



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월20일

(11) 등록번호 10-1397795

(24) 등록일자 2014년05월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23Q 15/14 (2006.01) *B23Q 15/08* (2006.01)
B81C 99/00 (2010.01)
- (21) 출원번호 10-2008-7015502
- (22) 출원일자(국제) 2006년12월21일
 심사청구일자 2011년12월13일
- (85) 번역문제출일자 2008년06월26일
- (65) 공개번호 10-2008-0079287
- (43) 공개일자 2008년08월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2006/048806
- (87) 국제공개번호 WO 2007/075898
 국제공개일자 2007년07월05일
- (30) 우선권주장
 11/318,707 2005년12월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP10328902 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
가디너 마크 이.
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
 피스 박스 33427쓰리엠 센터
- 캠프벨 엘란 비.**
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
 피스 박스 33427쓰리엠 센터
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김영, 안국찬, 양영준

전체 청구항 수 : 총 2 항

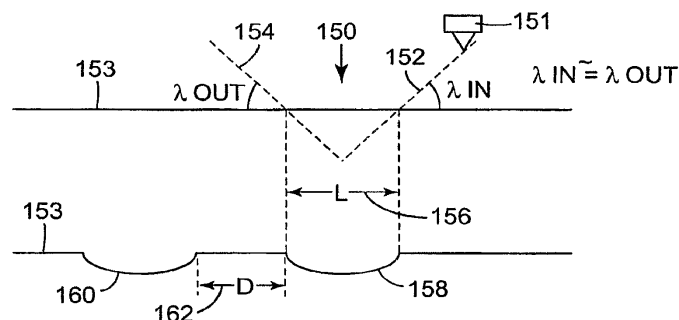
심사관 : 김영훈

(54) 발명의 명칭 단속 절삭 고속 공구 서보를 사용하는 절삭 공구

(57) 요약

절삭할 공작물을 따라 측방향으로 운동할 수 있는 공구대와, 공구 팁을 갖는 액추에이터를 구비하는 절삭 공구 조립체가 개시된다. 액추에이터는 공작물 내에 불연속적인 미세 구조체들을 제조하기 위해 공작물 내외로 x 방향으로의 공구 팁의 이동을 제어한다. 기계 가공된 공작물은 비인접 미소렌즈(lenslet)들을 갖는 필름과 같은 미세 구조화 물품을 제조하는 데 사용될 수 있다.

대표도 - 도7A



(72) 발명자

에인즈 데일 엘.

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

웨르츠 다니엘 에스.

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

특허청구의 범위

청구항 1

원통형 공작물을 기계 가공하기 위한 장치로서,

회전 이동하도록 장착된 원통형 공작물;

공작물을 회전시키기 위하여 공작물에 연결된 구동 유닛;

기계 가공할 공작물의 표면에 대해 평행 이동하기 위한 트랙에 장착된 공구대;

공구대에 장착된 액추에이터로서, 개구를 구비한 본체; 본체 개구에 고정되어 미리 설치된 압전 스택; 압전 스택에 연결된 공구 팁 캐리어; 및 공구 팁 캐리어에 장착된 공구 팁을 포함하고, 압전 스택은 기계 가공할 공작물의 표면에 수직인 x 방향으로 공구 팁을 이동시키는, 액추에이터; 및

구동 유닛 및 액추에이터에 연결되어, 구동 유닛을 통해 공구 팁에 대한 공작물의 이동을 제어하고, 압전 스택을 통해 공구 팁의 이동을 제어하기 위한 컨트롤러로서, 공작물의 표면에 불연속적인 형상체를 만들기 위하여 표면의 절삭 중에 압전 스택을 통해 공구 팁을 기계 가공할 공작물의 표면 내외로 이동시키는 컨트롤러

를 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

공구 팁에 의해 절삭된 형상체는 1 내지 1000 마이크로미터의 피치를 갖는 장치.

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

명세서

배경 기술

[0001] 미세복제 공구(microreplication tool)와 같은 다양한 공작물들을 생성하기 위해 기계 가공 방법들이 사용될 수 있다. 미세복제 공구는 미세복제 구조체의 생성을 위해 압출 공정, 사출 성형 공정, 엠보싱 공정, 주조 공정 등에 일반적으로 사용된다. 미세복제 구조체는 광학 필름, 연마 필름, 접착 필름, 자기 정합 특성(self-mating profile)을 갖는 기계식 패스너, 또는 대략 1000 마이크로미터 미만의 치수와 같은 비교적 작은 치수의 미세복제 형상체(feature)를 갖는 임의의 성형 또는 압출 부품을 포함할 수 있다.

[0002] 미세 구조체는 또한 여러 가지 다른 방법들에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 마스터 공구(master tool)의 구조체는 마스터 공구로부터 주조 및 경화 공정에 의해서 중합체 재료의 웨브 또는 벨트와 같은 다른 매체에 전사되어 제조 공구(production tool)를 형성할 수 있으며, 이러한 제조 공구는 이어서 미세복제 구조체를 제조하는 데 사용된다. 전기 주조(electroforming)와 같은 다른 방법들이 마스터 공구를 복제하는 데 사용될 수 있다. 광 지향 필름(light directing film)을 제조하기 위한 다른 대안적인 방법으로서, 투명 재료를 직접 절삭 또는 기계 가공하여 적절한 구조체를 형성시키는 방법이 있다. 다른 기술로는 화학적 에칭, 비드 블래스팅(bead blasting) 또는 다른 확률적 표면 개질(stochastic surface modification) 기술이 있다.

발명의 상세한 설명

[0003] 제1 절삭 공구 조립체는 공구대(tool post)와, 공구대에 부착되고 컨트롤러와 전기 통신하도록 구성되는 액추에이터를 포함한다. 액추에이터에 부착되는 공구 팁은 절삭할 공작물에 대해 이동하도록 장착된다. 액추에이터는 공구 팁을 x 방향으로 공작물 내외로 이동시키며, 공구 팁은 공작물의 절삭 중에 공작물과 불연속적으로 접촉한다.

[0004] 제2 절삭 공구 조립체는 공구대와, 공구대에 부착되고 컨트롤러와 전기 통신하도록 구성되는 액추에이터를 포함한다. 액추에이터에 부착되는 공구 팁은 절삭할 공작물에 대해 이동하도록 장착된다. 액추에이터는 공구 팁을 x 방향으로 공작물 내외로 이동시킨다. 공구 팁은 절삭 중에 공작물과 불연속적으로 접촉하며, 절삭 공구 조립체는 절삭 중에 공작물 내부로의 공구 팁의 진입각(taper-in angle)과 공작물 외부로의 공구 팁의 이탈각(taper-out angle)을 변경시킬 수 있다.

