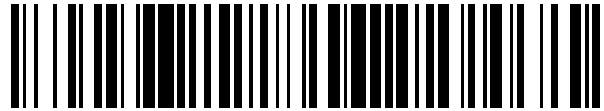


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 435**

51 Int. Cl.:

**F16C 33/12** (2006.01)

**F16C 33/14** (2006.01)

**F16C 33/10** (2006.01)

**F16C 33/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2014 PCT/JP2014/075477**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15046356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2014 E 14847296 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 3051157**

54 Título: **Elemento deslizable**

30 Prioridad:

**27.09.2013 JP 2013202304**

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

**16.04.2019**

73 Titular/es:

**SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD (100.0%)  
23 Senju-Hashido-cho Adachi-ku  
Tokyo 120-8555, JP**

72 Inventor/es:

**SATO, NAOKI y  
KURATA, RYOICHI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 709 435 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**

Elemento deslizante

5 [Sector de la técnica]

La presente invención se refiere a un elemento deslizante que soporta de forma deslizante un objeto a deslizar.

[Antecedentes]

10 En general, es preferible que una superficie de deslizamiento tenga una superficie lisa para reducir la fricción en la superficie de deslizamiento. Sin embargo, si la superficie de deslizamiento es la superficie lisa, la resistencia a la fricción puede ser menor, pero se genera cierto nivel de calor en la superficie de deslizamiento, de modo que existe la posibilidad de que se produzca una adherencia de acuerdo con el llamado gripado. Por lo tanto, se requiere que la superficie de deslizamiento tenga una superficie adecuada (rugosidad (consulte, por ejemplo, el Documento de Patente 1)).

15 En el pasado, la formación de una porción cóncava mediante la aplicación de granallado a la superficie de deslizamiento es una tecnología bien conocida. Se sabe que una tecnología forma un depósito de aceite en la superficie de deslizamiento del elemento deslizante mediante el tratamiento de granallado (consulte, por ejemplo, el Documento de Patente 2).

[Documento de la técnica anterior]

25 [Documento de patente]

Documento de patente 1: WO2013/039177  
Documento de patente 2: Patente japonesa n.º 4848821

30 [Sumario de la invención]

[Problemas que ha de resolver la invención]

35 Aplicando el tratamiento de granallado a la superficie de deslizamiento, el depósito de aceite se forma sobre la superficie de deslizamiento para mantener un bajo coeficiente de fricción y tener una buena propiedad de deslizamiento. Sin embargo, bajo una circunstancia de equipos hidráulicos y similares a los que se aplica una carga pesada, puede haber un caso que no pueda mantener una forma irregular formada por el tratamiento de granallado dependiendo de la dureza de la superficie de deslizamiento, lo que impide el mantenimiento de la propiedad de deslizamiento deseada.

40 La presente invención tiene un objeto de proporcionar un elemento deslizante que tiene una dureza adecuada para una circunstancia en la que se aplica una carga pesada y una excelente propiedad de resistencia a la abrasión.

[Medios para resolver los problemas]

45 Los inventores de la presente solicitud se han centrado en el hecho de que se mejora la dureza de la superficie de un objeto que está sujeto al tratamiento de granallado y, a continuación, se ha descubierto una combinación de la dureza adecuada para la circunstancia a la que se aplica la carga pesada y la rugosidad de la superficie para poder formar un depósito de aceite adecuado para la propiedad de resistencia a la abrasión o similar.

50 La presente invención se refiere a un elemento deslizante en el que se forma una superficie de deslizamiento sobre una superficie de una capa deslizante en la que se realiza un tratamiento de granallado, la superficie de la capa deslizante tiene una forma irregular que presenta una rugosidad aritmética promedio (Ra) de más de 0 µm, pero de 2,0 µm o menos, una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de más de 0 µm pero 7,5 µm o menos y una dureza de la superficie (Hv) de 150-250 y la superficie de deslizamiento soporta de forma deslizante un objeto a deslizar. Con el fin de formar la superficie de deslizamiento que tiene una forma irregular que presenta una rugosidad superficial predeterminada en la superficie de la capa deslizante después de que se realiza el tratamiento de granallado, por ejemplo, se ejecuta una operación de fricción en un par del elemento deslizante y el objeto que se va a deslizar. A continuación, después de la operación de fricción, el elemento deslizante y el objeto a deslizar se utilizan como el par.

55 De acuerdo con la presente invención, el depósito de aceite se forma sobre la forma irregular de la superficie de deslizamiento que presenta la rugosidad de la superficie predeterminada. Mediante la presente invención, la superficie de deslizamiento también se forma realizando el tratamiento de granallado a la superficie de la capa deslizante en la que la superficie de deslizamiento tiene una dureza de la superficie para mantener la forma irregular

65

que forma el depósito de aceite.

Es preferible que en el tratamiento de granallado se utilice un material de esmerilado compuesto por un material metálico a base de hierro que tenga una forma esférica que muestre un tamaño de partícula de 180-300  $\mu\text{m}$  y una dureza de la superficie (Hv) de 280-600, una distancia de pulverización es de 50 mm o más pero de 150 mm o menos y el tiempo de esmerilado es de 5 segundos o más pero de 30 segundos o menos.

Además, es preferible que la capa deslizante esté compuesta por una aleación de cobre que muestre la dureza de la superficie (Hv) de 80-150 antes del tratamiento de granallado. Además, es preferible que el grosor de la capa deslizante sea de más de 0 mm pero de 1,5 mm o menos.

[Efectos de la invención]

De acuerdo con el elemento deslizante de la presente invención, ajustando r la superficie de deslizamiento para que muestre una rugosidad aritmética promedio (Ra) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 2,0  $\mu\text{m}$  o menos y una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 7,5  $\mu\text{m}$  o menos, el depósito de aceite se puede formar en la superficie de deslizamiento. Además, dado que la dureza de la superficie (Hv) de la superficie de deslizamiento se establece en 150-250, la forma irregular de la superficie de deslizamiento se puede mantener incluso en las circunstancias en que se aplica la carga pesada.

Por lo tanto, es posible tener una propiedad de dureza alta que sea adecuada para la circunstancia a la que se aplica la carga pesada, y se proporciona una ventaja para suprimir la adhesión y la corrosión del elemento deslizante mientras se mantiene la propiedad de resistencia a la abrasión porque tienen una propiedad excelente de resistencia a la erosión por cavitación en un campo del equipo hidráulico y similares.

[Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de una bomba de pistón a la que se aplica el elemento deslizante de la realización sujeto.

La figura 2A es un gráfico que ilustra una forma de superficie rugosa de la superficie de deslizamiento de cada ejemplo ejecutado.

La figura 2B es un gráfico que ilustra una forma de superficie rugosa de la superficie de deslizamiento de cada ejemplo ejecutado.

La figura 2C es un gráfico que ilustra una forma de superficie rugosa de la superficie de deslizamiento de cada ejemplo ejecutado.

La figura 3A es un gráfico que ilustra una forma de superficie rugosa de la superficie de deslizamiento de cada ejemplo de comparación.

La figura 3B es un gráfico que ilustra una forma de superficie rugosa de la superficie de deslizamiento de cada ejemplo de comparación.

La figura 3C es un gráfico que ilustra una forma de superficie rugosa de la superficie de deslizamiento de cada ejemplo de comparación.

La figura 4A es una fotografía de microscopio de la superficie deslizante de cada ejemplo ejecutado.

La figura 4B es una fotografía de microscopio de la superficie deslizante de cada ejemplo ejecutado.

La figura 4C es una fotografía de microscopio de la superficie deslizante de cada ejemplo ejecutado.

La figura 5A es una fotografía de microscopio de la superficie deslizante de cada ejemplo de comparación.

La figura 5B es una fotografía de microscopio de la superficie deslizante de cada ejemplo de comparación.

La figura 5C es una fotografía de microscopio de la superficie deslizante de cada ejemplo de comparación.

La figura 6A es una fotografía de microscopio de una superficie de deslizamiento de un semirodamiento antes y después de una prueba de acuerdo con un ejemplo ejecutado 1.

La figura 6B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 1.

La figura 7A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con un ejemplo ejecutado 2.

La figura 7B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 2.

La figura 8A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con un ejemplo ejecutado 3.

La figura 8B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 3.

La figura 9A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con un ejemplo de comparación 1.

La figura 9B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 1.

La figura 10A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con un ejemplo de comparación 2.

La figura 10B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y

después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 2.

La figura 11A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con un ejemplo de comparación 3.

La figura 11B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 3.

La figura 12A es una fotografía de microscopio de una superficie de deslizamiento de un rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 1.

La figura 12B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 1.

La figura 13A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 2.

La figura 13B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 2.

La figura 14A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 3.

La figura 14B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo ejecutado 3.

La figura 15A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 1.

La figura 15B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 1.

