



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0048409
(43) 공개일자 2017년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 35/58 (2006.01) B23B 27/14 (2006.01)
B23C 5/16 (2006.01) C04B 35/64 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C04B 35/58 (2013.01)
B23B 27/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7007253
(22) 출원일자(국제) 2015년08월21일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2016년03월16일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/073532
(87) 국제공개번호 WO 2016/031714
국제공개일자 2016년03월03일

(30) 우선권주장
JP-P-2014-175073 2014년08월29일 일본(JP)

(71) 출원인
스미토모덴키교교가부시킴이샤
일본 오사카후 오사카시 주오쿠 기타하마 4초메 5반33고

(72) 발명자
모로구치 히로나리
일본 664-0016 효고켄 이타미시 고야키타 1-1-1
스미토모덴키교교가부시킴이샤 이타미 세이사쿠쇼 나이

하라다 다카시
일본 664-0016 효고켄 이타미시 고야키타 1-1-1
스미토모덴키교교가부시킴이샤 이타미 세이사쿠쇼 나이

구키노 사토루
일본 664-0016 효고켄 이타미시 고야키타 1-1-1
스미토모덴키교교가부시킴이샤 이타미 세이사쿠쇼 나이

(74) 대리인
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **소결체, 소결체를 이용한 공구, 및 소결체의 제조방법**

(57) 요약

(과제) 내마모성 및 내결손성이 우수하며, 또한 내산화성도 우수한 소결체를 제공하는 것.
(해결 수단) Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는, 소결체이다.

(52) CPC특허분류

B23C 5/16 (2013.01)

C04B 35/64 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는, 소결체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 화합물은, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 를 포함하고,

상기 $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 에 있어서의 a, b, x 및 y는, 각각, $0.01 \leq a \leq 0.70$, $0.01 \leq b \leq 0.55$, $0.06 \leq a+b \leq 0.88$, $0.005 \leq x \leq 0.6$, $0.4 \leq y \leq 0.995$, 및 $0.5 < x+y \leq 1$ 을 만족하는, 소결체.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 소결체에 있어서의 제1 화합물의 함유량은, 10 체적% 이상 100 체적% 이하인, 소결체.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 소결체는, 제2 화합물, 제3 화합물, 제4 화합물 및 제1 금속으로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상을 더 포함하고,

상기 제2 화합물은 입방정 질화붕소이고,

상기 제3 화합물은, Al 및 Si의 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고,

상기 제4 화합물은, 주기표의 제4족 원소, 제5족 원소 및 제6족 원소로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고,

상기 제1 금속은, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Al, Sn, Si, Zr, Nb, Mo, Ag, Hf, Ta, W 및 Pb로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 금속인, 소결체.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 소결체를 이용한 공구.

청구항 6

Ti, Al 및 Si의 각 원소를 포함하는 제1 입자를 준비하는 공정과,

상기 제1 입자를 처리하여, Ti, Al, Si, O 및 N의 각 원소로 이루어지는 제2 입자를 제작하는 공정과,

상기 제2 입자를 소결하여, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제작하는 공정을 구비하고,

상기 제2 입자를 제작하는 공정은,

상기 제1 입자를 가열하는 공정과, 가열 후의 상기 제1 입자를 급랭하는 공정을 구비하는, 소결체의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 소결체를 제작하는 공정의 전에, 상기 제2 입자와 제3 입자를 혼합하는 공정을 포함하고,

상기 제3 입자는, 제5 화합물, 제6 화합물, 제7 화합물 및 제2 금속으로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 입자이고,

상기 제5 화합물은, 입방정 질화붕소이고,

상기 제6 화합물은, Al 및 Si의 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 이상

의 원소의 화합물이고,

상기 제7 화합물은, 주기표의 제4족 원소, 제5족 원소 및 제6족 원소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고,

상기 제2 금속은, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Al, Sn, Si, Zr, Nb, Mo, Ag, Hf, Ta, W 및 Pb로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 금속인, 소결체의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 혼합하는 공정은, 상기 제2 입자와 상기 제3 입자의 혼합 입자에 있어서의 상기 제3 입자의 함유량을 90 체적% 이하로 하여 실행하는, 소결체의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 소결체, 소결체를 이용한 공구, 및 소결체의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래부터, 소결체로 이루어지는 공구를 이용하여, 강, 주물 등의 절삭 가공이 행해지고 있다. 절삭 가공 시에 있어서, 공구의 날끝은 고온 환경에 노출되기 때문에, 공구는, 내마모성과 내결손성이라는 특성은 물론, 내산화성도 요구된다. 이러한 특성이 기대되는 소결체로서, Ti, Al 및 N으로 이루어지는 소결체가 알려져 있다.

[0003] 예컨대, 일본 특허공개 평05-078107호 공보(특허문헌 1)에는, 메카니컬 알로잉(MA)법을 이용하여 $Ti_{0.5}Al_{0.5}N$ 으로 이루어지는 분말을 제작하고, 이것을 소결하여 $Ti_{0.5}Al_{0.5}N$ 으로 이루어지는 소결체를 제조하는 것이 개시되어 있다. 일본 특허공개 평10-182233호 공보(특허문헌 2)에는, 물리 기상 성장(PVD)법을 이용하여 $Ti_{1-x}Al_xN$ ($x = 0.05 \sim 0.70$)으로 이루어지는 분말을 제작하고, 이것을 소결하여 질화티탄알루미늄기 소결체를 제조하는 것이 개시되어 있다. 일본 특허공개 제2007-131493호 공보(특허문헌 3)에는, 연소 합성(SHS)법을 이용하여 Ti, Al 및 N으로 이루어지는 혼합물을 제작하고, 이것을 소결하여 Al 첨가 TiN 벌크체를 제조하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허공개 평05-078107호 공보
 (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 특허공개 평10-182233호 공보
 (특허문헌 0003) 특허문헌 3: 일본 특허공개 제2007-131493호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 전술한 바와 같이 Ti, Al 및 N으로 이루어지는 소결체에서는, 내산화성의 면에서, 요망되는 성능으로까지 향상시키는 것이 어려운 경향이 있다.

[0006] 그래서, 여기서는, 내마모성 및 내결손성이 우수하며, 또한 내산화성도 우수한 소결체, 소결체를 이용한 공구, 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양태에 관련된 소결체는, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는, 소결체이다.

[0008] 본 발명의 일 양태에 관련된 공구는, 상기한 Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체

를 이용한 공구이다.

[0009] 본 발명의 일 양태에 관련된 소결체의 제조방법은, Ti, Al 및 Si의 각 원소를 포함하는 제1 입자를 준비하는 공정과, 제1 입자를 처리하여, Ti, Al, Si, O 및 N의 각 원소로 이루어지는 제2 입자를 제작하는 공정과, 제2 입자를 소결하여, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제작하는 공정을 구비하고, 제2 입자를 제작하는 공정은, 제1 입자를 가열하는 공정과, 가열 후의 제1 입자를 급랭하는 공정을 구비한다.

발명의 효과

[0010] 상기에 의하면, 내마모성 및 내결손성이 우수하며, 또한 내산화성도 우수한 소결체, 이것을 이용한 공구, 및 그 제조방법을 제공하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은, 제3 실시형태에 관련된 소결체의 제조방법을 설명하기 위한 플로우도이다.

도 2는, 처리 공정을 설명하기 위한 플로우도이다.

도 3은, 제4 실시형태에 관련된 소결체의 제조방법을 설명하기 위한 플로우도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] [본 발명의 실시형태의 설명]

[0013] 먼저, 본 발명의 실시형태를 열거하여 설명한다.

[0014] [1] 본 발명의 일 양태에 관련된 소결체는, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함한다.

[0015] Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물은, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 화합물(이하, 「TiAlSiON 화합물」이라고 함)을 가질 수 있고, 이에 따라, 높은 내마모성과 높은 내결손성뿐만 아니라, 높은 내산화성을 가질 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 양태에 관련된 소결체는, 내마모성 및 내결손성이 우수하며, 또한 내산화성도 우수하다는 특성을 가질 수 있다.

[0016] [2] 상기 소결체에 있어서 바람직하게는, 제1 화합물은, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 를 포함하고, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 에 있어서의 a, b, x 및 y는, 각각, $0.01 \leq a \leq 0.70$, $0.01 \leq b \leq 0.55$, $0.06 \leq a+b \leq 0.88$, $0.005 \leq x \leq 0.6$, $0.4 \leq y \leq 0.995$, 및 $0.5 < x+y \leq 1$ 을 만족한다. 이에 따라, 소결체는 더욱 상기 특성이 우수하다.

[0017] [3] 상기 소결체에 있어서, 제1 화합물의 함유량은, 10 체적% 이상 100 체적% 이하인 것이 바람직하다. 소결체에 있어서의 제1 화합물의 함유량이 10 체적% 미만인 경우, 소결체의 상기 특성이 저하되는 경향이 있다.

[0018] [4] 상기 소결체는, 제2 화합물, 제3 화합물, 제4 화합물 및 제1 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 것이 바람직하다. 제2 화합물은 입방정 질화붕소이고, 제3 화합물은, Al 및 Si의 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고, 제4 화합물은, 주기표의 제4족 원소, 제5족 원소 및 제6족 원소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고, 제1 금속은, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Al, Sn, Si, Zr, Nb, Mo, Ag, Hf, Ta, W 및 Pb로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 금속이다. 이 경우, 제2 화합물, 제3 화합물, 제4 화합물 및 제1 금속의 각각의 조성이나 소결체 중에서의 함유 비율을 적절히 조정함으로써, 소결체의 여러가지 특성의 밸런스를 조정할 수 있고, 이로써 여러가지 필요성에 대응한 소결체를 제공할 수 있다.

[0019] [5] 본 발명의 일 양태에 관련된 공구는, 상기 소결체를 이용한 공구이다. 상기 소결체는, 내마모성, 내결손성 및 내산화성이라는 특성이 우수하기 때문에, 이것을 이용한 공구도 또한, 이들 특성이 우수할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 양태에 관련된 공구는, 종래와 비교하여 긴 수명을 가질 수 있다.

[0020] [6] 본 발명의 일 양태에 관련된 소결체의 제조방법은, Ti, Al 및 Si의 각 원소를 포함하는 제1 입자를 준비하는 공정과, 제1 입자를 처리하여, Ti, Al, Si, O 및 N의 각 원소로 이루어지는 제2 입자를 제작하는 공정과, 제2 입자를 소결하여, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제작하는 공정을 구비하고, 제2 입자를 제작하는 공정은, 제1 입자를 가열하는 공정과, 가열 후의 제1 입자를 급랭하는 공정을 구비

한다.

