



(21)申請案號：102148636

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 27 日

(51)Int. Cl. : **H05K1/03 (2006.01)**
B32B15/08 (2006.01)**H05K1/09 (2006.01)**

(30)優先權：2012/12/28 日本

2012-288127

(71)申請人：新日鐵住金化學股份有限公司(日本)NIPPON STEEL & SUMIKIN CHEMICAL CO.,
LTD. (JP)

日本

(72)發明人：中林利之 NAKABAYASHI, TOSHIYUKI (JP)；重松櫻子 SHIGEMATSU,
SAKURAKO (JP)；藤元伸悅 FUJIMOTO, SHIN-ETSU (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

TW 201247045A1

US 4309466

審查人員：王鵬翔

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：8 共 35 頁

(54)名稱

可撓性覆銅積層板

FLEXIBLE COPPER-CLAD LAMINATE

(57)摘要

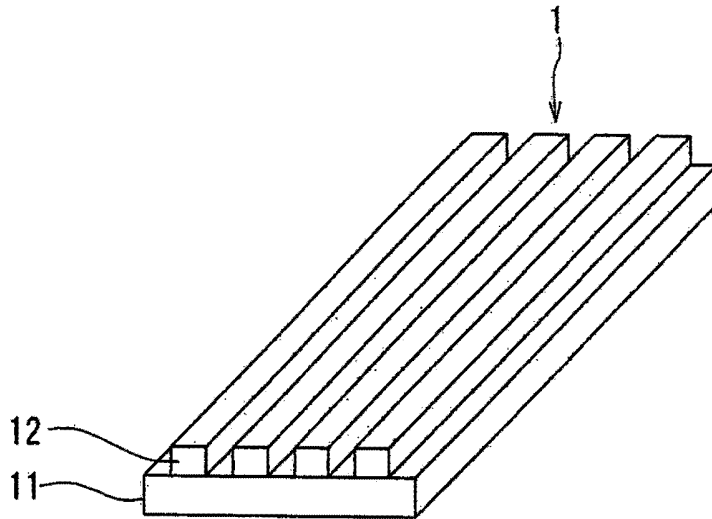
本發明之課題在於提供一種可撓性覆銅積層板，其能夠提供即便在薄的或狹窄的電子機器之殼體內使用時，亦能夠防止配線電路斷線和裂紋之具有優異耐折彎性之可撓性電路基板。本發明之解決手段，係提供一種可撓性覆銅積層板，其係可在被折疊收納於電子機器的殼體內之可撓性電路基板使用的可撓性覆銅積層板，具有：聚醯亞胺層(A)，其厚度在 5 至 30 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 4 至 10GPa 的範圍內；及銅箔(B)，其係被積層在聚醯亞胺層(A)的至少一面，厚度在 6 至 20 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 25 至 35GPa 的範圍內。前述可撓性覆銅積層板與聚醯亞胺層(A)連接側的面之銅箔(B)的十點平均粗糙度(Rz)在 0.7 至 2.2 μm 的範圍內，而且在將銅箔(B)進行配線電路加工而形成有銅配線之任意可撓性電路基板之在間隙 0.3mm 的折彎試驗中，依照下述式(I)計算的折彎傾向係數[PF]，為在 0.96 \pm 0.025 的範圍，[數 1][PF]= $(|\epsilon|-\epsilon_C)/|\epsilon|$ (I)[在式(I)， $|\epsilon|$ 係銅配線的彎曲平均應變值之絕對值， ϵ_C 係銅配線的拉伸彈性界限應變]。

An object of this invention is to provide a flexible copper-clad laminate that can produces a flexible circuit board having excellent bending resistance, capable of preventing breaking or cracking of wiring circuit even if it is used with in a thin or narrow housing of an electronic machine.

This invention provides a flexible copper-clad laminate, which can be used for a flexible circuit board to be folded and accommodated in an electronic machine housing, having: a polyimide layer (A), the thickness thereof is in the range of 5 to 30 μm and the tensile elastic modulus is in the range of 4 to 10GPa; and a copper foil (B), which is laminated on at least one surface of the polyimide layer (A), the thickness thereof is in the range of 6 to 20 μm and the tensile elastic modulus is in the range of 25 to 35GPa. In the

flexible copper-clad laminate, the ten-point average roughness (Rz) of the copper foil (B) surface on the side in contact with the polyimide layer (A) is in the range of 0.7 to 2.2 μm , and in a bending test of gap 0.3mm for an arbitrary flexible circuit board obtained by forming a copper wiring from the copper foil (B) with a wiring circuit processing, the fold habit coefficient [PF] calculated by the following formula (I) is in the range of 0.96 ± 0.025 , (Number 1) $[PF] = (|\varepsilon| - \varepsilon_C) / |\varepsilon|$ (I) (In the formula (I), $|\varepsilon|$ represents the absolute value of flex average strain value of the copper wiring, ε_C represents the tensile elastic limits strains of the copper wiring).

指定代表圖：



符號簡單說明：

1 . . . 電路基板

11 . . . 聚醯亞胺層

12 . . . 銅配線

第1圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

可撓性覆銅積層板

FLEXIBLE COPPER-CLAD LAMINATE

【技術領域】

【0001】本發明係有關於一種可撓性覆銅積層板，詳言之，係有關於一種可在被折疊收納於電子機器的殼體內使用之可撓性電路基板(FPC)使用的可撓性覆銅積層板。

【先前技術】

【0002】近年來，伴隨著電子機器的小型化和高功能化，在構成該等之電子零件的一種之 FPC，亦被要求在電特性、機械特性、耐熱性等具有更高性能的產品。FPC 大多係藉由在可撓性覆銅積層板的銅箔形成電路而製造，其中該可撓性覆銅積層板，係在金屬層之銅箔積層絕緣層的聚醯亞胺而成。將此種聚醯亞胺作為絕緣層之覆銅積層板，大致區別為：在聚醯亞胺與銅箔之間透過環氧樹脂等熱硬化性接著劑層將聚醯亞胺與銅箔積層而成之覆銅積層板(亦稱為「三層 CCL」)；及不透過熱硬化性接著劑而將聚醯亞胺與銅箔直接積層而成之覆銅積層板(亦稱為「二層 CCL」)。

【0003】因為上述三層 CCL，係在接著劑層使用環氧樹脂等，在耐熱性有問題。具體而言，在如使用焊材和熱熔工具(heat tool)，將 FPC 的配線上之電極與監視器面板基板、硬質基板、半導體晶片等進行接合之步驟，在需要高溫加工之步驟容易產生問題。又，三層 CCL 從相對於二層 CCL 需加算接著劑層的厚度方面，

從異種材料之間的熱膨脹係數差致使尺寸控制困難方面，而且從介電特性的觀點，搭載在高階(high end)電子機器係有問題。因此，特別是在耐熱性和可靠性的要求較高的用途，不使用環氧樹脂等熱硬化性接著劑等之二層 CCL 已上市。

【0004】可是，由於最近可攜式終端機器的型式之多樣化，因而所使用的 FPC 之使用形態亦產生變化。與如在先前的行動電話所看到的鉸鏈(hinge)彎曲部和滑動彎曲部般以一定量確保彎曲半徑的使用形態不同，爲了收納至較薄的殼體，而逐漸要求如附加折痕而能夠折彎般更嚴格的耐折彎性。以下，在本說明書中，有時將 FPC 的上面側大略翻轉 180°而成爲下面側之折彎，稱爲「折疊(folding)」。

【0005】作爲意圖在此種用途適用者，在專利文獻 1，係提案揭示一種顯示高彎曲性且尺寸安定性優異之高彎曲性可撓性電路基板。但是，專利文獻 1 的發明，係在聚醯亞胺基質薄膜上透過接著劑層而形成金屬配線圖案者，係將比較低彈性模數範圍的聚醯亞胺作爲基質基材者。又，因爲係將接著劑層設爲必要，所以無法充分活用只使用聚醯亞胺得到的二層 CCL 之耐熱性等特性。

【0006】又，在專利文獻 2，係提案揭示一種適用於以折彎的狀態被使用在電子機器內的電路基板之聚醯亞胺金屬積層體。但是，在此所揭示的聚醯亞胺金屬積層體，係著眼於構成聚醯亞胺層之非熱可塑性聚醯亞胺薄膜的彈性模數，但是未著眼於同時被使用的銅箔側之彈性模數，因爲顯示折疊耐性只有 1 次左右，所以亦是實用上不充分者。

