



(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 I607459 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：102141770

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 15 日

(51)Int. Cl. : *H01F1/20 (2006.01)* *B22F7/04 (2006.01)*
B22F1/02 (2006.01) *H01F3/08 (2006.01)*
H01F27/255 (2006.01) *H01H3/32 (2006.01)*

(30)優先權：2012/11/20 日本 2012-254452

(71)申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：大塚勇 OTSUKA, ISAMU (JP)；前田優 MAEDA, YU (JP)；佐藤冬乙 SATO, TOSHIKUNI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	201034775A	JP	2005-294458A
JP	2009-164401A	JP	2010-118486A
JP	2012-138494A		

審查人員：王欽彥

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：7 共 45 頁

(54)名稱

複合粒子、壓粉磁心、磁性元件及攜帶型電子機器

COMPOSITE PARTICLE, POWDER MAGNETIC CORE, MAGNETIC ELEMENT, AND PORTABLE ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明係一種複合粒子，其特徵在於：其具有：第 1 粒子，其包含軟磁性金屬材料；及第 2 粒子，其以被覆上述第 1 粒子之方式固著於上述第 1 粒子且包含與上述第 1 粒子組成不同之軟磁性金屬材料，且於將上述第 1 粒子之維氏硬度設為 HV1、將上述第 2 粒子之維氏硬度設為 HV2 時，為 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 、 $100 \leq HV2 < 250$ 、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係，於將上述第 1 粒子之相同投影面積之圓直徑設為 d1、將上述第 2 粒子之相同投影面積之圓直徑設為 d2 時，為 $30 \mu m \leq d1 \leq 100 \mu m$ 及 $2 \mu m \leq d2 \leq 20 \mu m$ 之關係。

A composite particle includes: a first particle composed of a soft magnetic metallic material; and second particles composed of a soft magnetic metallic material having a different composition from that of the first particle and adhered to the first particle so as to cover the first particle, wherein when the Vickers hardness of the first particle is represented by HV1 and the Vickers hardness of the second particle is represented by HV2, HV1 and HV2 satisfy the following relationships: $250 \leq HV1 \leq 1200$, $100 \leq HV2 < 250$, and $100 \leq HV1 - HV2$, and when the projected area circle equivalent diameter of the first particle is represented by d1 and the projected area circle equivalent diameter of the second particle is represented by d2, d1 and d2 satisfy the following relationships: $30 \mu m \leq d1 \leq 100 \mu m$ and $2 \mu m \leq d2 \leq 20 \mu m$.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 3 . . . 第 1 粒子
 - 4 . . . 第 2 粒子
 - 5 . . . 複合粒子
 - 6 . . . 黏結劑
 - 31 . . . 絕緣層
 - 41 . . . 絕緣層

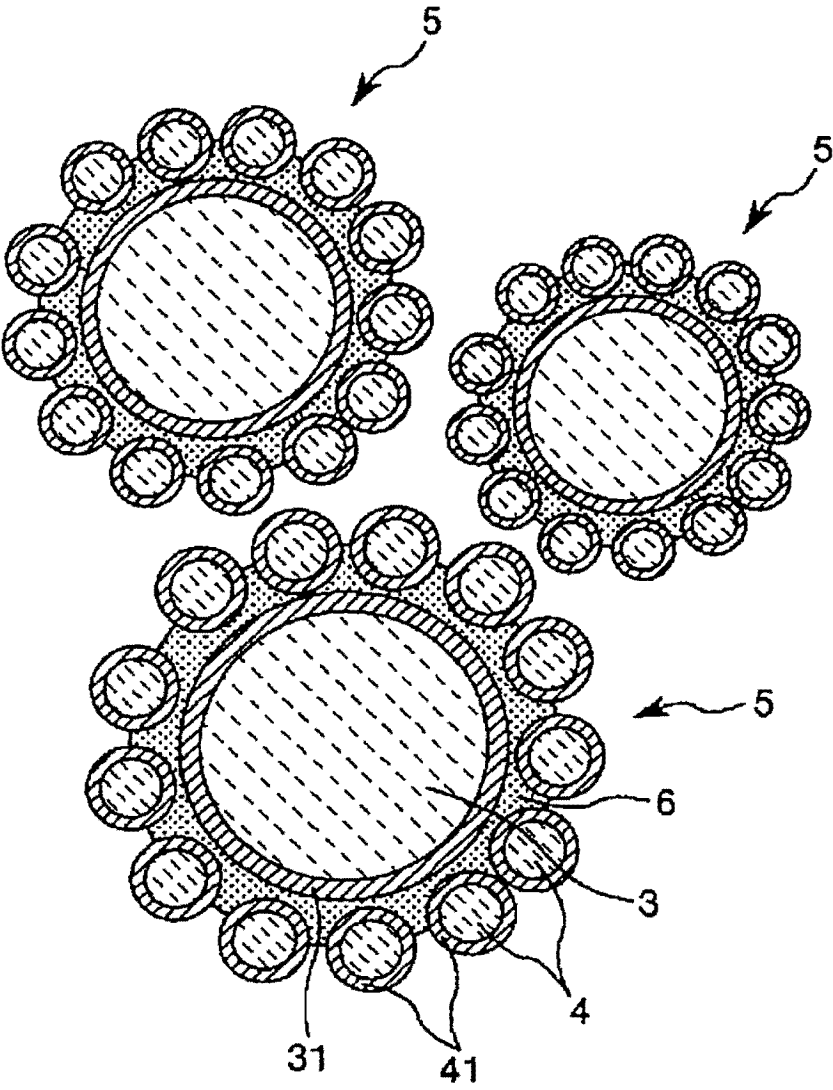


圖1

發明摘要

※ 申請案號：102141770

※ 申請日：102/11/15

※IPC 分類：

H01F 1/20 (2006.01)

B22F 7/04 (2006.01)

B22F 1/02 (2006.01)

H01F 3/08 (2006.01)

H01F 27/255 (2006.01)

H01H 3/32 (2006.01)

【發明名稱】

複合粒子、壓粉磁心、磁性元件及攜帶型電子機器

COMPOSITE PARTICLE, POWDER MAGNETIC CORE,

MAGNETIC ELEMENT, AND PORTABLE ELECTRONIC DEVICE

【中文】

本發明係一種複合粒子，其特徵在於：其具有：第1粒子，其包含軟磁性金屬材料；及第2粒子，其以被覆上述第1粒子之方式固著於上述第1粒子且包含與上述第1粒子組成不同之軟磁性金屬材料，且

於將上述第1粒子之維氏硬度設為HV1、將上述第2粒子之維氏硬度設為HV2時，為 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 、 $100 \leq HV2 < 250$ 、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係，

於將上述第1粒子之相同投影面積之圓直徑設為d1、將上述第2粒子之相同投影面積之圓直徑設為d2時，為 $30 \mu\text{m} \leq d1 \leq 100 \mu\text{m}$ 及 $2 \mu\text{m} \leq d2 \leq 20 \mu\text{m}$ 之關係。

【英文】

A composite particle includes: a first particle composed of a soft magnetic metallic material; and second particles composed of a soft magnetic metallic material having a different composition from that of the first particle and adhered to the first particle so as to cover the first particle, wherein when the Vickers hardness of the first particle is represented by HV1 and the Vickers hardness of the second particle is represented by HV2, HV1 and HV2 satisfy the following relationships: $250 \leq HV1 \leq 1200$, $100 \leq HV2 < 250$, and $100 \leq HV1 - HV2$, and when the projected area circle equivalent diameter of the first particle is represented by d1 and the projected area circle equivalent diameter of the second particle is represented by d2, d1 and d2 satisfy the following relationships: $30 \mu\text{m} \leq d1 \leq 100 \mu\text{m}$ and $2 \mu\text{m} \leq d2 \leq 20 \mu\text{m}$.

