



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0100916
(43) 공개일자 2022년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 35/587 (2006.01) C04B 35/581 (2006.01)
C04B 35/64 (2006.01) H05K 1/03 (2006.01)
H05K 3/00 (2019.01)

(52) CPC특허분류
C04B 35/587 (2013.01)
C04B 35/581 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7019595
(22) 출원일자(국제) 2022년11월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년06월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/042421
(87) 국제공개번호 WO 2021/095844
국제공개일자 2021년05월20일

(30) 우선권주장
JP-P-2019-206751 2019년11월15일 일본(JP)

(71) 출원인
덴카 주식회사
일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시무로마치 2초메 1방
1고

(72) 발명자
츠가와 유타
일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시무로마치 2초메 1방
1고 덴카 주식회사 나이
니시무라 고지
일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시무로마치 2초메 1방
1고 덴카 주식회사 나이
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인코리아나

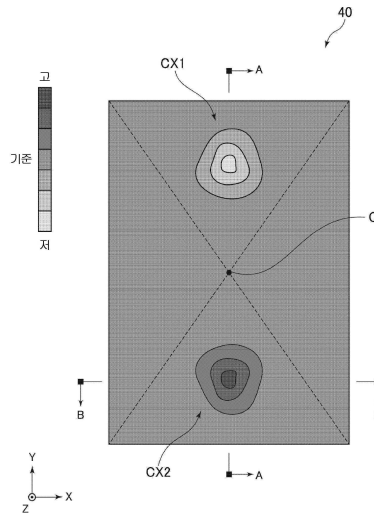
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 세라믹 기판, 복합 기판 및 회로 기판 그리고 세라믹 기판의 제조 방법, 복합 기판의 제조 방법, 회로 기판의 제조 방법 및 복수의 회로 기판의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 세라믹 기판은, 평면에서 보았을 때 직사각형상의 세라믹 기판으로서, 그 1 쌍의 대각선에 의해 형성되는 교차점과 어긋난 위치에, 그 판두께 방향의 일방측 또는 타방측을 향하여 볼록 형상이 되는, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분이 형성되고, 상기 세라믹 기판의 대각선의 길이로 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분의 최대 볼록량을 나눈 값은, 2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 이하이다.

대표도 - 도3d



(52) CPC특허분류

C04B 35/64 (2013.01)
H05K 1/0306 (2013.01)
H05K 3/0052 (2013.01)
C04B 2235/6565 (2013.01)
C04B 2235/96 (2013.01)

(72) 발명자

고바시 세이지

일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시무로마치 2쵸메 1방
1고 덴카 주식회사 나이

에시마 요시유키

일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시무로마치 2쵸메 1방
1고 덴카 주식회사 나이

유아사 아키마사

일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시무로마치 2쵸메 1방
1고 덴카 주식회사 나이

명세서

청구범위

청구항 1

평면에서 보았을 때 직사각형상의 세라믹 기판으로서,

그 1 쌍의 대각선에 의해 형성되는 교차점과 어긋난 위치에, 그 관두께 방향의 일방측 또는 타방측을 향하여 볼록 형상이 되는, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분이 형성되고,

상기 세라믹 기판의 대각선의 길이로 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분의 최대 볼록량을 나눈 값은, 2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 이하인, 세라믹 기판.

청구항 2

제 1 항에 기재된 세라믹 기판과,

상기 세라믹 기판의 표면측에 고정되어 있는 제 1 금속층과,

상기 세라믹 기판에 있어서의 이면측에 고정되어 있는 제 2 금속층을 구비하는 복합 기판.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 세라믹 기판과,

상기 세라믹 기판의 표면측에 형성되어 있는 회로 패턴과,

상기 세라믹 기판에 있어서의 이면측에 고정되어 있는 금속층을 구비하는 회로 기판.

청구항 4

제 1 항에 기재된 세라믹 기판의 제조 방법으로서,

세라믹 분말을 포함하는 띠형상 그린 시트를 절단하여 매엽 그린 시트를 얻는 띠형상 그린 시트의 절단 공정과, 소성실 내에 상기 매엽 그린 시트를 배치하고, 상기 소성실 내의 온도가 적어도 1600 $^{\circ}\text{C}$ 이상이 될 때까지 상기 소성실 내를 가열한 후에 상기 소성실 내를 냉각하여, 상기 매엽 그린 시트를 소결시켜 상기 세라믹 기판을 얻는 소결 공정을 포함하고,

상기 소결 공정에서는, 상기 소성실 내의 냉각시에 상기 소성실 내의 온도가 650 $^{\circ}\text{C}$ 이하의 온도가 된 경우에 상기 소성실 내의 온도를 급랭하는, 세라믹 기판의 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 소결 공정 후에 냉각한 상기 세라믹 기판의 전체 주연측의 부분을 절단하는 세라믹 기판의 절단 공정을 포함하는, 세라믹 기판의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 기재된 세라믹 기판의 제조 방법으로서,

세라믹 분말을 포함하는 띠형상 그린 시트를 절단하여 매엽 그린 시트를 얻는 띠형상 그린 시트의 절단 공정과, 소성실 내에 상기 매엽 그린 시트를 배치하고, 상기 소성실 내의 온도가 적어도 1600 $^{\circ}\text{C}$ 이상이 될 때까지 상기 소성실 내를 가열한 후에 상기 소성실 내를 냉각하여, 상기 매엽 그린 시트를 소결시켜 상기 세라믹 기판을 얻는 소결 공정과,

상기 소결 공정 후에 냉각한 상기 세라믹 기판의 전체 주연을 절단하는 세라믹 기판의 절단 공정을 포함하는, 세라믹 기판의 제조 방법.

청구항 7

제 4 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 세라믹 분말은, 질화규소 분말 또는 질화알루미늄 분말을 포함하는, 세라믹 기판의 제조 방법.

청구항 8

제 4 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 세라믹 기판의 제조 방법과,
상기 세라믹 기판의 표면층에 제 1 금속층을 고정시키고, 이면층에 제 2 금속층을 고정시키는 고정 공정을 포함하는, 복합 기판의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 기재된 복합 기판의 제조 방법과,
상기 제 1 금속층 및 상기 제 2 금속층 중 어느 일방에, 적어도 하나의 회로 패턴을 형성하는 패턴 형성 공정을 포함하는, 회로 기판의 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 기재된 복합 기판의 제조 방법과,
상기 제 1 금속층 및 상기 제 2 금속층 중 어느 일방에, 복수의 회로 패턴을 형성하는 패턴 형성 공정과,
상기 복수의 회로 패턴이 형성된 상기 복합 기판을, 각각이 하나의 상기 회로 패턴을 구비하는 복수의 회로 기판으로 분할하는 분할 공정을 포함하는, 복수의 회로 기판의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 세라믹 기판, 복합 기판 및 회로 기판 그리고 세라믹 기판의 제조 방법, 복합 기판의 제조 방법, 회로 기판의 제조 방법 및 복수의 회로 기판의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예를 들어, 특허문헌 1 과 같이, 세라믹 기판의 양면층에 금속층을 고정시켜 복합 기판으로 하고, 이 복합 기판의 일방의 금속층에 회로 패턴을 형성하여 회로 기판으로 하는 것이 알려져 있다. 이 회로 기판은, 고열전도율, 고열연성의 관점에 있어서 우수하다는 점에서, 예를 들어 파워 모듈용으로 이용되고 있다.

[0003] 이와 같은 세라믹 기판은, 그 후, 그 양면층에 금속층 (예를 들어 구리판) 을 고정시키는 금속층 형성 공정, 금속층의 적어도 일방에 회로 패턴을 형성하는 회로 패턴 형성 공정 및 스크라이브 라인 형성 공정을 포함하는 각 공정을 거쳐 회로 기판으로 가공된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2018-18971호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그런데, 최근에는, 회로 기판의 평탄성에 대한 요청이 점점 더 높아지고 있다. 이러한 요청에 부응하기 위해서는, 회로 기판의 내부에 잔류하는 열변형이나 열응력을, 보다 높은 수준으로 저감하는 것이 요구된다.

[0006] 본 발명은, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 회로 기판을 제작할 수 있는 세라

믹 기판을 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 양태의 세라믹 기판은, 평면에서 보았을 때 직사각형상의 세라믹 기판으로서, 그 1 쌍의 대각선에 의해 형성되는 교차점과 어긋난 위치에, 그 판두께 방향의 일방측 또는 타방측을 향하여 볼록 형상이 되는, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분이 형성되고, 상기 세라믹 기판의 대각선의 길이로 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분의 최대 볼록량을 나눈 값은, 2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 이하이다.
- [0008] 본 발명의 일 양태의 복합 기판은, 상기 세라믹 기판과, 상기 세라믹 기판의 표면측에 고정되어 있는 제 1 금속층과, 상기 세라믹 기판에 있어서의 이면측에 고정되어 있는 제 2 금속층을 구비한다.
- [0009] 본 발명의 일 양태의 회로 기판은, 상기 세라믹 기판과, 상기 세라믹 기판의 표면측에 형성되어 있는 회로 패턴과, 상기 세라믹 기판에 있어서의 이면측에 고정되어 있는 금속층을 구비한다.
- [0010] 본 발명의 제 1 양태의 세라믹 기판의 제조 방법은, 상기 세라믹 기판의 제조 방법으로서, 세라믹 분말을 포함하는 띠형상 그린 시트를 절단하여 매엽 그린 시트를 얻는 띠형상 그린 시트의 절단 공정과, 소성실 내에 상기 매엽 그린 시트를 배치하고, 상기 소성실 내의 온도가 적어도 1600 $^{\circ}\text{C}$ 이상이 될 때까지 상기 소성실 내를 가열한 후에 상기 소성실 내를 냉각하여, 상기 매엽 그린 시트를 소결시켜 상기 세라믹 기판을 얻는 소결 공정을 포함하고, 상기 소결 공정에서는, 상기 소성실 내의 냉각시에 상기 소성실 내의 온도가 650 $^{\circ}\text{C}$ 이하의 온도가 된 경우에 상기 소성실 내의 온도를 급랭한다.
- [0011] 본 발명의 제 2 양태의 세라믹 기판의 제조 방법은, 상기 세라믹 기판의 제조 방법으로서, 상기 소결 공정 후에 냉각한 상기 세라믹 기판의 전체 주연측의 부분을 절단하는 세라믹 기판의 절단 공정을 포함한다.
- [0012] 본 발명의 제 3 양태의 세라믹 기판의 제조 방법은, 상기 세라믹 기판의 제조 방법으로서, 세라믹 분말을 포함하는 띠형상 그린 시트를 절단하여 매엽 그린 시트를 얻는 띠형상 그린 시트의 절단 공정과, 소성실 내에 상기 매엽 그린 시트를 배치하고, 상기 소성실 내의 온도가 적어도 1600 $^{\circ}\text{C}$ 이상이 될 때까지 상기 소성실 내를 가열한 후에 상기 소성실 내를 냉각하여, 상기 매엽 그린 시트를 소결시켜 상기 세라믹 기판을 얻는 소결 공정과, 상기 소결 공정 후에 냉각한 상기 세라믹 기판의 전체 주연을 절단하는 세라믹 기판의 절단 공정을 포함한다.
- [0013] 본 발명의 제 4 양태의 세라믹 기판의 제조 방법은, 상기 세라믹 기판의 제조 방법으로서, 상기 세라믹 분말은, 질화규소 분말 또는 질화알루미늄 분말을 포함한다.
- [0014] 본 발명의 일 양태의 복합 기판의 제조 방법은, 상기 세라믹 기판의 제조 방법과, 상기 세라믹 기판의 표면측에 제 1 금속층을 고정시키고, 이면측에 제 2 금속층을 고정시키는 고정 공정을 포함한다.
- [0015] 본 발명의 일 양태의 회로 기판의 제조 방법은, 상기 복합 기판의 제조 방법과, 상기 제 1 금속층 및 상기 제 2 금속층 중 어느 일방에, 적어도 하나의 회로 패턴을 형성하는 패턴 형성 공정을 포함한다.
- [0016] 본 발명의 일 양태의 복수의 회로 기판의 제조 방법은, 상기 복합 기판의 제조 방법과, 상기 제 1 금속층 및 상기 제 2 금속층 중 어느 일방에, 복수의 회로 패턴을 형성하는 패턴 형성 공정과, 상기 복수의 회로 패턴이 형성된 상기 복합 기판을, 각각이 하나의 상기 회로 패턴을 구비하는 복수의 회로 기판으로 분할하는 분할 공정을 포함한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 세라믹 기판에 의하면, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 회로 기판을 제작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1 은, 본 실시형태의 복수의 실장 기판의 제조 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 2a 는, 본 실시형태의 복수의 실장 기판의 제조 방법에 포함되는, 그린 시트 형성 공정의 흐름도이다.
- 도 2b 는, 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정에 포함되는, 성형 공정을 설명하기 위한 도면으로서, 닥터 블레이드 성형 장치를 사용하여 슬러리로부터 띠형상 그린 시트를 제작하고 있는 상태를 설명하기 위한 개략도이다.
- 도 2c 는, 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정에 포함되는, 절단 공정을 설명하기 위한 도면으로서, 절단 장치

를 사용하여 띠형상 그린 시트를 절단하여 매엽 그린 시트를 제작하고 있는 상태를 설명하기 위한 개략도 (측면도) 이다.

도 2d 는, 도 2c 를 정면측에서 본 개략도이다.

도 3a 는, 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정에 포함되는 퇴적 공정에서부터 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 있어서의 소결 공정까지를 설명하기 위한 도면이다.

도 3b 는, 소결 공정에 있어서의 소성 온도의 프로파일 (시험에 의해 검토한 조건도 포함한다) 을 나타내는 그래프이다.

도 3c 는, 소결 공정에 있어서의 급랭 개시 온도 (시험에 의해 검토한 조건도 포함한다) 와, 휨량의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 3d 는, 본 실시형태의 제 1 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다.

도 3e 는, 도 3d 의 제 1 예의 세라믹 기관의 단면도 (斷面圖) (단면도 (端面圖)) 로서, A-A 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3f 는, 도 3d 의 제 1 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, B-B 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3g 는, 본 실시형태의 제 2 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다.

도 3h 는, 도 3g 의 제 2 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, A-A 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3i 는, 도 3g 의 제 2 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, B-B 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3j 는, 본 실시형태의 제 3 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다.

도 3k 는, 도 3j 의 제 3 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, A-A 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3l 은, 도 3j 의 제 3 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, B-B 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3m 은, 본 실시형태의 제 4 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다.

도 3n 은, 도 3m 의 제 4 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, A-A 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3o 는, 도 3m 의 제 4 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, B-B 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3p 는, 본 실시형태의 제 5 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다.

도 3q 는, 도 3p 의 제 5 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, A-A 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3r 은, 도 3p 의 제 5 예의 세라믹 기관의 단면도 (단면도) 로서, B-B 절단선으로 절단한 단면도이다.

도 3s 는, 본 실시형태의 제 6 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도 (70 μm 스캔) 이다.

도 3t 는, 본 실시형태의 제 6 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도 (100 μm 스캔) 이다.

도 3u 는, 본 실시형태의 제 6 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도 (200 μm 스캔) 이다.

도 3v 는, 본 실시형태의 제 6 예의 세라믹 기관의 평면도로서, 그 관두께 방향에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도 (300 μm 스캔) 이다.

도 3w 는, 도 3s ~ 도 3v 에 있어서의 C-C 직선을 따라 레이저 3 차원 형상 측정기에 의해 측정된 변위량 분포를 나타내는 그래프이다.

도 4a 는, 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 포함되는, 외주 부분 절단 공정을 설명하기 위한 개략도이다.

도 4b 는, 외주 부분 절단 공정에 있어서의, 외주 부분의 절단폭과 힘량의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 5 는, 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 포함되는, 스크라이브 라인 형성 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6a 는, 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 포함되는, 금속층 형성 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6b 는, 도 6a 의 세라믹 기관의 단면도로서, 6B-6B 절단선으로 절단한 횡단면도이다.

도 7 은, 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 포함되는, 레지스트 인쇄 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8 은, 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 포함되는, 예칭 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 9 는, 본 실시형태의 복수의 실장 기관의 제조 방법에 포함되는, 분할 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 10 은, 변형예의 금속층 형성 공정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] <<개요>>
- [0020] 이하, 본 실시형태에 대해 도면을 참조하면서 설명한다.
- [0021] 먼저, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) (도 3a, 도 3d, 도 3g, 도 3j, 도 3m, 도 3p, 도 3s ~ 3v 등 참조), 마더보드 (60) (복합 기관의 일례, 도 6a 및 도 6b 참조), 집합 기관 (60B) (복합 기관의 다른 일례, 도 8 및 도 9 참조) 및 회로 기관 (60C) (도 9 참조) 에 대해서 설명한다.
- [0022] 이어서, 본 실시형태의 복수의 실장 기관 (도시 생략) 의 제조 방법 (도 1 참조) 에 대해 설명한다.
- [0023] 이어서, 본 실시형태의 효과에 대해 설명한다.
- [0024] 이어서, 본 실시형태의 변형예에 대해 설명한다.
- [0025] 또한, 이하의 설명에서 참조하는 모든 도면에 있어서, 동일한 구성 요소에는 동일한 부호를 부여하고, 적절히 설명을 생략한다.
- [0026] <<세라믹 기관>>
- [0027] 먼저, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 에 대해서 도 3d ~ 도 3v 를 참조하면서 설명한다.
- [0028] 여기서, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 복수의 형상의 베리에이션을 갖는다. 예를 들어, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d 참조), 제 2 예의 세라믹 기관 (40) (도 3g 참조), 제 3 예의 세라믹 기관 (40) (도 3j 참조), 제 4 예의 세라믹 기관 (40) (도 3m 참조), 제 5 예의 세라믹 기관 (40) (도 3p 참조), 제 6 예의 세라믹 기관 (40) (도 3s ~ 3v 참조) 등이다. 또한, 어느 예의 세라믹 기관 (40) 도, 평면에서 보았을 때 직사각형상이다.
- [0029] 그리고, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 이하의 기본적인 특징을 갖는다.
- [0030] 구체적으로는, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 「평면에서 보았을 때 직사각형상의 세라믹 기관 (40) 으로서, 그 1 쌍의 대각선에 의해 형성되는 교차점과 어긋난 위치에, 그 관두께 방향의 일방측 또는 타방측을 향하여 볼록 형상이 되는, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분이 형성되고, 세라믹 기관 (40) 의 대각선의 길이로 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분의 최대 볼록량을 나눈 값은, 2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 이하이다」 라는 기본적인 특징을 갖는다. 그리고, 이 기본적인 특징을 갖는 세라믹 기관 (40) 으로는, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d 참조), 제 2 예의 세라믹 기관 (40) (도 3g 참조), 제 3 예의 세라믹 기관 (40) (도 3j 참조), 제 4 예의 세라믹 기관 (40) (도 3m 참조), 제 5 예의 세라믹 기관 (40) (도 3p 참조) 및 제 6 예의 세라믹 기관 (40) (도 3s ~ 3v 참조) 이 있다.
- [0031] 또, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 상기의 기본적인 특징을 만족하는 한, 이하와 같은 양태여도 된다.

