

申請日期：88.2.11

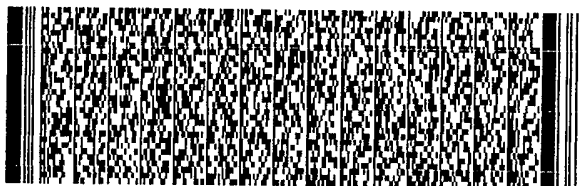
案號：88102167

類別：B24B3/00, 5/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	研磨工具 393384
	英文	ABRASIVE TOOL
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 舒尼法山拉曼那斯 2. 威廉 H. 威利斯頓 3. 沙吉-湯米斯拉夫布吉爾簡
	姓名 (英文)	1. SRINIVASAN RAMANATH 2. WILLIAM H. WILLISTON 3. SERGEJ-TOMISLAV BULJAN
	國籍	1. 美國 2. 加拿大 3. 美國
	住、居所	1. 美國麻薩諸塞州哥登市艾佛瑞路28號 2. 美國麻薩諸塞州哥登市唐諾路37號 3. 美國麻薩諸塞州亞克頓市華盛頓路23號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商諾妥公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. NORTON COMPANY
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國麻薩諸塞州溫徹斯特市郵箱15138紐伯德街1號
	代表人 姓名 (中文)	1. 大衛 班尼特
	代表人 姓名 (英文)	1. DAVID BENNETT



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

美國 US

1998/12/22 09/218,844

有

美國 US

1998/03/27 09/049,623

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本申請案係1998年3月27日所提出美國專利第09/049,623號之一局部增補案。本發明有關適於在達到每秒160米之砂輪圓周速度下精準拋光諸如陶瓷及包含陶瓷之合成材質之硬脆材料研磨工具，及適用於陶瓷晶圓之表面拋光。該研磨工具包含一以接合劑附著至一金屬黏結之超耐磨邊緣之輪芯或輪轂，該接合劑於拋光操作期間呈熱穩定。該研磨工具在高材料切削速率(例如19-380立方公分/分鐘/公分)下拋光陶瓷，而比習知研磨工具具有較少之砂輪磨損及較少之工件損壞。

一適於拋光藍寶石及其他陶瓷材料之研磨工具係揭露在發給李先生之美國專利第-A-5,607,489號。所述工具包含以黏結於一玻璃狀基體(膠著層)之金剛石所包覆之金屬，該基體由2至20體積百分比之固體潤滑劑及至少10體積百分比之孔隙度所組成。

一包含黏結於具有15至50體積百分比之選定填料，諸如石墨之金屬基體之金剛石研磨工具係揭露在發給濟慈(Keat)之美國專利第-A-3,925,035號中。該工具係用於拋光黏合之碳化物。

一以金屬黏結之金剛石磨粒所製成之切斷輪係揭露於發給范德排(Van der Pyl)之美國專利第-A-2,238,351號。該接合劑包括銅、鐵、錫、及選擇性地包括鎳，且該黏結磨粒係選擇性地用一鐸接步驟燒結在一鋼芯上以確保有足夠之黏附力。最佳之接合劑已知具有70之洛克威爾B(Rockwell B)級硬度。



五、發明說明 (2)

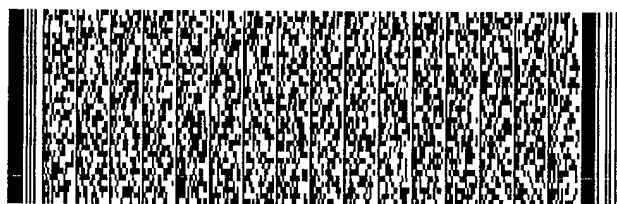
一包含黏結於相當低溶化溫度之金屬接合劑，諸如青銅接合劑中之細金剛砂(下等金剛石)研磨工具係揭露在美國專利第-Re-21,165號中。該低熔點接合劑用於避免該細金剛砂之氧化。一研磨輪緣係建造成單一、環狀之研磨片段，且隨後附著至鋁或其他材料之中央圓盤。

無一研磨工具於陶瓷零組件之精確拋光中顯示令人完全滿意。當在商業上可實行之拋光速率下操作時，該工具未能滿足用於局部外形、尺寸及表面品質之精密規格。大部分推薦用在此等操作之商業用研磨工具係樹脂或玻璃狀黏結之超耐磨砂輪，該砂輪係設計在相當低之拋光效率下操作，以便避免該陶瓷零組件之表面及亞表面損壞。由於陶瓷工件阻塞該輪面之趨勢使拋光效率進一步減少，而需要經常修整及校準砂輪以維持精確外貌。

因於諸如引擎、耐熔設備及電子裝置(例如晶圓、磁頭及顯示窗)之產品中對精確陶瓷零組件之市場需求增長，對用於精確陶瓷拋光之改良式研磨工具之需要亦已增長。

在製成電子零組件之高效能陶瓷材料中，諸如碳化鋁鈦(AlTiC)，表面拋光或“背面拋光(backgrinding)”操作要求高品質、在低作用力中之平滑表面光潔度、相當低速之拋光操作。於背面拋光該材料時，藉著工件表面品質與施力控制及藉著高材料切削速率與砂輪耐磨性同等地決定其拋光效率。

本發明係一包含輪芯之表面拋光研磨工具，其具有2.4百萬巴斯卡(MPa)-立方公分/克之最小比強度參數、0.5至



五、發明說明 (3)

8.0 克/立方公分之輪芯密度、一圓周、及一由多數研磨片段所界定之研磨邊緣；其中該研磨片段包含總共選自合計最大100 體積百分比之由0.05 至10 體積百分比之超耐磨晶粒、由10 至35 體積百分比之易碎填料、及具有1.0 至3.0 百萬巴斯卡 $M^{1/2}$ 斷裂韌度之由55 至89.95 體積百分比之金屬黏結基體。該比強度參數係定義為該材料之屈服強度或斷裂強度之較小者除以該材料密度之比率。該易碎填料係選自包括石墨、六方晶系氮化硼、中空陶瓷球體、長石、霞石、黑花崗石、浮石、鍛燒黏土及玻璃球體、及其結合物之族群。於一較佳實施例中，該金屬黏結基體包含最大5 體積百分比之孔隙度。

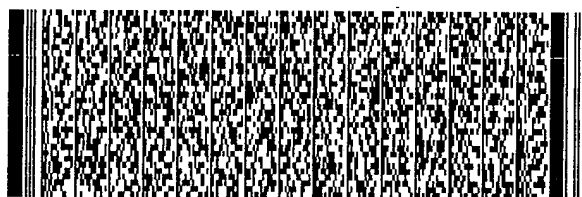
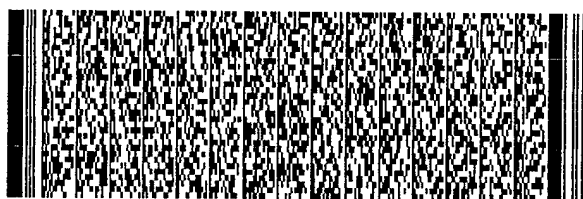
圖面敘述

圖1 說明黏結至一金屬輪芯周邊以形成1A1 型研磨砂輪之研磨片段之連續式邊緣。

圖2 說明黏結至一金屬輪芯周邊以形成杯形砂輪之研磨片段之連續式邊緣。

圖3 說明在以範例5 之研磨砂輪拋光一碳化鋁鈦工件期間，所移去材料量及正交力間之關係。

本發明之研磨工具係包含一輪芯之砂輪，該輪芯具有一用以將該砂輪安裝在砂輪機上之中心孔，設計該輪芯以沿著該砂輪外圍支撐一金屬黏結之超耐磨邊緣。該砂輪之此二零件係以一在拋光狀況下呈熱穩定之接合劑固定在一起，且設計該砂輪及其零組件以忍受在砂輪周邊速度高達至少每秒80 米、最好高達每秒160 米時所產生之應力。較



五、發明說明 (4)

佳工具是1A型砂輪、及杯形砂輪，諸如2型或6型砂輪或11V9型鐘狀杯形砂輪。

該輪芯大致為圓形。該輪芯可包含任何具有2.4百萬巴斯卡-立方公分/克、最好40-185百萬巴斯卡-立方公分/克之最小比強度材料。該輪芯材料之密度為0.5至8.0克/立方公分，最好為2.0至8.0克/立方公分。合適材料之範例是鋼、鋁、鈦、及青銅、及其合成物與合金及其結合物。具有指定最小比強度之強化塑膠可用於建造該輪芯。合成物及強化輪芯材料典型具有一通常呈粉末形式之金屬或塑膠基體之連續相，而較硬、更有彈性、及/或較不密集材料之纖維或晶粒或微粒係加至該基體成為一不連續相。適用於本發明工具之輪芯之強化材料範例係玻璃纖維、碳纖維、芳香族聚醯胺纖維、陶瓷纖維、陶瓷微粒及晶粒、及諸如玻璃、富鋁紅柱石(mullite)、氧化鋁及沸石(Zeolite®)球體之中空填料。

