



(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 I527823 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：102125601

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 17 日

(51)Int. Cl. : C07F17/00 (2006.01)

C23C16/448 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/23 美國

13/555,832

(71)申請人：應用材料股份有限公司(美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：柯奈普大衛 KNAPP, DAVID (US)；湯普森大衛 THOMPSON, DAVID (CA)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200628477

TW 200906835

Norbert Kuhn, et al., "Heterocycles as ligands XIX *. The electronic structure of 1,1'-diazametallocenes and the synthesis and crystal structure of 2,2',5,5'-tetra-tert-butyl-1,1'-diazanickelocene", Journal of Organometallic Chemistry, 456(1993), p97-106.

審查人員：李宜儒

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：1 共 22 頁

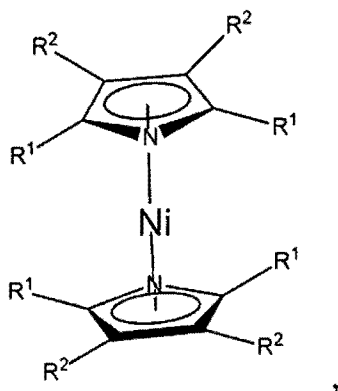
(54)名稱

製造含鎳薄膜的方法

METHODS FOR PRODUCING NICKEL-CONTAINING FILMS

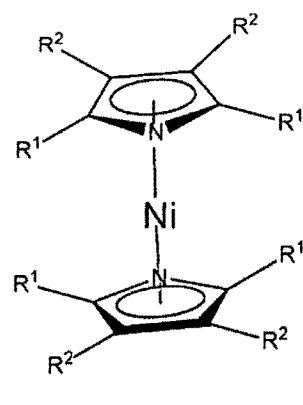
(57)摘要

茲提供前驅物和使用前驅物來沉積實質由鎳組成的薄膜的方法。某些方法包含提供基板表面；使基板表面接觸包含前驅物的蒸汽，前驅物具有以化學式(I)表示的結構：



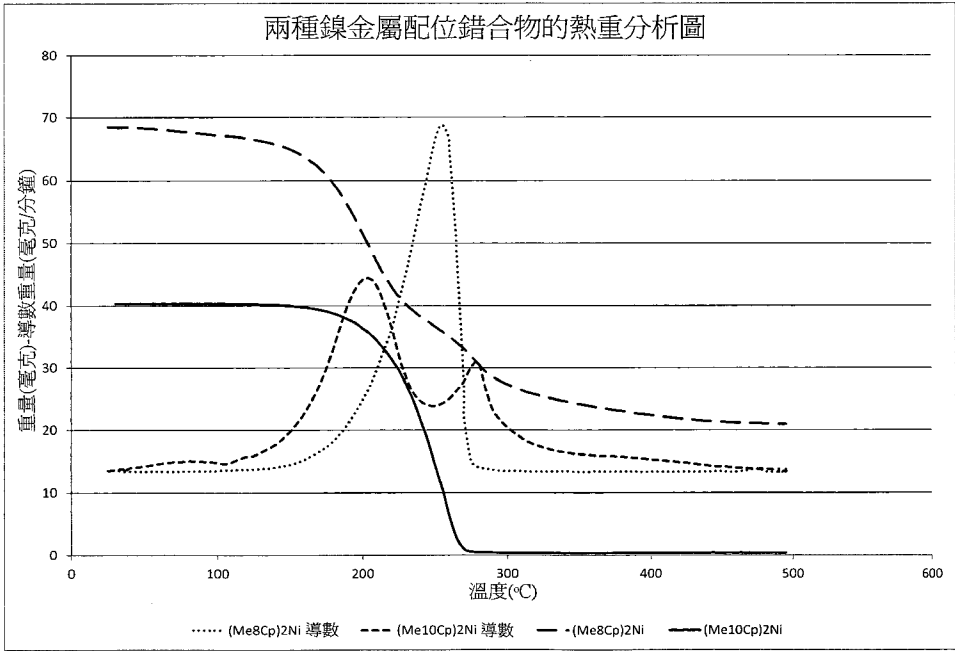
其中 R¹ 係第三丁基，R² 個別為任一 C1-C3 烷基；及使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。

Provided are precursors and methods of using same to deposit film consisting essentially of nickel. Certain methods comprise providing a substrate surface; exposing the substrate surface to a vapor comprising a precursor having a structure represented by formula (I):



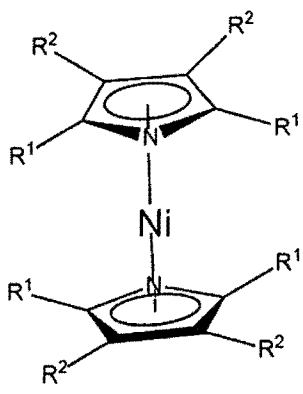
wherein R¹ is t-butyl and each R² is each independently any C1-C3 alkyl group; and exposing the substrate to a reducing gas to provide a film consisting essentially of nickel on the substrate surface.

