



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0119082
(43) 공개일자 2016년10월12일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 3/14 (2006.01) B24B 37/04 (2006.01)
B24B 37/24 (2012.01) C09G 1/02 (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
C09K 3/1409 (2013.01)
B24B 37/044 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-7020806</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년01월19일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2016년07월28일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/051175</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2015/118927
국제공개일자 2015년08월13일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2014-021392 2014년02월06일 일본(JP)
(뒷면에 계속)</p> | <p>(71) 출원인
아사히 가세이 고교 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 주오쿠 니혼바시 흥고쿠초 1초메 1반 6고</p> <p>(72) 발명자
후지모토 슌이치
일본 사이타마켄 교다시 마나이타 1392 아사히 가세이 고교 가부시키키가이샤내</p> <p>야마시타 데쓰지
일본 가나가와켄 아쓰기시 가미오치아이 417-3</p> <p>(74) 대리인
유미특허법인</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 49 항

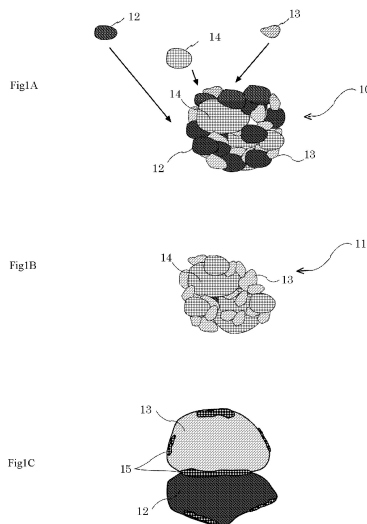
(54) 발명의 명칭 연마용 연마입자와 그 제조 방법과 연마 방법과 연마 장치와 슬러리

(57) 요약

[과제] 피연마재의 표면을, 높은 연마 레이트로 고품위로 연마한다.

[해결 수단] 피연마재를 습식 연마법에 의해 연마한다. 슬러리는, 순수에 연마용 연마입자를 분산시킨 것이다. 연마용 연마입자는, 메카노케미컬 작용을 발휘하는 성분이나, 피연마재를 연마할 때 발생하는 마찰열에 반응하는 성분 등이, 전체적으로 입자상(粒子狀)으로 일체로 되어 있다. 각 성분은, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 있다. 사파이어나 탄화 규소나 질화 갈륨 등의 랩핑(lapping) 공정에 이 슬러리를 사용하면, 연마 시간을 종래보다 대폭 단축할 수 있어 가공 비용을 대폭 개선할 수 있다. 연마면은 고품위이다. 연마용 연마입자는, 반복적으로 연마 처리에 사용할 수 있다. 슬러리의 pH는 3~9 정도이므로, 연마 작업장의 환경에 영향을 주지 않으며, 폐액의 처리도 간단하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B24B 37/245 (2013.01)

C09G 1/02 (2013.01)

C09K 3/1472 (2013.01)

H01L 21/304 (2013.01)

H01L 21/30625 (2013.01)

(30) 우선권주장

JP-P-2014-146604 2014년07월17일 일본(JP)

JP-P-2014-239600 2014년11월27일 일본(JP)

명세서

청구범위

청구항 1

피연마재와 모스 경도(Mohs hardness)가 같거나 혹은 피연마재보다 모스 경도가 낮은 입자상(粒子狀)의 제1 연마재와, 상기 피연마재를 화학적으로 변질시키는 입자상의 제2 연마재를, 기계적 합금화법(mechanical alloying method)에 의해 입자상으로 일체화한, 연마용 연마입자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 연마재는, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 연마재는, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 4

제1항 내지 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 연마재와 제2 연마재를, 평균 입경(粒徑) 0.05 μ m 이상 100 μ m 이하의 입자상으로 일체화한, 연마용 연마입자.

청구항 5

기계적 연마성을 가진 성분과 화학적 연마성을 가진 성분이 일체로 된 입자로서, 기계적 합금화 처리에 의해 양 성분이 접합된, 연마용 복합 연마입자.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

피연마재의 표면을 연마하기 위한 입자로서, 이 입자는, 기계적 합금화 처리에 의해 결합된 복수 종류의 무기 화합물 성분을 포함하고, 각각의 무기 화합물 성분은, 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 상태에서, 서로 비정질층을 통하여 일체로 결합되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수 종류의 무기 화합물 성분은, 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 상태에서 결합되고, 각각의 무기 화합물 성분은, 각각 그 일부가 입자의 외표면에 노출되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서,

복수 종류의 무기 화합물 성분 중 어느 하나에, 피연마재에 대하여 메카노케미컬(mechanochemical) 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마재가 포함되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 9

제8항에 있어서,

복수 종류의 무기 화합물 성분은 모두, 피연마재와 모스 경도가 같거나 혹은 피연마재보다 모스 경도가 낮은,

연마용 연마입자.

청구항 10

제8항에 있어서,

복수 종류의 무기 화합물 성분 중 어느 하나에, 피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제와, 피연마제의 메카노케미컬 효과가 생긴 표면을 기계적으로 깎는 성분이 포함되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 11

제10항에 있어서,

피연마제의 표면을 기계적으로 깎는 성분은, 피연마제와 모스 경도가 같거나 혹은 피연마제보다 모스 경도가 낮은, 연마용 연마입자.

청구항 12

제10항에 있어서,

피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제는, 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마제의 연마면을 산화시키는 성분인, 연마용 연마입자.

청구항 13

제10항에 있어서,

피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제는, 리튬, 알칼리 토류 금속의 탄산염, 인산염, 불화물, 붕소 화합물, 및 염화 은, 브롬화 은, 요오드화 은 등의 할로겐 화합물, 빙정석(cryolite), 또는 명반(alum) 중에서 선택된 1종 또는 2종 이상의 난용성의 염인, 연마용 연마입자.

청구항 14

복수 종류의 무기 화합물 성분의 원료를 혼합하고, 건식 상태에서 기계적 합금화 처리를 행하고, 각각의 무기 화합물 성분을, 서로 비정질층을 통하여 일체로 결합시켜 입자상으로 하는, 연마용 연마입자의 제조 방법.

청구항 15

순수 중에, 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 분산시킨 슬러리를 사용하여 피연마제를 연마하는, 연마 방법.

청구항 16

기재(基材)에, 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 분산시켜 고정화한, 연마 부재.

청구항 17

합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되며, 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 표면에 분산시켜 고정화한 연마 패드;

피연마제를 연마 패드 표면을 향하여 탄력을 사용하여 가압하는 유지 장치; 및

연마면에 순수를 공급하는 주액기를 포함하고,

상기 유지 장치에 의한 탄력은, 상기 연마용 연마입자와 상기 피연마제의 사이에, 반응 촉진제에 의한 화학 반응이 생기는 온도 이상으로 마찰열을 발생시키는 레벨로 설정되는, 연마 장치.

청구항 18

중성의 물 중에, 제1항 내지 제12항 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 분산시켜 생성한 현탁액으로서, 섭씨 25도에서의 pH가 4 이상 11 이하인, 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 연마하기 위한, 슬러리.

청구항 19

사파이어를 습식 연마하기 위한 연마입자로서,
 모스 경도가 7 이상 9 이하인, 입자상의 제1 연마제와,
 피연마제에 대하여 메카노케미컬 작용을 가지는 입자상의 제2 연마제와,
 슬러리를 위해 사용하는 순수에 대하여 난용성이며, 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염으로 이루어지는 입자상의 마찰열 반응제의 혼합물이,
 기계적 합금화법에 의해 직접 결합되며 입자상으로 일체화되어 있는, 복합 연마입자.

청구항 20

제19항에 있어서,
 상기 제1 연마제는, Al_2O_3 , $ZrSiO_4$ 또는 ZrO_2 이며, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 복합 연마입자.

청구항 21

제19항에 있어서,
 상기 제2 연마제는, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료이며, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 복합 연마입자.

청구항 22

제19항에 있어서,
 상기 제2 연마제로서 SiO_2 를 선택했을 때, 상기 제1 연마제로서, SiO_2 보다 모스 경도가 큰 것이 선택되는, 복합 연마입자.

청구항 23

제19항에 있어서,
 상기 마찰열 반응제는, $CaCO_3$, $SrCO_3$, $MgCO_3$, $BaCO_3$, Li_2CO_3 , $Ca_3(PO_4)_2$, Li_3PO_4 및 $AlK(SO_4)_2$ 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료이며, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 복합 연마입자.

청구항 24

제19항에 있어서,
 상기 제1 연마제는, Al_2O_3 , $ZrSiO_4$ 또는 ZrO_2 이며,
 상기 제2 연마제는, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료이며,
 상기 마찰열 반응제는, $CaCO_3$, $SrCO_3$, $MgCO_3$, $BaCO_3$, Li_2CO_3 , $Ca_3(PO_4)_2$, Li_3PO_4 및 $AlK(SO_4)_2$ 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료인, 복합 연마입자.

청구항 25

제1항 또는 제6항에 기재된 제1 연마제와 제2 연마제와 마찰열 반응제를, 기계적 합금화법에 의해 결합시켜 평균 입경 $0.05\mu m$ 이상 $100\mu m$ 이하의 입자상으로 일체화한, 복합 연마입자.

청구항 26

제19항 또는 제24항에 기재된 제1 연마제와 제2 연마제와 마찰열 반응제를, 기계적 합금화법에 의해 결합시켜 평균 입경 $0.05\mu m$ 이상 $100\mu m$ 이하의 입자상으로 일체화하는, 복합 연마입자의 제조 방법.

청구항 27

순수 중에 제19항 또는 제24항에 기재된 복합 연마입자를 분산시킨 슬러리를 사용하여, 상기 피연마재를 습식 연마하는, 연마 방법.

청구항 28

100 밀리리터의 순수 중에 상기 복합 연마입자를 15 중량%의 농도로 분산시켜 슬러리를 구성했을 때, 섭씨 25도에서의 pH가 5 이상 9 이하가 되도록 제19항 또는 제24항에 기재된 복합 연마입자의 배합을 선정환, 사파이어를 습식 연마하는 연마 방법.

청구항 29

제19항 또는 제24항에 기재된 복합 연마입자의 겉보기 비용적(정치법)이, 0.5 ml/g 이상 200 ml/g 이하가 되도록 한, 사파이어를 습식 연마하기 위한 슬러리.

청구항 30

합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되는 패드 상에 제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 슬러리를 공급하는 장치와, 피연마재를 상기 패드에 탄력을 사용하여 가압하여, 상기 패드의 상면에 분산한 복합 연마입자와 상기 피연마재의 사이에 마찰을 발생시키는 압압(押壓) 장치를 포함한, 연마 장치.

청구항 31

합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되는 패드 상에 제1항 또는 제6항에 기재된 복합 연마입자를 분산시켜 고정하고, 또한 상기 패드 상에 순수를 공급하는 장치와, 피연마재를 상기 패드에 탄력을 사용하여 가압하여, 상기 패드의 상면에 분산한 복합 연마입자와 상기 피연마재의 사이에 마찰을 발생시키는 압압 장치를 포함한, 연마 장치.

청구항 32

탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서, 상기 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재를 연마할 때 발생하는 마찰열에 반응하여 상기한 화학적 연마 작용을 촉진하는 반응 촉진제가, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 33

탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서, 상기 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 34

탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서, 상기 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재를 연마할 때 발생하는 마찰열에 반응하여 상기 화학적 연마 작용을 촉진하는 반응 촉진제를 포함하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 35

탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서,
연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마재의 연마면을 산화시키는 성분과, 연마 시에 발생하는 마찰열에 의해 연마면의 산화 작용을 촉진하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기

계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 36

탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서,

연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마재의 연마면을 산화시키는 성분과, 연마 시에 발생하는 마찰열에 의해 연마면의 산화 작용을 촉진하는 성분과, 산화한 피연마재의 연마면을 기계적으로 제거하는 성분 이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 전체적 으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 37

제33항, 제34항 또는 제36항에 있어서,

상기 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분이, SiC, Al₂O₃, ZrSiO₄, ZrO₂ 또는 이들 이외의 규산염 화합물로서, 신 모스 경도가 9 이상 13 이하인 것이, 상기 제1 성분은 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 38

제33항, 제34항 또는 제36항에 있어서,

상기 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분이, 탈크, 운모 또는 이들 이외의 규산염 화합물로서, 신모스 경도가 9 미만인 것이, 상기 제1 성분은 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 39

제32항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분이, Zr을 제외하고 주기표 상 제3족으로부터 제11족까지의 사이에 존재 하는 천이 금속 원소 또는 주기표 상 제12족 원소(아연족 원소)의, 산화물 또는 복산화물이며, 상기 제2 성분은 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 40

제32항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분은 MnO₂로서, 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 41

제32항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 촉진제가, 순수에 대하여 난용성이며, 또한 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염이며, 상기 반응 촉진제는 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 42

제33항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 촉진제는 CaCO₃로서, 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 연마용 연마입자.

청구항 43

제32항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서,

탄화 규소 또는 질화 갈륨의 습식 연마에 사용되는 것으로서, 평균 입경이 0.05 μ m 이상 100 μ m 이하의 입자상으

로 일체화된, 연마용 연마입자.

청구항 44

제32항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서,

혼합된 모든 성분은, 그 일부가 연마용 연마입자의 외표면에 노출되어 있는, 연마용 연마입자.

청구항 45

탄화 규소 또는 질화 갈륨의 피연마재에 대하여 연마 작용을 발휘하는 2종 이상의 성분을 기계적 합금화 처리에 의해 일체화하는 연마용 연마입자를 제조하는 방법.

청구항 46

제32항 내지 제44항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 순수 중에 분산시켜 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 연마하는, 연마 방법.

청구항 47

탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마 방법으로서, 상기 피연마재와 제32항 내지 제44항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자와의 접촉면에 국부적으로 순수를 공급하는, 연마 방법.

청구항 48

합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되며, 제32항 내지 제36항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 표면에 분산시켜 고정된 연마 패드;

피연마재를 연마 패드 표면을 향해 탄력을 사용하여 가압하는 유지 장치; 및

연마면에 순수를 공급하는 주액기를 포함하고,

상기 유지 장치에 의한 탄력은, 상기 연마용 연마입자와 상기 피연마재의 사이에, 상기 반응 촉진제에 의한 화학 반응이 생기는 온도 이상으로 마찰열을 발생시키는 레벨로 설정되는, 연마 장치.

청구항 49

중성의 물 중에, 제32항 내지 제36항 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 분산시켜 생성한 현탁액으로서, 섭씨 25도에서의 pH가 4 이상 11 이하인, 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 연마하기 위한, 슬러리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 사파이어, 탄화 규소(SiC)나 질화 갈륨(GaN) 등의 피연마재의 표면을 연마하기 위해 사용되는 연마용 연마입자와 그 제조 방법과 연마 방법과 연마 장치와 연마용의 슬러리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 다기능화와 고성능화를 목표로, 새로운 반도체 디바이스가 잇달아 제안되고 있다. 이들 제안에 부응하도록, 실리콘(Si) 기판 이외의 새로운 재료가 사용될 수 있게 되었다. 특히, 사파이어나 파워 디바이스용 SiC나, 발광 다이오드(LED)용 GaN 등의 기판이 각광을 받고 있다. 향후, 더 한층의 고성능화를 도모하고, 양산할 수 있는 저비용화를 목적으로 하여, 기판의 새로운 가공 방법의 개발이 절실하게 요망되고 있다.

[0003] 반도체 디바이스의 제조 공정에서는, 기판(Semiconductor substrate)의 표면을 평탄하게 하기 위하여, 연마 처리(polishing process)가 행해진다. 종래 채용되고 있는 하나의 방법은, 피연마재의 기판을, 다이아몬드 연마입자를 포함한 유성 슬러리를 사용하여 연마하는 방법이다. 피연마재의 기판의 표면이, 다이아몬드 연마입자에 의해 기계적으로 깎여진다. 다이아몬드 연마입자는 탄화 규소의 기판보다 경도가 높다. 이 방법은, 연마 속도가 빠르고, 단시간에 목표로 하는 연마량에 도달할 수 있는 방법이다. 그러나, 피연마재의 기판의 표면에 깊고 큰 상처를 발생시키는 경우가 있다. 따라서, 고품위의 연마면을 얻기 어렵다. 또한, 유성 슬러리가, 연마 처리의 열에 의해 변질되므로, 다이아몬드 연마입자가 응집한다. 그 결과, 고가의 다이아몬드 연마입자를 재이용할 수

없게 되는 문제가 있었다.

