202335230

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202335230 A

(43)公開日： 中華民國 112 (2023) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：111149010 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 12 月 20 日

(51)Int. Cl.： *H01L23/535 (2006.01)* *H01L21/60 (2006.01)*
H01L21/20 (2006.01)

(30)優先權：2022/01/11 美國 17/573,461

(71)申請人：美商高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：包 鈞勁 BAO, JUNJING (US)；朱 約翰建宏 ZHU, JOHN JIANHONG (US)；納拉帕蒂 吉里達 NALLAPATI, GIRIDHAR (IN)

(74)代理人：林怡芳

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 24 頁

(54)名稱

低過孔電阻互連結構

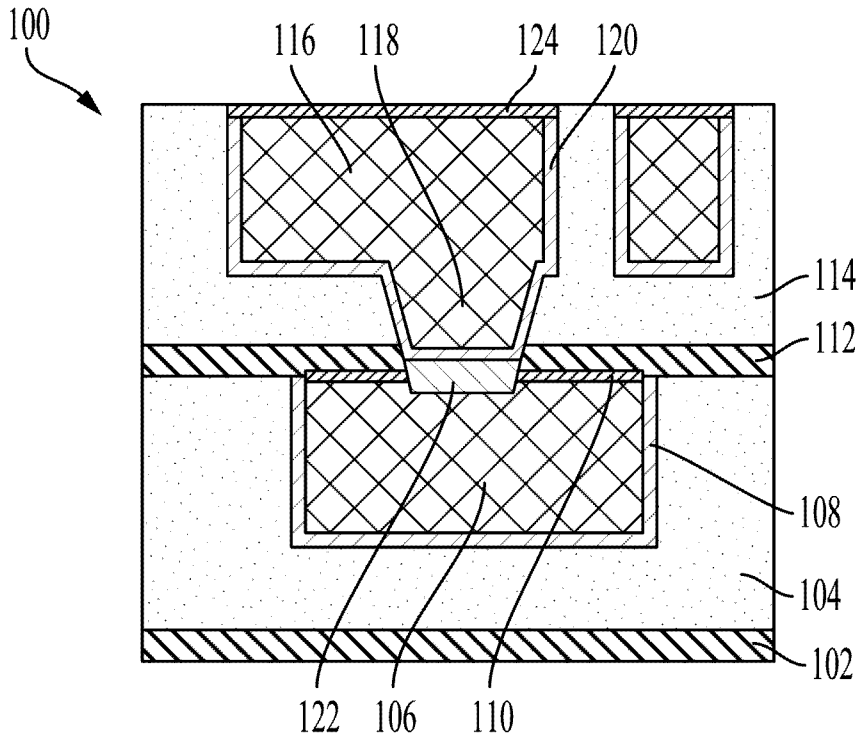
(57)摘要

揭露了一種包括低過孔電阻過孔結構的互連結構。過孔結構包括在過孔結構的側壁上和底部處的屏障層。互連結構還包括第一金屬層。互連結構還包括在過孔結構的底部處的屏障層與第一金屬層之間的第二金屬層，其中第一金屬層和第二金屬層包括不同的材料。

An interconnect structure comprising a low via resistance via structure is disclosed. The via structure comprises a barrier layer on sidewalls and at bottom of the via structure. The interconnect structure also includes a first metal layer. The interconnect structure further includes a second metal layer between the barrier layer at the bottom of the via structure and the first metal layer, wherein the first metal layer and the second metal layer comprise different materials.

指定代表圖：

TW 202335230 A



【圖1】

符號簡單說明：

100:互連結構

102:第一蝕刻停止層

104:第一介電質層

106:第一金屬層

108:第一屏障層

110:第一蓋層

112:第二蝕刻停止層

114:第二介電質層

116:第二金屬層

118:過孔結構

120:第二屏障層

122:第三金屬層

124:第二蓋層

【發明摘要】

【中文發明名稱】低過孔電阻互連結構

【英文發明名稱】LOW VIA RESISTANCE INTERCONNECT STRUCTURE

【中文】

揭露了一種包括低過孔電阻過孔結構的互連結構。過孔結構包括在過孔結構的側壁上和底部處的屏障層。互連結構還包括第一金屬層。互連結構還包括在過孔結構的底部處的屏障層與第一金屬層之間的第二金屬層，其中第一金屬層和第二金屬層包括不同的材料。

【英文】

An interconnect structure comprising a low via resistance via structure is disclosed. The via structure comprises a barrier layer on sidewalls and at bottom of the via structure. The interconnect structure also includes a first metal layer. The interconnect structure further includes a second metal layer between the barrier layer at the bottom of the via structure and the first metal layer, wherein the first metal layer and the second metal layer comprise different materials.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100：互連結構

102：第一蝕刻停止層

104：第一介電質層

106：第一金屬層

108：第一屏障層

110：第一蓋層

112：第二蝕刻停止層

114：第二介電質層

116：第二金屬層

118：過孔結構

120：第二屏障層

122：第三金屬層

124：第二蓋層

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】低過孔電阻互連結構

【英文發明名稱】LOW VIA RESISTANCE INTERCONNECT STRUCTURE

【技術領域】

【0001】本揭露的某些態樣總體上涉及互連件，並且更具體地，涉及包括低過孔電阻過孔結構的互連結構。

【先前技術】

【0002】計算設備在現代社會中變得越來越普遍。早期的電腦有房間那麼大，並且採用真空管來執行基本的數學計算。相比之下，現代計算設備基於積體電路(integrated circuits, IC)在相對較小的佔用面積中提供各種複雜功能。在越來越小的產品中提供不斷增加的處理選擇存在市場壓力。

【0003】IC功能在較小佔用面積中的持續進步正在強調製造能力。當前的IC製造製程依靠微影來製造半導體晶粒形式的IC。IC可以包括在前端製程中製造的主動半導體層。主動半導體層可以包含各種半導體元件。IC還可以包括通過後端製程與主動半導體層相鄰形成的互連結構。互連結構可以包含多個金屬化層和外部互連，每個金屬化層具有佈置在相應金屬化層中的金屬線，以提供不同半導體元件之間的連接。垂直互連通路(過孔)可以被佈置在金屬化層之間，以為不同的金屬化層提供連接。