指定代表圖：



第1圖

特徵化學式：



發明摘要

※ 申請案號：102125601

※ 申請日：2013 年 07 月 17 日

※IPC 分類：C07F17/00
C23C16/448

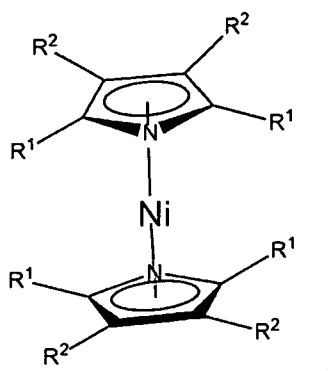
【發明名稱】（中文/英文）

製造含鎳薄膜的方法

METHODS FOR PRODUCING NICKEL-CONTAINING FILMS

【中文】

茲提供前驅物和使用前驅物來沉積實質由鎳組成的薄膜的方法。某些方法包含提供基板表面；使基板表面接觸包含前驅物的蒸汽，前驅物具有以化學式(I)表示的結構：

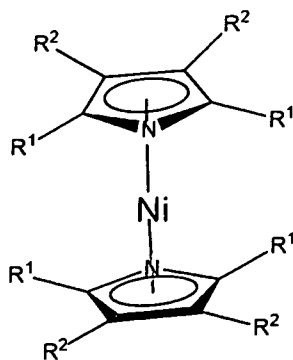


其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基；及使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。

【英文】

Provided are precursors and methods of using same to deposit film consisting essentially of nickel. Certain methods comprise providing a substrate surface; exposing the substrate surface to a vapor comprising a precursor

having a structure represented by formula (I):



wherein R^1 is t-butyl and each R^2 is each independently any C1-C3 alkyl group; and exposing the substrate to a reducing gas to provide a film consisting essentially of nickel on the substrate surface.

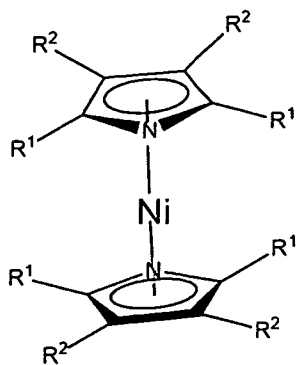
【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：



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)

製造含鎳薄膜的方法

METHODS FOR PRODUCING NICKEL-CONTAINING FILMS

【技術領域】

【0001】本發明大體係關於沉積金屬薄膜的方法。特別地，本發明係關於使用含鎳的配位錯合物，以沉積實質由鎳組成的薄膜。

【先前技術】

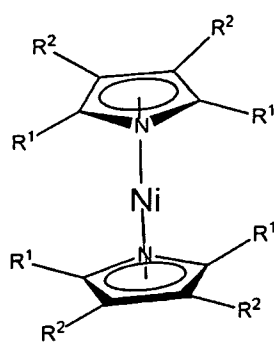
【0002】沉積薄膜至基板表面對包括半導體處理、用於磁性讀/寫頭的擴散阻障塗層與介電質等各種產業而言係很重要的製程。特別係在半導體產業中，微型化需原子級控制薄膜沉積，以於高深寬比結構上製造共形塗層。沉積薄膜的方法之一為化學氣相沉積(CVD)。在此製程中，晶圓通常接觸一或更多揮發性前驅物，揮發性前驅物反應而沉積薄膜。相關製程為原子層沉積(ALD)，ALD採行連續表面反應，以形成厚度精確控制在埃或單層級的膜層。ALD製程大多以二元反應順序為基礎，從而沉積二元化合物膜。由於表面反應係相繼進行，因此兩種氣相反應物不會互相接觸，且可能形成及沉積微粒的氣相反應將受到限制。

【0003】故需要商業可行的新沉積化學品，特別係在元素金屬薄膜方面，包括用於矽化鎳觸點的鎳薄膜。例如，現已使用 $\text{Ni}(\text{PF}_3)_4$ 和雙(環戊二烯基)鎳配位錯合物來沉積鎳薄膜。然

該等錯合物各有問題。 $\text{Ni}(\text{PF}_3)_4$ 有毒，雙(環戊二烯基)鎳會在薄膜內造成碳污染。本發明藉由提供新穎化學品，以解決該等問題。

【發明內容】

【0004】 本發明的一個態樣係關於沉積實質由鎳組成的薄膜的方法。方法包含提供基板表面；使基板表面接觸蒸汽，蒸汽包含具下列結構的前驅物：

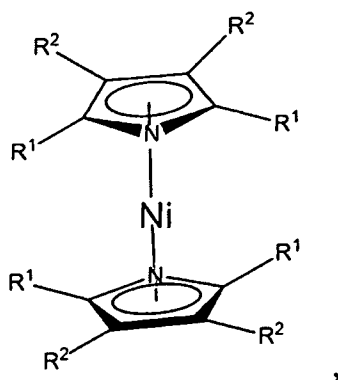


其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基；及使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。以下列出各種實施例。應理解下列實施例不僅可如下結合，還可根據本發明的範圍，以其他適當方式結合。

【0005】 在一或更多實施例中， R^2 係甲基。在替代實施例中， R^2 係 C2 或 C3 烷基。在一或更多實施例中，前驅物係同配位體。在一些實施例中，基板包含矽。一或更多實施例係關於使基板表面實質同時或相繼接觸前驅物和還原氣體。在一些實施例中，還原氣體包含氨氣或氫氣。在一或更多實施例中，實質由鎳組成的薄膜不含氧。

