







# 公告本

I652700

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

壓粉芯、該壓粉芯之製造方法、具備該壓粉芯之電氣電子零件及安裝有該電氣電子零件之電氣電子機器

### 【中文】

本發明提供一種即便於高溫環境下使用，磁特性亦不易變化且機械特性亦優異之壓粉芯、該壓粉芯之製造方法、具備該壓粉芯之電氣電子零件及安裝有該電氣電子零件之電氣電子機器。

本發明之壓粉芯係具備包含軟磁性粉末之成形體、及上述成形體之外部塗層者，且上述外部塗層含有聚醚砜。

### 【指定代表圖】

圖1

### 【代表圖之符號簡單說明】

1 壓粉芯

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

壓粉芯、該壓粉芯之製造方法、具備該壓粉芯之電氣電子零件及安裝有該電氣電子零件之電氣電子機器

### 【技術領域】

本發明係關於一種壓粉芯、該壓粉芯之製造方法、具備該壓粉芯之電氣電子零件及安裝有該電氣電子零件之電氣電子機器。

### 【先前技術】

資料中心之服務器內之電源電路、油電混合車等之升壓電路、發電或變電設備等之電氣電子機器中使用有反應器、變壓器、扼流圈等電氣電子零件。有於該等電氣電子零件中使用壓粉芯作為磁性構件之情況。該壓粉芯具備成形體，其係將大量軟磁性粉末壓粉成形，並對所得之成形製造物進行熱處理而獲得。

如上所述，壓粉芯係軟磁性粉末之成形體，故而就提高機械強度之觀點而言，有具備外部塗層之情況。關於該點，專利文獻1中揭示有一種複合磁性材料，其特徵在於：其係將軟磁性金屬粉末藉由非磁性材料結合而成之電感器用複合磁性材料，且上述非磁性材料具有：成形助劑，其添加混合至上述軟磁性金屬粉末中；及含浸樹脂，其係於對上述軟磁性金屬粉末、成形助劑成形體進行熱處理後作為結合材料含浸於該軟磁性金屬粉末、成形助劑成形體中；上述含浸樹脂於大氣壓下之熱硬化溫度為180°C以上。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]實用新型註冊第3145832號公報

### 【發明內容】

#### [發明所欲解決之問題]

具備具有上述壓粉芯之電氣電子零件之電氣電子機器的使用環境多種多樣，有基於外部氣溫高、位於發熱零件附近等理由，而於接近100°C之環境下使用壓粉芯之情況。若於此種高溫環境下使用，則有構成壓粉芯之材料發生熱改性之情況。若材料之改性使壓粉芯之磁特性、尤其是磁芯損耗發生變化，則亦有來自壓粉芯之發熱量增加，而促進壓粉芯之熱改性之情況。擔心上述這種因在高溫環境下使用而發生之磁特性之變化會對具有壓粉芯之電氣電子零件的動作穩定性造成影響。因此，追求一種即便於上述高溫環境下使用，磁特性亦不易變化之壓粉芯。又，亦追求於在上述高溫環境下使用之情形時，壓粉芯之機械強度可被維持在適當範圍內。

本發明之目的在於提供一種即便於高溫環境下使用，磁特性亦不易變化且機械特性亦優異之壓粉芯、該壓粉芯之製造方法、具備該壓粉芯之電氣電子零件及安裝有該電氣電子零件之電氣電子機器。

#### [解決問題之技術手段]

為了解決上述問題而提供之本發明之一態樣係一種壓粉芯，其特徵在於：具備包含軟磁性粉末之成形體、及上述成形體之外部塗層，且上述外部塗層含有聚醚磺(Polyethersulfone)。

具備含有聚醚磺之外部塗層之本發明之壓粉芯相較於先前使用的具備含有矽酮系之樹脂(尤其是甲基苯基矽酮樹脂)之外部塗層之壓粉芯，即便於在高溫環境(具體而言為250°C之環境)下長時間(具體而言為100小時以上)放置之情形時，由於不易產生應力，故而磁特性、尤其是磁芯損耗

亦不易變化。而且，即便於在高溫環境下長時間放置之情形時，亦能夠維持實用之機械強度。

於上述本發明之壓粉芯中，上述軟磁性粉末亦可含有鐵系材料及鎳系材料中之至少一者之粉末。

於上述本發明之壓粉芯中，上述軟磁性粉末亦可含有結晶質磁性材料之粉末。於上述本發明之壓粉芯中，上述軟磁性粉末亦可含有非晶質磁性材料之粉末。於上述本發明之壓粉芯中，上述軟磁性粉末亦可含有奈米結晶磁性材料之粉末。又，上述軟磁性粉末亦可為由選自上述結晶質磁性材料、上述非晶質磁性材料、上述奈米結晶磁性材料之2種以上混合而成者。

於上述本發明之壓粉芯中，亦可為，上述成形體包含上述軟磁性粉末及黏結成分，且上述黏結成分包括黏合劑成分之熱分解殘渣，該黏合劑成分包含樹脂系材料。於本發明之壓粉芯所具備之成形體包含上述熱分解殘渣之情形時，容易於成形體內部產生空隙。本發明之壓粉芯可將聚醚砜樹脂以填埋該空隙之方式配置，故而可提高硬度。於使用普通熱硬化性樹脂之情形時，形成外部塗層時或於高溫環境下樹脂會硬化而產生應力，因此形成壓粉芯之軟磁性粉末會受到應力，而導致磁特性劣化。藉由使用作為熱塑性樹脂之聚醚砜樹脂，可避免由高溫環境下之硬化所引起之應力變化。又，普通熱塑性樹脂於高溫環境下強度會降低，但藉由使用耐熱性較高之聚醚砜樹脂，可避免此種強度降低。

本發明之另一態樣係一種壓粉芯之製造方法，其特徵在於：其製造上述本發明之壓粉芯，且包括以下步驟：成形步驟，其係藉由包括加壓成形的成形處理而獲得成形製造物，該加壓成形係包含上述軟磁性粉末及上

