

(21)申請案號：101134109

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 18 日

(51)Int. Cl. : C23C14/34 (2006.01)

(30)優先權：2011/10/18 奧地利

AT GM 562/2011

(71)申請人：攀時歐洲公司 (奧地利) PLANSEE SE (AT)

奧地利

(72)發明人：艾本東 彼德 ABENTHUNG, PETER (AT)；林克 克里斯提恩 LINKE, CHRISTIAN (DE)；卓賀夫 安卓 (DE)；沃夫 哈爾慕特 WOLF, HARTMUT (AT)；薇爾 托比亞斯 WILL, TOBIAS (DE)；科克 沃夫康 KOECK, WOLFGANG (AT)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：4 共 31 頁

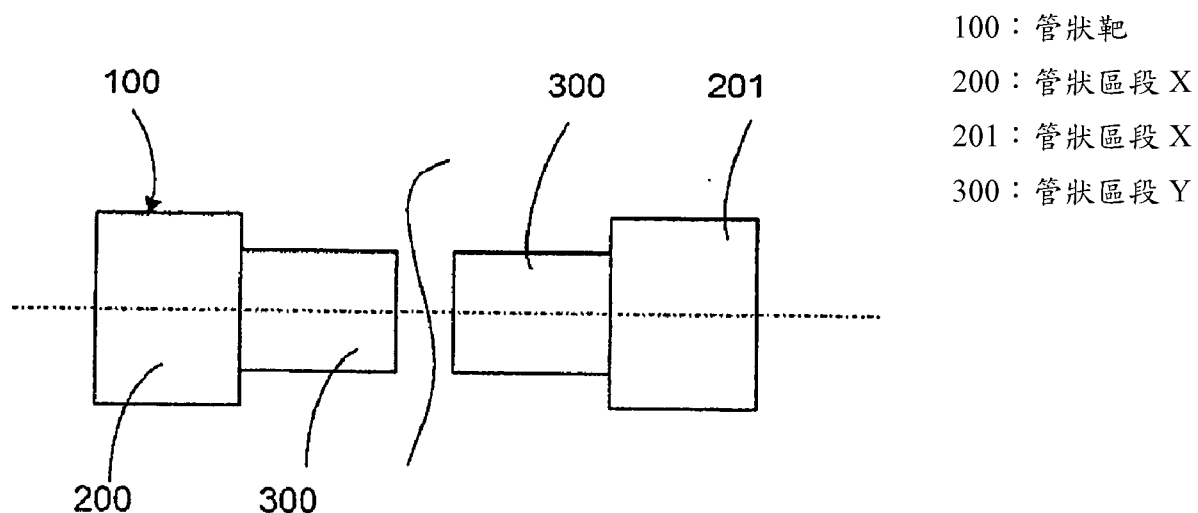
(54)名稱

管狀靶

TUBULAR TARGET

(57)摘要

本發明描述一種由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶，該管狀靶包含具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X 及具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y，其中至少一管狀區段 X 至少在若干區域具有大於管狀區段 Y 之至少若干區域之外徑的外徑，且密度比率滿足關係  $(RD_y - RD_x) / RD_y \geq 0.001$ 。本發明進一步描述一種用於藉由燒結及變形至局部不同之程度來生產由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶的製程。相比於根據先前技術之管狀靶，該管狀靶具有在整個表面上更均一之濺鍍燒蝕。該等管狀靶具有既不造成發弧又不造成粒子產生之趨勢。



(21)申請案號：101134109

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 18 日

(51)Int. Cl. : C23C14/34 (2006.01)

(30)優先權：2011/10/18 奧地利

AT GM 562/2011

(71)申請人：攀時歐洲公司 (奧地利) PLANSEE SE (AT)

奧地利

(72)發明人：艾本東 彼德 ABENTHUNG, PETER (AT)；林克 克里斯提恩 LINKE, CHRISTIAN (DE)；卓賀夫 安卓 (DE)；沃夫 哈爾慕特 WOLF, HARTMUT (AT)；薇爾 托比亞斯 WILL, TOBIAS (DE)；科克 沃夫康 KOECK, WOLFGANG (AT)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：4 共 31 頁

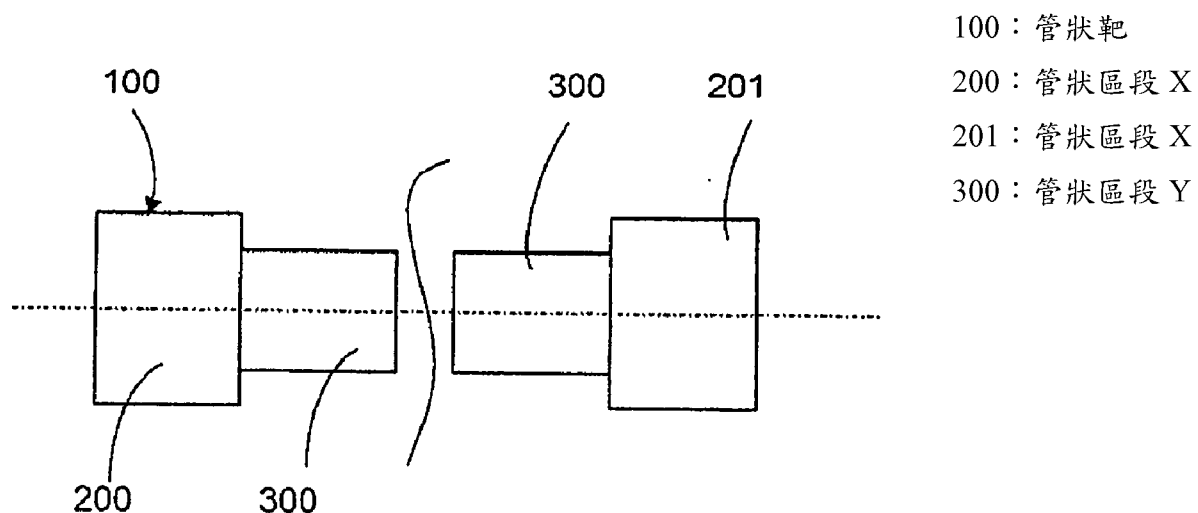
(54)名稱

管狀靶

TUBULAR TARGET

(57)摘要

本發明描述一種由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶，該管狀靶包含具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X 及具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y，其中至少一管狀區段 X 至少在若干區域具有大於管狀區段 Y 之至少若干區域之外徑的外徑，且密度比率滿足關係  $(RD_y - RD_x) / RD_y \geq 0.001$ 。本發明進一步描述一種用於藉由燒結及變形至局部不同之程度來生產由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶的製程。相比於根據先前技術之管狀靶，該管狀靶具有在整個表面上更均一之濺鍍燒蝕。該等管狀靶具有既不造成發弧又不造成粒子產生之趨勢。



# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101134109

※申請日：

101-09-18

※IPC 分類：

C23C 14/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

管狀靶

TUBULAR TARGET

## 二、中文發明摘要：

本發明描述一種由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶，該管狀靶包含具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X 及具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y，其中至少一管狀區段 X 至少在若干區域具有大於管狀區段 Y 之至少若干區域之外徑的外徑，且密度比率滿足關係  $(RD_y - RD_x)/RD_y \geq 0.001$ 。本發明進一步描述一種用於藉由燒結及變形至局部不同之程度來生產由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶的製程。相比於根據先前技術之管狀靶，該管狀靶具有在整個表面上更均一之濺鍍燒蝕。該等管狀靶具有既不造成發弧又不造成粒子產生之趨勢。

## 三、英文發明摘要：

The invention describes a tubular target composed of refractory metal or a refractory metal alloy, which comprises at least one tubular section X having a relative density  $RD_x$  and at least one tubular section Y having a

relative density  $RD_y$ , where at least one tubular section X has at least in regions a greater external diameter than at least in regions a tubular section Y and the density ratio satisfies the relationship  $(RD_y - RD_x)/RD_y \geq 0.001$ . The invention further describes a process for producing a tubular target composed of refractory metal or a refractory metal alloy by sintering and deforming to an extent which is locally different. The tubular target has more uniform sputtering ablation over the entire surface compared to tubular targets according to the prior art. The tubular targets have a tendency neither to arcing nor to particle generation.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：管狀靶

