

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 689**

51 Int. Cl.:

C10M 169/04 (2006.01)

B22F 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2006 PCT/SE2006/001384**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2007 WO07078228**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2006 E 06824513 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 1976652**

54 Título: **Lubricante para composiciones metalúrgicas en polvo**

30 Prioridad:

30.12.2005 SE 0502934
30.12.2005 US 754672 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2018

73 Titular/es:

HÖGANÄS AB (100.0%)
263 83 HÖGANÄS, SE

72 Inventor/es:

AHLIN, ÅSA;
AHLQUIST, ANNA;
LARSSON, PER-OLOF y
SOLIMNJAD, NAGHI

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 665 689 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Lubricante para composiciones metalúrgicas en polvo

5 La presente invención se refiere a una composición metalúrgica en polvo. Específicamente, la invención se refiere a una composición de metal en polvo que comprende un nuevo lubricante de material compuesto en partículas. La invención se refiere además al nuevo lubricante de material compuesto en partículas, además de a un método de preparación de este lubricante.

10 En la industria de la metalurgia en polvo (industria MP), los metales en polvo, casi siempre basados en hierro, se usan para la producción de componentes. El proceso de producción implica la compactación de una mezcla de metales en polvo en un molde para formar un compacto verde, expulsar el compacto del molde y sinterizar el compacto verde a temperaturas y bajo condiciones tales que se produzca un compacto sinterizado que tiene resistencia suficiente. Usando la vía de producción de MP pueden evitarse costosas pérdidas por mecanizado y de
15 material en comparación con el mecanizado convencional de componentes de metales sólidos, ya que pueden producirse componentes de forma neta o forma casi neta. La vía de producción de MP es la más adecuada para la producción de partes pequeñas y bastante complejas tales como engranajes.

20 Con el fin de facilitar la producción de partes de MP, pueden añadirse lubricantes al polvo basado en hierro antes de la compactación. Usando lubricantes, se reducen las fricciones internas entre las partículas de metal individuales durante la etapa de compactación. Otro motivo para añadir lubricante es que se reducen la fuerza de expulsión y la energía total necesaria con el fin de expulsar la parte verde del molde después de la compactación. Lubricación insuficiente producirá desgaste y arañazos en el molde durante la expulsión del compacto verde.

25 El problema con la insuficiente lubricación puede ser resuelto principalmente de dos formas, o bien aumentando la cantidad de lubricante o bien seleccionando lubricantes más eficientes. Aumentando la cantidad de lubricante, se encuentra un efecto secundario no deseado en que el aumento de la densidad mediante la mejor lubricación se invierte por la elevada cantidad de lubricantes.

30 Una mejor elección sería entonces seleccionar lubricantes más eficientes. Esto es, sin embargo, un problema ya que los compuestos que tienen buena lubricidad en el contexto de MP tienden a aglomerarse durante el almacenamiento o contribuir a la formación de aglomerados en la composición metalúrgica en polvo, una consecuencia de lo cual es que el componente posteriormente compactado y sintetizado puede incluir poros comparativamente grandes que tienen un efecto perjudicial de las propiedades mecánicas estáticas y dinámicas del componente. Otro problema es
35 que los lubricantes que tienen buenas propiedades de lubricación frecuentemente tienen efectos negativos sobre las llamadas propiedades del polvo, tales como caudal y densidad aparente (DA). El caudal es importante debido a su impacto sobre el llenado del molde, que a su vez es importante para la velocidad de producción de las partes de MP. Una DA alta es importante con el fin de permitir profundidades de llenado más cortas e incluso la DA es importante con el fin de evitar variaciones en las dimensiones y peso de los componentes acabados. Así, es deseable obtener
40 un nuevo lubricante para composiciones de metal en polvo que vengán o reduzcan los problemas anteriormente mencionados.

Objetos de la invención

45 Es, por tanto, un objeto de la presente invención proporcionar un lubricante que tenga buenas propiedades de lubricación, pero ninguna tendencia o tendencia reducida a aglomerarse.

50 Es otro objeto de la presente invención proporcionar un lubricante que tenga buenas propiedades de lubricación e incluso confiera propiedades de flujo o de flujo mejorado cuando se usa en una composición de polvo de hierro o basado en hierro.

