



(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 201144055 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：099144275

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 16 日

(51)Int. Cl. : **B32B15/04 (2006.01)**

(30)優先權：2009/12/18 美國 61/288,030
2010/12/07 世界智慧財產權組織 PCT/US2010/059219

(71)申請人：氰特科技股份有限公司 (美國) CYTEC TECHNOLOGY CORP. (US)
美國

(72)發明人：普萊斯 理察 湯瑪斯 PRICE, RICHARD THOMAS (US)；阿布薩菲 阿布德
ABUSAFIEH, ABDEL (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：4 共 40 頁

(54)名稱

賦予用於複合物件製造之材料傳導性的方法及材料

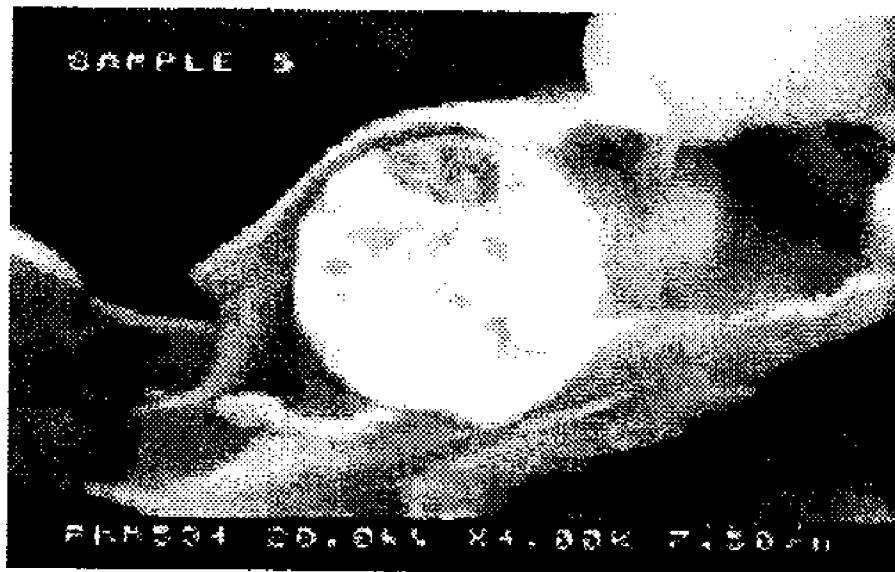
METHODS OF IMPARTING CONDUCTIVITY TO MATERIALS USED IN COMPOSITE ARTICLE
FABRICATION & MATERIALS THEREOF

(57)摘要

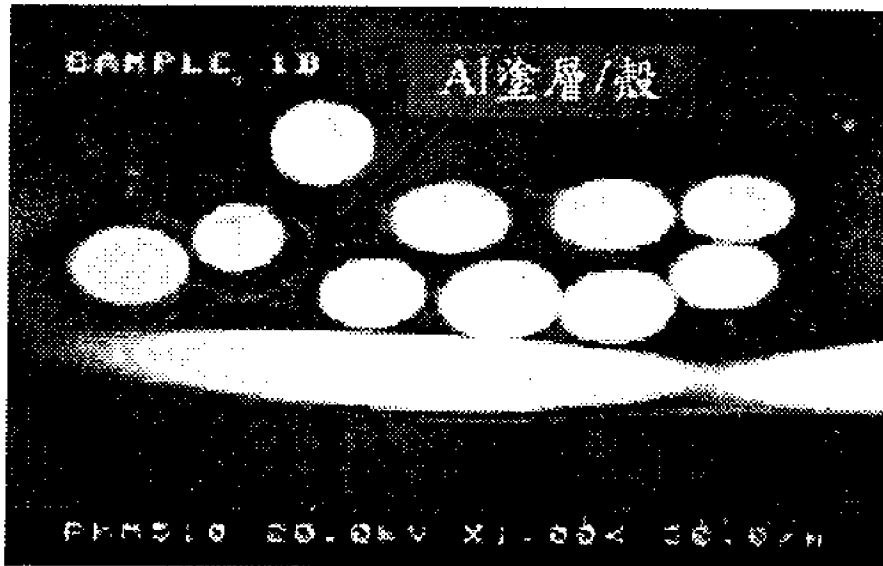
本發明之實施例係關於經金屬或金屬合金塗覆之片狀材料(後文稱「經金屬塗覆之片狀材料」)，其包括(但不限於)具有介於一(1)及五十(50)克/平方米(gsm)之間之金屬含量之織物及面紗。該等經金屬塗覆之片狀材料可使用原樣或與半固化片、黏著劑或表面薄膜結合，以尤其為所得複合物件提供雷擊保護(LSP)及/或體傳導性之益處。在一實施例中，利用樹脂浸漬經金屬塗覆之片狀材料。根據本發明之實施例，藉由物理氣相沈積塗覆方法將金屬施加於織物或面紗之一或兩面。所得經金屬塗覆之織物或面紗可使用作為表面薄膜之載體以賦予表面傳導性；可使用作為黏著劑之載體以形成傳導黏著劑結合面；可使(一或多層經金屬塗覆之面紗)交錯於半固化片層之間以賦予表面及/或體傳導性以及韌性；或可用以製造複合物件。



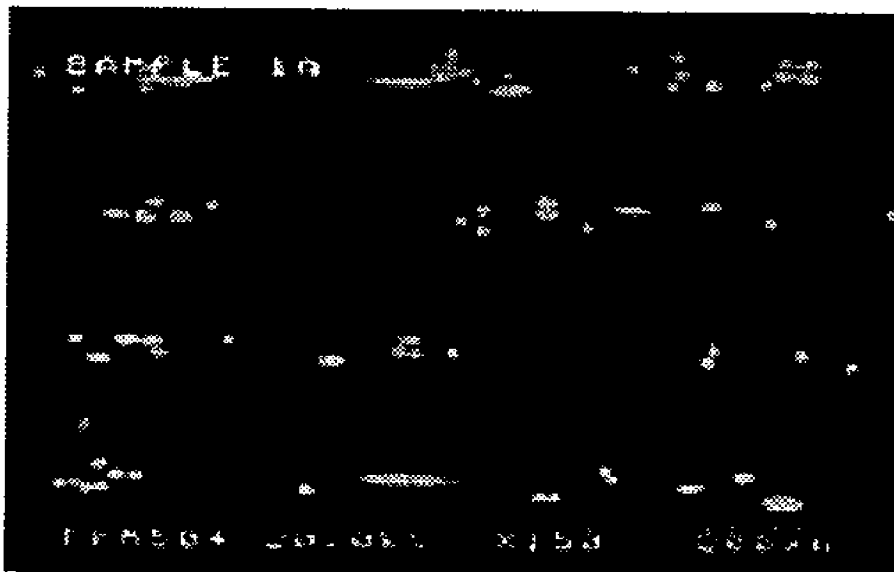
A.經Al塗覆之玻璃纖維面紗



B.Al「殼」環繞玻璃纖維



C.橋接於碳絲束之間之經Al
塗覆之玻璃纖維之束



D.顯示板層之間之連接點之
層壓片



(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 201144055 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：099144275

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 16 日

(51)Int. Cl. : **B32B15/04 (2006.01)**

(30)優先權：2009/12/18 美國 61/288,030
2010/12/07 世界智慧財產權組織 PCT/US2010/059219

(71)申請人：氰特科技股份有限公司 (美國) CYTEC TECHNOLOGY CORP. (US)
美國

(72)發明人：普萊斯 理察 湯瑪斯 PRICE, RICHARD THOMAS (US)；阿布薩菲 阿布德
ABUSAFIEH, ABDEL (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：4 共 40 頁

(54)名稱

賦予用於複合物件製造之材料傳導性的方法及材料

METHODS OF IMPARTING CONDUCTIVITY TO MATERIALS USED IN COMPOSITE ARTICLE
FABRICATION & MATERIALS THEREOF

(57)摘要

本發明之實施例係關於經金屬或金屬合金塗覆之片狀材料(後文稱「經金屬塗覆之片狀材料」)，其包括(但不限於)具有介於一(1)及五十(50)克/平方米(gsm)之間之金屬含量之織物及面紗。該等經金屬塗覆之片狀材料可使用原樣或與半固化片、黏著劑或表面薄膜結合，以尤其為所得複合物件提供雷擊保護(LSP)及/或體傳導性之益處。在一實施例中，利用樹脂浸漬經金屬塗覆之片狀材料。根據本發明之實施例，藉由物理氣相沈積塗覆方法將金屬施加於織物或面紗之一或兩面。所得經金屬塗覆之織物或面紗可使用作為表面薄膜之載體以賦予表面傳導性；可使用作為黏著劑之載體以形成傳導黏著劑結合面；可使(一或多層經金屬塗覆之面紗)交錯於半固化片層之間以賦予表面及/或體傳導性以及韌性；或可用以製造複合物件。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於複合物件之傳導性材料。