실시예

[0028] 절삭 공구 시스템

[0029] 일반적인 다이아몬드 선삭 기술(diamond turning technique)이 국제 특허 공개 WO 00/48037호에 개시되어 있다. 광학 필름이나 다른 필름들의 제조 방법에 사용되는 장치는 공구 급속 서보(fast tool servo)를 포함할 수 있다. 국제 특허 공개 WO 00/48037호에 개시된 바와 같이, 공구 급속 서보(FTS)는 고체 압전(PZT) 장치로서 PZT 스택(stack)으로 불리며 그 PZT 스택에 부착된 절삭 공구의 위치를 신속하게 조절한다. FTS는 이하에 더 설명되는 바와 같이 절삭 공구가 좌표계 내에서 여러 방향으로 아주 정밀하면서도 고속으로 이동할 수 있도록 한다.

[0030] 도 1은 공작물에 미세 구조체를 제조하는 절삭 공구 시스템(10)의 다이어그램이다. 미세 구조체는 물품의 표면에 형성되거나 물품의 표면 내로 만입되거나 또는 물품의 표면으로부터 돌출되는 임의의 유형, 형상 및 크기의 구조체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기재한 액추에이터 및 시스템을 사용하여 생성된 미세 구조체는 1000 마이크로미터의 피치, 100 마이크로미터의 피치, 1 마이크로미터의 피치, 또는 대략 200 나노미터(nm)의 광파장 미만의 피치(sub-optical wavelength pitch)를 가질 수 있다. 대안적으로, 다른 실시예들에서, 미세 구조체에 대한 피치는 미세 구조체의 절삭 방법과는 무관하게 1000 마이크로미터 초과일 수 있다. 이러한 치수는 단지 예시적인 목적으로만 제시되며, 본 명세서에 기재된 액추에이터 및 시스템을 사용하여 제조된 미세 구조체는 그 시스템을 사용하여 가공될 수 있는 범위 내에서 임의의 치수를 가질 수 있다.

[0031] 시스템(10)은 컴퓨터(12)에 의해 제어된다. 컴퓨터(12)는 예를 들어 하기의 구성 요소들, 즉 즉 하나 이상의 응용 프로그램(16)을 저장하는 메모리(14)와, 정보의 비휘발성 저장을 위해 제공되는 보조 저장 장치(18)와, 정보 또는 명령을 수신하는 입력 장치(20)와, 메모리(16) 또는 보조 저장 장치(18)에 저장되거나 또는 다른 소스(source)로부터 수신된 응용 프로그램을 실행하는 프로세서(22)와, 정보의 시각적 표시(visual display)를 출력하는 표시 장치(24)와, 음성 정보용 스피커나 정보의 하드카피(hardcopy)용 프린터와 같이 정보를 다른 형태로 출력하는 출력 장치(26)를 구비한다.

[0032] 공작물(54)의 절삭은 공구 팁(44)에 의해 행해진다. 액추에이터(38)는 공작물(54)이 컴퓨터(12)에 의해 제어되는 전기 모터와 같은 구동 유닛 및 인코더(56)에 의해 회전되고 있을 때 공구 팁(44)의 이동을 제어한다. 본 실시예에서, 공작물(54)은 롤 형태로 도시되어 있지만 이는 평면 형태로 구현될 수 있다. 임의의 가공가능한 재료가 사용될 수 있으며, 예를 들어 공작물은 알루미늄, 니켈, 구리, 황동, 강 또는 플라스틱(예컨대, 아크릴)으로 구현될 수 있다. 사용할 특정 재료는 예컨대 가공된 공작물을 사용하여 제조된 여러 가지 필름들과 같은 특성의 원하는 적용 분야에 좌우될 수 있다. 액추에이터(38)와 이하에 설명되는 액추에이터는 예컨대 스테인리스강이나 다른 재료들로 구현될 수 있다.

[0033] 액추에이터(38)는 공구대(36)에 분리가능하게 연결되며, 이어서 공구대는 트랙(track)(32)에 위치된다. 공구대(36)와 액추에이터(38)는 화살표(40, 42)로 도시한 바와 같이 x 방향 및 z 방향으로 이동하도록 트랙(32)에 구성된다. 컴퓨터(12)는 하나 이상의 증폭기(30)를 통해 공구대(36)와 액추에이터(38)에 전기 접속된다. 컨트롤러로서의 기능 수행시, 컴퓨터(12)는 공작물(54)을 기계 가공하기 위해 트랙(32)을 따른 공구대(36)의 이동과 액추에이터(38)를 통한 공구 팁(44)의 이동을 제어한다. 액추에이터가 다수의 PZT 스택들을 구비하면, 액추에이터는 별도의 증폭기들을 사용하여 그 스택들에 부착된 공구 팁의 이동을 독립적으로 제어하는 데 사용되는 각각의 PZT 스택을 독립적으로 제어할 수 있다. 컴퓨터(12)는 이하에서 더 설명되는 바와 같이 공작물(54)에 여러 가지 미세 구조체들을 기계 가공하기 위해서 액추에이터(38)에 파형들을 제공하도록 함수 발생기(28)를 사용할 수 있다.

[0034] 공작물(54)의 기계 가공은 여러 가지 구성 요소들의 조정된 이동에 의해 달성된다. 특히, 시스템은 컴퓨터(12)의 제어 하에서 c 방향으로의 공작물의 이동과 x 방향, y 방향 및 z 방향 중 하나 이상의 방향으로의 공구 팁(44)의 이동과 함께 공구대(36)의 운동을 통한 액추에이터(38)의 이동을 조정 및 제어할 수 있으며, 이러한 좌표에 대해서는 후술한다. 시스템은 전형적으로 공구대(36)를 일정한 속도로 z 방향으로 이동시키지만, 가변 속

도가 사용될 수도 있다. 공구대(36) 및 공구 팁(44)의 이동은 전형적으로 c 방향으로의 공작물(54)의 이동(선(53)으로 도시된 바와 같은 회전 이동)과 동시에 행해진다. 이러한 이동 모두는 예컨대 컴퓨터(12) 내의 소프트웨어, 펌웨어 또는 그 조합으로 구현된 수치 제어기(numerical controller: NC) 또는 수치 제어 기술을 이용하여 제어될 수 있다.

