

請日期：88.12.15	案號：88/2/991
類別：B24D3/04	

(以上各欄由本局填註)

公告本		發明專利說明書	452528
		具活性鍵之超研磨輪	
一、發明名稱	中文		
	英文	SUPERABRASIVE WHEEL WITH ACTIVE BOND	
二、發明人	姓名 (中文)	1. 理查 M. 安德魯 2. 瑟吉-湯米拉維 布傑 3. 瑞尼凡山 瑞曼那茲 4. 伊爾 G. 吉里	
	姓名 (英文)	1. RICHARD M. ANDREWS 2. SERGEJ-TOMISLAV BULJAN 3. SRINIVASAN RAMANATH 4. EARL G. GEARY	
	國籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國 4. 美國	
	住、居所	1. 美國麻薩諸塞州西堡市普頓路56號 2. 美國麻薩諸塞州亞頓市華盛頓路23號 3. 美國麻薩諸塞州郝登市亞維里路28號 4. 美國麻薩諸塞州法明漢市瓦維尼路12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	
	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

美國 US

申請日期

1999/01/07 09/227,028

案號

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (3)

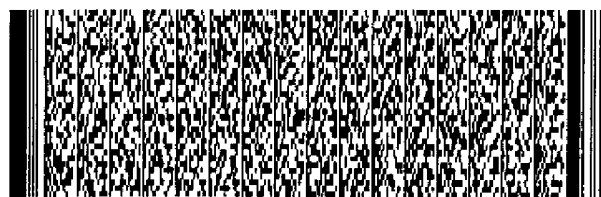
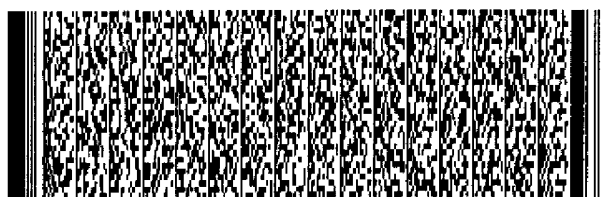
本發明是關於如電子業所用來研磨非常硬物質的薄型研磨輪。

薄而非常硬的研磨輪在商業上是非常重要的。例如，研磨輪在電子業被用來切割小的區段的矽晶圓的和所謂的鋁-鈦碳化物彈力盤及其他研磨操作。矽晶圓通常用來製造積體電路，而鋁-鈦碳化物彈力盤則用來建構記錄和播放磁性儲存資訊的快速薄膜磁頭。使用薄研磨輪來研磨矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤在美國專利5,313,742號已有詳細的解釋，該專利的所有揭露將列為本發明的參考。

如'742專利所述，建構矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤產生了能精確切割而不浪費工作物件的需要。理想狀況下，為了有效切割，刀片需要愈硬愈好和儘可能的薄，薄則可以減少產生廢棄物，而硬則可以切割得直。然而這兩項特性是互相衝突的，因為愈薄則變得愈不夠硬。

工業已經在使用單體研磨輪，通常是聚集掛在主輪軸心上。而其中的每一個研磨輪則在軸向以不可壓縮和不易磨損的間隔物隔開。傳統上，每一個研磨輪軸向由軸心孔到圓周有相同的度量。雖然相當薄，但為了提供足夠的硬度供精確的切割，研磨輪的軸向度量則比所需要的大。然而為了要讓廢棄物的產生在可接受的範圍，則必須減少厚度。而這會減少研磨輪的硬度。

因此傳統直式研磨輪會比較薄的研磨輪產生更多的廢棄物，而且比更硬的研磨輪產生更多的碎片和不正確的切割。而'742專利則是利用增加研磨輪由軸心孔向外之徑向的

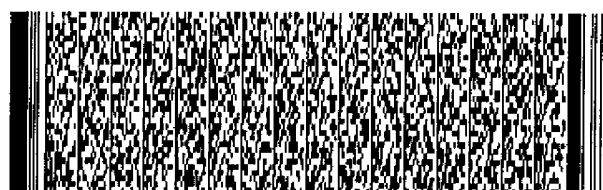
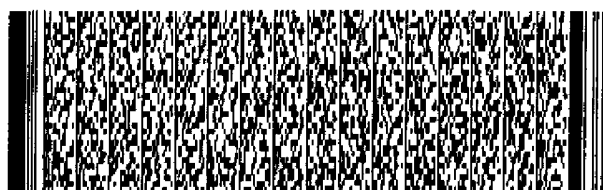


五、發明說明 (4)

厚度來改善聚集直式研磨輪的效能。該發明中揭露具有較厚內部的單體研磨輪比使用間隔物的直式研磨輪有更高的硬度。然而，因此內部並不是用來切割，所以'742專利則會有研磨輪的內部體積浪費的缺點。而薄的研磨輪，尤其是那些用來切割鋁-鈦碳化物，使用如鑽石的昂貴研磨物質，'742專利研磨輪因為浪費一部份的研磨體積，其成本將比直式研磨輪高。

我們希望可以找到比傳統研磨輪硬度更高的直式單體薄型研磨輪。除了輪子的幾何形狀之外，硬度來自本質上構成研磨輪物質的硬度。單體研磨輪主要是由研磨顆粒和使研磨顆粒保持所要形狀的鍵結所構成。用來切割如矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤硬物的薄研磨輪通常使用金屬鍵結。在這項工藝中，有許多的金屬鍵結成份可以用來鍵結鑽石顆粒。例如銅、鋅、銀、鎳或鐵合金。目前已知在鍵結過程加入至少一種活性金屬成份到金屬鍵結成份，可讓鑽石顆粒和活性金屬成份起化學反應而形成整體顆粒補強的成份。而這種本質非常堅硬的顆粒加上顆粒和金屬的化學鍵結形成硬度極高的研磨結構。

本發明提供一個直式、單體、顆粒補強研磨輪，具有20-2500微米範圍相同寬度，含有約2.5-50體積%的研磨顆粒，其餘為金屬成份和可在燒結時和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬成份，而該活性金屬的含量至少可以產生比相同成份但不含活性金屬成份而燒結的研磨盤多10%彈性係數。



五、發明說明 (3)

同時提供了一個切割工作物件的方法，包含將工作件和一個直式、單體、顆粒補強研磨盤接觸的步驟，該研磨盤具有20-2500微米範圍相同寬度，且由約2.5-50體積%的研磨顆粒，其餘為金屬成份和可在燒結時和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬成份所組成，其活性金屬的含量至少可以產生比相同成份但不含活性金屬成份而燒結的研磨盤多10%彈性係數。

