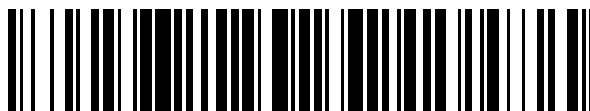


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 573**

51 Int. Cl.:

C22C 9/04

(2006.01)

C22F 1/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09180653 .9**

96 Fecha de presentación: **23.12.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2208802**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2010**

54 Título: **Aleación de latón comprendiendo aluminio de fácil mecanización libre de plomo y método de producción de la misma**

30 Prioridad:
23.12.2008 CN 200810188263
21.12.2009 US 643513

73 Titular/es:
XIAMEN LOTA INTERNATIONAL CO., LTD
NO. 61 XINGNAN ROAD JIMEI DISTRICT
XIAMEN, FUJIAN 361022, CN

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.04.2012

72 Inventor/es:
Xu, Chuankai;
Hu, Zhenqing y
Zhang, Siqi

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.04.2012

74 Agente/Representante:
Aznárez Urbieto, Pablo

ES 2 379 573 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 latón comprendiendo aluminio de fácil mecanización libre de plomo y método de producción de la misma.

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 En general, la presente invención se refiere a una aleación de latón con aluminio de fácil mecanización libre de plomo, en particular a una aleación de latón con aluminio de fácil mecanización libre de plomo y a su método de producción, la cual puede utilizarse en moldeados y forjas a baja presión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Actualmente, en la búsqueda y desarrollo de aleaciones de latón de fácil mecanización libres de plomo o con bajo contenido en plomo típicamente se siguen dos vías para encontrar aquellos elementos que pueden sustituir al plomo: una vía es seleccionar elementos que apenas forman soluciones sólidas en Cu y que no pueden formar compuestos intermetálicos con Cu, tales como Bi, Se y Te, etc.; la otra vía es seleccionar aquellos elementos que forman soluciones sólidas en Cu donde la solubilidad en el sólido disminuye cuanto disminuye la temperatura, de modo que se forman compuestos intermetálicos con Cu y con Sb, P, Mg, Si, B y Ca, etc. La primera vía es bien conocida desde hace bastante tiempo. La segunda vía es un desarrollo más reciente.

- 15 En el proceso de investigación y desarrollo, la selección de elementos para la aleación y su contenido variará según las propiedades del proceso y en comparación con los requisitos de coste en el mercado. Por ello se han inventado diversas aleaciones de latón de fácil mecanización y libres de plomo. La aleación de latón con bismuto es la más común de estas aleaciones.

- 20 Por ejemplo, la publicación nº CN 101225487^a, de Xuhong Hu, describe una aleación de latón que contiene arsénico y presenta un bajo contenido en plomo que incluye (% en peso) 57-62 Cu, 36-43 Zn, 0,01-1,0 Al, 0,05-2,5 Bi, 0,005-0,3 As, $\leq 0,2$ Pb y $\leq 0,65$ Sn, donde se añaden selectivamente pequeñas cantidades de Ni, Fe y S y cantidades mínimas de Si, Mg, Mn y Re (renio). No se añade P. El arsénico es uno de los elementos principales de dicha aleación. Cuando el contenido de As se encuentra entre la mitad y el límite superior del intervalo arriba especificado y cuando el contenido en Pb oscila entre el 0,1 y el 0,2% en peso, tanto el As como el Pb se liberan en el agua en cantidades que superan los límites superiores de la norma NSF. Por consiguiente, estas aleaciones de latón no pueden ser utilizadas en los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable, tales como grifos y válvulas.

- 25 La patente nº CN 1045316C, de Kohler, describe una aleación de latón con bismuto que presenta un bajo contenido en plomo, la cual incluye (% en peso) 55-70 Cu, 30-45 Zn, 0,2-1,5 Al, 0,2-0,3 Bi, $\leq 1,0$ Pb, $\leq 2,0$ Ni, $\leq 1,0$ Fe, $\leq 0,25$ In y 0,005-0,3 Ag, y que además comprende cantidades mínimas de uno o más de los siguientes elementos Ta, Ga, V, B, Mo, Nb, Co y Ti. También se añade Zr de forma selectiva. No se añade Si ni P.

- 30 La publicación nº CN 1710126A, de Powerway, describe una aleación de latón con bismuto de fácil mecanización que presenta un bajo contenido en antimonio y está libre de plomo y también el procedimiento de producción de la misma, incluyendo (% en peso) 55-65 Cu, 0,3-1,5 Bi, 0,05-1,0 Sb, 0,0002-0,05 B, añadiéndose selectivamente elementos tales como Ti, Ni, Fe, Sn, P y tierras raras, consistiendo el resto en Zn e impurezas. No se añade Si ni Al. Si el contenido de Sb es $\geq 0,1$, la cantidad de Sb liberado en el agua superará los requisitos de la norma NSF.

- 35 El documento JP2000-239765A, de Joetsu, describe una aleación de latón libre de plomo y resistente a la corrosión para moldeados que incluye (% en peso) 64-68 Cu, 1,0-2,0 Bi, 0,3-1,0 Sn, 0,01-0,03 P, 0,5-1,0 Ni, 0,4-0,8 Al, $< 0,2$ Fe y el resto consiste en Zn e impurezas. El contenido de Bi es mayor y no se añade Si.

- 40 Con la creciente utilización extensiva de los latones de bismuto, sus efectos negativos también son cada vez más importantes, por ejemplo la potencial capacidad de agrietarse en caliente y frío, mala soldabilidad, necesidad de calentamiento y enfriado lento durante el recocido, etc. La causa de estos efectos negativos tiene una razón termodinámica básica: la gran diferencia entre la tensión superficial del bismuto (350 dinas/cm) y la del cobre (1.300 dinas/cm) y el hecho de que el bismuto no puede formar una solución sólida en cobre y no puede formar compuestos intermetálicos con el cobre. Como consecuencia, el bismuto líquido presenta una buena humectación con granos α y β de cobre y latón. El ángulo diedro entre el bismuto y el cobre o latón tiende a cero. Después de la solidificación, el bismuto se distribuye por el límite de los granos en forma de una película continua.

- 45 Actualmente, los latones de bismuto desarrollados consisten principalmente en aleaciones de deformación y comprenden más de un 0,5% en peso de bismuto. Los latones de bismuto de moldeado conocidos, como C89550 (que comprende un 0,6 ~ 1,2% en peso de Bi) tienen una alta tendencia a sufrir agrietamiento en caliente durante el moldeado a baja presión y no se sueldan fácilmente.

- 50 El latón de antimonio de fácil mecanización libre de plomo o con bajo contenido en plomo tiene una excelente moldeabilidad, soldabilidad, formabilidad de mecanización en caliente y resistencia a la corrosión por des zincificación. Sin embargo, el antimonio es más tóxico que el plomo. La norma NSF/ANSI61-2007 exige que la liberación de Sb en agua potable sea $\leq 0,6$ $\mu\text{g/l}$ y que el Pb sea liberado en cantidades $\leq 1,5$ $\mu\text{g/l}$ (la norma NSF61 -2005 exige que la

liberación de Pb sea $\leq 5 \mu\text{g/l}$). El latón de antimonio no es adecuado para los componentes utilizados en sistemas de abastecimiento de agua potable.

El latón de silicio de fácil mecanización libre de plomo es un latón que tiene algunas perspectivas buenas de desarrollo. Los latones de silicio de fácil mecanización libres de plomo investigados y desarrollados en la actualidad consisten principalmente en un latón con silicio de deformación de bajo contenido en zinc. La mayor parte de ellos incluye pequeñas cantidades de bismuto y el coste de la materia prima es bastante más alto.

El latón con aluminio tiene buena resistencia a la corrosión, pero su mecanizabilidad es inadecuada. Existen pocas patentes u otras publicaciones referentes a latones de aluminio de fácil mecanización libres de plomo. La patente estadounidense nº 3.773.504 (1973) describe una aleación serie de Cu-Zn-Al-P resistente al desgaste. La patente japonesa 2003-253358 describe un latón de aluminio de fácil mecanización libre de plomo y con bajo contenido en zinc (que contiene vanadio y boro, etc.).

El documento de XIE JIANHUI y col., "Preparation technology of lead free and free-cutting casting bismuth brass", Foundry Technology, tomo 29, nº 4, 1 de enero de 2008, páginas 520-523, XP009131920, describe una aleación de latón con aluminio de fácil mecanización libre de plomo que comprende: un 62,5-63,5% en peso de Cu, un 0,65-0,75% en peso de Al, un 0,4-0,6% en peso de Bi, $\leq 0,30\%$ en peso de Sn, siendo el resto Zn e impurezas inevitables.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figuras 1A, 1B y 1C: muestran la forma de las virutas del ejemplo de aleación 1 obtenida a una velocidad de corte de 40 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 1D, 1E y 1F: muestran la forma de las virutas de la aleación CuZn40Pb1Al0,6 obtenida a una velocidad de corte de 40 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 2A, 2B y 2C: muestran la forma de las virutas del ejemplo de aleación 1 obtenida a una velocidad de corte de 60 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 2D, 2E y 2F: muestran la forma de las virutas de la aleación CuZn40Pb1Al0,6 obtenida a una velocidad de corte de 60 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 3A, 3B y 3C: muestran la forma de las virutas del ejemplo de aleación 1 obtenida a una velocidad de corte de 80 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 3D, 3E y 3F: muestran la forma de las virutas de la aleación CuZn40Pb1Al0,6 obtenida a una velocidad de corte de 80 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 4A, 4B y 4C: muestran la forma de las virutas del ejemplo de aleación 1 obtenida a una velocidad de corte de 100 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

Figuras 4D, 4E y 4F: muestran la forma de las virutas de la aleación CuZn40Pb1Al0,6 obtenida a una velocidad de corte de 100 m/min, con alimentaciones de 0,1, 0,2 y 0,3 mm/revolución, respectivamente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

El objeto de la presente invención consiste en resolver los problemas técnicos de las aleaciones de latón con aluminio actuales, incluyendo la mala mecanizabilidad, la tendencia al agrietamiento en caliente y la dificultad de soldadura. El objeto de la invención también incluye proponer una aleación de latón con aluminio de fácil mecanización libre de plomo y respetuosa con el medio ambiente, que se pueda utilizar en moldeados a baja presión, moldeados por gravedad, moldeado en continuo horizontal, forja y soldadura.

El objeto de la presente invención se materializa mediante la selección de los siguientes elementos y el diseño de su composición tal como se define en la reivindicación 1. La presente invención proporciona una aleación de latón con aluminio de fácil mecanización libre de plomo que comprende (% en peso): 57,0 ~ 63,0 Cu, 0,3 ~ 0,7 Al, 0,1 ~ 0,5 Bi, 0,1 ~ 0,5 Si, 0,2 ~ 0,4 Sn, 0,01 ~ 0,15 P y que además incluye al menos dos elementos seleccionados de entre Mg, B y tierras raras, siendo el resto Zn e impurezas inevitables. Estos dos o más elementos seleccionados están presentes en una cantidad del 0,01 ~ 0,15% en peso de Mg, el 0,001 ~ 0,05% en peso de tierras raras y el 0,0016 ~ 0,0020% en peso de B.

Cuando el contenido de bismuto se encuentra entre la mitad y el límite superior del intervalo arriba especificado, la fase α y una pequeña cantidad de la fase β dominan la fase matriz de la aleación. Cuando el contenido de bismuto se encuentra entre el límite inferior y la mitad del intervalo arriba especificado, la fase β y pequeñas cantidades de fase α y fase γ dominan la fase matriz de la aleación.

En la aleación de la invención, el aluminio es el elemento principal de la aleación, excepto por el zinc. El Al puede mejorar la resistencia a la corrosión y la solidez del latón común. Durante el proceso de fundición y moldeado, el bismuto puede formar una película de óxido compacta para evitar la oxidación de la colada y para reducir la pérdida de

zinc, que tiende a volatilizarse y oxidarse. Sin embargo, las características de oxidación del aluminio son desfavorables en lo que respecta a la moldeabilidad y la soldabilidad. Además, el aluminio aumenta el tamaño de grano del latón común. El coeficiente equivalente en zinc del aluminio es bastante alto, pudiendo aumentar considerablemente la zona de la fase β . Si se combina con silicio, el aluminio tiende a aumentar la tasa de la fase β y promueve la formación de la fase γ . Por ello resulta beneficioso para mejorar la capacidad de mecanización del latón. La tensión superficial del aluminio (860 dinas/cm) es inferior a la del cobre. Puede formar soluciones sólidas en cobre, lo que conduce a una reducción de la tensión superficial del cobre. Es favorable para esferizar el bismuto que está distribuido por el límite de los granos. La tensión superficial del zinc (760 dinas/cm) es menor que la del cobre. Puede formar soluciones sólidas en cobre. También es favorable para esferizar el bismuto que está distribuido por el límite de los granos. En esta aleación de la invención, el contenido de aluminio es menor que en los latones de aluminio comercializados comunes, estando limitado al intervalo del 0,3 ~ 0,7% en peso, preferentemente en el intervalo del 0,4 ~ 0,6% en peso. Un contenido más alto de aluminio no resulta favorable en lo que respecta a la moldeabilidad y la soldabilidad.