Es otro objeto proporcionar una nueva composición de polvo de hierro o basado en hierro que incluya el nuevo lubricante y que tenga buenas propiedades de flujo y una densidad aparente alta y uniforme.

55 Todavía es otro objeto proporcionar un proceso de producción de un lubricante.

Sumario de la invención

60 Según la invención, se ha encontrado ahora inesperadamente que los objetivos anteriores pueden cumplirse por una composición metalúrgica en polvo basado en hierro que comprende un polvo de hierro o basado en hierro y un nuevo lubricante de material compuesto en partículas, comprendiendo dicho lubricante de material compuesto partículas que tienen un núcleo que comprende un lubricante orgánico sólido que tiene partículas de carbono finas adheridas encima.

65 La invención también se refiere al lubricante de material compuesto en partículas en sí, además de a la preparación del mismo.

Descripción detallada de la invención

El tipo de lubricante orgánico sólido del lubricante de material compuesto según la invención no es crítico, pero debido a las desventajas con los lubricantes organometálicos, el lubricante orgánico no debe preferentemente incluir constituyentes de metal. Así, el lubricante orgánico puede seleccionarse de una amplia variedad de sustancias orgánicas que tienen buenas propiedades lubricantes. Ejemplos de tales sustancias son ácidos grasos, ceras, polímeros, o derivados y mezclas de los mismos.

Lubricantes orgánicos sólidos preferidos son ácidos grasos seleccionados del grupo que consiste en ácido palmítico, ácido esteárico, ácido behénico y; monoamidas de ácido graso seleccionadas del grupo que consiste en palmitamida, estearamida, behenamida, oleamida y erucamida, bisamidas de ácido graso tales como etilen-bisestearamida (EBS), etilen-bis-oleamida (EBO), polietileno, cera de polietileno; amidas secundarias de ácido graso seleccionadas del grupo que consiste en erucilestearamida, oleilpalmitamida, estearilerucamida, esteariloleamida, estearilestearamida, oleilestearamida.

Lubricantes orgánicos sólidos especialmente preferidos son estearamida, erucamida, esteariloleamida, erucilestearamida, estearilerucamida, EBO, EBS y EBS en combinación con oleamida, erucamida, esteariloleamida, estearilerucamida o erucilestearamida. Resultados actualmente disponibles indican que las composiciones de metal en polvo que comprenden estos lubricantes de material compuesto según la invención se distinguen especialmente por altas densidades aparentes y/o caudales. Adicionalmente, estos lubricantes son conocidos por sus excelentes propiedades lubricantes.

El tamaño de partícula promedio de las partículas de núcleo orgánico puede ser 0,5-100 μm , preferentemente 1-50 μm y lo más preferentemente 5-40 μm . Además, se prefiere que el tamaño de partícula del núcleo sea al menos cinco veces el tamaño de partícula de las partículas de carbono y se prefiere que las partículas de carbono finas formen un recubrimiento sobre la superficie de núcleo.

En este contexto, el término "partículas de carbono finas" pretende significar partículas de carbono cristalinas, semicristalinas o amorfas. Las partículas de carbono finas pueden originarse de grafito natural o sintético, negro de carbono, carbono activo, carbón y antracita, etc., y también pueden ser una mezcla de dos o más de estos. Las partículas de carbono finas adheridas sobre la superficie del núcleo de lubricante orgánico sólido pueden seleccionarse preferentemente del grupo que consiste en negro de carbono y grafito natural o sintético, que tienen un tamaño de partícula promedio inferior a 10 μm y superior a 5 nm.

El tamaño de partícula primaria del negro de carbono puede ser inferior a 200 nm, preferentemente inferior a 100 nm, y lo más preferentemente inferior a 50 nm y superior a 5 nm. El área superficial específica puede estar entre 20 y 1000 m^2/g como se mide por el método de BET. El negro de carbono puede obtenerse de un proveedor tal como Degussa AG, Alemania. El contenido de negro de carbono en el lubricante de material compuesto puede ser 0,1-25 % en peso, preferentemente 0,2-6 % en peso y lo más preferentemente 0,5-4 % en peso.

