

202340487



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202340487 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 16 日

(21) 申請案號：112108085

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 06 日

(51) Int. Cl. : C22C1/05 (2006.01) C22C21/00 (2006.01)
B82Y30/00 (2011.01)

(30) 優先權：2022/03/16 日本 2022-041248

(71) 申請人：日商大賽璐股份有限公司 (日本) DAICEL CORPORATION (JP)

日本

國立大學法人大阪大學 (日本) OSAKA UNIVERSITY (JP)

日本

(72) 發明人：牧野有都 MAKINO, YUTO (JP)；谷垣健一 TANIGAKI, KENICHI (JP)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：3 共 17 頁

(54) 名稱

A L - N D 類複合材料

(57) 摘要

課題

本發明提供一種高強度之鋁類複合材料。

解決手段

一種 Al-ND 類複合材料，其係於鋁(Al)類金屬基質中分散奈米鑽石(ND)粒子而成。

無

【發明摘要】

【中文發明名稱】 AI-ND類複合材料

【英文發明名稱】 無

【中文】

課題

本發明提供一種高強度之鋁類複合材料。

解決手段

一種AI-ND類複合材料，其係於鋁(AI)類金屬基質中分散奈米鑽石(ND)粒子而成。

【英文】

無

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 AI-ND類複合材料

【英文發明名稱】 無

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種AI-ND類複合材料。

【先前技術】

【0002】 鋁或鋁合金廣泛用作運輸設備、建築物等之構造材料，其主要原因在於，每單位重量之強度（比強度）高。但，鋁或鋁合金於每單位體積之強度方面差於鋼材，因此目前仍持續研究開發更高強度之鋁合金。

【0003】 例如，專利文獻1揭示有將鋁作為主成分之金屬基質中分散有碳化矽之複合材料，但因大量調配碳化矽，而導致複合材料之性能下降。非專利文獻1揭示有鎳中分散有利用爆轟法獲得之奈米鑽石之複合材料。

先前技術文獻

專利文獻

【0004】

專利文獻1：日本特開平6-184663號公報

非專利文獻

【0005】

非專利文獻1：July 2019 Materials Performance and Characterization 9(4)

DOI:10.1520/MPC20190073

【發明內容】

發明欲解決之問題

【0006】 本發明之主要目的在於提供一種高強度之鋁類複合材料。

解決問題之手段

【0007】 本發明提供以下之鋁-奈米鑽石類複合材料（Al-ND類複合材料）。

- [1] 一種Al-ND類複合材料，其係於鋁(Al)類金屬基質中分散奈米鑽石(ND)粒子而成。
- [2] 如[1]之Al-ND類複合材料，其中，前述Al類金屬基質為純Al基質或Al類合金基質。
- [3] 如[2]之Al-ND類複合材料，其中，Al類合金選自由Al-Cu-Mg類合金、Al-Mn類合金、Al-Si類合金、Al-Mg類合金、Al-Mg-Si類合金、Al-Zn-Mg類合金所組成之群組中。
- [4] 如[1]至[3]中任一項之Al-ND類複合材料，其中，前述ND粒子之一次粒子之平均大小為2至70 nm。
- [5] 如[1]至[4]中任一項之Al-ND類複合材料，其中，前述複合材料中之ND粒子之比率為0.1至30質量%。
- [6] 如[1]至[5]中任一項之Al-ND類複合材料，其中，前述奈米鑽石粒子為爆轟法奈米鑽石(DND)粒子。

發明效果

【0008】 根據本發明，可提高純鋁（純Al）或鋁類合金（Al類合金）等Al

類金屬之強度。

【圖式簡單說明】

【0009】

[圖1]係含或不含爆轟法奈米鑽石(DND)粒子之純鋁之SPS燒結後之維氏硬度(HV)。

[圖2]係含或不含爆轟法奈米鑽石(DND)粒子之鋁類合金之SPS燒結後之維氏硬度(HV)。

[圖3]係含或不含爆轟法奈米鑽石(DND)粒子之鋁類合金之SPS燒結及固溶化處理後之維氏硬度(HV)。

【實施方式】

【0010】 本發明之複合材料含有Al類金屬與奈米鑽石(ND)粒子，於Al類金屬基質中分散有ND粒子。本發明之複合材料之維氏硬度與不含ND粒子之Al類金屬材料相比，維氏硬度較佳為變高10%以上，更佳為變高20%以上，進一步較佳為變高30%以上。作為Al類金屬，可舉例純Al與Al類合金。