El bismuto se añade para mejorar la mecanización del latón de aluminio. Sin embargo, tal como se ha mencionado más arriba, el bismuto aumenta la tendencia al agrietamiento en caliente y frío de las aleaciones de cobre. La razón termodinámica de ello es la gran diferencia entre la tensión superficial del bismuto y la del cobre, con lo que resulta un ángulo diedro entre el bismuto líquido y los granos de cobre sólidos tendente a cero. El bismuto humecta por completo los granos de cobre. Después de la solidificación, el bismuto se distribuye por el límite de los granos en forma de una película continua. Para mejorar la esferización del bismuto y reducir sus efectos no beneficiosos, la presente invención selecciona aquellos elementos que pueden formar soluciones sólidas en cobre y disminuir la tensión superficial del mismo, como los elementos de aleación principales arriba mencionados, zinc y aluminio.

Algunos elementos que pueden formar soluciones sólidas en bismuto y que pueden tener una tensión superficial mayor que la del bismuto, como el Pb, Se, Ti, etc., también pueden favorecer la esferización del bismuto. Los elementos In, Ga y Ge son muy caros, de modo que sólo se añaden selectivamente a unos pocos latones de bismuto.

La contaminación del medio ambiente por Pb y la nocividad de éste para el cuerpo humano han sido causa de preocupación. El selenio y el talio también son tóxicos. La norma NSF61 exige que la liberación de Se en agua potable sea $\leq 5,0 \mu\text{g/l}$ (igual al Pb) y que la liberación de Ti sea $\leq 0,2 \mu\text{g/l}$ (igual al Hg). La ingestión de cantidades mínimas de selenio no es nociva, pero en cantidades excesivas el selenio daña la piel. Además, el selenio y el talio son muy costosos. En la aleación de la invención no se añade selenio ni talio y, por consiguiente, no se puede lixiviar talio en el agua. En la aleación de la invención, el contenido de bismuto está limitado a un intervalo del 0,1 ~ 0,5% en peso. Un contenido más alto de bismuto no sólo aumenta la tendencia al agrietamiento en caliente, lo que hace que las piezas moldeadas se agrieten a menudo durante el moldeo a baja presión, sino que también incrementa los costes, reduce la resistencia a la corrosión y aumenta el riesgo de presencia de talio como impureza en cantidades superiores a los valores indicados en la norma. El contenido de Bi está limitado a un intervalo del 0,1 ~ 0,5% en peso, preferentemente a un intervalo del 0,1 - 0,3% en peso, con lo que se puede lograr una alta capacidad de moldeo, soldado, mecanizado y un bajo coste.

Los efectos del estaño incluyen principalmente el fortalecimiento de la solución sólida y la mejora de la resistencia a la corrosión por deszincificación de la aleación. Si en la aleación se forma una fase γ , pequeñas cantidades de estaño hacen que la fase γ se disperse de modo más eficaz y se distribuya uniformemente, reduciéndose los efectos nocivos de la fase γ en la plasticidad y mejorando además el mecanizado. La tensión superficial del estaño es de 570 dinas/cm. El efecto del zinc para potenciar la esferización del bismuto es mayor que el correspondiente efecto del zinc y aluminio. El contenido de estaño está limitado a un intervalo del 0,2 ~ 0,4% en peso. Un contenido más alto de estaño resulta útil para la esferización del bismuto, pero aumenta los costes y, junto con silicio y aluminio, produce más fase γ , lo que conduce a un aumento de la dureza, a una menor plasticidad y a efectos no beneficiosos para la mecanización y conformación.

Los efectos del silicio incluyen mejorar el moldeo, el soldado y la resistencia a la corrosión de la aleación y un aumento notable de la zona de fase β . Bajo un contenido determinado de zinc, el silicio es el elemento principal para ajustar la composición de la fase matriz. Si existe una relación de combinación adecuada entre el silicio, el zinc y el aluminio, el silicio favorece la formación de la fase γ en la aleación y además mejora la mecanización. Cuanto mayor es el contenido de silicio, mayor es la fase γ y mejor es la mecanización. Sin embargo, la plasticidad disminuye gradualmente y se incrementa la tendencia al agrietamiento en caliente. No es beneficioso para el moldeo, en especial para el moldeo a baja presión.

Si la mecanización está garantizada por el bismuto, el contenido de silicio está limitado a un intervalo del 0,1 ~ 0,5% en peso, preferentemente a un intervalo del 0,2 ~ 0,5% en peso. Si el contenido de bismuto se encuentra entre la mitad y el límite superior del intervalo especificado y el contenido de silicio se encuentra entre la mitad y el límite inferior del intervalo especificado, la fase matriz de la aleación consiste en fase α y cantidades menores de fase β .

Si el contenido de bismuto se encuentra entre la mitad y el límite inferior del intervalo especificado y el contenido de silicio se encuentra entre la mitad y el límite superior del intervalo especificado, la fase matriz de la aleación consiste en fase β y cantidades menores de fase α y fase γ .

- El fósforo es uno de los elementos principales de la aleación. Sus efectos incluyen la desoxidación, la mejora del moldeo y soldado de la aleación, la reducción de la pérdida por oxidación de elementos beneficiosos como el aluminio, el silicio, el estaño y el bismuto, y el refinado de los granos de latón. Si el contenido de fósforo en el latón supera el 0,05% en peso, se formará el compuesto intermetálico Cu_3P . Resulta beneficioso para mejorar la mecanización de la aleación, pero al mismo tiempo disminuye su plasticidad. Un Cu_3P excesivo resultante de un exceso de fósforo aumenta la tendencia al agrietamiento en caliente durante el moldeo a baja presión.
- Además, la tensión superficial del fósforo es de 70 dinas/cm y el fósforo tiene una mayor solubilidad sólida en cobre a alta temperatura. Por consiguiente, evidentemente disminuye la tensión superficial del cobre y mejora el efecto de esferización del bismuto. Es un "plastificante" del latón con contenido de bismuto.
- En presencia de fósforo, el estaño, el aluminio y zinc y el bismuto se distribuyen esféricamente en el grano y en el límite de los granos. Evidentemente disminuye su influencia no beneficiosa en lo que respecta a la plasticidad en frío y caliente y mejora el moldeo y el soldado. Además, como el bismuto se distribuye de forma esférica, uniforme y dispersa, resulta favorable para que éste ejerza su influencia beneficiosa en el mecanizado.
- El contenido de fósforo está limitado a un intervalo del 0,01 ~ 0,15% en peso. Si se utiliza para forjas o moldeos continuos horizontales, su contenido oscila entre la mitad y el límite superior del intervalo especificado. Si se utiliza para productos moldeados a baja presión (tales como los cuerpos de un grifo), su contenido oscila entre la mitad y el límite inferior del intervalo específico.
- El magnesio es un elemento que se añade selectivamente. Sus efectos principales consisten en una desoxidación adicional antes del moldeo continuo horizontal y en evitar que los productos moldeados se agrieten durante el moldeo a baja presión y la soldadura. Si el contenido en magnesio es superior al 0,1% en peso, el efecto de prevenir el agrietamiento de los productos moldeados sigue siendo obvio. Sin embargo, la tasa de elongación disminuye. Este efecto también se produce en el latón de silicio de fácil mecanización libre de plomo y con alto contenido de zinc. El magnesio también tiene el efecto de refinado del grano, con el resultado de que el grano de bismuto y de compuestos intermetálicos duros-quebradizos se distribuye de forma más dispersa y uniforme y resulta beneficioso para mejorar la mecanización, el moldeo y el soldado.
- Si el contenido de magnesio es mayor del 0,1% en peso, forma el compuesto intermetálico Cu_2Mg con cobre y también resulta beneficioso para mejorar la mecanización. Si se añade magnesio, su contenido está limitado preferentemente a un intervalo del 0,01 ~ 0,15% en peso.
- El efecto principal de la adición selectiva de boro y metales de tierras raras consiste en el refinado de grano. La solubilidad sólida del boro en cobre es muy pequeña, pero se reduce con la disminución de la temperatura. El boro precipitado también tiene el efecto de mejorar la mecanización. El boro también podría eliminar la deszincificación. Además de refinar el grano, los metales de tierras raras también pueden limpiar el límite de los granos y reducir los efectos no beneficiosos resultantes de las impurezas en el límite de los granos. El cerio y el bismuto pueden formar el compuesto intermetálico BiCe , cuyo punto de fusión alcanza 1525°C, de modo que el bismuto puede entrar en el límite de los granos en forma de dicho compuesto intermedio. Resulta favorable para eliminar la fragilidad provocada por el bismuto, pero al mismo tiempo se reduce la contribución del bismuto a la mecanización.
- El magnesio, el boro y las tierras raras se añaden en pequeñas cantidades, tal como se definen en la reivindicación 1.
- En la aleación de la invención, el Zr y el C sólo están presentes como impurezas inevitables. La aleación no necesita Zr ni C. Si hay presente Zr como una impureza inevitable, la cantidad de Zr es a lo sumo del 0,0007% en peso. Si hay presente C como una impureza inevitable, la cantidad de C será inferior al 0,0015% en peso. La aleación no necesita Ni.
- La aleación de la invención puede incluir plomo, hierro y antimonio como impurezas inevitables, pero su contenido debe estar limitado al intervalo de $\leq 0,1\%$ en peso, $\leq 0,1\%$ en peso y $\leq 0,03\%$ en peso, respectivamente. Si $\text{Pb} \geq 0,2\%$ en peso, el Pb liberado sobrepasará los límites indicados en las normas gubernamentales. Si $\text{Sb} \geq 0,05\%$ en peso, el Sb liberado sobrepasará los límites indicados en la norma. Por consiguiente, las aleaciones que incluyen estos contenidos tan altos no son utilizables para los componentes utilizados en sistemas de agua potable.
- Las trazas de antimonio pueden mejorar la resistencia a la corrosión por deszincificación como el estaño y el arsénico. En las aleaciones de cobre de moldeo comunes, el contenido de hierro permitido es superior al 0,2% en peso. La aleación de la invención incluye aluminio y silicio y el hierro formará compuestos intermetálicos duros-quebradizos de hierro-aluminio y siliciuro de hierro, que reducirán la plasticidad, la resistencia a la corrosión y la moldeabilidad. Además, si las partículas duras formadas por estos compuestos intermetálicos están situadas sobre la superficie de los productos, después del pulido y la galvanoplastia aparecerá un defecto de "puntos duros" caracterizado por un brillo irregular. Tales productos deben ser desechados.
- Algunas aleaciones que contienen pequeñas cantidades de estas impurezas son beneficiosas para la colocación utilizando latón de plomo, latón de antimonio, latón de fósforo, latón de magnesio y otros materiales de latón antiguos, con lo que se ahorran recursos y costes.

Una de las características de la selección de los elementos de aleación arriba indicados y del diseño de su composición consiste en hacer que el bismuto se distribuya de forma esférica, uniforme y dispersa en el grano y el límite de los granos, en lugar de distribuirse en forma de una película continua en el límite de los granos. En general se han de tener en cuenta los estrictos requisitos de las normas referentes a las propiedades de procesamiento (moldeado, soldadura, mecanización, chapado, etc.). También se ha de tener en cuenta el uso de criterios de rendimiento (corrosión por deszincificación, corrosión por tensión, corrosión por niebla salina, cantidad de liberación de metal en agua, fugas, dureza, resistencia, tasa de elongación, brillo uniforme en la superficie de galvanoplastia) y los costes.

La aleación de la invención y cualquier aleación de latón de bismuto antigua se pueden reciclar. Se puede utilizar latón de plomo, latón de antimonio, latón de fósforo, latón de magnesio y otros materiales de latón antiguos para ahorrar recursos y costes.

El método de producción es fácil y se pueden utilizar equipos de producción de latón de plomo actuales.

Para tener en cuenta todas las propiedades de procesamiento y el rendimiento de utilización, las muestras de contracción volumétrica han de asegurar que la superficie de las cavidades de contracción por concentración sea lisa, que no haya porosidad de profundidad, que la tasa de elongación en estado bruto de colada sea mayor del 6%, que la dureza HRB oscile entre 55 ~ 75 y que el ángulo de curvatura de las muestras en tiras sea mayor de 55°.

La aleación de la invención consiste en un nuevo latón con aluminio respetuoso con el medio ambiente, especialmente utilizable para el moldeado a baja presión, el moldeado por gravedad o la forja de productos que son sometidos a mecanización y soldadura, tales como los componentes para sistemas de abastecimiento de agua potable.

El método de producción de la aleación de la invención es el siguiente:

Proporción de los materiales - fusión en horno de inducción de frecuencia principal y protección mediante el agente de recubrimiento - colada a 1.000°C y vertido para formar lingotes - refusión - moldeado a baja presión (980 - 1.000°C) o moldeado continuo horizontal (990 - 1.030°C) - forja (650 ~ 710°C).

Ejemplos

La Tabla 1 muestra ejemplos de la composición de la aleación.