El tamaño de partícula promedio del grafito puede ser inferior a 10 μm y mayor de 500 nm. El contenido de grafito en el lubricante de material compuesto puede ser del 0,1-25 % en peso, preferentemente del 0,5-10 % en peso y lo más preferentemente del 1-7 % en peso. El grafito puede obtenerse de un proveedor tal como Graphit Kropfmühl AG, Alemania, o un grafito sintético con un área superficial ultra-alta de Asbury Carbons, EE.UU.

El contenido de lubricante de material compuesto en la composición de metal en polvo puede ser del 0,05-2 % en peso.

El lubricante de material compuesto en partículas según la invención puede prepararse por técnica de recubrimiento de partículas habitual, que implica mezclar un material lubricante en partículas orgánico y partículas de carbono finas. El método puede comprender además una etapa de calentamiento. La temperatura para el tratamiento por calor puede ser inferior al punto de fusión del lubricante orgánico en partículas sólido.

El lubricante orgánico sólido en partículas puede ser minuciosamente mezclado con las partículas de carbono finas en una mezcladora. La mezcladora puede ser una mezcladora de alta velocidad. La mezcla puede calentarse durante la mezcla a una temperatura y durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que las partículas de carbono finas se adhieran a la superficie del material lubricante orgánico en partículas durante una etapa de enfriamiento opcional que sigue posteriormente.

El polvo basado en hierro puede ser un polvo basado en hierro pre-aleado o un polvo basado en hierro que tiene los elementos de aleación unidos por difusión a las partículas de hierro. El polvo basado en hierro también puede ser una mezcla de polvo de hierro esencialmente puro o polvo basado en hierro pre-aleado y elementos de aleación seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cu, Cr, Mo, Mn, P, Si, V, Nb, Ti, W y grafito. El carbono en forma de grafito es un elemento de aleación usado en gran medida con el fin de dar propiedades mecánicas suficientes a los componentes sinterizados acabados. Añadiendo carbono como constituyente individual a la composición de polvo basado en hierro, el contenido de carbono disuelto del polvo basado en hierro puede mantenerse bajo, potenciando

la mejora de la compresibilidad. El polvo basado en hierro puede ser un polvo atomizado, tal como un polvo atomizado en agua, o un polvo de hierro. El tamaño de partícula del polvo basado en hierro se selecciona dependiendo del uso final del material. Las partículas de polvo de hierro o basado en hierro pueden tener un tamaño de partícula promedio en peso de hasta aproximadamente 500 µm, más preferentemente las partículas pueden tener un tamaño de partícula promedio en peso en el intervalo de 25-150 µm, y lo más preferentemente 40-100 µm.

La composición de metal en polvo puede comprender además uno o más aditivos seleccionados del grupo que consiste en aglutinantes, adyuvantes de procesamiento, fases duras, agentes que potencian el mecanizado si existe una necesidad de mecanizado del componente sinterizado, y lubricantes sólidos convencionalmente usados en la industria de MP tales como EBS, estearato de cinc y Kenolube® disponible de Höganäs AB. La concentración de lubricante de material compuesto en polvo según la invención más lubricantes sólidos opcionales puede estar en el intervalo del 0,05 al 2 % de una composición de metal en polvo.

La nueva composición de polvo de hierro o basado en hierro puede ser compactada y opcionalmente sinterizada por técnicas de MP convencionales.

Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar la invención, pero el alcance de la invención no debe limitarse a éstos.

Ejemplos

Materiales

Se usaron los siguientes materiales.

- (1) Se usó como polvo atomizado en agua basado en hierro (ASC100.29, disponible de Höganäs AB, Suecia).
- (2) Como materiales de núcleo lubricante se usaron las siguientes sustancias; etilen-bis-estearamida (EBS) disponible como Licowax™ de Clariant (Alemania), estearamida, erucamida, oleilpalmitamida, esteariloleilamida, erucilestearamida, estearilerucamida, etilen-bis-oleamida (EBO) y ceras de polietileno. Los tamaños de partícula promedio de los lubricantes pueden verse en la Tabla 2.
- (3) Se usó grafito UF-4 (de Graphit Kropfmühl AG, Alemania) como grafito añadido en la composición de polvo basado en hierro.
- (4) Las partículas de recubrimiento fueron Grafito UF-1 (UF1) (de Graphit Kropfmühl AG, Alemania) y Grafito 4827 (4827) (de Asbury Carbons, EE.UU.) que tienen un tamaño de partícula promedio de 2 µm y 1,7 µm respectivamente, y negro de carbono (CB) (de Degussa AG, Alemania) que tiene un tamaño de partícula primaria de 30 nm.

