(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0159006
(43) 공개일자 2024년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 3/38 (2006.01) *C23C 18/16* (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01) *C25D 3/04* (2006.01)
C25D 3/12 (2006.01) *C25D 3/38* (2006.01)
C25D 3/48 (2006.01) *C25D 3/54* (2006.01)
C25D 5/50 (2006.01) *H01L 21/48* (2006.01)
H05K 1/03 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 3/381 (2013.01)
C23C 18/1653 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7034782(분할)
(22) 출원일자(국제) 2019년03월22일
심사청구일자 2024년10월18일
(62) 원출원 특허 10-2020-7027438
원출원일자(국제) 2019년03월22일
심사청구일자 2022년03월11일
(85) 번역문제출일자 2024년10월18일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/012249
(87) 국제공개번호 WO 2019/188843
국제공개일자 2019년10월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-061148 2018년03월28일 일본(JP)

(71) 출원인
다이니폰 인사츠 가부시키가이샤
일본 도쿄도 신쥬쿠쿠 이치가야 가가쵸 1쵸메1반 1고
(72) 발명자
후루쇼 히로키
일본 1628001 도쿄도 신쥬쿠쿠 이치가야 가가쵸 1쵸메 1반 1고 다이니폰 인사츠 가부시키가이샤 내
지기라 아츠코
일본 1628001 도쿄도 신쥬쿠쿠 이치가야 가가쵸 1쵸메 1반 1고 다이니폰 인사츠 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 최인호, 김명곤

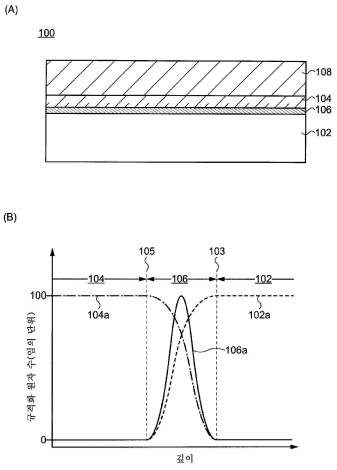
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **배선 기판**

(57) 요 약

배선 기판이 개시된다. 이 배선 기판은, 제1 원소를 포함하는 기판, 기판에 접하고 제1 금속 원소를 포함하는 확산층, 및 확산층에 접하고 제2 금속 원소를 포함하는 제1 금속막을 갖는다. 확산층은, 적어도 제1 원소와 제1 금속 원소를 포함하는 영역과, 제1 금속 원소와 제2 금속 원소를 포함하는 영역을 갖는다. 확산층에 있어서의 제2 금속 원소의 농도는, 두께 방향에 있어서 기판에 접근함에 따라 감소해도 된다. 확산층에 있어서의 제1 원소의 농도는, 두께 방향에 있어서 제1 금속막에 접근함에 따라 감소해도 된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C23C 28/00 (2013.01)
C25D 3/04 (2013.01)
C25D 3/12 (2020.08)
C25D 3/38 (2013.01)
C25D 3/48 (2013.01)
C25D 3/54 (2013.01)
C25D 5/50 (2013.01)
H05K 1/0306 (2013.01)
H05K 3/383 (2013.01)
(72) 발명자
사사오 도시오
일본 1628001 도쿄도 신쥬쿠쿠 이치가야 가가쵸 1 쵸메 1반 1고 다이니폰 인사츠 가부시키가이샤 내
마와타리 히로시
일본 1628001 도쿄도 신쥬쿠쿠 이치가야 가가쵸 1 쵸메 1반 1고 다이니폰 인사츠 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 원소를 포함하는 기판,

상기 기판에 접하고, 제1 금속 원소를 포함하는 확산층,

상기 확산층과 접하고, 제2 금속 원소를 포함하는 제1 금속막, 및,

상기 제1 금속막 상에 위치하고, 상기 제1 금속막과 접하는 제2 금속막을 갖고,

상기 확산층에서는, 상기 제1 원소, 상기 제1 금속 원소, 및 상기 제2 금속 원소가 공존하는, 배선 기판.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 확산층에 있어서의 상기 제2 금속 원소의 농도는, 두께 방향에 있어서 상기 기판에 접근함에 따라 감소하고,

상기 확산층에 있어서의 상기 제1 원소의 농도는, 상기 두께 방향에 있어서 상기 제1 금속막에 접근함에 따라 감소하는, 배선 기판.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 확산층에 있어서, 상기 확산층의 두께에 대한 상기 제2 금속 원소의 상기 농도의 플롯이 상기 두께에 대한 상기 제1 원소의 상기 농도의 플롯과 교차하는 영역이 존재하는, 배선 기판.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 원소는 규소이고,

상기 제2 금속 원소는, 구리, 티타늄, 크롬, 니켈 및 금으로부터 선택되는, 배선 기판.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 금속 원소는, 아연, 티타늄, 지르코늄, 알루미늄 및 주석으로부터 선택되는, 배선 기판.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 금속 원소는, 상기 확산층에 있어서 산화물로서 존재하는, 배선 기판.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 원소는, 상기 제1 금속막에 포함되는, 배선 기판.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2 금속 원소는, 상기 기판에 포함되는, 배선 기판.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 기판은, 유리 기판, 석영 기판, 반도체 기판 및 세라믹 기판으로부터 선택되는, 배선 기판.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 기판은 관통 구멍을 갖고,

상기 확산층, 상기 제1 금속막, 및 상기 제2 금속막은, 상기 기판의 상면과 하면, 및 상기 관통 구멍의 측벽을 연속적으로 덮는, 배선 기판.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 확산층은, 두께가 1nm 이상 10nm 이하인, 배선 기판.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는, 기판 상에 배선이 형성된 배선 기판, 배선 기판의 제조 방법, 및 배선 기판을 포함하는 반도체 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전자 기기에는 통상, 기판과 그 위에 마련되는 배선을 포함하는 기본 구조(이하, 배선 기판이라 기재함)가 사용된다. 이와 같은 배선 기판은, 그 자체가 반도체 장치로서 기능할 뿐 아니라, 다양한 전자 부품을 전기적으로 접속하기 위한 기판으로서, 혹은 반도체 장치를 전자 기기에 실장하기 위한 기판(인터포저)으로서도 널리 응용되고 있다. 기판 상에 배선을 마련하기 위한 다양한 방법이 개발되어 있으며, 예를 들어 특허문헌 1, 2에 개시된 방법에서는, 절연성 기판과 배선 사이에, 금속 산화물을 포함하는 막을 마련하고, 이것에 의하여 기판과 배선 사이의 밀착성의 향상을 도모하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공표 제 2016/533430호 명세서

(특허문헌 0002) 일본 특허 공표 제 2016/533429호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시의 과제의 하나는, 배선 기판과 그의 제조 방법을 제공하는 것이다. 예를 들어 본 개시의 과제의 하나는, 기판과 배선 사이의 밀착성이 높은 배선 기판과 그의 제조 방법을 제공하는 것이다. 혹은 본 개시의 과제의 하나는, 이 배선 기판을 갖는 반도체 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 실시 형태의 하나는 배선 기판이다. 이 배선 기판은, 제1 원소를 포함하는 기판, 기판에 접하고 제1 금속 원소를 포함하는 확산층, 및 확산층에 접하고 제2 금속 원소를 포함하는 제1 금속막을 갖는다. 확산층은,

적어도 제1 원소와 제1 금속 원소를 포함하는 영역과, 제1 금속 원소와 제2 금속 원소를 포함하는 영역을 갖는다.

[0006] 본 개시의 실시 형태의 하나는 배선 기판의 제조 방법이다. 이 제조 방법은, 제1 금속 원소의 산화물을 포함하는 제1 중간층을, 제1 원소를 포함하는 기판 상에 형성하는 것, 제1 원소를 제1 중간층에 확산시킴으로써 제1 중간층을 제2 중간층으로 변환하는 것, 제2 금속 원소를 포함하는 제1 금속막을 제2 중간층 상에 형성하는 것, 및 제2 금속 원소를 제2 중간층에 확산시킴으로써 제2 중간층을 확산층으로 변환하는 것을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 모식적 단면도, 및 배선 기판의 두께 방향의 농도 프로필의 모식도.

도 2는 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의, 두께 방향에 있어서의 원소 농도 프로필의 모식도.

도 3은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의, 두께 방향에 있어서의 원소 농도 프로필의 모식도.

도 4는 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의, 두께 방향에 있어서의 원소 농도 프로필의 모식도.

도 5는 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의, 두께 방향에 있어서의 원소 농도 프로필의 모식도.

도 6은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 모식적 단면도.

도 7은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 제조 방법을 도시하는 모식적 단면도.

도 8은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 제조 방법을 도시하는 모식적 단면도.

도 9는 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 제조 방법을 도시하는 모식적 단면도.

도 10은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 제조 방법을 도시하는 모식적 단면도.

도 11은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판을 포함하는 반도체 장치의 모식적 단면도.

도 12는 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판을 포함하는 반도체 장치의 모식적 단면도.

도 13은 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판을 포함하는 반도체 장치의 모식적 단면도.

도 14는 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판의 에너지 분산형 X선 분석 결과.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 본 개시의 각 실시 형태에 대하여 도면 등을 참조하면서 설명한다. 단, 본 개시는, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에 있어서 다양한 양태로 실시할 수 있으며, 이하에 예시하는 실시 형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0009] 도면은, 설명을 보다 명확히 하기 위하여 실제의 양태에 비해 각 부의 폭, 두께, 형상 등에 대하여 모식적으로 나타내는 경우가 있지만, 어디까지나 일례이며 본 개시의 해석을 한정하는 것이 아니다. 본 명세서와 각 도면에 있어서, 기출된 도면에 관하여 설명한 것과 마찬가지의 기능을 구비한 요소에는 동일한 부호를 붙여서, 중복되는 설명을 생략하는 일이 있다.

[0010] 본 명세서 및 특허 청구의 범위에 있어서, 어떤 구조체 위 혹은 아래에 다른 구조체를 배치하는 양태를 표현하는 데에 있어서, 간단히 「상에」 혹은 「아래」라고 표기하는 경우, 특별히 단서가 없는 한은, 어떤 구조체에 접하도록 바로 위 혹은 바로 아래에 다른 구조체를 배치하는 경우와, 어떤 구조체의 상방 혹은 바로 아래에 또 다른 구조체를 개재하여 다른 구조체를 배치하는 경우의 양쪽을 포함하는 것으로 한다.

[0011] 본 명세서 및 청구항에 있어서, 「어떤 구조체가 다른 구조체로부터 노출된다」는 표현은, 어떤 구조체의 일부가 다른 구조체에 의하여 덮여 있지 않은 양태를 의미하며, 이 다른 구조체에 의하여 덮여 있지 않은 부분은 또 다른 구조체에 의하여 덮이는 양태도 포함한다.

