(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0012714
(43) 공개일자 2025년01월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/08 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) *C22C 38/04* (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/08 (2013.01)
C22C 38/004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7000184
(22) 출원일자(국제) 2023년07월12일
심사청구일자 2025년01월03일
(85) 번역문제출일자 2025년01월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/025751
(87) 국제공개번호 WO 2024/014484
국제공개일자 2024년01월18일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-111934 2022년07월12일 일본(JP)

(71) 출원인
신호코쿠 머티리얼 가부시키가이샤
일본 사이타마 가와고에시 아라주쿠마치 5-13-1
(72) 발명자
마츠무라, 신고
일본 3501124 사이타마켄 가와고에시 아라주쿠마치 5쵸메 13반치 1 신호코쿠 머티리얼 가부시키가이샤 내
오노, 하루야스
일본 3501124 사이타마켄 가와고에시 아라주쿠마치 5쵸메 13반치 1 신호코쿠 머티리얼 가부시키가이샤 내
오나, 고타로
일본 3501124 사이타마켄 가와고에시 아라주쿠마치 5쵸메 13반치 1 신호코쿠 머티리얼 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
한상욱, 이제형, 이석재

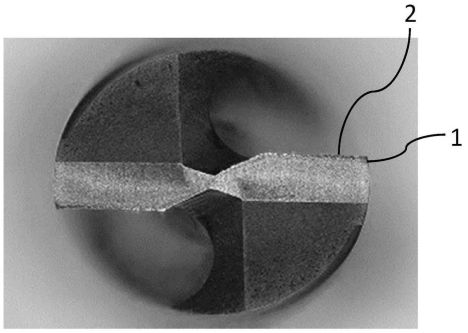
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **저열팽창 합금**

(57) 요 약

본 발명은, 피삭성을 향상시킨 저열팽창 합금을 얻는 것을 과제로 한다. 본 발명의 저열팽창 합금은, 질량%로, C: 0.050% 이하, Si: 0.30 내지 1.00%, Mn: 0.50 내지 2.00%, S: 0.030 내지 0.150%, Ni: 27.00 내지 38.00%, Co: 0 내지 12.00%, sol.Al: 0.003 내지 0.100%, O: 0.010% 이하를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불순물이고, Mn, S, Ni, Co, Si의 함유량을 질량%로 나타낸 [Mn], [S], [Ni], [Co], [Si]가, [Mn]/[S]≥10.0, 32.0%≤[Ni]+0.4[Co]≤38.0%, [Si]+[Mn]≤2.50%를 충족시키고, 25 내지 100℃에서의 평균 열팽창 계수가 3.0×10^{-6}/℃ 이하이다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/04 (2013.01)
C22C 38/06 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

질량%로,

C: 0.050% 이하,

Si: 0.30 내지 1.00%,

Mn: 0.50 내지 2.00%,

S: 0.030 내지 0.150%,

Ni: 27.00 내지 38.00%,

Co: 0 내지 12.00%,

sol.Al: 0.003 내지 0.100%,

O: 0.010% 이하

를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불순물이고,

Mn, S, Ni, Co, Si의 함유량을 질량%로 나타낸 [Mn], [S], [Ni], [Co], [Si]가,

$[Mn]/[S] \geq 10.0$,

$32.0\% \leq [Ni]+0.4[Co] \leq 38.0\%$,

$[Si]+[Mn] \leq 2.50\%$

를 충족시키고,

25 내지 100℃에서의 평균 열팽창 계수가 3.0×10^{-6}/℃ 이하인

것을 특징으로 하는 저열팽창 합금.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 저열팽창 합금에 관한 것으로, 특히, 피삭성이 우수한 저열팽창 합금에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일렉트로닉스나 반도체 관련 기기, 레이저 가공기, 초정밀 가공 기기의 부품 재료로서, 열적으로 안정된 인바 합금이 널리 사용되고 있다. 그러나, 종래 인바 합금은 피삭성이 낮기 때문에, 실용화되어 있는 것은 상당히 좁은 분야에 한정된다는 문제가 있었다.

