(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 200944319 A1

(43)公開日： 中華民國 98 (2009) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：098103202　(22)申請日： 中華民國 98 (2009) 年 02 月 02 日

(51)Int. Cl.：　*B23K20/10 (2006.01)*　*H01L21/60 (2006.01)*

B23K101/40 (2006.01)　*B23K103/12 (2006.01)*

(30)優先權：2008/01/25　日本　2008-015262

2009/01/20　世界智慧財產權組織　PCT/JP2009/050712

(71)申請人：新日鐵高新材料股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL MATERIALS CO., LTD. (JP)

日本

日鐵微金屬股份有限公司 (日本) NIPPON MICROMETAL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：宇野智裕 UNO, TOMOHIRO (JP) ；木村圭一 KIMURA, KEIICHI (JP) ；山田隆 TAMADA, TAKASHI (JP)

(74)代理人：洪澄文

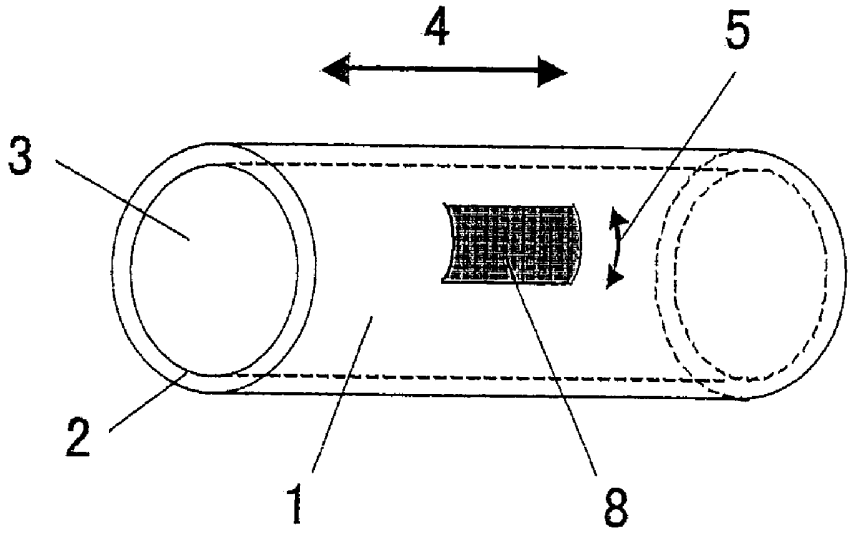
申請實體審查：無　申請專利範圍項數：13 項　圖式數：2　共 60 頁

(54)名稱

半導體裝置用合接線

(57)摘要

本發明的目的是提供高性能的合接線，其可以抑制銲球正上方部分的線傾(線偏)及彈性不佳，並具有優異的線弧的直線性、弧高的穩定性等，而可以適用於堆疊晶片的連接、縮小線徑、窄間距封裝等的半導體封裝技術。半導體裝置用合接線是包含：一芯材，由導電性金屬所構成；一表皮層，位於上述芯材上，其主成分為與上述芯材不同的金屬；其中位於合接線表面的上述表皮層的晶粒之合接線圓周方向的平均尺寸 a、位於合接線軸向的垂直截面的上述芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7。



1：合接線
2：表皮層
3：芯材
4：合接線的長邊方向
5：圓周方向
8：平坦部分

(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 200944319 A1

(43)公開日： 中華民國 98 (2009) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：098103202　(22)申請日： 中華民國 98 (2009) 年 02 月 02 日

(51)Int. Cl.：　*B23K20/10 (2006.01)*　*H01L21/60 (2006.01)*

B23K101/40 (2006.01)　*B23K103/12 (2006.01)*

(30)優先權：2008/01/25　日本　2008-015262

2009/01/20　世界智慧財產權組織　PCT/JP2009/050712

(71)申請人：新日鐵高新材料股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL MATERIALS CO., LTD. (JP)

日本

日鐵微金屬股份有限公司 (日本) NIPPON MICROMETAL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：宇野智裕 UNO, TOMOHIRO (JP) ；木村圭一 KIMURA, KEIICHI (JP) ；山田隆 TAMADA, TAKASHI (JP)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：無　申請專利範圍項數：13 項　圖式數：2　共 60 頁

(54)名稱

半導體裝置用合接線

(57)摘要

本發明的目的是提供高性能的合接線，其可以抑制銲球正上方部分的線傾(線偏)及彈性不佳，並具有優異的線弧的直線性、弧高的穩定性等，而可以適用於堆疊晶片的連接、縮小線徑、窄間距封裝等的半導體封裝技術。半導體裝置用合接線是包含：一芯材，由導電性金屬所構成；一表皮層，位於上述芯材上，其主成分為與上述芯材不同的金屬；其中位於合接線表面的上述表皮層的晶粒之合接線圓周方向的平均尺寸 a、位於合接線軸向的垂直截面的上述芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於半導體裝置用合接線，其是用於連接半導體元件上的電極與電路基板(導線架、基板、薄膜基板等)的線路。

【先前技術】

目前在半導體元件上的電極與外部接點之間進行接合的合接線(bonding wire)，主要是使用線徑 20~50μm 左右的細線(合接線)。關於合接線的接合，一般是使用超音波加上熱壓合的方式，並使用通用的接合裝置、以及將合接線穿過其內部而用於連接的銲針治具。以電弧將熱導入合接線的前端而將其加熱熔融、並因表面張力而形成銲球之後，將此銲球部分以壓力接合於已加熱至 150~300℃ 的半導體元件的電極上，之後以超音波壓合直接將合接線接合於外部引線那一側。

近年來，半導體封裝的構造、材料、連接技術等呈現急速、多樣化的發展，例如封裝結構中，除了現行使用導線架的四面扁平封裝(quad flat package；QFP)之外，隨著使用基板、聚醯亞胺(polyimide)膠片等的球閘陣列(ball grid array；BGA)、晶片尺寸封裝(chip scale package；CSP)等的新封裝形態的實用化，需要線弧(loop)特性、接合性、量產使用性更佳的合接線。

隨著將鄰接的合接線的間隔縮小的窄間距(pitch)化

正持續進行，所對應的合接線的條件，是需要提升細線徑、高強度、控制線弧、接合性的性能。而隨著半導體封裝密度的提升，線弧形狀則趨於複雜化。線弧形狀的分類，是以弧高、接合的跨距(span)作為指標。在最新的半導體中，在一個封裝體內混合配置高弧與低弧、短線與長線等相反的線弧的情況，正在增加中。若是以單一種類的合接線來實現上述結構，則必須有嚴格規範的合接線材料設計。

合接線的材料，目前為止主要是使用高純度 4N 系列(純度>99.99 質量%)的金。為了提升高強度、高接合性等的特性，則對微量的合金元素進行調整。最近，為了提升接合部分的可靠性，將添加元素濃度增加至 1 質量%以下的純度 2N(純度>99 質量%)的金合金的合接線亦是實用化的狀態。藉由調整添加於金的合金元素的種類、濃度，而可以控制高強度、可靠度等性質。另一方面，亦有由於合金化的緣故，而發生接合性下降、電阻增加等問題的情況，而難以綜合性地滿足對於合接線的多種的需求特性。

另外，金的價格昂貴，而有使用材料費用較低的其他金屬的需求，而以材料費用低廉、導電性優良的銅作為原料的合接線正在開發中。然而，銅的合接線具有因為其表面的氧化所造成的接合強度不足、以樹脂封膠時容易發生合接線表面的腐蝕等的問題。此亦為銅的合接線並未進展到實用化的原因。

目前為止實用化的合接線的特徵是全部都是單層構造。即使材料變成金、銅等，其內部含有均勻分佈的合金

元素，若觀察合接線的截面可看出其為單層構造。雖然亦有在合接線的表面形成薄層的自然氧化膜、用於保護表面的有機膜等的情況，但僅限於極薄的區域（數個原子層左右）。

為了因應對於合接線的條件的多種需求，有人提出在合接線的表面被覆其他金屬的多層構造的合接線。

關於防止銅合接線的表面氧化的方法，下列專利文獻1已揭露以金、銀、鉑、鈀、鎳、鈷、鉻、鈦等的貴金屬或耐蝕性金屬被覆銅的合接線。另外，在銲球的形成性、防止鍍液的劣化等方面，下列專利文獻2所揭露的合接線的構造具有以銅為主成分的芯材、形成於上述芯材上而由銅以外的金屬所構成的異種金屬層、及形成於上述異種金屬上而由熔點高於銅的耐氧化性金屬所構成的被覆層。在專利文獻3所揭露的合接線具有以銅為主成分的芯材與上述芯材上的外皮層，其中上述外皮層含有成分或組成的至少一種與上述芯材不同的金屬、以及銅，上述外皮層為厚度0.001~0.02μm的薄膜。

另外，關於金合接線，亦有許多多層構造的技術被提出。例如專利文獻4所揭露的合接線，是在高純度Au或Au合金所構成的芯線的外圈面，被覆由高純度Pd或Pd合金所構成的被覆材料。在專利文獻5所揭露的合接線，是在高純度Au或Au合金所構成的芯線的外圈面，被覆由高純度Pt或Pt合金所構成的被覆材料。在專利文獻6所揭露的合接線，是在高純度Au或Au合金所構成的芯線的外

圈面，被覆由高純度 Ag 或 Ag 合金所構成的被覆材料。

上述以半導體為對象的多層構造的合接線，雖然受到了很大的實用化的期待，但迄今尚未實用化。一方面期待多層構造所帶來的表面改質、高附加價值等，另一方面又必須綜合性地滿足合接線製造的產能、品質、與接合步驟的良率、性能穩定性、還有半導體使用時的長期可靠度。

關於用於量產的合接線特性，是希望要綜合性地滿足接合步驟中的線弧控制的穩定還有提升接合性、抑制樹脂封膠步驟中的合接線變形、接合部位的長期可靠度等等，而藉此可適用於最尖端的窄間距連接、堆疊晶片連接等的高密度封裝。

專利文獻 1：特開昭 62-097360 號公報

專利文獻 2：特開 2004-064033 號公報

專利文獻 3：特開 2007-012776 號公報

專利文獻 4：特開平 4-079236 號公報

專利文獻 5：特開平 4-079240 號公報

專利文獻 6：特開平 4-079242 號公報

【發明內容】

【發明所欲解決的問題】

習知單層構造的合接線（以下稱「單層線」）中，雖然添加合金化的元素對於拉伸強度、接合部位的強度、可靠度等的改善是有效的，但是其顧慮在於特性的提升有其限度。關於多層構造的合接線（以下稱「複層線」），與單層

線相比，則期待其特性更加提升而提高其附加價值。具有高功能化的複層線，例如為了防止銅合接線的表面氧化，可以在合接線的表面被覆貴金屬或耐氧化金屬。金的合接線中，亦在合接線表面被覆高強度金屬或合金，而期待降低樹脂流動的效果。

然而，考慮到半導體封裝的高密度化、小型化、薄型化等的需求，經由本案諸位發明人的評量，顯示出複層線如後文所述殘留了許多實用上的問題。

由於多接點、窄間距化，一個積體電路內會混合配置跨距、弧高不同的連接線，亦常常有發生習知技術所未知的問題的情況。代表的例子是銲球直立部分的傾斜缺陷，是因為窄間距化而被瞭解的課題。所謂的傾斜缺陷，是銲球接點附近的合接線直立部分發生傾倒，而使鄰接的合接線之間的間隔變小的現象，而有改善傾斜缺陷的合接線材料的需求。

關於銲球直立部分的傾斜缺陷的對策，即使是單純地提高合接線的強度、彈性，或相反地降低其強度，均難以改善。另外，即使僅僅增減破壞時的伸長率、彈性等的機械特性，仍難以穩定、減少上述傾斜的問題。在銲球直立部分是受到銲球熔融時的熱影響、線弧形成時的變形應變等等，基於單純的合接線母線的機械性質、或元素添加的合金設計等等，對習知材料作延伸設計是有其界限。抑制接合的線傾之傾斜缺陷，成為窄間距連接的量產階段的重要課題之一。在複層線中，由於必須分別對芯材與表皮層