述黏合劑成分之混合物之加壓成形；加熱處理步驟，其係將藉由上述成形步驟所得之成形製造物加熱，而獲得包含上述軟磁性粉末及包括上述黏合劑成分之熱分解殘渣之黏結成分的上述成形體；及外部塗層形成步驟，其係使包含聚醚砜及溶劑之液狀組合物與上述成形體接觸，於上述成形體之包含表面之區域形成上述液狀組合物之塗膜，並對上述塗膜加以乾燥，使溶劑揮發，而形成包含聚醚砜之外部塗層。根據上述方法，能夠有效率地製造含有包括黏合劑成分之熱分解殘渣之黏結成分的壓粉芯。

本發明之另一態樣係一種電氣電子零件，其特徵在於：具備上述本發明之壓粉芯、線圈、及與上述線圈之各端部連接之連接端子，且上述壓粉芯之至少一部分係以位於經由上述連接端子使電流流至上述線圈時藉由上述電流而產生之感應磁場內的方式配置。

本發明之再一態樣係一種電氣電子機器，其特徵在於：具備上述本發明之電氣電子零件。

#### [發明之效果]

本發明之壓粉芯即便於在高溫環境(具體而言為 $250^{\circ}\text{C}$ 之環境)下長時間(具體而言為100小時以上)放置之情形時，磁特性、尤其是磁芯損耗亦不易變化。而且，即便於在高溫環境下長時間放置之情形時，亦可維持實用之機械強度。因此，本發明之壓粉芯即便於高溫環境下使用，磁特性亦不易變化且機械特性亦優異。又，根據本發明，可提供一種具備上述壓粉芯之電氣電子零件、及安裝有該電氣電子零件之電氣電子機器。

#### 【圖式簡單說明】

圖1係概念性地表示本發明之一實施形態之壓粉芯之形狀的立體圖。

圖2(a)係用以製造本發明之一實施形態之壓粉芯之成形步驟後且熱處

理步驟前的成形製造物之內部之模式圖，圖2(b)係用以製造本發明之一實施形態之壓粉芯之熱處理步驟後且外部塗層形成步驟前的成形體之內部之模式圖，圖2(c)係用以製造本發明之一實施形態之壓粉芯之外部塗層形成步驟後的壓粉芯之內部之模式圖。

圖3係概念性地表示於製造造粒粉之方法之一例中使用的噴霧乾燥器裝置及其動作之圖。

圖4係概念性地表示作為具備本發明之一實施形態之壓粉芯之電子零件的環形磁芯之形狀之立體圖。

### 【實施方式】

以下，對本發明之實施形態進行詳細說明。

#### 1. 壓粉芯

關於圖1所示之本發明之一實施形態之壓粉芯1，其外觀為環狀，且具備包含軟磁性粉末之成形體、及成形體之外部塗層。本發明之一實施形態之壓粉芯1之外部塗層含有聚醚磺。作為不受限定之一例，含有使軟磁性粉末相對於壓粉芯1中含有之其他材料(有為同種材料之情況，亦有為異種材料之情況)黏結之黏結成分。再者，壓粉芯1之外觀並不限定於環狀，例如，有EE型、EI型、EER型、PQ型、I型、或者將線圈封入壓粉芯之內部而成者等。

#### (1) 成形體

##### (1-1) 軟磁性粉末

本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可含有包含鐵之鐵系材料及包含鎳之鎳系材料中之至少一者之粉末。

本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可含



有結晶質磁性材料之粉末。於本說明書中，所謂「結晶質磁性材料」意指如下所述之材料，即，其組織由結晶質構成，且為硬磁性體，更佳為軟磁性體。本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可為包括結晶質磁性材料之粉末者。作為結晶質磁性材料之具體例，可列舉Fe-Si-Cr系合金、Fe-Ni系合金、Ni-Fe系合金、Fe-Co系合金、Fe-V系合金、Fe-Al系合金、Fe-Si系合金、Fe-Si-Al系合金、羰基鐵及純鐵。

本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可含有非晶質磁性材料之粉末。於本說明書中，所謂「非晶質磁性材料」意指如下所述之材料，即，組織中之非晶質部分之體積超過整體之50%，且為硬磁性體，更佳為軟磁性體。本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可為包括非晶質磁性材料之粉末者。作為非晶質磁性材料之具體例，可列舉Fe-Si-B系合金、Fe-P-C系合金及Co-Fe-Si-B系合金。上述非晶質磁性材料可由1種材料構成，亦可由複數種材料構成。構成非晶質磁性材料之粉末之磁性材料較佳為選自由上述材料所組成之群中之1種或2種以上材料，其中，含有Fe-P-C系合金為佳，由Fe-P-C系合金構成更佳。但，於Fe-P-C系合金之情形時，磁應變較高，故而若受到應力則磁特性顯著劣化。於該情形時，若使用本發明之聚醚砜樹脂作為下文所說明之外部塗層，則不易自外部塗層受到應力尤其是於高溫環境下，從而效果較佳。

再者，作為上述非晶質磁性材料之Fe-P-C系合金之具體例，可列舉如下所述之Fe基非晶質合金，即，組成式表示為 $\text{Fe}_{100 - a - b - c - x - y - z - t}$  $\text{Ni}_a\text{Sn}_b\text{Cr}_c\text{P}_x\text{C}_y\text{B}_z\text{Si}_t$ ，且 $0 \text{ at}\% \leq a \leq 10 \text{ at}\%$ 、 $0 \text{ at}\% \leq b \leq 3 \text{ at}\%$ 、 $0 \text{ at}\% \leq c \leq 6 \text{ at}\%$ 、 $6.8 \text{ at}\% \leq x \leq 13.0 \text{ at}\%$ 、 $2.2 \text{ at}\% \leq y \leq 13.0 \text{ at}\%$ 、 $0 \text{ at}\% \leq z \leq$

9.0 at%、 $0 \text{ at}\% \leq t \leq 7 \text{ at}\%$ 。於上述組成式中，Ni、Sn、Cr、B及Si為任意添加元素。

