



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0002691
(43) 공개일자 2016년01월08일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/762 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01L 21/7624 (2013.01)
H01L 21/02145 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-7023672</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2014년03월13일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2015년08월31일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/057633</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2014/174946
국제공개일자 2014년10월30일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2013-093622 2013년04월26일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
엔지케이 인솔레이터 엘티디
일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스타쇼 2-56 (467-8530)</p> <p>(72) 발명자
미야자와 스키오
일본 4678530 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스타쇼 2-56 엔지케이 인솔레이터 엘티디 나이</p> <p>(74) 대리인
김태홍, 김진희</p> |
|--|---|

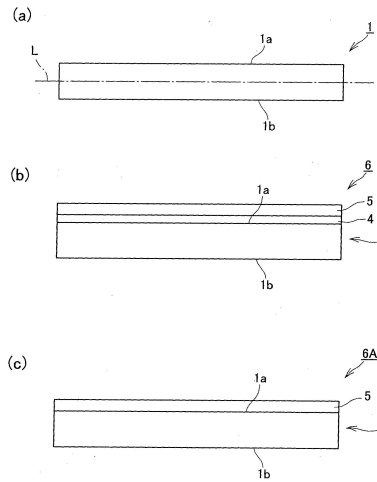
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 반도체용 복합 기판의 핸들 기판

(57) 요약

핸들 기판(1)은, 소결 조제로서 적어도 마그네슘을 함유하는 투광성 알루미늄이나 세라믹스에 의해 형성되어 있다. 핸들 기판(1)의 도너 기판(5)에 대한 접합면(1a)에서의 마그네슘 농도가, 핸들 기판(1)의 평균 마그네슘 농도의 절반 이하이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/02598 (2013.01)

H01L 21/76262 (2013.01)

H01L 2924/01012 (2013.01)

H01L 2924/01013 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

반도체용 복합 기판의 핸들 기판으로서,

상기 핸들 기판이, 소결 조제로서 적어도 마그네슘을 함유하는 투광성 알루미나 소결체에 의해 형성되어 있고, 상기 핸들 기판의 도너 기판에 대한 접합면에서의 마그네슘 농도가, 상기 핸들 기판의 평균 마그네슘 농도의 절반 이하인 것을 특징으로 하는 핸들 기판.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 핸들 기판의 상기 접합면에서의 마그네슘 농도가 10×10^{10} atom/cm² 이하인 것을 특징으로 하는 핸들 기판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 핸들 기판의 평균 마그네슘 농도가 20×10^{10} atom/cm² 이상인 것을 특징으로 하는 핸들 기판.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 핸들 기판의 상기 접합면에서의 알루미나 결정 입자의 평균 입자 직경이, 상기 핸들 기판의 두께 방향의 중심선에서의 알루미나 결정 입자의 평균 입자 직경보다 큰 것을 특징으로 하는 핸들 기판.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 핸들 기판의 상기 접합면의 미시적인 중심선 평균 표면 거칠기 Ra가 5 nm 이하인 것을 특징으로 하는 핸들 기판.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 핸들 기판, 및 상기 핸들 기판의 상기 접합면에 대해 직접 또는 접합층을 개재하여 접합되어 있는 도너 기판을 갖는 것을 특징으로 하는 반도체용 복합 기판.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 도너 기판이 단결정 실리콘으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체용 복합 기판.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체용 복합 기판의 핸들 기판에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, Silicon on Quartz(SOQ), Silicon on Glass(SOG), Silicon on Sapphire(SOS)라고 불리는 핸들 기판을, 투명·절연 기판으로 구성되는 SOI나, GaN, ZnO, 다이아몬드, AlN 등의 투명 와이드갭 반도체를 실리콘 등의 도너 기판에 접합함으로써, 접합 웨이퍼를 얻는 것이 알려져 있다. SOQ, SOG, SOS 등은, 핸들 기판의 절연성·투명성 등으로부터 프로세서, 고주파 디바이스 등의 응용이 기대되고 있다. 또한 와이드갭 반도체의 박막을 핸들 기판에 복합화한 접합 웨이퍼는, 고성능 레이저나 파워 디바이스 등의 응용이 기대된다.

- [0003] 이러한 반도체용의 복합 기판은, 핸들 기판과 도너 기판으로 이루어져 있고, 일반적으로 핸들 기판이나 도너 기판은 단결정 재료로 이루어진다. 종래에는, 베이스 기판 상에 실리콘층을 에피택셜 성장에 의해 형성하는 방법이 주류였으나, 최근 직접 접합에 의해 형성하는 방법이 개발되어, 반도체 디바이스의 성능 개선에 기여하고 있다(특허문헌 1, 2, 3). 즉, 이러한 핸들 기판과 도너 기판은, 접합층이나 접착층을 개재하여 접합되거나, 혹은 직접 접합된다.
- [0004] 그러나, 사파이어는 고가이기 때문에, 비용 절감을 위해서는, 사파이어 이외의 재료의 기판을 핸들 기판으로서 이용하는 것이 요망된다. 진술한 접합 기술의 진보에 따라, 석영, 유리, 알루미늄과 같은 사파이어 이외의 재료로 이루어지는 핸들 기판도 각종 제안되어 있다(특허문헌 4, 5, 6, 7).