200：管狀區段 X

201：管狀區段 X

300：管狀區段 Y

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

本發明係關於一種由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶，該耐火金屬合金具有 $>50$  原子%之耐火金屬含量，該管狀靶包含具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X 及具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y，其中至少一管狀區段 X 至少在若干區域具有大於管狀區段 Y 的至少若干區域之外徑的外徑。

本發明進一步係關於一種用於生產由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶之製程，該耐火金屬合金具有 $>50$  原子%之耐火金屬含量，其中該製程包含至少以下步驟：藉由在壓製壓力  $p$  下壓製粉末來生產生坯本體 (green body)，其中  $100 \text{ MPa} < p < 400 \text{ MPa}$ ；及藉由在  $0.4$  至  $0.9$  之同系溫度下進行無壓力或壓力輔助燒結且視情況進行機械塑形來生產管狀毛坯 (tubular blank)。

管狀靶為用於陰極原子化單元之管狀原子化源。陰極原子化通常亦被稱為濺鍍且原子化源被稱為濺鍍靶。因此，管狀靶為具有管狀形狀之濺鍍靶。尤其在微電子學中常用之製程為磁控濺鍍。雖然在簡單陰極原子化期間僅施加電場，但在磁控濺鍍之狀況下另外產生磁場。電場與磁場之疊加會延長電荷載流子之路徑且增加每電子衝擊數。

管狀靶之優點為均一燒蝕且因此具有高利用度。出於本發明之目的，利用度為基於在第一次使用之前靶之質量

的在靶被使用之整個時間期間已被濺鍍掉之材料質量。因此，針對平面靶之利用度為約 15%至 40%且針對管狀靶之利用度典型地為 75%至 85%。相比於在平面靶之狀況下的靶冷卻，在管狀靶之內部空間中所達成的靶冷卻由於管中之較好熱轉移而顯著地更有效，此情形使較高表面能量密度成為可能且因此使較高塗佈速率成為可能。另外，尤其是在反應性濺鍍之狀況下，發生局部電弧形成（亦被稱為發弧）之趨勢亦會減小。當塗佈大面積基板時，管狀靶之使用特別有利。在使用期間，管狀靶緩慢地旋轉，而磁場通常靜止。電子密度在勞倫茲（Lorentz）力平行於靶表面之點處最高。此情形在此區域中引起較大離子化。儘管可藉由磁體之最佳化配置而在靶之長度上使濺鍍燒蝕在某一程度上等化，但此濺鍍燒蝕在管之末端之區域中相比於在管狀靶之中間區域中較高。由於管之末端之區域中的增加之燒蝕，故待塗佈基板之直接地位於管狀靶之末端附近的區域相比於該基板之其餘部分被塗佈有不同層厚度。管之末端處的增加之燒蝕亦限制對管狀靶之可能的材料利用，此係因為某一殘餘量之靶材料在塗佈製程結束之後尤其留存於管狀靶之中間區域中且因此不能用於塗佈。此情形限制了利用度。

US 5,853,816 (A)描述一種管狀靶，其中該管狀靶之末端相比於該管狀靶之中間區域具有較大外徑。可以此方式顯著地增加靶之材料利用。此製程適於藉由熱噴塗而塗覆之靶材料。然而，在其他生產程序中，僅可藉由額外處理

步驟及增加之材料使用來獲得此幾何學。另外，在靶之末端處材料之厚度之可能增加由磁場強度之弱化來判定，當所沈積之材料量太高時，特別是在耐火金屬之狀況下必須考量此因素。另外，儘管在使用管之末端之區域中具有較大外徑的管狀靶時管狀靶之使用時間會增加，但不能避免非均一燒蝕。

WO 2007/141173 A1 及 WO 2007/141174 A1 具有使此非均一燒蝕等化之目標。

在 WO 2007/141174 A1 中，藉由管之末端區域來達成此目標，該等末端區域係由含有存在於中間區域中之元素中之一者之化學化合物的材料形成。在 WO 2007/141173 A1 中，藉由熱噴塗來生產此末端區域。然而，對於更特別是在微電子學領域中之應用，由於對經沈積層之材料均質性的極高需求，需要使用具有均質材料組成之濺鍍靶。

US 5,725,746 (A) 中描述由於附接了由不同於待濺鍍靶材料之材料製成之末端件而具有相對高利用度的管狀靶的生產。相比於實際靶材料，此額外材料以較緩慢燒蝕速率濺鍍。然而，雜質被引入至薄層中。另外，不能藉由此製程來生產不具有支撐管之管狀靶。

管狀靶主要用於生產大面積塗層。尤其是在諸如耐火金屬之昂貴層材料的狀況下，靶材料之高利用度為一優點。出於本發明之目的，耐火金屬為第 4 過渡族之金屬（鈦、鋳及鈐）、第 5 過渡族之金屬（鈮、鈮及鉭）、第 6 過渡族之金屬（鉻、鉬及鎢）且亦為銻。此等金屬之熔點高於鉑

之熔點（ $1772^{\circ}\text{C}$ ）。耐火金屬具有與許多應用利益攸關之性質概況。由於高熔點，外來擴散速率原則上低，此情形使耐火金屬註定用作擴散障壁。此外，鉬及鎢尤其形成與許多層材料之歐姆接觸，由於此情形而避免了肖特基（Schottky）障壁。尤其是鉬、鎢及鉻之高電導率對於用作導體軌道係有利的。尤其是鉬、鎢及鉻之低熱膨脹係數在沈積於玻璃基板上時確保了層之良好黏附及低的層應力。由耐火金屬構成之濺鍍靶仍較佳地為平面的。

已經嘗試用於生產由耐火金屬構成之管狀靶之許多生產程序，例如，鑄造製程、熱均壓、燒結、擠出或各種噴塗技術。舉例而言，WO 2007/041730 A1 中描述管狀鉬靶的一種有利粉末冶金生產程序。

因此，本發明之目標係提供一種不具有在先前技術中所指示之缺點中的至少一者之管狀靶。本發明之另外目標係提供一種在濺鍍製程中被均一地燒蝕且不趨向於顯示不可接受的局部增加之濺鍍速率之管狀靶。此外，本發明之目標係提供一種具有高利用度之管狀靶。

本發明之另外目標係提供一種可藉以在大面積上沈積具有高的層厚度均一性之層的管狀靶。另外，本發明之目標係提供一種具有極低的顯示局部電弧形成（發弧）及粒子產生之趨勢之管狀靶。本發明之另外目標係提供一種用於生產管狀靶之廉價製程，該製程具有至少一種上述性質。

該目標係由申請專利範圍獨立項達成。

該管狀靶包含至少在若干區域具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X 及至少在若干區域具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y。該管狀區段 X 至少在若干區域具有大於該管狀區段 Y 的至少若干區域的外徑之外徑。密度比率至少在某區域滿足以下關係： $(RD_y - RD_x) / RD_y \geq 0.001$ 。若該密度比率較低，則不再能充分達成下文所指示之優點。出於本發明之目的，該相對密度為基於各別材料之理論密度的測定密度。材料之理論密度對應於無孔隙之 100% 緻密材料的密度。

在耐火金屬及耐火金屬合金之狀況下確保了本發明之有利效應。耐火金屬及耐火金屬合金具有高濺鍍穩定性。耐火金屬涵蓋第 4 過渡族之金屬（鈦、鋯及鈦）、第 5 過渡族之金屬（鈮、鈮及鈮）、第 6 過渡族之金屬（鉻、鉬及鉬）且亦為銻。出於本發明之目的，耐火金屬合金為至少一種或一種以上耐火金屬之合金，其中總耐火金屬含量大於/等於 50 原子%。在耐火金屬及耐火金屬合金之狀況下，管狀區段 X 與管狀區段 Y 之間的極小密度差就足以達成更均一之濺鍍燒蝕。尤佳之耐火金屬為第 6 過渡族之比較脆的材料，即，鉻、鉬、鉬及其合金。此外，將強調鉬及鉬合金。

