



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

(45) 공고일자 2019년09월16일  
 (11) 등록번호 10-2021271  
 (24) 등록일자 2019년09월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B23C 5/22* (2006.01) *B23C 5/10* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B23C 5/22* (2013.01)  
*B23C 5/10* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7013421
- (22) 출원일자(국제) 2016년08월19일  
 심사청구일자 2018년05월11일
- (85) 번역문제출일자 2018년05월11일
- (65) 공개번호 10-2018-0069016
- (43) 공개일자 2018년06월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2016/074240
- (87) 국제공개번호 WO 2017/085975  
 국제공개일자 2017년05월26일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2015-223958 2015년11월16일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2003071626 A  
 JP2004050338 A  
 JP2011020192 A  
 WO2009123192 A1

- (73) 특허권자  
**미츠비시 히타치 쓰루 가부시카가이샤**  
 일본국 도쿄도 스미다구 료고쿠 4초메 31반 11고
- (72) 발명자  
**기우치 야스히로**  
 일본 지바켄 나리타시 신이즈미 13반치노 2 미츠비시 히타치 쓰루 가부시카가이샤 나리타고쥬 나이
- 고바야시 요시유키**  
 일본 지바켄 나리타시 신이즈미 13반치노 2 미츠비시 히타치 쓰루 가부시카가이샤 나리타고쥬 나이  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 5 항

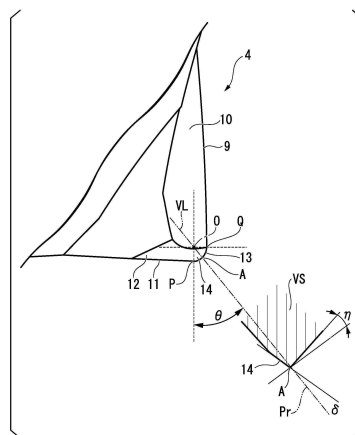
심사관 : 김응상

(54) 발명의 명칭 **날끝 교환식 회전 절삭 공구 및 인서트**

**(57) 요약**

본원 발명의 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6) 에서는, 인서트 (5) 의 절삭날부 (4) 는, 외주 절삭날 (9) 과, 바닥 절삭날 (11) 과, 코너 R 절삭날 (13) 과, 면취면 (15) 을 구비하고, 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 코너 R 절삭날 (13) 의 날 길이 전역에 있어서 부의 값을 갖고, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 코너 R 절삭날 (13) 중, 1 쌍의 상기 경계점 (P, Q) 까리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서 최소값으로 되어 있다.

**대표도** - 도10



(52) CPC특허분류

B23C 2200/203 (2013.01)

B23C 2200/286 (2013.01)

B23C 2200/326 (2013.01)

B23C 2210/165 (2013.01)

B23C 2210/168 (2013.01)

(72) 발명자

**나카미가와 다카오**

일본 지바켄 나리타시 신이즈미 13반치노 2 미즈비  
시 히타치 쓰루 가부시키키가이샤 나리타고쥬 나이

**이나가키 후미히코**

일본 지바켄 나리타시 신이즈미 13반치노 2 미즈비  
시 히타치 쓰루 가부시키키가이샤 나리타고쥬 나이

**하야시 유우키**

일본 지바켄 나리타시 신이즈미 13반치노 2 미즈비  
시 히타치 쓰루 가부시키키가이샤 나리타고쥬 나이

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 에 형성한 장착 시트 (3) 에, 절삭날부 (4) 를 갖는 인서트 (5) 를 자유롭게 착탈할 수 있게 장착하는 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6) 로서,

상기 장착 시트 (3) 는,

상기 공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 에, 공구의 회전 중심축 (C) 을 포함하여 상기 회전 중심축 (C) 에 직교하는 직경 방향으로 연장되어 형성된 슬릿상의 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 과,

상기 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 에 삽입된 상기 인서트 (5) 를 고정시키기 위한 고정용 나사 (8) 를 구비하고,

상기 인서트 (5) 의 절삭날부 (4) 는,

상기 회전 중심축 (C) 방향을 따르도록 연장되는 외주 절삭날 (9) 과,

상기 외주 절삭날 (9) 의 레이크면 (10) 과,

상기 직경 방향을 따르도록 연장되는 바닥 절삭날 (11) 과,

상기 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 과,

상기 바닥 절삭날 (11) 의 상기 직경 방향의 외단과 상기 외주 절삭날 (9) 의 상기 회전 중심축 (C) 방향의 선단을 연결함과 함께, 상기 공구 본체 (1) 의 선단 외주측을 향하여 볼록해지는 원호상으로 형성된 코너 R 절삭날 (13) 과,

상기 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 과,

상기 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14), 및 상기 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 중 적어도 상기 직경 방향의 외측에 위치하는 부분을 포함하는 면취면 (15) 과,

상기 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 의 상기 회전 중심축 (C) 방향의 기단측에 형성되는 절삭 조각 배출 홈 (16) 과,

상기 외주 절삭날 (9) 의 레이크면 (10) 의 상기 직경 방향의 내측에 형성되는 절삭 조각 배출 홈 (17) 을 구비하고,

상기 외주 절삭날 (9) 의 비틀림각 ( $\varepsilon$ ) 이 정의 값을 갖고,

상기 코너 R 절삭날 (13) 과 상기 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 축방향 레이크각 ( $Ar1$ ) 이 부의 값을 갖고,

상기 코너 R 절삭날 (13) 과 상기 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 축방향 레이크각 ( $Ar2$ ) 이 부의 값을 갖고,

상기 코너 R 절삭날 (13) 상의 소정의 점 (A) 및 상기 회전 중심축 (C) 을 포함하는 기준면 ( $Pr$ ) 에 대해 수직이고, 또한, 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 원호 중심점 (O) 과 상기 소정의 점 (A) 을 지나는 가상 직선 (VL) 을 포함하는 가상 평면 (VS) 내에 있어서, 상기 기준면 ( $Pr$ ) 에 대해 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 이 경사지는 각도인 진 레이크각을, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 으로 정의하고,

상기 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 날 길이 전역에 있어서 부의 값을 갖고,

상기 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 상기 코너 R 절삭날 (13) 중, 1 쌍의 상기 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서 최소값이 되는 것을 특징으로 하는 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6).

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 코너 R 절삭날 (13) 과 상기 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 상기 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 상기 코너 R 절삭날 (13) 과 상기 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 상기 코너 R 절삭날 (13) 의 상기 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 보다 작은 것을 특징으로 하는 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6).

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 기준면 (Pr) 에 투영한 상기 가상 직선 (VL) 이, 상기 기준면 (Pr) 내에 있어서, 상기 회전 중심축 (C) 에 대해 경사지는 각도를, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로 정의하고,

상기 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 최소값이, 상기 코너 R 절삭날 (13) 중, 상기 방사 각도 ( $\theta$ ) 로 5° 이상 50° 이하의 범위로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6).

**청구항 4**

제 2 항에 있어서,

상기 기준면 (Pr) 에 투영한 상기 가상 직선 (VL) 이, 상기 기준면 (Pr) 내에 있어서, 상기 회전 중심축 (C) 에 대해 경사지는 각도를, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로 정의하고,

상기 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 최소값이, 상기 코너 R 절삭날 (13) 중, 상기 방사 각도 ( $\theta$ ) 로 5° 이상 50° 이하의 범위로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6).

**청구항 5**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 날끝 교환식 회전 절삭 공구 (6) 에 사용되는 것을 특징으로 하는 인서트 (5).

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본원 발명은 피삭재의 측면 마무리 가공에 바람직한 절삭 가공용의 인서트를 장착한 날끝 교환식 회전 절삭 공구, 및 인서트에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2015년 11월 16일에 일본에 출원된 일본 특허출원 2015-223958호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

**배경 기술**

[0003] 금형 등의 피삭재에, 가공 기준면이 되는 저면이나 수평면에 수직인 측면을 마무리 가공하는 경우, 종래부터 스퀘어 타입의 솔리드 엔드 밀이 사용되고 있다. 그러나, 공구 돌출이 긴 (L/D 가 4 이상) 가공에 있어서는, 공구의 쓰러짐에 의해 가공 정밀도가 나오기 어렵다. 또한, 상기 「L/D」 중, L 값은 공구의 회전 중심축선 방향의 길이, D 값은 공구 절삭날의 회전 궤적의 직경이다.

[0004] 또, 솔리드 타입은, 예를 들어, 외경이  $\phi 10$  mm 이상인 사이즈에 있어서는 공구 자체도 매우 고가이기 때문에, 공구 돌출이 긴 (L/D 가 4 이상) 가공에 있어서는, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀이 사용된다. 가공 정밀도를 얻기 위해서는, 채터링 진동의 발생을 억제함과 함께, 절삭날에 치핑이나 결손이 발생하지 않게 절삭 조건을 떨어뜨려 가공할 필요가 있다. 또한, 상기 「절삭 조건을 떨어뜨려」란, 예를 들어, 절입량이나 이송 등의 절삭 조건을 낮은 값으로 억제하는 것이다.

[0005] 이 때문에, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀의 절삭날 형상에 관해서는 여러 가지 제안이 되고 있다.

[0006] 특허문헌 1 (일본 공개특허공보 평8-281513호) 에는, 공구 본체 선단부의 V 자상의 슬릿에 의해 인서트를 자유롭게 착탈할 수 있게 협지할 수 있는 날끝 교환식 엔드 밀이고, 그 절삭날 칩이, 공구 본체의 선단 꼭지각으로부터 발하여 축선 방향에 형성되는 외주날과, 외주날과 거의 수직으로 위치하는 바닥날과, 바닥날 코너에 외주

날과 바닥날에 접하는 거의 1/4 원호로 이루어지는 코너 R 날을 구비하고, 그 바닥날의 개취각을 30 ~ 45° 로 하여 외주날에 평행한 0.1 ~ 1 mm 폭의 미 (未) 개취부를 구비하는 날끝 교환식 엔드 밀이 기재되어 있다.

[0007] 특허문헌 2 (일본 특허 제5744235호) 에는, 공구 본체의 선단부에 존재하는 바닥 절삭날과, 공구 본체의 외주에 존재하는 외주 절삭날이 형성되고, 바닥 절삭날과 외주 절삭날 사이가 코너 R 절삭날에 의해 연결되어 있고, 외주 절삭날의 레이크면의 후방에는 절삭 조각 배출 홈이 형성되고, 코너 R 절삭날에 인접한 코너 개취가 형성된 라디우스 엔드 밀이 기재되어 있다. 그리고, 코너 개취는, 가장자리의 일부가 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계 및 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계 이외의 코너 R 절삭날 상에 형성되고, 코너 개취와 접하는 바닥 절삭날측의 단부 (端部) 에 있어서의 액시얼 레이크가 5 ~ 20° 로 설정되어 있는 것이 특허문헌 2 에 기재되어 있다.

[0008] 특허문헌 3 (일본 특허 제5267556호) 에 기재된 라디우스 엔드 밀에서는, 엔드 밀 본체의 선단부 외주에 형성된 절삭 조각 배출 홈 또는 이 절삭 조각 배출 홈의 선단부에 형성된 개취의 엔드 밀 회전 방향을 향하는 벽면이 레이크면이 되고, 이 레이크면의 선단측이 바닥 절삭날, 외주측이 외주 절삭날로 되고, 바닥 절삭날과 외주 절삭날을 연결하는 코너날은, 볼록 원호상의 코너날을 포함하고, 코너날은 정 (正) 의 절삭날 경사각을 갖고, 레이크면의 변릉부측 (邊稜部側) 에 있는 절삭날은, 바닥날측으로부터 외주날측을 향함에 따라, 엔드 밀 회전 방향 후방측을 향하도록 경사지고, 또한 엔드 밀 회전 방향 후방측으로의 경사가, 코너날로부터 이 코너날이 이루는 볼록 원호의 중심을 향함에 따라 점차 커지는 비틀림면상으로 형성되어 있다.

[0009] 특허문헌 4 (일본 공개특허공보 2011-20192호) 에는, 바닥날의 레이크면의 레이크각이 부 (負) 의 각도로 되어 있고, 또한 코너 R 의 레이크면, 및 외주 절삭날의 레이크면의 레이크각도 부의 각도로 된 솔리드 타입의 비틀림날 라디우스 엔드 밀이 기재되어 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평8-281513호
- (특허문헌 0002) 일본 특허 제5744235호
- (특허문헌 0003) 일본 특허 제5267556호
- (특허문헌 0004) 일본 공개특허공보 2011-20192호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0011] 특허문헌 1 에는, 홀더 본체의 선단부에 축선 방향으로 연장되는 슬릿을 형성하고, 슬릿에 의해 슬릿으로부터 돌출되는 선단 가장자리에 절삭날을 갖는 칩이 협지되고, 절삭날 칩의 선단 꼭지각으로부터 발하여 축선 방향에 외주날과, 외주날이 발하는 꼭지각으로부터 축 중심을 포함한 대각선 상에 외주날과 거의 수직으로 위치하는 바닥날과, 바닥날 코너에 외주날과 바닥날에 접하는 거의 1/4 원호로 이루어지는 코너 R 날을 1 쌍 구비한 절삭날 칩을 형성한 것을 특징으로 하는 스로 어웨이식 엔드 밀이 기재되어 있다.

[0012] 그러나, 특허문헌 1 의 엔드 밀에는, 피삭재의 측면 마무리 가공에 있어서의 외주 절삭날의 달라붙음을 향상시키는 것이나, 저면 마무리 가공에 있어서의 공구 수명을 연장하는 것에 대하여 개선의 여지가 있다.

