

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 511**

51 Int. Cl.:

**C08J 7/12**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2010 PCT/EP2010/051351**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.09.2010 WO10097276**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2010 E 10705572 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2401323**

54 Título: **Procedimiento para el endurecimiento y la funcionalización superficial de piezas moldeadas**

30 Prioridad:

**25.02.2009 DE 102009001145**

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

**22.06.2018**

73 Titular/es:

**LEIBNIZ-INSTITUT FÜR POLYMERFORSCHUNG  
DRESDEN E.V. (100.0%)**

**Hohe Strasse 6  
01069 Dresden, DE**

72 Inventor/es:

**GEDAN-SMOLKA, MICHAELA;  
GOHS, UWE y  
MÜLLER, ANETT**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 673 511 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

Procedimiento para el endurecimiento y la funcionalización superficial de piezas moldeadas

5 La invención se refiere a los campos de la química y la técnica de procedimiento y se refiere a un procedimiento para el endurecimiento y la modificación superficial de piezas moldeadas a partir de resinas polimerizables con monómeros dado el caso polimerizables, cargas y sustancias de refuerzo (fibras), pigmentos así como aditivos, por ejemplo de "sheet molding compound" (SMC, compuesto de moldeo en plancha) o "bulk molding compound" (BMC, compuesto de moldeo en masa), que entonces pueden utilizarse como piezas moldeadas por ejemplo en la industria del automóvil, en la construcción de vehículos, en la industria eléctrica.

15 El empleo comercial creciente de piezas moldeadas de durómero, por ejemplo de piezas moldeadas de matriz polimérica de fibras, tal como por ejemplo componentes de SMC y BMC, en los más diversos campos de la técnica, tal como la industria de la fabricación de vehículos, industria de la fabricación de vehículos sobre carriles, la industria eléctrica y la construcción de aparatos, requiere procedimientos de producción, con los que puedan producirse los componentes con buena calidad y en un tiempo lo más breve posible. En la mayoría de los casos es necesario a continuación un recubrimiento de los componentes, lo que plantea requisitos adicionales en cuanto a los materiales y procedimientos de producción.

20 Para la producción de componentes a partir de materiales de SMC y BMC se utilizan por ejemplo resinas reticulables, oligómeros, diluyentes reactivos, fibras y aditivos, que tienen que reticularse dentro de procesos continuos. Esto puede tener lugar, por ejemplo en el caso de componentes de SMC, durante la conformación del componente por medio de prensado a temperaturas elevadas. A este respecto, la calidad superficial, que es importante para un recubrimiento posterior por medio de barnizado, depende del sistema de materiales, del procedimiento de producción, de los parámetros de producción y de la rugosidad y ondulación de la superficie de la herramienta. Dado que la calidad superficial necesaria para un barnizado posterior a menudo no puede garantizarse con una calidad suficiente en el proceso de producción y además también están presentes todavía restos de los medios auxiliares internos y/o externos, tal como por ejemplo agentes de desmoldeo, le siguen etapas de proceso adicionales, tales como por ejemplo desbarbado, relleno, lavado a presión o tratamiento con llama, para obtener la superficie humectable necesaria para el barnizado, que entonces posibilita también una buena adherencia del recubrimiento.

35 Actualmente, todos los procesos de conformación y de recubrimiento industriales para componentes de SMC con barnices líquidos, acuosos o en polvo con un proceso de cocción posterior hasta la reticulación de los polímeros (capa de barniz) muestran claros problemas, que conducen a calidades fluctuantes y a una estabilidad de proceso insuficiente. Estos están provocados, entre otros, por monómeros residuales, oligómeros o diluyentes reactivos, que debido a la sollicitación por temperatura migran a la superficie y también se emiten a la atmósfera (nebulización). También en el proceso de barnizado posterior, estos pueden salir del material de SMC y con ello provocar defectos de la capa de barniz (por ejemplo poros, cráteres, grietas, delaminaciones) (R. Liebold, Farbe+Lack, 108, 7 (2002) pág. 4).

45 Para proteger las piezas moldeadas de SMC lo mejor posible frente a los efectos de las emisiones de gases en el proceso de barnizado, se aplican en particular para denominados componentes de clase A antes del proceso de barnizado en una etapa de proceso adicional medios de sellado, tales como imprimaciones o selladores (K. Joesel, Radtech Report November/December 2001, 23 y ss.), y estos se secan entonces en su mayor parte sin o con una sollicitación térmica moderada. Otra variante la representa la aplicación de la capa de sellado a través de recubrimiento en el molde (IMC, *in-mold-coating*) directamente en el proceso de prensado térmico. Una desventaja de esta variante de procedimiento es una limitación a componentes estructurados de manera geoméricamente sencilla (H. G. Kia: Sheet Molding Compounds-Science and Technology, Hanser Verlag München 1993, pág. 163 y ss.). Estas etapas de proceso adicionales son laboriosas, caras y prolongan el proceso de producción.

