

圖 1

發明摘要

※ 申請案號：104/44548

※ 申請日：104. 12. 30

※ IPC 分類：

C08L101/00(2006.01)

C08K3/22(2006.01)

C09C1/68(2006.01)

C09K3/14(2006.01)

B24D3/20(2006.01)

C08J5/14(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

磨料製品及其成形方法

ABRASIVE ARTICLES AND METHODS FOR FORMING SAME

【中文】

磨料製品可包括主體，該主體包括黏結材料及包含於該黏結材料內之磨料粒子。該等磨料粒子可包括奈米晶氧化鋁。該黏結材料可包括有機材料。在一實施方案中，該奈米晶氧化鋁可具有不大於 1.5 微米之平均微晶尺寸。在另一實施方案中，該黏結材料及該等磨料粒子可混合且該混合物可固化以形成本文實施方案之磨料製品。

【英文】

An abrasive article can include a body including a bond material and abrasive particles contained within the bond material. The abrasive particles can include nanocrystalline alumina. The bond material can include an organic material. In an embodiment, the nanocrystalline alumina may have an average crystallite size of not greater than 1.5 microns. In another embodiment, the bond material and the abrasive particles may be mixed and the mixture may cure to form the abrasive article of embodiments herein.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

磨料製品及其成形方法

ABRASIVE ARTICLES AND METHODS FOR FORMING
SAME

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於磨料製品，且尤其係關於包括奈米晶氧化鋁之黏結磨料製品。

【先前技術】

【0002】 黏結磨料製品諸如砂輪可用於切削、研磨或成形各種材料，諸如石頭及金屬以及其他材料。具有黏結於有機黏結材料內之微晶氧化鋁之黏結磨料製品諸如砂輪的效能可能依賴於磨料之硬度、磨削比及其他性能。該行業持續需要改良之磨料製品。

【圖式簡單說明】

【0003】 實施方案係以舉例之方式說明且不限於附圖。

圖 1 包括用於形成磨料製品之流程圖。

圖 2 包括根據一實施方案之成形磨料粒子之透視圖。

圖 3 包括根據一實施方案之成形磨料粒子之透視圖。

圖 4 包括根據一實施方案之成形磨料粒子之透視圖。

圖 5 包括根據一實施方案之成形磨料粒子之透視圖。

圖 6A 包括習知微晶氧化鋁晶粒之 SEM 圖像。

圖 6B 包括根據一實施方案之奈米晶氧化鋁晶粒之 SEM 圖像。

圖 7A 包括磨料樣品之磨削比之柱狀圖。

圖 7B 包括磨料樣品之磨削比之柱狀圖。

熟習此項技術者應理解，附圖中之元件係為簡單及清楚起見示出，而未必按比例繪製。舉例而言，附圖中一些元件之尺寸可能相對於其他元件誇大以有助於增進對本發明實施方案之理解。

【實施方式】

【0004】 提供以下說明書與附圖組合以輔助理解本文揭示之教示。以下討論將著重於該等教示之特定實施及實施方案。提供該焦點以輔助描述該等教示，而不應被解釋為對該等教示之範疇或適用性之限制。然而，其他教示當然可用於本申請案中。

【0005】 如本文所用，術語「包含」、「包括」、「具有」或其任何其他變化形式意欲涵蓋非排他性包括。舉例而言，包含特徵列表之方法、製品或裝置未必僅限於彼等特徵，但可包括未明確列出或該等方法、製品或裝置所固有之其他特徵。此外，除非相反地明確說明，否則「或」係指包括性之或非排他性之或。舉例而言，條件 A 或 B 由以下中之任一者滿足：A 為真（或存在）且 B 為假（或不存在），A 為假（或不存在）且 B 為真（或存在），及 A 與 B 皆為真（或存在）。

【0006】 此外，「一個」或「一種」之使用被用於描述本文所述之元件及組分。此僅為方便而進行且給出本發明範疇之一般意義。除非明顯具有其他含義，否則此描述應被理解為包括一種或至少一種且單數亦包括複數，反之亦然。舉例而言，當本文描述單一條目時，可使用一個以上條目來替代單一條目。類似地，當本文描述一個以上條目時，可用單一條目取代該一個以上條目。

【0007】 除非另外定義，否則本文使用之所有技術及科學

術語具有與本發明所屬領域之一般技術者通常所理解相同之含義。材料、方法及實施例僅具說明性而不欲具限制性。在未描述關於特定材料及加工行為之某些細節的程度上，該等細節可包括習知方法，其可見於製造領域內之參考書及其他來源中。

【0008】 本文揭示之實施方案係關於包括主體之磨料製品，該主體包括黏結材料及包含於該黏結材料內之磨料製品。該黏結材料可包括有機材料。該等磨料粒子可包括奈米晶氧化鋁。本文實施方案之奈米晶氧化鋁之使用可能有助於改良該等磨料製品之硬度及微破裂特性。

【0009】 其他實施方案係關於形成磨料製品之方法，其包括形成包括黏結材料及磨料製品之混合物，及使該混合物固化以形成該磨料製品。該方法可允許形成具有增強效能及改良特性諸如增加之磨削比及維氏硬度的磨料製品。

【0010】 圖 1 包括形成根據一實施方案之磨料製品之方法的流程圖。在步驟 101，可製造包括黏結材料（或黏結材料之前驅物）及包含奈米晶氧化鋁之磨料粒子之混合物。在某些情況下，可利用合適之混合操作來達成該等組分在該混合物內之均勻分散。

【0011】 該混合物亦可包括一或多種視情況選用之添加劑，包括例如次要磨料粒子、填料及其類似物。根據一非限制性實施方案，該等次要磨料粒子可包括氧化鋁、碳化矽、立方氮化硼、金剛石、燧石及石榴石晶粒，及其任何組合。該填料之實例可包括粉末、顆粒、球體、纖維、成孔劑、空心粒子及其組合。該填料可選自由粉末、顆粒、球體、纖維、成孔劑、聚合物空心粒子及其組合組成之群。

【0012】 在另一實施方案中，該填料可包括選自由沙子、

氧化鋁空心球、鉻鐵礦、磁鐵礦、白雲石、富鋁紅柱石空心球、硼化物、二氧化鈦、碳製品、碳化矽、木粉、黏土、滑石、六方氮化硼、二硫化鉬、長石、霞石正長岩、玻璃球、玻璃纖維、 CaF_2 、 KBF_4 、冰晶石(Na_3AlF_6)、鉀冰晶石(K_3AlF_6)、黃鐵礦、 ZnS 、硫化銅、礦物油、氟化物、碳酸鹽、碳酸鈣、莎綸、苯氧樹脂、 CaO 、 K_2SO_4 、礦棉、 MnCl_2 、 KCl 及其組合組成之群的材料。

【0013】 根據另一實施方案，該填料可包括選自由抗靜電劑、潤滑劑、孔隙誘導劑、著色劑及其組合組成之群的材料。該填料可包括平均粒度不大於約 40 微米之鐵及硫。在一特定實施方案中，該填料可基本上由本文所述材料中之任一者組成。在另一特定實施方案中，該填料可基本上由本文實施方案中所述材料中之兩者或更多者組成。

【0014】 根據至少一個實施方案，該黏結材料可包括至少一種有機材料，諸如天然有機材料或合成有機材料。根據另一實施方案，該黏結材料可包括熱固性材料或熱塑性材料。在另一實施方案中，該有機材料可包括樹脂，諸如酚醛樹脂、環氧樹脂、聚酯樹脂、聚胺基甲酸酯、聚酯、橡膠、聚醯亞胺、聚苯並咪唑、芳族聚醯胺、改質酚醛樹脂（諸如：環氧改質及橡膠改質樹脂，或與塑化劑摻合之酚醛樹脂等）等，以及其任何組合。例示性酚醛樹脂可包括可溶酚醛樹脂及酚醛清漆。根據另一實施方案，該黏結材料可包括選自由樹脂、熱固性材料、熱塑性材料、酚醛樹脂及其組合組成之群的材料。舉例而言，該黏結材料可包括選自由酚醛樹脂、環氧樹脂、聚酯、氰酸酯、蟲膠、聚胺基甲酸酯、橡膠及其組合組成之群的材料。在一特定實施方案中，該黏結材料可基本上由本文所述有機材料中之任一者組成。在另一實施方案中，

該黏結材料可基本上由本文所述有機材料中之兩者或更多者組成。

【0015】 在另一實施方案中，該黏結材料可包括固化劑或交聯劑。該固化或交聯劑可包括胺。例示性胺可包括乙二胺；伸乙基三胺；甲胺，或其類似物。在一特定實施方案中，該固化或交聯劑可包括六亞甲基四胺。根據另一實施方案，該黏結材料可包括用固化或交聯劑諸如六亞甲基四胺改質之酚醛樹脂。

【0016】 該有機材料可呈液體形式，且充當前驅黏結材料，其可藉由固化成形為最終成形之黏結材料。在一特定實施方案中，該黏結材料可包括具有擁有亞微米平均尺寸之交聯結構域之酚醛樹脂。

【0017】 在步驟 101 形成混合物後，可在步驟 102 進行固化。固化可在熱量存在下發生。舉例而言，該混合物可在最終固化溫度下保持一段時期，諸如 6 小時至 48 小時、10 小時至 36 小時，或直至該混合物達到交聯溫度或獲得所需密度。固化溫度之選擇取決於例如諸如以下因素：所用黏結材料之類型、強度、硬度及所需研磨效能。根據某些實施方案，固化溫度可在包括至少 150°C 至不大於 250°C 之範圍內。在使用有機黏結之更特定實施方案中，固化溫度可在包括至少 150°C 至不大於 230°C 之範圍內。酚系樹脂之聚合可在包括至少 110°C 至不大於 225°C 之範圍內之溫度下發生。可溶酚醛樹脂可在包括至少 140°C 至不大於 225°C 之範圍內之溫度下聚合。適於本文實施方案之某些酚醛清漆樹脂可在包括至少 110°C 至不大於 195°C 之範圍中之溫度下聚合。