具有0.5至8.0克/立方公分密度之鋼及其他金屬可用來製造本發明工具之輪芯。在製造用於高速拋光之輪芯(例如至少每秒80米)時，呈粉末形式之重量輕之金屬(亦即密度約1.8至4.5克/立方公分之金屬)，諸如鋁、鎂、及鈦、及其合金、及其混合物係較佳。鋁及鋁合金特佳。假如使用一起燒結之組合製程以製造該工具，選擇具有於攝氏400及900度、最好570至650度間之燒結溫度之金屬。可加入低密度填料以減少該輪芯之重量。為此目的，諸如玻璃球體及富鋁紅柱石球體之多孔隙及/或中空陶瓷或玻璃填



五、發明說明 (5)

料是合適之材料。亦有用的是無機及非金屬纖維材料。當由處理狀況所指示時，一在金屬接合劑及超耐磨技藝中所習知之有效量潤滑劑或其他處理輔助劑可在壓製及燒結之前加至該金屬粉末。

該工具應為強固、耐用及尺寸穩定，以便耐得住高速操作所產生之潛在破壞力。該輪芯必須具有最小之比強度，以便在達成80及160米/秒間之切線接觸速度所需之極高角速率下操作砂輪。用於本發明輪芯材料所需之最小比強度參數係2.4百萬巴斯卡-立方公分/克。

該比強度參數係定義為輪芯材料之屈服(或斷裂)強度除以輪芯材料密度之比值。於脆性材料之情況中，斷裂強度比屈服強度低，使用較少數量之斷裂強度決定該比強度參數。一材料之屈服強度係於拉伸狀態中所施加之最小力，在此該材料之應變增加而未進一步增加所施加外力。譬如，硬化至超過約240(布雷尼爾氏(Brinell)刻度)之美國國家標準協會(ANSI) 4140鋼具有超過700百萬巴斯卡之抗拉強度。鋼之密度約7.8克/立方公分。如此，其比強度參數約90百萬巴斯卡-立方公分/克。同理，某些鋁合金，譬如可熱處理至約布雷尼爾氏硬度100以上之A1 2024、A1 7075及A1 7178具有高於約300百萬巴斯卡之抗拉強度。此鋁合金具有約2.7克/立方公分之低密度及如此展現一超過110百萬巴斯卡-立方公分/克之比強度參數。製成密度不大於8.0克/立方公分之鈦合金及青銅合成物及合金亦合用。

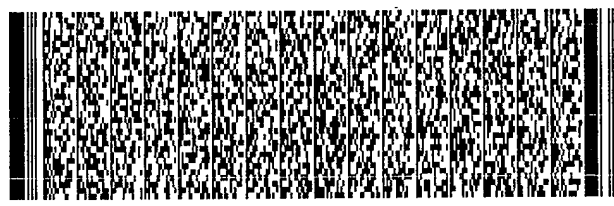


五、發明說明 (6)

該輪芯材料應為堅硬、在拋光區所達至溫度(例如約攝氏50至200度)下呈熱穩定、抗拒與拋光操作中所用之冷卻劑及潤滑劑起化學反應、及抗拒由於該拋光區中切割碎片之運動所造成之侵蝕磨損。雖然一些氧化鋁及其他陶瓷材料具有可接受之破壞值(亦即超過60百萬巴斯卡-立方公分/克),其一般而言太脆及在高速拋光中由於斷裂而有結構性破壞。因此,陶瓷材料不適用於該工具輪芯。金屬、特別是已硬化之工具品質鋼係較佳。

本發明所用砂輪之研磨片段係一安裝在輪芯上之分割或連續式邊緣。一分割式研磨邊緣係顯示在圖1中。該輪芯2具有用以安裝該砂輪至一動力傳動裝置(未示出)主軸之中心孔3。該砂輪之研磨邊緣包含嵌入(最好呈均勻之濃度)一金屬基體接合劑6之超耐磨晶粒4。多數研磨片段8組成圖1所示之研磨邊緣。雖然所示實施例顯示十個片段,該研磨片段之數目並不重要。如圖1所示,個別研磨片段之特徵為具有長度 l 、寬度 w 、及深度 d 之截頭、矩形環狀外形(弓形)。

圖1所示砂輪之實施例係考慮能根據本發明順利操作之代表性砂輪,及不應視為其限制。極多吾人認為適用於分割式砂輪之幾何變異實施例包含如圖2所示之杯形砂輪、具有穿過該輪芯及/或相連片段間之間隙之孔隙式砂輪、及與該輪芯具有不同寬度之研磨片段之砂輪。孔隙或間隙有時候是用於提供引導冷卻劑至該拋光區及遞送切割碎片離開該區之路徑。當該砂輪徑向地貫穿該工件時,一比該



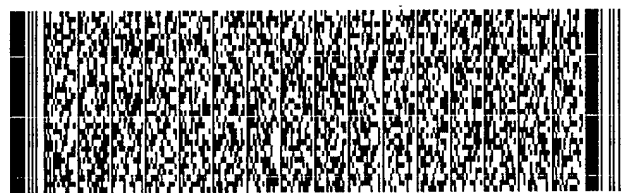
五、發明說明 (7)

輪芯寬度更寬之片段偶而用於保護該輪芯結構免於經由接觸削屑材料之侵蝕。

首先形成預先選定尺寸之個別片段，然後以適當黏接劑將該預先形成片段附著至輪芯圓周9即可製成該砂輪。另一較佳之製造方法涉及形成磨粒及接合劑粉末混合物之片段先質單元、環繞該輪芯圓周模製該合成物、及在原位置加熱及加壓以產生及黏上該片段(亦即一起燒結該輪芯及該邊緣)。為製造用於諸如碳化鋁鈦堅硬陶瓷之背面拋光晶圓及晶片之表面拋光杯形砂輪，一起燒結製程係較佳。

本發明研磨工具之研磨邊緣零組件可分別為一連續邊緣或一不連續邊緣，如圖1及圖2中所示。該連續式研磨邊緣可包含一研磨片段、或在鑄模中分開燒結之至少二研磨片段，及然後以熱穩定之接合劑(亦即，在導向遠離該拋光面之片段部份拋光期間所遭遇溫度下呈穩定之接合劑，典型約攝氏50至350度)個別地安裝在該輪芯上。如圖2所示之不連續式研磨邊緣係由至少二個此片段所製成，及該片段係藉著該邊緣中之凹槽或間隙所分開，且未如該分割、連續式研磨邊緣砂輪沿著其長度1頭尾相接地配接。各圖面說明本發明之較佳實施例，及未意指限制本發明工具之設計型式，例如不連續式邊緣可用在1A砂輪上及連續式邊緣可用在杯形砂輪上。

對於高速拋光，特別是圓柱形工件之拋光，連續式邊緣、1A型砂輪係較佳。在由多數研磨片段製成一工具期間，由於更易達成一真圓、平面形狀，分割、連續式研磨



五、發明說明 (8)

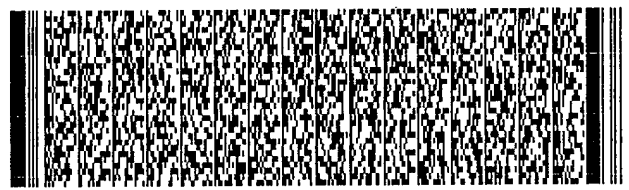
邊緣最好在單一連續式研磨邊緣上方模製成環形單一元件。

對於較低速之拋光(例如每秒25至60米)操作，特別是表面拋光及精加工平坦之工件，不連續式研磨邊緣(例如圖2所示杯形砂輪)為較佳。因為於低速表面精加工操作中之表面品質為重要，凹槽可形成在各片段中，或可由該邊緣省略一些片段以輔助移去可能刮傷該工件表面之廢料。

該研磨邊緣零組件包含固定在一金屬基體接合劑之超耐磨晶粒，典型係藉著於模子中燒結金屬接合劑粉末及該磨粒之混合物所形成，設計該模子以產生該研磨邊緣或各研磨邊緣片段所想要之尺寸及形狀。

用於該研磨邊緣之超耐磨晶粒可選自由天然及合成金剛石、CBN及這些研磨粉之結合物。晶粒尺寸及型式之選擇將依該工件之本質及拋光製程之型式而變化。譬如，於藍寶石或碳化鋁鈦之拋光及磨亮製程中，由2至300微米範圍之超耐磨粒徑係較佳。對於拋光其他氧化鋁，約125至300微米(60至120粒度；諾頓公司磨料粒度)之超耐磨粒徑一般而言較佳。用於研磨氮化矽時，約45至80微米(200至400粒度)之粒徑一般而言較佳。較細之粒度對表面拋光較佳，及較大之粒度對移去較大量材料之圓柱形、側面或內徑拋光操作較佳。

如該研磨邊緣之一體積百分比，該工具包含0.05至10體積百分比之超耐磨晶粒，最好為0.5至5體積百分比。一硬度小於該金屬接合劑基體之較少量易碎填料可加入當作



五、發明說明 (9)

