



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0077181
(43) 공개일자 2016년07월01일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B23B 27/14</i> (2006.01) <i>B23C 5/16</i> (2006.01)
 <i>C23C 16/34</i> (2006.01) <i>C23C 16/36</i> (2006.01)
 <i>C23C 16/40</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>B23B 27/14</i> (2013.01)
 <i>B23C 5/16</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-7014151
 (22) 출원일자(국제) 2014년11월26일
 심사청구일자 2016년05월27일
 (85) 번역문제출일자 2016년05월27일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/081228
 (87) 국제공개번호 WO 2015/080149
 국제공개일자 2015년06월04일</p> <p>(30) 우선권주장
 JP-P-2013-247849 2013년11월29일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 교세라 코포레이션
 일본 교토후 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6</p> <p>(72) 발명자
 쿠보 하야토
 일본 교토후 교토시 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6
 교세라 코포레이션 나이</p> <p>르 커우
 일본 교토후 교토시 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6
 교세라 코포레이션 나이</p> <p>(74) 대리인
 하영옥</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 10 항

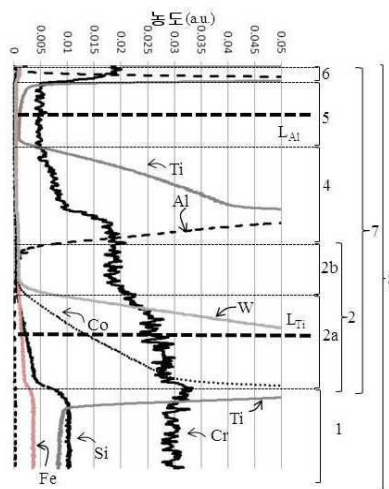
(54) 발명의 명칭 **절삭공구**

(57) 요약

(과제) 내용작성 및 내마모성이 높은 절삭공구를 제공한다.

(해결수단) Cr을 함유하는 초경합금으로 이루어지는 기체(1)와, 기체(1)의 표면에 적어도 1층의 $Ti(C_{x1}N_{y1}O_{z1})$ ($0 \leq x1 \leq 1, 0 \leq y1 \leq 1, 0 \leq z1 \leq 1, x1+y1+z1=1$)로 이루어지는 Ti계층(2), Al_2O_3 층(5), 및 $Ti(C_{x3}N_{y3}O_{z3})$ ($0 \leq x3 \leq 1, 0 \leq y3 \leq 1, 0 \leq z3 \leq 1, x3+y3+z3=1$)로 이루어지는 최표층(6)을, 기체층으로부터 순차적으로 적층한 피복층(7)을 가지고 이루어지며, 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 Ti계층(2) 중의 기체층의 제 1 Ti계층(2a)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 기체(1)에 함유되는 Cr의 함유량보다 낮음과 아울러 Al_2O_3 층(5)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높고, 또한 최표층(6)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 Al_2O_3 층(5)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높은 절삭공구(8)이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 16/34 (2013.01)

C23C 16/36 (2013.01)

C23C 16/403 (2013.01)

B23B 2228/10 (2013.01)

B23C 2228/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

Cr을 함유하는 초경합금으로 이루어지는 기체와, 그 기체의 표면에 적어도 1층의 $Ti(C_{x1}N_{y1}O_{z1})$ ($0 \leq x1 \leq 1$, $0 \leq y1 \leq 1$, $0 \leq z1 \leq 1$, $x1+y1+z1=1$)로 이루어지는 Ti계층, Al_2O_3 층 및 $Ti(C_{x3}N_{y3}O_{z3})$ ($0 \leq x3 \leq 1$, $0 \leq y3 \leq 1$, $0 \leq z3 \leq 1$, $x3+y3+z3=1$)로 이루어지는 최표층을 상기 기체측으로부터 순차적으로 적층한 피복층을 갖고 이루어지며, 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 Ti계층 중의 상기 기체측의 제 1 Ti계층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 상기 기체에 함유되는 Cr의 함유량보다 낮고, 또한 상기 Al_2O_3 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높으며, 상기 최표층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 상기 Al_2O_3 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높은 절삭공구.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 Cr의 함유량에 대한 상기 Ti계층 중의 기체측의 제 1 Ti계층, 상기 Al_2O_3 층 및 상기 최표층의 각 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량의 비율을, 각각 Cr_{Ti} , Cr_{Al} 및 Cr_s 라고 했을 때, $0.5 \leq Cr_{Ti} \leq 0.9$, $0.01 \leq Cr_{Al} \leq 0.2$, $0.4 \leq Cr_s \leq 0.7$ 인 절삭공구.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 W 및 Co의 함유량에 대한 상기 제 1 Ti계층, 상기 Al_2O_3 층 및 상기 최표층의 각 층에 함유되는 W 및 Co의 함유량의 비율을, 각각 W_{Ti} , W_{Al} , W_s , Co_{Ti} , Co_{Al} 및 Co_s 라고 했을 때, $0.05 \leq W_{Ti} \leq 0.3$, $W_{Al} \leq 0.01$, $W_s \leq 0.01$, $0.05 \leq Co_{Ti} \leq 0.3$, $Co_{Al} \leq 0.01$, $Co_s \leq 0.01$ 인 절삭공구.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 기체 중에 Si 및 Fe가 함유되어 있고, 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량에 대한 상기 제 1 Ti계층, 상기 Al_2O_3 층 및 상기 최표층의 각 층에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량의 비율을, 각각 Si_{Ti} , Si_{Al} 및 Si_s , Fe_{Ti} , Fe_{Al} 및 Fe_s 라고 했을 때, $0.05 \leq Si_{Ti} \leq 0.4$, $Si_{Al} \leq 0.01$, $Si_s \leq 0.01$, $0.05 \leq Fe_{Ti} \leq 0.4$, $Fe_{Al} \leq 0.01$, $Fe_s \leq 0.01$ 인 절삭공구.

