



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202405200 A

(43)公開日：中華民國 113 (2024) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：112126068 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 12 日
(51)Int. Cl. : C22C38/00 (2006.01) C22C38/08 (2006.01)
(30)優先權：2022/07/12 日本 2022-111934
(71)申請人：日商新報國材料股份有限公司 (日本) SHINHOKOKU MATERIAL CORP. (JP)
日本
(72)發明人：松村信吾 MATSUMURA, SHINGO (JP)；大野晴康 OHNO, HARUYASU (JP)；小
奈浩太郎 ONA, KOTARO (JP)
(74)代理人：劉法正；尹重君
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：1 項 圖式數：2 共 16 頁

(54)名稱

低熱膨脹合金

(57)摘要

本發明之課題在於獲得一種使被削性提升之低熱膨脹合金。
本發明低熱膨脹合金以質量%計含有：C：0.050%以下、Si：0.30~1.00%、Mn：0.50~2.00%、S：0.030~0.150%、Ni：27.00~38.00%、Co：0~12.00%、sol.Al：0.003~0.100%、O：0.010%以下，剩餘部分為 Fe 及不純物；
以質量%表示 Mn、S、Ni、Co、Si 含量的[Mn]、[S]、[Ni]、[Co]、[Si]滿足：[Mn]/[S]≥10.0、
 $32.0\% \leq [Ni] + 0.4[Co] \leq 38.0\%$ 、 $[Si] + [Mn] \leq 2.50\%$ ；且
該低熱膨脹合金在 25~100℃ 的平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【發明摘要】

【中文發明名稱】

低熱膨脹合金

【中文】

本發明之課題在於獲得一種使被削性提升之低熱膨脹合金。

本發明低熱膨脹合金以質量%計含有：C：0.050%以下、Si：0.30~1.00%、Mn：0.50~2.00%、S：0.030~0.150%、Ni：27.00~38.00%、Co：0~12.00%、sol.Al：0.003~0.100%、O：0.010%以下，剩餘部分為Fe及不純物；

以質量%表示Mn、S、Ni、Co、Si含量的[Mn]、[S]、[Ni]、[Co]、[Si]滿足： $[Mn]/[S] \geq 10.0$ 、 $32.0\% \leq [Ni] + 0.4[Co] \leq 38.0\%$ 、 $[Si] + [Mn] \leq 2.50\%$ ；且該低熱膨脹合金在25~100℃的平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【指定代表圖】(無)

【代表圖之符號簡單說明】
(無)

【特徵化學式】
(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

低熱膨脹合金

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種低熱膨脹合金，特別關於一種被削性優異之低熱膨脹合金。

【先前技術】

【0002】 作為電子設備或半導體相關機器、雷射加工機、超精密加工機器之零件材料，廣泛使用熱穩定之恆範合金(Invar alloy)。然而，以往之恆範合金由於被削性低，有實用化時被限定在極狹小範疇內的問題。

【0003】 作為解決該問題之手段，專利文獻1中揭示了一種被削性優異之低熱膨脹合金，具有常溫下之平均熱膨脹係數為 $1.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下之熱膨脹係數；該低熱膨脹合金之特徵在於：使用了S作為易切削元素，且以重量%計，C：0.05%以下、Si：0.3%以下、Mn：0.45~1.2%、P：0.5%以下、S：0.015~0.035%、Ni：33.0~34.5%、Co：3.0~4.0%，剩餘部分實質上由鐵所構成；並且，令[Mn]為Mn之重量%、[S]為S之重量%時，[Mn]/[S]：15以上。

【0004】 專利文獻2中揭示了一種低熱膨脹鑄鐵，是一種使用了C作為易切削元素且沃斯田鐵基底鐵中具有石墨組織之鑄鐵；該低熱膨脹鑄鐵以重量%計包含0.09%以上且0.43%以下之固溶碳、小於1.0%之矽、29%以上且34%以下之鎳、4%以上且8%以下之鉻，剩餘部分由鐵所構成；且其於0~200 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍中之熱膨脹係數為 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【0005】 專利文獻3中揭示了一種鑄鐵，其特徵在於使用了C作為易切削元素，且含有以下而成：0.8~3.0%之碳、1.0~3.0%之矽、0.4~2.0%之錳、30.0~33.0%之鎳、4.0~6.0%之鉻。

