



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월06일

(11) 등록번호 10-0755582

(24) 등록일자 2007년08월29일

(51) Int. Cl.

G02B 5/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7015523

(22) 출원일자 2005년08월23일

심사청구일자 2005년08월30일

번역문제출일자 2005년08월23일

(65) 공개번호 10-2005-0110638

공개일자 2005년11월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/005494

국제출원일자 2004년02월24일

(87) 국제공개번호 WO 2004/077114

국제공개일자 2004년09월10일

(30) 우선권주장

10/373,448 2003년02월24일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

US04814232A1

US06495272

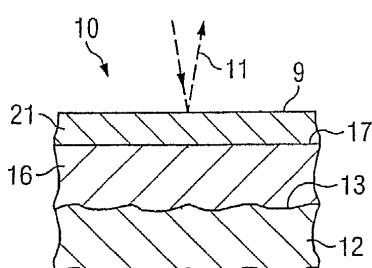
전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 고재현

(54) 고정밀 거울 및 그 제조 방법

(57) 요 약

본 발명에 따른 거울은 표면을 갖는 기판과, 기판의 표면 위에 제공되며 기판으로부터 대향된 측면 상에 연마 처리된 표면을 갖는 박막 마무리층을 포함한다. 본 발명의 다른 태양에 따르는 거울 제조 방법은 그 위에 표면을 갖는 기판을 제공하는 단계와, 박막 기술을 사용해서 기판의 표면 위로 기판으로부터 대향된 측면 상에 표면을 갖는 박막 마무리층을 형성하는 단계와, 마무리층의 표면을 연마하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

표면을 갖는 기판과,

상기 기판의 상기 표면 위에 배치되고, 상기 기판으로부터 대향되는 그 일 측면 상에 표면의 마무리를 개선하도록 연마된 표면을 갖는 박막 마무리층과,

상기 마무리층의 상기 표면으로부터 외향으로 제공되는 반사층을 포함하는 거울을 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 마무리층은 충분히 얇아서, 온도 변화에 반응하여, 상기 거울은 상기 기판 및 상기 마무리층에 대한 열 팽창 계수의 차이로 인해 실질적으로 만곡이 이루어지지 않는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 마무리층은 대략 0.00254 mm(0.0001 인치) 미만의 두께를 갖는 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

표면을 갖는 기판과,

상기 기판의 상기 표면 위에 제공되고, 상기 기판으로부터 대향되는 그 일 측면 상에 표면의 마무리를 개선하도록 연마된 표면을 갖는 박막 마무리층과,

상기 기판 및 상기 마무리층 사이에 배치되는 박막 중간층을 포함하는 거울을 포함하는 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 반사층은 상기 마무리층의 상기 표면 위에 구비된 박막 반사층을 포함하는 장치.

청구항 11

표면을 갖는 기판과,

상기 기판의 상기 표면으로부터 외향으로 배치되는 박막 중간층과,

상기 중간층으로부터 외향으로 배치되는 박막 마무리층과,

상기 마무리층의 표면으로부터 외향으로 배치되는 반사층을 포함하고,

상기 마무리 층은 상기 중간층으로부터 대향되는 일 측면을 가지며, 상기 측면은 상기 마무리 층의 표면의 마무

리를 개선하도록 연마된 마무리 층 표면을 갖는 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 마무리 층은 충분히 얇아서, 온도 변화에 반응하여, 상기 거울은 상기 기판 및 상기 마무리층에 대한 열 팽창 계수의 차이로 인해 실질적으로 만곡이 이루어지지 않는 장치.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 마무리층은 대략 0.0001 인치 미만의 두께를 갖는 장치.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 마무리층은 실리콘을 포함하는 장치.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 마무리층은 니켈-크롬을 포함하는 장치.

청구항 16

제11항에 있어서, 상기 중간층은 실리콘을 포함하는 장치.

청구항 17

제11항에 있어서, 상기 중간층은 대략 0.0001 인치 미만의 두께를 갖는 장치.

청구항 18

제11항에 있어서, 상기 반사층은 금, 은 및 알루미늄 중 하나를 포함하는 장치.

청구항 19

제11항에 있어서, 상기 기판의 표면은 다이아몬드-지점-선삭 마무리를 갖는 장치.

청구항 20

제11항에 있어서, 상기 기판은 알루미늄 합금을 포함하는 장치.