Las composiciones de polvo basado en hierro consistieron en ASC100.29 mezclado con 0,5 % en peso de grafito y 0,8 % en peso de lubricante de material compuesto.

Se prepararon diferentes lubricantes de material compuesto mezclando el material de núcleo según la Tabla 1 y 2 con partículas de carbono finas a diferentes concentraciones en una mezcladora de alta velocidad de Hosokawa. Se añadió negro de carbono a las concentraciones del 0,75, 1,5, 3 y 4 % en peso, respectivamente. Se añadió grafito a las concentraciones del 1,5, 3, 5 y 6 % en peso, respectivamente, a los lubricantes de material compuesto. Los parámetros de proceso para el proceso de mezcla, tales como la temperatura del polvo en la mezcladora y los tiempos de mezcla para cada material compuesto, pueden verse en la Tabla 2. La velocidad del rotor en la mezcladora fue 1000 rpm y la cantidad de material de núcleo de lubricante fue 500 g.

Tabla 1. Sustancias lubricantes usadas como materiales de núcleo.

Indicador	Nombre común
ES	Erucilestearamida
OP	Oleilpalmitamida
S	Estearamida
O	Oleamida
E	Erucamida
EBS	Etilen-bis-estearamida
PW655	Cera de polietileno
PW1000	Cera de polietileno
SE	Estearilerucamida
EBO	Etilen-bis-oleamida
SO	Esteariloleamida

Tabla 2. Parámetros de proceso

Indicador	Tamaño de partícula promedio X50 (μm)	Temp. del polvo en la mezcladora ($^{\circ}\text{C}$)	Tiempo de mezcla (min)
S-1	5,2	50 $^{\circ}\text{C}$	25
S-2	5,8	50 $^{\circ}\text{C}$	25
S-3	15,4	50 $^{\circ}\text{C}$	25
S-4	16,5	50 $^{\circ}\text{C}$	45
S-5	17,8	50 $^{\circ}\text{C}$	25
S-6	21,5	50 $^{\circ}\text{C}$	25
S-7	4,0	83 $^{\circ}\text{C}$	60
ES-1	24,0	25 $^{\circ}\text{C}$	25
ES-2	29,5	25 $^{\circ}\text{C}$	25
E	20,3	25 $^{\circ}\text{C}$	45
OP	16,0	25 $^{\circ}\text{C}$	45
EBS	8,5	75 $^{\circ}\text{C}$	55
EBS/O	25,6	40 $^{\circ}\text{C}$	20
PW655	10,0	25 $^{\circ}\text{C}$	45
PW1000	10,0	40 $^{\circ}\text{C}$	45
SE	27,4	25 $^{\circ}\text{C}$	45
SO	35,4	25 $^{\circ}\text{C}$	45
EBS/SE	29,0	25 $^{\circ}\text{C}$	45
EBS/SO	29,2	25 $^{\circ}\text{C}$	45
EBS/ES	20,4	25 $^{\circ}\text{C}$	45
EBS/E	26,0	25 $^{\circ}\text{C}$	15
S/E	24,3	25 $^{\circ}\text{C}$	45
EBO	16,0	50 $^{\circ}\text{C}$	10

5 Se prepararon diferentes composiciones de polvo basado en hierro (mezcla N.º 1-63) de 25 kg cada una mezclando el lubricante de material compuesto obtenido o un lubricante en partículas convencional (usado como referencia) con grafito y ASC100.29 en una mezcladora Nauta de 50 kg. Se fundieron las partículas de lubricante orgánico sólido en las mezclas N.º 36-38 y 50-61, posteriormente se solidificaron y se micronizaron antes de uso como material de núcleo para preparar los lubricantes de material compuesto o antes de añadirse a las mezclas de referencia. Se midieron la densidad aparente (DA) y el flujo de Hall (flujo), según ISO 4490 y ISO3923-1, respectivamente, en las composiciones de polvo basado en hierro obtenidas 24 horas después de la mezcla. La Tabla 3 muestra los resultados de las mediciones.