[0003] 특허문헌 1은, 이 문제를 해결하는 수단으로서, 쾌삭 원소로서 S를 사용한, 중량%로, C: 0.05% 이하, Si: 0.3% 이하, Mn: 0.45 내지 1.2%, P: 0.5% 이하, S: 0.015 내지 0.035%, Ni: 33.0 내지 34.5%, Co: 3.0 내지 4.0%이고, 잔부가 실질적으로 철로 이루어지고, 또한 [Mn]을 Mn의 중량%, [S]를 S의 중량%로 한 경우에 [Mn]/[S]: 15 이상인 것을 특징으로 하는 상온에서의 평균 열팽창 계수가 1.0×10^{-6}/℃ 이하인 열팽창 계수를 갖는 피삭성이 우수한 저열팽창 합금을 개시하고 있다.

[0004] 특허문헌 2는, 쾌삭 원소로서 C를 사용한, 오스테나이트 기지 철 중에 흑연 조직을 갖는 주철이며, 중량%로, 고용 탄소를 0.09% 이상 0.43% 이하, 규소 1.0% 미만, 니켈 29% 이상 34% 이하, 코발트 4% 이상 8% 이하를 포함하고 잔부 철로 이루어지고, 0 내지 200℃의 온도 범위에 있어서의 열팽창 계수가 4×10^{-6}/℃ 이하인 저열팽창

주철을 개시하고 있다.

[0005] 특허문헌 3은 쾌삭 원소로서 C를 사용한, 탄소 0.8 내지 3.0%, 실리콘 1.0 내지 3.0%, 망간 0.4 내지 2.0%, 니켈 30.0 내지 33.0% 코발트 4.0 내지 6.0%를 함유하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 주철을 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2001-262277호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평6-172919호 공보

(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 소58-210149호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 정밀 기기의 구성 부품에 사용하는 합금에는, 가공의 용이성 관점에서 우수한 피삭성이 요구된다. 낮은 열팽창 계수를 구비한 합금의 피삭성에는, 더욱 개선의 여지가 있다. 본 발명은 상기의 사정을 감안하여, 피삭성이 우수한 저열팽창 합금을 제공하는 것을 과제로 한다

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명자들은, 피삭성을 더욱 향상시킨 저열팽창 합금을 얻는 방법을 예의 검토하였다. 그 결과, 특히, Si, Mn, S, Ni, Co의 함유량을 적절하게 제어함으로써, 열팽창 계수가 작고, 또한, 피삭성이 우수한 저열팽창 합금이 얻어지는 것을 알아냈다.

[0009] 본 발명은 상기의 지견에 기초해 이루어진 것이며, 그 요지는 이하와 같다.

[0010] 질량%로, C: 0.050% 이하, Si: 0.30 내지 1.00%, Mn: 0.50 내지 2.00%, S: 0.030 내지 0.150%, Ni: 27.00 내지 38.00%, Co: 0 내지 12.00%, sol.Al: 0.003 내지 0.100%, O: 0.010% 이하를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불순물이고, Mn, S, Ni, Co, Si의 함유량을 질량%로 나타낸 [Mn], [S], [Ni], [Co], [Si]가, [Mn]/[S]≥10.0, 32.0%≤[Ni]+0.4[Co]≤38.0%, [Si]+[Mn]≤2.50%를 충족시키고, 25 내지 100℃에서의 평균 열팽창 계수가 3.0×10^{-6}/℃ 이하인 것을 특징으로 하는 저열팽창 합금.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면 피삭성이 우수한 저열팽창 합금이 얻어지므로, 예를 들어 정밀 기기의 구성 부품에 대한 가공을 용이하게 행할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 실시예에 있어서의 공구 마모량의 평가에 대하여 설명하는 도면이다.

도 2는 실시예에 있어서의 절삭분의 파쇄성의 평가에 대하여 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 본 발명에 대하여 상세하게 설명한다. 이하, 성분 조성에 관한 「%」는 특별히 정함이 없는 한 「질량%」를 나타내는 것으로 한다. 우선, 본 발명의 저열팽창 합금의 성분 조성에 대하여 설명한다.

[0014] (C: 0.050% 이하)

[0015] C는 주물 중에 흑연으로서 정출되어 피삭성을 높이는 원소이지만, 열팽창 계수를 증가시키는 원소이기도 하다. 본 발명의 저열팽창 합금에 있어서는, 열팽창 계수의 증가를 억제하기 위해, C양은 0.050% 이하로 한다. 바람직하게는 0.040% 이하, 보다 바람직하게는 0.030% 이하, 더욱 바람직하게는 0.020% 이하이다.