【0006】 先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：日本專利特開2001-262277號公報

專利文獻2：日本專利特開平6-172919號公報

專利文獻3：日本專利特開昭58-210149號公報

【發明內容】**【0007】 發明欲解決之課題**

由加工容易性之觀點來看，對於精密機器之構成零件所使用的合金會要求優異之被削性。就具備低熱膨脹係數之合金之被削性而言，尚有進一步改善之餘地。有鑑於上述情事，本發明之課題在於提供一種被削性優異之低熱膨脹合金。

【0008】 用以解決課題之手段

本發明人等積極檢討獲得一種可進一步提升被削性之低熱膨脹合金的方法。結果獲得的見解是，特別藉由適當地控制Si、Mn、S、Ni、Co含量，可獲得一種熱膨脹係數小且被削性優異之低熱膨脹合金。

【0009】 本發明係根據上述知識見解而完成者，其要旨如下所述。

【0010】 一種低熱膨脹合金，其特徵在於以質量%計含有：

C：0.050%以下、

Si：0.30~1.00%、

Mn：0.50~2.00%、

S：0.030~0.150%、

Ni：27.00~38.00%、

Co：0~12.00%、

sol.Al：0.003~0.100%、

O：0.010%以下，

剩餘部分為Fe及不純物；

以質量%表示Mn、S、Ni、Co、Si含量的[Mn]、[S]、[Ni]、[Co]、[Si]滿足：

$[Mn]/[S] \geq 10.0$ 、

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

$[Si] + [Mn] \leq 2.50\%$ ；且

該低熱膨脹合金在25~100℃的平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【0011】 發明效果

依據本發明，因為可獲得一種被削性優異之低熱膨脹合金，故就能例如容易地對精密機器之構成零件進行加工。

【圖式簡單說明】

【0012】 圖1係說明實施例中工具磨耗量之評估的圖。

圖2係說明實施例中切屑之碎裂性之評估的圖。

【實施方式】

【0013】 以下，針對本發明進行詳細說明。以下，與成分組成有關之「%」在未特別說明之前提下，係表示「質量%」。首先，針對本發明低熱膨脹合金之成分組成進行說明。

【0014】 (C：0.050%以下)

C是一種會在鑄物中以石墨形式晶析而提高被削性之元素，不過其亦為一種會使熱膨脹係數增加之元素。於本發明低熱膨脹合金中，為了抑制熱膨脹係數的增加，而將C量設為0.050%以下。宜為0.040%以下，較宜為0.030%以下，更宜為0.020%以下。

【0015】 (Si：0.30~1.00%)

Si是一種會與S複合藉此提升被削性之元素。若Si含量變多則熱膨脹係數會

增加，故考量被削性與熱膨脹係數之均衡，將Si量設為0.30~1.00%。Si量之下限亦可設為0.40%、0.50%。Si量之上限亦可設為0.90%、0.80%。

【0016】 (Mn：0.50~2.00%)

Mn是一種會與S形成化合物而使被削性提升之元素。又，其亦為一種會抑制鑄造、鍛造時之裂痕的元素。若Mn含量變多則熱膨脹係數增加，故考量被削性與熱膨脹係數之均衡，將Mn量設為0.50~2.00%。Mn量之下限亦可設為0.60%、0.70%、0.80%。Mn量之上限亦可設為1.90%、1.80%、1.70%。

【0017】 (S：0.030~0.150%)

S是一種會與Mn形成化合物而使被削性提升之元素。若S量變多，則S會於晶界偏析致使合金脆化，鑄造、鍛造時變得容易產生裂痕，故考量被削性與合金脆化之均衡，將S量設為0.030~0.150%。S量之下限亦可設為0.040%、0.050%、0.060%。S量之上限亦可設為0.140%、0.130%、0.120%。

【0018】 (Ni：27.00~38.00%)

