



(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 I776040 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：108111965

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 03 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/48 (2006.01)**H01L21/762 (2006.01)**G02B6/122 (2006.01)**G02B6/132 (2006.01)**G02B6/136 (2006.01)*

(30)優先權：2018/04/05 美國

62/653,232

2019/04/02 美國

16/372,763

(71)申請人：美籍紐約州立大學研究基金會(美國) THE RESEARCH FOUNDATION FOR THE STATE UNIVERSITY OF NEW YORK (US)

美國

(72)發明人：庫柏 道格拉斯 COOLBAUGH, DOUGLAS (US)；利克 小杰拉爾德 LEAKE JR., GERALD (US)

(74)代理人：林志青

(56)參考文獻：

US 2014/0264400A1

US 2015/0125111A1

US 2016/0223749A1

US 2017/0307824A1

WO 2009/113961A1

審查人員：陳聖

申請專利範圍項數：38 項 圖式數：5 共 60 頁

(54)名稱

製造光學結構光訊號傳輸區的方法

(57)摘要

本發明闡述有一種方法，包括：將由障壁材料所形成的層予以沉積在光學結構的傳導材料構造之上；以及移除在該光學結構的光訊號傳輸區中的層的材料。在一個實施例中，該障壁材料能夠包括矽碳氮化合物。在一個實施例中，該障壁材料能夠包括氮化矽。

There is set forth herein a method including depositing a layer formed of barrier material over a conductive material formation of a photonics structure; and removing material of the layer in a light signal transmitting region of the photonics structure. In one embodiment the barrier material can include silicon carbon nitride. In one embodiment the barrier material can include silicon nitride.

指定代表圖：

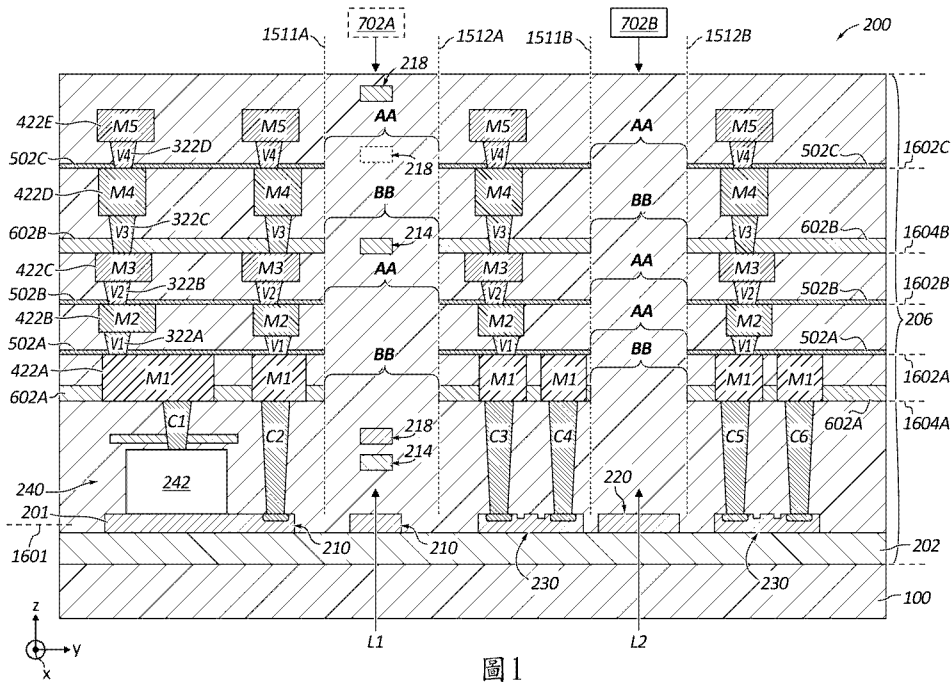


圖1

符號簡單說明：

- 100:基板
- 200:光學結構
- 201:矽層
- 202:絕緣層
- 206:介電堆疊
- 210:波導
- 214:波導
- 218:波導
- 220:光柵
- 230:調變器
- 240:光偵測器
- 242:光敏材料構造
- 1601:高程
- 1511A:垂直延伸平面
- 1512A:垂直延伸平面
- 1511B:垂直延伸平面
- 1512B:垂直延伸平面
- 1602A:高程
- 1602B:高程
- 1602C:高程
- 1604A:高程
- 1604B:高程
- 322A:過孔層
- 322B:過孔層
- 322C:過孔層
- 322D:過孔層
- 422A:金屬化層
- 422B:金屬化層
- 422C:金屬化層
- 422D:金屬化層
- 422E:金屬化層
- 502A:層
- 502B:層
- 502C:層
- 602A:層
- 602B:層

702A:光輸入裝置

702B:光輸入裝置

AA:區域

BB:區域

C1:接觸傳導材料構造

C2:接觸傳導材料構造

C3:接觸傳導材料構造

C4:接觸傳導材料構造

C5:接觸傳導材料構造

C6:接觸傳導材料構造

L1:光訊號傳輸區

L2:光訊號傳輸區

M1:傳導材料構造

M2:傳導材料構造

M3:傳導材料構造

M4:傳導材料構造

M5:傳導材料構造

V1:過孔

V2:過孔

V3:過孔

V4:過孔



I776040

【發明摘要】

【中文發明名稱】 製造光學結構光訊號傳輸區的方法

【英文發明名稱】 FABRICATING PHOTONICS STRUCTURE LIGHT SIGNAL

TRANSMISSION REGIONS

【中文】

本發明闡述有一種方法，包括：將由障壁材料所形成的層予以沉積在光學結構的傳導材料構造之上；以及移除在該光學結構的光訊號傳輸區中的層的材料。在一個實施例中，該障壁材料能夠包括矽碳氮化合物。在一個實施例中，該障壁材料能夠包括氮化矽。

【英文】

There is set forth herein a method including depositing a layer formed of barrier material over a conductive material formation of a photonics structure; and removing material of the layer in a light signal transmitting region of the photonics structure. In one embodiment the barrier material can include silicon carbon nitride. In one embodiment the barrier material can include silicon nitride.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100 基板

200 光學結構

201 矽層

- 202 絕緣層
- 206 介電堆疊
- 210 波導
- 214 波導
- 218 波導
- 220 光柵
- 230 調變器
- 240 光偵測器
- 242 光敏材料構造
- 1601 高程
- 1511A 垂直延伸平面
- 1512A 垂直延伸平面
- 1511B 垂直延伸平面
- 1512B 垂直延伸平面
- 1602A 高程
- 1602B 高程
- 1602C 高程
- 1604A 高程
- 1604B 高程
- 322A 過孔層
- 322B 過孔層
- 322C 過孔層
- 322D 過孔層
- 422A 金屬化層

422B 金屬化層

422C 金屬化層

422D 金屬化層

422E 金屬化層

502A 層

502B 層

502C 層

602A 層

602B 層

702A 光輸入裝置

702B 光輸入裝置

AA 區域

BB 區域

C1 接觸傳導材料構造

C2 接觸傳導材料構造

C3 接觸傳導材料構造

C4 接觸傳導材料構造

C5 接觸傳導材料構造

C6 接觸傳導材料構造

L1 光訊號傳輸區

L2 光訊號傳輸區

M1 傳導材料構造

M2 傳導材料構造

M3 傳導材料構造

M4 傳導材料構造

M5 傳導材料構造

V1 過孔

V2 過孔

V3 過孔

V4 過孔

【特徵化學式】

【發明說明書】

【中文發明名稱】 製造光學結構光訊號傳輸區的方法

【英文發明名稱】 FABRICATING PHOTONICS STRUCTURE LIGHT SIGNAL
TRANSMISSION REGIONS

【技術領域】

【0001】〔相關申請案對照參考〕

本申請案主張在 2019 年 4 月 2 日提出申請的美國非臨時申請案序號 16/372,763 的優先權優惠，名稱為「Fabricating Photonics Structure Light Signal Transmission Regions（製造光學結構光訊號傳輸區）」，其全文內容茲以提述方式納入，並且其主張在 2018 年 4 月 5 日提出申請的美國臨時申請案序號 62/653,232 的優先權優惠，名稱為「Fabricating Photonics Structure Light Signal Transmission Regions（製造光學結構光訊號傳輸區）」，其全文內容茲以提述方式納入。本申請案主張在 2018 年 4 月 5 日提出申請的美國臨時申請案序號 62/653,232 的優先權優惠，名稱為「Fabricating Photonics Structure Light Signal Transmission Regions」，其全文內容茲以提述方式納入。

【0002】〔政府權利聲明〕

本發明係在美國國防高等研究計劃署（Defense Advanced Research Projects Agency；DARPA）的政府支持下，在授權合同號 HR0011-12-2-0007 下完成。政府可擁有本發明中的一些權利。

【0003】本發明的揭露內容大致上是關於光學，具體關於光學結構的製造。

【先前技術】

【0004】市售光學積體電路為製造在晶圓，諸如：大塊矽晶圓 (bulk silicon) 或絕緣體上矽晶圓。

【0005】在一個方面，光學積體電路能夠包括光導，用於在一光學積體電路晶片的不同區域之間以及在該晶片上及該晶片外的光訊號的傳輸。市售的光導具有矩形或脊形幾何形狀，並且以矽（單晶或多晶）或氮化矽所製成。

【0006】市售光學積體電路能夠包括光偵測器及其他光學組件。光學積體電路係憑藉在一通訊波段（約 $1.3\mu\text{m}$ 至約 $1.55\mu\text{m}$ ）中之光的發射、調變及偵測。鍺的能隙吸收峰接近 $1.58\mu\text{m}$ 。鍺已被觀察到對於使用 $1.3\mu\text{m}$ 至 $1.55\mu\text{m}$ 載波波長的光電應用提供足夠的光響應。

【0007】市售光學積體電路晶片可見於具有設置在印刷電路板上的光學積體電路晶片的系統。

【發明內容】

【0008】通過提供光學結構在一個方面上的提供，克服先前技術的缺點，以及提供額外的優點。

【0009】本發明係闡述：將由障壁材料所形成的層予以沉積在一光學結構的一傳導材料構造之上；以及在該光學結構之一光訊號傳輸區中移除材料所形成的該層。在一個實施例中，該障壁材料能夠包括矽碳氮化合物。在一個實施例中，該障壁材料能夠包括氮化矽。

【0010】本發明係闡述：將一由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積，以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的第一部分，且進一步以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在一傳導材

料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由矽碳氮化合物所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸。

【0011】 本發明係闡述：將一由氮化矽所形成的層予以沉積，以使該由氮化矽所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由氮化矽所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由氮化矽所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸。

【0012】 通過本發明的技術實現額外的特徵及優點。

【圖式簡單說明】

【0013】特別指出並清楚請求本發明所揭露內容的一個或多個方面作為在說明書結論的申請專利範圍中的例示。通過以下結合附呈圖式的詳細說明，本發明的前述及其他的目的、特徵及優點是清楚明白的。

【0014】圖1為根據一個實施例的具有在一介電堆疊內所製造的一個以上的光學裝置的一光學結構的剖面側視圖；

【0015】圖2為根據一個實施例的在圖1的高程1601處所截取的圖1所描述的該光學結構的部分剖面俯視圖；

【0016】圖3A至圖3G為繪示根據一個實施例的自圖1所示的該光學結構之光訊號傳輸區的矽碳氮化合物的移除的處理的製造階段視圖；

【0017】圖4A至圖4H為繪示根據一個實施例的占據先前由矽碳氮化合物所形成的層之一犧牲部分所占據的區域的一介電層所支撐的一光學元件的製造的處理的製造階段視圖；以及

【0018】圖5A至圖5H為繪示根據一個實施例的自圖1所示的該光學結構之光訊號傳輸區的矽碳氮化合物的移除的處理的製造階段視圖。

【實施方式】

【0019】以下參考附呈圖式中所繪示的非限制性例子而更全面的解釋本發明的各方面及其某些特徵、優點及細節。省略公知材料、製造工具、處理技術等的說明，以免不必要地使本發明內容不明確。然而，應該理解的是，詳細說明及具體例子雖然指出本發明的多個方面，但僅以例示方式給出，而非限制方式。在本發明概念下的精神及／或範圍內的各種替換、修改、添加、及／或排列對於本發明的技術領域中熟習該項技術者將是顯而易見的。

【0020】圖1繪示光學結構200的製造，其具有一光學介電堆疊206，其中能夠製造且界定有一個以上的光學裝置，諸如一個以上的波導的波導210、一個以上的波導的波導214、一個以上的波導218、一個以上的光柵220、一個以上的調變器230、及具有光敏材料構造242的一個以上的光偵測器240。一個以上的光學裝置能夠附加或擇一地提供，例，以一諧振器、一偏振器或其他類型的光學裝置。在所述的實施例中，波導210能夠代表單晶矽（Si）所形成的波導，波導214能夠代表氮化物所形成的波導，例：SiN，以及波導218能夠代表任何一般波導材料所形成的波導，例：單晶矽、多晶矽、非晶矽、氮化矽或氮氧化矽。光學結構200能夠使用具有基板100、絕緣層202及矽層201的一預製的絕緣體上矽（silicon on insulator；SOI）晶圓而建構。波導210、光柵220及調變器230能夠在矽層201中被圖案化。

【0021】在光學介電堆疊206內的圖案化，也能夠是接觸傳導材料構造，諸如：接觸傳導材料構造C1、C2、C3、C4、C5、C6、界定金屬化層傳導材料構造M1的金屬化層422A、界定過孔層傳導材料構造（過孔V1）的過孔層322A、界定金屬化層傳導材料構造M2的金屬化層422B、界定過孔層傳導材料構造（過孔V2）的過孔層322B、界定金屬化層傳導材料構造M3的金屬化層422C、界定過孔層傳導材料構造（過孔V3）的過孔層322C、界定金屬化層傳導材料構造M4的金屬化層422D、界定過孔層傳導材料構造（過孔V4）的過孔層322D、以及界定金屬化層傳導材料構造M5的金屬化層422E。

