

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 96109106

※申請日期： 96.3.16

※IPC 分類： H01L 21/318 (2006.01)

H01L 51/40 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

低漏電之氮化鋁介電層的製造方法

二、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 友達光電股份有限公司
2. 國立交通大學

代表人：(中文/英文) 1. 李昆耀 2. 吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 新竹科學工業園區力行二路1號
2. 新竹市大學路1001號

國籍：(中文/英文) 中華民國 TW (均同)

三、發明人：(共7人)

姓名：(中文/英文)

- 顏國錫
冉曉雯
黃振昌
陳建勳
葉峻銘
劉薄寬
古國欣

國籍：(中文/英文)

中華民國 TW (均同)

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為：95年9月19日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，利用鋁鈮、氮氣與氫氣濺鍍氮化鋁薄膜作為高疏水性的介電層，此氮化鋁介電層具低閘極漏電及高介電係數等特質，適合作為薄膜電晶體的閘極絕緣層，而本發明利用調整沉積薄膜時的氣體混合比例，來抑制氮化鋁介電層的漏電，而可在低溫的條件下成長高品質的氮化鋁介電層，並可製作出低電壓的高效能電晶體。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種高介電薄膜結構的製造方法，特別是指一種低漏電之氮化鋁介電層的製造方法。

【先前技術】

這幾年，有機薄膜電晶體（OTFT）有極大的潛力可以實現在主動陣列顯示器與可撓曲電子元件上，但操作電壓卻可能是發展有機元件的限制。為了克服這個重要的課題，許多研究者提出以高介電係數的介電層來降低電晶體的操作電壓，但是，高介電係數的介電層多存在漏電的問題，製作成元件時會造成閘極漏電，必須提高薄膜厚度來抑制漏電，故對於降低電晶體的操作電壓仍未達理想的範圍。此外，高介電係數物質多需燒結適當比例的鈹材，且在傳統的沉積方式多無法運用在低溫製程的元件上。

舉數個專利前案為例，如美國專利第 7, 102, 231 號是利用含氮或氧的介電物質做為金屬連接線間的阻障層，用來避免連接線之間的漏電所造成的壓降與信號損失，可運用在顯示器畫素間的連接線上。而美國專利第 6, 872, 989 號利用 EHF 照射技術來改善三元化合高介電係數物質的漏電。然而，這些方法過於複雜，需要額外的製程成本，無法達到目前業界的要求。

【發明內容】

鑒於以上的問題，本發明的主要目的在於提供一種低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，係利用調變氮化鋁介電層沈積時的氣體混和比例，有效解決漏電的問題，並可在低溫的條件下成長高品質的氮化鋁介電層。

本發明的另一目的在於提供一種低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，

以簡單的濺鍍機台即可在低溫環境完成氮化鋁介電層的沉積，不僅可以實現在玻璃基板上，更可沉積於高分子基板。由於有效降低漏電，此氮化鋁薄膜可以更進一步應用於電晶體閘極絕緣層上。

因此，為達上述目的，本發明所揭露之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法是先將基板置於反應腔體中，再利用射頻濺鍍法 (RF-sputtering)，通入氮氣與氫氣並以鋁鈮作為濺鍍源，且氮氣與氫氣比為 2 : 5~2 : 12，溫度為 25~300°C，將氮化鋁介電層沉積於基板上。我們僅透過調整沉積薄膜時的氣體比例即可控制氮化鋁介電層的漏電，不需要額外的製程步驟，製程極為簡易。並且，本發明低漏電之氮化鋁介電層係可應用在具有電容結構的元件如電晶體、記憶體、薄膜電晶體 (TFT) 等。本發明以應用於有機薄膜電晶體的情形為例，由於氮化鋁介電層具有高介電係數，將可有效降低薄膜電晶體的操作電壓，同時，氮化鋁薄膜具有高疏水性，可與疏水性之有機半導體層形成良好介面，從而改善元件缺陷與良率。