【0007】又，在 FPC 的設置中，從與接合對象基板的阻抗 (impedance) 整合之觀點，可撓性覆銅積層板的絕緣層亦即聚醯亞胺層的厚度為較厚時，配線能夠較粗。亦即，配線加工容易，但是其相反面，欲收納至較薄的或較狹窄的殼體時，基板的反彈力產生影響而難以折疊，致使 FPC 的操作上有問題。另一方面，聚醯亞胺層的厚度為較薄時，同樣從阻抗整合之觀點，必須將配線細小化。亦即，配線加工性的難度提升之反面，因為低反彈，所以收納至薄或狹窄的殼體比較容易，FPC 的操作性佳。

先前技術文獻

專利文獻

【0008】

[專利文獻 1] 日本特開 2007-208087 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2012-6200 號公報

【發明內容】

(發明欲解決之課題)

【0009】本發明之目的在於提供一種可撓性覆銅積層板，係即便在薄的或狹窄的電子機器之殼體內使用時，亦能夠防止配線電路斷線和裂紋之具有優異耐折彎性之 FPC。

(用以解決課題之手段)

【0010】本案發明者等專心研討的結果，發現藉由在將銅箔及聚醯亞胺薄膜的特性最適化之同時，著眼於將可撓性覆銅積層板進行配線電路加工後之配線電路基板的特性，能夠提供可解決上述課題之可撓性覆銅積層板，而完成本發明。

【0011】亦即，本發明之可撓性覆銅積層板，係可在被折疊

收納於電子機器的殼體內之可撓性電路基板使用的可撓性覆銅積層板，具有：

聚醯亞胺層(A)，其係厚度在 5 至 30 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 4 至 10GPa 的範圍內；及

銅箔(B)，其係被積層在前述聚醯亞胺層(A)的至少一面，厚度在 6 至 20 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 25 至 35GPa 的範圍內；

與前述聚醯亞胺層(A)連接側的面之銅箔(B)的十點平均粗糙度(Rz)在 0.7 至 2.2 μm 的範圍內，而且在將前述銅箔(B)進行配線電路加工而形成銅配線之任意的可撓性電路基板之在間隙 0.3mm 的折彎試驗中，依照下述式(I)計算的折彎傾向係數[PF]，在 0.96 ± 0.025 的範圍內，

[數 1]

$$[PF] = \left(\frac{|\varepsilon| - \varepsilon_c}{|\varepsilon|} \right) \quad (I)$$

[在式(I)， $|\varepsilon|$ 係銅配線的彎曲平均應變值之絕對值， ε_c 係銅配線的拉伸彈性界限應變]。

【0012】本發明之可撓性覆銅積層板，聚醯亞胺層(A)係含有：熱膨脹係數小於 $30 \times 10^{-6}/\text{K}$ 之低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)，及熱膨脹係數 $30 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以上之高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)，該高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)係以直接與銅箔(B)連接為佳。

【0013】又，本發明之可撓性覆銅積層板，上述聚醯亞胺層(A)之厚度在 8 至 15 μm 的範圍內、拉伸彈性模數在 6 至 10GPa 的範圍內較佳。

【0014】又，本發明之可撓性覆銅積層板，聚醯亞胺層(A)與銅箔(B)之厚度比[聚醯亞胺層(A)/銅箔(B)]係以 0.9 至 1.1 的範圍內為佳。

【0015】又，本發明之可撓性覆銅積層板，前述銅箔(B)係以電解銅箔為佳。

(發明效果)

【0016】本發明之可撓性覆銅積層板，因為能夠表現配線基板被要求之高耐折彎性，所以能夠提供一種在電子機器內折彎狀態下的連接可靠性優異之可撓性電路基板用材料。因此，本發明之可撓性覆銅積層板，係適合使用在特別是智慧型手機等小型液晶周圍的折彎部分等被要求耐折彎性之電子零件。

【圖式簡單說明】

【0017】

第 1 圖係顯示將本發明之可撓性覆銅積層板的銅箔進行配線電路加工而得到的可撓性電路基板之重要部位之斜視說明圖。

第 2 圖係顯示在實施例所使用的試驗電路基板片之銅配線的情形之平面說明圖。

第 3 圖係顯示在折彎試驗之試料載物台及試驗電路基板片的情形之側面說明圖(將試驗電路基板片固定在試料載物台上之狀態圖)。

第 4 圖係顯示在折彎試驗之試料載物台及試驗電路基板片的情形之側面說明圖(即將使用滾輪按壓前之試驗電路基板片的折彎處之狀態圖)。

第 5 圖係顯示在折彎試驗之試料載物台及試驗電路基板片的

情形之側面說明圖(使用滾輪將試驗電路基板片折彎處按壓後之狀態圖)。

第 6 圖係顯示在折彎試驗之試料載物台及試驗電路基板片的情形之側面說明圖(打開折彎處使試片恢復平坦狀態後之狀態圖)。

第 7 圖係顯示在折彎試驗之試料載物台及試驗電路基板片的情形之側面說明圖(使用滾輪按壓折彎處的折痕部分使均勻之狀態圖)。

第 8 圖係可撓性電路基板之剖面說明圖(一部分)。

【實施方式】

【0018】以下，說明本發明之實施形態。本實施形態的可撓性覆銅積層板係由聚醯亞胺層(A)及銅箔(B)所構成。銅箔(B)係設置在聚醯亞胺層(A)的一面或兩面，以電解銅箔為佳。該可撓性覆銅積層板係將銅箔進行蝕刻等配線電路加工形成銅配線，而使用於被折疊收納在電子機器的殼體內之 FPC。

【0019】 <聚醯亞胺層>

在本實施形態的可撓性覆銅積層板，聚醯亞胺層(A)的厚度係 5 至 30 μm 的範圍內，以 8 至 15 μm 的範圍內為佳，以 9 至 12 μm 的範圍內為特佳。聚醯亞胺層(A)的厚度大於 30 μm 時，將 FPC 折彎時，係對銅配線施加較大的彎曲應力，致使其耐折彎性顯著降低。

【0020】又，聚醯亞胺層(A)的拉伸彈性模數係 4 至 10GPa 的範圍內，較佳是以 6 至 10GPa 的範圍內為佳。聚醯亞胺層(A)的拉伸彈性模數小於 4GPa 時，由於醯亞胺本身的強度降低，在將可撓

性覆銅積層板加工成爲電路基板時，有產生薄膜破裂等操作上的問題之情形。相反地，聚醯亞胺層(A)的拉伸彈性模數大於 10GPa 時，對可撓性覆銅積層板折彎之剛性上升之結果，在將 FPC 折彎時，對銅配線所施加的彎曲應力上升，致使耐折彎性降低。

【0021】聚醯亞胺層(A)亦能夠直接使用市售的聚醯亞胺薄膜，由絕緣層的厚度和物性的控制容易性考量，以使用在銅箔上將聚醯胺酸溶液直接塗布之後，藉由熱處理進行乾燥、硬化之所謂澆鑄(塗布)法爲佳。又，聚醯亞胺層(A)亦可以是只由單層形成者，但是考慮聚醯亞胺層(A)與銅箔(B)之接著性等時，以由複數層所構成者爲佳。將聚醯亞胺層(A)設爲複數層時，能夠在由不同構成成分所構成之聚醯胺酸溶液上依序塗布其他的聚醯胺酸溶液而形成。聚醯亞胺層(A)係由複數層所構成時，亦可使用相同構成的聚醯亞胺前驅物樹脂 2 次以上。

【0022】更詳細說明聚醯亞胺層(A)。如上述，聚醯亞胺層(A)係以設爲複數層爲佳，作爲其具體例，以將聚醯亞胺層(A)設爲含有熱膨脹係數小於 $30 \times 10^{-6}/K$ 之低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)、及熱膨脹係數 $30 \times 10^{-6}/K$ 以上之高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)之積層構造爲佳。較佳是將聚醯亞胺層(A)設爲在低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)之至少一側，較佳爲在其兩側，具有高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)之積層結構，使高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)直接與銅箔(B)連接爲佳。在此，所謂「低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)」，係指熱膨脹係數小於 $30 \times 10^{-6}/K$ ，較佳爲 1×10^{-6} 至 $25 \times 10^{-6}/K$ 的範圍內，特佳爲 3×10^{-6} 至 $20 \times 10^{-6}/K$ 的範圍內之聚醯亞胺層。又，所謂「高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)」，係指熱膨脹係數爲 $30 \times 10^{-6}/K$ 以上的聚醯亞胺