[0004] 상기한 문제를 해결하기 위하여, 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 연마 방법을 채용한 기술이 소개되고 있다 (특허 문헌 1). 메카노케미컬 연마에서는, 피연마재의 표면을 변질시키고, 피연마재보다 연성의 연마입자로 연마한다. 따라서, 피연마재의 표면에 큰 상처를 발생시키지 않는다. 또한, 탄화 규소의 연마재로서, 산화제를 사용하고, 연마레이트(removal rate)를 향상시키는 기술도 소개되고 있다(특허 문헌 2, 특허 문헌 3, 특허 문헌 4).

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제2005-81485호 공보
- (특허문헌 0002) 일본특허 4345746호 공보
- (특허문헌 0003) 일본특허 4827963호 공보
- (특허문헌 0004) W02011136387호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 특허 문헌 1에 나타난 건식 연마법(Dry polishing)은, 피연마재(object material)와 연마용 연마입자(abrasive particle)의 사이에서 높은 마찰열을 발생시켜, 메카노케미컬 연마(mechanochemical polishing)를 촉진하여, 연마 속도(removal rate)의 향상을 도모하고 있다. 그러나, 높은 온도에 노출된 연마용 연마입자와 연마가루가 연마 장치의 내부에 부착되므로, 장치의 세정에 시간이 걸린다. 따라서, 생산성이 좋지 못한 문제점이 있었다.

[0007] 한편, 특허 문헌 2나 특허 문헌 3에 나타난 습식 연마법(Wet polishing)은, 과산화 수소 등의 산화제를 연마 슬러리에 첨가하여 피연마재의 표면을 산화시켜, 연마 레이트의 향상을 도모하고 있다. 그러나, 산화제가 포함되는 슬러리는, 작업 환경을 악화시켜, 폐액 처리의 비용을 증대시킨다. 또한, 산화제는 연마 장치를 부식시키는 경우가 있다. 특허 문헌 4에 나타난 습식 연마법은, 강알칼리성 슬러리를 사용하여 메카노케미컬 연마를 촉진하여, 연마 속도의 향상을 도모하고 있다. 그러나, pH 10~14와 같은 강알칼리성의 슬러리는, 작업 환경을 악화시켜, 폐액 처리의 비용을 증대시킨다. 또한, 어느 경우에도, 연마 처리 중에, 슬러리의 특성이 변화하기 쉽기 때문에, 감시와 조정이 불가결하여, 연마 공정의 자동화가 어려운 문제가 있다. 즉, 종래 알려진 방법에 의해서는, 높은 내식성(耐蝕性)을 가지는 SiC나 GaN을 실용적인 연마 레이트로 고품위로 연마할 수 없다.

[0008] 상기한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 습식 연마 방법을 채용하고, 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 연마 방법을 이용하여, 피연마재가 고품위이며, 높은 연마 레이트를 실현할 수 있는 연마용 연마입자와 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은, 환경에 영향이 적은 슬러리를 사용하여 피연마재를 습식 연마하는 연마 방법과 연마 장치와 연마용의 슬러리를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 이하의 구성은 각각 상기한 과제를 해결하기 위한 수단이다.

[0011] <구성 1>

[0012] 피연마재와 모스 경도(Mohs hardness)가 같거나 혹은 피연마재보다 모스 경도가 낮은 입자상(粒子狀)의 제1 연마재와, 상기 피연마재를 화학적으로 변질시키는 입자상의 제2 연마재를, 기계적 합금화법(mechanical alloying method)에 의해 입자상으로 일체화시킨 연마용 연마입자.

[0013] <구성 2>

[0014] 상기 제1 연마재는, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 1에 기재된 연마용 연

마입자.

- [0015] <구성 3>
- [0016] 상기 제2 연마제는, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 1에 기재된 연마용 연마입자.
- [0017] <구성 4>
- [0018] 상기 제1 연마제와 제2 연마제를, 평균 입경 0.05 μ m 이상 100 μ m 이하의 입자상으로 일체화한, 구성 1 내지 3 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0019] <구성 5>
- [0020] 기계적 연마성을 가진 성분과 화학적 연마성을 가진 성분이 일체로 된 입자로서, 기계적 합금화 처리에 의해 양 성분이 접합한 것을 특징으로 하는 연마용 복합 연마입자.
- [0021] <구성 6>
- [0022] 피연마제의 표면을 연마하기 위한 입자로서, 이 입자는, 기계적 합금화 처리에 의해 결합된 복수 종류의 무기 화합물 성분을 포함하고, 각 무기 화합물 성분은, 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 상태에서, 서로 비정질층을 통하여 일체로 결합되어 있는, 구성 1 내지 5 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0023] <구성 7>
- [0024] 상기 복수 종류의 무기 화합물 성분은, 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 상태에서 결합되고, 각 무기 화합물 성분은, 각각 그 일부가 입자의 외표면에 노출되어 있는, 구성 6에 기재된 연마용 연마입자.
- [0025] <구성 8>
- [0026] 복수 종류의 무기 화합물 성분 중 어느 하나에, 피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제가 포함되어 있는, 구성 6 또는 7에 기재된 연마용 연마입자.
- [0027] <구성 9>
- [0028] 복수 종류의 무기 화합물 성분은 모두, 피연마제와 모스 경도가 같거나 혹은 피연마제보다 모스 경도가 낮은, 구성 8에 기재된 연마용 연마입자.
- [0029] <구성 10>
- [0030] 복수 종류의 무기 화합물 성분 중 어느 하나에, 피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제와, 피연마제의 메카노케미컬 효과가 생긴 표면을 기계적으로 깎는 성분이 포함되어 있는, 구성 8에 기재된 연마용 연마입자.
- [0031] <구성 11>
- [0032] 피연마제의 표면을 기계적으로 깎는 성분은, 피연마제와 모스 경도가 같거나 혹은 피연마제보다 모스 경도가 낮은, 구성 10에 기재된 연마용 연마입자.
- [0033] <구성 12>
- [0034] 피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제는, 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마제의 연마면을 산화시키는 성분인, 구성 10에 기재된 연마용 연마입자.
- [0035] <구성 13>
- [0036] 피연마제에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 화학 반응성 연마제는, 리튬, 알칼리 토류 금속의 탄산염, 인산염, 불화물, 붕소 화합물, 및 염화 은, 브롬화 은, 요오드화 은 등의 할로겐 화합물, 빙정석(cryolite), 또는 명반(alum) 중에서 선택된 1종 또는 2종 이상의 난용성의 염인, 구성 10에 기재된 연마용 연마입자.
- [0037] <구성 14>
- [0038] 복수 종류의 무기 화합물 성분의 원료를 혼합하고, 건식 상태에서 기계적 합금화 처리를 행하고, 각 무기 화합물 성분을, 서로 비정질층을 통하여 일체로 결합시켜 입자상으로 하는, 연마용 연마입자의 제조 방법.

- [0039] <구성 15>
- [0040] 순수 중에, 구성 1 내지 12 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자를 분산시킨 슬러리를 사용하여, 피연마재를 연마하는 연마 방법.
- [0041] <구성 16>
- [0042] 기재(基材)에, 구성 1 내지 12 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자를 분산시켜 고정한, 연마 부재.
- [0043] <구성 17>
- [0044] 합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되며, 구성 1 내지 12 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자를 표면에 분산시켜 고정한 연마 패드와,
- [0045] 피연마재를 연마 패드 표면을 향해 탄력을 사용하여 가압하는 유지 장치와,
- [0046] 연마면에 순수를 공급하는 주액기를 구비하고,
- [0047] 상기 유지 장치에 의한 탄력은, 상기 연마용 연마입자와 상기 피연마재의 사이에, 상기 반응 촉진제에 의한 화학 반응이 생기는 온도 이상으로 마찰열을 발생시키는 레벨로 설정되는, 연마 장치.
- [0048] <구성 18>
- [0049] 중성의 물 중에, 구성 1 내지 12 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자를 분산시켜 생성한 현탁액으로서, 섭씨 25도에서의 pH가 4 이상 11 이하인, 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 연마하기 위한, 슬러리.
- [0050] <구성 19>
- [0051] 사파이어를 습식 연마하기 위한 연마입자로서,
- [0052] 모스 경도가 7 이상 9 이하인 입자상의 제1 연마제와,
- [0053] 상기 피연마재에 대하여 메카노케미컬인 작용을 가지는 입자상의 제2 연마제와,
- [0054] 슬러리를 위해 사용하는 순수에 대하여 난용성이며, 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염으로 이루어지는 입자상의 마찰열 반응제의 혼합물이,
- [0055] 기계적 합금화법에 의해 직접 결합되며 입자상으로 일체화되어 있는 복합 연마입자.
- [0056] <구성 20>
- [0057] 상기 제1 연마제는, Al_2O_3 , $ZrSiO_4$ 또는 ZrO_2 로서, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 19에 기재된 복합 연마입자.
- [0058] <구성 21>
- [0059] 상기 제2 연마제는, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료로서, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 19에 기재된 복합 연마입자.
- [0060] <구성 22>
- [0061] 상기 제2 연마제로서 SiO_2 를 선택했을 때, 상기 제1 연마제로서, SiO_2 보다 모스 경도가 큰 것이 선택되는, 구성 19)에 기재된 복합 연마입자.
- [0062] <구성 23>
- [0063] 상기 마찰열 반응제는, $CaCO_3$, $SrCO_3$, $MgCO_3$, $BaCO_3$, Li_2CO_3 , $Ca_3(PO_4)_2$, Li_3PO_4 및 $AlK(SO_4)_2$ 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료로서, 상기 일체화된 입자의 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 19에 기재된 복합 연마입자.
- [0064] <구성 24>
- [0065] 상기 제1 연마제는, Al_2O_3 , $ZrSiO_4$ 또는 ZrO_2 이며,

- [0066] 상기 제2 연마제는, Cr₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료이며,
- [0067] 상기 마찰열 반응제는, CaCO₃, SrCO₃, MgCO₃, BaCO₃, Li₂CO₃, Ca₃(PO₄)₂, Li₃PO₄ 및 AlK(SO₄)₂의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료인, 구성 19에 기재된 복합 연마입자.
- [0068] <구성 25>
- [0069] 구성 1 또는 6에 기재된 제1 연마제와 제2 연마제와 마찰열 반응제를, 기계적 합금화법에 의해 결합시켜 평균 입경 0.05 μ m 이상 100 μ m 이하의 입자상으로 일체화한, 복합 연마입자.
- [0070] <구성 26>
- [0071] 구성 19 또는 24에 기재된 제1 연마제와 제2 연마제와 마찰열 반응제를, 기계적 합금화법에 의해 결합시켜 평균 입경 0.05 μ m 이상 100 μ m 이하의 입자상으로 일체화하는, 복합 연마입자의 제조 방법.
- [0072] <구성 27>
- [0073] 순수 중에 구성 19 또는 24에 기재된 복합 연마입자를 분산시킨 슬러리를 사용하여, 상기 피연마재를 습식 연마하는, 연마 방법.
- [0074] <구성 28>
- [0075] 100 밀리리터의 순수 중에 상기 복합 연마입자를 15 중량%의 농도로 분산시켜 슬러리를 구성했을 때, 섭씨 25도에서의 pH가 5 이상 9 이하가 되도록 구성 19 또는 24에 기재된 복합 연마입자의 배합을 선정하고, 사파이어를 습식 연마하는 연마 방법.
- [0076] <구성 29>
- [0077] 구성 19 또는 24에 기재된 복합 연마입자의 겉보기 비용적(比容積)(정치법(靜置法)이, 0.5 ml/g 이상 200 ml/g 이하가 되도록 한, 사파이어를 습식 연마하기 위한 슬러리.
- [0078] <구성 30>
- [0079] 합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되는 패드 상에 구성 9 내지 11 중 어느 하나에 기재된 슬러리를 공급하는 장치와, 피연마재를 상기 패드에 탄력을 사용하여 가압하여, 상기 패드의 상면에 분산한 복합 연마입자와 상기 피연마재의 사이에 마찰을 발생시키는 압압(押壓) 장치를 포함한, 연마 장치.
- [0080] <구성 31>
- [0081] 합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되는 패드 상에 구성 1 또는 6에 기재된 복합 연마입자를 분산시키고 고정하고, 또한 상기 패드 상에 순수를 공급하는 장치와, 피연마재를 상기 패드에 탄력을 사용하여 가압하여, 상기 패드의 상면에 분산한 복합 연마입자와 상기 피연마재의 사이에 마찰을 발생시키는 압압 장치를 포함한, 연마 장치.
- [0082] <구성 32>
- [0083] 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서, 상기 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재를 연마할 때 발생하는 마찰열에 반응하여 상기한 화학적 연마 작용을 촉진하는 반응 촉진제가, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.
- [0084] <구성 33>
- [0085] 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서, 상기 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.
- [0086] <구성 34>
- [0087] 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서, 상기 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘

하는 성분과, 상기 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분과, 상기 피연마재를 연마할 때 발생하는 마찰열에 반응하여 상기 화학적 연마 작용을 촉진하는 반응 촉진제를 포함하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.

- [0088] <구성 35>
- [0089] 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서,
- [0090] 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마재의 연마면을 산화시키는 성분과, 연마 시에 발생하는 마찰열에 의해 연마면의 산화 작용을 촉진하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.
- [0091] <구성 36>
- [0092] 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마입자로서,
- [0093] 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마재의 연마면을 산화시키는 성분과, 연마 시에 발생하는 마찰열에 의해 연마면의 산화 작용을 촉진하는 성분과, 산화된 피연마재의 연마면을 기계적으로 제거하는 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있는, 연마용 연마입자.
- [0094] <구성 37>
- [0095] 상기 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분이, SiC, Al₂O₃, ZrSiO₄, ZrO₂ 또는 이들 이외의 규산염 화합물로서, 신모스 경도가 9 이상 13 이하이며, 상기 제1 성분은 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 33, 34 또는 36에 기재된 연마용 연마입자.
- [0096] <구성 38>
- [0097] 상기 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분이, 탈크, 운모 또는 이들 이외의 규산염 화합물이며, 신모스 경도가 9 미만이며, 상기 제1 성분은 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 33, 34 또는 36에 기재된 연마용 연마입자.
- [0098] <구성 39>
- [0099] 상기 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분이, Zr을 제외하고 주기표 상 제3족으로부터 제11족까지의 사이에 존재하는 천이 금속 원소 또는 주기표 상 제12족 원소(아연족 원소)의, 산화물 또는 복산화물이며, 상기 제2 성분은 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 32 내지 34 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0100] <구성 40>
- [0101] 상기 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분은 MnO₂이며, 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 32 내지 34 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0102] <구성 41>
- [0103] 상기 반응 촉진제가, 순수에 대하여 난용성이며, 또한 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염이며, 상기 반응 촉진제는 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 32 내지 36 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0104] <구성 42>
- [0105] 상기 반응 촉진제는 CaCO₃이며, 연마용 연마입자의 전체 중량에 대하여 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는, 구성 32 내지 36 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0106] <구성 43>
- [0107] 탄화 규소 또는 질화 갈륨의 습식 연마에 사용되는 것으로서, 평균 입경이 0.05 μ m 이상 100 μ m 이하인 입자상으로 일체화된, 구성 32 내지 42 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.