[0035] 공작물의 절삭은 연속 및 불연속 절삭 운동을 포함할 수 있다. 물 형태의 공작물의 경우, 절삭은 물 주위로 또는 물을 중심으로 하여 (때로 나사 절삭(thread cutting)으로 불리는) 나선형(helix-type) 절삭 또는 개별 원들을 포함할 수 있다. 평면 형태의 공작물의 경우, 절삭은 공작물 상에 또는 공작물을 중심으로 하여 소용돌이형(spiral-type) 절삭 또는 개별 원들을 포함할 수 있다. 또한, X자형 절삭이 이용될 수 있으며, 이는 다이아몬드 공구 팁이 공작물 내외로 횡단할 수 있지만 공구대의 전체 운동은 직선 운동인 거의 직선형의 절삭 방식을 포함한다. 또한, 절삭은 이러한 유형의 운동들의 조합을 포함할 수 있다.

[0036] 기계 가공된 후, 공작물(54)은 다양한 적용 분야에 사용되는 해당 미세 구조체를 갖는 필름을 제조하는 데 사용될 수 있다. 이러한 필름의 예로는 광학 필름, 마찰 제어 필름 및 마이크로 패스너 또는 다른 기계식 미세 구조화 구성 요소들이 있다. 이 필름은 전형적으로 점성 상태의 중합체 재료를 공작물에 도포하여 적어도 부분적으로 경화시키고 이어서 제거하는 코팅 공정을 이용하여 제조된다. 경화된 중합체 재료로 구성된 필름은 공작물의 구조체에 실질적으로 상반되는 구조체를 구비하게 된다. 예를 들어, 공작물의 만입부(indentation)는 생성된 필름에 돌출부로 형성된다. 기계 가공된 후, 공작물(54)은 공구의 개별 요소들 또는 미세 구조체들에 대응하는 개별 요소들 또는 미세 구조체들을 갖는 다른 물품을 제조하는 데 또한 사용될 수 있다.

[0037] 냉각 유체(46)는 라인(48, 50)을 통해 공구대(36)와 액추에이터(38)의 온도를 제어하는 데 사용된다. 온도 제어 유닛(52)은 냉각 유체가 공구대(36)와 액추에이터(38)를 통해 순환될 때 실질적으로 일정한 냉각 유체 온도를 유지시킬 수 있다. 온도 제어 유닛(52)은 유체의 온도를 제어하는 임의의 장치로 구현될 수 있다. 냉각 유체는 오일 제품, 예컨대 저점도 오일로 구현될 수 있다. 온도 제어 유닛(52)과 냉각 유체(46) 저장소는 냉각 유체를 공구대(36)와 액추에이터(38)를 통해 순환시키기 위해 펌프를 구비할 수 있으며, 이들은 또한 전형적으로 냉각 유체로부터 열을 제거하여 유체를 실질적으로 일정한 온도로 유지시키기 위해 냉각 시스템을 포함할 수 있다. 유체의 순환과 유체의 온도 제어를 위한 냉각 및 펌프 시스템은 본 기술 분야에 공지되어 있다. 어떤 실시예들에서, 냉각 유체는 또한 공작물(54)에 가해져서 공작물로 기계 가공될 재료의 실질적으로 일정한 표면 온도의 유지가 가능하게 된다.

[0038] 도 2는 시스템(10)과 같은 절삭 공구의 좌표계를 도시한 다이어그램이다. 이 좌표계는 공작물(64)에 대한 공구 팁(62)의 이동으로서 도시된다. 공구 팁(62)은 공구 팁(44)에 대응될 수 있으며 캐리어(60)에 전형적으로 부착되며, 이 캐리어는 액추에이터에 부착된다. 예시적인 실시예에서, 좌표계는 x 방향(66), y 방향(68) 및 z 방향(70)을 포함한다. x 방향(66)은 공작물(64)에 실질적으로 수직한 방향으로의 이동을 지칭한다. y 방향(68)은 공작물(64)의 회전면에 실질적으로 평행한 방향과 같이 공작물(64)을 가로질러 횡단하는 방향으로의 이동을 지칭한다. z 방향(70)은 공작물(64)의 회전축에 실질적으로 평행한 방향과 같이 공작물(64)을 따른 측방향으로의 이동을 지칭한다. 공작물의 회전은 도 1에 또한 도시한 바와 같이 c 방향으로 불린다. 공작물이 물 형태와는 달리 평면 형태로 구현되면, y 방향 및 z 방향은 x 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 공작물을 가로지르는 상호 직교하는 방향으로의 이동을 지칭한다. 평면 형태의 공작물은 예컨대 회전 디스크 또는 평면 재료의 임의의 다른 구성을 포함할 수 있다.

[0039] 시스템(10)은 고정밀 고속의 기계 가공에 사용될 수 있다. 이러한 유형의 기계 가공은 구성 요소들 및 공작물 재료의 조정된 속도와 같은 다양한 파라미터들을 고려하여야 한다. 전형적으로, 공작물 재료의 열안정성 및 특성과 함께 기계 가공될 금속의 주어진 체적에 대한 비에너지(specific energy)를 고려하여야 한다. 기계 가공에 관련된 절삭 파라미터는 하기의 문헌들, 즉 문헌[Machining Data Handbook, Library of Congress Catalog Card No. 66-60051, Second Edition (1972)]과, 문헌[Edward Trent and Paul Wright, Metal Cutting, Fourth Edition, Butterworth-Heinemann, ISBN 0-7506-7069-X (2000)]과, 문헌[Zhang Jin-Hua, Theory and Technique of Precision Cutting, Pergamon Press, ISBN 0-08-035891-8 (1991)]과, 문헌[M. K. Krueger et al., New Technology in Metalworking Fluids and Grinding Wheels Achieves Tenfold Improvement in Grinding Performance, Coolant/Lubricants for Metal Cutting and Grinding Conference, Chicago, Illinois, U.S.A., June 7, 2000]에 개시되어 있다.