- [0021] 본 발명의 일 양태에 관련된 소결체의 제조방법에 의하면, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제조할 수 있다. 이러한 제1 화합물은 내마모성, 내결손성 및 내산화성이라는 특성이 우수하고, 이로써 제1 화합물을 포함하는 소결체는, 이들 특성이 우수할 수 있다.
- [0022] [7] 상기 제조방법에 있어서 바람직하게는, 소결체를 제작하는 공정의 전에, 제2 입자와 제3 입자를 혼합하는 공정을 포함한다. 제3 입자는, 제5 화합물, 제6 화합물, 제7 화합물 및 제2 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 입자이다. 제5 화합물은, 입방정 질화붕소이다. 제6 화합물은, Al 및 Si의 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이다. 제7 화합물은, 주기표의 제4족 원소, 제5족 원소 및 제6족 원소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이다. 제2 금속은, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Al, Sn, Si, Zr, Nb, Mo, Ag, Hf, Ta, W 및 Pb로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 금속이다. 이 경우, 소결하는 공정에 있어서, 제2 입자와 제3 입자의 혼합물이 소결되게 되고, 제조된 소결체는, 상기 제1 화합물에 더하여, 원하는 제2 화합물을 가질 수 있다. 이 때문에, 소결체의 여러가지 특성의 밸런스를 원하는 대로 조정할 수 있고, 이로써 여러가지 필요성에 대응한 소결체를 제조할 수 있다.
- [0023] [8] 상기 제조방법에 있어서 바람직하게는, 혼합하는 공정은, 제2 입자와 제3 입자의 혼합 입자에 있어서의 제3 입자의 함유량을 90 체적% 이상으로서 실행한다. 이에 따라, 제1 화합물이 갖는 특성을 충분히 유지한 채로, 제2 화합물이 갖는 특성이 부가된 소결체를 제조할 수 있다.
- [0024] [본원 발명의 실시형태의 상세]
- [0025] 이하, 본원 발명의 실시형태에 관해서 상세히 설명한다.
- [0026] 본 명세서에 있어서 「금속」이란, 특별히 설명이 없는 한, 「Co」와 같은 1종의 금속 원소로 이루어지는 단체 금속에 한정되는 것이 아니고, 「CoSi₂」와 같은 2종 이상의 금속 원소로 이루어지는 합금을 포함한다. 또한, 본 명세서에 있어서 「화합물」이란, 1종 이상의 금속 원소와 1종 이상의 비금속 원소로 이루어지는 화합물을 나타낸다. 또, 비금속 원소로는, B, C, N 및 O를 들 수 있다.
- [0027] 또한, 본 명세서에 있어서 기재되는 화학식에 있어서 특별히 원자비가 규정되지 않는 경우는, 각 원소의 원자비는 반드시 등비가 되는 것은 아니고, 종래 공지된 원자비가 전부 포함되는 것으로 한다. 예컨대 TiN이라고 기재하는 경우, Ti와 N의 원자비는 1 : 1이 포함되는 것 외에, 2 : 1, 1 : 0.95, 1 : 0.9, 1 : 0.3 등이 포함되고, TiZrN이라고 기재하는 경우, Ti와 Zr과 N의 원자비는 25 : 25 : 50이 포함되는 것 외에, 종래 공지된 원자비가 전부 포함되는 것으로 한다.
- [0028] <<제1 실시형태>>
- [0029] 제1 실시형태에 관련된 소결체는, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체이다. 여기서, 소결체란 벌크로서, 덩어리형의 형상을 갖는 것이고, 박막(피막)과는 그 형상이 상이하다. 또한, 소결체와 박막은 그 형상이 상이함으로써, 그 특성뿐만 아니라, 그 사용 목적, 제조방법도 상이하다. 또, 일반적으로 박막의 두께는 5 μm 정도이고, 또한, 100 μm 이상의 두께를 갖는 박막은 실질적으로 제조할 수 없는 반면, 소결체의 두께는 100 μm 이상으로 할 수 있다.
- [0030] Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체는, 후술하는 제조방법에 의해 제조될 수 있는 신규한 것이고, 종래의 Ti, Al 및 N으로 이루어지는 소결체(이하, 「TiAlN 소결체」라고도 함)와는 그 구성이 크게 상이하다.
- [0031] 구체적으로는, 종래의 TiAlN 소결체는, Ti, Al 및 N으로 이루어지는 화합물(이하, 「TiAlN 화합물」이라고 함)을 포함한다. 이러한 TiAlN 화합물은, 통상, Ti와 N으로 이루어지는 결정 구조 중에, Al이 고용된 구조를 갖고 있다. 이에 대하여, 제1 실시형태에 관련된 소결체가 구비하는 제1 화합물은, Ti, Al, N, Si 및 O로 이루어지는 화합물(이하, 「TiAlSiON 화합물」이라고 함)을 포함한다. 이 TiAlSiON 화합물은, Ti와 N으로 이루어지는 결정 구조 중에, 더욱 Al, Si 및 O가 고용된 구조를 갖고 있다. 또, 상기 제1 화합물이 의도하지 않은 불가피 불순물을 포함해도 좋은 것은 물론이다.
- [0032] 제1 실시형태에 관련된 소결체는, 상기 제1 화합물을 포함함으로써, 높은 경도와 높은 내마모성뿐만 아니라, 높은 내산화성을 가질 수 있다. 이것은, TiAlSiON 화합물로 이루어지는 제1 화합물이 높은 내마모성과 높은 내결

손성을 가지며, 또한 TiAlN 화합물보다 내산화성이 우수한 것에 의한다.

- [0033] 또한, 제1 실시형태에 관련된 소결체에 있어서, 제1 화합물은, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 를 포함하고, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 에 있어서의 a, b, x 및 y는, 각각, $0.01 \leq a \leq 0.70$, $0.01 \leq b \leq 0.55$, $0.06 \leq a+b \leq 0.88$, $0.005 \leq x \leq 0.6$, $0.4 \leq y \leq 0.995$, 및 $0.5 < x+y \leq 1$ 을 만족하는 것이 바람직하다. 제1 화합물이 상기 조성비를 만족하는 TiAlSiON 화합물을 포함함으로써, 소결체는 더욱 높은 내산화성을 가질 수 있다. 그 이유로서는, 본 발명자는 이하와 같이 고찰한다.
- [0034] 즉, 제1 화합물이 $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 를 포함하고, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 에 있어서의 a, b, x 및 y가 각각 상기 범위를 만족하는 경우에, 제1 화합물 중에 포함되는 Al이 열역학적으로 안정된 Al 산화물의 피막을 형성하고, 그리고 Si가 Al 산화 피막을 치밀화시킴으로써, 소결체의 상기 특성이 더욱 향상된다.
- [0035] 또한, $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$ 에 있어서의 a, b, x 및 y는, 각각, $0.30 \leq a \leq 0.70$, $0.10 \leq b \leq 0.20$, $0.01 \leq x \leq 0.30$, $0.80 \leq y \leq 0.99$ 를 만족하는 것이 보다 바람직하다. 이 경우, 상기 특성이 현저히 향상된다.
- [0036] 다만, 제1 실시형태에 관련된 소결체에 있어서의 제1 화합물의 함유량은 10 체적% 이상 100 체적% 이하인 것이 바람직하고, 16 체적% 이상인 것이 보다 바람직하고, 20 체적% 이상인 것이 더욱 바람직하고, 40 체적% 이상인 것이 특히 바람직하고, 그 중에서도 50 체적% 이상인 것이 바람직하다. 소결체에 있어서의 제1 화합물의 함유량이 10 체적% 미만인 경우, 소결체의 상기 특성이 저하되는 경향이 있다. 이것은, 소결체에 있어서의 TiAlSiON 화합물 이외의 화합물, 금속 등의 함유량이 증가하는 것에 의한다고 생각된다.
- [0037] 또한, 제1 실시형태에 관련된 소결체는, 제2 화합물, 제3 화합물, 제4 화합물 및 제1 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0038] 제2 화합물은, 입방정 질화붕소이다. 제3 화합물은, Al 및 Si의 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이다. 제4 화합물은, 주기표의 제4족 원소(Ti, Zr, Hf 등), 제5족 원소(V, Nb, Ta 등) 및 제6족 원소(Cr, Mo, W 등)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이다. 또한, 제1 금속은, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Al, Sn, Si, Zr, Nb, Mo, Ag, Hf, Ta, W 및 Pb로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 금속이다.
- [0039] 소결체가 제2 화합물, 제3 화합물, 제4 화합물 및 제1 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상(이하, 편의적으로 이들을 「제1 화합물 이외의 다른 특정 물질」이라고도 함)을 포함하는 경우, 이들은, 제1 화합물끼리의 계면에 존재하게 된다. 즉, 제1 화합물 이외의 다른 특정 물질은, 소결체 중에 있어서, 하나의 제1 화합물로 이루어지는 입자와 이것과 인접하는 다른 제1 화합물로 이루어지는 입자와의 사이에 존재한다.
- [0040] 제1 화합물로 이루어지는 입자의 계면에 제1 화합물 이외의 다른 물질로 이루어지는 입자가 존재함으로써, 각 제1 화합물끼리가 강고히 결합되게 되기 때문에, 소결체는 더욱 내결손성이 우수한 것이 된다. 이것은, 제1 화합물과 제2 화합물을 포함하는 소결체가, 제1 화합물의 원료가 되는 제2 입자(후술)와, 제1 화합물 이외의 다른 특정 물질의 원료가 되는 제3 입자를 혼합하여 소결함으로써 제작되는 것이고, 이 경우에, 소결 중에 제2 입자와 제3 입자의 계면에 반응 생성물이 생기고, 이에 따라, 결과적으로 제1 화합물과 제2 화합물이 강고히 결합되기 때문이다.
- [0041] 또한, 소결체에 제1 화합물 이외의 다른 특정 물질이 포함됨으로써, 제1 화합물의 특성에서 기인하는 특성에 더하여, 더욱 제1 화합물 이외의 다른 특정 물질에서 기인하는 특성을 가질 수 있다. 따라서, 제1 화합물 이외의 다른 특정 물질의 조성을 적절히 조정함으로써, 소결체는, 여러가지 절삭 조건에 필요해지는 각 필요성에 유연하게 대응할 수 있다.
- [0042] 예컨대, 소결체가 입방정 질화붕소(제2 화합물)를 포함하는 경우, 입방정 질화붕소는 매우 높은 경도를 갖기 때문에, 이 소결체는, 제1 화합물의 계면에 제2 화합물을 갖는 것에서 기인하는 내결손성의 향상에 더하여, 제2 화합물을 갖는 것에서 기인하는 높은 경도를 가질 수 있다.
- [0043] 상기 제3 화합물의 구체예로는, SiB_4 , 붕화알루미늄(AlB_{12}) 등의 붕소화물, 탄화규소(SiC) 등의 탄화물, 질화알루미늄(AlN), 질화규소(Si_3N_4) 등의 질화물, 산화규소(SiO_2), 산화알루미늄(Al_2O_3) 등의 산화물을 들 수 있다.
- [0044] 상기 제4 화합물의 구체예로는, 붕화티탄(TiB_2), 붕화지르코늄(ZrB_2), 붕화하프늄(HfB_2), 붕화바나듐(VB), 붕화

니오븀(NbB₂), 붕화탄탈(TaB₂), 붕화크롬(CrB₂), 붕화몰리브덴(MoB) 및 붕화텅스텐(WB) 등의 붕소화물을 들 수 있다. 또한, 탄화티탄(TiC), 탄화지르코늄(ZrC), 탄화하프늄(HfC), 탄화바나듐(VC), 탄화니오븀(NbC), 탄화탄탈(TaC), 탄화크롬(Cr₃C₂), 탄화몰리브덴(Mo₂C), 및 탄화텅스텐(WC) 등의 탄화물을 들 수 있다. 또한, 질화티탄(TiN), 질화지르코늄(ZrN), 질화하프늄(HfN), 질화바나듐(VN), 질화니오븀(NbN), 질화탄탈(TaN), 질화크롬(Cr₂N), 질화몰리브덴(MoN), 및 질화텅스텐(WN) 등의, 1종의 금속 원소와 질소로 이루어지는 질화물을 들 수 있다.

