

#### 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： 年 月 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：

1. 美國 2006 年 12 月 31 日 60/883,047 （主張優先權）

無主 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。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明總體而言係關於光電領域。特定而言，本發明係關於具有光學功能之印刷線路板的形成方法。

### 【先前技術】

使用光脈衝序列之傳訊在高速通信及數據傳輸方面變得愈加重要。例如，光學集成電路於高頻寬光互連體方面具有重要性。因此，光學元件如波導、濾波器、光互連體、透鏡、繞射柵及類似物之集成變得愈加重要。

將光層以嵌式光波導形式納入印刷線路板(PCBs)為已知。例如，屬於 Shelnut 等人之美國專利 6,731,857 號及已公開之美國專利申請案 US20040105652 揭露於印刷線路板基材上嵌入以矽倍半氧烷化學法所形成之光波導。該光波導包括芯心及環繞該芯心之被覆(clad)，且由於該芯心具有比該被覆高的折射率，因此光線在芯心內傳播。該光波導可藉由於基材上塗覆底被覆層，於該底被覆層上塗覆光可成像之芯心層，以光刻法將該芯心層圖案化形成芯心結構，以及在該底被覆層及該芯心結構上形成頂被覆層而製成。

用於形成印刷線路板之基材通常係由織布強化之樹脂構成。習用之材料包括，例如，環氧樹脂，聚醯亞胺及氰酸酯，且玻璃纖維為典型的織物。其中，經玻璃纖維強化之環氧樹脂如 FR-4 印刷電路板基材常被使用。當如上述之光波導直接形成於此種印刷線路板基材上時，光性能將

減損。咸信光波導內之光損失至少部份是導因於印刷線路板基材之表面地形差異(topography variations)。

### 【發明內容】

因此在技術上需要能解決與本技術現況相關之問題之具有光學功能之印刷線路板的形成方法。本發明提供具有光學功能之印刷線路板的形成方法。該方法包括將乾膜層施加於印刷線路板基材，並在該乾膜層上直接形成光波導。該光波導包括芯心及環繞該芯心之被覆。依照本發明之另一態樣，該乾膜層可經由積層法，諸如真空積層法、熱軋積層法或切片積層法而施加於印刷線路板基材。乾膜層由屬於可作為阻焊層或介電性乾膜層之類型之材料構成。該光波導之芯心及/或被覆可包括式( $RSiO_{1.5}$ )之單元，其中 R 係經取代或未經取代之有機基。該乾膜層之表面可在形成被覆之前先加以處理以增加對光波導的黏合性。該處理可包括，機械研磨或以電暈放電，火焰，臭氧或電漿處理中之一種或多種。本發明進一步提供由本發明方法形成之印刷線路板。本發明之方法及裝置可提供具有改良之光損失特性之光波導。

熟習本技術之人士經由閱讀下文之說明、申請專利範圍及附圖將顯而易知本發明之其他目的及優點。

### 【實施方式】

本發明提供具有光學功能之印刷線路板的形成方法。該方法包括將乾膜層施加於印刷線路板基材上，並於該乾膜層上形成光波導。

線路板基材 10。該印刷線路板基材通常係由以織布諸如玻璃纖維布強化之樹脂(例如環氧樹脂，聚醯亞胺或氰酸酯)所構成。其中，經玻璃纖維強化之環氧樹脂如 FR-4 印刷線路板基材常被使用。

將上述乾膜 1 固定於印刷線路板基材 10 以形成基部，以供於其上形成光波導底被覆層。該乾膜提供比形成光波導用之線路板基材表面平坦之表面。施加於印刷線路板基材後，以探針輪廓儀(stylus profiler)如得自美國紐約 Veeco Instruments, Inc. 的 Dektak™ 探針輪廓儀測得之乾膜表面粗糙度通常為  $1.5 \mu\text{m}$  或者更低。咸信提高形成波導用之表面之平坦性將使光損失降低。將乾膜固定於基材上的適當技術包括，例如，積層，諸如真空積層，熱輥積層或切片積層。在一典型方法中，乾膜 1 被置入熱輥積層設備內，將保護性覆蓋層 6 從聚合物層 4 上剝離，於加熱及加壓下，使用輥 11 使該聚合物層 4 與印刷線路板基材 10 接觸並積層於其上。雖然條件可根據特定物質而變化，但積層溫度通常為約 21 至  $150^{\circ}\text{C}$ ，如約 25 至  $110^{\circ}\text{C}$ 。壓力通常為約 0.1 至  $5 \text{ kg/cm}^2$ ，例如約 0.3 至  $2 \text{ kg/cm}^2$ 。輥 11 的速度通常為約 1.5 至 600  $\text{cm/min}$ ，例如約 30 至 150  $\text{cm/min}$ 。積層之後，可將載體基材 2 從聚合物層 4 及印刷線路板基材 10 上移除，通常藉由剝離移除。在熱可硬化組成物之情況，聚合物層 4 隨後可藉由熱處理而硬化。典型的硬化溫度係約 120 至  $200^{\circ}\text{C}$ ，如約 145 至  $180^{\circ}\text{C}$ ，且硬化時間通常為約 0.5 至 5 小時，如約 1 至 3 小時。視需要可處理乾膜表面

