

公告本

申請日期	90. 10. 5
案 號	90124660
類 別	C22C38/04, 38/10, H01F1/147

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

555868

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	鈷 - 錳 - 鐵 軟 磁 性 合 金
	英 文	CO-MN-FE SOFT MAGNETIC ALLOYS
二、發明 創作人	姓 名	李琳 LIN LI
	國 籍	美國
	住、居所	美國賓夕法尼亞州瑞丁市賓夕法尼亞大道395號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商、CRS 控股公司 CRS HOLDINGS, INC.
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國德拉瓦州威明頓市西佛塞德路3411號貝納大廈 209F號
	代 表 人 姓 名	喬治 P. 瓦納 二世 GEORGE P. WARREN, JR.

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國（地區） 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
美國 2000年10月10日 60/238,982 ☒有 ☐無 主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝
訂
線

五、發明說明()

此申請書請求來自2000年10月10日送件之共同申請美國暫時申請書60/238,982號的優先權利益。

發明之領域

本發明係關於包含鈷的軟磁性鋼合金，並且特別地關於包含錳及少於20重量%鈷的軟磁性鋼合金。

發明之背景

49Co-49Fe-2V(HIPERCO®合金50)及27Co-Fe(HIPERCO合金27)為已知的合金，其提供非常的高磁飽和感應，以飽和感應 B_s 是約23-24 kG來說明。那些合金已用於航空工業的馬達及變壓器用途。其為相當昂貴的合金，因為其包含大量的鈷。

在陸地為基礎的用途中，如：汽車及貨車，已發展對有非常高磁飽和感應之軟磁性物質的需求。所想要之此類合金的物件實例包括：螺線管、燃油噴射器、開關磁阻馬達、磁軸承、飛輪及感應器。然而，含鈷的合金，如：HIPERCO合金50及HIPERCO合金27，不被考慮做汽車用途，因為其比已知不包含蓄意添加之鈷的已知軟磁性合金遠遠地更為昂貴。一個改進含鈷軟磁性合金用於汽車用途之使用的方式是：減少用於此合金中的鈷含量，因此降低生產此類合金的成本。然而，磁飽和感應必須保持合理地高(即：至少約21 kG)。

包含少於約20%鈷之Fe-Co合金的電阻率(ρ)只是約20 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 。例如：其大大地低於以HIPERCO合金50所提供之一般約為40 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 的電阻率。較低鈷合金之較低電阻率造

五、發明說明(2)

成較高的核心損失，其對許多用途是不可接受的。

習知技藝在包含20%或更少鈷之Co-Fe合金中，尋找克服低電阻率的問題，是藉著添加如：鉻、鉬、釩、及鎢、或矽及鋁的元素到基本合金中。然而，此元素添加增加製造該合金之原物料成本。來自此類合金之廢金屬也較不用做對其他等級之鋼材的一般回收物質，因為其為如此高度的合金。

元素鉻、鉬、釩、及鎢為碳化物形成者。當在製造軟磁性合金中碳被用做除氧劑時，一或多個該類元素的大量存在很可能會造成由來自碳化物沉澱的降低磁性。此為Ni-Fe軟磁性合金的實際考量，因為其通常在相同的VIM熔爐中如Co-Fe等級地熔化。此類形成碳化物的元素在Ni-Fe合金中通常被限制到盡可能地低，因為其已知在磁性上的反效果。

與使用矽及鋁相關而增加電阻率也有問題。那些元素為高度反應性的，並且可導致熔化的困難。大量添加矽及鋁也很可能導致鋼材中的脆性。再者，鋁有害於Ni-Fe軟磁性鋼合金的性質，並且再次地，若Ni-Fe等級在相同VIM的熔爐中如Co-Fe等級地熔化，有污染的大大危險性。

發明之摘要

與提供減少鈷之軟磁性鋼合金相關的問題，以根據本發明之軟磁性鋼合金來解決到相當大的程度。本發明之合金具有下列寬廣且較佳的重量百分比組合物。

	<u>寬廣</u>	<u>較佳A</u>	<u>較佳B</u>
錳	1.0-5.0	2.2-3.2	1.8-2.4

五、發明說明 (3)