Ni為使熱膨脹係數降低之元素。本發明低熱膨脹合金其25~100℃之平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。該熱膨脹係數主要係藉由將Ni及Co含量設於適當範圍而獲得。Ni量無論過多或過少，皆無法令熱膨脹係數充分變小。為了充分縮小熱膨脹係數，將Ni量設為27.00~38.00%。Ni量之下限亦可設為28.00%、29.00%、30.00%。Ni量之上限亦可設為37.00%、36.00%、35.00%。

【0019】 (Co：0~12.00%)

Co藉由與Ni組合，有助於降低熱膨脹係數。Co含量亦可為0。為了獲得所期之熱膨脹係數，將Co範圍設為0~12.00%。Co量之上限亦可設為11.00%、10.00%、8.00%。

【0020】 (sol.Al：0.003~0.100%)

sol.Al為使被削性提升之元素。其亦為使熱膨脹係數增加之元素，故考量被

削性與熱膨脹係數之均衡，將sol.Al量設為0.003~0.100%。在此所謂的sol.Al意指：未形成 Al_2O_3 等氧化物且可溶於酸的酸可溶Al。關於sol.Al含量可定為下述Al來求得：扣除Al分析過程中產生在濾紙上的不溶殘渣而測定Al，並以此Al來求得。sol.Al量之下限亦可設為0.010%、0.020%、0.030%。sol.Al量之上限亦可設為0.090%、0.080%、0.070%。

【0021】 (O：0.010%以下)

O係作為不純物而含有之元素，其非必要元素而下限為0。O與Al會鍵結形成氧化鋁。由於氧化鋁較硬，會促進工具之磨耗量。又，藉由形成氧化鋁，sol.Al量減少且被削性降低。因此將O量設為0.010%以下。宜為0.008%以下，較宜為0.007%以下，更宜為0.006%以下。

【0022】 成分組成之剩餘部分為Fe及不純物。此處所指之不純物，係指：工業上製造主要具有本發明規定之成分組成的鑄物時，從原料或製造環境等無法避免地混入的成分；而且是指：即便混入上述元素以外之元素，仍不會損害本發明低熱膨脹合金之被削性、熱膨脹係數的成分。可舉例如0.050%以下之P。

【0023】 此外，本發明低熱膨脹合金中，以質量%表示Mn、S、Ni、Co、Si含量的[Mn]、[S]、[Ni]、[Co]、[Si]滿足以下公式。

【0024】 ($[\text{Mn}]/[\text{S}] \geq 10.0$)

由於S會充分地與Mn形成化合物，使被削性提升，故將 $[\text{Mn}]/[\text{S}]$ 設為10.0以上。宜為15.0以上，較宜為20.0以上，更宜為30.0以上。 $[\text{Mn}]/[\text{S}]$ 之值小係指相對於Mn量，S量相對地較大；因為S於晶界偏析之量增加，故有可能於鑄造、鍛造時變得容易產生裂痕。

【0025】 ($32.0\% \leq [\text{Ni}] + 0.4[\text{Co}] \leq 38.0\%$)

Ni與Co皆為使熱膨脹係數降低之元素，不過，藉由將其組合最佳化，可使熱膨脹係數更為降低；將 $[\text{Ni}] + 0.4[\text{Co}]$ 設為32.0~38.0%。 $[\text{Ni}] + 0.4[\text{Co}]$ 之下限宜為

32.5%，較宜為33.0%。 $[\text{Ni}]+0.4[\text{Co}]$ 之上限宜為37.0%，較宜為36.0%，更宜為35.0%。

【0026】 ($[\text{Si}]+[\text{Mn}] \leq 2.50\%$)

Si與Mn雖然都是使被削性提升之元素，但由於其等會使熱膨脹係數增加，故將合計量設在2.50%以下。宜為2.30%以下，較宜為2.00%以下。

【0027】 ($25 \sim 100^\circ\text{C}$ 之平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下)

本發明低熱膨脹合金其 $25 \sim 100^\circ\text{C}$ 之平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下。如上述，該熱膨脹係數主要係藉由將Ni及Co含量設於適當範圍而獲得。 $25 \sim 100^\circ\text{C}$ 之平均熱膨脹係數可為： $2.80 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下、 $2.60 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下、 $2.40 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下、 $2.20 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下、 $2.00 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下、 $1.80 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下。

