(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0057593
(43) 공개일자 2017년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/12 (2006.01) *B22F 3/15* (2006.01)
B22F 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22F 3/12 (2013.01)
B22F 3/15 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0160896
(22) 출원일자 2015년11월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 한국씨브이디다이아몬드공구
강원도 강릉시 과학단지로 106-60 (대전동)
(72) 발명자
이재우
서울특별시 서초구 효령로67길 52, 101동 1103호 (서초동, 두진한아름아파트)
반갑수
경상북도 상주시 서곡1길 87-6 (서곡동)

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체**

(57) 요 약

공구나 내마모재에 이용하는 입방정 질화붕소(CBN)소결체에 대해, 입방정 질화붕소(CBN)의 부분적인 육방정 질화붕소(hBN)화를 용인하는 것에 의해, 철족금속을 포함한 결합제의 사용을 가능하게 해, 소결이 용이하고 딱딱함이나 내마모성이 뛰어난, 열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체를 얻는다.

입방정 질화붕소(CBN) 분말의 1~75 Vol%과 결합제로서의 경질상과 금속 결합상보다 되는 경질 합금의 원료 분말의 99~25 Vol%를 혼합해, 그것들을 육방정 질화붕소(hBN)이 안정인 온도-압력 영역에 있어 가압소결 한다. 이 경우에, 입방정 질화붕소(CBN)의 부분적인 육방정 질화붕소(hBN)화를 일정량까지 용인해, 소결체의 딱딱함은 Hv 1000이상으로, 성분의 경질 합금 단체보다 딱딱하게 한다. 상기 경질상은, 주기율표의 IVa, Va, VIa족천이 금속의 탄화물, 질화물, 호우 도깨비 및 이러한 복합화합물의 1종 이상이며, 금속 결합상은, 철, 코발트, 니켈의 1종 이상인 것에 그 특징이 있다.

(52) CPC특허분류
B22F 7/00 (2013.01)
B22F 2003/153 (2013.01)
B22F 2302/205 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

입방정 질화붕소 분말의 1～75 Vol%와, 결합제로서의 주기율표의 IVa, Va, VIa족 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 이것들의 복합 화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 철, 코발트, 니켈의 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 이루어진 경질 합금의 원료 분말의 99～25 Vol%를 혼합하고, 그것들을, 상변태도에서 육방정 질화붕소가 안정된 온도-압력 영역에서 가압 소결하여 생성된 입방정 질화붕소소결체로서, 소결체 중의 육방정 질화붕소(hBN)가, 소결 시에 입방정 질화붕소로부터 변태하여 생성시키고, 입방정 질화 붕소와 육방정 질화 붕소의 비가, X선 회절에서 입방정 질화붕소의 (111)면과 육방정 질화붕소의 (002)면의 회절선의 강도I_{D111} 및 I_{G002}의 비에서 I_{G002} / I_{D111}1.01고, 경도를 Hv1000 이상으로 하여, 결합제 성분의 경질 합금 단일체보다 경도를 높게 하며, 경질 합금에서 경질 상이 WC를 주체로 하고, 금속 결합상이 코발트를 주체로 하며, 경질 합금에서 금속 결합상이, 철계 금속에 50 원자 % 미만의 Cu, Ti, Cr, Al의 1종 이상을 첨가한 합금으로 이루어지도록 하며, 입방정 질화붕소 분말의 1～75 Vol%와, 결합제로서의 주기율표의 IVa, Va, VIa족 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 이것들의 복합 화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 철, 코발트, 니켈의 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 되는 경질 합금의 원료 분말의 99~25 Vol%를 혼합하고, 그것들을, 탄소의 상변태도에서 육방정 질화붕소가 안정적인 온도-압력 영역내에 있어서, 900~1500℃의 온도와 10 MPa~4.5 GPa의 압력에서 가압소결하는, 것을 특징으로 하는 열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 절삭 공구나 내마모 공구, 내마모 기계 부재 등에 이용하는 고경도에서 내마모성이 뛰어난 입방정 질화붕소(CBN) 복합 경질소결체, 즉, 경질 합금을 결합제로 하는, 열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래의 입방정 질화붕소(CBN) 복합 경질소결체는, 고도의 경도와 뛰어난 내마모성을 얻기 위해서, 입방정 질화붕소(CBN)가 육방정 질화붕소(hBN)로 상변태 하지 않는 것이 필수 요건으로 되어 있다. 그 때문에, 통상은 초고압 장치를 이용하여, 입방정 질화붕소(CBN)가 열역학적으로 안정적인 고온 고압에서 소결을 실시하고 있지만, 이 방법에서는 대형품이나 삼차원 형상품의 제작이 곤란한데다가, 제조 코스트가 매우 비싸진다.

[0003] 육방정 질화붕소(hBN)의 안정적인 압력-온도 영역에서 소결하여 육방정 질화붕소(hBN)을 생성하지 않도록 한 입방정 질화붕소(CBN)소결체의 공지 사례도 있다. 그렇지만, 육방정 질화붕소(hBN)의 안정적인 영역에서 입방정 질화붕소(CBN)가 육방정 질화붕소(hBN)화를 일으키지 않게 소결하기 위해서는, 소결조건이나 결합제, 코팅재 등에 여러 가지의 제약이 있다. 예를 들면, 일본 특개소 49-000192호 공보의 방법에서는, 저온 단시간의 소결로 육방정 질화붕소(hBN)화를 피하고 있지만, 결합제는 산화물로 한정되고 있다. 일본 특개평 02-302367호 공보의 방법에서도, 소결온도, 압력의 한정에 의해, 육방정 질화붕소(hBN)의 생성을 피할 수 있다고 하고 있지만, 결합제의 강도 향상에 유효한 철족금속 등은 육방정 질화붕소(hBN)화를 촉진하므로 사용할 수 없다. 또한, 일본 특개평 05-024922호 공보에서는, 입방정 질화붕소(CBN) 분말을 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 촉진하지 않는 물질로 코팅 하는 것으로써, 육방정 질화붕소(hBN)화를 방지할 수 있다고 하고 있다.

