



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0097475
(43) 공개일자 2015년08월26일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B23K 26/00</i> (2014.01) <i>B23K 26/36</i> (2014.01)
 <i>B23K 26/40</i> (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
 <i>B23K 26/0066</i> (2013.01)
 <i>B23K 26/0018</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-7013490
 (22) 출원일자(국제) 2013년12월19일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2015년05월21일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2013/076677
 (87) 국제공개번호 WO 2014/100469
 국제공개일자 2014년06월26일
 (30) 우선권주장
 61/740,430 2012년12월20일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 일렉트로 싸이언티픽 인더스트리이즈 인코포레이티드
 미국, 오리건 97229, 포트랜드, 노스웨스트 싸이언스 파크 드라이브13900</p> <p>(72) 발명자
 레이첼마크 로베르트
 미국, 오리건 97209, 포틀랜드, 유닛 322, 엔더블유 12번 애비뉴 1030
 하워드 제프리
 미국, 오리건 97229, 포틀랜드, 엔더블유 락 크릭 비엘비이디 2135
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 문경진, 안문환</p> |
|---|---|

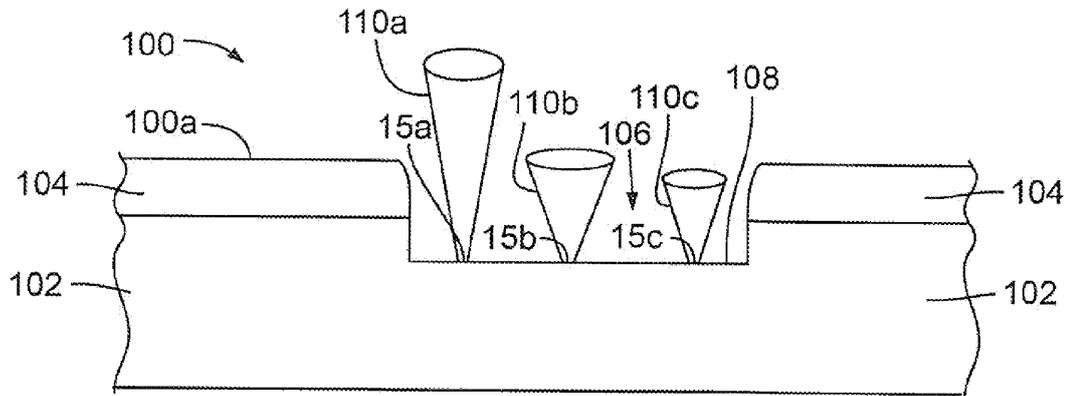
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **레이저 미세기계가공에 의한 이미지 형성 방법**

(57) 요약

방법 및 레이저 프로세싱 시스템(2)은 기관(102)에서 상이한 표면 효과를 달성하기 위한 3개의 상이한 세트의 레이저 프로세싱 파라미터로 기관(102)을 처리한다. 제1의 세트의 레이저 파라미터는 기관에 리세스(106)를 형성하기 위해 활용된다. 리세스(106)의 표면(108)을 연마하기 위해 제2의 세트의 연마용 레이저 파라미터가 활용될 수 있다. 바람직한 시각적 외관에 대한 조건을 만족하는 광학적 특성을 갖도록 리세스(106)의 연마된 표면(108)을 변형하기 위해 제3의 세트의 표면 변형 레이저 파라미터가 활용될 수 있다.

대표도 - 도2



- (52) CPC특허분류(Coo. C1.)
B23K 26/0075 (2013.01)
B23K 26/365 (2013.01)
B23K 26/367 (2013.01)
B23K 26/401 (2013.01)

(72) 발명자

마츠모토 히사쉬

미국, 오리건 97214, 힐스보로, 에이퍼티. #824,
엔더블유 오버룩 디알. 2599

산 팡

미국, 캘리포니아 95214, 산 조세, 위턱 애비뉴
14505

노엘 마이클 셰인

미국, 오리건 97239, 포틀랜드, 에스더블유 해밀턴
씨티. 2532

특허청구의 범위

청구항 1

기관에 상이한 표면 효과들을 달성하기 위한 상이한 세트들의 레이저 프로세싱 파라미터들로 상기 기관을 프로세싱하기 위한 방법으로서, 재료가 제1의 표면 특성을 갖는 외면을 구비하고, 상기 방법은:

상기 외면 아래의 깊이로 상기 기관에 리세스(recess)를 형성하도록 동작가능한 제1의 파라미터 값들을 갖는 제1의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계로서, 상기 기관의 상기 리세스는 제2의 표면 특성을 갖는 오목면을 구비하는, 상기 제1의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계;

상기 제2의 표면 특성과는 상이한 제3의 표면 특성을 갖도록 상기 오목면을 변경하도록 동작가능한 제2의 파라미터 값들을 갖는 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계로서, 상기 제2의 파라미터 값들 중 적어도 하나는 상기 제1의 파라미터 값들 중 대응하는 제1의 파라미터 값과는 상이한, 상기 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계;

상기 제2의 표면 특성 및 상기 제3의 표면 특성과는 상이한 제4의 표면 특성을 갖도록 상기 오목면을 변경하도록 동작가능한 제3의 파라미터 값들을 갖는 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계로서, 상기 제3의 파라미터 값들 중 적어도 하나는 상기 제1의 파라미터 값들 중 대응하는 제1의 파라미터 값과는 상이하고, 상기 제3의 파라미터 값들 중 적어도 하나의 제3의 파라미터 또는 상기 제3의 파라미터 값들 중 다른 제3의 파라미터 값은 상기 제2의 파라미터 값들 중 대응하는 제2의 파라미터 값과는 상이한, 상기 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계를 포함하는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 조각 프로세스(engraving process)를 수행하기에 적합하고, 상기 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 상기 오목면의 부분들을 연마하기 위한 연마 프로세스를 수행하기에 적합한, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 상기 오목면의 부분들을 어둡게 하기 위한 암화 프로세스를 수행하기에 적합한, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 상기 오목면의 부분들을 크로스 해칭(cross-hatching)하기 위한 크로스 해칭 프로세스를 수행하기에 적합한, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 상기 오목면에 오목부들을 펀칭하기 위한 펀칭 프로세스를 수행하기에 적합한, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 파장 값들 또는 스팟 사이즈 값들 중 상이한 값들을 갖는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 펄스폭 값들 또는 스팟 사이즈 값들 중 상이한 값들을 갖는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 반복률 값들 또는 스팟 사이즈 값들 중 상이한 값들을 갖는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제2 및 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들은 주사 속도 값들 또는 스팟 사이즈 값들 중 상이한 값들을 갖는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제1의 파라미터 값들은 약 25 μm 와 약 100 μm 사이의 주 공간축을 갖는 스팟 사이즈, 적외선 파장, 약 10ns와 약 100ns 사이의 펄스폭, 및 약 100kHz와 약 200kHz 사이의 펄스 반복률 중 적어도 2개를 포함하는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제2의 파라미터 값들은 약 10 μm 와 약 50 μm 사이의 주 공간축을 갖는 스팟 사이즈, 가시 파장, 약 10ns와 약 100ns 사이의 펄스폭, 약 100kHz보다 더 큰 펄스 반복률, 및 약 500 μJ 에서 약 1000 μJ 사이의 펄스 에너지 중 적어도 2개를 포함하는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 파라미터 값들은 약 50 μm 보다 더 짧은 주 공간축을 갖는 스팟 사이즈, 약 500fs와 약 50ps 사이의 펄스폭, 및 약 50mm/초보다 더 느린 주사 속도 중 적어도 2개를 포함하는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 파라미터 값들은 약 50 μm 와 약 100 μm 사이의 주 공간축을 갖는 스팟 사이즈, 1000nm보다 더 짧은 파장, 약 1 내지 5와트 사이의 평균 파워, 및 약 70mm/초보다 더 빠른 주사 속도 중 적어도 2개를 포함하는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 파라미터 값들은 적외선 파장, 약 3 내지 10와트 사이의 평균 파워, 및 약 75kHz와 약 125kHz 사이의 펄스 반복률 중 적어도 2개를 포함하는, 기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 제2의 세트의 레이저 펄스들은 상기 오목면 상에 레이저 스팟들을 형성하고 후속 레이저 스팟이 선행 레이저 스팟을 75% 내지 95%만큼 중첩하도록 지향되는, 기판을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 16

청구항 1에 있어서,

상기 제2의 세트의 레이저 펄스들은 반사성 또는 연마된 표면을 생성하는, 기판을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 17

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 세트의 레이저 펄스들은 상기 오목면에 광을 흡수하도록 구조화된 주기적 구조체들을 생성하는, 기판을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 18

청구항 1에 있어서,

상기 제3의 세트의 레이저 펄스들은 상기 오목면에 비중첩 크레이터들(craters)의 패턴을 형성하는, 기판을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 19

기판에 상이한 표면 효과들을 달성하기 위한 상이한 세트들의 레이저 프로세싱 파라미터들로 상기 기판을 프로세싱하기 위한 방법으로서, 재료는 제1의 표면 특성을 갖는 외면을 구비하고, 상기 방법은:

상기 외면 아래의 깊이로 상기 기판에 리세스를 형성함으로써 상기 기판을 조각하도록 동작가능한 제1의 파라미터 값들을 갖는 제1의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계로서, 상기 기판의 상기 리세스는 제2의 표면 특성을 갖는 오목면을 구비하는, 상기 제1의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계;

상기 제2의 표면 특성과는 상이한 제3의 표면 특성을 갖도록 상기 오목면을 연마하도록 동작가능한 제2의 파라미터 값들을 갖는 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계로서, 상기 제2의 파라미터 값들 중 적어도 하나는 상기 제1의 파라미터 값들 중 대응하는 제1의 파라미터 값과는 상이한, 상기 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계;

상기 제2의 표면 특성 및 상기 제3의 표면 특성과는 상이한 제4의 표면 특성을 갖도록 상기 오목면을 변형하도록 동작가능한 제3의 파라미터 값들을 갖는 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계로서, 상기 제3의 파라미터 값들 중 적어도 하나는 상기 제1의 파라미터 값들 중 대응하는 제1의 파라미터와는 상이하고, 상기 제3의 파라미터 값들 중 적어도 하나의 제3의 파라미터 값 또는 상기 제3의 파라미터 값들 중 다른 제3의 파라미터 값은 상기 제2의 파라미터 값들 중 대응하는 제2의 파라미터 값과는 상이한, 상기 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 활용하는 단계를 포함하는, 기판을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 20