【0028】 熱膨脹係數係使用熱膨脹測定裝置，於 $-1 \sim 130^\circ\text{C}$ 之範圍內以升溫速度 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 進行測定。熱膨脹測定裝置可使用BRUKER Corporation製TD5030S。

【0029】 接著，針對用以獲得本發明低熱膨脹合金之製造方法的一例進行說明。

【0030】 本發明低熱膨脹合金係藉由具備以下步驟之製造方法來製造。

- (1)將經調整成所期成分組成之原料熔融並使其凝固，製造鑄造品，
- (2)對所得之鑄造品施行固溶處理(solution treatment)，
- (3)對經施行固溶處理之鑄造品施行應力消除退火。

【0031】 亦可對上述製造方法所得之鑄造品施行鍛造，作成鍛造品。鍛造係於製造鑄造合金後且於固溶處理前進行。亦即，本發明低熱膨脹合金亦可藉由具備以下步驟之製造方法來製造。

- (1)將經調整成所期成分組成之原料熔融並使其凝固，製造鑄造品，
- (2)對所得之鑄造品施行鍛造，
- (3)對鍛造後之鍛造品施行固溶處理，

(4)對經施行固溶處理之鍛造品施行應力消除退火。

【0032】 用於製造鑄造品之鑄模、或對鑄模注入熔融合金之裝置、注入方法並無特別限定，可使用周知之裝置、方法。

【0033】 固溶處理係將鑄造品加熱至750~850℃並保持0.5~3hr後，予以急速冷卻。冷卻速度宜為10℃/min以上，較宜為100℃/min以上。藉由固溶處理可使熱膨脹係數降低。

【0034】 應力消除退火係於300~350℃下保持1~5hr，之後予以空氣冷卻。

【0035】 固溶處理、應力消除退火亦可不於鑄造後而於鍛造後施行。

【0036】 對鑄造品施行鍛造時，於加熱爐內將鑄造品加熱至1050~1250℃，之後施行熱鍛造。此時之鍛造比宜為3以上。即便於施行了熱鍛造的情況下，仍可大致維持本發明低熱膨脹合金之低熱膨脹特性。又，亦可藉由熱輥軋及冷輥軋加工成厚度0.1~10mm。此時，仍可大致維持低熱膨脹特性。

【0037】 若為具有本發明成分組成之合金，如上述，不需使用特別之製法，即可獲得被削性優異之低熱膨脹合金。

【0038】 藉由將本發明低熱膨脹合金(包含鑄造品及鍛造品)予以加工，可獲得例如用於電子設備或半導體相關機器、雷射加工機、超精密加工機器之合金零件。本發明低熱膨脹合金因熱穩定且被削性優異，故適合作為合金零件之材料。

實施例

【0039】 使用高頻熔爐熔煉經調整成如表1所示成分組成之鑄造品(Y型待測材與鑄錠10kg)。關於表1、表2中記載為「鍛造品」之實施例，係將所得之鑄錠於加熱爐內加熱至1200℃後施行熱鍛造，作成鍛造品(40mm四方之棒材)。鍛造比是設為達5以上。

【0040】 分別對所得之鑄造品、鍛造品施行加熱至800℃並保持1.5hr之固溶

處理，固溶處理後施行於300°C下保持3hr後予以空氣冷卻之應力退火處理。

【0041】 分別從應力退火處理後之鑄造品、鍛造品採集熱膨脹係數測定試驗片、被削性評估用試驗片。

[(0042)] [表1]