Al類金屬分為鍛造材與鑄造材，各自進一步分為非熱處理型合金與熱處理型合金。較佳之Al類合金除Al以外還含有選自由Cu、Mg、Mn、Si、Zn、Fe、Cr、Ga、V、Ni、B、Zr、Ti所組成之群組中之至少1種元素。更佳之Al類金屬可舉例：表1所示之純鋁(1050、1060、1070、1080、1085、1100、1100A、1200、1230A)、Al-Cu類(2011、2014、2017、2024、2117、2018、2218、2618、2219、2025、2032)、Al-Mn類(3003、3203、3004、3104、3005、3105)、Al-Si類(4032、4043)、Al-Mg類(5005、5050、5052、5154、5254、5454、5060、5082、5182、5083、5086、5110A、5041)、Al-Mg-Si類(6061、6005C、6063、6101、6151、6262)、

Al-Zn-Mg類 (7072、7075、7475、7050、7204、7003)、Al-Fe類 (8021、8079)。

【0011】

表1

■代表性之鍛造材用鋁合金

合金系統	合金名稱		材料特性之概要	用途例
	JIS	AA		
純鋁類	1060	1060	以導電材而言保證 61%IACS。需要強度時使用 6101。	匯流排、電線
	1085 1080 1070 1050 1230A (1N30)	1085 1080 1070 1050 1230A	因是純鋁而強度低，但導熱性及導電性高，成形性、焊接性及耐腐蝕性佳。	日用品、銘牌、照明器具、反射板、裝飾品、化工儲罐類、散熱片、焊線、導電材、箔材、印刷版
	1100 1200	1100 1200	Al 純度為 99.0%以上之一般用途之鋁。除了陽極氧化處理後之外觀稍微泛白以外與上述相同。	一般器物、散熱片、蓋子、建材、熱交換器零件
	1100A (1N00)	1100A	強度稍高於 1100，成形性亦優異。其他特性與 1100 相同。	日用品
	2011	2011	快削合金。切削性優異，強度亦高，但耐腐蝕性差。要求耐腐蝕性時，使用 6262 類合金。	電位器軸、光學零件、螺絲類
Al-Cu類	2014 2017 2024	2014 2017 2024	因含大量 Cu 而耐腐蝕性不佳，但強度高，可用作構造用材。亦適用於鍛造品。	航空器、齒輪、油壓零件、輪轂
	2117	2117	固溶化處理後，作為進行鉚接之鉚釘用材，為延遲常溫時效速度之合金。	鉚釘
	2018 2218	2018 2218	鍛造用合金。鍛造性優異，高溫強度高，因此使用於要求耐熱性之鍛造品。耐腐蝕性差。	汽缸頭、活塞、VTR 汽缸
	2618	2618	鍛造用合金。高溫強度優異，但耐腐蝕性差。	活塞、橡膠成形用模具、一般耐熱用途零件
	2219	2219	強度高，低溫及高溫特性優異，焊接性亦優異，但耐腐蝕性差。	低溫用儲罐、航空太空設備
	2025	2025	鍛造用合金。鍛造性良好且強度高，但耐腐蝕性差。	螺旋槳、磁鼓
	2032 (2N01)	2032	鍛造用合金。有耐熱性，強度亦高，但耐腐蝕性差。	航空器引擎、油壓零件
Al-Mn類	3003 3203	3003 3203	強度較 1100 高約 10%，成形性、焊接性、耐腐蝕性優異。	一般器物、散熱片、化妝板、影印機鼓、船舶用材