[0004] 한편, 상변태로 생성된 육방정 질화붕소(hBN)을 결합제로 한 입방정 질화붕소(CBN)소결체가 일본 특소공 57-060316호 공보에 나타나고 있지만, 이것은, 입방정 질화붕소(CBN) 분말 만을 원료로 한 것으로, 그 외의 결합제는 사용하고 있지 않다. 또한, 석재나 콘크리트용의 입방정 질화붕소(CBN) 숫돌에서는, 코발트 등 철족금속 본드의 강화를 위해서 WC 등을 첨가하는 일이 있지만, 본드의 주성분은 철족 금속으로, 그 경도도 지극히 낮고, 경질상을 주성분으로 한 것은 아니다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특개소 49-000192호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특개평 02-302367호 공보

(특허문헌 0003) 일본 특개평 05-024922호 공보

(특허문헌 0004) 일본 특소공 57-060316호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 절삭 공구나 내마모 공구, 내마모 부재에 이용되는 입방정 질화붕소(CBN)소결체는, 고도의 딱경도, 뛰어난 내마모성, 강도 등이 요구되기 때문에, 종래는 입방정 질화붕소(CBN)를 육방정 질화붕소(hBN)로 상변태 시키는 일 없이 소결해야 한다고 여겨져 왔다. 그러나, 비록 어느 정도의 육방정 질화붕소(hBN)가 생성되더라도, 소결체가 사용 조건에 필요한 특성과 성능을 갖추고 있으면, 실용상으로 충분히 목적을 달성할 수 있는 것으로, 육방정 질화붕소(hBN)로의 변태를 피하는 것은 바람직하기는 하지만, 반드시 실용상의 필수 조건이라고는 할 수 없다. 그리고, 이 육방정 질화붕소(hBN)에 관한 제약 조건을 실용에 지장이 없는 범위에서 완화하면, 조성이나 소결조건 등의 선택의 폭이 크게 넓어져, 보다 용이하게 되는 한편 저비용으로 소결할 수 있음과 동시에, 다양한 특성의 소결체를 얻을 수 있는 것을 기대할 수 있다.

[0007] 본 발명의 기술적 과제는, 이러한 관점에 근거하여, 입방정 질화붕소(CBN)의 부분적인 육방정 질화붕소(hBN)화를 일정량까지 용인하는 것에 의해, 육방정 질화붕소(hBN)가 안정적인 소결조건에서도 철족금속을 포함한 결합제의 사용을 가능하게 하고, 더욱이 종래부터 저온·저압으로, 대형 또한 삼차원적으로 복잡한 형상의 소결을 용이하게 실시할 수 있도록 하며, 한편 통상의 경질 합금이나 세라믹스보다 경도나 내마모성이 훨씬 뛰어난 입방정 질화붕소(CBN) 소결체를 제공하는 것에 있다. 본 발명의 다른 기술적 과제는, 절삭 공구나 내마모 공구, 내마모 부재로서 뛰어난 성능과 긴수명이 기대되어 성능적으로, 또한 경제적으로 큰 효과를 가져오는 입방정 질화붕소(CBN)소결체를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 과제를 해결하기 위한, 본 발명의 열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체는, 기본적으로는, 입방정 질화붕소(CBN) 분말의 1~75 Vol%인 결 합제로서의 주기율표의 IVa, Va, VIa족 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 이러한 복합화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 철, 코발트, 니켈의 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 구성 되는 경질 합금의 원료 분말의 99~25 Vol%를 혼합하고, 그것들을, 탄소의 상변태도에서 육방정 질화붕소(hBN)가 안정적인 온도-압력 영역에서 가압 소결한 입방정 질화 붕소(CBN)소결체이며, 소결체 내에 존재하는 입방정 질화붕소(CBN)와 육방정 질화붕소(hBN)의 비가, X-선회절에 있어서의 입방정 질화붕소(CBN)의(111)면과 육방정 질화붕소(hBN)의 (002)면의 회절선의 강도 I_{D111} 및 I_{G002}의 비로 $I_{G002}/I_{D111} \leq 1.0$이며, 경도를 Hv 1000 이상으로 하는 한편, 성분의 경질 합금 단일체보다 경도를 높게 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0009] 또한, 경질 합금에 있어서의 경질상이 WC를 주체로 하고, 금속 결합상이 코발트를 주체로 한 것으로 할 수가 있고 또는, 경질 합금에 있어서의 금속 결합상을, 철족 금속에, 50 원자% 미만의 Cu, Ti, Cr, Al의 1종 이상을 첨가한 합금으로부터 이루어지는 것으로 할 수가 있다.

[0010] 게다가 상술한 입방정 질화붕소(CBN)소결체를 얻기 위한 본 발명의 제조 방법은, 입방정 질화붕소(CBN) 분말의 1~75 Vol%과 결합제로서의 주기율표의 IVa, Va, VIa 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 이러한 복합 화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 철, 코발트, 니켈의 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 이루어지는 경질 합금의 원료 분말의 99~25 Vol%를 혼합하고, 그것들을, 육방정 질화붕소(hBN)의 상변태도에서 육방정 질화붕소(hBN)가 안정적인 온도-압력 영역 내에 있어서, 900~1000℃의 온도와 10 MPa~4.5 GPa의 압력으로 가압소결 하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0011] 한층 더 구체적으로 설명하면, 본 발명자는, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN) 변태에 구애되는 일

없이, 고경도 고강도의 소결체를 저압 저온으로 얻기 위해서, 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 등의 경질상과 코발트, 니켈 등의 금속 결합상으로부터 이루어는 경질 합금에 주목했지만, 이러한 경질 화합물은 공유결합성이 강하기 때문에, 단일체로 치밀한 소결체를 얻는 것은 지극히 곤란하다. 철계 금속은, 이러한 경질 화합물에 대해서 양호한 결합제이며, 소결을 촉진함과 동시에 소결체의 강도를 향상시킬 수가 있다. 이러한 대표적인 것은, 초경합금이나 서멧(cermet)의 이름으로 공구나 내마모 부재로서 넓리 사용되고 있다.

