



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월06일
(11) 등록번호 10-1046810
(24) 등록일자 2011년06월29일

(51) Int. Cl.
B23B 29/26 (2006.01) B29C 59/00 (2006.01)
B23B 5/00 (2006.01) B23D 79/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7004003
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년07월02일
심사청구일자 2008년07월02일
(85) 번역문제출일자 2005년03월09일
(65) 공개번호 10-2005-0042181
(43) 공개일자 2005년05월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/020785
(87) 국제공개번호 WO 2004/024421
국제공개일자 2004년03월25일
(30) 우선권주장
10/241,247 2002년09월10일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
EP00830946 A1*
US03893356 A1*
JP2000334834 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
브라이언 윌리엄 제이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트폴 피.오. 박
스 33427
세월 벨슨 디.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트폴 피.오. 박
스 33427
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
주성민, 김영

전체 청구항 수 : 총 4 항

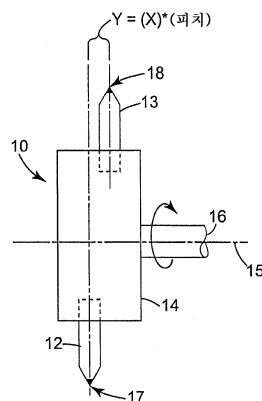
심사관 : 김주대

(54) 미세복제 공구 생성용 다중 다이아몬드 절삭공구조립체

(57) 요약

일 실시예에서, 미세복제 공구(72a)에 홈들을 생성하는데 사용되는 절삭공구조립체(10)가 기술되었다. 절삭공구조립체는 탑재구조물(10)과 이 탑재 구조물(14)에 탑재된 다중 다이아몬드들(12, 13)을 포함한다. 예를 들면, 제1 및 제2(17, 18) 다이아몬드 팁들을 지니는 제1 및 제2 공구 생크들은 제1 공구 생크의 다이아몬드 절삭 팁의 절삭 위치가 제2 공구 생크의 다이아몬드 절삭 팁의 절삭 위치로부터 규정된 거리에 있게끔 탑재 구조물(14) 내에 위치된다. 상기 규정된 거리(y)는 피치 간격의 정수배에 해당할 수 있으며, 10마이크로미터 미만의 공차범위 내로 정확도를 가질 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

클레멘츠 제프리 이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트폴 피.오. 박스
33427

쉬랭크 그렉 이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트폴 피.오. 박스
33427

특허청구의 범위

청구항 1

미세복제 공구 내에 생성될 특징부를 정하는 단계;

미세복제 공구 내에 생성될 특징부에 대응하는 복수의 팁을 갖도록 다이아몬드 규격을 정하는 단계;

규격에 따른 복수의 팁을 갖도록 다이아몬드를 집중 이온빔 밀링하는 단계; 및

이온빔 밀링된 다이아몬드를 사용하여 미세복제 공구를 생성하는 단계를 포함하며,

미세복제 공구를 생성하는 단계는 이온빔 밀링된 다이아몬드가 복수회 통과하여 공구 내에 복수의 홈을 절삭하는 것을 포함하고 홈의 개수는 통과 회수보다 많은 미세복제 공구 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 복수의 팁은 일직선인 측면 벽을 각각 형성하며, 인접한 팁에 의해 형성되는 골의 바닥은 측면 벽에 대해 직각을 형성하는 미세복제 공구 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 복수의 팁은 언더컷 측면 벽을 각각 형성하며, 인접한 팁에 의해 형성되는 골의 바닥은 언더컷 측면 벽에 대해 예각을 형성하는 미세복제 공구 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 복수의 팁은 측면 벽을 각각 형성하며, 인접한 팁에 의해 형성되는 골의 바닥은 측면 벽에 대해 둔각을 형성하는 미세복제 공구 제조 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 미세복제된 구조물들을 생성하는데 사용되는 미세복제 공구들의 다이아몬드 가공에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 미세복제 공구들과 같은 광범위한 작업편들을 생성하는데 다이아몬드 가공 기술들이 사용될 수 있다. 일반적으로 압출성형 공정들, 사출성형 공정들, 엠보싱(embossing) 공정들, 주조 공정들 등과 같은 것들에 미세복제 공구들을 사용하여 미세복제된 구조물들을 생성한다. 미세복제된 구조물들은 약 1000 마이크로미터보다 작은 것과 같이 상대적으로 작은 치수로 된 미세복제된 형상부들을 지니는 성형되거나 압출된 임의의 부품들, 또는 자결(self-mating) 형상들을 지니는 기계적 체결구들, 접착 필름들, 연마 필름들, 광학 필름들을 포함할 것이다.

[0003] 미세복제 공구들은 주조 벨트들, 주조 롤러들, 사출 주형들, 압출 또는 엠보싱 공구들과 같은 것들을 포함한다. 미세복제 공구들은 다이아몬드 가공 공정에 의해 생성될 수 있으며, 상기 공정에서 절삭공구조립체가 미세복제 공구 속으로 홈이나 다른 형상들을 깎는데 사용된다. 절삭공구조립체를 사용하여 미세복제 공구를 만드는 공정에는 시간과 비용이 많이 들어갈 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0004] 일반적으로 본 발명은 다중 다이아몬드들을 포함하는 절삭공구조립체에 관한 것이다. 다중 다이아몬드들을 지니는 절삭공구조립체는 미세복제 공구들 또는 다른 작업편들을 생성하는데 사용될 수 있다. 특히, 조립체가 1

회 절삭 통과하는 동안 미세복제 공구에 다중 홈들 또는 다른 형상들을 생성하는데 절삭공구조립체의 다중 다이아몬드들이 사용될 수 있다. 1회의 절삭통과에서 다중 형상들을 형성할 수 있기 때문에 다중 다이아몬드들을 지닌 절삭공구조립체는 생산 시간을 감소시키거나 더욱 복잡한 패턴들을 생성시킬 수 있다.

[0005] 절삭공구조립체는 탑재 구조물과 이 탑재 구조물에 탑재된 다중 공구 생크들을 포함할 수 있다. 각각의 공구 생크들은 절삭공구조립체의 절삭 팁으로 사용되는 다이아몬드 팁을 형성할 수 있다. 공구 생크들의 다이아몬드 절삭 팁들은 미세복제 공구에서 생성되는 홈들 또는 다른 형상들에 대응되게끔 정교하게 형성될 수 있다. 게다가, 상이한 다이아몬드 팁들의 절삭 위치들이 서로 하나 이상의 피치 간격으로 떨어져있게끔 공구 생크들은 탑재 구조물에 정교하게 위치할 수 있다. 따라서 절삭공구조립체의 상이한 다이아몬드 팁들은 다이아몬드 팁들의 절삭위치에 의해 형성된 피치 간격들을 가진 미세복제 공구에서 생성된 상이한 홈들 또는 형상들에 대응될 수 있다.

[0006] 동일한 조립체에 다중 다이아몬드 절삭 팁들을 사용함으로써 인해서, 미세복제 공구의 생성이 개선되거나 단순화될 수 있다. 특히, 미세복제 공구에서 홈들을 절삭하는 데에 절삭공구조립체를 단지 몇 번만 통과시켜 절삭시킬 수 있으며, 이로 인해 공구작업 원가를 감소시킬 수 있다. 예를 들면, 만약 절삭공구조립체가 2개의 다이아몬드를 포함하고 있다면 미세복제 공구에서 홈들을 절삭하는데 필요한 공구의 통과 횟수는 1/2로 감소될 수 있다.

[0007] 게다가, 어떤 실시예에서 상이한 다이아몬드 팁들은 미세복제 공구에서 생성되는 상이한 형상들을 형성할 수 있다. 이러한 경우 둘 이상의 물리적으로 다른 형상들을 생성시키기 위해서 상이한 절삭공구조립체들을 사용하지 않아도 될 수 있으며, 그 대신 미세복제 공구에 둘 이상의 물리적으로 다른 형상들을 생성시키기 위해서 단일조립체가 사용될 수 있다. 그러한 기술들은 미세복제 공구의 품질을 향상시킬 수 있으며, 미세복제 공구의 생성과 관련된 시간과 원가를 감소시킬 수 있다. 이로 인해서 미세복제된 구조물들의 최종 생성과 관련된 원가를 효과적으로 절감시킬 수 있다.

[0008] 여러 실시예들의 추가적인 세부사항들은 이하에서 서술될 사항들과 첨부된 도면들에 의해 설명될 것이다. 청구 범위, 도면, 발명의 상세한 설명으로부터 다른 특징들과, 목적들, 장점들이 명백해 질 것이다.

