



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I621590 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：105115390

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 18 日

(51)Int. Cl.：

*C01F7/02 (2006.01)**C09K3/14 (2006.01)**C04B35/10 (2006.01)**C04B35/624 (2006.01)**C04B35/63 (2006.01)**C04B35/64 (2006.01)*

(30)優先權：2015/05/21 美國

62/165,028

(71)申請人：聖高拜陶器塑膠公司(美國) SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. (US)
美國

(72)發明人：盧亞普瑞 大衛 F LOUAPRE, DAVID F. (US)；馬克 艾瑞克 MOCH, ERIC (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2004/0148868A1

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：12 共 93 頁

(54)名稱

研磨顆粒及形成研磨顆粒之方法

ABRASIVE PARTICLES AND METHOD OF FORMING SAME

(57)摘要

一種研磨顆粒包括一本體，該本體具有至少一個微結構特性，該微結構特性包括不大於 6 微米之平均晶體大小或至少 20GPa 之一硬度，且其中該本體進一步具有至少一個變形特性，該變形特性包括不大於 30%之一初級變形幅度、不大於 280 分鐘之一初級變形時間，或不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

An abrasive particle includes a body having at least one microstructural characteristic including average crystal size of not greater than 6 microns or a hardness of at least 20 GPa, and wherein the body further has at least one deformation characteristic including a primary deformation amplitude of not greater than 30 percent, a primary deformation time of not greater than 280 minutes, or a secondary deformation characteristic rate of not greater than 6×10^{-3} percent/minute.

指定代表圖：

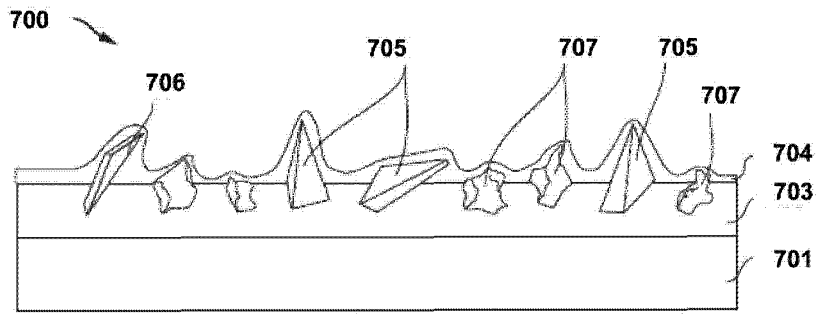


圖 7

符號簡單說明：

700 . . . 經塗佈研磨劑

701 . . . 基板

703 . . . 砂帶底塗

704 . . . 底漆

705 . . . 研磨微粒材料

706 . . . 研磨微粒材料

707 . . . 研磨微粒材料

發明摘要

※ 申請案號：105115390

※ 申請日：105/05/18

※IPC 分類：
C01F 7/02 (2006.01)
C09K 3/14 (2006.01)
C04B 35/10 (2006.01)
C04B 35/624 (2006.01)
C04B 35/63 (2006.01)
C04B 35/64 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

研磨顆粒及形成研磨顆粒之方法

ABRASIVE PARTICLES AND METHOD OF FORMING
SAME

【中文】

一種研磨顆粒包括一本體，該本體具有至少一個微結構特性，該微結構特性包括不大於6微米之平均晶體大小或至少20 GPa之一硬度，且其中該本體進一步具有至少一個變形特性，該變形特性包括不大於30%之一初級變形幅度、不大於280分鐘之一初級變形時間，或不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【英文】

An abrasive particle includes a body having at least one microstructural characteristic including average crystal size of not greater than 6 microns or a hardness of at least 20 GPa, and wherein the body further has at least one deformation characteristic including a primary deformation amplitude of not greater than 30 percent, a primary deformation time of not greater than 280 minutes, or a secondary deformation characteristic rate of not greater than 6×10^{-3} percent/minute.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 7 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

700 經塗佈研磨劑

701 基板

703 砂帶底塗

704 底漆

705 研磨微粒材料

706 研磨微粒材料

707 研磨微粒材料

【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)

研磨顆粒及形成研磨顆粒之方法

ABRASIVE PARTICLES AND METHOD OF FORMING
SAME

【技術領域】

【0001】 下文係關於成型研磨顆粒，且更特定言之，係關於具有某些特徵之複合成型研磨顆粒及形成此等複合成型研磨顆粒之方法。

【先前技術】

【0002】 併有研磨顆粒之研磨物品可用於各種材料移除操作，該等材料移除操作包括磨削、精整、拋光及其類似者。取決於研磨材料之類型，此等研磨顆粒可用於在貨品製造時對各種材料進行成型或磨削。迄今為止已制定具有特定幾何形狀的某些類型之研磨顆粒，諸如三角形成型研磨顆粒及併有此等物件之研磨物品。舉例而言，參見美國專利第 5,201,916 號、第 5,366,523 號及第 5,984,988 號。

【0003】 先前，已使用三種基本技術來生產具有指定形狀之研磨顆粒，該等技術為融合、燒結及化學陶瓷。在融合製程中，可藉由面可被或可不被雕刻之冷卻輥、熔融材料被倒入之模具或浸沒於氧化鋁熔體中之散熱材料而對研磨顆粒進行成型。舉例而言，參見美國專利第 3,377,660 號。在燒結製程中，可由直徑高達 10 微米之顆粒大小的耐火粉末形

成研磨顆粒。可將黏合劑連同潤滑劑及合適溶劑一起添加至粉末以形成混合物，可將該混合物成型為具有各種長度及直徑之薄片或杆體。舉例而言，參見美國專利第 3,079,242 號。化學陶瓷技術涉及將膠態分散液或水溶膠(有時被稱作溶膠)轉化成抑制組份之行動性的凝膠或任何其他物理狀態、乾燥，及燒製以獲得陶瓷材料。舉例而言，參見美國專利第 4,744,802 號及第 4,848,041 號。關於成型研磨顆粒及形成併有此等顆粒之研磨物品之關聯方法的其他相關揭示內容可得自：<http://www.abel-ip.com/publications/>。

【0004】 行業不斷地需求改良式研磨材料及研磨物品。

【發明內容】

【0005】 根據第一態樣，一種研磨顆粒包括本體，該本體具有至少一個微結構特性，該微結構特性包括：

- 1) 不大於 6 微米之平均晶體大小；或
- 2) 至少 20 GPa 之硬度；

且其中本體進一步包含至少一個變形特性，該變形特性包括：

不大於 30%之初級變形幅度

不大於 280 分鐘之初級變形時間；或

不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。

【0006】 在又一態樣中，一種研磨顆粒包括本體，該本體具有不大於 6 微米之平均晶體大小、不大於 30%之初級變形幅度。

【0007】 對於又一態樣，一種研磨顆粒包含本體，該本

體具有至少 20 GPa 之硬度、不大於 30%之初級變形幅度。

【0008】 又，在一個態樣中，一種研磨顆粒包括成型研磨顆粒，該成型研磨顆粒包括本體，該本體具有不大於 700 百分數分鐘之初級變形幅度與時間乘數。

【0009】 根據另一態樣，一種研磨顆粒包含本體，該本體包括包含鎂之第一摻雜劑，及包含由釔、鐳、稀土元素組成之群組中之至少一個元素的第二摻雜劑，其中本體包含含量大於第一摻雜劑之含量的第二摻雜劑，及不大於 9%之初級變形幅度。

【0010】 對於另一態樣，一種研磨顆粒包含本體，該本體包括包含鎂之第一摻雜劑，及包含釔、鐳及稀土元素中之至少一者以及鋁及氧的晶界相。

【圖式簡單說明】

【0011】 藉由參考隨附圖式，可更好地理解本發明，且可使其眾多特徵及優點對於熟習此項技術者顯而易見。

圖 1A 包括根據一實施例的用於形成成型研磨顆粒片斷之系統之部分。

圖 1B 包括根據一實施例的圖 1A 之系統之部分。

圖 2 包括根據一實施例之成型研磨顆粒之透視圖說明。

圖 3A 包括根據一實施例之成型研磨顆粒之透視圖說明。

圖 3B 包括根據一實施例之狹長研磨顆粒之透視圖說明。

圖 4A 至圖 4D 包括根據一實施例之成型研磨顆粒之俯

視圖說明。

圖 5A 包括根據一實施例之微粒材料之本體之說明，微粒材料具有實質上均一地分散於本體內之第二相。

圖 5B 包括根據一實施例之微粒材料之說明，微粒材料具有非均一地分散於本體內之第二相。

圖 6A 包括用於進行標準化潛變測試之測試設置之示意圖。

圖 6B 包括用於進行標準化潛變測試之兩個不同測試設置之說明。

圖 6C 包括根據一實施例的根據標準化潛變測試而產生之高溫潛變之一般化標繪圖，其包括初級型態及次級型態。

圖 7 包括根據一實施例之經塗佈研磨劑之部分的說明。

圖 8 包括根據一實施例之經結合研磨劑之部分的說明。

圖 9A 至圖 9C 包括根據一實施例之例示性樣本 S1 至 S3 之 SEM 影像。

圖 10 包括根據高溫潛變測試之某些例示性及比較性樣本的位移對時間之標繪圖。

圖 11 包括習知成型研磨顆粒之影像。

圖 12 包括根據熱硬度測試之某些例示性及比較性樣本的熱硬度對溫度之標繪圖。

【實施方式】

【0012】 下文係關於研磨顆粒，包括但不限於成型研磨顆粒。可在各種應用中利用成型研磨顆粒，該等應用包括例如經塗佈研磨劑、經結合研磨劑、游離研磨劑及其組合。對

於成型研磨顆粒，可匯出各種其他用途。

【0013】 可利用各種方法來獲得成型研磨顆粒。可自商業來源獲得顆粒或可製造顆粒。用以製造成型研磨顆粒之一些合適製程可包括但不限於沈積、印刷(例如，網版印刷)、模製、按壓、澆鑄、分段、切割、切塊、衝壓、按壓、乾燥、固化、塗佈、擠壓、輥軋及其組合。

【0014】 圖 1A 包括根據一個非限制性實施例的用於形成成型研磨顆粒之系統 150 之說明。形成成型研磨顆粒之製程可藉由形成包括陶瓷材料及液體之混合物 101 而起始。詳言之，混合物 101 可為由陶瓷粉末材料及液體形成之凝膠。根據一實施例，凝膠可由陶瓷粉末材料形成為離散顆粒之整合式網路。混合物 101 亦可包括如本文中之實施例中所描述的一或多種摻雜劑材料或前驅體摻雜劑材料。前驅體摻雜劑材料可在處理期間改變組成物以在最終形成之研磨顆粒內形成摻雜劑材料。

【0015】 混合物 101 可含有某一含量之固體材料、液體材料及添加劑，使得該混合物具有用於根據所要成型製程之操縱的合適流變特性。混合物可具有形成可經由成型製程而形成之尺寸穩定材料相的合適流變特性。尺寸穩定材料相為可經形成為具有特定形狀且針對在形成之後的處理之至少一部分實質上維持該形狀的材料。在某些情況下，可貫穿後續處理而保持該形狀，使得在最終形成之物件中存在最初在形成製程中提供之形狀。在一些情況下，混合物 101 在形成製程期間及之後可不為形狀穩定材料，且該製程可依賴於藉由

進一步處理(諸如乾燥)而使混合物 101 凝固及穩定。

【0016】 混合物 101 可經形成為具有特定含量之固體材料，諸如陶瓷粉末材料。舉例而言，在一個實施例中，混合物 101 可具有混合物 101 之總重量的至少約 25 wt% (諸如至少約 35 wt%，或甚至至少約 38 wt%)之固體含量。又，在至少一個非限制性實施例中，混合物 101 之固體含量可不大於約 75 wt%，諸如不大於約 70 wt%、不大於約 65 wt%、不大於約 55 wt%、不大於約 45 wt%，或不大於約 42 wt%。將瞭解，混合物 101 中之固體材料之含量可在上文所提及之最小及最大百分比中之任一者之間的範圍內。

【0017】 根據一個實施例，陶瓷粉末材料可包括氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、碳氧化物、氮氧化物及其組合。在特定情況下，陶瓷材料可包括氧化鋁。更具體言之，陶瓷材料可包括薄水鋁石材料，該薄水鋁石材料可為 α 氧化鋁之前驅體。術語“薄水鋁石”在本文中通常用以表示：包括礦物薄水鋁石之氧化鋁水合物，其通常為 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 且具有大約 15% 之水含量；以及擬薄水鋁石，其具有按重量計高於 15% (諸如 20-38%) 之水含量。應注意，薄水鋁石(包括擬薄水鋁石)具有特定且可識別之晶體結構，且因此具有獨特的 X 射線繞射圖案。因而，薄水鋁石與包括其他水合氧化鋁(諸如三水氧化鋁(ATH))之其他鋁質材料區分開，ATH 為本文中用於製造薄水鋁石微粒材料之常見前驅體材料。

【0018】 此外，混合物 101 可經形成為具有特定含量之液體材料。一些合適液體可包括水。根據一個實施例，混合

物 101 可經形成為具有小於混合物 101 之固體含量的液體含量。在更特定情況下，混合物 101 可具有混合物 101 之總重量的至少約 25 wt% 之液體含量。在其他情況下，混合物 101 內之液體之量可更大，諸如至少約 35 wt%、至少約 45 wt%、至少約 50 wt%，或甚至至少約 58 wt%。又，在至少一個非限制性實施例中，混合物之液體含量可不大於約 75 wt%，諸如不大於約 70 wt%、不大於約 65 wt%、不大於約 62 wt%，或甚至不大於約 60 wt%。將瞭解，混合物 101 中之液體之含量可在上文所提及之最小及最大百分比中之任一者之間的範圍內。

【0019】 此外，為了促進處理及形成根據本文中之實施例之成型研磨顆粒，混合物 101 可具有特定儲存模數。舉例而言，混合物 101 可具有至少約 1×10^4 Pa (諸如至少約 4×10^4 Pa，或甚至至少約 5×10^4 Pa) 之儲存模數。然而，在至少一個非限制性實施例中，混合物 101 可具有不大於約 1×10^7 Pa (諸如不大於約 2×10^6 Pa) 之儲存模數。將瞭解，混合物 101 之儲存模數可在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內。

【0020】 可運用帕耳帖(Peltier)板溫度控制系統而經由使用 ARES 或 AR-G2 旋轉流變儀之平行板系統來量測儲存模數。為了測試，可在經設定成彼此隔開大約 8 mm 之兩個板之間的間隙內擠壓混合物 101。在將凝膠擠壓至間隙中之後，將界定間隙之兩個板之間的距離縮減至 2 mm，直至混合物 101 完全地填充該等板之間的間隙為止。在擦除過量混

合物之後，間隙減小了 0.1 mm，且起始測試。測試為振盪應變掃描測試，其係運用介於 0.01%至 100%之間的應變範圍之儀器設定、以 6.28 rad/s (1 Hz)、使用 25-mm 平行板且每十次記錄 10 個點而進行。在測試完成之後的 1 小時內，間隙再次降低了 0.1 mm，且重複測試。測試可被重複至少 6 次。第一測試可不同於第二及第三測試。應僅報告來自針對每一試樣之第二及第三測試之結果。

【0021】 此外，為了促進處理及形成根據本文中之實施例之成型研磨顆粒，混合物 101 可具有特定黏度。舉例而言，混合物 101 可具有至少約 2×10^3 Pa s (諸如至少約 3×10^3 Pa s、至少約 4×10^3 Pa s、至少約 5×10^3 Pa s、至少約 6×10^3 Pa s、至少約 8×10^3 Pa s、至少約 10×10^3 Pa s、至少約 20×10^3 Pa s、至少約 30×10^3 Pa s、至少約 40×10^3 Pa s、至少約 50×10^3 Pa s、至少約 60×10^3 Pa s，或至少約 65×10^3 Pa s) 之黏度。在至少一個非限制性實施例中，混合物 101 可具有不大於約 100×10^3 Pa s (諸如不大於約 95×10^3 Pa s、不大於約 90×10^3 Pa s，或甚至不大於約 85×10^3 Pa s) 之黏度。將瞭解，混合物 101 之黏度可在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內。可以與如上文所描述之儲存模數相同的方式量測黏度。

