



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월14일
(11) 등록번호 10-1275478
(24) 등록일자 2013년06월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 67/20 (2006.01) *B29C 33/38* (2006.01)
H05K 3/00 (2006.01) *B29C 43/02* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7013272
- (22) 출원일자(국제) 2005년11월18일
 심사청구일자 2010년08월04일
- (85) 번역문제출일자 2007년06월13일
- (65) 공개번호 10-2007-0086107
- (43) 공개일자 2007년08월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2005/021252
- (87) 국제공개번호 WO 2006/054701
 국제공개일자 2006년05월26일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2004-00337697 2004년11월22일 일본(JP)
 JP-P-2005-00037899 2005년02월15일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP07051912 A*
 JP11254396 A*
 JP2004209971 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 스미토모덴키고교가부시킴이샤
 일본 오사카후 오사카시 주오쿠 기타하마 4초메 5반33고
- (72) 발명자
 요리타 준
 일본국 효고켄 아코군 카미고리쵸 코토 3쵸메 12 반 1코스미토모덴키고교 가부시킴이샤나미
- 히라타 요시히로
 일본국 효고켄 아코군 카미고리쵸 코토 3쵸메 12 반 1코스미토모덴키고교 가부시킴이샤나미
- (74) 대리인
 신중훈, 임옥순

전체 청구항 수 : 총 21 항

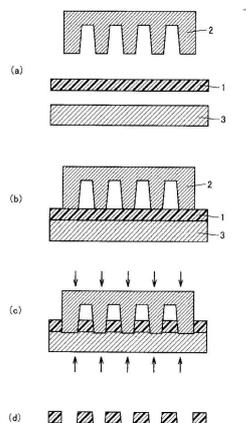
심사관 : 이병진

(54) 발명의 명칭 가공방법, 가공장치 및 그 방법에 의해 제조된 미세구조체

(57) 요약

고정밀도인 미세구조체를 용이하게 형성할 수 있으며, 제조비용이 저렴한 가공방법을 제공하기 위해서, 본 발명은, 수지재 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에 세트하는 공정과, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서, 수지재 박막(1)을 유동개시온도이상으로 가열하는 공정과, 유동개시온도이상인 수지재 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서 가압해서 관통구멍을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

수지제 박막(1)에 미세한 관통구멍을 형성하는 수지제 박막의 가공방법으로서,
 수지제 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에 세트하는 공정과,
 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서, 수지제 박막(1)을 유동개시온도이상으로 가열하는 공정과,
 유동개시온도이상인 수지제 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서 가압해서 관통구멍을 형성하는 공정을 구비하고,
 상기 프레스 금형(2)은,
 리소그래피에 의해 수지형을 형성하는 공정과,
 도전성 기판 위에서 상기 수지형에 금속재료로 이루어지는 층을 전주(電鑄)에 의해 형성하는 공정과,
 상기 수지형을 제거하는 공정을 포함한 방법에 의해 제조한 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 대향기재(3)는, 금속 또는 세라믹 또는 플라스틱 또는 실리콘으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 프레스 금형(2)은, 비커스 경도가 400이상인 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 대향기재(3)는, 알루미늄, 질화알루미늄, 질화규소, 탄화규소 또는 텅스텐카바이드로부터 선택된 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 대향기재(3)는, 상기 가열가공 시에 있어서의 영률이, 0.1GPa이상 300GPa이하인 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 9

제1항에 있어서,
 상기 대향기재(3)는, 비커스 경도가, 프레스 금형(2)의 비커스 경도의 0.5배 이상 3.0배 이하인 것을 특징으로

하는 가공방법.

청구항 10

제1항에 있어서,
수지제 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에 세트하는 상기 공정은,
대향기재(3)에 수지제 박막(1)을 고정시키는 공정과,
고정시킨 수지제 박막(1)에 프레스 금형(2)을 세트하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 11

제1항에 있어서,
관통구멍을 형성하는 상기 공정은, 관통구멍을 형성한 후에, 사용된 대향기재(3)를 새로운 대향기재로 교환하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 12

제1항에 있어서,
수지제 박막(1) 및/또는 대향기재(3)는, 릴로부터 공급되고, 릴에 권취하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 13

제1항에 있어서,
수지제 박막(1)을 세트하는 공정에서, 가열하는 공정을 경유해서, 관통구멍을 형성하는 공정까지의 일련의 공정은, 진공분위기 하에서 실시하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 14

제1항에 있어서,
상기 관통구멍을 형성하는 공정에서는, 상기 수지제 박막(1)의 정전용량을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 거리를 검출하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 대향기재(3)는, 도전성을 지니는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 16

제14항에 있어서,
수지제 박막(71)과 대향기재(73)와의 사이에 회로기관(74)을 설치하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 17

제1항에 있어서,
상기 관통구멍을 형성하는 공정에서는, 상기 수지제 박막(1)의 전기저항을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 거리를 검출하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 대향기재(3)는, 도전성을 지니는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

수지제 박막(71)과 대향기재(73)와의 사이에 회로기판(74)을 설치하는 것을 특징으로 하는 가공방법.

청구항 20

수지제 박막(1)에 미세한 관통구멍을 형성하는 가공장치로서,

수지제 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에 세트하는 수단과,

프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서, 수지제 박막(1)을 유동개시온도이상으로 가열하는 수단과,

유동개시온도이상인 수지제 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서 가압해서 관통구멍을 형성하는 수단을 구비하고,

수지제 박막(1)을 세트하는 수단과, 수지제 박막(1)을 가열하는 수단과, 수지제 박막(1)에 관통구멍을 형성하는 수단은, 진공실 내부에 배치하는 것을 특징으로 하는 가공장치.

청구항 21

제20항에 있어서,

관통구멍을 형성하는 상기 수단은, 상기 가압 시에 있어서의 면 내 최대압력차가 $\pm 10\%$ 이하인 것을 특징으로 하는 가공장치.

청구항 22

제20항에 있어서,

관통구멍을 형성하는 상기 수단은, 관통구멍을 형성한 후에, 수지제 박막(1)과 프레스 금형(2)과 대향기재(3) 중 적어도 하나를 냉각시키는 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 가공장치.

청구항 23

삭제

청구항 24

제20항에 있어서,

상기 수지제 박막(1)의 정전용량을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 거리를 검출하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 가공장치.

청구항 25

제20항에 있어서,

상기 수지제 박막(1)의 전기저항을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 거리를 검출하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 가공장치.

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 수지계 박막을 가열하고, 가압함으로써, 정밀도 좋게, 염가로 미세구조체를 형성하는 가공방법 및 가공장치에 관한 것이다. 또, 그 방법에 의해 제조된 잉크젯 프린터용 노즐, 의료용 네블라이저 노즐(nebulizer nozzle), 초미세 필터용 정밀필터, 고밀도 프린트기관 및 마이크로렌즈 등의 고기능 미세구조체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 잉크젯 프린터용 노즐 또는 의료용 네블라이저 노즐 등의 고기능 미세부품을 제조하기 위해서는, 수지계 박막 등에 미세한 관통구멍을 정밀도 좋게 형성할 필요가 있다. 미세한 관통구멍을 형성하는 방법에는, 레이저가공법이 있다. 이 방법은, 예를 들면, 플레이트 위의 관통구멍을 형성하는 위치에 포토레지스트를 형성하고, 플레이트 위의 포토레지스트를 형성하고 있지 않은 영역에, 마스크를 형성한다. 마스크는, 레이저 등의 고(高)에너지선을 차단할 수 있기 때문에, 포토레지스트를 제거하고, 마스크를 통해서 레이저 등의 고에너지선을 조사하여, 플레이트에 관통구멍을 형성한다(일본국 특개평6-122203호 공보(특허문헌 1 참조)). 그러나, 레이저가공법에서는, 고휘도의 레이저를 조사할 필요가 있으며, 조사위치를 고정밀도로 조정해야 하기 때문에, 가공장치가 매우 고가이며, 레이저에 의해 관통구멍을 형성해 가는 가공방법이기 때문에, 처리량이 적다.

[0003] 미세한 관통구멍을 가지는 수지계 박막을 형성하는 방법에는, 사출성형법이 있다. 이 방법은, 사용하는 금형의 관통구멍형성부분에, 실리콘 수지 등의 탄성 부재로 이루어지는 맞대기형을 접촉시키고, 맞대기형을 접촉시킨 상태로 사출성형한다. 금형의 수 μm 의 극간에도 흘러들어가는 유동성이 좋은 수지를 사용함으로써, 미세한 관통구멍을 형성할 수 있다. 또, 직경이 $50\mu\text{m}$ 이하인 가늘고, 파손되기 쉬운 맞대기금형을 사용해도, 맞대기형이 탄성 부재로 이루어지기 때문에, 사출성형 시에 파손되는 일이 없으며, 성형 수지에 대한 이형성도 양호하다(일본국 특개2000-71459호 공보(특허문헌 2 참조)). 그러나, 이 방법에서는, 사용할 수 있는 수지의 종류가 크게 제한되며, 또, 관통구멍의 구경이 가늘어지며, 협피치화되면, 접촉하는 맞대기형에 의해, 유로(流路)저항이 커지기 때문에, 균일한 수지 주입이 곤란하게 된다.