【先前技術】

用於製造航太產業之組成部件之材料必須具有保護該等部件以免因共同環境事件所導致之損壞或災害之特定特徵。若該等部件不具充分傳導性並經由飛機接地，則共同環境事件之一個實例-閃電可嚴重損壞及/或打穿組成部件。若在飛行期間，雷擊飛機之機翼組件，則除了引起組件本身嚴重物理損壞之外，此事件具有引起危險衝擊電流之可能性。該衝擊電流尤其具考量性，因為其最終可與燃料儲槽接觸而導致爆炸發生。由於雷擊導致之實際致命性飛機墜毀，聯邦航空管理局(FAA)實施一種系統以基於被雷擊之機率及嚴重性將商業飛機分成不同區域。因此，關鍵係該等組成部件係經製造以具有除了其他特徵之外可保護或減少因雷擊導致之損壞之特徵。

電磁干擾(EMI)為航太產業之複合部件的另一電氣考量。EMI波係由可引起電氣瞬變以引起電路及燃料系統之探針能量過多之電場及磁場組成。一種保護及/或減少該等事件之方法係添加屏蔽材料以吸收或反射衝射輻射。在該等事件無適當屏蔽之情況下，此等波可干擾飛機的電子及航空電子設備操作或甚至導致燃料槽著火。已顯示吸收之損失係與屏蔽材料之厚度、傳導性及導磁率成比例。習知之屏蔽方法包括由鑄件及金屬片製成之外罩及具有傳導

性填料或塗層之塑料。

靜電放電(ESD)為航太產業之複合部件的另一考量。ESD為在藉由直接接觸所致或藉由靜電場所引起之兩個不同電位之物體間流動的突發及瞬時電流。非傳導性材料、油漆、塑料具有絕緣性質並因此可進行靜電荷累積。必須控制所得電荷以保護飛機電子設備及燃料槽。習知之ESD方法包括將具有靜電消除特徵之纖維添加至材料(例如碳纖維)中，或將吸油繩及/或桿加於飛機組件之尖端處。

可經由摩擦賦予材料靜電。飛機係簡單地藉由穿過空氣而變得帶電。飛過沈澱(雲或雨)可增加電荷累積，因為材料接觸更多。靜電例行於海平面下略具傳導性之空氣中以及具有較高濕度之空氣中放電。然而，濕度低於20%及/或於較高高度下之空氣為不良導體。後者使靜電累積於電荷不易移動之飛機表面(特定言之複合飛機之其等者)上。結構上電荷之累積產生一電壓電位，其係隨電荷量而增加。因為金屬均勻導電，於金屬結構上，此電壓電位各處均相同。然而，在複合結構上，電壓可不同。此電壓電位因此產生在諸如機翼尖端、推進器尖端、後緣、噴氣發動機葉片之尖端及邊緣等之銳角曲率區域處為最強之電場。累積之電荷希望像電荷排斥且不像電荷吸引地移動。最終，空氣與結構間之電荷差變得如此大以致接著必須釋放電壓電位，導致過多電荷大量傾卸於大氣中。所累聚之靜電可在雲內或在帶電大氣條件中觸發閃電。

同時，必須製造靶向特定重量需求之該等組成部件以使

飛機達到所設計的距離且亦可克服其自身重量之重力以無使用過量燃料下獲得飛行。此外，必須製造該等組成部件以防對共同環境事件之損壞。此特徵一般描述為複合物之「韌性」。因此，在該等部件之製程中，必須極小心地評估對共同環境事件之損壞容限及抗性考量，同時保持該等組成部件之可行重量。製程中，採用多種方法來襲擊此平衡。

一種賦予航太產業組成部件雷擊保護之習知方法係使用併入複合部件中之擴張鋁板、銅、鈦或青銅網目、篩網或箔片、或編織金屬絲織物。雖然，該等網目一般可有效用作為雷擊保護，但是，針對製造及維修而言，該等擴張網目/篩網中之許者皆極難操作。或者，在其他材料(特定言之鋁與碳之複合結構)之存在下，其等一般需要絕緣材料(例如，玻璃纖維絕緣板層)以防止不希望的電流腐蝕。此外，當大量使用時，鋼板網/篩網極重且可明顯增加整體部件的重量，因此使得飛機之效率降低。

賦予雷擊保護之另一方法係使用併入複合部件中之經金屬塗覆之碳纖維材料。一般，該等碳纖維係採用無電電鍍法藉由鎳、鈮、錫、銅或其組合塗覆。然後，該等經金屬塗覆之纖維可形成一均勻非編織材料。將具有經金屬塗覆之纖維之非編織材料併入複合物中以有效地代替另外為充分雷擊保護所需之金屬網目/篩網。其中具有具經金屬塗覆之纖維之該等非編織材料之複合部件的報告係報導具有介於約六十(60)及一百(100)克/平方米(gsm)之間之金屬含

量之金屬。其他報告引用針對6K(6000條)至80K(80,000條)之碳絲束之10重量%至65重量%金屬含量。經金屬塗覆之面紗材料係由與非傳導性樹脂(例如PVA)輕微結合在一起之經金屬塗覆之纖維製得。因此，整體複合物之重量仍存在飛機效率相關問題。此外，無電電鍍法存在製造問題，諸如電鍍廢液流及較高的製造成本。

【發明內容】

本文揭示一種支撐材料，其包括：(i)片狀材料；及(ii)於該片狀材料之至少一面上之金屬或金屬合金層，其中該金屬層具有介於0.1 μ 及25 μ 之間之厚度，該經金屬塗覆之片狀材料係與薄膜、樹脂或板層中之一者結合。在一些實施例中，該金屬層具有介於0.5 μ 及2 μ 之間之厚度。於經金屬塗覆之片狀材料上之金屬的面重量可為每平方米小於50克。在一些實施例中，於經金屬塗覆之片狀材料上之金屬的面重量為每平方米小於15克。在其他實施例中，於經金屬塗覆之片狀材料上之金屬的面重量為每平方米小於5克。經金屬塗覆之片狀材料可具傳導性，該經金屬塗覆之片狀材料具有比片狀材料之表面電阻率小之表面電阻率。片狀材料可為編織織物或非編織面紗中之一者。包括片狀材料之材料可為包括碳、玻璃纖維、陶瓷或包括芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺、尼龍、熱塑性塑料或其組合之有機纖維中一者之纖維材料。

在一些實施例中，該金屬或金屬合金為鋁、銅、銀、鎳、鈹、錫、金或其組合中之一者。此外，經金屬塗覆之

片狀材料可藉由選自由物理氣相沈積、原子層沈積、化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積及電漿增強化學氣相沈積組成之群之方法進行塗覆。金屬可以連續層形式塗覆於該片狀材料上。薄膜或板層可為呈片、帶、絲束、織物或墊形式並經樹脂預浸漬之纖維增強材料、黏著劑薄膜或表面薄膜中之一者。包括薄膜或樹脂之支撐材料可為聚合材料，其中該聚合材料為環氧樹脂、雙馬來醯亞胺、酚系樹脂、氰酸酯及聚醯亞胺中之至少一者。片狀材料可與至少一層板層結合形成層壓結構。或者，片狀材料可交錯於複數層板層之間而形成層壓結構。

本文揭示一種複合物件，其包括：(i)複數層板層，各板層係相鄰於至少一層其他板層；及(ii)鄰接至少一層板層之至少一塊非編織墊，於該非編織墊之至少一面上具有金屬或金屬合金塗層，其中於該非編織墊上之該塗層的面重量為每平方米小於50克。在一些實施例中，塗層的面重量係介於3 gsm及20 gsm之間。在一實施例中，至少一塊至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊係交錯於複數層板層之間而形成層壓板，該層壓板具有體傳導性。層壓板之特徵可為：當經受一相對於層壓板之力，衝擊後之壓縮值增加，其中該層壓板無至少一塊至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊交錯於其中。此外，層壓板之特徵可為：在相對於層壓板將裂紋導入其中後裝載該層壓板時，韌性值增加，其中該層壓板中無至少一塊至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊交錯於其中。在