圖式

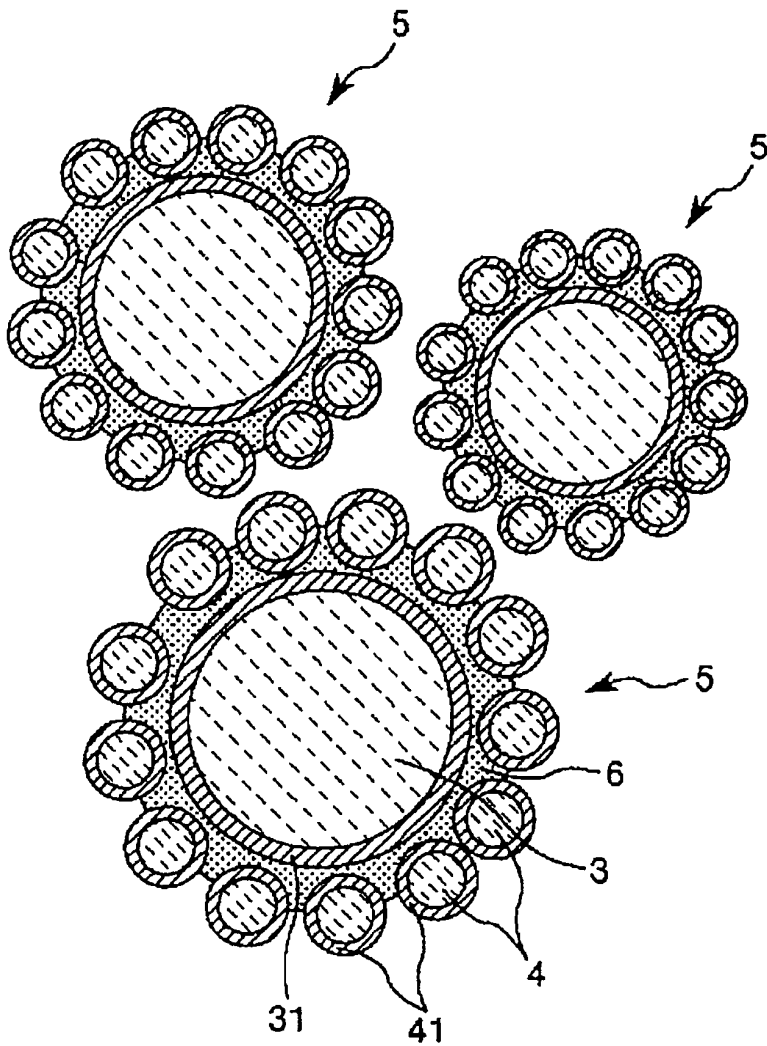


圖1

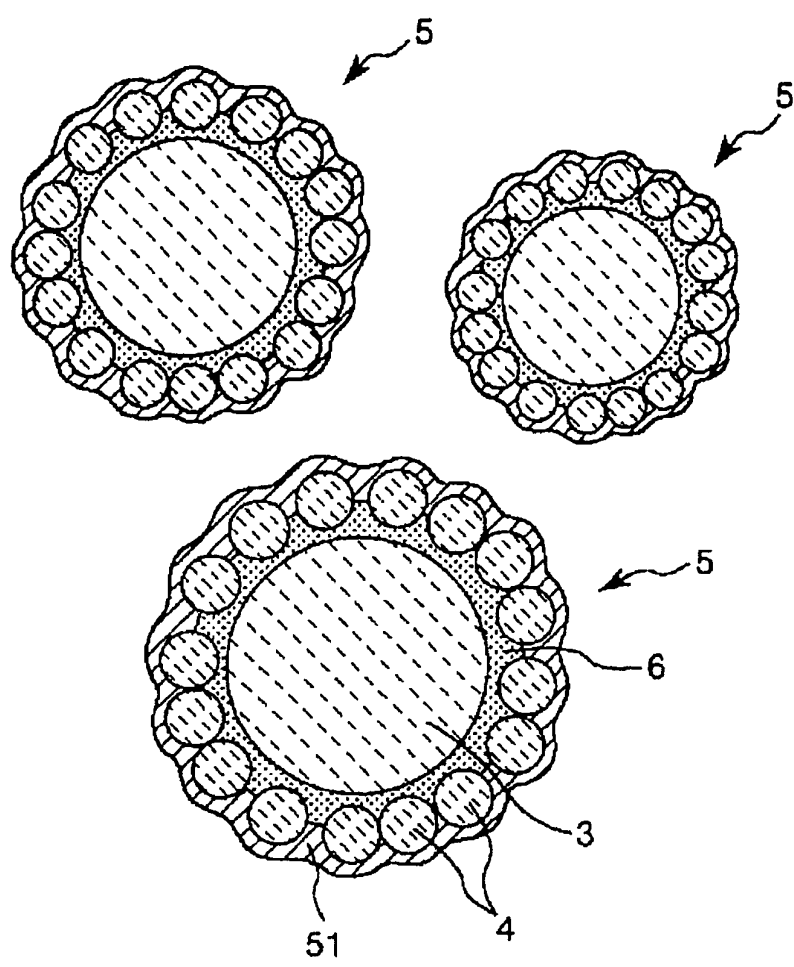


圖2

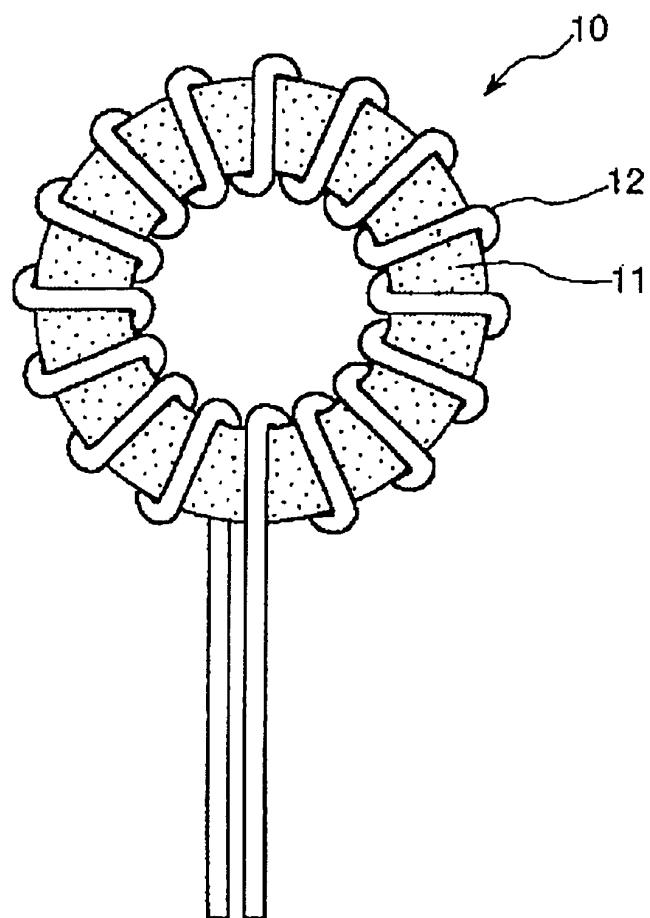


圖3

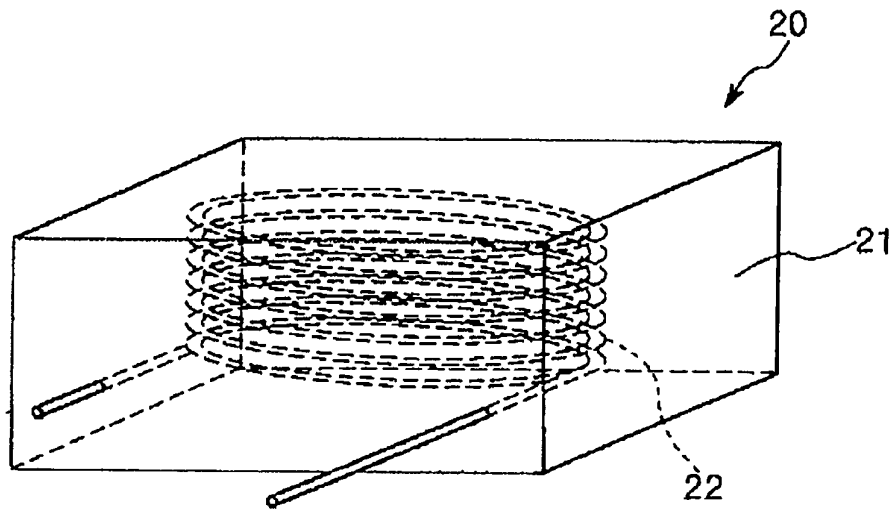


圖4

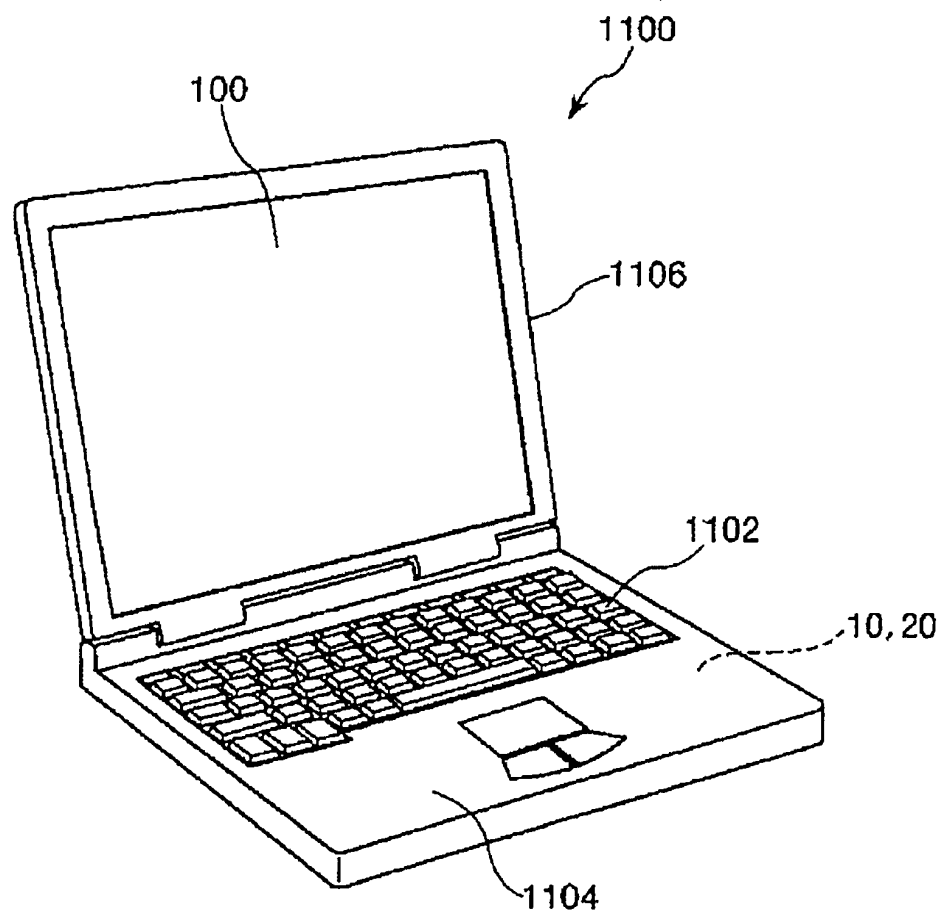


圖5

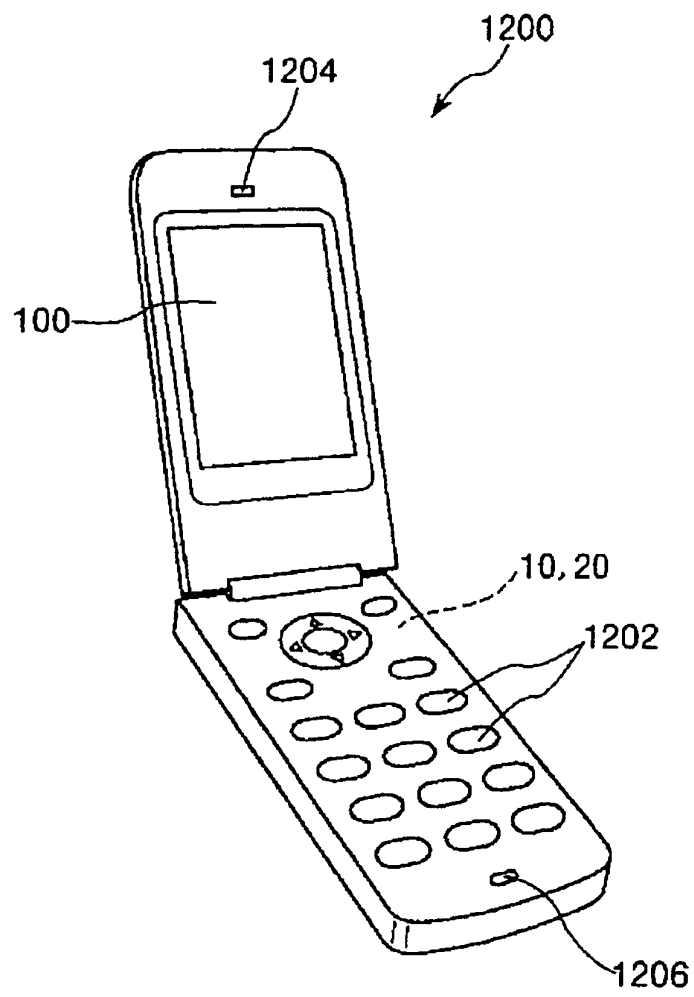


圖6

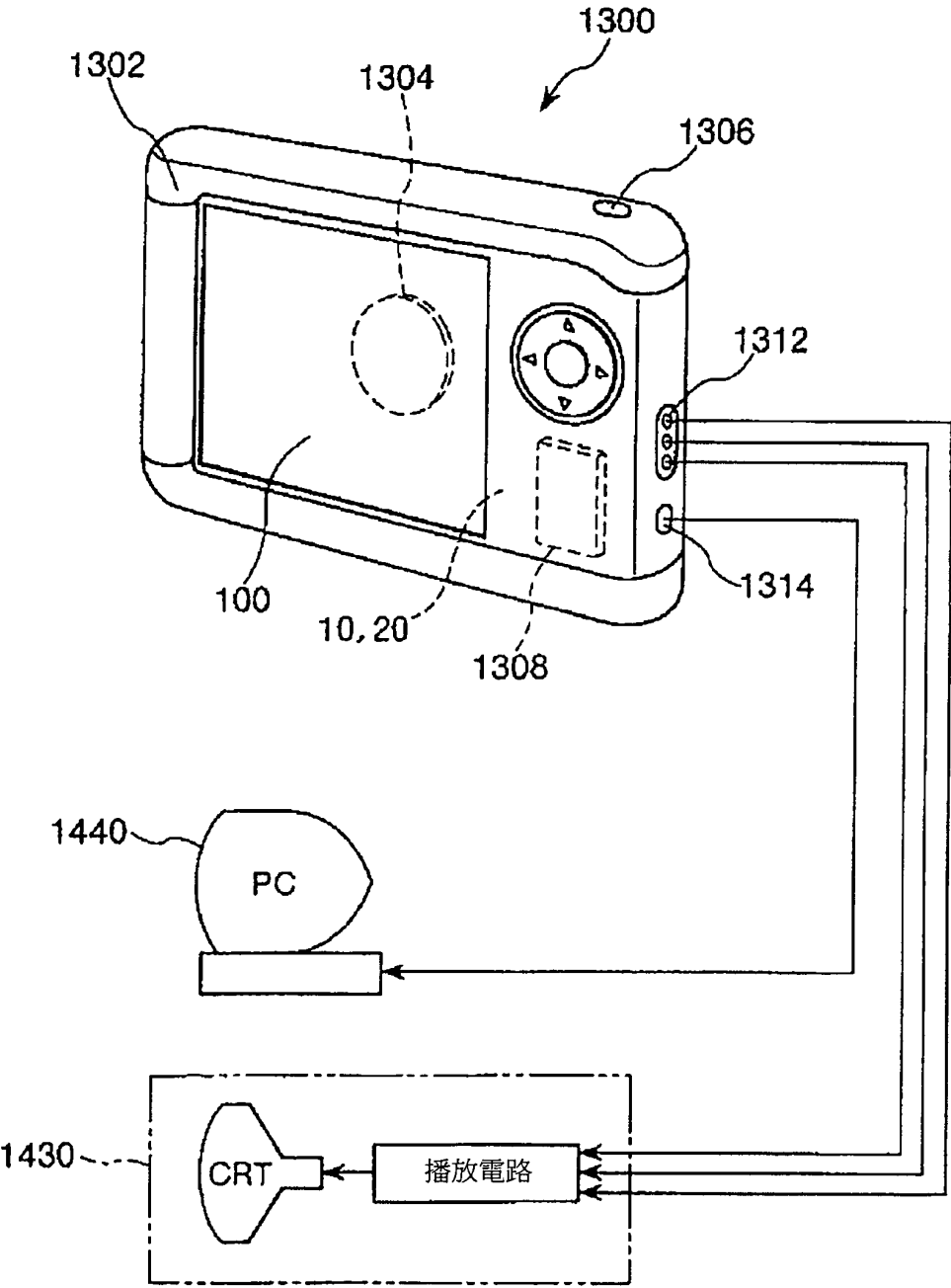


圖7

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|------|
| 3 | 第1粒子 |
| 4 | 第2粒子 |
| 5 | 複合粒子 |
| 6 | 黏結劑 |
| 31 | 絕緣層 |
| 41 | 絕緣層 |

【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】

複合粒子、壓粉磁心、磁性元件及攜帶型電子機器

COMPOSITE PARTICLE, POWDER MAGNETIC CORE,

MAGNETIC ELEMENT, AND PORTABLE ELECTRONIC DEVICE

【技術領域】

本發明係關於一種複合粒子、壓粉磁心、磁性元件及攜帶型電子機器。

【先前技術】

近年來，如筆記型電腦之行動機器之小型化、輕量化較為顯著。又，業界正謀求將筆記型電腦之性能提高至不遜於桌上型個人電腦之性能的程度。

如此，為了謀求行動機器之小型化及高性能化而需要開關電源之高頻化。目前，關於開關電源之驅動頻率，高頻化發展至數百kHz左右，伴隨於此，內置於行動機器中之扼流圈或電感器等磁性元件之驅動頻率亦必須對應高頻化。

例如，專利文獻1中揭示有一種包含含有Fe、M(其中，M為選自Ti、V、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W中之至少一種元素)、Si、B、C之非晶質合金之薄帶。又，揭示有一種藉由積層該薄帶並實施打孔加工等而製造之磁心。業界期待藉由此種磁心而實現交流磁特性之提高。

然而，由薄帶製造之磁心有於使磁性元件之驅動頻率進一步高頻化之情形時無法避免由渦電流引起之焦耳損失(渦電流損失)顯著地增大之虞。

為了解決該問題，而使用對軟磁性粉末與結合材料(黏合劑)之混

合物進行加壓、成形而成之壓粉磁心。壓粉磁心中，由於產生渦電流之路徑被切斷，因此實現渦電流損失之減少。

又，壓粉磁心中，藉由利用黏合劑將軟磁性粉末之粒子彼此黏結，而實現粒子間之絕緣與磁心形狀之保持。另一方面，若黏合劑過多，則無法避免壓粉磁心之磁導率之下降。

因此，專利文獻2中提出藉由使用非晶質軟磁性粉末與結晶質軟磁性粉末之混合粉末而解決該等課題。即，由於非晶質金屬與結晶質金屬相比硬度較高，因此藉由在壓縮成形時使結晶質軟磁性粉末產生塑性變形，可提高填充率並提高磁導率。

然而，根據非晶質軟磁性粉末或結晶質軟磁性粉末之組成或粒徑等，存在因粒子之偏析或均勻分散之課題等而無法充分地提高填充率之情形。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2007-182594號公報

[專利文獻2]日本專利特開2010-118486號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

本發明之目的在於提供一種可製造填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心的複合粒子、使用該複合粒子製造之壓粉磁心、及具備該壓粉磁心之磁性元件及攜帶型電子機器。

[解決問題之技術手段]

上述目的係藉由下述本發明而達成。

本發明之複合粒子之特徵在於：其具有：第1粒子，其包含軟磁性金屬材料；及第2粒子，其以被覆上述第1粒子之方式固著於上述第1粒子且包含與上述第1粒子組成不同之軟磁性金屬材料，且

於將上述第1粒子之維氏硬度設為HV1、將上述第2粒子之維氏硬度設為HV2時，為 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 、 $100 \leq HV2 < 250$ 、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係，