[0004] 수지계 박막에 미세한 관통구멍을 형성하는 방법에는, 타발(打抜)가공법이 있다. 이 방법은, 세라믹 파이버인 펀치의 표면에 금속막을 형성하고, 펀치의 선단부와 다이스 소재의 표면과의 사이에서 방전된다. 방전에 의해, 펀치를 다이스 소재에 접촉시키지 않고, 다이스 소재에 펀치가 삽입통과 가능한 미세한 관통구멍을 형성한다. 다이스 구멍이 형성된 후에도, 다이스와 펀치의 위치관계가 변화되지 않기 때문에, 펀치를 다이스 구멍에 확실하게 삽입통과할 수 있으며, 박판에 펀치의 굽기에 상당하는 관통구멍을 단시간에 용이하게 형성할 수 있다(일본국 특개2004-114228호 공보(특허문헌 3 참조)). 그러나, 이 방법에서는, 형성할 수 있는 관통구멍의 구경은, 세라믹 파이버의 구경에 의해 결정되기 때문에, 관통구멍의 미세화에 한계가 있다. 또, 하나의 관통구멍은, 대응되는 1개의 펀치에 의해 형성되기 때문에, 각 펀치를 각각 홀더에 조립할 경우에, 펀치의 피치 정밀도의 유지가 어려워, 제조효율이 낮다. 또한, 보수와 파손 시의 복구가 어렵기 때문에, 양산성이 떨어진다.

[0005] [특허문헌 1]

[0006] 일본국 특개평6-122203호 공보

[0007] [특허문헌 2]

[0008] 일본국 특개2000-71459호 공보

[0009] [특허문헌 3]

[0010] 일본국 특개2004-114228호 공보

발명의 상세한 설명

[0011] 본 발명의 과제는, 고정밀도인 미세구조체를 용이하게 형성할 수 있으며, 제조비용이 저렴한 가공방법을 제공하

는 데에 있다. 또, 원재료인 수지제 박막에 있어서의 두께의 불일치에 의해 영향을 받는 일없이, 프레스 금형을 소정량까지 투입하고, 고정밀도로 형상을 제어한 미세구조체를 제공하는 데에 있다.

- [0012] 본 발명의 가공방법은, 수지제 박막에 미세한 관통구멍을 형성하는 수지제 박막의 가공방법이며, 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 세트하는 공정과, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서, 수지제 박막을 유동개시온도이상으로 가열하는 공정과, 유동개시온도이상인 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서 가압해서 관통구멍을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 프레스 금형은, 금속 또는 세라믹으로 이루어지며, 대향기재는, 금속 또는 세라믹 또는 플라스틱 또는 실리콘으로 이루어지는 형태가 바람직하다. 프레스 금형은, 비커스 경도가 400이상인 것이 매우 적합하다. 이러한 프레스 금형은, 리소그래피에 의해 수지형을 형성하는 공정과, 도전성 기판 위에서 수지형에 금속재료로 이루어지는 층을 전주에 의해 형성하는 공정과, 수지형을 제거하는 공정을 포함한 방법에 의해 제조할 수 있다. 또, 다이싱 가공 혹은 절삭가공에 의해 프레스 금형을 제조할 수 있다.
- [0014] 대향기재는, 알루미늄, 질화알루미늄, 질화규소, 탄화규소 또는 텅스텐카바이드로부터 선택된 재료로 이루어지는 것이 바람직하며, 가열가공 시에 있어서의 영률은, 0.1GPa이상 300GPa이하가 바람직하다. 또, 비커스 경도는, 프레스 금형의 비커스 경도의 0.5배 이상 3.0배 이하가 바람직하다.
- [0015] 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 세트하는 공정은, 대향기재에 수지제 박막을 고정시키는 공정과, 고정시킨 수지제 박막에 프레스 금형을 세트하는 공정을 구비하는 형태가 매우 적합하다. 한편, 관통구멍을 형성하는 공정은, 관통구멍을 형성한 후에, 사용된 대향기재를 새로운 대향기재로 교환하는 형태가 바람직하다. 또, 수지제 박막 및/또는 대향기재는, 릴로부터 공급되고, 릴에 권취하는 방식이 바람직하다. 또한, 수지제 박막을 세트하는 공정에서, 가열하는 공정을 경유해서, 관통구멍을 형성할 때까지의 일련의 공정은, 진공분위기 하에서 실시하는 형태가 바람직하다.
- [0016] 미세구조체의 형성에 있어서, 수지제 박막의 정전용량 및/또는 전기저항을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형과 대향기재와의 거리를 검출하는 형태가 바람직하다. 또, 이러한 형태에 있어서, 도전성의 대향기재, 또는, 수지제 박막과의 사이에 회로기판을 구비하는 대향기재를 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 가공장치는, 수지제 박막에 미세한 관통구멍을 형성하는 가공장치로서, 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 세트하는 수단과, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서, 수지제 박막을 유동개시온도 이상으로 가열하는 수단과, 유동개시온도이상인 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서 가압해서 관통구멍을 형성하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 관통구멍을 형성하는 수단은, 가압 시에 있어서의 면 내 최대압력차가 $\pm 10\%$ 이하인 것이 바람직하며, 관통구멍을 형성한 후에, 수지제 박막과 프레스 금형과 대향기재 중 적어도 하나를 냉각시키는 형태가 바람직하다. 또, 수지제 박막을 세트하는 수단과, 수지제 박막을 가열하는 수단과, 수지제 박막에 관통구멍을 형성하는 수단은, 진공실 내부에 배치하는 가공장치가 바람직하다. 또한, 수지제 박막의 정전용량 및/또는 전기저항을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형과 대향기재와의 거리를 검출하는 수단을 구비하는 형태가 바람직하다.
- [0019] 본 발명의 미세구조체는, 이러한 가공방법에 의해 제조되며, 예를 들면, 의료용 네블라이저 노즐, 잉크젯 프린터용 노즐, 고밀도 프린트기판 위의 극미세회로, 세포포착용 필터 또는 초미세 필터용 필터로서 유용하다.
- [0020] 본 발명에 의하면, 고정밀도인 초미세한 관통구멍을 수지제 박막에 용이하게 형성할 수 있으며, 제조비용이 저렴하다.

실시예

- [0033] (가공방법)
- [0034] 본 발명의 가공방법을 도 1에 예시한다. 이 가공방법은, 우선, 도 1(a)에 도시한 바와 같이, 수지제 박막(1)을, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에 세트하는 공정과, 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에서, 수지제 박막(1)을 유동개시온도이상으로 가열하는 공정과, 도 1(c)에 도시한 바와 같이, 유동개시온도이상인 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서, 화살표방향으로 가압해서, 도 1(d)에 도시한 바와 같은 관통구멍을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 수지제 박막의 가열은, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서 실행하며, 예를 들면, 수지제 박막(1)을 프레스 금형(2)과 대향기재(3)와의 사이에 두고 나서(도 1(b)) 가열하는 방식, 수지제 박막만을 미리 비접촉인 상태로

가열하는 방식, 또는, 수지제 박막을 대향기재에 접촉시키고 나서 가열하는 방식 등에 의해 가열할 수 있다. 수지제 박막(1)의 가열은, 예를 들면, 대향기재(3)의 바로 아래에 설치된 히터(도시하고 있지 않음)에 의해 실행할 수 있다. 또, 대향기재(3)의 내부에 가열기능을 도입해서 실행할 수도 있다. 또, 수지제 박막을 공급하는 과정에서, 비접촉 히터 등을 이용해서 미리 가열할 수도 있다.

[0036] 수지제 박막의 유동개시온도이상으로 가열하고 나서 가압가공하기 때문에, 수지의 유동현상을 이용해서, 고정밀도인 초미세한 관통구멍을 수지제 박막에 용이하게 형성할 수 있으며, 제조비용이 저렴하다. 사용되는 프레스 금형의 정밀도에 의해서도 다르지만, 본 발명의 가공방법에 의해, 구멍직경 0.1 μ m이상의 관통구멍을 형성할 수 있다. 또, 선의 폭 0.1 μ m이상이며 가로길이의 관통구멍인 관통라인을 형성할 수도 있다. 따라서, 잉크젯 프린터용 노즐, 의료용 네블라이저 노즐, 세포포착용 필터, 초미세 필터용 필터, 마이크로렌즈 또는 고밀도 프린트기판 위의 극미세회로 등의 고기능 미세구조체를 염가로 제공할 수 있다.

