



(21)申請案號：104121458

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 02 日

(51)Int. Cl. : *B32B15/04 (2006.01)**H05K9/00 (2006.01)*

(30)優先權：2015/03/30 日本

JP2015-070091

(71)申請人：J X 日鑛日石金屬股份有限公司 (日本) JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：田中幸一郎 TANAKA, KOICHIRO (JP)；佐藤賢次 SATO, KENJI (JP)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：0 共 27 頁

(54)名稱

電磁波屏蔽材

(57)摘要

本發明提供一種電磁波屏蔽特性、輕量特性、及成形加工性優異之電磁波屏蔽材。

本發明之電磁波屏蔽材係具有至少 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層之構造者，且構成該電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合滿足 $\sigma_M \times d_M \times d_R \geq 3 \times 10^{-3}$ 。其中，式中之符號如下所示。 σ_M ：金屬箔於 20°C 之導電率(S/m)， d_M ：金屬箔之厚度(m)， d_R ：絕緣層之厚度(m)

發明摘要

※ 申請案號：104121458

B32B 15/04 (2006.01)

※ 申請日：104.7.2

※IPC 分類：H05K 9/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

電磁波屏蔽材

【中文】

本發明提供一種電磁波屏蔽特性、輕量特性、及成形加工性優異之電磁波屏蔽材。

本發明之電磁波屏蔽材係具有至少 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層之構造者，且構成該電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合滿足 $\sigma_M \times d_M \times d_R \geq 3 \times 10^3$ 。其中，式中之符號如下所示。 σ_M ：金屬箔於 20°C 之導電率 (S/m)， d_M ：金屬箔之厚度 (m)， d_R ：絕緣層之厚度 (m)

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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)

電磁波屏蔽材

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種電磁波屏蔽材。本發明尤其是關於一種電氣／電子機器之被覆材或包裝材。

【先前技術】

【0002】 近年來，對地球環境問題之關心在全世界高漲，電動汽車或油電混合車等搭載有二次電池之環保型汽車之普及不斷進展。於該等汽車中，大多為採用如下方式者：將自所搭載之二次電池產生之直流電流經由換流器而轉換為交流電流後，將所需之電力供給至交流馬達，而獲得驅動力。因換流器之切換動作等會產生電磁波。由於電磁波會成為車載音響機器或無線機器等之接收障礙，故而實行將換流器或換流器與電池或馬達等一併收容於金屬製殼體內而屏蔽電磁波之對策（日本特開 2003-285002 號公報）。

【0003】 又，並不限定於汽車，自包括通信機器、顯示器及醫療機器在內之多數電氣／電子機器中會放射出電磁波。電磁波有引起精密機器之錯誤動作之可能性，進而，亦擔憂對人體之影響。因此，業界一直開發使用電磁波屏蔽材而減輕電磁波之影響之各種技術。例如使用將銅箔與樹脂膜積層而成之銅箔複合體作為電磁波屏蔽材（日本特開平 7-290449 號公

報)。銅箔具有電磁波屏蔽性，為了補強銅箔而積層樹脂膜。又，亦已知有於由絕緣材料所構成之中間層之內側與外側分別積層有金屬層之電磁波屏蔽構造（日本專利第 4602680 號公報）。又，亦已知有一種電磁波遮斷用光學構件，其具備：基底基板、及形成於上述基底基板之一面且由包含金屬層及高折射率層（五氧化鈮）之多個重複單位膜所構成之積層構件（日本特開 2008—21979 號公報）。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】

[專利文獻 1]日本特開 2003—285002 號公報

[專利文獻 2]日本特開平 7—290449 號公報

[專利文獻 3]日本專利第 4602680 號公報

[專利文獻 4]日本特開 2008—21979 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0005】 對於汽車，就提高燃料效率之觀點而言，輕量化成為重大課題，亦對自金屬材料轉換成樹脂材料或碳纖維材料進行研究。然而，對於樹脂材料或碳纖維材料無法期待電磁波屏蔽效果。雖說如此，若過度減小金屬製之電磁波屏蔽材之厚度，則無法獲得優異之屏蔽效果（例如於 1 MHz～1000 MHz 下為 36 dB 以上）。日本特開平 7—290449 號公報中所記載之技術或日本專利第 4602680 號公報中所記載之技術亦相同，為了得到優異之屏

蔽效果，必須使所需之電磁波屏蔽材之厚度相當大，而無法達成充分之輕量化，又，亦無法獲得優異之成形加工性。日本特開 2008-21979 號公報中所記載之技術係為了確保光之通過而積層奈米級之金屬層之技術，故而於電磁波屏蔽特性方面存在極限，因過薄而於成形加工性方面亦存在困難。

【0006】 本發明係鑒於上述情況而創作者，其課題在於提供一種電磁波屏蔽特性、輕量特性、及成形加工性優異之電磁波屏蔽材，其課題在於提供一種尤其適合作為電氣／電子機器用被覆材或包裝材之電磁波屏蔽材。