- [0032] 예를 들어, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 일 양태는, 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분은 복수의 볼록 형상 부분이고, 상기 복수의 볼록 형상 부분은, 각각, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 상기 1 쌍의 대각선 중 일방의 대각선에 의해 구획되는 2 개의 영역에 형성되어 있어도 된다. 그리고, 이 양태의 세라믹 기관 (40) 으로는, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d 참조), 제 2 예의 세라믹 기관 (40) (도 3g 참조), 제 3 예의 세라믹 기관 (40) (도 3j 참조) 및 제 4 예의 세라믹 기관 (40) (도 3m 참조) 이 있다.
- [0033] 또, 예를 들어, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 일 양태는, 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분은 복수의 볼록 형상 부분이고, 상기 복수의 볼록 형상 부분은, 각각, 상기 세라믹 기관에 있어서의 상기 1 쌍의 대각선에 의해 구획되는 4 개의 영역에 형성되어도 된다. 그리고, 이 양태의 세라믹 기관 (40) 으로는, 제 4 예의 세라믹 기관 (40) (도 3m 참조)이 있다.
- [0034] 또한, 예를 들어, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 일 양태는, 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분은 복수의 볼록 형상 부분이고, 상기 복수의 볼록 형상 부분 중 일부는, 상기 관두께 방향의 일방측을 향하여 볼록 형상이 되도록 형성되고, 상기 복수의 볼록 형상 부분 중 나머지 일부는, 상기 관두께 방향의 타방측을 향하여 볼록 형상이 되도록 형성되어 있어도 된다. 그리고, 이 양태의 세라믹 기관 (40) 으로는, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d 참조), 제 4 예의 세라믹 기관 (40) (도 3m 참조) 및 제 5 예의 세라믹 기관 (40) (도 3p 참조)이 있다.
- [0035] 다음으로, 제 1 예 ~ 제 6 예에 의해, 도 3d ~ 도 3w 를 참조하면서 세라믹 기관 (40) 의 예를 설명한다. 이들 예에 있어서, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 은, 약간의 요철을 갖고 있지만 대략 평탄면으로 되어 있다. 또한, 이들 예에 한정되지 않고, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 은 볼록 형상 부분을 갖지 않는 완전히 평탄한 면으로 되어 있어도 된다.
- [0036] 그리고, 이하에 설명하는 제 1 예 ~ 제 6 예는 각각 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 예시에 불과하며, 상기의 기본적인 특징을 갖는 세라믹 기관이면, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 에 포함된다.
- [0037] [제 1 예의 세라믹 기관]
- [0038] 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 에 대해서는, 도 3d ~ 도 3f 를 참조하면서 설명한다.
- [0039] 여기서, 도 3d 는, 본 실시형태의 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 평면도로서, 그 관두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다. 도 3e 는, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3d 의 A-A 절단선으로 절단한 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다. 도 3f 는, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도로서, 도 3d 의 B-B 절단선으로 절단한 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다. 또한, 도 3f 에서는, 본래 볼록 형상 부분 (CX1) 은 절단면으로서 나타나지 않지만, 볼록 형상 부분 (CX2) 과의 관계를 알기 쉽도록, 볼록 형상 부분 (CX1) 을 B-B 절단선과 평행한 절단면으로 절단한 상태로 나타내고 있다. 또한, 제 2 ~ 제 5 예에 관한 단면도 (도 3h, 3i, 3k, 3l, 3n, 3o, 3q, 3r) 에 있어서도, 복수의 볼록 형상부 중 어느 볼록 형상부의 절단면을 나타내는 단면도 (단면도) 에 있어서, 다른 볼록 형상부와와의 볼록량 (또는 오목량) 의 관계를 알기 쉽도록, 타방의 볼록 형상부를 동일하게 평행한 절단면으로 절단한 상태로 나타내고 있다.
- [0040] 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 은, 그 관두께 방향 (Z 방향) 에 있어서 평탄하지는 않고, 흰 상태로 되어 있다. 그리고, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 기본적인 특징을 가질 뿐 아니라, 이하와 같은 특징을 갖는다.
- [0041] (제 1 특징)
- [0042] 제 1 특징은, 평면에서 보았을 때, 그 1 쌍의 대각선 (도 3d 의 1 쌍의 과선) 에 의해 형성되는 교차점 (0) 과 어긋난 위치에, 그 관두께 방향 (Z 방향) 의 일방측 또는 타방측을 향하여 볼록 형상이 되는, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분 (제 1 예의 경우에는 볼록 형상 부분 (CX1, CX2)) 이 형성되어 있고, 휨량은, 2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 이하인 것이다.
- [0043] 여기서, 본 명세서에 있어서의 휨량이란, 세라믹 기관 (40) 의 대각선의 길이로 세라믹 기관 (40) 의 관두께 방향의 최대 볼록량을 나눈 값을 말한다.
- [0044] 제 1 예 ~ 제 6 예의 세라믹 기관 (40) 은, 일례로서, 그 길이가 206 mm, 그 폭이 146 mm 이기 때문에, 그 대각선의 길이는 약 252.5 mm 이다. 또한, 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 의 볼록량 (평탄한 경우 (도면 중의 기

준) 에 비해 볼록한 형상 또는 오목한 형상으로 되어 있는 부분의 양) 을, 각각 ΔZ_1 , ΔZ_2 로 한다. 그리고, 볼록량 (ΔZ_1 , ΔZ_2) 은, 각각, 일례로서 $420 \mu\text{m}$ 이하이다. 즉, 제 1 예의 경우, 최대 볼록량은 $420 \mu\text{m}$ 이하이다. 이상으로부터, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 휨량은, $2 \mu\text{m}/\text{mm}$ 이하가 된다.

[0045] 여기서, 본 명세서에 있어서의 「최대 볼록량」이란, 평탄한 경우에 비해 볼록한 형상 또는 오목한 형상으로 되어 있는 부분의 양의 최대값을 의미하는데, 후술하는 제 6 예의 세라믹 기관 (40) 의 설명 중에서 상세하게 설명한다.

[0046] (제 2 특징)

[0047] 제 2 특징은, 제 1 특징을 전제로 하여, 복수의 볼록 형상 부분 (제 1 예에서는 볼록 형상 부분 (CX1, CX2)) 은, 각각, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 1 쌍의 대각선 중 일방의 대각선 (제 1 예에서는 양방의 대각선) 에 의해 구획되는 2 개의 영역에 형성되어 있는 것이다.

[0048] (제 3 특징)

[0049] 제 3 특징은, 제 1 특징을 전제로 하여, 복수의 볼록 형상 부분 (제 1 예에서는 볼록 형상 부분 (CX1, CX2)) 중 일부 (볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 중 일방) 는 관두께 방향 (Z 방향) 의 일방측을 향하여 볼록 형상이 되도록 형성되고, 나머지 일부 (볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 중 타방) 는 관두께 방향의 타방측을 향하여 볼록 형상이 되도록 형성되어 있는 것이다.

[0050] 이상이고, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.

[0051] [제 2 예의 세라믹 기관]

[0052] 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 에 대해서는, 도 3g ~ 도 3i 를 참조하면서 설명한다.

[0053] 여기서, 도 3g 는, 본 실시형태의 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 의 평면도로서, 그 관두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다. 도 3h 는, 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3g 의 A-A 절단선으로 절단한 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다. 도 3i 는, 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3g 의 B-B 절단선으로 절단한 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다.

[0054] 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 은, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d ~ 도 3f 참조) 과 마찬가지로, 약간의 요철을 갖고 있지만 대략 평탄면으로 되어 있다. 그리고, 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 제 1 특징 및 제 2 특징을 갖는다. 단, 제 2 예의 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 은, 모두 관두께 방향 (Z 방향) 의 일방측 (표면 (40A1) 측) 으로 볼록한 형상으로 되어 있는 점에서, 제 1 예의 경우 (도 3d 참조) 와 상이하다.

[0055] 이상이고, 제 2 예의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.

[0056] [제 3 예의 세라믹 기관]

[0057] 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 에 대해서는, 도 3j ~ 도 3l 를 참조하면서 설명한다.

[0058] 여기서, 도 3j 는, 본 실시형태의 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 의 평면도로서, 그 관두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다. 도 3k 는, 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3j 의 A-A 절단선으로 절단한 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다. 도 3l 은, 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3j 의 B-B 절단선으로 절단한 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다.

[0059] 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 은, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d ~ 도 3f 참조) 및 제 2 예의 세라믹 기관 (40) (도 3g ~ 도 3i 참조) 과 마찬가지로, 약간의 요철을 갖고 있지만 대략 평탄면으로 되어 있다. 그리고, 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 제 1 특징 및 제 2 특징을 갖는다. 단, 제 3 예의 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 은, 각각 관두께 방향 (Z 방향) 의 타방측 (이면 (40A2) 측) 으로 볼록한 형상으로 되어 있는 점에서, 제 2 예의 경우 (도 3g 참조) 와 상이하다.

[0060] 이상이고, 제 3 예의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.

[0061] [제 4 예의 세라믹 기관]

- [0062] 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 에 대해서는, 도 3m ~ 도 3o 를 참조하면서 설명한다.
- [0063] 여기서, 도 3m 은, 본 실시형태의 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 의 평면도로서, 그 판두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다. 도 3n 은, 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3m 의 A-A 절단선으로 절단한 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다. 도 3o 는, 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3m 의 B-B 절단선으로 절단한 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다.
- [0064] 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 은, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d ~ 도 3f 참조), 제 2 예의 세라믹 기관 (40) (도 3g ~ 도 3i 참조) 및 제 3 예의 세라믹 기관 (40) (도 3j ~ 도 3l 참조) 과 마찬가지로, 약간의 요철을 갖고 있지만 대략 평탄면으로 되어 있다. 그리고, 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 제 1 특징, 제 2 특징 및 제 3 특징 그리고 후술하는 제 4 특징을 갖는다.
- [0065] 또한, 제 4 예에 있어서의 볼록 형상 부분 (CX3, CX4) 의 볼록량 (ΔZ_3 , ΔZ_4) 은, 일례로서 1260 μm 이하이다.
- [0066] (제 4 특징)
- [0067] 제 4 특징은, 제 1 특징을 전제로 하여, 복수의 볼록 형상 부분 (제 4 예에서는 볼록 형상 부분 (CX1, CX2, CX3, CX4)) 이, 각각, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 1 쌍의 대각선에 의해 구획되는 4 개의 영역에 형성되어 있는 것이다.
- [0068] 이상이고, 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.
- [0069] [제 5 예의 세라믹 기관]
- [0070] 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 에 대해서는, 도 3p ~ 도 3r 을 참조하면서 설명한다.
- [0071] 여기서, 도 3p 는, 본 실시형태의 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 의 평면도로서, 그 판두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다. 도 3q 는, 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3p 의 A-A 절단선으로 절단한 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다. 도 3r 은, 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도 (단면도) 로서, 도 3p 의 B-B 절단선으로 절단한 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 의 단면도이다.
- [0072] 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 은, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d ~ 도 3f 참조), 제 2 예의 세라믹 기관 (40) (도 3g ~ 도 3i 참조), 제 3 예의 세라믹 기관 (40) (도 3j ~ 도 3l 참조) 및 제 4 예의 세라믹 기관 (40) (도 3m ~ 도 3o 참조) 과 마찬가지로, 약간의 요철을 갖고 있지만 대략 평탄면으로 되어 있다. 그리고, 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 제 1 특징 및 제 3 특징을 갖는다. 단, 제 2 예의 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 은, 각각, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 1 쌍의 대각선에 의해 구획되는 4 개의 영역 중 1 개의 영역에 형성되어 있는 점에서, 제 1 예의 경우 (도 3d 참조) 와 상이하다.
- [0073] 이상이고, 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.
- [0074] [제 6 예의 세라믹 기관]
- [0075] 제 6 예의 세라믹 기관 (40) 에 대해서는, 도 3s ~ 도 3w 를 참조하면서 설명한다.
- [0076] 여기서, 도 3s ~ 도 3v 는, 각각, 본 실시형태의 제 6 예의 세라믹 기관 (40) 의 평면도로서, 그 판두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 고저 정도 (오목한 상태) 의 프로파일을 부가한 상태의 고저 분포도이다. 도 3s ~ 도 3v 는, 각각 후술하는 힘량의 측정시의 측정 스펙이 상이하다 (각각, 순서대로 70 μm , 100 μm , 200 μm , 300 μm).
- [0077] 도 3w 는, 도 3s ~ 도 3v 에 있어서의 C-C 직선을 따라 레이저 3 차원 형상 측정기에 의해 측정된 변위량 분포를 나타내는 그래프이다.
- [0078] 도 3s ~ 도 3v 에 나타내는 바와 같이, 불규칙한 요철 형상이다. 이 불규칙한 요철은 미소한 요철이다. 0 mm ~ 200 mm 의 범위를 임의로 5 시야 관찰한 경우에, 최대 변위량과 최소 변위량의 차가 100 μm 이하이다.
- [0079] 또한, 0 mm ~ 200 mm 의 범위를 임의로 5 시야 관찰한 경우에, 어느 시야에 있어서도 복수의 볼록부가 관찰될 수 있다. 여기서 말하는 볼록부란, 인접하는 오목부 중 변위량이 큰 오목부와는 변위량의 차가 10 μm 이상

인 것을 가리키고, 도 3w 에서는 볼록부는 5 개이다. 또한, 5 시야 관찰로 전체 폭 (도 3w 에서는 200 mm) 이 포함되도록 하는 관점에서, 1 개의 시야폭은 40 mm 이상이고, 바람직하게는 100 mm 이상이다.

- [0080] 여기서, 본 실시형태에서는, 세라믹 기관 (40) 의 힘량을, 이하와 같이 하여 측정하였다. 즉, 레이저 삼차원 형상 측정기에 의해, 세라믹 기관 (40) 에 레이저광을 조사하고, 세라믹 기관 (40) 으로부터의 확산 반사된 광을 수광하여 변위량을 산출하여, 세라믹 기관 (40) 의 주면 (主面) 의 힘량을 측정하였다. 여기서, 당해 레이저 삼차원 형상 측정기는, XYθ 스테이지 유닛으로서 K2-300 (코즈 정기 주식회사 제조) 을 채용하고, 고정 밀도 레이저 변위계로서 LK-G500 (주식회사 키엔스 제조) 을 채용하고, 모터 컨트롤러로서 SC-200K (코즈 정기 주식회사 제조) 를 채용하고, AD 변환기로서 DL-100 (코즈 정기 주식회사 제조) 을 채용한 구성의 것으로 하였다. 이 경우, 측정 피치는 1.0 mm 로 하였다.
- [0081] 그리고, 본 실시형태에 있어서의 「최대 볼록량」 이란, 상기 레이저 3 차원 형상 측정기에 의해 측정된 변위로부터, 기준이 되는 표면 (40A1) (또는 이면 (40A2)) 을 산출하고, 그 기준면으로부터의 변위량을 산출했을 때의 최대의 변위량 (최대의 볼록량 또는 오목량의 크기) 을 말한다.
- [0082] 이상인, 제 6 예의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.
- [0083] 이상인, 제 1 예 ~ 제 6 예의 세라믹 기관 (40) 의 특징에 대한 설명이다.
- [0084] 또한, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) 의 경우 (도 3d 참조), 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 은 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 1 쌍의 대각선에 의해 구획되는 4 개의 영역 중 교차점 (0) 을 사이에 두고 길이 방향 (Y 방향) 의 양측으로 구획되는 2 개의 영역에 형성되어 있지만, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 다른 양태로는, 예를 들어, 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 은 교차점 (0) 을 사이에 두고 폭 방향 (X 방향) 의 양측으로 구획되는 2 개의 영역에 형성되어 있어도 된다.
- [0085] 또, 제 4 예의 세라믹 기관 (40) 의 경우 (도 3m 참조), 볼록 형상 부분 (CX2, CX3) 은 세라믹 기관 (40) 의 관두께 방향 (Z 방향) 에 있어서의 이면 (40A2) 측으로 볼록한 형상으로 되어 있지만 (도 3n, 도 3o 참조), 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 다른 양태로는, 예를 들어, 볼록 형상 부분 (CX2, CX3) 중 일방 또는 양방은 표면 (40A1) 측으로 볼록한 형상으로 되어 있어도 된다.
- [0086] 또한, 예를 들어, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d 참조) 에 제 5 예의 세라믹 기관 (40) 의 볼록 형상 부분 (CX2) (도 3p 참조) 을 조합한 세라믹 기관 (도시 생략) 이어도 된다.
- [0087] 또한, 예를 들어, 제 1 예의 세라믹 기관 (40) (도 3d 참조) 의 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 중 어느 일방이 없는 세라믹 기관 (도시 생략) 이어도 된다. 마찬가지로, 제 5 예의 세라믹 기관 (40) (도 3p 참조) 의 볼록 형상 부분 (CX1, CX2) 중 어느 일방이 없는 세라믹 기관 (도시 생략) 이어도 된다.
- [0088] 이상과 같이, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 기본적인 특징을 가지고 있으면 된다.
- [0089] 이상인, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 에 대한 설명이다.
- [0090] <<마더보드>>
- [0091] 다음으로, 본 실시형태의 마더보드 (60) 에 대해서 도 6a 및 도 6b 를 참조하면서 설명한다.
- [0092] 본 실시형태의 마더보드 (60) 는, 세라믹 기관 (40) 과, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 측에 고정되어 있는 제 1 금속층 (50A) 과, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 이면 (40A2) 측에 고정되어 있는 제 2 금속층 (50B) 을 구비한다.
- [0093] 또한, 도 6a 및 도 6b 의 마더보드 (60) 에서는, 세라믹 기관 (40) 대신에 후술하는 SL 이 형성된 세라믹 기관 (40A) 으로 되어 있다. SL 이 형성된 세라믹 기관 (40A) 이란, 후술하는 바와 같이, 세라믹 기관 (40) 에 일례로서 복수개의 스크라이브 라인 (SL) 이 형성되어 있는 기관이다.
- [0094] 이상인, 본 실시형태의 마더보드 (60) 에 대한 설명이다.
- [0095] <<회로 기관>>
- [0096] 다음으로, 본 실시형태의 회로 기관 (60C) 에 대해 도 9 를 참조하면서 설명한다.
- [0097] 본 실시형태의 회로 기관 (60C) 은, 세라믹 기관 (40) 과, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 측에 형성되어 있는 회로 패턴 (CP) 과, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 이면 (40A2) 측에 고정되어 있는 금속층 (제 2 금속층

(50B)) 을 구비한다.

- [0098] 이상이, 본 실시형태의 회로 기판 (60C) 에 대한 설명이다.
- [0099] <<본 실시형태의 복수의 실장 기판의 제조 방법>>
- [0100] 다음으로, 본 실시형태의 복수의 실장 기판의 제조 방법 (S100) (이하, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 이라고 한다) 에 대해서, 도 1 등을 참조하면서 설명한다.
- [0101] 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 은, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 그린 시트 형성 공정 (S1) 과, 소결 공정 (S2) 과, 외주 부분 절단 공정 (S3) 과, 스크라이브 라인 형성 공정 (S4) (이하, SL 형성 공정 (S4) 이라고 한다) 과, 금속층 형성 공정 (S5) 과, 레지스트 인쇄 공정 (S6) 과, 에칭 공정 (S7) 과, 표면 처리 공정 (S8) 과, 분할 공정 (S9) 과, 실장 공정 (S10) 을 포함한다. 그리고, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 은, 이들 각 공정의 기재순으로 실시된다.
- [0102] 또한, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 에 있어서의 각 공정의 종료시와 그 시점에서의 제조물의 관계는, 이하와 같다.
- [0103] =====
- [0104] 종료시의 각 공정 그 시점에서의 제조물
- [0105] =====
- [0106] 소결 공정 (S2) 세라믹 기판 (40) (도 3d 참조)
- [0107] SL 형성 공정 (S4) SL 이 형성된 세라믹 기판 (40A) (도 5 참조)
- [0108] 금속층 형성 공정 (S5) 마더보드 (60) (도 6a 및 도 6b 참조)
- [0109] 에칭 공정 (S7) 집합 기판 (60B) (도 8 참조)
- [0110] 분할 공정 (S9) 복수의 회로 기판 (60C) (도 9 참조)
- [0111] 실장 공정 (S10) 복수의 실장 기판
- [0112] =====
- [0113] 또한, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 의 각 공정의 설명에는, 이하의 각 발명의 설명이 포함된다.
- [0114] (세라믹 기판의 제조 방법에 관한 발명)
- [0115] 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법은, 세라믹 분말을 포함하는 락스 그린 시트 (20) 를 절단하여 매엽 그린 시트 (30) 를 얻는 절단 공정과, 소성실 내에 매엽 그린 시트 (30) 를 배치하고, 상기 소성실 내의 온도가 적어도 1600 ℃ 이상이 될 때까지 상기 소성실 내를 가열한 후에 상기 소성실 내를 냉각하여, 매엽 그린 시트 (30) 를 소결시켜 세라믹 기판 (40) 을 얻는 소결 공정을 포함하고,
- [0116] 상기 소결 공정에서는, 상기 소성실 내의 냉각시에 상기 소성실 내의 온도가 650 ℃ 이하의 온도가 된 경우에 상기 소성실 내의 온도를 급랭한다 (도 1, 도 2b, 도 2c, 도 3b 등 참조).
- [0117] 또한, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법은, 상기 소결 공정 후에 냉각한 세라믹 기판 (40) 의 전체 주연측의 부분을 절단하는 절단 공정을 포함한다 (도 1, 도 4a 참조).
- [0118] (마더보드의 제조 방법에 관한 발명)
- [0119] 본 실시형태의 마더보드 (60) 의 제조 방법은, 상기 서술한 세라믹 기판의 제조 방법과, 세라믹 기판 (40) 의 표면 (40A1) 측에 제 1 금속층 (50A) 을 고정시키고, 이면 (40A2) 측에 제 2 금속층 (50B) 을 고정시키는 고정 공정을 포함한다 (도 6a 참조).
- [0120] (회로 기판의 제조 방법에 관한 발명)
- [0121] 본 실시형태의 회로 기판 (60C) 의 제조 방법은, 전술한 마더보드 (60) 의 제조 방법과, 제 1 금속층 (50A) 및 제 2 금속층 (50B) 중 어느 일방 (본 실시형태의 경우에는 일례로서 제 1 금속층 (50A)) 에, 적어도 1 개의 회로 패턴 (CP) 을 형성하는 패턴 형성 공정을 포함한다 (도 7, 도 8 등 참조).

