

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93/41144

※申請日期：93.12.29

※IPC 分類：H01F 1/20 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

藉由粉末冶金術產生軟磁複合之組合物

COMPOSITION FOR PRODUCING SOFT MAGNETIC COMPOSITES
BY POWDER METALLURGY

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

瑞典商好根那公司

HOGANAS AB

代表人：(中文/英文)

克雷斯 林可維斯特

LINDQVIST, CLAES

住居所或營業所地址：(中文/英文)

瑞典好根那市

SE-263 83 HOGANAS, SWEDEN

國 籍：(中文/英文)

瑞典 SWEDEN

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

- 1.麗莎 柯傑倫
KJELLEN, LISA
- 2.伊莎 艾琳
AHLIN, ASA
- 3.拉斯 胡特曼
HULTMAN, LARS
- 4.歐拉 安德森
ANDERSSON, OLA

國 籍：(中文/英文)

- 1.-4.均瑞典 SWEDEN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 瑞典；2003年12月29日；0303580-5

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係關於由鐵或鐵基粉末之軟磁材料之電絕緣粒子及0.1-2重量%之選自由具有14-22個C原子之脂肪酸鹽胺組成之群之潤滑劑組成之粉末組合物，可視需要在組合物中包含熱塑性黏著劑(如聚苯硫醚)。本發明亦關於製備軟磁複合元件之方法。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於鐵基粉末組合物。更特別地，本發明係關於以粉末冶金生產途徑製造軟磁複合元件之粉末組合物。該組合物促進具有高密度與有價值之磁性與機械性質之軟磁複合元件之製造。

【先前技術】

軟磁材料用於如電感之鐵心材料、電機之定子及轉子、致動器、感應器及變壓器鐵心。傳統上，軟磁鐵心(如電機中之轉子及定子)由堆疊之鋼積層板製成。軟磁複合物(SMC)材料以在每一粒子上有電絕緣塗層之軟磁粒子(通常為鐵基)為基礎。藉由使用傳統粉末冶金法壓緊絕緣粒子並視需要與潤滑劑及/或黏著劑一起壓緊，將得到SMC零件。藉由使用此一粉末冶金技術產生在SMC元件設計中比使用鋼積層板更高之自由度，因為SMC材料可輸送三維磁通量且可藉由壓緊法得到三維形狀。

鐵心元件之二項關鍵特徵為其磁導率及鐵心損失特徵。材料之磁導率為其被磁化之能力或其輸送磁通量之能力之指標。磁導率定義為感應磁通量對磁化力或磁場強度之比例。當磁性材料暴露在交流磁場時，能量損失、鐵心損失因磁滯損失及渦流損失而發生。磁滯損失大致由克服鐵心元件內殘留磁力之必要能量消耗所造成且與交流磁場之頻率成正比。渦流損失大致由鐵心元件內因交流電流(AC)之情況引起之磁通量改變產生之電流造成且與交流磁場頻率

之平方成正比。因此高電阻為所需的以減小渦電流且其在高頻率下特別重要。為了減少AC應用之鐵心元件之磁滯損失及增加磁通量，熱處理壓緊之零件一般為所需的。

在使用塗布之鐵基粉末之磁性鐵心元件之粉末冶金製造中之研究已針對增強某些物理及磁性質而對最終元件之其他性質不產生不利之影響之鐵粉末組合物發展。所需之元件性質包括如在延伸之頻率範圍內之高磁導率、低鐵心損失、高飽和感應、(高密度)及高強度。通常增加元件密度增強所有這些性質。

所需之粉末性質包括適合壓模技術，即意指粉末可容易地以模具形成容易由成型設備排出之高密度、高強度元件且該元件有平滑之表面加工。

本發明係關於具有與使用製備軟磁複合元件之粉末組合物一樣之所需粉末性質之新粉末組合物。新組合物可壓緊(並熱處理)成為具有所需性質之元件。

本發明亦關於製造具有與軟磁元件本身一樣之極佳元件性質之軟磁鐵基元件之方法。

【發明內容】

簡言之，根據本發明之粉末組合物係由軟磁材料之電絕緣粒子及脂肪酸鹽胺潤滑劑所製造。熱塑性黏著劑視需要存在組合物中。根據本發明之方法包括混合、壓緊及視需要熱處理所得之元件，以產生具有極佳性質之軟磁鐵基元件。