청구항 5

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 C의 함유량에 대한 상기 제 1 Ti계층, 상기 Al_2O_3 층 및 상기 최표층의 각 층에 함유되는 C의 함유량의 비율을, 각각 C_{Ti} , C_{Al} 및 C_s 라고 했을 때, $0.2 \leq C_{Ti} \leq 0.7$, $C_{Al} \leq 0.01$, $C_s \leq 0.30$ 인 절삭공구.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 Ti계층과 상기 Al_2O_3 층 사이에 $(Ti, Al)(C_{x2}N_{y2}O_{z2})$ ($0 \leq x2 \leq 1$, $0 \leq y2 \leq 1$, $0 \leq z2 \leq 1$, $x2+y2+z2=1$)로 이루어지

는 중간층이 존재하는 절삭공구.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 Cr의 함유량에 대한 상기 중간층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량의 비율을 Cr_m 이라고 했을 때, $0.2 \leq Cr_m \leq 0.5$ 인 절삭공구.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 W 및 Co의 함유량에 대한 상기 중간층에 함유되는 W 및 Co의 함유량의 비율을, 각각 W_m 및 Co_m 이라고 했을 때, $W_m \leq 0.05$, $Co_m \leq 0.05$ 인 절삭공구.

청구항 9

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 기체에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량에 대한 상기 중간층에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량의 비율을, 각각 Si_m 및 Fe_m 이라고 했을 때, $Si_m \leq 0.05$, $Fe_m \leq 0.05$ 인 절삭공구.

청구항 10

제 6 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기체에 함유되는 C의 함유량에 대한 상기 중간층에 함유되는 C의 함유량의 비율을 C_m 이라고 했을 때, $0.01 \leq C_m \leq 0.18$ 인 절삭공구.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 절삭공구에 관한 것으로서, 특히 피복층을 구비하는 절삭공구에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래부터 금속의 절삭 가공에 널리 사용되고 있는 절삭공구는 초경합금 등의 기체의 표면에 TiCN층이나 Al_2O_3 층 등의 다층의 피복층을 피착 형성한 것이 널리 사용되고 있다. 또한, 초경합금 중에는 WC 이외에 Cr 성분을 함유 시켜서 초경합금의 내식성을 높이는 것이 알려져 있다.

[0003] 한편, 특허문헌 1에서는 초경합금의 기체의 표면에 CVD(화학증착)법에 의해, TiN층, TiCN층, TiC층, TiCNO층, Al_2O_3 층, TiN층을 순차적으로 피복한 절삭공구가 개시되고, 기체층의 TiN층, TiCN층, TiC층의 결정립계에 W와 Co를 확산 함유시키는 것이 기재되어 있다.

[0004] 또한, 특허문헌 2에는 초경합금의 기체 중의 Co 성분과 함께 Cr 성분을 기체층의 Ti계 피복층 중에 확산시켜 Ti계 피복층의 내산화성을 높이는 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 평 08-118108호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허공개 2011-36988호 공보

발명의 내용

[0006] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 피복층 내에 W와 Co를 확산 함유시킨 절삭공구에서는, 피복층의 산화가 진행하기 쉬워 피복층의 내마모성이 저하할 우려가 있었다. 또한, 특허문헌 2에 기재된 Co와 Cr을 피복층 내에 확산시킨 절삭공구에서도 피복층의 표면에 있어서의 내산화성이 불충분했다.

[0007] 본 발명의 목적은, 고속 가공 등의 절삭날이 고온으로 되는 가공에 의해서도 피복층의 산화를 억제하여 뛰어난 내마모성을 발휘할 수 있는 절삭공구를 제공하는 것에 있다.

[0008] 본 실시형태의 절삭공구는 Cr을 함유하는 초경합금으로 이루어지는 기체와, 그 기체의 표면에 적어도 1층의 $Ti(C_{x1}N_{y1}O_{z1})$ ($0 \leq x1 \leq 1, 0 \leq y1 \leq 1, 0 \leq z1 \leq 1, x1+y1+z1=1$)로 이루어지는 Ti계층, Al_2O_3 층 및 $Ti(C_{x3}N_{y3}O_{z3})$ ($0 \leq x3 \leq 1, 0 \leq y3 \leq 1, 0 \leq z3 \leq 1, x3+y3+z3=1$)로 이루어지는 최표층을 상기 기체층으로부터 순차적으로 적층한 피복층을 갖고 이루어지며, 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서 상기 Ti계층 중의 상기 기체층의 제 1 Ti계층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 상기 기체에 함유되는 Cr의 함유량보다 낮고, 또한 상기 Al_2O_3 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높으며, 상기 최표층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 상기 Al_2O_3 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높은 것이다.

[0009] (발명의 효과)

[0010] 본 실시형태의 절삭공구에 의하면, 초경합금의 기체의 표면에 피복되는 Ti계층, Al_2O_3 층 및 최표층에 Cr이 함유되어 있고, 기체에 함유되는 Cr의 함유량에 대한 각 층에 함유되는 Cr의 함유량을 소정의 순서로 되도록 조정함으로써, Ti를 함유하는 피복층의 내산화성을 높여서 절삭공구의 내마모성을 향상할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 실시형태의 절삭공구의 표면을 포함하는 단면에 대해서, (a) 주사형 전자현미경(SEM) 사진, (b) 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석) 데이터를 늘어 놓은 것이다.

도 2는 도 1의 GDS 분석 데이터의 미량 성분의 분포 상태를 보기 위한 확대도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1(a)는 절삭공구의 피복층을 포함하는 단면에 대한 주사형 전자현미경(SEM) 사진이며, 도 1(b)는 피복층의 표면으로부터 깊이 방향에 대한 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석) 데이터를 나타낸다. 또한, 도 2는 도 1에 있어서의 GDS 분석 데이터의 미량 성분의 분포 상태를 보기 위한 부분 확대도이다. 도 1, 도 2에는 각 원소의 분포 및 전자현미경 사진(SEM)과의 대응에 의해서 결정되는 각 층의 구성을 특정하고 있다.

[0013] 1이 기체(초경합금), 2가 $Ti(C_{x1}N_{y1}O_{z1})$ ($0 \leq x1 \leq 1, 0 \leq y1 \leq 1, 0 \leq z1 \leq 1, x1+y1+z1=1$)로 이루어지는 Ti계층, 2a가 $Ti(C_{x11}N_{y11}O_{z11})$ ($0 \leq x11 \leq 1, 0 \leq y11 \leq 1, 0 \leq z11 \leq 1, x11+y11+z11=1$)로 이루어지는 제 1 Ti계층, 2b가 $Ti(C_{x12}N_{y12}O_{z12})$ ($0 \leq x12 \leq 1, 0 \leq y12 \leq 1, 0 \leq z12 \leq 1, x12+y12+z12=1$)로 이루어지는 제 2 Ti계층, 4가 (Ti, Al)($C_{x2}N_{y2}O_{z2}$) ($0 \leq x2 \leq 1, 0 \leq y2 \leq 1, 0 \leq z2 \leq 1, x2+y2+z2=1$)로 이루어지는 중간층, 5가 Al_2O_3 층, 6이 $Ti(C_{x3}N_{y3}O_{z3})$ ($0 \leq x3 \leq 1, 0 \leq y3 \leq 1, 0 \leq z3 \leq 1, x3+y3+z3=1$)로 이루어지는 최표층, 7이 각 층을 적층해서 이루어지는 피복층, 8이 절삭공구이며, 도 1에서는 절삭공구(8)의 일부를 나타내고 있다.