Tabla 1 Ejemplos de la composición de la aleación (% en peso)

Ejemplo	Cu	Al	Bi	Sn	Si	Mg	B	Re	P	Zn
1	60,13	0,52	0,48	0,275	0,12	---	0,0017	0,005	0,0653	Resto
2	58,72	0,38	0,41	0,165	0,23	0,09	0,0016	---	0,093	Resto
3	59,60	0,49	0,30	0,133	0,182	0,07	0,0017	---	0,0128	Resto
4	61,06	0,42	0,24	0,242	0,13	0,105	---	0,01	0,051	Resto
5	61,27	0,43	0,29	0,251	0,27	0,133	---	0,03	0,062	Resto
6	60,82	0,39	0,23	0,318	0,24	0,08	---	0,01	0,075	Resto
7	60,26	0,42	0,37	0,327	0,31	0,07	0,019	0,04	0,082	Resto

1. Moldeabilidad

La moldeabilidad de la aleación de la invención se mide en cuatro tipos de muestras de ensayo estándar comunes para aleaciones de moldeado.

Las muestras de ensayo de contracción volumétrica se utilizan para medir el estado de contracción. Si la superficie de la cavidad de contracción por concentración es lisa y no hay ninguna porosidad de profundidad por contracción, se mostrará con el símbolo "O". Éste indica que la aleación tiene buena fluidez, una gran capacidad de alimentación y una alta compactabilidad por moldeado. Si la superficie de la cavidad de contracción por concentración es lisa pero la altura de la porosidad por contracción visible tiene una profundidad menor de 3 mm, ello indica que la moldeabilidad es buena y se mostrará con el símbolo "□". Si la superficie de la cavidad de contracción por concentración no es lisa y la porosidad por contracción visible tiene una profundidad mayor de 5 mm, se mostrará con el símbolo "x". Éste indica que la aleación tiene mala fluidez, una baja capacidad de alimentación y mala compactabilidad por moldeado. Si se realiza el ensayo con agua se producirán fugas.

Las muestras en tiras se utilizan para medir la tasa de contracción lineal y el ángulo de curvatura de la aleación. Si el ángulo de curvatura es mayor de 55°, ello indica que es excelente. Si es menor de 40°, ello indica que la plasticidad de la aleación es demasiado baja y mala. Si es mayor de 100°, ello indica que la plasticidad de la aleación es buena y no resulta beneficiosa para la mecanización.

- 5 Las muestras circulares se utilizan para medir la resistencia al agrietamiento por contracción de la aleación. Si no se produce agrietamiento, se considera excelente y se mostrará con el símbolo "O". Si se produce agrietamiento, se considera mala y se mostrará con el símbolo "x".

Las muestras espirales se utilizan para medir la extensión de fluido fundido y evaluar la fluidez de la aleación.

- 10 Todas las muestras se vierten a mano y la temperatura de vertido es de 1.000°C. La Tabla 2 muestra los resultados de los ensayos.

Tabla 2 Moldeabilidad de los ejemplos y aleaciones comparativas

Ejemplos	1	2	3	4	5	6	7	C36000	CuZn40Pb1Al0,6
Contracción volumétrica	O	O	O	□	O	O	O	O	O
Tasa de contracción lineal %	1,5 ~ 1,9							1,9 ~ 2,1	1,7 ~ 1,9
Extensión de fluido(mm)	400 ~ 420				420 ~ 440			440	430
Espesor de pared de muestras circulares(mm)	2,5	O	O	O	O	O	O	O	O
	3,0	O	O	O	O	O	O	O	O
	3,5	O	O	O	O	O	O	O	O

2. Soldabilidad

- 15 Las piezas a soldar consisten en piezas moldeadas a baja presión y tuberías de latón de CuZn37 y se procesan mediante soldadura fuerte y calentamiento por llama a una temperatura de 350 ~ 400°C. Las normas de medición de la soldabilidad se refieren a la aparición de grietas y porosidad en el cordón de soldadura y en la zona afectada por el calor. Si no hay grietas ni porosidad, el material se considera apto; en caso contrario el material no es apto.

Se toman cincuenta (50) piezas del mismo tipo de cuerpo de grifo de cada aleación. La Tabla 3 muestra los resultados de ensayo.

- 20 **Tabla 3 Soldabilidad de los ejemplos y aleaciones comparativas**

Ejemplos	1	2	3	4	5	6	7	CuZn40Pb1Al0,6
Después de soldadura	Apto	Apto			Apto			Apto
Después de soldadura y pulido	Pequeña parte no apta	Apto			Apto			Apto
Después de soldadura, pulido y trat. con amoníaco	Apto	Apto			Apto			Pequeña parte no apta

3. Mecanización

- 25 Para medir la mecanización de los materiales se pueden utilizar diferentes métodos. El método común consiste en fijar los parámetros de proceso de mecanización, medir la resistencia a la mecanización, el consumo de energía o el momento de torsión del huso del motor de la máquina, etc., realizar una comparación con un latón de plomo de fácil mecanización tal como el C36000 y finalmente obtener la velocidad de mecanización relativa. Realmente, la buena o mala mecanización de los materiales está relacionada muy estrechamente con los parámetros del proceso de mecanización. En la producción real, la mecanización es "buena" o "mala" y se evalúa siempre mediante la forma y el tamaño de las virutas, el grado de lisura de la descarga de virutas y la velocidad de desgaste de las herramientas. Los
- 30 parámetros del proceso de mecanización se pueden ajustar en base a los diferentes materiales o diferentes estados del mismo material para lograr una operación de mecanización con éxito. La Tabla 4 muestra la influencia de los

- 5 parámetros del proceso de mecanización en la forma de las virutas. Se puede observar que la cantidad de alimentación tiene una gran influencia en la forma y el tamaño de las virutas, mientras que la velocidad lineal influye poco en la forma y el tamaño de las virutas. Si la alimentación es igual a 0,2 mm/rev y 0,3 mm/rev, la forma de las virutas de la aleación del ejemplo 1 consiste en una lámina delgada o placa delgada. Esto indica una buena mecanización, pero no mejor que la del latón de plomo que contiene un 1% en peso de Pb. La profundidad de mecanización es de 4 mm.

Tabla 4 Influencia de los parámetros de proceso de mecanización en la forma de las virutas

Velocidad de mecanización/ n·min ⁻¹	Aleación del ejemplo 1			CuZn40Pb1Al0,6		
	Alimentación/mm·r ⁻¹			Alimentación/mm·r ⁻¹		
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
40	Véase fig. 1A	Véase fig. 1B	Véase fig. 1C	Véase fig. 1D	Véase fig. 1E	Véase fig. 1F
60	Véase fig. 2A	Véase fig. 2B	Véase fig. 2C	Véase fig. 2D	Véase fig. 2E	Véase fig. 2F
80	Véase fig. 3A	Véase fig. 3B	Véase fig. 3C	Véase fig. 3D	Véase fig. 3E	Véase fig. 3F
100	Véase fig. 4A	Véase fig. 4B	Véase fig. 4C	Véase fig. 4D	Véase fig. 4E	Véase fig. 4F

4. Resistencia a la corrosión

Todas las muestras de ensayo se toman de piezas moldeadas a baja presión. La Tabla 5 muestra los resultados.

- 10 Los ensayos de corrosión por deszincificación se llevan a cabo de acuerdo con la norma GB10119-1988. Los ensayos de corrosión por tensión se llevan a cabo de acuerdo con la norma GS0481.1.013-2005. Los ensayos de corrosión por niebla salina se llevan a cabo de acuerdo con la norma ASTM B368-97. El Valor Q de la cantidad liberada se mide de acuerdo con la norma NSF/ANSI 61-2007.

Tabla 5 Resultados de los ensayos de corrosión de los ejemplos y una aleación comparativa

Ejemplos		1	2	3	4	5	6	7	CuZn40Pb1Al0,6
Profund. capa deszinc. (mm)	medio	0,24~0,32	0,27~0,38		0,25~0,33	0,24~0,31	0,23~0,28		0,30 ~ 0,35
	r máx	0,43~0,50	0,47~0,55		0,40~0,48	0,40~0,50	0,41~0,49		0,45 ~ 0,51
Corr. tensión		Aptos							Apto
Corr. salina		Aptos							Apto
Valor Q de cantidad liberada/μg/l		Zn<300, Bi<50,0, Pb<1,5, Sb<0,6, Tl<0,2, Cd<0,5, As<1,0, Hg<0,2, todos aptos							Todos aptos excepto Pb>5,0

15

5. Propiedades mecánicas

Las muestras para ensayos de tracción se procesan mediante moldeo a baja presión. Las muestras para ensayos de dureza se procesan mediante vertido a mano. La Tabla 6 muestra los resultados de ensayo.

Tabla 6 Propiedades mecánicas de los ejemplos y una aleación comparativa

Ejemplos	1	2	3	4	5	6	7	CuZn40Pb1Al0,6
Resistencia a la tracción (MPa)	378	365	380	430	410	442	445	370
Tasa de elongación(%)	7,5	9,5	11	16	14	16	17	10
Dureza HRB	69	62	61	57	72	70	70	55

20

REIVINDICACIONES

1. Aleación de latón de aluminio de fácil mecanización libre de plomo, que comprende: un 57,0 ~ 63,0% en peso de Cu, un 0,3 ~ 0,7% en peso de Al, un 0,1 ~ 0,5% en peso de Bi, un 0,2 ~ 0,4% en peso de Sn, un 0,1 ~ 0,5% en peso de Si, un 0,01 ~ 0,15% en peso de P, al menos dos elementos seleccionados de entre el grupo consistente en un 0,01 - 0,15% en peso de Mg, un 0,0016 - 0,0020% en peso de B, un 0,001-0,05% en peso de tierras raras y siendo el resto Zn e impurezas inevitables, entre las cuales: ~~Pb~~ 0,1% en peso, Fe ≤ 0,1% en peso, Sb ≤ 0,03% en peso, Zr a lo sumo un 0,0007% en peso y C menos del 0,0015% en peso.
5
2. Aleación de latón de aluminio de fácil mecanización libre de plomo según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende un 0,4 - 0,6 por ciento en peso de Al, un 0,2 - 0,5% en peso de Si y un 0,1 - 0,3% en peso de Bi.
10
3. Aleación de latón de aluminio de fácil mecanización libre de plomo según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque las impurezas comprenden ≤ 0,1% en peso de Pb, ≤ 0,1% en peso de Fe y ≤ 0,03% en peso de Sb.
4. Método de producción de moldeo a baja presión en el que se utiliza la aleación de latón de aluminio de fácil mecanización libre de plomo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la temperatura para el moldeo a baja presión es de 980-1.000°C.
15
5. Método de producción de moldeo continuo horizontal en el que se utiliza la aleación de latón de aluminio de fácil mecanización libre de plomo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la temperatura de forja de molde para el moldeo continuo horizontal es de 650-710°C.