실시예

[0022] 본 발명은 다중 다이아몬드들을 포함하는 절삭공구조립체들에 관한 것이다. 절삭공구조립체는 미세복제 공구들 또는 다른 작업편들을 생성하는데 사용될 수 있다. 특히, 절삭공구조립체를 일회 절삭 통과시켜서 미세복제 공구를 생성하는 동안 복수의 홈들 또는 다른 형상들을 절삭하는데 절삭공구조립체가 사용될 수 있다. 따라서 미세복제 공구의 생성과 관련된 절삭 시간이 절감될 수 있고, 주어진 시간 안에 더욱 세밀한 패턴들이 형성될 수 있다. 이러한 방식으로 미세복제 구조물들의 최종 생성과 관련된 생산주기가 짧아지고, 생산 공정이 단순화될 수 있다. 게다가 어떤 실시예에서는 상이한 다이아몬드들이 미세복제 공구에서 생성되는 다른 형상들을 형성할 수 있다. 이러한 경우에 별개의 절삭공구조립체들을 사용하는 것이 지양될 수 있으며, 그 대신 다중 면을 가지는 한 개의 절삭공구 조립체가 미세복제 공구에서 두 개 이상의 물리적으로 다른 형상들을 생성시키는데 사용될 수 있다.

[0023] 절삭공구조립체는 탑재 구조물과 탑재 구조물에 탑재된 다중 공구 생크들을 포함한다. 각각의 공구 생크는 별개의 다이아몬드 팁을 형성하며 상이한 팁들은 미세복제 공구에서 생성되는 상이한 홈들 또는 다른 형상들에 대응될 수 있다. 절삭공구조립체는 상이한 배열들을 나타낼 수 있는데, 이는 그것이 플라이 절삭 또는 플런지 또는 나사 절삭을 위해 설계되었는가에 따라 다르다.

[0024] 공구 생크의 다이아몬드 팁들은 래핑(lapping) 기술들, 연마 기술들, 또는 집중 이온빔(focused ion beam) 밀링 공정들을 사용하여 형성될 수 있다. 다양한 형태와 크기를 가지는 다이아몬드 팁들 역시 기술되었는데, 이것은 상이한 미세복제 공구들의 생성에 유용할 것이다. 특히, 집중 이온빔 밀링 공정들은 고도의 정확성을 가진 다이아몬드 팁들의 형상에 완벽하게 사용될 수 있다.

[0025] 절삭공구조립체의 상이한 공구 생크들은 미세 위치조정기술들을 사용하여 탑재 구조물에 탑재될 수 있다. 예를 들면, 이 기술은 위치조절을 하는 공구작업 현미경의 사용이 수반될 수 있다. 현미경은 다이아몬드 팁들의 위치를 다른 팁들과의 관계에서 측정하고 확인하는데 사용될 수 있으며, 이로 인하여 공구 생크들은 탑재 구조물 사이에서 적합하게 위치할 수 있다. 디지털 정보, 아날로그 정보, 그래픽 디스플레이 등과 같은 방법으로 다이아몬드 팁들의 위치에 관한 정보를 제공하기 위한 위치정보 피드백이 제공될 수 있다. 피드백은 탑재 구조물에 상이한 공구 생크들을 정교하게 위치시키는데 사용될 수 있다. 일단 위치가 설정되면, 공구 생크들은 임의의

적합한 고정 메커니즘에 의해서 탑재 구조물에 고정될 수 있다. 이러한 방식으로 공구 생크들은 탑재 구조물에 제1 다이아몬드 팁의 절삭위치가 제2 다이아몬드 팁의 절삭위치에서부터 규정된 거리에 있도록 위치할 수 있다. 규정된 거리는 피치 간격들의 정수배에 해당될 것이며, 이는 대략 10마이크로미터 미만의 공차 범위 내에 있을 만큼 정확할 수 있다.

[0026] 다중 공구 생크들을 탑재 구조물 내에 정교하게 위치시키기 위해서 현미경과 위치조정 피드백을 사용하는 것은 미세복제 공구에서 효율적인 공구작업을 위해 필요한 공차로 다이아몬드 팁들이 상호 위치하게끔 한다. 특히 10마이크로미터 미만의 공차범위 내에서 위치 설정할 수 있으며, 더욱 양호하게는 1마이크로미터 미만도 가능하다. 게다가 여기에 기술된 것과 같은 공구작업 현미경을 이용하여 0.5마이크로미터와 비슷한 공차범위 내에서 다이아몬드 팁들 간의 상호 위치가 설정될 수 있다. 그러한 정교한 위치설정은 미세복제 공구들의 효율적인 생성에 필요한 것이며, 이는 미세복제된 광학 필름들, 미세복제된 기계적 체결구들, 미세복제된 연마 필름들, 미세복제된 접착 필름들 등과 같은 광범위한 미세복제된 구조물들을 생성하는데 사용될 수 있다.

[0027] 조립체에 다중 다이아몬드를 지닌 절삭공구조립체의 생성은 미세복제 공구 상에서 홈들을 생성시키기 위해 필요한 조립체의 절삭통과 횡수를 감소시켜서 미세복제 공구들의 생성을 단순화하고 개선시킬 수 있다. 그러한 단순화는 미세복제 구조물들의 최종 생성과 관련된 원가를 효율적으로 절감시킬 수 있다.

[0028] 도1은 탑재 구조물(14)에 탑재된 2개의 공구 생크들(12, 13)을 포함하는 절삭공구조립체(10)의 평면도이다. 절삭공구조립체(10)는 플라이 절삭을 위해 배열되는데 여기서 조립체(10)는 축(15)에 대해서 회전한다. 예를 들면, 조립체(10)는 구동축(16)에 탑재될 수 있으며, 조립체(10)를 구동시키도록 공작 기계(도시 않음)의 모터에 의해서 구동될 수 있다. 탑재 구조물(14)은 다이아몬드 팁들(17, 18)을 지니는 공구 생크들(12, 13)을 지지하기 위한 구조를 가질 수 있다. 생크들(12, 13)은 금속제 또는 혼합 재료로부터 형성될 수 있으며, 다이아몬드들은 실질적으로 영구적인 고정 메커니즘에 의해서 생크들(12, 13)에 고정될 수 있다. 게다가, 탑재 구조물(14)은 구동 샤프트(16)에 부착이 가능하게 하는 형상들을 포함할 수 있다.

[0029] 다이아몬드들을 공구 생크들(12, 13)에 고정하고, 다이아몬드 팁들(17, 18)을 형성하기 위해서 연납땜, 경납땜, 에폭시 같은 접착제 등과 같은 실질적으로 영구적인 고정 메커니즘이 사용될 수 있다. 다이아몬드 팁들(17, 18)을 지닌 공구 생크들(12, 13)은 한 개 이상의 볼트, 클램프, 고정나사와 같은 임시 고정 메커니즘을 통해서 탑재 구조물(14) 위에 탑재될 수 있다. 다른 방법으로 연납땜, 경납땜, 에폭시 같은 접착제 또는 다른 더 영구적인 고정 메커니즘이 탑재 구조물(14)에 공구 생크들(12, 13)을 고정시키는데 사용될 수 있다. 어떠한 경우에도 위치조정 피드백과 위치 조절기능을 지닌 공구작업 현미경의 사용은 탑재 구조물(14) 사이에 공구 생크들(12, 13)이 위치하게끔 만들며, 이는 미세복제 공구들의 효율적인 제조를 위해 필요한 정교함을 지니면서 다이아몬드 팁들(17, 18)이 서로 간에 위치하게끔 만든다. 탑재 구조물(14)은 절삭공구조립체(10)가 다이아몬드 공작 기계 속으로 삽입되게 하는 형상을 지니고 있을 수 있다. 다시 말하지만, 다이아몬드 공작 기계는 플라이 절삭을 위해 배열된 다이아몬드 회전 기계일 수 있으며, 여기서 절삭공구조립체는 구동 샤프트(16)를 통해 축주위로 회전한다.

