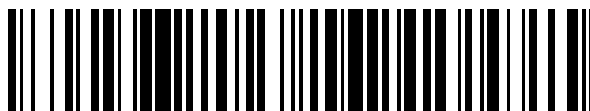


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 143**

51 Int. Cl.:

C22C 9/00 (2006.01)

C22C 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2014** **PCT/DE2014/000435**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015** **WO15027975**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2014** **E 14809274 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018** **EP 3041966**

54 Título: **Aleación de cobre que contiene hierro y fósforo**

30 Prioridad:

02.09.2013 DE 102013014501

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

09.07.2018

73 Titular/es:

KME GERMANY GMBH & CO. KG (100.0%)

Klosterstrasse 29

49074 Osnabrück, DE

72 Inventor/es:

SCHULZE, HARK y

RODE, DIRK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 675 143 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

Aleación de cobre que contiene hierro y fósforo

La invención se refiere a una aleación de cobre con las características del concepto principal de la reivindicación 1, así como a la utilización de dicha aleación conforme a las características de la reivindicación 7 o 8.

5 El cobre como metal de por sí blando es apreciado particularmente en base a su buena capacidad de aleación. Aleaciones de cobre con, por ejemplo, características de resistencia mejoradas se emplean también allí donde se pidan elevadas exigencias de conductividad eléctrica y/o térmica, así como de resistencia a la corrosión. Por lo tanto, hay que satisfacer en general varias exigencias a la vez.

10 Como el cobre con excepción de la plata tiene la menor resistencia eléctrica de todos los metales conocidos, las aleaciones de cobre, ya sólo por la abundancia del cobre y las ventajas de precio que ello lleva consigo, son preferidas frente a la plata y se utilizan para piezas constructivas de contacto.

Como piezas constructivas de contacto figuran, por ejemplo, elementos de unión mecánicamente conectables entre sí, así como separables, así como uniones por aplastamiento.

15 Aleaciones de cobre como, por ejemplo, CuFe0,1P (C19210) y CuFe2P (C19400) se utilizan preferentemente para contactos de enchufe, ya que poseen un elevado endurecimiento de la solución sólida y una media resistencia a la relajación. Frente a esto las aleaciones de cobre antes mencionadas presentan una mala maquinabilidad, de tal modo que no son adecuadas o solo lo son malamente para la fabricación por mecanización con arranque de viruta de piezas constructivas de contacto.

20 En comparación con esto, una buena maquinabilidad se consigue utilizando aleaciones de cobre conocidas, como CuSP, CuTeP o CuSMn. Puesto que en este caso se trata de aleaciones que no endurecen por precipitación con muy bajo endurecimiento de la solución sólida, estas poseen tan solo una baja resistencia a la relajación.

Las aleaciones utilizadas en el estado actual de la técnica en ocasiones contienen, además, componentes de plomo (Pb) o de berilio (Be), con lo que estas aleaciones de cobre, ya a causa de la conocida toxicidad de estos elementos de aleación, no se pueden usar sin preocupación para todas las aplicaciones.

25 Para el estado actual de la técnica hay que referirse aún a los siguientes documentos: JOON HWAN CHOI: "Aging behavior and precipitate analysis of copper-rich Cu-Fe-Mn-P alloy", MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A, Tomo 550, 1 julio 2012 (2012-07-01), páginas 183-190, IISN: 0921-5093, DOI: 10.1016/j.msea.2012.04.055 y S RAMESH ET AL: "Corrosion inhibition of copper by new triazole phosphonate derivatives" APPLIED SURFACE SCIENCE; Tomo 229, N.º. 1-4, 1. mayo 2004 (2004-05-01), páginas 214-225, ISSN: 0169-4332, DOI: 30 10.1016/j.apsusc.2004.01.063.

En la publicación mencionada en primer lugar se da a conocer una aleación de cobre-Cu que contiene 0,68% Fe y 0,38% Mn, 0,20% P y resto cobre. En la segunda publicación se describe una aleación de Cu, que contiene 0,021% P, 0,07% Fe, 0,0045% Ni, 1,59% Zn, 0,006% Cr, 0,003% As, 0,06% S y resto cobre.

35 Ante este panorama la composición de las aleaciones de cobre, así como su utilización aún ofrece espacio para mejoras en lo que respecta a las correspondientes propiedades del material.

40 La invención tiene por objeto poner a disposición una aleación de cobre resistente a la relajación, así como adecuada para mecanizar por arranque de viruta, que esté exenta de los elementos de aleación berilio y plomo. Además, se debe resaltar el empleo de tal aleación de cobre resistente a la relajación y adecuada para mecanizar por arranque de viruta, así como exenta de plomo y berilio, para semiproductos acabables sin mecanizado con arranque de viruta y para productos que se pueden acabar a partir de ellos por mecanización con arranque de viruta.

Según la invención la solución de este objetivo consiste en una aleación de cobre con las características de la reivindicación 1, así como en su utilización con las características conforme a la reivindicación 7 u 8.

Mientras que en lo que sigue no se diga lo contrario, todos los datos de los elementos de aleación se entienden en tantos por cien en peso.

45 Se propone una aleación de cobre con proporciones en % en peso de

Hierro (Fe)	0,07 - 4,00
Fósforo (P)	0,015 - 0,50
Azufre (S)	0,10 - 0,80

50 Para conseguir la maquinabilidad requerida, para la formación de fases rompedoras de la viruta puede contener, además, al menos un elemento del grupo siguiente:

Manganeso (Mn)	0,01 – 0,80
Teluro (Te)	0,10 – 1,00

La aleación está exenta de berilio (Be) y plomo (Pb) para evitar propiedades tóxicas.

- 5 Según la base utilizada para la aleación de cobre, esta puede contener manganeso (Mn) o teluro (Te), solos o en combinación, en los límites dados.

A elección, para mejorar las propiedades requeridas en cada caso, la aleación de cobre contiene:

	Aluminio (Al)	max. 0,50
	Cromo (Cr)	max. 0,50
	Magnesio (Mg)	max. 0,50
10	Circonio (Zr)	max. 0,50
	Zinc (Zn)	max. 2,50
	Estaño (Sn)	max. 2,50
	Boro (B)	max. 0,50
	Plata (Ag)	max. 0,50

- 15 En el caso del grupo antes mencionado se trata de elementos de aleación optativos. En el caso de ser necesarios, pueden estar contenidos aisladamente o en combinación en los límites dados.

La aleación contiene como resto cobre (Cu) y puede llevar las habituales impurezas condicionadas por la fusión.

