I881497

(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 I881497 B**

(45)公告日： 中華民國 114 (2025) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：112139698 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 10 月 18 日

(51)Int. Cl.： ***H05K9/00 (2006.01)*** ***B32B7/025 (2019.01)***

B32B15/20 (2006.01)

(30)優先權：2022/10/26 日本 2022-171776

(71)申請人：日商ＪＸ金屬股份有限公司 (日本) JX ADVANCED METALS CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：山本悠貴友 YAMAMOTO, YUKITO (JP)

(74)代理人：廖鉦達

(56)參考文獻：

TW 202130261A TW 202224552A

審查人員：黃雲斌

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 28 頁

(54)名稱

金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料、電氣設備或電子設備用的覆蓋材料或外裝材料以及電氣設備或電子設備

(57)摘要

本發明提供一種具有高的成型加工性的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。該金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，是由 N（其中，N 為 1 以上的整數）張金屬層和 M（其中，M 為 1 以上的整數）張樹脂層進行層疊得到的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其特徵在於，VFL（Value of Forming Limit）滿足 VFL ＞ 0.24。

指定代表圖：

符號簡單說明：

無

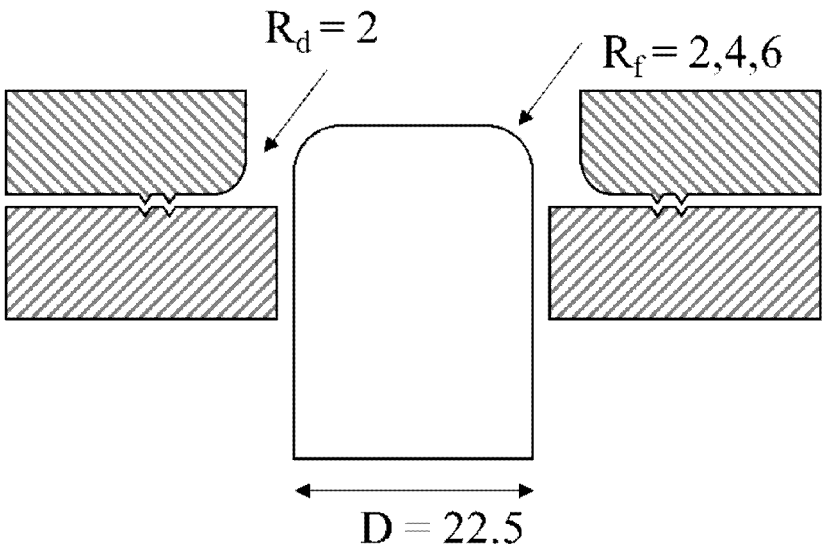


圖1

修正日期:113年10月04日

I881497

【發明摘要】

【中文發明名稱】　金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料、電氣設備或電子設備用的覆蓋材料或外裝材料以及電氣設備或電子設備

【中文】

本發明提供一種具有高的成型加工性的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。該金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，是由N（其中，N為1以上的整數）張金屬層和M（其中，M為1以上的整數）張樹脂層進行層疊得到的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其特徵在於，VFL（Value of Forming Limit）滿足VFL＞0.24。

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】無

修正日期:113年10月04日

【發明說明書】

【中文發明名稱】　金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料、電氣設備或電子設備用的覆蓋材料或外裝材料以及電氣設備或電子設備

【技術領域】

【0001】　本發明，涉及一種金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。特別地，本發明涉及一種能夠用作電氣設備或電子設備的覆蓋材料或外裝材料使用的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。

【先前技術】

【0002】　近年，全世界對地球環境問題的關注高漲，電動汽車和混合動力汽車等裝設有二次電池的環境友好型汽車的普及也在進展。在這些汽車中，經常採用將所裝設的二次電池產生的直流電流，通過逆變器轉換成交流電流之後，將所需的電力供應給交流電機，從而獲得驅動力的方式。逆變器的轉換操作等會導致電磁波的產生。電磁波會妨礙車載的音響設備、無線設備等的信號接收，因此，以往採取了將逆變器或者將電池、電機等與逆變器一起收納在金屬製成的殼體中，以進行電磁波屏蔽的對策。

【0003】　但是，金屬的電磁波屏蔽材料，成型加工性低，另外，由於是金屬所以還存在重量的問題。因此，已設計：一種包含樹脂和電磁波屏蔽性填料的壓入成型用樹脂組成物（專利文獻1：日本特開2021－55113號公報）；一種在模具內壓入成型網眼狀電磁波屏蔽體的方法，該網眼狀電磁波屏蔽體由網狀金屬體形成並且具有通過彎折而構成箱體的中央部及其周圍的彎折邊部的平板的箱體展開形狀（專利文獻2：日本特許第4811245號公報）；一種電磁波屏蔽織物，其特徵是對混合絲進行紡織而成，該混合絲是在1根或多根通常的可紡性

纖維上Z捻合和/或S捻合金屬線材而形成的（專利文獻3：日本特開2011－179162號公報）。

【0004】 現有技術文獻

【0005】 專利文獻

【0006】 專利文獻1：日本特開2021-55113號公報

【0007】 專利文獻2：日本專利第4811245號公報

【0008】 專利文獻3：日本特開2011－179162號公報

【發明內容】

【0009】 發明要解決的技術問題

【0010】 但是，在使用混合了導電性填料的樹脂的情況下，每單位厚度的屏蔽性不足，為了在磁場的屏蔽中得到較高的屏蔽效果，需要更大的厚度。另外，在利用網眼狀屏蔽體和電磁波屏蔽織物的壓入成型的情況下，由於成型體中會形成間隙因此存在四角的屏蔽效果降低的問題、以及在磁場的屏蔽中效果變差的缺點。因此，需要一種通過與現有技術不同的改進方式來提高成型加工性的方法。

【0011】 電磁波屏蔽材料中使用的銅箔等金屬箔（金屬層），通常厚度為數μm至數十μm，因此當與樹脂薄膜進行層疊、進行成型加工時，容易產生破裂。因此，抑制破裂提高成型加工性很重要。

【0012】 雖然具有較高的成型加工性的金屬樹脂複合材料能夠成型為複雜的形狀，但是在成型量較大的情況下，成型時內部的金屬層可能會破裂。較大的金屬層的破裂可能與屏蔽性的降低有關，所以需要防止破裂。

【0013】　本發明鑒於上述情況而提出，在一實施方式中要解決的技術問題在於，提供一種具有較高的成型加工性，即能夠順應5mm以上的凹凸的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。