另一實施例中，此至少一塊非編織墊係鄰接最外層之板層而形成一層壓板，當使至多200,000安培之電壓與該層壓板接觸時，可減輕該層壓板之損壞。

於經塗覆之非編織墊上之金屬層可具有介於0.5 μ 及2 μ 之間之厚度。包括片狀材料之材料可為包括碳、玻璃纖維、陶瓷或包括芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺、尼龍、熱塑性塑料或其組合之有機纖維中之一者之纖維材料。在一些實施例中，金屬或金屬合金可為鋁、銅、銀、鎳、鈹、錫、金或其組合中之一者。此外，經金屬塗覆之非編織墊可藉由選自由物理氣相沈積、原子層沈積、化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積及電漿增強化學氣相沈積組成之群之方法進行塗覆。金屬可以連續層形式塗覆於片狀材料上。各板層可呈片、帶、絲束、織物或墊形式並經樹脂預浸漬之纖維增強材料。此外，各板層可係單向或擬-等向性的。

本文揭示一種製造方法，其包括：(i)將至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之片狀材料定位於器具上，其中該經塗覆之片狀材料的面重量為每平方米小於50克；(ii)使板層定位鄰接於該經塗覆之片狀材料；然後(iii)施加壓力及熱於該經塗覆之片狀材料及至少一層板層以形成層壓板。更嚴格地，塗層的面重量可介於3 gsm及20 gsm之間。該製造方法可進一步包括將複數層相鄰板層定位於鄰接該經塗覆之片狀材料之板層上。該製造方法可進一步包括使複數層經塗覆之片狀材料與複數層板層交錯。在一些實施例

中，片狀材料為非編織墊，更特定言之，為包括碳、玻璃纖維、陶瓷或包括芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺、尼龍、熱塑性塑料或組合之有機纖維中之一者之纖維材料。在一些實施例中，金屬或金屬合金為鋁、銅、銀、鎳、鈮、錫、金或其組合中之一者。在一些實施例中，於非編織墊上之金屬層具有介於0.5 μ 及2 μ 之間之厚度。經金屬塗覆之非編織墊可藉由選自由物理氣相沈積、原子層沈積、化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積及電漿增強化學氣相沈積組成之群之方法進行塗覆。各板層可為呈片、帶、絲束、織物或墊形式並經樹脂預浸漬之纖維增強材料。各板層可係單向或擬-等向性的。

【實施方式】

以下詳細描述為實現本發明之目前認為之最佳模式者。本描述並非係採用限制意義，然僅為達說明本發明一般原則之目的。

本發明之實施例係有關於經金屬或金屬合金塗覆之片狀材料(後文中，「經金屬塗覆之片狀材料」)，其包括(但不限於)具有介於一(1)及五十(50)克/平方米(gsm)之間之金屬含量之織物及面紗。該等經金屬塗覆之片狀材料可使用原樣或與半固化片、黏著劑或表面薄膜結合以尤其為所得複合物件提供雷擊保護(LSP)及/或體傳導性之益處。在一實施例中，利用樹脂浸漬經金屬塗覆之片狀材料。根據本發明之實施例，藉由物理氣相沈積塗覆方法將金屬施加於織物或面紗之一或兩面。所得經金屬塗覆之織物或面紗可使

用作為表面薄膜之載體以賦予表面傳導性；可使用作為黏著劑之載體以形成傳導黏著劑結合面；可使(一或多層經金屬塗覆之面紗)交錯於半固化片層之間以賦予表面及/或體傳導性以及韌性；或可用以製造複合物件。

在本申請案之內容中，「黏著劑」為用於使複合物黏合複合物，使複合物黏合金屬及其他材料(包括蜂窩狀夾層核心材料)，及使金屬黏合金屬之黏合劑。在航太應用中，結構黏著劑可減少或省去機械緊固件及其等賦予之勞動力、重量及強度減小孔。薄膜黏著劑可以捲帶形式提供，且可包括支撐材料或「載體」。載體提供操作完整性、控制固化期間之流動、增加黏著強度、控制黏合層之厚度且可賦予黏著劑傳導性。載體包括低密度針織物或非編織材料(諸如玻璃纖維、石英、碳纖維、尼龍、聚酯或金屬)。根據本發明之實施例，載體可包括經金屬塗覆之片狀材料。

在本申請案之內容中，「表面薄膜」為施加至複合物以充填表面缺陷(諸如針孔、表面裂紋、核斑(core mark-off)及其他缺陷)之富含樹脂層，因此使為消除其等缺陷所需之大量勞動力型製造成本降低。該樹脂可包括載體(諸如低密度針織物或包括玻璃纖維、石英、碳纖維、尼龍、聚酯或金屬之非編織材料)。根據本發明之實施例，載體可包括經金屬塗覆之片狀材料。

在本申請案之內容中，「半固化片」為經樹脂浸漬及定向對準之纖維薄片(例如織物、帶或切膜夾帶)。在一方法

中，半固化片係藉由將纖維絲束(小直徑纖維束)夾層於經樹脂基材塗覆之紙質載體片之間製得。在利用熱輥將紙質載體壓於纖維絲束上後，樹脂熔化並浸漬該等纖維而因此形成半固化片。樹脂基材可包括(但不限於)諸如以下之材料：標準或硬化之環氧樹脂、雙馬來醯亞胺(BMI)、氰酸酯、酚系樹脂、反應及縮合聚醯亞胺、及其組合物。纖維(或「增強材料」)可包括(但不限於)諸如凱夫拉爾(Kevlar)、玻璃纖維、石英、碳、石墨及專用纖維之材料。根據本發明之實施例，增強材料可包括經金屬塗覆之片狀材料。

根據本發明之實施例，片狀材料(即工程紡織品)可經金屬或金屬組合物塗覆以賦予該片狀材料一定程度之傳導性。片狀材料可為(但不限於)由纖維或纖維摻合物組成之編織或非編織面紗或織物。包括片狀材料之材料包括(但不限於)玻璃纖維、碳、熱塑性塑料(例如KM 180)、芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺(凱夫拉爾TM)及其摻合物及/或組合物。在一些實施例中，塗層厚度可介於約0.1微米(μ)及約25 μ 之間，更嚴格地，介於約0.5 μ 及2 μ 之間。

根據本發明之實施例，金屬塗層可以極薄金屬層塗覆片狀材料之物理或化學方法施加於片狀材料。該等方法包括(但不限於)物理氣相沈積(PVD)、原子層沈積(ALD)、化學氣相沈積(CVD)、低壓CVD、電漿增強CVD或任何其他合適之方法。在一種應用中，PVD方法係用以塗覆片狀材料之一面或兩面。物理氣相沈積(PVD)為一種藉由汽化形式

之金屬凝結於而沈積薄膜於各種表面上之方法。塗覆方法包括純粹之物理方法，而此方法之變體包括蒸發沈積、電子束物理氣相沈積、濺射沈積、陰極電弧沈積及脈衝雷射沈積且為熟習此項相關技術者所悉知。在任一實施例中，用於塗覆片狀材料之一或兩面之金屬包括(但不限於)鋁(Al)、銅(Cu)、銀(Ag)、鈀(Pd)、錫(Sn)、金(Au)、銅-鎳(Cu-Ni)、銅-鋁(Cu-Al)、其組合及任何其他具有類似特徵之合適金屬。

本發明之實施例提供一種包括片狀材料及於該片狀材料之至少一面上之金屬或金屬合金層之支撐材料，其中該金屬層具有介於0.1 μ 及25 μ 之間之厚度，該經金屬塗覆之片狀材料係與薄膜、樹脂或板層中之一者結合。金屬層可具有介於0.5 μ 及2 μ 之間之厚度且於該經金屬塗覆之片狀材料上之金屬的面重量為每平方米小於50克或更佳為每平方米小於15克。

本發明之其他實施例提供一種包括各板層相鄰於至少一層其他板層之複數層板層及至少一塊鄰接至少一層板層之至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊之複合物件，其中於該非編織墊上之該塗層的面重量為每平方米小於50克。塗層的面重量係介於3 gsm及20 gsm之間。用於複合物件之支撐材料具有位於經塗覆之非編織墊上之厚度介於0.5 μ 及2 μ 之間之金屬層，且包括片狀材料之材料為包括碳、玻璃纖維、陶瓷或包括芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺、尼龍、熱塑性塑料或其組合之有機纖維中之一者之