Ni之添加量a較佳設定為0 at%以上且7 at%以下，更佳設定為4 at%以上且6.5 at%以下。Sn之添加量b較佳設定為0 at%以上且2 at%以下，更佳設定為0 at%以上且1 at%以下。Cr之添加量c較佳設定為0 at%以上且2.5 at%以下，更佳設定為1.5 at%以上且2.5 at%以下。P之添加量x亦有較佳設定為8.8 at%以上之情況。C之添加量y亦有較佳設定為2.2 at%以上且9.8 at%以下之情況。B之添加量z較佳設定為0 at%以上且8.0 at%以下，更佳設定為0 at%以上且2 at%以下。Si之添加量t較佳設定為0 at%以上且6 at%以下，更佳設定為0 at%以上且2 at%以下。

本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可含有奈米結晶磁性材料之粉末。於本說明書中，所謂「奈米結晶磁性材料」意指如下所述之材料，即，具有平均結晶粒徑為數奈米～數十奈米之晶粒於組織之至少超過50%之部分均勻地析出而成之奈米結晶組織，且為硬磁性體，更佳為軟磁性體。關於奈米結晶磁性材料，可除奈米晶粒以外之組織為非晶質，亦可全部為奈米結晶組織。本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末亦可為包括奈米結晶磁性材料之粉末者。作為奈米結晶磁性材料之具體例，可列舉Fe-Cu-M(此處，M係選自Nb、Zr、Ti、V、Mo、Hf、Ta、W中之1種或2種以上金屬元素)-Si-B系合金、Fe-M-B系合金、Fe-Cu-M-B系合金等。

本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末可由1種粉末構成，亦可為複數種粉末之混合體。作為該混合體之具體例，可列舉由結晶質磁性材料、非晶質磁性材料、奈米結晶磁性材料中之2種以上

混合而成者。更具體而言，例如，本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之軟磁性粉末可為結晶質磁性材料之粉末與非晶質磁性材料之粉末的混合體，亦可為非晶質磁性材料之粉末且其一部分為奈米結晶磁性材料之粉末。

本發明之一實施形態之壓粉芯1所含有之軟磁性粉末的形狀並無限定。軟磁性粉末之形狀可為球狀，亦可為非球狀。於為非球狀之情形時，可為鱗片狀、橢圓球狀、液滴狀、針狀等具有形狀各向異性之形狀，亦可為不具有特殊形狀各向異性之不定形。作為不定形之軟磁性粉末之例，可列舉如下情形：複數個球狀之軟磁性粉末彼此相接而結合，或以部分埋沒於其他軟磁性粉末內之方式而結合。於軟磁性粉末為羰基鐵之粉末之情形時，易於觀察到此種不定形之軟磁性粉末。

軟磁性粉末之形狀可為於製造軟磁性粉末之階段所得之形狀，亦可為藉由對所製造出之軟磁性粉末進行二次加工所得之形狀。作為前者所述之形狀，可例示球狀、橢圓球狀、液滴狀、針狀等，作為後者所述之形狀，可例示鱗片狀。

本發明之一實施形態之壓粉芯1所含有之軟磁性粉末的粒徑並無限定。若以中徑D50(藉由雷射繞射散射法測定所得之軟磁性粉末之粒徑體積分佈中之體積累積值為50%時的粒徑)規定該粒徑，則通常設為1  $\mu\text{m}$ 至45  $\mu\text{m}$ 之範圍。就提高處理性之觀點、提高壓粉芯1成形體中軟磁性粉末之填充密度之觀點等而言，軟磁性粉末之中徑D50較佳設定為2  $\mu\text{m}$ 以上且30  $\mu\text{m}$ 以下，更佳設定為3  $\mu\text{m}$ 以上且15  $\mu\text{m}$ 以下，特佳設定為4  $\mu\text{m}$ 以上且13  $\mu\text{m}$ 以下。

## (1-2)黏結成分

黏結成分只要為有助於將本發明之一實施形態之壓粉芯1中含有之軟磁性粉末固定的材料，其組成便無限定。作為構成黏結成分之材料，可例示樹脂材料及樹脂材料之熱分解殘渣(於本說明書中，將其等統稱為「基於樹脂材料之成分」)等有機系之材料、無機系之材料等。該熱分解殘渣例如為實施用以消除壓粉芯中之軟磁性粉末之應力的下述熱處理後所形成者。作為樹脂材料，可例示丙烯酸系樹脂、矽酮樹脂、環氧樹脂、酚樹脂、尿素樹脂、三聚氰胺樹脂等。作為包括無機系之材料之黏結成分，可例示水玻璃等玻璃系材料。黏結成分可由一種材料構成，亦可由複數種材料構成。黏結成分亦可為有機系之材料與無機系之材料的混合體。

作為黏結成分，通常使用絕緣性之材料。藉此，可提高作為壓粉芯1之絕緣性。

作為具體一例，本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體係藉由包含如下成形處理之製造方法而製造者，該成形處理包括加壓成形，該加壓成形係包含軟磁性粉末及黏合劑成分之混合物之加壓成形。於本說明書中，所謂「黏合劑成分」係指提供黏結成分之成分，黏合劑成分有包括黏結成分之情況，亦有為與黏結成分不同之材料之情況。

作為黏合劑成分與黏結成分不同之情形之具體例，可列舉如下情形：本發明之一實施形態之壓粉芯1的成形體所包含之黏結成分由包含樹脂系材料之黏合劑成分之熱分解殘渣構成。生成該熱分解殘渣時，黏合劑成分之一部分會分解、揮發。因此，於壓粉芯1所具備之成形體包含上述熱分解殘渣之情形時，有成形體內、具體而言為成形體中位置最為靠近之軟磁性粉末彼此間產生空隙之情況。

利用圖2對該點進行說明。圖2(a)係用以製造本發明之一實施形態之

壓粉芯之成形步驟後且熱處理步驟前的成形製造物之內部之模式圖，圖2(b)係用以製造本發明之一實施形態之壓粉芯之熱處理步驟後的成形體之內部之模式圖，圖2(c)係用以製造本發明之一實施形態之壓粉芯之外部塗層形成步驟後的壓粉芯之內部之模式圖。如圖2(a)所示，於經由成形步驟所得之成形製造物1A中，軟磁性粉末MM藉由包含樹脂系材料之黏合劑成分BM而被黏結、固定。若對該成形製造物1A進行熱處理步驟，則如圖2(b)所示，黏合劑成分BM分解、揮發而生成熱分解殘渣TDM，成形體1B之軟磁性粉末MM藉由熱分解殘渣TDM而被黏結、固定。因此，成形體1B相較於成形製造物1A，空隙PR之體積增加。再者，圖2(b)中之熱處理步驟例如為上述應力消除用之退火步驟。