密度係根據描述浸沒於液體中之固體之質量、體積與密度之間的關係之阿基米得（Archimedes）原理予以判定。藉由浮力法判定減去浮力的重量，且自此減去浮力的重量及空氣重量計算相對密度。

下文描述用以判定  $RD_x$  及  $RD_y$  之取樣。浮力法使得能

夠可靠地判定小體積之密度。在判定管狀靶之管狀區段之密度時，最小體積係由管狀區段之切片之最小厚度判定。最小可達成厚度又係由機械加工技藝判定。不管可用的技藝如何，皆可可靠地生產管狀區段之具有 3 mm 之厚度的切片，且該切片因此用作  $RD_x$  及  $RD_y$  之判定的基礎。較佳地在管狀區段 X 之最大外徑的區域中及在管狀區段 Y 之最小外徑的區域中採取試樣。

現在已發現，相比於在根據先前技術之靶的狀況下，在具有本發明之特徵之管狀靶的狀況下，在該管狀靶之長度上濺鍍燒蝕更均一。在管狀靶之長度上的更均一之濺鍍燒蝕確保了高利用度。利用度取決於  $RD_y:RD_x$  比率、濺鍍參數（例如，偏壓電壓）及經濺鍍材料。此外，均一濺鍍燒蝕亦意謂著均一濺鍍速率。在管狀靶之長度上的均一濺鍍速率又產生在整個面積上具有極均一層厚度之經沈積層。甚至在沈積於大面積上之層的狀況下仍達成此均一層厚度。此外，已發現，本發明之管狀靶具有既不造成不可接受的強發弧又不造成粒子產生之趨勢，且因此在層中引起較少缺陷。

較佳地判定相對大體積之平均相對密度  $RD_{xm}$  及  $RD_{ym}$ ，其中  $RD_{xm}$  表示管狀區段 X 之至少一區域的平均相對密度且  $RD_{ym}$  表示管狀區段 Y 之至少一區域的平均相對密度。為了判定  $RD_{xm}$  及  $RD_{ym}$ ，採取具有 50 mm 之厚度的管狀區段。較佳地在管狀區段 X 之最大外徑的區域中及在管狀區段 Y 之最小外徑的區域中採取用於密度判定之試

樣。較佳地， $RD_x$  及  $RD_{xm}$  之值等同。 $RD_y$  及  $RD_{ym}$  之值亦較佳地等同。此外，平均相對密度之比率  $(RD_{ym}-RD_{xm})/RD_{ym}$  較佳地  $\geq 0.001$ 。

在另一較佳具體實例中，群組  $(RD_y-RD_x)/RD_y$  及  $(RD_{ym}-RD_{xm})/RD_{ym}$  中之至少一相對密度比率  $\geq 0.005$  或  $\geq 0.01$  或  $\geq 0.02$  或  $\geq 0.05$  或  $\geq 0.1$ 。最佳比率取決於濺鍍條件及經濺鍍材料。以此方式獲得極均一之濺鍍特性。此外，來自群組  $(RD_y-RD_x)/RD_y$  及  $(RD_{ym}-RD_{xm})/RD_{ym}$  之至少一比率較佳地  $\leq 0.2$ 。若相對密度或平均相對密度之比率大於 0.2，則區域 X 具有比較低的密度，由於此情形，取決於材料及濺鍍參數，可發生增加之粒子產生及/或局部發弧。

此外，有利的是使管狀區段 Y 之相對密度為 99% 至 100%。管狀區段 X 較佳地具有精細且均一之孔隙結構。此情形確保了粒子產生及發弧發生之極低趨勢。當已藉由粉末冶金而生產管狀靶時較佳地達成精細且均一之孔隙結構。粉末冶金生產會導致無法由熔融冶金產生之微結構特徵，例如，殘餘孔隙之大小及分佈。因此，管狀區段 X 中之平均孔隙直徑較佳地為 10 nm 至 10  $\mu$ m。

此外，較佳地，管狀靶之末端之至少若干區域被組態為管狀區段 X。較佳地，至少一管狀區段 Y 位於管狀區段 X 之間。管狀區段 Y 較佳地在大於兩個管狀區段 X 之總和的區域上在軸向方向上延伸。此情形確保該等管狀區段 X 配置於發生最大電漿密度之處。

此外，較佳地，所有管狀區段 X 及所有管狀區段 Y 具

有相同材料組成。管狀區段 X 及 Y 之組成較佳地係在針對各別材料所指定之範圍內。換言之，整個管狀靶係由相同材料製成。尤其對於電子學領域中之應用而言，此情形極有利，此係因為即使微小之濃度差亦對層之功能性質具有大影響。

此外，有利的是以單件形式製造管狀靶。以此方式避免了如在由數個接合件組成之管狀靶之狀況下發生的接合。以單件形式製造之管狀靶具有較少的發生粒子產生之趨勢。

此外，管狀區段 X 的至少若干區域及管狀區段 Y 的至少若干區域之直徑比率  $(AD_x - AD_y)/AD_x$  較佳地  $\geq 0.01$ ，其中  $AD_x$  為管狀區段 X 之最大外徑且  $AD_y$  為管狀區段 Y 之最小外徑。若直徑比率低於 0.01，則僅可藉由管區段 X 中之較低密度而使不同燒蝕等化。外徑之比率  $(AD_x - AD_y)/AD_x$  較佳地  $\leq 0.3$ 。較大比率亦意謂著管狀靶與基板之間的局部不同距離。在較佳具體實例中，管狀靶包含兩個管狀區段 X 及一個管狀區段 Y，其中管狀區段 Y 配置於管狀區段 X 之間。管狀區段 X 與管狀區段 Y 之間的過渡可為逐漸的或急劇的。逐漸過渡意謂另外區段 Z 配置於管狀區段 X 與管狀區段 Y 之間，其中區段 Z 中之外徑自管狀區段 X 之鄰接區域的外徑改變至管狀區段 Y 之鄰接區域的外徑。在另外較佳具體實例中，管狀靶具有外徑相同之兩個管狀區段 X。在另外較佳具體實例中，管狀區段 Y 在長度之至少 80% 上具有恆定外徑。另外，較佳地，內徑在管狀靶之整個長度上恆

定。在另外較佳具體實例中，外徑在至少一管狀區段 X 中自  $AD_x$  改變至  $AD_y$ 。換言之，管狀區段 X 為圓錐形。

此外，管狀靶可為整塊或聯結至由非磁性材料構成之支撐管。整塊意謂連接件亦由待濺鍍材料組成。若管狀靶係由一個以上件組成，則可藉由支撐管將管狀區段 X、Y 及/或 Z 固定於適當位置中。個別管區段可經配置成僅僅彼此鄰接或藉由諸如擴散熔接之聯結方法而彼此聯結。當管狀靶聯結至支撐管時，此情形可（例如）藉由焊接聯結或螺絲連接而實現。

管狀靶較佳地用於需要最高層品質的塗佈任務。詳言之，此情形為在以下各者之生產中的狀況：薄膜太陽能電池之背接觸層，其較佳地由鉬或含有鈉之鉬材料製成；或 TFT 結構之功能層，其較佳地由鎢、鉬或鉬合金（例如，Mo-Ta、Mo-W、Mo-Cr、Mo-Nb 或 Mo-Ti）製成。