【0014】　解決技術問題的方法

【0015】　本發明人經過深入研究結果發現，根據特定的參數算出的VFL（Value of Forming Limit：成型極限值）滿足一定的條件的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，成型加工性較高，因此能夠成型為連續體，特別能夠順應5mm以上的凹凸。本發明基於上述知識而完成，在下文中進行示例。

【0016】　〔1〕

【0017】　一種金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，是由N（其中，N是1以上的整數）張金屬層、M（其中，M是1以上的整數）張樹脂層進行層疊得到的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其特徵在於，

【0018】　根據以下的公式算出的VFL（Value of Forming Limit），滿足VFL＞0.24：

【0019】

$$VFL = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$$

。

【0020】　〔2〕

【0021】　如〔1〕所述的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，當將所述金屬層的導電率記做σ（S／m）、將金屬層的總厚度記做d（m）時，表觀電導率C滿足$C=\sigma\times d>1.0\times10^{-11}$（S）。

【0022】　〔3〕

【0023】　如〔1〕或〔2〕所述的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，各金屬層的厚度為4～100μm。

【0024】　〔4〕

【0025】 如〔1〕～〔3〕中任一項所述的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，各樹脂層的厚度為4～600μm。

【0026】 〔5〕

【0027】 如〔1〕～〔4〕中任一項所述的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，各金屬層的總厚度為15～150μm。

【0028】 〔6〕

【0029】 一種具備如〔1〕～〔5〕中任一項所述的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的電氣設備或電子設備用的覆蓋材料或外裝材料。

【0030】 〔7〕

【0031】 一種具備如〔6〕所述的覆蓋材料或外裝材料的電氣設備或電子設備。

【0032】 發明的效果

【0033】 根據本發明的一實施方式，能夠提供一種具有高的成型加工性的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。

【圖式簡單說明】

【0034】

圖1是說明按照ISO－12004－2－2008對成型極限進行評價的方法的圖。

圖2是示出變形後的變形角度以及標記間的距離的圖。

圖3是示出為了計算VFL所需要的最大應變ε_1以及最小應變ε_2的計算方法的圖。

圖4是示例性地示出貫穿金屬層的破裂的樣態的圖。

【實施方式】

【0035】 接著，對本發明的實施方式進行詳細說明。本發明不限於以下的實施方式，應當理解的是，在不脫離本發明的趣旨的範圍內，基於本領域技術人員的通常的知識，能適當地進行設計的改變、改良等。

【0036】 （1．金屬層）

【0037】 作為構成本發明的一實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料之金屬層的材料，沒有特別限制，當將金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的金屬層的導電率記做σ（S／m）、並將金屬層的總厚度記做d（m）時的表觀電導率C，優選滿足$C=\sigma\times d>1.0\times10^{-11}$（S）。在設置多層金屬層的情況下，當將各層的導電率記做σ_N（S／m）、並將各層的厚度記做d_N（m）時的金屬層的合計的表觀電導率C，優選滿足$C=\Sigma\sigma_N\times d_N>1.0\times10^{-11}$（S）。通過滿足該條件，作為金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料可確保較高的屏蔽效果。

【0038】 在本說明書中，導電率，是基於JIS K7194中定義的4探針法進行測定的。

【0039】 在金屬層表面，可以形成以促進接合、耐環境性、耐熱以及防鏽等為目的的各種表面處理層。例如，為了提高金屬面為最外層時所需要的耐環境性、耐熱性，能夠進行鍍Au、鍍Ag、鍍Sn、鍍Ni、鍍Zn、鍍Sn合金（Sn－Ag、Sn－Ni、Sn－Cu等）、鉻酸鹽處理等。這些處理也可以組合。基於成本的觀點，優選鍍Sn或者鍍Sn合金。另外，為了提高金屬層與樹脂層、或者金屬層彼此間的密合性，能夠進行鉻酸鹽處理、粗化處理、鍍Ni等。這些處理也可以組合。粗化處理容易獲得密合性，是優選的。另外，為了提高對直流磁場的屏蔽效果，能夠設置

相對磁導率高的金屬鍍層。作為相對磁導率較高的金屬鍍層，能夠列舉Fe－Ni合金鍍層、Ni鍍層等。

【0040】 在使用銅箔的情況下，基於提高屏蔽性能，優選純度高的銅箔，純度優選為99.5質量%以上，更優選為99.8質量%以上。作為銅箔，能夠使用軋製銅箔、電解銅箔、金屬化製造的銅箔等，優選彎曲性以及成型加工性（成型加工性包括拉深加工性。下文相同。）優良的軋製銅箔。在銅箔中添加合金元素形成銅合金箔的情況下，這些元素和不可避免的雜質的總含量優選小於0.5質量%。另外，如果銅箔中合計含有50～2000質量ppm選自Sn、Mn、Cr、Zn、Zr、Mg、Ni、Si以及Ag的群組的至少1種以上，和/或含有10～50質量ppm的P，則與相同厚度的純銅箔相比伸長率提高，因此是優選的。

【0041】 構成本發明的一實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料之金屬層的厚度，每一張優選為4μm以上。如果為4μm以上則能夠避免處理變難，並能夠防止金屬層的延展性顯著降低、層疊體的成型加工性不充分等。另外，當每一張的層的厚度小於4μm時，為了得到優良的電磁波屏蔽效果必須層疊多層金屬層，因此產生製造成本上升的問題。基於這樣的觀點，金屬層的厚度，每一張更優選為10μm以上，還更優選為12μm以上，進一步優選為15μm以上。另一方面，當每一張的層的厚度超過100μm時，可能會使成型加工性變差，因此層的厚度，每一張優選為100μm以下，還更優選為50μm以下，進一步優選為45μm以下，更進一步優選為40μm以下。作為金屬層的厚度的測定方法，例如，能夠使用定壓厚度試驗機（THICKNESS METER B－1，東洋精機制作所製造）按照JIS K 6250：2019內的A法，對片狀樣品面內的4點的測定值求平均，從而求出。需要說明的是，能夠選擇壓頭的直徑為5mm、對