【0006】 本發明的第二態樣係關於利用原子層沉積，沉積實質由鎳組成的薄膜的方法，方法包含：提供包含矽的基板表

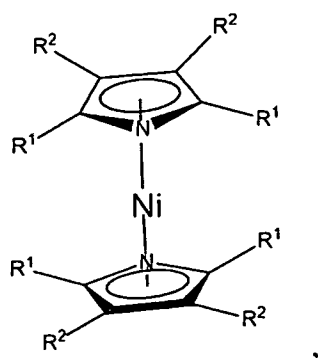
面，其中基板表面的溫度介於約 120°C 至約 250°C 之間；使基板表面相繼接觸蒸汽，蒸汽包含具下列結構的前驅物：



其中 R¹ 係第三丁基，R² 個別為任一 C1-C3 烷基；及使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。

【0007】 在此亦可應用和前述態樣所用一樣的許多變體。例如，在一或更多實施例中，R² 係甲基。在一些實施例中，前驅物係同配位體。在一或更多實施例中，在無氧化物的環境下，使基板表面接觸包含前驅物與還原氣體的蒸汽。在一些實施例中，還原氣體包含氨氣或氫氣。一或更多實施例係關於實質由鎳組成的薄膜不含氧化物且含有少於約 5% 的碳。

【0008】 本發明的第三態樣係關於利用化學氣相沉積，沉積實質由鎳組成的薄膜的方法，方法包含：提供包含矽的基板表面；使基板表面同時接觸蒸汽，蒸汽包含具下列結構的前驅物：



其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基；同時使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。

【0009】又，在此亦可應用和前述態樣所用一樣的許多變體。例如，在一或更多實施例中， R^2 係甲基。在一些實施例中，在無氧化物的環境下，使基板表面接觸包含前驅物與還原氣體的蒸汽。在一或更多實施例中，前驅物係同配位體。一些實施例係關於還原氣體包含氨氣或氫氣。一或更多實施例係關於實質由鎳組成的薄膜不含氧化物且含有少於約 5% 的碳。

【圖式簡單說明】

【0010】第 1 圖為兩種金屬配位錯合物的熱重分析圖。

【實施方式】

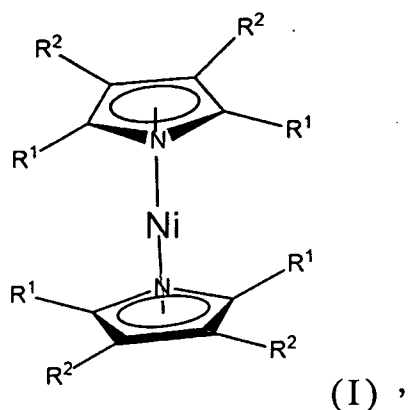
【0011】在描述本發明數個示例性實施例前，應理解本發明不限於以下提及的構造或製程步驟細節。本發明當能以各種方式實踐或實行其他實施例。亦應理解本發明的錯合物和配基係以具特定立體化學的結構化學式說明。這些敘述僅為舉例說明，而不宜解釋成限定所揭示結構具任何特定立體化學。反之，所述結構擬涵蓋具指示化學式表示的所有錯合物和配基。

【0012】本文所用「實質由鎳組成」一詞意指沉積層主要含有元素鎳。在一或更多實施例中，少量雜質落在該詞含義內。在一或更多實施例中，薄膜不含氧，及/或含有少於 5% 的碳。

