



(21)申請案號：103120707

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 16 日

(51)Int. Cl. : C23C16/455 (2006.01)

(30)優先權：2013/07/08 日本

2013-142616

(71)申請人：紐富來科技股份有限公司 (日本) NUFLARE TECHNOLOGY, INC. (JP)
日本

(72)發明人：山田拓未 YAMADA, TAKUMI (JP)；佐藤裕輔 SATO, YUUSUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200936802A

JP 2002-313731A

JP 2005-315634A

JP 2005-331287A

審查人員：張嘉德

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：4 共 47 頁

(54)名稱

氣相成長裝置及氣相成長方法

(57)摘要

實施形態之氣相成長裝置，具備：反應室；氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與有機金屬供給源連接，且與載體氣體供給源連接，對反應室供給含有有機金屬及載體氣體之製程氣體；氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與有機金屬供給源連接，將製程氣體排出至裝置外；第 1 質流控制器，設於氣體供給路徑的載體氣體供給源側；第 1 調整部，設於氣體供給路徑的反應室側；第 2 調整部，設於氣體排出路徑的裝置外側；及連通路徑，其使氣體供給路徑和氣體排出路徑連通。又，第 1 調整部及第 2 調整部之任一方為背壓調整器，另一方為質流控制器。

指定代表圖：

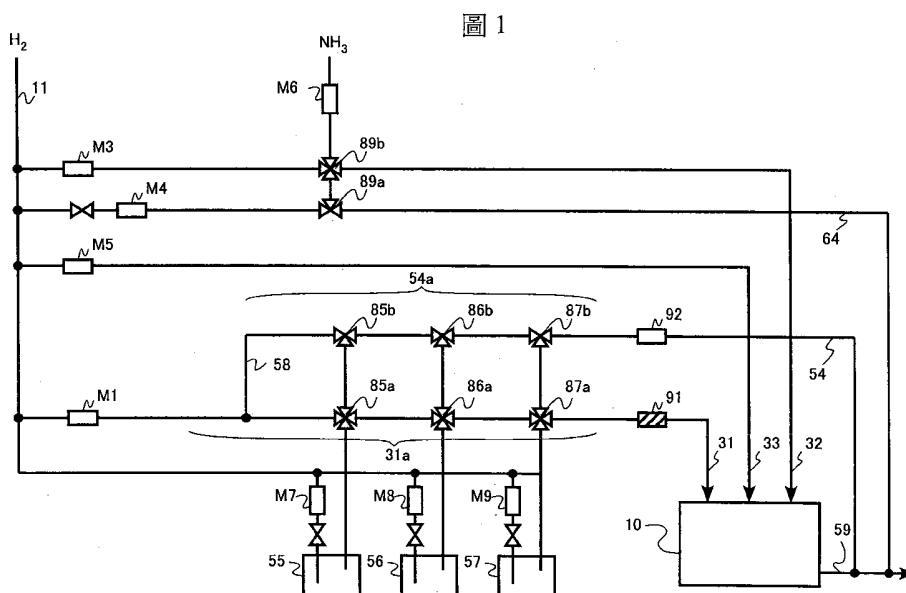


圖 1

符號簡單說明：

10 . . . 反應室

11 . . . 載體氣體供給源

31 . . . 第 1 氣體供給路徑

32 . . . 第 2 氣體供給路徑

33 . . . 第 3 氣體供給路徑

54 . . . 第 1 氣體排出路徑

55 . . . 第 1 有機金屬貯留容器

56 . . . 第 2 有機金屬貯留容器

57 . . . 第 3 有機金屬貯留容器

58 . . . 連通路徑

59 . . . 從反應室排出氣體之路徑

64 . . . 第 2 氣體排出路徑

91 . . . 第 1 調整部

92 . . . 第 2 調整部

31a . . . 第 1 調整部
91 的上游側

54a . . . 第 2 調整部
92 的上游側

85a、86a、87a . . .
第 1 連接部

85b、86b、

87b . . . 第 2 連接部

89a、89b . . . 連接
部

M1 . . . 第 1 質流控
制器

M3~M9 . . . 質流控
制器

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)

氣相成長裝置及氣相成長方法

【技術領域】

本發明係有關供給氣體以進行成膜之氣相成長裝置及氣相成長方法。

【先前技術】

作為成膜出高品質的半導體膜之方法，有一種在晶圓等基板上藉由氣相成長而使單晶膜成長之磊晶成長技術。使用磊晶成長技術的氣相成長裝置中，會在保持為常壓或減壓的反應室內的支撐部上載置晶圓。然後，一面加熱該晶圓，一面將作為成膜原料之氣體源（source gas）等製程氣體從反應室上部的例如蓮蓬頭供給至晶圓表面。在晶圓表面會產生氣體源的熱反應等，而在晶圓表面成膜出磊晶單晶膜。

近年來，作為發光裝置或功率裝置的材料，GaN（氮化鎵）系的半導體裝置係受到矚目。使 GaN 系半導體成膜之磊晶成長技術，有一種有機金屬氣相成長法（MOCVD 法）。有機金屬氣相成長法中，作為氣體源，例如會使用三甲基鎵（trimethylgallium；TMG）、三甲基銦（trimethylindium；TMI）、三甲基鋁（trimethylaluminum；

TMA) 等有機金屬，或氨 (NH_3) 等。

MOCVD 法中，為了在晶圓表面進行均一的成膜，必須使氣體源中的有機金屬量穩定化。JP-A 2002-313731 中記載一種構成，是將氣體源的供給路徑內的壓力維持在一定範圍，以在晶圓表面進行均一的成膜。

【發明內容】

本發明一種態樣之氣相成長裝置，其特徵為，具備：反應室；氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與供給有機金屬之有機金屬供給源連接，且與供給載體氣體之載體氣體供給源連接，對前述反應室供給含有前述有機金屬及前述載體氣體之製程氣體；氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與前述有機金屬供給源連接，將含有前述有機金屬及前述載體氣體之製程氣體排出至裝置外；第 1 質流控制器，設於前述氣體供給路徑的比前述第 1 連接部還靠前述載體氣體供給源側；第 1 調整部，設於前述氣體供給路徑的比前述第 1 連接部還靠前述反應室側；第 2 調整部，設於前述氣體排出路徑的比前述第 2 連接部還靠前述裝置外側；及連通路徑，其使前述第 1 質流控制器與前述第 1 調整部之間的前述氣體供給路徑、和前述第 2 調整部的與前述裝置外側相反側的前述氣體排出路徑之間連通；前述第 1 調整部及前述第 2 調整部之任一方為背壓調整器 (back pressure regulator)，另一方為質流控制器。

本發明一種態樣之氣相成長方法，係為使用下述氣相

成長裝置之氣相成長方法，該氣相成長裝置具備：反應室；氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與供給有機金屬之有機金屬供給源連接，且與供給載體氣體之載體氣體供給源連接，對前述反應室供給含有前述有機金屬及前述載體氣體之製程氣體；氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與前述有機金屬供給源連接，將含有前述有機金屬及前述載體氣體之製程氣體排出至裝置外；第 1 質流控制器，設於前述氣體供給路徑的比前述第 1 連接部還靠前述載體氣體供給源側；第 1 調整部，設於前述氣體供給路徑的比前述第 1 連接部還靠前述反應室側；第 2 調整部，設於前述氣體排出路徑的比前述第 2 連接部還靠前述裝置外側；及連通路徑，其使前述第 1 質流控制器與前述第 1 調整部之間的前述氣體供給路徑、和前述第 2 調整部的與前述裝置外側相反側的前述氣體排出路徑之間連通；前述第 1 調整部及前述第 2 調整部之任一方為背壓調整器，另一方為質流控制器；該氣相成長方法，其特徵為：將基板搬入至前述反應室，使前述載體氣體流入至前述氣體供給路徑及前述氣體排出路徑，在切斷前述有機金屬對於前述氣體供給路徑的流入之狀態下，使前述有機金屬流入至前述氣體排出路徑，使前述連通路徑連通，藉此使前述氣體供給路徑內與前述氣體排出路徑內的壓力成為大略相同，且藉由前述背壓調整器將前述壓力控制成所需壓力，切斷前述有機金屬對於前述氣體排出路徑之流入，而使前述有機金屬流入至前述氣體供給路徑，在將前述壓力維持成前述所需壓力之

狀態下，對前述反應室供給前述有機金屬及前述載體氣體，而將半導體膜成膜於前述基板表面。

【圖式簡單說明】

圖 1 為第 1 實施形態之氣相成長裝置的構成圖。

圖 2 為第 1 實施形態之氣相成長裝置的主要部分模型截面圖。

圖 3 為第 2 實施形態之氣相成長裝置的構成圖。

圖 4 為第 4 實施形態之氣相成長裝置的構成圖。

【實施方式】

以下參照圖面，說明本發明之實施形態。

另，本說明書中，在氣相成長裝置設置成可成膜的狀態下，將重力方向定義為「下」，其反方向定義為「上」。是故，所謂「下部」意指相對於基準而言的重力方向的位置、「下方」意指相對於基準而言的重力方向。又，所謂「上部」意指相對於基準而言的重力方向的反方向位置、「上方」意指相對於基準而言的重力方向的反方向。此外，所謂「縱方向」係為重力方向。