La figura 16A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 2.

La figura 16B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 2.

La figura 17A es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 3.

La figura 17B es una fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba de acuerdo con el ejemplo de comparación 3.

[Realizaciones para llevar a cabo la invención]

En un elemento deslizante de la presente invención, se forma una superficie de deslizamiento sobre una superficie de una capa deslizante en la que se realiza un tratamiento de granallado, teniendo la superficie de la capa deslizante granallada una forma irregular que presenta una rugosidad aritmética promedio (Ra) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 2,0  $\mu\text{m}$  o menos, una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 7,5  $\mu\text{m}$  o menos y una dureza de la superficie (Hv) de 150-250 y la superficie de deslizamiento que soporta de forma deslizable un objeto a deslizar. En el elemento deslizante, la superficie de deslizamiento que tiene una rugosidad de la superficie predeterminada se forma, por ejemplo, frotando entre sí la superficie de la capa deslizante y la superficie a deslizar de un objeto a deslizar después de que se realice el tratamiento de granallado en la superficie del elemento deslizante. El elemento deslizante está emparejado con el objeto a deslizar.

En el elemento deslizante de la realización sujeto, la capa deslizante está formada con un material metálico de una composición única, un material de aleación de una composición predeterminada, un material poroso de un material de aleación al que se impregna un material de resina o similar. Después de realizar el tratamiento de granallado en la superficie de la capa deslizante, el elemento deslizante y el objeto a deslizar (no mostrado), que se va a emparejar, se frotan uno con otro para formar un depósito de aceite y mejorar una propiedad de deslizamiento, de modo que se pueda formar la superficie de deslizamiento que presenta una rugosidad de la superficie deseada. Además, al realizar el tratamiento de granallado en la superficie de la capa deslizante, la capa deslizante se densifica y se mejora la dureza de la superficie. Por lo tanto, puede formar la superficie de deslizamiento que exhibe una dureza de la superficie deseada que se requiere para una circunstancia a la que se aplica una carga pesada.

Además, el elemento deslizante y el objeto a deslizar se emparejan después de la operación de fricción y se usan como un rodamiento de una bomba de pistón o similar, que se describirá más adelante. La operación de fricción del elemento deslizante y el objeto a deslizar reduce el coeficiente de fricción entre la superficie de deslizamiento de la capa deslizante en el elemento deslizante y la superficie a deslizar del objeto a deslizar. Por lo tanto, en un ejemplo en el que están incluidos como un rodamiento de un bloque de cilindros en la bomba de pistón, la fricción de la bomba de pistón se reduce en un momento de inicio.

En el tratamiento de granallado, se utiliza un material de esmerilado compuesto por un material metálico a base de hierro que tiene una forma sustancialmente esférica que presenta un tamaño de partícula de 180-300  $\mu\text{m}$  y una dureza de la superficie (Hv) de 280-600. El tratamiento de granallado se lleva a cabo pulverizando el material de esmerilado descrito anteriormente sobre la superficie de la capa deslizante en una condición tal que la distancia de pulverización del material de esmerilado sea de 50 mm o más pero de 150 mm o menos y el tiempo de pulverización sea de 5 segundos o más, pero de 30 segundos o menos.

## ES 2 709 435 T3

En esta realización, la capa deslizante que tiene la rugosidad superficial y la dureza de la superficie deseadas mencionadas anteriormente se forma sobre la capa deslizante que está formada por una aleación de cobre convencional que presenta una dureza de la superficie (Hv) de aproximadamente 80-150, por ejemplo, aleación de Cu-Sn realizando la operación de fricción entre el elemento deslizante y el objeto a deslizar, que debe emparejarse, después de que el tratamiento de granallado se realice en las condiciones mencionadas anteriormente.

El polvo de cobre (Cu) también se puede usar para el tratamiento de granallado. En el tratamiento de granallado con polvo de cobre, el polvo de cobre tiene el tamaño de partícula de aproximadamente 350 µm y una dureza de 80-120 Hv, por lo que es relativamente suave. Por lo tanto, se puede prevenir una abrasión en la superficie de la capa deslizante. Como resultado, una etapa de formación de la superficie de deslizamiento que tiene una rugosidad de la superficie predeterminada sobre una superficie de la capa deslizante se puede llevar a cabo rápidamente mediante la operación de fricción entre el elemento deslizante y el objeto a deslizar después del tratamiento de granallado.

Además, para el tratamiento de la superficie a deslizar del objeto a deslizar, se puede realizar o no cualquier tratamiento de granallado para la densificación. Si el grosor de la capa deslizante es demasiado grande, se rompe fácilmente, pero si este grosor es fino, es difícil de romper y su conductividad térmica se vuelve buena, por lo que se forma para que tenga un grosor de más de 0 mm pero de 1,5 mm o menos, preferentemente de más de 0 pero de 0,1 mm o menos. Dado que el grosor de la capa deslizante es fino, su conductividad térmica se mejora y su resistencia es cercana a la de la aleación a base de hierro (Fe) para la capa de soporte que soporta la capa deslizante. Por lo tanto, su resistencia a la fatiga se puede mejorar.

El elemento deslizante de la realización sujeto tiene la ventaja de suprimir la corrosión y la fatiga de la aleación porque es excelente en la propiedad de resistencia a la erosión por cavitación en un campo del equipo hidráulico al permitir que la capa deslizante tenga una propiedad de alta dureza basada en tratamiento de granallado y, en particular, es preferiblemente aplicable a una bomba de presión de aceite o similar. La figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de una bomba de pistón como el equipo hidráulico al que se aplica el elemento deslizante de la realización sujeto. La figura 1 es una vista lateral típica en sección transversal.

Una bomba de pistón 1 se fija a una carcasa 3 en la que un bloque de cilindros 2 está soportado por un eje de entrada 20 y el bloque de cilindros 2 gira mediante una fuerza motriz transferida a través del eje de entrada 20. El bloque de cilindros 2 está provisto de una pluralidad de cilindros 21 en una dirección de rotación. Se proporciona un pistón 4 en cada uno de los cilindros 21, en el que el pistón se puede meter y sacar.

En la bomba del pistón 1, se proporciona un rodamiento liso 5 para soportar el bloque de cilindros 2 de manera giratoria. El rodamiento liso 5 incluye un puerto de entrada 50 y un puerto de descarga 51 que se abren a lo largo de la dirección de rotación del bloque de cilindros 2. El rodamiento liso 5 está unido a una posición entre el bloque de cilindros 2 y la carcasa 3, estando el puerto de entrada 50 comunicado con una abertura de succión 30 provista en la carcasa 3, y estando el puerto de descarga 51 comunicado con una abertura de descarga 31 de la carcasa 3. El elemento deslizante de la realización sujeto se aplica al rodamiento liso 5. El bloque de cilindros 2 gira en una condición en la que el bloque de cilindros 2 se presiona como el objeto a deslizar hacia la dirección del eje, de modo que el bloque de cilindros 2 y el rodamiento liso 5 se deslicen relativamente.

La bomba de pistón 1 está provista de una placa oscilante 6 que mete y saca el pistón 4 con respecto al cilindro 21 del bloque de cilindros 2 de acuerdo con la rotación del bloque de cilindros 2; una horquilla 60 que cambia un ángulo de la placa oscilante 6; y un pistón de operación 7 y un muelle de retorno 8 que impulsa la placa oscilante 6 y el yugo 60.

De acuerdo con la rotación del bloque de cilindros 2, la bomba de pistón 1 aspira aceite por el cilindro 21, donde el pistón 4 sale del bloque de cilindros 2 y descarga el aceite por el cilindro 21 donde el pistón entra. En la bomba de pistón 1, al cambiar el ángulo de la placa oscilante 6 y el yugo 60, la carrera del pistón 4 cambia de modo que se puede ajustar el volumen de descarga del aceite.

En la bomba de pistón 1, se proporciona un semirodamiento 9 en la carcasa 3 para soportar la placa oscilante 6 y el yugo 60 de manera oscilante. El elemento deslizante de la realización sujeto se aplica al semirodamiento 9. Una porción de eje 61 del yugo 60 actúa como un objeto a deslizar y se balancea en una condición en la que se presiona en una dirección circunferencial. Por lo tanto, la porción de eje 61 y el semirodamiento 9 se deslizan relativamente.

En una configuración donde el bloque de cilindros 2 gira en una sola dirección, la bomba de pistón 1 está configurada de tal manera que las caras de succión y descarga de aceite están fijos. En una configuración en la que el bloque de cilindros 2 gira en ambas direcciones hacia adelante y hacia atrás, la bomba de pistón 1 está configurada de tal manera que las caras de succión y descarga de aceite se pueden cambiar. El bloque de cilindros 2 se desliza en una dirección o hacia adelante y hacia atrás en dirección circunferencial en una condición en la que el rodamiento liso 5 se presiona en la dirección del eje y recibe la carga pesada. Por lo tanto, el bloque de cilindros 2 y el rodamiento liso 5 se deslizan en una dirección circular bajo la condición de carga pesada.

