(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0009573
(43) 공개일자 2025년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/22 (2006.01) *C21D 1/18* (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) *C21D 9/18* (2006.01)
C22C 38/24 (2006.01) *C22C 38/26* (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01) *C22C 38/44* (2006.01)
C22C 38/46 (2006.01) *C22C 38/48* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/22 (2013.01)
C21D 1/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7000136(분할)
(22) 출원일자(국제) 2020년09월03일
심사청구일자 2025년01월03일
(62) 원출원 특허 10-2022-7007011
원출원일자(국제) 2020년09월03일
심사청구일자 2022년03월02일
(85) 번역문제출일자 2025년01월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/033402
(87) 국제공개번호 WO 2021/045143
국제공개일자 2021년03월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-163378 2019년09월06일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 프로테리아루
일본 도쿄 고토쿠 도요스 5-6-36
(72) 발명자
후쿠모토 켄타로
일본국 도쿄토 미나토쿠 코난 1쵸메 2방 70고 히다찌긴조꾸가부시끼가이사 나이
(74) 대리인
하영욱

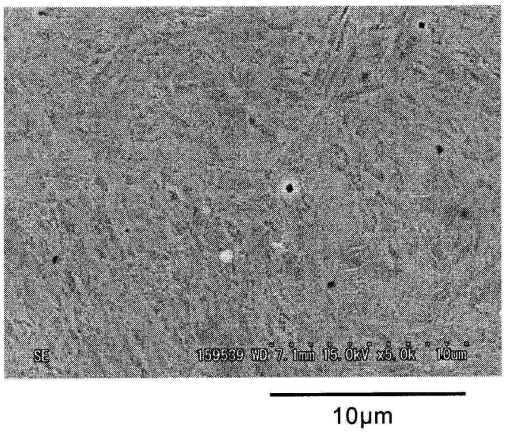
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **커터용 강, 마텐자이트계 커터용 강, 커터, 및 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법**

(57) 요 약

종래보다 더 고경도이며, 또한 내식성이 우수한 커터용 강, 커터, 마텐자이트계 커터용 강, 및 그 제조 방법을 제공한다. 질량%로, C: 0.45~1.00%, Si: 0.1~1.5%, Mn: 0.1~1.5%, Cr: 7.5~11.0%, Mo 및 W는 단독 또는 복합으로 (Mo+W/2): 0.5~3.0%를 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물의 성분 조성으로 이루어지는 커터용 강, 마텐자이트계 커터용 강, 및 커터. 또한, 담금질 시의 담금질 온도를 1050~1250℃, 서브 제로 처리 시의 처리 온도를 -50℃ 이하, 조질 시의 조질 온도를 100~400℃로 하고, 700HV 이상의 경도를 갖는 마텐자이트계 커터용 강을 얻는 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C21D 8/0205 (2013.01)
C21D 8/0247 (2013.01)
C21D 9/18 (2013.01)
C22C 38/24 (2013.01)
C22C 38/26 (2013.01)
C22C 38/42 (2013.01)
C22C 38/44 (2013.01)
C22C 38/46 (2013.01)
C22C 38/48 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

질량%로, C: 0.50~0.95%, Si: 0.1~0.49%, Mn: 0.1~1.5%, Cr: 8.0~10.2%, Mo 및 W를 단독 또는 복합으로 (Mo+W/2): 0.5~3.0%를 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물의 성분 조성으로 이루어지는 커터용 강.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

질량%로, V 및 Nb를 단독 또는 복합으로 (V+Nb): 0.5% 이하를 더 함유하는 커터용 강.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

질량%로, Ni 및 Cu를 단독 또는 복합으로 (Ni+Cu): 0.5% 이하를 더 함유하는 커터용 강.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 커터용 강의 성분 조성을 갖고, 경도가 700HV 이상인 마텐자이트계 커터용 강.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

단면 조직에 있어서의 탄화물 면적률이 8.0% 이하, 탄화물의 원상당 지름의 평균이 0.2~0.8㎛인 마텐자이트계 커터용 강.

청구항 6

제 4 항에 기재된 마텐자이트계 커터용 강을 사용한 커터.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 커터용 강에 담금질, 서브 제로 처리, 조질을 행하고,

상기 담금질 시의 담금질 온도를 1050~1250℃,

상기 서브 제로 처리 시의 처리 온도를 -50℃ 이하,

상기 조질 시의 조질 온도를 100~400℃로 하고,

700HV 이상의 경도를 갖는 마텐자이트계 커터용 강을 얻는 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 조질 온도를 100~160℃로 하고,

800HV 이상의 경도를 갖는 마텐자이트계 커터용 강을 얻는 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 커터용 강, 마텐자이트계 커터용 강, 커터, 및 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래, 커터나 면도 등의 커터용 강으로서 SK1 상당의 고탄소강 및 Cr을 12~13% 함유하는 마텐자이트계 스테인리스강이 사용되어 왔다. 전자는 담금질 조질의 열처리에 의해 높은 경도가 얻어지지만 내식성이 떨어지기 때문에 간편용으로서의 사용에 머문다. 한편, 후자의 마텐자이트계 스테인리스강은 담금질 조질에 의해 높은 경도가 얻어질 뿐만 아니라 내식성도 우수하므로 녹슬기 어려워 일반적으로 널리 사용되어 있다.

