

申請日期：89.5.16

案號：89109347

類別：

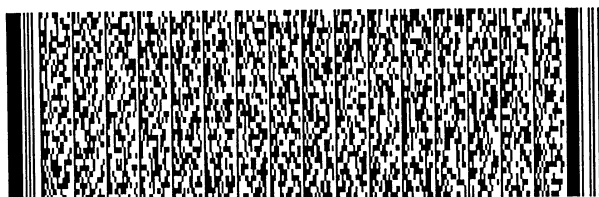
H01L 21/768

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

473921

一、 發明名稱	中文	堅實內部連接結構
	英文	ROBUST INTERCONNECT STRUCTURE
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 丹尼爾 C. 艾迪爾史汀 2. 文森 麥蓋哈 3. 亨利 A. 尼耶 三世 4. 布萊恩 G.R. 歐堤
	姓名 (英文)	1. DANIEL C. EDELSTEIN 2. VINCENT MCGAHAY 3. HENRY A. NYE, III 4. BRIAN G.R. OTTEY
	國籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國 4. 美國
	住、居所	1. 美國紐約州新羅崔勒市葛瑪西區15號 2. 美國紐約州普奇普斯市雅茲大道5號 3. 美國康乃狄克州布魯克菲爾市惠斯康尼爾路196號 4. 美國紐約州普奇普斯市貝爾摩大道13號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商萬國商業機器公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國紐約州阿蒙市新果園路
	代表人 姓名 (中文)	1. 傑拉德 羅森賽
	代表人 姓名 (英文)	1. GERALD ROSENTHAL



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	5. 威廉 H. 普萊斯
	姓 名 (英文)	5. WILLIAM H. PRICE
	國 籍	5. 美國
	住、居所	5. 美國紐約州寇特蘭曼納市北脊路17號
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

1999/05/19 09/314,003

案號

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

技術範圍

本發明係關於金屬內部連結物，特別係關於堅實銅內部連接結構。本發明發現VLSI及ULSI銅內部連結物之應用能力，尤其是包裝之應用能力。

發明背景

在半導體設計中持續增加利用銅當成在內部連結物之利益，因為與更傳統的鋁或鋁合金內部連結物比較，其具有低電阻及減低對電遷移不足之敏感性。

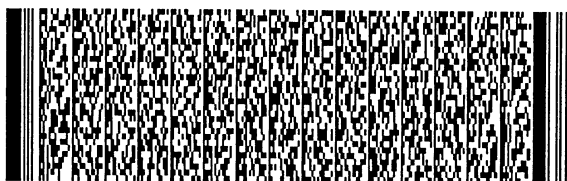
但是，因為在內部連結冶金術中使用銅時，其具有擴散至周圍介電物質之傾向，故銅的封閉是絕對必要的。封閉會抑制該擴散。一個廣被建議的封閉方法包括沿著銅在內部連結物之側壁及底表面使用導電阻擋層。典型的這些阻擋層是鉭及鈦。銅內部連結物的上表面封閉經常使用氮化矽。

但是，氮化矽不會表現對銅表面的黏附性，雖然以各種黏附性處理。因此，氮化矽對銅介面在機械載重條件下易脫層。

例如，為了確保包裝的可信度，故C4結構完整性必須是堅固的，以克服銅遭遇的機械應力。最近對銅內部連結物之C4護堅的研究顯示比較弱的C4結構完整性。在再加工及燃浸操作期間會造成失敗，因為在上層的氮化矽封層對銅本質上比較弱的黏附性。

本發明的概述

本發明係提供改良銅內部連結物之結構完整性，包括在



五、發明說明 (2)

銅BEOL上之C4。本發明係提供堅實對機械應力之內部連結物。

更特別是本發明的結構包含銅層、護墊限制層及放置在銅層與護墊限制層之間的AlCu層與阻擋層。

本發明也關於含有銅層、位於銅層之上及具有曝露部份銅層之開口之介電隔離層、位於開口中及在銅層之上的阻擋層、位於阻擋層之上的AlCu層及位於AlCu層之上的護墊限制層。