55 Además se conocen procedimientos para la modificación de polímeros con electrones ricos en energía, tales como por ejemplo la reticulación de polímeros (por ejemplo termoplastos, elastómeros), el endurecimiento de sistemas de resinas reactivas para la producción de piezas moldeadas de matriz polimérica de fibras y la funcionalización de PTFE. Estas aplicaciones se basan en un aporte de energía espacial y temporalmente preciso por medio de electrones ricos en energía para generar átomos o moléculas excitados así como iones, que forman preferiblemente radicales e inducen reacciones químicas complejas. Como resultado se genera un polímero con propiedades químicas, eléctricas, mecánicas y térmicas modificadas (A. Charlesby, Proc. Roy. Soc. A, 1952, vol. 215, págs. 187-214).

60 El endurecimiento de sistemas de resinas reactivas por medio de electrones ricos en energía para la producción de materiales compuestos de matriz polimérica de fibras se ha utilizado hasta la fecha predominantemente para fines de uso en el campo militar o en el transporte aeronáutico y aeroespacial. Las ventajas del endurecimiento con electrones ricos en energía son la posibilidad de la fabricación de componentes grandes sin la utilización de un autoclave, una eficiencia energética aumentada de hasta el 70% (con respecto al proceso de prensado térmico), tiempos de manipulación prolongados, una contracción reducida, una emisión de gases reducida, tensiones

residuales reducidas, una absorción de agua reducida, temperaturas de transición vítrea mayores, tiempos de endurecimiento más breves y la posibilidad de la integración completa de los materiales usados en la red (Abaris, EB Curing Technology, Las Vegas, 1994; Norris, R., EB Curing of Composites Workshop, 1996).

5 En combinación con el endurecimiento por medio de electrones ricos en energía se utilizan los procedimientos de fabricación de bobinado, pultrusión, preimpregnación con saco de vacío o moldeo por transferencia de resina asistido por vacío (VARTM, *vacuum assisted resin transfer molding*) o moldeo por transferencia de resina (RTM, *resin transfer molding*). Los grandes aceleradores de electrones y altos costes de inversión limitan la utilización del endurecimiento de sistemas de resinas reactivas por medio de electrones ricos en energía a los campos altamente tecnológicos mencionados anteriormente. Los aceleradores de electrones compactos y eficientes disponibles en el mercado mundial posibilitan mientras tanto una construcción compacta de la instalación incluyendo el apantallamiento y la integración en la línea de fabricación en los más diversos campos técnicos, tal como por ejemplo la industria de la fabricación de vehículos, la industria de la fabricación de vehículos sobre carriles, la industria eléctrica y la construcción de aparatos.

15 Sin embargo, con los procedimientos conocidos no pueden remediarse completamente los problemas de una calidad fluctuante y una estabilidad de proceso insuficiente del proceso de producción o solo utilizando etapas de proceso adicionales laboriosas y caras, dado que estas están asociadas con el procedimiento de producción usado actualmente.

20 El objetivo de la presente invención consiste en indicar un procedimiento para el endurecimiento y la funcionalización superficial de piezas moldeadas, que pueda realizarse en particular en poco tiempo y con una alta reproducibilidad y conduzca a una mejora de la calidad superficial de las piezas moldeadas que deben barnizarse.

25 El objetivo se alcanza mediante la invención indicada en las reivindicaciones. Configuraciones ventajosas son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

30 En el procedimiento según la invención para el endurecimiento y la funcionalización superficial de piezas moldeadas se procesan materiales, que contienen al menos un sistema de resinas reactivas que se endurece por radicales o catiónicamente insaturado y sustancias adicionales, para dar una pieza moldeada y se reticula durante o tras el proceso de conformación con o sin recubrimiento hasta la estabilidad de forma y durante la reticulación y/o a continuación, antes de y/o tras un recubrimiento se somete la pieza moldeada a un mecanizado por medio de radiación rica en energía o partículas ricas en energía hasta un endurecimiento esencialmente completo de al menos la zona superficial de la pieza moldeada, teniendo lugar el endurecimiento hasta que ya no puede detectarse más a través de mediciones de DSC una reactividad residual en la pieza moldeada, y hasta la producción de una superficie de pieza moldeada que puede recubrirse de manera esencialmente completa, realizándose el mecanizado por medio de radiación rica en energía o partículas ricas en energía en al menos dos etapas con la misma dosis o una diferente por etapa de tratamiento.