[0030] 공구 생크들(12, 13)의 각각의 다이아몬드 팁(17, 18)은 각각 별개의 절삭 메커니즘을 형성하며, 상기 절삭 메커니즘은 생성된 미세복제 공구에서의 홈과 같은 작업편의 독특한 형상의 생성을 한정한다. 도1에서 도시된 실시예에서, 절삭공구조립체(10)는 각각 하나씩의 다이아몬드 팁(17, 18)을 지니는 2개의 공구 생크(12, 13)을 포함하며, 그 이외에도 본 발명의 원리에 따라 다이아몬드 팁들을 가진 공구 생크들이 추가적으로 사용될 수 있다. 게다가, 이하에서 기술되는 사항들은 다이아몬드 당 두 개 이상의 절삭 팁을 형성하는 다이아몬드를 가진 사용에까지 확대될 수 있다.

[0031] 도1을 보면, 공구 생크들(12, 13)은 탑재 구조물(14)에 위치하는데, 공구 생크(12)의 팁(17)의 절삭위치가 공구 생크(13)의 팁(18)의 절삭위치로부터 규정된 거리에 있게끔 한다. 특히, 상기 규정된 거리는 피치 간격의 정수배에 해당될 수 있다. 일반적으로 본 명세서에서 "피치"는 작업편에서 생성된 2개의 인접한 형상들 사이의 거리를 나타낸다. 도1을 보면 거리 $Y = X \times (\text{피치})$ 이며 여기서 X 는 정수이다. 거리 Y 는 예를 들어 "절삭공구조립체(10)의 피치"와 같이 피치로도 언급되나 보다 명백하게 기술하기 위해서 여기서 이러한 용어 사용은 일반적으로 지양될 것이다. 다시 말해서, 만약 다른 명시적인 언급이 없다면, 여기에 사용된 "피치"라는 용어는 작업편에 생성된 2개의 인접한 형상들 사이의 거리를 가리키는 것으로 제한된다. 정수 X 가 1일 때 작업편에서 거리 Y 는 형상들의 피치와 같을 것이다.

[0032] 공구 생크들(12, 13)은 탑재 구조물(14)에서 공구 생크(12)의 다이아몬드 팁(17)의 절삭 위치가 공구 생크(13)의 다이아몬드 팁(18)의 절삭위치에서부터 피치 간격들의 정수배가 되도록 위치 설정될 수 있다. 더 구체적으로

로, 다이아몬드 팁들(17, 18)은 10마이크로미터 미만의 공차범위 또는 0.5마이크로미터 정도의 공차와 같이 1마이크로미터 미만의 공차범위 내에서 상호 위치할 수 있다. 이렇게 정교한 위치설정은 광학 필름, 접착 필름, 연마 필름, 기계적 체결구 등과 같은 미세복제된 구조물들을 생성하는데 사용되는 미세복제 공구들의 효율적인 생성에 필요할 수 있다. 생성되는 미세복제 공구의 치수들에 따라 피치 간격은 약 5000마이크로미터 미만, 약 1000마이크로미터 미만, 약 500마이크로미터 미만, 약 200마이크로미터 미만, 약 100마이크로미터 미만, 약 50마이크로미터 미만, 약 10마이크로미터 미만, 약 5마이크로미터 미만, 약 1마이크로미터 미만이 될 수 있으며, 다이아몬드 팁들(17, 18)의 간격이 0.5마이크로미터의 공차에 접근할 수도 있다.

[0033] 도2는 플런지 또는 나사 절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 평면도이다. 플런지 절삭에서 절삭공구조립체(20)는 다양한 홈들 또는 다른 형상들을 절삭하기 위해 다른 위치로 이동하기 전의 시간 간격동안 규정된 위치들에서 이동하는 작업편 속으로 플런지된다. 나사절삭은 플런지절삭과 유사하다. 그러나 나사 절삭에서 절삭공구조립체(20)는 긴 나사홈들을 깎기 위해서 더 긴 시간 동안 움직이는 작업편 속으로 변위된다. 절삭공구조립체(20)는 새기기(scribing) 또는 줄긋기(ruling)에도 사용될 수 있으며, 이러한 경우 절삭공구조립체(20)는 매우 느리게 작업편을 통과하여 변위된다.

[0034] 도1의 조립체(10)와 같이 도2의 절삭공구조립체(20)는 탑재 구조물(24) 안에 고정된 다중 공구 생크들(22, 23)을 포함한다. 공구 생크들(22, 23)에 다이아몬드를 고정하여 다이아몬드 팁들(28, 29)을 형성하기 위해서 경납땜, 연납땜, 에폭시와 같은 접착제 등과 같은 실질적으로 영구적인 고정 메커니즘이 사용될 수 있다. 다이아몬드 팁들(28, 29)을 가진 공구 생크들(22, 23)은 하나 이상의 볼트, 클램프, 고정 나사들과 같은 임시고정 메커니즘을 통하여 탑재 구조물(24)에 탑재될 수 있다. 다른 방법으로 경납땜, 연납땜, 에폭시와 같은 접착제 또는 더 영구적인 고정 메커니즘이 공구 생크들(22, 23)을 탑재 구조물(24)에 고정시키는데 사용될 수 있다.

[0035] 위치조절 피드백을 가진 공구작업 현미경의 사용은 공구 생크들(22, 23)의 다이아몬드 팁들(28, 29)이 미세복제 공구들의 효율적인 공구작업을 위해 필요한 정교함을 가지고 탑재 구조물(24) 안에 위치하게끔 만든다. 탑재 구조물(24)은 절삭공구조립체(20)가 플런지절삭, 나사절삭, 새기기, 줄긋기를 위해서 배열된 다이아몬드 공작기계 속으로 삽입되도록 하는 형태를 지닌다.

[0036] 도3은 플라이절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 일 실시예의 더욱 세부적인 평단면도이다. 도4와 도5는 플런지절삭과 나사절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 실시예들의 더 세부적인 평단면도이다. 도6은 도5에서 도시된 실시예의 정면도이다. 각각의 경우에 있어서, 탑재 구조물(14, 24A, 24B)은 각각의 공구 생크들을 받아들이기 위해 하나 이상의 영역들(35A, 35B, 35C, 35D, (총괄적으로 35))를 포함할 수 있다. 영역들(35)은 각각의 공구 생크들 보다 약간 클 수 있으며, 이는 공구 생크들이 영역들 내에서 이동할 수 있게 하여 생크들이 제 위치에 고정되기 전에 다이아몬드 팁들이 적당하게 자리 잡게 하기 위함이다. 필요하다면 영역들(35)에서 하나 이상의 스페이서(spacer)(41)(도4)가 위치할 수 있다.

[0037] 각각의 탑재 구조물(14, 24, 24A 또는 24B)의 내부에 공구 생크들(12, 13 또는 22, 23)을 위치시키기 위해서 공구작업 현미경이 사용될 수 있다. 예를 들면, 미네소타 에디나의 프라이어 컴퍼니(Fryer Company of Edina, Minnesota)로부터 구입할 수 있는 니콘 툴 메이커스 마이크로스코프(Nikon Tool Maker's Microscope)는 서로 관계있는 공구 생크들의 다이아몬드 절삭 팁들의 거리를 세밀하게 측정하기 위한 조절 다이얼들을 지닌다. 게다가, 변수 Y가 미세복제 공구의 효과적인 생성에 필요한 정확도 범위 내에 규정되게 하계끔 위치조정의 피드백이 제공될 수 있으며, 이는 뉴햄프셔 맨체스터의 메트로닉스 인크.(Metronics Inc. of Manchester New Hampshire)로부터 구입할 수 있는 쿼드라 체크스 2000 디지털 기록기계(Quadra Chex 2000 digital readout device)에 의해서 측정될 수 있다. 니콘 툴 메이커스 마이크로스코프와 쿼드라 체크스 2000 디지털 기록기계는 공구 생크들과 관련된 다이아몬드 팁들이 0.5마이크로미터 정도의 공차범위 내에서 상호 위치하게끔 탑재 구조물 내부에서 공구 생크들의 정확한 정렬을 측정할 수 있다.

[0038] 특히, 광학 필름, 기계적 체결구, 연마 필름, 접착 필름들과 같은 것을 생성하는데 쓰이는 미세복제 공구들을 효율적으로 생성시키기 위해서 10마이크로미터 미만, 더욱 양호하게는 1마이크로미터 미만의 공차로 다이아몬드 팁들을 정렬시키는 것이 필요하다. 다이아몬드 팁들이 필요한 피치를 형성하며 상호간에 측면으로 정확하게 위치하고, 각각의 팁들에 있어서 필요한 절삭 높이를 가지면서 상호간에 수직으로 정확하게 위치하도록 측면과 수직 모두에 있어서 미세한 위치조정이 이루어질 수 있다. 여기에 기술된 공차 범위 내에서 측면과 수직 위치조정이 모두 이루어 질 수 있다. 일단 공구 생크들이 디지털 기록계를 사용하는 현미경 아래에 적절하게 위치하면, 공구 생크들은 한 개 이상의 볼트, 클램프, 또는 고정 나사들을 통해서 탑재 구조물에 고정될 수 있다. 다른 방법으로서, 경납땜, 연납땜, 에폭시와 같은 접착제 또는 다른 고정 메커니즘이 이용될 수 있다.