為使對本發明中專利範圍能有進一步的了解，茲舉出具體實施例詳細說明如下：

【實施方式】

請參閱第 1 圖，為本發明實施例所提供之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法之流程圖。

本實施例之低溫的氮化鋁介電層是由射頻濺鍍機所沉積。如步驟 S100，n 型重摻雜的矽晶圓基板預先以去離子水沖洗，緊接著浸泡在丙酮中以超音波震盪器清洗，以移除雜質或微粒。並在晶圓放入濺鍍機反應腔體之前，以浸洗的方式將晶圓放入稀釋過的氫氟酸溶液 (HF : H₂O = 1 : 100) 中

去除原生氧化層。這個濺鍍系統中，我們以高純度鋁鈹（純度 99.999%）作為濺鍍源，而在氮化鋁介電層沉積之前，反應腔體會預先抽氣到 2×10^{-6} torr。

如步驟 S110，再通入氬氣與氫氣，氫氣與氮氣的比例（Ar : N₂）為 2 : 5~2 : 11。且氮化鋁在一個固定的總壓（2.5mtorr）下濺鍍，基板的溫度可設定在 25~300°C，之後，即可沉積得到一高疏水性之氮化鋁介電層。

此氮化鋁介電層可與疏水性薄膜或有機半導體薄膜有良好的親和性，並具低閘極漏電及高介電係數等特質，將可運用在薄膜電晶體的閘極絕緣層，可有效降低薄膜電晶體的操作電壓。以下以底部閘極（bottom gate）的反堆疊式（inverter staggered）之有機薄膜電晶體元件的應用為例。

如第 2 圖所示，本實施例所提供之有機薄膜電晶體 90，是先在基板 40 上成長一閘極層 50；然後，使用前述射頻濺鍍法，通入 2 : 5~2 : 12 之氬氣與氫氣及高純度鋁鈹作為濺鍍源，在 25~300°C 溫度下，製作一高介電係數的低溫氮化鋁介電層作為閘極絕緣層 60；再透過金屬遮罩來沉積並五苯（pentacene）作為有機半導體層 70 並定義其圖形，而沉積並五苯的基板溫度為 70°C，壓力為 1×10^{-6} torr，厚度與沉積速率約為 100nm 及 0.5Å/sec；最後，沉積金作為源極與汲極層 80 在有機半導體層 70 上，源極與汲極電極的厚度為 1000Å，元件的通道長度與寬度被定義為 600 μm 與 50 μm，即完成一個簡易底部閘極之有機薄膜電晶體 90 製作。

當然，本實施例之氮化鋁介電層亦可應用於下接觸式（bottom contact）、上接觸式（top contact）、與頂部閘極（top gate）之薄膜電晶體。

接著，本發明係以氮化鋁介電層製作一電容器結構進行實驗驗證。首先，經由金屬/氮化鋁/矽基板的電容結構(Metal/AlN/Si)量測可知，氮化鋁介電層有相當低的漏電值與相當高的崩潰電壓，相關的電壓-電流與電容-頻率量測結果可分別由第3圖與第4圖得知，且相對應的介電層厚度則低於100奈米。

由第3圖的閘極電場與閘極漏電圖可知，在高電場下 ($>1\text{MV/cm}$)，當我們嘗試降低氮化鋁介電層於基板上的沉積溫度，由 250°C 、 200°C 到 150°C ，則氮化鋁之介電層漏電可控制在 10^{-9}A/cm^2 以下，而在第4圖之電容-頻率的低頻率量測中 (小於 10k Hz)，氮化鋁的電容值約為 64nF/cm^2 ，推估的相對介電常數約為「7」，由此可證明氮化鋁介電層是一低漏電、高介電常數 ($K>3.9$) 的 High-k 物質。若要進一步的抑制閘極漏電，我們可調整濺鍍過程中氮氣/氬氣比率。如第5圖所示，當氮氣/氬氣氣體的比率由 $5/2$ 、 $7/2$ ，提高到 $9/2$ ，介電層的閘極漏電則可抑制到低於 10^{-9}A/cm^2 以下 (電場為 1MV/cm)。