- [0122] (복수의 회로 기판의 제조 방법)
- [0123] 본 실시형태의 복수의 회로 기판 (60C) 의 제조 방법은, 전술한 마더보드 (60) 의 제조 방법과, 제 1 금속층 (50A) 및 제 2 금속층 (50B) 중 어느 일방 (본 실시형태의 경우에는 일례로서 제 1 금속층 (50A)) 에, 복수의 회로 패턴 (CP) 을 형성하는 패턴 형성 공정과, 복수의 회로 패턴 (CP) 이 형성된 마더보드 (60) 를, 각각이 1 개의 회로 패턴 (CP) 을 구비하는 복수의 회로 기판 (60C) 으로 분할하는 분할 공정을 포함한다 (도 7 ~ 도 9 등 참조).
- [0124] 이하, 각 공정에 대해 설명한다.
- [0125] <그린 시트 형성 공정 및 소결 공정>
- [0126] 본 실시형태에 있어서의, 그린 시트 형성 공정 (S1) 및 소결 공정 (S2) 을 조합하여 이것들이 기재된 순서로 실시하는 공정은, 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법에 상당한다.
- [0127] 이하, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법에 대하여, 도 2a ~ 도 2d, 도 3a ~ 도 3r 그리고 도 4a 및 도 4b 를 참조하면서 설명한다.
- [0128] 여기서, 세라믹 기판 (40) 은, 일례로서, 전기 자동차, 철도 차량 기타 산업 기기에 탑재되는 파워 모듈용 회로 기판 또는 실장 기판이 구비하는 세라믹 기판이다. 세라믹 기판 (40) 은, 일례로서, 후술하는 매엽 그린 시트 (30) (도 2c 참조) 를 적층한 상태에서 소결하여 얻어진다 (도 3a 참조). 또한, 매엽 그린 시트 (30) 는, 락형상 그린 시트 (20) (도 2b 및 도 2c 참조) 를 절단하여 얻어진다. 즉, 세라믹 기판 (40) 과 매엽 그린 시트 (30) 의 관계는, 완성품과 중간품 (완성품이 되기 전의 공정에서 제조된 것) 의 관계, 또는, 제 1 중간품과 제 2 중간품 (제 1 중간품이 되기 전의 공정에서 제조된 것) 의 관계를 갖는다. 그 때문에, 본 실시형태의 매엽 그린 시트 (30) 는, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법의 중간 단계까지의 공정에서 제조된다.
- [0129] 또한, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 은, 일례로서, 직사각형의 판이다 (도 3d, 도 3g, 도 3j, 도 3m, 도 3p, 도 5 등 참조).
- [0130] <그린 시트 형성 공정>
- [0131] 이하, 그린 시트 형성 공정 (S1) 에 대해, 도 2a, 도 2b, 도 2c 및 도 2d 를 참조하면서 설명한다. 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정 (S1) 은, 슬러리 제작 공정 (S11) 과, 성형 공정 (S12) 과, 절단 공정 (S13) 과, 퇴적 공정 (S14) 과, 탈지 공정 (S15) 을 포함하고, 이것들이 기재된 순서로 실시된다 (도 1 및 도 2a 참조).
- [0132] [슬러리 제작 공정]
- [0133] 슬러리 제작 공정 (S11) 을 설명한다. 본 공정은, 후술하는 원료 분말과 유기 용제를 혼합하여, 슬러리 (10) 를 제조하는 공정이다. 본 공정에서 제조된 슬러리 (10) (도 2b 참조) 는, 다음 공정 (성형 공정 (S12)) 에서 락형상 그린 시트 (20) 로 성형된다.
- [0134] 슬러리 (10) 의 원료 분말은, 후술하는 주성분과 소결 보조제를 함유하는 분말이다. 주성분은 일례로서 80 중량% ~ 98.3 질량% 의 질화규소 (Si_3N_4) 이고, 소결 보조제는 일례로서 1 중량% ~ 10 질량% (산화물 환산) 의 적어도 1 종의 희토류 원소 및 0.7 중량% ~ 10 질량% (산화물 환산) 의 마그네슘 (Mg) 이다. 질화규소의 분말의 α 화율은, 세라믹 기판 (40) 의 밀도, 굽힘 강도 및 열전도율을 고려하면, 바람직하게는 20 % ~ 100 % 이다.
- [0135] 여기서, 본 명세서에서 사용하는 「~」 의 의미에 대해 보충하면, 예를 들어 「20 % ~ 100 %」 는 「20 % 이상 100 % 이하」 를 의미한다. 그리고, 본 명세서에서 사용하는 「~」 는, 「『~』 의 앞의 기재 부분 이상 『~』 뒤의 기재 부분 이하」 를 의미한다.
- [0136] 질화규소 (Si_3N_4) 의 원료 분말에 있어서의 비율을 일례로서 80 중량% ~ 98.3 질량% 로 하는 이유는, 얻어지는 세라믹 기판 (40) 의 굽힘 강도 및 열전도율이 지나치게 낮지 않은 것, 소결 보조제의 부족으로 인한 세라믹 기판 (40) 의 치밀성을 확보하는 것 등에 따른다.
- [0137] 이하, 설명의 간략화를 위해, 질화규소의 원료 분말을 Si_3N_4 분말 (별명은 질화규소 분말, 세라믹 분말의 일례), Mg 의 원료 분말을 MgO 분말, 희토류 원소 원료의 분말을 Y_2O_3 분말이라고 표기한다. 단, 질화규소의 원료

분말 및 소결 보조제의 원료 분말은, 각각 Si_3N_4 분말 그리고 MgO 분말 및 Y_2O_3 분말이 아니어도 된다.

- [0138] 그리고, 전술한 바와 같이 배합된 Si_3N_4 분말, MgO 분말 및 Y_2O_3 분말과, 가스제, 유기 바인더 및 유기 용제를 혼합하여, 슬러리 (10) 가 제작된다. 그 때문에, 본 공정에서 제작되는 슬러리 (10) 는 세라믹 분말을 포함한다.
- [0139] 이상이, 슬러리 제작 공정 (S11) 에 대한 설명이다.
- [0140] [성형 공정]
- [0141] 다음으로, 성형 공정 (S12) 에 대해 설명한다. 본 공정은, 도 2b 에 나타내는 바와 같이, 슬러리 (10) 로부터 띠형상 그린 시트 (20) 를 제조하는 공정이다.
- [0142] 본 공정은, 일례로서, 도 2b 에 나타내는 닥터 블레이드 성형 장치 (100) 를 사용하여 실시된다. 여기서, 닥터 블레이드 성형 장치 (100) 는, 벨트 반송 기구 (110) 와, 성형 유닛 (120) 과, 가열 유닛 (130) 을 구비하고 있다. 벨트 반송 기구 (110) 는, 상류측의 롤러 (112A), 하류측의 롤러 (112B) 및 벨트 (114) 를 갖고, 하류측의 롤러 (112) 를 구동시켜, 벨트 (114) 를 상류측의 롤러 (112) 로부터 하류측의 롤러 (112) 로 (X 방향을 따라) 이동시킨다. 성형 유닛 (120) 은, 벨트 (114) 의 상측 (벨트 (114) 보다 Z 방향측) 에 배치되고, 벨트 (114) 에 대향하고 있다. 성형 유닛 (120) 은, 슬러리 (10) 를 수용하는 수용부 (122) 와 닥터 블레이드 (124) 를 갖는다.
- [0143] 그리고, 성형 유닛 (120) 은, 도 2b 에 나타내는 바와 같이, 자중 및 이동하는 벨트 (114) 와의 부착력에 의해 수용부 (122) 로부터 반출되는 슬러리 (10) 를, 닥터 블레이드 (124) 에 의해 규제하여 정해진 막두께를 갖는 시트 형상으로 한다. 가열 유닛 (130) 은, 정해진 막두께로 된 벨트 (114) 상의 슬러리 (10) 에 온풍 (WC) 을 분사하여 슬러리 (10) 를 시트로 한다 (유기 용제를 기화시킨다). 그 결과, 성형 공정 (S12) 에서는, 슬러리 (10) 로부터 정해진 폭 (도면 중 Y 방향이 폭 방향에 상당) 의 띠형상 그린 시트 (20) 가 제작된다. 즉, 성형 공정 (S12) 에서는, 슬러리 (10) 를 닥터 블레이드 성형에 의해 띠형상으로 하고, 일례로서 Si_3N_4 (세라믹) 를 포함하여 구성되는 띠형상 그린 시트 (20) 를 얻는다.
- [0144] 또한, 본 공정은, 일례로서, 슬러리 제작 공정 (S11) 에서 제작된 슬러리 (10) 의 탈포를 하고, 또한 슬러리 (10) 를 증점시킨 후에 실시된다. 또한, 본 공정에서 제작되는 띠형상 그린 시트 (20) 의 막두께는, 최종적으로 제조되는 세라믹 기관 (40) 의 막두께를 고려하여 설정된다. 이에 수반하여, 슬러리 (10) 를 정해진 막두께로 규제하기 위한 닥터 블레이드 (124) 의 규제 조건 (벨트 (114) 와의 이간 거리 등) 도 최종적으로 제조되는 세라믹 기관 (40) 의 막두께를 고려하여 설정된다.
- [0145] 이상이, 성형 공정 (S12) 에 대한 설명이다.
- [0146] [절단 공정]
- [0147] 다음으로, 띠형상 그린 시트 (20) 의 절단 공정 (S13) 에 대하여 설명한다. 본 공정은, 도 2c 에 나타내는 바와 같이, 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단하여 매엽 그린 시트 (30) 를 제조하는 공정이다.
- [0148] 본 공정은, 일례로서, 도 2c 에 나타내는 절단 장치 (200) 를 사용하여 실시된다. 여기서, 절단 장치 (200) 는, 시트 반송 기구 (210) 와, 절단부 (220) 를 구비하고 있다.
- [0149] 시트 반송 기구 (210) 는, 지지부 (212) 와, 제 1 반송부 (214) 와, 제 2 반송부 (216) 를 갖는다. 지지부 (212) 는, 성형 공정 (S12) 에서 제작된 띠형상 그린 시트 (20) 가 외주면에 감겨져 있는 롤러 (112B) (도 2b 및 도 2c 참조) 를 회전 가능하게 지지한다. 제 1 반송부 (214) 는, 지지부 (212) 로부터 반송된 띠형상 그린 시트 (20) 의 자세를 정돈하여 띠형상 그린 시트 (20) 를 X 방향을 따라서 (띠형상 그린 시트 (20) 의 길이 방향을 따라서) 절단부 (220) 로 반송한다. 제 2 반송부 (216) 는, 절단부 (220) 에서 띠형상 그린 시트 (20) 가 절단되어 제작된 매엽 그린 시트 (30) 를 좀더 하류로 (X 방향으로) 반송한다.
- [0150] 또한, 절단부 (220) 는, 케이싱 (222) 과, 조사부 (224) 와, 이동 기구 (226) 를 갖고 있다. 조사부 (224) 는, 일례로서, 레이저광 (LB) 을 조사한다. 이동 기구 (226) 는, 조사부 (224) 를 띠형상 그린 시트 (20) 의 폭 방향 (도면 중 Y 방향) 의 일단에서부터 타단에 걸쳐 주사시킨다. 조사부 (224) 및 이동 기구 (226) 는, 케이싱 (222) 에 장착되어 있다.
- [0151] 그리고, 본 실시형태의 절단 장치 (200) 는, 시트 반송 기구 (210) 에 의해 띠형상 그린 시트 (20) 를 매엽 그

린 시트 (30) 의 길이만큼 반송하고서 띠형상 그린 시트 (20) 를 정지시키고, 절단부 (220) 에 의해 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단한다. 이 경우, 절단부 (220) 는, 이동 기구 (226) 에 의해 조사부 (224) 를 Y 방향을 따라서 띠형상 그린 시트 (20) 의 폭 방향의 일단부측에서부터 타단부측에 걸쳐서 이동시키면서, 조사부 (224) 에 레이저광 (LB) 을 조사시킨다 (도 2 참조). 또한, 이동 기구 (226) 에 의해 주사되는 조사부 (224) 는, 레이저광 (LB) 을 간헐적으로 조사한다. 여기서, 「간헐적으로」란, 일정 기간 조사하는 것과 일정 기간 조사하지 않는 것을 반복하는 것을 의미한다. 그 때문에, 이동 기구 (226) 는, 조사부 (224) 가 이동과 정지를 반복하도록 하여, 조사부 (224) 를 주사시킨다 (도 2d 참조).

[0152] 이상과 같이 하여, 본 공정에서는, 띠형상 그린 시트 (20) 에 레이저광 (LB) 을 조사함으로써 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단하여 매엽 그린 시트 (30) 를 얻는다. 또한, 레이저광 (LB) 은, 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단할 수 있으면, 탄산 가스 레이저광, 적외선 레이저광, 자외선 레이저광 그 밖의 레이저광이어도 된다. 또, 본 공정의 설명에서는, 일례로서 도 2c 에 나타내는 절단 장치 (200) 를 사용하여 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단하고 매엽 그린 시트 (30) 를 제조하는 것으로 했지만, 띠형상 그린 시트 (20) 로부터 매엽 그린 시트 (30) 를 제조할 수 있다면, 다른 방법을 사용해도 된다. 예를 들면, 프레스 가공 장치 (도시 생략) 를 사용하여, 프레스에 의해 띠형상 그린 시트 (20) 를 편칭하여 매엽 그린 시트 (30) 를 제조해도 된다.

[0153] 본 실시형태에 관련된 세라믹 기관 (40) 은, 직사각형인 것이 바람직하다. 또, 세라믹 기관 (40) 의 표면에 있어서의 대각선의 길이가 150 mm 이상인 것이 바람직하고, 200 mm 이상인 것이 보다 바람직하고, 236 mm 이상인 것이 특히 바람직하다. 상한에는 특별히 제한은 없지만, 예를 들어 254 mm 이하로 할 수 있다.

[0154] 본 실시형태에 관련된 세라믹 기관 (40) 은, 그 두께를 0.1 mm 이상 3.0 mm 이하로 할 수 있고, 바람직하게는 0.2 mm 이상 1.2 mm 이하, 보다 바람직하게는 0.25 mm 이상 0.5 mm 이하이다.

[0155] 이상이고, 띠형상 그린 시트 (20) 의 절단 공정 (S13) 에 대한 설명이다.

[0156] [퇴적 공정]

[0157] 다음으로, 퇴적 공정 (S14) 에 대해 설명한다. 본 공정은, 도 3a 에 나타내는 바와 같이, 복수의 매엽 그린 시트 (30) 를 그 두께 방향으로 겹쳐 쌓는 공정이다. 본 공정은, 이후의 공정 (소결 공정 (S2)) 에서 효율적으로 매엽 그린 시트 (30) 를 소결시키기 위한 공정이다.

[0158] 본 공정에서는, 도 3a 에 나타내는 바와 같이, 복수의 매엽 그린 시트 (30) 를, 후술하는 비반응성 분말층 (도시 생략) 을 개재하여 퇴적한다. 여기서, 매엽 그린 시트 (30) 를 겹쳐 쌓는 장수가 적으면, 이후의 소결 공정 (S2) 에 있어서 소결로 (도시 생략) 에서 한번에 처리할 수 있는 장수가 적어진다 (생산 효율이 낮아진다). 이에 대하여, 매엽 그린 시트 (30) 를 겹쳐 쌓는 장수가 많으면, 다음 공정 (탈지 공정 (S15)) 에 있어서 매엽 그린 시트 (30) 에 포함되는 바인더가 분해되기 어려워진다. 이상의 이유에 의해, 본 공정에 있어서 매엽 그린 시트 (30) 를 겹쳐 쌓는 장수는 8 장 ~ 100 장, 바람직하게는 30 장 ~ 70 장이다.

[0159] 또한, 본 실시형태의 비반응성 분말층은, 일례로서, 막두께가 약 1 μm ~ 20 μm 인 질화붕소 분말층 (BN 분말층) 이다. BN 분말층은, 다음 공정 (소결 공정 (S2)) 후에 세라믹 기관 (40) 을 용이하게 분리시키는 기능을 갖는다. BN 분말층은, BN 분말의 슬러리로서, 각 매엽 그린 시트 (30) 의 일면에, 예를 들어 스프레이, 브러시 도포, 롤 코터, 스크린 인쇄 등에 의해 도포된다. 또한, BN 분말은 85 % 이상의 순도로, 바람직하게는 평균 입경이 1 μm ~ 20 μm 이다.

[0160] 이상이고, 퇴적 공정 (S14) 에 대한 설명이다.

[0161] [탈지 공정]

[0162] 다음으로, 탈지 공정 (S15) 에 대해 설명한다. 본 공정은, 매엽 그린 시트 (30) 에 포함되는 바인더 및 가소제를, 다음 공정 (소결 공정 (S2)) 전에 탈지하기 위한 공정이다.

[0163] 본 공정에서는, 일례로서, 퇴적 공정 (S14) 에서 겹쳐 쌓은 복수의 매엽 그린 시트 (30) (도 3a 참조) 를 450 °C ~ 750 °C 의 온도 환경하에서, 0.5 시간 ~ 20 시간 유지한다. 그 결과, 복수의 매엽 그린 시트 (30) 에 포함되는 바인더 및 가소제가 탈지된다.

[0164] 이상이고, 탈지 공정 (S15) 에 대한 설명이다. 또, 이상이고, 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정 (S1) 에 대한 설명이다.

[0165] <소결 공정>

- [0166] 다음으로, 소결 공정 (S2) 에 대해, 도 3a ~ 도 3r 을 참조하면서 설명한다. 본 공정은, 퇴적 공정 (S14) 에서 겹쳐 쌓이고, 탈지 공정 (S15) 에서 바인더 및 가소제가 탈지된 복수의 매엽 그린 시트 (30) (이하, 도 3a 의 복수의 매엽 그린 시트 (30) 라고 한다) 를, 소결 장치 (도시 생략) 를 사용하여 소결시키는 공정이다.
- [0167] 소결 장치는, 소결로와, 제어 장치를 구비하고 있다. 소결로는, 온도 조정 기구와, 소성실과, 소성실 내의 온도를 측정하는 온도계를 갖는다. 온도 조정 기구는, 소성실 내를 승온하는 승온부 (일례로서 히터) 및 소성실 내를 냉각하는 냉각부 (일례로서 수랭관) 를 갖는다. 그리고, 본 공정에서는, 도 3a 의 복수의 매엽 그린 시트 (30) 를 소결실 내에 배치한 상태에서, 소성실 내의 온도가 후술하는 온도 제어 프로그램에 따른 온도로 변화하도록, 제어 장치가 온도 조정 기구를 제어한다.
- [0168] 온도 제어 프로그램은, 제어 장치가 갖는 기억 장치 (예를 들면, ROM 등) 에 기억되어 있다. 그리고, 온도 제어 프로그램이란, 제어 장치가 온도계의 온도 정보를 참조하면서 온도 조정 기구에 의해 온도 제어를 실시하기 (예를 들면, PID 제어 등) 위한 프로그램이다. 구체적으로, 온도 제어 프로그램은, 소성실 내의 온도 프로파일을, 서열역을 갖는 승온역 (F1) 과, 온도 유지역 (F2) 과, 냉각역 (F3) 으로 구성되고, 이것들이 기재된 순서로 진행되는 프로파일로 하기 위한 프로그램이다 (도 3b 참조). 이하, 승온역 (F1), 온도 유지역 (F2) 및 냉각역 (F3) 의 기술적 의의에 대해 설명한다.
- [0169] [승온역]
- [0170] 승온역 (F1) 은, 각 매엽 그린 시트 (30) 에 포함되는 소결 보조제가 질화규소 입자의 표면의 산화층과 반응하여 액상을 생성하기 위한 온도역이다. 본 실시형태의 승온역 (F1) 은, 도 3b 에 나타내는 바와 같이, 일례로서 약 12 시간 동안 실온에서부터 1600 °C ~ 2000 °C 의 범위 내의 온도 (본 실시형태의 경우에는 일례로서 약 1800 °C) 까지 단계적으로 승온하는 것이 바람직하다. 승온역 (F1) 에서는, α 형 질화규소의 입성장이 억제되고, 액상화된 소결 보조제 중에서 질화규소 입자가 재배열하여 치밀화된다. 그 결과, 다음의 온도 유지역 (F2) 을 거쳐, 공공경 (空孔徑) 및 기공률이 작고, 굽힘 강도가 강하며, 열전도율이 높은 세라믹 기판 (40) 이 얻어진다. 또, 1200 °C 이상의 온도역에서는 질화규소의 분해를 억제하기 위해, 질소 가압 중 (0.8 MPa ~ 0.9 MPa) 에서 소성하는 것이 바람직하다.
- [0171] [온도 유지역]
- [0172] 온도 유지역 (F2) 은, 승온역 (F1) 에서 생성된 액상으로부터, 질화규소 입자의 재배열, β 형 질화규소 결정의 생성 및 질화규소 결정의 입성장을 증진시켜, 소결체인 세라믹 기판 (40) 을 더욱 치밀화시키기 위한 온도역이다.
- [0173] 온도 유지역 (F2) 의 온도는, β 형 질화규소 입자의 크기 및 애스펙트비 (장축과 단축의 비), 소결 보조제의 휘발에 의한 공공의 형성 등을 고려하여, 1600 °C ~ 2000 °C 의 범위 내의 온도로 하고, 유지 시간을 1 시간 ~ 30 시간 (본 실시형태의 경우에는 일례로서 약 8 시간) 으로 하는 것이 바람직하다. 온도 유지역 (F2) 의 온도가 1600 °C 미만이면, 세라믹 기판 (40) 이 치밀화되기 어렵다. 이에 대하여, 온도 유지역 (F2) 의 온도가 2000 °C 를 초과하면, 소결 보조제의 휘발 및 질화규소의 분해가 거세져, 세라믹 기판 (40) 이 치밀화되기 어렵다. 또한, 온도 유지역 (F2) 의 온도가 1600 °C ~ 2000 °C 의 범위 내의 온도이면, 온도 유지역 (F2) 의 온도는 시간에 대해 변화하도록 설정해도 된다 (예를 들면 서서히 승온하도록 설정해도 된다).
- [0174] 여기서, 온도 유지역 (F2) 의 온도는 보다 바람직하게는 1750 °C ~ 1950 °C 의 범위 내의 온도이고, 더욱 바람직하게는 1800 °C ~ 1900 °C 의 범위 내의 온도이다. 또한, 온도 유지역 (F2) 의 온도는 서열역 (F1) 의 온도의 상한보다 50 °C 이상 높은 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 100 °C ~ 300 °C 이상 높은 온도이다. 온도 유지역 (F2) 의 유지 시간은 2 시간 ~ 20 시간이 보다 바람직하고, 더욱 바람직하게는 3 시간 ~ 10 시간이다.
- [0175] [냉각역 (급랭역을 포함한다)]
- [0176] 냉각역 (F3) 은, 온도 유지역 (F2) 에서 유지된 액상을 냉각하여 고화시켜, 얻어지는 입계상의 위치를 고정시키기 위한 온도역이다. 또한, 본 실시형태의 냉각역 (F3) 에는, 후술하는 급랭역 (F4) 이 포함된다.
- [0177] 냉각역 (F3) 의 냉각 속도는, 액상의 고화를 신속하게 실시하여 입계상 분포의 균일성을 유지하기 위해서, 100 °C/시간 이상이 바람직하고, 300 °C/시간 이상이 보다 바람직하고, 500 °C/시간 이상이 더욱 바람직하다. 실용적인 냉각 속도는, 500 °C ~ 600 °C/시간이 바람직하다. 이상과 같은 냉각 속도에 의한 액상의 냉각에 의해, 고화되는 소결 보조제의 결정화를 억제하여, 유리상을 주체로 한 입계상이 형성된다. 그 결과, 세라

믹 기관 (40) 의 굽힘 강도를 높일 수 있다.

