

申請日期	70.4.16
案號	P0105PU0
類別	H01L 33/00

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書
~~新~~型

一、發明名稱	中文	具經控制之導電性之半導體材料及裝置之製造
	英文	"FABRICATION OF SEMICONDUCTOR MATERIALS AND DEVICES WITH CONTROLLED ELECTRICAL CONDUCTIVITY"
二、發明人創作	姓名	1.大衛 卡波尼克 DAVID KAPOLNEK 2.布萊恩 提波特 BRIAN THIBEAULT
	國籍	1.2均美國
	住、居所	1.美國加州聖塔芭芭拉市喬頓漢路826號 2.美國加州聖塔芭芭拉市克里夫蘭大道1914號
三、申請人	姓名 (名稱)	美商克立光學公司 CREE LIGHTING COMPANY
	國籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州高力達市史脫克路340號
	代表姓名	查爾斯 M. 史華波達 CHARLES M. SWOBODA

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區)	申請專利，申請日期：	案號：	， <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權
美國	2000年08月23日	09/644,875	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權
美國	2000年03月14日	60/189,630	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝
訂
線

五、發明說明 (1)

發明背景

發明領域

本發明係有關於一種在受摻雜劑鈍化(dopant passivation)影響的經摻雜半導體材料中達成所要導電性的一種方法。本發明明確教示製造鈍化一阻擋層的方法，以在半導體材料成長過程中防止，或減少摻雜劑物種鈍化，因此消除原地(in-situ)或他地(ex-situ)退火步驟的需要。

相關技藝敘述

爲了製造發光二極體(LEDs)、雷射二極體(LDs)或其他光電及電子元件，必須使用半導體材料，因爲材料的電性與光學性質可藉由組成或結構的變化來控制。爲達成此控制，製造出不含非所要雜質之半導體材料是很重要的。氮化鎵(GaN)是其中一種應用在藍光、紫光、紫外光LEDs及LDs與其他電子元件中最有希望的半導體材料。

在利用金屬有機化學氣相沉積(MOCVD)成長氮化鎵p-n結式二極體的過程中，很難長出同時具有良好結構、光學及電完整性的p型材料。氮化鎵結式二極體的p型區域通常係在MOCVD反應器中成長，且加入鎂(Mg)以獲得所要導電性；然而，一個普遍的問題是，如鎂、鋅(Zn)、碳(C)及其他元素的受體會被氫原子電鈍化。較小的氫原子會擴散至氮化鎵材料內，且中和鎂的受體及由鎂所產生的空洞。鈍化製程使得鎂變得不活化，造成材料在其初成長狀態時即變成絕緣或虛弱p型。p型區域的鈍化將導致二極體嚴重的性能問題。受體與施體(donor)的氫鈍化在包括矽(Si)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

相對於避免鈍化，已發展出許多不同的方法，在材料成長及反應器冷卻後反轉(reverse)鈍化。有很多早期有關摻雜劑鈍化的研究顯示使用熱退火可移除氫並活化摻雜劑(G. R. Antell et al., Appl. Phys. Lett., 53, 758 (1988))；W. C. Dautremont-Smith, Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 104, 313 (1988)；T. Zundel and J. Weber, Phys. Rev. B39, 13549 (1988)；W. C. Dautremont-Smith et al., J. Appl. Phys. 66, 1993 (1989)。一旦發現有氫鈍化的現象，則很明顯的氫會在升高溫度下擴散進出半導體，造成摻雜劑鈍化或活化。因此熱退火被用作為第四族、三-五族及二-六族半導體材料受體及施體的活化方法。氮化鎵的受體鈍化也可使用低能量電子束照射(LEEBI)而反轉(Amano et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 28, No. 12, pp. L2112-L2114 (Dec. 1989))。在低能量電子束照射處理中，係用電子束照射已鈍化的氮化鎵材料以活化受體。雖然這些方法可有效地活化已鈍化區域，但卻是在他地進行，而在製造過程引入即增加成本並且降低產率的另一步驟。損傷可由搬運所造成而不純物可由大氣條件所引入。這兩種製程均會使氮化鎵材料曝露於高溫下，這也會損傷材料。

此外，退火製程係在p-接觸金屬化前發生。在如氮化鎵發光二極體及雷射二極體的元件中，提供具再現性的低阻抗接觸是很重要的。p型氮化鎵的金屬接觸已被發現對表面品質相當敏感(J. Kim et al., Appl. Phys. Lett., 73, 2953 (1998))。因此，任何在退火或搬運時造成的p型表面損傷

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(4)

將對p型金屬接觸有不利影響。

另一種在反應器冷卻時降低受體鈍化的方法是在p型材料上覆蓋一層薄的n型層(S. Manigawa and M. Kondo, J. Electron. Mater. Vol. 19 No. 6, pp. 597-599 (1990))。氫在n型材料中的溶解度比在p型材料中低，所以氫在反應器冷卻時的擴散大幅減少。然而，此製程並無法完全消除p型材料的鈍化，且利用蝕刻來移除n型材料會很困難，並會損傷p型表面。