【發明內容】

【0004】本揭露的某些態樣提供了一種半導體元件的互連結構。互連結構可以包括過孔結構，過孔結構包括在過孔結構的側壁上和底部處的屏障層。互連結構還可以包括第一金屬層。互連結構還可以包括在過孔結構的底部處的屏障層與第一金屬層之間的第二金屬層，其中第一金屬層和第二金屬層包括不同的材料。

【0005】本揭露的某些態樣提供了一種用於製造半導體元件的互連結構的方法。方法可以包括在第一金屬層上形成過孔開口。方法還可以包括在過孔開口的底部處形成第二金屬層。第一金屬層和第二金屬層包括不同的材料。方法還可以包括在過孔開口的側壁上和底部處形成屏障層，其中第二金屬層在過孔開口的底部處的屏障層與第一金屬層之間。方法還可以包括在過孔開口中沉積金屬。

【0006】本發明內容概述了本揭露的特徵和實施例，以便以下具體實施方式可以被更好理解。下面將描述本揭露的附加特徵和實施例。所屬技術領域具有通常知識者應當理解，本揭露可以容易地用作修改或設計用於實施本揭露的相同目的的其他等同結構的基礎。所屬技術領域具有通常知識者還應當認識到，這種等同構造不脫離如所附請求項中闡述的本揭露的教導。當結合圖式考慮時，將從以下描述中更好地理解被認為是本揭露的特性(就其組織和操作方法兩者而言)的特徵。然而，應當明確地理解，圖中的每個圖僅出於圖示和描述的目的被提供，並且不旨在作為對本揭露的限制的定義。

【圖式簡單說明】

【0007】圖1圖示了根據本揭露的某些態樣的半導體元件的示例性互連結構，該互連結構包括通過具有低過孔電阻的過孔結構連接的第一金屬層和第二金屬層；

【0008】圖2A-圖2B圖示了根據本揭露的某些態樣的圖1中的互連結構100的示例性製造過程；

【0009】圖3示出了圖示圖1中的互連結構100的示例性製造過程的流程圖；以及

【0010】圖4是示出其中可以採用本揭露的態樣的示例性無線通訊系統的方塊圖。

【實施方式】

【0011】參考圖式，描述了本揭露的幾個示例性態樣。詞語“示例性”在本文中用來表示“用作示例、實例或說明”。本文中被描述為“示例性”的任何態樣不必被解釋為比其他態樣較佳或有利。

【0012】結合圖式，下面闡述的具體實施方式旨在作為各個態樣的描述，並且不旨在表示可以實踐本文描述的概念的唯一態樣。為了提供各種概念的透徹理解，具體實施方式包括特定細節。然而，對於所屬技術領域具有通常知識者而言明顯的是，可以在沒有這些特定細節的情況下實踐這些概念。在一些情況下，以方塊圖形式示出了習知的結構和元件，以避免模糊這種概念。

【0013】圖1圖示了根據本揭露的某些態樣的半導體元件的示例性互連結構，該互連結構包括通過具有低過孔電阻的過孔結構連接的第一金屬層和第二金屬層。圖1中示出了互連結構100。互連結構100包括第一蝕刻停止層102。作為示例，第一蝕刻停止層102可以包括碳氮化矽(Silicon Carbon Nitride, SiCN)和具有氧摻雜碳化物(Oxygen Doped Carbon, ODC)的氮化鋁(Aluminum Nitride, AlN)中的至少一者。互連結構100還包括在第一蝕刻停止層102上的第一介電質層104。作為示例，第一介電質層104可以包括摻碳氧化矽(Carbon Doped Silicon

Oxide, SiCOH)。互連結構100還包括在第一介電質層104中的第一金屬層106。作為示例，第一金屬層106可以包括銅(Cu)。互連結構100還包括在第一介電質層104與第一金屬層106之間的第一屏障層108。作為示例，第一屏障層108可以包括在第一介電質層104與第一金屬層106之間的第一氮化鉭(Tantalum Nitride, TaN)層，以及在第一TaN層與第一金屬層106之間的第一鈷(Co)襯墊(liner)。互連結構100還包括在第一金屬層106上的第一蓋層110。作為示例，第一蓋層110可以包括Co。

【0014】互連結構100還包括在第一介電質層104上和在第一蓋層110上的第二蝕刻停止層112。作為示例，第二蝕刻停止層112可以包括SiCN和具有ODC的AlN中的至少一者。互連結構100還包括在第二蝕刻停止層112上的第二介電質層114。作為示例，第二介電質層114可以包括SiCOH。互連結構100還包括第二金屬層116和第二介電質層114中的過孔結構118。作為示例，第二金屬層116可以包括Cu。過孔結構118在第一金屬層106與第二金屬層116之間。過孔結構118包括在過孔結構118的側壁上和底部處的第二屏障層120以及在過孔結構118中的過孔金屬。作為例如，過孔金屬可以包括Cu。第二屏障層120也在第二金屬層116的側壁上和底部處。作為示例，第二屏障層120可以包括在第二介電質層114與過孔金屬之間以及在第二介電質層114與第二金屬層116之間的第二TaN層，以及在過孔結構118的側壁上以及在第二金屬層116的側壁上和底部處的、在第二TaN層與過孔金屬之間以及在第二TaN層與第二金屬層116之間的第二Co襯墊。在過孔結構118的底部處，第二TaN層可以在第一金屬層106與過孔金屬之間，並且第二Co襯墊可以在第二TaN層與過孔金屬之間。

【0015】TaN層可以在室溫下通過物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition, PVD)形成。PVD是非共形沉積製程。過孔結構118的底部處的PVD TaN層的厚度