該壓頭的壓力為1.22N來進行測定。假設，在測量層疊體中的金屬層的厚度的情況下，能夠通過SEM等觀察厚度斷面進行測定。

【0042】 構成金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的金屬層可以是一張，基於提高成型加工性以及屏蔽性能的觀點，構成金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的金屬層，優選隔著樹脂層對多張進行層疊，基於及時減少金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的總厚度也可確保優良的電磁波屏蔽特性的觀點，金屬層，更優選隔著樹脂層對2張以上進行層疊。通過隔著樹脂層對2張以上的金屬層進行層疊，即使金屬層的總厚度相同，與金屬層為單層的情況、或不隔著樹脂層對2張金屬層進行層疊的情況相比，屏蔽效果顯著提高。雖然將金屬層彼此直接重疊，金屬層的總厚度增多因此屏蔽效果也會提高，但是為了得到顯著的提高效果，優選隔著樹脂層對金屬層進行層疊。即，通過隔著樹脂層對多張構成層疊體的金屬層進行層疊，能夠減少得到相同的電磁波屏蔽效果所需要的金屬層的總厚度，能夠實現兼具層疊體的輕量化和電磁波屏蔽效果。需要說明的是，在這種情況下，只要金屬層彼此沒有直接層疊即可，能夠是層疊一部分或者全部的樹脂層而配置的結構。當然，也能夠是金屬層與樹脂層每一張交替地進行層疊的結構。

【0043】 可認為這是由於在金屬層之間存在樹脂層，所以電磁波的反射次數增多、電磁波衰減。但是，雖然金屬層的層疊張數越多電磁波屏蔽特性越提高，但是當層疊張數增多時層疊步驟也會增多，因此會導致製造成本的增大，屏蔽提高效果也趨於飽和，所以，構成金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的金屬層優選為5張以下，更優選為4張以下，還更優選為3張以下。

【0044】 在本發明的一實施方式中，在形成多層金屬層的情況下，全部的金屬層可以由相同的材料構成，也可以每層使用不同的材料。另外，可以全部的金屬層是相同的厚度，也可以每層的厚度不同。

【0045】 因此，在本發明的一實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料中，全部的金屬層的總厚度可以設為15～150μm，也能夠為100μm以下，還能夠為80μm以下，又能夠為60μm以下。

【0046】 （2．樹脂層）

【0047】 在本發明的一實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料中，通過在金屬層與金屬層之間夾著樹脂層，可得到層疊多張金屬層產生的電磁波屏蔽效果的有效的改善。雖然對金屬層彼此直接進行層疊，金屬層的總厚度增多故而屏蔽效果提高，但是為了得到顯著的提高效果，優選隔著樹脂層來層疊金屬層。可認為這是由於，在金屬層之間存在樹脂層，所以電磁波的反射次數增多、電磁波衰減。

【0048】 作為樹脂層，基於能夠得到越優良的電磁波屏蔽效果，更優選與金屬層的電阻之差較大的樹脂層。為了產生較大的電阻的差，需要樹脂層的相對介電常數較小，具體地，優選為10.0（20℃下的值。下文中相同。）以下，更優選為5.0以下，還更優選為3.5以下。相對介電常數在原理上不會小於1.0。在通常所購買的材料中，較低也為2.0左右，即使比其更低而接近1.0，屏蔽效果的上升也有極限，另一方面，材料自身也變得特殊且昂貴。考慮到成本和作用的兼顧性，相對介電常數優選為2.0以上，更優選為2.2以上。

【0049】 具體地，基於成型加工性的觀點，作為構成樹脂層的材料，特別優選合成樹脂。樹脂層，能夠混入碳纖維、玻璃纖維以及芳綸纖維等纖維强化材料。另外，基於提高屏蔽性的觀點，能夠在不影響本

發明的範圍內在樹脂層中混入磁性材料。作為合成樹脂，基於容易購買和成型加工性的觀點，可列舉：PET(聚對苯二甲酸乙二醇酯)、PEN(聚萘二甲酸乙二醇酯)和PBT(聚對苯二甲酸丁二醇酯)等聚酯，聚乙烯和聚丙烯等烯烴系樹脂，聚醯胺，聚醯亞胺，液晶聚合物，聚縮醛，氟樹脂，聚氨酯，丙烯酸樹脂，環氧樹脂，有機矽樹脂，酚醛樹脂，三聚氰胺樹脂，ABS樹脂，聚乙烯醇，尿素樹脂，聚氯乙烯，聚碳酸酯，聚苯乙烯，苯乙烯丁二烯橡膠等，其中，基於成型加工性、成本的理由，優選PET、PEN、聚醯胺、聚醯亞胺。合成樹脂，也能夠選用：聚氨酯橡膠，氯丁二烯橡膠，有機矽橡膠，氟橡膠，苯乙烯系，烯烴系，氯乙烯系，氨酯系，醯胺系等的彈性體。本發明的一實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料所使用的樹脂層可以全部由相同的樹脂材料構成，也可以每層使用不同的樹脂材料。基於成型性的觀點，優選地，樹脂層的一部分或者全部為絕緣層。

【0050】 樹脂材料能夠以薄膜狀或纖維狀的形態進行層疊。另外，可以在金屬層上塗覆未固化的樹脂組成物之後使其固化從而形成樹脂層，但是基於製造容易性的理由，優選使用能夠貼附於金屬層的樹脂薄膜。特別能夠優選使用PET薄膜。特別地，通過使用雙軸拉伸波薄膜作為PET薄膜，能夠提高屏蔽材料的強度。

【0051】 樹脂層的厚度沒有特別的限制，當每一張的厚度小於4μm時，有屏蔽材料的（伸長率）斷裂應變降低的傾向，因此樹脂層的每1張的厚度優選為4μm以上，更優選為7μm以上，還更優選為9μm以上，又更優選為10μm以上，進一步優選為20μm以上，還進一步優選為40μm以上，更進一步優選為80μm以上，又進一步優選為100μm以上。另一方面，當每一張的厚度超過600μm時，有屏蔽材料的（伸長率）斷裂應

變降低的傾向。因此，樹脂層的每一張的厚度優選為600μm以下，更優選為500μm以下，還更優選為400μm以下，又更優選為250μm以下，進一步優選為200μm以下。在本發明的一實施方式中，全部的樹脂層可以是相同的厚度，也可以每層的厚度不同。這裏，一張樹脂層是指，沒有夾著金屬層而樹脂連續的部分。例如，即使在電磁波屏蔽材料的製造過程中連續地層疊多張樹脂薄膜的情況下，由於這些薄膜之間沒有夾著金屬層，在外觀上是1個連續體，因此看做一張樹脂層。樹脂層的厚度，能夠通過與上文所述的金屬層的厚度的測定方法相同的方法進行測定。

【0052】 通常，樹脂層與金屬層相比較，延展性更高。因此，通過使用樹脂層來支撐各金屬層的兩個面，屏蔽用金屬層的延展性顯著提高，層疊體的成型加工性必然地提高。基於提高成型加工性的觀點，與將金屬層彼此直接重疊相比，優選隔著樹脂層重疊金屬層。

【0053】 在樹脂層表面，能夠進行以促進與金屬層的密合性等為目的的各種的表面處理。例如，通過在樹脂層的與屏蔽用金屬層的貼合面上施加底漆塗層或電暈處理，能夠提高與屏蔽用金屬層的密合性。