層，較佳為 30×10^{-6} 至 $80 \times 10^{-6}/K$ 的範圍內，特佳為 30×10^{-6} 至 $70 \times 10^{-6}/K$ 的範圍內之聚醯亞胺層。此種聚醯亞胺層，係藉由適當變更所使用原料之組合、厚度、乾燥與硬化條件，而能夠成為具有所需要的熱膨脹係數之聚醯亞胺層。

【0023】提供上述聚醯亞胺層(A)之聚醯胺酸溶液，係能夠藉由將眾所周知的二胺及酸酐在溶劑的存在下，進行聚合而製造。此時，被聚合的樹脂黏度係例如設為 500cps 以上 35,000cps 以下的範圍內為佳。

【0024】就作為聚醯亞胺的原料所使用的二胺而言，例如，可舉出 4,6-二甲基-間苯二胺、2,5-二甲基-對苯二胺、2,4-二胺基 1,3,5-三甲苯、4,4'-亞甲基二-鄰甲苯胺、4,4'-亞甲基二-2,6-二甲苯胺、4,4'-亞甲基-2,6-二乙基苯胺、2,4-甲苯二胺、間苯二胺、對苯二胺、4,4'-二胺基二苯基丙烷、3,3'-二胺基二苯基丙烷、4,4'-二胺基二苯基乙烷、3,3'-二胺基二苯基乙烷、4,4'-二胺基二苯基甲烷、3,3'-二胺基二苯基甲烷、2,2-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]丙烷、4,4'-二胺基二苯硫醚、3,3'-二胺基二苯硫醚、4,4'-二胺基二苯砜、3,3'-二胺基二苯砜、4,4'-二胺基二苯醚、3,3'-二胺基二苯醚、1,3-雙(3-胺基苯氧基)苯、1,3-雙(4-胺基苯氧基)苯、1,4-雙(4-胺基苯氧基)苯、聯苯胺、3,3'-二胺基聯苯、3,3'-二甲基-4,4'二胺基聯苯、3,3'-二甲氧基聯苯胺、4,4'-二胺基-對聯三苯、3,3'-二胺基-對聯三苯、雙(對胺基環己基)甲烷、雙(對- β -胺基-第三丁基苯基)醚、雙(對- β -甲基- δ -胺戊基)苯、對雙(2-甲基-4-胺戊基)苯、對雙(1,1-二甲基-5-胺戊基)苯、1,5-二胺基萘、2,6-二胺基萘、2,4-雙(β -胺基-第三丁基)甲苯、2,4-二胺基甲苯、間二甲苯-2,5-二胺、對二甲苯-2,5-

二胺、間伸萘基二胺、對伸萘基二胺、2,6-二胺基吡啶、2,5-二胺基吡啶、2,5-二胺基-1,3,4-嘔二唑、哌咩、2,2'-二甲基.4,4'-二胺基聯苯、3,7-二胺基二苯并呋喃、1,5-二胺基萸、二苯并-對二嘔英-2,7-二胺、4,4'-二胺基苜基等。

【0025】又，就使用作為聚醯亞胺的原料之酸酐而言，例如，可舉出焦蜜石酸二酐、3,3',4,4'-二苯基酮四羧酸二酐、2,2',3,3'-二苯基酮四羧酸二酐、2,3,3',4'-二苯基酮四羧酸二酐、萘-1,2,5,6-四羧酸二酐、萘-1,2,4,5-四羧酸二酐、萘-1,4,5,8-四羧酸二酐、萘-1,2,6,7-四羧酸二酐、4,8-二甲基-1,2,3,5,6,7-六氫萘-1,2,5,6-四羧酸二酐、4,8-二甲基-1,2,3,5,6,7-六氫萘-2,8,6,7-四羧酸二酐、2,6-二氫萘-1,4,5,8-四羧酸二酐、2,7-二氫萘-1,4,5,8-四羧酸二酐、2,3,6,7-四氫萘-1,4,5,8-四羧酸二酐、1,4,5,8-四氫萘-2,3,6,7-四羧酸二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、2,2',3,3'-聯苯四羧酸二酐、2,3,3,4'-聯苯四羧酸二酐、3,3",4,4"-對聯三苯四羧酸二酐、2,2",3,3"對聯三苯四羧酸二酐、2,3,3",4"-對聯三苯四羧酸二酐、2,2-雙(2,3-二羧苯基)-丙烷二酐、2,2-雙(3,4-二羧苯基)-丙烷二酐、雙(2,3-二羧苯基)醚二酐、雙(2,3-二羧苯基)甲烷二酐、雙(3,4-二羧苯基)甲烷二酐、雙(2,3-二羧苯基)砒二酐、雙(3,4-二羧苯基)砒二酐、1,1-雙(2,3-二羧苯基)乙烷二酐、1,1-雙(3,4-二羧苯基)乙烷二酐、茈-2,3,8,9-四羧酸二酐、茈-3,4,9,10-四羧酸二酐、茈-4,5,10,11-四羧酸二酐、茈-5,6,11,12-四羧酸二酐、菲-1,2,7,8-四羧酸二酐、菲-1,2,6,7-四羧酸二酐、菲-1,2,9,10-四羧酸二酐、環戊烷-1,2,3,4-四羧酸二酐、吡咩-2,3,5,6-四羧酸二酐、吡咯啶-2,3,4,5-四羧酸二酐、噻吩-3,4,5-四羧酸二酐、4,4'-氧二酐酸二酐、2,3,6,7-萘四羧酸二酐等。

【0026】上述二胺及酸酐可分別只使用 1 種，亦能夠併用 2 種以上。又，聚合所使用的溶劑，可舉出二甲基乙醯胺、N-甲基吡咯啉酮、2-丁酮、二甘二甲醚(diglyme)、二甲苯等，能夠使用 1 種或併用 2 種以上。

【0027】在本實施形態，製成熱膨脹係數小於 $30 \times 10^{-6}/K$ 之低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)時，以使用焦蜜石酸二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐作為原料的酸酐成分；使用 2,2'-二甲基-4,4'-二胺基聯苯、2-甲氧基-4,4'-二胺基苯甲醯胺苯作為二胺成分為佳，特佳是使用焦蜜石酸二酐及 2,2'-二甲基-4,4'-二胺基聯苯作為原料各成分的主成分。

【0028】又，製成熱膨脹係數 $30 \times 10^{-6}/K$ 以上之高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)時，以使用焦蜜石酸二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、3,3',4,4'-二苯基酮四羧酸二酐、3,3',4,4'-二苯砒四羧酸二酐作為原料的酸酐成分；使用 2,2'-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]丙烷、4,4'-二胺基二苯醚、1,3-雙(4-胺基苯氧基)苯作為二胺成分為佳，特佳是使用焦蜜石酸二酐及 2,2'-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]丙烷作為原料各成分的主成分。又，如此進行而得到的高熱膨脹性聚醯亞胺層(ii)之較佳玻璃轉移溫度，係在 300 至 400°C 的範圍內。

【0029】又，將聚醯亞胺層(A)設為低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)與高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)之積層結構時，較佳是低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)與高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)之厚度比(低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)/高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii))為 2 至 15 的範圍內。該比之值小於 2 時，因為相對於聚醯亞胺層整體之低熱膨脹性聚醯亞胺層變薄，控制聚醯亞胺薄膜的尺寸特性變為困

難，銅箔蝕刻時之尺寸變化率變大；大於 15 時則因為高熱膨脹性聚醯亞胺層變薄，聚醯亞胺薄膜與銅箔的接著可靠性降低。又，即便聚醯亞胺層(A)係由複數層所構成時，在算出上述折彎傾向係數[PF]時，亦能夠使用聚醯亞胺層(A)整體的厚度及彈性模數。

【0030】 <銅箔>

在本實施形態的可撓性覆銅積層板，銅箔(B)的厚度係在 6 至 20 μm 的範圍內，以 8 至 15 μm 的範圍內為佳。銅箔(B)的厚度小於 6 μm 時，在製造可撓性覆銅積層板時，例如在銅箔上形成聚醯亞胺層之步驟中，銅箔本身的剛性降低，結果產生在可撓性覆銅積層板上發生皺紋等之問題。又，銅箔(B)的厚度大於 20 μm 時，由於將 FPC 折彎時對銅配線施加的彎曲應力變大，有耐折彎性降低之情形。