於此種情形時亦對成形體1B進行包括外部塗層形成步驟之步驟而製造所得之本發明之壓粉芯1中，如圖2(c)所示，可將構成含有聚醚砜之外部塗層之材料(外部塗層材料)CRM以填埋該空隙PR之至少一部分之方式配置。因此，於壓粉芯1中，空隙PR之體積變少，並且軟磁性粉末MM藉由熱分解殘渣TDM及外部塗層材料CRM得以黏結、固定，從而達成機械強度之強化。又，由於外部塗層材料CRM係使用塗佈後無需熱硬化之聚醚砜，故而不會對壓粉芯1賦予因外部塗層形成後之熱硬化而產生之應力。因此，可維持或提高藉由外部塗層形成步驟所得之壓粉芯1之磁特性。又，由於外部塗層材料CRM係使用熱改性較少之聚醚砜，故而即便將壓粉芯1放置於高溫環境下，亦可抑制由外部塗層材料CRM之熱改性或軟磁性粉末MM之氧化所引起的壓粉芯1之磁特性之劣化。

## (2)外部塗層

本發明之一實施形態之壓粉芯1具備外部塗層。外部塗層係為了提高

成形體1B之機械強度等，而以覆蓋成形體1B之至少一部分之方式設置之層。由於成形體1B係被施以包含將含有軟磁性粉末MM之混合物加壓成形之步驟而形成者，故而有其表面具有由來於軟磁性粉末MM之凹凸之情況。又，於混合物包含黏合劑成分BM之情形時，且成形體1B包含黏合劑成分BM之熱分解殘渣TDM之情形時，如上所述，有成形體1B具有空隙PR之情況。於該情形時，構成外部塗層之材料亦可不僅存在於成形體1B之表面，甚至存在於自表面某種程度地深入內部之區域。即，外部塗層亦可相對於成形體1B具有含浸結構。

本發明之一實施形態之壓粉芯1所具備之外部塗層含有聚醚砜。該外部塗層之不受限定之製造方法之一例如下所示。首先，製備包含聚醚砜及溶劑之液狀組合物。液狀組合物中之聚醚砜之濃度並無限定，但若將使製備難度(聚醚砜易於溶解性)、處理性(黏度)及形成於成形體1B之塗膜厚度處於適當範圍納入考慮，則液狀組合物中之聚醚砜之濃度較佳設定為1質量%以上且40質量%以下，更佳設定為5質量%以上且20質量%以下。溶劑之種類只要能夠溶解聚醚砜，便為任意。有較佳為N-甲基吡咯啉酮、甲基乙基酮、乙酸丁酯等非質子性極性溶劑與二甲苯、甲苯等芳香族系溶劑之混合溶劑之情況。液狀組合物只要能夠達成本發明之目的，便亦可含有除聚醚砜以外之樹脂或填料。於以下說明中，將液狀組合物僅含有聚醚砜作為固形物成分之情形作為具體例。

其次，使製備之液狀組合物與上述成形體1B接觸，於成形體1B之包含表面之區域形成液狀組合物之塗膜。接觸方法為任意。最簡單而言，使成形體1B於液狀組合物中浸漬特定時間(例如5分鐘至30分鐘)即可。或者，亦可將液狀組合物以霧態噴射至成形體1B。亦可將液狀組合物與成

形體1B接觸時之氣氛設為減壓氣氛。液狀組合物之塗佈量或藉由接觸而形成之塗膜之厚度為任意。如上所述，成形體1B具有空隙PR，故而藉由使其等於減壓氣氛下接觸，或使液狀組合物之黏度降低，可使液狀組合物容易含浸至成形體1B之內部。

繼而，對形成於成形體1B之塗膜加以乾燥，使溶劑揮發。乾燥溫度及時間係根據溶劑之種類而適當設定。若列舉不受限定之例示，則為於60°C ~ 170°C 下乾燥20分鐘至5小時左右。有較佳為進行階段性加熱之情況。

由於本發明之一實施形態之壓粉芯1所具備之外部塗層包含聚醚砜，於較佳之一形態中由聚醚砜構成，故而即便於將壓粉芯1放置於250°C之環境下之情形時，亦不易發生磁特性之變化。具體而言，能夠使於上述環境下放置200小時之情形之磁芯損耗的上升率為5%以下。又，能夠使於上述環境下放置200小時之情形之相對磁導率的下降率為5%以下(使變化率為-5%以上)。

由於本發明之一實施形態之壓粉芯1所具備之外部塗層包含聚醚砜，於較佳之一形態中由聚醚砜構成，故而即便於將壓粉芯1放置於250°C之環境下之情形時，亦不易發生機械強度之降低。具體而言，能夠使初始之徑向壓潰強度為20 MPa以上，並且於在上述環境下放置200小時之情形時，亦能夠使徑向壓潰強度為20 MPa以上。

### (3) 壓粉芯之製造方法

上述本發明之一實施形態之壓粉芯1之製造方法並無特別限定，若採用以下所說明之製造方法，則能夠更有效率地製造壓粉芯1。

本發明之一實施形態之壓粉芯1之製造方法包括以下所說明之成形步

驟及外部塗層形成步驟，進而亦可包括熱處理步驟。

### (3-1)成形步驟

首先，準備包含軟磁性粉末MM及黏合劑成分BM之混合物。藉由包括該混合物之加壓成形之成形處理，可獲得成形製造物。加壓條件並無限定，其係基於黏合劑成分BM之組成等而適當決定。例如，於黏合劑成分BM包括熱硬化性之樹脂之情形時，較佳為一面加壓一面加熱，而使樹脂於模具內發生硬化反應。另一方面，於壓縮成形之情形時，雖然加壓力高，但加熱並非必要條件，加壓時間短。