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평성 제08-512432호
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2003-224042호
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2010-278341호
- (특허문헌 0004) WO 2010/128666 A1
- (특허문헌 0005) 일본 특허 공개 평성 제05-160240호
- (특허문헌 0006) 일본 특허 공개 평성 제05-160240호
- (특허문헌 0007) 일본 특허 공개 제2008-288556호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 핸들 기판의 재료로서, 석영이나 유리를 이용하는 경우, 열전도율이 낮기 때문에 반도체의 방열이 불충분하게 되어, 최악의 경우, 반도체의 소손(燒損)이라고 하는 문제가 발생한다. 다결정 알루미늄나 소결체는 석영, 유리에 비해 열전도율이 높아 적합하다. 그러나, 다결정 알루미늄나로 이루어지는 핸들 기판에는, 치밀화를 위해서 소결 조제를 함유시키는 것이 필요하다. 이 소결 조제는 단독 또는 알루미늄나와의 화합물이 되어 입계에 분포하지만, 알루미늄나 입자와 비교하여 기계적 강도 및 화학적 강도가 낮다. 이 때문에 반도체층과의 접합면을 정밀 연마 가공할 때, 이 부분이 벗겨져 알루미늄나 입자가 탈락(탈립(脫粒))하거나, 연마 지립이 박혀 표면에 구멍이 발생하는 원인이 되기 쉽다. 이러한 탈립이나 표면 구멍이 발생하면 면 조도(粗度)가 저하되어, 반도체층과 접합시킬 때의 접합 강도가 저하된다.
- [0007] 한편, 이러한 핸들 기판을 구성하는 알루미늄나 소결체에 포함되는 소결 조제를 적게 하면, 소결 과정에서, 이상 입성장에 의한 크랙이나 기공이 발생하기 때문에, 반도체층과의 접합면을 정밀 연마 가공한 후의 면 조도가 저하되어, 반도체층과 접합시킬 때의 접합 강도가 저하된다.
- [0008] 본 발명의 과제는, 반도체용 복합 기판의 핸들 기판에 있어서, 탈립이나 표면 구멍의 발생, 및 크랙이나 기공을 저감하여, 도너 기판과의 접합 강도의 저하를 방지하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명은, 반도체용 복합 기판의 핸들 기판으로서,
- [0010] 핸들 기판이, 소결 조제로서 적어도 마그네슘을 함유하는 투광성 알루미늄나 소결체에 의해 형성되어 있고, 상기 핸들 기판의 도너 기판에 대한 접합면에서의 마그네슘 농도가, 상기 핸들 기판의 평균 마그네슘 농도의 절반 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은, 상기 핸들 기판, 및 핸들 기판의 접합면에 대해 직접 또는 접합층을 통해 접합되어 있는 도너 기판을 갖는 것을 특징으로 하는 반도체용 복합 기판에 관한 것이다.

[0012] 본 발명자는 핸들 기판을 다결정 알루미늄이나 소결체에 의해 형성하는 것을 검토하여, 시험 제작하고 있었다. 다결정 재료는, 다수의 미세 입자가 결합된 미세 구조를 갖는다. 본 발명자는 이러한 다결정 재료를 성형한 후, 그 표면을 적절히 정밀 연마 가공함으로써 Ra를 충분히 작게 하는 것을 검토하고 있었다. 그러나, 소결 조제의 양이 적으면, 접합면 부근의 크랙, 기공이 발생하고, 반대로 많으면 탈립이나 표면 구멍이 발생해 버린다고 하는 문제가 있었다.

[0013] 본 발명자는 이러한 핸들 기판의 접합면을 평활하게 가공 가능하고, 또한 핸들 기판의 접합면측에서의 소결 조제의 양을 적게 할 수 있는 것과 같은 재질을 검토하였다.

[0014] 이 결과, 알루미늄이나 소결체에 산화마그네슘을 소결 조제로서 첨가하고, 소결 과정에서 표면측으로부터 마그네슘을 배출하면서 소결체 내부로부터의 마그네슘의 원자 이동에 의해 전체의 치밀화를 촉진함으로써, 접합면 근방에서의 크랙, 기공의 발생이 억제되고, 또한, 접합면 부근의 소결 조제의 양이 적게 억제되어 있기 때문에 정밀 연마시의 탈황이나 표면 구멍이 발생하지 않고, 도너 기판과의 접합을 문제없이 행할 수 있었다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1의 (a)는 본 발명의 핸들 기판(1)을 도시한 모식도이고, 도 1의 (b)는 핸들 기판(1) 상에 도너 기판(5)을 접합층(4)을 통해 접합하여 얻어진 복합 기판(6)을 도시한 모식도이며, 도 1의 (c)는 핸들 기판(1) 상에 도너 기판(5)을 직접 접합하여 얻어진 복합 기판(6A)을 도시한 모식도이다.

