



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I619412 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(21) 申請案號：102139285 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 30 日

(51) Int. Cl. : **H05K3/02 (2006.01)** **H01C17/22 (2006.01)**

(30) 優先權：2013/02/21 美國 61/767,420
 2013/05/02 美國 61/818,881
 2013/09/18 美國 14/030,799

(71) 申請人：n 萊特股份有限公司 (美國) NLIGHT, INC. (US)
 美國

(72) 發明人：迪特立 亞當 DITTLI, ADAM (US)；馬汀森 羅伯特 J MARTINSEN, ROBERT
 J. (US)；葛羅斯 肯 GROSS, KEN (US)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW	200707466A	TW	201307949A1
CN	102176104	US	2009/0274833A1

審查人員：謝育桓

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：6 共 22 頁

(54) 名稱

非剝離式雷射圖案化

NON-ABLATIVE LASER PATTERNING

(57) 摘要

一種用於處理透明基板之方法包含產生至少一雷射脈衝，具有為了將置於該透明基板上之導電層非剝離式地改變成不導電特性所選取之雷射參數，以及將該脈衝導引該導電層。一保護層可被附加在該透明基板一表面上且在該基板處理期間不須移除。處理後，已處理區域與未處理區域無法在視覺上有所區分。

A method for processing a transparent substrate includes generating at least one laser pulse having laser parameters selected for non-ablatively changing layer disposed on the transparent substrate into a non-conductive feature, and directing the pulse to said conductive layer. A protective film may be affixed to a surface of the transparent substrate and need not be removed during the processing of the substrate. After processing, processed areas can be visually indistinguishable from unprocessed areas.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10 . . . 脈衝雷射光束

12 . . . 目標物

14 . . . 透明基板

16 . . . 保護層

18 . . . 導電材料層

20 . . . 已處理區域

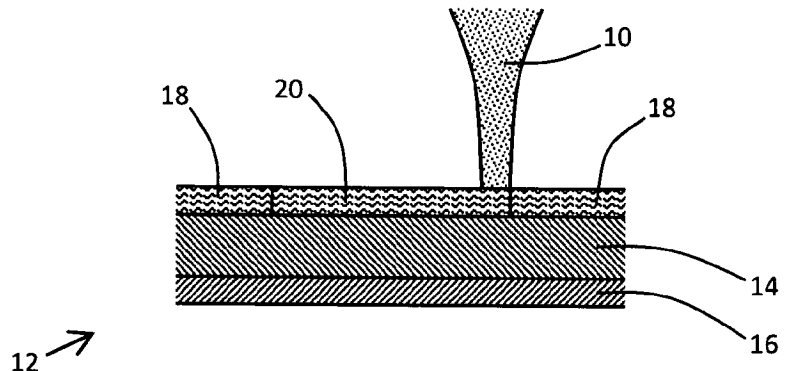


圖1

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)

非剝離式雷射圖案化

Non-ablative Laser Patterning

相關申請案之交互參考

【0001】 本專利申請案主張 2013 年 2 月 21 日所提申之美國臨時專利申請案第 61/767,420 號和 2013 年 5 月 2 日所提申之美國臨時專利申請案第 61/818,881 號之權益，在此將這兩者它們全體一併整合參考之。

【技術領域】

【0002】 大體上，本發明領域係雷射圖案化。更特別地，本發明關於透明導電薄膜之雷射圖案化。

【先前技術】

【0003】 對於更小且更可攜式電腦應用裝置之強烈要求已在包含智慧型手機和平板電腦所用之觸控螢幕的許多相關領域中產生實質創新。然而，創新之路並未與製造並駕齊驅，尤其是在觸控感測器圖案化和印刷電子領域中。包含微影成像、網印和雷射處理之現存科技，部分由於所需處理步驟數量之故而受苦於不良節拍(週期)時間。除了不良週期時間相關成本，微影成像和網印技術還包含許多缺失，包含與昂貴消費品和有毒工業廢棄物相關之增加成本。