以下，對混合物為造粒粉且進行壓縮成形之情形稍加詳細地進行說明。造粒粉之處理性優異，故而可提高成形時間短且生產性優異之壓縮成形步驟之作業性。

#### (3-1-1)造粒粉

造粒粉含有軟磁性粉末MM及黏合劑成分BM。造粒粉中之黏合劑成分BM之含量並無特別限定。於其含量過低之情形時，黏合劑成分BM難以保持軟磁性粉末MM。又，於黏合劑成分BM之含量過低之情形時，經由熱處理步驟所得之壓粉芯1中，包括黏合劑成分BM之熱分解殘渣TDM之黏結成分難以使複數個軟磁性粉末MM彼此間相互絕緣。另一方面，於上述黏合劑成分BM之含量過高之情形時，經由熱處理步驟所得之壓粉芯1中含有之黏結成分之含量容易變高。若壓粉芯1中之黏結成分之含量變高，則會因軟磁性粉末MM受到來自黏結成分之應力的影響而導致壓粉芯1之磁特性容易降低。因此，造粒粉中之黏合劑成分BM之含量較佳設定為相對於造粒粉整體成為0.5質量%以上且5.0質量%以下之量。就更穩定地使壓粉芯1之磁特性降低之可能性減小之觀點而言，造粒粉中之黏合劑成



分BM之含量較佳設定為相對於造粒粉整體成為0.5質量%以上且3.5質量%以下之量，更佳設定為相對於造粒粉整體成為0.6質量%以上且3.0質量%以下之量。

造粒粉亦可含有除上述軟磁性粉末MM及黏合劑成分BM以外之材料。作為此種材料，可例示潤滑劑、矽烷偶合劑、絕緣性填料等。於含有潤滑劑之情形時，其種類並無特別限定。可為有機系之潤滑劑，亦可為無機系之潤滑劑。作為有機系之潤滑劑之具體例，可列舉硬脂酸鋅、硬脂酸鋁等金屬皂。此種有機系之潤滑劑會於熱處理步驟中汽化，可認為幾乎不殘留於壓粉芯1。

造粒粉之製造方法並無特別限定。可直接將提供上述造粒粉之成分混練，將所得之混練物藉由公知之方法加以粉碎等而獲得造粒粉，亦可製備由上述成分中添加溶劑(溶媒、分散媒，可列舉水作為一例)而成之漿料，使該漿料乾燥並加以粉碎，藉此獲得造粒粉。亦可於粉碎後進行篩分或分級，從而控制造粒粉之粒度分佈。

作為由上述漿料獲得造粒粉之方法之一例，可列舉使用噴霧乾燥器之方法。如圖3所示，於噴霧乾燥器裝置200內設置有轉子201，自裝置上部向轉子201內注入漿料S。轉子201以特定轉數旋轉，而於噴霧乾燥器裝置200內部之腔室內使漿料S藉由離心力以小滴狀呈霧態噴射。進而，向噴霧乾燥器裝置200內部之腔室內導入熱風，藉此使小滴狀之漿料S中含有之分散媒(水)於維持小滴形狀之狀態下揮發。其結果，由漿料S形成造粒粉P。將該造粒粉P自裝置200之下部回收。

轉子201之轉數、向噴霧乾燥器裝置200內導入之熱風溫度、腔室下部之溫度等各參數適當設定即可。作為該等參數之設定範圍之具體例，轉

子201之轉數可列舉4000~6000 rpm，向噴霧乾燥器裝置200內導入之熱風溫度可列舉130~170°C，腔室下部之溫度可列舉80~90°C。又，腔室內之氣氛及其壓力亦為適當設定即可。作為一例，可列舉將腔室內設定為空氣(air)氛圍，將其壓力與大氣壓之差壓設定為2 mmH<sub>2</sub>O(約0.02 kPa)。亦可藉由篩分等進而對所得之造粒粉P之粒度分佈進行控制。

### (3-1-2)加壓條件

壓縮成形中之加壓條件並無特別限定。只要將造粒粉之組成、成形品之形狀等納入考慮而適當設定即可。於壓縮成形造粒粉時之加壓力過低之情形時，成形品之機械強度降低。因此，容易產生成形品之處理性降低、由成形品所得之壓粉芯1之機械強度降低等問題。又，亦有壓粉芯1之磁特性降低、或絕緣性降低之情況。另一方面，於壓縮成形造粒粉時之加壓力過高之情形時，較難製出能夠耐受該壓力之成形模具。

就更穩定地減小壓縮加壓步驟對壓粉芯1之機械特性或磁特性造成不良影響之可能性，從而於工業上容易進行大量生產之觀點而言，壓縮成形造粒粉時之加壓力有較佳設定為0.3 GPa以上且2 GPa以下之情況，有更佳設定為0.5 GPa以上且2 GPa以下之情況，有特佳設定為0.5 GPa以上且1.8 GPa以下之情況。

於壓縮成形中，可一面進行加熱一面進行加壓，亦可於常溫下進行加壓。

### (3-2)熱處理步驟

可將藉由成形步驟所得之成形製造物作為本實施形態之壓粉芯1所具備之成形體1B，亦可如以下所說明般對成形製造物實施熱處理步驟而獲得成形體1B。此種熱處理步驟亦稱為退火步驟。

於熱處理步驟中，對藉由上述成形步驟所得之成形製造物進行加熱，藉此，修正軟磁性粉末MM間之距離而進行磁特性之調整，並緩和於成形步驟中賦予至軟磁性粉末MM之應力而進行磁特性之調整，藉此獲得成形體1B。

如上所述，熱處理步驟之目的在於調整成形體1B之磁特性，故而熱處理溫度等熱處理條件係以使成形體1B之磁特性成為最佳之方式進行設定。作為設定熱處理條件之方法之一例，可列舉使成形製造物之加熱溫度變化，使升溫速度及加熱溫度下之保持時間等其他條件固定。

設定熱處理條件時之成形體1B之磁特性之評價基準並無特別限定。作為評價項目之具體例，可列舉成形體1B之磁芯損耗。於該情形時，只要以使成形體1B之磁芯損耗最低之方式設定成形製造物之加熱溫度即可。對磁芯損耗之測定條件進行適當設定，作為一例，可列舉將頻率設定為100 kHz，將最大磁通密度設定為100 mT之條件。