[0014] 또한, 중간층(4)은 생략할 수 있다. 본 실시형태에 의하면 기체(1)층의 제 1 Ti계층(2a)이 TiCN층, 제 2 Ti계층(2b)도 CN비가 다른 TiCN층이다.

[0015] 여기에서, GDS 분석에서 각 층의 두께를 산출할 수는 있지만, 각 층의 에칭 속도가 다르면 각 층의 두께의 오차가 커져버린다. 그래서, 주사형 전자현미경(SEM) 사진 및 전자선 마이크로 분석(EPMA) 데이터(도시하지 않음)와 대조하면서 각 층의 구성을 확인하면서, GDS 분석 데이터의 피크의 형태를 확인하여 각 층의 범위를 확정했다. 또한, 도 1(a)의 SEM 사진으로부터 알 수 있는 바와 같이, SEM 사진에 있어서의 각 층의 두께와 GDS 분석에서 검출되는 각 층의 두께는 비례하지 않는 부분이 있다. 또한, 도 1(a)의 SEM 사진에 있어서 피복층(7) 중에서 가장 층두께가 두꺼운 것이 Ti계층(2) 중 제 1 Ti계층(2a)인 TiCN층, 다음에 층두께가 두꺼운 것이 Al_2O_3 층(5)인 것을 확인할 수 있고, 도 1(b)의 GDS 분석 데이터의 피크의 형태로부터 Ti의 분포가 높은 농도에서 추이하는 영역과 Al의 분포가 높은 농도에서 추이하는 영역이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 그리고, 이 Ti의 분포가 높은 농도에서 추이하는 영역을 제 1 Ti계층(2a)의 영역, 및 제 2 Ti계층(2b)의 영역, Al의 분포가 높은 농도에서

추이하는 영역을 Al_2O_3 층(5)의 영역으로 특정한다. 그리고, 각 층의 두께의 중앙의 위치를 제 1 Ti계층(2a)의 중앙(L_{Ti}), Al_2O_3 층(5)의 중앙(L_{Al})으로서 특정한다. 중간층(4) 및 최표층(6)에 대해서는 제 1 Ti계층(2a)과 제 2 Ti계층(2b)의 Ti계층(2)의 영역 및 Al_2O_3 층(5)의 영역의 특징에 의해 결정되고, 중간층(4) 및 최표층(6)의 중앙의 위치에 대해서는 영역 중의 중앙의 위치를 중앙 위치(도시하지 않음)로서 특정한다.

[0016] 여기에서, 각 층의 경계는 각 원소의 함유량이 급격하게 변화되는 굴곡점으로 한다. 그러나, 각 원소의 함유량이 급격하게 변화되는 위치가 명확하게 결정할 수 없는 경계에 있어서는 하기 방법으로 각 층의 경계를 특정한다. 즉, 제 1 Ti계층(2a)의 영역과 제 2 Ti계층(2b)의 영역의 경계는, 제 1 Ti계층(2a)의 영역에 있어서의 Ti의 함유량의 최고값에 대하여 Ti의 함유량이 10% 낮은 함유량으로 되는 위치로 정의한다. 마찬가지로, 제 2 Ti계층(2b)의 영역과 중간층(4)의 영역의 경계는, 제 2 Ti계층(2b)의 영역에 있어서의 Ti의 함유량의 최고값에 대하여 Ti의 함유량이 10% 낮은 함유량으로 되는 위치로 정의한다. 또한, 중간층(4)의 영역과 Al_2O_3 층(5)의 영역의 경계는, Al_2O_3 층(5)에 있어서의 Al의 함유량의 최고값에 대하여 Al의 함유량이 10% 낮은 함유량으로 되는 위치로 정의한다.

[0017] 또한, GDS 분석에서는 피복층의 면내방향의 측정 영역이 1mm 정도로 넓기 때문에, 각 층의 층간에 요철이 있을 경우에는 각 층에 인접하는 다른 층의 성분이 혼재해서 검출될 경우가 있다. 또한, 각 층의 에칭 속도의 차이에 의해 GDS 분석에 있어서 제 1 Ti계층(2a)으로 특정된 영역 내의 기체측에는 기체(1)에 함유되는 성분이 혼재하고 있다. 또한, 중간층(4)으로 특정된 영역 내의 기체측에는 하층의 Ti계층(2)에 함유되는 성분이 혼재하고, 중간층(4)으로 특정된 영역 내의 표면측에는 상층의 Al_2O_3 층(5)에 함유되는 성분이 혼재한 상태에서 검출되고 있다. 그 결과, GDS 분석에 있어서의 중간층(4)의 영역은 SEM 사진에서 관찰되는 실제의 두께보다 넓게 관찰되고 있다.

[0018] 여기에서, 기체(1)의 적합에는 WC상, 결합상, 및 소망에 따라 B1형 고용상으로 형성되어 있다. 그리고, WC를 80~94질량%, Co를 5~15질량%, Cr을 Cr_3C_2 환산량으로 0.1~1질량%, Cr을 제외한 주기표 제 4, 5 및 6족 금속의 군에서 선택되는 적어도 1종의 탄화물(WC를 제외함), 질화물 및 탄질화물 중 적어도 1종을 0~10질량%의 비율로 함유한다.

[0019] 본 실시형태에 의하면, 기체(1)의 표면에는 Ti계층(2), 중간층(4), Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)이 기체(1)측으로부터 순차적으로 적층된 피복층(7)을 갖고 있다. 도 2의 글로우 방전 발광 분광 분석(GDS 분석)에 있어서, Ti계층(2) 중의 기체(1)측의 제 1 Ti계층(2a)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 기체(1)에 함유되는 Cr의 함유량보다 낮고, 또한 Al_2O_3 층(5)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높다. 또한, 최표층(6)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 상기 Al_2O_3 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량보다 높다.