	3004 3104	3004 3104	強度高於 3003，成形性優異，耐腐蝕性亦良好。	鋁罐罐身、燈泡燈頭、屋頂板、彩鋁
	3005	3005	強度較 3003 高約 20%，耐腐蝕性亦相對良好。	建材、彩鋁
	3105	3105	強度稍高於 3003，其他特性與 3004 類似。	建材、彩鋁、蓋子
Al-Si 類	4032	4032	耐熱性、耐磨耗性優異，熱膨脹係數小。	活塞、汽缸頭
	4043	4043	流動性佳，凝固收縮少。藉由硫酸陽極氧化處理形成灰色之自然呈色。	焊線、建築面板、鈎焊皮材
Al-Mg 類	5005 5050	5005 5050	強度與 3003 相同，加工性、焊接性、耐腐蝕性佳。陽極氧化後之修飾加工良好，與 6063 形材顏色適配。	建築用內外飾、車輛之內飾、船舶之內飾
	5052	5052	為具有中等程度之強度之最具代表性的合金，耐腐蝕性、焊接性、成形性佳。尤其是雖為此種強度，但疲勞强度高，且耐海水性優異。	一般鋁金、船舶、車輛、建築、罐蓋、蜂窩芯材
	5154	5154	強度較 5052 高約 20%。其他特性與 5052 相同。	與 5052 相同、壓力容器
	5254	5254	為限制 5154 之雜質元素，並抑制過氧化氫之分解的合金，其他特性與 5154 相同等。	過氧化氫容器
	5454	5454	強度較 5052 高約 20%。雖特性與 5154 大致相同，但於嚴苛環境下之耐腐蝕性優於 5154。	汽車用車輪
	5056	5056	耐腐蝕性優異，利用切削加工之表面修飾加工、陽極氧化處理性及其染色性佳。	相機鏡筒、通訊設備零件、拉鍊
	5082	5082	具有接近 5083 之強度，成形性、耐腐蝕性佳。	罐蓋

合金系統	合金名稱		材料特性之概要	用途例
	JIS	AA		
Al-Mg 類	5182	5182	強度較 5082 高約 5%，其他特性與 5082 相同。	罐蓋
	5083	5083	焊接構造用合金。為實用非熱處理合金中強度最高之耐腐蝕合金，適於焊接構造。耐海水性、低溫特性亦佳。	船舶、車輛、低溫用儲罐、壓力容器
	5086	5086	強度高於 5154，為耐海水性優異之非熱處理類焊接構造用合金。	船舶、壓力容器、磁碟
	5110A (5N01)	5110A	強度與 3003 相同，藉由光亮處理後之陽極氧化處理可獲得高光亮性。成形性、耐腐蝕性亦良好。	廚房用品、相機、裝飾品、銘牌
	5041 (5N02)	5041	鉚釘用合金。耐海水性良好。	鉚釘
Al-Mg-Si 類	6061	6061	熱處理型耐腐蝕性合金。藉由 T6 處理可獲得非常高之耐力值，但焊接接口強度低，因此用於螺釘、鉚釘構造用。	船舶、車輛、陸上構造物、壓力容器
	6005C (6N01)	6005C	中等強度之擠出用合金。具有 6061 與 6063 中間之強度，擠出性、衝壓淬火性均優異，可獲得複雜形狀之大型薄壁形材。耐腐蝕性、焊接性亦佳。	車輛、陸上構造物、船舶

	6063	6063	代表性之擠出用合金。強度低於 6061，擠出性優異，可獲得複雜之剖面形狀之型材，耐腐蝕性、表面處理性亦良好。	建築、護欄、高欄、車輛、家具、家電製品、裝飾品
	6101	6101	高強度導電用材。保證 55% IACS。	匯流排、電線
	6151	6151	尤其是鍛造加工性優異，耐腐蝕性、表面處理性亦佳，適於複雜之鍛造品。	機械、汽車零件
	6262	6262	耐腐蝕性快削合金。耐腐蝕性、表面處理性比 2011 更優異，且具有與 6061 相同之強度。	相機鏡筒、汽化器零件、制動器零件、瓦斯器具零件
Al-Zn-Mg 類	7072	7072	電極電位低，主要用作防腐蝕覆蓋皮材，利用犧牲陽極作用，亦適用於熱交換器散熱片。	鋁合金複合材之皮材、散熱片
	7075	7075	鋁合金中具有最高強度之合金之一，但耐腐蝕性差。藉由 7072 之覆蓋可改善耐腐蝕性，但成本高。	航空器、滑雪杖
	7475	7475	使 7075 高純度化而抑制 Fe、Si 量，提高斷裂韌性的合金。藉由實施特殊加工熱處理而表現超塑性。	航空器
	7050	7050	為改善 7075 之淬火性的合金，耐應力腐蝕開裂性優異。適於厚板、鍛造品。	航空器、高速旋轉體
	7204 (7N01)	7204	焊接構造用合金。強度高，且焊接部之強度於常溫放置下會恢復至接近母材強度。耐腐蝕性亦非常良好。	車輛、其他陸上構造物、航空器
	7003	7003	焊接構造用擠出合金。強度稍低於 7N01，但擠出性佳，可獲得薄壁之大型型材。其他特性與 7N01 大致相同。	車輛、機車輪圈
Al-Fe 類	8021	8021	藉由含有高 Fe 而賦予有 1230A (1N30) 以上之高強度、伸長性及箔軋製性的箔用合金。	包裝用、電氣通訊用
	8079	8079	藉由含有 Fe 及 Si 而賦予有 1230A (1N30) 以上之強度、伸長性及箔軋製性的箔用合金。	包裝用、電氣通訊用