【0031】而且，在本實施形態，聚醯亞胺層(A)與銅箔(B)的厚度比[聚醯亞胺層(A)/銅箔(B)]，以 0.9 至 1.1 的範圍內為佳。該厚度比小於 0.9、或是大於 1.1 時，在折彎時由於塑性變形部分被延伸時之最大拉伸應變變大，致使耐折彎性降低。

【0032】又，針對銅箔(B)的拉伸彈性模數，係在 25 至 35GPa 的範圍內。銅箔(B)的拉伸彈性模數小於 25GPa 時，在製造可撓性覆銅積層板時，例如，在銅箔上形成聚醯亞胺層之步驟中，影響銅箔本身的加熱條件等，致使剛性降低。其結果產生在可撓性覆銅積層板上發生皺紋等之問題。另一方面，拉伸彈性模數大於 35GPa 時，在將 FPC 折彎時對銅配線施加較大的彎曲應力，其耐折彎性顯著降低。

【0033】銅箔(B)的表面亦可以被粗化處理，與聚醯亞胺層(A)

連接之銅箔表面的表面粗糙度(十點平均粗糙度；Rz)為 0.7 至 2.2 μm 的範圍內，以 0.8 至 1.6 μm 的範圍內為佳。銅箔(B)的表面粗糙度(Rz)之值小於 0.7 μm 時，擔保與聚醯亞胺薄膜的接著可靠性係變為困難，大於 2.2 μm 時，在將 FPC 重複折彎時，其粗化粒子的凹凸容易成為產生龜裂之起點。其結果，使 FPC 的耐折彎性降低。又，表面粗糙度 Rz 係依據 JIS B0601 的規定所測定之值。

【0034】本實施形態的可撓性覆銅積層板所使用的銅箔，只要為滿足上述特性者即無特別限定，可為電解銅箔亦可為壓延銅箔，從使用薄的銅箔時之製造容易度和價格之觀點，以使用電解銅箔為佳。作為電解銅箔，能夠使用市售品，作為其具體例，可舉出古河電氣工業股份公司製造之 WS 箔、日本電解股份公司製造之 HL 箔、三井金屬鑛業股份公司製造之 HTE 箔等。又，使用包含該等市售品、以及其他的銅箔時，因為銅箔(B)的拉伸彈性模數能夠依照在前述的銅箔上形成聚醯亞胺層(A)時的熱處理條件等而變化，在本實施形態結果得到的可撓性覆銅積層板成為該等預定範圍即可。

【0035】本實施形態的可撓性覆銅積層板，係例如能夠在銅箔表面塗布聚醯亞胺前驅物樹脂溶液(亦稱為聚醯胺酸溶液)，其次，經過使其乾燥、硬化之熱處理步驟而製造。在熱處理步驟之熱處理條件，係能夠藉由將塗布後之聚醯胺酸溶液於低於 160°C 的溫度下將聚醯胺酸溶液中的溶劑乾燥除去之後，再於從 130°C 至 400°C 的溫度範圍內進行階段升溫使其硬化來進行。將如此進行而得到的單面可撓性覆銅積層板製成兩面覆銅積層板時，可舉出將前述單面可撓性覆銅積層板與另外準備的銅箔在 300 至 400

°C 的範圍內的溫度進行熱壓黏之方法。

【0036】 <FPC>

本實施形態的可撓性覆銅積層板，主要作為 FPC 材料係有用的。亦即，藉由將本實施形態的可撓性覆銅積層板的銅箔使用常用的方法加工成為圖案狀而形成配線層，能夠製造本發明的一實施形態之 FPC。

【0037】本發明之可撓性覆銅積層板係藉由上述聚醯亞胺層(A)及上述銅箔(B)所構成，將該可撓性覆銅積層板的銅箔(B)進行配線電路加工而形成有銅配線之任意可撓性電路基板，在其折彎試驗(間隙 0.3mm)中依照下述(1)所計算的折彎傾向係數[PF]必須在 0.96 ± 0.025 的範圍，以在 0.96 ± 0.02 的範圍為佳，以在 0.96 ± 0.015 的範圍為較佳。該折彎傾向係數[PF]係依照所使用銅箔之單軸拉伸試驗所得到的應力-應變曲線而決定的值。該折彎傾向係數[PF]脫離上述範圍時，由於應力係局部性(1 點或 2 點)地集中，致使耐折彎性降低。相反地折彎傾向係數[PF]者在上述範圍，藉由應力適當分散而使折疊等耐折彎性提升，例如，在本發明使用電解銅箔時，在使本發明所規定的耐折彎傾向係數[PF]為上述範圍時，可例示使用以下的銅箔之態樣：所使用的電解銅箔藉由單軸拉伸試驗所得到的應力-應變曲線，初期的直線部分之傾斜亦即彈性模數為 29GPa 以下、曲率成為最大處的應力值為 130MPa 以下、而且在應變為 5%之應力為 175MPa 以下。

[數 2]

$$[PF] = (|\epsilon| - \epsilon_c) / |\epsilon| \quad \dots (I)$$

在式(I)、 $|\epsilon|$ 係銅配線的彎曲平均應變值之絕對值， ϵ_c 係銅

配線的拉伸彈性界限應變。

【0038】如上述，折彎傾向係數[PF]係以銅配線的彎曲平均應變值 ε 的絕對值 $|\varepsilon|$ 及銅配線的拉伸彈性界限應變 ε_c 表示，彎曲平均應變值 ε 係藉由下述式(2)所算出。以下，針對耐折彎傾向係數[PF]，將在第 8 圖所表示之由單層聚醯亞胺所構成之聚醯亞胺層 11 的一面側，設置使單層銅箔進行配線電路加工而成的銅配線 12 之電路基板設為模型，針對以第一層亦即聚醯亞胺層 11 的下面之基準面 SP 為往下側成為凸形狀(彎曲部的外面)的方式使電路基板彎曲的情況進行說明。又，在第 8 圖所表示的電路基板，係表示對電路基板的長度方向垂直地切割後之剖面(亦即橫剖面)之中，銅配線存在的部分。

$$\varepsilon = - (y_c - [NP]_{\text{Line}}) / R \quad \dots (2)$$

【0039】在此，針對式(2)，彎曲平均應變係藉由將電路基板的長度方向二折疊時的純彎曲在銅配線產生之長度方向的彎曲平均應變，式中的 y_c 係從聚醯亞胺層 12 的下面之基準面 SP 至銅配線 12 的中央面為止之距離。又，符號 NP 係表示電路基板的中立面。在此，將中立面 NP 與基準面 SP 的距離設為中立面位置[NP]，針對該中立面位置[NP]，係在藉由銅箔的配線電路加工所形成的銅配線及在銅配線之間所形成的空隙部分別計算。中立面位置[NP]係依照以下的式(3)算出。

【0040】 [數 3]

$$[NP] = \frac{\sum_{i=1}^n E_i B_i h_i t_i}{\sum_{i=1}^n E_i B_i t_i} \quad \dots (3)$$

【0041】在此， E_i 係在電路基板構成第 i 層(在第 8 圖所示之例中，第 1 層係聚醯亞胺層 11，第 2 層係銅配線 12)的材料之拉伸彈性模數。該彈性模數 E_i 係對應在本實施形態之「在各層之應力與應變的關係」。 B_i 係第 i 層的寬度且相當於在第 8 圖所示的寬度 B (與第 1 層的下面平行且與電路基板的長度方向垂直的方向之尺寸)。

【0042】求取銅配線的中立面位置[NP]時，係使用銅配線的線寬 LW 之值作為 B_i ，求取空隙部的中立面位置[NP]時，係使用銅配線的線間寬度 SW 之值作為 B_i 。 h_i 係第 i 層的中央面與基準面 SP 之距離。又，所謂第 i 層的中央面，係指位於第 i 層的厚度方向的中央之假想面。 t_i 係第 i 層的厚度。又，記號 " $\sum_{i=1}^n$ " 係表示 i 為從 1 至 n 為止的總和。又，針對在銅配線之中立面位置，係記載為 $[NP]_{Line}$ 。