[0013] 특허문헌 2 에서는, 코너 R 날 중에 코너 개취를 형성한 절삭날 형상이 검토 및 기재되어 있고, 외주 절삭날 근방의 코너 R 절삭날에 있어서, 외주 절삭날과의 이음매에 단차나 각이 생기는 것을 제어함과 함께, 예리함을 향상시킴으로써 가로 이송 가공의 능력을 높이고 있다. 또, 바닥날 근방의 액시얼 레이크가 작아져, 레이크면의 단차가 없고, 절삭 조각의 유출이 방해되는 일이 없기 때문에, 가공면의 면조도를 매끄럽게 할 수 있는 것이 특허문헌 2 에는 기재되어 있다.

[0014] 그러나, 특허문헌 2 의 엔드 밀에는, 피삭재의 측면 마무리 가공에 있어서의 외주 절삭날의 달라붙음, 및 저면 마무리 가공에 있어서의 공구 수명에 대해 개선의 여지가 있다.

- [0015] 특허문헌 3 에서는, 바닥날측으로부터 외주 절삭날측으로 연결되는 코너 R 절삭날에 대해, 코너 R 절삭날을 따른 직각 레이크각의 대폭적인 변화를 억제하는 것과, 또한 절삭날 경사각의 변화도 억제하여 절삭 조각 배출성을 확보함으로써 보다 안정적인 절삭 성능을 발휘하는 라디우스 엔드 밀의 절삭날 형상에 대해 검토 및 기재되어 있다.
- [0016] 그러나, 특허문헌 3 의 엔드 밀에는, 피삭재의 측면 마무리 가공에 있어서의 외주 절삭날의 달라붙음을 향상시키는 것이나, 저면 마무리 가공에 있어서의 공구 수명을 연장하는 것에 대해 개선의 여지가 있다.
- [0017] 특허문헌 4 에는, 바닥날의 레이크면의 레이크각이 부의 각도로 되어 있고, 또한 코너 R 의 레이크면, 및 외주 절삭날의 레이크면의 레이크각도 부의 각도로 함으로써, 바닥날의 내결손성을 높이면서 절삭 조각의 배출성도 향상시켜 공구의 내구성 향상을 도모한 솔리드 타입의 비틀림날 라디우스 엔드 밀이 기재되어 있다.
- [0018] 그러나, 특허문헌 4 의 엔드 밀에는, 피삭재의 측면 마무리 가공에 있어서의 외주 절삭날의 달라붙음, 및 저면 마무리 가공에 있어서의 공구 수명에 대해 개선의 여지가 있다.
- [0019] 본원 발명은, 금형 등의 피삭재에 가공 기준면이 되는 저면이나 수평면에 수직인 측면을 마무리 가공하는 경우, 특히 공구 돌출이 긴 (예를 들어 L/D 가 4 이상) 가공에 있어서의 절삭 성능을 개선하여, 피삭재의 저면의 마무리 치수 정밀도 외에, 수평면에 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도가 우수한 날끝 교환식 회전 절삭 공구, 및 인서트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0020] 본원 발명의 일 양태는, 공구 본체의 선단부에 형성한 장착 시트에, 절삭날부를 갖는 인서트를 자유롭게 착탈할 수 있게 장착하는 날끝 교환식 회전 절삭 공구로서, 상기 장착 시트는, 상기 공구 본체의 선단부에, 공구의 회전 중심축을 포함하여 상기 회전 중심축에 직교하는 직경 방향으로 연장되어 형성된 슬릿상의 인서트 끼워맞춤 홈과, 상기 인서트 끼워맞춤 홈에 삽입된 상기 인서트를 고정시키기 위한 고정용 나사를 구비하고, 상기 인서트의 절삭날부는, 상기 회전 중심축 방향을 따르도록 연장되는 외주 절삭날과, 상기 외주 절삭날의 레이크면과, 상기 직경 방향을 따르도록 연장되는 바닥 절삭날과, 상기 바닥 절삭날의 레이크면과, 상기 바닥 절삭날의 상기 직경 방향의 외단과 상기 외주 절삭날의 상기 회전 중심축 방향의 선단을 연결함과 함께, 상기 공구 본체의 선단 외주측을 향하여 볼록해지는 원호상으로 형성된 코너 R 절삭날과, 상기 코너 R 절삭날의 레이크면과, 상기 코너 R 절삭날의 레이크면, 및 상기 바닥 절삭날의 레이크면 중 적어도 상기 직경 방향의 외측에 위치하는 부분을 포함하는 면취면과, 상기 바닥 절삭날의 레이크면의 상기 회전 중심축 방향의 기단측 (基端側) 에 형성되는 절삭 조각 배출 홈과, 상기 외주 절삭날의 레이크면의 상기 직경 방향의 내측에 형성되는 절삭 조각 배출 홈을 구비하고, 상기 외주 절삭날의 비틀림각이 정의 값을 갖고, 상기 코너 R 절삭날과 상기 외주 절삭날의 경계점에 있어서의 상기 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각이 부의 값을 갖고, 상기 코너 R 절삭날과 상기 바닥 절삭날의 경계점에 있어서의 상기 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각이 부의 값을 갖고, 상기 코너 R 절삭날 상의 소정의 점 및 상기 회전 중심축을 포함하는 기준면에 대해 수직이고, 또한, 상기 코너 R 절삭날의 원호 중심점과 상기 소정의 점을 지나는 가상 직선을 포함하는 가상 평면 내에 있어서, 상기 기준면에 대해 상기 코너 R 절삭날의 레이크면이 경사지는 각도인 진 (眞) 레이크각을, 방사 방향 레이크각으로 정의하고, 상기 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각이, 상기 코너 R 절삭날의 날 길이 전역에 있어서 부의 값을 갖고, 상기 방사 방향 레이크각은, 상기 코너 R 절삭날 중, 1 쌍의 상기 경계점끼리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서 최소값이 되는 것을 특징으로 한다 (이하, 「본원 발명의 날끝 교환식 회전 절삭 공구」 라고 칭한다).
- [0021] 또, 본원 발명의 다른 양태의 인서트는, 상기 서술한 날끝 교환식 회전 절삭 공구에 사용되는 것을 특징으로 하고 있다 (이하, 「본원 발명의 인서트」 라고 칭한다).
- [0022] 본원 발명의 날끝 교환식 회전 절삭 공구 및 인서트에서는, 원호상의 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계점 (최외주 위치) 에 있어서의 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각이 부의 값을 갖고, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점 (최선단 위치) 에 있어서의 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각이 부의 값을 가지고 있다. 요컨대, 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각은, 네거티브각으로 되어 있다. 또, 외주 절삭날의 비틀림각은, 정의 값을 가지고 있으며, 포지티브각으로 되어 있다.
- [0023] 본원 발명의 날끝 교환식 회전 절삭 공구 및 인서트가 본 구성을 가짐으로써, 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계점은, 공구의 회전 중심축 둘레의 둘레 방향 중, 공구 회전 방향을 향하여 가장 돌출된 점 (최볼록점) 이 된다. 이 때문에, 수평면에 수직인 벽면 (연직면, 입벽 (立壁)) 을 피삭재에 대해 가공하는 측면 마무리 가공에 있어서는, 코너 R 절삭날과 외주 절삭날은, 상기 경계점 (최볼록점) 에 있어서의 피삭재와의 점접촉으로

피삭재의 절삭을 개시한다. 따라서, 절삭날의 피삭재에의 달라붙음이 개선된다.

- [0024] 상기 경계점으로부터 점접촉으로 개시된 절삭은, 공구의 회전과 함께 코너 R 절삭날과 외주 절삭날로 절삭 범위가 확대되어 간다. 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각은, 부의 각도로 설정되어 있으므로, 코너 R 절삭날은 역(逆) 비틀림날형 형상이 된다. 또, 외주 절삭날은 정(正) 비틀림날형 형상이다. 이 때문에, 피삭재로부터 공구가 받는 절삭 저항 중, 회전 중심축을 따른 방향으로 작용하는 절삭 저항(요컨대 배분력)은, 외주 절삭날에 있어서는 회전 중심축 방향의 선단측(날끝측)을 향하여 작용하는 데에 대해, 코너 R 절삭날에 있어서는 회전 중심축 방향의 기단측(공구 생크측)을 향하여 작용한다.
- [0025] 이로써, 외주 절삭날에 있어서 날끝측을 향하여 작용하는 절삭 저항을 없앨 수 있다. 따라서, 회전 중심축 방향의 날끝측에 가해지는 절삭 저항에 의해 공구 본체가 휘는 현상을 개선할 수 있다(절삭 저항에 의한 공구의 휨을 저감시킬 수 있다).
- [0026] 또, 피삭재의 수평면에 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도에 영향을 미치는 외주 절삭날의 피삭재에 대한 여유량을 억제할 수 있어, 수직 측면이 되는 가공 기준면을 연직 방향의 상부에서 하부에 이룰 때까지 매우 고정밀도로 마무리 가공할 수 있다. 또, 외주 절삭날과 코너 R 절삭날의 피삭재에의 달라붙음이 점접촉으로 개시됨으로써, 채터링 진동의 발생이 저감되어, 가공이 안정된다는 효과가 얻어진다.
- [0027] 그리고, 방사 방향 레이크각이, 코너 R 절삭날의 날 길이 전역에 있어서 부의 값을 가지고 있다. 또, 방사 방향 레이크각이, 이 코너 R 절삭날 중, 1 쌍의 상기 경계점끼리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서 최소값으로 되어 있다.
- [0028] 이와 같이, 1 쌍의 상기 경계점에 있어서의 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각이, 양방 모두 부의 값(네거티브각)으로 되어 있음으로써, 코너 R 절삭날의 날끝 강도를 충분히 확보할 수 있다.
- [0029] 한편, 예를 들어 본원 발명과는 달리, 1 쌍의 상기 경계점에 있어서의 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 중, 어느 일방, 또는 양방이 정의 값(포지티브각)인 경우에는, 코너 R 절삭날의 강도 저하가 생기기 때문에 문제이다.
- [0030] 또, 방사 방향 레이크각이, 코너 R 절삭날의 1 쌍의 상기 경계점끼리의 사이의 중간 부분에 있어서 최소값이 되기 때문에, 이들 경계점 중, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점에 있어서의 방사 방향 레이크각을, 부의 값으로 하면서도 상기 최소값보다는 정각측(포지티브각측)에 가깝게 할 수 있다. 이로써, 저면 마무리 가공에 있어서의, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점의 예리함을 확보할 수 있다.
- [0031] 또, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점으로부터, 코너 R 절삭날을 따라, 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계점을 향함에 따라(상세하게는 상기 중간 부분을 향함에 따라), 방사 방향 레이크각은 작아져 간다. 요컨대 방사 방향 레이크각은, 상기 중간 부분에 가까워짐에 따라 부각측(네거티브각측)으로 커지고, 그 중간 부분 상에 있어서 최소값(요컨대 부각측으로 최대값)이 된다. 따라서, 피삭재의 가공 경화층을 깎는 절삭날 경계부에, 1 쌍의 경계점끼리의 사이에 위치하는 상기 중간 부분을 형성함으로써, 날끝 강도를 현저하게 향상시킬 수 있다. 그 때문에, 특히 가공 경화가 일어나기 쉬운 피삭재, 혹은 고능률 조건에서의 가공에 의해 가공 변질층이 피삭재 표면부에 형성된 경우의 저면 마무리 가공에 있어서의 절삭날의 신뢰성이 높아져 바람직하다.
- [0032] 이상으로부터 본원 발명에 의하면, 금형 등의 피삭재에 가공 기준면이 되는 저면이나 수평면에 수직인 측면을 마무리 가공하는 경우, 특히 공구 돌출이 긴(예를 들어 L/D 가 4 이상) 가공에 있어서의 절삭 성능을 개선할 수 있고, 피삭재의 저면의 마무리 치수 정밀도 외에, 수평면에 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도를 현저하게 향상시킬 수 있다.
- [0033] 또, 상기 날끝 교환식 회전 절삭 공구에 있어서, 상기 코너 R 절삭날과 상기 바닥 절삭날의 경계점에 있어서의 상기 코너 R 절삭날의 상기 방사 방향 레이크각은, 상기 코너 R 절삭날과 상기 외주 절삭날의 경계점에 있어서의 상기 코너 R 절삭날의 상기 방사 방향 레이크각보다 작은 것이 바람직하다.
- [0034] 이 경우, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점에 있어서의 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각이, 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계점에 있어서의 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각보다 부의 각도측(네거티브각측)으로 크게 되어 있으므로, 바닥 절삭날의 내결손성의 향상과 절삭 조각의 배출성의 개선을 도모하여, 마무리면을 고품질로 유지할 수 있다.
- [0035] 또, 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계점에 있어서의 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각을, 부의 값으로 하

면서도 정의 각도측 (포지티브각측) 에 가깝게 할 수 있으므로, 피삭재에 수직인 벽면 (입벽) 을 가공하는 측면 마무리 가공에 있어서, 피삭재에 절입하는 공구가 피삭재로부터 받는 공구 직경 방향 (수평 방향) 으로의 절삭 저항 (요컨대 이송 분력) 을 작게 억제하는 것이 가능해진다. 이로써, 채터링 진동이 억제되어 가공면 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0036] 보다 상세하게는, 예를 들어, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점에 있어서의 방사 방향 레이크각 (진 레이크각) 을  $\alpha$ , 코너 R 절삭날과 외주 절삭날의 경계점에 있어서의 방사 방향 레이크각 (진 레이크각) 을  $\beta$ , 상기 중간 부분에 있어서의 방사 방향 레이크각 (진 레이크각) 의 최소값을  $\gamma$  로 했을 때, 방사 방향 레이크각  $\alpha$ , 방사 방향 레이크각  $\beta$ , 및 방사 방향 레이크각  $\gamma$  는, 모두 부의 값을 갖고, 방사 방향 레이크각  $\alpha$  값,  $\beta$  값,  $\gamma$  값의 절대값을, 각각  $|\alpha|$ ,  $|\beta|$ ,  $|\gamma|$  로 했을 때,  $|\gamma| > |\alpha| > |\beta|$  의 관계를 갖는 것이 바람직하다.