【0012】 本說明書中，有時將藉由爆轟法製造之奈米鑽石粒子記作「爆轟法奈米鑽石粒子」或「DND粒子」。

作為本發明中使用之ND粒子，除DND粒子以外，亦可使用藉由高溫高壓法、化學氣相蒸鍍法、衝擊壓縮法、內爆法、空化法合成之ND粒子或藉由將利用上述方法合成之塊體大小之鑽石粉碎而獲得的ND粒子等。較佳之ND粒子為DND粒子。

Al-ND類複合材料中之ND粒子之比率較佳為0.1至30質量%，更佳為0.3至15

質量%，進一步較佳為0.5至5質量%。

ND之一次粒子之平均大小較佳為2至70 nm，更佳為2.5至60 nm，進一步較佳為3至55 nm，尤佳為3.5至50 nm。一次粒子之平均大小可根據粉末X射線繞射法(XRD)之分析結果，藉由謝樂方程式求出。XRD之測定裝置例如可舉例全自動多目的X射線繞射裝置（Rigaku股份有限公司製）。

【0013】 DND粒子之 sp^2 碳與 sp^3 碳之峰面積比（ sp^2 碳/ sp^3 碳）較佳為0.01至7、0.05至3，較佳為0.1至1.2、0.1至1，更佳為0.1至0.5，進一步較佳為0.1至0.3。前述峰面積比例如可使用325 nm之雷射、顯微拉曼分光裝置，利用顯微拉曼分光法進行測定。 sp^2 碳之峰面積係指出現於 1250 cm^{-1} 與 1328 cm^{-1} 附近之2個峰之合計面積， sp^3 碳之峰面積係指出現於 1500 cm^{-1} 與 1590 cm^{-1} 附近之2個峰之合計面積。作為顯微拉曼分光裝置，例如可使用顯微雷射拉曼分光光度計LabRAM HR Evolution（堀場製作所股份有限公司製）。

作為用於製造DND粒子之炸藥，並無特別限定，可廣泛使用公知之炸藥。作為具體例，可舉例三硝基甲苯(TNT)、環三亞甲基三硝胺（六素精，RDX）、環四亞甲基四硝胺（八素精）、三硝基苯基甲基硝胺（特出兒）、新戊四醇四硝酸酯(PETN)、四硝基甲烷(TNM)、三胺基-三硝基苯、六硝基二苯乙炔、二胺基二硝基苯并咪唑烷等，可使用該等單獨1種，或組合使用2種以上。

【0014】 一實施方式中，本發明之爆轟法奈米鑽石粒子具有正或負之 ζ 電位。爆轟法奈米鑽石粒子之較佳之 ζ 電位較佳為-70mV以上或70mV以下，更佳為-60mV以上或30mV以下。本發明之較佳之一實施方式中，爆轟法奈米鑽石之 ζ 電位較佳為-70至70mV，更佳為-60至30mV。