- [0108] <구성 44>
- [0109] 혼합된 어떤 성분도, 그 일부가 연마용 연마입자의 외표면에 노출되어 있는, 구성 32 내지 42 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자.
- [0110] <구성 45>
- [0111] 탄화 규소 또는 질화 갈륨의 피연마재에 대하여 연마 작용을 발휘하는 2종 이상의 성분을 기계적 합금화 처리에 의해 일체화하는, 연마용 연마입자를 제조하는 방법.
- [0112] <구성 46>
- [0113] 구성 32 내지 44 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자를 순수 중에 분산시키고 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 연마하는, 연마 방법.
- [0114] <구성 47>
- [0115] 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 피연마재로 하는 연마 방법으로서, 상기 피연마재와 구성 32 내지 44 중 어느 하나에 기재된 연마용 연마입자와의 접촉면에 국부적으로 순수를 공급하는, 연마 방법.
- [0116] <구성 48>
- [0117] 합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 중 어느 하나에 의해 구성되며, 구성 32 내지 36 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 표면에 분산시켜 고정된 연마 패드와,
- [0118] 피연마재를 연마 패드 표면을 향해 탄력을 사용하여 가압하는 유지 장치와,
- [0119] 연마면에 순수를 공급하는 주액기를 구비하고,
- [0120] 상기 유지 장치에 의한 탄력은, 상기 연마용 연마입자와 상기 피연마재의 사이에, 상기 반응 촉진제에 의한 화학 반응이 생기는 온도 이상으로 마찰열을 발생시키는 레벨로 설정되는, 연마 장치.
- [0121] <구성 49>
- [0122] 중성의 물 중에, 구성 32 내지 36 중 어느 한 항에 기재된 연마용 연마입자를 분산시켜 생성한 현탁액으로서, 섭씨 25도에서의 pH가 4 이상 11 이하인, 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 연마하기 위한, 슬러리.

발명의 효과

- [0123] 본 발명의 연마용 연마입자는, 복수 종류의 성분(component)이, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합되어 입자상으로 일체로 되어 있다. 각 성분 사이의 결합 에너지가 크기 때문에, 연마 처리 중에 연마용 연마입자가 분해되지 않는다. 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분에 의해, 메카노케미컬 효과를 생기게 하여, 피연마재보다 모스 경도가 낮은 연마용 연마입자에서도 높은 연마 레이트로 연마할 수 있다. 반응 촉진제는, 연마용 연마입자의 외표면과 피연마재와의 마찰에 의해 발생하는 열에 의해 반응하고, 화학적 연마 작용을 촉진한다. 화학적 연마 작용이 촉진되어, 연마 레이트를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0124] 복수 종류의 성분이, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채 결합되어 있으므로, 각각의 성분이 연쇄적으로 작용하여 연마를 촉진한다. 복수 종류의 성분이, 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체로 되어 있으므로, 각 연마용 연마입자가 각각의 기능을 연쇄적으로 발휘한다.
- [0125] 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분의 경도가 상대적으로 높은 것을 사용하면, 고속 연마가 가능하다. 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분의 경도가 상대적으로 낮은 것을 사용하면, 고품질의 연마가 가능하게 된다.
- [0126] 순수 중에 상기한 연마용 연마입자를 분산시킨 슬러리는, 거의 무해하다. 연마 작업장의 환경에 영향을 주지 않으며, 폐액 처리도 간단하다. 또한, 연마 중에 연마입자를 구성하는 성분의 소비가 근소하므로, 반복적으로 사용할 수 있어, 경제적이다.
- [0127] 물 등의 슬러리를 사용한 습식 연마에서는 열에너지가 발산하게 되어, 일반적으로는 화학적 연마 작용이 충분히 발휘되지 않는다. 이에 대하여, 복수 종류의 성분이 입자상으로 일체화된 연마용 연마입자는, 습식 연마에서도 열에너지를 유효하게 이용하여, 화학적 연마 작용을 충분히 발휘할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0128] 도 1은 본 발명의 연마용 연마입자의 개략 구조예를 나타낸 외관도이다.
- 도 2는 연마용 연마입자를 사용하는 연마 장치의 일례를 나타낸 개략 사시도이다.
- 도 3은 종래 알려진 메카노케미컬 연마 방법의 설명도이다.
- 도 4는 본 발명의 연마용 연마입자의 현미경 사진과 연마 동작 설명도이다.
- 도 5는 실시예의 연마용 연마입자로 연마 처리 전후의 연마용 연마입자의 성분을 비교한 도면이다.
- 도 6은 각종 연마재를 사용하여 연마 처리를 행한 후의 폐액의 성질 비교도이다.
- 도 7은 제1 성분을 교환하였을 때의 SiC의 연마 레이트 비교도이다.
- 도 8은 제2 성분을 교환하였을 때의 SiC의 연마 레이트 비교도이다.
- 도 9의 Fig9A는, GaN의 연마 레이트 비교도로, Fig9B는 사파이어의 연마 레이트 비교도이다.
- 도 10은 반응 촉진제를 교환하였을 때의 연마 레이트와 연마 처리 후의 온도의 관계를 나타낸 데이터이다.
- 도 11은 연마 압력과 연마 레이트의 관계를 나타낸 비교도이다.
- 도 12는 각종 연마입자의 연마 레이트와 표면 거칠기의 관계를 나타낸 비교도이다.
- 도 13은 비교예의 연마입자의 연마 레이트와 표면 거칠기의 관계를 나타낸 비교도이다.
- 도 14는 그래프화한 연마 레이트의 비교도이다.
- 도 15는 그래프화한 연마 후의 표면 거칠기의 비교도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0129] 도 1은, 본 발명의 연마용 연마입자의 개략 구조를 나타낸 외관도이다.
- [0130] 본 발명의 연마용 연마입자(10)는 사파이어나, 탄화 규소나 질화 갈륨 등의 각종 재료를 연마하기 위해 사용된다. 본 발명의 연마용 연마입자(10)는, 예를 들면, 도 1의 FigA에 나타낸 바와 같이, 제1 성분(12)과 제2 성분(13)과 반응 촉진제(14)가, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 기계적 합금화 처리에 의해 서로 직접 결합된 것이다. 제1 성분(12)은, 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분이다. 제2 성분(13)은, 피연마재에 대하여 화학적 연마 작용을 발휘하는 성분이다. 반응 촉진제(14)는, 피연마재를 연마할 때 발생하는 마찰열에 반응하여 상기 화학적 연마 작용을 촉진하는 성분이다. 이 연마용 연마입자(10)는, 이들 성분을 입자상으로 일체로 한 것이다.
- [0131] 이 외에, 도 1의 Fig1B에 나타낸 바와 같이, 제2 성분(13)과 제3 성분(14)만으로 이루어지는 연마용 연마입자(11)도 실시예로서 후술한다. 또한, 각종 조합이 가능하다. 화학적 연마 작용에는, 피연마재의 표면에 메카노케미컬 효과를 생기게 하여, 변질시키는 작용이 포함된다. 또한, 화학적 연마 작용에는, 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마재의 연마면을 산화시키는 작용도 포함된다. 이들 작용에 의해, 피연마재의 표면을, 완전한 상태의 피연마재의 경도 이하의 경도로 변질시켜 연마하는 것이 가능하게 된다.
- [0132] 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 피연마재의 연마면을 산화시키는 제2 성분과, 연마 시에 발생하는 마찰열에 의해 연마면의 산화 작용을 촉진하는 제3 성분의 2가지 성분을 조합해도 충분한 실용성이 있다.
- [0133] 상기한 복수의 성분이 직접 결합되어 있다는 것은, 복수의 성분 이외의 재료를 사용하여 결합시키고 있지 않다는 의미이다. 접착제 등의 결합 재료를 사용하지 않고 결합되어 있다는 의미이다. 기계적 합금화 처리에 의해 복수의 성분을 결합시키면, 도 1의 Fig1C에 나타낸 바와 같이, 경계 부분에 비정질층(15)이 형성된다. 각 성분은, 이 비정질층(15)을 통하여, 일체로 결합한다. 각 무기 화합물 성분은, 기계적 합금화 처리에 의해 결정 표면에 생긴, 비정질층(15)이 가지는 화학적 활성에 의해 결합되어 있다. 이 결합력에 의해, 연마 전에도, 연마중에도 각 무기 화합물 성분이 쉽게 분리하지 않는다. 따라서, 연마용 연마입자의, 피연마재에 접촉된 부분에서, 각 무기 화합물 성분의 특성이 연쇄적으로 발휘된다. 또한, Fig1C에 나타낸 바와 같이, 제2 성분이나 제3 성분의 결정 표면의 각처에 형성된 비정질층(15)은, 이들의 화학적 연마 작용을 높이는 효과도 있다.
- [0134] 입자상으로 일체화되어 있다는 것은, 연마재로서의 용도에 적합한 사이즈와 형상으로 선정되어 있다는 의미이다. 탄화 규소 또는 질화 갈륨 기관의 랩핑용으로서 요구되는 표면 거칠기가 0.01 μ m 이하일 때, 연마용

연마입자는, 평균 입도(粒度)가 $10\mu\text{m}$ 이하로 선정되면 된다. 습식 연마에 사용하는 경우에는, 본 발명의 연마용 연마입자는, 평균 입경 $0.05\mu\text{m}$ 이상 $100\mu\text{m}$ 이하의 입자상으로 제조하는 것이 바람직하다. 연마 패드나 스톤(grindstone)에 고정하여 이 연마용 연마입자를 사용하는 경우에는, 더욱 큰 입경을 가지는 것도 사용할 수 있다. 따라서, 본 발명의 연마용 연마입자는, 다양한 먼 거칠기의 요구에 부응할 수 있다.

[0135] 연마용 연마입자는 일체화된 덩어리형이면 된다. 연마용 연마입자의 외형은 원형이 아니라도 된다. 복수 종류의 성분은, 기계적 합금화 처리에 의해 결합되어 있다. 에 의해, 복수 종류의 성분이, 각각의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 상태에서 결합되어 있다. 복수 종류의 성분을 결합시키는 것은, 각 성분의 물질 고유의 성질을 조합하여, 피연마재를 연마하기 위해서이다. 어느 경우에도, 본 발명의 연마용 연마입자는, 습식 연마를 행하는 경우에는, 산이나 알칼리 또는 산화제 등을 포함한 케미컬 슬러리를 사용하지 않는다. 중성의 물에 연마용 연마입자를 분산하여 사용할 수 있는 특징을 가진다.

[0136] [기계적 합금화 처리]

[0137] 기계적 합금화 처리에서는, 먼저, 제1 성분(12)의 분말과 제2 성분(13)의 분말과 반응 촉진제(14)의 분말을 혼합하고, 부수고, 마찰시키고, 압축하고, 인장하고, 두드리고, 구부리고 또는 충돌시키는 기계적 충격을 반복적으로 가한다. 어느 종류의 충격을 가해도 된다. 복수 종류의 충격이 조합될 수도 있다. 이들 기계적 충격에 의해 분말이 부수어지고, 균일하게 혼합된다. 그 후, 일부 분말이 일체화되어 입자상으로 고화되는 현상이 생긴다. 각 성분은, 각각 개개의 성분의 물질 고유의 성질을 유지한 채, 서로 직접 결합하여 전체적으로 입자상으로 일체화된다. 각 성분은 비정질층을 통하여, 일체로 결합된다.

[0138] [제1 성분의 작용]

[0139] 제1 성분은, 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘한다. 제1 성분(12)의 신모스 경도(수정 모스 경도)은, 피연마재의 경도에 따라 선택된다. 예를 들면, 피연마재가 탄화 규소 또는 질화 갈륨인 경우에는, 신모스 경도가 7 이상 13 이하이다. 신모스 경도를 7 이상으로 한 것은, 복합 입자가 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 기계적으로 고속 연마하기 위해 필요한 최소한의 경도를 가지기 때문이다. 신모스 경도를 13 이하로 한 것은, 탄화 규소 또는 질화 갈륨의 경도 이하의 입자를 사용하여, 탄화 규소 또는 질화 갈륨의 표면에 큰 흠집을 내지 않고 연마를 하기 위해서이다. 제1 성분(12)에는, 규산 화합물이 적합하다. 예를 들면, SiC , Al_2O_3 , ZrSiO_4 , ZrO_2 , 탈크, 또는 운모가 적합하다. 이들 이외의 규산염 화합물도 적용할 수 있다. 높은 연마 레이트를 얻는 경우에는, SiC , Al_2O_3 , ZrSiO_4 또는 ZrO_2 를 사용하며, 신모스 경도가 9 이상 13 이하인 것이 적합하다. 한편, 고품질의 연마면을 얻는 경우에는, 보다 부드러운 탈크, 또는 운모가 적합하다. 즉, 규산염 화합물로서, 신모스 경도가 9 미만인 것이 적합하다. 그리고, 신모스 경도가 9인 사파이어를 연마하는 경우에는, 연마용 연마입자의 신모스 경도가 7 이상 9 이하인 것이 적합하다.

[0140] 제1 성분(12)은, 상기 일체화된 입자의 전체 중량을 100으로 했을 때, 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는 것이 바람직하다. 제1 성분(12)의 배합 비율이 5% 미만이면, 연마용 연마입자의 경도가 부족한 경우가 있다. 또한, 제1 성분(12)의 배합 비율이 95%를 초과하면, 제2 성분이 부족하여, 화학적 연마 작용에 의한 연마 레이트의 향상이 불충분하게 되는 경우가 있다.

[0141] [제2 성분의 작용]

[0142] 제2 성분(13)은, 피연마재에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 한다. 피연마재에 대하여 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 것이란, 적어도 피연마재의 표면의 분자나 원자 사이의 결합을 절단하거나 산화시키거나 일부 분자나 원자를 다른 분자나 원자로 치환하는 작용을 하는 것을 말한다. 이와 같이 하여 피연마재의 표면을 화학적으로 변질시킴으로써, 피연마재와 동등하거나 그보다 부드러운 연마입자로, 변질시킨 부분을 박리하는 것을 가능하게 한다. 이로써, 피연마재의 표면이 평탄화된다. 피연마재의 표면에 가까운 부분만이 박리되므로, 피연마재의 표면에 깊고 큰 흠집을 발생시키지 않는다. 이 제2 성분의 작용에 의해, 지금까지 얻을 수 없었던 높은 연마 레이트(removal rate, 단위 시간당의 연마량)로 연마 처리를 행할 수 있게 되었다.

[0143] 탄화 규소 또는 질화 갈륨이 피연마재의 경우에는, 제2 성분(13)으로서, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , ZnO , NiO , SnO_2 , Sb_2O_3 , CuO , Co_3O_4 , CeO_2 , Pr_6O_{11} , MnO_2 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 산화물을 선택하여 사용하는 것이 바람직하다. 제2 성분은, Zr을 제외하고 주기표 상 제3족으로부터 제11족까지의 사이에 존재하는 천이 금속 원소 또는 주기표 상 제12족 원소(아연족 원소)의, 산화물 또는 복산화물이다. 복산화물(multiple oxide)은, 이들 산화물 중 어느 2종 이상이 고용(固溶)한 것이다.