[解決課題之技術手段]

【0007】 本發明人為了解決上述課題而反覆進行努力研究，結果發現：藉由將 3 片以上之金屬箔介隔絕緣層而積層，電磁波屏蔽效果明顯提高。並且發現：藉由於此時將金屬箔之導電率及厚度、以及絕緣層之厚度適當地組合，可顯示出特別優異之電磁波屏蔽效果。本發明係基於該見解而完成者，可以如下方式進行界定。

【0008】 本發明於一態樣中係一種電磁波屏蔽材，其具有至少 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層之構造，且構成該電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合滿足 $\sigma_M \times d_M \times d_R \geq 3 \times 10^{-3}$ 。

其中，式中之符號如下所示。

σ_M ：金屬箔於 20°C 之導電率 (S/m)

d_M ：金屬箔之厚度 (m)

d_R ：絕緣層之厚度 (m)

【0009】 於本發明之電磁波屏蔽材之一實施形態中，各金屬箔於 20

°C之導電率為 1.0×10^6 S/m 以上。

【0010】 於本發明之電磁波屏蔽材之另一實施形態中，各金屬箔之厚度為 $4 \sim 100 \mu\text{m}$ 。

【0011】 於本發明之電磁波屏蔽材之又一實施形態中，各絕緣層於 20°C 之相對介電常數為 $2.0 \sim 10.0$ 。

【0012】 於本發明之電磁波屏蔽材之又一實施形態中，各絕緣層之厚度為 $4 \sim 500 \mu\text{m}$ 。

【0013】 於本發明之電磁波屏蔽材之又一實施形態中，金屬箔之合計厚度為 $15 \sim 150 \mu\text{m}$ 。

【0014】 本發明於另一態樣中係一種電氣／電子機器用被覆材或包裝材，其具備本發明之電磁波屏蔽材。

【0015】 本發明於又一態樣中係一種電氣／電子機器，其具備本發明之被覆材或包裝材。

[發明之效果]

【0016】 關於本發明之電磁波屏蔽材，藉由於規定條件下將 3 片以上之金屬箔介隔絕緣層而積層，雖然減小所使用之金屬箔之合計厚度，但亦可獲得優異之電磁波屏蔽效果。藉此，可達成輕量化，此外亦可確保成形加工性。又，本發明之電磁波屏蔽材可以金屬箔與絕緣層此種簡單之構成構建，經濟性亦優異。

【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】**【0017】** (金屬箔)

作為本發明之電磁波屏蔽材所使用之金屬箔之材料並無特別限制，就提高對交流磁場或交流電場之屏蔽特性之觀點而言，較佳為設為導電性優異之金屬材料。具體而言，較佳為由導電率為 1.0×10^6 S/m (20°C 之值。以下相同) 以上之金屬所形成，金屬之導電率更佳為 10.0×10^6 S/m 以上，進而更佳為 30.0×10^6 S/m 以上，最佳為 50.0×10^6 S/m 以上。作為此種金屬，可列舉：導電率為約 9.9×10^6 S/m 之鐵、導電率為約 14.5×10^6 S/m 之鎳、導電率為約 39.6×10^6 S/m 之鋁、導電率為約 58.0×10^6 S/m 之銅、及導電率為約 61.4×10^6 S/m 之銀。若考慮電阻率與成本兩者，則於實用性上較佳為採用鋁或銅。本發明之電磁波屏蔽材所使用之金屬箔可全部為相同之金屬，亦可每層使用不同之金屬。又，亦可使用上述金屬之合金。亦可於金屬箔表面形成目的在促進接著、耐環境性、耐熱及防銹等之各種表面處理層。

【0018】 例如為了提高於金屬面成為最外層之情形時所需之耐環境性、耐熱性，可實施鍍 Au、鍍 Ag、鍍 Sn、鍍 Ni、鍍 Zn、Sn 合金鍍敷 (Sn-Ag、Sn-Ni、Sn-Cu 等)、鉻酸鹽處理等。亦可將該等處理進行組合。就成本之觀點而言，較佳為鍍 Sn 或 Sn 合金鍍敷。

【0019】 又，為了提高金屬箔與絕緣層之密合性，可實施鉻酸鹽處理、粗化處理、鍍 Ni 等。亦可將該等處理進行組合。粗化處理容易獲得密合性，故而較佳。

【0020】 又，為了提高對直流磁場之屏蔽效果，可設置相對磁導率高之金屬層。作為相對磁導率高之金屬層，可列舉 Fe-Ni 合金鍍敷、鍍 Ni 等。

【0021】 於使用銅箔之情形時，就提高屏蔽性能之方面而言，較佳為純度高者，純度較佳為 99.5 質量%以上，更佳為 99.8 質量%以上。作為銅箔，可使用壓延銅箔、電解銅箔、藉由金屬化所得之銅箔等，較佳為彎曲性及成形加工性優異之壓延銅箔。於在銅箔中添加合金元素而製成銅合金箔之情形時，只要該等元素與不可避免之雜質之合計含量未達 0.5 質量%即可。尤其是若銅箔中含有合計 200~2000 質量 ppm 之選自 Sn、Mn、Cr、Zn、Zr、Mg、Ni、Si、及 Ag 之群中之至少 1 種以上之元素，則與相同厚度之純銅箔相比伸長率提高，故而較佳。