使本發明之ND粒子以3質量%之濃度分散於水中時之pH值較佳為1至12。本發明之ND粒子之形狀並無特別限定，較佳可舉例球狀、橢圓體狀或多面體狀。

【0015】 本發明之ND粒子之BET比表面積較佳為20至 $900\text{ m}^2/\text{g}$ 、25至

800m²/g、30至700m²/g、35至600m²/g、50至500m²/g、100至400m²/g，更佳為200至300m²/g。BET比表面積可利用氮吸附進行測定。BET比表面積之測定裝置例如可舉例BELSORP-miniII（MicrotracBEL股份有限公司製）。BET比表面積例如可於以下條件下進行測定。

- 測定粉末量：40 mg
- 預乾燥：於120°C、真空下處理3小時
- 測定溫度：-196°C（液態氮溫度）

【0016】 作為較佳之ND粒子即DND粒子，亦可使用含煤之爆轟粗產物，但較佳為使用對爆轟粗產物進行酸處理，去除sp²碳與金屬雜質後之DND。對於酸處理DND，亦可進一步進行鹼處理、退火處理、氣相氧化處理等。爆轟粗產物之酸處理較佳為使用濃硫酸與濃硝酸之混酸處理。酸處理中之酸之使用量相對於爆轟粗產物每1質量份為5至48質量份左右。酸處理所使用之酸較佳為強酸及/或具有氧化性之酸，例如可舉例鹽酸、硫酸、硝酸、發煙硫酸、發煙硝酸、鉻酸、鉻酸酐、二鉻酸、過錳酸、過氧酸等，可使用該等酸之1種或2種以上。作為更佳之酸，可舉例濃硫酸：濃硝酸=1:1（體積比）之混酸。酸處理之溫度為50至200°C，酸處理之時間為0.5至24小時。

鹼處理可使用氫氧化鈉、氫氧化鉀等鹼金屬氫氧化物。鹼處理之溫度為30至150°C，鹼處理之時間為0.5至24小時。氣相氧化處理可於250至650°C進行0.5至20小時，退火之溫度較佳為800°C以上，退火時間為30分鐘以上。

【0017】 本發明之Al-ND類複合材料較佳為於Al類金屬基質中均勻分散ND粒子。此種複合材料可藉由將Al類金屬粉末與ND粒子混合、成形、燒結而製造。Al-ND類複合材料可為燒結體，亦可為將燒結體於環境爐內進行加熱處理，進一步冷卻而獲得之經固溶化處理者。Al類金屬粉末與ND粒子之混合例如可使用球磨機、磨碎機、振動磨等進行。成形可利用模具成形、橡膠壓製等加壓成形、

射出成形等進行。燒結可利用大氣焙燒法、熱壓法、火花電漿燒結(SPS)法等進行。燒結溫度可舉例400至600°C，燒結時間可舉例5至60分鐘。Al類金屬粉末與ND粒子之混合亦可使用研磨助劑。作為研磨助劑，可舉例：硬脂酸、棕櫚酸、油酸、亞麻油酸等高級脂肪酸；甲醇、乙醇、丙醇、丁醇、乙二醇等醇；玻璃、石英等無機類微粒子等。於使用研磨助劑時，可使用Al類金屬粉末之較佳為0.1至3質量%、更佳為0.5至2.5質量%、進一步較佳為1至2質量%。

與ND粒子混合之Al類金屬粉末之平均粒徑較佳為0.1至1000 μm ，更佳為1至100 μm 。Al類金屬粉末之平均粒徑可藉由光散射法求出。

實施例

【0018】 以下，藉由實施例更具體地說明本發明，但本發明並不受這些實施例之限定。

實施例1

【0019】 使用99.9%、平均粒徑30 μm 之鋁粉末(Al粉末)及爆轟法奈米鑽石(DND)粉末作為起始原料。使用電子天秤，秤量純鋁粉末10g、DND粉末0.1g(1質量%)，進一步秤量作為研磨助劑之硬脂酸0.2g(2質量%)。於碳化鎢製容器中裝入碳化鎢製球(直徑10 mm為20個，直徑5 mm為50個)，自球上方投入前述粉末。將容器密閉，利用真空泵將容器內排氣，然後置換成氬氣環境。將容器設置於FRITSCH公司製行星型球磨機P-6 classic line，以轉速300 rpm進行3h機械研磨(MM)處理。為了進行比較，不添加DND之粉末亦同樣進行處理。以下，將不含DND之Al粉末稱為純Al試樣，將含有DND之粉末稱為純Al+DND試樣。