進行材料設計、組織控制，其會遭遇到改善傾斜問題的困難，其支配要因亦不明確。

接下來，針對成為堆疊晶片連接問題的傾斜缺陷進行說明。堆疊晶片的合接線連接中，是與一般的銲線製程的接合相反，常常使用稱為反向接合的連接方式。其手法是：在第一階段中，在晶片上的電極形成銷狀凸塊(stud bump)；在第二階段中，將銲球部分接合於基板的電極上，再以楔結合(wedge bonding)將合接線接合於上述銷狀凸塊上。藉由此一反向接合，可抑制線弧的高度，即使在晶片堆疊數增加而使階差極高的情況亦可以穩定地控制線弧。另一方面，此一反向接合所顧慮的情況，是合接線彎曲彈性不良的發生。在記憶體積體電路中，堆疊晶片逐漸成為主流，而期待減低此一彈性不良的情況。

關於減低彈性不良的手法，是使用降低合接線的破裂強度的手法。然而，由於合接線強度的降低，將其線徑細化會有其界限，會有線弧形狀不穩定等的顧慮。使彈性不良的降低與線弧形狀的穩定化是有困難的。在複層線中，由於必須分別對芯材與表皮層進行材料設計、組織控制，即使研究分開對彈性不良與線弧形狀進行改善，一般認為難以同時滿足二種特性。

本發明的目的在於提供半導體裝置用合接線，其為解決上述習知技術的問題的複層線，特別是可以減低傾斜缺陷與彈性不良。

【用以解決問題的手段】

本案諸位發明人，針對為了解決上述合接線的傾斜缺陷、彈性不良等的複層構造的合接線進行研究，其結果發現控制上述表皮層的結晶組織與芯材的結晶組織可以得到效果。

本發明是根據上述結果而完成，具有以下構成的要點。

本發明之申請專利範圍第 1 項相關的半導體裝置用合接線，是包含：一芯材，由導電性金屬所構成；一表皮層，位於上述芯材上，其主成分為與上述芯材不同的金屬；其特徵在於：位於合接線表面的上述表皮層的晶粒之合接線圓周方向的平均尺寸 a、位於垂直截面的上述芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7，而上述垂直截面為合接線軸向的垂直方向的截面。

本發明之申請專利範圍第 2 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 項中，上述平均尺寸 a 為 1.5μm 以下。

本發明之申請專利範圍第 3 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 或 2 項中，上述平均尺寸 b 為 2μm 以上。

本發明之申請專利範圍第 4 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 3 項任一項中，位於合接線表面的上述表皮層的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 c、位於包含合接線軸的延伸方向的截面之軸截面的上述芯材的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 d 的關係為(d/c)≧1.2。

本發明之申請專利範圍第 5 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 4 項任一項中，上述表皮層的表面硬度 SH 與上述芯材的截面硬度 CH 的關係為(SH/CH)≧1.3。

本發明之申請專利範圍第 6 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 5 項任一項中，其中上述表皮層的厚度為 0.005~0.3μm。

本發明之申請專利範圍第 7 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 6 項任一項中，構成上述表皮層的主成分為 Pd、Pt、Ru、及 Ag 中的至少一種。

本發明之申請專利範圍第 8 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 7 項任一項中，構成上述芯材的主成分為 Cu 及 Au 中的至少一種。

本發明之申請專利範圍第 9 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 8 項任一項中，在上述表皮層與上述芯材之間具有一中間金屬層，上述中間金屬層的成分與構成上述表皮層及上述芯材的主成分不同。

本發明之申請專利範圍第 10 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 1 至 9 項任一項中，在上述表皮層與上述芯材之間具有一擴散層，上述擴散層具有濃度梯度。

本發明之申請專利範圍第 11 項相關的半導體裝置用

合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 7 至 10 項任一項中，構成上述芯材的主成分為 Cu，並含有 5~300ppm 的範圍之 In、Ca、B、Pd、Bi、Zr、Ag、及 P 中的至少一種。

本發明之申請專利範圍第 12 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 7 至 11 項任一項中，構成上述芯材的主成分為 Cu、並含有 5~10000ppm 的範圍之 Pd，而構成上述表皮層的主成分為 Pd 或 Ag。

本發明之申請專利範圍第 13 項相關的半導體裝置用合接線，其特徵在於：在申請專利範圍第 7 至 10 項任一項中，構成上述芯材的主成分為 Au，並含有 5~9500ppm 的範圍之 Be、Ca、Ni、Pd、及 Pt 中的至少一種。

【發明效果】

藉由本發明之半導體裝置用合接線，可以改善銲球正上方部分的線傾(線偏)。另外，可以抑制在堆疊晶片等成為問題的彈性不良。另外，可以促進合接線的接合形狀的穩定化。其結果，可以提供高性能的合接線，而適用於線徑細化、間距窄化、跨距變長、三次元封裝等的最新的半導體封裝技術。

【實施方式】

【用以實施發明的最佳形態】

關於半導體裝置用合接線(以下稱「合接線」)，針對由導電性金屬所構成的芯材、在上述芯材上且以異於芯材的面心立方金屬為主成分的表皮層所構成之物，結果發

現：將上述表皮層的晶粒組織與芯材的晶粒組織控制在特定的關係，除提升楔結合強度之外，還可有效改善銲球正上方部分的線傾(線偏)、有效控制反向接合的彈性不良。

具體而言，針對可以因應窄間距連接、三次元連接的新需求等的複層構造的合接線進行研究，其結果發現交互控制表皮層與芯材的組織是有效的措施。特別是藉由著眼於表皮層的表面晶粒的大小與位於芯材的截面的晶粒大小的關係對合接線的使用性能所造成的影響，初次確認了可以綜合性地改善線弧控制性、接合性等等。還有在效果方面，亦發現控制表皮層與芯材的材質、厚度等的組合是有效的措施。

也就是一種半導體裝置用合接線，包含：一芯材，由導電性金屬所構成；一表皮層，位於上述芯材上，其主成分為與上述芯材不同的金屬；其特徵在於：位於合接線表面的上述表皮層的晶粒之合接線圓周方向的平均尺寸 a、位於垂直截面的上述芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7，而上述垂直截面為合接線軸向的垂直方向的截面。藉由此複層線，可以改善傾斜缺陷。

控制傾斜的因子到目前為止仍不明確，因此有必要根據新的指標來開發合接線材料。傾斜現象(缺陷)，是指在銲球接合附近的直立部分的合接線傾倒。如上，傾斜現象亦可以說是位於銲球接合的正上方部分附近、或在銲球接合時受到熱的影響的部位(熱影響部分)的局部區域的合接線的直線性。個別地控制合接線的表面與中心部分的組

織，對於維持此部位的直線性而控制線弧形狀是有效的措施。關於複層線，由於比較容易個別地控制表皮層與芯材，在這一點上是其優點。

已發現同時控制而縮小複層線的表皮層的晶粒尺寸、並相反地加大芯材的晶粒尺寸，對於傾斜的改善(傾斜缺陷的控制、熱影響部分等的合接線直線性)是有效的措施藉由加大芯材的晶粒尺寸，是使複雜的線弧控制中的變形阻力減低，而期待使線弧穩定化的效果。即使銲球附近的合接線受到熱的影響而使芯材部分因為再結晶而使晶粒粗化，表皮層仍可維持某種程度的細微組織。其作用認為是即使合接線因彎曲、彎折等而受到相當的變形應變，仍可有效地抑制橫向的傾倒。若僅進行表皮層的晶粒細化與芯材的晶粒粗化的任一項，則確認對於傾斜改善的效果較小。

具體而言，以位於合接線表面的表皮層晶粒的圓周方向的平均尺寸為 a、位於合接線線軸的垂直方向的截面之垂直截面的上述芯材的晶粒的平均尺寸為 b，已瞭解其比例(a/b)是與傾斜現象的相關度最高。綜合性地考量：在合接線橫向傾倒的傾斜現象中，合接線線軸的圓周方向及垂直截面的組織扮演了較具支配性的角色；在薄的表皮層方面，從表面觀察可以正確地判定組織。在此處，表皮層與芯材的晶粒平均尺寸的比例(a/b)為 0.7 以下的理由，是因為對傾斜缺陷的抑制效果較高。較佳的情況，若該比例(a/b)為 0.3 以下，即使是弧高 400μm 以上的高線弧連接，亦可得到很高的對傾斜缺陷的減低效果。由於傾斜缺陷與合接

線傾倒有很密切的關係，一般而言線弧愈高則不良率有增加的傾向。即使是弧高400μm以上的情況，藉由傾斜性能的提升，對於多段線路等是有利的。更佳的情況，若該比例(a/b)為0.1以下，由於對線徑20μm以下的細線的傾斜缺陷的抑制效果提高，可適用於40μm以下的窄間距(pitch)連接。另外，雖然(a/b)值愈低對傾斜缺陷的抑制欲有利，但是考慮到合接線製造的產能、操作性、品質保證等的因素，在實作上的(a/b)的下限值較好為0.001。

在芯材與表皮層的複層構造的合接線中，滿足晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7的關係，更好是上述表皮層的晶粒平均尺寸a為1.5μm以下。藉此改善目前為止難以因應的反向階差接合時的傾斜，因此可促進堆疊晶片連接的量產實用。

在反向階差接合中，通常楔結合部分的位置高於銲球接合部分，因此與一般的接合製程比較，銲球接合附近的合接線直立部分的長度增加了數倍，塑性變形的部位亦不同。此亦是在反向階差接合中的合接線傾倒、彎曲等的缺陷發生頻率較高的重要原因。缺陷的原因與上述的傾斜現象類似，並受到更嚴厲的評量。

在此處表皮層的圓周方向的晶粒平均尺寸a為1.5μm以下的理由是，若是其值超出1.5μm，在容易更顯著地反應頸部的直線性的反向階差接合中，仍有難以減低傾斜缺陷的情況。更佳的情況為，上述晶粒平均尺寸a為1μm以下，若在此範圍內，以線徑20μm以下的細線進行反向階差接合，對於傾斜缺陷的抑制可以得到更高的效果。表皮

層的晶粒平均尺寸雖然如上所述是愈小愈好，但是由於在現行的技術上仍有製造方面的界限，而現實上其下限為0.001μm以上。

在芯材與表皮層的複層構造的合接線中，滿足晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7的關係，更好是上述芯材的晶粒平均尺寸b為2μm以上。藉此，可以減低頸部的損傷，而有利於低線弧化。低線弧連接中，由於對合接線進行強制性的拉伸操作，而因為受到熱的影響，在強度較弱的頸部中，容易受到破裂或開口形狀等的損傷。考量到若是加大芯材的晶粒平均尺寸亦可以減少晶界，其結果是提升個別晶粒的延展性、或是減低殘留應變等等，藉此可以抑制頸部的損傷。芯材的晶粒平均尺寸雖然如上所述是愈大愈好，但是其上限是芯材的直徑以下，還有考量到製造過程中使晶粒成長的時間的經濟性，其值較好為15μm以下。

在此處，芯材截面的晶粒平均尺寸為2μm以上的理由是，若其值不滿2μm，則會有在低線弧的情況下對頸部損傷的減低效果不充分的情況。更佳的情況為上述晶粒平均尺寸b為4μm以上。若是上述晶粒平均尺寸b落在上述範圍內，則可以得到對弧高在70μm以下的超低線弧情況中的頸部損傷更高的抑制效果。

在芯材與表皮層的複層構造的合接線中，滿足晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7的關係，更好是位於合接線表面的表皮層的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 c、位於包含合接線軸的延伸方向的截面之軸截面的上述芯材的晶粒之合接線軸

向的平均尺寸 d 的關係為(d/c)≧1.2。藉此，可以抑制傾斜缺陷與提升線弧形狀的直線性(線弧形狀的穩定化)，還可以減低彈性不良，而有利於兼顧彈性不良的減低與線弧形狀的穩定化。關於上述平均尺寸 c 與 d 的影響，雖然二者具有複雜的(複合的)關係，若是分開推定彼此的主要效果，藉由使芯材的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 d 增加，則使楔結合後之位於尾端脊部的合接線的破斷伸長率提升，而具有減低彈性不良的作用；另一方面，藉由減低表皮層晶粒的合接線軸向的平均尺寸 c，則認為其作用除了有使尾端脊部的破斷形狀穩定化而有減低彈性不良的效果之外，還有提升線弧形狀的直線性的作用。歸納上述綜合性的效果，表皮層晶粒與芯材晶粒的合接線軸向的晶粒平尺寸的比例(d/c)是最有效的方案。