【0018】 根據至少一個實施方案，該等磨料粒子可包括具有特定平均微晶尺寸之奈米晶氧化鋁。舉例而言，該等奈米

晶氧化鋁粒子之平均微晶尺寸可能不大於 0.15 微米，諸如不大於 0.14 微米、不大於 0.13 微米或不大於 0.12 微米或甚至不大於 0.11 微米。在另一實施方案中，該平均微晶尺寸可為至少 0.01 微米，諸如至少 0.02 微米、至少 0.05 微米、至少 0.06 微米、至少 0.07 微米、至少 0.08 微米或至少約 0.09 微米。應理解，該平均微晶尺寸可在包括上述任何最小至最大值之範圍內。舉例而言，該平均微晶尺寸可在 0.01 微米至 0.15 微米、0.05 微米至 0.14 微米、或 0.07 微米至 0.14 微米之範圍內。在一特定實施方案中，該微晶尺寸可在 0.08 微米至 0.14 微米之範圍內。

【0019】 可使用掃描電子顯微鏡(SEM)顯微照片基於未校正截距法量測平均微晶尺寸。藉由使 bakelite 安裝在環氧樹脂中來製備磨料晶粒樣品，隨後使用 Struers Tegramin 30 拋光裝置用金剛石拋光漿料拋光。在拋光後，將環氧樹脂在熱板上加熱，隨後將拋光表面在低於燒結溫度 150°C 下熱蝕刻 5 分鐘。將個別晶粒（5-10 個磨粒）固定在 SEM 固定件上，隨後塗金以進行 SEM 準備。在約 50,000X 放大倍率下獲取三個個別磨料粒子之 SEM 顯微照片，隨後使用以下步驟計算未校正微晶尺寸：1)自晶體結構視圖之一個角至對角繪製對角線，不包括在照片底部之黑色資料帶（參見例如圖 7A 及圖 7B）；2)量測對角線長度作為 L1 及 L2，精確至 0.1 公分；3)計算由每個對角線相交之晶界數（亦即，晶界交點 I1 及 I2）並對於各對角線記錄此數目，4)藉由量測在每個顯微照片或顯示螢幕底部之微米條長度（以公分計）（亦即，「條長度」）且將條長度（以微米計）除以條長度（以公分計）來確定所計算條數目；5)將於顯微照片上繪製之對角線總公分數加和(L1 + L2)以獲得對角線長度總和；6)將兩條對角線之晶界交點數目加和(I1

+ I2)以獲得晶界交點總和；7)將以公分計之對角線長度總和(L1+L2)除以晶界交點總和(I1+I2)且將此數目乘以所計算之條數。對於三種不同之隨機選擇樣品將此過程完成不同的至少三次以獲得平均微晶尺寸。

【0020】 作為計算條數之實例，假定如在照片中提供之條長度為 0.4 微米。使用尺子量測之條長度(以公分計)為 2 cm。將 0.4 微米之條長度除以 2 cm 且等於 0.2 um/cm，作為所計算之條數。藉由將對角線長度總和(L1+L2)(以公分計)除以晶界交點總和(I1+I2)且將此數目乘以所計算之條數來計算平均結晶尺寸。

【0021】 根據一實施方案，相對於該等磨料粒子之總重量，該奈米晶氧化鋁可包括至少 51 重量%氧化鋁。例如，在奈米晶氧化鋁內之氧化鋁含量可為至少約 60 重量%、至少 70 重量%、至少 80 重量%、至少約 85 重量%或甚至更高，諸如至少 90 重量%、至少 92 重量%、至少 93 重量%或至少 94 重量%。在一個非限制性實施方案中，氧化鋁含量可能不大於 99.9 重量%，諸如不大於 99 重量%、不大於 98.5 重量%、不大於 98 重量%、不大於 97.5 重量%、不大於 97 重量%、不大於 96.5 重量%或不大於 96 重量%。應理解，氧化鋁含量可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，該含量可在 60 重量%至 99.9 重量%範圍內、在 70 重量%至 99 重量%範圍內、在 85 重量%至 98 重量%範圍內、或在 90 重量%至 96.5 重量%範圍內。在一特定實施方案中，該單晶氧化鋁可能基本上由氧化鋁、諸如 α 氧化鋁組成。

【0022】 如本文所述，該奈米晶氧化鋁可具有許多特定特徵。此等特徵可類似地應用於磨料粒子。舉例而言，該等磨料粒子可包括相對於磨料粒子總重量為一定重量百分比之氧

化鋁，其與相對於奈米晶氧化鋁總重量之氧化鋁含量類似。例如，相對於磨料粒子總重量之磨料粒子中之氧化鋁含量可為至少至少 60 重量%，諸如至少 70 重量%、至少 80 重量%、至少 85 重量%、至少 90 重量%、至少 92 重量%、至少 93 重量%或至少 94 重量%。對於另一情況，磨料粒子中之氧化鋁含量可能不大於 99.9 重量%，諸如不大於 99 重量%、不大於 98.5 重量%、不大於 98 重量%、不大於 97.5 重量%、不大於 97 重量%、不大於 96.5 重量%或不大於 96 重量%。應理解，該等磨料粒子可包括在上述最小至最大百分比範圍內之含量的氧化鋁。舉例而言，該含量可在 60 重量%至 99.9 重量%範圍內、在 70 重量%至 99 重量%範圍內、在 85 重量%至 98 重量%範圍內、或在 90 重量%至 96.5 重量%範圍內。在一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由氧化鋁、諸如 α 氧化鋁組成。

【0023】 根據一實施方案，該奈米晶氧化鋁可包括至少一種添加劑。該添加劑可包括過渡金屬元素、稀土元素、鹼金屬元素、鹼土金屬元素、矽或其組合。在另一實施方案中，該添加劑可選自由過渡金屬元素、稀土元素、鹼金屬元素、鹼土金屬元素、矽及其組合組成之群。應理解，與奈米晶氧化鋁相關之實施方案中所述之添加劑可應用於磨料粒子。在一實施方案中，該等磨料粒子可包括一或多種本文所述之添加劑。

【0024】 在另一實施方案中，該添加劑可包括包含例如鎂、鋯、鈣、矽、鐵、鉍、釩、鈾或其組合之材料。在另一實施方案中，該添加劑可包括選自由鎂、鋯、鈣、矽、鐵、鉍、釩及鈾組成之群的至少兩種材料。應理解，該奈米晶氧化鋁可基本上由氧化鋁及一或多種上述添加劑組成。此外應

理解，該等磨料粒子可基本上由氧化鋁及一或多種上述添加劑組成。

【0025】 根據一實施方案，相對於奈米晶氧化鋁粒子總重量之添加劑總含量可能不大於 12 重量%，諸如不大於 11 重量%、不大於 10 重量%、不大於 9.5 重量%、不大於 9 重量%、不大於 8.5 重量%、不大於 8 重量%、不大於 7.5 重量%、不大於 7 重量%、不大於 6.5 重量%、不大於 6 重量%、不大於 5.8 重量%、不大於 5.5 重量%或大於 5.3 重量%或不大於 5 重量%。在另一實施方案中，添加劑總含量可為至少 0.1 重量%，諸如至少 0.3 重量%、至少 0.5 重量%、至少 0.7 重量%、至少 1 重量%、至少 1.3 重量%、至少 1.5 重量%或至少 1.7 重量%、至少 2 重量%、至少 2.3 重量%、至少 2.5 重量%、至少 2.7 重量%或甚至至少 3 重量%。應理解，奈米晶氧化鋁內之添加劑總含量可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，該總含量可在 0.1 重量%至 12 重量%範圍內，諸如在 0.7 重量%至 9.5 重量%範圍內，或在 1.3 重量%至 5.3 重量%範圍內。此外應理解，相對於磨料粒子總重量之添加劑總含量可包括類似百分比或在本文實施方案之類似範圍內。

【0026】 在一實施方案中，該添加劑可包括一定含量之氧化鎂(MgO)，其可促進該磨料製品之改良成形及/或效能。相對於奈米晶氧化鋁總重量之氧化鎂含量可為例如至少 0.1 重量%，諸如至少 0.3 重量%、至少 0.5 重量%、至少 0.7 重量%或至少 0.8 重量%。對於另一情況，氧化鎂含量可能不大於 5 重量%，諸如不大於 4.5 重量%、不大於 4 重量%、不大於 3.5 重量%、不大於 3 重量%或不大於 2.8 重量%。應理解，氧化鎂含量可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，該含量可在 0.1 重量%至 5 重量%範圍內、在 0.3 重量

%至 4.5 重量%範圍內、或在 0.7 重量%至 2.8 重量%範圍內。在一特定實施方案中，該奈米晶氧化鋁可基本上由在本文揭示之任何最小至最大值範圍內之氧化鋁及氧化鎂組成。此外應理解，相對於磨料製品總重量之氧化鎂含量可包括任何百分比或在本文所述任何範圍內。在另一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由在本文揭示之任何最小至最大值範圍內之奈米晶氧化鋁及氧化鎂組成。

【0027】 對於另一實例，該添加劑可包括氧化鋯(ZrO_2)，其可促進該磨料製品之改良成形及/或效能。相對於奈米晶氧化鋁總重量之氧化鋯含量可為例如至少 0.1 重量%，諸如至少 0.3 重量%、至少 0.5 重量%、至少 0.7 重量%、至少 0.8 重量%、至少 1 重量%、至少 1.3 重量%、至少 1.5 重量%、至少 1.7 重量%或至少 2 重量%。在另一實例中，氧化鋯含量可能不大於 8 重量%、不大於 7 重量%、不大於 6 重量%、不大於 5.8 重量%、不大於 5.5 重量%或不大於 5.2 重量%。應理解，氧化鋯含量可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，該含量可在 0.1 重量%至 8 重量%範圍內、在 0.3 重量%至 7 重量%範圍內、或在 0.5 重量%至 5.8 重量%範圍內。在一特定實施方案中，該奈米晶氧化鋁可基本上由在本文實施方案範圍內之氧化鋁及氧化鋯組成。此外應理解，相對於磨料粒子總重量之氧化鋯含量可包括任何百分比或在本文所述任何範圍內。在另一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由在上述任何最小至最大百分比範圍內之奈米晶氧化鋁及 ZrO_2 組成。

【0028】 根據一實施方案，該添加劑可包括呈特定添加劑比率之氧化鎂(MgO)及氧化鋯(ZrO_2)，其可促進該磨料製品之改良成形及/或效能。該添加劑亦可具有添加劑比率