[0012] 상기한 경질 합금은, 경도나 내마모성이 뛰어남과 동시에, 금속 결합상을 가지므로, 세라믹 보다 고강도, 고성을 가지고, 보다 저온으로 소결 할 수 있다고 하는 특징이 있다. 그런데, 철계 금속은 입방정 질화붕소(CBN) 합성의 촉매로서 이용되는 한편, 육방정 질화붕소(hBN) 안정 영역에서는 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 촉진하기 때문에, 이 영역에서 육방정 질화붕소(hBN) 변태를 피하여 소결하는 방법은 사용할 수가 없다. 그렇지만, 실용적인 견지에 있어서는, 육방정 질화붕소(hBN) 변태의 방지 자체가 궁극의 목적은 아니고, 목적으로 하는 것은, 육방정 질화붕소(hBN)의 생성에 의한 경도나 내마모성 등의 성능의 저하를 방지하는 것에 있다. 따라서, 어느 정도의 육방정 질화붕소(hBN)가 생성되었다고 하더라도, 요구되는 성능 수준을 유지할 수 있으면, 실용적으로는 충분히 목적을 달성할 수가 있다.

[0013] 본 발명자는, 이러한 관점으로부터, 입방정 질화붕소(CBN)의 부분적 육방정 질화붕소(hBN)화를 용인하면서, 실용성 있는 성능을 충분히 달성할 수 있는 것 같은 고성능 소결체를 제공하기 위하여, 연구개발을 실시한 결과, 소결 중에 입방정 질화붕소(CBN)의 일부가 육방정 질화붕소(hBN)화 하더라도, 그 상변태 양이 일정한 한계치 이하이면, 소결체의 경도는 결합제의 경질 합금보다 높고, 절삭 공구나 내마모 공구, 내마모 부재로서 충분한 경도나 내마모성을 가지는 치밀하고 고강도의 소결체를 얻을 수 있는 것을 발견한 것이다.

[0014] 이러한 연구 경과를 포함하여 본 발명을 구체적으로 설명하면, 우선, 소결체의 매트릭스가 되는 결합제에는, 주기율표의 IVa, Va, VIa족 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 그러한 복합 화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상과 철, 코발트, 니켈의 철족금속 가운데 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상보다 되는 경질 합금을 선택했다.

[0015] 경질 합금의 경질상을 형성하는 상기 탄화물로서는, TiC, ZrC, HfC, VC, NbC, TaC, Cr_3C_2, Mo_2 C, WC, W_2C, (W, Ti) C, (W, Ti, Ta) C, (Ta, Nb) C, (W, Ti, Ta, Nb) C 등이 있으며, 동질화물로서는, TiN, ZrN, HfN, VN, NbN, TaN, (Ti, Ta) N, (Ta, Nb) N, (Ti, Ta, Nb) N 등이 있고, 더욱이 붕화물로서는, TiB_2, ZrB_2, HfB_2, VB_2, NbB_2, TaB_2, Crb_2, α－MoB, α－WB 등이 있다.

[0016] 또한, 그러한 복합 화합물인 탄질화물로서는, Ti(C, N), Ta(C, N), (Ta, Nb)(C, N)등이 있으며, 탄질 붕화물로서는, Ti(C, B), Ta(C, B), (Ta, Nb)(C, B)등이 있고, 붕화 질화물로서는, Ti(N, B), Ta(N, B), (Ta, Nb)(N, B)등이 있으며, 더욱이 탄질 붕화물로는, Ti(C, N, B), (Ta, Nb), (C, N, B)등이 있다. 덧붙여 이러한 화합물의 2종 이상은, 소결 에 반응하고, 예를 들면, 다음과 같이 변화하는 일이 있다.

[0017] WC＋TiC=(W, TiC)

[0018] TiC＋TiN=Ti(C, N)

[0019] 결합제로서의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 이루어지는 경질 합금은, 상술한 바와 같이 임의로 선택해 조합하는 것으로 형성할 수 있고, 예를 들면, WC－Co, TiC－TiN－Mo_2C－Ni등이다. 경질 합금의 입도나 조성은, 소결체의 치밀화, 특성, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 등에 영향을 주며, 입방정 질화붕소(CBN)의 입도나 첨가량도, 소결체의 치밀화, 특성, 육방정 질화붕소(hBN)화에 영향을 주므로, 이것들에 대해서는 상세한 연구를 실시했다.

[0020] 분말 혼합, 성형, 반소결 등은, 초경합금 등으로 넓리 사용되고 있는 분말 야금의 수법을 이용할 수가 있다. 또한, 가압소결로는, 흑연 몰드에 의한 통상의 핫 프레스, 통전 가압소결, 방전 가압소결, 열간 정수압소결(HIP), 초고압 장치에 의한 소결 등을 비롯하여 수많은 방법이 알려져 있다. 본 발명에 있어서의 소결은, 특정의 가압소결법으로 한정되는 것은 아니고, 실시하는 소결조건에 매우 적합한 가압소결법을 적당하게 선택할 수가 있다. 또한, HIP 소결에서는, 압분체의 캅셀 HIP법 외에, 다른 가압소결법으로 기공이 폐쇄되는 밀도 이상으로 소결한 후에 캅셀 없이 HIP 처리할 수도 있다.

[0021] 입방정 질화붕소(CBN)의 안정 영역에 있어서의 소결에서는, 육방정 질화붕소(hBN)화를 일으키지 않고, 입방정 질화붕소(CBN) 입자끼리가 직접 결합한 고밀도 고경도의 소결체를 가장 확실히 얻을 수 있지만, 통상 5 GPa 이상의 압력이 필요하기 때문에, 장치가 고가이고, 대형품이나 삼차원 형상품의 소결체를 얻는 것이 지극히 곤란

하며, 통상은, 원판상 또는 원주상으로 한정되고 있다. 본 발명을 달성하기에 이르는 과정에 대해서는, 소결압력을 내려 이러한 문제점을 해결하기 위해, 육방정 질화붕소(hBN)의 안정 영역에 있어서의 소결에 대하여, 압력, 온도, 시간 등의 조건과 소결체의 치밀화, 특성, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 등의 관계를 상세하게 연구했다.