本發明同時提供一個製造研磨工具的方法，步驟包含

(a) 事先選定特定物質比例，含

(1) 研磨顆粒；

(2) 大部份為銅和少部份錫的金屬成份；和

(3) 可以在燒結過程和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬；

(b) 混合以上之特定物質，形成均勻混合物；

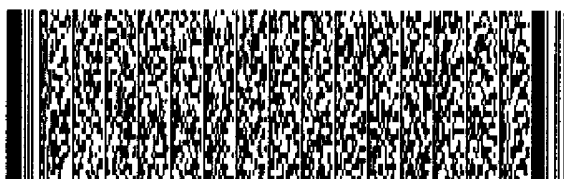
(c) 將均勻混合物放入事先選定形狀的模具中；

(d) 在345-690百萬巴斯卡的壓力下以足夠的時間壓製成形；

(e) 在500-900℃的溫度下，以足夠的時間加熱燒結金屬和活性金屬形成燒結鍵結，並和研磨顆粒形成研磨顆粒補強物質；然後

(f) 冷卻研磨顆粒補強物質，形成研磨工具。

本發明可以使用在直式、圓形單體研磨輪。所謂"直式"是指由軸孔到研磨輪外徑的各個半徑都具有相同的軸向厚度。這類研磨輪的重要應用是在切割如矽晶圓薄片和無機



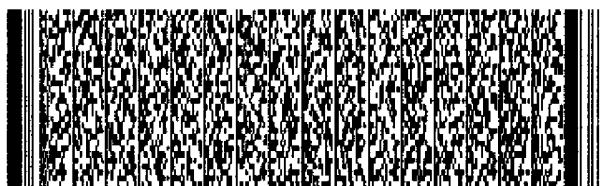
五、發明說明 (4)

彈力盤等需要準確和減少切割損失的物質。研磨輪在高切割速度，即研磨表面和工作物件接觸的速度，會有較好的結果。使用極小但厚度均勻及大直徑的研磨輪可以達到以上的表現水準和操作狀況。因此本發明中的較佳研磨輪有獨特的外觀比例特徵。外觀比例定義為研磨輪的外徑和該研磨輪徑向切面，即厚度的比例。外觀比例應該是約20-6000，較佳是約100-1200，更佳是約250-1200比1。

為了達到所要的切割效果，需要使輪子的厚度保持在極小的公差範圍內。較佳的均勻厚度約在20-2500微米的範圍，更佳約100-500微米，最佳約100-200微米。較佳的厚度變異約小於5微米。一般而言，軸心孔的半徑約為12-90毫米，而研磨輪的直徑約50-120毫米。

而"單體"是指由研磨輪軸心孔的半徑到該研磨輪的外徑都是由均勻的成份所構成。亦即，基本上來說，該研磨輪可以看成是研磨顆粒被嵌在燒結鍵上所形成的一個研磨盤部份的金屬核心。

基本上來說，本發明的研磨盤由三項成份組成，分別為研磨顆粒、金屬成份和活性金屬成份。金屬成份和活性金屬成份共同形成燒結鍵，並將研磨顆粒固定成所需的研磨輪形狀。而燒結鍵是藉由將各成份放量於合適的燒結環境所形成。而所謂的"活性金屬"是指可以在燒結條件下和研磨顆粒的表面產生反應的元素或是化合物。活性金屬以化學鍵和研磨顆粒結合。而且，活性金屬的含量需足以整合研磨顆粒和燒結鍵以形成研磨顆粒補強成份。經由仔細選



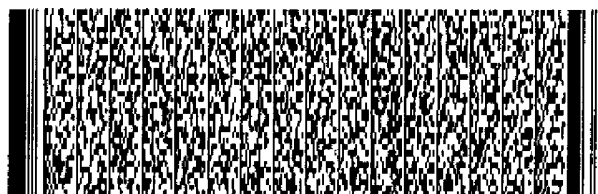
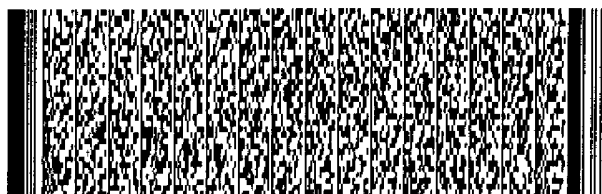
五、發明說明 (7)

出合適的高剛度和高硬度的研磨顆粒，再加上活性金屬在燒結過程和研磨顆粒所形成的化學鍵結，可以提高研磨燒結鍵混合體的整體硬度。

選擇研磨顆粒的第一個考慮是研磨物質必需比擬切割的物質更硬。通常薄研磨輪的研磨顆粒會由非常硬的物質中選出，因為這些研磨輪通常用來切割一些非常硬的物質，如鋁-鈦碳化物。如以上所言，研磨顆粒同時也需具有足夠的剛度來加強鍵結的結構。該選擇研磨物質的標準是為了確保研磨物質的彈性係數需高於，較佳是顯著的高於，燒結鍵的彈性係數。本發明的代表性研磨物質通常稱為超研磨物質，如鑽石和立心氮化硼，其他的硬質研磨物包括碳化矽、熔融氧化鋁、微晶鋁、氮化矽、碳化硼和碳化鎢等。混合至少兩種的研磨物質亦可。鑽石是較佳的。

通常是利用粉粒狀態的研磨顆粒。用來製造約有120毫米大小研磨輪的研磨顆粒約在0.5到100微米範圍，較佳約10-30微米。對直徑比較大的研磨輪，研磨顆粒的大小可以等比例放大。

本發明的金屬成份可以是單一的金屬元素或是多種元素的混合。適合本發明的代表性元素包括銅、錫、鈷、鐵、鎳、銀、鋅、銻和鎂。混合物的例子有銅-錫、銅-錫-鐵-鎳、銅-鋅-銀、銅-鎳-鋅、銅-鎳-銻。如鈷-鎢碳化物和鎳-銅-銻-鉭碳化物，及含非金屬成份的合金也可以使用。非金屬成份通常會增加金屬的硬度或降低金屬的熔點，有助於降低燒結的溫度並避免鑽石因曝露在高溫中而受損



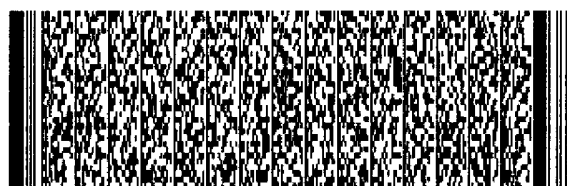
五、發明說明 (6)

。這類含非金屬的化合物和合金，例如鎳-銅-鎂-矽-鐵和鎳-硼-矽。金屬成份通常以細微粉末方式提供。而含多元素的金屬粉末，可以是個別的粉末、合金或是以上二者的混合。

由於活性金屬成份的存在，燒結鍵不只是包住研磨顆粒，而是和研磨顆粒表面產生化學鍵結。因此，這種新的、化學鍵結、薄的研磨輪可以比傳統沒有活性鍵結的研磨輪應用在更多的工作物件。而且可以使用較軟的燒結鍵成份。也因為這些特點，使得這種研磨輪可以在消耗較少的動力之下更自由的操作切割。銅-錫是產生相對較軟鍵結的較佳金屬成份。

對銅-錫金屬成份而言，通常大部份(即 >50 重量%)是銅，而小部份(即 <50 重量%)是錫。較佳的銅錫組成中，含有約50-90重量%的銅和約10-40重量%的錫；更佳約70-90重量%的銅和約10-30重量%的錫；最佳約70-75重量%的銅和約25-30重量%的錫。如以下對新活性鍵結薄研磨輪的製造方法所描述，金屬成份通常是以粉末狀供應給研磨輪的製造過程。