在此處上述比例(d/c)為 1.2 以上的理由是，若其值不滿 1.2，則有無法得到充分的對彈性不良的降低與線弧形狀的直線性同時提升的效果的情況。更佳的情況是，若是上述比例(d/c)為 2 以上，即使使用線徑 20μm 以下的細線，仍可得到對彈性不良的抑制的高度效果。

在芯材與表皮層的複層構造的合接線中，滿足晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，更好是表皮層的表面硬度 SH 與上述芯材的截面硬度 CH 的關係為(SH/CH)≧1.3。藉此，可以抑制傾斜缺陷與減低弧高的變異程度(線弧形狀的穩定性)，還可以提升楔結合的接合性，也就是可以兼顧楔結合的接合性與線弧形狀的穩定。

目前為止的複層線中，楔結合的接合性與弧高的穩定性的關係多為相互取捨(trade off)的情況，而多為難以兼得的情況。藉由使用硬度比(SH/CH)這一類的新指標，則使設計出相反地同時提升楔結合的接合性與弧高的穩定性的複層線成為可能。關於上述硬度 SH、CH 的影響，雖然二者的關係複雜，仍可分開推定其個別的主要效果。芯材硬度 CH 愈低則其質地趨軟，而使楔結合過程的接合面積增加而認為其具有提高接合性的作用；還有，在表皮層的表面硬度 SH 高的情況下，會使被接合物發生變形並破壞其表面的氧化膜、污染層等，而因此認為其具有提高接合強度的作用。另外，關於線弧形狀，SH 愈高則其質地趨硬、CH 愈低則芯材質地則趨軟，則形成線弧時的變形阻力有減少的傾向，因此硬度比(SH/CH)增加的情況下，有利於在高速下操作線弧控制。

更佳的情況是，若上述比例(SH/CH)在 2 以上，可得到兼顧楔結合的接合性與減低弧高變異之高度效果，特別是線徑 20μm 以下的細線中，可以得到更高的上述二種特性的改善效果。關於硬度比(SH/CH)的上限值，從使用性能的觀點來說並未特別設定，但是考慮到合接線的製程，其值在現行條件下為 50 以下。關於硬度的測定方法，可使用微小維式硬度、或使用奈米壓痕儀的微小領域的硬度測定法。可以根據測定部位、材質等使用不同的硬度測定法，例如在芯材使用截面的微小維式硬度測定、在表皮層使用合接線表面的奈米壓痕硬度測定是有效的措施在微小維式

硬度測定中，將荷重調整於 0.09807~9.807N 來與硬度搭配。在奈米壓痕硬度測定中，是施加 0mN~20mN 左右的荷重，測定荷重與深度的函數來求得硬度。

作為表皮層的主成分的導電金屬，是與作為芯材的主成分的導電金屬為不同的金屬，較好為具有改善合接線的接合性的效果、且亦對防止合接線的氧化有效的金屬。具體而言，作為表皮層的主成分的導電金屬是選自 Pd、Pt、Ru、Rh、或 Ag，若是較重視實用性、成本效益等，更好為選擇 Pd、Pt、Ru、及 Ag 的至少一種的金屬。此處所稱「主成分」，是指濃度為 50 mol%以上的元素。Pd 的優點在於與封膠樹脂有充分的密接性、亦具有充分的連接至電極的接性、亦容易進行品質管理等。Pt 則比較容易使線弧形狀穩定化。Ru 的質地堅硬，而容易形成緻密的膜層，其材料費用亦相對便宜。Rh 雖然耐氧化性等的性能良好，但因為其材料費用高昂，而在薄膜化等的今後的研究受到期待。由於 Ag 的質地軟，以其形成為表皮層的合接線在拉線加工的情況，可相對性地容易抑制傷痕，且其材料費用亦便宜，故可用於重視成本的半導體領域等。

亦即，表皮層較好為以 Pd、Pt、Ru、及 Ag 的至少一種為主成分的純金屬，或是以上述導電性金屬為主成分的合金。若是表皮層為純金屬，其優點在於容易提升耐氧化性、接合性等；若是其為合金，其優點在於藉由拉伸強度、彈性係數的提升，而抑制樹脂封膠時的合接線變形。在此處，上述純金屬是相當於在表皮層的一部分具有濃度為 99

mol%以上的一層、或是除了擴散層之外的表皮層的平均濃度為 80 mol%以上者。上述合金，是指含有 50 mol%以上的 Pd、Pt、Ru、及 Ag 的至少一種的金屬。

構成芯材的導電性金屬，可選自 Cu、Au、Ag，若是較重視實用性的情況，較好為以 Cu 及 Au 的至少一種為主成分。Cu 的材料費用低、導電性高、在形成銲球時若吹送保護氣體(shield gas)就容易形成銲球等，故其操作性相對良好。Au 的耐氧化性強，在形成銲球時不需要保護氣體，接合時的變形亦良好，而具有容易確保接合性等的優點。Ag 的導電性優良，但在拉線加工方面有些許的難度，而有必要進行製造技術的適當化。另一方面，Cu、Au 的優點亦為在作為單層合接線用的材料方面具有很多使用實例。

芯材若為以上述導電性金屬為主成分的合金，具有因為合接線強度的增加有利於線徑細化、或接合可靠度的提升等情況。芯材為 Cu 合金的情況中，在含有 5~300ppm 的範圍的 In、Ca、B、Pd、Bi、Zr、Ag、及 P 的至少一種的情況下，藉由合接線的拉伸強度、彈性係數的增加等，可以得到跨距至 5mm 左右的長線的直線性的提升。還有，關於上述的改善效果，對小型封裝體而言是必要的連接技術，已確認其對於即使在跨距 0.5mm 以下的短跨距、低線弧的情況之直線性，仍可得到很高的改善效果。關於提升上述添加元素的作用，在 Cu 的單層線的情況的效果並不充分，相對於此，已確認在應用於芯材的主成分為 Cu 的複層線的情況，則可以得到很高的效果。也就是，在芯材為含

有 5~300ppm 的範圍的 In、Ca、B、Pd、Bi、Zr、Ag、及 P 的至少一種的 Cu 合金、而表皮層是以 Pd、Pt、或 Ru 為主成分之芯材與表皮層的複層構造的合接線中，藉由上述的晶粒平均尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，可進一步提高在短跨距、低線弧情況之直線性的提升效果。其理由被認為是藉由控制結晶方位的表皮層與含有合金元素的芯材的相乘效果，而提升直線性。

在芯材與表皮層的複層構造的合接線中，滿足晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，更好是構成表皮層的主成分為 Pd 或 Ag、構成芯材的主成分為 Cu，如果複層構造的合接線在其芯材中含有 5~10000ppm 的範圍中的 Pd，在合接線的反向接合方式中，對於彈性不良的減低與銷狀凸塊高度的穩定化是有效的，另外，亦可使銲球接合部分的壓合高度穩定化。關於反向接合方式的產能偏低的重要原因，是不穩定的銷狀凸塊高度、與弧高彎曲變形的彈性不良。特別是，堆疊晶片構造中對接合性有嚴格要求的懸空式(overhanging)堆疊晶片構造的情況中，在芯材中添加 Pd，對於兼顧彈性不良的減低與銷狀凸塊高度的穩定化的上述效果更加顯著。在懸空式堆疊晶片構造中，由於其為晶片的正下方的一部分未受到固定的構造，為了避免晶片的翹曲、破壞，在形成於此晶片上的電極的凸塊上，進行楔結合時，是要求降低荷重、超音波的弱接合。因此，由於合接線的尾端脊部的破斷強度的提高，彈性不良的發生頻率比一般的接合形態增加許多，而成為問題。若是在上述合

接線的芯材中添加 Pd，在製造合接線的熱處理步驟中，在芯材/表皮層介面附近，芯材中的 Pd 與表皮層中的 Pd 或 Ag 交互擴散之時，認為藉由使 Pd 的濃度變化平均且和緩的相乘作用，可以抑制彈性不良。另外，藉由上述添加 Pd 而使線弧的直線性提升的效果，亦期待其對彈性不良的抑制也造成影響。上述合接線內部的 Pd 濃度變化，不僅僅對全體合接線有作用，還更有效地作用於受到銲球熔融的熱影響的頸部，因此亦對銷狀凸塊高度的穩定化有效。關於上述可以使線弧高度穩定的原因，發明人認為是使頸部的再結晶粒徑的分佈在合接線中心部分與表面附近均一化，藉此使銷狀凸塊形成時的破斷長度穩定化的作用。另外，Cu 的芯材與 Pd 的表皮層的組合中，雖然在銲球熔融時會有 Cu 與 Pd、Ag 的混合不均而發生銲球形狀異變的情況，但是藉由使芯材含有 Pd，使初期銲球的尺寸穩定化，而提高使銲球部分的壓合高度穩定化的效果。在此處，關於芯材所含的 Pd 濃度，若為 5ppm 以上則確認有上述效果，較佳的情況若為 200ppm 以上，則可進一步地提升使懸空式堆疊晶片構造的銷狀凸塊高度穩定化的效果。關於上述 Pd 濃度的上限，若為 10000ppm 以下則可以抑制因銲球的硬化所造成的晶片損傷，較佳的情況若為 8000ppm 以下，則可進一步提升對晶片損傷的抑制效果，亦有利於窄間距連接。

在芯材為 Au 的情況中，若是含有 5~9500ppm 的範圍的 Be、Ca、Ni、Pd、Pt 中的至少一種，具有同樣的效果而容易確保良好的直線性。還有關於上述的改善效果，對小型

封裝體而言是必要的連接技術，已確認其對於即使在跨距0.5mm以下的短跨距、低線弧的情況之直線性，仍可得到很高的改善效果。也就是，芯材為具有5~9500ppm的範圍的Be、Ca、Ni、Pd、Pt中的至少一種的Au合金、表皮層是以Pd、Pt、Ru、或Ag為主成分之芯材與表皮層的複層構造的合接線中，較好為滿足上述的晶粒平均尺寸比例(a/b)≦0.7的關係。

在複層構造的合接線的構成中，在表皮層與上述芯材之間，具有一中間金屬層，其構成成分異於構成上述表皮層與上述芯材的主成分，在此情況下，亦有利於控制上述表皮層的粒徑等的組織。表皮層的形成會受到其下層組織的影響，因此控制形成於芯材之上的中間金屬層的組成、粒徑、膜厚等，較有助於表皮層的形成。

也就是複層構造的合接線，較好為其特徵在於在上述表皮層與上述芯材之間，具有一中間金屬層，其構成成分異於構成上述表皮層與上述芯材的主成分。關於加入中間金屬層的效果，由於表皮層與芯材的密接性的提升，而可以提高楔結合部分的接合強度指標之一的剝離強度。在此處，關於剝離強度的測定，可以測定楔結合部分附近的拉力強度的簡單方法來取代。因此，藉由置入中間金屬層，可以增加剝離強度。在此處，中間金屬層的成分，應根據表皮層及芯材的成分的組合來選擇，例如可列舉的例子為Au、Pd、Pt、Rh、Ag等，特別較好為Au、Pd、Pt。更佳的情況是表皮層/芯材的主成分的組合為Pd/Cu的情況，若中

間金屬層的成分為 Au，則有利於同時控制上述表皮層與芯材的組織，還有表皮層/中間金屬層/芯材的個別的介面的密接性也比較良好。另外，表皮層/芯材的主成分的組合為 Pd/Au 的情況，若是中間金屬層的主成分為 Pt，則對表皮層的組織、組成、膜厚等的穩定化有利。

若表皮層的厚度為 0.005~0.3μm 的範圍，除了容易改善上述的傾斜缺陷與彈性不良之外，更容易綜合性地滿足弧高控制等的需求特性。其原因在於若表皮層的厚度為 0.005μm 以上，可以對表皮層的表面組織控制達到充分的效果；若其厚度超過 0.3μm，因為銲球部分的合金化而使硬化變得顯著，而有接合時對晶片造成破裂等的損傷的問題。