[0022] 육방정 질화붕소(hBN) 안정 영역의 소결에서는, 입방정 질화붕소(CBN) 입자의 직접 결합을 기대하는 것은 곤란하기 때문에, 결합제의 경질 합금을 치밀하게 소결시켜 입방정 질화붕소(CBN) 입자를 강고하게 결합시킬 필요가 있다. 그 때문의 소결온도는, 일반적으로, 900℃ 이상, 보다 바람직하게는 1000℃ 이상이다. 한편, 고온에서는 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화나 경질 합금의 결정립 성장이 촉진되므로, 소결온도의 상한은 1500℃, 바람직하게는 1400℃이다. 경질 합금을 결합제로서 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 허용 한계 내에 제어하고, 저온에서 치밀한 소결체를 얻으려면, 가압소결이 필요하고, 압력은 10 MPa 이상, 바람직하게는 50 MPa 이상이 필요하다.

[0023] 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화는, 소결온도가 낮고, 소결압력이 높고, 유지 시간이 짧도록 억제하지만, 소결체를 치밀화시켜 충분한 특성을 얻기 위해서는, 상술의 온도나 어느 정도의 시간이 필요하고, 한편 기술적 경제적 관점으로부터는, 압력이 낮은 것이 바람직하다. 이러한 소결조건을 상술한 범위 내에서 적정하게 선택하는 것으로써, 소결체를 충분히 치밀화하여 육방정 질화붕소(hBN)화 양을 허용 한도내에 제어할 수 있는 것을 확인하고 있다. 매우 적합한 소결시간은, 온도, 압력, 소결방법, 원료 조성, 원료 입도 등에 의해 바뀌므로, 한 마디로 특정하는 것은 곤란하지만, 핫 프레스, 통전 가압소결, HIP 등으로는, 일반적으로, 30 min~수시간이다.

[0024] 경질 합금중의 철족 금속은 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 촉진하므로, 이 관점으로부터는 철족 금속이 가능한 한 적은 것이 바람직하다. 한편, 소결성이나 강도는 철족 금속이 많을 수록 향상되지만, 철족 금속량이 경질 합금 중에서 1 Vol% 정도의 소량에서도 치밀화나 강도의 향상에 충분한 효과가 있다. 또한, 소결조건이나 입방정 질화붕소(CBN)의 입경 등을 적절히 선택하면, 통상의 경질 합금과 같은 철족 금속량의 범위에서 육방정 질화붕소(hBN)화 양을 허용 한도 이내에 제어하는 것이 충분히 가능하고, 그것에 의해 소결체의 강도가 향상되는 것을 확인하고 있다.

[0025] 입방정 질화붕소(CBN)는, 수 Vol%의 소량 첨가에서도 소결체의 경도나 내마모성의 향상에 현저한 효과를 볼 수 있다. 한편, 혼합적으로는, 입방정 질화붕소(CBN)의 함유량은 많을 정도 소결체의 경도나 내마모성이 향상될 것이지만, 실제로는, 입방정 질화붕소(CBN) 입자의 직접 결합이 곤란한 본 발명의 소결체에서는, 너무 입방정 질화붕소(CBN) 양이 많으면 결합제의 파지력이 저하하여, 치밀한 소결체를 얻을 수 없게 된다. 따라서, 효과적인 입방정 질화붕소(CBN) 첨가량은 1~75 Vol%, 바람직하게는 5~60 Vol%이다.

[0026] 또한, 입방정 질화붕소(CBN) 입자의 입경이 큰 경우는, 육방정 질화붕소(hBN)화의 제어가 비교적 용이하지만, 입자가 미세해 비표면적이 커짐에 따라, 육방정 질화붕소(hBN)화가 빨라진다. 따라서, 미립 입방정 질화붕소(CBN)에 대해서는, 소결조건이나 철족 금속량 등으로 보다 주의 깊은 제어가 필요하지만, 입경 1㎛ 클래스의 미립에서도 목적으로 하는 소결체를 얻을 수 있는 것을 확인하고 있다. 그러나, 본 발명에서는 입경의 범위를 특히 한정하는 것은 아니고, 각종 공구나 기계 부재에 요구되는 성능이나 면 거칠기 등에 따라서, 적절한 입경을 선택할 수가 있다.

[0027] 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 상변태량과 소결체의 경도의 관계를 조사한 결과에서는, 다음의 점이 밝혀졌다. 즉, 소결체의 X-선회절에 대해, 입방정 질화붕소(CBN)의(111) 면과 육방정 질화붕소(hBN)의(002) 면의 회절선의 강도 I_{D111}, I_{G002}의 비I_{G002}/I_{D111}가 약 1.0 이하이면, 일반적으로, 소결체의 경도는, 그 소결체의 결합제에 이용한 경질 합금의 입방정 질화붕소(CBN)를 포함하지 않는 단일체의 경도와 동등 이상이 된다고 하는 지견을 얻었다. 따라서, 본 발명의 목적을 달성하기 위해서는, 입방정 질화붕소(CBN)의 상변태로 생성한 육방정 질화붕소(hBN)량의 허용 한계가 $I_{G002}/I_{D111}\leq 1.0$이며, 한층 더 바람직하게는 0.5 이하이다. 덧붙여 본 발명에 의한 소결체가 실질적으로 $I_{G002}/I_{D111}=0$인 것을 배제하는 것은 아니다. 또한, 상기의 결과는, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화가 일어나지 않든지 그 상변태가 얼마 안되는 소결체에 대해서는, 상변태에 의한 육방정 질화붕소(hBN)와의 합계량이 상기의 허용 한도를 넘지 않는 범위의 육방정 질화붕소(hBN) 분말을 첨가해도, 경질 합금보다 경도가 높은 소결체를 얻을 수 있는 것을 나타내는 것이다.

[0028] 게다가 마모 시험의 결과에서는, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 변태량이 상기의 허용 범위내의 경질 복합소결체는, 초경합금이나 세라믹스보다 훨씬 뛰어난 내마모성과 낮은 마찰 계수를 가지는 것이 분명

해지고 있다.