活性金屬成份需和燒結鍵金屬成份及研磨顆粒可以相容。即在燒結條件下，活性金屬成份需和金屬成份形成很強的燒結鍵結，而且需和研磨顆粒的表面形成化學鍵結。選擇活性金屬成份和所使用的金屬成份、研磨顆粒的組成和燒結條件都有關係。活性金屬的代表性成份有鈦、鋯、鉛、鉻、鉭和至少二種以上的混合物。若是混合物，活性金



五、發明說明 (7)

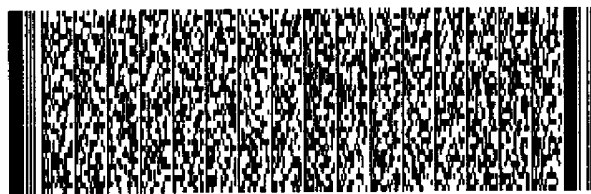
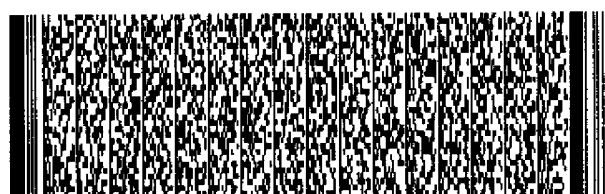
屬成份可以是個別的金屬粉末或是合金。在使用銅-錫金屬成份和鑽石研磨顆粒時較佳的是鈦。

活性成份可以用元素或是和非活性物質元素的化合物方式加入。元素態的鈦在低溫會和水或氧反應而形成二氧化鈦，而導致在燒結過程不能和研磨顆粒反應。因此，當在有水或氧存在時，使用鈦是較不佳的。若是使用化合物形態的鈦，則該化合物需在燒結之前分解，釋放出元素鈦，以使元素鈦可以和研磨顆粒反應。本發明所使用的較佳的鈦化合物是在約 500°C 仍可以保持安定的氫化鈦， TiH_2 。在約 500°C 以上，氫化鈦則分解成鈦和氫。

將金屬成份和活性金屬成份引入鍵結組成的較佳方法是使用粉末狀態。而為了要在燒結過程中達到均勻的組成及與研磨顆粒有最佳的接觸並產生良好的鍵結強度，粉末的顆粒必須要小。較佳的粉末大小最大約為44微米。可以將粉末通過具有特定篩孔大小的網篩來測得金屬粉末的大小。例如，最大44微米的顆粒可以通過325 U.S. 標準網篩。

在較佳的具體實例中，活性鍵結薄型研磨輪其燒結鍵結成份由約45-75重量%的銅、約20-35重量%的錫、約5-20重量%的活性金屬，總計100重量%所組成。而在更佳的具體實例中，其活性金屬成份是鈦。如以上所述，若是使用鈦時，較佳是使用氫化鈦。而氫化鈦和元素鈦的分子量差異極小可以忽略不計。然而，為了避免混淆，除非有特別說明，本發明中將以鈦的含量為計算基準。

本新研磨輪基本上來說是由所謂的"冷壓法"和"熱壓法"



五、發明說明 (8)

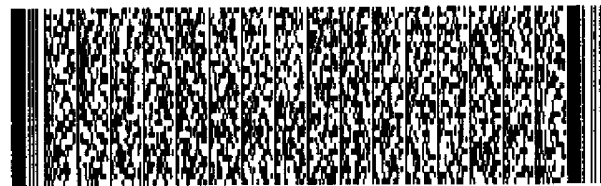
的密質化程序完成。冷壓法，有時稱為"無加壓燒結"，是將所有成份的混合物放入所要形狀的模具中，在室溫中加高壓，可以得到結實但易碎的模鑄件。通常壓力約為300百萬巴斯卡。然後解除壓力，並取出鑄件，再加熱到燒結的溫度。加熱燒結過程通常在惰性大氣壓力下，施加比燒結前步驟略低的壓力，約略小於100百萬巴斯卡，較佳略小於50百萬巴斯卡的情況下完成。燒結也可以在真空下完成。在低壓燒結過程中，如薄型研磨輪的鑄件，最好可以放在模具中和/或用平板夾住。

在熱壓法中，特定的鍵結成份放入通常是由石墨構成的模具中，並和冷壓法一樣施以高壓。然後，在惰性大氣壓力下，維持原有壓力，並將溫度升高以達到密質化的效果。

研磨輪製法的第一步驟是將所需的原料放到成形模具中。而原料可以是研磨顆粒、金屬成份顆粒和活性金屬成份顆粒的均勻混合物。而該特定組成比例的混合物可以使用在本項工藝中所熟知的各項機械攪拌機器來製做。例舉混合儀器包含雙錐滾筒、雙層V型滾筒、帶式混合機、水平鼓式滾筒和固定外殼/內部旋轉混合機等。

銅和錫可以先製成合金，而以青銅顆粒的方式引用。也可以選擇使用青銅顆粒，再加額外的銅和/或錫、活性金屬顆粒和研磨顆粒的方式。

本發明的一個基本的實例中，研磨顆粒在燒結之前是未被包覆的。亦即，研磨顆粒的表面是沒有金屬的。而另一



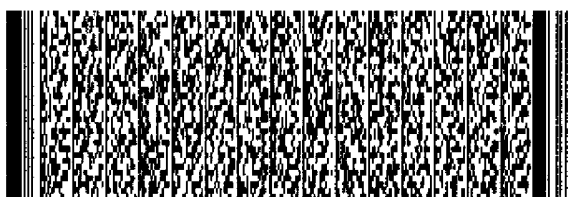
五、發明說明 (9)

實例中，則在機械混合之前，以部份或全部的活性金屬成份將研磨顆粒的表面先塗覆。這項技術可以加強研磨顆粒和活性金屬在燒結時的化學鍵形成。

這層活性金屬成份可以使用如化學蒸鍍法或是物理蒸鍍法而得到僅具有分子級厚度的塗覆，或是巨分子級厚度。若是使用分子級厚度，我們建議，除了在研磨顆粒表面的活性金屬成份之外，需在鍵結成份組成中額外再增加活性金屬。通常分子級厚度的活性金屬前塗覆量並不足以得到本發明中所提及的益處。

巨分子級厚度塗覆可以由(A)將活性金屬成份的微細粉末和足夠量的揮發性液體黏著劑混合形成均勻黏稠物；(B)將研磨顆粒和黏稠物混合，以使得至少大部份研磨顆粒表面都沾上黏稠物；然後(C)使黏稠物乾燥，通常使用加熱，只留下活性金屬粉末以機械力黏著在研磨顆粒之上。這項機械力黏著的目的是要使活性金屬成份在以燒結形成永久的化學鍵結連結之前，能存在研磨顆粒的週圍。任何傳統的揮發性黏著劑都可以使用。而所謂"揮發"是指液體黏著劑在溫度升高時會離開鍵結成份，較佳是在燒結溫度之前，而且不會對燒結過程有不良的影響。黏著劑在燒結時必須有足夠的揮發度揮發和/或熱解而不會殘留可能會影響鍵結功能的成份。較佳的黏著劑應在約400℃以下蒸發。而黏著劑可以用本工藝中所知的多項方法和粉末混合。