【0043】又，式(2)中的 R 係表示有效曲率半徑，有效曲率半徑 R ，係在折彎試驗將電路基板折彎時，從彎曲部之彎曲中心至銅配線的中立面 NP 為止之距離。亦即，有效曲率半徑 R 係從間隙間隔 G 與銅配線的中立面位置 $[NP]_{Line}$ 依照以下的式(4)算出。

$$R = G / 2 - [NP]_{Line} \quad \dots (4)$$

【0044】如上述，藉由求取中立面位置、有效曲率半徑、彎曲平均應變，能夠算出表示電路基板整體的折彎傾向之程度之折彎傾向係數[PF]。又，該折彎傾向係數[PF]係如上述的說明，能夠使用構成電路基板之各層的厚度、構成電路基板之各層的彈性模數、在折彎試驗之間隙間隔 G 、及在銅配線 12 之線寬 LW 等各種資訊而算出。

【0045】又，上述(第 8 圖)係方便上顯示電路基板為 2 層的模式進行說明，但是上述說明係即便電路基板為由 2 層以上所形成時亦適合。亦即，將電路基板 1 之層數設為 n 時， n 係 2 以上的整數，而且將構成該電路基板之各層之中，從基準面 SP 計算為第 i ($i=1,2,\dots,n$) 的層稱為第 i 層。

【0046】而且，電路基板係如第 1 圖所顯示，銅箔係藉由配線電路加工而被圖案化，有銅配線 12 存在的部分及銅配線 12 不存在的部分。在此，將銅配線 12 存在的部分稱為配線部，而將銅配線 12 不存在的部分稱為空隙部，在配線部與空隙部之構成不同。例如，在第 1 圖所表示的電路基板 1 之情形，聚醯亞胺層 11 上的配線部係由 10 列(在第 1 圖係只圖示 4 列)的銅配線 12 所構成，空隙部係配線部以外且主要由銅配線 12 之間間隙所構成。從以上，折彎傾向係數[PF]的算出，係能夠將配線部與空隙部分開進行。

【0047】 [實施例]

以下，基於實施例更詳細說明本發明。又，在下述的實施例之各特性評價，係依照以下的方法進行。

【0048】 [拉伸彈性模數的測定]

使用東洋精機製作所股份公司製 STROGRAPH R-1，在溫度 23°C、相對濕度 50%的環境下測定拉伸彈性模數之值。

【0049】 [熱膨脹係數(CTE)的測定]

使用 Seiko Instruments 製的熱機械分析器(thermo mechanical analyzer)升溫至 250°C，而且在該溫度保持 10 分鐘之後，以 5°C/分鐘的速度冷卻，求取從 240°C 至 100°C 之平均熱膨脹係數(線性

熱膨脹係數)。

【0050】 [表面粗糙度(Rz)的測定]

使用接觸式表面粗糙度測定機(股份公司小坂研究所製 SE1700)，測定銅箔之與聚醯亞胺層接觸面側的表面粗糙度。

【0051】 [折疊的測定(折彎試驗)]

將可撓性覆銅積層板的銅箔進行蝕刻加工，製造沿著其長度方向以線寬 $100\ \mu\text{m}$ 、間隙寬度 $100\ \mu\text{m}$ 形成長度為 40mm 的 10 列銅配線之試片(試驗電路基板片)(第 2 圖)。如在只表示試片的銅配線之第 2 圖所示，在該試片 40 之 10 列銅配線 51，係透過 U 字部 52 而全部連續連接，在其兩端設置有電阻值測定用的電極部分(未圖示)。將該試片 40 固定在能夠對折之試料載物台 20 及 21 上，連接電阻值測定用配線，開始進行電阻值的監控(第 3 圖)。折彎試驗係在對 10 列銅配線 51 為長度方向的正好中央部分，使用胺甲酸酯製的滾輪 22，以折彎處 40C 之間隙 G 成為 0.3mm 的方式邊控制邊與折彎的線並行地使滾輪移動，將 10 列銅配線 51 全部折彎之後(第 4 圖及第 5 圖)，將折彎部分打開使試片恢復平坦狀態(第 6 圖)，將產生折痕的部分再次使用滾輪在按壓的狀態下使其移動(第 7 圖)，將該一系列的步驟計算為折疊次數 1 次。邊監視該常時配線的電阻值邊重複進行折彎試驗，將成為預定電阻值($3000\ \Omega$)的時點判定為配線斷裂，將至此時為止所重複的折彎次數設為折疊測定值。將該折疊測定值為 50 次以上時判定為「良好」、將小於 50 次時判定為「不良」。

【0052】 在實施例、比較例所記載的可撓性覆銅積層板之製造方法，係如下所示。

【0053】 [聚醯胺酸溶液的合成]

(合成例 1)基體樹脂的合成：

在具備熱電偶及攪拌機且能夠導入氮氣的反應容器，添加 N,N-二甲基乙醯胺，再將 2,2-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]丙烷(BAPP)投入後，在該容器中攪拌使其溶解。其次，將焦蜜石酸二酐(PMDA)以單體的投入總量為 12 質量%的方式投入。隨後，繼續攪拌 3 小時進行聚合反應，得到聚醯胺酸 a 的樹脂溶液。由聚醯胺酸 a 所形成之厚度 $25\ \mu\text{m}$ 的聚醯亞胺薄膜之熱膨脹係數(CTE)，為 $55 \times 10^{-6}/\text{K}$ 。

【0054】 (合成例 2)在具備熱電偶及攪拌機且能夠導入氮氣的反應容器，添加 N,N-二甲基乙醯胺，再將 2,2'-二甲基-4,4'-二胺基聯苯(m-TB)及 4,4'-二胺基二苯醚(DAPE)以各二胺的莫耳比率(m-TB：DAPE)為 60：40 的方式投入後，在該容器中攪拌使其溶解。其次，將焦蜜石酸二酐(PMDA)以單體的投入總量為 16 質量%的方式投入。隨後，繼續攪拌 3 小時進行聚合反應，得到聚醯胺酸 b 的樹脂溶液。由聚醯胺酸 b 所形成之厚度 $25\ \mu\text{m}$ 的聚醯亞胺薄膜之熱膨脹係數(CTE)，為 $22 \times 10^{-6}/\text{K}$ 。

【0055】 (合成例 3)

在具備熱電偶及攪拌機且能夠導入氮氣的反應容器，添加 N,N-二甲基乙醯胺，再將 2,2'-二甲基-4,4'-二胺基聯苯(m-TB)投入後，在該反應容器中攪拌使其溶解。其次，將 3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐(BPDA)及焦蜜石酸二酐(PMDA)以單體的投入總量為 15 質量%、各酸酐的莫耳比率(BPDA：PMDA)為 20：80 之方式投入。隨後，繼續攪拌 3 小時進行聚合反應，得到聚醯胺酸 c 的樹脂溶

液。由聚醯胺酸 c 所形成之厚度 $25 \mu\text{m}$ 的聚醯亞胺薄膜之熱膨脹係數(CTE)，為 $22 \times 10^{-6}/\text{K}$ 。

【0056】 (實施例 1)

在厚度 $12 \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.2 \mu\text{m}$)，將合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液以硬化後的厚度為 $2.5 \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布後，於 130°C 加熱乾燥以除去溶劑。其次，將合成例 2 所調製之聚醯胺酸 b 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $20.0 \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在該塗布面側，於 120°C 加熱乾燥除去溶劑。而且，將與在第 1 層已塗布者相同之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.5 \mu\text{m}$ 的方式均勻地塗布在該塗布面側，於 130°C 加熱乾燥除去溶劑。將該長條狀積層體，在設定從 130°C 開始至 300°C 為止階段升溫之連續硬化爐，以合計 6 分鐘左右的時間進行熱處理，得到聚醯亞胺層的厚度為 $25 \mu\text{m}$ 之單面可撓性覆銅積層板。將構成所得到的可撓性覆銅積層板之聚醯亞胺層及銅箔的拉伸彈性模數等物性值、厚度、聚醯亞胺層與銅箔的厚度比、折彎性係數、以及可撓性覆銅積層板的耐折彎性(折疊次數)之評價結果表示在表 1(實施例 2 以下亦同)。又，聚醯亞胺層的評價係使用從所製造的可撓性覆銅積層板將銅箔蝕刻除去之後者。

【0057】 在此，針對在實施例所製造的可撓性覆銅積層板之折彎傾向係數[PF]的算出，係以實施例 1 作為例子說明具體的計算程序。針對銅配線 12 存在的配線部，係考慮如在第 8 圖所示之 2 層結構，而且將構成第 1 層及第 2 層的材料各自設為聚醯亞胺及銅。如表 1(實施例 1)所示，各層的彈性模數為 $E_1=4\text{GPa}$ 、