- 20 La aleación de cobre conforme a la invención reúne una buena maquinabilidad, así como alta resistencia a la relajación. En particular en relación al plomo (Pb) se encontró que por adición de máximo 0,1% no mejora la maquinabilidad. En el caso de la adición de plomo, más bien es superior el riesgo de grietas en caliente por acumulación de plomo fundido en los bordes de grano de los cristales. Esto se debe mencionar, puesto que en el caso de materiales en base cobre conocidos en el estado actual de la técnica, la mejora de la maquinabilidad se atribuye en general a la adición de plomo (Pb) en forma de metal.

- 25 El fósforo (P) forma con el hierro (Fe) segregaciones de fosfuro de hierro. El hierro (Fe) sirve en general para elevar la resistencia a la corrosión de la aleación de cobre.

Con la adición de azufre y opcionalmente manganeso (Mn) y/o teluro (Te) en los límites dados se provoca en la aleación conforme a la invención, que la maquinabilidad mejore también sin la adición de plomo (Pb), formando fases rompedoras de viruta.

- 30 El manganeso (Mn) actúa mejorando la resistencia y sirve como agente desoxidante dentro de la aleación de cobre. Además de esto, por medio del manganeso (Mn) se puede afinar el grano de la aleación de cobre.

El azufre (S) mejora la maquinabilidad del material de cobre. Con el manganeso (Mn) se impide o disminuye la formación de fases del azufre con otros elementos de aleación.

- 35 Junto con la maquinabilidad, así como con la resistencia a la relajación mejoradas la aleación de cobre conforme a la invención posee una buena conductividad eléctrica que, según la composición investigada, llega hasta 52 MS/m para CuFe0,02PS.

Otros desarrollos ventajosos de la idea de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 6.

Según esto, de los componentes de aleación del grupo precedente, en lo que respecta al cinc (Zn) y al estaño (Sn), siempre que se añadan como componentes de la aleación pueden estar contenidos en un intervalo de respectivamente 0,01 – 2,50% en peso.

- 40 Además de esto, porciones de aluminio (Al), boro (B), cromo (Cr), magnesio (Mg), plata (Ag) y circonio (Zr) pueden estar presentes en proporciones de respectivamente 0,01% - 0,5% en peso

- 45 Fósforo (P) y boro (B) tienen la propiedad de actuar contra la enfermedad del hidrógeno. Por la adición de fósforo (P) y eventualmente de boro (B) el oxígeno disuelto en la solución sólida de cobre queda unido a estos elementos de aleación. En el caso de captar hidrógeno, en el material no se puede formar vapor de agua que afloja la consistencia de la estructura. Fósforo (P) y boro (B) funcionan como agentes desoxidantes.

Por otra parte, la adición de fósforo (P) evita la oxidación de algunos elementos de aleación. Además de ello, por la adición de fósforo (P) también se pueden mejorar las propiedades de fluidez de la aleación de cobre en la colada.

5 Por la adición de aluminio (Al) conforme a la invención se puede elevar la dureza del material de cobre y su límite elástico sin disminución de la tenacidad. En el caso del aluminio (Al), se trata de un elemento de aleación por medio del cual se puede mejorar la resistencia mecánica, así como la maquinabilidad y la resistencia al desgaste de la aleación de cobre a altas temperaturas. Por otra parte, esto tiene también validez para la mejora de la resistencia a la oxidación de la aleación de cobre.

10 La adición de cromo (Cr) y magnesio (Mg) sirve igualmente para mejorar la resistencia a la oxidación de la aleación de cobre a altas temperaturas. En relación con esto se observan resultados particularmente buenos, cuando cromo (Cr) y magnesio (Mg) se añaden, además, como aleación en combinación con aluminio (Al). De esta forma se puede conseguir un ventajoso efecto sinérgico de estos componentes.

Circonio (Zr) puede mejorar la capacidad de conformación en caliente del material de cobre conforme a la invención.

15 En particular en el caso de un al menos parcial estañado de la aleación de cobre se propone añadir como aleación una proporción de cinc (Zn) en un intervalo de 0,01 – 2,50%. El cinc (Zn) mejora la adherencia del estañado, respectivamente mejora la estabilidad frente a la tendencia de los estañados a desprenderse (peeling off).

Además, por el estaño (Sn) se puede aumentar el endurecimiento de la solución sólida de la aleación de cobre conforme a la invención.

20 Azufre (S) y telurio (Te) como rompedores de viruta se pueden combinar preferentemente con manganeso (Mn). Azufre y manganeso forman sulfuros de manganeso, los cuales aumentan la maquinabilidad en comparación con los sulfuros de cobre.

A continuación, se indican composiciones particularmente preferidas en relación con los elementos de aleación fósforo (P), azufre (S), manganeso (Mn) y telurio (Te), pudiendo estar contenidos, además, en la aleación de cobre los demás elementos de aleación indicados en la reivindicación 1. El resto está formado por cobre e impurezas condicionadas por la fusión:

25 A)

Hierro (Fe)	0,07 – 3,50
Fósforo (P)	0,015 – 0,40
Azufre (S)	0,15 – 0,70

y al menos un elemento del siguiente grupo:

30

Manganeso (Mn)	0,03 – 0,75
Telurio (Te)	0,05 – 0,90

B)

Hierro (Fe)	0,20 – 3,20
Fósforo (P)	0,017 – 0,30
Azufre (S)	0,20 – 0,62

35

y al menos un elemento del grupo siguiente:

Manganeso (Mn)	0,05 – 0,70
Telurio (Te)	0,20 – 0,80

C)

40

Hierro (Fe)	0,40 – 3,00
Fósforo (P)	0,022 – 0,20
Azufre (S)	0,25 – 0,57

y al menos un elemento del siguiente grupo:

Manganeso (Mn)	0,08 – 0,55
Teluro (Te)	0,30 – 0,70

D)

5	Hierro (Fe)	0,75 – 2,60
	Fósforo (P)	0,025 – 0,15
	Azufre (S)	0,30 – 0,50

y al menos un elemento del siguiente grupo:

Manganeso (Mn)	0,10 – 0,40
Teluro (Te)	0,40 – 0,60

10 A continuación, con ayuda de las imágenes representadas en las figuras, así como de las tablas, se aclarará la presente invención con mayor detalle, en particular en cuanto a la delimitación frente al estado actual de la técnica. Estas muestran:

- Figura 1 Stahl-Eisen-Prüfblatt (Hoja de ensayo hierro-acero) (SEP) 1178-90 para el enjuiciamiento analógico de las clases de forma de la viruta de la aleación de cobre conforme a la invención;
- 15 Figura 2 Resultados de los ensayos con las aleaciones de cobre CuSP, CuTeP y CuSMn con vistas a las clases de forma de viruta por mecanización en forma de torneado longitudinal externo, variando la velocidad de corte;
- Figura 3 Los resultados de los ensayos con los materiales de la figura 2 en relación con las clases de forma de viruta, variando la profundidad de corte;
- 20 Figura 4 Los resultados de las clases de forma de viruta de las figuras 2 y 3 en función del correspondiente avance en la mecanización;
- Figura 5 Una visión de conjunto tabulada de las propiedades del material de cada una de las aleaciones de cobre conocidas en el estado actual de la técnica, con una aleación de cobre conforme a la invención;
- 25 Figura 6 Una micrografía de la estructura metalográfica de la conocida aleación de cobre CuSP según el estado actual de la técnica;
- Figura 7 Una micrografía de la estructura metalográfica de la conocida aleación de cobre CuTeP según el estado actual de la técnica;
- Figura 8 Otra micrografía de la estructura metalográfica de la conocida aleación de cobre CuSMn según el estado actual de la técnica;
- 30 Figura 9 Una micrografía de la estructura metalográfica de la conocida aleación de cobre CuFe0,1P según el estado actual de la técnica;
- Figura 10 Una reproducción de la forma de la viruta que resulta de la mecanización de la aleación de cobre de la figura 9 conocida según el estado actual de la técnica;
- 35 Figura 11 Una micrografía de la estructura metalográfica de una aleación de cobre CuFe0,1PS conforme a la invención;
- Figura 12 Una reproducción de la forma de la viruta que resulta de la mecanización de la aleación de cobre conforme a la invención de la figura 11;
- Figura 13 Diagrama de la variación del contenido Fe y P para contenido constante de los rompedores de virutas S o S + Mn y/o Te, y
- 40 Figura 14 Diagrama de la variación de los contenidos de los rompedores de viruta S o S + Mn y/o Te para contenido constante de los elementos base Fe y P.

Para aclarar las propiedades y diferencias positivas de la aleación de cobre conforme a la invención en comparación con la aleación de cobre conocida según el estado actual de la técnica, se estudiaron con mayor detalle en primer

lugar un grupo de las aleaciones de cobre conocidas presentes CuSP (CW114C), CuTeP (CW118C, C14500) y CuSMn (C14750).

La figura 1 muestra una Stahl-Eisen-Prüfblatt (Hoja de Ensayo Hierro y Acero) 1178-90 para referir analógicamente las formas de las virutas que resultan de la mecanización con arranque de viruta al presente grupo estudiado.

- 5 El cuadro de virutas resultante se dividió en este caso en una forma de virutas de en total ocho clases (1 – 8), como se aprecia en la primera columna a la izquierda, junto a las virutas representadas esquemáticamente. A cada una de las figuras de viruta se han adjudicado las terminologías adecuadas correspondientes a su forma, las cuales van desde “virutas en cinta” hasta “virutas desmenuzadas”.

- 10 En la columna situada a la derecha junto a las clases de forma de viruta está indicado el índice de volumen R de la viruta, el cual indica la relación entre el espacio necesario para una cantidad de viruta desordenada (V_{vir}) y el volumen del material de la misma cantidad de viruta (V). Un índice de volumen R de viruta pequeño permite deducir unas virutas pequeñas, que en correspondencia con su forma volumétrica ocupan poco sitio. Por ello, la manipulación de éstas es claramente más fácil en comparación con las virutas grandes. En contraste con esto, un índice de volumen R de viruta grande permite deducir una gran necesidad de sitio de la viruta por lo que su manipulación es claramente más difícil a causa de su dilatado volumen.

- 15 Las clases de formas de viruta y los correspondientes índices de volumen R de las virutas están expuestas para su examen en la columna totalmente a la derecha de la figura 1, siendo calificadas como “utilizables” las clases de forma de la viruta 7 y 8 con su respectivo índice de volumen R de la viruta, mientras que las clases de forma de la viruta 5 y 6, en combinación con sus respectivos índices de volumen R de la viruta, se han juzgado como “bueno”. Por el contrario, las restantes clases de forma de viruta de 1 a 4 en relación con su correspondiente índice de volumen de la viruta R, se han clasificado visiblemente como “desfavorables”, presentando para el caso de las clases de forma de viruta 3 y 4 una transición que discurre hacia “bueno”.

- 20 La figura 2 muestra los resultados de la mecanización de los grupos ensayados de las aleaciones de cobre conocidas en relación con las clases de forma de viruta en el caso del torneado longitudinal externo de una pieza compuesta por ellas.

- 25 Los resultados presentados con la figura 2 se basan en una constante penetración de corte a_p de 1,5 mm y un avance f de 0,2 mm. La correspondiente velocidad de corte v_c se varió en este caso de 450 m/min (v_{c1}) a 150 m/min (v_{c2}). Tal como se aprecia, los resultados de las correspondientes clases de forma de viruta de los materiales del grupo (CuSP, CuTeP y CuSMn) se encuentran todos ellos entre 3 y 5. Las figuras de viruta resultantes en cada caso están igualmente representadas esquemáticamente en la presente tabla. Para explicarlo mejor, se ha adjudicado a estas en cada caso como referencia un trazo unitario para 20 mm, para poder estimar mejor los resultados en la forma que los tamaños de viruta han adoptado en el ensayo.

- 30 La figura 3 muestra los resultados de otros pasos de la mecanización del grupo de la figura 2. En este caso, para una velocidad de corte v_c de 450 m/min que permaneció constante se varió la correspondiente profundidad de corte (a_{p1}) de 1,5 mm hacia 0,75 mm (a_{p2}). Como ya se vio en el ensayo precedente y en cuanto a sus resultados visibles en la figura 2, también en este caso se mantuvo un avance constante de $f = 0,2$ mm.

- 35 De la figura 3 se desprende que la variación de la profundidad de corte (a_p) en particular en el caso de los materiales CuSP y CuTeP da lugar a una variación de la clase de forma de viruta, en donde un incremento de la profundidad de corte a_p se manifiesta en un empeoramiento de la clase de forma de viruta. Frente a esto, la clase de forma de viruta de CuSMn permanece constante durante la variación de la profundidad de corte a_p como también era el caso para la variación de la velocidad de corte v_c (ver figura 2).

Como se puede apreciar, la clase de forma de viruta, en particular de la aleación de cobre CuSMn, permanece por lo tanto constante en las zonas presentes en cada caso, tanto en el caso de la variación de la velocidad de corte, como también en el caso de la variación de la profundidad de corte.

- 40 Además, el grupo de aleaciones de cobre estudiadas también se mueve en la variación de la profundidad de corte a_p en un intervalo de clases de forma de viruta de 3 a 5.

