(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월25일
(11) 등록번호 10-2316725
(24) 등록일자 2021년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23C 5/04 (2006.01) *B23C 5/22* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23C 5/04 (2013.01)
B23C 5/2208 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0060199
(22) 출원일자 2020년05월20일
심사청구일자 2020년05월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP2014097575 A*
JP6235737 B2*
JP2010125532 A
KR200427303 Y1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 와이지-원
인천광역시 연수구 송도과학로16번길 13-40(송도동)
(72) 발명자
박영군
인천광역시 연수구 아카데미로 312번길 177, 106동 1504호(송도동, 힐스테이크 레이크 송도)
김제두
인천광역시 남동구 만수로105번길 18-18, 가동 509호(아주아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
조영철

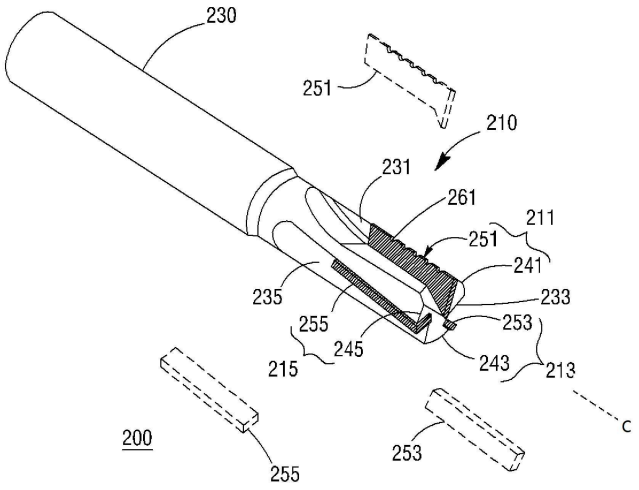
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 김응상

(54) 발명의 명칭 **다결정다이아몬드 소재의 절삭날이 결합된 엔드밀**

(57) 요 약

다결정다이아몬드 소재의 절삭날이 결합된 엔드밀이 개시된다. 본 발명의 엔드밀은 옆날과 밑날을 형성하는 다결정다이아몬드(PCD) 소재의 절삭날 조각을 구비하여 슬로팅, 사이드 밀링뿐만 아니라 드릴링 가공이 가능하며, 회전 중심축을 지나는 밑날을 형성하는 제1 절삭날(절삭날 조각)에 가해지는 절삭 부하를 줄이도록 설계되어 복합소재 등의 고속 가공에서 파손의 위험을 최소화할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B23C 2210/202 (2013.01)
B23C 2226/31 (2013.01)
(72) 발명자
장강수
인천광역시 연수구 랜드마크로 113, 113동 1903호(e편한세상송도)
정종현
인천광역시 남동구 에코중앙로66번길 6, 103동 1402호(유승한내들아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10067069
과제번호	10067069
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가 관리원
연구사업명	미래성장동력사업(기술개발사업)
연구과제명	항공.자동차산업의 탄소섬유복합재(CFRP) 가공용 회전공구 및 초고경질 나노박막 합성기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국진공(주)
연구기간	2016.06.01 ~ 2020.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

엔드밀에 있어서,

복수 개의 절삭부와 복수 개의 플루트가 교번적으로 배치된 커팅부(210)와, 상기 커팅부(210)의 후단에 마련된 생크부(Shank)(230)를 포함하는 몸체를 포함하고,

상기 복수 개의 절삭부 각각에는 밑날과 옆날을 형성하는 다결정다이아몬드 소재의 기판 형상의 절삭날이 부착되고,

상기 복수 개 절삭날 중 제1 절삭날(251)은 상기 옆날을 형성하기 위해 상기 플루트의 깊이보다 길게 형성되고 상기 몸체의 전단 밖으로 돌출되도록 접착되어 상기 밑날을 형성하고 사이드 밀링, 슬로팅 및 밀링에 사용하도록 상기 커팅부(210)의 회전 반경과 같거나 더 긴 길이로 형성되며,

