

【發明說明書】

【中文發明名稱】

金屬纖維不織布

【英文發明名稱】

METAL FIBER NONWOVEN FABRIC

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於金屬纖維進行結著而成之金屬纖維不織布。

【先前技術】

【0002】 發明背景

自習知，由金屬100%構成之具微細孔的片狀物方面，係使用金屬網等織布、乾式網織物、濕式網織物、粉末燒結體、對不織布施行鍍覆處理後將不織布進行脫脂處理製得之金屬片材等大量物質。又，以金屬纖維、金屬粉末等構成之片狀物，一般是在真空中或非氧化氣體環境中進行燒結處理，藉以使金屬纖維彼此的重疊部分固著而片材化。

【0003】 這種片狀物中，已知的有利用濕式抄造法將包含金屬纖維之漿料予以抄紙而製得之金屬纖維不織布。由於抄造法這種製造方法的特性，以濕式抄造法製得之金屬纖維不織布，金屬纖維呈不規則定向，片材織構質地呈均勻、輕薄且緻密。因此，以濕式抄造法製得之金屬纖維不織布可利用在濾材、緩衝材、電磁波屏蔽材等多種領域。

【0004】 上述這種利用抄造法獲致之物，已提案有例

如供電磁波屏蔽用途之金屬纖維不織布的製造方法，係將金屬纖維與水溶性聚乙烯基醇、非水溶性熱塑性樹脂、有機高分子黏劑一起混合之後進行抄紙，並在非水溶性熱塑性樹脂熔點以上之加熱下進行加壓者(例如專利文獻1)。

【0005】 另外，也提案藉由高壓噴射水流使金屬纖維彼此交織(entangle)，試圖在不使用樹脂纖維等的前提下製得具金屬特有光澤之金屬纖維不織布(例如專利文獻2)。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

【0006】 [專利文獻1]日本特開昭61-289200號公報

[專利文獻2]日本特開2000-80591號公報

【發明內容】

【0007】 發明欲解決之課題

如上述，金屬纖維不織布可利用在濾材、緩衝材、電磁波屏蔽材等多種領域中，然而1片金屬纖維不織布有時會有重量不均等較大的情況，使用用途受到限制。因此，在各種用途上，均冀望有具備較習知金屬纖維不織布更高均質性之金屬纖維不織布。

【0008】 例如，以作為精密電子零件用構件來使用的情況而言，金屬纖維不織布會以小面積(個別片)來使用。然而，以習知金屬纖維不織布而言，要以高產品良率來生產具高均質性之小面積金屬纖維不織布有其困難。習知作為精密電子零件用構件之金屬纖維不織布稱不上具備充分緻密而均質之特性。

另外，即便是設想為較大面積的情況下，也冀望有已降低電性特性、物理特性、透氣特性等之面內不均的金屬纖維不織布。

然而，要使包含具高真密度與塑性變形特性之金屬纖維的金屬纖維不織布高度均質化則非常困難。

又，金屬纖維不織布由於其可撓性，故對狹小處所之配置性、形狀自由度等優異，就這方面而言，對均質性更高之金屬纖維不織布的需求也很高。

【0009】 然而，專利文獻1、2所揭示之金屬纖維不織布及金屬纖維不織布之製造方法，並未意識到要製得均質性高之金屬纖維不織布，因此尚稱不上充分具備高均質性。

【0010】 本發明是有鑑於上述事情而成者，目的在於提供下述金屬纖維不織布，其即便是製成小面積之個別片的情況下個別片間不均仍小，因此即便是製成相對較大之面積，面內不均仍小而具有高均質性。

解決課題之手段

【0011】 本發明人等專精檢討，結果發現，以金屬纖維彼此已結著之金屬纖維不織布而言，令平均每 1cm^2 金屬纖維不織布之依JIS Z8101規定之基重的變異係數(CV值)在10%以下，藉此可獲得高均質性，而完成了本發明。