[0016] (Si: 0.30 내지 1.00%)

[0017] Si는, S와 복합됨으로써, 피삭성을 향상시키는 원소이다. Si의 함유량이 많아지면 열팽창 계수가 증가하기 때문에, 피삭성과 열팽창 계수의 밸런스를 고려하여, Si양은 0.30 내지 1.00%로 한다. Si양의 하한은, 0.40%, 0.50%로 해도 된다. Si양의 상한은, 0.90%, 0.80%로 해도 된다.

[0018] (Mn: 0.50 내지 2.00%)

[0019] Mn은, S와 화합물을 형성하고, 피삭성을 향상시키는 원소이다. 또한, 주조, 단조 시의 균열을 억제하는 원소이기도 하다. Mn의 함유량이 많아지면 열팽창 계수가 증가하기 때문에, 피삭성과 열팽창 계수의 밸런스를 고려하여, Mn양은 0.50 내지 2.00%로 한다. Mn양의 하한은, 0.60%, 0.70%, 0.80%로 해도 된다. Mn양의 상한은, 1.90%, 1.80%, 1.70%로 해도 된다.

[0020] (S: 0.030 내지 0.150%)

[0021] S은, Mn과 화합물을 형성하고, 피삭성을 향상시키는 원소이다. S양이 많아지면, S이 입계에 편석함으로써 합금이 취화하고, 주조, 단조 시에 균열이 발생하기 쉬워지므로, 피삭성과 합금의 취화 밸런스를 고려하여, S양은 0.030 내지 0.150%로 한다. S양의 하한은, 0.040%, 0.050%, 0.060%로 해도 된다. S양의 상한은, 0.140%, 0.130%, 0.120%로 해도 된다.

[0022] (Ni: 27.00 내지 38.00%)

[0023] Ni은, 열팽창 계수를 저하시키는 원소이다. 본 발명의 저열팽창 합금은, 25 내지 100℃의 평균 열팽창 계수가 3.0×10^{-6}/℃ 이하이다. 이 열팽창 계수는, 주로, Ni 및 Co의 함유량을 적절한 범위로 함으로써 얻어진다. Ni양은 너무 많아도 너무 적어도 열팽창 계수가 충분히 작아지지 않는다. 열팽창 계수를 충분히 작게 하기 위하여, Ni양은 27.00 내지 38.00%로 한다. Ni양의 하한은, 28.00%, 29.00%, 30.00%로 해도 된다. Ni양의 상한은, 37.00%, 36.00%, 35.00%로 해도 된다.

[0024] (Co: 0 내지 12.00%)

[0025] Co는, Ni와의 조합에 의해 열팽창 계수의 저하에 기여한다. Co의 함유량은 0이어도 된다. 원하는 열팽창 계수를 얻기 위해, Co의 범위는 0 내지 12.00%로 한다. Co양의 상한은, 11.00%, 10.00%, 8.00%로 해도 된다.

[0026] (sol.Al: 0.003 내지 0.100%)

[0027] sol.Al은, 피삭성을 향상시키는 원소이다. 열팽창 계수를 증가시키는 원소이기도 하므로, 피삭성과 열팽창 계수의 밸런스를 고려하여, sol.Al양은 0.003 내지 0.100%로 한다. 여기서, sol.Al이란, Al_2O_3 등의 산화물로 되어 있지 않고, 산에 가용하는 산 가용 Al을 의미한다. sol.Al의 함유량은, Al의 분석 과정에서 발생하는 여과지 상의 불용해 잔사를 공제하여 측정한 Al로서 구해진다. sol.Al양의 하한은, 0.010%, 0.020%, 0.030%로 해도 된다. sol.Al양의 상한은, 0.090%, 0.080%, 0.070%로 해도 된다.

[0028] (O: 0.010% 이하)

[0029] O는 불순물로서 함유되는 원소이며, 필수적인 원소가 아니고, 하한은 0이다. O는 Al과 결합하면 알루미나를 형성한다. 알루미나는 단단하기 때문에, 공구의 마모를 촉진한다. 또한, 알루미나가 형성됨으로써, sol.Al양이 감소하고, 피삭성이 저하된다. 그 때문에 O양은 0.010% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.008% 이하, 보다 바람직하게는 0.007% 이하, 더욱 바람직하게는 0.006% 이하이다.