회전방향을 기준으로 상기 제1 절삭날(251)의 에지에서 선행하는 다른 절삭날의 에지까지의 공간으로 정의되는 제1 절삭날 공간의 중심각(Θ1)은 다른 절삭날 공간의 중심각보다 작게 형성함으로써, 상기 제1 절삭날(251)의 절삭 부담을 줄이는 것을 특징으로 하는 엔드밀.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 절삭날(251)의 옆날 면에 복수 개의 오목홈을 배치한 칩브레이커를 형성하여 상기 제1 절삭날(251)의 절삭 부담을 줄이는 것을 특징으로 하는 엔드밀.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 절삭날(251)의 에지에서 후행하는 제2 절삭날의 옆날 면에 복수 개의 오목홈을 배치한 칩브레이커를 더 형성하되, 상기 제2 절삭날의 오목홈은 상기 제1 절삭날(251)의 오목홈과 다른 회전 평면에 배치하는 것을 특징으로 하는 엔드밀.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 커팅부는 3개의 절삭부와 3개의 플루트가 교번적으로 배치되고,

상기 제1 절삭날(251) 공간은 110° 보다 크고 115 ° 보다 작게 설정하는 것을 특징으로 하는 엔드밀.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 옆날과 밑날을 형성하는 다결정다이아몬드(PCD: Polycrystalline Diamond) 소재의 절삭날 조각을 구비하여 슬로팅, 사이드 밀링뿐만 아니라 드릴링이 가능한 엔드밀에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 엔드밀은 금속 정밀가공에 널리 사용되는 공구로서 드릴과 같은 회전 공구이다. 엔드밀은 회전 축이 되는 중심

축을 따라 절삭날(Cutting Tooth)이 가공된 커팅부가 앞부분에 있고 커팅부로부터 연장된 후단에 생크부(Shank)가 형성된 공구이다. 절삭날 중 측면에 마련된 옆날(외주날)은 가공물의 측면을 깎고, 전단에 마련된 밑날은 가공물의 윗면을 깎는데 사용한다. 커팅부에는 중심축을 따라 배치된 코어(Core)가 있고, 코어의 외주에 복수개의 절삭날과 플루트(Flute)가 교번적으로 배치되어 있다.

[0004] 엔드밀의 소재로는 고속도강(High Speed Steel), 초경(Solid Carbide), 입방체 질화붕소(Cubic Boron Nitride), 다결정다이아몬드(PCD: Polycrystalline Diamond), 세라믹합금(Cermet), 세라믹 및 이들의 조합 등이 사용될 수 있다. 엔드밀 사용 수명의 연장을 위해 이들 소재들은 형상 가공 후에 다양한 물질로 코팅한다.

[0005] 엔드밀은 다양한 가공에 사용할 수 있으며, 개별 가공마다 가공 특성이 서로 다르기 때문에 개별 가공에 맞도록 다른 형상으로 설계되어야 한다. 예를 들어 다른 형상을 가진 슬롯 작업 설계를 위한 황삭 엔드밀과 피니싱 엔드밀이 다르다. 슬롯팅과 황삭 측면가공(Rough side cutting)은 가능한 최대의 속도로 금속을 제거할 수 있어야 하고, 정삭 측면가공(Finish side cutting)은 목표 치수에 가까운 상태에서 상대적으로 매끄러운 표면 가공을 할 수 있도록 정밀한 마감 가공에 사용된다. 가공의 단계마다 대개 다른 공구가 필요한데, 공구의 교체는 새로운 세팅을 위해 시간을 소모한다는 것을 의미한다.

[0006] 한편, CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics) 및 GFRP(Glass Fiber Reinforced Plastics)과 같은 복합소재의 고속, 황삭 가공에 사용하는 엔드밀은 솔리드(Solid) 공구보다는 다결정다이아몬드(PCD) 소재의 기판을 절삭날로 부착하여 사용한다.

[0007] PCD는 다결정 다이아몬드 소결체인 초고경도 공구재료로 항공, 자동차에 사용되는 비철, 비금속 부품의 절삭가공에 널리 적용된다. 하지만, PCD 소재는 가공이 어렵고 형상 및 크기에 제약이 있어 솔리드 공구로는 제작할 수 없고, HSS(High Speed Steel) 또는 초경합금 소재의 몸체에 PCD 소재의 기판 형태로 가공된 절삭날(Tooth) 조각을 은납 용접액으로 브레이징(Brazing)하여 사용한다.