【0054】 （3．電磁波屏蔽材料）

【0055】 在本發明的一實施方式中，提供一種金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，是N（其中，N是1以上的整數）張金屬層和M（其中，M是1以上的整數）張的樹脂層進行層疊得到的，其特徵在於，由以下的公式算出的VFL（Value of Forming Limit），滿足VFL＞0.24。

【0056】 $$VFL = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$$

【0057】 N，只要是1以上的整數則沒有限制，通過增大N能夠得到更高的電磁波屏蔽效果。其中，如上文所述，典型地，N為1、2、3、4或者5。

【0058】 M，只要是1以上的整數則沒有限制，為了在金屬層彼此之間夾入樹脂層並提高電磁波屏蔽效果，典型地，M＝N＋1或者M＝N－1又或者M＝N。基於接地等觀點，優選最外層中的至少一者是金屬層。

【0059】 以下，對VFL的計算方法進行詳細說明。本發明人發現，根據上文所述的公式計算出的VFL越大則成型加工性越高。

【0060】 使用FLD（成型極限線圖）用的模具對成型極限進行評價（圖1）。模具是將ISO－12004－2－2008中記載的尺寸縮小至25％進行設計的。沖壓件的尺寸是：D＝22.5mm，R部R_f＝2mm、4mm或者6mm。模具的R部設為R_d＝2mm。沖壓件與模具的間隙設為2.25mm。通過讓壓邊圈帶有W型切口，將模具的擠壓壓力設置為初期壓力為4000N，從而避免試驗片成型時被扯入。在設置試驗片時，為了減小材質或摩擦帶來的影響，將驅動板夾在試驗片與推料板之間。作為驅動板，能夠使用日東電工株式會社製造的NITOFLON No.900UL（厚度0.05mm）。另外，驅動板選用了外形φ60mm且在中央有φ2mm的孔的形狀。切出φ60mm的圓形的試驗片，在中央附近標上1mm間距的網格狀的標記，將沖壓件擠壓深度每次增加0.5mm對試驗片進行成型加工。對於1個深度準備n＝3的試驗片，用顯微鏡觀測各試驗片的中央附近的網格中的任意4個邊，並對觀測到貫穿金屬層的破裂為50％以上（即，合計12個觀測位置中的6個以上）時的沖壓件擠壓深度進行記錄。然後，使用顯微鏡對該沖壓件擠壓深度處的各個邊的大小（L_1，L_2，L_3，L_4）、變形角度（θ_1，θ_2）進行測定（圖2）。

【0061】 接著，對各試驗片的上述4個邊，按照以下的公式，計算出變形後的邊的平均長度，以及，平均變形角度$\bar{\theta}$：

【0062】 平均長度$\overline{A'B'}=\frac{L_1+L_2}{2}$

【0063】 平均長度$\overline{A'C'}=\frac{L_3+L_4}{2}$

【0064】 平均變形角度$\bar{\theta}=\frac{\theta_1+\theta_2}{2}$

【0065】 接著，參照圖3，基於上述平均長度以及平均變形角度，計算與該邊內的最大應變以及最小應變相當的真應變ε_1以及ε_2。

【0066】 ε_1以及ε_2的計算順序如下所述。

【0067】 首先，設為

【0068】 $n=\frac{\overline{A'B'}}{2}$ $h=\overline{A'C'}\sin\bar{\theta}$ $m=\tan\bar{\theta}$ 時，變形後的平行四邊形中內接的橢圓如以下所示。

【0069】 $$\alpha x^2+2\beta xy+\gamma y^2=1 \quad (※) \quad \left(\alpha=\frac{1}{n^2},\beta=-\frac{1}{n^2m^2},\gamma=-\frac{h^2+4mn}{n^2m^2h^2}\right)$$

【0070】 將上述“※”從正交坐標（x，y）變換成極坐標（r，φ），

【0071】 則變成 $f(\varphi)=\alpha\cos^2\varphi+\beta sin2\varphi+\gamma\varphi \quad \left(f(\varphi)=\frac{1}{r^2}\right)$ 。

【0072】 f（φ）成為最大、最小的φ滿足（df（φ））／dφ＝0，因此對（df（φ））／dφ＝0進行求解，可求出如下的φ。

【0073】 $$\varphi_{1,2}=-\frac{\eta}{2},\frac{\pi-\eta}{2} \quad \left(sin\,\eta=\frac{2\beta}{\sqrt{(\gamma-\alpha)^2+4\beta^2}}\right)$$

【0074】 根據$\varphi_{1,2}$求出l_1'以及l_2'，如下所示。

【0075】 $$l_1'=2\sqrt{\frac{1}{f(\varphi_1)}} \qquad l_2'=2\sqrt{\frac{1}{f(\varphi_2)}}$$

【0076】 l_1'以及l_2'，表示橢圓的最大徑以及最小徑。

【0077】 使用格子間距l_0和、l_1'以及l_2'如下表示真應變。

【0078】 $$\varepsilon_1 = ln\{(l_1' - l_0) + 1\}, \varepsilon_2 = ln\{(l_2' - l_0) + 1\}$$

【0079】 將計算到的值的較大值記做最大應變，較小值記做最小應變。

【0080】 最後，將貫穿金屬層的破裂小於50%的最大的深度d用作成型極限，根據以下的公式計算出各個邊的VFL（Value of Forming Limit）。為了減少計測偏差，對計算出的各個邊的VFL取平均，當作試驗片的VFL。

【0081】 $$VFL = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$$

【0082】 需要說明的是，貫穿金屬層的破裂，在金屬層為最外層的情況下，是指貫穿該最外層的金屬層的破裂（圖4（A）），在不是金屬層的最外層，而是被樹脂層覆蓋的情況下，是指將該樹脂層剝掉，觀察的該樹脂層最接近的內部的金屬層的破裂（圖4（B））。在樹脂層和金屬層均有破裂的情況下，即便觀察的4個邊中均沒有產生金屬層的破裂，也看做是全部的邊中有貫穿金屬層的破裂（圖4（C））。

【0083】 當按照上述的步驟計算的VFL大於0.24時，表明金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的成型極限為5.0mm以上，可知成型加工性較高。因此，當VFL大於0.24時，能夠以連續體的方式成型，例如，能夠順應5mm以上的凹凸。基於該觀點，VFL優選為0.26以上，更優選為0.28以上，還更優選為0.30以上，再更優選為0.32以上，又更優選為0.34以上，進一步優選為0.36以上，更進一步優選為0.38以上，還更進一步優選為0.40以上。VFL的上限沒有特別限制，例如基於生產效率和成本的觀點，能夠設為0.50以下。