(MgO/ZrO₂)，即氧化鎂與氧化鋯之間的重量百分比比率，其中 MgO 為奈米晶氧化鋁中 MgO 之重量百分比，且 ZrO₂ 為奈米晶氧化鋁中 ZrO₂ 之重量百分比。舉例而言，該比率可能不大於 1.5，諸如不大於 1.4、不大於 1.3、不大於 1.2、不大於 1.1、不大於 1、不大於 0.95、不大於 0.9、不大於 0.85、不大於 0.8、不大於 0.75、不大於 0.7、不大於 0.65、不大於 0.6 或不大於 0.55。在另一情況下，該添加劑比率(MgO/ZrO₂)可為至少約 0.01、至少 0.05、至少 0.1、至少 0.2、至少 0.3、至少 0.4 或至少 0.5。應理解，該添加劑比率(MgO/ZrO₂)可在包括上述任何最小至最大比率之範圍內。舉例而言，該添加劑比率(MgO/ZrO₂)可在 0.01 至 1.5 範圍內、在 0.1 至 1.1 範圍內或在 0.3 至 0.95 範圍內。在一特定實施方案中，該奈米晶氧化鋁可基本上由在包括本文所述任何最小至最大比率範圍內之添加劑比率之氧化鋁與氧化鎂及氧化鋯組成。此外應理解，該等磨料粒子可包括呈本文所揭示之重量百分比比率之氧化鎂(MgO)及氧化鋯(ZrO₂)。在一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由在包括本文所述任何最小至最大比率範圍內之添加劑比率之奈米晶氧化鋁與氧化鎂及氧化鋯組成。

● **【0029】** 根據一個實施方案，該添加劑可包括氧化鈣(CaO)。該奈米晶氧化鋁可包括相對於奈米晶氧化鋁總重量為特定含量之氧化鈣，其可促進該磨料製品之改良成形及/或效能。舉例而言，氧化鈣含量可為至少 0.01 重量%，諸如至少 0.05 重量%、至少約 0.07 重量%、至少 0.1 重量%、至少 0.15 重量%、至少 0.2 重量%或至少 0.25 重量%。在另一情況下，該含量可能不大於 5 重量%，諸如不大於 4 重量%、不大於 3 重量%、不大於 2 重量%、不大於 1 重量%、不大於 0.7 重量%或不大於 0.5 重量%。應理解，氧化鈣含量可在包括上述任

何最小至最大比率之範圍內。舉例而言，該含量可在 0.01 重量%至 5 重量%範圍內、在 0.07 重量%至 3 重量%範圍內或在 0.15 重量%至 0.7 重量%範圍內。在一特定實施方案中，該奈米晶氧化鋁可基本上由在包括本文所述任何最小至最大百分比之範圍內之含量的氧化鋁及氧化鈣組成。此外應理解，相對於磨料粒子總重量之氧化鈣含量可包括任何百分比或在本文所述任何範圍內。在另一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由在上述任何最小至最大百分比範圍內之奈米晶氧化鋁及 ZrO_2 組成。

【0030】 根據另一實施方案，該添加劑可包括氧化鎂 (MgO) 及氧化鈣 (CaO)。該奈米晶氧化鋁可具有一定添加劑比率 (CaO/MgO)，其中 MgO 為奈米晶氧化鋁中 MgO 之重量百分比且 CaO 為奈米晶氧化鋁中 CaO 之重量百分比。該添加劑比率可促進改良成形及/或效能。對於一種情況，該添加劑比率可能不大於 1，諸如不大於 0.95、不大於 0.9、不大於 0.85、不大於 0.8、不大於 0.75、不大於 0.7、不大於 0.65、不大於 0.6、不大於 0.55、不大於 0.5、不大於 0.45 或不大於 0.4。對於另一實例，該比率可為至少 0.01，諸如至少 0.05、至少 0.1、至少 0.15、至少 0.2 或至少 0.25。應理解，該添加劑比率 (CaO/MgO) 可在包括上述任何最小至最大比率之範圍內。舉例而言，該添加劑比率可在 0.01 至 1 範圍內、在 0.05 至 0.9 範圍內或在 0.1 至 0.75 範圍內。在一特定實施方案中，該奈米晶氧化鋁可基本上由在包括本文所述任何最小至最大比率範圍內之添加劑比率之氧化鋁與氧化鎂及氧化鈣組成。此外應理解，氧化鈣與氧化鎂之添加劑比率可包括任何比率或在本文所述任何範圍內。在另一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由在上述任何最小至最大比率範圍內之添加劑比率

之奈米晶氧化鋁與氧化鈣及氧化鎂組成。

【0031】 根據一個實施方案，該奈米晶氧化鋁可包括稀土氧化物。稀土氧化物之實例可為氧化釷、氧化鈾、氧化鐳、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、其前驅物或其類似物。在一特定實施方案中，該稀土氧化物可選自由氧化釷、氧化鈾、氧化鐳、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、其前驅物及其組合組成之群。在另一實施方案中，該奈米晶氧化鋁可能基本上不含稀土氧化物及鐵。應理解，該等磨料粒子可包括任何上述稀土氧化物。在另一實施方案中，該等磨料粒子可能基本上不含稀土氧化物及鐵。在另一實施方案中，該等磨料粒子可包括含有稀土、二價陽離子及氧化鋁之相，其可呈磁鉛石結構形式。磁鉛石結構之實例為 $\text{MgLaAl}_{11}\text{O}_{19}$ 。

【0032】 根據一實施方案，該奈米晶氧化鋁可包括稀土氧化鋁微晶。在另一實施方案中，該奈米晶氧化鋁可包括稀土鋁酸鹽相。此外，根據另一實施方案，該奈米晶氧化鋁可包括尖晶石材料。應理解，該等磨料粒子可包括稀土氧化鋁微晶、稀土鋁酸鹽相或尖晶石材料。

【0033】 根據一個實施方案，該奈米晶氧化鋁可包括奈米晶粒子（例如，晶粒或結構域），其可適於改良該磨料製品之成形及/或效能。在某些實施方案中，各奈米晶粒子可包括相對於各奈米晶粒子之總體積為至少 50 體積%之結晶材料，諸如單晶材料或多晶材料。舉例而言，各粒子可包括至少 75 體積%結晶材料、至少 85 體積%結晶材料、至少 90 體積%結晶材料或至少 95 體積%結晶材料。在一特定實施方案中，該等奈米晶粒子可基本上由結晶材料組成。應理解，奈米晶氧化鋁之上述特徵可應用於磨料粒子。舉例而言，各磨料粒子可

包括相對於各磨料粒子之總體積為至少 50 體積%之結晶材料，諸如單晶材料或多晶材料。此外，應理解，該等磨料粒子可基本上由包括 α 氧化鋁及一或多種如本文實施方案中所述之添加劑之結晶材料組成。更特定言之，在至少一個實施方案中，該等磨料粒子可基本上由結晶材料組成，該結晶材料由 α 氧化鋁及一或多種如本文實施方案中所述之添加劑組成。

【0034】 在一實施方案中，該奈米晶氧化鋁可具有特定物理性能，包括維氏硬度及密度。舉例而言，該奈米晶氧化鋁之維氏硬度可為至少 18 GPa、至少 18.5 GPa、至少 19 GPa 或甚至至少 19.5 GPa。在另一情況下，該奈米晶氧化鋁之維氏硬度可能不大於 26.5 GPa，諸如不大於 26 GPa、不大於 25.5 GPa、不大於 25 GPa 或甚至不大於 24.5 GPa。應理解，該奈米晶氧化鋁可具有在包括任何上述最小至最大值範圍內之維氏硬度。舉例而言，維氏硬度可在 18 GPa 至 24.5 GPa 範圍內或在 19 GPa 至 24 GPa 範圍內。在另一實施方案中，該奈米晶氧化鋁之物理性能可類似地應用於磨料粒子。例如，該等磨料粒子可具有上述維氏硬度。

【0035】 應理解，維氏硬度係基於磨料晶粒之拋光表面之金剛石壓痕法（此項技術中熟知）量測的。藉由使 bakelite 安裝在環氧樹脂中來製備磨料晶粒樣品，隨後使用 Struers Tegramin 30 拋光裝置用金剛石拋光漿料拋光。使用具有 500 g 負載及 50X 物鏡之 Instron-Tukon 2100 微型硬度測試儀，量測在五個不同磨料粒子上之 5 個金剛石壓痕。量測結果以維氏硬度單位計，藉由將維氏硬度單位除以 100 而轉換為 GPa。對於合適之樣品大小報導硬度平均值及範圍以進行統計學相關計算。

【0036】 在一實施方案中，該奈米晶氧化鋁可具有相對脆性，其為奈米晶氧化鋁之斷裂相對於具有相同磨粒尺寸之微晶氧化鋁之斷裂，兩種斷裂皆以如下文更詳細揭示相同之方式量測。奈米晶氧化鋁之相對脆性可以百分比形式表示，且相應微晶氧化鋁之相對脆性被視為標準且設定為 100%。在一實施方案中，奈米晶氧化鋁之相對脆性可能大於 100%。例如，奈米晶氧化鋁之相對脆性可為至少 102%，諸如至少 105%、至少 108%、至少 110%、至少 112%、至少 115%、至少 120%、至少 125%或至少 130%。在另一情況下，奈米晶氧化鋁之相對脆性可能不大於 160%。

【0037】 通常藉由使用平均直徑為 $\frac{3}{4}$ 吋之碳化鎢球研磨粒子樣品持續給定時段，篩分由球磨產生之材料，且量測樣品斷裂相對於標準樣品（其在本實施方案為具有相同磨粒尺寸之微晶氧化鋁樣品）斷裂之百分比來量測相對脆性。

【0038】 在球磨之前，利用由 WS Tyler Inc 製造之置於 Ro-Tap®振動篩（RX-29 型）上之一組篩網來篩分約 300 公克至 350 公克標準樣品（例如，可以 Cerpass® HTB 自 Saint-Gobain 公司獲得之微晶氧化鋁）晶粒。篩網之磨粒尺寸係根據 ANSI 表 3 選擇，以使得在目標粒度之上及之下利用確定之篩網數目及類型。舉例而言，對於磨粒 80 之目標粒度，該方法利用以下 US 標準篩尺寸，1) 60；2) 70；3) 80；4) 100；及 5) 120。將篩網堆疊以使得篩網之磨粒尺寸自頂部至底部增加，且將盤置於底部篩網下方以收集通過所有篩網落下之晶粒。將 Ro-Tap®振動篩在每分鐘 287 ± 10 次振動之速率下操作 10 分鐘，且輕擊計數為 150 ± 10 ，並且僅收集具有目標磨粒尺寸之篩網（下文稱為目標篩網）上之粒子作為目標粒度樣品。重複相同過程以收集目標粒度樣品用於材料之其他測試