- [0178] 또한, 전술한 바와 같이, 냉각역 (F3) 은, 온도 제어 프로그램에 있어서의, 승온역 (F1) 및 온도 유지역 (F2) 뒤의 온도역이다 (도 3b 참조). 그 때문에, 본 실시형태의 냉각역 (F3) 은, 승온역 (F1) 및 온도 유지역 (F2) 에 의해 소성실 내의 온도가 적어도 1600 ℃ 이상으로 될 때까지 소성실 내를 가열한 후에, 소성실 내를 냉각하는 온도역이라고 할 수 있다 (도 3b 참조).
- [0179] 다음으로, 굽랭역 (F4) 에 대해 도 3b 를 참조하면서 설명한다. 본 실시형태의 냉각역 (F3) 은, 그 진행의 도중에 더욱 냉각 속도를 크게 하는 온도 영역을 갖는다. 본 실시형태에서는, 이 「더욱 냉각 속도를 크게 하는 온도 영역」 을, 굽랭역 (F4) 이라고 한다. 본 실시형태의 굽랭역 (F4) 은, 일례로서 소성실 내의 온도가 650 ℃ 이하의 어느 온도가 된 경우에 개시된다. 또한, 본 실시형태에 있어서, 굽랭역 (F4) 을 실시하는 시간은, 일례로서, 냉각역 (F3) 을 실시하는 시간의 약 절반 이하의 시간으로 되어 있다. 또한, 냉각역 (F3) 에 굽랭역 (F4) 을 설정하는 것의 기술적 의의 (도 3c ~ 도 3r 등 참조) 에 대해서는 후술한다.
- [0180] 본 공정이 종료되면, 복수의 세라믹 기관 (40) 이 겹쳐 쌓여진 상태로 제조된다 (도 3a 참조).
- [0181] 이상, 소결 공정 (S2) 에 대한 설명이다.
- [0182] <외주 부분 절단 공정 (세라믹 기관 (40) 의 절단 공정)>
- [0183] 다음에 외주 부분 절단 공정 (S3) 에 대해서, 도 4a 를 참조하면서 설명한다. 본 공정은, 소결 공정 (S2) 을 거쳐 제조된 세라믹 기관 (40) 의 전체 주연측의 부분을 절단하는 공정 (절단 공정) 이다. 구체적으로는, 본 공정에서는, 레이저 가공기 (도시 생략) 를 사용하여, 소결 공정 (S2) 후의 세라믹 기관 (40) 의 전체 주연측의 일례로서 3 mm 이하의 폭의 부분을 절단한다. 이 경우, 레이저 가공기의 레이저 광원은, 절단하는 부분을 따라서 레이저광을 간헐적으로 조사한다. 그 결과, 본 공정에 의해, 전체 주연의 부분이 절단된 세라믹 기관 (40) 이 제조된다. 또한, 본 공정을 실시하는 것의 기술적 의의 (도 4b 참조) 에 대하여 후술한다. 또, 본 실시형태에서는, 레이저 가공기를 사용하여 레이저광을 간헐적으로 조사함으로써 실시하는 것으로 했지만, 외주연의 부분을 절단할 수 있으면, 본 공정은 다른 방법에 의해 실시해도 된다. 예를 들어, 연속적인 레이저광의 조사에 의한 절단 방법, 연마 가공에 의한 절단 방법, 그 밖의 절단 방법이어도 된다.
- [0184] 이상, 외주 부분 절단 공정 (S3) 에 관한 설명이다. 그리고, 이상, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 제조 방법에 대한 설명이다.
- [0185] [냉각역 (F3) 에 굽랭역 (F4) 을 설정하는 것의 기술적 의의]
- [0186] 다음으로, 냉각역 (F3) 에 굽랭역 (F4) 을 설정하는 것의 기술적 의의에 대하여 도 3b 및 도 3c 를 참조하면서 설명한다.
- [0187] 여기서, 도 3b 는 소결 공정 (S2) 에 있어서의 소성 온도의 프로파일 (시험에 의해 검토한 조건도 포함한다) 을 나타내는 그래프이다. 전술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 일례로서 소성실 내의 온도가 650 ℃ 이하의 어느 온도가 된 경우에, 굽랭역 (F4) 이 개시된다. 여기서, 도 3b 의 그래프에 나타내는 바와 같이, 본원의 발명자들은, 굽랭역 (F4) 의 개시 온도 (굽랭 개시 온도) 를, 1200 ℃, 1050 ℃, 800 ℃, 650 ℃ 및 400 ℃ 로 설정한 경우의 세라믹 기관 (40) 의 휨량을 측정하는 시험을 실시하였다. 도 3c 는, 그 결과의 그래프, 즉 소결 공정 (S2) 에 있어서의 굽랭 개시 온도와 휨량의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 3c 의 그래프에 따르면, 굽랭 개시 온도가 낮을수록, 세라믹 기관 (40) 의 휨량이 작아지는 경향이 되는 것을 알 수 있다. 그리고, 휨량은, 일례로서, 최대로 2 μm 이하인 것이 바람직하다. 그 이유는, 회로 패턴의 형성 공정 (레지스트 인쇄 공정 (S6) 및 에칭 공정 (S7)) 또는 전자 부품의 실장 공정 (S10) 시에 용이하게 취급이 가능해지기 때문이다. 그리고, 도 3c 의 그래프로부터 알 수 있는 바와 같이, 굽랭 개시 온도가 높을수록, 휨량이 크고, 휨량이 편차가 생긴다. 이것은, 굽랭 개시 온도가 높을수록 굽랭에 의한 세라믹 기관 (40) 의 부분적인 변형의 영향이 큰 것을 의미한다. 또한 본원 발명자는, 휨량이 작은 경우, 구체적으로는 휨량이 2 μm 이하인 경우, 최대 블록량 (블록량 또는 오목량의 최대값) 은, 직사각형 형상을 나타내는 세라믹 기관 (40) 의 외주의 변 상 (즉 외주연 부분) 에 발생하는 경향이 높다는 지견을 얻었다. 바꾸어 말하면, 회로 패턴은 세라믹 기관 (40) 의 외주연 부분의 소정 폭에는 형성되지 않기 때문에, 그 부분에 발생하는 최대 블록량의 영향을 받는 일이 적어진다. 즉, 회로 패턴에 영향을 주는 휨량은 실질적으로는 작아진다.
- [0188] 한편, 도 3c 의 그래프로부터 알 수 있는 바와 같이, 굽랭 개시 온도가 400 ℃ 와 650 ℃ 인 경우, 휨량의 편차

를 고려해도, 세라믹 기관 (40) 의 휨량은 휨량의 최대 허용치 미만 (이 경우는 2 μm 미만) 이 된다. 또한, 급랭 개시 온도의 극단적인 인하 (예를 들어 400 °C 이하) 를 하면, 소성 시간의 연장에 의한 생산성의 저하로 이어진다.

[0189] 그래서, 본 실시형태에서는, 휨량과, 소성 시간 단축화의 밸런스를 고려하여, 급랭 개시 온도가 400 °C ~ 650 °C 가 적절한 범위인 것으로 하고 있다.

[0190] 또한, 소성 시간의 단축화를 고려하지 않으면, 급랭 개시 온도를 400 °C 미만으로 해도 된다.

[0191] 이상어, 냉각역 (F3) 에 급랭역 (F4) 을 설정하는 것의 기술적 의의이다.

[0192] [외주 부분 절단 공정 (S3) 을 실시하는 것의 기술적 의의]

[0193] 다음으로, 외주 부분 절단 공정 (S3) 을 실시하는 것의 기술적 의의에 대해 도 4b 를 참조하면서 설명한다.

[0194] 본원의 발명자들은, 급랭 개시 온도가 650 °C 인 경우를 일례로 하여, 외주 부분의 절단폭을, 0 mm (절단 없음), 3 mm, 6 mm 및 9 mm 로 설정한 경우의 세라믹 기관 (40) 의 휨량을 측정하는 시험을 실시하였다. 도 4b 는, 그 결과의 그래프, 즉, 외주 부분 절단 공정 (S3) 에 있어서의, 외주 부분의 절단폭과 휨량의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 4b 의 그래프로부터 알 수 있는 바와 같이, 외주 부분의 절단폭이 클수록, 휨량이 작아지는 것을 알 수 있다. 또한, 외주 부분의 절단폭이 클수록, 휨량의 편차가 작아지는 것을 알 수 있다.

이 이유는, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 외주 부분에 가까운 부분일수록, 냉각시의 영향에 의해 압축 응력 또는 인장 응력이 가해진 상태이기 때문에, 이러한 부분을 절단함으로써 세라믹 기관 (40) 이 이들 응력으로부터 해방되는 것으로 생각된다. 그리고, 도 4b 의 그래프의 결과를 고려하면, 외주 부분을 절단할 필요가 있다. 단, 세라믹 기관 (40) 의 절단된 외주 부분은 폐기되는, 즉 절단폭이 클수록 폐기량이 증가하는 점에서, 외주 부분의 절단폭은 좁은 편이 바람직하다.

[0195] 그래서, 본 실시형태에서는, 외주 부분의 절단폭을 3 mm 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0196] 이상어, 외주 부분 절단 공정 (S3) 을 실시하는 것의 기술적 의의이다.

[0197] 이상어, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 특징 등에 대한 설명이다.

[0198] <스크라이브 라인 형성 공정>

[0199] 다음으로, SL 형성 공정 (S4) 에 대해, 도 5 를 참조하면서 설명한다. 본 공정은, 세라믹 기관 (40) 의 일방의 면 (본 실시형태에서는 일례로서 표면 (40A1)) 에, 복수개 (본 실시형태에서는 일례로서 3 개) 의 스크라이브 라인 (SL) 을 형성하는 공정이다. 본 공정이 종료되면, SL 이 형성된 세라믹 기관 (40A) 이 제조된다.

[0200] 본 공정에서는, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 에, 조사부 (도시 생략) 로부터 조사한 레이저광에 의해 일례로서 폭 방향 중앙에 1 개, 길이 방향을 삼등분하는 2 개의 합계 3 개의 직선 부분을 형성하여, 표면 (40A1) 의 전체 영역을 6 등분된 영역으로 구획한다. 여기서, 각 스크라이브 라인 (SL) 은, 일례로서, 직선 형상으로 나란히 배열되는 복수의 패임에 의해 구성되어 있다 (도 6b 참조). 그 때문에, 본 공정에서 사용되는 조사부 (일례로서, 탄산 가스 레이저 광원, YAG 레이저 광원 등) 는, 예를 들어, 레이저광을 간헐적으로 조사 가능하게 되어 있다.

[0201] 또한, 각 스크라이브 라인 (SL) 은, 이후의 공정인 분할 공정 (S9) (도 1 참조) 에 있어서, 세라믹 기관 (40) 을 복수 (본 실시형태에서는 6 장) 로 분할할 때의 절단선으로서 사용된다.

[0202] 이상어, SL 형성 공정 (S4) 에 대한 설명이다.

[0203] <금속층 형성 공정>

[0204] 다음으로, 금속층 형성 공정 (S5) 에 대해, 도 6a 및 도 6b 를 참조하면서 설명한다.

[0205] 본 공정에서는, 제 1 금속층 (50A) 및 제 2 금속층 (50B) 을, 각각, SL 이 형성된 세라믹 기관 (40A) 의 표면 (40A1) 측 및 이면 (40A2) 측에 고정시키는 공정이다. 이 경우, 제 1 금속층 (50A) 및 제 2 금속층 (50B) 은, 각각, 브레이징재 (도시 생략) 를 통하여, 표면 (40A1) 측 및 이면 (40A2) 측에 고정된다. 구체적으로는, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 및 이면 (40A2) 에, 롤 코터법, 스크린 인쇄법, 전사법 등의 방법에 의해 페이스트상의 브레이징재를 균일하게 도포하고, 또한, 균일하게 도포한 페이스트상의 브레이징재를 통하여 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 및 이면 (40A2) 에 각각 제 1 금속층 (50A) 및 제 2 금속층 (50B) 을 접합한다.

여기서, 본 공정에서는, 페이스트상의 브레이징재를 균일하게 도포하는 점에서, 스크린 인쇄법이

바람직하다. 또한, 이 경우, 페이스트상의 브레이징재의 점도를 $5\text{Pa}\cdot\text{s} \sim 20\text{Pa}\cdot\text{s}$ 로 제어하는 것이 바람직하다. 페이스트상의 브레이징재 중의 유기 용제량은 5 질량% ~ 7 질량%, 바인더량은 2 질량% ~ 8 질량% 의 범위에서 배합함으로써 우수한 페이스트상의 브레이징재를 얻을 수 있다. 본 공정이 종료되면, 마더보드 (60) 가 제조된다.

[0206] 또한, 도 6b 에는, 스크라이브 라인 (SL) 을 구성하는 복수의 패임의 각각으로부터 이면 (40A2) 에 걸친 마이크로 크랙 (MC) 이 형성되어 있는 상태를 도시하고 있지만, 마이크로 크랙 (MC) 은, 후술하는 분할 공정 (S9) 시에 형성되는 것이다. 또한, 마이크로 크랙 (MC) 은, 전술한 외주 부분 절단 공정 (S3) 시에도 형성된다.

[0207] 이상어, 금속층 형성 공정 (S5) 에 대한 설명이다.

[0208] <레지스트 인쇄 공정>

[0209] 다음으로, 레지스트 인쇄 공정 (S6) 에 대해, 도 7 을 참조하면서 설명한다. 본 공정은, 마더보드 (60) 의 제 1 금속층 (50A) 에 감광성을 갖는 레지스트막 (PRF) 을 피복하고, 제 1 금속층 (50A) 에 있어서의 3 개의 스크라이브 라인 (SL) 에 의해 구획되어 있는 6 개의 영역에, 후술하는 각 회로 패턴 (CP) 에 상응하는 레지스트 패턴 (PRP) 을 형성하는 공정이다. 구체적으로는, 본 공정에서는, 일례로서 노광 장치 (도시 생략) 를 사용하여, 레지스트막 (PRF) 에 레지스트 패턴 (PRP) 을 인쇄한다 (레지스트 패턴 (PRP) 을 경화시키고, 레지스트막 (PRF) 에 있어서의 레지스트 패턴 (PRP) 이외의 부분을 미경화인 채로 한다). 그 결과, PRP 이 형성된 마더보드 (60A) 가 제조된다.

[0210] 이상어, 레지스트 인쇄 공정 (S6) 에 대한 설명이다.

[0211] <에칭 공정>

[0212] 다음으로, 에칭 공정 (S7) (회로 패턴 형성 공정의 일례) 에 대해서, 도 8 을 참조하면서 설명한다. 본 공정은, PRP 이 형성된 마더보드 (60A) 의 레지스트막 (PRF) 에 있어서의 미경화의 레지스트막 (PRF) 을 제거하고, 제 1 금속층 (50A) 이 노출된 부분을 에칭하고, 이어서 남은 레지스트 패턴 (PRP) 을 제거하여, 회로 패턴 (CP) 을 형성하는 공정이다. 그 결과, 본 공정 전의 PRP 이 형성된 마더보드 (60A) 는, 3 개의 스크라이브 라인 (SL) 으로 구획되어 있는 6 개의 영역에 각각 회로 패턴 (CP) 이 형성된 집합 기판 (60B) 이 된다. 또, 집합 기판 (60B) 이 형성되면, SL 형성 공정 (S4) 에서 형성된 3 개의 스크라이브 라인 (SL) 의 모든 부분은, 제 1 금속층 (50A) 의 에칭에 수반하여 노출된 상태가 된다.

[0213] 또한, 본 공정에서 형성되는 각 회로 패턴 (CP) 에는, 후술하는 실장 공정 (S10) 에서, 각각, IC, 콘덴서, 저항 등의 전자 부품 (도시 생략) 이 실장된다. 또한, 전술한 설명에서는, 에칭 공정 (S7) 을 회로 패턴 형성 공정의 일례로 하고 있지만, 레지스트 인쇄 공정 (S6) 과 에칭 공정 (S7) 의 조합을 회로 패턴 형성 공정의 일례로 인식하여도 된다.

[0214] 이상어, 에칭 공정 (S7) 에 대한 설명이다.

[0215] <표면 처리 공정>

[0216] 다음으로, 표면 처리 공정 (S8) 에 대해 설명한다. 본 공정은, 집합 기판 (60B) 의 복수의 (본 실시형태에서는 6 개의) 회로 패턴 (CP) 이 형성되어 있는 측의 면에 있어서의, 전자 부품이 접합되는 접합 부분 이외의 부분을 솔더 레지스트 등의 보호층 (도시 생략) 으로 피복하고, 당해 접합 부분 이외의 부분의 표면 처리를 실시하는 공정이다. 또한, 본 공정은, 전자 부품이 접합되는 접합 부분에 예를 들어 전해 도금법에 의해 도금 처리를 하여, 당해 접합 부분의 표면 처리를 실시한다. 여기서, 전술한 설명에서는, 에칭 공정 (S7) 의 종료시의 제조물을 집합 기판 (60B) 으로 했지만, 표면 처리 공정 (S8) 의 종료시의 제조물, 즉, 집합 기판 (60B) 을 보호층으로 피복한 기판을 집합 기판으로 인식해도 된다.

[0217] 이상어, 표면 처리 공정 (S8) 에 대한 설명이다.

[0218] <분할 공정>

[0219] 다음으로, 분할 공정 (S9) 에 대해, 도 9 를 참조하면서 설명한다. 본 공정은, 집합 기판 (60B) (또는 SL 이 형성된 세라믹 기판 (40A)) 을 복수개 (본 실시형태에서는 일례로서 3 개) 의 스크라이브 라인 (SL) 을 따라 절단하여, 집합 기판 (60B) 을 복수 (본 실시형태에서는 일례로서 6 장) 의 회로 기판 (60C) 으로 분할하는 공정이다.

- [0220] 본 공정이 종료되면, 복수의 회로 기관 (60C) 이 제조된다. 또한, 본 실시형태의 경우, 제 1 금속층 (50A) 은, 지금까지의 공정에 의해, 각 회로 기관 (60C) 의 회로 패턴 (CP) 이 된다. 이에 대하여, 제 2 금속층 (50B) 에 있어서의, 3 개의 스크라이브 라인 (SL) 에 의해 구획된 영역은, 지금까지의 공정에 의해, 각 회로 기관 (60C) 에 있어서의 회로 패턴 (CP) 이 형성되어 있는 측과 반대측의 금속층이 된다. 그리고, 당해 금속층은, 후술하는 실장 공정 (S10) 에 의해 제조되는 실장 기관 (도시 생략) 의 사용시에 있어서, 회로 패턴 (CP) 에 실장되는 전자 부품이 발생시키는 열을 방열하기 위한 방열층으로서 기능한다.
- [0221] 이상인, 분할 공정 (S9) 에 대한 설명이다.
- [0222] 또한, 지금까지의 본 실시형태의 제조 방법의 설명에서는, 마더보드 (60) 에 대해서 금속층 형성 공정 (S5) 을 실시하고, 그 후, 분할 공정 (S9) 을 실시한다고 했지만, 예를 들면, 스크라이브 라인 형성 공정 (S4) 의 다음에 분할 공정 (S9) 을 실시하고 나서 금속층 형성 공정 (S5) 에서부터 표면 처리 공정 (S8) 을 실시하도록 해도 된다.
- [0223] <실장 공정>
- [0224] 다음으로, 실장 공정 (S10) 에 대해 설명한다. 본 공정은, 각 회로 기관 (60C) (도 9 참조) 에 전자 부품 (도시 생략) 을 실장하는 공정이다. 본 공정은, 실장 장치 (도시 생략) 를 사용하여, 각 회로 기관 (60C) 의 회로 패턴 (CP) (도 9 참조) 에 있어서의 전자 부품이 접합되는 접합 부분에 땀납 (도시 생략) 을 부착시키고, 당해 접합 부분에 전자 부품의 접합 단자를 접합시킨다.
- [0225] 본 공정이 종료되면, 복수의 실장 기관이 제조된다. 또한, 전술한 설명에서는, 본 공정은 분할 공정 (S9) 후의 공정으로 했지만, 본 공정 후에 분할 공정 (S9) 을 실시하도록 해도 된다. 즉, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 은, 표면 처리 공정 (S8) 후, 실장 공정 (S10), 분할 공정 (S9) 의 순으로 실시해도 된다.
- [0226] 이상인, 실장 공정 (S10) 에 대한 설명이다. 또한, 복수의 실장 기관의 제조 후에는, 예를 들어 검사 장치 (도시 생략) 를 사용하여, 회로 패턴 (CP) 의 검사, 전자 부품의 동작의 검사 등이 실시된다.
- [0227] 이상인, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 에 대한 설명이다.
- [0228] <<본 실시형태의 효과>>
- [0229] 다음으로, 본 실시형태의 효과에 대해 설명한다.
- [0230] <제 1 효과>
- [0231] 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) (도 3a, 도 3d, 도 3g, 도 3j, 도 3m, 도 3p 등 참조) 은, 전술한 기본적인 특징을 갖는다. 구체적으로는, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 평면에서 보았을 때 직사각형상의 세라믹 기관 (40) 으로서, 그 1 쌍의 대각선에 의해 형성되는 교차점과 어긋난 위치에, 그 판두께 방향의 일방측 또는 타방측을 향하여 볼록 형상이 되는, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분이 형성되고, 세라믹 기관 (40) 의 대각선의 길이로 상기 적어도 1 개의 볼록 형상 부분의 최대 볼록량을 나눈 값은, 2 $\mu\text{m}/\text{mm}$ 이하이다.
- [0232] 그리고, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 바와 같이, 그 양면측에 각각 제 1 금속층 (50A), 제 2 금속층 (50B) 이 고정되어, 회로 기관 (60C) (도 9 참조) 으로 가공된다. 그 때문에, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 그 양면측에 각각 제 1 금속층 (50A), 제 2 금속층 (50B) 이 고정된 상태 (마더보드 (60) 의 상태) 로 다양한 열 이력이 가해지게 된다. 즉, 마더보드 (60) 의 내부에 열변형이나 열응력이 발생하게 된다.
- [0233] 그러나, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 은, 전술한 구성을 가짐으로써, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 회로 기관을 제작할 수 있다.
- [0234] 특히, 도 3s ~ 도 3w 에 나타내는 바와 같은 미소한 요철이 형성되도록 기관을 제조함으로써, 종래의 기관과 비교하여, 인접하는 층과의 접합성이 높아진다.
- [0235] <제 2 효과>
- [0236] 또, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 일부는, 전술한 기본적인 특징을 전제로 하면서, 적어도 1 개의 볼록 형상 부분은 복수의 볼록 형상 부분이고, 상기 복수의 볼록 형상 부분은, 각각, 세라믹 기관 (40) 에 있어서의 상기 1 쌍의 대각선 중 일방의 대각선에 의해 구획되는 2 개의 영역에 형성되어 있는 특징을 갖는다 (도 3d, 도 3g, 도 3j 및 도 3m 참조).