청구항 21

제11항에 있어서, 상기 마무리층의 표면의 상기 마무리는 대략 25 옹스트롬 RMS 미만의 마무리인 장치.

청구항 22

제11항에 있어서, 상기 마무리층의 표면의 상기 마무리는 대략 20 옹스트롬 RMS 미만의 마무리인 장치.

청구항 23

제11항에 있어서, 상기 마무리층의 표면의 상기 마무리는 대략 15 옹스트롬 RMS 미만의 마무리인 장치.

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

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은 일반적으로 거울에 관한 것이고, 특히 고정밀 거울의 구조 및 제조에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 고정밀 거울이 필요한 다양한 광학 시스템들이 있다. 예들은 자외선 리소그래피 응축기 거울, 반사 레이저 스캐너 거울, 외기 반사 광학계, 가시 광선에 대해 낮은 분산이 필요한 시스템 및 다양한 다른 용도를 포함한다.

<3> 정밀 금속 거울을 제조하기 위한 하나의 현재 기술은 알루미늄 6061-T6 등의 당업계에서 일반적으로 공지된 바와 같은 알루미늄 합금의 기판을 취하고, 기판 상에 표면의 단일 지점 다이아몬드 선삭(DPT)을 수행한 다음, 반사 표면으로서 제공한다. 이 합금은 경량이고, DPT에 의해 용이하게 기계 가공되며, 양호한 장기간 안정성을 갖는다. 그러나 불행하게도 이 알루미늄 합금은 아연, 크롬 및 철 등의 합금 원소들을 포함하여, DPT로 달성 가능한 표면 마무리를 대략 80 옹스트롬 RMS로 효과적으로 제한하는 DPT 후의 결합 또는 인공물을 남겨둔다. 이런 품질의 표면 마무리는, 중요한 반사 광선이 3 마이크론보다 긴 파장 등의 상대적으로 긴 파장을 갖는, 많은 용도들에 적절히 낮은 분산을 제공한다. 그러나, 가시 광선의 파장 등의 보다 짧은 파장에서, 80 옹스트롬 RMS의 표면 마무리는 많은 용도들에 대해 너무 높은 분산 레벨을 생성한다.

<4> 이 문제를 해결하기 위한 시도로, 하나의 종래 기술은 알루미늄 6061-T6 기판 상에 DPT 표면 위로 비전해 니켈을 도금하고, 이 니켈층에 DPT를 부가한 다음, 니켈층을 연마하여 표면 마무리를 향상시키려는 시도가 있었다. 이 대안적인 시도는 몇 가지 다른 단점을 가진다.

<5> 특히, 모든 이런 거울들에 대해서, 알루미늄 합금 기판의 열팽창 계수와 도금된 니켈층의 열팽창 계수 사이에 본질적인 부정합이 있다. 결론적으로, 니켈층의 두께로 인해, 기판과 니켈층 사이에 바이메탈릭 효과(bimetallic effect)가 있을 수 있고, 이는 거울의 작동 온도 범위에 걸쳐 거울 표면의 만곡을 야기한다. 이런 만곡은 거울 표면의 광학적 특징들을 변화시키므로, 고정밀 거울 표면의 구성에서 바람직하지 않다. 보통의 온도 변화에 대해 수용 가능한 레벨로 이런 바이메탈릭 만곡을 유지하기 위해서, 도금된 니켈은 대략 0.0127mm (0.0005 인치) 내지 대략 0.0254mm(0.001 인치)의 두께로 얇고 균일한 층을 가져야 한다. 이런 얇고 균일한 층을 얻기 위해서, 상기한 DPT 작동이 필요하고, 또한 알루미늄에 대한 DPT 작동이 필요하다. 이런 제2 DPT 작동에 대한 필요는 제조 공정에 대한 비용 및 사이클 시간을 추가한다.

<6> 다른 기술은 열적 부정합을 방지하기 위해 니켈 도금 대신에 전기 증착되는 고순도의 알루미늄 도금을 사용한다. 이러한 공정은 전기 증착 알루미늄 층 위에 견고한 알루미늄 산화물(사파이어) 외부층을 생성하고, 이러한 산화물 층은 절삭 동안 다이아몬드 공구에 손상을 준다. 또한, 이러한 고순도 알루미늄은 매우 연해서, 절삭 동안 다이아몬드 공구 상에 축적되는 경향이 있고, 이는 DPT 작업을 어렵게 한다. 또한, 연한 알루미늄

표면은 긁히기 쉬우며, 세정하기 어렵다. 이러한 방법을 사용하여, DPT 표면 마무리는 약 40 옹스트롬 RMS로 향상되지만, DPT로부터의 흙은 여전히 존재하고, 가시 가능한 파장의 바람직하지 않은 비산을 생성한다.