기판에 상이한 표면 효과들을 달성하기 위한 상이한 세트들의 레이저 프로세싱 파라미터들로 상기 기판을 프로세싱하기 위한 레이저 시스템으로서, 재료는 제1의 표면 특성을 갖는 외면을 구비하고, 상기 시스템은:

상기 외면 아래의 깊이로 상기 기판에 리세스를 형성하도록 동작가능한 제1의 파라미터 값들을 갖는 제1의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 제공하도록 구성된 제1의 레이저로서, 상기 기판의 상기 리세스는 제2의 표면 특성을 갖는 오목면을 구비하는, 상기 제1의 레이저;

상기 제2의 표면 특성과는 상이한 제3의 표면 특성을 갖도록 상기 오목면을 변경하도록 동작가능한 제2의 파라미터 값들을 갖는 제2의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 제공하도록 구성된 제2의 레이저로서, 상기 제2의 파라미터 값들 중 적어도 하나는 상기 제1의 파라미터 값들 중 대응하는 제1의 파라미터 값과는 상이하고, 상기 제2의 레이저는 상기 제1의 레이저이거나 또는 상이한 레이저인, 상기 제 2의 레이저; 및

상기 제2의 표면 특성 및 상기 제3의 표면 특성과는 상이한 제4의 표면 특성을 갖도록 상기 오목면을 변경하도록 동작가능한 제3의 파라미터 값들을 갖는 제3의 세트의 레이저 프로세싱 파라미터들을 제공하도록 구성된 제3

의 레이저로서, 상기 제3의 파라미터 값들 중 적어도 하나는 상기 제1의 파라미터 값들 중 대응하는 제1의 파라미터 값과는 상이하고, 상기 제3의 파라미터 값들 중 적어도 하나의 제3의 파라미터 값 또는 상기 제3의 파라미터 값들 중 다른 제3의 파라미터 값은 상기 제2의 파라미터 값들 중 대응하는 제2의 파라미터 값과는 상이하고, 상기 제3의 레이저는 상기 제1 또는 제2의 레이저이거나 또는 상이한 레이저인, 상기 제3의 레이저를 포함하는, 기판을 프로세싱하기 위한 레이저 시스템.

청구항 21

알루미늄 표면의 외관을 변형하는 방법으로서:

제1의 광 흡수 레벨을 나타내는 오목한 알루미늄 표면을 제공하기 위해 알루미늄 표면에 리세스를 형성하는 단계; 및

약 15mm/sec와 약 35mm/sec 사이의 범위 내의 주사 속도에서 그리고 약 5 μ m와 약 15 μ m 사이의 범위 내의 연속 주사들 사이의 피치에서 상기 오목한 알루미늄 표면의 영역들을 프로세싱하기 위해 레이저 출력의 적용에 의해 상기 오목한 알루미늄 표면을 변형하는 단계로서, 상기 레이저 출력은 약 1ps에서 약 10ns까지의 범위 내의 펄스 지속시간과 약 1 μ m와 약 30 μ m 사이의 범위 내의 레이저 스팟 직경을 갖는 레이저 펄스들을 포함하고, 상기 레이저 출력의 적용은 상기 오목한 알루미늄 표면의 프로세싱된 영역들을 상기 제1의 광흡수 레벨보다 더 높은 제2의 광흡수 레벨을 나타내게 하고, 이에 의해 상기 오목한 알루미늄 표면의 상기 프로세싱된 영역들이 상기 오목한 알루미늄 표면의 상기 프로세싱된 영역들을 보는 사람 눈에 검게 보이게 되는, 상기 오목한 알루미늄 표면을 변형하는 단계를 포함하는, 알루미늄 표면의 외관을 변형하는 방법.

청구항 22

알루미늄 표면의 외관을 변형하는 방법으로서:

제1의 표면 외관을 나타내는 오목한 알루미늄 표면을 제공하기 위해 알루미늄 표면에 리세스를 형성하는 단계; 및

약 60mm/sec와 약 80mm/sec 사이의 범위 내의 주사 속도에서 그리고 약 10 μ m와 약 20 μ m 사이의 범위 내의 연속 주사들 사이의 피치에서 상기 오목한 알루미늄 표면의 영역들을 프로세싱하기 위해 레이저 출력의 적용에 의해 상기 오목한 알루미늄 표면을 변형하는 단계로서, 상기 레이저 출력은 녹색 레이저 파장, 약 50 μ m와 약 100 μ m 사이의 범위 내의 레이저 스팟 직경, 및 약 3W에서 약 6W까지의 범위 내의 파워를 갖는 레이저 펄스들을 포함하고, 상기 레이저 출력의 적용은 상기 오목한 알루미늄 표면의 프로세싱된 영역들을 상기 제1의 표면 외관보다 더 하얗게 보이는 제2의 표면 외관을 나타내게 하고, 이에 의해 상기 오목한 알루미늄 표면의 상기 프로세싱된 영역들이 상기 오목한 알루미늄 표면의 상기 프로세싱된 영역들을 보는 사람 눈에는 하얗게 보이게 되는, 상기 오목한 알루미늄 표면을 변형하는 단계를 포함하는, 알루미늄 표면의 외관을 변형하는 방법.

청구항 23

알루미늄 표면의 외관을 변형하는 방법으로서,

제1의 표면 외관을 나타내는 오목한 알루미늄 표면을 제공하기 위해 알루미늄 표면에 리세스를 형성하는 단계; 및

약 50kHz에서 약 500kHz까지의 범위 내의 펄스 반복률에서 약 30 내지 70개의 레이저 펄스들로 상기 오목한 알루미늄 표면의 별개의 영역들을 프로세싱하여 약 30 μ m에서 약 60 μ m까지의 범위 내의 인접한 리세스들 사이의 중심 대 중심 간격만큼 분리되고 약 5 μ m에서 약 15 μ m까지의 범위 내의 깊이를 갖는 별개의 리세스들을 형성하기 위해 레이저 출력의 적용에 의해 상기 오목한 알루미늄 표면을 변형하는 단계로서, 상기 레이저 출력은 적외선 레이저 파장, 약 15 μ m와 약 40 μ m 사이의 범위 내의 레이저 스팟 직경, 및 약 1W에서 약 10W까지의 범위 내의 파워를 갖는 레이저 펄스들을 포함하고, 상기 레이저 출력의 적용은 상기 오목한 알루미늄 표면의 프로세싱된 영역들을 상기 제1의 표면 외관보다 더 하얗게 보이는 제2의 표면 외관을 나타내게 하고, 이에 의해 상기 오목한 알루미늄 표면의 상기 프로세싱된 영역들이 상기 오목한 알루미늄 표면의 상기 프로세싱된 영역들을 보는 사람 눈에는 하얗게 보이게 되는, 상기 오목한 알루미늄 표면을 변형하는 단계를 포함하는, 알루미늄 표면의 외관을 변형하는 방법.