以增進其與將形成之光波導的黏合性。此表面處理可包括，例如，下列處理中之一種或多種：機械研磨，或使用電暈放電、火焰、臭氧或電漿之處理，以及黏合性促進層之形成。

接著將光波導結構形成於乾膜聚合物層 4 上，如所示該光波導結構通常與乾膜聚合物層 4 直接接觸。波導例如可藉由多層製程形成，該製程包括形成第一被覆層，形成芯心層，繼而將芯心層圖案化，以及形成第二被覆層。參考第 2B 圖，第一被覆層 12 形成於乾膜層 4 之上。用於該層與其他層之適當組成物敘述於下。第一被覆層(及將描述之其他波導層)可經由已知技術形成，此等已知技術包括，但不侷限於，絲網印刷、簾幕式塗布、輓塗布、狹縫塗布、旋塗、淋塗、靜電噴塗、噴塗或浸塗。若使用噴塗，視需要可使用熱噴槍。組成物之黏度可經由黏度調整劑，觸變劑，填料及類似物調整以滿足每一應用方法之需求。通常將第一被覆層沉積至乾燥態厚度成為 1 至 200  $\mu\text{m}$ ，例如，1 至 100  $\mu\text{m}$  或 10 至 50  $\mu\text{m}$ 。第一被覆層 12 可視第一被覆組成物內活性成分之類型，經由例如熱及/或光分解而硬化。該熱硬化溫度通常為 90°C 至 300°C，例如，90°C 至 220°C。此硬化通常於 5 秒至 1 小時的期間發生。另外，波導被覆可用例如 1 至 2 焦耳/平方厘米之光化輻射線進行整片曝光(flood-exposed)，然後於 90°C 至 300°C，例如 90°C 至 220°C，進行熱硬化。

如第 2C 圖所示，芯心層 14 形成於第一被覆層 12 上。

芯心層通常被塗覆至厚度成為約 1 至 100 $\mu\text{m}$ ，例如，約 8 至 60 $\mu\text{m}$ 。然後將經塗覆之基材，例如藉由烘烤除去塗覆層中的溶劑而加以軟硬化(soft cured)。此硬化可於各種溫度進行，該溫度取決於所選之特定溶劑。合適的溫度可為能實質除去任何存在之溶劑之任何溫度。軟硬化通常於室溫(25 $^{\circ}\text{C}$ )至 300 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度進行，該溫度取決於例如基材及供給之熱。此硬化可在烤箱中或熱板上進行例如 5 秒至 60 分鐘之期間。硬化後，將該芯心層圖案化。在光可成像物質的情況，可將該芯心層於光化輻射線下曝光以成像。此方法包括，例如，接觸成像、投影成像、及鐳射直寫式成像，包括藉由多質子吸收之鐳射直寫式成像。例如藉由第 2C 圖中之遮罩 16 所界定之曝光圖案界定波導芯心之幾何形狀，該波導芯心之長度通常為，但非必須為，厘米至米之等級，且寬度係微米至數百微米之等級。

該組成物在曝光後，通常可在 40 至 170 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度下進行曝光後硬化。硬化時間通常可變化，但通常為約 30 秒至 1 小時。未曝光區域可經由，例如，與合適的顯影劑接觸而移除，在基材上僅留下已曝光之區域，由此形成在第 2D 圖中之芯心結構 14'。

該結構可於顯影後進行最終的硬化步驟。該硬化，例如，可包括使用例如 1 至 2 焦耳/平方厘米的光化輻射線進行整片曝光。可再額外地進行或者改為進行下述步驟：將波導在空氣或惰性蒙氣如氮或氬中，於約 130 $^{\circ}\text{C}$ 至 300 $^{\circ}\text{C}$ 之溫度加熱。

隨後，如第 2E 圖所示，可將第二被覆層 18 如上述形成於第一被覆層 12 及芯心結構 14' 上。第二被覆層材料可與第一被覆層材料相同或不同，通常為相同物質。第二被覆層可被熱活化及/或光活化，以提供如上述第一被覆層之波導結構。通常將第二被覆層沉積為乾燥狀態的厚度為 1 至 200 $\mu\text{m}$ ，例如，1 至 100 $\mu\text{m}$  或 10 至 50 $\mu\text{m}$ 。

於印刷線路板基材上形成光波導之後，可將該印刷線路板進一步加工。例如，可於波導結構上形成一層或多層介電層及/或金屬層，以形成通信用之鍍金屬結構。電連接光電裝置(如光偵測儀)或雷射發射裝置(例如，VCSEL 晶片)亦可於此階段進行。印刷線路板經由已知技術，如描述於 Coombs, Printed Circuit Handbook, 5<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill (2001) 之技術，加工至完成。對於某些應用而言，可能需要將光波導形成為具二層或更多層光波導的多層次結構，例如第 3 圖所示者。由該圖可知複數層波導層可堆疊於彼此之上。於此情況下，上述之乾膜層 4 可被設置作為此等波導的基底層，或被設置於此等波導之任一層或多層之間。

依照本發明之例示態樣，波導材料可為一組成物，其包括如式  $(\text{RSiO}_{1.5})$  之矽倍半氧烷單元，其中對於乾膜及濕式化學組成物而言，R 係相同或不同。可使用包括其他聚合物系統之其他材料。聚合物於組成物中之存在量可為 1 至 99.5wt%，例如 60 至 98.5wt%。R 之例示性有機基包括經取代及未經取代之下列基團：烷基、芳基及雜環基。烷

基可為直鏈，分枝鏈或環狀，其含有，例如，1至20個碳原子，通常為1至20個碳原子，如甲基、乙基、丙基、異丙基、第三丁基、第三戊基、辛基、癸基、十二烷基、鯨蠟基、硬脂基、環己基及2-乙基己基。烷基在烷基鏈之中及/或之上可用雜原子取代，此等取代基例如可為非芳香族環狀基如環戊基，環己基，降冰片基，金剛烷基，哌啶基，四氫呋喃基及四氫噻吩基。典型的芳基包括含有6至20個碳原子之芳基，例如，6至15個碳原子，如苯基，甲苯基，苜基，1-萘基，2-萘基及2-菲基，及可經雜原子取代，如羥基及/或胺基。雜環基可為芳香族，例如噻吩，吡啶，嘧啶，吡咯，磷呢(phosphole)，砷呢(arsole)及呋喃。典型R係經取代及未經取代的下列基團：甲基、乙基、丙基、環戊基、環己基、苜基、金剛烷基及其組合。