【0004】 傳統雷射處理技術也受苦於許多缺失。例如，雷射光束典型

地係以大成本對週期時間來掃描過一目標物。甚至，在處理該目標物中，該光束剝離留在該目標物上之可見或幾乎不可見標記之材料。至少在消費性產品領域中，可高度期待處理例如觸控螢幕之目標物以使得在任何角度或任何發光條件下皆沒有可見效應被留在該表面上。在另一嚴重缺失中，對於搭配微影成像和網印技術之可撓式透明基板而言，一保護薄膜必須在處理該基板前先移除，之後再附接回來，而導致實質之進一步延遲和增加之處理費用。因此，不幸的是習知技術之目前狀態還必須對處理透明基板上之印刷電子和觸控感測器產生一有效率且較優良技術。因此，仍舊對沒有該伴隨缺失之一種用於處理透明基板之方法有需求。

【發明內容】

【0005】 本發明係指向藉由提供改變一基板表面之導電性卻不剝離其材料之雷射處理形式之創新來滿足上述需求。因此，根據本發明一觀點，一種用於處理透明基板之方法被提供，該方法包含之步驟為產生至少一雷射脈衝，具有為了將置於該透明基板上之導電層非剝離式地改變成不導電特性所選取之雷射參數，以及將該脈衝導引至該導電層。

【0006】 在本發明另一觀點中，一種用於改變一可撓式透明基板上之奈米銀線導電基質之片電阻之方法被提供，該方法包含產生至少一雷射脈衝，具有在增加該導電基質之片電阻而不剝離該奈米銀線之範圍內所選取之雷射參數，以及將該脈衝導引至該導電基質以增加該片電阻。

【0007】 在本發明進一步觀點中，一種利用一脈衝雷射光束來處理透明基板之方法，該基板特徵為其一選取表面上置有一導電材料，該導電材料能夠利用一具有選取參數之脈衝雷射光束來經歷非剝離式變化而成為不

導電材料，該方法包含之步驟為產生具有該選取參數之至少一雷射脈衝，以及將該脈衝導引至該基板上之導電材料以產生該變化而成爲不導電材料。

【0008】 在本發明進一步觀點中，一種利用一脈衝雷射光束來處理一可撓式透明基板之導電材料層之方法，該導電材料層特徵在於對一具有選取雷射脈衝參數之雷射脈衝之曝光引起該導電材料變成不導電材料而不剝離式地移除該材料層，該方法包含之步驟為產生具有該選取雷射脈衝參數之至少一雷射脈衝，以及將該脈衝導引至該基板之導電材料層。

【0009】 在本發明另一觀點中，目標物表面可利用雷射脈衝進行處理，使得已處理區域與鄰接未處理區域除非是在實質放大下，否則無法在視覺上有所區分。在本發明另一觀點中，典型地置於欲處理基板之表面上並在處理期間移除之保護層係替代性地完整無缺的保留且未在處理期間由該基板中移除。

【0010】 該前述與其它目的、特性和優勢由參考至該附圖所進行之下列詳細說明中會變得更加顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖 1 係根據本發明一觀點之雷射光束處理一基板之剖面圖。

圖 2 係根據本發明一觀點之方法流程示意圖。

圖 3 係根據本發明一觀點之雷射光束圖案化基板之俯視影像。

圖 4 係根據本發明一觀點之具有未處理和已處理區域之重疊輪廓資料之影像。

圖 5A 和圖 5B 係根據本發明一觀點之未處理和已處理區域各自之 X 射線光電子光譜學繪圖。

圖 6 係由圖 5B 繪圖中之選取種類之 X 射線光電子光譜學繪圖。

【實施方式】

【0012】 可撓式基板之製造具有潛在地不貴之優勢，然而在傳統製程下並未實現這類效率。因此，在此所述各種範例係指向用於不同應用之已處理複合薄膜之製造，例如，用於觸控感應顯示器之透明導體。例如，處理該可撓式複合薄膜之步驟可被架構以使得觸控感應區域係形成於該可撓式複合薄膜中，而使該觸控感應區域變得適用於各種顯示裝置中。已處理基板之其它合適應用可更廣泛地包含顯示裝置以及發光二極體磷光劑增強、其它商業性與消費性照明應用、耐用型電子和光伏特電池。然而，可撓式基板係特別適用於行動式消費品顯示器，其中，更薄、耐用且可撓格式係高度期待的。甚至，運用在此所述先進技術，可撓式薄膜雷射圖案化可隨著一完整無缺保護層而得，致能真正的捲對捲處理。在一些實施例中，該基板也可以是硬式的。