自以下詳細的說明會使本發明仍有的其它目的及優點變得更易使本技藝的那些熟練者瞭解，其中以只是涵蓋於進行本發明最好的模式為例證的方式之本發明較佳的具體實施例展示及說明。能夠以其它及不同的具體實施例瞭解本發明，並能夠在各種顯著的方面改良其許多細節，其不違背本發明。因此。說明只有例證的本性有關，不是做為限制。

圖形的扼要說明

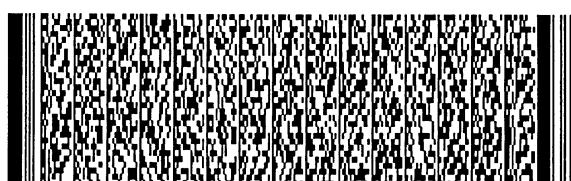
圖1是在Cu BEOL結構上先前技藝之C4之概要圖形。

圖2是在Cu BEOL結構上根據本發明的C4之概要圖形。

進行本發明用的最好及各種模式

以參考以下的圖形促進對本發明的瞭解。

特定言之，圖1是在Cu BEOL結構上先前技藝之C4之概要圖形，其中將銅護墊1在經由隔離區3之間隙或開口內與導體2連結。典型地是阻擋層或襯圈層(未展示)將出現在介於導體2與隔離區3之間的銅護墊側面及底部。



五、發明說明 (3)

隔離區3典型是二氧化矽。銅層典型是具有約0.3至約2微米之厚度及更典型是具有約0.5至約1.2微米之厚度。

在銅層上提供封閉層4，如氮化矽。在氮化矽的實例中，可將其以熟知的電漿增強化學蒸氣沉積法(PECVD)沉積。這種方法包含在電漿的存在下引入承載矽之氣體物種(如矽烷)及承載氮之氣體物種(如氮及／或氨)。其它承載矽之氣體物種包括二矽烷、二氯矽烷及四乙基原矽酸鹽。其它承載氮之氣體物種包括六甲基二矽烷。氮化矽的沉積作用經常在約300至約450℃下進行，並更典型是約350至約400℃。層4典型是具有約100至約20,000埃之厚度，關於氮化矽，該層更典型係是具有約100至約1000埃之厚度，甚至更典型是以約350至約700埃用於氮化矽。

以在封閉層4中的開口或間隙提供後續內部連接至C4護墊之入口。

在封閉層4頂端提供鈍化層5。鈍化層5也包括提供間隙或開口，其提供後續與C4護墊內部連接之入口。鈍化層5典型是二氧化矽、氮化矽、氧基氮化矽或其組合物。在二氧化矽的實例中，可將其以熟知的技術沉積，如電漿增強化學蒸氣沉積作用。較佳的層5是二氧化矽層與接著氮化矽層之組合物。層5的厚度典型是具有約1000至約9000埃。

在鈍化層5上提供介電層6。介電層6也包括提供間隙或開口，其提供後續與C4護墊內部連接之入口。

較佳的介電層6是聚亞醯胺。適合的聚亞醯胺包括未改



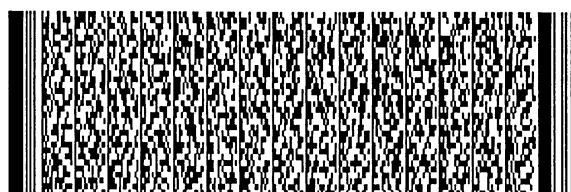
五、發明說明 (4)

良之聚亞醯胺與改良之聚亞醯胺，如聚酯亞醯胺、聚亞醯胺-亞醯胺-酯、聚亞醯胺-亞醯胺、聚矽氧烷亞醯胺與其它混合的聚亞醯胺。這些是本技藝已知的，不須要在此有非常詳細的說明。典型是以聚亞醯胺先質塗佈及接著以加熱轉換固化之聚亞醯胺的方式提供介電層6。在商業上可取得的聚亞醯胺先質(聚醯胺酸)或各種來自DuPont之聚亞醯胺先質是取自以Pyralin為商標命名者。這些聚亞醯胺先質有許多等級，包括那些取自以PI-2555、PI-2545、PI-2560、PI-5878、PIH-61454及PI-2540為商標命名者。部份這些是苯均四酸二酐-氧基二苯胺(PMDA-ODA)聚亞醯胺先質。