<7> 6061-T6 알루미늄 거울의 표면 마무리를 향상시키기 위한 한가지 마지막 방법은 알루미늄을 연마하는 것이다. 일부 기술은 10 옹스트롬 RMS의 표면 마무리를 설명하고 있지만, 이는 알루미늄의 연성으로 인해 어렵다. 그러나, 표면 최고점 대 최저점 변화는 불순물에 의해 매우 높게 되므로, 이방향 반사 분배 기능(BRDF) 비산 테스트는 연마된 6061-T6 알루미늄 층 상에 생성된 비구면은 약 60 옹스트롬 RMS 표면 마무리로 효과적으로 수행됨을 보여준다. 분명한 것은, 60 옹스트롬 RMS 표면 마무리에 필적하는 수행은 특히 어려움 및 비용이 증가한다는 관점에서 80 옹스트롬 RMS 표면 마무리에 비해 상당한 개선은 아니다.

발명의 상세한 설명

<8> 상기로부터, 상술한 단점의 적어도 일부를 방지할 수 있는 고 정밀도의 거울 및 그 제조 방법에 대한 요구가 있다는 것을 알 수 있다. 본 발명의 한가지 형태는 표면을 갖는 기판과, 기판의 표면 위에 제공되고 기판의 대향면 상에 연마 마무리된 표면을 갖는 박막 마무리 층을 구비하는 거울을 포함하는 장치이다.

<9> 본 발명의 다른 형태는 거울을 제작하는 방법에 관한 것이고, 상기 방법은 표면을 갖는 기판을 제공하는 단계와, 박막 기술을 사용하여 기판의 표면 위에 기판의 대향면 상에 표면을 갖는 박막 마무리 층을 형성하는 단계와, 마무리 층의 표면을 연마하는 단계를 포함한다.

실시 예

<14> 첨부된 도면과 관련하여 취해진, 후속하는 상세한 설명으로부터 본 발명은 더욱 명확하게 이해될 것이다.

<15> 도1은 본 발명의 태양들을 예시한 고정밀 거울(10)의 개략적인 부분 단면도이다. 거울(10)은 파선 화살표(11)에 의해 개략적인 도시된 바와 같이, 방사선을 반사할 수 있는 고 정밀 표면(9)을 갖는다. 도1의 거울(10)은 눈에 보이는 방사선과 함께 사용하도록 설계되었지만, 다른 유형의 방사선과도 사용될 수 있다. 도1에 도시된 거울(10)의 일부는 표면(9)의 곡률이 너무 작아서 도1에서는 명확하지 않지만, 표면(9)은 비구면이다. 본 발명은 표면(9)과 같은 비구면 거울면의 측면에서 장점이 있지만, 본 발명은 비구면에 제한되지는 않는다.

<16> 거울(10)은 기판(12)을 가지며, 이는 개시된 실시예에서 알루미늄 6061-T6와 같이 많은 제조사로부터 용이하게 구입할 수 있는 알루미늄 합금이다. 하지만, 기판(12)은 다른 적절한 재료로 이루어질 수도 있다. 6061-T6 합금은 주로 알루미늄이며 아연, 크롬 및 철을 합금 원소로 가지며, 또한 마그네슘과 규소와 같은 원소를 포함할 수 있다.

<17> 기판(12)은 상부에 표면(13)을 갖는다. 표면(13)은 단일 지점 다이아몬드 선삭(DPT)과 같은 산업에서 일반적으로 언급되는 가공 기술을 사용하여 형성된 정밀한 표면이다. 이러한 정밀 가공 기술을 사용함에도 불구하고, 아연, 크롬 및 철과 같은 기판(12) 내의 합금 요소는 약 80 옹스트롬 RMS로 그 평탄도로 제한되는 마무리 가공면에 결함 또는 인공물을 남긴다.