於將上述第1粒子之相同投影面積之圓直徑設為d1、將上述第2粒子之相同投影面積之圓直徑設為d2時，為 $30 \mu\text{m} \leq d1 \leq 100 \mu\text{m}$ 及 $2 \mu\text{m} \leq d2 \leq 20 \mu\text{m}$ 之關係。

藉此，就於將複合粒子之集合物(複合粒子粉末)壓縮而使其成形時，第1粒子與第2粒子均勻地分佈，並且第2粒子可以進行變形而進入第1粒子彼此之間隙之方式移動的觀點而言，可獲得能製造填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心之複合粒子。

本發明之複合粒子中，上述第2粒子較佳為以被覆上述第1粒子之表面之70%以上之方式固著。

藉此，可抑制由複合粒子製造之壓粉磁心等成形體之機械特性之下降，且獲得填充率較高之壓粉磁心。

本發明之複合粒子中，上述第2粒子較佳為經由黏結劑而黏結於上述第1粒子。

藉此，可使第1粒子與第2粒子確實地黏結，故而於壓縮複合粒子而形成壓粉磁心時，可使第1粒子與第2粒子均勻地分佈。因此，可獲得填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心。

本發明之複合粒子中，上述黏結劑之構成材料較佳為包含聚矽氧系樹脂、環氧系樹脂及酚系樹脂中之至少一種。

藉此，可進一步提高黏結劑之黏結性、對間隙之滲入性、及絕緣性。

本發明之複合粒子中，較佳為，構成上述第1粒子之軟磁性金屬材料及構成上述第2粒子之軟磁性金屬材料分別為結晶質金屬材料，且

利用X射線繞射法測得之上述第1粒子之平均結晶粒徑為利用X射線繞射法測得之上述第2粒子之平均結晶粒徑的0.2倍以上且0.95倍以下。

藉此，可均一地控制第1粒子及第2粒子之硬度或韌性、比電阻等，且可獲得填充率較高之壓粉磁心。

本發明之複合粒子中，較佳為，構成上述第1粒子之軟磁性金屬材料為非晶質金屬材料或奈米結晶金屬材料，且構成上述第2粒子之軟磁性金屬材料為結晶質金屬材料。

藉此，第1粒子成為硬度或韌性、比電阻較高者，第2粒子成為硬度相對較小者，因此上述金屬材料可用作該等粒子之構成材料。

本發明之複合粒子中，利用X射線繞射法測得之上述第2粒子之平均結晶粒徑較佳為30 nm以上且200 nm以下。

藉此，使第2粒子之硬度最佳化，並且複合粒子就應用於壓粉磁心等用途之觀點而言韌性或比電阻等進一步最佳化。

本發明之複合粒子中，構成上述第1粒子之軟磁性金屬材料較佳為Fe-Si系材料。

藉此，可獲得磁導率較高且韌性相對較高之第1粒子。

本發明之複合粒子中，構成上述第2粒子之軟磁性金屬材料較佳為純Fe、Fe-B系材料、Fe-Cr系材料、及Fe-Ni系材料中之任一種。

藉此，可獲得硬度相對較低且韌性相對較高之第2粒子。

本發明之複合粒子中，較佳為，上述第1粒子及上述第2粒子以按質量比計成為 $20:80 \leq$ 上述第1粒子之質量：上述第2粒子之質量 $\leq 97:3$ 之方式構成。

藉此，複合粒子成為包含可必要且充分地被覆第1粒子之第2粒子者。其結果為，於成形為將複合粒子壓縮而成之壓粉磁心等時，可獲得填充率較高者。

本發明之壓粉磁心之特徵在於：其包含將複合粒子及結合材料壓縮成形而成之壓粉體，其中

上述複合粒子具有：第1粒子，其包含軟磁性金屬材料；及第2粒子，其以被覆上述第1粒子之方式固著於上述第1粒子且包含與上述第1粒子組成不同之軟磁性金屬材料；及

上述結合材料係將上述複合粒子彼此結合，且

於將上述第1粒子之維氏硬度設為HV1、將上述第2粒子之維氏硬度設為HV2時，為 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 、 $100 \leq HV2 < 250$ 、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係，

於將上述第1粒子之相同投影面積之圓直徑設為d1、將上述第2粒子之相同投影面積之圓直徑設為d2時，為 $30 \mu\text{m} \leq d1 \leq 100 \mu\text{m}$ 及 $2 \mu\text{m} \leq d2 \leq 20 \mu\text{m}$ 之關係，

上述第2粒子沿著上述第1粒子表面發生變形。

藉此，可獲得填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心。

本發明之壓粉磁心中，上述第2粒子較佳為經由黏結劑黏結於上述第1粒子。

藉此，可獲得第1粒子與第2粒子確實地黏結而成之複合粒子，因此可獲得第1粒子與第2粒子均勻地分佈、填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心。