大約是過孔結構118的側壁上的PVD TaN層的厚度的兩倍。備選地，TaN層可以在大約275 ℃下通過原子層沉積(Atomic Layer Deposition, ALD)形成。ALD是共形沉積製程。過孔結構118的底部處的ALD TaN層的厚度與過孔結構118的側壁上的ALD TaN層的厚度大致相同。過孔結構118的底部處的TaN層的厚度將影響過孔結構118的過孔電阻。過孔結構118的底部處的較薄TaN層將減小過孔結構118的過孔電阻，並且改進互連結構100的性能。同時，與ALD TaN層相比，PVD TaN層對Co襯墊具有更好的黏附性。因此，為了實現低過孔電阻和對Co襯墊的良好黏附性兩者，ALD TaN層可以與PVD TaN層組合以在第二屏障層120中形成第二TaN層。例如，在過孔結構118的側壁上，第二TaN層可以包括具有16埃(A)的厚度的ALD TaN層和具有10A的厚度的PVD TaN層。在過孔結構118的底部處，第二TaN層可以包括具有16A的厚度的ALD TaN層和具有20A的厚度的PVD TaN層。因此，在過孔結構118的底部處，第二TaN層可以是大約36A厚。同時，如果第二TaN層僅包括PVD TaN層，則在過孔結構118的側壁上具有相同TaN層厚度(26A)的情況下，過孔結構118的底部處的第二TaN層的厚度將是大約52A，這與36A相比更厚。因此，ALD TaN層和PVD TaN層的組合以形成第二TaN層，將實現低過孔電阻和與Co襯墊的良好黏附性兩者。在過孔結構118的側壁上，第二TaN層可以包括在第二介電質層114與第二Co襯墊之間、厚度在11A與21A之間的ALD TaN層，以及在ALD TaN層與第二Co襯墊之間、厚度在5A與15A之間的PVD TaN層。在過孔結構118的底部處，ALD TaN層可以在第一金屬層106與第二Co襯墊之間，並且PVD TaN層可以在ALD TaN層與第二Co襯墊之間。第二Co襯墊可以具有在20A與30A之間的厚度。因為第一TaN層對過孔結構118的過孔電阻沒有

貢獻，所以第一TaN層可以包括僅ALD TaN層、僅PVD TaN層，或者ALD TaN層和PVD TaN層的組合。

【0016】如上所述，可以在275 °C左右執行ALD。由於TaN($3.6x10^{-6}$/K)與Cu($16.5x10^{-6}$/K)之間的熱膨脹係數不同，所以該溫度將在過孔結構118的底部處的ALD TaN層與第一金屬層106中的Cu之間的介面處生成應力。生成的應力可能導致在介面處形成空洞(void)，並且增加過孔結構118的過孔電阻。為了避免這種應力，互連結構100還包括在過孔結構118的底部處的ALD TaN層與第一金屬層106之間的第三金屬層122。作為示例，第三金屬層122可以包括具有小於$7x10^{-6}$/K的熱膨脹係數的金屬材料，諸如鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、鋨(Os)、鋯(Zr)、鉿(Hf)、錸(Re)、鈰(Ce)、鉭(Ta)、釕(Ru)、銥(Ir)和鐠(Pr)。第三金屬層122可以具有小於5奈米(nm)的厚度。第三金屬層122的頂面可以與第二蝕刻停止層112的頂面共面或低於第二蝕刻停止層112的頂面。上述金屬材料可以在室溫下生長，並且通過金屬結合實現與Cu的良好黏附性。由於上述金屬材料具有與TaN相似的熱膨脹係數，因此ALD TaN層在這些金屬材料上的黏附性優於ALD TaN層在Cu上的黏附性。因此，利用第三金屬層122，在過孔結構118的底部處的ALD TaN層與第一金屬層106中的Cu之間的介面處將生成較小的應力。第三金屬層122將有助於消除介面處的空洞，並且有助於減小過孔結構118的過孔電阻。互連結構100還包括在第二金屬層116上的第二蓋層124。作為示例，第二蓋層124可以包括Co。

【0017】如上所述，根據本揭露的某些態樣，在過孔結構118的底部處的ALD TaN層和PVD TaN層的組合與第三金屬層122一起將減小過孔結構118的過孔電阻，並且改進互連結構100的性能。

【0018】圖2A-圖2B圖示了根據本揭露的某些態樣的圖1中的互連結構100的示例性製造過程。在圖2A中，階段200(1)包括在半導體元件的互連結構中形成溝槽和過孔開口202。作為示例，互連結構可以包括第一蝕刻停止層204。第一蝕刻停止層204可以包括SiCN和具有ODC的AlN中的至少一者。互連結構還可以包括在第一蝕刻停止層204上的第一介電質層206。第一介電質層206可以包括SiCOH。互連結構還可以包括在第一介電質層206中的第一金屬層208。第一金屬層208可以包括Cu。互連結構還可以包括在第一介電質層206與第一金屬層208之間的第一屏障層210。第一屏障層210可以包括在第一介電質層206與第一金屬層208之間的第一TaN層，以及在第一TaN層與第一金屬層208之間的第一Co襯墊。互連結構還可以包括在第一金屬層208上的第一蓋層212。第一蓋層212可以包括Co。互連結構還可以包括在第一介電質層206上和在第一蓋層212上的第二蝕刻停止層214。第二蝕刻停止層214可以包括SiCN和具有ODC的AlN中的至少一者。互連結構還可以包括在第二蝕刻停止層214上的第二介電質層216。第二介電質層216可以包括SiCOH。溝槽和過孔開口202形成在第二介電質層216中，並且穿過第二蝕刻停止層214和第一蓋層212。溝槽和過孔開口202延伸到第一金屬層208中，以在第一金屬層208中形成凹槽。作為示例，溝槽和過孔開口202可以通過雙鑲嵌製程形成。

【0019】在圖2A中，階段200(2)包括在溝槽和過孔開口202的底部處的第一金屬層208上形成第二金屬層218。作為示例，第二金屬層218可以包括具有小於$7x10^{-6}$/K的熱膨脹係數的金屬材料，諸如W、Mo、Cr、Os、Zr、Hf、Re、Ce、Ta、Ru、Ir以及Pr。第二金屬層218可以具有小於5nm的厚度。第二金屬層218的頂面可以與第二蝕刻停止層214的頂面共面或低於第二蝕刻停止層214的頂面。作為

示例，第二金屬層218可以通過選擇性沉積(諸如在室溫下的無電沉積)形成，並且可以通過金屬結合與第一金屬層208中的Cu實現良好的黏附性。

【0020】在圖2B中，階段200(3)包括在溝槽和過孔開口202的側壁上以及在第二金屬層218上形成第二屏障層220。作為示例，第二屏障層220可以包括在溝槽和過孔開口202的側壁上以及在第二金屬層218上的第二TaN層，以及在第二TaN層上的第二Co襯墊。可以通過ALD TaN形成具有介於11A與21A之間的厚度的第二TaN層，然後是在溝槽和過孔開口202的側壁上具有介於5A與15A之間的厚度的PVD TaN。然後，可以通過化學氣相沉積(CVD)在PVD TaN上形成第二Co襯墊。第二Co襯墊可以具有介於20A與30A之間的厚度。