[0030] 성분 조성의 잔부는, Fe 및 불순물이다. 여기에서 말하는 불순물이란, 주로 본 발명에서 규정하는 성분 조성을 갖는 주물을 공업적으로 제조할 때, 원료나 제조 환경 등으로부터 불가피하게 혼입되는 것이며, 상술한 원소 이외에, 혼입되어도, 본 발명의 저열팽창 합금의 피삭성, 열팽창 계수를 해하지 않는 것을 말한다. 예를 들어, 0.050% 이하의 P를 들 수 있다.

[0031] 본 발명의 저열팽창 합금은, 또한 Mn, S, Ni, Co, Si의 함유량을 질량%로 나타낸 [Mn], [S], [Ni], [Co], [Si]가, 이하의 식을 충족시킨다.

[0032] ([Mn]/[S]≥10.0)

[0033] [Mn]/[S]은, S가 Mn과 충분히 화합물을 형성하고, 피삭성을 향상시키기 위해 10.0 이상으로 한다. 바람직하게는 15.0 이상, 보다 바람직하게는 20.0 이상, 더욱 바람직하게는 30.0 이상이다. [Mn]/[S]이 작은 것은, S양이

Mn양에 대하여 상대적으로 큰 것을 의미하고, S이 입계에 편석하는 양이 증가하기 때문에, 주조, 단조 시에 균열이 발생하기 쉬워질 가능성이 있다.

[0034] (32.0%≤[Ni]+0.4[Co]≤38.0%)

[0035] Ni과 Co는, 모두 열팽창 계수를 저하시키는 원소이지만, 그 조합을 최적화함으로써, 열팽창 계수를 보다 저하시킬 수 있어, [Ni]+0.4[Co]를 32.0 내지 38.0%로 한다. [Ni]+0.4[Co]의 하한은, 바람직하게는 32.5%, 보다 바람직하게는 33.0%이다. [Ni]+0.4[Co]의 상한은, 바람직하게는 37.0%, 보다 바람직하게는 36.0%, 더욱 바람직하게는 35.0%이다.

[0036] ([Si]+[Mn]≤2.50%)

[0037] Si와 Mn은, 모두 피삭성을 향상시키는 원소이지만, 열팽창 계수를 증가시키므로, 합계량을 2.50% 이하로 한다. 바람직하게는 2.30% 이하, 보다 바람직하게는 2.00% 이하이다.

[0038] (25 내지 100℃의 평균 열팽창 계수가 3.0×10^{-6}/℃ 이하)

[0039] 본 발명의 저열팽창 합금은, 25 내지 100℃의 평균 열팽창 계수가 3.0×10^{-6}/℃ 이하이다. 상술한 바와 같이, 이 열팽창 계수는, 주로, Ni 및 Co의 함유량을 적절한 범위로 함으로써 얻어진다. 25 내지 100℃의 평균 열팽창 계수는, 2.80×10^{-6}/℃ 이하, 2.60×10^{-6}/℃ 이하, 2.40×10^{-6}/℃ 이하, 2.20×10^{-6}/℃ 이하, 2.00×10^{-6}/℃ 이하, 1.80×10^{-6}/℃ 이하여도 된다.

[0040] 열팽창 계수는, 열팽창 측정 장치를 사용하여, -1 내지 130℃의 범위를, 승온 속도 3℃/min으로 측정한다. 열팽창 측정 장치로서는, BRUKER사제 TD5030S를 사용할 수 있다.

[0041] 다음으로, 본 발명의 저열팽창 합금을 얻기 위한 제조 방법의 일례에 대하여 설명한다.

[0042] 본 발명의 저열팽창 합금은,

[0043] (1) 원하는 성분 조성이 되도록 조정한 원료를 용융, 응고시켜, 주조품을 제조하고,

[0044] (2) 얻어진 주조품에, 용체화 처리를 실시하고,

[0045] (3) 용체화 처리를 실시한 주조품에, 응력 제거 어닐링을 실시하는

[0046] 공정을 구비하는 제조 방법에 의해, 제조된다.