發明概述

本發明提供一種在遭遇摻雜物種被氫原子鈍化的摻雜半導體材料中達到所要導電性之新穎方法、鈍化係在氫被引入半導體材料中與摻雜物種結合而發生。

本發明明確教導製造阻擋層以避免或減少氫擴散及進入半導體材料中，而因此避免或減少摻雜劑鈍化之方法。阻擋層係在供半導體材料成長所用的同一個成長室中製造。在材料成長之後，材料仍在反應器中且反應器之溫度約等於或低於成長溫度時，擴散阻擋層即可沉積在材料上。阻擋層是由可阻擋氫擴散及進入材料中之緻密且惰性的化合物所形成。阻擋層的實例有Si、Ge、 MgO_x 、 MgN_x 、ZnO、 SiN_x 、 SiO_x 及這些材料的合金或這些材料之層序列。

阻擋層亦可為氫鍵結層，又稱為氫吸氣層。該氫吸氣層會與陷於半導體中的氫化學鍵結或防止氫由周圍的氣相到達半導體的表面，因此防止氫擴散到半導體內部。該吸氣層化合物的組成可在成長時調整以包含一過量的吸氣成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（ 5）

分。較佳吸氣層材料含有對氫原子具有高鍵結能量的成分。此鍵結能量較佳也高於氫與受體或施體物種間的鍵結能量。因此，此層可有效地防止摻雜物種因吸收氫而鈍化，此層亦可具有可為多種吸氣材料重複序列之多層。

在冷卻之後，任何阻擋層可利用半導體材料後續處理的各種蝕刻技術之一移除。

消除半導體材料的鈍化亦可消除或降低如熱退火或電子束退火等額外處理步驟的需要。本方法亦提供半導體材料優異品質及產率，保持材料如初成長狀態時的原始狀態。

本發明之這些及其他進一步特徵及優點，熟悉此項技藝之人士自配合隨附圖式所作的以下詳細說明中，將更明白。

圖示簡述

圖1為一種使用於成長半導體材料的MOCVD反應器之簡略圖。

圖2為一種具有 SiN_x 阻擋層的p-n結式二極體之剖面圖。

圖3為圖2的p-n結式二極體浸入HF以去除 SiN_x 鈍化的剖面圖。

圖4為一種具有氫鍵結(吸氣)層的p-n結式二極體之剖面圖。

發明詳述

本發明係一種用於防止半導體材料中摻雜劑物種被氫原子鈍化的新穎方法。阻擋層係在半導體材料成長之後、反

五、發明說明(9)

二矽烷及氧化亞氮。

在施加保護阻擋層之後，半導體材料即可在反應室11中冷卻，而無有或有降低的摻雜劑鈍化。該半導體材料隨後可自冷卻的反應室11中移去。

當結構已準備好做額外處理如金屬化時，阻擋層即可利用包括但不限於濕式化學氫氟酸蝕刻、反應性離子蝕刻或電漿蝕刻等方法去除。

本發明適用於諸如高電子遷移率電晶體(HEMTs)、金屬半導體場效電晶體(MESFETs)、半導體雷射二極體、發光二極體(LEDs)、光偵測器及雙極結式(BJT)二極體等元件。

本方法之較佳應用係在氮化鎵p-n結式二極體中防止或降低鈍化。圖2顯示施加阻擋層32之氮化鎵p-n結式二極體30的層圖。雖然有很多的阻擋層化合物可供使用，但較佳的鈍化阻擋層化合物係 MgN_x 、Si及 SiN_x ，理由如下：必要之來源氣體已存在於反應器內，這些化合物對氮化鎵為化學惰性，且這些化合物可容易地用蝕刻去除。阻擋層32係沉積在摻雜鎂的p型氮化鎵區域34上。也顯示的是，摻雜矽在如上述藍寶石基板38上成長的n型氮化鎵區域。

在較佳的方法中，氮化鎵晶體係在反應室11中以約1000°C的溫度成長。在成長之後，用於成長氮化鎵材料的來源氣體之流動即在閥21a-c停止。但仍維持含氮氣體(NH_3) 26的流動，因為氮化鎵在高溫時並不穩定。利用閥25及幫浦24可作約1~3秒短暫的反應器清洗以去除用氮化鎵成長的來

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (10)

源氣體。短暫的清洗可在 SiN_x 鈍化32及p型氮化鎵區域間提供明顯的結式，此結式可幫助防止p型區域34的Si摻雜。隨後阻擋層即沉積在氮化鎵材料上。為了製造 SiN_x 層32，可在半導體成長溫度或在約 700°C 或在 700°C 以下使用矽烷(SiH_4)或二矽烷(Si_2H_6)氣體40與氨氣(NH_3)42。為了製造Si，將 NH_3 流量42終止並將 SiH_4 或 Si_2H_6 氣體40通入反應室內。為了製造 MgN_x ，將環戊二烯基鎂(Mecp_2Mg)及 NH_3 個別通入反應室11。矽、鎂及氨氣來源一般係安裝於MOCVD系統中，且用來成長第III族氮化物基半導體如GaN及其與銻、鋁之合金。MOCVD系統不需再增加額外的來源材料以製造較佳的阻擋層。因此相較於先前技藝，提供了一種更容易且更有效運用成本的方法，以防止利用MOCVD成長的半導體材料中摻雜物種的鈍化。