【0021】如上所述，PVD是非共形沉積製程。第二金屬層218上的PVD TaN層的厚度將是溝槽和過孔開口202的側壁上的PVD TaN層的厚度的大約兩倍。ALD是共形沉積製程。第二金屬層218上的ALD TaN層的厚度將與溝槽和過孔開口202的側壁上的ALD TaN層的厚度大約相同。第二金屬層218上的第二TaN層的厚度將影響過孔電阻。第二金屬層218上較薄的第二TaN層將減小過孔電阻，並且改進互連結構的性能。同時，與ALD TaN層相比，PVD TaN層對Co襯墊具有更好的黏附性。因此，為了實現低過孔電阻和與Co襯墊的良好黏附性兩者，可以使用ALD TaN和PVD TaN的組合來形成第二TaN層。儘管ALD可以在275°C左右被執行，但是在第二TaN層與第二金屬層218之間的介面處將生成較小的應力，因為第二金屬層218具有與TaN類似的熱膨脹係數。在第二TaN層與第一金屬層208之間引入第二金屬層218，將有助於消除溝槽和過孔開口202的底部處的空洞並且減小過孔電阻。因此，互連結構的性能將得到改進。

【0022】在圖2B中，階段200(4)包括在溝槽和過孔開口202中沉積第三金屬。作為示例，第三金屬可以包括Cu。階段200(4)還包括對第三金屬和第二介電質層216的化學機械拋光(Chemical Mechanical Polishing, CMP)。階段200(4)還包括在第三金屬上形成第二蓋層222。作為示例，第二蓋層222可以包括Co。

【0023】圖3示出了流程圖300，其圖示了圖1中的互連結構100的示例性製造過程。方塊302包括在第一金屬層上形成過孔開口。方塊304包括在過孔開口的底部處形成第二金屬層。方塊306包括在過孔開口的側壁上和底部處形成屏障層，其中第二金屬層在過孔開口的底部處的屏障層與第一金屬層之間。方塊308包括在過孔開口中沉積金屬以形成互連結構100。

【0024】根據本文揭露的某些態樣的包括低過孔電阻過孔結構的互連結構可以被提供在或被整合到任何電子設備中。示例包括但不限於：機上盒、娛樂單元、導航設備、通訊設備、固定位置資料單元、行動位置資料單元、全球定位系統(global positioning system, GPS)設備、行動電話、蜂巢式電話、智慧型電話、會話起始協定(session initiation protocol, SIP)電話、平板電腦、平板手機、伺服器、電腦、可攜式電腦、行動計算裝置、可穿戴計算設備(例如，智慧手錶、健康狀況或健身追蹤器、眼鏡等)、臺式電腦、個人數位助理(personal digital assistant, PDA)、監視器、電腦顯示器、電視機、調諧器、無線電設備、衛星無線電設備、音樂播放機、數位音樂播放機、可攜式音樂播放機、數位視訊播放機、視頻播放機、數位視訊光碟(digital video disc, DVD)播放機、可攜式數位視訊播放機、機動車、交通工具組件、航空電子系統和無人機。

【0025】圖4是示出其中可以採用本揭露的態樣的示例性無線通訊系統400的方塊圖。出於說明的目的，圖4示出了三個遠端單元420、430和450以及兩個基

站440。將認識到，無線通訊系統可以具有更多的遠端單元和基站。遠端單元420、430和450包括積體電路(IC)設備425A、425C和425B，積體電路(IC)設備425A、425C和425B可以包括所揭露的互連結構。將認識到，諸如基站、交換設備和網路裝備的其他設備也可以包括所揭露的互連結構。圖4示出了從基站440到遠端單元420、430和450的前向鏈路訊號480和從遠端單元420、430和450到基站440的反向鏈路訊號490。

【0026】在圖4中，遠端單元420被示為行動電話，遠端單元430被示為可攜式電腦，並且遠端單元450被示為無線本地環路系統中的固定位置遠端單元。例如，遠端單元可以是行動電話、掌上型個人通訊系統(personal communication systems, PCS)單元、諸如PDA的可攜式資料單元、啟用了GPS的設備、導航設備、機上盒、音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、固定位置資料單元(諸如儀錶讀數裝備)或儲存或取回資料或電腦指令的其他通訊設備或其組合。儘管圖4圖示了根據本揭露的某些態樣的遠端單元，但是本揭露不限於這些示例性圖示的單元。本揭露的某些態樣可以適當地在包括所揭露的互連結構的許多設備中被採用。

【0027】在下面編號的條款中描述實施方式示例：

【0028】條款1：一種半導體元件的互連結構，該互連結構包括：過孔結構，該過孔結構包括在該過孔結構的側壁上和底部處的屏障層；第一金屬層；以及第二金屬層，在該過孔結構的該底部處的該屏障層與該第一金屬層之間，其中該第一金屬層和該第二金屬層包括不同的材料。

【0029】條款2：根據條款1所述的互連結構，其中該屏障層包括氮化鉭(TaN)和鈷(Co)。

【0030】條款3：根據條款1或條款2所述的互連結構，其中該第一金屬層包括銅(Cu)。

【0031】條款4：根據條款1至3中任一項所述的互連結構，其中該第二金屬層包括具有小於7×10-6/K的熱膨脹係數的金屬材料。

【0032】條款5：根據條款4所述的互連結構，其中該金屬材料包括鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)和釕(Ru)中的至少一者。

【0033】條款6：根據條款1至5中任一項所述的互連結構，其中該第二金屬層具有小於5奈米的厚度。

【0034】條款7：根據條款1至6中任一項所述的互連結構，還包括在該第一金屬層上的蓋層。

【0035】條款8：根據條款7所述的互連結構，其中該蓋層包括Co。

【0036】條款9：根據條款7或條款8所述的互連結構，還包括在該蓋層上的蝕刻停止層。

【0037】條款10：根據條款9所述的互連結構，其中該第二金屬層的頂面與該蝕刻停止層的頂面共面或低於該蝕刻停止層的該頂面。

【0038】條款11：根據條款9或條款10所述的互連結構，其中該蝕刻停止層包括碳氮化矽(SiCN)和具有氧摻雜碳化物(ODC)的氮化鋁(AlN)中的至少一者。

【0039】條款12：一種用於製造半導體元件的互連結構的方法，所述方法包括：在第一金屬層上形成過孔開口；在該過孔開口的底部處形成第二金屬層，其中該第一金屬層和該第二金屬層包括不同的材料；在該過孔開口的側壁上和該底部處形成屏障層，其中該第二金屬層在該過孔開口的該底部處的該屏障層與該第一金屬層之間；以及在該過孔開口中沉積金屬。