此外，藉由一種用於生產管狀靶之製程達成本發明之目標，其中管狀靶由耐火金屬或耐火金屬合金組成。

可主要藉由 EP 1 937 866 A1 中所揭示之製程進行毛坯之生產，即，藉由在壓製壓力  $p$  下壓製粉末來生產生坯本體，其中  $100 \text{ MPa} < p < 400 \text{ MPa}$ ；及藉由在 0.4 至 0.9 之同系溫度下進行無壓力或壓力輔助燒結且視情況進行機械塑形來生產管狀毛坯。同系溫度為基於材料之絕對熔點的溫度比率。

接著使管狀毛坯在成品管狀靶中對應於管狀區段 Y 之區域中變形，使得其變形度至少在若干區域中高於在成品

管狀靶中對應於管狀區段 X 之區域中的變形度。變形度為描述在形成製程中工件之永久幾何改變的形狀改變參數。

對於管之變形，變形度被定義如下：

$$\varphi = \ln \frac{A_1}{A_0}, \text{ 其中}$$

$A_1$  為在各別最終狀態下之橫截面積，

$A_0$  為在各別初始狀態下之橫截面積。

較佳地使管狀毛坯在成品管狀靶中對應於管狀區段 Y 之區域中的至少若干區域中變形達  $|\varphi| \geq 0.03$ ，其程度大於在成品管狀靶中對應於管狀區段 X 之區域中的至少若干區域中的程度。因為橫截面之減小會導致  $\varphi$  之負值，所以報告絕對值  $|\varphi|$ 。藉由去掉正負號來獲得絕對值  $|\varphi|$ 。 $|\varphi|$  較佳地  $\geq 0.1$ ，尤佳地  $\geq 0.3$ 。

此外， $|\varphi|$  較佳地  $\leq 3$ 。若  $|\varphi| < 0.03$  或  $|\varphi| > 3$ ，則僅可以較大處理工程支出來達成較佳密度比率。

現在已發現，本發明之生產程序特別適於生產耐火金屬合金，而其對於其他材料並不有利，例如，低熔點的極軟材料，諸如銅或鋁。

原則上，熟習此項技術者將區別兩種形成技術，即，熔融冶金技術及粉末冶金技術。熔融冶金技術係不利的，此係因為沒有可能產生由許多小的極均一分佈之孔隙組成的任何孔隙性。粉末冶金製程技術之另外優點在於：可自多孔生坯本體生產具有經界定之相對密度的燒結本體。亦可進行緻密化製程，使得形成特別有利於均一濺鍍燒蝕之微結構。

原則上，亦有可能在生坯本體自身中產生具有不同密度之區域。因此，舉例而言，可生產生坯本體使得其即使在生坯狀態下亦具有密度相對低之區域及密度相對高之區域，該等密度對應於待在管狀靶中達成之密度值。較佳地藉由冷均壓進行生坯本體之生產。此處，典型地將粉末引入至在所有側上皆被密封且定位於冷均壓機中之可撓性管。在冷均壓機中，施加較佳地在 100 MPa 至 400 MPa 之範圍內的液壓，從而引起緻密化。若在生坯本體之整個長度上使用具有相同粒子大小之粉末，則在該整個長度上相對密度且（因此）孔隙率亦大致恆定。然而，若管最初在稍後在成品管狀靶中對應於管狀區段 X 之區域中被填充有精細粉末（例如，在鉬或鎢之狀況下，具有 1.5  $\mu\text{m}$  至 3  $\mu\text{m}$  之 FSSS（FSSS=費氏微篩大小（Fisher Subsize Size）））且接著在成品管狀靶中對應於管狀區段 Y 之區域中被填充有具有較大粒子大小之粉末（在鉬或鎢之狀況下，例如，具有 3  $\mu\text{m}$  至 6  $\mu\text{m}$  之 FSSS），則在生坯狀態下就達成不同密度分佈。密度在粒子大小較小之處較低且在具有較粗糙粉末粒子之區域中較高。當（例如）藉由熱均壓在比較低的溫度下（例如，在 0.4 至 0.6 之同系溫度下）實現進一步緻密化時，即使在緻密化製程之後亦存在密度差。然而，亦有可能利用精細粉末及粗糙粉末之不同燒結特性；在未施加壓力之慣例燒結溫度（0.6 至 0.9 之同系溫度）下，精細粉末相比於由較粗糙粉末製成之生坯本體燒結得顯著更堅固且因此較好地緻密化。可如下利用此效應。首先生產在

稍後對應於管狀區段 X 之區域中具有相對粗糙粉末（在鉬或鎢之狀況下，例如，具有  $3\ \mu\text{m}$  至  $6\ \mu\text{m}$  之 FSSS）且在稍後對應於管狀區段 Y 之區域中具有精細粉末（在鉬或鎢之狀況下，例如，具有  $1.5\ \mu\text{m}$  至  $3\ \mu\text{m}$  之 FSSS）的生坯本體。管狀區段 X 中之生坯密度因而高於管狀區段 Y 中之生坯密度。在未施加壓力之後續燒結製程中，典型地在 0.6 至 0.9 之同系溫度範圍內，生坯本體之自精細粉末生產之區域相比於自較粗糙粉末生產之區域在更大程度上緻密化，由於此情形，不同生坯密度得到綽綽有餘地補償。

此外，生坯本體之形狀可選自由以下各者組成之群組：管、缸體、在若干區域中具有較大外徑之管，及在若干區域中具有較大外徑之缸體。若生產缸體，則必須藉由在燒結製程之後進行機械塑形來生產管狀本體。有利的是在開始時就壓製管。出於此目的，將心軸引入至橡膠管中，由此在壓製期間產生該管之中空空間。

此外，亦可有利的是生產在管之至少一末端之區域中具有較大外徑的生坯本體。然而，已發現極有利的是生產在整個體積中具有均一生坯密度且亦具有大致恆定外徑及內徑之生坯本體。以使得平均相對燒結密度  $RDr$  滿足以下關係的方式進行燒結： $0.80 \leq RDr \leq 0.995$ 。在高  $RDr$  值下，取決於濺鍍條件，不使管狀區段 X 變形可為有利的。若燒結密度小於 0.80，則僅可較困難地使燒結本體無缺陷地變形。另外，不想要的發弧及粒子產生會極大地增加。高於 0.995 之燒結密度導致粗糙顆粒形成。若藉由壓製來生產具

有管狀形狀之生坯本體，則燒結本體具有管狀形狀且被稱為管狀毛坯。亦可視情況機械地進行管狀毛坯之生產。當將生坯本體生產為缸體時，此機械塑形係不可缺少的。隨後可使管狀毛坯在其整個長度上經受預變形。舉例而言，合適形成製程為擠出及鍛造。以此方式生產之預變形管狀毛坯具有 0.85 至 0.995 之相對密度。較佳地藉由來自由鍛造及壓力輥軋組成之群組的製程進行更大變形之管狀區段 Y 的生產。較佳地使管狀毛坯變形，使得相比於至少在成品管狀靶中至少部分地對應於管狀區段 X 之區域，至少在成品管狀靶至少部分地對應於管狀區段 Y 之區域中， $|\varphi| \geq 0.03$  較大。如上文所提及，亦可首先藉由擠出及/或鍛造使管狀毛坯變形。藉由鍛造及/或壓力輥軋使以此方式而生產之經預變形管狀毛坯變形，使得相比於至少在成品管狀靶中至少部分地對應於管狀區段 X 之區域，至少在成品管狀靶中至少部分地對應於管狀區段 Y 之區域中， $|\varphi| \geq 0.03$  較大。

可選擇各別材料之慣例溫度作為形成溫度。管狀區段 X 中之變形度  $\varphi$  較佳地使得  $-3 \leq \varphi \leq 0$ ，尤佳為  $-2.5 \leq \varphi \leq -0.3$ 。若使用具有均質密度分佈之生坯本體，則可藉由選擇局部變形度來可靠地設定局部密度。影響參數為生坯本體之形狀及經鍛造管之形狀。管狀毛坯較佳地具有外徑及內徑大致恆定之管狀形狀。對應於管狀區段 X 之區域（較佳地為管之末端）在較小程度上變形，且對應於管狀區段 Y 之區域在較大程度上變形。因為密度隨著變形度增加而增加，所以區域 Y 在形成之後具有較高密度。此等方法允許生產具