【0022】 本發明之電磁波屏蔽材所使用之金屬箔之厚度較佳為每片 4 μm 以上。若未達 4 μm ，則有金屬箔之延展性顯著降低，導致屏蔽材之成形加工性變得不充分之情形。又，若每片箔之厚度未達 4 μm ，則為了獲得優異之電磁波屏蔽效果，必須積層多個金屬箔，因此亦產生製造成本上升之問題。就此種觀點而言，金屬箔之厚度更佳為每片 10 μm 以上，進而更佳為 15 μm 以上，進而更佳為 20 μm 以上，進而更佳為 25 μm 以上，進而更佳為 30 μm 以上。另一方面，即便每片箔之厚度超過 100 μm 亦會使成形加工性變差，因此箔之厚度較佳為每片 100 μm 以下，更佳為 50 μm 以下，進而更佳為 45 μm 以下，進而更佳為 40 μm 以下。

【0023】 就雖使金屬箔之合計厚度變薄但亦確保優異之電磁波屏蔽特性之觀點而言，必須使金屬箔於電磁波屏蔽材中存在至少 3 層。若金屬

箔層為 1 片或 2 片，則為了於頻率為 1 MHz 左右之低頻區域獲得 30 dB 以上之磁場屏蔽特性，所需之金屬箔之合計厚度變大，每片金屬箔之厚度亦變大，因此亦於成形加工性方面出現不良影響。又，藉由積層 3 片以上之金屬箔，即便金屬箔之合計厚度相同，與金屬箔為單層之情形或積層 2 片之情形相比，屏蔽效果亦顯著提高。但是，雖然金屬箔之積層片數較多會使電磁波屏蔽特性提高，但若增多積層片數，則由於積層步驟增加故而導致製造成本增大，又，有屏蔽提高效果亦飽和之傾向，因此電磁波屏蔽材中之金屬箔較佳為 5 片以下，更佳為 4 片以下。

【0024】 因此，於本發明之電磁波屏蔽材之一實施形態中，可將金屬箔之合計厚度設為 15~150 μm ，可設為 100 μm 以下，可設為 80 μm 以下，亦可設為 60 μm 以下。

【0025】 （絕緣層）

於本發明之電磁波屏蔽材中，藉由積層複數片金屬箔所得之電磁波屏蔽效果之顯著改善可藉由於金屬箔與金屬箔之間夾入絕緣層而獲得。雖然將金屬箔彼此直接重疊，藉由金屬箔之合計厚度增加亦會使屏蔽效果提高，但無法獲得顯著之提高效果。認為其原因在於：藉由於金屬箔間存在絕緣層，而電磁波之反射次數增加，導致電磁波衰減。

【0026】 作為絕緣層，就獲得優異之電磁波屏蔽效果之方面而言，較佳為與金屬層之阻抗差較大者。為了產生較大之阻抗差，絕緣層之相對介電常數必須較小，具體而言，較佳為 10（20°C 之值。以下相同）以下，更佳為 5.0 以下，進而更佳為 3.5 以下。相對介電常數於原理上不會變得小於 1.0。通常獲得之材料即便較低亦為 2.0 左右，即便再降低而接近 1.0，屏蔽

效果之上升亦受到限制，另一方面，材料本身成為特殊者而變得昂貴。若考慮兼顧成本與作用，則相對介電常數較佳為 2.0 以上，更佳為 2.2 以上。

【0027】 具體而言，作為構成絕緣層之材料，可列舉：玻璃、金屬氧化物、紙、天然樹脂、合成樹脂，就加工性之觀點而言，較佳為合成樹脂。亦可於該等材料中混入碳纖維、玻璃纖維及芳族聚醯胺纖維等纖維強化材料。作為合成樹脂，就易獲取性或加工性之觀點而言，可列舉：PET（聚對苯二甲酸乙二酯）、PEN（聚萘二甲酸乙二酯）及 PBT（聚對苯二甲酸丁二酯）等聚酯、聚乙烯及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、聚矽氧樹脂、酚系樹脂、三聚氰胺樹脂、ABS 樹脂、聚乙烯醇、脲樹脂、聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、苯乙烯丁二烯橡膠等，於該等中，因加工性、成本之理由，較佳為 PET、PEN、聚醯胺、聚醯亞胺。合成樹脂亦可設為胺酯橡膠、氯丁二烯橡膠、聚矽氧橡膠、氟橡膠、苯乙烯系、烯烴系、氯乙烯系、胺酯系、醯胺系等之彈性體。進而，合成樹脂本身亦可發揮接著劑之作用，於該情形時成為金屬箔經由接著劑而積層之構造。作為接著劑並無特別限制，可列舉：丙烯酸樹脂系、環氧樹脂系、胺酯系、聚酯系、聚矽氧樹脂系、乙酸乙烯酯系、苯乙烯丁二烯橡膠系、腈橡膠系、酚樹脂系、氰基丙烯酸酯系等，因容易製造及成本之理由，較佳為胺酯系、聚酯系、乙酸乙烯酯系。

