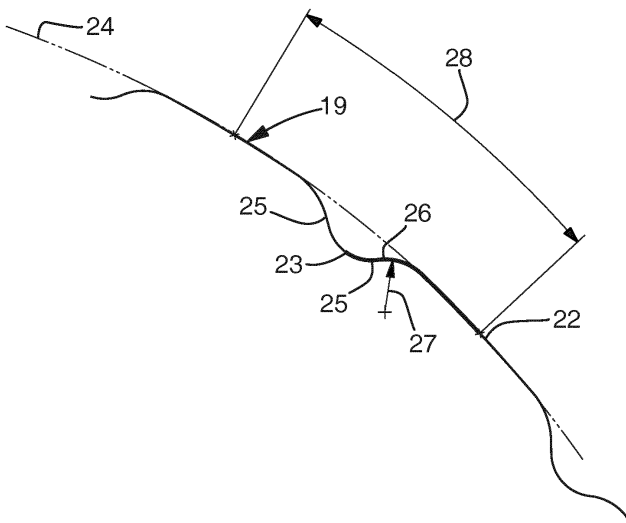
도면6



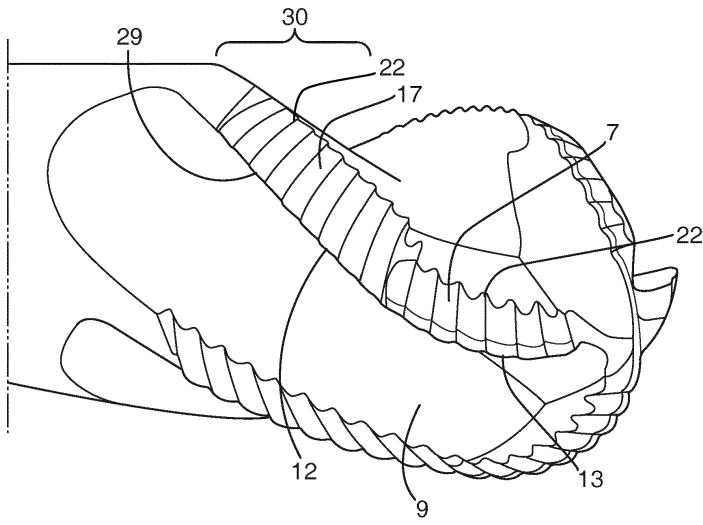
도면7



도면8



도면9



도면10