[0029] 이상과 같이, 본 발명에서는, 육방정 질화붕소(hBN)의 안정 영역에서 소결하는 입방정 질화붕소(CBN) 복합소결체에 대해, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 상변태량을 성능을 크게 저하시키지 않는 범위에서 일정 한도까지 용인하는 것에 의해, 소결체의 제조 조건이나 성능 등의 선택사항을 크게 넓히는 것이 가능하게 되며, 그 때문에, 철족 금속 등의 사용이 가능해져 소결성이 향상되고, 종래부터 저온, 저압, 단시간으로, 용이하게 치밀한 소결체를 얻는 것이 가능해졌다. 게다가 입방정 질화붕소(CBN) 분말의 보호 코팅 등이 특별한 사전처리도 필요로 하지 않는다.

[0030] 한편, 얻어진 소결체는, 종래의 초경합금이나 세라믹스보다 높은 경도나 내마모성을 가지고, 한층 더 금속 결합상에 의해 소결체의 강도도 향상되고, 각종 절삭 공구나, 금형, 다이스, 재단칼날, 비트 등의 내마모 공구, 혹은, 베어링, 노즐, 워크 레스트, 밸브 등의 각종의 내마모 기계 부재로서 그 이용이 크게 기대할 수 있는 것이다. 또한, 본 발명의 소결체의 다른 장점으로서 도전성이 있으므로 방전 가공이 가능한 것, 직접 납땜이 가능한 것, 기존의 초고압 소결입방정 질화붕소(CBN)에 비해 연삭가공이 용이한 것, 대형품이나 삼차원 형상품을 만들기 쉬운 것 등을 들 수 있다.

발명의 효과

[0031] 이상에서 상술한 것처럼, 본 발명에 의하면, 고경도, 고내마모성의 입방정 질화붕소(CBN) 복합 소결체에 대해, 입방정 질화붕소(CBN)의 부분적인 육방정 질화붕소(hBN)화를 일정량까지 용인하는 것에 의해, 육방정 질화붕소(hBN)가 안정적인 소결조건에 대해도 철족 금속을 포함한 결합제의 사용을 가능하게 하고, 한층 더 종래부터 저온·저압으로, 대형 또한 삼차원적으로 복잡한 형상의 소결을 용이하게 실시할 수 있도록 하는, 한편 통상의 경질 합금이나 세라믹보다 경도나 내마모성이 훨씬 뛰어난 입방정 질화붕소(CBN) 소결체를 얻을 수 있다. 그리고, 본 발명에 의하면, 공구나 내마모성 부재로서 뛰어난 성능과 긴수명이 기대되어 성능적으로, 또한 경제적으로 큰 효과를 가져오는 입방정 질화붕소(CBN)소결체를 얻을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체는, 기본적으로는, 입방정 질화붕소(CBN) 분말의 1~75 Vol%인 결 합제로서의 주기율표의 IVa, Va, VIa족 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 이러한 복합화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 철, 코발트, 니켈의 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 구성 되는 경질 합금의 원료 분말의 99~25 Vol%를 혼합하고, 그것들을, 탄소의 상변태도에서 육방정 질화붕소(hBN)가 안정적인 온도-압력 영역에서 가압 소결한 입방정 질화 붕소(CBN)소결체이며, 소결체 내에 존재하는 입방정 질화붕소(CBN)와 육방정 질화붕소(hBN)의 비가, X-선회절에 있어서의 입방정 질화붕소(CBN)의(111)면과 육방정 질화붕소(hBN)의 (002)면의 회절선의 강도 I_{D111} 및 I_{G002}의 비로 $I_{G002}/I_{D111} \leq 1.0$이며, 경도를 Hv 1000 이상으로 하는 한편, 성분의 경질 합금 단일체보다 경도를 높게 한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0033] 또한, 경질 합금에 있어서의 경질상이 WC를 주체로 하고, 금속 결합상이 코발트를 주체로 한 것으로 할 수가 있고 또는, 경질 합금에 있어서의 금속 결합상을, 철족 금속에, 50 원자% 미만의 Cu, Ti, Cr, Al의 1종 이상을 첨가한 합금으로부터 이루어지는 것으로 할 수가 있다.

[0034] 게다가 상술한 입방정 질화붕소(CBN)소결체를 얻기 위한 본 발명의 제조 방법은, 입방정 질화붕소(CBN) 분말의 1~75 Vol%과 결합제로서의 주기율표의 IVa, Va, VIa 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 이러한 복합 화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 철, 코발트, 니켈의 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 이루어지는 경질 합금의 원료 분말의 99~25 Vol%를 혼합하고, 그것들을, 육방정 질화붕소(hBN)의 상변태도에서 육방정 질화붕소(hBN)가 안정적인 온도-압력 영역 내에 있어서, 900~1000℃의 온도와 10 MPa~4.5 GPa의 압력으로 가압소결 하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0035] 한층 더 구체적으로 설명하면, 본 발명자는, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN) 변태에 구애되는 일 없이, 고경도 고강도의 소결체를 저압 저온으로 얻기 위해서, 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 등의 경질상과 코발트, 니켈 등의 금속 결합상으로부터 이루어는 경질 합금에 주목했지만, 이러한 경질 화합물은 공유결합성이 강하기 때문에, 단일체로 치밀한 소결체를 얻는 것은 지극히 곤란하다. 철계 금속은, 이러한 경질 화합물에 대해서 양호한 결합제이며, 소결을 촉진함과 동시에 소결체의 강도를 향상시킬 수가 있다. 이러한 대표적인 것은, 초경합금이나 서멧(cermet)의 이름으로 공구나 내마모 부재로서 넓리 사용되고 있다.

[0036] 상기한 경질 합금은, 경도나 내마모성이 뛰어남과 동시에, 금속 결합상을 가지므로, 세라믹 보다 고강도, 고성

을 가지고, 보다 저온으로 소결 할 수 있다고 하는 특징이 있다. 그런데, 철계 금속은 입방정 질화붕소(CBN) 합성의 촉매로서 이용되는 한편, 육방정 질화붕소(hBN) 안정 영역에서는 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 촉진하기 때문에, 이 영역에서 육방정 질화붕소(hBN) 변태를 피하여 소결하는 방법은 사용할 수가 없다. 그렇지만, 실용적인 견지에 있어서는, 육방정 질화붕소(hBN) 변태의 방지 자체가 궁극의 목적은 아니고, 목적으로 하는 것은, 육방정 질화붕소(hBN)의 생성에 의한 경도나 내마모성 등의 성능의 저하를 방지하는 것에 있다. 따라서, 어느 정도의 육방정 질화붕소(hBN)가 생성되었다고 하더라도, 요구되는 성능 수준을 유지할 수 있으면, 실용적으로는 충분히 목적을 달성할 수가 있다.

