

(21)申請案號：106138898

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 10 日

(51)Int. Cl. : C22C33/02 (2006.01)
B22F3/12 (2006.01)

B22F1/00 (2006.01)

(30)優先權：2016/12/02 日本

2016-234807

(71)申請人：日商神戶製鋼所股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO
(KOBE STEEL, LTD.) (JP)

日本

(72)發明人：赤城宣明 AKAGI, NOBUAKI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：6 共 35 頁

(54)名稱

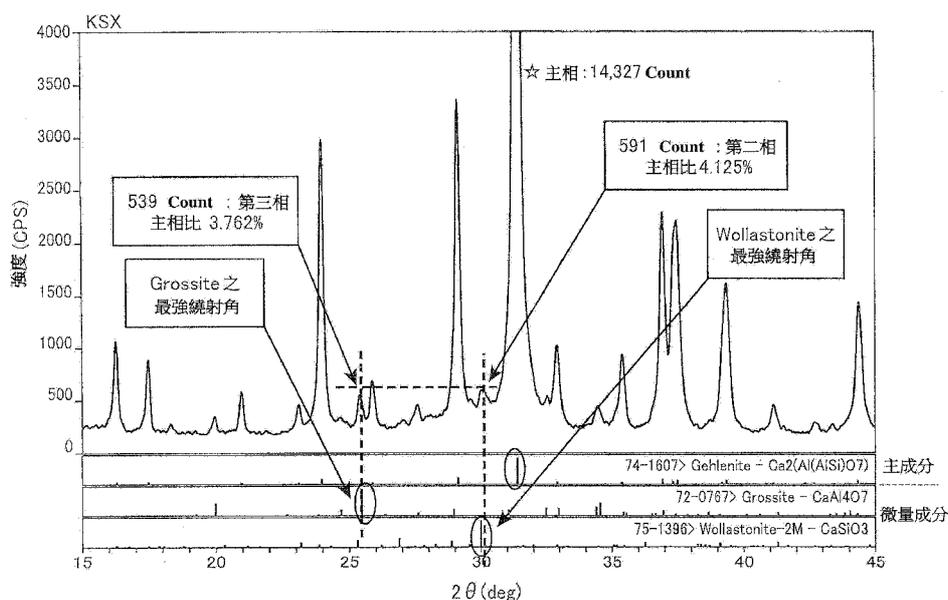
鐵基粉末冶金用混合粉末及使用其之燒結體的製造方法

(57)摘要

本發明係關於一種鐵基粉末冶金用混合粉末，其係混合有鐵基粉末、與選自由 Ca-Al-Si 系複合氧化物粉末及 Ca-Mg-Si 系複合氧化物粉末所構成之群中之一種以上的鐵基粉末冶金用混合粉末，其中，前述複合氧化物粉末，當藉由 X 射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為 100 時，峰值強度第二高之第二相之峰值高度，相對於前述主相的相對高度為 40% 以下。

指定代表圖：

圖 2



【發明說明書】

【中文發明名稱】

鐵基粉末冶金用混合粉末及使用其之燒結體的製造方法

【技術領域】

[0001] 本發明是關於一種鐵基粉末冶金用混合粉末、及使用該鐵基粉末冶金用混合粉末之燒結體的製造方法

【先前技術】

[0002] 粉末冶金，作為各式各樣之機械零件的工業生產方法而廣泛被使用著。以粉末冶金製造鐵系粉末冶金零件的步驟，係如以下方式進行。首先，藉由混合鐵基粉末、與Cu粉末、Ni粉末等之合金粉末、及石墨粉、潤滑劑，以調製成鐵基粉末冶金用混合粉末。接著，將該混合粉末充填於模具，進行加壓成形以作成生壓胚之後，對該生壓胚，以較主原料粉末之熔融溫度低的溫度進行燒結，藉此製造燒結體。接著，對所得之燒結體施以鑽鑿加工或車削加工等切削加工，藉此可得所欲形狀之鐵系粉末冶金零件。

[0003] 粉末冶金的理想在於，不對燒結體施以切削加工，以使燒結體可直接作為機械零件使用的方式來製造。然而，由於上述燒結原料混合粉末會產生不均勻的收

縮，而產生無法將燒結體直接使用於機械零件的結果。又，近年來，由於對機械零件所要求之尺寸精度提高，同時例如雙排輸片齒輪等零件形狀的複雜化，使得現狀為藉由以往之加壓成形步驟難以製得精準化零件。