[0008] 도 1은 종래의 PCD 접합형 엔드밀(10)의 일 예를 도시하고 있다. HSS나 초경 소재의 몸체(11)의 커팅부에 플루트(Flute)가 상호 이격되어 배치되어 있고, 플루트마다 옆날과 밑날을 형성하는 PCD 소재의 절삭날(13, 14, 15)이 부착되어 있다. 이 중에서 제1 절삭날(13)의 밑날 부분은 드릴 가공을 위해 몸체(11)의 회전 중심축을 지나도록 구현된다.

[0009] PCD 절삭날(13, 14, 15)은 옆날을 이용한 고속 및 황삭의 사이드 밀링(Side milling) 가공에 주로 사용된다. 한편, 피삭재의 형상 및/또는 가공 공정에 따라 드릴링(Drilling)이 동시에 요구되는 공정에서는 제1 절삭날(13)처럼 코어 중심축을 지나는 밑날을 가진 PCD 절삭날이 적어도 하나 이상 배치되어야 한다. 그러나 제1 절삭날(13)과 같이 중심축을 지나는 밑날을 가진 PCD 절삭날을 부착하기 위해서, 엔드밀은 강성이 약해지는 단점을 부담해야 한다.

[0010] 제1 절삭날(13)을 예로 들면, 몸체(11)에는 제1 절삭날(13)을 부착하기에 충분한 결합 공간을 만들어야 한다. 제1 절삭날(13)의 밑날 부분이 코어 중심축을 지나도록 구성하기 때문에, 제1 절삭날(13)의 밑날이 접합하는 부분의 코어 직경은 외경의 55% 이상을 확보하기가 어렵다. 통상의 솔리드 공구의 코어 직경이 외경의 70% 이상으로 설계하는 것과 비교하면, PCD 접합형 엔드밀(10)은 커팅부의 전단이 절삭 강성에 충분한 코어 직경을 가지지 못하면서, 복합재료 가공에 필요한 고속, 황삭의 가공조건에서 공구의 강성 부족으로 절삭 중에 채터링이 발생하거나 날이 파손될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은, 옆날과 밑날을 형성하는 다결정다이아몬드(PCD: Polycrystalline Diamond) 소재의 절삭날 조각을 구비하여 슬로팅, 사이드 밀링뿐만 아니라 드릴링이 가능한 엔드밀을 제공함에 있다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은, 드릴 가공을 동시에 수행할 수 있도록 공구의 회전 중심축을 지나는 밑날을 형성하는 절삭날 조각을 구비하더라도, 해당 절삭날 조각에 부가되는 절삭 부하를 최소화함으로써 복합소재 등의 고속 가공에서도 충분한 강성을 가지는 엔드밀을 제공함에 있다.

[0014]

과제의 해결 수단

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 엔드밀은, 밑날과 옆날을 형성하는 다결정다이아몬드 소재의 기판 형상의 절삭날이 부착된 복수 개의 절삭부와, 복수 개의 플루트가 교번적으로 배치된 커팅부를 포함하며, 상기 복수 개 절삭날 중 제1 절삭날은 밑날이 상기 커팅부의 회전 반경과 같거나 더 크게 형성된 소위 'center-over 밑날'의 형태로 구현된다. 본 발명의 특징은, 회전방향을 기준으로 상기 제1 절삭날의 에지에서 선행하는 다른 절삭날의 에지까지의 공간으로 정의되는 제1 절삭부 공간의 중심각이 다른 절삭날 공간의 중심각보다 작게 형성함으로써 상기 제1 절삭날의 절삭 부담을 줄이는 것이다.

[0016] 실시 예에 따라, 상기 제1 절삭날의 옆날 면에 복수 개의 오목홈을 배치한 칩브레이커를 형성하여 상기 제1 절삭날의 절삭 부담을 줄일 수 있다.

[0017] 더 나아가, 상기 제2 절삭날의 옆날 면에 복수 개의 오목홈을 배치한 칩브레이커를 더 형성할 수 있다. 이때, 상기 제2 절삭날의 오목홈은 상기 제1 절삭날의 오목홈과 다른 회전 평면에 배치되어야 한다.

[0018] 다른 실시 예에 따라, 상기 커팅부는 3개의 절삭부와 3개의 플루트가 교번적으로 배치된 경우에, 상기 제1 절삭날 공간은 110° 보다 크고 115 ° 보다 작게 설정하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 회전 공구는 옆날과 밑날을 형성하는 다결정다이아몬드(PCD) 소재의 절삭날 조각을 구비하여 슬로팅, 사이드 밀링뿐만 아니라 드릴링 가공이 가능하다.