進一步，藉由調整金屬纖維之平均纖維長、平均纖維徑及充填率等，可製得具備更高均質性之金屬纖維不織布。

【0012】 亦即，本發明提供以下金屬不織布。

(1)一種金屬纖維不織布，係金屬纖維間進行結著而成

者，其特徵在於：平均每 1cm^2 金屬纖維不織布之依JIS Z8101(ISO 3534：2006)規定之基重的變異係數(CV值)在10%以下。

【0013】 (2)如(1)之金屬纖維不織布，其中前述金屬纖維之平均纖維長為1~10mm。

【0014】 (3)如(1)或(2)之金屬纖維不織布，其中前述金屬纖維之充填率的平均值為5%~50%。

【0015】 (4)如(1)至(3)中任一項之金屬纖維不織布，其中前述金屬纖維為銅纖維。

【0016】 (5)如(1)至(4)中任一項之金屬纖維不織布，其為電子零件用構件。

發明效果

【0017】 本發明之金屬纖維不織布具備高緻密性且為均質，故可使用在包含電子零件用構件在內之多種用途。

進一步，金屬纖維具有特定平均纖維長的情況下，可製得金屬纖維彼此易於適度交織而不易產生所謂團塊之金屬纖維不織布。

【0018】 亦即，本發明之金屬纖維不織布，以充分面積工業化生產後，即便被加工成極小面積形態，仍可得到品質差極小之個別片，且即便以較大面積來使用亦可將面內不均抑制在極小極低。

【圖式簡單說明】

【0019】 圖1係顯示銅纖維不織布面之SEM照片。

圖2係圖1之放大照片，為顯示出銅纖維彼此結著之狀

態之SEM照片。

圖3係用以計測本發明之基重變異係數的金屬纖維不織布裁切個別片之測繪圖。

圖4係實施例3之高均質性銅纖維不織布之照片。

圖5係比較例1之低均質性銅纖維不織布之照片。

圖6係顯示金屬纖維不織布個別片之片材電阻測定方法的示意圖。

【實施方式】

【0020】 較佳實施例之詳細說明

以下，詳細說明本發明之金屬纖維不織布，惟本發明金屬纖維不織布之實施形態並不限於此。

【0021】 本發明之金屬纖維不織布可僅由金屬纖維構成，亦可在金屬纖維之外還具有金屬纖維以外之物。

所謂金屬纖維間進行結著意指金屬纖維呈現物理性固定之狀態，而金屬纖維以物理性固定之部位稱為結著部。在結著部處，金屬纖維彼此可直接固定，亦可金屬纖維一部分彼此透過金屬成分以外的成分間接性固定。’

圖1是利用銅纖維製備之金屬纖維不織布之SEM照片，參考符號1是表示銅纖維。又，圖2是圖1之放大SEM照片，參考符號2是表示銅纖維結著部。

【0022】 以下，進一步詳細說明本發明之金屬纖維不織布。

<1.構成金屬纖維不織布之材料>

構成金屬纖維不織布之前述金屬纖維的具體例並無

特別限定，可以是不鏽鋼、鐵、銅、鋁、青銅、黃銅、鎳、鉻、及金、鉑、銀、鈮、銻、鉍、釷及鐵等貴金屬。其中，銅纖維因剛直性與塑性變形性之平衡適度，容易獲得具充分均質性之金屬纖維不織布，故頗適宜。

【0023】 前述金屬成分以外的成分方面，可例示聚乙烯樹脂及聚丙烯樹脂等聚烯烴樹脂、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)樹脂、聚乙烯基醇(PVA)樹脂、聚氯乙烯樹脂、聚芳醯胺樹脂、奈綸、丙烯酸系樹脂等、及該等樹脂構成之纖維狀物。

進一步，亦可將對金屬纖維具有結著性及載持性之有機物等使用於結著部。

【0024】 <2.金屬纖維及金屬纖維不織布之物性>

本發明中使用之金屬纖維之平均纖維徑，可在無損不織布均質性之範圍內任意設定，惟以 $1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 為佳，更佳為 $2\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。金屬纖維之平均纖維徑若在 $1\mu\text{m}$ 以上，金屬纖維可獲得適度剛直性，在製成不織布時會有不容易發生所謂團塊之傾向。金屬纖維之平均纖維徑若在 $30\mu\text{m}$ 以下，金屬纖維可獲得適度可撓性，因此有纖維易於適度交織之傾向。

再者，在無礙於製成不織布之範圍內，金屬纖維之平均纖維徑以偏小者較易於提高金屬纖維不織布的均質性，因此頗佳。

此外，本說明書中所謂「平均纖維徑」，是依據下述所導出之面積徑的平均值(例如20個纖維的平均值)：該面

積徑係藉由算出顯微鏡拍攝的金屬纖維不織布之金屬纖維中相對於長向之任意垂直截面的截面積(例如利用周知軟體算出)，並算出與該截面積具相同面積之圓的直徑而導出。

【0025】 另外，金屬纖維垂直於長向之截面形狀可為圓形、橢圓形、略四角形、不定形等任一種均可，而以圓形為佳。此處所謂圓形截面，只要是在一般實施金屬纖維不織布生產上所承受的應力下容易生成曲部之程度的圓形截面即可，因此不須為正圓截面。