【0013】 現在參考至圖 1，一剖面圖係顯示根據本發明一觀點之具有選取雷射脈衝參數來處理一目標物 12 之脈衝雷射光束 10。如所示地，該目標物 12 包含一透明基板 14，具有置於一側上之保護層和置於與該側相對之另一側上之導電材料薄層 18。在許多範例中，該基板 14 具有例如範圍在 50 微米至 200 微米間之一定值或固定厚度，通常視所使用之基板和材料或材料們的應用而定。在進一步範例中，與該基板 14 和相關保護與薄層 16、18 有關之額外層可被置放，例如，形成一複合基板或一具有一或更多其它材

料或層沉積於其上之基板。

【0014】 在一些範例中，該導電材料層 18 包含一隨機奈米銀線配置。該薄層 18 之奈米銀線典型地係以例如一有機外套之聚合物基質來保衛該基板 14。該雷射光束 10 傳送雷射脈衝至該薄層 18 並產生一已處理部分 20，其中，該層 18 之材料導電性實質改變。在此，用語“導電”和“不導電”具有屬於它們大體上在印刷電子、觸控感測器圖案化或光電子技術領域中所認為之意義。例如，可被視為導電之材料之合適片電阻包含 30-250 歐姆/平方，且可被視為不導電或電絕緣之材料之合適片電阻或電絕緣測量包含大於或等於 20 百萬歐姆/平方電阻。然而，前述電阻只是範例，其它導電和不導電範圍可視該特定應用需求來施用。一些已處理基板在片電阻係低於 500 歐姆/平方、1 千歐姆/平方、5 千歐姆/平方或 10 千歐姆/平方之處可被視為充分導電，且在片電阻係大於或等於大約 100 千歐姆/平方、1 百萬歐姆/平方或 100 百萬歐姆/平方之處可被視為不導電。

【0015】 圖 2 根據本發明一觀點顯示一示範方法 100 之流程方塊圖。在一第一步驟 102 中，一基板係配備著置於其上之導電薄層。該基板較佳地係透明且可撓的，但是其它基板可據此處理而不偏離本發明範圍。根據本發明另一觀點，一保護層或薄膜可被置於該基板另一表面上，例如，與該導電層相對面上，且該基板可被處理而不移除該保護層或薄膜。在一第二步驟 104 中，至少一雷射脈衝係配合選取之雷射脈衝參數來產生，該參數用以完成該基板上之導電薄層之非剝離式處理，以使該導電薄層之已處理部分變成不導電並使該已處理部分也是低能見度。在一第三步驟 106 中，該雷射脈衝係導引至該基板。該已處理基板具有不同於該未處理基板之導

電性以使特定感測區域和電性路徑可被形成於該基板上。藉由小心地選取該雷射脈衝參數之特徵，包含脈衝長度、脈衝能量密度、脈衝能量、光點大小、脈衝重複頻率和掃描速度，該基板可被處理以使得該基板和相對應保護與導電層經過一剝離式製程仍未被實質損毀或結構性地改變時，其電性特徵係以預定方式來改變。因此，在運用這類層範例中之基板處理期間，不需移除該保護層 56。

【0016】 儘管大體上所示圖 1 中之光束 10 係帶至其焦點，然而其它光束幾何架構和強度分佈係可行的，包含一未聚焦光束、線光束、正方形或長方形光束、以及具有均勻、實質均勻或預先選取強度輪廓遍佈於一或更多橫軸之光束。在一些範例中，提供該光束 10 之光束傳送系統也被架構以轉換有關該目標物 12 之光束 10 以使該光束可形成線條、區域和其它幾何特性於其上。在其它範例中，在該光束傳送系統和光束 10 仍固定於一或更多軸時，該目標物 12 可被轉換以形成幾何特徵。在再有之其它範例中，該目標物 12 和該光束 10 兩者可被轉換。甚至，在一些範例中，該光束 10 由反向撞擊該目標物 12 以使得該光束 10 傳遞通過該保護層 16 (若是存在)和基板 14 而對該導電層 18 產生非剝離式效應。