而要倒入成形模具的混合物可以添加常用在研磨工業的



五、發明說明 (10)

選擇性輔助原料，例如石油蠟"Acrowax"，或是硬脂酸鋅。

在準備好均勻的混合物之後，將之倒入適合的模具之中。在較佳的冷壓燒結過程，模具及成份在室溫下加上外在機械壓力約345-690百萬巴斯卡。例如可以使用平板沖床。壓力維持5-15秒，然後釋放壓力。然後加熱模具及成份到足以使鍵結成份密質化但又不至於完全熔化的燒結溫度。燒結溫度通常至少約500℃。加熱需在惰性大氣或相當低的絕對壓力真空下完成。在選擇金屬成份和活性金屬成份時需注意其燒結溫度不可以對研磨顆粒有不良的影響。例如，鑽石約在1100℃以上會碳化。因此，鑽石研磨輪的燒結溫度需設計在這個溫度以下，較佳是在約950℃以下，更佳是在約900℃以下。燒結時間需足以形成鍵結並使活性金屬成份和研磨顆粒反應。燒結時間通常維持約30-120分鐘。

在較佳的熱壓過程，流程大致和冷壓法相同，除了壓力一直維持到燒結完成。不論是無加壓燒結或是熱壓法，在燒結後都需將模具冷卻到室溫並取出燒結產品。產品再以傳統的方式，如研光，處理到所需的尺度範圍。

以上所述的燒結和鍵結，將使研磨顆粒經由燒結鍵形成研磨加強組成。為了產生更好的研磨加強組成和研磨性能，較佳是使用燒結產品2.5-50體積%的研磨顆粒，和相對應的燒結鍵成份。

本發明所謂的較佳研磨工具是指研磨輪。一般的模具形



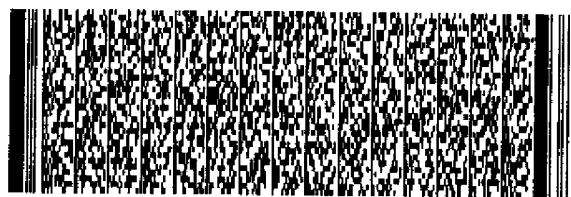
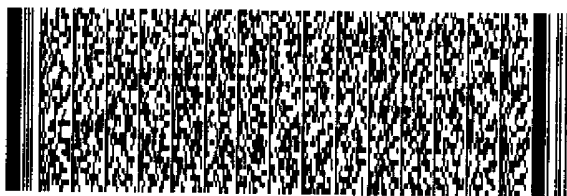
五、發明說明 (11)

狀是薄盤狀。可以使用完整的盤狀模具，在燒結後除去中心的盤狀部份並形成軸心孔。也可以使用環狀模以在內部形成軸心孔。後者可以避免因除去中心盤狀部份所產生的浪費。

在成功的形成研磨加強組成後，研磨顆粒將會提供研磨輪的硬度。因此，如上所述，除了從傳統的硬度、衝擊強度等特性來選擇研磨顆粒之外，其他的硬度特質，如彈性係數也是相當重要的。為了不要被特定的學說限制，我們相信非常硬的研磨顆粒經由活性金屬成份燒結，將會對研磨組成提供相當高的硬度。我們認為這項特質是因為在操作過程中所產生的壓力負載，將會被有效轉移到本質上非常硬的研磨顆粒上。也因此，本發明才可以提供硬度比一般具有相同厚度的傳統研磨輪的直式薄式活性鍵結研磨輪。該新研磨輪可以比傳統的切割輪提供更精確的切割、更少的碎片和切割損失。

該新研磨輪的硬度比傳統研磨輪高很多。在一較佳的具體實例中，活性鍵結研磨輪的彈性係數高於傳統只有燒結鍵結的研磨輪（即金屬成份加上活性金屬成份，而沒有研磨顆粒），而且至少約100 GPa（G巴斯卡），較佳至少約150 GPa（G巴斯卡）。在另一較佳的具體實例中，活性鍵結磨輪的彈性係數是傳統只有燒結鍵結不具有研磨顆粒的研磨輪的至少約二倍。

以下將具體實例來說明本發明，除非有特別指出，所有的比例、百分比都是以重量計，而粉體大小均以美國標準



五、發明說明 (12)

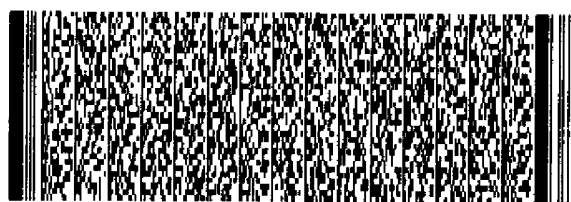
篩來標示。所有原始重量及測量值不是SI單位的均已轉換為SI單位。

例1

銅粉末(<400網目)、錫粉末(<325網目)和氫化鈦(<325網目)以59.63% Cu, 23.85% Sn和16.5% TiH_2 的比例混合。該鍵結成份以165網目的不鏽鋼篩篩去結塊, 過篩的粉末以"Turbula" brand mixer (Glen Mills Inc., Clifton, 紐澤西州)混合30分鐘。由GE Superabratives, Worthington, Ohio購得之鑽石研磨顆粒(15-25微米)加入金屬粉末中, 形成含18.75體積%鑽石的混合物。該混合物以Turbula mixer攪拌混勻1小時, 以得到具有均勻研磨顆粒和鍵結成份的混合物。

該混合物放到具有外徑121.67毫米、內徑6.35毫米、深0.81毫米的不鏽鋼模具中。在室溫下以414百萬巴斯卡(4.65噸/平方公尺)的壓力加壓10秒鐘形成一個"綠"研磨輪。該綠研磨輪由模具中取出, 置於兩片水平平板中, 其中上板並加重660克, 於真空中加熱到850℃, 歷時2小時。燒結後的產品緩緩冷卻到250℃, 然後急速冷卻到室溫。再以傳統的方法將研磨輪研磨到所需的最後大小, 包含"修整"到所選的run out, 初步修整條件如表I所列。

完成的研磨輪外徑為114.3毫米, 內徑為69.88毫米(軸心孔直徑)和0.178毫米厚。



五、發明說明 (13)

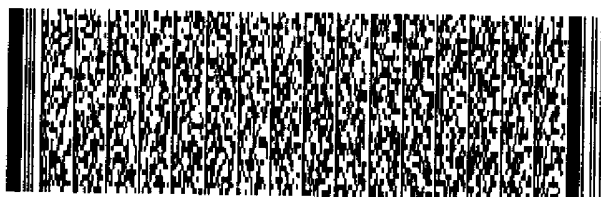
表 I

例 1-2 的修整條件

被修整輪	
速度	5593 轉/分鐘
進料速度	100 毫米/分鐘
露出凸緣	3.68 毫米
修整輪	型號：37C220-H9B4
組成	碳化矽
直徑	112.65 毫米
速度	3000 轉/分鐘
移動速度	305 毫米/分鐘
行程次數	.
於 2.5 微米	40
於 1.25 微米	40
初步修整	
研磨輪速度	2500 轉/分鐘
修整棒	Type 37C500-GV
修整棒寬	12.7 毫米
穿透	2.54 毫米
進料速度	100 毫米/分鐘
行程次數	12.00