介電層6典型是具有約0.4至約5微米之厚度，更典型是具有約10,000至約40,000埃之厚度。

在目前實施的先前技藝中，以護墊限制冶金層7位於銅1頂端上。層7也存在於封閉層4、鈍化層5及介電層6中的間隙側壁上。

護墊限制冶金層7典型是氮化鈦、銅、金、鈦鎢、鉻，可將其根據美國專利申請專利案第4,434,434號或美國專利申請案第5,629,564號的說明沉積，將這些揭示案併入本文以供參考。典型是在護墊限制冶金層7中使用層的組合，特殊的組合物TiW，接著是CrCu及接著是Cu。TiW層典型是具有約250至約2000埃之厚度。CrCu層典型是具有約100至約2000埃之厚度。Cu層典型是其有約1000至約20,000埃之厚度。一種在原地的濺射清潔典型係優先於第



五、發明說明 (5)

一種金屬的沉積作用。

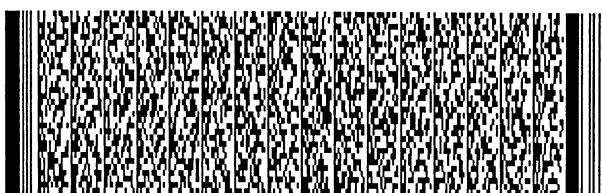
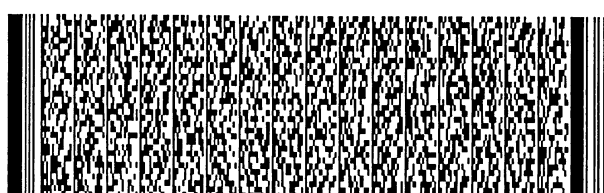
將覆蓋之C4護墊或隆起結構8經由在介電層6、鈍化層5及封閉層4中的間隙或開口直接與護墊限制層7接觸。

C4接點之隆起結構主要是Pb-Sn焊劑，並提供在積體電路片上，達到與基板以內部連接。典型是將接點隆起結構8沉積在金屬層7上，以增強黏附力。C4隆起以約0.100毫米沿著積體電路片上沿伸，並具有平行於積體電路片上表面平面的圓形或環形橫截面，並自其側面彎曲至隆起結構的頂端表面，在此達到與另一個以基板支撐之電極的內部連接。

在電路片以拉引再加工及前燃浸期間，將正常或剪切力施加在銅1上層之罩層4上。因為差的黏附性，故罩層可能會龜裂及自銅表面脫層。這種失敗模式會使得多片模式應用及部份單片用途之Cu內部連結技術比較不可信賴。

依照本發明，根據圖2的例證，將AlCu層9及阻擋層10提供在介於銅層1與護墊限制層7之間。AlCu層典型係包括約96至約99.5原子%之Al及對應於約4至約0.5原子%之Cu。AlCu層9典型是具有約0.5至約1.2微米。其可以熟知的濺射技術塗覆。

阻擋層10典型是鈦、氮化鈦、鈮或氮化鈮、或其混合物、組合物或合金。此外，常使用這些阻擋層之組合，特殊的組合是Ta₂N₅，接著是Ti及接著是TiN。Ta₂N₅層典型是具有約50至約1000埃之厚度。Ti層典型是具有約200至約700埃之厚度。TiN層典型是具有約200至約700埃之厚度。一



五、發明說明 (6)

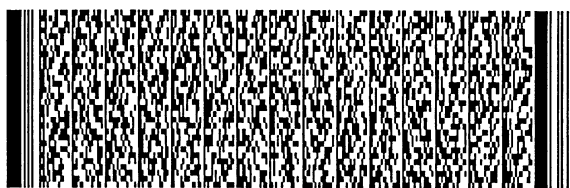
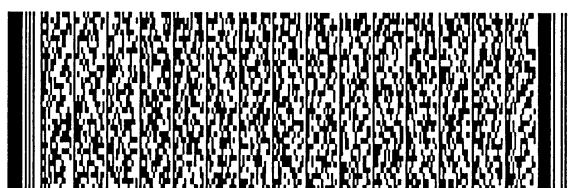
種在原地的濺射清潔典型係優先於第一種金屬的沉積作用。