本發明之磁性元件之特徵在於：其具備本發明之壓粉磁心。

藉此，可獲得可靠性較高之磁性元件。

本發明之攜帶型電子機器之特徵在於：其具備本發明之磁性粒子。

藉此，可獲得可靠性較高之攜帶型電子機器。

【圖式簡單說明】

圖1係表示本發明之複合粒子之實施形態之剖面圖。

圖2係表示本發明之複合粒子之實施形態之剖面圖。

圖3係表示應用本發明之磁性元件之第1實施形態之扼流圈的模式圖(俯視圖)。

圖4係表示應用本發明之磁性元件之第2實施形態之扼流圈的模式圖(透視立體圖)。

圖5係表示應用具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器之行動型(或筆記型)個人電腦之構成的立體圖。

圖6係表示應用具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器之攜帶電話機(亦包括PHS)之構成的立體圖。

圖7係表示應用具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器之數位靜態相機之構成的立體圖。

【實施方式】

以下，對本發明之複合粒子、壓粉磁心、磁性元件及攜帶型電子機器，基於隨附圖式所示之較佳實施形態詳細地進行說明。

[複合粒子]

本發明之複合粒子係具有：第1粒子，其包含軟磁性金屬材料；及第2粒子，其以被覆第1粒子之方式固著於第1粒子且包含與第1粒子組成不同之軟磁性金屬材料，此種複合粒子之集合物之粉末作為軟磁性粉末可用作壓粉磁心等之原材料。

以下，對複合粒子更詳細地進行闡述。

圖1、2係分別表示本發明之複合粒子之實施形態的剖面圖。

如圖1所示，複合粒子5係具有第1粒子3、與以被覆其周圍之方式固著於第1粒子3之第2粒子4者。此處，所謂固著，除經由黏結劑進行黏結之狀態以外，亦指藉由分子間力等各種引力而附著之狀態等，圖1顯示第1粒子3與第2粒子4經由黏結劑6而黏結之狀態。

又，圖1所示之複合粒子5具有以被覆第1粒子3之方式設置之絕

緣層31、及以被覆第2粒子4之方式設置之絕緣層41。

此種複合粒子5係於第1粒子3與第2粒子4之間針對其等之硬度及粒徑滿足特定之關係。

具體而言，第1粒子3包含軟磁性金屬材料，於將其維氏硬度設為HV1時，滿足 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 之關係。另一方面，第2粒子4包含與第1粒子3不同之軟磁性金屬材料，於將其維氏硬度設為HV2時，滿足 $100 \leq HV2 < 250$ 之關係、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係。

又，第1粒子3係於將其相同投影面積之圓直徑設為d1時，d1為30 μm 以上且100 μm 以下，另一方面，第2粒子4係於將其相同投影面積之圓直徑設為d2時，d2為2 μm 以上且20 μm 以下。

滿足此種關係之複合粒子5於經壓縮而成形為壓粉磁心等時，可製造填充率較高之壓粉磁心。其原因在於，以第1粒子3及第2粒子4可均勻地分佈於壓粉磁心內之方式使粒徑之關係最佳化，且第2粒子4以被覆第1粒子3之方式進行分佈，並且使兩者之硬度及硬度差最佳化，因此第2粒子4進入第1粒子3彼此之間隙，藉此可提高壓粉磁心整體之軟磁性金屬材料之填充率。其結果為，整體之填充率更均勻且更高，可獲得磁導率或飽和磁通密度較高之壓粉磁心。

即，可認為，於未使粒徑或硬度最佳化之情形時，經壓縮時第1粒子或第2粒子分佈不均，其結果為，有於第1粒子彼此之間殘留較大空隙之虞，與此相對，本發明中，藉由第2粒子4確實地進入該間隙而引起填充率之提高。又，此時，若第2粒子4未變形，則於第1粒子3與第2粒子4間產生較大空隙，但於第2粒子4適度變形之情形時，可提高對間隙之填充性而進一步提高整體之填充率。

又，藉由使用此種複合粒子5，即便第1粒子3韌性較低，以被覆第1粒子3之方式設置之第2粒子4亦可對此進行彌補，而可抑制壓粉磁心等成形體之韌性之下降。因此，第1粒子3例如可選擇即便韌性較低

磁導率或飽和磁通密度亦較高之材料、或韌性較低且廉價之材料。因此，複合粒子5尤其是於拓寬第1粒子3之材料選擇範圍方面較為有用。

再者，於第1粒子3之維氏硬度HV1低於上述下限值之情形時，經壓縮時第1粒子3過大地變形，而損害第1粒子3與第2粒子4之均勻分佈狀態。因此，有導致壓粉磁心之軟磁性金屬材料之填充率下降之虞。又，於第1粒子3之維氏硬度HV1超過上述上限值之情形時，此次於經壓縮時第2粒子4過大地變形，依然會損害第1粒子3與第2粒子4之均勻分佈狀態。

另一方面，於第2粒子4之維氏硬度HV2低於上述下限值之情形時，經壓縮時第2粒子4亦過大地變形，而損害第1粒子3與第2粒子4之均勻分佈狀態。又，於第2粒子4之維氏硬度HV2超過上述上限值之情形時，經壓縮時第1粒子3過大地變形。

進而，於HV1－HV2低於上述下限值之情形時，未充分地確保HV1與HV2之差，而於對複合粒子5施加壓縮荷重之情形時，亦無法使第2粒子4適度地變形，因此第2粒子4無法進入第1粒子3彼此之間隙。

再者，維氏硬度HV1、HV2係分別對第1粒子3、第2粒子4之表面或截面按壓壓頭，並基於藉此形成之壓痕之截面面積之大小或按壓時之荷重等而算出。測定時，例如可使用微維氏硬度計等。

又，HV1較佳為滿足 $300 \leq HV1 \leq 1100$ 之關係，更佳為滿足 $350 \leq HV1 \leq 1000$ 之關係。

又，HV2較佳為滿足 $125 \leq HV2 \leq 225$ 之關係，更佳為滿足 $150 \leq HV2 \leq 200$ 之關係。

進而，HV1－HV2較佳為滿足 $125 \leq HV1 - HV2 \leq 700$ 之關係，更佳為滿足 $150 \leq HV1 - HV2 \leq 500$ 之關係。再者，於HV1－HV2超過上

述上限值之情形時，有根據第1粒子3或第2粒子4之粒徑等而第2粒子4過度地變形、使第1粒子3與第2粒子4之分佈變得不均勻之虞。

又，於第1粒子3之相同投影面積之圓直徑 d_1 低於上述下限值之情形時，將複合粒子5壓縮時，難以對第1粒子3壓抵複數個第2粒子4，而難以維持第2粒子4以被覆第1粒子3之方式進行分佈之形態。又，於第1粒子3之相同投影面積之圓直徑 d_1 超過上述上限值之情形時，第1粒子3彼此之間隙必然增大，其結果為，於將複合粒子5壓縮而使其成形為壓粉磁心等時，填充率容易下降。

另一方面，於第2粒子4之相同投影面積之圓直徑 d_2 低於上述下限值之情形時，第1粒子3彼此之間隙與第2粒子4相比亦相對增大，而產生無法以第2粒子4將該間隙填充滿之情形。其結果為，於成形為將複合粒子5壓縮而成之壓粉磁心等時，填充率容易下降。又，於第2粒子4之相同投影面積之圓直徑 d_2 超過上述上限值之情形時，第2粒子4即便變形亦難以進入第1粒子3彼此之間隙，其結果為，於將複合粒子5壓縮而使其成形為壓粉磁心等時，填充率容易下降。

再者，相同投影面積之圓直徑 d_1 、 d_2 係利用光學顯微鏡或電子顯微鏡等對複合粒子5進行攝像，以具有與所獲得之第1粒子3之粒子像的面積及第2粒子4之粒子像之面積相同之面積的圓之直徑之形式算出。

d_1 較佳為40 μm 以上且90 μm 以下，更佳為45 μm 以上且80 μm 以下。

d_2 較佳為5 μm 以上且17 μm 以下，更佳為7 μm 以上且15 μm 以下。

又， d_1/d_2 較佳為3以上且12以下，更佳為4以上且10以下。藉由以 d_1/d_2 屬於上述範圍內之方式進行設定，第2粒子4容易以將第1粒子3作為中心而對其更確實地被覆之方式分佈。因此，複合粒子5於經壓

縮而成形為壓粉磁心等時，可使第1粒子3與第2粒子4均勻地分佈。因此，可獲得填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心。

另一方面，第1粒子3及第2粒子4之平均圓形度分別較佳為0.5以上且1以下，更佳為0.6以上且1以下。可認為具有此種平均圓形度之第1粒子3及第2粒子4分別相對接近圓球，因此複合粒子5方面亦流動性相對較高。因此，於將複合粒子5壓縮而形成壓粉磁心等時，可獲得無間隙地填充而填充率較高且磁導率等優異之壓粉磁心。

又，關於包含複合粒子5之粉末，於利用雷射繞射散射法測得之質量基準之累積粒度分佈中，於將自小徑側累積50%時之粒徑設為D50時，D50較佳為50 μm 以上且500 μm 以下，更佳為80 μm 以上且400 μm 以下。可認為此種複合粒子5之第1粒子3與第2粒子4之粒徑平衡更優異，因此就製造填充率較高之壓粉磁心之觀點而言較佳。

進而，關於包含複合粒子5之粉末，於利用雷射繞射散射法測得之質量基準之累積粒度分佈中，於將自小徑側累積10%、累積90%時之粒徑分別設為D10、D90時， $(D90 - D10)/D50$ 較佳為0.3以上且10以下，更佳為0.5以上且8以下。此種複合粒子5適度地保持第1粒子3與第2粒子4之粒徑平衡，且其中複合粒子5之粒徑不均較小，因此尤其是就製造填充率較高之壓粉磁心之觀點而言較佳。

此處，構成第1粒子3之軟磁性金屬材料只要為維氏硬度高於構成第2粒子4之軟磁性金屬材料者，則並無特別限定，例如，除純Fe、矽鋼(Fe-Si系材料)、鎳鐵合金(Fe-Ni系材料)、超導磁率合金(supermalloy)、波明德合金(permendur)(Fe-Co系材料)、如三達斯特合金(Sendust)之Fe-Si-Al系材料、Fe-Cr-Si系材料、Fe-Cr系材料、Fe-B系材料、鐵氧體系不鏽鋼等各種Fe系材料以外，可列舉各種Ni系材料、各種Co系材料、各種非晶質金屬材料等，亦可為包含該等中之一種或兩種以上之複合材料。

其中，可較佳地使用Fe-Si系材料。Fe-Si系材料磁導率較高、且韌性相對較高，因此可用作構成第1粒子3之軟磁性金屬材料。再者，作為Fe-Si系材料，例如可列舉：Fe-Si材料、Fe-Si-B材料、Fe-Si-B-C材料、Fe-Si-Cr材料、Fe-Si-Al材料等。

