(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월13일
(11) 등록번호 10-1520124
(24) 등록일자 2015년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23Q 15/007 (2006.01) *B23B 5/00* (2006.01)
B23B 5/08 (2006.01) *B23Q 15/013* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7004942
(22) 출원일자(국제) 2008년07월22일
심사청구일자 2013년07월04일
(85) 번역문제출일자 2010년03월05일
(65) 공개번호 10-2010-0054818
(43) 공개일자 2010년05월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/070712
(87) 국제공개번호 WO 2009/020761
국제공개일자 2009년02월12일
(30) 우선권주장
11/834,371 2007년08월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP56056317 A*
JP06055330 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
버크 제임스 피
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
캠벨 알란 비
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 김영

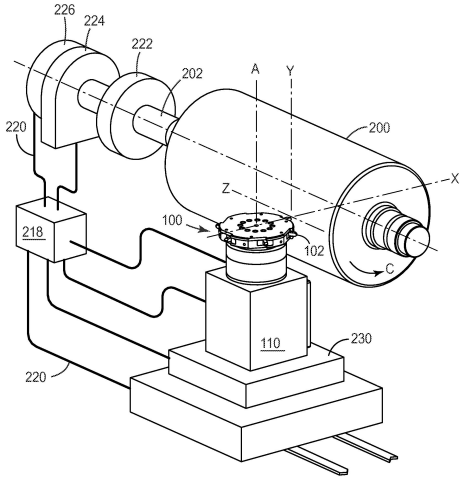
전체 청구항 수 : 총 2 항 심사관 : 김응상

(54) 발명의 명칭 **플라이 커팅 방법**

(57) 요 약

작업편을 플라이 커팅하는 방법이 개시되며, 본 방법에서 플라이 커팅 헤드 또는 그의 관련 절삭 요소의 위치는 시간의 함수로서 알려진다. 원통형 롤과 같은 작업편에 홈 또는 홈 세그먼트와 같은 특징부를 형성하는 방법이 또한 개시된다. 특징부는 하나 이상의 개시된 패턴에 따라 제공될 수 있다. 소정의 유익한 특성을 나타내는 중합체 필름 또는 시트와 같은, 설명된 방식으로 기계가공된 공구를 사용하여 제조된 용품이 또한 제공된다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

에네스 데일 엘

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

워츠 다니엘 에스

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명 세 서

청구범위

청구항 1

원통형 작업편에 인접한 종방향 연장 특징부 또는 홈을 형성하는 플라이 커팅 방법으로서,

(a) 작업편의 제1 단부 근처에서 시작하여, 하나 이상의 연속적으로 회전하는 절삭 요소를 구비한 플라이 커팅 헤드로 각각의 특징부 또는 홈의 최초 부분을 형성하는 단계; 및

(b) 작업편이 회전하고 있으면서 작업편의 연속적인 회전 동안 플라이 커팅 헤드로 각각의 특징부 또는 홈의 후속 부분을 형성하는 단계 - 후속 부분은 각각의 특징부 또는 홈의 최초 부분과 실질적으로 정렬되고, 후속 부분은 작업편의 제2 단부에 점진적으로 더 가깝게 형성됨 -

를 포함하고,

최초 부분은 플라이 커팅 헤드의 연속적으로 회전하는 절삭 요소 중 제1 절삭 요소의 통과에 의해 형성되고,

후속 부분은 플라이 커팅 헤드의 연속적으로 회전하는 절삭 요소 중 제1 절삭 요소 또는 연속적으로 회전하는 절삭 요소 중 또 다른 절삭 요소의 통과에 의해 형성되고,

최초 부분 및 후속 부분 각각은 시작부 및 단부를 갖고,

최초 부분 및 후속 부분 각각은 최초 부분 및 후속 부분을 형성하는 데 사용한 플라이 커팅 헤드의 절삭 반경에 대응하는 곡률 반경을 시작부와 단부 사이에 갖고,

작업편의 제1 단부 근처에 형성된 특징부 또는 홈의 모든 최초 부분은 작업편의 제2 단부에 더 가깝게 형성된 특징부 또는 홈의 모든 후속 부분보다 상대적으로 더 예리한, 원통형 작업편에 인접한 종방향 연장 특징부 또는 홈을 형성하는 플라이 커팅 방법.

청구항 2

원통형 작업편에 특징부 또는 홈을 형성하는 플라이 커팅 방법으로서,

(a) 작업편의 제1 단부 근처에서 시작하여, 하나 이상의 연속적으로 회전하는 절삭 요소를 구비한 플라이 커팅 헤드로 각각의 특징부 또는 홈의 최초 부분을 형성하는 단계; 및

(b) 작업편이 회전하고 있으면서 작업편의 연속적인 회전 동안 플라이 커팅 헤드로 각각의 특징부 또는 홈의 후속 부분을 형성하는 단계 - 후속 부분은 작업편의 제2 단부에 점진적으로 더 가깝게 형성됨 -

를 포함하고,

최초 부분은 플라이 커팅 헤드의 연속적으로 회전하는 절삭 요소 중 제1 절삭 요소의 통과에 의해 형성되고,

후속 부분은 플라이 커팅 헤드의 연속적으로 회전하는 절삭 요소 중 제1 절삭 요소 또는 연속적으로 회전하는 절삭 요소 중 또 다른 절삭 요소의 통과에 의해 형성되고,

최초 부분 및 후속 부분 각각은 시작부 및 단부를 갖고,

최초 부분 및 후속 부분 각각은 최초 부분 및 후속 부분을 형성하는 데 사용한 플라이 커팅 헤드의 절삭 반경에 대응하는 곡률 반경을 시작부와 단부 사이에 갖고,

작업편의 제1 단부 근처에 형성된 특징부 또는 홈의 모든 최초 부분은 작업편의 제2 단부에 더 가깝게 형성된 특징부 또는 홈의 모든 후속 부분보다 상대적으로 더 예리한, 원통형 작업편에 특징부 또는 홈을 형성하는 플라이 커팅 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

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

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 기계가공 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 특히 플라이 커팅 시스템 및 방법과 관련 공구 및 용품에 관한 것이다.

[0002] 작업편에 홈 또는 다른 특징부를 기계가공하는 하나의 방법은 회전 플라이 커팅 헤드를 사용하여 절삭 요소를

작업편과 접촉시키는 것이다. 헤드 및 작업편은 서로에 대해 이동될 수 있고, 이는 예를 들어 절삭 요소가 작업편에 긴 홈을 절삭하는 것을 가능하게 한다. 만약 작업편이 원통형 롤이면, 플라이 커팅 헤드는 롤의 외부 표면의 길이를 따라 홈을 절삭할 수 있고, 롤은 홈들 사이의 간격 또는 피치와 동일한 거리만큼 인덱싱될 수 있으며, 그 다음, 다른 홈이 제1 홈에 인접한 롤의 길이를 따라 절삭될 수 있다. 이러한 방법으로, 전체 롤에는 미세복제 공구를 형성하는 종방향 홈이 구비될 수 있고, 이는 다음에, 예를 들어, 디스플레이에 사용되는 유형의 중합체 시트를 형성하기 위해 또는 역반사성 시트로서 유용할 수 있다.

[0003] 본 발명은 플라이 커팅 시스템 및 작업편을 기계가공하는 방법의 개선에 관한 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명은 (a) 작업편을 기계가공하는 절삭 요소를 유지하도록 구성되고 중심축의 둘레를 회전하도록 구성된 플라이 커팅 헤드를 제공하는 단계와; (b) 중심축에 대한 플라이 커팅 헤드의 위치를 시간의 함수로서 결정하는 단계를 포함하는 작업편을 기계가공하는 데 사용하기 위한 방법을 비롯하여 다수의 태양 및 실시예를 포함한다. 본 방법은 또한 시간의 함수로서 플라이 커팅 헤드의 위치와 관련된 정보를 포함하는 위치 신호를 전송하는 단계와; 시간의 함수로서 플라이 커팅 헤드의 위치와 관련된 정보를 포함하는 위치 신호를 수신하는 제어기를 제공하는 단계와; 전송된 위치 신호로부터 얻어진 정보를 사용하여 명령 신호를 생성하는 단계와; 플라이 커팅 헤드를 구동하는 모터 또는 스핀들을 제어하는 모터에 명령 신호를 전송하여 두 모터 중 어느 하나 또는 둘 모두의 속도를 변화시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0005] 다른 태양에서, 본 발명의 방법은 (a) 절삭 요소를 유지하도록 구성되고 중심축의 둘레를 회전하도록 구성된 플라이 커팅 헤드를 제공하는 단계와; (b) 작업편을 유지하도록 구성되고 중심축의 둘레를 회전하도록 구성된 스핀들을 제공하는 단계와; (c) 플라이 커터 중심축에 대한 플라이 커팅 헤드의 위치를 시간의 함수로서 결정하는 단계와; (d) 스핀들의 중심축에 대한 스핀들의 위치를 시간의 함수로서 결정하는 단계를 포함한다.

[0006] 본 발명의 방법의 다른 실시예에서, 본 방법은 (a) 절삭 요소를 갖는 플라이 커팅 헤드를 제공하는 단계와; (b) 원통형 작업편을 제공하는 단계와; (c) 작업편이 회전 중심축의 둘레를 회전하는 동안 플라이 커팅 헤드를 사용하여, 작업편의 길이 미만에 대해 회전축에 대체로 평행하게 연장하는 주축을 갖는 최초 특징부를 작업편의 표면에 형성하는 단계와; (d) 작업편을 회전 중심축의 둘레에 회전시키는 단계와; (e) 플라이 커팅 헤드를 사용하여 작업편의 표면에 후속 특징부를 형성하는 단계를 포함하고, 후속 특징부는 회전축에 대체로 평행하게 연장하는 주축을 갖고, 후속 특징부는 최초 특징부에 대해 소정의 위치에 있다. 후속 특징부는 최초 특징부와 정렬 및 인접하여 두 특징부는 단일 연속 특징부에 가까워질 수 있다.

[0007] 본 발명의 방법의 추가 실시예에서, 본 방법은 (a) 작업편의 제1 단부 근처에서 시작하여 각각의 특징부 또는 홈의 최초 부분을 형성하는 단계와; (b) 작업편의 계속되는 회전 동안 각각의 특징부 또는 홈의 후속 부분을 형성하는 단계를 포함하고, 후속 부분은 각각의 특징부 또는 홈의 최초 부분과 사실상 정렬되고, 후속 부분은 작업편의 제2 단부에 더 가까이 점진적으로 형성된다. 본 방법은 작업편의 제2 단부에 더 가까이 형성된 특징부 또는 홈의 후속 부분보다 상대적으로 더 예리한 작업편의 제1 단부 근처의 특징부 또는 홈의 최초 부분의 형성을 가져올 수 있다.

[0008] 전술한 방법들 중 하나 이상을 사용하여 제조된 미세복제 공구와 같은 공구도 또한 본 발명의 일부이다. 그러한 공구를 사용하여 제조된 중합체 용품과 같은 용품도 또한 본 발명의 범주 내에 있고, 텔레비전 또는 컴퓨터 디스플레이와 같은 디스플레이와 조합한 이들 중합체 용품들도 마찬가지이다.

[0009] 공구의 주연부 둘레에 개별적으로 형성된 복수의 홈 세그먼트를 포함하고 홈 세그먼트는 다른 홈 세그먼트와 정렬되어 공구에 대체로 균일한 종방향 연장 홈을 형성하는 원통형 공구와; 제1 단부로부터 제2 단부를 향해 연장하는 종방향 연장 특징부 또는 홈을 갖고 제1 단부에 가장 가까운 특징부 또는 홈의 부분은 모두 제2 단부에 가까운 특징부 또는 홈의 대응 부분보다 상대적으로 더 예리한 원통형 공구; 또는 제1 단부로부터 제2 단부를 향해 연장하는 종방향 연장 홈을 갖고 가상 시임(virtual seam) - 가상 시임을 따라서 예리한 홈이 덜 예리한 또는 무딘 홈에 인접함 - 의 부재를 특징으로 하는 원통형 공구를 비롯하여 다른 공구들이 본 발명에 따라 제공될 수 있다. 소정의 추가 실시예에서, 공구는, 홈 세그먼트가 형성되고 홈 세그먼트는 시작부 및 단부를 갖고 홈 세그먼트는 정수 브릭(integer brick) 패턴에 따라 배열되고 정수는 1보다 큰, 원통형 공구일 수 있다.

[0010] 본 발명에 따라 제공된 추가의 공구는, 홈 세그먼트가 형성되고 홈 세그먼트는 시작부 및 단부를 갖고 연속하는

홈 세그먼트가 이전의 홈 세그먼트에 대해 나선각만큼 오프셋된 원통형 공구이고, 그에 더하여, 복수의 홈 세그먼트를 포함하고 홈 세그먼트는 서로에 대해 적소에 개별적으로 형성되고 홈 세그먼트와 관련된 임의의 나선각에 평행한 선을 따라서 측정된 연속하는 인접 홈의 홈 깊이 분포는 다중 모드인 원통형 공구이다.

[0011] 본 발명은 전술된 공구를 사용하여 제조된 중합체 용품과 같은 용품뿐만 아니라, 텔레비전 또는 컴퓨터 디스플레이와 같은 디스플레이와 조합한 중합체 용품을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 다양한 태양이 첨부 도면을 참조하여 아래에서 설명될 것이다.