使用SPS (Spark Plasma Sintering)法將MM處理3h後之純Al粉末與純Al+DND粉末燒結。燒結條件示於以下。模具(外徑30 mm，內徑10 mm)及沖頭(直徑

10 mm) 使用石墨製者。使用電子天秤秤量MM處理後之粉末2.0 g，封入模具中進行燒結。燒結環境設為真空。最大負載壓力設為50 MPa。利用脈衝電流之加熱自室溫進行8min (50°C/min)至400°C，進行4min (25°C/min)至500°C，進行5min (10°C/min)至550°C，最高達到溫度設為550°C，加壓保持時間設為15min。燒結後之試樣之相對密度為99.0至101.0%之範圍。其中，純Al及純Al+DND之理想密度分別設為2.70 g/cm³及2.71 g/cm³。

【0020】 利用SPS法獲得之燒結體藉由金剛砂研磨(#2000)及拋光研磨(鑽石研磨劑3 μm，氧化鋁研磨劑0.3 μm)對表面進行鏡面拋光。利用光學顯微鏡進行表面觀察時，觀察到純Al燒結體具有平均粒徑15 μm左右之緻密微細組織，純Al+DND燒結體具有層狀微細組織。觀察後，使用硬度試驗機(HMV-G31FA-S-HC，島津製作所)進行維氏硬度試驗(圖1)。

如圖1所示，純Al及純Al+DND試樣之SPS燒結後之維氏硬度分別為105HV及141HV。純Al燒結體之硬度藉由添加1質量%之DND而上升約34%。認為產生該結果之第一個原因在於，DND按計劃摻入純Al之晶粒內，作為強化粒子發揮作用。而且，認為第二個原因在於，DND阻礙MM處理中及SPS燒結中之晶粒生長，藉此利用晶粒微細化來強化。

實施例2

【0021】 使用平均粒徑30 μm之A7075合金粉末及DND粉末作為起始原料。使用電子天秤，秤量A7075合金粉末10g、DND粉末0.1g(1質量%)，進一步秤量作為研磨助劑之硬脂酸0.2g(2質量%)。於碳化鎢製容器中裝入碳化鎢製球(直徑10 mm為20個，直徑5 mm為50個)，自球上方投入前述粉末。將容器密閉，利用真空泵將容器內排氣，然後置換成氬氣環境。將容器設置於FRITSCH公司製行星型球磨機P-6 classic line，以轉速300 rpm進行3h機械研磨(MM)處理。為了

進行比較，不添加DND之粉末亦同樣進行處理。以下，將不含DND之粉末稱為A7075試樣，將含有DND之粉末稱為A7075+DND試樣。

使用SPS法將MM處理3h後之A7075粉末與A7075+DND粉末燒結。燒結條件示於以下。模具（外徑30 mm，內徑10 mm）及沖頭（直徑10 mm）使用石墨製者。使用電子天秤秤量MM處理後之粉末2.0 g，封入模具中進行燒結。燒結環境設為真空。最大負載壓力設為50 MPa。利用脈衝電流之加熱自室溫進行8min (50°C/min)至400°C，進行4min (25°C/min)至500°C，進行5min (10°C/min)至550°C，最高達到溫度設為550°C，加壓保持時間設為15min。燒結後之試樣之相對密度為100.0至101.0%之範圍。其中，A7075及A7075+DND之理想密度分別設為2.80 g/cm³及2.81 g/cm³。

【0022】 利用SPS法獲得之燒結體藉由金剛砂研磨(#2000)及拋光研磨（鑽石研磨劑3 μm、氧化鋁研磨劑0.3 μm）對表面進行鏡面拋光。利用光學顯微鏡進行表面觀察時，觀察到A7075燒結體具有平均粒徑10 μm左右之緻密微細組織，A7075+DND試樣具有層狀微細組織。觀察後，使用硬度試驗機（HMV-G31FA-S-HC，島津製作所）進行維氏硬度試驗（圖2）。