[0037] 또, 본 발명의 가공방법은, 나노임프린트(nanoimprint)에도 사용할 수 있다. 나노임프린트는, 표면에 나노레벨의 미세한 요철을 가지는 프레스 금형을 수지제 박막에 세트하고, 수지제 박막을 유리전위온도이상으로 가열한 후, 프레스 금형을 수지제 박막에 가압해서 일정시간 유지하고, 수지제 박막을 유리전위온도이하로 냉각시키고 나서, 프레스 금형을 수지제 박막으로부터 박리하는 방법이다. 나노임프린트에 의해, 프레스 금형 표면의 요철을 수지제 박막에 전사할 수 있고, 본 발명과 동일한 원리에 의거하는 가공기술이며, 본 발명의 가공방법을 유효하게 이용할 수 있고, 프레스 금형의 투입량 및 총두께를 고정밀도로 제어할 수 있다. 또, 나노임프린트에 의해, 서브 마이크론 오더의 3차원 미세형상을, 단순한 가공공정에 의해 용이하게 형성할 수 있으며, 제조비용을 저감시킬 수 있어서, 양산화가 용이하다.

[0038] 수지제 박막의 재질은, 전기절연성이며, 비교적 좁은 온도범위 내에서 용융되고, 냉각시키면 급속히 경화되는 플라스틱 또는 레지스트 등의 수지가, 처리량이 높은 점에서 바람직하다. 따라서, 예를 들면, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리메타크릴산 메틸(PMMA), 폴리에테르설폰, 폴리설폰, 폴리에테르이미드 등이 매우 적합하다. 수지제 박막의 두께는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 두께 1 μ m~10mm이 바람직하며, 두께 10 μ m~200 μ m가 보다 바람직하다. 예를 들면, 두께 수 mm의 수지제 평판 또는 두께 수십 마이크론의 플라스틱필름을 재료로 사용할 수 있다.

[0039] 프레스 금형에, 강성이 높은 재료를 사용하고, 프레스 금형에 대향해서 사용하는 대향기재에, 프레스 금형보다 강성이 낮고, 프레스 금형에 의해 가압했을 때에 소성 변형하는 금속 또는 플라스틱 등의 재료를 사용하면, 가압 시 프레스 금형의 변형을 방지하여, 수지제 박막에 용이하게 관통구멍을 형성할 수 있는 점에서 바람직하다. 따라서, 프레스 금형은, 비커스 경도가 400이상인 것이 바람직하며, 600이상인 것이 보다 바람직하다.

[0040] 대향기재에 세라믹 또는 실리콘을 이용하여, 프레스 금형을 대향기재에 최대한의 한계점까지 가압 접촉시켜서 수지를 배출함으로써 관통구멍을 형성할 수 있다. 이런 경우, 대향기재를 빈번히 교환하지 않아도 되는 점에서 유리하다. 대향기재의 비커스 경도는, 프레스 금형의 비커스 경도 0.5배 이상인 것이 바람직하며, 0.75배 이상이 보다 바람직하다. 경도가 0.5배 미만에서는, 복수 회에 걸쳐서 대향기판을 사용하는 것이 어려워진다. 또, 대향기재의 비커스 경도는, 프레스 금형의 비커스 경도의 3.0배 이하가 바람직하며, 2.0배 이하가 보다 바람직하다. 대향기재의 비커스 경도가 3.0배를 초과해서 커지면, 프레스 금형이 파손되기 쉬우며, 수명이 짧아지기 쉽다.

[0041] 프레스 금형에는, 예를 들면, 금속 또는 세라믹을 이용하며, 대향기재에는, 금속 또는 세라믹 또는 플라스틱 또는 실리콘으로 이루어지는 재료를 사용할 수 있다. 또, 대향기재에, 알루미늄, 질화알루미늄, 질화규소, 탄화규소 또는 텅스텐카바이드 등의 재료를 이용하면, 열전도도가 높아지고, 가열 또는 냉각 시에 있어서의 전열이 원활해지며, 가공의 처리량을 높일 수 있다.

[0042] 대향기재에 금속 또는 플라스틱을 이용하는 경우에는, 가열가공 시에 있어서의 영률이, 0.1GPa이상인 것이 바람직하며, 1GPa 이상이 보다 바람직하다. 영률이 0.1GPa미만이면, 가압 시에, 대향기재가 수지제 박막과 함께 변형되어서, 관통구멍의 형성이 곤란하게 되는 경향이 있다. 또, 가열가공 시에 있어서의 대향기재의 영률은, 300GPa이하가 바람직하며, 250GPa가 보다 바람직하다. 영률이 300GPa보다 커지면, 미세한 주열(柱列)구조의 프레스 금형이 파손되기 쉬워지며, 수명이 짧아지기 쉽다.

[0043] 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 세트할 경우에는, 우선, 대향기재에 수지제 박막을 고정시키고 나서, 고정시킨 수지제 박막에 프레스 금형을 세트하는 형태가 바람직하다. 이러한 형태로 함으로써, 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 세트할 경우에, 대향기재 위에서의 수지제 박막의 유리, 및, 수지제

박막과 대향기재와의 사이의 기포의 혼입 등의 트러블을 방지하며, 매끄러운 천공가공이 가능해진다.

[0044] 수지제 박막을 세트하는 공정에서, 가열하는 공정을 경유해서, 관통구멍을 형성하는 공정까지의 일련의 공정을, 진공분위기 하에서 실시함으로써, 수지제 박막의 대향기재 위에서의 유리, 및, 수지제 박막과 대향기재의 사이의 기포의 혼입을 방지할 수 있으며, 매끄러운 천공가공이 가능해진다.

[0045] 또, 수지제 박막의 대향기재 위에서의 유리, 및, 수지제 박막과 대향기재 사이의 기포의 혼입은, 수지제 박막 및 대향기재를 릴로부터 공급하고, 릴에 권취하는 방식으로 함으로써도 방지할 수 있다. 수지제 박막만을 릴에 의해 공급함으로써도 효과가 있지만, 수지제 박막과 대향기재의 쌍방을 일괄해서 릴에 의해 공급하면 보다 유효하며, 매끄러운 천공가공이 용이하게 된다. 릴·투·릴(reel-to-reel) 방식은, 한 번 세트하면, 수지제 박막과 대향기재와의 상호의 위치관계가 변화되지 않는 점에서도 바람직하다. 수지제 박막의 공급은, 예를 들면, 두꺼운 평판을 배치식에 의해 공급함으로써도 가능하다.

[0046] 관통구멍을 형성하는 공정에 있어서는, 관통구멍을 형성한 후에, 사용된 대향기재를 새로운 대향기재로 교환하는 형태가 바람직하다. 대향기재에 금속 또는 플라스틱을 이용하여, 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서 가압하면, 관통구멍을 형성하는 동시에, 프레스 금형의 압력에 의해 대향기재의 표면이 소성 변형된다. 따라서, 평평한 표면을 가지는 새로운 대향기재로 교환함으로써, 고정밀도인 관통구멍을 형성할 수 있다. 대향기재를, 베이스층과, 베이스층 위에 있는 얇은 대향기재층의 2층 구조로 하고, 가압에 의해 관통구멍을 형성한 후, 소성 변형된 얇은 대향기재층만을 교환하도록 해도 마찬가지로 유효하다. 또 프레스 금형과 대향기재와의 가압조건은, 미관통구멍의 발생을 억제하는 점에서, 1MPa 이상이 바람직하며, 3MPa 이상이 보다 바람직하다. 한편, 프레스 금형 및 대향기재의 파손과 변형을 방지하는 점에서, 60MPa 이하가 바람직하며, 40MPa 이하가 보다 바람직하다.

[0047] 프레스 금형은, 리소그래피에 의해 수지형을 형성하는 공정과, 도전성 기판 위에서 수지형에 금속재료로 이루어지는 층을 전주에 의해 형성하는 공정과, 수지형을 제거하는 공정을 포함한 방법에 의해 제작할 수 있다. 제작되는 프레스 금형은, 정밀한 금속 미세구조체이기 때문에, 수지제 박막에 매우 미세한 구경의 관통구멍을 형성할 수 있으며, 관통구멍의 협피치화에도 충분히 대응할 수 있다. 또, 재현성 좋게 제조할 수 있어서, 일체 형성이 가능하다.