鈷	7-17	14-16	7-9
鐵	平衡量	平衡量	平衡量

在每一個情況下的平衡物基本為鐵，並且包括發現於意欲用於相同或類似用途或服務之商業等級軟磁性鋼合金中的通常不純物。若想要，少量的元素碳、矽、鉻、及鎳可存在於此合金中。

前述之表格提供做為一種方便的摘要，並不意欲因此限制本發明合金之各別元素用來互相組合的上及下限範圍值、或限制元素單獨用來互相組合的範圍。因此，在一個較佳組合物中，寬廣組合物之一或多個元素範圍，可與所餘元素之其他範圍的一或多個一起使用。另外，一個較佳具體實施例之一個元素的最小或最大量，可與來自另一個較佳具體實施例之該元素的最大或最小量一起使用。整個此申請書中，術語“百分比”或符號“%”意為重量百分比，除非另外指出。

詳細敘述

根據本發明之合金包含至少約7%鈷，以對合金所提供之磁感應有利。在第一較佳組合物中，該合金包含至少約14%鈷。在第二較佳組合物中，該合金包含至少約7%鈷。不多於約17%存在於此合金中，以保持原物料成本在相對於已知等級之Co-Fe軟磁性合金的低份量。在第一較佳組合物中，該合金包含不多於約16%鈷，並且在第二較佳組合物中，該合金包含不多於約9%鈷。

根據本發明之合金也包含至少約1.0%錳，以對此合金所

五、發明說明(4)

提供之電阻率有利。在較高份量之鈷存在於第一較佳組合物中，至少有約2.2%錳存在。在較低份量之鈷存在於第二佳組合物中，該合金包含至少約1.8%錳。

太多錳反而影響此合金所提供之飽和磁感應。過量的錳也會造成另一相的沉澱，其反而影響到此合金所提供之高壓(coercive)力。因此，該合金被限制不多於約5.0%錳。此合金的第一較佳組合物包含不多於約3.2%錳，並且第二較佳組合物包含不多於約2.4%錳。

合金的平衡物基本上為鐵及發現於意欲用於相同或類似用途或服務之商業等級軟磁性合金中的通常不純物。當合金被熔化時，可存在小量來自除氧添加的碳。然而，碳的份量被控制，使得保留在固化鑄塊中的份量是在實際上盡可能地低，較佳不多於約0.02%，更佳為不多於約0.01%，以避免在合金中的碳化物形成。小量的矽-高至約0.3%，也可存在於合金中，為除氧添加到熔化物中的結果、或為正面性添加以穩定合金的亞鐵結構。矽也增加對兩步驟熱處理的可用回火溫度，該熱處理可被用來加工此合金。小量的鉻-高至約0.8%，較佳地不多於約0.5%，也可存在於此合金中，以穩定亞鐵結構，並且容許在上述之兩步驟熱處理中使用較高的回火溫度。可存在於此合金中的矽及鉻份量，與來自存在相對較高份量之錳對性質上的影響比較，其不預期在合金的電阻率上具有重大的影響。高至約0.8%的鎳可存在於此合金中，對合金之電阻率有利。

不需要特別的技術來製造本發明之合金。該合金較佳地以

五、發明說明 (5)

真空感應熔化(VIM)來熔化。當想要時，較高純度或較佳紋理結構可以再精煉該合金獲得，如藉著電熔渣(electroslag)再熔化(ESR)或真空電弧再熔化(VAR)。該合金被鑄成鑄塊形狀，其然後從約2200°F預熱溫度熱作成短金屬條、棒狀或板狀。然後該合金被熱軋成中厚度的金屬絲、桿狀及條狀物。該金屬絲、桿狀及條狀物然後被冷作成較小剖面的尺寸，從中其可被機械加工成終產物。此合金也可使用動力冶金學技術製造，而製成網狀或近網狀的物件。