聚合物可以共聚物或更高次聚合物形式存在，該等可為無規型或嵌段型。聚合物可包括，例如，一個或多個額外的含矽單元，各單元在聚合物中所佔之比例為1至80wt%，例如，15至80wt%或25至60wt%，或25至50wt%。額外的單元可以，例如，矽倍半氧烷、籠型矽氧烷，矽氧烷及其組合為代表。例如，該聚合物可進一步包括如式( $R^1SiO_{1.5}$ )之單元，其中 $R^1$ 係於R處所述之經取代或未經取代有機基。R及 $R^1$ 之一，例如，可選自經取代或未經取代烷基，且R及 $R^1$ 之另一者選自經取代或未經取代芳基。聚合物可為，例如，烷基矽聚合物，諸如含有甲基矽倍半氧烷單元及丁基矽倍半氧烷之共聚物；芳基矽聚合物，諸

如具有苯基矽倍半氧烷單元與三氟甲基苯基-矽倍半氧烷單元之共聚物，或芳烷基矽共聚物諸如具有甲基矽倍半氧烷單元及苯基矽倍半氧烷單元之共聚物。

合適的矽氧烷包括，例如，如式 $((R^2)_2SiO)$ 之單元，其中  $R^2$  係經取代或未經取代的有機基，如烷基，例如甲基、乙基、丙基及其類似物，或芳基，例如，苯基、甲苯基及其類似物。

如上所述，聚合物的側鏈視需要可經取代。「經取代」係指於一個或多個側鏈上的一個或多個氫原子被另一取代基替換，例如含氫、鹵素(如氟、溴及氯)、 $(C_1-C_6)$ 烷基、 $(C_1-C_6)$ 鹵烷基、 $(C_1-C_{10})$ 烷氧基、 $(C_1-C_{10})$ 烷基羰基、 $(C_1-C_{10})$ 烷氧基羰基、 $(C_1-C_{10})$ 烷基羰氧基、烷胺基、烷硫基之物質及其類似物。聚合物可含有很多重複單元。因此，該聚合物的分子量可變化。通常，該聚合物所具有之平均分子量(Mw)為約 500 至 15,000，更典型為約 1000 至 10,000。

該聚合物可包括二個或更多個終端官能基，其允許光活化後組成物之溶解度發生變化。此等終端基可為，例如：羥基、烷氧基(如乙氧基、丙氧基、異丙氧基)、羧酸酯、胺基、醯胺基、環氧基、亞胺基、羧酸基、酐、烯烴基，丙烯酸系基團、縮醛、正酯、乙烯醚及其組合。終端官能基含量可為，例如，該聚合物之約 0.5 至 35wt%。

由組成物形成之聚合層可為光可成像型且包括光活化時改變層之溶解度之成分。該光活性成分通常於活化時產生酸或鹼。於本發明中可使用廣泛種類之光活性成分，其

包括，但不侷限於，光酸產生劑及光鹼產生劑。

可用於本發明之光酸產生劑可為任何曝光時可產生酸的化合物。合適的光酸產生劑係已知且包括，但不侷限於，鹵代三吡啶、鎘鹽、磺酸酯、經取代羥基醯亞胺、經取代羥亞胺、疊氮化物、萘醌如重氮萘醌、重氮化合物及其組合。

有用的鹵代三吡啶包括，例如，鹵代烷基三吡啶如三鹵甲基-s-三吡啶。s-三吡啶化合物係某些甲基-三鹵甲基-s-三吡啶與某些醛或醛衍生物的縮合反應產物。此等 s-三吡啶化合物可依照揭露於美國專利 3,954,475 號及 Wakabayashi et al., *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 42, 2924-30 (1969)之步驟製備。其他可用於本發明之三吡啶類型光酸產生劑係揭露於，例如，美國專利 5,366,846 號。

具有弱親核性陰離子之鎘鹽係尤其適合作為本發明之光酸產生劑。此陰離子例係二價至七價金屬或非金屬鹵素複合物陰離子，該二價至七價金屬或非金屬例如銻、錫、鐵、鈹、鋁、鎳、銻、鈦、鋳、鈦、鉻、鉛、銅、硼、磷及砷。合適的鎘鹽例包括，但不侷限於，重氮鹽如二芳基重氮鹽及元素周期表內族 VA 與 B，IIA 與 B 及 I 之鎘鹽，例如鹵鎘鹽(如碘鎘鹽)、季銨鹽、磷鹽及鉀鹽；銻鹽如芳香族銻鹽、氧化銻鹽或硒鎘鹽。合適的鎘鹽例子係被揭露於，例如，於美國專利 4,442,197 號；4,603,101 號；及 4,624,912 號。銻鹽如三苯基銻六氟磷酸鹽及其混合物係典型的鎘鹽。

本發明作為光酸產生劑之磺酸酯包括，例如磺醯氧

酮。合適的磺酸酯包括，但不侷限於安息香甲苯磺酸酯，苯基  $\alpha$ -(p-甲苯磺醯氧)-醋酸第三丁酯，苯甲磺酸-2,6-二硝基苄酯，及  $\alpha$ -(p-甲苯磺醯氧)-醋酸第三丁酯。此磺酸酯係被揭露，例如於 *Journal of Photopolymer Science and Technology*, vol. 4, No. 3, 337-340 (1991)。