【0013】本文所用「金屬配位錯合物」一詞可與「金屬錯合物」和「配位錯合物」互換使用，且包括由中央金屬原子組

成的結構，中央金屬原子與一或更多配基鍵結。本發明的金屬錯合物包含與鎳原子配位的吡咯基配基，此將進一步詳述於後。

【0014】本發明的一個態樣係關於此金屬配位錯合物。金屬配位錯合物具有以化學式(I)表示的結構：

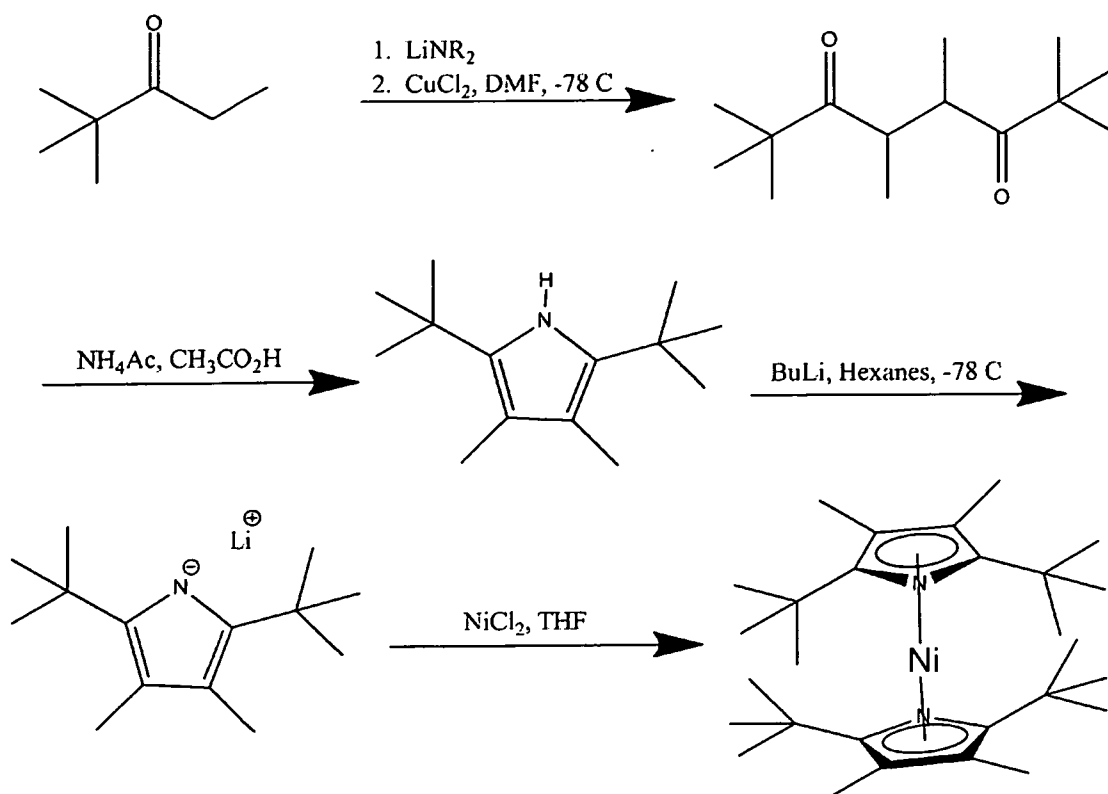


其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 $C1-C3$ 烷基。在一個實施例中， R^2 係甲基。在替代實施例中， R^2 係 $C2$ 或 $C3$ 烷基。在一或更多實施例中，前驅物係同配位體。

【0015】本文所述前驅物可代替先前使用的前驅物，例如 $Ni(PF_3)_4$ 和雙(環戊二烯基)鎳。相較於 $Ni(PF_3)_4$ ，根據上列化學式(I)的前驅物毒性較低，但成本較高。前驅物造成的碳污染亦可能比先前使用的雙(環戊二烯基)鎳錯合物少。

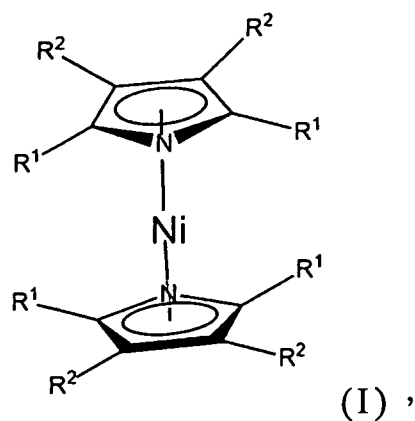
【0016】此金屬配位錯合物的合成始於根據此領域已知方法，製造吡咯基配基。接著以丁基鋰處理吡咯基配基，以形成吡咯化物，吡咯化物接著與鹵化鎳反應形成雙(吡咯基)鎳前驅物。以下方案 1 圖示示例性合成方案。

方案 1



【0017】 可利用此領域已知方法，評估用於本發明 ALD 沉積方法的金屬配位錯合物性質，藉以選擇適當的反應溫度和壓力。通常，低分子量和存有官能基會造成熔點，以致在典型輸送溫度下產生液體，及提高蒸汽壓。

【0018】 在一或更多實施例中，該等金屬配位錯合物可用於沉積實質由鎳組成的薄膜。故本發明的另一態樣係關於沉積實質由鎳組成的薄膜的方法。方法包含提供基板表面；使基板表面接觸包含前驅物的蒸汽，前驅物具有以化學式(I)表示的結構：



其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基；及使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。前驅物可依據上述任何實施例選擇。在一或更多實施例中，基板包含矽。在一或更多實施例中，使基板表面實質同時或相繼接觸前驅物和還原氣體。本文所用「實質同時」係指共流或僅在接觸前驅物與還原氣體間重疊。還原氣體包含氨氣或氫氣。在特定實施例中，實質由鎳組成的薄膜不含氧。

【0019】在一或更多實施例中，由本文所述方法沉積的薄膜因有較少的碳及/或氧污染，故適合用於製造低電阻的矽化鎳觸點。一旦鎳薄膜沉積於矽基板上，鎳薄膜即與矽基板反應而轉化成矽化物形式。在一或更多實施例中，若有需要，此可藉由以略高溫退火達成。然在一或更多實施例中，由於可能形成二矽化物 ($NiSi_2$)，致使電阻變得太高，故溫度不宜超過約 250°C 至約 275°C 。在其他實施例中，諸如耐蝕塗層等就不必受此溫度限制。

【0020】儘管不期受限於任何特定理論，然料想當基板接觸錯合物時，錯合物將使鎳化學分解成薄膜，且產生氣相配基

（或氣相配基分解產物）。達成分解的方式為使金屬-配基鍵結熱分裂及使金屬錯合物或表面結合配基接觸還原氣體，使得金屬配位錯合物與還原氣體間發生交換反應，從而使結合有機配基解離，並於基板表面上製造實質由鎳組成的第一層。配基接著可被移除而不併入薄膜中。

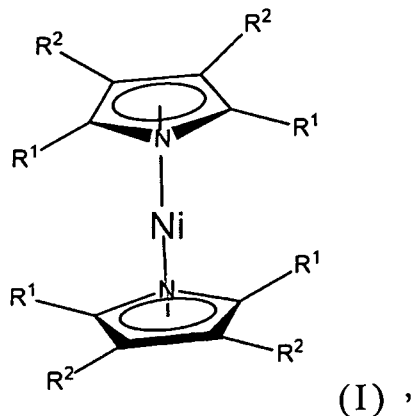
【0021】用於沉積元素薄膜的基板可為任何適於在 ALD 或 CVD 製程中塗佈共形薄膜的基板。此類基板包括矽、二氧化矽或塗覆矽、金屬、金屬氧化物和金屬氮化物。在本發明的一個態樣中，基板係半導體基板。