為了發展所要的磁性，由此合金所製成之零件在冷作後及被機械加工成所要形狀後被退火。已發現：為了發展最佳的磁性，退火熱處理是參考合金的組合物來選擇。因此，當合金包含約7%-9%鈷及少於約3%錳時，該合金較佳地在約1400°F-1500°F下退火約2-4小時，續以在每小時約150°F下冷卻。當合金包含約14%-16%鈷及約2.5%-3.7%錳時，該合金較佳地使用兩步驟退火製程來退火，其中該合金在約2100°F-2200°F下被加熱夠長的一段時間，來大大地排除錯位並將顆粒尺寸最大化。此一般在該溫度下約4-6小時。該合金然後在約200°F/小時下被熔爐冷卻至約1200°F-1300°F，並且然後維持在該溫度約24小時，以大大地排除任何 γ -相。

根據本發明之合金能夠提供200 Oe下的磁感應B約21.4 kG，以及電阻率 ρ 約42.4 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 。與包含多許多鈷的已知合金比較，HIPERCO合金50提供200 Oe下的D.C.磁感應約24 kG，及電阻率約40 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ，而HIPERCO合金27提供200 Oe下的D.C.磁感應約23 kG，及電阻率約19 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 。若想要，

五、發明說明(6)

預期根據本發明之合金可被加工成棒狀、板狀、金屬絲及條狀形態。該合金特別適用於磁性裝置中，如：螺線管、燃油噴射器、開關磁阻馬達、磁軸承、飛輪及感應器。該合金也預期被用於如：交流發電機、壓縮機馬達、磁性懸吊系統及線型馬達之電極片類的裝置中。

工作實例

根據本發明之合金的實例以真空感應熔化及裂鑄(split-cast)製備成小(8磅)鑄塊。該鑄塊的化學分析以重量百分比被列於表I中。

表I

Co-Mn-Fe合金的化學分析

熱ID	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Co
8Co2Mn	0.002	2.08	0.23	<0.005	0.001	<0.01	0.42	<0.01	8.00
8Co4Mn	0.002	4.05	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.41	<0.01	7.96
8Co5Mn	0.002	5.01	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.40	<0.01	7.96
8Co6Mn	0.002	5.91	0.24	<0.005	0.002	<0.01	0.40	<0.01	7.96
15Co2Mn	0.002	2.10	0.23	<0.005	0.001	<0.01	0.42	<0.01	14.95
15Co2.7Mn	0.002	2.66	0.33	<0.005	0.002	0.30	0.02	<0.01	14.91
15Co3Mn	0.001	3.06	0.33	<0.005	0.002	0.30	0.02	<0.01	14.89
15Co3.2Mn	0.002	3.22	0.33	<0.005	0.002	0.29	0.02	<0.01	14.89
15Co3.7Mn	0.001	3.66	0.33	<0.005	0.002	0.30	0.02	<0.01	14.88
15Co4Mn	0.002	4.11	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.41	<0.01	14.94
15Co5Mn	0.002	5.09	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.40	<0.01	14.93
15Co6Mn	0.002	6.03	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.40	<0.01	14.91
17Co2Mn	0.002	2.09	0.24	<0.005	0.002	<0.01	0.43	<0.01	16.94
17Co4Mn	0.002	4.09	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.41	<0.01	16.94
17Co5Mn	0.002	5.09	0.23	<0.005	0.002	<0.01	0.42	<0.01	16.91
17Co6Mn	0.001	6.03	0.27	<0.005	0.002	<0.01	0.41	<0.01	16.90

每一個情況下平衡物為鐵。

五、發明說明(7)

該鑄塊從2200°F被熱熔成0.5吋乘以2吋的板狀。該板從2100°F被熱軋成0.25吋厚的條狀物。該條狀物被噴沙(sand blasted)，移除模子(scale)並且然後被冷軋成0.060-0.080吋厚。在乾氫氣中1300°F下退火2小時之後，該條狀物被冷軋成0.020吋厚，用於DC磁性測試的環狀物被印戳記，並且用於電阻測量的樣本被機械加工成0.020吋條狀物。