[0004] 因此，必須對燒結體施以切削加工以加工成所欲的形狀。由於如此的技術背景，為了能對燒結體滑順地進行切削加工，而探討對燒結體賦予良好之被切削性的技術。

[0005] 作為對燒結體賦予被切削性的手段，已知有將MnS粉末添加至混合粉末的方法。藉由添加MnS粉末的被切削性改善效果，考量滑潤性的賦予、龜裂進展的輔助、刃口積屑緣(built-up-edge)的形成等所致的工具保護等，於鑽鑿穿孔等較低速的切削加工較為有效。然而，MnS粉末的添加，於近年之高速切削加工及硬燒結體的切削時，不一定能展現良好的被切削性。又，亦會產生切削時容易於燒結體表面產生髒污，及容易使燒結體之機械強度降低等其他問題。

[0006] 在如此的狀況下，藉由不同於上述之添加MnS粉末的方法，各種提升燒結體之被切削性的技術被提出。例如，於專利文獻1，提出「一種粉末冶金用鐵系混合粉末，其特徵係，以鐵粉為主體，含有0.02~0.3重量%之具有鈣斜長石相及/或鈣鋁黃長石相之平均粒徑50 μ m以下之CaO-Al₂O₃-SiO₂系複合氧化物的粉末」。

[0007] 又，於專利文獻2，提出「一種快削性燒結構

件用之鐵基混合粉末，其特徵係，於燒結構件用鐵基粉末，對於該鐵基粉末：100質量份，以0.01~1.0質量份的比例配合SiO₂-CaO-MgO系的氧化物粉末」。

[0008] 於上述專利文獻1、2之技術，藉由含有Ca-Al-Si系複合氧化物或Ca-Mg-Si系複合氧化物，不會使機械零件的強度大幅降低，而與無添加材相比，可發揮良好的被切削性。然而，即使嚴密地調整上述複合氧化物的粒徑及化學成分比，只要製造條件有些微的不同，於切削時之工具磨耗量即會有很大的變化。

[0009] 若工具磨耗量有很大的變化，於近年之自動切削加工生產線，必須預設工具磨耗量為大的情況，以設定工具交換個數。其結果，無法進行長時間的自動切削加工，亦可能將磨耗少仍可使用的工具進行交換，而難以稱其可發揮能滿足自動切削加工生產線所要求之安定、良好的被切削性。

[0010] 本發明係有鑑於上述情事所完成者，其目的在於提供一種鐵基粉末冶金用混合粉末、及用以製造上述燒結體之有用的方法，該鐵基粉末冶金用混合粉末，作為工具使用時之切削時，切削工具磨耗量不會有很大的變化，可製作安定地發揮良好的被切削性的燒結體。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0011]

專利文獻1：日本專利第3449110公報

專利文獻2：日本特開2010-236061號公報

【發明內容】

[0012] 本發明相關之一鐵基粉末冶金用混合粉末，係混合有鐵基粉末，與選自由Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末所構成之群中之至少一種的混合粉末，其特徵係，前述複合氧化物粉末，當藉由X射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為100時，峰值強度第二高之第二相之峰值高度，相對於前述主相的相對高度為40%以下。

【圖式簡單說明】

[0013]

圖1，係本實施形態之複合氧化物粉末中，例示主相與第二相之峰值高度的X射線繞射圖。

圖2，係圖1之局部放大圖。

圖3，係顯示實施例中使用以 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 相為主相之複合氧化物粉末時之第二相之相對高度與工具磨耗量的關係之圖。

圖4，係顯示實施例所使用之切削工具之表面附近的圖式代用照片。

圖5，係顯示實施例中使用以 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 相為主相之複合氧化物粉末時之第二相之相對高度與工具磨耗量的關係之圖。

圖6，係顯示實施例中使用以CaO-MgO-SiO₂相為主相之複合氧化物粉末時之第二相之相對高度與工具磨耗量的關係之圖。

【實施方式】

[0014] 本發明人探討了，將配合有複合氧化物粉末之原料混合粉末燒結所得之燒結體，即使嚴密地調整了複合氧化物之粒徑及化學成分比，只要製造條件有些微的不同即會使工具磨耗量產生很大差異的原因。

[0015] 其結果，相對於目的之結晶相(以下，稱為「主相」)，目的外之結晶相之中，僅次於主相多的相(以下，稱為「第二相」)之存在比率會產生變動，探究出此為主要的原因。