【0017】 在此，該用語“非剝離式”被認為意謂著該現存目標物表面拓樸之結構特性在其雷射處理後仍是完整無缺的，就如由此後本揭示中所會理解的。例如，在此非剝離式製程中，在發生之材料變化足以改變該目標物表面之導電性或片電阻時，該目標物表面之整體結構仍是大部分未變，而在該已處理表面與該鄰接未處理區域無法在視覺上有所區分之處產生較佳範例。例如，在具有在一外套於其上之奈米銀線層的基板中，一非

剝離式製程不會移除或實質移除該奈米銀線。在沒有該製程被認為剝離式的情況下，覆蓋該奈米銀線之外套可透過在此之雷射處理而自該奈米銀線中移除。在此，當該移除係伴隨雷射處理或基板處理時，一非剝離式製程未實質移除奈米銀線。雷射剝離在該技術領域中大體上被認為意謂著因為一目標物上之入射光之故而經由蒸發、光化學替換或其它方式讓材料實質移除。雷射剝離大體上係聚焦於吸收、剝離臨界值、剝離深度及對脈衝附近之目標物之全部材料移除。因此，一工業焦點係針對增強光束品質和移除期間由該脈衝所形成之溝渠精密度，並避免或減緩熱對脈衝撞擊位置鄰接區域的影響。因此，在此所揭示製程操作於一剝離臨界值之下，用以對改變例如導電性之特定特徵之目標基板產生非剝離式且實際的材料效應。

【0018】 在該雷射光束 10 之雷射脈衝引起該已處理部分 20 變成不導電時，該已處理部分 20 之可見特徵仍舊實質未變的。因此，在沒有包含橫跨多個視角在內之例如一顯微鏡之影像增強機制幫助的情況下，已處理和未處理部分 20、18 間之區別係不顯著。參考至圖 3，一顯微鏡影像係根據本發明一雷射方法觀點來顯示在單色圖示下放大至 1500X 倍之已處理基板 14 之俯視圖。即使是在實質放大下，對於一無助裸眼也幾乎是不顯著之已處理奈米銀線水平條紋帶 22 係如圖形所示地顯示出大約 30 微米寬。用以提供該條紋帶 22 中所示之優良非剝離式結果所使用之雷射脈衝參數包含脈衝長度約為 50 微微秒、脈衝能量密度約為 0.17 焦耳/平方公分、光點大小約為 40 微米 $1/e^2$ 、具有大於 90% 脈衝間重疊之掃描率約為 1 米/秒、總脈衝能量約為 12 微焦耳及脈衝重複頻率約為 100 千赫。

【0019】 上述雷射脈衝參數值只是範例，其它參數可針對不同目標物

和系統進行選取並最佳化。此外，假如脈衝重疊和脈衝能量係維持於適合產生非剝離式不導電效應之參數範圍內，參數值可針對各式各樣處理速度進行縮放。因此，假如該必要雷射和光束傳送構造據此來架構，脈衝重複率可被增加至 1 兆赫、數十兆赫或更多以增加處理速度。脈衝長度可被增減選取，且例如脈衝流之其它參數可被調整以確保將目標物非剝離式地處理成爲一不導電特性。例如，可行脈衝長度包含小於約 1 微微秒、100 微微秒、200 微微秒、500 微微秒、800 微微秒或 1 奈秒。其它參數可據此類似地改變並最佳化之。

【0020】 在形成後，因爲由來自該雷射光束 10 之脈衝所給予該已處理區域 20 之片電阻改變之故，在該條紋帶 22 上及下之目標物 12 的該二部分彼此間變成電性絕緣，對電力之傳導流動有效地形成一障礙。若材料規格改變，其它參數可使用啓發式或其它最佳化方法來小心地選取，以得到本發明製程之非剝離式導電性改變觀點並相較於未處理區域來維持該已處理區域超低能見度。該雷射光束 10 也可被修改以具有不同於高斯分佈之外形，例如，平頂、超高斯分佈等等。能夠操作本發明雷射參數體系之雷射系統大體上包含脈衝式光纖雷射、脈衝式光纖放大器及二極體激發式固態雷射。