[0020] 이것에 의해서, Ti가 함유되는 제 1 Ti계층(2a) 및 최표층(6), 또한 경우에 따라서는 제 2 Ti계층(2b)의 내산화성이 향상한다. 그 결과, 고속 절삭 등의 절삭날이 고온으로 되는 가공에서 있어서도 피복층(7)이 산화해서 경도가 저하하는 것을 억제하여 절삭공구(8)의 내마모성을 높일 수 있다. 또한, Al_2O_3 층(5)에 있어서는 Cr의 함유량이 다른 층에 비해서 낮음으로써 내마모성이 향상한다고 하는 효과가 있다. 또한, 최표층(6)에 있어서는 Cr을 함유함으로써 피복층(7)의 표면에 있어서의 내용착성을 높이는 효과도 있다.

[0021] 즉, 제 1 Ti계층(2a)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 Al_2O_3 층(5)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량과 같거나 또는 적으면, 피복층(7)의 산화가 진행하기 쉬운 경향이 있다. Al_2O_3 층(5)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 제 1 Ti계층(2a)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량, 또는 최표층(6)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량과 같거나 또는 많으면, Al_2O_3 층(5)의 내마모성이 저하하는 경향이 있다. 최표층(6)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량이 Al_2O_3 층(5)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량과 같거나 또는 낮으면, 피복층(7)의 내용착성이 저하하는 경향이 있다.

[0022] 본 실시형태에서는 또한, 기체(1)에 함유되는 Cr의 함유량에 대한 제 1 Ti계층(2a), Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)의 각 층의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량의 비율을, 각각 Cr_{Ti} , Cr_{Al} 및 Cr_s 라고 했을 때, $0.5 \leq Cr_{Ti} \leq 0.9$, $0.01 \leq Cr_{Al} \leq 0.2$, $0.4 \leq Cr_s \leq 0.7$ 이다. 여기에서, 기체(1)에 함유되는 Cr의 함유량은 GDS 분석 데이터에

있어서 W 및 C의 함유량의 변화율이 5% 이내인 영역에 있어서 측정한다.

- [0023] 이것에 의해서, Ti가 함유되는 제 1 Ti계층(2a), 제 2 Ti계층(2b), 또한 최표층(6)의 내산화성이 향상되고, 고속 절삭 등의 절삭날이 고온으로 되는 가공에 있어서도 피복층(7)이 산화해서 경도가 저하하는 것을 억제하여 절삭공구(8)의 내마모성을 높일 수 있다. 또한, 중간층(4)을 생략한 피복층에 있어서도 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0024] 또한, 본 실시형태에서는 기체(1)에 함유되는 Cr의 함유량에 대한 중간층(4)의 두께의 중앙의 위치에 함유되는 Cr의 함유량의 비율을 Cr_m 이라고 했을 때, $0.2 \leq Cr_m \leq 0.5$ 이다. 이것에 의해, 중간층(4)의 내산화성이 향상된다.
- [0025] 여기에서, 피복층(7) 중에는 Cr 이외에 W 및 Co가 함유되어 있다. 본 실시형태에 있어서는 기체(1)에 함유되는 W 및 Co의 함유량에 대한 제 1 Ti계층(2a), Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)의 각 층에 함유되는 W 및 Co의 함유량의 비율을, 각각 W_{Ti} , W_{Al} , W_s , Co_{Ti} , Co_{Al} 및 Co_s 라고 했을 때, $0.05 \leq W_{Ti} \leq 0.3$, $W_{Al} \leq 0.01$, $W_s \leq 0.01$, $0.05 \leq Co_{Ti} \leq 0.3$, $Co_{Al} \leq 0.01$, $Co_s \leq 0.01$ 이다. 즉, 기체(1)로부터 확산하는 W 및 Co는 Ti계층(2) 중으로 확산하여 기체(1)와 피복층(7)의 밀착성을 더욱 높일 수 있다. 그러나, W 및 Co는 고온으로 되면 산화하기 쉬우므로, Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)에는 거의 확산하지 않아 피복층(7)의 산화를 억제할 수 있다.
- [0026] 이 때, 기체(1)에 함유되는 W 및 Co의 함유량에 대한 중간층(4)에 함유되는 W 및 Co의 함유량의 비율을, 각각 W_m 및 Co_m 이라고 했을 때, $W_m \leq 0.05$, $Co_m \leq 0.05$ 이다. 즉, 기체(1)로부터 확산하는 W 및 Co는 중간층(4)에는 거의 확산하지 않아 피복층(7)의 산화를 억제할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 실시형태에 의하면, 기체(1) 중에는 불가피 불순물 성분으로서 Si 및 Fe가 함유되어 있고, 이것들이 피복층(7) 중에 확산되어 있다. 기체(1)에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량에 대한 제 1 Ti계층(2a), Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)의 각 층에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량의 비율을, 각각 Si_{Ti} , Si_{Al} 및 Si_s , Fe_{Ti} , Fe_{Al} 및 Fe_s 라고 했을 때, $0.05 \leq Si_{Ti} \leq 0.4$, $Si_{Al} \leq 0.01$, $Si_s \leq 0.01$, $0.05 \leq Fe_{Ti} \leq 0.4$, $Fe_{Al} \leq 0.01$, $Fe_s \leq 0.01$ 이다. 즉, 기체(1)로부터 확산하는 Si 및 Fe는 Ti계층(2) 중으로 확산하여 기체(1)와 피복층(7)의 밀착성을 더욱 향상시킬 수 있다. 그러나, Si 및 Fe는 고온으로 되면 산화하기 쉬우므로, Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)에는 거의 확산하지 않아 피복층(7)의 산화를 억제할 수 있다.
- [0028] 이 때, 본 실시형태에 의하면, 기체(1)에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량에 대한 중간층(4)에 함유되는 Si 및 Fe의 함유량의 비율을, 각각 Si_m 및 Fe_m 이라고 했을 때, $Si_m \leq 0.05$, $Fe_m \leq 0.05$ 이다. 즉, 기체(1)로부터 확산하는 Si 및 Fe는 중간층(4)에는 거의 확산하지 않아 피복층(7)의 산화를 억제할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 실시형태에 의하면 기체(1) 및 피복층(7) 중에는 C(탄소)가 함유되어 있다. 기체(1)에 함유되는 C의 함유량에 대한 제 1 Ti계층(2a), 중간층(4), Al_2O_3 층(5) 및 최표층(6)의 각 층에 함유되는 C의 함유량의 비율을, 각각 C_{Ti} , C_m , C_{Al} 및 C_s 라고 했을 때, $0.2 \leq C_{Ti} \leq 0.7$, $0.01 \leq C_m \leq 0.18$, $C_{Al} \leq 0.01$, $C_s \leq 0.30$ 이다. 피복층(7) 중의 C 함유량을 제어함으로써 기체(1)와 피복층(7)의 밀착성을 더욱 높일 수 있다. C_{Ti} 의 더욱 바람직한 범위는 $0.3 \leq C_{Ti} \leq 0.6$ 이다.
- [0030] 또한, 본 실시형태에 있어서의 Ti계층(2)은 기체(1)측의 제 1 Ti계층(2a), 제 2 Ti계층(2b) 모두 TiCN층이며, 이들 복수층을 적층한 것이었지만, Ti계층은 단층이라도 되고, 또는 3층 이상의 다층이라도 된다. 이 구성에 의해, Cr, W, Co, Fe, Si 및 C의 각 성분의 피복층(7)으로의 확산의 정도를 용이하게 조정할 수 있다.
- [0031] (제조 방법)
- [0032] 상술한 본 실시형태의 절삭공구를 구성하는 초경합금의 제조 방법의 일례에 대하여 설명한다. 우선, WC 분말을 80~94질량%와, 금속 Co 분말을 5~15질량%와, Cr_3C_2 분말을 0.1~1질량%, 소망에 따라 다른 금속 성분을 함유하는 화합물 분말을 0~10질량% 이하의 비율로 조합한다.
- [0033] 이 조합한 분말에 용매를 첨가해서 소정 시간 혼합·분쇄해서 슬러리로 한다. 이 슬러리에 바인더를 첨가해서 더 혼합하고, 스프레이 드라이어 등을 이용하여 슬러리를 건조하면서 혼합 분말의 조립(造粒)을 행한다. 이어서, 조립된 과립을 이용하여 프레스 성형에 의해 절삭공구 형상으로 성형을 행한다. 또한, 소성로에서 탈지를 행한 후, 20~2000Pa의 감압 분위기 중, 소성로의 온도를 1380~1480℃의 소성 온도로 높여서 1~1.5시간