另一方面，作為構成第2粒子4之軟磁性金屬材料，例如亦可使用上述軟磁性金屬材料。

其中，可較佳地使用純Fe、Fe-B系材料、Fe-Cr系材料、及Fe-Ni系材料中之任一種。該等材料硬度相對較低且韌性相對較高，因此可用作構成第2粒子4之軟磁性金屬材料。再者，所謂純鐵，為碳及其他雜質元素非常少之鐵，雜質含量為0.02質量%以下。

又，作為第1粒子3及第2粒子4之構成材料，可列舉如下情形：第1粒子3與第2粒子4之兩者包含結晶質之軟磁性金屬材料，或第1粒子3包含非晶質或奈米結晶之軟磁性金屬材料、且第2粒子4包含結晶質之軟磁性材料。

其中，前者為第1粒子3與第2粒子4之兩者包含結晶質之軟磁性金屬材料的情形，該情形時，藉由適當地變更退火處理等之條件等而調整結晶之粒徑，可均勻地控制兩者之硬度或韌性、比電阻等，且可獲得填充率較高之壓粉磁心。因此，結晶質之軟磁性金屬材料可用作第1粒子3或第2粒子4之構成材料。

再者，存在於第1粒子3中之結晶組織之平均粒徑較佳為存在於第2粒子4中之結晶組織之平均粒徑的0.2倍以上且0.95倍以下，更佳為0.3倍以上且0.9倍以下。藉此，可使第1粒子3與第2粒子4之硬度之平衡進一步最佳化。即，於壓縮複合粒子5時第2粒子4適度地變形，而尤其可提高壓粉磁心之填充率。再者，於結晶組織之平均粒徑低於上述下限值之情形時，穩定且一面抑制粒徑不均一面形成此種結晶組織於製造條件之調整方面有困難。

該等結晶組織之平均粒徑例如可根據利用X射線繞射法獲得之繞射波峰之寬度算出。

又，存在於第2粒子4中之結晶組織之平均粒徑較佳為30 nm以上且200 nm以下，更佳為40 nm以上且180 nm以下。具有此種平均粒徑之第2粒子4係尤其使硬度最佳化，且就將複合粒子5應用於壓粉磁心等用途之觀點而言，使韌性或比電阻等進一步最佳化。

另一方面，後者為第1粒子3包含非晶質或奈米結晶之軟磁性金屬材料、且第2粒子4包含結晶質之軟磁性金屬材料的情形，該情形時，非晶質或奈米結晶之材料硬度或韌性、比電阻非常高，可用作第1粒子3之構成材料，結晶質之材料硬度相對較小，可用作第2粒子4之構成材料。

再者，所謂非晶質之軟磁性金屬材料，係指關於第1粒子3獲得X射線繞射光譜時未檢測到繞射波峰者。又，所謂奈米結晶之軟磁性金屬材料，係指利用X射線繞射法測得之結晶組織之平均粒徑未達1 μm 者，所謂結晶質之軟磁性金屬材料，係指利用X射線繞射法測得之結晶組織之平均粒徑為1 μm 以上者。

作為非晶質(amorphous)之軟磁性金屬材料，例如可列舉：Fe-Si-B系、Fe-B系、Fe-Si-B-C系、Fe-Si-B-Cr系、Fe-Si-B-Cr-C系、Fe-Co-Si-B系、Fe-Zr-B系、Fe-Ni-Mo-B系、Ni-Fe-Si-B系等。

又，作為奈米結晶之軟磁性金屬材料，例如可使用使非晶質之軟磁性金屬材料結晶化而析出nm級之微晶者。

又，圖1所示之複合粒子5中，以被覆第1粒子3之表面之方式固著有複數個第2粒子4，此時第1粒子3與第2粒子4之存在比以質量比計較佳為20：80以上且97：3以下，更佳為30：70以上且90：10以下。藉由以使存在比落入上述範圍內之方式進行設定，複合粒子5成為包含可必要且充分地被覆第1粒子3之第2粒子4者。其結果為，於將複合

粒子5壓縮而使其成形為壓粉磁心等時，可獲得填充率較高者。

再者，雖亦取決於第1粒子3或第2粒子4之構成材料，但若存在比低於上述下限值，則有硬度較高之第1粒子3之存在比下降、壓粉磁心等成形體整體之機械特性下降之虞。另一方面，若存在比超過上述上限值，則第1粒子3之存在比上升而第2粒子4之存在比相對下降，因此有無法以第2粒子4填滿第1粒子3彼此之間隙而填充率下降之虞。

又，第2粒子4較佳為被覆整個表面，亦可被覆一部分。該情形時，第2粒子4較佳為被覆第1粒子3之表面之50%以上，更佳為被覆70%以上。尤其是於被覆70%以上之情形時，理論上可認為其形成無法更多地使第2粒子4直接固著於第1粒子3之表面的狀態。即，此種狀態可視作第2粒子4實質上被覆第1粒子3之整個表面。並且，於此種狀態下，可抑制壓粉磁心等成形體之機械特性之下降，且獲得填充率較高之壓粉磁心。

黏結劑6介存於第1粒子3與第2粒子4之間，使第1粒子3與第2粒子4黏結。藉由使用黏結劑6，可使第1粒子3與第2粒子4確實地黏結，因此於將複合粒子5壓縮而形成壓粉磁心時，可使第1粒子3與第2粒子4均勻地分佈。因此，可獲得填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心。又，該黏結劑6亦具有於將複合粒子5壓縮時自粒子間被擠出而將複合粒子5彼此黏結的作用。

作為此種黏結劑6之構成材料，例如可較佳地使用聚矽氧系樹脂、環氧系樹脂、酚系樹脂、聚醯胺系樹脂、聚醯亞胺系樹脂、聚苯硫醚系樹脂等有機黏合劑。有機黏合劑具有優異之黏結性與對間隙之滲入性，且較薄地擴散而介存於粒子間，因此可用作黏結劑6。又，有機黏合劑於壓粉磁心中可使粒子間絕緣，而切斷伴隨因電磁感應而產生之電動勢的感應電流。其結果為，可獲得由感應電流引起之焦耳損失較小之壓粉磁心。

再者，就黏結性、對間隙之滲入性、以及絕緣性之觀點而言，黏結劑6之構成材料可尤佳地使用包含聚矽氧系樹脂、環氧系樹脂及酚系樹脂中之至少一種者。

黏結劑6相對於第1粒子3及第2粒子4之合計量的比率較佳為0.5質量%以上且10質量%以下，更佳為1質量%以上且5質量%以下。藉此，可抑制由黏結劑6引起之焦耳損失，且抑制磁導率等磁特性之下降。

再者，黏結劑6中除上述黏合劑以外，亦可添加潤滑劑。藉由添加潤滑劑，可減少第1粒子3與第2粒子4間及複合粒子5彼此間之摩擦阻力，且抑制形成複合粒子5時之發熱等。藉此，可抑制伴隨發熱之第1粒子3或第2粒子4之氧化、黏結劑6之改性等。進而，於將複合粒子5壓縮成形時，潤滑劑滲出，藉此可抑制成形模之擦傷等不良情況。其結果為，可獲得能高效率地製造高品質之壓粉磁心之複合粒子5。

潤滑劑之添加量於複合粒子5中較佳為0.1質量%以上且2質量%以下，更佳為0.2質量%以上且1質量%以下。

作為潤滑劑之構成材料，例如可列舉：月桂酸、硬脂酸、琥珀酸、硬脂基乳酸、乳酸、苯二甲酸、苯甲酸、羥基硬脂酸、蓖麻油酸、環烷酸、油酸、棕櫚酸、芥酸等高級脂肪酸與Li、Na、Mg、Ca、Sr、Ba、Zn、Cd、Al、Sn、Pb、Cd等金屬的化合物(脂肪酸金屬鹽)，二甲基聚矽氧烷及其改性物、羧基改性聚矽氧、 α -甲基苯乙烯改性聚矽氧、 α -烯烴改性聚矽氧、聚醚改性聚矽氧、氟改性聚矽氧、親水性特殊改性聚矽氧、烯烴聚醚改性聚矽氧、環氧改性聚矽氧、胺基改性聚矽氧、醯胺改性聚矽氧、醇改性聚矽氧等聚矽氧系化合物，石蠟、微晶蠟、巴西棕櫚蠟等天然或合成樹脂衍生物等，可使用該等中之一種或將兩種以上組合而使用。

進而，黏結劑6中，除月桂酸、肉豆蔻酸、棕櫚酸、硬脂酸、花生酸、油酸、亞麻油酸等高級脂肪酸、多元醇、聚二醇、聚甘油等醇類以外，可列舉：棕櫚油等脂肪酸之酯、己二酸二丁酯等己二酸酯、癸二酸二丁酯等癸二酸酯、聚乙烯吡咯啉酮、聚醚、聚丙烯碳酸酯、伸乙基雙硬脂醯胺、海藻酸鈉、瓊脂、阿拉伯膠、樹脂、蔗糖、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)等，可使用該等中之一種或將兩種以上組合而使用。

於黏結劑6中，該等成分之添加量較佳為0.1質量%以上且10質量%以下，更佳為1質量%以上且8質量%以下。

再者，除上述成分以外，黏結劑6亦可含有抗氧化劑、脫脂促進劑、界面活性劑等。

又，於圖1所示之第1粒子3與第2粒子4之間，除黏結劑6以外，亦介存有絕緣層31、41。

作為絕緣層31、41之構成材料，例如可較佳地使用磷酸鎂、磷酸鈣、磷酸鋅、磷酸錳、磷酸鎘等磷酸鹽、矽酸鈉等矽酸鹽(水玻璃)、鈉鈣玻璃、硼矽酸玻璃、鉛玻璃、鋁矽酸玻璃、硼酸鹽玻璃、硫酸鹽玻璃等無機黏合劑。無機黏合劑由於絕緣性特別優異，因此可將由感應電流引起之焦耳損失抑制為特別小。又，無機黏合劑由於硬度相對較高，因此絕緣層31、41於將複合粒子5壓縮時亦難以被切斷。又，藉由設置包含無機黏合劑之絕緣層31、41，可提高包含金屬材料之各粒子與絕緣層之密接性、親和性，尤其是可提高粒子間之絕緣性。

絕緣層31、41之平均厚度較佳為0.3 μm 以上且10 μm 以下，更佳為0.5 μm 以上且8 μm 以下。藉此，可使第1粒子3與第2粒子4之間充分地絕緣，且抑制整體之磁導率等之下降。

又，絕緣層31、41可未被覆第1粒子3及第2粒子4之整個表面，

可僅被覆一部分。

又，絕緣層31、41視需要設置即可。例如，亦可如圖2所示，省略絕緣層31、41而以被覆整個複合粒子5之方式設置與絕緣層31、41相同之絕緣層51來代替。藉此，絕緣層可確保複合粒子5彼此之絕緣性且強化複合粒子5，於將複合粒子5壓縮時抑制複合粒子5被破壞。關於此種被覆整個複合粒子5之絕緣層51，亦可與絕緣層31、41相同地構成。