綜合上述的實驗結果，可見本發明利用射頻濺鍍法製作氮化鋁介電層，其所需要的製程設備及材料相當簡單，並可簡單透過調變氣體混合比及降低沉積溫度的方式來降低薄膜漏電，並由於可在 300°C 以下的低溫成長氮化鋁介電層，可在晶圓、玻璃、高分子等耐高溫或是不耐高溫的基板上沉積。

藉由本發明所製作之氮化鋁介電層本身係具有相當高的疏水性，以及相當低的介電層漏電與高的介電常數，可製作大介電層電容的半導體元

件，利用大的介電層電容，可有效降低薄膜電晶體的操作電壓。再者，本發明可應用於製作具有電容結構的元件如電晶體、記憶體、薄膜電晶體等，其主動或被動層可為無機或有機的疏水性材料。

雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明實施例所提供之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法之流程圖；

第 2 圖係本發明之實施例應用於底部閘極之有機薄膜電晶體之示意圖

第 3 圖係本發明之實施例於不同沉積溫度的氮化鋁介電層漏電 (J-E) 分析；

第 4 圖係本發明之實施例於不同沉積溫度的氮化鋁介電層變頻率電容 (C-f) 分析；及

第 5 圖係本發明之實施例於不同氮氣/氫氣氣體的比率的氮化鋁介電層漏電分析。

【主要元件符號說明】

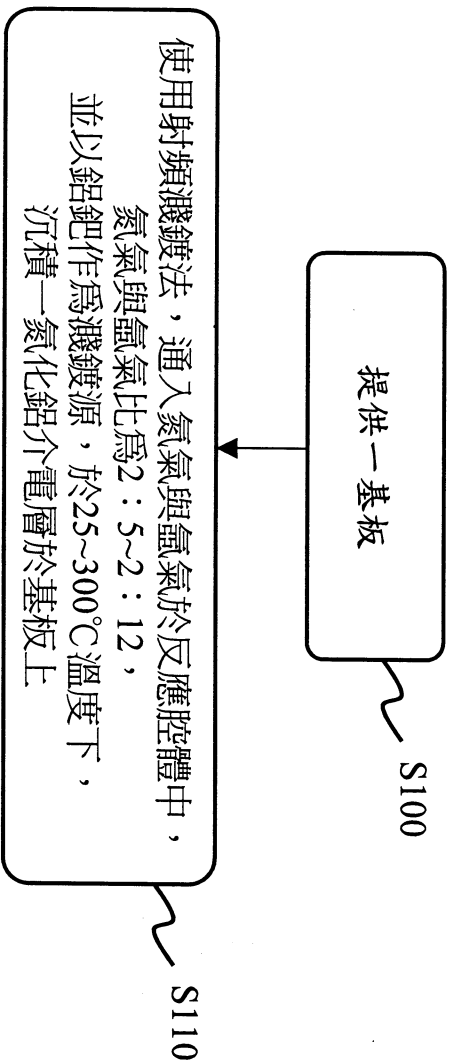
- 40 基板
- 50 閘極層
- 60 閘極絕緣
- 70 有機半導體層
- 80 源極和汲極層