[0045] 또한, 상기 제4 화합물의 다른 구체예로는, 질화티탄지르코늄(TiZrN), 질화티탄하프늄(TiHfN), 질화티탄바나듐(TiVN), 질화티탄니오븀(TiNbN), 질화티탄탄탈(TiTaN), 질화티탄크롬(TiCrN), 질화티탄몰리브덴(TiMoN), 질화티탄텅스텐(TiWN), 질화지르코늄하프늄(ZrHfN), 질화지르코늄바나듐(ZrVN), 질화지르코늄니오븀(ZrNbN), 질화지르코늄탄탈(ZrTaN), 질화지르코늄크롬(ZrCrN), 질화지르코늄몰리브덴(ZrMoN), 질화지르코늄텅스텐(ZrWN), 질화하프늄바나듐(HfVN), 질화하프늄니오븀(HfNbN), 질화하프늄탄탈(HfTaN), 질화하프늄크롬(HfCrN), 질화하프늄몰리브덴(HfMoN), 질화하프늄텅스텐(HfWN), 질화바나듐니오븀(VNbN), 질화바나듐탄탈(VTaN), 질화바나듐크롬(VCrN), 질화바나듐몰리브덴(VMoN), 질화바나듐텅스텐(VWN), 질화니오븀탄탈(NbTaN), 질화니오븀크롬(NbCrN), 질화니오븀몰리브덴(NbMoN), 질화니오븀텅스텐(NbWN), 질화탄탈크롬(TaCrN), 질화탄탈몰리브덴(TaMoN), 질화탄탈텅스텐(TaWN), 질화크롬몰리브덴(CrMoN), 질화크롬텅스텐(CrWN), 및 질화몰리브덴크롬(MoWN)과 같은, 2종의 금속 원소와 질소로 이루어지는 질화물을 들 수 있다. 또한, 산화티탄(TiO₂), 산화지르코늄(ZrO₂), 산화하프늄(HfO₂), 산화바나듐(V₂O₅), 산화니오븀(Nb₂O₅), 산화탄탈(Ta₂O₅), Cr₂O₃, 산화몰리브덴(MoO₃), 및 산화텅스텐(WO₃) 등의 산화물을 들 수 있다.

[0046] 상기 제1 금속의 구체예로는, Co, Ni 등의 상기에 열거되는 단체 금속 외에, CoSi₂, Ti₃Al, TiAl, TiAl₃, TiSi₂, Ti₅Si₃, Ti₅Si₄, TiSi, Ti₃Si 등의 합금을 들 수 있다.

[0047] <<제2 실시형태>>

[0048] 제2 실시형태에 관련된 공구는, 제1 실시형태에 관련된 소결체를 이용한 공구이다. 전술한 바와 같이, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체는, 경도, 내결손성 및 내산화성이라는 특성이 우수하기 때문에, 이것을 이용한 공구도 또한, 이들 특성이 우수한 것이 된다.

[0049] 제2 실시형태에 관련된 공구로는, 예컨대, 엔드 밀, 밀링 가공용 날끝 교환형 절삭팁, 선삭 가공용 날끝 교환형 절삭팁을 예시할 수 있다. 또한, 공구는, 그 전체가 상기 소결체에 의해 구성되어 있어도 좋고, 그 일부(예컨대, 날끝 부분)가 상기 소결체에 의해 구성되어 있어도 좋다.

[0050] 공구의 전체가 상기 소결체로 이루어지는 경우, 소결체를 원하는 형상으로 가공함으로써, 공구를 제작할 수 있다. 또한, 공구의 일부가 상기 소결체로 이루어지는 경우, 공구를 구성하는 기체의 원하는 위치에 소결체를 접합함으로써, 공구를 제작할 수 있다. 또, 소결체의 접합 방법은 특별히 제한되지 않지만, 기체로부터 소결체가 이탈하는 것을 억제하는 관점에서, 기체와 소결체 사이에, 기체와 소결을 강고히 결합시키기 위한 접합층을 개시시키는 것이 바람직하다.

[0051] <<제3 실시형태>>

[0052] 제3 실시형태에 관련된 소결체의 제조방법은, Ti, Al 및 Si의 각 원소를 포함하는 제1 입자를 준비하는 공정(준비 공정)과, 제1 입자를 처리하여, Ti, Al, Si, O 및 N의 각 원소로 이루어지는 제2 입자를 제작하는 공정(처리 공정)과, 제2 입자를 소결하여, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제작하는 공정(소결 공정)을 구비한다. 또한, 상기 처리 공정은, 제1 입자를 가열하는 공정(가열 공정)과, 가열 후의 제1 입자를 급랭하는 공정(급랭 공정)을 구비한다. 이하, 각 공정에 관해서, 도 1 및 도 2를 이용하면서 설명한다.

[0053] (준비 공정)

[0054] 도 1을 참조하여, 우선, 스텝 S1의 준비 공정에 있어서, Ti, Al 및 Si의 각 원소를 포함하는 제1 입자를 준비한다.

[0055] 제1 입자는, 제1 화합물의 원료가 되는 원료 입자이다. 특히, 제1 화합물을 구성하는 Ti, Al, Si, O 및 N 중의 Ti, Al 및 Si라는 금속 원소는, 제1 입자만으로부터 공급된다. 이 때문에, 제1 입자는, 적어도, 목적으로 하는 제1 화합물의 조성과 동일한 Ti, Al 및 Si의 조성비를 구비할 필요가 있다. 한편, 제1 화합물을 구성하는 Ti,

Al, Si, O 및 N 중의 O 및 N이라는 비금속 원소는, 제1 입자로부터 공급되는 것 외에, 후술하는 처리 공정에서의 분위기(질소 분위기 등)로부터도 공급될 수 있다. 이 때문에, 제1 입자는, 반드시, 제1 화합물의 조성비와 동등한 O 및 N을 가질 필요는 없다.

- [0056] 제1 입자로서, 특정한 조성을 갖는 1종의 원료 입자를 이용하는 것에 의해서는, 제1 화합물에 있어서의 Ti, Al 및 Si의 목적의 조성비를 구비하는 것이 어려운 경우에는, 조성이 상이한 2종 이상의 원료 입자가 혼합된 제1 입자를 이용하면 된다.
- [0057] 상기 원료 입자로는, 예컨대, Ti 입자, Al 입자, Si 입자 등의 1종의 원소로 이루어지는 입자, Ti, Al 및 Si 중의 2종 또는 3종의 원소로 이루어지는 입자를 들 수 있다. 상기 2종의 원소로 이루어지는 입자로는, Ti_3Al , $TiAl$, $TiAl_3$ 등의 Ti 및 Al로 이루어지는 입자, $TiSi$, Ti_3Si , $TiSi_2$, Ti_5Si_3 , Ti_5Si_4 등의 Ti 및 Si로 이루어지는 입자, $AlSi$ 합금 등의 Al 및 Si로 이루어지는 입자를 들 수 있다. 상기 3종의 원소로 이루어지는 입자로는, $TiAlSi$ 합금 등을 들 수 있다.
- [0058] 또한, 상기 원료 입자로서, Ti, Al 및 Si로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 질화물, 산화물, 산질화물로 이루어지는 입자를 들 수 있다. 구체적으로는, TiN , TiO_2 , TiO , $TiON$ 등의 Ti의 질화물, 산화물 또는 산질화물로 이루어지는 입자, AlN , Al_2O_3 , $AlON$ 등의 Al의 질화물, 산화물 또는 산질화물로 이루어지는 입자, Si_3N_4 , SiO_2 , $SiON$ 등의 Si의 질화물, 산화물 또는 산질화물로 이루어지는 입자, $SiAlON$, $Si_2Al_3O_{13}$ 등을 들 수 있다.
- [0059] 원료 입자로서, Ti, Al 및 Si의 각 원소 중 2종 이상의 원소로 이루어지는 원료 입자를 이용한 경우, 후술하는 처리 공정에 있어서, 보다 균일한 조성의 제1 입자를 생성할 수 있다. 또한, 제1 입자로서, Ti, Al 및 Si로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 질화물, 산화물, 산질화물로 이루어지는 원료 입자를 이용한 경우, 후술하는 처리 공정에서 제1 입자에 부여해야 하는 N 및 O의 양을 용이하게 조절할 수 있다.
- [0060] 또한, 제1 입자의 평균 입경은 $10 \mu m$ 이하인 것이 바람직하다. 이러한 입경의 제1 입자를 이용한 경우, 후술하는 처리 공정에 있어서, 입자 사이의 반응성을 보다 높일 수 있고, 목적으로 하는 조성의 제2 입자를 많이 포함하는 입자를 제작할 수 있다. 본 명세서에 있어서, 입자의 평균 입경이란, 레이저 회절법 등의 공지된 입도 분포 측정법에 의해 측정된 입자의 입도 분포에 기초하는 메디안 직경을 말한다.
- [0061] 본 공정에 있어서 준비된 제1 입자는, 후술하는 처리 공정에 제공하기 위해 가압 성형되는 것이 바람직하다. 가압 성형의 방법은 특별히 한정되지 않고, 공지된 방법을 이용할 수 있다.
- [0062] (처리 공정)
- [0063] 다음으로, 도 1의 스텝 S2의 처리 공정에 있어서, 제1 입자를 처리하여, Ti, Al, Si, O 및 N의 각 원소로 이루어지는 제2 입자를 제작한다. 본 공정은, 제1 입자를 가열하는 공정(가열 공정)과, 가열 후의 제1 입자를 급랭하는 공정(급랭 공정)을 구비한다. 이에 관해서, 도 2를 이용하면서 설명한다.
- [0064] 도 2를 참조하여, 우선, 스텝 S21의 가열 공정에 있어서, 제1 입자가 가열된다. 이 가열 공정에 의해, 제1 입자에 있어서의 부족분의 N이 부여된다. 또, 「부족분의 N」이란, 제1 입자에 있어서의 질소 원소의 조성비와, 제1 화합물에 있어서의 $TiAlSiON$ 화합물의 목적의 조성비와의 차에 상당한다.
- [0065] 이 가열 공정에 있어서는, 제1 입자로 이루어지는 분체, 또는 제1 입자가 가압 성형됨으로써 형성된 성형체가, 진공 분위기하, 질소 분위기하, 아르곤 분위기하에 놓이게 된다. 제1 입자가 놓이는 분위기를 어느 분위기하로 할지는, 제1 입자의 조성에 따라 적절히 선택된다.
- [0066] 예컨대, 제1 입자가 Ti, Al 및 Si의 각 원소 외에 O를 포함하고, O의 함유량이 제1 화합물에 있어서 목적이 되는 양을 만족하는 경우, 제1 입자는, 질소 가스를 포함하는 분위기하에 놓이게 된다. 또한, 예컨대, 제1 입자가 Ti, Al 및 Si의 각 원소 외에 N 및 O를 포함하고, N 및 O의 각 함유량이 제1 화합물에 있어서 목적이 되는 양을 만족하는 경우, 제1 입자는, 아르곤 분위기하 또는 진공 분위기하에 놓일 수 있다.
- [0067] 또, 제1 입자가, 조성상, 제1 화합물에 있어서 목적이 되는 O의 양을 만족하지 않는 경우에도, 제2 입자에 있어서는 목적이 되는 O의 양을 만족하게 되는 것이, 본 발명자들의 검토에 의해 알려졌다. 이것은, 제1 입자의 표면에 흡착되어 있는 산소가 존재하고, 가열 공정에 의해 이 산소가 제1 입자에 도입되어, 그 산소량이 부족분의 O를 만족하는 양에 도달하기 때문이다.