此外，本說明書中，所謂「製程氣體」是為了在基板上成膜所使用之氣體的總稱，例如為包括氣體源、載體氣體、分離氣體、補償氣體等之概念。

此外，本說明書中，所謂「補償氣體」是將氣體源供給給反應室之前，藉由和氣體源同一供給路徑被供給至反

應室而不包括氣體源之製程氣體。於成膜前一刻從補償氣體切換成氣體源，藉此來儘可能抑制反應室內的壓力、溫度變化等環境變化，使基板上的成膜穩定。

此外，本說明書中，所謂「分離氣體」是被導入至氣相成長裝置的反應室內之製程氣體，且為將複數個原料氣體的製程氣體間予以分離之氣體的總稱。

（第 1 實施形態）

本實施形態之氣相成長裝置，具備：反應室；氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與供給有機金屬之有機金屬供給源連接，且與供給載體氣體之載體氣體供給源連接，對反應室供給含有有機金屬及載體氣體之製程氣體；氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與有機金屬供給源連接，將含有有機金屬及載體氣體之製程氣體排出至裝置外；第 1 質流控制器，設於氣體供給路徑的比第 1 連接部還靠載體氣體供給源側；第 1 調整部，設於氣體供給路徑的比第 1 連接部還靠反應室側；第 2 調整部，設於氣體排出路徑的比第 2 連接部還靠裝置外側；及連通路徑，其使第 1 質流控制器與第 1 調整部之間的氣體供給路徑、和第 2 調整部的與裝置外側相反側的氣體排出路徑之間連通。又，第 1 調整部及第 2 調整部之任一方為背壓調整器，另一方為質流控制器。

本實施形態之氣相成長裝置，因具備上述構成，而可藉由簡便的構成來將流通著有機金屬的氣體供給路徑與氣

體排出路徑之間的壓力維持成所需值之同一壓力。是故，於成膜時，從氣體供給路徑供給至反應室之含有有機金屬之製程氣體（氣體源）中的有機金屬量趨於穩定。故，能以低成本實現膜質穩定之成膜。

圖 1 為本實施形態之氣相成長裝置的構成圖。本實施形態之氣相成長裝置，為使用 MOCVD 法（有機金屬氣相成長法）之縱型的枚葉型（Sheet to Sheet）磊晶成長裝置。以下，主要以使 GaN（氮化鎵）磊晶成長之情形為例做說明。

氣相成長裝置具備反應室 10，對晶圓等基板之成膜係在其內部進行。又，具備對反應室供給製程氣體之第 1 氣體供給路徑 31、第 2 氣體供給路徑 32、及第 3 氣體供給路徑 33。

第 1 氣體供給路徑 31，對反應室供給含有 III 族元素的有機金屬及載體氣體之第 1 製程氣體。第 1 製程氣體，係為在晶圓上使 III-V 族半導體膜成膜時，含有 III 族元素之氣體。

III 族元素例如為鎵（Ga）、Al（鋁）、In（銦）等。此外，有機金屬為三甲基鎵（TMG）、三甲基鋁（TMA）、三甲基銦（TMI）等。

此外，具備貯留有機金屬之第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57。第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 為有機金屬供給源之一例。第 1 有機金屬貯留容器 55 中例如貯留有 TMG、第 2 有機金屬貯留容

器 56 中例如貯留有 TMA、第 3 有機金屬貯留容器 57 中例如貯留有 TMI。

此外，第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 具備載體氣體供給源 11，其導入用來將有機金屬起泡（bubbling）之載體氣體。載體氣體供給源 11 例如為供給氫氣之氫氣管線。又，具備質流控制器 M7、M8、M9，以控制導入至第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 之載體氣體的流量。

第 1 氣體供給路徑 31 係與第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 藉由第 1 連接部 85a、86a、87a 而連接。第 1 連接部 85a、86a、87a 例如為四方閥，以控制有機金屬對於第 1 氣體供給路徑 31 之流入及切斷。當四方閥為開時，有機金屬被供給至第 1 氣體供給路徑 31，當四方閥為閉時，有機金屬不會被供給至第 1 氣體供給路徑 31。

第 1 氣體供給路徑 31，與供給載體氣體之載體氣體供給源 11 連接。

此外，具備第 1 氣體排出路徑 54。第 1 氣體排出路徑 54 設置的目的，是為了在氣相成長裝置處於成膜時以外的狀態時，將第 1 製程氣體排出至裝置外。

第 1 氣體排出路徑 54 係與第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 藉由第 2 連接部 85b、86b、87b 而連接。第 2 連接部 85b、86b、87b 例如為三方閥，以控制有機金屬對於第 1 氣體排出路徑 54 之流入及切斷。當三

方閥為開時，有機金屬被供給至第 1 氣體排出路徑 54，當三方閥為閉時，有機金屬不會被供給至第 1 氣體排出路徑 54。第 1 氣體排出路徑 54，與從反應室排出氣體之路徑 59 連接。

第 1 載體氣體供給路徑 31，在比第 1 連接部 85a、86a、87a 還靠載體氣體供給源 11 側，具備質流控制器 M1（第 1 質流控制器）。

在第 1 氣體供給路徑 31 的比第 1 連接部 85a、86a、87a 還靠反應室 10 側，設有第 1 調整部 91。此外，在第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 連接部 85b、86b、87b 側，設有第 2 調整部 92。

又，第 1 調整部 91 為背壓調整器，第 2 調整部 92 為質流控制器。背壓調整器，具備將一次側，亦即背壓調整器上游側的壓力維持一定值之功能。

亦可構成將第 1 調整部 91 設計成質流控制器、將第 2 調整部 92 設計成背壓調整器。但，在質流控制器的流量感測器部，存在有會變為高溫的部分，因此由避免供給至反應室 10 之有機金屬因高溫部而分解的觀點看來，理想是第 1 調整部 91 為背壓調整器、第 2 調整部 92 為質流控制器。

又，設有連通路徑 58，其使質流控制器 M1（第 1 質流控制器）與第 1 調整部 91 之間的第 1 氣體供給路徑 31、和第 2 調整部 92 的與裝置外側相反側的第 1 氣體排出路徑 54 之間連通。連通路徑 58，是在第 2 連接部 85b

體晶圓 W 之成膜。

本實施形態之氣相成長方法中，在將有機金屬的流向從第 1 氣體排出路徑 54 切換成第 1 氣體供給路徑 31 時，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力會被保持成大略相同。此外，供給至反應室 10 之含有有機金屬之第 1 製程氣體的流量，會藉由第 1 質流控制器 M1、及第 1 調整部 91、第 2 調整部 92 而被保持成所需流量。是故，第 1 製程氣體中的有機金屬量趨於穩定，第 1 製程氣體的流量亦穩定。故，可在半導體晶圓 W 表面成膜出均一的單晶半導體膜。

另，本實施形態中，於成膜開始前後，從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室 10 之載體氣體（氫氣）及 III 族氣體源（第 1 製程氣體）的流量，是藉由被質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制並保持成大略一定。第 2 調整部 92 的流量是被控制成，比質流控制器 M1 的流量還小，比質流控制器 M7、M8、M9 的流量和還大之值。如此一來，便會保持載體氣體（氫氣）及 III 族氣體源（第 1 製程氣體）對反應室 10 之供給。若第 2 調整部 92 的流量比質流控制器 M1 的流量還大，則不足部分之氣體，即流通於第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側 31a 之 III 族氣體的一部分，恐會通過連通路徑 58 而流至第 1 氣體排出路徑 54。

此外，若第 2 調整部 92 的流量比質流控制器 M7、M8、M9 的流量和還小，則流通於第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側 54a 之氣體的一部分，恐會通過連通路徑 58 而流至第 1 氣體供給路徑 31。

（第 2 實施形態）

本實施形態之氣相成長裝置，具備：反應室；氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與供給有機金屬之有機金屬供給源連接，且與供給載體氣體之載體氣體供給源連接，對反應室供給含有有機金屬及載體氣體之製程氣體；氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與有機金屬供給源連接，且與載體氣體供給源連接，將含有有機金屬及載體氣體之製程氣體排出至裝置外；第 1 質流控制器，設於氣體供給路徑的比第 1 連接部還靠載體氣體供給源側；第 2 質流控制器，設於氣體排出路徑的比第 2 連接部還靠載體氣體供給源側；第 1 調整部，設於氣體供給路徑的比第 1 連接部還靠反應室側；第 2 調整部，設於氣體排出路徑的比第 2 連接部還靠裝置外側；及連通路徑，其使第 1 質流控制器與第 1 調整部之間的氣體供給路徑、和第 2 質流控制器與第 2 調整部之間的氣體排出路徑連通。又，第 1 調整部及第 2 調整部之任一方為背壓調整器，另一方為質流控制器。

本實施形態之氣相成長裝置，因具備上述構成，而可藉由簡便的構成來將流通著有機金屬的氣體供給路徑與氣體排出路徑之間的壓力維持成所需值之同一壓力。是故，

於成膜時，從氣體供給路徑供給至反應室之含有有機金屬之製程氣體（氣體源）中的有機金屬量趨於穩定。故，能以低成本實現膜質穩定之成膜。

圖 3 為本實施形態之氣相成長裝置的構成圖。本實施形態之氣相成長裝置，為使用 MOCVD 法（有機金屬氣相成長法）之縱型的枚葉型（Sheet to Sheet）磊晶成長裝置。以下，主要以使 GaN（氮化鎵）磊晶成長之情形為例做說明。