熱處理時之氣氛並無特別限定。於為氧化性氣氛之情形時，過度進行黏合劑成分BM之熱分解之可能性、或發生軟磁性粉末MM之氧化之可能性提高，故而較佳為於氫氣、氬氣等惰性氣氛、或氫氣等還原性氣氛下進行熱處理。

### (3-3)外部塗層形成步驟

對包括利用上述成形步驟所得之成形製造物之成形體1B、或藉由對成形製造物進行上述熱處理步驟所得之成形體1B，施予包含聚醚砜之外部塗層。該製造方法之一例如上所述，故而此處省略記載。

## 2.電氣電子零件

本發明之一實施形態之電氣電子零件具備上述本發明之一實施形態

之壓粉芯。具體而言，本發明之一實施形態之電氣電子零件具備：壓粉芯、線圈、及與該線圈之各端部連接之連接端子。此處，壓粉芯之至少一部分係以位於經由連接端子使電流流至線圈時藉由該電流而產生之感應磁場內的方式配置。

作為此種電氣電子零件之一例，可列舉圖4所示之環形線圈10。環形線圈10具備藉由於環狀之壓粉芯1上捲繞被覆導電線2而形成之線圈2a。在位於包括經捲繞之被覆導電線2之線圈2a與被覆導電線2之端部2b、2c之間的導電線之部分，可定義出線圈2a之端部2d、2e。如此，本實施形態之電氣電子零件中，構成線圈之構件及構成連接端子之構件可由相同構件構成。又，並不限定於如上所述之環狀之壓粉芯1，例如可列舉對EE型、EI型、EER型、PQ型、I型之壓粉芯實施線圈繞線所得者，或者將線圈封入壓粉芯之內部所得者等。

本發明之一實施形態之電氣電子零件由於具備上述本發明之一實施形態之壓粉芯，故而即便於電氣電子零件在高溫環境(具體而言為250°C之環境)下長時間(具體而言為100小時以上)放置之情形時，亦不易發生基於壓粉芯之磁特性之變化而出現的電氣電子零件之特性之劣化。又，由於即便在上述環境下長時間放置，壓粉芯亦可維持實用之機械強度，故而於使用壓粉芯之電氣電子零件之製造過程中、將該電氣電子零件作為電氣電子機器之一部分加以安裝或組裝之過程中、使用所得之電氣電子機器時，即便產生與其他零件之碰撞等來自外部之機械負荷、或由急遽之溫度變化所引起之熱應力等，亦不易發生電氣電子零件破損之不良情況。

作為本發明之一實施形態之電氣電子零件，除上述環形線圈10以外，可例示反應器、變壓器、扼流圈等。

### 3.電氣電子機器

本發明之一實施形態之電氣電子機器包含具備上述本發明之一實施形態之壓粉芯的電氣電子零件。具體而言，可例示安裝有上述電氣電子零件者、或組裝有上述電氣電子零件者。作為此種電氣電子機器之更具體之例，可列舉具備電壓升降壓電路、平流電路、DC-DC轉換器、AC-DC轉換器等之開關電源裝置，或太陽能發電等中使用之功率控制單元等。

此種本發明之一實施形態之電氣電子零件由於包含具備上述本發明之一實施形態之壓粉芯的電氣電子零件，故而即便於在高溫環境(具體而言為 $250^{\circ}\text{C}$ 之環境)下長時間(具體而言為100小時以上)放置之情形時，亦不易發生由壓粉芯之磁特性之降低或破損所引起的動作不良。因此，本發明之一實施形態之電氣電子零件之可靠性優異。

以上所說明之實施形態係為了使本發明容易理解而記載，並非為了限定本發明而記載。因此，上述實施形態中揭示之各要素於內涵上亦包括屬於本發明之技術範圍的全部設計變更或等同物。

#### [實施例]

以下，藉由實施例等對本發明更具體地進行說明，但本發明之範圍並不限定於該等實施例等。

#### (實施例1)

##### (1)Fe基非晶質合金粉末之製作

使用水霧化法，製作以成為 $\text{Fe}_{74.3 \text{ at}\%}\text{Cr}_{1.56 \text{ at}\%}\text{P}_{8.78 \text{ at}\%}\text{C}_{2.62 \text{ at}\%}\text{B}_{7.57 \text{ at}\%}\text{Si}_{4.19 \text{ at}\%}$ 之組成之方式秤量所得之非晶質磁性材料之粉末作為軟磁性粉末MM。所得之軟磁性粉末MM之粒度分佈係使用Microtrac粒度分佈測定裝置(日機裝公司製造之「MT3300EX」)按體積分佈而測定。其結果，於

體積分佈中之體積累積值為50%時之粒徑體積分佈中計為50%之粒度即中徑(D50)為11  $\mu\text{m}$ 。

## (2)造粒粉之製作

按照如下步驟準備漿料：將96.0~99.3質量份之上述軟磁性粉末MM、0.5~2.0質量份之包含丙烯酸系樹脂之絕緣性黏結材料、0.1~1.0質量%之矽烷偶合劑、及0.1~1.0質量份之包含硬脂酸鋅之潤滑劑適當調整混合，並以水作為溶劑。

將所得之漿料藉由噴霧乾燥器裝置(PRECI公司製造之「D350AT-24HOP」)進行噴霧乾燥而獲得造粒粉。所得之造粒粉之粒度分佈係使用雷射繞射散射法粒度分佈測定裝置(BECKMAN COULTER公司製造之「LS 13 320」)按體積分佈而測定。其結果，於測定所得之造粒粉粒徑體積分佈中之體積累積值為50%時之粒徑體積分佈中計為50%之粒度即中徑(D50)為85  $\mu\text{m}$ 。

## (3)壓縮成形

將所得之造粒粉填充至模具，並以0.5~2 GPa之表面壓力進行加壓成形，而獲得具有外徑20 mm×內徑12.8 mm×厚度6.8 mm之環形形狀之成形製造物。

## (4)熱處理

按照如下步驟進行熱處理：將所得之成形體1B載置於氮氣氣流氛圍之爐內，以10°C/分鐘之升溫速度將爐內溫度自室溫(23°C)加熱至最佳芯體熱處理溫度即300~500°C，並於該溫度下保持1小時，其後，於爐內冷卻至室溫；從而獲得成形體1B。