在較佳具體實施例中，在鈍化成長時可使用氮運載氣體44，亦可使用其他氣體。不使用氨氣，是因為在二極體30成長結束後與沉積夠厚的阻擋層32之間的短暫時間內會發生p型層34的鈍化作用。厚度2~500 nm的阻擋層32通常已足夠保護GaN表面，所以若提供足夠的阻擋層來源氣體，沉積可很快的進行。可使用各種不同的阻擋層厚度。在一些應用中，阻擋層僅數埃厚即已足夠。阻擋層或阻擋層堆疊愈厚，防止摻雜物種的鈍化作用就愈有效；然而，若施加太厚的阻擋層32，則會在阻擋層成長或反應器冷卻時傷害二極體30。

可使用於沉積 MgN_x 、Si或 SiN_x 之反應室11的條件有很大

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (11)

的範圍，所以鈍化32通常使用與最終二極體層成長之相同條件來沉積。反應室11的條件亦可在鈍化32沉積時變化以在應用中提供最大利益。例如，沉積可在反應室冷卻時進行，以將元件的熱停留時間降到最低。或者，若熱停留不是一個重要的關鍵時，可在沉積時保持溫度不變。

當鈍化阻擋層32已沉積後，反應室大氣可修正以配合元件應用的限制。在一較佳的方法中，當 MgN_x 、Si及 SiN_x 阻擋層或阻擋層序列沉積完畢後，環境氣體需變更成非反應性氣體如氮、氬、氫或這些氣體的混合氣體。這個環境氣體的改變可幫助洗淨反應室內的來源氣體，且在冷卻期間穩定半導體或阻擋層材料。在本較佳方法中，環境氣體為氮、氬、氫或這些氣體的混合氣體。本方法在阻擋層32成長之後可容許反應器條件具有顯著的彈性而不致有損害半導體或阻擋層材料的危險，在另一較佳實施例中，在阻擋層成長之後可將環境氣體換成反應性氣體如氧化亞氮、氧、氫或這些氣體的混合物或與非反應性氣體的混合物。

在反應器冷卻及半導體元件自反應室11移走後，鈍化阻擋層32可保留在表面上，如此可提供額外的好處：可在元件後續的製造步驟前保護已成長的半導體材料及敏感的表面性質免受污染。

阻擋層32在後續處理步驟如接觸之金屬化之前可很快地移除。在較佳的方法中，阻擋層32係以濕式化學氫氟酸(HF)蝕刻去除。圖3顯示二極體30在可溶解鈍化的HF化學溶液46中。使用濕式化學蝕刻會比較好是因為其使半導體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

表面保持純淨，而其他蝕刻製程會引入不純物或造成材料表面的損傷。任何處理步驟都必須在阻擋層32移除後儘快實施以避免因搬運或曝露於大氣下而對表面造成傷害。

新方法還提供已討論過的優點以外之好處。若元件在成長之後曝露於極端的條件如不純物的擴散或為減少缺陷的退火，則阻擋層32應減緩~~抵~~對表面的傷害。若需使用慢速高度控制冷卻來使熱應力降至最低，則當阻擋層32已沉積後，額外的熱預算應不影響元件表面。在成長之後，反應器大氣之其他不純物擴散到元件內部將會消除。由表面傷害引起的表面電子狀態密度應明顯地減少。會造成薄n型層(如此會增加接觸阻抗)形成的p型層表面傷害亦降到最低。

在另一較佳實施例中，在成長時阻擋層化合物的組成可藉由選擇各來源氣體適當的比例作調整以包含有過量的吸氣成分。圖4顯示類似圖2及圖3中二極體，其表面上具有一氫鍵結/吸氣層52的p-n結式二極體。層52係利用N或H來源氣體54中之MOCVD來源氣體沉積在二極體50上。層52係用以阻擋或減少氫擴散進入半導體及吸收在半導體與大氣接觸介面上的氫。較佳的吸氣層材料含有對原子氫有高鍵結能量且此能量高於氫與受體或施體物種間之鍵結能量(例如，Mg-H鍵=126 kJ/mol)之成分。在GaN材料中，吸氣層成分與氫之間的鍵結能量超過Mg與氫之間的能量(例如，Si-H=318 kJ/mol；Ge-H=321 kJ/mol；N-H=339 kJ/mol；O-H=427 kJ/mol)。因此此層可有效防止因吸收氫所造成的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

摻雜物種的鈍化作用。吸氣層可具有可為重複之多吸氣材料序列的不同層。當二極體50需要進一步處理時，吸氣層52係利用濕式化學HF蝕刻去除，但亦可用其他蝕刻製程去除之。

雖然本發明已就其某些較佳形態作相當詳細之說明，但亦可能有其他型態。因此，隨附申請專利範圍的精神及範圍不應限於包含在其中之較佳形態。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱： 具經控制之導電性之半導體材料及裝置之製造)