200839874

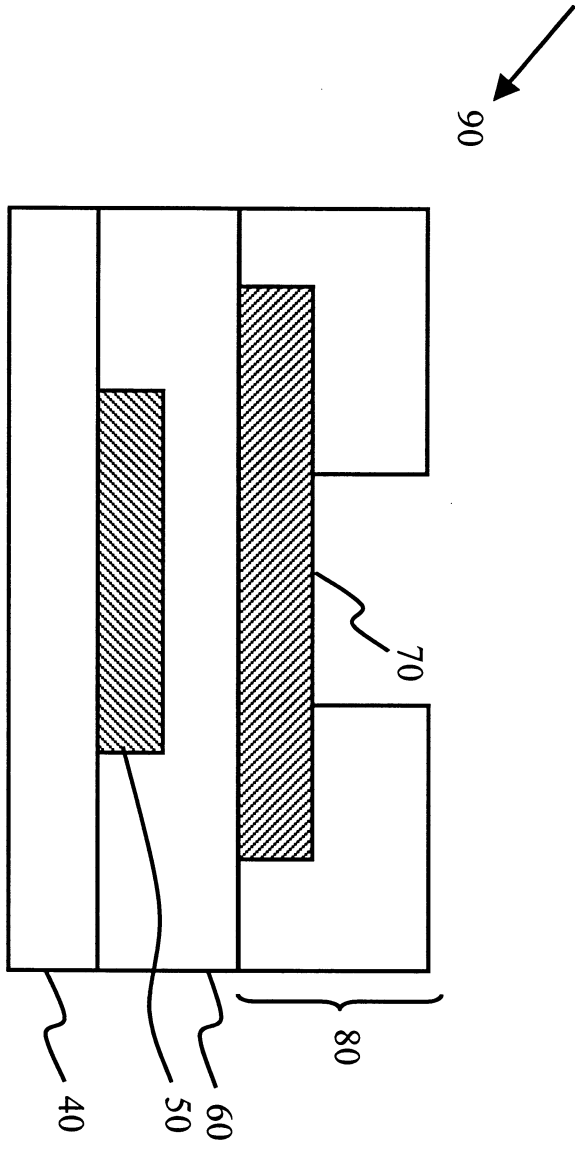
90 有機薄膜電晶體

十、申請專利範圍：

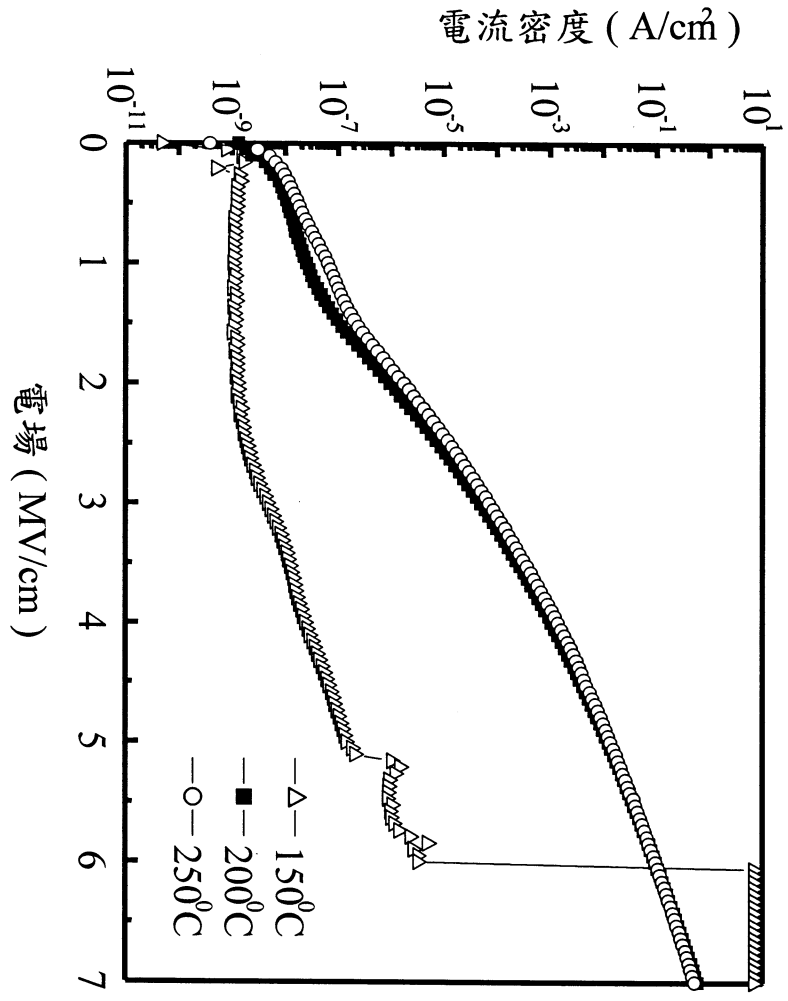
1. 一種低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，係使用於一有機薄膜電晶體之閘極絕緣層，其包含有下列步驟：
 提供一基板於一反應腔體中；及
 使用射頻濺鍍法 (RF-sputtering)，通入氮氣與氫氣於該反應腔體中，該氮氣與該氫氣比為 2:5~2:12，並以鋁鈮作為濺鍍源，於 25~300°C 溫度下，沉積一氮化鋁介電層於該基板上。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，其中該基板為矽晶圓、玻璃或高分子基板。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，其中該基板之提供步驟包含一洗淨程序，用以去除該基板上的雜質及原生氧化層。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，其中該氮化鋁介電層之沉積步驟中，該氮氣與該氫氣之總壓係維持在 2.5 毫托 (mtorr)。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之低漏電之氮化鋁介電層的製造方法，其中該氮化鋁介電層之厚度為 5~300 奈米。