[0048] 프레스 금형의 제조방법을, 도 2 및 도 3에 예시한다. 도 2에 예시한 프레스 금형의 제조방법은, 우선, 도 2(a)에 도시한 바와 같이, 도전성 기판(21) 위에 레지스트(22)를 형성한다. 도전성 기판으로서, 예를 들면, 구리, 니켈, 스테인리스강 등으로 이루어지는 금속제 기판을 이용한다. 또, 티탄, 크롬 등의 금속재료를 스퍼터링한 실리콘기판 등을 이용한다. 레지스트에는, 폴리메타크릴산 메틸(PMMA) 등의 폴리메타크릴산 에스테르를 주성분으로 하는 수지재료, 또는 X선 혹은 자외선(UV)에 감수성을 지니는 화학증폭형 수지재료 등을 이용한다. 레지스트의 두께는, 형성하고자 하는 프레스 금형에 있어서의 주상체(柱狀體)의 높이에 맞춰서 임의로 설정할 수 있으며, 수백 마이크로로 할 수 있다.

[0049] 다음에, 레지스트(22) 위에 마스크(23)를 배치하고, 마스크(23)를 통해서 X선(24) 또는 UV 등을 조사한다. 높은 애스펙트비를 가지는 프레스 금형을 얻을 경우에는, UV(파장 365nm 등)보다 단파장인 X선(파장 0.4nm)을 사용하는 형태가 바람직하다. 또 X선 중에서도 지향성이 높은 점에서, 싱크로트론 방사선의 X선(이하, 「SR」이라고 함)을 사용하는 LIGA(Lithographie Galvanoformung Abformung)법은, 심도한 리소그래피가 가능하며, 수 100 μ m 높이의 미세구조체를 서브 마이크로 오더의 고정밀도로 대량으로 제조할 수 있어서, 두꺼운 수지제 박막용 프레스 금형을 제공하는 점에서 유리하다. 본 실시의 형태에서는, X선을 조사하는 형태를 예시한다.

[0050] 마스크(23)는, 프레스 금형의 패턴에 따라서 형성된 X선 흡수층(23a)과, 투광성 기재(23b)로 이루어진다. 투광성 기재(23b)에는, SiN, SiC, 다이아몬드, 티탄 등을 이용한다. 또, X선 흡수층(23a)에는, 금, 텅스텐, 탄탈 등의 중금속 혹은 그 화합물 등을 이용한다. 도전성 기판(21) 위의 레지스트(22)가, 예를 들면, 포지티브 레지스트인 경우, X선(24)의 조사에 의해, 레지스트(22) 중, 레지스트(22a)는 노광되어서 변질(분자쇄가 절단)되지만, 레지스트(22b)는 X선 흡수층(23a)에 의해 노광되지 않는다. 이런 연유로, 현상에 의해, X선(24)에 의해 변질한 부분만이 제거되며, 도 2(b)에 도시한 바와 같은 레지스트(22b)로 이루어지는 수지형을 얻을 수 있다.

[0051] 다음에, 전주를 실행하여, 도 2(c)에 도시한 바와 같이, 수지형에 금속재료층(25)을 퇴적한다. 전주란, 금속이 온용액을 이용해서 도전성 기판 위에 금속재료로 이루어지는 층을 형성하는 것을 의미한다. 도전성 기판(21)을 급전부로서 전주를 실행함으로써, 수지형에 금속재료층(25)을 퇴적할 수 있다. 수지형의 높이를 초과해서 전주함으로써, 프레스 금형의 대좌를 형성할 수 있다. 금속재료로는, 니켈, 구리, 철, 로듐 또는 그들의 합금 등을

이용하지만, 프레스 금형의 내마모성을 높이는 점에서, 니켈 또는 니켈 망간 등의 니켈합금이 바람직하다.

- [0052] 전주 후, 도 2(d)에 도시한 바와 같이, 산 혹은 알칼리에 의해 웨트 에칭하고, 또는, 기계가공에 의해, 도전성 기관(21)을 제거한다. 계속해서, 웨트 에칭 또는 플라즈마 애싱에 의해 레지스트(22b)를 제거하면, 도 2(e)에 도시한 바와 같은 본 발명의 가공방법에 있어서 사용할 수 있는 프레스 금형을 얻을 수 있다.
- [0053] 도 2에 예시한 제조방법에 있어서는, 도전성 기관(21)을 제거해서(도 2(d)), 프레스 금형을 제조하지만, 도 3에 도시한 바와 같이, 도전성 기관을 제거하지 않고 프레스 금형을 제조할 수 있다. 우선, 도 3(a)에 도시한 바와 같이, 기관(31a) 위에, 포지티브 레지스트(32)를 형성한다. 다음에, 레지스트(32) 위에 마스크(33)를 배치하고, 상술한 바와 같이 리소그래피를 실행한다. 노광에 의해, 레지스트(32) 중, 레지스트(32a)는 노광되어서 변질하지만, 레지스트(32b)는 노광되지 않는다. 이런 연유로, 현상에 의해, 도 3(b)에 도시한 바와 같은 레지스트(32b)로 이루어지는 수지형을 얻을 수 있다.
- [0054] 다음에, 도 3(c)에 도시한 바와 같이, 레지스트(32b)의 정상부에, 도전성 기관(31b)을 형성하여, 기관(31a)을 제거하고(도 3(d)), 전주를 실행하여, 도 3(e)에 도시한 바와 같이, 도전성 기관(31b)을 도금전극으로서, 수지형에 금속재료층(35)을 퇴적한다. 전주 후, 필요에 따라서, 연마 또는 연삭에 의해 소정의 두께로 일치시키고 나서, 웨트 에칭 또는 플라즈마 애싱에 의해 수지형을 제거하면, 도 3(f)에 도시한 바와 같은 프레스 금형을 얻을 수 있다. 이 프레스 금형은, 도전성 기관을 금형의 대좌로서 이용하기 때문에, 대좌를 형성하기 위해서 필요한 전주시간을 생략할 수 있다. 또, 대좌는, 전주에 의해 형성되는 것은 아니기 때문에, 내부 응력에 의한 금형의 굽힘이 적다.
- [0055] 도전성 기관을 제거하지 않고, 프레스 금형을 제조하는 다른 방법을 도 4에 예시한다. 이 방법은, 도전성 기관의 재질과, 전주에 의해 형성되는 금속재료층의 재질이 비슷하며, 도전성 기관과 금속재료층과의 밀착강도가 큰 경우에 이용할 수 있다. 우선, 도 2에 예시한 방법과 동일하게 해서, 리소그래피를 실행하여(도 4(a)), 도전성 기관(41) 위에 레지스트(42b)로 이루어지는 수지형을 형성한다(도 4(b)). 다음에, 전주를 실행하여, 수지형에 금속재료층(45a)을 형성하고(도 4(c)), 연마 또는 연삭해서 평탄화한다(도 4(d)). 최종적으로, 웨트 에칭 또는 플라즈마 애싱에 의해 레지스트(42b)를 제거하면, 도 4(e)에 도시한 바와 같은 도전성 기관(41) 부착의 프레스 금형을 얻을 수 있다.
- [0056] 프레스 금형은, 실리콘 에칭 또는 광조형(光造形)에 의해 비도전성 마스터를 형성하는 공정과, 비도전성 마스터를 도전화하는 공정과, 전주에 의해 도전성 마스터에 금속재료층을 형성하는 공정과, 도전성 마스터를 제거하는 공정을 포함한 방법에 의해 형성할 수 있다.
- [0057] 실리콘 에칭에 의해 비도전성 마스터를 형성하는 방법은, 우선, 플라즈마 CVD에 의해, 실리콘 기관의 표면에 Si_n막을 형성한다. 다음에, Si_n막 위에, 포지티브 레지스트를 형성한다. 계속해서, 레지스트 위에 마스크를 배치하고, 리소그래피를 실행한다. 노광과 현상에 의해, 레지스트 중, 노광된 부분을 제거한다. 다음에, SF₆가스를 사용해서 드라이 에칭하고, Si_n막을 패터닝하고 나서, 레지스트를 박리하고, KOH수용액을 사용해서 실리콘 에칭하면, 비도전성 마스터를 얻을 수 있다. 그 후, Pd 등의 금속재료를 스퍼터링해서, 비도전성 마스터를 도전화하고, 전주 후, 웨트 에칭에 의해 도전성 마스터를 제거하면, 도전성의 프레스 금형을 얻을 수 있다.
- [0058] 광조형에 의해 비도전성 마스터를 형성하는 방법은, 우선, 액상의 광경화성 수지(디멕(D-MEC Ltd.) 제품 SCR701 등)를, 마이크로 광조형 장치에 있어서 광 빔에 의해 1층씩 경화하고, 적층해서, 비도전성 마스터를 형성한다. 다음에, 비도전성 마스터에 Pd 등을 스퍼터링해서 도전화하고, 도전성 마스터에 전주하여, 웨트 에칭 또는 플라즈마 애싱에 의해 도전성 마스터를 제거하면, 도전성의 프레스 금형을 얻을 수 있다.
- [0059] 프레스 금형은, 다이싱가공 또는 절삭가공에 의해서도 제조할 수 있다. 리소그래피를 이용하는 방법과 달리, 마스크를 사용하지 않기 때문에, 프레스 금형을 간단한 공정에 의해 제조할 수 있다.
- [0060] 프레스 금형은, 다이싱가공 또는 절삭가공에 의해 도전성 마스터를 형성하는 공정과, 전주에 의해 도전성 마스터에 금속재료층을 형성하는 공정과, 도전성 마스터를 제거하는 공정을 포함한 방법에 의해 형성할 수 있다. 프레스 금형을 다이싱가공 또는 절삭가공에 의해 직접 제조하는 방법에 비해서, 고가인 다이싱가공품 또는 절삭가공품으로부터 복수의 프레스 금형을 얻을 수 있는 점에서 유리하다. 도전성 마스터는, 예를 들면, 구리 또는 황동 등으로부터 형성할 수 있다.
- [0061] 프레스 금형과 대향기재와의 사이의 거리를 검출하면서 실행하는 본 발명의 바람직한 가공방법을 도 5에 예시한다. 이 가공방법은, 우선, 도 5(a)에 도시한 바와 같이, 정전용량과 전기저항을 측정하는 LCR 미터 등의 측정기