[0021] 또한, 본 발명의 회전 공구는 공구의 회전축을 지나는 밑날을 형성하는 제1 절삭날(절삭날 조각)을 결합하더라도, 제1 절삭날(또는 제1 절삭날 조각)에 부가되는 절삭 부하를 최소화함으로써 복합소재 등의 고속 가공에서도 충분한 강성으로 파손의 위험을 최소화하였다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 종래의 엔드밀의 커팅부 전단을 도시한 도면,

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 엔드밀을 도시한 도면, 그리고

도 3 및 도 4는 도 2의 엔드밀의 커팅부를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.

[0025] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 엔드밀(200)은 하나의 회전 중심축(c)을 따라 형성된 커팅부(210)와 커팅부(210)의 후단에 마련된 생크부(Shank)(230)를 포함하는 몸체와, 커팅부(210)에 부착되어 밑날과 옆날을 형성하는 3개의 절삭날 조각(이하, 간단히 '절삭날'이라 함)(251, 253, 255)을 구비한다.

[0026] 커팅부(210)는 고속도강(High Speed Steel), 초경(Solid Carbide), 입방체 질화붕소(Cubic Boron Nitride), 세라믹합금(Cermet), 세라믹, 및 이들의 조합 등 종래에 알려진 엔드밀 소재를 사용할 수 있다. 커팅부(210)에는 복수 개의 절삭부(211, 213, 215)와 플루트(231, 233, 235)가 교번적으로 배치된다. 각각의 절삭부는 절삭날과, 절삭날을 지지하는 랜드로 구현되는데, 몸체에 형성된 랜드에 절삭날이 부착된 것이다.

[0027] 도 2는 커팅부(210)에는 3개의 절삭부(211, 213, 215)와 플루트(231, 233, 235)가 교번적으로 배치된 예를 도시하고 있다. 제1 절삭부(211)는 제1 랜드(241)에 결합된 제1 절삭날(251)을 포함하고, 제2 절삭부(213)는 제2 랜드(243)에 결합한 제2 절삭날(253)을 포함하고, 제3 절삭부(215)는 제3 랜드(245)에 결합한 제3 절삭날(255)을 포함한다. 제1 절삭날(251), 제2 절삭날(253) 및 제3 절삭날(255)은 은납 블레이징 방법, 또는 스크루 체결 방법 등 종래에 알려진 다양한 방법으로 몸체에 결합할 수 있다.

[0028] 제1 절삭날(251), 제2 절삭날(253) 및 제3 절삭날(255)은 다결정다이아몬드 소재의 얇은 직사각형의 기판으로서, 폭은 접착된 플루트의 깊이보다 길어서 옆날을 형성하고 몸체의 전단 밖으로 돌출되도록 접착함으로써 밑날을 형성한다.

[0029] 다만, 제1 랜드(241)에 결합된 제1 절삭날(251)은 밑날 부분이 엔드밀(200)의 회전 반경과 같거나 긴 길이로 형성된다. 예를 들어, 제1 절삭날(251)의 밑날은 도 2에서처럼, 중심축(c)을 지나는 소위 'center-over 밑날'의 형태로 구현될 수도 있고, 중심축(c)을 지나지 않더라도 밑날의 길이가 회전반경과 같거나 더 길게 구현된다.

따라서 제1 절삭날(251)은 전체적으로 직사각형이면서 밑날 부분이 엔드밀(200)의 회전반경과 같거나 긴 길이로 돌출된 모양이다.

[0030] 배경기술에서 설명한 것처럼, 본 발명의 엔드밀(200)도 제1 절삭부(211) 또는 제1 절삭날(251)의 공구 강성이 약하게 설계될 수밖에 없지만, 이를 개선하기 위한 구성을 포함한다. 우선, 본 발명은 공구의 회전방향을 기준으로 절삭날의 에지(Edge)에서 선행하는 다른 절삭날의 에지까지의 공간으로 정의되어 절삭날의 피드(Feed)를 결정하는 '절삭날 공간(Tooth Spacing)'을 정의한다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 엔드밀(200)은 제1 절삭날 에지(301)에서 제3 절삭날 에지(305)까지의 제1 절삭날 공간과, 제2 절삭날 에지(303)에서 제1 절삭날 에지(301)까지의 제2 절삭날 공간과, 제3 절삭날 에지(305)에서 제2 절삭날 에지(303)까지의 제3 절삭날 공간의 중심각의 크기를 다르게 설계한다. 기본적으로, 본 발명은 제1 절삭날 공간의 중심각(Θ1)을 다른 제2 및 제3 절삭날 공간(Θ2, Θ3)에 비해 작게 설정함으로써, 제1 절삭날(251)의 이송량(Fz)를 줄여서 사이드 커팅 가공에서 제1 절삭날(251)의 절삭 부하를 줄인다.