纖維材料。用於複合物件之支撐材料具有為鋁、銅、銀、鎳、鈮、錫、金或其組合中之一者之金屬或金屬合金。經金屬塗覆之非編織墊係藉由選自由物理氣相沈積、原子層沈積、化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積及電漿增強化學氣體沈積組成之群之方法塗覆且金屬係以連續層形式塗覆於片狀材料上，其中該板層為呈片、帶、絲束、織物或墊形式並經樹脂預浸漬之纖維增強材料。

本發明之另一實施例包括一種製造方法，其包括將至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之片狀材料定位於器具上，其中該經塗覆之片狀材料的面重量為每平方米小於50克，使板層定位於鄰接該經塗覆之片狀材料且施加壓力及熱於該經塗覆之片狀材料及此至少一層板層以形成層壓板。塗層的面重量係介於3 gsm及20 gsm之間。該製造方法可進一步包括將複數層相鄰板層定位於鄰接該經塗覆之片狀材料之板層上。該方法亦可包括使複數層經塗覆之片狀材料與複數層板層交錯。

該製造方法可使用片狀材料，其為由包括碳、玻璃纖維、陶瓷或包括芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺、尼龍、熱塑性塑料或其組合之有機纖維中一者之纖維材料製得之非編織墊。金屬或金屬合金為鋁、銅、銀、鎳、鈮、錫、金或其組合中之一者，其中於非編織墊上之該金屬層具有介於0.5 μ 及2 μ 之間之厚度。

該製造方法可包括係藉由選自由物理氣相沈積、原子層沈積、化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積及電漿增強化學

氣相沈積組成之群之方法塗覆之經金屬塗覆之非編織墊且板層為呈片、帶、絲束、織物或墊形式並經樹脂預浸漬之纖維增強材料。

傳導性評估：

導電率(σ)為獨立於樣品大小或形狀之材料的固有物理性質。電阻率(ρ)為材料阻擋或反抗電荷(電流)流過材料之物理性質並與傳導性成反比。具有低電阻率之材料具高傳導性，且反之亦然。根據本發明之實施例，織物及面紗可經由物理氣相沈積法或類似方法施加介於約0.1 μ 及25 μ 之間(更特定言之約0.5 μ 及2 μ 之間)之金屬塗層而賦予傳導性特徵。

實例1

多種面紗及織物係利用物理氣相沈積(PVD)進行塗覆以測試所得經金屬塗覆之面紗及織物之傳導性。金屬係以一或多層連續層形式塗覆。具有厚度範圍為約0.5 μ 至約2 μ 之金屬塗層(一面或兩面塗層)之碳、玻璃纖維及熱塑性面紗(編織型及非編織型)係利用PVD腔室進行塗覆。具有厚度範圍為約0.5 μ 至約2 μ 之金屬塗層(一面或兩面塗層)之玻璃纖維及碳織物(編織型及非編織型)亦係利用相同真空腔室進行塗覆。

下表1列出根據本發明實施例之經金屬塗覆之片狀材料之代表性結果且與標準進行比較：

	金屬	厚度(μ)	經塗覆之面	面重量(gsm)	面重量差(gsm)
碳面紗(參照物)	N/A	N/A	N/A	11.4	N/A
碳面紗	Al	1 μ	1	13.5	2.1
碳面紗	Al	1 μ	2	14.4	3.0
碳面紗	Cu	1 μ	1	13.4	2.0
碳面紗	Cu	1 μ	1	26.3	14.9
碳面紗	Cu	1 μ	2	28.2	16.8
玻璃纖維面紗 (參照物)	N/A	N/A	N/A	11.0	N/A
玻璃纖維面紗	Al	1 μ	1	11.2	0.2
玻璃纖維面紗	Al	1 μ	2	12.7	1.7
玻璃纖維面紗	Al	1 μ	2	12.1	1.1
玻璃纖維面紗	Al	0.5	1	~11.1	~0.1
玻璃纖維面紗	Al	2 μ	1	11.5	0.5
玻璃纖維面紗	Cu	1 μ	1	15.4	4.4
碳織物	N/A	N/A	N/A	205	N/A
碳織物	Cu	1 μ	1	210	10
碳織物	Cu	1 μ	2	217	12

表 1

如上表 1 所例示，利用 PVD 方法塗覆有金屬之該等片狀材料得到具有小於 5 gsm 之金屬面重量之經金屬塗覆之面紗。類似地，利用 PVD 方法塗覆有金屬之該等片狀材料得到具有小於 15 gsm 之金屬面重量之經金屬塗覆之織物。因此，根據本發明實施例之經金屬塗覆之片狀材料得到極小重量之面紗，如相較於(例如)最終面重量為至少一百(100)gsm 或更大(例如，面紗與金屬之組合重量)之併入金屬之先前技術面紗時，例如，面紗之增加量為約五(5)gsm 及織物之增加量為約十五(15)gsm。

此外，在相較於先前技術片時，實驗上顯示根據本發明

實施例之金屬塗覆片之表面電阻率明顯減小(並因此，傳導性明顯增加)。例如，無金屬塗層之習知碳面紗(8 gsm)據發現具有5歐姆之平均表面電阻。相比之下，根據本發明實施例之經銀金屬塗覆之碳面紗(金屬厚度為約2 μ 至5 μ)據發現具有11.2毫歐之平均表面電阻。類似地，根據本發明實施例之經銅金屬塗覆之碳面紗(金屬厚度為約2 μ 至5 μ)據發現具有75.2毫歐之平均表面電阻。因此，比較根據本發明實施例所製得之樣品的數據顯示：相較於習知樣品之表面電阻，其表面電阻減小至少五十(50)倍。利用Megger DLRO10X數位低電阻歐姆計測定樣品之電阻。

根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗及織物可用於多種應用中以製造例如航太產業之複合物件。在一實施例中，經金屬塗覆之面紗可與半固化片板層交錯形成具有傳導性質之層壓片或可以表面層形式施加於複數層堆疊板層。實驗顯示所得層壓片可承受1A區雷擊(200,000安培)及在交錯實施例中，實驗顯示呈現體傳導性以及增強之韌性。

併入根據本發明實施例之經金屬塗覆之一或多層面紗(一面或兩面)且交錯於板層之間之代表性層壓片係根據以下實例製得。

實例2

製造層壓片以測定交錯之經金屬塗覆之面紗之全層壓片體電阻之效應。亦測試該等層壓片之機械性質。藉由悉知方法組裝具有及無根據本發明實施例之交錯之經金屬塗覆

之面紗的半固化片板層(即具有0%或10%粒子韌化之半固化片碳織物)。測試單向及擬-等向性層壓板。

下表2列出藉由根據本發明實施例之至少一層經金屬塗覆之面紗製得之層壓片的電阻率測量之代表性結果且與標準進行比較：

	定向	厚度 Cm	體電阻率(歐姆-cm)		
			全厚度	全寬度	全長度
0%韌性，無面紗	(0)26	0.373	1358	50.0	0.042
0%韌性，經Cu塗覆之面紗	(0)26	0.386	17.2	0.147	0.012
10%韌性，無面紗	(0)26	0.391	>10,000	13.6	0.026
10%韌性，經Cu塗覆之面紗	(0)26	0.396	33.2	0.111	0.010
10%韌性，經Al塗覆之面紗	(0)26	0.401	1351	0.521	0.011
OHC-0%韌性，無面紗	(45,0,-45,90)2s	0.226	>10,000	0.208	0.051
OHC-0%韌性，經Cu塗覆之面紗	(45,0,-45,90)2s	0.234	51.3	0.075	0.012
拉伸-10%韌性，無面紗	(0)8	0.117	8768	11.0	0.017
拉伸-10%韌性，經Al塗覆之面紗	(0)8	0.124	1821	0.402	0.007

表 2

經環氧樹脂浸漬之半固化片鑑於併入其中之樹脂一般係不具傳導性，且因此，極大程度地抑制電流通過之。類似地，由有機玻璃纖維或合成材料(用於製造層壓板之交錯)製得之面紗一般不具傳導性。因此，由一或多層習知半固化片板層與一或多層習知面紗形成之習知層壓片一般顯示

無或低之體傳導性或表面傳導性(除非其上併入金屬網或金屬箔)。

因為根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗交錯於非傳導性板層之間，預期所得層壓片可顯示一些傳導性，然將顯示極小或無體傳導性。此將被預期的，因為可合理地假設以交錯為主之板層之間的傳導路徑數量不足。