[0003] 커터의 커팅 퀄리티는 주로 날 끝의 경도와 날 부착할 때의 각도, 경질 입자의 분포 상태에 따라 결정되지만 그 중에서도 경도는 커팅 퀄리티를 향상시키기 위해서 필수 특성이다. 한편, 커터의 내식성은 주로 Cr과 Mo의 함유량에 의해 결정된다. 따라서, 커터의 커팅 퀄리티를 향상시키고, 또한 내식성을 높이기 위해서는 담금질, 조질 후의 커터의 경도를 높이고, 또한 Cr과 Mo의 함유량을 높이는 것이 필수이다. 그러나 Cr과 Mo의 함유량을 높이는 방법은 담금질 시에 잔류하는 오스테나이트량이 증대하기 때문에 담금질, 조질 후의 커터의 경도는 저하된다는 문제가 있다. 이 문제를 해결하기 위해서, 예를 들면 출원인은 특허문헌 1에서 마텐자이트계 스테인리스강의 단시간 담금질성을 향상시켜 높은 경도를 얻을 수 있는 방법으로서 질량%로, C: 0.55~0.73%, Si: 1.0% 이하, Mn: 1.0% 이하, Cr: 12~14%, 잔부 Fe 및 불순물의 성분 조성을 갖고, 연속로에 의한 어닐링 상태에서의 탄화물 밀도를 140~600개/100㎛^{2}로 한 스테인리스 면도용 강을 제안하고 있다. 또한, 특허문헌 2에는 질량%로, C: 0.55~0.85%, Si: 2.0% 이하, Mn: 1.0% 이하, Cr: 8~15%, N: 0.03% 이하를 포함하고, 또한 W, V, Mo, Co의 1종 또는 2종 이상 3.0% 이하의 1군과 Ni, Cu의 1종 또는 2종에서 2.0% 이하의 1군 중 어느 1군 또는 2군을 포함하고, 잔부 Fe 및 약간의 불순물로 이루어지는 열처리 경도가 높은 스테인리스 면도용 강이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 평 5-39547호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허공개 소 53-114719호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 최근, 추가적인 커팅 퀄리티나 면도 퀄리티 향상의 요구에 따르기 위해서 종래보다 고경도이며, 또한 고내식성의 커터가 요구되어 있다. 특허문헌 1에서는 탄화물 밀도 560개/100㎛^{2}와 미세하게 분산시킨 어닐링재에 담금질 및 서브 제로 처리, 및 조질 처리를 행함으로써 조질 후에 있어서 660~720HV로 높은 경도를 갖고, 내식성도 양호한 면도용 강이 기재되어 있다. 또한, 특허문헌 2에도 조질 경도가 620~716HV인 스테인리스 면도용 강이 기재되어 있지만 추가적인 고경도와 고내식성의 요구에 따르기 위해서는 특허문헌 1, 2에 기재되어 있는 강이어도 불충분하며, 추가적인 검토의 여지가 남겨져 있다. 상술한 바와 같은 과제를 감안하여 본 발명의 목적은 종래보다 더 고경도이며, 또한 내식성이 우수한 커터용 강을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 탄화물 수밀도를 높이는 공정을 부여하는 일 없이 고경도이며, 또한 내식성이 우수한 커터용 강을 얻을 수 있는 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것이다.

[0007] 즉, 본 발명의 일실시형태는 질량%로, C: 0.45~1.00%, Si: 0.1~1.5%, Mn: 0.1~1.5%, Cr: 7.5~11.0%, Mo 및 W를 단독 또는 복합으로 (Mo+W/2): 0.5~3.0%를 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물의 성분 조성으로 이루어지는 커터용 강이다.

[0008] 바람직하게는 V 및 Nb를 단독 또는 복합으로 (V+Nb): 0.5% 이하를 함유하거나, 또는 Ni 및 Cu를 단독 또는 복합으로 (Ni+Cu): 0.5% 이하를 함유한다.

[0009] 본 발명의 다른 일실시형태는 상기 커터용 강의 성분 조성을 갖고, 경도가 700HV 이상인 마텐자이트계 커터용

강이다.

[0010] 바람직하게는 단면 조직에 있어서의 탄화물 면적률이 8.0% 이하, 탄화물의 원상당 지름의 평균이 0.2~0.8㎛이다.

[0011] 본 발명의 다른 일실시형태는 상기 마텐자이트계 커터용 강을 사용한 커터이다.