[0037] 날끝 교환식 회전 절삭 공구가 본 구성을 가짐으로써, 저면 마무리 가공이나 측면 마무리 가공 (특히 저면 마무리 가공) 에 있어서, 사전의 조 (粗) 가공 혹은 중마무리 가공에 있어서의 피삭재의 가공 경화층에 해당되는 절삭날 경계부 (1 쌍의 경계점끼리의 사이에 위치하는 중간 부분) 의 방사 방향 레이크각을, 가장 작은 부의 값으로 할 수 있다. 이로써, 조가공이나 중마무리 가공에 있어서 절삭날 경계부의 치핑을 방지하는 효과가 현저하게 얻어지기 때문에 바람직하다.

[0038] 한편, 상기 서술한  $|\gamma| > |\alpha| > |\beta|$  의 관계를 갖지 않는 경우에는, 저면 마무리 가공이나 측면 마무리 가공 (특히 저면 마무리 가공) 에 있어서, 절삭날 경계부가 손상되기 쉬워지는 경우가 있다.

[0039] 또, 상기 날끝 교환식 회전 절삭 공구는, 상기 기준면에 투영한 상기 가상 직선이, 상기 기준면 내에 있어서, 상기 회전 중심축에 대해 경사지는 각도를, 방사 각도로 정의하고, 상기 방사 방향 레이크각의 최소값이, 상기 코너 R 절삭날 중, 상기 방사 각도로  $5^\circ$  이상  $50^\circ$  이하의 범위로 설정되어 있는 것이 바람직하다.

[0040] 또한, 상기 「기준면에 투영한 가상 직선」 이란, 기준면에 대해 수직으로 가상 직선을 투영시키는 것을 가리킨다.

[0041] 날끝 교환식 회전 절삭 공구가 본 구성을 가짐으로써, 저면 마무리 가공에 있어서의, 코너 R 절삭날과 바닥 절삭날의 경계점의 예리함을 확보하면서, 피삭재의 가공 경화층을 깎는 절삭날 경계부 (1 쌍의 경계점끼리의 사이에 위치하는 중간 부분) 의 날끝 강도를 향상시킬 수 있다. 그 때문에, 특히 가공 경화가 일어나기 쉬운 피삭재, 혹은 고능률 조건에서의 가공에 의해 가공 변질층이 피삭재 표면부에 형성된 경우의 저면 마무리 가공에 있어서의 절삭날의 신뢰성이 높아져 바람직하다.

[0042] 상세하게는, 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 (진 레이크각) 이 최소값이 되는 점이, 코너 R 절삭날 중 방사 각도가  $5^\circ$  이상이 되는 영역에 위치함으로써, 저면 마무리 가공시의 예리함의 저하를 막아 가공 정밀도를 현저하게 높일 수 있고, 또한 공구 수명을 연장할 수 있다.

[0043] 또, 코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 (진 레이크각) 이 최소값이 되는 점이, 코너 R 절삭날 중 방사 각도가  $50^\circ$  이하가 되는 영역에 위치함으로써, 이 최소값의 부분에 형성된 날끝 강화부가, 일반적인 저면 마무리 여유의 범위에 들어가기 쉬워진다. 따라서, 저면 마무리의 마무리 가공 여유에 상관없이, 절삭날 경계부의 치핑을 방지하는 효과가 현저하게 얻어진다.

### 발명의 효과

[0044] 본원 발명은, 금형 등의 피삭재에 가공 기준면이 되는 저면이나 수평면에 수직인 측면을 마무리 가공하는 경우, 특히 공구 돌출이 긴 (예를 들어 L/D 가 4 이상) 가공에 있어서의 절삭 성능을 개선하고, 피삭재의 저면의 마무리 치수 정밀도 외에, 수평면에 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도가 우수한 날끝 교환식 회전 절삭 공구, 및 인서트를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0045] 도 1 은, 본원 발명의 실시형태의 일례인 날끝 교환식 회전 절삭 공구의 사시도를 나타낸다.

도 2 는, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 회전 절삭 공구의 평면도를 나타낸다.

도 3 은, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 회전 절삭 공구의 측면도를 나타낸다.

- 도 4 는, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 회전 절삭 공구의 정면도를 나타낸다.
- 도 5 는, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 회전 절삭 공구에 장착된 인서트의 사시도를 나타낸다.
- 도 6 은, 도 5 에 나타내는 인서트의 코너 R 절삭날부 근방을 확대한 평면도를 나타낸다.
- 도 7 은, 도 5 에 나타내는 인서트의 코너 R 절삭날부 근방을 확대한 측면도를 나타낸다.
- 도 8 은, 도 5 에 나타내는 인서트의 코너 R 절삭날부 근방을 확대한 정면도를 나타낸다.
- 도 9 는, 도 5 에 나타내는 코너 R 절삭날부 근방의 확대도를 나타낸다.
- 도 10 은, 본 실시형태의 날끝 교환식 회전 절삭 공구의 코너 R 절삭날에 있어서의 방사 방향 레이크각 및 방사 각도를 설명하는 도면을 나타낸다.
- 도 11 은, 본 실시형태의 날끝 교환식 회전 절삭 공구의 코너 R 절삭날에 있어서의 방사 방향 레이크각의 프로파일을 나타낸다.
- 도 12 는, 비교예 2 의 인서트 형상을 나타낸다.
- 도 13 은, 비교예 3 의 인서트 형상을 나타낸다.
- 도 14 는, 본 발명에 1 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 나타낸다.
- 도 15 는, 비교예 2 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 나타낸다.
- 도 16 은, 비교예 3 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 나타낸다.
- 도 17 은, 본 발명에 1 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 나타낸다.
- 도 18 은, 비교예 2 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 나타낸다.
- 도 19 는, 비교예 3 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0046] 이하, 도면에 기초하여 본원 발명에 관련된 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀의 실시형태에 대해 설명한다. 본 실시형태에 있어서, 본원 발명의 날끝 교환식 회전 절삭 공구를, 날끝 교환식의 래디우스 엔드 밀 (이하, 「날끝 교환식 래디우스 엔드 밀」 이라고 기재한다) 에 적용한다. 이 날끝 교환식 회전 절삭 공구는, 특히, 공구 돌출이 긴 (L/D 가 4 이상) 절삭 조건에 있어서 실시되는, 피삭재의 측면 마무리 가공에 적합하다. 여기서, L 값은 공구의 회전 중심축 (C) 방향의 길이를 나타내고, D 값은, 공구 절삭날의 회전 궤적의 직경을 나타낸다.
- [0047] 공구 돌출이 긴 측면 마무리 가공에 적합한 이유의 하나는, 코너 R 절삭날 (13) 에 축 방향 레이크각 (Ar1) 값을 부로 한 면취면 (15) 을 형성함으로써, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 피삭재에의 달라붙음을 개선한 것에 의한다.
- [0048] 이하에 설명하는 본원 발명의 실시형태는, 바닥 절삭날 (11) 과 외주 절삭날 (9) 을 연결하는 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 과, 바닥 절삭날의 레이크면 (12) 중 적어도 직경 방향의 외측에 위치하는 부분을 결합시킨 면취면 (15) 을 구비한 인서트 (5) 를, 공구 본체 (1) 에 자유롭게 착탈할 수 있게 장착한 날끝 교환식 회전 절삭 공구인, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 에 대해 설명한다.
- [0049] 도 1 은, 본원 발명의 실시형태의 일례인 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 에 대해, 그 구성예를 나타내는 사시도이다.
- [0050] 도 2 는, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 평면도이다.
- [0051] 도 3 은, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 측면도이다.
- [0052] 도 4 는, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 정면도이다.
- [0053] 도 5 는, 도 1 에 나타내는 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 인서트 (5) 를 나타내는 사시도이다.
- [0054] [날끝 교환식 래디우스 엔드 밀의 개략 구성]

- [0055] 도 1 ~ 도 4 에 나타내는 바와 같이, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 은, 대략 원주상을 이루는 공구 본체 (1) 와, 공구 본체 (1) 의 회전 중심축 (C) 방향의 선단부 (2) 에 형성된 장착 시트 (3) 에 자유롭게 착탈할 수 있게 장착되고, 절삭날부 (4) 를 갖는 인서트 (5) 를 구비하고 있다.
- [0056] 공구 본체 (1) 의 회전 중심축 (C) 방향의 기단부에는, 도시되지 않은 생크부가 이 공구 본체 (1) 와 일체로 형성되어 있다.
- [0057] 본 실시형태의 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 은, 강재나 초경합금 등으로 형성된 공구 본체 (1) 와, 초경합금 등으로 형성된 인서트 (5) 를 구비하고 있고, 회전 중심축 (C) 둘레로 회전되는 공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 에 형성된 장착 시트 (인서트 장착 시트) (3) 에, 판상을 이루는 인서트 (5) 가 그 인서트 중심축 (인서트 (5) 에 형성된 절삭날부 (4) 의 대칭축) 을 공구의 회전 중심축 (C) 에 일치된 상태로 착탈 가능하게 장착된다.
- [0058] 장착 시트 (3) 에 장착된 인서트 (5) 는, 그 절삭날부 (4) 가, 공구 본체 (1) 의 선단측 및 직경 방향 외측에 돌출되어 배치된다.
- [0059] 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 은, 그 공구 본체 (1) 의 기단부 (생크부) 가, 척을 개재하여 간접적으로, 또는 직접적으로, 공작 기계의 주축 (도시 생략) 에 장착되고, 주축이 회전 구동됨에 따라, 회전 중심축 (C) 둘레의 공구 회전 방향 (R) 으로 회전되어, 금속 재료 등으로 이루어지는 피삭재에 전삭 가공 (밀링 가공) 을 실시한다.
- [0060] [본 실시형태에서 사용하는 방향 (방향) 의 정의]
- [0061] 본 실시형태에 있어서는, 공구 본체 (1) 의 회전 중심축 (C) 이 연장되는 방향, 요컨대 회전 중심축 (C) 에 평행한 방향을, 회전 중심축 (C) 방향이라고 한다. 또, 회전 중심축 (C) 방향 중, 공구 본체 (1) 의 생크부로부터 장착 시트 (3) 를 향하는 방향을 선단측 (도 2 및 도 3 에 있어서의 하측) 이라고 하고, 장착 시트 (3) 로부터 생크부를 향하는 방향을 기단측 (도 2 및 도 3 에 있어서의 상측) 이라고 한다.
- [0062] 또, 회전 중심축 (C) 에 직교하는 방향을 직경 방향이라고 한다. 직경 방향 중, 회전 중심축 (C) 에 접근하는 방향을 직경 방향의 내측이라고 하고, 회전 중심축 (C) 으로부터 이간되는 방향을 직경 방향의 외측이라고 한다.
- [0063] 또, 회전 중심축 (C) 둘레로 주회 (周回) 하는 방향을 둘레 방향이라고 한다. 둘레 방향 중, 절삭시에 주축의 회전 구동에 의해 공구 본체 (1) 가 회전되는 방향을 공구 회전 방향 (R) 이라고 하고, 이것과는 반대의 회전 방향을, 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측 (요컨대 반공구 회전 방향) 이라고 한다.
- [0064] 또한, 상기한 방향 (방향) 의 정의는, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 전체에 있어서 적용되는 것은 물론이거니와, 이 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 회전 중심축 (C) 에 대해 인서트 중심축이 일치되는 (동축에 배치되는) 인서트 (5) 에 있어서도, 동일하게 적용된다.
- [0065] [장착 시트]
- [0066] 장착 시트 (3) 는, 공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 에, 공구의 회전 중심축 (C) 을 포함하여 직경 방향으로 연장되어 형성된 슬릿상의 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 과, 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 에 삽입된 인서트 (5) 를 고정시키기 위한 고정용 나사 (8) 를 구비하고 있다.
- [0067] 도 3 및 도 4 에 나타내는 바와 같이, 인서트 장착 시트 (3) 는, 공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 에 개구되고, 또한 공구 본체 (1) 의 직경 방향으로 연장되어 공구 본체 (1) 의 외주면에 개구됨과 함께, 공구 본체 (1) 의 기단측을 향하여 소정의 길이 (깊이) 로 형성된 슬릿상의 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 을 갖는다.
- [0068] 공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 에 슬릿상의 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 을 형성함으로써, 공구 본체 (1) 의 선단부 (2) 는 2 개로 분할되어, 1 쌍의 선단 반체부가 형성되어 있다. 그리고, 선단 반체부의 일방의 표면으로부터, 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 과 교차하여 타방의 선단 반체부 내에 이르는 인서트 고정용 나사공이 형성되어 있다. 이 인서트 고정용 나사공의 방향은, 공구 본체 (1) 의 인서트 끼워맞춤 홈 (7) 이 공구 본체 (1) 의 직경 방향으로 연장되는 방향과 직교하는 방향으로 형성되어 있다.
- [0069] 또, 일방의 선단 반체부를 지나, 타방의 선단 반체부 내에 이르는 인서트 고정용 나사공의 내주면에는, 고정용 나사 (8) 의 수나사부와 나사 끼워맞춤시키기 위한 암나사부가 각설 (刻設) 되어 있다.
- [0070] [인서트]