較佳的情況，若表皮層的厚度為 0.01~0.25μm 的範圍，即使在複雜的線弧控制的情況下，速度也不會減慢，而可以穩定地形成所需的線弧形狀。更佳的情況，若表皮層的厚度為 0.02~0.2μm 的範圍，不但維持合接線的使用性能，還可提升薄膜形成步驟的處理效率，而容易得到穩定的薄膜品質。

若中間金屬層的厚度為 0.003~0.2μm 的範圍，可以更提升其與芯材的介面的密接性，亦可以因應複雜的線弧控制。較佳的情況，若中間金屬層的厚度為 0.007~0.1μm 的範圍，確保膜厚的均一性、再現性就變得容易。

在此處，表皮層與芯材的交界，是構成表皮層的導電性金屬的檢出濃度總計為 50 mol%的部位。因此，本發明

所稱的表皮層，是從構成表皮層的導電性金屬的檢出濃度總計為 50 mol%的部位算起而到表面，也就是構成表皮層的導電性金屬的檢出濃度總計為 50 mol%以上的部位。

上述之表皮層晶粒的尺寸、位於合接線軸向的垂直方向的截面之垂直截面的芯材晶粒尺寸、及位於包含合接線線軸的延伸方向的截面之軸向截面的芯材晶粒尺寸，是如下文所述標定各自的晶界(晶粒彼此的邊界)，而使晶粒的形狀明確而進行測定。藉由化學性的蝕刻法或截面拋光法(cross-section polishing；CP 法)來直接觀察晶粒的手法、藉由或是電子背向散射圖形(electron back scattering pattern；EBSP)法來解析晶界的手法，來標定晶界。在化學性的蝕刻中，在選定適用於表皮層或芯材的材料、構造等的藥液與蝕刻條件之下，可以簡便地觀察晶粒等的組織。關於上述藥液，例如為鹽酸、硝酸、硫酸、醋酸等的酸性水溶液。選定上述酸濃度(pH 值)、溫度、時間等的蝕刻條件，藉由選擇性地溶解晶界、或選擇性地溶解特定的結晶面，而確定晶界，來觀察晶粒的形狀。在 CP 法中，例如使用 2~6kV 的加速電壓的寬幅氬離子束而形成試片截面，而突顯晶粒，來觀察晶粒的形狀。

由於使用 EBSP 法可測定各晶粒的方位，而標定出晶界。在本發明中，是以鄰接晶粒的方位差達 15° 以上者作為晶界。

以 EBSP 法進行組織觀察中，通常在試片的凹凸、曲面較大的情況，會難以對結晶方位進行高精度測定。也就是

在觀察表皮層的情況中，其曲面會成為問題。然而，若使測定條件契合於測定方法的需求，則可進行高精度的測定、解析。具體而言，在觀察表皮層的情況中，如第 1 圖所示，將合接線 1 直線狀地固定於平面，以 EBSP 法測定此合接線 1 的中心附近的平坦部分 8。另外，第 1 圖中的元件符號「2」所示元件為表皮層、「3」所示元件為芯材、「4」是代表合接線的長邊方向、「5」是代表圓周方向。在測定區域方面，若是圓周方向的尺寸為以合接線延伸方向的中心為軸的線徑的 50%以下、延伸方向的尺寸為 100μm 以下，可提高精度與測定效率。較加的情況，若是圓周方向的尺寸為線徑的 40%以下、延伸方向的尺寸為 40μm 以下，可因為測定時間的縮短而更提高測定效率。

關於使用 EBSP 法進行高精度的測定，由於一次所能測定的區域有限，較好為進行三個部位以上的測定，考慮到變異性而求得平均的資料。測定部位的選擇方面，較好為不要太過接近，而可以觀察圓周方向的不同區域。

例如在測定線徑 25μm 的合接線中，使用固定於平面上且延伸方向盡量不同的合接線，以沿其線軸為中心的圓周方向 8μm、沿延伸方向 30μm 的尺寸作為一次的測定面積，並對相距 1mm 以上的三個部位進行測定，而可以得到合接線的表面組織的平均數據。但是測定的區域、部位的選擇並不限定於此，較好為考慮測定裝置、合接線的狀態等作最適合的選擇。

另外，芯材的組織（晶粒），如第 2 圖所示，是測定線

軸的垂直方向的截面(垂直截面)6、或包含線軸的延伸方向的截面(軸向截面)7。關於芯材的垂直截面的晶粒尺寸 b 是直接觀察垂直截面，關於芯材的線軸方向的平均尺寸 d 的測定則直接觀察軸向截面。以機械式的研磨製作截面時，較好為以蝕刻移除表層，以減輕研磨面的殘留應變。

關於 EBSP 法所測定結果的分析，是使用安裝於裝置上的分析軟體，可以計算關於晶粒尺寸之延伸方向(軸向)與圓周方向的平均尺寸。

上述各晶粒的平均尺寸，是以數量平均所計算的結果，以至少 5 個以上的晶粒尺寸進行平均。另外，在本發明中，不一定要使用上述全部的分析手法所得的晶粒平均尺寸才是滿足本發明所述的範圍，只要是一種的分析手法所得的晶粒平均尺寸就滿足本發明所述的範圍，並可達成其效果。

在芯材表面形成表皮層的步驟與控制表皮層、擴散層、芯材等的構造之加工、熱處理步驟，是因應本發明之合接線的製造的必要步驟。

關於在芯材的表面形成表皮層的方法，具有鍍膜法、蒸鍍法、熔融法等等。關於鍍膜法，可視需求使用電解電鍍、無電解電鍍法。關於電解電鍍法，其鍍膜速度快、且與下層的密接性良好。電解電鍍雖然亦可進行單次的鍍膜處理，但是可以區分為稱為閃鍍(flash plating)的薄鍍層、與其後使膜層成長的主要鍍膜，藉由分成上述複數個步驟來進行電解電鍍，有利於使膜質更加穩定化。無電解

電鍍所使用的溶液，分類為置換型與還原型，鍍膜較薄的情況僅使用置換型的鍍膜即足夠，而形成厚膜的情況則分階段實施置換型的鍍膜之後再進行還原型的鍍膜較有效。無電解電鍍法所需的裝置簡便且容易進行，只是較電解電鍍法費時。

關於蒸鍍法，可使用濺鍍法、離子鍍(ion plating)、真空蒸鍍等物理性沈積法與電漿化學氣相沈積等的化學性沈積法。以上均為乾式的方法，薄膜形成後不需要清洗，而毋需顧慮清洗時的表面污染等問題。

關於實施鍍膜或蒸鍍的階段，無論是以目標線徑形成導電性金屬膜的手法，以及形成直徑較粗的芯材後、再經由複數次的拉線至達成目標線徑為止的手法，均為有效。前者是以最終線徑來形成薄膜，在製造、品質管理等方面是簡單、方便；而後者是薄膜形成與拉線的組合，有利於薄膜與芯材的密接性的提升。關於個別的形成方法的具體例子，可使用使線材在電解電鍍溶液中連續式地通過(sweep)，而在目標線徑的細線形成薄膜的手法；或是可使用將粗線浸於電解或無電解電鍍的鍍浴中而形成薄膜後，對合接線進行拉線而到達最終線徑的手法。

在此處，上述以最終線徑形成表皮層的最終鍍膜法中，在薄膜形成後僅有熱處理步驟。另外，在粗線徑的芯材形成薄膜的粗線徑鍍膜法中，則有必要組合加工至目標線徑為止的加工步驟與熱處理步驟。

關於形成表皮層之後的加工步驟，可根據目的選擇使

用輥軋、鍛造(swaging)、模具(dies)拉線(wire drawing)等等。藉由加工速度、軋延率或模具的面積縮減率等，來控制加工組織、差排、晶界的缺陷等等，會對表皮層的組織、密接性等造成影響。

單純地對合接線僅進行薄膜形成、加工及加熱，是無法控制表皮層的表面及內部的晶粒尺寸。即使直接應用一般合接線的製造所使用之消除加工至最終線徑所產生的應變的退火步驟，但因為表皮層與芯材的密接性不足而會造成的線弧控制不穩定，且會難以控制合接線延伸方向的表皮層的均質性、及難以控制合接線截面的表皮層及擴散層等的分佈。

關於分別控制表皮層的晶粒尺寸與芯材的晶粒尺寸，較好為使合金材料、加工技術適當化。

關於優先細化表皮層的晶粒尺寸，是使加工應變集中於合接線表面附近，例如在一次的加工中減低軋延率或拉線模具的面積縮減率是有效的措施。另外，關於表皮層晶粒的合接線圓周方向的尺寸與合接線的軸向尺寸，由於加工度愈大則合接線軸向的尺寸愈大，故為了細化晶粒而減低軋延率或面積縮減率，而表皮層晶粒的合接線圓周方向的尺寸與合接線的軸向尺寸是由軋延率或面積縮減率的大小所決定。

關於加大芯材的晶粒尺寸，在形成表皮層之前對芯材進行熱處理，使其再結晶晶粒粗化是有效的措施。另外，芯材晶粒的垂直截面與軸向截面的尺寸，可依據形成表皮

層之前的芯材的再結晶與加工的組合來進行設計。另外，利用表皮層與芯材材質的不同，藉由熱處理溫度的控制，使表皮層與芯材的再結晶程度不同，亦是有效的措施。例如，使用已形成表皮層且已進行加工的合接線，關於在加工圖中或在最終線徑所進行的熱處理，使用低於表皮層材料的再結晶溫度、且高於芯材材料的再結晶溫度之溫度進行熱處理，則容易將表皮層與芯材的晶粒尺寸比例(a/b)的值壓低。在此處，表皮層及芯材的再結晶溫度，是可以藉由材質、合金化、加工度來作增減。

在熱處理步驟中，實施單次或複數次熱處理均為有效。熱處理步驟是分類為薄膜形成後立即進行的退火、加工途中的退火、與完成最終線徑的退火，選擇、視需求使用上述熱處理步驟是相當重要。位於最終的表皮層、表皮層與芯材的介面的擴散情況，會因為在哪一個加工階段進行熱處理而發生變化。在一例子中，是在鍍膜處理後的加工途中進行中間熱處理、再進行合接線的拉線、再進行完成最終線徑的退火，與未實施中間退火的步驟比較，上述例子是在表皮層/芯材的介面形成擴散層，而有利於密接性的提升。

關於熱處理的方法，是一面使合接線連續式地通過而一面進行熱處理，但是一般熱處理之爐內溫度並非固定，在爐內會有溫度梯度，而容易量產本發明的特徵之具有芯材與表皮層之合接線。關於具體的事例，有導入局部溫度梯度的方法、或是使爐內發生溫度變化的方法。在抑制合

接線的表面氧化的情況中，將 N_2 或 Ar 等的化學鈍性氣體在爐內流動並進行加熱亦是有效的措施。

關於熔融法，是使表皮層或芯材的任一個熔融而進行鑄造的手法，其具有以下等的優點：在 10~100mm 左右的粗線徑下連接表皮層與芯材後進行拉線，其產能較佳；與鍍膜、蒸鍍法比較，容易進行表皮層的合金成分設計；亦容易進行強度、接合性等的特性改善。關於具體的步驟，可分為：在預先製作的芯線的周圍進行熔融的導電性金屬的鑄造而形成表皮層的方法；以及使用預先製作的導電性金屬的中空圓柱，在其中央部進行熔融金屬的鑄造而形成芯線的方法。較佳的方案是後者在中空圓柱的內部鑄造芯材，其容易在表皮層中穩定地形成芯材主成分的濃度梯度。在此處，若使預先製作的表皮層中先含有少量的芯材成分（例如銅），則容易控制位於表皮層的表面的芯材成分濃度。另外，藉由熔融法，亦可省略使芯材成分擴散至表皮層的熱處理作業，但是藉由用於調整表皮層內的芯材成分的分佈的熱處理的實施，可期待進一步的特性改善。

