

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 749**

51 Int. Cl.:

B01F 3/18 (2006.01)
B01F 9/08 (2006.01)
B01J 2/12 (2006.01)
B01F 9/00 (2006.01)
B01F 9/02 (2006.01)
C04B 35/626 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2011 PCT/IB2011/000619**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2011 WO11117717**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2011 E 11721093 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 2550242**

54 Título: **Método para preparar material en polvo cerámico a prensar**

30 Prioridad:

23.03.2010 IT MO20100081

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

30.08.2019

73 Titular/es:

**L.B. - OFFICINE MECCANICHE-S.P.A. (100.0%)
Via Pedemontana, 166
41042 Fiorano Modenese (MO), IT**

72 Inventor/es:

**BIGI, ERMES;
BATTAGLIOLI, LORENZO y
BIANCHINI, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

**INGENIAS CREACIONES, SIGNOS E
INVENCIONES, SLP**

ES 2 723 749 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

Método para preparar material en polvo cerámico a prensar.

La invención se refiere a un método para preparar material en polvo cerámico conformado mediante prensado.

5 De forma específica, la invención se refiere a un método para tratar material en polvo cerámico de manera que, a partir del prensado del material en polvo cerámico así tratado, se obtiene un producto cerámico semi acabado, tal como, por ejemplo, una baldosa cerámica no cocida.

10 En el contexto de la producción de baldosas cerámicas, el término “cerámica de gres porcelánico” identifica una mezcla de materias primas cerámicas, que incluyen arcillas, feldespato, caolín y arena seleccionados de una fórmula, que se preparan para su conformación y para su prensado y cocción posterior a efectos de constituir el cuerpo de una baldosa de cerámica que tiene una porosidad muy reducida, un contenido de óxido ferroso muy reducido, una alta resistencia a la congelación, una alta resistencia a ataque de ácidos y a ataque de álcalis y una gran resistencia mecánica, en comparación con baldosas cerámicas obtenidas a partir de otras mezclas de materias primas cerámicas.

15 En general, a efectos de producir baldosas cerámicas, es necesario preparar materias primas cerámicas para obtener un polvo cerámico que es adecuado para su prensado, compactar a continuación el polvo cerámico mediante prensado para obtener una baldosa cerámica no cocida y, posteriormente, tratar térmicamente la baldosa cerámica no cocida para consolidar el polvo cerámico compactado mediante cocción.

La preparación de las materias primas cerámicas significa que estas últimas se muelen y mezclan.

20 A efectos de producir baldosas de cerámica de gres porcelánico, es decir, baldosas cerámicas de alta calidad, es necesario moler las materias primas cerámicas seleccionadas para obtener un polvo fino que consiste en partículas sólidas que tienen una gran superficie específica y, por lo tanto, una elevada reactividad durante la cocción, permitiendo por lo tanto conseguir un alto grado de vitrificación de los polvos, y mezclar cuidadosamente las materias primas cerámicas, de modo que el polvo a prensar sea lo más homogéneo posible, permitiendo esto conseguir una baldosa cerámica uniforme después de la cocción.

25 El molido y la mezcla de materias primas cerámicas de cerámica de gres porcelánico se produce normalmente según un procedimiento en húmedo, lo que permite el molido de las materias primas cerámicas conjuntamente con una elevada cantidad de agua en un molino dotado de cuerpos de molido. Después del molido, se obtiene una suspensión de agua de partículas sólidas, denominada lodo, que posteriormente se pulveriza y seca en un dispositivo atomizador para obtener un polvo atomizado que es adecuado para su prensado. De forma específica, el polvo atomizado tiene una forma granular, que permite que el polvo atomizado sea bastante fluido y adecuado para alimentar aparatos de prensado, y tiene un porcentaje de humedad que es suficiente para permitir compactar mediante prensado los gránulos de polvo atomizado, estando comprendida por ejemplo dicha humedad en el intervalo entre el 4,5% y el 5,5%.

35 El proceso en húmedo se lleva a cabo a través de plantas bastante complejas que implican elevados costes de instalación y funcionamiento.

40 Además, el proceso en húmedo implica un gran consumo de recursos hídricos, debido a la gran cantidad de agua utilizada en el molido, y de recursos energéticos, que son necesarios durante la atomización para evaporar el exceso de agua y obtener gránulos de polvo atomizado adecuado para su conformación mediante prensado.

La preocupación creciente por la protección del entorno y por la reducción del consumo de energía ha conducido a los fabricantes de baldosas cerámicas y a los fabricantes de plantas para baldosas cerámicas a buscar un proceso alternativo al proceso en húmedo para tratar y preparar materias primas cerámicas.

45 En este contexto, se ha probado un proceso de preparación en seco de las materias primas cerámicas, ya conocido para mezclas rojas monoporosas y de doble cocción en cerámica de gres porcelánico.

50 Este proceso de preparación comprende un molido en seco, es decir, sin una adición sustancial de agua, de las materias primas cerámicas en un aparato de molido, por ejemplo, en un molino pendular o en un molino de martillo, y sin el humedecimiento del polvo cerámico obtenido a partir del molido en seco en un humidificador hasta un valor de humedecimiento que es suficiente para permitir la compactación del polvo cerámico. Por ejemplo, el polvo cerámico que abandona el humidificador puede tener un contenido de humedad del orden del 6%-7,5%.

Un inconveniente de este proceso en seco al ser aplicado en cerámica de gres porcelánico consiste en que las materias primas cerámicas de cerámica de gres porcelánico deben permanecer largos periodos de tiempo en el interior del molino de péndulo o del molino de martillo para su reducción a un polvo cerámico con un

refinamiento que es comparable con lo que es posible obtener con un proceso en húmedo, siendo necesario este refinamiento para obtener un alto grado de vitrificación del polvo cerámico, con un aumento significativo en la resistencia mecánica y en la impermeabilidad de la baldosa cocida.

5 Esto implica un largo periodo de tiempo para completar la preparación del polvo cerámico y un gran desgaste de los aparatos de molido.

Otro inconveniente consiste en que el polvo de cerámica humedecido, es decir, el polvo cerámico que abandona el humidificador, que es muy fino y está húmedo, es sustancialmente incapaz de fluir. El movimiento por gravedad del polvo cerámico humedecido es muy difícil, con el riesgo de que ni siquiera sea posible extraer este polvo cerámico de recipientes de almacenamiento, tales como, por ejemplo, silos o tolvas.

Como consecuencia de la insuficiente o incluso inexistente fluidez del polvo cerámico humedecido fino, no es posible asegurar una alimentación constante y homogénea de un aparato de prensado para conformar baldosas cerámicas.

15 Otro inconveniente consiste en que, una vez una cavidad de conformación se ha llenado con el polvo cerámico humedecido fino, es bastante difícil retirar de manera eficaz el aire presente entre las partículas sólidas del polvo cerámico fino durante el prensado. Aunque se lleva a cabo una etapa de purga de aire durante el prensado, necesaria para cualquier tipo de polvo cerámico independientemente de su preparación, en la que el aparato de prensado deja de ejercer presión en el polvo cerámico humedecido fino durante un intervalo predeterminado de tiempo para permitir la salida del aire de la cavidad de conformación, el aire permanece atrapado entre las partículas sólidas, teniendo estas últimas una capacidad de fluir muy pequeña entre sí. El aire atrapado entre las partículas sólidas es comprimido durante el prensado, y cuando el prensado finaliza, se expande, provocando la separación de partes de materiales cerámicos prensados del cuerpo de la baldosa cerámica no cocida. Esta última, que carece de una parte de la misma, es defectuosa y, por lo tanto, debe ser desechada.

25 Finalmente, debido a que la cerámica de gres porcelánico se contrae en gran medida durante la cocción, si la cavidad de conformación no se carga de manera homogénea con el polvo cerámico humedecido fino, la baldosa obtenida mediante prensado tendrá unas dimensiones irregulares y una deformación geométrica después del prensado debidas a la diferente contracción en diversas zonas de la baldosa cerámica no cocida. La baldosa cerámica así obtenida deberá ser desechada por ser defectuosa.

30 Para intentar superar los inconvenientes indicados anteriormente, se ha concebido un método de preparación en seco que difiere del proceso en seco descrito anteriormente por el hecho de que, durante el humedecimiento, el polvo cerámico obtenido a partir de un molido en seco es granulado.

35 La granulación se produce suministrando una cantidad de agua nebulizada sustancialmente más grande que la cantidad suministrada durante el humedecimiento simple del polvo cerámico y mezclando el polvo cerámico fino en una mezcladora con un eje sustancialmente horizontal. Por ejemplo, la humedad del polvo cerámico fino puede aumentar al 13%-16% durante la granulación. De esta manera, el agua que rodea una partícula sólida del polvo cerámico fino actúa como un aglutinante para otras partículas sólidas con las que la partícula sólida fina contacta durante la mezcla y permite la formación de un núcleo de grano, aumentando su dimensión en el interior de la mezcladora aglomerando otras partículas sólidas con las que contacta.

40 El grano del polvo granulado obtenido a partir de la granulación tiene una forma redondeada similar a la del gránulo del polvo atomizado.