- [0071] 절삭날을 구비하고 있는 인서트 (5) 의 구성예를 도 5 ~ 도 11 을 참조하여 설명한다.
- [0072] 도 5 는, 본 발명예의 인서트 (5) 의 사시도이다.
- [0073] 도 6 은, 도 5 에 나타내는 인서트 (5) 의 코너 R 절삭날 (13) 근방을 확대한 평면도이다.
- [0074] 도 7 은, 도 5 에 나타내는 인서트 (5) 의 코너 R 절삭날 (13) 근방을 확대한 측면도이다.
- [0075] 도 8 은, 도 5 에 나타내는 인서트 (5) 의 코너 R 절삭날 (13) 근방을 확대한 정면도이다.
- [0076] 도 9 는, 도 5 에 나타내는 코너 R 절삭날 (13) 근방의 확대도이다.
- [0077] 도 10 은, 본 실시형태의 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 코너 R 절삭날 (13) 에 있어서의, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 및 방사 각도 ( $\theta$ ) 를 설명하는 도면이다.
- [0078] 도 11 은, 본 실시형태의 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 코너 R 절삭날 (13) 에 있어서의 방사 방향 레이크각의 프로파일이다.
- [0079] 도 5 에 나타내는 바와 같이, 인서트 (5) 는, 대략 평판 형상을 이루고 있고, 도 8 에 나타내는 바와 같이, 두께 (T) 를 가지고 있다. 인서트 (5) 는, 그 인서트 (5) 를 장착 시트 (3) 에 고정시키기 위한 고정용 나사 (8) 가 삽입되는 나사 삽통공 (18) 과, 피삭재에 절입 절삭 가공을 실시하기 위한 절삭날부 (4) 를 구비하고 있다.
- [0080] 도 5 에 나타내는 바와 같이, 인서트 (5) 는 일방의 외측면부 (5a) 로부터 타방의 외측면부 (5b) 를 향하여 관통하는 나사 삽통공 (18) 을 구비하고 있다. 나사 삽통공 (18) 은, 인서트 (5) 를 장착 시트 (3) 에 장착하여 고정시킬 때, 고정용 나사 (8) 를 삽입 통과시키기 위한 관통공이다.
- [0081] 절삭날부 (4) 는, 공구 회전 방향 (R) 을 향하는 레이크면과, 레이크면에 교차하여 직경 방향 외측 또는 선단측을 향하는 플랭크면과, 레이크면과 플랭크면의 교차 능선에 형성되는 절삭날을 구비하고 있다. 상기 절삭날에는, 외주 절삭날 (9) 과, 바닥 절삭날 (11) 과, 코너 R 절삭날 (13) 이 포함된다. 상기 절삭날은, 외주 절삭날 (9), 바닥 절삭날 (11) 및 코너 R 절삭날 (13) 을 구비함으로써, 전체적으로 대략 L 자상을 이루고 있다. 또, 각 절삭날 (9, 11, 13) 에 대해, 레이크면 및 플랭크면이 각각 인접 배치되어 있다.
- [0082] 본 실시형태의 인서트 (5) 는, 2 매달의 절삭 인서트이고, 외주 절삭날 (9), 바닥 절삭날 (11) 및 코너 R 절삭날 (13) 을 구비한 상기 절삭날을 2 세트 갖고, 이 2 세트의 절삭날은 회전 중심축 (C) 을 중심으로 하여, 180° 회전 대칭으로 배치되어 있다.
- [0083] 도 5 및 도 6 에 나타내는 부호 「9」 는, 인서트 (5) 의 외주 절삭날 (9) 이다. 외주 절삭날 (9) 은, 회전 중심축 (C) 방향을 따르도록 연장되어 있다. 상세하게는, 외주 절삭날 (9) 은, 코너 R 절삭날 (13) 에 접촉하는 그 선단으로부터 기단측을 향함에 따라, 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측을 향하여, 나선상으로 비틀어져 연장되어 있다. 요컨대 도 3 에 나타내는 바와 같이, 외주 절삭날 (9) 의 비틀림각 ( $\varepsilon$ ) 은, 정의 값 (포지티브각) 으로 되어 있다. 외주 절삭날 (9) 의 비틀림각 ( $\varepsilon$ ) 의 크기는 특별히 한정되지 않지만, 2° ~ 20° 의 범위로 되는 것이 바람직하다. 이로써, 절삭 저항을 저감시키는 효과와 절삭 조각 배출성을 향상시키는 효과를 양호한 밸런스로 얻을 수 있다. 또, 외주 절삭날 (9) 의 비틀림각 ( $\varepsilon$ ) 의 크기의 범위는 2° ~ 15° 가 보다 바람직하고, 3° ~ 8° 가 특히 바람직하다.
- [0084] 장착 시트 (3) 에 인서트 (5) 를 장착하여 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 을 회전 중심축 (C) 둘레로 회전시키면, 1 쌍의 외주 절삭날 (9) 의 회전 궤적은 원통상으로 형성된다.
- [0085] 인서트 (5) 를 공구 본체 (1) 의 장착 시트 (3) (인서트 끼워맞춤 홈 (7)) 에 장착했을 때, 도 6 및 도 9 에 나타내는 바와 같이, 외주 절삭날 (9) 과 코너 R 절삭날 (13) 의 경계점 (Q) 은, 회전 중심축 (C) 에 대한 수선 방향 (요컨대 직경 방향) 에 있어서의 최외주점이 된다. 경계점 (Q) 에 있어서, 외주 절삭날 (9) 의 선단과, 코너 R 절삭날 (13) 의 기단이 접촉하고 있다. 요컨대, 경계점 (Q) 으로부터 기단측을 향하는 절삭날이 외주 절삭날 (9) 이고, 경계점 (Q) 으로부터 선단측을 향하는 절삭날이 코너 R 절삭날 (13) 이다.
- [0086] 외주 절삭날 (9) 의 직경 방향 내측에는, 공구 회전 방향 (R) 을 향하는 외주 절삭날 (9) 의 레이크면 (10) 이 인접 배치되어 있다. 외주 절삭날 (9) 의 레이크면 (10) 의 직경 방향 내측에는, 절삭 조각 배출 홈 (17) 이 형성되어 있다. 절삭 조각 배출 홈 (17) 은, 회전 중심축 (C) 방향을 따르도록 연장되어 있다.
- [0087] 외주 절삭날 (9) 의 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측에는, 외주 절삭날 (9) 의 플랭크면이 인접 배치되어 있다.

상기 플랭크면은, 직경 방향 외측을 향하여 형성되어 있고, 외주 절삭날 (9) 로부터 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측을 향함에 따라 직경 방향 내측을 향하도록 경사져 있어, 플랭크각이 부여되어 있다.

- [0088] 도 5 및 도 6 에 나타내는 부호 「11」 은, 인서트 (5) 의 바닥 절삭날 (11) 이다. 바닥 절삭날 (11) 은, 직경 방향을 따르도록 연장되어 있다. 상세하게는, 바닥 절삭날 (11) 은, 그 코너 R 절삭날 (13) 에 인접 (접속) 하는 직경 방향 외단으로부터 직경 방향의 내측을 향함에 따라, 기단측을 향하여 연장되어 있고, 회전 중심축 (C) 에 수직인 평면 (수평면) 에 대해 약간 경사져 있다.
- [0089] 장착 시트 (3) 에 인서트 (5) 를 장착하여 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 을 회전 중심축 (C) 둘레로 회전 시키면, 1 쌍의 바닥 절삭날 (11) 의 회전 궤적은, 대략 원추상으로 형성된다.
- [0090] 인서트 (5) 를 공구 본체 (1) 의 장착 시트 (3) (인서트 끼워맞춤 홈 (7)) 에 장착했을 때, 도 6 및 도 9 에 나타내는 바와 같이, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 은, 회전 중심축 (C) 방향에 있어서의 공구의 최선단부에 위치하고, 요컨대 최하점이 된다. 경계점 (P) 에 있어서, 바닥 절삭날 (11) 의 직경 방향 외단과, 코너 R 절삭날 (13) 의 직경 방향 내단이 접속되어 있다. 요컨대, 경계점 (P) 으로부터 직경 방향 내측을 향하는 절삭날이 바닥 절삭날 (11) 이고, 경계점 (P) 으로부터 직경 방향 외측을 향하는 절삭날이 코너 R 절삭날 (13) 이다. 또한, 도 6 의 부호 「U」 는, 경계점 (P) 의 위치보다 바닥 절삭날 (11) 측 (직경 방향의 내측) 을 향한 절삭날 능선 영역인 바닥 절삭날 영역을 나타낸다.
- [0091] 바닥 절삭날 (11) 의 기단측에는, 공구 회전 방향 (R) 을 향하는 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 이 인접 배치되어 있다. 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 의 기단측에는, 절삭 조각 배출 홈 (16) 이 형성되어 있다. 절삭 조각 배출 홈 (16) 은, 회전 중심축 (C) 방향을 따르도록 연장되어 있다. 바닥 절삭날 (11) 의 절삭 조각 배출 홈 (16) 은, 외주 절삭날 (9) 의 절삭 조각 배출 홈 (17) 의 직경 방향 내측에 인접 배치되어 있고, 이들 절삭 조각 배출 홈 (16, 17) 끼리는, 서로 상이한 면에 의해 형성되어 있다.
- [0092] 바닥 절삭날 (11) 의 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측에는, 바닥 절삭날 (11) 의 플랭크면이 인접 배치되어 있다. 상기 플랭크면은, 선단측을 향하여 형성되어 있고, 바닥 절삭날 (11) 로부터 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측을 향함에 따라 기단측을 향하도록 경사져 있어, 플랭크각이 부여되어 있다.
- [0093] 또한, 본 실시형태에 나타내는 예에서는, 바닥 절삭날 (11) 은, 이 바닥 절삭날 (11) 의 날 길이 영역 (전체 길이) 중, 직경 방향의 외측에 위치하고 코너 R 절삭날 (13) 에 접속됨과 함께, 그 코너 R 절삭날 (13) 로부터 직경 방향 내측을 향하여 연장되는 외측 바닥 절삭날 (19) 과, 상기 날 길이 영역 중, 외측 바닥 절삭날 (19) 보다 직경 방향의 내측에 배치됨과 함께, 그 외측 바닥 절삭날 (19) 로부터 직경 방향의 내측을 향하여 연장되는 내측 바닥 절삭날 (20) 을 구비하고 있다. 그리고, 바닥 절삭날 (11) 중, 외측 바닥 절삭날 (19) 에 대응하는 부분이, 상기 바닥 절삭날 영역 (U) 에 배치된다.
- [0094] 도 6 에 나타내는 인서트 (5) 의 평면시, 요컨대 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 을 정면에서 본 평면도에 있어서는, 바닥 절삭날 (11) 의 외측 바닥 절삭날 (19) 및 내측 바닥 절삭날 (20) 이, 서로의 접속 부분에 굴곡 점을 갖는 일이 없는 1 개의 직선을 형성하도록 일직선상으로 연장되어 있다.
- [0095] 단, 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 에 있어서의, 회전 중심축 (C) 방향에 있어서의 단위 길이당 둘레 방향을 향한 변위량, 요컨대 레이크면 (12) 의 회전 중심축 (C) 방향에 대한 기울기는, 내측 바닥 절삭날 (20) 보다 외측 바닥 절삭날 (19) 에 있어서 크게 되어 있다.
- [0096] 구체적으로는, 바닥 절삭날 (11) 의 축 방향 레이크각 (액시얼 레이크) 이, 내측 바닥 절삭날 (20) 보다 외측 바닥 절삭날 (19) 에서 부각 (네거티브각) 측으로 커지고 있다. 즉, 외측 바닥 절삭날 (19) 의 축 방향 레이크각의 절대값이, 내측 바닥 절삭날 (20) 보다 크다.
- [0097] 이것은, 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 중, 외측 바닥 절삭날 (19) 에 대응하는 부분이, 면취면 (15) 에 배치되어 있기 때문이다. 면취면 (15) 에 대해서는 별도로 후술한다. 또한, 본 실시형태의 예에서는, 내측 바닥 절삭날 (20) 의 축 방향 레이크각이 0° 로 되고, 외측 바닥 절삭날 (19) 의 축 방향 레이크각이 부의 값으로 되어 있다.
- [0098] 도 8 에 나타내는 인서트 (5) 의 정면시, 요컨대 인서트 (5) 를 회전 중심축 (C) 의 선단으로부터 기단측을 향하여 본 정면도에 있어서는, 바닥 절삭날 (11) 의 직경 방향에 있어서의 단위 길이당 둘레 방향을 향한 변위량, 요컨대 바닥 절삭날 (11) 의 직경 방향에 대한 기울기가, 내측 바닥 절삭날 (20) 보다 외측 바닥 절삭날 (19) 로 크게 되어 있다. 구체적으로는, 바닥 절삭날 (11) 의 중심 방향 레이크각 (레이디얼 레이크). 직경

방향 레이크각) 이, 내측 바닥 절삭날 (20) 보다 외측 바닥 절삭날 (19) 에서 부각 (네거티브각) 측으로 커지고 있다. 즉, 외측 바닥 절삭날 (19) 의 중심 방향 레이크각의 절대값이, 내측 바닥 절삭날 (20) 보다 크다.

또한, 본 실시형태의 예에서는, 내측 바닥 절삭날 (20) 의 중심 방향 레이크각, 및 외측 바닥 절삭날 (19) 의 중심 방향 레이크각이 모두 부의 값으로 되어 있다.

[0099] 도 5 에 나타내는 부호 「13」 은, 인서트 (5) 의 바닥 절삭날 (11) 과 외주 절삭날 (9) 을 연결하는 코너 R 절삭날 (13) 이다. 코너 R 절삭날 (13) 은, 바닥 절삭날 (11) 의 직경 방향의 외단과 외주 절삭날 (9) 의 선단을 접속하고 있음과 함께, 공구 본체 (1) 의 선단 외주측을 향하여 볼록해지는 원호상으로 형성되어 있다.

[0100] 장착 시트 (3) 에 인서트 (5) 를 장착하여 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 을 회전 중심축 (C) 둘레로 회전 시키면, 1 쌍의 코너 R 절삭날 (13) 의 회전 궤적 (회전 궤적의 회전 중심축 (C) 을 포함하여 회전 중심축 (C) 방향으로 평행한 단면의 형상) 은, 대략 1/4 원호상으로 형성된다.