[0031] 다양한 설계가 가능한데, 예를 들어 다음의 수학식 1과 같은 설계가 가능하다.

수학식 1

[0032] $$\theta 1 < \theta 3 \leq \theta 2$$

[0033] 여기서, Θ1은 제1 절삭날 공간의 중심각이고, Θ2는 제2 절삭날 공간의 중심각이며, Θ3은 제3 절삭날 공간의 중심각이다. 제1 절삭날 공간의 중심각(Θ1)을 다른 제2 및 제3 절삭날 공간(Θ2, Θ3)에 비해 작게 설정함으로써, 제1 절삭날(251)의 이송량(Fz)를 줄여서 사이드 커팅이나 슬로팅 가공에서 제1 절삭날(251)의 절삭 부하를 줄인다. 예를 들어, 제1 절삭날 공간의 중심각(Θ1)의 크기는 110° 보다 크고 115 ° 보다 작게 설정할 수 있다. 더불어, 제2 절삭날 공간의 중심각(Θ2)은 제3 절삭날 공간의 중심각(Θ3)과 같거나 미세하게 더 크게 가공할 수 있다. 엔드밀(200)이 회전하면, 제1 절삭날(251)이 먼저 피삭재를 절삭하고, 제2 절삭날(253)과 제3 절삭날(255)이 이어서 피삭재를 절삭하는데, 배경기술에서 설명한 것처럼, 제1 절삭부(211)는 설계상의 이유로 공구 강성이 약하게 설계되지만, 제1 절삭날 공간의 중심각(Θ1)을 작게 설정하여 가공 중의 이송량(Fz)을 줄임으로써 제1 절삭부(211)에 가해지는 절삭 부하를 줄여서 파손 등이 위험을 제거할 수 있다.

[0035] **칩브레이커(Chipbreaker)**

[0036] 고속 황삭 가공에 사용하는 경우, 본 발명의 엔드밀(200)은 제1 절삭부(211)의 절삭 부하를 줄이기 위하여 칩브레이커를 사용할 수 있다. 도 2 및 도 4를 참조하면, 제1 절삭날(251)의 옆날에 복수 개의 상호 이격된 오목 홈로 구현된 칩브레이커(261)를 배치함으로써, 고속 황삭가공에서 제1 절삭날(251) 또는 제1 절삭부(211)에 부가되는 절삭 부하를 칩브레이커(261)만큼 줄인다.

[0037] 한편, 제1 절삭날(251)에만 칩브레이커(261)를 배치할 경우에, 제2 절삭날(253)은 제1 절삭날(251)에서 줄인 절삭부하를 그대로 부담하여 과도한 절삭부하를 부담할 수 있다. 이런 점을 해결하기 위하여, 실시 예에 따라서는, 도 4에서처럼 제2 절삭날(253)에도 복수 개의 오목 홈으로 구현된 칩브레이커(401)를 배치하여 제2 절삭날(253)의 절삭 부하를 줄일 수 있다. 다만, 제2 절삭날(253)의 칩브레이커(401)의 개별 오목 홈은 제1 절삭날(251)의 칩브레이커(261)의 오목 홈보다 작게 가공함으로써 제3 절삭날(255)로 전가되는 절삭 부하를 줄이는 것이 좋다. 제3 절삭날(255)에는 칩브레이커를 배치하지 않음으로써, 제2 절삭날(253)의 칩브레이커(401)에 의해 절삭되지 않은 피삭재 부분을 제3 절삭날(255)이 마저 절삭하여 절삭 조도를 향상시킨다. 이로써, 제2 절삭날(253)은 제1 절삭날(251)과 제3 절삭날(255) 사이에서 절삭부하와 절삭 조도를 효과적으로 보완하는 역할을 한다. 제1 절삭날(251)이 황삭 가공에 해당하면, 제2 절삭날(2533)은 중삭 가공에 해당한다.