도 2는 평균 입자 직경의 산출 방식예를 도시한 모식도이다.

도 3은 실시예에서의 탈립 및 표면 구멍의 상태를 도시한 미분 간섭 현미경상이다.

도 4는 비교예에서의 탈립 및 표면 구멍의 상태를 도시한 미분 간섭 현미경상이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 적절히 도면을 참조하면서, 본 발명을 더 설명한다.

[0017] (반도체용 복합 기판)

[0018] 본 발명의 복합 기판은, 프로젝터용 발광 소자, 고주파 디바이스, 고성능 레이저, 파워 디바이스, 논리 IC 등에 이용할 수 있다.

[0019] 복합 기판은, 본 발명의 핸들 기판과, 도너 기판을 포함한다.

[0020] 도너 기판의 재질은, 특별히 한정되지 않으나, 바람직하게는, 실리콘, 질화알루미늄, 질화갈륨, 산화아연 및 다이아몬드로 이루어지는 군에서 선택된다. 도너 기판의 두께는, 특별히 한정되지 않으나, 통상의 SEMI/JEITA 규격 근방의 것이 핸들링의 관계로부터 취급하기 쉽다.

[0021] 도너 기판은, 전술한 재질을 가지며, 표면에 산화막을 갖고 있어도 좋다. 산화막을 통해 이온 주입을 행하면, 주입 이온의 채널링을 억제하는 효과를 얻을 수 있기 때문이다. 산화막은, 바람직하게는 50 nm~500 nm의 두께를 갖는다. 산화막을 갖는 도너 기판도 도너 기판에 포함되며, 특별히 구별하지 않는 한, 도너 기판이라고 칭한다.

[0022] (핸들 기판)

[0023] 핸들 기판의 두께는, 특별히 한정되지 않으나, 통상의 SEMI/JEITA 규격 근방의 것이 핸들링의 관계로부터 취급하기 쉽다.

[0024] 다결정 재료로서는, 알루미늄이나 소결체를 이용하며, 투광성 알루미늄이나 소결체가 특히 적합하게 이용된다. 이것은 매우 치밀한 소결체가 얻어지기 때문에, 핸들 기판의 깨짐이나 크랙이 발생하기 어렵다.

[0025] 투광성 알루미늄 기판의 성형 방법은 특별히 한정되지 않고, 닥터 블레이드법, 압출법, 겔 캐스트법 등 임의의 방법이어도 좋다. 특히 바람직하게는, 기판을 겔 캐스트법을 이용하여 제조한다. 적합한 실시형태에서는, 세라믹 분말, 분산매 및 겔화제를 포함하는 슬러리를 주형(注型)하고, 이 슬러리를 겔화시킴으로써 성형체를 얻으며, 이 성형체를 소결시킨다.

[0026] 바람직하게는 순도 99.9% 이상(바람직하게는 99.95% 이상)의 고순도 알루미늄 분말에 대해, 100 ppm 이상, 300 ppm 이하의 산화마그네슘 분말을 첨가한다. 이러한 고순도 알루미늄 분말로서는, 다이메이 가가쿠 고교 가부시

키가이샤 제조의 고순도 알루미늄 분체를 예시할 수 있다. 또한, 이 산화마그네슘 분말의 순도는 99.9% 이상이 바람직하고, 평균 입자 직경은 0.3 μm 이하가 바람직하다.

[0027] 알루미늄 소결체의 평균 결정 입자 직경은, 5 μm ~60 μm 로 하는 것이 바람직하고, 이에 의해, 접합면의 평활성을 확보하기 쉽다. 이 관점에서는, 알루미늄 소결체의 평균 결정 입자 직경은, 10 μm ~50 μm 로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0028] 핸들 기관의 접합면에서의 알루미늄 결정 입자의 평균 입자 직경 a는, 핸들 기관의 두께 방향의 중심선(L)[도 1의 (a)]에서의 알루미늄 결정 입자의 평균 입자 직경 b보다 큰 것이 바람직하고, 이에 의해 접합면에서의 크랙, 기공 등의 억제를 하면서, 입계의 양을 적게 할 수 있기 때문에 접합면의 평활성을 확보하기 쉽다. 이 비율(a/b)은 1.1 이상이 바람직하고, 1.2 이상이 더욱 바람직하다.

[0029] 한편, 결정 입자의 평균 입자 직경은 이하와 같이 하여 측정하는 것이다.

[0030] (1) 소결체의 단면을 경면 연마, 서멀 에칭하여 입계를 두드러지게 한 후, 현미경 사진(100~200배)을 촬영하고, 단위 길이의 직선이 가로지르는 입자의 수를 센다. 이것을 상이한 3개소에 대해 실시한다. 한편, 단위 길이는 500 μm ~1000 μm 의 범위로 한다.