소성해서 초경합금을 제작할 수 있다.

- [0034] 그리고, 제작된 초경합금에 대해서 소망에 따라서 초경합금의 표면을 연마 가공하거나, 절삭날부에 호닝 가공을 실시하거나 한다. 그 후에 초경합금으로 이루어지는 기체를 산 처리나 알칼리 처리하여 기체의 표면 오염을 제거하고, Cr₃C₂ 분말 또는 금속 크롬(Cr)을 함유하는 용액을 준비해 두고, 스프레이법, 함침법, 도포법에 의해 기체의 표면에 Cr 성분을 부착시켜 Cr 농도를 높여 둔다.
- [0035] 이어서, 얻어진 기체의 표면에 화학 기상 증착(CVD)법에 의해 피복층(2)을 형성한다. 그 성막 조건의 일례에 대해서 설명하면, 우선 소망에 따라 기체의 표면에 제 1 Ti계층인 TiN(질화티타늄)층을 형성한다. 그 바람직한 성막 조건은, 혼합 가스 조성으로서 사염화티타늄(TiCl₄) 가스를 0.5~10체적%, 질소(N₂) 가스를 10~60체적%의 비율로 포함하고, 나머지가 수소(H₂) 가스로 이루어지는 혼합 가스를 사용하고, 성막 온도를 800~940℃, 압력을 8~50kPa이다.
- [0036] 이어서, TiN층의 상층에 제 2 Ti계층인 TiCN층을 형성한다. 그 성막 조건은 혼합 가스 조성으로서 사염화티타늄(TiCl₄) 가스를 0.5~10체적%, 질소(N₂) 가스를 1~60체적%, 아세토니트릴(CH₃CN) 가스를 0.1~3.0체적%의 비율로 포함하고, 나머지가 수소(H₂) 가스로 이루어지는 혼합 가스를 사용하고, 성막 온도를 780~850℃, 압력을 5~25kPa의 조건을 들 수 있고, 이 조건에 의해 소위 주상결정으로 구성되는 MT(Moderate Temperature)-TiCN층이 성막된다. 아세토니트릴(CH₃CN) 가스의 유량을 성막 중에 증감시킴으로써 주상결정의 결정 폭을 조절할 수 있다. 이어서 MT-TiCN층의 상층에 소위 입상결정으로 이루어지는 HT(High Temperature)-TiCN층을 형성한다. 구체적으로는, 상기 TiCN층에 계속해서 사염화티타늄(TiCl₄) 가스를 0.1~3체적%, 질소(N₂) 가스를 0~15체적%, 메탄(CH₄) 가스 또는 아세토니트릴(CH₃CN) 가스를 0.1~10체적%의 비율로 포함하고, 나머지가 수소(H₂) 가스로 이루어지는 혼합 가스를 사용하고, 성막 온도를 900~1020℃, 압력을 5~40kPa로 하는 성막 조건으로 바꾸어서 HT-TiCN층을 성막한다.
- [0037] 계속해서, 중간층을 성막한다. TiAlCN층을 성막하는 구체적인 성막 조건의 일례로서는 사염화티타늄(TiCl₄) 가스를 0.1~3체적%, 질소(N₂) 가스를 1~15체적%, 메탄(CH₄)가스 또는 아세토니트릴(CH₃CN) 가스를 0.1~10체적%, 일산화탄소(CO) 가스를 0.5~3.0체적%, 삼염화알루미늄(AlCl₃)을 0.5~3.0체적%의 비율로 포함하고, 나머지가 수소(H₂) 가스로 이루어지는 혼합 가스를 사용하고, 성막 온도를 900~1020℃, 압력을 5~40kPa이다.
- [0038] 그 후, 계속해서 α형 Al₂O₃층을 형성한다. 구체적인 성막 조건의 일례로서는, 삼염화알루미늄(AlCl₃) 가스를 0.5~5.0체적%, 염화수소(HCl) 가스를 0.5~3.5체적%, 이산화탄소(CO₂) 가스를 0.5~5.0체적%, 황화수소(H₂S) 가스를 0~0.5체적%, 나머지가 수소(H₂) 가스로 이루어지는 혼합 가스를 사용하고, 성막 온도를 930~1010℃, 압력을 5~10kPa로 한다.
- [0039] 이어서, 소망에 따라 Al₂O₃층의 표면에 최표층을 성막한다. 최표층으로서 TiN층을 성막할 경우의 성막 조건으로서는, 혼합 가스 조성으로서 사염화티타늄(TiCl₄) 가스를 0.1~10체적%, 염화크롬(CrCl₂) 가스를 0.005~0.025체적%, 질소(N₂) 가스를 1~60체적%의 비율로 포함하고, 나머지가 수소(H₂) 가스로 이루어지는 혼합 가스를 사용하고, 성막 온도를 855~1010℃, 압력을 10~85kPa로 한다.
- [0040] 그리고, 피복층을 성막 종료 후, 성막 챔버 내를 압력 350kPa~850kPa, 온도 1000~1200℃로 해서 30분~120분 유지한 후, 챔버 내를 냉각함으로써 기체 표면에 존재하는 Cr 성분, 및 W, Co, Fe, Si 및 C 성분을 피복층층에 확산시켜서 Ti계층, 중간층, Al₂O₃층 내에 소정의 비율로 함유시킨다. 최표층에 대해서는, 상기 성막시에 Cr 성분을 함유하는 원료 가스를 흘려서 최표층 내에 Cr 성분을 함유시킨다.
- [0041] 그 후, 소망에 따라 형성한 피복층 표면의 적어도 절삭날부를 연마 가공한다. 이 연마 가공에 의해 절삭날부가 평활하게 가공되고, 피삭재의 용착을 억제하여 더욱 내결손성이 우수한 공구가 된다.
- [0042] 실시예
- [0043] 평균 입경 5μm의 WC 분말에 대하여 평균 입경 1.5μm의 금속 Co 분말을 8질량%, 평균 입경 1.0μm의 TiC 분말을 0.8질량%, 평균 입경 1.0μm의 NbC 분말을 3.5질량%, 평균 입경 2.0μm의 ZrC 분말을 0.3질량%, 평균 입경 2.0μm