【0021】 因此，外形和圖案可利用在此所揭示方法來形成於該基板上，用以得到自一未處理區域至下一個之電性絕緣。除了不需要一光罩、光阻劑、蝕刻液、取代或提供額外保護薄膜，還使用一雷射或一掃描雷射來提供一可高度組態製程，以允許片對片、捲對片、捲對捲(R2R)或捲對完成感測器製造。掃描雷射可利用一影像檔進行程式化以具有容易給予各種

圖案幾何及基板或在各種圖案幾何及基板之間進行量身定製之製程。甚至，藉由運用在此所述之超低能見度製程，在週期時間上還可得到超過傳統雷射或化學製程之更多下降。例如，在一傳統雷射製程中，爲了減少剝離性已處理區域之能見度，額外區域不一定被處理以提供一均勻圖案效應，其對使用者一無助裸眼有效地降低該剝離式標記之整體能見度。因爲本發明處理觀點導致由超低能見度標記開始，故與填充區域以降低能見度有關之額外製程不再有需要，導致一較快且因此更具成本效益之製程。

【0022】 該透明基板 14 可由各式各樣不同材料所構成，包含玻璃、塑膠或金屬。典型基板因爲它的低成本和包含透明度、彎曲性、恢復力、易於製造等等具優勢特性而傾向於由聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)材料所製成。聚對苯二甲酸乙二醇酯基板可使用那些熟知透明導電薄膜處理技術領域所知之一或更多方法來製造之，且其在一些範例中可被提供於一適合捲對捲處理之捲狀物中。其它可行基板材料之未詳盡無遺名單包含玻璃、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚氨酯和各種金屬。圖 3 所示基板 14 具有一厚度約爲 0.13 毫米且由聚對苯二甲酸乙二醇酯材料所製成。在本厚度範圍中，聚對苯二甲酸乙二醇酯材料連同其它合適材料係可撓且可被儲存、運送或架構以於一預定寬度捲狀物中進行處理中進行處理。該基板 14 對於視覺顯示應用而言典型地係透明的，使得稍後將該基板 14 施用至一顯示裝置(未顯示)時，來自該顯示裝置之光可透過該基板 14，朝向該裝置之使用者傳送。

【0023】 在典型可撓式透明導電薄膜範例中，未加工原料係提供於一捲狀物或一平板架構中以進行該透明導電薄膜之雷射圖案處理，而使該未加工原料變成適用於例如光電裝置之各種應用中之已處理材料。在一些範

例中，透明導電薄膜材料包含沉積至一預定厚度或導電性之奈米銀線(亦稱之為 SNW 或 AgNW)，厚度及導電性兩者典型地係藉由增加或減少該薄膜生產階段中之奈米銀線密度來設定之。在其它範例中，透明導電薄膜可包含其它材料或具有多層。透明導電薄膜可在例如硬式玻璃或複合螢幕之硬式表面上找到最終消費者。當例如導電性和結構完整性之材料特性在各類型(例如，固定地彎曲、週期性地變形或柔軟易折)彎折性負載下係更加一致時，奈米銀線係完全適用於可撓式基板。

【0024】 該保護層 16 也可由適合提供保護以避開因為微粒物質、磨損和擦傷所致損毀之不同材料所製成。該保護層 16 之厚度典型地被選取以適合用於對該下方基板 14 提供保護。一合適厚度約為 .04 毫米，然而，其它厚度可被使用之。既然本發明觀點可排除製造期間對移除、再施用或替換該保護層 16 之需求，保護層 16 之其它可能性也是可能的。目前，可由聚乙烯或聚對苯二甲酸乙二醇酯材料所製成之傳統保護薄膜 16 係適合提供該基板 14 之表面必要的保護。在處理該基板 14 之前須先移除該保護層 16 且之後重新附接之傳統製程需求導致實質額外處理時間和成本。如同配合本發明各種實施例來應用地，已發現到一基板 14 可在沒有移除與重新附接該保護層 16 的情況下進行處理，而在處理包含可撓式透明基板之透明基板上產生提供革命性成本下降潛能。

【0025】 圖 4 係如圖 3 所示目標基板 14 之俯視圖的類似影像，具有額外表面粗糙資料疊加於其上。一第一水平線 24 約略沿著該已處理條紋帶 22 中間來延伸。在鄰接至第一水平線 24 約 30 微米處，一第二水平線 26 與該第一水平線水平地沿著一未處理區域 18 來延伸。一在該影像底部上之區