有極均一之濺鍍特性且具有發弧及粒子產生之低趨勢的管狀靶。

已藉由本發明之製程生產且以如下群組中之一或多個性質為特徵的管狀靶較佳，即： $(RD_y - RD_x)/RD_y \geq 0.001$ ；管狀靶由來自由鈿、鈿合金、鎢、鎢合金、鉻及鉻合金組成之群組的材料組成；管之末端經組態為管狀區段 X，且在比兩個管狀區段 X 之總和更大的區域上延伸的至少一區域 Y 位於該兩個管狀區段 X 之間；所有管狀區段 X 及所有管狀區段 Y 皆具有等同的材料組成；管狀靶係以單件形式被製造；至少一管狀區段 X 在 50 mm 之軸向方向長度上具有平均相對密度  $RD_{xm}$  且至少一管狀區段 Y 在 50 mm 之軸向方向長度上具有平均相對密度  $RD_{ym}$ ，其中  $(RD_{ym} - RD_{xm})/RD_{ym} \geq 0.001$ ；來自群組  $(RD_y - RD_x)/RD_y$  及  $(RD_{ym} - RD_{xm})/RD_{ym}$  之比率  $\geq 0.01$ ；來自群組  $(RD_y - RD_x)/RD_y$  及  $(RD_{ym} - RD_{xm})/RD_{ym}$  之至少一比率  $\leq 0.2$ ；管狀靶已藉由粉末冶金生產；至少一管狀區段 X 具有精細且均一之孔隙結構；管狀區段 X 至少在若干區域中具有比管狀區段 Y 大的外徑；至少一管狀區段 X 具有外徑  $AD_x$  且至少一管狀區段 Y 具有外徑  $AD_y$ ，其中  $(AD_x - AD_y)/AD_x \geq 0.01$ ； $(AD_x - AD_y)/AD_x \leq 0.3$ ；區段 Z 位於管狀區段 X 與管狀區段 Y 之間，其中區段 Z 中之外徑自  $AD_x$  改變至  $AD_y$ ；至少一管區段 X 為圓錐形；管狀靶聯結至由非磁性材料構成之支撐管；管狀靶為整塊的；及/或管狀靶用於生產薄膜太陽能電池之背接觸層或 TFT 結構之功能層。

下文藉由實施例來描述本發明。圖 1、圖 2、圖 3 及圖 4 示意性地展示本發明之具體實例的外部輪廓。所有具體實例皆具有在整個長度上具有恆定內徑之管狀形狀，但該等圖中未展示此情形。管狀區段 X 及 Y 之尺寸（尤其是直徑比率）未按比例展示。

圖 1 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X 且由-200-及-201-表示。管狀區段-300-配置於管狀區段-200-與管狀區段-201-之間。管狀區段 X -200-及-201-各自在其整個長度上具有恆定外徑  $AD_x$ 。管狀區段 Y -300-亦在整個長度上具有恆定外徑  $AD_y$ 。管狀靶係以單件形式被製造。

圖 2 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X 且由-200-及-201-表示。管狀區段 Y -300-配置於管狀區段-200-與管狀區段-201-之間。管狀區段-200-及-201-為圓錐形。管狀靶係以單件形式被製造。

圖 3 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X 且由-200-及-201-表示。管狀區段-200-及-201-各自在整個長度上具有恆定外徑  $AD_x$ 。管狀靶-100-之中間區域經組態為管狀區段 Y -300-。管狀區段 Y 在整個長度上具有恆定外徑  $AD_y$ 。區段 Z -400-及-401-位於管狀區段-200-與管狀區段-300-及管狀區段-201-與管狀區段-300-之間。區段 Z -400-及-401-各自經組態為平截頭圓錐體。管狀靶係以單件形式被製造。

圖 4 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X -200-及-201-。管狀靶-100-之中間區域經組態為管狀區段 Y -300-。區段 Z -400-及-401-位於管狀區段-200-與管狀區段-300-及管狀區段-201-與管狀區段-300-之間。區段 Z -400-及-401-具備半徑。管狀靶-100-係以單件形式被製造。

下文藉由實施例來描述管狀耐火金屬靶的根據本發明之生產。

#### 實施例 1：

將具有 4.2  $\mu\text{m}$  之粒子大小 (FSSS) 的 Mo 粉末引入至橡膠管中，該橡膠管具有 420 mm 之直徑且在一端處封閉，且具有 147 mm 之直徑的鋼心軸定位於橡膠管之中部。在 210 MPa 之壓力下使橡膠管在冷均壓機中封閉及緻密化。生坯本體具有 0.65 之相對密度。在間接燒結爐中在 1900°C 之溫度下燒結以此方式生產之生坯本體。相對燒結密度為 0.94。在燒結製程之後，在所有側上機械加工管狀毛坯；外徑為 243 mm 且內徑為 130 mm。在 3000 t 間接柱塞式擠出機上進行擠出。出於此目的而將管狀毛坯加熱至 1250°C 之溫度。隨後，在心軸上壓製管狀毛坯以形成具有約 200 mm 之外徑及 125 mm 之內徑的擠出式管。在中間，藉由鍛造使經預變形管狀毛坯變形至變形度  $|\varphi|$  為 0.03，從而形成如圖 1 所示之管狀區段-300-。管狀區段 X -200-、-201-各自具有 150 mm 之長度。如該描述中所指示來判定密度。區域 Y 中之密度幾乎為 10.2 g/cm<sup>2</sup>。(RD<sub>y</sub>-RD<sub>x</sub>)/RD<sub>y</sub> 為 0.001。

## 實施例 2：

如實施例 1 所描述來進行管狀毛坯之生產及擠出。在中間，藉由鍛造使經預變形管狀毛坯變形達 0.33 之變形度  $|\varphi|$ ，從而形成如圖 1 所示之管狀區段-300-。管狀區段 X-200-、-201-各自具有 150 mm 之長度。如該描述中所指示來判定密度。區域 Y 中之密度為  $10.2 \text{ g/cm}^2 \cdot (\text{RDy}-\text{RDx})/\text{RDy}$  為 0.005。

## 實施例 3：

使用基於實施例 1 之方法進行管狀毛坯之生產；在所有側上機械加工管狀毛坯之後，外徑為 190 mm 且內徑為 130 mm。在 500 t 鍛造機上進行後續鍛造。出於此目的而將管狀毛坯加熱至  $1300^\circ\text{C}$  之溫度。按照圖 1 將管之初始區域及末端區域各自鍛造至約 100 mm 之長度，具有 169 mm 之外徑  $\text{ADx}$ ，具有約  $10.0 \text{ g/cm}^3$  之密度，且將中間區域鍛造至具有外徑  $\text{ADy}=155 \text{ mm}$ ，具有約  $10.2 \text{ g/cm}^3$  之密度。 $(\text{RDy}-\text{RDx})/\text{RDy}$  為 0.02。

## 實施例 4：

使用基於實施例 1 之方法進行管狀毛坯之生產；在所有側上機械加工管狀毛坯之後，外徑為 175 mm 且內徑為 130 mm。在 500 t 鍛造機器上進行後續鍛造。出於此目的而將管狀毛坯加熱至  $1300^\circ\text{C}$  之溫度。隨後在管之中間區域中將按照圖 1 之經加熱管狀毛坯鍛造至外徑  $\text{Ady}=155 \text{ mm}$ ，具有約  $10.1 \text{ g/cm}^3$  之密度。 $(\text{RDy}-\text{RDx})/\text{RDy}$  為 0.05。

## 實施例 5：

藉由在 1700°C 下進行燒結來生產具有 60 mm 之直徑及 8.70 g/cm<sup>3</sup> 之密度的圓形板。隨後與幾乎 100% 緻密之經變形材料比較濺鍍特性。