例 2 和比較性例 1

取例 1 所製的新研磨輪和傳統商業用相同大小的研磨輪 (比較性例 1) 用來切割黏著在石墨基材、150 毫米長 x 150 毫



五、發明說明 (14)

米寬x1.98毫米厚的鋁-鈦碳化物Type 3M-310(明尼蘇達礦業製造公司, Minneapolis, 明尼蘇達州)的多片薄片。比較性例1研磨輪的組成是18.9體積% 15/25微米鑽石研磨顆粒和53.1重量%的鈷、23.0重量%的鎳、12.7重量%的銀、5.4重量%的鐵、3.4重量%的銅和2.4重量%的鋅所組成。在切割每片薄片之前,除了單一的修整行程之外,均用19毫米的研磨棒(比較性例1使用12.7毫米的研磨棒)以表1的條件修整。研磨輪的每一項測試都掛在兩個外徑106.93毫米的金屬支持間隔物的中間。研磨輪的轉速是7500轉/分鐘(比較性例1是9000轉/分鐘),進料速度是100毫米/分鐘,切割深度是2.34毫米。添加5%防鏽劑的去離子水在壓力275千巴斯卡下,經由一個1.58毫米x85.7毫米的方形噴嘴以56.4升/分鐘的流量來冷卻切割部份。

結果如表II所示。該新研磨輪在各項切割標準表現都比較好。比較性例1的研磨輪需要比新研磨輪高20%的轉速並多耗用45%的功率(約520瓦對369瓦)。

五、發明說明 (15)

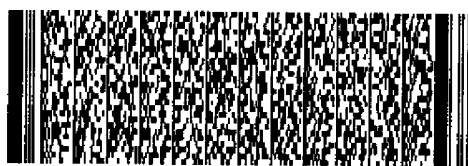
表 II

	切片		累計切片長度		研磨輪磨損		工作物件		切割直線性	耗用轉動功率
	切片數	累計切片數	公尺	徑向毫米	累計毫米	係數 ¹ 毫米/公尺	最大碎片	平均碎片	毫米	瓦
例1	9.0 0	9.00	1.35	5.08	5.08	3.70	8.00	<5	<5	
	9.0 0	18.00	2.70	0.00	5.08	0.00	9.00	5.00	<5	
	9.0 0	27.00	4.05	0.00	5.08	0.00	11.00	<5	<5	368-296
	9.0 0	36.00	5.40	10.16	15.24	7.40	6.00	<5	<5	
	9.0 0	45.00	6.75	2.54	17.78	1.90	10.00	5.00	<5	
	9.0 0	54.00	8.10	2.54	20.32	1.90	11.00	5.00	<5	312-368
	9.0 0	63.00	9.45	10.16	30.48	7.40	8.00	<5	<5	
	9.0 0	72.00	10.8	2.54	33.02	1.90	9.00	<5	<5	
	9.0 0	81.00	12.0	2.54	35.56	<0.5	9.00	<5	<5	376-328
	9.0 0	9.00	1.35	5.08	5.08	3.70	11.00	<5	<5	520-536
比較性例1	9.0 0	18.00	2.70	10.16	15.24	7.40				
	9.0 0	27.00	4.05	5.08	20.32	3.70				
	9.0 0	36.00	5.40	2.54	22.86	1.90	10.00	<5	<5	
	9.0 0	45.00	6.75	5.08	27.94	3.70				
	9.0 0	54.00	8.10	2.54	30.48	1.90				
	9.0 0	63.00	9.45	5.08	35.56	3.70	14.00	<5	<5	560-576
	9.0 0									

¹磨損係數=徑向研磨輪磨損除以工作物件切割長度

例3和4及比較性例2-8

測試顆粒補強研磨輪的硬度。多種金屬粉末，以表III所列的比例混合，並加或不加鑽石研磨顆粒，以例1的方式混合至均勻。於室溫下將以上的成份倒入狗骨頭形狀的



五、發明說明 (16)

模具並加壓約414-620百萬巴斯卡(30-45噸/平方英吋)約5-10秒，再以例1的真空方式燒結，以製造拉力測試的樣品。

在Instron拉力測試機上測試音速的和標準的拉力係數。結果如表III所示。研磨顆粒補強樣品(例3和4)的彈力係數超過150 GPa (G巴斯卡)。於例4中增加鑽石的濃度使係數明顯增加，證明了鑽石整合入整體結構。相反的，比較性例2具有相同的鍵結成份但不含鑽石，所以不具備研磨顆粒的加強鍵結，則使得硬度降低很多。相同的，比較性例3顯示雖然在青銅合金鍵結成份中含有鑽石，但是因為缺少活性金屬成份，硬度仍然很差。

在比較性例4中，我們使用通用電器公司生產，據稱表面塗覆有約1-2微米鈦的商用鑽石研磨顆粒。和完全沒有活性成份(比較性例3)比較可知，硬度略有上升，但是仍和有效的範例相差很多。硬度減少的原因可能是活性金屬成份太少、存在表面的鈦在燒結前是以碳化物的形態存在，而使得鈦和其他金屬的相容性降低，和/或顆粒上非碳化物形態的鈦已經氧化。

比較性例5和7則說明了傳統不同銅/錫/鎳/鐵成份的薄鑽石研磨輪的係數只有約100 GPa (G巴斯卡)。比較性例6和8則是相當於比較性例5和7但是不加鑽石研磨顆粒。這些範例指出，鍵結成份不論是否有加入鑽石加其硬度都相當的接近。這證實了，在活性金屬不存在時，鍵結並不會將鑽石加入整合鍵結而產生加強的結構。

五、發明說明 (17)

表 III

	例3	例4	比較性 例2	比較性 例3	比較性 例4	比較性 例5	比較性 例6	比較性 例7	比較性 例8
銅，重量%	59.50	59.50	59.50	80.00	80.00	70.00	70.00	62.00	62.00
錫，重量%	24.00	24.00	24.00	20.00	20.00	9.10	9.10	9.20	9.20
鈦，重量%	16.50	16.50	16.50						
鎳，重量%						7.50	7.50	15.30	15.30
鐵，重量%						13.40	13.40	13.50	13.50
鑽石，體積%	18.80	30.00		18.80	18.8*	18.80		18.80	
音速係數，	176.00	220.0		67.00	80.00	95.00		99.00	
Gpa(G巴斯卡)		0							
拉力係數，	276.00		110.00	60.00	84.00		106.00	103.00	95.00
Gpa(G巴斯卡)									