【0022】接觸傳導材料構造C1、C2、C3、C4、C5、C6一般能夠藉由以下方式而形成：將一個以上的介電堆疊層予以沉積於至少各自的接觸傳導材料構造C1、C2、C3、C4、C5、C6的頂部高程，蝕刻以界定用於承接傳導材料的孔洞，

以傳導材料填充該些孔洞，以及接著平面化至各自的接觸傳導材料構造C1、C2、C3、C4、C5、C6的頂部高程。接觸傳導材料構造C1能夠為例如：鋁（Al）、鎢（W）、或另外的非銅傳導材料所形成。接觸傳導材料構造C2-C6能夠為例如：銅（Cu）、鋁（Al）、鎢（W）或另外的金屬或另外的傳導材料所形成。

【0023】 金屬化層422A、422B、422C、422D、422E一般能夠藉由以下方式而形成：將一個以上的介電堆疊予以沉積於至少各自的金屬化層422A、422B、422C、422D、422E的頂部高程，蝕刻以界定用於承接傳導材料的孔洞，以傳導材料填充該些孔洞，以及接著平面化至各自的金屬化層422A、422B、422C、422D、422E的頂部高程。金屬化層422A、422B、422C、422D、422E一般亦能夠藉由以下方式而形成：將一致厚度的金屬化層予以沉積，以及接著遮罩並蝕刻以自不需要的區域移除層材料。界定金屬化層傳導材料構造M1-M4的金屬化層422A、422B、422C、422D能夠為例如：銅（Cu）、鋁（Al）、鎢（W）或另外的金屬或另外的傳導材料所形成。界定金屬化層構造（傳導材料構造M5）的金屬化層422E能夠為鋁（Al）所形成。

【0024】 過孔層322A、322B、322C、322D一般能夠藉由以下方式而形成：一個以上的介電堆疊層於至少各自的過孔層322A、322B、322C、322D的頂部高程，蝕刻以界定用於承接傳導材料的孔洞，以傳導材料填充該些孔洞，以及接著平面化至各自的過孔層322A、322B、322C、322D的頂部高程。過孔層322A、322B、322C、322D一般亦能夠藉由以下方式而形成：將一致厚度的金屬化層予以沉積，以及接著遮罩並蝕刻以自不需要的區域移除層材料。界定過孔層傳導材料構造（過孔V1-V3）的過孔層322A、322B、322C、322D能夠為例如：銅（Cu）、

鋁（Al）、鎢（W）或另外的金屬或另外的傳導材料所形成。界定過孔層傳導材料構造（過孔V4）的過孔層322D能夠為鋁（Al）所形成。

【0025】金屬化層422A、金屬化層422B、金屬化層422C、金屬化層422D、及金屬化層422E能夠界定水平延伸佈線。金屬化層422A、422B、422C、422D、422E所界定的佈線能夠為水平延伸通過光學介電堆疊206的區域。

【0026】金屬化層422A所界定的水平延伸佈線能夠電性連接於一個以上的垂直延伸接觸傳導材料構造C1-C6以及過孔層322A所界定的過孔V1，用於垂直及平行於其中已製造有一個以上的光學裝置的光學介電堆疊206之不同區域的一個以上的控制、邏輯及／或功率訊號的分布。

【0027】金屬化層422B所界定的水平延伸佈線能夠電性連接於一個以上的過孔層322A所界定的垂直延伸過孔V1及／或過孔層322B所界定的垂直延伸過孔V2，用於垂直及水平地在光學介電堆疊206之不同區域之間的一個以上的電控制、邏輯及／或功率訊號的分布。

【0028】金屬化層422C所界定的水平延伸佈線能夠電性連接於一個以上的過孔層322B所界定的垂直延伸過孔V2及／或過孔層322C所界定的垂直延伸過孔V3，用於垂直及水平地在光學介電堆疊206之不同區域之間的一個以上的電控制、邏輯及／或功率訊號的分布。

【0029】金屬化層422D所界定的水平延伸佈線能夠電性連接於一個以上的過孔層322C所界定的垂直延伸過孔V3及／或過孔層322D所界定的垂直延伸過孔V4，用於垂直及水平地在光學介電堆疊206之不同區域之間的一個以上的電控制、邏輯及／或功率訊號的分布。

【0030】金屬化層422E所界定的水平延伸佈線能夠電性連接於一個以上的過孔層322D所界定的垂直延伸過孔V3，用於垂直及水平地在光學介電堆疊206之不同區域之間的一個以上的電控制、邏輯及／或功率訊號的分布。

【0031】在一個實施例中的光學結構200能夠使用各種處理而製造，包括：用於製造光學結構之光訊號傳輸區的處理。用於光學結構200的製造的處理能夠包括：(A)用於自光學結構200的矽碳氮化合物（SiCN）的移除的處理，以減低IR光吸收；以及(B)用於SiN的移除的處理，以減低線路元件之間的不需要的光耦合。

【0032】本文的實施例認識到使用銅（Cu）在光學結構200中界定傳導材料構造，諸如接觸傳導材料構造C2-C6、金屬化層傳導材料構造M1-M4，及過孔層傳導材料構造（過孔V1-V3），基於銅（Cu）的低電阻率性質，能夠增加光學結構200的性能。銅能夠在20°C包括約 1.72×10^{-8} Ohm-m的電阻率。從而，使用銅能夠顯著地增加訊號傳播速度。然而，本文的實施例認識到使用銅的問題，包括：銅遷移及銅的腐蝕。例如，銅會遷移到介電堆疊的材料中。銅也會容易氧化及腐蝕，造成電阻率增加。沉積在金屬化層上的光學介電堆疊206之介電層能夠被選用來發揮障壁的作用，以抵抗傳導材料的遷移，並且抑制氧化引起的腐蝕。在一個實施例中，SiCN能夠被選用來形成障壁，以抵抗銅的遷移以及抑制銅的氧化所致的腐蝕。SiCN具有電遷移及腐蝕障壁性質。銅的遷移能夠使用SiCN抵抗，而本文的實施例認識到SiCN能夠展現出顯著的光吸收，特別是在IR波段。

【0033】本文的實施例進一步認識到SiCN能夠抑制光學系統的性能。例如，本文的實施例認識到在光學系統中有一設計好的光學訊號傳輸路徑的情況

下，SiCN的存在能夠吸收光能並能夠據以抑制光訊號的傳輸（例，減低或防止光訊號的傳輸性能）。

【0034】參閱圖1，光學結構200能夠包括一個以上經設計的光訊號傳輸區。例如，在垂直延伸平面1511A與垂直延伸平面1512B之間所示的X維度深度處（圖2中所示的深度1502）能夠有一光訊號傳輸區L1。在垂直延伸平面1511A與垂直延伸平面1512A之間所示的深度處能夠有一光訊號傳輸區L2。在各光訊號傳輸區L1、L2，訊號光能夠自較高高程傳輸至較低高程及／或自較低高程傳輸至較高高程。光訊號傳輸區L1及光訊號傳輸區L2能夠傳輸光學結構200的光訊號，例，向上或向下，以及在一個實施例中，能夠垂直地（相對於水平面約90度角）傳輸訊號。光學結構之光訊號傳輸區能夠於任何方向傳輸光訊號。

【0035】光訊號傳輸區L1內的光訊號傳輸能夠包括在不同高程的光學裝置之間的光訊號傳輸，例，在圖1所示的各自高程1602A、1602B、1602C、1604A、1604B的光訊號傳輸區L1內的二個以上波導之間。

【0036】光學結構200能夠經配置以使波導210、214、218的第一及第二波導在彼等之間耦合光訊號，或者可選地，在彼此之間光學隔離而不耦合光訊號。波導之間的耦合能夠藉由以下方式控制：控制波導之間間隔及附加參數，例，控制間隔以使波導之間發生預期光訊號或是控制間隔以使波導處於光學隔離。

【0037】光訊號傳輸區L1能夠包括在圖1中以虛線示出的相關的光輸入裝置702A。光輸入裝置702A能夠藉由例如承載光的光纖纜線或雷射光源而提供。光訊號傳輸區L2內的光訊號傳輸能夠包括圖1中所示的光柵220所提供的光學裝置與光輸入裝置702B之間的光訊號傳輸。光輸入裝置702B能夠藉由例如發出向下經過光訊號傳輸區L2的光的承載光的光纖纜線或雷射光源而提供。藉由圖1中

所示的光柵220所提供的光學裝置能夠例如藉由接受由光輸入裝置702B所發出的訊號光的光學光柵而提供。光學結構200能夠具有相關於用於基本向下地，例，垂直地或約垂直地輸入光的光學結構200的相關的光輸入裝置702A、702B。光學結構200能夠附加地或擇一地具有相關的光輸入裝置（例，雷射光源或光傳輸纜線），其基本橫向地，例，水平地或約水平地將光輸入光學結構200。

【0038】沿著圖1之高程1601所截取的圖1的俯視剖面圖係表示於圖2中。在圖2中，深度1502能夠示出圖1所示截面ZY平面之剖面圖的切割深度，以及深度1503（圖2）能夠示出相對於圖1的視角的進入紙面的深度。光輸入裝置702B能夠向下耦合光至圖1所示的光學裝置，其在約X維度深度1502（圖1所示的切割）處由光學光柵220所提供。圖1中以虛線所示的光輸入裝置702A能夠向下地耦合光至光學裝置，其由光柵220所提供，例，在約X維度深度1503（圖2）處提供。在深度1503（圖2）處由光柵220所提供的該光學裝置能夠與（圖1延伸出紙面外）所示的向前延伸的波導210一體成形，以及在深度1502（圖2）處由光柵220所提供的該光學裝置能夠與相對於圖1所示的切割深度的延伸進入紙面的波導210一體成形。

【0039】本文的實施例認識到垂直延伸平面1511A與垂直延伸平面1512A之間的光訊號傳輸區L1以及垂直延伸平面1511B與垂直延伸平面1512B之間的光訊號傳輸區L2中的光吸收材料的存在會負面影響光學結構200的運作。本文的實施例認識到，例，光訊號傳輸區L1內的SiCN的存在會抑制用於光訊號傳輸區L1內的介電堆疊206內所製造的所示的光學結構之間的耦合的光訊號傳輸。本文的實施例認識到，例，光訊號傳輸區L2內的SiCN的存在會抑制所示的光輸入裝置702B與由光訊號傳輸區L2內的介電堆疊206內所製造的光柵220所提供的光學裝

置之間的光訊號傳輸。本文的實施例認識到波導具有多種傳輸模式，其中傳播經過光導的光訊號部分地外部行經至波導的外牆。如此的波導外部光會非期望地由SiCN的構造所吸收。

【0040】參閱圖3A至圖3G及圖1的區域AA，在本文中闡述處理(A)的方面，處理(A)為自光訊號傳輸區的SiCN的移除以減低IR光吸收的處理。再次參閱圖1，層502A、502B、502C能夠形成作為障壁層以抑制由銅(Cu)或其他能夠遷移及/或腐蝕的傳導材料所形成的傳導材料構造的遷移及腐蝕。由銅(Cu)所形成的傳導材料構造能夠包括傳導材料構造C2-C6、由金屬化層422A-422D所界定的金屬化層傳導材料構造M1-M4、及/或由過孔層322A-322C所界定的過孔層傳導材料構造(過孔V1-V3)。

【0041】參閱圖3A至圖3G，表示有一連串的製造階段視圖，繪示圖1中所示的光學結構200的區域AA的製造。圖3A繪示在由SiCN所提供的層502的沉積之後的製造的中間階段的光學結構。

【0042】在圖3A至圖3G及圖4A至圖4H中所示的階段視圖，層502一般代表圖1中所示的層502A-502C中任一者，層422一般代表圖1的層422A-422B或層422D中任一者，成對的垂直延伸平面1511及垂直延伸平面1512一般代表圖1的成對的垂直延伸平面1511A及垂直延伸平面1512A或是垂直延伸平面1511B及垂直延伸平面1512B中任一者，金屬化層構造(傳導材料構造M)一般代表圖1所示的金屬化層構造(傳導材料構造M1、M2)或金屬化層構造(傳導材料構造M4)中任一者，以及光訊號傳輸區L一般代表圖1所示的光訊號傳輸區L1或光訊號傳輸區L2中任一者。圖3A-3G及圖4A-4H所示的階段視圖中的層422能夠擇一地代

表過孔層322A-322C、金屬化層422A-422E的另外的金屬化層、或是界定圖1中所闡述的接觸傳導材料構造C1-C6的層。

【0043】如圖3A中所示的階段視圖所示，SiCN的沉積能夠包括將層502之一部分予以沉積在介電堆疊206的頂面上以及將層502之一部分予以沉積在層422的一個以上的區段上，其中層422能夠由銅（Cu）所形成。層422能夠由銅（Cu）所形成，例，其中層422界定除了接觸傳導材料構造之外的傳導材料構造、除了界定傳導材料構造（過孔V4）的過孔層之外的過孔層、或是除了界定傳導材料構造M5的金屬化層之外的金屬化層。沉積在介電堆疊206上的層502之該部分能夠延伸經過在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間所界定的光訊號傳輸區。

【0044】於由SiCN所形成的層502的沉積之前，圖3A的階段視圖所示的光學結構200能夠受到CMP平面化以減低光學結構的高程至高程1602，高程1602為圖1所示的高程1602A-1602C中任一者的一般代表。CMP平面化以減低光學結構200的高程至高程1602的實行能夠伴隨CMP拋光在高程1602上拋光光學結構200。CMP平面化能夠在由矽碳氮化合物（SiCN）所形成的層502的沉積之前，形成在高程1602處界定平面狀水平面的光學結構200，以使層502的沉積能夠包括在平面狀面上的層502的沉積。

【0045】CMP拋光能夠在層502的沉積之前，形成在高程1602具有原子級平滑面的光學結構200。在高程1602處提供待成為原子級平滑的光學結構200的表面能夠促進光訊號傳輸區L的性能，例，不需要的光散射的減低。