- [0039] 도7과 도8은 미세복제 공구(도7의 72A 또는 도8의 72B)의 생성과정 동안 2개의 홈들을 동시에 절삭하는데 사용되는 다중 다이아몬드 절삭공구조립체들(10, 20)의 개념 사시도이다. 주조 벨트들, 사출 주형들, 압출 또는 엠보싱 공구들 또는 다른 작업편들과 같은 다른 미세복제 공구들이 절삭공구조립체(10) 또는 절삭공구조립체(20)를 사용해서 생성될 수 있으나, 도7과 도8의 예에서는 각각의 미세복제 공구(72)는 주조 물을 포함한다. 도7을 보면, 절삭공구조립체(10)는 구동 샤프트(16)에 고정될 수 있으며, 상기 구동 샤프트는 절삭공구조립체(10)를 일 축을 중심으로 회전시키는 모터(도시 않음)에 부착되어 있다. 절삭공구조립체(10)는 횡방향으로(화살표로 표시) 미세복제 공구(72A)에 대해 상대적으로 움직일 수도 있다. 동시에 미세복제 공구(72A)는 일 축을 중심으로 회전할 것이다. 절삭공구조립체(10)가 회전에 따라, 다이아몬드 팁들(18, 17)은 교대로 미세복제 공구(72A)를 절삭한다. 따라서 미세복제 공구(72A)를 따라서 절삭공구조립체(10)를 한번 통과 시켜서 2개의 홈들이 생성된다.
- [0040] 도8을 보면, 절삭공구조립체(20)은 다이아몬드 공작 기계(74) 속에 고정될 수 있으며, 다이아몬드 공작 기계는 절삭공구조립체(20)를 미세복제 공구(72B)에 대해 상대적으로 위치시키고 절삭공구조립체(20)를, 예를 들면, 횡방향(화살표로 표시)으로 미세복제 공구(72B)에 대해 상대적으로 움직인다. 동시에 미세복제 공구(72B)는 축을 중심으로 움직일 수 있다. 다이아몬드 공작 기계(74)는 미세복제 공구(72B) 안에 홈들을 절삭하기 위해서 플런지 또는 나사 절삭 기술들을 사용해서 회전하는 미세복제 공구(72B) 속으로 절삭공구조립체(20)를 통과시키게끔 배열될 수 있다. 다른 방법으로서, 다이아몬드 공작 기계(74)는 새기기(scribing) 또는 줄긋기(ruling)를 위해 배열될 수 있는데, 여기서 절삭공구조립체(20)가 작업편을 통해서 매우 천천히 변위한다. 어느 경우이던지, 홈들이 절삭될 수 있으며 돌출부들이 작업편 위에 형성될 수 있다. 형성된 홈들과 돌출부들은, 예를 들어 압출 공정 동안 미세복제 공구(도7의 72A 또는 도8의 72B)를 사용해서 생성된 미세복제 구조물의 최종 형태를 형성할 수 있다. 다른 방법으로서, 생성된 홈들과 돌출부들이 미세복제 공구를 제외한 작업편에서 재료를 변위시켜서 형상들을 생성할 수 있다. 게다가, 절삭공구조립체를 수납하는 기계 공구(74)와 절삭공구조립체(20) 사이에 고속 공구 서보가 사용될 수 있다. 예를 들면, 미세복제 공구(72B) 안에서 특정한 미세 구조물들의 생성을 위해서 고속 공구 서보는 절삭공구조립체(20)를 진동시킬 수 있다.
- [0041] 절삭공구조립체(10, 20)가 다중 공구 생크들과 다중 다이아몬드 절삭 팁들을 가지기 때문에 미세복제 공구 위에 홈들을 절삭하기 위해 필요한 절삭공구조립체의 통과 횟수가 적어진다. 이것은 미세복제 공구들의 생성과 관련된 생산 원가와 생산 주기 속도를 감소시킬 수 있다. 어떤 경우에는 작업편을 생성하는 데에는 며칠이 걸리지는 않더라도 몇 시간이 걸릴 수는 있다. 홈들을 동시에 절삭하기 위해서 절삭공구조립체(10, 20) 내부에 2 개 이상의 다이아몬드 절삭 팁들을 가지는 것은 생산 주기 중 일부의 시간을 절감시킬 수 있다.
- [0042] 예를 들면, 만약 절삭공구조립체가 각각 하나의 다이아몬드 절삭 팁(도7과 도8에 도시됨)을 형성하는 두 개의 공구 생크들을 포함하면, 미세복제 공구(72) 안에 홈들을 절삭하기 위해 필요한 통과 횟수는 단일 공구 생크를 포함하는 조립체에 비하여 1/2로 감소될 수 있다. 추가적인 공구 생크는 비슷한 방법으로 추가적인 이점들을 제공할 수 있다. 또한, 다중 팁들이 한 개 또는 2개 모두의 다이아몬드 위에 형성될 수 있으며, 이는 비슷한 생산성 증가를 가져온다. 미세복제 공구(72)의 생성과 관련된 원가 절감은 미세복제된 구조물들의 궁극적인 생성과 관련된 원가를 효과적으로 절감시킬 수 있다.
- [0043] 공구 생크들(12, 13 또는 22, 23)의 다이아몬드 팁들도 다양한 종류의 크기를 필요로 한다. 팁들의 크기들은 도9에서 도시된 바와 같이 절삭 높이(H), 절삭 너비(W), 상기에서 정의된 변수(Y)를 포함하여, 하나 이상의 변수들에 의해서 정의된다. 절삭 높이(H)는 작업편에서 다이아몬드가 절삭할 수 있는 최대 깊이로 정의되며, 이는 절삭 깊이라고도 언급될 수 있다. 절삭 너비(W)는 평균 절삭 너비 또는 도9에 나타났듯이 팁의 최대 절삭 너비로 정의된다. 변수(Y)는 인접한 팁들 사이의 거리를 나타내고 피치 간격들의 정수배로 정의된다. 절삭 팁들의 크기를 정의하는 데 쓰일 수 있는 또 다른 양은 가로세로비로 언급될 수 있다. 가로세로비는 너비(W)에 대한 높이(H)의 비율이다. 집중 이온빔 밀링 공정들에 의해 생성되는 다이아몬드 팁들은 다양한 높이들, 너비들, 피치들과 가로세로비를 달성할 수 있다.
- [0044] 예를 들면, 높이(H) 및/또는 너비(W)는 대략 500마이크로미터 미만으로, 대략 200마이크로미터 미만으로, 대략 100마이크로미터 미만으로, 대략 50마이크로미터 미만으로, 대략 10마이크로미터 미만으로, 대략 1.0마이크로미터 미만으로, 또는 대략 0.1마이크로미터 미만으로 형성될 수 있다. 게다가, 변수 Y는 대략 5000마이크로미터 미만으로, 대략 1000마이크로미터 미만으로, 대략 500마이크로미터 미만으로, 대략 200마이크로미터 미만으로, 대략 100마이크로미터 미만으로, 대략 50마이크로미터 미만으로, 대략 10마이크로미터 미만으로, 대략 5마이크로미터 미만으로, 대략 1.0마이크로미터 미만으로 정의될 수 있으며, 0.5마이크로미터 공차에 접근할 수 있다. 어떤 경우에 있어서, 도10(및 도5와 도6)에 의해서 알 수 있는 바와 같이, 거리 Y는 공구 생크의 너비 보다 작

을 수 있고 다이아몬드 팁과 관련된 절삭 너비 W 보다도 작을 수 있다.