40 Ventajosamente se producen piezas moldeadas y se someten a un mecanizado con radiación rica en energía o partículas ricas en energía, que consisten en un material de matriz polimérica de fibras, consistiendo además ventajosamente los materiales de matriz polimérica de fibras en resinas de poliéster insaturadas o resinas acrílicas (acrilatos, metacrilatos) o resinas epoxi con un iniciador catiónico.

45 Además se utiliza ventajosamente un sistema de resinas reactivas insaturado, que contiene sustancias adicionales, utilizándose además ventajosamente como sustancias adicionales aditivos y/o cargas y/o elementos de refuerzo y/o polímeros adicionales y/o diluyentes reactivos.

50 De manera igualmente ventajosa se utilizan piezas moldeadas, que son "sheet molding compound" (SMC) o "bulk molding compound" (BMC).

Y también ventajosamente se moldean las piezas moldeadas por medio de prensado en caliente.

55 También resulta ventajoso que la reticulación se inicie térmicamente, ejecutándose además ventajosamente la reticulación hasta la estabilidad de pieza moldeada.

Además resulta ventajoso que el mecanizado se realice por medio de radiación rica en energía o partículas ricas en energía en un entorno de gas reactivo y/o en aire.

60 Resulta igualmente ventajoso que el mecanizado se realice por medio de electrones ricos en energía o radiación gamma o infrarroja o de microondas o aporte de inducción en combinación con un tratamiento con plasma.

Y también resulta ventajoso que el mecanizado se realice exclusivamente con electrones ricos en energía en un entorno de gas reactivo y/o en aire.

65 También resulta ventajoso que el mecanizado se realice con dosis en el intervalo de desde 10 kGy hasta 250 kGy.

Y también resulta ventajoso que el mecanizado se realice a temperaturas de desde 5°C hasta temperaturas, a las que se garantiza la estabilidad térmica de pieza moldeada de los materiales.

- 5 Y resulta igualmente ventajoso que el mecanizado se realice en piezas moldeadas de matriz polimérica de fibras recubiertas, realizándose además ventajosamente como recubrimiento un barnizado.

10 Con el procedimiento según la invención es posible por primera vez, en un tiempo relativamente corto y con un esfuerzo reducido, obtener una pieza moldeada, que está endurecida en su mayor parte, para impedir una salida de componentes de bajo peso molecular, tales como monómeros residuales, oligómeros o diluyentes reactivos, con una sollicitación por temperatura siguiente durante el proceso de barnizado a partir del material de SMC y BMC, y cuyas propiedades superficiales para el procesamiento adicional son de suficientes a buenas o muy buenas. A este respecto, por endurecido se entiende que a través de mediciones de DSC ya no puede detectarse ninguna reactividad residual más en el componente. En particular esto se refiere a piezas moldeadas recubiertas, que pueden endurecerse antes de o durante o tras el recubrimiento según la invención. Estas piezas moldeadas recubiertas y mecanizadas según la invención muestran calidades superficiales de buenas a excelentes.

20 El procedimiento según la invención puede emplearse en particular para piezas moldeadas de SMC y BMC barnizadas. A este respecto, en el marco de la presente invención por SMC debe entenderse un producto semielaborado plano, susceptible de procesamiento, a partir de resinas de poliéster reticulables en la mayoría de los casos insaturadas, fibras de vidrio y aditivos necesarios, que se procesa en prensas calentadas para dar piezas moldeadas. En el marco de la presente invención por BMC debe entenderse una masa de moldeo susceptible de moldeo por inyección o de moldeo por transferencia con fibras de vidrio cortadas. A este respecto, las longitudes de fibra de BMC son menores que las de SMC [Liebold, R.: mo 55 (2001) pág. 41].

25 Las piezas moldeadas de SMC y BMC son piezas moldeadas de matriz polimérica de fibras, que se producen a partir de un material preimpregnado reactivo (estera de resina, SMC - *sheet molding compound*) a través de prensado térmico a temperatura elevada o material a granel (BMC - *bulk molding compound*) a través de moldeo por inyección o prensado térmico y se reticulan hasta la estabilidad de forma. Los componentes se producen, se moldean y se reticulan según procedimientos conocidos.