Además, en la configuración de la bomba de pistón 1, la tasa de descarga de aceite es variable debido a que la

placa oscilante 6 y el yugo 60 oscilan en las direcciones hacia adelante y hacia atrás. En el semirodamiento 9, la porción de eje 61 se desliza a lo largo de la dirección circunferencial tanto en la dirección hacia adelante como hacia atrás en la condición en que la porción de eje 61 del yugo 60 se presiona en la dirección circunferencial bajo la condición de carga pesada. Por lo tanto, la porción de eje 61 y el semirodamiento 9 se deslizan en una dirección recta en la condición de carga pesada.

[Ejemplos ejecutados]

(1) Forma de la superficie de deslizamiento con o sin tratamiento de granallado

Las formas y la dureza de la superficie de las superficies deslizantes de los ejemplos 1-3 realizados mediante el tratamiento de granallado, en las condiciones descritas anteriormente, sobre las capas deslizantes hechas de materiales de aleación con las composiciones que se muestran en la siguiente Tabla 1 se compararon con las de Las superficies deslizantes de los ejemplos de comparación 1-3, sin realizar el tratamiento de granallado, los materiales de aleación con las composiciones mostradas en los mismos.

TABLA 1

	Composición de aleación	Dureza de la superficie Hv (0,1)
Ejemplo ejecutado 1	Cu-Sn	229
Ejemplo ejecutado 2	Cu-Sn-Bi	231
Ejemplo ejecutado 3	Cu-Sn-Pb	236
Ejemplo de comparación 1	Cu-Sn	118
Ejemplo de comparación 2	Cu-Sn-Bi	116
Ejemplo de comparación 3	Cu-Sn-Pb	114

Las figuras 2A, 2B y 2C son gráficos para ilustrar las formas de rugosidad de la superficie de las superficies deslizantes de los ejemplos ejecutados. En el presente documento, las figuras 2A, 2B y 2C se basan en la norma JIS B 0601 (1994) . La figura 2A muestra la forma de rugosidad de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 2B muestra la forma de rugosidad de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 2 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 2C muestra la forma de rugosidad de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 3 a la que se aplica el tratamiento de granallado.

Las figuras 3A, 3B y 3C son gráficos para ilustrar las formas de rugosidad de la superficie de las superficies deslizantes de los ejemplos de comparación. En el presente documento, las figuras 3A, 3B y 3C se basan en la norma JIS B 0601 (1994). La figura 3A muestra la forma de rugosidad de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 1 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 3B muestra la forma de rugosidad de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 2 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 3C muestra la forma de rugosidad de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 3 a la que se aplica el tratamiento de granallado.

Las figuras 4A, 4B y 4C son fotografías de microscopio de la superficie deslizante de los ejemplos ejecutados, respectivamente. La figura 4A es la fotografía de microscopio de la superficie deslizante compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 4B es la fotografía de microscopio de la superficie deslizante compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 2 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 4C es la fotografía de microscopio de la superficie deslizante compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 3 a la que se aplica el tratamiento de granallado.

Las figuras 5A, 5B y 5C son fotografías de microscopio de la superficie deslizante de los ejemplos de comparación, respectivamente. La figura 5A es la fotografía de microscopio de la superficie deslizante compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 1 a la que se aplica el tratamiento de granallado. La figura 5B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 2 a la que no se aplica el tratamiento de granallado. La figura 5C es la fotografía de

microscopio de la superficie de deslizamiento compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 3 a la que no se aplica el tratamiento de granallado.

Como se muestra en las figuras 2A, 2B y 2C y también en las figuras 4A, 4B y 4C, en cada ejemplo ejecutado, la superficie de deslizamiento 10 se convirtió en una forma irregular al realizar el tratamiento de granallado en la capa deslizante 11. Para el ejemplo ejecutado 1 donde la composición de la aleación era Cu-Sn, la superficie de deslizamiento 10 después del tratamiento de granallado exhibió una rugosidad aritmética promedio (Ra) de 2,299  $\mu\text{m}$ , una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de 8,739  $\mu\text{m}$  y una distancia media (Sm) entre una concavidad y una convexidad de 0,3114 mm. Además, la dureza de la superficie (Hv) del mismo fue 229 como se muestra en la Tabla 1.

En el ejemplo ejecutado 2 donde la composición de la aleación era Cu-Sn-Bi, la superficie de deslizamiento 10 después del tratamiento de granallado exhibió una rugosidad aritmética promedio (Ra) de 2,344  $\mu\text{m}$ , una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de 8,286  $\mu\text{m}$  y una distancia promedio (Sm) entre la concavidad y la convexidad de 0,2244 mm. Además, la dureza de la superficie (Hv) del mismo fue 231.

En el ejemplo ejecutado 3 donde la composición de la aleación era Cu-Sn-Pb, la superficie de deslizamiento 10 después del tratamiento de granallado exhibió una rugosidad aritmética promedio (Ra) de 1,821  $\mu\text{m}$ , una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de 7,071  $\mu\text{m}$  y la distancia promedio (Sm) de la concavidad y la convexidad de 0,2067 mm. Además, la dureza de la superficie (Hv) del mismo fue 236.

Por otro lado, como se muestra en las figuras 3A, 3B y 3C y también en las figuras 5A, 5B y 5C, en cada ejemplo de comparación, la superficie de deslizamiento 100 se convirtió en una forma plana porque el tratamiento de granallado no se realizó en la capa deslizante 101. Para el ejemplo de comparación 1 donde la composición de la aleación fue Cu-Sn, la rugosidad promedio aritmética (Ra) fue de 1,198  $\mu\text{m}$ , la rugosidad promedio de diez puntos (Rz) fue de 7,976  $\mu\text{m}$  y la distancia promedio (Sm) entre la concavidad y la convexidad fue de 0,2378 mm. Además, la dureza de la superficie (Hv) del mismo fue 116, como se muestra en la Tabla 1.

En el ejemplo de comparación 2 donde la composición de la aleación era Cu-Sn-Bi, la rugosidad promedio aritmética (Ra) fue de 0,931  $\mu\text{m}$ , la rugosidad promedio de diez puntos (Rz) fue de 8,091  $\mu\text{m}$  y la distancia promedio (Sm) de la concavidad y la convexidad fue de 0,3547 mm. Además, la dureza de la superficie (Hv) del mismo fue 116.

En el ejemplo de comparación 3, donde la composición de la aleación era Cu-Sn-Pb, la rugosidad aritmética promedio (Ra) fue de 0,5784  $\mu\text{m}$ , la rugosidad promedio de diez puntos (Rz) fue de 4,074  $\mu\text{m}$  y la distancia promedio (Sm) de la concavidad y la convexidad fue de 0,2732 mm. Además, la dureza de la superficie (Hv) del mismo fue 114.

A partir de los resultados descritos anteriormente, se ha descubierto que, en cada ejemplo ejecutado, donde se realiza el tratamiento de granallado, las formas irregulares se forman en las caras superior e inferior con respecto a una línea central de rugosidad O. Por otro lado, se ha descubierto que, en cada ejemplo de comparación donde no se realiza el tratamiento de granallado, no hay una parte convexa en la cara superior con respecto a la línea central O de rugosidad. Además, se ha descubierto que, realizando el tratamiento de granallado, la dureza de la superficie se mejora aproximadamente al doble en comparación con el caso en el que no se realiza el tratamiento de granallado.

## (2) Relación de durabilidad con o sin tratamiento de granallado

Para verificar el impacto de las diferencias descritas anteriormente de las formas de la superficie que afectan a la durabilidad, tales como la adhesión, la abrasión y la corrosión, se realizó una prueba utilizando la bomba de pistón 1 como se muestra en la figura 1. Como los elementos deslizantes que deben probarse, los ejes lisos 5 y los semirodamientos 9 que tienen las superficies deslizantes 10 de los ejemplos ejecutados 1-3 descritos con anterioridad a los que se aplicó el tratamiento de granallado y los ejes lisos 5 y los semirodamientos 9 que tienen las superficies deslizantes 100 de se fabricaron los ejemplos de comparación 1-3 descritos con anterioridad a los que no se aplica el tratamiento de granallado. La condición de prueba fue la siguiente.

Prueba de durabilidad de corte  
 Presión de descarga: 0-28 MPa  
 Número de ciclo: 30.000 ciclos (ENCENDIDO: 1 segundo, APAGADO: 1 segundo)  
 Temperatura del aceite: 60 °C  
 Número de rotación del eje: N = 1.800 rpm

Las figuras 6A y 6B, las figuras 7A y 7B y las figuras 8A y 8B son fotografías de microscopio de las superficies deslizantes de los semirodamientos en los ejemplos ejecutados antes y después de la prueba, respectivamente. La figura 6A es la fotografía del microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes de la prueba, en la que se compone de la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1 descrito anteriormente y se realiza el tratamiento de granallado. La figura 6B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del

semirodamiento después de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1 descrito anteriormente y se realiza el tratamiento de granallado.