10 Como puede apreciarse de la Tabla 3, mejora el caudal de las composiciones de polvo basado en hierro y pueden obtenerse densidades aparentes más altas si se usan los diferentes lubricantes de material compuesto según la invención como lubricantes en comparación con el uso de un lubricante convencional. En realidad, cuando una composición de MP que contiene un lubricante convencional no tiene flujo, la composición de MP que contiene el lubricante de material compuesto inventivo proporciona el flujo. Se obtuvieron densidades aparentes y/o caudales especialmente altos para las composiciones de metal en polvo que contenían lubricantes de material compuesto según la invención que contenían estearamida, erucamida, erucilestearamida, estearilerucamida, EBO, EBS y EBS en combinación con oleamida o estearilerucamida.

15 Con el fin de medir la tendencia de los lubricantes de material compuesto y los lubricantes convencionales para formar aglomerados, se tamizaron los lubricantes en un tamiz estándar de 315 μm después de almacenar al menos una semana. Se midió la cantidad de material retenido.

20 La Tabla 4 muestra que la tendencia a formar aglomerados disminuye cuando el material de núcleo lubricante orgánico se cubre por partículas de carbono finas, produciendo un lubricante de material compuesto según la invención.

25 Se repitió el mismo tipo de mediciones que se muestra en la Tabla 4 con ciertas composiciones de polvo basado en hierro con el fin de evaluar la tendencia a formar aglomerados en una composición de polvo basado en hierro que contiene lubricantes convencionales y lubricantes de material compuesto según la invención, respectivamente.

30 La Tabla 5 muestra que la tendencia a formar aglomerados es menos pronunciada en composiciones de polvo basado en hierro que contienen el lubricante de material compuesto según la invención en comparación con composiciones que comprenden un lubricante convencional.

35

Tabla 3. Caudal y densidad aparente (DA) de las composiciones 1-63

Mezcla N.º	Lubricante convencional usado como referencia	Núcleo de material compuesto lubricante	Tipo de partículas de carbono adheridas sobre el núcleo lubricante	Porcentaje de partículas de carbono en relación con la cantidad total de material compuesto lubricante (%)	Flujo (segundos/ 50 g)	DA (g/cm ³)
1	S-1				No fluye	2,97
2		S-1	UF1	3,0	No fluye	2,99
3		S-1	CB	1,5	34,5	2,85
4		S-1	CB	3,0	30,4	2,92
5	S-2				No fluye	2,98
6		S-2	UF1	3,0	No fluye	2,99
7		S-2	CB	3,0	32,9	2,91
8	S-3				No fluye	3,05
9		S-3	UF1	3,0	29,5	3,17
10	S-4				No fluye	3,12
11		S-4	UF1	3,0	28,3	3,18
12		S-4	CB	0,75	27,1	3,21
13		S-4	CB	1,5	27,2	3,17
14	S-5				30,6	3,05
15		S-5	CB	0,75	28,5	3,13
16		S-5	CB	1,5	27,3	3,13
17		S-5	4827	5,0	29,3	3,17
18	S-6				31,5	3,06
19		S-6	UF1	3,0	27,7	3,20
20		S-6	CB	0,75	26,9	3,21
21	S-7				28,2	3,17
22		S-7	UF1	3,0	26,1	3,19
23		S-7	CB	3,0	26,0	3,11
24	ES-1				No fluye	3,10
25		ES-1	CB	1,5	33,1	3,19
26	ES-2				No fluye	3,13
27		ES-2	CB	1,5	31,3	3,15
28		ES-2	4827	1,5	29,7	3,18
29	E				No fluye	3,03
30		E	CB	1,5	30,3	2,97
31		E	CB	3,0	28,8	3,01
32	OP				No fluye	2,92
33		OP	CB	1,5	34,3	2,94
34	EBS				33,5	3,01
35		EBS	CB	1,5	30,8	3,00
36	EBS/O				31,0	3,03
37		EBS/O	UF1	3,0	30,4	3,10
38		EBS/O	CB	3,0	28,4	3,09
39	PW655				No fluye	2,76
40		PW655	CB	1,5	32,1	2,82
41	PW1000				No fluye	2,78
42		PW1000	CB	1,5	32,5	2,85
43	Estearato de Zn				35,4	3,18
44	SE				No fluye	2,96
45		SE	CB	3,0	29,9	3,11
46		SE	UF1	6,0	31,2	3,08
47		SE	4827	5,0	30,4	3,10
48	SO				No fluye	2,95
49		SO	CB	1,5	30,9	2,98
50	EBS/SE				No fluye	2,98
51		EBS/SE	CB	1,5	29,6	3,17
52	EBS/SO				No fluye	2,95
53		EBS/SO	CB	1,5	30,9	3,03
54	EBS/ES				No fluye	3,00
55		EBS/ES	CB	1,5	33,4	2,99
56	EBS/E				No fluye	2,96