【0046】對於部分地在金屬化層構造上的由矽碳氮化合物所形成的層502的沉積，能夠採用電漿增強化學氣相沉積（plasma enhanced chemical vapor

deposition ; PECVD)。PECVD能夠使用減低的熱預算，例，在約300°C至約500°C的溫度範圍中而實行。

【0047】仍舊參閱圖3A的階段視圖，在層502的沉積的完成時的層502能夠展現圖3A的階段視圖中所示的粗糙化頂面。

【0048】圖3B繪示在使層502的頂面受用於層502的頂面的平滑化的處理之後的圖3A的階段視圖中所示的光學結構200。圖3B的中間階段視圖中所示的光學結構200能夠受到CMP平面化以平面化層502的頂面，以使層502的頂面為平面狀且於一水平面中延伸。該CMP平面化能夠伴隨CMP拋光，以使圖3B的中間階段視圖中所示的層502的頂面為原子級平滑面。

【0049】層502能夠提供障壁層，對於關於由傳導材料所形成的層422的電遷移及腐蝕，例，銅（Cu）或是易受電遷移及腐蝕的另外的傳導材料。層422能夠由銅（Cu）所形成，例，層422界定除了接觸傳導材料構造C1之外的傳導材料構造、除了界定傳導材料構造（過孔V4）的過孔層之外的過孔層、或是除了界定傳導材料構造M5的金屬化層之外的金屬化層。本文的實施例認識到SiCN具有高品質的電遷移及腐蝕障壁性質。在一個實施例中，能夠形成作為電遷移及腐蝕障壁層的層502能夠受到處理，以使層502具有高品質光學性質，以使層502之一部分能夠促進經過光訊號傳輸區的光訊號傳輸，例，經過在光訊號傳輸區L內的層502的高程。層502能夠提供電絕緣及間隔功能，不管界定層422的傳導材料是否易受電遷移或腐蝕的影響。例如，在一些實施例中，圖5A-5H的階段視圖中所示的層422能夠界定接觸傳導材料構造C1，其能夠由鋁或另外的非銅傳導材料所形成。在一些實施例中，傳導材料構造C2-C6及／或金屬化層422A-422D及／或

過孔層322A-322C能夠由除了銅之外的傳導材料所形成。如所述，金屬化層422E及過孔層322D能夠由鋁（Al）所形成。

【0050】圖3C為用於在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間的光訊號傳輸區L中的層502的蝕刻中的使用的光刻堆疊的沉積之後的圖3B的階段視圖中所示的光學結構200的中間製造階段視圖。

【0051】圖3C的中間製造階段視圖中所示的光刻堆疊能夠為有機光刻堆疊。圖3C的中間製造階段視圖中所示的光刻堆疊能夠為多層有機光刻堆疊以及能夠包括層701、702、703。層701能夠為有機平面化層（organic planarization layer；OPL），層702能夠為含矽抗反射塗（silicon-containing anti-reflective coating；SIARC）層，以及層703能夠為光阻層。參閱圖3C的中間製造階段視圖，圖3C的中間製造階段視圖描畫出接續於層703的圖案化以界定用於蝕刻除去光訊號傳輸區L內的層502之一部分之後的光學結構200。

【0052】層703的圖案化能夠使用設置在光刻工具（圖未示）中的光刻遮罩而執行，其被活化以曝光未被光刻工具內的光刻遮罩所保護的層703的區域。

【0053】圖3D繪示在使用層703的圖案蝕刻以移除在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間的光訊號傳輸區L中的層502的材料的實行之後的製造的中間階段中的圖3C所示的光學結構200。

【0054】對於圖3C的中間製造階段視圖中所示的蝕刻的實行，能夠使用反應離子蝕刻（reactive ion etching；RIE）。圖3中的中間階段視圖所示的RIE能夠包括對氧化物有選擇性的蝕刻處理的使用，以使由SiCN所提供的層502的材料能夠被移除而不移除介電堆疊206的材料。圖3D的中間製造階段視圖中所示的RIE的完成時，蝕刻產物3102能夠餘留在光學結構200上。蝕刻產物3102能夠包括，

例，包括層701、702、703的光刻堆疊的殘餘量以及SiCN的殘餘量，其可以位在圖3C的中間製造階段視圖所示的光訊號傳輸區L中所示的介電堆疊206上。

【0055】圖3E描畫在接續於清除以移除圖3D所示的蝕刻產物3102的製造的中間階段中的圖3D所示的光學結構200。如圖3E所示的清除能夠包括溫度控制清除，以避免對光學結構200之表面的損傷，諸如，介電堆疊206之頂面。對於RIE蝕刻產物3102的清除，能夠使用包括氫氧化銨（ NH_4OH ）及過氧化氫（ H_2O_2 ）的混合物。溫度控制清除能夠包括在約 25°C 以下的溫度的清除的實行。

【0056】圖3F繪示接續於能夠由例如二氧化矽（ SiO_2 ）之類的氧化物的包覆介電材料所形成的層2602的沉積之後的製造的中間階段視圖中的圖3E所示的光學結構200。如圖3F所示的階段視圖所示，層2602可具有多高程，例，在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間的光訊號傳輸區L內的較低高程以及在垂直延伸平面1511左側及垂直延伸平面1512右側的較高高程。不同高程能夠由於圖3C中所示的階段中的層502的部分的移除所致。

【0057】圖3G繪示接續於進一步處理以平面化及拋光層2602之後的製造的中間階段中的如圖3F所示的光學結構200。圖3G的中間製造階段視圖中所示，能夠由例如 SiO_2 之類的氧化物的包覆介電材料所形成的層2602能夠受到CMP平面化以減低層2602的高程以及平面化層2602以使層2602之頂面為平面狀並且於一水平面中延伸。CMP平面化以平面化層2602能夠伴隨CMP拋光以拋光層2602之頂面，以使層2602之頂面為原子級平滑。

【0058】根據一個實施例的結合圖3A-3G所述的處理(A)的示例條件在表A中闡述。

〔表A〕

層502、2602的層厚度範圍	SiCN厚度範圍自約20nm至約200nm， SiO_2 厚度氧化物範圍為自約50nm至約2,000nm。
層502的沉積	壓力增強化學氣相沉積（Pressure enhanced chemical vapor deposition；PECVD）（經溫度控制，例，使用在約300°C與約500°C之間的溫度）。
層502的圖案化	OPL之上的SIARC（43%）之上的光阻
層502的蝕刻	以光學裝置之上的關鍵移除而選擇SiCN的氧化物蝕刻
層502的清除	以對於所處（< 25°C 溫度）的清除效率而調過的 NH_4OH 及 H_2O_2 比例清除，清除殘餘、SiCN及氧化物表面，使氧化物表面保持平滑且無缺陷，以供進一步氧化處理。
層2602的沉積	用於Z高度控制的氧化物所提供的介電包覆，以將任何氧化物定位至遠離SiN波導的氧化物界面。能夠使用PECVD。（經溫度控制，例，使用在約300°C與約500°C之

	間的溫度)。
層2602的平面化及拋光	用於例如由SiN所形成的附加光學裝置的改善製造或用於氧化物覆蓋層的原子級平滑度 (< 2Å RMS)。

【0059】提供待成為原子級平滑的層2602能夠促進經過層2602的光訊號傳輸。提供層2602的處理以使層2602之頂面為平面化且原子級平滑能夠提供處理平面性給接續的製造，包括給光學裝置的製造。在一個實施例中，層2602能夠支持在層2602之上所形成的光學裝置的製造。

【0060】圖4A至圖4G為繪示由層2602之上的波導218所提供的光學裝置的製造的製造階段視圖。再次參閱圖1，繪示有在SiCN的層502C上所形成的介電層上所形成的虛線形式的波導218。然而，可知圖1中以虛線形式所示的波導218能夠附加地或擇一地形成在層502A及／或層502B上所形成的各自的介電層上。

【0061】圖4A繪示由波導材料所形成的層4002的沉積之後的製造的中間階段中的圖3G所示的光學結構200。能夠提供界定層4002的波導材料，例，藉由單晶矽、多晶矽、非晶矽、氮化矽或氮氧化矽。由波導材料所形成的層的沉積能夠包括在減低的熱預算的PECVD的使用，例，在約300°C至約500°C的處理溫度。如圖4A的中間製造階段視圖中所示，層4002的處理能夠包括將層2602予以沉積在層4002上，以及然後在層的沉積之後將層4002送往附加處理。該附加處理能夠包括將層4002送往CMP平面化以平面化層4002，以使層4002之頂面為平面狀以及於水平面中延伸。層的送往CMP平面化能夠包括將層4002送往CMP拋光，以使層之頂面為原子級平滑。

【0062】圖4B繪示接續於由波導材料所形成的層4002上的光刻堆疊的形成之後的製造的中間階段中的圖4A所示的光學結構200。圖4B中所示的光刻堆疊能夠包括由OPL所形成的層711、由SIARC所形成的層712、及由光阻所形成的層713。

【0063】圖4C繪示接續於使用圖4B中所示的光刻堆疊以界定波導218的由波導材料所形成的層4002的材料的蝕刻除去之後的製造的中間階段中的圖4B所繪示的光學結構200。波導218能夠由任何合適的波導材料所形成，例，單晶矽（monocrystalline silicon）、單晶矽、多晶矽、非晶矽、氮化矽、或氮氧化矽。

【0064】關於圖4C中的製造的中間階段中所示的波導218，波導218能夠包括垂直延伸側牆218W。非等向性蝕刻能夠使用在垂直延伸側牆218W的形成。蝕刻以界定波導218以使波導218具有垂直延伸側牆218W能夠改善波導218與波導218外部的的光學結構之間的耦合。

【0065】在一個實施例中能夠使用反應離子蝕刻（RIE）製造垂直延伸側牆218W。RIE能夠被實行或界定垂直延伸側牆218W。RIE能夠包括一連串的蝕刻及沉積步驟。用於層4002的蝕刻以界定垂直延伸側牆218W的RIE能夠包括博世（Bosch）式RIE，以及在一個實施例中，根據後接疊代沉積步驟的疊代蝕刻步驟而能夠移除層4002的一定量的材料。在各疊代沉積步驟中，能夠將材料予以沉積在經界定的側牆218W上。沉積在側牆218W上的沉積材料能夠包括聚合物材料。接在各疊代沉積步驟之後，能夠實行有進一步的蝕刻，以蝕刻由波導材料所形成的層4002的另外量的材料。

【0066】能夠例如使用Bosch處理而形成的垂直延伸側牆218W能夠受到線邊粗糙度（line edge roughness）處理。在波導218由氮化物所形成的情況下。線

邊粗糙度處理能夠包括在中等至高溫的高壓氧化或蒸汽的應用以將界定波導218的氮化矽（SiN）的最外面數奈米轉化為二氧化矽（SiO₂）。為了改善經界定的波導218的線邊粗糙度，所形成的SiO₂能夠接著受到藉由在氫氟酸水溶液中的沉浸的移除以移除該所形成的SiO₂。在波導218為由矽所形成的情況下，線邊粗糙度處理能夠包括在表面上沉積外延矽或是使用減壓化學氣相沉積（reduced pressure chemical vapor deposition；RPCVD）或快速熱化學氣相沉積（rapid thermal chemical vapor deposition；RTCVD）處理的H₂退火，以減低線邊粗糙度。

【0067】圖4D繪示接續於由例如SiO₂的介電材料所形成的層2612的沉積之後的製造的中間階段中的圖4C所示的光學結構200。PECVD處理能夠使用於在減低的熱溫度預算的層2602的沉積，例，使用在約300°C至約500°C的範圍中的溫度。在一個實施例中，層2612的沉積能夠包括如結合圖4C所述的將非共形（non-conformal）材料沉積在所圖案化的經界定的波導218之上。

【0068】層2612的沉積能夠包括高深寬比處理（high aspect ratio processing；HARP）的PECVD的使用。在沉積階段期間的電漿增強能夠達成非共形性，其採用經調到增強在水平面上的沉積速率並同時抑制在垂直面（例，在使用Bosch處理而界定的階梯邊緣上）上的沉積速率的條件。從而，能夠避免包覆層的夾止所引起的空隙及其他缺陷以及能夠最小化其對於光學訊號傳輸的不利影響。在一個實施例中，層2612能夠由非共形氧化物材料所形成，例，非共形SiO₂。對於層2612的非共形氧化物材料的使用能夠減低圍繞波導218的介電堆疊206中的空隙及其他缺陷的發生。非共形氧化物材料能夠為適應於在水平面上以較高速率的沉積的同時展現經抑制的側牆沉積速度的一種材料。在一個實施例中，在提供非共形氧化物材料的方法中，能夠電漿增強氧化物材料的沉積。能夠設想

(但未示出)藉由用於層2612的使用的共形材料的使用，當層2612沉積在高深寬比特徵之上時會發生夾止並且會因此導致空隙的引入並伴隨著氧化物圍繞諸如波導218的波導。

【0069】圖4E繪示接續於由例如SiO₂之類的氧化物的包覆介電材料所形成的層2612的進一步處理以界定包覆層之後的圖4D所示的光學結構200。參閱圖4E，層2612之頂面能夠受到CMP平面化以減低層2612的高程以及提供處理，以使層2612之頂面為平面狀以及於水平面延伸以提供對於後續層的處理平面性。CMP平面化能夠伴隨CMP拋光，以使層2612之頂面為原子級平滑。

【0070】圖4F繪示接續於層2614的沉積之後的製造的中間階段中的圖4E所示的光學結構200。層2614能夠由例如SiO₂之類的氧化物的包覆介電材料所提供。層2614的沉積能夠包括在減低的熱預算的鹽基 (saline based) PECVD的使用，例，在約300°C與約500°C之間的處理溫度。層2614能夠被視為覆蓋層。

【0071】圖4G繪示接續於層2614的進一步處理之後的製造的中間階段中的圖4F所示的光學結構200。圖4G中所示的層2614的進一步處理能夠包括將層2614送往CMP平面化以提供層2614之頂面以使層2614之頂面為平面狀以及於水平面中延伸。層2614的CMP平面化能夠伴隨CMP拋光，以使層2614之頂面為原子級平滑。

【0072】光學結構200的光學裝置能夠以光訊號傳輸區內所移除的層502的材料傳輸或接收經過光訊號傳輸區L內的高程1602所傳輸的光訊號。若製造，光訊號耦合能夠在包括圖4B-4H的波導218的光訊號傳輸區內的任二個波導之間。光訊號耦合能夠在光訊號傳輸區L2中的光柵220所提供的光學裝置與光輸入裝置702B之間。