45 Después de la granulación, se usa una etapa de secado, por ejemplo, en una secadora de lecho fluido, para hacer que la humedad del polvo granulado tenga un valor de humedad que es adecuado para la etapa de prensado, por ejemplo, comprendido entre el 5,5% y el 6,5%. De hecho, una humedad excesiva del polvo a pensar hace que el polvo se adhiera a las paredes de la cavidad de conformación, ensuciando por lo tanto la cavidad de conformación y comprometiendo una carga posterior o incluso haciendo que la baldosa prensada no pueda ser extraída de la cavidad de conformación.

50 Después del secado, el polvo granulado tiene una buena fluidez en comparación con el polvo cerámico simplemente humedecido y puede moverse mediante plantas que son sustancialmente similares a las usadas en el transporte y manipulación del polvo atomizado.

55 Un inconveniente del último método de preparación en seco descrito consiste en que, para obtener un polvo granulado que no solamente tiene una forma sino también una distribución granulométrica similares a las del polvo atomizado es necesario usar una planta bastante compleja corriente abajo con respecto a la mezcladora, que comprende tamices, molinos de micronización para triturar los gránulos que superan un tamaño determinado o una línea para recuperar material demasiado fino, lo que resulta demasiado costoso en términos de instalación y gestión.

Además, la mezcladora tiene una productividad limitada, asociada al tiempo necesario para el crecimiento de los granos del polvo granulado.

Además, el polvo granulado obtenido tiene una densidad que es mucho más grande que la del gránulo de polvo atomizado que, debido a que se obtiene por evaporación del agua a partir de una gota de líquido, tiene un interior hueco que permite su "colapso" durante el prensado, favoreciendo por lo tanto una compactación intergranular. Esto no sucede con el grano obtenido mediante un crecimiento alrededor de un núcleo, que no posee un hueco similar. La mayor densidad del polvo granulado y seco reduce la contracción durante la cocción de los polvos cerámicos. No obstante, con la misma presión de prensado, la resistencia mecánica de la baldosa cerámica no cocida obtenida a partir de la compactación de polvo granulado es más pequeña que la obtenida prensando polvo atomizado, una resistencia mecánica que debe permitir manipular y transportar la baldosa cerámica no cocida sin romperse. Por lo tanto, es necesario aumentar la presión de prensado a aplicar en el polvo granulado para obtener una baldosa cerámica no cocida con la misma resistencia mecánica de una baldosa cerámica no cocida hecha de polvo atomizado.

Además, el polvo granulado confiere una rugosidad considerable a la baldosa cerámica no cocida, lo que significa que, durante el vidriado de la baldosa cerámica no cocida, es necesaria una cantidad más grande de barbotina o barniz que en el caso de una baldosa cerámica no cocida obtenida a partir de polvo atomizado para obtener el mismo efecto estético "suave".

Finalmente, los inconvenientes relacionados con el tiempo de molido y desgaste de dichos aparatos de molido en seco permanecen incluso si existe granulación.

WO 2008/116117 A1 describe un método para producir composiciones de caolín granulado que comprende mezclar al menos un fango de caolín con al menos un caolín seco pulverizado dispersado previamente y aglomerar la mezcla resultante. La composición de caolín granulado tiene un contenido de humedad que oscila de aproximadamente el 12% a aproximadamente el 23% en peso con respecto al peso total de la composición y un tamaño de gránulo promedio más grande que aproximadamente 10 mesh.

DE 102004013293 A1 describe un método para la preparación de un material granular que es adecuado para el prensado estático o isostático de productos cerámicos, tales como una baldosa, tejas y tubos de chimeneas. Una materia prima molida que tiene un 90% del tamaño de partículas más pequeño que 63 micrómetros se introduce en una mezcladora que tiene una herramienta mezcladora que gira a un elevado número de revoluciones. Se añade agua a presión en la mezcla para el 10%-18% del volumen del material introducido a efectos de formar granulados que son suministrados y se secan posteriormente. Se introduce aire comprimido a contracorriente en la línea de suministro del material. Los granulados formados antes del suministro y el proceso de secado permanecen en la mezcladora a un número reducido de revoluciones de la herramienta mezcladora.

GB 859460 A describe un aparato mezclador y de granulación que comprende un plato giratorio alrededor de su eje central, siendo dicho eje de inclinación variable, y herramientas de mezcla que giran alrededor de un eje paralelo con respecto al eje de giro del plato.

Un objetivo de la invención consiste en mejorar los métodos de la técnica anterior para preparar material en polvo cerámico prensado.

Otro objetivo consiste en dar a conocer un método para preparar material en polvo cerámico que permite obtener una baldosa cerámica de alta calidad, tal como, por ejemplo, una baldosa de cerámica de gres porcelánico, empezando a partir de polvo cerámico molido en seco.

Otro objetivo consiste en dar a conocer un método para preparar material en polvo cerámico que puede ser implementado mediante plantas estructuralmente sencillas.

Otro objetivo adicional consiste en dar a conocer un método para preparar material en polvo cerámico obtenido a partir de un molido en seco que permite conformar el material en polvo cerámico así preparado en un aparato de prensado de tipo conocido, usando una presión de prensado ligeramente más grande que la usada en la conformación de polvo atomizado y, en cualquier caso, más pequeña que la presión de prensado necesaria para polvo granulado.

Otro objetivo consiste en obtener un método para preparar material en polvo cerámico que tiene costes energéticos reducidos en comparación con un método de preparación en húmedo.

Otro objetivo adicional consiste en obtener un método para preparar material en polvo cerámico que tiene costes de energía reducidos en comparación con un método de preparación en seco en donde el polvo cerámico obtenido a partir de molido en seco es granulado.

Según la invención, se da a conocer un método para preparar material en polvo cerámico a prensar para formar una baldosa cerámica mediante prensado según la reivindicación 1.

Gracias a la invención, es posible obtener un polvo cerámico granulado cuyos gránulos tienen unas dimensiones que ya son adecuadas para alimentar una prensa de conformación.

5 Durante el laminado, el material en polvo cerámico se mezcla y la dimensión de los aglomerados aumenta para contactos posteriores entre las partículas sólidas del material en polvo cerámico, con la formación de gránulos.

La acción mecánica aplicada actúa en conflicto con el crecimiento de los aglomerados, no permitiendo que los gránulos crezcan para alcanzar, por ejemplo, las dimensiones de los gránulos de polvo granulado con la técnica de tipo conocido que granula el polvo molido en seco.

10 Por este motivo, los gránulos del polvo cerámico obtenidos mediante el método según la invención se denominarán a continuación "microgránulos" y el polvo cerámico obtenido mezclando el material en polvo cerámico se denominará a continuación polvo cerámico "microgranulado".

Controlando el laminado y la acción mecánica aplicados en el material en polvo cerámico, se controla la desagregación de los aglomerados. El control de la desagregación permite limitar la dimensión máxima de los gránulos formados.

15 Limitando la dimensión máxima de los gránulos formados durante la mezcla o el laminado, no solamente la dimensión de los microgránulos, sino también la distribución granulométrica de los microgránulos del polvo cerámico microgranulado obtenido son tales que el polvo cerámico microgranulado puede ser conformado en una prensa cerámica con una presión de prensado que es un poco más grande que la presión aplicada en el polvo atomizado de la técnica anterior.

20 Por lo tanto, ya no es necesario usar una planta de tamizado y molido compleja después de la mezcla para seleccionar los gránulos dentro de un intervalo dimensional determinado.

Esto resulta en una reducción en los costes de preparar el material en polvo cerámico para su prensado.

25 De forma específica, después de haber producido los microgránulos del polvo cerámico microgranulado, los microgránulos obtenidos se secan para reducir la humedad del polvo cerámico microgranulado hasta valores adecuados para su prensado.

Se ha observado que, después del secado, el polvo microgranulado obtenido según el método de la invención ha adquirido un grado suficiente de fluidez para permitir transportar el polvo microgranulado y para alimentar una prensa de conformación, de forma específica, para baldosas cerámicas.

Esto permite usar plantas de transporte de material en polvo cerámico ya existentes.

30 Controlando la desagregación de los aglomerados formados es posible obtener un polvo cerámico microgranulado que tiene unas características de fluidez, distribución granulométrica y humedad que permiten alimentar con el polvo cerámico microgranulado una prensa de conformación de baldosas cerámicas sin incurrir en los inconvenientes descritos haciendo referencia al polvo cerámico humedecido. Además, el polvo microgranulado que abandona la mezcladora no requiere el mismo tamizado que en el caso
35 del polvo granulado, aumentando esto la productividad de la mezcladora y permitiendo adoptar una estructura de planta simplificada significativamente.

Por lo tanto, después del secado, se obtiene un polvo cerámico microgranulado a prensar y para conformar una baldosa cerámica.

40 Es posible mejorar la comprensión y la implementación de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una realización de la misma a título de ejemplo no limitativo, en donde:

La Figura 1 muestra un gráfico comparativo de distribuciones granulométricas de polvos cerámicos preparados según métodos de preparación diferentes entre sí;

la Figura 2 muestra una tabla comparativa de los valores de granulometría de los materiales en polvo cerámicos mostrados en el gráfico de la Figura 1;

45 la Figura 3 es una vista lateral esquemática de un aparato de mezcla de tipo conocido;

la Figura 4 es una sección esquemática tomada a lo largo del plano IV-IV del aparato de mezcla de la Figura 3;

la Figura 5 es un detalle de la Figura 4 que muestra gránulos siendo formados en el interior del aparato de mezcla;

50 la Figura 6 es una tabla comparativa de materiales en polvo cerámicos que difieren basándose en la fórmula

inicial y preparados con un método según la invención;

la Figura 7 es una vista en perspectiva de un aparato que mide la fluidez;

la Figura 8 es una vista en planta del aparato de la Figura 7;

5 las Figuras 9 a 11 son mediciones realizadas en diferentes tipos de material con el aparato de la Figura 7 en una vista frontal.