【0040】條款13：根據條款12所述的方法，其中該屏障層包括氮化鉭(TaN)和鈷(Co)。

【0041】條款14：根據條款13所述的方法，其中該屏障層中的該TaN包括通過原子層沉積(ALD)和物理氣相沉積(PVD)形成的TaN。

【0042】條款15：根據條款12至14中任一項所述的方法，其中該第一金屬層包括銅(Cu)。

【0043】條款16：根據條款12至15中任一項所述的方法，其中該第二金屬層包括具有小於7x10-6/K的熱膨脹係數的金屬材料。

【0044】條款17：根據條款16所述的方法，其中該金屬材料包括鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)和釕(Ru)中的至少一者。

【0045】條款18：根據條款12至17中任一項所述的方法，其中該第二金屬層通過無電沉積形成。

【0046】條款19：根據條款12至18中任一項所述的方法，還包括在該過孔開口中的該金屬上形成蓋層。

【0047】條款20：根據條款19所述的方法，其中該蓋層包括Co。

【0048】所屬技術領域具有通常知識者還將理解，結合本文揭露的某些態樣描述的各種說明性邏輯塊、模組、電路和演算法可以被實施為電子硬體、儲存在記憶體中或另一電腦可讀介質中並且由處理器或其它處理設備執行的指令，或這兩者的組合。作為示例，本文描述的設備可以用於任何電路、硬體元件、IC或IC晶片中。本文揭露的記憶體可以是任何類型和大小的記憶體，並且可以被配置為儲存所需的任何類型的資訊。為了清楚地說明這一可互換性，上文已總體上關於其功能性而描述了各種說明性元件、方塊、模組、電路和步驟。如何實施這

種功能性取決於特定應用、設計選擇和/或施加於整個系統的設計約束。所屬技術領域具有通常知識者可以針對每個特定應用以不同方式實施所描述的功能性，但這種實施決策不應當被解釋為引起從本揭露的範圍的偏離。

【0049】還應當注意，描述本文中的示例性態樣中的任何中描述的操作步驟是為了提供示例和討論。可以以除了以所說明的序列之外的大量不同序列來執行所描述的操作。此外，單個操作步驟中描述的操作實際上可以在許多不同步驟中被執行。另外，在示例性態樣中論述的一個或多個操作步驟可以被組合。應當理解，任何流程圖中說明的操作步驟可以經受許多不同修改，如對於所屬技術領域具有通常知識者將是明顯的。所屬技術領域具有通常知識者還將理解，可以使用各種不同科技和技術中的任一種來表示資訊和訊號。例如，可以通過電壓、電流、電磁波、磁場或磁粒子、光學場或光學粒子或其任何組合來表示在整個上文描述中可能參考的資料、指令、命令、資訊、訊號、位元、符號和碼片。

【0050】提供本揭露的先前描述以使所屬技術領域具有通常知識者能夠製造或使用本揭露。本揭露的各種修改對所屬技術領域具有通常知識者將是明顯的，並且本文定義的一般原理可以被應用於其它變型，而不脫離本揭露的精神或範圍。因此，本揭露不旨在限於本文描述的示例和設計，而是應當被賦予與本文揭露的原理和特徵一致的最寬範圍。

【符號說明】

100：互連結構

102、204：第一蝕刻停止層

104、206：第一介電質層

106、208：第一金屬層

108、210：第一屏障層

110、212：第一蓋層

112、214：第二蝕刻停止層

114、216：第二介電質層

116、218：第二金屬層

118：過孔結構

120、220：第二屏障層

122：第三金屬層

124、222：第二蓋層

200(1)、200(2)、200(3)、200(1)：階段

202：過孔開口

300：流程圖

302、304、306、308：方塊

400：無線通訊系統

420、430、450：遠端單元

425A、425B、425C：積體電路設備

440：基站

480、490：訊號

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種半導體元件的互連結構，所述互連結構包括：

過孔結構，所述過孔結構包括在所述過孔結構的側壁上和底部處的屏障層；

第一金屬層；以及

第二金屬層，在所述過孔結構的所述底部處的所述屏障層與所述第一金屬層之間，其中所述第一金屬層和所述第二金屬層包括不同的材料。

【請求項2】如請求項 1 所述的互連結構，其中所述屏障層包括氮化鉭(TaN)和鈷(Co)。

【請求項3】如請求項 1 所述的互連結構，其中所述第一金屬層包括銅(Cu)。

【請求項4】如請求項 1 所述的互連結構，其中所述第二金屬層包括具有小於 7×10^{-6}/K 的熱膨脹係數的金屬材料。

【請求項5】如請求項 4 所述的互連結構，其中所述金屬材料包括鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)和釕(Ru)中的至少一者。

【請求項6】如請求項 1 所述的互連結構，其中所述第二金屬層具有小於 5 奈米的厚度。

【請求項7】如請求項 1 所述的互連結構，還包括在所述第一金屬層上的蓋層。

【請求項8】如請求項 7 所述的互連結構，其中所述蓋層包括 Co。

【請求項9】如請求項 7 所述的互連結構，還包括在所述蓋層上的蝕刻停止層。

【請求項10】如請求項 9 所述的互連結構，其中所述第二金屬層的頂面與所述蝕刻停止層的頂面共面或低於所述蝕刻停止層的所述頂面。

【請求項11】如請求項 9 所述的互連結構，其中所述蝕刻停止層包括碳氮化矽(Silicon Carbon Nitride, SiCN)和具有氧摻雜碳化物(Oxygen Doped Carbon, ODC)的氮化鋁(Aluminum Nitride, AlN)中的至少一者。