명세서

기술분야

- [0001] 관련 출원에 대한 교차 참조
- [0002] 본 출원은 2012년 12월 20일자로 출원된 미국 가출원 제61/740,430호의 가출원이며, 상기 가출원의 내용은 모든 목적을 위해 그들 전체가 참조에 의해 본원에 통합된다.
- [0003] 저작권 표시
- [0004] © 2013 **Electro Scientific Industries, Inc.** 본 특허 문헌의 개시 중 일부는 저작권 보호를 받는 내용을 포함한다. 본 저작권자는, 특허상표청의 특허 파일 또는 기록에 나타나는 한, 특허문헌 또는 특허 개시의 누군가에 의한 팩스 복제에 이의를 갖지 않지만, 그렇지 않으면 어떠한 경우에도 모든 저작권을 유보한다. 37 CFR § 1.71(d).
- [0005] 기술분야
- [0006] 본 출원은 레이저 프로세싱에 관한 것으로, 특히, 상이한 세트의 레이저 프로세싱 파라미터로 재료를 프로세싱하여 그 재료에서 상이한 표면 효과를 달성하기 위한 시스템, 방법, 및 장치에 관한 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0007] 개요
- [0008] 몇몇 실시형태에서, 방법 또는 레이저 시스템은 상이한 세트의 레이저 프로세싱 파라미터로 기관을 처리하여 그 기관에서 상이한 표면 효과를 달성한다.
- [0009] 몇몇 실시형태에서, 기관에 리세스(recess)를 형성하기 위해 제1의 세트의 리세스 형성용 레이저 파라미터가 활용될 수 있다. 리세스의 표면을 연마하기 위해 제2의 세트의 연마용 레이저 파라미터가 활용될 수 있다. 바람직한 시각적 외관에 대한 조건을 만족하는 광학적 특성을 갖도록 리세스의 연마된 표면을 변형하기 위해 제3의 세트의 표면 변형 레이저 파라미터가 활용될 수 있다.
- [0010] 몇몇 실시형태에서, 파라미터의 세트 각각은 다른 세트의 값과는 상이한 적어도 하나의 값을 갖는 파라미터를 포함한다.
- [0011] 몇몇 실시형태에서, 제3의 세트의 표면 변형 레이저 파라미터는, 다른 바람직한 시각적 외관에 대한 조건을 만족하는 다른 광학적 특성을 제공하기 위해 다른 세트의 광학 파라미터를 포함할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 물품에 이미지를 형성하는 프로세스의 일 실시형태를 개략적으로 예시한다.
- 도 2는 물품에 이미지를 형성하는 프로세스의 다른 실시형태를 개략적으로 예시한다.
- 도 3은 물품에 이미지를 형성하는 프로세스의 또 다른 실시형태를 개략적으로 예시한다.
- 도 3a 및 도 3b는 도 3에 의해 나타낸 프로세스에 의해 형성된 물품에서의 이미지의 정면 입면도 및 측면 입면도이다.
- 도 4는 물품에 이미지를 형성하는 프로세스의 또 다른 실시형태를 개략적으로 예시한다.
- 도 4a 및 도 4b는 도 4에 의해 나타낸 프로세스에 의해 형성된 물품에서의 이미지의 정면 입면도 및 측면 입면도이다.
- 도 5a 및 도 5b는 예시적인 레이저 프로세싱 시스템을 예시한다.
- 도 6은 도 5a 및 도 5b의 레이저 프로세싱 시스템의 소정의 컴포넌트를 강조하는 개략도이다.
- 도 7은 레이저 프로세싱 시스템에 의해 생성된 레이저 출력의 빔 웨이스트(beam waist)의 확대도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 실시형태의 상세한 설명
- [0014] 첨부 도면을 참조로 예시의 실시형태가 하기에 설명된다. 본 개시의 취지와 교시를 벗어나지 않으면서 많은 상이한 형태 및 실시형태가 가능하며 따라서 본 개시는 본원에 설명된 예시적인 실시형태로 제한되는 것으로 간주되어선 안된다. 오히려, 이들 예시적인 실시형태가 제공됨으로써, 본 개시는 철저하고 완벽하게 될 것이고, 당업자들에게 본 개시의 범위를 전달할 것이다. 도면에서, 컴포넌트의 사이즈와 상대적 사이즈는 명확화를 위해 과장될 수도 있다. 본원에서 사용된 전문 용어는 특정한 예시적인 실시형태를 설명하려는 목적이며, 제한하는 것으로 의도된 것은 아니다. 본원에서 사용된 바와 같이, 단수 형태의 "하나", "일" 및 "그"는, 문맥상 명확히 그렇지 않다고 나타내지 않는 한, 복수의 형태도 또한 포함하도록 의도된다. 용어 "포함한다" 및/또는 "포함하는"은, 본 명세서에서 사용될 때, 언급된 특징, 정수, 단계, 동작, 소자, 및/또는 컴포넌트의 존재를 특정하지만, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 소자, 컴포넌트, 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하는 것은 아님이 더 이해될 것이다. 그렇지 않다고 특정되지 않는 한, 값의 범위가 기술될 때, 그 값의 범위는 그 범위의 상한 및 하한 양자뿐만 아니라, 그들 사이의 임의의 부분 범위도 포함한다.
- [0015] 도 1은 물품에 이미지를 형성하는 프로세스의 일 실시형태를 개략적으로 예시한다. 도 1을 참조하면, 예비적인 시각적 외관을 갖는 표면(100a)을 구비하는 물품(100)은, 레이저 조각 파라미터를 갖는 레이저 펄스(11)(도 6)의 빔(110a)을 사용하여 기계가공되어 예비적인 시각적 외관과는 상이한 변형된 시각적 외관을 갖는 문자 또는 이미지를 형성하게 될 수도 있다. 예시된 실시형태에서, 물품(100)은 기관(102)(예를 들면, 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 형성됨) 및 기관(102)의 표면 상에 배치된 층(104)(예를 들면, 알루미늄 산화물로 형성됨)을 포함한다. 기관(102)의 또는 물품(100)의 표면(100a)은 평활할 수도 있거나 또는 (예를 들면, 비드 블라스팅 처리의 결과로서) 거칠 수도 있다. 다른 실시형태에서, 층(104)은 생략될 수도 있다(예를 들면, 그 결과 물품(100)의 표면(100a)은 기관(102)의 표면이 된다).
- [0016] 본원에서 기관(102)이 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 예로서 설명되지만, 본원에서 설명되는 프로세스는 금속 및 금속 합금에 대해서도 일반적으로 작용할 것임을 알 수 있을 것이다. 다른 예시적인 금속은 스테인리스 스틸 또는 티타늄 또는 이들의 합금을 포함한다.
- [0017] 변형된 시각적 외관을 형성하기 위해, 층(104)을 제거하고 그 아래의 기관(102)을 기계가공하여 기관(102)의 표면에서 10미크론(μm) 이상(예를 들면, 10대의 μm)의 깊이까지 연장하고 오목면(108)에서 종단하는 리세스(106)를 형성하도록, 레이저 펄스(11)의 빔(110a)이 물품(100) 상으로 지향될 수도 있다. 이 프로세스는 본원에서 "조각 프로세스(engraving process)"로 칭해질 수도 있다.
- [0018] 몇몇 실시형태에서, 조각 프로세스 파라미터는 약 $10\mu\text{m}$ 에서 약 $100\mu\text{m}$ 까지의 범위 내의 깊이를 갖는 리세스(300)를 형성한다. 몇몇 실시형태에서, 깊이는 약 $10\mu\text{m}$ 에서 약 $50\mu\text{m}$ 까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 깊이는 약 $10\mu\text{m}$ 에서 약 $25\mu\text{m}$ 까지의 범위 내에 있다.
- [0019] 일 실시형태에서, 리세스(106)는 이미지가 형성될 물품(100) 영역에 걸쳐 레이저 펄스(11)의 빔(110a)을 다수 회 래스터 주사하는 것에 의해 형성된다. 레이저 펄스(11)의 빔(110a)의 파라미터는, 적어도 수 미크론의 층이 각각의 패스(pass)를 통해 기관(102)으로부터 제거되어, 아주 평활한 표면을 갖는 오목면(108)이 되도록 선택된다. 일 실시형태에서, 오목면(108)의 평활화를 향상시키기 위해, 주사는 다양한 각도에서 그리고 다양한 스팟 중첩도를 가지고 이루어질 수도 있다.
- [0020] 조각 프로세스는, 기관(102)의 표면에 레이저 스팟을 갖는 레이저 펄스(11)를 포함하는 레이저 출력을 갖는 레이저 조각 파라미터를 구비하며, 레이저 스팟(15a)은 약 $20\mu\text{m}$ 와 약 $125\mu\text{m}$ 사이의 범위 내의 스팟 직경을 포함하는 스팟 사이즈를 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $60\mu\text{m}$ 와 약 $110\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $75\mu\text{m}$ 와 약 $100\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있다. 편의상, 용어 "스팟 직경"은, 타원의 레이저 스팟과 같은, 원형이 아닌 레이저 스팟의 주 공간축을 포함할 뿐만 아니라, 원형의 레이저 스팟의 직경도 포함한다.
- [0021] 몇몇 실시형태에서, 레이저 조각 파라미터는 약 300 나노미터(nm)와 약 $2\mu\text{m}$ 사이의 레이저 파장을 갖는 레이저 출력을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 적외선 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 1152nm, 1090nm, 1080nm, 1064nm, 1060nm, 1053nm, 1047nm, 980nm, 799nm, 또는 753nm의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 1150nm 와 1350nm, 780nm 와 905nm, 또는 700nm 와 1000nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 700nm와 1350nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 980nm와 1320nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서,

레이저 출력은 약 980nm와 1080nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 1064nm의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 적외선 고체-상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 다이오드 여기 적외선 고체-상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 적외선 광섬유 레이저에 의해 제공된다.

[0022] 몇몇 실시형태에서, 레이저 조각 파라미터는 약 500펨토초(fs)에서 약 200나노초(ns)까지의 범위 내에 있는 펄스폭(펄스 지속시간)을 갖는 레이저 펄스(11)를 포함하는 레이저 출력을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 펄스폭은 약 1ns에서 약 125나노초까지의 범위를 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 펄스폭은 약 10ns에서 약 100ns까지의 범위를 갖는다.

[0023] 몇몇 실시형태에서, 레이저 조각 파라미터는 50kHz보다 더 큰 펄스 반복률로 물품 상에 레이저 펄스(11)를 지향시키는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 50kHz에서 약 1000kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 75kHz에서 약 500kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 100kHz에서 약 200kHz까지의 범위 내에 있다.

[0024] 일반적으로, 레이저 조각 파라미터는 기관(102)에 걸친 다중 패스의 레이저 출력을 주사하는 것을 포함한다. 그러나, 몇몇 실시형태에서, 기관(102)에 걸친 단일 패스의 레이저 출력이 원하는 깊이의 오목면(108)을 달성하기에 충분할 수도 있다.

[0025] 레이저 조각 프로세스의 일 실시형태에서, 레이저 펄스(11)는 20 μ m와 125 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 980nm와 1320nm 사이의 파장, 약 1ns에서 100ns까지의 범위 내에 있는 펄스폭, 및 50kHz에서 500kHz까지의 범위 내에 있는 펄스 반복률을 가질 수도 있다.

[0026] 레이저 조각 프로세스의 다른 실시형태에서, 레이저 펄스(11)는 50 μ m와 100 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 1047nm와 1090nm 사이의 파장, 약 10ns에서 100ns까지의 범위 내에 있는 펄스폭, 및 100kHz에서 200kHz까지의 범위 내에 있는 펄스 반복률을 가질 수도 있다.

[0027] 오목면(108)을 형성하는 레이저 조각 프로세스는 기관(102)이 조각된 시각적 외관을 가지도록 기관(102)의 시각적 외관을 변형한다.

[0028] 오목면(108)을 형성한 이후, 레이저 펄스(11)의 빔(110b)이 오목면(108) 상에 지향되어 그것을 고도로 연마된 오목면으로 변환할 수도 있다. 이 프로세스는 본원에서 "연마 프로세스"로 칭해질 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는 약 100 μ J에서 약 2000 μ J까지의 범위 내에 있는 펄스 에너지를 갖는 레이저 펄스(11)를 구비하는 레이저 출력을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 에너지는 약 250 μ J에서 약 1500 μ J까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 에너지는 약 500 μ J에서 약 1000 μ J까지의 범위 내에 있다.

[0029] 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는 50kHz보다 더 큰 펄스 반복률로 오목면(108) 상에 레이저 펄스(11)를 지향시키는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 100kHz보다 더 크다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 50kHz에서 약 10,000kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 75kHz에서 약 5,000kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 100kHz에서 약 2,000kHz까지의 범위 내에 있다.

[0030] 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는 적외선 영역 밖의 레이저 파장을 갖는 레이저 출력을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 가시 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 400nm와 약 700nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 694nm, 676nm, 647nm, 660-635nm, 633nm, 628nm, 612nm, 594nm, 578nm, 568nm, 543nm, 532nm, 530nm, 514nm, 511nm, 502nm, 497nm, 488nm, 476nm, 458nm, 442nm, 428nm, 또는 416nm의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 476nm와 약 569nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 녹색 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 532nm 또는 약 511nm인 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 녹색 고체 상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 다이오드 여기 녹색 고체 상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 광섬유 레이저에 의해 제공된다.

[0031] 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는, 조각 프로세스 동안 활용된 스팟 직경보다 더 작은 스팟 직경을 갖는 레이저 스팟(15b)을 오목면(108)에 갖는 레이저 펄스(11)를 포함한다. 레이저 연마 프로세스의 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 5 μ m과 약 50 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 15 μ m와 약 40 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 25 μ m와 약 35 μ m 사이의 범위 내에

있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $30\mu\text{m}$ 이다.