【0084】 提高VFL的方法沒有特別限定，例如，有調節各層的金屬層的厚度、調節樹脂層的伸長率的方法。

【0085】 本發明的各實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，特別地，能夠用於電氣設備或電子設備（例如，逆變器，通信機，共振器，電子管・放電燈，電氣加熱設備，電動機，發電機，電子部件，印刷電路，機械設備等）的覆蓋材料或外裝材料，與電氣設備或電子設備連接的線束和通信纜線的覆蓋材料，電磁波屏蔽片、電磁波屏蔽板、電磁波屏蔽袋、電磁波屏蔽箱、電磁波屏蔽室等各種電磁波屏蔽用途。另外，也能夠將本發明的各實施方式的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料當做壓入部件進行壓入成型。進一步，為了提高電磁波屏蔽效果，能夠在本發明的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料的內側和/或外側，在不影響本發明的範圍內，貼附磁性片材等電磁波屏蔽片材。

【0086】 〔實施例〕

【0087】 以下與比較例一起示出本發明的實施例，但是提供它們只是為了更好地理解本發明及其優點，並非意在限定發明。

【0088】 作為金屬層，準備3種軋製銅箔（在使用EBSD（結晶取向分析）從表面進行測定的情況下，類型A：結晶粒徑為300μm以上；類型B：結晶粒徑為10μm以上；類型C：結晶粒徑小於10μm。）和2種鋁箔（類型A：A8021材料；類型B：將A8021材料以300℃進行1小時的退火。），作為樹脂層，準備3種的樹脂（PET：聚對苯二甲酸乙二醇酯薄膜，PE：聚乙烯薄膜，PC：聚碳酸酯薄膜）。各種銅箔的厚度和導電率，以及各種樹脂的厚度如表1所示。需要說明的是，在表1中，在“填料”的欄記為“×”的樹脂沒有添加填料，記為“〇”的數值添加了填料。

【0089】 在各個示例中，按照表1所示的層疊結構進行層疊。用於進行層疊的粘接劑，使用氨酯系粘接劑。層疊結構中表示的各層的順序是層疊的順序。需要說明的是，“Resin”是指樹脂層，“Metal”是指金屬層。雖然在各樹脂層與各金屬層之間有粘接劑層，但是表1中省略了其表示。

【0090】 （成型加工性的評價）

【0091】 對於各實施例以及比較例，使用上文所述的FLD（成型極限線圖）用的模具，對成型極限的深度進行評價，並且根據此時的應變量計算VFL。如表1所示，在實施例中成型極限的深度為5.0mm以上，成型加工性優良。此時，VFL的數值均比0.24更高。需要說明的是，在表1中，“成型性”標記為“◎”意味著成型極限的深度為8.5mm以上，標記為“○”意味著成型極限的深度為5.0mm以上且小於8.5mm，標記為“△”意味著成型極限的深度為4.0mm以上且小於5.0mm，標記為“×”意味著成型極限的深度小於4.0mm。

【0092】 （屏蔽性的評價）

【0093】 然後，對於各實施例以及比較例，根據金屬層的導電率σ（S／m）和總厚度d（m），計算表觀電導率C＝σ×d（S）。金屬層的導電率通過上文所述的4探針法求出，金屬層的厚度，對於與樹脂進行層疊之前的各個金屬層使用定壓厚度試驗機（THICKNESS METER B－1，東洋精機製造所製作）按照上文所述的方法進行測定。另外，對於各實施例以及比較例，使用KEC法屏蔽效果測定裝置（technoscience公司製作，JSE－KEC）的磁場測定夾具和網絡分析儀（Keysight Technologies製作，E5080），在室溫（25℃）的條件下，對500kHz的頻率下的磁場屏蔽效果進行評價。表觀電導率C的計算結果以及屏蔽

效果的測定結果在表1中示出。可知本發明的實施例，可提高成型加工性，並且能夠維持屏蔽效果。需要說明的是，在表1中，“屏蔽效果”標記為“〇”意味著在500kHz的頻帶按照KEC法具有10dB以上的屏蔽效果，標記為“×”意味著在500kHz的頻帶按照KEC法具有小於10dB的屏蔽效果。