【實施方式】

粉末以基本上純的、水霧化之鐵粉末或具有不規則形狀粒子之海綿鐵粉末較佳。就此而論「基本上純的」意指粉末應基本上沒有夾雜物且雜質O、C及N之量應保持在最小。平均粒子大小一般低於 $300\text{ }\mu\text{m}$ 且大於 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。這類粉末之實例為可得自瑞典何格納斯(Hoganas AB)之ABC 100.30、ASC 100.29、AT 40.29、ASC 200、ASC 300、NC 100.24、SC 100.26、MH 300、MH 40.28、MH 40.24。

根據一項本發明之具體實施例使用之粉末具有比在一般正常模壓者粗之粒子。實際上這意指粉末基本上沒有微細粒子。「基本上沒有微細粒子」欲表示當以SS-EN 24 497中所敘述之方法測量，低於約10%(以低於5%較佳)之粉末粒子之大小小於 $45\text{ }\mu\text{m}$ 。平均粒子直徑典型上在 106 至 $425\text{ }\mu\text{m}$ 之間。大於 $212\text{ }\mu\text{m}$ 之粒子量典型上為高於20%。最大粒子大小可為約2 mm。

通常用於PM工業之鐵基粒子大小，根據高斯分布曲線分布，具平均粒子直徑在 30 至 $100\text{ }\mu\text{m}$ 之區域內且約10-30%之粒子小於 $45\text{ }\mu\text{m}$ 。如此，根據本發明使用之粉末可具有偏離正常使用者之粒子大小分布。這些粗粉末可藉移除粉末之較細部分或藉製造具有所需粒子大小分布之粉末得到。然而本發明不限於粗粉末，具有一般用於PM工業中模壓之粒子大小之粉末也包括在本發明中。

粉末粒子之電絕緣可由無機材料製造。特別適合者揭示在US 6348265 (在此以引用的方式併入本文)中之絕緣形式，其係關於由具有絕緣含氧及磷障壁之基本上純鐵組成

之基礎粉末之粒子。關於塗層，應特別注意複合元件之性質可受塗層厚度影響。具有絕緣粒子之粉末可得自瑞典何格納斯之索瑪羅伊(Somaloy™) 500及550。

根據本發明使用之潤滑劑係選自由脂肪酸鹽胺組成之群。特別適合之鹽胺為具有12-24個C原子之飽和或未飽和脂肪酸之一級鹽胺，以14-22個C原子較佳而以18-22個C原子最佳。潤滑劑以小於2%之組合物重量之量使用，以小於1.5%較佳。潤滑劑之特佳量為以重量計0.05-1%，以0.05-0.8%較佳，以0.1-0.8%更佳而以0.1-0.5%最佳。特佳之潤滑劑為硬脂酸鹽胺、油酸鹽胺、二十二酸鹽胺、芥子酸鹽胺、棕櫚酸鹽胺，以硬脂酸鹽胺最佳。在美國專利6,537,389中提及硬脂酸鹽胺表面上結合油菜籽油甲基酯作為與熱塑性樹脂相關之潤滑劑，聚鄰苯=鹽胺作為壓緊軟磁粉末之黏著劑。

固態潤滑劑之密度通常為約1-2 g/cm³，與鐵基粉末之約7.8 g/cm³之鐵基粉末之密度相較為極低的。結果，在組合物中這些較低密度潤滑劑之含有物將降低壓緊元件之理論密度。因此保持潤滑劑之量在低水平以產生高密度之元件為必要的。然而，小量之潤滑劑傾向產生脫模之問題。現在意外地發現上面提及之潤滑劑形式可以小量使用而沒有脫模問題。

藉由以潤滑模壁(DWL)取代內潤滑劑(亦即將潤滑劑加到鐵基粉末混合物)並結合高壓緊壓力可達到高濕密度。然而以此習知方法當在高壓緊壓力下壓緊絕緣鐵基粉末時鐵

基粉末之絕緣容易損壞，導致在高頻率下之高鐵心損失。此外，使用DWL將進一步增加製程之複雜性，其可延長製程時間並減少在工業環境中生產之穩健性。

根據本發明脂肪酸鹽胺可用作絕緣鐵或鐵基粉末之唯一添加劑，雖然對某些應用加微量熱塑性樹脂(特別是聚苯硫醚(PPS))為有利的。就此而論「微量」應解釋為小於以重量計2%之組合物，以小於0.8較佳，以小於0.6更佳而以小於0.5最佳。在小於0.05之量下未觀察到PPS之效應。更明確地說PPS之量可在以重量計0.1至0.5%之間變化而以0.2至0.5之間或0.4較佳。PPS之添加在需要良好頻率安定性時特別引起興趣。