의 Cr₃C₂ 분말을 0.6질량%의 비율로, 원료의 총계가 100질량%가 되도록 조합, 첨가하고, 이것에 유기용제를 첨가해서 혼합·분쇄한 후, 보형제를 첨가해서 더 혼합하고, 만들어진 슬러리를 스프레이 드라이어에 투입해서 조립 분말을 제작했다. 이어서, 이 조립 분말을 이용하여 프레스 성형에 의해 절삭공구 형상(CNMG120408PS)으로 성형을 행하고, 소성로에서 450℃로 3시간 탈지를 행한 후, 1450℃, 1시간으로 소성해서 초경합금을 제작했다.

[0044] 그리고, 상기 초경합금을 연삭 가공해서 CNMG120408PS의 대략 평판 형상으로 한 후, 이 기체의 표면에 대하여 절삭날부에 호닝 가공을 더 실시했다. 이어서, Cr₃C₂를 함유하는 슬러리를 이용하여 표 2의 방법으로 기체 표면의 Cr 농도를 높이는 처리를 행하는 표면 처리를 실시하여 기체의 표면에 있어서의 Cr의 함유량을 높였다.

[0045] 또한, 이 가공한 초경합금의 표면에 화학 기상 증착(CVD)법에 의해 표 1의 성막 조건으로 표 2~표 5의 구성의 피복층을 순차적으로 성막했다. 또한, Ti계층은 제 1 Ti계층으로서 TiN층을 성막하고, 제 2 Ti계층은 MT-TiCN층과 HT-TiCN층의 적층으로 했다. 제 2 Ti계층의 두께는 HT-TiCN층의 두께를 0.5μm로 일정하게 하고, MT-TiCN층의 두께를 조정하여 총두께가 표 2의 두께로 되도록 했다. 또한, 시료No.9에 대해서는, 최표층을 성막할 때의 혼합가스 중에 염화크롬(CrCl₄) 가스를 첨가하지 않고 성막하고, 시료No.12에 대해서는 최표층을 성막할 때의 혼합가스 중에 염화크롬(CrCl₄) 가스를 성막 시간의 중간 이후의 후반에만 첨가해서 성막했다. 성막 후, 챔버 내에 N₂ 가스를 500kPa가 되도록 충전으로 해서, 표 2에 나타내는 온도에서 60분 유지하는 성막 후 고온 유지 공정을 거쳐서 챔버 내를 냉각했다. 또한, 각 층의 두께는 피복층의 단면을 주사형 전자현미경으로 관찰해서 확인했다.

표 1

피복층	혼합가스 조성(체적%)	성막 온도(°C)	압력(kPa)
TiN(제1Ti계층)	TiCl ₄ :2.5,N ₂ :23,H ₂ :나머지	900	16
TiCN-MT(제1Ti계층)	TiCl ₄ :1.0,N ₂ :10,CH ₃ CN:0.1→0.4,H ₂ :나머지	850	9
TiCN-HT(제2Ti계층)	TiCl ₄ :1.0,N ₂ :10,CH ₄ :2.0,H ₂ :나머지	1010	9
TiAlCN	TiCl ₄ :7.0,CH ₄ :5.5,N ₂ :5.0,CO:0.5,AlCl ₃ :1.5,H ₂ :나머지	1000	15
TiNO	TiCl ₄ :7.0,N ₂ :7.0,CO:0.5,H ₂ :나머지	1000	15
TiCNO	TiCl ₄ :7.0,CH ₄ :5.5,N ₂ :5.0,CO:0.5,H ₂ :나머지	1000	15
Al ₂ O ₃	AlCl ₃ :7.0,HCl:0.5,CO ₂ :1.0,H ₂ :나머지	1000	10
TiCN(최표층)	TiCl ₄ :2.0,N ₂ :20,CH ₄ :5.0,CrCl ₄ :0.05,H ₂ :나머지	1010	80
TiN(최표층)	TiCl ₄ :2.0,N ₂ :44,CrCl ₄ :0.05,H ₂ :나머지	1010	80

*TiCN1(MT):
혼합가스 중의 CH₃CN의 혼합량을 0.1→0.4체적%로 연속적으로 변화시켰다.