[0040] PZT 스택, 공구 팁 캐리어 및 공구 팁

[0041] 도 3은 절삭 공구에 사용되는 예시적인 PZT 스택(72)의 다이어그램이다. PZT 스택은 그것에 연결된 공구 팁의

운동을 제공하는 데 사용되며, 본 기술 분야에 공지되어 있는 PZT 효과에 따라 작동된다. PZT 효과에 따르면, 일정 유형의 재료에 인가된 전기장은 일 축을 따른 재료의 팽창과 다른 축을 따른 재료의 수축을 일으킨다. PZT 스택은, 케이싱(84) 내에 놓여지고 기부 판(86)에 장착되는 다수의 재료(74, 76, 78)들을 포함한다. 이러한 예시적인 실시예에서, 이 재료들은 PZT 효과를 받는 세라믹 재료로 구현된다. 단지 예시적인 목적으로만 3개의 디스크(74, 76, 78)가 도시되어 있으며, 예컨대 특정 실시예의 요건에 따라 임의의 개수의 디스크들 또는 다른 재료들과 임의의 유형의 형상의 디스크들 또는 다른 재료들이 사용될 수 있다. 포스트(88)가 디스크에 부착되어 케이싱(84)으로부터 돌출된다. 디스크는 예컨대 혼합되고, 압축되고, 기재재로 하고 소결된 티탄산바륨, 지르콘산납 또는 티탄산납 재료와 같은 임의의 PZT 재료로 구현될 수 있다. 그러한 한가지 PZT 재료는 미국 94545 캘리포니아주 헤이워드 26240 인더스트리얼 볼러바드 소재의 키네틱 세라믹스 인크.(Kinetic Ceramics, Inc.)로부터 입수가 가능하다. 또한, 디스크는 예컨대 자왜 재료(magnetostrictive material)로 구현될 수 있다.

[0042] 라인(80, 82)으로 도시한 바와 같이, 디스크(74, 76, 78)로의 전기 접촉은 디스크들에 전기장을 제공하여 포스트(88)가 이동하게 한다. PZT 효과로 인해 그리고 인가된 전기장의 유형에 따라, 수 마이크로미터 범위 내의 이동과 같은 포스트(88)의 정밀하고 작은 이동이 달성될 수 있다. 또한, 포스트(88)를 갖는 PZT 스택(72)의 단부는 하나 이상의 접시 스프링 와셔(Belleville washer)에 대해 설치될 수 있는데, 이는 PZT 스택에 예비 부하(preloading)를 가하는 것이다. 접시 스프링 와셔는 포스트(88)와 그에 부착된 공구 팁의 운동을 가능하게 하는 일정 정도의 가요성을 갖는다.

[0043] 도 4A 내지 도 4D는 이하에 설명되는 바와 같이 액추에이터에 의한 제어를 위해 PZT 스택의 포스트(88)에 장착될 수 있는 예시적인 공구 팁 캐리어(90)의 도면들이다. 도 4A는 공구 팁 캐리어(90)의 사시도이다. 도 4B는 공구 팁 캐리어(90)의 정면도이다. 도 4C는 공구 팁 캐리어(90)의 측면도이다. 도 4D는 공구 팁 캐리어(90)의 평면도이다.

[0044] 도 4A 내지 도 4D에 도시된 바와 같이, 공구 팁 캐리어(90)는 평평한 배면(92)과, 테이퍼진 정면(94)과, 경사지거나 또는 테이퍼진 측부를 갖는 돌출면(98)을 포함한다. 공구 팁 캐리어(90)를 PZT 스택의 포스트에 장착하기 위해 개구(96)가 구비된다. 테이퍼진 표면(98)은 공작물 가공용 공구 팁을 장착하는 데 사용될 것이다. 예시적인 실시예에서, 공구 팁 캐리어(90)는 PZT 스택으로의 장착시 보다 큰 표면적의 접촉을 제공하여 장착 안정성을 향상시키기 위해 평평한 표면을 포함하며, 공구 팁 캐리어의 중량 저감을 위해 테이퍼진 정면을 포함한다. 공구 팁 캐리어(90)는 접착제, 경납(brazing), 연납(soldering), 볼트와 같은 패스너를 사용하거나 또는 다른 방식으로 PZT 스택의 포스트(88)에 장착될 것이다.

[0045] 예를 들어 특정 실시예의 요건에 따라 공구 팁 캐리어의 다른 구성도 가능하다. "공구 팁 캐리어"라는 용어는 공작물 가공용 공구 팁을 유지하는 데 사용되는 임의의 유형의 구조체를 포함하는 용어이다. 공구 팁 캐리어(90)는 예컨대 하나 이상의 다음의 재료들, 즉 초경합금(sintered carbide), 질화규소, 탄화규소, 강, 티타늄, 다이아몬드, 또는 합성 다이아몬드 재료로 구현될 수 있다. 바람직하게는, 공구 팁 캐리어(90)용 재료는 강성이고 저중량이다.

[0046] 도 5A 내지 도 5D는 예컨대 접착제, 경납, 연납을 사용하거나 다른 방식으로 공구 팁 캐리어(90)의 표면(98)에 고정될 하나의 예시적인 공구 팁(100)을 도시한 도면들이다. 도 5A는 공구 팁(100)의 사시도이다. 도 5B는 공구 팁(100)의 정면도이다. 도 5C는 공구 팁(100)의 저면도이다. 도 5D는 공구 팁(100)의 측면도이다. 도 5A 내지 도 5D에 도시된 바와 같이, 공구 팁(100)은 측면(104)과, 테이퍼지고 각진 정면(106)과, 공구 팁 캐리어(90)의 표면(98)에 고정되는 저면(102)을 포함한다. 공구 팁(100)의 전방부(105)는 액추에이터의 제어 하에서 공작물을 가공하는 데 사용된다. 공구 팁(100)은 예를 들어 다이아몬드 슬래브(diamond slab)로 구현될 수 있다.

[0047] 단속 절삭 FTS 액추에이터

[0048] 단속 절삭 FTS 액추에이터는 절삭 중에 공구 팁이 공작물과 불연속적으로 접촉할 때 소형 미세 구조체들을 제조하여 붙어있지 않은 미세 구조체들을 형성시키는 데 사용될 수 있다. 이러한 형상체들은 필름 도광체(film light guide), 미세 유체 구조체(micro-fluidic structure), 분할 접착제(segmented adhesive), 연마 용품(abrasive article), 광 확산체, 고콘트라스트 광학 스크린, 광 방향전환 필름, 반사 방지 구조체, 광 혼합 및 장식 필름을 제조하는 데 사용될 수 있다.