如上所述之第1粒子3及第2粒子4例如藉由霧化法(例如水霧化法、氣體霧化法、高速旋轉水流霧化法等)、還原法、羰基法、粉碎法等各種粉末化法而製造。

其中，第1粒子3及第2粒子4較佳為由霧化法所製造者，更佳為由水霧化法或高速旋轉水流霧化法所製造者。霧化法為藉由使熔融金屬(熔態金屬)與被高速噴射之流體(液體或氣體)碰撞而使熔態金屬微粉化並且冷卻而製造金屬粉末的方法。藉由利用此種霧化法製造第1粒子3及第2粒子4，可高效率地製造更接近圓球且粒徑整齊之粉末。因此，藉由使用此種第1粒子3及第2粒子4，可獲得填充率較高且磁導率較高之壓粉磁心。

再者，於使用水霧化法作為霧化法之情形時，朝向熔融金屬噴射之水(以下，稱為「霧化水」)之壓力並無特別限定，較佳為設為75 MPa以上且120 MPa以下(750 kgf/cm^2 以上且 1200 kgf/cm^2 以下)左右，更佳為設為90 MPa以上且120 MPa以下(900 kgf/cm^2 以上且 1200 kgf/cm^2 以下)左右。

又，霧化水之水溫亦並無特別限定，較佳為設為 1°C 以上且 20°C 以下左右。

進而，霧化水於熔態金屬之落下路徑上具有頂點，多數情況下噴射為外徑朝向下方遞減之圓錐狀。於該情形時，霧化水形成之圓錐

之頂角 θ 較佳為 10° 以上且 40° 以下左右，更佳為 15° 以上且 35° 以下左右。藉此，可確實地製造如上所述之組成之軟磁性粉末。

又，可視需要對所獲得之第1粒子3及第2粒子4實施退火處理。

[複合粒子之製造方法]

繼而，對製造圖1所示之複合粒子5之方法進行說明。

[1]首先，對第1粒子3形成絕緣層31。絕緣層31之形成例如亦可使用將使原材料溶解或分散而成之液體塗佈於第1粒子3之表面的方法，較佳為使用將原材料機械地固著之方法。藉此，可獲得對第1粒子3密接性較高之絕緣層31。

為了使原材料機械地固著而形成絕緣層31，例如可對第1粒子3與絕緣層31之原材料之混合物使用使該等產生機械性壓縮與摩擦的裝置。具體而言，可使用錘磨機、盤磨機、滾子研磨機、球磨機、行星研磨機、噴射磨機等各種粉碎機，或如Hybridization(註冊商標)、Kryptron(註冊商標)之高速衝擊式之機械性粒子複合化裝置，如Mechano-fusion(註冊商標)、Theta Composer(註冊商標)之壓縮剪切式之機械性粒子複合化裝置，如麥卡米路混合機、離心流動混合機(Centrifugal fluid mill)、摩擦混合機之混合剪切摩擦式之機械性粒子複合化裝置等。藉由利用此種裝置產生壓縮與摩擦，使絕緣層31之原材料(固形物)軟化或熔融，並使其均勻且牢固地附著於第1粒子3之表面，而形成被覆第1粒子3之絕緣層31。又，即便於第1粒子3之表面存在凹凸，亦可藉由擠壓原材料而與凹凸無關地形成厚度均勻之絕緣層31。進而，由於未使用液體，因此可於乾燥下或惰性氣體下形成絕緣層31，且可抑制由水分引起之第1粒子3之變質、劣化。

此時，較佳為以形成絕緣層31且儘量不使第1粒子3變形等之方式調整壓縮條件、摩擦條件。藉此，於後述步驟中，可使第2粒子4高效率地固著於第1粒子3。

於使用上述無機黏合劑作為絕緣層31之構成材料的情形時，其軟化點較佳為100℃以上且500℃以下左右。

又，於形成絕緣層31時壓縮與摩擦發揮作用，因此即便於在第1粒子3之表面附著有異物或鈍化皮膜(passivated film)等之情形時，亦可將其去除並且形成絕緣層31，而實現密接性之提高。

再者，可以與上述相同之方式亦對第2粒子4形成絕緣層41。此時，亦較佳為，以形成絕緣層41且儘量不使第2粒子4變形等之方式調整壓縮條件、摩擦條件。

[2]繼而，以被覆形成有絕緣層31之第1粒子3之表面的方式使黏結劑6附著。黏結劑6之附著亦可使用例如將使原材料溶解或分散而成之液體塗佈於形成有絕緣層31之第1粒子3之表面的方法，較佳為使用將原材料機械地固著之方法。藉此，可使黏結劑6牢固地附著於形成有絕緣層31之第1粒子3。

此種黏結劑6附著時，例如亦可使用如上所述之使之產生機械壓縮與摩擦的裝置。藉由產生此種壓縮與摩擦，黏結劑6之原材料(固形物)被軟化或熔融，並均勻且牢固地附著於絕緣層31之表面，而形成附著有黏結劑6之第1粒子3。又，即便於絕緣層31之表面存在凹凸，亦可藉由擠壓原材料而與凹凸無關地使均勻量之黏結劑6附著。

此時，亦較佳為，以使黏結劑6附著且儘量不使第1粒子3變形等之方式調整壓縮條件、摩擦條件。

再者，本實施形態中，僅使黏結劑6附著於第1粒子3，但亦可視需要使黏結劑6附著於第2粒子4。

[3]繼而，使附有絕緣層41之第2粒子4固著於附著有黏結劑6之附有絕緣層31之第1粒子3。藉此獲得複合粒子5。

第2粒子4之固著例如亦可使用如上所述之使之產生機械壓縮與摩擦的裝置。即，將附著有黏結劑6之附有絕緣層31之第1粒子3、及

附有絕緣層41之第2粒子4投入裝置內，利用壓縮摩擦作用進行固著。此時，於裝置內引起壓縮摩擦作用之構件按壓被處理物之荷重根據裝置之大小等而不同，作為一例設為30 N以上且500 N以下左右。又，於引起壓縮摩擦作用之構件一面於裝置內旋轉一面按壓被處理物之情形時，其轉速較佳為調整為1分鐘300次以上且1200次以下左右。

藉由產生此種壓縮與摩擦，第2粒子4維持其粒子形狀且固著於附有絕緣層31之第1粒子3之表面。此時，第2粒子4由於直徑小於第1粒子3，因此以包圍第1粒子3之方式分佈。其結果為，第2粒子4以被覆第1粒子3之方式均勻地分佈。以上述方式可獲得複合粒子5，該複合粒子5於壓縮成形時有助於提高整體之填充率。並且，最終有助於製造磁導率或飽和磁通密度等磁特性優異之壓粉磁心。

又，黏結劑6藉由壓縮與摩擦中之發熱而熔融，其使第1粒子3與第2粒子4間黏結。再者，於其不充分之情形時等，視需要亦可於混合時追加黏結劑6。

[壓粉磁心及磁性元件]

本發明之磁性元件可用於如扼流圈、電感器、噪音濾波器、反應器、變壓器、馬達、發電機般具備磁心之各種磁性元件。又，本發明之壓粉磁心可用於該等磁性元件所具備之磁心。

以下，作為磁性元件之一例，將兩種扼流圈作為代表進行說明。

<第1實施形態>

首先，對應用本發明之磁性元件之第1實施形態之扼流圈進行說明。

圖3係表示應用本發明之磁性元件之第1實施形態之扼流圈的模式圖(俯視圖)。

圖3所示之扼流圈10具有圈狀(環形)之壓粉磁心11、及捲繞於該

壓粉磁心11之導線12。此種扼流圈10通常稱為環形線圈。

壓粉磁心11係將包含本發明之複合粒子之粉末、視需要設置之結合材料、及有機溶劑混合，將所獲得之混合物供給至成形模並進行加壓、成形而獲得者。

作為壓粉磁心11之製作中所使用之結合材料之構成材料，例如可列舉上述有機黏合劑、無機黏合劑等，較佳為使用有機黏合劑，更佳為使用熱硬化性聚醯亞胺或環氧系樹脂。該等樹脂材料係藉由經加熱而容易地硬化、且耐熱性優異者。因此，可進一步提高壓粉磁心11之製造容易性及耐熱性。

又，結合材料相對於複合粒子5之比率根據所製作之壓粉磁心11之目標磁通密度、或所容許之渦電流損失等而稍有不同，較佳為0.5質量%以上且5質量%以下左右，更佳為1質量%以上且3質量%以下左右。藉此，可使複合粒子5彼此確實地絕緣，且某種程度確保壓粉磁心11之密度，而防止壓粉磁心11之磁導率顯著地下降。其結果為，可獲得磁導率更高且損失更低之壓粉磁心11。

又，作為有機溶劑，只要為可溶解結合材料者，則並無特別限定，例如可列舉：甲苯、異丙醇、丙酮、甲基乙基酮、氯仿、乙酸乙酯等各種溶劑。

再者，於上述混合物中，可視需要基於任意目的添加各種添加劑。

又，此種結合材料確保壓粉磁心11之保形性，且確保複合粒子5彼此之絕緣性。因此，即便為省略絕緣層31、41之情形時，亦可獲得鐵損被抑制得較小之壓粉磁心。

另一方面，作為導線12之構成材料，可列舉導電性較高之材料，例如可列舉：Cu、Al、Ag、Au、Ni等金屬材料、或包含該等金屬材料之合金等。

再者，較佳為於導線12之表面具備具有絕緣性之表面層。藉此，可確實地防止壓粉磁心11與導線12之短路。

作為該表面層之構成材料，例如可列舉各種樹脂材料等。

繼而，對扼流圈10之製造方法進行說明。

首先，將複合粒子5(本發明之複合粒子)、結合材料、各種添加劑、及有機溶劑混合，而獲得混合物。

繼而，使混合物乾燥而獲得塊狀之乾燥體，此後粉碎該乾燥體，藉此形成造粒粉。

繼而，使該混合物或造粒粉成形為應製作之壓粉磁心之形狀，而獲得成形體。

作為該情形時之成形方法，並無特別限定，例如可列舉加壓成形、擠壓成形、射出成形等方法。再者，該成形體之形狀尺寸係將以後加熱成形體時之收縮量估計在內而決定。

其次，藉由加熱所獲得之成形體，使結合材料硬化，而獲得壓粉磁心11。此時，加熱溫度根據結合材料之組成等而稍有不同，但於結合材料包含有機黏合劑之情形時，較佳為設為100℃以上且500℃以下左右，更佳為設為120℃以上且250℃以下左右。又，加熱時間根據加熱溫度而不同，但設為0.5小時以上且5小時以下左右。

根據上述，可獲得將本發明之複合粒子加壓、成形而成之壓粉磁心(本發明之壓粉磁心)11、及沿著該壓粉磁心11之外周面捲繞導線12而成之扼流圈(本發明之磁性元件)10。藉由在此種壓粉磁心11之製造時使用複合粒子5，第1粒子3及第2粒子4均勻地分佈於壓粉磁心11內，且第2粒子4進入第1粒子3彼此之間隙。其結果為，可獲得填充率較高故而磁導率或飽和磁通密度較高之壓粉磁心11。因此，具備該壓粉磁心11之扼流圈10磁應答性優異，且成為於高頻區域中之損失(鐵損)較小之低損失者。進而，可容易地實現扼流圈10之小型化或額定