[0012] 본 발명의 다른 일실시형태는 상기 성분 조성의 커터용 강에 담금질, 서브 제로 처리, 조질을 행하고, 상기 담금질 시의 담금질 온도를 1050~1250℃, 상기 서브 제로 처리 시의 처리 온도를 -50℃ 이하, 상기 조질 시의 조질 온도를 100~400℃로 하고, 700HV 이상의 경도를 갖는 마텐자이트계 커터용 강을 얻는 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법이다.

[0013] 바람직하게는 상기 조질 온도를 100~160℃로 하고, 800HV 이상의 경도를 갖는 마텐자이트계 커터용 강을 얻는다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면 종래보다 더 고경도이며, 또한 내식성이 우수한 커터용 강을 보다 효율 좋게 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명예의 마텐자이트계 커터용 강의 단면 조직을 나타내는 주사형 전자 현미경 사진이다.

도 2는 비교예의 마텐자이트계 커터용 강의 단면 조직을 나타내는 주사형 전자 현미경 사진이다.

도 3은 본 발명예의 마텐자이트계 커터용 강의 염수 분무 시험 결과를 나타내는 사진이다.

도 4는 비교예의 마텐자이트계 커터용 강의 염수 분무 시험 결과를 나타내는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명의 일실시형태에 대해서 설명한다. 단, 본 발명은 여기에서 열거한 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 그 발명의 기술적 사상을 일탈하지 않는 범위에서 적당히 조합이나 개량이 가능하다. 우선, 본 발명에 의한 커터용 강의 성분 조성에 대해서 한정 이유를 설명한다.

[0017] C: 0.45~1.00%

[0018] C는 담금질 시 오스테나이트화 온도에 있어서 탄화물로부터 기지(매트릭스)에 고용(固溶)하고, 담금질로 생성하는 마텐자이트의 경도를 결정하는 중요한 원소이다. 여기에서 강 중의 C는 기지에 고용하는 것과 탄화물로서 석출하는 것으로 나뉘지만 그 비율은 Cr과의 상호 작용에 의해 결정되기 때문에 Cr도 후술하는 조성 범위에 수용하는 것이 중요하다. 본 발명에 적합한 보다 고경도인 마텐자이트계 커터용 강을 얻기 위해서 C의 하한은 0.45%로 한다. 바람직한 C의 하한값은 0.50%, 보다 바람직한 하한값은 0.55%, 더 바람직한 하한값은 0.58%, 특히 바람직한 하한값은 0.60%이다. 한편, C량이 지나치게 많으면 날 깨짐의 요인이 되는 대형의 공정 탄화물이 생성될 가능성이 있다. 또한, C량이 지나치게 많으면 생성되는 탄화물도 과잉하게 많아지기 때문에 마텐자이트 중에 고용하는 Cr이나 Mo를 감소시키고, 내식성을 저하시키는 요인도 되기 때문에 C의 상한은 1.00%로 한다. 바람직한 C의 상한값은 0.95%, 보다 바람직한 상한값은 0.90%, 더 바람직한 상한값은 0.85%, 특히 바람직한 상한값은 0.79%이다.

[0019] Si: 0.1~1.5%

[0020] Si는 커터용 강의 정련 시에 탈산제로서 사용하는 것 외, 강 중에 고용하고, 저온 조질에 있어서의 연화를 억제하는 원소이기 때문에 하한을 0.1%로 한다. 한편, 과도한 함유는 커터용 강의 인성을 저하시키기 때문에, 예를 들면 냉간 압연 시의 냉간 가공성을 저하시킬 가능성이 있다. 그 때문에 Si량의 상한은 1.5%로 한다. 바람직한 상한은 1.2%이며, 보다 바람직한 상한은 1.0%이며, 더 바람직한 상한은 0.98%이며, 특히 바람직한 상한은 0.95이다.

[0021] Mn: 0.1~1.5%

[0022] Mn도 Si와 마찬가지로 정련 시의 탈산제로서의 역할을 갖고, 기지에 고용하고, 담금질성을 높이는 원소이다. Mn량이 지나치게 적으면 강의 담금질성이 저하되고, 특히 강의 두께 중심부에 있어서는 담금질이 들어가지 않을 가능성도 있기 때문에 하한을 0.1%로 한다. 한편, Mn의 과도한 함유는 열간 가공성을 저하시키기 때문에 상한을

1.5%로 한다. 바람직한 상한은 1.2%이며, 보다 바람직한 상한은 1.0%이다.