可用之經取代羥基醯亞胺包括，例如，n-三氟甲基磺醯氧基-2,3-二苯基馬來醯亞胺及 2-三氟甲基苯磺醯氧基-2,3-二苯基馬來醯亞胺。合適的經取代羥亞胺包括，例如，2-(氮川-2-甲基亞苄基)-(5-羥基亞胺基丁基磺醯基)-噻吩。本發明內有用之疊氮化物包括，例如，2,6-(4-疊氮亞苄基)環己酮。萘醌可包括，例如，2,3,4-三羥基二苯基酮之 2,1-重氮萘醌-4-磺酸酯。在重氮化合物中，可使用 1,7-二(4-氟磺醯苯基)-4-重氮-3,5-庚二酮。

用於本發明之光鹼產生劑可為任何於曝光下可釋放鹼之化合物。合適的光鹼產生劑包括，但不侷限於，胺基甲酸苄酯，安息香胺基甲酸鹽，O-胺甲醯基羥基胺，O-胺甲醯基肱，芳香族磺醯胺，4-(鄰-硝基苯基)二氮吡啶，及其組合。

在負向運作物質之情況，光活性成分之量係暴露於光化輻射(actinic radiation)時足以改變聚合物層之溶解度且可使曝光部分不溶於顯影劑之任何量。該光活性成分通常以 0.01 至 25wt%，例如 0.1 至 25wt% 或 0.1 至 12wt% 的量存在於組成物中。

用於光可成像波導芯心及/或被覆之顯影劑可為水性

或非水性顯影溶液或其組合，且視需要可包括一種或多種添加劑，例如，防沫劑，表面活性劑及其類似物。典型的水性顯影劑包括，例如，鹼金屬氫氧化物如氫氧化鈉及氫氧化鉀水溶液，及氫氧化四烷銨如氫氧化四甲基銨之水溶液。此等顯影劑通常以 0.1 至 2N，例如，0.15 至 1N，或 0.26 至 0.7N 之濃度使用。

典型的非水性顯影劑包括，例如，酮，例如丙酮、甲基乙基酮、甲基異丁酮、環己酮、2-辛酮、2-庚酮及甲基異戊酮；醇，如乙醇、異丙醇、n-丙醇、n-丁醇、異丁醇及苄醇；酯，如乙酸乙酯、丙酸乙酯及乳酸乙酯；二元醇醚如乙二醇甲醚、丙二醇乙醚、丙二醇甲醚；二元醇醚酯如乙二醇單甲醚醋酸酯及丙二醇單甲醚醋酸酯；芳香族如甲苯、二甲苯、氯苯、二氯苯及類似物，及其組合。

顯影通常於 20 至 85°C 的溫度下，例如，21 至 49°C 進行。伴隨強烈攪動時顯影時間可在十分鐘之內，例如，5 分鐘之內、2 分鐘之內、1 分鐘之內或 30 秒之內。顯影可在例如靜態顯影室或噴霧室內進行。典型的噴霧壓力範圍為 5 至 40 psig，例如，10 至 25 psig。

用以提高由組成物形成的結構之撓性之一種或多種成分可存在於組合物中。這些提高撓性的物質通常含有多個選自羥基、胺基、硫醇、磺酸酯、羧酸酯、矽基酯、酞、氮丙啶、羥甲基甲基衍生物(methylolmethyl)、矽基醚、環氧化物、氧雜環丁烷、乙烯醚、矽烷醇及其組合之官能基。在提高撓性的物質中，官能基通常附著於主鏈物質。典型

的主鏈物質包括經取代及未經取代烷基與芳基煙、醚、丙烯酸酯、酚醛、聚醯亞胺、聚胺基甲酸酯、聚酯、聚醚、聚酮、富勒烯、POSS 矽、奈米粒子及其組合。官能基可作為主鏈之端基及/或在沿著主鏈之一個或多個位置上。

撓性成分的例子係如式  $R^3(OH)_x$  之多元醇，其中  $R^3$  為選自經取代或未經取代之  $(C_2-C_{25})$  烷基、 $(C_7-C_{25})$  芳基、 $(C_8-C_{25})$  芳烷基、 $(C_6-C_{25})$  環烷基及其組合之有機基，且其中  $x$  為 2 或更高且不超過其碳原子數。當  $x$  為 2 時，撓性成分的例子包括二元醇(為 1,2 二醇)，如

$HOCH_2-CHOH-(CH_2)_y-CH_3$ ，其中  $y$  可為，例如 0 至 22，如丙二醇及丁二醇。其他例子包括  $\alpha, \omega$ -二醇，如

$HO-(CH_2)_z-OH$ ，其中  $z$  為，例如，2 至 25，如乙二醇、1,3-丙二醇及 1,4-丁二醇。當  $x$  為 3 時，例子包括丙三醇及三羥甲基丙烷。

$R^3$  亦可為如式  $-O-(CR^4_2)_w-$  之聚醚，其中  $w$  係，例如，1 至 13，而  $R^4$  為相同或不同且可為例如，H、或如式  $C_1-C_{12}$  烷基、芳基、芳烷基或環烷基之經取代或未經取代有機基團。撓性成分的例子包括聚醚二醇，如聚環氧乙烷、聚環氧丙烷、聚環氧丁烷及聚四氫呋喃。