- [0237] 따라서, 상기 특징을 갖는 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 은, 상기 특징을 갖지 않는 양태의 세라믹 기판 (예를 들어, 도 3p 참조) 에 비해, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 회로 기판을 제작할 수 있다.
- [0238] <제 3 효과>
- [0239] 또, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 일부는, 전술한 기본적인 특징을 전제로 하면서, 적어도 1 개의 불록 형상 부분은 복수의 불록 형상 부분이고, 상기 복수의 불록 형상 부분은, 각각, 상기 세라믹 기판에 있어서의 상기 1 쌍의 대각선에 의해 구획되는 4 개의 영역에 형성되어 있다고 하는 특징을 갖는다 (도 3m 참조).
- [0240] 따라서, 상기 특징을 갖는 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 은, 상기 특징을 갖지 않는 양태의 세라믹 기판 (예를 들어, 도 3d, 도 3g, 도 3j 및 도 3m 참조) 에 비해, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 회로 기판을 제작할 수 있다.
- [0241] <제 4 효과>
- [0242] 또한, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 일부는, 전술한 기본적인 특징을 전제로 하면서, 적어도 1 개의 불록 형상 부분은 복수의 불록 형상 부분이고, 상기 복수의 불록 형상 부분 중 일부는, 상기 관두께 방향의 일방측을 향하여 불록한 형상이 되도록 형성되고, 상기 복수의 불록 형상 부분 중 나머지 일부는, 상기 관두께 방향의 타방측을 향하여 불록한 형상이 되도록 형성되어 있다고 하는 특징을 갖는다 (도 3d, 도 3m 및 도 3p 참조).
- [0243] 따라서, 상기 특징을 갖는 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 은, 상기 특징을 갖지 않는 양태의 세라믹 기판 (예를 들어, 도 3g 및 도 3j 참조) 에 비해, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 회로 기판을 제작할 수 있다.
- [0244] <제 5 효과>
- [0245] 본 실시형태의 마더보드 (60) 는, 도 6a 및 도 6b 에 나타내는 바와 같이, 세라믹 기판 (40) 과, 세라믹 기판 (40) 의 표면 (40A1) 측에 고정되어 있는 제 1 금속층 (50A) 과, 세라믹 기판 (40) 에 있어서의 이면 (40A2) 측에 고정되어 있는 제 2 금속층 (50B) 을 구비한다.
- [0246] 그리고, 본 실시형태의 마더보드 (60) 가 구비하는 세라믹 기판 (40) 은, 전술한 제 1 ~ 제 4 효과를 발휘한다.
- [0247] 따라서, 본 실시형태의 마더보드 (60) 는, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 을 구비함으로써, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감되고, 또한 평탄성이 우수하다.
- [0248] <제 6 효과>
- [0249] 본 실시형태의 회로 기판 (60C) 은, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 세라믹 기판 (40) 과, 세라믹 기판 (40) 의 일방의 면측 (본 실시형태에서는 일례로서 표면 (40A1) 측) 에 형성되어 있는 회로 패턴 (CP) 과, 세라믹 기판 (40) 에 있어서의 타방의 면측 (본 실시형태에서는 일례로서 이면 (40A2) 측) 에 고정되어 있는 금속층 (제 2 금속층 (50)) 을 구비한다.
- [0250] 그리고, 본 실시형태의 회로 기판 (60C) 이 구비하는 세라믹 기판 (40) 은, 전술한 제 1 ~ 제 4 효과를 발휘한다.
- [0251] 따라서, 본 실시형태의 회로 기판 (60C) 은, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 을 구비함으로써, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감되고, 또한 평탄성이 우수하다.
- [0252] <제 7 효과>
- [0253] 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법은, 세라믹 분말을 포함하는 락시온 그린 시트 (20) 를 절단하여 매엽 그린 시트 (30) 를 얻는 절단 공정 (도 2b, 도 2c 등 참조) 과, 소성실 내에 매엽 그린 시트 (30) 를 배치하고, 상기 소성실 내의 온도가 적어도 1600 ℃ 이상이 될 때까지 상기 소성실 내를 가열한 후에 상기 소성실 내를 냉각하여, 매엽 그린 시트 (30) 를 소결시켜 세라믹 기판 (40) 을 얻는 소결 공정을 포함하고, 상기 소결 공정에서는, 상기 소성실 내의 냉각시에 상기 소성실 내의 온도가 650 ℃ 이하의 온도가 된 경우에 상기 소성실 내의 온도를 급랭한다 (도 3b 참조).
- [0254] 그 결과, 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법에 의하면, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저

감된 평탄성이 우수한 세라믹 기관 (40) 을 제조할 수 있다 (도 3c 참조).

- [0255] <제 8 효과>
- [0256] 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 제조 방법은, 추가로, 소결 공정 후에 냉각한 세라믹 기관 (40) 의 전체 주연측의 부분을 절단하는 절단 공정을 포함한다 (도 4a 참조).
- [0257] 그 결과, 전체 주연측의 부분이 절단된 세라믹 기관 (40) 은, 냉각시의 영향에 의해 압축 응력 또는 인장 응력이 가해진 상태, 즉, 특히 외주연의 응력으로부터 해방된다.
- [0258] 그 결과, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 제조 방법에 의하면, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감된 평탄성이 우수한 세라믹 기관 (40) 을 제조할 수 있다 (도 4b 참조).
- [0259] <제 9 효과>
- [0260] 본 실시형태의 마더보드 (60) 의 제조 방법은, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 제조 방법과, 세라믹 기관 (40) 의 표면 (40A1) 측에 제 1 금속층 (50A) 을 고정시키고, 이면 (40A2) 측에 제 2 금속층 (50B) 을 고정시키는 고정 공정을 포함한다 (도 6a 참조).
- [0261] 그리고, 본 실시형태의 세라믹 기관 (40) 의 제조 방법은, 전술한 제 7 효과를 발휘한다.
- [0262] 따라서, 본 실시형태의 마더보드 (60) 의 제조 방법에 의하면, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감되고, 또한 평탄성이 우수한 마더보드 (60) 를 제조할 수 있다.
- [0263] <제 10 효과>
- [0264] 본 실시형태의 회로 기관 (60C) 의 제조 방법은, 본 실시형태의 마더보드 (60) 의 제조 방법과, 제 1 금속층 (50A) 및 상기 제 2 금속층 (50B) 중 어느 일방 (본 실시형태의 경우에는 제 1 금속층 (50A)) 에, 회로 패턴 (CP) 을 형성하는 패턴 형성 공정을 포함한다 (도 7, 도 8 등 참조).
- [0265] 그리고, 본 실시형태의 마더보드 (60) 의 제조 방법은, 전술한 제 8 효과를 발휘한다.
- [0266] 따라서, 본 실시형태의 회로 기관 (60C) 의 제조 방법에 의하면, 잔류 열변형이나 잔류 열응력이 현저하게 저감되고, 또한 평탄성이 우수한 회로 기관 (60C) 을 제조할 수 있다.
- [0267] 이상, 본 실시형태의 효과에 대한 설명이다. 또한, 이상, 본 실시형태에 대한 설명이다.
- [0268] <<변형예>>
- [0269] 이상과 같이, 본 발명의 일례에 대해 전술한 실시형태 (도 1 ~ 도 9 참조) 를 참조하면서 설명했지만, 본 발명은 전술한 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 기술적 범위에는, 예를 들어, 하기와 같은 형태 (변형예) 도 포함된다.
- [0270] 예를 들어, 본 실시형태의 설명에서는, 세라믹 분말의 일례를 질화규소로서 설명하였다. 그러나, 세라믹 분말의 일례는 다른 세라믹 분말이어도 된다. 예를 들어, 질화알루미늄 분말이어도 된다.
- [0271] 또, 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정 (S1) 에 포함되는 성형 공정 (S12) (도 2a 참조) 의 설명에서는, 닥터 블레이드 성형을 이용하여 실시하는 것으로 하였다. 그러나, 슬러리 (10) 를 띠형상 그린 시트 (20) 로 성형할 수 있다면, 성형 공정 (S12) 은 다른 방법에 의해 실시되어도 된다. 예를 들어, 성형 공정 (S12) 은, 압출 성형에 의해 실시되어도 된다.
- [0272] 또한, 본 실시형태의 그린 시트 형성 공정 (S1) 에 포함되는 절단 공정 (S13) (도 2a 참조) 의 설명에서는, 조사부 (224) 를 띠형상 그린 시트 (20) 의 폭 방향의 일단부측부터 타단부측에 걸쳐서 이동시키면서, 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단하는 것으로 하였다. 그러나, 결과적으로 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단하여 매엽 그린 시트 (30) 를 얻을 수 있다면, 띠형상 그린 시트 (20) 의 절단 지점이 본 실시형태의 경우와 같이 띠형상 그린 시트 (20) 의 폭 방향의 일단부측부터 타단부측에 걸친 직선 부분이 아니어도 된다. 예를 들면, 띠형상 그린 시트 (20) 에 매엽 그린 시트 (30) 의 형태를 한 구멍을 뚫음으로써 띠형상 그린 시트 (20) 로부터 매엽 그린 시트 (30) 를 분리하도록 (또는 도려내도록), 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단해도 된다. 즉, 띠형상 그린 시트 (20) 를 절단하여 얻어지는 매엽 그린 시트 (30) 는, 그 전체 단면의 적어도 일부가 절단면이면 된다.
- [0273] 또한, 본 실시형태에서는, 제 1 금속층 (50A) 에 회로 패턴 (CP) 을 형성하는 것으로 하여 설명하였다. 그러나, 제 1 금속층 (50A) 에 회로 패턴 (CP) 을 형성하지 않고, 제 2 금속층 (50B) 에 회로 패턴 (CP) 을 형성

해도 된다. 즉, 패턴 형성 공정 (레지스트 인쇄 공정 (S6) 및 에칭 공정 (S7)) 에서는, 제 1 금속층 (50A) 및 제 2 금속층 (50B) 중 어느 일방에, 적어도 1 개의 회로 패턴 (CP) 을 형성하면 된다.

[0274] 또한, 본 실시형태에서는, 스크라이브 라인 (SL) 은, 직선 형상으로 나란히 배열되는 복수의 패임으로서 설명하였다 (도 6b 참조). 그러나, 그 기능을 발휘할 수 있다면, 스크라이브 라인 (SL) 은, 예를 들면, 연속적인 홈, 길이, 폭 등이 상이한 복수의 패임 등이어도 된다.

[0275] 또, 본 실시형태에서는, 복수개의 스크라이브 라인 (SL) 은, 3 개의 스크라이브 라인 (SL) 인 것으로 하여 설명하였다 (도 5 참조). 그러나, 복수개의 스크라이브 라인 (SL) 은, 적어도 1 개 이상이면 된다.

[0276] 또한, 본 실시형태에서는, 복수개의 스크라이브 라인 (SL) 은 마더보드 (60) 를 6 등분하는 것으로 하여 설명하였다 (도 5 참조). 그러나, 복수개의 스크라이브 라인 (SL) 은 마더보드 (60) 를 등분하지 않아도 된다.

[0277] 또, 본 실시형태의 제조 방법 (S100) 에서는, SL 형성 공정 (S4) 을 실시하는 것으로 하여 설명하였다 (도 1 참조). 그러나, 도 10 에 나타내는 변형예와 같이, 외주 부분 절단 공정 (S3) 후에 SL 형성 공정 (S4) 을 실시하지 않고 금속층 형성 공정 (S5) 을 실시하도록 해도 된다. 이 변형예의 경우, 표면 처리 공정 (S8) 후에 분할 공정 (S9) 을 실시하지 않고 실장 공정 (S10) 을 실시하도록 하면 (도 1 참조), 1 장의 마더보드 (60) 로부터 1 장의 실장 기판이 제조된다.

[0278] 또한 본 실시형태의 세라믹 기판 (40) 의 제조 방법은, 외주 부분 절단 공정 (S3) (도1, 도 4a 및 도 4b 참조) 을 포함하는 것으로 하였다. 그러나 소결 공정 (S2) 의 조건에 따라서는, 세라믹 기판 (40) 의 휨량을 그 최대 허용치 이하로 할 수 있기 때문에, 외주 부분 절단 공정 (S3) 을 필수적 구성 요소로 할 필요는 없다.

[0279] 이 출원은, 2019년 11월 15일에 출원된 일본 특허출원 2019-206751호를 기초로 하는 우선권을 주장하고, 그 개시의 전부를 여기에 도입한다.

부호의 설명

- [0280] 10 : 슬러리
- 20 : 띠형상 그린 시트
- 30 : 매엽 그린 시트
- 40 : 세라믹 기판
- 40A : SL 이 형성된 세라믹 기판
- 40A1 : 표면
- 40A2 : 이면
- 50A : 제 1 금속층
- 50B : 제 2 금속층
- 60 : 마더보드 (복합 기판의 일례)
- 60A : PRP 가 형성된 마더보드
- 60B : 집합 기판
- 60C : 회로 기판
- 100 : 닥터 블레이드 성형 장치
- 110 : 벨트 반송 기구
- 112 : 롤러
- 112A : 롤러
- 112B : 롤러
- 114 : 벨트

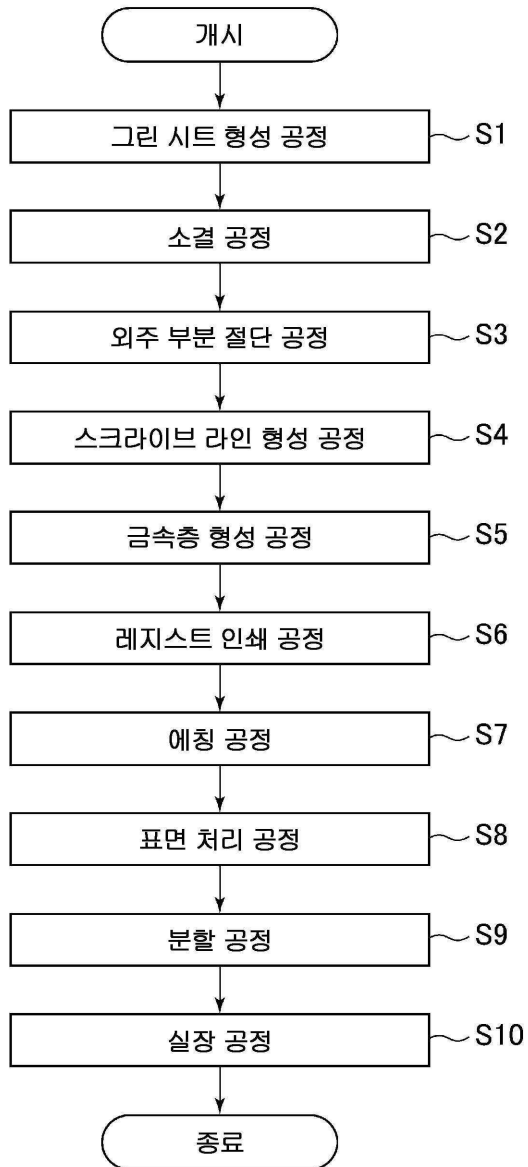
- 120 : 성형 유닛
- 122 : 수용부
- 124 : 닥터 블레이드
- 130 : 가열 유닛
- 200 : 절단 장치
- 210 : 시트 반송 기구
- 212 : 지지부
- 214 : 제 1 반송부
- 216 : 제 2 반송부
- 220 : 절단부
- 222 : 케이싱
- 224 : 조사부
- 226 : 이동 기구
- CX1 : 블록 형상 부분
- CX2 : 블록 형상 부분
- CX3 : 블록 형상 부분
- CX4 : 블록 형상 부분
- CP : 회로 패턴
- F1 : 승온역
- F1 : 서열역
- F2 : 온도 유지역
- F3 : 냉각역
- F4 : 급랭역
- L1 : 직선 (제 1 직선)
- L2 : 직선 (제 2 직선)
- LB : 레이저광
- MC : 마이크로 크랙
- O : 교차점, 중심
- PRF : 레지스트막
- PRP : 레지스트 패턴
- S1 : 그린 시트 형성 공정
- S10 : 실장 공정
- S11 : 슬러리 제작 공정
- S12 : 성형 공정
- S13 : 절단 공정
- S14 : 퇴적 공정

- S15 : 탈지 공정
- S2 : 소결 공정
- S3 : 외주 부분 절단 공정
- S4 : SL 형성 공정 (스크라이브 라인 형성 공정)
- S5 : 금속층 형성 공정
- S6 : 레지스트 인쇄 공정
- S7 : 에칭 공정
- S8 : 표면 처리 공정
- S9 : 분할 공정
- S100 : 복수의 실장 기관의 제조 방법
- SL : 스크라이브 라인
- WC : 온풍
- ΔZ_1 : 불록량
- ΔZ_2 : 불록량
- ΔZ_3 : 불록량
- ΔZ_4 : 불록량