還有，上述使用熔融金屬的情況，亦可以連續鑄造來製造芯線及表皮層中的至少一種。藉由此一連續鑄造法，與上述的鑄造法相比，可簡化步驟、使線徑細化並提生產能。

使用芯材的主成分為銅的複層銅線作為合接線時，在形成銲球時需要保護氣體，其使用含有 1~10%的範圍的 H_2 的 N_2 混合氣體、或純 N_2 氣體。習知的單層銅線的情況中，

是推薦以 5%H_2+N_2 為代表的混合氣體。另一方面，在複層銅線的情況中，由於使用廉價的純 N_2 氣體就可以得到良好的接合性，與使用標準氣體之 5%H_2+N_2 氣體相比，可以減少運轉成本。N_2 氣體的純度較好為 99.95%以上。也就是較佳的接合方法是一面將純度 99.95%以上的 N_2 氣體吹送至合接線的前端或其周圍、一面產生電弧放電而形成銲球部分，而接合上述銲球部分。

另外，藉由在表皮層與芯材之間形成擴散層，可提升其密接性。擴散層就是芯材與表皮層的主成分相互擴散而形成的區域，其具有上述主成分的濃度梯度。由於藉由擴散層的形成而提升芯材與表皮層的密接性，可以減低合接線製造步驟中拉線時的斷線、熱處理時的彎曲等的缺陷，而可以提升良率與產能。還有，由於擴散層具有濃度梯度，與導電性金屬在表皮層全體的濃度為均一的情況相比，可將減低高速拉線加工時的斷線而提高產能的效果再作提升。也就是，在芯材與表皮層的複層構造的合接線中，滿足上述晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，更好是包含具有濃度梯度的擴散層，藉此有利於合接線產能的提升。較好為同時滿足上述晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係、與上述硬度比(SH/CH)≧1.3 的關係，更好是包含具有濃度梯度的擴散層，藉此已確認對於線徑 20μm 以下的細線的製造良率的提升、與最終製品的機械特性的穩定化是有效的措施。藉由硬度比(SH/CH)的增加，由於表皮層變硬、芯材變軟，而對於減低極細線的拉線時的斷線，可以得到很高的

效果。擴散層內濃度梯度，朝深度方向的濃度變化的程度較好為是每 1μm 為 10mol%以上。較佳的情況，若是每 0.1μm為 5 mol%以上，不損及表皮層與芯材的不同物性，而可期待相互利用的高度效果。擴散層的厚度較好為 0.002~0.3μm 的範圍。這是因為若擴散層的厚度不滿 0.002μm，則其效果較小，亦難以在分析時進行識別；而一旦擴散層的厚度超過 0.3μm，由於其會對表皮層的組織造成影響，而難以穩定地形成上述的結晶方位。在芯材與表皮層之間具有中間金屬層的情況中，若形成表皮層與中間金屬層之間的擴散層、或是芯材與中間金屬層之間的擴散層，已確認其與上述擴散層具有同樣的改善效果。在此一擴散層的控制方面，使用熱處理是有效的措施。如前文所述，以熱處理與加工的組合控制擴散的進行程度，藉此可在合接線的圓周方向或延伸方向均勻地形成所欲的擴散層。

關於本案的擴散層的定義，從密接性、強度、線弧性、接合性等的性能或產能等的觀點判斷，是以 Pd 的檢出濃度為 10~70 mol%的區域作為擴散層。若以此濃度範圍作為擴散層，其 Pd 的濃度低，而可達成與表皮層及芯材二者不同的功能。表皮層為如上所述之 Pd 的檢出濃度為 50 mol%以上的高濃度的部位，也就是相當於從 50 mol%的部位至表面的部位。在此處，Pd 濃度為 50~70 mol%的區域包含於表皮層與擴散層二者的厚度，這是因為此濃度範圍具有共通於表皮層與擴散層二者的銲線功能。關於在此處的表皮

層、擴散層的濃度，是使用合計構成表皮層與芯材的總體金屬元素的濃度比例，並使用不計表面附近的C、O、N、H、Cl、S等氣體成分、非金屬元素等而計算的濃度值。

表皮層、芯材等的濃度分析，可使用電子束微分析法(electron probe for microanalysis；EPMA)、X光能量分佈分析法(energy dispersive X-ray analysis；EDX)、歐傑電子能譜分析法(Auger electron spectroscopy；AES)、穿透式電子顯微鏡(TEM)等等。特別是AES法，由於其空間分解能力高，對於最表面的薄區域的分析有效。另外，關於平均組成的檢查，可以從表面部分以階段式地逐一溶解於酸等中，而從其溶液中所含濃度求得溶解部位的組成等等。在本發明中，以上述所有的分析手法所得到的濃度值不一定都要滿足本發明所制訂的範圍，只要以一種的分析手法所得的濃度值滿足所需的條件即可。

【實施例】

以下，針對實施例進行說明。

關於合接線的原材料的準備，用於芯材的Cu、Au、Ag是使用純度為99.99質量%以上的高純度的材料，用於表皮層或中間金屬層的Au、Pt、Pd、Ru、Rh、Ag的材料則為純度99.99質量%以上的原料。

以細化至某個線徑的線材作為芯材，而在此線材表面形成不同金屬的層時，是進行電解電鍍法、無電解電鍍法、蒸鍍法、熔融法等等，並施以熱處理。電解電鍍液、無電解電鍍液是使用市售半導體用途的鍍液，而蒸鍍則使用濺

鍍法。事先準備線徑約 25~1500μm 的線材，以蒸鍍、鍍膜等步驟在此線材表面進行被覆，再拉線至最終線徑之 13~25μm 為止，最後實施熱處理，以消除加工應變而使伸長率達 5~15%的範圍。視需求，以模具拉線至線徑成為 25~200μm 為止之後，進行擴散熱處理，再進行拉線加工。所準備的拉線用模具的面積縮減率，每個模具為 5~15%的範圍，藉由這些模具的組合，調整導入至線材表面的加工應變。將拉線速率調整至 20~500m/min 之間的適當的範圍。

在使用熔融法的情況中，是使用在預先製作的芯線的周圍進行熔融金屬的鑄造的方法。其後進行鍛造、輥軋、模具拉線等的加工、與熱處理，而製造合接線。

關於本發明實施例之線材熱處理，是一面連續性地使線材通過而一面進行加熱，使用導入局部的溫度梯度的方式、使溫度在熱處理爐內發生變化的方式等等。例如，使用可控制將爐內溫度分成三段的改良式熱處理爐。關於溫度分佈的一個例子中，可在熱處理爐之線材入料口朝出口的方向，完成高溫→中溫→低溫、或中溫→高溫→低溫的分佈，亦分別管理其加熱長度。與溫度分佈匹配，亦調整線材通過速度至適當的範圍。關於熱處理的氣氛，以抑制氧化為目的則使用 N_2、Ar 等的化學鈍性氣體。氣體流量調整在 0.0002~0.004m^3/min 的範圍，其亦可用於控制爐內的溫度。關於進行熱處理的時機，可分類為：施以拉線後的線材熱處理之後形成表皮層的情況；以及在加工前、加工途中、或形成表皮層之後立即進行等之中，進行二次以上

的熱處理的情況。

關於分別控制表皮層的晶粒尺寸與芯材的晶粒尺寸，如上所述，選擇適當的材料、合金化、加工度是有效的措施。藉由減低單次加工中的軋延率或拉線模具的面積縮減率，而促進表皮層的晶粒細化。藉由上述軋延率或面積縮減率的減低幅度，是控制合接線的圓周方向與軸向的表皮層晶粒尺寸。在形成表皮層之前對芯材施以熱處理，並使加工度減低，而促進芯材的晶粒尺寸的增加。另外，芯材的垂直截面與軸向截面的晶粒尺寸，是藉由熱處理條件(溫度與時間)與加工度的組合來作調整。還有，使最終線徑時的熱處理溫度低於表皮層的材料的再結晶溫度、且使其可以加熱至高於芯材的材料的再結晶溫度的溫度，而調整為適合的熱處理前的加工製程與熱處理溫度。

關於來自形成表皮層之後的軋延、拉線的加工度，可藉由以薄膜形成時的線材與最終線徑的面積比例所計算出的累積加工率來作整理。此加工率(%)不滿30%的情況則記錄為R1、30%以上而不滿70%則記錄為R2、70%以上而不滿95%則記錄為R3、95%以上則記錄為R4。

關於合接線表面的組織觀察，在位於合接線的表層之表面的某個區域中，以EBSP法來測定晶粒的形狀。在測定試片的準備中，將3~5根的合接線固定在平板上，並盡量使各合接線的方向不同。以包含線軸的四角形的區域作為觀察區域，單次的晶粒尺寸測定區域為沿圓周方向的5~10μm、沿長邊方向的10~50μm。選定3~10個部位作為

測定部位，其彼此相距 0.5mm 以上。實施時，測定點的間隔為 0.01~0.2μm 的間隔。以使用線徑 25μm 以下的合接線之以 EBSP 的測定結果來作比較。確認在線徑更細的情況中，亦可使用相同的手法。

在芯材的組織觀察中，是使用研磨合接線的截面、並以化學蝕刻減低表面的加工應變的試片，以 EBSP 法測定晶粒的形狀。截面的測定，是測定線軸的垂直方向之垂直截面、與含有線軸的長邊方向的截面之軸向截面。

關於 EBSP 測定數據的分析，是使用專用的軟體(TSL OIM analysis 等)，來分析測定區中的晶粒形狀，而求得晶粒的尺寸。在上述方法中，測定表皮層晶粒及芯材晶粒在其各自方向的各個尺寸，分別對 10 個的晶粒的尺寸作平均，作為平均尺寸。

在表皮層的硬度測定中，在合接線表面的垂直方向進行奈米壓痕儀硬度測定，求取 5 處的平均值。根據表皮層的厚度、硬度等，選定 1mN~20mN 的荷重範圍。在芯材的硬度測定中，在合接線長邊方向的截面之軸向截面中，測定 5 處的微小維式硬度，求其平均值，根據硬度而調製 0.09807~9.807N 的荷重。為了修正不同測定法所得到的硬度值，在數種的合接線試片的軸向截面中進行微小維式硬度測定與奈米壓痕儀硬度測定，以求得兩種方法的硬度值換算公式來進行修正。

關於合接線的加工性，是以從線徑 500μm 的粗線至最終線徑 25μm 或 17μm 的拉線加工步驟中的斷線次數來進

行評量(拉線加工性)。試片長度是在線徑 500μm 的情況下，拉伸 5000m。關於嚴格的缺陷加速評量，是以一般拉線速度的 2~3 倍的高速下進行拉線。若是斷線次數為 0，由於期待其有非常高的產能，而記錄為◎的記號；若斷線次數為 1~2 次，判斷其一般的產能良好，而記錄為○的記號；若斷線次數為 3~6 次，則拉線條件有作若干程度變更的必要，而記錄為△的記號；若斷線次數為 7 次以上，則由於有產能偏低的顧慮，而記錄為×的記號。

關於合接線的表皮層或中間金屬層的膜厚測定，是使用 AES 的深度分析；關於元素分佈的觀察，則進行 AES、EPMA 等的面分析、線分析。根據 AES 的深度分析，是一面以 Ar 粒子作濺擊、一面朝深度方向作測定，關於深度的單位則以 SiO_2 換算來表示。合接線中的導電性金屬濃度，則是以 ICP 分析、ICP 質量分析等來測定。

在 AES 的深度分析中，確認了在表皮層與芯材之間的具有濃度梯度的擴散層，其擴散層的厚度為 0.002~0.2μm 的範圍的情況中，則在表 1 中的「擴散層」的欄位中，以○的符號作記錄。

關於合接線的連接，是使用市售的自動銲線機，進行銲球/楔結合的接合。藉由電弧放電在合接線的前端製作銲球，將其接合於矽基板上的電極膜，而將合接線的另一端以楔結合而接合於引線接點上。用於形成銲球時抑制氧化的保護氣體，主要是使用純 N_2 氣體。氣體流量則在 0.001~0.01m^3/min 的範圍作調整。

接合對象是矽基板上的電極膜的材料，其使用厚度1μm的Al合金膜(Al-1%Si-0.5%Cu膜、Al-0.5%Cu膜)。另一方面，楔結合的接合對象是使用表面鍍銀(厚度：2~4μm)的導線架。而關於連接至BGA基板上的Au/Ni/Cu的電極的接合性，使用一部分的合接線試片，而確認可得到與上述導線架同樣的效果。