【0028】 樹脂材料可以膜狀或纖維狀之形態積層。又，亦可藉由對金屬箔塗佈未硬化之樹脂組成物後使之硬化而形成樹脂層，因容易製造之理由，較佳為設為可貼附於金屬箔之樹脂膜。可尤佳地使用 PET 膜。尤其是

可藉由使用雙軸延伸膜來作為 PET 膜，而提高屏蔽材之強度。

【0029】 絕緣層之厚度並無特別限制，但若每片之厚度薄於 $4 \mu\text{m}$ ，則有屏蔽材之（伸長）斷裂應變降低之傾向，因此每片絕緣層之厚度較佳為 $4 \mu\text{m}$ 以上，更佳為 $7 \mu\text{m}$ 以上，進而更佳為 $10 \mu\text{m}$ 以上，進而更佳為 $20 \mu\text{m}$ 以上，進而更佳為 $40 \mu\text{m}$ 以上，進而更佳為 $80 \mu\text{m}$ 以上，進而更佳為 $100 \mu\text{m}$ 以上。另一方面，即便每片之厚度超過 $600 \mu\text{m}$ ，亦有屏蔽材之（伸長）斷裂應變降低之傾向。因此，絕緣層之每片之厚度較佳為 $600 \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $500 \mu\text{m}$ 以下。

【0030】 （電磁波屏蔽材）

本說明書中所使用之各種符號係定義如下。

σ_M ：金屬箔於 20°C 之導電率 (S/m)

d_M ：金屬箔之厚度 (m)

Z_R ：絕緣層之阻抗 (Ω) = $Z_0 \times \sqrt{1/\epsilon_R}$

ϵ_R ：絕緣層於 20°C 之相對介電常數

γ_R ：傳播常數 = $j \times 2\pi \sqrt{\epsilon_R/\lambda}$ ；j 為虛數單位

λ ：波長 (m)：1 MHz 下為 300 m

d_R ：絕緣層之厚度 (m)

Z_0 ：真空之阻抗 = 377Ω

本發明之電磁波屏蔽材可藉由將上述金屬箔與絕緣層積層而製造。此時，就顯著提高電磁波屏蔽效果之觀點而言，重要的是以使構成電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合滿足 $\sigma_M \times d_M \times d_R \geq 3 \times 10^3$ 之方式選擇金屬箔與絕緣層。

【0031】 關於屏蔽特性，若將入射波之電場設為 E_x^i ，將磁場設為 H_x^i ，將透射波之電場設為 E_x^t ，將磁場設為 H_x^t ，則可使用四端子矩陣，以下述關係表示。

$$\begin{pmatrix} E_x^t \\ H_x^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \quad (\text{式1})$$

【0032】 於該情形時，屏蔽效果 (SE) 若使用夏克諾夫 (Schelkunoff) 之式，則可以下式表述。

$$SE = 20 \log |(a+b/Z_0+cZ_0+d)/2| \quad (\text{式2})$$

【0033】 於使用金屬箔作為屏蔽材時，可設為 $a=1$ 、 $b=0$ 、 $c=\sigma_M d_M$ 、 $d=1$ 。若將其代入至式 1 中，則成為下式。

$$\begin{pmatrix} E_x^t \\ H_x^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \sigma_M d_M & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \quad (\text{式3})$$

【0034】 於使用絕緣層作為屏蔽材時，可設為 $a=1$ 、 $b=Z_R \gamma_R d_R$ 、 $c=\gamma_R d_R / Z_R$ 、 $d=1$ 。若將其代入至式 1 中，則成為下式。

$$\begin{pmatrix} E_x^t \\ H_x^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & Z_R \gamma_R d_R \\ \gamma_R d_R / Z_R & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \quad (\text{式4})$$

【0035】 進而，積層屏蔽材時之屏蔽特性可根據與各層對應之四端子矩陣之乘積，而於理論上求出。例如以金屬 (M1) / 樹脂 (R1) / 金屬 (M2) 之積層構造構成屏蔽材時之入射波與透射波可以下述式表示。