【0073】圖4H繪示接續於層4004的沉積及層4004的進一步處理之後的製造的中間階段中的圖4G所示的光學結構200。參閱圖4H，層4004能夠為例如由單晶矽、多晶矽、氮化矽、或氮氧化矽所提供的波導層，層4004使用，例，PECVD及減低的熱預算而沉積在層2614之頂面上，該減低的熱預算為，例，在約300°C至約500°C的溫度範圍中。如圖4H所示，層4004能夠受到進一步處理以界定圖4H的以虛線形式所示的波導218。接續於圖案化以界定圖4H的以虛線形式所示的波導218之後，能夠根據所述的處理以界定圖4C所示的（非虛線的）波導218而實行圖案化以界定圖4H中以虛線形式所示的波導218。以虛線形式所示的經界定的波導218能夠受到關於參照圖4D-4G所述的（非虛線的）波導218所示的進一步處理，以用例如氧化物的包覆介電材料以及接著形成在該包覆介電材料氧化物上的例如氧化物的覆蓋介電材料來圍繞由層4004所界定的附加的波導218。諸如可由圖4H所示的（虛線的及非虛線的）波導218之間的層2612及層2614所提供的複數個介電質，例如，氧化層的使用提供給波導之間的經控制的間隔距離，有助於達到根據特定設計的設計公差。例如，間隔距離能夠容易達成以使不同波導在需要光耦合時能夠耦合彼此之間的光訊號以及在光學結構200的設計規格中規定為光學隔絕時能夠避免耦合彼此之間的光訊號。

【0074】現在說明用於氮化矽（SiN）的移除的處理(B)的方面。在一個方面，現在參考圖1的區域BB及圖5A-5G的製造階段視圖而說明。再次參閱圖1，層602A及層602B能夠形成為障壁層以抑制由銅（Cu）或會遷移及／或腐蝕的其他傳導材料所形成的傳導材料構造的遷移及腐蝕。由銅所形成的傳導材料構造能夠包括接觸傳導材料構造C2-C6、由金屬化層422A-442D所界定的金屬化層傳導材料

構造M1-M4、及／或由過孔層322A-322C所界定的過孔層傳導材料構造（過孔V1-V3）。

【0075】 本文的實施例認識到氮化矽（SiN）具有顯著地電遷移及腐蝕障壁性質。SiN能夠抑制銅的電遷移及銅的腐蝕。本文的實施例進一步認識到在光學結構200中的氮化矽的使用會帶來風險，以及由於氮化矽的折射率，氮化矽材料會非期望地耦合在其中光訊號會期望地在例如包括波導的光學裝置之間耦合的垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1522之間的光訊號傳輸區L1內傳輸的光訊號、以及在其中光訊號會藉由光輸入裝置702B引入至光學結構200的垂直延伸平面1511B與垂直延伸平面1512B之間的光訊號傳輸區L2內傳輸的光訊號。

【0076】 用於氮化矽的移除的處理(B)會導致自光訊號傳輸區L1或光訊號傳輸區L2的氮化矽的移除。參閱用於自光訊號傳輸區的氮化矽的移除的處理(B)的細節，提供有圖5A-5H中所示的製造階段視圖。

【0077】 在圖5A-5H中所示的製造階段視圖中，層602一般代表圖1中所示的層602A或層602B中任一者，圖5A-5G的層422一般代表層（金屬化層422C）或形成圖1的接觸傳導材料構造C2、C3、C4、C5的層中任一者，垂直延伸平面1511、1512一般代表成對的垂直延伸平面中任一者，諸如，圖1的垂直延伸平面1511A與垂直延伸平面1512A、或垂直延伸平面1511B與垂直延伸平面1512B，圖5A-5G的傳導材料構造M一般代表圖1中所示的傳導材料構造C2、C3、C4、C5或金屬化層構造（傳導材料構造M3）中任一者，以及光訊號傳輸區L一般代表圖1中所示的光訊號傳輸區L1或光訊號傳輸區L2中任一者。圖5A-5H中所示的階段視圖中的層422能夠擇一地代表過孔層322A-322C、金屬化層422A-422E的另外的金屬

化層、或界定圖1所闡述的接觸傳導材料構造C1-C6的一個以上其他接觸傳導材料構造的層。

【0078】參閱圖5A的中間階段視圖，層602能夠沉積在圖5A所示的層422及介電堆疊206上，且層602之一部分為沉積在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間所界定的光訊號傳輸區L內的介電堆疊206之頂面上以及層602之一部分為沉積在層422上。沉積在層422上的層602的該部分能夠包括位在垂直延伸平面1511的左側的第一區段以及位在垂直延伸平面1512的右側的第二區段。

【0079】參閱圖5A的製造階段視圖中的沉積，層602之一部分能夠沉積在所示的製造階段視圖中的介電堆疊206之頂面上，其介電堆疊206能夠例如在一個實施例中由複數個諸如SiO₂的氧化物的層所提供。

【0080】在層602的沉積之前，圖5A所示的光學結構200能夠受到CMP平面化以減低由傳導材料及介電堆疊206所形成的層422所界定的表面之高程以減低如此經界定的表面之高程以及平面化經界定的表面，以使經界定的表面在高程1604的水平面中延伸。CMP平面化能夠伴隨CMP拋光，以使在高程1604水平延伸的經界定的平面狀表面為原子級平滑。

【0081】對於在由層所界定的平面狀表面上的層602的沉積，能夠採用電漿增強化學氣相沉積(plasma enhanced chemical vapor deposition; PECVD)。PECVD能夠使用減低的熱預算，例，在約300°C與約500°C之間的溫度範圍中的溫度而實行。

【0082】層602能夠提供障壁，對於關於由傳導材料所形成的層422的電遷移及腐蝕，例，銅(Cu)或是易受電遷移及腐蝕的另外的傳導材料。層422能夠由銅(Cu)所形成，例，層422界定除了接觸傳導材料構造C1之外的傳導材料構造、

傳導材料構造(過孔V4)之外的過孔層、或是傳導材料構造M5之外的金屬化層。本文的實施例認識到SiN具有高品質的電遷移及腐蝕障壁性質。在一個實施例中，能夠形成作為電遷移及腐蝕障壁層的層602能夠受到處理，以使層602具有高品質光學性質，以使層602之一部分能夠被移除以促進經過光訊號傳輸區的光訊號傳輸，例，經過在光訊號傳輸區L內的層602的高程，及／或能夠被圖案化以界定用於光訊號的傳輸的波導。層602能夠提供電絕緣及間隔功能，不管界定層422的傳導材料是否易受電遷移或腐蝕的影響。例如，在一些實施例中，圖5A-5H的階段視圖中所示的層422能夠界定接觸傳導材料構造C1，其能夠由鋁或另外的非銅傳導材料所形成。在一些實施例中，傳導材料構造C2-C6及／或金屬化層422A-422D及／或過孔層322A-322C能夠由除了銅之外的傳導材料所形成。如所述，金屬化層422E及過孔層322D能夠由鋁(Al)所形成。

【0083】 在圖5A所示的沉積階段的完成時，能夠沉積層602。然而，在圖5A中所示，在層602的沉積時，能夠粗糙化層602之頂面。

【0084】 現在參閱圖5B的中間階段視圖，(圖5A中以粗糙化形式表示的)層602能夠受到處理，用於平面化及拋光層602，即，層602之頂面。在一個實施例中，圖5B所示的層602能夠受到平面化，例，藉由CMP平面化，以使層602之頂面平面化且於平行於結合圖5B所示的所示參考座標系所定義的XY水平面的水平面中延伸。CMP平面化能夠伴隨CMP拋光，以使層602之頂面為原子級平滑。

【0085】 參閱圖5C-5E的階段視圖，由SiN所提供的層602能夠受到用於自垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間的光訊號傳輸區L的層602之至少一部分的移除的處理。關於層602的沉積，能夠控制沉積壓力、功率、及流率以提供層602，以使層602具有約2.0的折射率。

【0086】為了層602的圖案化，在一個實施例中，能夠將多層有機光刻堆疊予以沉積在層602之上。如圖5C所示的多層光刻堆疊能夠包括層721、層722、及層723。層721能夠由有機平面化層（organic planarization layer；OPL）所提供。層721能夠促進層602的保護。層722能夠由含矽抗反射塗（silicon-containing anti-reflective coating；SIARC）層所提供，以及層723能夠由光阻層所提供。在一個實施例中，層722能夠包括約43%矽。

【0087】進一步參閱圖5C的中間製造階段視圖中所示的堆疊的圖案化，圖5C的階段視圖描畫在接續於由光阻所形成的層723的圖案化之後的光學結構200。層723的圖案化能夠包括暴露具有設置於且包括有層723的逆圖案的遮罩的層723（圖未示）。

【0088】圖5D繪示參考圖5C的中間製造階段視圖而說明的處理的實行之後的光學結構200。圖5D繪示蝕刻以移除層602的材料的實行之後的圖5C所示的光學結構200。蝕刻能夠對於例如界定介電堆疊206的氧化物的介電材料有選擇性，以使層602的材料被移除而不移除介電堆疊206的材料。蝕刻能夠根據具有層721、722、723的多層光刻堆疊的圖案而實行，以使蝕刻選擇性移除層602的材料而不移除介電堆疊206的材料。蝕刻能夠包括反應離子蝕刻（reactive ion etching；RIE）的使用。

【0089】圖5D的製造的中間階段中所示的經界定的波導214的垂直延伸側牆214W能夠使用反應離子蝕刻（reactive ion etching；RIE）而在一個實施例中製造。RIE能夠實行或是界定垂直延伸側牆214W。RIE能夠包括一連串的蝕刻及沉積步驟。用於層4002的蝕刻以界定垂直延伸側牆214W的RIE能夠包括Bosch式RIE的使用，以及在一個實施中，根據後接疊代沉積步驟的疊代蝕刻步驟而能夠

移除層4002的一定量的材料。在各疊代沉積步驟中，能夠將材料予以沉積在經界定的側牆214W上。沉積在側牆214W上的沉積材料能夠包括聚合物材料。接在各疊代沉積步驟之後，在所述的實施例中能夠實行有進一步的蝕刻，以蝕刻由SiN所提供的波導材料所形成的層602的另外量的材料。

【0090】能夠例如使用Bosch處理而形成的垂直延伸側牆214W能夠受到線邊粗糙度處理。在波導214由圖5D所示的氮化物所形成的情況下。線邊粗糙度處理能夠包括在中等至高溫的高壓氧化或蒸汽的應用以將界定波導214的氮化矽（SiN）的最外面數奈米轉化為二氧化矽（SiO₂）。為了改善經界定的波導214的線邊粗糙度，所形成的SiO₂能夠接著受到藉由在氫氟酸水溶液中的沉浸的移除以移除該所形成的SiO₂。

【0091】圖5D所示的蝕刻的實行的完成時，蝕刻產物3104能夠餘留在圖5中所示的中間階段中所示的光學結構200之頂面上。蝕刻產物3104能夠包括，例，例，具有層721、722、723的光刻堆疊之部分以及來自層602的SiN的殘餘量。

【0092】圖5E繪示接續於處理以移除蝕刻產物3104之後的製造的中間階段中的圖5D所示的光學結構200。清除蝕刻產物3104能夠包括，例，氫氧化銨（NH₄OH）及過氧化氫（H₂O₂）的混合物的使用。清除蝕刻產物3104能夠包括使用低溫清除處理，例，在約25°C以下的溫度實行。

【0093】圖5F繪示在能夠由例如二氧化矽（SiO₂）之類的氧化物的包覆介電材料所形成的層2632的沉積之後的製造的中間階段中的圖5D所示的光學結構200。層2632的沉積能夠包括高深寬比處理（high aspect ratio processing；HARP）的PECVD的使用。在沉積階段期間使用電漿增強能夠達成非共形性，其採用經調到增強在水平面上的沉積速率並同時抑制在垂直面（例，在使用Bosch處理而

界定的階梯邊緣上) 上的沉積速率的條件。從而，能夠避免包覆層的夾止所引起的空隙及其他缺陷以及能夠最小化其對於光學訊號傳輸的不利影響。在一個實施例中，層2632能夠由非共形氧化物材料所形成，例， SiO_2 。對於層2632的非共形氧化物材料的使用能夠減低圍繞波導214的介電堆疊206中的空隙及其他缺陷的發生。非共形氧化物材料能夠為適應於在水平面上以較高速率的沉積的同時展現經抑制的側牆沉積速度的一種材料。在一個實施例中，在提供非共形氧化物材料的方法中，能夠電漿增強氧化物材料的沉積。能夠設想（但未示出）藉由用於層2632的使用的共形材料的使用，當層2612沉積在高深寬比特徵之上時會發生夾止並且會因此導致空隙的引入並伴隨著氧化物圍繞諸如波導214的波導。處理條件能夠調到層2632具有約1.45的折射率。

【0094】 層2632能夠界定包覆介電層。使用本文中闡述的高深寬比PECVD處理能夠將層2632予以沉積。在圖5中所示的階段視圖，在其沉積上的層2632能夠具有多個高程，即，彼等之上的層602已被蝕刻的區域中的凹陷。

【0095】 圖5G描畫在層2632的平面化之後的製造的中間階段中的圖5F所示的光學結構200。對於層2632的平面化，能夠使用化學／機械平面化（CMP平面化）處理。在平面化的實行時，層2632之頂面的高程能夠被減低及平面化以於平行於高程1606的參考座標系XY平面的水平面中延伸。CMP平面化能夠伴隨CMP拋光，以使層2632之頂面為原子級平滑。

【0096】 層602的圖案化能夠包括圖案化以界定在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間界定的光訊號傳輸區L內的氮化矽所形成的波導214。從而，藉由能夠為單一層的層602的圖案化，在一個實施例中，能夠有提供不同功能的經界定的多重構造。藉由層602的圖案化所界定的第一構造能夠為遷移及腐蝕障