在如下所述之四個不同熱處理：HT1-HT6的每一個之後，下表II顯示在不同樣本測試的結果，包括以微歐姆公分計($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)的電阻率(ρ)、在30、50、150、200及250 Oe下以千高斯(kG)計的DC磁性感應(B)、及以厄斯特(Oe)計的高壓力(H_c)。

在表II中的資料顯示包含2.66%至3.06%錳(15Co2.7Mn及15Co3Mn)之15Co-Fe合金，提供磁性感應($B@200\text{ Oe}$)分別為20.5 kG及21.3kG，與電阻率(ρ)分別為39.3 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 及42.2 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 組合。

在表II中的資料也顯示包含約2.08%錳(8Co2Mn)的8Co-Fe合金，提供磁性感應值在磁場強度低於100 Oe下非常類似於15Co3Mn合金的那些，雖然電阻率只稍微較低。此第二較佳合金所用的用途是其中需要大大較低成本物料，並且核心損失及飽和需要是較不嚴格，如：在陸地為基礎的用途中，其操作在較低頻率及較低磁場強度。

呈現在表II中的資料顯示磁性($B@200\text{ Oe}$ 約18-21 kG)與電阻率(ρ 約35-42 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$)的良好組合，其是根據本發明之合金所提供的。

五、發明說明 (8)

根據本發明之合金起源於發現錳可用來增加Co-Fe軟磁性合金的電阻率，該合金包含少於20%的鈷。錳是相對便宜的金屬，並且不大量地增加該合金的成本。來自產生根據本發明之Co-Mn-Fe合金的廢金屬也可容易地做為用做其他等級之廢金屬的回收，因此減少製造該合金的總成本。因此，有較少的機會污染在相同VIM熔爐中熔化的其他等級。根據本發明之Co-Mn-Fe合金可容易地被熔化，有容易的組合物控制。其具有良好的熱及冷作能力。

表 II

Co-Mn-Fe合金DC磁性及在不同退火熱處理(HT)之後的電阻率實例

熱 ID	電阻率 $\rho(\mu\Omega\text{-cm})$	B @30,50,150,200 Oe (kG)	B @2500e (kG)	H _c (Oe) HT1	H _c (Oe) HT2	H _c (Oe) HT3	H _c (Oe) HT4	H _c (Oe) HT5	H _c (Oe) HT6
8Co2Mn	34.1	16.5;17.0;19.0;19.6	20.1		1.5	2.05	1.5	1.4	
8Co4Mn	40.3	11.5;13.6;17.7;18.4	18.2		20.1	16	10.2	8.2	
3Co5Mn	43.4	10.0;12.7;17.2;17.7	18.6						
8Co6Mn	47.0	8.3;11.8;16.4;17.4	17.3						
15Co2Mn	36.1	16.8;17.5;19.1;20.3	21.1		1.7	20	3.2	2.5	1.8
15Co2.7Mn	39.3	16.3;17.2;19.6;20.5		4.1	7.2	22			1.9
15Co3Mn	42.2	16.0;17.4;20.4;21.3		12.0	14.7				3.1
15Co3.2Mn	42.4	13.5;15.4;18.4;19.3		14.0	16.5				3.8
15Co3.7Mn	42.4	10.9;13.7;18.4;19.3		18.0	22				9.2
15Co4Mn	43.1	5.1;8.4;14.0;15.1	18.9		23	18	12	10.8	15.5
15Co5Mn	45.0	6.4;10.6;16.0;17.1	18.0		30	21	16	14	17.8
17Co4Mn	41.3	6.1;8.8;14.7;15.9	16.1		25		12.5	11.5	11.5
17Co5Mn	45.5	6.7;10.0;15.6;16.8	17.4		>10	21	16	14.5	14.5

HT1:1320°F/2小時

HT2:1400°F/2小時/FC在150°F/小時

HT3:1600°F/2小時

HT4:1742°F/4小時/FC在150°F/小時到1400°F，FC在20°F/小時，1000°F，然後FC在150°F/小時到室溫

HT5:HT4+1742°F/20分鐘/FC在20°F/小時到1200°F，然後FC在150°F/小時到室溫

HT6:2156°F/6小時/FC在200°F/小時到1290°F，然後回火是在1290°F下24小時

FC=熔爐冷卻

五、發明說明 (6)