接合劑填料，以增加該接合劑之磨損率。如該研磨邊緣成份之一體積百分比，可在10至35體積百分比、最好15至35體積百分比下使用該填料。合適之易碎填料必得具有合適之熱及機械性質之特徵，以便經歷用於製造該研磨片段及組合該砂輪之燒結溫度及壓力條件後仍可用。石墨、六方晶系氮化硼、中空陶瓷球體、長石、霞石、黑花崗石、浮石、鍛燒黏土、與玻璃球體及其結合物是有用之易碎填料範例。

在此可使用任何適於黏結超耐磨材料及具有1.0至6.0百萬巴斯卡·米^{1/2}、最好2.0至4.0百萬巴斯卡·米^{1/2}斷裂韌度之金屬接合劑。斷裂韌度係在一材料中所開始之裂縫將會在該材料中擴散及導致該材料斷裂之應力強度因子。斷裂韌度係表示為 $K_{Ic} = (\sigma_f)(\pi^{1/2})(c^{1/2})$ ，在此 K_{Ic} 係斷裂韌度， σ_f 係在斷裂時所施加之應力，及 c 係一半之裂縫長度。有數種方法可用於決定斷裂韌度，且每一種方法具有一在該測試材料中產生已知尺寸裂縫之最初階段，及然後施加一應力負載直至該材料斷裂。在斷裂處之應力及裂縫長度係代入該方程式及計算該斷裂韌度(例如鋼之斷裂韌度約30-60百萬巴斯卡·米^{1/2}，氧化鋁之斷裂韌度約2-3百萬巴斯卡·米^{1/2}，氮化矽之斷裂韌度約4-5百萬巴斯卡·米^{1/2}，且二氧化鋯之斷裂韌度約7-9百萬巴斯卡·米^{1/2})。

為最佳化砂輪壽命及拋光性能，該接合劑磨損率於拋光操作期間應等於或稍微高於該磨粒之磨損率。諸如上述之填料可加至該金屬接合劑以減少該砂輪磨損率。傾向於形



五、發明說明 (10)

成一相當密集之接合劑結構(亦即少於5體積百分比之孔隙度)之金屬粉末係較佳，以便能於拋光期間有較高之材料切削速率。

可用於該邊緣之金屬接合劑之材料包含、但未受限於青銅、銅鋅合金(黃銅)、鈷及鐵、與他們之合金及其混合物。這些金屬可選擇性地與鈦或氮化鈦、或其他超耐磨反應(亦即活性接合劑成份)材料一起使用，而能夠在選定之燒結條件下於該晶粒及該超耐磨晶粒表面接合劑之間形成一碳化物或氮化物之化學鏈結，以增強該晶粒/接合劑支柱。較強固之晶粒/接合劑交互作用將限制晶粒之先期損失及工件損壞及先期晶粒損失所引起之縮短工具壽命。

於該研磨邊緣之一較佳實施例中，該金屬基體包含55至89.95體積百分比、更好60至84.5體積百分比之邊緣。該易碎填料包含10至35體積百分比之研磨邊緣，最好15至35體積百分比。金屬基體接合劑之孔隙度應於該研磨片段之製造期間維持在5體積百分比之最大值。該金屬接合劑最好具有2至3千兆巴斯卡(GPa)之諾氏(Knoop)硬度。

於1A型拋光砂輪之較佳實施例中，該輪芯係由鋁製成及該邊緣包含一由銅及錫粉末(80/20重量百分比)製成之青銅接合劑，及選擇性地加入呈磷/銅粉末形式之0.1至3.0重量百分比、最好0.1至1.0重量百分比之磷。於製造該研磨劑片段期間，該成份之金屬粉末係與100至400粒度(160至45微米)之金剛石磨粒混合，在20至33百萬巴斯卡下於攝氏400-550度之範圍中模製成研磨邊緣片段及燒結或致



五、發明說明 (11)

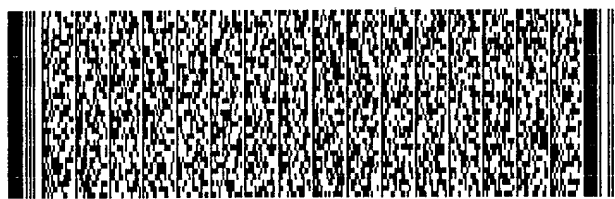
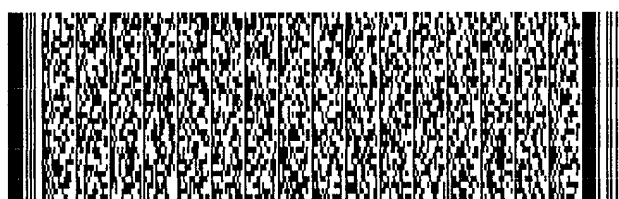
密，以產生密實之研磨邊緣，最好具有至少理論密度(亦即包含僅只約5體積百分比之孔隙度)之百分之95之密度。

於一典型之共燒結砂輪製程中，該輪芯之金屬粉末係倒入一鋼模及在80至200千牛頓(kN)(約10-50百萬巴斯卡壓力)下冷壓，以形成大約為所想要輪芯最終厚度之1.2至1.6倍尺寸之未燒焙部份。該未燒焙輪芯部份係放入一石墨模子，且該磨粒(2至300微米粒度)及該金屬黏接劑粉末混合物之一混合物係加至該輪芯及該石墨模子外緣間之模腔。一設定環可用於壓緊該磨粒及金屬黏接劑粉末至與該輪芯所完成之相同厚度。然後在20至48百萬巴斯卡壓力下於攝氏370至410度熱壓該石墨模子內容物達6至10分鐘。如該技藝中所已知者，該溫度可猛衝上升(例如6分鐘內由攝氏25升至410度；固定在攝氏410度達15分鐘)或在加壓至該模子內容物之前逐漸增加。

在熱壓之後，由該部份拆除該石墨模子、冷卻該部份、及藉著習知技術拋光該部份，以產生一具有所想要尺寸及公差之研磨邊緣。譬如，可使用拋光機上之玻璃狀拋光輪或一車床上之碳化物切刀拋光至所想要尺寸。

當一起燒結本發明之輪芯及邊緣時，需要移除少量材料以形成該部份之最後形狀。於該研磨邊緣及該輪芯之間形成一熱穩定接合之其他方法中，在黏固、連結或擴散階段之前可能需要切削加工該輪芯及該邊緣兩者，以確保有一供咬合及黏接各零件之足夠表面。

在該邊緣及利用分割式研磨邊緣之輪芯間建立一熱穩定

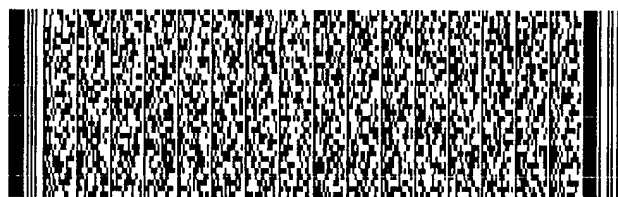


五、發明說明 (12)

接合時，可使用任何具有耐得住高達每秒160米周邊砂輪速度之強度之熱穩定黏接劑。熱穩定之黏接劑在該研磨片段指向遠離該拋光面之部份對極可能遭遇之拋光製程溫度是穩定的。此溫度範圍典型約由攝氏50至350度。

該黏著劑接合應是極機械性強固，以便耐得住在該拋光砂輪之旋轉期間及該拋光操作期間所存有之破壞力。二部環氧基樹脂膠合劑是較佳的。一較佳之環氧基樹脂膠合劑，Technodyne® HT-18環氧基樹脂(得自日本Taoka化學藥品公司)及其改性之胺類硬化劑可能以100份樹脂對19份硬化劑之比率混合。諸如細小矽石粉末之填料可能以每100份樹脂有3.5份硬化劑之比率加入以增加膠合劑黏性。各片段可用該膠合劑安裝繞著拋光輪芯之整個圓周，或該輪芯之一部份圓周。在附著至各片段之前可噴沙清除該金屬輪芯之周邊以獲得一粗糙度。加厚之環氧基樹脂膠合劑塗至各片段之兩端及底部，各片段大致如第1圖所示定位環繞著該輪芯，及於硬化期間機械式地固定在適當位置。該環氧基樹脂膠合劑能硬化(例如在室溫下24小時、隨後在攝氏60度下48小時)。藉著於硬化期間加入充分之填料使該膠合劑在硬化期間之排洩及各片段之移動減至最小，以最佳化該環氧基樹脂膠合劑之黏性。

可藉著旋壓測試法在每分鐘45轉之加速度下測試一黏著劑之接合強度，如測量該砂輪之破裂速度所作者。該砂輪需等於至少每秒271米切線接觸速度之示範破裂額定值，以符合在美國現行適用之每秒160米切線接觸速度安全標



五、發明說明 (13)