【0022】在一或更多實施例中，在無氧化物的環境下，使基板表面接觸包含前驅物與還原氣體的蒸汽。在進一步的實施例中，沉積薄膜不含氧併入（即無氧化物）。因配基不含氧原子，故使用本文所述前驅物和方法可得到無氧化物薄膜。

【0023】上述金屬配位錯合物可用於 ALD 或 CVD 製程，以沉積本文所述薄膜。在此所用「原子層沉積」一詞可與「ALD」互換使用，並且意指涉及相繼接觸化學反應物的製程，各反應物在時間和空間上乃分開沉積。然根據一或更多實施例，「原子層沉積」一詞不必限於反應沉積的各反應物層限定於單層（即一個反應物分子厚的層）。原子層沉積不同於「化學氣相沉積」或「CVD」之處在於，CVD 係指一或更多反應物在含有基板的處理腔室中反應，而於基板或基板表面上連續形成薄膜的製程。

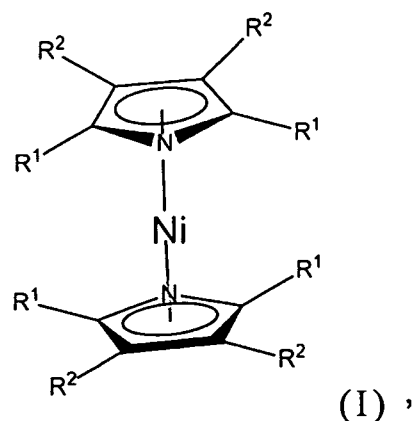
【0024】故本發明的另一態樣係關於利用原子層沉積，沉積實質由鎳組成的薄膜的方法。方法包含提供包含矽的基板表

面，其中基板表面的溫度介於約 120°C 至約 250°C 之間；使基板表面相繼接觸包含前驅物的蒸汽，前驅物具有以化學式(I)表示的結構：



其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基；及使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。上述任何金屬配位錯合物變體皆可採用。例如，在一個實施例中， R^2 係甲基。在另一實施例中，前驅物係同配位體。

【0025】本發明的又一態樣係關於利用化學氣相沉積，沉積實質由鎳組成的薄膜的方法。方法包含提供包含矽的基板表面；使基板表面同時接觸包含前驅物的蒸汽，前驅物具有以化學式(I)表示的結構：



其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基，同時使基板接觸還原氣體，以於基板表面上提供實質由鎳組成的薄膜。

又，上述任何金屬配位錯合物變體皆可採用。例如，在一個實施例中， R^2 係甲基。在另一實施例中，前驅物係同配位體。

【0026】視情況而定，可反覆進行上述任何製程反應循環，以形成第二層至第一層上。可使用鈍氣，清除沉積腔室中任何從先行還原反應或分解殘餘的烴。氣相金屬配位錯合物再次流入腔室/接觸基板表面的金屬薄膜。金屬配位錯合物與氫氣在第一原子層的金屬表面處發生交換反應。此將取代氣相金屬配位錯合物的一個配基，並留下金屬配位錯合物與第一原子層的金屬原子結合的金屬原子。選擇反應時間、溫度和壓力，以產生金屬-表面交互作用，及於基板表面上形成膜層。接著，可使用鈍氣，清除沉積腔室中未反應的氣相金屬配位錯合物和釋出配基。還原氣體再次流入沉積腔室，使金屬與任何殘餘配基間的鍵結還原，以從金屬中心釋出殘餘配基，及於第一元素金屬原子層上製造第二元素金屬原子層。額外反覆進行沉積循環可用於建造預定厚度的元素金屬層。

【0027】在一或更多實施例中，基板表面的溫度高於約 70 °C、80 °C、90 °C 或 100 °C 且低於約 250 °C、225 °C、200 °C 或 175 °C。儘管不期受限於任何特定理論，然料想能進行製程的低溫可防止碳併入。

【0028】沉積可在大氣壓力下進行，但更常係在減壓下進行。金屬配位錯合物的蒸汽壓應夠高，以實踐此類應用。

【0029】在一些實施例中，可在電漿加強原子層沉積（PEALD）製程期間，形成一或更多層。在一些製程中，電漿提供足夠的能量，以促進物種變成激態，而使表面反應變

得有利又可行。可以連續或脈衝方式將電漿引入製程。在一些實施例中，使用相繼脈衝供應的前驅物（或反應氣體）和電漿來處理膜層。在一些實施例中，可於本地（即處理區域內）或遠端（即處理區域外）離子化試劑。在一些實施例中，可在沉積腔室上游進行遠端離子化，使離子或其他高能或發光物種不直接接觸沉積薄膜。在一些 PEALD 製程中，電漿係在處理腔室外產生，例如利用遠端電漿產生系統。可利用任何適合的電漿產生製程或熟諳此技術者所知技術來產生電漿。例如，可以一或更多微波（MW）頻率產生器或射頻（RF）產生器產生電漿。可依據所用特定反應物種，調整電漿頻率。適合頻率包括 2 兆赫（MHz）、13.56 MHz、40 MHz、60 MHz 和 100 MHz，但不以此為限。雖然本文所述沉積製程期間可使用電漿，但應注意也可能不需要電漿。事實上，其他實施例係關於在無電漿且非常溫和條件下的沉積製程。