- [0144] 제2 성분(13)으로서 선택되는 재료에는, 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 고온에서 산화시키기 쉬운 물질이 포함된다. 상기한 예에서 열거한 제2 성분(13)은, 모두, 산화물이다, 특히 MnO_2 는 고체 산화제로서 잘 알려져 있으며, 전해법에 의해 제조된 활성이 강한 이산화 망간이 적합하다. 이산화 망간은, 연마 처리 시에 발생하는 마찰열에 의해 반응하여 탄화 규소의 C면을 산화하고, Si면과 고상(固相) 반응한다. 산화한 연마면은, 탄화 규소와 동등 이하의 모스 경도의 성분으로 기계적인 방법에 의해 효율적으로 제거할 수 있다.
- [0145] 사파이어를 피연마재로 하는 경우에는, 사파이어의 알루미늄 이온(Al_3^+)과 동형 치환이 일어나기 쉬운 재료가 바람직하다. 이 재료는, 이온 반경이 알루미늄(Al)과 근사한 물질이다. 한편, 실리카(SiO_2)는, 실록산의 탈수 시에 생기는 치환을 생기게 한다. 이 화학 반응에 의해, 피연마재(사파이어)의 표면이 변질되어, 피연마재와 동등 이하의 경도의 제1 연마재로 효율적으로 연마가 가능하게 된다. 그리고, 제2 성분(13)은, 상기 일체화된 입자의 전체 중량을 100으로 했을 때, 5 중량% 이상 95 중량% 이하를 차지하는 것이 바람직하다. 제2 성분(13)의 배합 비율이 5% 미만이면, 화학적 연마 작용이 부족하여, 충분히 높은 연마 레이트를 유지할 수 없는 경우가 있다. 또한, 제2 성분(13)의 배합 비율이 95%를 초과하면 전체적으로 연마용 연마입자의 경도가 부족한 경우가 있다.
- [0146] [반응 촉진제의 작용]
- [0147] 반응 촉진제(14)는, 슬러리로 만들어 사용하는 순수에 대하여 난용성이며, 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염으로 이루어진다. 반응 촉진제(14)는 액체가 아니라, 고체이다. 반응 촉진제(14)가 고체이면, 기계적 에너지에 의해 제1 성분(12)이나 제2 성분(13)과 일체화 처리하여, 연마용 연마입자를 얻을 수 있다. 이에 비해, 반응 촉진제(14)가 액체인 경우, 또는 물에 용해하기 쉬운 재료인 경우에는, 슬러리 중에서 연마용 연마입자가 분해된다. 또한, 폐액이 환경에 악영향을 미친다.
- [0148] 반응 촉진제(14)는, $CaCO_3$, $SrCO_3$, $MgCO_3$, $BaCO_3$, $LiCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, Li_3PO_4 , $AlK(SO_4)_2$ 의 군 중에서 선택된, 1종 또는 2종 이상의 재료인 것이 바람직하다. 순수에 대하여 난용성인 것으로는, 또한 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염이 적합하다. 어느 재료도, 연마 시에 발생하는 마찰열에 의해, 제2 성분(13)의 연마 기능을 촉진할 수 있다. 이 외에, CaF_2 , Na_3AlF_6 , $Na_2B_4O_7$, $AgCl$, $AgBr$, AgI 등의 대기 중에서 안정적인 순수에 대하여 난용성인 무기 화합물이 적합하다.
- [0149] 그리고, 구체적으로는, 반응 촉진제(14)로서 선택되는 재료는, $LiCO_3$ 와 $AlK(SO_4)_2$ 를 제외하고, 순수에 대한 용해도가 0.1 이하이다. 즉, 섭씨 25도의 100그램의 순수에 대하여 용해되는 양이, 0.1그램 이하이다. 한편, 순수에 대한 $LiCO_3$ 의 용해도는 1.33, $AlK(SO_4)_2$ 의 용해도는 6.74로서, 다른 재료에 비해 크다. 그러나, 연마용 연마입자로서 사용한 경우에, 모두, 연마 중에 분리되어 순수에 다량으로 용해되지는 않는다. 즉, 기계적 합금화 처리에 의해 일체화함으로써, 반응 촉진제를, 순수에 쉽게 용해되지 않게 하고 있다. 따라서, 연마용 연마입자를 슬러리와 함께 순환시켜, 반복적으로 연마에 사용할 수 있다. 본 발명에 있어서, 난용성이란, 섭씨 25도의 100그램의 순수에 대하여 용해되는 양이, 7그램 이하인 것을 말한다.
- [0150] 반응 촉진제(14)는, 일체화된 입자의 전체 중량을 100으로 했을 때, 5 중량% 이상 95중량% 이하를 차지하는 것이 바람직하다. 반응 촉진제(14)의 배합 비율이 5 중량% 미만이면, 제2 성분(13)의 연마 기능을 촉진하는 효과가 불충분하게 되는 경우가 있다. 반응 촉진제(14)의 배합 비율이 95 중량%를 초과하면 제2 성분(13)의 양이 부족하게 되는 경우가 있다.
- [0151] 예를 들면, 반응 촉진제로서, 리튬 탄산염, 알칼리 토류 탄산염을 선택한 경우를 가정한다. 본 발명의 연마용 연마입자에 의해 습식 연마를 행하면, 피연마재에 연마용 연마입자가 묻질러지게 되어, 국소적으로 마찰열이 발생한다. 그 결과, 리튬 탄산염, 알칼리 토류 탄산염으로부터 이산화탄소가 이탈한다. 여기서 생긴 산화 리튬이나 산화 알칼리 토류는, 순간적으로 수분과 반응하여, 높은 수화열을 발생하고, 강알칼리성 물질인 수산화 리튬이나 수산화 알칼리 토류가 생성된다.
- [0152] 피연마재 표면의, 연마용 연마입자와 접하는 미소 영역에서 전술한 현상이 생긴다. 연마용 연마입자에 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 성분과, 피연마재에 대하여 기계적 연마 작용을 발휘하는 성분이 포함되어 있으므로, 연쇄적으로 메카노케미컬 효과가 촉진되어, 그 부분이 효율적으로 깎여서 제거된다.
- [0153] 반응 촉진제로서, 명반, 즉 $AlK(SO_4)_2$ 를 선택한 경우에는, 마찰열의 작용에 의해, 피연마재 표면 부근에 산성의

영역을 형성하여, 메카노케미컬 효과를 촉진한다.

- [0154] 반응 촉진제로서, 불소 화합물이나 할로겐 화합물을 선택한 경우에는, 이하의 반응이 생기는 것으로 여겨진다.
- [0155] Si계의 피연마재의 표면 부근에서는, 원자가 공유 결합할 곳을 잃게 되어, 단글링 본드(dangling bond)로 불리는 상태로 되어 있다. 단글링 본드 상의 전자는 불안정하기 때문에 화학적으로 활성이다. 피연마재의 표면에 연마용 연마입자가 묻질러지면, 마찰열에 의해 불소 이온이 발생한다. 그 결과, 단글링 본드와 불소가 결합한다. 전기 음성도가 강한 불소 원자는, 피연마재의 표면의 결정 구조를 비뚤어지게 한다. 이로써, 피연마재의 표면에서의 메카노케미컬 효과가 촉진된다.
- [0156] [연마 장치]
- [0157] 도 2는, 본 발명의 연마용 연마입자를 사용하는 연마 장치의 일례를 나타낸 개략 사시도이다.
- [0158] 연마 정반(20)은 화살표(32) 방향으로 회전 구동된다. 연마 정반(20)의 상면은 연마 패드(22)에 의해 덮혀져 있다. 유지 장치(24)는 피연마재(26)(탄화 규소 기관이나 질화 갈륨 기관)를 연마 패드(22)에 가압하여 지지하기 위한 장치이다. 본 발명에서는, 주액기(28)로부터 화살표(30) 방향으로, 슬러리와 함께 연마용 연마입자가 공급된다. 연마 패드(22)의 표면에 가압된 피연마재(26)는, 연마용 연마입자와 접촉하여 연마된다. 슬러리와 연마용 연마입자는 연마 처리 중에 연속적으로 정량씩 공급된다.
- [0159] 본 발명의 연마용 연마입자는, 예를 들면, 사파이어 기관이나, 파워 디바이스용의 탄화 규소 또는 질화 갈륨 기관의 폴리싱 처리(polishing process)에 사용할 수 있다. 사파이어 기관은 신모스 경도가 9이다. 탄화 규소 기관이나 질화 갈륨 기관은 신모스 경도가 13이다. 폴리싱 처리에서는, 예를 들면, 탄화 규소 또는 질화 갈륨 기관의 표면 거칠기가 0.010 μ m 이하에 도달할 때까지 연마한다. 순수 중에, 연마용 연마입자를 분산시킨 현탁액을, 연마면에 공급하여 연마 처리를 행할 수 있다. 슬러리용으로서, 중성의 물을 사용할 수 있다. 이 물에는, 연마용 연마입자를 분산시키므로, 계면활성제나 킬레이트제를 첨가해도 상관없다. 중성의 물에 본 발명의 연마용 연마입자를 분산시켜 생성한 현탁액은, 후술하는 바와 같이, 섭씨 25도에서의 pH는 4 이상 11 이하이다. 즉, 슬러리를 약산성이나 약알칼리성의 범위로 할 수 있다.
- [0160] 일반적으로, 상기한 각종 기관은, 처음에 형상을 다듬는 양면 연마를 행한다. 이것을 조(粗)가공이라고 한다. 그 후, 조가공에 의해 생긴 흠집을 저감시키기 위한 중간 가공을 행한다. 마지막으로, 원자 레벨의 평탄도까지 표면을 연마하는 마무리 가공을 행한다. 종래에는, 조가공의 공정에서, 탄화 규소 또는 질화 갈륨 기관의 연마에 다이아몬드 연마입자를 사용하였다. 그러나, 다이아몬드 연마입자가 탄화 규소 또는 질화 갈륨 기관보다 비커스 경도(vickers hardness)가 높으므로, 연마자국(saw mark)으로 불리는, 표면으로부터 깊은 부분에 도달하는 손상을 입히게 된다. 이 연마자국을 수복하기 위하여, 그 후 장시간의 중간 가공이 필요했다. 조가공에 다이아몬드 연마재를 사용하는 것은 연마 레이트를 가능한 한 향상시키기 위해서이다.
- [0161] 상기한 연마자국의 발생을 억제하기 위하여, 미세한 다이아몬드 연마입자를 사용하는 방법이 있다. 그러나, 메카니컬 연마를 행하는 경우에는, 연마입자의 입경이 작아짐에 따라 연마 레이트가 낮아진다. 또한, 연마입자의 입경이 작아짐에 따라, 다이아몬드 연마재를 사용하는 경우의 비용이 높아지는 문제가 있다. 따라서, 연마 처리의 속도를 높이고, 또한 손상의 발생을 방지하는 방법은 아직도 확립되어 있지 않다.
- [0162] 본 발명의 연마용 연마입자는, 이 문제를 해결한다. 본 발명의 연마용 연마입자를 사용하면, 충분히 높은 연마 레이트를 얻을 수 있으므로, 조가공과 중간 가공을 단번에 행하는 것을 가능하게 한다. 본 발명의 연마용 연마입자는, 탄화 규소나 질화 갈륨 기관과 같은 정도이거나 이보다 부드러운 성분(3)을 사용하여 연마한다.
- [0163] 상기한 폴리싱 처리 공정에서는, 예를 들면, 100 밀리리터의 순수에, 본 발명의 연마용 연마입자를 15 중량%의 농도로 분산시킨 연마용 슬러리를 사용한다. 섭씨 25도에서의 상기 슬러리의 pH는 4 이상 11 이하이다. 실험에 의하면, 4시간 연마 처리 후의 폐액은 대략 pH 8 정도였다. 폐액의 pH는 5 이상 9 이하가 가장 바람직하고, LiCO₃와 Ca₃(PO₄)₂ 이외의 재료를 사용했을 때는 전술한 범위 내였다. LiCO₃와 Ca₃(PO₄)₂를 반응 촉진제에 사용한 경우에는, pH 10~11 정도였다. 모두, 약산성~약알칼리성의 범위 내이고, 작업 환경에 대한 악영향을 억제할 수 있다. 동시에, 폐액 처리가 간편하게 된다.
- [0164] 상기한 슬러리는, 순수 100에 대하여, 연마용 연마입자를 5 중량% 이상 함유 시켜, 연마용 연마입자의 겔보기 비용적(정치법)이 0.5 ml/g 이상 200 ml/g 이하가 되도록 조정하는 것이 바람직하다. 겔보기 비용적(정치법)이 0.5 ml/g 미만이면 연마용 연마입자의 각 성분이 분리된다. 겔보기 비용적(정치법)이 200 ml/g을 초과해도 연마 레이트는 향상되지 않으며, 연마용 연마입자가 슬러리 중에서 파잉으로 되어 심하게 침강된다.

- [0165] 도 2에 나타난 장치에 있어서, 피연마재(26)를 연마 패드(22)의 표면을 향하여 탄력을 사용하여 가압하면, 연마 패드(22)의 표면에 분산한 연마용 연마입자와 피연마재(26)의 사이에서 마찰열이 발생하기 쉽다. 따라서, 예를 들면, 유지 장치(24)를 탄력성이 있는 고무판 등으로 구성하는 것이 바람직하다. 연마 패드(22)는, 합성 섬유, 유리 섬유, 천연 섬유, 합성 수지, 천연 수지 등에 의해 구성되는 것이 바람직하다. 유지 장치(24)가 피연마재(26)에 대하여 적절한 탄력을 가함으로써, 효과적으로 마찰열을 발생시켜 높은 연마 레이트를 실현할 수 있다. 연마용 연마입자와 피연마재의 사이에, 반응 촉진제에 의한 화학 반응이 생기는 온도 이상으로 마찰열을 발생시키면 된다.
- [0166] 또한, 연마 장치를 기동한 당초에는, 마찰열의 축적이 없기 때문에, 피연마재(26)의 연마면의 온도 상승이 불충분하게 된다. 그러므로, 연마 레이트가 낮아진다. 이 경우에는, 슬러리의 온도를 적온으로 조정하는 장치를 설치하면 된다. 또한, 본 발명의 연마용 연마입자는 건식 연마에도 사용할 수 있다. 예를 들면, 기체가, 연마용의 패드인 경우에는, 패드의 표면에 적절한 밀도로 연마용 연마입자를 분산시켜 고정하여, 연마 부재를 얻을 수 있다. 수지나 섬유에 복합 연마입자를 분산시켜 고정한 것을 사용할 수 있다. 기체가 플라스틱 성형품인 경우에는, 연마용 연마입자와 고화 전의 플라스틱을 혼합한 후에, 소정의 방법으로 경화시켜, 연마 부재를 얻을 수 있다. 또한, 테이프형의 기체에 분산시켜 고정한 것이라도 된다. 이 연마 부재는, 건식 연마에 적합하지만, 연마 처리 중에 연마면에 순수를 공급하여, 습식 연마를 행할 수도 있다.
- [0167] [종래 기술과의 비교]
- [0168] 도 3은 종래의 메카노케미컬 연마 방법의 설명도이다.
- [0169] 이들은, 모두 비교예로서 열거한 것이다. FIG3A에 나타난 연마재는, 복수 종류의 연마재를 혼합한 것이다. A 연마재(16)와 B 연마재(18)를 혼합하여 슬러리와 함께 연마 장치에 공급한다. B 연마재(18)는 A 연마재(16)의 연마 작용을 촉진하는 기능을 가진다. 이 경우에, 일반적으로는, A 연마재(16)와 B 연마재(18)의 비중이 상이하므로, FIG3B에 나타난 바와 같이, 양자가 슬러리 내에서 분리된다.
- [0170] FIG3C는, A 연마재(16)의 연마 작용을 촉진하는 슬러리(17)를 사용한 예를 나타낸다. 이 방법은 상기한 문제점을 해결하고 있으므로, 최근 널리 채용되고 있다. 그러나, 슬러리(17)에는 강알칼리성인 것이나, 산화제 등이 사용되어, 부식성이 강한 용액이 되기 때문에, 작업 환경을 좋지 못하게 한다. 또한, 연마 처리 후의 폐액의 처리 비용이 높아지게 된다.
- [0171] FIG3D는, A 연마재(16)를 고분자 재료(19)의 표면에 고정한 예를 나타낸다. 이 연마용 연마입자는, 경취(輕脆) 재료의 랩핑 공정에 적합한 평균 입도를 가지는 것을 얻기 어렵다. 즉, 사이즈가 큰 것 밖에 얻을 수 없다. 또한, 전체적으로 비중이 가벼워져, 가압하면 연마 장치로부터 흘러내리게 된다. 본 발명의 연마용 연마입자는 비중이 무겁기 때문에, 연마 장치의 패드 상면에 장기간 체류하여, 연마 레이트를 향상시킨다.
- [0172] 실시예 1
- [0173] [연마용 연마입자의 구조와 작용]
- [0174] 도 4의 Fig4A와 Fig4B는 본 발명의 연마용 연마입자의 미세한 현미경 사진이며, Fig4A 이하는 그 연마 작용의 설명도이다.
- [0175] Fig4A는 실시예 1의 연마용 연마입자를 나타낸 현미경 사진이다. 일체화 처리 직후의 것으로, 크기가 다양한 사이즈의 연마용 연마입자가 혼재하고 있다. 평균 입경이 5~6 μm 이며 입경 1 μm 정도인 것도 혼재하고 있다. Fig4B는 그 부분 확대도이다. 외경이 약 6 μm 인 1개의 연마용 연마입자를 촬영한 것이다. 미리 분쇄된 3종류의 성분이 혼재하고, 서로 강하게 연결되어 일체로 되어 있다. 3종류의 성분은, 모두, 본래 가지는 고유의 물리적 화학적 성질을 유지한 채 입자상으로 일체로 되어 있다. 실시예의 연마용 연마입자는, 연마 처리에 사용된 후에도, 분리되지 않을 정도의 힘으로 일체로 되어 있다. 예를 들면, 탄화 규소 기판을 4시간 연마한 후에 회수한 연마용 연마입자의 표면 상태도, 이 사진과 그다지 구별할 수 없을 정도였다.
- [0176] 실시예 1의 연마용 연마입자는, 산화 알루미늄(Al_2O_3)과 이산화 망간(MnO_2)과 탄산 칼슘(CaCO_3)을 일체로 한 것이다. 이들을 각각 50 중량부, 37.5 중량부, 12.5 중량부의 비율로 혼합하였다. 볼 밀링(Ball Milling)법에 의해 이들을 외경 1 μm 이하의 분말이 될 때까지 분쇄하고, 또한 약 0.5시간 기계적 충격을 계속 가함으로써 연마용 연마입자를 얻었다. 그 중에서 평균 입도 1 μm 의 연마용 연마입자를 선별하여 사용하였다. 상기한 방법에 의해 얻은 연마용 연마입자를 순수와 함께 도 2에 나타난 장치에 공급하고, 탄화 규소 기판을 4시간 연마하였다. 연마용 연마입자를 포함하는 슬러리는 연마 처리 중에 연마 패드(22) 상에 공급되고, 순차적으로 배출된다. 배

출된 슬러리는 다시 회수되어 연마 패드(22) 상에 공급되어 반복적으로 사용할 수 있다.