【0022】 此外，混合物 101 可經形成為具有特定含量之有機材料，包括例如可相異於液體之有機添加劑，以促進處理及形成根據本文中之實施例之成型研磨顆粒。一些合適有機添加劑可包括穩定劑、黏合劑(諸如果糖、蔗糖、乳糖、葡

萄糖)、UV 可固化樹脂及其類似者。

【0023】 值得注意的是，本文中之實施例可利用可相異于習知形成操作中使用之漿料的混合物 101。舉例而言，混合物 101 內之有機材料及尤其是上文所提及之有機添加劑中之任一者的含量與混合物 101 內之其他組份相比較可為微小量。在至少一個實施例中，混合物 101 可經形成為具有混合物 101 之總重量的不大於約 30 wt% 之有機材料。在其他情況下，有機材料之量可更少，諸如不大於約 15 wt%、不大於約 10 wt%，或甚至不大於約 5 wt%。又，在至少一個非限制性實施例中，混合物 101 內之有機材料之量可為混合物 101 之總重量的至少約 0.01 wt%，諸如至少約 0.5 wt%。將瞭解，混合物 101 中之有機材料之量可在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內。

【0024】 此外，混合物 101 可經形成為具有相異於液體含量的特定含量之酸或堿，以促進處理及形成根據本文中之實施例之成型研磨顆粒。一些合適酸或堿可包括硝酸、硫酸、檸檬酸、氯酸、酒石酸、磷酸、硝酸銨及檸檬酸銨。根據使用硝酸添加劑之一個特定實施例，混合物 101 可具有小於約 5 之 pH，且更特定言之，可具有在介於約 2 與約 4 之間的範圍內的 pH。

【0025】 圖 1A 之系統 150 可包括衝模 103。如所說明，混合物 101 可提供於衝模 103 之內部，且經組態以被擠壓通過定位於衝模 103 之一個端處的衝模開口 105。如進一步所說明，擠壓可包括對混合物 101 施加力 180 以促進將混合物

101 擠壓通過衝模開口 105。在施加區 183 內之擠壓期間，工具 151 可與衝模 103 之部分進行直接接觸，且促進將混合物 101 擠壓至工具空腔 152 中。工具 151 可呈諸如圖 1A 所說明之畫面的形式，其中空腔 152 延伸通過工具 151 之整個厚度。又，將瞭解，可形成工具 151 使得空腔 152 在工具 151 之整個厚度之部分內延伸且具有底部表面，使得經組態以對混合物 101 進行固持及成型之空間容積由底部表面及側表面界定。

【0026】 工具 151 可由金屬材料(包括例如金屬合金，諸如不銹鋼)形成。在其他情況下，工具 151 可由諸如聚合物之有機材料形成。

【0027】 根據一實施例，可在擠壓期間利用特定壓力。舉例而言，壓力可為至少約 10 kPa，諸如至少約 500 kPa。又，在至少一個非限制性實施例中，在擠壓期間利用之壓力可不大於約 4 MPa。將瞭解，用以擠壓混合物 101 之壓力可在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內。在特定情況下，由活塞 199 遞送之壓力之一致性可促進成型研磨顆粒之改良式處理及形成。值得注意的是，跨越混合物 101 及跨越衝模 103 之寬度的一致壓力之受控遞送可促進成型研磨顆粒之改良式處理控制及改良式尺寸特性。

【0028】 在將混合物 101 沈積於工具空腔 152 中之前，可將脫模劑施加至工具空腔 152 之表面，此可促進在進一步處理之後自工具空腔 152 移除前驅體成型研磨顆粒。此製程可為可選的，且可未必用以進行模製製程。合適的例示性脫

模劑可包括有機材料，諸如一或多種聚合物(例如，PTFE)。在其他情況下，可將油(合成或有機)作為脫模劑施加至工具空腔 152 之表面。合適的油可為花生油。可使用任何合適方式來施加脫模劑，該方式包括但不限於沈積、噴塗、印刷、刷塗、塗佈及其類似者。

【0029】 混合物 101 可沈積於工具空腔 152 內，該等工具空腔可以任何合適方式而成型以形成成型研磨顆粒，該等成型研磨顆粒具有對應於工具空腔 152 之形狀的形狀。

【0030】 簡要地參看圖 1B，說明工具 151 之部分。如所展示，工具 151 可包括工具空腔 152，且更特定言之，包括延伸至工具 151 之容積中之複數個工具空腔 152。根據一實施例，工具空腔 152 可具有二維形狀，如在由工具 151 之長度(l)及寬度(w)界定之平面中所檢視。二維形狀可包括各種形狀，諸如多邊形、橢球形、數位、希臘字母表字母、拉丁字母表字母、俄文字母表字元、包括多邊形形狀之組合的複雜形狀，及其組合。在特定情況下，工具空腔 152 可具有二維多邊形形狀，諸如矩形、四邊形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、九邊形、十邊形及其組合。值得注意的是，進一步參考本文中之實施例之成型研磨顆粒將瞭解，工具空腔 152 可利用各種其他形狀。

【0031】 雖然圖 1B 之工具 151 經說明為具有相對於彼此以特定方式而定向之工具空腔 152，但將瞭解，可利用各種其他定向。根據一個實施例，工具空腔 152 中之每一者可具有相對於彼此實質上相同的定向，及相對於畫面之表面實質

上相同的定向。舉例而言，工具空腔 152 中之每一者可具有第一邊緣 154，該第一邊緣界定用於工具空腔 152 之第一列 156 的第一平面 155，該第一平面跨越工具 151 之橫向軸線 158 橫向地延伸。第一平面 155 可在實質上正交於工具 151 之縱向軸線 157 的方向上延伸。然而，將瞭解，在其他情況下，工具空腔 152 未必需要具有相對於彼此相同的定向。

【0032】 此外，工具空腔 152 之第一列 156 可相對於平移方向而定向以促進成型研磨顆粒之特定處理及受控形成。舉例而言，工具空腔 152 可配置於工具 151 上，使得第一列 156 之第一平面 155 界定相對於平移方向 171 之角度。如所說明，第一平面 155 可界定實質上正交於平移方向 171 之角度。又，將瞭解，在一個實施例中，工具空腔 152 可配置於工具 151 上，使得第一列 156 之第一平面 155 界定相對於平移方向之不同角度，包括例如銳角或鈍角。又，將瞭解，工具空腔 152 可未必以列而配置。工具空腔 152 可相對於彼此以各種特定有序分佈而配置於工具 151 上，諸如呈二維圖案的形式。替代地，開口可以隨機方式安置於工具 151 上。

【0033】 再次參看圖 1A，在系統 150 之操作期間，工具 151 可在方向 153 上平移以促進連續模製操作。將瞭解，工具 151 可呈連續帶的形式，該連續帶可遍及滾筒而平移以促進連續處理。在一些實施例中，工具 151 可在將混合物 101 擠壓通過衝模開口 105 時平移。如系統 150 中所說明，可在方向 191 上擠壓混合物 101。工具 151 之平移方向 153 可相對於混合物 101 之擠壓方向 191 成角度。雖然平移方向 153

與擠壓方向 191 之間的角度經說明為在系統 100 中實質上正交，但預期其他角度，包括例如銳角或鈍角。在將混合物 101 擠壓通過衝模開口 105 之後，混合物 101 及工具 151 可在附接至衝模 103 之表面的刀刃 107 下方平移。刀刃 107 可在衝模 103 之前部處界定促進將混合物 101 位移至工具 151 之工具空腔 152 中的區域。

【0034】 在模製製程中，混合物 101 可在含於工具空腔 152 中時經歷顯著乾燥。因此，成型可主要地歸因於工具空腔 152 中之混合物 101 之實質乾燥及凝固以對混合物 101 進行成型。在某些情況下，與包括例如網版印刷製程之其他製程相比較，根據模製製程而形成之成型研磨顆粒可展現更接近地複製模具空腔之特徵的形狀。然而，應注意，可更易於經由網版印刷製程而達成某些有益形狀特性。

【0035】 在施加脫模劑之後，混合物 101 可沈積於模具空腔內且予以乾燥。乾燥可包括自混合物 101 移除特定含量之某些材料，包括揮發物，諸如水或有機材料。根據一實施例，乾燥製程可在不大於約 300°C (諸如不大於約 250°C、不大於約 200°C、不大於約 150°C、不大於約 100°C、不大於約 80°C、不大於約 60°C、不大於約 40°C，或甚至不大於約 30°C) 之乾燥溫度下進行。又，在一個非限制性實施例中，乾燥製程可在至少約 -20°C (諸如至少約 -10°C、至少約 0°C、至少約 5°C、至少約 10°C，或甚至至少約 20°C) 之乾燥溫度下進行。將瞭解，乾燥溫度可在上文所提及之最小及最大溫度中之任一者之間的範圍內。

【0036】 在某些情況下，可在特定持續時間內進行乾燥以促進形成根據本文中之實施例之成型研磨顆粒。舉例而言，可在至少約 1 分鐘(諸如至少約 2 分鐘、至少約 4 分鐘、至少約 6 分鐘、至少約 8 分鐘、至少約 10 分鐘、諸如至少約 30 分鐘、至少約 1 小時、至少約 2 小時、至少約 4 小時、至少約 8 小時、至少約 12 小時、至少約 15 小時、至少約 18 小時、至少約 24 小時)之持續時間內進行乾燥。在又其他情況下，乾燥製程可不大於約 30 小時，諸如不大於約 24 小時、不大於約 20 小時、不大於約 15 小時、不大於約 12 小時、不大於約 10 小時、不大於約 8 小時、不大於約 6 小時、不大於約 4 小時。將瞭解，乾燥之持續時間可在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內。

【0037】 另外，可在特定相對濕度下進行乾燥以促進形成根據本文中之實施例之成型研磨顆粒。舉例而言，可在至少約 20%、至少約 30%、至少約 40%、至少約 50%、至少約 60%、諸如至少約 62%、至少約 64%、至少約 66%、至少約 68%、至少約 70%、至少約 72%、至少約 74%、至少約 76%、至少約 78%或甚至至少約 80%之相對濕度下進行乾燥。在又其他非限制性實施例中，可在不大於約 90% (諸如不大於約 88%、不大於約 86%、不大於約 84%、不大於約 82%、不大於約 80%、不大於約 78%、不大於約 76%、不大於約 74%、不大於約 72%、不大於約 70%、不大於約 65%、不大於約 60%、不大於約 55%、不大於約 50%、不大於約 45%、不大於約 40%、不大於約 35%、不大於約 30%，或甚

至不大於約 25%)之相對濕度下進行乾燥。將瞭解，在乾燥期間利用之相對濕度可在上文所提及之最小及最大百分比中之任一者之間的範圍內。

【0038】 在完成乾燥製程之後，可自工具空腔 152 釋放混合物 101 以產生前驅體成型研磨顆粒。值得注意的是，在自工具空腔 152 移除混合物 101 之前，或在移除混合物 101 且形成前驅體成型研磨顆粒之後，可完成一或多種後成形製程。此等製程可包括表面成型、固化、反應、輻射、平坦化、煅燒、燒結、篩選、摻雜及其組合。舉例而言，在一種可選製程中，可將混合物 101 或前驅體成型研磨顆粒平移通過可選成型區，其中可對該混合物或該等前驅體成型研磨顆粒之至少一個外表面進行成型。在又一實施例中，可將如含於模具空腔中之混合物 101 或前驅體成型研磨顆粒平移通過可選施加區，其中可施加摻雜劑材料。在特定情況下，施加摻雜劑材料之製程可包括將摻雜劑材料選擇性地置放於混合物 101 或前驅體成型研磨顆粒之至少一個外表面上。

【0039】 可利用包括例如噴塗、浸塗、沈積、浸漬、轉印、衝壓、切割、按壓、壓碎及其任何組合之各種方法來施加摻雜劑材料。根據一實施例，施加摻雜劑材料可包括施加特定材料，諸如前驅體。在某些情況下，前驅體可為鹽，諸如金屬鹽，其包括待併入至最終形成之成型研磨顆粒中的摻雜劑材料。舉例而言，金屬鹽可包括為摻雜劑材料之前驅體的元素或化合物。將瞭解，鹽材料可呈液體形式，諸如呈包含鹽及液體載劑之分散液的形式。鹽可包括氮，且更特定言

之，可包括硝酸鹽。在其他實施例中，鹽可為氯化物、硫酸鹽、磷酸鹽及其組合。在一個實施例中，鹽可包括金屬硝酸鹽，且更特定言之，基本上由金屬硝酸鹽組成。本文中更詳細地描述合適的摻雜劑材料。

【0040】 形成製程可進一步包括燒結製程。對於本文中之某些實施例，可在自工具空腔 152 移除混合物且形成前驅體成型研磨顆粒之後進行燒結。可利用前驅體成型研磨顆粒 123 之燒結來密化該等顆粒，該等顆粒通常處於生坯狀態。在一特定情況下，燒結製程可促進形成陶瓷材料之高溫相。舉例而言，在一個實施例中，可燒結前驅體成型研磨顆粒使得形成氧化鋁之高溫相，諸如 α 氧化鋁。在一種情況下，成型研磨顆粒可包含該顆粒之總重量的至少約 90 wt% 之 α 氧化鋁。在其他情況下， α 氧化鋁之含量可更大使得成型研磨顆粒可基本上由 α 氧化鋁組成。

【0041】 本文中之實施例之研磨顆粒可包括特定類型之研磨顆粒。舉例而言，研磨顆粒可包括成型研磨顆粒及/或非成型研磨顆粒。可利用各種方法來獲得如本文中所描述之成型研磨顆粒。可經由壓碎及篩選技術而形成非成型研磨顆粒。

【0042】 圖 2 包括根據一實施例之成型研磨顆粒之透視圖說明。成型研磨顆粒 200 可包括本體 201，該本體包括主要表面 202、主要表面 203，及在主要表面 202 及 203 之間延伸的側表面 204。如圖 2 所說明，成型研磨顆粒 200 之本體 201 為薄成型本體，其中主要表面 202 及 203 大於側表面

204。此外，本體 201 可包括自一點延伸至一基底且通過主要表面 202 上之中點 250 的縱向軸線 210。縱向軸線 210 可界定延伸通過主要表面 202 之中點 250 的主要表面之最長尺寸。本體 201 可進一步包括界定本體 201 之寬度的橫向軸線 211，該橫向軸線大體上垂直於同一主要表面 202 上之縱向軸線 210 而延伸。最終，如所說明，本體 201 可包括垂直軸線 212，該垂直軸線在薄成型本體之上下文中可界定本體 201 之高度(或厚度)。對於薄成型本體，縱向軸線 210 之長度等於或大於垂直軸線 212。如所說明，厚度 212 可沿著側表面 204 在主要表面 202 及 203 之間且垂直於由縱向軸線 210 及橫向軸線 211 界定之平面而延伸。將瞭解，本文中對研磨顆粒之長度、寬度及高度之參考可參考自較大群組(包括例如貼附至固定研磨劑之研磨顆粒群組)之研磨顆粒之合適取樣大小採取的平均值。

【0043】 本文中之實施例之成型研磨顆粒(包括薄成型研磨顆粒)可具有長度:寬度之初級縱橫比，使得長度可大於或等於寬度。此外，本體 201 之長度可大於或等於高度。最終，本體 201 之寬度可大於或等於高度。根據一實施例，長度:寬度之初級縱橫比可為至少 1:1，諸如至少 1.1:1、至少 1.2:1、至少 1.5:1、至少 1.8:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 4:1、至少 5:1、至少 6:1，或甚至至少 10:1。在另一非限制性實施例中，成型研磨顆粒之本體 201 可具有不大於 100:1、不大於 50:1、不大於 10:1、不大於 6:1、不大於 5:1、不大於 4:1、不大於 3:1、不大於 2:1 或甚至不大於 1:1

的長度:寬度之初級縱橫比。將瞭解，本體 201 之初級縱橫比可具有包括上文所提及之最小及最大比率中之任一者的範圍。

【0044】 此外，本體 201 可具有寬度:高度之次級縱橫比，其可為至少 1:1，諸如至少 1.1:1、至少 1.2:1、至少 1.5:1、至少 1.8:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 4:1、至少 5:1、至少 8:1，或甚至至少 10:1。又，在另一非限制性實施例中，本體 201 之次級縱橫比寬度:高度可不大於 100:1，諸如不大於 50:1、不大於 10:1、不大於 8:1、不大於 6:1、不大於 5:1、不大於 4:1、不大於 3:1，或甚至不大於 2:1。將瞭解，寬度:高度之次級縱橫比可具有包括上文之最小及最大比率中之任一者的範圍。