圓形截面之金屬纖維相較於例如具有角柱截面之纖維，對應力易於產生彎曲，且對承受應力之處，金屬纖維在彎曲程度上不易產生差異，因此彎曲程度也會有均質化的傾向。

以例如後述利用濕式法製備金屬纖維不織布的情況而言，圓形截面之金屬纖維容易藉著與漿料攪拌葉片等之接觸產生曲部。藉著具有曲部之金屬纖維彼此適度交織而有容易提高金屬纖維不織布均質性的傾向。

【0026】 本發明之金屬纖維之平均纖維長以1mm~10mm之範圍為佳，更佳為3mm~5mm之範圍。再者，金屬纖維之纖維長在無礙於製成不織布的範圍內，以偏短者易於提高金屬纖維不織布的均質性，因此頗佳。

平均纖維長若在1mm~10mm之範圍，例如藉由抄造製備本發明之金屬纖維不織布時，不易發生所謂金屬纖維之團塊，可變得易於控制金屬纖維之分散程度，同時由於金

屬纖維彼此適度交織，因此也變得容易發揮提高金屬纖維不織布處理強度的效果。

再者，本說明書中所謂「平均纖維長」，是以顯微鏡測定例如20根，並將測定值予以平均之值。

【0027】 為了調整纖維長而在將利用熔融紡絲法、拉拔法(PULL-OUT METHODS)等製成之長金屬纖維切斷成所欲之纖維長時將金屬纖維1根1根切斷，從金屬纖維之微細度來論未免不切實際。於是，採用將金屬纖維成束切斷之方法，這種情況下，以預先將長金屬纖維束充分鬆解之後再行切斷為佳。藉由將纖維間充分鬆解，可易於抑制切斷時金屬纖維間之切斷面彼此固著的現象(例如松葉狀等)。藉此，在製成不織布時，呈現每1根金屬纖維各自獨立之型態，因而更易於獲得均質性高之金屬纖維不織布。硬度低之銅纖維等使用這種手法尤其有效。

【0028】 進而，本發明之金屬纖維之長徑比(aspect ratio)以33~10,000為佳，150~1,500更佳。長徑比若在33以上的話，不易產生所謂團塊且金屬纖維易於生成適度的交織，因此有可保持金屬纖維不織布適度處理強度的傾向。長徑比若在10,000以下，可充分保持處理強度，且團塊不易產生，因此有易於獲得金屬纖維不織布之優異均質性的傾向。

【0029】 金屬纖維不織布之厚度可調整成任意厚度，不過以例如20 μ m~5mm之範圍為佳。

再者，本說明書中所謂「金屬纖維不織布之厚度」是

指利用藉空氣落下端子方式之膜厚計(例如三豐公司製:數位型指示器ID-C112X)測定例如金屬纖維不織布之隨意數個測定點時該等的平均值。

【0030】 本發明之金屬纖維不織布中纖維之充填率以5~50%之範圍為佳，15%~40%較佳。纖維之充填率若在5%以上的話，由於纖維量充足因此可獲得適度均質性。纖維充填率若在50%以下，不僅可獲得適度均質性，還可獲得金屬纖維不織布所冀望的可撓性。

本說明書中所謂「金屬纖維不織布中纖維之充填率」是指相對於金屬纖維不織布體積，有纖維存在之部分的比率。

金屬纖維不織布僅由單一金屬纖維構成的情況下，係由金屬纖維不織布之基重與厚度、及金屬纖維真密度依據下式算出。

充填率(%)=金屬纖維不織布之基重/(金屬纖維不織布之厚度×金屬纖維之真密度)×100

還有，若金屬纖維不織布包含其他金屬纖維或包含金屬纖維以外的纖維時，藉由採用反映出組成比率之真密度值即可算出充填率。

【0031】 <3.金屬纖維不織布之均質性>

本發明之金屬纖維不織布平均每1cm²金屬纖維不織布之依JIS Z8101(ISO 3534)規定之基重的變異係數(CV值)在10%以下。基重的變異係數之求取方法可由例如以下方法而行。