五、發明說明 (10)

在此已使用之術語及表示被用做敘述的項目並不做為限制。此類術語及表示不意欲排除所述之任何相等物或其任何部分。然而認知的是：不同改變是可能在本發明所申請之範疇內。

四、中文發明摘要(發明之名稱： 鈷 - 錳 - 鐵 軟 磁 性 合 金)

一種軟磁性鋼合金，其包含重量百分比約1.0%-5.0%錳、約7%-17%鈷及餘量實質上為鐵。所揭示之合金提供高接受度的磁飽和感應，與良好的電阻性，相對於已知的Co-Fe軟磁性鋼合金鈷量大減。

CO-MN-FE SOFT MAGNETIC ALLOYS

英文發明摘要(發明之名稱：)

A soft magnetic steel alloy contains in weight percent, about 1.0-5.0% manganese, about 7-17% cobalt, and the balance is essentially iron. The disclosed alloy provides a highly acceptable level of magnetic saturation induction combined with good electrical resistivity with a substantially reduced amount cobalt relative to the known Co-Fe soft magnetic steel alloys.

92年1月20日 修正
補充

六、申請專利範圍

1. 一種軟磁性鋼合金，其實質上由以重量百分比計可高至0.02%的碳，1.0-5.0%的錳，可高至0.3%的矽，可高至0.8%的鉻，可高至0.8%的鎳，7%-17%的鈷及餘量實質上為鐵所組成。
2. 如申請專利範圍第1項之合金，其包含至少1.8%的錳。
3. 如申請專利範圍第2項之合金，其包含不超過9%的鈷。
4. 如申請專利範圍第2項之合金，其包含至少14%的鈷。
5. 一種軟磁性鋼合金，其實質上由以重量百分比計可高至0.02%的碳，2.2%-3.2%的錳，可高至0.3%的矽，可高至0.8%的鉻，可高至0.8%的鎳，14%-16%的鈷及餘量實質上為鐵所組成。
6. 一種軟磁性鋼合金，其實質上由以重量百分比計1.8%-2.4%的錳，7%-9%的鈷及餘量實質上為鐵所組成。
7. 如申請專利範圍第6項之合金，其也包含高至0.02%的碳。
8. 如申請專利範圍第6項之合金，其也包含高至0.3%的矽。
9. 如申請專利範圍第6項之合金，其也包含高至0.8%的鉻。
10. 如申請專利範圍第6項之合金，其也包含高至0.8%的鎳。
11. 一種製成物件，其為實質上由下述者所組成之軟磁性鋼合金所形成：以重量百分比計可高至0.02%的碳，1.0-

六、申請專利範圍

- 5.0%的錳，可高至0.3%的矽，可高至0.8%的鉻，可高至0.8%的鎳，7-17%的鈷及餘量實質上為鐵；該物件經至少為200 厄斯特(Oe)之磁場磁化時，磁性感應為18至21 仟高絲(kG)。
12. 根據申請專利範圍第11項之製成物件，其中該物件之高壓力不超過3.8 Oe。
 13. 根據申請專利範圍第11項之製成物件，其業經退火而使其高壓力不超過3.8 Oe。
 14. 根據申請專利範圍第11項之製成物件，其中該物件之電阻率為35-42微歐姆公分。
 15. 一種製成物件，其為實質上由下述者所組成之軟磁性鋼合金所形成：以重量百分比計可高至0.02%的碳，2.2-3.2%的錳，可高至0.3%的矽，可高至0.8%的鉻，可高至0.8%的鎳，14-16%的鈷及餘量實質上為鐵；該物件經至少為200 Oe之磁場磁化時，磁性感應為18至21 kG。
 16. 根據申請專利範圍第15項之製成物件，其中該物件之高壓力不超過3.8 Oe。
 17. 根據申請專利範圍第15項之製成物件，其業經退火而使其高壓力不超過3.8 Oe。
 18. 根據申請專利範圍第15項之製成物件，其中該物件之電阻率為35-42微歐姆公分。