를 도전성 프레스 금형(52)과 대향기재(53)에 접속시켜서, 도전성 프레스 금형(52)과 대향기재(53)와의 사이에 수지제 박막(51)을 세트한다. 다음에, 도 5(b)에 도시한 바와 같이, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)와의 사이에서, 수지제 박막(51)을 가열한다. 그 후, 도 5(c)에 도시한 바와 같이, 가열된 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서, 화살표방향으로 가압함으로써, 도 5(d)에 도시한 바와 같은 미세구조체를 형성한다. 본 발명은, 이 가공방법에 있어서, 수지제 박막(51)의 정전용량을 측정함으로써, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)와의 거리를 검출한다. 또, 수지제 박막의 전기저항을 측정함으로써, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)와의 거리를 검출한다.

[0062] 정전용량과 전기저항은, LCR 미터(reactance capacitance resistance meter)에 의해 측정할 수 있다. LCR 미터에 의해, 시료가 투입된 콘텐츠의 정전용량(capacitance) 및 전기저항(resistance)을 측정하고, 그 주파수에서의 복소유전율을 평가할 수 있다. LCR 미터로서는, 애질런트 테크놀로지사(Agilent Technologies Co.,Ltd.) 제품의 HP4284A 등이 있으며, HP4284A는 20Hz~1MHz까지의 측정을 실행할 수 있다.

[0063] 정전용량(capacitance)은, 전기에너지의 저장용량이며, 어느 전위차(V)에 있어서, 얼마만큼의 전하(Q)를 비축할 수 있는지를 나타낸 값이다. 2개의 도체 사이에, 절연체를 삽입하면, 절연체는 전기에너지를 흡수하여, 분자배열을 바꾸기 때문에, 일정한 전위차를 유지하기 위해서는 보다 많은 전기에너지가 필요하게 되며, 2개의 도체 사이의 정전용량이 증대된다. 2개의 도체 사이에 절연체인 수지제 박막을 세트해서 가압 성형하면, 점차 2개의 도체 사이의 거리가 짧아지며, 2개의 도체 사이에 있는 수지제 박막의 형상이 변화되기 때문에, 도 6의 그래프(C)가 도시한 바와 같이, 정전용량은 증대한다. 또한 도체 사이의 거리가 짧아지며, 수지제 박막에 관통구멍이 형성되면, 2개의 도체가 접촉되어서, 도통하기 때문에, 정전용량은 저하한다. 따라서, 수지제 박막에 두께의 불일치가 있어도, 2개의 도체 사이의 정전용량을 모니터링함으로써, 2개의 도체 사이의 거리 및 관통구멍의 형성을 인라인에서 고정밀도로 검출하고, 또한 제어하는 것이 가능하다. 이런 연유로, 총두께를 고정밀도로 제어한 미세구조체를 재현성 좋게 제조할 수 있다.

[0064] 또, 수지제 박막의 전기저항(resistance)은, 가압에 의해 관통구멍이 형성되고, 2개의 도체 사이의 거리가 0이 되며, 도통하면, 도 6의 그래프(R)가 도시한 바와 같이, 전기저항은 0이 된다. 따라서, 전기저항을 모니터링함으로써, 2개의 도체 사이의 거리가 0이 되며, 관통구멍이 형성되는 타이밍을 알 수 있다. 또, 정전용량의 검출 시스템과 병용함으로써, 한층더 검출 정밀도를 높일 수 있으며, 응답성이 향상된다. 또, 이 검출장치는 매우 염가이다.

[0065] 2개의 도체는, 예를 들면, 도 5(a)에 도시한 바와 같이, 도전성 프레스 금형(52)과 도전성 대향기재(53)로서, 양자를 LCR 미터를 개재해서 접속시키고, 플라스틱 박막 등으로 이루어지는 수지제 박막(51)의 정전용량 및 전기저항을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형(52)과 도전성 대향기재(53)와의 거리 및 수지제 박막(51)의 가공상태를 검출할 수 있다.

[0066] 또, 예를 들면, 도 7에 도시한 바와 같이, 대향기재(73) 위에 회로기판(74)을 설치하고, 회로기판(74) 위에 레지스트 등으로 이루어지는 수지제 박막(71)을 도포하는 형태, 즉, 대향기재(73)가 수지제 박막(71)과의 사이에 회로기판(74)을 구비하는 형태에 있어서도, 수지제 박막(71)의 미세가공이 가능하다. 이 형태에 있어서는 회로기판(74)의 회로전극(도시하고 있지 않음)과 도전성 프레스 금형(72)을 도체로서, 양자를 LCR 미터를 개재해서 접속시키고, 수지제 박막(71)의 정전용량 및 전기저항을 검출함으로써, 도체 사이의 거리, 프레스 금형과 대향기재의 거리 및 가공상태를 알 수 있다. 또 도전성의 대향기재를 사용하여, 도전성의 프레스 금형과 도전성의 대향기재를 LCR 미터를 개재해서 접속시켜서, 회로기판 위의 수지제 박막의 가공상태를 알 수 있다. 따라서, 대향기재는, 금속으로 이루어지는 것을 사용할 수 있다. 또, 회로기판의 전극을 이용해서, 세라믹, 플라스틱 또는 실리콘 등으로 이루어지는 대향기재를 사용할 수 있다.

[0067] (가공장치)

[0068] 본 발명의 가공장치는, 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 세트하는 수단과, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에 있는 수지제 박막을 유동개시온도이상으로 가열하는 수단과, 유동개시온도이상인 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서 가압해서 관통구멍을 형성하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다. 수지의 유동개시온도이상으로 가열해서 가압가공하기 때문에, 고정밀도인 초미세한 관통구멍을 수지제 박막에 용이하게 형성할 수 있으며, 제조비용이 저렴하다.

[0069] 관통구멍을 형성하는 수단에 있어서는, 가압 시에 있어서의 면 내 최대압력차를 $\pm 10\%$ 이하로 하면, 면 내에 있는 다수의 미세구멍가공을 일괄해서 실행해도, 미관통구멍이 생기기 어려운 점에서 바람직하며, 면 내 최대압력

차를 $\pm 5\%$ 이하로 조정하면, 보다 바람직하다.