- [0068] 가열 공정에 있어서의 가열 온도, 기압, 각 가스의 분압은, 적절히 조정되지만, 예컨대, 가열 온도는 1500℃ 이상이 바람직하고, 기압은 0.1 기압 이상이 바람직하다.
- [0069] 다음으로, 스텝 S22의 급랭 공정에 있어서, 상기 가열 공정에서 가열됨으로써 N 및 O가 부여된 제1 입자로 이루어지는 분체, 또는 제1 입자의 성형체가 냉각된다. 또, 이하, 상기 가열 공정을 거침으로써 N 및 O가 부여된 제1 입자로 이루어지는 분체, 또는 제1 입자의 성형체를 제2 입자 전구체라고 한다.
- [0070] 급랭 공정에 있어서의 제2 입자 전구체의 냉각 속도는, 적어도 노냉(furnace cooling)에 의한 냉각 속도보다 크고, 100℃/sec 이상인 것이 바람직하고, 200℃/sec 이상인 것이 보다 바람직하다. 또, 노냉에 의한 냉각 속도는 통상 20℃/min 정도이다.
- [0071] 상기 급랭 공정에 의해, Ti, Si, Al, O 및 N으로 이루어지는 제2 입자를 얻을 수 있다. 구체적으로는, 제2 입자는, Ti, Si, Al, O 및 N으로 이루어지며, 또한 그 전부 또는 그 대부분은 TiAlSiON 화합물로 이루어진다. 제2 입자 중에 포함되는 TiAlSiON 화합물의 조성비는, 제1 화합물에 목적이 되는 TiAlSiON 화합물의 조성비와 거의 일치한다.
- [0072] 또, 제1 입자의 성형체를 이용하여 상기 가열 공정 및 상기 급랭 공정을 실행한 경우, 급랭 공정 후에 얻어지는 것은, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 구조체이다. 이 구조체의 조성은 제2 입자와 일치하기, 바꿔 말하면, 구조체는 제2 입자로 이루어지기 때문에, 이와 같이 구조체를 얻는 경우에 관해서도 제2 입자를 얻는 것으로 한다.
- [0073] 또, 상기 구조체를 이대로 후술하는 소결 공정에 이용할 수도 있지만, 소결 효율을 높이며, 또한 균일하게 소결을 행하기 위해서는, 이 구조체를 분쇄하여 입자상의 제2 입자를 얻는 것이 바람직하다. 이 분쇄 방법은 특별히 제한되지 않고, 예컨대, 공지된 방법으로 조(粗)분쇄하고, 그 후, 진동 밀 또는 회전 밀로 분쇄 매체를 충돌시켜 더욱 분쇄하는 방법을 채용할 수 있다. 이 분쇄를 거침으로써, 입상의 제2 입자를 얻을 수 있다.
- [0074] 스텝 S2의 처리 공정에 있어서, 전술한 바와 같이, 가열 공정과 급랭 공정을 연속적으로 행함으로써, 제2 입자를 얻을 수 있다. 이것은 이하의 이유에 의한다. 즉, 가열 공정 후에 급랭 공정을 연속하여 실행하지 않는 경우, 목적으로 하는 조성을 만족하지 않는 조성으로 이루어지는 입자가 생성되는 경향이 있다. 예컨대, 가열로를 이용하여 제1 입자를 가열하고, 그 후, 가열 후의 제1 입자(제2 입자 전구체)를 급랭 공정에 제공하지 않고 단순히 노냉한 경우, 가열된 제1 입자의 온도는 매우 천천히 저하되게 된다. 이 경우, 가열 공정에서 생성된 TiAlSiON 화합물로부터 Si 또는 Al이 탈락하기 쉬워지고, 결과적으로, 제1 화합물에 있어서 목적으로 하는 조성비를 만족하지 않는 입자가 생성되어 버린다. 이에 대하여, 가열 공정 후에 연속하여 급랭 공정을 실행한 경우, 이러한 원소의 탈락을 효과적으로 억제할 수 있어, 상기와 같은 의도하지 않은 조성의 입자의 생성을 억제할 수 있다.
- [0075] 전술한 바와 같이 가열 공정 및 급랭 공정을 연속하여 실행할 수 있는 방법으로는, (1) 카본 히터 등의 열원을 이용하여 원하는 분위기하의 반응실 내에서 제1 입자를 가열하고, 계속해서 분위기 가스를 배기한 후, Ar 등의 냉각 가스를 도입하는 방법, (2) 제1 입자를 원하는 분위기하의 반응실 내에서 연소 함성시키는 방법, (3) 제1 입자를 원하는 분위기하의 반응실 내에서 고온 플라즈마 중에 통과시키는 방법 등을 들 수 있다.
- [0076] 상기 (1)의 방법을 이용한 경우의 가열 공정에 있어서의 바람직한 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 냉각 속도도 100℃/sec 이상으로 할 수 있고, 나아가서는 200℃/sec 이상으로 할 수 있다.
- [0077] 가열 온도: 1500℃ 이상 2000℃ 이하
- [0078] 기압: 0.1 기압 이상
- [0079] 가열 시간: 1시간 이상.
- [0080] 상기 (2)의 방법을 이용한 경우의 가열 공정에 있어서의 바람직한 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 냉각 속도도 100℃/min 이상으로 할 수 있고, 나아가서는 200℃/min 이상으로 할 수 있다.
- [0081] 가열 온도: 2000℃ 이상 3000℃ 이하
- [0082] 기압: 1.0 기압 이상
- [0083] 가열 시간: 3초 이상.
- [0084] 상기 (3)의 방법을 이용한 경우의 가열 공정에 있어서의 바람직한 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 냉각 속도도

500℃/sec 이상으로 할 수 있고, 나아가서는 1000℃/sec 이상으로 할 수 있다.

- [0085] 가열 온도: 2000℃ 이상 5000℃ 이하
- [0086] 기압: 0.1 기압 이상
- [0087] 가열 시간: 0.5초 이상.
- [0088] 또, 본 공정에 의해 제2 입자가 제작되지만, 본 공정의 1회의 실행으로 원하는 조성을 갖는 제2 입자의 제작이 곤란한 경우에는 본 공정을 반복해서 행해도 좋다. 또한, 그 경우에, 반드시 동일한 처리 방법을 반복할 필요는 없고, 예컨대, 상기 (1)~(3)의 방법을 적절히 조합하여, 본 공정을 실행해도 좋다.
- [0089] (소결 공정)
- [0090] 다음으로 도 1의 스텝 S3의 소결 공정에 있어서, 제2 입자를 소결하여, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제작한다.
- [0091] 제2 입자의 소결은, 제2 입자를 가압 성형한 후에 행하는 것이 바람직하다. 또한, 가압 성형과 동시에 행해도 좋다. 가압 성형과 소결을 동시에 행하는 방법으로는, 핫 프레스(HP)법, 방전 플라즈마 소결(SPS)법, 초고압 소결법을 들 수 있다. 또한, 냉간 정수압 가압(CIP)법으로 성형한 후, 더욱 열간 정수압 가압(HIP)법을 이용하여 소결할 수도 있다. 또, 상기와 같은 가압 소결법 대신에 상압 소결법을 이용해도 좋다.
- [0092] 본 공정은, 소결체에 있어서의 제1 화합물의 조성이 제2 입자의 조성으로부터 크게 변화되는 것을 억제하기 위해, 불활성 분위기하에서 실행되는 것이 바람직하다. 또한, 소결 시의 압력은 40 MPa 이상 20 GPa 이하인 것이 바람직하고, 온도는 1100℃ 이상 2500℃ 이하인 것이 바람직하다. 소결 시의 온도가 1100℃ 미만인 경우에는, 소결이 불충분해지고, 치밀한 소결체가 얻어지지 않는 경향이 있고, 2500℃를 초과하는 경우에는, 소결체에 있어서의 제1 화합물의 조성이 제2 입자의 조성으로부터 크게 변화될 우려가 있기 때문이다. 또한, 소결에 요하는 시간은 제2 입자의 양(체적), 온도 등에 따라 상이하지만, 예컨대, 1100℃ 이상 2500℃ 이하의 소결 온도일 때에는, 15분 이상으로 할 수 있다.
- [0093] 상기 소결 공정이 행해짐으로써, 제2 입자가 소결되고, 이에 따라, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물로 이루어지는 소결체를 얻을 수 있다.
- [0094] 이상 상세히 서술한 제3 실시형태에 관련된 제조방법에 의하면, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물을 포함하는 소결체를 제조할 수 있기 때문에, 높은 내마모성, 높은 내결손성 및 높은 내산화성을 갖는 소결체를 제공할 수 있다. 또한, 제조된 소결체를 레이저, 와이어 방전 등에 의해 절단하여 원하는 형상으로 가공함으로써, 이 소결체로 이루어지는 공구, 또는 이 소결체를 이용한 공구를 제공할 수 있다.
- [0095] <<제4 실시형태>>
- [0096] 제4 실시형태에 관련된 소결체의 제조방법은, 도 3에 나타내는 바와 같이, 소결 공정의 전에, 처리 공정에 의해 제작된 제2 입자와 제3 입자를 혼합하는 공정(혼합 공정)을 구비하는 점에서, 제3 실시형태와 상이하다. 이하, 도 3을 이용하면서 이 혼합 공정에 관해서 설명한다. 또, 도 3에 있어서의 스텝 S31의 준비 공정, 스텝 S32의 처리 공정, 및 스텝 S34의 소결 공정은, 제3 실시형태의 스텝 S1~S3의 각각과 동일하기 때문에, 그 설명은 반복하지 않는다.
- [0097] (혼합 공정)
- [0098] 도 3을 참조하여, 스텝 S33의 혼합 공정에 있어서, 스텝 S32의 처리 공정에 의해 얻어진 제2 입자와, 제2 입자와 조성이 상이한 제3 입자가 혼합된다.
- [0099] 제3 입자는, 제5 화합물, 제6 화합물, 제7 화합물 및 제2 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 입자이다.
- [0100] 제5 화합물은, 입방정 질화붕소이다. 제6 화합물은, Al 및 Si의 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고, 구체적으로는, 제1 실시형태에서 상세히 서술한 제1 화합물과 동일한 화합물을 들 수 있다. 제7 화합물은, 주기표의 제4족 원소, 제5족 원소 및 제6족 원소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소와, B, C, N, 및 O로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 화합물이고, 구체적으로는, 제1 실시형태에서 상세히 서술한 제2 화합물과 동일한 화합물을 들 수 있다. 제2 금속은, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Al, Sn, Si, Zr, Nb, Mo, Ag, Hf, Ta, W 및 Pb로 이루어지는 군으로