#### 實施例 6：

藉由在 1600°C 下進行燒結來生產具有 60 mm 之直徑及 8.20 g/cm<sup>3</sup> 之密度的圓形板。與 100% 緻密之經變形材料比較濺鍍特性。

如下文所描述來進行來自實施例 1 至 6 之試樣的特性化。在每一狀況下，自區域 X 及 Y 機械加工具有約 50 mm 之直徑的平面實驗靶，或使用按照實施例 5 及 6 之燒結圓形板、研磨該等靶且藉由鈦將該等靶焊接至銅襯底板上。在 1 kW 及 1.3 Pa 之氬氣下進行濺鍍實驗，其中 Si 晶圓充當基板。實驗時間為 10 小時。

接著判定靶之燒蝕，且針對實施例 1 至 4 判定百分比差  $((\text{試樣 Y 之燒蝕} - \text{試樣 X 之燒蝕}) / \text{試樣 Y 之燒蝕}) \times 100$  (以 % 形式)。類似地測試按照實施例 5 及 6 之試樣且判定以下百分比差： $((\text{經變形試樣之燒蝕} - \text{僅已燒結試樣之燒蝕}) / \text{經變形試樣之燒蝕}) \times 100$  (以 % 形式)。

對於實施例 1，此比率為 1.0%；對於實施例 2，此比率為 1.7%；對於實施例 3，此比率為 1.9%；對於實施例 4，此比率為 2.8%；對於實施例 5，此比率為 8.1%；且對於實施例 6，此比率為 12.0%。該等試樣皆不顯示不可接受的造成發弧或粒子產生之趨勢。

如該描述詳細地指示，在管狀靶之狀況下，歸因於製

程而在管之末端之區域中發生增加之燒蝕。此增加之燒蝕的量值取決於製程條件。可藉由按照實施例 1 至 6 之試樣來補償 1.0%至 12%之差。因此，熟習此項技術者可首先以簡單方式判定根據先前技術生產之管狀靶上的不同燒蝕，且接著藉由少許實驗來判定最佳 $(RD_y - RD_x)/RD_y$ 值。

## 七、申請專利範圍：

1.一種由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶(100)，該耐火金屬合金具有 $\geq 50$  原子%之耐火金屬含量，該管狀靶包含至少在若干區域中具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X(200、201) 及至少在若干區域中具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y(300)，其中至少一管狀區段 X(200、201) 至少在若干區域中具有大於管狀區段 Y(300) 的至少若干區域的外徑之外徑，該管狀靶之特徵在於  $\frac{RD_y - RD_x}{RD_y} \geq 0.001$ 。

2.如申請專利範圍第 1 項之管狀靶，其特徵在於至少一管狀區段 X(200、201) 至少在若干區域中具有外徑  $AD_x$ ，且至少一管狀區段 Y(300) 至少在若干區域中具有外徑  $AD_y$ ，其中  $\frac{AD_x - AD_y}{AD_x} \geq 0.01$ 。

3.如申請專利範圍第 2 項之管狀靶，其特徵在於  $\frac{AD_x - AD_y}{AD_x} \leq 0.3$ 。

4.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於管之末端至少在若干區域中經組態為管狀區段 X(200、201)，且在比該等管狀區段 X(200、201) 之軸向延伸之總和長的區域上在軸向方向上延伸的至少一管狀區段 Y(300) 配置於該等管狀區段 X(200、201) 之間。

5.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於區段 Z(400、401) 至少配置於管狀區段 X(200、201) 與管狀區段 Y(300) 之間，其中該外徑在該區段 Z(400、401) 中自  $AD_x$  改變至  $AD_y$ 。

6.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於至少一管狀區段 X (200、201) 為圓錐形。

7.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於該管狀靶係藉由粉末冶金生產。

8.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於至少一管狀區段 X(200、201) 具有精細且均一之孔隙結構。

9.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於該管狀靶由來自由鉬、鉬合金、鎢、鎢合金、鉻及鉻合金組成之群組的材料組成。

10.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於所有管狀區段 X (200、201) 及所有管狀區段 Y (300) 皆具有相同材料組成。

11.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於該管狀靶係以單件形式被製造。

12.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於至少一管狀區段 Y (300) 具有 99% 至 100% 之相對密度。

13.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其特徵在於至少一管狀區段 X(200、201) 至少在若干區域中在 50 mm 之該軸向方向長度上具有平均密度  $RD_{xm}$ ，且至少一管狀區段 Y (300) 至少在若干區域中在 50 mm 之該軸向方向長度上具有平均相對密度  $RD_{ym}$ ，其中

$$\frac{RD_{ym} - RD_{xm}}{RD_{ym}} \geq 0.001。$$

14.如申請專利範圍第 13 項之管狀靶，其特徵在於來自群組  $\frac{RD_y - RD_x}{RD_y}$  及  $\frac{RD_{ym} - RD_{xm}}{RD_{ym}}$  之至少一比率  $\geq 0.01$ 。

15.如申請專利範圍第 13 或 14 項之管狀靶，其特徵在於來自群組  $\frac{RDy-RDx}{RDy}$  及  $\frac{RDym-RDxm}{RDym}$  之至少一比率  $\leq 0.2$ 。

16.如前述申請專利範圍中任一項之管狀靶，其用於生產薄膜太陽能電池或 TFT 結構之功能層。

17.一種用於生產由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶 (100) 之製程，該耐火金屬合金具有  $\geq 50$  原子%之耐火金屬含量，其中該製程包含至少以下步驟：

藉由在壓製壓力  $p$  下壓製粉末來生產生坯本體 (green body)，其中  $100 \text{ MPa} < p < 400 \text{ MPa}$ ；

藉由在 0.4 至 0.9 之同系溫度下進行無壓力或壓力輔助燒結且視情況進行機械塑形來生產管狀毛坯 (tubular blank)；

該製程之特徵在於：

該管狀靶 (100) 包含至少一管狀區段 X (200、201) 及至少一管狀區段 Y (300)，且使該管狀毛坯在該成品管狀靶 (100) 中對應於該管狀區段 Y (300) 之區域中變形，使得其變形度至少在若干區域中高於在該成品管狀靶 (100) 中對應於該管狀區段 X (200、201) 之區域中的至少若干區域的變形度。

18.如申請專利範圍第 17 項之製程，其特徵在於使該管狀毛坯在該成品管狀靶 (100) 中對應於該管狀區段 X (300) 之區域中的至少若干區域中變形達  $|\phi| \geq 0.03$ ，其程度大於在該成品管狀靶 (100) 中對應於該管狀區段 X (200、201) 之區域中的至少若干區域中的程度。

19.如申請專利範圍第 17 或 18 項之製程，其特徵在於該管狀毛坯具有相對密度  $RDr$ ，其中  $RDr$  為  $0.80 \leq RDr \leq 0.995$ 。

20.如申請專利範圍第 17 至 19 項中任一項之製程，其特徵在於該管狀區段 Y 至少在若干區域中具有比該管狀區段 X 小的外徑。

21.如申請專利範圍第 17 至 20 項中任一項之製程，其特徵在於藉由冷均壓來生產該生坯本體，其中該生坯本體具有選自由以下各者組成之群組的形狀：管、缸體、在若干區域中具有較大外徑之管，及在若干區域中具有較大外徑之缸體。

22.如申請專利範圍第 17 至 21 項中任一項之製程，其特徵在於至少在若干區域中不使該管狀區段 X 變形。

23.如申請專利範圍第 17 至 22 項中任一項之製程，其特徵在於藉由來自由鍛造、擠出及壓力軋軋組成之群組的至少一製程使該管狀毛坯變形。

24.如申請專利範圍第 17 至 23 項中任一項之製程，其特徵在於藉由對該經變形管狀毛坯之機械塑形來生產管狀靶(100)且視情況將此管狀靶聯結至支撐管。

25.如申請專利範圍第 17 至 24 項中任一項之製程，其用於生產如申請專利範圍第 1 至 16 項中任一項之管狀靶(100)。

八、圖式：

(如次頁)