30 A través de los inventores de la presente solución pudo establecerse que estas piezas moldeadas según el estado de la técnica dentro de las etapas y tiempos de proceso industriales durante el prensado térmico evidentemente no se reticulan en una medida suficiente y no de manera reproducible y a continuación no existe una pieza moldeada endurecida. El endurecimiento completo no tiene lugar entonces en la mayoría de los casos hasta un tratamiento de temperatura adicional, que se implementa en el transcurso de la cocción de las capas de barniz. A este respecto, se producen las emisiones de gases conocidas y los efectos desventajosos sobre la capa de barniz.

35 Para evitar estos procesos desventajosos, según la invención se propuso realizar un endurecimiento y una funcionalización superficial. A este respecto, el endurecimiento tiene lugar según la invención en un volumen deseado de la pieza moldeada. A este respecto, el volumen deseado de una pieza moldeada se endurece esencialmente de manera completa. Sin embargo, el volumen deseado puede hacer referencia en cuanto a la pieza moldeada también no a toda la pieza moldeada, sino por ejemplo puede endurecerse solo un lado de la pieza moldeada o solo una zona superficial de la pieza moldeada.

40 Según la invención, las piezas moldeadas se solicitan para el endurecimiento con radiación rica en energía o partículas ricas en energía, que generan entonces átomos o moléculas excitados así como iones, que forman preferiblemente radicales e inducen reacciones químicas complejas en la pieza moldeada y/o en el volumen deseado de la pieza moldeada.

45 Mediante la solución según la invención se introduce concretamente en el desarrollo del proceso una etapa de proceso adicional, que sin embargo endurece en el plazo de un tiempo breve (por ejemplo el tiempo de ciclo del proceso de producción) las piezas moldeadas hasta que esencialmente ya no se produce ningún defecto superficial debido a emisiones de gases y/o reticulación posterior en los procedimientos de recubrimiento posteriores.

50 Una ventaja de la solución según la invención consiste en que en las piezas moldeadas tanto que deben recubrirse como en las no recubiertas se impide de casi completamente a completamente el desgaseado de sustancias de bajo peso molecular, tal como por ejemplo restos de diluyentes reactivos, de modo que precisamente ya no se producen defectos superficiales y nebulización. A este respecto, por nebulización se entiende la emisión de sustancias muy volátiles, tales como por ejemplo restos de diluyentes reactivos, en el estado de uso de piezas de prensado de SMC sin recubrir o parcialmente recubiertas.

55 A este respecto, según la invención resulta ventajoso que el mecanizado se implemente en varias etapas y/o con un aporte de energía cambiante por etapa (por ejemplo dosis, es decir energía absorbida por unidad de masa). A pesar de ello, estos tiempos de mecanizado también pueden adaptarse a los tiempos de ciclo habituales del proceso de

producción industrial/de las líneas de producción. A este respecto, los aportes de energía se seleccionan en función de la composición material de la pieza moldeada, sus dimensiones y en función de las condiciones de prensado.

5 También es posible realizar el endurecimiento de las piezas moldeadas solo en las zonas superficiales de las piezas moldeadas. Esto resulta en particular ventajoso cuando existen grandes grosores de piezas de moldeo. A este respecto, la zona endurecida debe implementarse con un grosor tal que para las etapas de proceso siguientes no se produzcan efectos desventajosos. En particular, esta zona superficial endurecida impide que los materiales que se encuentran posiblemente todavía en la pieza moldeada, que o bien todavía no están endurecidos y/o bien son volátiles, puedan abandonar la pieza moldeada, pero a pesar de ello no tengan esencialmente ningún efecto negativo sobre la superficie que debe barnizarse de la pieza moldeada.

15 Mediante la solución según la invención se ha encontrado una solución económica, en la que puede prescindirse de trabajos posteriores adicionales, lo que se ha posibilitado mediante la consideración integral para determinar los motivos.

20 La ventaja especial de la presente solución consiste no solo en el endurecimiento de las piezas moldeadas o de zonas volumétricas o superficiales de las piezas moldeadas sino también en que con el aporte de energía mediante la radiación rica en energía o partículas ricas en energía también se generan grupos funcionales en la superficie y/o en la zona próxima a la superficie de las piezas moldeadas, que conducen a una mejor adherencia del recubrimiento y a un aumento de la hidrofilia de la superficie. De esta manera se obtiene finalmente también una mejora de la calidad superficial de la superficie de pieza moldeada y con ello también de las piezas moldeadas barnizadas/recubiertas.