- [0177] 사파이어 연마용으로서, 산화 알루미늄(Al_2O_3)과 산화 규소(SiO_2)와 탄산 칼슘($CaCO_3$)을, 각각 50 중량부, 37.5 중량부, 12.5 중량부의 비율로 혼합하고, 볼 밀링법에 의해 일체로 한 것을 제조하였다. 평균 입도 $2\mu m$ 의 연마용 연마입자를 얻었다. 사파이어 기판을 4시간 연마한 후에 슬러리 중으로부터 인출한 복합 연마입자도, 상기와 동일한 결과를 얻었다.
- [0178] 예를 들면, 복수의 무기 화합물 성분을 수지 등의 접착제를 사용하여 결합시키는 방법이 알려져 있다. 그러나, 수지 등의 접착제에 의한 결합력은, 연마 중에 받는 외력에 의해 복수의 무기 화합물 성분이 서로 분리하는 것을 방지할 수 없다. 그 외에도, 각 성분을 소결하여 일체화하는 방법을 고려할 수 있다. 그러나, 소결하면, 무기 화합물 성분이 서로 혼합되어, 각각의 무기 화합물 성분의 물질 고유의 성질이 대부분 없어지게 된다. 따라서, 본 발명의 연마용 연마입자와 같은 기능을 효과적으로 발휘하게 할 수 없다. 즉, 충분히 양호한 효율의 연마 레이트를 실현할 수 없다. 또한, 소결 처리 시에 받는 섭씨 1000도 정도의 열에 의해 성분이 변질하거나 분해된다. 기계적 합금화 처리에서는, 각 성분을 변질시키거나 분해시키는 열은 가해지지 않는다.
- [0179] Fig4C에 나타낸 바와 같이, 본 실시예의 연마용 연마입자는, 각 성분이 균일하게 혼합되어 있기 때문에, 어느 성분도 그 일부가 연마용 연마입자의 외표면에 노출되어 있다. 연마용 연마입자는 구르듯이 피연마재에 연속적으로 직접 접촉한다. 연마용 연마입자 자체가 마찰열로 발열하고, 화학 반응성 연마재가 직접 그 마찰열로 가열되어, 피연마재의 표면에 메카노케미컬 효과를 생기게 한다. 또한, Fig4C 상태로부터 Fig4D의 상태로 이행하면, 메카노케미컬 효과가 생기고 있는 부분에, 즉시, 연마용 연마입자의 피연마재 표면을 기계적으로 깎는 성분이 접촉한다. 이에 따라, 피연마재의 메카노케미컬 효과가 생기고 있는 부분이 깎인다.
- [0180] 연마용 연마입자는, 피연마재의 표면을 구르듯이 운동한다. 이 때, 피연마재의 표면에, 화학 반응성 연마재와 피연마재를 기계적으로 깎는 기능을 가지는 성분이 교호적(交互的)으로 또한 반복적으로 접촉한다. 또한, 마찰열이 슬러리 중에 확산하기 전에, 이들이 시간적인 간격을 두지 않고 접촉하므로, 연쇄 연마 처리가 효율적으로 진행된다. 그리고, 연마용 연마입자 전체를 어느 하나의 성분으로 코팅할 수도 있다. 이 경우에는, 다른 성분은 연마용 연마입자의 외표면에 노출되지 않는다. 그러나, 연마 처리 중에 이 코팅이 파괴되어 모든 성분이 표면에 노출하면, 상기한 작용이 생긴다. 또한, 예를 들면, 코팅이 다른 성분의 작용을 방해하지 않을 정도의 두께이면, 모든 성분이 연마용 연마입자의 표면에 노출되어 있지 않아도 상관없다.
- [0181] 화학 반응성 연마재와 기계적으로 깎는 기능을 가지는 무기 화합물 성분이 슬러리 중에 분산되어 존재하면, 피연마재의 메카노케미컬 효과가 생기고 있는 부분에, 그 부분을 기계적으로 깎는 기능을 가지는 무기 화합물 성분이 직접 접촉하는 확률은 매우 적다. 따라서, 장시간 연마 처리를 계속하지 않으면 안된다.
- [0182] 전체면에 일정하게 메카노케미컬 효과를 생기게 하여, 어느 부분을 기계적으로 깎아도 된다. 따라서, 강한 알칼리 용액의 슬러리에 의해, 피연마재의 전체면에 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 방법이, 종래 가장 실용적인 방법으로서 채용되고 있다. 그러나, 이 방법은, 폐액 처리가 문제가 된다. 이는 이미 설명한 바와 같다.
- [0183] Fig4E는, 실시예의 연마용 연마입자로 피연마재를 연마했을 때의, 피연마재 표면 부근의 단면도이다. 피연마재(26)의 표면 부근의 해칭을 행한 부분만이 깎여져 제거된다. Fig4F는, 다이아몬드 연마재(36)로 피연마재(26)의 표면을 연마했을 때의 피연마재 표면 부근의 단면도이다. 이 경우에, 피연마재(26)의 표면에 깊은 연마자국(38)이 생긴다. 이는 종래에 가장 문제시가 되고 있었다.
- [0184] [연마 후의 연마용 연마입자의 분석]
- [0185] 도 5의 Fig5A는, 탄화 규소 기판을 4시간 연마하기 전과 후의 연마용 연마입자의 성분을 비교한 도면이다.
- [0186] Fig5A의 상단은, 연마 처리 전의 연마용 연마입자의, 각 성분이 차지하는 비율을 나타낸다. 하단은, 연마 처리 후의 연마용 연마입자의, 각 성분이 차지하는 비율을 나타낸다. 이 도면에서 나타낸 바와 같이, 실시예의 연마용 연마입자는 연마 처리 전과 후에, 그 성분비에 현저한 변화가 없다. 본 발명의 연마용 연마입자는 기계적 강도가 높고, 연마 처리에 의해서도 파괴되지 않기 때문에 반복적으로 사용할 수 있다. 즉, 탄화 규소 기판을 4시간 연마한 후에 슬러리 중으로부터 인출한 연마용 연마입자의 외관 및 분석 결과에 따르면, 혼합한 재료의 대부분이 원형을 유지한 채 존재하고 있는 것을 알았다. 총중량으로서 약 3%는 상기한 화학 반응에 의해 소비되고 있는 것도 알았다.
- [0187] Fig5B는, 사파이어 기판을 4시간 연마하기 전과 후의 복합 연마입자의 성분을 비교한 도면이다.

- [0188] 연마 전에는 알루미늄(Al)과 실리콘(Si)과 칼슘(Ca)의 전체에서 차지하는 비율이 각각 38.2 중량%, 43.8 중량%, 17.9 중량%였다. 연마 처리 후에는 41.2 중량%, 42.3 중량%, 16.5 중량%였다. 알루미늄 성분 이외의 성분의 전체에 차지하는 비율은 거의 변화되지 않았다. 알루미늄 성분의 비율이 증가한 원인은, 사파이어를 연마한 연마 가루가 새로 포함되기 때문인 것으로 여겨진다.
- [0189] 연마 처리 후의 슬러리와 함께 배출된 잔사를 분리하여 분석하였다. 그 결과, 알루미늄(Al)과 실리콘(Si)과 칼슘(Ca)의 전체에서 차지하는 비율이 각각 52%, 33%, 0.5%의 비율로 포함하는 잔사를 얻을 수 있었다. 성분 분석 결과, 플라이트가 포함되어 있었다.
- [0190] 연마 처리 중에, 복합 연마입자가 기계적 또는 열적으로 분해되어 플라이트가 생성된 것인지, 그 외의 원인에 의해 생성된 것인지를 검토했다. 플라이트의 생성량은 연마 시간에 비례하고 있었다. 또한, 연마 처리 전후의 복합 연마입자의 소비량을 충분히 초과하는 양의 플라이트가 발생하고 있었다. 즉, 복합 연마입자가 피연마재의 표면을 화학적으로 변질시키면서 연마하여, 그 잔사가 플라이트인 것을 알 수 있었다. 종래의 어떤 습식 연마 방법을 사용해도, 4시간 연마 후에 이만큼의 양의 플라이트를 발생시키는 경우는 없었다. 따라서, 상기한 반응 촉진제가 연마 중 유효하게 기능하고 있는 것이 증명되었다.
- [0191] 플라이트는, 산화 알루미늄과 이산화 규소의 화합물이며, 그 화학식은, $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \sim 2Al_2O_3 \cdot SiO_2$, 또는 $Al_6O_{13}Si_2$ 로 표시된다. 복합 연마입자와 피연마재와의 마찰에 의해, 국부적으로는 섭씨 수백 도의 마찰열이 발생한다. 슬러리에 의해 이 열은 확산되지만, 복합 연마입자와 피연마재가 접하는 미소 영역은 고온이 된다. 탄산 칼슘이, 피연마재와 산화 알루미늄의 반응을 촉진시킨 결과, 플라이트가 생성된 것으로 판단할 수 있다.
- [0192] 도 6은, 각종 연마재를 사용하여 연마 처리를 한 결과의 폐액의 성질 비교도이다.
- [0193] Fig6A에 나타낸 바와 같이, 연마 처리 후 배출된 슬러리의 온도를 측정한 결과, 연마 처리에 의해, 실온으로부터 섭씨 30도~40도 정도까지 온도가 상승하고 있으므로, 반응 촉진제에 의한 영향을 확인할 수 있었다. 연마 처리 후 배출된 슬러리의 순수를 제외한 잔사는, 탄화 규소 또는 질화 갈륨 기관의 절삭분(cutting scrap)이다. 잔사는 고품 성분이며, 필터에 의해 폐액으로부터 제거할 수 있다. 반응 촉진제의 종류에 따라 다르지만, 대부분의 폐액은 pH 7.5 정도였다. 배수는 중 성에서 처리가 용이하며, 환경 오염의 문제도 없다. 또한, 최대라도 pH 11.2이며, 문제없이 처리할 수 있다.
- [0194] Al_2O_3 와 SiO_2 와 $CaCO_3$ 를 일체로 한 연마용 연마입자로 사파이어를 연마했을 때는, 모두, 매분 0.7~1.0 μm 와 같은 높은 연마 레이트를 실현하였다. Fig6B에 나타낸 바와 같이, $LiCO_3$ 와 $Ca_3(PO_4)_2$ 이외의 재료를 반응 촉진제로서 사용했을 때, 연마 전의 측정값은, pH 4.63 8.0, 연마 후의 측정값은 pH 4.2~8.2의 범위 내였다. $LiCO_3$ 와 $Ca_3(PO_4)_2$ 를 반응 촉진제로서 사용했을 때, 연마 전의 측정값은, 각각 pH 10.1과 9.0, 연마 후의 측정값은 각각 pH 11.2과 9.6이었다. 모두, 약산성~약알칼리성의 범위 내이며, 작업 환경에 대한 악영향을 억제할 수 있다. 또한, 폐액 처리가 간편하게 된다. 고온에서 고알칼리 분위기가 되는 영역이 미소 영역이므로, 슬러리의 pH에 크게 영향을 주지 않는 것을 알았다.
- [0195] 실시예 2
- [0196] [제1 성분의 작용을 실증]
- [0197] 도 7은, 제1 성분을 교환하여 SiC를 연마했을 때의 연마 레이트의 비교도이다.
- [0198] 샘플 1-1로 표시한 부분은, Al_2O_3 와 MnO_2 와 $CaCO_3$ 를 일체로 한 연마용 연마입자를, 탄화 규소의 연마에 사용한 결과를 나타낸다.
- [0199] 본 실시예에서는, 연마 장치의 운전 조건이, 연마 정반(20)의 회전수를 매분 50 회전(rpm), 유지 장치(24)의 회전수를 매분 100 회전, 유지 장치(24)가 피연마재(26)를 연마 정반(20)의 방향으로 가압하는 연마 압력을 1 평방센티미터당 160그램(g/cm^2)으로 하였다. 연마용 연마입자는, 순수 중에 15 중량% 혼입되어 있다. 이와 같이 하여 조정된 슬러리는, 주액기(28)로부터 매분 10 밀리리터(ml/min)로 연마 패드(22) 상에 공급된다.
- [0200] 샘플 2-1로 표시한 부분은, ZrO_2 와 MnO_2 와 $CaCO_3$ 를 일체로 한 연마용 연마입자를, 탄화 규소의 연마에 사용한 결과를 나타낸다. 샘플 2-2는 제1 성분이 $ZrSiO_4$, 샘플 2-3은 제1 성분이 운모, 샘플 2-4는 제1 성분이 탈크이다. 제1 성분은 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 작용은 없다. 제1 성분 ZrO_2 의 신모스 경도는 11이다. 탄화 규소

의 신모스 경도는 13이다. 제1 성분 단체(單體)로는 탄화 규소를 연마할 수 없다.