Rn.		化學成分(wt%)										
		C	Si	Mn	S	Ni	Co	sol.Al	O	[Mn]/[S]	[Ni]/+0.4[Co]	[Si]/+ [Mn]
1	鋁產品	0.006	0.35	0.72	0.043	36.32	0	0.035	0.007	16.7	36.3	1.07
2	鋁產品	0.008	0.52	1.15	0.109	34.89	0.97	0.047	0.005	10.6	36.3	1.67
3	鋁產品	0.016	0.75	1.48	0.112	37.15	0.00	0.065	0.004	13.2	37.2	2.23
4	鋁產品	0.005	0.42	0.78	0.049	32.81	3.42	0.041	0.007	15.9	34.2	1.20
5	鋁產品	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	鋁產品	0.007	0.71	1.35	0.094	33.41	2.66	0.040	0.005	16.1	34.6	2.06
6	鋁產品	0.010	0.59	1.71	0.095	33.68	3.22	0.069	0.004	18.0	35.0	2.30
7	鋁產品	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	鋁產品	0.011	0.44	0.91	0.052	31.85	5.12	0.032	0.005	17.5	33.9	1.35
8	鋁產品	0.004	0.45	1.46	0.111	31.28	7.18	0.019	0.007	13.2	34.2	1.92
9	鋁產品	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	鋁產品	0.007	0.73	1.68	0.092	31.53	5.72	0.034	0.005	20.5	33.8	2.41
10	鋁產品	0.008	0.61	1.78	0.114	30.08	8.52	0.039	0.005	15.6	33.5	2.39
11	鋁產品	0.009	0.39	0.67	0.039	28.91	9.76	0.032	0.005	17.2	32.8	1.06
12	鋁產品	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	鋁產品	0.007	0.54	1.15	0.052	30.34	11.23	0.045	0.005	22.1	34.8	1.69
13	鋁產品	0.012	0.65	1.24	0.095	29.58	10.05	0.055	0.004	14.6	33.6	1.89
14	鋁產品	0.004	0.82	1.16	0.105	28.97	8.42	0.023	0.006	11.0	32.3	1.98
15	鋁產品	0.006	0.25	0.85	0.092	32.12	5.25	0.031	0.005	10.4	34.2	1.11
16	鋁產品	0.010	1.20	1.61	0.074	31.88	4.86	0.039	0.005	21.8	33.8	2.81
17	鋁產品	0.011	0.65	0.48	0.077	31.92	5.08	0.027	0.006	6.2	34.0	1.13
18	鋁產品	0.008	0.81	2.14	0.069	32.37	5.10	0.026	0.006	31.0	34.4	2.95
19	鋁產品	0.003	0.55	1.26	0.025	31.63	5.53	0.054	0.004	50.4	33.8	1.81
20	鋁產品	0.002	0.88	0.73	0.182	30.99	5.04	0.039	0.005	4.5	33.0	1.51
21	鋁產品	0.002	0.92	1.24	0.049	25.41	5.25	0.041	0.005	25.3	29.5	2.16
22	鋁產品	0.002	0.54	0.98	0.092	39.50	5.16	0.026	0.006	12.0	40.6	1.52
23	鋁產品	0.002	0.35	1.82	0.102	28.21	12.50	0.033	0.005	17.8	33.2	2.17
24	鋁產品	0.006	0.42	0.72	0.065	32.05	5.01	0.001	0.014	11.1	34.1	1.14
25	鋁產品	0.004	0.59	0.67	0.124	32.64	4.69	0.047	0.005	5.4	34.5	1.26
26	鋁產品	0.006	0.39	1.25	0.071	28.32	4.97	0.054	0.004	17.6	30.3	1.64
27	鋁產品	0.005	0.85	1.78	0.051	35.27	7.55	0.058	0.004	34.9	38.3	2.64
28	鋁產品	0.004	0.92	1.89	0.109	31.42	7.16	0.021	0.006	17.3	34.3	2.81
29	鋁產品	0.008	0.12	0.24	0.008	35.94	0.00	0.033	0.005	30.0	35.9	0.36
30	鋁產品	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	鋁產品	0.011	0.09	0.20	0.003	33.57	3.21	0.028	0.006	66.7	34.9	0.29
31	鋁產品	0.013	0.10	0.38	0.017	33.64	3.10	0.024	0.006	22.4	34.9	0.48
32	鋁產品	0.006	0.08	0.16	0.004	32.05	5.01	0.039	0.005	40.0	34.1	0.24
33	鋁產品	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	鋁產品	0.010	0.13	0.42	0.019	31.95	4.98	0.029	0.006	22.1	33.9	0.55

※底盤表不為本發明所用之外。

【0043】 關於熱膨脹係數，係使用熱膨脹測定裝置(BRUKER Corporation 製TD5030S)，於-1~130℃之範圍內以升溫速度3℃/min進行測定，求出25℃至100℃之平均熱膨脹係數。