ES 2 665 689 T3

Mezcla N.º	Lubricante convencional usado como referencia	Núcleo de material compuesto lubricante	Tipo de partículas de carbono adheridas sobre el núcleo lubricante	Porcentaje de partículas de carbono en relación con la cantidad total de material compuesto lubricante (%)	Flujo (segundos/ 50 g)	DA (g/cm ³)
57		EBS/E	CB	1,5	30,0	3,03
58	S/E				No fluye	3,00
59		S/E	CB	4,0	29,1	3,16
60		S/E	UF1	6,0	28,4	3,17
61		S/E	4827	5,0	28,2	3,18
62	EBO				No fluye	2,95
63		EBO	CB	3,0	34,0	3,04

Tabla 4 Tendencia a formar aglomerados para lubricantes convencionales y materiales compuestos lubricantes según la invención

Lubricante convencional	Material de núcleo del material compuesto lubricante	Tipo de partículas de carbono adheridas sobre el material de núcleo lubricante	Porcentaje de partículas de carbono en relación con la cantidad total de material compuesto lubricante (%)	Tendencia a formar aglomerados
S-1				Agl
	S-1	CB	1,5	Menos agl
	S-1	CB	3,0	Menos agl
S-2				Agl
	S-2	CB	3,0	Menos agl
S-4				Agl
	S-4	UF1	3,0	No agl
	S-4	CB	0,75	No agl
	S-4	CB	1,5	No agl
S-5				Agl
	S-5	CB	0,75	No agl
	S-5	CB	1,5	No agl
	S-5	4827	5,0	No agl
S-7				Agl
	S-7	UF1	3,0	No agl
	S-7	CB	0,75	No agl
ES-2				Agl
	ES-2	CB	1,5	No agl
	ES-2	4827	1,5	No agl
E				Agl
	E	CB	1,5	Menos agl
OP				Agl
	OP	CB	1,5	No agl
EBS				No agl
	EBS	CB	1,5	No agl
EBS/O				No agl
	EBS/O	UF1	3,0	No agl
SE				Agl
	SE	CB	1,5	No agl
	SE	UF1	6,0	No agl
	SE	4827	5,0	No agl
SO				Agl
	SO	CB	1,5	No agl
EBS/SE				Agl
	EBS/SE	CB	1,5	No agl
EBS/SO				Agl
	EBS/SO	CB	1,5	No agl
EBS/ES				Agl
	EBS/ES	CB	1,5	No agl
EBS/E				Agl
	EBS/E	CB	1,5	No agl
S/E				Agl
	S/E	CB	4,0	No agl

ES 2 665 689 T3

Lubricante convencional	Material de núcleo del material compuesto lubricante	Tipo de partículas de carbono adheridas sobre el material de núcleo lubricante	Porcentaje de partículas de carbono en relación con la cantidad total de material compuesto lubricante (%)	Tendencia a formar aglomerados
	S/E	UF1	6,0	No agl
	S/E	4827	5,0	No agl
EBO				Agl
	EBO	CB	3,0	No agl