- [0032] 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는 오목면(108)에 걸친 단일 패스의 레이저 출력을 주사하는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는 오목면(108)에 걸친 다중 패스의 레이저 출력을 주사(예컨대 레스터 주사)하는 것을 포함한다.
- [0033] 몇몇 실시형태에서, 레이저 연마 파라미터는, 약 75%와 98% 사이만큼 서로 중첩하는 레이저 스팟(15b)에서 오목면(108) 상에 충돌하는 연속적으로 지향된 레이저 펄스(11)를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 연속적인 레이저 스팟(15b)은 약 85%와 95% 사이만큼 중첩한다. 몇몇 실시형태에서, 연속적인 레이저 스팟(15b)은 약 88%와 92% 사이만큼 중첩한다. 몇몇 실시형태에서, 연속적인 레이저 스팟(15b)은 약 90%만큼 중첩한다.
- [0034] 레이저 연마 프로세스의 일 실시형태에서, 레이저 펄스(11)는 약 $25\mu\text{m}$ 와 약 $35\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 녹색 파장, 약 $100\mu\text{J}$ 에서 약 $1000\mu\text{J}$ 까지의 범위 내에 있는 펄스 당 에너지, 약 500kHz에서 약 2,000kHz까지의 범위 내에 있는 펄스 반복률, 및 약 88%와 92% 사이의 레이저 스팟 중첩을 가질 수도 있다.
- [0035] 레이저 연마 프로세스의 다른 실시형태에서, 레이저 펄스(11)는 약 $30\mu\text{m}$ 의 스팟 직경, 약 532nm의 파장, 약 $500\mu\text{J}$ 에서 약 $1000\mu\text{J}$ 까지의 범위 내에 있는 펄스 당 에너지, 100kHz보다 더 큰 펄스 반복률, 및 약 90%의 레이저 스팟 중첩을 가질 수도 있다.
- [0036] 연마 프로세스는, 표면(100a)에 나타내어질 때, 오목면(108)의 조각된 시각적 외관과는 상이하고 그리고 물품(100)의 예비적인 시각적 외관과는 상이한 연마된 시각적 외관을 오목면(108)에 부여하도록, 오목면(108)의 시각적 외관을 변형한다. 특히, 연마된 또는 평활화된 표면은 실질적으로 반사성일 수도 있으며 사람의 눈에 아주 밝게 보이도록 의도된다.
- [0037] 도 2는 물품(100)에 이미지를 형성하는 프로세스의 다른 실시형태를 개략적으로 예시한다. 도 2를 참조하면, 위에서 논의된 조각 및 연마 프로세스가 수행된, 물품(100)과 같은 물품은, 연마된 오목면(108)의 연마된 시각적 외관을 더 변형하기 위해 레이저 펄스(11)의 빔(110c)을 사용하여 더 기계가공될 수도 있다. 이렇게 더 변형된 시각적 외관은 도 1에서 논의된 변형된 시각적 외관과는 상이할 수도 있다. 이 프로세스는 본원에서 "표면 변형 프로세스"로 칭해질 수도 있다.
- [0038] 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 연마된 오목면(108)에 지향되고 그것에 걸쳐 주사되는 레이저 펄스(11)는, 빛을 흡수하도록 구조화된 주기적 구조체, 나노입자(예를 들면, 기관(102)을 형성하는 재료를 포함함) 등 또는 이들의 조합을 생성하도록 구성될 수도 있다. 이 프로세스는 본원에서 "암화 프로세스(darkening process)"로 칭해질 수도 있다.
- [0039] 암화 프로세스 동안 연마된 오목면(108) 상에 지향된 레이저 펄스(11)는, 상대적으로 짧은 펄스 지속시간을 포함하고, 상대적으로 작은 레이저 스팟 직경을 가지며, 상대적으로 느린 주사 속도에서 적용될 수도 있고, 연속 주사 사이의 상대적으로 가깝게 이격된 피치에서 적용될 수도 있는 레이저 프로세싱 파라미터를 가질 수도 있다.
- [0040] 몇몇 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 약 500fs에서 약 100ns까지의 범위 내에 있는 펄스 지속시간을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 지속시간은 약 1피코초(ps)에서 약 50ns까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 지속시간은 약 1피코초(ps)에서 약 25ns까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 지속시간은 약 1ps에서 약 10ns까지의 범위 내에 있다.
- [0041] 몇몇 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 조각 프로세스 동안 활용된 스팟 직경보다 더 작거나 또는 연마 프로세스 동안 활용된 스팟 직경보다 더 작은 레이저 스팟(15c)의 스팟 직경을 포함한다. 레이저 연마 프로세스의 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 1미크론과 약 $50\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $30\mu\text{m}$ 보다 더 작다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $1\mu\text{m}$ 와 약 $30\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $1\mu\text{m}$ 와 약 $20\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 $1\mu\text{m}$ 와 약 $10\mu\text{m}$ 사이의 범위 내에 있다.
- [0042] 몇몇 실시형태에서, 암화 프로세스 파라미터는 10kHz보다 더 큰 펄스 반복률로 물품 상에 레이저 펄스(11)를 지향시키는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 10kHz에서 약 1000kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 100kHz에서 약 500kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 100kHz에서 약 300kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 100kHz이다.
- [0043] 몇몇 실시형태에서, 암화 프로세스는 약 0.5W에서 약 50W까지의 범위 내에 있는 파워를 나타내는 레이저 펄스

(11)를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 1W에서 약 10W까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 2W에서 약 8W까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 5W이다.

[0044] 몇몇 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 약 1mm/sec와 약 5000mm/sec 사이의 범위 내에 있는 주사 속도에서의 레이저 펄스(11)의 적용을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 5mm/sec와 약 500mm/sec 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 10mm/sec와 약 50mm/sec 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 12mm/sec와 약 40mm/sec 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 15mm/sec와 약 35mm/sec 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 25mm/sec이다.

[0045] 몇몇 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 약 0.5 μ m와 약 50 μ m 사이의 범위 내에 있는 (연속 주사 사이의) 피치에서의 레이저 펄스(11)의 적용을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 연속 주사 사이의 피치는 약 1 μ m와 약 30 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 연속 주사 사이의 피치는 약 5 μ m와 약 15 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 연속 주사 사이의 피치는 약 10 μ m이다.

[0046] 일 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 약 1ps에서 약 10ns까지의 범위 내에 있는 펄스 지속시간, 약 30 μ m 미만의 스팟 직경, 약 1mm/sec와 약 50mm/sec 사이의 범위 내에 있는 주사 속도, 및 약 1 μ m와 약 30 μ m 사이의 범위 내에 있는 연속 주사 사이의 피치를 포함한다.

[0047] 일 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 약 1ps에서 약 10ns까지의 범위 내에 있는 펄스 지속시간, 약 1 μ m와 약 30 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 15mm/sec와 약 35mm/sec 사이의 범위 내에 있는 주사 속도, 및 약 5 μ m와 약 15 μ m 사이의 범위 내에 있는 연속 주사 사이의 피치를 포함한다.

[0048] 일 실시형태에서, 레이저 암화 파라미터는 약 1ps에서 약 10ns까지의 범위 내에 있는 펄스 지속시간, 약 1 μ m와 약 30 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 25mm/sec인 주사 속도, 및 약 10 μ m인 연속 주사 사이의 피치를 포함한다.

[0049] 따라서, 연마된 오목면(108)에 대한 암화 프로세스의 수행시, 더 변형된 시각적 외관이 오목면(108)에 부여되는 데, 이것은 물품(100)의 예비적인 시각적 외관과는 상이하고, 표면(100a)에 나타내어질 때, 조각된 시각적 외관과는 상이하고, 연마된 오목면(108)의 연마된 시각적 외관과는 상이하다. 특히, 암화 프로세스는 빛을 흡수하고 오목면(108)이 사람 눈에 검게 보이게 하도록 의도된다.

[0050] 도 3은 물품(100)에 이미지를 형성하는 프로세스의 또 다른 실시형태를 개략적으로 예시한다. 도 3a 및 도 3b는 도 3에 의해 나타낸 프로세스에 의해 형성된 물품에서의 이미지의 정면 입면도 및 측면 입면도이다. 도 3, 도 3a, 및 도 3b를 참조하면, 예비적인 시각적 외관을 갖는 표면(100a)을 구비하는 물품(100)이 레이저 펄스(11)의 빔을 사용하여 기계가공되어, 예비적인 시각적 외관과는 상이한 변형된 시각적 외관을 갖는 문자 또는 이미지를 형성할 수도 있다. 예시된 실시형태에서, 물품(100)은, 도 1 및 도 2에 관해 위에서 논의된 조각 및 연마 프로세스를 기관(102)에 수행하는 것에 의해 제공될 수도 있거나, 또는 다르게 제공될 수도 있다.

[0051] 예를 들면, 몇몇 실시형태에서, 기관(102), 층(104), 또는 기관(102)과 층(104)을 용융, 제거 또는 다르게는 성형 또는 기계가공하여, 서로 교차하며 물품(100)의 표면에서부터 수 마이크론의 깊이(314)까지 연장하는 리세스(300)의 네트워크를 형성하도록, 레이저 펄스(11)의 빔이 물품(100) 상에 지향될 수도 있다. 이 표면 변형 프로세스는 본원에서 "크로스 해칭 프로세스(cross-hatching process)"로 칭해질 수도 있다.

[0052] 몇몇 실시형태에서, 리세스(300)는, 이미지가 형성될 물품(100)의 영역에 걸쳐 레이저 펄스(11)의 빔을 (예를 들면, 화살표(302)에 의해 나타내어진 다양한 방향으로) 다수 회 주사하는 것에 의해 형성된다. 이 이미지는 오목면(108) 내에 또는 기관(102) 또는 물품(100)의 표면(100a) 내에 형성될 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 화살표(302)에 의해 나타내어진 주사 방향은 평행선을 따라 연장할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 화살표(302)에 의해 나타내어진 주사 방향은 물품(100)의 에지에 평행한 평행선을 따라 연장할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 방향은 곡선의 평행선(도시되지 않음)을 따라 연장할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 방향은 수직이 아닌 횡방향(도시되지 않음)을 따라 연장할 수도 있다. 몇몇 실시형태에서, 화살표(302)에 의해 나타내어진 주사 방향은 상호 수직인 방향을 따라 연장할 수도 있다.

[0053] 몇몇 실시형태에서, 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 약 1 μ m에서 약 50 μ m까지의 범위 내에 있는 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격(310 또는 312)을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격은 약 5 μ m에서 약 30 μ m까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격은 약 10 μ m에서 약 20 μ m까지의 범위 내에 있다. 주사 사이의 간격 또는 피치(310 또는 312)는 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격과 동일하거나 또는 상이할 수도 있다. 또한, 인접한 리세스(300)

사이의 중심 대 중심 간격은 횡방향에서 상이할 수도 있으며, 주사 사이의 간격 또는 피치(310 또는 312)는 횡방향 사이에서 상이할 수도 있다.