El método según la invención prepara un material en polvo cerámico para su prensado. El material en polvo cerámico puede ser un polvo cerámico usado en la producción de baldosas cerámicas y, de forma específica, para cargar una cavidad de conformación de un aparato de prensado para conformar baldosas cerámicas.

10 El material en polvo cerámico se selecciona para que una baldosa cerámica obtenida a partir de la cocción de una baldosa cerámica no cocida conformada mediante prensado del material en polvo cerámico, después de la preparación de este último, tenga una absorción de agua que es más pequeña o igual que el 3%, midiéndose dicha absorción de agua según el estándar ISO 10545-3. De forma específica, el material en polvo cerámico comprende polvos cerámicos seleccionados que son adecuados para constituir el cuerpo de una baldosa cerámica que pertenece a la subclase B1a definida por el estándar ISO 13006, es decir, con una
15 absorción de agua que es más pequeña o igual que el 0,5%. Por ejemplo, el material en polvo cerámico es polvo de cerámica de gres porcelánico.

El método de preparación según la invención es un método de preparación “en seco”, es decir, sin una adición sustancial de agua en comparación con métodos de preparación en húmedo de tipo conocido, en donde se obtiene un polvo atomizado.

20 El método de preparación según la invención se refiere a la preparación de un material en polvo cerámico para su prensado, obteniéndose el material en polvo cerámico mediante el molido en seco de materias primas cerámicas. Las materias primas cerámicas se seleccionan basándose en una fórmula predeterminada. El molido en seco se lleva a cabo en un aparato conocido, tal como, por ejemplo, un molino de rodillos. La dimensión máxima de las partículas del material en polvo cerámico inicial es más pequeña que 75 µm
25 (micrómetros). Por lo tanto, el residuo de molido del material en polvo cerámico inicial es parecido al residuo de molido de un polvo atomizado.

30 Por lo tanto, el material en polvo cerámico inicial es un polvo muy fino que no es muy fluido y no es adecuado para ser prensado en un aparato de prensado de tipo conocido con una presión de prensado que es la misma o un poco diferente con respecto a la usada generalmente para prensar polvo atomizado. Por lo tanto, es necesario tratar el material en polvo cerámico inicial a efectos de hacerlo adecuado para el prensado.

La preparación del material en polvo cerámico comprende la etapa de humedecer el material en polvo cerámico hasta un valor de humedad que es sustancialmente más grande que un valor de humedad de compactación que es necesario para compactar mediante prensado el material en polvo cerámico.

35 El valor de humedad de compactación necesario para compactar el material en polvo cerámico mediante prensado está previsto como un intervalo de valores de humedad de compactación dentro del que se considera que el material en polvo cerámico puede ser prensado, es decir, tiene una plasticidad que permite obtener un producto cerámico no cocido conformado mediante prensado. Si el material en polvo cerámico tiene una humedad que es más pequeña que el intervalo de valores de humedad de compactación, la conformación mediante compactación no se produce, ya que el agua no es suficiente para obtener la cohesión de las partículas sólidas del material en polvo cerámico. O se obtiene una baldosa prensada que no
40 es suficientemente cohesiva y resistente, que se rompe durante la extracción del molde en el que se conforma. Si el material en polvo cerámico determinado tiene una humedad que es más grande que el intervalo de compactación, la adhesión de las partículas sólidas del material en polvo cerámico a las paredes de la cavidad de conformación es excesiva, provocando esto dificultades para extraer la baldosa prensada y defectos de carga en la cavidad de conformación en el ciclo de prensado posterior.
45

50 El valor de humedad de compactación necesario para compactar el material en polvo cerámico mediante prensado se refiere a condiciones de prensado de referencia, tales como las presentes en aparatos de tipo conocido para conformar mediante prensado baldosas cerámicas de polvo atomizado. La presión de prensado de polvo atomizado está comprendida generalmente entre 300 kg/cm² y 600 kg/cm² y, normalmente, comprendida entre 400 kg/cm² y 450 kg/cm².

Con unas condiciones de prensado fijas, el valor de humedad de compactación depende principalmente del tipo de material en polvo cerámico inicial, es decir, de la fórmula con la que las materias primas cerámicas se seleccionan y son molidas en seco posteriormente, de forma específica, de la cantidad y el tipo de arcilla.

55 Se ha comprobado experimentalmente que el valor de humedad de compactación necesario para compactar mediante prensado está influenciado ligeramente por la dimensión promedio de las partículas y de la

distribución granulométrica del material en polvo cerámico a prensar.

- 5 Esto significa que, para una fórmula determinada y en condiciones de prensado fijas, el valor de humedad de compactación depende de la manera en que el material en polvo cerámico se ha preparado, tal como las influencias de preparación en la distribución granulométrica del material en polvo cerámico, aunque tiene menos influencia que la fórmula. De forma específica, para condiciones de prensado fijas y una fórmula fija, el valor de humedad de compactación de un material en polvo cerámico obtenido a partir de un proceso de molido en húmedo y atomizado posteriormente es ligeramente más pequeño que el valor de humedad de compactación de un material en polvo cerámico obtenido a partir del molido en seco de materias primas cerámicas. El valor de humedad de compactación necesario para compactar un polvo atomizado es de unas pocas décimas de un punto de porcentaje a 2 puntos de porcentaje más pequeño que el valor de humedad de compactación necesario para compactar polvos que tienen una densidad más grande, tal como los obtenidos mediante molido en seco. Por ejemplo, si para una fórmula de cerámica de gres porcelánico determinada el valor de humedad de compactación necesario para compactar dicha cerámica de gres porcelánico en forma de polvo atomizado está comprendido entre el 4,5% y el 5,5%, el valor de humedad de compactación necesario para compactar la cerámica de gres porcelánico en forma de polvo que se obtiene mediante molido en seco y que se granula a continuación está comprendido entre el 5,5% y el 6,5%. En el caso de polvo molido en seco y humedecido simplemente, aunque no utilizable industrialmente debido a los inconvenientes descritos anteriormente, el valor de humedad de compactación estaría comprendido entre el 6% y el 7,5%.
- 10 El valor de humedad de compactación necesario para compactar el material en polvo cerámico mediante prensado al que se hace referencia en el método según la invención es el relacionado con un material en polvo cerámico obtenido mediante molido en seco de materias primas cerámicas.
- 15 En condiciones de prensado fijas, cuando la fórmula cambia, el valor de humedad de compactación, es decir, el intervalo de valores de humedad de compactación, que es necesario para compactar el material en polvo cerámico mediante prensado está comprendido entre el 3% y el 8%.
- 20 En condiciones de prensado fijas y considerando un material en polvo cerámico obtenido mediante molido en seco de materias primas cerámicas, es posible asociar a cada fórmula un valor de humedad de compactación necesario para compactar el material en polvo cerámico mediante prensado, que es naturalmente un valor ideal y es conocido por los expertos en la técnica de la formación de material en polvo cerámico.
- 25 Para cada fórmula predeterminada y en condiciones de prensado predeterminadas, conformando mediante prensado el material en polvo cerámico que tiene una humedad igual al valor de humedad de compactación, se obtiene una resistencia a flexión suficientemente alta de la baldosa cerámica no cocida para permitir manipular y transportar la baldosa cerámica no cocida mediante dispositivos de transporte, tal como, por ejemplo, un par de cintas, sin romperse. Por ejemplo, la resistencia a flexión para transportar una baldosa cerámica no cocida con dispositivo de transporte conocido sin riesgo de que la baldosa cerámica no cocida se dañe debe ser al menos de 20 kg/cm² (2 N/mm²), medida según el estándar ISO 10545-4 en la pieza prensada y posteriormente a su secado.
- 30 La humedad efectiva del polvo cerámico que se usa durante el prensado para conformar una baldosa cerámica no cocida puede variar naturalmente dentro de unos límites de tolerancia predeterminados con respecto al valor de humedad de compactación deseado.
- 35 La preparación del material en polvo cerámico también comprende la etapa de mezclar el material en polvo cerámico para obtener aglomerados del material en polvo cerámico y aplicar, durante la mezcla, una acción mecánica para desagregar al menos una parte de los aglomerados a efectos de limitar la dimensión máxima de dichos gránulos formados a partir de dichos aglomerados.
- 40 La mezcla se produce en un aparato de mezcla de tipo conocido, por ejemplo, del tipo mostrado en las Figuras 3 y 4.
- 45 El aparato 1 de mezcla comprende una carcasa 2 en cuyo interior está dispuesta una cámara 3 de aglomeración que tiene una forma cilíndrica y que es giratoria alrededor de su eje longitudinal X. La carcasa está soportada de forma giratoria mediante unos rodillos 9.
- 50 La carcasa 2 está dotada de una entrada 4, por la que entra el material en polvo cerámico obtenido a partir del molido en seco de las materias primas cerámicas, y una salida 5, por la que sale el polvo cerámico microgranulado. Un dispositivo 6 de suministro, tal como, por ejemplo, un husillo de suministro, está montado fijado en la entrada 4 para alimentar el aparato 1 de mezcla con el material en polvo cerámico.
- 55 En el interior de la cámara 3 de aglomeración está montado un elemento de desagregación o rotor 7, dispuesto a cierta distancia D del eje longitudinal X y dotado de una serie de elementos 12 de agitación radiales.