[0049] 액추에이터는 다른 이점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 형상체는 육안으로 볼 수 없도록 아주 작게 제조될

수 있다. 이러한 유형의 형상체는 예컨대 액정 디스플레이에서 확산 시트가 광 추출 형상체를 가릴 필요성을 저감시킨다. 또한, 도광체 위에 교차 BEF 필름을 사용하면 혼합 효과가 생성되며, 이는 상기의 소형 형상체와 조합되어 확산층을 필요로 하지 않을 것이다. 다른 이점은 추출 형상체가 선형 또는 원형으로 제조될 수 있다는 점이다. 선형의 경우에, 추출 형상체는 예컨대 종래의 냉음극 형광 램프(CCFL) 광원과 함께 사용될 수 있다. 원형의 경우에, 형상체는 통상 LED가 위치하는 곳에 중심점이 위치하는 원호 상에 제조될 수 있다. 또 다른 이점은 모든 형상체가 연속 홈에서와 같이 하나의 라인을 따라 배치될 필요가 없는 프로그래밍 및 구조 배치에 관한 것이다. 광 추출 형상체의 면적 밀도는 형상체들을 따른 간격, 형상체들에 직교하는 간격 및 깊이를 조정함으로써 확정적으로 조절될 수 있다. 더욱이, 광 추출 각도는 절삭면의 각도 및 반각(half angle)을 선택함으로써 우선적으로 얻어질 수 있다.

[0050] 형상체의 깊이는 예컨대 0 내지 35 마이크로미터의 범위, 보다 전형적으로는 0 내지 15 마이크로미터의 범위일 수 있다. 물 공작물의 경우, 임의의 개별 형상체의 길이는 c 축을 따른 회전 공작물의 분당 회전수(RPM)와 FTS의 응답 시간에 의해 제어된다. 형상체 길이는 예컨대 1 내지 200 마이크로미터로 제어될 수 있다. 나선형 절삭의 경우, 홈들에 직교하는 간격(피치)은 또한 1 내지 1000 마이크로미터로 프로그램될 수 있다. 이하에서 설명되는 바와 같이, 형상체의 제조를 위한 공구 팁은 재료 내외로 진입 및 이탈되어 구조체를 생성할 것이며, 이 구조체의 형상은 RPM, FTS의 응답 시간, 스핀들 인코더의 분해능 및 다이아몬드 공구 팁의 여유각(clearance angle)(예컨대, 최대 45도)에 의해 제어된다. 여유각은 공구 팁의 경사각(rake angle)을 포함할 수 있다. 형상체는 예컨대 대칭형, 비대칭형, 준반구형(semi-hemispherical), 프리즘형 및 반타원형(semi-ellipsoidal)과 같은 임의 유형의 3차원 형상을 가질 수 있다.

[0051] 도 6A 내지 도 6H는 단속 절삭 미세복제 시스템 및 방법을 구현하는 데 사용되는 하나의 예시적인 액추에이터(110)의 도면들이다. "액추에이터"라는 용어는 공구 팁을 공작물의 가공에 사용하기 위해 실질적으로 x 방향으로 이동시키는 임의 유형의 액추에이터 또는 다른 장치를 말한다. 도 6A는 액추에이터(110)의 평단면도이다. 도 6B는 PZT 스택을 액추에이터(110)에 배치시킨 상태를 도시한 정단면도이다. 도 6C는 액추에이터(110)의 정면도이다. 도 6D는 액추에이터(110)의 배면도이다. 도 6E는 액추에이터(110)의 평면도이다. 도 6F 및 도 6G는 액추에이터(110)의 측면도이다. 도 6H는 액추에이터(110)의 사시도이다. 도 6C 내지 도 6H에서 액추에이터(110)에 대한 일부 상세(details)는 명료함을 위해 생략하였다.

[0052] 도 6A 내지 도 6H에 도시된 바와 같이, 액추에이터(110)는 x 방향의 PZT 스택(118)을 유지할 수 있는 본체(112)를 포함한다. PZT 스택(118)은 화살표(138)로 도시된 바와 같이 공구 팁을 x 방향으로 이동시키는 데 사용하기 위해서 공구 팁(136)을 갖는 공구 팁 캐리어에 부착된다. PZT 스택(118)은 도 3에 도시된 예시적인 PZT 스택(72)으로 구현될 수 있다. 캐리어 상의 공구 팁(136)은 도 4A 내지 도 4D에 도시된 공구 팁 캐리어와 도 5A 내지 도 5D에 도시된 공구 팁으로 구현될 수 있다. 본체(112)는 또한 컴퓨터(12)의 제어 하에서 공작물(54)을 기계 가공하기 위해 볼트를 통해서와 같이 공구대(36)로의 분리가능한 장착에 사용되는 2개의 개구(114, 115)를 포함한다.

[0053] PZT 스택(118)은 공구 팁(136)의 정밀 제어된 이동을 위해 요구되는 안정성을 위해 본체(112)에 고정되게 설치된다. 본 예에서는 공구 팁(136) 상의 다이아몬드가 수직면과 45도의 오프셋(offset)을 갖는 다이아몬드이지만, 다른 유형의 다이아몬드도 사용될 수도 있다. 예를 들어, 공구 팁은 V자형(대칭 또는 비대칭), 둥근 노우즈형(round-nosed), 평탄형 또는 곡면형 면을 갖는 공구일 수 있다. 불연속적(비인접) 형상체들이 다이아몬드 선삭기 상에서 절삭되기 때문에, 이들은 선형 또는 원형일 수 있다. 더욱이, 형상체들은 연속하지 않기 때문에, 이들이 하나의 라인 또는 원을 따라 위치될 필요가 없다. 형상체들은 의사 무작위(pseudorandomness)적으로 산재될 수 있다.

[0054] PZT 스택(118)은 레일(120, 122)과 같은 레일에 의해 본체(112)에 고정된다. PZT 스택(118)은 바람직하게는 레일을 따라 활주시킴으로써 본체(112)로부터 분리될 수 있으며, 볼트 또는 다른 패스너들에 의해 본체(112)의 적소에 고정될 수 있다. PZT 스택(118)은 컴퓨터(12)로부터 신호를 수신하는 전기 접속부(130)를 포함한다. PZT 스택(118)의 단부 캡은 PZT 스택의 온도 제어 유지를 위해 오일과 같은 냉각 유체를 저장소(46)로부터 받아 이를 PZT 스택 주위로 순환시키고 포트(132)를 통해 저장소(46)로 다시 복귀시키는 포트(128)를 포함한다. 본체(112)는 냉각 유체를 PZT 스택(118) 주위로 향하게 하는 적절한 채널을 포함할 수 있으며, 냉각 유체는 온도 제어 유닛(52)의 펌프 또는 다른 장치에 의해 순환될 수 있다.