壁構造，例，由傳導材料所形成的層422上形成的層602之部分所提供。藉由層602的圖案化所界定的第二構造能夠為光學裝置構造，例，由圖5D-5G中所示的波導214所提供。

【0097】根據圖5A-5G的階段視圖中所示的製造階段，由氮化矽（SiN）所形成的層602能夠被沉積以及然後圖案化以界定以下二者：由抑制例如銅（Cu）的傳導材料遷移及傳導材料腐蝕的障壁構造所提供的構造，以及由波導214所提供的構造。

【0098】能夠包括氮化矽（SiN）層的圖案化以自光訊號傳輸區L移除層602的材料的處理(B)能夠參考圖5A-5G的階段視圖所述的方式而提供，除了能夠缺少處理以界定垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間界定的光訊號傳輸區L中的波導214。根據參考圖3A-3H的階段視圖所說明的處理，能夠實行層602的處理以使由SiN所提供的層602的材料在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間界定的光訊號傳輸區L中能夠徹底移除。

【0099】再次參閱圖1，在一個實施例中，在一個實施例中能夠實行層602的圖案化以使在約深度1502（圖2）處界定的光訊號傳輸區L1內界定波導214以及進一步以使在圖1中所示的約相同深度1502（圖2）處界定的光訊號傳輸區L2內不界定波導214。進一步參閱圖1，由SiN所形成的層602A能夠被圖案化以用於界定在光訊號傳輸區L1內的波導214以及由SiN所形成的層602B可以不進行用於界定在光訊號傳輸區L1內的波導214的圖案化。在一個實施例中，既非層602A亦非層602B可以被圖案化以用於在光訊號傳輸區L1內的波導214的形成。

【0100】提供這樣的替代性處理能夠包括改變包括在XY平面中的不同區的層721、722、723的光刻堆疊的圖案，以使垂直延伸平面1511與垂直延伸平面

1512之間的光訊號傳輸區L中的由光阻所形成的層723之部分被移除，以此方式使得由波導214所提供的構造不被圖5D的階段視圖中所示的層602的蝕刻所界定。替代性處理所引起的所得結構表示在圖5H中。

【0101】 圖5A-5H的階段視圖所示的自在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間界定的光訊號傳輸區L的層602的材料的移除能夠避免在傳輸光線與氮化矽構造之間的不需要的光耦合，無論由層602所界定的光學裝置是否藉由所述的圖案化所界定。圖5A-5H的階段視圖所示的自在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間界定的光訊號傳輸區L的層602的材料的移除能夠促進（參考圖1的光訊號傳輸區L1所示的）光訊號傳輸區L內的層602之上或之下所界定的光學裝置之間的光訊號耦合。圖5A-5H的階段視圖所示的自在垂直延伸平面1511與垂直延伸平面1512之間界定的光訊號傳輸區L的層602的材料的移除能夠促進（參考圖1的光訊號傳輸區L2所示的）介電堆疊內製造的光學裝置與光輸入裝置之間的光訊號耦合。

【0102】 光學結構200的光學裝置能夠以光訊號傳輸區L內所移除的層602的材料傳輸或接收經過光訊號傳輸區L內的高程1604所傳輸的光訊號。光訊號耦合能夠在光訊號傳輸區L1內的高程1604的相反兩側上的任二個波導210、214、218之間。附加地或擇一地，若製造，光訊號耦合能夠包括在高程1604製造的波導214（圖5D-5G）以及光訊號傳輸區L1內的任何波導210、214、218的光訊號耦合。光訊號耦合能夠在光訊號傳輸區L2中的光柵220所提供的光學裝置與光輸入裝置702B之間。

【0103】 根據一個實施例的結合圖5A-5H所述的處理(B)的示例條件在表B中闡述。

〔表B〕

用於處理(B)的示例處理條件

參數	條件
層602、2632的層厚度範圍	SiN厚度範圍自約20nm至約200nm， SiO_2 厚度氧化物範圍為自約50nm至約2,000nm。
層602的沉積	PECVD 在自約 300°C 至約 500°C。 壓力增強化學氣相沉積 (Pressure enhanced chemical vapor deposition; PECVD) (經溫度控制，例，使用在約 300°C 與約 500°C 之間的溫度)。
層602的圖案化	OPL之上的SIARC (43%) 之上的光阻。
層602的蝕刻	以光學裝置之上的關鍵移除而選擇SiCN的氧化物蝕刻。
層602 (蝕刻產物) 的清除	以 NH_4OH 及 H_2O_2 輕輕清除。對於所處 (< 25°C 溫度) 的清除效率而調過的比例。

	清除殘餘，SiN及氧化物表面，使氧化物表面保持原子級平滑且無缺陷，以供進一步光學裝置或氧化處理。
層2632的沉積	用於Z高度控制的氧化物包覆，以將任何氧化物推向遠離SiN波導的氧化物界面。 能夠使用PECVD HARP。 (經溫度控制，例，使用在約300°C與約500°C之間的溫度)。
層2632的平面化	能夠使用CMP平面化及CMP拋光。氧化物上的原子級平滑度 (< 2A RMS) 能夠促進諸如SiN或SiO ₂ 的附加光學元件包覆。

【0104】 圖1、圖4B-4H或圖5D-5H所示的光訊號傳輸區L1內的波導210、波導214、及／或波導218之類的本文中闡述的波導能夠具有與所示的參考座標系的X軸線平行的各自的光傳輸軸線。

【0105】 在一個實施例中，在各種實施例中的本文中闡述的原子級平滑表面能夠代表具有約< 5A RMS的平滑度等級的表面。在一個實施例中，在各種實施例中的本文中闡述的原子級平滑表面能夠代表具有約< 4A RMS的平滑度等級的表面。在一個實施例中，在各種實施例中的本文中闡述的原子級平滑表面能

夠代表具有約 $< 3A$ RMS的平滑度等級的表面。在一個實施例中，在各種實施例中的本文中闡述的原子級平滑表面能夠代表具有約 $< 2A$ RMS的平滑度等級的表面。

【0106】 再次參閱圖1，光學結構200的製造能夠進一步包括介電堆疊206的蝕刻以界定暴露金屬化層傳導材料構造M5之頂面的溝槽，以及在一些實施例中，此等溝槽內的進一步特徵的製造進一步使光學結構200適於對光學結構200外部的一個以上的結構的電性及／或機械連接。

【0107】 本文中使用的術語僅用於描述特定實施例的目的，而並非限制性。在一個實施例中，用語「在.....上 (on)」代表一元件對於一指定元件為「直接地在其上 (directly on)」而在該元件與該指定元件之間沒有中間元件的關係。在本文中所使用的，單數形式「一 (a、an)」及「該、所述的」(the)亦包括複數形式，除非上下文另有明確表明。將進一步理解，用語「包含」(以及任何形式的包含，諸如：「係包含」、「包含有」)、「具有」(以及任何形式的具有，諸如：「係具有」、「有」)、「包括」(以及任何形式的包括，諸如：「係包括」、「包括有」)、「及」(以及任何形式的含有，諸如：「係含有」、「含」)為開放式連接詞。其結果，「包含」、「具有」、「包括」或「含有」一個以上的步驟或元件的一種方法或裝置係擁有這些一個以上的步驟或元件，但並不限於僅擁有這些一個以上的步驟或元件。同樣地，「包含」、「具有」、「包括」或「含有」一個以上的特徵的方法之一步驟或裝置之一元件係擁有這些一個以上的特徵，但並不限於僅擁有這些一個以上的特徵。用語「由.....所界定 (defined by)」係涵蓋元件為部分地由.....所界定的關係以及元件為完全地由.....所界定的關係。本文中的數字標識，例，「第一」

及「第二」為標出不同元件而非標出元件排序的任意用語。再者，以某種方式而配置的系統方法或裝置係以至少該種方式而配置，但亦可能以未列出的方式而配置。再者，闡述成具有一定數量的元件的系統方法或裝置能夠以少於或多於該一定數量的元件來實施。

【0108】 以下的申請專利範圍中的所有手段或步驟功能用語的元件的對應的結構、材料、動作及均等物（若有），旨在包括用於實行與所具體請求的其他請求的元件相結合的該功能的任何結構、材料或動作。本發明的描述出於描繪及說明的目的而給出，但非旨在窮舉或限制本發明於所揭露的形式。在不脫離本發明的範圍及精神的情況下，許多修改及變化對於所屬技術領域中具有通常知識者而言是顯而易見的。實施例係為了最好解釋本發明的一個以上的方面的原理及實際應用而選擇並說明，並且使其他的所屬技術領域中具有通常知識者理解用於具有適合於所預期的特定使用的各種修改的各種實施例的本發明的一個以上的方面。

【符號說明】

【0109】

100	基板
1502	深度
1503	深度
1511	垂直延伸平面
1511A	垂直延伸平面
1511B	垂直延伸平面

1512	垂直延伸平面
1512A	垂直延伸平面
1512B	垂直延伸平面
1522	垂直延伸平面
1601	高程
1602	高程
1602A	高程
1602B	高程
1602C	高程
1604	高程
1604A	高程
1604B	高程
1606	高程
200	光學結構
201	矽層
202	絕緣層
206	介電堆疊
210	波導
214	波導
214W	側牆
218	波導
218W	側牆
220	光柵
230	調變器

240	光偵測器
242	光敏材料構造
2602	層
2612	層
2614	層
2632	層
3102	蝕刻產物
3104	蝕刻產物
322A	過孔層
322B	過孔層
322C	過孔層
322D	過孔層
4002	層
4004	層
422	層
422A	金屬化層
422B	金屬化層
422C	金屬化層
422D	金屬化層
422E	金屬化層
502	層
502A	層
502B	層
502C	層

602	層
602A	層
602B	層
701	層
702	層
702A	光輸入裝置
702B	光輸入裝置
703	層
711	層
712	層
713	層
721	層
722	層
723	層
AA	區域
BB	區域
C1	接觸傳導材料構造
C2	接觸傳導材料構造
C3	接觸傳導材料構造
C3	接觸傳導材料構造
C4	接觸傳導材料構造
C5	接觸傳導材料構造
C6	接觸傳導材料構造
L	光訊號傳輸區

L1	光訊號傳輸區
L2	光訊號傳輸區
M	傳導材料構造
M1	傳導材料構造
M2	傳導材料構造
M3	傳導材料構造
M4	傳導材料構造
M5	傳導材料構造
V1	過孔
V2	過孔
V3	過孔
V4	過孔

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積，以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分直接形成在該由矽碳氮化合物所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，其中該方法係包括：在接續於所述的移除該第一部分之後，將該由矽碳氮化合物所形成的層的殘餘量予以自該光訊號傳輸區清除。

【請求項3】 如請求項1所述之方法，其中該方法係包括：在所述的將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積之前，平面化該光學結構，以於製造的中間階段界定該光學結構之一平面狀頂面，以使該平面狀頂面為部分地由該介電堆疊所界定且部分地由該傳導材料構造所界定，其中所述的將該由矽碳氮化合物所

形成的層予以沉積係包括：將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積在該平面狀頂面上。

【請求項4】 如請求項1所述之方法，其中該光學結構之光訊號傳輸區係界定在一第一垂直延伸平面與相間隔的一第二垂直延伸平面之間，且所述的移除該由矽碳氮化合物所形成的層之該第一部分係促進在該光訊號傳輸區內的光訊號為經過該由矽碳氮化合物所形成的層的高程的傳輸。

【請求項5】 如請求項1所述之方法，其中所述的移除該由矽碳氮化合物所形成的層之該第一部分係促進在該光訊號傳輸區內的光訊號為經過該由矽碳氮化合物所形成的層的高程的傳輸。

【請求項6】 如請求項1所述之方法，其中所述的將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括延伸經過界定在一第一垂直延伸平面與一第二垂直延伸平面之間的該光學結構之該光訊號傳輸區的該第一部分，以及進一步以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在該傳導材料構造上的該第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在該介電堆疊上，以及進一步以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在一第二傳導材料構造上的一第三部分，該第二傳導材料構造係與該傳導材料構造相間隔且係位在與該傳導材料構造相同的高程。

【請求項7】 如請求項1所述之方法，其中該傳導材料構造係為以銅（Cu）所形成的金屬化層所界定的一傳導材料構造。

【請求項8】 如請求項1所述之方法，其中所述的將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積係包括：將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積在位於一第一

高程的一表面上，且該方法係包括：在該介電堆疊內製造一光學裝置，該光學裝置經配置而傳輸或接收經過該第一高程的光訊號。

【請求項9】 如請求項1所述之方法，其中所述的將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積係包括：將該由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積在位於一第一高程的一表面上，且該方法係包括：在該介電堆疊內製造傳輸或接收經過該第一高程的光訊號的一光學裝置。

【請求項10】 如請求項1所述之方法，其中該方法係包括：在該包覆介電材料的層之上製造一光學結構。

【請求項11】 如請求項1所述之方法，其中該方法係包括：在該包覆介電材料的層上製造一波導，所述的製造係包括：在該包覆介電材料的層上將波導材料予以沉積，圖案化該波導材料而界定波導，以及在該波導上將氧化物予以沉積並平面化該氧化物。

【請求項12】 如請求項1所述之方法，其中所述的平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於該水平面中延伸，係包括：平面化該包覆介電材料的層，以使經平面化的該包覆介電材料之頂面於該水平面中延伸在該由矽碳氮化合物所形成的層之該第二部分之上且經過該光訊號傳輸區。

【請求項13】 如請求項1所述之方法，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：使用對該介電堆疊有選擇性的一蝕刻處理。

【請求項14】 如請求項1所述之方法，其中該方法係包括：於該包覆介電材料的層中蝕刻一孔洞，並以傳導材料填充該孔洞。

【請求項15】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由氮化矽所形成的層予以沉積，以使該由氮化矽所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由氮化矽所形成的層係包括直接形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由氮化矽所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸。

【請求項16】 如請求項15所述之方法，其中該光學結構之光訊號傳輸區係界定在一第一垂直延伸平面與相間隔的一第二垂直延伸平面之間，且所述的移除該由氮化矽所形成的層之該第一部分係促進在該光訊號傳輸區內的光訊號為經過該由氮化矽所形成的層的高程的傳輸。