[0047] 상기의 제조 방법에 의해 얻어진 주조품에 단조를 실시하여, 단조품으로 해도 된다. 단조는, 주조 합금을 제조한 후, 용체화 처리 전에 행한다. 즉, 본 발명의 저열팽창 합금은

[0048] (1) 원하는 성분 조성이 되도록 조정한 원료를 용융, 응고시켜, 주조품을 제조하고,

[0049] (2) 얻어진 주조품에, 단조를 실시하고,

[0050] (3) 단조 후의 단조품에, 용체화 처리를 실시하고,

[0051] (4) 용체화 처리를 실시한 단조품에, 응력 제거 어닐링을 실시하는

[0052] 공정을 구비하는 제조 방법에 의해 제조되어도 된다.

[0053] 주조품의 제조에 사용하는 주형이나, 주형으로의 용융 합금의 주입 장치, 주입 방법은 특별히 한정되는 것은 아니며, 공지된 장치, 방법을 사용하면 된다.

[0054] 용체화 처리는, 주조품을 750 내지 850℃로 가열하고, 0.5 내지 3hr 유지한 후, 급랭한다. 냉각 속도는 10℃/min 이상이 바람직하며, 100℃/min 이상이 보다 바람직하다. 용체화 처리에 의해, 열팽창 계수를 저하시킬 수 있다.

[0055] 응력 제거 어닐링은, 300 내지 350℃에서 1 내지 5hr 유지하고, 그 후 공랭한다.

[0056] 용체화 처리, 응력 제거 어닐링은, 주조 후 대신에, 단조 후에 실시해도 된다.

[0057] 주조품에 단조를 실시하는 경우에는, 주조품을 가열로 내에서 1050 내지 1250℃로 가열하고, 그 후, 열간 단조를 실시한다. 그 때의 단련비는 3 이상이 바람직하다. 열간 단조를 실시한 경우에도 본 발명의 저열팽창 합금

의 저열팽창 특성은 거의 유지된다. 또한, 열간 압연 및 냉간 압연에 의해 두께 0.1 내지 10㎜로 가공을 하는 것도 가능하다. 그 경우에도, 저열팽창 특성은 거의 유지된다.

[0058] 본 발명의 성분 조성을 갖는 합금이라면, 상술한 바와 같이, 특별한 제법을 사용하지 않고, 피삭성이 우수한 저열팽창 합금을 얻는 것이 가능하다.

[0059] 본 발명의 저열팽창 합금(주조품, 및 단조품을 포함함)을 가공함으로써, 예를 들어, 일렉트로닉스나 반도체 관련 기기, 레이저 가공기, 초정밀 가공 기기에 사용하는 합금 부품을 얻을 수 있다. 본 발명의 저열팽창 합금은, 열적으로 안정적이며, 또한 피삭성이 우수하므로, 합금 부품의 재료로서 적합하다.

[0060] 실시예

[0061] 고주파 용해로를 사용하여, 표 1에 나타내는 성분 조성이 되도록 조정한 주조품(Y형 공시재와, 잉곳 10kg)을 용제하였다. 표 1, 표 2에 「단조품」이라고 기재된 실시예에 대해서는, 얻어진 잉곳을 가열로 내에서 1200℃로 가열한 후 열간 단조를 실시하여, 단조품(한 변이 40㎜인 정사각형의 봉재)으로 하였다. 단련비는 5 이상이 되도록 하였다.

[0062] 얻어진 주조품, 단조품 각각에 대하여 800℃로 가열하고, 1.5hr 유지하는 용체화 처리를 실시하고, 용체화 처리 후, 300℃에서 3hr 유지하여 공랭하는 응력 어닐링 처리를 실시하였다.

[0063] 응력 어닐링 처리 후의 주조품, 단조품 각각으로부터, 열팽창 계수 측정 시험편, 피삭성 평가용 시험편을 채취하였다.