부터 선택되는 1종 이상으로 이루어지는 금속이고, 구체적으로는, 제1 실시형태에서 상세히 서술한 제1 금속과 동일한 금속을 들 수 있다.

[0101] 제3 입자는, 특히, 입방정 질화붕소를 포함하는 것이 바람직하다. 예컨대, 제3 입자가 입방정 질화붕소로 이루어지는 경우, 이러한 제3 입자와 제2 입자의 혼합물을 소결하면, 제2 화합물의 대부분은 경도가 우수한 입방정 질화붕소가 된다. 또한, 제3 입자가 입방정 질화붕소로 이루어지는 경우, 제조된 소결체의 제2 화합물에 있어서, 제1 화합물과의 계면 근방에, Si_3N_4 를 존재시킬 수 있다. 이 경우, 양입자(제1 화합물로 이루어지는 입자와 제2 화합물로 이루어지는 입자)를 강고히 결합시킬 수 있고, 입자의 탈락에 의한 마모를 경감시킬 수 있다.

[0102] 본 공정에 있어서, 제2 입자와 제3 입자의 혼합 입자에 있어서의 제3 입자의 함유량을 90 체적% 이하로 하여 실행하는 것이 바람직하다. 제3 입자의 함유량이 90 체적%를 초과하는 경우, 소결체 중의 제1 화합물의 비율이 지나치게 낮아지기 때문에, 제1 화합물에서 유래되는 효과가 현저히 저하되는 경향이 있다.

[0103] 또한, 제2 입자와 제3 입자의 혼합 입자에 있어서의 제3 입자의 함유량을 50 체적% 이하로 하여 실행하는 것이 보다 바람직하다. 특히, 제3 입자가 금속 입자(금속 원소만으로 이루어지는 입자)를 포함하는 경우, 혼합 입자에 있어서의 금속 입자의 함유량을 20 체적% 이하로 하는 것이 바람직하다. 혼합 입자에 있어서의 금속 입자의 함유량이 20 체적%를 초과하는 경우, 제조되는 소결체의 경도가 저하되는 경향이 있다.

[0104] 상기 혼합 공정이 행해짐으로써, 제2 입자 및 제3 입자로 이루어지는 혼합물이 얻어지고, 이것을 스텝 S34의 소결 공정에 있어서 소결함으로써, 제1 화합물과 제2 화합물로 이루어지는 소결체를 얻을 수 있다.

[0105] 여기서, 본 실시형태에 있어서, 제3 입자의 대부분은 그 조성을 유지한 채로, 제2 화합물에 포함되게 된다. 즉, 제3 입자의 조성과, 제2 화합물에 포함되는 화합물 및/또는 금속의 조성은 대체로 일치한다. 그러나, 제2 화합물 중에는, 제3 입자의 조성과 상이한 조성의 화합물도 포함되는 경우가 있다. 이것은, 제2 입자와 제3 입자의 계면에 있어서, 제2 입자를 구성하는 원소와 제3 입자를 구성하는 원소가 결부됨으로써 화합물이 생성되기 때문이다.

[0106] 이상 상세히 서술한 제4 실시형태에 관련된 제조방법에 의하면, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제1 화합물과, 제1 화합물과 조성이 상이한 제2 화합물을 포함하는 소결체를 제조할 수 있다. 이러한 소결체는, 제1 화합물에서 기인하는 특성에 더하여, 제2 화합물에서 기인하는 특성을 발휘할 수 있다. 따라서, 제4 실시형태에 관련된 제조방법에 의하면, 높은 내마모성, 높은 내결손성 및 높은 내산화성을 가지며, 또한 절삭 조건의 각종 필요성에 대응한 공구를 제공할 수 있다.

[0107] **실시예**

[0108] 본 발명을 실시예 및 비교예에 의해 더욱 구체적으로 설명한다. 다만, 이들 실시예 및 비교예에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니다.

[0109] [검토 1]

[0110] 전술한 준비 공정, 및 처리 공정을 실행함으로써, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제2 입자를 제작하고, 그 특성에 관해서 평가했다.

[0111] 《실시예 1~58》

[0112] (준비 공정)

[0113] 제1 입자로서, 하기 표 1에 나타내는 원료 입자 A, 원료 입자 B 및 원료 입자 C가 혼합된 원료 입자를 준비했다. 예컨대, 실시예 1에 있어서는, 원료 입자 A로서의 Ti 입자, 원료 입자 B로서의 Al 입자, 및 원료 입자 C로서의 Si 입자를, 혼합 비율(원료 입자 A : 원료 입자 B : 원료 입자 C)이 질량비로 80 : 10 : 10이 되도록 혼합시킴으로써, 제1 입자를 준비했다. 또, 실시예 1~58에 있어서 준비된 각 제1 입자의 평균 입경은, 표 1에 나타내는 바와 같았다. 그리고, 준비한 각 제1 입자를 가압 성형함으로써, 제1 입자로 이루어지는 성형체를 제작했다.

표 1

	제 1 입자								
	A		B		C		혼합비(wt%)		
	조성	입경(μm)	조성	입경(μm)	조성	입경(μm)	A	B	C
실시예 1	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 2	Ti	45	Al	45	Si	45	80	10	10
실시예 3	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 4	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 5	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 6	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 7	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 8	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 9	Ti	45	Al	45	Si	45	80	10	10
실시예 10	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 11	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 12	Ti	45	Al	45	Si	45	80	10	10
실시예 13	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 14	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 15	Ti	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 16	Ti	10	Al	10	Si ₃ N ₄	10	80	10	10
실시예 17	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si	10	80	10	10
실시예 18	TiN	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 19	Ti	10	Al	10	Si ₃ N ₄	10	80	10	10
실시예 20	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si	10	80	10	10
실시예 21	TiN	10	Al	10	Si	10	50	25	25
실시예 22	Ti	10	Al	10	Si ₃ N ₄	10	80	10	10
실시예 23	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si	10	80	10	10
실시예 24	TiN	10	Al	10	Si	10	80	10	10
실시예 25	Ti ₃ Al	10	Si ₃ N ₄	10	-	-	90	10	0
실시예 26	Ti ₃ Al	45	Si ₃ N ₄	10	-	-	90	10	0
실시예 27	Ti ₃ Al	10	Si ₃ N ₄	1	-	-	90	10	0
실시예 28	Ti ₃ Al	10	Si	10	-	-	88	12	0
실시예 29	Ti ₃ Si	10	Al	10	-	-	40	60	0
실시예 30	Ti ₃ Si	10	Al ₂ O ₃	10	-	-	40	60	0
실시예 31	Ti ₃ Si	10	AlN	10	-	-	40	60	0
실시예 32	Ti	10	AlSi	10	-	-	20	80	0
실시예 33	TiN	10	AlSi	10	-	-	20	80	0
실시예 34	Ti	10	SiAlON	10	-	-	50	50	0
실시예 35	Ti ₃ Al	10	SiO ₂	10	-	-	50	50	0
실시예 36	Ti	10	AlN	10	SiO ₂	10	20	60	20
실시예 37	Ti	10	AlN	10	SiO ₂	10	20	60	20
실시예 38	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	50	25	25
실시예 39	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	50	25	25
실시예 40	Ti	10	Al	10	Si	10	94	3	3
실시예 41	Ti	10	Al	10	Si	10	96	1	3
실시예 42	Ti	10	Al	10	Si	10	96	3	1
실시예 43	Ti	10	Al	10	Si	10	58	4	38
실시예 44	Ti	10	Al	10	Si	10	55	4	41
실시예 45	Ti	10	Al	10	Si	10	63	1	36
실시예 46	Ti	10	Al	10	Si	10	42	16	42
실시예 47	Ti	10	Al	10	Si	10	37	21	42
실시예 48	Ti	10	Al	10	Si	10	37	16	47
실시예 49	Ti	10	Al	10	Si	10	38	58	4
실시예 50	Ti	10	Al	10	Si	10	47	52	1
실시예 51	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	61	2	37
실시예 52	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	65	2	33
실시예 53	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	62.5	0.5	37
실시예 54	Ti	10	Al	10	SiO ₂	10	60	20	20
실시예 55	Ti	10	Al	10	SiO ₂	10	60	20	20
실시예 56	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	46	18	36
실시예 57	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	49	18	33
실시예 58	Ti	10	Al ₂ O ₃	10	Si ₃ N ₄	10	49	21	30

[0114]

[0115] (처리 공정)

[0116] 다음으로, 제작된 성형체를 이용하여 처리 공정을 실행함으로써, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 제2 입자를 제작했다. 각 실시예에 있어서의 처리 공정으로는, (1) 카본 히터 등의 열원을 이용하여 원하는 분위기하의 반응실 내에서 제1 입자를 가열하고, 계속해서 분위기 가스를 배기한 후, Ar 등의 냉각 가스를 도입하는 방법(표 2에 있어서 「가스 급랭」이라고 기재함), (2) 제1 입자를 원하는 분위기하의 반응실 내에서 연소 합성시키는 방법(표 2에 있어서 「연소 합성」이라고 기재함), (3) 제1 입자를 원하는 분위기하의 반응실 내에서 고온 플라즈마 중에 통과시키는 방법(표 2에 있어서 「고온 플라즈마」라고 기재함) 중 어느 방법을 이용했다. 각 실시예에 있어서의 처리 공정의 조건을 하기 표 2에 나타낸다.