[0037] 본 발명자는, 이러한 관점으로부터, 입방정 질화붕소(CBN)의 부분적 육방정 질화붕소(hBN)화를 용인하면서, 실용성 있는 성능을 충분히 달성할 수 있는 것 같은 고성능 소결체를 제공하기 위하여, 연구개발을 실시한 결과, 소결 중에 입방정 질화붕소(CBN)의 일부가 육방정 질화붕소(hBN)화 하더라도, 그 상변태 양이 일정한 한계치 이하이면, 소결체의 경도는 결합제의 경질 합금보다 높고, 절삭 공구나 내마모 공구, 내마모 부재로서 충분한 경도나 내마모성을 가지는 치밀하고 고강도의 소결체를 얻을 수 있는 것을 발견한 것이다.

[0038] 이러한 연구 경과를 포함하여 본 발명을 구체적으로 설명하면, 우선, 소결체의 매트릭스가 되는 결합제에는, 주기율표의 IVa, Va, VIa족 천이 금속의 탄화물, 질화물, 붕화물 및 그러한 복합 화합물의 1종 또는 2종 이상의 경질상과 철, 코발트, 니켈의 철족금속 가운데 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상보다 되는 경질 합금을 선택했다.

[0039] 경질 합금의 경질상을 형성하는 상기 탄화물로서는, TiC, ZrC, HfC, VC, NbC, TaC, Cr_3C_2, Mo_2 C, WC, W_2C, (W, Ti) C, (W, Ti, Ta) C, (Ta, Nb) C, (W, Ti, Ta, Nb) C 등이 있으며, 동질화물로서는, TiN, ZrN, HfN, VN, NbN, TaN, (Ti, Ta) N, (Ta, Nb) N, (Ti, Ta, Nb) N 등이 있고, 더욱이 붕화물로서는, TiB_2, ZrB_2, HfB_2, VB_2, NbB_2, TaB_2, Crb_2, α－MoB, α－WB 등이 있다.

[0040] 또한, 그러한 복합 화합물인 탄질화물로서는, Ti(C, N), Ta(C, N), (Ta, Nb)(C, N)등이 있으며, 탄질 붕화물로서는, Ti(C, B), Ta(C, B), (Ta, Nb)(C, B)등이 있고, 붕화 질화물로서는, Ti(N, B), Ta(N, B), (Ta, Nb)(N, B)등이 있으며, 더욱이 탄질 붕화물로는, Ti(C, N, B), (Ta, Nb), (C, N, B)등이 있다. 덧붙여 이러한 화합물의 2종 이상은, 소결 에 반응하고, 예를 들면, 다음과 같이 변화하는 일이 있다.

[0041] WC＋TiC=(W, TiC)

[0042] TiC＋TiN=Ti(C, N)

[0043] 결합제로서의 1종 또는 2종 이상의 경질상, 및 1종 또는 2종 이상의 금속 결합상으로 이루어지는 경질 합금은, 상술한 바와 같이 임의로 선택해 조합하는 것으로 형성할 수 있고, 예를 들면, WC－Co, TiC－TiN－Mo_2C－Ni등이다. 경질 합금의 입도나 조성은, 소결체의 치밀화, 특성, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 등에 영향을 주며, 입방정 질화붕소(CBN)의 입도나 첨가량도, 소결체의 치밀화, 특성, 육방정 질화붕소(hBN)화에 영향을 주므로, 이것들에 대해서는 상세한 연구를 실시했다.

[0044] 분말 혼합, 성형, 반소결 등은, 초경합금 등으로 넓리 사용되고 있는 분말 야금의 수법을 이용할 수가 있다. 또한, 가압소결로는, 흑연 몰드에 의한 통상의 핫 프레스, 통전 가압소결, 방전 가압소결, 열간 정수압소결(HIP), 초고압 장치에 의한 소결 등을 비롯하여 수많은 방법이 알려져 있다. 본 발명에 있어서의 소결은, 특정의 가압소결법으로 한정되는 것은 아니고, 실시하는 소결조건에 매우 적합한 가압소결법을 적당하게 선택할 수가 있다. 또한, HIP 소결에서는, 압분체의 캅셀 HIP법 외에, 다른 가압소결법으로 기공이 폐쇄되는 밀도 이상으로 소결한 후에 캅셀 없이 HIP 처리할 수도 있다.

[0045] 입방정 질화붕소(CBN)의 안정 영역에 있어서의 소결에서는, 육방정 질화붕소(hBN)화를 일으키지 않고, 입방정 질화붕소(CBN) 입자끼리가 직접 결합한 고밀도 고경도의 소결체를 가장 확실히 얻을 수 있지만, 통상 5 GPa 이상의 압력이 필요하기 때문에, 장치가 고가이고, 대형품이나 삼차원 형상품의 소결체를 얻는 것이 지극히 곤란하며, 통상은, 원판상 또는 원주상으로 한정되고 있다. 본 발명을 달성하기에 이르는 과정에 대해서는, 소결압력을 내려 이러한 문제점을 해결하기 위해, 육방정 질화붕소(hBN)의 안정 영역에 있어서의 소결에 대하여, 압력, 온도, 시간 등의 조건과 소결체의 치밀화, 특성, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 등의 관계를 상세하게 연구했다.

[0046] 육방정 질화붕소(hBN) 안정 영역의 소결에서는, 입방정 질화붕소(CBN) 입자의 직접 결합을 기대하는 것은 곤란하기 때문에, 결합제의 경질 합금을 치밀하게 소결시켜 입방정 질화붕소(CBN) 입자를 강고하게 결합시킬 필요가

있다. 그 때문의 소결온도는, 일반적으로, 900℃ 이상, 보다 바람직하게는 1000℃ 이상이다. 한편, 고온에서는 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화나 경질 합금의 결정립 성장이 촉진되므로, 소결온도의 상한은 1500℃, 바람직하게는 1400℃이다. 경질 합금을 결합제로서 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 허용 한계 내에 제어하고, 저온에서 치밀한 소결체를 얻으려면, 가압소결이 필요하고, 압력은 10 MPa 이상, 바람직하게는 50 MPa 이상이 필요하다.