氣相成長裝置具備反應室 10，對晶圓等基板之成膜係在其內部進行。又，具備對反應室供給製程氣體之第 1 氣體供給路徑 31、第 2 氣體供給路徑 32、及第 3 氣體供給路徑 33。

第 1 氣體供給路徑 31，對反應室供給含有 III 族元素的有機金屬及載體氣體之第 1 製程氣體。第 1 製程氣體，係為在晶圓上使 III-V 族半導體膜成膜時，含有 III 族元素之氣體。

III 族元素例如為鎵（Ga）、Al（鋁）、In（銦）等。此外，有機金屬為三甲基鎵（TMG）、三甲基鋁（TMA）、三甲基銦（TMI）等。

此外，具備貯留有機金屬之第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57。第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 為有機金屬供給源之一例。第 1 有機金屬貯留容器 55 中例如貯留有 TMG、第 2 有機金屬貯留容器 56 中例如貯留有 TMA、第 3 有機金屬貯留容器 57 中

例如貯留有 TMI。

此外，第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 具備載體氣體供給源 11，其導入用來將有機金屬起泡之載體氣體。載體氣體供給源 11 例如為供給氫氣之氫氣管線。又，具備質流控制器 M7、M8、M9，以控制導入至第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 之載體氣體的流量。

第 1 氣體供給路徑 31 係與第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 藉由第 1 連接部 85a、86a、87a 而連接。第 1 連接部 85a、86a、87a 例如為四方閥，以控制有機金屬對於第 1 氣體供給路徑 31 之流入及切斷。當四方閥為開時，有機金屬被供給至第 1 氣體供給路徑 31，當四方閥為閉時，有機金屬不會被供給至第 1 氣體供給路徑 31。

第 1 氣體供給路徑 31，與供給載體氣體之載體氣體供給源 11 連接。

此外，具備第 1 氣體排出路徑 54。第 1 氣體排出路徑 54 設置的目的，是為了在氣相成長裝置處於成膜時以外的狀態時，將第 1 製程氣體排出至裝置外。

第 1 氣體排出路徑 54 係與第 1、第 2、第 3 有機金屬貯留容器 55、56、57 藉由第 2 連接部 85b、86b、87b 而連接。第 2 連接部 85b、86b、87b 例如為三方閥，以控制有機金屬對於第 1 氣體排出路徑 54 之流入及切斷。當三方閥為開時，有機金屬被供給至第 1 氣體排出路徑 54，

當三方閥為閉時，有機金屬不會被供給至第 1 氣體排出路徑 54。第 1 氣體排出路徑 54，與從反應室排出氣體之路徑 59 連接。

第 1 載體氣體供給路徑 31，在比第 1 連接部 85a、86a、87a 還靠載體氣體供給源 11 側，具備質流控制器 M1（第 1 質流控制器）。

第 1 載體氣體排出路徑 54，具備設於比第 2 連接部 85b、86b、87b 還靠載體氣體供給源 11 側之質流控制器 M2（第 2 質流控制器）。

在第 1 氣體供給路徑 31 的比第 1 連接部 85a、86a、87a 還靠反應室 10 側，設有第 1 調整部 91。此外，在第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 連接部 85b、86b、87b 側，設有第 2 調整部 92。

又，第 1 調整部 91 為背壓調整器，第 2 調整部 92 為質流控制器。背壓調整器，具備將一次側，亦即背壓調整器上游側的壓力維持一定值之功能。

亦可構成為將第 1 調整部 91 設計成質流控制器、將第 2 調整部 92 設計成背壓調整器。但，在質流控制器的流量感測器部，存在有會變為高溫的部分，因此由避免供給至反應室 10 之有機金屬因高溫部而分解的觀點看來，理想是第 1 調整部 91 為背壓調整器、第 2 調整部 92 為質流控制器。

又，設有連通路徑 58，其使質流控制器 M1（第 1 質流控制器）與第 1 調整部 91 之間、和質流控制器 M2（第

2 質流控制器) 與第 2 調整部 92 之間連通。

連通路徑 58，理想是設置成使質流控制器 M1 (第 1 質流控制器) 與第 1 連接部 85a 之間、和質流控制器 M2 (第 2 質流控制器) 與第 2 連接部 85b 之間連通。這是為了抑制含有有機金屬之氣體在第 1 氣體供給路徑 31 與第 1 氣體排出路徑 54 之間往來，造成氣體中的有機金屬量變化。

又，理想是具備控制閥 93，以控制連通路徑 58 的氣體之通過及切斷。舉例來說，如此便可在裝置維護時將第 1 氣體供給路徑 31 與第 1 氣體排出路徑 54 之間切斷。

第 2 氣體供給路徑 32，對反應室供給含有氨 (NH_3) 之第 2 製程氣體。第 2 製程氣體，係為在晶圓上使 III-V 族半導體膜成膜時之，V 族元素、氮 (N) 的氣體源。第 2 氣體供給路徑 32，與載體氣體供給源 11 連接。第 2 氣體供給路徑 32 具備質流控制器 M3，以控制供給至第 2 氣體供給路徑 32 之載體氣體的流量。

此外，具備第 2 氣體排出路徑 64。第 2 氣體排出路徑 64 設置的目的，是為了將第 2 製程氣體排出至裝置外。第 2 氣體排出路徑 64，與載體氣體供給源 11 連接。第 2 氣體排出路徑 64 具備質流控制器 M4，以控制供給至第 2 氣體排出路徑 64 之載體氣體的流量。第 2 氣體排出路徑 64，與從反應室排出氣體之路徑 59 連接。

又，設有質流控制器 M6，以控制導入至第 2 氣體供給路徑 32 及第 2 氣體排出路徑 64 之氨的流量。

此外，設有對反應室 10 供給第 3 製程氣體之第 3 氣體供給路徑 33。第 3 製程氣體，即為所謂分離氣體，係當使第 1 製程氣體及第 2 製程氣體噴出至反應室 10 內時，噴出至兩者之間。藉此，抑制第 1 製程氣體與第 2 製程氣體於噴出後立刻反應。

本實施形態中，第 3 氣體供給路徑 33，與載體氣體供給源 11 連接。又，從載體氣體供給源 11 供給氫氣以作為分離氣體。在第 3 氣體供給路徑 33 設有質流控制器 M5，以控制供給至第 3 氣體供給路徑 33 之氫氣的流量。

另，有關本實施形態之氣相成長裝置的主要部分，係與第 1 實施形態相同，故省略記述。

本實施形態之氣相成長裝置，是藉由連通路徑 58 來連通第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之間。又，藉由連通，來將第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力，以背壓調整器保持成大略相同之規定壓力。有機金屬容器，係藉由第 1 連接部或第 2 連接部之任一者，而與第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側 31a 或第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側 54a 之任一者連接。如此一來，可將使有機金屬起泡時的起泡壓力，無論於成膜時或成膜以外時均保持成大略一定。此外，即使將 III 族氣體源從第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側 54a 切換成第 1 氣體供給路徑 31 的第 1

調整部 91 的上游側 31a 之情形下，僅是流過連通路徑 58 之氣體流量會改變相應的量，而流通於第 1 氣體供給路徑 31 及第 1 氣體排出路徑 54 之氣體流量則幾乎不會變化。因此，在切換 III 族氣體源時，便不需要在和 III 族氣體源相反之通路流通與該流量幾乎相等之氣體流量，也就是說不需要流通補償氣體。是故，III 族氣體源（第 1 製程氣體）中的有機金屬量穩定，而能實現膜質穩定之半導體膜成膜。

又，從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室 10 之 III 族氣體源（第 1 製程氣體）的流量，是藉由被質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制並保持成大略一定。質流控制器即第 2 調整部 92 之流量會被控制成，比被質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。如此一來，便會保持 III 族氣體源（第 1 製程氣體）對反應室 10 之供給。

尤其是，如本實施形態般，即使有機金屬供給源有複數個，仍可藉由將 1 個背壓調整器及 1 個質流控制器設置於第 1 氣體供給路徑 31 及第 1 氣體排出路徑 54 這樣簡便的構成，來使有機金屬的起泡壓力，以及供給至反應室 10 之 III 族氣體源的流量穩定。

按照本實施形態之氣相成長裝置，可提供一種氣相成長裝置，其藉由簡便的構成來使 III 族氣體源中的有機金屬量穩定化。

- 18：旋轉軸
- 20：旋轉驅動機構
- 22：支撐軸
- 24：支撐台
- 26：氣體排出部
- 31：第 1 氣體供給路徑
- 31a：第 1 調整部 91 的上游側
- 32：第 2 氣體供給路徑
- 33：第 3 氣體供給路徑
- 54：第 1 氣體排出路徑
- 54a：第 2 調整部 92 的上游側
- 55：第 1 有機金屬貯留容器
- 56：第 2 有機金屬貯留容器
- 57：第 3 有機金屬貯留容器
- 58：連通路徑
- 59：從反應室排出氣體之路徑
- 64：第 2 氣體排出路徑
- 85a、86a、87a：第 1 連接部
- 85b、86b、87b：第 2 連接部
- 89a、89b：連接部
- 91：第 1 調整部
- 92：第 2 調整部
- 93：控制閥
- 100：噴氣板