- 45 En la figura 4 aparece el resultado de la variación del avance f en su efecto sobre la clase de forma de viruta de cada aleación de cobre del grupo estudiado. Como se puede apreciar, en conjunto la clase de forma de viruta del grupo empeora con avance f decreciente. Como se desprende de las figuras 2 y 3, en el caso de avance f de 0,2 mm, por el contrario, las tres aleaciones de cobre del grupo de ensayo se encuentran muy juntas. Únicamente la aleación de cobre CuSMn mejora su clase de forma de viruta con avance f creciente, el cual se ensayó en el caso presente hasta 0,3 mm. Las formas de viruta que resultaron en cada caso se aprecian igualmente a partir de las figuras representadas esquemáticamente en combinación con la tabla presente.

- 50 Los resultados así obtenidos y representados en las figuras 2 a 4 se compararon a continuación con los resultados de la investigación de la presente aleación de cobre conforme a la invención.

Como valor de referencia se utilizó la conocida aleación de cobre CuZn39Pb3, la cual en particular en Alemania se tiene como la principal aleación para mecanización con arranque de viruta. Dicha aleación de cobre encuentra en todas partes aplicación allí donde hay gran interés en una conformación con formación de viruta, así como con arranque de viruta. En relación con la presente aleación de cobre CuZn39Pb3 usada como referencia se toma su maquinabilidad con un índice de maquinabilidad del 100%.

Frente a esto, el material de cobre puro alcanza un índice de maquinabilidad de 20% hasta como máximo 30%. En el caso de estos tipos de cobre se trata de materiales de cobre de baja aleación y de endurecimiento por precipitación, que no contienen elementos rompedores de viruta como azufre (S), telurio (Te), así como azufre (s) y manganeso (Mn), así como plomo (Pb).

Entre estos dos materiales de cobre se ordena el presente grupo estudiado de tal modo que CuSP presenta un índice de maquinabilidad de 70%, mientras que CuTeP posee un índice de maquinabilidad de 80%. Por último, CuSMn alcanza con el 90% el mayor índice de maquinabilidad del grupo.

En relación con esto, la figura 5 muestra una confrontación tabulada de los materiales allí contenidos en lo referente a las propiedades del material.

Junto a los materiales expuestos entre sí en la columna totalmente a la izquierda, se pueden deducir en cada caso, a su derecha sus pertenecientes magnitudes de otras investigaciones, comenzando con el límite de alargamiento del 0,2% $R_{p0,2}$. A su derecha se encuentra la resistencia a la tracción R_m así como el alargamiento de rotura A.

En la siguiente columna a la derecha está indicada la correspondiente dureza Brinell (HBW) y en la siguiente columna a la derecha de ésta la conductividad de cada uno de los materiales. Las últimas dos columnas colocadas totalmente a la derecha muestran en primer lugar cualitativamente la respectiva relajación, así como la maquinabilidad en forma del índice de maquinabilidad en %.

La tabla presente en la figura 5 está construida de tal modo que refleja los costes aproximados de producción de cada uno de los materiales indicados, comenzando por arriba con el material más valioso.

En la tabla se encuentra la aleación de cobre conforme a la invención con los órdenes de magnitud allí indicados de cada uno de sus componentes de aleación, en concreto CuFe0,1PS0,35 y CuFe2PS0,35.

Como se puede apreciar, la aleación de cobre CuFe0,1PS0,35 presenta, en comparación directa con materiales aleados únicamente con rompedores de viruta (CuSP, CuTeP y CuSMn), un límite de alargamiento 0,2%, así como una resistencia R_m , ajustados aquí de forma algo más baja. El alargamiento de rotura es con 17%, y la relajación es con "o" mejor frente a CuSP, CuTeP y CuSMn. La aleación CuFe2PS0,35 presenta mejores características mecánicas y una mayor resistencia a la relajación, lo que se hace notar en la tabla con "+".

Los materiales CuFe0,1P y CuFe2P comparables a los de la invención poseen respectivamente una resistencia a la relajación similar buena, sin embargo, por el contrario, presentan una maquinabilidad claramente peor de solamente 20 respectivamente 25% frente a la aleación de cobre conforme a la invención CuFe0,1PS y CuFe2PS.

Sorprendente en este caso es que los materiales indicados en los cuatro primeros renglones, aunque poseen un índice de maquinabilidad similar bueno y con 100% en el caso del CuZn39Pb3 respectivamente mayor, sin embargo comparados con el CuFePS0,35 de la invención son claramente inferiores en su correspondiente resistencia a la relajación.

Los valores presentes incluidos para el correspondiente índice de arranque de viruta de los materiales conocidos en el estado actual de la técnica fueron tomados en parte del impreso informativo i18 del Instituto del Cobre alemán "Valores orientativos para el mecanizado con arranque de viruta del cobre y de las aleaciones de cobre".

La determinación de los valores mecánicos característicos para la presente tabla se llevó a cabo según DIN ISO 6892-1. En este caso, la correspondiente forma de la probeta correspondió a la forma A según DIN 50125. La correspondiente conductividad se determinó con un Sigmatester de la razón social Förster. El correspondiente comportamiento frente a la relajación fue extrapolado con la ayuda de mediciones internas de materiales familiares, que, por supuesto, en comparación con la aleación de cobre conforme a la invención no contenían ningún tipo de elemento rompedor de la viruta.

Las figuras 6 a 9 muestra respectivamente una micrografía de las microestructuras de cada uno de los materiales de cobre de los grupos que constituyen la base de las investigaciones.

La figura 6 muestra en este caso el material CuSP con su distribución de los elementos rompedores de viruta. Su microestructura muestra sulfuros de cobre que en parte se encuentran muy juntos y se representan respectivamente en oscuro, los cuales en este caso sirven de rompedores de la viruta.

Frente a esto, la figura 7 muestra el material CuTeP, el cual en su microestructura contiene como rompedores de viruta telururos de cobre representados en oscuro. Estos están situados en su ordenamiento en la mayoría de los casos por aislado y alejados unos de otros.

- 5 En la figura 8 se aprecia la estructura del material CuSMn, que contiene sulfuros de manganeso como rompedores de viruta. Como ya se deduce de los resultados de las figuras 2 a 4 y de la línea cuatro de la tabla de la figura el 5, CuSMn presenta un elevado índice de maquinabilidad con una clase de forma de viruta en general buena, lo que es atribuible a la homogénea distribución de su rompedor de viruta apreciable en la figura 8.

Como comparación, la figura 9 muestra la microestructura visible por ataque con ácido del material normalizado CuFe0,1P (C19210) sin fases rompedoras de viruta.

- 10 Junto a la solución sólida de cobre se encuentran fosfuros de hierro no visibles al microscopio óptico. Los fosfuros de hierro no tienen ningún efecto rompedor de viruta. Al mecanizar el material se forman largas virutas desfavorables (figura 10), que se pueden enrollar entorno a la herramienta y pueden provocar la parada de un torno automático (parámetros: $v_c = 100$ m/min, $f = 0,1$ mm, $a_p = 1,0$ mm).