[0031] (2) 실시한 3개소의 입자의 개수의 평균을 취한다.

[0032] (3) 하기의 식에 의해, 평균 입자 직경을 산출한다.

[0033] [산출식]

$$D=(4/\pi)\times(L/n)$$

[0035] [D: 평균 입자 직경, L: 직선의 단위 길이, n: 3개소의 입자의 개수의 평균]

[0036] 평균 입자 직경의 산출예를 도 2에 도시한다. 상이한 3개소의 위치에 있어서, 각각 단위 길이(예컨대 500 μm)의 직선이 가로지르는 입자의 개수가 22, 23, 19라고 했을 때, 평균 입자 직경 D는 상기 산출식에 의해,

$$D=(4/\pi)\times[500/\{(22+23+19)/3\}]=29.9\ \mu\text{m}\text{가 된다.}$$

[0038] 또한, 알루미늄 소결체의 상대 밀도는, 반도체의 후처리에 대한 내구성 및 오염 방지의 관점에서, 98% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 99% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0039] 본 발명에서는, 핸들 기관의 도너 기관에 대한 접합면에서의 마그네슘 농도를, 핸들 기관의 평균 마그네슘 농도의 절반 이하로 한다. 이에 의해, 핸들 기관 표면에서의 마그네슘량을 줄이면서, 핸들 기관 내에서의 기포나 크랙을 억제하여 도너 기관과의 접합성을 좋게 할 수 있다. 이 관점에서는, 핸들 기관의 도너 기관에 대한 접합면에서의 마그네슘 농도를, 핸들 기관의 평균 마그네슘 농도의 1/3 이하로 하는 것이 바람직하고, 1/4 이하로 하는 것이 한층 바람직하다.

[0040] 적합한 실시형태에서는, 핸들 기관의 도너 기관에 대한 접합면에서의 마그네슘 농도가 $10\times 10^{10}\ \text{atom}/\text{cm}^2$ 이하이고, $9\times 10^{10}\ \text{atom}/\text{cm}^2$ 이하가 더욱 바람직하다.

[0041] 또한, 핸들 기관의 도너 기관에의 접합성을 향상시킨다고 하는 관점에서는, 핸들 기관의 평균 마그네슘 농도를 $20\times 10^{10}\ \text{atom}/\text{cm}^2$ 이상으로 하는 것이 바람직하고, $30\times 10^{10}\ \text{atom}/\text{cm}^2$ 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0042] 핸들 기관을 제조할 때의 원료 중의 산화마그네슘의 첨가량을 100 ppm 이상으로 함으로써, 핸들 기관의 치밀화를 촉진하고, 그 접합면 근방의 크랙이나 기공 등에 의한 도너 기관의 접합 강도 저하를 억제할 수 있다. 이 관점에서는, 산화마그네슘의 첨가량을 150 ppm 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또한, 산화마그네슘의 첨가량을 300 ppm 이하로 함으로써, 핸들 기관으로부터 도너 기관으로의 마그네슘의 확산을 억제하기 쉬워진다.

[0043] 접합면의 마그네슘 농도의 측정은, 전반사 형광 X선(TXRF)에 의해 이하의 측정 조건으로 측정할 수 있다.

[0044] X선원: W 봉입형 X선 관구(전압 40 kV, 전류 40 mA)

[0045] 입사 각도: 0.05°

[0046] 적산 시간: 500초

[0047] 핸들 기관의 평균 마그네슘 농도의 측정은, 분말형으로 분쇄한 시료를 황산으로 가압 산분해에 의해 용해하고,

그 용해액을 ICP 발광 분광 분석법으로 분석함으로써 실시할 수 있다.