【請求項12】一種用於製造半導體元件的互連結構的方法，所述方法包括：

在第一金屬層上形成過孔開口；

在所述過孔開口的底部處形成第二金屬層，其中所述第一金屬層和所述第二金屬層包括不同的材料；

在所述過孔開口的側壁上和所述底部處形成屏障層，其中所述第二金屬層在所述過孔開口的所述底部處的所述屏障層與所述第一金屬層之間；以及

在所述過孔開口中沉積金屬。

【請求項13】如請求項 12 所述的方法，其中所述屏障層包括氮化鉭(TaN)和鈷(Co)。

【請求項14】如請求項 13 所述的方法，其中所述屏障層中的所述 TaN 包括通過原子層沉積(Atomic Layer Deposition, ALD)和物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition, PVD)形成的 TaN。

【請求項15】如請求項 12 所述的方法，其中所述第一金屬層包括銅(Cu)。

【請求項16】如請求項 12 所述的方法，其中所述第二金屬層包括具有小於 $7x10^{-6}/K$ 的熱膨脹係數的金屬材料。

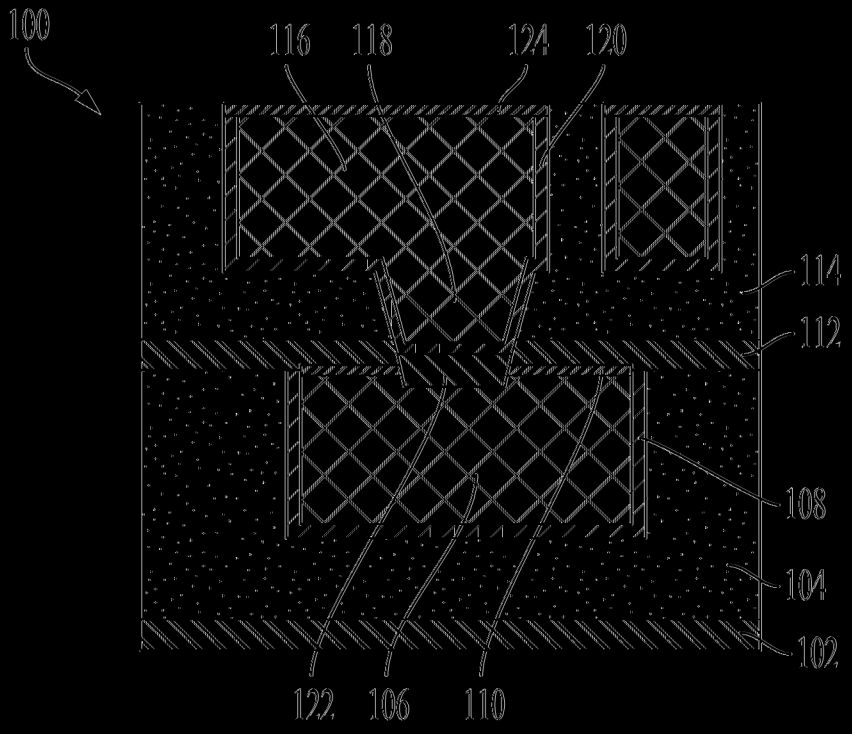
【請求項17】如請求項 16 所述的方法，其中所述金屬材料包括鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)和釕(Ru)中的至少一者。

【請求項18】如請求項 12 所述的方法，其中所述第二金屬層通過無電沉積形成。

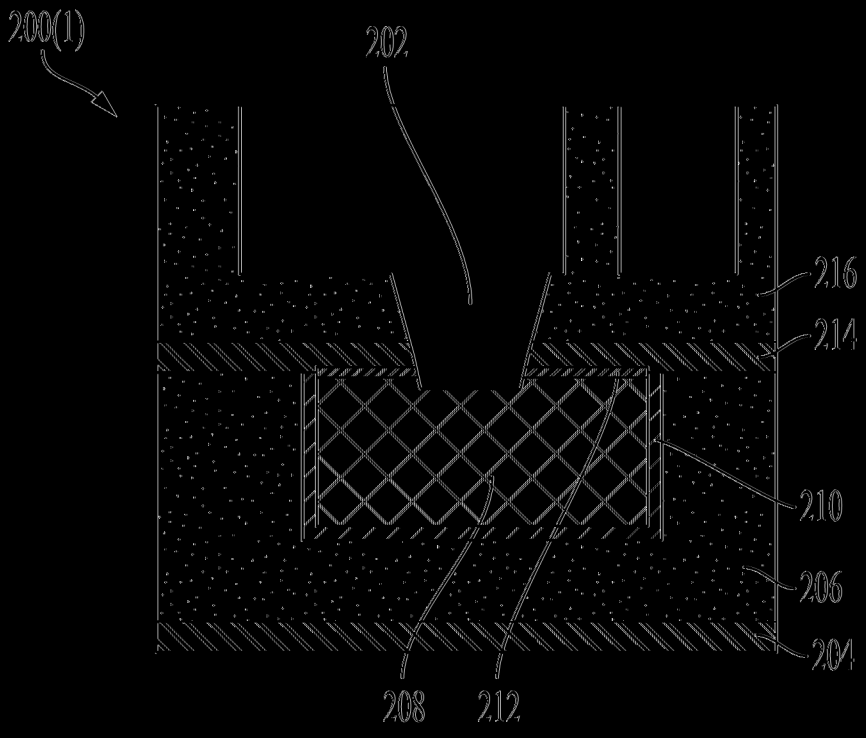
【請求項19】如請求項 12 所述的方法，還包括在所述過孔開口中的所述金屬上形成蓋層。

【請求項20】如請求項 19 所述的方法，其中所述蓋層包括 Co。

(發明圖式)



(圖1)