- [0045] 가로세로비는 대략 1:5 보다 크게, 대략 1:2보다 크게, 대략 1:1보다 크게, 대략 2:1보다 크게, 또는 대략 5:1 보다 크게 형성될 수 있다. 더 크거나 더 작은 가로세로비는 집중이온빔 밀링을 이용해서 역시 달성될 수 있다. 이러한 다른 형태들과 크기들은 다양한 응용을 위해 장점이 될 수 있다.
- [0046] 집중이온빔 밀링은 다이아몬드 원자들을 밀링하여 깎기 위해서 다이아몬드를 향해서 갈륨(gallium)이온과 같은 이온들이 가속되는 공정(가끔 용삭(ablation)이라고도 함)을 말한 것이다. 갈륨 이온의 가속으로 다이아몬드로부터 원자 하나 하나의 단위로 원자들을 제거할 수 있다. 수증기를 이용한 증기강화기술(vapor enhancing technique) 역시 집중이온빔 밀링 공정을 개선시키는데 사용될 수 있다. 적당한 집중이온빔 밀링기계로 오레곤 포트랜드(Portland Oregon)의 에프이아이 인크.(FEI Inc.)로부터 구입할 수 있는 마이크로온 모델 9500(Micrion model 9500)이 있다. 일반적으로, 집중이온빔 밀링은 생성하고자 하는 형상에 대응되는 정교하게 끝이 다듬어진 다이아몬드들을 생성하는데 사용될 수 있다. 한 번 이상의 이온빔 밀링이 된 다이아몬드들을 생성하는데 사용될 수 있는 집중이온 밀링 서비스 공급자의 예로서 노스 캐롤라이나의 매터리얼스 어널리티컬 서비스 오브 랠라이(Materials Analytical Services of Raleigh)가 있다.
- [0047] 집중이온빔 밀링은 일반적으로 매우 비싸다. 그러므로, 다중으로 팁된 다이아몬드의 생성과 관련된 원가를 절감하기 위해서, 집중이온빔 밀링 공정에 다이아몬드 팁을 투입하기 전에 이온빔으로 다이아몬드를 밀링하는 공정을 먼저 하는 것이 필요하다. 예를 들면, 래핑(lapping) 또는 그라인딩(grinding)과 같은 보다 저가의 기술들이 다이아몬드 팁의 상당한 부분들을 제거하는데 사용될 수 있다. 집중이온빔 밀링 공정은 상기에 기재된 한 개 이상의 치수 또는 형상들이 달성되게끔 할 수 있다. 그러나 집중이온빔 밀링에 앞서서 다이아몬드 팁을 먼저 가공함으로써 인해서, 최종 이온빔 밀링된 다이아몬드 팁을 생성하는데 필요한 집중 이온빔 밀링의 총 시간이 절감될 수 있다. 래핑(lapping)은 약한 연마제를 사용하여 다이아몬드로부터 재료를 제거하는 공정을 말하고, 그라인딩(grinding)은 매체 또는 기관에 고정된 연마제를 사용해서 다이아몬드로부터 재료를 제거하는 공정을 말한다.
- [0048] 도11A에서 도11C는 작업편(112) 속으로 홈들을 절삭하는 절삭공구조립체(110)를 도시하는 평단면도이다. 도11A-도11C의 예에서 앞에서 정의하였던 거리(Y)는 피치와 동일하다. 다시 말하면, 앞에서 정의한 정수값(X)은 1이며, 이는 다음으로 설명된다.
- [0049] $Y = (X) * (\text{피치})$
- [0050] $Y = \text{피치}$, $X = 1$ 일 때.
- [0051] 특히, 도11A는 작업편(112) 속으로 제1 세트의 홈들을 절삭하는 다중 다이아몬드 절삭공구조립체(110)를 도시하는 평단면도이며, 도11B는 작업편(112) 속으로 제2 세트의 홈들을 절삭하는 절삭공구조립체(110)를 도시하는 평단면도이다. 도11C는 절삭공구조립체(110)를 단 두 번 통과시킨 후에 생성된 작업편을 도시하는 평면도이다. 작업편(112)은 상기에서 개략적으로 나타난 미세복제 공구에 대응될 수 있으나, 본 발명이 이러한 점에 반드시 제한되는 것은 아니다. 비슷한 절삭 기술이 $Y = \text{피치}$ 인 플라이 절삭을 위해 배열된 공구를 가지고 수행될 수 있다.
- [0052] 도12A에서 도12D는 작업편(122)속으로 홈들을 절삭하는 다중 다이아몬드 절삭공구조립체(120)를 도시하는 평단면도이다. 도12A에서 도12D의 예에서, 앞에서 정의된 정수값(X)는 3이며, 이는 다음으로 설명된다.
- [0053] $Y = (X) * (\text{피치})$
- [0054] $Y = 3 * \text{피치}$, $X = 3$ 일 때.
- [0055] 특히, 도12A는 작업편(122) 속으로 제1 세트의 홈들을 절삭하는 절삭공구조립체(120)를 도시하는 평단면도이며, 도12B는 작업편(122) 속으로 제2 세트의 홈들을 절삭하는 절삭공구조립체(120)를 도시하는 평단면도이며, 도12C는 작업편(122) 속으로 세 번째 세트의 홈들을 절삭하는 절삭공구조립체(120)를 도시하는 평단면도이다. 도12D는 절삭공구조립체(120)를 단 세 번 통과시킨 후에 생성된 작업편을 도시하는 평면도이다. 또한, 작업편(122)은 상기에서 개략적으로 나타난 미세복제 공구에 대응될 수 있으나, 본 발명이 이러한 점에 반드시 제한되는 것은 아니다. 역시, 비슷한 절삭 기술이 $Y = 3 * \text{피치}$ 인 플라이 절삭을 위해 배열된 절삭공구조립체를 가지고 수행될 수 있다.
- [0056] 도13은 공구 생크 속으로 고정될 수 있으며 절삭공구조립체에서 사용되는 다이아몬드(130)의 개략도이다. 다이아몬드(130)는 상기에서 기술된 임의의 다이아몬드 팁들(17, 18, 28, 29)에 대응될 수 있다. 도13을 보면, 다

이아몬드(130)는 적어도 3면들(S1-S3)로 형성된 절삭 팁(132)을 형성할 수 있다. 면들(S1, S2, S3)은 그라인딩 또는 래핑 기술들에 의해서 생성될 수 있으며, 집중이온빔 밀링 기술에 의해서 마무리될 수 있다.

[0057] 도14에서 도27은 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 절삭공구조립체들의 평면도이다. 도14, 16, 18, 20, 22, 24, 26은 새기기(scribing) 또는 줄긋기(ruling), 나사 절삭, 플런지 절삭을 위해 배열된 조립체들을 도시하는 것인 반면, 도15, 17, 19, 21, 23, 25, 27은 플라이 절삭을 위해 배열된 조립체들을 도시하는 것이다. 도14에서 도27의 실시예로부터 이해되는 바와 같이, 각각의 공구 생크들에 있는 다이아몬드들의 팁들은 아주 다양한 형상과 크기들을 가질 수 있도록 생성될 수 있다.

[0058] 예를 들면, 도14와 도15에서 공구 생크들(141-144)의 다이아몬드 팁들(145-148)은 실질적으로 사각형 형태로 형성될 수 있다. 도16과 도17에서 공구 생크들(161-164)의 다이아몬드 팁들(165-168)은 편평한 꼭대기들을 가진 테이퍼링된 형상들로 형성될 수 있다. 이러한 경우에, 다이아몬드 팁들(165-168)로 형성된 측면 벽들은 다이아몬드 팁들(165-168)이 편평한 꼭대기들을 가지는 피라미드 같은 형상을 형성하도록 테이퍼링 될 수 있다. 다이아몬드 팁들(165-168)에 의해서 형성되는 측면 벽들은 탑재 구조물들(169, 170)의 표면에 대해 둔각을 형성할 수 있다.