根據本發明較佳的觀點，AlCu層9及阻擋層10會在鈍化層之上延伸，並與其重疊。而且，較佳地是其寬度實質上與銅層1寬度一樣。

而且，在較佳的構造中，介電層6會重疊AlCu層9的重疊部份及護墊限制層7會重疊介電層6的重疊部份。

AlCu層及阻擋層會提供C4護墊堅實的Cu內部連結。經進行的張力拉引試驗證實根據本發明的結構會使根據圖1展示之先前技藝結構之50-70%之不足速度減低就本發明結構之0%。

由本發明以上的說明例證及說明本發明。此外，揭示文只是展示及說明根據上述本發明較佳的具體實施例而已，當然，本發明能夠在各種其它組合、改良及環境中使用，並能夠在根據本文表示的本發明觀念範圍內相應於以上的指導及／或相關技藝之技巧或知識做變化或改良。以本文以上說明的具體實施例企圖進一步解釋本發明實證的已知最佳模式，並能夠使本技藝的其它熟練者瞭解本發明這些或其它具體實施例，及本發明特殊應用或用途所需要的各種改良。因此，本說明不是企圖將本發明限制成經本文揭示之形式。而且，計劃將附加的申請專利範圍解釋成囊括可替換之具體實施例。

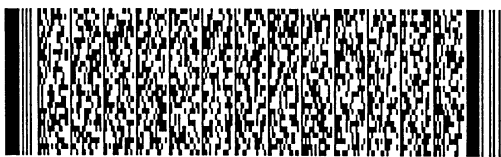


四、中文發明摘要 (發明之名稱：堅實內部連接結構)

一種含有銅層、阻擋層、AlCu層及護熱限制層之結構，其中將AlCu層及阻擋層放置在銅層與護墊限制層之間。

英文發明摘要 (發明之名稱：ROBUST INTERCONNECT STRUCTURE)

A structure comprising a layer of copper, a barrier layer, a layer of AlCu, and a pad-limiting layer, wherein the layer of AlCu and barrier layer are interposed between the layer of copper and pad-limiting layer.



六、申請專利範圍

1. 一種多層結構，含有銅層、阻擋層、AlCu層及護墊限制層，其中將AlCu層及阻擋層放置在銅層與護墊限制層之間，及其中將阻擋層放置在銅層與AlCu層之間。

2. 根據申請專利範圍第1項之多層結構，其中銅層為約0.3至約2微米之厚度。

3. 根據申請專利範圍第1項之多層結構，其中AlCu層包括約96至約99.5原子%之Al。

4. 根據申請專利範圍第1項之多層結構，其中AlCu層為約0.5至約1.2微米之厚度。

5. 根據申請專利範圍第1項之多層結構，其中阻擋層係選自由鈦、鉭、其氮化物、其混合物、其組合物及其合金等組成的各物。

6. 根據申請專利範圍第1項之多層結構，其中阻擋層為約50至約1000埃之厚度。

7. 根據申請專利範圍第1項之多層結構，其中阻擋層是Ta₂N層、Ti層與TiN層之組合。

8. 根據申請專利範圍第7項之多層結構，其中TiN層為約200至約700埃之厚度，Ti層為約200至約700埃之厚度，及Ta₂N層為約50至約1000埃之厚度。

9. 一種內部連結結構，包含銅層、位於銅層上及具有以開口曝露部份銅層之封閉層、位於開口中及在銅層上之阻擋層、位於開口中及在阻擋層上之AlCu層、及位於AlCu層上之護墊限制層。

10. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其進一步



六、申請專利範圍

包含與護墊限制層接觸之C4接點隆起。

11. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其進一步包含位於隔離層之上及具有與在隔離層中的開口一致之開口之鈍化層。