$E_2=29\text{GPa}$ ，厚度為 $t_1=25\ \mu\text{m}$ 、 $t_2=12\ \mu\text{m}$ 。又，在各層之厚度方向的中央面與基準面 SP 之距離係各自為 $h_1=12.5\ \mu\text{m}$ 、 $h_2=31\ \mu\text{m}$ 。而且，針對寬度 B，銅配線 12 的寬度 B_2 及空隙部的寬度 B_2 皆為 $100\ \mu\text{m}$ ，又，銅配線 12 存在之正下方的聚醯亞胺的寬度 B_1 亦設為 $100\ \mu\text{m}$ (空隙部的正下方的聚醯亞胺之寬度 B_1 ，亦設為 $100\ \mu\text{m}$)。

【0058】將該等值代入式(3)時，首先，在銅配線 12 存在之配線部的中立面位置係計算為 $[\text{NP}]_{\text{Line}}=26.9\ \mu\text{m}$ 。其次，將該中立面位置 $[\text{NP}]_{\text{Line}}$ 及間隙間隔 $G=0.3\text{mm}$ 代入式(4)，計算有效彎曲半徑 $R=0.123\text{mm}$ 。而且，從基準面 SP 至銅配線 12 的中央面為止的距離 y_c 為 $y_c=h_2=31\ \mu\text{m}$ ，彎曲平均應變 ε 係將該 y_c 及前面所求得的 $[\text{NP}]_{\text{Line}}$ 、 R 之值代入式(2)，計算 $\varepsilon=-0.0333$ 。在此，負的符號係表示壓縮應變。由在實施例 1 成為銅配線之銅箔的拉伸試驗所得到的應力-應變曲線，銅配線的拉伸彈性界限應變 ε_c 決定為 $\varepsilon_c=0.00058$ 。將其與先前求得的彎曲平均應變 ε 之值代入式(I)時，折彎傾向係數 $[\text{PF}]$ 係計算為 $[\text{PF}]=0.983$ 。又，在本實施例，因為空隙部係只由聚醯亞胺層所構成，所以不必進行求取 $[\text{NP}]$ 之操作，表 1 中之其他實施例、比較例的折彎傾向係數 $[\text{PF}]$ 亦是依照以上的程序所計算得到之值。

【0059】 (實施例 2)

將在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.0\ \mu\text{m}$ 的方式均勻地塗布在厚度 $12\ \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔的一面(表面粗糙度 $R_z=1.2\ \mu\text{m}$)之後，於 130°C 加熱乾燥以除去溶劑。其次，將在合成例 3 所調製之聚醯胺酸 c 的樹脂溶液，

以硬化後的厚度為 $16\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在該塗布面側，於 $130\ ^\circ\text{C}$ 加熱乾燥除去溶劑。而且，將與在第 1 層已塗布者相同之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.0\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在該塗布面側，於 $130\ ^\circ\text{C}$ 加熱乾燥除去溶劑。將該長條狀積層體，在設定從 $130\ ^\circ\text{C}$ 開始至 $300\ ^\circ\text{C}$ 為止階段升溫之連續硬化爐，以合計 6 分鐘左右的時間進行熱處理，得到聚醯亞胺層的厚度為 $20\ \mu\text{m}$ 之單面可撓性覆銅積層板。將針對所得到之單面可撓性覆銅積層板的耐折彎性評價結果示於表 1。

【0060】（實施例 3）

將在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.2\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在厚度 $12\ \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.2\ \mu\text{m}$)後，於 $130\ ^\circ\text{C}$ 加熱乾燥除去溶劑。其次，將在合成例 3 所調製之聚醯胺酸 c 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $7.6\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在該塗布面側，於 $130\ ^\circ\text{C}$ 加熱乾燥除去溶劑。而且，將與在第 1 層已塗布者相同之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.2\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在該塗布面側，於 $130\ ^\circ\text{C}$ 加熱乾燥除去溶劑。將該長條狀積層體在設定從 $130\ ^\circ\text{C}$ 開始至 $300\ ^\circ\text{C}$ 為止階段升溫之連續硬化爐，以合計 6 分鐘左右的時間進行熱處理，得到聚醯亞胺層的厚度為 $12\ \mu\text{m}$ 之單面可撓性覆銅積層板。將針對所得到之單面可撓性覆銅積層板之耐折彎性評價結果示於表 1。

【0061】（實施例 4）

將在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.0\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在厚度 $12\ \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅

箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.20\ \mu\text{m}$)後，於 130°C 加熱乾燥除去溶劑。其次，將在合成例 3 所調製之聚醯胺酸 c 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $5.0\ \mu\text{m}$ 的方式均勻地塗布在該塗布面側，於 130°C 加熱乾燥除去溶劑。而且，將與在第 1 層已塗布者相同之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液，以硬化後的厚度為 $2.0\ \mu\text{m}$ 的方式均勻塗布在該塗布面側，於 130°C 加熱乾燥除去溶劑。將該長條狀積層體在設定從 130°C 開始至 300°C 為止階段升溫之連續硬化爐，以合計 6 分鐘左右的時間進行熱處理，得到聚醯亞胺層的厚度為 $9\ \mu\text{m}$ 之單面可撓性覆銅積層板。將針對所得到之單面可撓性覆銅積層板之耐折彎性評價結果示於表 1。

【0062】 (實施例 5)

除了使用厚度 $9\ \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.2\ \mu\text{m}$)以外，與實施例 4 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。將針對所得到的可撓性覆銅積層板之耐折彎性評價結果示於表 1。

【0063】 (實施例 6)

除了使用厚度 $12\ \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.9\ \mu\text{m}$)以外，與實施例 3 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。將針對所得到的可撓性覆銅積層板之耐折彎性評價結果示於表 1。

【0064】 (實施例 7)

除了使用厚度 $9\ \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.2\ \mu\text{mm}$)以外，與實施例 3 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。將針對所得到的可撓性覆銅積層板之耐折彎性評價結果示

於表 1。

【0065】 (實施例 8)

除了使用厚度 12 μm 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=2.2\mu\text{m}$)以外，與實施例 3 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。將針對所得到的可撓性覆銅積層板的耐折彎性評價結果示於表 1。

【0066】 [比較例 1]

除了使用具有示於表 1 的特性、厚度 12 μm 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.2\mu\text{m}$)，而且將聚醯亞胺層的厚度構成變更如下以外，與實施例 1 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。在此，聚醯亞胺層的厚度構成，係在銅箔上使在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液硬化後的厚度為 4.0 μm ，在其上使在合成例 2 所調製之聚醯胺酸 b 的樹脂溶液硬化後的厚度為 42.0 μm 、而且在其上使在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液硬化後的厚度為 4.0 μm 。將針對所得到的可撓性覆銅積層板的耐折彎性之評價結果示於表 1。

【0067】 (比較例 2)

除了使用具有在表 1 所顯示的特性、厚度 12 μm 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=2.0\mu\text{m}$)，而且將聚醯亞胺層的厚度構成變更如下以外，與實施例 2 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。在此，聚醯亞胺層的厚度構成，係在銅箔上使在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液硬化後的厚度為 3.0 μm ，在其上使在合成例 3 所調製之聚醯胺酸 c 的樹脂溶液硬化後的厚度為 32.0 μm ，而且在其上使在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂

溶液硬化後的厚度為 $3.0 \mu\text{m}$ 。

【0068】 (比較例 3)

除了使用具有表 1 所顯示的特性、厚度 $12 \mu\text{m}$ 之長條狀市售電解銅箔之一面(表面粗糙度 $R_z=1.8 \mu\text{m}$)，而且將聚醯亞胺層的厚度構成變更如下以外，與實施例 2 同樣進行而得到可撓性覆銅積層板。在此，聚醯亞胺層的厚度構成，係在銅箔上使在合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液硬化後的厚度為 $2.5 \mu\text{m}$ ，在其上使在合成例 3 所調製之聚醯胺酸 C 的樹脂溶液硬化後的厚度為 $20.0 \mu\text{m}$ ，而且在其上使合成例 1 所調製之聚醯胺酸 a 的樹脂溶液硬化後的厚度為 $2.5 \mu\text{m}$ 。

【0069】 [表 1]