<도 1>

도 1은 본 발명에 따른 플라이 커팅 헤드의 분해도.

<도 2>

도 2는 본 발명에 따른 플라이 커팅 시스템의 정면 사시도.

<도 3>

도 3은 외부 표면에 홈 세그먼트 또는 특징부가 형성된 작업편 또는 롤의 예.

<도 3a, 도 5a, 도 5b 및 도 7a>

도 3a, 도 5a, 도 5b 및 도 7a는 본 발명에 따라 결정된 홈 깊이 분포의 도표.

<도 4>

도 4는 헤드가 롤에 대해 경사져 있는 플라이 커팅 헤드와 작업편 또는 롤의 정면 사시도.

<도 6 내지 도 8>

도 6 내지 도 8은 작업편의 표면에 형성된 특징부 또는 홈 세그먼트의 예시적인 패턴의 평면도.

< 도 9 및 도 10>

도 9 및 도 10은 본 발명에 따라 제조된 작업편 상에 형성된 용품의 정면 사시도.

<도 11>

도 11은 작업편에 홈 또는 홈 세그먼트를 절삭하는 예리한 절삭 요소를 갖는 이상화된 플라이 커팅 헤드의 일부분의 단면도.

<도 12>

도 12는 작업편에 홈 또는 홈 세그먼트를 절삭하는 덜 예리한 또는 무딘 절삭 요소를 갖는 이상화된 플라이 커팅 헤드의 일부분의 단면도.

<도 13>

도 13은 가상 시임을 나타내는 종래 기술에 따라 절삭된 공구의 일부분의 단면 절취도.

<도 14>

도 14는 본 발명에 따라 절단된 공구의 일부분의 단면 절취도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 종래의 플라이 커팅 작업에서, 플라이 커터는 작업편에 대하여 배치되고, 모터는 헤드 및 관련 절삭 요소 또는 요소들을 회전시키도록 작동되며, 플라이 커팅 헤드는 작업편에 대해서 이동되어 작업편에 홈 또는 다른 특징부를 절삭한다. 밀링의 일종인 플라이 커팅은 전형적으로 불연속 절삭 작업이고, 이는 각 절삭 요소가 소정의 시간 동안 작업편과 접촉한 후에는 소정의 시간 동안 작업편과 접촉하지 않으며, 접촉하지 않는 시간 동안 플라이 커팅 헤드는 절삭 요소가 다시 작업편과 접촉할 때까지 원의 나머지 부분을 통해 그 절삭 요소를 회전시키고 있음을 의미한다. 비록 플라이 커팅 작업이 전형적으로 불연속적이지만, 플라이 커터에 의해 작업편에 형성된 결과적인 홈 세그먼트 또는 다른 표면 특징부는 원하는 대로 연속적(예를 들어, 개별적이지만 연결된 절삭부의 연

속에 의해 형성됨)이거나 불연속적(연결되지 않은 절삭부에 의해 형성됨)일 수 있다. 본 발명이 절삭 요소를 사용하는 플라이 커팅에 의해 작업편으로부터 재료를 제거하는 상황에서 가장 빈번하게 설명되지만, 본 발명은 또한 절삭 요소보다는 오히려 피닝 요소가 설치된 변형된 플라이 커팅 헤드를 사용하여 표면을 피닝하거나 또는 다르게 변형시키는 실시를 본 발명의 범주 안에 포함한다.

[0014] 전술한 바와 같이, 종래의 플라이 커팅을 사용하여 작업편에 절삭된 특징부(들)는 헤드가 회전함에 따라 절삭 요소에 의해 만들어진 연속 홈 세그먼트들에 의해 형성된 것으로서 작업편의 길이를 따라서 연장하는 홈일 수 있다. 이러한 배열에서, 절삭 요소는 절삭 요소가 작업편으로부터 멀리 이동되거나 또는 모터가 정지될 때까지 단순히 계속하여 작업편으로부터 재료를 절삭하기 때문에, 개별 절삭 요소가 플라이 커팅 헤드의 회전축에 대해 어디에 있는지를 아는 것은 중요하지 않다. 유사한 배열의 다른 예는 플라이 커터가 원통형 작업편의 표면에 나선형 홈을 절삭하기 위해 사용되는 경우로, 작업편에 나사산 또는 스크류 나사산을 형성하는 것이라 하는 공정이다. 그 상황에서 마찬가지로, 절삭 요소는 일단 작업편에 대하여 배치되면 정지될 때까지 단순히 계속하여 그 작업편을 절삭하기 때문에, 플라이 커팅 헤드의 회전축에 대한 임의의 개별 절삭 요소의 위치는 중요하지 않다. 다시 말하면, 만약 절삭 요소가 작업편과 최초로 접촉하는 지점을 (플라이 커터 헤드의 회전축에 대해) 0 도라고 하면, 절삭 요소가 임의의 시점에서 회전축의 둘레에 5 도, 165 도 또는 275 도 회전에 위치되는지를 아는 것은 중요하지 않다.

[0015] 본 발명의 특징은 시간의 함수로서 플라이 커팅 헤드의 위치를 결정하는 것에 관련된다. 이러한 정보는 플라이 커팅 헤드가 작업편 또는 다른 특징부들, 또는 둘 모두에 대한 특정 위치에서 작업편에 홈 세그먼트와 같은 특징부를 형성하도록 배치되어야 하는 플라이 커팅 작업의 경우에 유용하다. 위치 결정은 플라이 커팅 헤드의 회전 위치가 어떤 최초점 또는 기준점에 대해 알려져 있음을 의미하는 절대적일 수 있거나, 또는 플라이 커팅 헤드의 회전 위치가 어떤 이전 위치에 대해 알려져 있음을 의미하는 상대적일 수 있다. 예를 들어, 위에서 제공된 간단한 각방향 위치 설명을 이용하면, 본 발명은 사용자 또는 시스템이 제1 시점(t_1)에서 절삭 요소가 제1 각방향 위치(a_1)에 있었고, 제2 시점(t_2)에서 절삭 요소가 제2 각방향 위치(a_2)에 있었다는 것 등을 결정하는 것을 가능하게 한다. 만약 각방향 위치가, 예를 들어 절삭 요소가 최초로 작업편과 접촉하는 위치(위치(a_1))와 절삭 요소가 작업편에 홈 또는 다른 특징부의 알려진 부분을 절삭한 위치(위치(a_2))로서 명시되면, 위치(a_1)와 위치(a_2) 사이에서 절삭 요소의 위치 또는 배향 또는 둘 모두를 변화시키기 위한 액추에이터가 설치된 플라이 커팅 헤드가 그렇게 하도록 작동될 수 있다. 짧게 말하면, 시간의 함수로서 절삭 요소의 위치를 아는 것은 조작자가 임의의 시점에서 그 절삭 요소의 위치를 명시하는 것을 가능하게 하고, 이는 시스템이 작업편에 소정의 패턴, 구조물, 홈, 절삭부, 디자인 또는 일반적으로 특징부를 형성하는 것을 가능하게 할 수 있다. 이는 종래의 플라이 커팅 시스템 또는 방법에서는 이용할 수 없는 이점이라고 믿어진다.

[0016] 본 발명은 먼저 플라이 커팅 헤드를 참조하고 그 다음에 그러한 플라이 커팅 헤드를 포함하는 플라이 커팅 시스템을 참조하여 설명될 것이다. 마지막으로, 본 발명의 다양한 작동 특징 및 결과가 특히 공구를 형성하는 것에 관해서 또는 그러한 공구를 사용하여 제조된 용품에 관해서 설명될 것이다.

[0017] 일 실시예가 도 1에 도시된 본 발명의 플라이 커팅 시스템 및 방법에서, 플라이 커팅 헤드(100)는 생크 또는 공구 홀더(104)에 의해 유지되거나 또는 그에 포함된 절삭 요소(102)를 포함하고, 생크 또는 공구 홀더는 차례대로 카트리지(106)에 의해 헤드(100)에 부착될 수 있다. 절삭 요소는 예를 들어 공구 홀더(104)에 의해 보유되는 다이아몬드일 수 있다. 대안적으로, 다이아몬드와 같은 절삭 요소는 플라이 커팅 헤드 또는 디스크에 직접 접합되고 작업편에 특징부를 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0018] 플라이 커팅 헤드는, 예를 들어, 통상 기부 또는 플랫폼에 고정된 하우징(110)과, 하우징에 부착된 고정자(도시되지 않음)를 포함하는 DC 모터와 같은 모터와, 포트(108)를 포함할 수 있는 공기-베어링(114)에 의해 지지되는 회전 스핀들(112)을 포함한다. 플라이 커팅 헤드는 또한 헤드의 고정 부분과 회전 부분 사이에 신호 또는 전력 또는 둘 모두를 전송하기 위한 슬립-링 또는 다른 조립체를 포함할 수 있다. 플라이 커팅 헤드는 또한 하우징(110)에 대한 회전 스핀들의 위치(또는 위치의 변화)를 측정하는 회전 인코더와 같은 인코더를 포함한다. 인코더의 일 부분은 전형적으로 고정되어 있고 하우징 또는 고정자 또는 둘 모두에 대해 고정 위치에 (또는 전형적으로 이들 내에 포함되어) 있다. 인코더의 제2 부분은 전형적으로 스핀들(112)과 같은 플라이 커팅 헤드의 회전 부분에 부착되고, 인코더의 고정 부분과 상호작용하여 두 부분들 사이의 상대 운동을 나타내는 신호를 생성하도록 구성된다. 예를 들어, 인코더의 회전 부분은 일련의 선 또는 다른 표시를 가질 수 있고, 인코더의 고정 부분은 두 부분들 사이의 상대 운동의 정도를 결정하기 위해 그들 선의 존재 또는 부재를 광학적으로 감지할 수

있다. 그 다음, 인코더(전형적으로, 고정 부분)는 플라이 커팅 헤드의 위치에 관한 정보를 포함하는 적어도 하나의 위치 신호를 전송하고, 이 위치 신호는 제어기에 의해 수신되어 명령 신호를 생성하기 위해 사용될 수 있다. 명령 신호는 예를 들어 플라이 커팅 헤드 또는 플랫폼과 관련된 모터로 전송될 수 있다. 명령 신호는 예를 들어 플라이 커팅 헤드의 속도 또는 작업편에 대한 플라이 커팅 헤드의 위치를 변화시킬 수 있다.

[0019] 비록 본 설명에서 플라이 커팅 헤드에 의해 보유되는 단일 절삭 요소를 참조할 수 있지만, 다수의 절삭 요소가 플라이 커팅 헤드에 의해 보유될 수 있고, 절삭 요소는 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 절삭 요소는 단일 또는 다결정 다이아몬드, 카바이드, 강철, 입방정질화붕소(cubic boron nitride, CBN), 또는 임의의 다른 적합한 재료일 수 있다. 적합한 다이아몬드 절삭 팁은 캐나다 퀘백주 소재의 케이앤와이 다이아몬드 컴퍼니(K&Y Diamond Company)로부터 입수 가능하다. 다이아몬드와 같은 절삭 요소의 기하학적 형상과, 절삭 요소를 위한 생크 또는 홀더의 디자인은 작업편에 대해 요구되는 표면 특징 및 효과를 생성하도록 특정될 수 있다. 전형적으로 교체 가능한 절삭 요소는 예를 들어 미국 특허 공개 제2003/0223830호(브라이언(Bryan) 등)에 설명된 바와 같이 하나보다 많은 절삭 팁 또는 다른 특징부를 포함할 수 있고, 이 특허 문헌의 내용은 본 명세서에 포함된다. 다이아몬드 절삭 요소는 거의 어떤 원하는 구성의 특징부를 형성할 절삭 요소를 생성하기 위해, 예를 들어 이온-밀링에 의한 것을 비롯하여, 서브마이크로미터의 규모로 밀링될 수 있다. 플라이 커팅 헤드의 다른 특징은 원하는 대로 선택될 수 있다. 예를 들어, 더 큰 직경의 플라이 커팅 헤드가 더 큰 절삭 반경으로 인해 더 작은 직경의 플라이 커팅 헤드에 의해 절삭된 홈보다 더 평탄한 바닥을 본래 갖는 홈을 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0020] 본 발명에 따른 플라이 커팅 시스템이 도 2에 도시되어 있다. 설명의 용이함을 위해, 좌표계를 플라이 커팅 헤드(100) 및 작업편(200)에 대해서 나타낼 수 있다. 좌표계는 임의로 나타내지고, 본 발명의 범주를 한정하기 위해서라기보다는 오히려 제공된 도면의 상황에서 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위해 제공된다. 좌표계는 절삭 요소의 팁에 대해서 도시되며, 상호 직교의 X, Y 및 Z축을 포함한다. X축은 롤(200)에 수직하고, 도시된 실시예에서 롤(200)의 종축을 통과한다. Y축은 도 2에 도시된 바와 같이 수직으로 연장하고, 도시된 실시예에서 롤의 외부 표면에 대한 접선에 평행하거나 일치한다. Z축은 수평으로 연장하고 롤의 중심축에 평행하다. 도시된 실시예에서 작업편은 또한 회전축(C)을 갖고, 작업편은 그 축에 관하여 어느 한 방향으로 회전될 수 있다. 플라이 커팅 헤드(100)는 도 2의 Y축에 평행한 회전축(A)을 갖는다. 비록 도시된 작업편이 원통형 롤이고 작업편 및 롤의 명칭이 작업편의 구체적인 형상이 중요하지 않은 본 설명에서 상호교환 가능하게 사용될 수 있지만, 다른 형상 및 크기의 작업편이 본 발명과 관련하여 사용될 수 있다. 만약 작업편이 원통형이라기보다는 오히려 (플레이트 또는 디스크와 같이) 평탄하다면, 다양한 축의 전술한 표시에 있어서 대응하는 변형이 그 상황에서 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위해 이루어질 수 있다.