樣品。

【0039】 在篩分後，對各目標粒度樣品之一部分進行研磨。

【0040】 將排空且乾淨之研磨容器置於輓磨機上。該輓之速度設定為 305 rpm，且研磨容器之速度設定為 95 rpm。將約 3500 公克平均直徑為 3/4 吋之平坦化球形碳化鎢球置於容器中。將 100 公克來自標準材料樣品之目標粒度樣品置於含球研磨容器中。將容器封閉且置於球磨機中且操作 1 分鐘至 10 分鐘之持續時間。停止球磨，且使用 Ro-Tap® 振動篩及與製造目標粒度樣品時所用相同之篩網來篩分球及晶粒。使用上述相同條件將旋轉輕擊錘操作 5 分鐘以獲得目標粒度樣品，且收集通過目標篩網落下之所有粒子並稱重。標準樣品之斷裂百分比為穿過目標篩網之晶粒質量除以目標粒度樣品之原始質量（亦即，100 公克）。若斷裂百分比在 48% 至 52% 範圍內，則使用與第一樣品所用確切相同之條件測試 100 公克之第二目標粒度樣品以確定再現性。若第二樣品提供在 48%-52% 內之斷裂百分比，則記錄該等值。若第二樣品不提供在 48% 至 52% 內之斷裂百分比，則調節研磨時間，或獲得另一樣品且調節研磨時間直至斷裂百分比處於 48%-52% 範圍內。重複測試直至兩個連續樣品提供在 48%-52% 範圍內之斷裂百分比，且記錄此等結果。

【0041】 以與量測具有 48% 至 52% 斷裂之標準樣品相同的方式量測代表性樣品材料（例如，奈米晶氧化鋁粒子）之斷裂百分比。奈米晶氧化鋁樣品之相對脆性為奈米晶樣品之斷裂相對於標準微晶樣品之斷裂。

【0042】 在另一情況下，該奈米晶氧化鋁可具有至少 3.85 g/cc、諸如至少 3.9 g/cc 或至少 3.94 g/cc 之密度。在另一實

施方案中，該奈米晶氧化鋁之密度可能不大於 4.12 g/cc，諸如不大於 4.08 g/cc、不大於 4.02 g/cc 或甚至不大於 4.01 g/cc。應理解，該奈米晶氧化鋁可具有在包括本文所述任何最小至最大值範圍內之密度。舉例而言，該密度可在 3.85 g/cc 至 4.12 g/cc 或 3.94 g/cc 至 4.01 g/cc 之範圍內。此外應理解，磨料粒子之密度可包括任何值或在本文所述任何範圍內。

【0043】 根據一實施方案，該等磨料粒子可包括至少一種類型之磨料粒子。舉例而言，該等磨料粒子可包括包含第一類型之磨料粒子及第二類型之磨料粒子之摻合物。該第一類型之磨料粒子可包括包含根據本文任何實施方案之奈米晶氧化鋁之磨料粒子。該第二類型之磨料粒子可包括選自由氧化物、碳化物、氮化物、硼化物、氧碳化物、氧氮化物、超級磨料、碳基材料、聚結物、聚集體、成形磨料粒子、稀釋劑粒子及其組合組成之群的至少一種材料。在一特定實施方案中，該等磨料粒子可基本上由奈米晶氧化鋁組成。

【0044】 在一實施方案中，本文實施方案之磨料製品之主體可包括固定磨料製品。在另一實施方案中，該主體可包括黏結磨料製品。該黏結磨料製品可包括包含於該黏結材料之三維基質中之磨料晶粒。該黏結磨料主體可成形為熟習此項技術者已知之任何合適形狀，包括（但不限於）砂輪、砂錐、磨石、磨杯、凸緣輪、錐形杯、砂瓦、安裝點工具、研磨盤、薄砂輪、大直徑切割輪及其類似物。

【0045】 根據一實施方案，該磨料製品之主體可包括特定含量之磨料粒子，其可促進磨料製品之改良成形及/或效能。例如，該等磨料粒子之含量相對於主體之總體積可為至少 2 體積%、至少 4 體積%、至少 6 體積%、至少 8 體積%、至少 10 體積%、至少 12 體積%、至少 14 體積%、至少 16 體積%、

至少 18 體積%、至少 20 體積%、至少 25 體積%、至少 30 體積%或甚至至少 35 體積%。在另一情況下，在黏結磨料主體內之磨料粒子含量可能不大於 65 體積%，諸如不大於 64 體積%、不大於 62 體積%、不大於 60 體積%、不大於 58 體積%、不大於 56 體積%、不大於約 54 體積%、不大於 52 體積%、不大於 50 體積%、不大於 48 體積%、不大於 46 體積%、不大於 44 體積%、不大於 42 體積%、不大於 40 體積%、不大於 38 體積%、不大於 36 體積%、不大於 34 體積%、不大於 32 體積%、不大於 30 體積%或大於 28 體積%、不大於 26 體積%、不大於 24 體積%、不大於 22 體積%或不大於 20 體積%。應理解，該等磨料粒子之含量可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，該主體內磨料粒子之含量可在 2 體積%至 64 體積%範圍內、在 12 體積%至 62 體積%範圍內或在 20 體積%至 58 體積%範圍內。

【0046】 在一實施方案中，可控制相對於主體總體積之奈米晶氧化鋁含量以促進磨料製品之改良成形及/或效能。舉例而言，奈米晶氧化鋁含量可為至少 1 體積%，諸如至少 2 體積%、至少 4 體積%、至少 6 體積%、至少 8 體積%、至少 10 體積%、至少 12 體積%、至少 14 體積%、至少 16 體積%、至少 18 體積%、至少 20 體積%、至少 25 體積%、至少 30 體積%或至少 35 體積%。在另一實施方案中，奈米晶氧化鋁含量可能不大於 65 體積%，諸如不大於 64 體積%、不大於 62 體積%、不大於 60 體積%、不大於 58 體積%、不大於 56 體積%、不大於約 54 體積%、不大於 52 體積%、不大於 50 體積%、不大於 48 體積%、不大於 46 體積%、不大於 44 體積%、不大於 42 體積%、不大於 40 體積%、不大於 38 體積%、不大於 36 體積%、不大於 34 體積%、不大於 32 體積%、不大於 30 體積%或

大於 28 體積%、不大於 26 體積%、不大於 24 體積%、不大於 22 體積%或不大於 20 體積%。應理解，該等磨料粒子之含量可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，主體內之奈米晶氧化鋁含量可在 2 體積%至 64 體積%範圍內、在 12 體積%至 62 體積%範圍內或在 20 體積%至 58 體積%範圍內。

【0047】 根據一實施方案，該主體可包括特定含量之本文實施方案中之黏結材料。舉例而言，相對於主體總體積之黏結材料含量可為至少 1 體積%，諸如至少 2 體積%、至少 5 體積%、至少 10 體積%、至少 20 體積%、至少 30 體積%、至少 35 體積%、至少 40 體積%或至少 45 體積%。對於另一情況，該黏結材料之含量可能不大於 98 體積%，諸如不大於 95 體積%、不大於 90 體積%、不大於 85 體積%、不大於 80 體積%、不大於 75 體積%、不大於 70 體積%、不大於 65 體積%或不大於 60 體積%、不大於 55 體積%、不大於 50 體積%、或不大於 45 體積%、不大於 40 體積%、或不大於 35 體積%、不大於 30 體積%、或不大於 25 體積%。應理解，該黏結材料之含量可在包括任何上述最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，主體中黏結材料之含量可在 1 體積%至 98 體積%範圍內、在 5 體積%至 85 體積%範圍內或在 20 體積%至 70 體積%範圍內。

【0048】 該磨料製品之主體可成形為具有特定孔隙率。在一實施方案中，相對於主體之總體積，該孔隙率可為至少 1 體積%。舉例而言，該孔隙率可為至少 2 體積%、至少 4 體積%、至少 6 體積%、至少 8 體積%、至少 10 體積%、至少 12 體積%、至少 14 體積%、至少 16 體積%、至少 18 體積%、至少 20 體積%、至少 25 體積%、至少 30 體積%、至少 40 體積%、至少 45 體積%、至少 50 體積%或至少 55 體積%。在另一

實施方案中，該主體之孔隙率可能不大於 80 體積%。例如，該孔隙率可能不大於 75 體積%、不大於 70 體積%、不大於 60 體積%、不大於 55 體積%、不大於 50 體積%、不大於 45 體積%、不大於 40 體積%、不大於 35 體積%、不大於 30 體積%、不大於 25 體積%、不大於 20 體積%、不大於 15 體積%、不大於 10 體積%、不大於 5 體積%或不大於 2 體積%。應理解，該主體之孔隙率可在包括上述任何最小至最大百分比之範圍內。舉例而言，該主體中之黏結材料含量可在 1 體積%至 80 體積%範圍內、在 8 體積%至 55 體積%範圍內或在 14 體積%至 30 體積%範圍內。

【0049】 該主體之孔隙可呈多種形式。例如，該孔隙可能是封閉的、開放的，或包括封閉孔隙及開放孔隙。在一實施方案中，該孔隙可包括選自由封閉孔隙、開放孔隙及其組合組成之群的一類孔隙。在另一實施方案中，大多數孔隙可包括開放孔隙。在一特定實施方案中，所有孔隙可能基本上為開放孔隙。此外，在另一實施方案中，大多數孔隙可包括封閉孔隙。舉例而言，所有孔隙可能基本上為封閉孔隙。

【0050】 該主體可包括具有特定平均孔徑之孔。在一實施方案中，該平均孔徑可能不大於 500 微米，諸如不大於 450 微米、不大於 400 微米、不大於 350 微米、不大於 300 微米、不大於 250 微米、不大於 200 微米、不大於 150 微米或不大於 100 微米。在另一實施方案中，該平均孔徑可為至少 0.01 微米、至少 0.1 微米或至少 1 微米。應理解，該主體可具有在包括上述任何最小至最大值範圍內之平均孔徑。舉例而言，該主體之平均孔徑可在 0.01 微米至 500 微米範圍內、在 0.1 微米至 350 微米範圍內或在 1 微米至 250 微米範圍內。

【0051】 根據一實施方案，本文實施方案之磨料粒子可包

括非聚結粒子，例如，該等包括奈米晶氧化鋁之磨料粒子可為非聚結粒子。根據另一實施方案，該等磨料粒子可包括聚結粒子，例如，該等包括奈米晶氧化鋁之磨料粒子可為聚結粒子。