[0016] 又，預測上述第二相愈少，可愈減低工具磨耗量，但實際上，當第二相的存在比率於特定範圍內時，判別工具磨耗量可為最小。

[0017] 根據上述見解，藉由添加複合氧化物粉末，可更減少切削工具的磨耗量，並且對於用以使被切削性安定化之粉末的構成，進一步努力研究而完成本發明。

[0018] 藉由本發明，可實現一種被切削性優異之燒結體的製造方法，及可製得如此之燒結體的鐵基粉末冶金用混合粉末，該製造方法，於近年之自動切削加工生產線可安定地進行長時間切削加工，切削工具不須進行無意義的更換可使用至其之壽命為止。

[0019] 以下，說明本發明之鐵基粉末冶金用混合粉末及燒結體之製造方法的具體實施形態。

[0020] 本實施形態之鐵基粉末冶金用混合粉末，係混合有鐵基粉末、與選自由Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末所構成之群中之至少一種的鐵基粉末冶金用混合粉末，特別重要的在於限定所混合之複合氧化物粉末的物性。

[0021] 本實施形態所使用之複合氧化物，係一種複合氧化物粉末，其藉由X射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為100時，峰值強度第二高之第二相之峰值高度，相對於前述主相之峰值高度的相對高度(以下，僅稱為「第二相之相對高度」)為40%以下。

[0022] 目前為止所提出之技術，係如前述專利文獻1、2所示，推測僅藉由將化學分析所得之元素比(例如，Ca：Al：Si的比)為目的組成、且粒徑調整為特定範圍之Ca-Al-Si系複合氧化物或Ca-Mg-Si系複合氧化物，配合於粉末冶金用混合粉末，即可安定的提高燒結體的被切削性。

[0023] 本實施形態，推翻了如上述的既有觀念。亦即，根據本發明人等的研究發現，即使僅添加化學分析所得之元素比為目的組成、且粒徑調整為特定範圍的複合氧化物，亦無法安定地減低切削工具的磨耗量。

[0024] 目前為止被作為被切削性提升成分使用的Ca-Al-Si系複合氧化物或Ca-Mg-Si系複合氧化物，推測係由

於切削加工中所產生的摩擦熱與壓力，而於工具表面形成附著物，藉此抑制了切削工具的磨耗。然而，僅嚴密地調整化學組成與粒徑，並無法使工具表面之附著物生成狀態與工具磨耗量安定化。

[0025] 本發明人，使用X射線繞射裝置(Rigaku製 X射線繞射裝置「RINT-1500」)，以下述表1所示之條件對複合氧化物粉末測定X繞射強度，探討其測定結果與被切削性的關係。由該結果判明，當藉由X射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為100時，只要峰值強度第二高之第二相之峰值高度相對於前述主相之峰值高度的相對高度為40%以下，則所得燒結體之被切削性提升，而可減低切削工具的磨耗量。

[0026]

【表1】

分析裝置	Rigaku 製 X 射線繞射裝置 RINT-1500	
分析條件	靶 單色比 靶輸出 (連續測定) 狹縫 單色器接受狹縫 掃描速度 取樣寬度 測定角度 (2θ)	Cu 使用單色器 40 kV - 200 mA $\theta/2\theta$ 掃描 發散 1° , 散射 1° , 受光 0.30 mm 0.60 mm 2°/min 0.02° $10^\circ \sim 80^\circ$

[0027] 圖1係顯示本實施形態之複合氧化物中主相與第二相之峰值高度之一例的X射線繞射圖。又，圖2係前述圖1之局部放大圖。圖1、2所顯示之X射線繞射例，係顯示將成分組成調整為 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 的複合氧化物粉末，以前述表1所示條件進行X射線繞射時之各相的強度(CPS: Count Per Second)。

[0028] 於圖1、2，以鈣鋁黃長石(Gehlenite)為主成分之相、亦即「主相」，顯示出現最高的X射線繞射強度、發出該最強線之面的峰值強度為14327 Count。又，顯示主相之鈣鋁黃長石以外的相，出現隕鋁鈣石(Grossite)或矽灰石(Wollastonite)。

[0029] 於該等隕鋁鈣石及矽灰石中，對顯示最強繞射角時之強度、亦即峰值高度，計算相對於當主相之鈣鋁黃長石的峰值高度為100時之該峰值高度的相對高度。

[0030] 而將該相對高度之主相除外之最高的相限定為「第二相」。於圖1、2所示之例，係選定矽灰石作為第二相，該矽灰石中之相對高度顯示為「4.125%」。

[0031] 又，目的組成之複合氧化物發出最強線之面，於 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 相(鈣鋁黃長石相)為(211)，於後述之 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 相(鈣斜長石相)為(-204)，於 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 相為(211)。

[0032] 當如上述所求得之第二相的相對高度超過40%時，例如即使使用化學分析方法所得之各元素的比率為目的組成，部分之硬質 Al_2O_3 或 SiO_2 成為具有豐富的結晶構