[0012] (제1 실시 형태)

[0013] 본 실시 형태에서는, 본 개시의 실시 형태의 하나에 따른 배선 기판(100)에 대하여 설명한다.

[0014] 1. 기본 구조

[0015] 배선 기판(100)의 단면 모식도를 도 1의 (A)에 도시한다. 배선 기판(100)은, 기판(102), 기판(102) 상에 위치하고 기판(102)과 접하는 확산층(106), 확산층(106) 상에 위치하고 확산층(106)과 접하는 제1 금속막(104)을 포함한다. 배선 기판(100)은 또한, 제1 금속막(104) 상에 위치하고 제1 금속막(104)과 접하는 제2 금속막(108)을 임의의 구성으로서 구비해도 된다.

[0016] 기판(102)은 제1 원소를 포함한다. 여기서 제1 원소는, 산소 이외의 원소로부터 선택되어 기판(102)의 주성분에 포함되는 원소이다. 본 명세서와 청구항에서는, 어떤 구성의 주성분이란, 그 구성의 90중량% 이상을 차지하는 성분이다. 기판(102)으로서는, 유리 기판, 석영 기판, 규소나 게르마늄, 비소화갈륨, 질화갈륨 등의 반도체를 포함하는 반도체 기판, 알루미나나 지르코니아 등의 세라믹을 포함하는 세라믹 기판, 사파이어 기판 등의 단결정 금속 산화물을 포함하는 기판 등이 예시된다. 유리를 주성분으로 하는 기판의 경우, 수지가 복합되어 있어도 된다. 상술한 기판을 사용하는 경우, 제1 원소는 규소, 게르마늄, 알루미늄, 지르코늄, 비소, 질소 등으로부터 선택된다.

[0017] 상술한 기판 중에서도 유리 기판은, 저렴하게 입수할 수 있고 우수한 절연성을 나타내는 점에서, 배선 기판(100)을 반도체 장치의 인터포저로서 이용하는 경우에 바람직하다. 유리 기판에 포함되는 유리로서는 소다 석회 유리나 불화물 유리, 인산 유리, 붕산 유리 등을 들 수 있다.

[0018] 기판(102)의 표면 조도에 제약은 없으며, 예를 들어 0.1㎚ 이상, 1㎚ 이상, 5㎚ 이상이어도 된다. 기판(102)의 표면 조도는 200㎚ 이하, 100㎚ 이하, 혹은 50㎚ 이하여도 된다. 기판(102)의 표면 조도는 0.1㎚ 이상 200㎚ 이하, 1㎚ 이상 100㎚ 이하, 5㎚ 이상 50㎚ 이하여도 된다. 표면 조도는, 예를 들어 광 간섭 현미경을 사용하여 측정하면 된다. 기판(102) 상에 비교적 두께가 작은 배선을 마련하면 그 표면에 기판(102)의 표면 조도가 반영되는데, 기판(102)의 표면 조도를 상술한 범위로 조정함으로써 배선의 표면 조도의 증대도 억제된다. 이 때문에, 배선 기판(100)을 고주파 회로 기판에 적용한 경우, 전송 손실을 저감할 수 있다. 또한 배선을 포토리소그래피에 의하여 가공하는 경우, 노광기로부터의 광의 산란을 억제할 수 있어서, 배선의 미세 가공이 방해받는 것을 방지할 수 있다.

[0019] 여기서 표면 조도는, 이하의 식에서 나타내는 파라미터인 산술 평균 조도 Ra에 의하여 평가할 수 있다. 이 식에 있어서, L은, 평가 대상인 기판(102) 상의 측정 길이이고, f(x)는, 측정 길이 방향을 x로 하였을 때의 높이이다. Ra는, 측정 길이에 있어서의 높이의 절대값을 측정 길이로 평균한 것이다.

[0020] (식 1)

[0021] $$\mathrm{Ra} = \frac{1}{L}\int_0^L |f(x)|dx$$

[0022] 산술 평균 조도 Ra의 측정 방법의 일례는 이하와 같다. 먼저, 기판(102) 상의 임의의 측정 영역을 복수 선택한다. 측정 영역은, 예를 들어 0.30㎜×0.22㎜의 크기의 사각형으로 하면 된다. 예를 들어 기판(102) 상의 4코너와 중앙의 5개소를 측정 영역으로서 선택하면 된다. 다음으로, 복수의 영역의 각각에 있어서 임의의 2점을 설정한다. 이 2점 사이의 거리는 0.1㎜로 하며, 이것이 측정 길이 L에 상당한다. 이 2점 사이의 산술 평균 조도 Ra를 측정하고, 복수의 측정 영역에서 얻어지는 산술 평균 조도 Ra의 평균을 기판(102)의 표면 조도로서 채용한다. 예를 들어 기판(102) 상의 4코너와 중앙의 5개소를 측정 영역으로서 선택한 경우, 5개의 측정 결과의 평균이 기판(102)의 표면 조도로 된다. 또한 각각의 측정 영역에서 복수의 측정을 행하고, 그 평균을 하나의 측정 영역에 있어서의 산술 평균 조도 Ra로서 채용해도 된다. 산술 평균 조도 Ra는, 예를 들어 백색 간섭계를 사용한 3D 광학 프로파일러(예를 들어 Zygo사 제조의 3D 광학 프로파일러 Zygo New View5000 등)를 사용하여 측정할 수 있다.

[0023] 제1 금속막(104)은 0가의 금속 원소(제2 금속 원소)를 포함하며, 배선 기판(100)의 배선으로서, 혹은 제2 금속막(108) 혹은 배선 기판(100) 상에 마련되는 다양한 배선(도시 생략)을 전해 도금법으로 형성하기 위한 시드층으로서 기능할 수 있다. 제2 금속 원소로서는 구리, 티타늄, 크롬, 니켈, 금 등을 들 수 있다. 제1 금속막(104)의 두께에 제약은 없으며, 예를 들어 0.5㎛ 이상, 1㎛ 이상, 혹은 5㎛ 이상이고, 50㎛ 이하, 30㎛ 이하, 혹은 20㎛ 이하로 할 수 있다. 제1 금속막(104)의 두께는 0.5㎛ 이상 50㎛ 이하, 1㎛ 이상 30㎛ 이하, 혹은 5㎛ 이상 20㎛ 이하여도 된다. 제1 금속막(104)의 두께를 이 범위로 설정함으로써 배선으로서 충분한 도전성을 확보하는 것이 가능하다. 또한, 예를 들어 제1 금속막(104)을 도금법으로 형성하는 경우라도 단시간에 형성할 수 있고, 포토리소그래피로 제1 금속막(104)을 형성한 경우라도 미세 가공을 용이하게 행할 수 있다.

[0024] 확산층(106)은, 제1 금속막(104)을 기판(102)에 강고히 접착하는 기능을 가지며, 따라서 밀착층이라고도 칭해진다. 확산층(106)은, 제1 금속막(104)과 기판(102) 사이에 마련되는 중간층의 상호 확산에 의하여 생성되는 것이다. 중간층은 제1 금속 원소를 포함한다. 예를 들어 중간층은 제1 금속의 산화물 혹은 질화물을 포함하며, 제1 금속으로서는 아연, 티타늄, 지르코늄, 알루미늄, 주석 등을 들 수 있다. 중간층의 제1 금속을 포함하는 영역을 확산층(106)으로 한다. 확산층(106)의 두께는 1㎚ 이상이면 된다. 이것에 의하여, 확산층(106)이 기판(102)의 표면 조도에 추종할 수 있어서 제1 금속막(104)과 기판(102)의 높은 밀착성을 확보할 수 있을 뿐 아니라, 제1 금속막(104)과 동시에 미세 가공을 실시할 수 있다. 확산층(106)의 두께는 1㎛ 이하, 100㎚ 이하, 20㎚ 이하, 혹은 10㎚ 이하여도 된다. 확산층(106)의 두께는 1㎚ 이상 1㎛ 이하, 1㎚ 이상 100㎚ 이하, 1㎚ 이상 20㎚ 이하, 혹은 1㎚ 이상 10㎚ 이하여도 된다. 이것에 의하여, 확산층(106)을 단시간에 형성할 수 있음과 함께, 에칭 등의 가공 시에 에칭 잔사가 기판(102) 상에 잔존하는 일 없이, 근접하는 배선 사이를 확실히 절연할 수 있다. 예를 들어 기판(102)의 산술 평균 조도 Ra가 5㎚인 경우, 확산층(106)의 두께를 10㎚ 이상 20㎚ 이하의 범위로 설정하면 된다.

[0025] 2. 확산층의 조성

[0026] 확산층(106)에는 또한, 제1 금속 원소에 더해, 기판(102)에 포함되는 제1 원소, 및 제1 금속막(104)에 포함되는 제2 금속 원소가 포함된다. 보다 구체적으로는, 확산층(106)은, 제1 원소, 제1 금속 원소 및 제2 금속 원소가 공존하는 영역, 제1 금속 원소와 제1 원소가 공존하는 영역, 그리고 제1 금속 원소와 제2 금속 원소가 공존하는 영역 중 적어도 하나를 포함한다. 예를 들어 확산층(106)은, 제1 금속 원소와 제1 원소를 포함하는 영역과, 제1 금속 원소와 제2 금속 원소를 포함하는 영역을 가져도 된다.

[0027] 따라서 확산층(106)의 두께는 중간층의 두께와 반드시 일치하지는 않으며, 상기 3개의 영역 중 적어도 하나가 존재하는 부분의 두께로서 정의할 수 있다. 이 경우의 두께의 측정은 에너지 분산형 X선(EDX) 분석에 의하여 행할 수 있다. 구체적으로는, 기판(102) 상에 적어도 확산층(106)과 제1 금속막(104)이 배치된 시료를 집속 이온 빔(FIB: Focused Ion Beam)을 사용하여 가공하여 단면을 노출시키고, 각 층간의 계면을 주사하도록 기판(102)측으로부터 전자선을 조사하고, Si 드리프트 검출기 등을 사용하여 특성 X선을 검출한다. 특성 X선의 강도에 기초하여 각 원소의 원자 조성 분율(atomic%)을 얻는다. 이것에 의하여 깊이 방향의 원소 분포가 얻어져서 상기 영역이 특정된다. 이들 영역 중 적어도 하나가 존재하는 부분의 두께를 산출함으로써 확산층(106)의 두께로 할 수 있다.

[0028] 도 1의 (B)에, 제1 원소, 제1 금속 원소, 제2 금속 원소의, 배선 기판(100)의 두께 방향에 있어서의 농도 프로필을 모식적으로 나타낸다. 이하, 도 1의 (B) 내지 도 5의 (B)에서는, 종축은, 규격화된 원소 농도(즉, 단위 체적당 제1 원소, 제1 금속 원소, 제2 금속 원소의 원자의 수)이고, 횡축은 배선 기판(100)의 깊이이다. 깊이란, 제1 금속막(104)의 상면의 법선을 따른, 기판(102)을 향하는 방향에 있어서의 제1 금속막(104)의 상면으로부터의 거리이다.