【0044】 關於被削性、切屑之碎裂性係藉由下述來評估：對於被削性評估用試驗片，利用鑽頭直徑 ϕ 2.6mm之鑽頭(含鈷高速鋼，TiN塗層)並使用水溶性切削液，以切削速度：45m/min、進給量：0.052mm/min進行加工深度13mm之開孔加工(無停頓進給加工(non-step machining))。

【0045】 被削性係以工具磨耗量、切屑之碎裂性來評估。參照圖1，針對工具磨耗量進行說明。關於工具磨耗量，如圖1所示，係對於100孔加工後之鑽頭，以看得見鑽頭基材處(1)至切刃(2)之距離為基準，將工具磨耗量為0.05mm以下時判斷為良好。另，表2之「無法穿孔」係確認出鑽頭之折損、或缺陷，抑或穿孔中發出怪音，而判斷無法穿孔之意。又，記載為「鍛造裂痕」之實施例中，因於鍛造時產生裂痕，故未進行熱膨脹係數、工具磨耗量、及切屑之碎裂性之評估。

【0046】 參照圖2，針對切屑之碎裂性進行說明。切屑之碎裂性係觀察切屑，若80%以上之切屑於長度1cm以下便分斷的話，即評估為良好記為「○」。圖2之(a)為切屑之碎裂性良好之例、(b)為碎裂性差之例。另，表2之「x伸長」意指大於20%之切屑長度大於1cm。

【0047】 將結果列於表2。將工具磨耗量、切屑之碎裂性之評估皆良好者判斷為被削性良好。

[(0048)] [表2]

No.		熱膨張係數 (25~100℃) [×10 ⁻⁶ /℃]	加工時消耗量 [mm]	切削之碎屑性	
1	鍛造品	1.86	0.043	○	撥明例
2	鍛造品	2.13	0.024	○	撥明例
3	鍛造品	2.70	0.021	○	撥明例
4	鍛造品	1.15	0.035	○	撥明例
5	鍛造品	1.04	0.038	○	撥明例
6	鍛造品	1.62	0.015	○	撥明例
7	鍛造品	2.96	0.021	○	撥明例
8	鍛造品	2.73	0.016	○	撥明例
9	鍛造品	1.65	0.034	○	撥明例
10	鍛造品	1.72	0.017	○	撥明例
11	鍛造品	1.41	0.019	○	撥明例
12	鍛造品	2.54	0.019	○	撥明例
13	鍛造品	2.53	0.016	○	撥明例
14	鍛造品	2.07	0.040	○	撥明例
15	鍛造品	1.95	0.045	○	撥明例
16	鍛造品	2.61	0.033	○	撥明例
17	鍛造品	2.83	0.022	○	撥明例
18	鍛造品	2.88	0.013	○	撥明例
19	鍛造品	1.20	0.057	○	比較例
20	鍛造品	3.17	0.017	○	比較例
21	鍛造品	..	鍛造裂痕	鍛造裂痕	比較例
22	鍛造品	3.05	0.023	○	比較例
23	鍛造品	1.60	無法穿孔,	× 伸長	比較例
24	鍛造品	..	鍛造裂痕	鍛造裂痕	比較例
25	鍛造品	4.78	0.025	○	比較例
26	鍛造品	3.63	0.016	○	比較例
27	鍛造品	3.37	0.018	○	比較例
28	鍛造品	1.10	0.072	○	比較例
29	鍛造品	..	鍛造裂痕	鍛造裂痕	比較例
30	鍛造品	4.44	0.025	○	比較例
31	鍛造品	3.56	0.024	○	比較例
32	鍛造品	3.15	0.012	○	比較例
33	鍛造品	1.46	無法穿孔,	× 伸長	比較例
34	鍛造品	1.41	無法穿孔,	× 伸長	比較例
35	鍛造品	0.63	無法穿孔,	× 伸長	比較例
36	鍛造品	0.78	無法穿孔,	× 伸長	比較例
37	鍛造品	0.31	無法穿孔,	× 伸長	比較例
38	鍛造品	0.26	無法穿孔,	× 伸長	比較例
39	鍛造品	0.67	無法穿孔,	× 伸長	比較例
40	鍛造品	0.52	無法穿孔,	× 伸長	比較例