說明一種保護半導體材料(30、50)表面免受損傷及摻雜劑鈍化的方法。在成長反應器(10)如MOCVD反應器內利用MOCVD來源氣體成長半導體材料之後，即刻在半導體材料上沉積一層緻密或反應性材料的阻擋層。該阻擋層(32、52)阻止氫擴散到材料內部。反應器(10)隨後可在反應性或非反應性氣氛下冷卻；然後，可從反應器(10)中移去幾乎無摻雜劑物種鈍化的半導體材料。阻擋層(32、52)可利用包括濕式化學蝕刻的蝕刻製程移除或可保留在半導體材料上以保護表面阻擋層(32、52)亦可為一層可與陷在半導體材料內部的氫化學鍵結，及/或阻止氫擴散到材料內部之吸氣層。

英文發明摘要 (發明之名稱： "FABRICATION OF SEMICONDUCTOR MATERIALS AND DEVICES WITH CONTROLLED ELECTRICAL CONDUCTIVITY")

A method for protecting the surface of a semiconductor material (30,50) from damage and dopant passivation is described. A barrier layer (32,52) of dense or reactive material is deposited on the semiconductor material shortly after growth in a growth reactor (10) such as a MOCVD reactor, using the MOCVD source gasses. The barrier layer (32,52) blocks the diffusion of hydrogen into the material. The reactor (10) can then be cooled in a reactive or non-reactive gas ambience. The semiconductor material can then be removed from the reactor (10) with little or no passivation of the dopant species. The barrier layer (32,52) can be removed using a variety of etching processes, including wet chemical etching or can be left at the semiconductor material for surface protection. The barrier layer (32,52) can also be a gettering layer that chemically binds hydrogen trapped in the semiconductor material and/or blocks hydrogen diffusion into the material.