표 2

	처리 조건					
	방법	온도	원료 가스	가열 시간	가스압	냉각 속도 [°C/sec]
실시예 1	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 2	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 3	가스 급랭	1500°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 4	가스 급랭	1400°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 5	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	0.1 기압	100
실시예 6	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	0.05 기압	100
실시예 7	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 8	연소 합성	3000°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 9	연소 합성	3000°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 10	연소 합성	3000°C	질소	15 초	10 기압	200
실시예 11	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 12	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 13	고온 플라즈마	3000°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 14	고온 플라즈마	4500°C	질소	0.5 초	0.1 기압	1000
실시예 15	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	500
실시예 16	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 17	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 18	가스 급랭	1800°C	질소	1 시간	3 기압	100
실시예 19	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 20	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 21	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 22	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 23	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 24	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 25	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 26	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 27	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 28	연소 합성	3000°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 29	연소 합성	3000°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 30	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 31	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 32	연소 합성	3000°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 33	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 34	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 35	연소 합성	2500°C	질소	15 초	100 기압	200
실시예 36	가스 급랭	1800°C	아르곤	1 시간	1 기압	100
실시예 37	가스 급랭	1800°C	진공 분위기	1 시간	1 기압	100
실시예 38	가스 급랭	1800°C	아르곤	1 시간	1 기압	100
실시예 39	가스 급랭	1800°C	진공 분위기	1 시간	1 기압	100
실시예 40	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 41	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 42	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 43	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 44	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 45	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 46	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 47	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 48	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 49	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 50	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 51	고온 플라즈마	4500°C	아르곤	1 초	0.1 기압	1000
실시예 52	고온 플라즈마	4500°C	아르곤	1 초	0.1 기압	1000
실시예 53	고온 플라즈마	4500°C	아르곤	1 초	0.1 기압	1000
실시예 54	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 55	고온 플라즈마	4500°C	질소	1 초	0.1 기압	1000
실시예 56	고온 플라즈마	4500°C	아르곤	1 초	0.1 기압	1000
실시예 57	고온 플라즈마	4500°C	아르곤	1 초	0.1 기압	1000
실시예 58	고온 플라즈마	4500°C	아르곤	1 초	0.1 기압	1000

[0117]

[0118] 상기 표 2를 참조하면서, 상기 (1)~(3)의 각 방법에 관해서, 각각 실시예 1, 8, 11을 이용하면서 구체적으로 설명한다.

[0119] 상기 (1)의 방법에 의한 실시예 1의 처리 공정은, 이하와 같이 실행되었다. 우선, 가스 공급부 및 가스 배출부를 갖는 도가니 내에 성형체를 배치했다. 그리고, 도가니 내에 질소 가스를 유입하여, 도가니 내의 가스압을 3 기압으로 하고, 도가니의 주위에 배치된 카본 히터에 의해 도가니 내를 1800°C에서 1시간 가열했다. 이에 따라, 실시예 1의 제1 입자는, 질소 분위기하, 1800°C에서 60분간 가열 공정에 제공되었다.

[0120] 가열 공정 종료 후, 진공 펌프에 의해 분위기 가스를 배기한 후, Ar을 3 기압까지 도입함으로써 냉각하고, 시료 온도를 실온(25°C) 이하로까지 냉각시켰다. 이 때의 냉각 속도는 100°C/sec 정도였다. 이에 따라, 제2 입자 전구체가 급랭 공정에 제공되어, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 구조체가 얻어졌다.

[0121] 실시예 2~7, 16~18 및 36~39에 있어서도, 각종 조건을 표 2에 나타내는 바와 같이 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 처리 공정을 실행했다.

[0122] 상기 (2)의 방법에 의한 실시예 8의 처리 공정은, 이하와 같이 실행되었다. 우선, 가스 공급부 및 가스 배출부를 갖는 압력 용기 내에 성형체를 배치했다. 그리고, 압력 용기 내의 질소 가스의 압력을 10 MPa(100 기압)로

지 승압하고, 텅스텐 필라멘트 등의 열원을 이용하여 성형체의 일부를 가열시킴으로써, 제1 입자를 연소 합성시켰다. 이 때의 연소 시간은 15초이고, 가열 온도는 3000℃였다. 이에 따라, 실시예 8의 제1 입자는, 질소 분위기하, 3000℃에서 15초간 가열 공정에 제공되었다.

[0123] 또한, 연소 합성에 있어서, 열원은 착화 시에 존재할 뿐이기 때문에, 연소 시간 경과 후, 압력 용기 내의 온도는 즉시 저하되고, 이에 따라 연소 합성 후의 제1 입자(제2 입자 전구체)의 온도는 조금하계 실온으로까지 저하되었다. 이 때의 냉각 속도는 200℃/sec 정도였다. 이에 따라, 제2 입자 전구체가 급랭 공정에 제공되어, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 구조체가 얻어졌다.

[0124] 실시예 9, 10, 19~21, 및 25~35에 있어서도, 각종 조건을 표 2에 나타내는 바와 같이 변경한 것 이외에는, 실시예 8과 동일한 방법에 의해 처리 공정을 실행했다.

[0125] 상기 (3)의 방법에 의한 실시예 11의 처리 공정은, 이하와 같이 실행되었다. 우선, 가스압이 0.1 기압이 되도록 압력 용기 내에 질소 가스를 공급하면서, 압력 용기 내에 설치된 플라즈마 발생용 전극으로부터 4500℃의 고온 플라즈마를 발생시키고, 플라즈마 중에 제1 입자를 통과시켰다. 이 때의 처리 시간은 1초였다. 이에 따라, 실시예 11의 제1 입자는, 질소 분위기하, 4500℃에서 1초간 가열 공정에 제공되었다.

[0126] 또한, 가열 공정 후의 급랭 공정에 있어서의 냉각 속도는 1000℃/sec 정도였다. 이에 따라, 제2 입자 전구체가 냉각 공정에 제공되어, Ti, Al, Si, O 및 N으로 이루어지는 구조체가 얻어졌다. 또, 급랭 공정은, 가열 공정이 종료됨으로써 연속적으로 실시되었다.

[0127] 실시예 12~15, 22~24, 40~58에 있어서도, 각종 조건을 표 2에 나타내는 바와 같이 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 처리 공정을 실행했다.

[0128] <<비교예 1 및 2>>

[0129] 비교예 1에 있어서는, TiN으로 이루어지는 분말을 제작하고, 비교예 2에 있어서는, TiAlN으로 이루어지는 분말을 제작했다. 구체적으로는, 비교예 1에 있어서, 입경이 1 μm인 TiN(원자비는 1 : 0.97) 입자를 준비했다. 또한, 비교예 2에 있어서, 입경이 1 μm인 AlTiN(원자비는 0.5 : 0.5 : 1) 입자를 준비했다.

[0130] <<각 입자의 특성 평가>>

[0131] 실시예 1~58의 각 입자의 조성, 및, 실시예 1~58, 비교예 1 및 2의 각 입자의 내산화성에 관해서 확인했다.

[0132] (조성)

[0133] 실시예 1~58에서 얻어진 제2 입자에 포함되는 생성물(화합물) 및 TiAlSiON 화합물의 함유율(체적%)을 표 3에 나타낸다. 함유되는 각 생성물 중, TiAlSiON 화합물 이외의 화합물의 조성은, 입자의 단면 및 표면을 XRD(X-ray diffraction) 장치로 분석함으로써 동정하고, TiAlSiON 화합물의 조성은, EDX(에너지 분산형 X선 분광법)를 행함으로써 산출했다. 또한 얻어진 분말의 단면을 관찰할 수 있도록 가공을 행하고, 주사형 전자 현미경으로 분말의 단면을 관찰하여, 분말 중의 색의 농담으로 TiSiAlON 화합물을 판별했다. 그 때, 미리 원소 분석에 의해, 각 화합물을 특정했다. 또한 그 시야에 대하여, 2진화 처리를 행하여, TiSiAlON 화합물을 정량화했다.

표 3

실시예	XRD 생성물(wt%)	제 2 입자 $Ti_{(1-a-b)}Al_aSi_bO_xN_y$				제 1 화합물 함유율 (체적%)	평가 산화 개시 온도 (°C)
		a	b	x	y		
실시예 1	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.05	0.90	86	550
실시예 2	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.90	87	550
실시예 3	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.85	80	540
실시예 4	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.80	72	540
실시예 5	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	82	530
실시예 6	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.60	94	530
실시예 7	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.80	84	540
실시예 8	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.90	82	550
실시예 9	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.90	72	550
실시예 10	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.60	76	530
실시예 11	TiAlSiON	0.15	0.15	0.01	0.70	100	530
실시예 12	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	85	530
실시예 13	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	77	530
실시예 14	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.60	91	530
실시예 15	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	84	540
실시예 16	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.16	0.09	0.01	0.90	91	550
실시예 17	TiAlSiON, Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	0.09	0.16	0.30	0.50	93	530
실시예 18	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.18	0.18	0.01	0.90	78	560
실시예 19	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.16	0.09	0.01	0.90	88	550
실시예 20	TiAlSiON, Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	0.09	0.16	0.30	0.50	81	550
실시예 21	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.35	0.34	0.01	0.90	83	700
실시예 22	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.16	0.09	0.01	0.90	81	550
실시예 23	TiAlSiON, Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	0.09	0.16	0.30	0.50	85	550
실시예 24	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.18	0.18	0.01	0.90	75	570
실시예 25	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.23	0.08	0.01	0.90	92	550
실시예 26	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.23	0.08	0.01	0.90	82	550
실시예 27	TiAlSiON, Si ₃ N ₄	0.23	0.08	0.01	0.90	99	550
실시예 28	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.24	0.05	0.01	0.90	98	550
실시예 29	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.70	0.07	0.01	0.90	60	680
실시예 30	TiAlSiON, Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	0.56	0.11	0.30	0.50	51	680
실시예 31	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.61	0.10	0.01	0.90	77	690
실시예 32	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.44	0.44	0.01	0.90	88	700
실시예 33	TiAlSiON, AlN, Si ₃ N ₄	0.44	0.44	0.01	0.90	82	700
실시예 34	TiAlSiON, SiAlON	0.08	0.42	0.20	0.70	91	650
실시예 35	TiAlSiON, AlN, SiO ₂	0.15	0.41	0.30	0.50	76	650
실시예 36	TiAlSiON, AlN, SiO ₂	0.70	0.15	0.50	0.50	76	700
실시예 37	TiAlSiON, AlN, SiO ₂	0.68	0.15	0.50	0.50	80	700
실시예 38	TiAlSiON, Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	0.23	0.26	0.50	0.50	91	570
실시예 39	TiAlSiON, Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	0.23	0.26	0.50	0.50	80	570
실시예 40	TiAlSiON	0.05	0.05	0.01	0.90	100	480
실시예 41	TiAlSiON	0.01	0.05	0.01	0.90	100	460
실시예 42	TiAlSiON	0.05	0.01	0.01	0.90	100	460
실시예 43	TiAlSiON	0.05	0.50	0.01	0.90	100	550
실시예 44	TiAlSiON	0.05	0.55	0.01	0.90	100	500
실시예 45	TiAlSiON	0.01	0.50	0.01	0.90	100	490
실시예 46	TiAlSiON	0.20	0.50	0.01	0.90	100	700
실시예 47	TiAlSiON	0.25	0.50	0.01	0.90	100	650
실시예 48	TiAlSiON	0.20	0.55	0.01	0.90	100	650
실시예 49	TiAlSiON	0.70	0.05	0.01	0.90	100	680
실시예 50	TiAlSiON	0.70	0.01	0.01	0.90	100	610
실시예 51	TiAlSiON	0.02	0.40	0.05	0.50	100	600
실시예 52	TiAlSiON	0.02	0.30	0.05	0.45	100	580
실시예 53	TiAlSiON	0.01	0.38	0.01	0.50	100	530
실시예 54	TiAlSiON	0.31	0.14	0.01	0.99	100	520
실시예 55	TiAlSiON	0.31	0.14	0.005	0.99	100	480
실시예 56	TiAlSiON	0.17	0.37	0.50	0.50	100	560
실시예 57	TiAlSiON	0.17	0.34	0.50	0.45	100	520
실시예 58	TiAlSiON	0.20	0.31	0.60	0.40	100	520