PPS及硬脂酸之結合由專利申請案WO 01/22448得知。此申請案之實例揭示可藉由混合電絕緣鐵基粉末與PPS及硬脂酸製造軟磁材料。混合物在提高之溫度下壓緊，得到之壓緊零件在氮氣氛中260°C下熱處理，之後在285至300°C下做第二次熱處理。現在意外地發現藉使用包括取代相符脂肪酸之脂肪酸鹽胺之新粉末組合物得到幾項優點。如此發現新粉末意外地改良潤滑性質，這使得可達到將壓緊零件由模具脫模需要較低之脫模能量、較高之密度及較佳之橫向斷裂強度。此外，壓緊步驟可在環境溫度下進行。熱處理步驟亦可簡化，可以省略根據WO公開案所需之第一熱處理步驟。

有絕緣粒子且與熱塑性樹脂結合之鐵基磁性粉末敘述在美國專利申請案2002/0084440中。與根據本發明之粒子相

比較這些先前習知之粒子亦包括稀土元素。此外，熱塑性樹脂以較大之量使用，亦即至少5重量%。另外，鐵基粉末之粒子大小相當小(提及3 μm 為實例)。亦可包括選自寬範圍之化學化合物之潤滑劑。這些粉末組合物可較佳地用於製備高耐候性結合永久磁矩之射出成形、擠壓、射出壓縮成形及射出壓接。

為了製備根據本發明之複合元件，粉末組合物首先在模內均軸向熱壓，其通常不必潤滑，雖然亦可在潤滑過之模內使用粉末組合物。之後壓緊之元件由模具脫模並視需要做熱處理。

壓緊可在環境或提高之溫度及最高1500 MPa之壓力下進行。

根據本發明之較佳具體實施例壓緊在適度之加熱工具中進行，因為以此一方式不僅是濕密度及脫模行為將改善，最大相對磁導率亦將改善。當在提高溫度及較低壓緊壓力下壓緊之元件性質與相同濕密度在環境溫度及較高壓緊壓力下壓緊之元件性質相較時，在提高溫度下壓緊之元件將有較高之磁導率。同樣對較大之元件提高粉末溫度為必須的以達到根據本發明之改良。

熱處理可由一或幾個步驟進行。建議之單一步驟熱處理在含氧氣氛(空氣)中250至550°C間之溫度下進行30分鐘至4小時之期間。

另一選擇為在250-350°C下空氣或惰性氣體中進行熱處理30分鐘至3小時之期間，之後在含氧(空氣)氣氛中350-550°C

間之溫度熱處理15分鐘至2小時。

當組合物包括PPS時建議有點不同之熱處理。如此在此情況中熱處理可在250-350°C含氧氣氛(空氣)中進行30分鐘至4小時。另一選擇為在250-350°C空氣或惰性氣體中進行熱處理30分鐘至3小時，之後在含氧氣氛(空氣)中300-500°C熱處理15分鐘至2小時。

使用不同氣氛、期間及溫度進行熱處理以得到具有所需性質之最終元件之可能性使得新粉末組合物特別有吸引力。

藉在高壓(如高於800 MPa)下壓緊包括具有如在所述之粗粒子及潤滑劑之鐵基絕緣粉末之組合物之後熱處理壓緊之元件，可得到具有 $\geq 7.5 \text{ g/cm}^3$ 之密度、 ≥ 600 之最大相對磁導率 μ_{max} 、 $\leq 250 \text{ A/m}$ 之矯頑磁力 H_c 及 $\geq 20 \mu\Omega\text{m}$ 之比電阻 ρ 之軟磁複合元件。

本發明進一步由下列實例描述。

實例1

使用下列材料。

以有具有薄無機塗層之粒子(可得自瑞典何格納斯之索瑪羅伊500)之鐵基、水霧化粉末作為起始材料。

PPS粉末，

硬脂酸粉末，潤滑劑A

硬脂酸醯胺粉末，潤滑劑B。

3 kg基礎粉末何格納斯500與PPS及硬脂酸醯胺或硬脂酸(根據表1)。

表 1. 粉末混合物：潤滑劑及PPS(重量百分率)

樣品編號	PPS	潤滑劑
A1	0.60%	0.2% A
A2	0.50%	0.3% A
A3	0.50%	0.3% B
A4	0.30%	0.3% B
A5	0.30%	0.4% B
A6	0.30%	0.5% B
A7	0.1%	0.3% B
A8	0.2%	0.3% B
A9	-	0.4% B