ES 2 723 749 T3

La carcasa 2, al girar, produce un movimiento espiral del contenido de la cámara 3 de aglomeración, indicándose este contenido en general como 8. El giro de la carcasa 2 induce el giro del material en polvo cerámico. El rotor 7 gira en la misma dirección que la carcasa 2, aunque también puede girar en una dirección opuesta.

- 5 En un extremo de la cámara 3 de aglomeración opuesto a la entrada 4 está dispuesta una abertura 10 que conduce al interior de una cámara 11 de paso que tiene forma de zigzag conectada a la salida 5. La entrada 4 y la salida 5 están fijas durante el giro de la carcasa 2.

- 10 Un dispositivo de ajuste, no mostrado, permite variar la inclinación del eje longitudinal X unos pocos grados con respecto a un plano horizontal T. Esto permite ajustar el tiempo de espera del material en polvo cerámico en el interior del aparato 1 de mezcla. De forma específica, haciendo referencia a la Figura 3, el eje longitudinal X está inclinado hacia la salida 5, es decir, hacia abajo.

La acción mecánica aplicada en el contenido 8 es generada durante el funcionamiento del aparato 1 de mezcla según parámetros funcionales indicados a continuación.

- 15 El aparato 1 de mezcla está dispuesto para funcionar continuamente, es decir, para ser alimentado continuamente con el material en polvo cerámico a tratar y para suministrar polvo cerámico microgranulado a la salida 5 continuamente. El giro y la acción mecánica se producen de tal manera que se controla la desagregación de al menos una parte de los aglomerados para obtener una desagregación deseada y limitar el tamaño máximo de los gránulos formados a partir de los aglomerados.

La cámara 3 de aglomeración gira a una velocidad comprendida entre 15 rpm y 25 rpm.

- 20 El rotor 7 favorece la acción mecánica que desagrega los aglomerados formados para limitar la dimensión máxima de los gránulos. El rotor 7 gira a una velocidad no más pequeña que 1500 rpm. De forma específica, el rotor gira entre aproximadamente 1800 y 2000 rpm.

- 25 Una vez el material en polvo cerámico se ha introducido en la cámara 3 de aglomeración giratoria, un fluido de humedecimiento, de forma específica, agua, es pulverizado o nebulizado en el interior de la cámara 3 de aglomeración. El agua es inyectada a través de unas boquillas dispuestas a lo largo del rotor 7 a una presión que no es más pequeña que 5 bares.

La cantidad de agua nebulizada en el interior de la cámara 3 de aglomeración depende de la humedad inicial del material en polvo cerámico inicial y de su fórmula.

- 30 De forma general, el material en polvo cerámico inicial con el que se alimenta el aparato 1 de mezcla tiene una humedad conocida, de modo que la cantidad de agua suministrada al contenido 8 es tal que la humedad alcanzada por el polvo cerámico microgranulado en la salida 5 es sustancialmente más grande que el valor de humedad de compactación asociado a la fórmula determinada del material en polvo cerámico inicial.

- 35 Por ejemplo, teniendo en cuenta que el valor de humedad de compactación necesario para prensar polvos cerámicos de cerámica de gres porcelánico molidos en seco y granulados está comprendido entre el 5,5% y el 6,5% de humedad, el contenido 8 y, por lo tanto, el polvo de cerámica de gres porcelánico cerámico microgranulado en la salida 5, tendrá una humedad comprendida entre el 8,5% y el 11,5%. La humedad del material en polvo cerámico en el aparato 1 de mezcla aumenta de 2 a 6 puntos de porcentaje en comparación con el valor de humedad de compactación del polvo de cerámica de gres porcelánico.

- 40 Debe observarse que el experto en la técnica de la conformación de baldosas cerámicas entenderá que un aumento en la humedad incluso solamente del 2%, que en principio podría no parecer sustancial, en comparación con el valor de humedad de compactación para una fórmula determinada es suficiente para hacer que el material en polvo cerámico no sea adecuado para ser prensado sin incurrir en los inconvenientes conocidos generados en caso de humedad excesiva, por ejemplo, el ensuciamiento de la cavidad de conformación y la dificultad de extraer la pieza prensada de la cavidad de conformación.

- 45 En todo caso, la humedad alcanzada por el polvo cerámico microgranulado en el aparato 1 de mezcla no es más grande que el 11,5%.

- 50 Por lo tanto, el polvo cerámico microgranulado obtenido a partir de la mezcla en la cámara 3 de aglomeración tiene un valor de humedad que es más grande que la humedad necesaria para su conformación (el valor de humedad de compactación) y más pequeño que el valor de humedad alcanzado en la granulación del polvo granulado preparado según el método de granulación de tipo conocido, en donde la humedad está comprendida entre el 13% y el 16%.

La humedad del polvo microgranulado se mide tomando muestras sucesivas procedentes de la salida 5 y usando un dispositivo conocido, tal como, por ejemplo, una balanza térmica.

La formación de aglomerados se favorece mediante el giro de la cámara 3 de aglomeración.

Simultáneamente, la rotura o desagregación de los aglomerados ya formados se controla mediante el giro del rotor 7.

5 Tal como muestra la Figura 5, los gránulos que se forman mediante aglomeración del polvo cerámico fino original y que tienen una dimensión más grande que el resto del polvo cerámico tienden a quedar dispuestos en una zona superficial del contenido 8 durante la mezcla. Los elementos 12 de agitación radiales actúan en el polvo cerámico dispuesto en la zona superficial del contenido, favoreciendo por lo tanto la desagregación de los gránulos con una dimensión más grande.

10 El efecto de la acción mecánica usada en el método según la invención es la obtención de "microgránulos", es decir, núcleos de aglomerado, que tienen una forma irregular y que tienen una dimensión más pequeña en comparación con los gránulos de polvo atomizado o con los gránulos del polvo granulado obtenido a partir de un proceso de tipo conocido de granulación de materias primas cerámicas molidas en seco. Parte de los microgránulos formados pueden tener una forma casi redondeada.

15 En la cámara 3 de aglomeración se llevan a cabo el humedecimiento y la mezcla del material en polvo cerámico y la consecuente formación de núcleos de aglomerado y desagregación de gránulos con un crecimiento excesivo. En la cámara 11 de paso, la humedad del polvo cerámico microgranulado ya formado en la cámara 3 de aglomeración se homogeneiza.

La mezcla y la aplicación de la acción mecánica se llevan a cabo durante un tiempo determinado que es suficiente para obtener cierta distribución granulométrica y una humedad deseada de dicho material en polvo cerámico.

20 El polvo cerámico microgranulado también puede obtenerse en aparatos de mezcla diferentes al descrito en este caso, por ejemplo, en aparatos de mezcla en los que la cámara 11 de paso no está presente y la salida 5 está conectada a la abertura 10 o coincide sustancialmente con la abertura 10.

25 Debido a que la humedad del polvo cerámico microgranulado que abandona el aparato 1 de mezcla es más grande que el valor de humedad de compactación necesario para prensar el material en polvo cerámico asociable a dicha fórmula del polvo cerámico microgranulado, se elimina el exceso de humedad devolviendo la humedad del polvo cerámico microgranulado a un valor próximo al valor de humedad de compactación. El valor (o intervalo) de humedad con el que el polvo cerámico microgranulado puede ser prensado es sustancialmente igual que el valor (o intervalo) de humedad de compactación conocido y relativo para la misma fórmula con respecto al polvo granulado.

30 Esto se produce secando el polvo cerámico microgranulado, por ejemplo, en una secadora de lecho fluido de tipo conocido. De esta manera, los microgránulos se secan hasta un valor de humedad que es sustancialmente el mismo que el valor de humedad de compactación que es adecuado para prensar el polvo cerámico microgranulado.

35 A partir del secado se obtiene un polvo cerámico microgranulado cuyos microgránulos comprenden un núcleo más húmedo rodeado por partículas sólidas con una menor humedad. Las partículas sólidas "menos húmedas" que rodean el núcleo más húmedo confieren a los microgránulos una fluidez que es suficiente para permitir que el polvo cerámico microgranulado así preparado sea transportado fácilmente y pueda alimentar el aparato de prensado.

40 Por lo tanto, el polvo cerámico microgranulado que abandona la secadora es bastante fluido y puede usarse directamente para conformar un producto cerámico semi procesado, tal como una baldosa cerámica no cocida.

45 La presión de prensado necesaria para conformar una baldosa cerámica no cocida a partir del polvo microgranulado que abandona la secadora es ligeramente más grande de lo que, para la misma fórmula, sería necesario en teoría para el polvo atomizado correspondiente. Las partículas sólidas menos húmedas forman una capa resistente que requiere una fuerza adicional para permitir que cada microgránulo se deforme hasta ceder y compactarse con los microgránulos adyacentes.

No obstante, en las mismas condiciones de humedad, el polvo cerámico microgranulado requiere menos presión de prensado que la necesaria para prensar el polvo granulado.

50 Controlando las velocidades descritas anteriormente haciendo referencia a la cámara 3 de aglomeración y al rotor 7, es posible controlar la desagregación de los aglomerados formados para producir cierta aglomeración y, simultáneamente, cierta desagregación del contenido 8 de la mezcladora.