20

FIG. 1A

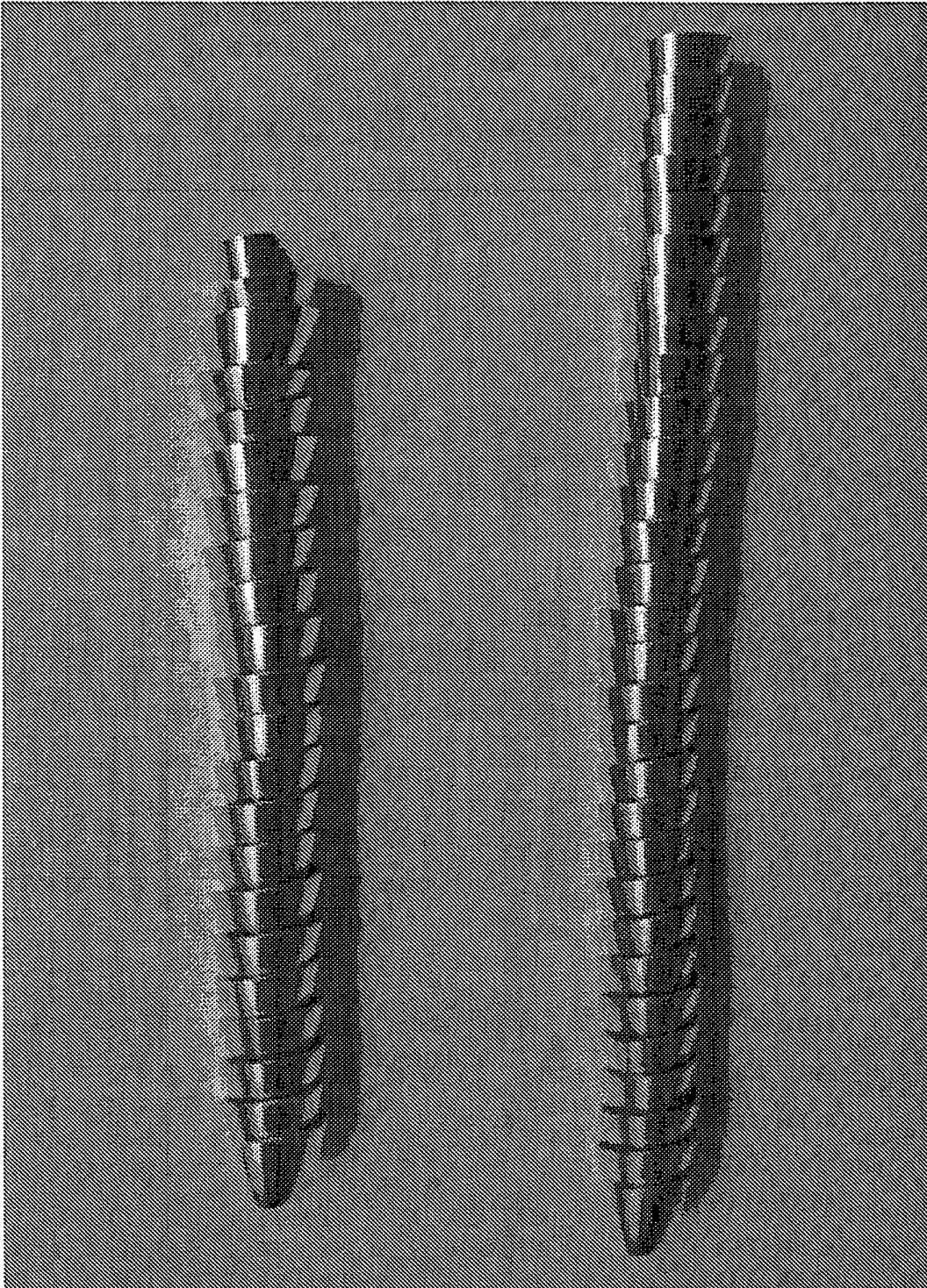


FIG. 1B

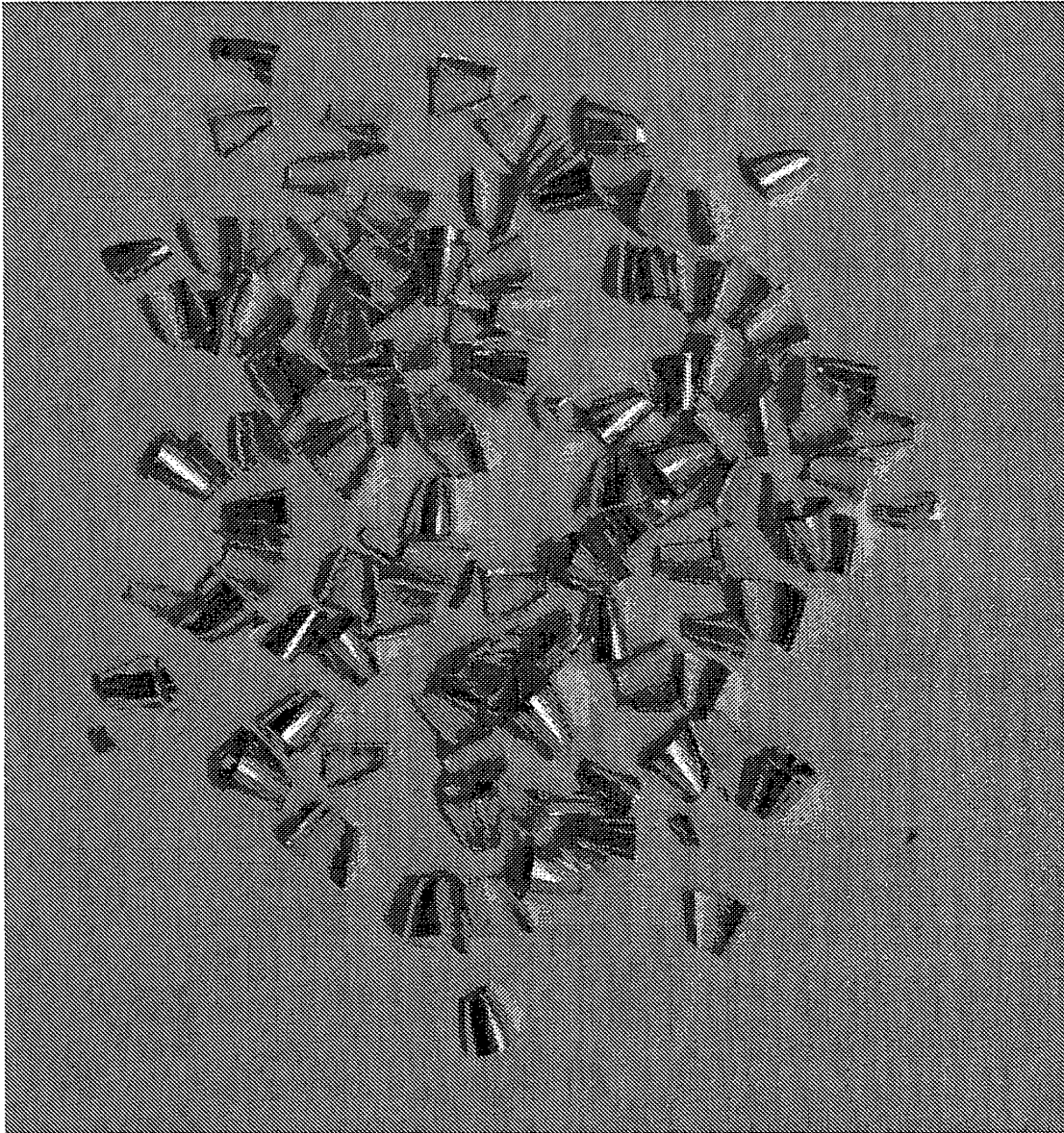


FIG. 1C

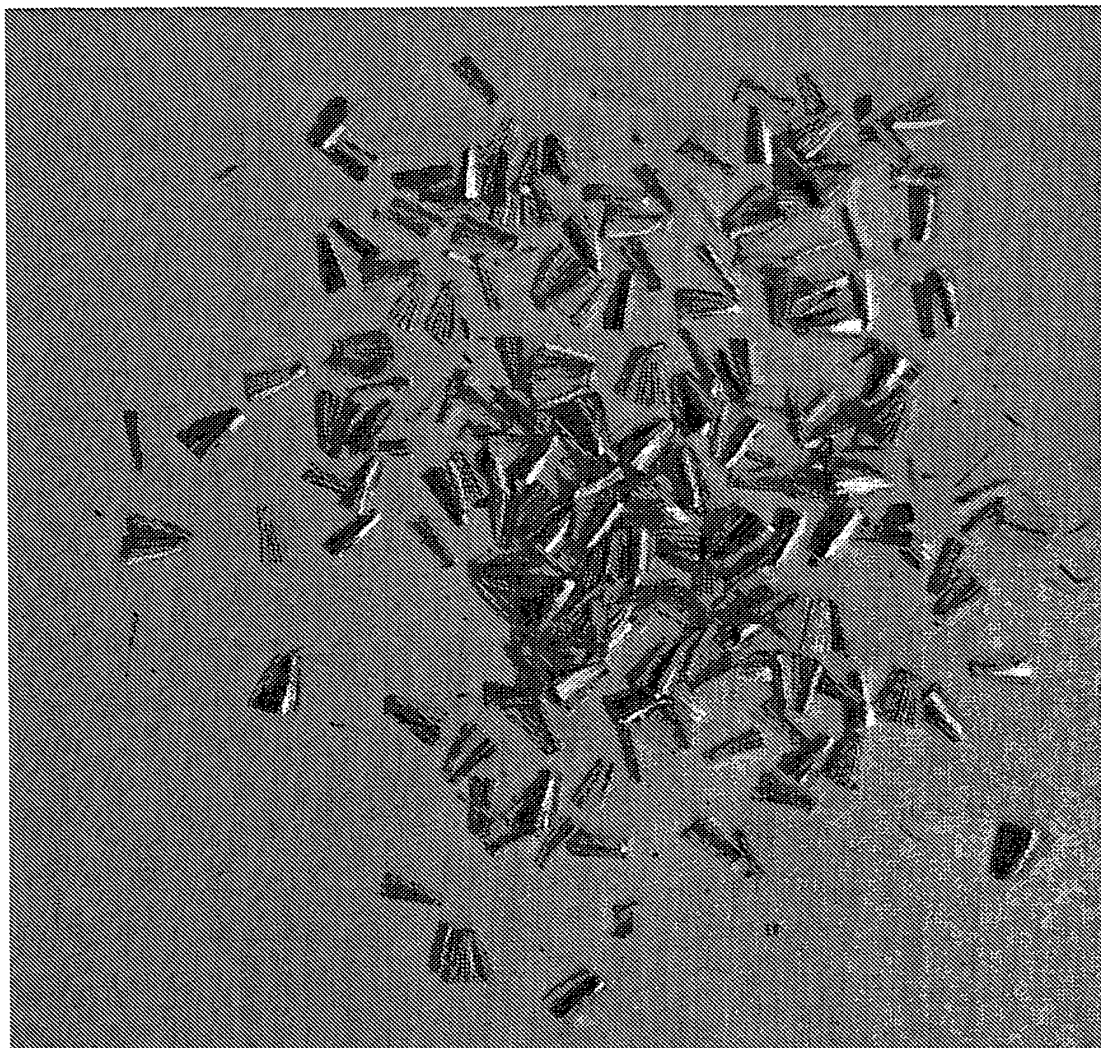


FIG. 1D

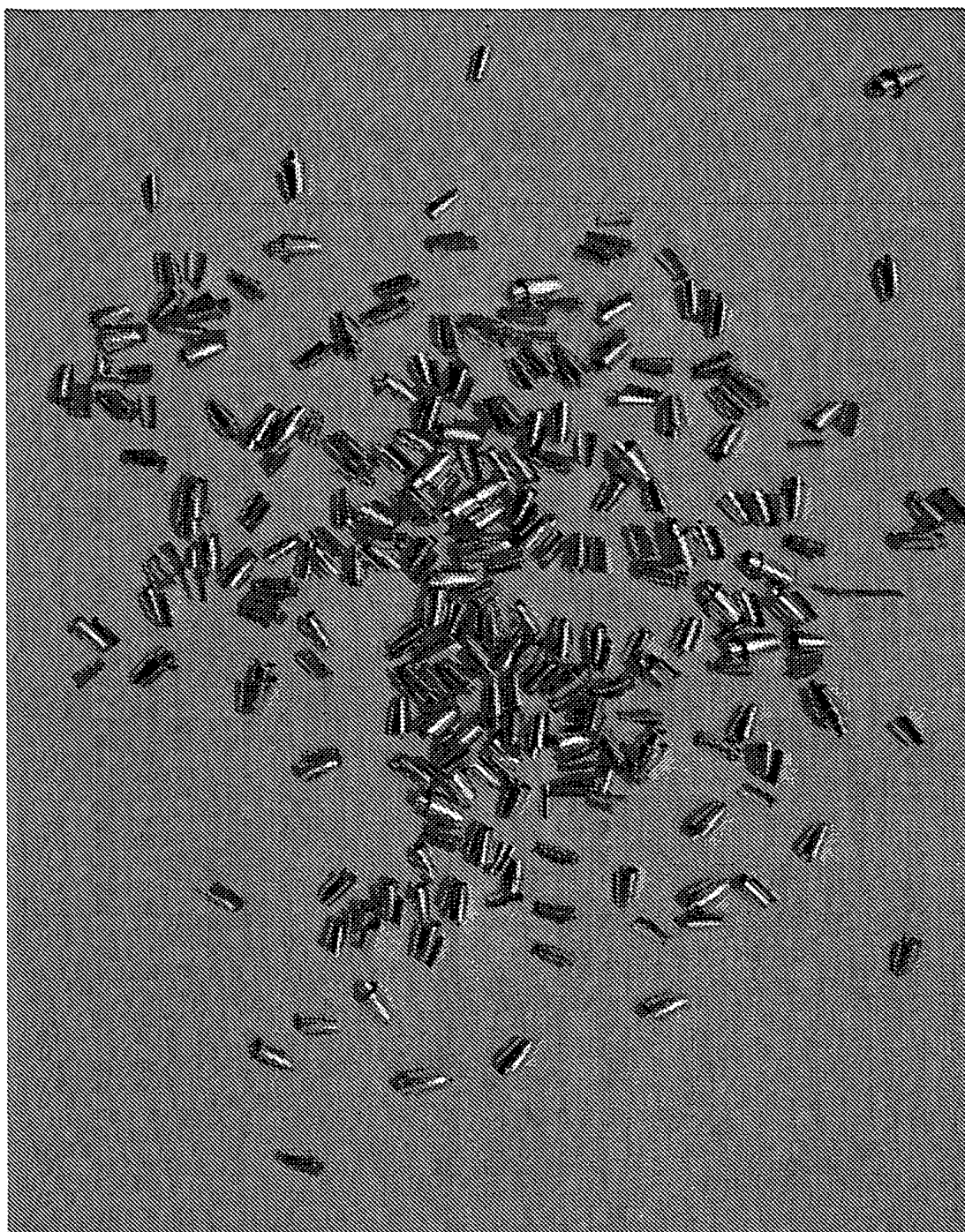