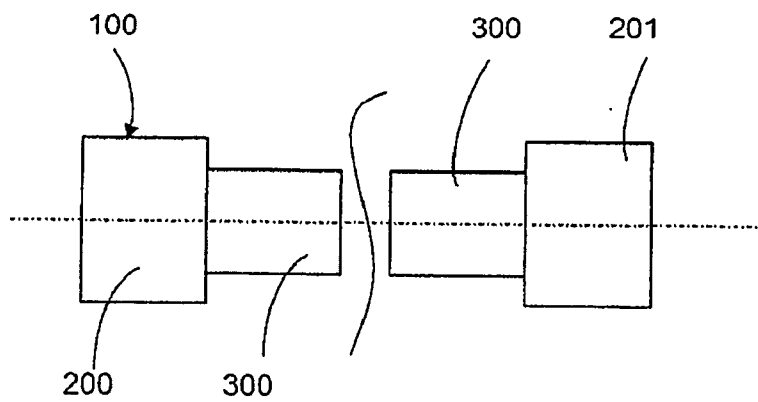


圖1

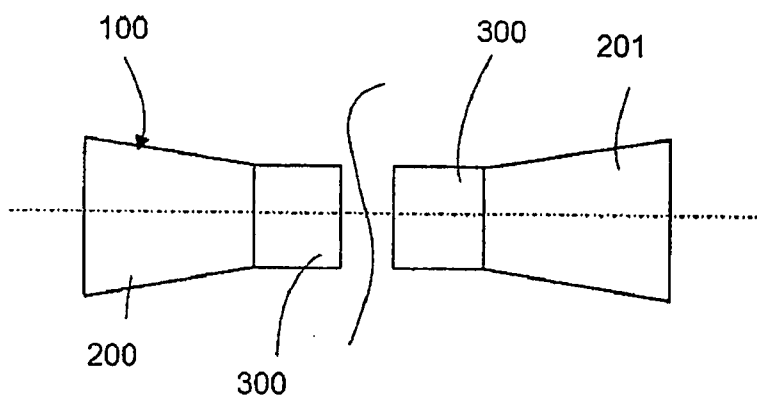


圖2

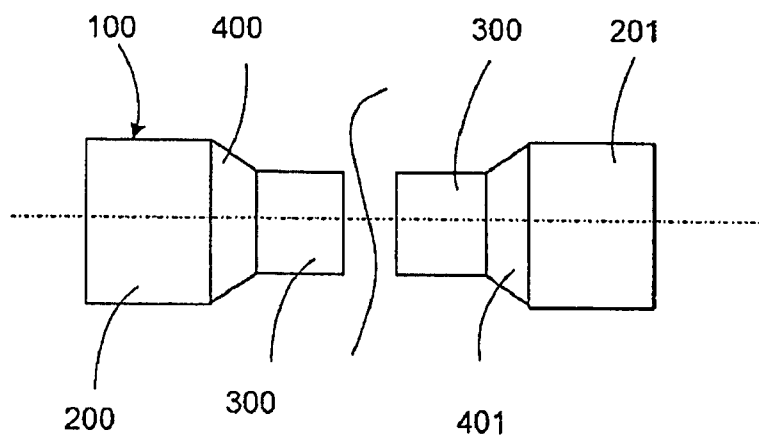


圖3

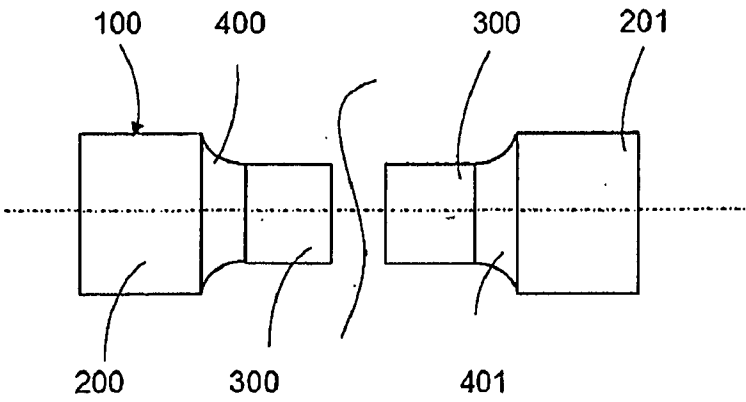


圖 4

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：管狀靶

200：管狀區段 X

201：管狀區段 X

300：管狀區段 Y

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶，該耐火金屬合金具有 $>50$  原子%之耐火金屬含量，該管狀靶包含具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段  $X$  及具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段  $Y$ ，其中至少一管狀區段  $X$  至少在若干區域具有大於管狀區段  $Y$  的至少若干區域之外徑的外徑。

本發明進一步係關於一種用於生產由耐火金屬或耐火金屬合金構成之管狀靶之製程，該耐火金屬合金具有 $>50$  原子%之耐火金屬含量，其中該製程包含至少以下步驟：藉由在壓製壓力  $p$  下壓製粉末來生產生坯本體（green body），其中  $100 \text{ MPa} < p < 400 \text{ MPa}$ ；及藉由在  $0.4$  至  $0.9$  之同系溫度下進行無壓力或壓力輔助燒結且視情況進行機械塑形來生產管狀毛坯（tubular blank）。

### 【先前技術】

管狀靶為用於陰極原子化單元之管狀原子化源。陰極原子化通常亦被稱為濺鍍且原子化源被稱為濺鍍靶。因此，管狀靶為具有管狀形狀之濺鍍靶。尤其在微電子學中常用之製程為磁控濺鍍。雖然在簡單陰極原子化期間僅施加電場，但在磁控濺鍍之狀況下另外產生磁場。電場與磁場之疊加會延長電荷載流子之路徑且增加每電子衝擊數。

管狀靶之優點為均一燒蝕且因此具有高利用度。出於本發明之目的，利用度為基於在第一次使用之前靶之質量

之熔點（ $1772^{\circ}\text{C}$ ）。耐火金屬具有與許多應用利益攸關之性質概況。由於高熔點，外來擴散速率原則上低，此情形使耐火金屬註定用作擴散障壁。此外，鉬及鎢尤其形成與許多層材料之歐姆接觸，由於此情形而避免了肖特基（Schottky）障壁。尤其是鉬、鎢及鉻之高電導率對於用作導體軌道係有利的。尤其是鉬、鎢及鉻之低熱膨脹係數在沈積於玻璃基板上時確保了層之良好黏附及低的層應力。由耐火金屬構成之濺鍍靶仍較佳地為平面的。

已經嘗試用於生產由耐火金屬構成之管狀靶之許多生產程序，例如，鑄造製程、熱均壓、燒結、擠出或各種噴塗技術。舉例而言，WO 2007/041730 A1 中描述管狀鉬靶的一種有利粉末冶金生產程序。

#### 【發明內容】

因此，本發明之目標係提供一種不具有在先前技術中所指示之缺點中的至少一者之管狀靶。本發明之另外目標係提供一種在濺鍍製程中被均一地燒蝕且不趨向於顯示不可接受的局部增加之濺鍍速率之管狀靶。此外，本發明之目標係提供一種具有高利用度之管狀靶。

本發明之另外目標係提供一種可藉以在大面積上沈積具有高的層厚度均一性之層的管狀靶。另外，本發明之目標係提供一種具有極低的顯示局部電弧形成（發弧）及粒子產生之趨勢之管狀靶。本發明之另外目標係提供一種用於生產管狀靶之廉價製程，該製程具有至少一種上述性質。

該目標係由申請專利範圍獨立項達成。

該管狀靶包含至少在若干區域具有相對密度  $RD_x$  之至少一管狀區段 X 及至少在若干區域具有相對密度  $RD_y$  之至少一管狀區段 Y。該管狀區段 X 至少在若干區域具有大於該管狀區段 Y 的至少若干區域的外徑之外徑。密度比率至少在某區域滿足以下關係： $(RD_y - RD_x) / RD_y \geq 0.001$ 。若該密度比率較低，則不再能充分達成下文所指示之優點。出於本發明之目的，該相對密度為基於各別材料之理論密度的測定密度。材料之理論密度對應於無孔隙之 100%緻密材料的密度。