표 1

No.		화학 성분(wt%)										
		C	Si	Mn	S	Ni	Co	sol.Al	O	[Mn]/[S]	[Ni]+0.4[Co]	[Si]+[Mn]
1	단조품	0.006	0.35	0.72	0.043	36.32	0	0.035	0.007	16.7	36.3	1.07
2	단조품	0.008	0.52	1.15	0.109	34.89	0.97	0.047	0.005	10.6	35.3	1.67
3	단조품	0.016	0.75	1.48	0.112	37.15	0.00	0.065	0.004	13.2	37.2	2.23
4	주조품	0.005	0.42	0.78	0.049	32.81	3.42	0.041	0.007	15.9	34.2	1.20
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5	단조품	0.007	0.71	1.35	0.084	33.41	2.86	0.040	0.005	16.1	34.6	2.06
6	주조품	0.010	0.59	1.71	0.095	33.68	3.22	0.069	0.004	18.0	35.0	2.30
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
7	단조품	0.011	0.44	0.91	0.052	31.85	5.12	0.032	0.005	17.5	33.9	1.35
8	주조품	0.004	0.46	1.46	0.111	31.28	7.18	0.019	0.007	13.2	34.2	1.92
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
9	단조품	0.007	0.73	1.68	0.082	31.53	5.72	0.034	0.005	20.5	33.8	2.41
10	단조품	0.008	0.61	1.78	0.114	30.08	8.52	0.039	0.005	15.6	33.5	2.39
11	주조품	0.009	0.39	0.67	0.039	28.91	9.76	0.032	0.005	17.2	32.8	1.06
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
12	단조품	0.007	0.54	1.15	0.052	30.34	11.23	0.045	0.005	22.1	34.8	1.69
13	단조품	0.012	0.65	1.24	0.085	29.58	10.05	0.055	0.004	14.6	33.6	1.89
14	단조품	0.004	0.82	1.16	0.105	28.97	8.42	0.023	0.006	11.0	32.3	1.98
15	단조품	0.006	0.26	0.85	0.082	32.12	5.25	0.031	0.005	10.4	34.2	1.11
16	단조품	0.010	1.20	1.61	0.074	31.88	4.86	0.039	0.005	21.8	33.8	2.81
17	단조품	0.011	0.65	0.48	0.077	31.92	5.08	0.027	0.006	6.2	34.0	1.13
18	단조품	0.008	0.81	2.14	0.069	32.37	5.10	0.026	0.006	31.0	34.4	2.95
19	단조품	0.003	0.55	1.26	0.025	31.63	5.53	0.054	0.004	50.4	33.8	1.81
20	단조품	0.002	0.88	0.73	0.162	30.99	5.04	0.039	0.005	4.5	33.0	1.61
21	단조품	0.002	0.92	1.24	0.049	26.41	5.25	0.041	0.005	25.3	28.5	2.16
22	단조품	0.002	0.54	0.98	0.082	38.50	5.16	0.026	0.006	12.0	40.6	1.52
23	단조품	0.002	0.35	1.82	0.102	28.21	12.50	0.033	0.005	17.8	33.2	2.17
24	단조품	0.006	0.42	0.72	0.065	32.05	5.01	0.001	0.014	11.1	34.1	1.14
25	단조품	0.004	0.59	0.67	0.124	32.64	4.69	0.047	0.005	5.4	34.5	1.26
26	단조품	0.006	0.39	1.25	0.071	28.32	4.97	0.054	0.004	17.6	30.3	1.64
27	단조품	0.005	0.86	1.78	0.051	35.27	7.56	0.058	0.004	34.9	38.3	2.64
28	단조품	0.004	0.92	1.89	0.109	31.42	7.16	0.021	0.006	17.3	34.3	2.81
29	주조품	0.008	0.12	0.24	0.008	35.94	0.00	0.033	0.005	30.0	35.9	0.36
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
30	단조품	0.011	0.09	0.20	0.003	33.57	3.21	0.028	0.006	66.7	34.9	0.29
31	단조품	0.013	0.10	0.38	0.017	33.64	3.10	0.024	0.006	22.4	34.9	0.48
32	주조품	0.006	0.08	0.16	0.004	32.05	5.01	0.039	0.005	40.0	34.1	0.24
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
33	주조품	0.010	0.13	0.42	0.019	31.95	4.98	0.029	0.006	22.1	33.9	0.55
	단조품	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

※밑줄은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0064]

[0065] 열팽창 계수에 대해서는, 열팽창 측정 장치(BRUKER사제 TD5030S)를 사용하여, -1 내지 130℃의 범위를, 승온 속도 3℃/min으로 측정하고, 25℃ 내지 100℃의 평균 열팽창 계수를 구하였다.