- [0054] 몇몇 실시형태에서, 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 적외선 영역 밖의 레이저 파장을 갖는 레이저 출력을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 가시 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 400nm와 약 700nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 694nm, 676nm, 647nm, 660-635nm, 633nm, 628nm, 612nm, 594nm, 578nm, 568nm, 543nm, 532nm, 530nm, 514nm, 511nm, 502nm, 497nm, 488nm, 476nm, 458nm, 442nm, 428nm, 또는 416nm의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 476nm와 약 569nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 녹색 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 532nm 또는 약 511nm인 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 녹색 고체 상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 다이오드 여기 녹색 고체 상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 광섬유 레이저에 의해 제공된다.
- [0055] 몇몇 실시형태에서, 크로스 해칭 프로세스 파라미터는, 약 25 μ m와 약 200 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경을 포함하는 스팟 사이즈를 갖는 레이저 스팟을 구비하는 레이저 출력을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 40 μ m와 약 125 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스팟 직경은 약 50 μ m와 약 100 μ m 사이의 범위 내에 있다.
- [0056] 몇몇 실시형태에서, 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 약 1 μ m에서 약 10 μ m까지의 범위 내의 깊이를 갖는 리세스(300)를 형성한다. 몇몇 실시형태에서, 깊이는 약 1 μ m에서 약 5 μ m까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 깊이는 약 1 μ m에서 약 3 μ m까지의 범위 내에 있다.
- [0057] 몇몇 실시형태에서, 레이저 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 약 25mm/sec와 약 150mm/sec 사이의 범위 내에 있는 주사 속도에서의 레이저 펄스(11)의 적용을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 50mm/sec와 약 100mm/sec 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 60mm/sec와 약 80mm/sec 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 주사 속도는 약 75mm/sec이다.
- [0058] 몇몇 실시형태에서, 레이저 크로스 해칭 프로세스 파라미터 약 1W에서 약 10W까지의 범위 내에 있는 파워를 나타내는 레이저 펄스(11)를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 2W에서 약 8W까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 3W에서 약 6W까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 4W이다.
- [0059] 일 실시형태에서, 레이저 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 가시 레이저 파장, 약 40 μ m와 약 125 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 50mm/sec와 약 100mm/sec 사이의 범위 내에 있는 주사 속도, 약 2W에서 약 8W까지의 범위 내에 있는 파워, 약 5 μ m에서 약 30 μ m까지의 범위 내에 있는 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격, 및 약 5 μ m에서 약 30 μ m까지의 범위 내에 있는 주사 사이의 피치(310 또는 312)를 갖는 레이저 출력을 포함한다.
- [0060] 일 실시형태에서, 레이저 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 녹색 레이저 파장, 약 50 μ m와 약 100 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 60mm/sec와 약 80mm/sec 사이의 범위 내에 있는 주사 속도, 약 3W에서 약 6W까지의 범위 내에 있는 파워, 약 10 μ m에서 약 20 μ m까지의 범위 내에 있는 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격, 및 약 10 μ m에서 약 20 μ m까지의 범위 내에 있는 주사 사이의 피치(310 또는 312)를 갖는 레이저 출력을 포함한다.
- [0061] 일 실시형태에서, 레이저 크로스 해칭 프로세스 파라미터는 녹색 레이저 파장, 약 50 μ m와 약 100 μ m 사이의 범위 내에 있는 스팟 직경, 약 75mm/sec의 주사 속도, 약 4W의 파워, 약 10 μ m에서 약 20 μ m까지의 범위 내에 있는 인접한 리세스(300) 사이의 중심 대 중심 간격, 및 약 10 μ m에서 약 20 μ m까지의 범위 내에 있는 주사 사이의 피치(310 또는 312)를 갖는 레이저 출력을 포함한다.
- [0062] 크로스 해칭 프로세스의 몇몇 실시형태에서, 레이저 펄스(11)는 그들이 물품(100)에 충돌시 초점이 맞지 않도록 물품(100) 상에 지향된다. 레이저 펄스(11)의 빔이 초점이 맞지 않기 때문에, 스팟 사이즈는 아주 크고 물품(100)의 재료에서 식각되는 선은 중첩할 것이다. 이것으로 인해, 험프(hump) 또는 범프(bump)(304)의 패턴의 상면은 물품(100)의 표면(100a) 아래에 있게 된다.
- [0063] 위에서 예시적으로 설명된 크로스 해칭 프로세스의 수행시, 반사성 범프(304)의 패턴이 물품(100) 내에 형성된다. 범프(304)는 (예를 들면, 레이저 펄스(11)의 빔에 의해 용융된 다음 다시 고화된 기관(102)의 재료로 적어도 부분적으로 형성되는) 평활한 표면을 가지며, 안정하고, 내마모성이 있으며 범프(304)의 패턴은 고휘도를 갖는 이미지를 생성한다. 임의의 특정 이론에 얽매이길 원치 않지만, 범프(304)의 패턴에 입사하는 광은 범프

(304)에 의해 반사되고 산란되어 범프(304)의 패턴으로부터 반사된 광이 사람 눈에 흰색으로 보이게 된다고 믿어진다. 반사성 범프(304)의 패턴은 원래의 표면(100a)의 것보다, 기관 표면(102)의 것보다, 연마되지 않은 오목면(108)의 것보다, 그리고 연마된 오목면(108)의 것보다 더 밝은 흰색 외관을 제공한다. 또한, 범프(304)의 패턴은 종래의 시각 프로세스에 의해 달성될 수 있는 것보다 더 밝은 흰색을 제공한다. 선행 연마 프로세스 없이 크로스 해칭 프로세스가 수행되는 경우, 범프(304)의 패턴은, 연마 프로세스 이후에 수행되는 경우보다 광택이 덜한 흰색의 무광택 외관을 제공하지만, 무광택의 흰색은 종래의 시각 프로세스에 의해 달성될 수 있는 것보다 여전히 더 밝은 흰색임을 또한 주목한다.

[0064]

도 4는 물품(100)에 이미지를 형성하는 프로세스의 또 다른 실시형태를 개략적으로 예시한다. 도 4a 및 도 4b는 도 4에 의해 나타낸 프로세스에 의해 형성된 물품에서의 이미지의 정면 입면도 및 측면 입면도이다. 도 4, 도 4a, 및 도 4b를 참조하면, 예비적인 시각적 외관을 갖는 표면(100a)을 구비하는 물품(100)이 레이저 펄스(11)의 빔을 사용하여 기계가공되어, 예비적인 시각적 외관과는 상이한 변형된 시각적 외관을 갖는 문자 또는 이미지를 형성할 수도 있다. 예시된 실시형태에서, 물품(100)은, 도 1 및 도 2에 관해 위에서 논의된 조각 및 연마 프로세스를 기관(102)에 수행하는 것에 의해 제공될 수도 있거나, 또는 다르게 제공될 수도 있다.

[0065]

변형된 시각적 외관을 형성하기 위해, 기관(102), 층(104), 또는 기관(102)과 층(104)을 용융, 제거 또는 다르게는 성형 또는 기계가공하여, 물품(100)의 표면(100a)에서부터 기관(102)의 표면 아래의 또는 오목면(108) 아래의 깊이까지 연장하는 비중첩 리세스(402)의 패턴(400)을 형성하도록, 레이저 펄스(11)의 빔이 물품(100) 상에 지향될 수도 있다. 이 표면 변형 프로세스는 본원에서 "펀치 패턴화 프로세스"로 칭해질 수도 있다.

[0066]

펀치 패턴화 프로세스의 몇몇 실시형태에서, 리세스(402)는 약 1 μ m에서 약 50 μ m까지의 범위 내에 있는 깊이(414)를 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 깊이(414)는 약 1 μ m에서 약 25 μ m까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 깊이(414)는 약 5 μ m에서 약 15 μ m까지의 범위 내에 있다.

[0067]

몇몇 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스 파라미터는 약 10 μ m에서 약 100 μ m까지의 범위 내에 있는 인접한 리세스(402) 사이의 중심 대 중심 간격(406)을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 인접한 리세스(402) 사이의 중심 대 중심 간격(406)은 약 20 μ m에서 약 75 μ m까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 인접한 리세스(402) 사이의 중심 대 중심 간격(406)은 약 30 μ m에서 약 60 μ m까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 인접한 리세스(402) 사이의 중심 대 중심 간격(406)은 약 40 μ m이다.

[0068]

몇몇 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스 파라미터는, (예를 들면, 도 3의 화살표(302)에 의해 나타내어진 다양한 주사 경로를 따라) 이미지가 형성될 물품(100) 상으로의 약 10 내지 100개의 레이저 펄스(11)에 의한 각 리세스(402)의 형성을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 각각의 리세스(400)는 약 20 내지 80개의 레이저 펄스(11)에 의해 형성된다. 몇몇 실시형태에서, 각각의 리세스(400)는 약 30 내지 70개의 레이저 펄스(11)에 의해 형성된다. 몇몇 실시형태에서, 각각의 리세스(400)는 약 40 내지 60개의 레이저 펄스(11)에 의해 형성된다.

[0069]

몇몇 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스 파라미터는 적외선 레이저 파장을 갖는 레이저 출력을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 700nm와 20 μ m 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 1152nm, 1090nm, 1080nm, 1064nm, 1060nm, 1053nm, 1047nm, 980nm, 799nm, 또는 753nm의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 1150nm와 1350nm, 780nm와 905nm, 또는 700nm와 1000nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 700nm와 1350nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 980nm와 1320nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 980nm와 1080nm 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 1064nm의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 적외선 고체 상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 다이오드 여기 적외선 고체 상태 레이저에 의해 제공된다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 적외선 광섬유 레이저에 의해 제공된다.

[0070]

몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 약 9.4 μ m와 10.6 μ m 사이의 레이저 파장을 갖는다. 몇몇 실시형태에서, 레이저 출력은 CO₂ 레이저에 의해 제공된다.

[0071]

몇몇 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스 파라미터는, 조각 프로세스 동안 활용된 스폿 직경보다 더 작은 스폿 직경을 갖는 레이저 스폿을 오목면(108)에 갖는 레이저 펄스(11)를 포함한다. 레이저 연마 프로세스의 몇몇 실시형태에서, 스폿 직경은 약 5 μ m과 약 50 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스폿 직경은 약 15 μ m와 약 40 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스폿 직경은 약 25 μ m와 약 35 μ m 사이의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 스폿 직경은 약 30 μ m이다. 주 공간축(410 또는 412)은 스폿 직경과 거의 동일한 또는

약간 더 큰 또는 약간 더 작은 간격을 가질 수도 있다.