25 A continuación se explicará más detalladamente la invención en varios ejemplos de realización.

Ejemplo 1

30 Se produce una pieza moldeada de automóvil a partir de un material preimpregnado de una formulación de perfil bajo

Pasta de SMC:

Resina de poliéster insaturada (60% en peso en estireno)	60 partes en peso
Aditivo de perfil bajo (40% en peso en estireno)	40 partes en peso
Carbonato de calcio	10 partes en peso
Peroxibenzoato de t-butilo	1,5 partes en peso
Estearato de cinc	4 partes en peso
Óxido de magnesio	1 parte en peso

35 Material preimpregnado de SMC:

Pasta de SMC	75% en peso
Fibras de vidrio (cortadas, longitud: 1 pulgada)	25% en peso

en las siguientes condiciones a través de prensado térmico:

40 temperatura/matriz: 140°C; temperatura/punzón: 139°C, tiempo de cierre: 12 s, tiempo de prensado: 180 s; presión de prensado: 14 MPa.

La reactividad residual determinada a través de DSC en la pieza moldeada se encuentra a -8 J/g con respecto a la reactividad de partida del material preimpregnado de -40 J/g.

45 A continuación se irradia la pieza moldeada por medio de electrones con una dosis de 140 kGy bajo atmósfera de aire a una velocidad de producto de 0,3 m/minuto. La irradiación tiene lugar en el desarrollo de proceso entre la expulsión de la pieza moldeada de la prensa y las etapas de mecanizado siguientes. Después ya no puede establecerse en la pieza moldeada por medio de DSC ninguna reactividad residual y por consiguiente la pieza moldeada está completamente endurecida. El ángulo de contacto con agua como líquido de prueba disminuye desde 98° hasta 78° como consecuencia de la deposición de grupos que contienen oxígeno en la superficie.

Ejemplo 2

55 Una pieza moldeada de montaje de vehículos útiles se produce a partir de un material preimpregnado de una formulación de perfil bajo en las siguientes condiciones a través de prensado térmico:

temperatura/matriz: 140°C; temperatura/punzón: 139°C, tiempo de cierre: 12 s, tiempo de prensado: 180 s; presión de prensado: 14 MPa

## ES 2 673 511 T3

La reactividad residual determinada a través de DSC en la pieza moldeada se encuentra a -7 J/g con respecto a la reactividad de partida del material preimpregnado de -37 J/g.

- 5 A continuación se irradia la pieza moldeada por medio de electrones con dosis individuales de 7 x 20 kGy a una velocidad de producto de 2,1 m/minuto bajo atmósfera de aire. La irradiación tiene lugar en el desarrollo de proceso entre la expulsión de la pieza moldeada de la prensa y las etapas de mecanizado siguientes. Después ya no puede establecerse en la pieza moldeada por medio de DSC ninguna reactividad residual y la pieza moldeada está completamente endurecida. El ángulo de contacto con agua como líquido de prueba disminuye desde 100° hasta 32°  
10 como consecuencia de la deposición de grupos que contienen oxígeno en la superficie.

### Ejemplo 3

- 15 Una pieza moldeada de montaje de automóviles se produce a partir de un material preimpregnado de una formulación de baja contracción (véase anteriormente)

Resina de poliéster insaturada (70% en peso en estireno)	16,4% en peso
Poliestireno (40% en peso en estireno)	11% en peso
Peroxibenzoato de para-t-butilo	0,3% en peso
Estearato de cinc	0,7% en peso
Carbonato de calcio	41,1% en peso
Óxido de magnesio	0,5% en peso
Mecha de fibra de vidrio (cortada, 1 pulgada longitud)	30% en peso

en las siguientes condiciones a través de prensado térmico:

- 20 temperatura/matriz: 140°C; temperatura/punzón: 139°C, tiempo de cierre: 12 s, tiempo de prensado: 180 s; presión de prensado: 14 MPa.

La reactividad residual determinada a través de DSC en la pieza moldeada se encuentra a -2,2 J/g con respecto a la reactividad de partida del material preimpregnado de -24 J/g.

- 25 A continuación se endurece completamente el componente a través de irradiación con electrones con 70 kGy a velocidades de transporte de producto de 0,6 m/minuto y a continuación con 7 x 10 kGy a una velocidad de producto de 4,2 m/minuto bajo atmósfera de aire. Después ya no puede establecerse en el componente por medio de DSC ninguna reactividad residual. El ángulo de contacto con agua como líquido de prueba disminuye desde 95° hasta 72°  
30 como consecuencia de la deposición de grupos que contienen oxígeno en la superficie. Las rugosidades se encuentran en un intervalo comparable al estado tras el proceso de prensado.