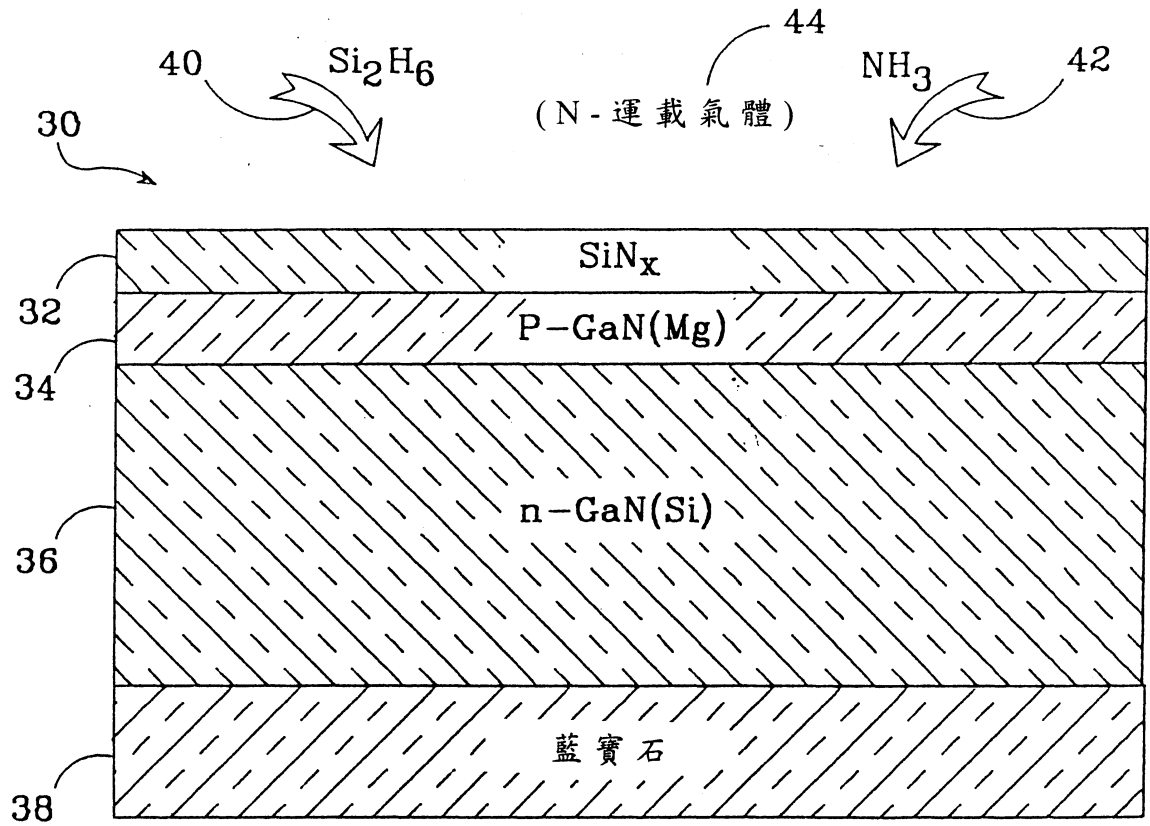


圖 2

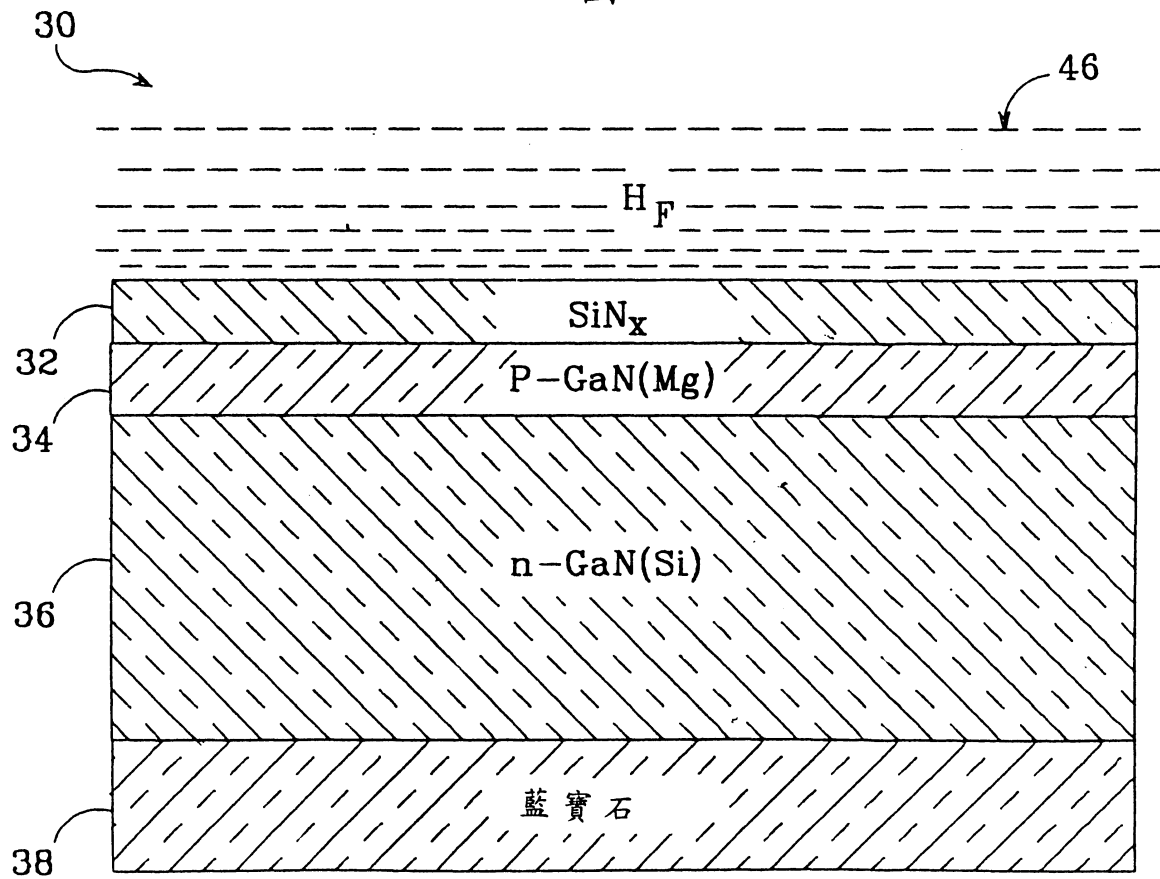


圖 3

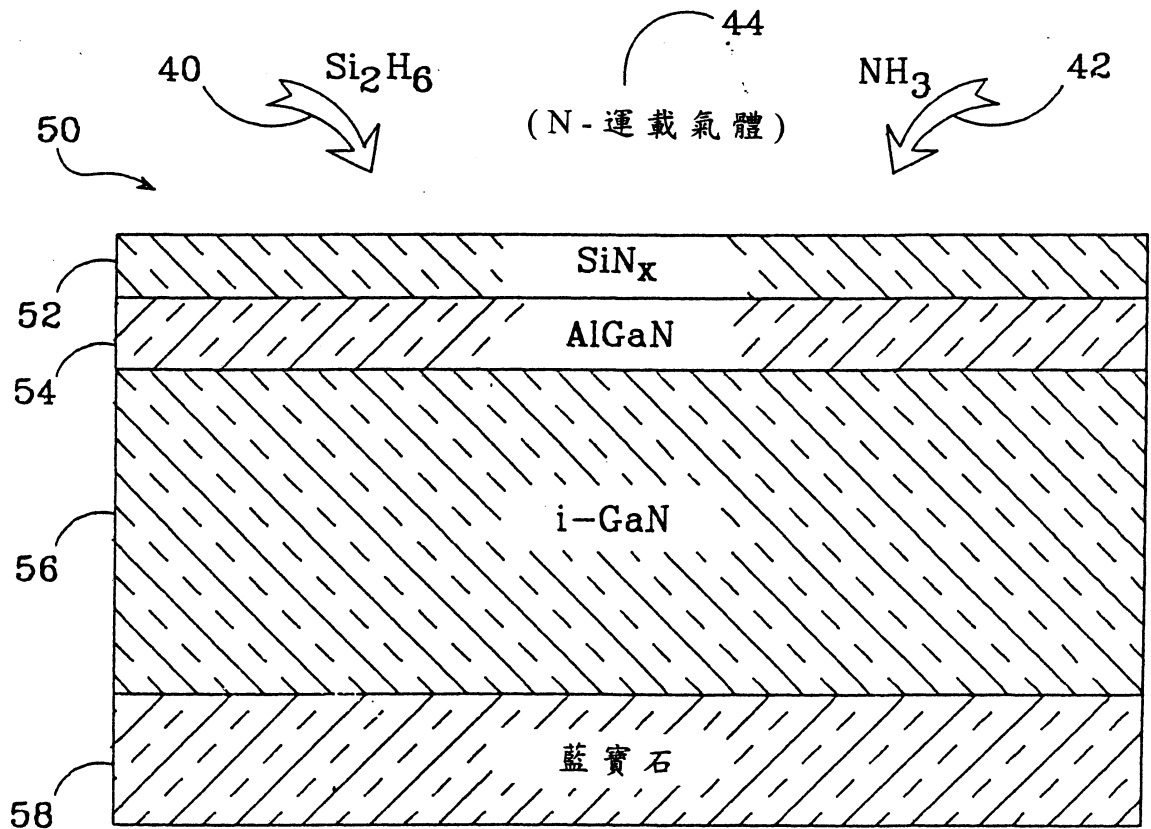


圖 4

五、發明說明 (2)

J. Pearton et al., Appl. Phys. A 43, 153 (1987))、砷化鎵(N. M. Johnson et al., Phys. Rev. B 33, 1102 (1986); W. C. Dautremont-Smith, J. Appl. Phys. 66, 1993 (1989))、磷化銦(G. R. Antell et. al., Appl. Phys. Lett., 53, 758 (1988))及碲化鎘(L. Svob et. al., J. Cryst. Growth 86, 815 (1988))的各種半導體材料中已有報導。鈍化已有意及無意地地證明為在外延成長過程的結果。

氮化鎵二極體之成長代表氫鈍化扮演一個重要角色的實例，受體的鈍化已被證明發生在成長後，反應器冷卻階段時(G. R. Antell et al. Appl. Phys. Lett. 73, 2953 (1998))。氫在氮化鎵材料成長及隨後反應器冷卻時的MOCVD反應器中相當常見，一般來自兩個來源。在成長過程中氫通常係用作為成長來源氣體的運載氣體(carrier gas)。此外，氨氣(NH₃)在氮化鎵材料成長時用作為氮(N)的來源氣體且也在反應器冷卻時用於穩定氮化鎵材料。氫是在成長及冷卻過程中由氨氣分解所產生的副產物。在傳統氮化鎵成長製程中，冷卻時反應器內有足夠的氫會引起p型區域鈍化。

p型區域的鈍化可藉由在反應器冷卻前移除氫的來源來避免。請參閱頒予Keller等人的美國專利第5,8917,90號。然而，氮化鎵晶體在成長溫度下很不穩定且p型氮化鎵區域容易分解，而會造成表面受損。避免此種分解的傳統方法是在反應器冷卻時維持氨氣流量，但是在反應器冷卻時氨氣的存在會產生氫而導致鈍化。因此，移除所有氫的來源並不實際，且在反應器冷卻時無法避免鈍化。