[0029] 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이, 제1 원소의 농도(102a)는, 두께 방향에 있어서 기판(102)과 확산층(106)의 계면(103)으로부터 제1 금속막(104)에 접근함에 따라 저하된다. 마찬가지로 제2 금속 원소의 농도(104a)는, 두께 방향에 있어서 확산층(106)과 제1 금속막(104)의 계면(105)으로부터 기판(102)에 접근함에 따라 감소한다. 이들 농도 변화는 연속적이어도 된다. 여기서 계면(103)이란, 제1 금속 원소가 존재하지 않거나 혹은 실질적으로 검출할 수 없는 영역과, 제1 금속 원소가 존재하거나 혹은 검출 가능한 영역 사이에 위치하고, 또한 제1 금속막(104)보다도 기판(102)에 가까운 면이다. 계면(105)이란, 제1 금속 원소가 존재하지 않거나 혹은 실질적으로 검출할 수 없는 영역과, 제1 금속 원소가 존재하거나 혹은 검출 가능한 영역 사이에 위치하고, 또한 기판(102)보다도 제1 금속막(104)에 가까운 면이다(도 1의 (B) 참조). 이들 계면(103, 105) 사이의 층이 확산층(106)이며, 확산층(106)에서는, 제1 금속 원소의 농도(106a)의 깊이에 대한 플롯은, 적어도 하나의 피크를 부여한다(도 1의 (B)).

[0030] 따라서 확산층(106)에서는, 배선 기판(100)의 깊이에 대한 제2 금속 원소의 농도(104a)의 플롯(도 1의 (B) 중의 1점 쇄선)은, 깊이에 대한 제1 원소의 농도(102a)의 플롯(도 1의 (B) 중의 파선)과 교차한다. 또한 제1 원소의 농도(102a), 제1 금속 원소의 농도(106a) 및 제2 금속 원소의 농도(104a)는, 예를 들어 EDX 분석 등에 의하여 측정할 수 있다.

[0031] 도 1의 (B)에 나타낸 예에서는, 제2 금속 원소의 농도(104a)는, 확산층(106) 내에서 기판(102)에 접근함에 따라 감소하여, 계면(103)에 있어서 실질적으로 검출할 수 없게 된다. 마찬가지로 제1 원소의 농도(102a)는, 확산층(106) 내에서 제1 금속막(104)에 접근함에 따라 감소하여, 계면(105)에 있어서 실질적으로 검출할 수 없게

된다. 달리 말하면, 확산층(106)의 전체에 걸쳐 제1 원소, 제1 금속 원소 및 제2 금속 원소가 공존한다.

[0032] 확산층(106)에 있어서의 제1 원소와 제2 금속 원소의 농도 프로필은, 도 1의 (B)에 나타낸 것에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 2의 (A)에 나타낸 바와 같이, 확산층(106)은, 제1 원소가 존재하지 않거나 혹은 실질적으로 검출할 수 없는 영역(106b)을 계면(105)측에 가져도 된다. 혹은 도 2의 (B)에 나타낸 바와 같이, 확산층(106)은, 제2 금속 원소가 존재하지 않거나 혹은 실질적으로 검출할 수 없는 영역(106c)을 계면(103)측에 가져도 된다.

[0033] 혹은 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 제2 금속 원소는 확산층(106)뿐 아니라 기판(102)에 포함되어도 된다. 이 경우, 기판(102) 내의 제2 금속 원소의 농도(104a)는, 계면(103)으로부터 멀어짐에 따라 감소한다. 반대로 제1 원소가 확산층(106)뿐 아니라 제1 금속막(104)에 포함되어도 된다(도 3의 (B)). 이 경우, 제1 금속막(104) 내의 제1 원소의 농도(102a)는, 계면(105)으로부터 멀어짐에 따라 감소한다.

[0034] 확산층(106)은, 상술한 농도 프로필이 조합되도록 구성해도 된다. 예를 들어 도 4의 (A)에 나타낸 바와 같이, 확산층(106)은 영역(106b)과 영역(106c)의 양자를 각각 계면(105, 103)측에 가져도 된다. 이 경우, 확산층(106)에 있어서 제1 원소, 제1 금속 원소 및 제2 금속 원소가 공존하는 영역이 영역(106b, 106c) 사이에 놓인다.

[0035] 혹은 도 4의 (B)에 나타낸 바와 같이, 확산층(106)이 영역(106c)을 가짐과 함께, 제1 원소가 확산층(106)뿐 아니라 제1 금속막(104)에 포함되어도 된다. 반대로, 도 5의 (A)에 나타낸 바와 같이, 확산층(106)이 영역(106b)을 가짐과 함께, 제2 금속 원소가 확산층(106)뿐 아니라 기판(102)에 포함되어도 된다. 혹은 도 5의 (B)에 나타낸 바와 같이, 제1 원소가 확산층(106)뿐 아니라 제1 금속막(104)에 포함되고, 또한 제2 금속 원소가 확산층(106)뿐 아니라 기판(102)에 포함되어도 된다.

[0036] 어느 농도 프로필을 갖는 경우에도, 확산층(106)에서는, 배선 기판(100)의 깊이에 대한 제2 금속 원소의 농도(104a)의 플롯은, 깊이에 대한 제1 원소의 농도(102a)의 플롯과 교차한다. 따라서 확산층(106)의 어느 영역에서도, 제1 금속 원소에 더해, 제1 원소와 제2 금속 원소 중 적어도 한쪽이 포함되며, 제1 금속 원소는 포함되지만 제1 원소와 제2 금속 원소의 양자가 모두 포함되지 않는 영역은 존재하지 않는다.

[0037] 3. 변형예

[0038] 도 6의 (A)에 도시한 바와 같이, 배선 기판(100)의 기판(102)은 관통 구멍(110)을 갖고 있어도 된다. 이 경우, 확산층(106)과 제1 금속막(104)은, 기판(102)의 상면과 하면, 및 관통 구멍(110)의 측벽을 덮도록 마련된다. 임의의 구성으로서 마련되는 제2 금속막(108)도, 기판(102)의 상면과 하면, 및 관통 구멍(110)의 측벽을 덮도록 배치해도 된다. 관통 구멍(110)의 전체를 제1 금속막(104) 혹은 제2 금속막(108)으로 막지 않는 경우, 관통 구멍(110)을 메우도록 충전재(112)를 형성해도 된다. 충전재(112)로서는, 에폭시 수지나 아크릴 수지, 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리에스테르 등의 유기 화합물을 들 수 있다. 유기 화합물에는 산화규소등의 무기 재료가 혼합되어 있어도 된다. 혹은 도 6의 (B)에 도시한 바와 같이, 관통 구멍(110)을 막도록 제2 금속막(108) 혹은 제1 금속막(104)을 마련해도 된다. 후술하는 바와 같이, 제1 금속막(104), 혹은 제1 금속막(104)과 제2 금속막(108)의 적층은, 기판(102)에 탑재되는 다양한 소자나 반도체 장치를 전기적으로 접속하기 위한 관통 배선으로서 기능할 수 있다.

[0039] 상술한 구성을 갖는 배선 기판(100)에서는, 실시예에 있어서 실험적으로 증명되듯이 확산층(106)의 존재에 기인하여 기판(102)과 제1 금속막(104) 사이에 큰 접착력이 얻어진다. 또한 확산층(106)에는, 제1 원소의 산화물이 단독으로 존재하는 영역이 실질적으로 존재하지 않기 때문에, 확산층(106)은, 실질적으로 제1 원소의 산화물만을 포함하는 영역을 갖는 막과 비교하여 높은 에칭 내성을 갖는다. 이 때문에 확산층(106)은 제1 금속막(104)과 동일한 정도의 에칭 속도를 나타내며, 제1 금속막(104)의 에칭 시, 제1 금속막(104) 아래에 위치하는 확산층(106)의 에칭(사이드 에칭)이 생기기 어렵다. 특히 확산층(106)이, 제1 원소, 제1 금속 원소 및 제2 금속 원소가 공존하는 영역을 갖는 경우, 중간층이 단독으로 존재하는 일이 없기 때문에 이와 같은 사이드 에칭이 방지되어서 높은 접착력을 발현할 수 있다. 그 결과, 제1 금속막(104)이 기판(102)으로부터 박리되는 현상을 효과적으로 억제할 수 있어서, 신뢰성이 높은 배선 기판, 및 그것을 포함하는 반도체 장치를 제공할 수 있다.

[0040] (제2 실시 형태)

[0041] 본 실시 형태에서는, 제1 실시 형태에서 설명한 배선 기판(100)의 제조 방법에 대하여 설명한다. 제1 실시 형태에서 설명한 구성과 마찬가지 혹은 유사한 구성에 대해서는 설명을 생략하는 일이 있다.

[0042] 먼저, 확산층(106)의 전구체로 되는 제1 중간층(120)을 기판(102-1) 상에 형성한다(도 7, S1). 제1 중간층(120)은 제1 원소의 산화물을 포함하며, 스퍼터링법, 전자선 증착이나 진공 증착 등의 물리적 기상 성장(PVP)법, 혹은 졸-겔법 등에 의하여 형성된다. 졸-겔법을 사용하는 경우에는, 테트라에틸아연이나 테트라에톡시티타늄, 테트라에톡시지르코늄 등의 금속 알콕시드를 원료로서 사용하며, 이를 포함하는 용액, 혹은 혼합액을 스핀 코트법이나 딥 코팅법, 인쇄법 등에 의하여 기판(102-1) 상에 도포하고, 그 후, 테트라에틸아연 또는 금속 알콕시드를 가수분해함으로써 제1 중간층(120)이 형성된다. 제1 중간층(120)의 두께는 5㎚ 이상이면 되며, 20㎚, 혹은 15㎚ 이하로 하면 된다. 제1 중간층(120)의 두께는 5㎚ 이상 20㎚ 이하, 혹은 5㎚ 이상 15㎚ 이하여도 된다.

[0043] 중간층의 두께는 박막 검량선법으로 측정할 수 있다. 구체적으로는 먼저, 기지의 두께를 갖고, 중간층(120)에 포함되는 금속을 포함하는 금속 박막을 표준 샘플로서 사용하여, 이것에 X선을 조사하여 얻어지는 형광 X선 강도를 측정한다. 두께가 다른 샘플을 복수 사용하여, 두께와 형광 X선 강도의 관계를 나타내는 검량선을 작성한다. 다음으로, 기판(102-1) 상에 형성되는 중간층(120)에 대하여 마찬가지의 측정을 행하고, 얻어지는 형광 X선 강도로부터 검량선을 사용하여 두께를 어림한다. 이 측정에 있어서도, 중간층(120)의 복수의 영역에서 측정을 행하고, 각각의 영역에서 얻어지는 두께를 평균함으로써 얻어지는 값을 중간층(120)의 두께로서 채용할 수 있다. 복수의 영역으로서는, 예를 들어 기판(102-1)의 4코너와 중앙의 5개의 영역을 선택할 수 있다.