【0030】根據一或更多實施例，在形成膜層之前及/或之後，基板經處理。此處理可在相同的腔室或在一或更多不同的處理腔室中進行。在一些實施例中，基板從第一腔室移到不同的第二腔室供進一步處理。基板可從第一腔室直接移到不同的處理腔室，或者基板可從第一腔室移到一或更多移送室，然後移到不同的預定處理腔室。因此，處理設備可包含連接移送站的多個腔室。此類設備稱作「叢集工具」或「叢集系統」等。

【0031】通常，叢集工具係包含多個腔室的模組系統，腔室執行各種功能，包括基板中心找尋及定位、除氣、退火、沉

積及/或蝕刻。根據一或更多實施例，叢集工具包括至少一第一腔室和中央移送室。中央移送室可容納機器人，用以在處理腔室與負載鎖定室間運送基板。移送室一般維持呈真空條件，且提供中間臺階供基板從某一腔室運送到另一腔室及/或位於叢集工具前端的負載鎖定室。兩種熟知適於本發明的叢集工具為 Centura®和 Endura®，二者均取自美國加州聖克拉拉的應用材料公司。此一分階真空基板處理設備細節描述於西元 1993 年 2 月 16 日授予 Tepman 等人、名稱爲「分階真空晶圓處理設備和方法（Staged-Vacuum Wafer Processing Apparatus and Method）」的美國專利案第 5,186,718 號。然爲進行本文所述製程的特定步驟，可改變腔室的確切配置和組合方式。其他可用處理腔室包括循環層沉積（CLD）、原子層沉積（ALD）、化學氣相沉積（CVD）、物理氣相沉積（PVD）、蝕刻、預清洗、化學清洗、諸如 RTP 的熱處理、電漿氮化、除氣、定位、鍍化和其他基板處理，但不以此爲限。藉由在叢集工具的腔室中進行處理，可避免基板表面在沉積後續薄膜前氧化而遭大氣雜質污染。

【0032】根據一或更多實施例，基板持續處於真空或「負載鎖定」條件，並且從某一腔室移到下一腔室時，不會接觸周遭空氣。故移送室處於真空且在真空壓力下「泵抽」。處理腔室或移送室內可存有鈍氣。在一些實施例中，鈍氣用作淨化氣體，以於基板表面上形成矽層後，移除部分或所有反應物。

【0033】如上所述，在一些實施例中，沉積薄膜不含氧化物。

在進一步的實施例中，沉積係在不中斷真空及/或不接觸周遭的條件下進行，以防止接觸（及併入）氧。

【0034】根據一或更多實施例，於沉積腔室的出口處，注入淨化氣體，以防止反應物從沉積腔室移到移送室及/或附加處理腔室。故鈍氣流動可在腔室出口處形成簾幕。

【0035】可在單一基板沉積腔室中處理基板，其中單一基板在處理另一基板前經裝載、處理及卸載。亦可以如運送系統般的連續方式處理基板，其中多個基板個別裝載至腔室的第一部分、移動通過腔室及自腔室的第二部分卸載。腔室和相關運送系統的形狀可構成直線路徑或曲線路徑。此外，處理腔室可為迴轉料架，其中多個基板繞著中心軸移動，並在整個迴轉料架路徑經沉積、蝕刻、退火、清洗等處理。

【0036】處理期間，可加熱或冷卻基板。可以任何適合手段達成加熱或冷卻，包括改變基板支撐件的溫度及使加熱或冷卻氣體流至基板表面，但不以此為限。在一些實施例中，基板支撐件包括加熱器/冷卻器，加熱器/冷卻器經控制以傳導改變基板溫度。在一或更多實施例中，加熱或冷卻所用氣體（反應氣體或鈍氣），以局部改變基板溫度。在一些實施例中，加熱器/冷卻器設在鄰近基板表面的腔室內，以對流改變基板溫度。

【0037】處理期間，基板亦可固定不動或轉動。旋轉基板可持續或在不同步驟轉動。例如，基板可在整個製程過程旋轉，或者基板可在接觸不同反應氣體或淨化氣體之間少量旋轉。處理期間轉動基板（持續或分次）有助於最小化如氣流幾何

形狀的局部變異影響，從而得到更均勻的沉積或蝕刻。

實例

【0038】第 1 圖為兩種金屬配位錯合物的熱重分析圖。一個配位錯合物含有鎳原子和兩個環戊二烯基配基，環戊二烯基配基各自含有四個甲基 ($(\text{Me}_8\text{Cp})_2\text{Ni}$)。另一錯合物含有鎳原子和兩個 Cp^* 配基 ($(\text{Me}_{10}\text{Cp})_2\text{Ni}$)。當材料接觸逐漸升高的溫度時，測量各錯合物樣品材料重量。升溫時，錯合物會蒸發，因而減輕測量重量。第 1 圖圖示材料重量的時間函數和重量的一階導數。

【0039】從資料可知， $(\text{Me}_{10}\text{Cp})_2\text{Ni}$ 材料單純地隨著溫度升高而減少，此表示錯合物隨升溫蒸發。另一方面， $(\text{Me}_8\text{Cp})_2\text{Ni}$ 錯合物呈現更複雜的途徑，此表示錯合物分解達一定程度。實際上，樣品重量從未變成零，此表示仍餘留分解材料。