然而，如表2所示，相較於習知層壓片(無交錯面紗)，根據本發明實施例製得之層壓片之全厚度傳導性(以歐姆-cm表示之電阻率測得)提高1至3個量級。亦觀察到全寬度及全長度導電性之提高(參見表2)。該等結果係不被預期的，因為為了提供全厚度傳導性，板層之間之傳導路徑的數量必須足夠。

在根據本發明實施例所製得之層壓片顯示出人意料地高體傳導性質之情況下，整體固化板層厚度(CPT)相對於非交錯層壓片無明顯增加。實驗顯示根據本發明實施例所製得之層壓片的CPT相對於非交錯層壓片係增加小於3.5%。

形態

進行研究以闡明根據本發明實施例之經金屬塗覆之片狀材料的形態。利用掃描電子顯微鏡(SEM)拍得截面拋光之經金屬塗覆之面紗的照片。圖1A顯示代表性經金屬塗覆之玻璃纖維面紗之SEM照片。因為PVD為一種表面塗覆方法，吾人預期金屬或金屬合金塗層係受限於面紗表面上之特定厚度層。然而，SEM照片顯示金屬可滲入面紗之任意排列之纖維「網」之間的間隙空間(某一程度上)中而得到

經塗覆之纖維及經塗覆纖維之塗覆群。就於不同點彼此接觸之纖維(或纖維之群)(例如相鄰纖維或交叉纖維)而言，金屬塗層形成於相鄰纖維或交叉點附近如同其等為「一種」纖維。因此，由於面紗中纖維之隨意排列的性質，在進行PVD表面塗覆製程時，金屬「網」形成於整層面紗。在交錯於半固化片板層之間以形成層壓板時，該等金屬「網」於該等板層之間形成連接橋。結果，根據本發明實施例所製得之層壓板顯示出人意料之外地高的體傳導性特徵。

相較於纖維經塗覆(例如，藉由無電電鍍)然後形成非編織墊或織物之先前技術賦予傳導性之方法，非編織墊及織物係藉由PVD或等效方法塗覆於一表面(一面)或表面(兩面)上。此舉賦予所得層壓板足夠的雷擊保護，但無明顯增加墊或織物之重量。例如，相較於具有五(5)gsm以下及針對織物約十五(15)gsm之金屬重量之根據本發明實施例所製得之非編織墊，根據先前技術方法(例如無電電鍍)所製得之非編織墊具有約為一百(100)gsm之最終面重量。

機械性質

除了有關傳導性之非預期結果(如上所述)之外，相較於無交錯所製得之層壓片，根據本發明實施例所製得之層壓片出人意料之外地顯示韌性及耐破壞性/破壞容限增加而對拉伸或壓縮強度性質無不利影響。下表突顯增強之機械性質：

	具有經金屬塗覆之交錯層之0% 韌性板層	具有經金屬塗覆之交錯層之 10%韌性板層
衝擊後壓縮 (CAI/ksi)	於無中間層之層壓片上之CAI增 加40至50%	無可觀變化
韌性($G_{IC}/J/m^2$)	於無中間層之層壓片上之 G_{IC} 增 加>100%	於無中間層之層壓片上之 G_{IC} 增加~40%
拉伸強度	無可觀變化	無可觀變化
拉伸應變	無可觀變化	無可觀變化
壓縮強度	無可觀變化	無可觀變化

表 3

衝擊後壓縮(或CAI)為層壓片之耐損壞性/損壞容限之度量。耐損壞性係測量其經歷下落重量衝擊事件時之層壓片的完整性，而損壞容限係測量在經受準-靜態壓痕事件後層壓片的完整性。一般，CAI值越高，層壓片之耐損壞性/損壞容限越大。韌性(或 G_{IC})為層壓片對裂紋蔓延之抗性的度量。韌性係藉由裝載含既定長度之故意引起裂紋之樣品，計算破裂韌性(K_{IC})，然後利用破裂韌性值及其他常數計算韌性測得。一般， G_{IC} 值越高，層壓片之抗微裂紋性越大。圖2例示根據本發明實施例所製得之層壓片及習知層壓片就兩種單向(0)26及擬-等向性(45,0,-45,90)2s試樣之長度、寬度及厚度體電阻率。如所示般，相較於任一試樣之習知層壓片，根據本發明實施例所製得之層壓片顯示長度、寬度及厚度體電阻率之傳導性提高增加。

如表3所示，相較於利用無中間層試樣之層壓板，利用根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗中間層大幅增強層壓板之耐損壞性/損壞容限(CAI)及韌性(G_{IC})之機械性質。

此外，經改良之層壓板同時顯示對拉伸或壓縮強度性質之影響很小或對其無影響。因此，利用根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗所製得且交錯於其中之層壓板得到多功能層壓板。更特定言之，，根據本發明實施例之層壓板得到體傳導性、機械性質(例如強度及韌性)相關功能性提高並通過1A區雷擊測試之多功能層壓板。

除了上述之外，在該等結構上進行多種應力、應變及衝擊測試之後，取得掃描電子顯微鏡(SEM)影像以研究根據本發明實施例所製得之多功能層壓板。發現經金屬塗覆之面紗中間層(於此情況下，玻璃纖維)提供一纖維界面以建立一適於抑制脫層及裂紋蔓延之彎曲路徑(參見圖1B)。此外，發現裝載試樣時，應變能量均勻。此外，發現賦予層壓片上之裂紋停留於同一板層內。此外，發現金屬塗層在經過多種引起損壞之事件後係保持完整(參見圖1C)。

耐環境衝擊性

由於雷擊所導致之實際致命性飛機墜毀，聯邦航空管理局(FAA)實施一種系統以基於被雷擊之機率及嚴重性將商業飛機分成不同區域。將涉及區域分成1A至1C區、2A至2B區及3區，其中關於承受雷擊，1A區(200,000安培)係最重要的。

使根據本發明實施例所製得之層壓板經受至多200,000安培之模擬雷擊。測試板之雷擊面係經環氧樹脂底漆及胺基甲酸酯頂面塗層刷塗至典型航太厚度以測試雷擊保護(LSP)程度。具有1層根據本發明實施例之經金屬塗覆之面

紗(銀或銅)且經過1A區測試之韌化碳/環氧樹脂8-板層板得到以下結果：(i)損壞係限制於約1.5至2.5層板層；(ii)測試板之背面不受影響；及(iii)測得脫層面積為約七(7)in²至八(8)in²。為達比較目的，無經金屬塗覆之面紗且經過1A區測試之韌化碳/環氧樹脂8-板層板得到以下結果：(i)損壞係貫穿所有8層板層，且該板背面上有孔及(ii)脫層面積為約三十六(36)in²。因此，相較於先前技術板，根據本發明實施例之層壓板顯示可極有效地作為雷擊保護(LSP)。

除了證明充分之LSP之外，預期層壓板將可保護以防其他潛在有害之電氣事件，諸如靜電放電(ESD)、靜電荷累積、電磁干擾(EMI)、翼邊輝光電位、電流迴路網絡(CRN)及高強度相關場(HIRF)。

圖3例示在真空袋法之進行組裝製程中複數層板層與複數層根據本發明一實施例之經金屬塗覆之非編織面紗之積層。如所示般，由經複數層與織物板層304交錯(即鄰接)之複數層經金屬塗覆之面紗302組成之積層300係藉由層疊面紗302，接著織物板層304，然後重複直到達到所需層數目為止的方式製得。如熟習此項相關技術者所悉知，該等織物板層304可為單向、編織型或多軸(即非捲曲織物)且可定位於單向、擬-等向性或正交方向上。該經金屬塗覆之面紗302可為前述實施例中之任何一者。該織物板層可由玻璃纖維、碳、芳族聚醯胺纖維或任何其他合適纖維製得。

積層300可定位於模具或器具306上，其中器具306之該表面係藉由定位黏膠帶308於其周邊、襯墊毯310(例如

Armalon® 毯)及船布312於其上預先製得。可定位玻璃纖維線314以界定聚矽氧堤316之邊界。可將樹脂(諸如氟化乙烯-丙烯共聚物(FEP))之薄膜318定位於積層300上，接著壓力板320、一或多層玻璃纖維層322並藉由真空袋324密封。該系統係與一或多個口(諸如真空口326)相連通。對其施加壓力及量以固化多功能半固化片板層，因此形成具有體傳導性及提高之韌性及強度之層壓板。應瞭解可使用其他方法以形成根據本發明實施例之半固化片，諸如(但不限於)熱壓器法、偶模模製法、軋管法及烘箱固化/真空加壓法。