FIG. 1E



FIG. 1F

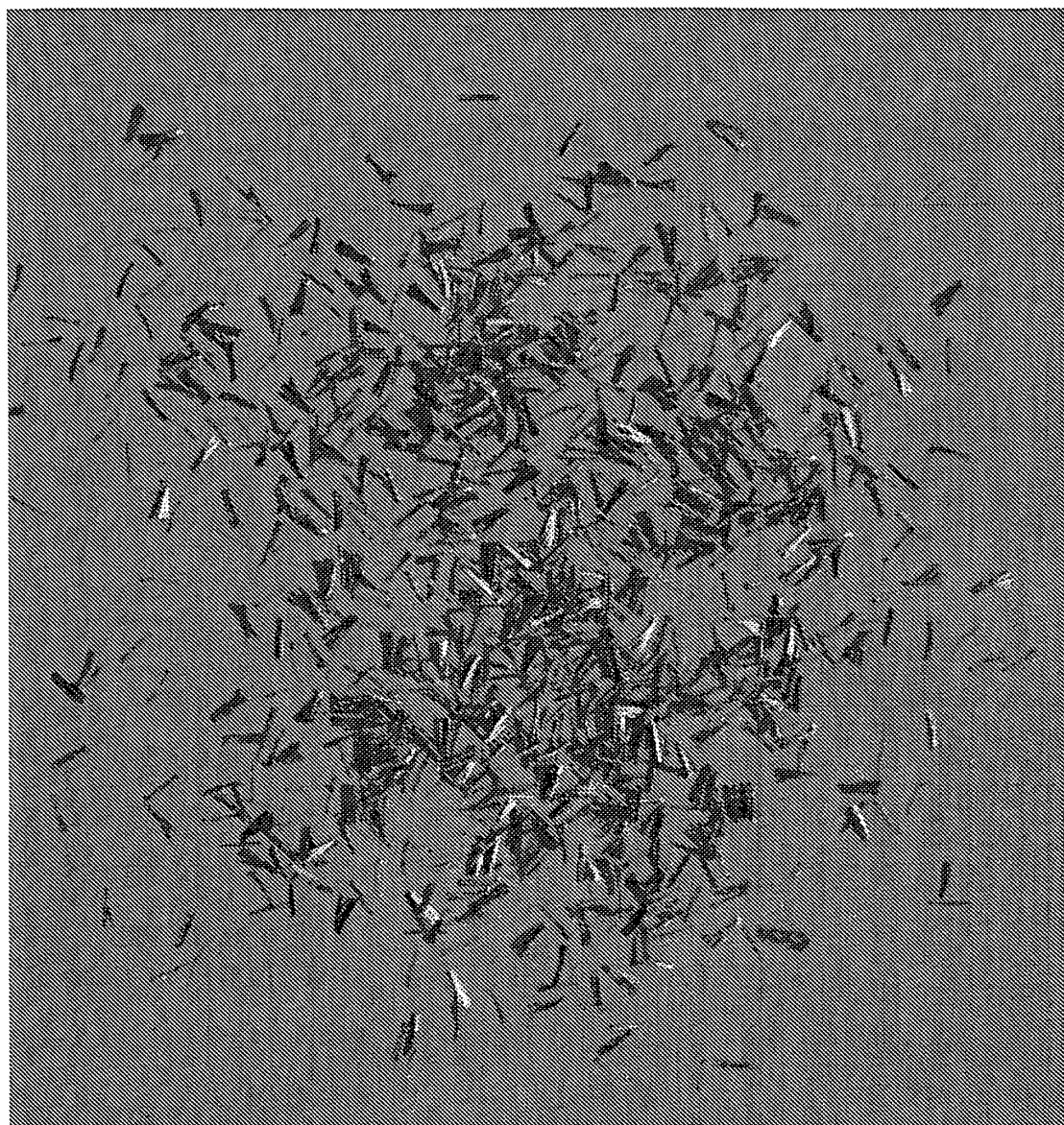


FIG. 2A

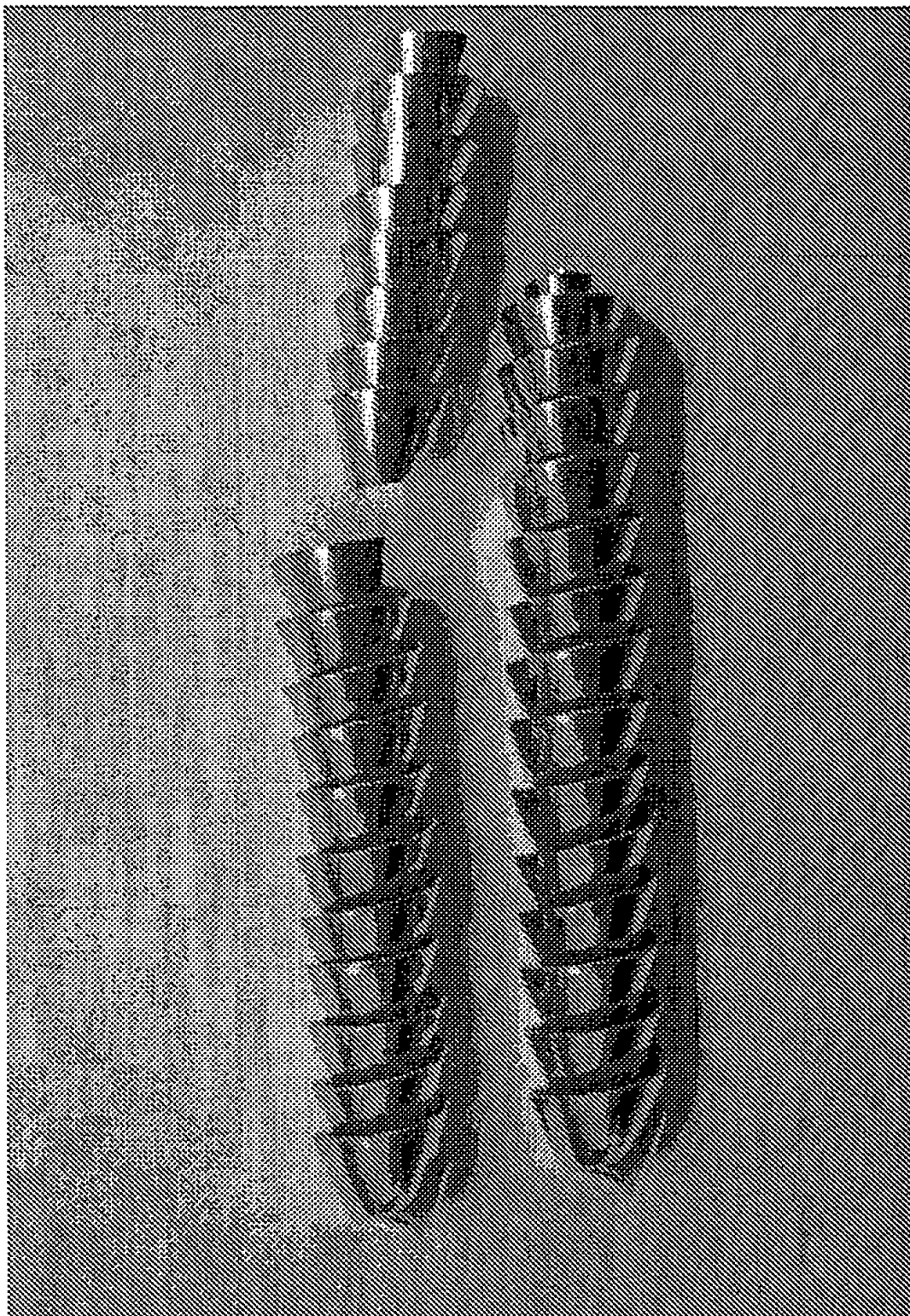


FIG. 2B

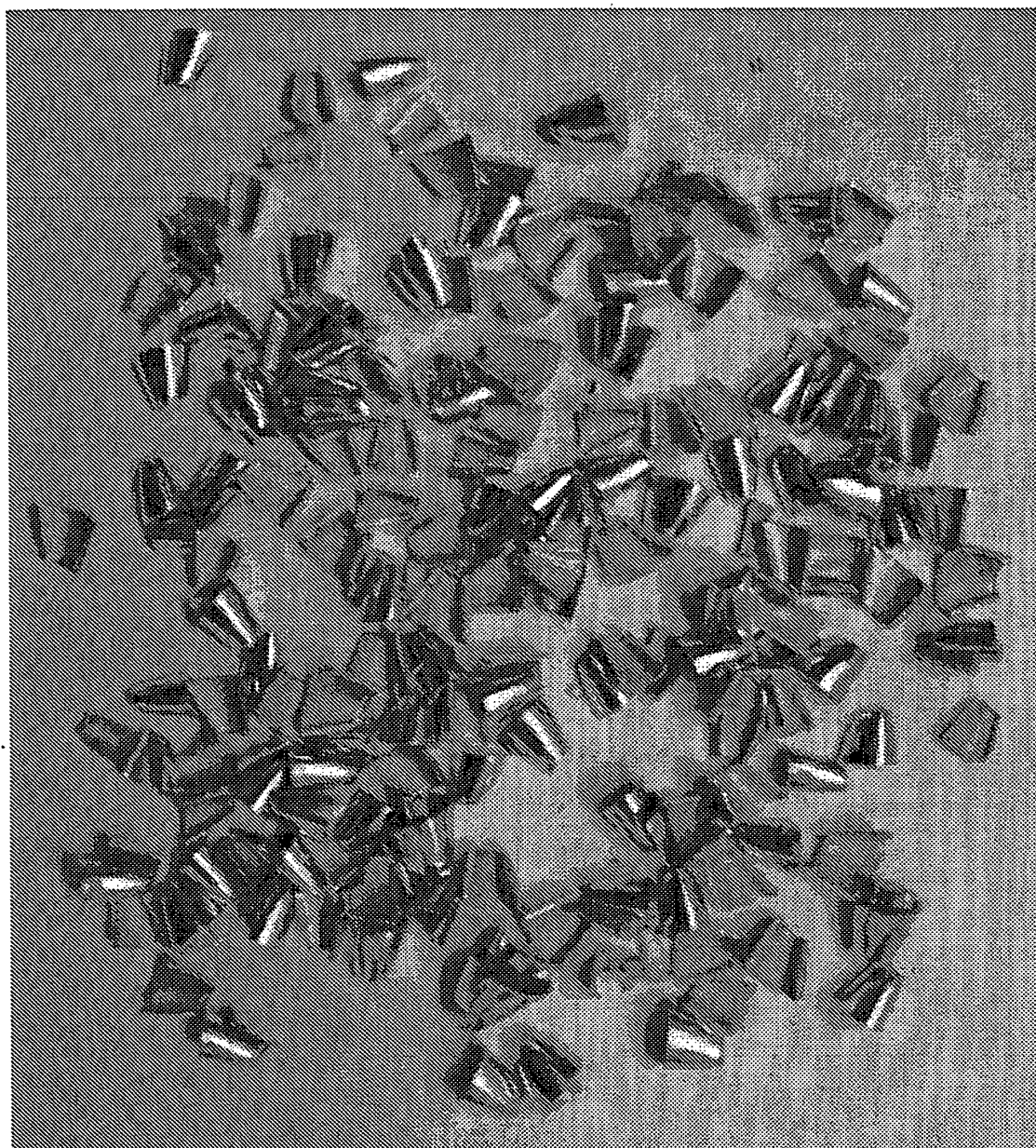


FIG. 2C



FIG. 2D