## (5)外部塗層

將聚醚砜(住友化學公司製造之「5003PS」)藉由N-甲基吡咯啉酮(NMP)與二甲苯之混合溶劑(以體積比計為NMP：二甲苯=2：1)溶解，製備聚醚砜之濃度為10質量%之液狀組合物。

使上述成形體1B於所得之液狀組合物中浸漬15分鐘。其後，將成形體1B自液狀組合物中取出，於80°C下乾燥30分鐘，其後於150°C下乾燥1小時，再於250°C下乾燥1小時，從而於成形體1B之表面形成液狀組合物之塗膜，藉此獲得於成形體1B上具備外部塗層之壓粉芯。

(實施例2)於製備液狀組合物時，將不同種類之聚醚砜(住友化學公司製造之「4100P」)藉由NMP與二甲苯之混合溶劑(以體積比計為NMP：二甲苯=2：1)溶解，製備聚醚砜之濃度為10質量%之液狀組合物，除此以外與實施例1相同地進行操作，而獲得壓粉芯。

(實施例3)

以與實施例1相同之方式，獲得成形體1B。將熱硬化性聚醯亞胺(宇部興產公司製造之「UPIA-AT」)以NMP為溶劑進行稀釋，製備熱硬化聚醯亞胺之濃度為10質量%之液狀組合物。使上述成形體1B於所得之液狀組合物中浸漬15分鐘。其後，將成形體1B自液狀組合物中取出，於80°C下乾燥30分鐘，其後於150°C下乾燥1小時，從而於成形體1B之表面形成液狀組合物之塗膜。將具備該塗膜之成形體1B於350°C下加熱1小時，而獲得於成形體1B上具備外部塗層之壓粉芯。

(實施例4)

以與實施例1相同之方式，獲得成形體1B。將由當量之聚醯胺醯亞胺(DIC公司製造之「V-8000BM」)與雙酚A型環氧樹脂(DIC公司製造之「850-S」)調配而成者以環己酮為溶劑進行稀釋，製備固形物成分濃度為

12質量%之液狀組合物。將上述成形體1B於所得之液狀組合物中浸漬15分鐘。其後，將成形體1B自液狀組合物中取出，於100°C下乾燥1小時，從而於成形體1B之表面形成液狀組合物之塗膜。將具備該塗膜之成形體1B於200°C下加熱1小時，而獲得於成形體1B上具備外部塗層之壓粉芯。  
(實施例5)

於製備液狀組合物時，將聚醚砜替換成甲基苯基矽酮(信越化學公司製造之「KR-271」，以二甲苯為溶劑進行稀釋，製備甲基苯基矽酮之濃度為20質量%之液狀組合物，除此以外與實施例4相同地進行操作，而獲得壓粉芯。

(參考例1)

獲得包括以與實施例1相同之方式而得之成形體1B之壓粉芯。即，參考例1之壓粉芯不具有外部塗層。

(試驗例1)相對磁導率及其變化率之測定

對藉由實施例及參考例所製作出之壓粉芯實施銅線之繞線而獲得環形磁芯。使用阻抗分析器(HP公司製造之「4192A」)，對該環形磁芯進行頻率為100 kHz時之相對磁導率測定。將該相對磁導率稱為「初始相對磁導率 $\mu_0$ 」。

將藉由實施例及比較例所製作出之壓粉芯於250°C之環境下靜置200小時，按照上述要領，對靜置後之壓粉芯進行相對磁導率測定。將該相對磁導率稱為「加熱後相對磁導率 $\mu_1$ 」。

藉由下述數式求出相對磁導率之變化率 $R_\mu$ (單位：%)。

$$R_\mu = (\mu_1 - \mu_0) / \mu_0 \times 100$$

將初始相對磁導率 $\mu_0$ 及加熱後相對磁導率 $\mu_1$ 、以及相對磁導率之變



化率 $R_{\mu}$ 示於表1中。再者，於表1示出實施例中所使用之液狀組合物之樹脂種類及濃度(單位：質量%)。

[表1]

|      | 液狀組合物      |         | $\mu@100\text{ kHz}$ |             |           | PCV(kW/m <sup>3</sup> ) |           |       | 徑向壓潰強度(MPa) |           |       | 摘要   |
|------|------------|---------|----------------------|-------------|-----------|-------------------------|-----------|-------|-------------|-----------|-------|------|
|      | 樹脂種類       | 濃度(質量%) | 初始 $\mu_0$           | 加熱後 $\mu_1$ | $R_{\mu}$ | 初始 $W_0$                | 加熱後 $W_1$ | RW    | 初始 $S_0$    | 加熱後 $S_1$ | RS    |      |
| 實施例1 | 聚醚砜        | 10%     | 52.3                 | 50.2        | -4.0%     | 327                     | 329       | 0.6%  | 31.3        | 24.4      | -28%  | 本發明例 |
| 實施例2 | 聚醚砜        | 10%     | 52.4                 | 50.2        | -4.0%     | 334                     | 330       | -1.0% | 27.0        | 22.9      | -18%  | 本發明例 |
| 實施例3 | 熱硬化性聚醯亞胺   | 10%     | 54.2                 | 50.8        | -6.1%     | 301                     | 367       | 21.9% | 23.2        | 19.2      | -21%  | 比較例  |
| 實施例4 | 聚醯胺醯亞胺+環氧  | 12%     | 52.5                 | 49.3        | -6.0%     | 320                     | 344       | 7.3%  | 25.4        | 9.1       | -178% | 比較例  |
| 實施例5 | 甲基苯基矽酮     | 20%     | 52.7                 | 48.6        | -7.8%     | 277                     | 416       | 50.2% | 12.0        | 23.6      | 49%   | 比較例  |
| 參考例1 | 未使用(無外部塗層) |         | 52.9                 | 50.5        | -4.5%     | 306                     | 308       | 0.8%  | 3.1         | 6.7       | 54%   | 參考例  |

### (試驗例2)磁芯損耗及其變化率之測定

對藉由實施例及參考例所製作出之壓粉芯實施銅線之繞線而獲得環形磁芯。使用BH分析儀(岩崎通信機公司製造之「SY-8218」)，於頻率為100 kHz、最大磁通密度為100 mT之條件下對該環形磁芯進行磁芯損耗(PCV)測定。將該磁芯損耗稱為「初始磁芯損耗 $W_0$ 」(單位：kW/m<sup>3</sup>)。