- [0048] 적합한 실시형태에서는, 투광성 알루미늄 기판에서의 알루미늄 및 산화마그네슘 이외의 불순물량이 0.2 질량% 이하이고, 이에 의해 반도체 오염을 억제할 수 있기 때문에, 본 발명이 특히 유효하다.
- [0049] 원료 분말의 평균 입자 직경(일차 입자 직경)은 특별히 한정되지 않으나, 저온 소결에서의 치밀화라고 하는 관점에서는, 0.6 μm 이하가 바람직하고, 0.4 μm 이하가 더욱 바람직하다. 한층 바람직하게는, 원료 분말의 평균 입자 직경은 0.3 μm 이하이다. 이 평균 입자 직경의 하한은 특별히 한정되지 않는다. 원료 분말의 평균 입자 직경은, SEM(주사형 전자 현미경)에 의한 원료 분말의 직접 관찰에 의해 결정할 수 있다.
- [0050] 한편, 여기서 말하는 평균 입자 직경이란 SEM 사진(배율: X30000. 임의의 2시야) 상에서의 2차 응집 입자를 제외한 1차 입자의 (최장축 길이+최단축 길이)/2의 값의 n=500 평균값을 말한다.
- [0051] 겔 캐스트법은, 이하의 방법을 예시할 수 있다.
- [0052] (1) 무기물 분체와 함께, 겔화제가 되는 폴리비닐알코올, 에폭시 수지, 페놀 수지 등의 프리폴리머를, 분산제와 함께 분산매 중에 분산하여 슬러리를 조제하고, 주형 후, 가교제에 의해 3차원적으로 가교하여 겔화시킴으로써, 슬러리를 고화시킨다.
- [0053] (2) 반응성 작용기를 갖는 유기 분산매와 겔화제를 화학 결합시킴으로써, 슬러리를 고화시킨다.
- [0054] 본 발명의 핸들 기판을 얻기 위해서는, 소결 온도는, 소결체의 치밀화라고 하는 관점에서, 1700 $^{\circ}\text{C}$ ~1900 $^{\circ}\text{C}$ 가 바람직하고, 1750 $^{\circ}\text{C}$ ~1850 $^{\circ}\text{C}$ 가 더욱 바람직하다.
- [0055] 또한, 소성시에 충분히 치밀한 소결체를 생성시킨 후에, 또한 추가로 소성 온도에서 어닐링 처리를 실시함으로써 달성된다. 이 어닐링 온도는, 변형이나 이상 입성장 발생을 방지하면서, 마그네시아의 배출을 촉진한다고 하는 관점에서 소성시의 최고 온도 $\pm 100^{\circ}\text{C}$ 이내인 것이 바람직하고, 최고 온도가 1900 $^{\circ}\text{C}$ 이하인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 어닐링 시간은, 1시간~6시간인 것이 바람직하다.
- [0056] 또한, 어닐링 온도는 소성시의 최고 온도 +0~100 $^{\circ}\text{C}$ 의 범위인 것이 바람직하다.
- [0057] 또한, 상기 소성시에는, 몰리브덴 등의 고용점 금속으로 이루어지는 평탄한 판 위에 기판을 두는데, 그때, 기판의 상측에는 0.5 mm~1.0 mm의 간극을 두는 것이 마그네슘의 배출을 재촉한다고 하는 관점에서 바람직하다. 한편 어닐링시에는 기판 위에 몰리브덴 등의 판을 싣고, 기판을 상하로부터 끼워 넣는 형태로 행하는 것이, 치밀화를 촉진하는 점, 및 상하의 마그네슘 농도, 입자 직경을 균질화하여, 기판의 변형을 방지한다고 하는 관점에서 바람직하다.
- [0058] 상기한 바와 같이 성형, 소결을 행하여, 알루미늄 소결체로 이루어지는 블랭크 기판을 얻는다.
- [0059] 알루미늄 소결체는, 다수의 미세한 알루미늄 입자가 결합된 미세 구조를 갖는다. 블랭크 기판의 표면을 정밀 연마 가공함으로써, 각 결정 입자가 평면을 따라 깎여, 각각 평탄면을 갖는, 연마된 결정 입자가 표면에 노출되게 된다. 이 연마된 결정 입자의 표면은 평활하게 되어 있다.
- [0060] 블랭크 기판을 정밀 연마 가공함으로써, 각 결정 입자의 표면의 미시적인 중심선 평균 표면 거칠기 Ra를 작게 한다. 이러한 연마 가공으로서, CMP(Chemical Mechanical Polishing) 가공이 일반적이고, 이것에 사용되는 연마 슬러리로서, 알칼리 또는 중성의 용액에 30 nm~200 nm의 입자 직경을 갖는 지립을 분산시킨 것이 사용된다. 지립 재질로서는, 실리카, 알루미늄, 다이아몬드, 지르코니아, 산화세륨을 예시할 수 있고, 이들을 단독 또는 조합하여 사용한다. 또한, 연마 패드에는, 경질 우레탄 패드, 부직포 패드, 스웨이드 패드를 예시할 수 있다.
- [0061] 또한, 최종적인 정밀 연마 가공을 실시하기 전의 조연마 가공을 실시한 후에 어닐링 처리를 행하는 것이 바람직하다. 어닐링 처리의 분위기 가스는 대기, 수소, 질소, 아르곤, 진공을 예시할 수 있다. 어닐링 온도는 1200 $^{\circ}\text{C}$ ~1600 $^{\circ}\text{C}$, 어닐링 시간은 2시간~12시간인 것이 바람직하다. 이에 의해, 표면의 평활을 손상시키지 않고, 마그네시아의 배출을 촉진할 수 있다.
- [0062] 적합한 실시형태에서는, 핸들 기판의 표면의 미시적인 중심선 평균 표면 거칠기 Ra가 5 nm 이하이다. 이것이 크면, 분자간력에 의해, 도너 기판의 접합 강도를 저감시킨다. 이것은, 3 nm 이하가 더욱 바람직하고, 1 nm 이하가 가장 바람직하다. 한편, 이것은, 표면에 나타나는 각 결정 입자의 노출면에 대해 원자간력 전자 현미경에 의해 관찰하고, JIS B0601에 따라 산출하는 수치를 말한다.