[0046]

[0047] 얻어진 절삭공구에 대해서 표면으로부터 깊이 방향의 조성 변화에 대해서 GDS 분석(호리마 세이사쿠쇼사제 GD-PROFTLER, 분석 조건: 전력 20W, Ar 압력 600Pa, 방전 범위 2mmφ, 샘플링 시간 0.3sec/point)을 행하고, 각 층의 중앙에 있어서의 Cr, W, Co, Fe, Si 및 C의 각 원소의 분포를 확인하고, 각 원소의 농도를 표 2~표 5에 나타냈다. 또한, 절삭공구의 단면에 대해서 SEM 관찰을 행하였다.

표 2

시료 No.	표면처리	유지온도 (°C)	피복층(조성:두께(μm)), 각 원소의 함유비율 ¹⁾							
			Ti계층		Cr _{Ti}	W _{Ti}	Co _{Ti}	Si _{Ti}	Fe _{Ti}	C _{Ti}
1	스프레이	1000	TiCN:10	TiCN:0.2	0.87	0.16	0.10	0.18	0.29	0.46
2	도포	1100	TiCN:8	TiCN:0.6	0.90	0.12	0.08	0.14	0.15	0.54
3	스프레이	1200	TiCN:12	TiCN:0.5	0.67	0.18	0.15	0.19	0.32	0.32
4	함침	1100	TiCN:8	TiCN:0.5	0.50	0.21	0.22	0.30	0.35	0.52
5	스프레이	900	TiCN:10	—	1.00	0.29	0.28	0.35	0.29	0.15
6	-	1100	TiCN:10	TiCN:0.5	0.13	0.44	0.80	0.17	0.13	0.62
7	도포	1250	TiCN:10	TiCN:0.5	0.90	0.34	0.30	0.33	0.42	0.78
8	스프레이	-	TiCN:10	TiCN:0.5	0.23	0.28	0.31	0.51	0.41	0.25
9	스프레이	1000	TiCN:10	TiCN:0.2	0.87	0.16	0.10	0.18	0.29	0.60
10	도포	1100	TiCN:8	—	0.75	0.12	0.08	0.14	0.15	0.58
11	스프레이	1000	TiCN:10	TiCN:0.7	0.45	0.22	0.19	0.28	0.23	0.45
12	스프레이	1000	TiCN:10	TiCN:0.5	0.70	0.30	0.06	0.08	0.09	0.48

1) 각 원소의 함유비율:기체의 내부에 있어서의 존재비율을 1로 했을 때의 비율

[0048]

표 3

시료 No.	피복층(조성:두께(μm)), 각 원소의 함유비율 ¹⁾						
	중간층	Cr _m	W _m	Co _m	Si _m	Fe _m	C _m
1	TiAlCNO:0.5	0.37	<0.01	0.01	0.01	0.03	0.16
2	TiAlNO:1.0	0.45	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01
3	TiNO:0.3	0.31	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02
4	TiCNO:0.5	0.28	0.02	0.02	0.03	0.05	0.14
5	TiAlCNO:0.5	0.33	0.11	0.08	0.19	0.17	0.13
6	TiAlNO:0.3	0.13	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01
7	TiAlCNO:0.2	0.63	0.23	0.21	0.13	0.11	0.14
8	TiAlCNO:0.3	0.13	0.03	0.03	0.04	0.04	0.15
9	TiAlCNO:0.5	0.37	<0.01	0.01	0.01	0.03	0.14
10	TiNO:1.0	0.41	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.05
11	TiCNO:0.5	0.27	0.09	0.06	0.14	0.15	0.13
12	TiCNO:0.5	0.22	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.15

1) 각 원소의 함유비율:기체의 내부에 있어서의 존재비율을 1로 했을 때의 비율

[0049]

표 4

시료 No.	피복층(조성:두께(μm)), 각 원소의 함유비율 ¹⁾						
	Al ₂ O ₃ 층	Cr _{Al}	W _{Al}	Co _{Al}	Si _{Al}	Fe _{Al}	C _{Al}
1	α 형:3.0	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2	α 형:3.5	0.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3	α 형:2.5	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	κ 형:3.0	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
5	α 형:3.0	0.15	0.02	0.01	0.01	0.01	<0.01
6	α 형:3.0	0.22	0.01	0.01	0.01	0.03	<0.01
7	α 형:3.0	0.53	0.13	0.16	0.08	0.04	<0.01
8	α 형:2.0	0.23	0.02	0.02	0.04	0.03	<0.01
9	α 형:3.0	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
10	α 형:3.5	0.22	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
11	α 형:3.0	0.13	0.02	0.01	0.01	0.01	<0.01
12	α 형:3.0	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1)각 원소의 함유비율:기체의 내부에 있어서의 존재비율을 1로 했을 때의 비율

[0050]

표 5

시료 No.	피복층(조성:두께(μm)), 각 원소의 함유비율 ¹⁾						
	표면층	Cr _s	W _s	Co _s	Si _s	Fe _s	C _s
1	TiCN:0.5 TiN:0.5	0.53	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05
2	TiN:0.5	0.50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3	TiN1.0	0.45	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	TiCN:0.5	0.61	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.25
5	TiCN:0.5	0.60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.28
6	TiCN:0.5	0.84	0.03	0.03	0.04	0.12	0.32
7	TiN:0.5	0.50	0.02	0.02	0.01	0.01	<0.01
8	TiN:0.5	0.50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
9	TiN:0.5	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
10	TiCN:0.5	0.65	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.22
11	TiN:0.5	0.60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
12	TiN:0.5	0.32	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1)각 원소의 함유비율:기체의 내부에 있어서의 존재비율을 1로 했을 때의 비율

[0051]

[0052] 그리고, 이 공구를 이용하여 하기의 조건에 의해 연속 절삭 시험 및 강단속 절삭 시험을 행하고, 내마모성 및 내결손성을 평가했다.

[0053] (마모 평가 조건)

[0054] 피삭재 : SCM435

- [0055] 공구 형상 : CNMG120408PS
- [0056] 절삭 속도 : 300m/분
- [0057] 이송 속도 : 0.3mm/rev
- [0058] 절개 : 2.0mm(3초 절삭마다 절개 변동)
- [0059] 절삭 시간 : 15분
- [0060] 절삭액 : 에멀전 15% + 물 85% 혼합액
- [0061] 평가 항목 : 현미경으로 절삭날을 관찰하여 플랭크 마모량·선단 마모량을 측정
- [0062] (강단속 절삭 조건)
- [0063] 피삭재 : SCM440 4개의 홈이 있는 것
- [0064] 공구 형상 : CNMG120408PS
- [0065] 절삭 속도 : 300m/분
- [0066] 이송 속도 : 0.35mm/rev
- [0067] 절개 : 1.5mm
- [0068] 절삭액 : 에멀전 15% + 물 85% 혼합액
- [0069] 평가 항목 : 결손에 이르는 충격횟수
- [0070] 충격횟수 1000회 시점에서 현미경으로 절삭날의 상태를 관찰
- [0071] 결과는 표 6에 나타냈다.