在另一實施例中，根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗可以表面層形式施加於複數層堆疊板層(積層)以形成具有傳導性質之層壓板。圖4例示在真空袋法之進行組裝製程中複數層板層與根據本發明一實施例之經金屬塗覆之非編織面紗之積層。如所示般，積層400包括由經定位作為相鄰於複數層織物板層404之第一層之經金屬塗覆之面紗402。如熟習此項相關技術者所悉知，該等織物板層404可為單向、編織型或多軸(即非捲曲織物)且可定位於單向、擬-等向性或正交方向上。該經金屬塗覆之面紗402可為前述實施例中之任何一者。該織物板層可由玻璃纖維、碳、芳族聚醯胺纖維或任何其他合適纖維製得。

積層400可定位於模具或器具406上，其中器具406之該表面係藉由定位黏膠帶408於其周邊、襯墊毯410(例如Armalon® 毯)及船布412於其上預先製得。可定位玻璃纖維

線414以界定聚矽氧堤416之邊界。可將樹脂(諸如氟化乙烯-丙烯共聚物(FEP))之薄膜418定位於積層400上，接著壓力板420、一或多層玻璃纖維層422並藉由真空袋424密封。該系統係與一或多個口(諸如真空口426)相連通。對其施加壓力及熱以固化製成多功能半固化片板層，因此形成具有體傳導性及提高之韌性及強度之層壓板。

在一替代性實施例中，可無使用面紗地利用根據本發明實施例之經金屬塗覆之織物製造傳導性半固化片。根據此實施例，經金屬塗覆之織物(或板層)可定位於如相關圖3或4所述，但無交錯之經金屬塗覆之面紗及/或表面定位之經金屬塗覆之面紗的積層中。預期所得半固化片具有與根據圖3或4所述之其等製造之所得半固化片相同或大體上相同之特徵。換言之，預期利用一或多層經金屬塗覆之織物板層製造之所得半固化片可不需交錯經金屬塗覆之面紗地顯示體傳導性特徵以及增強之韌性及耐雷擊性。

在另一實施例中，根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗可與黏著劑結合形成傳導性黏著劑。根據此實施例，經金屬塗覆之面紗係提供作為黏著劑之載體。載體可提供操作之完整性、控制固化期間之流動、增加黏著強度及控制黏合層厚度。根據此實施例，經金屬塗覆之面紗可作為黏著劑之載體發揮作用以尤其提供歸因於製成膠黏薄膜載體之傳導性之雷擊保護的益處。可包括黏著劑之材料包括(但不限於)環氧樹脂、雙馬來醯亞胺、酚系樹脂、氰酸酯、聚醯亞胺、其組合及任何其他類似材料。

在另一實施例中，根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗可與表面薄膜結合以形成傳導性表面薄膜。根據此實施例，經金屬塗覆之面紗係提供作為表面薄膜之載體。根據此實施例，經金屬塗覆之面紗係作為表面薄膜之載體發揮作用以尤其提供歸因於製成表面薄膜載體之導電性之雷擊保護的益處。可包括表面薄膜之材料包括揮發性物含量超低且包括凝膠、流動、覆蓋、循環耐用性及可刷塗性相關優點性質之材料。

在另一實施例中，根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗或織物可經樹脂浸漬以形成韌化傳導性面紗或織物。樹脂可包括(但不限於)環氧樹脂、聚醯亞胺、有機樹脂。可利用諸如溶液塗覆製程、熱熔融製程或任何其他合適製程之加工方法以浸漬經金屬塗覆之面紗，該等製程為熟習此項相關技術者所悉知。

利用經與根據本發明實施例之經金屬塗覆之面紗或織物結合之複合物製得之組成部件可用於製造任何航太部件，包括用於商業、軍事、商用或區域噴射機、旋翼機及噴射發動機上要求該複合物具有傳導性質之其等部件。此等部件包括FAA所定義之雷擊區域(1A至1C區、2A至2B區、3區)之飛機結構，例如，機翼、機身；及要求保護以防潛在有害之電氣事件(諸如靜電放電(ESD)、靜電荷累積、電磁干擾(EMI)、翼緣輝光電位、電流迴路網絡(CRN)及高強度相關場(HIRF))之飛機結構。

儘管已描述若干例示性實施例且顯示於附圖中，但應瞭

解該等實施例僅係說明且對該廣泛性發明無限制性，及由於熟習此項相關技術者可進行多種其他改良，本發明並不限於所示及所述之特定構造及配置。

【圖式簡單說明】

圖 1A 顯示代表性經金屬塗覆之玻璃纖維非編織墊(面紗)之 SEM 照片。

圖 1B 顯示具有根據本發明實施例之經金屬塗覆之中間層(經金屬塗覆之面紗)及無中間層之破裂面界面之 SEM 照片。

圖 1C 顯示在經受強度及壓力測試之後之根據本發明實施例之非編織墊(面紗)之經金屬塗覆之纖維的 SEM 照片。

圖 2 例示相較於單向及擬-等向性試樣之習知層壓片，根據本發明實施例製得之層壓片之長度、寬度及厚度體電阻率值。

圖 3 例示在真空袋法之進行組裝的製程中，複數層板層與根據本發明一實施例之複數層經金屬塗覆之非編織面紗之積層。

圖 4 例示在真空袋法之進行組裝的製程中，複數層板層與根據本發明一實施例之經金屬塗覆之非編織面紗之積層。

【主要元件符號說明】

300、400	積層
302、402	經金屬塗覆之面紗
304、404	織物板層

306、406	器具
308、408	黏膠帶
310、410	襯墊毯
312、412	船布
314、414	玻璃纖維線
316、416	聚矽氧堤
318、418	樹脂薄膜
320、420	壓力板
322、422	玻璃纖維層
324、424	真空袋
326、426	真空口

發明專利說明書

(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： 99144275

※申請日： 99-12-16

※IPC 分類：B32B 15/04(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

賦予用於複合物件製造之材料傳導性的方法及材料

METHODS OF IMPARTING CONDUCTIVITY TO MATERIALS USED
IN COMPOSITE ARTICLE FABRICATION & MATERIALS THEREOF

二、中文發明摘要：

本發明之實施例係關於經金屬或金屬合金塗覆之片狀材料(後文稱「經金屬塗覆之片狀材料」)，其包括(但不限於)具有介於一(1)及五十(50)克/平方米(gsm)之間之金屬含量之織物及面紗。該等經金屬塗覆之片狀材料可使用原樣或與半固化片、黏著劑或表面薄膜結合，以尤其為所得複合物件提供雷擊保護(LSP)及/或體傳導性之益處。在一實施例中，利用樹脂浸漬經金屬塗覆之片狀材料。根據本發明之實施例，藉由物理氣相沈積塗覆方法將金屬施加於織物或面紗之一或兩面。所得經金屬塗覆之織物或面紗可使用作為表面薄膜之載體以賦予表面傳導性；可使用作為黏著劑之載體以形成傳導黏著劑結合面；可使(一或多層經金屬塗覆之面紗)交錯於半固化片層之間以賦予表面及/或體傳導性以及韌性；或可用以製造複合物件。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the invention are directed to metal- or metal alloy-coated sheet materials (hereinafter, "metal-coated sheet material") including, but not limited to, fabrics and veils which have a metal content of between one (1) and fifty (50) grams per square meter (gsm). The metal-coated sheet materials may be used as-is or in conjunction with preregs, adhesives or surfacing films to provide lightning strike protection (LSP) and/or bulk conductivity, among other benefits, to the resultant composite article. In one embodiment, the metal-coated sheet material is impregnated with a resin. According to embodiments of the invention, a metal is applied to one or two sides of the fabric or veil by a physical vapor deposition coating process. The resultant metal-coated fabric or veil may be used as a carrier in surfacing films to impart surface conductivity; may be used as a carrier in adhesives to form conductive adhesive-bonded joints; may be interleaved (one or more metal-coated veils) between layers of prepreg to impart surface and/or bulk conductivity as well as toughness; or may be used to fabricate composite articles.