- [0063] 각 결정 입자 표면의 면 거칠기를 미시적으로 관찰하는 경우에는, AFM(Atomic Force Microscope: 원자간력 현미경)에 의한 10 μm 시야 범위에서의 표면 형상 관찰이 이용된다.
- [0064] 얻어진 핸들 기관(1)에 있어서는, 접합면(1a)에서의 마그네슘 농도가 10×10^{10} atom/cm² 이하인 것이 바람직하고, 이것이 9×10^{10} atom/cm² 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0065] 핸들 기관(1)을 얻은 후, 핸들 기관(1)의 접합면(1a)에 대해 도너 기관(5)을 접합할 수 있다. 도 1의 (b)의 예에서는, 핸들 기관(1)의 접합면(1a) 상에 접합층(4)을 통해 도너 기관(5)이 접합되어 있다. 도 1의 (c)의 예에서는, 핸들 기관(1)의 접합면(1a) 상에 도너 기관(5)이 직접 접합되어 있다. 이들의 경우, 핸들 기관(1)의 접합면(1a)이 미시적으로 보아 평활하기 때문에, 도너 기관과의 접합 강도를 높게 할 수 있다.
- [0066] (접합 형태)
- [0067] 또한 접합에 이용되는 기술로서는, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예컨대 표면 활성화에 의한 직접 접합이나, 접착층을 이용한 기관 접합 기술이 이용된다.
- [0068] 직접 접합에는 계면 활성화에 의한 저온 접합 기술이 적합하게 이용된다. 10^{-6} Pa 정도의 진공 상태에서 Ar 가스에 의한 표면 활성화를 실시 후, 상온에서 Si 등의 단결정 재료가 SiO₂ 등의 접착층을 통해 다결정 재료와 접합될 수 있다.
- [0069] 접착층의 예로서는, 수지에 의한 접착 외에, SiO₂, Al₂O₃, SiN이 이용된다.
- [0070] 실시예
- [0071] (실시예 1)
- [0072] 본 발명의 효과를 확인하기 위해서, 투광성 알루미늄나 소결체를 이용한 핸들 기관(1)을 시험 제작하였다.
- [0073] 먼저, 투광성 알루미늄나 소결체체의 블랭크 기관을 작성하였다.
- [0074] 구체적으로는, 이하의 성분을 혼합한 슬러리를 조제하였다.
- [0075] (원료 분말)
- [0076] · 비표면적 3.5~4.5 m²/g, 평균 일차 입자 직경 0.35 μm~0.45 μm의 α-알루미늄 분말 100 중량부
- [0077] · MgO(마그네시아) 0.025 중량부
- [0078] (분산매)
- [0079] · 글루타르산디메틸 27 중량부
- [0080] · 에틸렌글리콜 0.3 중량부
- [0081] (겔화제)
- [0082] · MDI 수지 4 중량부
- [0083] (분산제)
- [0084] · 고분자 계면 활성제 3 중량부
- [0085] (촉매)
- [0086] · N,N-디메틸아미노hex산을 0.1 중량부
- [0087] 이 슬러리를, 알루미늄 합금체의 틀에 실온에서 주형 후, 실온에서 1시간 방치하였다. 계속해서 40℃에서 30분 방치하여, 고화를 진행시키고 나서, 이형(離型)하였다. 또한, 실온, 계속해서 90℃의 각각에서 2시간 방치하여, 판형의 분말 성형체를 얻었다.
- [0088] 얻어진 분말 성형체를, 대기 중 1100℃에서 하소(예비 소성) 후, 수소 3:질소 1의 분위기 중 1750℃에서 소성을 행하여, 치밀화시켰다. 이후, 또한, 수소 3:질소 1의 분위기 중 1750℃에서 3시간 어닐링 처리를 실시하여, 블랭크 기관을 얻었다.