[0021] 본 실시예에서, 원통형 작업편(200)은 스핀들(202) 상에 고정 지지되고, 인코더(226)는 고정 또는 최초 지점에 대한 스핀들의 위치 또는 위치의 변화를 감지하도록 배치 및 구성된다. 작업편은, 외부층이 황동, 알루미늄, 니켈-인, 경동(hard copper) 또는 중합체와 같이 더 용이하게 세공되는 재료로 제조된, 스테인리스강과 같은 금속으로 제조된 롤(200)일 수 있다. 간명함을 위해, 작업편은 종종 본 설명에서 "롤"로 언급될 것이지만, 작업편은 시스템에 적합하게 순응하여 평탄하거나, 볼록하거나, 오목하거나, 복합 또는 다른 형상일 수 있다. 따라서, 본 설명에서 용어 "롤"은 임의의 적합한 형상의 작업편을 예시하는 것으로 의도된다. 작업편은 도 3에 도시된 바와 같이 일 단부에 테스트 밴드(test band)(210)를 포함할 수 있는데, 테스트 밴드 위에서 플라이 커팅 헤드는 헤드 및 작업편이 서로에 대해 적절하게 배치되고 동기화되는지를 결정하기 위해 시험 패턴을 절삭하도록 프로그래밍될 수 있다. 그 다음, 테스트 밴드에 형성된 특징부의 특성은 평가될 수 있고, 일단 플라이 커팅 헤드 및 작업편의 작업이 최적화되면, 실제 기계가공 작업은 작업편의 상이한 부분에서 수행될 수 있다. 테스트 밴드가 필요하지는 않지만, 시스템의 실제 성능이 시스템의 원하는 또는 이론상의 성능과 조화되게 하기 위해 어떠한 조정이 행해져야 할지를 결정하는 데 유용할 수 있다.

[0022] 플라이 커팅 시스템은 바람직하게 컴퓨터 또는 제어기(218)에 의해 제어되며, 컴퓨터 또는 제어기는 하나 이상의 애플리케이션을 저장하는 메모리, 정보의 비휘발성 저장을 위한 2차 기억 장치, 액추에이터 또는 다른 장치로 출력될 수 있는 파형 데이터 파일을 발생시키는 함수 발생기, 정보 또는 명령을 수신하는 입력 장치, 메모리 또는 2차 기억 장치에 저장된 또는 다른 공급원으로부터 받은 애플리케이션을 실행하는 프로세서, 정보의 시각적 디스플레이를 출력하는 디스플레이 장치, 또는 스피커나 프린터와 같이 정보를 다른 형태로 출력하는 출력 장치, 또는 전술한 것들 중 둘 이상의 임의의 조합을 포함하거나 또는 그에 작동식으로 연결될 수 있다. 제어기는 케이블(220) 또는 적합한 무선 접속부를 사용하여 데이터 또는 신호를 교환할 수 있다. 하나의 유용한 제어 시스템은 입출력 회로 및 미국 캘리포니아주 채스워스 소재의 델타 타우 데이터 시스템즈(Delta Tau Data

Systems)로부터 입수 가능한 PMAC 제어장치를 포함한다. 그러한 PMAC 제어장치는 예를 들어 플라이 커팅 헤드 및 롤의 운동 제어를 제공하기 위해 다축 PMAC2 제어기와 증폭기를 결합시킨다.

[0023] 본 발명의 제어 시스템은 본 명세서에 기술된 결과를 제공하도록 알려진 방식으로 설계될 수 있는 소프트웨어 또는 펌웨어 또는 둘 모두를 사용한다. 구체적으로, 소프트웨어는 바람직하게는 조작자가 개별 홈 세그먼트 또는 다른 표면 특징부의 마이크로 수준의 형상과, 작업편 상의 홈 세그먼트 또는 다른 특징부의 매크로 수준의 패턴(랜덤, 의사 랜덤 또는 규칙적임) 둘 모두를 나타내는 파형 데이터 파일을 생성하는 것을 가능하게 한다. 그 다음, 이들 데이터 파일은 성능 및 바람직하게 작업편에 대한 절삭 요소의 동기화를 제어하기 위해 다양한 제어 시스템 구성요소에 전달된다.

[0024] 다양한 구성요소의 운동을 프로그래밍하고 조화시키기 위해, 원하는 파라미터를 입력하여 데이터 파일을 생성하기 위해 소프트웨어가 전형적으로 사용되고, 그 후 파 발생 유닛은 필요시 데이터 파일을 구동 유닛(들), 액추에이터(들) 및 다른 구성요소로 전송되는 신호로 바꾼다. 예를 들어, 롤 속도는 대략 0.001 내지 대략 1000의 분당 회전수로 설정될 수 있고, 플라이 커팅 헤드 속도는 대략 1000 내지 대략 100,000의 분당 회전수로 설정될 수 있다. 대략 5000, 대략 10,000, 대략 25,000 및 대략 40,000의 분당 회전수의 플라이 커팅 헤드 속도를 시험하였고, 이는 더 높은 속도가 미세복제 공구와 같은 완성된 작업편을 생성하기 위해 필요한 시간을 감소시키기 때문에 대체로 바람직하다.

[0025] 작업편 - 도시된 실시예에서 롤(200) - 은 제어기에 의해 제어되고 제어기로부터의 명령 신호를 수신하는 모터에 의해 구동되는 스핀들 시스템 상에 고정 지지될 수 있다. 스핀들 시스템은 공기 또는 정압 베어링(hydrostatic bearing)과 같은 하나 이상의 베어링(222)을 포함할 수 있다. 간명함을 위해, 비록 베어링이 작업편에 관하여 임의의 적합한 위치에 배치 및 지지될 수 있지만, 베어링(222)은 도 2에서 롤의 일 단부에만 도시되고, 도 4에는 도시되어 있지 않다. 롤은 모터(224)에 의해 어느 한 방향으로 회전될 수 있거나, 또는 만약 작업편이 원통형이 아니거나 상이한 시스템을 사용하여 위치된다면, 제어기(218)에 의해 제공된 지시에 응답하여 위치될 수 있다. 예시적인 모터구동 스핀들 시스템은 상표명 "4R", 또는 상표명 "10R"(공기 베어링을 포함함)로 미국 미네소타주 홉킨스 소재의 프로페셔널 인스투르먼츠(Professional Instruments)로부터 입수 가능하고, 더 큰 작업편의 경우에는, 미국 코네티컷주 파밍턴 소재의 위트넌 매뉴팩처링 컴퍼니(Whitnon Manufacturing Company)의 위트넌 스핀들 디비전(Whitnon Spindle Division)으로부터의 오일 정압 스핀들 시스템이다. 스핀들 시스템은 바람직하게는 원하는 정밀도 내에서 작업편의 위치를 감지하고, 그 정보를 제어기에 전송하여 제어기가 작업편 및 플라이 커팅 헤드를 아래에 기술되는 방법으로 동기화시키는 것을 가능하게 하도록 구성된 회전 인코더(226)를 또한 포함한다.

[0026] 플라이 커팅 헤드는 바람직하게는, 도 2에 도시된 바와 같이, "x-테이블"로 언급될 수 있는 플라이 커팅 테이블(230) 상에 지지된다. x-테이블은 X, Y 및 Z축 중 적어도 하나를 따르는, 바람직하게는 X축과 Z축 둘 모두를 따르는, 더 바람직하게는 연속하여 또는 바람직하게는 동시에 X, Y 및 Z축의 3개 전부를 따르는 운동이 작업편에 대해 플라이 커팅 헤드 및 절삭 요소(들)를 위치시키도록 구성된다. 당업계에 공지된 바와 같이, x-테이블은 하나 초과의 치수 또는 방향으로 본질적으로는 동시에 이동할 수 있어서, 절삭 팁의 위치가 제어기의 제어 하에서 3차원 공간에 용이하게 배치될 수 있다.

[0027] 다른 종래의 기계가공 기술이 본 발명의 시스템 및 그 구성요소와 관련하여 유용할 수 있다. 예를 들어, 냉각 유체가 절삭 요소, 플라이 커팅 헤드, 액추에이터 또는 다른 구성요소의 온도를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 온도 제어 유닛은 냉각 유체가 순환됨에 따라 냉각 유체의 실질적으로 일정한 온도를 유지하기 위해 제공될 수 있다. 냉각 유체를 위한 온도 제어 유닛 및 저장조는 다양한 구성요소를 통해 또는 다양한 구성요소에 유체를 순환시키는 펌프를 포함할 수 있고, 또한 전형적으로 유체를 실질적으로 일정한 온도로 유지하기 위해 유체로부터 열을 제거하는 냉동 시스템을 포함한다. 유체를 순환시키고 유체의 온도 제어를 제공하기 위한 냉동 및 펌프 시스템은 당업계에 공지되어 있다. 소정 실시예에서, 냉각 유체는 또한 작업편이 기계가공되는 동안 실질적으로 일정한 표면 온도를 유지하기 위해 작업편에 적용될 수 있다. 냉각 유체는 저점성 오일과 같은 오일 제품일 수 있다.

[0028] 기계가공 공정의 다른 태양이 또한 당업자에게 공지되어 있다. 예를 들어, 롤은 건식-절삭되거나, 또는 오일이나 다른 처리 보조물을 사용하여 절삭될 수 있고; 고속 액추에이터는 냉각을 필요로 할 수 있으며; 깨끗하고 건조한 공기가 스핀들을 지지하는 것과 같은 임의의 공기 베어링과 함께 사용되어야 하며; 스핀들은 오일 냉각 재킷 등을 사용하여 냉각될 수 있다. 이러한 유형의 기계가공 시스템은 전형적으로 다양한 파라미터, 예를 들어 구성요소의 조화된 속도와 작업편 재료의 특성, 예를 들어 기계가공될 금속의 주어진 체적에 대한 비에너지

(specific energy), 그리고 작업편 재료의 열적 안정성 및 특성을 고려하도록 구성된다. 마지막으로, 둘 모두의 내용이 본 명세서에 참고로 포함된, 국제 공개 WO 00/48037호에 설명된 유형의 소정의 다이아몬드 회전 구성요소 및 기술과, 미국 특허 출원 공개 제2004/0045419 A1호(브라이언 등)(본 발명의 양수인에게 양도됨)에 설명된 유형의 플라이 커팅 구성요소 및 기술은 또한 본 발명의 상황에 유용할 수 있다.

[0029] 시간의 함수로서 작업편(200)의 위치는, 예를 들어 원통형 롤의 경우 롤이 회전 종축 둘레의 회전을 위해 고정 장착되는 스핀들과 관련된 인코더(226)를 사용함으로써 결정된다. 플라이 커팅 헤드를 위해 그리고 스핀들 또는 다른 작업편 지지 시스템을 위해 사용된 인코더는 플라이 커팅 시스템과 함께 사용된 몇몇 종래의 인코더의 경우와 마찬가지로 속도를 측정하기 위한 목적뿐만 아니라 위치를 측정하기 위해 사용될 수 있다. 그 다음, 인코더는 플라이 커팅 헤드 또는 스핀들의 위치를 나타내는 위치 신호를 각각 전송할 수 있다. 이는 작업편 및 플라이 커팅 헤드의 절삭 요소(들)의 위치를 동기화하는 것을 돕는다. 구체적으로, 인코더는 롤의 회전 위치, 헤드의 회전축에 대한 플라이 커팅 헤드의 위치, Z축과 같은 다른 축에 대한 플라이 커터 헤드의 위치, 및 플라이 커터를 롤에 대해 이동시키는 x-테이블의 위치를 결정하기 위해 제공될 수 있다. 따라서, 비록 용어 플라이 커팅 헤드의 "위치 결정"은 헤드의 회전 동안 그의 위치 결정에 관하여 통상 사용될 것이지만, 이는 축을 따르는 축방향 위치 또는 축 둘레의 회전 위치에 관한 플라이 커팅 헤드의 위치를 결정하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 일반적으로, 플라이 커팅 헤드는 임의의 축에 대해 기울어지거나, 또는 임의의 축의 둘레에서 회전될 (또는 임의의 축에 대해 경사질) 수 있다.