- [0201] 그러나, 제1 성분 ZrO_2 와 제2 성분 MnO_2 와 반응 촉진제 $CaCO_3$ 를 일체로 한 연마용 연마입자는, 도면에 나타난 바와 같이 가장 높은 연마 레이트를 나타낸다. 다음의 도 8의 비교예 6에 나타난 종래의 다이아몬드 연마재를 사용한 경우의 연마 레이트가 $0.26(\mu m/min)$ 인데 비해, 샘플 1-1의 연마 레이트가 그 약 2.8배의 $0.72(\mu m/min)$ 였다. 질화 갈륨에 대한 제1 성분의 작용도 거의 동일하다. 따라서, 질화 갈륨에 대하여, 본 실험 예는 나타내지 않고 있다.
- [0202] [제2 성분의 작용을 실증]
- [0203] 도 8은, 제2 성분을 교환하여 SiC를 연마했을 때의 연마 레이트의 비교도이다.
- [0204] 샘플 1-1로 표시한 부분은, Al_2O_3 와 MnO_2 와 $CaCO_3$ 를 일체로 한 연마용 연마입자를, 탄화 규소의 연마에 사용한 결과를 나타낸다. 도 8의 실시예에서는, 제1 성분과 반응 촉진제가 동일하며, 제2 성분을 순차적으로 교환한 예를 나타낸다. 샘플 3-1은 제2 성분이 TiO_2 , 샘플 3-2는 제2 성분이 ZnO , 샘플 3-3은 제2 성분이 NiO , 샘플 3-4는 제2 성분이 SnO_2 , 샘플 3-5는 제2 성분이 Sb_2O_3 , 샘플 3-6은 제2 성분이 CuO , 샘플 3-7은 제2 성분이 Co_3O_4 , 샘플 3-8은 제2 성분이 CeO_2 , 샘플 3-9는 제2 성분이 Pr_6O_{11} , 샘플 3-10은 제2 성분이 Ti-Cr-Sb이며 복산화물이다.
- [0205] 샘플 3-11과 샘플 3-12는 2가지 성분 구조의 연마용 연마입자이다. 샘플 3-11은, 산화 알루미늄(Al_2O_3)과 이산화 망간(MnO_2)을 본 발명과 동일한 방법으로 기계적으로 결합하여 일체로 한 연마용 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다. 샘플 3-12는, 탄산 칼슘($CaCO_3$)과 이산화 망간(MnO_2)을 본 발명과 동일한 방법으로 기계적으로 결합하여 일체로 한 연마용 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다. 2가지 성분이라도, 종래의 다이아몬드 연마재를 사용한 경우와 동등한 연마 레이트를 얻을 수 있다.
- [0206] 비교예 1은, 산화 알루미늄(Al_2O_3)과 탄산 칼슘($CaCO_3$)을 본 발명과 동일한 방법으로 기계적으로 결합하여 일체로 한 연마용 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다. 비교예 2는, 산화 알루미늄(Al_2O_3)과 이산화 망간(MnO_2)과 탄산 칼슘($CaCO_3$)의 단순한 혼합물(일체로 되어 있지 않음)을 슬러리에 혼입하여 사용한 결과를 나타낸다. 비교예 3은, 이산화 망간(MnO_2)만을 연마입자로 한 결과를 나타낸다. 비교예 4는, 산화 알루미늄(Al_2O_3)만을 연마입자로 한 결과를 나타낸다. 비교예 5는, 탄산 칼슘($CaCO_3$)만을 연마입자로 한 결과를 나타낸다.
- [0207] 이상의 예는, 모두, 연마 장치에 수지 패드를 사용하고, 연마입자를 순수에 혼입한 슬러리를 사용하였다. 한편, 비교예 6은, 평균 입경이 1~3 μm 인 다이아몬드 연마입자를 사용하고, 연마 장치에 금속 정반을 사용하고, 유성 슬러리를 사용한 결과를 나타낸다.
- [0208] 여기서, 이들 모든 예의 연마 레이트를 비교하면, 샘플 1의 연마용 연마입자를 사용한 경우에는, 매분 $0.72\mu m$ 인데 비해, 비교예 1~5의 예에서는, 모두 연마를 행할 수 없었다. 다이아몬드 연마입자를 사용한 비교예 6에서도, 연마 레이트는 매분 0.26으로 낮은 값이다. 또한, 다이아몬드 연마입자를 사용한 경우에는 연마자국의 문제가 있다.
- [0209] 도 8에 나타난 샘플 1-1은, 극히 높은 연마 레이트를 나타내고, SiC의 연마에 있어서 충분히 위력을 발휘할 수 있다. 샘플 3-11이나 샘플 3-12도 종래에 비해 연마 레이트가 높아, 충분히 실용성이 높다고 할 수 있다. 그 외의 샘플의 연마 레이트는, 다이아몬드 연마입자를 사용한 경우보다 이하인 것도 있다. 그러나, 이들 샘플은, 유해한 폐액을 생성하지 않는 점과, 연마면이 극히 고품질이 되는 장점을 가지므로, 종래보다 우수한 방법이라고 할 수 있다. 즉, 제2 연마입자가 연마용 연마입자와 일체로 되어 있으므로, 슬러리 중에 쉽게 용출하지 않고, 슬러리를 크게 오염시키지 않는 효과가 있다.
- [0210] 모든 샘플은, 작업 환경을 악화시키지 않고, 폐액 처리가 용이한 순수를 분산 매체로 한 슬러리를 사용하고 있다. 연마에 사용되는 금속 정반의 면은, 탄화 규소나 질화 갈륨의 연마면에 요구되는 것과 동일한 정도로 평탄하지 않으면 안된다. 그러나, 그 평탄도를 유지하는 것은 용이하지 않다. 한편, 수지 패드는, 탄화 규소나 질화 갈륨의 연마면에 연마용 연마입자를 가압하기 위한 압력을 가하기만 하는 것이다. 따라서, 정밀도가 높은 구조는 요구되고 있지 않다. 수지 패드는, 염가이며 메인テナンス도 용이하다.

- [0211] (질화 갈륨의 경우)
- [0212] 도 9는, 제2 성분을 교환했을 때의 질화 갈륨 GaN의 연마 레이트의 비교도이다.
- [0213] 샘플 1-1, 3-1~3-11의 연마재는, 각각 도 8의 동일한 샘플명의 연마재와 동일한 구조를 가지는 것이다. 질화 갈륨을 연마한 경우에는, 샘플 1-1이 극히 높은 연마 레이트를 나타낸다. 또한, 샘플 3-9, 3-10도 높은 연마 레이트를 나타낸다. 샘플 3-2, 3-3-3-4, 3-6도 비교예 8과 손색없는 높은 연마 레이트를 나타낸다. 그 외의 샘플은, 연마 레이트가 낮기는 하지만, 유해한 폐액을 생성하지 않는 점과, 연마면이 극히 고품질이 되는 장점을 가지며, 도 8의 경우와 마찬가지로이다. 즉, 제1 성분이 탈크나 운모와 같은 신모스 경도가 낮은 것이라도, 다이아몬드 연마입자와 동일한 정도이거나 그 이상의 연마 레이트를 실현할 수 있다. 또한, 극히 고품질의 연마면을 얻을 수 있으므로, 매우 유효하다.
- [0214] (사파이어의 경우)
- [0215] Fig9B는, 각종 연마재를 사용하여 사파이어의 연마 처리를 행한 결과의 비교도이다.
- [0216] 샘플 1로 표시한 부분은, Al₂O₃와 SiO₂와 CaCO₃를 일체로 한 복합 연마입자를, 사파이어의 연마에 사용한 결과를 나타낸다. 샘플 2로 표시한 부분은, Al₂O₃와 Fe₂O₃와 CaCO₃를 일체로 한 복합 연마입자를, 사파이어의 연마에 사용한 결과를 나타낸다. 샘플 3으로 표시한 부분은, Al₂O₃와 Cr₂O₃와 CaCO₃를 일체로 한 복합 연마입자를, 사파이어의 연마에 사용한 결과를 나타낸다.
- [0217] 본 실시예에서는, 사파이어 웨이퍼를 평균 입도가 #325인 GC(green carbonite)로 연마를 행하고, 표면 거칠기 Ra=0.22 μ m인 것을 피연마재에 사용하였다. 연마 장치의 운전 조건은, 연마 정반(20)의 회전수를 매분 50 회전(rpm), 유지 장치(24)의 회전수를 매분 100 회전, 유지 장치(24)가 피연마재(26)를 연마 정반(20)의 방향으로 가압하는 연마 압력을 1 평방센티미터당 160 그램(g/cm²)으로 하였다. 복합 연마입자는, 순수 중에 15 중량% 혼입되어 있다. 이와 같이 하여 조정된 슬러리는, 주액기(28)로부터 매분 1 밀리리터(ml/min)로 연마 패드(22) 상에 공급되었다.
- [0218] 이하는, 비교예이다. ref1은, 산화 알루미늄(Al₂O₃)만을 연마입자로 한 결과를 나타낸다. ref2는, 산화규소(SiO₂)만을 연마입자로 한 결과를 나타낸다. ref3는, 탄산 칼슘(CaCO₃)만을 연마입자로 한 결과를 나타낸다.
- [0219] ref4는, 산화 알루미늄(Al₂O₃)과 산화규소(SiO₂)를 본 발명과 동일한 방법으로 기계적으로 결합하여 일체로 한 복합 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다. ref5는, 산화 알루미늄(Al₂O₃)과 탄산 칼슘(CaCO₃)을 본 발명과 동일한 방법으로 기계적으로 결합하여 일체로 한 복합 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다.
- [0220] ref6는, 산화규소(SiO₂)와 탄산 칼슘(CaCO₃)을 본 발명과 동일한 방법으로 기계적으로 결합하여 일체로 한 복합 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다. ref7은, 산화 알루미늄(Al₂O₃)과 산화규소(SiO₂)와 탄산 칼슘(CaCO₃)의 단순한 혼합물(일체로 되어 있지 않음)을 슬러리에 혼입하여 사용한 결과를 나타낸다. ref8은, 평균 입경이 1~3 μ m인 다이아몬드 연마입자를 사용한 결과를 나타낸다. 이상의 예는, 모두, 연마 패드로서 수지 패드를 사용하고, 연마입자를 순수에 혼입한 슬러리를 사용하였다. 한편, ref9은, 평균 입경이 1~3 μ m인 다이아몬드 연마입자를 사용하고, 연마 장치에 금속 정반을 사용하고, 유성 슬러리를 사용한 결과를 나타낸다.
- [0221] 여기서, 이들 모든 예의 연마 레이트를 비교하면, 샘플 1의 복합 연마입자를 사용한 경우에는, 매분 1 μ m인 데 비해, ref1~ref8의 예에서는, 모두 매분 약 0.3 μ m를 초과할 수 없다. ref9의 예에서도, 연마 레이트는 매분 0.8 μ m로서, 본 발명의 연마 레이트에 미치지 않는다. ref9의 예는, 기지(既知)의 가장 연마 레이트가 높은 것으로 여겨지고 있는 방법이다.
- [0222] 샘플 1 및 2의 경우에는, 기지의 어느 방법보다 높은 연마 레이트를 실현할 수 있었다. 샘플 3의 경우에는 ref9과 동일한 정도의 연마 레이트를 실현할 수 있었다. 모든 샘플은, 작업 환경을 악화시키지 않으며, 폐액 처리가 용이한 순수를 분산 매체로 한 슬러리를 사용하고 있다. 또한, 금속 정반을 사용한 경우에, 그 면은, 사파이어의 연마면에 요구되는 것과 동일한 정도로 평탄하지 않으면 안된다. 그러나, 그 평탄도를 유지하는 것은 용이하지 않다. 한편, 수지 패드는, 사파이어의 연마면에 복합 연마입자를 가압하기 위한 압력을 가하기 위한 것이다. 따라서, 정밀도가 높은 구조는 요구되고 있지 않다. 수지 패드는, 염가이며 메인テナンス도 용이하다. 본 발명은, 수지 패드와 같은 부드러운 연마 패드를 사용할 수 있으므로, 금속 정반을 사용하는 경우보다 유리하다.

- [0223] [반응 촉진제의 작용을 실증]
- [0224] 도 10은, 반응 촉진제를 교환하였을 때의 SiC의 연마 레이트와 연마 처리 후의 온도의 관계를 나타낸 데이터이다.
- [0225] 비교예 1은, 반응 촉진제를 포함하지 않는 연마입자를 사용한 예이다. 샘플 11~18은, 제1 성분에 Al₂O₃를 사용하고, 제2 성분에 MnO₂를 사용하여, 각각 다른 반응 촉진제를 사용한 연마용 연마입자에 의한 실험 결과이다. 탄화 규소를 4시간 연마한 후의 연마 레이트와 슬러리의 온도를 측정된 결과를 표시하였다.
- [0226] 샘플 19는, 반응 촉진제(CaCO₃)와 제2 성분 MnO₂만을 일체로 한 연마용 연마입자를 사용한 예이다. 샘플 20은, 반응 촉진제(CaCO₃)와 제1 성분 Al₂O₃만을 일체로 한 연마용 연마입자를 사용한 예이다.
- [0227] 도 10의 Fig10A에 나타난 바와 같이, 비교예 1을 제외하고, 연마 후의 슬러리의 온도는 모두 섭씨 30도 이상이었다. 이는, 반응 촉진제의 발열에 의해, 슬러리가 가열된 것을 의미한다. 또한 연마 후의 슬러리의 온도가 높을수록, 연마 레이트가 높은 것을 알 수 있다. 즉, 마찰열에 의해 반응 촉진제가 활발하게 화학 반응을 할수록, 연마 레이트가 높아진다.
- [0228] 비교예 1의 경우의 연마 레이트는 0.31 μ m/min이며, 연마 후의 슬러리의 온도는 섭씨 27도였다. 이 예와 그 외의 예를 비교하면, 연마 시에 발생하는 마찰열 뿐만 아니라, 반응 촉진제의 화학 반응에 의해 발생하는 열이 슬러리의 온도를 상승시키고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 샘플 11~18과 같이, 제1 성분과 제2 성분과 반응 촉진제를 조합한 연마용 연마입자가, 연마 레이트를 비약적으로 높이는 것도 증명되었다. 반응 촉진제의 작용은, 질화 갈륨의 연마에서도 동일하므로, 예시하고 있지 않다.
- [0229] Fig10B는, 연마 후의 슬러리의 온도와 연마 레이트의 관계를 나타낸 표이다. 실험예 1~8은, 제1 연마제에 Al₂O₃를 사용하고, 제2 연마제에 SiO₂를 사용하고, 각각 다른 반응 촉진제를 사용한 복합 연마입자를 사용한 실험 결과이다. 이들 복합 연마입자는, 모두, 전체에서 차지하는 비율이, 제1 연마제는 50 중량%, 제2 연마제는 37.5 중량%, 반응 촉진제는 12.5 중량%로 구성되어 있다. 연마 조건은 모두 동일하다. 피연마제는, 사파이어 웨이퍼를 평균 입도 #325의 GC(green carbonite)로 연마한 후의 표면 거칠기 Ra=0.22 μ m인 것이다. 연마 전의 슬러리의 온도는 섭씨 25도였다. 사파이어를 1시간 연마한 후의 슬러리의 온도를 측정하였다. 연마 레이트는, 연마 후의 피연마제의 두께를 측정하여, 1분(min)당의 연마량을 계산하여 구한 것이다.
- [0230] ref1은, 반응 촉진제를 사용하지 않는 연마입자를 사용한 비교예이다. ref2는, 반응 촉진제(CaCO₃)와 제2 연마제 SiO₂만을 사용한 비교예이다. ref3는, 반응 촉진제(CaCO₃)와 제1 연마제 Al₂O₃만을 사용한 비교예이다.
- [0231] 실험예 1~8의 결과로부터, 연마 후의 슬러리의 온도는 모두 섭씨 30도 이상이었다. 이는, 피연마제와 연마제의 마찰로 발생하는 열뿐만 아니라, 반응 촉진제의 화학 반응에 의해, 슬러리가 가열된 것을 의미한다. 또한 연마 후의 슬러리의 온도가 높을수록, 연마 레이트가 큰 것을 알 수 있다. 즉, 마찰열에 의해 반응 촉진제가 활발하게 화학 반응할수록, 연마 속도가 빠르게 되는 것을 알 수 있다.
- [0232] ref1의 경우의 연마 레이트는 0.40 μ m/min이며, 연마 후의 슬러리의 온도는 섭씨 27도였다. 또한, ref2(제1 연마제가 없음)와 ref3(제2 연마제가 없음)에서는, 반응 촉진제의 발열에 의해 슬러리가 섭씨 41도까지 가열되고 있는 것을 알았다. 그러나, 연마 레이트는 그다지 높지 않다. 이로써, 제1 연마제와 제2 연마제와 반응 촉진제를 조합한 본 발명의 복합 연마입자만이, 연마 레이트를 충분히 높이는 것이 증명되었다.
- [0233] [연마 레이트의 향상 이유]
- [0234] 여기서, 본 발명의 연마용 연마입자에 의한 현저한 연마 레이트 향상의 이유를 정리하여 설명한다.
- [0235] (1) 연마용 연마입자에 신모스 경도가 13 이하인 제1 성분을 포함한 경우
- [0236] 신모스 경도가 13 이하인 입자는, ZrSiO₄와 Al₂O₃와 ZrO₂와 SiC이다. 이들 성분은, 탄화 규소나 질화 갈륨에 대하여 물리적인 힘을 가하여 소성(塑性) 변형층(아몰퍼스층)을 형성하도록 기능한다. 또한, 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 성질을 가지는 제2 성분으로, 소성 변질층을 변질시킨 후, 제1 성분이, 그 소성 변형층을 기계적으로 박리하도록 기능한다. 피연마제에 제1 성분으로 소성 변형층을 형성하면, 그 부분의 결정 구조가 파괴되어 있으므로, 제2 성분에 의한 메카노케미컬 효과를 용이하게 생기게 하는 것으로 여겨진다. 소성 변질층을 변질시키면, 피연마제보다 경도가 낮은 제1 연마입자로 이것을 박리하는 것이 가능하게 된다. 이 작용은 피연마제가

사파이어인 경우에도 마찬가지이다.