造者，由於該等之硬質相而促進切削工具的磨耗。因此，複合氧化物粉末，藉由使上述第二相之相對高度為40%以下，使切削工具之磨耗減低，而推測可對燒結體安定地賦予良好的被切削性。

[0033] 上述複合氧化物粉末，第二相的相對高度以20%以下為更佳。藉由使第二相的相對高度為20%以下，工具磨耗抑制效果更為顯著。第二相的相對高度更佳為0.1%以上、15%以下。

[0034] 然而，若第二相的相對高度未滿1.5%，則第二相之相對高度愈低則工具磨耗量顯示愈增加的傾向。亦即，當第二相之相對高度為1.5%前後時，工具磨耗量抑制效果最為顯著，故第二相的相對高度最佳為1.0%以上、2.0%以下左右。

[0035] 本實施形態所使用之複合氧化物粉末，係選自由Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末所構成之群中的至少一種，具體而言，較佳為以 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 相、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 相或 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 相之任一者為主相的複合氧化物。

[0036] 上述 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 相，於 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 三元系氧化物狀態圖中，係稱為鈣鋁黃長石(Gehlenite)之相， $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 相，係稱為鈣斜長石(Anorthite)之相。又， $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 相，於 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 三元系氧化物狀態圖中，係位於稱為鈣鎂橄欖石(Monticellite)之相附近的相。

[0037] 上述之複合氧化物粉末，於以上述之相為主相者之中，皆可單獨使用、亦可併用兩種以上。總而言之，使用時之各複合氧化物粉末，只要顯示如上述之物性者即可。

[0038] 本實施形態所使用之複合氧化物粉末，藉由嚴選製鐵所所產生的轉爐爐渣，可得顯示上述物性的複合氧化物粉末。具體而言，由轉爐水淬爐渣採樣複數點的樣品，藉由化學成分及前述X射線繞射法，進行適於目的的選別。將適於目的之水淬爐渣以各種粉碎機調整成所欲之粒徑即可。

[0039] 或者，可將 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 等各種單體氧化物粉末，以使元素成為目標組成之方式所配合的起始原料，藉由熔融合成法調製成複合氧化物。例如，即使採用熔融合成法，由於冷卻過程中目的組成以外之第二相的生成量會產生變化，故較佳為，事先確認整體的化學組成為目的組成，並且，適當地設定熔融合成後的冷卻條件，使所得之複合氧化物藉由X射線繞射法確認上述第二相的相對高度為特定範圍中。

[0040] 上述冷卻條件，例如關於冷卻速度，由於溶解單位、所採用之冷卻方法等，難以測定正確的冷卻速度，而由複合氧化物的熔融狀態進行急速冷卻者，第二相之相對高度有減小的傾向。商業上所成立之加熱、冷卻方法有各式各樣，且依1次之熔融批次大小冷卻速度會改變，故可視所採用之裝置適當地制定製造條件。

[0041] 本實施形態所使用之複合氧化物之粒徑，平均粒徑以 $50\mu\text{m}$ 以下為佳，更佳為利用 $12\mu\text{m}$ 以下者。複合氧化物之粒徑，愈微細分散性愈高，故推測即使以少質量比的添加亦可得工具磨耗減低效果。

[0042] 然而，另一方面，欲使複合氧化物愈微細化則成本增高，故斟酌用以微粉碎的成本，而調製成上述範圍內即可。由如此之觀點考量，複合氧化物之粒徑以平均粒徑為 $1\sim 5\mu\text{m}$ 為佳。又，複合氧化物之上述平均粒徑，係設定為使用雷射繞射式粒度分布測定裝置(日機裝製 Microtrack 「MODEL9320-X100」)所得之粒度分布中之累計值50%之粒度 D_{50} 的值、亦即體積平均粒徑。

[0043] 本實施形態所使用之鐵基粉末，可舉例如霧化鐵粉、還原鐵粉等純鐵粉、部分擴散合金化鋼粉、完全合金化鋼粉或於完全合金化鋼粉使合金成分部分擴散的混合鋼粉等。

[0044] 鐵基粉末，係構成鐵基粉末冶金用混合粉末的主要構成成分，相對於鐵基粉末冶金用混合粉末整體，以含有60質量%以上的比例為佳。更佳為70質量%以上。

[0045] 又，鐵基粉末之上述配合比例，係指於鐵基粉末冶金用混合粉末之中，於後述各種添加劑中於燒結步驟消失的黏結劑與潤滑劑除外之總質量所佔的比例。於以下，當限定各成分的質量%時，該限定皆指於黏結劑與潤滑劑除外之鐵基粉末冶金用混合粉末之總質量所佔的比例。