【0052】 在一實施方案中，包括奈米晶氧化鋁之磨料粒子為成形磨料粒子。該等粒子可包括二維形狀、三維形狀或其組合。例示性二維形狀包括正多邊形、不規則多邊形、不規則形狀、三角形、部分凹入三角形、四邊形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、橢圓形、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元及其組合。根據一實施方案，該等磨料粒子可由上述二維形狀中之任一者組成。例示性三維形狀可包括多面體、棱錐、橢圓體、球體、棱柱、圓柱、圓錐、四面體、立方體、長方體、菱面體、截頭金字塔、截頭橢圓體、截頭球體、截頭圓錐、多面體、六面體、七面體、八面體、九面體、十面體、希臘字母表字母、拉丁字母表字元、俄文字母表字元、漢字字元、複雜多角形狀、不規則形狀輪廓、火山形狀、單靜態形狀及其組合。單靜態形狀可為具有單一穩定靜止位置之形狀。根據另一實施方案，該等磨料粒子可由任何上述三維形狀組成。在一特定實施方案中，該等成形磨料粒子可包括三角形二維形狀。在另一特定實施方案中，該等成形磨料粒子可包括部分凹入之三角形二維形狀。該等成形磨料粒子及成形方法可見於 Doruk O. Yener 等之 US2013/0236725 A1 及 Doruk O. Yener 等之 US 2012/0167481 中，其兩者皆以全文引用之方式併入本文中。

【0053】 圖 2 包括例示性成形磨料粒子 200 之透視圖。該成形磨料粒子可包括具有三維形狀之主體 201。主體 201 可為具有第一端面 202 及第二端面 202 之大致棱柱形。此外，成

形磨料粒子 200 可包括在第一端面 202 與第二端面 204 之間延伸之第一側面 210。第二側面 212 可在與第一側面 210 相鄰之第一端面 202 與第二端面 204 之間延伸。如所示，成形磨料粒子 200 亦可包括在與第二側面 212 及第一側面 210 相鄰之第一端面 202 與第二端面 204 之間延伸之第三側面 214。如所示，成形磨料粒子主體 201 之各端面 202、204 之形狀可為大致三角形。各側面 210、212、214 之形狀可為大致矩形。此外，成形磨料粒子主體 201 在與端面 202、204 平行之平面內之橫截面為大致三角形。

【0054】 圖 3 包括磨料粒子 300 之另一透視圖。如所示，磨料粒子 300 可具有三維形狀，其包括具有上表面 305 及與該上表面 305 相對之底表面 306 之主體 301。如進一步所示，主體 301 可成形以具有側表面 302、303、307 及 308，其在上表面 305 與底表面 306 之間延伸。

【0055】 如所示，主體 301 可具有主體長度(Lb)、主體寬度(Wb)及主體厚度(Tb)，且其中 $Lb \geq Wb$ ， $Lb \geq Tb$ 且 $Wb \geq Tb$ 。在另一實施方案中，該主體可包括至少 1:1 之第一縱橫比(Lb:Wb)。舉例而言，該縱橫比(Lb:Wb)可為至少 2:1、至少 3:1、至少 5:1 或至少 10:1。在另一情況下，縱橫比(Lb:Wb)可能不大於 1000:1 或不大於 500:1。應理解，縱橫比(Lb:Wb)可能在包括上述任何最小至最大值之範圍內，諸如 1:1 至 1000:1。根據另一實施方案，該主體可具有至少 1:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 5:1 或至少 10:1 之第二縱橫比(Lb:Tb)。該第二縱橫比可能不大於約 1000:1。應理解，該第二縱橫比(Lb:Tb)可能在包括上述任何最小至最大值之範圍內，諸如 1:1 至 1000:1。此外，根據另一實施方案，該主體可具有至少 1:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 5:1 或至少 10:1 之第三縱橫比

(Wb:Tb)。該第三縱橫比可能不大於約 1000:1。應理解，該第三縱橫比(Wb:Tb)可能在包括上述任何最小至最大值之範圍內，諸如 1:1 至 1000:1。

【0056】 在另一實施方案中，主體長度(Lb)、主體寬度(Wb)及主體厚度(Tb)中之至少一者可具有至少 0.1 微米之平均尺寸。舉例而言，該平均尺寸可為至少 1 微米、至少 10 微米、至少 50 微米、至少 100 微米或至少 150 微米、至少 200 微米、至少 400 微米、至少 600 微米、至少 800 微米或至少 1 mm。對於另一情況，該平均尺寸可能不大於 20 mm，諸如不大於 18 mm、不大於 16 mm、不大於 14 mm、不大於 12 mm、不大於 10 mm、不大於 8 mm、不大於 6 mm 或不大於 4 mm。應理解，該平均尺寸可在包括上述任何最小至最大值之範圍內，諸如 1 微米至 20 mm、10 微米至 18 mm、50 微米至 14 mm、或 200 微米至 8 mm。

【0057】 根據一實施方案，該主體可包括在由主體長度及主體寬度限定之平面內之橫截面形狀。該橫截面形狀可包括三角形、四邊形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、橢圓、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元及其組合。根據另一實施方案，該主體可包括在由主體長度及主體厚度限定之平面內之橫截面形狀。該橫截面形狀可包括三角形、四邊形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、橢圓、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元及其組合。該主體可具有任何上述形狀之橫截面形狀。舉例而言，圖 4 包括如在由寬度及厚度限定之平面內檢視具有大致四邊形且更特定言之矩形二維形狀之磨料粒子 400 之橫截面圖。或者，圖 5 包括如在由長度及寬度限定之平面內檢視可具有大致八邊形二維形狀之磨料粒子 500

之透視圖。

【0058】 許多不同態樣及實施方案為可能的。本文描述彼等態樣及實施方案中之一些。在閱讀本說明書後，熟習此項技術者應理解，彼等態樣及實施方案僅具說明性，而不限制本發明之範疇。實施方案可能是根據如下文列出之一或多項。

【0059】 實施方案 1. 一種磨料製品，其包含：

主體，其包括：

包含有機材料之黏結材料；及

包含於該黏結材料內之磨料粒子，該等磨料粒子包含奈米晶氧化鋁。

【0060】 實施方案 2. 一種形成磨料製品之方法，其包括：

形成混合物，其包括：

包含有機材料之黏結材料；

包含奈米晶氧化鋁之磨料粒子；及

將該混合物固化以形成固定磨料製品。

【0061】 實施方案 3. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該黏結材料包含選自由樹脂、熱固性材料、熱塑性材料、酚醛樹脂及其組合組成之群的材料。

【0062】 實施方案 4. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該黏結材料基本上由有機材料組成。

【0063】 實施方案 5. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該等磨料粒子包含平均微晶尺寸不大於約 0.18 微米或不大於約 0.17 微米或不大於約 0.16 微米或不大於約 0.15 微米或不大於約 0.14 微米或不大於約 0.13 微米之奈米晶氧化鋁。

【0064】 實施方案 6. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方

法，其中該磨料粒子包含平均微晶尺寸為至少約 0.01 微米或至少約 0.02 微米或至少約 0.05 微米或至少約 0.06 微米或至少約 0.07 微米或至少約 0.08 微米或至少約 0.09 微米之奈米晶氧化鋁。

【0065】 實施方案 7. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該等粒子之總重量為至少約 51 重量%或至少約 60 重量%或至少約 70 重量%或至少約 80 重量%或至少約 85 重量%或至少約 90 重量%或至少約 92 重量%或至少約 93 重量%或至少約 94 重量%之氧化鋁。

● 【0066】 實施方案 8. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該等粒子之總重量為不大於約 99.9 重量%或不大於約 99 重量%或不大於約 98.5 重量%或不大於約 98 重量%或不大於約 97.5 重量%或不大於約 97 重量%或不大於約 96.5 重量%或不大於約 96 重量%之氧化鋁。

● 【0067】 實施方案 9. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含選自由過渡金屬元素、稀土元素、鹼金屬元素、鹼土金屬元素、矽及其組合組成之群的至少一種添加劑。

● 【0068】 實施方案 10. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該添加劑包含選自由鎂、鋯、鈣、矽、鐵、鉍、釧、鈾及其組合組成之群的材料。

【0069】 實施方案 11. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該添加劑包括選自由鎂、鋯、鈣、矽、鐵、鉍、釧及鈾組成之群的至少兩種材料。

【0070】 實施方案 12. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該等奈米晶氧化鋁粒子之總重量為不大於約 12 重量%或不大於約 11 重量%或不大於約 10

重量%或不大於約 9.5 重量%或不大於約 9 重量%或不大於約 8.5 重量%或不大於約 8 重量%或不大於約 7.5 重量%或不大於約 7 重量%或不大於約 6.5 重量%或不大於約 6 重量%或不大於約 5.8 重量%或不大於約 5.5 重量%或不大於約 5.3 重量%或不大於約 5 重量%之總含量的添加劑。

【0071】 實施方案 13. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該等奈米晶氧化鋁粒子之總重量為至少約 0.1 重量%或至少約 0.3 重量%或至少約 0.5 重量%或至少約 0.7 重量%或至少約 1 重量%或至少約 1.3 重量%或至少約 1.5 重量%或至少約 1.7 重量%或至少約 2 重量%或至少約 2.3 重量%或至少約 2.5 重量%或至少約 2.7 重量%或至少約 3 重量%之總含量的添加劑。

【0072】 實施方案 14. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該添加劑包括氧化鎂(MgO)。

【0073】 實施方案 15. 如實施方案 14 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為至少約 0.1 重量%或至少約 0.3 重量%或至少約 0.5 重量%或至少約 0.7 重量%或至少約 0.8 重量%之 MgO。

【0074】 實施方案 16. 如實施方案 14 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為不大於約 5 重量%或不大於約 4.5 重量%或不大於約 4 重量%或不大於約 3.5 重量%或不大於約 3 重量%或不大於約 2.8 重量%之 MgO。

【0075】 實施方案 17. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該添加劑包括氧化鋯(ZrO₂)。

【0076】 實施方案 18. 如實施方案 17 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重

量為至少約 0.1 重量%或至少約 0.3 重量%或至少約 0.5 重量%或至少約 0.7 重量%或至少約 0.8 重量%或至少約 1 重量%或至少約 1.3 重量%或至少約 1.5 重量%或至少約 1.7 重量%或至少約 2 重量%之 ZrO_2 。