5 La figura 7A es la fotografía del microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes de la prueba, en la que se compone de la composición de aleación del ejemplo ejecutado 2 descrito anteriormente y se realiza el tratamiento de granallado. La figura 7B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento después de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 2 descrito anteriormente y se realiza el tratamiento de granallado.

10 La figura 8A es la fotografía del microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes de la prueba, en la que se compone de la composición de aleación del ejemplo ejecutado 3 descrito anteriormente y se realiza el tratamiento de granallado. La figura 8B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento después de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo ejecutado 3 descrito anteriormente y se realiza el tratamiento de granallado.

15 Las figuras 9A y 9B, las figuras 10A y 10B y las figuras 11A y 11B son fotografías de microscopio de las superficies deslizantes de los semirodamientos en los ejemplos de comparación antes y después de la prueba, respectivamente. La figura 9A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 1 descrito anteriormente y no se realiza el tratamiento de granallado. La figura 9B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento después de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 1 descrito anteriormente y no se realiza el tratamiento de granallado.

20 La figura 10A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 2 descrito anteriormente y no se realiza el tratamiento de granallado. La figura 10B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento después de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 2 descrito anteriormente y no se realiza el tratamiento de granallado.

25 La figura 11A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento antes de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 3 descrito anteriormente y no se realiza el tratamiento de granallado. La figura 11B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del semirodamiento después de la prueba, en la que está compuesta por la composición de aleación del ejemplo de comparación 3 descrito anteriormente y no se realiza el tratamiento de granallado.

30 En el semirodamiento 9 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo ejecutado 1, cuya composición de aleación era Cu-Sn, que se muestra en las figuras 6A y 6B, la forma irregular se formó en las caras superior e inferior de la línea central de rugosidad O mediante el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 2A. La forma irregular formó el depósito de aceite en la superficie de deslizamiento de modo que actúa conteniendo una película de aceite. No hubo signos de adherencia en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 6B.

35 La dureza de la superficie de la superficie de deslizamiento se mejora con el tratamiento de granallado, de modo que la forma irregular de la superficie de deslizamiento formada por el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 6A permaneció en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 6B.

40 Por otra parte, en el semirodamiento 9 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 1, cuya composición de aleación era Cu-Sn, que se muestra en las figuras 9A y 9B, no había sustancialmente ninguna parte convexa en la cara superior de la línea central de rugosidad O, como se muestra en la figura 3A. Por lo tanto, no se formó el depósito de aceite y se observó un signo de la adherencia en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 9B. El signo de la adherencia también se vio en la cara de la superficie de deslizamiento, así como en la parte del eje 61 en la figura 1, que actuó como el objeto a deslizar. Sugiere que la parte de deslizamiento y contacto en la que se tocan la superficie de deslizamiento y el objeto a deslizar genera cualquier calor.

45 En el presente documento, la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1 no incluye Pb que exhibe un efecto autolubricante. Se ha descubierto que si una película de aceite se puede mantener adecuadamente con lubricación límite sin añadir Pb, puede evitar que se genere la adherencia.

50 Además, en el semirodamiento 9 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo ejecutado 2, cuya composición de aleación era Cu-Sn-Bi, que se muestra en las figuras 7A y 7B, la forma irregular se formó en las caras superior e inferior de la línea central de rugosidad O mediante el tratamiento de granallado, como se muestra en la figura 2B. La forma irregular formó el depósito de aceite en la superficie de deslizamiento de modo que actúa conteniendo una película de aceite. No hubo signos de adherencia en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 7B.



Además, la dureza de la superficie de la superficie de deslizamiento se mejoró con el tratamiento de granallado, de modo que la forma irregular de la superficie de deslizamiento formada por el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 7A permaneció en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 7B.

5 Por otro lado, en el semirodamiento 9 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 2, cuya composición de aleación era Cu-Sn-Bi, que se muestra en las figuras 10A y 10B, no había sustancialmente ninguna parte convexa en la cara superior de la línea central de rugosidad O como se muestra en la figura 3B. Por lo tanto, no se formó el depósito de aceite y se observó un signo de la adherencia en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 10B. El signo de la adherencia también se vio en la cara de la superficie de deslizamiento, así como en la parte del eje 61 en la figura 1, que actuó como el objeto a deslizar. Sugiere que la parte de deslizamiento y contacto en la que se tocan la superficie de deslizamiento y el objeto a deslizar genera cualquier calor.

15 Además, en el semirodamiento 9 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo ejecutado 3, cuya composición de aleación era Cu-Sn-Pb, que se muestra en las figuras 8A y 8B, la forma irregular se formó en las caras superior e inferior de la línea central de rugosidad O MEDIANTE el tratamiento de granallado, como se muestra en la figura 2C. La forma irregular formó el depósito de aceite en la superficie de deslizamiento de modo que actúa conteniendo una película de aceite. No hubo signos de adherencia en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 8B.

Además, la dureza de la superficie de la superficie de deslizamiento se mejoró con el tratamiento de granallado, de modo que la forma irregular de la superficie de deslizamiento formada por el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 8A permaneció en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 8B.

Por otro lado, en el semirodamiento 9 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 3, cuya composición de aleación era Cu-Sn-Pb, que se muestra en las figuras 11A y 11B, no había sustancialmente ninguna parte convexa en la cara superior de la línea central de rugosidad O, como se muestra en la figura 3C. Por lo tanto, no se formó el depósito de aceite y se observó un signo de la adherencia en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 11B. El signo de la adherencia también se vio en la cara de la superficie de deslizamiento, así como en la parte del eje 61 en la figura 1, que actuó como el objeto a deslizar. Sugiere que la parte de deslizamiento y contacto en la que se tocan la superficie de deslizamiento y el objeto a deslizar genera cualquier calor.

Como en la descripción anterior, en el elemento deslizante de cada ejemplo ejecutado, se ha descubierto que la adherencia y la abrasión se suprimen con respecto a la formación de la película de aceite con lubricación de la capa límite, proporcionando la forma irregular en la superficie de deslizamiento mediante el tratamiento de granallado y mejorando de la dureza de la superficie. Por lo tanto, se ha descubierto que si el elemento deslizante de cada ejemplo ejecutado se aplica a el semirodamiento 9 de la bomba de pistón 1 que se muestra en la figura 1, se mejoran la resistencia a la adherencia y la abrasión.

Las figuras 12A y 12B, las figuras 13A y 13B y las figuras 14A y 14B son fotografías de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba en cada ejemplo ejecutado. En el presente documento, la figura 12A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes de la prueba a la que se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1 descrito anteriormente. La figura 12B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso después de la prueba, a la que se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo ejecutado 1.

La figura 13A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes de la prueba a la que se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo ejecutado 2 descrito anteriormente. La figura 13B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso después de la prueba, a la que se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo ejecutado 2.

La figura 14A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes de la prueba a la que se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo ejecutado 3 descrito anteriormente. La figura 14B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso después de la prueba, a la que se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo ejecutado 3.

Las figuras 15A y 15B, las figuras 16A y 16B y las figuras 17A y 17B son fotografías de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes y después de la prueba en cada ejemplo de comparación. En el presente documento, la figura 15A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes de la prueba a la que no se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo de

comparación 1 descrito anteriormente. La figura 15B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso después de la prueba en la que no se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo de comparación 1.

5 La figura 16A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes de la prueba, en la que no se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo comparativo 2 descrito anteriormente. La figura 16B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso después de la prueba en la que no se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo de comparación 2.

10 La figura 17A es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso antes de la prueba, en la que no se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo comparativo 3 descrito anteriormente. La figura 17B es la fotografía de microscopio de la superficie de deslizamiento del rodamiento liso después de la prueba en la que no se aplica el tratamiento de granallado con la composición de aleación del ejemplo de comparación 3.

15 Además, en el rodamiento liso 5 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo ejecutado 1, cuya composición de aleación era Cu-Sn, que se muestra en las figuras 12A y 12B, la forma irregular se formó en las caras superior e inferior de la línea central de rugosidad O mediante el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 2A. La forma irregular formó el depósito de aceite en la superficie de deslizamiento de modo que actúa conteniendo una película de aceite. No hubo corrosión en la superficie de deslizamiento adyacente al puerto de descarga 51 que produce un flujo de chorro, que se muestra en la figura 1, después de la prueba, como se muestra en la figura 12B.

20 Además, la dureza de la superficie de la superficie de deslizamiento se mejoró con el tratamiento de granallado, de modo que la forma irregular de la superficie de deslizamiento formada por el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 12A permaneció en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 12B.