五、發明說明 (6)

度下，立刻成長。阻擋層的功用是當作一層防止氫擴散到半導體材料的緻密障壁。阻擋層亦可當作吸氣層以與氫化學鍵結。在這二種情形時，摻雜物種的鈍化都可防止或降低。在反應器冷卻後及材料進一步處理前，可利用已知的方法如蝕刻來移除阻擋層。

阻擋層或吸氣層可使用金屬有機化學氣相沉積、電漿化學氣相沉積、熱燈絲化學氣相沉積或其他沉積方法沉積在半導體材料上。較佳方法係在MOCVD反應器中沉積。

圖 1 顯示在新方法中用於成長半導體材料及阻擋層的MOCVD反應器 10。反應器 10 包含具有成長平台 12 之反應室 11，其中成長平台 12 由旋轉軸 13 所支撐。在多數的應用中，如藍寶石的單晶 14 係沉積在成長平台 12 上，雖然可使用其他晶體如 AlGa_N 或 GaAs。在成長過程中，平台 12 係以加熱器 15 加熱，以使基板 14 維持在預定溫度下。此溫度通常介於攝氏 400 度至 1200 度之間，但可依所要成長類型而使用較高或較低的溫度。加熱器 15 可為各式的加熱裝置，但通常為射頻 (RF) 或電阻線圈。

運載氣體 16 係供應至氣體管路 17，該運載氣體係如氫氣或氮氣之氣體。運載氣體 16 亦經由質流控制器 18a-c 供應至各發泡瓶 19a-c。發泡瓶 19a 有一成長化合物，通常為具有甲基或乙基的烷基化化合物，例如三甲基鎔 (TMG)，三甲基鋁 (TMA) 或三甲基銻 (TMI)。發泡瓶 19b 及 19c 亦包含可長成第三族化合物之合金的類似有機金屬化合物。發泡

五、發明說明 (7)

瓶 19a-c 通常以恆溫浴 20a-c 保持在預定溫度，以確保有機金屬化合物在利用運載氣體 16 運到反應室 11 之前維持固定氣壓。

通過發泡瓶 19a-c 的運載氣體 16 係藉由打開所欲閥 21a-c 之組合與在氣體管路 17 中流動的運載氣體 16 混合。混合後的氣體隨後通過在反應室 11 上端形成的氣體入口 22 而流入反應室 11。