Sorprendentemente, el polvo cerámico microgranulado obtenido según la invención y secado posteriormente tiene una fluidez que solamente es ligeramente más pequeña que la del material atomizado.

Para obtener una medición sencilla e inmediata de la fluidez del polvo cerámico microgranulado, se ha

adoptado un aparato 100 como el mostrado en la Figura 7.

El aparato 100 comprende un cuerpo cúbico hueco que tiene un lado externo L de 125 mm y un lado interno de 120 mm.

El espesor de las paredes del cuerpo cúbico es de 5 mm.

- 5 En el lado superior 101 está presente una abertura rectangular 104, mostrada en la Figura 8, que se extiende a lo largo de todo un lado del cuerpo cúbico y mide 120 mm en el lado largo y 10 mm en el lado pequeño. Desde la abertura rectangular 104 se extiende una tolva 105 por encima que tiene una altura H de 55 mm y que tiene una boca 106 de entada con unas dimensiones internas $a=120$ mm y $b=60$ mm. El espesor de las paredes de la tolva es de 5 mm. Las paredes de la tolva 105 que finalizan en el lado b están dispuestas en el mismo plano que las paredes opuestas del cuerpo cúbico, es decir, son verticales. La tolva 105 tiene una sección en forma de triángulo isósceles invertido, es decir, con una base que es más grande en la boca 106 de entrada y una base que es más pequeña en la abertura rectangular 104.

Excepto la cara frontal 103, el cuerpo cúbico y la tolva 105 están hechos del mismo material, por ejemplo, de cartón prensado con un espesor de 5 mm.

- 15 La cara frontal 103, que está unida al cuerpo cúbico mediante pegamento, es de plástico transparente para permitir al usuario ver los polvos contenidos en el aparato 100. En la cara frontal 103 está presente una escala graduada de los ángulos que el polvo introducido en el aparato 100 forma con respecto a la pared lateral 102, que se asume como una pared de referencia.

- 20 Un volumen de polvo que se corresponde con el volumen de la tolva 105 se vierte en la tolva 106 y se hace fluir al interior del aparato 100. El polvo tiende a quedar dispuesto en un montón que tiene una sección en forma de triángulo rectángulo, estando limitado su flujo por la pared lateral 102. Mediante la escala graduada se obtiene una medición del ángulo que el lado libre del montón forma con la pared 102 de referencia, y que se indicará posteriormente como el ángulo de montón.

- 25 Por lo tanto, el ángulo de montón está definido por la inclinación asumida por el polvo cerámico microgranulado con respecto a una pared vertical al estar dispuesto contra dicha pared vertical y una pared horizontal adyacente a dicha pared vertical.

El ángulo de montón medido con el aparato 100 es mucho más grande cuanto más grande es la fluidez del polvo.

- 30 El ángulo del montón de un polvo cerámico microgranulado obtenido imponiendo cierta desagregación durante la mezcla según lo descrito anteriormente con el aparato 100 está comprendido entre 55° y 60° , tal como muestra la Figura 9. La Figura 10 muestra que el ángulo de un montón de polvo atomizado es de 60° . Se obtiene el mismo valor con un polvo granulado según la técnica de granulación de tipo conocido.

La Figura 11 muestra que el ángulo de montón de un polvo humedecido es 45° .

- 35 La Figura 1 y la Figura 2 muestran curvas granulométricas e intervalos granulométricos respectivos de un material en polvo cerámico preparado según métodos de preparación diferentes entre sí con la misma fórmula.

- 40 En las Figuras 1 y 2, "A" indica un polvo atomizado de cerámica de gres porcelánico obtenido según un método de preparación en húmedo tradicional y que tiene un valor de humedad de compactación comprendido entre el 4,5% y el 5,5%; "U" indica un polvo de cerámica de gres porcelánico obtenido a partir del molido en seco de materias primas cerámicas y humedecido hasta un valor de humedad que es sustancialmente igual al valor de humedad de compactación necesario para compactar mediante prensado el material en polvo cerámico, estando comprendido por ejemplo este valor de humedad de compactación entre el 6% y el 7,5%; "G" indica un polvo de cerámica de gres porcelánico obtenido a partir del molido en seco de materias primas cerámicas y granulado mediante humedecimiento del material en polvo cerámico hasta un valor de humedad que es sustancialmente más grande que el valor de humedad de compactación mediante prensado de este material en polvo cerámico, es decir, hasta el 16%, y mediante el secado del material en polvo cerámico para llevar la humedad hasta el valor de humedad de compactación, es decir, entre el 5,5% y el 6,5%; "F" indica un polvo de cerámica de gres porcelánico preparado mediante un método de preparación según la invención, en donde los materiales en polvo cerámicos obtenidos a partir de materias primas cerámicas molidas en seco se han humedecido hasta un valor de humedad que es sustancialmente más grande que el valor de humedad de compactación mediante prensado de este material en polvo cerámico, es decir, hasta el 11%, y mediante el secado del material en polvo cerámico para llevar la humedad hasta el valor de humedad de compactación, es decir, entre el 5,5% y el 6,5%. La fórmula de la cerámica de gres porcelánico es la misma para los cuatro polvos "A", "U", "G" y "F".

- 55 La distribución granulométrica de los cuatro polvos indicada en el gráfico de la Figura 1 y en la tabla de la

Figura 2 se obtiene para cada polvo mediante tamizado mecánico de 1 kg (kilogramo) de polvo en un tamiz vibratorio, es decir, un dispositivo que comprende una columna de tamices estandarizados según el estándar DIN 4188 con una sección de las mallas que disminuye de arriba a abajo según una progresión geométrica de 1 mm (milímetro) a 63 μm (micrómetros). El tamiz vibratorio hace vibrar la columna de tamices con una frecuencia predeterminada y durante un tiempo predeterminado. Por lo tanto, se mide la fracción en peso de polvo que no pasa a través de cada tamiz individual con mallas con ese espacio de malla determinado y que permanece en el mismo. Por lo tanto, los tamices usados tienen unas mallas con un espacio de malla que mide 1000 μm , 500 μm , 250 μm , 125 μm y 63 μm , respectivamente.

Tal como se muestra en la Figura 1 y en la Figura 2, la curva granulométrica del polvo "F" cerámico microgranulado tiene un pico de aproximadamente 63 μm .

El polvo "F" cerámico microgranulado tiene un gran porcentaje de microgránulos, el 70,70%, con una dimensión más grande que 63 μm y más pequeña o igual que 500 μm . Por lo tanto, la fracción más fina es el 15%. El polvo "F" cerámico microgranulado tiene una distribución granulométrica uniforme. De hecho, la fracción cuantitativa de material cerámico que prevalece en las otras fracciones tiene una dimensión comprendida entre 63 μm y 125 μm (más grande que 63 μm y más pequeña o igual que 125 μm), no obstante, solamente representa una tercera parte de la distribución granulométrica. Una fracción de una cuarta parte está representada por microgránulos con una dimensión comprendida entre 125 μm y 250 μm (más grande que 125 μm y más pequeña o igual que 250 μm), una fracción de una quinta parte tiene microgránulos con una dimensión comprendida entre 250 μm y 500 μm (más grande que 250 μm y más pequeña o igual que 500 μm), y una fracción de una sexta parte tiene microgránulos con unas dimensiones más pequeñas, más pequeñas o iguales que 63 μm .

Una gran parte del polvo humedecido "U", el 68,20%, consiste en partículas que son mucho más finas que el polvo "F", teniendo estas partículas una dimensión que es más pequeña o igual que 63 μm .

Una gran parte del polvo atomizado "A", el 89,60%, consiste en gránulos con unas dimensiones más grandes que el polvo "F" cerámico microgranulado, con una dimensión que es más grande que 125 μm y más pequeña o igual que 1000 μm . Además, el polvo "G" cerámico granulado consiste en gránulos con unas dimensiones más grandes que el polvo "F" cerámico microgranulado, de hecho, el 69,20% de los gránulos tiene unas dimensiones que son más grandes que 125 μm y más pequeñas o iguales que 1000 μm .

La distribución granulométrica del polvo cerámico microgranulado pasa a fracciones más finas que el polvo granulado o el polvo atomizado. Esto se debe a la aplicación de la acción mecánica del rotor 7, que rompe los gránulos con una dimensión grande y actúa en combinación con la mezcla implementada en la cámara 3 de aglomeración, que favorece por otro lado el crecimiento de los aglomerados.

Se ha comprobado experimentalmente que la distribución granulométrica del polvo cerámico microgranulado, aunque es bastante diferente de la del polvo atomizado, resulta sin embargo adecuada para su uso en un aparato de prensado, sin que sea necesario separar ninguna fracción después del secado.

Además, después del secado, el polvo cerámico microgranulado tiene una fluidez suficiente para poder ser transportado y utilizado en dispositivos de carga conocidos para cargar una cavidad de conformación en aparatos de prensado.

De forma específica, tal como se ha descrito anteriormente, la fluidez del polvo "F" cerámico microgranulado es solamente algo más pequeña que la fluidez del polvo atomizado "A".

Por el contrario, debido a que el polvo humedecido "U" no es suficientemente fluido, el mismo no es adecuado para su uso para alimentar un aparato de prensado, y si se usa, el mismo presenta los inconvenientes conocidos de compactación fallida debido a la difícil purga del aire durante su prensado. Esto se debe al alto porcentaje de partículas finas con unas dimensiones que son más pequeñas o iguales que 63 μm .