【0032】 1.將計測對象之金屬纖維不織布裁切成 1cm^2 見方，獲得金屬纖維不織布個別片。

2.以高精度分析天秤(例如A & I公司製，商品名：BM-252)秤重前述各個別片求出質量。

3.考量到個別片有可能並非嚴謹之正方形，故測定平行2邊之中央附近距離，以其測定值為縱長、橫長。

4.由前述縱長、橫長算出各個別片之面積。

5.藉由將前述質量除以前述面積而算出各個別片之基重。

6.將全部個別片之基重之標準偏差除以平均值，乘上100算出金屬纖維不織布個別片之基重的變異係數(CV值)。

還有，個別片數藉由測定例如100個以上，可圖變異係數穩定化。另外，若計測對象之金屬纖維不織布不足 1cm^2 時，只需將已換算成 1cm^2 之值視為變異係數(CV值)即可。

【0033】 由於基重是表示每單位面積之重量的指標，因此可以說基重的變異係數在一定值以下之偏低值，則各個別片之充填率、片材電阻等方面也為安定之值。亦即，基重的變異係數在10%以下，即表示金屬纖維不織布不存在極端之團塊或空隙，可獲得纖維充填率、片材電阻等值也充分均質之不織布。

【0034】 藉由適當調整上述各種參數可使平均每 1cm^2 金屬纖維不織布之依JIS Z8101(ISO 3534)規定之基

重的變異係數(CV值)在10%以下，而調整金屬纖維之平均纖維長及平均纖維徑尤其重要。

具體上，就僅以金屬來形成金屬纖維不織布的情況而言，宜使用平均纖維長1mm~10mm、較佳為3mm~5mm、平均纖維徑1 μ m~30 μ m、更佳為2 μ m~20 μ m之金屬纖維。

【0035】 <4.金屬纖維不織布之製備>

作為製得本發明之金屬纖維不織布之方法，可採用乾式法或濕式抄造法，乾式法係將金屬纖維或以金屬纖維為主體之網織物予以壓縮成形，濕式抄造法係將金屬纖維或以金屬纖維為主體之原料以濕式抄造法進行抄紙。

【0036】 <4.1乾式法>

藉由乾式法來製得本發明之金屬纖維不織布的情況而言，可將已藉梳理(carding)法、氣流成網(air-laid)法等製得之金屬纖維或以金屬纖維為主體之網織物予以壓縮成形。這時，為了使纖維彼此結著，亦可使黏結劑浸滲至纖維間。

該黏結劑並無特別限定，可使用例如丙烯酸系接著劑、環氧系接著劑、胺甲酸乙酯系接著劑等有機系黏結劑，此外，可使用膠質氧化矽、水玻璃、矽酸鈉等無機質接著劑。

再者，也可在纖維表面預先被覆熱接著性樹脂，將金屬纖維或以金屬纖維為主體之集合體予以層積之後進行加壓/加熱壓縮來取代浸滲黏結劑。

【0037】 <4.2濕式抄造法>

另外，亦可藉由使金屬纖維等分散於水中，再將之抄撈起之濕式抄造法來製備本發明之金屬纖維不織布。

金屬纖維不織布之製造方法至少具備下述步驟：將金屬纖維等纖維狀物進行水中分散等製備抄造漿料之步驟、自抄造漿料獲得濕體片材之抄造步驟、使濕體片材脫水之脫水步驟、將脫水後片材乾燥而獲得乾燥片材之乾燥步驟、及使用以構成乾燥片材之金屬纖維等結著之結著步驟。

再者，脫水步驟與乾燥步驟之間、乾燥步驟與結著步驟之間、結著步驟後亦可實施將片狀物加壓(**press**)之加壓步驟。

以下，說明各個步驟。

(漿料製備步驟)

利用例如攪拌混合機來調製金屬纖維漿料、或調製含有金屬纖維與金屬纖維以外之纖維狀物的漿料，並適當對其添加填料、分散劑、增黏劑、消泡劑、紙張強化劑、上漿劑、凝集劑、著色劑、固著劑等。

上述金屬纖維以外之纖維狀物，可舉聚乙烯樹脂及聚丙烯樹脂等聚烯烴樹脂、聚對苯二甲酸乙二酯(**PET**)樹脂、聚乙烯醇(**PVA**)樹脂、聚氯乙烯樹脂、聚芳醯胺樹脂、奈綸、丙烯酸系樹脂等。

該等樹脂之纖維狀物可藉加熱熔融而發揮結著性，因此亦可添加至漿料中。

不過，就藉由燒結在金屬纖維間設置結著部的情況而言，金屬纖維間無有機纖維等之存在的話容易確實設置結

著部，因此頗佳。

【0038】 如上述除去有機纖維等之存在並將金屬纖維予以抄造的情況下，藉由水與金屬纖維之真密度差、金屬纖維之過度交織，容易產生所謂團塊等凝集物。因此，宜適當使用增稠劑等。