- [0237] Al_2O_3 는 신모스 경도가 9이다. $ZrSiO_4$ 와 ZrO_2 는 신모스 경도가 8이다. 어느 입자도 탄화 규소 또는 질화 갈륨보다 신모스 경도가 높으므로, 연마자국의 발생이 억제된다. Al_2O_3 는 $ZrSiO_4$ 보다 단단하기 때문에, $ZrSiO_4$ 를 사용한 연마용 연마입자보다, Al_2O_3 을 사용한 연마용 연마입자가 연마 레이트가 높다
- [0238] (2) 연마용 연마입자에 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 연마재를 포함한 경우
- [0239] 메카노케미컬 연마재는, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , ZnO , NiO , SnO_2 , Sb_2O_3 , CuO , Co_3O_4 , CeO_2 , Pr_6O_{11} , MnO_2 이다. 모두, 탄화 규소 또는 질화 갈륨과 고온 분위기 하에서 산화 반응을 일으키기 쉽다. 또한 고상 반응을 일으키기 쉽다. 이 화학 반응이, 탄화 규소나 질화 갈륨의 피연마면을 변질시키는 것으로 여겨진다. 이는, 선행 기술 문헌에서 소개된 바와 같다.
- [0240] 사파이어에 대한 메카노케미컬 연마재는, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 또는 SiO_2 이다. 이들 연마재는, 사파이어(Al_2O_3)와 동형 치환(isomorphous substitution)을 일으키기 쉽다. 동형 치환이란, 이온 반경이 근사한 물질 사이에서, 외부로부터 압력이나 열을 가해지면, 이온군이 서로 치환되는 현상이다.
- [0241] 사파이어의 6배위(six-coordination) Al_3^+ (이온 반경 0.54 Å(옹스트롬))와 유사한 이온 반경을 가지는 물질은, Fe_2O_3 의 6배위 Fe_3^+ (이온 반경 0.55 Å)나, Cr_2O_3 의 6배위 Cr_3^+ (이온 반경 0.62Å)이다. 이들 이온군이 동형 치환을 일으킨다. 이 화학 반응이, 사파이어의 피연마면을 변질시키는 것으로 여겨진다.
- [0242] 한편, SiO_2 는, 다음과 같은 화학 반응을 한다. 실라놀기($\equiv Si-OH$)를 가지는 SiO_4 의 4면체가, 탈수 축합 반응에 의해 연결될 때, Al_3^+ 가 $Al(OH)_3$ 와 같은 형태로 탈수 축합 반응에 가해진다. SiO_4 연결체가 사파이어의 결정 구조 내에 받아들여진다. SiO_4 연결체의 내부에서는, 6배위 Si_4^+ (이온 반경 0.40Å)가, 4배위 Al_3^+ (이온 반경 0.39Å)에 의해 치환된 상태로 된다. 이 동형 치환에 의한 화학 반응이, 사파이어의 피연마면을 변질시키는 것으로 여겨진다.
- [0243] (3) 반응 촉진제를 연마용 연마입자에 포함한 경우
- [0244] 반응 촉진제로서 탄산 칼슘($CaCO_3$)을 사용한 경우의 화학 반응을 설명한다. 탄산 칼슘은, 연마용 연마입자와 탄화 규소나 질화 갈륨의 연마면과의 마찰에 의해 발생한 마찰열로, CaO 와 CO_2 로 분해된다. 또한 마찰열에 의해 섭씨 수백도의 열이 발생했을 때, 산화칼슘 CaO 가 물과 반응하여 발열하고, 수산화 칼슘($Ca(OH)_2$)이 생성된다. 이 반응은, 탄화 규소나 질화 갈륨과 연마용 연마입자가 접촉된 극히 좁은 영역에서만 생긴다. 이 반응에 의해 탄화 규소나 질화 갈륨이 변질한다. 동시에, 고온의 강알칼리 분위기에서, 메카노케미컬 효과를 생기게 하는 연마재의 화학 반응이 가속되는 것으로 여겨진다.
- [0245] 이상과 같이, 연마용 연마입자는, 탄화 규소나 질화 갈륨의 연마면에 소성 변형층을 형성하고, 반응 촉진제에 의해 고온 강알칼리 분위기가 형성된 부분에서 메카노케미컬 효과를 생기게 하여, 탄화 규소나 질화 갈륨을 연마한다. 이 발열에 의해, 연마 후의 슬러리는, 섭씨 30도~40도로 되었다. 강알칼리 분위기가 발생하는 것은 연마용 연마입자의 주변의 극히 좁은 영역이므로, 슬러리 전체의 pH에 큰 영향을 미치지 않는다.
- [0246] $SrCO_3$, $MgCO_3$, $BaCO_3$ 등에 대해서도, 똑같은 반응이 생기고 있다. 상기한 반응은 극히 국부적으로 생긴다. 연마 처리 후의 슬러리의 pH는, 중성인 7보다 약간 상승할 뿐이다. 또한, 비록 제2 성분으로 탄화 규소나 질화 갈륨의 표면을 변질시켜도, 바로 그 장소에 정확하게 제1 성분이 접촉하지 않으면 연마 레이트는 향상되지 않는다. 따라서, 종래와 같이 연마재와 반응 촉진제가 분리된 상태에서 슬러리 중에 포함되어 있어도, 높은 연마 레이트는 얻을 수 없다. 본 발명의 연마용 연마입자는, 제1 성분이나 제2 성분과 마찰열 반응제가 일체로 결합되어 있으므로, 상기한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 탄화 규소나 질화 갈륨을, 습식 연마에 의해, 충분히 높은 연마 레이트로 연마하여, 고품위의 연마면을 얻는 것이 가능하게 된다.
- [0247] 도 11은, 샘플 1~3의 연마 압력과 연마 레이트의 관계를 나타낸 데이터이다.
- [0248] 본 실시예는, 연마 압력을 변경한 것에 의한 연마 레이트의 변화를 확인하기 위한 것이다. 이 도면은, 유지 장

치(24)가 피연마재(26)를 연마 정반(20)의 방향으로 가압하는 연마 압력이, 1 평방센티미터당 500 그램(g/cm^2), 750 g/cm^2 , 1000 g/cm^2 의 3종류의 실험 결과를 나타내고 있다. 정반 회전수는 매분 50 회전, 캐리어(carrier) 회전수는 매분 100 회전, 슬러리 농도는 15%, 슬러리 공급량은 매분 10 밀리리터였다.

[0249] 이 결과에 의하면, 연마 압력을 증가시키면, SiC 기관의 연마 레이트가 향상된다. 예를 들면, 샘플 1의 경우, 연마 압력이 500 g/cm^2 인 경우에는, 연마 레이트가 매분 0.72마이크로미터($\mu m/min$)인데 대하여, 연마 압력이 1000 g/cm^2 인 경우에는, 연마 레이트가 1.39 $\mu m/min$ 인 결과를 얻을 수 있다. 연마 레이트가 약 2배가 되었다. 또한, 연마 압력을 1000 g/cm^2 로 해도, 연마자국이 없는 상태에서 탄화 규소 기관의 연마 후의 면 거칠기를, 0.003 μm 로 할 수 있다.

[0250] 연마 압력을 높이는 것에 의해, 마찰열이 보다 많이 발생하고, 동시에, 연마용 연마입자가 피연마재의 연마면을 효율적으로 깎는 것이, 본 실시예에 의해 증명되었다. 샘플 1~3의 어느 연마용 연마입자도, 종래의 어느 방법 보다 고속으로 피연마재의 고품질의 연마가 가능하게 된다.

[0251] 도 12는, 각종 복합 연마입자의 연마 레이트와 표면 거칠기의 관계를 나타낸 비교도이다.

[0252] 이 예는, 순수를 슬러리에 사용한 경우의, 각종 연마재의 연마 레이트와 연마 후의 피연마재의 표면 거칠기를 나타낸 것이다. 비교를 위하여, SiO_2 , MnO_2 , CeO_2 , TiO_2 의 단체와, 다이아몬드 연마입자를 사용한 예를 포함하였다. 다이아몬드 연마입자 이외의 연마입자는, SiC의 연마에 대하여, 연마 레이트가 극히 낮아서 실용적이지 않다. 본 발명의 연마용 연마입자는, 순수를 슬러리에 사용해도, 모두 다이아몬드 연마입자보다 높은 연마 레이트를 나타내고 있다. 또한, 연마 후의 SiC 기관의 표면 거칠기가 다이아몬드 연마입자에 비해 현저하게 작다. 즉, 고품질의 연마면을 얻을 수 있다.

[0253] 도 13은, 비교예의 연마재의 연마 레이트와 표면 거칠기의 관계를 나타낸 비교도이다.

[0254] 여기서는, SiO_2 , MnO_2 , CeO_2 , TiO_2 를, 산화제인 H_2O_2 를 슬러리에 포함하여, SiC 기관을 연마한 결과를 나타낸다. 도 12의 예와 비교하면, 겨우 연마가 가능하게 되는 것을 알 수 있다. 그러나, 이 연마 레이트로는, 연마 시간이 지나치게 걸려, 실용적이지 않다.

[0255] 도 14는, 그래프화한 연마 레이트의 비교도이다. 도 15는, 그래프화한 연마 후의 표면 거칠기의 비교도이다.

[0256] 도 12와 도 13의 결과를 도 14와 도 15에 그래프로 표시하였다. 도 14에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 연마용 연마입자는, 다이아몬드 연마입자와 동등 이상의 연마 레이트를 실현할 수 있다. 또한, 동시에, 도 15에 나타낸 바와 같이, 다이아몬드 연마입자에 의한 연마면의 거칠기와 비교하여, 압도적으로 고품질의 연마면을 얻을 수 있다.

[0257] 이상 설명한 바와 같이, 반응 촉진제가 마찰열을 발생시키는 영역이나, 이산화 망간이 산화 작용을 미치는 영역은, 각각 극히 좁다. 또한, 그 효과가 나타나는 시간도 매우 단시간이다. 마찰열에 의해 제2 성분에 의한 산화 작용이 촉진되어, 그 상태 해당하는 면에 즉시 제1 성분이 접촉함으로써, 상호 작용에 의한 효과적인 연마가 가능하게 된다. 반응 촉진제와 산화제와 기계적 연마제가 각각 교호적으로 불규칙하게 시간을 두고 피연마재의 표면에 접촉하여도, 충분한 상호 작용이 나타나지 않는다. 즉, 슬러리 중에 이들 입자가 분산되어 있는 경우와, 본 발명과 같이 일체로 한 연마용 연마입자의 경우에는, 현저한 차이가 생긴다. 본 발명의 연마용 연마입자가 연마 레이트를 획기적으로 향상시킨 원인은 여기에 있다.

[0258] 이상의 발명에 의하, 피연마재를 연마하는 중간 공정을 단시간에 압축하는 동시에, 높은 평탄도의 연마면을 생성하므로, 마무리 가공 공정을 대폭 단축할 수 있다. 따라서, 이 종류의 기관의 생산 비용에 크게 영향을 미치고 있는 연마 처리의 비용 삭감에 크게 기여할 수 있다. 또한, 강산성이나 강알칼리성의 수용액을 사용하지 않고, 중성의 물에 연마용 연마입자를 분산시킴으로써, 폐액은 약산성 또는 약알칼리성으로, 환경에 악영향을 미치지 않는다.

[0259] 그리고, 상기한 실시예에서는, 피연마재로서, 사파이어, 탄화 규소 또는 질화 갈륨을 예시하여 설명하였다. 그러나, 본 발명의 연마용 연마입자에 의해, 그 외의 재료라도, 고품질로 고속의 연마를 가능하게 한다. 또한, 상기한 실시예에서는, 2 성분 또는 3 성분의 무기 화합물을 결합시킨 예를 나타낸다. 그러나, 4 종류 이상의 무기 화합물 성분을 서로 비정질층을 통하여 일체로 결합시킨 연마용 연마입자도, 동일한 기능을 가진다. 혼합 비율이나 성분의 조합은, 피연마재의 종류에 따라 자유롭게 선택하면 된다.

[0260] 또한, 상기한 실시예에 있어서는, 제1 성분과 제2 성분을 각각 1 종류, 또는 제1 성분과 제2 성분과 제3 성분 각각 1 종류 결합시키는 예를 설명하였다. 그러나, 예를 들면, 제1 성분을 1 종류로 하고 제2 성분을 2 종류로 하는 것과 같이, 각 성분을 각각 복수 종류 조합하여 결합시켜도 상관없다..

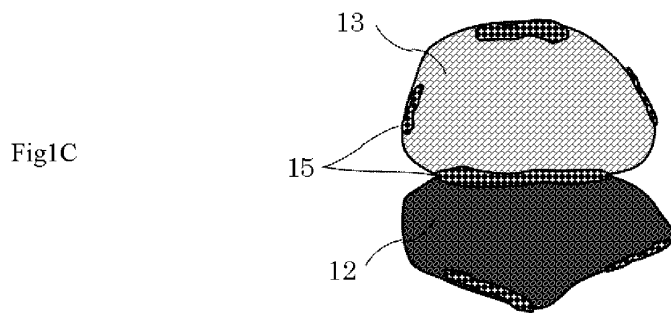
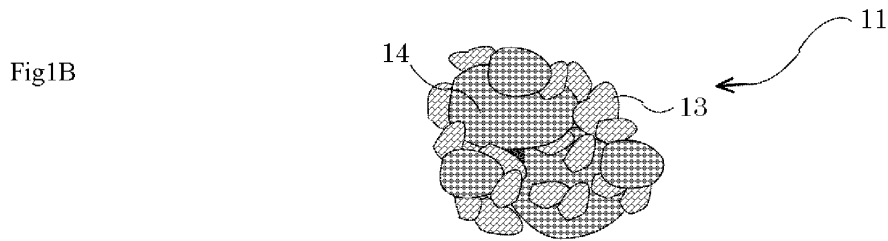
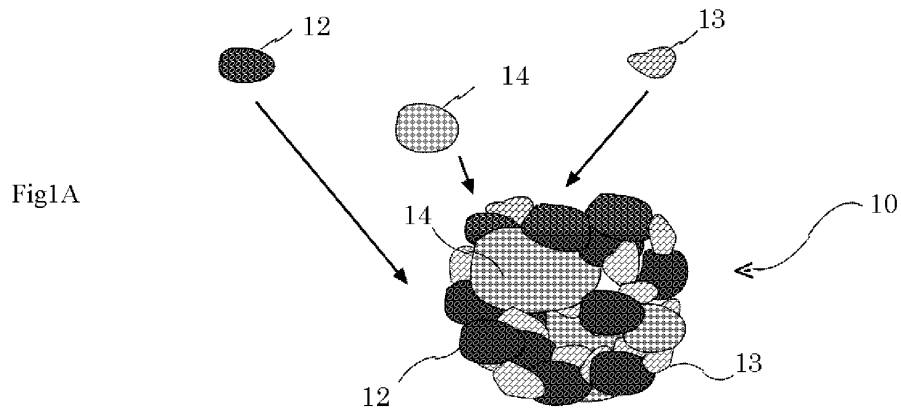
[0261] 본 발명의 연마용 연마입자는, 과워 디바이스용 기반, 그 외의 전자 부품 재료, 전기 절연성 재료 등에 사용되는 사파이어, 탄화 규소 또는 질화 갈륨의 연마 공정에 널리 이용할 수 있다. 또한, 본 발명의 연마용 연마입자는, 금속이나 세라믹, 또는 인공 뼈 등의 생체 재료의 고품질의 연마에도 이용할 수 있다. 또한, 텅스텐 등의 경질 재료의 연마에도 이용할 수 있다. 그리고, 종래의 연마 방법과 비교하여, 연마 시간을 대폭 단축할 수 있고, 제품의 비용을 대폭 저감할 수 있다.