El polvo granulado "G" es bastante fluido y su fluidez no es muy diferente de la del polvo atomizado "A", que es el más fluido de los cuatro polvos comparados en este caso.

No obstante, el polvo granulado "G", del mismo modo que cualquier otro polvo granulado según un método de granulación de tipo conocido, presenta un fenómeno de separación no despreciable, por ejemplo, durante su transporte o almacenamiento. Las fracciones más grandes se separan de las fracciones más finas, no permitiendo esto una distribución uniforme del polvo granulado durante la carga de la cavidad de conformación. La distribución granulométrica tiene una influencia en la compactación y, por lo tanto, en la vitrificación de la baldosa de cerámica no cocida una vez se cuece. Debido a que la distribución granulométrica del polvo granulado no es constante entre un ciclo de prensado y el siguiente ciclo de prensado, no es posible garantizar baldosas cerámicas con características físicas y, por lo tanto, de calidad, constantes.

- 5 A efectos de usar el polvo granulado "G" para conformar baldosas cerámicas no cocidas, es necesario tamizar la fracción de polvo granulado más grande, que tiene una dimensión más grande que 1000 μm y que es más fluida, y también limitar la cantidad de polvo granulado más fino, con una dimensión que es más pequeña o igual que 125 μm , menos fluido que el resto del polvo granulado. En otras palabras, la distribución granulométrica del polvo granulado debe ser más parecida a la del polvo atomizado. Esto implica los elevados costes de planta y preparación ya descritos con respecto a la técnica anterior.
- 10 Se ha observado experimentalmente que el polvo "F" cerámico microgranulado tiene unos gránulos que son más pequeños y tienen una forma más irregular que los del polvo atomizado "A" o el polvo granulado "G", no obstante, el mismo presenta suficiente fluidez para ser transportado fácilmente y para poder alimentar un aparato de prensado. En comparación con el polvo humedecido "U", el polvo microgranulado "F" comprende microgránulos, es decir, aglomerados de partículas sólidas que se obtienen mediante crecimiento alrededor de un núcleo, que, aunque tienen una forma variable, tienen una fluidez que es más grande que la del polvo humedecido "U", que no comprende aglomerados de partículas sólidas.
- 15 La Figura 6 muestra una tabla que es similar a la de la Figura 1, en donde se reportan las fracciones granulométricas de materiales F1, F2, ..., F10 en polvo cerámicos que se han preparado en un aparato de mezcla del tipo mostrado en la Figura 1 accionado según lo descrito anteriormente y que difieren entre sí basándose en la fórmula. Los materiales F1, F2, ..., F10 en polvo cerámicos se han preparado a partir de materias primas cerámicas molidas en seco, con una dimensión máxima más pequeña o igual que 75 μm .
- 20 Los materiales en polvo cerámicos iniciales se han humedecido hasta un valor de humedad que es más grande que el valor de humedad de compactación, que hace referencia al polvo granulado y es variable basándose en la fórmula. El valor de humedad alcanzado por el polvo cerámico microgranulado está comprendido entre el 10% y el 11%. Después de la microgranulación, cada polvo microgranulado se seca hasta alcanzar un valor de humedad que es sustancialmente igual que el valor de humedad de compactación de la fórmula determinada. Según la fórmula, el valor de humedad de compactación del material F1, F2, ..., F10 en polvo cerámico varía entre el 6% y el 7,8%.
- 25 La tabla de la Figura 6 muestra que la fracción de gránulos más grandes que 63 μm y más pequeños o iguales que 125 μm es decididamente más grande en el polvo microgranulado F1, F2, ..., F10 con respecto a un polvo cerámico obtenido mediante otros métodos de preparación (ver Figura 1) y es variable, basándose en el tipo de fórmula, entre el 16% y el 41,7%. Basándose en el tipo de fórmula, la fracción más grande que 125 μm y más pequeña o igual que 250 μm varía entre el 13,9% y el 30,0%, la fracción más grande que 250 μm y más pequeña o igual que 500 μm varía entre el 6,9% y el 31,2%, la fracción más grande que 500 μm y más pequeña o igual que 1000 μm varía entre el 0,6% y el 19,9%. Excepto en el material cerámico F1, en todos los otros materiales en polvo cerámicos microgranulados la fracción de material que tiene una dimensión más grande que 1000 μm no supera el 1%.
- 30 No obstante, la fracción más fina, más o menos igual a 65 μm , aunque puede alcanzar el 42,9%, tal como en el caso de F5, no alcanza el 50% de los materiales, tal como sucede en el caso del polvo cerámico humedecido (68,2% en la Figura 1).
- 35 Con el método según la invención, es posible limitar la dimensión máxima de los gránulos y, por lo tanto, obtener una distribución granulométrica del material en polvo cerámico de manera que este último pueda tener una fracción significativa de gránulos con unas dimensiones comprendidas entre 63 μm y 125 μm (más grandes que 63 μm y más pequeñas o igual que 125 μm). Esto permite obtener una buena carga de la cavidad de conformación y, por lo tanto, una buena compactación del material en polvo cerámico durante el prensado.
- 40 El polvo cerámico microgranulado obtenido mediante el método según la invención presenta una sinterización más grande durante la cocción que un polvo granulado mediante el método conocido, con una disminución consecuente de la porosidad y un aumento de la resistencia a flexión de la pieza cocida.
- 45 La pieza prensada, es decir, la baldosa cerámica no cocida obtenida a partir de polvo cerámico microgranulado, tiene una densidad más grande que una baldosa cerámica no cocida obtenida a partir de polvo granulado de tipo conocido, constituyendo esto una indicación de una mejor compactación.
- 50 La baldosa cerámica no cocida, es decir, la baldosa obtenida a partir del prensado del polvo cerámico microgranulado preparado según la invención, tiene una resistencia mecánica más grande que una baldosa cerámica no cocida obtenida a partir de un polvo granulado según la técnica anterior.
- 55 Además, una baldosa cerámica no cocida obtenida mediante prensado del polvo cerámico microgranulado tiene una superficie "más suave", es decir, en la que las superficies de separación entre uno y otro microgránulo no son visibles a simple vista incluso después de la cocción, a diferencia de lo que sucede en el caso de las baldosas cerámicas obtenidas a partir de polvo granulado según la técnica anterior. La absorción de barbotina o barniz no se altera sustancialmente en comparación con una baldosa cerámica no cocida hecha de polvo atomizado.

- Debido a que se desea obtener con el polvo cerámico microgranulado una baldosa cerámica que tiene sustancialmente las mismas características de calidad que una baldosa cerámica obtenida a partir de un polvo granulado de manera conocida, tal como, por ejemplo, resistencia mecánica, absorción de agua o densidad, el método de preparación según la invención permite obtener dichas características de la baldosa cerámica a partir de materias primas cerámicas molidas en seco con un grado reducido de refinamiento, es decir, con un residuo de molido más grande. Ser capaz de usar materias primas cerámicas “menos molidas” significa una mayor productividad de la planta de molido de materias primas cerámicas, con una disminución consecuente de los costes energéticos, los costes de mantenimiento y los costes de mano de obra por tonelada de polvo cerámico microgranulado producido.
- 5
- 10 Además, debido a que el polvo cerámico microgranulado que abandona la secadora ya está listo para su prensado, en términos de humedad, fluidez, dimensión de gránulos o distribución granulométrica, la planta de preparación se simplifica considerablemente en comparación con una planta para preparar un polvo granulado de tipo conocido.
- 15 Las dificultades de transportar polvo preparado simplemente humedeciendo un material en polvo cerámico muy fino se superan mediante el método según la invención.
- El método de preparación del material en polvo cerámico según la invención permite producir baldosas cerámicas de alta calidad, por ejemplo, en términos de absorción de agua, permitiendo obtener un ahorro significativo de energía en comparación con el método de preparación en húmedo tradicional o el método de preparación en seco con granulación.