又，攪拌混合機中之漿料傾向於真密度大的金屬纖維容易沉降在混合機底面。因此，宜以除去金屬纖維比率相對較穩定之底面附近部分後的漿料來作為抄造漿料使用。

【0039】 尤其藉由使抄造漿料中之纖維充分分散，可壓低平均每 1cm^2 金屬纖維不織布依JIS Z8101(ISO 3534)規定之基重的變異係數(CV值)。在使纖維充分分散上，該纖維之平均纖維長及平均纖維徑之調整很重要。

【0040】 (抄造步驟)

接著利用前述漿料，以抄紙機進行濕式抄造。抄紙機可使用圓網抄紙機、長網抄紙機、短網抄紙機、傾斜式抄紙機、自該等中組合同種或異種抄紙機而成之複合抄紙機等。

(脫水步驟)

接著，將抄紙後之濕紙予以脫水。

脫水時，以使脫水之水流量(脫水量)在抄造網面內、寬度方向等均勻化為佳。藉由令水流量一定，脫水時之亂流等便可獲抑制，金屬纖維朝抄造網沉降之速度可均勻化，故可容易獲得均質性高的金屬纖維不織布。為了使脫水時之水流量一定，只須採取對策來排除有可能會構成抄

造網下水流障礙的結構物即可。

【0041】（乾燥步驟）

脫水後，使用空氣乾燥機、滾筒烘乾機、吸取式旋桶乾燥器(suction drum dryer)、紅外線式烘乾機等進行乾燥。經過這種步驟即可獲得含有金屬纖維之片材。

【0042】（結著步驟）

接著，使片材中之金屬纖維彼此結著。結著方法可採用將金屬纖維不織布燒結之方法、藉化學蝕刻結著之方法、雷射熔接固定之方法、利用IH加熱進行結著之方法、化學鍵接法、導熱性結合法等。該等方法中，因結著可確實進行，金屬纖維間可固定，例如基重的變異係數(CV值)容易穩定，故以採用燒結金屬纖維不織布之方法為適宜。

【0043】 在使金屬纖維不織布燒結上，宜包含在真空中或非氧化氣體環境中於金屬纖維熔點以下之溫度下進行燒結之燒結步驟。經過燒結步驟之金屬纖維不織布其有機物燒掉，即便是僅由金屬纖維構成之不織布，藉著金屬纖維彼此的接點結著，可容易製得均質性穩定之金屬纖維不織布。

【0044】 經過上述步驟便可製得金屬纖維不織布。

再者，上述步驟以外，也可採用下述步驟。

（纖維交織處理步驟）

亦可實施纖維交織處理步驟，該纖維交織處理步驟係使抄造步驟後形成了含抄造網上水分之濕體片材的金屬纖維或以金屬纖維為主體的纖維相互交織。

此處，纖維交織處理步驟以採用例如對濕體片材面噴射高壓噴射水流之纖維交織處理步驟為佳。具體而言，係在正交於片材流向之方向上配列多數噴嘴，自該多數噴嘴同時噴射高壓噴射水流，藉此，便可涵蓋片材整體使金屬纖維或以金屬纖維為主體之纖維彼此交織。經過前述步驟後，濕體片材經由乾燥步驟而被捲取等。

【0045】（加壓步驟）

如上述，加壓步驟可在脫水步驟與乾燥步驟之間、乾燥步驟與結著步驟之間、及/或結著步驟後實施。尤其，藉由在結著步驟後實施加壓步驟，便容易於後續的纖維交織處理步驟中在金屬纖維間設置結著部。藉此，可使金屬纖維不織布之均質性進一步提升，因此頗佳。

又，加壓可在加熱下實施，亦可在非加熱下實施。不過，若金屬纖維不織布包含可加熱熔融之有機纖維等，則以在該熔融起始溫度以上之加熱為有效。

若是金屬纖維不織布僅由金屬纖維構成的情況下，僅加壓亦可。壓力只要考慮金屬纖維不織布之厚度來適當設定即可，例如，以厚度 $170\mu\text{m}$ 左右之金屬纖維不織布的情況而言，藉由在線壓小於 300kg/cm 下實施，較佳為小於 250kg/cm 下實施，則可輕易對金屬纖維不織布賦予均質性，因此頗佳。另外，藉著該加壓步驟，也可調整金屬纖維不織布中金屬纖維之充填率。