### Ejemplo 4

- 35 Se produce una pieza moldeada de montaje de automóviles a partir de un material preimpregnado de SMC de una formulación de clase A para automóviles en las siguientes condiciones a través de prensado térmico:

temperatura/matriz: 150°C; temperatura/punzón: 145°C, tiempo de cierre: 10 s, tiempo de prensado: 160 s; presión de prensado: 12 MPa.

- 40 La reactividad residual determinada a través de DSC en la pieza moldeada se encuentra en función del grosor en promedio al 17% con respecto a la reactividad de partida del material preimpregnado de -41 J/g. A este respecto, con un grosor de componente de entre ~2,2 - 3,2 mm se determinó una reactividad residual de entre el 14 y el 20%, a ~5,4 mm al 13% y a ~10,3 mm al 10% de la reactividad de partida del material preimpregnado.

- 45 A continuación se irradia la pieza moldeada por medio de electrones con dosis individuales de 12 x 10 kGy a una velocidad de producto de 4,2 m/minuto bajo atmósfera de aire. La irradiación tiene lugar en el desarrollo de proceso entre la expulsión de la pieza moldeada de la prensa y la etapa de mecanizado siguiente. Después ya no puede establecerse en la pieza moldeada por medio de DSC ninguna reactividad residual más y la pieza moldeada está completamente endurecida. El ángulo de contacto con agua como líquido de prueba disminuye desde 95° hasta 72°  
50 como consecuencia de la deposición de grupos que contienen oxígeno en la superficie.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para el endurecimiento y la funcionalización superficial de piezas moldeadas, en el que materiales, que contienen al menos un sistema de resinas reactivas que se endurece por radicales o catiónicamente insaturado y sustancias adicionales, se procesan para dar una pieza moldeada y durante o tras el proceso de conformación con o sin recubrimiento se reticulan hasta la estabilidad de forma y durante la reticulación y/o a continuación, antes de y/o tras un recubrimiento la pieza moldeada se somete a un mecanizado por medio de radiación rica en energía o partículas ricas en energía hasta un endurecimiento esencialmente completo de al menos la zona superficial de la pieza moldeada, teniendo lugar el endurecimiento hasta que a través de mediciones de DSC ya no puede detectarse ninguna actividad residual en la pieza moldeada, y hasta la producción de una superficie de pieza moldeada que puede recubrirse de manera esencialmente completa, realizándose el mecanizado por medio de radiación rica en energía o partículas ricas en energía en al menos dos etapas con la misma dosis o una diferente por etapa de tratamiento.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se producen piezas moldeadas y se someten a un mecanizado con radiación rica en energía o partículas ricas en energía, que consisten en un material de matriz polimérica de fibras, ventajosamente en resinas de poliéster insaturadas o resinas acrílicas (acrilatos, metacrilatos) o resinas epoxi con un iniciador catiónico.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se utiliza un sistema de resinas reactivas insaturado, que contiene sustancias adicionales, ventajosamente aditivos o cargas o elementos de refuerzo o polímeros adicionales o diluyentes reactivos.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se utilizan las piezas moldeadas, que son "sheet molding compound" (SMC) o "bulk molding compound" (BMC).
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las piezas moldeadas se moldean por medio de prensado en caliente.
- 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la reticulación se inicia térmicamente, se ejecuta ventajosamente hasta la estabilidad de pieza moldeada.
- 7.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mecanizado se realiza por medio de radiación rica en energía o partículas ricas en energía en un entorno de gas reactivo y/o en aire.
- 8.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mecanizado se realiza por medio de electrones ricos en energía o radiación gamma o infrarroja o de microondas o aporte de inducción en combinación con un tratamiento con plasma.
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mecanizado se realiza exclusivamente con electrones ricos en energía en un entorno de gas reactivo y/o en aire.
- 10.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mecanizado se realiza con dosis en el intervalo de desde 10 kGy hasta 250 kGy.
- 11.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mecanizado se realiza a temperaturas de desde 5°C hasta temperaturas, a las que se garantiza la estabilidad térmica de pieza moldeada de los materiales.
- 12.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mecanizado se realiza en piezas moldeadas de matriz polimérica de fibras recubiertas.
- 13.- Procedimiento según la reivindicación 12, en el que como recubrimiento se realiza un barnizado.