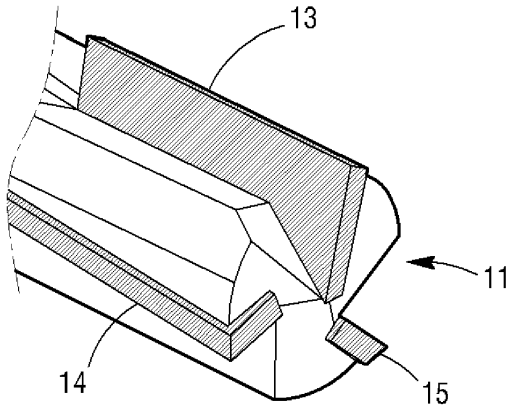
[0038] 제1 절삭날(251)에 배치한 칩브레이커(261)의 오목 홈과 제2 절삭날(253)에 배치한 칩브레이커(401)의 오목 홈은 동일한 회전 평면에 배치하지 않고 상호 어긋나게 배치함으로써, 제2 절삭날(253)이 제1 절삭날(251)의 칩브레이커(261)에 의해 절삭되지 않은 피삭재 부분을 절삭하도록 해야한다.

[0040] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술

적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

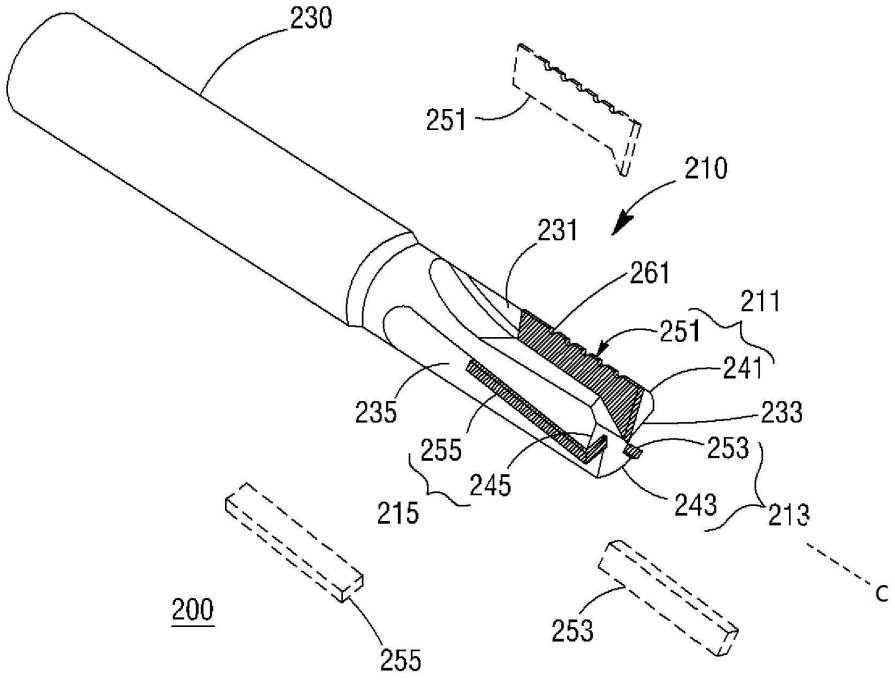
도면

도면1

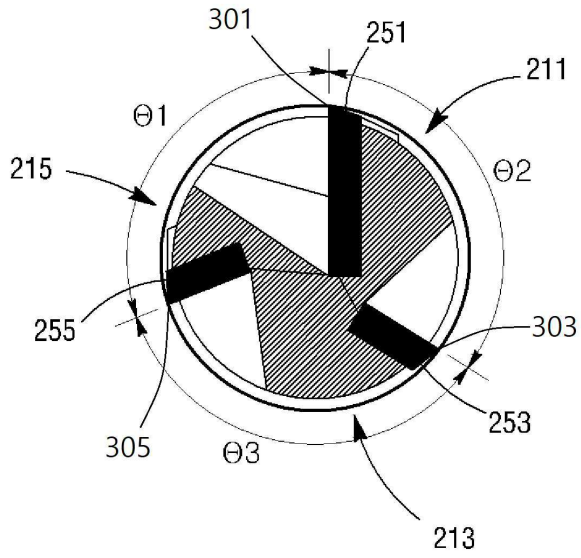


10

도면2



도면3



도면4