含氮氣體 26 如氮氣經由質流控制器 27a 供應到氣體管路 17 中，且含氮氣體的流量係由閥 28a 控制。若運載氣體 16 與含氮氣體 26 混合，及氣體管路 17 中的 TMG 蒸氣導入反應室 11 中，即有元素存在，可經由 TMG 與含氮氣體中的分子的熱分解而在基板 14 上成長氮化鎵。

為了摻雜基板 14 上的氮化鎵合金，TMG 未使用的發泡瓶 19a-c 之一即供摻雜材料使用，此種摻雜材料通常為鎂 (Mg) 或矽 (Si)，但亦可為其他材料如鈹、鈣、鋅或碳。發泡瓶 19b 或 19c 係供合金材料如硼、鋁、銻、磷、砷或其他材料使用。一旦摻雜劑及合金選定且閥 21a、21b 或 21c 打開以令摻雜劑與鎵及含氮氣體 26 流進氣體管路 17，即可在基板 14 上成長氮化鎵摻雜層。

在反應室 11 內的氣體可經由連接到利用液壓操作的幫浦 24 之氣體吹淨管路 23 來吹淨 (purge)。再者，吹淨閥 25 可讓氣體壓力在反應室 11 建立或洩掉。

成長製程通常係藉由關掉閥 21a 及 21b 以阻斷鎵與摻雜劑來源且維持含氮氣體與運載氣體流動來停止。或者，可利

五、發明說明 (8)

用可經由質流控制器 27b 及閥 28b 控制的氣體 29 洗淨反應室。洗淨係藉由開啟閥 25 以讓幫浦 24 排出反應室 11 中的過量成長氣體來幫助。通常洗淨氣體 29 為氫氣，但亦可為其他氣體。關閉加熱器 15 的電源即可冷卻基板 14。

在新方法中，阻擋層的施加係在半導體材料成長後及反應室 11 冷卻前或冷卻時進行。在半導體材料於反應室 11 中成長之後，非所欲成長氣體的流動即藉由關閉適當的閥 21a-c 組合來停止。短暫的反應器洗淨即可完全移除上述非所欲氣體。然後，氣體流入反應器，在元件上沉積一層外延、多晶或非晶質阻擋層。在較佳的方法中，阻擋層所使用的氣體係自典型 MOCVD 來源所提供。

阻擋層應為一種可均勻地覆蓋在半導體表面且不會對半導體材料及元件的性質與性能有負面影響的緻密材料。阻擋層或阻擋層序列之組成與厚度係經選擇，以致可有效地防止氫鈍化半導體材料中的摻雜物或明顯降低鈍化作用的程度。可使用於本發明方法的化合物之實例包括 Si、Ge、 MgO_x 、 MgN_x 、ZnO、 SiN_x 、 SiO_x 或這些化合物的合金。適當材料的多層及重複堆疊層也可用作為阻擋層，如 SiN_x/Si 、 MgN_x/SiN_x 或 MgN_x/MgO_x 。不同的阻擋層可由下列來源氣體形成：Si 可用矽烷或二矽烷，Ge 可用鍺烷， MgN_x 可用環戊二烯基鎂或甲基-環戊二烯基鎂及氫氣， MgO 可用環戊二烯基鎂或甲基-環戊二烯基鎂及氧化亞氮，ZnO 可用二甲基鋅或二乙基鋅及氧化亞氮或水， SiN_x 可用矽烷或二矽烷及氫氣或氧化亞氮，及 SiO_x 可用矽烷或



六、申請專利範圍

1. 一種用於在半導體材料成長時或成長後防止或降低半導體材料中受體或施體物種鈍化的方法，包含：
在反應器(10)內以成長溫度成長該半導體材料(30、50)；及
在該半導體材料(30、50)仍在該反應器(10)內時，在該半導體材料上沉積一鈍化阻擋層(32)，該阻擋層(32)能夠防止氫擴散進入該半導體材料(30、50)。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該阻擋層(32、52)包含Si、Ge、 MgO_x 、 MgN_x 、ZnO、 SiN_x 、 SiO_x 或這些材料的合金。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該鈍化阻擋層(32、52)包含至少兩層，各該層由Si、Ge、 MgO_x 、ZnO、 SiN_x 、 MgN_x 、 SiO_x 或這些材料的合金所製成。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該鈍化阻擋層(32、52)係一吸氣層，其可與陷入該半導體材料(30、50)中之氫化學鍵結，且可阻擋氫擴散至該半導體材料(30、50)中。
5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中該吸氣層(32、52)含有對氫原子具有較高鍵結能量，且此鍵結能量高於氫與受體或施體材料間之鍵結能量的成份。
6. 一種用於在反應器內成長時或成長後防止半導體材料(30、50)中受體與施體物種鈍化的方法，包含：
將成長來源氣體(16、21a-c、26)通入該反應器(10)內，以成長該半導體材料(30、50)；

六、申請專利範圍

停止半導體穩定非必須的該材料成長來源氣體(16、26)流入；

將鈍化阻擋層來源氣體(16、21a-c)注入該反應器(10)內，以在該半導體材料(30、50)上沉積鈍化阻擋層，該阻擋層(32、52)能夠防止氫擴散進入該半導體材料(30、50)；及