12. 根據申請專利範圍第11項之內部連結結構，其中AlCu層在鈍化層上延伸，並與其重疊。

13. 根據申請專利範圍第12項之內部連結結構，其中阻擋層在鈍化層上延伸，並與其重疊。

14. 根據申請專利範圍第12項之內部連結結構，其中AlCu層具有實質上與銅層寬度相同的寬度。

15. 根據申請專利範圍第13項之內部連結結構，其中阻擋層具有實質上與銅層寬度相同的寬度。

16. 根據申請專利範圍第11項之內部連結結構，其進一步包含位於鈍化層上的介電層。

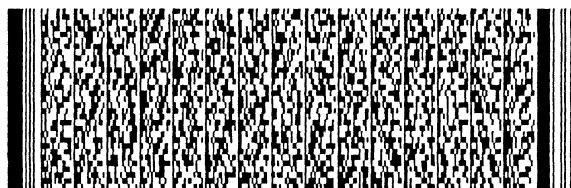
17. 根據申請專利範圍第14項之內部連結結構，其進一步包含位於鈍化層上的介電層。

18. 根據申請專利範圍第17項之內部連結結構，其中介電層會重疊AlCu層的重疊部份。

19. 根據申請專利範圍第17項之內部連結結構，其中護墊限制層會重疊介電層。

20. 根據申請專利範圍第18項之內部連結結構，其中阻擋層會重疊部份介電層。

21. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中銅層為約0.3至約2微米之厚度。



六、申請專利範圍

22. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中AlCu層包括約96至約99.5原子%之Al。

23. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中AlCu層為約0.5至約1.2微米之厚度。

24. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中阻擋層係選自由鈦、鉭、其氮化物、其混合物、其組合物及其合金等組成的各物。

25. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中阻擋層為約50至約1000埃之厚度。

26. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中阻擋層是TaN層、Ti層與TiN層之組合。

27. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中TiN層為約200至約700埃之厚度，Ti層為約200至約700埃之厚度，及TaN層為約50至約1000埃之厚度。

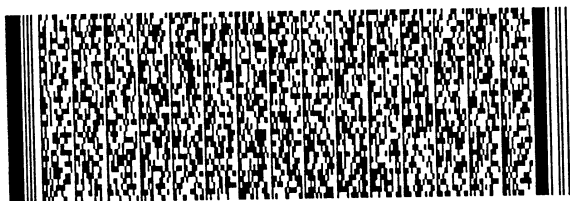
28. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中封閉層包含氮化矽。

29. 根據申請專利範圍第28項之內部連結結構，其封閉層為約100至約1000埃之厚度。

30. 根據申請專利範圍第10項之內部連結結構，其中C4接點隆起是Sn-Pb焊劑。

31. 根據申請專利範圍第11項之內部連結結構，其中純化層係選自由二氧化矽、氮化矽、氧基氮化矽及其組合物等組成的各物。

32. 根據申請專利範圍第28項之內部連結結構，其中純



六、申請專利範圍

化層為約1000至約9000埃之厚度。

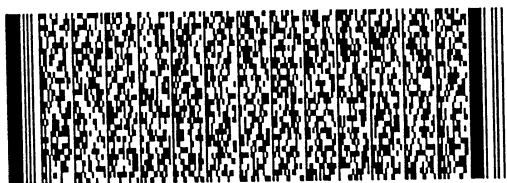
33. 根據申請專利範圍第14項之內部連結結構，其中介電層是聚亞醞胺。

34. 根據申請專利範圍第1項之結構，其中護墊限制層係選自至少一種由氮化鈦、銅、金、鈦鎢、鉻及其組合物等組成的各物之元件。

35. 根據申請專利範圍第1項之結構，其中護墊限制層包含TiW層，接著是CrCu層及接著是Cu層。

36. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中護墊限制層係選自至少一種由氮化鈦、銅、金、鈦鎢、鉻及其組合物等組成的各物之元件。