[0030] 일 실시예에서, 이러한 동기화는 롤과 관련된 (각 인코더(angular encoder)와 같은) 위치 인코더 및 플라이 커팅 헤드와 관련된 다른 위치 인코더를 제공함으로써 행해질 수 있다. 적어도 두 유형의 인코더 - 증분형 및 절대형 - 가 현재 이용 가능하다. 증분형 인코더는 덜 비쌀 수 있고, 예를 들어, 만약 롤 또는 플라이 커팅 헤드의 알려진 위치를 나타내는 인덱스 신호와 함께 사용되면 절대형 인코더로서 효과적으로 기능을 할 것이다. 롤(또는 롤이 그 위에 장착된 스핀들)과 관련된 인코더(226)는 롤에 기계가공되는 특징부의 원하는 홈 피치 또는 다른 치수의 몇 분의 일 내에서 회전축을 따르는 롤의 위치를 감지하기에 충분한 해상도를 가져야 한다. 홈 피치는 하나의 홈의 중심으로부터 다음의 인접 홈의 중심까지의 거리, 또는 하나의 피크로부터 다음의 인접한 피크까지의 거리이며, 대응 치수는 통상 다른 표면 특징부에 대해 계산될 수 있다.

[0031] 본 발명의 소정 실시예에서 플라이 커팅 헤드와 관련하여 유용한 하나의 인코더는 상표명 "E5D-100-250-I"로 미국 워싱턴주 밴쿠버 소재의 유.에스. 디지털 코포레이션(U.S. Digital Corp.)으로부터 입수 가능하며, 이는 헤드의 각방향 위치를 측정하기 위해 플라이 커팅 헤드 상에 배치된다. 본 발명의 소정 실시예에서 작업편 또는 롤과 관련하여 유용한 인코더는 상표명 "레니쇼우 시그넘 알이에스엠(Renishaw Signum RESM)"(직경 413 ㎜, 64,800 라인 카운트)으로 미국 일리노이주 호프만 이스테이츠 소재의 레니쇼우 인크.(Renishaw Inc.)로부터 입수 가능하다. 적용을 위해 선택된 특정 인코더(들)는 원하는 해상도, 플라이 커팅 헤드 또는 다른 구성요소의 최대 속도 및 최대 신호 속도에 좌우된다.

[0032] 비록 절삭 요소에 의해 작업편에 절삭된 특징부가 편의를 위해 "홈 세그먼트" 또는 "홈"으로 언급될 수 있지만, 원한다면 다른 표면 특징부가 절삭 요소에 의해 형성될 수 있다. 작업편 표면에 절삭된 특징부의 깊이는 0 내지 150 마이크로미터, 바람직하게는 0 내지 35 마이크로미터, 더욱 더 바람직하게는 광학 필름용 미세복제 공구를 형성하기 위해 0 내지 15 마이크로미터의 범위일 수 있다. 이들 범위는 본 발명의 범주를 한정하고자 하는 의도는 아니지만, 그러한 공구를 사용하여 제조된 중합체 시트에 소정의 광학 효과를 제공하기에 유용한 특징부의 스케일을 나타낼 수 있다. 롤 작업편의 경우, 더 높은 속도로 이동하는 롤에 긴 특징부를 절삭하는 것이 더 어렵기 때문에, 임의의 개별 특징부의 길이는 롤이 그 종축 둘레를 회전하는 속도에 의해 영향을 받는다. 만약 절삭 요소가 작업편의 반대 방향으로 이동 중이라면, 절삭 요소가 작업편과 동일한 방향으로 이동 중인 경우보다 일반적으로 더 용이하게 더 긴 홈이 형성될 수 있다. 특징부는, 예를 들어 만약 본 발명의 플라이 커팅 헤드가 원통형 롤의 주연부 둘레에 나사산 절삭부에 가까운 특징부를 생성하기 위해 사용된다면 거의 어떠한 길이라도 가질 수 있다. 만약 개별 특징부가 요구된다면, 그의 길이는 예를 들어 약 1 마이크로미터 내지 수 밀리미터일 수 있으나, 이 범위가 본 발명의 범주를 한정하고자 하는 의도는 아니다. 나사산 절삭의 경우, 인접 홈들 사이의 피치 또는 간격은 약 1 내지 약 1000 마이크로미터로 설정될 수 있다. 특징부는, 예를 들어 대칭, 비대칭, 프리즘형 및 반타원형 특징부와 같은 임의의 유형의 3차원 형상을 가질 수 있다. 작업편의 표면 상의 재료가 제거되는 대신에 만입되거나 또는 달리 변형되는 실시예에서, 변형은 공구 홀더에 의해 보유되는 공구의 특징을 변화시킴으로써 변화될 수 있다.

[0033] 본 발명에 따라 작업편에 절삭되는 표면 특징부는 매크로 스케일과 마이크로 스케일 둘 모두에 대해 제어될 수 있다. 표면 특징부 또는 미세구조물은 용품의 표면 상에 형성되거나 용품의 표면 내로 만입되거나 용품의 표면

으로부터 돌출되는 임의의 유형, 형상 및 치수의 구조물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기술된 액추에이터 및 시스템을 사용하여 형성된 미세구조물은 1000 마이크로미터 피치, 100 마이크로미터 피치, 1 마이크로미터 피치, 또는 심지어 약 200 나노미터(㎚)의 광파장 이하의 피치(sub-optical wavelength pitch)를 가질 수 있다. 대안적으로, 다른 실시예에서, 미세구조물의 피치는 1000 마이크로미터 초과일 수 있다. 이들 치수는 단지 예시적인 목적으로 제공되며, 본 명세서에 기술된 액추에이터 및 시스템을 사용하여 제조된 특징부 또는 미세구조물은 시스템을 사용하여 세공되는 것이 가능한 범위 내에서 임의의 치수를 가질 수 있다.

[0034] 작업편이 종축의 둘레를 회전하고 있는 원통형 롤인 경우에, 그 축에 평행한 홈 또는 연속하는 홈들을 절삭하도록 배열된 플라이 커팅 헤드는 결과적인 홈 또는 연속하는 홈들이 실제로 평행하도록 재배향될 필요가 있을 수 있다. 다시 말하면, 만약 절삭 요소가 롤이 고정 상태일 때 평행 홈을 롤에 절삭하려고 한다면, (만약 다른 파라미터는 일정하게 유지된다면) 롤이 절삭 동안 회전하도록 허용된다면 절삭 요소는 약간 만곡된 홈을 롤에 절삭할 것이다. 이러한 효과를 상쇄하는 하나의 방법은 절삭부의 단부에서 절삭 요소가 절삭부의 시작에서보다 롤의 회전 방향으로 더 멀도록 절삭 헤드를 기울이는 것이다. 절삭 요소는 단지 짧은 거리에 걸쳐서 롤과 접촉하기 때문에, 결과는 롤의 회전에도 불구하고 롤 표면의 평행 절삭부에 가까워질 수 있다. 비록 구현하는 데 비용이 많이 들 수 있지만, 예를 들어 롤이 회전할 때 롤을 따르도록 플라이 커팅 헤드가 롤의 중심축의 둘레를 회전하는 것을 가능하게 함으로써 동일 또는 유사한 목적을 달성하도록 시스템을 다른 방식으로 구성하는 것이 가능할 수 있다.

[0035] 도 2에 도시된 원통형 작업편(200)과 같은 작업편을 기계가공하기 위한 하나의 유용한 시스템 및 방법에서, 플라이 커팅 헤드는 그의 회전축(A)이 Y축에 평행하게 연장하여 배치되어, Z축에 평행하게 연장하는 홈 또는 특징부가 작업편의 표면에 절삭된다. 그러나, 작업편의 길이를 따라 전체 홈을 절삭하기 보다는, 단일 홈 세그먼트가 절삭되고 작업편이 인접 홈들의 원하는 위치 사이의 원하는 피치 또는 거리와 동일한 (외부 표면에서의) 거리만큼 회전된다. 그 다음, 제2 홈 세그먼트가 절삭되고, 작업편은 다음의 인접 홈들의 원하는 위치 사이의 피치와 동일한 제2 거리만큼 회전된다. 이러한 공정은 홈 세그먼트가 작업편의 주연부 둘레에 형성될 때까지 반복된다. 작업편이 전체 회전을 통해 회전되었을 때, 제어기(이는 작업편과 관련된 인코더에 의해 보내진 위치 신호를 수신하였기 때문에)는 연속하는 회전에서의 단계 동안 작업편에 절삭된 홈 세그먼트를 선행하는 회전에서의 단계에서 절삭된 홈 세그먼트와 정밀하게 정렬시켜 작업편의 외부 표면에 종방향 연장 홈 또는 다른 원하는 구조물의 동등물을 형성할 수 있다. 그러나, 종방향 연장 홈은 작업편 내에 또는 작업편 상에 형성될 수 있는 몇몇의 가능한 특징부 중 단지 하나이다. 아래에 더 상세하게 설명되는 바람직한 실시예에서, 작업편의 회전, 플라이 커팅 헤드의 회전, 및 Z방향으로의 플라이 커팅 헤드의 변위는 조화되고 상대적으로 일정하며, 이는 시작, 정지, 구성요소의 재배치, 또는 그 구성요소가 안정 작동 상태에 도달하는 것을 기다림에 있어서 낭비되는 시간을 최소화한다.

[0036] 본 발명에 따른 미세복제 공구를 형성하기 위해, 원통형 롤과 같은 작업편은 원하는 표면 특징부를 제공하기 위해 밀링된다. 블랭크 롤(blank roll)은 구조 또는 패턴이 절삭될 외부층을 가질 수 있다. 그 층은 그에 절삭된 랜덤 또는 다른 패턴을 가진 후에 다음으로 패턴을 보호하거나, 필름의 정밀 형성 또는 그의 용이한 해제를 가능하게 하거나 또는 다른 유용한 기능을 수행하는 하나 이상의 추가층으로 코팅될 수 있다. 예를 들어, 크롬 또는 유사한 재료의 얇은 층이 공구에 적용될 수 있지만, 그러한 유형의 층은 공구의 예리한 에지를 "둥글게" 할 수 있고 그에 따라서 바람직하지 않을 수 있다. 임의의 기계가공 가능 재료가 사용될 수 있고, 예를 들어 작업편은 알루미늄, 니켈, 구리, 황동, 강철 또는 (아크릴과 같은) 플라스틱으로 제조될 수 있다. 사용될 특정 재료는 예를 들어 기계가공된 작업편을 사용하여 제조된 다양한 필름과 같은 특정의 원하는 적용에 좌우될 수 있다.

[0037] 도 3은, 개별 홈 세그먼트(301)가 작업편의 제1 회전 동안 플라이 커팅에 의해 형성되고 그 후에 홈 세그먼트(302)가 제2 회전 동안 형성되며 그 후에 홈 세그먼트(303)가 제3 회전 동안 형성되는 등의 이상화된 작업편(200)을 도시한다. 제2 및 후속 회전 동안 형성된 홈 세그먼트는 제1 회전 동안 형성된 홈 세그먼트와 정렬되고, 그 결과는 제1 단부와 제2 단부 사이에 연장된 종방향 홈에 가까워지는 일 세트의 특징부이다. 작업편의 전체 길이에 걸쳐 홈 세그먼트 및 생성된 홈을 연장시키는 것이 가능하지만, 테스트 밴드의 형성을 위해 또는 다른 목적을 위해 롤 블랭크의 각 단부 상에 영역을 남겨두는 것이 바람직할 수 있다.

[0038] 비록 작업편의 주연부 둘레로 작업편에 연속 홈 세그먼트를 절삭하는 것이 종래의 플라이 커팅 작업과 비교할 때 소정의 이점을 갖는 것으로 믿어지지만, 연속하는 홈 세그먼트가 중첩하는 작업편 영역의 시각적 외관은 바람직하지 않을 수 있다. 이들 특징부 중첩 부분은 롤의 길이를 따라서 도면부호 331(제2 회전 동안 형성된 홈 세그먼트가 제1 회전 동안 형성된 홈 세그먼트와 중첩), 도면부호 332(제3 회전 동안 형성된 홈 세그먼트가 제2

회전 동안 형성된 홈 세그먼트와 중첩) 등에 도시되어 있다. 만약 이들 특징부 중첩부가 작업편 상에서 시각적으로 인지 가능하다면, 이들은 작업편 상에 형성된 필름 또는 시트 상의 대응하는 시각적으로 인지 가능한 구조물로 귀착되기 쉽고, 이는 또한 바람직하지 않을 수 있다. 비록 특징부 중첩부가 용이하게 시각적으로 인지 가능하지 않다고 하더라도, 이를 최소화하거나 또는 제거하여 공구 상에 제조된 용품의 광학 성능을 향상시키는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 효과를 최소화하는 방법이 아래에 더 상세하게 설명된다.