【0040】 $(\text{Me}_{10}\text{Cp})_2\text{Ni}$ 比 $(\text{Me}_8\text{Cp})_2\text{Ni}$ 蒸發得更乾淨可證實配基缺少對稱性會引起不穩定。料想此種不穩定會在薄膜內造成污染，特別係碳污染。例如，就 $(\text{Me}_8\text{Cp})_2\text{Ni}$ 的配基而言，料想 Cp 環中未取代碳上的氫被移除，如此配基將分解成非揮發性物種，碳則會併入薄膜內。

【0041】此概念可擴展到具化學式(I)的配位錯合物。氮取代 $(\text{Me}_8\text{Cp})_2\text{Ni}$ 的未取代碳，以移除分解途徑。故此容許配基不對稱，又無實質碳污染。

【0042】整份說明書提及的「一個實施例」、「一些實施例」、「一或更多實施例」或「一實施例」意指該實施例描述的特定特徵、結構、材料或特性係包含在本發明至少一個實施例

內。故說明書各處出現的如「在一或更多實施例中」、「在一些實施例中」、「在一個實施例中」或「在一實施例中」等用語不必然指稱本發明的同一實施例。另外，在一或更多實施例中，可以任何適合方式結合特定特徵、結構、材料或特性。

【0043】雖然本發明已以特定實施例揭示如上，然應理解該等實施例僅為舉例說明本發明的原理和應用而已。在不脫離本發明的精神和範圍內，熟諳此技術者當可對本發明的方法和設備作各種更動與潤飾。因此本發明擬包括在後附申請專利範圍所界定範圍內的修改例與變化例和其均等物。

【符號說明】

無

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

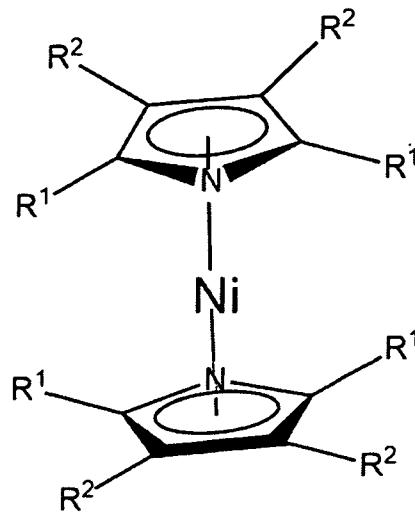
無

申請專利範圍

1. 一種沉積實質由鎳組成的一薄膜的方法，該方法包含以下步驟：

提供一基板表面；

使該基板表面接觸一蒸汽，該蒸汽包含具一下列結構的一前驅物：



其中 R¹ 係第三丁基，R² 個別為任一 C1-C3 烷基；以及
使該基板接觸一還原氣體，以於該基板表面上提供實質
由鎳組成的一薄膜。

2. 如請求項 1 所述之方法，其中 R² 係甲基。
3. 如請求項 1 所述之方法，其中 R² 係 C2 或 C3 烷基。
4. 如請求項 1 所述之方法，其中該前驅物係同配位體。
5. 如請求項 1 所述之方法，其中該基板包含矽。