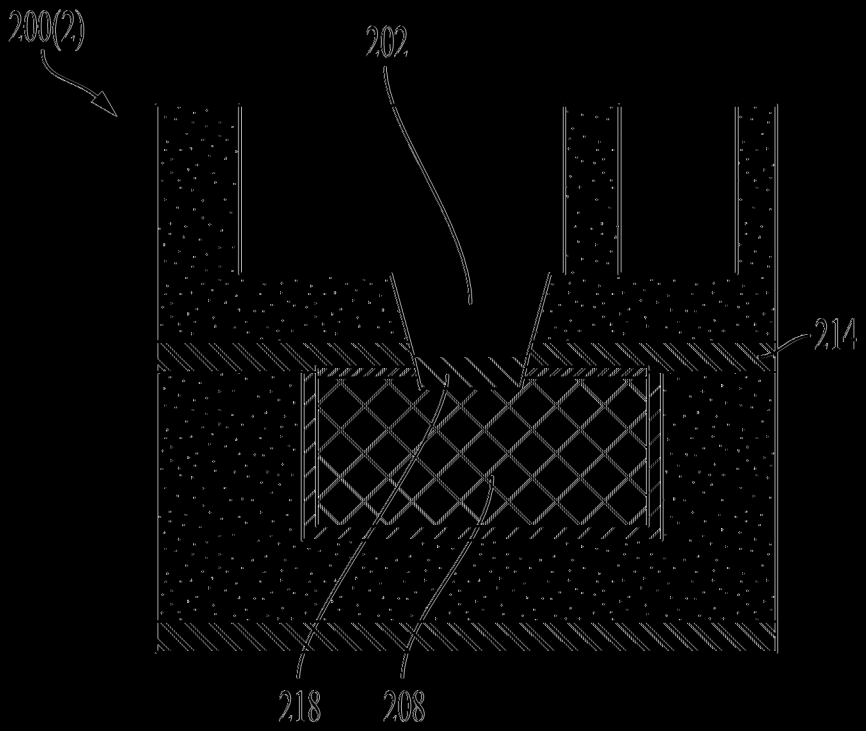
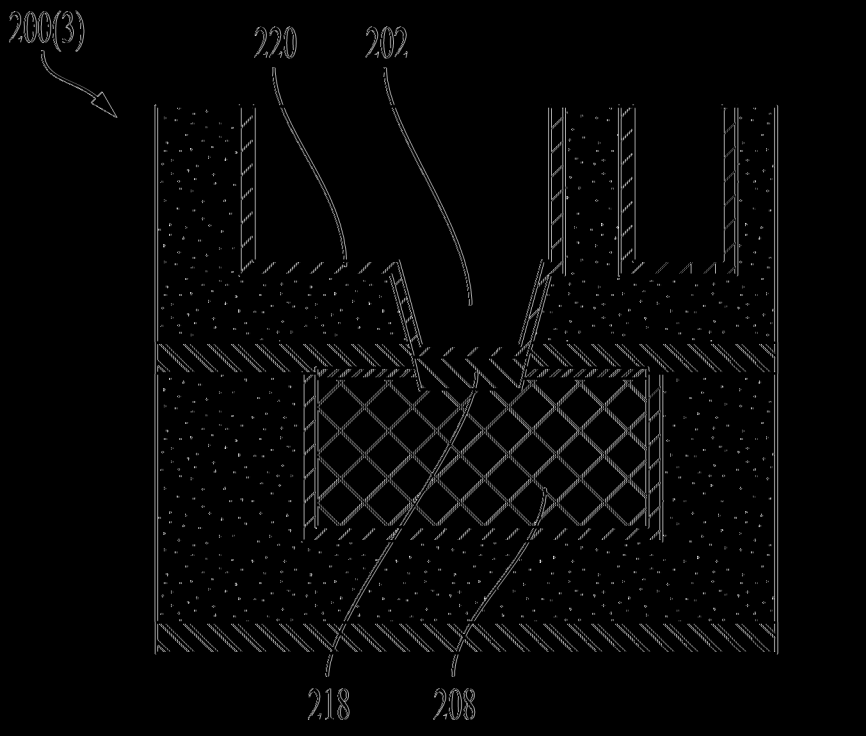