【0045】 在另一實施例中，本體 201 可具有長度:高度之三級縱橫比，其可為至少 1.1:1，諸如至少 1.2:1、至少 1.5:1、至少 1.8:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 4:1、至少 5:1、至少 8:1，或甚至至少 10:1。又，在另一非限制性實施例中，本體 201 之三級縱橫比長度:高度可不大於 100:1，諸如不大於 50:1、不大於 10:1、不大於 8:1、不大於 6:1、不大於 5:1、不大於 4:1、不大於 3:1。將瞭解，本體 201 之三級縱橫比可具有包括最小及最大比率以及上文中之任一者的範圍。

【0046】 本文中之實施例之研磨顆粒(包括成型研磨顆粒)可包括結晶材料，且更特定言之，包括多晶材料。值得注意的是，多晶材料可包括研磨晶粒。在一個實施例中，研磨顆

粒之本體(包括例如成型研磨顆粒之本體)可基本上不含有機材料，諸如黏合劑。在至少一個實施例中，研磨顆粒可基本上由多晶材料組成。

【0047】 可有可能形成包括氮化物、氧化物、碳化物、硼化物、氮氧化物、硼氧化物、金剛石、含碳材料及其組合之材料之研磨顆粒。在特定情況下，研磨顆粒可包括氧化物化合物或複合物，諸如氧化鋁、氧化鋯、氧化鈦、氧化鉍、氧化鉻、氧化鋇、氧化矽、氧化鎂、稀土氧化物及其組合。

【0048】 在一個特定實施例中，研磨顆粒可包括多數含量之氧化鋁。對於至少一個實施例，研磨顆粒可包括至少 80 wt%之氧化鋁，諸如至少 90 wt%之氧化鋁、至少 91 wt%之氧化鋁、至少 92 wt%之氧化鋁、至少 93 wt%之氧化鋁、至少 94 wt%之氧化鋁、至少 95 wt%之氧化鋁、至少 96 wt%之氧化鋁，或甚至至少 97 wt%之氧化鋁。又，在至少一個特定實施例中，研磨顆粒可包括不大於 99.5 wt%之氧化鋁，諸如不大於 99 wt%之氧化鋁、不大於 98.5 wt%之氧化鋁、不大於 97.5 wt%之氧化鋁、不大於 97 wt%之氧化鋁、不大於 96 wt%之氧化鋁，或甚至不大於 94 wt%之氧化鋁。將瞭解，本文中之實施例之研磨顆粒可包括含量在包括上文所提及之最小及最大百分比中之任一者的範圍內的氧化鋁。此外，在特定情況下，成型研磨顆粒可由接種溶膠-凝膠形成。在至少一個實施例中，研磨顆粒可基本上由氧化鋁及如本文中所描述之某些摻雜劑材料組成。

【0049】 本文中之實施例之研磨顆粒可包括特別稠密的

本體，其可適合於用作研磨劑。舉例而言，研磨顆粒可具有一本體，該本體具有至少 95%理論密度(諸如至少 96%理論密度、至少 97%理論密度、至少 98%理論密度，或甚至至少 99%理論密度)之密度。

【0050】 研磨顆粒之本體內含有的研磨晶粒(亦即，微晶)可具有通常不大於約 100 微米之平均晶粒大小(亦即，平均晶體大小)。在其他實施例中，平均晶粒大小可更小，諸如不大於約 80 微米，或不大於約 50 微米，或不大於約 30 微米，或不大於約 20 微米，或不大於約 10 微米，或不大於約 6 微米，或不大於約 5 微米，或不大於約 4 微米，或不大於約 3.5 微米，或不大於約 3 微米，或不大於約 2.5 微米，或不大於約 2 微米，或不大於約 1.5 微米，或不大於約 1 微米，或不大於約 0.8 微米，或不大於約 0.6 微米，或不大於約 0.5 微米，或不大於約 0.4 微米，或不大於約 0.3 微米，或甚至不大於約 0.2 微米。又，研磨顆粒之本體內含有的研磨晶粒之平均晶粒大小可為至少約 0.01 微米，諸如至少約 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，或至少約 0.1 微米，或至少約 0.12 微米，或至少約 0.15 微米，或至少約 0.17 微米，或至少約 0.2 微米，或甚至至少約 0.3 微米。將瞭解，研磨顆粒可具有在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內的平均晶粒大小(亦即，平均晶體大小)。

【0051】 平均晶粒大小(亦即，平均晶體大小)可基於使用掃描電子顯微鏡(SEM)顯微相片之未校正截距法予以量測。

研磨晶粒之樣本係藉由在環氧樹脂中製造膠木安裝台予以製備，接著使用 Struers Tegramin 30 拋光單元而運用金剛石拋光漿料予以拋光。在拋光之後，在熱板上加熱環氧樹脂，接著在低於燒結溫度之 150°C 下熱蝕刻經拋光表面達 5 分鐘。將個別晶粒(5 至 10 個砂礫)安裝於 SEM 安裝台上，接著予以金塗佈以用於 SEM 製備。以大約 50,000 倍放大率拍攝三個個別研磨顆粒之 SEM 顯微相片，接著使用以下步驟來計算未校正微晶大小：1)自晶體結構視圖之一個隅角至相對隅角繪製對角線，排除相片之底部處的黑色資料帶；2)將對角線之長度量測為 $L1$ 及 $L2$ (精確至 0.1 公分)；3)計數由對角線中之每一者相交的晶界之數目(亦即，晶界相交點 $I1$ 及 $I2$)且針對對角線中之每一者記錄此數目；4)藉由量測每一顯微相片或檢視畫面之底部處的微米杆體之長度(單位為公分)(亦即，“杆體長度”)來判定所計算之杆體數目，且將杆體長度(單位為微米)除以杆體長度(單位為公分)；5)將在顯微相片上繪製之對角線的總公分相加($L1 + L2$)以獲得對角線長度之總和；6)將兩個對角線之晶界相交點的數目相加($I1 + I2$)以獲得晶界相交點之總和；7)將單位為公分的對角線長度之總和($L1+L2$)除以晶界相交點之總和($I1+I2$)，且將此數目乘以所計算之杆體數目。將此程式針對三個不同隨機選定樣本完成至少三個不同次數以獲得平均微晶大小。

【0052】 根據某些實施例，某些研磨顆粒可為複合物品，包括在研磨顆粒之本體內的至少兩個不同類型之晶粒。將瞭解，不同類型之晶粒為相對於彼此具有不同組成物之晶

粒。舉例而言，可形成研磨顆粒之本體使得其包括至少兩個不同類型之晶粒，其中兩個不同類型之晶粒可為氮化物、氧化物、碳化物、硼化物、氮氧化物、硼氧化物、金剛石及其組合。

【0053】 根據一實施例，研磨顆粒可具有如由至少約 100 微米之最大尺寸(亦即，長度)所量測之平均顆粒大小。事實上，研磨顆粒可具有至少約 150 微米(諸如至少約 200 微米、至少約 300 微米、至少約 400 微米、至少約 500 微米、至少約 600 微米、至少約 700 微米、至少約 800 微米，或甚至至少約 900 微米)之平均顆粒大小。又，本文中之實施例之研磨顆粒可具有不大於約 5 mm (諸如不大於約 3 mm、不大於約 2 mm，或甚至不大於約 1.5 mm)之平均顆粒大小。將瞭解，研磨顆粒可具有在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內的平均顆粒大小。

【0054】 圖 2 包括具有如由上部主要表面 202 或主要表面 203 之平面所界定的二維形狀之成型研磨顆粒之說明，該二維形狀具有大體上三角形二維形狀。將瞭解，本文中之實施例之成型研磨顆粒並不受到如此限制，且可包括其他二維形狀。舉例而言，本文中之實施例之成型研磨顆粒可包括具有一本體之顆粒，該本體具有如由該本體之主要表面所界定的二維形狀，該二維形狀係來自包括以下各者之形狀的群組：多邊形、不規則多邊形、包括弓狀或彎曲側或側之部分的不規則多邊形、橢球形、數字、希臘字母表字元、拉丁字母表字元、俄文字母表字元、日文漢字字元、具有多邊形形

狀之組合的複雜形狀、包括中心區域及自中心區域延伸之複數個臂(例如，至少三個臂)的形狀(例如，星形形狀)，及其組合。特定多邊形形狀包括矩形、梯形、四邊形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、九邊形、十邊形及其任何組合。在另一情況下，最終形成之成型研磨顆粒可具有一本體，該本體具有二維形狀，諸如不規則四邊形、不規則矩形、不規則梯形、不規則五邊形、不規則六邊形、不規則七邊形、不規則八邊形、不規則九邊形、不規則十邊形及其組合。不規則多邊形形狀為界定多邊形形狀之側中之至少一者在尺寸(例如，長度)方面相對於另一側不同的多邊形形狀。如本文中之其他實施例中所說明，某些成型研磨顆粒之二維形狀可具有特定數目個外點或外部隅角。舉例而言，成型研磨顆粒之本體可具有如在由長度及寬度所界定之平面中所檢視的二維多邊形形狀，其中該本體包含具有至少 4 個外點(例如，四邊形)、至少 5 個外點(例如，五邊形)、至少 6 個外點(例如，六邊形)、至少 7 個外點(例如，七邊形)、至少 8 個外點(例如，八邊形)、至少 9 個外點(例如，九邊形)及其類似者之二維形狀。

【0055】 狹長研磨顆粒 350 可具有本文中之實施例中所描述的其他研磨顆粒之某些屬性，包括例如但不限於組成物、微結構特徵(例如，平均晶粒大小)、硬度、孔隙率及其類似者。

【0056】 圖 3A 包括根據另一實施例之成型研磨顆粒之透視圖說明。值得注意的是，成型研磨顆粒 300 可包括本體

301，該本體包括表面 302 及表面 303，該等表面可被稱作端表面 302 及 303。本體可進一步包括在端表面 302 及 303 之間延伸且耦接至該等端表面之表面 304、305、306、307。圖 3A 之成型研磨顆粒為具有縱向軸線 310 之狹長成型研磨顆粒，該縱向軸線沿著表面 305 延伸且通過端表面 302 及 303 之間的中點 340。將瞭解，表面 305 經選擇以用於說明縱向軸線 310，此係因為本體 301 具有如由端表面 302 及 303 所界定之大體上正方形橫截面輪廓。因而，表面 304、305、306 及 307 相對於彼此具有大致上相同的大小。然而，在其他狹長研磨顆粒(其中表面 302 及 303 界定不同形狀，例如矩形形狀，其中表面 304、305、306 及 307 中之一者相對於其他表面可較大)之上下文中，彼等表面中之最大表面界定主要表面，且因此，縱向軸線將沿著彼等表面中之最大表面而延伸。如進一步所說明，本體 301 可包括橫向軸線 311，該橫向軸線垂直於縱向軸線 310 在由表面 305 界定之同一平面內延伸。如進一步所說明，本體 301 可進一步包括垂直軸線 312，該垂直軸線界定研磨顆粒之高度，其中垂直軸線 312 在垂直於由表面 305 之縱向軸線 310 及橫向軸線 311 界定之平面的方向上延伸。

【0057】 將瞭解，與圖 2 之薄成型研磨顆粒類似，圖 3A 之狹長成型研磨顆粒可具有各種二維形狀，諸如關於圖 2 之成型研磨顆粒所界定之形狀。本體 301 之二維形狀可由端表面 302 及 303 之周邊的形狀界定。狹長成型研磨顆粒 300 可具有本文中之實施例之成型研磨顆粒的屬性中之任一者。

【0058】 圖 3B 包括可為狹長非成型研磨顆粒之非成型研磨顆粒之說明。將瞭解，本文中之實施例之非成型研磨顆粒可未必為狹長的，且可為更等軸的。成型研磨顆粒可經由包括模製、印刷、澆鑄、擠壓及其類似者之特定製程而形成。成型研磨顆粒經形成使得每一顆粒相對於彼此具有表面及邊緣之實質上相同的配置。舉例而言，成型研磨顆粒群組相對於彼此通常具有表面及邊緣之相同的配置及定向及或二維形狀。因而，成型研磨顆粒相對於彼此具有表面及邊緣之配置的高成型保真度及一致性。與此對比，非成型研磨顆粒可經由不同製程而形成，且具有不同形狀屬性。舉例而言，經壓碎晶粒通常係藉由粉碎製程而形成，在粉碎製程中，形成大量材料且接著予以壓碎及篩選以獲得具有某一大小之研磨顆粒。然而，非成型研磨顆粒將具有表面及邊緣之大體上隨機的配置，且通常在表面及邊緣之配置中將缺少任何可辨識之二維或三維形狀。此外，非成型研磨顆粒相對於彼此未必具有一致的形狀，且因此與成型研磨顆粒相比較具有顯著較低的形狀保真度。非成型研磨顆粒相對於彼此通常係由表面及邊緣之隨機配置界定。

【0059】 如圖 3B 進一步所說明，研磨物品可為非成型研磨顆粒，其具有本體 351 及界定該顆粒之最長尺寸的縱向軸線 352、垂直於縱向軸線 352 而延伸且界定該顆粒之寬度的橫向軸線 353。此外，研磨顆粒可具有如由垂直軸線 354 所界定之高度(或厚度)，該垂直軸線可大體上垂直於由縱向軸線 352 及橫向軸線 353 之組合界定的平面而延伸。如進一步

所說明，非成型研磨顆粒之本體 351 可具有沿著本體 351 之外表面而延伸的邊緣 355 之大體上隨機配置。

【0060】 將瞭解，研磨顆粒可具有由縱向軸線 352 界定之長度、由橫向軸線 353 界定之寬度，及界定高度之垂直軸線 354。將瞭解，本體 351 可具有長度:寬度之初級縱橫比，使得長度等於或大於寬度。此外，本體 351 之長度可等於或大於或等於高度。最終，本體 351 之寬度可大於或等於高度 354。根據一實施例，長度:寬度之初級縱橫比可為至少 1.1:1、至少 1.2:1、至少 1.5:1、至少 1.8:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 4:1、至少 5:1、至少 6:1，或甚至至少 10:1。在另一非限制性實施例中，狹長成型研磨顆粒之本體 351 可具有不大於 100:1、不大於 50:1、不大於 10:1、不大於 6:1、不大於 5:1、不大於 4:1、不大於 3:1 或甚至不大於 2:1 的長度:寬度之初級縱橫比。將瞭解，本體 351 之初級縱橫比可具有包括上文所提及之最小及最大比率中之任一者的範圍。

【0061】 此外，狹長研磨顆粒 350 之本體 351 可包括寬度:高度之次級縱橫比，其可為至少 1.1:1，諸如至少 1.2:1、至少 1.5:1、至少 1.8:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 4:1、至少 5:1、至少 8:1，或甚至至少 10:1。又，在另一非限制性實施例中，本體 351 之次級縱橫比寬度:高度可不大於 100:1，諸如不大於 50:1、不大於 10:1、不大於 8:1、不大於 6:1、不大於 5:1、不大於 4:1、不大於 3:1，或甚至不大於 2:1。將瞭解，寬度:高度之次級縱橫比可具有包括上文之最小及最大比率中之任一者的範圍。

【0062】 在另一實施例中，狹長研磨顆粒 350 之本體 351 可具有長度:高度之三級縱橫比，其可為至少 1.1:1，諸如至少 1.2:1、至少 1.5:1、至少 1.8:1、至少 2:1、至少 3:1、至少 4:1、至少 5:1、至少 8:1，或甚至至少 10:1。又，在另一非限制性實施例中，本體 351 之三級縱橫比長度:高度可不大於 100:1，諸如不大於 50:1、不大於 10:1、不大於 8:1、不大於 6:1、不大於 5:1、不大於 4:1、不大於 3:1，將瞭解，本體 351 之三級縱橫比可具有包括最小及最大比率以及上文中之任一者的範圍。

【0063】 狹長研磨顆粒 350 可具有本文中之實施例中所描述的其他研磨顆粒之某些屬性，包括例如但不限於組成物、微結構特徵(例如，平均晶粒大小)、硬度、孔隙率及其類似者。