※底線表示與本發明種類之外、或無法獲得所期之特性。

【0049】 No.1~14係發明例，熱膨脹係數小、工具磨耗量、切屑之碎裂性亦良好，可確認本發明低熱膨脹合金之鑄造品、鍛造品皆具有良好之被削性。

【0050】 No.15中Si量小，工具磨耗量變大。

【0051】 No.16中Si量大，且[Si]+[Mn]大，熱膨脹係數大。

【0052】 No.17中Mn量小，且[Mn]/[S]小，產生鍛造裂痕。

【0053】 No.18中Mn量大，且[Si]+[Mn]大，熱膨脹係數大。

【0054】 No.19中S量小，工具磨耗量大，切屑之碎裂性差。

【0055】 No.20中S量大，且[Mn]/[S]小，產生鍛造裂痕。

【0056】 No.21中Ni量小，熱膨脹係數大。

【0057】 No.22中Ni量大，熱膨脹係數大。

【0058】 No.23中Co量大，熱膨脹係數大。

【0059】 No.24中sol.Al量小，且O量大，工具磨耗量變大。

【0060】 No.25中[Mn]/[S]小，產生鍛造裂痕。

【0061】 No.26中[Ni]+0.4[Co]小，熱膨脹係數大。

【0062】 No.27中[Ni]+0.4[Co]大，且[Si]+[Mn]大，熱膨脹係數大。

【0063】 No.28中[Si]+[Mn]大，熱膨脹係數大。

【0064】 No.29~33中Si量、Mn量、S量小，工具磨耗量大，切屑之碎裂性差。

【符號說明】

【0065】

1:看得見鑽頭基材處

2:切刃

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種低熱膨脹合金，其特徵在於以質量%計含有：

C：0.050%以下、

Si：0.30~1.00%、

Mn：0.50~2.00%、

S：0.030~0.150%、

Ni：27.00~38.00%、

Co：0~12.00%、

sol.Al：0.003~0.100%、

O：0.010%以下、

剩餘部分為Fe及不純物；

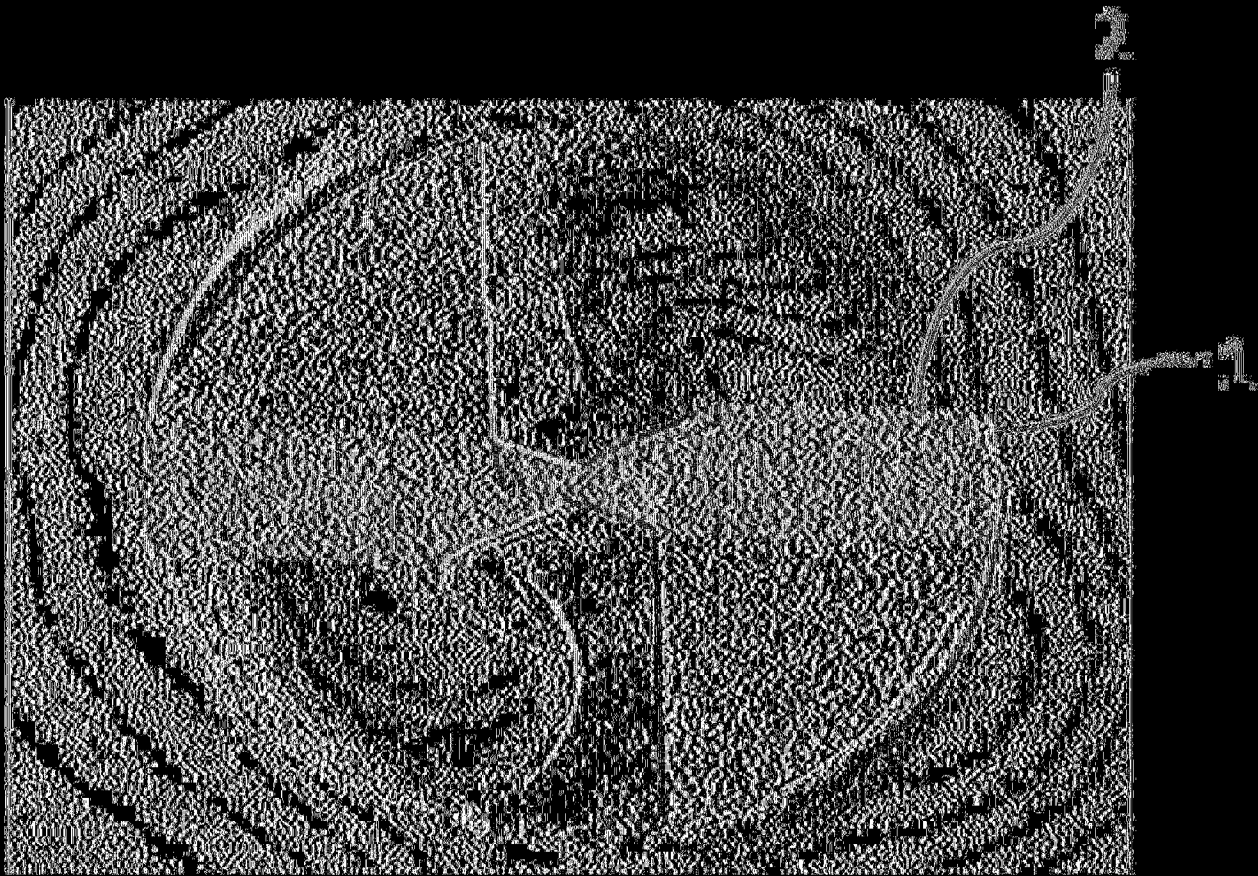
以質量%表示Mn、S、Ni、Co、Si含量的[Mn]、[S]、[Ni]、[Co]、[Si]滿足：