粉末混合物在 800 MPa 環境溫度(室溫)下壓緊成內徑 45 mm、外徑 55 mm 及高 5 mm 之環樣品。亦壓緊高 10 mm 之環樣品並測量這些樣品之脫模力。脫模能量列在表 2 中。結果顯示藉使用脂肪酸鹽胺得到相當低之脫模能量。

表 2. 在 h=10 mm 之環樣品上測得之脫模能量

樣品編號	PPS	潤滑劑	脫模能量 (J/cm ²)
A1	0.60%	0.2% A	52
A2	0.50%	0.3% A	46
A3	0.50%	0.3% B	38
A4	0.30%	0.3% B	37
A5	0.30%	0.4% B	33
A6	0.30%	0.5% B	30
A7	0.10%	0.3% B	41
A8	0.20%	0.3% B	39
A9	-	0.4% B	35

在壓緊後零件在 290℃ 下空氣中熱處理 120 分鐘。將得到之熱處理環纏繞 25 圈。相對 AC 電感磁導率以 LCR 表 (HP4284A) 根據標準 IEC 60404-6，第二版，2003-06 測量。

最初之磁導率降低(頻率安定性)列在表 3 及 4。最初之磁

導率降低以在10及100 kHz之最初磁導率除以10 kHz之最初磁導率間之差表示。表3顯示藉將脂肪酸醯胺之量由0.3增加至0.5%可得到較佳之頻率安定性。表4顯示藉使用脂肪酸醯胺取代相符之脂肪酸得到較佳之頻率安定性。此外表4揭示沒有PPS得到較大之頻率安定性降低。然而發現到A9在1 kHz之最初磁導率為95，相較之下A3為75。在低頻率高最初磁導率對一些應用是有利的。

表3. 最初磁導率之降低

	D _μ 10-100 kHz (%)
A4	7.4
A5	5.2
A6	4.2

表4. 最初磁導率之降低

	D _μ 10-100 kHz (%)
A2	6.4
A3	3.9
A9	20.9

比電阻以四點測量法測量且列於表5中。由此表可下結論為藉使用脂肪酸醯胺取代相符之酸可得到相當高之電阻率。

表5. 環樣品之電阻率

樣品編號	PPS	潤滑劑	比電阻，電阻率 μOhm*m
A2	0.50%	0.3% A	316
A3	0.50%	0.3% B	400

在290℃空氣中熱處理120分鐘之後試驗樣品有關橫向斷裂強度(TRS)。TRS根據ISO 3995試驗。亦在200℃之溫度下試驗零件之TRS。TRS列在表6。具有0.5% PPS及0.3%硬脂

酸醯胺之樣品(A3)在室溫(RT)及 200℃ 下均顯示比具有 0.5% PPS 及 0.3% 硬脂酸之樣品(A2)及具有 0.2% PPS + 0.6% 硬脂酸之樣品(A1)明顯較高之 TRS。具有低總有機物含量之混合物之密度較高，這產生較高之感應及磁導率($\mu_{\max}$)。

表 6. 密度及在室溫與 200℃ 下之 TRS

樣品編號	PPS	潤滑劑	熱處理後 之密度 g/cm ³	TRS 室溫 MPa	TRS 200℃ MPa
A1	0.60%	0.2% A	7.18	68	51
A2	0.50%	0.3% A	7.18	46	30
A3	0.50%	0.3% B	7.19	81	67
A4	0.30%	0.3% B	7.27	88	73
A5	0.30%	0.4% B	7.22	87	73
A6	0.30%	0.5% B	7.17	51	68
A7	0.10%	0.3% B	7.35	85	74
A8	0.20%	0.3% B	7.31	84	71
A9	-	0.4% B	7.33	87	78

實例 2

使用下列材料。

以粒子具有薄含磷無機塗層(可得自瑞典何格納斯之索瑪羅伊 500)之鐵基、水霧化狀粉末作為起始材料。

PPS 粉末，

硬脂酸粉末，潤滑劑 A

硬脂酸醯胺粉末，潤滑劑 B

二十二酸醯胺粉末，潤滑劑 C

油酸醯胺粉末，潤滑劑 D

肯諾魯布(Kenolube™)。

基礎粉末何格納斯 500 與 PPS 及潤滑劑根據下表 7 混合。

表 7. 粉末混合物：潤滑劑及PPS(重量百分比)

樣品編號	PPS	潤滑劑
B1	0.50%	0.3% A
B2	0.50%	0.3% B
B3	0.50%	0.3% C
B4	0.50%	0.3% D
B5	0.30%	0.3% B
B6	-	0.4% B
B7	-	0.3% B
B8	0.1%	0.3% B
B9	0.2%	0.3% B
B10	-	0.4%肯諾魯布