[0023] Cr: 7.5~11.0%

[0024] Cr은 강에 강고한 부동태막을 형성하고, 우수한 내식성을 얻기 위해서 중요한 원소이다. 이 내식성을 발휘시키기 위해서 적어도 7.5%의 Cr이 강에 함유되어 있는 것이 필요하다. 바람직한 Cr의 하한은 8.0%이며, 보다 바람직한 Cr의 하한은 8.5%이며, 더 바람직한 Cr의 하한은 9.0%이다. 한편, 과대한 Cr량은 마루텐사이트 변태 개시 온도(Ms점)의 저하를 초래하고, 잔류 오스테나이트의 증대에 의한 경도 저하의 요인이 된다. 고경도와 양호한 내식성을 양립시키기 위해서도 Cr의 상한은 11.0%로 한다. 바람직한 Cr의 상한은 10.5%이며, 보다 바람직한 Cr의 상한은 10.2%이다.

[0025] Mo+W/2: 0.5~3.0%

[0026] Mo와 W는 마찬가지의 효과가 있으며, 원자량의 관계로부터 (Mo+W/2)로 규정한다. 그리고 Mo 및 W는 단독 또는 복합으로 함유할 수 있다. Mo 및 W는 부동태를 안정화시키는 효과가 높고, 염화물 용액 중에 있어서의 공식 전위를 신경써서 내식성의 향상에 유효한 원소이다. 또한, 저온 조질에 있어서의 연화를 억제하는 원소이기도 하며, 이들 효과를 얻기 위해서는 적어도 0.5%는 필요하다. 한편, Mo, W의 과잉 첨가는 열간 가공 시의 가공성을 현저하게 낮추기 때문에 상한을 3.0%로 한다. 바람직한 (Mo+W/2)량의 하한은 0.8%이며, 바람직한 (Mo+W/2)량의 상한은 2.0%이다.

[0027] 바람직하게는 Nb+V: 0.5% 이하

[0028] Nb와 V는 마찬가지의 효과가 있으며, 단독 또는 복합으로 함유할 수 있다. Nb는 탄소와의 친화성이 높고, 열적으로 안정된 탄화물을 형성한다. 이 탄화물은 열적으로 매우 안정되므로 고온의 오스테나이트에는 녹아들지 않고 잔류하고, 탄화물의 핀 고정에 의해 오스테나이트의 조대화를 억제한다. 또한, V도 마찬가지로 열적으로 안정된 탄화물을 미세하게 분산시켜서 오스테나이트의 조대화를 억제함과 아울러, 내마모성을 향상시키는 원소이다. 그러나 Nb 및 V를 포함하는 탄화물은 열적으로 안정되므로 고온의 오스테나이트에는 녹아들지 않고 잔류하기 때문에 마텐자이트에 고용하는 탄소량을 감소시켜 경도의 저하를 초래하는 경향이 있다. 또한, 함유량이 많으면 냉간 가공성 저하에 의한 크랙이 발생할 가능성도 높아진다. 이 때문에 본 실시형태에 있어서의 V 및 Nb는 함유하는 경우이어도 (V+Nb)량의 상한은 0.5%로 한다. 바람직한 (V+Nb)량의 상한은 0.4%이며, 보다 바람직한 (V+Nb)량의 상한은 0.3%이다.

[0029] 바람직하게는 Ni+Cu: 0.5% 이하

[0030] Ni와 Cu는 황산과 같은 비산화성의 산에 대한 내식성을 향상시키는 것에 유효한 원소이며, 단독 또는 복합으로 함유할 수 있다. 그러나 Ms점의 저하를 초래하고, 잔류 오스테나이트의 증대에 의한 경도 저하의 요인이 된다. 그 때문에 함유하는 경우에도 (Ni+Cu)량의 상한을 0.5%로 한다. 바람직한 (Ni+Cu)량의 상한은 0.4%이며, 보다 바람직한 (Ni+Cu)량의 상한은 0.3%이다.

[0031] 본 발명에 의한 커터용 강은 이하의 원소를 함유할 수 있다.

[0032] Co: 0.5% 이하

[0033] Co는 마텐자이트 중에 고용하고, 조질 연화 저항을 높이는 원소이다. 한편, 면도재 등의 인체에 접촉할 가능성이 있는 용도에 대해서는 금속 알레르기의 원인이 될 가능성도 있기 때문에 0.5% 이하의 범위에서 본 실시형태의 강에 함유시켜도 좋다.

[0034] N은 마텐자이트 조직 중에 고용하고, 내식성을 향상시키는 원소이지만 Ms점의 저하를 초래하고, 잔류 오스테나이트를 증대에 의한 경도 저하의 요인도 된다. 그 때문에 0.1% 이하의 범위에서 본 실시형태의 강에 함유시켜도 좋다. 바람직한 상한은 0.07%이며, 보다 바람직한 상한은 0.05%이다.

[0035] 본 실시형태에서는 상기 이외의 성분은 Fe 및 불가피적 불순물이라고 한다. 불가피적 불순물 원소로서는 P, S, Al, Ti, N, 및 O를 들 수 있지만 본 발명의 효과를 저해하지 않는 하기에 나타내는 범위 내이면 함유되어 있어도 좋다.