準下操作之資格。

本發明之研磨工具特別設計用於脆性材料之精確拋光及切削加工，諸如先進之陶瓷材料、玻璃、及包含陶瓷材料與陶瓷合成材料之零組件。本發明之工具用於拋光陶瓷材料較佳，包含但未受限於矽、單晶及多晶氧化物、碳化物、硼化物及矽化物；多晶金剛石；玻璃；及非陶瓷基體中之陶瓷合成物；及其結合物。典型工件材料之範例包含但未受限於碳化鋁鈦、氮化矽、氮氧化矽(silicon oxynitride)、穩定之二氧化鋯、氧化鋁(例如藍寶石)、碳化硼、氮化硼、二硼化鈦、及氮化鋁、及這些陶瓷材料之合成物，以及諸如黏合碳化物之某些金屬基體合成物，與諸如礦物性玻璃之堅硬脆性無結晶性材料。可用這些改善之研磨工具拋光單晶陶瓷或多晶陶瓷材料。對於每一種陶瓷材料，當本發明砂輪之周邊砂輪速度增加至每秒80-160米時，即增加該陶瓷部份之品質及該拋光操作之效率。

藉著使用本發明研磨工具所改良之陶瓷零件是陶瓷引擎氣門及連桿、泵浦軸封、滾珠軸承及配件、切斷工具插件、磨損零件、金屬成形用拉模、耐熔零組件、可見顯示窗、平擋風玻璃、門窗、絕緣體及電氣零件，及包含但未受限於矽晶圓、碳化鋁鈦晶片、讀寫頭、磁頭、及基板之陶瓷電子零組件。

除非另有指示，以下範例中之所有成份及百分比係以重量表示。該範例僅只說明本發明及不欲限制本發明。



五、發明說明 (14)

範例1

利用下文所述材料及製程以1A1金屬黏結金剛石砂輪之形式製備本發明之砂輪。

準備43.74重量百分比銅粉末(FS等級模樹石、微粒尺寸+200/-325篩目、可由紐約州燒結技術(Sintertech)國際產銷公司處獲得)；6.24重量百分比磷/銅粉末(1501等級、+100/-325篩目微粒尺寸、可由賓夕凡尼亞州帕姆頓市(Palmerton)紐澤西鋅公司處獲得)；及50.02重量百分比之錫粉末(MD115等級、微粒尺寸+325篩目、百分比0.5最大值、可由紐澤西州伊利莎白市之阿爾幹(Alcan)金屬粉末公司處獲得)之混合物。金剛石磨粒(320粒度尺寸之人造金剛石，可由俄亥俄州窩辛頓市(Worthington)之通用電子公司處獲得)係加至該金屬粉末混合物，及摻雜該結合物直至其均勻地混合。該混合物放入一石墨模子及在攝氏407度、3000磅/平方英吋(2073牛頓/平方公分)下熱壓達15分鐘之久，直至已形成一超過百分之95理論值之目標密度之基體(例如對於範例2中所用之6號砂輪：大於該理論密度之百分比之98.5)。6號砂輪所產生各片段之B級洛氏硬度為108。各片段包含18.75體積百分比之磨粒。各片段係研磨至所需之精確幾何形狀，以匹配一已機械加工之鋁製輪芯外圍(7075 T6鋁，由麻薩諸塞州土克斯貝里(Tewksbury)市雅得(Yarde)金屬公司處獲得)、產生一外徑約393毫米之砂輪、及0.62公分厚之片段。

該研磨片段及該鋁製輪芯係以一充滿環氧基樹脂燒結有



五、發明說明 (15)

機體之砂石組合(Technodyne HT-18黏接劑，由日本道卡(Taoka)化學藥品公司處獲得)，以製成具有包括多重研磨片段之連續邊緣式砂輪。去除該輪芯及各片段之接觸表面之油污及砂噴，以確保有足夠之黏附力。

為表現這新型砂輪之最大運轉速度之特徵，原尺寸之砂輪故意急轉至毀滅，以根據諾頓(Norton)公司之最大運轉速度測試方法決定該破裂強度及額定之最大運轉速度。下表總結該393毫米直徑之實驗用金屬黏結砂輪典型範例之破裂測試資料。

實驗用金屬黏結砂輪之破裂強度資料

砂輪編號	砂輪直徑 公分(英吋)	破裂 轉/分鐘	破裂速度 (米/秒)	破裂速度 (表面切削 英尺/分鐘)	最大運轉 速度 (米/秒)
4	39.24 (15.45)	9950	204.4	40242	115.8
5	39.29 (15.47)	8990	185.0	36415	104.8
7	39.27 (15.46)	7820	160.8	31657	91.1
9	39.27 (15.46)	10790	221.8	43669	125.7

根據這些資料，此設計之實驗用拋光砂輪將適合用於高達90米/秒(17,717表面切削英尺/分鐘)之運轉速度。於製造過程及砂輪設計中藉著某些其他修正可輕易地達成高達160米/秒之較高運轉速度。

範例2

拋光性能評估：

測試三個根據上面範例1之方法所製成393毫米直徑、15



五、發明說明 (16)

毫米厚、127毫米中心孔(15.5英吋×0.59英吋×5英吋)之實驗用金屬黏結分段式砂輪(4號砂輪具有百分之95.6理論密度之片段，5號砂輪具有百分之97.9理論密度之片段及6號砂輪具有百分之98.5理論密度之片段)之拋光性能。在32及80米/秒之最初測試證實6號砂輪為該三個砂輪中具有最佳拋光性能者，雖然全部實驗用砂輪皆可接受。在三種速度：32米/秒(6252表面切削英尺/分鐘)、56米/秒(11,000表面切削英尺/分鐘)、及80米/秒(15,750表面切削英尺/分鐘)下做6號砂輪之測試。推薦用於拋光先進陶瓷材料之二種商業用之先前技藝砂輪係具有控制砂輪之作用，及他們係與本發明之砂輪一起測試。其一為玻璃狀黏結之金剛石砂輪(SD320-N6V10砂輪，由麻薩諸塞州烏斯特(Worcester)郡之諾頓(Norton)公司處獲得)，及另一砂輪為樹脂黏結金剛石砂輪(SD320-R4BX619C砂輪，可由麻薩諸塞州烏斯特(Worcester)郡之諾頓(Norton)公司處獲得)。在全部三種速度下測試該樹脂砂輪。由於速度公差之考量，只在32米/秒(6252表面切削英尺/分鐘)下測試該玻璃狀砂輪。

在氮化矽工件上施行超過一千次6.35毫米(0.25吋)寬及6.35毫米(0.25吋)深之全面進磨。拋光測試之條件為：

拋光測試條件：

研磨機：思塔得(Studer) S40 CNC型砂輪機

砂輪規格：SD320-R4BX619C、SD320-N6V10，

尺寸：393毫米直徑、15毫米厚度、及127毫米孔徑。



五、發明說明 (17)

砂輪速度：32，56及80米/秒(6252，11000及15750表面切削英尺/分鐘)

冷卻劑：Inversol 22 @百分之60油及百分之40水

冷卻劑壓力：270磅/平方英吋(19公斤/平方公分)

材料切削速率：可變化，在3.2立方毫米/秒/毫米(0.3立方英吋/分鐘/英吋)下開始

工作材料：25.4毫米(1英吋)直徑×88.9毫米(3.5英吋)長之氮化矽(Si_3N_4)(由NT551氮化矽製成之桿棒，可由麻薩諸塞州北波羅(Northboro)之諾頓(Norton)先進陶瓷公司處獲得)

工作速度：0.21米/秒(42表面切削英尺/分鐘)，定速

工作開始直徑：25.4毫米(1英吋)

工作結束直徑：6.35毫米(0.25英吋)

對於需要校準及修整之操作，適於本發明之金屬黏結砂輪之條件是：

校準操作：

砂輪：5SG46IVS (由諾頓(Norton)公司處獲得)

砂輪尺寸：152毫米直徑(6英吋)

砂輪速度：3000轉/分鐘；相對該砂輪在+0.8比率

前置量：0.015英吋(0.38毫米)。

補償量：0.0002英吋。

修整操作：

棒子：37C220H-KV (SiC)

模式：手棒修整



五、發明說明 (18)

於研磨該氮化矽桿棒時在一圓柱形外徑之全面進磨模式下施行測試。為於拋光期間保存工作材料之最佳剛度，該88.9毫米(3.5英吋)樣本係固定在一夾盤中，並暴露出大約31毫米(1-1/4英吋)之樣本供拋光。每一組全面進磨測試係由每一桿棒之遠側端開始。首先，該砂輪造成一6.35毫米(1/4英吋)寬及3.18毫米(1/8英吋)徑向深度之全面進磨以完成一項測試。然後再調整該工作轉速以補償由於減少工作直徑之工作速度損失。在相同位置施行二項更類似之全面進磨，以由25.4毫米(1英吋)減少該工作直徑至6.35毫米(1/4英吋)。然後該砂輪橫側地移動6.35毫米(1/4英吋)，更接近該夾盤以施行下一次三種全面進磨。

在一樣本之相同側面上施行四項橫側移動，以在樣本之一端點上完成十二次全面進磨。然後倒置該樣本以暴露另一端點供另一批十二次拋光。在每一樣本上完成總數24次之全面進磨。