【請求項17】 如請求項15所述之方法，其中所述的移除該由氮化矽所形成的層之該第一部分係促進在該光訊號傳輸區內的光訊號為經過該由氮化矽所形成的層的高程的傳輸。

【請求項18】 如請求項15所述之方法，其中該方法係包括：在接續於所述的移除之後，將該由氮化矽所形成的層的殘餘量予以自該光訊號傳輸區清除，其中該移除及該清除的執行，造成實質上該由氮化矽所形成的層的全部材料從該光訊號傳輸區移除。

【請求項19】如請求項15所述之方法，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：一有機微影圖案化堆疊的使用，且該方法係包括：將該有機微影圖案化堆疊的殘餘量予以清除。

【請求項20】如請求項15所述之方法，其中該方法係包括：在所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積之前，平面化該光學結構，以在執行所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積之時，該光學結構係處於製造階段，其中該光學結構之一頂部平面狀面係由該傳導材料構造及該介電堆疊所界定。

【請求項21】如請求項15所述之方法，其中該方法係包括：在所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積之前，平面化該光學結構，以在執行所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積之時，該光學結構係處於製造階段，其中該光學結構之一頂部平面狀面係由該傳導材料構造及該介電堆疊所界定，且所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積係包括：將該由氮化矽所形成的層予以沉積在該光學結構之該頂部平面狀面上。

【請求項22】如請求項15所述之方法，其中係執行所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積，以使該由氮化矽所形成的層之一第三部分形成在一第二傳導材料構造上，該第二傳導材料構造係與該傳導材料構造相間隔且係位在與該傳導材料構造相同的高程。

【請求項23】如請求項15所述之方法，其中該傳導材料構造係為以銅（Cu）所形成的一金屬化層傳導材料構造。

【請求項24】如請求項15所述之方法，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊

號傳輸區內，係包括：於該光訊號傳輸區內圖案化一氮化矽波導，該氮化矽波導由該由氮化矽所形成的層所界定。

【請求項25】 如請求項15所述之方法，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：於該光訊號傳輸區內圖案化由該由氮化矽所形成的層所界定的一氮化矽波導，該氮化矽波導具有平行於一參考座標系的一參考X軸線而延伸的一光傳輸軸線，其中一第一垂直延伸平面及一第二垂直延伸平面平行於該參考座標系的XZ平面而延伸。

【請求項26】 如請求項15所述之方法，其中所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積係包括：將該由氮化矽所形成的層予以沉積在位於一第一高程的一表面上，且該方法係包括：在該介電堆疊內製造一光學裝置，該光學裝置經配置而傳輸或接收經過該第一高程的光訊號。

【請求項27】 如請求項15所述之方法，其中所述的將該由氮化矽所形成的層予以沉積係包括：將該由氮化矽所形成的層予以沉積在位於一第一高程的一表面上，且該方法係包括：在該介電堆疊內製造傳輸或接收經過該第一高程的光訊號的一光學裝置。

【請求項28】 如請求項15所述之方法，其中所述的平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於該水平面中延伸，係包括：平面化該包覆介電材料的層，以使經平面化的該包覆介電材料之頂面於該水平面中延伸在該由氮化矽所形成的層之該第二部分之上且經過該光訊號傳輸區。

【請求項29】 如請求項15所述之方法，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：使用對該介電堆疊有選擇性的一蝕刻處理。

【請求項30】 如請求項15所述之方法，其中該方法係包括：於該包覆介電材料的層中蝕刻一孔洞，並以傳導材料填充該孔洞。

【請求項31】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積，以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：使用對該介電堆疊有選擇性的一蝕刻處理；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由矽碳氮化合物所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸。

【請求項32】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積，以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使

該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由矽碳氮化合物所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸，其中該方法係包括：於該包覆介電材料的層中蝕刻一孔洞，並以傳導材料填充該孔洞。

【請求項33】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由矽碳氮化合物所形成的層予以沉積，以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由矽碳氮化合物所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由矽碳氮化合物所形成的層的該第一部分，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由矽碳氮化合物所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸，其中該方法係包括：在該包覆介電材料的層之上製造一光學結構。

【請求項34】 如請求項33所述之方法，其中所述的在該包覆介電材料的層之上製造該光學結構係包括：在該包覆介電材料的層上製造一波導，所述的製造該波導係包括：在該包覆介電材料的層上將波導材料予以沉積，圖案化該波導材料而界定波導，以及在該波導之上將氧化物予以沉積並平面化該氧化物。

【請求項35】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由氮化矽所形成的層予以沉積，以使該由氮化矽所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由氮化矽所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：使用對該介電堆疊有選擇性的一蝕刻處理；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由氮化矽所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸。

【請求項36】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由氮化矽所形成的層予以沉積，以使該由氮化矽所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由氮化矽所

形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由氮化矽所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸，其中該方法係包括：於該包覆介電材料的層中蝕刻一孔洞，並以傳導材料填充該孔洞。

【請求項37】 一種製造光學結構光訊號傳輸區的方法，包含：

將一由氮化矽所形成的層予以沉積，以使該由氮化矽所形成的層係包括延伸經過一光學結構之一光訊號傳輸區的一第一部分，且進一步以使該由氮化矽所形成的層係包括形成在一傳導材料構造上的一第二部分，其中延伸經過該光訊號傳輸區的該第一部分係形成在一介電堆疊上；

移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內；

將一包覆介電材料的層予以沉積，以使該包覆介電材料的層之一部分形成在該由氮化矽所形成的層上且該包覆介電材料的層之部分形成在該介電堆疊之暴露部分上，該介電堆疊之暴露部分為形成於該光訊號傳輸區內；以及

平面化該包覆介電材料的層，以使該包覆介電材料之頂面於一水平面中延伸，其中所述的移除形成在該介電堆疊上的該由氮化矽所形成的層的該第一部

分的材料，以使該介電堆疊暴露於該光訊號傳輸區內，係包括：於該光訊號傳輸區內圖案化一氮化矽波導，該氮化矽波導由該由氮化矽所形成的層所界定。

【請求項38】 如請求項37所述之方法，其中該氮化矽波導具有平行於一參考座標系的一參考X軸線而延伸的一光傳輸軸線，其中一第一垂直延伸平面及一第二垂直延伸平面平行於該參考座標系的XZ平面而延伸。