[0066] 피삭성, 절삭분의 파쇄성에 대해서는, 피삭성 평가용 시험편을, 드릴 직경 φ2.6mm의 드릴(코발트 하이스, TiN 코팅)을 사용하여, 수용성 절삭유제를 사용하고, 절삭속도: 45m/min, 이송량: 0.052mm/min으로, 가공 깊이 13mm의 편칭 가공(논 스텝 가공)을 행하여 평가하였다.

[0067] 피삭성은 공구 마모량, 절삭분의 파쇄성으로 평가하였다. 도 1을 참조하여, 공구 마모량에 대하여 설명한다. 공구 마모량에 대해서는, 100구멍 가공 후의 드릴에 대하여, 도 1에 나타내는 바와 같이, 드릴의 모재가 보이는 곳(1)으로부터 절삭날(2)까지의 거리로 하고, 공구 마모량이 0.05mm 이하인 경우, 양호하다고 판단하였다. 또한, 표 2의 「천공 불가」는, 드릴의 절손, 또는 결손이 확인되거나, 또는 천공 중에 이음이 발생하여, 천공 불가라고 판단한 것이다. 또한, 「단조 균열」이라고 기재된 실시예에서는, 단조 시에 균열이 발생했기 때문에, 열팽창 계수, 공구 마모량, 및 절삭분의 파쇄성 평가는 행하지 않았다.

[0068] 도 2를 참조하여, 절삭분의 파쇄성에 대하여 설명한다. 절삭분의 파쇄성은, 절삭분을 관찰하여 80% 이상의 절삭분이, 길이가 1cm 이하로 분단되어 있으면 양호로 평가하여 「○」로 하였다. 도 2의 (a)가 절삭분의 파쇄성이 양호한 예, (b)가 파쇄성이 떨어지는 예이다. 또한, 표 2의 「× 연신됨」은, 20% 초과의 절삭분에서, 길이

가 1cm를 초과한 것을 의미한다.

[0069] 결과를 표 2에 나타낸다. 공구 마모량, 절삭분의 파쇄성 평가가 모두 양호한 것을, 피삭성이 양호하다고 판단하였다.

표 2

No.		열팽창 계수 (25~100℃) [×10^{-6}/℃]	공구 마모량 [mm]	절삭분의 파쇄성	
1	단조품	1.86	0.043	○	발명예
2	단조품	2.13	0.024	○	발명예
3	단조품	2.70	0.021	○	발명예
4	주조품	1.15	0.035	○	발명예
	단조품	1.04	0.038	○	발명예
5	단조품	1.62	0.015	○	발명예
6	주조품	2.96	0.021	○	발명예
	단조품	2.73	0.016	○	발명예
7	단조품	1.65	0.034	○	발명예
8	주조품	1.72	0.017	○	발명예
	단조품	1.41	0.019	○	발명예
9	단조품	2.54	0.019	○	발명예
10	단조품	2.53	0.016	○	발명예
11	주조품	2.07	0.040	○	발명예
	단조품	1.95	0.045	○	발명예
12	단조품	2.61	0.033	○	발명예
13	단조품	2.83	0.022	○	발명예
14	단조품	2.88	0.013	○	발명예
15	단조품	1.20	0.057	○	비교예
16	단조품	3.17	0.017	○	비교예
17	단조품	-	단조 균열	단조 균열	비교예
18	단조품	3.05	0.023	○	비교예
19	단조품	1.60	천공 불가	X 연신됨	비교예
20	단조품	-	단조 균열	단조 균열	비교예
21	단조품	4.78	0.025	○	비교예
22	단조품	3.63	0.016	○	비교예
23	단조품	3.37	0.018	○	비교예
24	단조품	1.10	0.072	○	비교예
25	단조품	-	단조 균열	단조 균열	비교예
26	단조품	4.44	0.025	○	비교예
27	단조품	3.56	0.024	○	비교예
28	단조품	3.15	0.012	○	비교예
29	주조품	1.46	천공 불가	X 연신됨	비교예
	단조품	1.41	천공 불가	X 연신됨	비교예
30	단조품	0.63	천공 불가	X 연신됨	비교예
31	단조품	0.78	천공 불가	X 연신됨	비교예
32	주조품	0.31	천공 불가	X 연신됨	비교예
	단조품	0.26	천공 불가	X 연신됨	비교예
33	주조품	0.67	천공 불가	X 연신됨	비교예
	단조품	0.52	천공 불가	X 연신됨	비교예

※ 밑줄은 본 발명의 범위 외, 또는 원하는 특성이 얻어지지 않은 것을 나타낸다.