- [0072] 몇몇 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스 파라미터는 10kHz보다 더 큰 펄스 반복률로 물품 상에 레이저 펄스(11)를 지향시키는 것을 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 10kHz에서 약 1000kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 50kHz에서 약 500kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 75kHz에서 약 200kHz까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 펄스 반복률은 약 100kHz이다.
- [0073] 몇몇 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스 파라미터는 약 1W에서 약 10W까지의 범위 내에 있는 파워를 나타내는 레이저 펄스(11)를 포함한다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 2W에서 약 8W까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 4W에서 약 6W까지의 범위 내에 있다. 몇몇 실시형태에서, 파워는 약 5W이다.
- [0074] 일 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스는 약 5 μ m에서 약 15 μ m까지의 범위 내의 깊이(414)를 갖는 리세스(402), 약 30 μ m에서 약 60 μ m까지의 범위 내의 인접한 리세스(402) 사이의 중심 대 중심 간격(406), 약 30 내지 70개의 레이저 펄스(11)에 의한 각각의 리세스(402)의 형성, 적외선 파장을 갖는 레이저 펄스(11), 약 15 μ m와 약 40 μ m 사이의 범위 내의 스폿 직경, 약 50kHz에서 약 500kHz까지의 범위 내의 펄스 반복률, 및 약 1W에서 약 10W까지의 범위 내의 레이저 펄스 파워를 포함한다.
- [0075] 일 실시형태에서, 펀치 패턴화 프로세스는 약 5 μ m에서 약 15 μ m까지의 범위 내의 깊이를 갖는 리세스(402), 약 40 μ m의 인접한 리세스(402) 사이의 중심 대 중심 간격, 광섬유 레이저로부터의 적외선 파장을 갖는 약 40 내지 60개의 레이저 펄스(11)에 의한 각각의 리세스(402)의 형성, 약 30 μ m의 스폿 직경, 약 100kHz의 펄스 반복률, 및 약 5W의 레이저 펄스 파워를 생성한다.
- [0076] 위에서 예시적으로 설명된 펀치 패턴화 프로세스의 수행시, 보울 형상의 테이퍼(bowl-shaped taper)를 갖는 리세스(402)의 패턴(400)이 물품(100) 내에 형성될 수 있다. 리세스(402)는 (예를 들면, 레이저 펄스(11)의 빔에 의해 용융된 다음 다시 고화된 기관(102)의 재료로 적어도 부분적으로 형성되는) 평활한 표면을 가지며, 안정하고, 내마모성이 있으며 리세스(402)의 패턴(400)은 고휘도를 갖는 이미지를 생성한다. 임의의 특정 이론에 얽매이지 않을지라도, 리세스(402)의 패턴(400)에 입사하는 광은 리세스에 의해 반사되고 산란되어 리세스(402)의 패턴(400)으로부터 반사된 광이 사람 눈에 흰색으로 보이게 된다고 믿어진다. 리세스(402)의 패턴(400)은 원래의 표면(100a)의 것보다, 기관 표면(102)의 것보다, 연마되지 않은 오목면(108)의 것보다, 그리고 연마된 오목면(108)의 것보다 더 밝은 흰색 외관을 제공한다. 또한, 리세스(402)의 패턴(400)은 종래의 식각 프로세스에 의해 달성될 수 있는 것보다 더 밝은 흰색을 제공한다. 선행 연마 프로세스 없이 펀치 패턴화 프로세스가 수행되는 경우, 리세스(402)의 패턴(400)은, 연마 프로세스 이후에 수행되는 경우보다 광택이 덜한 흰색의 무광택 외관을 제공하지만, 무광택의 흰색은 종래의 식각 프로세스에 의해 달성될 수 있는 것보다 여전히 더 밝은 흰색임을 또한 주목한다.
- [0077] 이전에 언급된 바와 같이, 기관의 레이저 프로세싱(마킹)의 신뢰성과 반복가능성을 향상시키기 위해 선택될 수도 있는 예시적인 레이저 프로세싱 파라미터는 레이저 타입, 파장, 펄스 지속시간, 펄스 에너지, 펄스의 시간적 형상, 펄스의 공간적 형상, 초점 스폿 사이즈(빔 웨이스트), 펄스 반복률, 펄스의 수, 바이트 사이즈, 레이저 스폿 중첩, 주사 속도, 및 충돌 위치 당 주사 패스의 수를 포함한다. 추가적인 레이저 펄스 파라미터는 물품(100)의 표면에 대한 초점 스폿의 위치를 특정하는 것 및 물품(100)에 대한 레이저 펄스(11)의 상대적 움직임을 관리하는 것을 포함한다.
- [0078] 물품(100)의 표면을 조각, 연마, 및 변형하도록 적용될 수 있는 예시적인 레이저 프로세싱 시스템은, 조각, 연마, 및 추가적인 변형 프로세스 중 하나 이상을 수행하기 위해, 독립적으로 관리되는 레이저 헤드와 같은 다수의 툴을 포함할 수도 있다. Cutler의 미국 특허 제5,847,960호는 멀티툴 미세 기계가공 시스템을 설명하며 참조에 의해 본원에 통합된다. 대안적으로, 레이저 프로세싱 시스템의 예시적인 레이저는, 상이한 조각, 연마, 및 추가적인 변형 프로세스를 달성하기 위해 상이한 세트의 레이저 프로세싱 파라미터로 물품(100)의 표면을 조각, 연마, 및 변형하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 조각, 연마 및 추가적인 변형 프로세스 중 2개를 수행하기 위해 하나의 레이저 프로세싱 시스템이 활용될 수도 있으며, 조각, 연마, 및 추가적인 변형 프로세스의 나머지를 수행하기 위해 다른 레이저 프로세싱 시스템이 활용될 수도 있다. 대안적으로, 조각, 연마, 및 추가적인 변형 프로세스의 각각은 별개의 레이저 프로세싱 시스템 상에서 수행될 수도 있다.
- [0079] 몇몇 실시형태에 의해 유익하게 활용될 수도 있는 레이저 프로세싱 파라미터는, IR에서 UV까지의, 특히 약 10.6 마이크로 미터로부터 약 266nm까지의 범위에 걸치는 파장을 갖는 레이저를 사용하는 것을 포함한다. 레이저(38) 중 하나 이상은 1W 내지 100W의 범위 내에서 동작할 수도 있거나, 또는 몇몇은 1W 내지 12W의 범위 내에서 동작

할 수도 있다. 펄스 지속시간은 1ps에서 1000ns까지의 범위 내에 있을 수도 있거나, 또는 펄스 지속시간은 몇몇 실시형태에서 1ps에서 200ns까지의 범위 내에 있을 수도 있다. 레이저 반복률은 1kHz에서 100MHz까지의 범위 내에 있을 수도 있거나, 또는 레이저 반복률은 몇몇 실시형태에서 10kHz에서 1MHz까지의 범위 내에 있을 수도 있다. 레이저 플루언스(fluence)는 약 $0.1 \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$ 에서 100.0 J/cm^2 까지의 범위에 걸칠 수도 있거나, 또는 레이저 플루언스는 몇몇 실시형태에서 $1.0 \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$ 에서 10.0 J/cm^2 까지의 범위에 걸칠 수도 있다. 마킹되고 있는 물품(100)에 대해 레이저 빔이 움직이는 속도는 1mm/s에서 10m/s까지의 범위에 걸칠 수 있거나, 또는 주사 속도는 몇몇 실시형태에 대해 100mm/s에서 1m/s까지의 범위에 걸칠 수 있다. 물품(100)의 표면 상에서의 레이저 펄스(11)의 인접한 열 사이의 피치 또는 간격은 1미크론에서 1000미크론까지의 범위에 걸칠 수도 있거나, 또는 피치 또는 간격은 몇몇 실시형태에 대해 10미크론에서 100미크론까지의 범위에 걸칠 수도 있다. 물품(100)의 표면에서 측정된 레이저 펄스(11)의 레이저 스팟(15)의 사이즈는 1미크론에서 1000미크론까지의 범위에 걸칠 수도 있거나, 또는 레이저 스팟은 몇몇 실시형태에 대해 25미크론에서 500미크론까지의 범위에 걸칠 수도 있다. 물품(100)의 표면에 대한 레이저 펄스(11)의 초점 스팟의 위치(고도)는 -10mm에서 +10mm까지의 범위에 걸칠 수도 있거나, 또는 초점 스팟의 고도는 표면에 대해 0에서 +5mm까지의 범위에 걸칠 수도 있다.

[0080] 물품(100)을 프로세싱하도록 적용될 수 있는 예시적인 레이저 프로세싱 시스템은, 미국 오리건주 97229 포틀랜드의 Electro Scientific Industries, Inc.에 의해 제조된 ESI MM5330 미세기계가공 시스템(2)이다. 이러한 미세기계가공 시스템(2)은, 30kHz의 펄스 반복률에서 5.7W의 평균 파워를 갖는 다이오드 여기 Q-스위칭 고체 상태 레이저(38)를 활용할 수도 있으며, 몇몇 실시형태에 대해 532nm 또는 다른 파장에서 제2의 고조파 파장을 방출하도록 구성될 수도 있다. 물품(100)을 프로세싱하도록 적용될 수 있는 다른 예시적인 레이저 프로세싱 시스템은, 미국 오리건주 97229 포틀랜드의 Electro Scientific Industries, Inc.에 의해 제조된 ESI ML5900 미세기계가공 시스템이다. 이러한 레이저 미세기계가공 시스템(2)은 5MHz까지의 펄스 반복률에서 약 266nm(UV)에서 약 1064nm(IR)까지의 파장을 방출하도록 구성될 수 있는 고체 상태 다이오드 여기 레이저(38)를 활용할 수도 있다. 예를 들면, 레이저(38)는 옵션적으로, 파장을 532nm로 감소시키기 위해 고체 상태 고조파 주파수 생성기를 사용하여 주파수가 2배로 될 수도 있거나 또는 약 355nm로 줄이기 위해 3배로 될 수도 있고, 그 결과 가시(녹색) 또는 자외선(UV) 레이저 펄스를 각각 생성하게 된다.

[0081] 다른 예시적인 레이저 미세기계가공 시스템은 모델 5335, 5950, 및 5970을 포함하며, 이들도 또한 미국 오리건주 97229 포틀랜드의 Electro Scientific Industries, Inc.에 의해 제조된다.