FIG. 2E

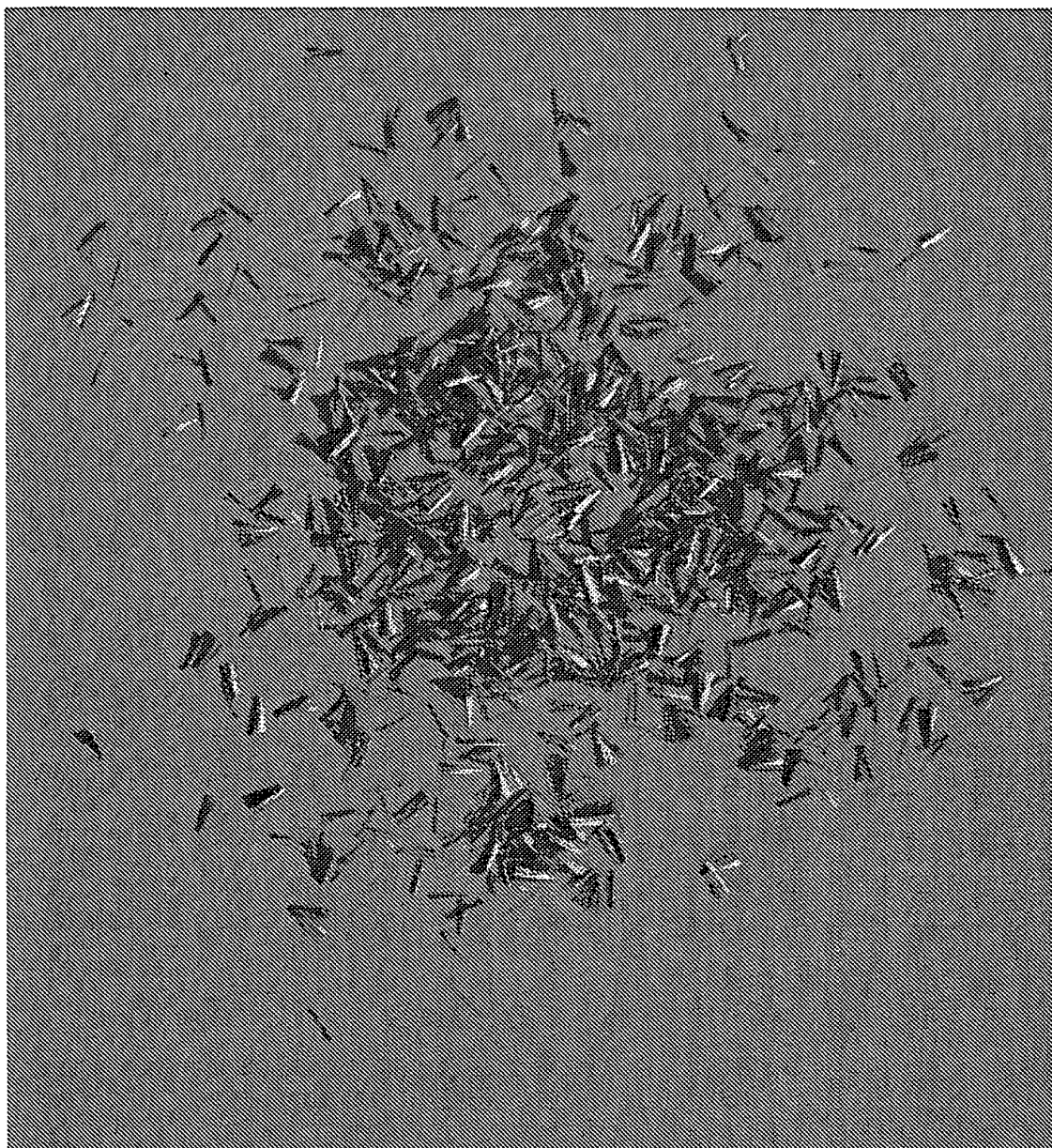


FIG. 2F

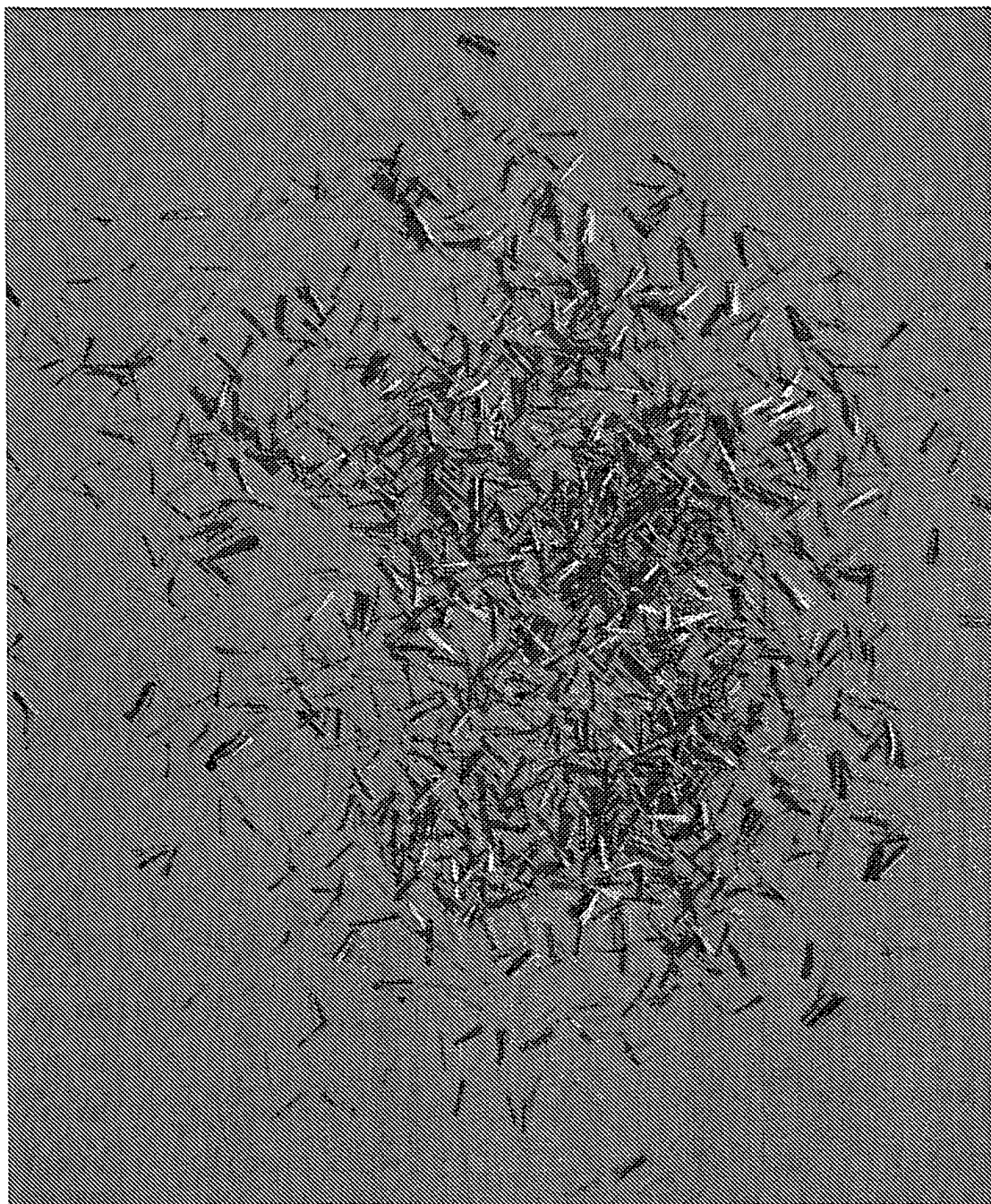


FIG. 3A

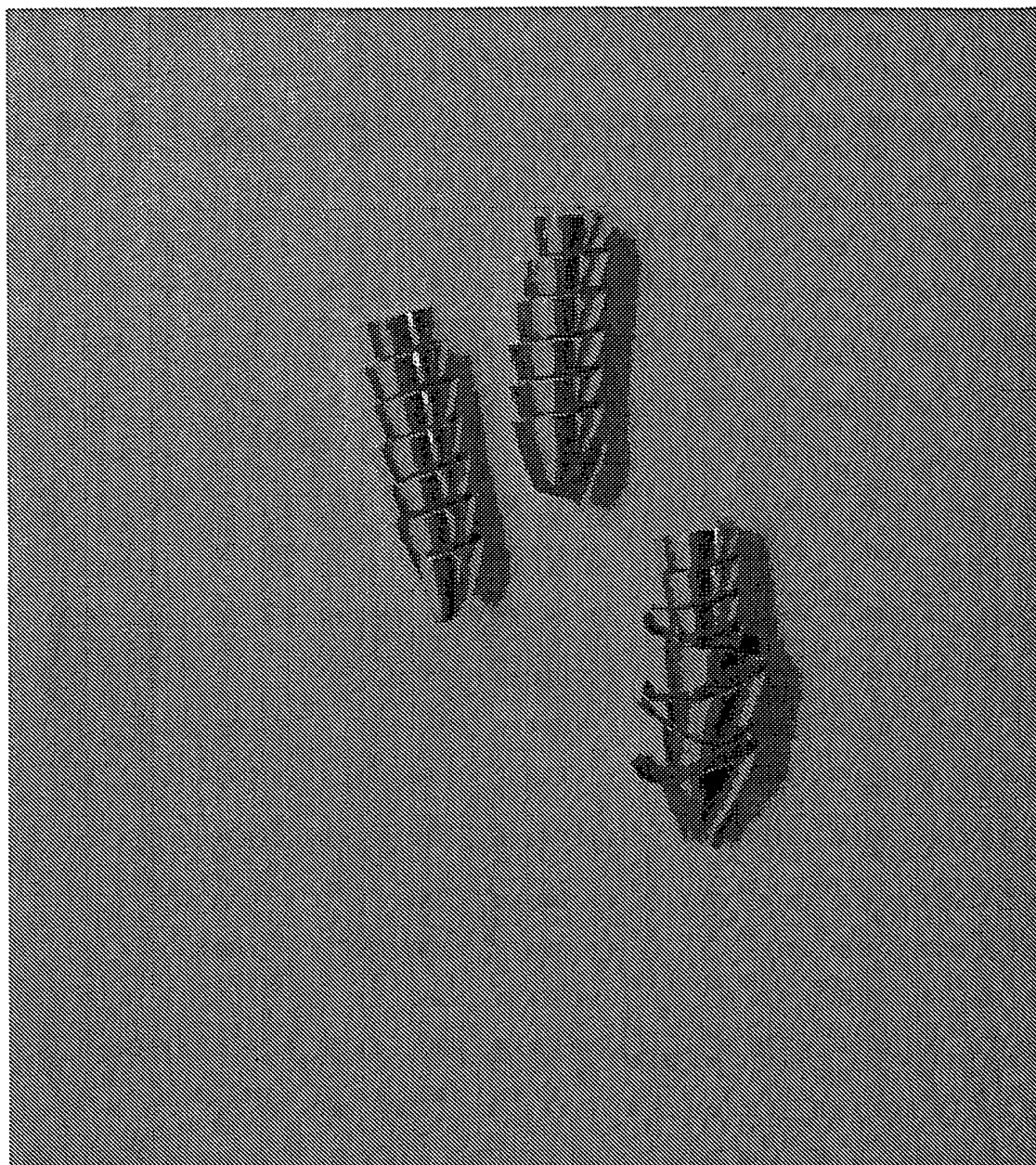


FIG. 3B

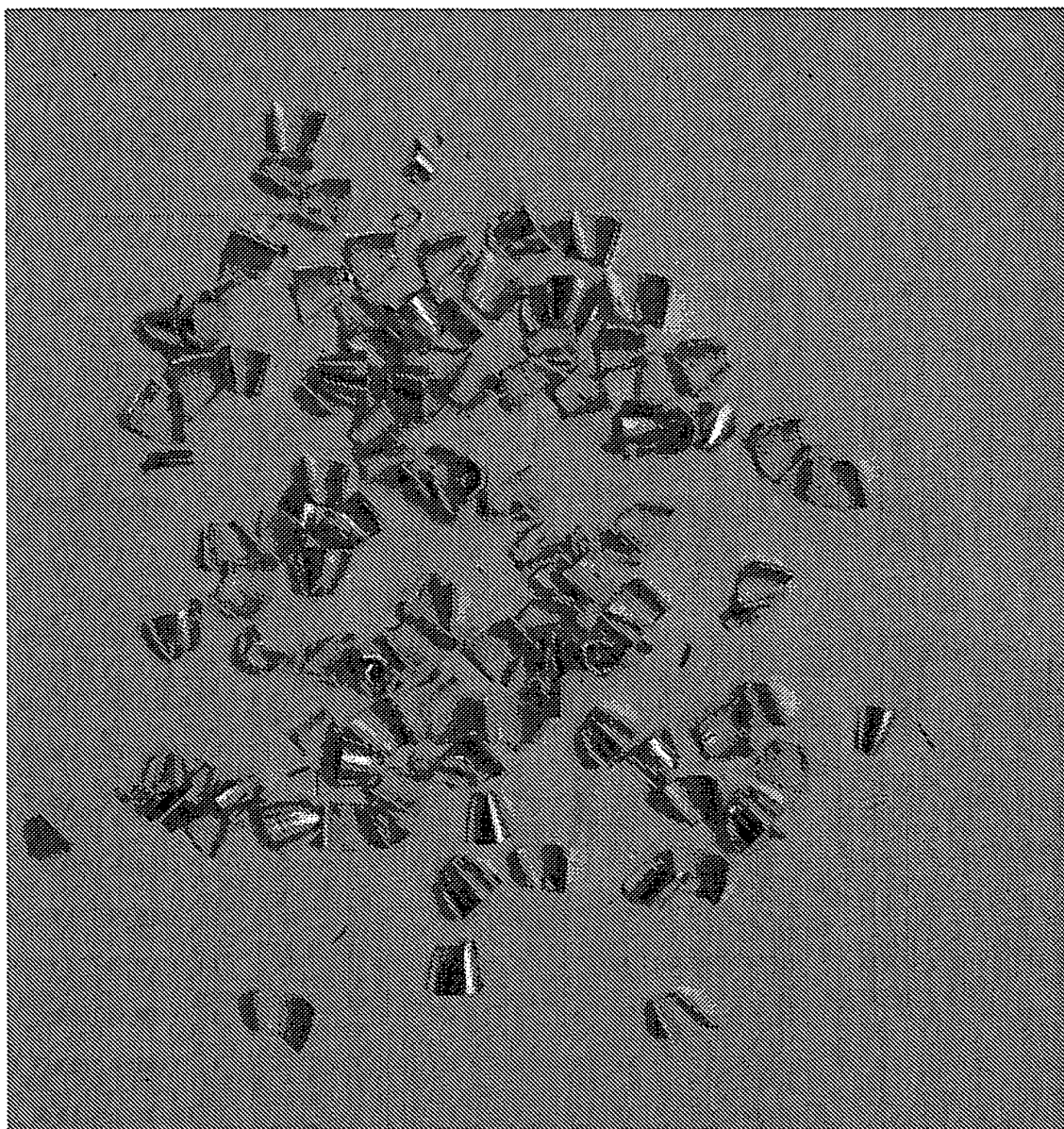