M1：第 1 質流控制器

M2：第 2 質流控制器

M3~M9：質流控制器

W：半導體晶圓

公告本

發明摘要

※申請案號：103120707

※申請日：103 年 06 月 16 日

※IPC 分類：C23C 16/455 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

氣相成長裝置及氣相成長方法

【中文】

實施形態之氣相成長裝置，具備：反應室；氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與有機金屬供給源連接，且與載體氣體供給源連接，對反應室供給含有有機金屬及載體氣體之製程氣體；氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與有機金屬供給源連接，將製程氣體排出至裝置外；第 1 質流控制器，設於氣體供給路徑的載體氣體供給源側；第 1 調整部，設於氣體供給路徑的反應室側；第 2 調整部，設於氣體排出路徑的裝置外側；及連通路徑，其使氣體供給路徑和氣體排出路徑連通。又，第 1 調整部及第 2 調整部之任一方為背壓調整器，另一方為質流控制器。

【英文】

圖式

圖 1

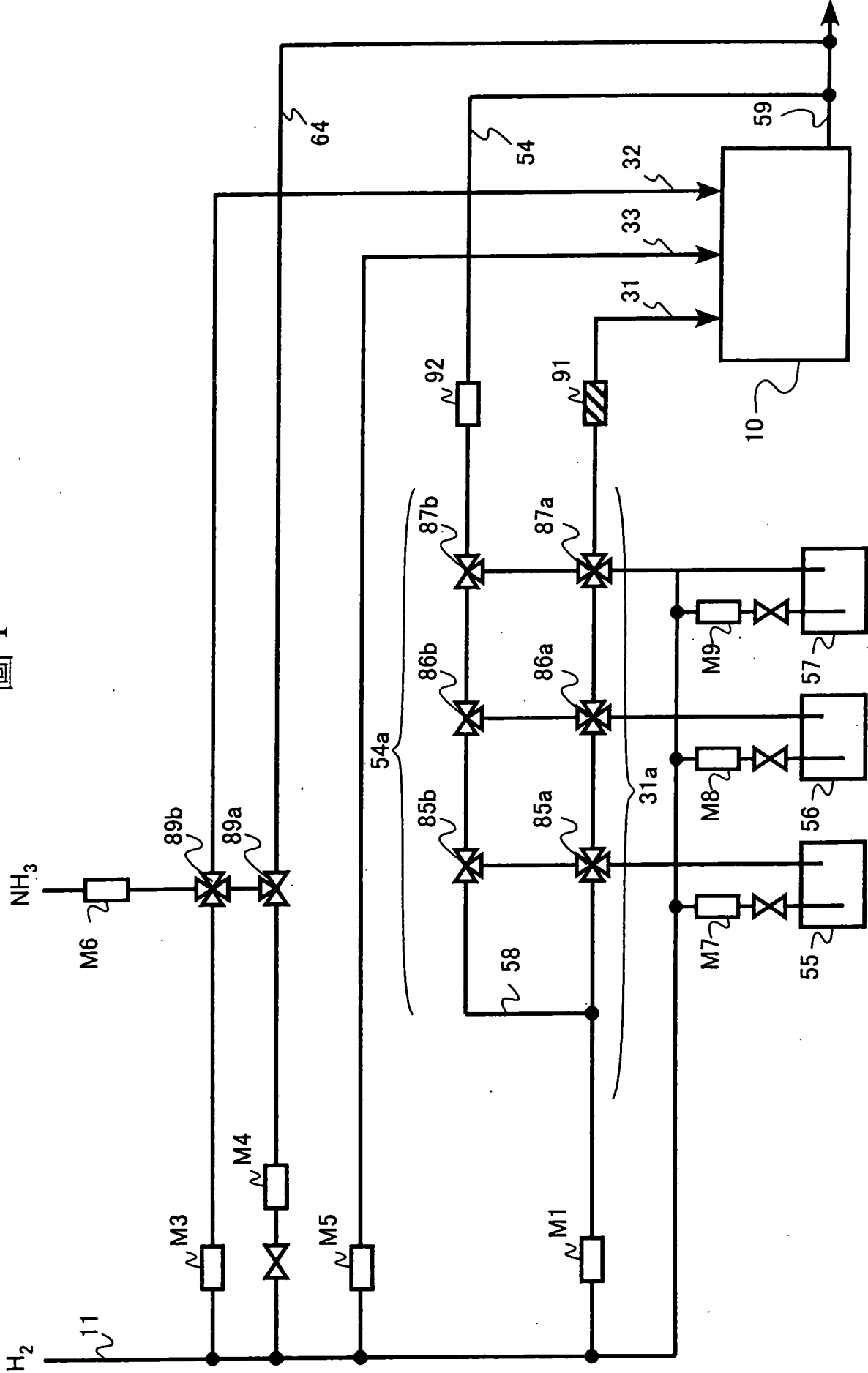


圖 3

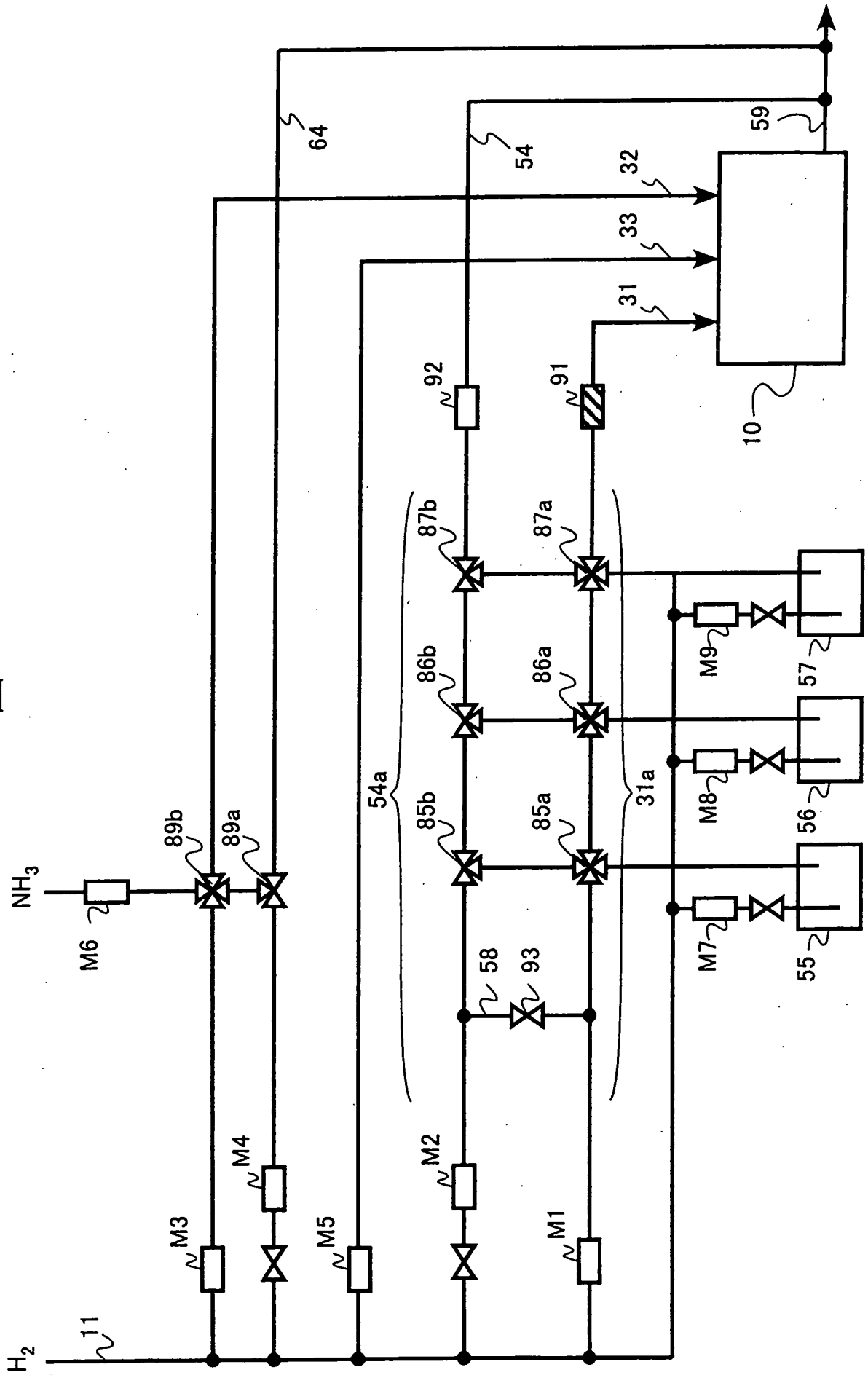
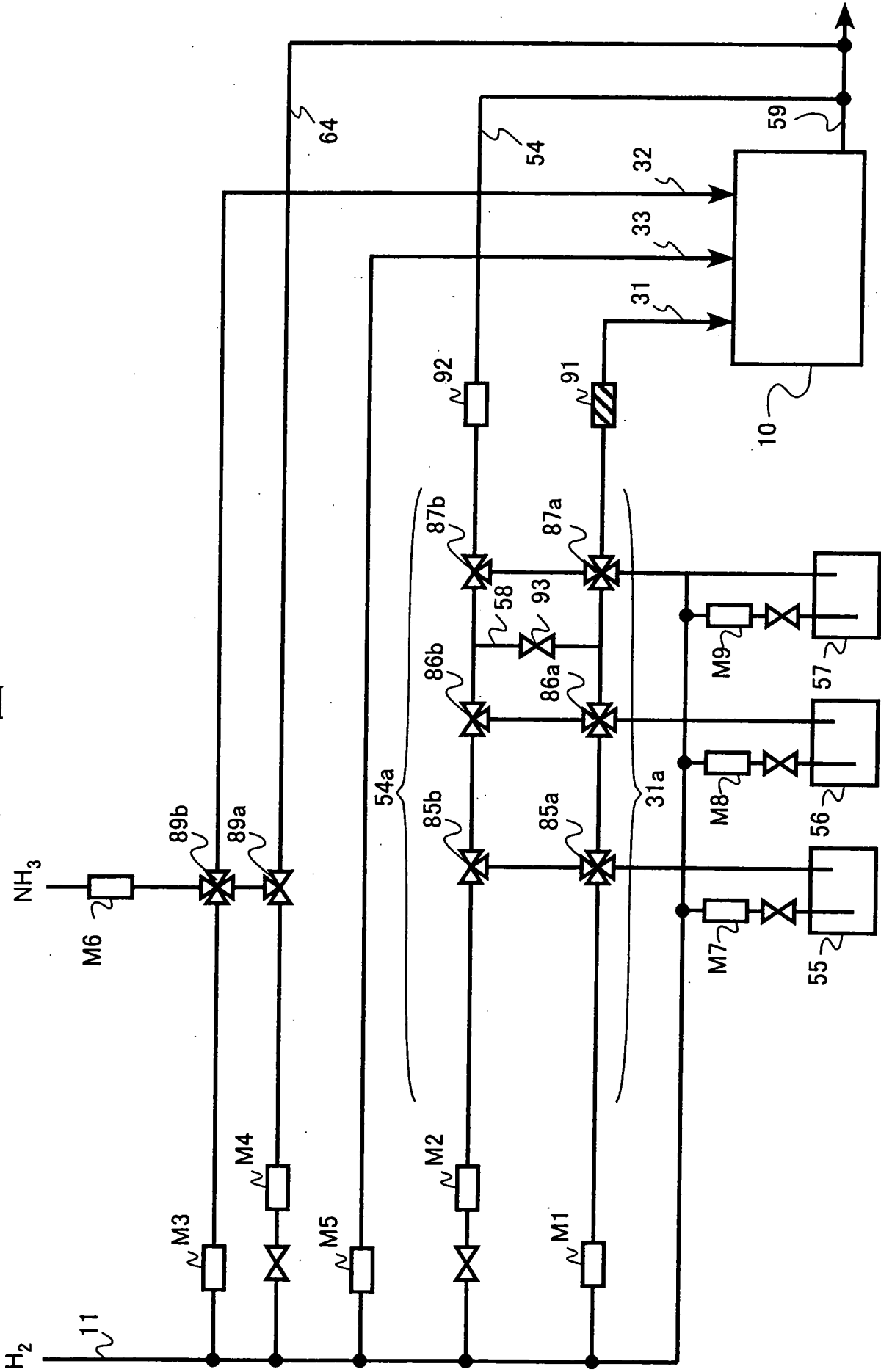