撓性-增進性成分可具有平均分子量，例如，62 至 5000，例如，62 至 2000。該成分以有效量存在，以提高活化前與活化後乾燥狀態下組成物之撓性。該特定量取決於，例如，主鏈、以及撓性-增進性成分之官能基之類型及數目。該成分於組合物中，例如可以 0.5 至 35wt%，例如，

2 至 20wt% 的量存在。

除上述撓性增進劑之外，可使用矽氧烷，如在說明具有如式  $((R^2)_2SiO)$  之單元的聚合物時所使用者。

其他添加劑視需要可存在於組合物中，其包括，但不侷限於，表面整平劑、濕潤劑、抗沫劑、助黏劑、觸變劑、填料、黏度調整劑及類似物。此等添加劑於塗覆組成物技術中係已知。表面整平劑，例如，以聚矽氧為主要成分的油，如得自 Dow Chemical 公司的 SILWET L-7604 聚矽氧系油，可用於組成物中。可將超過一種的添加劑組合於組成物中。例如，濕潤劑可與觸變劑組合。該視需要而存在於組成物中的添加劑之用量取決於特定的添加劑及所需成效，且在精於本技術之人士的能力範疇之內。其他此等添加劑在組成物中之存在量通常少於 5wt%，例如，少於 2.5wt%。

有用於本發明之組成物視需要可包括一種或多種有機交聯劑。交聯劑包括，例如，以三維方式連接組成物中成分之物質。與含矽聚合物反應之芳香族或脂肪族交聯劑係合適用於本發明。此等有機交聯劑將硬化且與含矽聚合物形成經聚合的網狀結構，並降低其在顯影溶液內的溶解度。此等有機交聯劑及可為單體或聚合物。精於本技術之人士當知交聯劑的組合可成功地用於本發明。

適合用於本發明的交聯劑包括，但不侷限於，含胺化合物，含環氧基之物質，含有至少二乙烯醚基之化合物、經烯丙基取代之芳香族化合物及其組合。典型的交聯劑包

括含胺化合物及含環氧基之物質。

本發明中作為交聯劑之含胺化合物包括，但不侷限於，三聚氰胺單體、三聚氰胺聚合物、羥甲基三聚氰胺、苯基胍胺樹脂、苯基胍胺-甲醛樹脂、尿素-甲醛樹脂、甘脲-甲醛樹脂及其組合。

精於本技術之人士當知適當的有機交聯劑濃度隨著如交聯劑反應性及組成物之特定應用等因素而變化。交聯劑的使用在組成物中通常以 0.1 至 50wt%，例如，自 0.5 至 25wt% 或自 1 至 20wt% 的量存在。

一種或多種添加劑可用於調整聚合物層的折射率，例如在光波導、芯心或被覆層的情況。

組成物通常進一步包括溶劑。可使用廣泛種類的溶劑，例如，二元醇醚，如乙二醇單甲醚、丙二醇單甲醚及二丙二醇單甲醚；酯，如甲基溶纖劑醋酸酯、乙基溶纖劑醋酸酯、丙二醇單甲醚醋酸酯、二丙二醇單甲醚醋酸酯；二元酯；碳酸酯，如碳酸伸丙酯； $\gamma$ -丁內酯；酯如乳酸乙酯、醋酸正戊酯及醋酸正丁酯；醇如正丙醇、異丙醇；酮如環己酮、甲基異丁基酮、二異丁基酮及 2-庚酮；內酯如  $\gamma$ -丁內酯及  $\gamma$ -己內酯；醚如二苯醚及苯甲醚；烴如 1,3,5-三甲基苯、甲苯及二甲苯；及雜環化合物如 N-甲基-2-吡咯烷酮、N,N'-二甲基伸丙基脲；及其混合物。

以下實施例意為更進一步闡明本發明之多各方面，但非意圖於任何方面侷限本發明之範疇。

### 實施例

提供具有 7628/1080 玻璃纖維織物之四 FR4 線路板基材。各基材表面粗糙度用 Veeco Instruments Dektak™ V 200-Si 探針輪廓儀測定。這些測量結果示於下文表 1。以丙酮清洗基材並以壓縮空氣乾燥。用 Morton Thiokol Model 300 熱輥積層機，將 40 微米厚之 Dynamask™ 5016 光熱可硬化之環氧丙烯酸系乾膜(台灣長興化學工業股份有限公司)在 230°F (110°C)，4 呎/分鐘(122 公分/分鐘)及 40psi(275.8 千帕)之條件下熱輥壓積層於各基材上。在 Olec Accuprint AP-30-800 Super Eight 曝光單元中，將乾膜層曝光於 500 mJ/cm<sup>2</sup> 之 UV 輻射下。移除乾膜層的 PET 覆蓋層，且將乾膜再曝光於 3000 mJ/cm<sup>2</sup> 之 UV 輻射。將經塗覆之線路板水平地放置於 150°C 壓縮空氣爐內 1 小時。用探針輪廓儀測定各基材表面粗糙度，其結果示於表 1 中。

表 1

樣品	基材表面粗糙度 ( $\mu\text{m}$ )	塗覆乾膜表面之粗糙度 ( $\mu\text{m}$ )
1	2.0-4.0	0.4-1.0
2	2.0-3.0	0.3-1.4
3	1.0-3.0	0.3-1.0
4	2.0-3.0	0.3-1.0

由表 1 可知，若與線路板基材相比較，塗覆有乾膜之線路基材提供明顯較為平滑之表面。

然後將光波導形成於每一線路板之乾膜層上。將底被覆層組成物直接塗覆於每一乾膜層上。該底被覆層組成物包括 59.0wt% 矽倍半氧烷聚合物，35.0wt% 丙二醇單甲醚醋酸酯及 6.0wt% 添加劑，此等添加劑包括可塑劑，光酸產生