20

REIVINDICACIONES

1. Método para conformar una baldosa cerámica prensando un material en polvo cerámico preparado en un aparato de prensado, obteniéndose dicho material en polvo cerámico moliendo en seco materias primas cerámicas, siendo la dimensión máxima de las partículas de dicho material en polvo cerámico inicial más pequeña que 75 μm , que comprende las etapas de:
- humedecer dicho material en polvo cerámico;
 - laminar dicho material en polvo cerámico para obtener aglomerados de dicho material en polvo cerámico;
 - aplicar una acción mecánica en dicho material en polvo cerámico durante dicho laminado;
- caracterizado por el hecho de que:
- dicho humedecimiento comprende humedecer hasta un valor de humedad no más grande que el 11,5% de humedad;
- dicho laminado y dicha aplicación de una acción mecánica se llevan a cabo para controlar la desagregación de al menos parte de dichos aglomerados para obtener una desagregación deseada y limitar el tamaño máximo de gránulos formados a partir de dichos aglomerados, comprendiendo dicho laminado girar una cámara (3) de aglomeración de un aparato (1) de mezcla alrededor de su eje longitudinal (X) en donde está presente dicho material (8) en polvo cerámico, llevándose a cabo dicho giro de dicha cámara (3) de aglomeración a una velocidad comprendida entre 15 rpm y 25 rpm; comprendiendo dicha aplicación de una acción mecánica girar un elemento (7) de desagregación dispuesto en el interior de dicha cámara (3) de aglomeración, llevándose a cabo dicho giro de dicho elemento (7) de desagregación a una velocidad que no es más pequeña que 1500 rpm, y comprendiendo además dicho método:
- alimentar continuamente dicho aparato (1) de mezcla con dicho material en polvo cerámico y suministrar continuamente gránulos a la salida (5) de dicho aparato (1) de mezcla;
 - secar dichos gránulos hasta un valor de humedad que es aproximadamente el mismo que un valor de humedad de compactación necesario para compactar mediante prensado dicho material en polvo cerámico a efectos de conformar dicha baldosa cerámica, estando comprendido dicho valor de humedad de compactación entre el 3% y el 8%.
2. Método según la reivindicación 1, en donde dicho laminado y dicha aplicación de una acción mecánica se llevan a cabo durante un tiempo predeterminado que es suficiente para obtener una distribución granulométrica de dicho material en polvo cerámico que es tal que una parte en peso de al menos el 16% de dicho material en polvo cerámico comprende gránulos que tienen una dimensión que es más grande que 63 μm y más pequeña o igual que 125 μm .
3. Método según la reivindicación 2, en donde dicha parte en peso no es más grande que el 42% de dicho material en polvo cerámico.
4. Método según la reivindicación 3, en donde dicha distribución granulométrica comprende además una parte adicional en peso que es variable entre el 14% y el 30% de gránulos que tienen unas dimensiones que son más grandes que 125 μm y más pequeñas o iguales que 250 μm .
5. Método según la reivindicación 3 o 4, en donde dicha distribución granulométrica comprende además otra parte adicional en peso que es variable entre el 7% y el 32% de gránulos que tienen unas dimensiones que son más grandes que 250 μm y más pequeñas o iguales que 500 μm .
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde dicha distribución granulométrica comprende además otra parte en peso que es variable entre el 0,5% y el 20% de gránulos que tienen unas dimensiones que son más grandes que 500 μm y más pequeñas o iguales que 1000 μm .
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en donde dicha distribución granulométrica comprende además otra parte adicional en peso entre el 5,0% y el 43% de gránulos con unas dimensiones más pequeñas o iguales que 65 μm .
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho humedecimiento se lleva a cabo inyectando un fluido de humedecimiento a través de boquillas a una presión no más pequeña que 5 bares.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho material en polvo cerámico comprende polvos seleccionados basándose en una fórmula con la que se obtiene una baldosa cerámica que tiene una absorción de agua más pequeña o igual que el 3%, midiéndose dicha absorción de agua según el estándar ISO 10545-3.

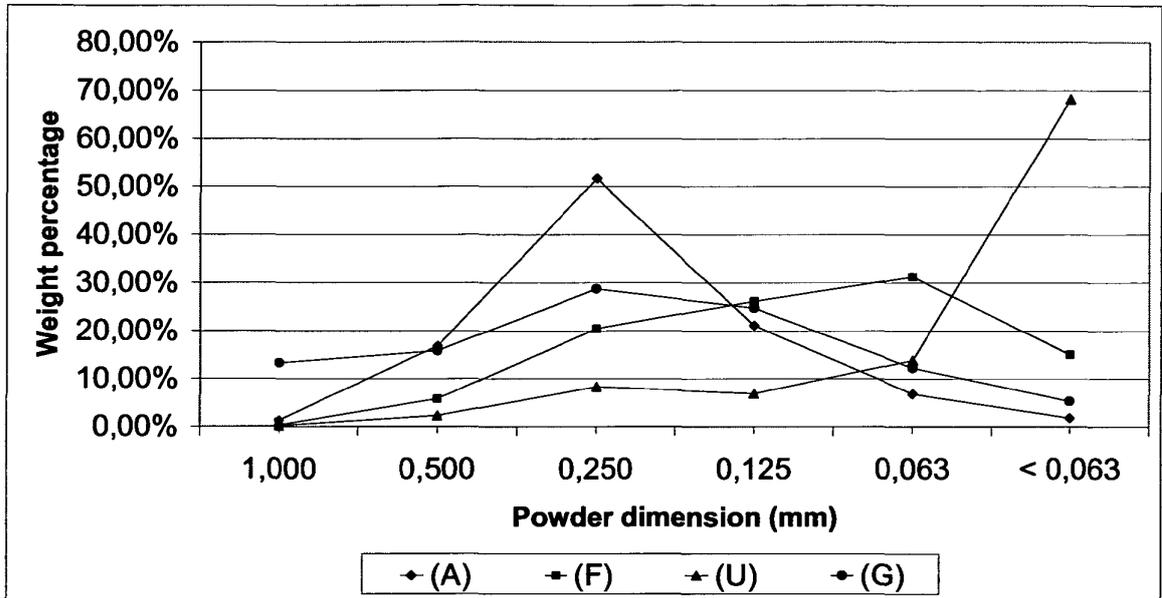


Fig. 1

Powder dimension (mm)	Weight percentage for type of material			
	(A)	(F)	(U)	(G)
1,000	1,30%	0,30%	0,20%	13,30%
0,500	16,80%	5,80%	2,30%	15,80%
0,250	51,70%	20,40%	8,30%	28,70%
0,125	21,10%	26,10%	6,90%	24,70%
0,063	6,80%	31,20%	13,80%	12,20%
< 0,063	1,80%	15,00%	68,20%	5,30%

Fig. 2

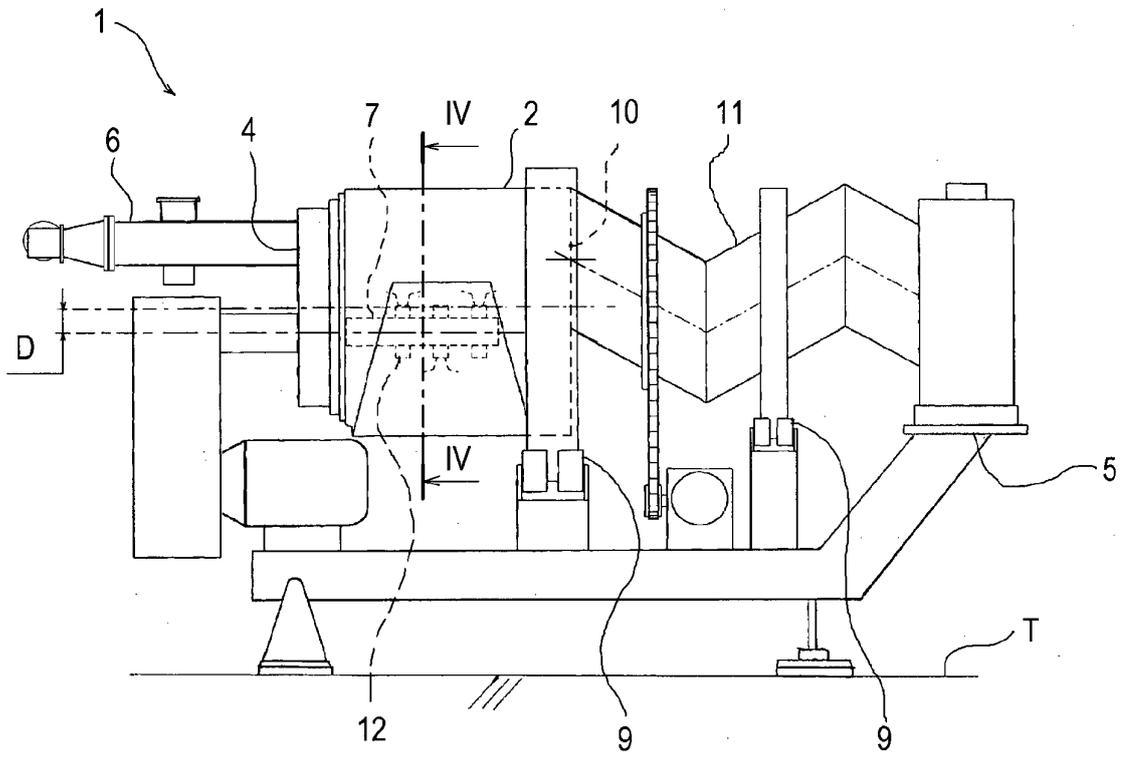


Fig. 3

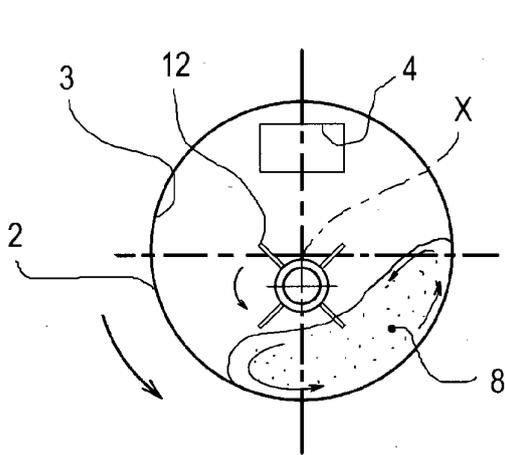


Fig. 4

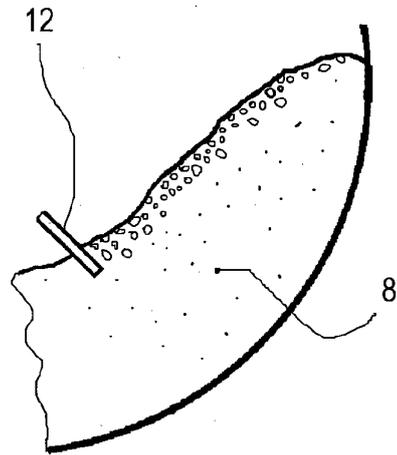


Fig. 5

Powder dimension (mm)	Weight percentage for type of material									
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
> 1,000	2,37%	0,47%	0,39%	0,94%	0,03%	0,32%	0,22%	0,26%	0,02%	0,60%
> 0,500	19,88%	7,85%	4,57%	11,60%	0,64%	5,82%	11,50%	6,35%	1,05%	10,55%
> 0,250	29,96%	20,86%	11,23%	23,26%	8,69%	20,36%	31,24%	19,31%	6,87%	26,21%
> 0,125	20,36%	17,21%	13,94%	22,26%	17,43%	26,06%	30,04%	29,63%	21,82%	18,02%
> 0,063	16,02%	18,21%	33,60%	23,93%	30,21%	31,18%	21,28%	26,83%	41,68%	18,77%
< 0,063	11,41%	35,40%	36,28%	18,01%	42,91%	15,04%	4,96%	17,92%	28,46%	25,94%