	聚醯亞胺層		銅箔		聚醯亞胺層 /銅箔厚度比	折疊 次數	折彎傾 向係數
	厚度	拉伸 彈性模數	厚度	拉伸 彈性模數			
	μm	GPa	μm	GPa			
實施例 1	25	4	12	29	2.1	54	0.983
實施例 2	20	7	12	29	1.7	51	0.984
實施例 3	12	7	12	29	1.0	71	0.938
實施例 4	9	7	12	29	0.8	58	0.936
實施例 5	9	7	9	29	1.0	72	0.938
實施例 6	12	7	12	24	1.0	137	0.970
實施例 7	12	7	9	29	1.3	117	0.944
實施例 8	12	7	12	27	1.0	86	0.940
比較例 1	50	4	12	29	4.2	9	0.993
比較例 2	38	7	12	32	3.2	13	0.992
比較例 3	25	7	12	42	2.1	33	0.933

【0070】從表 1，實施例 1 至 8 的可撓性覆銅積層板係能夠滿足耐折彎性之結果，實施例 1 至 8 之聚醯亞胺層的厚度為 5 至 $30 \mu\text{m}$ 、拉伸彈性模數為 4 至 10GPa，銅箔的厚度為 6 至 $20 \mu\text{m}$ 的範圍內，拉伸彈性模數為 25 至 35GPa 的範圍內，銅箔之與聚醯亞

胺層連接面之十點平均粗糙度(Rz)為 0.7 至 2.2 μm 的範圍內，而且折彎傾向係數[PF]為 0.96 \pm 0.025 的範圍內。另一方面，聚醯亞胺層的厚度大於 30 μm 之比較例 1 及 2、銅箔的拉伸彈性模數大於 35GP a 之比較例 3 中，任一者均是折疊次數少且耐折彎性不良。

【0071】以上，爲了例示之目的而詳細說明本發明之實施形態，但本發明係不被上述的實施形態限制。

【符號說明】

【0072】

1	電路基板	11	聚醯亞胺層
12、51	銅配線	20、21	試料載物台
22	滾輪	40	試片
40C	試片的折彎處	52	銅配線的 U 字部
B	寬度	SP	基準面
hi	第 i 層的中央面與基準面 SP 之距離		
NP	電路基板的中立面	[NP]	中立面位置
ti	第 i 層的厚度		

發明摘要



※ 申請案號：102148636

※ 申請日：102 12 27

※IPC 分類：

H05K 1/03 (2006.01)
 H05K 1/09 (2006.01)
 B32B 15/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

可撓性覆銅積層板

FLEXIBLE COPPER-CLAD LAMINATE

【中文】

本發明之課題在於提供一種可撓性覆銅積層板，其能夠提供即便在薄的或狹窄的電子機器之殼體內使用時，亦能夠防止配線電路斷線和裂紋之具有優異耐折彎性之可撓性電路基板。

本發明之解決手段，係提供一種可撓性覆銅積層板，其係可在被折疊收納於電子機器的殼體內之可撓性電路基板使用的可撓性覆銅積層板，具有：聚醯亞胺層(A)，其厚度在 5 至 30 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 4 至 10GPa 的範圍內；及銅箔(B)，其係被積層在聚醯亞胺層(A)的至少一面，厚度在 6 至 20 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 25 至 35GPa 的範圍內。前述可撓性覆銅積層板與聚醯亞胺層(A)連接側的面之銅箔(B)的十點平均粗糙度(Rz)在 0.7 至 2.2 μm 的範圍內，而且在將銅箔(B)進行配線電路加工而形成有銅配線之任意可撓性電路基板之在間隙 0.3mm 的折彎試驗中，依照下述式(I)計算的折彎傾向係數[PF]，為在 0.96±0.025 的範圍，[數 1]

$$[PF] = \left(\left| \varepsilon \right| - \varepsilon_c \right) / \left| \varepsilon \right| \quad (I)$$

[在式(I)， $\left| \varepsilon \right|$ 係銅配線的彎曲平均應變值之絕對值， ε_c 係銅配線的拉伸彈性界限應變]。

【英文】

An object of this invention is to provide a flexible copper-clad laminate that can produce a flexible circuit board having excellent bending resistance, capable of preventing breaking or cracking of wiring circuit even if it is used within a thin or narrow housing of an electronic machine.

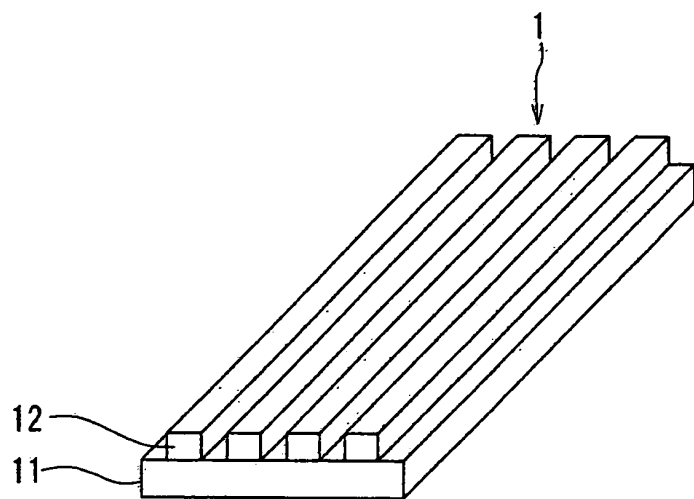
This invention provides a flexible copper-clad laminate, which can be used for a flexible circuit board to be folded and accommodated in an electronic machine housing, having: a polyimide layer (A), the thickness thereof is in the range of 5 to 30 μ m and the tensile elastic modulus is in the range of 4 to 10 GPa; and a copper foil (B), which is laminated on at least one surface of the polyimide layer (A), the thickness thereof is in the range of 6 to 20 μ m and the tensile elastic modulus is in the range of 25 to 35 GPa. In the flexible copper-clad laminate, the ten-point average roughness (R_z) of the copper foil (B) surface on the side in contact with the polyimide layer (A) is in the range of 0.7 to 2.2 μ m, and in a bending test of gap 0.3 mm for an arbitrary flexible circuit board obtained by forming a copper wiring from the copper foil (B) with a wiring circuit processing, the fold habit coefficient [PF] calculated by the following formula (I) is in the range of 0.96 ± 0.025 ,

(Number 1)

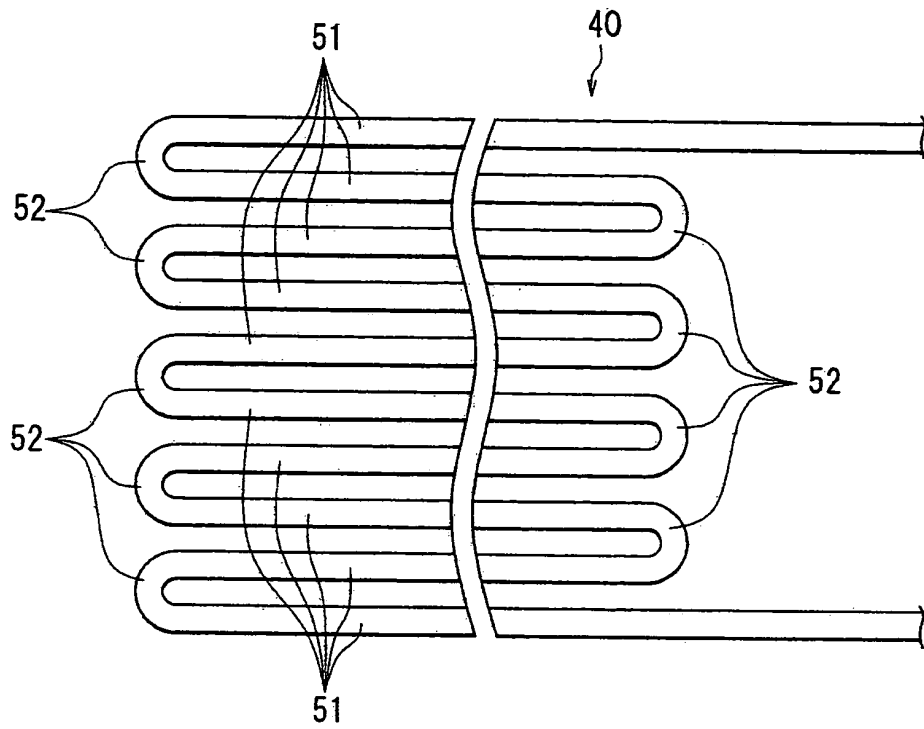
$$[PF] = \left(\left| \varepsilon \right| - \varepsilon_c \right) / \left| \varepsilon \right| \quad (I)$$

(In the formula (I), $\left| \varepsilon \right|$ represents the absolute value of flex average strain value of the copper wiring, ε_c represents the tensile elastic limits strains of the copper wiring).