如圖2所示，A7075及A7075+DND試樣之SPS燒結後之維氏硬度分別為117.7HV及130.9HV。A7075燒結體之硬度藉由添加1質量%之DND而上升約11%。認為產生該結果之第一個原因在於，DND按計劃摻入A7075之晶粒內中，作為強化粒子發揮作用。而且，認為第二個原因在於，DND阻礙MM處理中及SPS燒結中之晶粒生長，藉此利用晶粒微細化來強化。

然後，將燒結體於環境爐（Fulltech股份有限公司，FT-101）內在500°C保持1h，取出後快速水冷來進行固溶化處理（圖3）。如圖3所示，固溶化處理後之A7075及A7075+DND試樣之維氏硬度分別為97.9HV及115.6HV。藉由固溶化處理，合金中之析出強化相再固溶於母相中並軟化。但，DND添加所產生之強化作用於

固溶化處理後仍得以維持。

【符號說明】

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種Al-ND類複合材料，其係於鋁(Al)類金屬基質中分散奈米鑽石(ND)粒子而成。

【請求項2】如請求項1之Al-ND類複合材料，其中，前述Al類金屬基質為純Al基質或Al類合金基質。

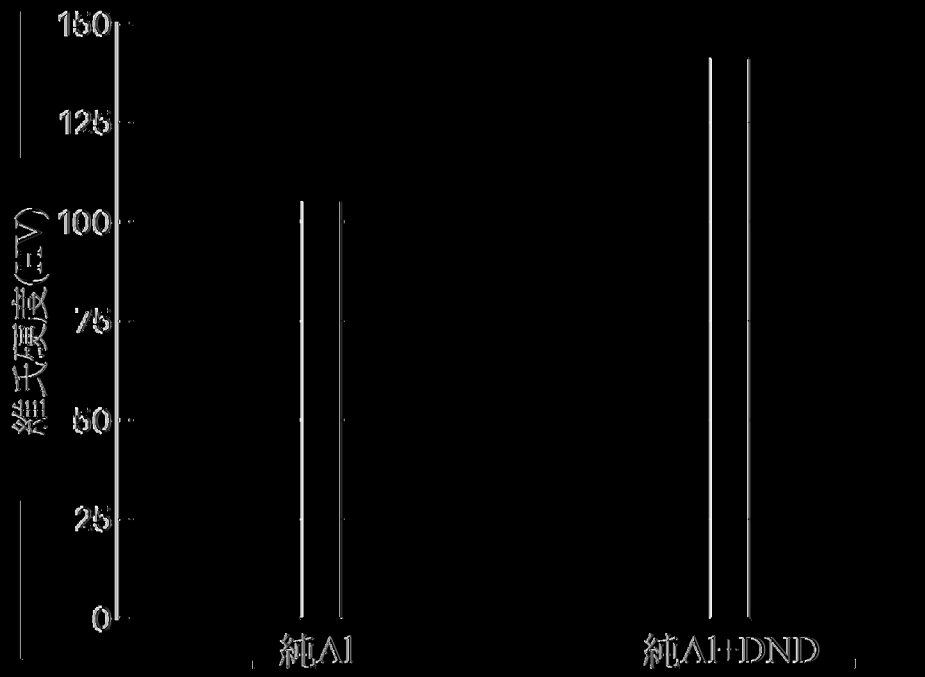
【請求項3】如請求項2之Al-ND類複合材料，其中，Al類合金選自由Al-Cu-Mg類合金、Al-Mn類合金、Al-Si類合金、Al-Mg類合金、Al-Mg-Si類合金、Al-Zn-Mg類合金所組成之群組中。