[0101] 인서트 (5) 를 공구 본체 (1) 의 장착 시트 (3) (인서트 끼워맞춤 홈 (7)) 에 장착했을 때, 도 6 및 도 9 에 나타내는 바와 같이, 코너 R 절삭날 (13) 은, 바닥 절삭날 (11) 의 직경 방향 외단에 위치하는 공구의 최하점 (경계점 (P)) 으로부터 외주 절삭날 (9) 의 선단에 위치하는 공구의 최외주점 (경계점 (Q)) 까지를 연결하는 원호 날이 된다.

[0102] 코너 R 절삭날 (13) 의 직경 방향 내측 또한 기단측에는, 공구 회전 방향 (R) 을 향하는 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 이 인접 배치되어 있다. 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 은, 회전 중심축 (C) 방향에 있어서 기단측을 향함에 따라 점차 공구 회전 방향 (R) 을 향하여 경사져 있다. 요컨대, 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 (Ar) 은, 코너 R 절삭날 (13) 전역에서 부각 (네거티브각) 으로 설정되어 있다. 이 때문에, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 (Ar1) 은 부의 값을 갖고, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 (Ar2) 도 부의 값을 갖는다.

[0103] 또한, 도 9 에 나타내는 부호 「Rr」 은, 코너 R 절삭날 (13) 의 직경 방향 레이크각 (레이디얼 레이크각) 이고, 도 9 에서는 경계점 (Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 직경 방향 레이크각이 도시되어 있다. 코너 R 절삭날 (13) 은, 그 날 길이 영역을 따라 경계점 (Q) 으로부터 경계점 (P) 을 향하는 동안에 있어서, 직경 방향 레이크각 (Rr) 이 부각 (네거티브각) 으로 설정되어 있는 것이 바람직하다.

[0104] 코너 R 절삭날 (13) 의 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측에는, 코너 R 절삭날 (13) 의 플랭크면이 인접 배치되어 있다. 상기 플랭크면은, 공구 본체 (1) 의 선단 외주측을 향하여 볼록해지는 곡면상을 이루고 있음과 함께, 직경 방향 외측 또한 선단측을 향하여 형성되어 있다. 상기 플랭크면은, 코너 R 절삭날 (13) 로부터 공구 회전 방향 (R) 과는 반대측을 향함에 따라 직경 방향 내측 또한 기단측을 향하도록 경사져 있어, 플랭크각이 부여되어 있다.

[0105] 도 6 에 나타내는 부호 「15」 는, 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 과, 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 을 결합시킨 면취면 (15) 이다. 면취면 (15) 은, 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14), 및 바닥 절삭날 (11) 의 레이크면 (12) 중 적어도 직경 방향의 외측에 위치하는 부분 (본 실시형태의 예에서는 외측 바닥 절삭날 (19) 에 대응하는 부분) 을 포함하고 있다. 바꾸어 말하면, 본 실시형태의 면취면 (15) 은, 코너 R 절삭날 (13) 전체의 레이크면 (14) 과 바닥 절삭날 (11) 중 외측 바닥 절삭날 (19) 의 레이크면을 겹하고 있다.

[0106] 도 6 및 도 9 에 나타내는 바와 같이, 면취면 (15) 은, 바닥 절삭날 (11) 의 외측 바닥 절삭날 (19), 코너 R 절삭날 (13), 영역 (S) 내에 존재하는 경계점 (Q) 과 레이크면 상의 점 (G) 을 연결하는 곡선상 능선, 및 상기 점 (G) 과 바닥 절삭날 (11) 상의 점 (F) 을 연결하는 직선상 능선으로 둘러싸인 영역으로 형성되어 있다. 또한, 상기 영역 (S) 이란, 외주 절삭날 (9) 의 형성 예정 영역의 선단부로부터, 코너 R 절삭날 (13) 의 형성 예정 영역의 기단부에 걸치는 영역이다. 영역 (S) 과 경계점 (Q) 의 관계에 대해서는, 후술하는 실시예 중에서, 별도로 설명한다. 또, 상기 점 (G) 은, 1 쌍의 절삭 조각 배출 홈 (16, 17) 및 면취면 (15) 의 합계 3 면이 교차하는 교점이고, 이 점 (G) 으로부터는, 3 방을 향하여 능선 (절삭 조각 배출 홈 (16, 17) 및 면취면 (15) 의 경계를 이루는 능선) 이 방사상으로 연장되어 있다. 또, 상기 점 (F) 은, 바닥 절삭날 (11) 에 있어서의 외측 바닥 절삭날 (19) 과 내측 바닥 절삭날 (20) 의 접속점이다.

[0107] 본 실시형태의 예에서는, 면취면 (15) 이, 상기 서술한 절삭날 및 능선에 둘러싸여 형성된 평면 영역으로 되어 있다.

- [0108] [코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 및 방사 각도]
- [0109] 그리고, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 은, 절삭날부 (4) 의 코너 R 절삭날 (13) 근방에, 하기의 특별한 기술적 특징을 구비하고 있다.
- [0110] 도 10 에 나타내는 부호 「Pr」 은, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 의 공구의 주운동 방향 (공구 회전 방향 (R)) 에 수직인 기준면이다. 기준면 (Pr) 은, 회전 중심축 (C) 을 포함하는 가상의 평면이고, 본 실시형태에서는 도 10 에 나타내는 바와 같이, 코너 R 절삭날 (13) 상의 소정의 점 (A) 을 그 면 내에 포함하고 있다. 또, 도 10 의 좌측 상단도는, 기준면 (Pr) 에 수직인 방향에서 본 인서트의 코너 R 절삭날부 근방의 확대도이다.
- [0111] 부호 「O」 는, 코너 R 절삭날 (13) 의 원호 중심점이다.
- [0112] 부호 「VL」 은, 코너 R 절삭날 (13) 의 원호 중심점 (O) 과 코너 R 절삭날 (13) 의 소정의 점 (A) 을 지나는 가상 직선이다.
- [0113] 도 10 의 우측 하단도에 부호 「VS」 로 나타내는 인서트 (5) 의 단면 (해칭한 면) 은, 기준면 (Pr) 에 대해 수직이고, 또한 가상 직선 (VL) 을 포함하는 가상 평면이다.
- [0114] 부호 「 $\delta$ 」 로 나타내는 것은, 가상 평면 (VS) 내에 있어서, 기준면 (Pr) 에 대해 코너 R 절삭날 (13) 의 레이크면 (14) 이 경사지는 각도 (가상 직선 (VL) 과 레이크면 (14) 이 이루는 각도) 인 방사 방향 레이크각이다. 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은 진 레이크각이다. 본 실시형태에서는, 코너 R 절삭날 (13) 상의 소정의 점 (A) 이, 이 코너 R 절삭날 (13) 상을 이동함으로써, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이 변화한다. 바꾸어 말하면, 점 (A) 의 코너 R 절삭날 (13) 상의 위치에 따라, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이 상이하다.
- [0115] 부호 「 $n$ 」 로 나타내는 것은, 코너 R 절삭날 (13) 의 소정의 점 (A) 에 있어서의 플랭크각이고, 바꾸어 말하면, 가상 평면 (VS) 에 있어서 가상 직선 (VL) 에 직교하는 직선과 코너 R 절삭날 (13) 의 플랭크면이 이루는 각도이다.
- [0116] 부호 「 $\theta$ 」 로 나타내는 것은, 가상 직선 (VL) 이 회전 중심축 (C) 에 대해 경사지는 각도인 방사 각도이다. 상세하게는, 방사 각도 ( $\theta$ ) 는 기준면 (Pr) 에 투영한 가상 직선 (VL) (즉, 도 10 에 있어서의 가상 직선 (VL)) 이, 이 기준면 (Pr) 내에 있어서, 회전 중심축 (C) 에 대해 경사지는 각도이다. 또한, 상기 「기준면 (Pr) 에 투영한 가상 직선 (VL)」 이란, 기준면 (Pr) 에 대해 수직으로, 가상 직선 (VL) 을 투영시키는 것을 가리킨다.
- [0117] 그리고, 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 각도 ( $\theta$ ) 와 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 관계를 나타내는 도면 11 과 같이, 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 코너 R 절삭날 (13) 의 날 길이 전역에 있어서, 부의 값을 갖고, 연속적으로 변화하고 있다.
- [0118] 또, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) (요컨대  $\theta = 0^\circ$ ) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) (요컨대  $\theta = 90^\circ$ ) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 보다 작다.
- [0119] 또한, 도 11 에 있어서,  $\theta = 90^\circ$  에 있어서의 우단의 데이터는, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 외주 절삭날 (9) 의 진 레이크각이고, 정의 값을 가지고 있다.
- [0120] 본 실시형태에서는, 경계점 (P) (방사 각도  $\theta = 0^\circ$ ) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 값이, 경계점 (Q) (방사 각도  $\theta = 90^\circ$ ) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 값에 대해, 부각측 (네거티브각측) 으로 2 배 이상 크게 되어 있고, 도 11 에 나타내는 예에서는 3 배 이상이다.
- [0121] 또, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 코너 R 절삭날 (13) 중, 1 쌍의 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서, 최소값이 된다. 바꾸어 말하면, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 1 쌍의 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서, 부각측으로 가장 커진다. 또한, 1 쌍의 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분이란, 코너 R 절삭날 (13) 중 경계점 (P, Q) 을 제외한 영역 ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ) 이다.
- [0122] 상세하게는, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 최소값은, 코너 R 절삭날 (13) 중, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로  $5^\circ$  이상  $50^\circ$  이하의 범위로 설정되어 있다. 바꾸어 말하면, 방사 레이크각 ( $\delta$ ) 이 최소값이 되는 점이, 코너 R 절삭날

(13) 중 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $5^\circ$  이상  $50^\circ$  이하의 영역에 위치하고 있다. 도 11 에 나타내는 예에서는, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로  $10^\circ$  이상  $30^\circ$  이하의 범위 (특히  $20^\circ$  부근) 에 있어서, 최소값으로 되어 있다.

[0123] [본 실시형태에 의한 작용 효과]

[0124] 이상 설명한 본 실시형태의 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 및 인서트 (5) 는, 원호상의 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) (최외주 위치) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 ( $Ar1$ ) 이 부의 값을 갖고, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) (최선단 위치) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 ( $Ar2$ ) 이 부의 값을 가지고 있다. 요컨대, 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 ( $Ar$ ) 은, 네거티브각으로 되어 있다. 또, 외주 절삭날 (9) 의 비틀림각 ( $\epsilon$ ) 은, 정의 값을 가지고 있고, 포지티브각으로 되어 있다.

[0125] 본 실시형태의 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 및 인서트 (5) 가 본 구성을 가짐으로써, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 은, 공구의 회전 중심축 (C) 둘레의 둘레 방향 중, 공구 회전 방향 (R) 을 향하여 가장 돌출된 점 (최볼록점) 이 된다. 이 때문에, 피삭재에 대해 수평면에 수직인 벽면 (연직면, 입벽) 을 가공하는 측면 마무리 가공에 있어서는, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 은, 상기 경계점 (Q) (최볼록점) 에 있어서의 피삭재와의 점접촉으로 피삭재의 절삭을 개시한다. 따라서, 절삭날의 피삭재에의 달라붙음이 개선된다.

[0126] 상기 경계점 (Q) 으로부터 점접촉으로 개시된 절삭은, 공구의 회전과 함께 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 로 절삭 범위가 확대되어 간다. 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 ( $Ar1$ ) 은 부의 각도로 설정되어 있으므로, 코너 R 절삭날 (13) 은 역비틀림날형 형상이 된다. 또, 외주 절삭날 (9) 은 정비틀림날형 형상이다. 이 때문에, 피삭재로부터 공구가 받는 절삭 저항 중, 회전 중심축 (C) 을 따른 방향으로 작용하는 절삭 저항 (요컨대 배분력) 은, 외주 절삭날 (9) 에 있어서는 회전 중심축 (C) 방향의 선단축 (날끝축) 을 향하여 작용하는 데에 대해, 코너 R 절삭날 (13) 에 있어서는 회전 중심축 (C) 방향의 기단축 (공구 생크축) 을 향하여 작용한다.

[0127] 이로써, 외주 절삭날 (9) 에 있어서 날끝축을 향하여 작용하는 절삭 저항을 없앨 수 있다. 따라서, 회전 중심축 (C) 방향의 날끝축에 가해지는 절삭 저항에 의해 공구 본체 (1) 가 휘는 현상을 개선할 수 있다.

[0128] 또, 피삭재의 수평면에 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도에 영향을 미치는 외주 절삭날 (9) 의 피삭재와의 여유량을 억제할 수 있어, 수직 측면이 되는 가공 기준면을 연직 방향의 상부에서 하부에 이를 때까지 매우 고정밀도로 마무리 가공할 수 있다. 또, 외주 절삭날 (9) 과 코너 R 절삭날 (13) 의 피삭재에의 달라붙음이 점접촉으로 개시됨으로써, 채터링 진동의 발생이 저감되어, 가공이 안정된다는 효과가 얻어진다.

[0129] 그리고, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 코너 R 절삭날 (13) 의 날 길이 전역에 있어서 부의 값을 가지고 있다. 또, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 이 코너 R 절삭날 (13) 중, 1 쌍의 상기 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분에 있어서 최소값으로 되어 있다.

[0130] 이와 같이, 1 쌍의 상기 경계점 (P, Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 양방 모두 부의 값 (네거티브각) 으로 되어 있으므로, 코너 R 절삭날 (13) 의 날끝 강도를 충분히 확보할 수 있다.

[0131] 한편, 예를 들어 본 실시형태와는 달리, 1 쌍의 상기 경계점 (P, Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 중, 어느 일방 또는 양방이 정의 값 (포지티브각) 인 경우에는, 코너 R 절삭날 (13) 의 강도 저하가 생기기 때문에 문제이다.

[0132] 또, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 코너 R 절삭날 (13) 의 1 쌍의 상기 경계점 (P, Q) 끼리의 사이의 중간 부분에 있어서 최소값이 되기 때문에, 이들 경계점 (P, Q) 중, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 을, 부의 값으로 하면서도 상기 최소값보다는 정각축 (포지티브각축) 에 가깝게 할 수 있다. 이로써, 저면 마무리 가공에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 의 예리함을 확보할 수 있다.