圖 4



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10：反應室
- 11：載體氣體供給源
- 31：第1氣體供給路徑
- 32：第2氣體供給路徑
- 33：第3氣體供給路徑
- 54：第1氣體排出路徑
- 55：第1有機金屬貯留容器
- 56：第2有機金屬貯留容器
- 57：第3有機金屬貯留容器
- 58：連通路徑
- 59：從反應室排出氣體之路徑
- 64：第2氣體排出路徑
- 91：第1調整部
- 92：第2調整部
- 31a：第1調整部91的上游側
- 54a：第2調整部92的上游側
- 85a、86a、87a：第1連接部
- 85b、86b、87b：第2連接部
- 89a、89b：連接部
- M1：第1質流控制器
- M3~M9：質流控制器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 連接。

第 2 氣體供給路徑 32，對反應室供給含有氨（ NH_3 ）之第 2 製程氣體。第 2 製程氣體，係為在晶圓上使 III-V 族半導體膜成膜時之，V 族元素、氮（N）的氣體源。第 2 氣體供給路徑 32，與載體氣體供給源 11 連接。第 2 氣體供給路徑 32 具備質流控制器 M3，以控制供給至第 2 氣體供給路徑 32 之載體氣體的流量。

此外，具備第 2 氣體排出路徑 64。第 2 氣體排出路徑 64 設置的目的，是為了將第 2 製程氣體排出至裝置外。第 2 氣體排出路徑 64，與載體氣體供給源 11 連接。第 2 氣體排出路徑 64 具備質流控制器 M4，以控制供給至第 2 氣體排出路徑 64 之載體氣體的流量。第 2 氣體排出路徑 64，與從反應室排出氣體之路徑 59 連接。

又，設有質流控制器 M6，以控制導入至第 2 氣體供給路徑 32 及第 2 氣體排出路徑 64 之氨的流量。

此外，設有對反應室 10 供給第 3 製程氣體之第 3 氣體供給路徑 33。第 3 製程氣體，即為所謂分離氣體，係當使第 1 製程氣體及第 2 製程氣體噴出至反應室 10 內時，噴出至兩者之間。藉此，抑制第 1 製程氣體與第 2 製程氣體於噴出後立刻反應。

本實施形態中，第 3 氣體供給路徑 33，與載體氣體供給源 11 連接。又，從載體氣體供給源 11 供給氫氣以作為分離氣體。在第 3 氣體供給路徑 33 設有質流控制器 M5，以控制供給至第 3 氣體供給路徑 33 之氫氣的流量。

圖 2 為本實施形態之氣相成長裝置的主要部分模型截面圖。

如圖 2 所示，本實施形態之磊晶成長裝置，例如具備不鏽鋼製且圓筒狀中空體之反應室 10。又，具備噴氣板（shower plate）100，其配置於該反應室 10 上部，對反應室 10 內供給製程氣體。

此外，具備支撐部 12，其設於反應室 10 內的噴氣板 100 下方，可載置半導體晶圓（基板）W。支撐部 12，例如為在中心部設有開口部之環狀承座、或為與半導體晶圓 W 背面幾乎全面相接的構造之基座（susceptor）。

第 1、第 2 及第 3 氣體供給路徑 31、32、33 與噴氣板 100 連接。在噴氣板 100 的反應室 10 側設有複數個氣體噴出孔，用來將從第 1、第 2 及第 3 氣體供給路徑 31、32、33 供給之第 1、第 2 及第 3 製程氣體噴出至反應室 10。

此外，在支撐部 12 下方具備：旋轉體單元 14，將支撐部 12 配置於其上面而旋轉；及加熱器，將載置於支撐部 12 之晶圓 W 予以加熱而作為加熱部 16。此處，旋轉體單元 14 中，其旋轉軸 18 係與位於下方之旋轉驅動機構 20 連接。又，藉由旋轉驅動機構 20，可使半導體晶圓 W 以其中心作為旋轉中心，例如以 50rpm 以上 3000rpm 以下旋轉。

圓筒狀的旋轉體單元 14 的直徑，理想是設計成和支撐部 12 的外周徑幾乎相同。另，旋轉軸 18 是設置成在反

應室 10 的底部隔著真空密封構件而旋轉自如。

又，加熱部 16 係固定設置於支撐台 24 上，該支撐台 24 是被固定在貫穿旋轉軸 18 內部之支撐軸 22 上。加熱部 16 中，藉由未圖示之電流導入端子與電極，而供給電力。在該支撐台 24 上例如設有頂銷（未圖示），用來使半導體晶圓 W 從支撐部 12 脫離。

又，在反應室 10 底部具備氣體排出部 26，其將氣體源於半導體晶圓 W 表面等反應後之反應生成物及反應室 10 之殘留氣體排出至反應室 10 外部。另，氣體排出部 26 係與真空泵浦（未圖示）連接。氣體排出部 26，與連接至第 1 氣體排出路徑 54、第 2 氣體排出路徑 64 之路徑 59 相連接（圖 1）。

另，圖 2 所示之枚葉型磊晶成長裝置中，在反應室 10 的側壁處，設有用來送出入半導體晶圓 W 之未圖示的晶圓出入口及閘閥。又，係構成爲，在以該閘閥連結之例如載入／載出（load-lock）室（未圖示）與反應室 10 之間，能藉由處理手臂來搬運半導體晶圓 W。此處，例如由合成石英所形成之處理手臂，可插入噴氣板 100 與晶圓支撐部 12 之間的空間。

本實施形態之氣相成長裝置，是藉由連通路徑 58 來連通第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之間。又，藉由連通，來將第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側