【0077】 實施方案 19. 如實施方案 17 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為不大於約 8 重量%或不大於約 7 重量%或不大於約 6 重量%或不大於約 5.8 重量%或不大於約 5.5 重量%或不大於約 5.2 重量%之 ZrO_2 。

● 【0078】 實施方案 20. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該添加劑包括氧化鎂(MgO)及氧化鋯(ZrO_2)。

● 【0079】 實施方案 21. 如實施方案 20 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含不大於 1.5 之添加劑比率(MgO/ZrO_2)，其中 MgO 為該奈米晶氧化鋁中 MgO 之重量百分比且 ZrO_2 為該奈米晶氧化鋁中 ZrO_2 之重量百分比，其中該添加劑比率(MgO/ZrO_2)不大於約 1.4 或不大於約 1.3 或不大於約 1.2 或不大於約 1.1 或不大於約 1 或不大於約 0.95 或不大於約 0.9 或不大於約 0.85 或不大於約 0.8 或不大於約 0.75 或不大於約 0.7 或不大於約 0.65、不大於約 0.6 或不大於約 0.55。

【0080】 實施方案 22. 如實施方案 20 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含至少約 0.01 之添加劑比率(MgO/ZrO_2)，其中 MgO 為該奈米晶氧化鋁中 MgO 之重量百分比且 ZrO_2 為該奈米晶氧化鋁中 ZrO_2 之重量百分比，其中該添加劑比率(MgO/ZrO_2)為至少約 0.05 或至少約 0.1 或至少約 0.2 或至少約 0.3 或至少約 0.4 或至少約 0.5。

【0081】 實施方案 23. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，

其中該添加劑包括氧化鈣(CaO)。

【0082】 實施方案 24. 如實施方案 23 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為至少約 0.01 重量%或至少約 0.05 重量%或至少約 0.07 重量%或至少約 0.1 重量%或至少約 0.15 重量%或至少約 0.2 重量%或至少約 0.25 重量%之 CaO。

【0083】 實施方案 25. 如實施方案 23 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為不大於約 5 重量%或不大於約 4 重量%或不大於約 3 重量%或不大於約 2 重量%或不大於約 1 重量%或不大於約 0.7 重量%或不大於約 0.5 重量%之 CaO。

【0084】 實施方案 26. 如實施方案 9 之磨料製品或方法，其中該添加劑包括氧化鎂(MgO)及氧化鈣(CaO)。

【0085】 實施方案 27. 如實施方案 26 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含不大於 1 之添加劑比率(CaO/MgO)，其中 MgO 為該奈米晶氧化鋁中 MgO 之重量百分比且 CaO 為該奈米晶氧化鋁中 CaO 之重量百分比，其中該添加劑比率(CaO/MgO)不大於約 0.95 或不大於約 0.9 或不大於約 0.85 或不大於約 0.8 或不大於約 0.75 或不大於約 0.7 或不大於約 0.65、不大於約 0.6 或不大於約 0.55 或不大於約 0.5 或不大於約 0.45、不大於約 0.4。

【0086】 實施方案 28. 如實施方案 26 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含至少約 0.01 之添加劑比率(CaO/MgO)，其中 MgO 為該奈米晶氧化鋁中 MgO 之重量百分比且 CaO 為該奈米晶氧化鋁中 CaO 之重量百分比，其中該添加劑比率(CaO/MgO)為至少約 0.05 或至少約 0.1 或至少約 0.15 或至少約 0.2 或至少約 0.25。

【0087】 實施方案 29. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含選自由氧化釷、氧化鈾、氧化鏷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、氧化釷、其前驅物及其組合組成之群的稀土氧化物。

【0088】 實施方案 30. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含稀土氧化鋁微晶。

【0089】 實施方案 31. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含尖晶石材料。

【0090】 實施方案 32. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶材料包含奈米晶粒子且各粒子包括相對於各粒子之總體積為至少約 50 體積%之結晶或多晶材料或至少約 75 體積%之結晶或多晶材料或至少約 85 體積%之結晶或多晶材料或至少約 90 體積%之結晶或多晶材料或至少約 95 體積%之結晶或多晶材料或其中各粒子基本上由結晶或多晶材料組成。

【0091】 實施方案 33. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁基本上不含稀土氧化物及鐵。

【0092】 實施方案 34. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含稀土鋁酸鹽相。

【0093】 實施方案 35. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含至少約 18 GPa 或至少約 18.5 GPa 或至少 19 GPa 或至少約 19.5 GPa 之維氏硬度。

【0094】 實施方案 36. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該奈米晶氧化鋁包含至少約 3.85 g/cc 或至少約 3.9 g/cc 或至少約 3.94 g/cc 之密度。

【0095】 實施方案 37. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含固定磨料製品。

【0096】 實施方案 38. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含黏結磨料製品，其包括包含於該黏結材料之三維基質中之磨粒晶粒。

【0097】 實施方案 39. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積為至少約 1 體積%或至少約 2 體積%或至少約 4 體積%或至少約 6 體積%或至少約 8 體積%或至少約 10 體積%或至少約 12 體積%或至少約 14 體積%或至少約 16 體積%或至少約 18 體積%或至少約 20 體積%或至少約 25 體積%或至少約 30 體積%或至少約 35 體積%之磨料粒子。

【0098】 實施方案 40. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積不大於約 65 體積%或不大於約 64 體積%或不大於約 62 體積%或不大於約 60 體積%或不大於約 58 體積%或不大於約 56 體積%或不大於約 54 體積%或不大於約 52 體積%或不大於約 50 體積%或不大於約 48 體積%或不大於約 46 體積%或不大於約 44 體積%或不大於約 42 體積%或不大於約 40 體積%或不大於約 38 體積%或不大於約 36 體積%或不大於約 34 體積%或不大於約 32 體積%或不大於約 30 體積%或不大於約 28 體積%或不大於約 26 體積%或不大於約 24 體積%或不大於約 22 體積%或不大於約 20 體積%之磨料粒子。

【0099】 實施方案 41. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中其中該主體包含相對於該主體之總體積為至少約 1 體積%或至少約 2 體積%或至少約 4 體積%或至少約 6 體積%或至少約 8 體積%或至少約 10 體積%或至少約 12 體積%或至少約 14 體積%或至少約 16 體積%或至少約 18 體積%或至少約 20 體積%或至少約 25 體積%或至少約 30 體積%或至少約 35

體積%之奈米晶氧化鋁。

【0100】 實施方案 42. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積不大於約 65 體積%或不大於約 64 體積%或不大於約 62 體積%或不大於約 60 體積%或不大於約 58 體積%或不大於約 56 體積%或不大於約 54 體積%或不大於約 52 體積%或不大於約 50 體積%或不大於約 48 體積%或不大於約 46 體積%或不大於約 44 體積%或不大於約 42 體積%或不大於約 40 體積%或不大於約 38 體積%或不大於約 36 體積%或不大於約 34 體積%或不大於約 32 體積%或不大於約 30 體積%或不大於約 28 體積%或不大於約 26 體積%或不大於約 24 體積%或不大於約 22 體積%或不大於約 20 體積%之奈米晶氧化鋁。

【0101】 實施方案 43. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該等磨料粒子包括包含第一類型之磨料粒子及第二類型之磨料粒子之摻合物，該第一類型之磨料粒子包括該奈米晶氧化鋁且該第二類型之磨料粒子選自由氧化物、碳化物、氮化物、硼化物、氧碳化物、氧氮化物、超級磨料、碳基材料、聚結物、聚集體、成形磨料粒子及其組合組成之群。

【0102】 實施方案 44. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該等磨料粒子基本上由奈米晶氧化鋁組成。

【0103】 實施方案 45. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積為至少約 1 體積%或至少約 2 體積%或至少約 5 體積%或至少約 10 體積%或至少約 20 體積%或至少約 30 體積%或至少約 35 體積%或至少約 40 體積%或至少約 45 體積%之黏結材料。

【0104】 實施方案 46. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積為不大於約 98 體

積%或不大於約 95 體積%或不大於約 90 體積%或不大於約 85 體積%或不大於約 80 體積%或不大於約 75 體積%或不大於約 70 體積%或不大於約 65 體積%或不大於約 60 體積%或不大於約 55 體積%或不大於約 50 體積%或不大於約 45 體積%或不大於約 40 體積%或不大於約 35 體積%或不大於約 30 體積%或不大於約 25 體積%之黏結材料。

【0105】 實施方案 47. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積為至少約 1 體積%或至少約 2 體積%或至少約 4 體積%或至少約 6 體積%或至少約 8 體積%或至少約 10 體積%或至少約 12 體積%或至少約 14 體積%或至少約 16 體積%或至少約 18 體積%或至少約 20 體積%或至少約 25 體積%或至少約 30 體積%或至少約 40 體積%或至少約 45 體積%或至少約 50 體積%或至少約 55 體積%之孔隙率。

【0106】 實施方案 48. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含相對於該主體之總體積不大於約 80 體積%或不大於約 75 體積%或不大於約 70 體積%或不大於約 65 體積%或不大於約 60 體積%或不大於約 55 體積%或不大於約 50 體積%或不大於約 45 體積%或不大於約 40 體積%或不大於約 35 體積%或不大於約 30 體積%或不大於約 25 體積%或不大於約 20 體積%或不大於約 15 體積%或不大於約 10 體積%或不大於約 5 體積%或不大於約 2 體積%之孔隙率。

【0107】 實施方案 49. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含孔隙，其包含選自由封閉孔隙、開放孔隙及其組合組成之群的一類孔隙。

【0108】 實施方案 50. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含孔隙，且其中大多數孔隙為開放孔隙，

其中基本上所有孔隙為開放孔隙。

【0109】 實施方案 51. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含孔隙且大多數孔隙為封閉孔隙，其中基本上所有孔隙為封閉孔隙。

【0110】 實施方案 52. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含平均孔徑為至少約 0.01 微米或至少約 0.1 微米或至少約 1 微米之孔隙。