[0047] 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화는, 소결온도가 낮고, 소결압력이 높고, 유지 시간이 짧도록 억제하지만, 소결체를 치밀화시켜 충분한 특성을 얻기 위해서는, 상술의 온도나 어느 정도의 시간이 필요하고, 한편 기술적 경제적 관점으로부터는, 압력이 낮은 것이 바람직하다. 이러한 소결조건을 상술한 범위 내에서 적정하게 선택하는 것으로써, 소결체를 충분히 치밀화하여 육방정 질화붕소(hBN)화 양을 허용 한도내에 제어할 수 있는 것을 확인하고 있다. 매우 적합한 소결시간은, 온도, 압력, 소결방법, 원료 조성, 원료 입도 등에 의해 바뀌므로, 한 마디로 특정하는 것은 곤란하지만, 핫 프레스, 통전 가압소결, HIP 등으로는, 일반적으로, 30 min~수시간이다.

[0048] 경질 합금중의 철족 금속은 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화를 촉진하므로, 이 관점으로부터는 철족 금속이 가능한 한 적은 것이 바람직하다. 한편, 소결성이나 강도는 철족 금속이 많을 수록 향상되지만, 철족 금속량이 경질 합금 중에서 1 Vol% 정도의 소량에서도 치밀화나 강도의 향상에 충분한 효과가 있다. 또한, 소결조건이나 입방정 질화붕소(CBN)의 입경 등을 적절히 선택하면, 통상의 경질 합금과 같은 철족 금속량의 범위에서 육방정 질화붕소(hBN)화 양을 허용 한도 이내에 제어하는 것이 충분히 가능하고, 그것에 의해 소결체의 강도가 향상되는 것을 확인하고 있다.

[0049] 입방정 질화붕소(CBN)는, 수 Vol%의 소량 첨가에서도 소결체의 경도나 내마모성의 향상에 현저한 효과를 볼 수 있다. 한편, 혼합적으로는, 입방정 질화붕소(CBN)의 함유량은 많을 정도 소결체의 경도나 내마모성이 향상될 것이지만, 실제로는, 입방정 질화붕소(CBN) 입자의 직접 결합이 곤란한 본 발명의 소결체에서는, 너무 입방정 질화붕소(CBN) 양이 많으면 결합제의 파지력이 저하하여, 치밀한 소결체를 얻을 수 없게 된다. 따라서, 효과적인 입방정 질화붕소(CBN) 첨가량은 1~75 Vol%, 바람직하게는 5~60 Vol%이다.

[0050] 또한, 입방정 질화붕소(CBN) 입자의 입경이 큰 경우는, 육방정 질화붕소(hBN)화의 제어가 비교적 용이하지만, 입자가 미세해 비표면적이 커짐에 따라, 육방정 질화붕소(hBN)화가 빨라진다. 따라서, 미립 입방정 질화붕소(CBN)에 대해서는, 소결조건이나 철족 금속량 등으로 보다 주의 깊은 제어가 필요하지만, 입경 1㎛ 클래스의 미립에서도 목적으로 하는 소결체를 얻을 수 있는 것을 확인하고 있다. 그러나, 본 발명에서는 입경의 범위를 특히 한정하는 것은 아니고, 각종 공구나 기계 부재에 요구되는 성능이나 면 거칠기 등에 따라서, 적절한 입경을 선택할 수가 있다.

[0051] 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 상변태량과 소결체의 경도의 관계를 조사한 결과에서는, 다음의 점이 밝혀졌다. 즉, 소결체의 X-선회절에 대해, 입방정 질화붕소(CBN)의(111) 면과 육방정 질화붕소(hBN)의 (002) 면의 회절선의 강도 I_{D111}, I_{G002}의 비I_{G002}/I_{D111}가 약 1.0 이하이면, 일반적으로, 소결체의 경도는, 그 소결체의 결합제에 이용한 경질 합금의 입방정 질화붕소(CBN)를 포함하지 않는 단일체의 경도와 동등 이상이 된다고 하는 지견을 얻었다. 따라서, 본 발명의 목적을 달성하기 위해서는, 입방정 질화붕소(CBN)의 상변태로 생성한 육방정 질화붕소(hBN)량의 허용 한계가 $I_{G002}/I_{D111} \leq 1.0$이며, 한층 더 바람직하게는 0.5 이하이다. 덧붙여 본 발명에 의한 소결체가 실질적으로 $I_{G002}/I_{D111}=0$인 것을 배제하는 것은 아니다. 또한, 상기의 결과는, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화가 일어나지 않든지 그 상변태가 얼마 안되는 소결체에 대해서는, 상변태에 의한 육방정 질화붕소(hBN)와의 합계량이 상기의 허용 한도를 넘지 않는 범위의 육방정 질화붕소(hBN) 분말을 첨가해도, 경질 합금보다 경도가 높은 소결체를 얻을 수 있는 것을 나타내는 것이다.

[0052] 게다가 마모 시험의 결과에서는, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 변태량이 상기의 허용 범위내의 경질 복합소결체는, 초경합금이나 세라믹스보다 훨씬 뛰어난 내마모성과 낮은 마찰 계수를 가지는 것이 분명해지고 있다.

[0053] 이상과 같이, 본 발명에서는, 육방정 질화붕소(hBN)의 안정 영역에서 소결하는 입방정 질화붕소(CBN) 복합소결체에 대해, 입방정 질화붕소(CBN)의 육방정 질화붕소(hBN)화 상변태량을 성능을 크게 저하시키지 않는 범위에서 일정 한도까지 용인하는 것에 의해, 소결체의 제조 조건이나 성능 등의 선택사항을 크게 넓히는 것이 가능하게 되며, 그 때문에, 철족 금속 등의 사용이 가능해져 소결성이 향상되고, 종래부터 저온, 저압, 단시간으로, 용이하게 치밀한 소결체를 얻는 것이 가능해졌다. 게다가 입방정 질화붕소(CBN) 분말의 보호 코팅 등이 특별한 사전

처리도 필요로 하지 않는다.