【發明圖式】

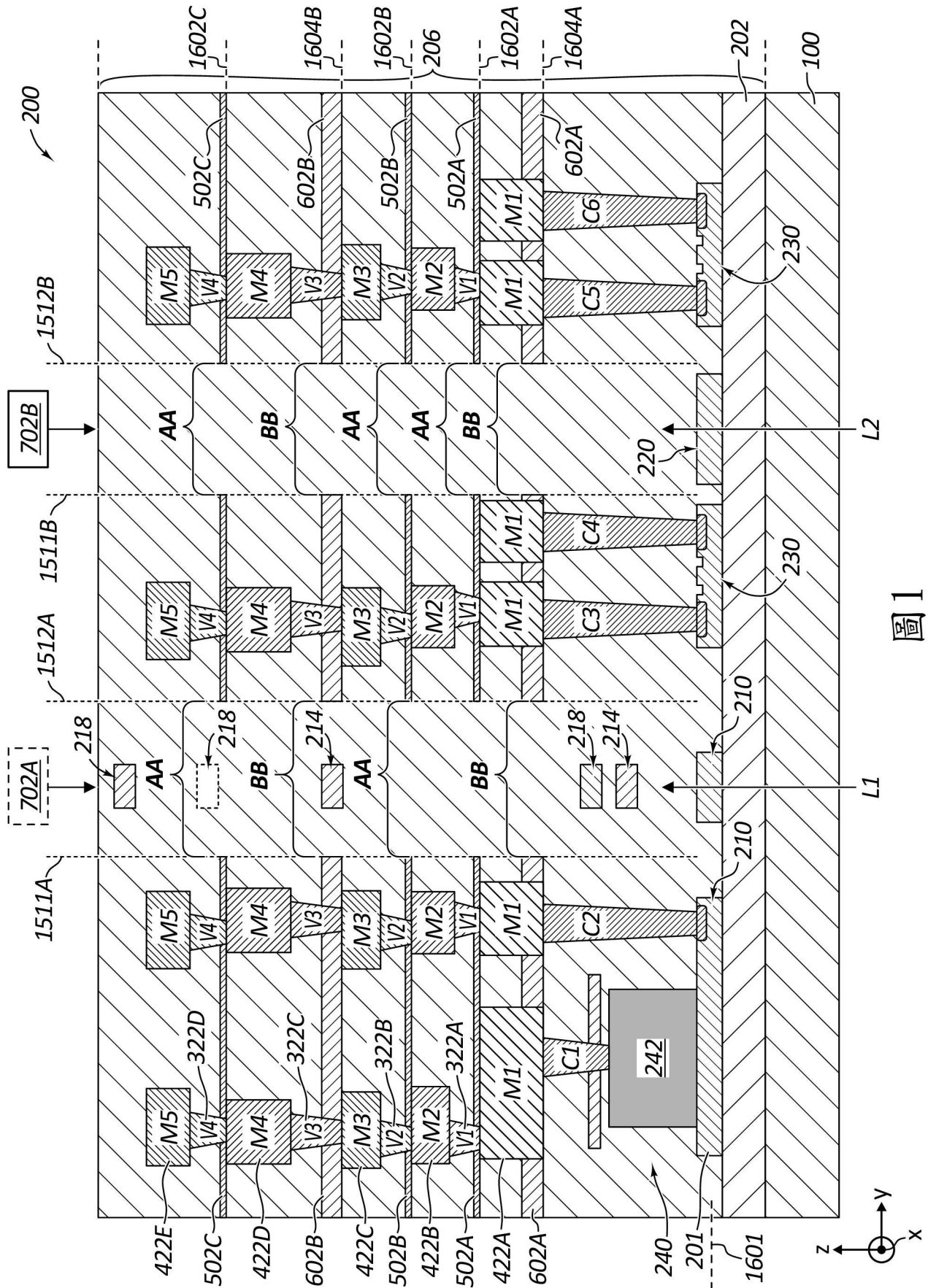


圖1

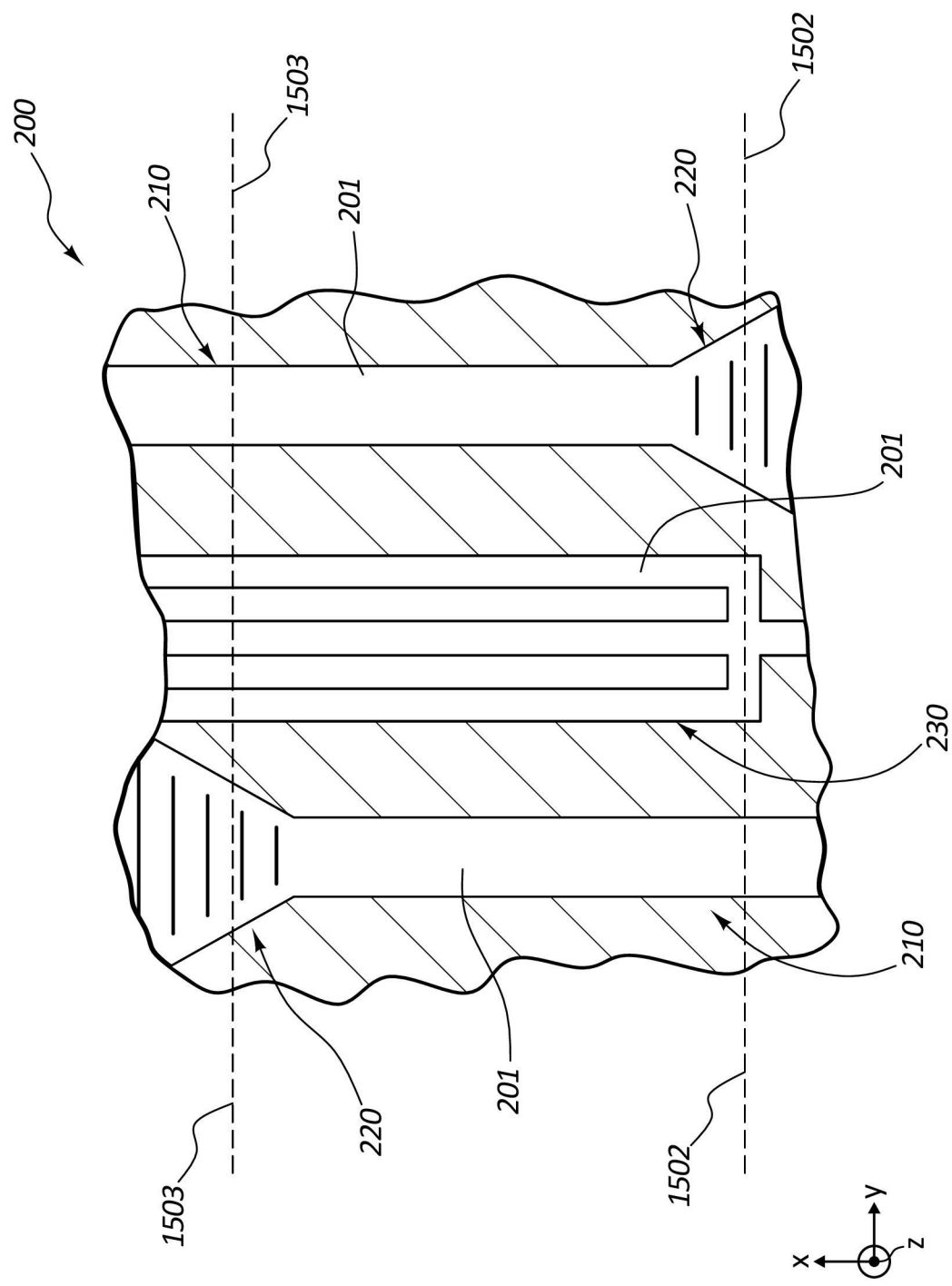


圖2

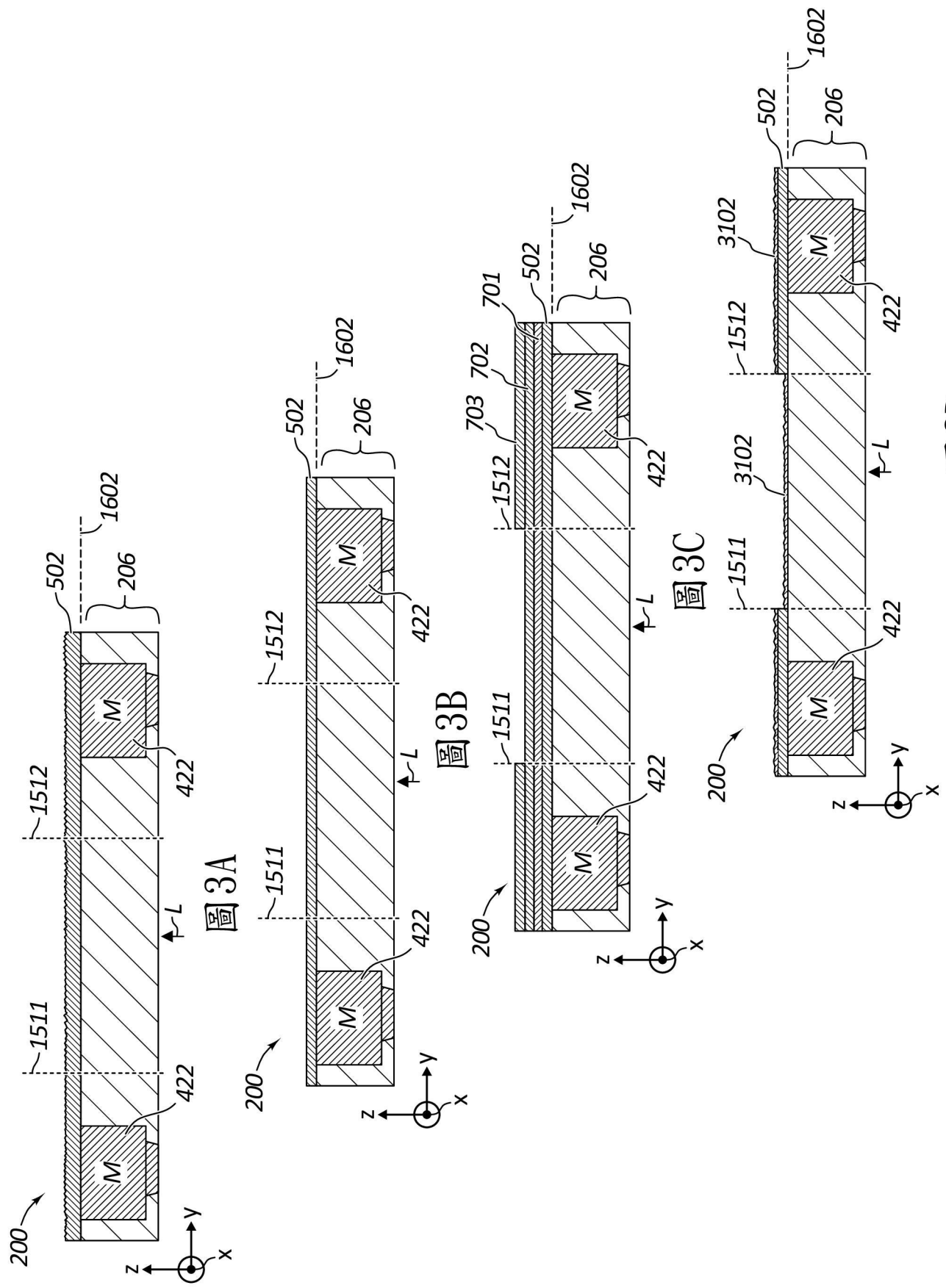


圖3D

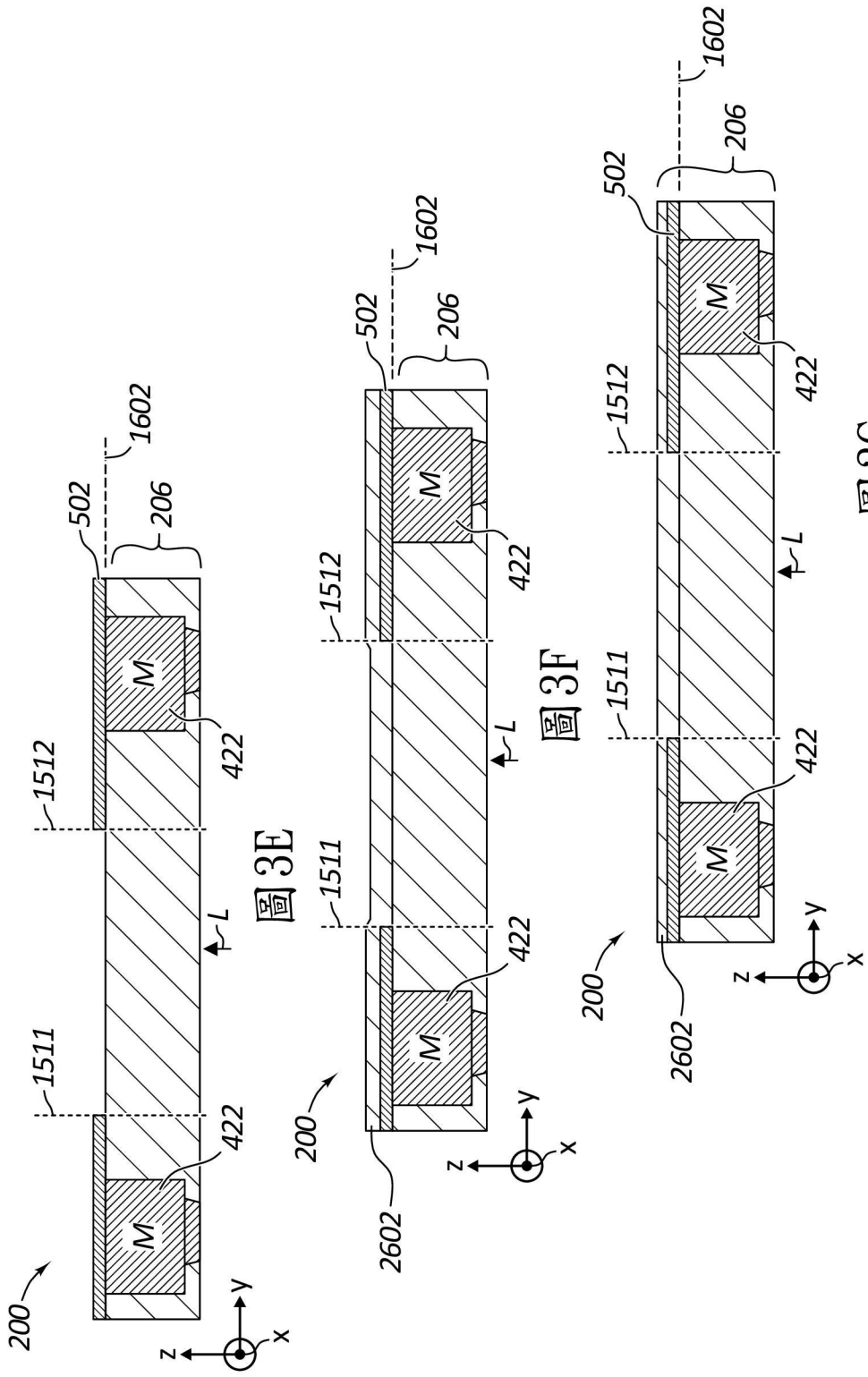


圖3E

圖3F

圖3G

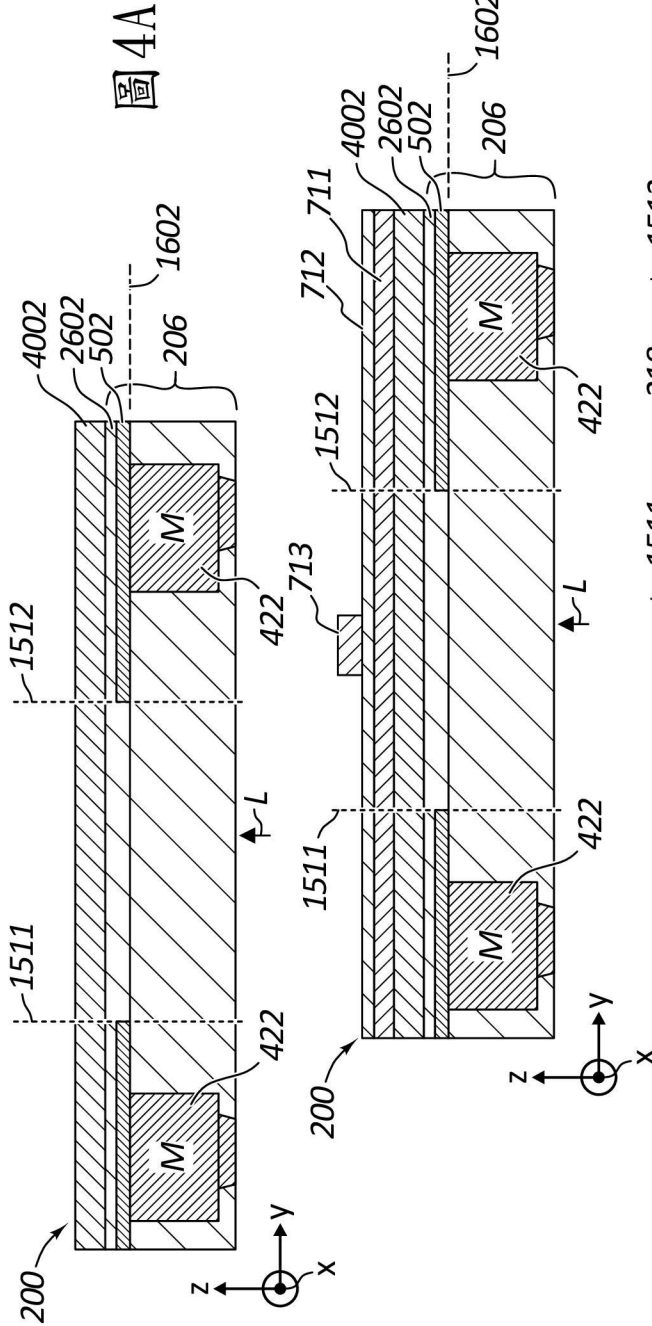


圖4A

圖4B

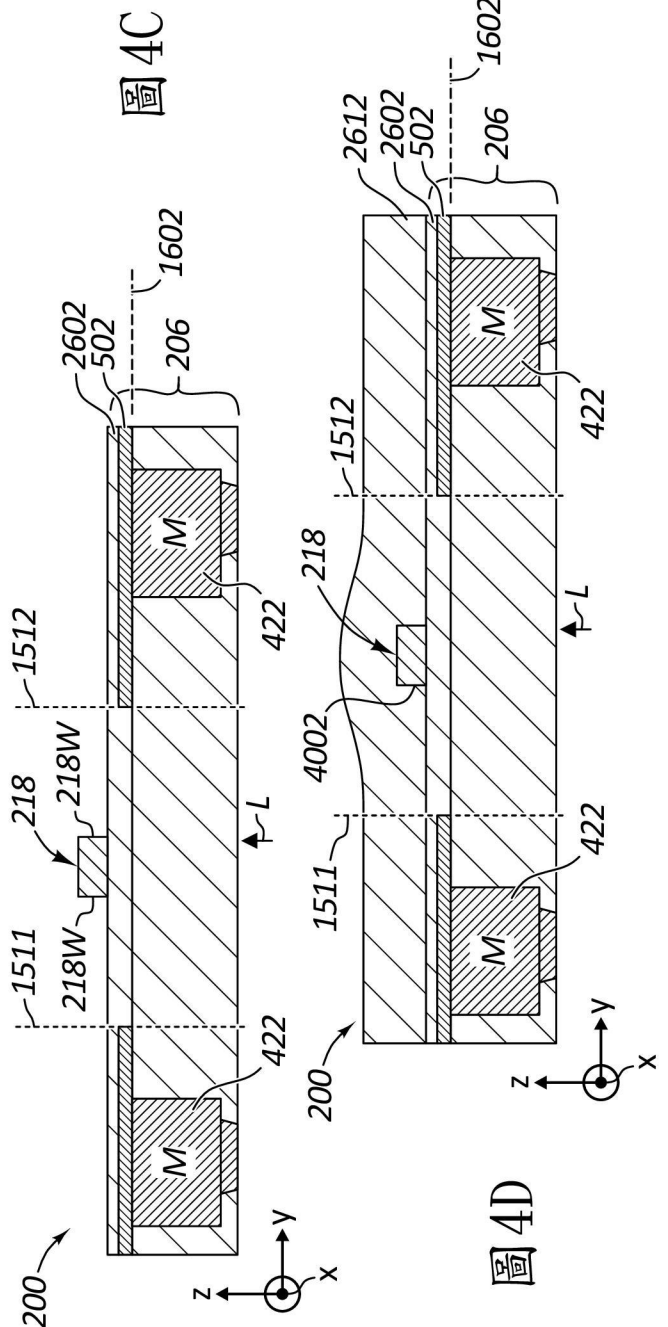