[0134]

[0135] 표 3의 「생성물」의 란에 관해서, 예컨대, 「TiAlSiON」은 TiAlSiON 화합물을 나타내고, 「Si₃N₄」는 Si₃N₄ 화합물을 나타낸다. TiAlSiON 화합물의 조성은, 「Ti_(1-a-b)Al_aSi_bO_xN_y」의 란에 기재한다. 또한, TiAlSiON 화합물의 함유율은, 「제1 화합물 함유율」의 란에 기재한다.

[0136] 표 3을 참조하여, 실시예 1~58에 있어서, 소결체가 TiAlSiON 화합물을 포함하는 제1 화합물로 이루어지는 것이 확인되었다. 또한, TiAlSiON 화합물이, Ti_(1-a-b)Al_aSi_bO_xN_y(다만, a, b, x 및 y는, 각각, 0.01 ≤ a ≤ 0.70, 0.01 ≤ b ≤ 0.55, 0.06 ≤ a+b ≤ 0.88, 0.005 ≤ x ≤ 0.6, 0.4 ≤ y ≤ 0.995, 및 0.5 < x+y ≤ 1을 만족하는 것도 확인되었다.

[0137] (내산화성)

[0138] 각 실시예 1~58, 비교예 1 및 2의 각 입자를, 각각 0.5 mg씩 칭량한 각 시험체를 준비했다. 이 각 시험체를 대기 분위기하에서 실온(25°C)으로부터 1400°C까지 서서히 승온하면서 시차 열분석을 행했다. 그리고, 각 시험체의 중량 변화가 확인된 가장 낮은 온도를 산화 개시 온도로 했다. 각 실시예 1~58의 결과를 표 3에 나타낸다.

[0139] 표 3을 참조하여, 실시예 1~58의 각 제2 입자의 산화 개시 온도는, 전부 460°C 이상이였다. 한편, 비교예 1 및

2의 각 입자의 산화 개시 온도는 400℃ 및 450℃였다. 또 표 3에 있어서, 「산화 개시 온도」가 높을수록, 내산 화성이 우수한 것이 된다.

- [0140] [검토 2]
- [0141] 전술한 실시예 1, 11, 27의 각 입자 및 비교예 1, 2의 각 입자를 각각 제2 입자로 하고, 제2 입자와 제3 입자를 혼합하는 혼합 공정과, 소결 공정을 실행함으로써, 소결체를 제작하고, 그 특성에 관해서 평가했다.
- [0142] <<실시예 61~125 및 비교예 3~6>>
- [0143] (혼합 공정)
- [0144] 실시예 61~125 및 비교예 3~6에서는, 표 4 및 표 5에 나타내는 제2 입자와 제3 입자를 이용하여 혼합 공정을 실행했다. 표 5를 참조하여, 예컨대, 실시예 61에서는, 실시예 1에 있어서 제작된 제2 입자와 입방정 질화붕소 (cBN)로 이루어지는 제3 입자를, 혼합 비율(제2 입자 : 제3 입자)이 체적비로 50 : 50이 되도록 혼합시킴으로써, 혼합 입자를 준비했다.
- [0145] (소결 공정)
- [0146] 다음으로, 얻어진 혼합 입자를 탄탈제의 캡슐에 충전하고, 프레스기를 이용하여, 하기 표 4 및 표 5에 나타내는 압력, 온도 및 소결 시간으로, 소결 처리를 행했다.
- [0147] 이상에 의해, 실시예 61~125에 있어서, TiAlSiON 화합물을 포함하는 제1 화합물과 제2 화합물을 포함하는 소결체가 얻어졌다. 또한, 비교예 3~6에 있어서, 제2 입자 유래의 화합물과, 제3 입자 유래의 화합물을 포함하는 소결체가 얻어졌다. 또, 각 소결체는, 직경 20 mm, 높이 1 mm의 원판 형상을 갖고 있었다.

표 4

실시예	혼합 조건					소결		
	제 2 입자	제 3 입자		혼합비(체적%)		압력	온도	시간
		화합물	입경(μ m)	제 2	제 3			
61	실시예 1	cBN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
62	실시예 1	AlN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
63	실시예 1	Al ₂ O ₃	3	50	50	6GPa	1300C	15분
64	실시예 1	TiN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
65	실시예 1	TiC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
66	실시예 1	ZrN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
67	실시예 1	ZrC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
68	실시예 1	ZrO ₂	3	50	50	6GPa	1300C	15분
69	실시예 1	TaN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
70	실시예 1	TaC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
71	실시예 1	CrN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
72	실시예 1	WC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
73	실시예 1	NbN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
74	실시예 1	Co	1	80	20	6GPa	1300C	15분
75	실시예 1	Cu	1	80	20	6GPa	1300C	15분
76	실시예 1	Mo	1	80	20	6GPa	1300C	15분
77	실시예 1	cBN	3	20	80	6GPa	1300C	15분
78	실시예 1	cBN	3	80	20	6GPa	1300C	15분
79	실시예 11	cBN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
80	실시예 11	AlN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
81	실시예 11	Al ₂ O ₃	3	50	50	6GPa	1300C	15분
82	실시예 11	TiN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
83	실시예 11	TiC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
84	실시예 11	ZrN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
85	실시예 11	ZrC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
86	실시예 11	ZrO ₂	3	50	50	6GPa	1300C	15분
87	실시예 11	TaN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
88	실시예 11	TaC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
89	실시예 11	CrN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
90	실시예 11	WC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
91	실시예 11	NbN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
92	실시예 11	Co	1	80	20	6GPa	1300C	15분
93	실시예 11	Cu	1	80	20	6GPa	1300C	15분
94	실시예 11	Mo	1	80	20	6GPa	1300C	15분
95	실시예 11	cBN	3	20	80	6GPa	1300C	15분
96	실시예 11	cBN	3	80	20	6GPa	1300C	15분
97	실시예 27	cBN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
98	실시예 27	AlN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
99	실시예 27	Al ₂ O ₃	3	50	50	6GPa	1300C	15분
100	실시예 27	TiN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
101	실시예 27	TiC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
102	실시예 27	ZrN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
103	실시예 27	ZrC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
104	실시예 27	ZrO ₂	3	50	50	6GPa	1300C	15분
105	실시예 27	TaN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
106	실시예 27	TaC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
107	실시예 27	CrN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
108	실시예 27	WC	3	50	50	6GPa	1300C	15분
109	실시예 27	NbN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
110	실시예 27	Co	1	80	20	6GPa	1300C	15분
111	실시예 27	Cu	1	80	20	6GPa	1300C	15분
112	실시예 27	Mo	1	80	20	6GPa	1300C	15분
113	실시예 27	cBN	3	20	80	6GPa	1300C	15분
114	실시예 27	cBN	3	80	20	6GPa	1300C	15분
115	실시예 27	Al ₂ O ₃	3	50	50	50MPa	1300C	15분
116	실시예 27	TiN	3	50	50	50MPa	1300C	15분
117	실시예 27	ZrO ₂	3	50	50	50MPa	1300C	15분
118	실시예 27	Co	1	50	50	50MPa	1300C	15분
119	실시예 27	-	-	100	0	50MPa	1300C	15분
120	실시예 1	cBN	3	9	91	6GPa	1300C	15분
121	실시예 1	Al ₂ O ₃	3	9	91	6GPa	1300C	15분
122	실시예 11	cBN	3	9	91	6GPa	1300C	15분
123	실시예 11	Al ₂ O ₃	3	9	91	6GPa	1300C	15분
124	실시예 27	cBN	3	9	91	6GPa	1300C	15분
125	실시예 27	Al ₂ O ₃	3	9	91	6GPa	1300C	15분

[0148]

표 5

비교예	혼합 조건					소결		
	제 2 입자	제 3 입자		혼합비(체적%)		압력	온도	시간
		화합물	입경(μ m)	제 2	제 3			
3	비교예 1	cBN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
4	비교예 2	cBN	3	50	50	6GPa	1300C	15분
5	비교예 1	Co	3	80	20	6GPa	1300C	15분
6	비교예 2	Co	3	80	20	6GPa	1300C	15분

[0149]

[0150] <<각 소결체의 특성 평가>>

[0151] 실시예 61~125 및 비교예 3~6의 각 소결체의 조성, 내마모성, 내결손성에 관해서 확인했다.

[0152] (조성)

[0153] 실시예 61~125 및 비교예 3~6에서 얻어진 소결체에 포함되는 생성물(화합물, 금속) 및 TiAlSiON 화합물의 함

유율(체적%)을 표 6에, TiN 또는 TiAlN의 함유율(체적%)을 표 7에 나타낸다. 함유되는 각 생성물 중, TiAlSiON 화합물 이외의 화합물의 조성은, 소결체의 단면 및 표면을 XRD(X-ray diffraction) 장치로 분석함으로써 동정하고, TiAlSiON 화합물의 조성은, EDX(에너지 분산형 X선 분광법)를 행함으로써 산출했다. 또한 얻어진 소결체의 단면을 관찰할 수 있도록 가공을 행하고, 주사형 전자 현미경으로 소결체의 단면을 관찰하여, 소결체 중의 색의 농담으로 TiSiAlON 화합물을 판별했다. 그 때, 미리 원소 분석에 의해, 각 화합물을 특정했다. 또한 그 시야에 대하여, 2진화 처리를 행하여, TiSiAlON 화합물을 정량화했다.