將藉由實施例及比較例所製作出之壓粉芯於250°C之環境下靜置200小時，按照上述要領，對靜置後之壓粉芯進行磁芯損耗測定。將該磁芯損耗稱為「加熱後磁芯損耗 $W_1$ 」(單位：kW/m<sup>3</sup>)。

藉由下述數式求出磁芯損耗之變化率RW(單位：%)。

$$RW = (W_1 - W_0) / W_0 \times 100$$

將初始磁芯損耗 $W_0$ 及加熱後磁芯損耗 $W_1$ 、以及磁芯損耗之變化率RW示於表1中。

### (試驗例3)徑向壓潰強度及其變化率之測定

對藉由實施例及參考例所製作出之壓粉芯藉由依據JIS Z2507：2000之試驗方法進行測定，求出初始徑向壓潰強度 $S_0$ (單位：MPa)。

將藉由實施例及比較例另行製作出之壓粉芯於250°C之環境下靜置200小時，對靜置後之壓粉芯藉由依據JIS Z2507：2000之試驗方法進行測定，求出加熱後徑向壓潰強度 $S_1$ (單位：MPa)。

藉由下述數式求出徑向壓潰強度之變化率RS(單位：%)。

$$RS = (S_1 - S_0) / S_0 \times 100$$

將初始徑向壓潰強度 $S_0$ 及加熱後徑向壓潰強度 $S_1$ 、以及徑向壓潰強度之變化率RS示於表1中。

如表1所示，本發明例之壓粉芯即便於250°C之環境下放置200小時後，相對磁導率之變化率亦為-5%以上(以下降率計為5%以下)，磁芯損耗之變化率亦為±1%以內，且加熱後徑向壓潰強度亦為20 MPa以上。

與此相對地，比較例(實施例3至實施例5)之壓粉芯未能滿足相對磁導率之下降率為5%以下、磁芯損耗之增加率為5%以下、及初始徑向壓潰強度或加熱後徑向壓潰強度中之至少一者為20 MPa以上中之任一項，從而於磁特性及機械強度兩方面均未能具有特別優異之特性。

[產業上之可利用性]

使用本發明之壓粉芯之電子零件可較佳地用作油電混合車等之升壓電路、或者用於發電、變電設備中之反應器、變壓器或扼流圈等。

#### 【符號說明】

- |    |       |
|----|-------|
| 1  | 壓粉芯   |
| 1A | 成形製造物 |
| 1B | 成形體   |

|       |          |
|-------|----------|
| 2     | 被覆導電線    |
| 2a    | 線圈       |
| 2b、2c | 被覆導電線之端部 |
| 2d、2e | 線圈之端部    |
| 10    | 環形線圈     |
| 200   | 噴霧乾燥器裝置  |
| 201   | 轉子       |
| BM    | 黏合劑成分    |
| CRM   | 外部塗層材料   |
| MM    | 軟磁性粉末    |
| P     | 造粒粉      |
| PR    | 空隙       |
| S     | 漿料       |
| TDM   | 熱分解殘渣    |

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種壓粉芯，其特徵在於：

具備成形體、外部塗層、及熱分解殘渣，且於上述成形體內之軟磁性粉末彼此間具備空隙，

上述成形體係將包含軟磁性粉末及黏合劑成分之混合物成形、加熱處理而製得，

上述外部塗層係對上述成形體之表面施予，相對於成形體具有含浸結構，且含有聚醚砜

上述熱分解殘渣係藉由包含樹脂系材料之黏合劑成分因上述加熱處理所致之分解、揮發而生成。

### 【第2項】

如請求項1之壓粉芯，其中上述軟磁性粉末含有鐵系材料及鎳系材料中之至少一者之粉末。

### 【第3項】

如請求項1或2之壓粉芯，其中上述軟磁性粉末含有結晶質磁性材料之粉末。

### 【第4項】

如請求項1或2之壓粉芯，其中上述軟磁性粉末含有非晶質磁性材料之粉末。

### 【第5項】

如請求項1或2之壓粉芯，其中上述軟磁性粉末含有奈米結晶磁性材料之粉末。

**【第6項】**

如請求項1或2之壓粉芯，其中上述軟磁性粉末係由結晶質磁性材料、非晶質磁性材料、奈米結晶磁性材料中之2種以上混合而成者。

**【第7項】**

如請求項1或2之壓粉芯，其中上述成形體包含上述軟磁性粉末及黏結成分，且上述黏結成分包括黏合劑成分之熱分解殘渣，該黏合劑成分包含樹脂系材料。

**【第8項】**

一種壓粉芯之製造方法，其特徵在於：

其製造如請求項7之壓粉芯，

且包括以下步驟：

成形步驟，其係藉由包括加壓成形的成形處理而獲得成形製造物，該加壓成形係包含上述軟磁性粉末及上述黏合劑成分之混合物之加壓成形；

加熱處理步驟，其係將藉由上述成形步驟所得之成形製造物加熱，使包含樹脂系材料之黏合劑成分分解、揮發而獲得上述成形體，該成形體包含上述軟磁性粉末及黏結成分，且於上述軟磁性粉末彼此間具備空隙，該黏結成分包括上述黏合劑成分之熱分解殘渣；及

外部塗層形成步驟，其係使包含聚醚砜及溶劑之液狀組合物與上述成形體接觸，於上述成形體之包含表面之區域形成上述液狀組合物之塗膜，並對上述塗膜加以乾燥，使溶劑揮發，而形成外部塗層，該外部塗層相對於成形體具有含浸結構，且包含聚醚砜。

**【第9項】**

一種電氣電子零件，其特徵在於：

具備如請求項1或2之壓粉芯、線圈、及與上述線圈之各端部連接之連接端子，且

上述壓粉芯之至少一部分係以位於經由上述連接端子使電流流至上述線圈時藉由上述電流而產生之感應磁場內的方式配置。

**【第10項】**

一種電氣電子機器，其特徵在於：具備如請求項9之電氣電子零件。