[0044] 측정 장치의 일례로서는, 반도체 검출기와 비례 계수관의 양자를 검출기로서 탑재하고, 0.1㎜ 직경의 콜리메이터가 탑재된 세이코 인스트루먼츠 제조의 형광 X선 분석 장치 SFT9450을 들 수 있다. 본 장치를 사용하여, 관전류 1500㎂, 측정 시간 30초의 조건 하, 상술한 방법에 따라 중간층(120)의 두께가 측정된다.

[0045] 그 후, 기판(102-1), 및 그 위에 형성된 제1 중간층(120)에 대하여 가열 처리를 행하여, 기판(102-1)에 포함되는 제1 원소를 제1 중간층(120)에 확산시킨다. 가열 처리는, 예를 들어 100℃ 이상, 200℃ 이상, 250℃ 이상, 혹은 350℃ 이상이고, 700℃ 이하, 600℃ 이하, 혹은 550℃ 이하의 온도 범위로부터 설정되는 온도에서 행하면 된다. 이 온도 범위는, 100℃ 이상 700℃ 이하, 200℃ 이상 700℃ 이하, 250℃ 이상 600℃ 이하, 혹은 350℃ 이상 550℃ 이하여도 된다. 가열 온도에도 의존하지만, 가열 시간은, 예를 들어 10분 이상, 15분 이상, 혹은 30분 이상이어도 되고, 5시간 이하, 혹은 2시간 이하여도 된다. 전형적인 가열 시간은 1시간이다. 가열 시간은, 10분 이상 5시간 이하, 15분 이상 5시간 이하, 혹은 30분 이상 2시간 이하여도 된다. 기판(102-1)의 내열 온도(유리 전이 온도 혹은 융점)보다도 높은 온도에서 가열하는 경우에는, 1초에서 30초 정도의 단시간에 가열 처리를 행하는 것이 바람직하다. 이 가열 처리에 의하여 제1 중간층(120)은, 제1 금속 원소와 제1 원소를 포함하는 제2 중간층(122)으로 변환된다(도 7, S2). 제1 금속 원소의 적어도 일부는 산화물로서 존재한다. 기판(102-1)과 제1 중간층(120)은 각각 상호 확산에 의하여 기판(102-2)과 제2 중간층(122)으로 변환된다.

[0046] 계속해서, 금속막(104-1)을 제2 중간층(122) 상에 형성한다. 금속막(104-1)은, 예를 들어 무전해 도금법, 스퍼터링법, 유기 금속 기상 성장(MOCVD)법을 포함하는 화학 기상 성장(CVD)법, 진공 증착이나 전자선 증착 등의 PVD법 등에 의하여 형성하면 된다. 이때의 온도는 실온(20℃ 이상 25℃ 이하) 또는 실온 이상이며, 금속막(104-1)의 형성은 100℃ 이하 또는 50℃ 이하의 온도에서 행할 수 있다(도 7, S3). 금속막(104-1) 형성 시의 온도는 실온 이상 100℃ 이하, 혹은 실온 이상 50℃ 이하여도 된다.

[0047] 이후, 다시 가열 처리를 행하여, 금속막(104-1)에 포함되는 제1 금속을 제2 중간층(122)에 확산시킨다. 가열 처리의 온도나 시간은 상술한 범위로부터 적절히 선택할 수 있다. 이때, 기판(102-2)에 포함되는 제1 원소가 또한 제2 중간층(122)에 확산되어도 된다. 이 가열 처리에 의하여 제2 중간층(122)은, 제1 실시 형태에서 설명한 농도 프로필을 갖는 확산층(106)으로 변환된다(도 7, S4). 여기에서, 제2 중간층(122)과 상호 확산을 행한 후의 금속막(104-1)을 제1 금속막(104)으로 한다. 도시하지 않지만 제1 금속막(104) 상에 제2 금속막(108)을 형성해도 된다. 제2 금속막(108)은 스퍼터링법이나 CVD법, PVD법 등에 의하여 형성할 수 있다. 혹은 제1 금속막(104)을 시드층으로서 사용하여 제1 금속막(104)에 급전함으로써 제2 금속막(108)을 형성해도 된다.

[0048] 관통 구멍(110)을 갖는 배선 기판(100)을 제조하는 경우에는 먼저, 기판(102)에 관통 구멍(110)을 마련한다(도 8, S10). 관통 구멍(110)은, 플라스마 에칭이나 습식 에칭 등의 에칭, 레이저 조사, 혹은 샌드 블래스트나 초음파 드릴 등의 기계적인 가공에 의하여 형성하면 된다. 필요에 따라, 관통 구멍(110)을 형성한 후에 기판(102)을 불산으로 처리하여 기판(102)의 상면이나 하면, 관통 구멍(110)의 측벽의 평탄화를 행해도 된다.

[0049] 관통 구멍(110)을 형성한 후, 제1 중간층(120)을 기판(102)의 상면, 하면, 및 관통 구멍(110)의 측벽을 덮도록 형성한다(도 8, S11). 그 후, 상술한 가열 처리에 의하여 제1 중간층(120)을 제2 중간층(122)으로 변환하고(도 8, S12), 제2 중간층(122) 상에 금속막(104-1)을 형성한다(도 8, S13). 이후, 상술한 가열 처리를 행하여 제2

중간층(122)을 확산층(106)으로 변환한다(도 9, S14).

[0050] 이후, 기판(102)의 상면과 하면의 일부에 제2 금속막(108)을 형성한다. 예를 들어 도 9의 S15에 도시한 바와 같이, 제2 금속막(108)을 마련하지 않는 영역을 덮도록 레지스트 마스크(124)를 제1 금속막(104) 상에 마련한다. 레지스트 마스크(124)는 액체의 레지스트를 도포, 경화함으로써 형성해도 되지만, 기판(102)이 관통 구멍(110)을 갖고 있기 때문에, 필름상의 레지스트를 기판(102)의 상면과 하면에 첩부하고, 그 후 노광과 현상을 행함으로써 레지스트 마스크(124)를 효율적으로 형성할 수 있다.

[0051] 이후, 제1 금속막(104)에 대하여 급전을 행하여 전해 도금을 행한다. 이것에 의하여, 레지스트 마스크(124)로부터 노출된 제1 금속막(104) 상에 제2 금속막(108)이 형성된다(도 9, S16). 이후, 레지스트 마스크(124)를 제거하고(도 10, S17), 에칭에 의하여, 제2 금속막(108)으로부터 노출된 제1 금속막(104)과 확산층(106)을 제거한다(도 10, S18). 에칭은, 황산 등의 산을 포함하는 에천트를 사용하여 행할 수 있다. 이상의 프로세스에 의하여, 관통 구멍(110)을 갖는 배선 기판(100)을 제조할 수 있다. 상세한 설명은 생략하지만 관통 구멍(110)은, 제1 금속막(104)을 형성한 후, 혹은 제2 금속막(108)을 형성한 후에 형성해도 된다.

[0052] 상술한 바와 같이, 본 개시의 확산층(106)은 제1 금속막(104)과 동일한 정도의 에칭 속도를 나타내기 때문에, 제1 금속막(104)의 에칭 프로세스(S18)에 있어서도 확산층(106)의 사이드 에칭이 일어나지 않거나 혹은 매우 느리다. 따라서 확산층(106)을 개재하여 제1 금속막(104)과 기판(102) 사이에 충분한 접촉 면적을 제공할 수 있다. 그 결과, 제1 금속막(104)이나 제2 금속막(108)의 박리를 효과적으로 방지할 수 있다.

[0053] (제3 실시 형태)

[0054] 본 실시 형태에서는, 제1, 제2 실시 형태에서 설명한 배선 기판(100)을 이용한 반도체 장치에 대하여 설명한다. 여기서는, 도 10의 스텝 S18에서 얻어지는 배선 기판(100)을 이용한 반도체 장치를 대표적인 예로서 설명한다.

[0055] 도 11에 도시하는 반도체 장치(130)는, 메인 기판(132)과, 그 위에 적층된 복수의 배선 기판(100)(배선 기판(100-1, 100-2, 100-3))을 갖는다. 배선 기판(100)의 수에 제한은 없으며, 반도체 장치(130)에 요구되는 성능에 따라 결정된다. 메인 기판(132)에는 다양한 반도체 칩(메모리 장치, 중앙 연산 유닛)이나 반도체 소자(미소 전기 기계 시스템(MEMS) 등)가 접속된다. 도 11에는, 중앙 연산 유닛(133)을 메인 기판(132)에 설치한 예를 도시한다. 제1 실시 형태에서 설명한 바와 같이 배선 기판(100)은 관통 배선으로서 기능하며, 기판(102)의 상면과 하면에 마련되는 제2 금속막(108)과 제1 금속막(104)(이하, 이들을 통틀어 접속 배선(134)이라 기재함)을 갖고, 접속 배선(134)은 반도체 장치(130)에 있어서의 상하 방향의 전기적 접속에 기여한다. 최하층의 배선 기판(100-1)의 접속 배선(134)은, 층간 절연층(141, 142) 사이에 배치된 비아 홀 또는 배선을 통하여, 범프(136-1)를 개재하여 메인 기판(132) 상에 마련되는 단자(138)와 전기적으로 접속된다. 배선 기판(100-1)의 상부에 마련되는 접속 배선(134)은, 층간 절연층(139, 140) 사이에 설치된 비아 홀 또는 배선을 통하여, 범프(136-2)를 개재하여 배선 기판(100-2)에 전기적으로 접속된다. 마찬가지로 배선 기판(100-2)과 배선 기판(100-3)도 범프(136-3)를 개재하여 전기적으로 접속된다. 범프(136)에는, 인듐, 구리, 금 등의 금속, 혹은 땜납 등의 합금이 포함된다.

[0056] 도 12에 도시하는 반도체 장치(150)와 같이, 적층되는 배선 기판(100)은 서로 사이즈나 형상이 달라도 되며, 메인 기판(132) 상에 적층되는 배선 기판(100)의 수도 달라도 된다. 도 12에 도시한 예에서는, 일부의 영역에서는 2개의 배선 기판(100-4, 100-5)이 적층되고 일부의 영역에서는 3개의 배선 기판(100-1, 100-2, 100-3)이 적층되어 있다.