[0039] 플라이 커팅 헤드의 위치는 전술한 바와 같이 인코더를 사용하여 결정되고, 작업편이 보유되는 스핀들의 위치는 도 2에 도면부호 226으로 도시된 인코더를 사용하여 유사하게 결정된다. 절삭 요소는 전형적으로 플라이 커팅 헤드에 대해 고정 위치에 있고, 작업편은 전형적으로 스핀들에 대해 고정 위치에 있기 때문에, 플라이 커팅 헤드 및 스핀들의 위치를 아는 것은 본질적으로 조작자가 절삭 요소 및 작업편의 위치를 아는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 그 인코더로부터의 데이터는 도 2에 도시된 바와 같이 제어기(218)에 공급되고, 제어기는 다음에 플라이 커팅 헤드의 회전 운동을 생성하는 모터, 플라이 커팅 헤드의 Z축 운동을 생성하는 모터, 작업편이 보유되는 스핀들의 회전 운동을 생성하는 모터, 또는 전술한 것들 중 하나 초과의 것에 명령 신호를 전송할 수 있다. 작업편과 플라이 커팅 헤드의 위치 사이의 관계가 결정될 때, 플라이 커팅 헤드는 작업편에 전자적으로 "연동(gear)"된다고 언급될 수 있는데, 이는 두 부품들 사이에 실제 기계적 연동이 존재하지 않기 때문이다. 플라이 커팅 헤드가 본 발명에 따라 작업편에 전자적으로 연동될 때, 제어기는 절삭 요소의 궤도에서 절삭 요소가 작업편을 타격할 때와 작업편 상에서 타격하는 위치를 결정할 수 있다. 위에서 참고로 처음에 언급되고 포함된 공계류 중인 미국 특허 출원에 상세하게 설명된 본 발명의 추가 태양에서, 만약 절삭 요소가 그러한 운동을 생성할 수 있는 액추에이터에 연결된다면 사용자는 또한 제어기가 플라이 커팅 헤드에 대한 절삭 요소의 위치 또는 배향을 변화시키게 할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 절삭 요소가 소정의 절삭 경로를 따르도록 절삭 요소의 위치를 초당 수천 번 변화시킬 수 있는 액추에이터를 작동시킴으로써 본질적으로 선형의 바닥을 갖는 홈 세그먼트를 작업편에 생성하도록 제어기를 프로그래밍할 수 있다.

[0040] 플라이 커팅 헤드와 작업편 둘 모두의 위치가 제어될 때, 실제로 하나는 통상 고정된 또는 소정의 속도로 회전하도록 설정되고 나머지 하나는 그에 연동되어 (예를 들어, 감속 또는 증속되어) 둘은 서로에 대해 정확한 위치에 있다. 플라이 커팅 헤드가 분당 수천 회전수로 작동하기 때문에, 플라이 커팅 헤드는 상당한 양의 에너지, 관성 및/또는 모멘텀을 갖고, 헤드를 증속 또는 감속하여 작업편의 위치와 조화시키도록 시도하는 것은 실질적이지 않을 수 있다. 대신에, 플라이 커팅 헤드는 본질적으로 고정 속도로 회전하도록 프로그래밍될 수 있고, 작업편 또는 롤이 보유되는 스핀들은 증속 또는 감속될 수 있어서 절삭 요소 및 작업편은 서로에 대해 정확한 위치에 있다. 이러한 시스템은 플라이 커팅 헤드가 "마스터(master)"이고 작업편 및 대응 스핀들이 그에 대해 "슬레이브(slave)"인 것으로 언급될 수 있다. 그 반대, 즉 플라이 커팅 헤드를 작업편에 대해 슬레이브화도 가능한데, 이는 플라이 커팅 헤드의 회전, 작업편의 회전 및 플라이 커팅 헤드의 Z축 운동이 모두 동기화된 제어하에 있는 제3 실시예와 마찬가지다. 작업편의 테스트 스트립 부분에 대한 플라이 커팅 시스템의 실험 테스트는 전형적으로 헤드 및 작업편이 원하는 결과를 생성하도록 함께 적절하게 연동되었는지를 결정하는 데에 도움이 된다.

[0041] Z축에 평행한 홈 또는 특징부가 작업편 내에 또는 상에 형성된, 본 발명의 소정의 상대적으로 간단한 적용이 위에 설명되어 있다. 동일한 접근법의 변형은, 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같이 플라이 커팅 장치를 도 2의 그의 위치에 대해 45 도 회전시키거나, 또는 헤드를 도 2의 그의 위치에 대해 90 도 회전시키거나, 또는 임의의 다른 배향으로 회전시킴으로써 Z축에 대해 소정 각도로 작업편에 홈 또는 특징부를 형성하는 것이다. 작업편에 대해 임의의 각도로 배치된 선형 홈을 갖는, 또는 비선형 특징부 또는 심지어 서로 교차하는 특징부를 갖는 공구가 형성될 수 있다. 롤 또는 작업편 표면 상에 프리즘 또는 다른 미세구조물을 생성하도록 상이한 각도로 절삭된 평행 홈의 세트들을 포함하여 다른 각방향 배열이 또한 가능하다.

[0042] Y축과 Z축 둘 모두에 대해 소정 각도로 소정의 패턴의 홈 또는 특징부를 작업편에 형성하는 것은 Z축에 평행한 홈 또는 특징부를 형성하는 것보다 복잡하다. 이는 더 복잡한데, 그 이유는, 전술된 다른 실시예 중 일부의 경우와 마찬가지로, 플라이 커팅 헤드가 다음의 홈을 형성하기 위해 작업편의 각각의 회전에 대해 Z방향으로 고정된 거리를 단순히 전진하는 것이 아니기 때문이다. 그 대신에, 작업편의 각각의 회전에 대한 플라이 커팅 헤드의 Z방향 이동은 정렬된 홈 세그먼트가 요구되는 경우 작업편의 연속하는 회전시 후속 홈 세그먼트가 더 먼저의 홈 세그먼트와 정렬되도록 분석적으로 또는 실험적으로 결정되어야 한다. 예를 들어, 만약 각각이 이전의 세그먼트에 대해 Z방향으로 약간 전진되는 일련의 45 도 홈 세그먼트가 롤의 주연부 둘레에 형성되면, 롤의 완전한 회전 후에 제2 회전 동안 형성된 홈 세그먼트는 제1 회전 동안 형성된 홈 세그먼트에 평행할 것이지만, 반드시 단부-대-단부로 그와 정렬되지는 않는다. 이러한 문제에 대한 하나의 해결책은 롤의 완전한 회전 후에 제1 회

전 동안 형성된 세그먼트와 단부-대-단부로 정렬시키기 위해 제2 회전 동안 형성된 홈 세그먼트가 조정되어야 하는 거리를 계산하는 것이다. 그 다음, 그 거리는 단일 회전 동안 형성된 홈 세그먼트의 개수로 나누어질 수 있고, 생성된 비율이 각각의 연속하는 홈 세그먼트 사이의 피치에 더해져, 작업편의 완전한 회전 후에 제2 회전 동안 형성된 홈 세그먼트는 제1 회전 동안 형성된 홈 세그먼트에 대해 원하는 거리만큼 효과적으로 전진한다. 동일한 공정이 연속하는 회전과 함께 사용될 수 있다.

[0043] 플라이 커팅 헤드는 도시된 축들 중 하나 이상에 대해 기울어질 수 있고, 또한 또는 대신에 축들 중 하나 이상의 둘레에서 회전될 수 있어서, 절삭 요소는 소정의 위치 및 배향에서 작업편을 타격한다. 예를 들어, 플라이 커팅 헤드는 도 2에 대해 X축의 둘레에서 90 도 회전될 수 있어서, 플라이 커팅 헤드는 Y축과 정렬되고, 그 후 예를 들어 45 도 각도로 Y축의 둘레에서 회전될 수 있어서 절삭 요소는 소정 방식으로 작업편을 타격한다.

[0044] 원통형 작업편의 종축에 대해 소정 각도로 홈을 형성하는 능력은 공구의 종축에 평행 또는 수직한 본질적으로 선형인 홈을 포함하는 종래의 원통형 공구에 비해 이점이다. 이는 홈이 시트의 측부에 대해 45 도 각도에 있는 시트를 사용하기를 바라는 사용자가 종방향으로 또는 측방향으로 연장하는 홈을 갖는 시트의 더 큰 조각으로부터 그 시트를 소정 각도로 다이-절단하는 것을 통상 필요로 할 것이기 때문이다. 이는 시트의 더 큰 조각의 측부 근처에서 상당한 낭비를 가져올 수 있다. 본 발명에 의해, 시트의 측부에 대해 45 도 각도(또는 임의의 다른 선택된 각도)로 연장하는 홈을 갖는 시트가 공구 상에 직접 형성될 수 있는데, 시트가 사용을 위해 절단될 때 시트의 측부를 따르는 낭비가 최소가 된다.

[0045] 도 6은 작업편의 표면 상에 소정의 패턴의 홈 세그먼트 또는 다른 특징부를 형성하는 것의 단순화된 예시를 도시한다. 이 도면에서, 홈 세그먼트는 플라이 커팅 헤드의 회전축으로부터 소정 반경에서 절삭 요소에 의해 절삭되어, 홈 세그먼트는 절삭 요소가 작업편에 들어가 홈 세그먼트를 형성하기 시작하는 지점에서 상대적으로 좁고 얕으며, 절삭 요소가 홈 세그먼트의 중간점에 있는 지점에서 더 넓고 깊으며, 절삭 요소가 홈 세그먼트의 단부에서 작업편을 떠나는 지점에서 다시 좁고 얕다. 만약 절삭 요소가 플라이 커팅 헤드에 대한 절삭 요소의 위치를 변화시킬 수 있는 액추에이터와 연계되면, 상이한 특징을 갖는 다른 특징부가 생성될 수 있다.

[0046] 본 발명의 이러한 태양에서, 플라이 커팅 헤드는 홈 세그먼트 또는 특징부를 제1 위치(401)에 형성하고, 작업편은 소정의 양(예를 들어, 1.0 도)만큼 회전되며, 다른 홈 세그먼트 또는 특징부(402)가 형성되고, 작업편은 동일한 양만큼 회전되며, 이러한 작동은 작업편이 360 도 회전, 즉 전체 1회전될 때까지 반복된다. 작업편의 다음 회전 동안, 롤의 먼 단부를 향해 작업편을 따라서 거리(Z_1)에 위치된 홈 세그먼트(411)는 작업편에 이전에 절삭된 특징부들 사이의 지점에, 예를 들어 홈 세그먼트(401)의 회전 위치에 대해 0.5 도의 회전 위치에 형성된다. 그 다음, 작업편은 (예를 들어, 1.0 도만큼 다시) 회전되고, 홈 세그먼트(412)가 전체 회전 동안 작업편의 둘레에 형성되는 등이다. 제3 회전 동안 작업편에 절삭된 특징부는 제1 회전시 절삭된 특징부와 정렬되고, 제4 회전 동안 절삭된 특징부는 제2 회전시 절삭된 특징부와 정렬되는 등이다. 이는 "2개 브릭(two-brick)" 패턴으로 언급될 수 있는데, 이는 개별 브릭 길이의 1/2의 거리만큼 브릭의 제1 코스의 정상에 있는 브릭의 제2 코스의 오프세팅(offsetting)과 유사하기 때문이다. 그 결과는 모든 홈이 단일 선을 따라서 종결 및 시작하는 경우 특징부 중첩부의 시각적 중대성을 감소시키는 것인데, 예를 들어, 이는 본 실시예에서 특징부가 예를 들어 선(431, 432)을 따라서 종결 및 시작하기 때문이다. 전술된 방법으로 플라이 커팅 헤드를 사용하여 작업편에 패턴화된 특징부를 생성하는 것은 절삭 요소의 위치를 시간의 함수로서 결정하는 능력의 하나의 중요한 이점이다.

[0047] 비록 도 6에 도시된 작업편이 간명함을 위해 1 도 전진의 연속, 이어서 제1 회전의 끝에서 0.5 도 전진, 이어서 롤의 둘레에서 1 도 전진의 추가 연속으로 형성된 홈 세그먼트로서 기술되었지만, 동일하지 않은 중간 단계의 필요성을 회피한 상이한 공정이 바람직할 수 있다. 그러한 공정에서, 완전한 회전 후의 원하는 오프셋 또는 전진(예에서 0.5 도)은 제1 회전 동안 형성된 각각의 연속하는 홈 세그먼트 사이의 피치에 더해지는 증분식 전진을 결정하기 위해 회전 동안 형성된 홈 세그먼트의 개수로 나누어진다. 각각의 홈 세그먼트에 대한 그러한 증분식 전진의 결과는, 완전한 회전 후에, 예에서, 전체 0.5 도만큼 패턴을 전진시키는 것이다. 이러한 공정은 각 회전의 끝에서 불연속적인 짧은 단계 또는 긴 단계를 갖는 대신에 플라이 커팅 헤드 및 작업편이 일정 속도로 이동되도록 허용한다.

[0048] 도 6에 도시된 홈 세그먼트 또는 특징부는 "나선각"(α)을 따라 롤에 형성될 수 있어서, 각각의 연속하는 홈 세그먼트는 이전의 세그먼트에 대해 Z방향으로 오프셋된다. 나선각은 롤의 완전한 회전 후에 홈 세그먼트 또는 특징부가 하나의 홈 세그먼트의 길이만큼 전진하도록 선택될 수 있다. 도 6은 나선각을 포함하는 2개 브릭 패턴으로 언급될 수 있는 것을 도시한다. 회전 동안 형성된 각각의 연속하는 홈 세그먼트 또는 특징부는 선행하는 홈 세그먼트 또는 특징부에 대해 나선각 알파(α)만큼 Z방향으로 오프셋된다. 나선각은 작업편의 완전 1회

전 후에 제2 회전시 형성된 제1 홈 세그먼트 또는 특징부가 제1 회전시 형성된 홈 세그먼트 또는 특징부에 대해 Z방향으로 원하는 거리만큼 변위되도록 선택된다. 따라서, 제2 회전 동안 형성된 홈 세그먼트 또는 특징부의 위치는 알려진 위치의 제1 회전 동안 형성된 홈 세그먼트들 또는 특징부들 사이에 개재될 수 있다. 홈 세그먼트 또는 특징부는 전형적으로 매우 작아서, 명확함을 위해 효과가 도 6에 과장되어 있다. 실제 원통형 작업편에서, 예를 들어 단일 회전 동안 형성된 25,000 내지 100,000개의 홈 세그먼트가 있을 수 있어서, 임의의 2개의 인접한 홈 세그먼트들 사이의 나선각 오프셋의 효과는 관찰하기 어려울 것이다. 그 결과, 도면부호 331 및 332, 또는 도면부호 431 및 432와 같은 특징부 중첩선이 여전히 눈에 띌 수 있다. 본 발명의 다른 태양은 아래에 설명되는 바와 같이 이들 특징부 중첩부의 시각적으로 눈에 띄는 것을 최소화 또는 방지하는 것에 관한 것이다.