【0111】 實施方案 53. 如實施方案 1 之磨料製品或方法，其中該等包含奈米晶氧化鋁之磨料粒子為非聚結粒子。

【0112】 實施方案 54. 如實施方案 1 之磨料製品或方法，其中該等包含奈米晶氧化鋁之磨料粒子為聚結粒子。

【0113】 實施方案 55. 如實施方案 1 之磨料製品或方法，其中該等包含奈米晶氧化鋁之磨料粒子為成形磨料粒子。

【0114】 實施方案 56. 如實施方案 55 之磨料製品或方法，其中該等成形磨料粒子包含選自由正多邊形、不規則多邊形、不規則形狀、三角形、部分凹入三角形、四邊形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、橢圓形、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元及其組合組成之群的二維形狀。

【0115】 實施方案 57. 如實施方案 55 之磨料製品或方法，其中該等成形磨料粒子包含選自由多面體、棱錐、橢圓體、球體、棱柱、圓柱、圓錐、四面體、立方體、長方體、菱面體、截頭金字塔、截頭橢圓體、截頭球體、截頭圓錐、多面體、六面體、七面體、八面體、九面體、十面體、希臘字母表字母、拉丁字母表字元、俄文字母表字元、漢字字元、複雜多角形狀、不規則形狀輪廓、火山形狀、單靜態形狀及其組合組成之群的三維形狀，單靜態形狀為具有單一穩定靜

止位置之形狀。

【0116】 實施方案 58. 如實施方案 55 之磨料製品或方法，其中該成形磨料粒子包含三角形二維形狀。

【0117】 實施方案 59. 如實施方案 55 之磨料製品或方法，其中該成形磨料粒子包含部分凹入之三角形二維形狀。

【0118】 實施方案 60. 如實施方案 55 之磨料製品或方法，其中該成形磨料粒子包括具有主體長度(Lb)、主體寬度(Wb)及主體厚度(Tb)之主體，且其中 $Lb > Wb$ 、 $Lb > Tb$ 且 $Wb > Tb$ 。

【0119】 實施方案 61. 如實施方案 60 之磨料製品或方法，其中該主體包含至少約 1:1 或至少約 2:1 或至少約 3:1 或至少約 5:1 或至少約 10:1 且不大於約 1000:1 之第一縱橫比(Lb:Wb)。

【0120】 實施方案 62. 如實施方案 60 之磨料製品或方法，其中該主體包含至少約 1:1 或至少約 2:1 或至少約 3:1 或至少約 5:1 或至少約 10:1 且不大於約 1000:1 之第二縱橫比(Lb:Tb)。

【0121】 實施方案 63. 如實施方案 60 之磨料製品或方法，其中該主體包含至少約 1:1 或至少約 2:1 或至少約 3:1 或至少約 5:1 或至少約 10:1 且不大於約 1000:1 之第三縱橫比(Wb:Tb)。

【0122】 實施方案 64. 如實施方案 60 之磨料製品或方法，其中該主體長度(Lb)、該主體寬度(Wb)及該主體厚度(Tb)中之至少一者具有至少約 0.1 微米或至少約 1 微米或至少約 10 微米或至少約 50 微米或至少約 100 微米或至少約 150 微米或至少約 200 微米或至少約 400 微米或至少約 600 微米或至少約 800 微米或至少約 1 mm 且不大於約 20 mm 或不大於約

18 mm 或不大於約 16 mm 或不大於約 14 mm 或不大於約 12 mm 或不大於約 10 mm 或不大於約 8 mm 或不大於約 6 mm 或不大於約 4 mm 之平均尺寸。

【0123】 實施方案 65. 如實施方案 60 之磨料製品或方法，其中該主體包含在由該主體長度及該主體寬度限定之平面中之橫截面形狀，其選自由三角形、四邊形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、橢圓、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元及其組合組成之群。

【0124】 實施方案 66. 如實施方案 60 之磨料製品或方法，其中該主體包含在由該主體長度及該主體厚度限定之平面中之橫截面形狀，其選自由三角形、四邊形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、橢圓、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元及其組合組成之群。

【0125】 實施方案 67. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體包含選自由粉末、顆粒、球體、纖維、短切纖維(CSF)、空心粒子、聚合物空心球及其組合組成之群的填料。

【0126】 實施方案 68. 如實施方案 67 之磨料製品或方法，其中該填料包含選自由沙子、氧化鋁空心球、鉻鐵礦、磁鐵礦、白雲石、富鋁紅柱石空心球、硼化物、二氧化鈦、碳製品、碳化矽、木粉、黏土、滑石、六方氮化硼、二硫化鉬、長石、霞石正長岩、玻璃球、玻璃纖維、 CaF_2 、 KBF_4 、冰晶石(Na_3AlF_6)、鉀冰晶石(K_3AlF_6)、黃鐵礦、 ZnS 、硫化銅、礦物油、氟化物、碳酸鹽、碳酸鈣、莎綸、苯氧樹脂、 CaO 、 K_2SO_4 、礦棉、 MnCl_2 、 KCl 及其組合組成之群的材料。

【0127】 實施方案 69. 如實施方案 67 之磨料製品或方法，其中該填料包含選自由抗靜電劑、潤滑劑、孔隙誘導劑、

著色劑及其組合組成之群的材料。該填料可包含平均粒度不大於約 40 微米之鐵及硫。

【0128】 實施方案 70. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該黏結材料包括一或多種天然有機材料、合成有機材料及其組合。

【0129】 實施方案 71. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該黏結材料包含選自由酚醛樹脂、環氧樹脂、聚酯、氰酸酯、蟲膠、聚胺基甲酸酯、橡膠及其組合組成之群的材料。

【0130】 實施方案 72. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該黏結材料包含用包括六亞甲基四胺之固化或交聯劑改質之酚醛樹脂。

【0131】 實施方案 73. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該黏結材料包含具有擁有亞微米平均尺寸之交聯結構域之酚醛樹脂。

【0132】 實施方案 74. 如實施方案 1 或 2 之磨料製品或方法，其中該主體具有選自由砂輪、磨石、砂錐、磨杯、凸緣輪、錐形杯、研磨盤、砂瓦、安裝點及其組合組成之群的形狀。

【0133】 實施例 1

【0134】 圖 6A 及圖 6B 包括本文代表性實施方案之習知微晶氧化鋁晶粒（圖 6A）及奈米晶氧化鋁晶粒（圖 6B）之拋光截面的掃描電子顯微鏡 (SEM) 圖像。如所示，微晶氧化鋁 (MCA) 之平均微晶尺寸為約 0.2 微米，而奈米晶氧化鋁 (NCA) 之平均微晶尺寸為約 0.1 微米。

【0135】 實施例 2

【0136】 根據本文揭示之實施方案量測代表性 MCA 晶粒

樣品及 NCA 晶粒樣品之維氏硬度。該等 MCA 晶粒及 NCA 晶粒獲自 Saint-Gobain 公司。該等 MCA 晶粒可以 Cerpass® HTB 獲得。奈米晶氧化鋁及微晶氧化鋁之微晶尺寸分別為約 0.1 微米及 0.2 微米。以相同方式製備 MCA 晶粒及 NCA 晶粒之樣品。測試 MCA 晶粒及 NCA 晶粒之 5 個樣品的維氏硬度。該等 MCA 晶粒及 NCA 晶粒之平均維氏硬度揭示於表 1 中。

【0137】 根據本文揭示之程序量測 NCA 晶粒之相對脆性。該等 MCA 及 NCA 樣品具有磨粒尺寸 80，並且 MCA 晶粒被用作標準樣品。球磨時間為 6 分鐘。如表 1 中揭示，MCA 晶粒之相對脆性被設定為 100%，且 NCA 晶粒顯示與 MCA 晶粒極為類似之維氏硬度，但具有 123% 之相對脆性。

表 1

	MCA	NCA
硬度 (GPa)	21.8	21.4
相對脆性	100%	123%

【0138】 實施例 3

【0139】 自 MCA 晶粒及 NCA 晶粒製造兩種不同類型之樣品。MCA 晶粒與 NCA 晶粒皆獲自 Saint-Gobain 公司。MCA 晶粒可以 Cerpass® HTB 獲得。製造包括 47 體積%磨料晶粒之第一習知砂輪樣品 (CS1)，其包括約 25 體積%微晶氧化鋁粒子、38 體積%熔融鋼鋁石、38 體積% SiC 之混合物。樣品 CS1 亦包括約 20 體積%樹脂黏結及約 32 體積%孔隙。製造包括約 47 體積%磨料粒子之第二砂輪樣品 (S2)，其包括約 25 體積%之奈米晶氧化鋁 (NCA)、38 體積%熔融鋼鋁石及 38 體積% SiC 之混合物。樣品 S2 包括並具有與樣品 CS1 相同類型及含量之黏結及孔隙。製造兩種形式之各樣品 CS1 及 S2，其具有 36 磨粒尺寸磨料粒子及 54 磨粒尺寸磨料粒子。NCA 及 MCA 之

微晶尺寸分別為約 0.1 微米及 0.2 微米。

【0140】 根據本文揭示之程序量測用於製造砂輪樣品之 NCA 及 MCA 晶粒之相對脆性。MCA 晶粒被用作標準樣品。對於具有磨粒尺寸 36 之晶粒，球磨時間為 3 分鐘。對於磨粒尺寸 54，球磨時間為 3 分鐘 15 秒。NCA 晶粒之相對脆性揭示於表 3 中。CS1 及 CS2 之 MCA 之相對脆性被設定為 100%。

表 3

	相對脆性
CS1-36	100%
S2-36	130%
CS1-54	100%
S2-54	116%

【0141】 使用低材料移除率(MRR)操作及高材料移除率操作測試樣品之磨削比(G 比)以模擬各種研磨條件。如圖 7A 中所示，對於 36 磨粒尺寸形式之樣品，樣品 S2 相比於樣品 CS1 在低 MRR 與高 MRR 條件中顯示顯著更高之磨削比。如圖 7B 中所示，對於 54 磨粒尺寸形式之樣品，S2 相比於 CS1 對於低 MRR 操作具有顯著更高之磨削比。此外，對於高 MRR 條件，S2 亦顯示優於 CS2 之改良。

【0142】 本發明實施方案代表與現有技術狀態之悖離。儘管一些專利公開案已指出微晶氧化鋁可製成具有亞微米平均微晶尺寸，但熟習此項技術者認識到，市售形式之微晶氧化鋁具有約 0.18 至 0.25 微米之平均微晶尺寸。據本申請人所知，具有較細平均微晶尺寸之氧化鋁基磨料尚不可購得。此外，包括 NCA 之磨料製品之結果表現出顯著且出乎意料之結果，特別是鑒於 MCA 及 NCA 晶粒之維氏硬度基本上沒有區別之發現，且一般技術者可能沒有預料到利用 NCA 晶粒之黏