FIG. 3C

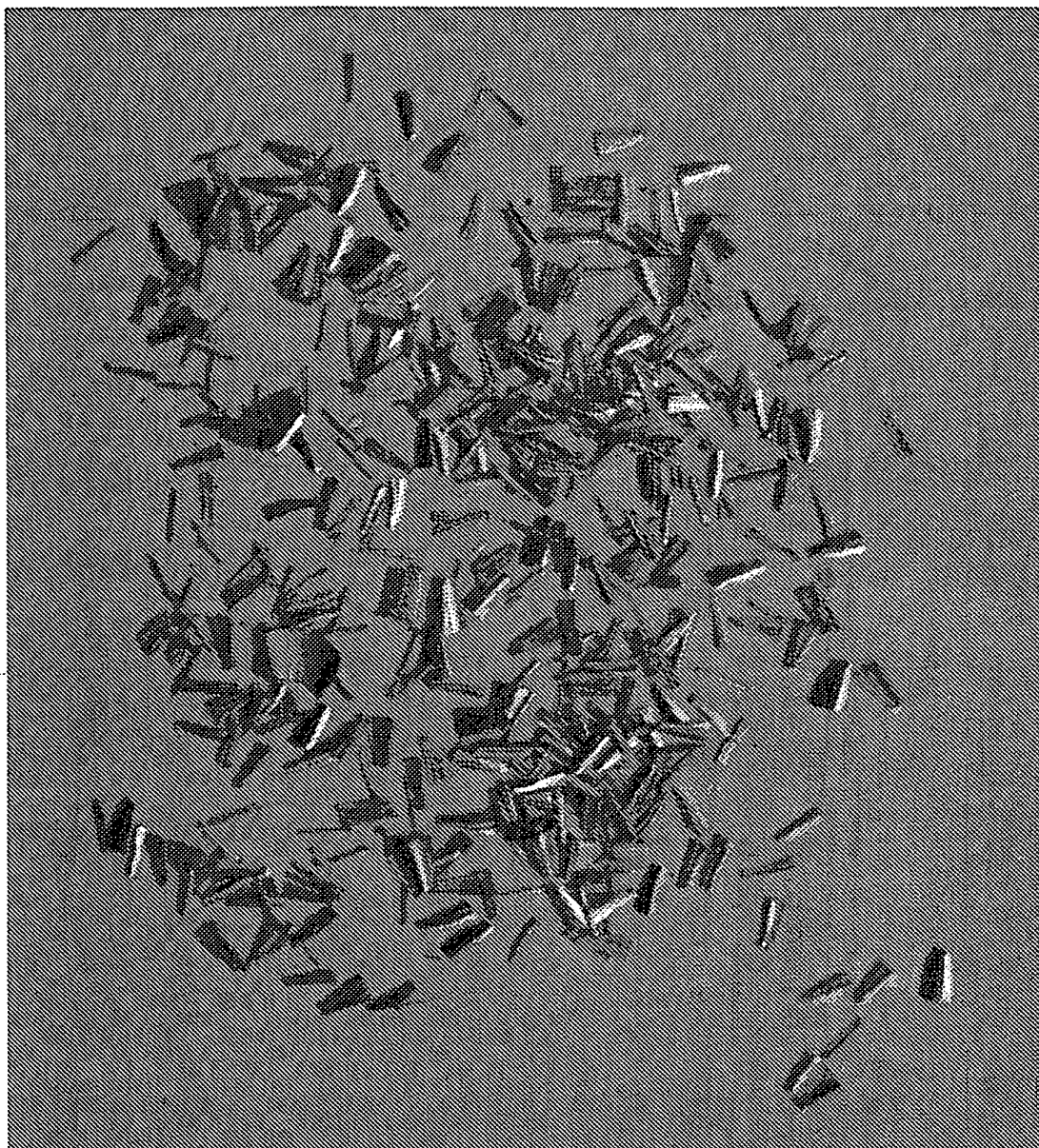


FIG. 3D



FIG. 3E

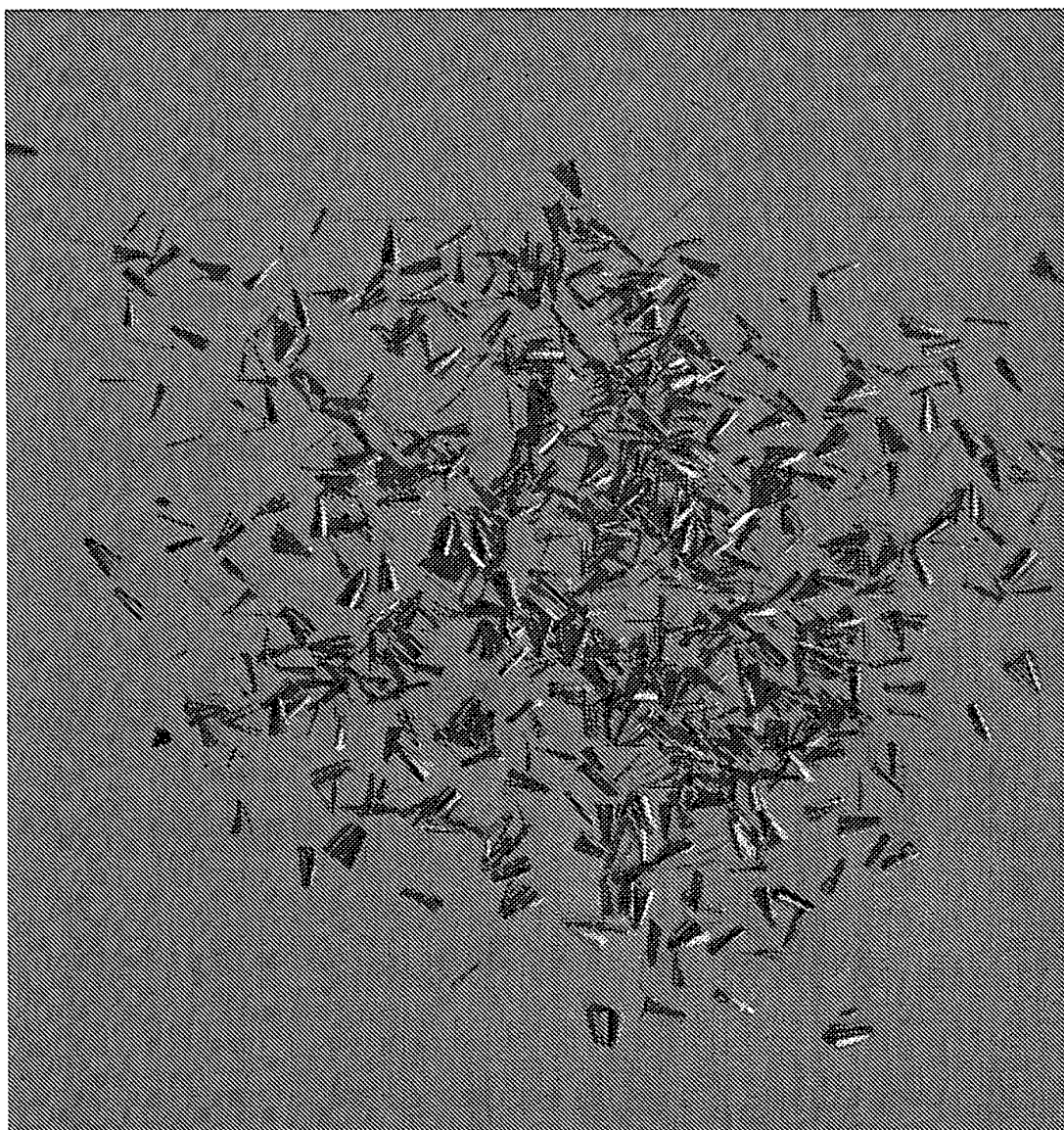


FIG. 3F



FIG. 4A

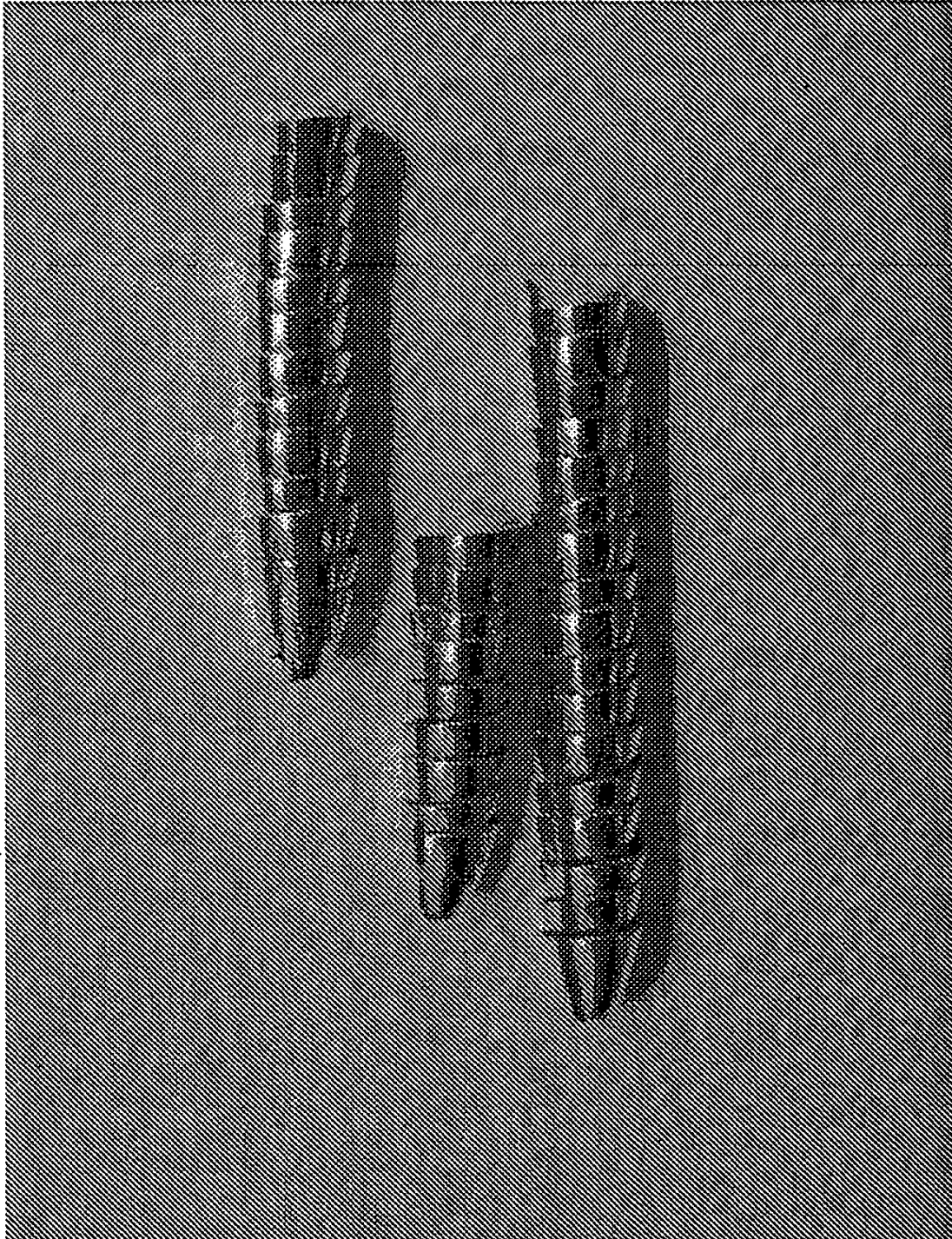


FIG. 4B