[0055] 도 6B는 PZT 스택(118)을 본체(112)에 배치한 상태를 도시한 정단면도이며, 여기서 PZT 스택(118)의 단부 캡은 도시되어 있지 않다. 본체(112)는 PZT 스택을 적소에 고정되게 유지시키기 위해서 PZT 스택을 위한 각 개구 내

의 복수의 레일들을 포함할 수 있다. 예를 들어, PZT 스택(118)은 본체(112)에 장착될 때 적소에 고정되게 유지되도록 레일(120, 122, 142, 144)에 의해 둘러싸인다. PZT 스택(118)에 부착된 단부 캡은 PZT 스택을 하나 이상의 레일(120, 122, 142, 144)에 고정시키는 볼트 또는 다른 패스너를 수용할 수 있으며, 단부 캡은 또한 냉각 유체를 PZT 스택 주위로 순환시키는 데 사용하기 위해 PZT 스택(118)을 본체(112)에 밀봉하는 기능을 제공할 수 있다. PZT 스택(118)은 그에 대한 예비 부하 인가를 위해 스택과 공구 팁 캐리어(136) 사이에 위치되는 하나 이상의 접시 스프링 와셔를 포함할 수 있다.

[0056] 도 7A 내지 도 7C는 전술한 예시적인 액추에이터 및 시스템을 사용하는 공작물의 단속 절삭 가공에 대해서 도시하고 있다. 특히, 도 7A 내지 도 7C는 공구 팁의 가변적인 진입각 및 이탈각의 사용에 대해서 도시하고 있으며, 이러한 각도들은 예컨대 전술한 파라미터들을 사용하여 제어될 수 있다. 도 7A 내지 도 7C의 각각은 가변적인 진입각 및 이탈각으로 공작물이 절삭되는 전후에 공작물의 예들을 도시하고 있다. 진입각은 λ_{IN} 으로 불리며, 이탈각은 λ_{OUT} 으로 불린다. 진입각 및 이탈각이라는 용어들은 각각 기계 가공 중에 공구 팁이 공작물로 진입하는 각도 및 공작물로부터 이탈하는 각도를 의미한다. 진입각 및 이탈각은 공구 팁이 공작물을 통해 이동될 때 공구 팁의 각도와 반드시 일치하는 것은 아니며, 오히려 공구 팁이 공작물과 접촉하는 각도 및 공작물로부터 이탈하는 각도를 말한다. 도 7A 내지 도 7C에서, 공구 팁과 공작물은 예컨대 전술한 시스템 및 구성 요소들로 구현될 수 있다.

[0057] 도 7A는 공작물(153) 내외로의 진입각 및 이탈각이 실질적으로 동일한 단속 절삭(150)을 도시하는 다이어그램이다. 도 7A에 도시된 바와 같이, 공작물(153) 내부로의 공구 팁(151)의 진입각(152)은 이탈각(154)과 실질적으로 동일하다($\lambda_{IN} \approx \lambda_{OUT}$). 공구 팁(151)이 공작물(153) 내에 있는 지속 기간(duration)은 생성된 미세 구조체의 길이 L(156)을 결정한다. 실질적으로 동일한 진입각 및 이탈각을 사용하면, 공구 팁에 의해 공작물로부터 재료를 제거함으로써 생성되는 실질적으로 대칭의 미세 구조체(158)가 초래된다. 간격 D(162)만큼 이격된 미세 구조체(160)와 같은 추가 미세 구조체를 제조하기 위해 이러한 공정은 반복될 수 있다.

[0058] 도 7B는 공작물(167) 내부로의 진입각이 공작물 외부로의 이탈각보다 작은 단속 절삭을 도시하는 다이어그램이다. 도 7B에 도시된 바와 같이, 공작물(167) 내부로의 공구 팁(165)의 진입각(166)은 이탈각(168)보다 작다($\lambda_{IN} < \lambda_{OUT}$). 공구 팁(165)의 공작물(167) 내의 체류 시간(dwell time)은 생성된 미세 구조체의 길이(170)를 결정한다. 이탈각보다 작은 진입각을 사용하면, 공구 팁에 의해 공작물로부터 재료를 제거함으로써 생성되는, 예컨대, 미세 구조체(172)와 같은 비대칭 미세 구조체가 초래된다. 간격(176)만큼 이격된 미세 구조체(174)와 같은 추가 미세 구조체를 제조하기 위해 이러한 공정은 반복될 수 있다.

[0059] 도 7C는 공작물(181) 내부로의 진입각이 공작물 외부로의 이탈각보다 큰 단속 절삭을 도시하는 다이어그램이다. 도 7C에 도시된 바와 같이, 공작물(181) 내부로의 공구 팁(179)의 진입각(180)은 이탈각(182)보다 크다($\lambda_{IN} > \lambda_{OUT}$). 공구 팁(179)의 공작물(181) 내의 체류 시간은 생성된 미세 구조체의 길이(184)를 결정한다. 이탈각보다 큰 진입각을 사용하면, 공구 팁에 의해 공작물로부터 재료를 제거함으로써 생성되는, 예컨대, 미세 구조체(186)와 같은 비대칭 미세 구조체가 초래된다. 간격(190)만큼 이격된 미세 구조체(188)와 같은 추가 미세 구조체를 제조하기 위해 이러한 공정은 반복될 수 있다.

[0060] 도 7A 내지 도 7C에서, 진입각 및 이탈각에 대한 점선(152, 154, 166, 168, 180, 182)은 공구 팁이 공작물로 진입하는 각도 및 공구 팁이 공작물로부터 이탈하는 각도의 예를 개념적으로 설명하기 위한 것이다. 공작물의 절삭 중에, 공구 팁은 예컨대 직선 경로, 곡선 경로, 직선 운동 및 곡선 운동의 조합을 포함하는 경로, 또는 특정 함수에 의해 정의되는 경로와 같은 임의의 특정 유형의 경로로 이동될 수 있다.

[0061] 도 8은 단속 절삭 FTS 액추에이터를 갖는 절삭 공구 시스템을 사용하여 기계 가공된 공작물을 제조하고 기계 가공된 공작물을 사용하여 구조화 필름을 제조함으로써 제조될 수 있는 미세 구조체를 개념적으로 도시한 다이어그램이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 물품(200)은 상면(202) 및 하면(204)을 포함한다. 상면(202)은 구조체(206, 208, 210)와 같은 단속 절삭된 돌출 미세 구조체를 포함하며, 전술한 액추에이터 및 시스템을 사용하여 공작물을 기계 가공하고 이어서 기계 가공된 공작물을 사용하여 코팅 기술로 필름 또는 물품을 제조함으로써 이러한 미세 구조체는 제조될 수 있다. 본 예에서, 각각의 미세 구조체는 길이 L을 가지며, 순차적으로 절삭된 미세 구조체들은 간격 D만큼 이격되고, 인접 미세 구조체들은 피치 P만큼 이격된다. 이들 파라미터들의 구현 예들이 위에 제시되어 있다.