本發明金屬黏結砂輪及該樹脂與玻璃狀砂輪之最初比較測試係在32米/秒周邊速度於三種材料切削速率(MRR')下施行，該速率(MRR')由約3.2立方毫米/秒/毫米(0.3立方英吋/分鐘/英吋)至約10.8立方毫米/秒/毫米(1.0立方英吋/分鐘/英吋)。表1顯示三種不同型砂輪在十二次全面進磨後之性能差異，如G比率所描述。G比率係移去材料量比砂輪磨損量之無單位比率。資料顯示在較高之材料切削速率下N級玻璃狀砂輪比R級樹脂砂輪具有較佳之G比率，並於拋光一陶瓷工件時建議用更柔軟之砂輪施行較佳。然

五、發明說明 (19)

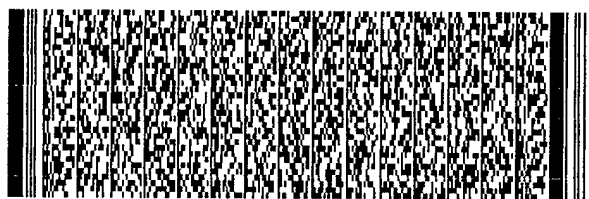
而，較硬、實驗性、金屬黏結砂輪(6號)在所有材料切削速率下係遠優於該樹脂砂輪及該玻璃狀砂輪。

表1顯示在所有材料切削速率條件下該樹脂砂輪及新的金屬黏結砂輪(6號)之估計G比率。既然對於金屬黏結砂輪在每一材料切削速率之十二次拋光後無可測量之砂輪磨損，對每一次拋光給予0.01密爾(0.25微米)之徑向砂輪磨損象徵值。這產生6051之計算G比率。

雖然本發明之金屬黏結砂輪包含75金剛石濃度(於該研磨片段中約18.75體積百分比磨粒)，及該樹脂與玻璃狀砂輪分別為100濃度及150濃度(25體積百分比與37.5體積百分比)，本發明砂輪仍然展示優越之拋光性能。在這些相對晶粒濃度下，吾人將由包含較高體積百分比磨粒之控制砂輪預期有優越之拋光性能。如此其結果是令人意外的。

表1顯示藉著該三個砂輪在低測試速度下所拋光之樣本上所測量之表面光潔度(Ra)及波度(Wt)資料。該波度值Wt係該波度外形之最大峰谷高度。全部表面光潔度資料係在無火花之圓柱形全面進磨所造成之表面上測得。這些表面通常將比橫向拋光所造成之表面更粗糙。

表1顯示該三種砂輪在各種材料切削速率下之拋光動力消耗量差異。該樹脂砂輪比其他二砂輪具有較低之動力消耗量；然而，該實驗用金屬黏結砂輪及玻璃狀砂輪具有相當之動力消耗量。該實驗用砂輪對陶瓷拋光操作引來一可接受之動力大小，特別由於本發明砂輪所觀察之有利G比率及表面光潔度資料。大致言之，本發明之砂輪證明引出



五、發明說明 (20)

動力正比於材料切削速率。

表 1

樣本	材料切削 速率 (MRR') 立方毫米/ 秒/毫米	砂輪速度 米/秒	切線力 牛頓/毫米	動力單位 瓦/毫米	比能 瓦·秒/ 立方毫米	G 比率	表面光潔度 Ra 微米	波度 Wt 微米
<u>樹脂</u>								
973	3.2	32	0.48	40	12.8	585.9	0.52	0.86
1040	6.3	32	0.98	84	13.3	36.6	0.88	4.01
980	8.9	32	1.67	139	9.5	7.0	0.99	4.50
1016	3.2	56	0.49	41	13.1	586.3	0.39	1.22
1052	6.3	56	0.98	81	12.9		0.55	1.52
						293.2		
992	3.2	80	0.53	45	14.2	586.3	0.42	1.24
1064	6.3	80	0.89	74	11.8	293.2	0.62	1.80
1004	9.0	80	1.32	110	12.2	586.3	0.43	1.75
<u>玻璃狀</u>								
654	3.2	32	1.88	60	19.2	67.3	0.7	2.50
666	9.0	32	4.77	153	17.1	86.5	1.6	5.8
678	11.2	32	4.77	153	13.6	38.7	1.7	11.8
<u>實驗用金屬</u>								
407	3.2	32	2.09	67	2.1	6051	0.6	0.9
419	6.3	32	4.03	130	20.6	6051	0.6	0.9
431	9.0	32	5.52	177	19.7	6051	0.6	0.8
443	3.2	56	1.41	80	25.4	6051	0.6	0.7
455	6.3	56	2.65	150	23.9	6051	0.5	0.7
467	9.0	56	3.70	209	23.3	6051	0.5	0.6
479	3.2	80	1.04	85	26.9	6051	0.5	1.2
491	6.3	80	1.89	153	24.3	6051	0.6	0.8
503	9.0	80	2.59	210	23.4	6051	0.6	0.8

當在相同條件下於一額外拋光測試中以80米/秒(15,750表面切削英尺/分鐘)測量拋光性能時，該樹脂砂輪及實驗用金屬砂輪在9.0立方毫米/秒/毫米(0.8立方英吋/分鐘/英吋)之材料切削速率下具有相當之動力消耗量。如表2中所示，該實驗用砂輪係在漸增之材料切削速率(MRR)下操作，而無性能損失或不能接受之動力負載。該金屬黏結砂



五、發明說明 (21)

輪之引出動力約略正比於該材料切削速率。於該研究中所達成之最高MRR係47.3立方毫米/秒/毫米(28.4立方公分/分鐘/公分)。

表2資料是十二次拋光輪回之平均值。對於在每一材料切削速率內之實驗用砂輪，該十二次輪回之每一次個別動力讀數保持非常一致。吾人通常將觀察到動力之增加係因施行連續之拋光輪回及該砂輪中之磨粒開始變鈍或砂輪面變得載有工件材料。當該MRR增加時通常可觀察到這點。然而於十二次拋光期間，在每一MRR內所觀察到之穩定動力消耗量程度意外地證明該實驗用砂輪在所有MRRs之整個測試期間維持其尖銳之刃鋒。

再者，於整個測試期間，材料切削速率之分佈範圍係由9.0立方毫米/秒/毫米(0.8立方英吋/分鐘/英吋)至47.3立方毫米/秒/毫米(4.4立方英吋/分鐘/英吋)，其不需校準或修整該實驗用砂輪。

無任何砂輪磨損痕跡之合計氮化矽材料拋光累積數量係同等於每公分砂輪寬度達271立方公分(每英吋42立方英吋)。對照之下，在8.6立方毫米/秒/毫米(0.8立方英吋/分鐘/英吋)材料切削速率下對於該100濃度樹脂砂輪之G比率在十二次全面進磨之後約為583。該實驗用砂輪顯示在168次全面進磨後於14種不同材料切削速率下無可測量之砂輪磨損。

表2顯示藉著該實驗用金屬黏結砂輪在所有14種材料切削速率下所拋光之樣本係維持在0.4微米(16微英吋)及0.5



五、發明說明 (22)

微米(20微英吋)間之一定表面光潔度，及具有於1.0微米(38微英吋)及1.7微米(67微英吋)間之波度值。在這些高材料切削速率下未測試該樹脂砂輪。然而，在約8.6立方毫米/秒/毫米(0.8立方英吋/分鐘/英吋)之材料切削速率下，藉著該樹脂砂輪所拋光之陶瓷棒具有稍微較佳、但相當之表面光潔度(0.43相對0.5微米)及較差之波度(1.73相對1.18微米)。

令人驚訝地是當該材料切削速率增加並以該新的金屬黏結砂輪拋光該陶瓷桿棒時，在表面光潔度中無明顯之惡化。這對比於標準砂輪隨著切削速率增加所常見之表面光潔度惡化，諸如在此所用之控制砂輪。

整個結果證明該實驗用金屬砂輪能夠在一MRR下有效地拋光，該MRR超過一標準、商業上使用樹脂黏結砂輪所能得到MRR之5倍。該實驗用砂輪比在較低MRRs之樹脂砂輪具有超過10倍之G比率。



五、發明說明 (23)

表 2

在 80 米/秒下測試之 14 種材料切削速率

樣本	材料切削 速率 (MRR') 立方毫米/ 秒/毫米	切線力 牛頓/毫米	動力單位 瓦/毫米	比能 瓦·秒/ 立方毫米	G 比率	表面光潔度 Ra 微米	波度 Wt 微米
樹脂							
1004	9.0	1.32	110	12.2	586.3	0.43	1.75
本發明金屬							
805	9.0	1.21	98	11.0	6051	0.51	1.19
817	18.0	2.00	162	9.0	6051	0.41	0.97
829	22.5	2.62	213	9.5	6051	0.44	1.14
841	24.7	2.81	228	9.2	6051	0.47	1.04
853	27.0	3.06	248	9.2	6051	0.48	1.09
865	29.2	3.24	262	9.0	6051	0.47	1.37
877	31.4	3.64	295	9.4	6051	0.47	1.42
889	33.7	4.01	325	9.6	6051	0.44	1.45
901	35.9	4.17	338	9.4	6051	0.47	1.70
913	38.2	4.59	372	9.7	6051	0.47	1.55
925	40.4	4.98	404	10.0	6051	0.46	1.55
937	42.7	5.05	409	9.6	6051	0.44	1.57
949	44.9	5.27	427	9.5	6051	0.47	1.65
961	47.2	5.70	461	9.8	6051	0.46	1.42