之壓力，以背壓調整器保持成大略相同之規定壓力。有機金屬容器，係藉由第 1 連接部或第 2 連接部之任一者，而與第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側 31a 或第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側 54a 之任一者連接。如此一來，可將使有機金屬起泡時的起泡壓力，無論於成膜時或成膜以外時均保持成大略一定。此外，即使將 III 族氣體源從第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側 54a 切換成第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側 31a 之情形下，僅是流過連通路徑 58 之氣體流量會改變相應的量，而流通於第 1 氣體供給路徑 31 及第 1 氣體排出路徑 54 之氣體流量則幾乎不會變化。因此，在切換 III 族氣體源時，便不需要在和 III 族氣體源相反之通路流通與該流量幾乎相等之氣體流量，也就是說不需要流通補償氣體。是故，III 族氣體源（第 1 製程氣體）中的有機金屬量穩定，而能實現膜質穩定之半導體膜成膜。

又，從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室 10 之 III 族氣體源（第 1 製程氣體）的流量，是藉由被質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制並保持成大略一定。被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量會被控制成，比被上游側的質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。如此一來，便會保持 III 族氣體源（第 1 製程氣體）對反應室 10

之供給。

尤其是，如本實施形態般，即使有機金屬供給源有複數個，仍可藉由將 1 個背壓調整器及 1 個質流控制器設置於第 1 氣體供給路徑 31 及第 1 氣體排出路徑 54 這樣簡便的構成，來使有機金屬的起泡壓力，以及供給至反應室 10 之 III 族氣體源的流量穩定。

按照本實施形態之氣相成長裝置，可提供一種氣相成長裝置，其藉由簡便的構成來使 III 族氣體源中的有機金屬量穩定化。

本實施形態之氣相成長方法，使用圖 1 及圖 2 之枚葉型磊晶成長裝置。接著，將基板搬入至反應室，使載體氣體流入至氣體供給路徑及氣體排出路徑，在切斷有機金屬對於氣體供給路徑的流入之狀態下，使有機金屬流入至氣體排出路徑，使連通路徑連通，藉此使氣體供給路徑內與氣體排出路徑內的壓力成為大略相同，且藉由背壓調整器將壓力控制成所需壓力，切斷有機金屬對於氣體排出路徑之流入，而使有機金屬流入至氣體供給路徑，在將壓力維持成所需壓力之狀態下，對反應室供給有機金屬及載體氣體，而將半導體膜成膜於基板表面。

以下，本實施形態之氣相成長方法，主要以使 GaN（氮化鎵）磊晶成長之情形為例做說明。

對反應室 10 供給載體氣體，並使未圖示之真空泵浦作動而將反應室 10 內的氣體從氣體排出部 26 排氣，將反應室 10 控制成規定壓力的狀態下，於反應室 10 內的支撐

部 12 載置半導體晶圓 W。此處，例如係打開反應室 10 的晶圓出入口的閘閥（未圖示），藉由處理手臂將載入／載出室內的半導體晶圓 W 搬入至反應室 10 內。然後，半導體晶圓 W 例如透過頂銷（未圖示）而被載置於支撐部 12，處理手臂回到載入／載出室，閘閥關閉。

在此，載置於支撐部 12 之半導體晶圓 W，藉由加熱部 16 而預加熱至規定溫度。

氫氣從載體氣體供給源 11 流入至第 1 氣體供給路徑 31 及第 1 氣體排出路徑 54。流入至第 1 氣體供給路徑 31 之氫氣的流量，是藉由被質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制。此外，流入至第 1 氣體排出路徑 54 之氫氣的流量，係被質流控制器即第 2 調整部 92 控制。因此，被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量，會成為比被上游側的質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。

此外，氫氣從載體氣體供給源 11 供給至貯留 TMG 之第 1 有機金屬貯留容器 55，以用於 TMG 之起泡。供給至第 1 有機金屬貯留容器 55 之氫氣的流量，係被質流控制器 M7 控制。

在成膜前的階段，在切斷起泡的有機金屬對第 1 氣體供給路徑 31 的流入之狀態下，使 TMG 流入至第 1 氣體排出路徑 54。第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側，

會藉由連通路徑 58 而成為連通狀態。是故，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力會成為大略相同。此外，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力，係藉由背壓調整器即第 1 調整部 91 來控制成所需之壓力。

此處，氫氣係從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室 10。

從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室之氫氣的流量，是藉由被上游測的質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制。因此，被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量，會成為比被上游側的質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。如此一來，便會保持載體氣體（氫氣）對反應室 10 之供給。

未供給至反應室 10 之 TMG 及含有氫氣之氣體源（第 1 製程氣體），會藉由第 1 排出路徑 54 而被排出。

此外，氫氣從載體氣體供給源 11 流入至第 2 氣體供給路徑 32 及第 2 氣體排出路徑 64。流入至第 2 氣體供給路徑 32 之氫氣的流量，係被質流控制器 M3 控制。此外，流入至第 2 氣體排出路徑 64 之氫氣的流量，係被質流控制器 M4 控制。

在成膜前的階段，氮（第 2 製程氣體）會流入至第 2

氣體排出路徑 64。此時，氮對於第 2 氣體供給路徑 32 之流入係被切斷。氮會從第 2 氣體排出路徑 64 被排出。

另一方面，氫氣會經由第 2 氣體供給路徑 32 而供給至反應室 10。

此外，氫氣從載體氣體供給源 11 流入至第 3 氣體供給路徑 33。該氫氣會供給至反應室 10。流入至第 3 氣體供給路徑 33 之氫氣的流量，係被質流控制器 M5 控制。

其後，提高加熱部 16 的加熱輸出，使半導體晶圓 W 昇溫至規定溫度，例如 1150℃ 左右之烘烤溫度。

然後，持續以上述真空泵浦進行排氣的同時，一面使旋轉體單元 14 以規定速度旋轉，一面進行成膜前的烘烤。藉由該烘烤，例如半導體晶圓 W 上的自然氧化膜會被除去。

於烘烤時，氫氣會通過第 1 氣體供給路徑 31、第 2 氣體供給路徑 32、及第 3 氣體供給路徑 33 而供給至反應室 10。

以規定時間進行烘烤後，例如減低加熱部 16 的加熱輸出，使半導體晶圓 W 降溫至磊晶成長溫度，例如 1100℃。

此處，使第 2 連接部 85b 關閉、第 1 連接部 85a 開啟，藉此，便從第 1 氣體供給路徑 31，將以氫氣為載體氣體之 TMG（第 1 製程氣體）經由噴氣板 100 供給至反應室 10。此外，使連接部 89b 開啟、連接部 89a 關閉，藉此，便從第 2 氣體供給路徑 32 將氮（第 2 製程氣體）

經由噴氣板 100 供給至反應室 10。此外，從第 3 氣體供給路徑 33 將氫氣（第 3 製程氣體）經由噴氣板 100 供給至反應室 10。如此一來，便在半導體晶圓 W 上使 GaN 膜磊晶成長。

從第 1 氣體供給路徑 31 使含有 TMG 之 III 族氣體源（第 1 製程氣體）流入至反應室 10 時，使第 2 連接部 85b 關閉，以切斷 III 族氣體源對於第 1 氣體排出路徑 54 之流入。又，使第 1 連接部 85a 開啟，藉此使 III 族氣體源流入至第 1 氣體供給路徑 31。又，在將第 1 氣體供給路徑 31 與第 1 氣體排出路徑 54 內的壓力維持成所需壓力之狀態下，將以氫氣為載體氣體之 TMG 供給至反應室 10。氫氣流通於第 1 氣體排出路徑 54 並被排出。

在將 TMG 的供給源從第 1 氣體排出路徑 54 切換成第 1 氣體供給路徑 31 時，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力會被維持成大略相同。是故，在切換前後 TMG 的起泡壓力會保持一定，因此 III 族氣體源（第 1 製程氣體）中的 TMG 量不會有大幅變化而趨於穩定。

從第 2 氣體供給路徑 32 使氮（第 2 製程氣體）流入至反應室 10 時，切斷氮對於第 2 氣體排出路徑 64 之流入，使氮流入至第 2 氣體供給路徑 32，以將氮供給至反應室 10。氫氣流通於第 2 氣體排出路徑 64 並被排出。

接著，在磊晶成長完成時，使第 1 連接部 85a 關閉，以切斷 III 族氣體源對於第 1 氣體供給路徑 31 之流入。

又，使第 2 連接部 85b 開啟，藉此使 III 族氣體源流入至第 1 氣體排出路徑 54，而完成 GaN 單晶膜之成長。減低加熱部 16 的加熱輸出以降低半導體晶圓 W 的溫度，半導體晶圓 W 的溫度降低至規定溫度後，使連接部 89b 關閉、連接部 89a 開啟，藉此停止從第 2 氣體供給路徑 32 對於反應室 10 的氮供給。

該成膜完成時，TMG 對於第 1 氣體供給路徑 31 之流入會被切斷，TMG 會被切換成流至第 1 氣體排出路徑 54。然後，氮氣會經由第 1 氣體供給路徑 31 而供給至反應室 10。

此外，氮對於第 2 氣體供給路徑 32 之流入會被切斷，氮會被切換成流至第 2 氣體排出路徑 64。然後，氮氣會經由第 2 氣體供給路徑 32 而供給至反應室 10。