【0064】 圖 4A 包括根據一實施例之成型研磨顆粒之俯視圖說明。詳言之，成型研磨顆粒 400 可包括本體 401，該本體具有本文中之實施例之其他成型研磨顆粒的特徵，包括上部主要表面 403 及與上部主要表面 403 相對之底部主要表面(未圖示)。上部主要表面 403 及底部主要表面可藉由至少一個側表面 405 而彼此分離，該側表面可包括一或多個離散側表面部分，包括例如側表面 405 之第一部分 406、側表面 405 之第二部分 407，及側表面 405 之第三部分 408。詳言之，側表面 405 之第一部分 406 可在第一隅角 409 與第二隅角 410 之間延伸。側表面 405 之第二部分 407 可在第二隅角 410 與第三隅角 411 之間延伸。值得注意的是，第二隅角

410 可為接合側表面 405 之兩個部分的外部隅角。第二隅角 410 及第三隅角 411 (其亦為外部隅角)彼此鄰近且不具有安置於其之間的其他外部隅角。又，側表面 405 之第三部分 408 可在第三隅角 411 與第一隅角 409 之間延伸，該等隅角皆為外部隅角，其彼此鄰近且不具有安置於其之間的其他外部隅角。

【0065】 如所說明，本體 401 可具有由至少一個線性區段及至少一個弓狀區段界定之周邊。更特定言之，本體 401 可包括第一部分 406，該第一部分包括安置于第一線性區段 441 與第二線性區段 443 之間及外部隅角 409 及 410 之間的第一彎曲區段 442。第二部分 407 藉由外部隅角 410 而與側表面 405 之第一部分 406 分離。側表面 405 之第二部分 407 可包括接合第三線性區段 451 及第四線性區段 453 之第二彎曲區段 452。此外，本體 401 可包括藉由外部隅角 409 而與側表面 405 之第一部分 406 分離且藉由外部隅角 411 而與第二部分 407 分離之第三部分 408。側表面 405 之第三部分 408 可包括接合第五線性區段 461 及第六線性區段 463 之第三彎曲區段 462。在至少一個實施例中，本體 401 可為包括中心區域之形狀，該形狀具有自中心區域延伸之三個臂，該等臂中之每一者包括尖端，該等尖端包括由兩個線性區段之間的接合部界定之外部隅角(例如，409、410 及 411)及在兩個外部隅角之間延伸的至少一個弓狀部分。此外，如圖 4A 所說明，本體 401 可具有二維形狀，該二維形狀具有由至少三個離散線性部分(例如，441、443、451、453、461 及 463)

及三個離散弓狀部分界定之周邊，其中三個離散弓狀部分(例如，441、452 及 462)彎曲區段中之每一者藉由離散弓狀部分中之至少一者而彼此分離。

【0066】 圖 4B 包括根據一實施例之成型研磨顆粒 430 之俯視圖。成型研磨顆粒之尖端硬度(其可為平均尖端硬度)可藉由判定本體 432 之外部隅角 431 上的最佳擬合圓之半徑予以量測。舉例而言，轉至圖 4B，提供本體 432 之上部主要表面 433 之俯視圖。在外部隅角 431 處，最佳擬合圓上覆於成型研磨顆粒 430 之本體 432 的影像上，且相對於外部隅角 431 之曲率的最佳擬合圓之半徑界定外部隅角 431 之尖端硬度的值。可針對本體 432 之每一外部隅角重新產生量測，以判定單一成型研磨顆粒 430 之平均個別尖端硬度。此外，可對成型研磨顆粒批次中的合適樣本大小之成型研磨顆粒重新產生量測，以匯出平均批次尖端硬度。諸如 ImageJ 之任何合適電腦程式可結合具有合適放大率之影像(例如，SEM 影像或光顯微鏡影像)而使用，以準確地量測最佳擬合圓及尖端硬度。

【0067】 本文中之實施例之成型研磨顆粒可具有可在本文中之實施例之固定研磨物品中促進合適效能的特定尖端硬度。舉例而言，成型研磨顆粒之本體可具有不大於約 80 微米(諸如不大於約 70 微米、不大於約 60 微米、不大於約 50 微米、不大於約 40 微米、不大於約 30 微米、不大於約 20 微米，或甚至不大於約 10 微米)之尖端硬度。在又一非限制性實施例中，尖端硬度可為至少 2 微米，諸如至少 4 微米、

至少 10 微米、至少 20 微米、至少 30 微米、至少 40 微米、至少 50 微米、至少 60 微米，或甚至至少 70 微米。將瞭解，本體之尖端硬度可在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內。

【0068】 成型研磨顆粒之另一晶粒特徵為形狀指數。與在本體內完全地擬合之最大最佳擬合內圓的內徑(如在長度及寬度之同一平面中所檢視)相比較，成型研磨顆粒之本體的形狀指數可經描述為疊置於本體上之最佳擬合外圓的外徑之值，如在本體之長度及寬度的平面之兩個維度(例如，上部主要表面或底部主要表面)中所檢視。舉例而言，轉至圖 4C，成型研磨顆粒 470 具備在說明上疊置以示範形狀指數之計算的兩個圓。第一圓疊置於本體 470 上，該第一圓為表示可用以擬合本體 470 在其邊界內之整個周邊之最小圓的最佳擬合外圓。外圓具有半徑(R_o)。對於諸如圖 4C 所說明之形狀的形狀，外圓可在三個外部隅角中之每一者處與本體之周邊相交。然而，將瞭解，對於某些不規則或複雜形狀，本體可不在圓內均一地擬合，使得隅角中之每一者以相等間隔而與圓相交，但仍可形成最佳擬合外圓。諸如 ImageJ 之任何合適電腦程式可結合具有合適放大率之影像(例如，SEM 影像或光顯微鏡影像)而使用，以產生外圓且量測半徑(R_o)。

【0069】 第二內圓可疊置於本體 470 上，如圖 4C 所說明，該第二內圓為表示可完全地置放於本體 470 之周邊內之最大圓的最佳擬合圓，如在本體 470 之長度及寬度之平面中所檢視。內圓可具有半徑(R_i)。將瞭解，對於某些不規則或

複雜形狀，內圓可不在本體內均一地擬合，使得該圓之周邊以相等間隔接觸本體之部分，諸如針對圖 4C 之形狀所展示。然而，仍可形成最佳擬合內圓。諸如 ImageJ 之任何合適電腦程式可結合具有合適放大率之影像(例如，SEM 影像或光顯微鏡影像)而使用，以產生內圓且量測半徑(R_i)。

【0070】 形狀指數可藉由將外徑除以內徑予以計算(亦即，形狀指數= R_i/R_o)。舉例而言，成型研磨顆粒之本體 470 具有大約 0.35 之形狀指數。此外，等邊三角形通常具有大約 0.5 之形狀指數，但其他多邊形(諸如六邊形或五邊形)具有大於 0.5 之形狀指數值。根據一實施例，本文中之成型研磨顆粒可具有至少 0.02 (諸如至少 0.05、至少 0.10、至少 0.15、至少 0.20、至少 0.25、至少 0.30、至少 0.35、至少 0.40、至少 0.45、至少 0.5、至少 0.55、至少 0.60、至少 0.65、至少 0.70、至少 0.75、至少 0.80、至少 0.85、至少 0.90、至少 0.95)之形狀指數。又，在另一非限制性實施例中，成型研磨顆粒可具有不大於 1 (諸如不大於 0.98、不大於 0.95、不大於 0.90、不大於 0.85、不大於 0.80、不大於 0.75、不大於 0.70、不大於 0.65、不大於 0.60、不大於 0.55、不大於 0.50、不大於 0.45、不大於 0.40、不大於 0.35、不大於 0.30、不大於 0.25、不大於 0.20、不大於 0.15、不大於 0.10、不大於 0.05、不大於 0.02)之形狀指數。將瞭解，成型研磨顆粒可具有在上文所提及之最小及最大值中之任一者之間的範圍內的形狀指數。

【0071】 圖 4D 包括根據另一實施例之成型研磨顆粒之俯

視圖。成型研磨顆粒 480 可具有本體 481，該本體具有本文中之實施例之其他成型研磨顆粒的特徵，包括上部主要表面 483 及與上部主要表面 483 相對之底部主要表面(未圖示)。上部主要表面 483 及底部主要表面可藉由至少一個側表面 484 而彼此分離，該側表面可包括一或多個離散側表面區段。根據一個實施例，本體 481 可經界定為不規則六邊形，其中該本體具有六邊形(亦即，六側)二維形狀，如在本體 481 之長度及寬度之平面中所檢視，且其中至少兩個側(諸如側 485 及 486)相對於彼此具有不同的長度。值得注意的是，側之長度在本文中被理解為指代本體 481 之寬度，且該本體之長度為延伸通過本體 481 之中點的最大尺寸。此外，如所說明，側中無一者彼此平行。且此外，雖然未說明，但側中之任一者可具有其曲率，包括凹曲率，其中側可朝向本體 481 之內部向內彎曲。

【0072】 本文中之實施例之研磨顆粒(其可包括成型研磨顆粒及/或非成型研磨顆粒)可具有特定組成物，該特定組成物促進改良式特性，包括例如合適密度及與某一潛變行為組合之研磨能力的組合。詳言之，研磨顆粒可具有包括第一摻雜劑之本體，該第一摻雜劑可促進該本體之燒結及密化及/或在燒結期間的該本體中之一或多個額外相之形成，該或該等額外相促進該本體之研磨特性。在一個實施例中，第一摻雜劑可包括鈷、鎂及其組合。在更特定情況下，第一摻雜劑可包括多數含量之鎂及氧，且甚至更特定言之，可基本上由鎂及氧組成。舉例而言，第一摻雜劑可為氧化鎂(MgO)，且可

基本上由氧化錳組成。在又一實施例中，第一摻雜劑可包括鈷及氧，且可基本上由鈷及氧組成。

【0073】 在某些情況下，研磨顆粒之本體可具有可促進改良式特性的特定含量之第一摻雜劑。舉例而言，本體可包括本體之總重量的至少 0.1 wt% (諸如至少 0.12 wt%，或至少 0.15 wt%，或至少 0.18 wt%，或至少 0.2 wt%，或至少 0.3 wt%，或至少 0.4 wt%，或至少 0.5 wt%，或至少 0.6 wt%，或至少 0.7 wt%，或至少 0.8 wt%，或至少 0.9 wt%) 之第一摻雜劑。在又一實施例中，研磨顆粒之本體可包括本體之總重量的不大於 4.5 wt% (諸如不大於 4 wt%，或不大於 3 wt%，或不大於 2.5 wt%，或不大於 2.2 wt%，或不大於 2 wt%，或不大於 1.9 wt%，或不大於 1.8 wt%，或不大於 1.7 wt%，或不大於 1.6 wt%，或不大於 1.5 wt%，或不大於 1.4 wt%，或不大於 1.3 wt%，或甚至不大於 1.2 wt%) 之第一摻雜劑。將瞭解，本體可包括含量在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的第一摻雜劑。本文中對研磨顆粒之本體內的摻雜劑材料之含量的參考亦可參考研磨顆粒群組(包括例如固定研磨物品中包括之研磨顆粒群組)的摻雜劑之平均含量。此外，第一摻雜劑之不同含量可用以影響不同行為。舉例而言，第一摻雜劑之較小含量可用以影響本體之密化，其中第一摻雜劑之較大含量可用以影響本體之研磨行為。

【0074】 在另一態樣中，研磨顆粒之本體可包括第二摻雜劑，其在組成物方面與第一摻雜劑相異至少一個元素，且亦可在研磨顆粒之本體內的分佈及/或置放方面相異於第一摻

雜劑。第二摻雜劑之提供可促進研磨顆粒之某些改良式特性，包括例如但不限於與改良式磨削效能相關之潛變及變形特性。根據一個實施例，第二摻雜劑可包括來自由鈮、釧、稀土元素及其組合組成之群組的至少一個元素。稀土元素包括根據元素週期表而被視為稀土元素之彼等元素，該等元素可包括十七個元素，包括 15 個釧系元素以及鈦及鈮。

【0075】 在至少一個實施例中，第二摻雜劑可包括諸如鈮(且更特定言之，鈮及氧)之材料，其可呈化合物之形式，諸如氧化鈮。在一種特定情況下，第二摻雜劑可基本上由鈮及氧組成。可用作第二摻雜劑之其他合適材料可包括鋳、釧、鋁、鎢、鈦及其組合。

【0076】 在某些情況下，本體可包括特定含量之第二摻雜劑以促進改良式特性。舉例而言，研磨顆粒之本體可包括本體之總重量的至少 0.1 wt% (諸如至少 0.2 wt%，或至少 0.4 wt%，或至少 0.6 wt%，或至少 0.8 wt%，或至少 1 wt%，或至少 1.1 wt%，或至少 1.2 wt%，或至少 1.3 wt%，或至少 1.4 wt%，或至少 1.5 wt%，或至少 1.6 wt%，或至少 1.7 wt%，或至少 1.8 wt%，或至少 1.9 wt%，或甚至至少 2 wt%)之第二摻雜劑。又，在一個非限制性實施例中，研磨顆粒之本體可包括本體之總重量的不大於 10 wt% (諸如不大於 9 wt%，或不大於 8 wt%，或不大於 7 wt%，或不大於 6 wt%，或不大於 5 wt%，或不大於 4 wt%，或不大於 3.5 wt%，或不大於 3.2 wt%，或不大於 3 wt%，或不大於 2.9 wt%，或不大於 2.8 wt%，或不大於 2.7 wt%，或不大於 2.6

wt%，或不大於 2.5 wt%，或不大於 2.4 wt%，或不大於 2.3 wt%，或不大於 2.2 wt%，或甚至不大於 2.1 wt%)之第二摻雜劑。將瞭解，研磨顆粒之本體可具有含量在包括上文所提及之最小及最大百分比中之任一者的範圍內的第二摻雜劑。此外，將瞭解，對百分比中之任一者的參考可參研磨顆粒群組或批次(諸如併入至固定研磨物品中之研磨顆粒群組)之平均百分比。

【0077】 根據至少一個實施例，研磨顆粒可利用第一及第二摻雜劑之相對含量，此可促進改良式特性及效能。舉例而言，研磨顆粒可包括至少 1 之摻雜劑比率值($D1/D2$)，其中 $D1$ 表示本體中之第一摻雜劑的重量百分數，且 $D2$ 表示本體中之第二摻雜劑的重量百分數。在又其他情況下，摻雜劑比率值($D1/D2$)可大於 1，諸如至少 1.1，或至少 1.2，或至少 1.3，或至少 1.4，或至少 1.5，或至少 1.6，或至少 1.7，或至少 1.8，或至少 1.9，或甚至至少 2。又，在一個非限制性實施例中，摻雜劑比率值($D1/D2$)可不大於 10，諸如不大於 9，或不大於 8，或不大於 7，或不大於 6，或不大於 5，或不大於 4，或不大於 3.5，或不大於 3，或不大於 2.8，或不大於 2.5。將瞭解，研磨顆粒之本體可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的摻雜劑比率值($D1/D2$)。此外，將瞭解，對值中之任一者的參考可參研磨顆粒群組或批次(諸如併入至固定研磨物品中之研磨顆粒群組)之平均值。

【0078】 在又其他情況下，研磨顆粒可利用第一及第二

摻雜劑之相對含量，其不同于上文所提及之比率，且亦可促進改良式特性及效能。舉例而言，研磨顆粒可包括至少 1 之摻雜劑比率值($D2/D1$)，其中 $D1$ 表示本體中之第一摻雜劑的重量百分數，且 $D2$ 表示本體中之第二摻雜劑的重量百分數。在又其他情況下，摻雜劑比率值($D2/D1$)可大於 1，諸如至少 1.1，或至少 1.2，或至少 1.3，或至少 1.4，或至少 1.5，或至少 1.6，或至少 1.7，或至少 1.8，或至少 1.9，或甚至至少 2。又，在一個非限制性實施例中，摻雜劑比率值($D2/D1$)可不大於 10，諸如不大於 9，或不大於 8，或不大於 7，或不大於 6，或不大於 5，或不大於 4，或不大於 3.5，或不大於 3，或不大於 2.8，或不大於 2.5。將瞭解，研磨顆粒之本體可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的摻雜劑比率($D2/D1$)。此外，將瞭解，對值中之任一者的參考可參考研磨顆粒群組或批次(諸如併入至固定研磨物品中之研磨顆粒群組)之平均值。