Fig. 6

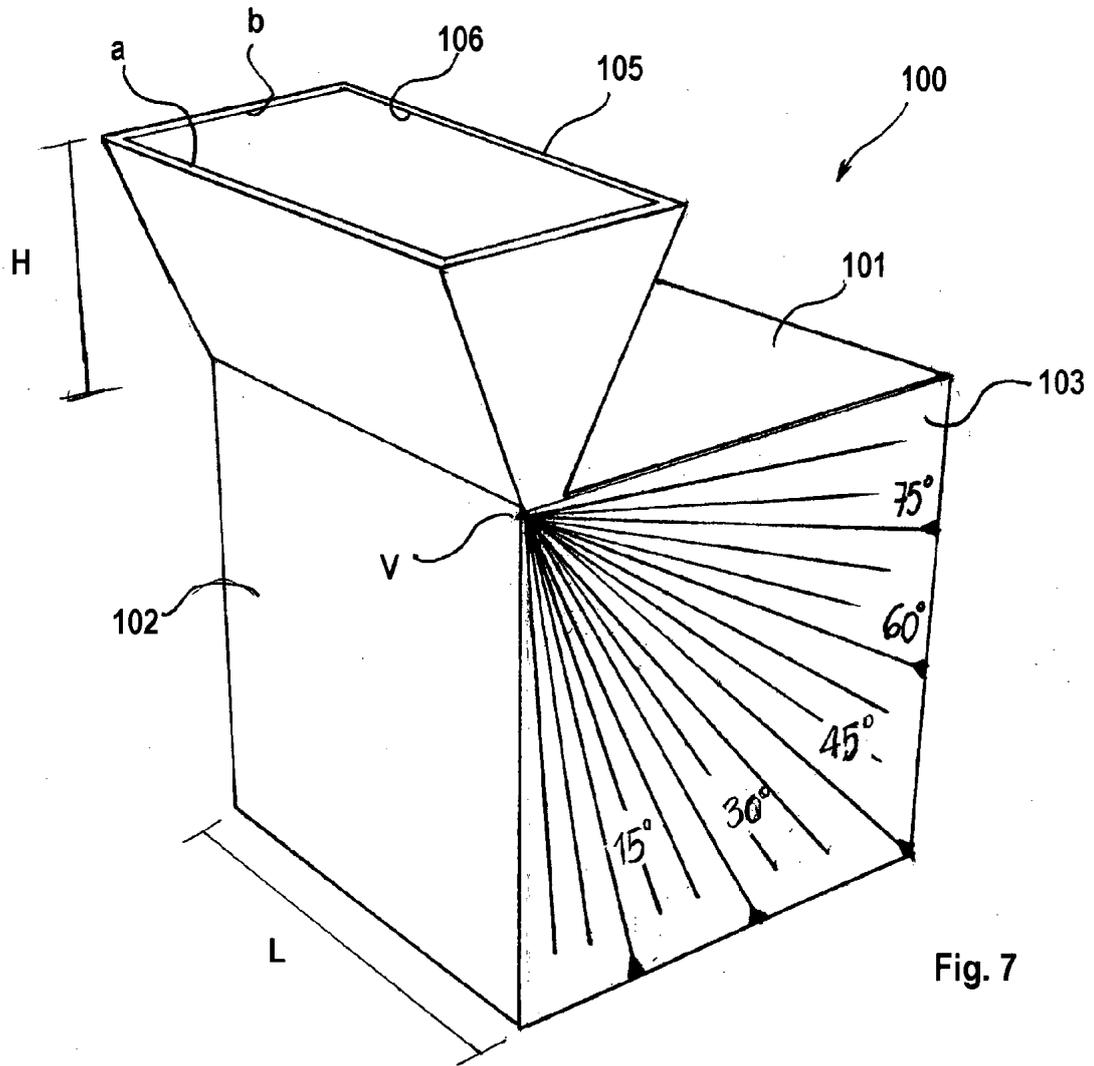


Fig. 7

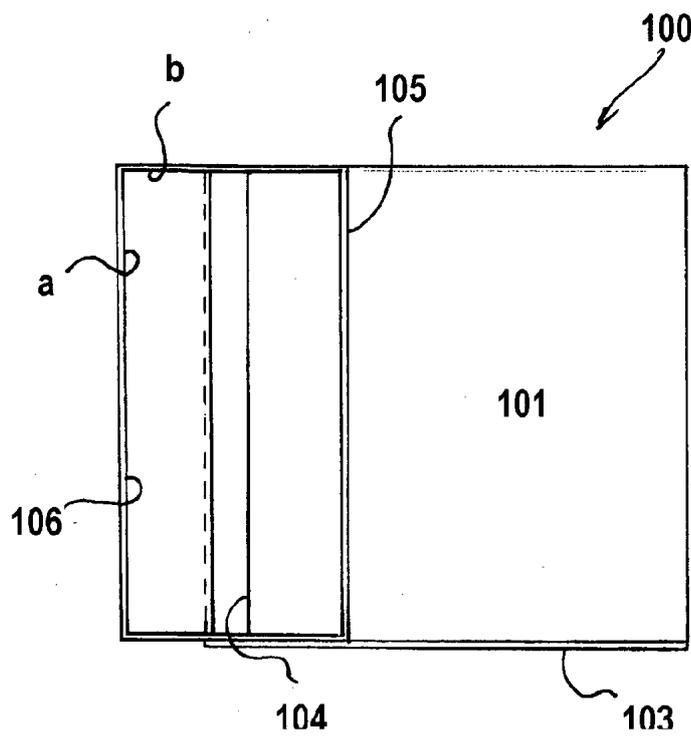
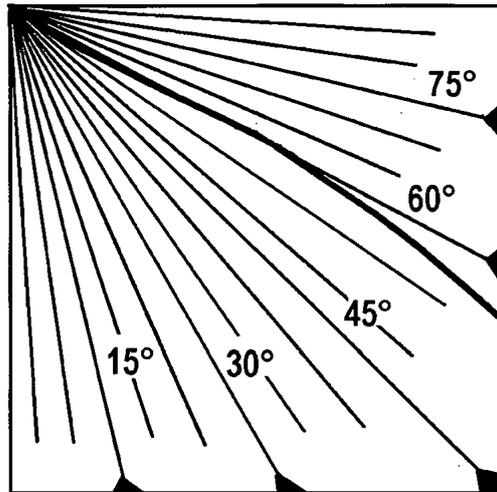
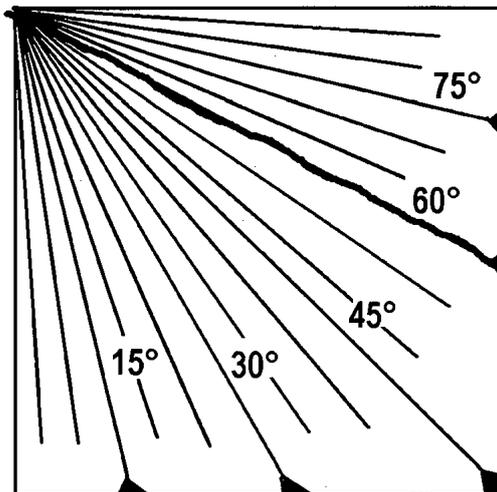


Fig. 8



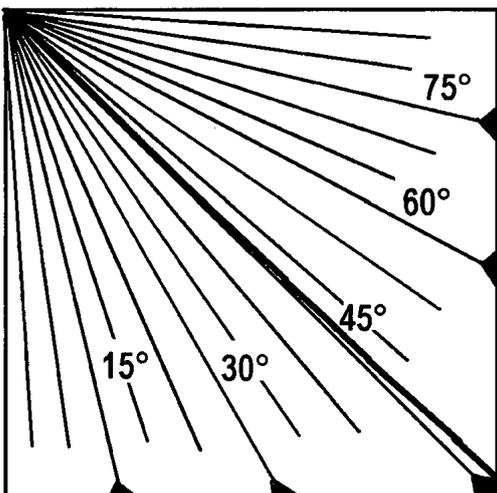
"F"

Fig. 9



"A"

Fig. 10



"U"

Fig. 11