[0036] P≤0.04%, S≤0.03%, Al≤0.1%, Ti≤0.1%, 및 O≤0.05%.

[0037] 계속해서 본 발명의 마텐자이트계 커터용 강에 대해서 실시형태를 설명한다.

[0038] 상술한 성분 조성을 갖는 커터용 강에 담금질, 서브 제로 처리, 및 조질을 행함으로써 매우 고경도인 마텐자이

트계 커터용 강을 얻을 수 있다. 본 실시형태의 마텐자이트계 커터용 강의 경도는 실온(상온)에서 측정한 값으로 700HV 이상이다. 바람직하게는 720HV 이상이며, 보다 바람직하게는 735HV 이상이며, 더 바람직하게는 770HV 이상이며, 특히 바람직하게는 800HV 이상이다. 상한은 특별히 한정되지 않지만 제조 제약상 950HV 정도로 할 수 있다. 또한, 담금질 전의 커터용 강은 상술한 성분 조성을 갖는 열간 압연재에 배치 어닐링이나 연속 어닐링 등의 어닐링을 행하고, 어닐링 후의 냉간 압연용 소재에 1회 이상의 냉간 가공(예를 들면, 냉간 압연 등)을 실시함으로써 제작하는 것이 가능하다.

[0039] 본 실시형태의 마텐자이트계 커터용 강은 탄화물을 포함하는 결과, 단면 조직에 있어서의 탄화물 면적률이 8.0% 이하인 것이 바람직하다. 탄화물 면적률을 상기 범위내로 함으로써 우수한 내식성을 얻을 수 있다. 보다 바람직한 탄화물 면적률의 상한은 6.0%이며, 더 바람직하게는 4.0%이며, 보다 더 바람직하게는 2.0%이며, 특히 바람직하게는 1.0%이며, 가장 바람직하게는 0.8%이다. 또한, 상술한 바와 같이 조대한 탄화물은 커터 강도의 저하를 초래하기 때문에 단면 조직에 있어서의 탄화물의 원상당 지름(면적 원상당 지름이다)의 평균은 0.2~0.8㎛인 것이 바람직하다. 보다 바람직한 원상당 지름의 평균의 상한은 0.6㎛이며, 더 바람직한 원상당 지름의 평균의 상한은 0.5㎛이다.

[0040] 또한, 본 실시형태에 있어서의 탄화물 면적률 및 원상당 지름의 평균은 마텐자이트계 커터용 강의 가공 방향(압연 가공의 연신 방향)에 대하여 평행한 단면 조직에 있어서 주사형 전자 현미경(배율 5000배)으로 촬영한 시야 면적이 500μm^2 이상의 시야에 있어서의 탄화물을 관찰하고, 그것을 화상 해석함으로써 산출할 수 있다. 또한, 화상 해석에서 대상으로 하는 탄화물은 원상당 지름이 0.1㎛ 이상인 것에 한정되고, 그 미만의 것은 대상으로 하고 있지 않다. 또한, 탄화물의 동정(同定)은 주사형 전자 현미경에 부속되는 EPMA(전자선 마이크로 애널라이저)에 의한 원소 매핑에 의해 확인할 수 있다. 상술한 바와 같은 특징을 갖는 마텐자이트계 커터용 강에 가공을 실시함으로써 커팅 퀄리티가 좋고, 내식성이 우수한 커터를 얻는 것이 가능하다.

[0041] 계속해서 본 발명의 마텐자이트계 커터용 강의 제조 방법에 대해서 설명한다. 본 발명에서는 상술한 성분 범위로 이루어지는 커터용 강에 담금질 및 서브 제로 처리, 및 조질을 행한다. 담금질 온도는 1050~1250℃, 서브 제로 처리 시의 처리 온도는 -50℃ 이하, 조질 시의 조질 온도는 100~400℃이다. 본 성분계에 있어서는 담금질 온도가 1050℃ 미만일 경우 탄화물은 오스테나이트에 충분히 고용하지 않기 때문에 경도가 낮아진다. 또한, 담금질 온도가 1250℃를 초과할 경우에는 과잉하게 고용한 탄소에 의해 담금질 후 또는 서브 제로 처리에 있어서 담금질 균열이 일어난다. 이 때문에 담금질 온도는 1050~1250℃로 했다. 담금질 온도의 바람직한 하한은 1100℃이며, 보다 바람직한 하한은 1150℃이다. 또한, 담금질 온도의 바람직한 상한은 1230℃이며, 보다 바람직한 상한은 1210℃이다.

