



(21)申請案號：108134276

(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：日商 JX 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：1 項 圖式數：0 共 23 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)

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 電磁波屏蔽材

【英文發明名稱】 無

【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4~100 μm 。

【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2.0~10.0。

【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4~500 μm 。

【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15~150 μm 。

【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 $1.0 \times 10^6 \text{ S/m}$ (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 $10.0 \times 10^6 \text{ S/m}$ 以上，進而更佳為 $30.0 \times 10^6 \text{ S/m}$ 以上，最佳為 $50.0 \times 10^6 \text{ S/m}$ 以上。作為此種金屬，可列舉：導電率為約 $9.9 \times 10^6 \text{ S/m}$ 之鐵、導電率為約 $14.5 \times 10^6 \text{ S/m}$ 之鎳、導電率為約 $39.6 \times 10^6 \text{ S/m}$ 之鋁、導電率為約 $58.0 \times 10^6 \text{ S/m}$ 之銅、及導電率為約 $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ 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 μm ，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 μm 以上，更佳為7 μm 以上，進而更佳為10 μm 以上，進而更佳為20 μm 以上，進而更佳為40 μm 以上，進而更佳為80 μm 以上，進而更佳為100 μm 以上。另一方面，即便每片之厚度超過600 μm ，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 μm 以下，更佳為500 μm 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 = 377 Ω

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

第8頁，共21頁(發明說明書)

式，則可以下式表述。

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

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

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

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

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

【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。

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

【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。

$$\begin{aligned} A &= 1 + Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}\sigma_{M2}d_{M2} + Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}\sigma_{M3}d_{M3} + \\ &Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M2}d_{M2}\sigma_{M3}d_{M3} \\ B &= Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2} + Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M2}d_{M2} + Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1} \\ C &= \sigma_{M1}d_{M1} + \sigma_{M2}d_{M2} + \sigma_{M3}d_{M3} + \gamma_{R1}d_{R1}/Z_{R1} + \gamma_{R2}d_{R2}/Z_{R2} + Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}\sigma_{M1}d_{M1} + \\ &Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}\sigma_{M1}d_{M1}\sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M1}d_{M1}\sigma_{M2}d_{M2}\sigma_{M3}d_{M3} + \\ &Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M2}d_{M2}\sigma_{M3}d_{M3} + Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M3}d_{M3}\gamma_{R1}d_{R1}/Z_{R1} \\ D &= Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M1}d_{M1} + Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M1}d_{M1}\sigma_{M2}d_{M2} + Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\sigma_{M2}d_{M2} + \\ &Z_{R1}\gamma_{R1}d_{R1}\sigma_{M1}d_{M1} + Z_{R2}\gamma_{R2}d_{R2}\gamma_{R1}d_{R1}/Z_{R1} \end{aligned}$$

【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 $\sigma_M \times d_M \times d_R$

第 10 頁，共 21 頁(發明說明書)

$\geq 4 \times 10^{-2}$ ，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 μm 以下。若接著劑層之厚度超過6 μm ，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50~1500 μm ，可設為1000 μm 以下，可設為600 μm 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 $\times 10^6$ S/m）

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

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

Ni：鎳箔（20°C之導電率：14.5 $\times 10^6$ 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 $100 \mu\text{m}$ 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 $6\ \mu\text{m}$ 及 $30\ \mu\text{m}$ 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 $50\ \mu\text{m}$ 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：

$$\sigma_M \times d_M \times d_R < 3 \times 10^{-3}$$

使用厚度 $9\ \mu\text{m}$ 之聚醯亞胺（PI）膜作為絕緣層，使用厚度 $6\ \mu\text{m}$ 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 $100\ \mu\text{m}$ 之聚醯亞胺（PI）膜作為絕緣層，使用厚度 $17\ \mu\text{m}$ 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。

【0056】（實施例2）

使用厚度 $100\ \mu\text{m}$ 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 $100\ \mu\text{m}$ 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 $30\ \mu\text{m}$ 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 $100\ \mu\text{m}$ 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 $50\ \mu\text{m}$ 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 $100\ \mu\text{m}$ 之聚對苯二甲酸乙二酯（PET）膜作為絕緣層，使用厚度 $50\ \mu\text{m}$ 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 $500\ \mu\text{m}$ 之聚四氟乙烯（PTFE）膜作為絕緣層，使用厚度 $50\ \mu\text{m}$ 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 $\sigma_M d_M d_R$ 」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 $\sigma_M d_M d_R$ 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 $\sigma_M d_M d_R$ 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 $\sigma_M d_M d_R$ 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 $\sigma_M d_M d_R$ 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 $\sigma_M d_M d_R$ 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 σ_{MDR}	屏蔽效果 @1 MHz
		厚度	厚度	厚度	厚度	厚度	厚度	厚度		
		μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm		
實施例1	Cu/PI/Cu/PI/Cu	17	100	17	100	17	—	—	9.9E-02	57.6
實施例2	Al/PET/Al/PET/Al	20	100	20	100	20	—	—	7.9E-02	52.1
實施例3	電解Cu/PET/電解Cu/PET/電解Cu	30	100	30	100	30	—	—	1.7E-01	71.1
實施例4	Ni/PET/Ni/PET/Ni	50	100	50	100	50	—	—	7.3E-02	50.0
實施例5	Fe/PET/Fe/PET/Fe	50	100	50	100	50	—	—	5.0E-02	41.0
實施例6	sus/PTFE/sus/PTFE/sus	50	500	50	500	50	—	—	3.5E-02	30.8
實施例7	Cu/PET/Cu/PET/Cu	6	100	6	100	6	—	—	3.5E-02	33.5
實施例8	Cu/PET/Cu/PET/Cu	17	100	17	100	17	—	—	9.9E-02	57.6
實施例9	Cu/PET/Cu/PET/Cu	33	100	33	100	33	—	—	1.9E-01	74.4
實施例10	Cu/PET/Cu/PET/Cu	7	9	33	9	33	—	—	3.7E-03	30.1
實施例11	Cu/PET/Cu/PET/Cu	17	500	17	500	17	—	—	4.9E-01	85.1
實施例12	Cu/PTFE/Cu/PTFE/Cu	17	100	17	100	17	—	—	9.9E-02	57.6
實施例13	Cu/PA/Cu/PA/Cu	17	100	17	100	17	—	—	9.9E-02	57.6
實施例14	Cu/PET/Ni/PET/Cu	33	100	30	100	33	—	—	4.4E-02	62.1
實施例15	Cu/PET/Cu/PET/Cu/PET/Cu	12	12	17	12	17	12	12	8.4E-03	32.7
實施例16	Cu/PET/Cu/PET/Cu/PET/Cu	12	100	12	100	12	100	12	7.0E-02	61.6
實施例17	Al/PET/Al/PET/Al/PET/Al	20	9	20	9	20	9	20	7.1E-03	36.8
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	—	—	—	27.6
比較例4	Cu/PET/Cu	7	250	7	—	—	—	—	—	28.2
比較例5	Cu/PET/Cu	8	100	8	—	—	—	—	—	22.9
比較例6	Al/空隙/Al	6	50	30	—	—	—	—	—	26.6
比較例7	Al/PI/Al/PI/Al	6	9	6	9	6	—	—	2.1E-03	11.8

【符號說明】

無。

【發明摘要】

【中文發明名稱】 電磁波屏蔽材

【英文發明名稱】 無

【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

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種電磁波屏蔽材，其係本說明書所記載之發明。