域 28 包含沿著各自水平線 24、26 之橫向深度輪廓 30、32。該深度輪廓係互相重疊於彼此之上且彼此間互相顯示出一共同範圍約為 0.2 微米深度之最小變化，以進一步證明與根據本發明觀點之製程有關之非剝離式效應。其它表面可具有一較大深度變化範圍，視該基板和導電表面層品質而定，然而，已處理和未處理區域間之變化在此於該非剝離式製程下係最小的。

【0026】 圖 5A 和圖 5B 顯示一基板 14 之未處理(圖 5A)和已處理(圖 5B)區域之 X 射線光電子光譜學(XPS)結果，以指示關於結合能之每秒計數。該 X 射線光電子光譜學大體上有助於說明目標表面之基本內含及可能產生自各種外部輸入之材料變化結果。未處理和已處理區域所示結果在一結合能範圍各處實質上係相同，加上一些特定例外。AgMNN、Ag 3p_{3/2}、Ag 3p_{1/2} 和 Ag 3d 之結合能峰值出現於已處理區域 20 中，大體上指示著氧化銀的存在。例如，參考至圖 6，關於動能和光子能量之結合能繪圖以約略 368 電子伏特為中心且大體上指示氧化物形成於該已處理區域。同時，比較各種碳類、氮、氟、氧和矽，信號資料暗示該奈米銀線內嵌於其中之聚合物基質係存在於該雷射脈衝處理之前和之後。因此，選擇性地將有機外套自該奈米銀線中移除，以允許該奈米銀線變成氧化並展示一不導電特徵，同時該外套殘留物實質上仍維持完整無缺係很可能的。大體上，奈米銀線可展示優於像銦錫氧化膜(ITO)般之更傳統透明導電薄膜之屬性。該透明導電層 18 典型地係在數十奈米厚度層次。奈米銀線傾向於大約 10 微米長且直徑位於幾奈米至幾十奈米範圍內，然而其它尺寸也是可行的。

【0027】 適合根據本發明方法非剝離式雷射處理之雷射參數可部分依據所選取之欲處理材料相關特性來選取之。例如，改變該下方基板、該

導電薄層等等之厚度會影響雷射脈衝熱如何分佈或產生需要減緩之其它時間相依效應結果。該最佳化製程參數相較於鄰接或獨立未處理區域會產生具有超低能見度之已處理區域或特性。一最佳化區域可包含雷射脈衝波長。在此使用於處理該影像中所示範例之光波長係 1064 奈米，且既然由這類較長波長光與鄰近之透明基板、保護薄膜或者其它材料或材料層進行互動，而不是較短波長，該光波長大體上係較佳的。例如微影成像之其它技術通常需要製造上更難或更貴之波長，例如該可見或紫外線光譜中之波長。

【0028】 藉由在此根據各方法所處理之目標基板，超越用於處理透明基板之傳統製造技術之按照本發明揭示之各種優勢可被實現且變得顯而易見。因此，認為本發明及其伴隨優勢中之許多會由前述說明中所有理解，且各種變化可產生於其該部分中而不會偏離本發明精神和範圍或犧牲它全部的材料優勢，在上文中所述形式只是其示範性實施例。

【符號說明】

【0029】

10	脈衝雷射光束
12	目標物
14	透明基板
16	保護層
18	導電材料層
20	已處理部分
22	水平條紋帶
24、26	水平線

- 28 區域
- 30、32 橫向深度輪廓
- 102、104、106 步驟

發明摘要

※ 申請案號：102139285

※ 申請日：102.10.30

※IPC 分類：H05K-003/02(2006.01)

H01C-017/22(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

非剝離式雷射圖案化

Non-ablative Laser Patterning

【中文】

一種用於處理透明基板之方法包含產生至少一雷射脈衝，具有爲了將置於該透明基板上之導電層非剝離式地改變成不導電特性所選取之雷射參數，以及將該脈衝導引該導電層。一保護層可被附加在該透明基板一表面上且在該基板處理期間不須移除。處理後，已處理區域與未處理區域無法在視覺上有所區分。