[0042] 담금질 공정 후에 행하는 서브 제로 처리 시의 온도는 -50℃ 이하로 한다. 이 온도로 조정함으로써 본 발명의 특징인 고경도 특성을 얻기 쉬워진다. 특히 하한은 설정하지 않지만 액체 질소로 처리하는 것을 상정하고, 예를 들면 하한을 -196℃로 해도 좋다. 본 실시형태의 서브 제로 처리에서는 -75℃의 드라이 아이스와 알코올의 혼합액을 사용하고 있지만 액화 탄산 가스나 액체 질소를 사용해도 좋다. 또한, 전기식의 냉동 설비를 사용해도 좋고, 탄산 가스 등의 기체를 사용해도 좋다.

[0043] 본 실시형태의 제조 방법에서는 서브 제로 처리 공정 후에 조질을 행한다. 조질 온도는 100~400℃로 설정함으로써 700HV 이상의 마텐자이트계 커터용 강을 얻을 수 있다. 본 성분계에 있어서는 조질 온도가 100℃ 미만일 경우 인성이 과잉하게 낮아지는 경향이 있다. 한편, 조질 온도가 400℃를 초과할 경우에서는 마텐자이트 조직으로부터 탄화물이 다량으로 석출되어 경도 저하를 초래한다. 바람직한 조질 온도의 상한은 350℃이다. 또한, 고경도의 마텐자이트계 커터용 강을 얻을 경우에는 조질 온도를 100℃~160℃로 설정하는 것이 바람직하다. 보다 바람직한 조질 온도의 상한은 150℃이다. 이에 따라 탄화물의 석출을 보다 억제할 수 있고, 800HV 이상이라는 고경도의 마텐자이트계 커터용 강을 얻을 수 있다.

[0044] (실시예)

[0045] 표 1에 나타내는 성분 조성(잔부 Fe 및 불가피적 불순물)을 갖는 두께 2.0㎜의 열간 압연재를 배치식 어닐링 로에서 어닐링하고, 그 후 냉간 압연과 어닐링을 반복해서 0.1㎜의 두께로 마무리하여 본 발명예 1~16 및 비교예 1~13을 준비했다.

[0046] 계속해서 열처리 후의 경도와, 내식성에 대해서 조사했다. 경도에 관해서는 본 발명예 및 비교예의 시료를 Ar 분위기 중에서 1100~1200℃로 가열 후 급랭하는 담금질 처리를 행한 후 -75℃에서 15분의 서브 제로 처리를 행하고, 150℃ 및 350℃의 온도에서 조질했다. 경도는 담금질 시, 150℃ 조질 시, 350℃ 조질 시의 3종류를 측정

했다. 내식성에 대해서는 상기 350℃에서 조질한 시료에 35℃, 5% 중성 식염수를 사용한 염수 분무 시험(JIS-Z-2371: 2015에 의거한다)을 행하고, 1h 후의 녹 발생의 상태를 녹 발생 면적률에 의해 평가했다. 본 실시예에서는 녹의 면적률 1% 미만은 ○(녹 발생 없음), 1% 이상은 ×(녹 발생 있음)라고 판정했다. 표 2에 각각의 경도를 나타낸다. 또한, 대표예로서 본 발명예 1의 염수 분무 시험 결과를 도 3에, 비교예 1의 염수 분무 시험 결과를 도 4에 나타낸다.

표 1

	화학 조성(질량%) ※									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Nb	Cu	Ni
본 발명예 1	0.64	0.90	0.69	10.1	1.0	-	-	-	-	-
본 발명예 2	0.63	0.93	0.73	10.0	-	2.0	-	-	-	-
본 발명예 3	0.65	0.90	0.70	10.0	2.0	-	-	-	-	-
본 발명예 4	0.79	0.29	0.51	9.1	2.0	-	-	-	-	-
본 발명예 5	0.71	0.92	0.65	10.0	2.0	-	0.3	-	-	-
본 발명예 6	0.70	0.91	0.74	10.1	1.0	-	0.1	-	-	-
본 발명예 7	0.63	0.77	0.75	9.0	1.0	-	0.2	0.1	-	-
본 발명예 8	0.71	0.48	0.73	10.0	1.3	-	-	-	0.2	0.2
본 발명예 9	0.61	1.04	1.02	10.0	0.8	-	-	-	-	-
본 발명예 10	0.63	0.90	0.68	8.0	2.0	-	-	-	-	-
본 발명예 11	0.95	0.28	0.71	9.1	1.0	-	-	-	-	-
본 발명예 12	0.81	0.27	0.72	9.1	1.0	-	-	0.1	-	-
본 발명예 13	0.64	0.28	0.71	10.1	2.0	-	-	-	-	-
본 발명예 14	0.49	0.90	0.73	9.0	2.1	-	-	-	-	-
본 발명예 15	0.70	0.49	0.72	9.0	1.0	-	-	-	-	-
본 발명예 16	0.80	0.27	0.69	9.0	1.0	-	-	-	-	-
비교예 1	0.69	0.28	0.66	13.3	-	-	-	-	-	-
비교예 2	0.63	0.91	0.74	6.9	2.0	-	-	-	-	-
비교예 3	0.62	0.48	0.84	13.7	1.3	-	-	-	-	-
비교예 4	0.63	0.90	0.75	6.2	2.9	-	-	-	-	-
비교예 5	0.50	0.51	0.72	11.2	0.3	-	-	-	-	-
비교예 6	1.05	0.31	0.43	9.0	1.4	-	-	-	-	-
비교예 7	0.71	0.29	0.64	9.1	-	-	-	-	-	-
비교예 8	0.63	0.93	0.73	10.1	2.0	-	0.7	-	-	-
비교예 9	0.63	0.93	0.75	10.1	2.0	-	-	0.7	-	-
비교예 10	0.61	0.57	0.79	9.8	1.3	-	0.3	0.3	-	-
비교예 11	0.63	0.90	0.72	10.1	2.0	-	-	-	0.7	-
비교예 12	0.64	0.92	0.72	10.1	2.0	-	-	-	-	0.7
비교예 13	0.61	0.53	0.70	10.4	1.2	-	-	-	0.3	0.3