劑，安定劑及潤濕/流動控制劑。底被覆層於 90°C 軟烘烤 15 分鐘，於 Tamarack 161C 曝光單元中，曝光於 300 mJ/cm<sup>2</sup> UV 輻射下，並於 90°C 進行曝光後烘烤 10 分鐘。最終硬化/硬烘烤於 145°C 下進行 60 分鐘。該底被覆層之乾燥厚度為約 48 微米。

之後將芯心層組成物塗覆於每一線路板之底被覆層。該芯心層組成物包括 58.4%wt 矽倍半氧烷聚合物，39.9wt% 丙二醇單甲醚醋酸酯及 1.7wt% 添加劑，此等添加劑包括光酸產生劑，安定劑及潤濕/流動控制劑。將芯心層於 90°C 下軟烘烤 30 分鐘，經由界定芯心圖案之圖形(50 微米寬，1 米長)曝光於 250 mJ/cm<sup>2</sup> 之 UV 輻射下，並於 90°C 下進行曝光後烘烤 10 分鐘。將該經曝光之芯心層用鹼性顯影劑水溶液顯影以形成波導芯心結構。最終硬化/硬烘烤於 145°C 進行 60 分鐘。該芯心的厚度為約 43 微米。

以於製造底被覆層時所述之同樣的組成物及步驟，於每一線路板之芯心及底被覆層上形成頂被覆層。頂被覆層的乾燥厚度為約 75 微米。依照下文公式計算光損失，其結果示於下文表 2：

光損失 (db/cm) =  $-10 \log(\text{輸出功率}/\text{輸入功率})/\text{波導長度}$   
比較例

具有 7628/1080 玻璃纖維織物之四 FR4 線路板基材以丙酮清洗並以壓縮空氣乾燥。將光波導直接形成於每一線路板上且以上文實施例所述之材料及步驟測定光損失。將光損失測定結果示於表 2。

表 2

	光損失－基材上之波 導 (db/cm)	光損失－乾膜上之波 導 (db/cm)
	0.098	0.04
	0.106	0.056
	0.162	0.048
	0.174	0.062
平均值	0.135	0.052

由表 2 可知，直接形成於乾膜層上之波導之光損失顯著地低於形成於線路板基材上波導之光損失。

### 【圖式簡單說明】

參照以下圖式討論本發明，此等圖式中相同的數字表示相同的特徵，其中：

第 1A 圖至第 1C 圖說明可用於本發明之例示性乾膜；

第 2A 圖至第 2E 圖說明，依照本發明之一態樣，具有光學功能之印刷線路板在其形成之各種階段之狀態；及

第 3 圖說明依照本發明之另一態樣之包括複數個呈堆疊排列之光波導之印刷線路板。

### 【主要元件符號說明】

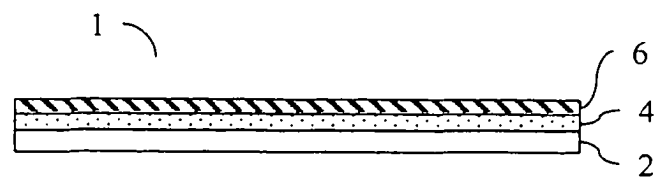
1	乾膜	2	載體基材
4	聚合物層	6	保護性覆蓋層
8	輓形式	10	印刷線路板基材
11	輓	12	第一被覆層
14	芯心	14'	芯心結構
16	遮罩	18	第二被覆層

### 五、中文發明摘要：

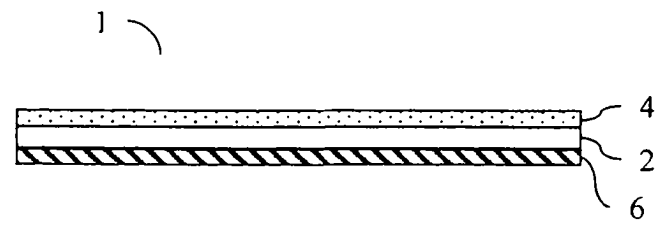
本發明提供具有光學功能之印刷線路板的形成方法。本發明之方法包括將乾膜施加於印刷線路板基材並於該乾膜上形成光波導。本發明在電子工業及光電工業中尤其具有實用性。

### 六、英文發明摘要：

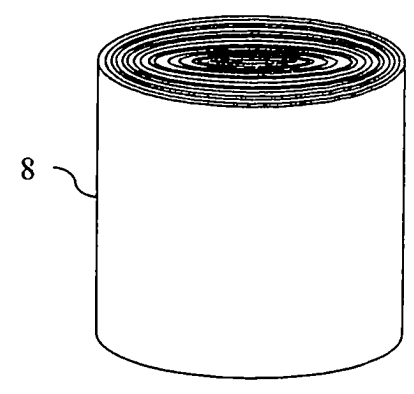
Provided are methods of forming printed circuit boards having optical functionality. The methods involve applying a dry-film to a printed circuit board substrate and forming an optical waveguide over the dry-film. The invention finds particular applicability in the electronics and optoelectronics industries.