【0046】 又，加壓(press)步驟也可對經過結著步驟而燒結之金屬纖維不織布實施。藉由對燒結步驟後之金屬纖

維不織布施行加壓步驟，可進一步提高均質性。

纖維以無規交織之金屬纖維不織布藉著朝厚度方向被壓縮，不僅厚度方向連同面方向上也會產生纖維位移。藉此，可期待金屬纖維變得易於配置在燒結時原為空隙之處的效果，這種狀態可藉由金屬纖維具有的塑性變形特性來維持。

加壓(press)時的壓力只要考量金屬纖維不織布之厚度來適當設定即可。如此製備之金屬纖維燒結不織布的電阻值，可依據金屬纖維種類、厚度、密度等任意調整，而使銅纖維燒結所製得之片狀金屬纖維不織布之電阻值則在例如 $1.3\text{m}\Omega/\square$ 左右。

【0047】（金屬纖維不織布之用途）

接著，就本發明之金屬纖維不織布之用途予以說明。

本發明之金屬纖維不織布依據所使用的金屬種類等，可使用在廣泛用途。例如，可列舉使用不鏽鋼纖維之作為全音響穿透材之麥克風海綿、以抑制電磁波等為目的之電子電路基板用抗電磁波雜訊構件、抗半導體發熱之半導體晶片接合用焊料中所使用的銅纖維不織布熱傳材等。不過，除上述之外，還可廣泛使用在建築材料、車輛、飛航機、船舶等之散熱、加熱、抗電磁波用途等。

【0048】 以下，利用實施例及比較例，進一步詳細說明本發明之金屬纖維不織布。

（實施例1）

將直徑 $18.5\mu\text{m}$ 、平均纖維長 10mm 、截面形狀呈略圓

環狀之銅纖維在水中分散，並適當添加增稠劑製成抄造漿料。接著，製得將該抄造漿料中位於混合機底部之銅纖維濃度高的部分予以去除的抄造漿料。將基重 $300\text{g}/\text{m}^2$ 之所得抄造漿料投入抄造網上，經過脫水/乾燥而製得銅纖維不織布。

之後，將已製得之銅纖維不織布在常溫下以線壓 $80\text{kg}/\text{cm}$ 進行加壓後，在氫氣75%、氮氣25%之氣體環境中以 $1,020^\circ\text{C}$ 加熱40分鐘使銅纖維間局部燒結，製得實施例1之銅纖維不織布。製得之銅纖維不織布的厚度為 $310\mu\text{m}$ 。

接著，將所製得之銅纖維不織布裁切成 $24\text{cm}\times 18\text{cm}$ ，按圖3之測繪圖的虛線部裁切成 1cm^2 ，獲得依1~24、A~S(I除外)區分之合計432個個別片4。根據該個別片4之質量與面積的測定值計算出各個別片4之基重等。根據全部個別片4之標準偏差與平均值算出之基重的變異係數為9.1，銅纖維之平均充填率為11.0%。

【0049】（實施例2）

令銅纖維之平均纖維長為 5mm ，除此之外與實施例1同樣施行，製得厚度 $303\mu\text{m}$ 、平均充填率12.7%之實施例2之銅纖維不織布個別片。依據與實施例1同樣的方法算出之基重的變異係數為8.8。

【0050】（實施例3）

令銅纖維之平均纖維長為 3mm ，除此之外與實施例1同樣施行，製得厚度 $229\mu\text{m}$ 、平均充填率10.3%之實施例

3之銅纖維不織布個別片。依據與實施例1同樣的方法算出之基重的變異係數為5.2。

【0051】（實施例4）

不除去抄造漿料位於混合機底部之銅纖維濃度高的部分，且燒結後在厚度方向上以240kg/cm之荷重進行加壓，除此之外與實施例2同樣施行，製得厚度102 μ m、平均充填率34.5%之實施例4之銅纖維不織布個別片。依據與實施例1同樣的方法算出之基重的變異係數為5.8。

【0052】（實施例5）

在切斷長銅纖維束之前，將各纖維充分鬆解，且已排除脫水時可能構成抄造網下水流障礙之結構物以抑制脫水時的亂流，在此狀態下進行抄造，除此之外與實施例4同樣施行，製得厚度101 μ m、平均充填率33.5%之實施例6之銅纖維不織布個別片。依據與實施例1同樣的方法算出之基重的變異係數為3.9。

【0053】（比較例1）

將長纖維捆束不予鬆解即進行切斷，將藉此而得之纖維直徑18.5 μ m、平均纖維長10mm、截面形狀呈略圓環狀的銅纖維分散於水中，並適當添加增稠劑製成抄造漿料。利用該抄造漿料，以基重300g/m²為標準投入抄造網上，進行脫水/乾燥，製得比較例1之銅纖維不織布。之後，將同不織布在常溫下以線壓80kg/cm進行加壓後，在氫氣75%、氮氣25%之氣體環境中以1020℃加熱40分鐘使金屬纖維間燒結，製得比較例1之銅纖維不織布。製得之銅纖