[0046] 鐵基粉末之平均粒徑，以上述體積平均粒徑計，較佳為 $50\mu\text{m}$ 以上、更佳為 $70\mu\text{m}$ 以上。藉由使鐵基粉末之平均粒徑為 $50\mu\text{m}$ 以上，粉末之處理性為優異者。又，鐵基粉末之平均粒徑，較佳為 $200\mu\text{m}$ 以下、更佳為 $100\mu\text{m}$ 以下。藉由使鐵基粉末之平均粒徑為 $200\mu\text{m}$ 以下，容易成形為精密形狀、且可得充分的強度。

[0047] 於鐵基粉末冶金用混合粉末之複合氧化物的配合量，較佳為 0.02 質量%以上、 0.3 質量%以下。藉由使複合氧化物的配合量為 0.02 質量%以上，可賦予良好的被切削性。當未滿 0.02 質量%時，無法得到充分的被切削性改善效果，而若超過 0.3 質量%，則使用複合氧化物的成本增大，且可能會對燒結體之強度或尺寸變化率造成不小的影響。

[0048] 複合氧化物之配合量的較佳下限，為 0.05 質量%以上、更佳為 0.07 質量%以上。又，複合氧化物之配合量的較佳上限，為 0.2 質量%以下、更佳為 0.15 質量%以下。

[0049] 於本實施形態之粉末冶金用混合粉末，除上述之鐵基粉末與複合氧化物粉末之外，亦可適當配合合金用粉末、石墨粉末、物性改善粉末、黏結劑、潤滑劑等各種添加劑。又，如此之外，亦可容許含有於鐵基粉末冶金用混合粉末之製造過程中不可避免之微量的雜質。

[0050] 上述合金用粉末，可舉例如Cu粉末、Ni粉末、Mo粉末、Cr粉末、V粉末、Si粉末、Mn粉末等非鐵金

屬粉末、氧化亞銅粉末等，該等可單獨使用一種、亦可併用兩種以上。

[0051] 作為上述物性改善粉末，當以改善混合粉末的流動性為目的時，可例示如煙燻氧化矽等，當欲提升燒結體的耐磨耗性時，可例示如不鏽鋼粉末、高速鋼粉末、氟化鈣粉末等。

[0052] 上述黏結劑，係為了使複合氧化物粉末、合金用粉末、石墨粉末等附著於鐵基粉末的表面所添加者。如此之黏結劑，可使用丁烯聚合物、甲基丙烯酸系聚合物等。丁烯系聚合物，較佳為使用僅由丁烯構成之1-丁烯均聚合物、或丁烯與烯烴之共聚物。上述烯烴較佳為低級烯烴、更佳為乙烯或丙烯。甲基丙烯酸系聚合物，可舉例如選自由甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸環己酯、甲基丙烯酸乙基己酯、甲基丙烯酸月桂酯、丙烯酸甲酯及丙烯酸乙酯所構成群中之一種以上。

[0053] 黏結劑之含量，相對於鐵基粉末冶金用混合粉末的總質量，較佳為0.01質量%以上、0.5質量%以下，更佳為0.05質量%以上、0.4質量%以下，再更佳為0.1質量%以上、0.3質量%以下。

[0054] 上述潤滑劑，係用以使於模具內壓縮鐵基粉末冶金用混合粉末所得之生壓胚容易由模具取出所添加者。亦即，若於鐵基粉末冶金用混合粉末添加潤滑劑，則可減低由模具取出生壓胚時之取出壓力，而能防止生壓胚

產生破裂或模具的損傷。潤滑劑可添加於鐵基粉末冶金用混合粉末，亦可塗布於模具表面。

[0055] 潤滑劑之配合量，相對於鐵基粉末冶金用混合粉末的總質量，較佳為0.01質量%以上、1.5質量%以下，更佳為0.1質量%以上、1.2質量%以下，再更佳為0.2質量%以上、1.0質量%以下。藉由使潤滑劑之含量為0.01質量%以上，容易得到減低生壓胚之取出壓力的效果。藉由使潤滑劑之含量為1.5質量%以下，容易得到高密度之燒結體，而能得到更高強度之燒結體。