[0057] 도 13에 도시하는 반도체 장치(160)는, 복수의 반도체 칩(162-1, 162-2)이 배선 기판(100-1)을 개재하여 메인 기판(132) 상에 적층된 구조를 갖는다. 반도체 칩(162-1, 162-2)에는 각각 단자(164, 166)가 형성되며, 이들이 범프(168)를 개재하여 배선 기판(100-1)의 접속 배선(134)과 전기적으로 접속된다. 반도체 칩(162-1)의 예로서는 구동 칩, 반도체 칩(162-2)의 예로서는 메모리 칩 등을 들 수 있다. 이것에 의하여 반도체 칩(162-1, 162-2)이 서로 전기적으로 접속된다. 또한 와이어 배선(170)에 의하여 반도체 칩(162-2)과 메인 기판(132)을 전기적으로 접속해도 된다. 도 11 내지 도 13에서는, 접속 배선(134)이 직접 범프(136, 168)와 접속되는 것처럼 도시되어 있지만, 범프(136, 168)와 접속 배선(134) 사이에 리드 배선 등의 다른 배선이 마련되어도 된다.

[0058] **실시예**

[0059] 1. 실시예 1

[0060] 본 실시예에서는, 제2 실시 형태에서 설명한 제조 방법에 따라 제작된 배선 기판(100)에 포함되는 원소를 분석

한 결과에 대하여 설명한다.

[0061] 배선 기판(100)의 구조는, 도 1의 (A)에 도시한 바와 같으며, 구체적인 제작 방법은 이하와 같았다. 산화아연을 포함하는 막을 졸-겔법에 의하여 유리 기판(30㎝×40㎝, 두께 0.5㎜, 표면 조도 5㎚) 상에 형성함으로써 제1 중간층(120)(두께 15㎚)을 형성하였다. 그 후, 550℃에서 1시간 가열을 행하여 제1 중간층(120)을 제2 중간층(122)으로 변환하였다. 계속해서, 무전해 도금법을 적용하여 구리의 막(두께 0.5㎛)을 제1 금속막(104)으로서 제2 중간층(122) 상에 형성하였다. 그 후, 다시 450℃에서 1시간 가열을 행하여 제2 중간층(122)을 확산층(106)으로 변환하였다.

[0062] 또한 비교예로서, 표면 조도가 5㎚, 200㎚ 및 1㎛(1000㎚)인 3개의 기판을 사용하여, 제1 중간층(120)을 형성하지 않고 제1 금속막(104)을 기판 상에 직접 형성한 시료도 제작하였다. 이들 시료는 각각 후술하는 표 1의 시료 8 내지 10에 상당하며, 확산층(106)을 갖지 않는 시료이다.

[0063] 원소 분석은, 가열을 행한 후의 배선 기판(100)을 FIB를 사용하여 가공함으로써 단면을 노출시키고, 각 층간의 계면을 주사하도록 기판(102)측으로부터 EDX에 의하여 행하였다. 얻어지는 특성 X선 강도를 원자 조성 분율로 변환하고 깊이 방향의 원소 분포를 평가하였다. 측정 장치로서는, 원소 분석 장치를 탑재한 투과형 전자 현미경(히타치 하이테크놀로지즈 제조, 형번: HD-2700)을 사용하였으며, 가속 전압 200kV이고 빔 직경 약 0.2㎚의 전자선을 배선 기판(100)에 조사하고, 발생한 특성 X선을 Si 드리프트 검출기를 사용하여 검출하였다. 원소 분석 장치로서는 호리바 세이사쿠쇼 제조의 EMAX Evolution을 사용하였다. 에너지 분해능은 약 130eV, X선 취출각은 24.8°, 입체각은 2.2sr이었다. 도입점 수는 100점으로 하고 각 도입 시간은 1초로 하였다.

[0064] EDX 분석 결과를 도 14에 나타낸다. 도 14에서는, 배선 기판(100)의 깊이에 대한 아연, 규소 및 구리의 농도 변화가 나타나 있다. 도 14에 나타낸 바와 같이, 깊이가 0㎚ 내지 35㎚인 영역과 50㎚보다 깊은 영역에서는 아연을 실질적으로 검출할 수 없었다. 따라서 기판(102)과 확산층(106)의 계면(103), 및 확산층(106)과 제1 금속막(104)의 계면(105)은 각각 35㎚, 50㎚의 깊이에 위치하는 것을 알 수 있다. 확산층(106)에 포함되는 아연의 농도의 플롯은 확산층(106)에 있어서 하나의 피크를 나타내는 것이 확인되었다.

[0065] 도 14로부터, 기판(102)에 포함되는 제1 원소인 규소는, 계면(103)으로부터 제1 금속막(104)에 접근함에 따라 그 농도가 감소하는 것을 알 수 있다. 마찬가지로 제1 금속막(104)에 포함되는 구리의 농도도, 계면(105)으로부터 기판(102)에 접근함에 따라 감소하는 것이 이해된다. 이상으로부터, 확산층(106)에는 제1 금속 원소인 아연이 포함되고, 또한 제1 원소인 규소와 제2 금속 원소인 구리가 포함되는 것이 확인되었다. 또한 확산층(106)에 있어서, 깊이에 대한 규소와 구리의 농도 플롯은 서로 교차한다. 이 점에서, 확산층(106)에는 어느 영역에 있어서도, 제1 금속 원소에 더해, 적어도 제1 원소와 제2 금속 원소 중 한쪽이 포함되는 것을 알 수 있었다.

[0066] 2. 실시예 2

[0067] 본 실시예에서는, 기판(102)과 제1 금속막(104) 사이의 접착력에 대한 확산층(106)의 효과를 평가한 결과를 나타낸다.

[0068] 실시예 1에서 제작한 배선 기판(100)의 제1 금속막(104)에 대하여 급전을 행하고, 전해 도금법에 의하여 구리의 막(두께 3㎛)을 제2 금속막(108)으로서 형성하였다. 본 실시예에서는, 제1 중간층(120)의 두께는 15㎚로 하며, 제2 금속막(108)을 형성한 후의 가열 온도를 변화시키고 확산층(106)의 효과를 평가하였다. 또한 시료 8 내지 10, 즉, 확산층(106)을 마련하지 않은 배선 기판도 비교예로서 평가하였다.

[0069] 제1 금속막(104)과 기판(102) 사이의 접착성에 대한 확산층(106)의 효과는 테이프 필 시험 및 에칭 시험에 의하여 평가하였다. 전자는, 폴리이미드를 기재로 하는 접착 테이프(닛토 덴코사 제조, 형번: 내열 절연용 폴리이미드 점착 테이프 No.360UL)를 제2 금속막(108)에 첩부한 후에 점착 테이프를 떼어내고, 점착 테이프를 눈으로 보아 관찰함으로써 행하였다. 후자는, 배선 기판(100)에 대하여 에칭을 행하고, 에칭 중에 제1 금속막(104)이나 제2 금속막(108)의 박리의 유무를 눈으로 보아 확인함으로써 행하였다. 에칭은, 에천트로서 1% 과황산암모늄 수용액을 사용하여 23℃, 1min의 조건에서 행하였다.

[0070] 결과를 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 개시에서 나타낸 구조를 갖는 확산층(106)을 사용하는 경우, 제2 금속막(108) 형성 후의 가열 온도가 250℃ 이상이면(시료 번호 3 내지 7), 테이프 필 시험에 있어서 박리가 관측되지 않으며, 제1 금속막(104) 및 제2 금속막(108)이 기판(102) 상에 잔존하는 것을 알 수 있었다. 또한 가열 온도가 350℃ 이상이면(시료 번호 4 내지 7), 테이프 필 시험과 에칭 시험 중 어느 것에 있어서도 박리는 관측되지 않았다. 한편, 확산층(106)을 사용하지 않는 비교예(시료 번호 8), 즉, 제1 중간층(120)을 기판(102) 상에 형성하지 않은 경우에는, 제2 금속막(108) 형성 후의 가열 온도가 450℃이더라도 테이프 필 시험에

있어서 박리가 관찰되었다. 이들 결과는, 본 개시의 확산층(106)을 마련하지 않은 경우에는 제1 금속막(104)과 기판(102)의 접착성이 작아서 제1 금속막(104)이나 제2 금속막(108)이 용이하게 기판(102)으로부터 박리되는 것에 비해, 본 개시의 확산층(106)을 마련함으로써 기판(102) 상에 강고한 접착력으로 금속 배선을 형성할 수 있는 것을 명확히 나타내고 있다.

[0071] 여기서, 기판의 표면 조도가 증대되면 앵커 효과가 발현되기 때문에 통상, 그 위에 형성되는 금속막과의 밀착성이 향상된다. 그러나 기판(102)의 표면 조도가 200㎚이더라도 테이프 필 시험에 있어서 박리가 관찰되며(시료 9), 확산층(106)을 마련하지 않은 경우에는 표면 조도 1000㎚라는 거친 표면이 필요한 것이 시료 10의 결과로부터 확인되었다. 그러나 1000㎚나 되는 두터운 확산층(106)을 마련하는 경우, 상술한 바와 같이 미세 가공이 곤란해져, 예를 들어 라인-스페이스(L/S)가 10㎛/10㎛인 배선을 형성하는 데에는 현저히 불리해진다. 따라서 본 개시의 확산층(106)을 사용함으로써, 앵커 효과가 기대되지 않는 정도의 표면 조도를 갖는 기판, 즉, 표면의 평탄성이 극히 높은 기판 상에 미세 가공이 실시된 배선을 형성하는 것이 가능해진다. 이는, 예를 들어 배선의 높은 평탄성이 요구되는 고주파 회로 기판 등의 배선 기판의 제조에 기여하는 것이다.

표 1

테이프 필 시험과 에칭 시험에 의한 확산층(106)의 효과의 평가

시료 번호	기판의 표면 조도 (㎚)	확산층(106)의 유무	제1 중간층(120)의 두께 (㎚)	가열 온도[b] (℃)	테이프 필 시험[c]	에칭 시험[c]
1	5	있음	15	80	×	×
2	5	있음	15	150	×	×
3	5	있음	15	250	○	×
4	5	있음	15	350	○	○
5	5	있음	15	450	○	○
6	5	있음	15	550	○	○
7	5	있음	15	600	○	○
8[a]	5	없음	—	450	×	—
9[a]	200	없음	—	450	×	—
10[a]	1000	없음	—	450	○	—

a 확산층(106)을 포함하지 않는 비교예
b 제2 금속막(108) 형성 후의 가열 온도
c ×: 박리가 관찰되었음 ○: 박리가 관찰되지 않았음

[0072]

[0073] 본 개시의 실시 형태로서 상술한 각 실시 형태는, 상호 모순되지 않는 한 적절히 조합하여 실시할 수 있다. 또

한 각 실시 형태에 기초하여 당업자가 적절히 구성 요소의 추가, 삭제, 혹은 설계 변경을 행한 것도, 본 개시의 요지를 구비하고 있는 한 본 개시의 범위에 포함된다.