[0133] 또, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 으로부터, 코너 R 절삭날 (13) 을 따라, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 을 향함에 따라 (상세하게는 상기 중간 부분을 향함에 따라), 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은 작아져 간다. 요컨대 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은, 상기 중간 부분에 가까워짐에 따라 부각축 (네거티브각축) 으로 커지고, 그 중간 부분 상에 있어서 최소값 (요컨대 부각축으로 최대값) 이 된

다. 따라서, 피삭재의 가공 경화층을 깎는 절삭날 경계부에, 1 쌍의 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 상기 중간 부분을 형성함으로써, 날끝 강도를 현저하게 향상시킬 수 있다. 그 때문에, 특히 가공 경화가 일어나기 쉬운 피삭재, 혹은 고능률 조건에서의 가공에 의해 가공 변질층이 피삭재 표면부에 형성된 경우의 저면 마무리 가공에 있어서의 절삭날의 신뢰성이 높아져 바람직하다.

- [0134] 이상으로부터 본 실시형태에 의하면, 금형 등의 피삭재에 가공 기준면이 되는 저면이나 수평면에 수직인 측면을 마무리 가공하는 경우, 특히 공구 돌출이 긴 (예를 들어 L/D 가 4 이상) 가공에 있어서의 절삭 성능을 개선할 수 있고, 피삭재의 저면의 마무리 치수 정밀도 외에, 수평면에 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도를 현저하게 향상시킬 수 있다.
- [0135] 또 본 실시형태에서는, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 보다 작게 되어 있다.
- [0136] 요컨대, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 보다 부의 각도측 (네거티브각측) 으로 크게 되어 있으므로, 바닥 절삭날 (11) 의 내결손성의 향상과 절삭 조각의 배출성의 개선을 도모하고, 마무리면을 고품질로 유지할 수 있다.
- [0137] 또, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 을, 부의 값으로 하면서도 정의 각도측 (포지티브각측) 에 가깝게 할 수 있으므로, 피삭재에 수직인 벽면 (입벽) 을 가공하는 측면 마무리 가공에 있어서, 피삭재에 절입하는 공구가 피삭재로부터 받는 공구 직경 방향 (수평 방향) 으로의 절삭 저항 (요컨대 이송 분력) 을, 작게 억제하는 것이 가능해진다. 이로써, 채터링 진동이 억제되어 가공면 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0138] 보다 상세하게는, 예를 들어, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 에 있어서의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) (진 레이크각) 을  $\alpha$ , 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의 경계점 (Q) 에 있어서의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) (진 레이크각) 을  $\beta$ , 상기 중간 부분에 있어서의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) (진 레이크각) 의 최소값을  $\gamma$  로 했을 때, 방사 방향 레이크각  $\alpha$ , 방사 방향 레이크각  $\beta$ , 및 방사 방향 레이크각  $\gamma$  는, 모두 부의 값을 갖고, 방사 방향 레이크각  $\alpha$  값,  $\beta$  값,  $\gamma$  값의 절대값을, 각각  $|\alpha|$ ,  $|\beta|$ ,  $|\gamma|$  로 했을 때,  $|\gamma| > |\alpha| > |\beta|$  의 관계를 갖는다.
- [0139] 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 이 본 구성을 가짐으로써, 저면 마무리 가공이나 측면 마무리 가공 (특히 저면 마무리 가공) 에 있어서, 사전의 조가공 혹은 중마무리 가공에 있어서의 피삭재의 가공 경화층에 해당되는 절삭날 경계부 (1 쌍의 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 을 가장 작은 부의 값으로 할 수 있다.
- [0140] 이로써, 조가공이나 중마무리 가공에 있어서 절삭날 경계부의 치핑을 방지하는 효과가 현저하게 얻어지기 때문에 바람직하다.
- [0141] 한편, 본 실시형태와는 달리, 상기 서술한  $|\gamma| > |\alpha| > |\beta|$  의 관계를 갖지 않는 경우에는, 저면 마무리 가공이나 측면 마무리 가공 (특히 저면 마무리 가공) 에 있어서, 절삭날 경계부가 손상되기 쉬워지는 경우가 있다.
- [0142] 또 본 실시형태에서는, 기준면 (Pr) 에 투영한 가상 직선 (VL) 이, 기준면 (Pr) 내에 있어서, 회전 중심축 (C) 에 대해 경사지는 각도를, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로 정의하고, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 이 최소값이 되는 점이, 코너 R 절삭날 (13) 중, 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $5^\circ$  이상  $50^\circ$  이하가 되는 영역에 위치하고 있으므로, 하기의 작용 효과를 발휘한다.
- [0143] 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 이 본 구성을 가짐으로써, 저면 마무리 가공에 있어서의, 코너 R 절삭날 (13) 과 바닥 절삭날 (11) 의 경계점 (P) 의 예리함을 확보하면서, 피삭재의 가공 경화층을 깎는 절삭날 경계부 (1 쌍의 경계점 (P, Q) 끼리의 사이에 위치하는 중간 부분) 의 날끝 강도를 향상시킬 수 있다. 그 때문에, 특히 가공 경화가 일어나기 쉬운 피삭재, 혹은 고능률 조건에서의 가공에 의해 가공 변질층이 피삭재 표면부에 형성된 경우의 저면 마무리 가공에 있어서의 절삭날의 신뢰성이 높아져 바람직하다.
- [0144] 상세하게는, 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) (진 레이크각) 의 최소값이 되는 점이, 코너 R 절삭날 (13) 상의 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $5^\circ$  이상이 되는 영역에 위치함으로써, 저면 마무리 가공시의 예리함의 저하

를 막아 가공 정밀도를 현저하게 높일 수 있고, 또한 공구 수명을 연장할 수 있다.

- [0145] 또, 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) (진 레이크각) 의 최소값이 되는 점이, 코너 R 절삭날 (13) 상의 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $5^\circ$  이하가 되는 영역에 위치함으로써, 이 최소값의 부분에 형성된 날끝 강화부가, 일반적인 저면 마무리 여유의 범위에 들어가기 쉬워진다. 따라서, 저면 마무리의 마무리 가공 여유에 상관없이, 절삭날 경계부의 치핑을 방지하는 효과가 현저하게 얻어진다.
- [0146] [본원 발명에 포함되는 그 밖의 구성]
- [0147] 또한, 본원 발명은 전술한 실시형태에 한정되는 것은 아니며, 본원 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에 있어서 여러 가지 변경을 가하는 것이 가능하다.
- [0148] 예를 들어, 전술한 실시형태에서는, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 최소값이, 코너 R 절삭날 (13) 중, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로  $5^\circ$  이상  $50^\circ$  이하의 범위로 설정되어 있다고 했지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 최소값은, 방사 각도 ( $\theta$ ) 로  $5^\circ$  미만이나,  $50^\circ$  를 초과하여 설정되어도 된다.
- [0149] 그 밖에, 본원 발명의 취지로부터 일탈하지 않는 범위에 있어서, 전술한 실시형태, 변형예 및 추가 사항 등에서 설명한 각 구성 (구성 요소) 을 조합해도 되고, 또, 구성의 부가, 생략, 치환, 그 밖의 변경이 가능하다. 또 본원 발명은, 전술한 실시형태에 의해 한정되지 않고, 특허청구의 범위에 의해서만 한정된다.
- [0150] 실시예
- [0151] 이하, 본원 발명을 실시예에 의해 구체적으로 설명한다. 단 본원 발명은 이 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0152] [날끝 교환식 래디우스 엔드 밀의 제조 및 절삭 시험]
- [0153] 먼저, 본원 발명의 실시예인 본 발명에 1 로서, 전술한 실시형태의 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (6) 을 준비하였다.
- [0154] 공구 본체 (1) 는, 날끝 직경 (날 직경) 이  $\phi 20$  mm, 생크 직경이  $\phi 20$  mm, 전체 길이 220 mm, 수하 (首下) 길이 120 mm, 수하 직경이  $\phi 19$  mm 로 된 초경 생크 타입을 사용하였다.
- [0155] 공구 본체 (1) 의 기재는, 초경합금과 SKD61 상당재를 납재로 접합한 기재를 사용하여, 선반 가공에 의해 외관 형상을 정돈한 후, 생크부를 연마 가공에 의해 마무리하였다.
- [0156] 또, 장착 시트 (3) 의 인서트 고정부 (인서트 끼워맞춤 홈 (7)) 는 머시닝 센터로 프레이즈 가공에 의해 형성하였다. 인서트 (5) 를 착탈하기 위한 고정용 나사 (8) 는, 호칭 직경이 M6, 피치가 0.75 mm 인 나사 사이즈를 사용하였다.
- [0157] 인서트 (5) 의 기재는, WC-Co 계의 초경합금제로 하고, 인서트 표면의 코팅 피막은, CrSi 계의 질화물 피막을 실시하였다.
- [0158] 인서트 (5) 의 형상은 도 5 에 나타내는 바와 같이 대략 평판 형상이고, 코너 R 절삭날 (13) 의 R 치수가 1 mm, 도 8 에 나타내는 두께 치수 T 값이 5.2 mm, 도 3 에 나타내는 인서트 측면시에 있어서의 외주 절삭날 (9) 의 길이는 7 mm, 이 인서트 측면시에 있어서의 외주 절삭날 (9) 의 축 방향 레이크각 (요컨대 비틀림각 ( $\epsilon$ )) 을 정의 값으로  $4^\circ$  로 하였다. 또, 외주 절삭날 (9) 의 직경 방향 레이크각 (회전 중심축 (C) 에 직교하는 방향에서 보았을 경우의 레이크각) 을  $0.5^\circ$  로 하였다.
- [0159] 바닥 절삭날 (11) 은, 그 바닥 절삭날 (11) 과 코너 R 절삭날 (13) 의 경계점 (P) 을 지나 회전 중심축 (C) 에 수직인 수평면에 대해, 경계점 (P) 으로부터 직경 방향 내측을 향함에 따라 점차 회전 중심축 (C) 방향의 기단측을 향하여 연장되도록 경사지고, 이 경사지는 각도인 정의 중저 구배각을  $3^\circ$  로 설정하였다.
- [0160] 본 발명에 1 의 인서트 형상을 도 5 에 나타낸다. 또, 본 발명에 1 의 인서트 (5) 의 형상을 나타내는 주된 파라미터는 표 1 에 나타났다.
- [0161] 본 발명에 1 의 인서트 (5) 는 면취면 (15) 을 구비하고, 코너 R 절삭날 (13) 의 경계점 (Q) 의 위치에 있어서의 축 방향 레이크각 (Ar1) 과, 경계점 (P) 의 위치에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 (Ar2) 을, 동일한 부의 값이 되는  $-6.8^\circ$  로 설정하였다.
- [0162] 여기서, 상기 서술한 바와 같이 도 9 에 나타내는 경계점 (Q) 은, 코너 R 절삭날 (13) 과 외주 절삭날 (9) 의

경계점이고, 회전 중심축 (C) 둘레의 절삭날의 회전 궤적에 있어서, 외주 절삭날 (9) 의 최외주점이기도 하다.

이와 같은 이론상 (이상) 의 경계점 (Q) 은, 코너 R 절삭날 (13) 에 있어서는 방사 각도 ( $\theta$ ) =  $90^\circ$  가 되는 점이다.

[0163] 그러나, 인서트 (5) 의 제조시에 있어서, 실제로 면취면 (15) 의 연삭 가공을 실시했을 때에는, 외주 절삭날 (9) 의 형성 예정 영역 (이론상, 외주 절삭날 (9) 이 형성되는 것이 예정되는 영역) 의 선단부로부터, 코너 R 절삭날 (13) 의 형성 예정 영역 (이론상, 코너 R 절삭날 (13) 이 형성되는 것이 예정되는 영역) 의 기반부에 걸친, 소정의 영역 (S) 에 있어서의 어느 부분에, 실제의 경계점 (Q) 이 되는 점 (E) 이 형성된다. 요컨대, 이론상의 경계점 (Q) 에 대해, 실제의 경계점 (Q) 인 점 (E) 의 위치가, 제조상의 여러 사정 등에 의해 약간 어긋나게 배치되는 경우가 있다.

[0164] 이와 같은 경우에는, 점 (E) 의 위치가, 이론상의 경계점 (Q) 에 대해, 외주 절삭날 (9) 의 형성 예정 영역측에 배치되는 것보다는, 코너 R 절삭날 (13) 의 형성 예정 영역측에 배치되는 것이 바람직하다. 이로써, 공구 직경이 작아지는 문제를 확실하게 방지할 수 있다. 또 이 경우, 원호 중심점 (O) 을 중심으로 하는, 이론상의 경계점 (Q) 과, 점 (E) (실제의 경계점 (Q)) 사이의 각도 (중심각) 를,  $2^\circ$  이내에 포함시키는 것이 바람직하다.

[0165] 상기를 감안하여, 본 발명에 1 에서는, 실제의 경계점 (Q) 인 점 (E) 이, 이론상의 경계점 (Q) 으로부터, 코너 R 절삭날 (13) 의 형성 예정 영역측을 향한 상기 중심각에서  $2^\circ$  이하의 범위 내에 배치되도록 인서트 (5) 를 제조하였다.

[0166] 또, 도 6 에 있어서 바닥 절삭날 영역 (U) 내에 존재하는 점 (F) 은, 경계점 (Q) 을 지나 회전 중심축 (C) 에 평행한 직선으로부터의 거리를 2.5 mm 의 위치로 설정하였다.

[0167] 또, 본 발명에 1 의 코너 R 절삭날 (13) 에 있어서의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 프로파일을 도 11 에 나타낸다. 도 11 로부터 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $20^\circ$  의 위치에 있어서, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은 최소값을 가졌다. 이 때의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은  $-7.2^\circ$  를 나타냈다.