[0056] 上述潤滑劑，可使用選自由硬脂酸鋰、硬脂酸鈣、硬脂酸鋅等金屬皂；硬脂酸單醯胺、脂肪酸醯胺、醯胺蠟、烴系蠟、硬脂酸鋅，及交聯(甲基)丙烯酸烷基酯樹脂所構成群中之一種以上。其中，由合金用粉末、石墨等於鐵基粉末表面的附著性能良好、且可減輕鐵基混合粉末之偏析的觀點考量，較佳為使用醯胺系潤滑劑。

[0057] 本實施形態之鐵基粉末冶金用混合粉末，例如可使用機械攪拌式混合機，將鐵基粉末，與上述所製作之Ca-Al-Si系複合氧化物或Ca-Mg-Si系複合氧化物進行混合，藉此來製作。除該等粉末之外，合金用粉末、石墨粉末、黏結劑、潤滑劑等各種添加劑亦適用。上述機械攪拌式混合機，可舉例如高速混合機、圓錐混合機、V型混合機、雙錐摻合機等。上述各粉末的混合順序並無特別限定。混合溫度並無特別限定，而由抑制混合步驟中鐵基粉末氧化的觀點以150℃以下為佳。

[0058] 將上述所製作之鐵基粉末冶金用混合粉末填充於模具後，施加300MPa以上1200MPa以下之壓力，而得生壓胚。此時之成形溫度，較佳為25℃以上、150℃以下。

[0059] 將上述所製作之生壓胚，以一般之燒結方法進行燒結可得燒結體。燒結條件，只要為非氧化性環境氣氛或還原性環境氣氛即可，而較佳為例如於氮環境氣氛下、氮及氫之混合環境氣氛下、烴等之環境氣氛下，以1000℃以上1300℃以下之溫度進行燒結5分鐘以上60分鐘以下。

[0060] 如上述所製造之燒結體，藉由施以切削加工可使用於各種機械零件。

[0061] 如上述所製作之燒結體，藉由視需要以切削工具等各種工具進行加工，可作為汽車、農機具、電動工具、家電製品的機械零件使用。對上述燒結體進行加工之切削工具，可舉例如鑽孔機、端銑刀、研磨加工用切削工具、車削加工用切削工具、絞刀、旋塞等。

[0062] 上述燒結體，會視需要施以輝面淬火、回火或浸碳處理等各種熱處理，而Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末，為了不因該等熱處理而變質，係於各種熱處理後實施切削加工，此亦包含於本發明。

[0063] 本說明書揭示了如上述之各種樣態的技術，其中主要的技術係如以下所述。

[0064] 本發明相關之一鐵基粉末冶金用混合粉末，係混合有鐵基粉末，與選自由Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末所構成之群中之至少一種的混合粉末，其特徵係，前述複合氧化物粉末，當藉由X射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為100時，峰值強度第二高之第二相之峰值高度，相對於前述主相的相對高度為40%以下。

[0065] 藉由如此之構成，可提供一種鐵基粉末冶金用混合粉末，其作為工具使用之際之切削時的切削工具磨耗量不會有大變化，可製作能安定地發揮良好被切削性的燒結體。

[0066] 本發明中，前述相對高度以20%以下為佳。又，該相對高度，更佳為0.1%以上、15%以下。藉此，可更確實地得到上述效果。

[0067] 本發明所使用之前述複合氧化物粉末，可舉例如以 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 相、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 相或 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 相之任一者為主相者。藉此，可更確實地得到上述效果。

[0068] 於本發明，亦包含使用上述鐵基粉末冶金用混合粉末製造燒結體的方法。藉由該製造方法所得之燒結體，其作為工具使用之際的切削工具磨耗量不會有大變化，可安定地發揮良好的被切削性。

[0069] 以下，依據實施例具體揭示本發明的作用效果，但下述實施例並非用以限定本發明者，可依前述、後

述之主旨進行適當的設計變更，而皆包含於本發明之技術範圍內。

[0070]

[實施例]

(實施例1)

使CaO粉末、Al₂O₃粉末及SiO₂粉末，以使成分組合為2CaO-Al₂O₃-SiO₂的方式混合，將混合物100g插入坩堝，於大氣中以1600°C加熱至完全熔解為止。熔解物，以改變冷卻速度為目的，準備：(i)將熔解物直接投入水中以急速冷卻者、(ii)由加熱爐中取出，改變溫度放置於大氣中冷卻至室溫為止者、(iii)於加熱爐內部以2天爐內冷卻者。

[0071] 對所得之各種複合氧化物進行粗略粉碎至平均粒徑為1mm以下，再以螺旋式氣流磨粉機進行微粉碎至平均粒徑為2.5~2.7μm的範圍。將微粉碎後的複合氧化物粉末，以前述表1所示之條件進行X射線繞射，測定相對於主相之第二相的相對高度。