- [0070] 관통구멍을 형성하는 수단은, 관통구멍을 형성한 후에, 수지제 박막과 프레스 금형과 대향기재 중 적어도 1개를 냉각시키는 수단을 가지는 형태가 매우 적합하다. 관통구멍을 형성한 후, 수지의 유동개시온도이상에 있는 부재를 냉각시키고, 수지의 고체화를 신속히 함으로써, 가공의 처리량을 상승시켜서, 양산화 및 저비용화를 도모할 수 있다. 냉각은, 대향기재에 냉각수를 순환시키는 수단이 있다. 또, 대향기재의 하부에 있는 가열스테이지를 냉각스테이지로 교환해서, 냉각스테이지를 대향기재에 접촉시키는 등의 수단에 의해 실행할 수 있다.
- [0071] 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재의 사이에 세트하는 수단과, 수지제 박막을 가열하는 수단과, 수지제 박막에 관통구멍을 형성하는 수단은, 구동계가 서로 독립되는 형태가 바람직하다. 각 수단의 구동계를 분리함으로써, 가공공정에 있어서의 반복동작에 의한 상호의 위치 어긋남을 최소한으로 억제할 수 있으며, 항상 면 내 최대압력차를 $\pm 10\%$ 이하로 하는 것이 용이하게 된다. 예를 들면, 가공장치에 있어서의, X축 스테이지와 Y축 스테이지와 Z축 스테이지가 중첩되지 않도록 하고, 각각을 분리함으로써 정밀도를 높일 수 있다.
- [0072] 수지제 박막을 프레스 금형과 대향기재의 사이에 세트하는 수단과, 수지제 박막을 가열하는 수단과, 수지제 박막에 관통구멍을 형성하는 수단은, 진공실 내부에 배치하는 형태가 바람직하다. 진공분위기 하에서 가공작업을 실시함으로써, 수지제 박막의 대향기재 위에서의 유리를 억제하고, 수지제 박막과 대향기재 사이의 기포의 혼입을 방지할 수 있어서, 매끄러운 천공가공이 가능해진다.
- [0073] 본 발명의 가공장치는, 수지제 박막의 정전용량을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형과 대향기재와의 거리를 검출하는 수단을 구비하는 형태가 바람직하다. 또, 본 발명의 가공장치는, 수지제 박막의 전기저항을 측정함으로써, 도전성 프레스 금형과 대향기재와의 거리를 검출하는 수단을 구비하는 형태가 바람직하다. 이들의 가공장치는, 도전성 프레스 금형과 대향기재와의 거리 및 가공상태를 인라인에서 고정밀도로 검출할 수 있기 때문에, 고정밀도로 두께를 조정된 미세구조체 및 관통구멍을 형성한 미세구조체를 용이하게 제조할 수 있으며, 제조비용이 저렴하다.
- [0074] 실시예 1
- [0075] 본 실시예에서 사용하는 프레스 금형을 도 4에 예시한 방법에 의해 제조하였다. 우선, 도전성 기관(41)으로서, 두께 5mm, 직경 3인치의 니켈기관 위에, 두께 60 μm 의 아크릴수지로 이루어지는 레지스트(42)를 형성하고, 레지스트(42) 위에 마스크(43)를 배치하고, 마스크(43)를 통해서 X선(44)을 조사하였다(도 4(a)). 마스크(43)는, 25 $\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 의 투광영역이 총횡 50 μm 피치로 묘화되고, 투광성 기재(43b)가 두께 2 μm 인 질화규소, X선 흡수층(43a)이 두께 3 μm 인 질화텅스텐으로 이루어지는 것을 이용하였다. 또, X선(44)은 SR을 사용하여, 50mm \times 50mm의 범위에서 리소그래피를 실행하였다.
- [0076] 다음에, 메틸이소부틸케톤에 의해 현상하고, 이소프로판올에 의해 린스처리한 후, 순수에 의해 세정하면, 레지스트(42) 중, 노광된 레지스트(42a)만이 제거되며, 도 4(b)에 도시한 바와 같은 레지스트(42b)로 이루어지는 수지형을 얻을 수 있었다. 다음에, 전주를 실행하여, 도 4(c)에 도시한 바와 같이, 수지형에 금속재료층(45a)을 퇴적하였다. 전주는, 설파면산니켈 도금욕에 침지해서 실행하여, 수지형의 정상부를 초과해서 금속재료층(45a)을 퇴적하였다.
- [0077] 전주 후, 도 4(d)에 도시한 바와 같이, 연마에 의해 두께 50 μm 로 평탄화되고, 계속해서, 산소플라스마에 의해 애싱해서 레지스트(42b)를 제거하고, 도 4(e)에 도시한 바와 같은 프레스 금형을 얻었다. 이 프레스 금형에는, 세로 25 $\mu\text{m} \times$ 가로 25 $\mu\text{m} \times$ 높이 50 μm 인 각기둥(45b)은, 피치 50 μm 이며, 50mm \times 50mm의 범위에 밀집하게 세우고, 각 각기둥은 0.1°의 순테이퍼를 가지고 있었다.
- [0078] 다음에, 도 5(a)에 도시한 바와 같이, 대향기재(53)인 Cu기관 위에, 열가소성 폴리이미드(미츠이 카가쿠 제품의 아우럼(Aurum))를 도포하고, 건조해서, 두께 30 μm 인 수지제 박막(51)을 형성하였다. 계속해서, LIGA법에 의해 제조된 상술한 Ni제의 프레스 금형(52)과 대향기재(53)에 LCR 미터를 접속시킨 후, 프레스 금형(52)을 수지제 박막(51) 위에 세트하고, 열가소성 폴리이미드의 유동개시온도(약 245°C)이상인 260°C로 수지제 박막(51)을 가열하였다(도 5(b)). 수지제 박막(51)의 가열은, 대향기재(53)의 바로 아래에 설치된 히터(도시하고 있지 않음)에 의해 실행되었다. 그 후, 수지제 박막(51)의 정전용량과 전기저항을 모니터링하면서, 수지제 박막(51)을, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)와의 사이에서, 10MPa로 가압하여, 관통구멍을 형성하고(도 5(c)), 냉각시킨 후, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)를 제거하여, 관통구멍을 가지는 미세구조체를 얻었다(도 5(d)).
- [0079] LCR 미터는, 애질런트 테크놀로지 제품의 4284A를 사용하여(이하의 실시예에 있어서도 동일함), 전압 1V, 주파수 1kHz에 의해, 정전용량과 전기저항을 측정하고, 모니터링하였다. 그 결과는, 도 6에 도시한 바와 같은 경향

을 나타내며, 정전용량(C)은, 프레스 금형과 대향기재로 이루어지는 2개의 도체를 수지제 박막에 세트한 후, 가압 전(도체 사이의 거리 30 μ m)에 1.5 μ F였지만, 가압에 의해 점차 증대하여, 도체 사이의 거리 1 μ m에서 최대치 20 μ F가 되며, 그 후, 급격히 저하되어서, 관통구멍을 형성할 때(도체 사이의 거리 0 μ m)에 0 μ F가 되었다. 따라서, 정전용량을 측정함으로써, 도체 사이의 거리를 검출할 수 있으며, 수지제 박막의 총두께를 조정할 수 있는 것을 알게 되었다.

[0080] 한편, 수지제 박막의 전기저항(R)은, 가압 전에 $\infty\Omega$ 이며, 그 후, 급격히 저하되어서, 관통구멍을 형성할 때(도체 사이의 거리 0 μ m)에 0 Ω 가 되었다. 따라서, 전기저항을 측정함으로써, 도체 사이의 거리가 0이 되며, 관통구멍이 형성되는 타이밍을 예측할 수 있음을 알게 되었다. 관통구멍은, 세로 25 μ m \times 가로 25 μ m \times 깊이 50 μ m, 피치 50 μ m였다. 또, 가공정밀도는 $\pm 1\mu$ m이며, 매우 정밀도가 높은 가공을 실현할 수 있음을 알게 되었다.

[0081] 실시예 2

[0082] 도 5(a)에 도시한 바와 같이, 대향기재(53)인 Cu제 기판 위에, 수지제 박막(51)으로서 두께 30 μ m의 폴리카보네이트필름(스미토모 베이클라이트(Sumitomo Bakelite Co.,Ltd.) 제품의 FS-1650)을 배치하였다. 다음에, 세로 50 μ m \times 가로 50 μ m \times 높이 100 μ m의 각기둥이 밀집하게 세워지는 초경합금제의 프레스 금형을 다이싱에 의해 제작하고, 제작된 프레스 금형(52)과 대향기재(53)에 LCR 미터를 접속시킨 후, 프레스 금형(52)을 수지제 박막(51) 위에 세트하였다. 계속해서, 폴리카보네이트로 이루어지는 수지제 박막(51)의 유동개시온도(약 145 $^{\circ}$ C)이상인 160 $^{\circ}$ C로 수지제 박막(51)을 가열하였다(도 5(b)). 수지제 박막(51)의 가열은, 대향기재(53)의 바로 아래에 설치된 히터(도시하고 있지 않음)에 의해 실행되었다. 그 후, 수지제 박막(51)의 정전용량과 전기저항을 모니터링하면서, 수지제 박막(51)을, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)와의 사이에서, 10MPa로 가압해서, 관통구멍을 형성하고(도 5(c)), 냉각시킨 후, 프레스 금형(52)과 대향기재(53)를 제거하여, 관통구멍을 가지는 미세구조체를 얻었다(도 5(d)).