<18> 표면(13)의 DPT가 완료된 후에, 마무리층(16)이 종래의 박막 증착 기술을 이용하여 표면(13) 상에 증착된다. 도1의 실시예에서, 마무리층(16)은 니켈-크롬층이며, 두께는 약 5,000 옹스트롬이다. 그러나, 이와 달리 층(16)은 다른 적절한 재료로 제작될 수 있으며, 다른 적절한 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 층(16)은 대략 0.0001 인치 미만의 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 이후 설명되겠지만 층(16)은 비결정질 규소로 만들어질 수 있다.

<19> 마무리층(16)은 기판(12)으로부터 대향한 측에 표면(17)을 갖는다. 표면(17)은 초기에 약간 거친데, 마무리층(16)이 박막층이여서 그 상부층이 전술된 바와 같이 결점 또는 인공물을 가지는 표면(12) 상에 DPT 표면(13)의 윤곽을 어느 정도 따른다. 그러므로, 표면(17)에서 피크 대 벨리(peak to valley) 변화를 제거하기 위해서 표면(17)은 연마된다.

<20> 개시된 실시예에서 표면(17)의 연마는 도시되지 않은 연마 혼합물 및 도시되지 않은 연마 요소 또는 패드를 이용하여 수행된다. 연마 혼합물은 플로리다주, 디어필드 비치에 소재하는 GE 마이크론 프로덕츠(GE Micron Products)에서 "K-SPRAY DIAMOND ABRASIVE"(타입 SJK-5, 크기 0.0 - 0.2 미크론, 포뮬라 K-285T)라는 상표명으로 판매되는 재료이다. 그러나, 다른 적절한 재료가 연마 혼합물로서 대신 사용될 수 있다. 연마 요소는 메사 추세츠주, 웨스트보로에 소재하는 스톡웰 오피스 프로덕츠(Stockwell Office Products) 사에서 "TAC'N STIK REUSABLE ADHESIVE"라는 상표명으로 상업적으로 이용 가능한 부품이다. 그러나, 다른 적절한 요소가 연마 요소

로써 대신 사용될 수 있다. 개시된 실시예에서, 표면(17)을 연마하면 약 500 옹스트롬의 마무리층(16) 재료를 제거한다. 연마 후에, 최종 표면(17)은 약 22 내지 25 옹스트롬 RMS의 표면 마무리를 갖는다.

<21> 그런 다음, 얇은 반사층(21)이 종래의 박막 증착 기술을 이용하여 마무리층(16)의 표면 상에 형성된다. 개시된 실시예에서, 반사층(21)은 약 2,000 내지 5,000 옹스트롬의 두께를 갖지만, 이와 다른 적절한 두께를 가질 수 있다. 또한, 반사층(21)은 은이지만, 이와 다른 재료 예컨대 금이나 알루미늄 등의 적절한 재료를 가질 수 있다. 반사층(21)의 외부면은 반사면(9) 작용을 한다. 반사층(21)이 하부 마무리층(16)의 표면(17)에 제공된 박막 층이기 때문에, 반사층(21) 상의 표면(9)은 표면(17)의 것과 비교할 만한 표면 마무리를 가지거나, 달리 말하면 약 22 내지 25 옹스트롬 RMS의 표면 마무리를 가진다.

<22> 도면에는 도시되지 않은 얇은 보호막은 선택된 주파수대 내에서 반사율을 증가시키기 위해서 및/또는 반사층을 보호하기 위해서 반사층(21) 위에 도포될 수 있다. 예를 들어, 거울(10)이 가시광선 및 근적외선 주파수대의 조사에 사용되도록 의도되었다면, 두께가 약 1,500 옹스트롬의 이산화규소(SiO_2)가 종래의 기술을 이용하여 반사층(21) 상에 도포된다. 그러나, 거울에 사용되도록 의도된 특정 목적에 따라 산화규소(SiO), 산화탄탈(Ta_2O_5), 산화 티타늄(TiO_2), 산화 지르코늄(ZrO_2)을 포함하지만 이에 한정되지 않는 보호막에 사용될 수 있는 종래의 다른 다양한 재료가 있다.