부호의 설명

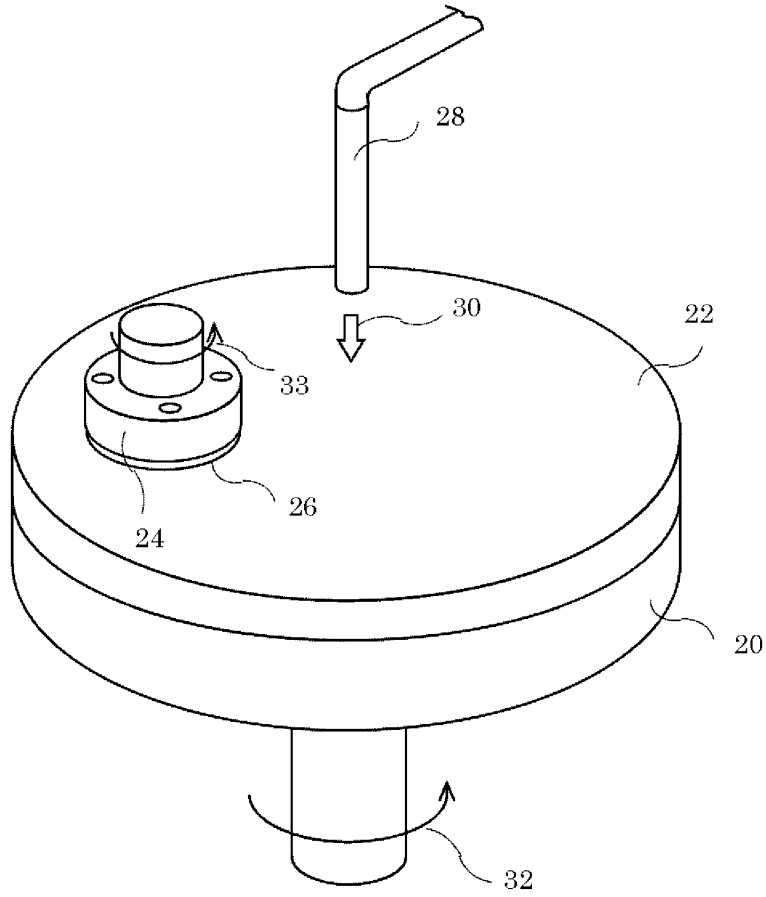
- [0262] 10: 연마용 연마입자(3 성분) 11: 연마용 연마입자(2 성분)
 12: 제1 성분 13: 제2 성분
 14: 반응 촉진제 15: 비정질층
 16A: 연마재 18B: 연마재
 17: 슬러리 19: 고분자 재료
 20: 연마 정반 22: 연마 패드
 24: 유지 장치 26: 피연마재
 28: 주액기 30: 화살표
 32: 화살표 33: 화살표

도면

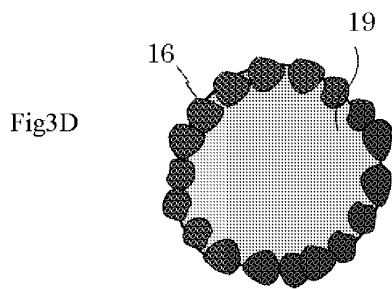
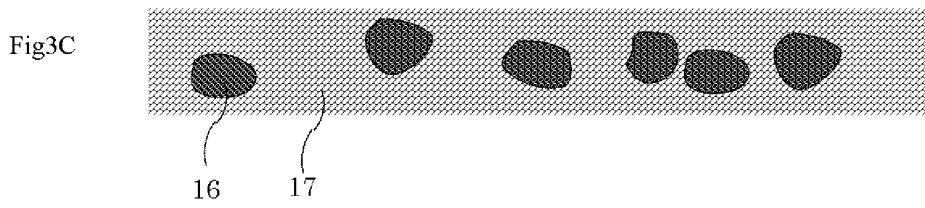
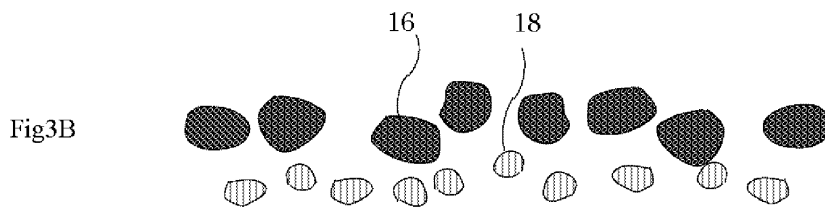
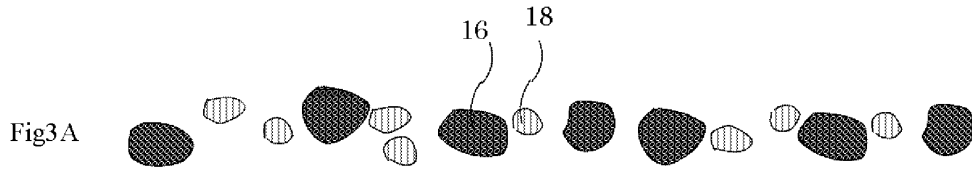
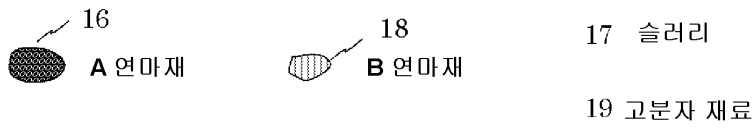
도면1



도면2



도면3



도면4

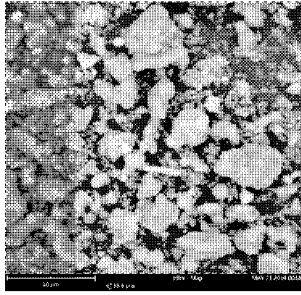


Fig4A

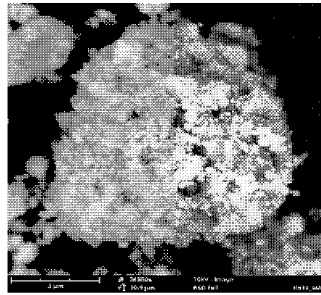


Fig4B

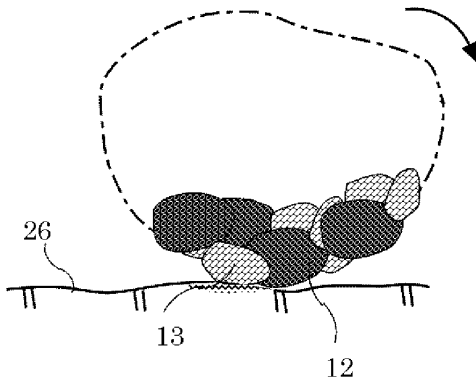


Fig4C

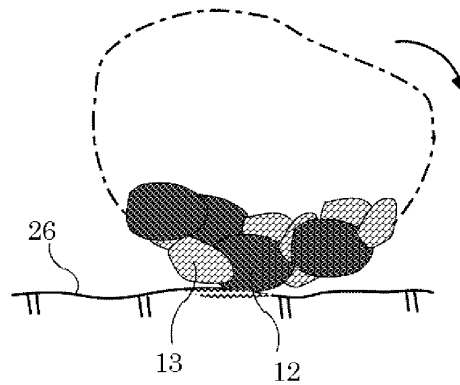


Fig4D

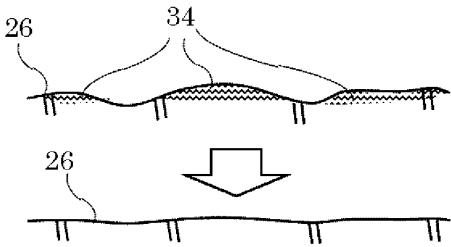


Fig4E

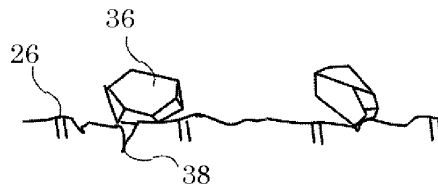


Fig4F

도면5

Fig5A

	A l	M n	C a
연마 전	6 6 . 2 %	2 0 . 8 %	1 3 . 1 %
연마 후	5 9 . 1 %	2 7 . 3 %	1 3 . 7 %

Fig5B

	A l	S i	C a
연마 전	3 8 . 2 %	4 3 . 8 %	1 7 . 9 %
연마 후	4 1 . 2 %	4 2 . 3 %	1 6 . 5 %

도면6

Fig6A

반응 촉진제	연마 전 슬러리 pH	4시간 연마 후 폐액 pH
없음	7.2	7.1
CaCO ₃	8.0	7.5
SrCO ₃	8.0	7.5
MgCO ₃	8.0	7.5
BaCO ₃	8.0	7.5
LiCO ₃	10.1	11.2
AlK(SO ₄) ₂	4.6	4.2
NaHCO ₃	8.0	8.2
Ca ₃ (PO ₄) ₂	9.0	9.6
CaCO ₃ & MnO ₂ 만을 복합화	8.0	7.5
CaCO ₃ & Al ₂ O ₃ 만을 복합화	8.0	7.5

Fig6B

반응 촉진제	연마레이트 μ m/min	15% 슬러리 pH	4시간 연마 후 폐액 pH
CaCO ₃	1.00	8.0	7.5
SrCO ₃	0.91	8.0	7.5
MgCO ₃	0.70	8.0	7.5
BaCO ₃	0.94	8.0	7.5
LiCO ₃	0.96	10.1	11.2
AlK(SO ₄) ₂	0.72	4.6	4.2
NaHCO ₃	0.94	8.0	8.2
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.96	9.0	9.6

도면7

No	연마입자	분산 매체	정반	연마 레이트 (μ m/min)
샘플 1-1	SiC, MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.76
샘플 1-2	Al ₂ O ₃ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.72
샘플 1-3	ZrO ₂ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.61
샘플 1-4	ZrSiO ₄ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.50
샘플 1-5	운모, MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.34
샘플 1-6	탈크, MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.31

도면8

No	연마입자	분산 매체	정반	연마 레이트 (μ m/min)
샘플 1-1	Al ₂ O ₃ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.72
샘플 3-1	Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.30
샘플 3-2	Al ₂ O ₃ , ZnO, CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.31
샘플 3-3	Al ₂ O ₃ , NiO, CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.30
샘플 3-4	Al ₂ O ₃ , SnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.29
샘플 3-5	Al ₂ O ₃ , Sb ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.21
샘플 3-6	Al ₂ O ₃ , CuO, CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.31
샘플 3-7	Al ₂ O ₃ , Co ₃ O ₄ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.21
샘플 3-8	Al ₂ O ₃ , CeO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.21
샘플 3-9	Al ₂ O ₃ , Pr ₆ O ₁₁ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.19
샘플 3-10	Al ₂ O ₃ , Ti(Cr,Sb)O ₂ , CaCO ₃	물	수지 패드	0.35
샘플 3-11	Al ₂ O ₃ , MnO ₂ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.31
샘플 3-12	CaCO ₃ , MnO ₂ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.33
비교예 1	Al ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.00
비교예 2	Al ₂ O ₃ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	물	수지 패드	0.00
비교예 3	MnO ₂	물	수지 패드	0.00
비교예 4	Al ₂ O ₃	물	수지 패드	0.00
비교예 5	CaCO ₃	물	수지 패드	0.00
비교예 6	다이아몬드 1-3 μ m	유성	금속 정반	0.26

도면9

Fig9A

No	연마입자	분산 매체	정반	연마 레이트 (μ m/min)
샘플 1-1	Al ₂ O ₃ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	1.01
샘플 3-1	Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.42
샘플 3-2	Al ₂ O ₃ , ZnO, CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.43
샘플 3-3	Al ₂ O ₃ , NiO, CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.42
샘플 3-4	Al ₂ O ₃ , SnO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.41
샘플 3-5	Al ₂ O ₃ , Sb ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.29
샘플 3-6	Al ₂ O ₃ , CuO, CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.43
샘플 3-7	Al ₂ O ₃ , Co ₃ O ₄ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.29
샘플 3-8	Al ₂ O ₃ , CeO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.29
샘플 3-9	Al ₂ O ₃ , Pr ₆ O ₁₁ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.27
샘플 3-10	Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.63
샘플 3-11	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.72
비교예 6	다이아몬드 1-3 μ m	유성	금속 정반	0.41

Fig9B

No	연마입자	분산 매체	정반	연마 레이트 (μ m/min)
샘플 1	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	1.00
샘플 2	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	1.30
샘플 3	Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.79
ref1	Al ₂ O ₃	물	수지 패드	0.32
ref2	SiO ₂	물	수지 패드	0.01
ref3	CaCO ₃	물	수지 패드	0.00
ref4	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ 복합연마입자	물	수지 패드	0.40
ref5	Al ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.35
ref6	SiO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	물	수지 패드	0.02
ref7	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , CaCO ₃ 혼합연마입자	물	수지 패드	0.31
ref8	다이아몬드 1-3 μ m	물	수지 패드	0.30
ref9	다이아몬드 1-3 μ m	유성	금속 정반	0.80

도면10

Fig10A

	반응 촉진제	연마레이트 μm/min	연마후 슬러리 온도
비교예 1	없음	0.31	27°C
샘플 11	CaCO ₃	0.72	41°C
샘플 12	SrCO ₃	0.66	41°C
샘플 13	MgCO ₃	0.50	41°C
샘플 14	BaCO ₃	0.68	41°C
샘플 15	LiCO ₃	0.69	32°C
샘플 16	AlK(SO ₄) ₂	0.52	30°C
샘플 17	NaHCO ₃	0.68	38°C
샘플 18	Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.69	38°C
샘플 19	CaCO ₃ & MnO ₂ 만을 복합화	0.33	41°C
샘플 20	CaCO ₃ & Al ₂ O ₃ 만을 복합화	0.35	41°C

Fig10B

	반응 촉진제	연마레이트 μm/min	연마후 슬러리 온도
ref1	없음	0.40	27°C
실험예 1	CaCO ₃	1.00	41°C
실험예 2	SrCO ₃	0.91	41°C
실험예 3	MgCO ₃	0.70	41°C
실험예 4	BaCO ₃	0.94	41°C
실험예 5	LiCO ₃	0.96	32°C
실험예 6	AlK(SO ₄) ₂	0.72	30°C
실험예 7	NaHCO ₃	0.94	38°C
실험예 8	Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.96	38°C
ref2	CaCO ₃ 와 실리카만을 복합화	0.35	41°C
ref3	CaCO ₃ 와 알루미나만을 복합화	0.02	41°C

도면11

Fig11A

	시험 샘플	연마 압력(g/cm ²)		
		500	750	1000
샘플 1	Al ₂ O ₃ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	0.72	0.92	1.39
		(μ m/min)	(μ m/min)	(μ m/min)
샘플 2	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	0.45	0.68	0.9
		(μ m/min)	(μ m/min)	(μ m/min)
샘플 3	Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	0.66	0.99	1.32
		(μ m/min)	(μ m/min)	(μ m/min)

Fig11B

	샘플	연마 압력 (g/cm ²)		
		160	300	500
샘플 1	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	1.00	1.86	3.05
		(μ m/min)	(μ m/min)	(μ m/min)
샘플 2	Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	1.30	2.32	3.91
		(μ m/min)	(μ m/min)	(μ m/min)
샘플 3	Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , CaCO ₃ 복합연마입자	0.79	1.43	2.34
		(μ m/min)	(μ m/min)	(μ m/min)

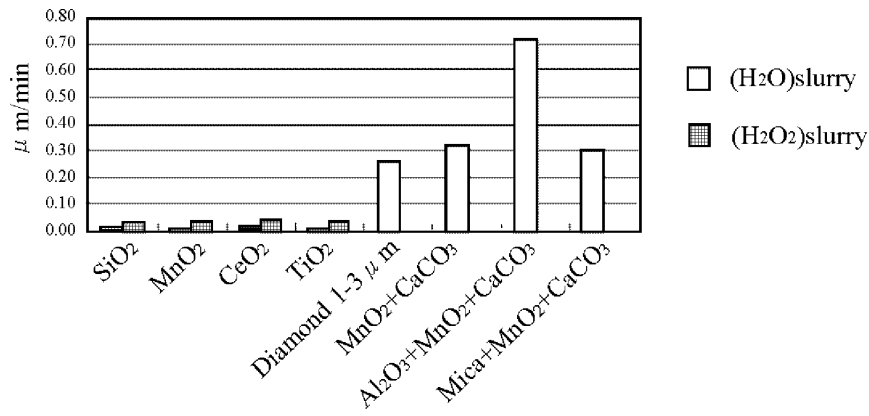
도면12

연마입자	연마레이트 μ m/min	표면거칠기Ra nm
SiO ₂	0.00	0.9
MnO ₂	0.01	1.5
CeO ₂	0.00	0.6
TiO ₂	0.00	1.0
다이아몬드 1-3 μ m	0.26	10.0
MnO ₂ , CaCO ₃ 복합 연마입자	0.33	0.4
Al ₂ O ₃ , MnO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	0.72	1.0
운모, MnO ₂ , CaCO ₃ 복합연마입자	0.31	0.3

도면13

연마입자+H ₂ O ₂	연마레이트 μ m/min	표면거칠기Ra nm
SiO ₂ +H ₂ O ₂	0.04	0.3
MnO ₂ +H ₂ O ₂	0.04	0.4
CeO ₂ +H ₂ O ₂	0.04	1.2
TiO ₂ +H ₂ O ₂	0.04	0.5

도면14



도면15