七、申請專利範圍：

1. 一種支撐材料，其包括：

片狀材料；及

於該片狀材料之至少一面上之金屬或金屬合金層，其中該金屬層具有介於0.1 μ 及25 μ 之間之厚度，該經金屬塗覆之片狀材料係與薄膜、樹脂或板層中之一者結合。

2. 如請求項1之支撐材料，其中該金屬層具有介於0.5 μ 及2 μ 之間之厚度。

3. 如請求項1之支撐材料，其中於該經金屬塗覆之片狀材料上之金屬的面重量為每平方米小於5克。

4. 如請求項1之支撐材料，其中該經金屬塗覆之片狀材料係傳導性，該經金屬塗覆之片狀材料具有小於片狀材料之表面電阻率之表面電阻率。

5. 如請求項1之支撐材料，其中該片狀材料為編織織物或非編織面紗中之一者。

6. 如請求項1之支撐材料，其中包含該片狀材料之材料為包括碳、玻璃纖維、陶瓷或包括芳族聚醯胺、對-芳族聚醯胺、尼龍、熱塑性塑料或其組合之有機纖維中之一者之纖維材料。

7. 如請求項1之支撐材料，其中該金屬或金屬合金為鋁、銅、銀、鎳、鈮、錫、金或其組合中之一者。

8. 如請求項1之支撐材料，其中該經金屬塗覆之片狀材料係藉由選自由物理氣相沈積、原子層沈積、化學氣相沈積、低壓化學氣相沈積及電漿增強化學氣相沈積組成之

群之方法進行塗覆。

9. 如請求項8之支撐材料，其中該金屬係以連續層形式塗覆於片狀材料上。
10. 如請求項1之支撐材料，其中該薄膜或板層為呈片、帶、絲束、織物或墊形式並經樹脂預浸漬之纖維增強材料、黏著劑薄膜或表面薄膜中之一者。
11. 如請求項10之支撐材料，其中包括該薄膜或樹脂之材料為包括環氧樹脂、雙馬來醯亞胺、酚系樹脂、氰酸酯及聚醯亞胺中至少一者之聚合材料。
12. 如請求項1之支撐材料，其中該片狀材料係與至少一層板層結合以形成層壓結構。
13. 如請求項1之支撐材料，其中該片狀材料係交錯於複數層板層之間以形成層壓結構。
14. 一種複合物件，其包括：
複數層板層，各板層相鄰於至少一層其他板層；及
至少一塊鄰接至少一層板層之於至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊，其中於該非編織墊上之該塗層的面重量為每平方米小於50克。
15. 如請求項14之複合物件，其中至少一塊於至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊係交錯於複數層板層之間以形成層壓板，該層壓板具有體傳導性。
16. 如請求項15之複合物件，其中該層壓板之特徵為：於經受一相對於無至少一塊於至少一面上具有金屬或金屬合金之塗層的非編織墊交錯於其中之層壓板之力時，衝擊

後之壓縮值增加。

17. 如請求項15之複合物件，其中該層壓板之特徵為：在相對於無至少一塊於至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之非編織墊交錯於其中之層壓板將裂紋導入其中之後裝載該板時，韌性值增加。
18. 如請求項14之複合物件，其中該至少一塊非編織墊係鄰接最外層板層以形成層壓板，當至多200,000安培之電壓與該層壓板接觸時，該層壓板可減少損壞。
19. 如請求項1之複合物件，其中該板層係單向或擬-等向性的。
20. 一種製造方法，其包括：

將於至少一面上具有金屬或金屬合金塗層之片狀材料定位於器具上，其中該經塗覆之片狀材料的面重量為每平方米小於50克；

使板層定位於鄰接該經塗覆之片狀材料；並

施加壓力及熱於該經塗覆之片狀材料及該至少一層板層以形成層壓板。
21. 如請求項20之製造方法，其進一步包括將複數層相鄰板層定位於鄰接該經塗覆之片狀材料之板層上。
22. 如請求項20之製造方法，其進一步包括使複數層經塗覆之片狀材料與複數層板層交錯。
23. 如請求項20之製造方法，其中該板層係單向或擬-等向性的。