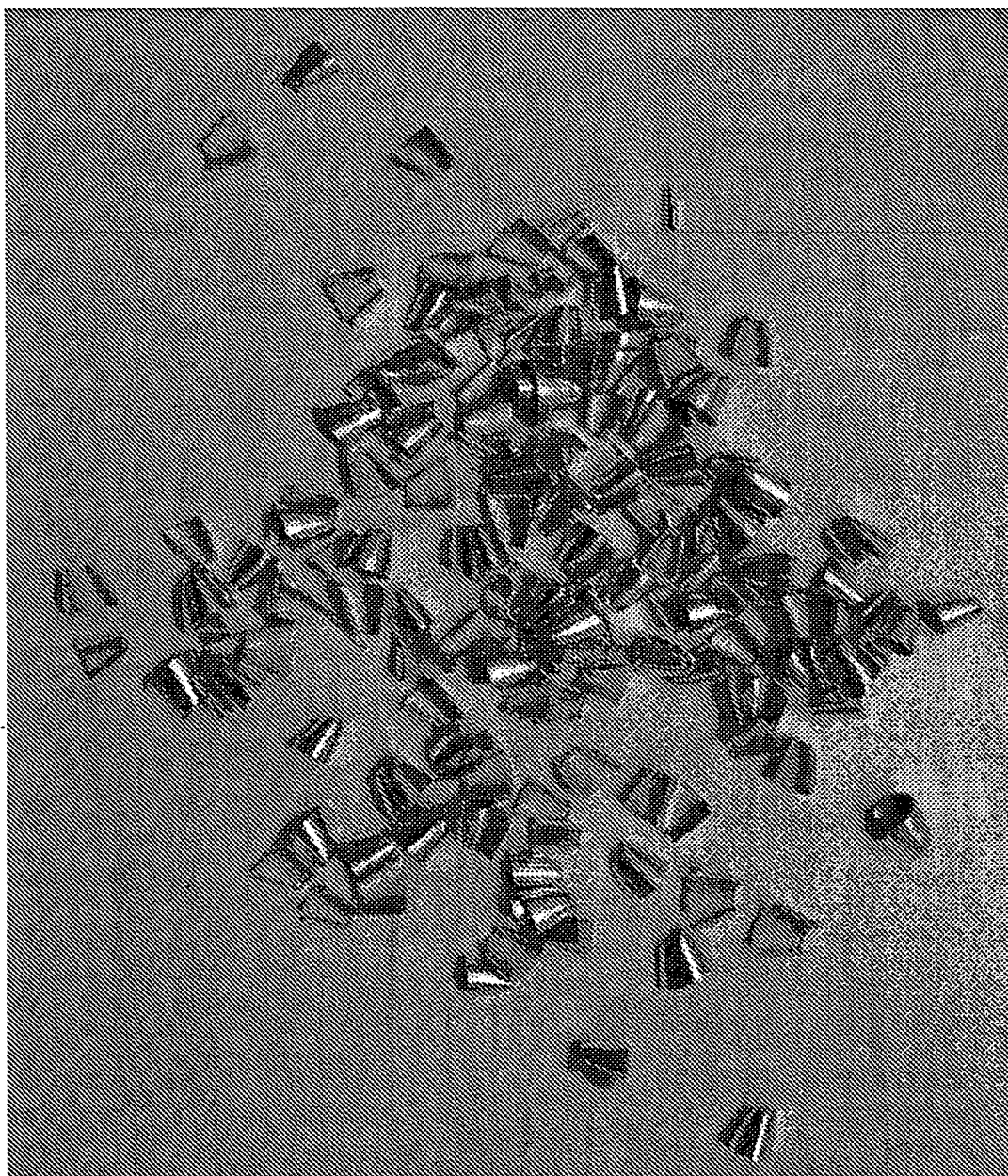


FIG. 4C

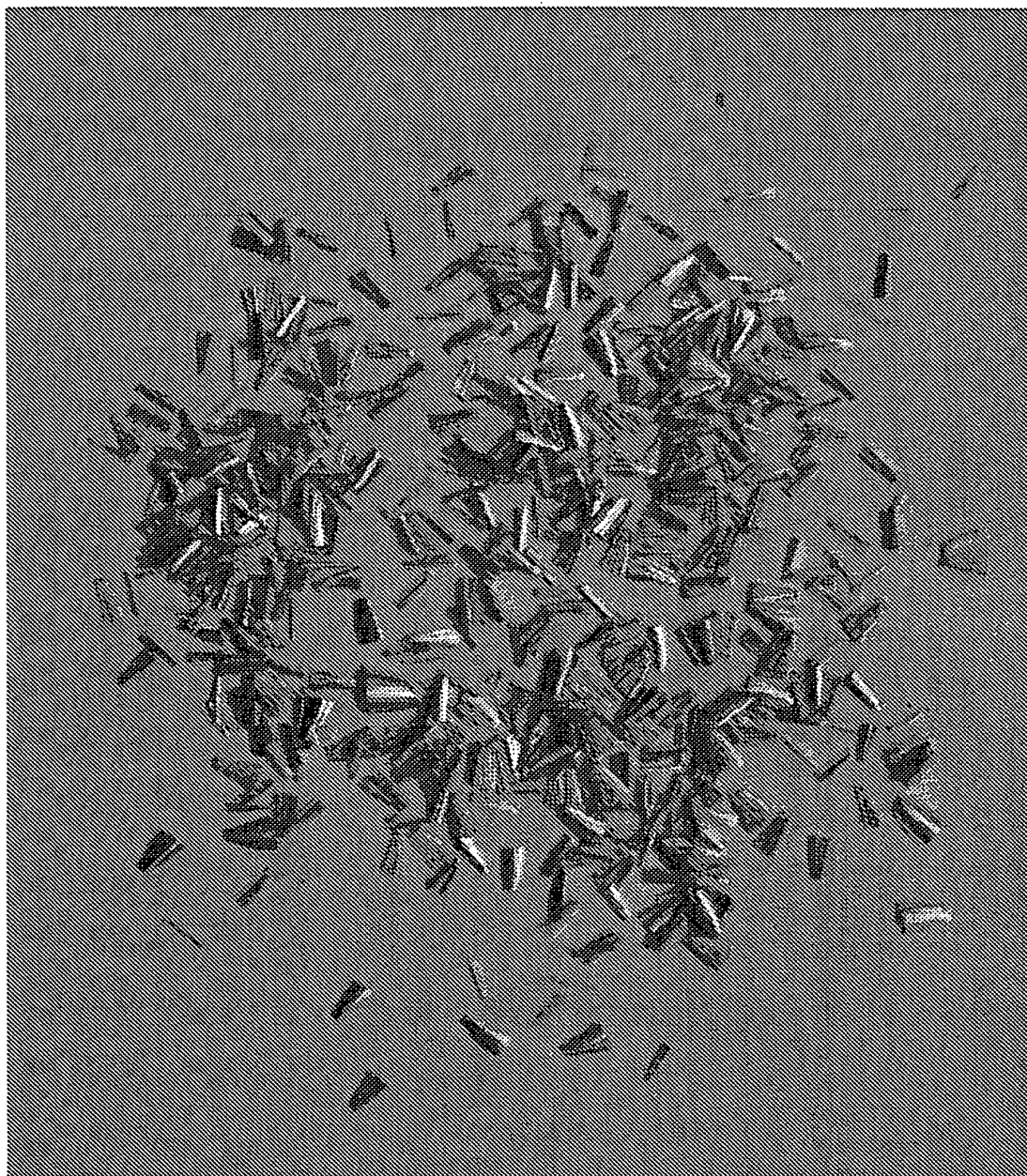


FIG. 4D

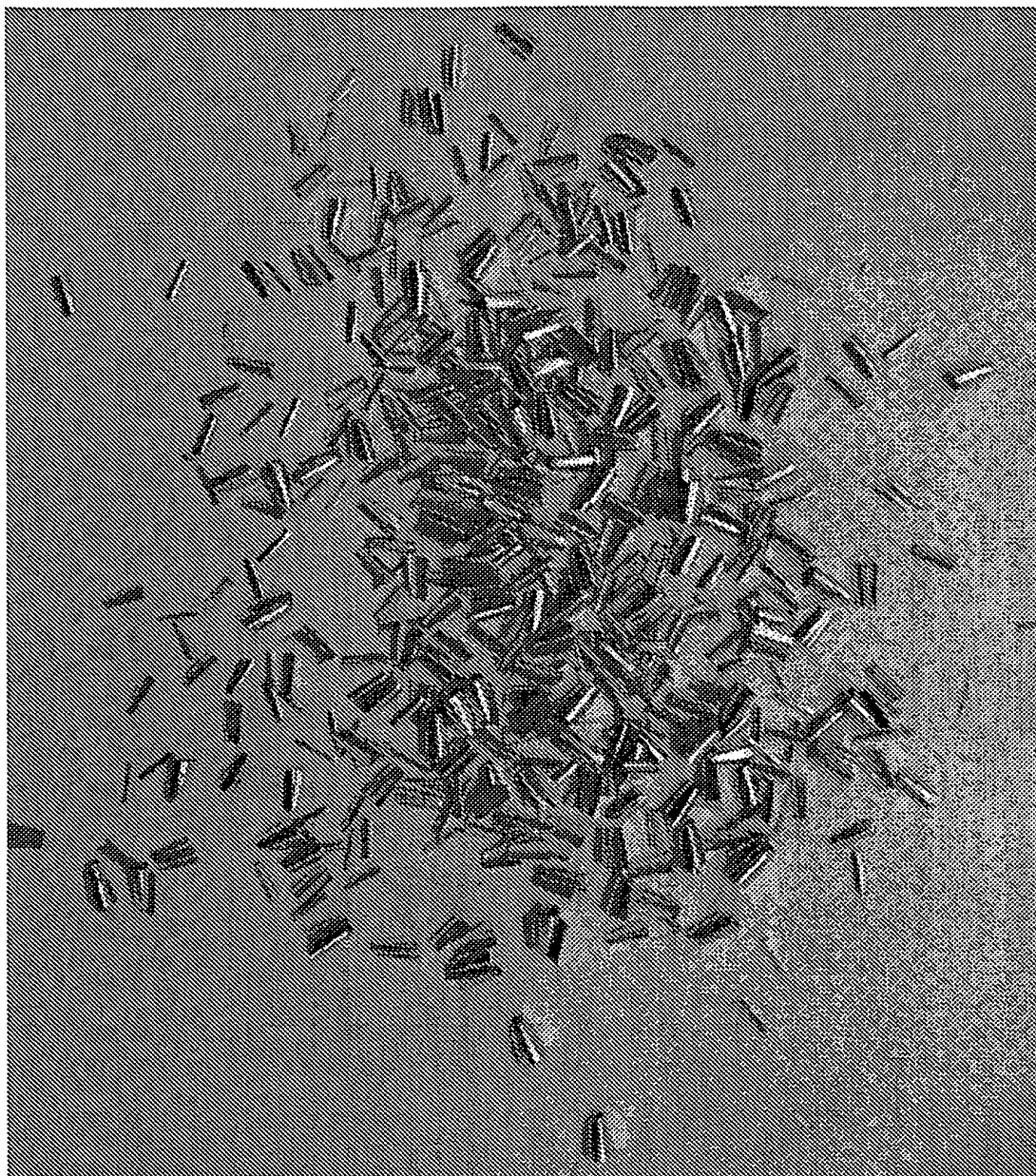


FIG. 4E

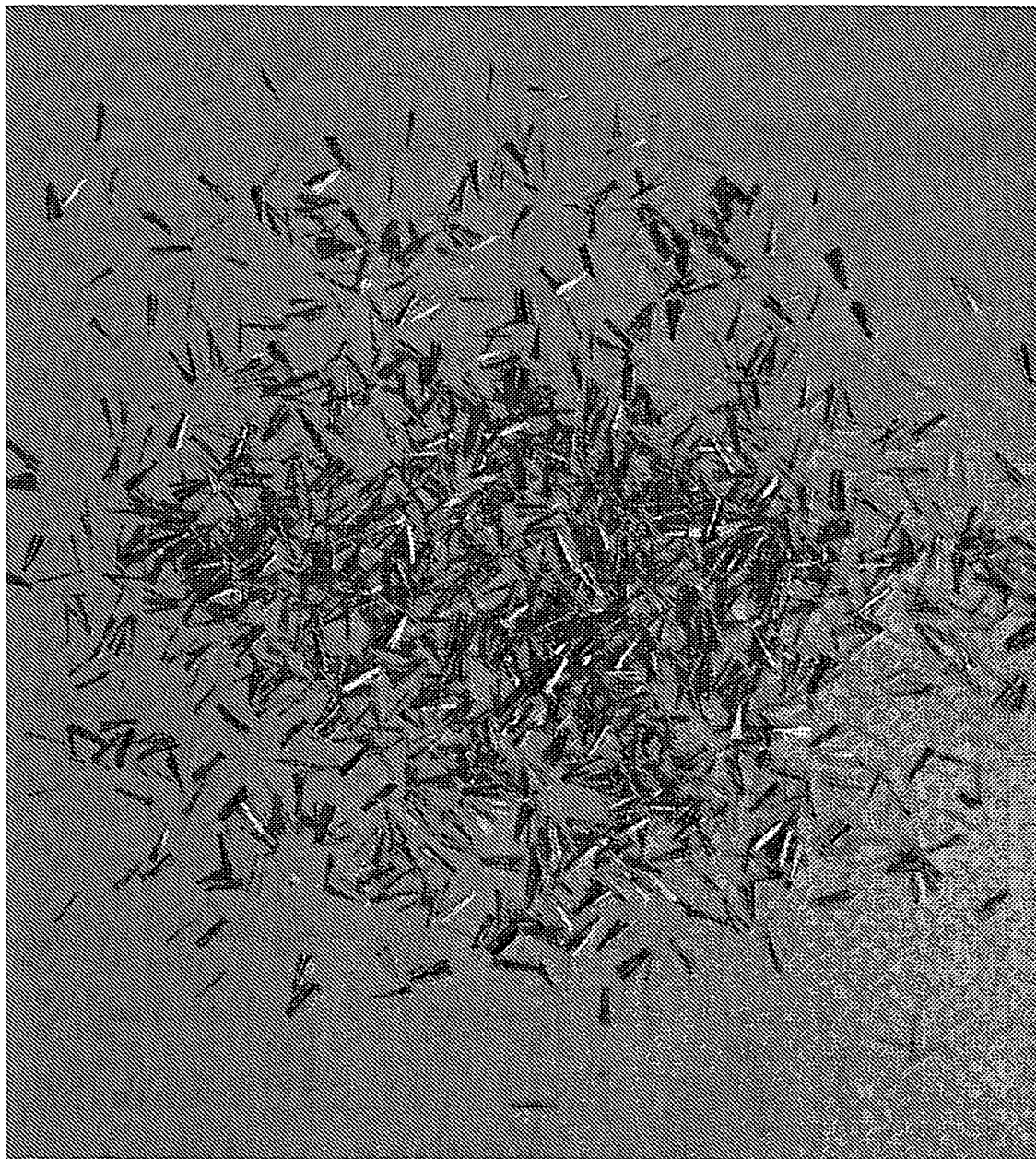


FIG. 4F