[0074] 또한 상술한 각 실시 형태에 의하여 초래되는 작용 효과와는 상이한 다른 작용 효과이더라도, 본 명세서의 기재로부터 명백한 것, 또는 당업자에게 있어서 용이하게 예측할 수 있는 것에 대해서는, 당연히 본 개시에 의하여 초래되는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

[0075] 100: 배선 기판

100-1: 배선 기판

100-2: 배선 기판

100-3: 배선 기판

100-4: 배선 기판

100-5: 배선 기판

102: 기판

102-1: 기판

102-2: 기판

102a: 제1 원소의 농도

103: 계면

104: 제1 금속막

104-1: 금속막

104a: 제2 금속 원소의 농도

105: 계면

106: 확산층

106a: 제1 금속 원소의 농도

106b: 영역

106c: 영역

108: 제2 금속막

110: 관통 구멍

112: 충전재

120: 제1 중간층

122: 제2 중간층

124: 레지스트 마스크

130: 반도체 장치

132: 메인 기판

133: 중앙 연산 유닛

134: 접속 배선

136: 범프

136-1: 범프

136-2: 범프

136-3: 범프

138: 단자

140: 층간 절연층

141: 층간 절연층

150: 반도체 장치

160: 반도체 장치

162-1: 반도체 칩

162-2: 반도체 칩

164: 단자

166: 단자

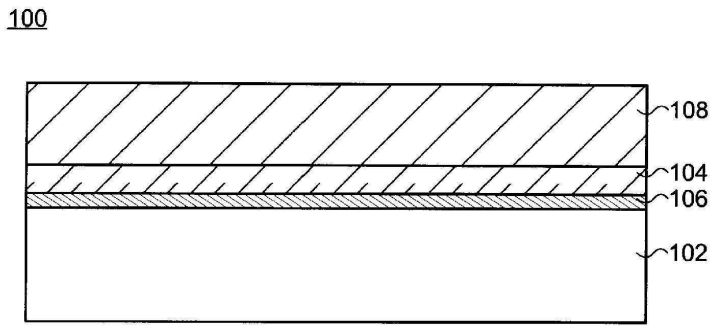
168: 범프

170: 와이어 배선

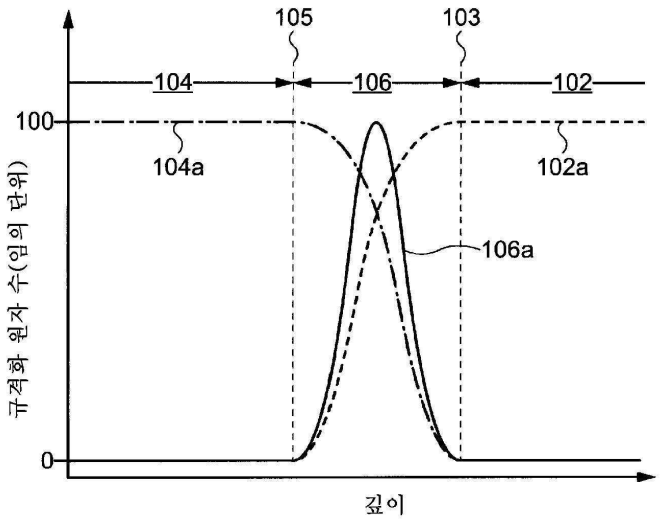
도면

도면1

(A)

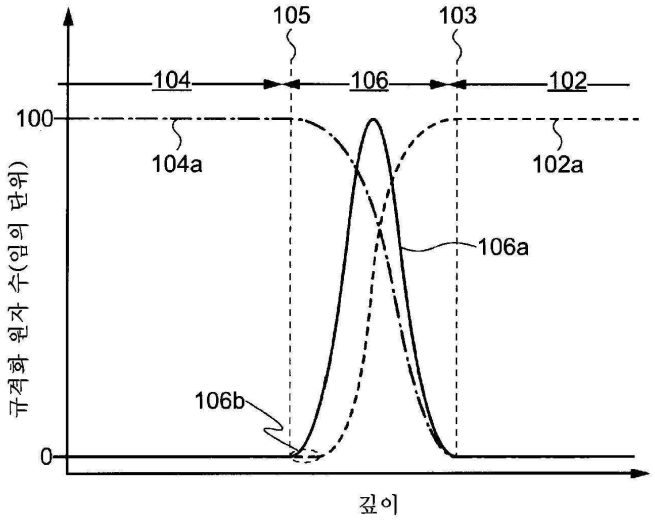

100
108
104
106
102

(B)

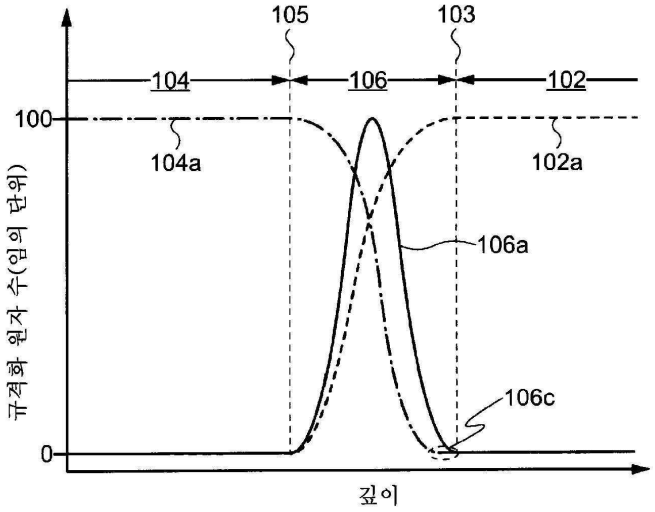

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
규격화 원자 수(임의 단위)
0
깊이

도면2

(A)

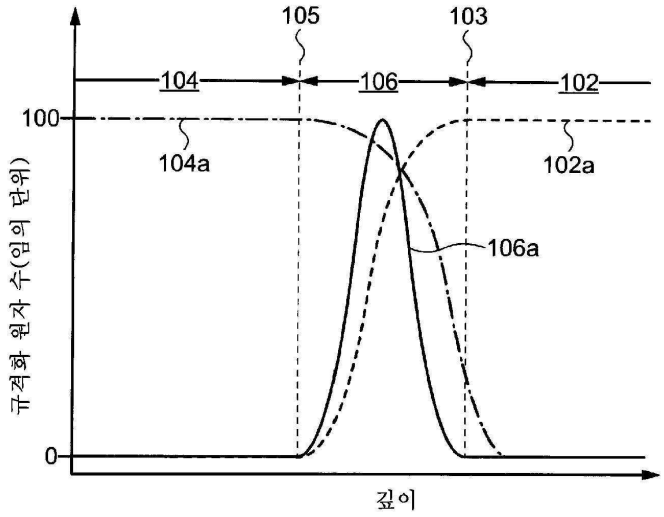

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
106b
0
규격화 원자 수(임의 단위)
깊이

(B)

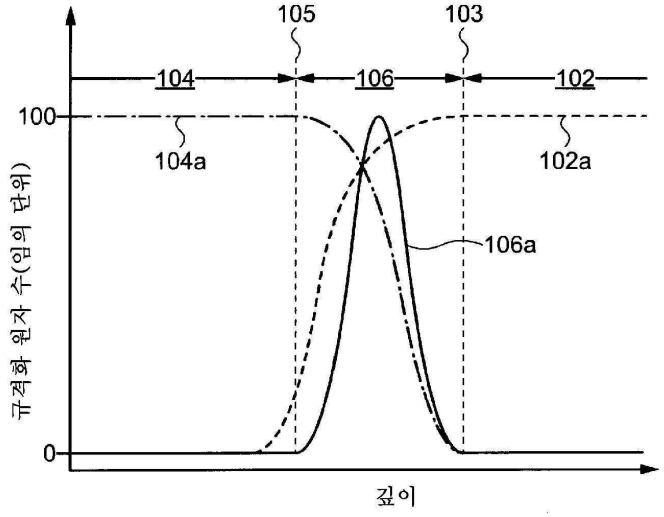

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
106c
0
규격화 원자 수(임의 단위)
깊이

도면3

(A)

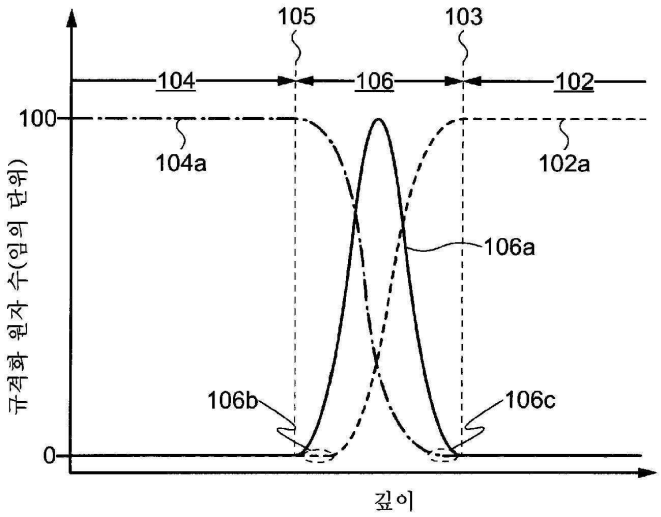

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
규격화 원자 수(임의 단위)
0
깊이

(B)

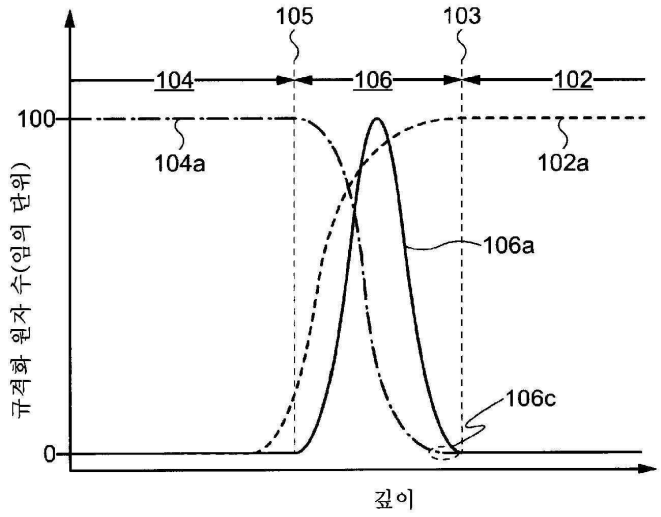

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
규격화 원자 수(임의 단위)
0
깊이

도면4

(A)