$[Mn]/[S] \geq 10.0$ 、

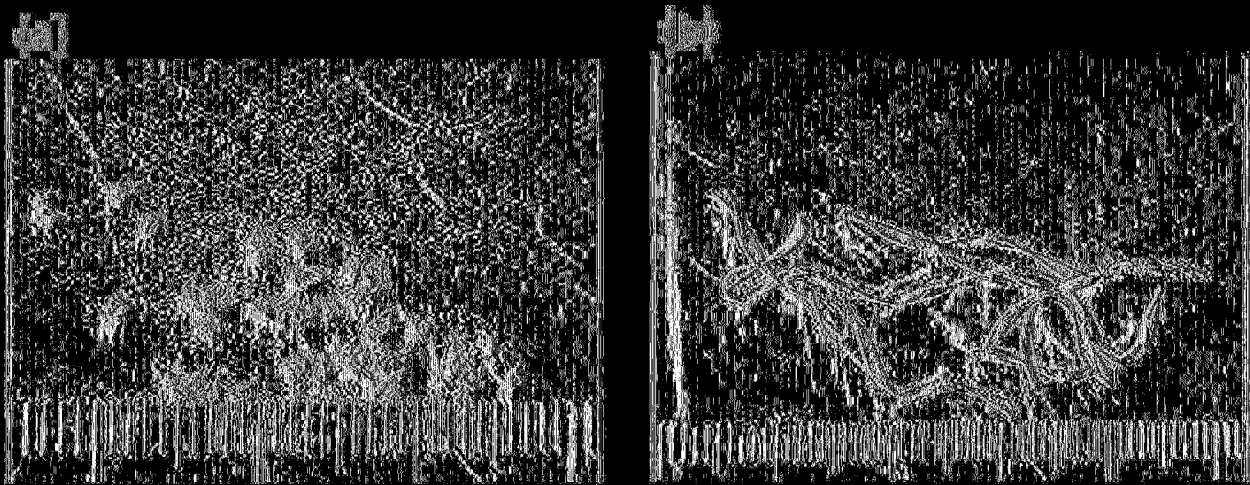
$32.0\% \leq [Ni] + 0.4[Co] \leq 38.0\%$ 、

$[Si] + [Mn] \leq 2.50\%$ ；且

該低熱膨脹合金在25~100℃的平均熱膨脹係數為 $3.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。



|(圖1)|



|(圖2)|