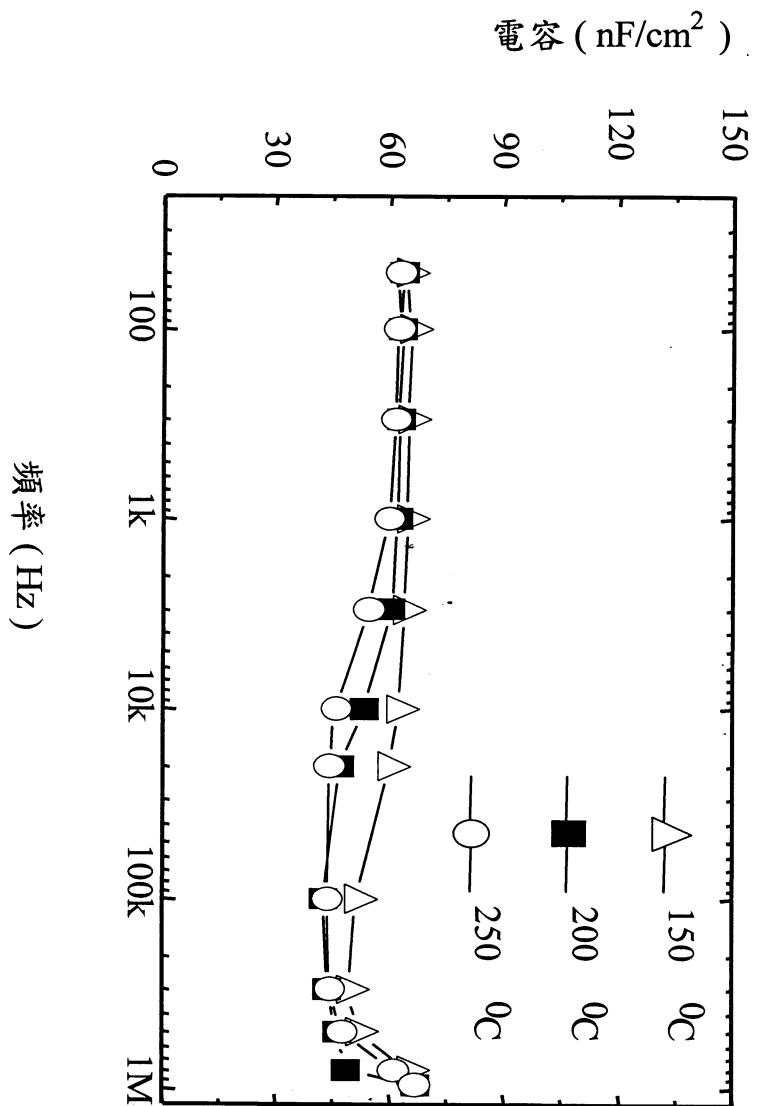
第1圖



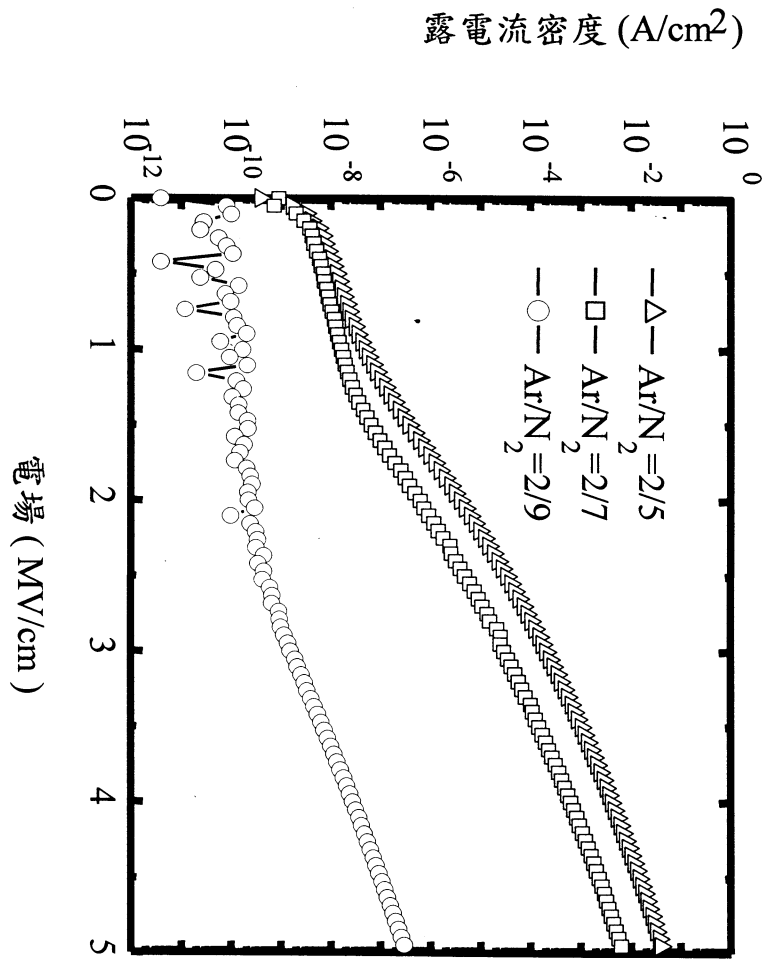
第2圖



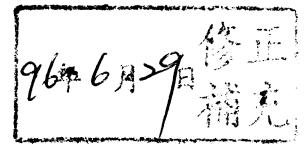
第3圖



第4圖



第5圖



發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96109106

※ 申請日期：

※IPC 分類： H01L 21/318 (2006.01)

H01L 51/40 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

低漏電之氮化鋁介電層的製造方法

二、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 友達光電股份有限公司
2. 國立交通大學

代表人：(中文/英文) 1. 李焜耀 2. 吳重雨

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 新竹科學工業園區力行二路1號
2. 新竹市大學路1001號

國 籍：(中文/英文) 中華民國 TW (均同)

三、發明人：(共7人)

姓 名：(中文/英文)

- 顏國錫
- 冉曉雯
- 黃振昌
- 陳建勳
- 葉峻銘
- 劉薄寬
- 古國欣

國 籍：(中文/英文)

中華民國 TW (均同)