關於銲球接合附近的合接線直立部分的傾倒現象之傾斜缺陷(傾斜性)，從晶片水平方向觀察合接線直立部位，以通過銲球接合部分的中心的垂直線與合接線直立部分的間隔為最大值之時的間隔(傾斜間隔)，來作評量。合接線長度為4mm、試片數量為50根。用來檢查的線弧最高高度，是使用常用之約200μm、與對於傾斜的評量較嚴格的高線弧之約350μm的二種的弧高。上述傾斜間隔小於線徑的情況則傾斜性為良好、而大於線徑的情況則因為直立部分呈現傾斜的狀態而判斷為傾斜缺陷。以傾斜缺陷的發生頻率進行分類，3根以上有傾斜缺陷的情況則記錄為△的記號、0根的情況則記錄為◎的記號、上述的中間情況則記錄為○的記號。

關於連接至堆疊晶片的適應性，則評量逆向階差接合時的合接線彎曲(逆向階差接合的彎曲性)。在上述電極上形成銷狀凸塊，而使銲球接合部分的位置低於楔結合部分的位置，並在其上進行楔結合。使用高度450μm的高階差晶片而進行銲線，而使銲球接合附近的合接線直立部分為350μm左右。從上方觀察200根已完成銲線的合接線，直

立部分的最大傾倒量為線徑的4倍以上者，即使僅有1根仍判斷為不良，則記錄為△的記號；全部的合接線的最大彎曲量均小於線徑的2倍的情況中，判斷其為良好，則記錄為◎的記號；關於上述的中間情況，少數地發生彎曲的情況，判斷為一般性的使用不會造成問題，則記錄為○的記號。

關於連接至懸空式堆疊晶片的適應性，則評量逆向階差接合時的合接線彎曲與凸塊高度的穩定性(懸空式堆疊之逆向階差接合的彎曲性)。堆疊三段的晶片，使其懸空量為約0.4mm。使用高度450μm的高階差晶片而進行銲線，而使銲球接合附近的合接線直立部分為350μm左右。從上方觀察200根已完成銲線的合接線，直立部分的最大傾倒量為線徑的4倍以上者，即使僅有1根仍判斷為不良，則記錄為△的記號；全部的合接線的最大彎曲量均小於線徑的2倍的情況中，判斷其為良好，則記錄為◎的記號；關於上述的中間情況，少數地發生彎曲的情況，判斷為一般性的使用不會造成問題，則記錄為○的記號。

接下來評量懸空式堆疊晶片的凸塊高度的穩定性(懸空式堆疊之逆向階差接合的凸塊高度)。使用上述的懸空式堆疊晶片，在形成凸塊、但於其上未進行楔結合的狀態下製作試片，以光學顯微鏡測定50根的凸塊高度。凸塊高度的標準差比上凸塊高度平均值的比值超過8%的情況中，由於變異大則記錄為×的記號；若是比值超過2%而不滿8%的範圍，由於變異稍大而亦有改善的必要之情況，則記錄為

△的記號；若是比值超過 0.8%而不滿 2%的範圍，由於實用上並無問題，則記錄為○的記號；若是比值為 0.8%以下，由於凸塊高度穩定而容易進行生產管理，則記錄為◎的記號。

關於頸部損傷，以 SEM 觀察已完成銲線的合接線的頸部而進行評量(低線弧的頸部損傷)。其中，與楔結合相反方向的頸部的外側為在頸部容易受到損傷的部位，對其注意並觀察。關於損傷的形態，檢查微小的龜裂、大尺寸的破裂、皺紋狀的疲勞等等。製作線徑 25μm、線長為 2~4mm 的範圍，弧高則分為一般高度的 90μm、低線弧的 70μm 的二種試片。由於弧高變低的情況中頸部損傷的發生率會增加，而作較嚴格的評量。觀察 300 根的合接線。若有 10 根以上有頸部損傷，判定為不良，則記錄為×的記號；若發生頸部損傷的數量為 5~9 根的範圍，判定是一般而言沒有問題，但有改善必要，則記錄為△的記號；若發生頸部損傷的數量為 1~4 根的範圍，判定為無問題，則記錄為○的記號；未觀察到頸部損傷的情況，判定為穩定、良好，則記錄為◎的記號。

關於銲線步驟中的線弧形狀穩定性，是以線弧的直線性與弧高的變異之二個方法來作評量(線弧的穩定性)。

為了評量已完成銲線的線弧的直線性，則進行合接線間隔(跨距)為 5mm 的長跨距的銲線(直線性)。線徑為 25μm。以投影機從 30 根的合接線的上方進行觀察，相對於銲球側與楔結合側的接合部所連結的直線，以合接線距

離其最遠的部位的偏移量作為彎曲量而進行測定。上述彎曲量的平均，若不滿線徑的1倍，判定為良好，則記錄為◎的記號；若為線徑的2倍以上，由於判定為不良，則記錄為△的記號；若為上述的中間情況，由於通常不會造成問題，則記錄為○的記號。

關於弧高的變異，每個合接線測定其三處的弧高，以此弧高的標準差來進行評量(高度的變異性)。為了評量對較難得到穩定的線弧形狀的窄間距、長跨距的實用性，進行線長5mm長、線弧形狀為梯形、弧高約350μm的銲線。逐一選定50根線弧，在測定方面則使用光學顯微鏡。關於測定部位，是容易發生弧高的變異的部位，也就是銲球正上方的部位、弧線最高部位、線長的中心部位這三個部位。此弧高的標準差若為線徑的二分之一以下，則判定為變異大；若不滿線徑的二分之一，則判斷為變異小、良好。根據此基準來判斷，三個部位均為變異小的情況中，判定為線弧形狀穩定，則記錄為◎的記號；變異大的部位有一處的情況中，由於其相對良好，則記錄為○的記號；變異大的部位有二處的情況，則記錄為△的記號；三個部位均為變異大的情況，則記錄為x的記號。

為了評量短跨距、低弧高連接的線弧的直線性，則進行合接線間隔(跨距)為0.5mm的短跨距、目標弧高為80μm的銲線(短跨距、低弧高的直線性)。線徑為25μm。以投影機從40根的合接線的上方進行觀察，相對於銲球側與楔結合側的接合部所連結的直線，以合接線距離其最遠的部

位的偏移量作為彎曲量而進行測定。上述彎曲量的平均，若不滿線徑的 1 倍，判定為良好，則記錄為◎的記號；若為線徑的 2 倍以上，由於判定為不良，則記錄為△的記號；若為上述的中間情況，由於通常不會造成問題，則記錄為○的記號。

為了評量彈性特性，進行反向銲線，其為在形成於電極上的銷狀凸塊之上，進行合接線的楔結合，而觀察合接線彎曲的彈性不良。進行線徑 20μm、線長 3mm 的 1000 根的合接線的連接。從晶片上方觀察上述已完成連接的合接線，檢查彈性不良的發生數量。若彈性不良的數量為 8 根以上，判定為不良，則記錄為×的記號；若彈性不良的數量為 4~7 根，由於較好為進行改善，則記錄為△的記號；若彈性不良的數量為 1~3 根，判斷為通常的使用條件下並無問題，則記錄為○的記號；若彈性不良的數量為 0 根，其彈性非常良好，則記錄為◎的記號。

關於楔結合的接合性的評量，是進行會增加剝離不良的低荷重、低溫下的連接之加速評量。連接溫度為 160℃，接合對象則使用鍍銀的銅導線架。以線徑 20μm 的合接線，施以 1000 根的連續銲線，以發生在楔結合的接合部分的剝離所引起的缺陷的發生頻率進行分類。剝離數若在 6 根以上，判斷為不良，則記錄為×的記號；剝離數若為 3~5 根，由於較好為進行改善，則記錄為△的記號；剝離數若為 1 或 2 根，判斷在通常的使用條件下沒有問題，則記錄為○的記號；剝離數若為 0 根，由於其楔結合的接合性良

好，則記錄為◎的記號。

關於剝離接合強度的評量，使用楔結合的接合部分的拉力試驗。線徑為25μm、跨距為2mm。此一評量是在比線長的四分之三還接近楔結合的接合部的位置，使抓住線弧的線鉤向上方移動，而測定合接線的破斷強度。由於拉力強度是受到合接線的線徑、線弧形狀、接合條件的左右，並無絕對的數值，而是使用拉力強度/合接線拉伸強度的相對比值(Rp)。若Rp為20%以上，由於楔結合的接合性良好，則記錄為◎的記號；若Rp為15%以上而不滿20%，判定為無問題，則記錄為○的記號；若Rp為10%以上而不滿15%，判定為有發生問題的情況，則記錄為△的記號；若Rp為10%以下，由於有量產步驟上的問題，則記錄為×的記號。

在對晶片的損傷方面，將銲球部分接合於電極膜上之後，以蝕刻移除電極膜，以SEM觀察對絕緣膜或矽晶片的損傷(晶片損傷)。觀察400個電極。沒有可視為有損傷的情況，則記錄為◎的記號；不滿5μm的裂痕為2個以下的情況，判定為無問題的程度，則記錄為○的記號；5μm以上、不滿20μm的裂痕為2個以下的情況，判定為需要注意的程度，則記錄為△的記號；20μm以上的裂痕或銲疤(crater)破壞等有1個以上的情況，判定為需要注意的程度，則記錄為×的記號。