<23> 도2는 도1과 유사한 개략적 부분 단면도이지만, 도1의 거울(10)에 대한 대체 실시예인 거울(40)을 도시한다. 도2의 거울(40)은 니켈-크롬이 아닌 무정형 규소로 제조된 마무리층(46)을 가진다는 점을 제외하곤, 도1의 거울(10)과 사실상 동일하다. 대안으로, 상기 층(46)은 규소 대신 게르마늄으로 제조될 수도 있다. 규소 층(46)은 약 5,000 옹스트롬 두께를 가지지만, 임의의 다른 적당한 두께를 가질 수 있다. 거울(40)을 제조하는 공정은 니켈-크롬이 아닌 무정형 규소가 박막 증착 기술로 기판의 표면(13)에 인가되는 점을 제외하곤, 거울(10)의 제조에 대한 전술한 공정과 사실상 동일하다.

<24> 도2의 무정형 규소의 마무리층(46)은 도1의 니켈-크롬의 마무리층(16)보다 다소 단단하다. 따라서, 도2의 마무리층(46)의 표면(47)은 도1의 마무리층(16)의 표면(17)과 동일한 방법으로 연마된다 하더라도, 표면(47)은 더 높은 정도의 부드러움을 보인다. 특히, 표면(47)은 약 10 내지 15 옹스트롬 RMS의 표면 마감도를 가진다.

<25> 도3은 도1과 유사한 개략적 부분 단면도이지만, 도1의 거울(10)에 대한 또 다른 대체 실시예인 거울(70)을 도시한다. 도3의 거울(70)은 무정형 규소의 박막 중간층(76)이 기판(12)과 마무리층(16) 사이에 제공된다는 점을 제외하곤, 도1의 거울(10)과 사실상 동일하다. 보다 구체적으로, 기판(12) 상의 표면(13)은 도1과 관련하여 전술한 DPT 운전으로 마무리된다. 다음으로, 무정형 규소 층(76)은 공지 기술의 박막 증착 기술을 사용하여 기판(12)의 표면(13) 상에 증착된다. 층(76)은 약 6,000 옹스트롬의 두께를 갖지만, 임의의 다른 적절한 두께를 가질 수 있다. 마무리층(16)은 도1과 관련하여 전술한 방식으로, 공지된 기술의 박막 증착 기술을 사용하여, 층(76)의 표면(77) 상에 증착된다.

<26> 무정형 규소 층(76)은 니켈-크롬 층(16)보다 단단하다. 니켈-크롬 층(16)은 박막 층이므로, 규소 층(76)의 경계에 도움이 된다. 특히, 도3의 박막 니켈-크롬 층(16)의 표면(17)이 도1과 관련하여 전술한 방식으로 연마될 때, 마무리층(16) 아래에 있는 규소 중간층(76)의 존재는 표면(17)이 도1의 거울(10)에서보다 도3의 거울(70)에서 더 높은 평탄도(degree of smoothness)를 갖도록 한다. 특히, 도3의 표면(17)은 약 10 내지 15 옹스트롬 RMS의 표면 마감도를 가진다.

<27> 도4는 도1 내지 도3의 각각의 거울(10, 40, 70)을 제조하기 위해 사용될 수 있는 공정을 도시하는 흐름도이다. 공정은 기판(12)이 제조되는 블록(101)에서 시작된다. 전술한 바와 같이, 각각의 개시된 실시예에서 기판(12)은 공지된 알루미늄 6061-T6 재료로 제조되지만, 임의의 다른 적절한 재료로 제조될 수 있다. 블록(102)에서, 기판(12) 상의 표면(13)은 공지된 DPT 기술을 사용하여 마무리됨으로써, 약 80 옹스트롬 RMS의 표면 마감도를 가진다.

<28> 도3에 도시된 거울(70)을 제작하는 동안은 블록(103)이 수행되지만, 도1 및 도2에 도시된 거울(10 및 40)을 제작하는 동안은 수행되지 않음을 나타내기 위해, 블록(103)이 도4에 파선으로 도시되어 있다. 블록(103)에서, 박막 기상 증착법을 이용하여 비결정 규소 중간층(76)이 기판(12)의 표면(12) 상에 형성된다.