電流之增大、發熱量之減少。即，可獲得高性能之扼流圈10。

<第2實施形態>

繼而，對應用本發明之磁性元件之第2實施形態之扼流圈進行說明。

圖4係表示應用本發明之磁性元件之第2實施形態之扼流圈的模式圖(透視立體圖)。

以下，對第2實施形態之扼流圈進行說明，分別以與上述第1實施形態之扼流圈之不同點為中心進行說明，並對相同事項省略其說明。

本實施形態之扼流圈20係如圖4所示，將成形為線圈狀之導線22埋設於壓粉磁心21之內部而成。即，扼流圈20係將導線22於壓粉磁心21中進行模塑而成。

此種形態之扼流圈20可容易地獲得相對小型者。並且，於製造此種小型之扼流圈20之情形時，磁導率及磁通密度較大、且損失較小之壓粉磁心21更有效地發揮其作用、效果。即，儘管為更小型，但可獲得能對應大電流之低損失、低發熱之扼流圈20。

又，由於導線22被埋設於壓粉磁心21之內部，因此導線22與壓粉磁心21之間不易產生間隙。因此，可抑制由壓粉磁心21之磁應變引起之振動，而抑制伴隨該振動產生噪音。

於製造如上所述之本實施形態之扼流圈20之情形時，首先，於成形模之模腔內配置導線22，且利用本發明之複合粒子填充模腔內。即，以包含導線22之方式填充複合粒子。

繼而，將導線22與複合粒子一同加壓而獲得成形體。

繼而，與上述第1實施形態相同地對該成形體實施熱處理。藉此，獲得扼流圈20。

[攜帶型電子機器]

繼而，基於圖5～7對具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器(本發明之攜帶型電子機器)進行說明。

圖5係表示應用具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器之行動型(或筆記型)個人電腦之構成的立體圖。於該圖中，個人電腦1100包含具備鍵盤1102之本體部1104、及具備顯示部100之顯示單元1106，且顯示單元1106相對於本體部1104被介由鉸鏈構造部可旋動地支持。此種個人電腦1100中內置有扼流圈10、20。

圖6係表示應用具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器之攜帶電話機(亦包括PHS(Personal Handyphone System，個人便攜式電話系統))之構成的立體圖。於該圖中，攜帶電話機1200具備複數個操作按鈕1202、受話口1204及送話口1206，於操作按鈕1202與受話口1204間配置有顯示部100。此種攜帶電話機1200中內置有作為濾波器、共振器等而發揮功能之扼流圈10、20。

圖7係表示應用具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器之數位靜態相機之構成的立體圖。再者，於該圖中，亦關於與外部機器之連接簡易地進行顯示。此處，通常之相機係藉由被攝體之光學影像而使銀鹽照相底片感光，與此相對，數位靜態相機1300係藉由CCD(Charge Coupled Device，電荷耦合元件)等攝像元件對被攝體之光學影像進行光電轉換而生成攝像信號(圖像信號)。

於數位靜態相機1300之殼體(本體)1302之背面設置有顯示部，形成基於由CCD生成之攝像信號而進行顯示之構成，顯示部係作為以電子圖像之形式顯示被攝體之取景器而發揮作用。又，於殼體1302之正面側(圖中背面側)設置有包含光學透鏡(攝像光學系統)或CCD等之受光單元1304。

拍攝者若確認顯示於顯示部之被攝體像而按下快門按鈕1306，則將該時點之CCD之攝像信號傳送至記憶體1308並存儲。又，於該數

位靜態相機1300中，於殼體1302之側面設置有視訊信號輸出端子1312、及資料通信用之輸入輸出端子1314。並且，如圖所示，分別視需要將電視監視器1430連接於視訊信號輸出端子1312，並將個人電腦1440連接於資料通信用之輸入輸出端子1314。進而，形成如下構成：存儲於記憶體1308中之攝像信號藉由特定操作被輸出至電視監視器1430或個人電腦1440。此種數位靜態相機1300中內置有扼流圈10、20。

再者，關於具備本發明之磁性元件之攜帶型電子機器，除圖5之個人電腦(行動型個人電腦)、圖6之攜帶電話機、圖7之數位靜態相機以外，例如亦可應用於噴墨式噴出裝置(例如噴墨印表機)、膝上型個人電腦、電視、視訊攝影機、錄影機、汽車導航系統裝置、尋呼機、電子記事本(亦包括附有通信功能)、電子辭典、計算器、電子遊戲機、文字處理機、工作站、視訊電話、防盜用電視監視器、電子雙筒望遠鏡、POS(Point of Sale，銷售點)終端、醫療機器(例如電子體溫計、血壓計、血糖計、心電圖測量裝置、超音波診斷裝置、電子內窺鏡)、魚群探測機、各種測定機器、儀器類(例如車輛、飛機、船舶之儀器類)、飛行模擬器等中。

以上，已對本發明之複合粒子、壓粉磁心、磁性元件及攜帶型電子機器基於較佳之實施形態進行說明，但本發明並不限定於此。

例如，上述實施形態中，作為本發明之複合粒子之應用例而對壓粉磁心進行說明，但應用例並不限定於此，例如亦可為磁屏蔽片、磁頭等壓粉體。

[實施例]

繼而，對本發明之具體實施例進行說明。

1.壓粉磁心及扼流圈之製造

(樣品No.1)

< 1 > 首先，準備具有包含Fe-6.5質量%Si合金之第1粒子、及經由黏結劑黏結於第1粒子且包含Fe-50質量%Ni合金之第2粒子的複合粒子。該等第1粒子及第2粒子係分別以高頻感應爐使原材料熔融、並且利用水霧化法進行粉末化而獲得者。

又，第1粒子及第2粒子係使用於各自之表面形成有平均厚度2 μm 之磷酸鹽系玻璃絕緣層者。該磷酸鹽系玻璃為軟化點404℃之SnO-P₂O₅-MgO系玻璃(SnO：62莫耳%，P₂O₅：33莫耳%，MgO：5莫耳%)。又，絕緣層之形成係使用機械性粒子複合化裝置。

< 2 > 繼而，將形成有絕緣層之第1粒子與環氧樹脂(黏結劑)投入機械性粒子複合化裝置中，使黏結劑附著於第1粒子之表面。

< 3 > 繼而，將附著有黏結劑之附有絕緣層之第1粒子、及附有絕緣層之第2粒子投入機械性粒子複合化裝置中，以被覆附有絕緣層之第1粒子之方式使附有絕緣層之第2粒子黏結。藉此獲得複合粒子。再者，機械性粒子複合化裝置中係以第1粒子與第2粒子之比率以質量比計成為10：90之方式投入附著有黏結劑之附有絕緣層之第1粒子與附有絕緣層之第2粒子。

切割所獲得之複合粒子，對其切割面利用微維氏硬度計測定硬度。將測得之第1粒子之剖面及第2粒子之剖面的維氏硬度HV1、HV2示於表1中。

又，於所獲得之複合粒子利用掃描型電子顯微鏡進行觀察，獲得各自之粒子像。然後，根據各粒子像測定近似圓直徑，將測得之第1粒子及第2粒子之近似圓直徑d1、d2示於表1中。再者，觀察之結果為，複合粒子形成第2粒子以被覆第1粒子之表面之方式分佈的形態。又，第2粒子係以被覆第1粒子表面之70%之方式分佈(被覆率70%)。

< 4 > 繼而，將所獲得之複合粒子、環氧樹脂(結合材料)、甲苯(有機溶劑)混合，而獲得混合物。再者，環氧樹脂之添加量係相對於

複合粒子100質量份設為2質量份。

< 5 > 繼而，於將所獲得之混合物攪拌後，以溫度60℃加熱1小時使其乾燥，而獲得塊狀之乾燥體。繼而，使該乾燥體通過網眼500 μm之篩網，並粉碎乾燥體而獲得造粒粉末。

< 6 > 繼而，將所獲得之造粒粉末填充至成形模，並基於下述成形條件而獲得成形體。

< 成形條件 >

- 成形方法 : 加壓成形
- 成形體之形狀 : 圈狀
- 成形體之尺寸 : 外徑28 mm，內徑14 mm，厚度10.5 mm
- 成形壓力 : 20 t/cm²(1.96 GPa)

< 7 > 繼而，於大氣環境中以溫度450℃將成形體加熱0.5小時，使結合材料硬化。藉此，獲得壓粉磁心。

< 8 > 繼而，使用所獲得之壓粉磁心，基於以下之製作條件，製作圖3所示之扼流圈(磁性元件)。

< 線圈製作條件 >

- 導線之構成材料 : Cu
- 導線之線徑 : 0.5 mm
- 捲繞數(磁導率測定時) : 7匝
- 捲繞數(鐵損測定時) : 1次側30匝，2次側30匝

(樣品No.2～23)

分別使用表1、2所示者作為複合粒子，除此以外，以與樣品No.1相同之方式獲得壓粉磁心，並且使用該壓粉磁心而獲得扼流圈。再者，第2粒子對第1粒子表面之被覆率為70～85%。

(樣品No.24)

於利用單單僅攪拌第1粒子與第2粒子之攪拌混合機進行攪拌、混合後，將所獲得之混合粉末、環氧樹脂(結合材料)、甲苯(有機溶劑)混合，而獲得混合物。以下，以與樣品No.1相同之方式獲得壓粉

磁心，並且使用該壓粉磁心而獲得扼流圈。

又，於表1、2中，於各樣品No.之軟磁性粉末之中，對與本發明相當者表示為「實施例」，對不與本發明相當者表示為「比較例」。再者，於表1、2中，(c)表示各粒子之構成材料為結晶質之軟磁性金屬材料，(a)表示各粒子之構成材料為非晶質之軟磁性金屬材料。

(樣品No.25)

藉由減少第2粒子之添加量，而將複合粒子中被覆第1粒子表面之第2粒子之被覆率減少至55%，除此以外，以與樣品No.5相同之方式獲得壓粉磁心，並且使用該壓粉磁心而獲得扼流圈。

(樣品No.26)

藉由減少第2粒子之添加量，而將複合粒子中被覆第1粒子表面之第2粒子之被覆率減少至40%，除此以外，以與樣品No.5相同之方式獲得壓粉磁心，並且使用該壓粉磁心而獲得扼流圈。

(樣品No.27、28)

將黏結劑變更為聚矽氧系樹脂，除此以外，以與樣品No.5、7相同之方式獲得壓粉磁心，並且使用該壓粉磁心而獲得扼流圈。

(樣品No.29、30)

將黏結劑變更為酚系樹脂，除此以外，以與樣品No.5、7相同之方式獲得壓粉磁心，並且使用該壓粉磁心而獲得扼流圈。

2.複合粒子、壓粉磁心及扼流圈之評價

2.1利用X射線繞射法之平均結晶粒徑之測定

對各樣品No.之複合粒子，利用X射線繞射法取得X射線繞射光譜。例如，於由樣品No.1之複合粒子獲得之X射線繞射光譜中，包含源自Fe-Si系合金之繞射波峰、及源自Fe-Ni系合金之繞射波峰。