- [0089] 작성한 블랭크 기판에 고정밀도 연마 가공을 실시하였다. 먼저 그린카본에 의한 양면 랩 가공에 의해 형상을 갖춘 후, 다이아몬드 슬러리에 의해 표면에 편면(片面) 랩 가공을 실시하였다. 이것을, 대기 분위기, 1300℃에서 6시간 어닐링 처리를 실시한 후, 최종적인 면 거칠기를 얻기 위해서, 콜로이드 실리카를 이용한 CMP 연마 가공을 실시하였다. 이때, 전체의 가공량이 깊이 방향으로 200 μm, 어닐링 후의 가공량은 10 μm가 되도록 조정하였다. 또한, 가공 후의 기판을, 과산화암모니아, 과산화염산, 황산, 불산, 왕수(王水)와 순수에 각각 교대로 침지해서 세정하여, 핸들 기판(1)을 제작하였다.
- [0090] 얻어진 핸들 기판에 대해, 접합면(1a)을 미시적(□ 10 μm 범위)으로 보았을 때의 중심선 평균 표면 거칠기 Ra를 측정된 결과, 1 nm 미만이었다. 또한, 거시적(□ 1 mm 범위)으로 보았을 때의 탈립, 표면 구멍의 발생은 10개 미만이었다. 단, 측정은, 미시적인 표면 거칠기는 원자간력 전자 현미경에 의해 관찰하고, JIS B0601에 따라 산출, 거시적으로 본 경우의 탈립, 표면 구멍에 대해서는 100배의 미분 간섭 현미경의 관찰에 의해 행하였다.
- [0091] 이 핸들 기판의 평균 입자 직경을 측정된 결과, 표면 부근은 30 μm, 두께 방향의 중심선 부근은 25 μm였다.
- [0092] 또한, 제작한 핸들 기판 표면의 Mg 농도를 ICP-MS로 측정된 결과, 9×10^{10} atom/cm²였다. 또한, 기판 전체를 분쇄하여, Mg 농도를 ICP-MS로 측정된 결과, 40×10^{10} atom/cm² 상당이었다.
- [0093] 얻어진 핸들 기판의 표면에, 실리콘 박판과의 접착층으로서, SiO₂층을 형성하였다. 성막 방법은 플라즈마 CVD를 이용하고, 제막(製膜) 후에 CMP 연마(화학 기계 연마)를 실시함으로써, 최종적인 SiO₂층의 막 두께를 100 nm로 하였다. 그 후, 플라즈마 활성화법에 의해 Si 기판과 SiO₂층을 직접 접합하여, Si-SiO₂-투광성 알루미늄 기판으로 이루어지는 복합 기판을 시험 제작하였다. 이 결과, 양호한 접합 상태가 얻어지고, 크랙, 박리, 깨짐은 보이지 않았다. 또한, 얻어진 복합 기판을 1000℃에서 30분간 동안 열처리한 결과, 접합 상태는 변하지 않고, 크랙, 박리 등의 발생은 보이지 않았다.
- [0094] (실시에 2~8)
- [0095] 실시예 1과 동일하게 하여 핸들 기판을 제작하였다. 단, 소성 온도, 소성 후의 어닐링 온도, 어닐링 시간, 랩 후의 어닐링 온도, 랩 후의 어닐링 시간을, 표 1에 나타내는 바와 같이 변경하였다.
- [0096] 얻어진 각 예의 핸들 기판에 대해, 표면에서의 마그네슘 농도, 전체의 마그네슘 농도, 표면 부근의 평균 입자 직경, 중심선 부근의 평균 입자 직경, 접합면의 면 조도, 탈립, 표면 구멍을, 실시예 1과 동일하게 측정하였다. 측정 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0097] 또한, 각 예의 핸들 기판에 대해, 실시예 1과 동일하게 하여 실리콘 박판과 접착을 시도하였다. 이 결과, 양호한 접합 상태가 얻어지고, 크랙, 박리, 깨짐은 보이지 않았다. 또한, 얻어진 복합 기판을 1000℃에서 30분간 동안 열처리한 결과, 접합 상태는 변하지 않고, 크랙, 박리 등의 발생은 보이지 않았다.
- [0098] (비교예)
- [0099] 실시예 1과 동일한 방법으로, 핸들 기판을 제작하였다. 단, 소성 온도는 1650℃로 하고, 또한 소성 후의 어닐링 처리 및, 편면 랩 가공 후의 어닐링은 실시하지 않았다.
- [0100] 제작한 기판 표면의 Mg 농도를, 실시예 1과 동일하게 하여 측정된 결과, 30×10^{10} atom/cm²였다. 또한, 기판 전체를 분쇄하여, Mg 농도를 측정된 결과, 40×10^{10} atom/cm² 상당이었다. 이 핸들 기판의 평균 입자 직경을 측정된 결과, 표면 부근, 두께 방향의 중심선 부근 모두 9 μm였다.
- [0101] 얻어진 핸들 기판에 대해, 접합면(1a)을 미시적으로 보았을 때의 중심선 평균 표면 거칠기 Ra를 측정된 결과, 1 nm 미만이었다. 단, 거시적으로 보았을 때의 탈립, 표면 구멍이 100개 이상 보였다.
- [0102] 또한, 얻어진 복합 기판을 1000℃에서 30분간 동안 열처리한 결과, 접합부의 박리가 보였다.