6. 如請求項 1 所述之方法，其中該基板表面係同時或相繼接觸該前驅物和該還原氣體。

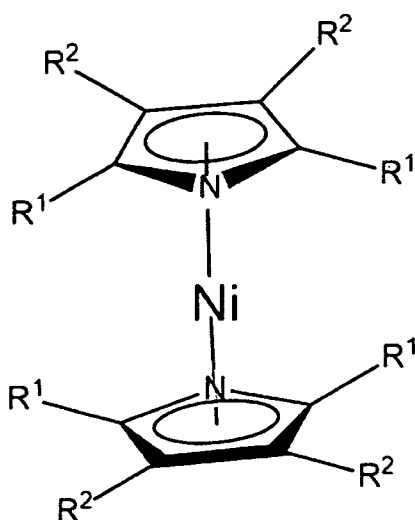
7. 如請求項 1 所述之方法，其中該還原氣體包含氨氣或氫氣。

8. 如請求項 1 所述之方法，其中實質由鎳組成的該薄膜不含氧。

9. 一種利用原子層沉積來沉積實質由鎳組成的一薄膜的方法，該方法包含以下步驟：

提供包含矽的一基板表面，其中該基板表面的一溫度介於 120°C 至 250°C 之間；

使該基板表面相繼接觸一蒸汽，該蒸汽包含具一下列結構的一前驅物：



其中 R¹ 係第三丁基，R² 個別為任一 C1-C3 烷基；以及

使該基板接觸一還原氣體，以於該基板表面上提供實質由鎳組成的一薄膜。

10. 如請求項 9 所述之方法，其中 R^2 係甲基。

11. 如請求項 9 所述之方法，其中在一無氧化物的環境下，使該基板表面接觸包含該前驅物與該還原氣體的該蒸汽。

12. 如請求項 9 所述之方法，其中該前驅物係同配位體。

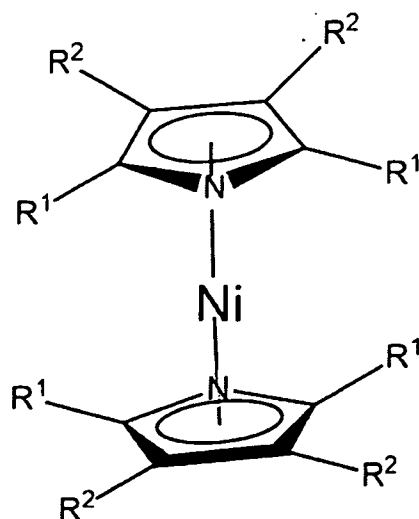
13. 如請求項 9 所述之方法，其中該還原氣體包含氨氣或氫氣。

14. 如請求項 9 所述之方法，其中實質由鎳組成的該薄膜不含氧化物且含有少於 5% 的碳。

15. 一種利用化學氣相沉積來沉積實質由鎳組成的一薄膜的方法，該方法包含以下步驟：

提供包含矽的一基板表面；以及

使該基板表面同時接觸一蒸汽，該蒸汽包含具一下列結構的一前驅物：



其中 R^1 係第三丁基， R^2 個別為任一 C1-C3 烷基，同時使該基板接觸一還原氣體，以於該基板表面上提供實質由鎳組成的一薄膜。

16. 如請求項 15 所述之方法，其中 R^2 係甲基。

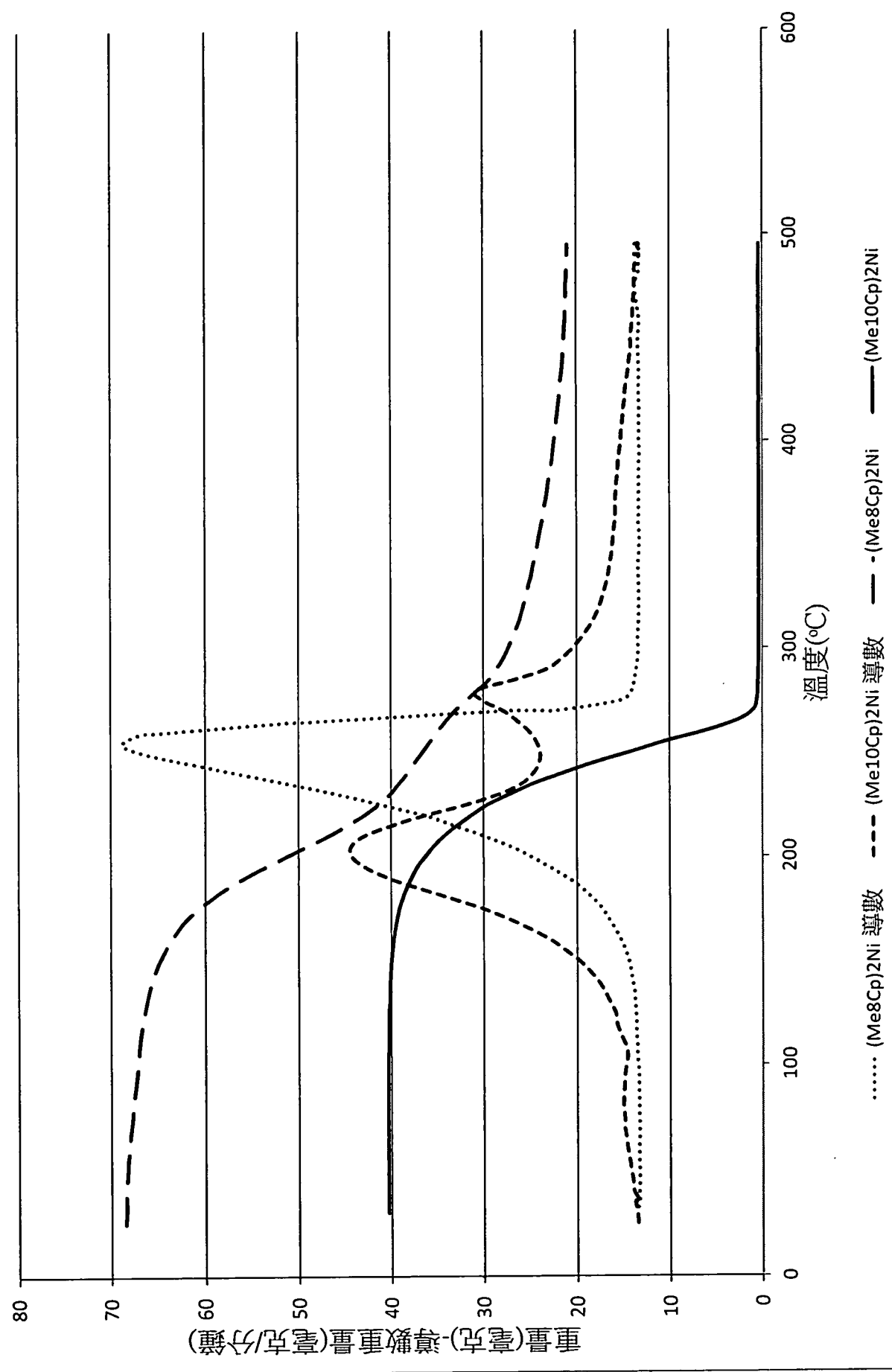
17. 如請求項 15 所述之方法，其中在一無氧化物的環境下，使該基板表面接觸包含該前驅物與該還原氣體的該蒸汽。

18. 如請求項 15 所述之方法，其中該前驅物係同配位體。

19. 如請求項 15 所述之方法，其中該還原氣體包含氨氣或氫氣。

20. 如請求項 15 所述之方法，其中實質由鎳組成的該薄膜不含氧化物且含有少於 5% 的碳。

兩種鎳金屬配位錯合物的熱重分析圖



第1圖