因此，基於各繞射波峰之形狀(半值寬)，算出第1粒子中所含之結晶組織之平均結晶粒徑、及第2粒子中所含之結晶組織之平均結晶

粒徑。將計算結果示於表1、2中。

2.2壓粉磁心之密度之測定

對各樣品No.之壓粉磁心測定密度。並且，基於根據各樣品No.之複合粒子之組成計算之真比重，算出各壓粉磁心之相對密度。將計算結果示於表1、2中。

2.3扼流圈之磁導率之測定

對各樣品No.之扼流圈，基於以下之測定條件測定各自之磁導率 μ' 、鐵損(磁芯損耗 P_{cv})。將測定結果示於表1、2中。

<測定條件>

- 測定頻率(磁導率) : 10 kHz、100 kHz、1000 kHz
- 測定頻率(鐵損) : 50 kHz、100 kHz
- 最大磁通密度 : 50 mT、100 mT
- 測定裝置 : 交流磁特性測定裝置(岩通計測股份有限公司製造，B-H分析儀SY8258)

[表 1]

		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
		實施例	實施例	實施例	實施例	實施例	實施例	實施例	實施例	實施例	實施例	比較例	比較例
第1粒子	Fe-6.5Si(c)	質量份	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
	Fe-Si-B(a)	質量份											
	Fe-Si-Al(c)	質量份											
	Fe-Si-B-C(a)	質量份											
	維氏硬度HV1	-	376	381	362	411	378	425	358	349	371	450	384
	近似圓直徑d1	μm	35	37	60	32	54	45	46	36	32	31	33
	平均結晶粒徑	nm	57	55	59	49	56	42	60	62	57	37	56
第2粒子	Fe-50Ni(c)	質量份	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5	0
	Fe-0.5B(c)	質量份											
	Fe-1Cr(c)	質量份											
	純Fe(c)	質量份											
	維氏硬度HV2	-	202	213	218	198	221	205	178	184	230	246	210
	近似圓直徑d2	μm	10	12	14	10	18	10	8	4	10	3	11
	平均結晶粒徑	nm	90	88	85	95	78	91	112	106	63	71	87
HV1－HV2		-	174	168	144	213	157	220	180	165	141	204	-
d1/d2		-	3.5	3.1	4.3	3.2	3.0	4.5	5.8	9.0	3.2	10.3	-
第1粒子之平均結晶粒徑/第2粒子之平均結晶粒徑		-	0.63	0.63	0.69	0.52	0.72	0.46	0.54	0.58	0.90	0.52	-
評價結果	黏結劑	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂
		相對密度	88.8	88.2	87.6	87.0	86.3	85.7	85.0	84.0	82.3	81.8	80.2
		10 kHz	61.2	60.8	60.3	59.7	59.2	58.3	56.7	54.2	51.4	50.2	45.3
	磁導率μ'	100 kHz	-	-	-	59.7	59.4	58.2	56.6	54.1	51.5	-	-
		1000 kHz	-	-	-	59.3	58.9	57.7	56.1	53.6	51.1	-	-
		50 kHz	251	255	258	264	263	278	267	273	280	283	258
	鐵損 Bm＝50 mT	100 kHz	-	-	-	551	548	572	560	572	595	-	-
		50 kHz	1532	1542	1551	1561	1565	1598	1646	1615	1666	1678	1554
		100 kHz	-	-	-	3257	3271	3355	3470	3425	3551	-	-
	Bm＝100 mT		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[表2]

No.13		No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24
		實施例	比較例	比較例	實施例	實施例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例
第1粒子	Fe-6.5Si(c)	質量份										
	Fe-Si-B(a)	質量份	50	70	100					Fe-50Ni(c)	50	50
	Fe-Si-A(c)	質量份				30	60	0	100			
	Fe-Si-B-C(a)	質量份							50			
	維氏硬度HV1	-	805	812	-	708	480	425	-	449	210	348
	近似圓直徑dI	μm	40	85	-	83	54	45	-	36	25	105
	平均結晶粒徑	nm	0	0	-	0	56	42	-	60	-	55
第2粒子	Fe-50Ni(c)	質量份										50
	Fe-0.5B(c)	質量份	50	30	100	0					50	
	Fe-1Cr(c)	質量份					70	40	100	0		
	純Fe(c)	質量份									50	
	維氏硬度HV2	-	246	241	278	-	193	205	178	-	94	275
	近似圓直徑d2	μm	10	15	15	-	5	10	12	-	15	16
	平均結晶粒徑	nm	90	74	85	-	78	72	81	-	185	36
HV1－HV2		-	559	571	-	-	287	220	-	-	116	73
dl/d2		-	4.0	5.7	-	-	10.8	4.5	-	-	-	-
第1粒子之平均結晶粒徑/第2粒子之平均結晶粒徑		-	0.00	0.00	-	-	0.72	0.58	-	-	0.00	1.31
評價結果	黏結劑		環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂	環氧樹脂
	相對密度		%	85.2	84.3	80.5	79.2	84.9	81.2	80.4	68.2	81.3
	磁導率μ'	10 kHz	-	67.5	68.2	54.2	58.2	59.2	58.3	54.2	32.5	48.2
		100 kHz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1000 kHz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鐵損 Bm＝50 mT	50 kHz	65	66	70	75	263	278	298	301	-	-
		100 kHz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鐵損 Bm＝100 mT	50 kHz	387	389	402	423	1565	1598	1646	1615	-	-
		100 kHz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

根據表1、2可明確，相當於實施例之壓粉磁心係相對密度較高者。又，關於磁導率 μ' ，亦與相對密度具有正相關，相當於實施例之壓粉磁心顯示相對較高之值。另一方面，關於扼流圈之鐵損，確認於為高頻帶且較寬之頻率範圍中為低鐵損。

再者，對樣品No.24之壓粉磁心觀察其內部之第1粒子與第2粒子之分佈狀況，結果確認局部含有僅第1粒子凝聚或僅第2粒子凝聚而成之部位。

又，上述各樣品No.之複合粒子均為圖1所示之形態者，對圖2所示之形態者，亦製作相同之樣品並進行各種評價。其結果為，針對圖2所示之形態之樣品的評價結果表現出與上述各樣品No.之複合粒子所示之評價結果相同之傾向。

再者，關於樣品No.25、26之壓粉磁心，雖未揭示於各表中，但與表1、2所示之相當於各實施例之壓粉磁心相比，相對密度較低。可認為其受被覆率較低所影響。

又，關於樣品No.27～30之壓粉磁心，雖未揭示於各表中，但表現出與表1、2所示之相當於各實施例之壓粉磁心同等之特性。

【符號說明】

3	第1粒子
4	第2粒子
5	複合粒子
6	黏結劑
10、20	扼流圈
11、21	壓粉磁心
12、22	導線
31、41	絕緣層
51	絕緣層

100	顯示部
1100	個人電腦
1102	鍵盤
1104	本體部
1106	顯示單元
1200	攜帶電話機
1202	操作按鈕
1204	受話口
1206	送話口
1300	數位靜態相機
1302	殼體
1304	受光單元
1306	快門按鈕
1308	記憶體
1312	視訊信號輸出端子
1314	輸入輸出端子
1430	電視監視器
1440	個人電腦

申請專利範圍

1. 一種複合粒子，其特徵在於：其具有：第1粒子，其包含結晶質軟磁性金屬材料；及第2粒子，其以被覆上述第1粒子之方式固著於上述第1粒子且包含與上述第1粒子組成不同之結晶質軟磁性金屬材料，且

於將上述第1粒子之維氏硬度設為HV1、將上述第2粒子之維氏硬度設為HV2時，為 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 、 $100 \leq HV2 < 250$ 、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係，

於將上述第1粒子之相同投影面積之圓直徑設為d1、將上述第2粒子之相同投影面積之圓直徑設為d2時，為 $30 \mu\text{m} \leq d1 \leq 100 \mu\text{m}$ 及 $2 \mu\text{m} \leq d2 \leq 20 \mu\text{m}$ 之關係，

上述第2粒子之平均結晶粒徑為30 nm以上且200 nm以下，

上述第1粒子之平均結晶粒徑為上述第2粒子之平均結晶粒徑的0.2倍以上且0.95倍以下。

2. 如請求項1之複合粒子，其中上述第2粒子以被覆上述第1粒子之表面之70%以上之方式固著。
3. 如請求項1或2之複合粒子，其中上述第2粒子經由黏結劑黏結於上述第1粒子。
4. 如請求項3之複合粒子，其中上述黏結劑之構成材料包含聚矽氧系樹脂、環氧系樹脂及酚系樹脂中之至少一種。
5. 如請求項1或2之複合粒子，其中上述第1粒子及上述第2粒子經由絕緣層包覆並以黏結劑黏結。
6. 如請求項1或2之複合粒子，其以被覆整體之方式設置有絕緣層。
7. 如請求項1或2之複合粒子，其中構成上述第1粒子之軟磁性金屬

材料為Fe-Si系材料。

8. 如請求項7之複合粒子，其中構成上述第2粒子之軟磁性金屬材料為純Fe、Fe-B系材料、Fe-Cr系材料、及Fe-Ni系材料中之任一種。
9. 如請求項1或2之複合粒子，其中上述第1粒子及上述第2粒子係以按質量比計為 $10:90 \leq$ 上述第1粒子之質量：上述第2粒子之質量 $\leq 97:3$ 之方式構成。
10. 一種壓粉磁心，其特徵在於其包含如請求項1至9之任一項之複合粒子。
11. 一種壓粉磁心，其特徵在於：其包含將複合粒子及結合材料壓縮成形而成之壓粉體，其中上述複合粒子具有：第1粒子，其包含結晶質軟磁性金屬材料；及第2粒子，其以被覆上述第1粒子之方式固著於上述第1粒子且包含與上述第1粒子組成不同之結晶質軟磁性金屬材料；及

上述結合材料係使上述複合粒子彼此結合，且

於將上述第1粒子之維氏硬度設為HV1、將上述第2粒子之維氏硬度設為HV2時，為 $250 \leq HV1 \leq 1200$ 、 $100 \leq HV2 < 250$ 、及 $100 \leq HV1 - HV2$ 之關係，

於將上述第1粒子之相同投影面積之圓直徑設為d1、將上述第2粒子之相同投影面積之圓直徑設為d2時，為 $30 \mu\text{m} \leq d1 \leq 100 \mu\text{m}$ 及 $2 \mu\text{m} \leq d2 \leq 20 \mu\text{m}$ 之關係，

上述第2粒子之平均結晶粒徑為30 nm以上且200 nm以下，

上述第1粒子之平均結晶粒徑為上述第2粒子之平均結晶粒徑的0.2倍以上且0.95倍以下，

上述第2粒子沿著上述第1粒子表面發生變形。

12. 如請求項11之壓粉磁心，其中上述第2粒子經由黏結劑黏結於上

述第1粒子。

13. 一種磁性元件，其特徵在於：其具備如請求項10至12中任一項之壓粉磁心。
14. 一種攜帶型電子機器，其特徵在於：其具備如請求項13之磁性元件。