[0049] 본 발명은 유리하게는 홈 세그먼트 또는 특징부를 작업편을 따라 엇갈리게 하거나, 또는 달리 홈 또는 특징부를 도 5 및 도 6에 도시된 것보다 덜 반복적이거나 주기적으로 보이도록 하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 홈은 도 7에 도시된 바와 같이 "4개 브릭" 패턴으로 부를 수 있는 것으로 형성될 수 있다. 이러한 배열에서, 롤의 제2 회전 동안 형성된 홈 세그먼트 또는 특징부는 제1 회전에 대해 단일 홈 세그먼트의 길이의 1/4만큼 오프셋되고, 롤의 제3 회전 동안 형성된 홈 세그먼트 또는 특징부는 제2 회전에 대해 단일 홈 세그먼트의 길이의 1/4만큼 오프셋되는 등이다. 다시 말하면, Z방향으로의 회전당 전진은 대략 (그리고 바람직하게 정확하게) 하나의 홈 세그먼트의 길이의 1/4이다. 도 7은 큰 직경의 롤에 형성된 매우 작은 홈 세그먼트를 나타내기 때문에, 나선각은 거의 인지할 수 없다. 이러한 4개 브릭 패턴의 결과는 홈 세그먼트 또는 특징부의 패턴을 시각적으로 덜 또렷하게 만드는 것이다.

[0050] 비록 "2개 브릭" 및 "4개 브릭" 패턴이 구체적으로 기술되고 예시되었지만, 예를 들어 "3개 브릭", "5개 브릭" 및 "7개 브릭" 패턴과 같은 홀수 브릭 패턴을 비롯한 다른 패턴이 동일한 교시에 기초하여 사용될 수 있다. 이들은 모두 "정수" 브릭 패턴(정수는 1보다 큼)으로서 특성화될 수 있지만, 비정수 브릭(예를 들어, 2.25 브릭, 4.5 브릭) 패턴도 또한 가능하다. 광학 효과의 중요성에 따라 상이한 브릭 패턴이 다양한 최종 용도를 위해 바람직할 수 있다.

[0051] 전술된 도면에서, 홈 세그먼트는 도 5에서와 같이 각각의 단부에서 이전의 홈 또는 후속 홈과 중첩될 수 있는 곳을 제외하고는 불연속형으로 또는 다른 홈과 독립적인 것으로 보일 수 있다. 본 발명의 추가 태양은 소정의 패턴에 따라 홈 세그먼트 또는 다른 특징부를 이격시키거나, 접하게 하거나 또는 중첩되게 하는 능력이다. 만약 작업편 상의 홈 세그먼트가 서로로부터 이격되면, 홈들 사이에 제공된 랜드(land) 영역은 그 작업편 상에 제조된 생성된 필름, 시트 또는 다른 용품에 소정의 광학적 또는 다른 이점을 제공할 수 있다. 인접 홈 세그먼트들 사이에 본질적으로 랜드 영역이 없다는 의미에서 홈 세그먼트는 다른 홈 세그먼트와 접할 수 있지만, 홈 세그먼트는 인접 홈 세그먼트의 형상 또는 대칭을 방해 또는 간섭하지 않는다. 홈 세그먼트는 또한 연속하는 특징부 또는 홈 세그먼트와 중첩될 수 있어, 도 5 내지 도 7에 도시된 것들과 같은 특징부의 규칙적인 배열 대신에, 도 8에 도시된 바와 같이 광학적으로 덜 인지할 수 있는 패턴을 갖는 특징부의 배열이 제공된다. 그 도면에서, 연속하는 홈 세그먼트는 예를 들어 롤의 주연부 둘레에 여전히 형성되지만, 나중의 홈 세그먼트는 먼저의 홈 세그먼트와 중첩되어 먼저의 홈 세그먼트는 더 이상 도 5 내지 도 7에 도시된 유형의 완전한 전체 홈 세그먼트인 것으로 보이지 않는다. 중첩부의 위치 및 중첩 정도에 따라, 작업편에 절삭된 특징부는 관찰자에게 거의 랜덤하게 보일 수 있고, 또한 실제로 소정의 패턴의 일부분일 수 있다. 이러한 홈 세그먼트 중첩 특징부는 전술된 다양한 "브릭" 패턴과 함께 사용될 수 있다.

[0052] 본 발명의 다른 태양에서, 나선각만큼 오프셋되어 있든지 그렇지 않든지 작업편에 형성된 홈 세그먼트 또는 특징부의 균일한 패턴은 그의 규칙성 또는 주기성을 결정하기 위해 측정될 수 있다. 본 발명의 이러한 태양은 나선각에 평행한 (또는 만약 나선각이 존재하지 않는다면 홈 세그먼트의 종축에 수직한) 가상선을 따라서 연속하는 홈 세그먼트의 홈 또는 특징부 깊이를 측정하는 것을 포함한다. 예를 들어, 도 3의 공구는 나선각이 없는 홈 세그먼트를 포함하고, 만약 그 홈의 깊이를 막대 그래프에 표시하였다면, 홈의 깊이는 도 3a에 도시된 단일 모드 홈 깊이 분포와 같이 보일 것이다. 나선각을 또한 갖지 않은 도 5에 도시된 공구 표면의 세그먼트의 홈 깊이는 (만약 가상선이 각 세그먼트의 단부로부터의 거리의 1/4에서 홈 세그먼트를 양분했다면) 단일 모드나 (만약 가상선이 더 넓은 하나의 홈 세그먼트와 더 좁은 인접 홈 세그먼트를 양분했다면) 이중 모드 중 어느 하나일 것이다. 이는 도 5a 및 도 5b에 도시되어 있다. 나선각에 평행한 선을 따라서 측정된 도 6에 도시된 패턴에 대한 홈 깊이 분포는 도 5에 도시된 패턴에 대한 것과 동일한 결과를 보일 것이며, 이는 각각이 "2개 브릭" 패턴이기 때문이다.

[0053] 도 5 및 도 6에 관하여 설명된 단일 모드 또는 이중 모드 홈 깊이 분포와 대조적으로, 도 7 및 도 8에 도시된

패턴에 대한 홈 깊이 분포는 각각 다중 모드일 것이고, 이는 전술된 방법에 따라 측정될 때 둘 초과의 홈 깊이가 나타날 것이라는 것을 의미한다. 이론적인 다중 모드 홈 깊이 분포가 도 7a에 도시되어 있다. 모드의 개수는 다른 요인들 중에서도 인접 홈 세그먼트들 또는 특징부들 사이의 중첩 정도를 포함하는 요인과, 홈 깊이가 측정되는 선이 어디에 배치되는가에 좌우될 것이다. 다중 모드 홈 깊이 분포 패턴을 나타내는 공구가 단일 모드 또는 이중 모드 홈 깊이 분포 패턴을 나타내는 공구보다 관찰자에게 덜 규칙적으로 또는 더 랜덤하게 보일 것이라고 믿어지며, 이는 본 발명의 다른 태양이다. 이는 홈 세그먼트가 교차하는 영역들이 모두 규칙적으로 정렬되어 있지 않기 때문이라고 믿어진다. 유사하게, 다중 모드 홈 깊이 분포를 갖는 공구를 사용하여 제조된 필름, 시트 또는 다른 용품은 또한 관찰자 또는 이들 용품의 사용자에게 덜 규칙적으로 또는 더 랜덤하게 보일 것으로 믿어진다. 마지막으로, 다중 모드 홈 깊이 분포는 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이 규칙적(홈의 정돈된 패턴으로부터 기인함)이거나 또는 랜덤(불규칙)할 수 있다. 규칙적인 다중 모드 홈 깊이 분포를 갖는 공구를 사용하여 제조된 공구 및 용품은 본 발명의 추가 태양이다.

[0054] 본 발명의 바람직한 실시예에서, 작업편의 회전, 플라이 커팅 헤드의 회전, 및 플라이 커팅 헤드의 z축 운동은 작업편에 특징부를 절삭하는 전체 공정 동안 상대적으로 안정 상태에서 작동한다. 이는 정지, 시작, 또는 플라이 커팅 헤드나 작업편의 재배치, 또는 변화 후에 안정 작동 상태로의 하나 또는 둘 모두의 복귀를 기다리는 데에 소비되는 시간을 최소화하기 때문에 바람직하다. 이는 또한 플라이 커팅 작업의 중지로 인해 발생할 수 있는 에러를 최소화하는 것을 도울 수 있다. 이러한 안정 상태 작동 모드를 달성하는 하나의 방법은 플라이 커팅 헤드 및 작업편을 상대적으로 일정한 속도로 가동시키고 롤의 각각의 회전에 대한 소정의 Z축 전진을 제공하도록 제어기를 프로그래밍하여, (예를 들어) 연속하는 홈 세그먼트가 롤의 일 단부로부터 롤의 타 단부까지 연속적으로 그리고 미리 정해진 대로 롤의 둘레에 형성될 수 있게 하는 것이다.

[0055] 비록 전술된 논의가 전형적으로 절삭이 시작되는 작업편의 단부로부터 작업편의 반대편 단부를 향해 Z축을 따르는 단일 방향의 운동을 언급하였지만, 플라이 커팅 헤드는 원한다면 상이한 연속하는 Z축 위치에서 작업편에 홈을 절삭하기 위해 Z축을 따라서 전후방으로 이동하도록 프로그래밍될 수 있다. 또한, 만약 덜 규칙적인 홈 패턴이 요구되었다면, 작업편의 각방향 위치의 랜덤한 차이가 도입될 수 있듯이, Z축을 따르는 홈 위치의 랜덤한 차이가 도입될 수 있다(Z축 노이즈라 함).

[0056] 도 9 및 도 10은 전술된 유형의 공구를 사용하여 제조된 용품을 도시한다. 특히, 도 9 및 도 10의 용품은 소정의 광학적으로 유용한 특성을 갖는 미세구조화된 중합체 필름 또는 필름 표면일 수 있다. 도 9에 도시된 용품은 4개 브릭 패턴 및 다중 모드 홈 깊이 분포를 나타내고, 도 10에 도시된 용품은 이전에 설명된 유형의 2개 브릭 패턴을 나타낸다. 구조물 자체는 작업편에 절삭된 인접 홈 세그먼트로부터 기인하는데, 세그먼트들은 적어도 그들의 단부에서 중첩된다.

[0057] 본 발명의 다양한 태양은 마치 작업편에 특징부가 이전에 형성되지 않은 듯이 기재되었지만, 본 발명은 작업편에 이전에 형성된 특징부를 변형, 보충 또는 보완하기 위해 사용될 수 있다. 특징부는 다른 밀링, 터닝, 또는 플라이 커팅 작업, 또는 현재 알려진 또는 후에 개발될 임의의 다른 표면 형성 또는 변형 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 작업편에는 때때로 그 표면 상에 매우 작은 피라미드가 형성되고, 이는 입사광을 반사할 수 있는 그러한 피라미드의 역(큐브 코너(cube corner))을 갖는 중합체 시트의 형성을 용이하게 할 수 있다. 그러한 피라미드는 플라이 커팅 장치의 3회 연속 통과에 의해 형성될 수 있고, 그 중 임의의 하나 이상은 본 발명의 태양을 포함할 수 있다. 본 명세서에 기재된 플라이 커팅 작업에 이어서, 재료를 제거 또는 변형시키거나, 또는 표면 특징부를 다듬기 위해 추가의 커팅, 밀링 또는 다른 공정을 수행하는 것이 또한 유용할 수 있다.