- 15 La figura 11 muestra la microestructura del material conforme a la invención CuFe0,1PS0,35. Éste presenta igualmente como rompedor de viruta sulfuros de cobre. Como se puede apreciar éste posee una buena distribución de su rompedor de viruta similar a la mostrada en la figura 8 para el material de cobre CuSMn, lo cual se pone de manifiesto en una buena maquinabilidad.

- 20 Su acabado tenía como base la colada continua, con un prensado de un diámetro de 273 mm a un diámetro de 28 mm. El acabado contenía, además, el estirado del diámetro de 28 mm al diámetro de 24 mm. A continuación, tuvo lugar un recocido de recristalización a 540 °C durante 4 horas al aire ambiental, y otra conformación más.

- 25 La figura 12 muestra la forma de la viruta después de la mecanización del material de cobre conforme a la invención CuFe0,1PS0,35. Con ayuda de la forma de la estructura de la figura 11 y de la clase de forma de la viruta del presente material CuFe0,1PS0,35 en comparación con los ensayos en los materiales precedentes CuSP, CuTeP y CuSMn, se puede deducir un índice de maquinabilidad de al menos 70% (clase de viruta 3 – 6 según SED1178-90, para $v_c = 100$ m/min, $f = 0,1$ mm, $a_p = 1,0$ mm).

- 30 Por lo tanto, según el perfil de exigencias se pueden deducir las correspondientes combinaciones de propiedades de las aleaciones de cobre para mecanización por arranque de viruta conformes a la invención. Una característica especial de la aleación de cobre es, que es posible una maquinabilidad con máquinas convencionales de acabado y mecanizado. En forma ventajosa la aleación de cobre conforme a la invención posee, tanto una suficiente conformabilidad en frío, como también una conformabilidad en caliente muy buena .

La invención está dirigida también al empleo de una aleación de cobre de esta clase para la fabricación de un producto a acabar por mecanización por arranque de viruta conforme a la reivindicación 7.

- 35 Además, la invención, conforme a la reivindicación 8, está dirigida al empleo de una aleación de cobre de esta clase también para la fabricación de un semiproducto no acabable por mecanización con arranque de viruta. En este caso se puede tratar en particular de un producto de laminación, prensado, estirado, forja o fundición. Por ejemplo, se pueden suministrar como semiproductos barras y alambres de secuencias de prensado y estirado.

- 40 A partir de las barras y alambres, pasando por un mecanizado con arranque de viruta, se pueden fabricar, por ejemplo, los siguientes productos: contactos enchufables, vainas de apriete, juntas engrapadas, clavos con vástago taladrado, piezas para motores, tornillos, clavijas de fijación, pinzas, boquillas de soldadura, boquillas de oxicorte, válvulas, "fittings", tuercas, piezas de grifería, tubos de contacto, clavijas de contacto.

La figura 13 muestra un diagrama para la variación del contenido de P y el contenido de Fe para un contenido constante de rompedor de viruta S o S + Mn y/o de Te, y la figura 14 muestra un diagrama para la variación del contenido de rompedor de viruta S o S + Mn para un contenido constante de los elementos base Fe y P.

De allí se pueden extraer las interacciones mutuas de los elementos de aleación.

REIVINDICACIONES

1. Aleación de cobre, con proporciones en % en peso de:

Hierro (Fe)	0,07 – 4,00
Fósforo (P)	0,015 – 0,50
Azufre (S)	0,10 – 0,80

en donde la aleación está exenta de berilio (Be) y plomo (Pb), y arbitrariamente contiene:

Aluminio (Al)	máximo 0,50
Cromo (Cr)	máximo 0,50
Magnesio (Mg)	máximo 0,50
Circonio (Zr)	máximo 0,50
Cinc (Zn)	máximo 2,50
Estaño (Sn)	máximo 2,50
Boro (B)	máximo 0,50
Plata (Ag)	máximo 0,50
Manganeso (Mn)	0,01 – 0,80
Teluro (Te)	0,10 – 1,00

el resto cobre (Cu) e impurezas condicionadas por la fusión.

2. Aleación de cobre según la reivindicación 1, caracterizada por que arbitrariamente contiene al menos uno de los siguientes elementos de aleación con las siguientes proporciones en % en peso:

Aluminio (Al)	0,01 – 0,50
Cromo (Cr)	0,01 - 0,50
Magnesio (Mg)	0,01 - 0,50
Circonio (Zr)	0,01 - 0,50
Cinc (Zn)	0,01 - 2,50
Estaño (Sn)	0,01 - 2,50
Boro (B)	0,01 - 0,50
Plata (Ag)	0,01 - 0,50

3. Aleación de cobre según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por las siguientes proporciones en % en peso:

Hierro (Fe)	0,07 – 3,50
Fósforo (P)	0,015 – 0,40
Azufre (S)	0,15 – 0,70

y al menos un elemento del siguiente grupo:

Manganeso (Mn)	0,03 – 0,75
Teluro (Te)	0,05 – 0,90

4. Aleación de cobre según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por las siguientes proporciones en % en peso:

Hierro (Fe)	0,20 – 3,20
Fósforo (P)	0,017 – 0,30
Azufre (S)	0,20 – 0,62

y al menos un elemento del siguiente grupo:

Manganeso (Mn)	0,05 – 0,70
Teluro (Te)	0,20 – 0,80

5. Aleación de cobre según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por las siguientes proporciones en % en peso:

Hierro (Fe)	0,40 – 3,00
Fósforo (P)	0,022 – 0,20
Azufre (S)	0,25 – 0,57

y al menos un elemento del siguiente grupo:

Manganeso (Mn)	0,08 – 0,55
Teluro (Te)	0,30 – 0,70

6. Aleación de cobre según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por las siguientes proporciones en % en peso:

5	Hierro (Fe)	0,75 – 2,60
	Fósforo (P)	0,025 – 0,15
	Azufre (S)	0,30 – 0,50

y al menos un elemento del siguiente grupo:

Manganeso (Mn)	0,10 – 0,40
Teluro (Te)	0,40 – 0,60

- 10 7. Utilización de una aleación de cobre según una de las reivindicaciones precedentes 1 a 6 para la preparación de un producto a acabar por mecanizado con arranque de viruta.
- 15 8. Utilización de una aleación de cobre según una de las reivindicaciones precedentes 1 a 6 para la preparación de un semiproducto a acabar por mecanizado sin arranque de viruta, especialmente en forma de un producto laminado, prensado, estirado, forjado o de fundición.