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} E_x^t \\ H_x^t \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \sigma_{M1}d_{M1} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \\ \gamma_{R1}d_{R1}/Z_{R1} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \sigma_{M2}d_{M2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1+Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M2}d_{M2} & Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \\ \sigma_{M1}d_{M1}+Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M1}d_{M1} \sigma_{M2}d_{M2} + \gamma_{R1}d_{R1}/Z_{R1} + \sigma_{M2}d_{M2} & 1+Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M1}d_{M1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \quad (式5) \end{aligned}$$

【0036】 又，以金屬 (M1) / 樹脂 (R1) / 金屬 (M2) / 樹脂 (R2) / 金屬 (M3) 之積層構造構成屏蔽材時之入射波與透射波可以下述式表示。

$$\begin{pmatrix} E_x^t \\ H_x^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \sigma_{M1}d_{M1} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \\ \gamma_{R1}d_{R1}/Z_{R1} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \sigma_{M2}d_{M2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \\ \gamma_{R2}d_{R2}/Z_{R2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \sigma_{M3}d_{M3} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \quad (式6)$$

【0037】 若將其展開，則可獲得下式。

$$\begin{pmatrix} E_x^t \\ H_x^t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x^i \\ H_x^i \end{pmatrix} \quad (式7)$$

此處，A、B、C 及 D 為如下。

$$A = 1 + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M2}d_{M2} + Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M2}d_{M2} \sigma_{M3}d_{M3}$$

$$B = Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M2}d_{M2} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1}$$

$$C = \sigma_{M1}d_{M1} + \sigma_{M2}d_{M2} + \sigma_{M3}d_{M3} + \gamma_{R1}d_{R1} / Z_{R1} + \gamma_{R2}d_{R2} / Z_{R2} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M1}d_{M1} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} \sigma_{M1}d_{M1} \sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R1} \gamma_{R1}d_{R1} Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M1}d_{M1} \sigma_{M2}d_{M2} \sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M2}d_{M2} \sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M3}d_{M3} \gamma_{R1}d_{R1} / Z_{R1}$$

$$D = Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M1}d_{M1} + Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M1}d_{M1} \sigma_{M2}d_{M2} + Z_{R2} \gamma_{R2}d_{R2} \sigma_{M2}d_{M2} +$$

$$Z_{R1} \gamma_{R1} d_{R1} \sigma_{M1} d_{M1} + Z_{R2} \gamma_{R2} d_{R2} \gamma_{R1} d_{R1} / Z_{R1}$$

【0038】 根據以上之例示可於理論上理解，金屬箔與絕緣層之積層體之屏蔽效果可藉由增大關於所使用之金屬箔與絕緣層之全部組合之 $\sigma_{M \times d_M \times Z_{R \times} \gamma_{R \times} d_R}$ 而提高。然而，例如“畠山賢一著，「初學之電磁遮蔽講座」科學資訊出版（2013年），56頁”中所記載，先前 $(Z_{R \times} \gamma_{R \times} d_R)$ 於低頻區域中極小而視為近似於 0，因此按照該思維方式， $\sigma_{M \times d_M \times Z_{R \times} \gamma_{R \times} d_R}$ 亦為近似於 0 之參數。對此，本發明人得知，藉由將適宜之金屬箔與絕緣層組合而調整 d_R 、 σ_M 及 d_M ， $\sigma_{M \times d_M \times Z_{R \times} \gamma_{R \times} d_R}$ 會成為無法近似於 0 之程度之較大值，即便於低頻區域中亦產生有意義之影響。

【0039】 本發明人於反覆進行金屬箔與絕緣層之積層體之屏蔽效果之實驗中發現，即便為 1 MHz 左右之低頻區域， $\sigma_{M \times d_M \times d_R}$ 亦產生有意義之影響，並發現，以使構成電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合滿足 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \geq 3 \times 10^{-3}$ 之方式選擇金屬箔與絕緣層，在提高屏蔽效果上極其有效。構成電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合較佳為 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \geq 1 \times 10^{-2}$ ，更佳為 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \geq 4 \times 10^{-2}$ ，進而更佳為 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \geq 8 \times 10^{-2}$ ，進而更佳為 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \geq 1 \times 10^{-1}$ 。

【0040】 對於 $\sigma_{M \times d_M \times d_R}$ 並未設定特別之上限，就兼顧厚度或與所使用之材料而言，關於構成電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合，通常為 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \leq 10$ ，典型而言為 $\sigma_{M \times d_M \times d_R} \leq 1$ 。

【0041】 作為絕緣層與金屬箔之積層方法，可於絕緣層與金屬箔之間使用接著劑，亦可不使用接著劑而將絕緣層熱壓接於金屬箔。亦可為不使用接著劑而僅重疊之方法，若考慮電磁波屏蔽材之一體性，則較佳為至少