維不織布的厚度為 $284\mu\text{m}$ 。依據與實施例1同樣的方法算出之基重的變異係數為17.2，平均充填率為11.9%。

【0054】（實施例6）

將纖維直徑 $2\mu\text{m}$ 、平均纖維長 3mm 、截面形狀呈不定形之不鏽鋼纖維、與PVA纖維（商品名：Fibribond® VPB105、KURARAY公司製）以重量比98：2之比率在水中分散，並適當添加增稠劑製成抄造漿料。將該抄造漿料中位於混合機底部之不鏽鋼纖維濃度高的部分予以去除得到抄造漿料。利用該抄造漿料，以基重 $50\text{g}/\text{m}^2$ 為標準投入抄造網上，經過脫水/乾燥製得不鏽鋼纖維不織布。之後，將同不織布在常溫下以線壓 $80\text{kg}/\text{cm}$ 進行加壓後，在氫氣75%、氮氣25%之氣體環境中以 $1,120^\circ\text{C}$ 加熱60分鐘使不鏽鋼纖維間局部燒結，製得實施例6之不鏽鋼纖維不織布。製得之不鏽鋼纖維不織布的厚度為 $152\mu\text{m}$ 。

接著，將已製得之不鏽鋼纖維不織布裁切成 $24\text{cm}\times 18\text{cm}$ ，按圖3之測繪圖的虛線部裁切成 1cm^2 ，獲得依1~24、A~S(I除外)區分之合計432個個別片。根據該個別片之質量與面積的測定值計算出各個別片之基重等。根據全部個別片之標準偏差與平均值算出之基重的變異係數為2.3，不鏽鋼纖維之平均充填率為4.0%。

【0055】（實施例7）

令不鏽鋼纖維之平均纖維徑為 $8\mu\text{m}$ ，除此之外與實施例6同樣施行，製得厚度 $85\mu\text{m}$ 、平均充填率7.8%之實施例7之不鏽鋼纖維不織布個別片。依據與實施例6同樣的方法

算出之基重的變異係數為3.7。

【0056】（實施例8）

於燒結後在厚度方向上以240kg/cm之荷重實施加壓，並以基重300g/m²為目標，除此之外與實施例7同樣施行，製得厚度111μm、平均充填率33.7%之實施例8之不鏽鋼纖維不織布個別片。依據與實施例6同樣的方法算出之基重的變異係數為7.1。

【0057】（片材厚度測定）

已將實施例、比較例製得之銅纖維不織布切裁成24cm×18cm之樣本的厚度，乃是利用三豐製數位型指示器ID-C112X，以直徑15mm之測定端子進行測定。在9處測定所製得之不織布的厚度，並以其平均值為厚度。

【0058】（個別片尺寸之測定）

於實施例、比較例製得之計432個銅纖維不織布個別片的尺寸，乃是使用最小讀取值0.05mm之游標尺，依據以下要領來測定。考量到個別片可能並非嚴謹之正方形，因此利用前述游標尺測定出平行2邊之中央附近距離，以該測定值為縱長、橫長，依據縱長與橫長算出各個別片面積。

【0059】（個別片質量之測定）

於實施例、比較例製得之計432個銅纖維不織布個別片的質量，係以高精度分析天秤(A & I公司製，商品名：BM-252)來秤重。

【0060】（個別片之基重變異係數）

針對於實施例、比較例製得之計432個銅纖維不織布個別片之基重的變異係數，依據前述面積與質量算出各個別片基重，將合計432點之標準偏差除以平均值來算出。

【0061】（平均充填率）

於實施例、比較例製得之銅纖維不織布個別片的充填率係如以下算出。

充填率(%) = 銅纖維不織布之基重 / (銅纖維不織布厚度 × 銅纖維真密度) × 100

並以合計432點之算術平均為充填率平均值。

【0062】 於表1顯示算出數據一覽，並於表2顯示金屬纖維之物性。

【0063】 [表1]

[表 1]