當在 32 米/秒 (6252 表面切削英尺/分鐘) 及 56 米/秒 (11,000 表面切削英尺/分鐘) 之砂輪速度下操作時 (表 1)，該金屬黏結砂輪之動力消耗量在所測試全部材料切削速率下高於該樹脂砂輪之動力消耗量。然而，在 80 米/秒 (15,750 表面切削英尺/分鐘) 之高砂輪速度下，該金屬黏結砂輪之動力消耗量變得相當或稍微少於樹脂砂輪之動力消耗量 (表 1 及 2)。當在相同材料切削速率下拋光時，對於該樹脂砂輪及實驗用金屬黏結砂輪二者之整體趨勢顯示該動力消耗量隨著砂輪速度增加而減少。大部份送往該工件之動力消耗係變成熱，由於該陶瓷材料之較大熱安定性，於拋光期間之動力消耗量在拋光陶瓷材料時比拋光金屬製



五、發明說明 (24)

材料時更不重要。如以本發明之砂輪所拋光陶瓷樣本之表面品質所示，該動力消耗量未由已加工切削工件減損及在一可接受之程度。

對於實驗用金屬黏結砂輪，對所有材料切削速率及砂輪速度，G比率基本上是在6051之常數。對於該樹脂砂輪，在任何不變之砂輪速度下該G比率隨著材料切削速率之增加而減少。

表2顯示在較高砂輪速度下該拋光樣本上表面光潔度及波度之改善。此外，藉著該新金屬黏結砂輪所拋光之樣本在所有砂輪速度及欲測試之材料切削速率下具有最低之測量波度。

於這些測試中，該金屬黏結砂輪證實比該控制砂輪具有較佳之砂輪使用壽命。對比於商業用控制砂輪，在延長之拋光測試期間不需校準及修整該實驗用砂輪。該實驗用砂輪在高達90米/秒之砂輪速度下可順利地操作。

範例3

在與先前範例中所使用之相同操作條件下，於該實驗用砂輪在每秒80米之隨後拋光測試中達到380立方公分/分鐘/公分之MRR，同時產生只有0.5微米(12微英吋)之表面光潔度量測及利用一可接受之動力等級。所觀察藉著利用本發明之工具所獲得並對陶瓷工件無表面損壞之高材料切削速率，未曾對具有任何黏結型式之商業用砂輪提出任何陶瓷材料之拋光操作報告。

範例4



五、發明說明 (25)

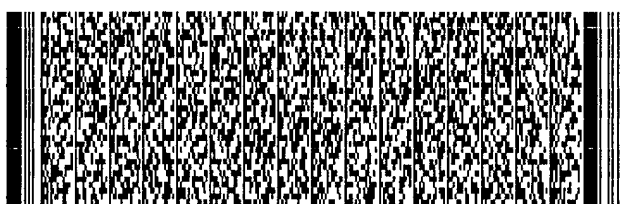
一杯形研磨工具係在一立軸式“白朗查(blanchard)”型研磨機上之藍寶石拋光中製備及測試。

一杯形砂輪(250毫米直徑)係由與範例1、6號砂輪中所用完全相同成份之研磨片段所製成，除了(1)該金剛石之粒度尺寸為45微米(美國篩目270/325)及以12.5體積百分比(50濃度)存在於該研磨片段中，及(2)各片段尺寸為46.7毫米絃長(133.1毫米半徑)、4.76毫米寬及5.84毫米深之外。這些片段係沿著一具有中心軸孔之杯形鋼製輪芯之側表面外圍黏結。該輪芯之表面具有沿著該外圍放置之溝槽，各溝槽形成與各片段具有相同寬度及長度尺寸之不連續、淺開口。一環氧基樹脂黏接劑(Technodyne HT-18黏接劑，由日本道卡(Taoka)公司處獲得)係加至這些開口及使各片段放入該開口及硬化該黏接劑。所完成之砂輪類似圖2所示砂輪。

該杯形砂輪順利地用於拋光一包括100毫米直徑藍寶石固態圓柱體之工作材料表面，並在G比率、MRR及動力消耗量之有利拋光條件下產生可接受之表面光滑度。

範例5

適於背面拋光碳化鋁鈦或矽晶圓之2A2型杯形研磨工具(280毫米直徑)係製備有下表3中所述之研磨片段。除了下面所述外，各片段尺寸為139.3毫米半徑長、3.13毫米寬及5.84毫米深。包含接合劑配料之金剛石磨粒充分混合以製造表3中所給予比例之每砂輪16片段，並藉著經由一美國篩目140/170篩網依重量估計之成份篩選，及混合各成



五、發明說明 (26)

份以使其均勻攪雜地製備。對每一片段所需之粉末稱重，並導入一石墨模子、夷平及壓緊。在攝氏405度、3000磅/平方英吋(2073牛頓/平方公分)下熱壓該石墨片段模子達15分鐘之久。於冷卻時，各片段即由該模子移去。

如範例1藉著黏著各片段至一已切削加工之7075 T6 鋁製輪芯上施行一砂輪之組裝。各片段係去除油污、噴砂、塗以黏著劑、及放入已切削加工之孔腔以順應該砂輪之外圍。在硬化該黏接劑之後，該砂輪係切削加工至適當尺寸、使其平衡、及作速度測試。

表3

接合劑成份

樣本	重量百分比				體積百分比			
	銅	錫	磷	石墨	銅	錫	磷	石墨
控制	49.47	50.01	0.52	0.00	43.71	54.03	2.26	0.00
(實例 1)								
(1)	46.50	47.01	0.49	6.00	35.70	44.14	1.86	18.30
7.5/2040								
(2)	46.50	47.01	0.49	6.00	35.70	44.14	1.86	18.30
7.5/2040								
(3)	45.76	46.26	0.48	7.50	34.02	42.07	1.75	22.16
7.5/2051								
(4)	46.50	47.01	0.49	6.00	35.70	44.14	1.86	18.30
5/2040								
(5)	43.53	44.01	0.46	12.00	29.55	36.54	1.53	32.37
25/2052								



五、發明說明 (27)

表 4

樣本	接合劑片段成份體積百分比			孔隙度 ^b
	接合劑	石墨	金剛石 ^a	
控制	>80	0.00	18.75	<5
(實例 1)			(75 濃度)	
(1)	>80	17.93	1.88	<5
7.5/2040			(7.5 濃度)	
(2)	>80	17.93	1.88	<5
7.5/2040			(7.5 濃度)	
(3)	>75	21.72	1.88	<5
7.5/2051			(7.5 濃度)	
(4)	>80	18.07	1.25	<5
5/2040			(5 濃度)	
(5)	>63	30.35	6.25	<5
25/2052			(25 濃度)	

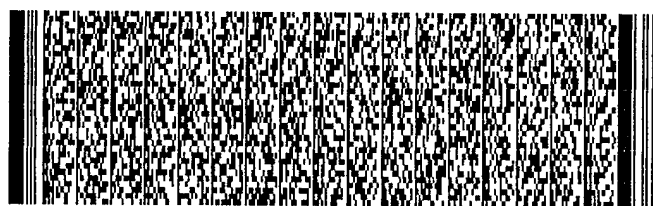
a. 所有用於各片段之金剛砂之粒度尺寸為325篩目(49微米)，除了樣本(1)為270篩目(57微米)晶粒外。該金剛石濃度層次係給在該金剛石體積百分比之下方。

b. 由各片段之微結構觀察結果估計孔隙度。由於金屬間合金之形成，測試樣本之密度通常超過各片段中所用材料之理論密度。

範例6

拋光性能評估：

測試根據範例5製成之280毫米直徑、29.3毫米厚、228.6毫米中心孔徑、(11吋×1.155吋×9吋)低金剛石濃度、充滿石墨、實驗用片段式砂輪之樣本之拋光性能。這些樣本之性能係與範例5之背面拋光控制砂輪之性能比較，範例5之砂輪係根據範例1(6號砂輪)之高(75濃度)金剛石研磨片段成份製成，而無石墨填料。



五、發明說明 (28)

在4.5吋(114.3毫米)或6.0吋(152.4毫米)平方尺寸之碳化鋁鈦工件(210等級碳化鋁鈦，可由明尼蘇達州明尼阿波利斯市之3M公司處獲得)上施行超過70次之拋光，每一次為114.3毫米(4.5吋)寬及1.42毫米(0.056吋)深，及記錄所移去之微米材料量及拋光正交力。該拋光測試之條件為：

拋光測試條件：

研磨機：斯特拉斯堡(Strasbaugh) 7AF型砂輪機

拋光模式：立軸式全面進磨

砂輪規格：280毫米直徑、29.3毫米厚度、及229毫米孔徑。

砂輪速度：1,200轉/分鐘

工作速度：19轉/分鐘

冷卻劑：去離子水

材料切削速率：可變化，由1.0微米/秒至5.0微米/秒

砂輪係以一6吋(152.4毫米)之修整軟墊校準及修整，該軟墊係由麻薩諸塞州烏斯特(Worcester)郡之諾頓(Norton)公司處所獲得之38A240-HVS規格修整軟墊。在最初之操作後，如所需及當改變向下進給速率時定期地實施校準及修整。