[0070]

[0071] No.1 내지 14는 발명예이며, 열팽창 계수가 작고, 공구 마모량, 절삭분의 파쇄성도 양호하여, 본 발명의 저열팽창 합금은, 주조품, 단조품 모두 양호한 피삭성을 갖는 것을 확인할 수 있었다.

[0072] No.15는 Si양이 작고, 공구 마모량이 커졌다.

[0073] No.16은 Si양이 크고, 또한 [Si]+[Mn]이 크고, 열팽창 계수가 컸다.

[0074] No.17은 Mn양이 작고, 또한 [Mn]/[S]가 작고, 단조 균열이 발생하였다.

[0075] No.18은 Mn양이 크고, 또한 [Si]+[Mn]이 크고, 열팽창 계수가 컸다.

[0076] No.19는 S양이 작고, 공구 마모량이 크고, 절삭분의 파쇄성이 나빴다.

[0077] No.20은 S양이 크고, 또한 [Mn]/[S]가 작고, 단조 균열이 발생하였다.

[0078] No.21은 Ni양이 작고, 열팽창 계수가 컸다.

[0079] No.22는 Ni양이 크고, 열팽창 계수가 컸다.

[0080] No.23은 Co양이 크고, 열팽창 계수가 컸다.

[0081] No.24는 sol.Al양이 작고, 또한 O양이 크고, 공구 마모량이 커졌다.

[0082] No.25는 [Mn]/[S]가 작고, 단조 균열이 발생하였다.

[0083] No.26은 [Ni]+0.4[Co]가 작고, 열팽창 계수가 컸다.

[0084] No.27은 [Ni]+0.4[Co]가 크고, 또한, [Si]+[Mn]이 크고, 열팽창 계수가 컸다.

[0085] No.28은 [Si]+[Mn]이 크고, 열팽창 계수가 컸다.

[0086] No.29 내지 33은, Si양, Mn양, S양이 작고, 공구 마모량이 크고, 절삭분의 파쇄성이 나빴다.

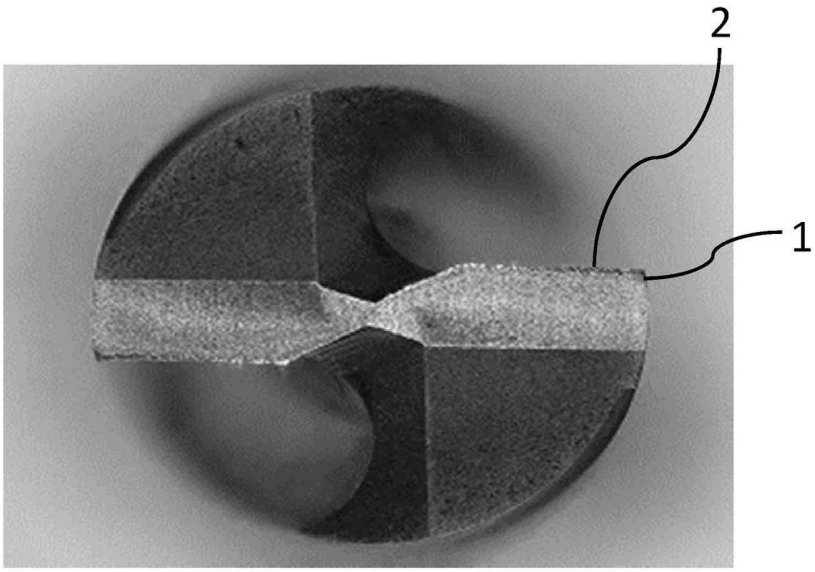
부호의 설명

[0087] 1: 드릴의 모재가 보이는 곳

2: 절삭날

도면

도면1



도면2