*鑽石表面塗覆有約 1-2 微米的鈦

雖然選用幾個特例來說明本發明，而且接著的說明也是在解釋範例的特定事項，但是不表示限制本發明的申請專利範圍。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：具活性鍵之超研磨輪)

一種直式、薄式、單體研磨輪，展現超強的硬度，由堅硬的研磨顆粒及包含一個金屬成份和一個活性金屬成份燒結鍵結所構成。其中金屬成份可由許多可燒結的金屬成份中選出。活性金屬是可以在燒結條件下和研磨顆粒形成鍵結的金屬，而且其存在量需足以有效整合顆粒和燒結鍵成為顆粒補強物質。較佳的研磨輪是由鑽石研磨劑和銅/錫/鈦燒結鍵而成。該研磨輪在電子業的研磨操作是非常有用的，例如切割矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤。本全新的研磨輪其硬度高於傳統的直式單體研磨輪，不需增加研磨輪的厚度即可改善切割的精確度、較少的碎片、和附帶的較少的切割損失。

英文發明摘要 (發明之名稱：SUPERABRASIVE WHEEL WITH ACTIVE BOND)

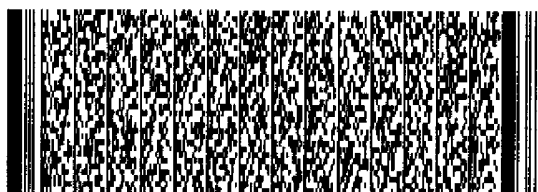
A straight, thin, monolithic abrasive wheel formed of hard and rigid abrasive grains and a sintered bond including a metal component and an active metal component exhibits superior stiffness. The metal component can be selected from among many sinterable metal compositions. The active metal is a metal capable of reacting to form a bond with the abrasive grains at sintering conditions and is present in an amount effective to integrate the grains and sintered bond into a



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具活性鍵之超研磨輪)

英文發明摘要 (發明之名稱：SUPERABRASIVE WHEEL WITH ACTIVE BOND)

grain-reinforced composite. A diamond abrasive, copper/tin/titanium sintered bond abrasive wheel is preferred. Such a wheel is useful for abrading operations in the electronics industry, such as cutting silicon wafers and alumina-titanium carbide pucks. The stiffness of the novel abrasive wheels is higher than conventional straight monolithic wheels and therefore improved cutting precision and less chipping can be attained without increase of wheel thickness and



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具活性鍵之超研磨輪)

英文發明摘要 (發明之名稱：SUPERABRASIVE WHEEL WITH ACTIVE BOND)

concomitant increased kerf loss.



六、申請專利範圍

1. 一種研磨輪，包含具有20-2500微米範圍相同寬度之直式單體顆粒補強研磨盤，且其基本上含有約2.5-50體積%的研磨顆粒，其餘為包含金屬成份和可在燒結時和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬成份之鍵，而該活性金屬和研磨顆粒的含量為產生顆粒補強研磨盤，其至少可以產生比相同成份但不含活性金屬成份而燒結的研磨盤多10%的彈性係數。
2. 如申請專利範圍第1項之研磨輪，其研磨顆粒約在0.5到100微米範圍，且該顆粒補強研磨盤之彈性係數至少約100 GPa (G巴斯卡)。
3. 如申請專利範圍第2項之研磨輪，該研磨輪的彈性係數是相同燒結鍵結不具有研磨顆粒的組合物的至少約二倍。
4. 如申請專利範圍第3項之研磨輪，該研磨盤基本上包含約15-30體積%的研磨顆粒。
5. 如申請專利範圍第1項之研磨輪，其金屬成份由銅、錫、鈷、鐵、鎳、銀、鋅、銻、鎂、金屬碳化物和至少兩種的合金中選出。
6. 如申請專利範圍第1項之研磨輪，其金屬成份包含金屬合金或是金屬成份由硼、矽和其化合物和組合所組成。
7. 如申請專利範圍第4項之研磨輪，其活性金屬成份由鈦、鋯、鈺、鉻、鉭和至少二種以上的混合物所組成。
8. 如申請專利範圍第7項之研磨輪，其研磨顆粒未被活性金屬所塗覆。

六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第7項之研磨輪，其研磨顆粒被巨分子級厚度金屬所塗覆。

10. 如申請專利範圍第1項之研磨輪，其結構是單體的。

11. 如申請專利範圍第5項之研磨輪，該研磨輪之燒結鍵由

(A) 約45-75重量%的銅，

(B) 約20-35重量%的錫，和

(C) 約5-20重量%的活性金屬，

其中(A)、(B)、(C)項的總合是100重量%。

12. 如申請專利範圍第11項之研磨輪，其活性金屬成份由鈦、鋯、鉛、鉻、鉭和至少二種以上的混合物所選出。

13. 如申請專利範圍第12項之研磨輪，其活性金屬成份為鈦。

14. 如申請專利範圍第1項之研磨輪，其研磨顆粒由鑽石、立心氮化硼、碳化矽、熔融氧化鋁、微晶鋁、氮化矽、碳化硼和碳化鎢或至少兩種的混合物中選出。

15. 如申請專利範圍第14項之研磨輪，其研磨顆粒是鑽石。

16. 如申請專利範圍第1項之研磨輪，其研磨盤為圓形，直徑約40-120毫米，軸心孔約12-90毫米，具有約100-500微米的均勻寬度，並含有鑽石研磨顆粒，由約59.5重量%的銅、24重量%的錫和16.5重量%的鈦所組成的燒結鍵。

17. 如申請專利範圍第16項之研磨輪，其均勻寬度約為100-200微米之間。

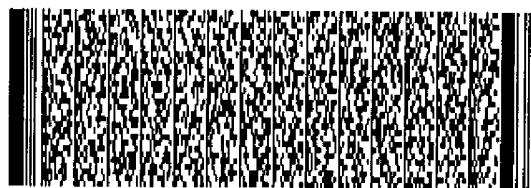
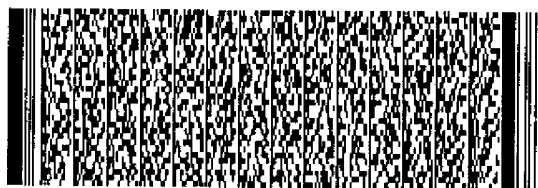
六、申請專利範圍

18. 一種研磨輪，包含具有均勻的厚度和外觀比例約為20-6000比1之直式薄型單體研磨盤，其含有約2.5-50體積%的研磨顆粒，其餘為包含金屬成份和可在燒結時和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬成份所組成之鍵，而活性金屬和研磨顆粒的含量為產生顆粒補強研磨盤，其至少可以產生比相同成份但不含活性金屬成份而燒結的研磨盤多10%的彈性係數。

19. 一種切割工作物件的方法，包含以一種含直式、顆粒補強研磨盤之研磨輪和工作物件接觸，該研磨盤具有20-2500微米範圍相同寬度，含有約2.5-50體積%的研磨顆粒，其餘為包含金屬成份和可在燒結時和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬成份所組成之鍵，而活性金屬和研磨顆粒的含量為產生顆粒補強研磨盤，其至少可以產生比相同成份但不含活性金屬成份而燒結的研磨盤多10%的彈性係數。