粉末混合物根據ISO 3995在800 MPa之壓緊壓力環境溫度下壓緊成試驗棒。在壓緊後零件以二步驟熱處理。第一步驟在290°C惰性氮氣氛中進行105分鐘。此步驟後接著在350°C空氣中60分鐘之隨後熱處理步驟。樣品根據ISO 3995試驗有關橫向斷裂強度TRS。

橫向斷裂強度之試驗結果列在表8。如表8所見到以包括脂肪酸鹽胺之混合物製備之樣品得到足夠之TRS值。在熱處理後得到較高之密度，這在感應及磁導率上為有利的。若PPS含量減少到0.3%或更少，TRS增加到高於80 MPa之值。沒有PPS而有硬脂酸鹽胺潤滑劑之樣品甚至有高於100 MPa之TRS值。使用傳統上用作潤滑劑之肯諾魯布無法產生所需之橫向斷裂強度。

表 8. 密度及室溫下之TRS

樣品編號	PPS	潤滑劑	熱處理後 之密度	TRS-室溫
			g/cm ³	MPa
B1	0.50%	0.3% A	7.18	73
B2	0.50%	0.3% B	7.22	68
B3	0.50%	0.3% C	7.23	73

樣品編號	PPS	潤滑劑	熱處理後 之密度	TRS-室溫
B4	0.50%	0.3% D	7.24	74
B5	0.30%	0.3% B	7.32	83
B6	-	0.4% B	7.37	108
B7	-	0.3% B	7.41	113
B8	0.1%	0.3% B	7.35	88
B9	0.2%	0.3% B	7.32	79
B10	-	0.4% 肯諾魯布	7.42	32

實例3

當以小量使用根據本發明之脂肪酸鹽胺潤滑劑結合粗粉末及高壓緊壓力時，本實例顯示與一般使用硬脂酸鋅及乙撐雙硬脂酸潤滑劑者相較在脫模壓緊元件時有較低之脫模力並得到完美表面加工之脫模元件。

二千克粗軟磁鐵基粉末(其中粒子以根據US 6,348,265之無機絕緣物圍繞)與0.2重量%之根據表9之潤滑劑混合。粗鐵基粉末之粒子大小分布列在表10。混合物E及F為含習知潤滑劑之比較實例。

表9.

混合物	潤滑劑
A	二十二烷鹽胺
B	芥子鹽胺
C	硬脂鹽酸
D	油酸鹽胺
E	硬脂酸鋅
F	乙撐雙硬脂鹽胺

表 10.

粒子大小(μm)	重量%
>425	0.1
425-212	64.2
212-150	34.0
150-106	1.1
106-75	0.3
45-75	0.2
<45	0

得到之混合物移到模內並在1100 MPa之壓緊壓力下非軸向壓緊成直徑25 mm之柱狀試驗樣品(50克)。使用模具之材料為傳統工具鋼。在脫模壓緊樣品時記錄脫模力。計算脫模樣品需要之脫模能量/覆蓋區域。下表11顯示脫模能量、濕密度及表面加工。

表 11.

混合物	脫模能量(J/cm^2)	濕密度(g/cm^3)	表面加工
A	90	7.64	完美
B	83	7.65	完美
C	93	7.63	完美
D	70	7.67	可接受
E	117	7.66	不可接受
F	113	7.64	完美

實例 4

下面實例描述軟磁鐵基粉末之粒子大小分布在脫模行為及濕密度上之效應。使用根據實例3之「粗」粉末。「細」粉末之粒子大小分布列在表12。混合物使用0.2重量%之硬脂醯胺根據實例3之步驟製備。以「細」粉末為基礎之混合物標記為樣品H並與樣品C比較。

表 12.

粒子大小(μm)	重量%
>425	0
425-212	0
212-150	11.2
150-106	25.0
106-75	22.8
45-75	26.7
<45	14.3

混合物根據實例3使用之步驟壓緊成柱狀樣品。下表13顯示濕密度及表面外觀。

表 13.

混合物	濕密度(g/cm^3)	表面加工
C	7.63	完美
H	7.53	可接受

如表13所見到含細粉末之組合物產生較低濕密度及惡化之表面加工。

實例5

本實例比較以之習知潤滑劑、乙撐雙硬脂醯胺(EBS)及潤滑硬脂醯胺之實例。使用根據實例3之「粗」粉末分別根據表14與EBS及硬脂醯胺混合。樣品根據實例3之步驟製備。

表 14.