[0082] 몇몇 실시형태에서, 레이저(38)는, 독일 카이제르슬라우테른의 Lumera Laser GmbH에 의해 제조된 모델 Rapid인, 1064nm의 파장에서 동작하는 다이오드 여기 Nd:YVO₄ 고체 상태 레이저일 수도 있다. 레이저(38)는 1-2MHz의 펄스 반복률에서 6W까지의 연속 파워를 산출하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시형태에서, 레이저(38)는, 미국 캘리포니아주 95054 산타클라라의 Spectra-Physics에 의해 제조된 모델 Vanguard인, 주파수가 3배로 된 355nm의 파장에서 동작하는 다이오드 여기 Nd:YVO₄ 고체 상태 레이저일 수도 있다. 레이저(38)는 2.5W까지 산출하도록 구성될 수 있지만, 약 1W의 파워를 산출하는 80MHz의 모드 잠금된 펄스 반복률에서 일반적으로 동작한다.

[0083] 레이저 미세기계가공 시스템(2)은, 적절한 레이저(들)(38), 레이저 광학장치(6 및 8), 부품 핸들링 설비, 및 제어 소프트웨어의 추가에 의해 본원에서 개시된 방법에 따라 표면을 신뢰성 있게 그리고 반복적으로 프로세싱하도록 적용될 수도 있다. 이들 변형은 레이저 프로세싱 시스템이 적절한 레이저 프로세싱 파라미터를 갖는 레이저 펄스(11)를, 적절하게 위치되고 유지된 물품(100) 상의 원하는 장소에 원하는 레이저와 피치로 지향시켜 원하는 컬러 및 광학적 밀도를 갖는 원하는 표면 효과를 생성하는 것을 허용한다.

[0084] 도 5a 및 도 5b는 물품(100)을 프로세싱하기 위해 적용된 ESI Model MM5330 레이저 미세기계가공 시스템(2)의 도면이고, 도 6은 도 5a 및 도 5b의 레이저 미세기계가공 시스템(2)의 소정의 컴포넌트를 강조하는 개략도이다. 도 5a, 도 5b, 및 도 6을 참조하면, ESI Model MM5330 레이저 미세기계가공 시스템(2)에 대한 적용예는 레이저 미러와 전력 감쇠기(4), 몇몇 실시형태의 레이저 파장, 파워 및 빔 사이즈를 핸들링하도록 적용된 레이저 빔 조종 광학장치(6)(예컨대 한 쌍의 검류계 제어 미러)와 레이저 펄드 광학장치(8), 물품(100)을 고정하도록 적용된 척(10), 물품(100) 및 레이저 펄스(11)의 서로에 대한 위치를 움직이도록 적용된 스테이지(들)(14, 18, 및 20), 및 레이저 프로세싱 및/또는 빔 위치 목표 데이터를 저장하고 레이저(38)가 레이저 펄스(11)를 방출하여 레이저 펄스(11)를 물품(100) 상의 특정 위치로 지향하게 하도록 적용된 제어기(12)를 포함한다.

[0085] 도 5b는 적용된 ESI Model MM5330 레이저 미세기계가공 시스템(2)의 다른 뷰를 도시하는데, MM5330 레이저 미세기계가공 시스템(2)의 다양한 패널이 개방되어 있을 때 레이저(38)의 동작을 방지하는 인터록 센서(도시되지 않

음)의 동작을 제어하는 레이저 인터록 제어기(26), 제어기(28), 레이저 전원(30), 레이저 빔 시준기(32), 레이저 빔 광학장치(34) 및 레이저 미러(36)을 포함하며, 이들 모두는 적응된 레이저(38)와 함께 작동하도록 적응되어 있다.

[0086]

레이저(38) 또는 대안적인 레이저는 제어기(28) 및 레이저 전원(30)과 협력하여 1ps 내지 1000ns의 지속시간을 갖는 레이저 펄스(11)를 생성하도록 구성될 수 있다. 이들 레이저 펄스(11)는 가우시안일 수도 있거나 또는 원하는 표면 효과를 달성하기 위해 레이저 빔 광학장치(34)에 의해 특별히 성형될 수도 있다. 제어기(28)와 협력하는 레이저 빔 광학장치(34), 레이저 빔 조종 광학장치(6), 및 레이저 필드 광학장치(8)는 협력하여 레이저 펄스(11)를 지향시켜, 척(10)에 의해 고정된 물품(100) 상에 레이저 스팟(15)을 형성한다. 몇몇 실시형태에서, 빔 조종 광학장치(6)는 하나 이상의 검류계, 고속 조종 미러, 음향-광학 편향기, 전기-광학 편향기, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 모션 제어 소자인 Y 스테이지(14), X 스테이지(18), Z 스테이지(광학 스테이지)(20), 및 레이저 빔 조종 광학장치(6)는 결합하여 복합 빔 위치결정 성능을 제공하는데, 그 중 한 양태는 물품(100)이 레이저 빔의 레이저 스팟(15)에 대해 계속 움직이는 동안 물품(100)에 대해 레이저 빔을 위치시키는 능력이다. 이 성능은 Cutler 등에 의한 미국 특허 제5,751,585호에서 설명되며, 이 특허는 본 출원의 양수인에게 양도되었으며 참조에 의해 본원에 통합된다. 복합 빔 위치결정은, 제어기(28)가 모션 제어 소자, 즉 Y 스테이지(14), X 스테이지(18), Z 스테이지(20)의 일부, 및 레이저 빔 조종 광학장치(6)를 관리하게 하여, 모션 제어 소자의 나머지 부분에 의해 야기된 연속적인 상대 모션을 보상하게 함으로써, 물품(100)이 레이저 빔에 대해 상대적으로 움직이고 있는 동안에도 물품(100) 상에 특정 형상의 표면 효과를 생성하는 능력을 포함한다.

[0087]

레이저 펄스(11)는 제어기(28)와 협력하는 레이저 빔 광학장치(34)에 의해 또한 성형된다. 레이저 빔 광학장치(34)는 레이저 펄스(11)의 공간적 기하학적 형상뿐만 아니라 공간적 에너지 프로파일을 결정할 수 있는데, 이것은 가우시안일 수도 있거나 또는 특별히 프로파일링될 수도 있다. 예를 들면, 마킹되고 있는 물품(100)에 충돌하는 레이저 스팟(15)의 전체 영역에 걸쳐 균일한 플루엔스 분포를 갖는 레이저 펄스(11)를 전달하기 위해 "탑햇(top hat)"의 공간적 프로파일이 사용될 수도 있다. 이와 같은 특별히 성형된 공간적 프로파일은 회절 광학 소자 또는 다른 광학 빔 성형 소자를 사용하여 생성될 수도 있다. 가우시안 프로파일에서, 프로파일 상의 어떤 지점에서 에블레이션 임계치가 초과된다고 가정하면, 에블레이션 임계 영역 내의 초점 스팟 영역은 에블레이션 임계치를 초과하여 어찌면 손상을 야기할 수도 있지만 에블레이션 임계치를 벗어나는 초점 스팟의 영역은 재료를 제거하지 않을 것이다. 미세기계가공에서의 회절 광학 소자의 사용은 Dunsky 등의 미국 특허 제6,433,301에서 개시되며, 이 특허는 본 출원의 양수인에게 양도되었으며 참조에 의해 본원에 통합된다.

[0088]

레이저 스팟 사이즈는 레이저 빔의 초점 스팟의 사이즈를 참조한다. 마킹되고 있는 물품(100)의 표면 상에서의 레이저 스팟(15)의 실제 스팟 사이즈는, 초점 스팟이 표면 위 또는 아래에 위치되는 것에 기인하여 상이할 수도 있다. 또한, 레이저 빔 광학장치(34), 레이저 빔 조종 광학장치(6), 레이저 필드 광학장치(8), 및 Z 스테이지(20)는 협력하여 레이저 스팟(15)의 초점의 심도를 제어하거나, 물품(100) 상의 교차 지점이 초점면에서 멀어지게 움직일 때 레이저 스팟(15)이 얼마나 빨리 초점에서 벗어나는지를 제어한다. 초점의 심도를 제어하는 것에 의해, 제어기(28)는, 레이저 스팟을 시료의 표면에 또는 표면 근처에 고정밀도로 반복가능하게 위치시키도록, 레이저 빔 광학장치(34), 레이저 빔 조종 광학장치(6), 레이저 필드 광학장치(8), 및 Z 스테이지(20)를 관리할 수 있다. 초점 스팟을 물품(100)의 표면 위에 또는 아래에 위치시키는 것에 의해 마킹을 하는 것은, 레이저 빔이 특정 양만큼 초점에서 벗어나는 것을 허용하고, 그 결과 레이저 펄스(11)에 의해 조사되는 면적을 증가시키고 표면에서의 레이저 플루엔스를 감소시키게 된다. 빔 웨이스트의 기하학적 형태가 알려져 있기 때문에, 초점 스팟을 물품(100)의 실제 표면 위에 또는 아래에 정확하게 위치시키는 것은 스팟 사이즈와 플루엔스에 대한 추가적인 정밀 제어를 제공할 것이다. 1에서 1000ps까지의 범위 내의 레이저 펄스폭을 생성하는 피코초 레이저의 사용과 연계하여 초점 스팟을 위치시킴으로써 레이저 스팟 기하학적 형태를 변경하는 것에 의해 레이저 플루엔스를 변경하는 것은, 위에서 언급된 바와 같이 물품(100) 상에 표면 효과의 일부를 신뢰성 있게 그리고 반복적으로 생성하는 방식이다. 플루엔스는 빔 경로(44)를 따라 위치한 AOM 플루엔스 감쇠기 또는 다른 광학적 감쇠 디바이스에 의해 또한 변경될 수도 있다.

[0089]

도 7은 레이저 펄스 초점 스팟(40)과 그 근방의 빔 웨이스트의 도면을 도시한다. 빔 웨이스트는, 레이저 펄스(11)가 이동하게 되는 광학 축(44) 상에서 FWHM 방법에 의해 측정된 때의 레이저 펄스(11)의 공간적 에너지 분포의 직경(또는 주 공간축)인 표면(42)에 의해 표현된다. 직경(48)은, 레이저 프로세싱 시스템이 표면(102) 위의 거리(A-0)에서 레이저 펄스(11)로 초점을 맞출 때 기관(102)의 표면 상에서의 레이저 스팟(15)의 레이저 스팟 사이즈를 나타낸다. 직경(46)은, 레이저 프로세싱 시스템이 표면 아래의 거리(0-B)에서 레이저 펄스(11)로 초점을 맞출 때 기관(102)의 표면 상에서의 레이저 스팟(15)의 레이저 스팟 사이즈를 나타낸다.