도면

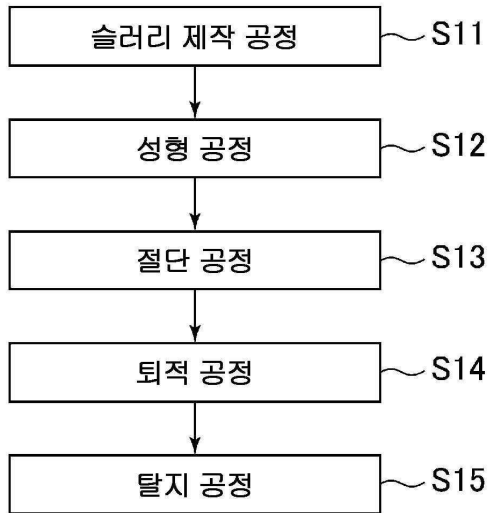
도면1

S100

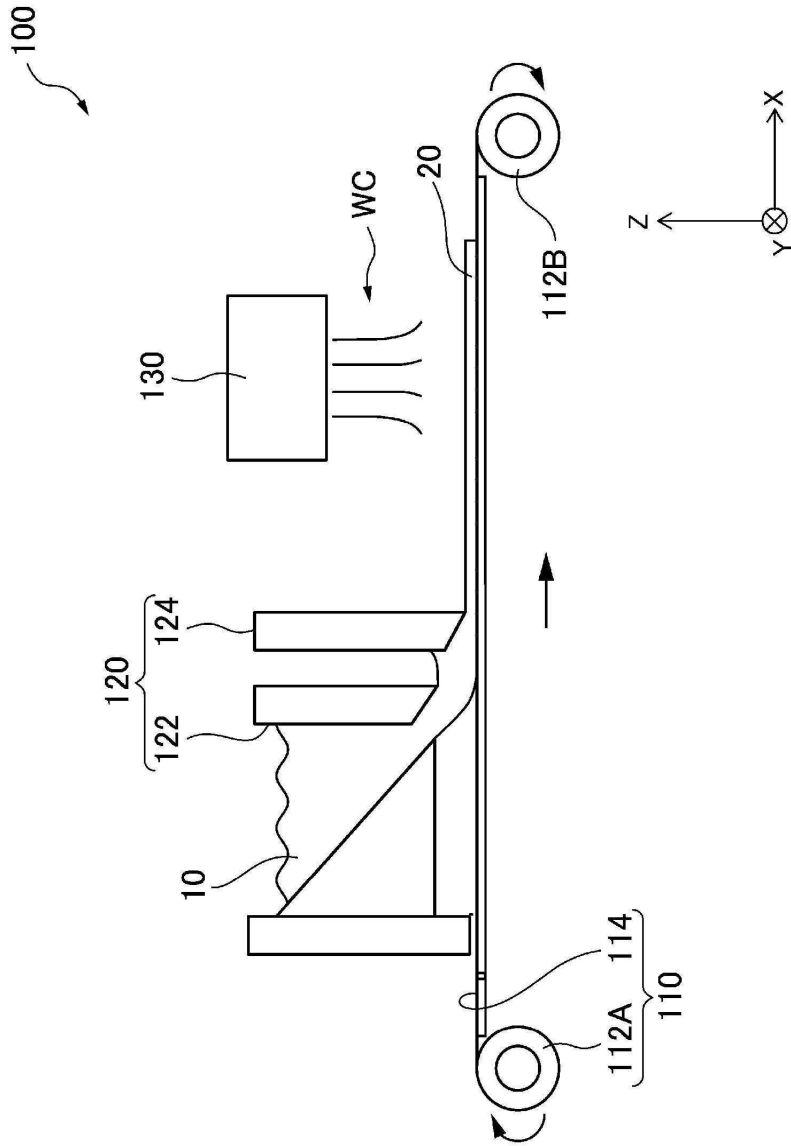


도면2a

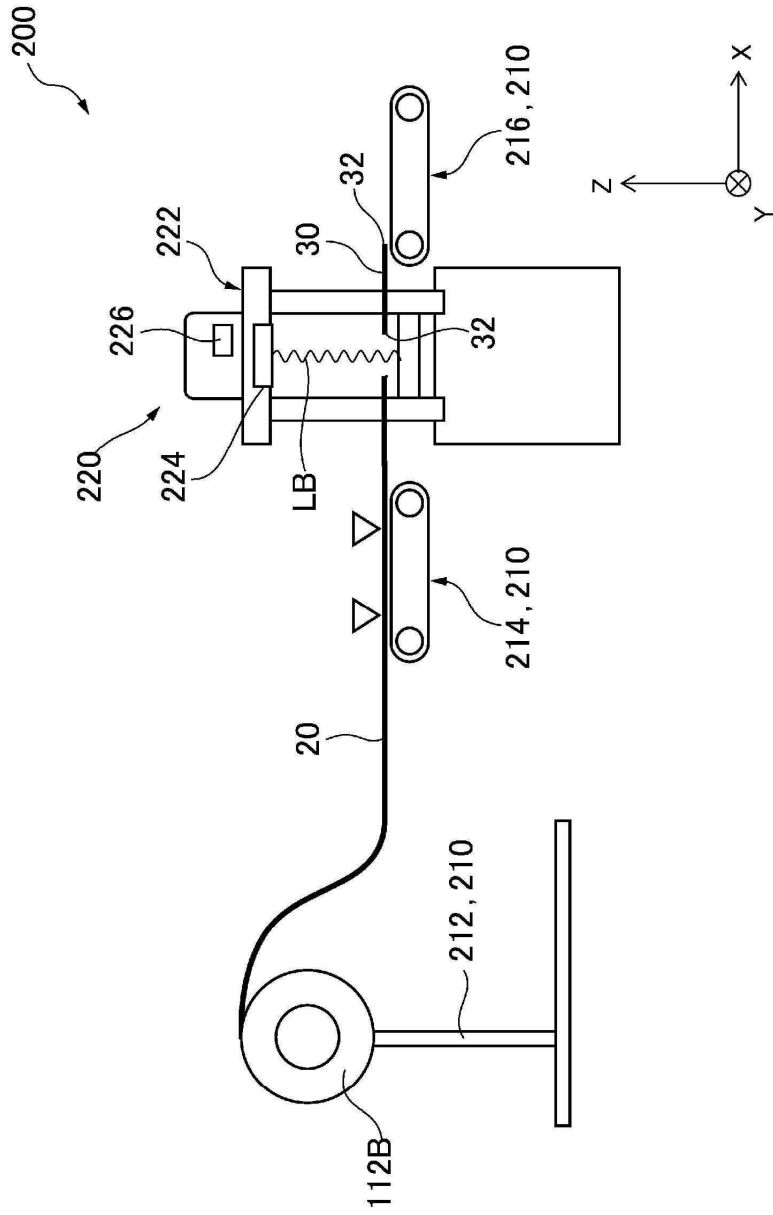
S1



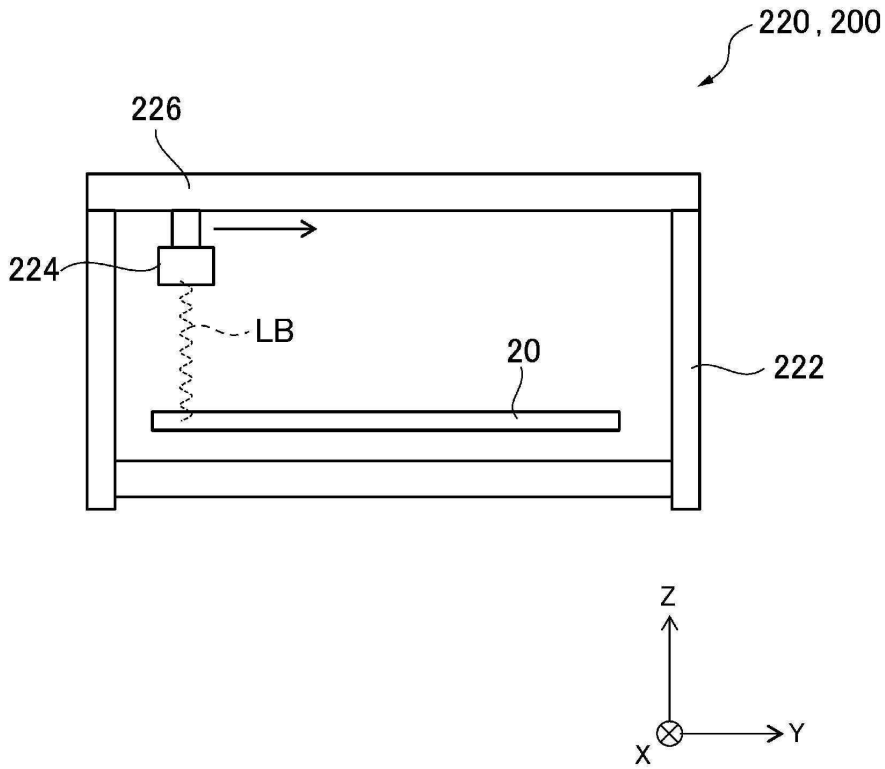
도면2b



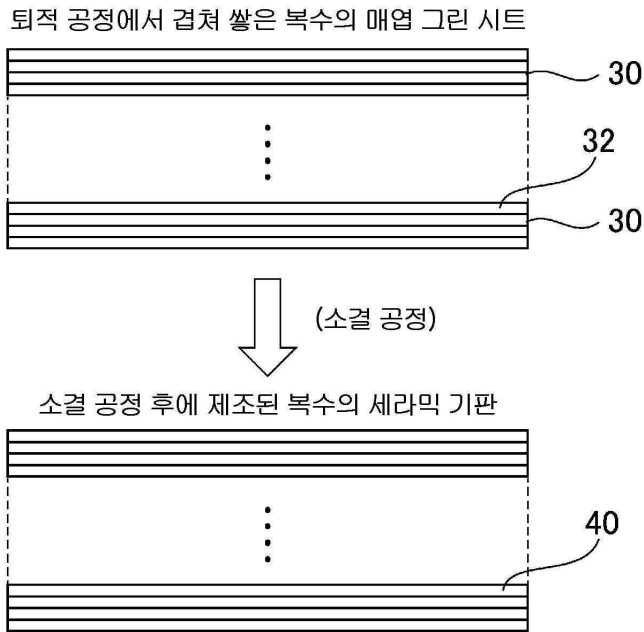
도면2c



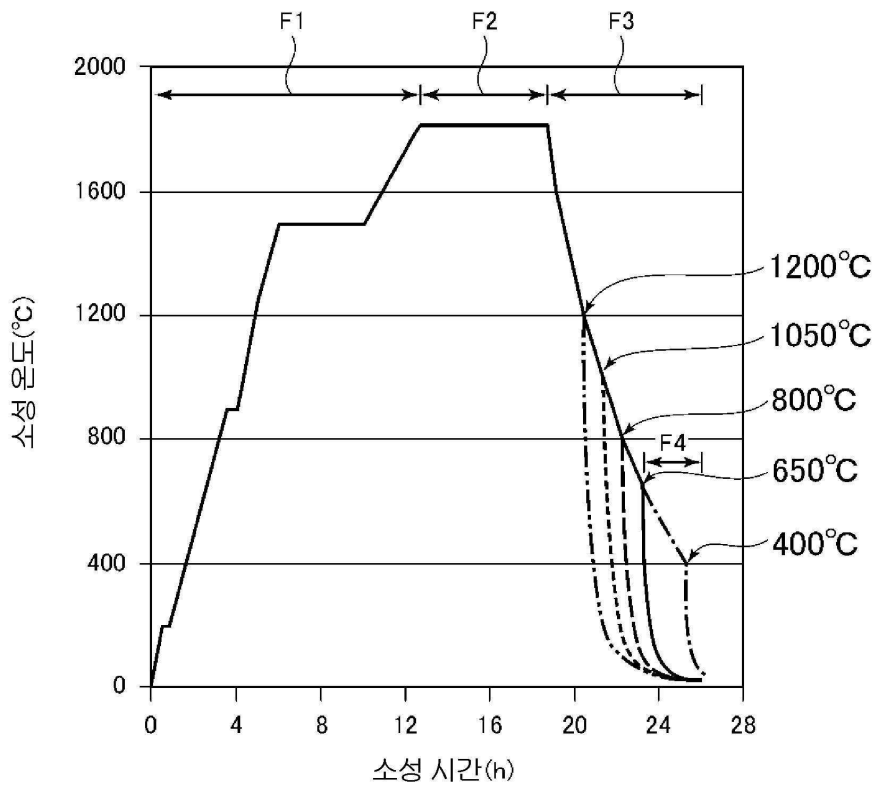
도면2d



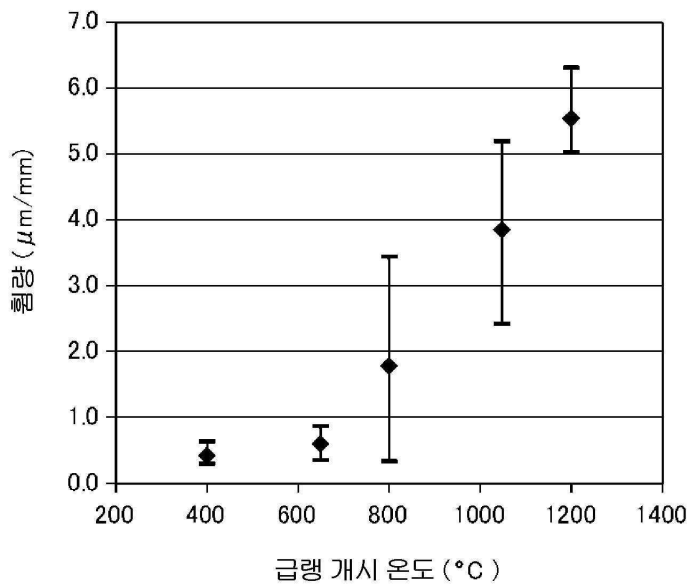
도면3a



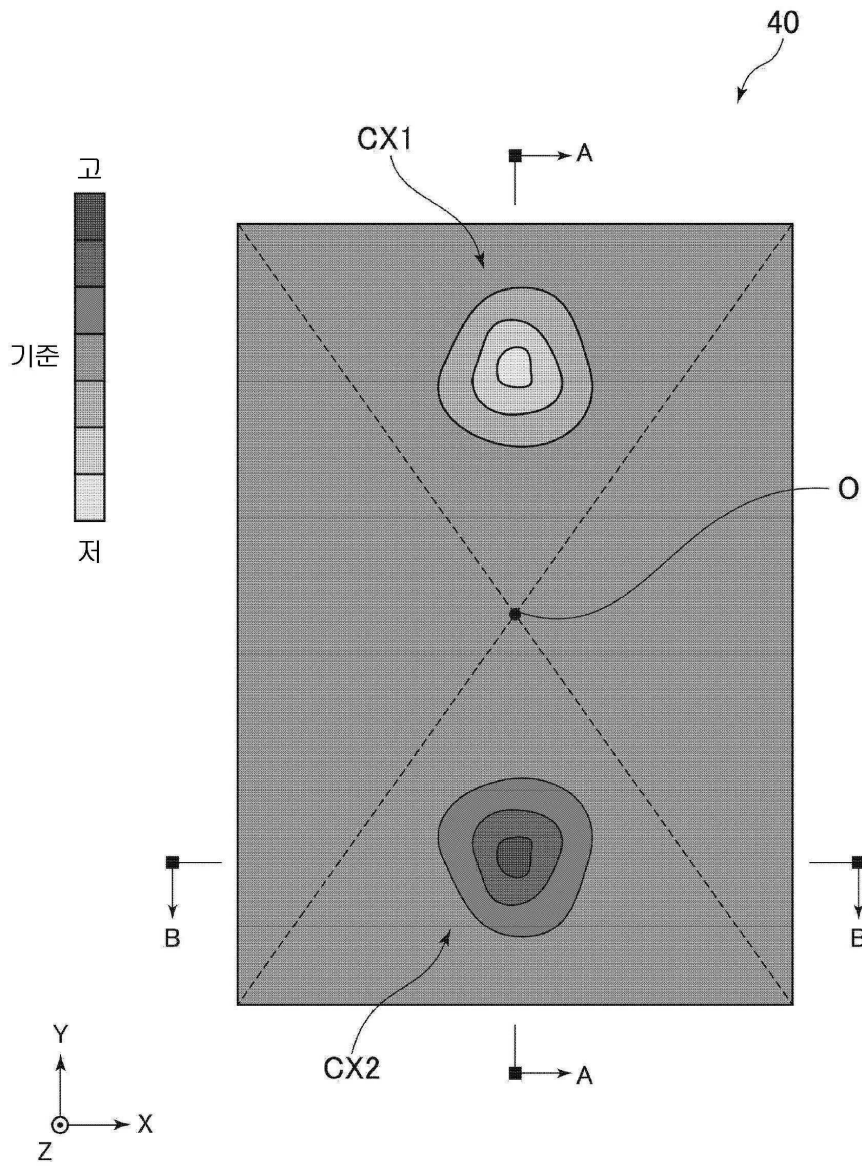
도면3b



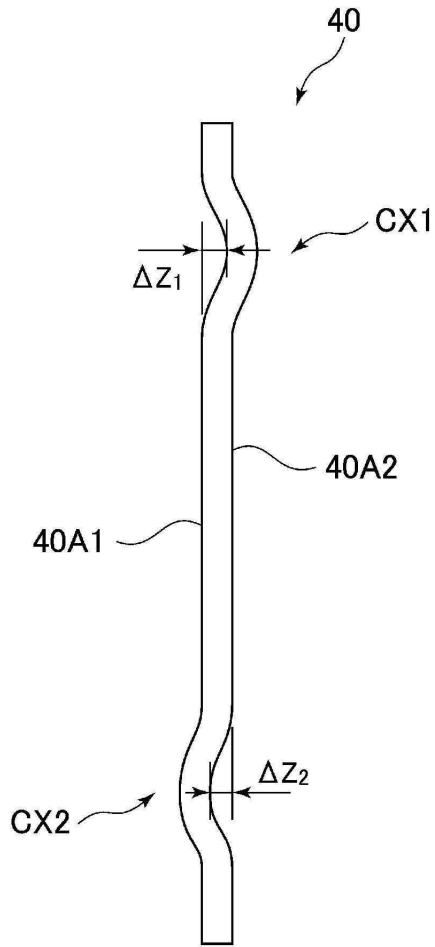
도면3c



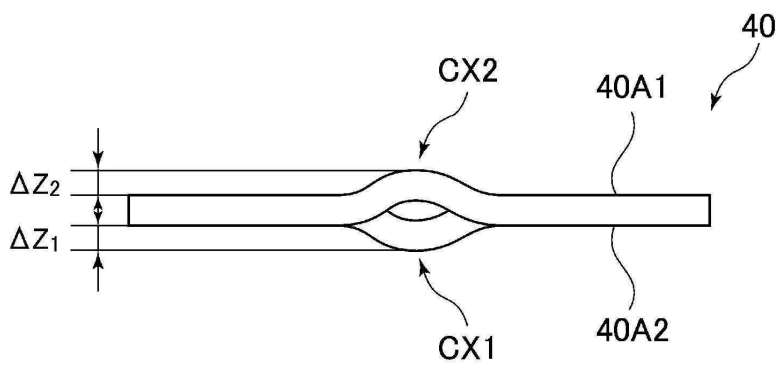
도면3d



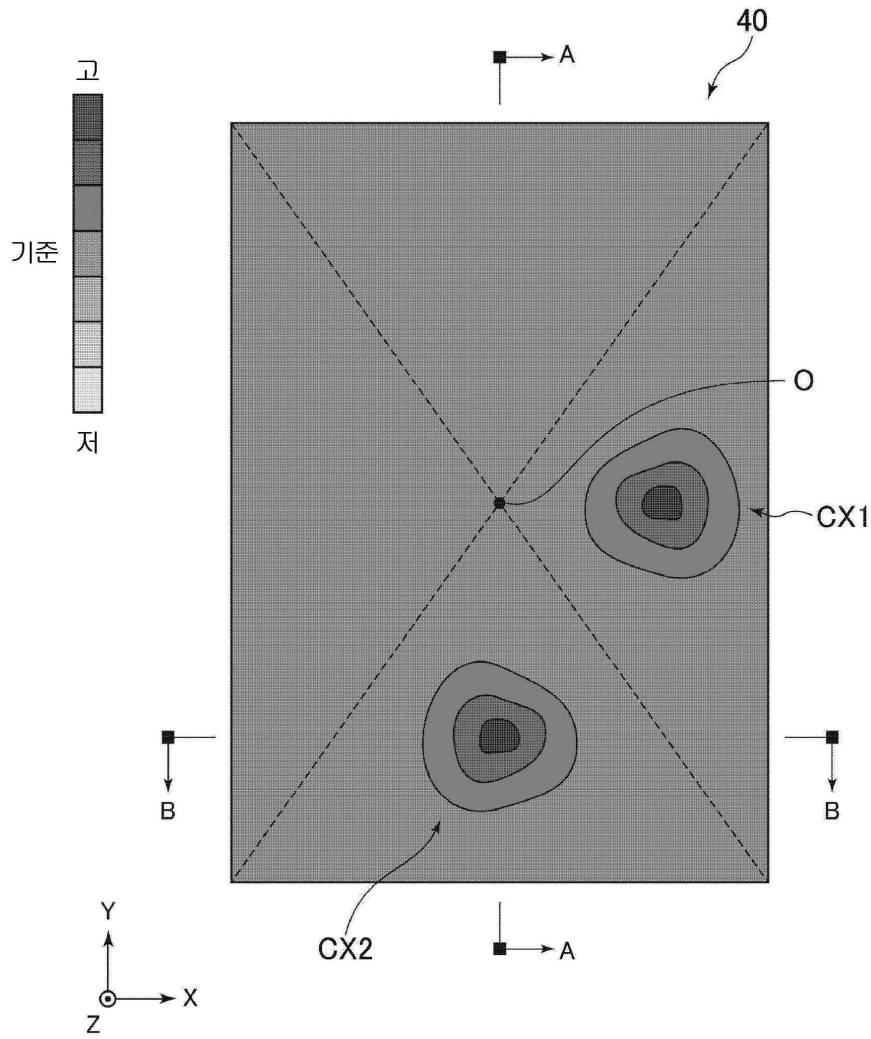
도면3e



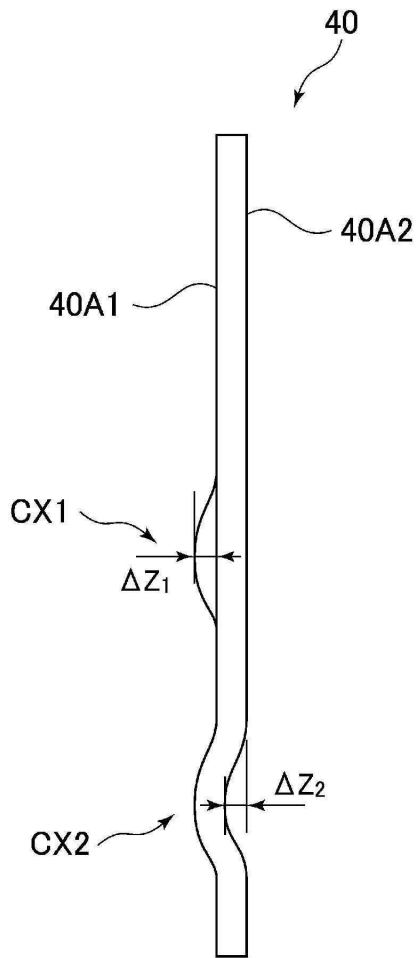