[0083] 정전용량과 전기저항은, LCR 미터를 이용하여, 전압 1V, 주파수 1kHz에 의해 측정하고, 모니터링하였다. 그 결과는, 도 6에 도시한 바와 같은 경향을 나타내며, 정전용량(C)은, 프레스 금형과 대향기재로 이루어지는 2개의 도체를 수지제 박막에 세트한 후, 가압 전(도체 사이의 거리 30 μ m)에 1.3 μ F였지만, 가압에 의해 점차 증대하여, 도체 사이의 거리 1 μ m에서 최대치 17 μ F가 되었으며, 그 후, 급격히 저하되어서, 관통구멍을 형성할 때(도체 사이의 거리 0 μ m)에 0 μ F가 되었다. 따라서, 정전용량을 검출함으로써, 도체 사이의 거리를 알 수 있었고, 수지제 박막의 총두께를 조정할 수 있음을 알게 되었다.

[0084] 한편, 수지제 박막의 전기저항(R)은, 가압 전에 $\infty\Omega$ 이며, 그 후, 급격히 저하되어서, 관통구멍을 형성할 때(도체 사이의 거리 0 μ m)에 0 Ω 이 되었다. 따라서, 전기저항을 측정함으로써, 도체 사이의 거리가 0이 되었고, 관통구멍이 형성되는 타이밍을 예측할 수 있음을 알게 되었다. 관통구멍은, 세로 50 μ m \times 가로 50 μ m \times 깊이 60 μ m이었다. 또, 가공정밀도는 $\pm 2\mu$ m이었다.

[0085] 실시예 3

[0086] 대향기재인 비커스 경도 1800의 질화알루미늄기판 위에, 수지제 박막으로서 두께 30 μ m인 폴리카보네이트필름(스미토모 베이클라이트 제품의 FS-1650)을 배치하였다. 다음에, 세로 50 μ m \times 가로 50 μ m \times 높이 100 μ m의 각기둥이 밀집하게 세워지는 지르코니아(zirconia)제의 프레스 금형을 다이싱에 의해 제작하고, 제작된 프레스 금형을 수지제 박막 위에 세트하였다.

[0087] 이 프레스 금형은, 비커스 경도가 1200이었다. 계속해서, 폴리카보네이트로 이루어지는 수지제 박막의 유동개시온도(약 145 $^{\circ}$ C)이상인 160 $^{\circ}$ C로 수지제 박막을 가열하였다. 수지제 박막의 가열은, 대향기재의 바로 아래에 설치된 히터에 의해 실행되었다. 그 후, 수지제 박막을, 프레스 금형과 대향기재와의 사이에서, 10MPa로 가압해서, 관통구멍을 형성하였다. 형성된 관통구멍은, 세로 50 μ m \times 가로 50 μ m \times 깊이 60 μ m이며, 가공 시에, 프레스 금형 및 대향기재의 파손, 변형은 모두 확인되지 않았다.

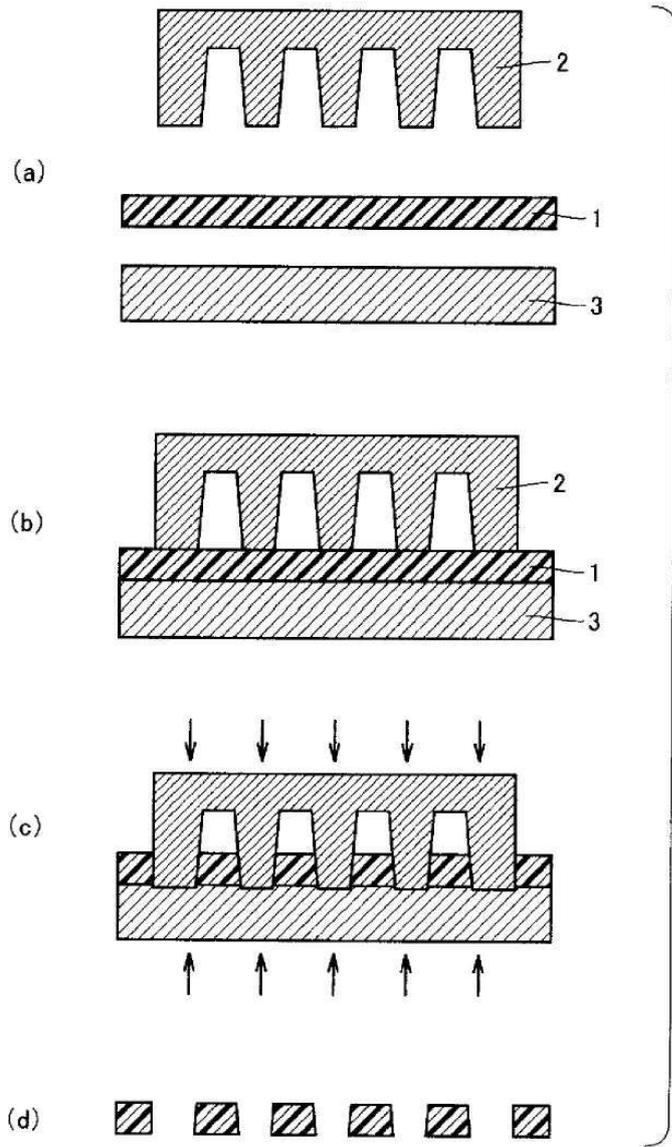
[0088] 실시예 4

[0089] 비커스 경도 1200의 지르코니아제의 프레스 금형 대신에, 비커스 경도 600의 초경합금으로 이루어지는 프레스 금형을 이용한 것 이외에는 실시예 3과 동일하게 해서 가공하였다. 그 결과, 세로 50 μ m \times 가로 50 μ m \times 깊이 60 μ m의 관통구멍이 형성되었고, 가공 시에, 프레스 금형 및 대향기재의 파손, 변형은 모두 확인되지 않았다.

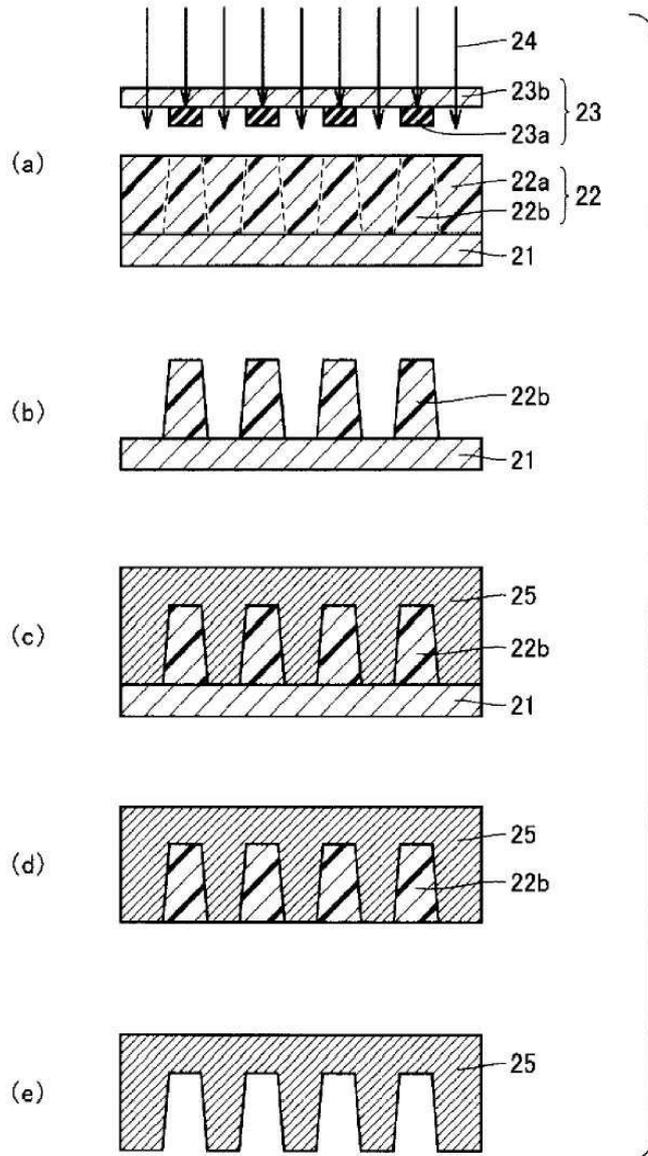
[0090] 이번에 개시된 실시예는 모든 점에서 예시로서 제한적인 것은 아님을 고려되어야 할 것이다. 본 발명의 범위는 상기한 설명이 아니라 청구의 범위에 의해서 나타나며, 청구의 범위와 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경