圖4C

圖4D

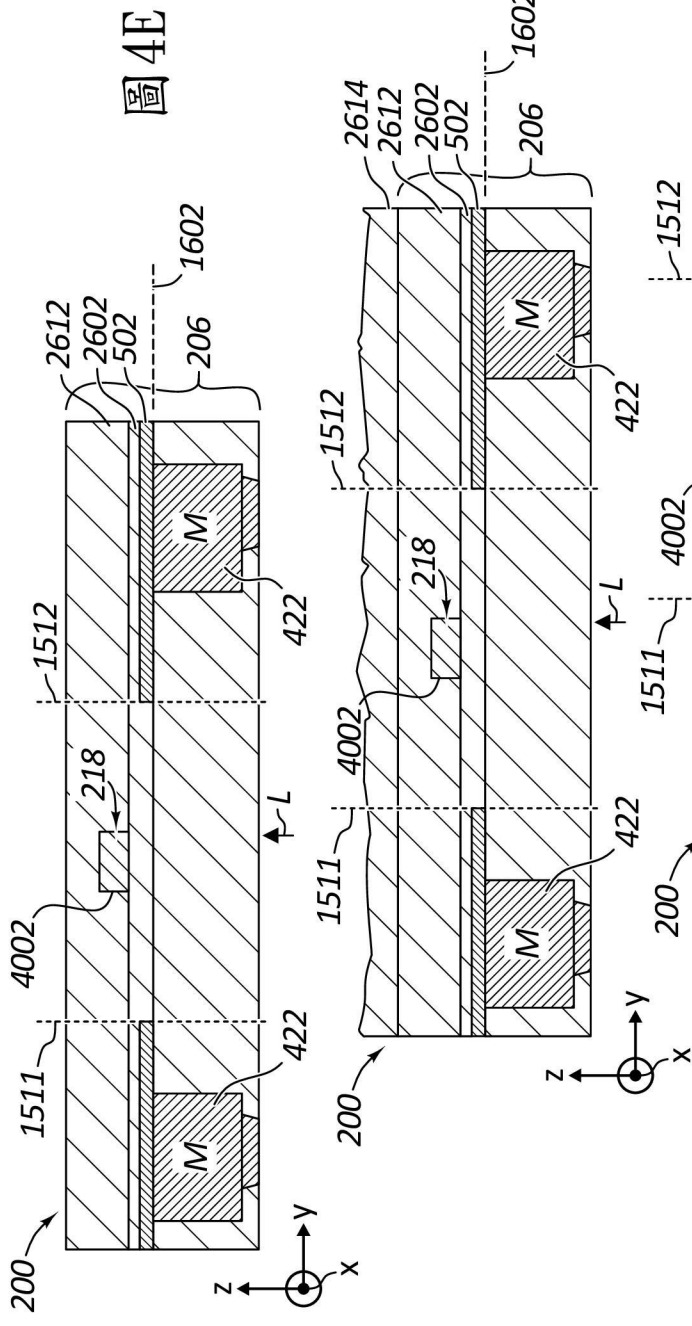


圖4E

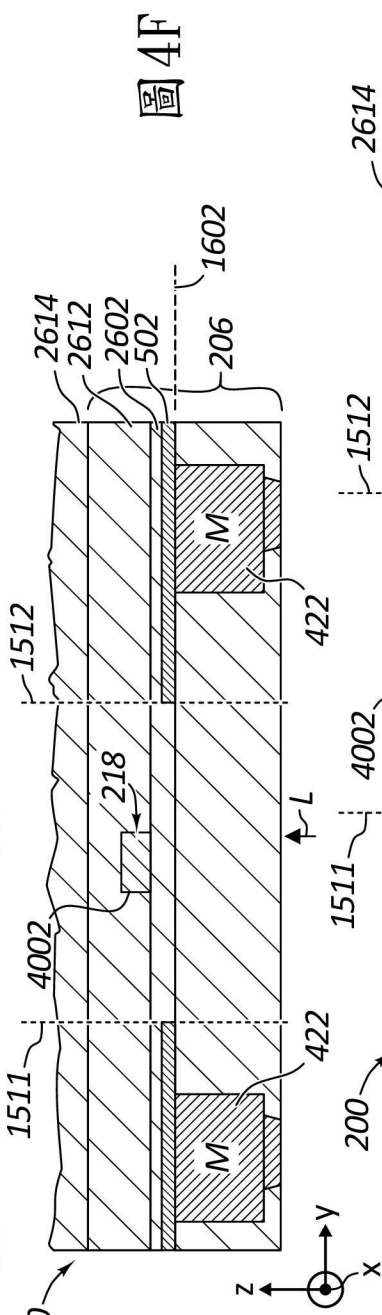


圖4F

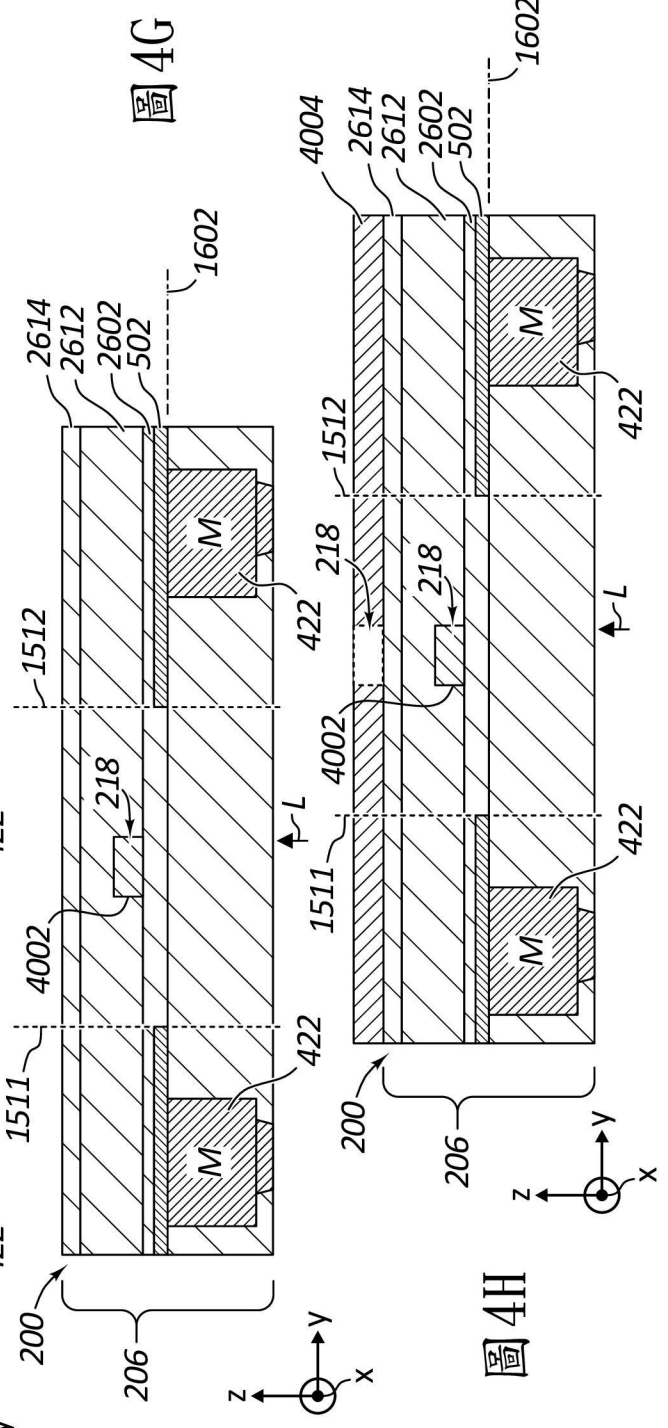


圖4G

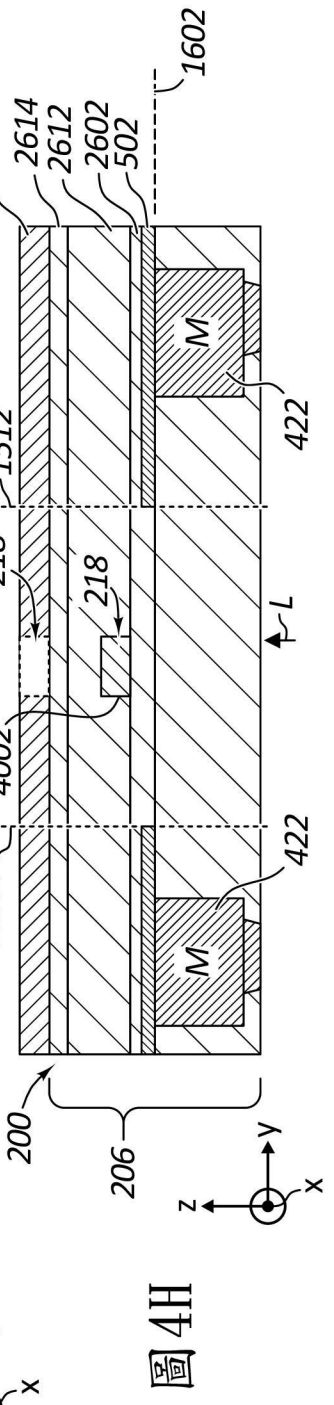


圖4H

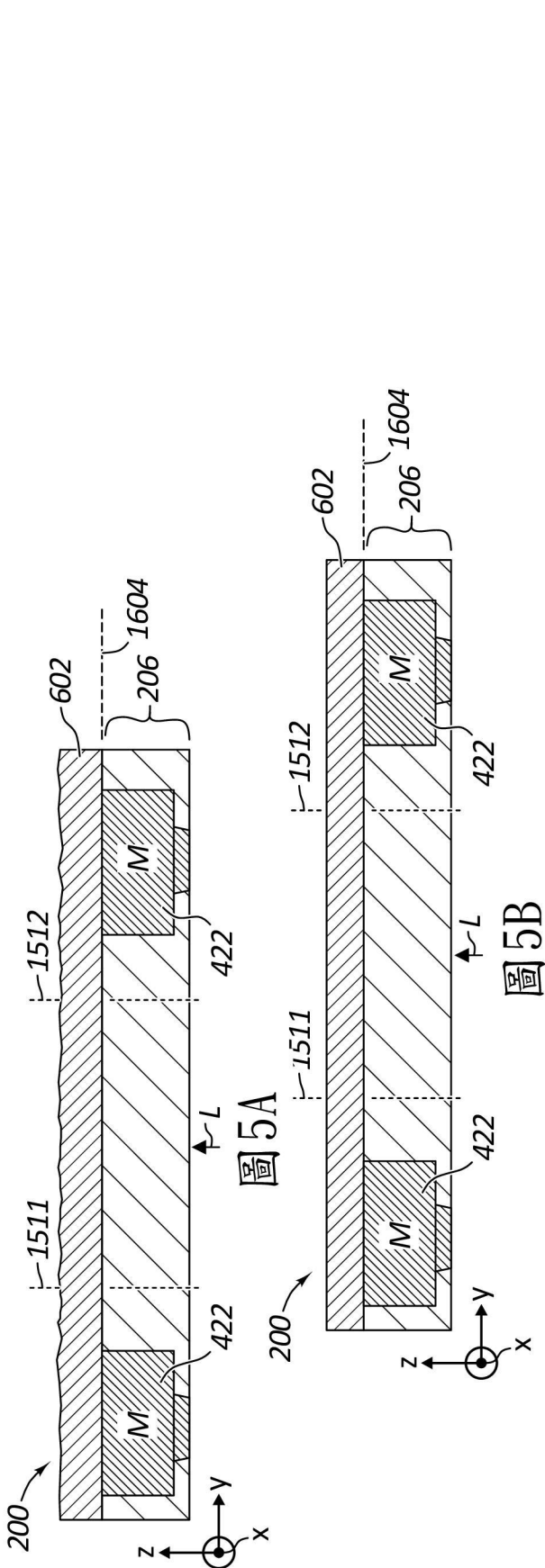


圖5A

圖5B

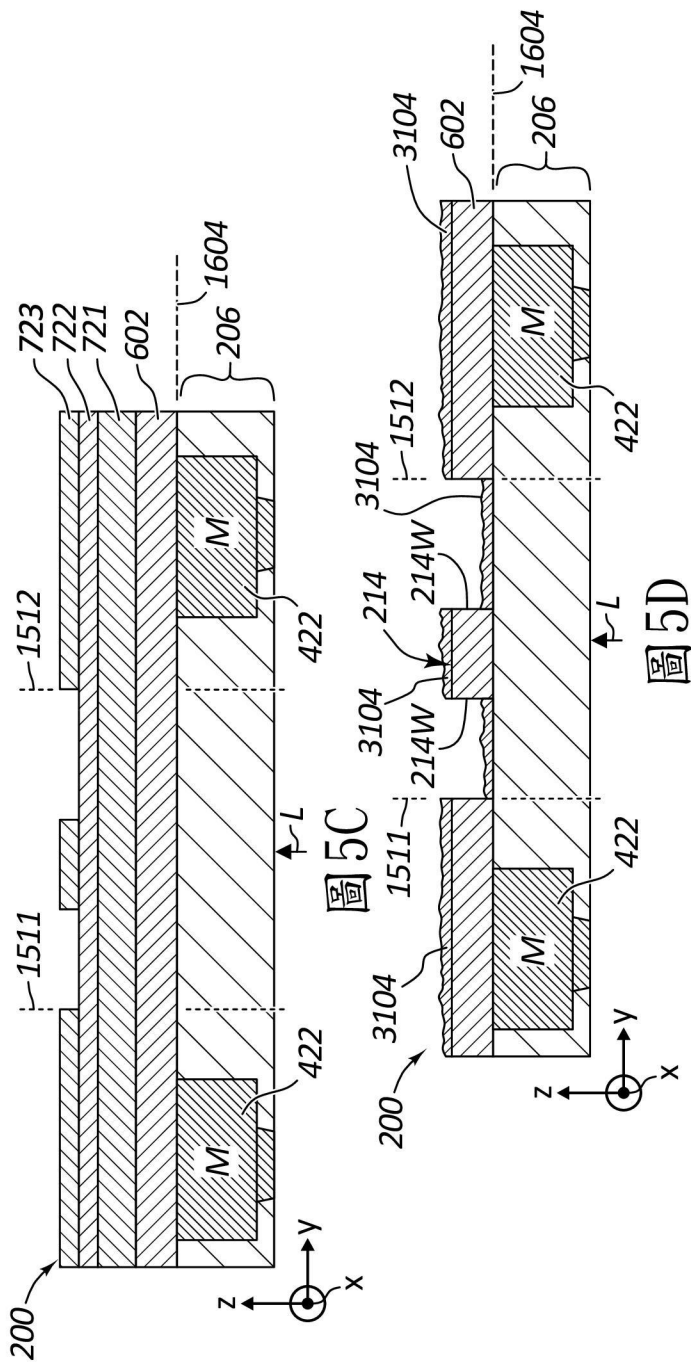


圖5C

圖5D