표 6

시료 No.	마모 시험		강단속 시험	
	플랭크 마모량 (mm)	날끝 상태	충격횟수(회)	날끝 상태
1	0.10	정상	2134	정상
2	0.11	정상	2320	정상
3	0.11	정상	1802	정상
4	0.16	마모 있음	1768	정상
5	0.26	마모 대	1879	피복층 박리
6	0.28	마모 대	1560	치핑 많음
7	0.33	마모 대	1720	정상
8	0.30	마모 대	1750	피복층 박리
9	0.24	용착 있음	1730	치핑 많음
10	0.20	마모 있음	1780	치핑 있음
11	0.21	마모 있음	1800	정상
12	0.22	용착 있음	1810	정상

[0072]

[0073] 표 1~표 6에 나타내는 결과로부터, 기체의 표면에 TiN층을 형성하지 않은 시료No.5에서는, Cr_{Ti}가 기체 중의 Cr 함유량과 같아져서 강단속 시험에 있어서 피복층이 박리되었다. 또한, 기체의 표면에 Cr을 부착시키지 않은 시료No.6, 및 성막 후의 열처리를 하지 않은 시료No.8에서는, Cr_{Ti}가 Cr_{Al}에 대하여 동일하거나 또는 작아져 내마

모성이 저하였다. 또한, 성막 후의 열처리 온도가 높고, Cr_s 가 Cr_{Al} 보다 작은 시료No.7에서는 피복층의 내마모성이 저하였다. 또한, 최표층 중의 Cr_s 가 0.4보다 작은 시료No.9에서는 피복층에 용착이 발생하여 내마모성이 저하였다.

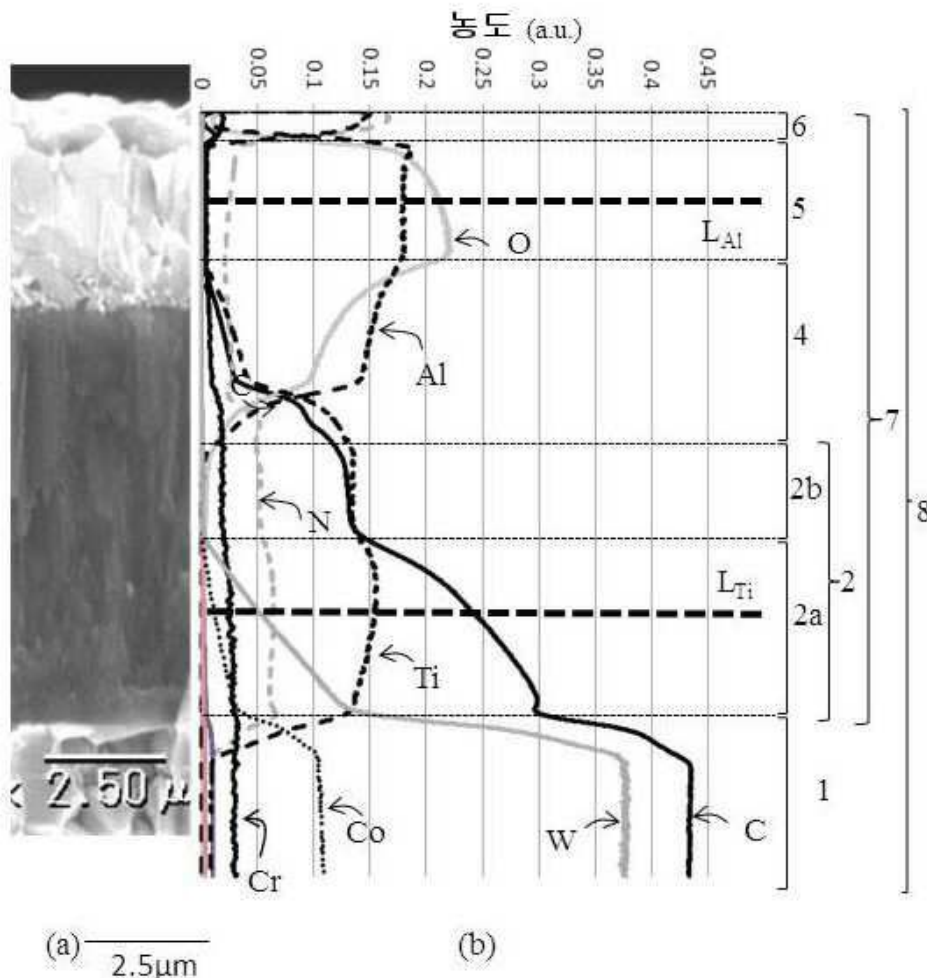
[0074] 이것에 대하여, TiN층, TiCN층, Al_2O_3 층을 순차적으로 적층하고, GDS 분석에 있어서 Cr_{Ti} 가 기체의 Cr 함유량보다 작음과 아울러 Cr_{Al} 이 보다 크고, Cr_{Al} 이 Cr_s 보다 작은 시료No.1~4, 10~12에서는, 어느 것이나 피복층의 밀착력이 높고, 또한 내마모성이 우수한 절삭 성능을 갖는 것이었다. 특히, $0.5 \leq Cr_{Ti} \leq 0.9$, $0.01 \leq Cr_{Al} \leq 0.2$, $0.4 \leq Cr_s \leq 0.7$ 을 충족시키는 시료No.1~4에서는 내마모성이 특히 높은 것이었다.

부호의 설명

- [0075]
- | | |
|---------------|-----------------|
| 1 : 기체(초경합금) | 2 : Ti계층 |
| 2a : 제 1 Ti계층 | 2b : 제 2 Ti계층 |
| 4 : 중간층 | 5 : Al_2O_3 층 |
| 6 : 최표층 | 7 : 피복층 |
| 8 : 절삭공구 | |

도면

도면1



도면2