表1、2是顯示本發明相關的線徑25μm的合接線的實施例與比較例。

表 1

		位於表皮層的表面、芯材的截面的組織				表皮層/芯材的硬度比 SH/CH	表皮層		芯材		擴散層	中間金屬層		製法(A:無電解、B:電解、C:蒸鍍、D:熔融)	加工率
		表皮層/芯材的粒徑比 (a/b)	表皮層的表面粒徑 a	芯材的垂直截面粒徑 b	軸向的粒徑比 (d/c)		主成分	膜厚 μm	主成分	添加元素 mass·ppm		主成分	膜厚 μm		
實施例	1	0.45	1.5	3.3	0.8	1.5	Pd	0.01	Cu	-	○	-	-	A	R2
	2	0.31	1.1	3.5	2.0	1.8	Pd	0.06	Cu	P30	○	-	-	B	R1
	3	0.29	1.0	3.5	4.2	2.6	Pd	0.03	Cu	-	○	-	-	B	R3
	4	0.20	0.8	4.0	6.8	3.0	Pd	0.09	Cu	-	○	-	-	B	R2
	5	0.13	0.6	4.5	21.4	2.1	Pd	0.05	Cu	-	○	-	-	B	R2
	6	0.10	0.5	5.0	52.5	3.3	Pd	0.32	Cu	-	○	-	-	A	R3
	7	0.03	0.2	7.0	87	4.3	Pd	0.24	Cu	-	○	-	-	B	R2
	8	0.002	0.02	8.2	420	13.5	Pd	0.28	Cu	Zr25	○	-	-	B	R2
	9	0.32	2.0	6.3	1.7	1.7	Pd	0.18	Cu	B8	○	-	-	D	R1
	10	0.68	3.4	5.0	0.9	0.9	Pd	0.006	Cu	-	○	-	-	B	R1
	11	0.48	1.2	2.5	2.6	1.5	Pd	0.02	Cu	-	○	-	-	B	R3
	12	0.67	1.2	1.8	1.0	1.2	Pd	0.13	Cu	Pd1000	○	-	-	C	R2
	13	0.19	0.7	3.7	1.5	3.6	Pt	0.08	Cu	-	○	-	-	A	R4
	14	0.31	0.8	2.6	32.5	2.1	Pt	0.15	Cu	-	○	-	-	B	R2
	15	0.26	0.5	1.9	71.3	2.3	Pt	0.004	Cu	-	×	-	-	B	R1
	16	0.45	1.7	3.8	1.2	2.5	Ru	0.10	Cu	-	○	-	-	B	R2
	17	0.02	0.05	2.7	4	6.4	Ru	0.06	Cu	Be10	○	-	-	A	R1
	18	0.52	5.8	11.2	8	1.3	Rh	0.007	Cu	-	○	-	-	B	R2
	19	0.44	1.2	2.7	1.8	1.5	Pd	0.04	Au	Be15	○	-	-	B	R3
	20	0.18	0.9	5.0	12.1	4.4	Pd	0.18	Au	Pd8000	○	-	-	D	R1
	21	0.60	0.3	0.5	2.3	1.2	Pd	0.09	Au	-	○	-	-	B	R2
	22	0.61	2.5	4.1	1.0	1.4	Pt	0.03	Au	Ca20 Ni10	×	-	-	C	R4
	23	0.10	0.5	5.0	5.4	3.9	Ru	0.07	Au	-	○	-	-	B	R1
	24	0.26	0.7	2.7	1.3	1.8	Rh	0.03	Ag	-	○	-	-	B	R3
	25	0.14	0.7	5.0	3.5	2.7	Pd	0.015	Cu	B25	○	Au	0.08	B	R2
	26	0.03	0.2	7.0	0.8	5.2	Pd	0.16	Cu	-	○	Au	0.03	B	R1
	27	0.32	2.0	6.3	3.0	2.1	Ru	0.06	Cu	P20	○	Pd	0.02	B	R1
	28	0.33	0.6	1.8	2.1	2.4	Pd	0.06	Cu	-	○	Pt	0.03	B	R3
	29	0.25	0.2	0.8	1.7	3.2	Pt	0.15	Au	-	○	Pd	0.12	B	R2
	30	0.50	2.5	5.0	2.3	1.3	Ru	0.01	Au	Ca15	○	Pd	0.005	B	R3
	31	0.21	2.5	12	5.5	2.3	Pd	0.12	Au	Pt3000	○	-	-	B	R2
	32	0.27	0.9	3.3	1.5	1.6	Ag	0.22	Au	Pd2000, Ca25	○	-	-	B	R2
	33	0.64	2.5	3.9	1.8	1.4	Ag	0.1	Cu	-	○	-	-	B	R4
	34	0.34	1.2	3.5	2.5	1.7	Pd	0.01	Cu	In20, Bi10	○	-	-	B	R4
	35	0.28	4.8	17	4.6	4.4	Pd	0.14	Cu	Ag250	○	-	-	B	R3
	36	0.18	1.3	7.3	2.7	2.9	Pd	0.08	Cu	Pd180	○	-	-	B	R4
	37	0.19	0.8	4.2	1.0	1.1	Ag	0.03	Cu	Pd7500	○	Au	0.03	B	R4
	38	0.09	0.4	4.5	1.7	1.5	Ag	0.09	Cu	Pd1000, B15	○	-	-	B	R4
	39	0.08	0.2	2.5	1.1	1.3	Pd	0.06	Cu	Pd9800, Ag50	○	-	-	B	R4
	40	0.09	0.6	7.0	2.2	2.2	Pd	0.07	Cu	B5, Pd2000	○	-	-	B	R4
比較例	1	0.71	1.5	2.1	1.8	1.5	Pt	0.02	Cu	-	×	-	-	C	R3
	2	0.72	3.8	5.3	0.2	1.3	Pd	0.06	Cu	-	×	-	-	B	R4
	3	0.93	1.4	1.5	1.6	1.0	Pd	0.01	Cu	-	×	-	-	A	R3
	4	0.81	0.3	0.5	0.7	1.2	Ru	0.2	Cu	-	○	-	-	B	R1
	5	1.33	0.4	0.3	1.5	0.5	Pd	0.25	Au	-	○	-	-	B	R2
	6	0.80	1.2	1.5	2.2	1.1	Pt	0.1	Au	-	○	-	-	B	R2

表 2

		傾斜性	反向階差接合的彎曲性	懸空式堆疊的反向階差接合		低線弧的頸部損傷		線弧穩定性		短跨距、低線弧的直線性	彈性	楔結合接合性	剝離接合強度（25μmØ、跨距 3mm）	拉線加工性		晶片受損
				彎曲性	凸塊高	90μm高度	70μm高度	直線性	弧高變異					25μm	17μm	
實施例	1	○	◎	○	○	◎	○	△	○	○	△	○	○	◎	◎	◎
	2	○	◎	○	○	◎	○	◎	○	◎	◎	○	○	◎	◎	◎
	3	◎	◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	4	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	5	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	6	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	△
	7	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	8	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	9	○	○	○	○	◎	◎	○	○	◎	○	○	○	◎	◎	◎
	10	○	○	○	○	◎	◎	△	△	○	△	△	○	◎	○	◎
	11	○	◎	○	○	◎	○	◎	○	○	◎	○	○	◎	◎	◎
	12	○	◎	◎	◎	○	△	△	△	○	△	△	○	◎	○	◎
	13	◎	◎	○	○	◎	○	○	◎	○	○	◎	○	◎	◎	◎
	14	○	◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	15	◎	◎	○	○	○	△	◎	◎	○	○	○	○	○	△	◎
	16	○	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	◎	○	◎	◎	◎
	17	◎	◎	○	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	18	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	◎	○	○	◎	◎	◎
	19	○	◎	○	○	◎	○	○	○	◎	○	○	○	◎	◎	◎
	20	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	21	○	◎	○	○	○	△	◎	△	○	◎	△	○	◎	○	◎
	22	○	○	○	○	◎	◎	△	○	◎	△	○	○	○	△	◎
	23	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	24	◎	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎
	25	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	26	◎	◎	○	○	◎	◎	△	◎	○	△	◎	◎	◎	◎	◎
	27	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	28	○	◎	○	○	○	△	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	29	◎	◎	○	○	○	△	○	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
	30	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
	31	◎	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	32	◎	◎	○	○	◎	○	○	○	◎	○	○	○	◎	◎	◎
	33	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎
	34	○	◎	○	○	◎	○	◎	○	◎	◎	○	○	◎	◎	◎
	35	◎	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	36	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
	37	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	○	△	△	◎	◎	○	◎
	38	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎
	39	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	○	○	△	○	○	◎	◎	○
	40	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
比較例	1	×	△	×	△	○	△	△	△	×	△	△	△	△	×	◎
	2	×	×	×	△	○	○	×	△	×	×	△	△	△	×	◎
	3	×	△	×	△	△	×	△	×	×	△	×	△	△	×	◎
	4	×	○	×	△	△	×	×	×	×	×	×	△	△	×	○
	5	×	○	△	△	△	×	△	×	△	△	×	△	△	×	×
	6	×	△	△	△	△	×	○	×	△	○	×	△	△	×	◎

與申請專利範圍第 1 項相關的合接線為實施例 1~40，而與申請專利範圍第 2 項相關的合接線是相當於實施例 1~8、11~15、17、19~21、23~26、28、29、32、34、36~40，與申請專利範圍第 3 項相關的合接線是相當於實施例 1~11、13、14、16~20、22~27、30~40，與申請專利範圍第 4 項相關的合接線是相當於實施例 2~9、11、13~21、23~25、27~36、38、40，與申請專利範圍第 5 項相關的合接線是相當於實施例 1~9、11、13~20、22~36、38~40，與申請專利範圍第 6 項相關的合接線是相當於實施例 1~5、7~14、16~40，與申請專利範圍第 7 項相關的合接線是相當於實施例 1~17、19~23、25~40，與申請專利範圍第 8 項相關的合接線是相當於實施例 1~23、25~40，與申請專利範圍第 9 項相關的合接線是相當於實施例 25~30、37，與申請專利範圍第 10 項相關的合接線是相當於實施例 1~14、16~21、23~40，與申請專利範圍第 11 項相關的合接線是相當於實施例 2、8、9、25、27、34~36，與申請專利範圍第 12 項相關的合接線是相當於實施例 12、36~40，與申請專利範圍第 13 項相關的合接線是相當於實施例 19、20、22、30~32。比較例 1~6 中，顯示未滿足申請專利範圍第 1 項的情況的結果。

分別針對申請專利範圍各項的代表例，說明其評量結果的一部分。

實施例 1~40 之複層構造的合接線，是本發明相關之複層構造的合接線，其位於表皮層的表面之晶粒之圓周方向

的平均尺寸 a、位於合接線軸向的垂直截面的芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7，藉此已確認其在線徑 25μm 的情況之傾斜特性良好。另一方面，上述比例(a/b)超出 0.7 的複層線相關的比較例 1~6 中，已確認其發生很多傾斜缺陷。較佳的事例，也就是滿足(a/b)≦0.3 的關係的實施例 3~8、13、15、17、20、23~26、29、31、32、35~40 中，已確認進一步地提升在線徑 25μm 的情況之傾斜特性。

實施例 1~8、11~15、17、19~21、23~26、28、29、32、34、36~40 之複層構造的合接線，是同時滿足本發明相關之芯材與表皮層的晶粒尺寸 a、b 相關之[(a/b)≦0.7]且(a≦1.5μm)的關係，藉此，已確認在線徑 25μm 的情況之反向階差接合時的合接線的彎曲性良好。

實施例 1~11、13、14、16~20、22~27、30~40 之複層構造的合接線是同時滿足本發明相關之芯材與表皮層的晶粒尺寸 a、b 相關之[(a/b)≦0.7]且(b≧2μm)的關係，藉此，已確認可以抑制弧高約 90μm 之低線弧中的頸部損傷。較佳的情況中，上述關係為(b≧4μm)的實施例 4~10、18、20、22、23、25~27、30、31、35~38、40 中，即使在弧高約 70μm 的超低線弧的情況仍可以抑制頸部損傷，而確認其具有優異的低線弧性能。

實施例 2~9、11、13~21、23~25、27~36、38、40 之複層構造的合接線，是滿足本發明相關之上述晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，且位於表皮層的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 c、芯材的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 d 的關

係為[(d/c)≧1.2]，藉此，已確認可以減低彈性不良、還有亦提升線弧形狀的直線性。較佳的情況中，上述關係為[(d/c)≧2]的實施例 2~8、11、14、15、17、18、20、21、23、25、27、28、30、31、34~36、40 中，已確認其將彈性不良的減低與線弧形狀的直線性的二者均作進一步的提升，而得到優異的層積晶片連接特性。

實施例 1~9、11、13~20、22~36、38~40 之複層構造的合接線，是滿足本發明相關之上述晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，且表皮層的表面硬度 SH 與上述芯材的截面硬度 CH 的關係為(SH/CH)≧1.3，藉此，已確認其可兼顧楔結合的接合性的提升效果與弧高的變異的減低效果。較佳的情況中，[(SH/CH)≧2.0]的實施例 3~8、13~17、20、23、25~29、31、35、36、40 中，已確認其在楔結合的接合性與弧高的變異的抑制的二者的方面，可以得到更優異的特性。

實施例 25~30、37 之複層構造的合接線，是滿足本發明相關之上述晶粒尺寸比例(a/b)≦0.7 的關係，且藉由在表皮層與芯材之間具有中間金屬層，已確認可提升位於楔結合的接合部的剝離強度。

實施例 1~5、7~14、16~40 之複層構造的合接線，藉由其為足本發明相關之表皮層的厚度為 0.005~0.3μm 的範圍，除了改善傾斜缺陷與彈性不良之外，亦容易綜合性地滿足線弧控制等的所需求的特性，還可以減低晶片損傷，而為良好的複層構造的合接線。相對於此，在實施例 6 中，

由於表皮層的厚度超過 0.3μm，而增加了晶片損傷；在實施例 15 中，由於表皮層的厚度不滿 0.005μm，而確認對於彈性不良與楔結合的接合性，還具有改善的空間。

實施例 1~14、16~21、23~40 之複層構造的合接線，在表皮層與芯材之間包含本發明相關之具有濃度梯度的擴散層，已確認到線徑 25μm 為止的拉線加工性良好。較佳的事例的實施例 1~9、11、13、14、16~20、23~36、38~40 中，藉由其具有擴散層、且[(SH/CH)≧1.3]，已確認到更細的線徑 17μm 為止的拉線加工性良好。

實施例 2、8、9、25、27、34~36 之複層構造的合接線，是藉由本發明相關之構成芯材的主成分為 Cu，並含有 5~300ppm 的範圍之 In、Ca、B、Pd、Bi、Zr、Ag、及 P 中的至少一種，已確認其提升了短跨距、低線弧的直線性。同樣地，實施例 19、20、22、30~32，是藉由本發明相關之構成芯材的主成分為 Au，並含有 5~9500ppm 的範圍之 Be、Ca、Ni、Pd、及 Pt 中的至少一種，已確認其提升了短跨距、低線弧的直線性。