結磨料之效能的顯著差異。然而，出乎意料且顯著的是，相比于包括習知 MCA 晶粒之磨料製品，對於高及低材料移除率，包括 NCA 晶粒之磨料製品具有顯著改良之磨削比（自樣品移除之材料相比於自砂輪移除之材料的量度，且因此為磨料製品效率之量度）。不希望受任何理論束縛，NCA 晶粒相比於 MCA 晶粒之相對脆性（例如，高於 100%）可能有助於用 NCA 晶粒形成之砂輪的改良磨削比。

【0143】 應注意到，並非需要所有上文在一般說明或實施例中描述之行爲，可能不需要特定行爲之一部分，且除彼等所述之外可進行一或多種其他行爲。更進一步，所列出行爲之順序未必是其執行順序。

【0144】 上文已關於特定實施方案描述益處、其他優點及問題之解決方案。然而，益處、優點、問題之解決方案及可造成任何益處、優點或解決方案發生或變得更明顯之任何特徵不應被解釋為任何或所有申請專利範圍之關鍵、必需或基本特徵。許多不同態樣及實施方案為可能的。彼等態樣及實施方案中之一些描述于本文中。在閱讀本說明書後，熟習此項技術者應理解，彼等態樣及實施方案僅具說明性而不限制本發明之範疇。另外，熟習此項技術者應理解，包括類比電路之一些實施方案可使用數位電路類似地實施，反之亦然。

【0145】 本說明書及本文所述實施方案之說明意欲提供對於各種實施方案之結構之一般理解。本說明書及說明不欲充當使用本文所述結構或方法之裝置及系統之所有元件及特徵的詳盡及全面的描述。單獨之實施方案亦可于單一實施方案中組合提供，相反，為簡潔起見在單一實施方案情形中描述之各種特徵亦可單獨地或以任何子組合提供。此外，對於以範圍所述之值的提及包括在該範圍內之各個及每一值。熟

習此項技術者僅在閱讀本說明書後可顯而易見許多其他實施方案。其他實施方案可使用並源自本揭示內容，以使得可在不悖離本公開之範疇的情況下做出結構取代、邏輯取代或另一種變化。因此，本揭示內容應視為說明性而非限制性。上文已關於特定實施方案描述益處、其他優點及問題之解決方案。然而，益處、優點、問題之解決方案及可造成任何益處、優點或解決方案發生或變得更明顯之任何特徵不應被解釋為任何或所有申請專利範圍之關鍵、必需或基本特徵。

【0146】 提供本揭示內容之摘要以符合專利法且在它不會被用於解釋或限制申請專利範圍之範疇或含義之理解下提交。另外，在前述附圖詳細說明中，出於精簡本揭示內容之目的，各種特徵可組合在一起或描述于單一實施方案中。本揭示內容不應被解釋為反映如下意圖：所主張之實施方案需要比在各申請專利範圍中明確敘述者更多的特徵。相反，如以下申請專利範圍所反映，發明標的物可針對比任何所揭示實施方案之所有特徵更少的特徵。因此，將以下申請專利範圍併入附圖詳細說明中，其中各申請專利範圍自身理解為限定單獨主張之標的物。

【符號說明】

【0147】

- 200 成形磨料粒子
- 201 主體
- 202 第一端面
- 204 第二端面
- 210 第一側面
- 212 第二側面
- 214 第三側面

- 300 磨料粒子
- 301 主體
- 302 側表面
- 303 側表面
- 305 上表面
- 306 底表面
- 307 側表面
- 308 側表面
- 400 大致矩形二維形狀之磨料粒子
- 500 大致八邊形二維形狀之磨料粒子

申請專利範圍

1. 一種磨料製品，其包含：

主體，其包括：

包含有機材料之黏結材料；及

包含於該黏結材料內之磨料粒子，該等磨料粒子包含具有範圍在至少約 0.01 微米至不大於約 0.16 微米之平均晶粒尺寸的奈米晶氧化鋁。

2. 如申請專利範圍第 1 項之磨料製品，其中該等磨料粒子包含具有範圍在至少約 0.05 微米至不大於約 0.15 微米之平均晶粒尺寸的奈米晶氧化鋁。

3. 如申請專利範圍第 1 項之磨料製品，其中該等磨料粒子包含具有範圍在至少約 0.07 微米至不大於約 0.14 微米之平均晶粒尺寸的奈米晶氧化鋁。

4. 如申請專利範圍第 1 項之磨料製品，其中該奈米晶氧化鋁包含選自由鎂、鋯、鈣、矽、鐵、鉍、釧、銻及其組合組成之群之材料的添加劑。

5. 如申請專利範圍第 4 項之磨料製品，其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該等奈米晶氧化鋁粒子之總重量為至少約 0.1 重量%至不大於約 12 重量%之總含量的添加劑。

6. 如申請專利範圍第 4 項之磨料製品，其中該添加劑包括氧化鎂(MgO)且其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為至少約 0.1 重量%至不大於約 5 重量%之 MgO。

7. 如申請專利範圍第 4 項之磨料製品，其中該添加劑包括氧化鋯(ZrO_2)，且其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為至少約 0.1 重量%之 ZrO_2 至不大於約 8 重量%之 ZrO_2 。

8. 如申請專利範圍第 4 項之磨料製品，其中該添加劑包括氧化鈣(CaO)，且其中該奈米晶氧化鋁包含相對於該奈米晶氧化鋁之總重量為至少約 0.01 重量%之 CaO 至不大於約 5 重量%之 CaO 。

9. 一種形成磨料製品之方法，其包括：

形成混合物，其包括：

包含有機材料之黏結材料；

包含具有範圍在至少約 0.01 微米至不大於約 0.16 微米之平均晶粒尺寸的奈米晶氧化鋁之磨料粒子；及

固化該混合物以形成固定磨料製品。

10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中該等磨料粒子包含具有範圍在至少約 0.07 微米至不大於約 0.14 微米之平均晶粒尺寸的奈米晶氧化鋁。

圖式

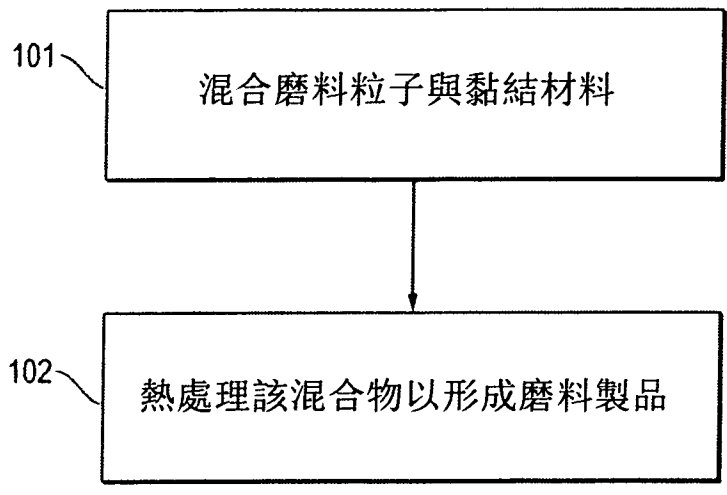


圖 1

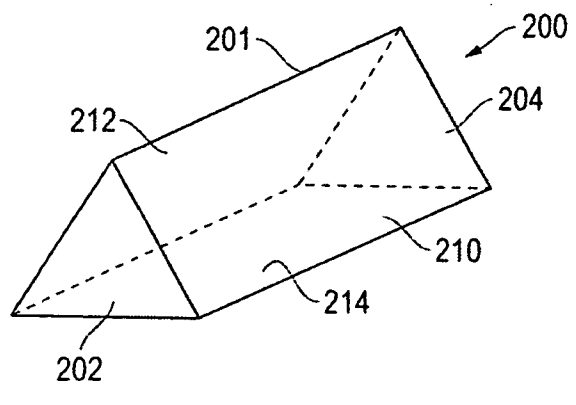


圖 2

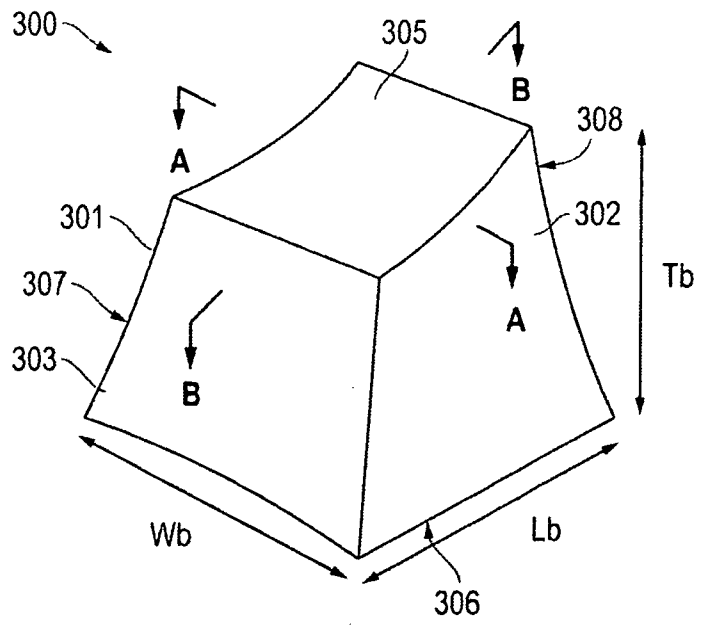


圖 3

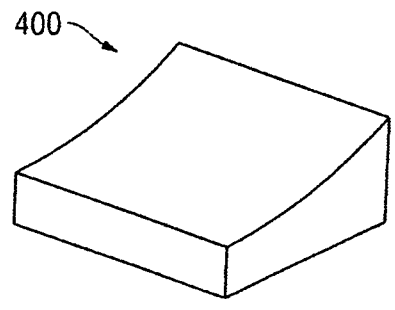


圖 4

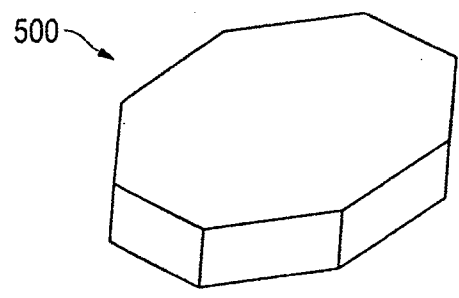


圖 5