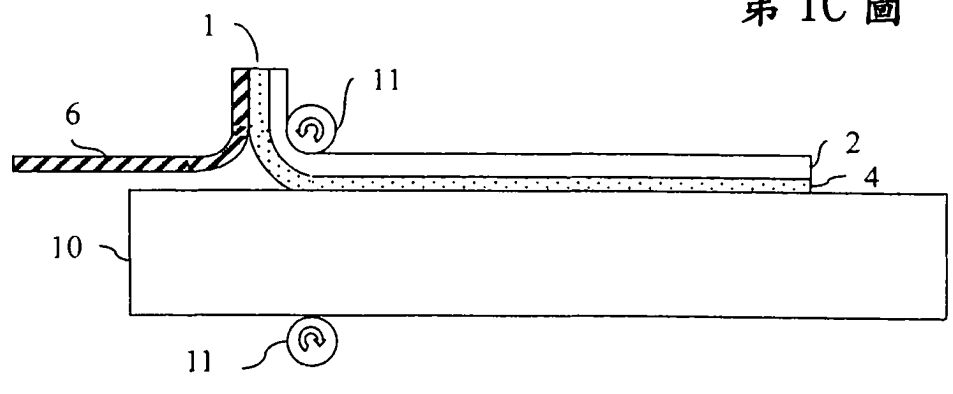
第 1A 圖



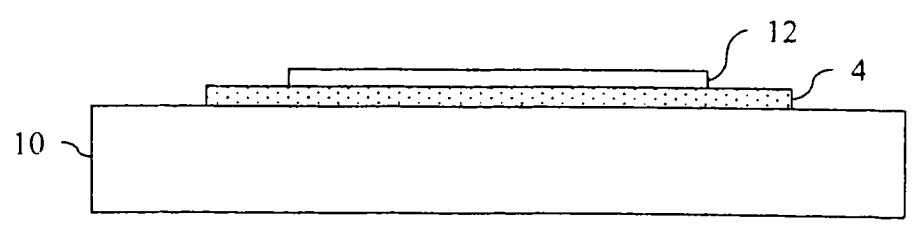
第 1B 圖



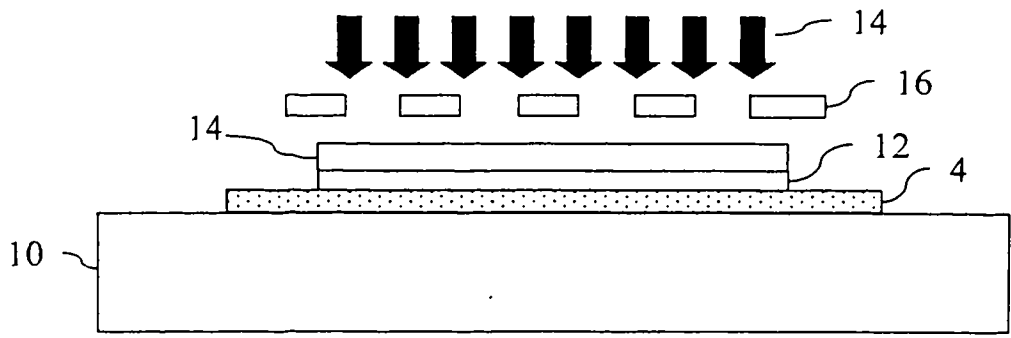
第 1C 圖



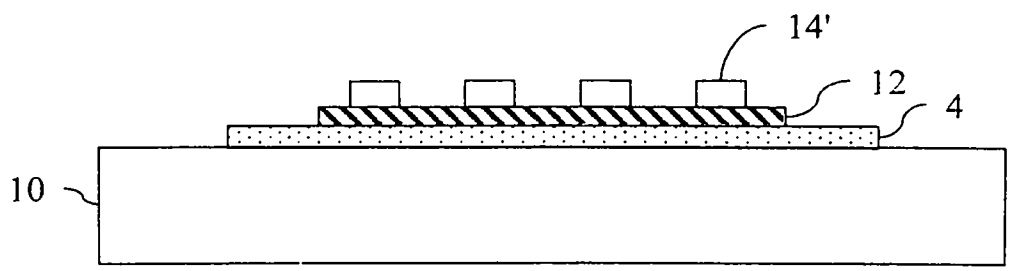
第 2A 圖



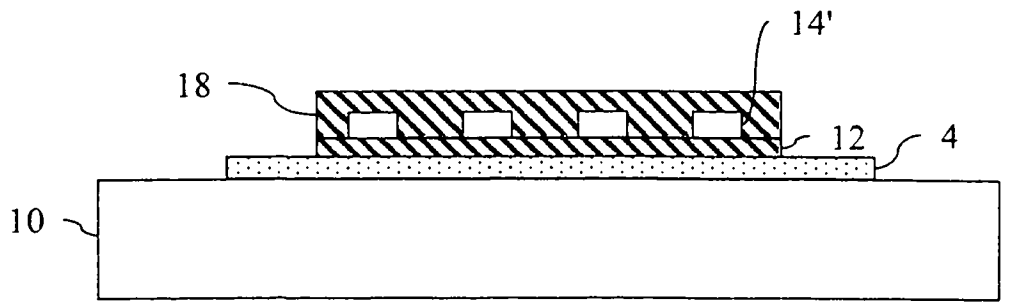
第 2B 圖



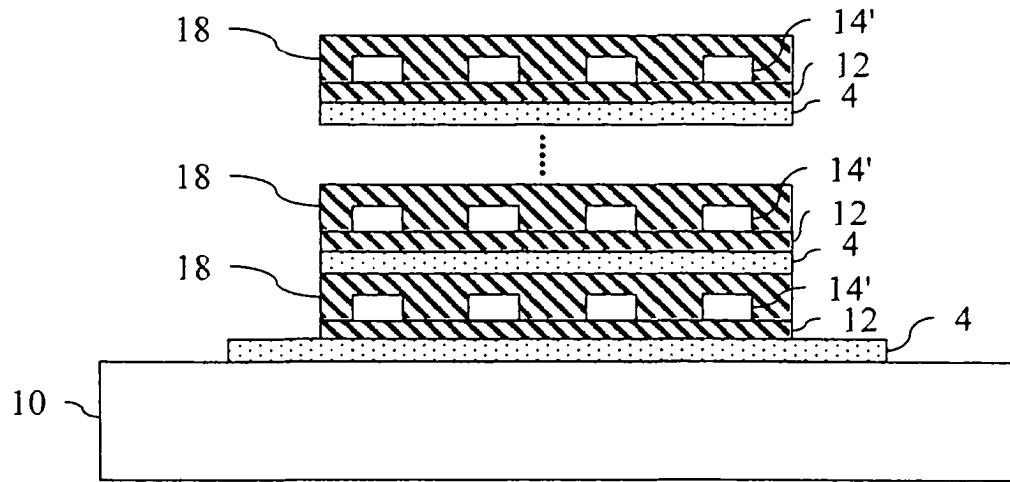
第 2C 圖



第 2D 圖



第 2E 圖



第 3 圖

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1A ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	乾膜	2	載體基材
4	聚合物層	6	保護性覆蓋層

**八、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

(此處由本局於收  
文時黏貼條碼)

第 96150458 號專利申請案  
100 年 1 月 19 日修正替換頁

# 發明專利說明書

公告本

(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：96150458

H05K 3/06 (2006.01)

※ 申請日期：96.12.27

※IPC 分類：G02B 6/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

具有光學功能之印刷線路板及其形成方法

PRINTED CIRCUIT BOARDS HAVING OPTICAL FUNCTIONALITY AND METHODS  
FORMING THE SAME

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

羅門哈斯電子材料有限公司

ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS LLC

代表人：(中文/英文)(簽章) 弗里基 達瑞爾 P/FRICKEY, DARRYL P.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國·麻州 01752·馬爾柏洛·森林街 455 號

455 Forest Street, Marlborough, MA 01752, U. S. A.

國籍：(中文/英文) 美國/U. S. A.

## 三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 安宙爾斯 愛德加多 / ANZURES, EDGARDO

2. 魯德森 菲力浦 D / KNUDSEN, PHILIP D.

國籍：(中文/英文) 1.2. 美國/U. S. A.