在該反應器冷卻後，將該鈍化阻擋層(32、52)移除，以進一步處理該半導體材料(30、50)。

7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該鈍化阻擋層(32、52)包含Si、Ge、 MgO_x 、 MgN_x 、ZnO、 SiN_x 、 SiO_x 及這些材料的合金。
8. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該鈍化阻擋層(32、52)為一吸氣層，其可與陷在該半導體材料(30、50)內之氫化學鍵結，並可阻擋氫擴散至該半導體材料(30、50)內部。
9. 一種保護半導體材料表面之方法，包含：

在MOCVD反應器(10)內於該半導體材料(30、50)上沉積惰性鈍化阻擋層(32、52)，該阻擋層(32、52)能夠防止氫擴散進入該半導體材料(30、50)；及

冷卻該反應器(10)。

10. 如申請專利範圍第9項之方法，其中該鈍化阻擋層(32、52)為一吸氣層，其可與陷在該半導體材料(30、50)內之氫化學鍵結，並可阻擋氫擴散至該半導體材料(30、50)內部。

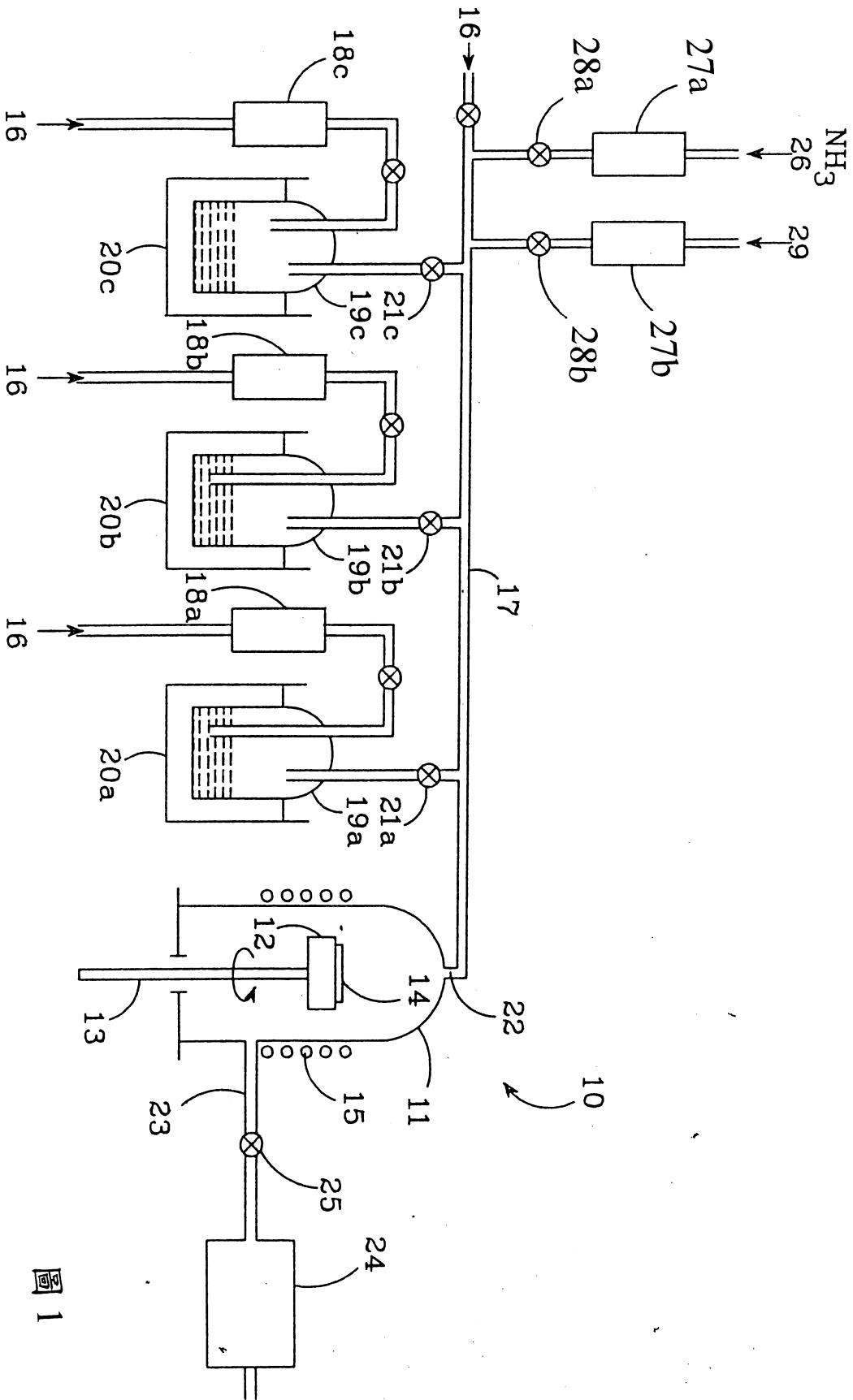


圖 1

圖 1 顯示了本發明之系統，其包括三個反應器 (18a, 18b, 18c) 及三個儲液槽 (20a, 20b, 20c)，並與中央管線 (17) 及多個控制閥 (22, 23, 25) 相連。此外，系統還包含攪拌器 (12) 及儲液槽 (24) 等組件。