30 Por otro lado, en el rodamiento liso 5 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 1, cuya composición de aleación era Cu-Sn, que se muestra en las figuras 15A y 15B, no había sustancialmente ninguna parte convexa en la cara superior de la línea central de rugosidad O como se muestra en la figura 3A. Por lo tanto, el depósito de aceite no se formó y se observó corrosión basada en el flujo del chorro en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 15B.

35 Además, en el rodamiento liso 5 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo ejecutado 2, cuya composición de aleación era Cu-Sn-Bi, que se muestra en las figuras 13A y 13B, la forma irregular se formó en las caras superior e inferior de la línea central de rugosidad O mediante el tratamiento de granallado, como se muestra en la figura 2B. La forma irregular formó el depósito de aceite en la superficie de deslizamiento de modo que actúa conteniendo una película de aceite. No hubo corrosión en la superficie de deslizamiento adyacente al puerto de descarga 51 que produce un flujo de chorro, que se muestra en la figura 1, después de la prueba, como se muestra en la figura 13B.

40 Además, la dureza de la superficie de la superficie de deslizamiento se mejoró con el tratamiento de granallado, de modo que la forma irregular de la superficie de deslizamiento formada por el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 13A permaneció en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 13B.

50 Por otro lado, en el rodamiento liso 5 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 2, cuya composición de aleación era Cu-Sn-Bi, que se muestra en las figuras 16A y 16B, no había sustancialmente ninguna parte convexa en la cara superior de la línea central de rugosidad O como se muestra en la figura 3B. Por lo tanto, el depósito de aceite no se formó y se observó corrosión basada en el flujo del chorro en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 16B.

55 Además, en el rodamiento liso 5 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 3, cuya composición de aleación era Cu-Sn, que se muestra en las figuras 14A y 14B, la forma irregular se formó en las caras superior e inferior de la línea central de rugosidad O mediante el tratamiento de granallado, como se muestra en la figura 2C. La forma irregular formó el depósito de aceite en la superficie de deslizamiento de modo que actúa conteniendo una película de aceite. No hubo corrosión en la superficie de deslizamiento adyacente al puerto de descarga 51 que produce un flujo de chorro, que se muestra en la figura 1, después de la prueba, como se muestra en la figura 14B.

60 Además, la dureza de la superficie de la superficie de deslizamiento se mejoró con el tratamiento de granallado, de modo que la forma irregular de la superficie de deslizamiento formada por el tratamiento de granallado como se muestra en la figura 14A permaneció en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 14B.

65 Por otra parte, en el rodamiento liso 5 al que se aplicó el elemento deslizante del ejemplo de comparación 3, cuya

composición de aleación era Cu-Sn-Pb, que se muestra en las figuras 17A y 17B, no había sustancialmente ninguna parte convexa en la cara superior de la línea central O de rugosidad como se muestra en la figura 3B. Por lo tanto, el depósito de aceite no se formó y se observó corrosión basada en el flujo del chorro en la superficie de deslizamiento después de la prueba, como se muestra en la figura 17B.

- 5 (3) Operación de fricción después del tratamiento de granallado
- 10 La operación de fricción con el objeto a deslizar se realizó en la superficie de la capa deslizante 11 con una rugosidad aritmética promedio (Ra) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 2.5  $\mu\text{m}$  o menos, la rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero 10.0  $\mu\text{m}$  o menos y la dureza de la superficie (Hv) de 150-250 formada por el tratamiento de granallado. La operación de fricción después del tratamiento de granallado formó la superficie de deslizamiento 10 que muestra una rugosidad aritmética promedio (Ra) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 2.0  $\mu\text{m}$  o menos, la rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 7.5  $\mu\text{m}$ . o menos y la dureza de la superficie (Hv) de 150-250.
- 15 Como se ha descrito anteriormente en el presente documento, se ha descubierto que la corrosión basada en el flujo de chorro se suprime con respecto a la formación de la película de aceite con lubricación de la capa límite proporcionando a la superficie de deslizamiento la forma irregular mediante el tratamiento de granallado y la operación de fricción para formar el depósito de aceite en la superficie de la capa deslizante y mejorando la dureza de la superficie de deslizamiento mediante la operación de granallado. Por lo tanto, se ha descubierto que si el
- 20 elemento deslizante de cada ejemplo ejecutado se aplica al rodamiento liso 5 o similar de la bomba de pistón 1 que se muestra en la figura 1, se mejora la resistencia de la adherencia y la abrasión.

[Aplicabilidad Industrial]

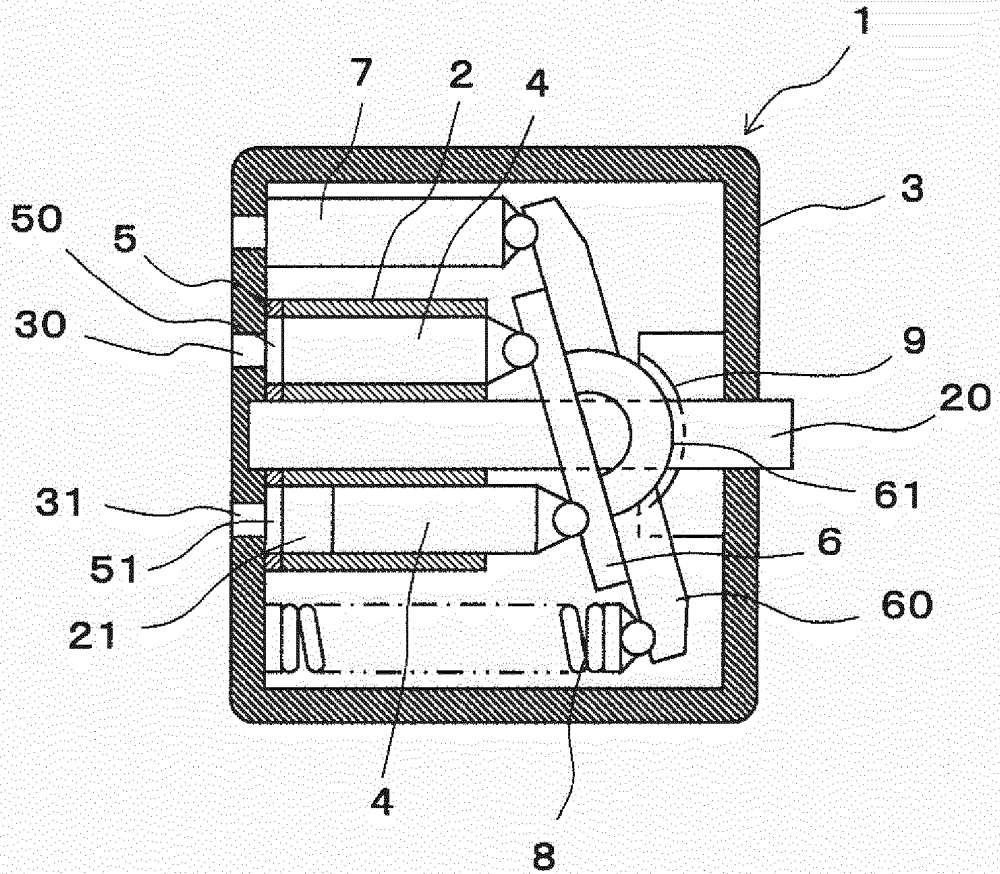
- 25 Dado que el elemento deslizante de acuerdo con la presente invención exhibe resistencia a la adherencia, abrasión y corrosión incluso con lubricante de la capa límite, es aplicable, preferentemente, al rodamiento del equipo hidráulico al cual se aplica la carga pesada.

30

**REIVINDICACIONES**

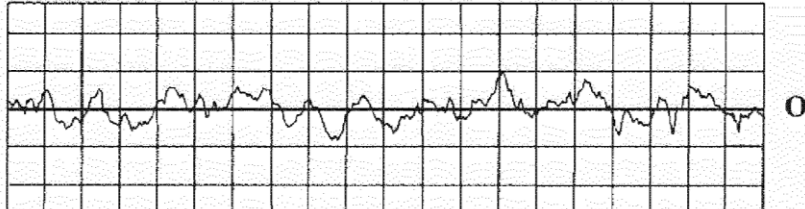
- 5 1. Un elemento deslizando caracterizado por que se forma una superficie de deslizamiento sobre una superficie de una capa deslizando en la que se realiza un tratamiento de granallado, la superficie de la superficie de deslizamiento tiene una forma irregular que presenta una rugosidad aritmética promedio (Ra) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 2,0  $\mu\text{m}$  o menos, una rugosidad promedio de diez puntos (Rz) de más de 0  $\mu\text{m}$  pero de 7.5  $\mu\text{m}$  o menos y una dureza de la superficie (Hv) de 150-250, y la superficie de deslizamiento soporta de manera deslizable un objeto a deslizar.
- 10 2. El elemento deslizando de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dicha capa deslizando está compuesta por una aleación de cobre que presenta una dureza de la superficie (Hv) de 80-150 antes del tratamiento de granallado.
- 15 3. El elemento deslizando de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, caracterizado por que un grosor de dicha capa deslizando es de más de 0 mm pero de 1,5 mm o menos.
- 20 4. Un procedimiento de fabricación del elemento deslizando de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las etapas de  
formar una superficie de deslizamiento sobre una superficie de una capa deslizando  
realizando un tratamiento de granallado que comprende un material de esmerilado compuesto por un material metálico a base de hierro que tiene una forma esférica que presenta un tamaño de partícula de 180-300  $\mu\text{m}$  y una dureza de la superficie (Hv) de 280-600, a una distancia de pulverización de la misma de 50 mm o más, pero de 150 mm o menos y un tiempo de esmerilado de la misma de 5 segundos o más, pero de 30 segundos o menos.