도면

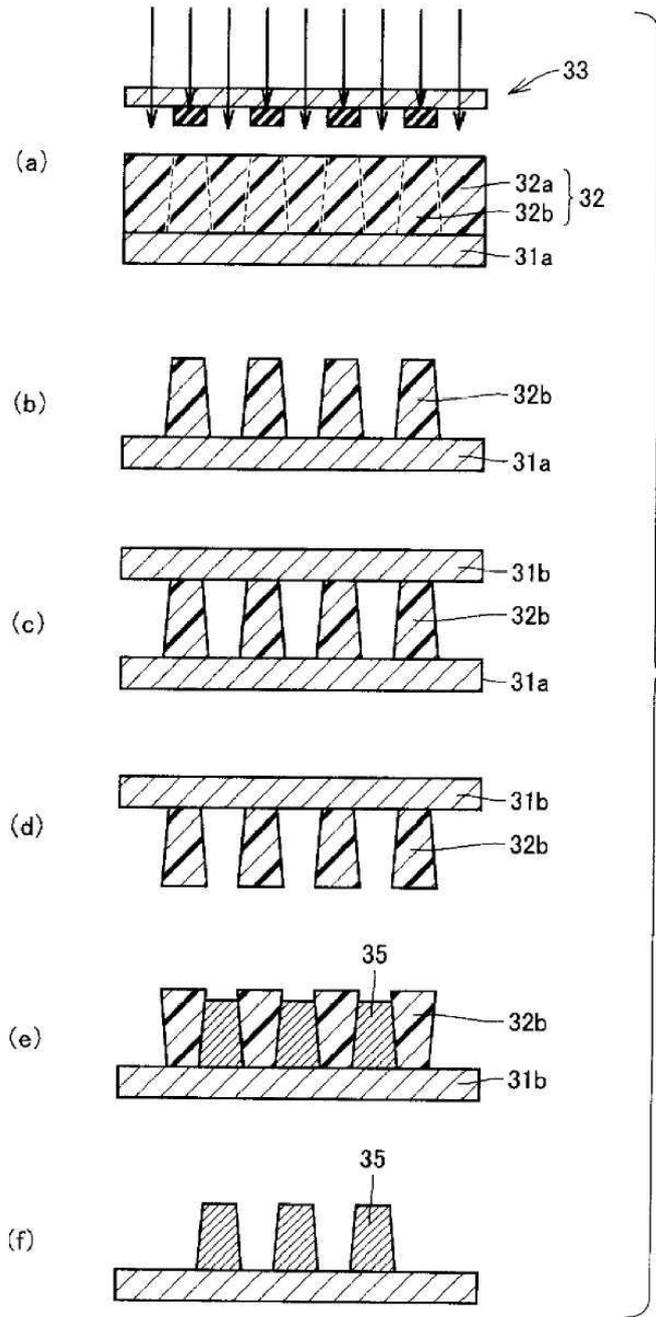
도면1



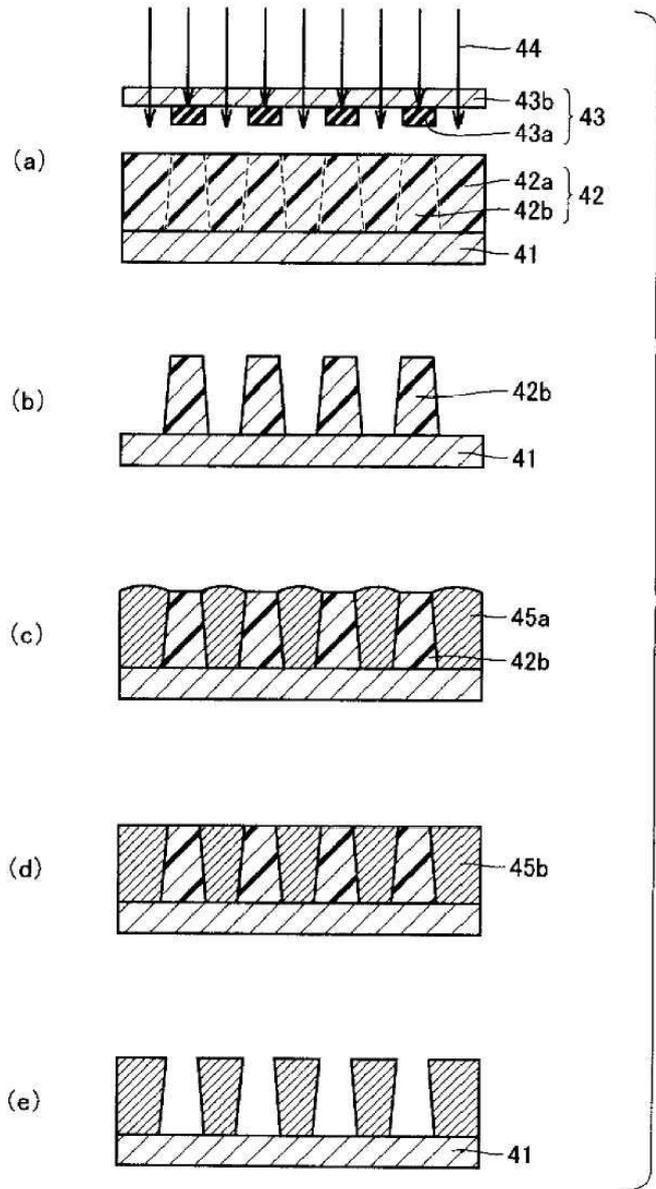
도면2



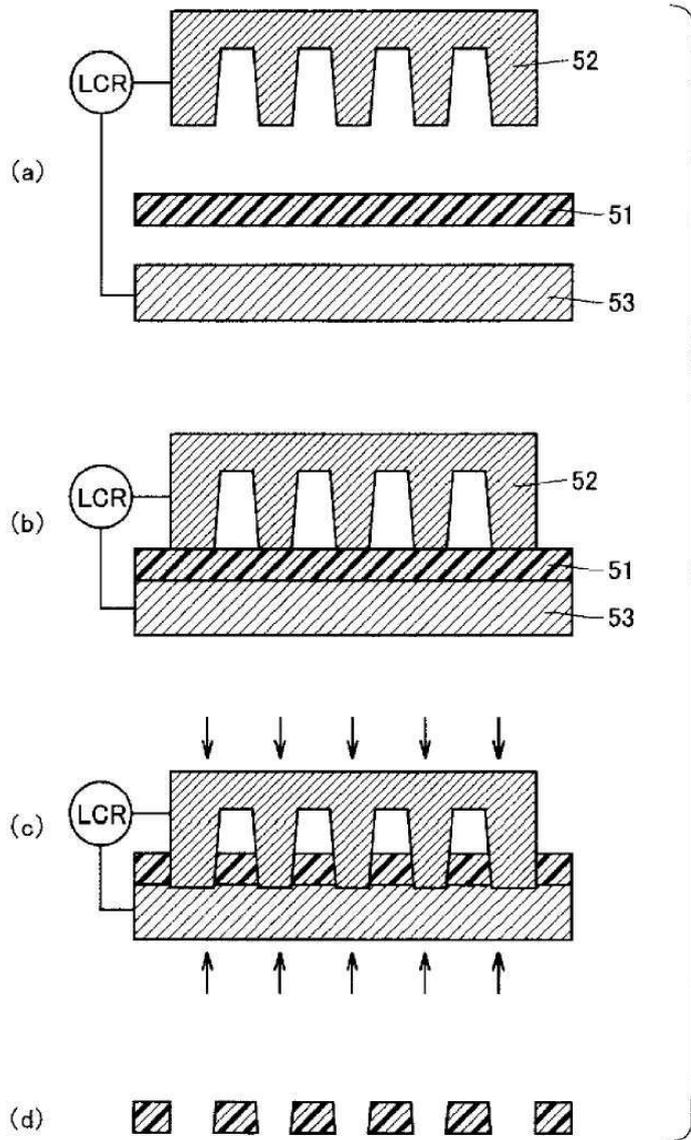
도면3



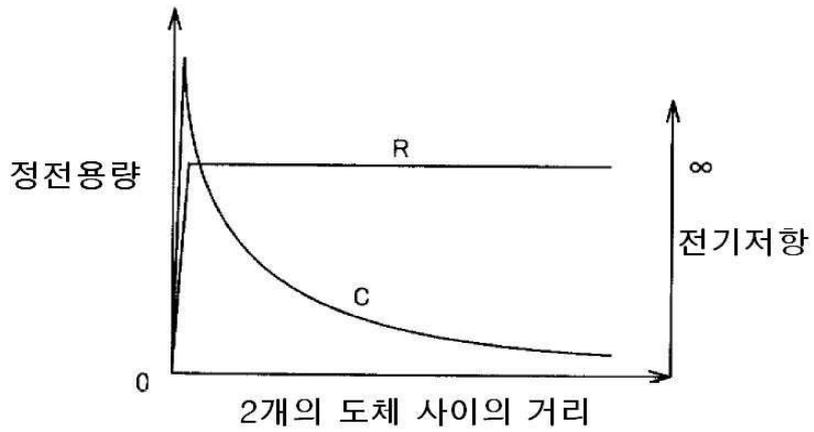
도면4



도면5



도면6



도면7