[0072] 接著，對純鐵粉(商品名：「Atomel 300M」股份有限公司神戶製鋼所製)，混合2質量%之銅粉末(商品名：「CuATW-250」福田金屬箔粉工業股份有限公司製)、0.8質量%之石墨粉(商品名：「CPB」日本石墨工業股份有限公司製)、0.75質量%之醃胺系潤滑劑(商品名：「Acrawax C」LONZA公司製)，與0.1質量%上述所製作之2CaO-Al₂O₃-SiO₂粉末，藉此調製成鐵基粉末冶金用混合粉末。此時所使用之上述純鐵粉的平均粒徑為76μm。

[0073] 將上述鐵基粉末冶金用混合粉末充填於模具中，以外徑：64mm、內徑：24mm、厚度：20mm的環狀形狀，以使生壓胚的密度為 $7.00\text{g}/\text{cm}^3$ 的方式成形為試驗片。對該生壓胚，以推桿式燒結爐於 $10\%\text{H}_2\text{-N}_2$ 之環境氣氛下，以 1130°C 進行燒結30分鐘，藉此製作燒結體。燒結體密度，任一試樣皆為 $6.85\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0074] 使用所製作之燒結體，以工具顯微鏡測定使用金屬陶瓷製刀片 (ISO型號：SNGN120408 無遮斷器) 以周速：160m/min、切痕：0.5mm/pass、運送：0.1mm/rev、乾式的條件進行2500m車削時，切削工具之工具磨耗量 (由工具表面起朝深度方向之工具被磨耗的量：單位 μm)。

[0075] 將第二相之相對高度與工具磨耗之量的測定結果，示於下述表2。工具磨耗量之值愈小，顯示燒結體的被切削性愈優異。根據該等結果，將使用以 $2\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 相為主相之複合氧化物粉末時之第二相之相對高度與工具磨耗量的關係示於圖3。於該圖3，亦顯示未配合複合氧化物之「無添加材」之切削時之切削工具的工具磨耗量。

[0076]

【表2】

第二相之相對高度 (%)	工具磨耗量 (μm)
0.1	98
0.5	59
0.8	49
1.3	48
1.7	42
2.1	45
2.2	36
3.2	34
3.6	39
3.8	38
4.4	37
6.7	45
8.3	48
10.9	65
14.7	87
16.3	105
20.4	134
31.3	174
39.8	187
51.4	225

[0077] 由該等結果可發現如下事項。首先可知若第

二相的相對高度超過40%，則與無添加材相比反而工具磨耗量增大。於其之化學分析，雖成為目的組成，但有部分偏離了Ca、Al、Si的理想比，生成例如硬質的富含 Al_2O_3 相，推測由於該硬質相而使工具磨耗量增大。

[0078] 相對於此，若第二相的相對高度為20%以下，則工具磨耗量急遽減少，又，若於15%以下、進一步之10%以下，則工具磨耗量少且安定。

[0079] 當使用僅由主相所構成之複合氧化物時，雖預測工具磨耗量為少，但實際上若第二相之相對高度未滿1.5%，則工具磨耗量反而顯示增大的傾向。

[0080] 藉由添加複合氧化物所致之工具磨耗量的減少，推測為下述原因，首先分散於燒結體中之複合氧化物中的Ca，由於切削加工中所產生的熱與壓力，與切削工具所含之Ti反應，而於切削工具表面形成 $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ 而製作成底層，接著，透過所形成之 $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ 的底層，形成稱為「Belag」的附著物，藉此防止了切削工具，與作為被切削材之鐵系燒結體的直接接觸之故。此時之切削工具的表面狀態，示於圖4之代用圖式照片。

[0081] 複合氧化物，相較於僅由如 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 之三元系氧化物狀態圖之安定相所構成者，含有稍許Ca豐富之不安定的相者，會與工具中所含之Ti產生反應作成底層而容易形成附著物，因此推測工具磨耗量減少。然而，如上述若過度地含有第二相，則由於硬質的組織促進工具磨耗，故存在有較佳範圍。

[0082] 再者，關於前述混合物之熔解物的冷卻速度，由熔融狀態以愈快速度進行冷卻的試樣，第二相之含有率有顯示愈少的傾向。

[0083]

(實施例2)

將CaO粉末、Al₂O₃粉末及SiO₂粉末，以使成分組合為CaO-Al₂O₃-2SiO₂的方式混合製作複合氧化物，除此之外與實施例1以同樣方式製作鐵基粉末冶金用混合粉末及燒結體。關於此時之複合氧化物之熔解溫度及冷卻條件，亦與實施例1相同。