【FIG.1】



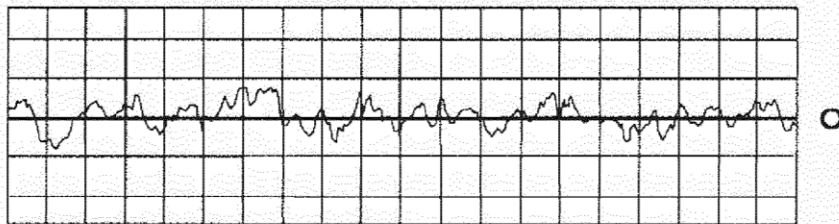
**【FIG.2A】**

Ra=2,299  $\mu$ m  
 Rz=8,739  $\mu$ m VER. MAG. =1000 VER.ESCALA =10,00  $\mu$ m/10mm  
 Sm=0.3114mm HOR. MAG. =50 HOR.ESCALA =0,200mm/10mm



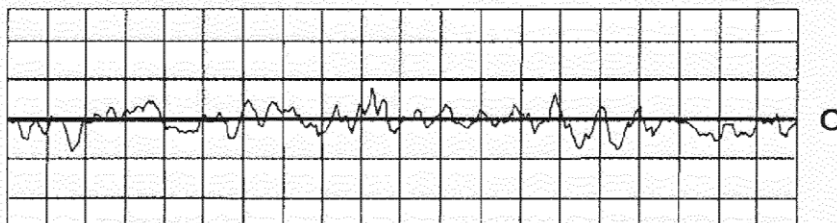
**【FIG.2B】**

Ra=2,344  $\mu$ m  
 Rz=8,286  $\mu$ m VER. MAG. =1000 VER.ESCALA =10,00  $\mu$ m/10mm  
 Sm=0,2244mm HOR. MAG. =50 HOR.ESCALA =0,200mm/10mm



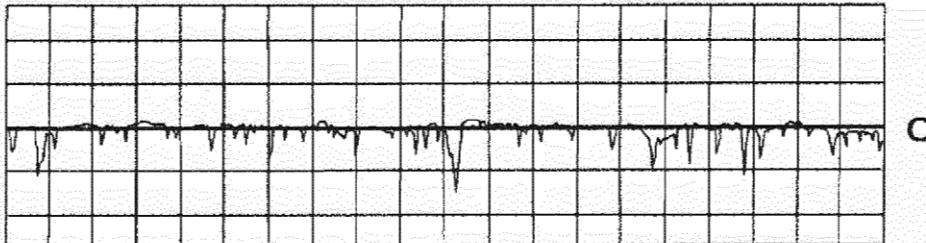
**【FIG.2C】**

Ra=1,821  $\mu$ m  
 Rz=7,071  $\mu$ m VER. MAG. =1000 VER.ESCALA =10,00  $\mu$ m/10mm  
 Sm=0,2067mm HOR. MAG. =50 HOR.ESCALA =0,200mm/10mm



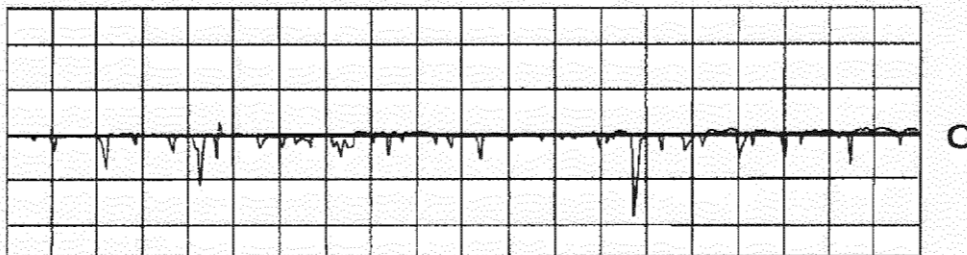
**【FIG.3A】**

$R_a=1,198 \mu m$   
 $R_z=7,976 \mu m$  VER. MAG. =1000 VER. ESCALA =10,00  $\mu m/10mm$   
 $S_m=0,2378mm$  HOR. MAG. =50 HOR. ESCALA =0,200mm/10mm



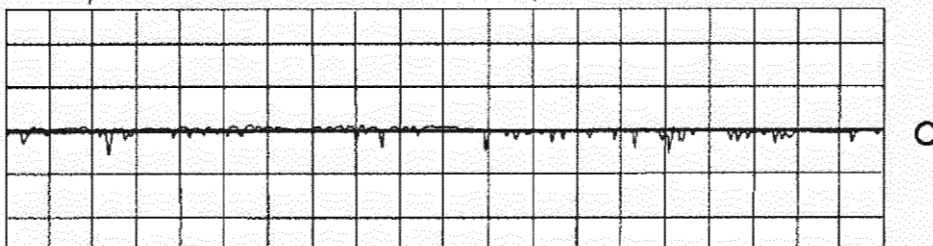
**【FIG.3B】**

$R_a=0,9313 \mu m$   
 $R_z=8,091 \mu m$  VER. MAG. =1000 VER. ESCALA =10,00  $\mu m/10mm$   
 $S_m=0,3547mm$  HOR. MAG. =50 HOR. ESCALA =0,200mm/10mm

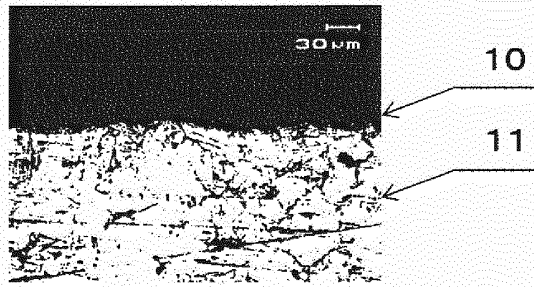


**【FIG.3C】**

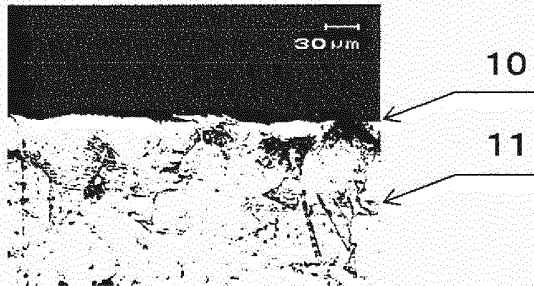
$R_a=0,5784 \mu m$   
 $R_z=4,074 \mu m$  VER. MAG. =1000 VER. ESCALA =10,00  $\mu m/10mm$   
 $S_m=0,2732mm$  HOR. MAG. =50 HOR. ESCALA =0,200mm/10mm