도면3f



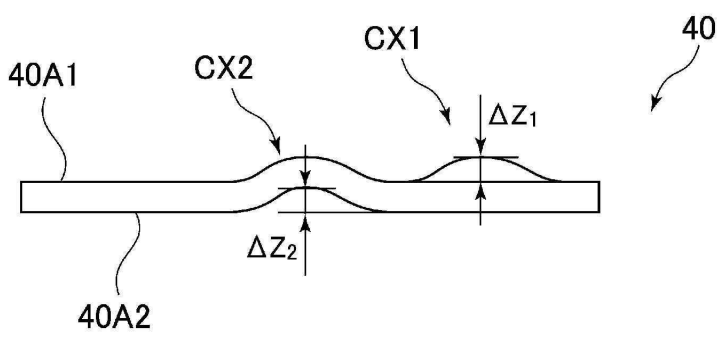
도면3g



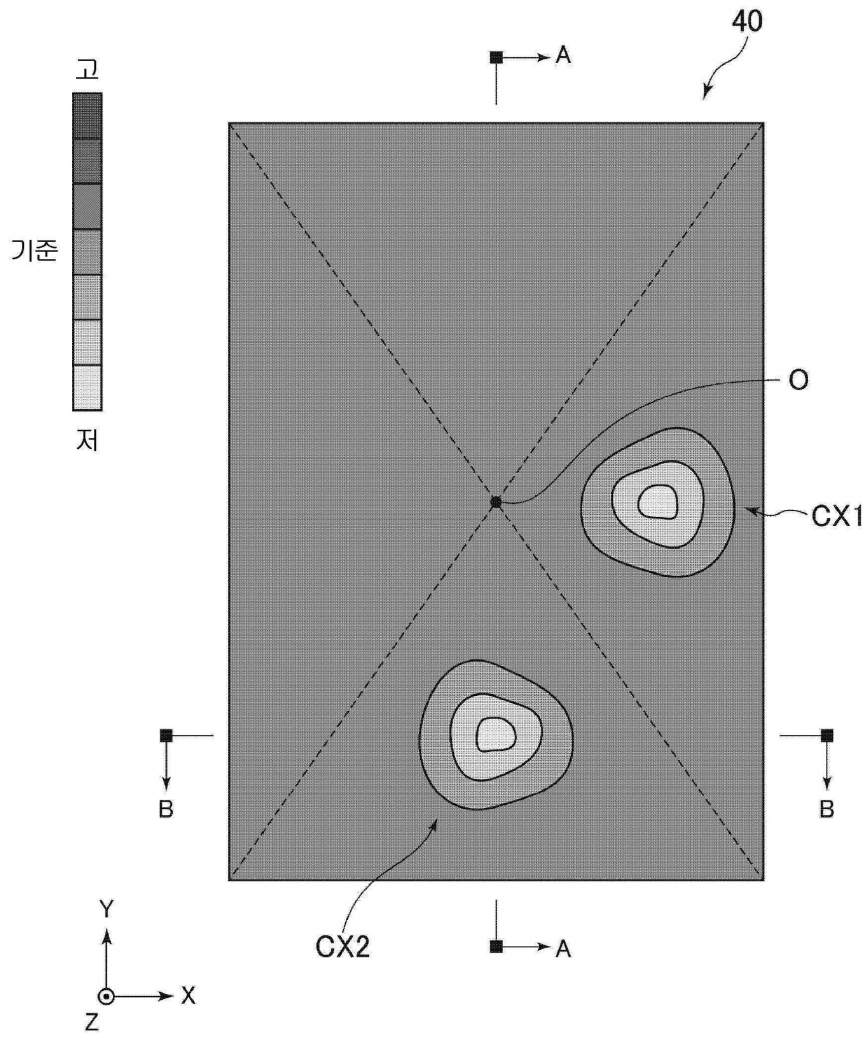
도면3h



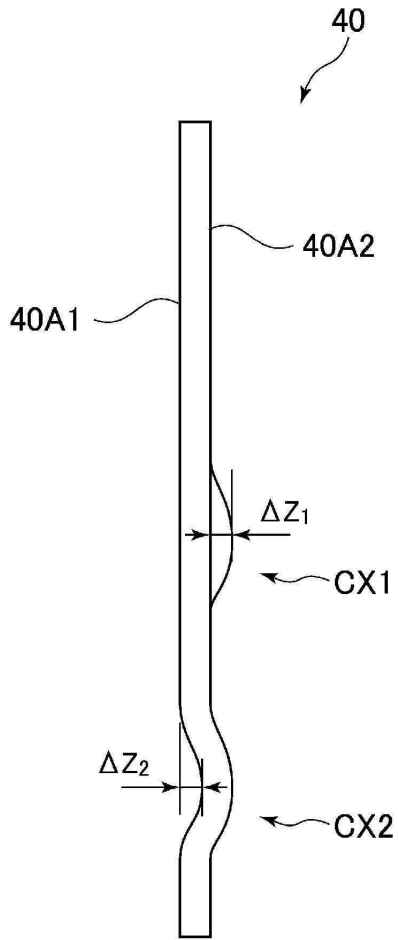
도면3i



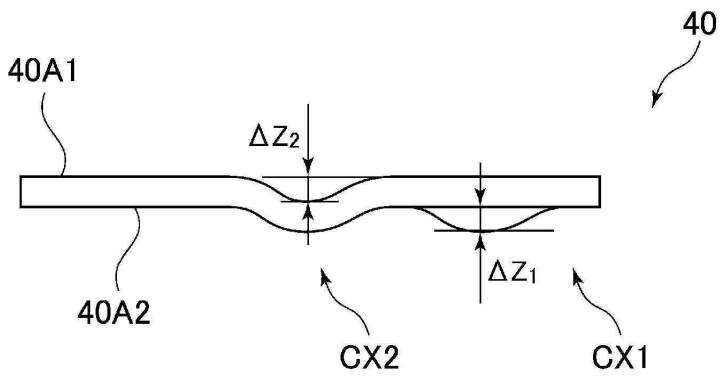
도면3j



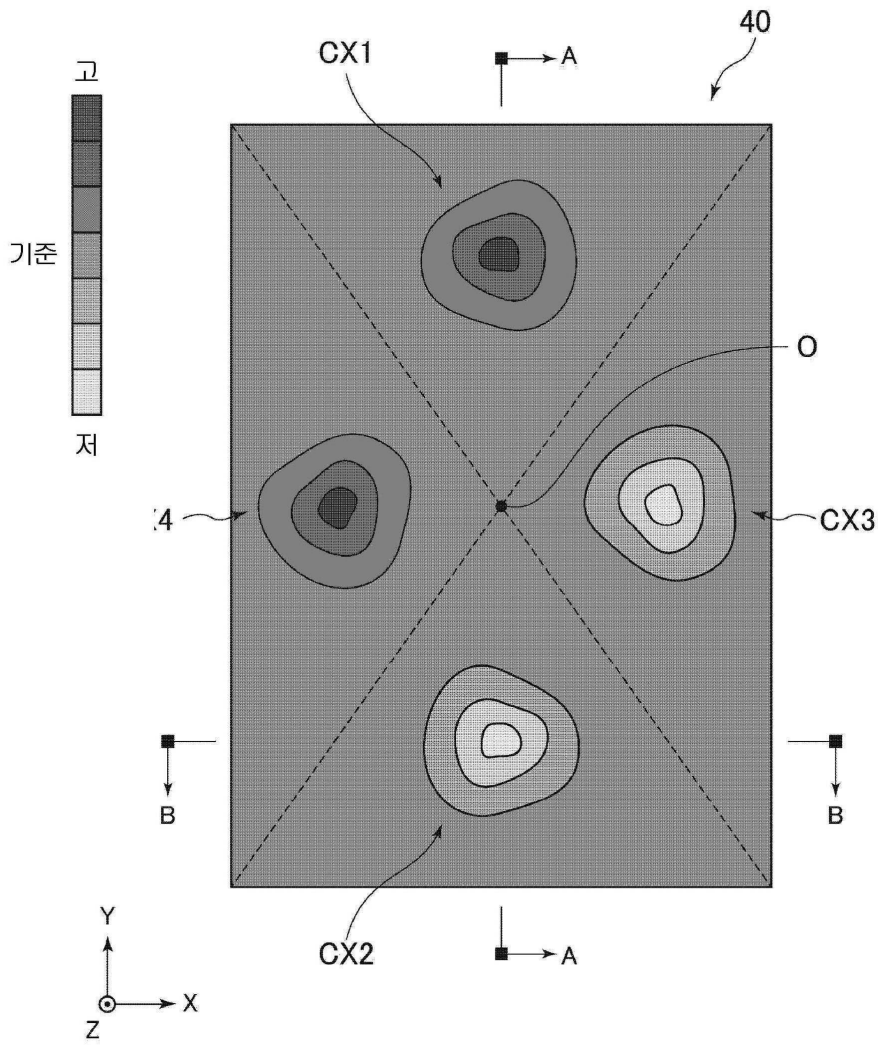
도면3k



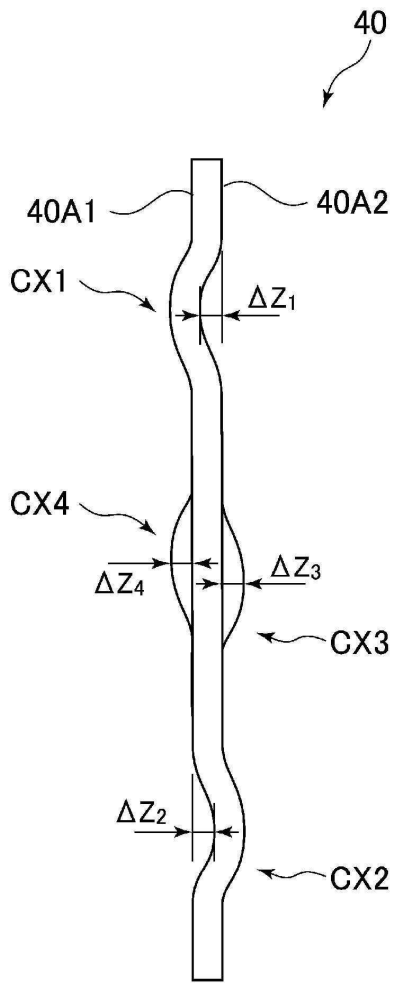
도면3l



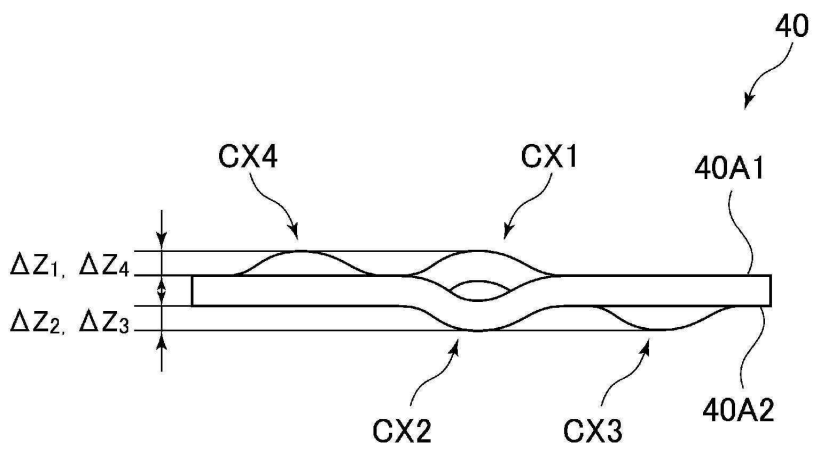
도면 3m



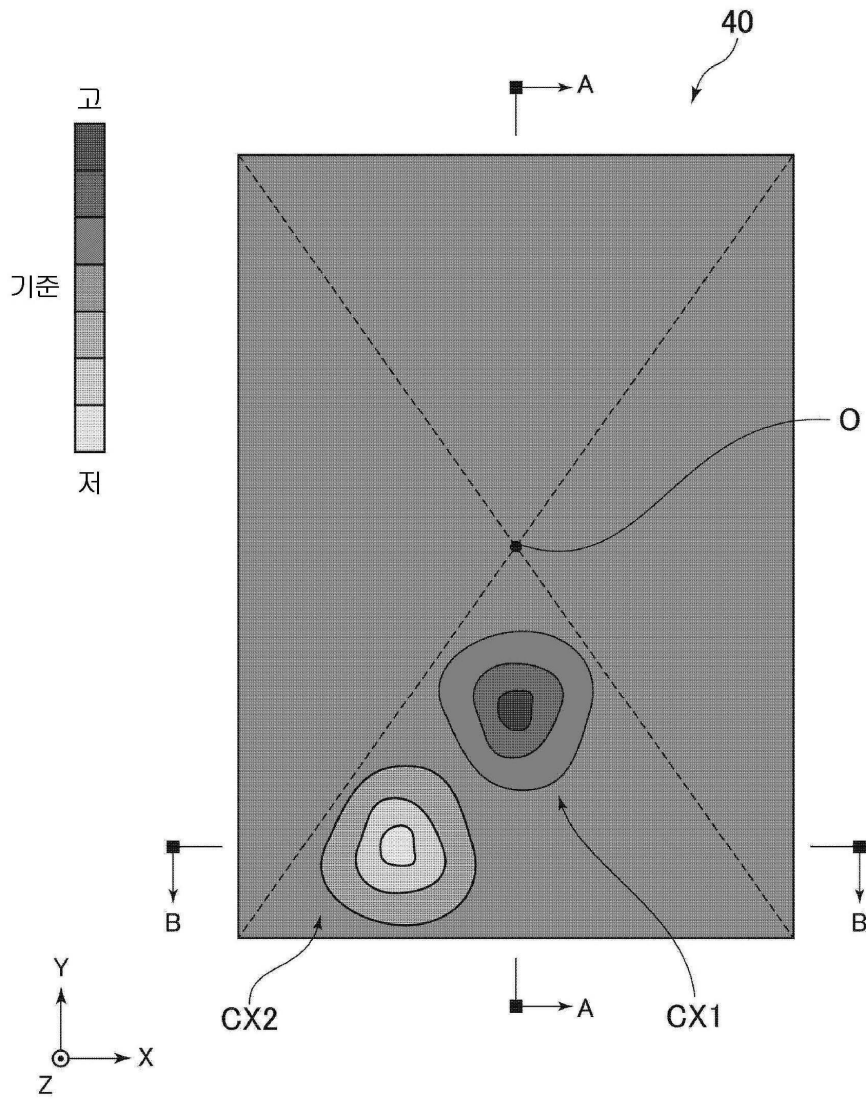
도면3n



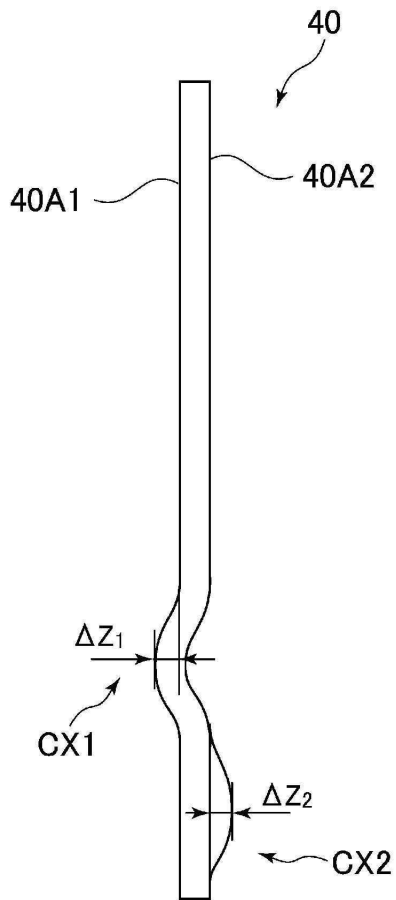
도면3o



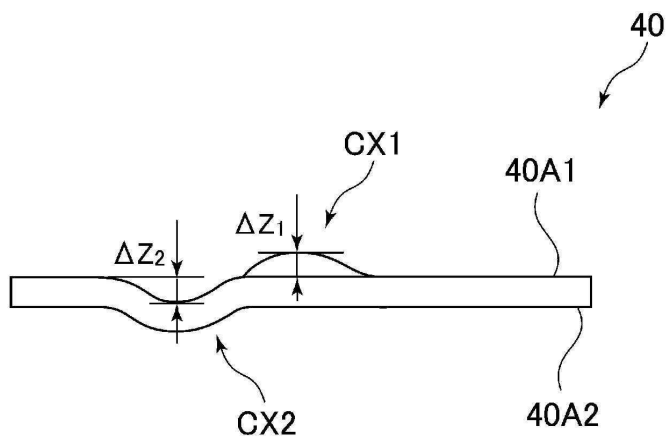
도면3p



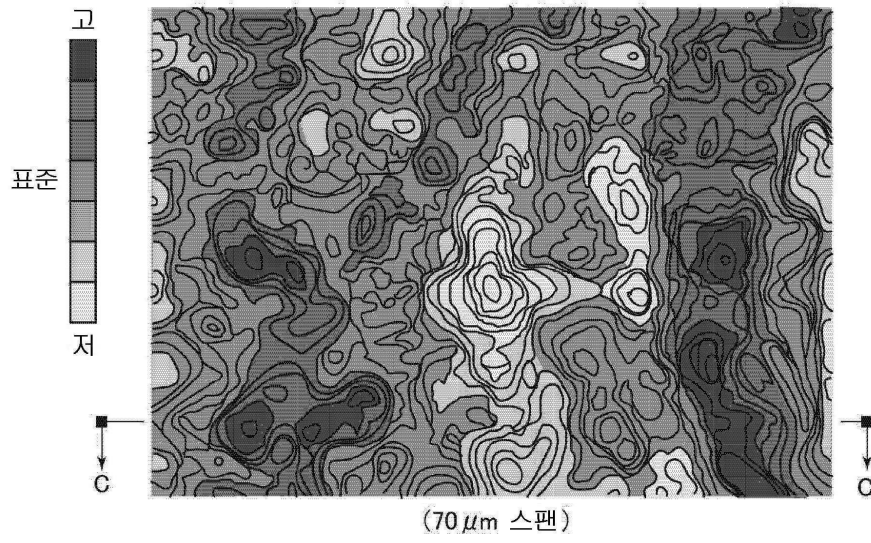
도면3q



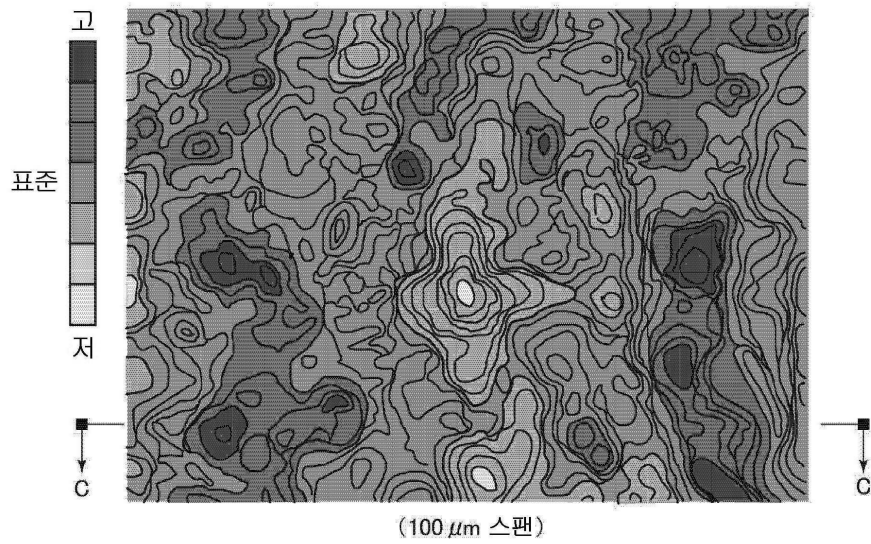