표 6

시료번호	XRD 생성물(vol%)	Ti _(1-x-y) Al _x Si _z O ₂ N _y				계 1 화합물 함유율 (체적%)	결삭 시험 결과	
		a	b	x	y		플렉스면 마모량 (μm)	치평량 (μm)
시료 61	cBN, TiSiAlON, AlN, Si ₃ N ₄ , TiB ₂	0.15	0.15	0.05	0.90	41	67	10
시료 62	AlN, TiSiAlON, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.05	0.90	44	81	10
시료 63	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	90	12
시료 64	TiN, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	71	14
시료 65	TiC, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	69	15
시료 66	ZrN, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	71	13
시료 67	ZrC, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	73	12
시료 68	ZrO ₂ , TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	75	10
시료 69	TaN, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	81	14
시료 70	TaC, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	79	11
시료 71	CrN, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	83	12
시료 72	WC, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	76	13
시료 73	NbN, TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN	0.15	0.15	0.05	0.90	44	82	11
시료 74	TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN, Co, CoSi ₂	0.15	0.15	0.05	0.90	76	92	0
시료 75	TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN, Cu	0.15	0.15	0.05	0.90	76	93	0
시료 76	TiSiAlON, Si ₃ N ₄ , AlN, Mo, Mo ₂ N	0.15	0.15	0.05	0.90	16	94	0
시료 77	cBN, TiSiAlON, AlN, Si ₃ N ₄ , TiB ₂	0.15	0.15	0.05	0.90	71	100	5
시료 78	TiSiAlON, cBN, AlN, Si ₃ N ₄ , TiB ₂	0.15	0.15	0.05	0.90	47	52	10
시료 79	cBN, TiSiAlON, TiB ₂ , Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	50	64	10
시료 80	AlN, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	74	7
시료 81	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	82	11
시료 82	TiN, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	61	14
시료 83	TiC, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	66	15
시료 84	ZrN, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	68	16
시료 85	ZrC, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	64	12
시료 86	ZrO ₂ , TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	65	9
시료 87	TaN, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	79	13
시료 88	TaC, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	77	13
시료 89	CrN, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	75	11
시료 90	WC, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	68	16
시료 91	NbN, TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.70	50	77	10
시료 92	TiSiAlON, Co, CoSi ₂	0.15	0.15	0.01	0.70	82	99	0
시료 93	TiSiAlON, Cu	0.15	0.15	0.01	0.70	82	111	0
시료 94	TiSiAlON, Mo, Mo ₂ N	0.15	0.15	0.01	0.70	71	121	1
시료 95	cBN, TiSiAlON, TiB ₂ , Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	18	99	8
시료 96	TiSiAlON, cBN, TiB ₂ , Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.01	0.70	77	43	12
시료 97	cBN, TiSiAlON, TiB ₂ , Si ₃ N ₄	0.23	0.08	0.01	0.90	47	64	12
시료 98	AlN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	72	9
시료 99	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	82	11
시료 100	TiN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	60	16
시료 101	TiC, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	64	15
시료 102	ZrN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	70	16
시료 103	ZrC, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	64	13
시료 104	ZrO ₂ , TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	64	8
시료 105	TaN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	77	14
시료 106	TaC, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	77	15
시료 107	CrN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	73	10
시료 108	WC, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	69	17
시료 109	NbN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	75	12
시료 110	TiSiAlON, Co, CoSi ₂	0.23	0.08	0.01	0.90	82	101	0
시료 111	TiSiAlON, Cu	0.23	0.08	0.01	0.90	82	112	2
시료 112	TiSiAlON, Mo, Mo ₂ N	0.23	0.08	0.01	0.90	71	120	0
시료 113	cBN, TiSiAlON, TiB ₂ , Si ₃ N ₄	0.23	0.08	0.01	0.90	18	100	7
시료 114	TiSiAlON, cBN, TiB ₂ , Si ₃ N ₄	0.23	0.08	0.01	0.90	77	41	14
시료 115	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	85	21
시료 116	TiN, TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	69	19
시료 117	ZrO ₂ , TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.90	50	89	18
시료 118	TiSiAlON, Co, CoSi ₂	0.23	0.08	0.01	0.90	59	111	0
시료 119	TiSiAlN	0.23	0.08	0.01	0.90	100	40	17
시료 120	cBN, TiSiAlON, AlN, Si ₃ N ₄ , TiB ₂	0.15	0.15	0.05	0.9	8	101	18
시료 121	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON, AlN, Si ₃ N ₄	0.15	0.15	0.05	0.9	9	109	25
시료 122	cBN, TiSiAlON, TiB ₂	0.15	0.15	0.01	0.7	8	111	14
시료 123	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON	0.15	0.15	0.01	0.7	9	110	16
시료 124	cBN, TiSiAlON, TiB ₂	0.23	0.08	0.01	0.9	8	103	17
시료 125	Al ₂ O ₃ , TiSiAlON	0.23	0.08	0.01	0.9	9	112	18

[0154]

표 7

	XRD	Ti _(1-a-b) Al _a Si _b O _x N _y				TiN 또는 TiAlN 함유율 (체적%)	절삭 시험 결과	
	생성물(vol%)	a	b	x	y		플랭크면 마모량 (μm)	치핑량 (μm)
비교예 3	cBN, TiN, TiB ₂	-	-	-	-	48	131	21
비교예 4	cBN, TiAlN, TiB, AlN	-	-	-	-	47	118	20
비교예 5	TiN, Co	-	-	-	-	80	181	0
비교예 6	TiAlN, Co	-	-	-	-	80	192	0

[0155]

[0156]

표 6 및 표 7의 「생성물」의 란에 관해서, 예컨대, 「TiAlSiON」은 TiAlSiON 화합물을 나타내고, 「Si₃N₄」는 Si₃N₄ 화합물을 나타낸다. TiAlSiON 화합물의 조성은, 「Ti_(1-a-b)Al_aSi_bO_xN_y」의 란에 기재한다. 또한, TiAlSiON 화합물의 함유율은, 「제1 화합물 함유율」의 란에 기재한다.

[0157]

표 6을 참조하여, 실시예 61~125에 있어서, 소결체가 TiAlSiON 화합물을 포함하는 것, TiAlSiON 화합물이, Ti_(1-a-b)Al_aSi_bO_xN_y(다만, a, b, x 및 y는, 각각, 0.01 ≤ a ≤ 0.70, 0.01 ≤ b ≤ 0.55, 0.06 ≤ a+b ≤ 0.88, 0.005 ≤ x ≤ 0.6, 0.4 ≤ y ≤ 0.995, 및 0.5 < x+y ≤ 1을 만족하는 것이 확인되었다. 한편, TiAlSiON 화합물의 함유량은, 제2 입자 및 제3 입자의 혼합 비율로부터 환산하는 것에, 약간 감소가 보이는 경우가 많이 보였다.

[0158]

이러한 점에서, 제2 입자의 조성은, 소결 공정의 전후에서 변함은 없지만, 그 계면에서는 제3 입자와의 반응에 의한 반응 생성물의 발생이 일어나고 있고, 고로 그 혼합 비율은, 소결 공정 전후에서 약간의 변동이 보였다고 생각되었다. 또한, 제2 입자의 조성이 소성 전후에서 변함이 없는 점에서, 제2 입자에 포함되는 TiAlSiON 화합물과, 제1 화합물을 구성하는 TiAlSiON 화합물은 동일한 화합물이고, 고로, 제1 화합물의 내산화성은, 제2 입자의 내산화성에 의거하는 것을 알 수 있었다.

[0159]

또한, 실시예 61~125의 소결체에 있어서, TiAlSiON 화합물 이외의 생성물(화합물 또는 금속)이 포함되어 있었다. 또한, TiAlSiON 화합물 이외의 생성물은, TiAlSiON 화합물의 계면에 존재하고 있는 것이 확인되었다.

[0160]

(내마모성 및 내결손성)

[0161]

실시예 61~125 및 비교예 3~6의 소결체의 각각의 내마모성 및 내결손성에 관해서 이하의 방법에 의해 평가했다.

[0162]

우선, 각 소결체를 레이저를 이용하여 가공하여 그 형상을 ISO 형번 CNGA120408의 칩 형상, 날끝 처리가 -25°의 각도로, 폭 0.15 mm의 칩퍼 형상의 절삭 공구를 제작했다. 제작한 각 절삭 공구를 이용하여, 이하의 절삭 조건에서 절삭 시험을 행하고, 절삭 공구의 평균 플랭크면 마모량(μm) 및 치핑량(μm)을 측정했다. 또, 「치핑」이란 절삭날에 생긴 미세한 결락을 의미하고, 「치핑량」이란, 절삭 공구의 날의 두께 방향에 관한 결락의 폭을 의미한다.

[0163]

피삭재: SCM415 담금질 홈 형성 강(HRc58~62)

[0164]

(형상: 둥근 막대에 1 cm 간격으로 폭 2 mm의 홈을 형성한 것)

[0165]

절삭 속도: 100 m/min.

[0166]

이송 속도: 0.1 mm/rev

[0167]

절입량: 0.1 mm

[0168]

절삭유: 없음

[0169]

절삭 거리: 4 km.

[0170]

각 평가 결과를 표 6 및 표 7에 나타낸다. 표 6 및 표 7에 있어서, 「플랭크면 마모량」이 작을수록, 내마모성이 우수한 것이 된다. 또한, 「치핑량」이 작을수록, 내결손성이 우수한 것이 된다.

[0171]

표 6 및 표 7로부터, 실시예 61~125의 소결체는, 비교예 3~6의 소결체와 비교하여, 내마모성 및 내결손성이라는 특성이 우수한 것을 알 수 있었다. 또한, 실시예 110과 실시예 118을 비교하면, 실시예 110의 소결체 쪽이

특성이 우수했다. 이것은, 실시예 118에 있어서, 혼합된 Co 입자의 함유량(체적%)이 많았기 때문이라고 생각된다.

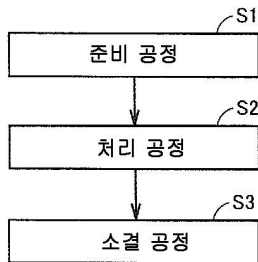
[0172] 이번에 개시된 실시형태 및 실시예는 모든 점에서 예시로서, 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 본 발명의 범위는 상기한 실시형태가 아니라 청구의 범위에 의해 나타내지며, 청구의 범위와 균등한 의미, 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.

[0173] **산업상 이용 가능성**

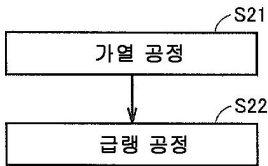
[0174] 본 발명에 관련된 소결체는, 절삭 공구에 널리 이용할 수 있다. 특히, 고온에서의 경도가 높은 피삭재, 내열 합금으로 이루어지는 피삭재를 절삭하기 위한 절삭 공구에 적합하게 이용할 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