在此，例如使旋轉體單元 14 的旋轉停止，將形成有單晶膜之半導體晶圓 W 維持載置於支撐部 12，而將加熱部 16 的加熱輸出恢復至初始，調整使其降低至預加熱之溫度。

接著，例如藉由頂銷使半導體晶圓 W 從支撐部 12 脫離。然後，再次開啟閘閥將處理手臂插入至噴氣板 100 及支撐部 12 之間，將半導體晶圓 W 承載於其上。然後，使承載有半導體晶圓 W 之處理手臂回到載入／載出室。

如以上這樣，完成一次對於半導體晶圓 W 之成膜，例如亦可繼續遵照和上述同一製程順序進行對於其他半導

本實施形態之氣相成長方法，使用圖 3 及圖 2 之枚葉型磊晶成長裝置。接著，將基板搬入至反應室，使載體氣體流入至氣體供給路徑及氣體排出路徑，在切斷有機金屬對於氣體供給路徑的流入之狀態下，使有機金屬流入至氣體排出路徑，使連通路徑連通，藉此使氣體供給路徑內與氣體排出路徑內的壓力成為大略相同，且藉由背壓調整器將壓力控制成所需壓力，切斷有機金屬對於氣體排出路徑之流入，而使有機金屬流入至氣體供給路徑，在將壓力維持成所需壓力之狀態下，對反應室供給有機金屬及載體氣體，而將半導體膜成膜於基板表面。

以下，本實施形態之氣相成長方法，主要以使 GaN 磊晶成長之情形為例做說明。

對反應室 10 供給載體氣體，並使未圖示之真空泵浦作動而將反應室 10 內的氣體從氣體排出部 26 排氣，將反應室 10 控制成規定壓力的狀態下，於反應室 10 內的支撐部 12 載置半導體晶圓 W。此處，例如係打開反應室 10 的晶圓出入口的閘閥（未圖示），藉由處理手臂將載入／載出室內的半導體晶圓 W 搬入至反應室 10 內。然後，半導體晶圓 W 例如透過頂銷（未圖示）而被載置於支撐部 12，處理手臂回到載入／載出室，閘閥關閉。

在此，載置於支撐部 12 之半導體晶圓 W，藉由加熱部 16 而預加熱至規定溫度。

氫氣從載體氣體供給源 11 流入至第 1 氣體供給路徑 31 及第 1 氣體排出路徑 54。流入至第 1 氣體供給路徑 31

之氫氣的流量，是藉由被質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制。此外，流入至第 1 氣體排出路徑 54 之氫氣的流量，係被質流控制器即第 2 調整部 92 控制。因此，被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量，會成為比被上游側的質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。

此外，氫氣從載體氣體供給源 11 供給至貯留 TMG 之第 1 有機金屬貯留容器 55，以用於 TMG 之起泡。供給至第 1 有機金屬貯留容器 55 之氫氣的流量，係被質流控制器 M7 控制。

在成膜前的階段，在切斷起泡的有機金屬對第 1 氣體供給路徑 31 的流入之狀態下，使 TMG 流入至第 1 氣體排出路徑 54。此時，使控制閥 93 成為開啟狀態，藉此，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側，會藉由連通路徑 58 而成為連通狀態。是故，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力會成為大略相同。此外，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力，係藉由背壓調整器即第 1 調整部 91 來控制成所需之壓力。

此處，氫氣係從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室

從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室之氫氣的流量，是藉由被上游測的質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制。因此，質流控制器即第 2 調整部 92 之流量會被控制成，比被上游側的質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。如此一來，便會保持載體氣體（氫氣）對反應室 10 之供給。

未供給至反應室 10 之 TMG 及含有氫氣之氣體源（第 1 製程氣體），會藉由第 1 氣體排出路徑 54 而被排出。

此外，氫氣從載體氣體供給源 11 流入至第 2 氣體供給路徑 32 及第 2 氣體排出路徑 64。流入至第 2 氣體供給路徑 32 之氫氣的流量，係被質流控制器 M3 控制。此外，流入至第 2 氣體排出路徑 64 之氫氣的流量，係被質流控制器 M4 控制。

在成膜前的階段，氨（第 2 製程氣體）會流入至第 2 氣體排出路徑 64。此時，氨對於第 2 氣體供給路徑 32 之流入係被切斷。氨會從第 2 氣體排出路徑 64 被排出。

另一方面，氫氣會經由第 2 氣體供給路徑 32 而供給至反應室 10。

此外，氫氣從載體氣體供給源 11 流入至第 3 氣體供給路徑 33。該氫氣會供給至反應室 10。流入至第 3 氣體供給路徑 33 之氫氣的流量，係被質流控制器 M5 控制。

其後，提高加熱部 16 的加熱輸出，使半導體晶圓 W

昇溫至規定溫度，例如 1150°C 左右之烘烤溫度。

然後，持續以上述真空泵浦進行排氣的同時，一面使旋轉體單元 14 以規定速度旋轉，一面進行成膜前的烘烤。藉由該烘烤，例如半導體晶圓 W 上的自然氧化膜會被除去。

於烘烤時，氫氣會通過第 1 氣體供給路徑 31、第 2 氣體供給路徑 32、及第 3 氣體供給路徑 33 而供給至反應室 10。

以規定時間進行烘烤後，例如減低加熱部 16 的加熱輸出，使半導體晶圓 W 降溫至磊晶成長溫度，例如 1100°C。

此處，使第 2 連接部 85b 關閉、第 1 連接部 85a 開啟，藉此，便從第 1 氣體供給路徑 31，將以氫氣為載體氣體之 TMG（第 1 製程氣體）經由噴氣板 100 供給至反應室 10。此外，使連接部 89b 開啟、連接部 89a 關閉，藉此，便從第 2 氣體供給路徑 32 將氨（第 2 製程氣體）經由噴氣板 100 供給至反應室 10。此外，從第 3 氣體供給路徑 33 將氫氣（第 3 製程氣體）經由噴氣板 100 供給至反應室 10。如此一來，便在半導體晶圓 W 上使 GaN 膜磊晶成長。

從第 1 氣體供給路徑 31 使含有 TMG 之 III 族氣體源（第 1 製程氣體）流入至反應室 10 時，使第 2 連接部 85b 關閉，以切斷 III 族氣體源對於第 1 氣體排出路徑 54 之流入。又，使第 1 連接部 85a 開啟，藉此使 III 族氣體

之流入。又，使第 1 連接部 85a 開啟，藉此使 III 族氣體源流入至第 1 氣體供給路徑 31。又，在將第 1 氣體供給路徑 31 與第 1 氣體排出路徑 54 內的壓力維持成所需壓力之狀態下，將以氫氣為載體氣體之 TMG 供給至反應室 10。氫氣流通於第 1 氣體排出路徑 54 並被排出。

在將 TMG 的供給源從第 1 氣體排出路徑 54 切換成第 1 氣體供給路徑 31 時，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力會被維持成大略相同。是故，在切換前後 TMG 的起泡壓力會保持一定，因此 III 族氣體源（第 1 製程氣體）中的 TMG 量不會有大幅變化而趨於穩定。

從第 2 氣體供給路徑 32 使氮（第 2 製程氣體）流入至反應室 10 時，切斷氮對於第 2 氣體排出路徑 64 之流入，使氮流入至第 2 氣體供給路徑 32，以將氮供給至反應室 10。氮氣流通於第 2 氣體排出路徑 64 並被排出。

接著，在磊晶成長完成時，使第 1 連接部 85a 關閉，以切斷 III 族氣體源對於第 1 氣體供給路徑 31 之流入。又，使第 2 連接部 85b 開啟，藉此使 III 族氣體源流入至第 1 氣體排出路徑 54，而完成 GaN 單晶膜之成長。減低加熱部 16 的加熱輸出以降低半導體晶圓 W 的溫度，半導體晶圓 W 的溫度降低至規定溫度後，使連接部 89b 關閉、連接部 89a 開啟，藉此停止從第 2 氣體供給路徑 32 對於反應室 10 的氮供給。

該成膜完成時，TMG 對於第 1 氣體供給路徑 31 之流

入會被切斷，TMG 會被切換成流至第 1 氣體排出路徑 54。然後，氫氣會經由第 1 氣體供給路徑 31 而供給至反應室 10。

此外，氮對於第 2 氣體供給路徑 32 之流入會被切斷，氮會被切換成流至第 2 氣體排出路徑 64。然後，氫氣會經由第 2 氣體供給路徑 32 而供給至反應室 10。

在此，例如使旋轉體單元 14 的旋轉停止，將形成有單晶膜之半導體晶圓 W 維持載置於支撐部 12，而將加熱部 16 的加熱輸出恢復至初始，調整使其降低至預加熱之溫度。

接著，例如藉由頂銷使半導體晶圓 W 從支撐部 12 脫離。然後，再次開啟閘閥將處理手臂插入至噴氣板 100 及支撐部 12 之間，將半導體晶圓 W 承載於其上。然後，使承載有半導體晶圓 W 之處理手臂回到載入／載出室。