實施例 12、36~40 之複層構造的合接線，是藉由本發明相關之構成上述芯材的主成分為 Cu、構成上述表皮層的主成分為 Pd 或 Ag、並含有 5~10000ppm 的範圍之 Pd，已確認其提升了懸空式堆疊的反向接合的彎曲性。較佳的情況中，實施例 12、37~40 中，由於 Pd 的濃度為 200~10000ppm 的範圍，已確認其對懸空式堆疊的反向接合的凸塊高度的改善有更高的效果。另外，在實施例 12、36~38、40 中，

由於 Pd 的含量為 5~8000ppm 的範圍，而抑制了晶片損傷；相對於此，在實施例 39 中，由於 Pd 的含量超過 8000ppm，已確認其增加了晶片損傷。

關於表 3 的實施例 41~80，是顯示本發明相關之線徑 20μm 以下的合接線的實施例。表 3 顯示了合接線的使用性能中的傾斜性、反向階差接合時的合接線彎曲性的評量結果，但是已確認其仍可得到亦可以將上述以外的使用性能予以實用的良好特性。

實施例 41~80 之複層構造的合接線，是本發明相關之複層構造的合接線，其位於表皮層的表面之晶粒之圓周方向的平均尺寸 a、位於合接線軸向的垂直截面的芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7，藉此已確認其傾斜特性良好。更佳的情況中之滿足[(a/b)≦0.1]的實施例 46~48、57、63、66、78~80 之複層構造的合接線中，已確認其更加改善線徑 20μm 以下的情況之傾斜性，而具有優異的性能。

實施例 43~48、53~55、57、60、61、63~66、68、69、72、77~80 之複層構造的合接線，是同時滿足本發明相關之芯材與表皮層的晶粒尺寸 a、b 相關之[(a/b)≦0.7]且(a≦1μm)的關係，藉此，已確認在線徑 20μm 以下的情況之反向階差接合時的合接線的彎曲性良好。

表 3

		位於表皮層的表面、芯材的截面的組織				表皮層/芯材的硬度比 SH/CH	表皮層		擴散層	芯材		中間金屬層		製法(A:無電解、B:電解、C:蒸鍍、D:熔融)	線徑 μm	加工率	傾斜性	反向階差接合的彎曲性
		表皮層/芯材的粒徑比(a/b)	表皮層的表面徑 a	芯材的垂直截面粒徑 b	軸向的粒徑比(d/c)		主成分	膜厚 μm		主成分	添加元素 mass·ppm	主成分	膜厚 μm					
實施例	41	0.42	1.4	3.3	0.8	1.4	Pd	0.01	○	Cu	-	-	-	A	20	R2	○	○
	42	0.30	1.1	3.7	2.0	1.8	Pd	0.06	○	Cu	P30	-	-	B	18	R2	○	○
	43	0.29	1.0	3.4	4.2	2.6	Pd	0.04	○	Cu	-	-	-	B	20	R3	○	◎
	44	0.20	0.8	4.0	6.8	2.9	Pd	0.09	○	Cu	-	-	-	B	20	R2	○	◎
	45*	0.15	0.7	4.8	22	2.1	Pd	0.05	○	Cu	-	-	-	B	20	R2	○	◎
	46	0.10	0.5	5.1	51	3.1	Pd	0.31	○	Cu	-	-	-	A	20	R3	◎	◎
	47	0.03	0.2	6.8	85	4.1	Pd	0.25	○	Cu	-	-	-	B	13	R4	◎	◎
	48	0.002	0.02	8.4	415	13.5	Pd	0.28	○	Cu	Zr25	-	-	B	20	R2	◎	◎
	49	0.32	2.0	6.3	1.7	1.7	Pd	0.18	○	Cu	B8	-	-	D	15	R2	○	△
	50	0.65	3.3	5.1	0.9	0.9	Pd	0.005	○	Cu	-	-	-	B	20	R1	○	△
	51	0.48	1.2	2.5	2.5	1.6	Pd	0.02	○	Cu	-	-	-	B	20	R3	○	○
	52	0.72	1.3	1.8	1.0	1.3	Pd	0.14	○	Cu	Pd1000	-	-	C	17	R2	○	○
	53	0.18	0.7	3.9	1.5	3.8	Pt	0.08	○	Cu	-	-	-	A	20	R4	○	◎
	54	0.32	0.8	2.5	33	2.1	Pt	0.15	○	Cu	-	-	-	B	20	R2	○	◎
	55	0.26	0.5	1.9	73	2.4	Pt	0.004	×	Cu	-	-	-	B	20	R1	○	◎
	56	0.45	1.7	3.8	1.2	2.6	Ru	0.10	○	Cu	-	-	-	B	20	R2	○	△
	57	0.02	0.05	2.8	4	6.3	Ru	0.06	○	Cu	Be10	-	-	A	20	R1	◎	◎
	58	0.51	5.8	11.4	8	1.3	Rh	0.007	○	Cu	-	-	-	B	20	R3	○	△
	59	0.44	1.2	2.7	1.7	1.6	Pd	0.04	○	Au	Be15	-	-	B	15	R4	○	○
	60	0.18	0.9	4.9	12.4	4.5	Pd	0.17	○	Au	Pd8000	-	-	D	20	R2	○	◎
	61	0.80	0.4	0.5	2.5	1.2	Pd	0.09	○	Au	-	-	-	B	20	R2	○	◎
	62	0.61	2.5	4.1	1.0	1.4	Pt	0.03	×	Au	Ca20 Ni10	-	-	C	20	R4	○	△
	63	0.10	0.5	5.0	5.4	3.7	Ru	0.06	○	Au	-	-	-	B	20	R2	◎	◎
	64	0.26	0.7	2.7	1.3	1.8	Rh	0.03	○	Ag	-	-	-	B	20	R3	○	◎
	65	0.17	0.8	4.8	3.5	2.6	Pd	0.015	○	Cu	B25	Au	0.08	B	20	R2	○	◎
	66	0.03	0.2	6.9	0.8	4.3	Pd	0.16	○	Cu	-	Au	0.03	B	15	R3	◎	◎
	67	0.32	2.0	6.3	2.9	2.1	Ru	0.07	○	Cu	P20	Pd	0.02	B	20	R1	○	△
	68	0.35	0.6	1.7	2.1	2.5	Pd	0.06	○	Cu	-	Pt	0.03	B	20	R4	○	◎
	69	0.25	0.2	0.8	1.7	3.2	Pt	0.15	○	Au	-	Pd	0.12	B	20	R2	○	◎
	70	0.50	2.4	4.8	2.3	1.4	Ru	0.01	○	Au	Ca15	Pd	0.005	B	20	R3	○	△
	71	0.21	2.5	12	5.3	2.3	Pd	0.12	○	Au	Pt3000	-	-	B	17	R2	○	△
	72	0.28	0.9	3.2	1.5	1.7	Ag	0.22	○	Au	Pd2000, Ca25	-	-	B	20	R2	○	◎
	73	0.66	2.5	3.8	1.7	1.5	Ag	0.1	○	Cu	-	-	-	B	20	R4	○	△
	74	0.36	1.3	3.6	1.3	1.7	Pd	0.01	○	Cu	In20, Bi10	-	-	B	15	R4	○	○
	75	0.28	4.7	17	4.4	4.5	Pd	0.14	○	Cu	Ag250	-	-	B	20	R3	○	△
	76	0.18	1.3	7.3	2.6	2.9	Pd	0.08	○	Cu	Pd180	-	-	B	17	R4	○	○
	77	0.18	0.7	4.0	1.0	1.1	Ag	0.03	○	Cu	Pd7500	Au	0.03	B	15	R4	○	◎
	78	0.09	0.4	4.4	1.6	1.4	Ag	0.09	○	Cu	Pd1000, B15	-	-	B	20	R4	◎	◎
	79	0.08	0.2	2.6	1.1	1.5	Pd	0.06	○	Cu	Pd9800, Ag50	-	-	B	15	R4	◎	◎
	80	0.09	0.6	7.0	2.3	2.2	Pd	0.07	○	Cu	B5, Pd2000	-	-	B	12	R4	◎	◎

200944319

【圖式簡單說明】

第 1 圖是顯示合接線表面的觀察區。

第 2(a)~2(c)圖是顯示合接線的構造及截面，其中第 2(a)圖是顯示合接線的構造、第 2(b)圖是顯示合接線軸向的垂直方向的截面(垂直截面)、第 2(c)圖是顯示合接線延伸方向的截面(軸向截面)。

【主要元件符號說明】

1~合接線	2~表皮層
3~芯材	4~合接線的長邊方向
5~圓周方向	6~截面
7~截面	8~平坦部分

200944319

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：98103202

※申請日：98.2.2　　※IPC 分類：B23K 20/10 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）　　H01L 21/60 (2006.01)

半導體裝置用合接線　　B23K 101/40 (2006.01)

B23K 103/12 (2006.01)

二、中文發明摘要：

本發明的目的是提供高性能的合接線，其可以抑制銲球正上方部分的線傾（線偏）及彈性不佳，並具有優異的線弧的直線性、弧高的穩定性等，而可以適用於堆疊晶片的連接、縮小線徑、窄間距封裝等的半導體封裝技術。半導體裝置用合接線是包含：一芯材，由導電性金屬所構成；一表皮層，位於上述芯材上，其主成分為與上述芯材不同的金屬；其中位於合接線表面的上述表皮層的晶粒之合接線圓周方向的平均尺寸 a、位於合接線軸向的垂直截面的上述芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為 $(a/b) \leqq 0.7$。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1.一種半導體裝置用合接線，包含：

一芯材，由導電性金屬所構成；

一表皮層，位於該芯材上，其主成分為與該芯材不同的金屬；其特徵在於：

位於合接線表面的該表皮層的晶粒之合接線圓周方向的平均尺寸 a、位於垂直截面的該芯材的晶粒平均尺寸 b 的關係為(a/b)≦0.7，而該垂直截面為合接線軸向的垂直方向的截面。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的半導體裝置用合接線，其特徵在於：該平均尺寸 a 為 1.5μm 以下。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：該平均尺寸 b 為 2μm 以上。

4.如申請專利範圍第 1 至 3 項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：位於合接線表面的該表皮層的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 c、位於包含合接線軸的延伸方向的截面之軸截面的該芯材的晶粒之合接線軸向的平均尺寸 d 的關係為(d/c)≧1.2。

5.如申請專利範圍第 1 至 4 項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：該表皮層的表面硬度 SH 與該芯材的截面硬度 CH 的關係為(SH/CH)≧1.3。

6.如申請專利範圍第 1 至 5 項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：該表皮層的厚度為 0.005~0.3μm。

7.如申請專利範圍第1至6項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：構成該表皮層的主成分為Pd、Pt、Ru、及Ag中的至少一種。

8.如申請專利範圍第1至7項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：構成該芯材的主成分為Cu及Au中的至少一種。

9.如申請專利範圍第1至8項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：在該表皮層與該芯材之間具有一中間金屬層，該中間金屬層的成分與構成該表皮層及該芯材的主成分不同。

10.如申請專利範圍第1至9項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：在該表皮層與該芯材之間具有一擴散層，該擴散層具有濃度梯度。

11.如申請專利範圍第7至10項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：構成該芯材的主成分為Cu，並含有5~300ppm的範圍之In、Ca、B、Pd、Bi、Zr、Ag、及P中的至少一種。

12.如申請專利範圍第7至11項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：構成該芯材的主成分為Cu、並含有5~10000ppm的範圍之Pd，而構成該表皮層的主成分為Pd或Ag。

13.如申請專利範圍第7至10項任一項所述之半導體裝置用合接線，其特徵在於：構成該芯材的主成分為Au，並含有5~9500ppm的範圍之Be、Ca、Ni、Pd、及Pt中的

至少一種。

四、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：

1~合接線　　2~表皮層

3~芯材　　4~合接線的長邊方向

5~圓周方向　　8~平坦部分

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無