※ 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물(P≦0.04%、S≦0.03%、Al≦0.1%、Ti≦0.1%、O≦0.05%)

[0047]

표 2

	어닐링 경도 (HV)	150℃ 조질 경도 (HV)	350℃ 조질 경도 (HV)	녹 발생 면적률(%)	녹 발생 유무
본 발명예 1	847	866	742	0.6	○
본 발명예 2	843	861	745	0.9	○
본 발명예 3	829	848	741	0	○
본 발명예 4	923	930	737	0.2	○
본 발명예 5	836	839	748	0.1	○
본 발명예 6	834	813	746	0.5	○
본 발명예 7	827	807	743	0.8	○
본 발명예 8	848	827	720	0.3	○
본 발명예 9	821	811	744	0.4	○
본 발명예 10	823	830	726	0.7	○
본 발명예 11	891	915	723	1.0	○
본 발명예 12	867	895	736	0.2	○
본 발명예 13	862	896	704	0.1	○
본 발명예 14	813	824	703	0	○
본 발명예 15	847	869	713	0.2	○
본 발명예 16	878	919	728	0.8	○
비교예 1	812	796	675	3.2	×
비교예 2	879	873	764	12.0	×
비교예 3	754	704	621	0	○
비교예 4	884	881	757	20.3	×
비교예 5	791	782	672	4.7	×
비교예 6	912	894	747	6.8	×
비교예 7	897	902	692	6.4	×
비교예 8	-	-	-	-	-
비교예 9	-	-	-	-	-
비교예 10	-	-	-	-	-
비교예 11	787	761	691	0.2	○
비교예 12	774	752	673	0.3	○
비교예 13	783	749	656	0.8	○

[0048]

[0049] 표 2의 결과로부터 본 발명예 1~16에서는 담금질 경도는 800HV 이상, 350℃ 조질 경도가 700HV 이상, 150℃ 조질 경도가 800HV 이상, 녹 발생 면적률이 1% 이하이면 경도 및 내식성 모두 양호했다. 한편, 비교예 1, 5에서는 내식성도 낮고, 담금질 경도 및 조질 경도도 본 발명예보다 낮은 결과가 되었다. 비교예 2, 4, 6, 7 모두 녹 발생 면적률이 높고, 내식성이 낮은 것을 확인했다. 비교예 3, 11~13에서는 녹 발생 면적률은 1% 미만이며, 내식성은 높지만 350℃ 조질 경도가 각각 700HV 미만으로 낮은 값이었다. 이에 따라 본 발명예는 종래예에 비해 높은 경도와 우수한 내식성이 동시에 얻어지는 것이 확인되었다. 또한, V+Nb가 0.6% 이상인 비교예 8~10에 관해서는 냉간 압연 공정의 조기로부터 시료 끝면이나 시료 내부에 복수의 크랙이 들어갔기 때문에 평가를 중지했다.

[0050] 계속해서 제작한 본 발명예 1, 15, 16, 및 비교예 1로부터 관찰용 시료를 채취하고, 탄화물의 원상당 지름의 평균과 탄화물 면적률을 측정했다. 면적률 및 원상당 지름은 마텐자이트계 커터용 강의 압연 가공의 연신 방향에 대하여 평행한 단면 조직에 있어서 주사형 전자 현미경(배율 5000배)으로 촬영한 시야 면적이 500㎛^{2} 이상의 시야에 있어서의 원상당 지름이 0.1㎛ 이상인 탄화물을 화상 해석 장치를 사용하여 측정했다. 본 발명예 1의 현미경 사진을 도 1에, 비교예 1의 현미경 사진을 도 2에, 측정 결과를 표 3에 나타낸다.