第 1A 圖至第 1C 圖說明在本發明方法中 useful 之典型乾膜 1 之橫剖面。合適的乾膜包括，如，通常用以形成阻焊層及介電層之乾膜。此等合適的乾膜物質包括，如丙烯酸酯 (acrylates)、胺甲酸乙酯 (urethanes) 及環氧樹脂。合適的乾膜可由市場得到，如從羅門哈斯電子材料公司 (Rohm and Haas Electronic Materials LLC.) (Marlborough, MA USA)、Nichigo-Morton (日本) 及長興化學工業股份有限公司 (台灣) 得到。合適的商品物質包括：例如，得自羅門哈斯電子材料公司之 LAMINAR™ E9112 乾膜、得自 Nichigo-Morton (日本) 之 Alpho、及得自長興化工公司 (Eternal Chemical) 之 Dynamask™ 5016 (一種光熱可硬化的環氧丙烯酸系乾膜)。

所說明之乾膜 1 包括載體基材 2，於該載體基材上之聚合物層 4，及視需要可存在的保護性覆蓋層 6。該保護性覆蓋層 6，可如第 1A 圖所示配置於位於聚合物層 4 上方之乾膜之正面側，或者如第 1B 圖所示，配置於該乾膜之背面側。背面側保護性覆蓋層之使用，例如，在多個乾膜片以堆疊排列方式排列之情況或者乾膜以如第 1C 圖所示之輓形式 8 貯存時，可能被期望。該保護性覆蓋層 6 可保護聚合物層 4，且通常呈可從乾膜之其餘部分剝離之可移除膜或可移除薄片之形式。載體基材 2 具有作為聚合物層 4 及乾膜之任一其他層之機械性支持物之功能。該載體基材 2 通常在後續使用時從乾膜之其餘部分上除去。

第 2A 圖至第 2E 圖說明在印刷線路板之各形成階段，印刷線路板上之光波導結構。如第 2A 圖所示，提供印刷

## 十、申請專利範圍：

1. 一種具有光功能之印刷線路板的形成方法，包括：  
將乾膜層施加於印刷線路板基材上；及  
於該乾膜層上直接形成光波導，該光波導包括芯心及環繞該芯心之被覆，其中該乾膜層係由選自丙烯酸酯、胺甲酸乙酯及環氧樹脂之物質所形成，且所施加之該乾膜層的粗糙度為  $1.5\ \mu\text{m}$  或更低。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該乾膜層係屬可作為阻焊層或介電性乾膜層之類型。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該波導芯心及/或被覆包括具式  $(\text{RSiO}_{1.5})$  之單元，其中，R 係經取代或未經取代之有機基。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該光波導之形成包括：  
於該乾膜層上直接形成第一被覆層；  
於該第一被覆層上形成芯心層；  
將該芯心層圖案化以形成該芯心；及  
於該第一被覆層及該芯心上形成第二被覆層。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括將第二光波導以堆疊排列之方式形成在該光波導上。
6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，進一步包括將第二乾膜層施加於該波導上且於該第二乾膜層上直接形成該第二光波導。
7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括於形成該被

覆之前，處理該乾膜層之該表面以提高與該波導的粘合性。

8. 如申請專利範圍第 7 項之方法，其中，該處理包括機械研磨或用電暈放電，火焰，臭氧或電漿之處理中之一種或多種。
9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括於該印刷線路板基材上形成電路。
10. 一種印刷線路板，係由申請專利範圍第 1 項之方法形成。