37. 根據申請專利範圍第9項之內部連結結構，其中護墊限制層包含TiW層，接著是CrCu層及接著是Cu層。



89109347

圖式

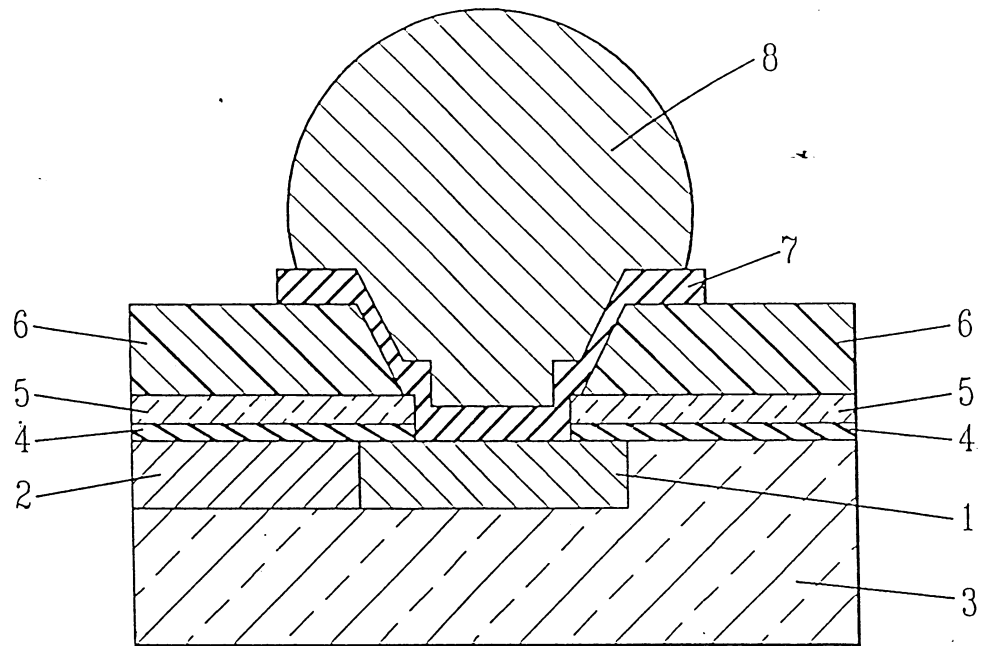


圖 1

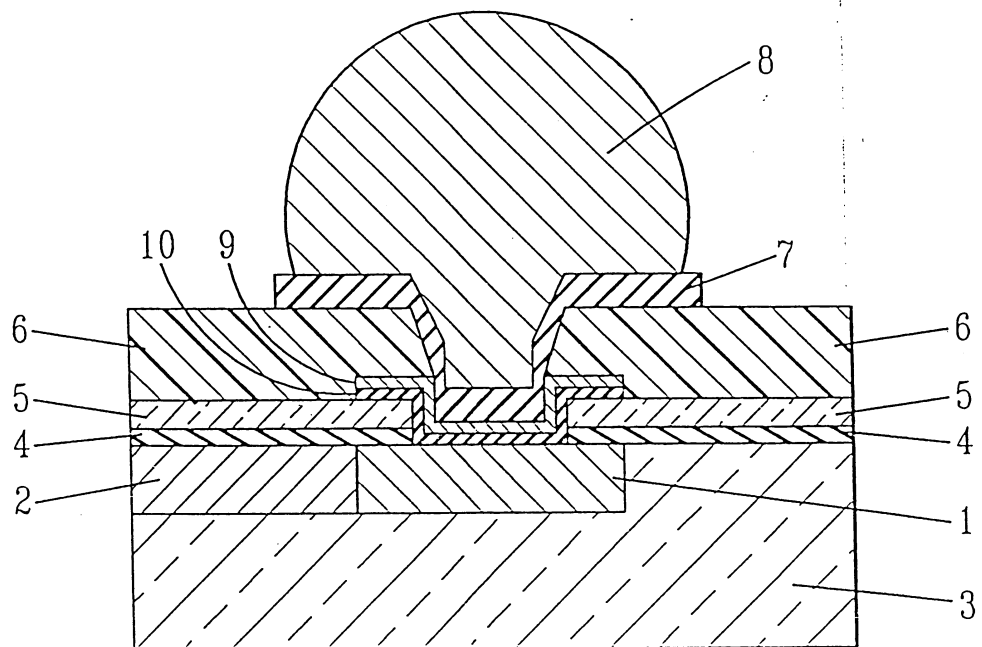


圖 2