[0062] 본 발명을 예시적인 실시예와 관련하여 설명하였지만, 여러 가지 변경은 본 기술 분야의 숙련자에게 용이하게

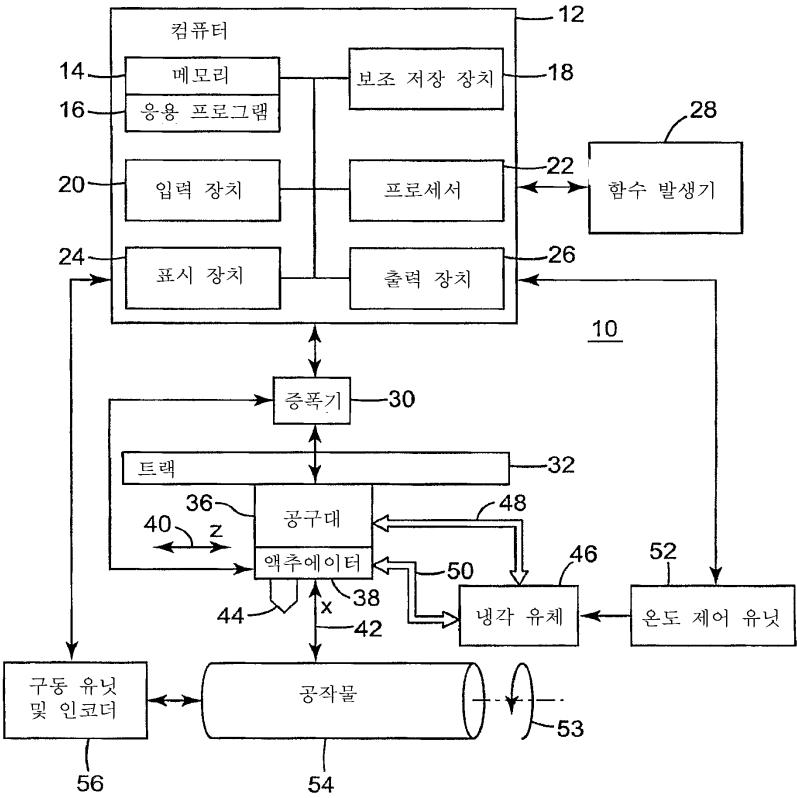
자명할 것이고 본 출원은 임의의 개조 또는 변형을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고서 공구대, 액추에이터 및 공구 팁에 대한 여러 유형의 재료들과 이들 구성 요소들의 구성들이 사용될 수 있다. 본 발명은 단지 청구의 범위와 그 등가물에 의해서만 한정되어야 한다.

도면의 간단한 설명

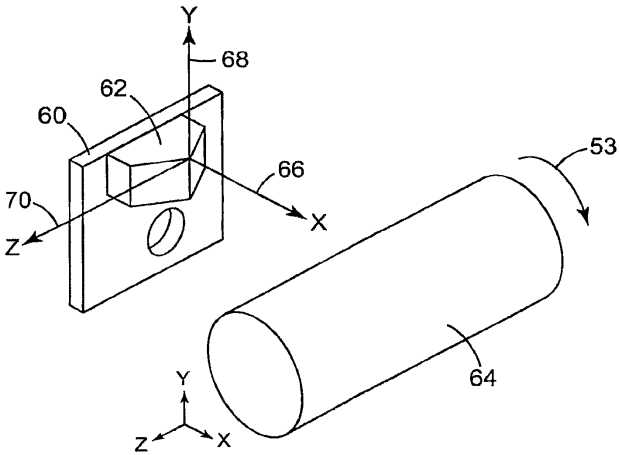
- [0005] 첨부 도면은 본 명세서에 포함되고 그 일부를 구성하며 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 이점 및 원리를 설명한다.
- [0006] 도 1은 공작물에 미세 구조체를 제조하는 절삭 공구 시스템의 다이어그램.
- [0007] 도 2는 절삭 공구의 좌표계를 도시한 다이어그램.
- [0008] 도 3은 절삭 공구에 사용되는 예시적인 PZT 스택을 도시한 다이어그램.
- [0009] 도 4A는 공구 팁 캐리어의 사시도.
- [0010] 도 4B는 공구 팁을 유지하기 위한 공구 팁 캐리어의 정면도.
- [0011] 도 4C는 공구 팁 캐리어의 측면도.
- [0012] 도 4D는 공구 팁 캐리어의 평면도.
- [0013] 도 5A는 공구 팁의 사시도.
- [0014] 도 5B는 공구 팁의 정면도.
- [0015] 도 5C는 공구 팁의 저면도.
- [0016] 도 5D는 공구 팁의 측면도.
- [0017] 도 6A는 단속 절삭 FTS 액추에이터(interrupted cut FTS actuator)의 평단면도.
- [0018] 도 6B는 액추에이터에 PZT 스택을 배치시킨 상태를 도시한 정단면도.
- [0019] 도 6C는 액추에이터의 정면도.
- [0020] 도 6D는 액추에이터의 배면도.
- [0021] 도 6E는 액추에이터의 평면도.
- [0022] 도 6F 및 도 6G는 액추에이터의 측면도.
- [0023] 도 6H는 액추에이터의 사시도.
- [0024] 도 7A는 공작물 내외로의 진입각과 이탈각이 실질적으로 동일한 단속 절삭을 도시한 다이어그램.
- [0025] 도 7B는 공작물 내외로의 진입각이 이탈각보다 작은 단속 절삭을 도시한 다이어그램.
- [0026] 도 7C는 공작물 내외로의 진입각이 이탈각보다 큰 단속 절삭을 도시한 다이어그램. 및
- [0027] 도 8은 단속 절삭 FTS 액추에이터를 갖는 절삭 공구 시스템을 사용하여 제조될 수 있는 미세 구조체를 개념적으로 도시한 다이어그램.