【英文】

A method for processing a transparent substrate includes generating at least one laser pulse having laser parameters selected for non-ablatively changing layer disposed on the transparent substrate into a non-conductive feature, and directing the pulse to said conductive layer. A protective film may be affixed to a surface of the transparent substrate and need not be removed during the processing of the substrate. After processing, processed areas can be visually indistinguishable from unprocessed areas.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10 脈衝雷射光束

12 目標物

14 透明基板

16 保護層

18 導電材料層

20 已處理區域

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種用於處理一透明基板之方法，包括：
產生至少一雷射脈衝，具有為了將置於該透明基板上之導電層非剝離式地改變成不導電特性所選取之雷射參數；及
將該脈衝導引至該導電層，
其中，該雷射參數包含小於約 200 微微秒之一脈衝長度和小於約 1.5 焦耳/平方公分之一脈衝能量密度，
其中，該導電層包含奈米銀線。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該脈衝之光點大小係藉由改變與該入射脈衝相關之基板位置而在 5 至 100 微米的範圍內改變。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該透明基板包含一保護薄膜，置於與該導電層相對之基板的一表面上，且在該導電層進行非剝離式處理期間未將這保護薄膜移除。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該透明基板係由一可撓式聚對苯二甲酸乙二醇酯材料所製成。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，對於觀察者一無助裸眼，該不導電特性相較於一鄰接未處理的導電層係無法視覺上有所區分或具有非常低之能見度。
6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該脈衝係透過該透明基板來導引至該導電層。
7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該導電層之表面粗糙度在利用該雷射脈衝處理之後實質上未被改變。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，透過一選取氧化機制將該導電層之已處理區域變成不導電。

9. 一種用於改變一可撓式透明基板上之奈米銀線的導電基質之片電阻之方法，包括：

產生至少一雷射脈衝，具有在增加該導電基質之片電阻而不剝離該奈米銀線之範圍內所選取之雷射參數；及

將該脈衝導引至該導電基質以增加該片電阻；

其中該可撓式透明基板包含一保護薄膜，置於與該奈米銀線的導電基質相對之基板的表面上，且在該導電基質藉由該雷射脈衝進行非剝離式處理期間未將這保護薄膜移除。

10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中，對於觀察者一無助裸眼，由複數個該雷射脈衝所處理之區域相較於一鄰接未處理區域係無法視覺上有所區分或具有非常低之能見度。

11. 一種利用一脈衝雷射光束來處理透明基板之方法，該基板的特徵為其一選取表面上置有一導電奈米銀線，該導電奈米銀線能夠利用具有選取參數之一脈衝雷射光束來經歷非剝離式變化而成為不導電奈米銀線，該方法包括：

產生具有該選取參數之至少一雷射脈衝；及

將該脈衝導引至該基板上之該導電奈米銀線以產生該變化而成為不導電奈米銀線；

其中該導電奈米銀線位於一有機外套中。

12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中，該透明基板包含一保護薄

膜，置於與該導電奈米銀線相對之基板的表面上，且在該導電奈米銀線進行非剝離式處理期間未將這保護薄膜移除。

13. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中，對於觀察者一無助裸眼，該不導電奈米銀線相較於未處理導電奈米銀線係無法視覺上有所區分或具有非常低之能見度。

14. 一種利用一脈衝雷射光束來處理一可撓式透明基板之導電材料層之方法，該導電材料層的特徵在於以具有選取雷射脈衝參數之一雷射脈衝曝光引起該導電材料變成不導電材料而不剝離式地移除該材料層，該導電材料層包含奈米銀線，該方法包括：

產生具有該選取雷射脈衝參數之至少一雷射脈衝；及

將該脈衝導引至該基板之該導電材料層而無需將該脈衝導引至一上方氧化層。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中，該可撓式透明基板包含一保護薄膜，置於與該導電材料層相對之基板的表面上，且在該導電材料層進行非剝離式處理期間未將這保護薄膜移除。

16. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中，對於觀察者一無助裸眼，由該雷射脈衝形成之該奈米銀線的不導電材料相較於該奈米銀線的未處理導電材料係無法視覺上有所區分或具有非常低之能見度。