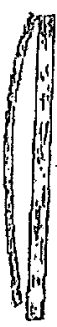
Clase de forma de la viruta			Índice de volumen de viruta V_{vir}/V	Dictamen
Virutas en cinta		1		
Virutas enmarañadas		2	≥ 90	desfavorable
Virutas de bucle plano		3	≥ 50	
Virutas de bucle largas, cilíndricas		4	≥ 50	
Trozos de virutas de bucle		5	≥ 25	bueno
Virutas en espiral		6	≥ 8	
Trozos de virutas en espiral		7	≥ 8	utilizable
Virutas desmenuzadas		8	≥ 3	

Fig. 1

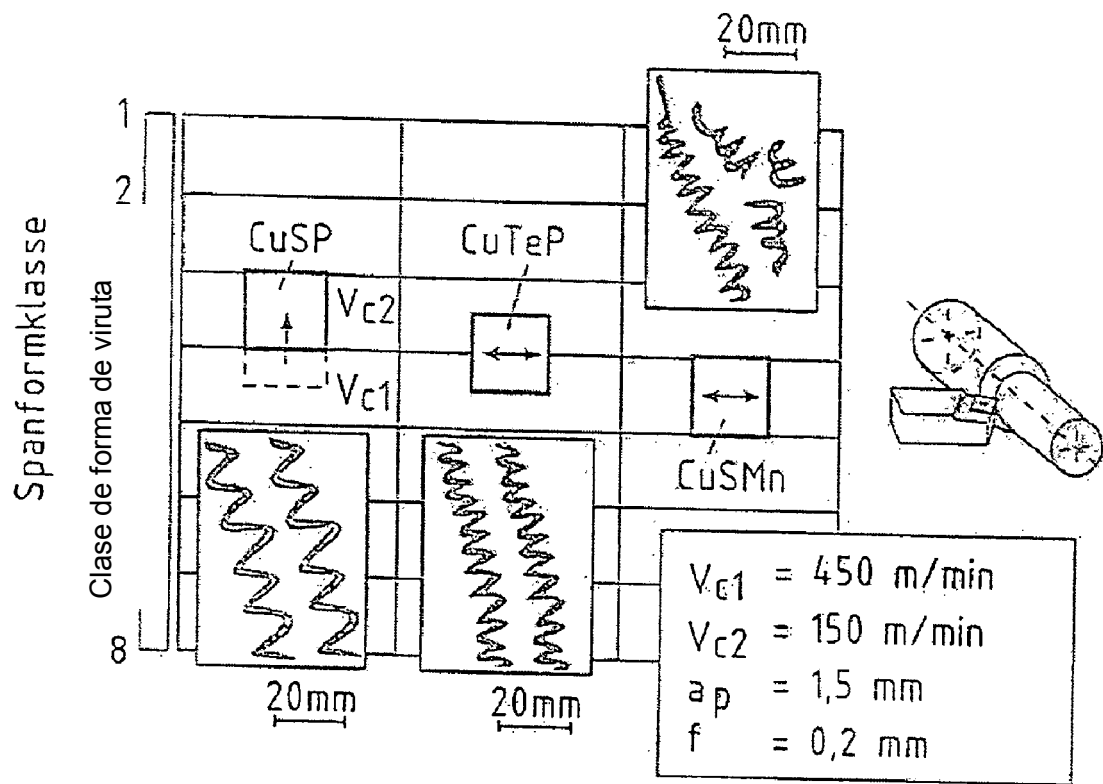


Fig. 2

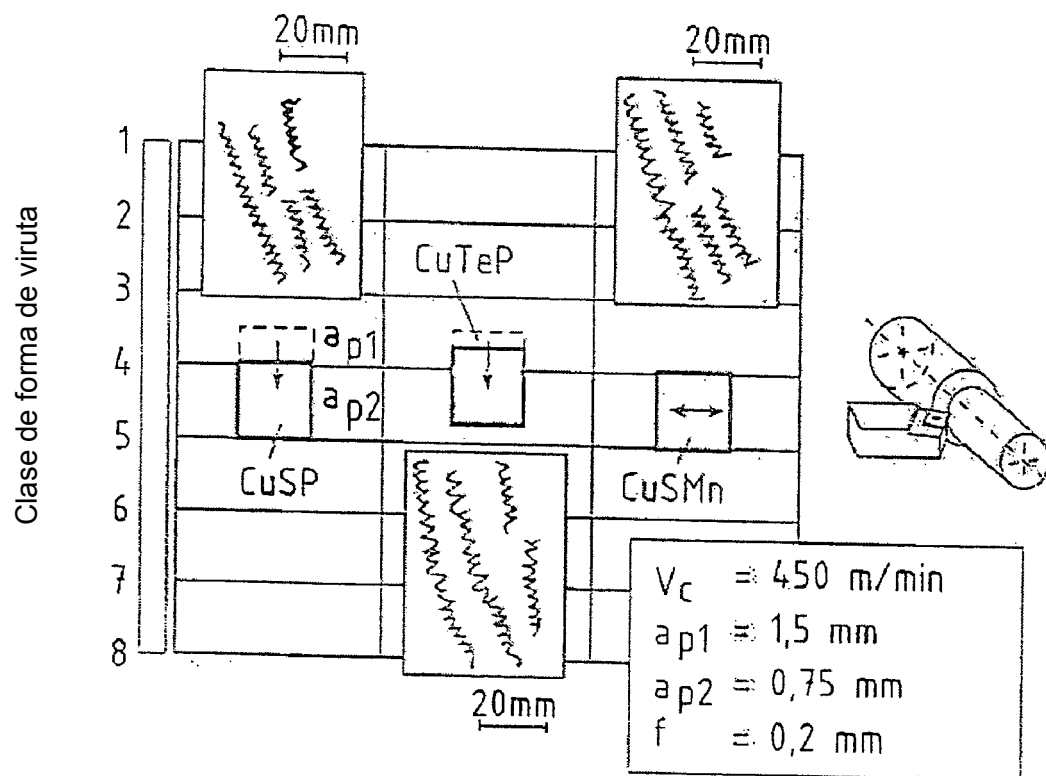


Fig. 3

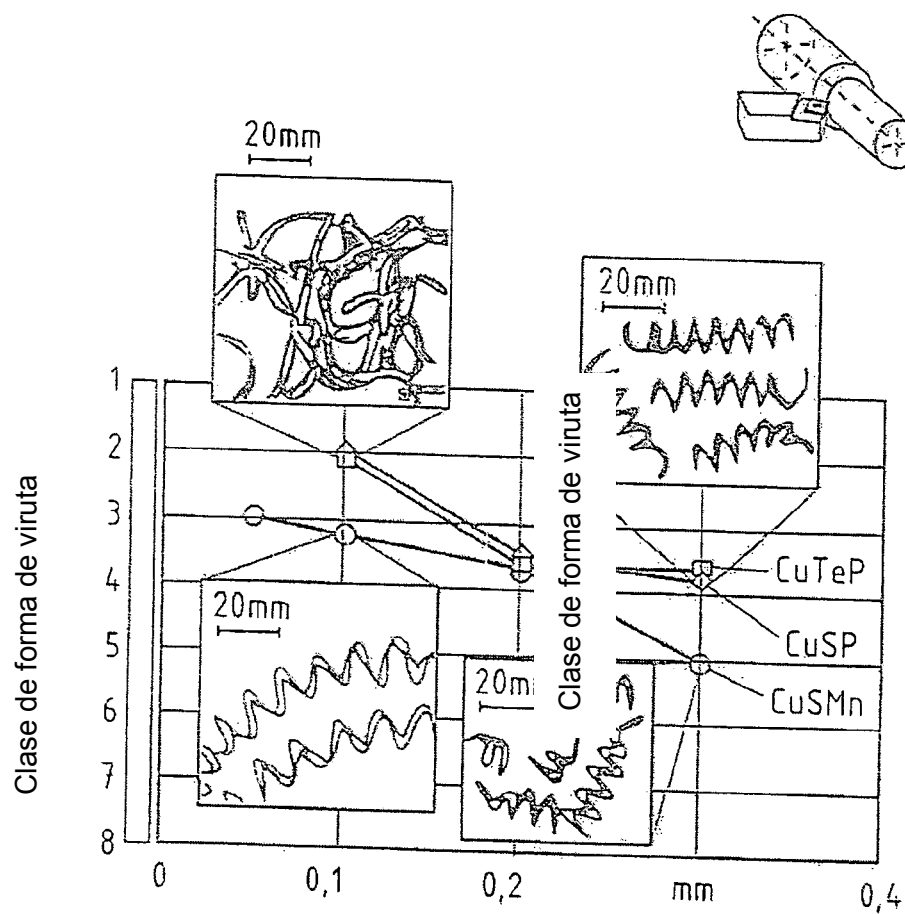


Fig. 4

Material	R _{p0,2} MPa	R _m MPa	A %	HBW	Conduc- tividad MS/m	Relaja- ción n	Mecanización %
CuZn39Pb3 * CW614N	160	420	15	90	15		100
CuSP * CW114C	310	325	14	97	52	...	70
CuTeP * CW118C, C14500	310	325	14	97	54	..	80
CuSMn * C14750	310	325	14	97	54	..	90
CuSn, 15 * C14410	350	370	10	100	48	O	20
CuFe0,1P * C19210	270	310	19	90	50	O	20
CuFe0,1PS0,35	280	300	17	91	47	O	70
CuFe2P * 19400	280	330	15	110	35	+	25
CuFe2PS0,35	330	335	13	107	32	+	70
CuNi1P * CW108C	430	520	10		36	++	30
CuNi1Pb1P * C19160	380	480	14		34	++	70
CuNi1Pb1P * C19160	550	600	5	170	34	++	70
CuNi1,5Si * C19010	540	620	11	180	35	+++	25