		實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4	實施例 5	實施例 6	實施例 7	實施例 8	比較例 1
基重 (g/cm ²)	平均值	302.7	340.5	209.5	309.7	301.6	48.0	52.2	298.8	303.6
	中央值	303.0	339.5	209.8	310.0	302.8	47.9	52.2	297.7	296.2
	標準偏差	27.6	30.1	11.0	17.8	11.7	1.1	1.9	21.2	52.2
	變異係數	9.1	8.8	5.2	5.8	3.9	2.3	3.7	7.1	17.2
	最大值	367.7	457.3	237.4	355.6	349.1	52.7	57.8	427.8	584.1
	最小值	215.2	256.1	179.1	261.4	264.6	45.3	47.6	263.8	199.5
	最大-最小	152.5	201.2	58.3	94.2	84.5	7.4	10.2	164.0	384.6
充填率 (%)	平均值	11.0	12.7	10.3	34.5	33.5	4.0	7.8	33.7	11.9
	中央值	11.1	12.8	10.2	35.0	33.6	3.9	7.7	33.8	11.9
	標準偏差	1.2	1.3	0.9	4.2	2.2	0.7	0.8	2.0	1.3
	變異係數	10.9	10.5	8.7	12.2	6.5	16.5	10.4	6.0	10.7
	最大值	16.9	16.8	13.4	44.5	40.5	7.9	10.8	48.4	16.7
	最小值	6.7	7.7	7.9	23.1	25.2	2.6	5.9	21.8	8.0
	最大-最小	10.2	9.1	5.6	21.4	15.3	5.2	4.9	26.6	8.7

【0064】 [表2]

[表2]

	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4	實施例 5	實施例 6	實施例 7	實施例 8	比較例 1
纖維長 (mm)	10	5	3	5	5	3	3	3	10
纖維徑 (μm)	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	2	8	8	18.5
長徑比	541	270	162	270	270	1500	375	375	541
纖維截面形狀	略圓環狀	略圓環狀	略圓環狀	略圓環狀	略圓環狀	不定形	不定形	不定形	略圓環狀

【0065】（片材電阻值）

依圖6所示之個別片電阻測定要領，測定各個別片之

電壓與電流，利用van der Pauw法，從下述數式1算出片材電阻值。再者，圖6中，參考符號4係表示銅纖維不織布個別片。

電源：PA250-0.25A(KENWOOD公司製)

電壓計：KEITHLEY DMM7510 7 1/2 DIGIT MULTIMETER(Tektronix公司製)

【0066】 [數學式1]

(1) 如圖6所示測定2種類之I-V特性，然後求出電阻

$$R_{AB,CD} = \frac{V_{DC}}{I_{AB}} \quad R_{BC,DA} = \frac{V_{AD}}{I_{BC}}$$

(2) 依據以下算式算出 R_S (片材電阻)

$$R_S = \frac{\pi}{\ln 2} \frac{R_{AB,CD} + R_{BC,DA}}{2} f\left(\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}}\right) \quad (R_{AB,CD} \geq R_{BC,DA})$$

$$\cosh\left(\frac{\ln 2}{f\left(\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}}\right)} \frac{\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}} - 1}{\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}} + 1}\right) = \frac{\exp\left(\frac{\ln 2}{f\left(\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}}\right)}\right)}{2}$$

【0067】 利用該測定方法算出之實施例2的銅纖維不織布個別片之片材電阻值的變異係數為12.2，同法算出之比較例1的銅纖維不織布個別片的變異係數為23.8。

【0068】 圖4是為了確認實施例3之銅纖維不織布的均質性而在背面配置光源並拍攝之照片。與圖5所示比較例1之銅纖維不織布照片相形比較，未確認到有顯著團塊3存在，判斷其均質性格外提升。另外，該目測的結果係以變異係數(CV值)的差異來呈現。

【0069】 實施例1~5之銅纖維不織布、實施例6~8之不鏽鋼纖維不織布，基重的變異係數在10以下，各個別片之

均質性高，然而基重的變異係數為17.2之比較例1之銅纖維不織布，一如由圖5所示照片可獲知，可散見團塊3之銅纖維密集處。

【0070】 以上，以實施例製得之金屬纖維不織布，首先就工業生產性而言可以充分面積生產之後，即使被加工成極小面積形態，仍可獲得品質誤差極小的個別片，又即便以相對較大面積來使用，仍可將面內不均壓抑在極小。

【0071】 產業上可利用性

本發明之金屬纖維不織布，具備很高的緻密性且為均質，因此可使用在包括電子零件用構件在內之多種用途。例如，可廣泛使用在麥克風海綿、抗電磁波雜訊構件、半導體晶片接合用焊料中所使用之銅纖維不織布熱傳材、建築材料、車輛、飛航機、船舶等之散熱、加熱、抗電磁波用途等。

【符號說明】

【0072】 1…銅纖維

2…結著部

3…團塊部

4…個別片