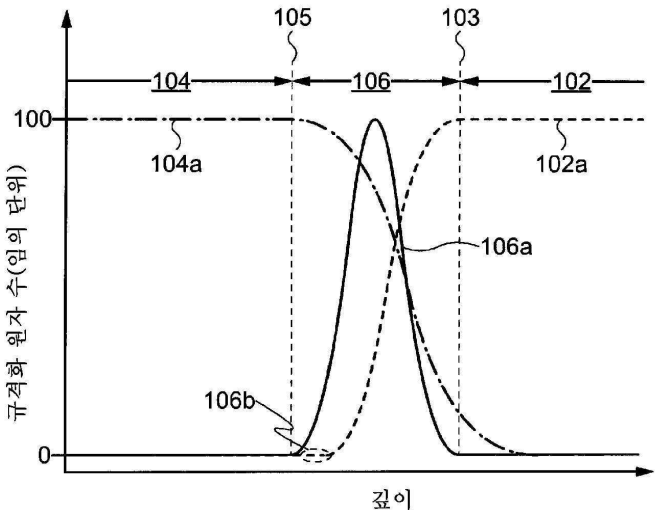

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
106b
106c
0
규격화 원자 수(임의 단위)
깊이

(B)

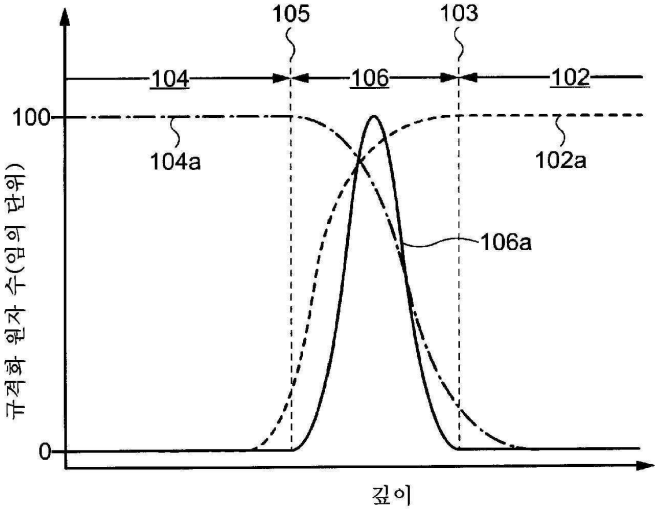

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
106c
0
규격화 원자 수(임의 단위)
깊이

도면5

(A)

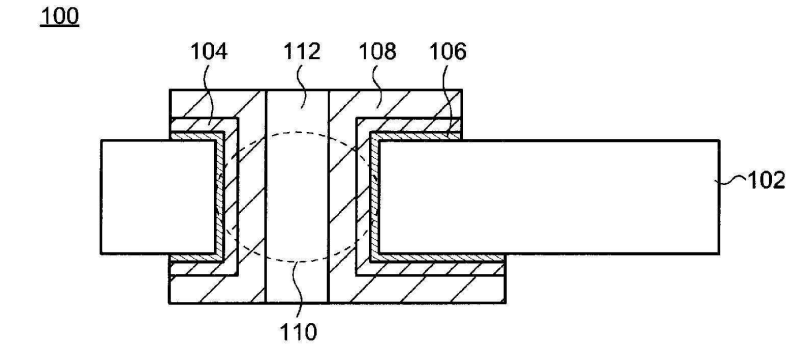

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
106b
0
규격화 원자 수(임의 단위)
깊이

(B)

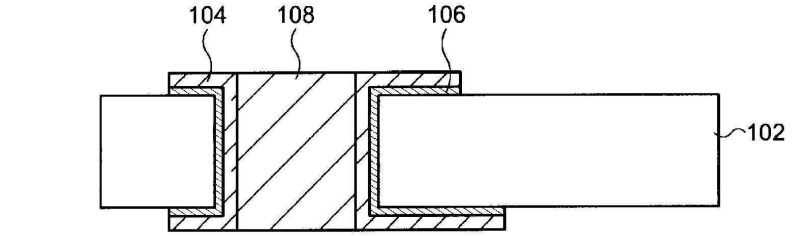

105
103
104
106
102
100
104a
102a
106a
0
규격화 원자 수(임의 단위)
깊이

도면6

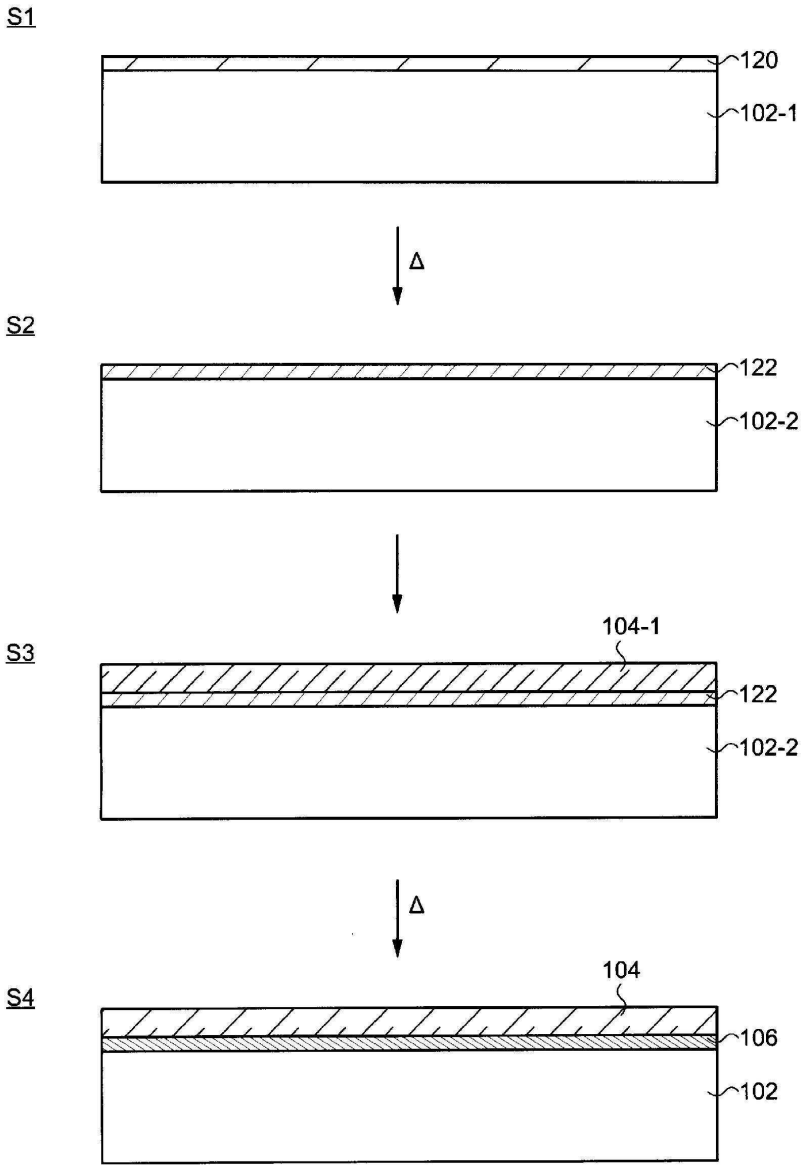
(A)



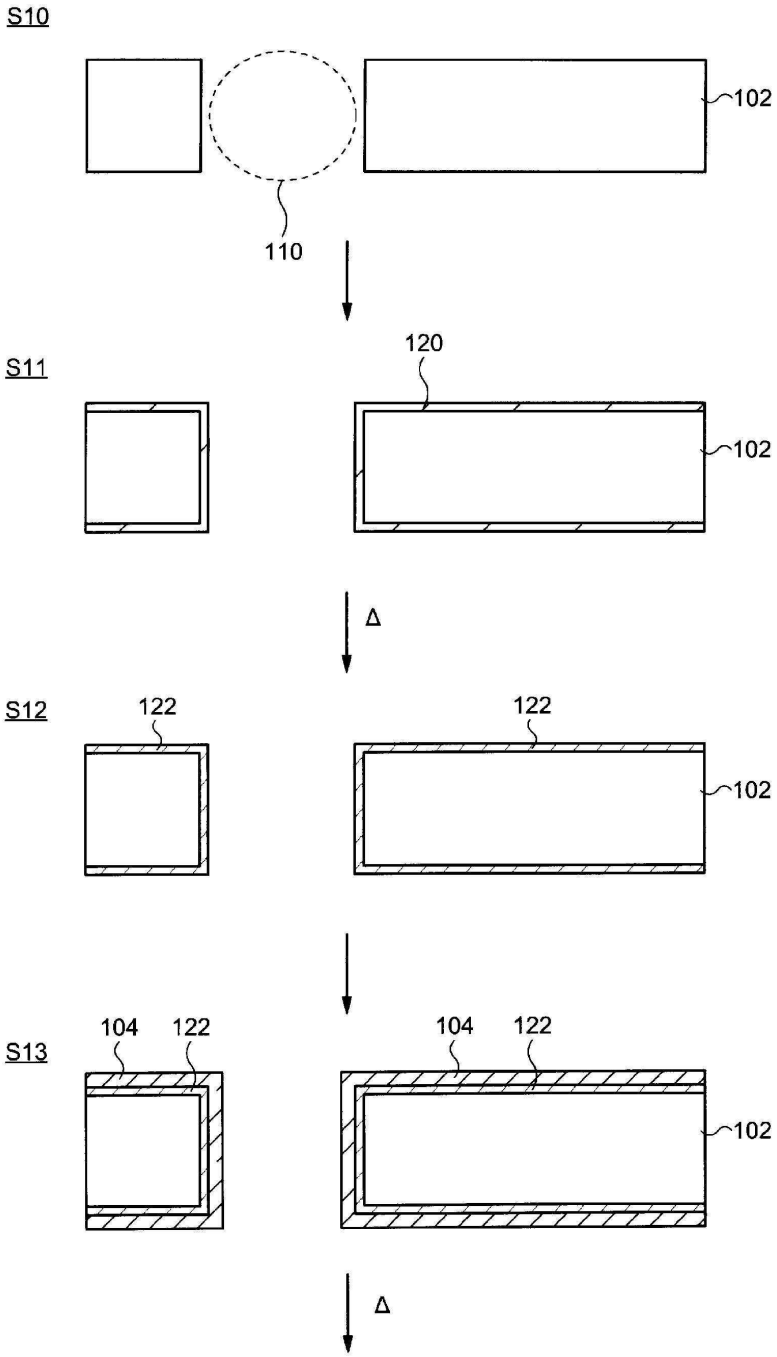
(B)