Tabla 5 Tendencia a formar aglomerados en composiciones de polvo basado en hierro que contienen lubricantes convencionales y el lubricante de material compuesto según la invención

Mezcla N.º	Lubricante convencional	Material de núcleo del material compuesto lubricante	Tipo de partículas de carbono adheridas sobre el material de núcleo lubricante	Porcentaje de partículas de carbono en relación con la cantidad total de material compuesto lubricante (%)	Tendencia a formar aglomerados
1	S-1				Agl
3		S-1	CB	1,5	No agl
4		S-1	CB	3,0	No agl
5	S-2				Agl
7		S-2	CB	3,0	No agl
24	ES-1				Agl
25		ES-1	CB	1,5	No agl
29	E				Agl
30		E	CB	1,5	Menos agl
31		E	CB	3	No agl
32	OP				Agl
33		OP	CB	1,5	No agl
34	EBS				No agl
35		EBS	CB	1,5	No agl
39	PW655				Agl
40		PW655	CB	1,5	No agl
41	PW1000				Agl
42		PW1000	CB	1,5	No agl
43	Estearato de Zn				No agl
44	SE				Agl
45		SE	CB	1,5	No agl
46		SE	UF1	6,0	No agl
47		SE	4827	5,0	No agl
48	SO				Agl
49		SO	CB	1,5	No agl
50	EBS/SE				Agl
51		EBS/SE	CB	1,5	No agl
52	EBS/SO				Agl
53		EBS/SO	CB	1,5	No agl
54	EBS/ES				Agl
55		EBS/ES	CB	1,5	No agl
56	EBS/E				Agl
57		EBS/E	CB	1,5	No agl
58	S/E				Agl
59		S/E	CB	4,0	No agl
60		S/E	UF1	6,0	No agl
61		S/E	4827	5,0	No agl
62	EBO				Agl
63		EBO	CB	3,0	No Agl

REIVINDICACIONES

- 5 1. Lubricante de material compuesto en partículas para composiciones de metal en polvo, en el que el lubricante de material compuesto comprende partículas constituidas de un núcleo de un lubricante orgánico sólido, núcleo que tiene partículas de carbono finas adheridas encima.
2. Una composición de metal en polvo que comprende una composición metalúrgica en polvo basado en hierro que comprende un polvo de hierro o basado en hierro, mezclado con un lubricante de material compuesto en partículas según la reivindicación 1.
- 10 3. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que las partículas de carbono están seleccionadas de grafito natural o sintético, negro de carbono, carbono activo, carbón y antracita.
4. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que las partículas de carbono están seleccionadas de grafito natural o sintético y negro de carbono.
- 15 5. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que las partículas de carbono forman un recubrimiento sobre el núcleo.
- 20 6. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que las partículas de núcleo orgánicas están seleccionadas del grupo que consiste en ácidos grasos, ceras, polímeros, o derivados y mezclas de los mismos.
7. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que el tamaño de partícula promedio de las partículas de núcleo orgánicas es 0,5 - 100 μm .
- 25 8. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que el contenido de lubricante de material compuesto en la composición de metal en polvo es 0,05-2 % en peso.
9. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 2, en la que el tamaño de partícula del núcleo es al menos cinco veces el tamaño de partícula de las partículas de carbono.
- 30 10. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 3, en la que el tamaño de partícula del negro de carbono es inferior a 200 nm.
- 35 11. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 3, en la que el contenido de negro de carbono en el lubricante de material compuesto es 0,1-25 % en peso.
12. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 3, en la que el tamaño de partícula promedio del grafito es inferior a 10 μm .
- 40 13. Una composición de metal en polvo según la reivindicación 3, en la que el contenido de grafito en el lubricante de material compuesto es 0,1-25 % en peso.
- 45 14. Un proceso de producción de un lubricante de material compuesto en partículas según la reivindicación 1, que comprende:
mezclar un material lubricante en partículas orgánico con partículas de carbono finas en una mezcladora, por ejemplo una mezcladora de alta velocidad, a una temperatura y durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que las partículas de carbono finas se adhieran a la superficie del material lubricante orgánico en partículas, la mezcla puede calentarse opcionalmente durante la mezcla.