【0094】　表1

	導體結構	金屬層					樹脂層				沖壓刀	成型範圍深度	VFL	破裂狀態	成型性	屏蔽效果
		種類	厚度(μm)	總厚度(μm)	導電率(S/m)	衰減常數C(S)	種類	厚度(μm)	伸長率	填料	(mm)	(mm)				
實施例1	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	100	130%	×	R-6	7	0.3763	內部箔破裂	○	○
實施例2	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔B)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	100	130%	×	R-6	6	0.2833	內部箔破裂	○	○
實施例3	Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔B)	35	70	5.7.E-07	4.0.E-11	PET	100	130%	×	R=6	6.5	0.3113	樹脂破裂	○	○
實施例4	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔C)	18	36	5.7.E-07	2.1.E-11	PET	100	130%	×	R-6	6	0.2403	內部箔破裂	○	○
實施例5	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PET	100	130%	×	R=6	8.5	0.1628	外部箔破裂	◎	○
實施例6	Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔B)	18	36	5.7.E-07	2.1.E-11	PET	100	130%	×	R-6	6.5	0.3038	內部箔破裂	○	○
實施例7	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	25	75%	○	R=6	6	0.2756	樹脂破裂	○	○
實施例8	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	50	126%	○	R=6	6	0.2975	樹脂破裂	○	○
實施例9	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PET	100	130%	×	R=6	10	0.5791	樹脂破裂	◎	○
實施例10	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	50	131%	×	R-6	5.5	0.2460	內部箔破裂	○	○
實施例11	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔C)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	50	131%	×	R=6	6	0.2558	內部箔破裂	○	○
實施例12	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PA	25	87%	×	R=6	6	0.2730	內部箔破裂	○	○
實施例13	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PET	50	126%	○	R=6	8.5	0.1790	外部箔破裂	◎	○
實施例14	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PET	25	75%	○	R=6	8.5	0.1909	外部箔破裂	◎	○
實施例15	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PET	50	131%	×	R-6	8.5	0.1742	外部箔破裂	◎	○
實施例16	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PET	25	121%	×	R=6	9	0.1881	外部箔破裂	◎	○
實施例17	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	25	121%	×	R-6	6.5	0.2216	樹脂破裂	○	○
實施例18	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	PET	50	131%	×	R=6	6	0.2822	樹脂破裂	○	○
實施例19	Resin/Metal/Resin/Metal/Resin/Metal	Al(鋁箔A)	35	105	4.0.E-07	4.2.E-11	PC	100	150%	×	R-6	8	0.4901	外部箔破裂	○	○
實施例20	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔A)	18	18	5.7.E-07	1.0.E-11	PC	100	150%	×	R=2	7	0.1117	內部箔破裂	○	○
實施例21	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔B)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11	PC	100	150%	×	R=4	5.5	0.3113	內部箔破裂	○	○
實施例22	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔B)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11	PC	100	112%	×	R=6	6	0.2810	內部箔破裂	○	○
實施例23	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔B)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11	PC	100	81%	×	R-6	6	0.2882	內部箔破裂	○	○
實施例24	Resin1/Resin2/Metal/Resin1/Resin2/Metal/Resin1/Resin2/Metal/	Cu(銅箔A)	18	54	5.7.E-07	3.1.E-11	Resin 1: PC Resin 2: PET	Resin 1:100 Resin 2:25	109%	×	R-6	6.5	0.3127	外部箔破裂	○	○
比較例1	Metal	Cu(銅箔A)	12	12	5.7.E-07	6.8.E-12	無樹脂層				R-6	2.5	0.1190	非膜箔破裂	×	○
比較例2	Metal	Cu(銅箔B)	12	12	5.7.E-07	6.8.E-12					R=6	1	0.0721	非膜箔破裂	×	○
比較例3	Metal	Cu(銅箔C)	12	12	5.7.E-07	6.8.E-12					R-6	0.5	0.0471	非膜箔破裂	×	○
比較例4	Metal	Cu(銅箔A)	18	18	5.7.E-07	1.0.E-11					R=6	3.3	0.2003	非膜箔破裂	×	○
比較例5	Metal	Cu(銅箔B)	18	18	5.7.E-07	1.0.E-11					R-6	1.5	0.0876	非膜箔破裂	×	○
比較例6	Metal	Cu(銅箔C)	18	18	5.7.E-07	1.0.E-11					R=6	1	0.0561	非膜箔破裂	×	○
比較例7	Metal	Cu(銅箔B)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11					R-6	3	0.1474	非膜箔破裂	×	○
比較例8	Metal	Cu(銅箔C)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11					R=6	1.5	0.0583	非膜箔破裂	×	○
比較例9	Metal	Al(鋁箔A)	35	35	4.0.E-07	1.4.E-11					R-6	1	0.0399	非膜箔破裂	×	○
比較例10	Metal	Al(鋁箔B)	35	35	4.0.E-07	1.4.E-11					R=6	1	0.0336	非膜箔破裂	×	○
比較例11	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔C)	18	18	5.7.E-07	1.0.E-11	PC	100	150%	×	R-2	1.5	0.2227	內部箔破裂	△	○
比較例12	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔B)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11	PC	100	118%	×	R-6	1.5	0.1911	內部箔破裂	△	○
比較例13	Resin/Metal	Cu(銅箔C)	12	12	5.7.E-07	6.8.E-12	PET	100	130%	×	R=6	3.5	0.0571	內部箔破裂	×	○
比較例14	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔C)	18	18	5.7.E-07	1.0.E-11	PC	100	150%	×	R-2	1.5	0.2227	內部箔破裂	△	○
比較例15	Resin/Metal/Resin	Cu(銅箔B)	35	35	5.7.E-07	2.0.E-11	PC	100	118%	×	R=6	1.5	0.1911	內部箔破裂	△	○

【0095】 根據表1可知，本發明的實施例的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，由於VFL大於0.24，因而成型加工性優良。另外，屏蔽效果也維持為較高。另外，如實施例24所示，雖然連續地層疊多層樹脂薄膜作為樹脂層，但是將沒有夾著金屬層的部分合起來當做一張樹脂層。

【0096】 以上所述僅為本發明較佳可行實施例而已，舉凡應用本發明說明書及申請專利範圍所為之等效變化，理應包含在本發明之專利範圍內。

【符號說明】

【0097】　無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，是由N張金屬層、M張樹脂層進行層疊得到的，其中，N是1以上的整數，M是1以上的整數，其特徵在於，根據以下的公式算出的VFL，滿足VFL＞0.24：

$$VFL = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$$

。

【請求項2】如請求項1所述之金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，當將所述金屬層的導電率記做σ（S／m）、將金屬層的總厚度記做d（m）時，表觀電導率C滿足$C = \sigma \times d > 1.0 \times 10^{-11}$（S）。

【請求項3】如請求項1或2所述之金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，各金屬層的厚度為4～100μm。

【請求項4】如請求項1或2所述之金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，各樹脂層的厚度為4～600μm。

【請求項5】如請求項1或2所述之金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料，其中，各金屬層的總厚度為15～150μm。