端部（例如於屏蔽材為四邊形之情形時為各邊）藉由接著劑或藉由熱壓接而接合。其中，就不對絕緣層施加過量之熱之方面而言，較佳為使用接著劑。作為接著劑與上述者相同，並無特別限制，可列舉：丙烯酸樹脂系、環氧樹脂系、胺酯系、聚酯系、聚矽氧樹脂系、乙酸乙烯酯系、苯乙烯丁二烯橡膠系、腈橡膠系、酚樹脂系、氰基丙烯酸酯系等，因容易製造及成本之理由，較佳為胺酯系、聚酯系、乙酸乙烯酯系。

【0042】 接著劑層之厚度較佳為 $6\ \mu\text{m}$ 以下。若接著劑層之厚度超過 $6\ \mu\text{m}$ ，則於積層為金屬箔複合體後僅金屬箔容易斷裂。但是，如上所述之接著劑層兼具絕緣層之作用之情形不在此限，可設為於絕緣層之說明中所述之厚度。

【0043】 本發明之電磁波屏蔽材必須具有至少 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層之構造。作為具備該必要條件之積層構造之例，可列舉如下。以括號所表示之層表示可適當添加。

(1) (絕緣層) / 金屬箔 / 絕緣層 / 金屬箔 / 絕緣層 / 金屬層 / (絕緣層)

(2) (絕緣層) / 金屬箔 / 絕緣層 / 金屬箔 / 絕緣層 / 金屬箔 / 絕緣層 / 金屬箔 / (絕緣層)

於 (1) 及 (2) 中，一個「金屬箔」可不介隔絕緣層而積層多個金屬箔而構成，一個「絕緣層」亦可不介隔金屬箔而積層多個絕緣層而構成。又，亦可設置除絕緣層或金屬箔以外之層。

【0044】 於本發明之電磁波屏蔽材之一實施形態中，可將電磁波屏蔽材之整體厚度設為 $50\sim 1500\ \mu\text{m}$ ，可設為 $1000\ \mu\text{m}$ 以下，可設為 $600\ \mu\text{m}$

以下，可設為 400 μm 以下，亦可設為 200 μm 以下。

【0045】 本發明之電磁波屏蔽材尤其可用於電氣／電子機器(例如換流器、通信機、共振器、電子管／放電燈、電加熱機器、電動機、發電機、電子零件、印刷電路、醫療機器等)之被覆材或包裝材、與電氣／電子機器連接之線束或通信纜線之被覆材、電磁波屏蔽片材、電磁波屏蔽面板、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。

【0046】 根據本發明之電磁波屏蔽材之一實施形態，於 1 MHz 下可具有 36 dB 以上之磁場屏蔽特性(於接收側信號衰減多少)，較佳為可具有 40 dB 以上之磁場屏蔽特性，更佳為可具有 50 dB 以上之磁場屏蔽特性，進而更佳為可具有 60 dB 以上之磁場屏蔽特性，進而更佳為可具有 70 dB 以上之磁場屏蔽特性，例如可具有 36~90 dB 之磁場屏蔽特性。於本發明中，磁場屏蔽特性係藉由 KEC 法而測定。所謂 KEC 法係指關西電子工業振興中心之「電磁波屏蔽特性測定法」。

[實施例]

【0047】 以下一併表示本發明之實施例與比較例，但該等係為了更好地理解本發明及其優點而提供者，並非意在限定發明。

【0048】 準備表 1 中所記載之各金屬箔及絕緣膜，製作實施例及比較例之電磁波屏蔽材。表 1 中所記載之各符號如下所示。

Cu：壓延銅箔(20°C 之導電率： $58.0 \times 10^6 \text{ S/m}$)

Al：鋁箔(20°C 之導電率： $39.6 \times 10^6 \text{ S/m}$)

電解 Cu：電解銅箔(20°C 之導電率： $56.0 \times 10^6 \text{ S/m}$)

Ni：鎳箔(20°C 之導電率： $14.5 \times 10^6 \text{ S/m}$)

Fe：軟鐵箔（20°C之導電率： $9.9 \times 10^6 \text{ S/m}$ ）

sus：不鏽鋼箔（20°C之導電率： $1.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ ）

PI：聚醯亞胺膜（20°C之相對介電常數：3.5）

PET：聚對苯二甲酸乙二酯膜（20°C之相對介電常數：3.0）

PTFE：聚四氟乙烯膜（20°C之相對介電常數：2.1）

PA：聚醯胺膜（20°C之相對介電常數：6.0）

空隙：將金屬箔彼此以空氣隔開（20°C之相對介電常數：1.0）

【0049】 （比較例 1~2：一片金屬箔之磁場屏蔽效果）

對壓延銅箔（厚度： $150 \mu\text{m}$ ）及鋁箔（厚度： $300 \mu\text{m}$ ）調查單層時之磁場屏蔽效果。將準備之金屬材料設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC）中，將頻率設為 1 MHz，於 20°C 之條件下藉由 KEC 法而評價磁場屏蔽效果。