[0059] 도18과 도19를 보면, 공구 생크들(181-184)의 다이아몬드 팁들(185-188)은 언더컷 측면 벽들을 형성한다. 다시 말하면, 다이아몬드들(185, 188)에 의해서 형성된 측면 벽들은 탑재 구조물(189, 190)의 표면에 대해 예각들을 형성할 수 있다. 도20과 도21을 보면, 공구 생크들(201, 202(도20), 211, 212(도21))의 상이한 다이아몬드 팁들(203, 204, 205, 206)은 상이한 형상들과 크기들로 형성될 수 있다. 다시 말하면, 제1 공구 생크(201, 211)에 의해서 형성되는 제1 다이아몬드 팁(203, 205)의 형상은 제2 공구 생크(202, 212)에 의해서 형성되는 제2 다이아몬드 팁(204, 206)의 형상과 실질적으로 상이할 수 있다. 이러한 배열은 특히 광학 필름들의 생성에 유용할 수 있다. 이러한 경우, 제1 공구 생크(201, 211)에 의해서 형성되는 제1 다이아몬드 팁(203, 205)은 광학 필름에서 생성되는 제1 광학적 특성을 형성할 수 있고, 제2 공구 생크(202, 212)에 의해서 형성되는 제2 다이아몬드 팁(204, 206)은 광학 필름에서 생성되는 제2 광학적 특성을 형성할 수 있다. 다양한 다른 형상들을 취하는 추가적인 다이아몬드들은 비슷한 이점들을 추가할 수 있다. 예를 들면, 도22와 도23을 보면 3개 이상의 공구 생크들(221, 222, 223(도22), 231, 232, 233(도23))은 탑재 구조물(224, 234)에 위치하여 공구의 한번의 절삭 통과 동안 홈들을 동시에 절삭하기 위한 3개 이상의 다이아몬드 팁들을 형성한다. 다른 용도에서, 2개 이상의 다이아몬드들은 여기에 기술된 것처럼 공구 생크에 고정될 수 있으며 동일한 홈을 절삭하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 공구가 계속해서 통과하는 동안 상이한 다이아몬드들에 의해서 점점 깊어지는 절삭이 행해질 수 있다. 다시 말해서, 생크의 제1 다이아몬드는 얇은 홈을 절삭하고, 생크의 제2 다이아몬드는 그 다음으로 통과하면서 더 깊은 깊이로 같은 홈을 절삭한다. 그렇게 계속해서 통과하는 동안 다른 형상들도 역시 절삭될 수 있다.

[0060] 도24-도27에 의해서 이해될 수 있듯이, 하나 또는 2개 모두의 공구 생크들(241, 242(도24); 251, 252(도25); 261, 262(도26); 또는 271, 272(도27))은 다이아몬드 당 다중 팁들을 한정하는 다이아몬드들로 형성될 수 있다. 특히 도시된 바와 같이 공구 생크(242, 252, 261, 262, 271, 272)는 다중 팁 다이아몬드들로 형성된다. 예를 들면, "다중 팁 다이아몬드를 가진 다이아몬드공구"라는 명칭으로, 브라이언 등에 의해서 공동으로 양도되고 동시 계류 중인 2002년 5월 29일 출원된 미국 출원번호 10/159,925에 기술된 다중 팁 이온 빔 밀링된 다이아몬드들이 본 발명의 이론에 따라 사용될 수 있다. 미국 출원번호 10/159,925의 전체 내용은 여기에 참조로 섞여있다. 다이아몬드들의 여기에 있거나 다른 형상들은 다양한 응용들을 위해 필요할 수 있다. 따라서 이것들과 본 발명의 다른 많은 변형들이 청구범위의 범위 내에서 이루어질 수 있다.

[0061] 많은 실시예들이 기술되었다. 예를 들면, 다중 다이아몬드 절삭공구조립체는 다이아몬드 공작 기계들에서의 용도를 위해 기술되었다. 그럼에도 불구하고, 다음에 서술되는 청구범위로부터 벗어나지 않고, 상기에 서술된 실시예들에게 다양한 변형이 가해질 수 있다. 예를 들면, 절삭공구조립체는 미세복제 공구 이외의 작업편과 같은 다른 종류의 작업편들 속으로 홈들이나 다른 형상을 절삭하는데 사용될 수 있다. 따라서 다른 실시예들은 다음의 청구범위의 범위 내에 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도1은 플라이(fly) 절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 평면도이다.

[0010] 도2는 플런지(plunge) 또는 나사 절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 평면도이다.

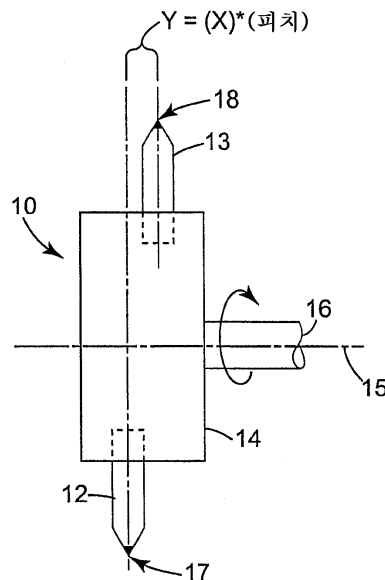
[0011] 도3은 플라이 절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 실시예를 더욱 상세하게 나타낸 평단면도

이다.

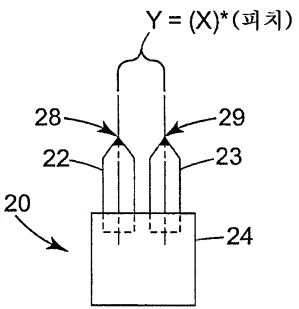
- [0012] 도4와 도5는 플런지(plunge) 또는 나사 절삭을 위해 배열된 다중 다이아몬드 절삭공구조립체의 실시예를 더욱 상세하게 나타낸 평단면도이다.
- [0013] 도6은 도5에 도시된 실시예의 정면도이다.
- [0014] 도7은 미세복제 공구의 생성과정 동안 2개의 홈들을 동시에 절삭하는 다중 다이아몬드 플라이(fly) 절삭공구조립체의 개념적 사시도이다.
- [0015] 도8은 미세복제 공구의 생성과정 동안 2개의 홈들을 동시에 절삭하는 다중 다이아몬드 플런지 또는 나사 절삭공구조립체의 개념적 사시도이다.
- [0016] 도9는 다중 다이아몬드 플런지 또는 나사 절삭공구조립체의 또 다른 평면도이다.
- [0017] 도10은 다중 다이아몬드 플라이 절삭공구조립체의 또 다른 평면도이다.
- [0018] 도11A-11C는 작업편 속으로 홈들을 절삭하는 다중 다이아몬드 절삭공구조립체와 그 결과로 생긴 홈들과 작업편에서 생성될 수 있는 돌출부들을 도시하는 다양한 평단면도들이다.
- [0019] 도12A-12D는 작업편 속으로 홈들을 절삭하는 다중 다이아몬드 절삭공구조립체와 그 결과로 생긴 홈들과 작업편에서 생성될 수 있는 돌출부들을 도시하는 추가적인 평단면도들이다.
- [0020] 도13은 다중 다이아몬드 절삭공구조립체에서 사용될 수 있는 다이아몬드의 개념도이다.
- [0021] 도14-27은 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 다중 다이아몬드 절삭공구조립체들을 도시하는 추가적인 평단면도들이다.