도면3r



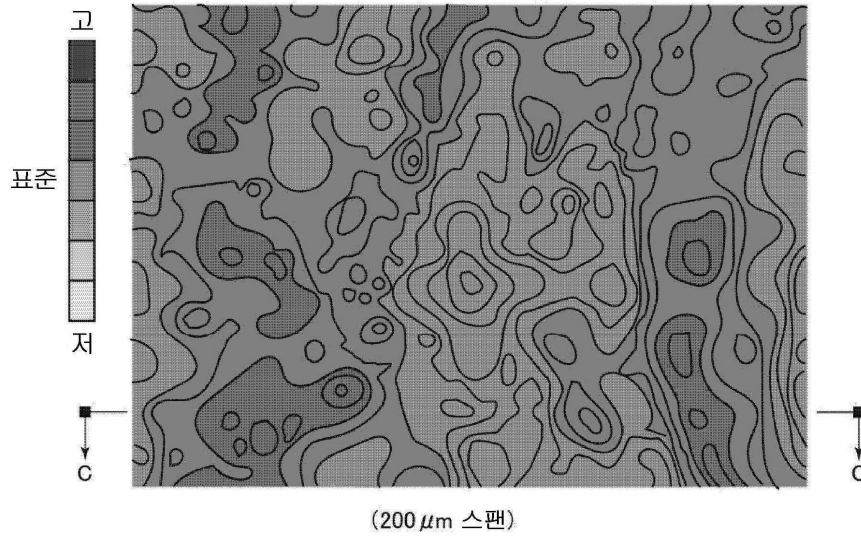
도면3s



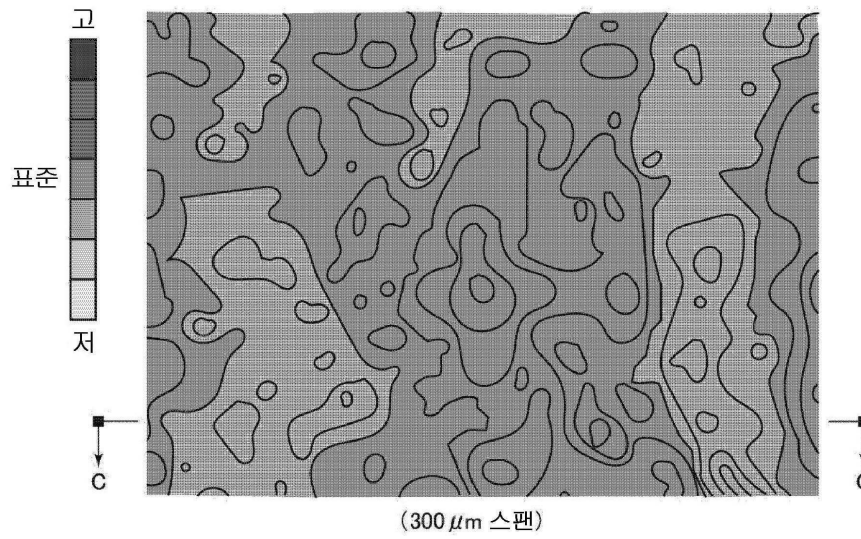
도면3t



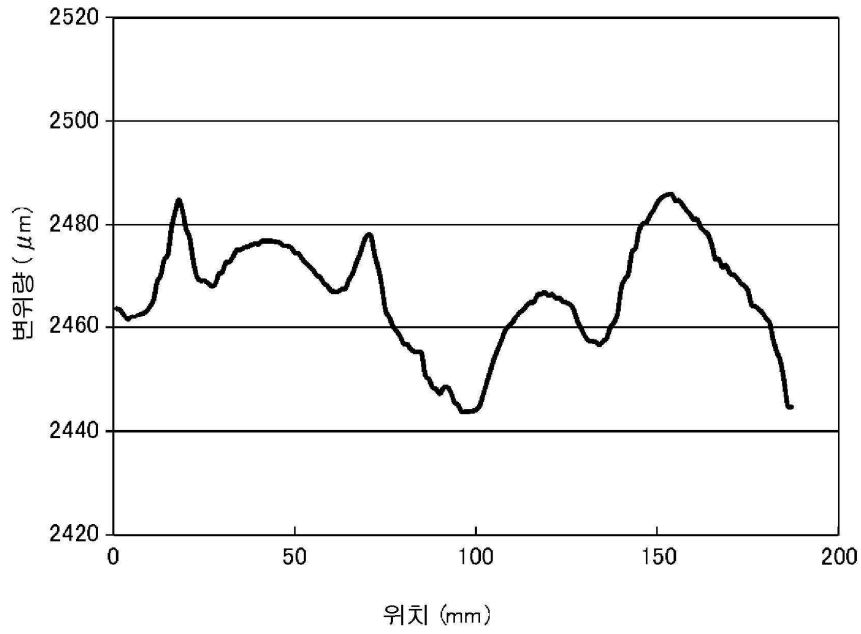
도면3u



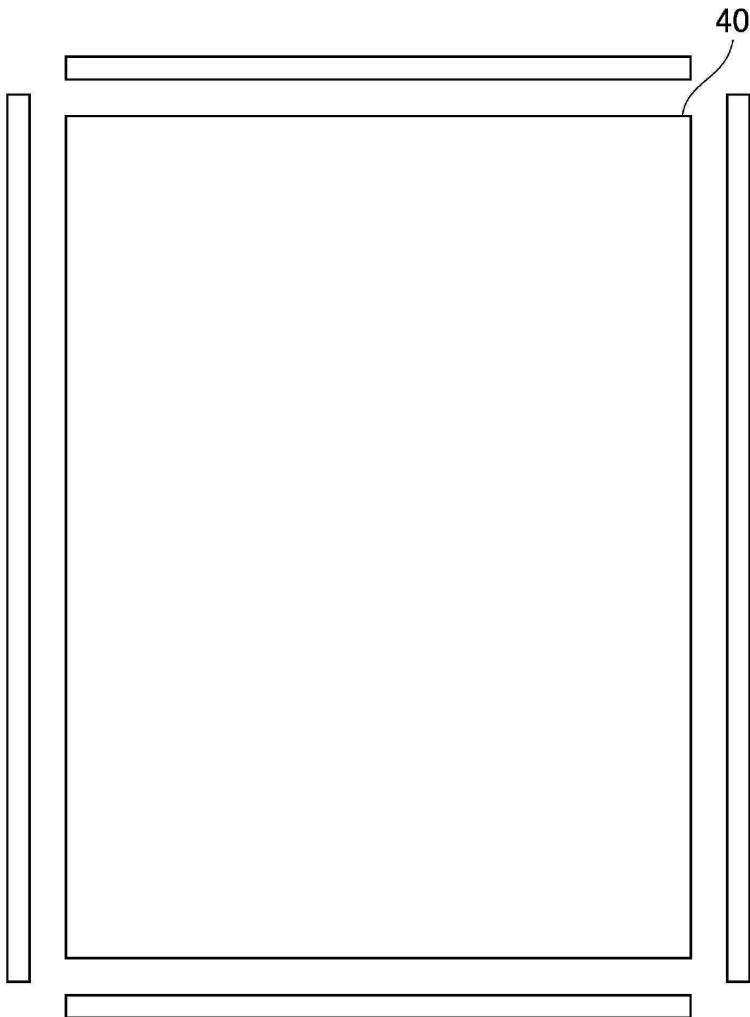
도면3v



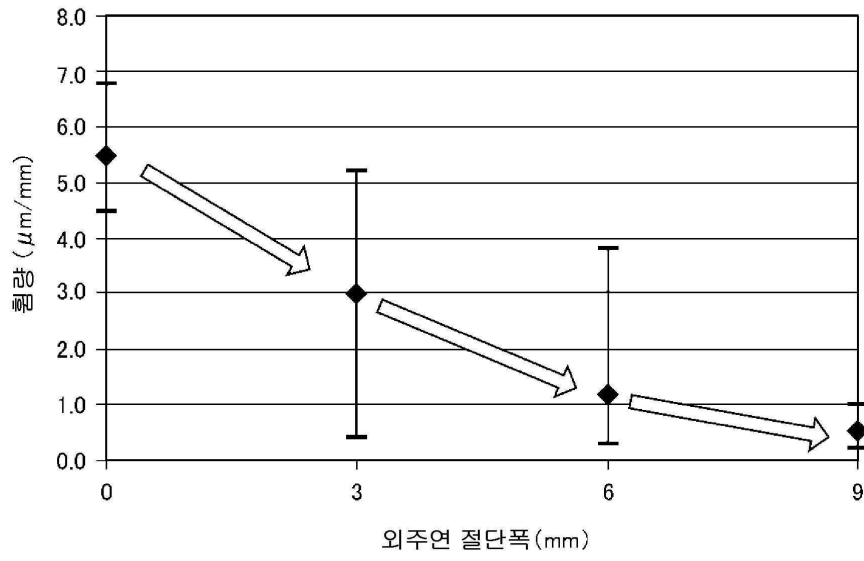
도면3w



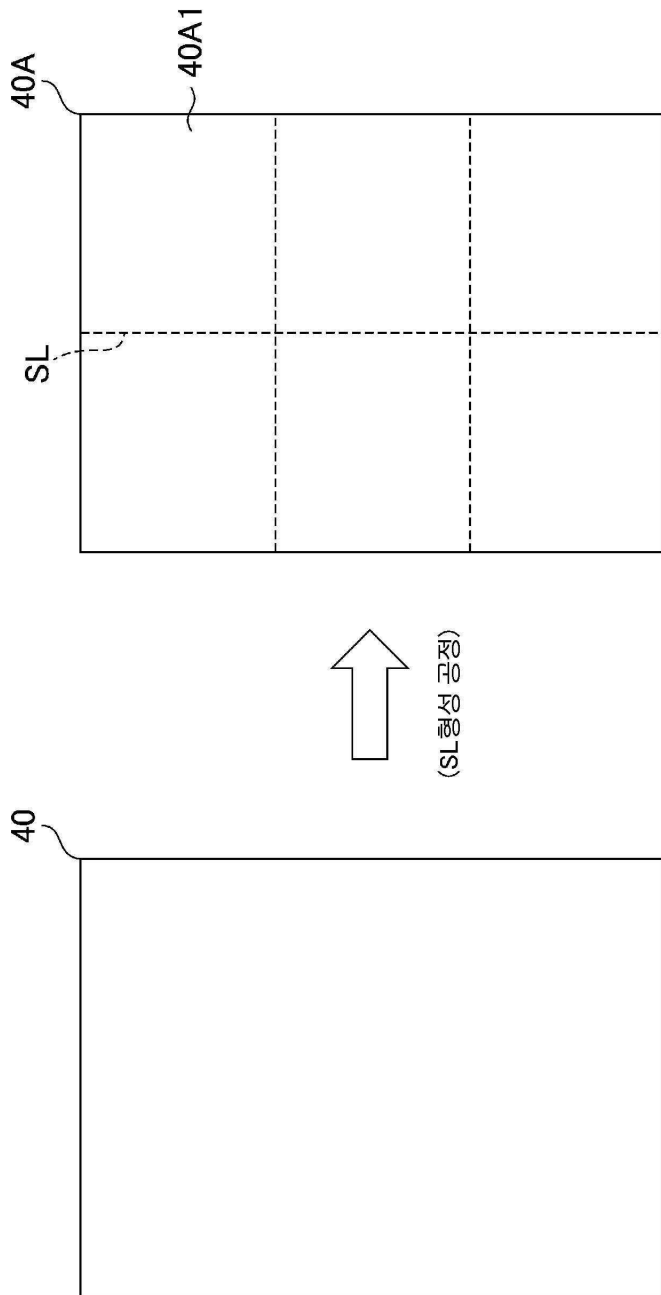
도면4a



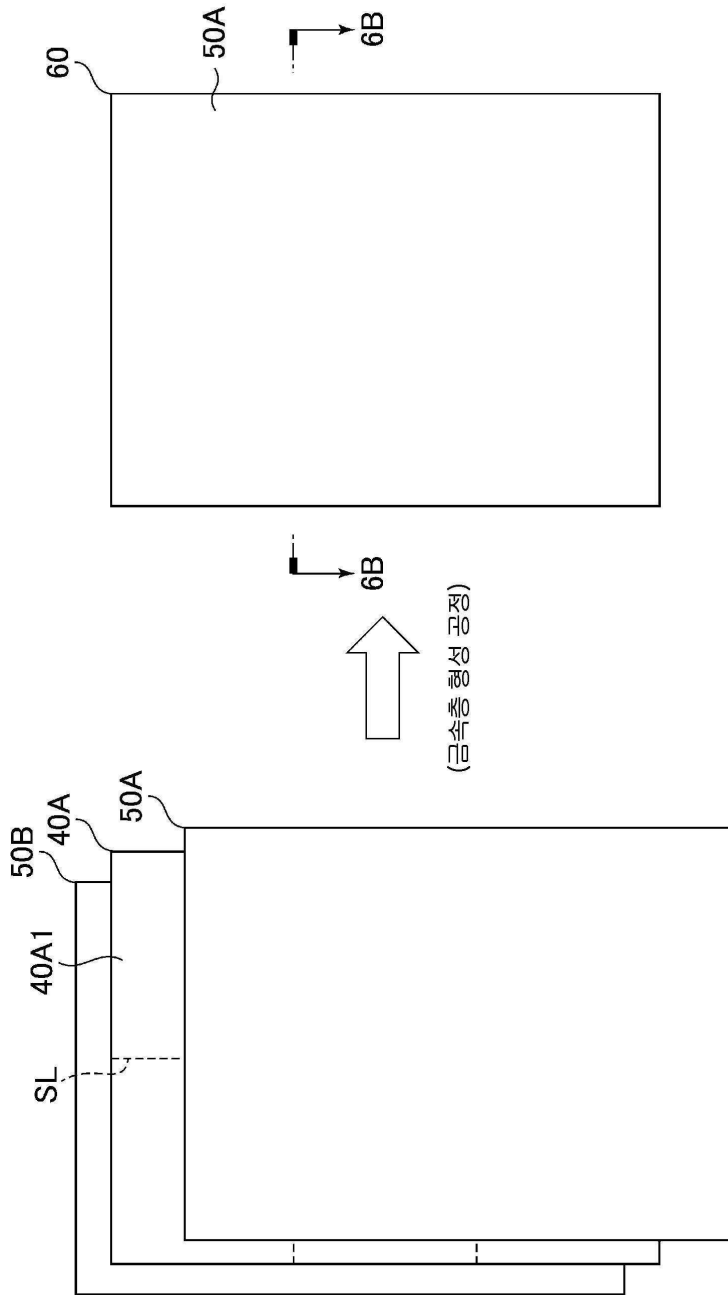
도면4b



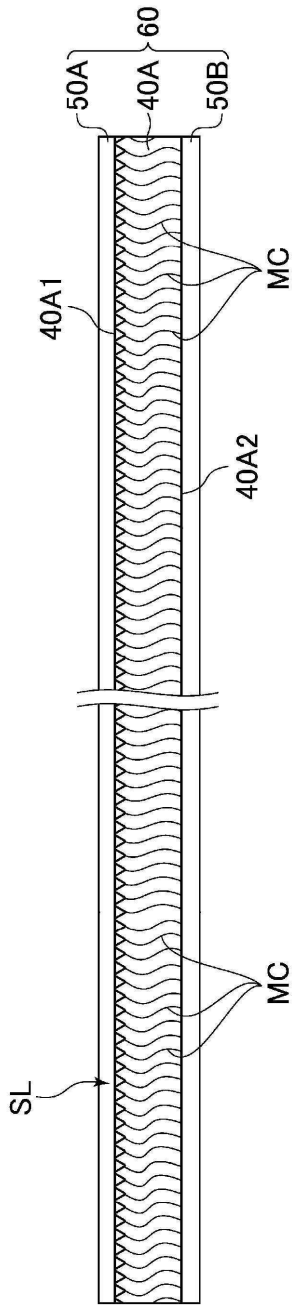
도면5



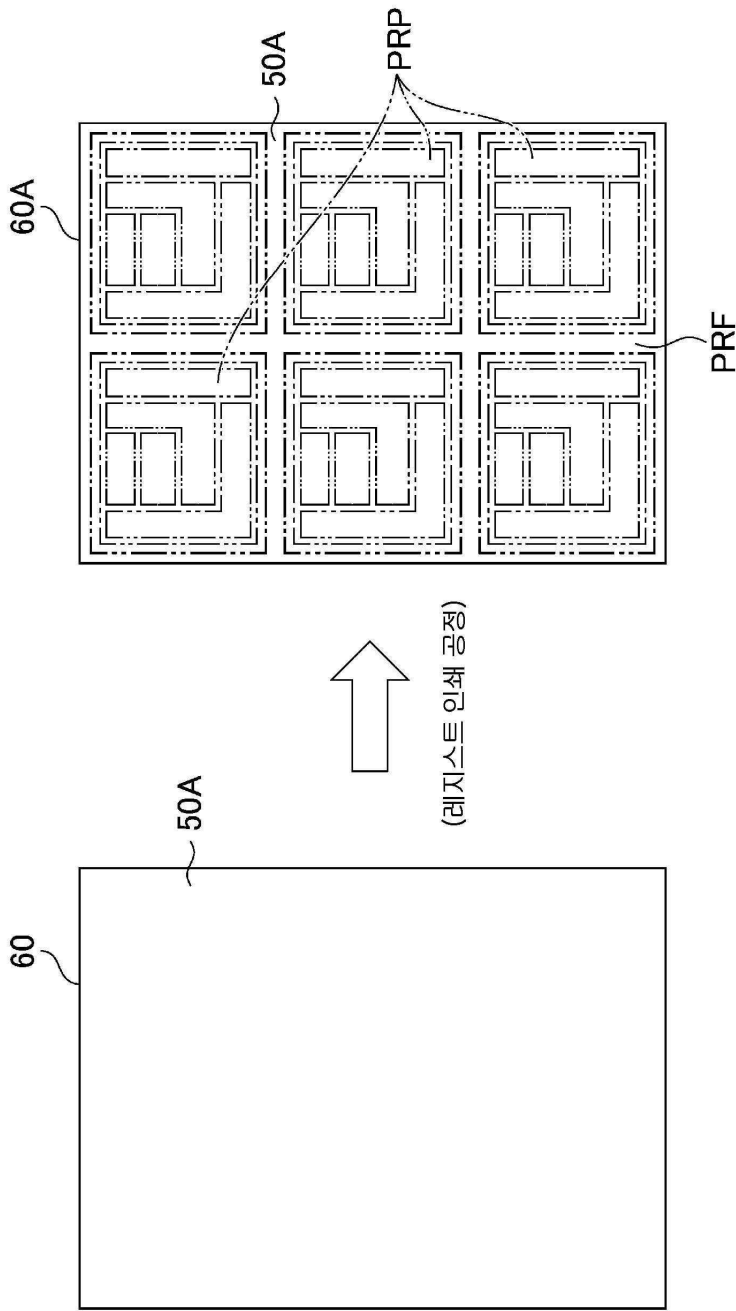
도면6a



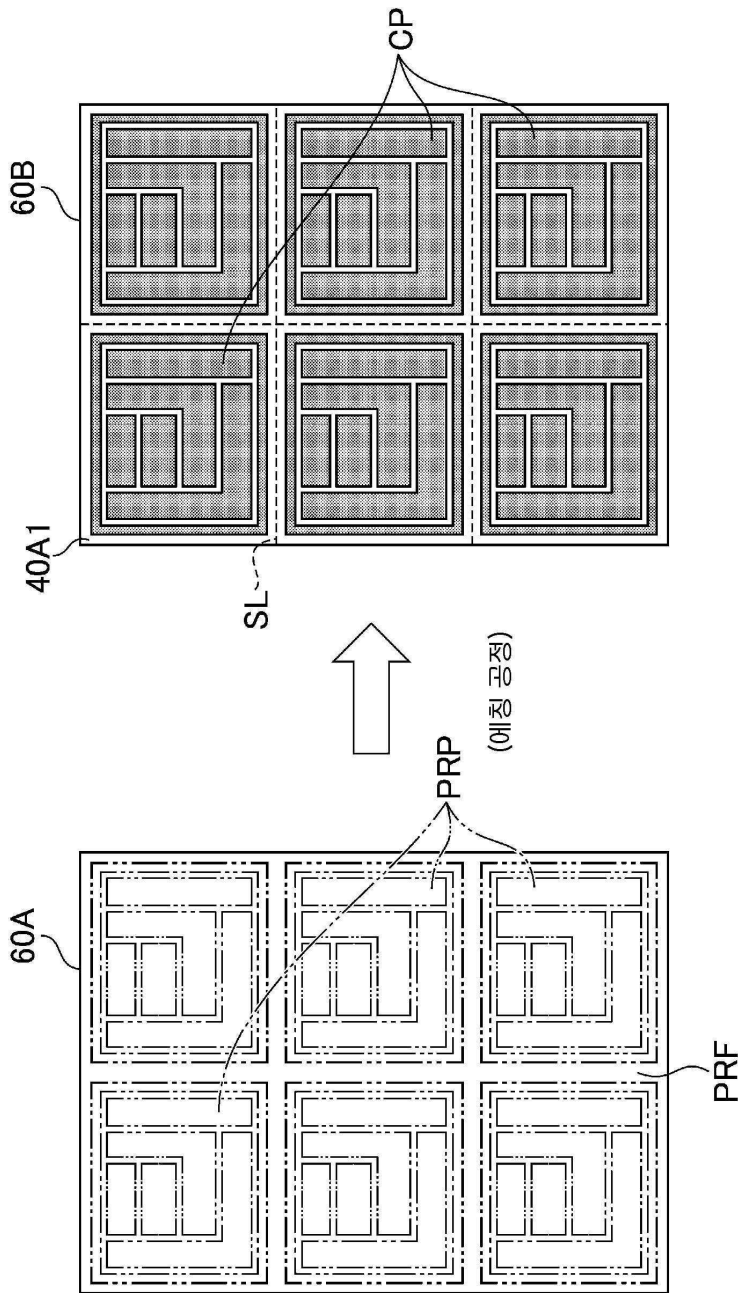
도면6b



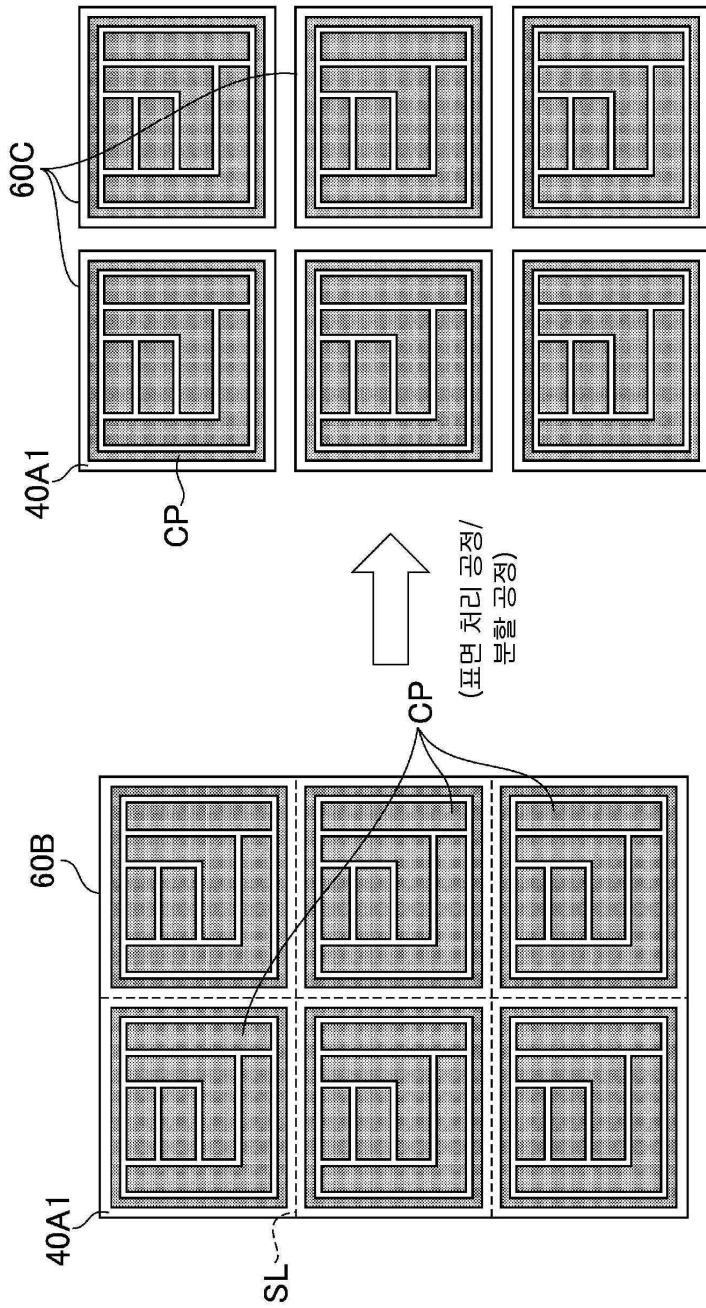
도면7



도면8



도면9



도면10