【0050】 （比較例 3：積層 3 片金屬箔時之磁場屏蔽效果）

準備 3 片壓延銅箔（厚度： $33 \mu\text{m}$ ），將其不經由接著劑而簡單地積層，並設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0051】 （比較例 4：將 2 片金屬箔介隔絕緣層而積層時之磁場屏蔽效果）

使用厚度 $250 \mu\text{m}$ 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 $7 \mu\text{m}$ 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC）中，藉

由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0052】（比較例 5：將 2 片金屬箔介隔絕緣層而積層時之磁場屏蔽效果）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 8 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0053】（比較例 6：將 2 片金屬箔介隔空氣層而設置時之磁場屏蔽效果）

使用空氣作為絕緣層，使用厚度 6 μm 及 30 μm 之鋁箔作為金屬箔，而製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。於該例中，2 片鋁箔係隔著中央部具有正方形狀之大的開口部之銅板於空氣中以 50 μm 之間隔平行地配置。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0054】（比較例 7：將 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層時之磁場屏蔽效果： $\sigma_{\text{M}} \times d_{\text{M}} \times d_{\text{R}} < 3 \times 10^{-3}$ ）

使用厚度 9 μm 之聚醯亞胺 (PI) 膜作為絕緣層，使用厚度 6 μm 之鋁箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之

方法評價磁場屏蔽效果。

【0055】 （實施例 1）

使用厚度 100 μm 之聚醯亞胺 (PI) 膜作為絕緣層，使用厚度 17 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0056】 （實施例 2）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 20 μm 之鋁箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0057】 （實施例 3）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 30 μm 之電解銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0058】 （實施例 4）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 50 μm 之鎳箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表

1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES－KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0059】 （實施例 5）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 50 μm 之軟鐵箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES－KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0060】 （實施例 6）

使用厚度 500 μm 之聚四氟乙烯（PTFE）膜作為絕緣層，使用厚度 50 μm 之不鏽鋼箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES－KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0061】 （實施例 7）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 6 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司 型號 TSES－KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0062】 （實施例 8）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 17 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0063】 (實施例 9)

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 33 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0064】 (實施例 10)

使用厚度 9 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 7 μm 及 33 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0065】 (實施例 11)

使用厚度 500 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 17 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉

由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0066】 （實施例 12）

使用厚度 100 μm 之聚四氟乙烯 (PTFE) 膜作為絕緣層，使用厚度 17 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0067】 （實施例 13）

使用厚度 100 μm 之聚醯胺 (PA) 膜作為絕緣層，使用厚度 17 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0068】 （實施例 14）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 33 μm 之壓延銅箔及厚度 30 μm 之鎳箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置 (Techno Science Japan 公司 型號 TSES-KEC) 中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0069】 （實施例 15）

使用厚度 12 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 膜作為絕緣層，使用厚度 12 μm 之壓延銅箔及厚度 17 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著

劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司型號 TSES-KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0070】 （實施例 16）

使用厚度 100 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 12 μm 之壓延銅箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司型號 TSES-KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0071】 （實施例 17）

使用厚度 9 μm 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 20 μm 之鋁箔作為金屬箔，不使用接著劑而僅積層，藉此製作具有表 1 中所記載之積層構造之電磁波屏蔽材。將該電磁波屏蔽材設置於磁場屏蔽效果評價裝置（Techno Science Japan 公司型號 TSES-KEC）中，藉由與比較例 1 相同之方法評價磁場屏蔽效果。

【0072】 再者，於上述評價中，金屬箔之導電率係藉由 JIS C2525：1999 之雙電橋法而測定。相對介電常數係藉由 JIS C 2151：2006 中所記載之 B 法而測定。

【0073】 將結果示於表 1。表 1 中之「最小 σ_{mdmdr} 」係於各試驗例中，於所使用之金屬箔與絕緣層之全部組合中關於 σ_{mxdmxdR} 成為最小之金屬箔與絕緣層之組合之值。根據比較例 1 及 2 之結果可理解，於一片金屬箔時即便設定為超過 100 μm 之厚度，屏蔽效果亦僅獲得 31~33 dB 左右。根據

比較例 3 之結果可理解，即便僅積層金屬箔，亦未見屏蔽效果之顯著提高。根據比較例 4~6 之結果可理解，即便將 2 片金屬箔介隔絕緣層而積層亦同樣。又，根據比較例 7 之結果得知，即便於將 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層之情形時，若 $\sigma_{M \times d_M \times d_R}$ 不充分，則屏蔽效果之提高亦有限。