八、圖式：

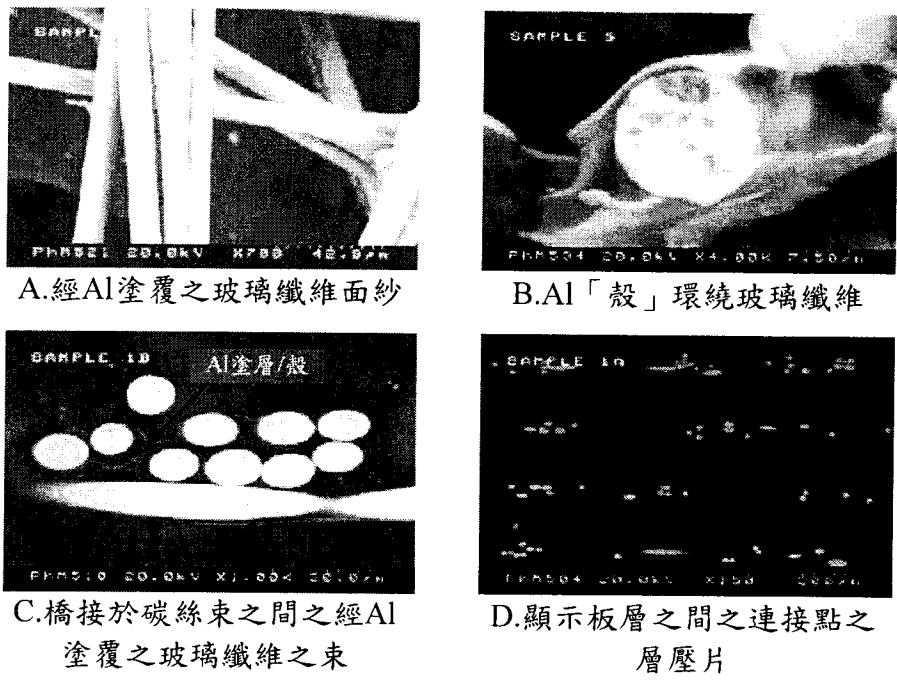


圖 1A

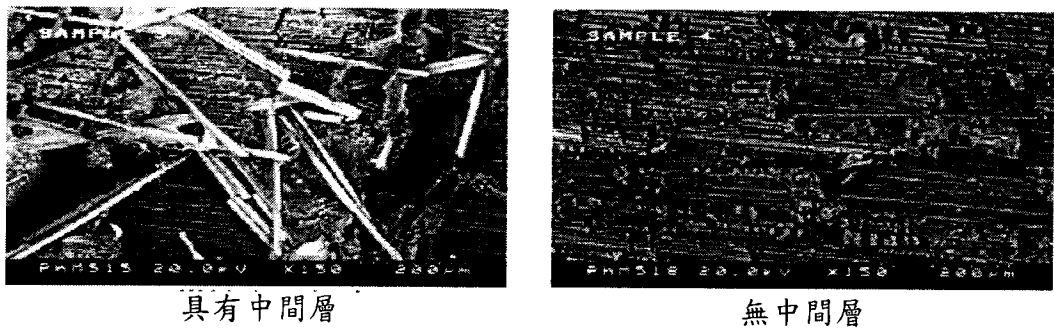


圖 1B

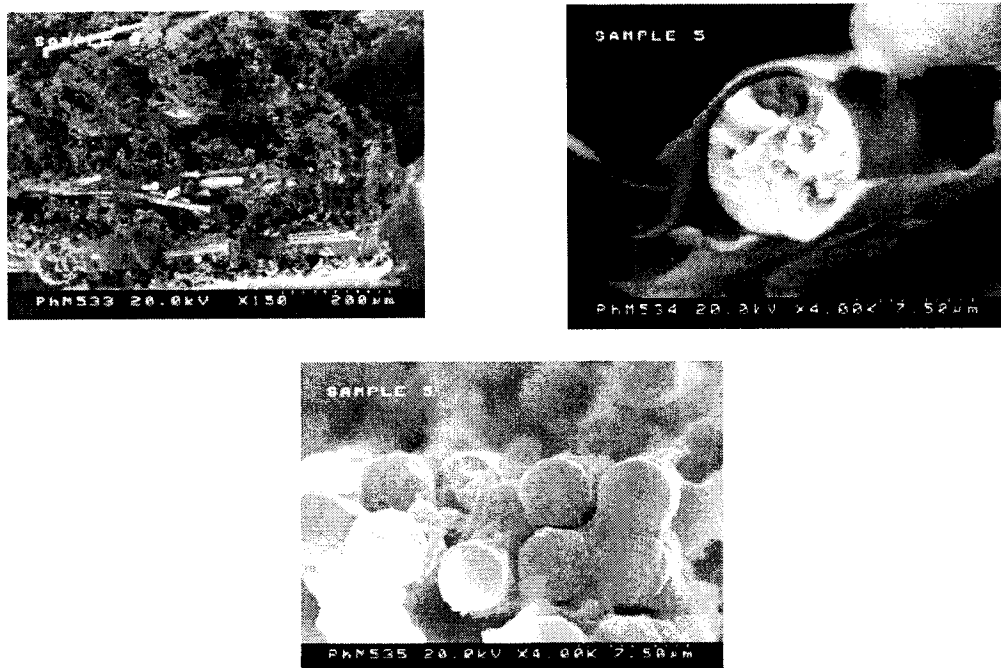


圖 1C

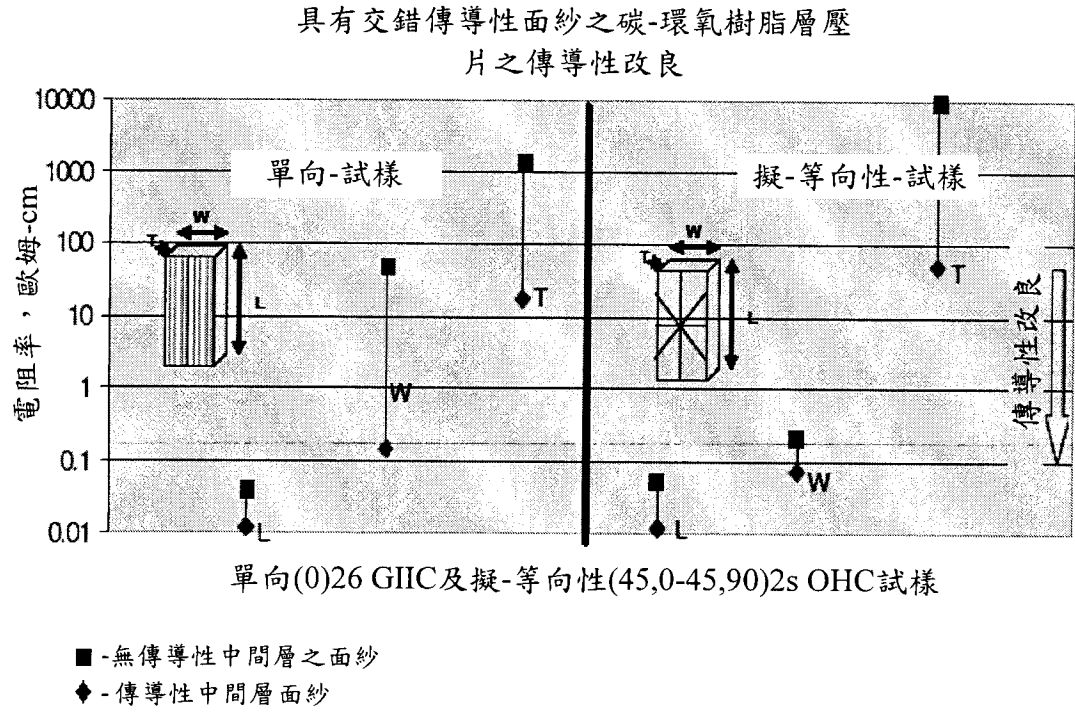


圖 2

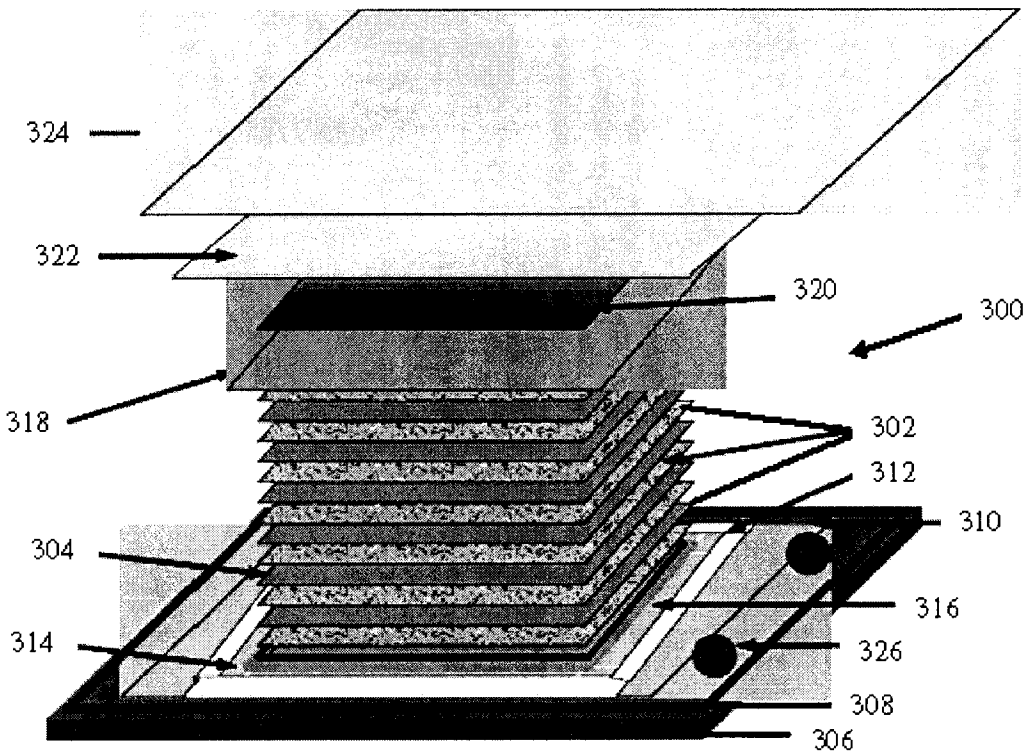


圖 3

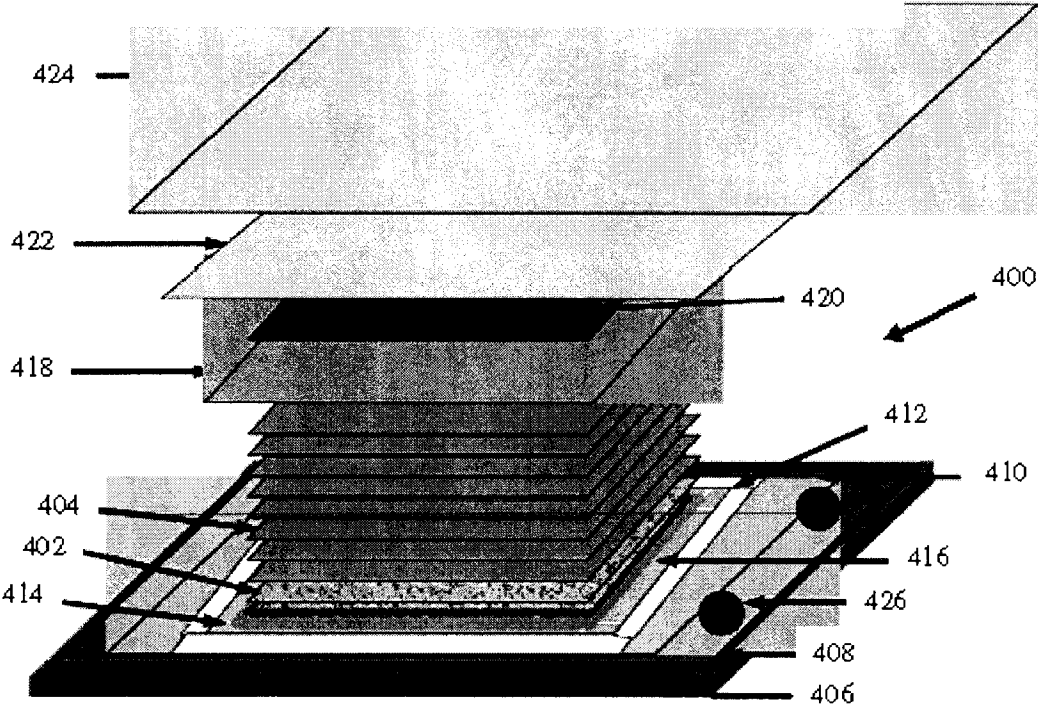


圖 4

四、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：

(無元件符號說明)

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)