【0079】 根據一個實施例，研磨顆粒可經形成為具有在研磨顆粒之本體內的第一摻雜劑及/或第二摻雜劑之特定分佈。舉例而言，在某些情況下，第一摻雜劑可呈現為第一晶界相，且第二摻雜劑可呈現為第二晶界相。晶界相可存在於本體內之其他材料晶粒中之晶粒(亦即，微晶)之間，該等其他材料晶粒可包括例如包含氧化鋁之晶粒。晶界相可包括來自摻雜劑材料中之一或多者的一或多個元素。在一個實施例中，第一晶界相可貫穿研磨顆粒之整個本體為實質上同質的。在更特定情況下，第一晶界相可貫穿研磨顆粒之整個本

體為實質上同質的。根據另一態樣，第二晶界相可貫穿研磨顆粒之整個本體為實質上同質的。

【0080】 圖 5A 包括研磨顆粒之本體之說明，該研磨顆粒包括實質上均一地分散於該本體內之摻雜劑或相。如所說明，研磨顆粒 500 包括本體 201，該本體可由第一相 502 及第二相 503 形成。第二相可包括如本文中之實施例中所描述的摻雜劑材料中之任一者。如進一步所說明，第二相 503 可貫穿本體 501 之容積實質上均一地分散，使得若獲得本體 501 之不同部分的統計上相關且隨機之取樣，則不同取樣中之每一者之間的第二相 503 之含量將實質上相同。在某些實施例中，可基於標準差的第二相之變化可不大於本體之第二相之平均值的約 20%，如由方程式 $(AVG/STDEV) \times 100\%$ 所計算，其中 AVG 表示不同部分中之每一者的第二相之平均含量，且 STDEV 表示用於取樣的第二相之含量的標準差。

【0081】 又，在至少一個實施例中，研磨顆粒之本體可包括第一及/或摻雜劑之非同質分佈。舉例而言，在一個實施例中，第一摻雜劑及第二摻雜劑中之至少一者優選地在本體之外表面附近與環繞本體之容積式中點的內部區域相比較以較高濃度而分佈。舉例而言，在一個態樣中，與在本體內遠離外表面而間隔開且環繞本體之中點的中心區域相比較，在本體之周邊區域(包括且鄰接於本體之外表面)處，第一摻雜劑可具有較高濃度。此外，在另一實施例中，與在本體內遠離外表面而間隔開且環繞本體之中點的中心區域相比較，在本體之周邊區域(包括且鄰接於本體之外表面)處，第二摻雜

劑可具有較高濃度。

【0082】 圖 5B 包括研磨顆粒之說明，該研磨顆粒包括非均一地分散於本體內之摻雜劑或材料相。如所說明，微粒材料 510 可包括具有本體 511 之顆粒，該本體可由至少第一相 502 及第二相 503 形成。第二相 503 可貫穿本體 511 之容積非均一地分散。第二相 503 可表示如本文中之實施例所提到的摻雜劑或材料相中之任何一或多者。詳言之，與中心區域 515 內之第二相 503 之含量相比較，本體 511 可在周邊區域 513 內包括較大含量之第二相 503。在此等情況下，第二相 513 表現為在本體 511 中產生“光暈”。本體 511 之周邊區域 513 可在涵蓋第二相 503 之至少大部分的距離內自外表面 512 延伸至本體 511 之容積中。在特定情況下，周邊區域 513 可由如下區域界定：該區域涵蓋外表面 512 與邊界 514 之間的第二相之至少約 90%，邊界 514 係在外表面 512 與本體之容積式中點 516 之間。舉例而言，周邊區域 513 可包括本體之總容積的至少約 5%，諸如至少約 10%、至少約 20%，或甚至至少約 25%。本體 511 之中心區域 515 可為環繞本體之容積式中點 516 且在三個維度上向外延伸至邊界 514 的區域。中心區域可為本體之總容積的至少約 5%，諸如至少約 10%、至少約 20%，或甚至至少約 25%。以上說明為非限制性的，且將瞭解，可製造各種顆粒以形成具有不同大小及形狀之周邊區域及中心區域。

【0083】 本文中對第一及第二相之參考可為非限制性的，且將瞭解，除了僅第一及第二相以外，其他相及/或組成

物亦可存在于本文中之實施例之研磨顆粒內。

【0084】 根據一實施例，研磨顆粒可包括第三摻雜劑，該第三摻雜劑在研磨顆粒之本體內的組成物及/或分佈方面可相異於第一及/或第二摻雜劑。第三摻雜劑可包括含金屬化合物，諸如氧化物，且更特定言之，包括過渡金屬氧化物化合物。一個合適金屬元素包括鈷。在一種特定情況下，第三摻雜劑可基本上由鈷及氧化鈷組成。在又一情況下，第三摻雜劑可包括銦、鐳、鋁、鎳、鈦及其組合。

【0085】 第三摻雜劑可為相異於本體內之其他相的相，包括例如包含氧化鋁材料之相。又，第三摻雜劑無需為相異材料相，且可併入至本體內之一或多個其他材料相中。

【0086】 在某些情況下，本體可包括特定含量之第三摻雜劑以促進改良式特性。舉例而言，本體可包括含量不同於第一或第二摻雜劑之含量的第三摻雜劑。可存在的第三摻雜劑之量小於第一摻雜劑之含量。此外，可存在的第三摻雜劑之量小於第二摻雜劑之量。第三摻雜劑之存在未必需要第一或第二摻雜劑之存在，且僅僅被選擇為一般命名慣例。

【0087】 本體可包括可促進改良式特性(包括但不限於研磨行為及/或變形特性)的特定含量之第三摻雜劑。舉例而言，本體中之第三摻雜劑之含量可為本體之總重量的至少 0.1 wt% (諸如至少 0.2 wt%，或至少 0.4 wt%，或至少 0.6 wt%，或至少 0.8 wt%，或至少 1 wt%，或至少 1.1 wt%，或至少 1.2 wt%，或至少 1.3 wt%，或至少 1.4 wt%，或至少 1.5 wt%，或至少 1.6 wt%，或至少 1.7 wt%，或至少 1.8 wt%，

或至少 1.9 wt%，或甚至至少 2 wt%)之第三摻雜劑。又，在一個非限制性實施例中，研磨顆粒之本體可包括本體之總重量的不大於 10 wt% (諸如不大於 9 wt%，或不大於 8 wt%，或不大於 7 wt%，或不大於 6 wt%，或不大於 5 wt%，或不大於 4 wt%，或不大於 3.5 wt%，或不大於 3.2 wt%，或不大於 3 wt%，或不大於 2.9 wt%，或不大於 2.8 wt%，或不大於 2.7 wt%，或不大於 2.6 wt%，或不大於 2.5 wt%，或不大於 2.4 wt%，或不大於 2.3 wt%，或不大於 2.2 wt%，或甚至不大於 2.1 wt%)之第三摻雜劑。將瞭解，研磨顆粒之本體可具有含量在包括上文所提及之最小及最大百分比中之任一者的範圍內的第三摻雜劑。此外，將瞭解，對百分比中之任一者的參考可參考研磨顆粒群組或批次(諸如併入至固定研磨物品中之研磨顆粒群組)之平均百分比。

【0088】 根據至少一個實施例，研磨顆粒可利用第一及第三摻雜劑之相對含量，此可促進改良式特性及/或效能。舉例而言，研磨顆粒可包括至少 1 之摻雜劑比率值($D1/D3$)，其中 $D1$ 表示本體中之第一摻雜劑的重量百分數，且 $D3$ 表示本體中之第三摻雜劑的重量百分數。在又其他情況下，摻雜劑比率值($D1/D3$)可大於 1，諸如至少 1.1，或至少 1.2，或至少 1.3，或至少 1.4，或至少 1.5，或至少 1.6，或至少 1.7，或至少 1.8，或至少 1.9，或甚至至少 2。又，在一個非限制性實施例中，摻雜劑比率值($D1/D3$)可不大於 10，諸如不大於 9，或不大於 8，或不大於 7，或不大於 6，或不大於 5，或不大於 4，或不大於 3.5，或不大於 3，或不大於 2.8，或

不大於 2.5。將瞭解，研磨顆粒之本體可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的摻雜劑比率(D1/D3)。此外，將瞭解，對值中之任一者的參考可參考研磨顆粒群組或批次(諸如併入至固定研磨物品中之研磨顆粒群組)之平均值。

【0089】 此外，研磨顆粒可利用第二及第三摻雜劑之相對含量，此可促進改良式特性及/或效能。舉例而言，研磨顆粒可包括至少 1 之摻雜劑比率值(D2/D3)，其中 D2 表示本體中之第二摻雜劑的重量百分數，且 D3 表示本體中之第三摻雜劑的重量百分數。在又其他情況下，摻雜劑比率值(D2/D3)可大於 1，諸如至少 1.1，或至少 1.2，或至少 1.3，或至少 1.4，或至少 1.5，或至少 1.6，或至少 1.7，或至少 1.8，或至少 1.9，或甚至至少 2。又，在一個非限制性實施例中，摻雜劑比率值(D2/D3)可不大於 10，諸如不大於 9，或不大於 8，或不大於 7，或不大於 6，或不大於 5，或不大於 4，或不大於 3.5，或不大於 3，或不大於 2.8，或不大於 2.5。將瞭解，研磨顆粒之本體可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的摻雜劑比率(D2/D3)。此外，將瞭解，對值中之任一者的參考可參考研磨顆粒群組或批次(諸如併入至固定研磨物品中之研磨顆粒群組)之平均值。

【0090】 根據至少一個實施例，研磨顆粒可具有提供改良式特性及/或性能之特定組成物。舉例而言，本體可基本上不含鋯、鈷、鐵、鈣、碳化物、氮化物、矽、鋰、鈉、鉀、鋇、鈦、鈇、鉻、錳、鎳、銅、鋅、鋁、鉬、鈳、鈹、鉛、

鉍、鐳、銻、釷、釷、鋅及其組合。如本文中所使用，“基本上不含”一材料之本體意欲指代含量小於本體之 1 wt% (諸如小於本體之 0.8 wt%，或小於本體之 0.6 wt%，或小於本體之 0.4 wt%，或小於本體之 0.3 wt%，或小於本體之 0.2 wt%，或小於本體之 0.1 wt%，或小於本體之 0.08 wt%，或小於本體之 0.06 wt%，或小於本體之 0.04 wt%，或小於本體之 0.03 wt%，或小於本體之 0.02 wt%，或小於本體之 0.01 wt%)的彼材料。“基本上不含”亦可指代絕對不含該材料(0 wt%)之本體。“基本上不含”一材料之本體可包括微小含量之該材料，諸如雜質含量，或低於某些特性化工具之可量測極限之含量；然而，“基本上不含”某些材料之本體不會顯著地受到該材料之雜質含量影響。前述內容並不限制來自本文中之實施例之所有組成物的前述元素，而是提供在有限情況下可未必存在於研磨顆粒內之元素清單。

【0091】 在至少一個特定實施例中，本體可基本上不含某些元素及包括此等元素之組成物，該等元素包括例如但不限於稀土金屬元素。更詳言之，術語本體可基本上不含鐳、釷、鐳、釷、釷、釷、釷、釷及其組合。

【0092】 根據一個特定實施例，本體可基本上由以下各者組成： α 氧化鋁；含鎂氧化物；及含釷氧化物、含鐳氧化物及/或含稀土氧化物中之至少一者。在該一個特定實施例中， α 氧化鋁之含量可大於本體內之含鎂氧化物之含量，且含鎂氧化物之含量可大於含釷氧化物、含鐳氧化物及/或含稀土氧化物中之至少一者之含量。

【0093】 在一個實施例中，研磨顆粒之本體可包括晶界相，該晶界相包含鈮、鋁及氧。晶界相可主要地(若非完全地)位於本體之晶界內。晶界相可安置於晶界處之氧化鋁微晶之間。更特定言之，晶界相可優選地位於接合三個或三個以上微晶之三重點晶界處。根據一個實施例，晶界相可包括氧化物化合物，該氧化物化合物包括鈮及鋁。舉例而言，晶界相可包括鋁酸鈮化合物，且可基本上由鋁酸鈮組成。將瞭解，本文中所提到之晶界相中之任一者可包括結晶材料、多晶材料及其類似者。此外，本文中之實施例中所提及之晶界相中之任一者可結合至周圍晶粒。又，在某些情況下，可存在一或多個不同晶界相。在某些其他情況下，本體可包括晶界相，該晶界相包括包含鎂、鋁及氧之尖晶石組成物。包括尖晶石組成物之晶界相可與本文中所描述之一或多個晶界相一起存在。

【0094】 本文中之實施例之研磨顆粒可具有可促進改良式效能之特定硬度。舉例而言，本文中之實施例之研磨顆粒可具有如根據 ASTM C1327 所量測的至少 20 GPa (諸如至少 20.5 GPa，或至少 21 GPa，或至少 21.5 GPa，或甚至至少 22 GPa)之維氏硬度(Vickers hardness)。又，在一個非限制性實施例中，維氏硬度可不大於 40 GPa，諸如不大於 30 GPa，或甚至不大於 28 GPa。將瞭解，研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的硬度。

【0095】 本文中之實施例之研磨顆粒已示範如根據標準化潛變測試所評估之特別獨特的效能，該效能可與優越的磨

削效能相關。在高溫下，在使用熱機械分析儀 (ThermoMechanical Analyzer) (製造者：SETARAM，型號：SETSYS Evolution TMA 2400)來量測隨時間而變之應變的情況下，可藉由標準化潛變測試來量測研磨顆粒之變形特性。圖 6A 包括用以量測研磨顆粒之潛變之裝置 601 的示意圖。在測試期間，針對 200g 機械負載來設定負載板 602。另外，探針 613 可對樣本 614 電子地施加 150g 負載。探針 613 為碳化矽(可作為 Hexaloy 而得自 Saint-Gobain)，相較於樣本 614，該碳化矽具有顯著較高的抗潛變性，且因此允許在實驗期間忽略探針 613 之變形。探針尖端具有 1 mm^2 面積。對樣本 614 施加之負載為 350g (200g 為機械地施加且 150g 為電子地施加)。在局部，晶粒 617 經歷 15.1 MPa 之壓力。將樣本 614 置放於試樣固持器 612 上(在氧化鋁中)。圖 6A 及 6B 中之符號說明如后：裝置 601；負載板 602；移動線圈 603；磁體 604；差動變壓器 605；變壓器核心 606；載氣入口 607；探針設定 608；探針緊固 609；輔助氣體入口 610；爐 611；樣本/試樣固持器 612；探針 613；樣本 614；熱電偶量測 615；熱電偶調節 616；晶粒 617；空白測試 620；標準測試 621。

【0096】 在測試期間，將樣本置放於加熱腔室中(在氫中且在大氣壓力下)及探針 613 下方。藉由鎢中之熱電偶來量測溫度。溫度在 2 小時內自室溫上升至 1200°C (每分鐘 10°C)，在 1200°C 下保持達 18 小時，且最終在 2.5 小時內自

1200°C 減小至室溫。

【0097】 資料分析及處理係由軟體 Calisto 進行，該軟體可來自 Advanced Kinetics and Technology Solutions。對於測試運行之每一活動，首先運行空白樣本以便記錄探針及樣本固持器之膨脹。以在對樣本進行測試運行之前校準系統的方式產生空白曲線。接著使用所要樣本來進行一或多個標準測試以產生潛變行為之原始資料曲線。參見圖 6B 的空白測試 620 及標準測試 621 之差異。當標繪來自測試運行之資料時，根據以下方程式自原始資料曲線減去空白曲線。

【0098】 原始資料曲線：

【0099】 $Y2(t) - Y2(0) + Y3(t) - Y3(0) + Dprobe(Y1(t))$

【0100】 原始資料曲線減空白曲線：

【0101】 $Y2(t) - Y2(0) + Y3(t) - Y3(0) + Dprobe(Y1(t)) - [X3(t) - X3(0) + Dprobe(X2(t)) + Dprobe(X1(t))] = Y2(t) - Y2(0) - Dprobe(X2(t))$

【0102】 原始資料曲線減空白曲線，其係藉由對應於晶粒大小的探針之部分之膨脹予以校正：

【0103】 $Y2(t) - Y2(0) + Y3(t) - Y3(0) + Dprobe(Y1(t)) - [X3(t) - X3(0) + Dprobe(X2(t)) + Dprobe(X1(t))] + Dprobe(X2(t)) = Y2(t) - Y2(0)$