【請求項6】一種電氣設備或電子設備用的覆蓋材料或外裝材料，其具備如請求項1或2所述的金屬樹脂複合電磁波屏蔽材料。

【請求項7】一種電氣設備或電子設備，具備如請求項6所述的覆蓋材料或者外裝材料。

【發明圖式】

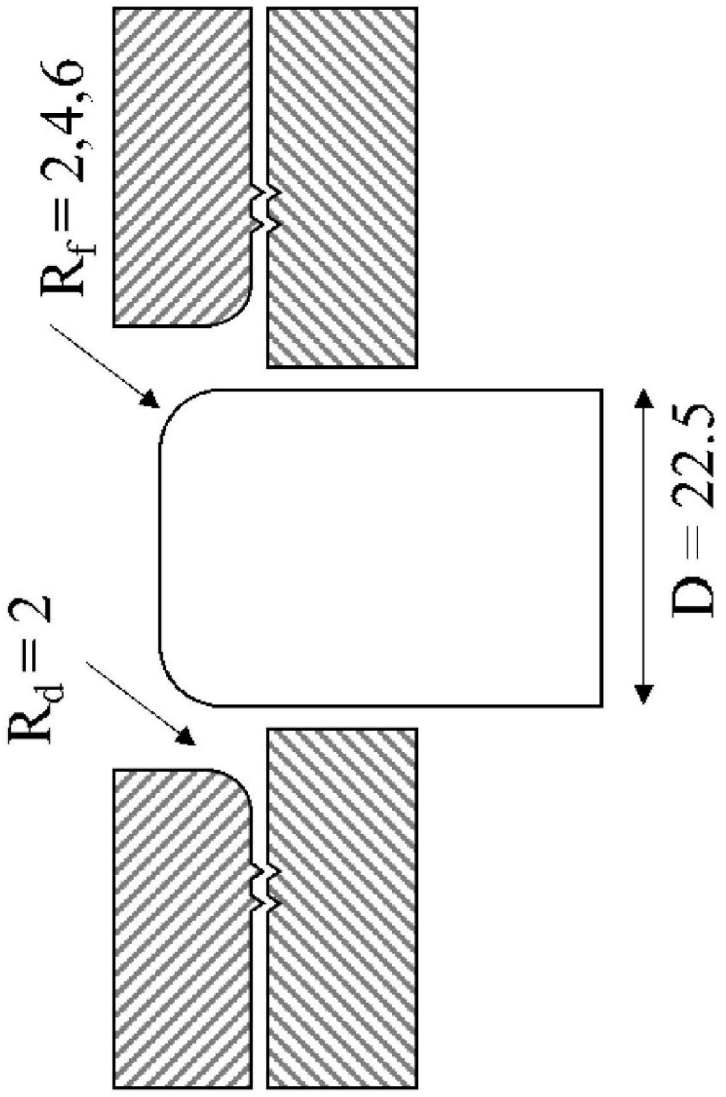


圖1

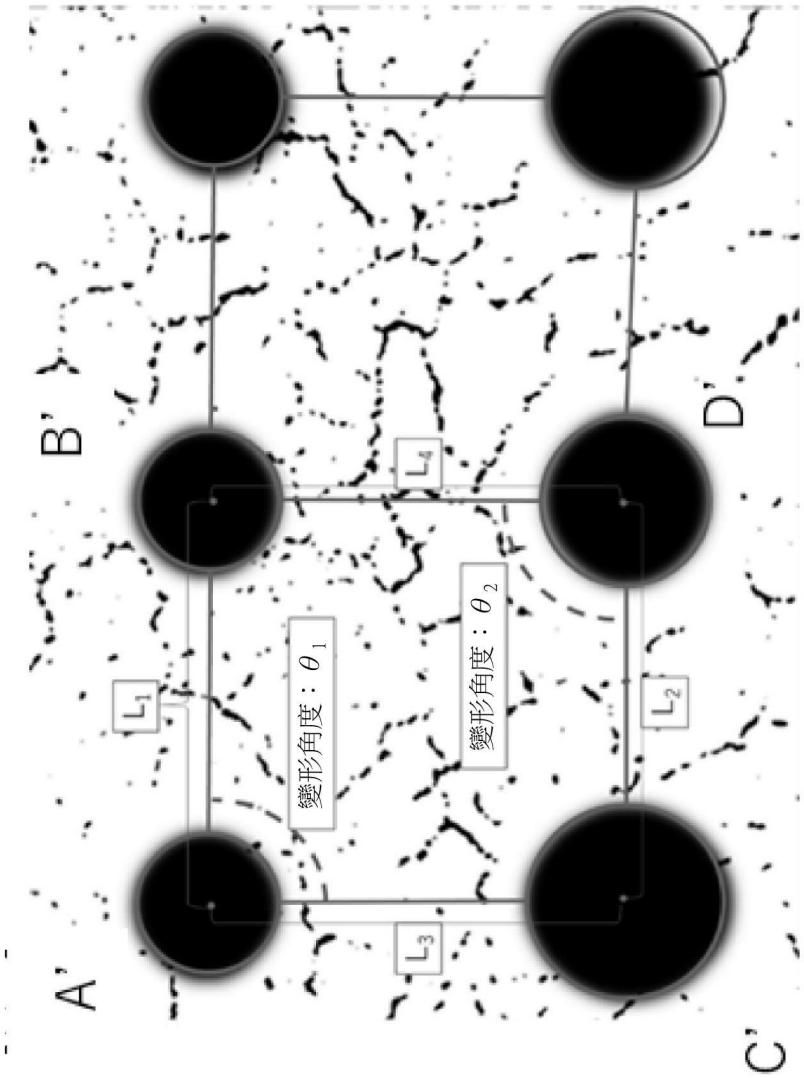