【請求項4】如請求項1至3中任一項之Al-ND類複合材料，其中，前述ND粒子之一次粒子之平均大小為2至70 nm。

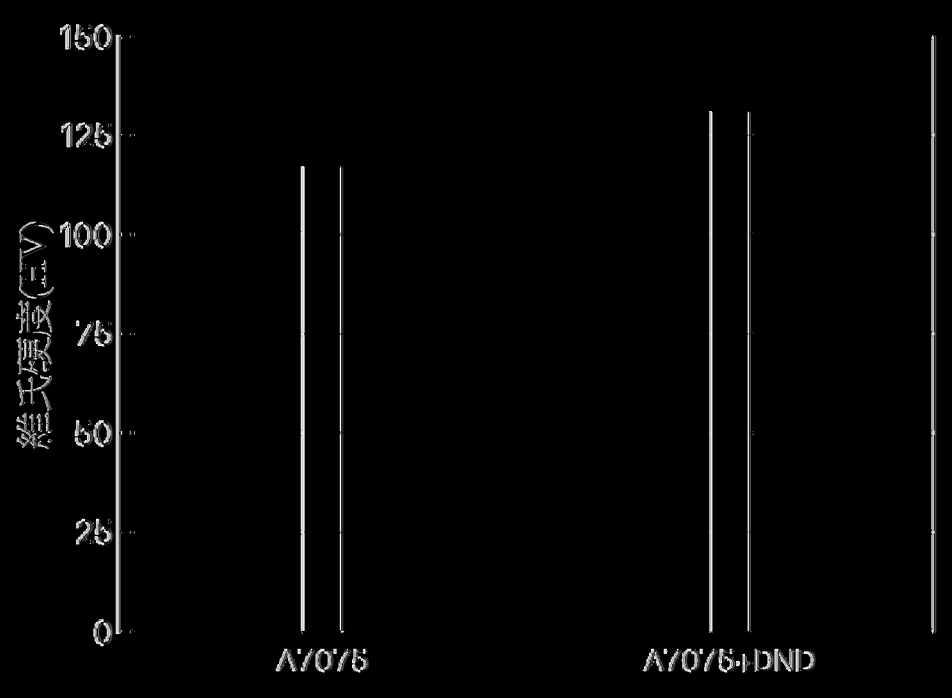
【請求項5】如請求項1至4中任一項之Al-ND類複合材料，其中，前述複合材料中之ND粒子之比率為0.1至30質量%。

【請求項6】如請求項1至5中任一項之Al-ND類複合材料，其中，前述奈米鑽石粒子為爆轟法奈米鑽石(DND)粒子。

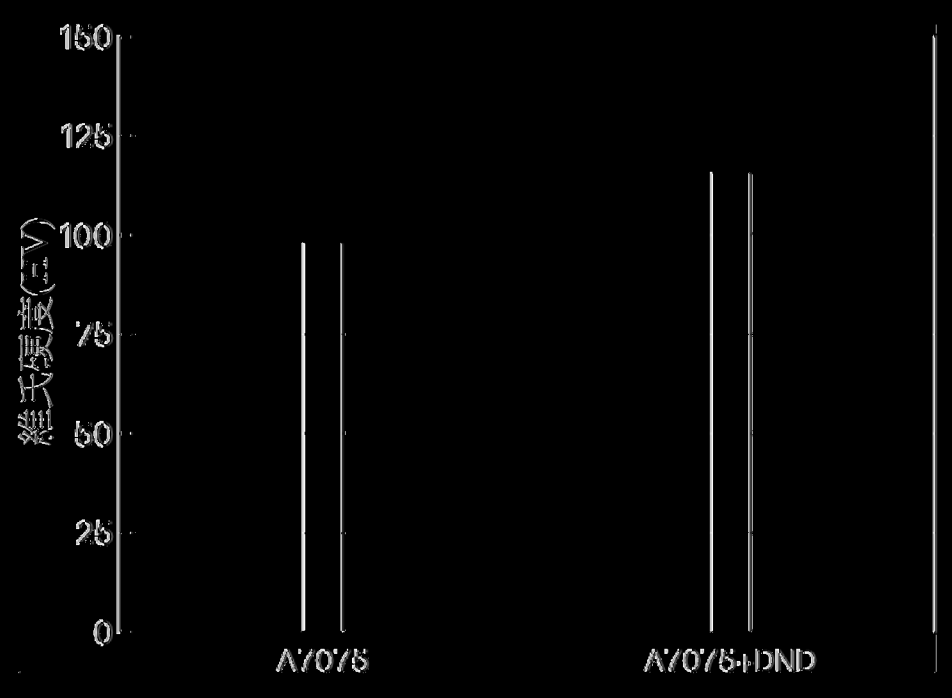
(發明圖式)



(圖1)



(圖2)



(圖3)