範例5、樣本2，4及1之拋光測試結果(正交力相對切削材料量)係顯示在下表5及圖3中。



五、發明說明 (29)

表 5

砂輪 樣本 MRR (微米/秒): 總拋光材料量 (微米)	拋光正交力相對切削材料量						
	控制 (實例 1) 1	控制 (實例 1) 3	控制 (實例 1) 5	2a 1	2a 2	2b 2	4 2
25				6(2.7)	8(3.6)	11(5.0)	11(5.0)
50	16(7.3)	20(9.1)	23(10.4)	6(2.7)	7(3.2)	19(8.6)	20(9.1)
75				12(5.4)	7(3.2)	23(10.4)	22(10.0)
100	24(10.9)	34(15.4)	40(18.2)	17(7.7)	7(3.2)	27(12.3)	28(12.7)
150	27(12.3)	45(20.4)	50(22.7)	22(10.0)	7(3.2)	31(14.1)	32(14.5)
200	33(15.0)	50(22.7)	59(26.8)	28(12.7)	21(9.5)	34(15.4)	36(16.3)
250	37(16.8)	53(24.1)	60(27.2)	31(14.1)	30(13.6)	38(17.3)	38(17.3)
300	40(18.7)	57(25.9)	63(28.6)	33(15.0)	35(15.9)	40(18.2)	36(16.3)
350				36(16.3)	39(17.7)	42(19.1)	38(17.3)
400				39(17.7)	41(18.6)	40(18.2)	33(15.0)
450				42(19.1)	42(19.1)	40(18.2)	34(15.4)
500				42(19.1)	45(20.4)	41(18.6)	34(15.9)
550				43(19.5)	46(20.9)	43(19.5)	35(15.9)
600				46(20.9)	46(20.9)	39(17.7)	31(14.1)

a. 2a 係來自表 3 之樣本 2，具有 3.13 毫米之研磨片段邊緣寬度。

b. 2b 係來自表 3 之樣本 2，具有 2.03 毫米之研磨片段邊緣寬度。

這些結果證實當以該控制砂輪樣本拋光之表面無石墨填料及 75 濃度金剛石研磨劑時，需要一顯著之正交力增加以在較高之 MRRs (由 1 至 3 至 5 微米/秒 MRR) 下去除較大之材料量。呈對比的是本發明範例 5 之低金剛石濃度、充滿石墨砂輪(樣本 2a, 2b 及 4)在拋光期間需要顯著較少之正交力。對於本發明之砂輪，在 2 微米/秒之 MRR 移除同等材料量所需之力量係等於該比較之砂輪樣本在 1 微米/秒之 MRR



五、發明說明 (30)

下所需之力量。

此外，砂輪2a樣本需要大約等於在1微米/秒之MRR速率或2微米/秒之MRR下之正交力。當拋光材料量由200進展至600微米時，本發明之砂輪2a，2b及範例5之砂輪4亦展示相對穩定之正交力需求。於背面拋光碳化鋁鈦晶圓時，這種拋光性能係吾人極想要的，因為這些低作用力、穩態條件使該工件之熱及機械損壞減至最低。

在較高之材料切削程度(例如在大約300微米以上)下不能測試該控制砂輪(範例1)，因為以這些砂輪拋光所需之力量超過該砂輪機之正交力大小，藉此造成該砂輪機自動地關掉及在較高之材料切削程度下防止資料之累積。

雖然不希望受限於一特別理論，吾人相信該低金剛石濃度、充滿石墨之本發明砂輪之優秀拋光性能，係與在拋光期間於任何位置及時接觸該工件表面之研磨片段每單位面積之較少數目個別晶粒有關。雖然熟練該技藝之人士在較低之金剛石濃度下將期待一較低之MRR，未妥協MRR即意外地達成本發明之拋光力量改良。具有2.03毫米寬度之研磨片段之砂輪2b比具有3.13毫米寬度研磨片段之砂輪2a需要較少之力量，以在相同之速率及材料切削量下拋光。該砂輪2b樣本比該砂輪2a樣本具有一較小之表面積，及在拋光操作期間於任何位置及時接觸該工件表面之較少拋光點。



四、中文發明摘要 (發明之名稱：研磨工具)

本發明提供適於在達到每秒160米之砂輪圓周速度下精準拋光諸如陶瓷及包含陶瓷之合成材質之硬脆材料研磨工具。該研磨工具包含一藉著熱穩定之接合劑附著至一密集、金屬黏結之超耐磨片段研磨邊緣之輪芯。用於背面拋光陶瓷晶圓之一較佳工具包含石墨填料及一相當低之磨粒濃度。

英文發明摘要 (發明之名稱：ABRASIVE TOOL)

Abrasive tools suitable for precision grinding of hard brittle materials, such as ceramics and composites comprising ceramics, at peripheral wheel speeds up to 160 meters/second are provided. The abrasive tools comprise a wheel core attached to an abrasive rim of dense, metal bonded superabrasive segments by means of a thermally stable bond. A preferred tool for backgrinding ceramic wafers contains graphite filler and a relatively low



四、中文發明摘要 (發明之名稱：研磨工具)

英文發明摘要 (發明之名稱：ABRASIVE TOOL)

concentration of abrasive grain.



六、申請專利範圍

1. 一種包含輪芯之表面拋光研磨工具，其具有2.4百萬巴斯卡(MPa)-立方公分/克之最小比強度參數、0.5至8.0克/立方公分之輪芯密度、一圓周、及一由多數研磨片段所界定之研磨邊緣；其中該研磨片段包含總共選自合計最大100體積百分比之由0.05至10體積百分比之超耐磨晶粒、由10至35體積百分比之易碎填料、及由具有1.0至3.0百萬巴斯卡 $M^{1/2}$ 斷裂韌度之55至89.95體積百分比之金屬黏結基體。

2. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該輪芯包含一選自包含鋁、鋼、鈦及青銅、合成物及其合金與其結合物族群之金屬製材料。

3. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該研磨片段包含60至84.5體積百分比之金屬黏結基體、0.5至5體積百分比磨粒、及15至35體積百分比之易碎填料，且該金屬黏結基體包含最大5體積百分比之孔隙度。

4. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該易碎填料係選自包括石墨、六方晶系氮化硼、中空陶瓷球體、長石、霞石、黑花崗石、浮石、鍛燒黏土、與玻璃球體及其結合物之族群。

5. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該磨粒係選自包括金剛石及立方體氮化硼及其結合物之族群。

6. 根據申請專利範圍第6項之研磨工具，其中該磨粒係具有2至300微米粒度尺寸之金剛石。

7. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該金屬接



六、申請專利範圍

合劑包括35至84重量百分比之銅及16至65重量百分比之錫。

8. 根據申請專利範圍第7項之研磨工具，其中該金屬接合劑另包含0.2至1.0重量百分比之磷。

9. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該研磨工具包含至少二研磨片段且該研磨片段呈修長弓形及具有一內部曲率，選擇該曲率以配合該輪芯之圓周，及每一研磨片段具有設計供配合鄰接研磨片段之二端點，以致該研磨邊緣呈連續性及當該研磨片段黏結至該輪芯時實質上於各研磨片段之間無任何間隙。

10. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該工具係選自包括1A1型砂輪及杯形砂輪之族群。

11. 根據申請專利範圍第1項之研磨工具，其中該熱穩定接合劑係選自基本上包括環氧基樹脂接合劑、冶金接合劑、機械接合劑、及擴散接合劑及其結合物之族群。



88102167

圖式

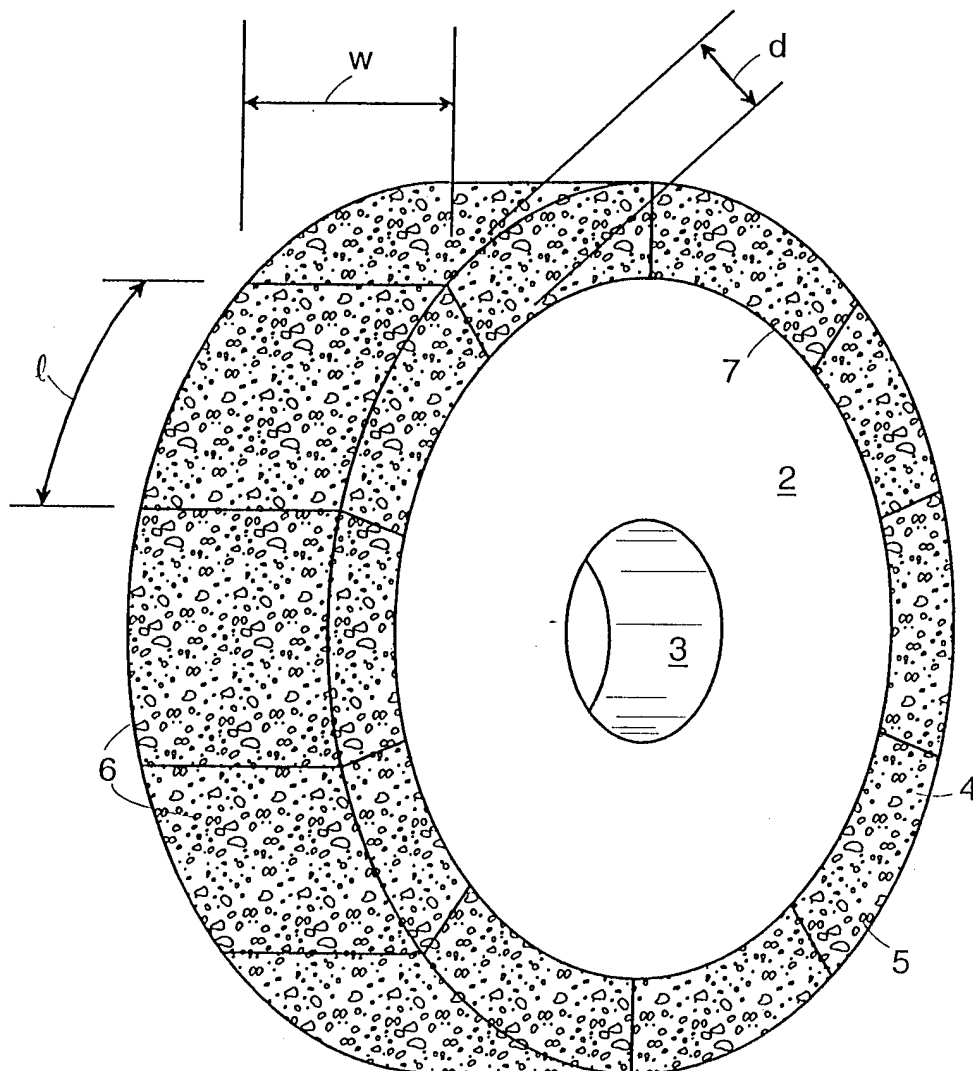


圖 1

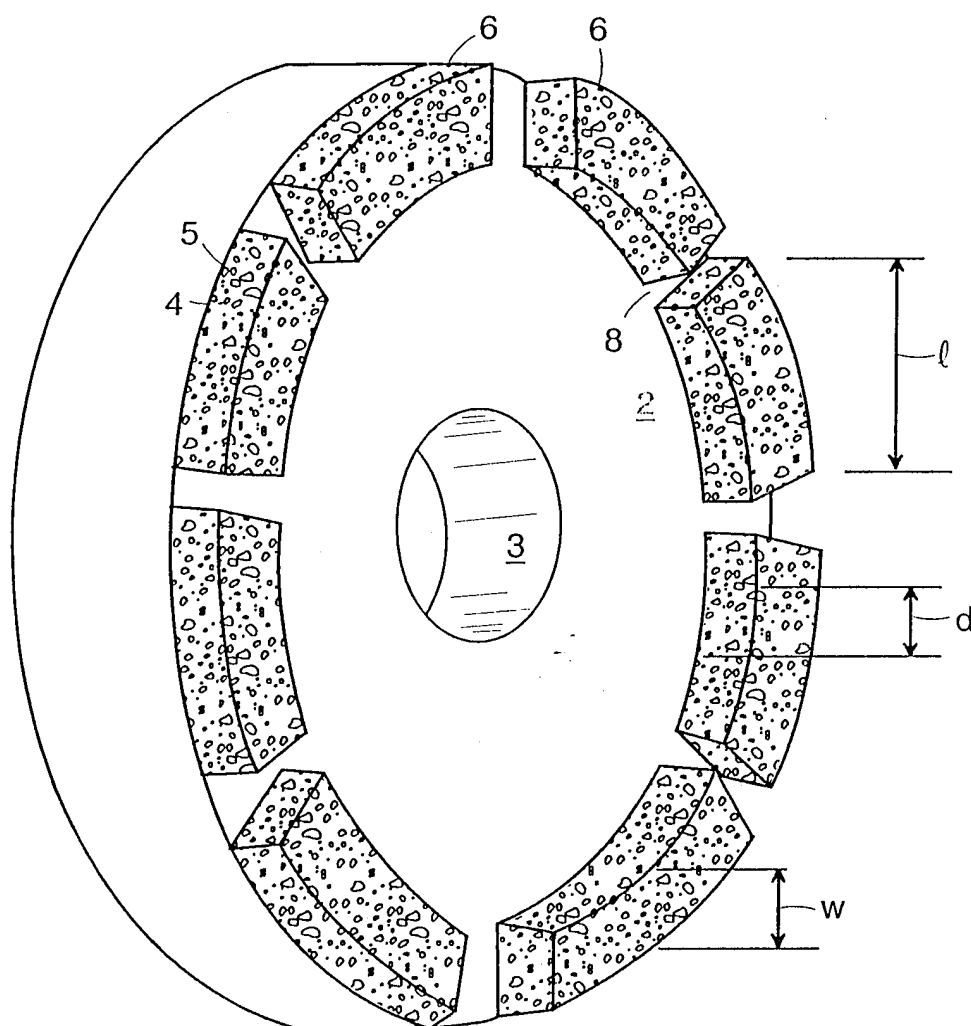


圖 2

圖式

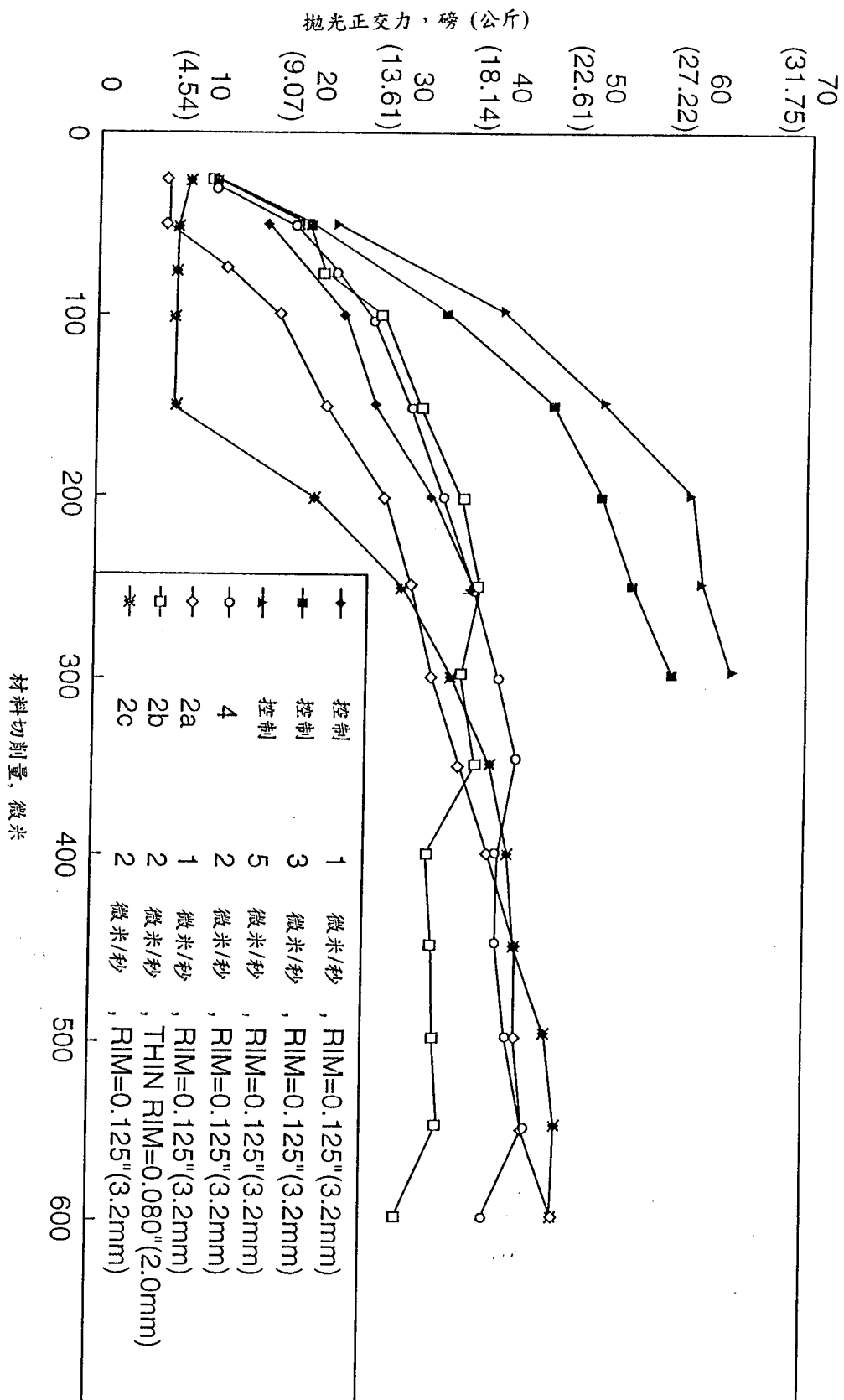


圖 3