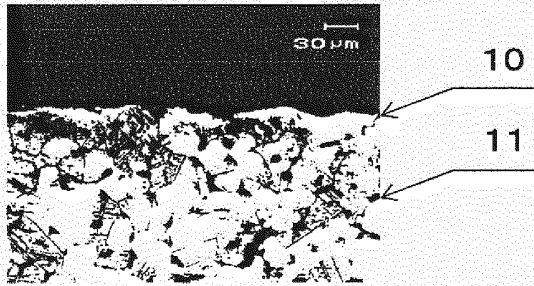
**【 FIG. 4A】**



**【 FIG. 4B】**

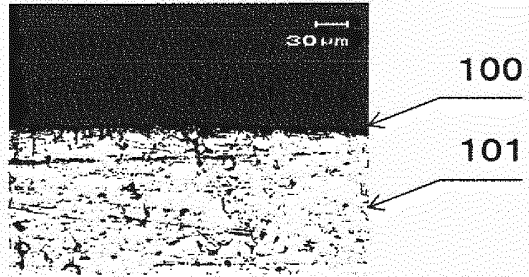


**【 FIG. 4C】**

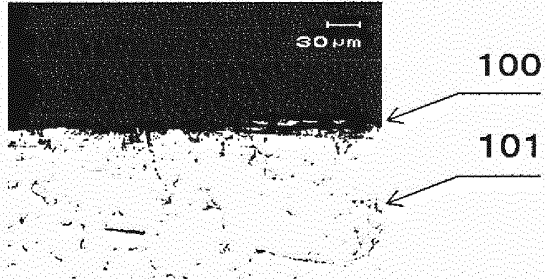




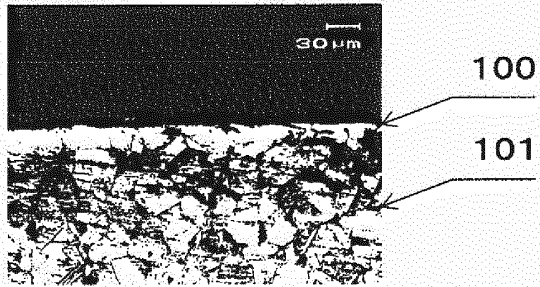
【 FIG. 5A】



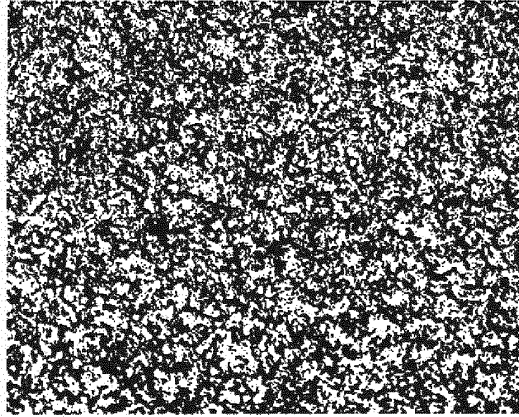
【 FIG. 5B】



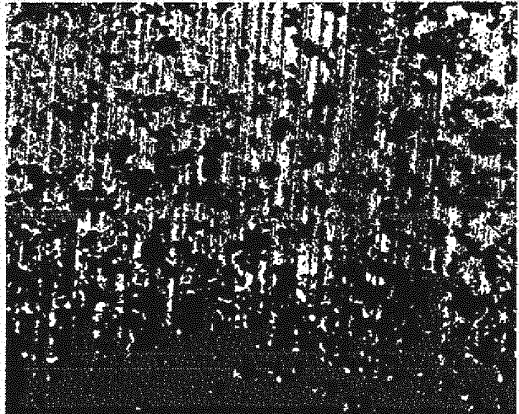
【 FIG. 5C】



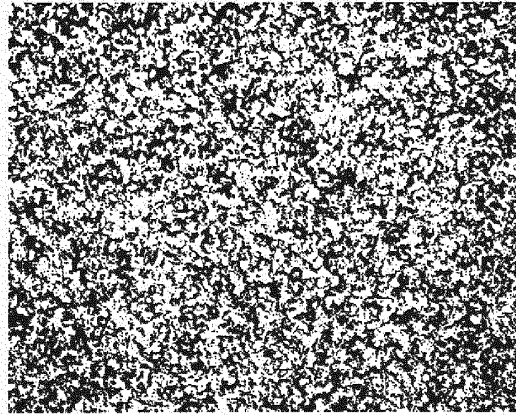
**【 FIG. 6A】**



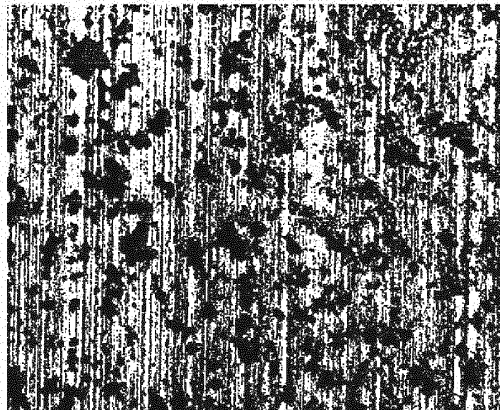
**【 FIG. 6B】**



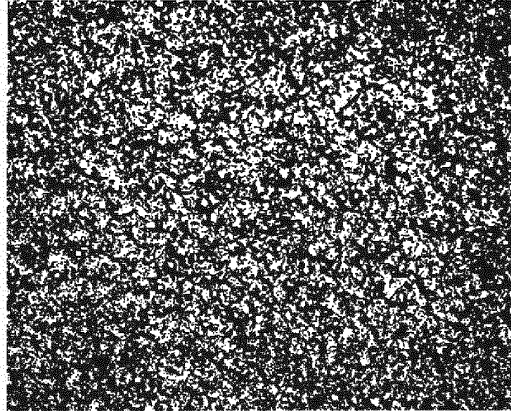
**【 FIG. 7A】**



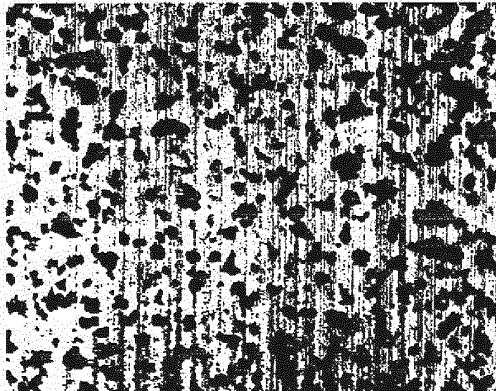
**【 FIG. 7B】**



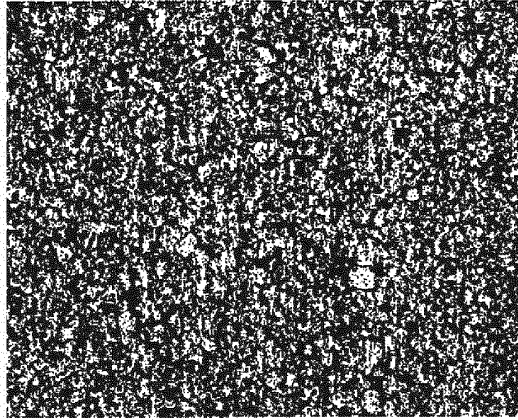
**【 FIG. 8A】**



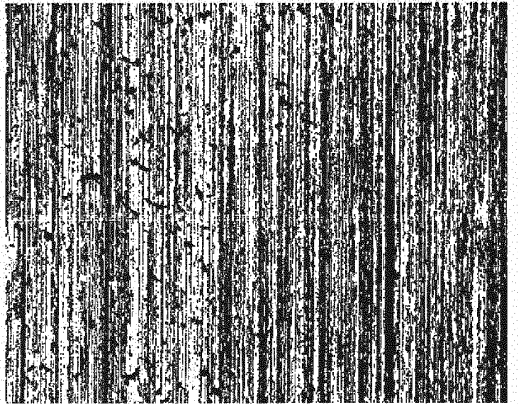
**【 FIG. 8B】**



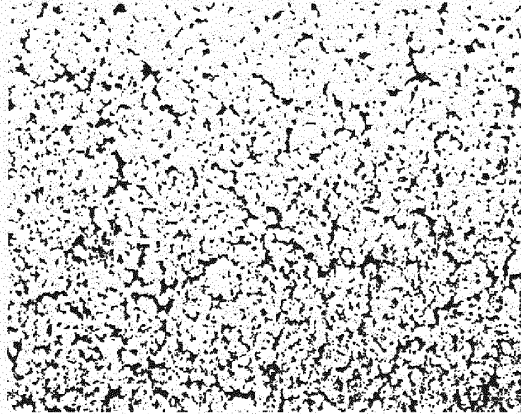
**【 FIG. 9A】**



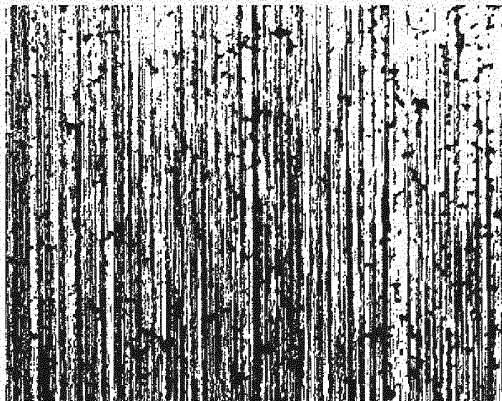