20. 如申請專利範圍第19項之方法，其中該研磨盤為圓形，直徑約40-120毫米，軸心孔約12-90毫米，其金屬成份由銅、錫、鈷、鐵、鎳、銀、鋅、銻、鎂、金屬碳化物或至少兩種的合金中選出，其活性金屬成份由鈦、鋳、鉛、鉻、鉭和至少二種以上的混合物所選出，而研磨顆粒大小約在0.5到100微米範圍，且該顆粒補強研磨盤之彈性係數至少約100 GPa (G巴斯卡)，其彈性係數是只有燒結鍵結不具有研磨顆粒的研磨盤的至少約二倍。

21. 如申請專利範圍第20項之方法，其金屬成份包含金



六、申請專利範圍

屬合金或是金屬成份由硼、矽和其化合物和組合所組成。

22. 如申請專利範圍第20項之方法，

該盤為圓形，直徑約50-120毫米，具有約100-500微米的均勻寬度，

該研磨盤含鑽石和基本上包含(A)約45-75重量%的銅；(B)約20-35重量%的錫；和(C)約5-20重量%的活性金屬之燒結鍵所組成，而(A)、(B)、(C)項的總合是100重量%。

23. 如申請專利範圍第19項之方法，其中該工作物件是鋁-鈦碳化物。

24. 一種製造研磨工具的方法，包含步驟

(a) 事先選定特定物質比例，含

(1) 研磨顆粒；

(2) 大部份為銅和少部份錫的金屬成份；和

(3) 可以在燒結過程和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬；

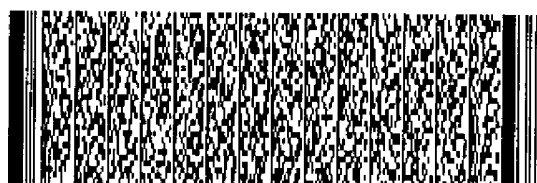
(b) 混合以上的特定物質，形成均勻混合物；

(c) 將均勻混合物放入事先選定形狀的模具中；

(d) 在345-690 MPa(百萬巴斯卡)的壓力下以足夠的時間壓製成形；

(e) 在500-900℃的溫度下，以足夠的時間加熱燒結金屬成份和活性金屬形成燒結鍵結，並和研磨顆粒形成研磨顆粒補強物質；及

(f) 冷卻研磨顆粒補強物質，形成研磨工具。



六、申請專利範圍

25. 如申請專利範圍第24項之方法，其進一步包含在壓縮之後降低鑄件的壓力至約小於100 MPa(百萬巴斯卡)，並在加熱的過程中保持壓力為約小於100百萬巴斯卡。

26. 如申請專利範圍第25項之方法，其中在加熱的過程中降低並保持壓力為約10-40 MPa(百萬巴斯卡)。

27. 如申請專利範圍第25項之方法，其中該研磨工具為一圓盤，具有約100-500微米的均勻寬度，直徑約50-120毫米，且軸心孔約12-90毫米。

28. 如申請專利範圍第27項之方法，其更包含在壓實步驟之後，由模具中取出鑄件，並在加熱過程中用平板夾住圓盤。

29. 如申請專利範圍第27項之方法，其中該圓盤具有約100-200微米的均勻寬度。

30. 如申請專利範圍第20項之方法，其中該鑄件在壓實壓力下加熱。

31. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該研磨顆粒不具有活性金屬塗覆。

32. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該研磨顆粒在混合步驟之前已被巨分子級厚度金屬所塗覆。

33. 如申請專利範圍第24項之方法，其中特定物質比例含(A)約45-75重量%的銅；(B)約20-35重量%的錫；和(C)約5-20重量%由鈦、鋯、鉛、鉻、鉭和至少二種以上的混合物選出組成的活性金屬，而(A)、(B)、(C)項的總合是100重量%。

六、申請專利範圍

34. 如申請專利範圍第33項之方法，更包含

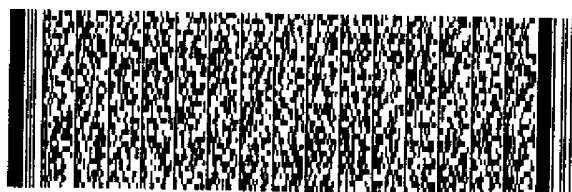
(i) 將活性金屬成份的微細粉末和足夠量的揮發性液體黏著劑混合形成黏稠物；

(ii) 將研磨顆粒和黏稠物混合，以使得至少大部份研磨顆粒表面都沾上黏稠物；及

(iii) 使黏稠物乾燥，只留下活性金屬粉末以機械力黏著在研磨顆粒之上。

35. 如申請專利範圍第24項之方法，其中研磨顆粒包含20-50體積%的特定研磨顆粒，該研磨顆粒由鑽石、立心氮化硼，碳化矽、熔融氧化鋁、微晶鋁、氮化矽、碳化硼和碳化鎢或至少兩種的混合物中選出。

36. 如申請專利範圍第35項之方法，該研磨顆粒是鑽石。



五、發明說明 (3)

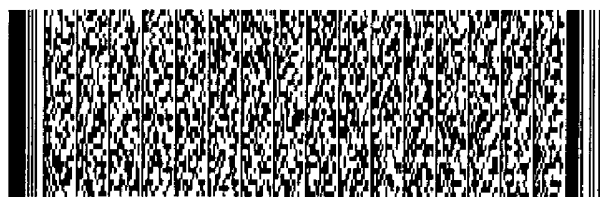
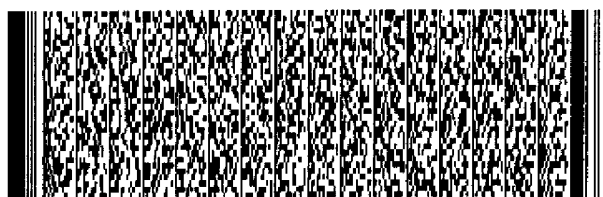
本發明是關於如電子業所用來研磨非常硬物質的薄型研磨輪。

薄而非常硬的研磨輪在商業上是非常重要的。例如，研磨輪在電子業被用來切割小的區段的矽晶圓的和所謂的鋁-鈦碳化物彈力盤及其他研磨操作。矽晶圓通常用來製造積體電路，而鋁-鈦碳化物彈力盤則用來建構記錄和播放磁性儲存資訊的快速薄膜磁頭。使用薄研磨輪來研磨矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤在美國專利5,313,742號已有詳細的解釋，該專利的所有揭露將列為本發明的參考。

如'742專利所述，建構矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤產生了能精確切割而不浪費工作物件的需要。理想狀況下，為了有效切割，刀片需要愈硬愈好和儘可能的薄，薄則可以減少產生廢棄物，而硬則可以切割得直。然而這兩項特性是互相衝突的，因為愈薄則變得愈不夠硬。