混合物	EBS(重量%)	硬脂醯胺(重量%)
1	0.20	--
2	0.30	--
3	0.40	--
4	0.50	--
5	--	0.10
6	--	0.20
7	--	0.30

粉末混合物在1100 MPa壓緊成內徑45 mm、外徑55 mm且

高 10 mm 之環。在壓緊樣品脫模時，計算由模具排出樣品需要之總脫模能量/覆蓋區域。下表 15 顯示計算之脫模能量/面積、濕密度及表面外觀。

表 15. 脫模能量、濕密度、表面外觀

混合物	脫模能量(J/cm ²)	密度(g/cm ³)	表面外觀
1	54	7.65	不可接受
2	40	7.61	可接受
3	33	7.56	完美
4	28	7.51	完美
5	73	7.67	可接受
6	38	7.64	完美
7	37	7.59	完美

如表 15 所見到，新潤滑劑可低至 0.2% 之量添加且仍可得到完美之表面加工，而對照潤滑劑、EBS 得到完美表面加工之最低添加量為 0.4%。

實例 6

本實例比較分別以最小量之潤滑元件硬脂醯胺及 EBS 製造以達到相似脫模能量值之元件的磁性質。比較由根據實例 5 之混合物 2 及混合物 6 製造之元件有關熱處理後之磁性質。

除了高為 5 mm 之外根據實例 5 壓緊環樣品。濕樣品在空氣中 300°C 下熱處理 60 分鐘，隨後進行在空氣中 530°C 下 30 分鐘之第二步驟熱處理。得到之熱處理環纏繞 100 轉偵測及 100 轉驅動線捲並在布洛克豪斯磁滯儀 (Brockhaus hysteresis graph) 上試驗。下表 16 顯示在 10 kA/m 之感應水平下最大相對導磁率、矯頑磁力 H_c 及 400 Hz、1T 下之鐵心損失。

表 16. 軟磁性質

	樣品 2	樣品 6
最大磁導率	480	750
在 10000 A/m 之 B [T]	1.58	1.66
Hc [A/m]	218	213
400 Hz, 1T 之鐵心損失 [W/kg]	78.4	42.1

如表 16 中所見到，根據本發明元件之軟磁性質為卓越的。

實例 7

下面實例顯示模溫對壓緊樣品之脫模性質及濕密度之影響。在本實例中一級醯胺、硬脂醯胺選做根據本發明之醯胺潤滑劑。根據實例 3 步驟將 0.2% 之硬脂醯胺加到 2 kg 之粗軟磁電絕緣鐵基粉末。

粉末混合物在 1100 MPa 之壓緊壓力下壓緊成內徑 45 mm、外徑 55 mm 且高 10 mm 之環。在壓緊樣品脫模時記錄脫模力。計算由模具排出樣品需要之總脫模能量/覆蓋區域。下表 17 顯示在不同模具溫度下壓緊樣品之脫模能量、濕密度及表面外觀。

表 17. 不同模具溫度之脫模能量、濕密度、表面外觀

模具溫度(°C)	脫模能量(J/cm ²)	濕密度(g/cm ³)	表面外觀
25	38.4	7.64	完美
50	31.5	7.66	完美
60	30.6	7.67	完美
70	29.3	7.67	完美
80	27.5	7.69	完美

如表 17 中所見到，脫模能量及濕強度藉增加模具溫度受到正面的影響。

實例 8

本實例比較根據本發明製造之元件之元件性質與以DWL幫助壓緊之元件性質。在本發明實例及比較實例中皆使用根據實例3之「粗」粉末。如在本發明實例中之潤滑劑使用0.2重量%之硬脂醯胺且得到之粉末組合物在80°C之控制模溫下壓緊成為7.6 g/cm³之濕密度之環樣品。在比較實例中未使用內潤滑劑，應用DWL取代。環樣品在環境溫度壓緊成7.6 g/cm³之密度。

環樣品之外徑為55 mm、內徑為45 mm且高為5 mm。

在壓緊後根據表18做熱處理。以4點法測量比電阻。在磁滯儀中磁測量之前環樣品以100轉驅動及100轉感應線捲纏繞。由10 kA/m下之環線得到DC性質。在1T之不同頻率下測量鐵心損失。在圖1中鐵心損失/循環對頻率之函數作圖。