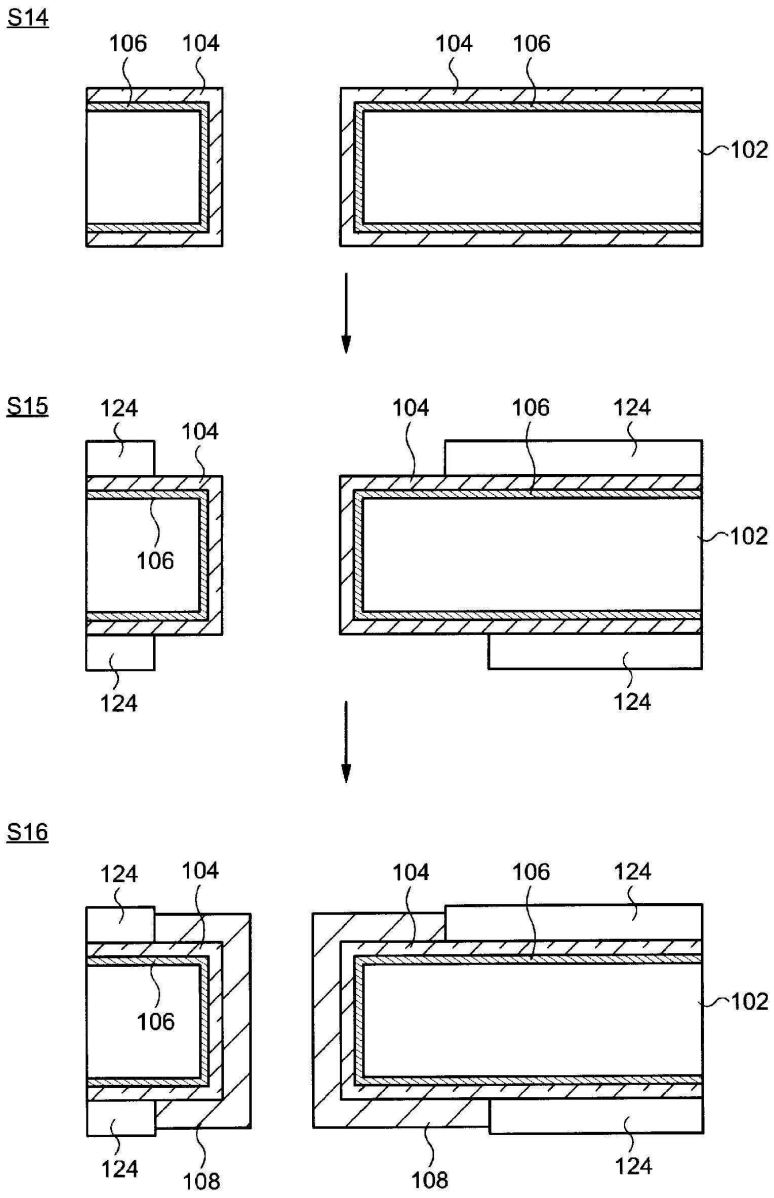
도면7



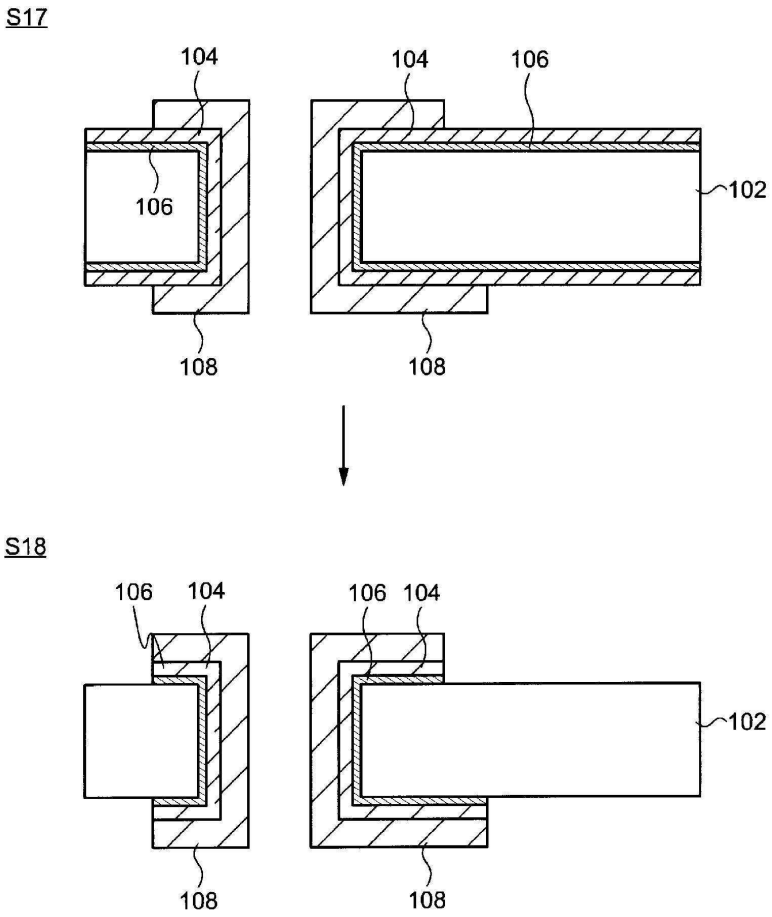
도면8


S10
102
110
S11
120
102
Δ
S12
122
122
102
S13
104
122
104
122
102
Δ

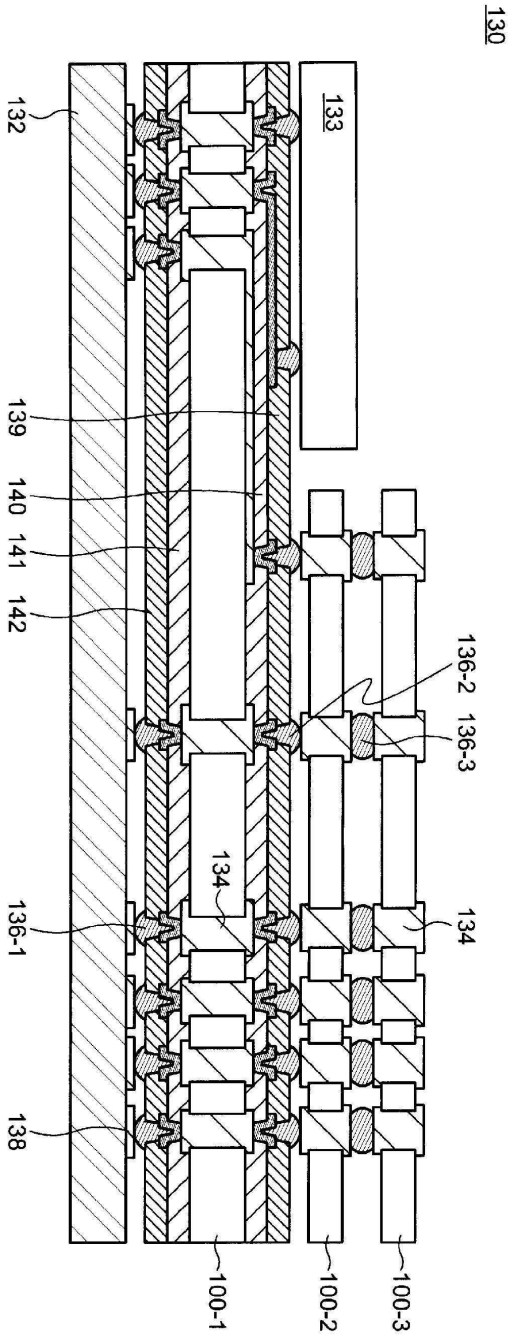
도면9


S14
106
104
104
106
102
S15
124
104
106
124
104
106
124
102
124
124
S16
124
104
106
124
104
106
124
102
108
124
108
124

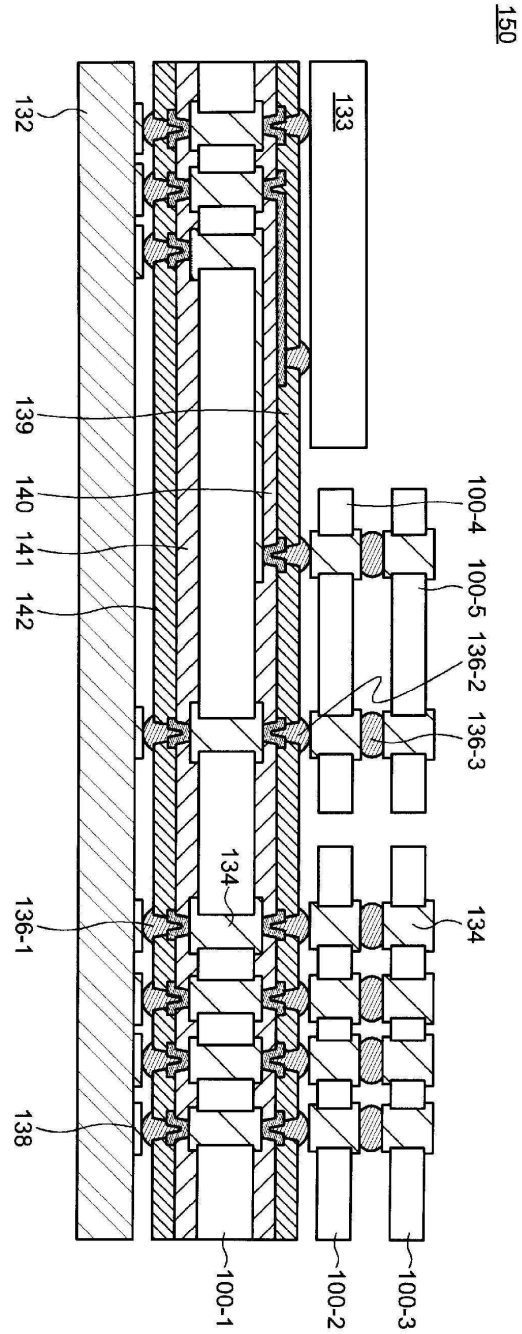
도면10



도면11

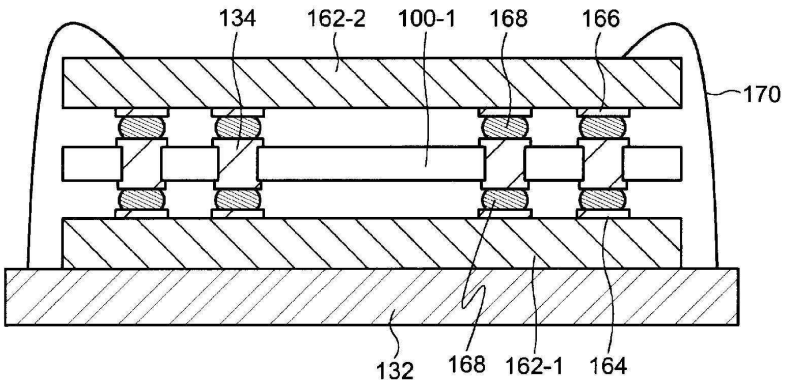

130
132
133
139
140
141
142
136-2
136-3
134
136-1
134
138
100-1
100-2
100-3

도면12


150
132
133
139
140
141
142
100-4
100-5
136-2
136-3
134
136-1
134
138
100-1
100-2
100-3

도면13

160



도면14