도면

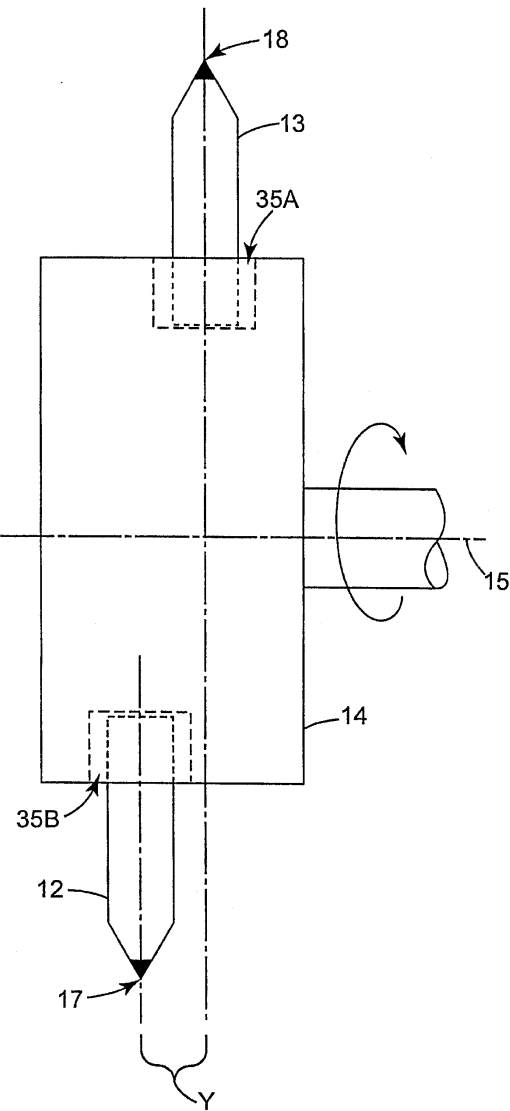
도면1



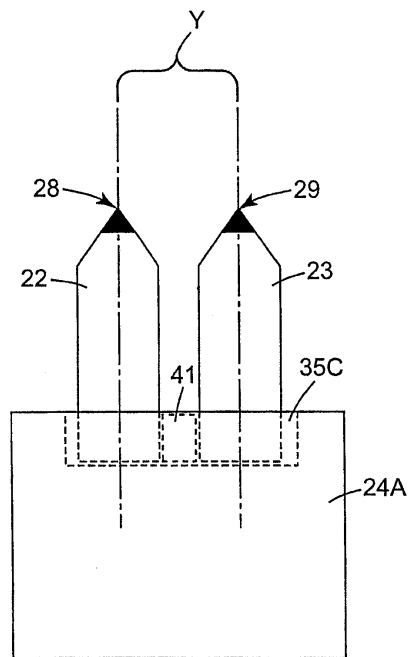
도면2



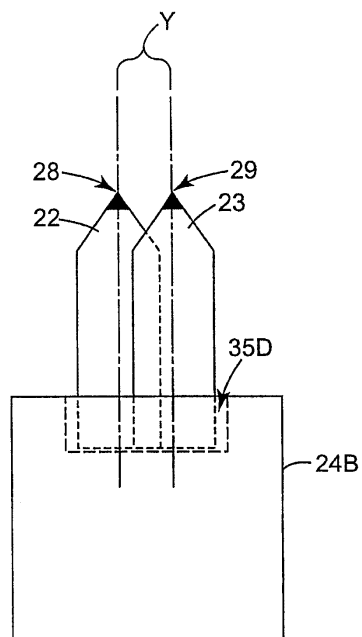
도면3



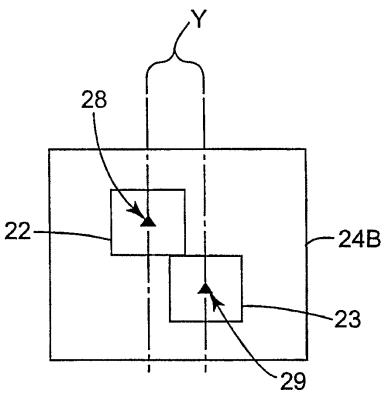
도면4



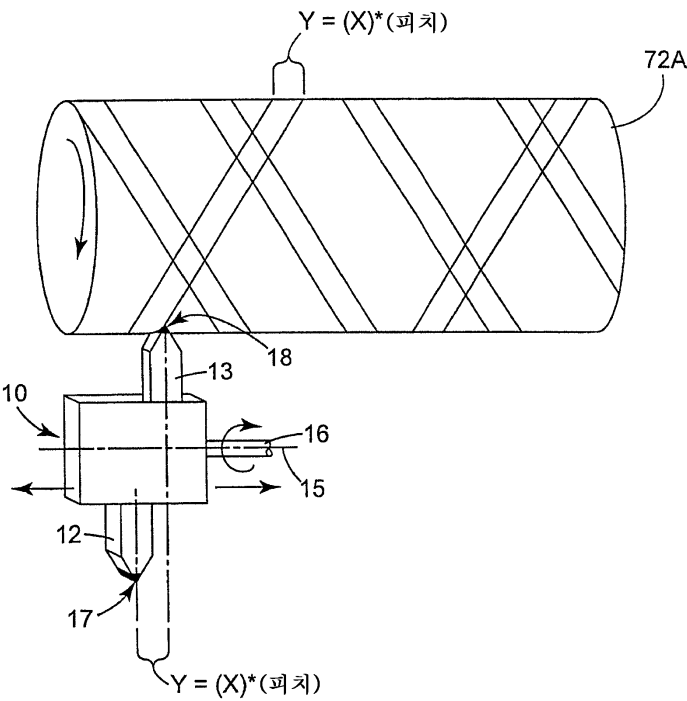
도면5



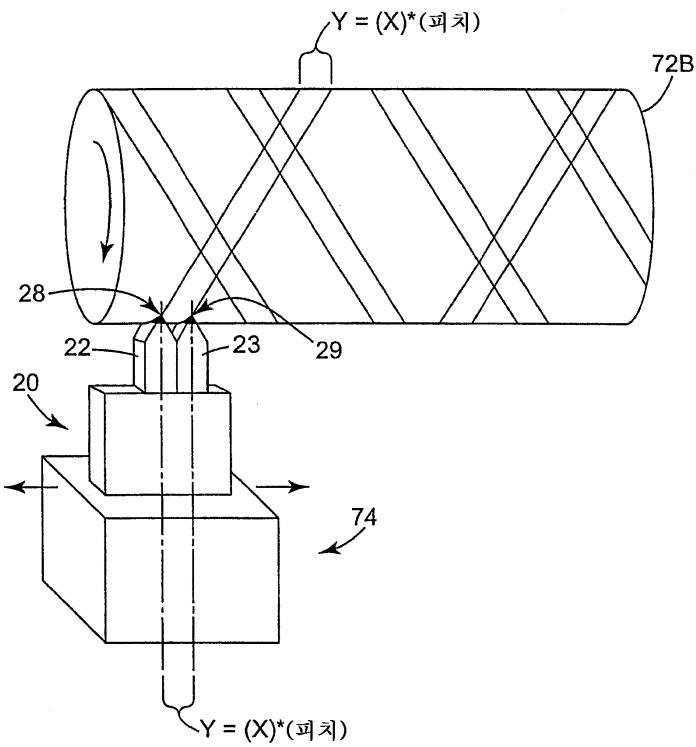
도면6



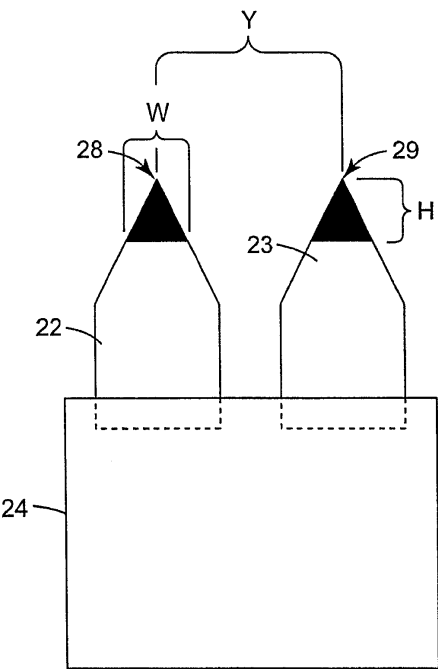
도면7



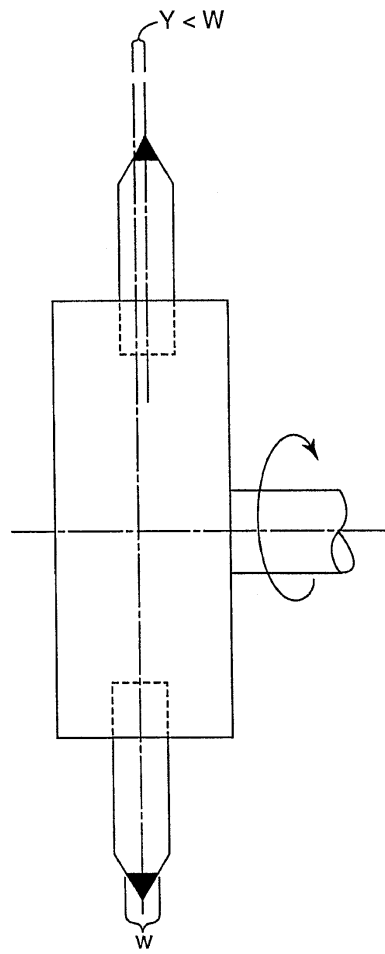
도면8



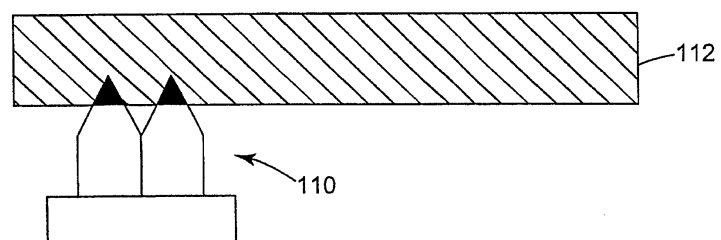
도면9



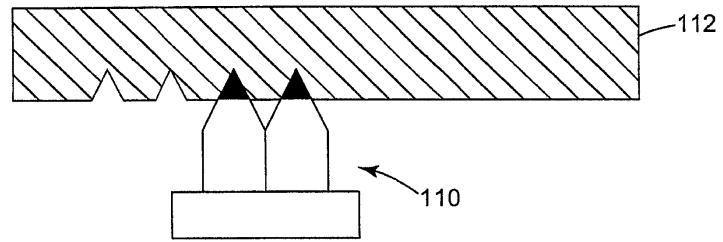
도면10



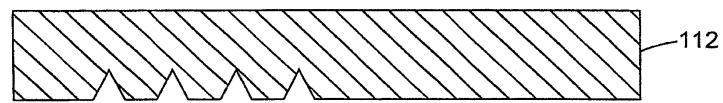
도면11a



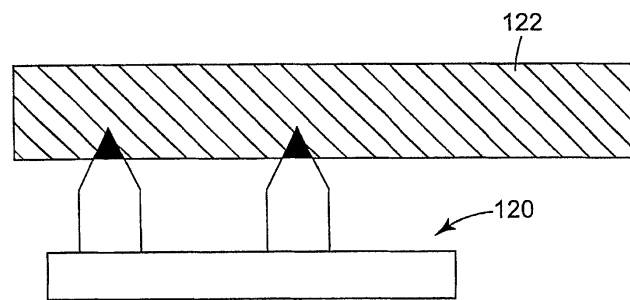
도면11b



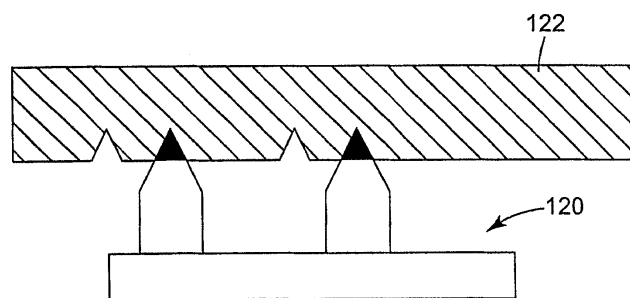
도면11c



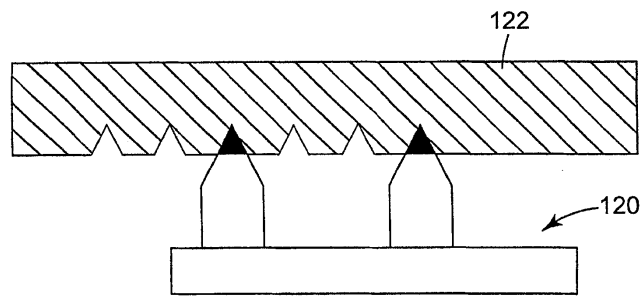
도면12a



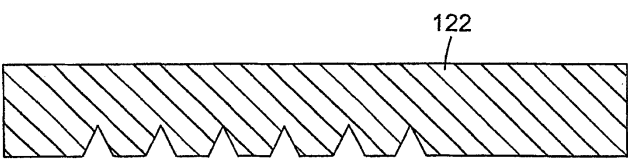