[0090]

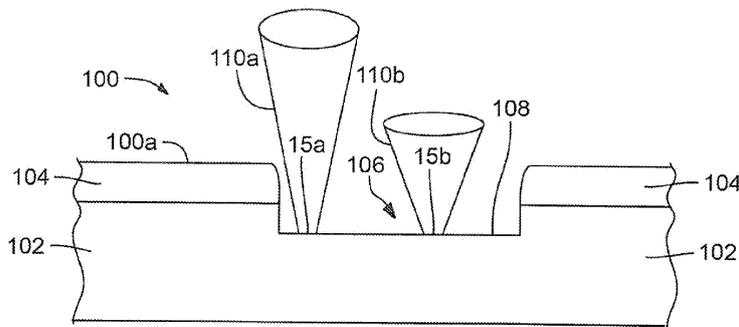
다른 또는 추가적인 레이저 또는 상이한 미세기계가공 시스템이 활용될 수 있고 또한 원하는 광학적 표면 특성을 제공하기 위해 상이한 조각, 연마, 및 표면 변형 기술이 활용될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 몇몇 대안적인 미세기계가공 시스템, 레이저, 및 프로세스 파라미터는 미국 특허 제8,379,679호, 제8,389,895호, 및 제8,604,380호에서 발견될 수 있으며, 이들은 참조에 의해 본원에 통합된다.

[0091]

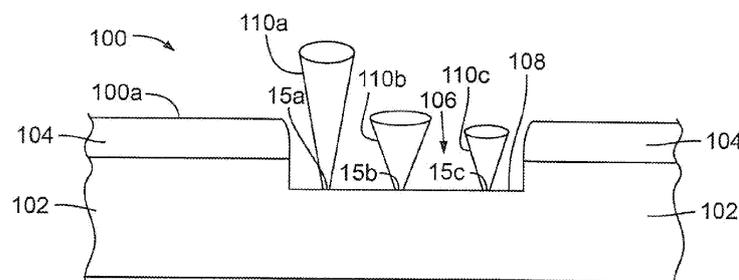
상기 내용은 본 발명의 실시형태의 예시이며 본 발명의 제한으로서 간주되어선 안된다. 본 발명의 몇몇 예시적인 실시형태가 설명되었지만, 본 발명의 신규의 교시와 이점에서 본질적으로 벗어나지 않으면서 예시적인 실시형태에서 많은 변형이 가능함을 당업자는 즉시 알 것이다. 따라서, 이러한 변형 모두는 특허청구범위에서 정의된 바와 같은 본 발명의 범위 내에 포함되도록 의도된다. 그러므로, 상기의 내용은 본 발명의 예시이며 개시된 본 발명의 특정한 예시적인 실시형태에 제한되는 것으로 간주되어선 안되고, 또한 개시된 예시적인 실시형태뿐만 아니라, 다른 실시형태에 대한 변형도 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 포함되도록 의도된 것이 이해되어야 한다. 본 발명은 하기의 특허청구범위에 의해 정의되며, 특허청구범위의 균등범위도 본 발명에 포함되어야 한다.

도면

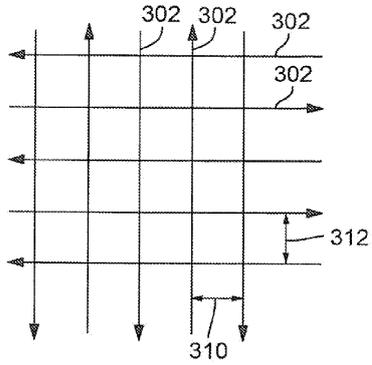
도면1



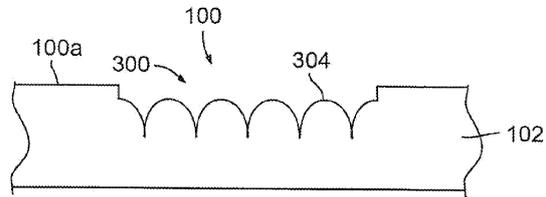
도면2



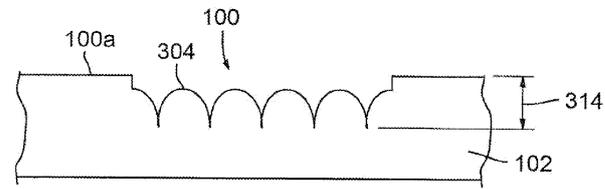
도면3



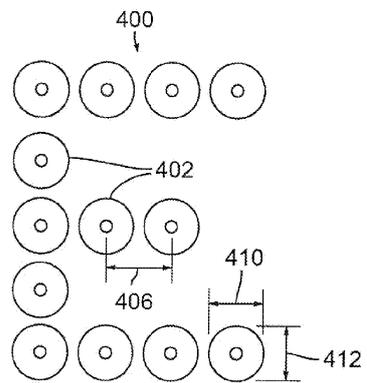
도면3a



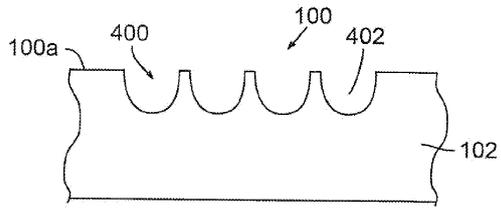
도면3b



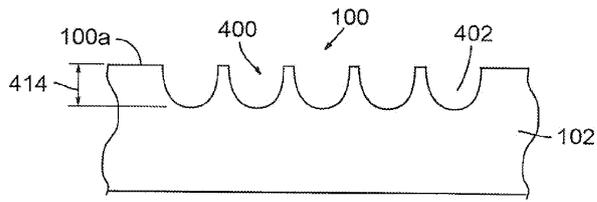
도면4



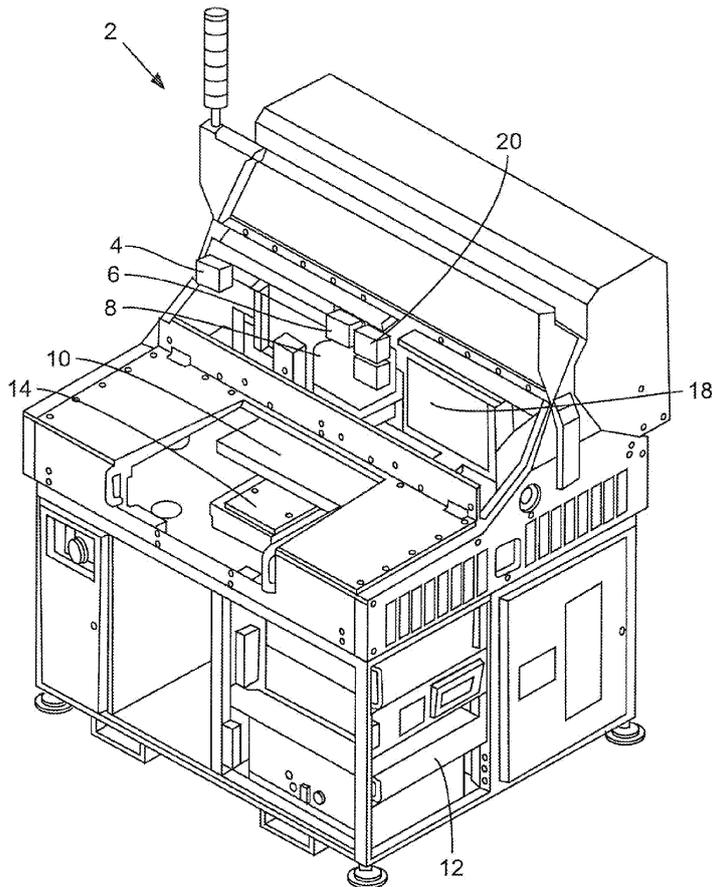
도면4a



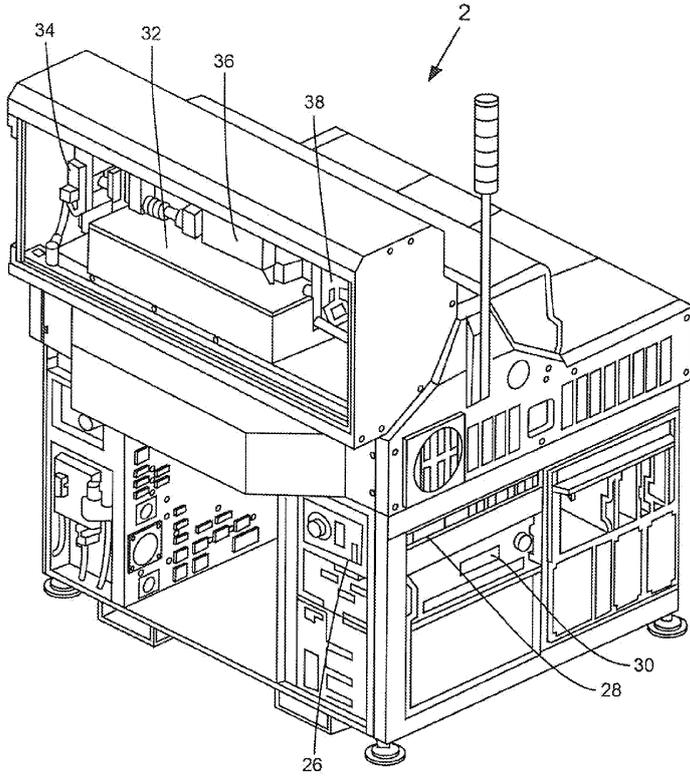
도면4b



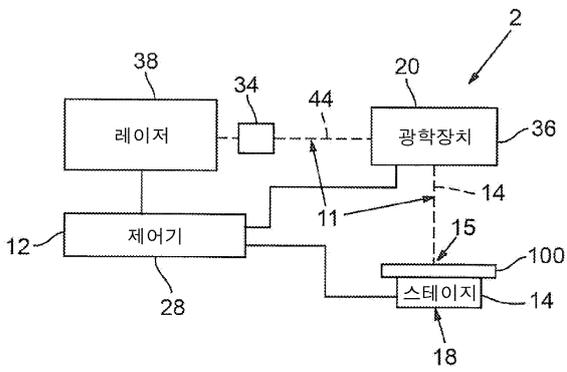
도면5a



도면5b



도면6



도면7