* no perteneciente a la invención

Fig. 5

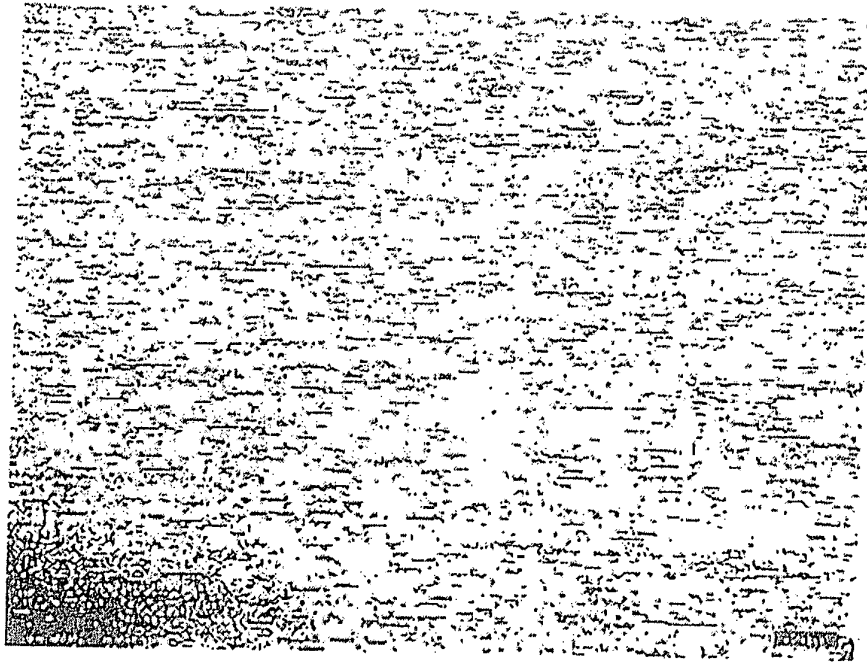


Fig. 6

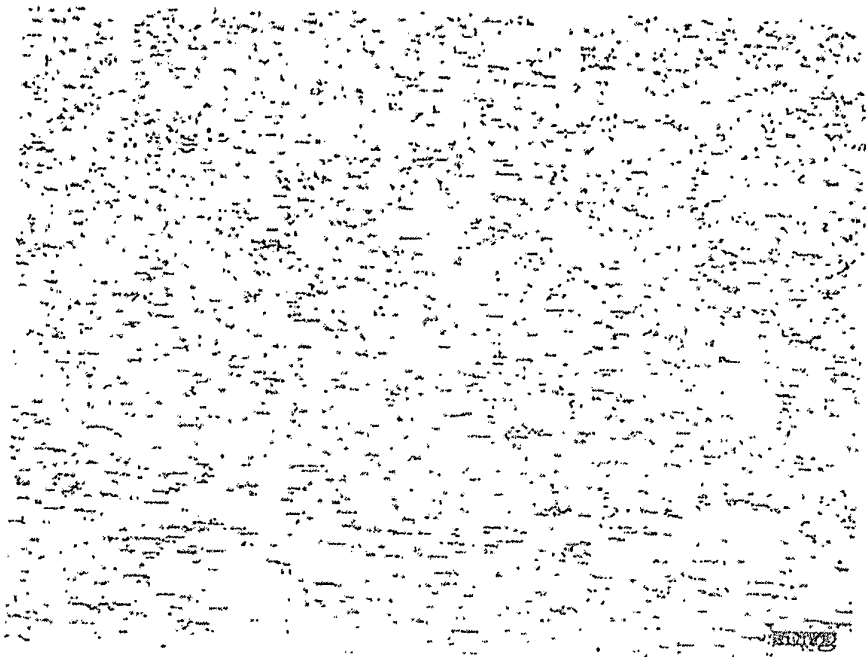


Fig. 7



Fig. 8

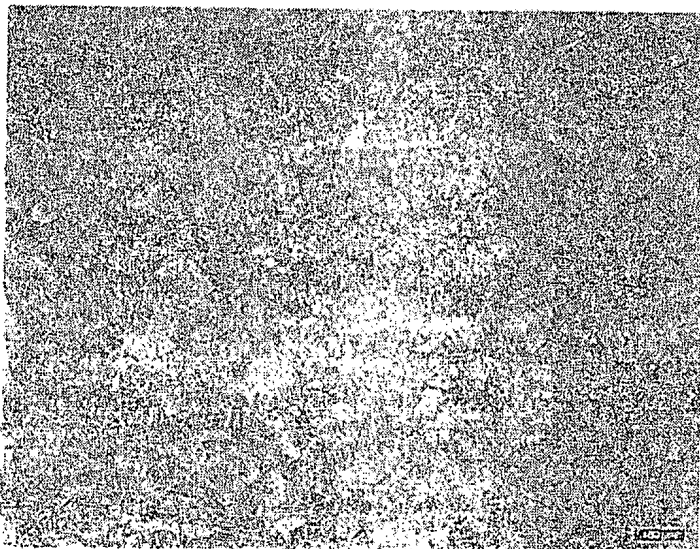


Fig. 9

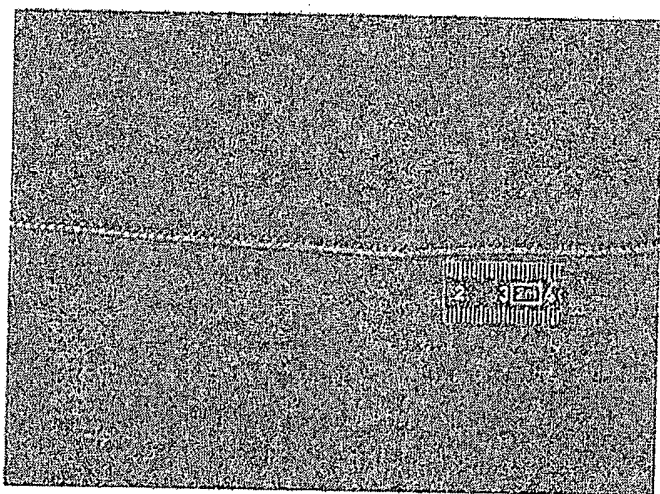


Fig. 10

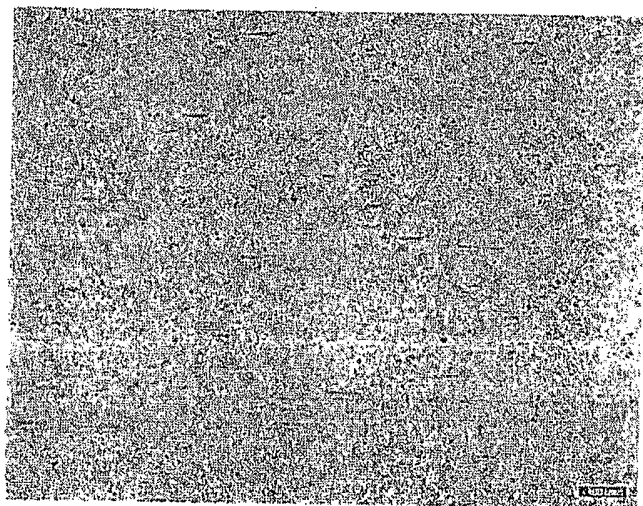


Fig. 11

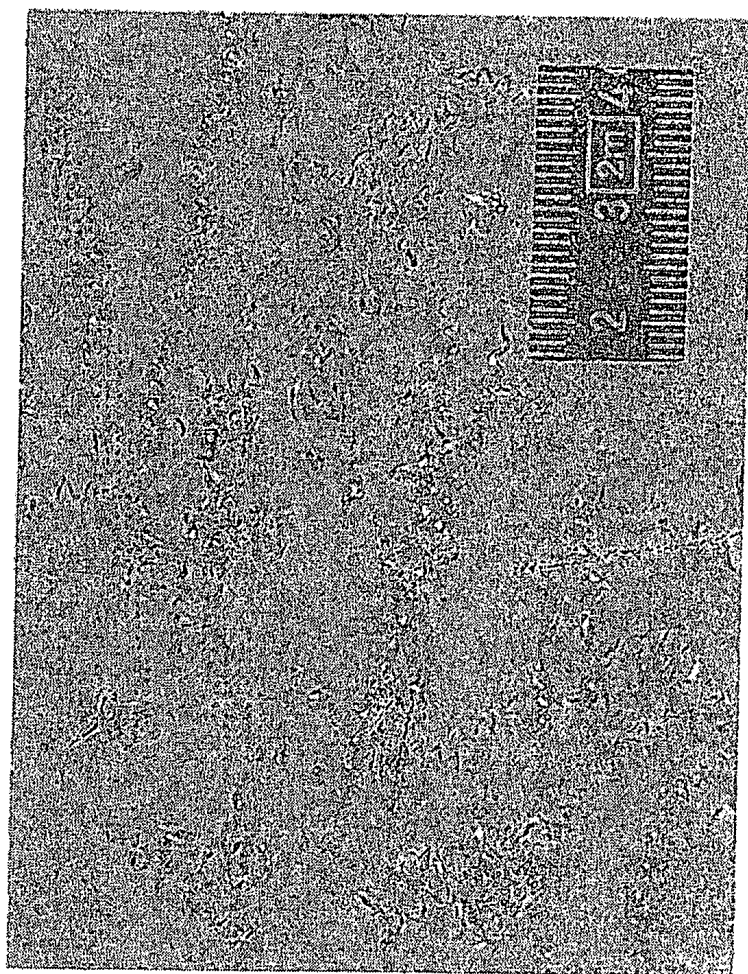


Fig. 12

Propiedad	----- Proporción de aleación en incremento ----->				Fragilización de las aleaciones
	Ya sin endurecimiento de la solución sólida, comparable con CuSP, CuTe, CuSMe	0,02% 0,01%	Fe P	4,0% 0,50%	
Maquinabilidad		++	++	++	
Resistencia a la relajación		-	+	++	
Resistencia / dureza		O	+	++	
Ductilidad		++	+	O	
Conductividad		+++	+	-	

Fig. 13

Propiedad	--- Proporción en aumento de los rompedores de viruta ----				
		0,1% 0,01% 0,1%	S Mn (en combinación con S) Te	0,8% 0,8% 1,0%	Fragilización de las aleaciones
Maquinabilidad	Sin aumento de la maquinabilidad frente a CuFeP	+	++	+++	
Resistencia a la relajación		+	+	+	
Resistencia / dureza		+	+	+	
Ductilidad		++	+	O	
Conductividad		++	++	++	

Fig. 14