表 18：磁性質

樣品	熱處理	B ₁₀ kA/m	H _c [A/m]	ρ [μΩm]	鐵心損失 @1 T， 400 Hz [W/kg]
本發明	530°C，30分鐘， 空氣	1.65	192	103	41
DWL法	無	1.66	305	60	60
DWL法	530°C，30分鐘， 空氣	1.66	189	3	109

由表18及圖1可下結論為本發明由於比DWL法低之H_c及高之電阻在交流磁場中得到明顯較低之鐵心損失。

實例9

在本實例中顯示藉由本發明可得到具有極佳磁性質之鐵粉鐵心。亦顯示提高模溫對最大相對磁通率上之正效應。

根據實例3之「粗」粉末與各種含量及形式之潤滑劑混合。環樣品(OD=55，ID=45，H=5 mm)及棒(30×12×6 mm)以表19列出之加工條件製造。

密度由測量環樣品之質量及尺寸測定。比電阻以4點法在環樣品上測量。在磁測量前在布洛克豪斯磁滯儀上以100轉驅動及100轉感應線捲纏繞。由10 kA/m下之環線得到DC性質如 $\mu_{\max}$ 及 H_c ，同時在1T及400 Hz下測量鐵心損失。熱處理零件之橫向斷裂強度(TRS)以三點彎曲法在試驗棒上測定。

表19. 環樣品之加工條件

樣品	潤滑劑形式	潤滑劑量 (%重量)	壓緊壓力 (MPa)	模溫 (°C)	熱處理
1	硬脂醯胺	0.2	1100	25	300°C，45分鐘，空氣+520°C*， 空氣
2	硬脂醯胺	0.2	1100	80	300°C，45分鐘，空氣+520°C*， 空氣
3	硬脂醯胺	0.2	800	80	530°C，30分鐘，空氣
4	硬脂醯胺	0.2	1100	25	530°C，30分鐘，空氣
5	硬脂醯胺	0.2	1100	80	530°C，30分鐘，空氣
6	硬脂醯胺	0.1	1100	85	530°C，30分鐘，空氣
7	硬脂醯胺	0.3	800	25	300°C，1小時，空氣+530°C， 30分鐘，空氣
8	硬脂醯胺	0.3	800	80	300°C，1小時，空氣+530°C， 30分鐘，空氣
9	硬脂醯胺	0.3	1100	25	300°C，1小時，空氣+530°C， 30分鐘，空氣
10	硬脂醯胺	0.3	1100	80	300°C，1小時，空氣+530°C， 30分鐘，空氣
11	芥子醯胺	0.2	1100	25	330°C，2小時，空氣+530°C， 30分鐘，空氣
12	芥子醯胺	0.2	1100	25	340°C，2小時，N ₂ +530°C， 30分鐘，空氣

*在元件中以約4°C /分鐘增加溫度最高到520°C

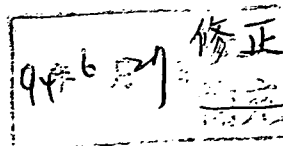


表 20：元件性質之測量

樣品	密度 (g/cm ³)	$\mu_{\max}$	H _c (A/m)	電阻率 ($\mu\text{Ohm}\cdot\text{m}$)	在 1T, 400 Hz 下之 鐵心損失(W/kg)	TRS (MPa)
1	7.62	754	209	473	42	93
2	7.63	852	204	230	40	97
3	7.60	718	208	103	43	n.a
4	7.62	602	198	591	39	59
5	7.65	861	178	98	37	68
6	7.71	918	177	66	38	78
7	7.49	669	228	574	46	70
8	7.53	880	202	33	48	81
9	7.56	672	224	515	44	67
10	7.62	860	203	64	43	76
11	7.62	633	192	414	38	54
12	7.68	738	205	614	39	67