[0168] 또, 본 발명에 1 의 코너 R 절삭날 (13) 의 방사 각도 ( $\theta$ )  $40^\circ$  에 있어서의 절삭날 단면의 모식도를 도 10 에 나타낸다 (도 10 의 우측 하단도). 방사 각도 ( $\theta$ )  $40^\circ$  에 있어서의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 은  $-6.6^\circ$  의 예를 나타낸다.

[0169] 또한, 표 1 에 있어서는, 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $0^\circ$  일 때 (경계점 (P)) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 을  $\alpha$  값으로 하고, 방사 각도 ( $\theta$ ) 가  $90^\circ$  일 때 (경계점 (Q)) 의 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 을  $\beta$  값으로 하고, 방사 방향 레이크각 ( $\delta$ ) 의 최소값을  $\gamma$  값으로 하여 나타내고 있다.

[0170] 또, 본원 발명과는 기술 사상이 상이한 비교예의 인서트를 준비하였다. 비교예 2 의 인서트 형상을 도 12 에, 비교예 3 의 인서트 형상을 도 13 에 나타낸다. 또, 비교예 2, 비교예 3 의 인서트의 형상을 나타내는 주된 파라미터도 표 1 에 나타냈다. 비교예의 인서트는, 본 발명에 1 의 인서트와 대략 동 형상의 동 재질로 제조하였다. 단 비교예는, 본원 발명의 특별한 구성을 갖지 않고, 구체적으로는, 코너 R 절삭날의 면취면을 갖지 않기 때문에, 코너 R 절삭날의 제원 (諸元) 이 본원 발명과는 상이하다.

[0171] 비교예 3 은, 바닥 절삭날의 레이크면과, 코너 R 절삭날의 레이크면과, 외주 절삭날의 레이크면을 동일 평면에 형성하고, 그 축 방향 레이크각은  $0^\circ$  로 설정하였다. 또한 바닥 절삭날의 레이크면과, 코너 R 절삭날의 레이크면은, 바닥 절삭날의 레이크면의 기반측으로 연장되는 절삭 조각 배출 홈과도 동일 평면에 형성하였다. 또, 외주 절삭날의 진 레이크각을 부의 값으로 설정하였다.

[0172] 이와 같이 제조한 본 발명에 1, 비교예 2, 비교예 3 의 인서트를, 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀의 공구 본체에 장착하고, 절삭 평가를 실시하였다. 각각의 인서트를 장착한 공구 본체를, 공구 유지구인 척에 장착한 후, 프레이즈반의 주축에 장착하였다. 절삭 속도 ( $V_c$ ) 를 바꾼 하기의 절삭 조건을 사용하여 입벽 측면부의 등고선 마무리 가공을 실시하였다. 그 때에 형성된 피삭재 입벽 측면부의 쓰러짐 정밀도를 형상 측정기를 사용하여 측정하였다. 측면부의 쓰러짐 정밀도의 측정 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0173] 여기서 말하는 쓰러짐 정밀도란, 피삭재 입벽 측면부의 형상 프로파일선과 연직선을, 피삭재 입벽 측면부의 정점을 기준으로 하여 비교했을 경우에 있어서, 양자의 피리 치수의 최대값을 쓰러짐 정밀도 ( $\mu\text{m}$ ) 로 하고 있다. 즉, 형상 프로파일선과 연직선이 일치하고 있는 경우에는, 이상적인 가공이 실시되고 있는 것을 나타내고 있다. 절삭 속도 ( $V_c$ ) 마다의 입벽 측면부의 형상 프로파일선을 도 14 ~ 19 에 나타낸다.

[0174] 실험에는, 피삭재의 재료로서 S55C 재, 치수는 60 × 60 × 30 (mm) 을 사용하였다. 이 측면 솔더 절삭 가공을 실시하여, 상면부로부터 20 mm 깊이에 입벽 측면부를 형성하였다. 쓰러짐 정밀도의 측정 지점은, 상면으로부터 10 mm 의 위치를 중앙, 18 mm 의 위치를 저부로 하였다.

[0175] <절삭 조건>

- [0176] 피삭재 : 탄소강 S55C (플라스틱 금형 용도)
- [0177] 피삭재 경도 : 220HB (브리넬 경도)
- [0178] 절삭 속도 (Vc) : 100 m/분, 200 m/분
- [0179] 주축의 회전수 (n) : 1592 회전/분, 3184 회전/분
- [0180] 1 날당 이송 (fz) : 0.15 mm (일정)
- [0181] 테이블 이송 (Vf) : 478 mm/분, 955 mm/분
- [0182] 축 방향 절입량 (ap) : 1 mm (일정)
- [0183] 직경 방향 절입폭 (ae) : 0.1 mm (일정)
- [0184] 공구 돌출 : 140 mm
- [0185] 가공 방법 : 건식, 입벽 측면부의 등고선 마무리 가공

표 1

		본 발명예1	비교예2	비교예3	
날 직경 (mm)		20	20	20	
인서트의 두께 (mm)		5.2	5.2	5.2	
날 길이 (mm)		7	7	7	
외주 절삭날의 축 방향 레이크각 (°)		4	4	0	
외주 절삭날의 직경 방향 레이크각 (°)		0.5	0.5	-1	
중저 구배각 (°)		3	3	3	
코너 R 치수 (mm)		1	1	1	
코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각 Ar1 (°)		-6.8	4	0	
코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각 Ar2 (°)		-6.8	4	0	
면취면		있음	없음	없음	
코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 α (°)		-6.8	0	0	
코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 β (°)		-2.2	0	0	
코너 R 절삭날의 방사 방향 레이크각 γ (°)		-7.2	0	0	
입벽 측면부의 쓰러짐 정밀도 (μm)	vc: 100 (m/min)	중앙	5	5	10
		저부	5	12.5	15
	vc: 200 (m/min)	중앙	5	7.5	17.5
		저부	5	12.5	27.5

[0186]

[0187] 표 1 에는, 본 발명예 1, 비교예 2, 비교예 3 의 각 인서트에 의한 가공에 있어서 피삭재의 입벽 측면부의 쓰러짐 정밀도를 측정하여 평가한 결과를 나타낸다.

[0188] 절삭 속도 (Vc 값) 의 조건이 100 m/분인 경우에 있어서는, 면취면을 구비한 본 발명예 1 은, 쓰러짐 정밀도가

5 ( $\mu\text{m}$ ) 가 되어 양호한 결과를 나타냈다. 또한 고능률 조건인, 절삭 속도 ( $V_c$  값) 의 조건이 200 m/분인 경우에 있어서도, 본 발명에 1 은, 쓰러짐 정밀도가 5 ( $\mu\text{m}$ ) 가 되어 양호한 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

[0189] 본 발명에 1 에서는, 경계점 (Q) 의 위치에 있어서의 코너 R 절삭날 (13) 의 축 방향 레이크각 ( $Ar_1$ ) 값이 부의 각도를 갖고, 외주 절삭날 (9) 의 축 방향 레이크각 (비틀림각 ( $\epsilon$ )) 이 정각이 되도록 설정함으로써, 외주 절삭날 (9) 과 코너 R 절삭날 (13) 의 피삭재에의 달라붙음이 점접촉으로 개시되게 되어, 채터링 진동의 발생이 저감되어 가공이 안정적인 것으로 생각된다.

[0190] 한편, 비교예에서는, 절삭 속도 ( $V_c$  값) 의 조건이 100 m/분인 경우에, 비교예 2 에 있어서는, 쓰러짐 정밀도가 5 ~ 12.5 ( $\mu\text{m}$ ) 인 결과를 나타내고, 비교예 3 에 있어서는, 10 ~ 15 ( $\mu\text{m}$ ) 인 결과를 나타냈다. 또, 고능률 조건이 되는 절삭 속도 ( $V_c$  값) 의 조건이 200 m/분인 경우에, 비교예 2 는, 쓰러짐 정밀도가 7.5 ~ 12.5 ( $\mu\text{m}$ ) 인 결과를 나타내고, 비교예 3 은, 17.5 ~ 27.5 ( $\mu\text{m}$ ) 인 결과를 나타냈다. 이들로부터, 비교예는, 절삭 조건을 고능률 조건으로 함으로써 쓰러짐 정밀도가 매우 악화되는 것을 확인할 수 있었다.

[0191] 이 이유는, 피삭재에 달라붙는 코너 R 절삭날의 축 방향 레이크각이, 외주 절삭날의 축 방향 레이크각 (비틀림각) 과 동일함으로써, 달라붙음이 선접촉으로 개시되기 때문에, 채터링 진동의 발생률이 높은 것이 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다.

[0192] 또, 본 발명에 1, 비교예 2, 비교예 3 의 각 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부의 형상 프로파일 선을 도 14 ~ 19 에 나타낸다. 도 14 ~ 16 은 절삭 속도 ( $V_c$  값) 가 100 m/분인 경우, 도 17 ~ 19 는 절삭 속도 ( $V_c$  값) 가 200 m/분인 경우의 형상 프로파일선이다. 이들 도면에 있어서, 점선이 가공해야 할 저면 및 수평면에 수직인 면을 나타내는 수평선 및 연직선이고, 실선이 형상 프로파일선이다.

[0193] 비교예 2, 3 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부는, 바닥부에 가까워질수록 연직선과의 괴리가 커지고 있으며, 절삭 속도가 클수록 이 경향이 현저하다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 대해, 본 발명에 1 의 인서트를 사용한 가공에 의해 형성된 입벽 측면부는, 상부로부터 바닥부에 이를 때까지 연직선과의 괴리 치수가 일정하게 유지되어 있어, 수평면에 수직인 면이 형성되어 있는 것이 확인되었다.

[0194] 또한, 본 발명에 1 에 관련된 인서트 (5) 의 기체의 재질은, 탄화텅스텐 (WC) 과 코발트 (Co) 를 함유하는 초경합금 외에, 예를 들어, 서멧, 고속도강, 탄화티탄, 탄화규소, 질화규소, 질화알루미늄, 산화알루미늄, 및 이들의 혼합체로 이루어지는 세라믹스, 입방정 질화붕소 소결체, 다이아몬드 소결체, 다결정 다이아몬드 혹은 입방정 질화붕소로 이루어지는 경질상과, 세라믹스나 철족 금속 등의 결합상을 초고압하에서 소성하는 초고압 소성체를 사용하는 것도 가능하다.

[0195] 본 발명에 1 에 관련된 공구 본체 (1) 와 생크부는, 예를 들어, SKD61 등의 합금 공구강으로 제조하는 경우와, 공구 본체 (1) 를 SKD61 등의 합금 공구강으로 하고, 초경합금으로 제조한 생크부를 공구 본체 (1) 에 접합한 초경 생크 타입을 사용하는 것도 가능하다.

[0196] 산업상 이용가능성

[0197] 본원 발명의 날끝 교환식 회전 절삭 공구 및 인서트에 의하면, 피삭재의 저면의 마무리 치수 정밀도 외에, 수직인 측면 마무리 가공에 있어서의 치수 정밀도도 향상시킬 수 있다.

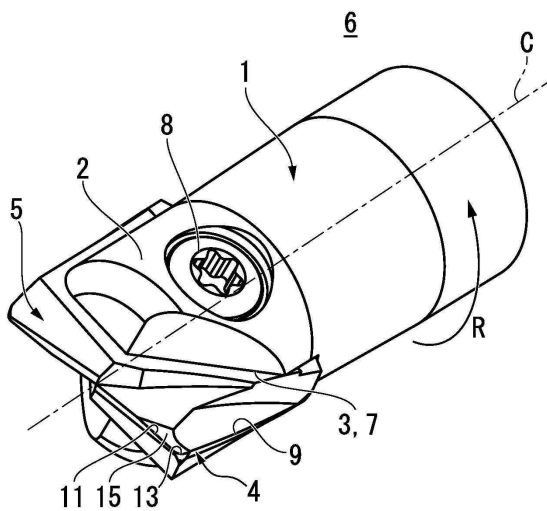
**부호의 설명**

- [0198] 1 공구 본체
- 2 선단부
- 3 장착 시트
- 4 절삭날부
- 5 인서트
- 6 날끝 교환식 래디우스 엔드 밀 (날끝 교환식 회전 절삭 공구)
- 7 인서트 끼워맞춤 홈
- 8 고정용 나사

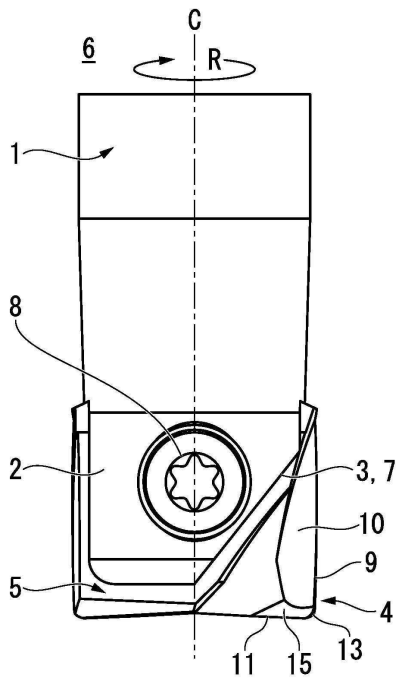
- 9 외주 절삭날
- 10 외주 절삭날의 레이크면
- 11 바닥 절삭날
- 12 바닥 절삭날의 레이크면
- 13 코너 R 절삭날
- 14 코너 R 절삭날의 레이크면
- 15 면취면
- 16, 17 절삭 조각 배출 홈
- A 코너 R 절삭날 상의 소정의 점
- Ar1, Ar2 축 방향 레이크각 (액시얼 레이크)
- C 회전 중심축
- O 원호 중심점
- P, Q 경계점
- Pr 기준면
- VL 가상 직선
- VS 가상 평면
- $\delta$  방사 방향 레이크각 (진 레이크각)
- $\varepsilon$  비틀림각
- $\Theta$  방사 각도