圖2A



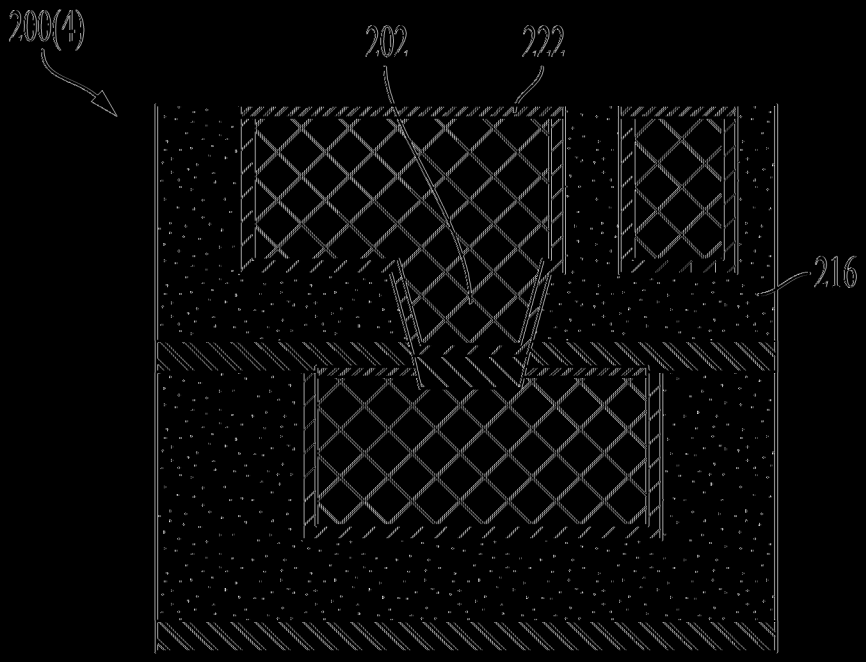


圖2B

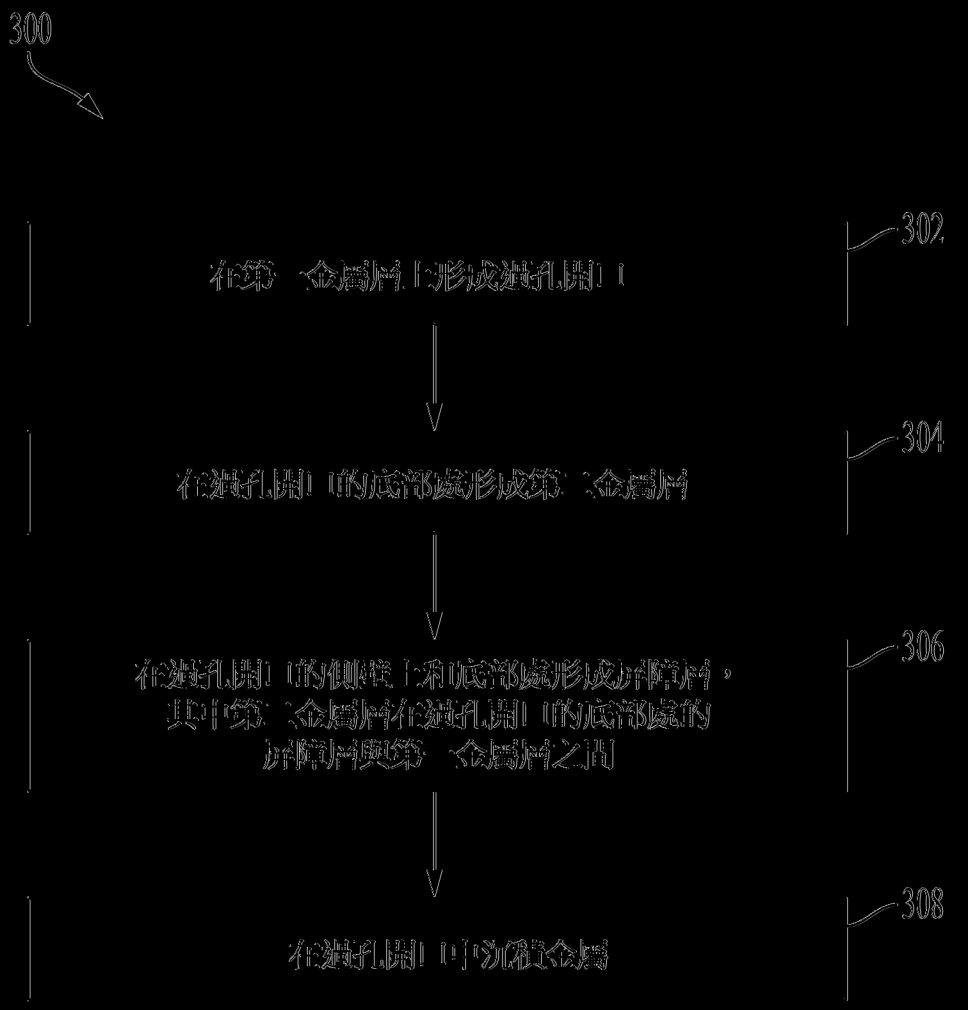

300
在第一金屬層上形成通孔開口
302
在通孔開口的底部處形成第二金屬層
304
在通孔開口的側壁上和底部處形成阻障層，其中第二金屬層在通孔開口的底部處的阻障層與第一金屬層之間
306
在通孔開口中沉積金屬
308

圖3

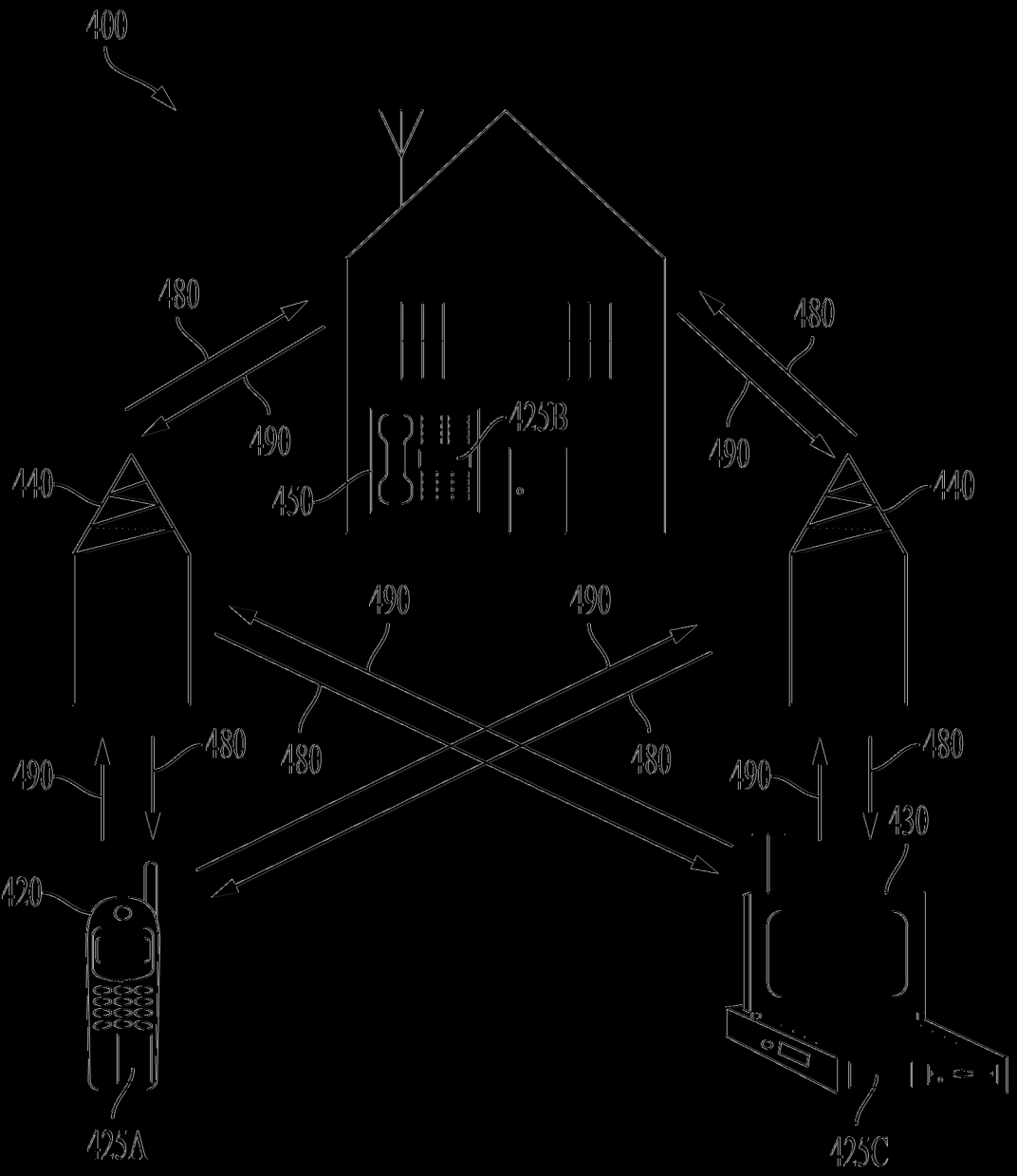

400
480
490
425B
450
440
490
490
480
480
480
490
480
490
480
420
430
425A
425C

圖4