[0054] 한편, 얻어진 소결체는, 종래의 초경합금이나 세라믹스보다 높은 경도나 내마모성을 가지고, 한층 더 금속 결합상에 의해 소결체의 강도도 향상되고, 각종 절삭 공구나, 금형, 다이스, 재단칼날, 비트 등의 내마모 공구, 혹은, 베어링, 노즐, 워크 레스트, 밸브 등의 각종의 내마모 기계 부재로서 그 이용이 크게 기대할 수 있는 것이다. 또한, 본 발명의 소결체의 다른 장점으로서 도전성이 있으므로 방전 가공이 가능한 것, 직접 납땜이 가능한 것, 기존의 초고압 소결입방정 질화붕소(CBN)에 비해 연삭가공이 용이한 것, 대형품이나 삼차원 형상품을 만들기 쉬운 것 등을 들 수 있다.

실 시 예 1

[0056] 본 발명의 열간 등방압 저압 소결에 의한 입방정 질화붕소-초경합금 복합 소결체를 실시예를 통하여 상세히 설명한다. 덧붙여 본 발명은 이하의 실시 예의 범위로 한정되는 것은 아니다.

[0058] [실시예 1-1]

[0059] 평균 입경 1㎛의 WC99 중량%과 Co1 중량%를 볼 밀 혼합한 후, 입경이 20~30㎛의 입방정 질화붕소(CBN) 50 Vol%를 유발로 혼합했다. 혼합가루는 금형으로 성형해, 비산화성 분위기로 성형조제의 제거와 반소 무스부를 실시했다. 이 반소결체는 그 주위를 hBN로 싸 유리 용기에 진공 봉입했다. 그 다음에, 1200℃, 200 MPa로 60 min의 HIP 조건으로, 10φ×2 mm, 10×15×5 mm, 25×4×2 mm등의 소결체를 제작했다. 소결체는 치밀해 광학 현미경으로 유해한 포아는 인정되지 않았다. 입방정 질화붕소(CBN)의 일부는 소결중에 육방정 질화붕소(hBN)에 변태해, 소결체의 X-선회절에 의한 회절선의 강도비IG002/ID111=0.05였다. Hv 딱딱함은 3800으로, 동시에 소결한 WC-1%Co합금의 딱딱함 2000보다 훨씬 높았다. 항절력은, 800 MPa와 기계 부재로서 충분히 사용할 수 있는 강도를 나타냈다.

[0060] 또한, 10 mm의 알루미나 볼을 상대재로 한 핀 온 블록의 왕복 마모 시험을, 마찰 속도 72 m/h, 하중 2 kg의 조건으로 하였다. 비교예에서 이용한 시판의 K20 초경합금 및 CBN 초고압소결체에서는, 1 hr의 시험으로 비마모량이 각 49×10-7mm^3/Nm, 18×10-7mm^3/Nm로, 마찰 계수는 각 0.35 및 0.5인 것에 대해, 본 실시예의 소결체는, 3hr 마찰해도 측정할 수 있는 크기의 마모는 발생하지 않고, 마찰 시간 전체를 통해서 0.08~0.1의 낮은 마찰 계수를 나타냈다. 본 실시예의 소결체의 특성은 측정 조건 내에서 입방정 질화붕소(CBN) 초고압 소결체와 동일 레벨이었다.

[0062] [실시예 1-2]

[0063] 실시예 1으로 같은 방법으로 각종의 소결체를 여러 가지의 HIP 조건으로 제작했다. 실시예 1과 같은 측정 결과를 비교예와 함께 표 1에 나타낸다. $I_{G002}/I_{D111} \leq 1.0$의 소결체는 모두 높은 경도와 뛰어난 마모 특성을 나타냈다.

표 1

[0064]

	No.	결합제 (wt%)	CBN		소결조건			X선 L_a/L_b	경도 Hv	항절력 MPa	마모시험		결합제 Hv*4
			μm	Vol%	℃	MPa	min				스*1	μ*5	
실시예	1	WC-10Co	1-2	20	1150	200	60	0.55	2300	520	15	0.20	1900
	2	WC-10Co	8-12	30	1200	200	30	0.12	2700	570	N*2	0.18	1900
	3	WC-5Co	10-20	40	1200	150	60	0.09	2800	650	N*2	0.10	1600
	4	WC-7Co	30-40	40	1200	200	60	0.45	2400	720	4	0.15	1500
	5	WC-10Co	125 -150	50	1200	100	30	0.08	2300	680	25	0.30	1400
	6	WC-3Co	15-20	50	1250	150	30	0.20	2400	750	N*2	0.11	1700
	7	WC-10Co	20-30	60	1300	200	30	0.18	2500	630	N*2	0.12	1900
	8	WC-10Co	2-4	10	1150	200	60	0.33	2400	820	12	0.28	1900
	9	WC-10Co	1-2	5	1100	200	60	0.25	2250	870	20	0.32	1900
	10	WC-2Co -1Cu	6-12	30	1200	200	60	0.15	2300	500	18	0.25	1500
	11	(TiCN)*6	20-30	30	1250	200	30	0.10	2200	520	9	0.30	1600
비교예	C1	WC-5Co	1-2	30	1300	50	60	1.60	1100	200	125	0.45	1600
	C2	WC-5Co	2-4	30	1400	100	30	2.75	900	180	190	0.50	1600

[0065] [실시예 1-3]

[0066] 실시예 1의 소결체로부터 ISO의 SNGN120408 상당한 절삭용 인서트를 제작하고서, Al－18%Si 합금 환봉의 단면을 절삭 속도 550~90 m/min, 절삭 깊이 0.5 mm, 이송 0.1mm/rev로 절삭 했다. 여유면 마모폭은 K10 초경합금이 5 패스의 절삭으로 0.30 mm인 것에 대해, 본 실시예의 소결체에서는 10 패스의 절삭으로 0.05 mm로, 입방정 질화붕소(CBN) 초고압 소결체의 0.03 mm에 가까운 내마모성을 나타냈다.