표 3

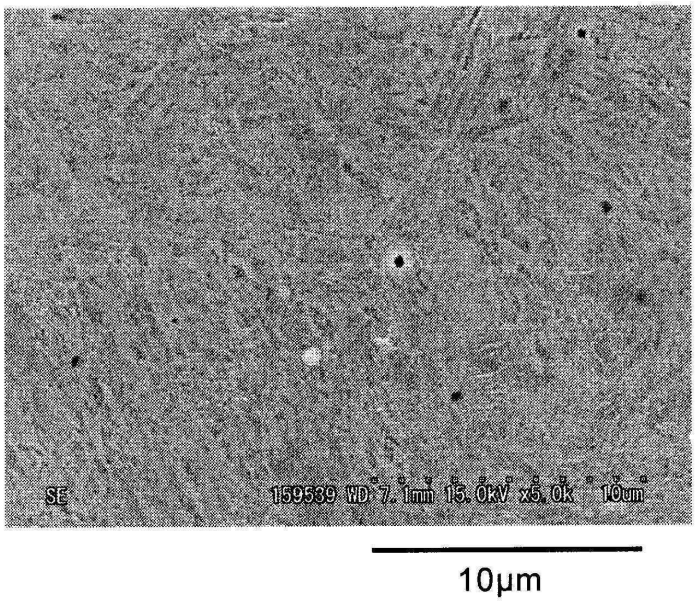
[0051]

	탄화물의 평균 원상당 지름 (μm)	탄화물 면적률 (%)
본 발명예 1	0.5	0.3
본 발명예 15	0.4	3.9
본 발명예 16	0.4	5.5
비교예 1	0.5	8.5

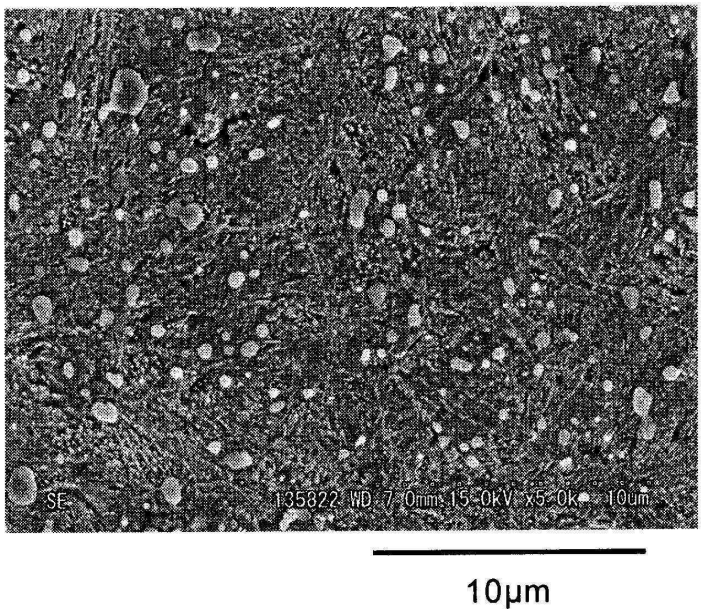
[0052] 측정의 결과, 본 발명예의 탄화물의 원상당 지름의 평균은 0.4~0.5㎛이며, 탄화물 면적률은 5.5% 이하이었다. 한편, 비교예 1의 탄화물의 원상당 지름의 평균은 0.5㎛로 본 발명예와 동등한 수준이었지만 탄화물 면적률은 8.5%로 본 발명의 시료보다 커져 있는 것을 확인했다.

도면

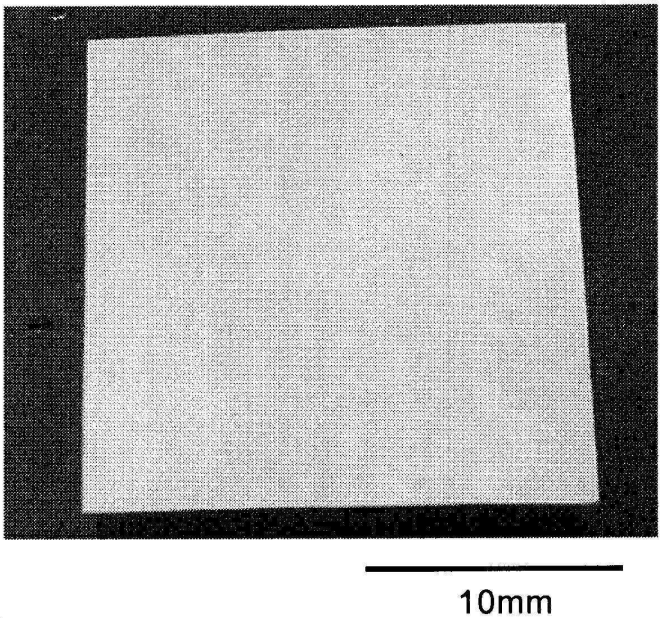
도면1



도면2



도면3



도면4