【0104】 值得注意的是， $Dprobe(L)$ 為具有長度 L 之一塊探針的膨脹之量度。在某些時間，存在以下等式： $Y1(t) = X1(t)$ ， $Y2(t) = X2(t)$ 及 $Y3(t) = X3(t)$

【0105】 此處，最終標繪圖表示在不影響探針膨脹的情

況下的晶粒之應變，其可表現為具有大體上為圖 6C 所提供之標繪圖的形狀。應注意，對於具有界定成型研磨顆粒之長度及寬度之兩個主要表面以及界定該顆粒之高度之側表面的該顆粒，成型研磨顆粒在測試期間位於主要表面上，且因此在顆粒本體之高度之尺寸方面量測膨脹。

【0106】 在進一步分析期間，移除圖 6C 所提供之標繪圖之部分 630。部分 630 表示在加熱或冷卻樣本期間之時間，且不表示在 120 分鐘至 1200 分鐘之間的材料之等溫行為。進一步分析係基於在測試之等溫區域期間在 120 分鐘至 1200 分鐘之間的初級型態 631 及次級型態 632 中之樣本之等溫行為。

【0107】 接著使最佳第一曲線擬合於每一標繪圖。基於圖 6C 所提供之一般化標繪圖，已發現，初級型態 631 中之標繪圖可具有由衰減指數狀方程式界定之最佳擬合線，而次級型態 632 中之標繪圖可具有由線性方程式界定之最佳擬合線。因此，對於每一標繪圖，初級型態中之曲線與根據如下方程式之曲線擬合：

【0108】 若 $t < \text{thrsh}$ ：則潛變曲線 $= A * (-b + \exp(-t/\tau))$

【0109】 且，次級型態 632 中之曲線與根據如下方程式之曲線擬合：

【0110】 若 $t \geq \text{thrsh}$ ：則潛變曲線 $= A * (-b + \exp(-t/\tau)) - r * (t - \text{thrsh})$

【0111】 值得注意的是，“thrsh”表示次級型態之開始，“t”表示以分鐘為單位之時間，“A”表示初級型態之

幅度，“b”表示指數之附標，“ τ ”表示初級型態之特性時間，“r”表示次級型態中之速率，且“c”表示直線之附標。變數“thrsh”、“A”、“b”、“ τ ”、“r”及“c”為由模型擬合之參數。用於擬合之方法被稱作最小平方估計。值得注意的是，變數“A”界定初級變形幅度(單位為百分數)，“ τ ”表示初級變形時間(單位為分鐘)，“r”表示次級變形特性速率(百分數/分鐘)。

【0112】 根據一個實施例，本文中之實施例之研磨顆粒可具有一或多個特定變形特性，該或該等特定變形特性可根據標準化潛變測試予以評估，且其可促進改良式磨削效能。在不希望束縛於特定理論的情況下，認為本文中之實施例之研磨顆粒可具有某一初級變形幅度(A)，其可指示研磨顆粒在負載下塑性變形之可能性，其中較小初級變形幅度可指示顆粒較不可能塑性變形，且因此與具有較高初級變形幅度(A)之顆粒相比較展現較佳磨削效能。根據一個實施例，研磨顆粒可具有如由公式 $[(L-L_0)/L_0]*100$ 所計算的不大於 30% (諸如不大於 25%，或不大於 20%，或不大於 18%，或不大於 16%，或不大於 14%，或不大於 13%，或不大於 12%，或不大於 11%，或不大於 10%，或不大於 9%，或不大於 8%，或不大於 7%，或不大於 6%，或甚至不大於 5%) 之初級變形幅度(A)。又，在一個非限制性實施例中，初級變形幅度(A)可為至少 0.01%，諸如至少 0.1%。將瞭解，初級變形幅度(A)可在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內。

【0113】 本文中之實施例之研磨顆粒可具有某一初級變形時間，其可為顆粒塑性變形之可能性之指示，其中較小初級變形時間可促進改良式效能。舉例而言，本文中之實施例之研磨顆粒可具有不大於 280 分鐘(諸如不大於 250 分鐘，或不大於 230 分鐘，或不大於 200 分鐘，或不大於 180 分鐘，或不大於 160 分鐘，或甚至不大於 150 分鐘)之初級變形時間。又，在至少一個非限制性實施例中，研磨顆粒可具有至少 100 分鐘(諸如至少 110 分鐘，或至少 120 分鐘，或至少 130 分鐘，或甚至至少 140 分鐘)之初級變形時間。將瞭解，研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的初級變形時間。

【0114】 本文中之實施例之研磨顆粒可具有某一初級變形幅度與時間乘數值，其可為顆粒在給定時間內塑性變形之可能性之指示，其中較小初級變形幅度與時間乘數可促進改良式效能。舉例而言，本文中之實施例之研磨顆粒可具有如由公式 $[(L-L_0)/L_0]*100]*\min$ 所計算的不大於 700 百分數分鐘(諸如不大於 690 百分數分鐘，或不大於 680 百分數分鐘，或不大於 670 百分數分鐘，或不大於 660 百分數分鐘，或不大於 650 百分數分鐘，或不大於 640 百分數分鐘，或不大於 630 百分數分鐘，或不大於 620 百分數分鐘，或不大於 610 百分數分鐘，或不大於 600 百分數分鐘，或不大於 590 百分數分鐘，或不大於 580 百分數分鐘，或不大於 570 百分數分鐘，或甚至不大於 560 百分數分鐘)之初級變形幅度與時間值。又，在至少一個非限制性實施例中，研磨顆粒可具有

至少 100 百分數分鐘(諸如至少 150 百分數分鐘，或甚至至少 200 百分數分鐘)之初級變形幅度與時間乘數。將瞭解，研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的初級變形幅度與時間乘數。

【0115】 在又一態樣中，本文中之實施例之研磨顆粒可具有某一次級變形特性速率，其可為顆粒在長時間段內塑性變形之可能性之指示，其中次級變形特性速率可促進改良式效能。根據一個實施例，研磨顆粒可具有如由 $[(L-L_0)/L_0]*100/\text{min}$ 所計算的不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘(諸如不大於 4×10^{-3} 百分數/分鐘，或不大於 2×10^{-3} 百分數/分鐘，或不大於 1×10^{-3} 百分數/分鐘，或不大於 8×10^{-4} 百分數/分鐘，或不大於 5×10^{-4} 百分數/分鐘，或不大於 1×10^{-4} 百分數/分鐘，或不大於 5×10^{-5} 百分數/分鐘，或不大於 1×10^{-5} 百分數/分鐘，或不大於 5×10^{-6} 百分數/分鐘，或不大於 1×10^{-6} 百分數/分鐘，或不大於 5×10^{-7} 百分數/分鐘，或不大於 1×10^{-7} 百分數/分鐘，或不大於 5×10^{-8} 百分數/分鐘)之次級變形特性速率。又，在一個非限制性實施例中，研磨顆粒可具有至少 1×10^{-12} 百分數/分鐘或至少 1×10^{-10} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。將瞭解，研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的次級變形特性速率。

【0116】 本文中之實施例之研磨顆粒可包括可促進改良式效能之一或多個微結構特性及/或變形特性。舉例而言，研磨顆粒可具有一或多個微結構特性，包括例如不大於 6 微米之平均晶體大小或至少 20 GPa 之硬度。此外，將瞭解，本

文中之實施例之研磨顆粒可具有一個以上特定微結構特徵之組合，包括例如不大於 6 微米之平均晶體大小及至少 20 GPa 之硬度。此外，研磨顆粒可具有一或多個特定變形特性，包括如本文中所描述之變形特性中之任一者。在一個特定實施例中，研磨顆粒可包括至少一個變形特性，包括不大於 30% 之初級變形幅度、不大於 280 分鐘之初級變形時間，或不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。又，將瞭解，至少一個實施例可包括一個以上變形特性之組合，包括但不限於不大於 30% 之初級變形幅度、不大於 280 分鐘之初級變形時間，及不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。

【0117】 本文中之實施例之研磨顆粒可併入至固定研磨物品中，該等物品包括但不限於經結合研磨劑、經塗佈研磨劑、非編織研磨劑、研磨刷及其類似者。研磨顆粒亦可用作游離研磨劑，諸如在漿料中。圖 7 包括根據一實施例的併有研磨微粒材料之經塗佈研磨物品之橫截面說明。如所說明，經塗佈研磨劑 700 可包括基板 701 及上覆於基板 701 之表面的砂帶底塗(make coat) 703。經塗佈研磨劑 700 可進一步包括呈第一類型之成型研磨顆粒之形式的第一類型之研磨微粒材料 705、呈第二類型之成型研磨顆粒之形式的第二類型之研磨微粒材料 706，及呈稀釋劑研磨顆粒之形式的第三類型之研磨微粒材料，該第三類型之研磨微粒材料可未必為成型研磨顆粒，且具有隨機形狀。經塗佈研磨劑 700 可進一步包括上覆於且結合至研磨微粒材料 705、706、707 及砂帶底塗

704 之底漆(size coat) 704。

【0118】 根據一個實施例，基板 701 可包括有機材料、無機材料及其組合。在某些情況下，基板 701 可包括編織材料。然而，基板 701 可由非編織材料製成。特別合適的基板材料可包括有機材料，包括聚合物，且特定言之，包括聚酯、聚氨酯、聚丙烯、聚醯亞胺(諸如來自 DuPont 之 KAPTON)、紙張。一些合適的無機材料可包括金屬、金屬合金，且特定言之，包括具有銅、鋁、鋼及其組合之箔片。

【0119】 可在單一製程中將砂帶底塗 703 施加至基板 701 之表面，或替代地，可將研磨微粒材料 705、706、707 與砂帶底塗 703 材料組合，且可將砂帶底塗 703 及研磨微粒材料 705 至 707 之組合作為混合物施加至基板 701 之表面。在某些情況下，可藉由將施加砂帶底塗 703 之製程與研磨微粒材料 705 至 707 于砂帶底塗 703 之沈積分離而使砂帶底塗中之研磨顆粒之受控沈積或置放更好地適合。又，預期到可組合此等製程。砂帶底塗 703 之合適材料可包括有機材料，特別是聚合材料，包括例如聚酯、環氧樹脂、聚氨酯、聚醯胺、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚矽氧烷、聚矽氧、纖維素醋酸酯、硝化纖維素、天然橡膠、澱粉、蟲膠及其混合物。在一個實施例中，砂帶底塗 703 可包括聚酯樹脂。接著可加熱經塗佈基板以便將樹脂及研磨微粒材料固化至基板。一般而言，可在此固化製程期間將經塗佈基板 701 加熱至介於約 100°C 至小於約 250°C 之間的溫度。

【0120】 研磨微粒材料 705、706 及 707 可包括根據本文

中之實施例的不同類型之成型研磨顆粒。不同類型之成型研磨顆粒在組成物、二維形狀、三維形狀、大小及其組合方面可彼此不同，如本文中之實施例中所描述。如所說明，經塗佈研磨劑 700 可包括具有大體上三角形二維形狀的第一類型之成型研磨顆粒 705 及具有四邊形二維形狀的第二類型之成型研磨顆粒 706。經塗佈研磨劑 700 可包括不同量的第一類型及第二類型之成型研磨顆粒 705 及 706。將瞭解，經塗佈研磨劑可未必包括不同類型之成型研磨顆粒，且可基本上由單一類型之成型研磨顆粒組成。將瞭解，本文中之實施例之成型研磨顆粒可併入至各種固定研磨劑(例如，經結合研磨劑、經塗佈研磨劑、非編織研磨劑、薄輪、切割輪、加強型研磨物品及其類似者)中，包括呈摻合物之形式，該等摻合物可包括不同類型之成型研磨顆粒、具有稀釋劑顆粒之成型研磨顆粒及其類似者。此外，根據某些實施例，可在預定定向上將微粒材料批次併入至固定研磨物品中，其中成型研磨顆粒中之每一者相對於彼此及相對於研磨物品之部分(例如，經塗佈研磨劑之背襯)可具有預定定向。

【0121】 研磨顆粒 707 可為不同於第一及第二類型之成型研磨顆粒 705 及 706 的稀釋劑顆粒。舉例而言，稀釋劑顆粒在組成物、二維形狀、三維形狀、大小及其組合方面可不同於第一及第二類型之成型研磨顆粒 705 及 706。舉例而言，研磨顆粒 707 可表示具有隨機形狀之習知的經壓碎研磨砂礫。研磨顆粒 707 可具有小於第一及第二類型之成型研磨顆粒 705 及 706 之中值顆粒大小的中值顆粒大小。

【0122】 在充分地形成砂帶底塗 503 (其中含有研磨微粒材料 705、706、707)之後，可形成底漆 704 以上覆於研磨微粒材料 705 且將研磨微粒材料 705 結合於適當位置。底漆 704 可包括有機材料，可基本上由聚合材料製成，且值得注意的是，可使用聚酯、環氧樹脂、聚氨酯、聚醯胺、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚矽氧烷、聚矽氧、纖維素醋酸酯、硝化纖維素、天然橡膠、澱粉、蟲膠及其混合物。

【0123】 圖 8 包括根據一實施例的併有研磨微粒材料之經結合研磨物品之說明。如所說明，經結合研磨劑 800 可包括結合材料 801、結合材料中含有之研磨微粒材料 802，及結合材料 801 內之孔隙率 808。在特定情況下，結合材料 801 可包括有機材料、無機材料及其組合。合適的有機材料可包括聚酯，諸如環氧樹脂、樹脂、熱固性物、熱塑性物、聚醯亞胺、聚醯胺及其組合。某些合適的無機材料可包括金屬、金屬合金、玻璃相材料、結晶相材料、陶瓷及其組合。

【0124】 經結合研磨劑 800 之研磨微粒材料 802 可包括不同類型之成型研磨顆粒 803、804、805 及 806，該等成型研磨顆粒可具有如本文中之實施例中所描述的不同類型之成型研磨顆粒之特徵中之任一者。值得注意的是，不同類型之成型研磨顆粒 803、804、805 及 806 在組成物、二維形狀、三維形狀、大小及其組合方面可彼此不同，如本文中之實施例中所描述。

【0125】 經結合研磨劑 800 可包括表示稀釋劑研磨顆粒

之類型之研磨微粒材料 807，該研磨微粒材料在組成物、二維形狀、三維形狀、大小及其組合方面可不同於不同類型之成型研磨顆粒 803、804、805 及 806。

【0126】 經結合研磨劑 800 之孔隙率 808 可為敞開孔隙率、閉合孔隙率及其組合。孔隙率 808 可以基於經結合研磨劑 800 之本體之總容積的多數量(vol%)而存在。替代地，孔隙率 808 可以基於經結合研磨劑 800 之本體之總容積的微小量(vol%)而存在。結合材料 801 可以基於經結合研磨劑 800 之本體之總容積的多數量(vol%)而存在。替代地，結合材料 801 可以基於經結合研磨劑 800 之本體之總容積的微小量(vol%)而存在。另外，研磨微粒材料 802 可以基於經結合研磨劑 800 之本體之總容積的多數量(vol%)而存在。替代地，研磨微粒材料 802 可以基於經結合研磨劑 800 之本體之總容積的微小量(vol%)而存在。

【0127】 根據本文中之實施例的研磨顆粒中之至少一者可具有至少 12.0 GPa 或至少 12.2 GPa 或至少 12.5 GPa 或至少 12.7 GPa 或至少 13.0 GPa 或至少 13.3 GPa 或至少 13.5 GPa 之 1000°C 維氏硬度，如根據下文所描述之熱硬度測試所量測。根據本文中之另一實施例的研磨顆粒中之至少一者可具有不大於 20 GPa (諸如不大於 18 GPa，或不大於 15 GPa) 之 1000°C 維氏硬度。將瞭解，至少一種研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的 1000°C 維氏硬度。將進一步注意，與 1000°C 維氏硬度相關之前述值中之任一者可為研磨顆粒批次之平均值，或來自研

磨顆粒批次之統計上相關樣本大小之平均值。

【0128】 在又一實施例中，至少一種研磨顆粒可具有至少 14.5 GPa 或至少 15.0 GPa 或至少 15.5 GPa 或至少 16.0 GPa 或至少 16.5 GPa 或至少 17.0 GPa 或至少 17.5 GPa 或至少 18.0 GPa 之 800°C 維氏硬度。在又一實施例中，研磨顆粒中之至少一者可具有不大於 25 GPa 或不大於 23 GPa 或不大於 21 GPa 或不大於 20 GPa 之 800°C 維氏硬度。將瞭解，至少一種研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的 800°C 維氏硬度。將進一步注意，與 800°C 維氏硬度相關之前述值中之任一者可為研磨顆粒批次之平均值，或來自研磨顆粒批次之統計上相關樣本大小之平均值。