如以上這樣，完成一次對於半導體晶圓 W 之成膜，例如亦可繼續遵照和上述同一製程順序進行對於其他半導體晶圓 W 之成膜。

本實施形態之氣相成長方法中，在將有機金屬的流向從第 1 氣體排出路徑 54 切換成第 1 氣體供給路徑 31 時，第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側與第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側之壓力會被保持成大略相同。此外，供給至反應室 10 之含有有機金屬之第 1 製程氣體的流量，會藉由第 1 質流控制器 M1、第 2 質流控制器 M2、及第 1 調整部 91、第 2 調整部 92 而被

保持成所需流量。是故，第 1 製程氣體中的有機金屬量趨於穩定，第 1 製程氣體的流量亦穩定。故，可在半導體晶圓 W 表面成膜出均一的單晶半導體膜。

另，本實施形態中，於成膜開始前後，從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室 10 之載體氣體（氫氣）及 III 族氣體源（第 1 製程氣體）的流量，是藉由被質流控制器 M1、M2、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 2 調整部 92 控制之氣體流量的差值，而受到控制並保持成大略一定。第 2 調整部 92 的流量是被控制成，比質流控制器 M1 的流量還小，比質流控制器 M7、M8、M9 的流量和還大之值。如此一來，便會保持載體氣體（氫氣）及 III 族氣體源（第 1 製程氣體）對反應室 10 之供給。若第 2 調整部 92 的流量比質流控制器 M1 的流量還大，則不足部分之氣體，即流通於第 1 氣體供給路徑 31 的第 1 調整部 91 的上游側 31a 之 III 族氣體的一部分，恐會通過連通路徑 58 而流至第 1 氣體排出路徑 54。此外，若第 2 調整部 92 的流量比質流控制器 M7、M8、M9 的流量和還小，則流通於第 1 氣體排出路徑 54 的第 2 調整部 92 的上游側 54a 之氣體的一部分，恐會通過連通路徑 58 而流至第 1 氣體供給路徑 31。

（第 3 實施形態）

本實施形態之氣相成長裝置，除了第 1 調整部 91 為質流控制器、第 2 調整部 92 為背壓調整器以外，餘與第

1 實施形態相同。是故，有關與第 1 實施形態重複之內容則省略記述。

本實施形態中，第 1 調整部 91 為質流控制器，因此供給至反應室 10 之含有有機金屬之第 1 製程氣體之流量係直接被控制。是故，III 族氣體源（第 1 製程氣體）之流量更穩定，而能實現膜質穩定之半導體膜成膜。

本實施形態中，從第 1 氣體供給路徑 31 供給至反應室 10 之 III 族氣體源（第 1 製程氣體）之流量，是藉由被質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量、及被質流控制器即第 1 調整部 91 控制之氣體流量之差值，而受到控制並保持成大略一定。被質流控制器即第 1 調整部 91 控制之氣體流量會被控制成，比被質流控制器 M1、M7、M8、M9 控制之載體氣體流量和還小的值。

（第 4 實施形態）

本實施形態之氣相成長裝置的構成圖如圖 4 所示。本實施形態之氣相成長裝置，除了連通路徑 58 是使第 1 連接部 86a 與第 1 連接部 87a 之間的第 1 氣體供給路徑 31、和第 2 連接部 86b 與第 2 連接部 87b 之間的第 1 氣體排出路徑 54 連通以外，餘與第 2 實施形態相同。是故，有關與第 2 實施形態重複之內容則省略記述。

本實施形態中，亦能獲得與第 2 實施形態相同之效果。以本實施形態之氣相成長裝置來將半導體膜成膜的情形下，特別是由避免含有有機金屬之氣體從第 1 氣體排出路

徑 54 通過連通路徑 58 而逆流至第 1 氣體供給路徑 31 的觀點看來，理想是於成膜前控制載體氣體的流量，以使載體氣體經由連通路徑 58 從第 1 氣體供給路徑 31 流向第 1 氣體排出路徑 54。此外，於成膜中為了使供給至第 1 氣體供給路徑 31 之有機金屬量趨於平穩，理想是控制載體氣體的流量，以使載體氣體經由連通路徑 58 從第 1 氣體排出路徑 54 流向第 1 氣體供給路徑 31。

另，連通路徑 58 亦可構成爲使第 1 連接部 85a 與第 1 連接部 86a 之間的第 1 氣體供給路徑 31、和第 2 連接部 85b 與第 2 連接部 86b 之間的第 2 氣體排出路徑 54 連通。此外，連通路徑 58 亦可構成爲使第 1 連接部 87a 與第 1 調整部 91 之間的第 1 氣體供給路徑 31、和第 2 連接部 87b 與第 2 調整部 92 之間的第 1 氣體排出路徑 54 連通。

以上已參照具體例說明了本發明之實施形態。上述實施形態僅是舉出作為例子，並非限定本發明。此外，亦可適當組合各實施形態之構成要素。

例如實施形態中是舉例說明使 GaN（氮化鎵）單晶膜成膜之情形，但亦可將本發明運用於例如 AlN（氮化鋁）、AlGaIn（氮化鋁鎵）、InGaIn（氮化銦鎵）等其他 III-V 族氮化物系半導體的單晶膜等之成膜。此外，本發明亦可運用於 GaAs 等 III-V 族半導體。

此外，雖以有機金屬為 TMG 單獨 1 種之情形為例來做說明，但即使使用 2 種以上的有機金屬來作為 III 族元素源的情形下，本實施形態仍可藉由簡便的構成，來使 2

種以上的有機金屬的起泡壓力、及 III 族元素對反應室 10 之氣體源流量穩定化。有機金屬亦可為 III 族元素以外之元素。

此外，作為載體氣體雖以氫氣（ H_2 ）為例來做說明，但除此之外亦可將氮氣（ N_2 ）、氬氣（Ar）、氦氣（He）、或該些氣體之組合運用作為載體氣體。

此外，實施形態中是舉例說明對每一片晶圓成膜之縱型的枚葉式磊晶裝置，但氣相成長裝置並不限於枚葉式磊晶裝置。舉例來說，亦可將本發明運用於對自公轉的複數個晶圓同時成膜之行星式（planetary）CVD 裝置、或橫型的磊晶裝置等。

實施形態中，有關裝置構成或製造方法等與本發明說明無直接必要的部分等，雖省略其記載，但可適當選擇使用必要之裝置構成或製造方法等。其他具備本發明之要素，且所屬技術領域者可適當變更設計之所有氣相成長裝置及氣相成長方法，均包含於本發明之範圍。本發明之範圍，係由申請專利範圍及其均等範圍所定義。

【符號說明】

10：反應室

11：載體氣體供給源

12：支撐部

14：旋轉體單元

16：加熱部

申請專利範圍

1. 一種氣相成長裝置，其特徵為，具備：

反應室；

氣體供給路徑，藉由第 1 連接部而與供給有機金屬之有機金屬供給源連接，且與供給載體氣體之載體氣體供給源連接，對前述反應室供給含有前述有機金屬及前述載體氣體之製程氣體；

氣體排出路徑，藉由第 2 連接部而與前述有機金屬供給源連接，將含有前述有機金屬及前述載體氣體之製程氣體排出至裝置外；

第 1 質流控制器，設於比前述氣體供給路徑的前述第 1 連接部還靠前述載體氣體供給源側；

第 1 調整部，設於比前述氣體供給路徑的前述第 1 連接部還靠前述反應室側；

第 2 調整部，設於比前述氣體排出路徑的前述第 2 連接部還靠前述裝置外側；及

連通路徑，其使前述第 1 質流控制器與前述第 1 調整部之間的前述氣體供給路徑，和與前述第 2 調整部的前述裝置外側相反側的前述氣體排出路徑連通；

前述第 1 調整部及前述第 2 調整部之任一方為背壓調整器（back pressure regulator），另一方為質流控制器。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之氣相成長裝置，其中，前述氣體排出路徑具備：第 2 質流控制器，與前述載體氣體供給源連接，設於比前述氣體排出路徑的前述第 2

連接部還靠前述載體氣體供給源側，前述連通路徑，係使前述第 1 質流控制器與前述第 1 調整部之間的前述氣體供給路徑、和前述第 2 質流控制器與前述第 2 調整部之間的前述氣體排出路徑連通。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之氣相成長裝置，其中，前述連通路徑，係使前述第 1 質流控制器與前述第 1 連接部之間的前述氣體供給路徑、和前述第 2 質流控制器與前述第 2 連接部之間的前述氣體排出路徑連通。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之氣相成長裝置，其中，前述第 1 調整部為背壓調整器。

5. 一種氣相成長方法，係為使用如申請專利範圍第 1 項所述之氣相成長裝置之氣相成長方法，其特徵為：

將基板搬入至前述反應室，

使前述載體氣體流入至前述氣體供給路徑及前述氣體排出路徑，

在切斷前述有機金屬對於前述氣體供給路徑的流入之狀態下，使前述有機金屬流入至前述氣體排出路徑，

使前述連通路徑連通，藉此使前述氣體供給路徑內與前述氣體排出路徑內的壓力成為大略相同，且藉由前述背壓調整器將前述壓力控制成所需壓力，

切斷前述有機金屬對於前述氣體排出路徑之流入，而使前述有機金屬流入至前述氣體供給路徑，在將前述壓力維持成前述所需壓力之狀態下，對前述反應室供給前述有機金屬及前述載體氣體，而將半導體膜成膜於前述基板表

I570264.

第 103120707 號

民國 105 年 6 月 3 日修正

面。