圖2

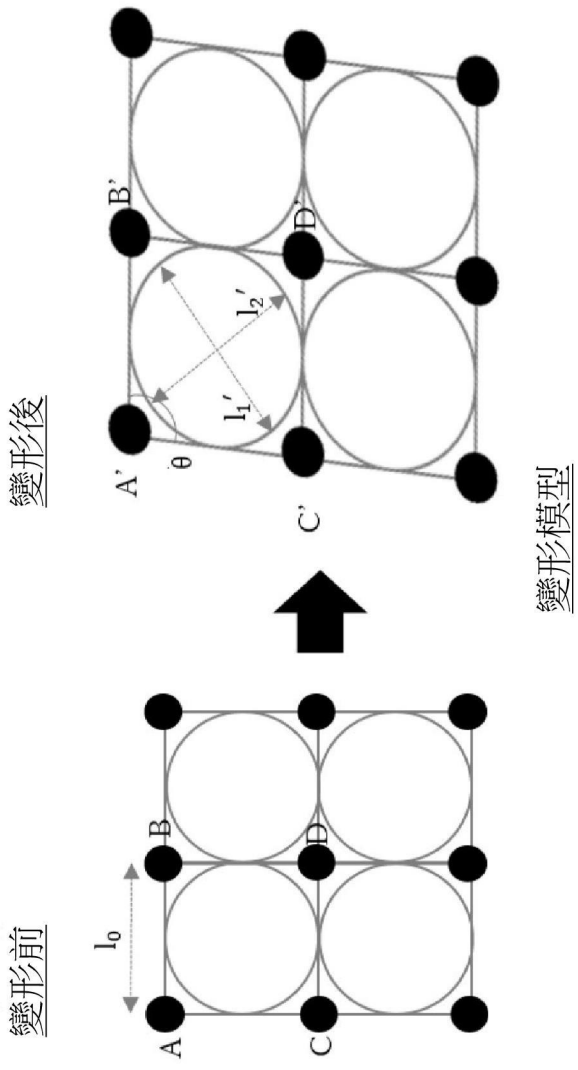


圖3

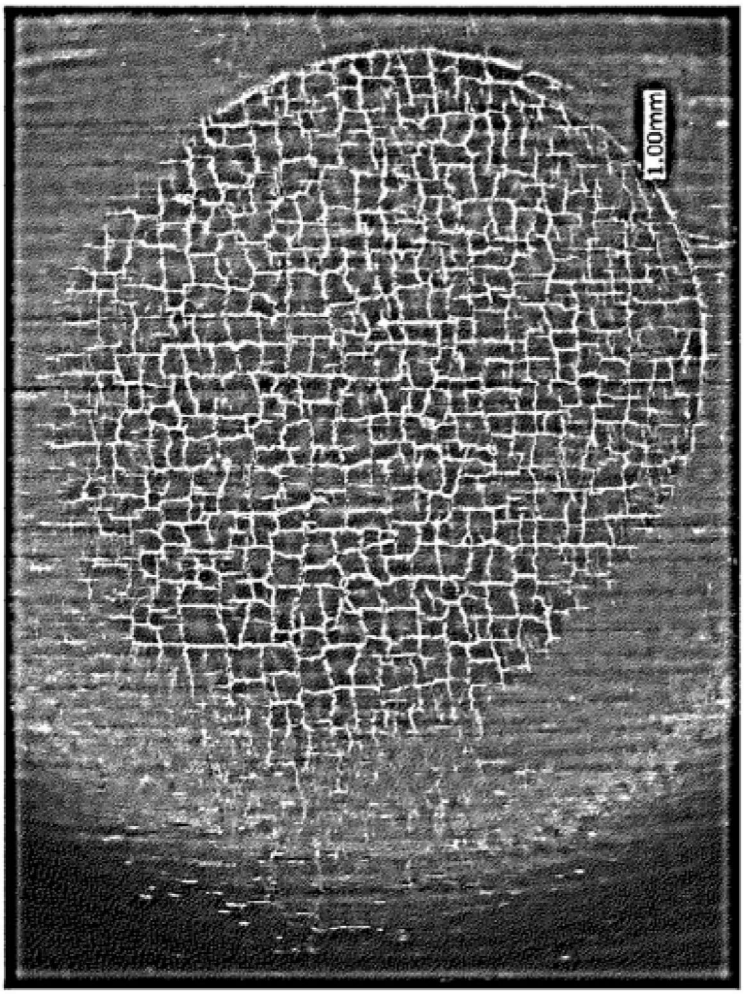


圖4(A)

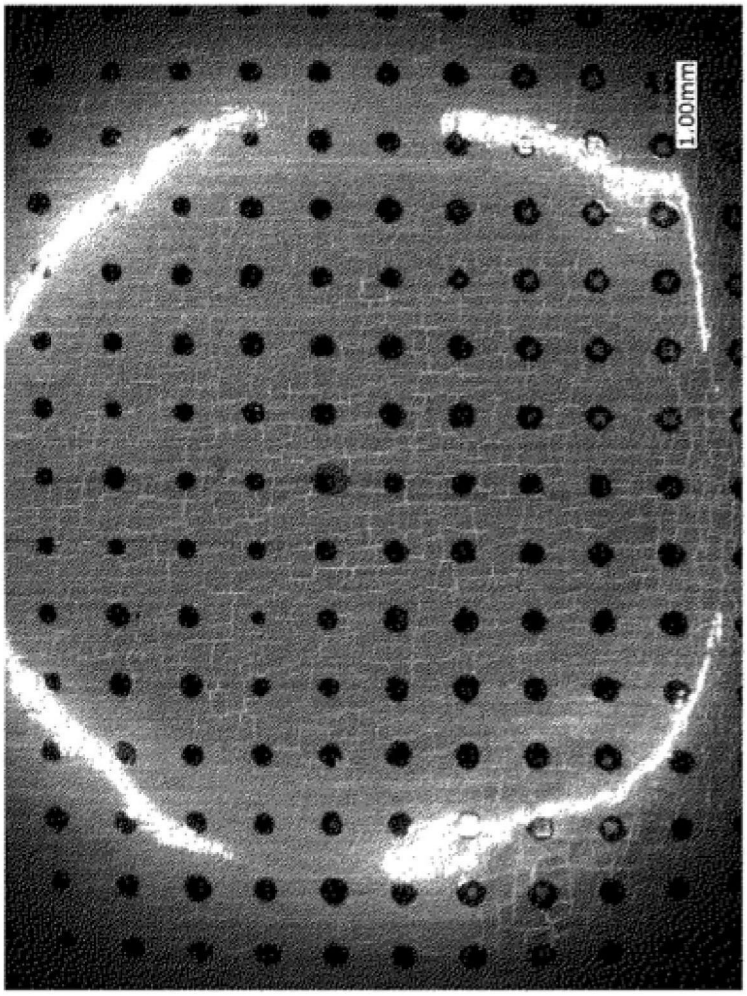


圖4(B)

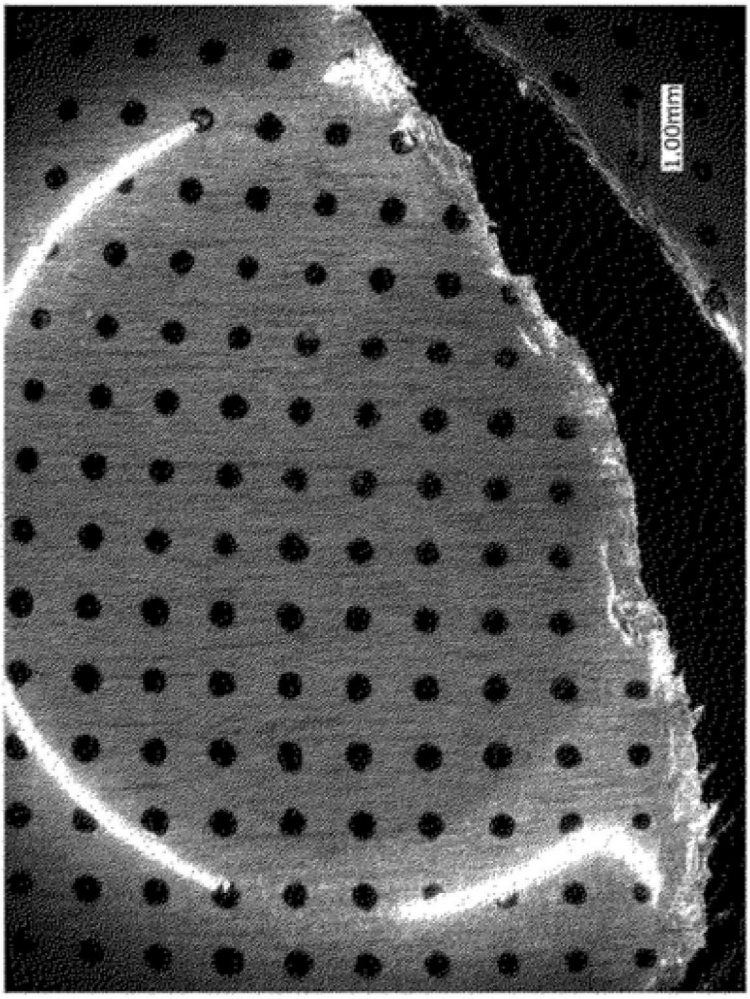


圖4(C)