【圖式簡單說明】

圖 1 表示在 1T 下鐵心損失/循環(環線)對頻率之函數圖。

十、申請專利範圍：

年	月	日	修(更)正	替換頁
101	12	19		

1. 一種粉末組合物，其僅由軟磁鐵粉末粒子及0.1-0.8重量%之選自由具有14-22個C原子之飽和或未飽和、直鏈脂肪酸之一級醯胺組成之群之潤滑劑組成，其中該軟磁鐵粉末粒子由基本上純的鐵組成，並且具有含磷障壁的電絕緣層。
2. 如請求項1之組合物，其特徵為該飽和或未飽和、直鏈脂肪酸之一級醯胺係選自由硬脂酸醯胺、油酸醯胺、二十二酸醯胺、芥子酸醯胺、棕櫚酸醯胺組成之群。
3. 如請求項1之組合物，其中該軟磁鐵粉末粒子係為索瑪羅伊 (Somaloy™) 500或550。
4. 如請求項1之組合物，其中小於10重量%之該軟磁鐵粉末粒子之粒子大小係小於45 μm 。
5. 如請求項4之組合物，其中小於5重量%之該軟磁鐵粉末粒子之粒子大小係小於45 μm 。
6. 如請求項5之組合物，其中至少20%之該軟磁鐵粉末粒子之粒子大小係大於212 μm 。
7. 一種製造軟磁元件之方法，其包括步驟：
 - (a) 混合軟磁鐵粉末粒子及0.1-0.8重量%之潤滑劑以得到如請求項1之組合物，其中該軟磁鐵粉末粒子由基本上純的鐵組成，並且以含磷障壁的電絕緣層包圍，其中該潤滑劑係選自由具有14-22個C原子之飽和或未飽和、直鏈脂肪酸之一級醯胺組成之群，
 - (b) 壓緊該組合物，及

- (c) 將由步驟(b)所得到之元件作熱處理。
8. 如請求項7之方法，其中該壓緊步驟在提高之溫度下進行。
9. 如請求項7之方法，其中該壓緊步驟在大於800 MPa之壓緊壓力下進行。
10. 如請求項7之方法，其中該熱處理在250°C至550°C間進行。
11. 如請求項10之方法，其中該熱處理以最高350°C之第一步驟及隨後最高550°C之熱處理進行。
12. 如請求項7之方法，其中該熱處理在空氣或惰性氣氛中進行。
13. 一種軟磁複合元件，其藉由壓緊如請求項1之組合物，隨後熱處理該藉由壓緊所得到之元件得到，其具有：
- ≥ 7.5 g/cm³之密度
 - ≥ 600之最大相對磁導率， $\mu_{\max}$
 - ≤ 250 A/m之矯頑磁力， H_c
 - ≥ 20 $\mu\Omega\text{m}$ 之比電阻， ρ 。
14. 如請求項13之軟磁複合元件，其密度≥ 7.6 g/cm³。
15. 如請求項13之軟磁複合元件，其比電阻， ρ ≥ 100 $\mu\Omega\text{m}$ 。
16. 如請求項13之軟磁複合元件，其最大相對磁導率， $\mu_{\max}$ ≥ 700。

十一、圖式：

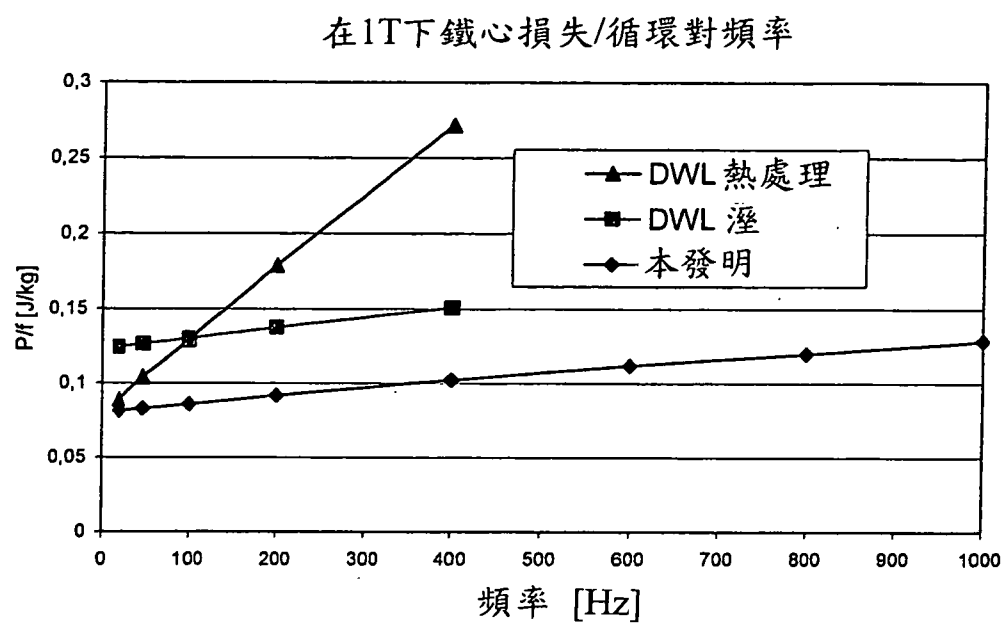


圖1：在1T下鐵心損失/循環(環線)對頻率之圖