<29> 블록(106)에서, 마무리층이 박막 기상 증착법을 이용하여 형성된다. 도1 및 도3의 거울(10 및 70)에서는 마무리층이 니켈-크롬층(16)인 반면, 도2의 거울(40)에서는 마무리층이 비결정 규소 층(46)이다. 블록(107)에서, 마무리층의 표면(17) 또는 표면(47)은 전술한 방법으로 연마된다. 이것은 도1의 실시예의 표면(17)에 대해서는

대략 20 내지 25 옹스트롬 RMS의 표면 마무리를, 도2의 실시예의 표면(47)에 대해서는 대략 10 내지 15 옹스트롬 RMS의 표면 마무리를, 또는 도3의 실시예의 표면(17)에 대해서는 대략 10 내지 15 옹스트롬 RMS의 표면 마무리를 가져온다.

<30> 블록(108)에서, 얇은 반사층(21)이 박막 기상 증착법을 이용하여 마무리층의 표면 위에 형성된다. 전술한 바와 같이, 공지된 각 실시예에서의 반사층(21)은 은으로 제조되지만, 대안으로 금 또는 알루미늄과 같은 임의의 다른 적절한 반사 재료로 제조될 수 있다.

<31> 본 발명은 다수의 기술적 장점들을 제공한다. 하나의 장점은 고평탄도, 예를 들면 거울의 특정 구조에 따라 약 10 내지 25 옹스트롬 RMS의 범위의 평탄도의 반사 표면을 가진 거울을 제공한다는 것이다. 이 정도의 평탄도는 거울이 가시광선과 같은 약 3미크론 이하의 비교적 단파장을 가진 방사선에 사용될 경우에 특히 유리하다. 다른 장점은 단일 지점 다이아몬드 선삭 가공(one diamond point turning operation)에 의해 제작될 수 있기 때문에 이의 제작에 수반되는 시간과 비용을 감소시킬 수 있다는 것이다. 따라서, 본 발명은 거울을 기준의 거울 보다 저렴하고 용이하게 제조하면서도 보다 정밀하게 제조한다.

<32> 다른 장점은 다이아몬드 지점 선삭 가공이 아닌 연마 가공을 이용하여 마무리층의 표면을 표면 처리함으로써, 마무리층이 충분히 얇은 박막층이 될 수 있고, 이에 따라 마무리층과 기판은 온도 변화에 반응하여 거울의 만곡을 야기하는 바이메탈 현상이 나타나지 않는다는 것이다. 또 다른 장점은 단일 지점 다이아몬드 선산 가공과 다양한 박막층의 형성이, 공지된 장치 및 기술을 이용하여 수행될 수 있기 때문에, 비용이 많이 들고 다른 목적으로는 사용되지 않는 주문자 제조 장치의 개발 및/또는 구입의 필요성이 회피될 수 있다는 것이다.

<33> 선택된 실시예들이 도시되고 상세히 설명되었지만, 다양한 대체예 및 변경예가 이하의 청구범위에 의해 한정된 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어남 없이 가능하다는 것을 알 것이다.

도면의 간단한 설명

<10> 도1은 본 발명의 태양들을 구현한 거울의 개략적인 일부 단면도이다.

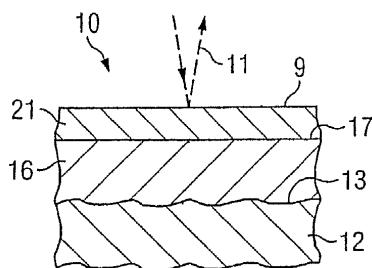
도2는 도1과 유사한 개략적인 일부 단면도이지만, 도1의 거울의 다른 실시예인 거울을 도시한다.

<12> 도3은 도1과 유사한 개략적인 일부 단면도이지만, 도1의 거울의 또 다른 실시예인 거울을 도시한다.

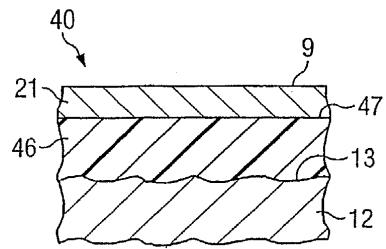
<13> 도4는 도1 내지 도3의 거울을 제작하는데 사용될 수 있는 공정을 도시한 공정 흐름도이다.

도면

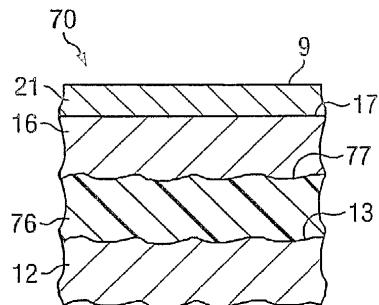
도면1



도면2



도면3



도면4