[0058] 본 발명은 원통형 공구를 절삭할 때에 빈번하게 마주치는 추가의 문제점에 대한 잠재적 해결책을 제공한다. 종래의 공구 절삭 작업에서, 절삭 요소는 Z축에 평행한 원통형 작업편에 긴 홈을 절삭하고, 작업편 또는 공구는 인덱싱되며, 절삭 요소는 제1 홈에 평행한 제2 긴 홈을 절삭하는 등이다. 작업편의 단일 회전에서, 최종 홈이 제1 홈에 인접한 상태로 전체 표면에는 홈이 구비될 수 있다. 그러나, 절삭 요소가 제1 홈을 형성하였을 때 절삭 요소는 도 11에 도시된 바와 같이 상대적으로 예리하지만, 절삭 요소가 최종 홈을 형성하였을 때 절삭 요소는 도 12에 도시되는 바와 같이 무디거나 또는 적어도 덜 예리하다. 도 11 및 도 12는 도 2에 도시된 바와 같이 작업편을 절삭하는 절삭 요소의 예시이다. 최초의 예리한 홈 또는 다른 특징부와 최종의 무딘 홈 또는 다른 특징부 사이의 현저한 차이는 작업편 상에 가상 시임을 형성할 수 있다. 이러한 효과는 종래 기술에 따라 절삭된 공구의 일부분의 부분 또는 단면 절취도인 도 13에 도시되어 있다. 예리한 공구에 의해 절삭된 "예리한" 홈이 최종의 "무딘" 홈에 인접한 지점에서, (도 13에 도면부호 "VS"로 도시된) 가상 시임이 생기고, 이는 그 작업편 상에 제조된 필름, 시트 또는 다른 용품 상에 또는 그 내에 대응 가상 시임을 형성할 것이다. 예리한 홈과

덜 예리한 또는 무딘 홈 사이의 계면을 "가상 시임"이라 하는데, 이는 시임이 선의 각 측부에 상이한 특징부의 존재에 의해 야기되는 광학적 시임이지 (금속 공구 또는 중합체 시트와 같은) 두 조각의 재료를 함께 물리적으로 겹쳐 이은 것은 아니기 때문이다. 만약 공구 상에 제조된 시트 조각의 원하는 최종 크기가 원통형 공구의 원주보다 작다면, 가상 시임을 트리밍(trimming)하는 것이 가능하지만, 이는 아마도 상당한 양의 부스러기 시트를 생성한다. 만약 요구되는 최종 시트 조각의 크기가 공구의 원주보다 크다면, 가상 시임을 갖는 시트를 사용하는 것을 회피하는 효과적인 방법은 없을 것이다.

[0059] 이러한 문제는 본 발명의 소정의 태양을 사용하여 처리될 수 있다. 만약 홈 세그먼트가 롤의 주연부 둘레에 형성된다면, 그리고 플라이 커팅 헤드의 제2 및 후속 통과 동안 형성된 연속하는 홈 세그먼트가 이전의 홈 세그먼트와 정렬된다면, 종방향 연장 연속 홈의 동등물을 갖는 롤이 제조될 수 있다. 그러나, 이러한 방법은, 롤의 일 단부에서의 홈의 부분이 예리하고 롤의 타 단부에서의 홈의 부분이 덜 예리하거나 또는 무딘 공구를 생성한다. 더 중요하게는, 그러한 공구 상에는 예리한 홈과 무딘 홈이 서로 이웃하는 지점이 없고, 도 14에 도시된 바와 같이, 가상 시임이 공구 상에 존재하지 않는다. 또한, 그 공구를 사용하여 제조된 어떠한 결과적인 시트, 필름 또는 용품도 가상 시임을 포함하지 않을 것이며, 이는 본 발명의 이점이다. 도 12를 도 11과 비교하여 도시된 바와 같이, 끝이 둥글게 되기 때문에, 절삭 요소가 사용 동안 마모를 나타내는 정도는 끝이 뾰족한 공구에 관해서 곡률 반경을 점진적으로 증가시킴으로써 특성화될 수 있다. 비록 단지 둥근 외부의 절삭 요소 리지 또는 에지만이 이들 도면에 도시되었지만, 둥근 내부의 절삭 요소의 골(valley) 또한 마모될 수 있고 곡률 반경을 증가시키는 것을 나타낼 수 있다. 마모는 또한 절삭 요소의 평탄부 또는 면 상의 스크래치에 의해, 또는 면의 평탄도로부터의 벗어남에 의해 특성화될 수 있다. 그러나, "예리한" 공구와 "무딘" 공구 사이의 또는 "예리한" 특징부 또는 홈과 "무딘" 특징부 또는 홈 사이의 차이의 정밀한 정도는 본 발명에 중요하지 않으며, 이는 상대적으로 더 예리한 공구에 의해 제조된 상대적으로 더 예리한 홈과 상대적으로 더 무딘 공구에 의해 제조된 상대적으로 더 무딘 홈 사이의 가상 시임을 피하는 것이기 때문이며, 이는 본 발명의 유용한 특징이다. 종래의 공구 절삭 시스템은 이러한 이점을 효과적으로 제시할 수 없는 것으로 믿어진다.

[0060] 본 발명의 추가의 이점, 구체적으로 플라이 커팅 헤드(및 그에 따른 관련 절삭 요소)의 위치를 결정할 수 있는 이점은 절삭 요소(들)의 위치 또는 배향이 소정의 바람직한 효과를 제공하도록 랜덤인 또는 소정의 방법으로 변화될 수 있는 것이다. 예를 들어, 절삭 요소의 위치는 절삭 요소가 작업편에 특징부를 형성하는 시간 동안 변하도록 제어기에 의해 제어될 수 있어서, 소정의 형상, 위치, 또는 둘 모두를 갖는 특징부를 가져온다. 이는 본 발명의 일 실시예에서 달성되지만, 액추에이터를 사용하여 (단독으로 또는 카트리지 또는 캐리어와 함께) 절삭 요소의 위치 또는 배향, 또는 둘 모두를 변화시킨다.

[0061] 액추에이터는 절삭 요소의 위치 또는 배향의 변화를 이루는 임의의 장치일 수 있고, 고속 공구 서보(FTS)의 구성요소일 수 있다. 고속 공구 서보는 고체 상태 "압전"(PZT, piezoelectric) 장치(전형적으로 PZT 스택이라 함)를 포함하고, 이는 PZT 스택에 부착된 절삭 공구의 위치를 신속하게 조정할 수 있다. 서브나노미터 배치 해상도를 갖는 PZT 스택이 이용 가능하고, 이는 아주 신속하게 반응하며 수백만 또는 심지어 수십억의 사이클 후에도 본질적으로 마모를 나타내지 않는다. FTS에 포함되는 것과 같은 액추에이터는 액추에이터가 배치 불일치를 조정하는 것을 가능하게 하는 위치 센서와 함께 폐쇄 루프 작동에, 또는 위치 센서 없이 개방 루프 작동에 사용될 수 있다. 액추에이터는 제어기로부터의 신호를 수신하고, 그에 의해 절삭 요소가 홈 세그먼트 또는 홈과 같은 특징부를 작업편에 생성하는 방식을 제어한다. 액추에이터는 바람직하게는, 직접적으로 또는 카트리지나 캐리어를 통해 간접적으로 플라이 커팅 헤드에 제거 가능하게 연결된다. 비록 액추에이터가 절삭 요소를 X 축만을 따라서 연장시킬 수 있지만, 절삭 요소를 임의의 축을 따라서 또는 (회전식으로) 임의의 축의 둘레에서 이동시킬 액추에이터가 제공될 수 있다.

[0062] 액추에이터는 하나 이상의 와이어, 광섬유 또는 다른 신호 전송 장치를 통해 하나 초과의 신호 또는 신호의 유형을 수신할 수 있다. 예를 들어, 액추에이터는 공구 홀더의 위치 또는 배향을 변화시키기 위해 필요한 동력을 생성하기 위해 AC 또는 DC 전력을 받을 수 있다. 액추에이터는 또한 액추에이터에 의해 실현될 위치 또는 배향의 변화에 비례할 수 있는 구동 신호를 수신할 수 있다. 액추에이터는 그의 최초 상태, 위치 또는 배향으로 되돌아가는 것을 가능하게 하거나 이를 야기하는 영(zero) 볼트 신호와 같은 기준 신호를 수신할 수 있다. 마지막으로, 액추에이터 또는 관련 하드웨어는 예를 들어 공구 홀더 또는 절삭 요소의 위치 또는 상대 위치에 관한 정보를 제공하는 피드백 신호를 전송할 수 있어서, 공구 홀더 또는 절삭 요소의 위치 또는 배향의 후속 변화는 적절하게 구성될 수 있다. 기술된 유형의 신호 또는 다른 신호는 전용 와이어 또는 광섬유를 통해 전송될 수 있거나, 또는 적절한 곳에서 단일 와이어 또는 광섬유를 따라서 다중 송신될 수 있다. 전력 및 본 명세서에서 설명된 신호, 또는 임의의 다른 필요한 또는 유용한 신호의 전송은 또한 당업계에 알려져 있는 바와 같이 고정 구

성요소로부터 회전 구성요소로 신호를 전송하기 위한 슬립 링 또는 다른 기구의 사용을 필요로 할 수 있다. 유용할 수 있는 하나의 슬립 링은 제품 번호 상품명 09014로 미국 캘리포니아주 사우스 이아이 몬테 소재의 패브리캐스트 인크.(Fabricast, Inc.)로부터 입수 가능하다. 전력 또는 신호, 또는 이 둘 모두를 전송하기 위한 다른 구성요소는 수은 습식 슬립 링, 광섬유 회전 조인트(FORJs) 및 무접점 자기 슬립 링을 포함한다.

[0063] 비록 절삭 요소 카트리지 또는 캐리어가 절삭 요소의 교체 및 정밀한 배치를 용이하게 하기 위해 본 발명의 소정 실시예에서 유용할 수 있지만, 그러한 캐리어 없이 절삭 요소를 액추에이터 상에 직접 장착하는 것이 가능할 수 있다. 절삭 요소는 접착제, 블레이징, 솔더링 또는 다른 방법에 의해 절삭 요소 캐리어에 고정되거나, 또는 액추에이터에 직접 고정될 수 있다.

[0064] 본 발명에 따른 공구 상에 제조된, 또는 본 발명에 따라 제조된 중합체 필름 및 시트와 같은 용품은 모니터 또는 텔레비전과 같은 디스플레이에, 또는 도로 표지판에 사용되는 유형의 반사성 또는 역반사성 시트로서, 또는 다른 목적을 위해 유용할 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 공구(마스터 공구)의 구조는 제조 공구를 형성하기 위해 주조 및 경화 공정에 의해 중합체 재료의 벨트 또는 웨브와 같이 다른 매체 상에 전사될 수 있다 그 다음, 이러한 제조 공구는 본 명세서에 기재된 유형의 미세복제 용품을 만들기 위해 사용된다. 이는 결과로서 마스터 공구의 표면에 대응하는 표면을 갖는 용품을 생성한다. 전기 주조와 같은 다른 방법들이 또한 마스터 공구를 복제하기 위해 사용될 수 있다. 그 다음, 중간 공구라 할 수 있는 그 복제물은 미세복제 용품을 제조하기 위해 사용될 수 있다.

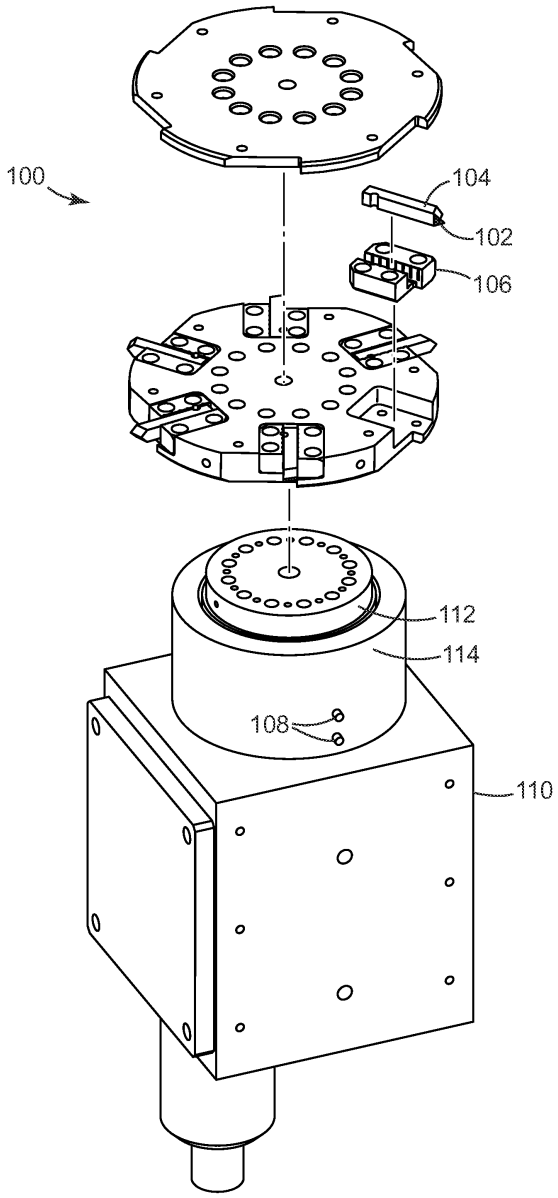
[0065] 본 발명의 다른 실시예에서, 절삭 요소는 종래의 플라이 커팅 헤드의 경우와 마찬가지로 플라이 커팅 헤드로부터 반경방향으로 돌출할 필요가 없다. 그 대신에 또는 그에 더하여, 절삭 요소는 플라이 커팅 헤드의 회전축에 평행하게 또는 대체로 평행하게 연장할 수 있다. 절삭 요소는 전술된 방식으로 액추에이터에 의해 제어될 수 있고, 작업편의 표면에 소정의 패턴 또는 특징부를 절삭하기 위해 "면 커팅" 또는 "면 플라이 커팅"이라 하는 작업에 사용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 절삭 요소는 종래의 플라이 커팅에서 통상 있는 경우인 간헐적 접촉이 아니라, 본질적으로 작업편과 연속 접촉한다.