在耐火金屬及耐火金屬合金之狀況下確保了本發明之有利效應。耐火金屬及耐火金屬合金具有高濺鍍穩定性。耐火金屬涵蓋第 4 過渡族之金屬（鈦、鋳及鉛）、第 5 過渡族之金屬（釩、鉍及鉭）、第 6 過渡族之金屬（鉻、鉬及鎢）且亦為銻。出於本發明之目的，耐火金屬合金為至少一種或一種以上耐火金屬之合金，其中總耐火金屬含量大於/等於 50 原子%。在耐火金屬及耐火金屬合金之狀況下，管狀區段 X 與管狀區段 Y 之間的極小密度差就足以達成更均一之濺鍍燒蝕。尤佳之耐火金屬為第 6 過渡族之比較脆的材料，即，鉻、鉬、鎢及其合金。此外，將強調鉬及鉬合金。

密度係根據描述浸沒於液體中之固體之質量、體積與密度之間的關係之阿基米得（Archimedes）原理予以判定。藉由浮力法判定減去浮力的重量，且自此減去浮力的重量及空氣重量計算相對密度。

下文描述用以判定  $RD_x$  及  $RD_y$  之取樣。浮力法使得能

有極均一之濺鍍特性且具有發弧及粒子產生之低趨勢的管狀靶。

已藉由本發明之製程生產且以如下群組中之一或多個性質為特徵的管狀靶較佳，即： $(RD_y - RD_x)/RD_y \geq 0.001$ ；管狀靶由來自由鈿、鈿合金、鎢、鎢合金、鉻及鉻合金組成之群組的材料組成；管之末端經組態為管狀區段 X，且在比兩個管狀區段 X 之總和更大的區域上延伸的至少一區域 Y 位於該兩個管狀區段 X 之間；所有管狀區段 X 及所有管狀區段 Y 皆具有等同的材料組成；管狀靶係以單件形式被製造；至少一管狀區段 X 在 50 mm 之軸向方向長度上具有平均相對密度  $RD_{xm}$  且至少一管狀區段 Y 在 50 mm 之軸向方向長度上具有平均相對密度  $RD_{ym}$ ，其中  $(RD_{ym} - RD_{xm})/RD_{ym} \geq 0.001$ ；來自群組  $(RD_y - RD_x)/RD_y$  及  $(RD_{ym} - RD_{xm})/RD_{ym}$  之比率  $\geq 0.01$ ；來自群組  $(RD_y - RD_x)/RD_y$  及  $(RD_{ym} - RD_{xm})/RD_{ym}$  之至少一比率  $\leq 0.2$ ；管狀靶已藉由粉末冶金生產；至少一管狀區段 X 具有精細且均一之孔隙結構；管狀區段 X 至少在若干區域中具有比管狀區段 Y 大的外徑；至少一管狀區段 X 具有外徑  $AD_x$  且至少一管狀區段 Y 具有外徑  $AD_y$ ，其中  $(AD_x - AD_y)/AD_x \geq 0.01$ ； $(AD_x - AD_y)/AD_x \leq 0.3$ ；區段 Z 位於管狀區段 X 與管狀區段 Y 之間，其中區段 Z 中之外徑自  $AD_x$  改變至  $AD_y$ ；至少一管區段 X 為圓錐形；管狀靶聯結至由非磁性材料構成之支撐管；管狀靶為整塊的；及/或管狀靶用於生產薄膜太陽能電池之背接觸層或 TFT 結構之功能層。

**【實施方式】**

下文藉由實施例來描述本發明。圖 1、圖 2、圖 3 及圖 4 示意性地展示本發明之具體實例的外部輪廓。所有具體實例皆具有在整個長度上具有恆定內徑之管狀形狀，但該等圖中未展示此情形。管狀區段 X 及 Y 之尺寸（尤其是直徑比率）未按比例展示。

圖 1 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X 且由-200-及-201-表示。管狀區段-300-配置於管狀區段-200-與管狀區段-201-之間。管狀區段 X -200-及-201-各自在其整個長度上具有恆定外徑  $AD_x$ 。管狀區段 Y -300-亦在整個長度上具有恆定外徑  $AD_y$ 。管狀靶係以單件形式被製造。

圖 2 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X 且由-200-及-201-表示。管狀區段 Y -300-配置於管狀區段-200-與管狀區段-201-之間。管狀區段-200-及-201-為圓錐形。管狀靶係以單件形式被製造。

圖 3 展示根據本發明之管狀靶-100-，其中管之末端各自經組態為管狀區段 X 且由-200-及-201-表示。管狀區段-200-及-201-各自在整個長度上具有恆定外徑  $AD_x$ 。管狀靶-100-之中間區域經組態為管狀區段 Y -300-。管狀區段 Y 在整個長度上具有恆定外徑  $AD_y$ 。區段 Z -400-及-401-位於管狀區段-200-與管狀區段-300-及管狀區段-201-與管狀區段-300-之間。區段 Z -400-及-401-各自經組態為平截頭圓錐體。管狀靶係以單件形式被製造。

藉由在 1700°C 下進行燒結來生產具有 60 mm 之直徑及 8.70 g/cm<sup>3</sup> 之密度的圓形板。隨後與幾乎 100% 緻密之經變形材料比較濺鍍特性。

#### 實施例 6：

藉由在 1600°C 下進行燒結來生產具有 60 mm 之直徑及 8.20 g/cm<sup>3</sup> 之密度的圓形板。與 100% 緻密之經變形材料比較濺鍍特性。

如下文所描述來進行來自實施例 1 至 6 之試樣的特性化。在每一狀況下，自區域 X 及 Y 機械加工具有約 50 mm 之直徑的平面實驗靶，或使用按照實施例 5 及 6 之燒結圓形板、研磨該等靶且藉由鈦將該等靶焊接至銅襯底板上。在 1 kW 及 1.3 Pa 之氬氣下進行濺鍍實驗，其中 Si 晶圓充當基板。實驗時間為 10 小時。

接著判定靶之燒蝕，且針對實施例 1 至 4 判定百分比差（（試樣 Y 之燒蝕 - 試樣 X 之燒蝕）/ 試樣 Y 之燒蝕）×100（以 % 形式）。類似地測試按照實施例 5 及 6 之試樣且判定以下百分比差：（（經變形試樣之燒蝕 - 僅已燒結試樣之燒蝕）/ 經變形試樣之燒蝕）×100（以 % 形式）。

對於實施例 1，此比率為 1.0%；對於實施例 2，此比率為 1.7%；對於實施例 3，此比率為 1.9%；對於實施例 4，此比率為 2.8%；對於實施例 5，此比率為 8.1%；且對於實施例 6，此比率為 12.0%。該等試樣皆不顯示不可接受的造成發弧或粒子產生之趨勢。

如該描述詳細地指示，在管狀靶之狀況下，歸因於製

程而在管之末端之區域中發生增加之燒蝕。此增加之燒蝕的量值取決於製程條件。可藉由按照實施例 1 至 6 之試樣來補償 1.0%至 12%之差。因此，熟習此項技術者可首先以簡單方式判定根據先前技術生產之管狀靶上的不同燒蝕，且接著藉由少許實驗來判定最佳 $(RD_y - RD_x)/RD_y$ 值。

【圖式簡單說明】

圖 1 展示根據本發明之管狀靶-100-。

圖 2 展示根據本發明之管狀靶-100-。

圖 3 展示根據本發明之管狀靶-100-。

圖 4 展示根據本發明之管狀靶-100-。

【主要元件符號說明】

100：管狀靶

200：管狀區段 X

201：管狀區段 X

300：管狀區段 Y

400：區段 Z

401：區段 Z