【0129】 在又一實施例中，至少一種研磨顆粒可具有至少 19 GPa 或至少 19.5 GPa 或至少 20.0 GPa 或至少 20.5 GPa 或至少 21.0 GPa 或至少 21.5 GPa 或至少 22.0 GPa 之 600°C 維氏硬度。在另一實施例中，研磨顆粒中之至少一者可具有不大於 27.0 GPa 或不大於 25.0 GPa 或不大於 23.0 GPa 之 600°C 維氏硬度。將瞭解，至少一種研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的 600°C 維氏硬度。將進一步注意，與 600°C 維氏硬度相關之前述值中之任一者可為研磨顆粒批次之平均值，或來自研磨顆粒批次之統計上相關樣本大小之平均值。

【0130】 在又一實施例中，至少一種研磨顆粒可具有至少 19.0 GPa 或至少 19.5 GPa 或至少 20.0 GPa 或至少 20.5

GPa 或至少 21.0 GPa 或至少 21.5 GPa 或至少 22.0 GPa 或至少 22.5 GPa 或至少 23.0 GPa 之 400°C 維氏硬度。在另一實施例中，研磨顆粒中之至少一者可具有不大於 35.0 GPa 或不大於 31.0 GPa 或不大於 27.0 GPa 或不大於 24.0 GPa 之 400°C 維氏硬度。將瞭解，至少一種研磨顆粒可具有在包括上文所提及之最小及最大值中之任一者的範圍內的 400°C 維氏硬度。將進一步注意，與 400°C 維氏硬度相關之前述值中之任一者可為研磨顆粒批次之平均值，或來自研磨顆粒批次之統計上相關樣本大小之平均值。

實例：

實例 1

【0131】 獲得或製備且測試五個樣本以供比較，從而評估高溫潛變效能及研磨效能。第一比較性樣本(CS1)為可在來自 3M 公司之 3M984F 經塗佈研磨產品中購得的習知成型研磨顆粒。圖 11 包括樣本 CS1 之成型研磨顆粒之影像。CS1 係主要地由 α 氧化鋁製成，該 α 氧化鋁具有大約 7 至 8 微米之平均晶體大小，及包括大約 1.2 wt% Y_2O_3 、1 wt% MgO、4 wt% La_2O_3 、0.04 wt% CoO 及 0.1 wt% TiO_2 之組成物。

【0132】 第二比較性樣本(CS2)為可在來自 3M 之 3M994F 經塗佈研磨產品中購得的習知成型研磨顆粒。此樣本之成型研磨顆粒具有與如圖 11 所說明之形狀類似的形狀。CS2 係主要地由 α 氧化鋁製成，該 α 氧化鋁具有大約 7 至 8 微米之平均晶體大小，及包括大約 1 wt% Y_2O_3 、1.4 wt% MgO、2 wt% La_2O_3 、0.04 wt% CoO 及 0.1 wt% TiO_2 之

組成物。

【0133】 三個其他個別樣本(S1、S2 及 S3)係由包括可作為 Reflux Catapal B 購得之 41.5 wt%薄水鋁石之凝膠製備，且運用重量百分比為 1%之 α 氧化鋁晶種及摻雜劑(如表 1 中所提供)予以接種。混合物亦包括 55 wt%水及 2.5 wt%硝酸。在生產工具中將混合物擠壓至三角形形狀開口中，其中三角形形狀開口具有 2.77 mm 之長度、2.4 mm 之寬度及 0.53 mm 之深度(高度)。生產工具係由金屬製成。運用橄欖油之潤滑劑來塗佈生產工具中之開口之表面以促進自生產工具移除前驅體成型研磨顆粒。在大約 50°C 下在開口中將混合物乾燥達 10 分鐘。接著自生產工具之開口移除混合物，且在表 1 中所提供之溫度下燒結達大約 10 分鐘，以獲得如亦在表 1 中所報告之平均晶體大小及密度。圖 9A 至圖 9C 中分別提供樣本 S1 至 S3 中之每一者之 SEM 顯微影像。

表 1

晶粒參考	燒結溫度 (°C)	晶體大小 (nm)	密度 (%理論)	摻雜 (wt%)
S1 (RB299A)	1300	220	97.7	皆無
S2 (RB303A)	1450	390	99.7	1.1% MgO 2.1% Y ₂ O ₃
S3 (RB303B)	1375	190	99.1	2.8% MgO 0.43% Y ₂ O ₃

【0134】 圖 10 包括根據高溫潛變測試之某些例示性及比較性樣本的位移對時間之標繪圖。值得注意的是，如所說明，樣本 S2 與所有其他樣本相比較示範最佳的潛變行為，

其中初級變形幅度為 3.6%，初級變形時間為 155 分鐘，且次級變形特性速率為 1.5×10^{-8} 百分數/分鐘。樣本 S1 具有 19.4% 之初級變形幅度、139 分鐘之初級變形時間，及 3.7×10^{-3} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。樣本 S3 具有 7.1% 之初級變形幅度、124 分鐘之初級變形時間，及 3.0×10^{-3} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。樣本 CS1 具有 3.4% 之初級變形幅度、273 分鐘之初級變形時間，及 6.0×10^{-4} 百分數/分鐘之次級變形特性速率。樣本 CS2 具有 4.4% 之初級變形幅度、166 分鐘之初級變形時間，及 1.1×10^{-8} 百分數分鐘之次級變形特性速率。

實例 2

【0135】 獲得或將製備十二個樣本，且測試該等樣本之部分以供比較，從而評估熱硬度效能及研磨效能。第一比較性樣本為上文在實例 1 中所描述之 CS1。CS1 為可在來自 3M 公司之 3M984F 經塗佈研磨產品中購得的習知成型研磨顆粒。

【0136】 第三比較性樣本(CS3)為純接種凝膠成型研磨顆粒。成型研磨顆粒具有與圖 11 所說明之形狀類似的形狀。CS3 係主要地由具有大約 0.31 微米之平均晶體大小的 α 氧化鋁(至少 99.7 wt% 氧化鋁)製成。

【0137】 十個其他個別樣本(S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12)係由包括可作為 Reflux Catapal B 購得之 48.3 wt% 薄水鋁石之凝膠製備，且運用重量百分比為 0.35 wt% 之 α 氧化鋁晶種及摻雜劑(如表 2 中所提供)予以接種。

藉由運用六水合硝酸鈮及六水合硝酸鎂作為摻雜前驅體進行浸漬來摻雜樣本。混合物亦包括 50 wt% 水及 1.3 wt% 硝酸。在生產工具中將混合物擠壓至三角形形狀開口中，其中三角形形狀開口具有 2.77 mm 之長度、2.4 mm 之寬度及 0.51 mm 之深度(高度)。生產工具係由金屬製成。運用橄欖油之潤滑劑來塗佈生產工具中之開口之開口表面以促進自生產工具移除前驅體成型研磨顆粒。在大約 50°C 下在開口中將混合物乾燥達 10 分鐘。接著自生產工具之開口移除混合物，且在介於 1300°C 與 1400°C 之間的溫度下進行燒結。接著將樣本塗佈至研磨帶上，其中每平方公分之切割點數目的範圍為 40 至 45。

【0138】 使用 Nikon QM 熱硬度測試儀來測試熱硬度。設備能夠在高達 1000°C 之溫度下測試樣本。將樣本安裝於隨後被抽空之加熱腔室中。在測試期間，監測真空位准，且藉由熱電偶來量測壓頭及樣本之溫度。在 400°C 至 1000°C 之溫度下以 200°C 間隔使用金剛石維氏壓頭來執行測試。測試循環為大約 45 分鐘，其中保持段為 3 至 4 分鐘。在保持段期間，執行三至五次壓入。壓入負載為 200g。

【0139】 樣本具有經拋光平坦及平行側，且使用高溫水泥而安裝於 5×5×10mm 氧化鋁塊體上。每一樣本固持器上安裝有兩個樣本。

【0140】 根據用於陶瓷之維氏方法(ASTM C1327)自經量測壓痕計算樣本之硬度。

表 2

晶粒參考	摻雜 (wt%)	燒結溫度 (°C)	晶體大小 (nm)	密度 (%理論)
CS1	1% MgO 1.2% Y ₂ O ₃	1300 至 1400	尚未得到 之資料	98.5 至 99.5
CS3	皆無			
S4 (待形成)	0.5% MgO 0.5% Y ₂ O ₃			
S5 (待形成)	0.5% MgO 5.0% Y ₂ O ₃			
S6 (待形成)	0.5% MgO 8.0% Y ₂ O ₃			
S7	1.0% MgO 2.0% Y ₂ O ₃			
S8 (待形成)	2.0% MgO 0.5% Y ₂ O ₃			
S9 (待形成)	2.0% MgO 5.0% Y ₂ O ₃			
S10 (待形成)	2.0% MgO 8.0% Y ₂ O ₃			
S11 (待形成)	4.0% MgO 0.5% Y ₂ O ₃			
S12 (待形成)	4.0% MgO 5.0% Y ₂ O ₃			
S13 (待形成)	4.0% MgO 8.0% Y ₂ O ₃			

【0141】 圖 12 包括根據熱硬度測試之某些例示性及比較性樣本的維氏硬度之標繪圖。值得注意的是，如所說明，樣本 S7 與樣本 CS3 及 CS4 相比較示範最高的熱硬度，其中維氏硬度在室溫下為大約 31 GPa，維氏硬度在 400°C 下為大約 23 GPa，維氏硬度在 600°C 下為大約 22 GPa，維氏硬度在 800°C 下為大約 18 GPa，且維氏硬度在 1000°C 下為大約

13.5 GPa。樣本 S7 相較於比較性樣本 CS3 及 CS4 具有高大約 3 GPa 之熱硬度，熱硬度大約增加了 20%。樣本 S4 至 S6 及 S8 至 S13 可具有與樣本 S7 之熱硬度、潛變、磨削效能或其組合類似的熱硬度、潛變、磨削效能或其組合。

【0142】 樣本 S4 至 S13 中之一或多者可基於熱硬度、潛變、磨削效能或其組合而相異。

【0143】 條目：

【0144】 條目 1。一種研磨顆粒，其包含：

一本體，其具有至少一個微結構特性，該微結構特性包括：

- 1) 不大於 6 微米之一平均晶體大小；或
- 2) 至少 20 GPa 之一硬度；

且其中該本體進一步包含至少一個變形特性，該變形特性包括：

- 1) 不大於 30%之一初級變形幅度
- 2) 不大於 280 分鐘之一初級變形時間；或
- 3) 不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【0145】 條目 2。一種研磨顆粒，其包含一本體，該本體具有不大於 6 微米之一平均晶體大小，及不大於 30%之一初級變形幅度。

【0146】 條目 3。一種研磨顆粒，其包含一本體，該本體具有至少 20 GPa 之一硬度，及不大於 30%之一初級變形幅度。

【0147】 條目 4。一種研磨顆粒，其包含成型研磨顆粒，該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有不大於 700 百分數分鐘之一初級變形幅度與時間乘數。

【0148】 條目 5。一種研磨顆粒，其包含一本體，該本體包括包含鎂之一第一摻雜劑，及包含由鈮、鏷、一稀土元素組成之群組中之至少一個元素之一第二摻雜劑，其中該本體包含一含量大於該第一摻雜劑之一含量的該第二摻雜劑，及不大於 9%之一初級變形幅度。

【0149】 條目 6。一種研磨顆粒，其包含一本體，該本體包括包含鎂之一第一摻雜劑，及包含鈮、鏷及一稀土元素中之至少一者以及鋁及氧的一晶界相。

【0150】 條目 7。如條目 1、2、3、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含：

選自由以下各者組成之群組之至少一個微結構特性：

- 1) 不大於 6 微米之一平均晶體大小；或
- 2) 至少 20 GPa 之一硬度；

且其中該本體進一步包含選自由以下各者組成之群組之至少一個變形特性：

- 1) 不大於 30%之一初級變形幅度
- 2) 不大於 280 分鐘之一初級變形時間；或
- 3) 不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【0151】 條目 8。如條目 1、2、3、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含：

微結構特性，其包括：

- 1) 不大於 6 微米之一平均晶體大小；及
- 2) 至少 20 GPa 之一硬度；且

其中該本體進一步包含變形特性，該等變形特性包括：

- 1) 不大於 30%之一初級變形幅度
- 2) 不大於 280 分鐘之一初級變形時間；及
- 3) 不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【0152】 條目 9。如條目 1、2、3、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒為一成型研磨顆粒。

【0153】 條目 10。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有選自由以下各者組成之群組之一二維形狀：多邊形、橢球形、數位、希臘字母表字母、拉丁字母表字母、俄文字母表字元、複雜形狀及其一組合。

【0154】 條目 11。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有選自由以下各者組成之群組之一二維多邊形形狀：一三角形、一矩形、一四邊形、一五邊形、一六邊形、一七邊形、一八邊形、一九邊形、一十邊形及其一組合。

【0155】 條目 12。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有至少 0.01 且不大於 0.49 之一形狀指數。

【0156】 條目 13。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆

粒，其中該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有大於 0.52 且不大於 0.99 之一形狀指數。

【0157】 條目 14。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有由至少一個線性區段及至少一個弓狀區段界定之一周邊。

【0158】 條目 15。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該成型研磨顆粒包括一本體，該本體具有一中心區域及自該中心區域延伸之至少三個臂。

【0159】 條目 16。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該等臂包含尖端，該等尖端包括由兩個線性區段之間的一接合部界定之外部隅角及在兩個外部隅角之間延伸的至少一個弓狀部分。

【0160】 條目 17。如條目 4 及 9 中任一項之成型研磨顆粒，其中該成型研磨顆粒包括一二維形狀，該二維形狀具有由至少三個離散線性部分及三個離散弓狀部分界定之周邊，其中該三個離散線性部分中之每一者藉由該等離散弓狀部分中之至少一者而彼此分離。

【0161】 條目 18。如條目 3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 6 微米之一平均晶體大小。

【0162】 條目 19。如條目 1、2 及 18 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 5 微米或不大於 4 微米或不大於 3.5 微米或不大於 3 微米或不大於 2.5 微米或不大於 2 微米或不大於 1.5 微米或不大於 1 微米或不大於 0.8 微米或不大於 0.6 微米之一平均晶體大小。

【0163】 條目 20。如條目 1、2 及 18 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 0.01 微米之一平均晶體大小。

【0164】 條目 21。如條目 2、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 20 GPa 之一硬度。

【0165】 條目 22。如條目 1、3 及 21 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 20.5 GPa 或至少 21 GPa 或至少 21.5 GPa 或至少 22 GPa 之一硬度。

【0166】 條目 23。如條目 1、3 及 21 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 40 GPa 或不大於 30 GPa 或不大於 28 GPa 之一硬度。

【0167】 條目 24。如條目 4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 30%之一初級變形幅度。

【0168】 條目 25。如條目 1、2、3 及 24 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 25%或不大於 20%或不大於 18%或不大於 16%或不大於 14%或不大於 13%或不大於 12%或不大於 11%或不大於 10%或不大於 9%或不大於 8%或不大於 7%或不大於 6%或不大於 5%之一初級變形幅度。

【0169】 條目 26。如條目 1、2、3 及 24 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 0.01%或至少 0.1%之一初級變形幅度。

【0170】 條目 27。如條目 2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 280 分鐘之一初級變形時間。

【0171】 條目 28。如條目 1 及 27 中任一項之研磨顆粒，

其中該本體包含不大於 250 分鐘或不大於 230 分鐘或不大於 200 分鐘或不大於 180 分鐘或不大於 160 分鐘或不大於 150 分鐘之一初級變形時間。

【0172】 條目 29。如條目 1 及 27 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 100 分鐘或至少 110 分鐘或至少 120 分鐘或至少 130 分鐘或至少 140 分鐘之一初級變形時間。

【0173】 條目 30。如條目 1、2、3、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 700 百分數分鐘之一初級變形幅度與時間乘數。