【0074】 另一方面，於將 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層且關於金屬箔與絕緣層之全部組合 $\sigma_{M \times d_M \times d_R}$ 為 3×10^3 以上的實施例 1~17 中，可理解屏蔽效果顯著優異。例如相對於一片銅箔時獲得 31.1 dB 之屏蔽效果需要 150 μm 之厚度之比較例 1，於實施例 1 中儘管僅使用其約 1/3 之厚度之銅箔，但屏蔽效果提高約 26 dB。又，相對於一片鋁箔時獲得 33.1 dB 之屏蔽效果需要 300 μm 之厚度之比較例 2，於實施例 2 中儘管只使用其 1/5 之厚度之鋁箔，但屏蔽效果提高約 19 dB。

【0075】 又，於實施例中亦可理解，金屬箔與絕緣層之組合之最小 $\sigma_{M \times d_M \times d_R}$ 較高者，減小金屬箔之總厚度且可獲得較高之屏蔽效果。例如得知實施例 10~13 中銅箔之總厚度均為 51 μm ，但因最小 $\sigma_{M \times d_M \times d_R}$ 之不同而於屏蔽效果方面產生較大差異。

【0076】 [表 1]

	積層構造	第1金屬層		第1絕緣層		第2金屬層		第2絕緣層		第3金屬層		第3絕緣層		第4金屬層		最小 $\sigma_{\text{min}} \text{ dB}$		屏蔽效果		
		厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	厚度 μm	@1 MHz dB
實施例 1	Cu/PI/Cu/PI/Cu	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	57.6
實施例 2	Al/PET/Al/PET/Al	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	52.1
實施例 3	電解Cu/PET/電解Cu/PET/電解Cu	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100	71.1
實施例 4	Ni/PET/Ni/PET/Ni	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50.0
實施例 5	Fe/PET/Fe/PET/Fe	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	41.0
實施例 6	sus/PTFE/sus/PTFE/sus	50	500	50	500	50	500	50	500	50	500	50	500	50	500	50	500	50	500	30.8
實施例 7	Cu/PET/Cu/PET/Cu	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	33.5
實施例 8	Cu/PET/Cu/PET/Cu	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	57.6
實施例 9	Cu/PET/Cu/PET/Cu	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	74.4
實施例 10	Cu/PET/Cu/PET/Cu	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	7	9	30.1
實施例 11	Cu/PET/Cu/PET/Cu	17	500	17	500	17	500	17	500	17	500	17	500	17	500	17	500	17	500	85.1
實施例 12	Cu/PTFE/Cu/PTFE/Cu	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	57.6
實施例 13	Cu/PA/Cu/PA/Cu	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	57.6
實施例 14	Cu/PET/Ni/PET/Cu	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	33	100	57.6
實施例 15	Cu/PET/Cu/PET/Cu/PET/Cu	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	62.1
實施例 16	Cu/PET/Cu/PET/Cu/PET/Cu	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	12	100	32.7
實施例 17	Al/PET/Al/PET/Al/PET/Al	20	9	20	9	20	9	20	9	20	9	20	9	20	9	20	9	20	9	61.6
比較例 1	Cu	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31.1
比較例 2	Al	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33.1
比較例 3	Cu/Cu/Cu	33	—	33	—	33	—	33	—	33	—	33	—	33	—	33	—	33	—	27.6
比較例 4	Cu/PET/Cu	7	250	7	250	7	250	7	250	7	250	7	250	7	250	7	250	7	250	28.2
比較例 5	Cu/PET/Cu	8	100	8	100	8	100	8	100	8	100	8	100	8	100	8	100	8	100	22.9
比較例 6	Al/空隙/Al	6	50	6	50	6	50	6	50	6	50	6	50	6	50	6	50	6	50	26.6
比較例 7	Al/PI/Al/PI/Al	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	6	9	11.8

【符號說明】

無。

申請專利範圍

1. 一種電磁波屏蔽材，其具有至少 3 片金屬箔介隔絕緣層而積層之構造，且構成該電磁波屏蔽材之金屬箔與絕緣層之全部組合滿足 $\sigma_M \times d_M \times d_R \geq 3 \times 10^{-3}$ ，

其中，式中之符號如下所示，

σ_M ：金屬箔於 20°C 之導電率 (S/m)

d_M ：金屬箔之厚度 (m)

d_R ：絕緣層之厚度 (m)。

2. 如申請專利範圍第 1 項之電磁波屏蔽材，其中，各金屬箔於 20°C 之導電率為 1.0×10^6 S/m 以上。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之電磁波屏蔽材，其中，各金屬箔之厚度為 4~100 μm 。
4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之電磁波屏蔽材，其中，各絕緣層於 20°C 之相對介電常數為 2.0~10.0。
5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之電磁波屏蔽材，其中，各絕緣層之厚度為 4~500 μm 。
6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之電磁波屏蔽材，其中，金屬箔之合計厚度為 15~150 μm 。
7. 一種電氣/電子機器用被覆材或包裝材，其具備申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之電磁波屏蔽材。
8. 一種電氣/電子機器，其具備申請專利範圍第 7 項之被覆材或包裝材。