[0066] 전술한 유형의 시트와 같은 미세복제 구조물은 역반사성 도로 표지판 및 차량 번호판, 보는 사람을 향한 광의 방출을 제어하는 휴대용 컴퓨터에서의 디스플레이와 같은 디스플레이, 다른 광학 필름, 연마 또는 마찰-제어 필름, 접착 필름, (예를 들어, 미국 특허 제5,360,270호에 개시된 바와 같은) 자가 정합 프로파일을 갖는 기계적 패스너, 또는 대략 1000 마이크로미터 미만의 치수와 같이 상대적으로 작은 치수의 미세복제 특징부를 갖는 임의의 성형된 또는 압출된 부품을 위해 사용되고 있다.

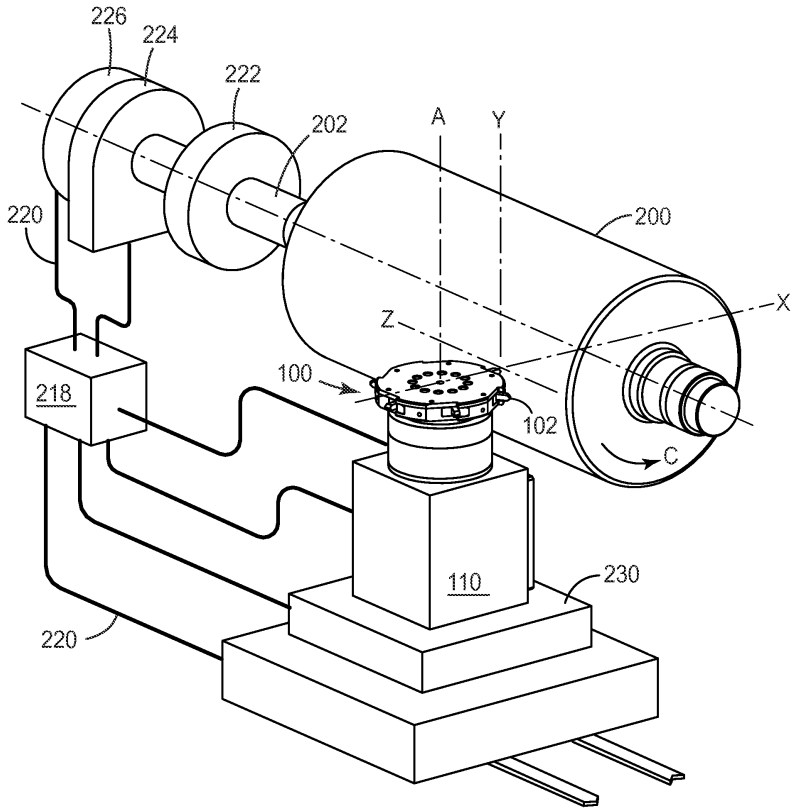
[0067] 이제까지 본 발명이 그의 몇몇 실시예에 관하여 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 본 발명의 변형이 행해질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 홈으로서 설명된 구조물은 다른 특성을 갖는 특징부일 수 있고, 원통형으로서 설명된 작업편은 대신에 다른 형상일 수 있으며, 시스템의 다양한 구성요소가 동일한 결과를 달성하기 위해 상이한 방식으로 조립될 수 있다. 따라서, 본 발명은 전술한 개시 내용에 의해서가 아니라, 이하의 특허청구범위 및 그 동등물에 의해서 제한되어야 한다.

도면

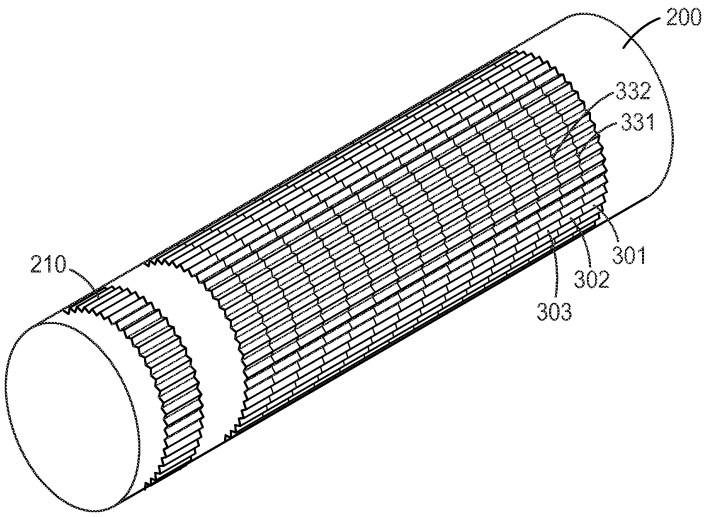
도면1



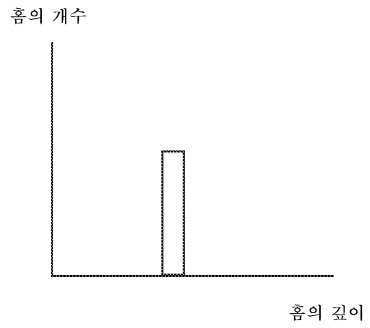
도면2


226
224
222
202
A
Y
200
220
X
Z
100
218
102
C
110
230
220

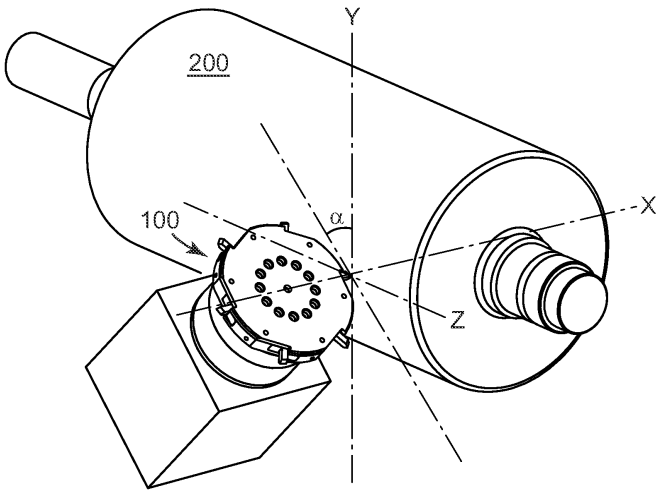
도면3


200
332
331
210
301
302
303

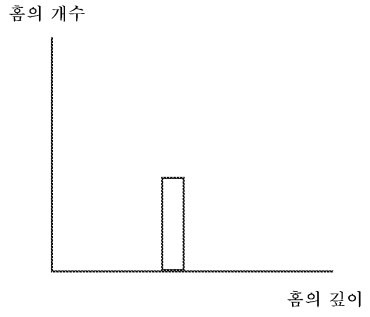
도면3a



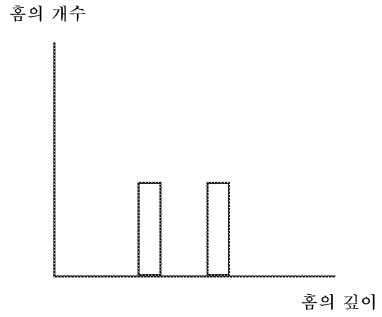
도면4



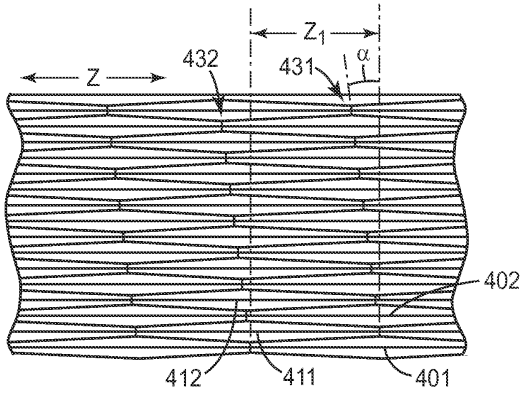
도면5a



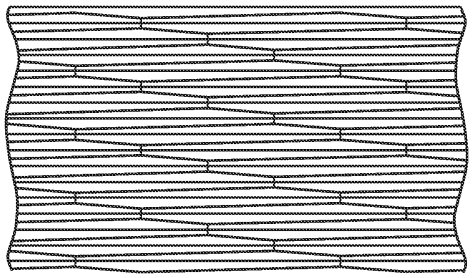
도면5b



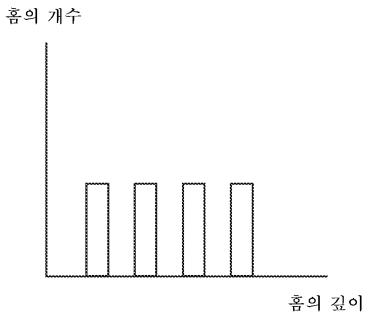
도면6



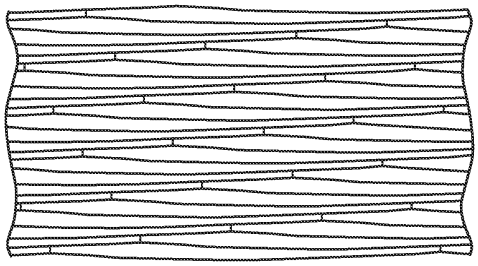
도면7



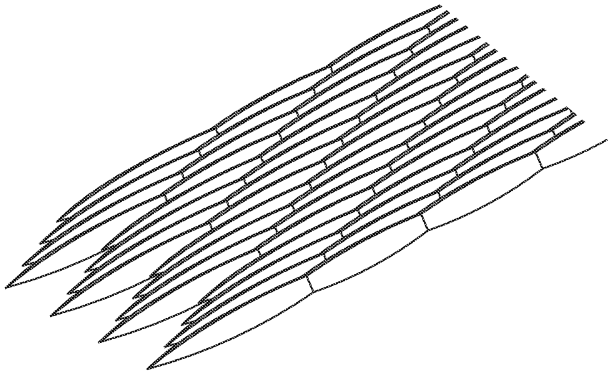
도면7a



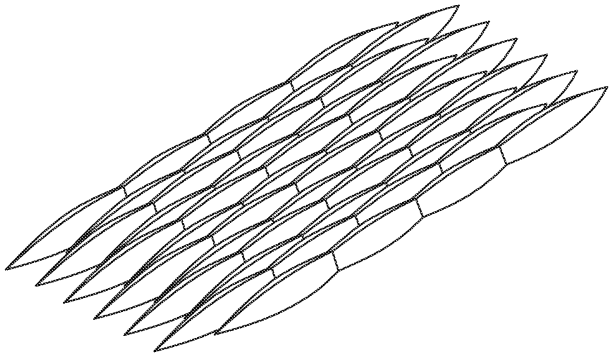
도면8



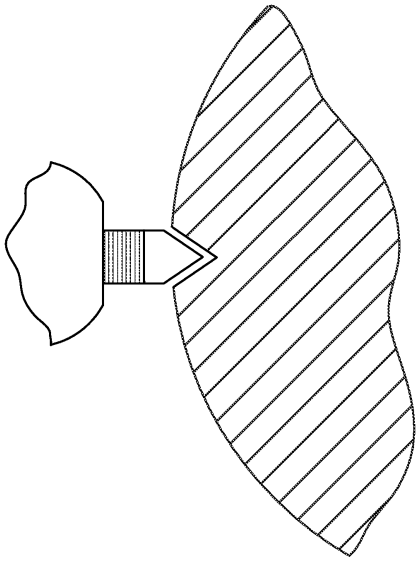
도면9



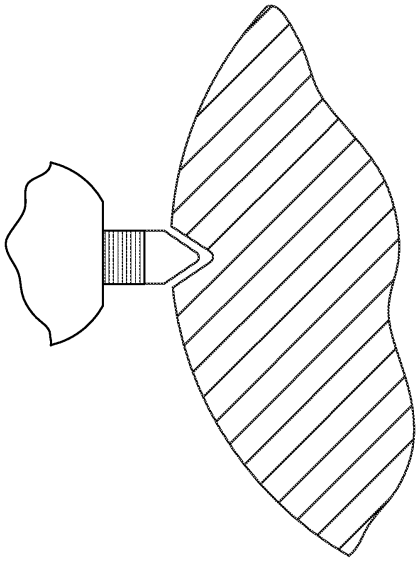
도면10



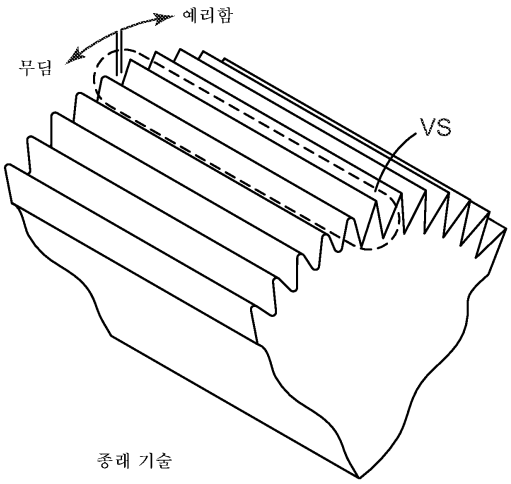
도면11



도면12



도면13



도면14