**도면**

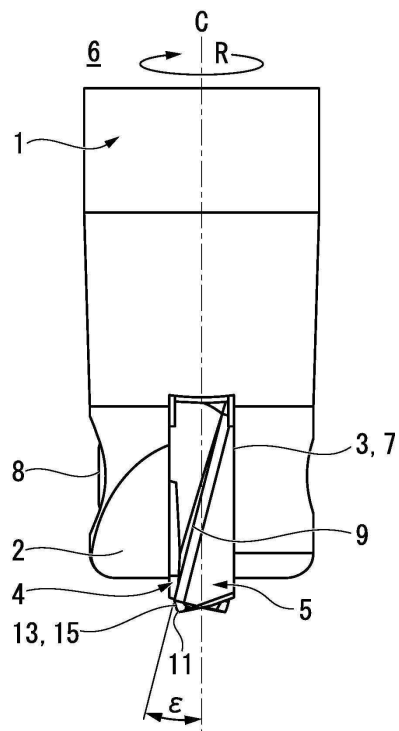
**도면1**



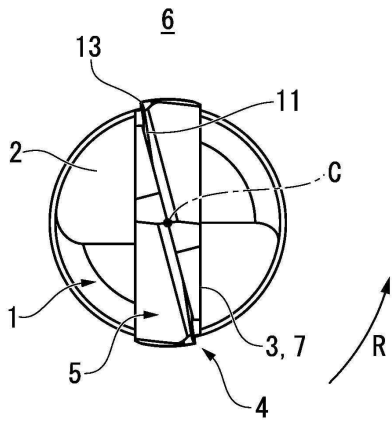
도면2



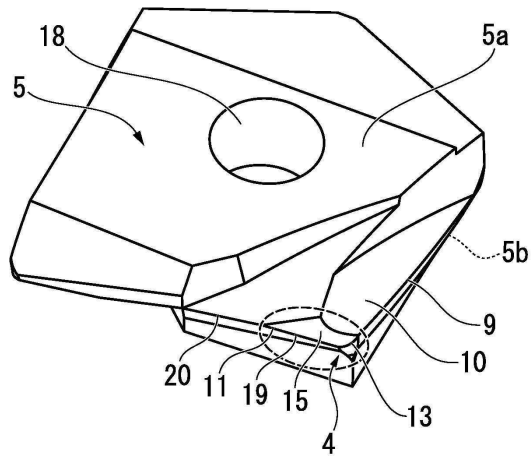
도면3



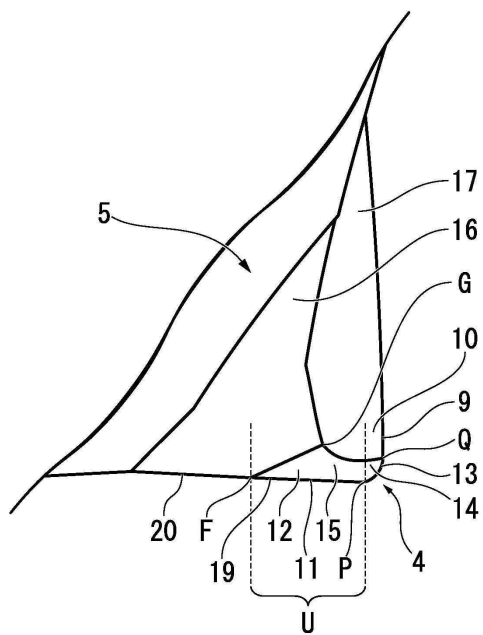
도면4



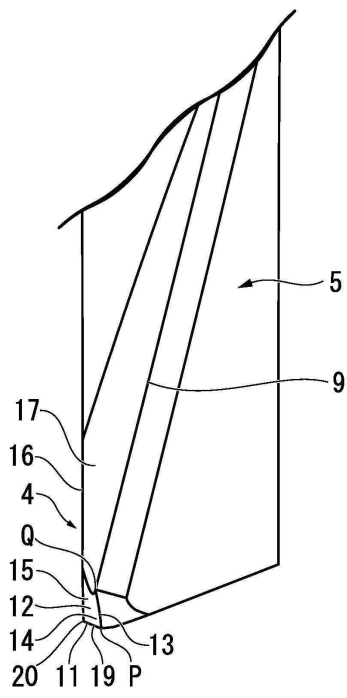
도면5



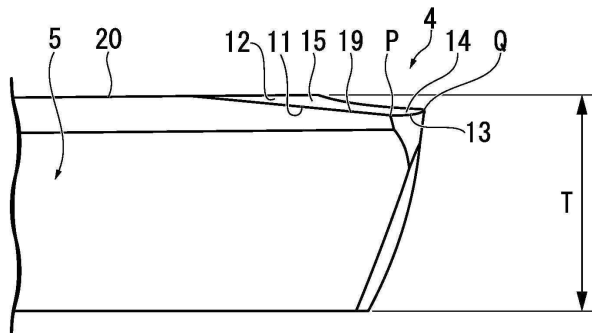
도면6



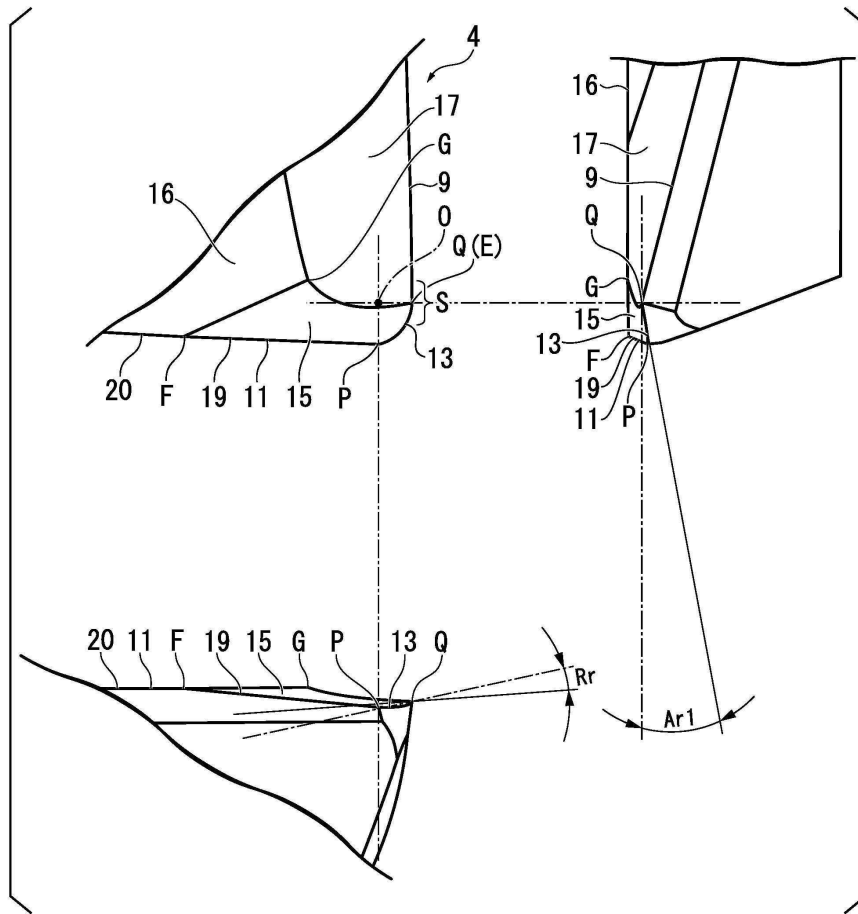
도면7



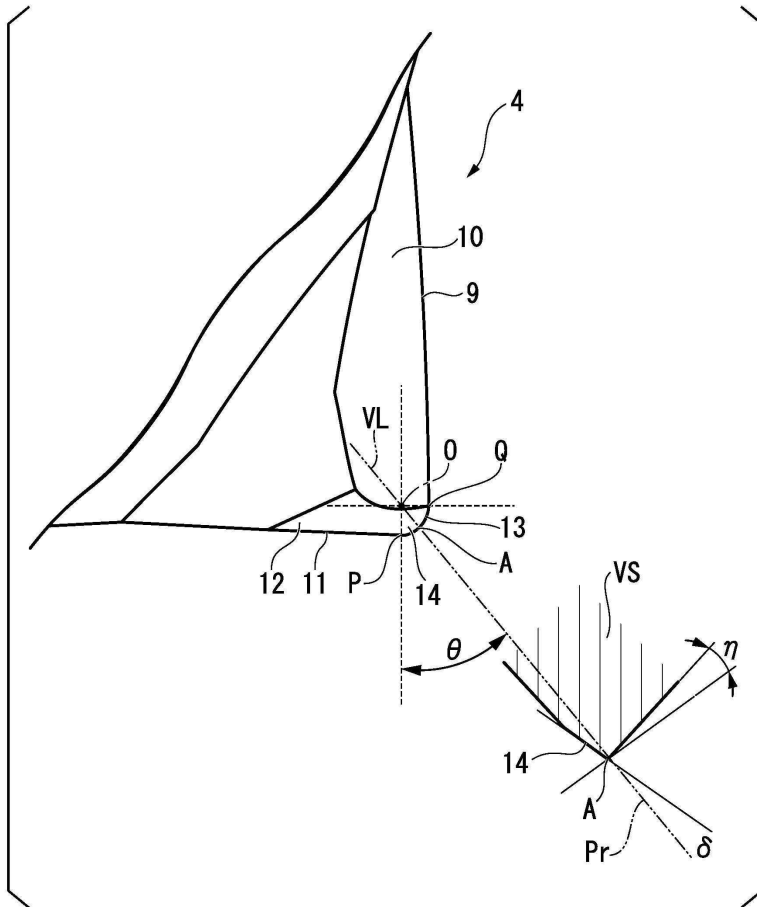
도면8



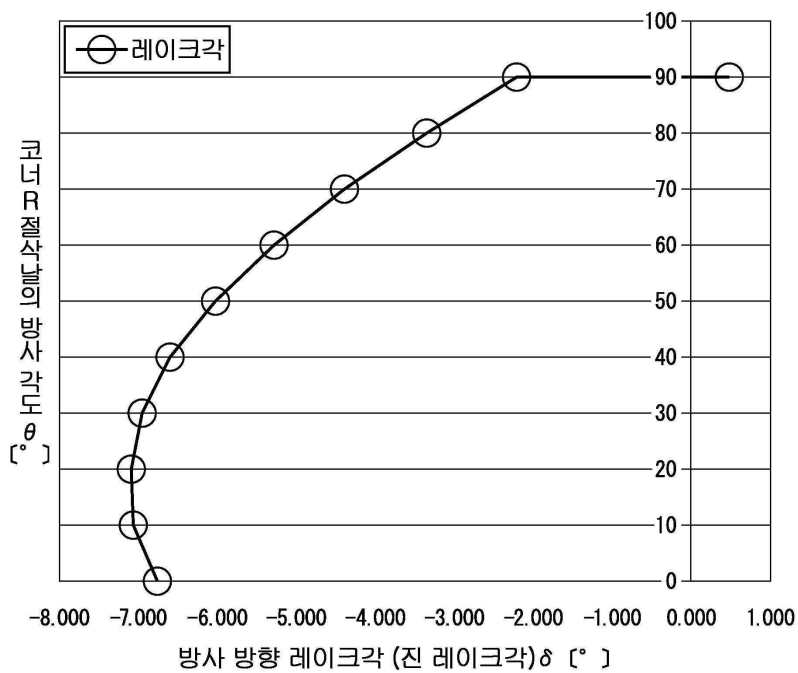
도면9



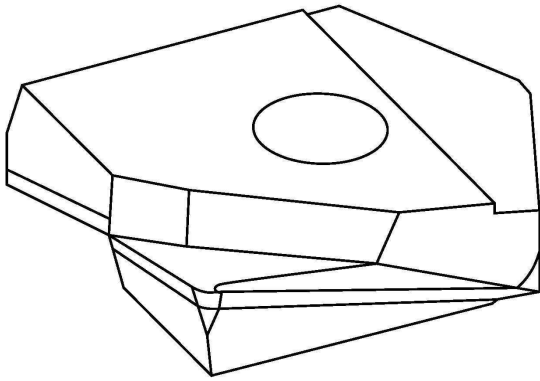
도면10



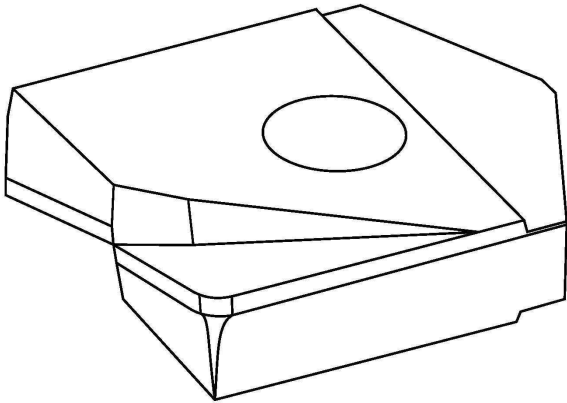
도면11



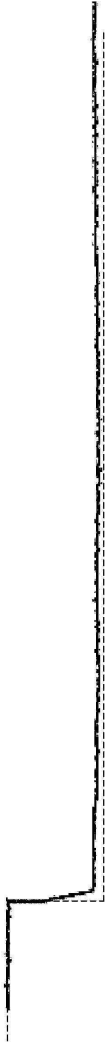
도면12



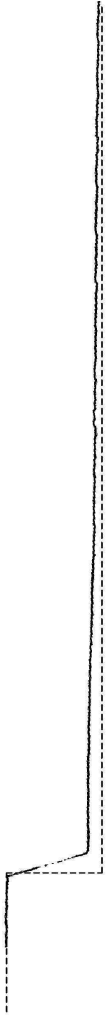
도면13



도면14



도면15



도면16



도면17



도면18



도면19