도면

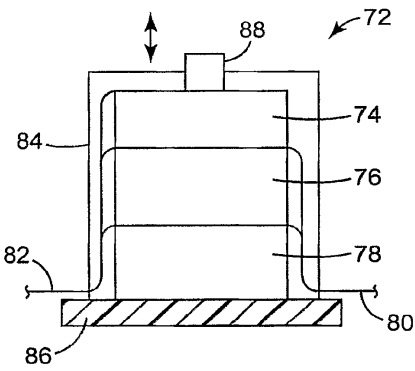
도면1



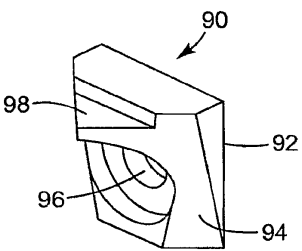
도면2



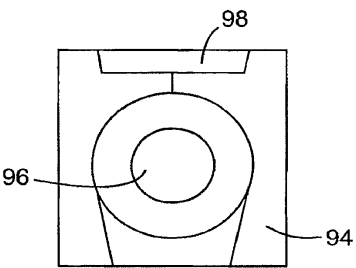
도면3



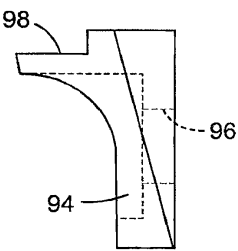
도면4A



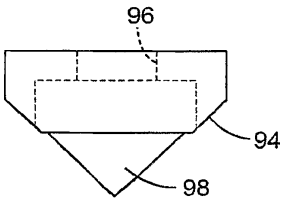
도면4B



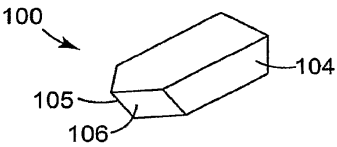
도면4C



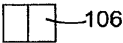
도면4D



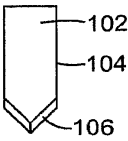
도면5A



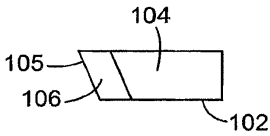
도면5B



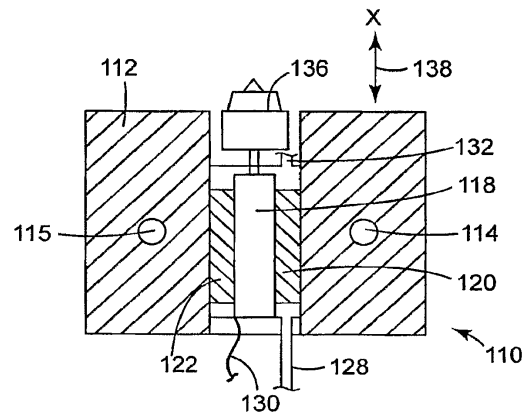
도면5C



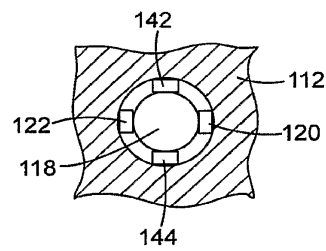
도면5D



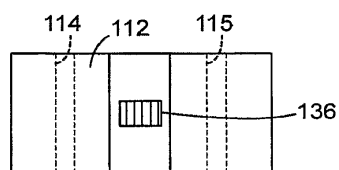
도면6A



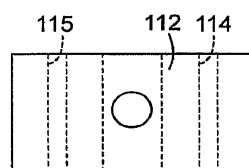
도면6B



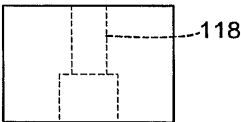
도면6C



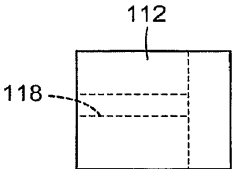
도면6D



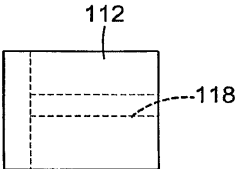
도면6E



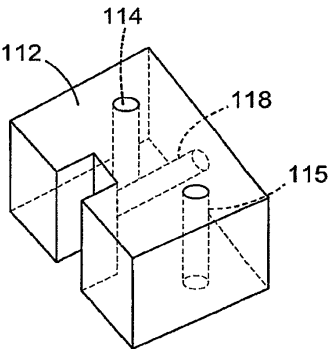
도면6F



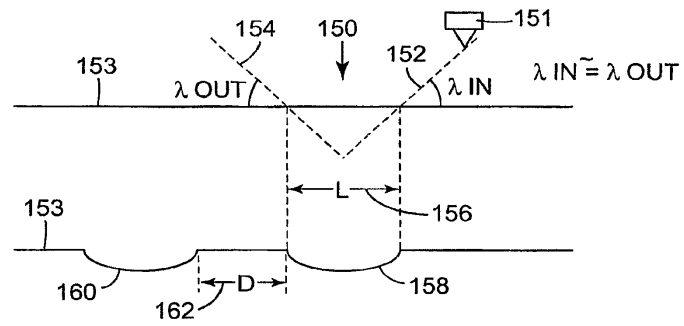
도면6G



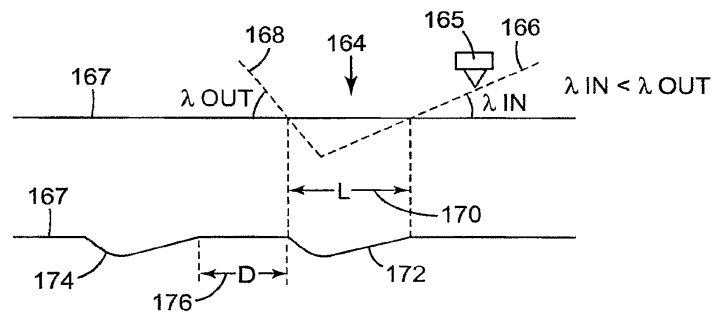
도면6H



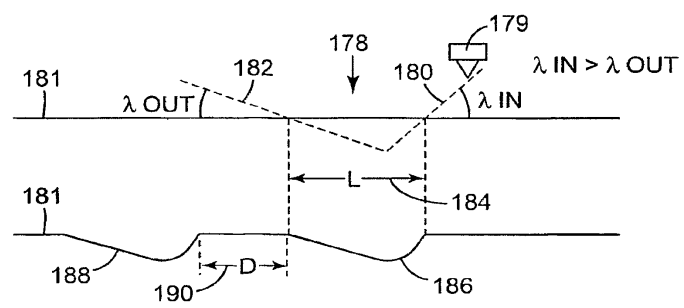
도면7A



도면7B



도면7C



도면8