工業已經在使用單體研磨輪，通常是聚集掛在主輪軸心上。而其中的每一個研磨輪則在軸向以不可壓縮和不易磨損的間隔物隔開。傳統上，每一個研磨輪軸向由軸心孔到圓周有相同的度量。雖然相當薄，但為了提供足夠的硬度供精確的切割，研磨輪的軸向度量則比所需要的大。然而為了要讓廢棄物的產生在可接受的範圍，則必須減少厚度。而這會減少研磨輪的硬度。

因此傳統直式研磨輪會比較薄的研磨輪產生更多的廢棄物，而且比更硬的研磨輪產生更多的碎片和不正確的切割。而'742專利則是利用增加研磨輪由軸心孔向外之徑向的

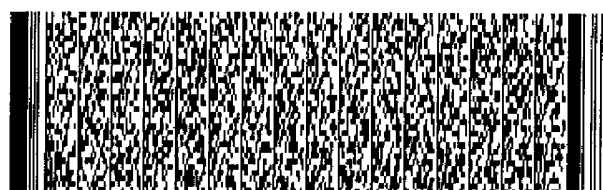
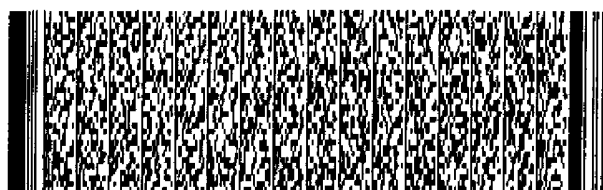


五、發明說明 (4)

厚度來改善聚集直式研磨輪的效能。該發明中揭露具有較厚內部的單體研磨輪比使用間隔物的直式研磨輪有更高的硬度。然而，因此內部並不是用來切割，所以'742專利則會有研磨輪的內部體積浪費的缺點。而薄的研磨輪，尤其是那些用來切割鋁-鈦碳化物，使用如鑽石的昂貴研磨物質，'742專利研磨輪因為浪費一部份的研磨體積，其成本將比直式研磨輪高。

我們希望可以找到比傳統研磨輪硬度更高的直式單體薄型研磨輪。除了輪子的幾何形狀之外，硬度來自本質上構成研磨輪物質的硬度。單體研磨輪主要是由研磨顆粒和使研磨顆粒保持所要形狀的鍵結所構成。用來切割如矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤硬物的薄研磨輪通常使用金屬鍵結。在這項工藝中，有許多的金屬鍵結成份可以用來鍵結鑽石顆粒。例如銅、鋅、銀、鎳或鐵合金。目前已知在鍵結過程加入至少一種活性金屬成份到金屬鍵結成份，可讓鑽石顆粒和活性金屬成份起化學反應而形成整體顆粒補強的成份。而這種本質非常堅硬的顆粒加上顆粒和金屬的化學鍵結形成硬度極高的研磨結構。

本發明提供一個直式、單體、顆粒補強研磨輪，具有20-2500微米範圍相同寬度，含有約2.5-50體積%的研磨顆粒，其餘為金屬成份和可在燒結時和研磨顆粒形成化學鍵結的活性金屬成份，而該活性金屬的含量至少可以產生比相同成份但不含活性金屬成份而燒結的研磨盤多10%彈性係數。



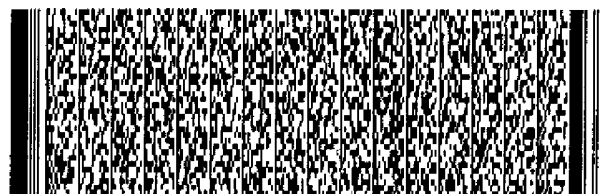
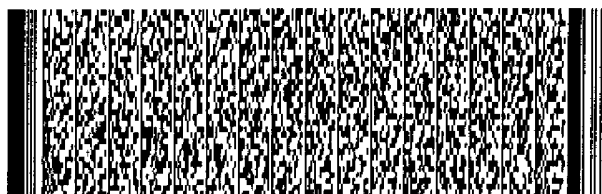
五、發明說明 (7)

出合適的高剛度和高硬度的研磨顆粒，再加上活性金屬在燒結過程和研磨顆粒所形成的化學鍵結，可以提高研磨燒結鍵混合體的整體硬度。

選擇研磨顆粒的第一個考慮是研磨物質必需比擬切割的物質更硬。通常薄研磨輪的研磨顆粒會由非常硬的物質中選出，因為這些研磨輪通常用來切割一些非常硬的物質，如鋁-鈦碳化物。如以上所言，研磨顆粒同時也需具有足夠的剛度來加強鍵結的結構。該選擇研磨物質的標準是為了確保研磨物質的彈性係數需高於，較佳是顯著的高於，燒結鍵的彈性係數。本發明的代表性研磨物質通常稱為超研磨物質，如鑽石和立心氮化硼，其他的硬質研磨物包括碳化矽、熔融氧化鋁、微晶鋁、氮化矽、碳化硼和碳化鎢等。混合至少兩種的研磨物質亦可。鑽石是較佳的。

通常是利用粉粒狀態的研磨顆粒。用來製造約有120毫米大小研磨輪的研磨顆粒約在0.5到100微米範圍，較佳約10-30微米。對直徑比較大的研磨輪，研磨顆粒的大小可以等比例放大。

本發明的金屬成份可以是單一的金屬元素或是多種元素的混合。適合本發明的代表性元素包括銅、錫、鈷、鐵、鎳、銀、鋅、銻和鎂。混合物的例子有銅-錫、銅-錫-鐵-鎳、銅-鋅-銀、銅-鎳-鋅、銅-鎳-銻。如鈷-鎢碳化物和鎳-銅-銻-鉭碳化物，及含非金屬成份的合金也可以使用。非金屬成份通常會增加金屬的硬度或降低金屬的熔點，有助於降低燒結的溫度並避免鑽石因曝露在高溫中而受損



四、中文發明摘要 (發明之名稱：具活性鍵之超研磨輪)

一種直式、薄式、單體研磨輪，展現超強的硬度，由堅硬的研磨顆粒及包含一個金屬成份和一個活性金屬成份燒結鍵結所構成。其中金屬成份可由許多可燒結的金屬成份中選出。活性金屬是可以在燒結條件下和研磨顆粒形成鍵結的金屬，而且其存在量需足以有效整合顆粒和燒結鍵成為顆粒補強物質。較佳的研磨輪是由鑽石研磨劑和銅/錫/鈦燒結鍵而成。該研磨輪在電子業的研磨操作是非常有用的，例如切割矽晶圓和鋁-鈦碳化物彈力盤。本全新的研磨輪其硬度高於傳統的直式單體研磨輪，不需增加研磨輪的厚度即可改善切割的精確度、較少的碎片、和附帶的較少的切割損失。

英文發明摘要 (發明之名稱：SUPERABRASIVE WHEEL WITH ACTIVE BOND)

A straight, thin, monolithic abrasive wheel formed of hard and rigid abrasive grains and a sintered bond including a metal component and an active metal component exhibits superior stiffness. The metal component can be selected from among many sinterable metal compositions. The active metal is a metal capable of reacting to form a bond with the abrasive grains at sintering conditions and is present in an amount effective to integrate the grains and sintered bond into a