**【 FIG. 9B】**



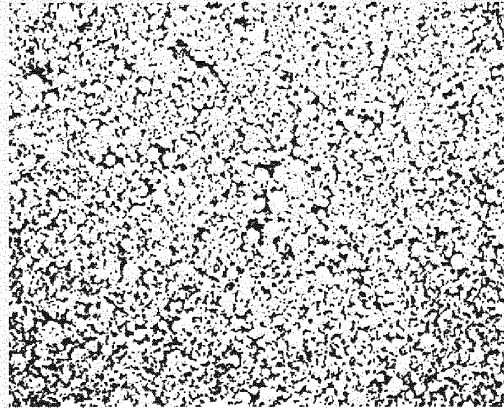
**【 FIG. 10A】**



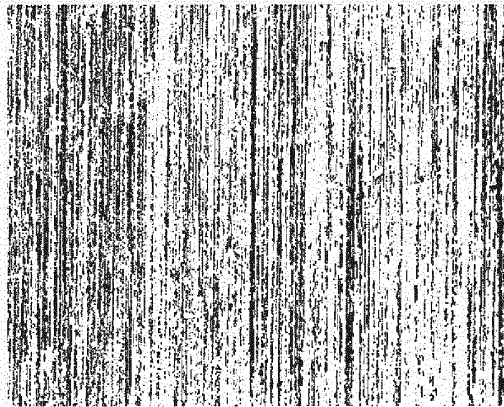
**【 FIG. 10B】**



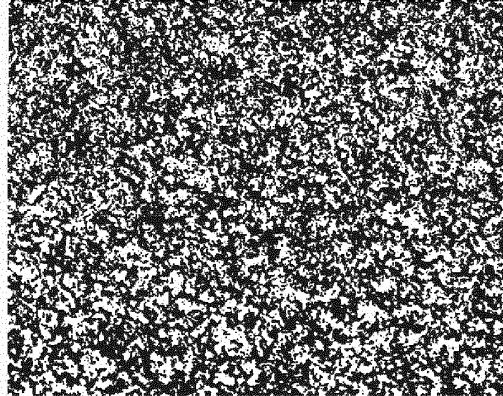
**【 FIG. 11A】**



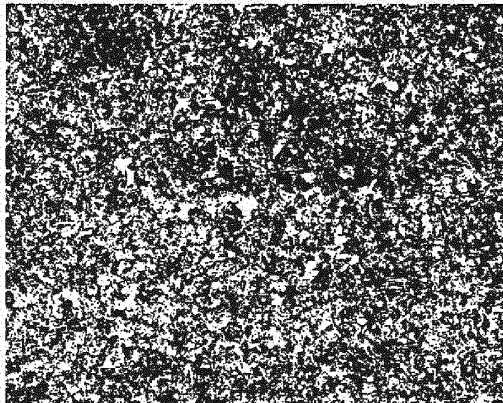
**【 FIG. 11B】**



**【 FIG. 12A】**

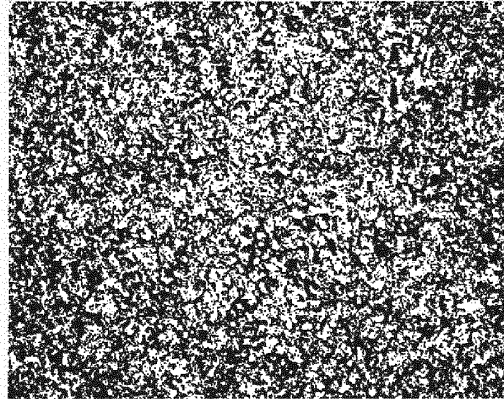


**【 FIG. 12B】**

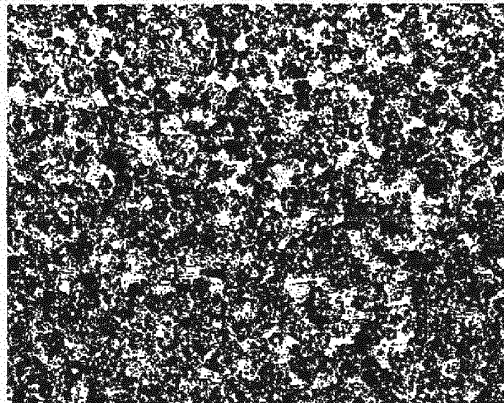




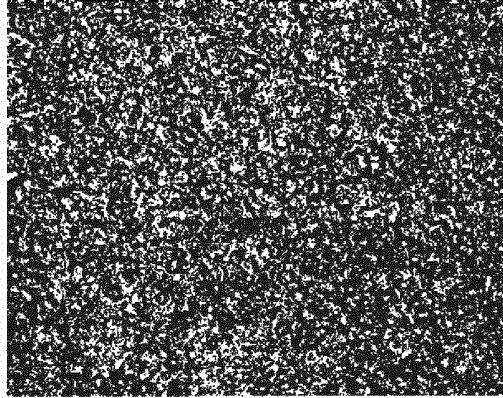
**【 FIG. 13A】**



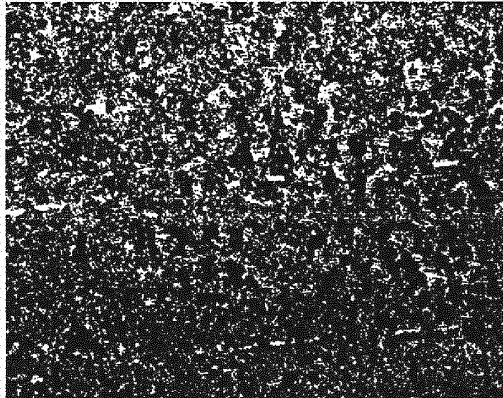
**【 FIG. 13B】**



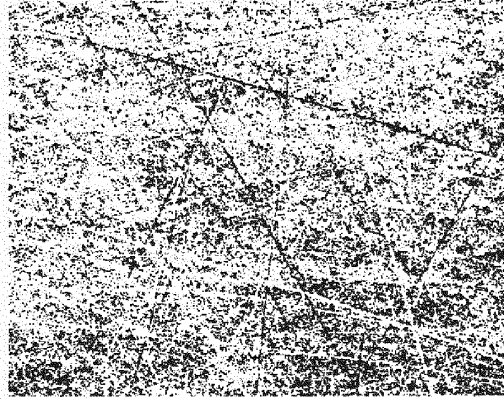
**【 FIG. 14A】**



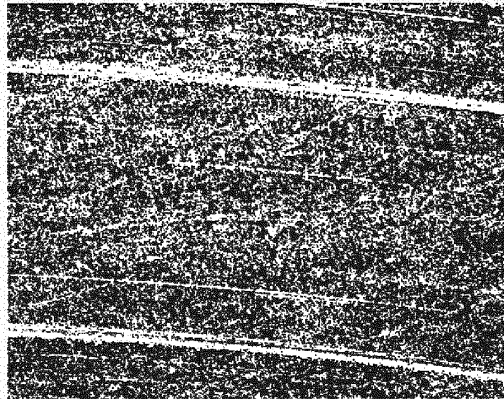
**【 FIG. 14B】**



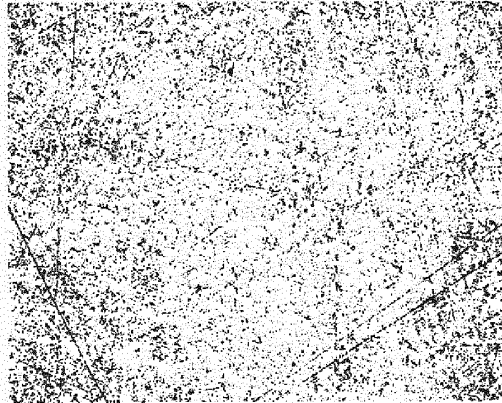
**【 FIG. 15A】**



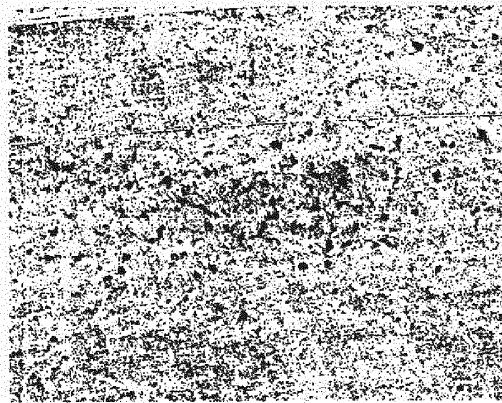
**【 FIG. 15B】**



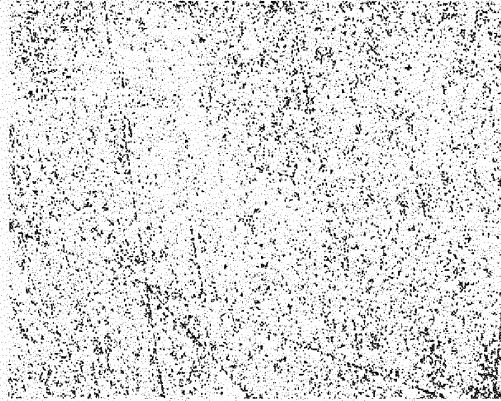
**【 FIG. 16A 】**



**【 FIG. 16B 】**



**【 FIG. 17A】**



**【 FIG. 17B】**