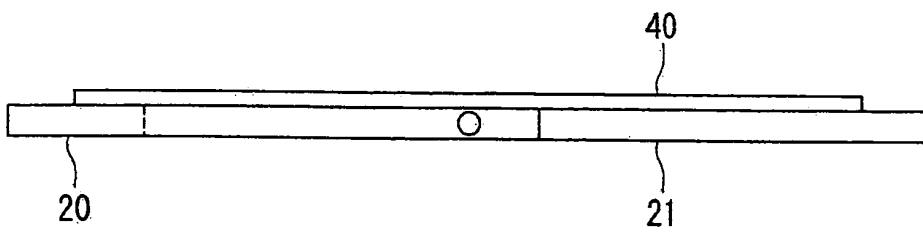
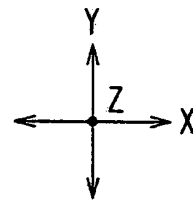
圖式



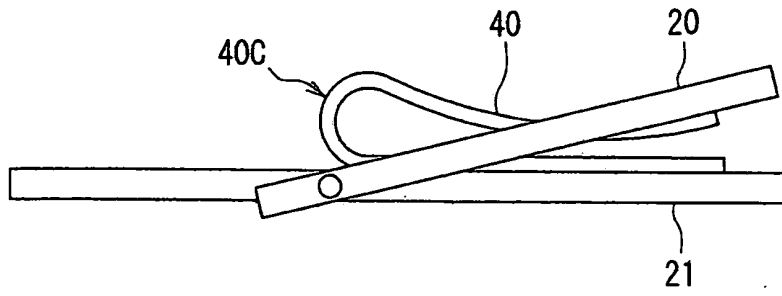
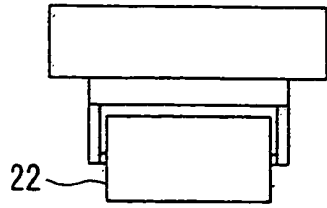
第1圖



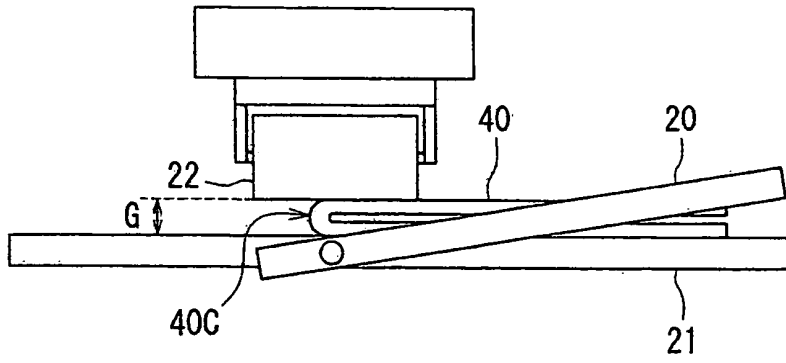
第2圖



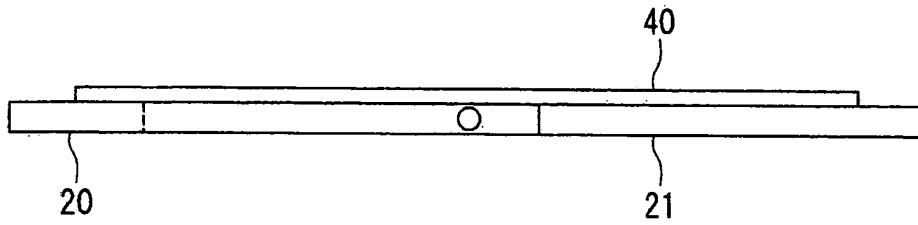
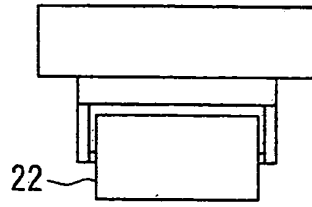
第3圖



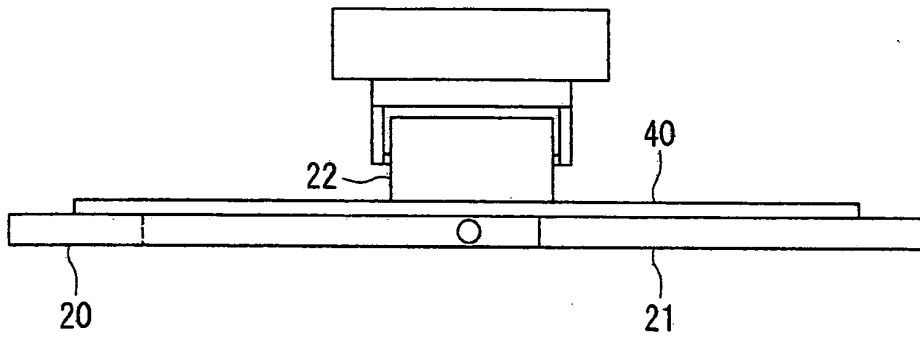
第4圖



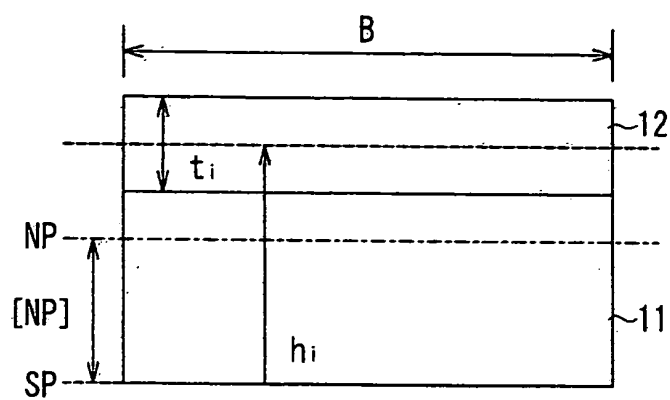
第5圖



第6圖



第7圖



第8圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 電路基板
- 11 聚醯亞胺層
- 12 銅配線

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無代表化學式

申請專利範圍

1. 一種可撓性覆銅積層板，係在被折疊收納於電子機器的殼體內之可撓性電路基板所使用的可撓性覆銅積層板，具有：

聚醯亞胺層(A)，其厚度在 5 至 30 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 4 至 10GPa 的範圍內；及

銅箔(B)，其係被積層在前述聚醯亞胺層(A)的至少一面，厚度在 6 至 20 μm 的範圍內且拉伸彈性模數在 25 至 35GPa 的範圍內；

與前述聚醯亞胺層(A)連接側的面之前述銅箔(B)的十點平均粗糙度(Rz)在 0.7 至 2.2 μm 的範圍內，而且在將前述銅箔(B)進行配線電路加工而形成有銅配線之任意可撓性電路基板之在間隙 0.3mm 的折彎試驗中，依照下述式(I)計算的折彎傾向係數[PF]，在 0.96 ± 0.025 的範圍內，

[數 1]

$$[PF] = \left(\left| \varepsilon \right| - \varepsilon_c \right) / \left| \varepsilon \right| \quad (I)$$

[在式(I)， $\left| \varepsilon \right|$ 係銅配線的彎曲平均應變值之絕對值， ε_c 係銅配線的拉伸彈性界限應變]。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓性覆銅積層板，其中，聚醯亞胺層(A)係含有：熱膨脹係數小於 $30\times 10^{-6}/\text{K}$ 之低熱膨脹性的聚醯亞胺層(i)、及熱膨脹係數 $30\times 10^{-6}/\text{K}$ 以上之高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)，該高熱膨脹性的聚醯亞胺層(ii)係直接與銅箔(B)連接。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之可撓性覆銅積層板，其中，

聚醯亞胺層(A)之厚度在 8 至 15 μm 的範圍內、拉伸彈性模數在 6 至 10GPa 的範圍內。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之可撓性覆銅積層板，其中，聚醯亞胺層(A)與銅箔(B)之厚度比[聚醯亞胺層(A)/銅箔(B)]在 0.9 至 1.1 的範圍內。
5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之可撓性覆銅積層板，其中，銅箔(B)為電解銅箔。