도면12b



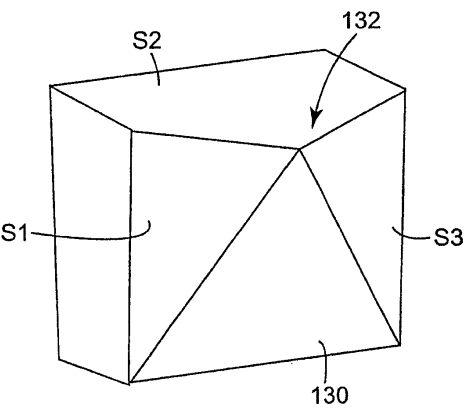
도면12c



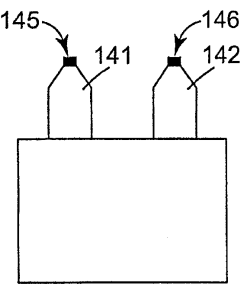
도면12d



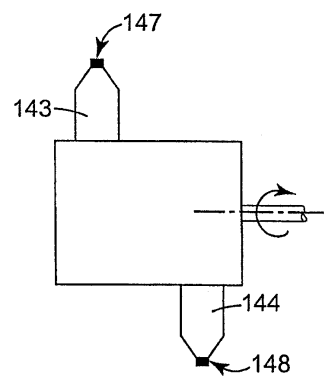
도면13



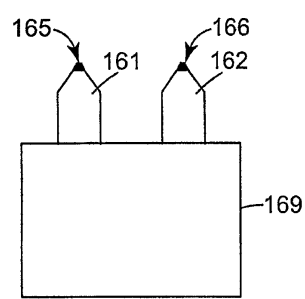
도면14



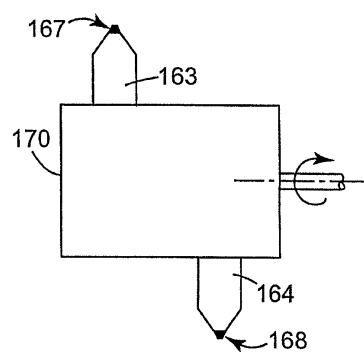
도면15



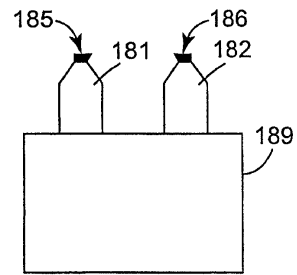
도면16



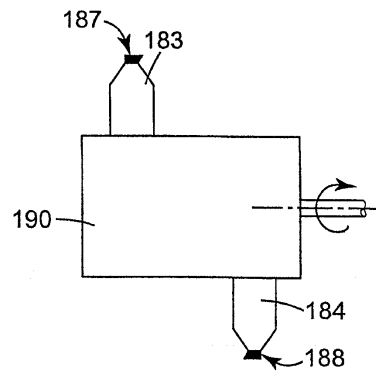
도면17



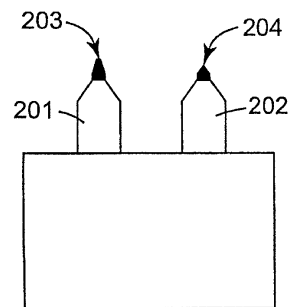
도면18



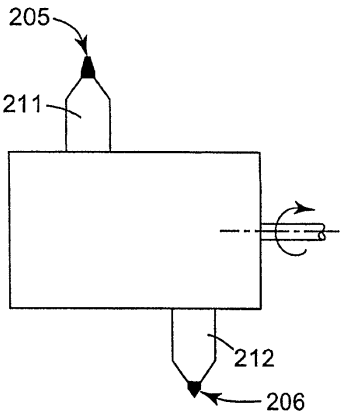
도면19



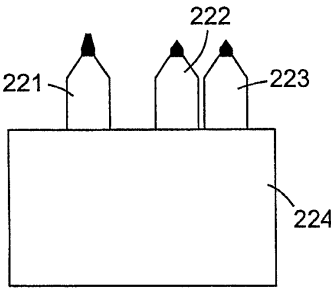
도면20



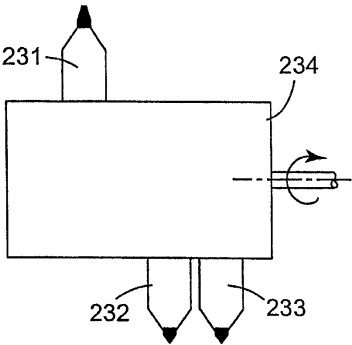
도면21



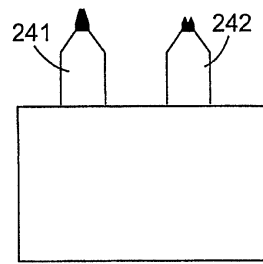
도면22



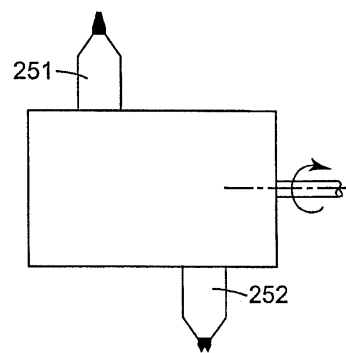
도면23



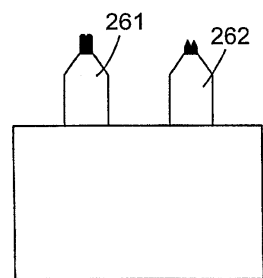
도면24



도면25



도면26



도면27