【0174】 條目 31。如條目 4 及 30 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 690 百分數分鐘或不大於 680 百分數分鐘或不大於 670 百分數分鐘或不大於 660 百分數分鐘或不大於 650 百分數分鐘或不大於 640 百分數分鐘或不大於 630 百分數分鐘或不大於 620 百分數分鐘或不大於 610 百分數分鐘或不大於 600 百分數分鐘或不大於 590 百分數分鐘或不大於 580 百分數分鐘或不大於 570 百分數分鐘或甚至不大於 560 百分數分鐘之一初級變形幅度與時間乘數。

【0175】 條目 32。如條目 4 及 30 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 100 百分數分鐘或至少 150 百分數分鐘或至少 200 百分數分鐘之一初級變形幅度與時間乘數。

【0176】 條目 33。如條目 2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【0177】 條目 34。如條目 1 及 33 中任一項之研磨顆粒，

其中該本體包含不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘或不大於 4×10^{-3} 百分數/分鐘或不大於 2×10^{-3} 百分數/分鐘或不大於 1×10^{-3} 百分數/分鐘或不大於 8×10^{-4} 百分數/分鐘或不大於 5×10^{-4} 百分數/分鐘或不大於 1×10^{-4} 百分數/分鐘或不大於 5×10^{-5} 百分數/分鐘或不大於 1×10^{-5} 百分數/分鐘或不大於 5×10^{-6} 百分數/分鐘或不大於 1×10^{-6} 百分數/分鐘或不大於 5×10^{-7} 百分數/分鐘或不大於 1×10^{-7} 百分數/分鐘或不大於 5×10^{-8} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【0178】 條目 35。如條目 1 及 33 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 1×10^{-12} 百分數/分鐘或至少 1×10^{-10} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。

【0179】 條目 36。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 95%理論密度或至少 96%理論密度或至少 97%理論密度或至少 98%理論密度或至少 99%理論密度之一密度。

【0180】 條目 37。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含氧化鋁。

【0181】 條目 38。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包括一多數含量之氧化鋁，其中該本體包括至少 80%氧化鋁或至少 90%氧化鋁或至少 91%氧化鋁或至少 92%氧化鋁或至少 93%氧化鋁或至少 94%氧化鋁或至少 95%氧化鋁或至少 96%氧化鋁或至少 97%氧化鋁。

【0182】 條目 39。如條目 1、2、3 及 4 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含一第一摻雜劑，該第一摻雜劑包含

鎂。

【0183】 條目 40。如條目 5、6 及 39 中任一項之研磨顆粒，其中該第一摻雜劑包含一多數含量之鎂及氧。

【0184】 條目 41。如條目 5、6 及 39 中任一項之研磨顆粒，其中該第一摻雜劑基本上由鎂及氧組成。

【0185】 條目 42。如條目 5、6 及 39 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含該本體之總重量的至少 0.1 wt%或至少 0.15 wt%或至少 0.2 wt%或至少 0.3 wt%或至少 0.4 wt%或至少 0.5 wt%或至少 0.6 wt%或至少 0.7 wt%或至少 0.8 wt%或至少 0.9 wt%之該第一摻雜劑。

【0186】 條目 43。如條目 5、6 及 39 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含該本體之總重量的不大於 4.5 wt%或不大於 4 wt%或不大於 3 wt%或不大於 2.5 wt%或不大於 2.2 wt%或不大於 2 wt%或不大於 1.9 wt%或不大於 1.8 wt%或不大於 1.7 wt%或不大於 1.6 wt%或不大於 1.5 wt%或不大於 1.4 wt%或不大於 1.3 wt%或不大於 1.2 wt%之該第一摻雜劑。

【0187】 條目 44。如條目 1、2、3 及 4 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含一第一摻雜劑及不同於該第一摻雜劑之一第二摻雜劑。

【0188】 條目 45。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該第二摻雜劑包含來自由鈮、釧、一稀土元素及其一組合組成之群組之至少一個元素。

【0189】 條目 46。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該第一摻雜劑存在于一第一晶界相中，且該第二摻

雜劑存在于一第二晶界相中，且其中該等第一及第二晶界相貫穿該本體為實質上同質的。

【0190】 條目 47。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該等第一及第二摻雜劑貫穿該本體之整個容積實質上同質地分散。

【0191】 條目 48。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該等第一及第二摻雜劑中之至少一者優選地在該本體之外表面附近與環繞該本體之一容積式中點的內部區域相比較以一較高濃度而分佈。

【0192】 條目 49。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該第二摻雜劑包含以多數含量之釔及氧。

【0193】 條目 50。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該第二摻雜劑基本上由釔及氧組成。

【0194】 條目 51。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含該本體之總重量的至少 0.1 wt%或至少 0.2 wt%或至少 0.4 wt%或至少 0.6 wt%或至少 0.8 wt%或至少 1 wt%或至少 1.1 wt%或至少 1.2 wt%或至少 1.3 wt%或至少 1.4 wt%或至少 1.5 wt%或至少 1.6 wt%或至少 1.7 wt%或至少 1.8 wt%或至少 1.9 wt%或至少 2 wt%之該第二摻雜劑。

【0195】 條目 52。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含該本體之總重量的不大於 10 wt%或不大於 9 wt%或不大於 8 wt%或不大於 7 wt%或不大於 6 wt%或不大於 5 wt%或不大於 4 wt%或不大於 3.5 wt%或不大於 3.2 wt%或不大於 3 wt%或不大於 2.9 wt%或不大於 2.8 wt%或不

大於 2.7 wt%或不大於 2.6 wt%或不大於 2.5 wt%或不大於 2.4 wt%或不大於 2.3 wt%或不大於 2.2 wt%或不大於 2.1 wt%之該第二摻雜劑。

【0196】 條目 53。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 1 之一摻雜劑比率值($D1/D2$)，其中 $D1$ 表示該本體中之該第一摻雜劑的重量百分數，且 $D2$ 表示該本體中之該第二摻雜劑的重量百分數，其中該摻雜劑比率值大於 1 或至少 1.1 或至少 1.2 或至少 1.3 或至少 1.4 或至少 1.5 或至少 1.6 或至少 1.7 或至少 1.8 或至少 1.9 或至少 2。

【0197】 條目 54。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 10 之一摻雜劑比率值($D1/D2$)，其中 $D1$ 表示該本體中之該第一摻雜劑的重量百分數，且 $D2$ 表示該本體中之該第二摻雜劑的重量百分數，其中該摻雜劑比率值不大於 9 或不大於 8 或不大於 7 或不大於 6 或不大於 5 或不大於 4 或不大於 3.5 或不大於 3 或不大於 2.8 或不大於 2.5。

【0198】 條目 55。如條目 5、6 及 44 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含至少 1 之一摻雜劑比率值($D2/D1$)，其中 $D1$ 表示該本體中之該第一摻雜劑的重量百分數，且 $D2$ 表示該本體中之該第二摻雜劑的重量百分數，其中該摻雜劑比率值大於 1 或至少 1.1 或至少 1.2 或至少 1.3 或至少 1.4 或至少 1.5 或至少 1.6 或至少 1.7 或至少 1.8 或至少 1.9 或至少 2。

【0199】 條目 56。如條目 5、6 及 42 中任一項之研磨顆粒，其中該本體包含不大於 10 之一摻雜劑比率值($D2/D1$)，其中 D1 表示該本體中之該第一摻雜劑的重量百分數，且 D2 表示該本體中之該第二摻雜劑的重量百分數，其中該摻雜劑比率值不大於 9 或不大於 8 或不大於 7 或不大於 6 或不大於 5 或不大於 4 或不大於 3.5 或不大於 3 或不大於 2.8 或不大於 2.5。

【0200】 條目 57。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體基本上不含鋁、鈷、鐵、鈣、碳化物、氮化物、矽、鋰、鈉、鉀、銹、鈦、鈇、鉻、錳、鎳、銅、鋅、鋮、鉬、釕、鈹、鈐、釷、鐳、鈾、鋳、鋁、鋅及其一組合。

【0201】 條目 58。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體基本上不含選自鐳、釷、鐳、釷、鐳、釷、鐳及鐳之一稀土金屬。

【0202】 條目 59。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體基本上由 α 氧化鋁、含鎂氧化物及含鈮氧化物組成，其中 α 氧化鋁之含量大於該含鎂氧化物，且該含鎂氧化物之含量大於含鈮氧化物之含量。

【0203】 條目 60。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其中該本體進一步包含鋯、釧、鋇、鎳、鈦及其一組合。

【0204】 條目 61。如條目 1、2、3、4 及 5 中任一項之研
磨顆粒，其中該本體包含一晶界相，該晶界相包含鈮、鋁及

氧。

【0205】 條目 62。如條目 6 及 61 中任一項之研磨顆粒，其中該晶界相為包括釹及鋁之氧化物化合物。

【0206】 條目 63。如條目 6 及 61 中任一項之研磨顆粒，其中該晶界相為鋁酸釹化合物。

【0207】 條目 64。如條目 6 及 61 中任一項之研磨顆粒，其中該晶界相包含結合至周圍晶粒之一多晶材料。

【0208】 條目 65。如條目 1、2、3、4、5 及 6 中任一項之研磨顆粒，其進一步包含包括該研磨顆粒之一固定研磨物品。

【0209】 條目 66。如條目 65 之研磨顆粒，其中該固定研磨物品係選自由一經塗佈研磨劑、一經結合研磨劑、一非編織研磨劑及其一組合組成之群組。

【0210】 條目 67。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有至少 12.0 GPa、至少 12.2 GPa、至少 12.5 GPa、至少 12.7 GPa、至少 13.0 GPa、至少 13.3 GPa 或至少 13.5 GPa 之一 1000°C 維氏硬度。

【0211】 條目 68。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有不大於 20 GPa、不大於 18 GPa 或不大於 15 GPa 之一 1000°C 維氏硬度。

【0212】 條目 69。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有至少 14.5 GPa、至少 15.0 GPa、至少 15.5 GPa、至少 16.0 GPa、至少 16.5 GPa、至少 17.0 GPa、至少 17.5 GPa 或至少 18.0 GPa 之一 800°C 維氏硬度。

【0213】 條目 70。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有不大於 25 GPa、不大於 23 GPa、不大於 21 GPa 或不大於 20 GPa 之一 800°C 維氏硬度。

【0214】 條目 71。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有至少 19 GPa、至少 19.5 GPa、至少 20.0 GPa、至少 20.5 GPa、至少 21.0 GPa、至少 21.5 GPa 或至少 22.0 GPa 之一 600°C 維氏硬度。

【0215】 條目 72。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有不大於 27.0 GPa、不大於 25.0 GPa 或不大於 23.0 GPa 之一 600°C 維氏硬度。

【0216】 條目 73。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有至少 19.0 GPa、至少 19.5 GPa、至少 20.0 GPa、至少 20.5 GPa、至少 21.0 GPa、至少 21.5 GPa、至少 22.0 GPa、至少 22.5 GPa 或至少 23.0 GPa 之一 400°C 維氏硬度。

【0217】 條目 74。如前述條目中任一項之研磨顆粒，其中該研磨顆粒具有不大於 35.0 GPa、不大於 31.0 GPa、不大於 27.0 GPa 或不大於 24.0 GPa 之一 400°C 維氏硬度。

【0218】 條目 75。一種製造一研磨顆粒之方法，該方法包括：形成包括一 α 氧化鋁前驅體材料、包含鎂之一第一摻雜劑及包含釔之一第二摻雜劑的一混合物，其中該第二摻雜劑之含量大於該第一摻雜劑；及燒結該混合物以形成一研磨顆粒。

【0219】 上文所揭示之主題應被視為說明性的而非限定

性的，且所附申請專利範圍意欲涵蓋屬於本發明之真正範疇內的所有此等修改、增強及其他實施例。因此，在法律所允許的最大程度上，本發明之範疇將由以下申請專利範圍及其等效者之最廣容許解譯判定，且不應受到先前實施方式限定或限制。

【0220】 提供發明摘要以符合專利法，且在理解發明摘要將不用以解譯或限制申請專利範圍之範疇或含義的基礎上提交發明摘要。另外，在先前實施方式中，為了簡化本發明而可將各種特徵分組在一起或在單一實施例中予以描述。本發明不應被解譯為反映如下意圖：所主張之實施例所需要的特徵多於每一申請專利範圍中所敘述之特徵。更確切地，如以下申請專利範圍所反映，本發明主題可關於所揭示實施例中之任一者的並非全部特徵。因此，以下申請專利範圍併入至實施方式中，其中每一申請專利範圍獨自界定單獨主張之主題。

【符號說明】

【0221】

- 101 混合物
- 103 衝模
- 105 衝模開口
- 107 刀刃
- 150 系統
- 151 工具
- 152 工具空腔

153	平移方向
154	第一邊緣
155	第一平面
156	第一列
157	縱向軸線
158	橫向軸線
171	平移方向
180	力
183	施加區
191	擠壓方向
199	活塞
200	成型研磨顆粒
201	本體
202	主要表面
203	主要表面
204	側表面
210	縱向軸線
211	橫向軸線
212	垂直軸線
250	中點
300	成型研磨顆粒
301	本體
302	端表面
303	端表面

304	表面
305	表面
306	表面
307	表面
310	縱向軸線
311	橫向軸線
312	垂直軸線
340	中點
350	狹長研磨顆粒
351	本體
352	縱向軸線
353	橫向軸線
354	垂直軸線
355	邊緣
400	成型研磨顆粒
401	本體
403	上部主要表面
405	側表面
406	第一部分
407	第二部分
408	第三部分
409	第一隅角/外部隅角
410	第二隅角/外部隅角
411	第三隅角/外部隅角

430	成型研磨顆粒
431	外部隅角
432	本體
433	上部主要表面
441	第一線性區段
442	第一彎曲區段
443	第二線性區段
451	第三線性區段
452	第二彎曲區段
453	第四線性區段
461	第五線性區段
462	第三彎曲區段
463	第六線性區段
470	成型研磨顆粒/本體
480	成型研磨顆粒
481	本體
483	上部主要表面
484	側表面
485	側
486	側
500	研磨顆粒
501	本體
502	第一相
503	第二相

510	微粒材料
511	本體
512	外表面
513	周邊區域/第二相
514	邊界
515	中心區域
516	容積式中點
601	裝置
602	負載板
603	移動線圈
604	磁體
605	差動變壓器
606	變壓器核心
607	載氣入口
608	探針設定
609	探針緊固
610	輔助氣體入口
611	爐
612	樣本/試樣固持器
613	探針
614	樣本
615	熱電偶量測
616	熱電偶調節
617	晶粒

620	空白測試
621	標準測試
630	部分
631	初級型態
632	次級型態
700	經塗佈研磨劑
701	基板
703	砂帶底塗
704	底漆
705	研磨微粒材料
706	研磨微粒材料
707	研磨微粒材料
800	經結合研磨劑
801	結合材料
802	研磨微粒材料
803	成型研磨顆粒
804	成型研磨顆粒
805	成型研磨顆粒
806	成型研磨顆粒
807	研磨微粒材料
808	孔隙率
Ro	半徑
Ri	半徑
S1	樣本

S2	樣 本
S3	樣 本
S7	樣 本
CS1	第一比較性樣本
CS2	第二比較性樣本
CS3	第三比較性樣本

申請專利範圍

1. 一種研磨顆粒，其包含：
本體，其具有至少一個微結構特性，該微結構特性包括：
 - 1) 不大於6微米之平均晶體大小；或
 - 2) 至少20 GPa之400°C維氏硬度(Vickers hardness)；
且其中該本體進一步包含至少一個變形特性，該變形特性包括：
 - 1) 不大於30%之初級變形幅度
 - 2) 不大於280分鐘之初級變形時間；或
 - 3) 不大於 6×10^{-3} 百分數/分鐘之一次級變形特性速率。
2. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體具有不大於6微米之平均晶體大小，及不大於30%之初級變形幅度。
3. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體具有至少20 GPa之400°C維氏硬度，及不大於30%之初級變形幅度。
4. 如請求項1之研磨顆粒，其中該研磨顆粒包含包括本體的成型研磨顆粒，該本體具有不大於700百分數分鐘之初級變形幅度與時間乘數。
5. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體包含不大於5微米之平均晶體大小。
6. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體基本上不含選自鐳、釷、鐳、釷、釷、釷、釷及釷之稀土金屬。
7. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體包含不大於20%之初級變形幅度。

8. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體包含不大於10%之初級變形幅度。
9. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體包含不大於160分鐘之初級變形時間。
10. 如請求項1之研磨顆粒，其中該本體包含至少20 GPa之400°C維氏硬度。