표 1

	실시에 1	실시에 2	실시에 3	실시에 4	실시에 5
소성 온도 (°C)	1750	1750	1750	1850	1850
소성 후 어닐링 온도 (°C)	1750	1800	1750	1750	1850
소성 후 어닐링 시간	3hr	1hr	3hr	3hr	3hr
랩 후 어닐링 온도 (°C)	1300	1300	1300	1300	1300
랩 후 어닐링 시간	6hr	6hr	3hr	6hr	6hr
표면 Mg 농도 (× 10 ¹⁰ atom/cm ²)	9	9	10	8	9
기판 전체 Mg 농도 (× 10 ¹⁰ atom/cm ²)	40	40	40	40	40
표면 부근 입자 직경	30 μ m	28 μ m	30 μ m	35 μ m	40 μ m
중심선 부근 입자 직경	25 μ m	25 μ m	25 μ m	28 μ m	30 μ m
접합면 면 조도	< 1nm	< 1nm	< 1nm	< 1nm	< 1nm
탈립, 표면 구멍 개수 (개/mm ²)	<10	<10	<10	<10	<10

[0103]

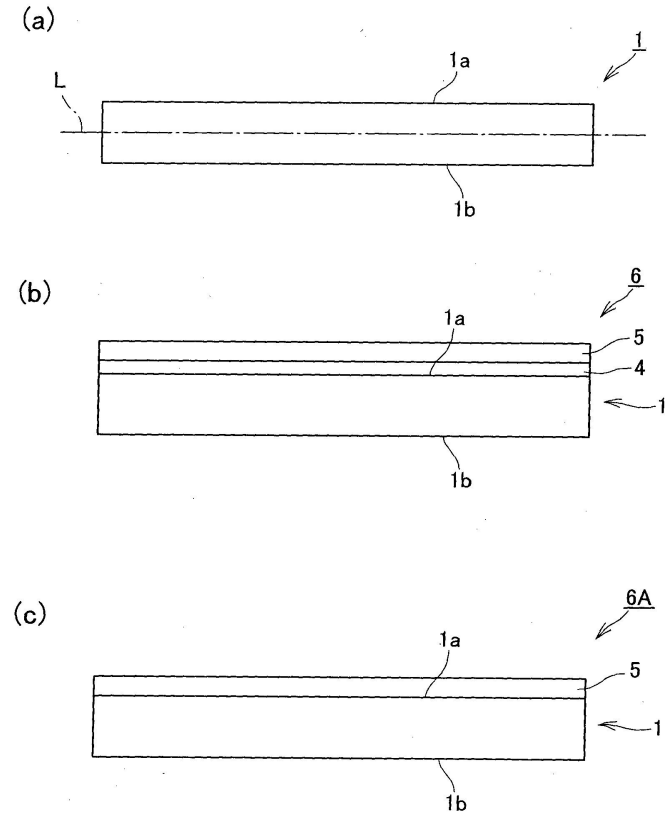
표 2

	실시에 6	실시에 7	실시에 8	비교예
소성 온도 (°C)	1700	1750	1750	1650
소성 후 어닐링 온도 (°C)	1700	1750	1750	없음
소성 후 어닐링 시간	6hr	3hr	3hr	없음
랩 후 어닐링 온도 (°C)	1300	1200	1400	없음
랩 후 어닐링 시간	6hr	6hr	3hr	없음
표면 Mg 농도 ($\times 10^{10}$ atom/cm ²)	10	9	9	30
기판 전체 Mg 농도 ($\times 10^{10}$ atom/cm ²)	40	40	40	40
표면 부근 입자 직경	20 μ m	30 μ m	30 μ m	9 μ m
중심선 부근 입자 직경	16 μ m	25 μ m	25 μ m	9 μ m
접합면 면 조도	< 1nm	< 1nm	< 1nm	< 1nm
탈립, 표면 구멍 개수 (개/mm ²)	<10	<10	<10	> 100

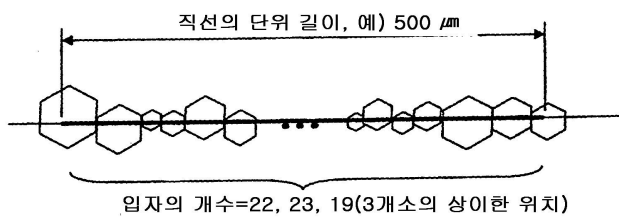
[0104]

도면

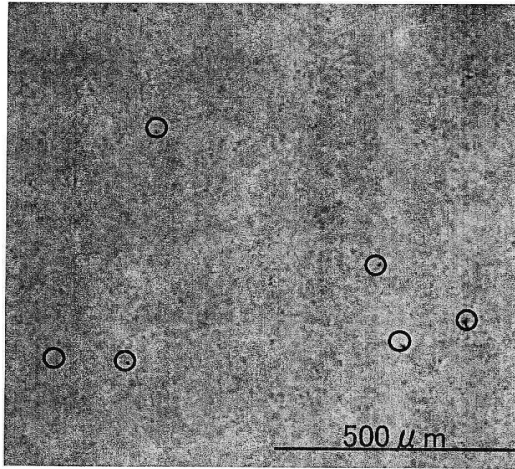
도면1



도면2



도면3



도면4