[0084] 接著，與實施例1同樣地測定第二相的相對高度、與工具磨耗量。將其之結果示於下述表3。根據該等結果，將使用以CaO-Al₂O₃-2SiO₂相為主相之複合氧化物粉末時之第二相之相對高度與工具磨耗量的關係示於圖5。於該圖5，於前述圖3同樣地，亦顯示未配合複合氧化物之「無添加材」之切削時之切削工具的工具磨耗量。

[0085]

【表3】

第二相之相對高度 (%)	工具磨耗量 (μm)
0.2	95
0.4	63
0.9	54
1.6	52
1.8	46
2.6	45
2.7	48
3.1	50
3.9	51
6.8	53
9.4	58
10.6	68
15.4	102
17.5	134
24.8	166
34.9	186
39.8	187
53.0	237

[0086] 由該等結果可知，使用以 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-2SiO}_2$ 為主相、第二相之相對高度為既定範圍內的複合氧化物時，亦可見與實施例1同樣的傾向。

[0087]

(實施例3)

將CaO粉末、MgO粉末及SiO₂粉末，以使成分組合為CaO-MgO-SiO₂的方式混合製作複合氧化物，除此之外與實施例1以同樣方式製作鐵基粉末冶金用混合粉末及燒結體。關於此時之複合氧化物之熔解溫度及冷卻條件，亦與實施例1相同。

[0088] 接著，與實施例1同樣地測定第二相的相對高度、與工具磨耗量。將其之結果示於下述表4。根據該等結果，將使用以CaO-MgO-SiO₂相為主相之複合氧化物粉末時之第二相之相對高度與工具磨耗量的關係示於圖6。於該圖6，於前述圖3同樣地，亦顯示未配合複合氧化物之「無添加材」之切削時之切削工具的工具磨耗量。

[0089]

【表4】

第二相之相對高度 (%)	工具磨耗量 (μm)
0.1	125
0.6	85
0.9	78
1.4	72
1.6	69
2.8	67
3.2	66
4.2	69
7.6	78
11.6	92
13.9	108
15.9	123
19.8	165
30.9	169
39.8	181
51.4	236

[0090] 由該等結果可知，使用以 CaO-MgO-SiO_2 為主相、第二相之相對高度為既定範圍內的複合氧化物時，亦可見與實施例1同樣的傾向。

[0091] 本發明係以2016年12月2日申請之日本專利申請特願2016-234807為基礎者，其內容亦包含於本發明

中。

[0092] 為了表現本發明，於參照前述之具體例等之下透過實施形態充分且適當地說明了本發明，但應可理解所屬技術領域者可容易地進行前述之實施形態的變更及/或改良。因此，所屬技術領域者所實施之變更型態或改良型態，只要沒有脫離申請專利範圍所記載之請求項的權利範圍，該變更型態或該改良型態，應解釋為包含於該申請專利範圍的權利範圍內。

[0093] 本發明於鐵基粉末冶金相關之技術領域，具有廣範圍的產業可利用性。



201831701

【發明摘要】

【中文發明名稱】

鐵基粉末冶金用混合粉末及使用其之燒結體的製造方法

【中文】

本發明係關於一種鐵基粉末冶金用混合粉末，其係混合有鐵基粉末、與選自由Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末所構成之群中之一種以上的鐵基粉末冶金用混合粉末，其中，前述複合氧化物粉末，當藉由X射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為100時，峰值強度第二高之第二相之峰值高度，相對於前述主相的相對高度為40%以下。

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種鐵基粉末冶金用混合粉末，其係混合有鐵基粉末、與選自由Ca-Al-Si系複合氧化物粉末及Ca-Mg-Si系複合氧化物粉末所構成之群中之至少一種的鐵基粉末冶金用混合粉末，其特徵係，前述複合氧化物粉末，當藉由X射線繞射顯示最高峰值強度之主相的峰值高度為100時，峰值強度第二高之第二相之峰值高度，相對於前述主相的相對高度為40%以下。

【第2項】

如請求項1之鐵基粉末冶金用混合粉末，其中，前述相對高度為20%以下。

【第3項】

如請求項2之鐵基粉末冶金用混合粉末，其中，前述相對高度為0.1%以上、15%以下。

【第4項】

如請求項1至3中任一項之鐵基粉末冶金用混合粉末，前述複合氧化物粉末，係以 $2\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 相、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$ 相或 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 相之任一者為主相。

【第5項】

一種燒結體的製造方法，其係藉由將請求項1之鐵基粉末冶金用混合粉末進行燒結以製造燒結體。

